前　言

抗滑桩是防治滑坡的一种工程建筑物。我国抗滑桩的型式，是六十年代在铁路建设的实践中，采用和发展起来的一项防治滑坡的重大技术革新。这种桩具有我国自己的特点，施工简便，效果突出，十多年来得到了推广应用和迅速发展，从而在较大程度上，改变了我国铁路滑坡防治技术的面貌。与此同时，抗滑桩的试验、研究也取得一些初步成果。近几年，铁道部还召开了三次全路抗滑桩经验交流及协作会议，进一步推动了抗滑桩的应用与发展。

1978年，铁道部科学研究院西北研究所马骥、张建仪、成都铁路局高同玠、西南交通大学池淑兰、第四勘测设计院徐凤鹤和第二勘测设计院徐良德、林再星、龚耀忠、何斌、何翠容等同志共同编写了一份《抗滑桩设计与计算参考资料》。本书是在上述参考资料的基础上，由第二勘测设计院同志再根据近年来对桩的试验研究和大量工程实践，分析总结，补充修改而成的，力图写出比较全面、系统切合应用的设计分析方法来。但是抗滑桩还存在着许多需要进一步研究解决的问题，这本书现阶段只是一个科研、设计成果总结。由于我们水平有限，书中难免有缺点、错误之处，请读者批评指正。

本书第一章由曾令录编写，第二章由林再星编写，第三章、结束语及附录、附表由曾令录、林再星共同编写，以上由刘家祺审校；第四章由何斌编写，徐良德审校；全书由刘家祺审阅。

铁道部第二勘测设计院科学技术研究所

1981年11月

目　录

第一章　概论……1
第一节　绪言……1
第二节　抗滑桩的应用与发展……2
一、国内状况……2
二、国外状况……13
第三节　抗滑桩的试验与研究……16
第四节　抗滑桩的设计与计算……19
一、抗滑桩设计计算步骤……19
二、国内现有的计算方法……20
三、国外现有的计算方法……21
第二章　抗滑桩设计……22
第一节　基本规定……22
一、使用条件……22
二、一般要求……22
三、作用力系……23
第二节　滑坡推力……23
一、滑坡推力计算……23
二、滑坡推力分布……25
第三节　桩周岩、土抗力……26
一、概述……26
二、弹性抗力……26
三、锚固段桩周岩、土抗力……29
四、受荷段桩周岩、土抗力……30
第四节　桩的要素设计……30
一、桩的平面位置及其间距……30

二、桩的截面及其计算宽度……31
三、桩的锚固深度及桩底支承条件……32
四、刚性桩与弹性桩的区分……35
第五节　桩的结构设计……36
一、材料……36
二、计算……36
三、构造……37
第三章　抗滑桩计算……39
第一节　悬臂桩法……39
一、受荷段内力计算……39
二、锚固段内力计算……40
三、算例……52
第二节　地基系数法……75
一、基本法……75
二、无量纲法……91
三、算例……104
四、受荷段地层采用换算地基系数的计算……122
第四章　抗滑桩的矩阵分析及计算程序……130
第一节　抗滑桩的矩阵分析……130
第二节　计算程序（DJS-6机）……135
第三节　程序的功能和使用说明……142
结束语……146
附录　悬臂桩简化法……148
附表一　地基系数参考数值（一）……154
附表二　地基系数参考数值（二）……156
附表三　钢轨截面计算数值……156
附表四　“m”法的影响函数值……157
附表五　“K”法的影响函数值……161
附表六　锚固段“m”法无量纲系数(桩底为自由端)……168
附表七　锚固段“K”法无量纲系数(桩底为自由端)……178

附表八　地基系数法受荷段(求滑动面处变位)“m”法无量纲系数…… 194
附表九　地基系数法锚固段（求滑动面处变位）“K”法无量纲系数（桩底为自由端、铰支端、固定端）…… 198
附表十　地基系数法受荷段“m”法无量纲系数…… 204
附表十一　地基系数法受荷段“K”法无量纲系数…… 228
附表十二　受荷段地层采用换算地基系数时“$m-K$”法计算系数（三角形荷载，桩底为自由端）…… 244
附表十三　受荷段地层采用换算地基系数时“$K-K$”法计算系数(矩形荷载，桩底为自由端)…… 256
附表十四　地基系数法锚固段“m”法无量纲系数（桩底为自由端、$A\fallingdotseq 0$）…… 268
参考文献…… 289

第一章 概 论

第一节 绪 言

滑坡是山体沿其内部软弱带或软弱面作整体、缓慢、间歇滑动的不良地质现象。同崩塌、错落、泥石流等一样，是山区建设中经常遇到的一大自然灾害。严重者，中断交通、堵塞河道、摧毁厂矿和掩埋村镇，给人们造成巨大损失。因此，防治滑坡有着十分重要的意义。我国在工程建设中，曾经遇到并防治了大量滑坡，积累了相当丰富的经验。

抗滑桩是防治滑坡的一种工程建筑物，设于滑坡的适当部位，一般完全埋置在地面下，有时也可露出地面。但无论前者还是后者，桩的下段均必须埋置在滑动面以下稳定地层一定深度。

抗滑桩类型较多：按施工方法分，有打入桩、钻孔桩和挖孔桩；按材料分，有木桩、钢桩和钢筋混凝土桩；按截面形状分，有圆形桩、管形桩和矩形桩；按桩与土的相对刚度分，有刚性桩和弹性桩；按结构型式分，有排式单桩、承台式桩和排架桩等等。

抗滑桩的设计理论和计算方法，至今没有完全一致的认识。抗滑桩是凭藉桩与周围岩、土的共同作用，把滑坡推力传递到稳定地层，即利用稳定地层的锚固作用和被动抗力，来平衡滑坡推力；桩在滑坡中，在一定程度上改善了滑坡状态，促使滑坡向稳定转化。与防治滑坡的传统措施，例如排水、减载、挡土墙等工程相比，抗滑桩施工简便，效果突出，因而在国内外均得到了迅速的发展，广泛地为人们所重视。

根据抗滑桩类型的不同，兼有以下优点：

1. 抗滑能力强，圬工数量小，在滑坡推力大、滑动带深的情况下，能够克服抗滑挡土墙难以克服的困难。

2. 桩位灵活，可以设在滑坡体中最有利于抗滑的部位，可

以单独使用，也能与其它建筑物配合使用。

3. 可以沿桩长根据弯矩大小合理地布置钢筋。因此，在相同条件下，比一般不能分段布置不同数量钢筋的桩（如管形桩、打入桩）要经济。

4. 施工方便，设备简单。采用混凝土或少筋混凝土护壁，安全、可靠。

5. 间隔开挖桩孔，不易恶化滑坡状态，利于整治正在活动中的滑坡，利于抢修工程。

6. 通过开挖桩孔，能够直接校核地质情况，进而可以检验和修改原来的设计，使之更切合实际。发现问题，易于补救。

7. 用来整治运营铁路上的滑坡，一般不会影响行车。

目前我国常用的挖孔桩，对后几项优点方面特别显著。采用抗滑桩防治滑坡，一般要考虑以下几方面：

1. 对地质条件简单、滑动面不深的中、小型滑坡，宜在滑坡前缘设一排抗滑桩。

2. 对轴向很长的多级滑坡或推力很大的滑坡、宜设两排、三排抗滑桩分级防治。也可采用在上部设抗滑桩，下部设挡土墙的方式，联合防治。

3. 当滑动面位于路基面以下，路基本体有可能滑动时，抗滑桩宜分别设在线路两侧。

4. 滑坡前缘受水流冲刷时，还应作支挡防护工程。

5. 对石料缺乏地区的滑坡防治工程，尤宜优先使用抗滑桩。

由于目前施工上主要以人力和半机械挖掘桩孔，井下作业多，深孔条件差，工率低，因此，除特殊情况外，一般不宜使用特别长的抗滑桩。

第二节 抗滑桩的应用与发展

一、国内状况

我国铁路上最早应用抗滑桩是五十年代修建宝成铁路，当时

的桩即与现在挖孔、灌注的抗滑桩一样，系钢筋混凝土的，但主要用于整治少数岩石顺层滑坡。例如，在史家坝隧道进口石灰岩顺层滑坡，经用几根3米长的抗滑桩，埋置在滑动面上、下，即稳定了滑坡，如图1—1所示。

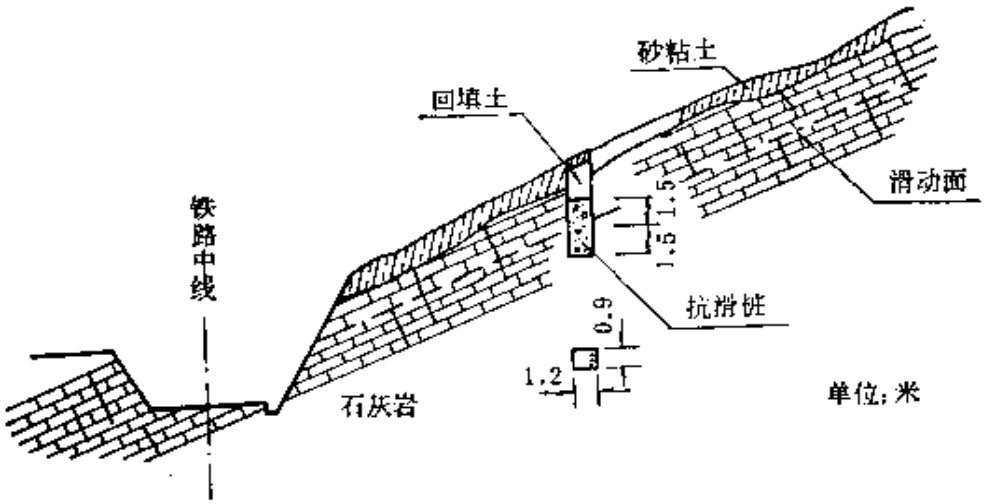


图1—1　史家坝滑坡横断面图

1965年，修建川黔铁路，对楚米铺滑坡采用钢筋混凝土圆管打入桩与沉井相结合的措施进行整治。如图1—2，管桩共三排、20根，利用160型震动打桩机施工，桩顶在平面上用混凝土及钢筋混凝土水平桁架联结，形成良好的桩群结构，共同抗滑。

对抗滑桩的应用与发展影响较大的是修建成昆铁路。1966年，在该线的设计和施工中改变了以往整治滑坡施工难，成效慢的局面，勇于实践，首先采用了大截面的挖孔、灌注的排式单桩来整治大型、复杂的甘洛2号、沙北1号滑坡。同时，初步建立了一套相应的设计、计算方法。

甘洛2号滑坡和沙北1号滑坡是采用桩、墙结合“上锚下挡”整治的。图1—3为沙北1号滑坡横断面图，设在滑坡中部的抗滑桩，承受很大一部分推力，一俟竣工，再于滑坡下部挖路堑、设挡土墙。与原拟的框架明洞方案、抗滑挡土墙方案相比，既利于施工，又分别节省钢材30吨、圬工2,000立方米，显示出多方面的优越性，深受现场欢迎。

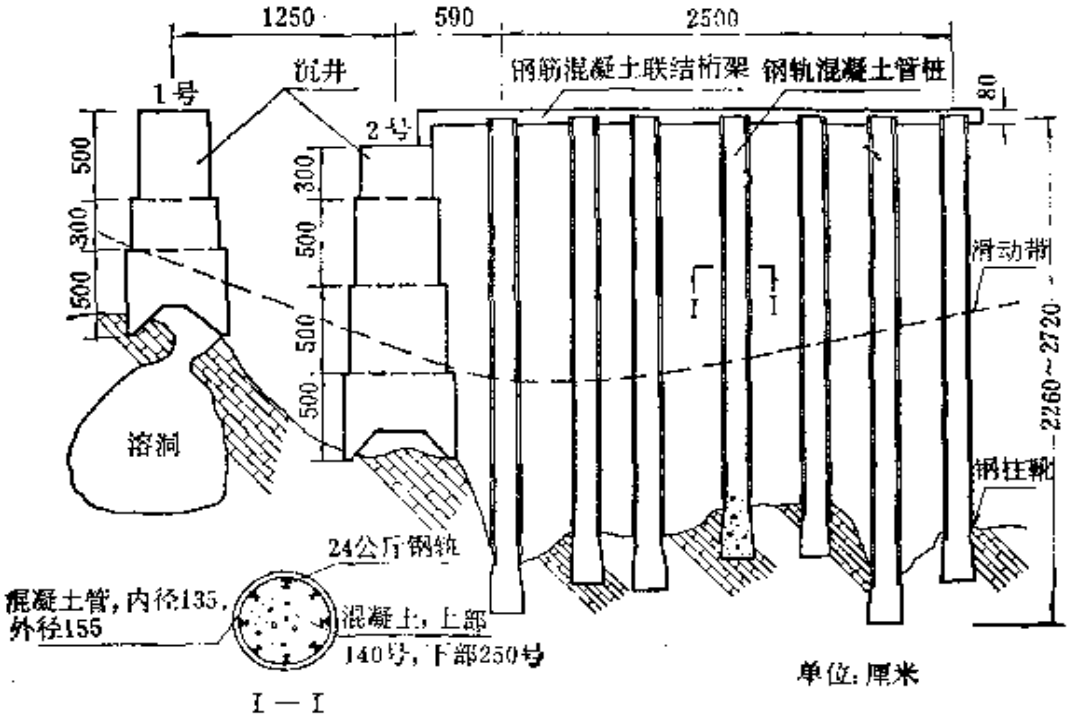


图 1 — 2　楚米铺滑坡管桩、沉井抗滑结构示意图

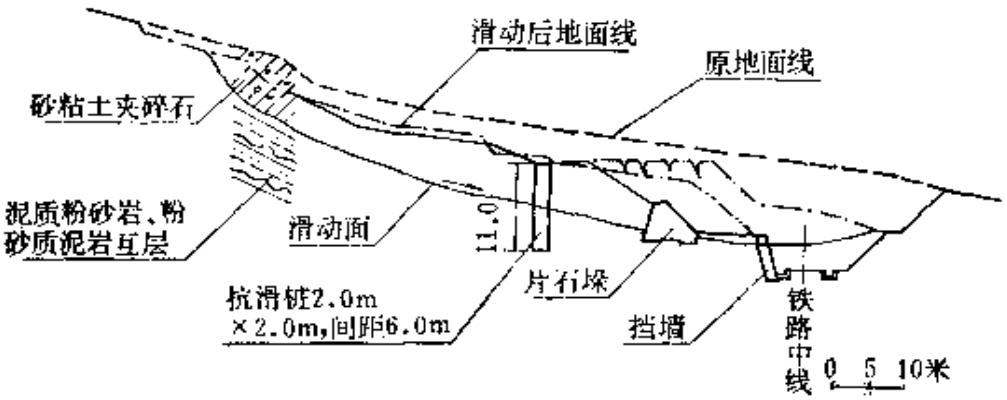


图 1 — 3　沙北 1 号滑坡横断面图

具有突破意义的这两次尝试成功后，接着又用这种抗滑桩整治拉普、下普雄、尔塞河、沙北 2 号等滑坡，施工顺利，效果良好。据统计，全线在修建期间，于10处滑坡，共设桩 137 根，累计长度1,983米。从此，这种具有我国自己特点的抗滑桩，一跃成为路基工程的一项重大技术革新，在实践中蓬勃发展，在较大程度上，迅速地改变了我国铁路滑坡防治技术的面貌。

七十年代初期，在修建湘黔铁路和襄渝铁路中，抗滑桩得到

了大量推广。

湘黔铁路贵州省境内，在37处滑坡中，共设桩 478 根，累计长度达4,530米。图 1 — 4 是镇远一段路堑挡土墙，1972 年 4 月竣工，1974年雨季山坡变形、滑动，造成 60 米挡土墙歪斜、断裂。随后，自挡土墙胸部开始，紧贴墙身用12根悬臂式抗滑桩进行加固，才稳定了山坡和挡土墙。工程小，效果好。

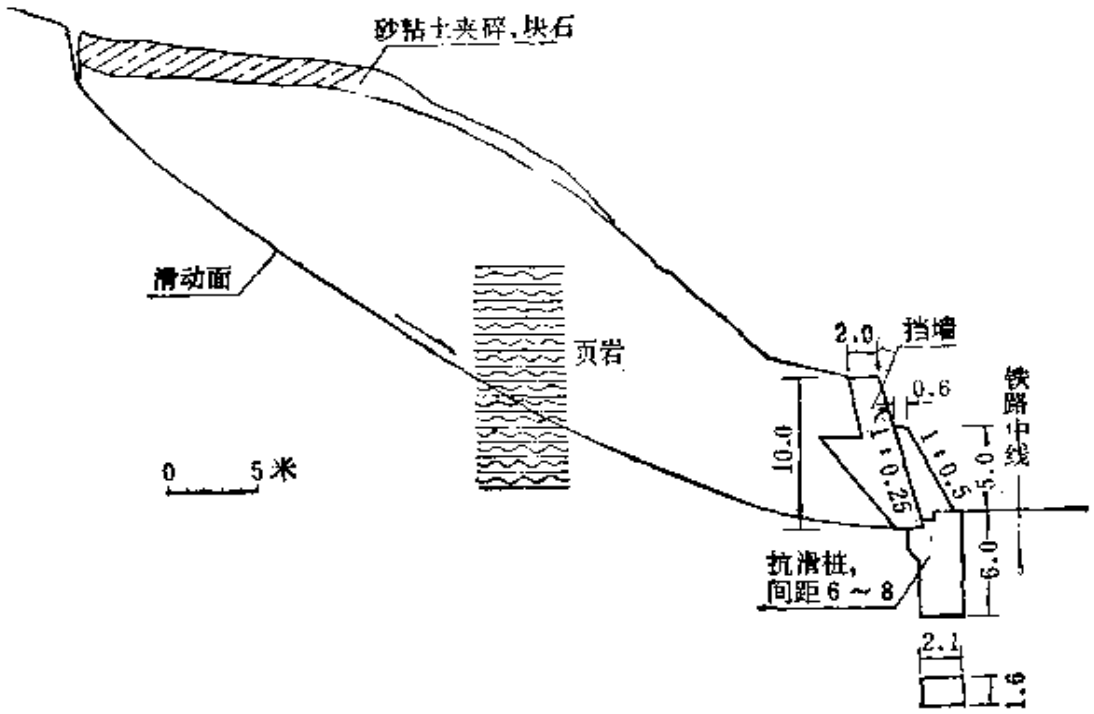


图 1 — 4　镇远滑坡横断面图

该线位于峡谷断层地带的大栗树车站，地层稳定性差，1971 年雨季铺轨前夕，连续发生滑坡，其中 2 号、3 号、5 号滑坡最严重，已成的路基急剧变形、坍塌，民房破坏。以后经三个月整治、抢修，在这三处滑坡共设桩 75 根，遏止了滑动，保证了通车。图 1 — 5 为大栗树 2 号滑坡平面图。

襄渝铁路在27处滑坡中，共设桩408根，累计长达7,796米。特别是用抗滑桩成功地整治了许多复活的深层、特大古滑坡。例如石庙沟车站东端的赵家塘滑坡，如图 1 — 6 所示。滑坡处于变质岩大断裂地带，构造极其复杂，又濒临汉江，横宽 250 米，纵

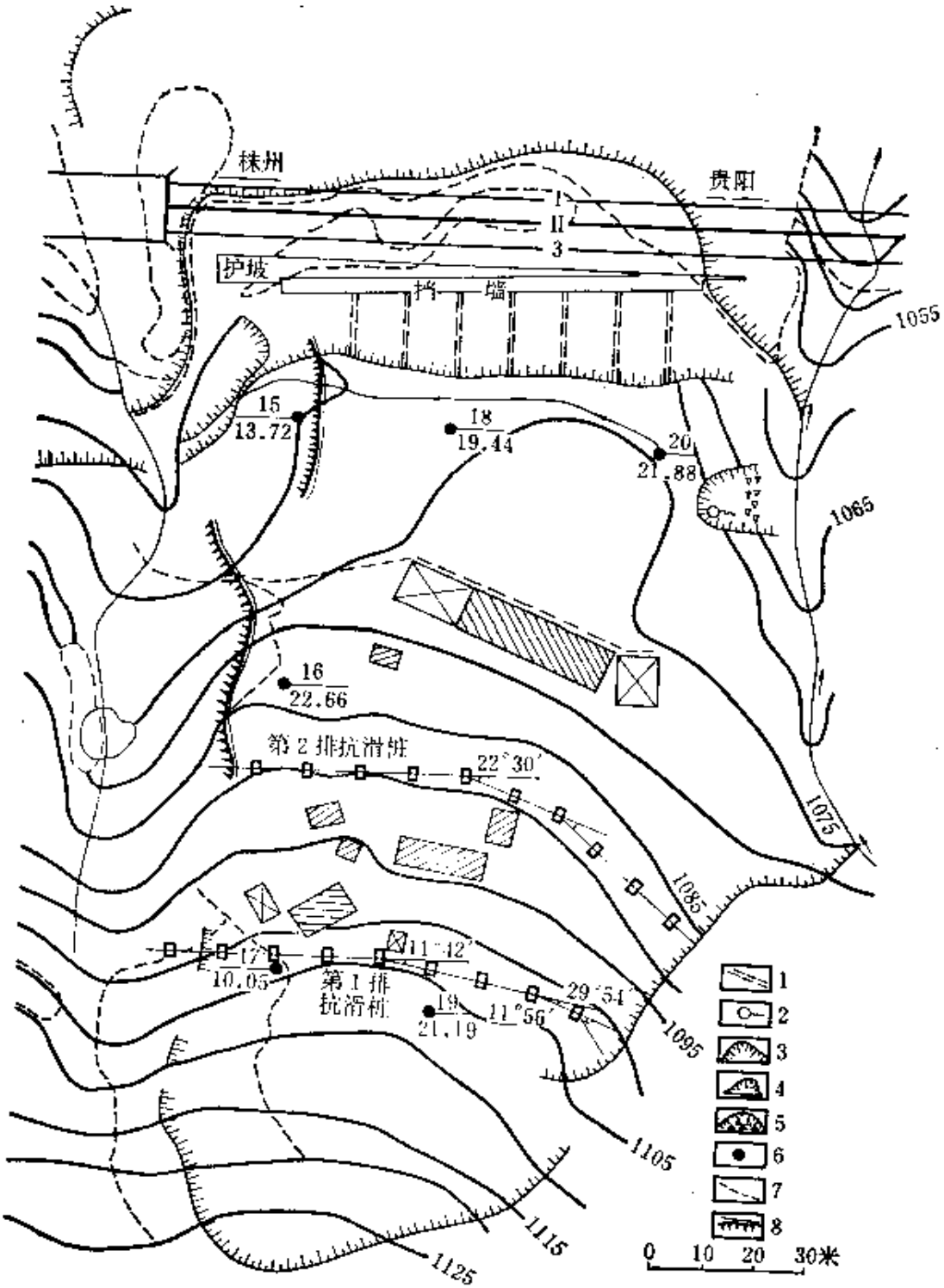


图1—5 大栗树2号滑坡平面图

1——支撑渗沟；2——泉水；3——主滑坡；4——滑坡；5——坍塌；6——钻孔；7——北石分界线；8——裂缝。

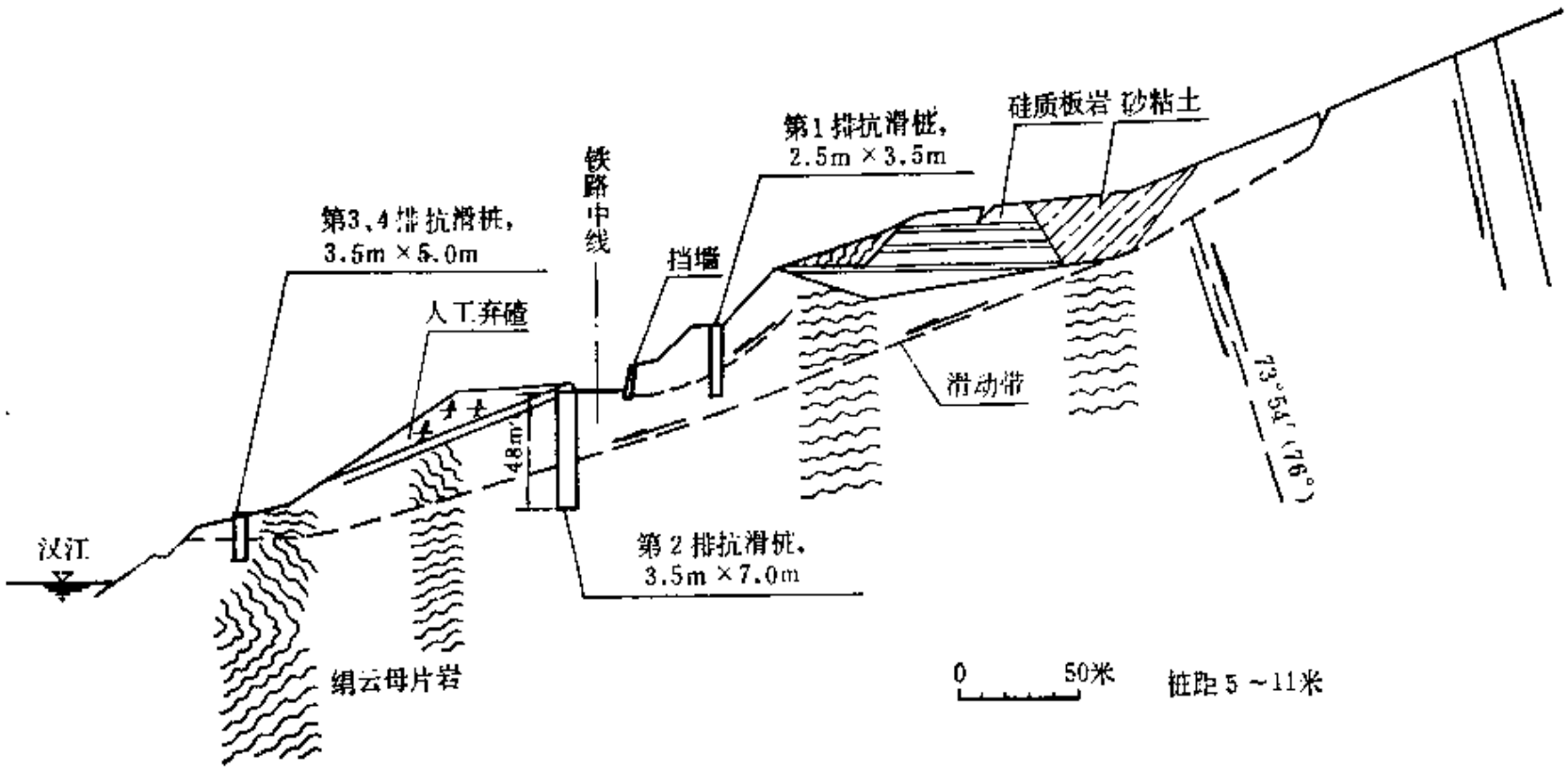


图 1—6　赵家塘滑坡横断面图

长500米。滑动带深度一般达二、三十米，滑动速度平均每月30毫米，最快时六天之内达21毫米。当时已建成的铁路，似有山移路断之势，危害巨大。以后，经过详细的调查研究和分析比较，采用了大型抗滑桩整治，方使滑坡稳定。共设桩4排、63根，累计长度1,681米，其最大截面为3.5米×7.0米，单根长度和竖井开挖深度分别达48米和50米，是目前我国最大、最长的抗滑桩。

该线的白河车站杨家沟滑坡，滑动面深达25～30米，整治时共设抗滑桩2排、42根，累计长度1,213米，其中最长者为46米。

渡口铁路支线103站，路堤高度16米，8股道，上临工厂，下靠公路和金沙江岸坡。因其地基中的“昔格达层”是由含伊利石和蒙脱石成分的粘土、砂粘土、粉细砂组成的，遇水极易膨胀、软化。1968年8月，施工填土接近完成时，一场大雨促使路堤沿昔格达层滑动，形成横宽320米，纵长115米的大滑坡，滑动距离和后缘错壁高度均为4米之多，前缘隆起，致使江边五栋楼房倒塌，公路中断。以后两、三年间，曾先后采用排水、挡土墙工程整治，未能见效。1971年8月雨后，滑坡再次急剧滑动，范围进一步扩大，摧毁了全部铁路、桥梁、公路和水电网路，危及工厂，威胁严重。随即日夜奋战，抢修了65根抗滑桩，并设置了若干盲沟、支撑渗沟、排水沟等，才遏止了滑坡，稳定了路堤。情况见图1—7。

又如梅七铁路专用线，沿线砂、页岩质地软弱，黄土湿陷严重，堆积层不稳定，滑坡现象多。自1973年开始，几年中使用200余根抗滑桩整治，效果也相当好。

其它诸如枝柳、太焦、阳安、鹰厦等铁路，以及羊场等支线，也相继使用了不少抗滑桩整治滑坡。

据统计，仅西南地区铁路部门即已修建抗滑桩1,000多根，累计长度16,500多米。

十年前，施工方面针对我国实际情况，创造了自上而下，逐层用混凝土或少筋混凝土护壁的施工技术，较好地解决了人力和

半机械挖掘桩孔的安全问题，为抗滑桩的进一步推广和发展创造了条件。我国对外援建工程的滑坡整治，也有采用抗滑桩整治成功的。近几年，铁路、公路、水电、建筑、冶金和煤炭等部门，修建了更多的抗滑桩。同时，在设计、计算和施工上积累了相当丰富的经验，从而把抗滑桩的技术水平向前推进了一大步。

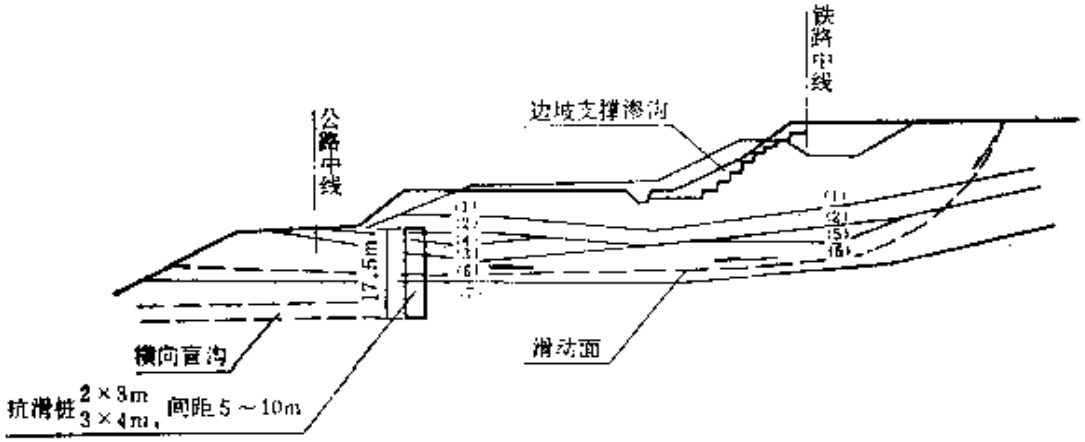


图1—7　103站滑坡横断面示意图

（1）人工填筑土；（2）砂粘土；（3）粘土；（4）碎石土；（5）卵石土（二冰期）；（6）昔格达层（间冰期湖积层）；（7）卵石层（一冰期）。

关于抗滑桩的结构型式，我国使用最多、最广泛的排式单桩，即在滑坡的适当部位，每隔一定距离挖掘一竖井，再放置钢筋或型钢，最后灌注混凝土，形成一排或数排的若干单桩。这是我国抗滑桩的基本型式。为了增强桩的抗滑力，桩的型式，在条件允许时，可以适当变化。例如，将若干单桩的顶端用混凝土板或钢筋混凝土板联成一组共同抗滑，这种桩组叫承台式抗滑桩。

图1—8是成昆铁路下普雄一段位于凹谷的路堤，软弱土层较厚，地下水较多，施工初期只修了一小段渗沟、片石垛进行处理。当路堤填至2～4米高时，土体滑动，坡脚隆起，推垮了片石垛。俟后，以凹谷最低点的涵洞为界，两端分别设置一组为5根桩、一组为18根桩的矩形承台式抗滑桩，稳定了路堤。湘黔铁路青溪路堑滑坡也是使用承台式抗滑桩整治成功的，承台在平面上呈“T”形和“Π”形，分别联结三根桩和五根桩共同抗滑。

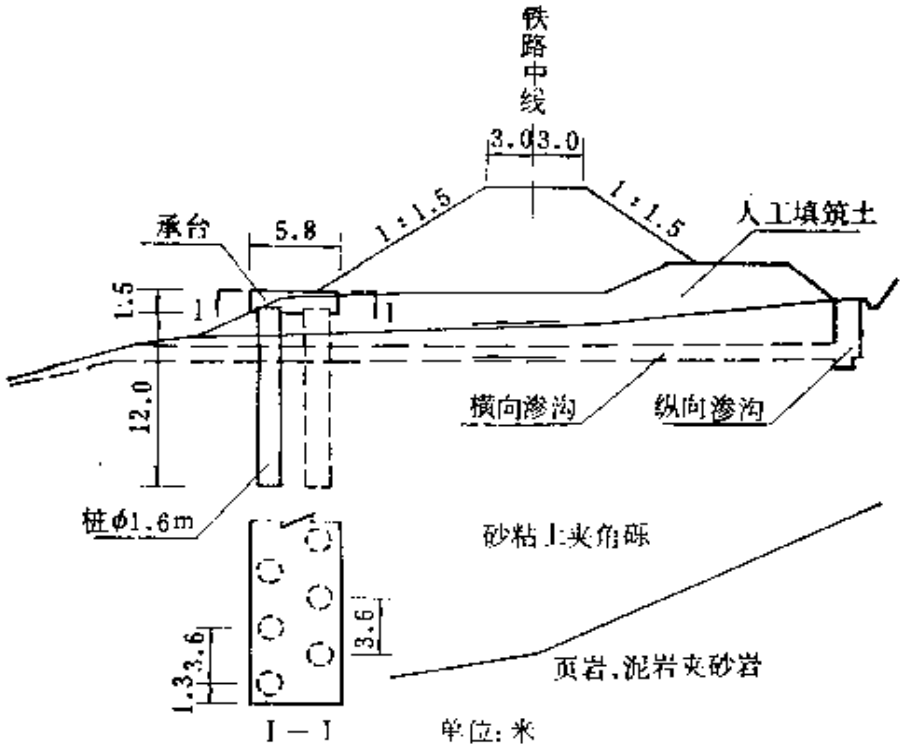


图 1 — 8　下普雄路堤滑坡横断面图

1979年，整治成昆铁路玉田车站三线大桥滑坡，在滑动带深达29米的条件下，修建一处排架抗滑桩。排架抗滑桩刚度大，内桩受拉，外桩受压，受力条件较排式单桩有明显改善，因而减小了桩的弯矩、锚固深度和桩的截面，提高了承载力。每一排架由两根竖桩与两根横梁联结组成，下横梁仿效隧洞导坑掘进法施工。结构示意见图 1 — 9 。

近年来，随着铁路的修建，类似抗滑桩的新型支挡建筑物亦不断出现。例如，修建焦柳铁路时，在枝柳段施溶溪车站，路堑施工中切割了古滑坡舌部而引起山体滑动。经适当刷坡减载，并主要在路堑坡脚设置一段椅式桩墙，稳定了山体。椅式桩墙由内桩、外桩、承台、上墙和拱板五部分组成。其工作原理是，用拱板支承滑动土体，并将推力通过内、外两桩传给稳定地层。因用刚性承台将内、外两桩联成整体框架，转动惯量大，承受弯矩的总刚度较同等截面的单桩大 5 ～10倍，故抗滑能力大，而桩壁应力只有单桩的17～31%，在软弱地层更可显示其优越性。结构示意见图 1 —10。

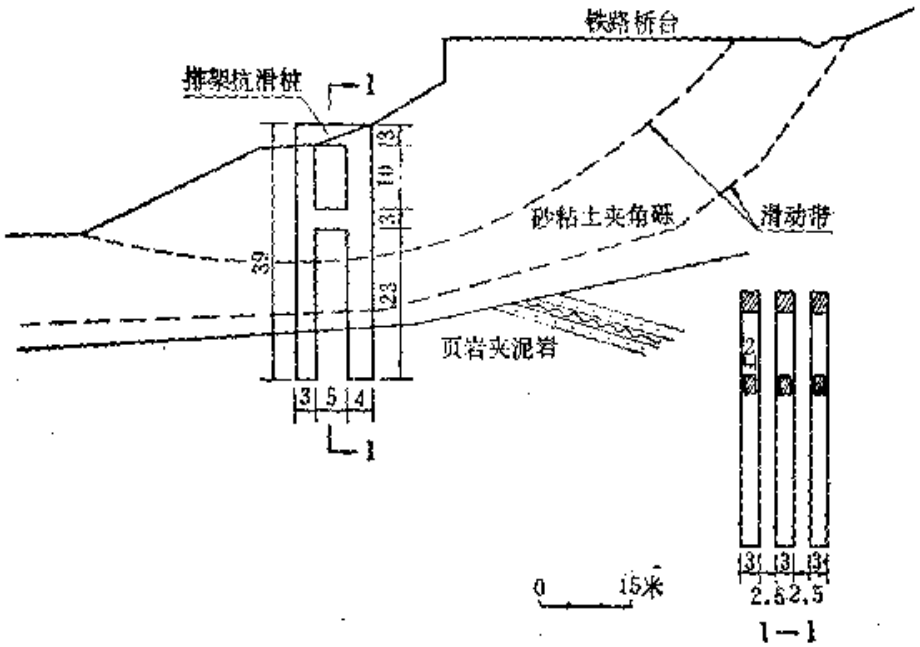


图 1—9　玉田滑坡横断面图

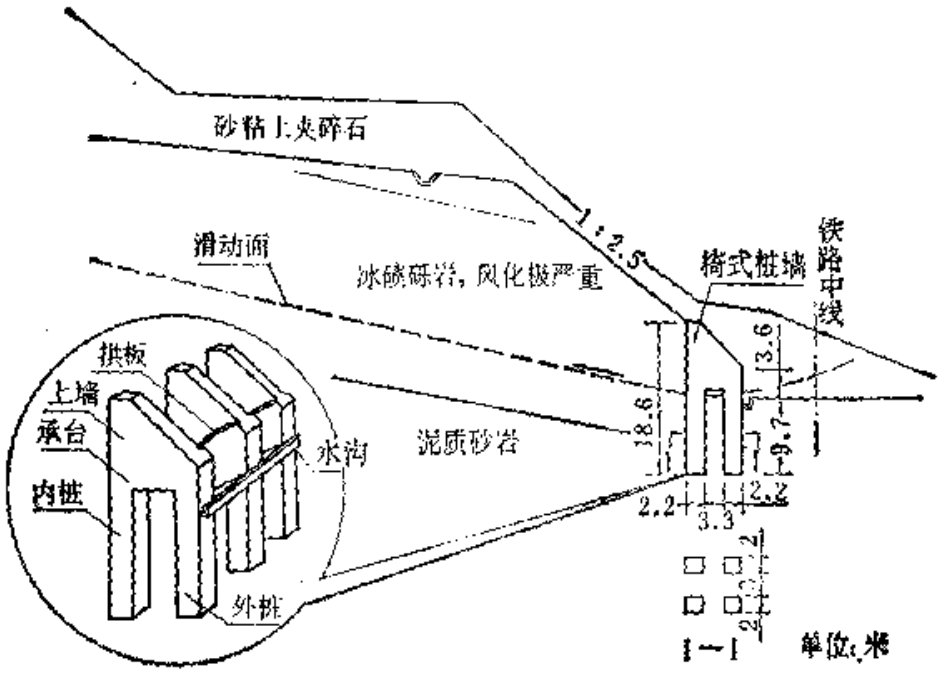
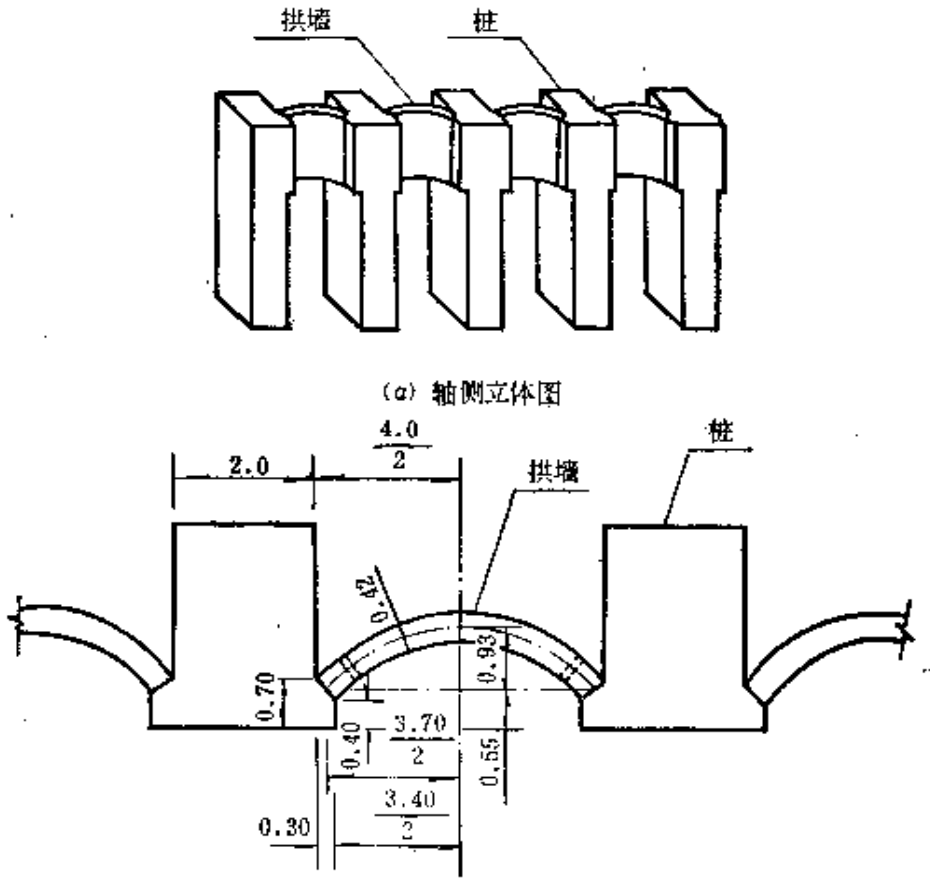


图 1—10　施家溪滑坡横断面图

再如，焦柳铁路集坪车站 3 号滑坡，路堑开挖后，山体沿路基面以上 3 米和路基面以下 4 米的软弱带滑动。经在路堑坡脚修

建一段桩拱墙，成功地遏止了滑动。桩拱墙是在悬臂单桩之间直接砌筑水泥砂浆片石的拱墙而成。桩在路基面以上的部分，系带梗肋的“工”形截面，两侧翼缘即为拱座，如图 1—11。该处工程，桩长12米，埋入滑动面以下（砂岩）4 米。采用石拱，节省了较多的钢筋。



(a) 轴侧立体图

(b) 平面图　　单位：米

图 1—11　桩拱墙结构图

另外，与桩拱墙相仿，而结构更简单的为桩板式抗滑桩，它是由半埋式单桩及在两桩之间逐层安设或浇注的挡土板而组成。这种结构在襄渝铁路和湘黔铁路应用较多，有时又称桩板式挡土墙。图 1—12是成昆铁路狮子山桩板式抗滑桩。

在工程实践中，结合具体情况，采取措施，节省工程的方法也比较多。例如，当滑动带以下稳定地层是完整、坚硬的岩石

时，可在桩与围岩间加设锚杆，借以增大桩的锚固力，减小其锚固深度；在整治整体性强的岩石顺层滑坡，滑动带以上没有软弱层时，抗滑桩的长度可自地面以下一定深度处才开始，即桩身只需设置在滑动带上、下的适当范围，象“销榫”一样将滑体和滑床连结在一起，如图 1 — 1 所示。这种条件下，因对桩起主要控制作用的是剪力，故相对而言，桩的形状多是“短而粗”的。经在贵昆铁路大海哨 2 号滑坡实践结果的比较，这样可以节省工程量40%，经济效果显著。

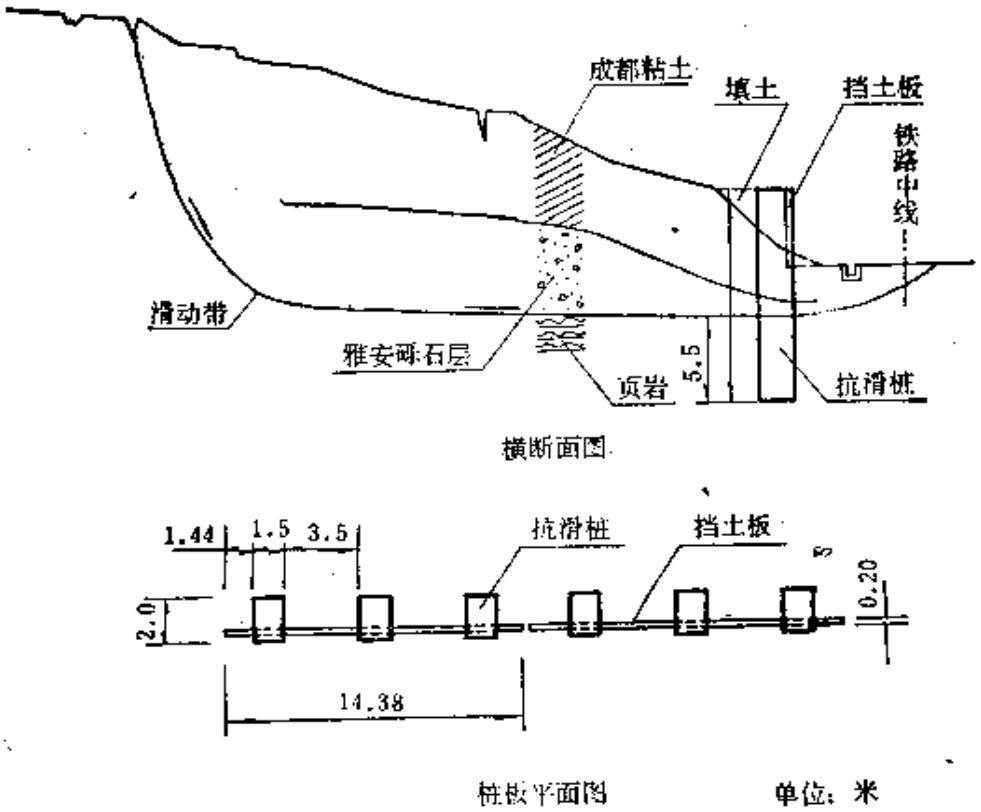


图 1 —12　狮子山桩板式抗滑桩

总之，目前在我国，抗滑桩的应用逐渐广泛，效果显著，已发展成为防治滑坡的有效工程建筑物。

二、国 外 状 况

二次世界大战后，各国随着工业交通的恢复和发展，工程建

设中出现了不少滑坡问题，人们通常采用清方减载、修建挡土墙、加强排水、改良土层等综合整治措施。由于高大挡土墙造价昂贵，国外从四十年代起逐渐采用抗滑桩来整治滑坡。例如，1964年，英国铁路某处滑坡造成山体与挡土墙一并滑动，采用抗滑桩加固后，即达到稳定。情况见图 1—13。

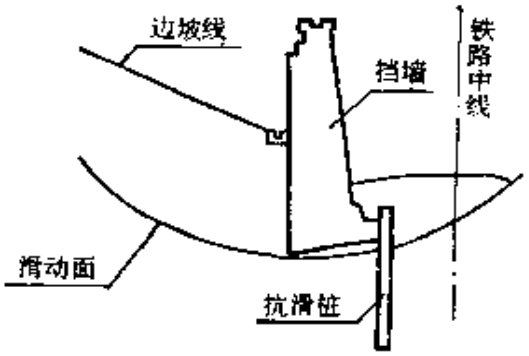
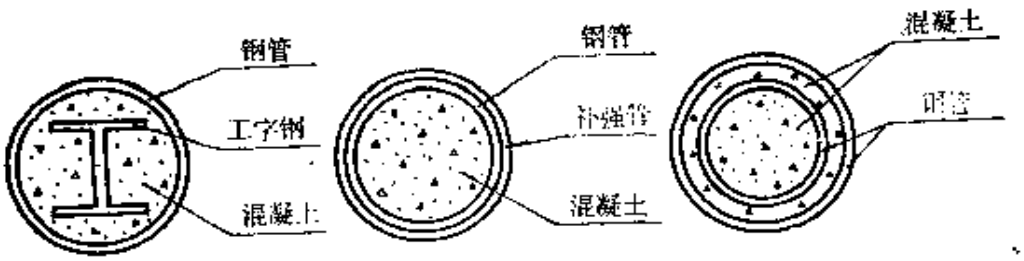


图 1—13　英国铁路某滑坡横断面示意图

日本的抗滑桩，目前大都是采用工字钢或钢管。采用钢管时，则在其中灌注混凝土，如图 1—14所示。这种钢管混凝土钻孔桩，最早是1961年用于整治埼玉县二瀬坝水库左岸的滑坡，在30厘米直径的小型钻孔中安放钢管桩。在整治新泻滑坡，则是在大型钻孔中安放钢筋混凝土管桩。就地灌注钢筋混凝土桩，在日本普遍认为是切实可行的工程措施。自1964年开始用抗滑桩整治滑坡就广泛起来了。



(a) 工字钢插入钢管　　(b) 钢管外附补强管　　(c) 双层钢管

图 1—14　日本抗滑桩结构图

美国旧金山，1967年，由于在铁路隧道的上部开挖公路，导致山体滑动。以后经在隧道两侧设 60 根钢筋混凝土钻孔、灌注桩，桩顶两两对应用横撑联结，组成30对排架抗滑桩，稳定了山体。钻孔直径1.22米，孔内放置型钢，如图 1—15，“A”桩倾斜，长27米；“B”桩竖直，长21米。

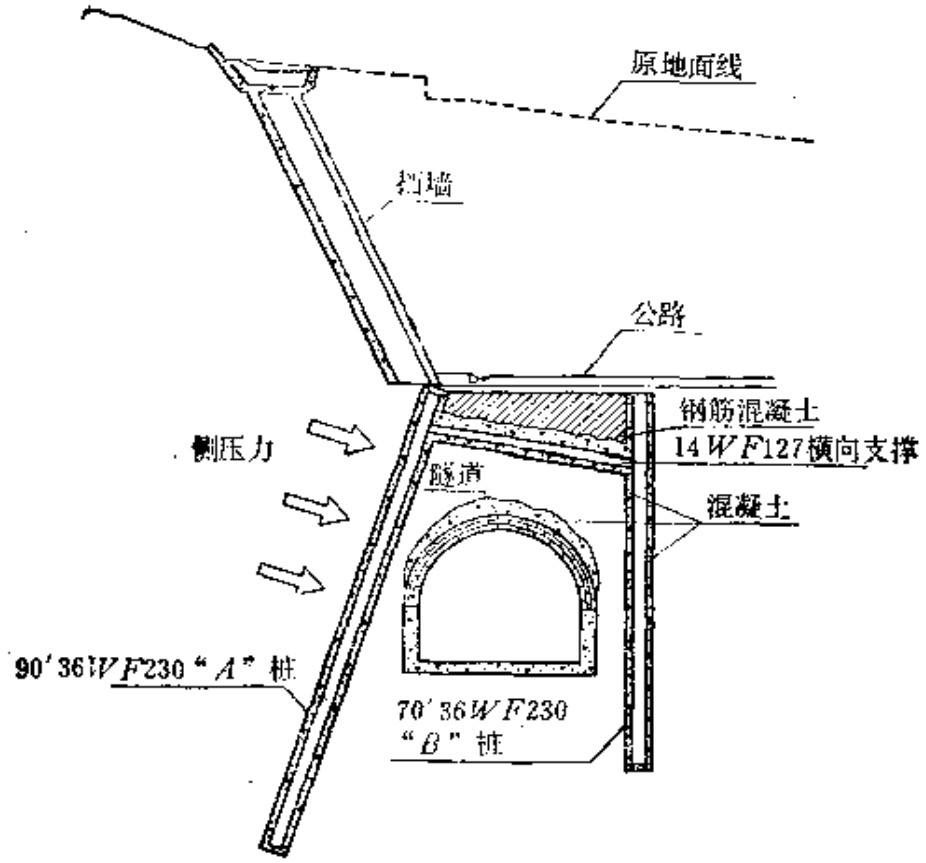


图 1—15　美国铁路某隧道处理滑坡横断面示意图

比利时某处铁路路堑为极度破碎的片岩，1968年，由于路基加宽、扩建施工而造成牵引式滑坡。后来主要采用两排抗滑桩整治，如图 1—16，第 1 排47根，第 2 排40根。并在与滑坡毗邻的隧道进口两侧也修建了50根抗滑桩，方使滑坡稳定。工程较大。

七十年代初，奥地利公路部门将锚索或锚杆和抗滑桩结合起来整治滑坡。如图 1—17，钻孔桩直径有1.3米和1.5米两种，长28米，嵌入稳定岩层内的深度约为桩长的$\frac{1}{4}$；桩顶用锚索或锚杆锚入基岩长约60～65米。

其它如苏联、捷克、巴西、土耳其、墨西哥、荷兰、意大利、波兰等国，也曾用桩来整治滑坡。它们抗滑桩的特点，主要也是采用钻孔、灌注桩。总之，目前在世界上用桩整治滑坡已屡见不鲜。

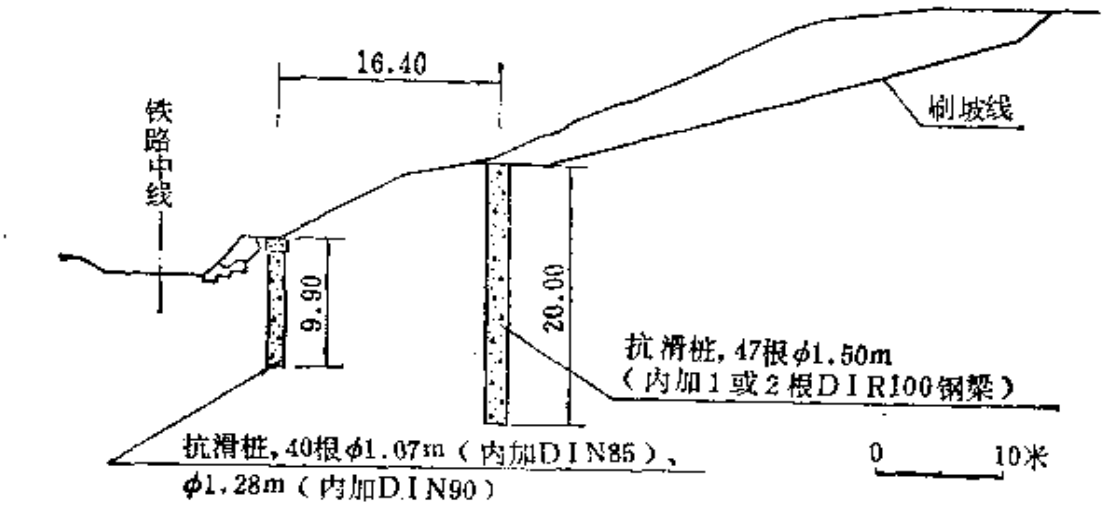


图 1—16　比利时铁路某滑坡横断面图

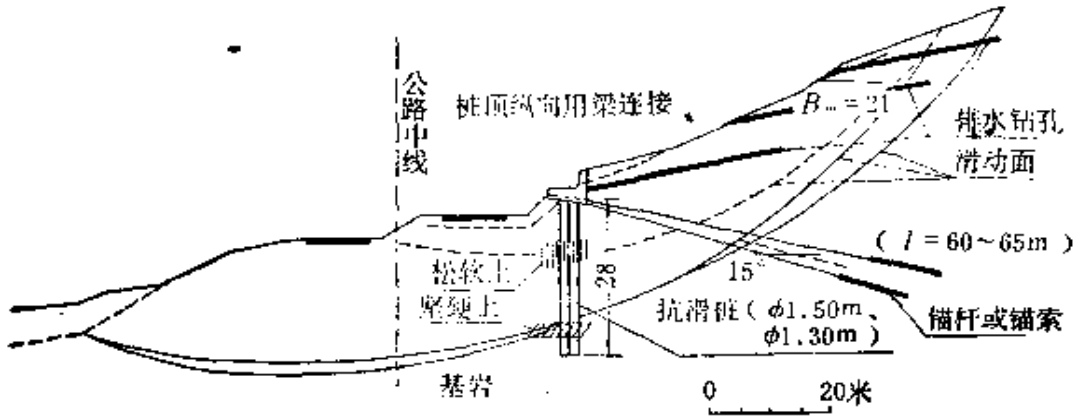


图 1—17　奥地利公路某滑坡横断面图

第三节　抗滑桩的试验与研究

抗滑桩虽然出现早，实际效果很显著，但它毕竟是近十多年才迅速发展的新型抗滑建筑物*。另一方面，同许多地下结构一样，因其外围地层的复杂性和易变性，桩、土间的有关问题，短期内尚难完全搞清楚。所以，设计理论和计算方法，目前还处在发展、试验阶段。如何完善设计理论和计算方法，使之更接近实际，乃是急待研究、解决的课题。

近几年，我国铁路内外许多单位，积极协作，通过模型试

* 指挖孔、灌注的排式单桩，以后除特别说明者外，凡述抗滑桩，均指这类桩。

验、现场加载试验和原型试验，对抗滑桩的受力状态进行了多方面的研究，取得了一些可喜成果。例如；在一些高等院校、科研所进行的抗滑桩室内模型试验；在成昆铁路狮子山滑坡进行的第一根、第二根现场加载试验，在贵昆铁路大海哨滑坡进行的抗滑桩现场加载试验；在成昆铁路岱湾滑坡、湘黔铁路镇远滑坡和襄渝铁路赵家塘滑坡进行的抗滑桩原型试验，以及通过这一系列试验而提出的若干分析报告、阶段总结，初步揭示了抗滑桩的一些本质问题。同时，在试验技术方面，采用了多种多样的测试元件和仪器，丰富和提高了测量桩、土应力和应变的方法。例如，用自动调压稳压装置的电动油泵加载来模拟滑坡推力；用倾角仪、激光仪测量桩的倾角、变形；用电阻式钢筋应力计、钢弦式钢筋应力计和差动式钢筋应力计测量钢筋应力；用钢弦式压力盒测量土抗力等等。从而获得了许多宝贵的第一性资料，为深入研究抗滑桩提供了重要依据。

1977年1月、1978年8月进行的狮子山滑坡现场加载试验，和1979年3月进行的大海哨现场加载试验，就同类桩来说，试验规模较大，测试内容较多，试验连续进行到桩破坏时终止。这三次试验桩的水平位移、转角、钢筋应力和地层抗力资料，以及桩身开裂、地基变形等资料较为齐全，经与其它试验一起综合分析后，可以归纳出几点初步结论：

（一）桩、土的共同作用及桩的计算宽度

抗滑桩是“大截面”、“大位移”构件，桩周面积大，又是在地层中挖孔，再放置钢筋或型钢，然后浇灌混凝土而形成的。因此，水泥砂浆的渗透，无疑会提高桩周一定厚度地层的强度，加上孔壁的粗糙，桩与地层，特别是桩与滑动带以下的稳定地层，粘结、咬合十分紧密，在推力作用下，桩可以把超过桩宽范围相当大的一部分地层的“积极”因素——地层抗力“调动”起来，同桩一起抗滑。这种桩、土共同作用的效能，是其它许多被动地承受荷载的支挡建筑物，包括抗滑挡墙在内所没有和难以媲美的。抗滑桩其效果之所以突出，这是一个重要原因。以往对此

注意不够，估计不足。如果从抗滑桩的这种效能角度来考虑桩的抗力分布范围，决定桩的计算宽度，那么，有可能使抗滑桩设计得更经济、更合理。

（二）桩的受力状态

尽管滑坡问题具有复杂性和易变性，但既然是滑坡，其地层强度一般总是以滑动带为界，上部小，下部大，推力又完全来自滑动带以上，这就不难判断：

1. 桩的下部“锚固”在滑动带以下稳定地层中，在上部推力作用下，桩身呈弯曲变形，其变形状态，大致可分为三种——弹性、弹塑性、破坏状态。

2. 滑动带附近桩的弯矩最大，桩身开裂，以致破坏，一般自此开始。

抗滑桩的这些重要受力状态，从性质上说，已是比较清楚了。

（三）桩的锚固深度

现场加载试验中，当桩埋入滑动带以下软质岩石中的深度为$\frac{1}{3}$桩长时，即使在桩身和土体破坏的情况下，桩底位移量依然微小，表明锚固深度已足够并尚有富余。在工程实践中，桩的锚固深度视地层性质而定，在密实土层、软质岩石中采用$\frac{1}{3}$桩长；在完整、硬质岩石中，特别好的地层条件下，略为再浅一点，也是可能的。

（四）桩间土拱的形成

从模型试验观测到，排式单桩后面的干砂，在平面上可以呈拱形、保持直立而不自桩间溜坍，如图1—18。这一方面表明，当桩距合适时，干砂能起一定土拱作用。干砂尚且如此，那么，一般地层也是可能的。另一方面表明，排式单桩可以简化为平面变形问题，取一个桩距宽度的滑坡体作为一个计算单元。

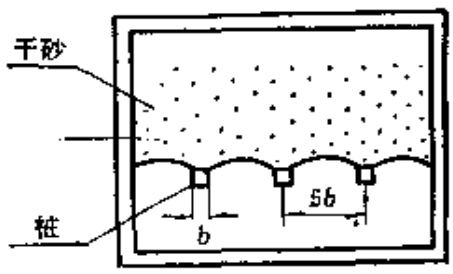


图1—18 排式单桩砂拱模型示意图

（五）桩的计算问题

1. 抗滑桩与桥梁桩和普通侧向受荷桩根本不同的地方，一是滑动面以上桩前地层的抗力受到自身稳定性的限制；二是只要桩和地基不破坏，容许“大位移”。所以，在保证桩和地基不被破坏的条件下，尽量发挥桩和地基的强度是最经济的。

2. 用地基系数法计算的滑体抗力分布规律与实测的抗力分布基本相似，存在的问题主要是选择的地基系数如何能与现场实际情况相符。从目前的情况看，在弹性工作阶段，只要地基系数值取得恰当，采用地基系数法设计抗滑桩是可以的。

另外，对狮子山试桩资料曾用平面有限单元法、空间有限单元法作过分析。鉴于地基土的抗力与位移的关系有时是非线性的，所以，根据狮子山试桩资料，用数理统计和优化方法寻求土的非线性抗力函数及有关参数问题上，也作过探讨。并对试桩的分析方法方面作了进一步的研究。

然而，滑坡毕竟为在一定条件下产生的不良地质现象。抗滑桩课题，实质是滑坡问题和结构问题交织在一起。因此，欲从试验、研究方面更理想地解决这一问题，切合实际地模拟滑坡状态和桩的关系，是非常重要的。

目前，国内对抗滑桩的内力分析，都是将土和桩视为弹性匀质材料来进行研究的，即地基系数法和有限单元法均以线性变形为依据。由于滑动土体中抗滑桩变形量较大，荷载与变形并非完全线性变化，故在成昆铁路狮子山滑坡抗滑桩现场加载试验资料分析中，开始引用了非弹性地基梁理论进行研究。

第四节　抗滑桩的设计与计算

一、抗滑桩设计计算步骤

1. 首先弄清滑坡的原因、性质、范围、厚度，分析滑坡的稳定状态、发展趋势。

2. 根据滑坡地质横断面及滑动面处岩、土的抗剪强度指标，计算滑坡推力。

3. 根据地形、地质及施工条件等确定设桩的位置及范围。

4. 根据滑坡推力大小、地形及地层性质，拟定桩长、锚固深度、桩截面尺寸及桩间距。

5. 确定桩的计算宽度，并根据滑体的地层性质，选定地基系数。

6. 根据选定的地基系数及桩的截面形式、尺寸，计算桩的变形系数（α或β）及其计算深度（αh或βh），据以判断按刚性桩或弹性桩来设计。

7. 根据桩底的边界条件采用相应的公式计算桩身各截面的变位、内力及侧壁应力等，并计算最大剪力、弯矩及其部位。

8. 校核地基强度。若桩身作用于地基的弹性应力超过地层容许值或者小于其容许值过多时，则应调整桩的埋深，或桩的截面尺寸，或桩的间距，重新计算，直至符合要求为止。

9. 根据计算的结果，绘制桩身的剪力图和弯矩图。

10. 对于钢筋混凝土桩，据以进行配筋设计。

二、国内现有的计算方法

抗滑桩的计算方法，一般是将地基土视为弹性介质，应用弹性地基梁的计算原理，以捷克学者温克勒提出的“弹性地基”的假说作为计算的理论基础。

目前对全埋式抗滑桩的计算，由于对滑动面以上桩前滑体所产生的作用看法不同，因而桩的计算方法不同，大体上可归纳成两种：

第一种，悬臂桩法。将滑动面以上的桩身所承受的滑坡推力和桩前滑体所产生的剩余抗滑力或被动土压力视为已知外力，并假定两力分布规律相同，将此两力作为作用在滑动面以上桩身的设计荷载。然后根据滑动面以下岩、土的地基系数计算锚固段的桩壁应力以及桩身各截面的变位、内力。桩的计算图式，相当于锚固在滑动面以下的悬臂结构，故称为悬臂桩计算法。此法出现早，计算简单，在实际工作中应用较多。

第二种，地基系数法。将滑动面以上桩身所承受的滑坡推力作为已知的设计荷载，然后根据滑动面上、下地层的地基系数，把整根桩当作弹性地基上的梁来计算，因而对滑动面的存在及影响没有考虑。这样做，只有当求出的桩前土体弹性抗力小于或等于桩前土体实际具有的剩余抗滑力时才可以，否则不合理，应改用换算地基系数重新计算，直至桩前土体弹性抗力等于或近似等于桩前土体实际剩余抗滑力为止。

随着计算技术的迅速发展，近年来，开始用有限单元法分析桩的受力状态，为桩的设计计算提供了一种新的途径。有限单元法系根据桩的材料和桩周岩、土的试验资料为依据，把桩和岩、土作为一个共同体，在荷载作用下进行变形和应力分析，并求出桩和岩、土中各部分在滑坡推力作用下的位移和应力。目前，用有限单元法对抗滑桩的分析仍处于探讨阶段。

除此而外，在工程实践中曾采用过一种悬臂桩简化法，根据假定的侧壁应力图形计算桩的内力。已纳入本书附录，以资参考。

由于滑坡体中桩、土间的相互作用非常复杂，目前各种计算方法均有其局限性，应根据具体情况具体分析，善于选择使用。抗滑桩是在实践中产生的，它的设计理论与计算方法，也必将在实践中进一步完善。

三、国外现有的计算方法

根据国外的文献资料来看，一般对侧向受力桩进行研究较多，而对滑坡中抗滑桩的研究资料较少，一般把抗滑桩纳入侧向受力桩的范畴。当侧向受力桩的侧向作用力不超过桩的侧向极限抗力的一半或三分之一时，计算单桩和群桩侧向位移的方法，主要有弹性理论的 Midlin 方程和地基系数法等。目前对单桩和群桩的破坏机理；对桩的侧向位移和转角的允许值；桩的间距及其埋置深度的确定；设计参数的选取等问题均在进行研究，但还不臻成熟。尽管如此，在整治滑坡、稳定边坡的工程中，抗滑桩仍是普遍公认的一种有效措施。

第二章　抗滑桩设计

第一节　基本规定

一、使用条件

由于抗滑桩是一种特殊的侧向受荷桩，在滑坡推力作用下，桩依靠埋入滑动面以下部分的锚固作用和被动抗力，以及滑动面以上桩前滑体的被动抗力来维持稳定。因此，使用抗滑桩最基本的条件应该是：

滑坡具有明显的滑动面，滑动面以上为非塑流性的地层，能够被桩所稳定；滑动面以下为较完整的基岩或密实的土层，能够提供足够的锚固力；在可能条件下，尽量充分利用桩前地层的被动抗力，以期效果最显著，工程最经济。

二、一般要求

设计抗滑桩应该满足以下几点要求：

1．当设计抗滑桩以后，整个滑坡要有足够的稳定性。通过桩的作用将滑坡的剩余抗滑力，传递到滑动面以下稳定地层中，使滑坡的安全系数提高到规定的要求。保证滑体不越过桩顶，不从桩间挤出。

2．桩身要有足够的稳定性。桩的截面、间距及埋深适当，锚固段的侧壁应力在容许值之内。

3．桩身要有足够的强度。钢筋配置合理，能够满足截面内力要求。

4．保证安全，施工方便，经济、合理。

为此，抗滑桩设计主要就是确定桩的平面布置，桩的锚固深度、截面尺寸和结构强度等。整个设计过程，涉及的问题比较复杂，必须做好各项调查、分析和研究工作。对重大的滑坡工程，

更要多方比较，以便作出正确、合理的设计方案。

三、作用力系

作用于抗滑桩的外力包括：滑坡推力、受荷段地层（滑体）抗力、锚固段地层抗力、桩侧摩阻力和粘着力，以及桩底应力等。这些力均为分布力。

抗滑桩截面大，桩周面积大，桩与地层间的摩阻力、粘着力大，由此产生的平衡弯矩对桩显然有利，但其计算复杂，所以，一般未予考虑。

抗滑桩的基底应力，主要是由自重引起的。而桩侧摩阻力、粘着力又减少或抵消了一部分自重。实测资料说明，桩底应力，一般相当小，加之在完整的岩层中，桩底还可能出现拉应力，情况更复杂。所以，为简化计算，对桩底应力通常也忽略不计。这样，计算稍偏安全，而对整个设计影响不大。

第二节　滑坡推力

一、滑坡推力计算

作用于抗滑桩上的滑坡推力，与滑坡的性质、滑体的厚度、滑动面的形状以及桩的位置、间距等条件有关。一般先用工程地质法的各种手段，对滑坡的稳定性进行分析，然后辅以力学方法计算。

计算时，将滑坡范围内滑动方向和滑动速度大体一致的一部分滑体，视为一个计算单元，并在其中选择一个或几个顺滑坡主轴方向的地质纵断面为代表，再按滑动面坡度和地层性质的不同，把整个断面上的滑体适当划分成若干竖直条块，由后向前，依次计算各块界面上的剩余下滑力。目前，由于还没有完全弄清桩间土拱对滑坡推力的影响，通常是假定每根桩所承受的滑坡推力，等于桩距（中至中）范围之内的滑坡推力。

关于滑坡推力的计算，在许多文献中均有论述，本书介绍的

是传递系数法。如图 2 — 1 所示，$abcd$为滑体的第n块，在它的上断面 ad上，作用着上一块传下来的不平衡下滑力 E_{n-1}，其方向平行于上一块的滑动面（倾角为α_{n-1}），本块自重W_n分解为N_n、T_n两个力，并分别垂直、平行于本块的滑动面cd（倾角为α_n），则在下断面bc上将有一个不平衡的下滑力E_n，E_n平行于cd，其值为：

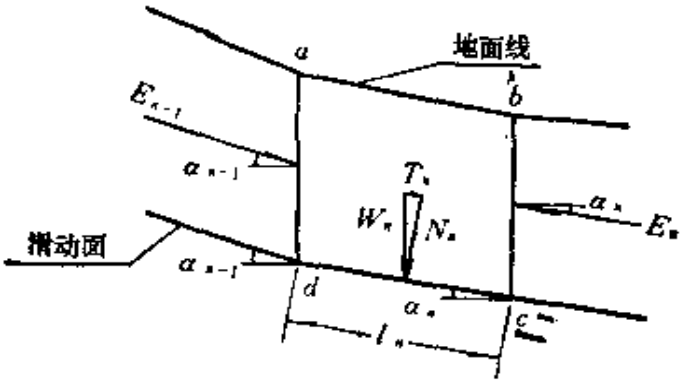


图 2 — 1　滑体第n块上的力系图

$$E_n = E_{n-1} \cdot \psi_n + T_n - N_n \cdot \operatorname{tg}\varphi_n - c_n l_n \qquad (2-1)$$

式中　ψ_n——传递系数，其值为：

$$\psi_n = \cos(\alpha_{n-1} - \alpha_n) - \sin(\alpha_{n-1} - \alpha_n)\operatorname{tg}\varphi_n;$$

φ_n——cd面上的摩擦角，度；

c_n——cd面上的粘聚力，t/m^2。

由式（2 — 1），从上而下，即可逐段求出下滑力。

传递系数法因其安全系数考虑方法的不同，分为两种：

一种是分析滑坡稳定性时，将今后可能遇到的一切不利因素都考虑进去，而把安全系数定为 1。另一种则视滑坡现状处于极限平衡，要求在设桩以后，将安全系数提高到某一倍数，例如，提高到目前的1.05倍。后者目前应用较多。

滑坡推力的计算步骤，首先根据试验、调查资料，拟定各条块滑动面的φ、c值，或整个滑动面的综合φ、c值，按式（2 — 1）依次计算各条块的剩余下滑力，并要求滑坡前缘出口的剩余下滑力等于或趋近于零。如果不为零，则调整φ、c值，重复计

算，直至等于或趋近于零时为止，如图 2 — 2 中的a曲线。其次，根据要求，选定一安全系数K，将极限状态时的抗剪指标（$\mathrm{tg}\varphi$、c）值除以K，再按式（2 — 1）重新计算各条块的剩余下滑力，即为所求之设计下滑力，如图 2 — 2 中的b曲线。滑坡前缘出口处的最终不平衡下滑力E_5，是抗滑桩设计的主要依据之一。最后，根据选定的桩位、桩间距，计算作用在每根桩上的滑坡推力。

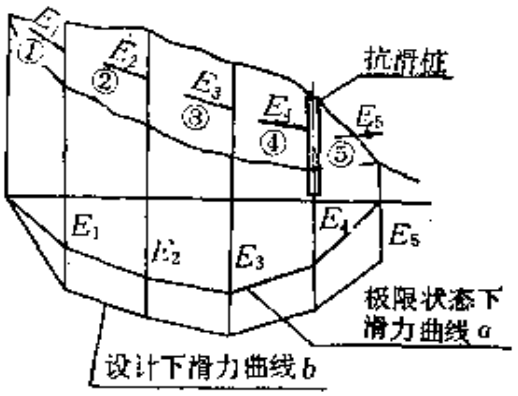


图 2 — 2　滑坡推力曲线图

关于安全系数的选用，主要从工程的重要性，外界可能的变化、影响，对滑坡的了解程度，资料的可靠程度和滑动后果等因素综合考虑。一般$K=1.05\sim1.20$。

二、滑坡推力分布

滑坡推力分布及其作用点位置，与滑坡的类型、部位、地层性质、变形情况及地基系数等因素有关。有关这方面的试验资料较少，目前多从土力学的概念出发作一些定性分析。

滑体沿断面高度均匀往下变形，地基系数为常数，推力呈均匀分布；如地基系数沿断面高度呈线性变化，则推力呈三角形分布；如地基系数在顶部呈线性变化，在底部为常数，则推力呈梯形变化。

从一些滑坡实测资料看，当滑坡为堆积层、破碎岩层时，下滑力自上而下按三角形分布，由于滑体与滑动面间存在摩擦，其下滑力有所减小，因而整个分布图形接近于抛物线形。

一般来说，如果滑体的变形是均匀往下蠕动，当滑体是一种粘聚力较大的地层（如粘土、土夹石等），其推力分布图形可近似按矩形考虑。如果滑体是一种以内摩擦角为主要抗剪特性的堆积体，其推力分布图形可近似按三角形考虑，甚至按二次曲线考

虑。介于以上两者间的情况，可假定为梯形。一般根据具体情况采用三角形、梯形或矩形。

第三节　桩周岩、土抗力

一、概　　述

抗滑桩受到滑坡推力作用后，通过抗滑桩将滑坡推力传递到滑动面以下桩周岩、土中，此时桩下部的岩、土受力后而产生变形，当应力与应变成正比例增加时属弹性阶段；超过弹性极限状态后应力增加不多而变形骤增时，属塑性阶段；当应力不再增大而变形不止时则达到破坏阶段。所以，滑床中桩前、后的岩、土抗力，当变形在弹性阶段时按弹性抗力计算；当岩、土变形在塑性阶段，抗力近似地等于该地层的地基系数乘以相应的与变形方向一致的岩、土在弹性极限状态时的压缩变形值，或用该地层的侧向允许承载力代替；如沿桩身的岩、土处于塑性变形阶段的范围较大或岩体很松散时，则全桩可用极限平衡办法计算滑床内桩周岩、土的抗力值。

由于滑动面的存在，滑动面处的抗剪强度比滑体和滑床小得多，滑体易沿该面滑动，而使桩前滑动面以上的滑体不能充分发挥其弹性抗力。因此，桩前滑动面处的剩余抗滑力常是桩前滑体所能提供抗力的控制值。若桩前滑动面以上的滑体可能滑走（根据计算无剩余抗滑力），则桩上部受荷段假定无抗力作用。若桩前滑动面以上的滑体基本稳定（有剩余抗滑力），则桩上部受荷段有抗力作用，但假定此抗力不应大于桩前滑体的剩余抗滑力或被动土压力。

二、弹 性 抗 力

（一）基本公式

在弹性限度内，桩周岩、土抗力与变位成正比例者，属弹性抗力。一般是从弹性理论出发，根据地基系数概念来计算桩周

岩、土作用于桩身的弹性抗力值及其分布。假定地层为弹性介质，桩为弹性构件，作用于桩侧任一点y处的弹性抗力σ_y，用公式表示，即：

$$\sigma_y = K B_p x_y \qquad (2-2)$$

式中 x_y——地层y处的水平位移值，m；

B_p——桩的计算宽度，m；

K——地基系数，或称弹性抗力系数，其物理意义是：使单位面积的地层，变位一单位值时所需的力，t/m^3。

式（2—2）是计算弹性抗力的基本公式。

（二）地基系数的变化规律及其适用条件

地基系数K值的变化，一般认为K随深度y按幂函数规律变化，尚能比较接近实际，其表达式为：

$$K = m(y_0 + y)^n \qquad (2-3)$$

式中 m——地基系数随深度变化的比例系数，$t/m^{(n+3)}$；

n——随岩、土类别而变的纯数，如0、0.5、1……；

y_0——与岩、土类别有关的常数，m。

m、n、y_0值，最好通过试验确定。

由所取的n值不同，按式（2—3）绘出的地基系数K随深度y的变化图形，如图2—3所示。

当$n=0$时，K值为常数，其图形为矩形（图2—3a）。通常按这种规律变化的计算方法，称为“K”法。

当$0<n<1$时，K值随深度为外凸的抛物线变化（图2—3b）。我国公路部门用试桩的实测资料，反算求得n值在0.5、0.6之间，建议采用$n=0.5$。通常按这种规律变化的计算方法，称为“C”法。

当$n=1$时，K值随深度成梯形变化（图2—3c），若地

基系数在地面处的$y_0=0$时，则

$$K=my \qquad (2-4)$$

这种假定是我国铁路、公路桥梁规范中所采用的方法，称为“m”法。

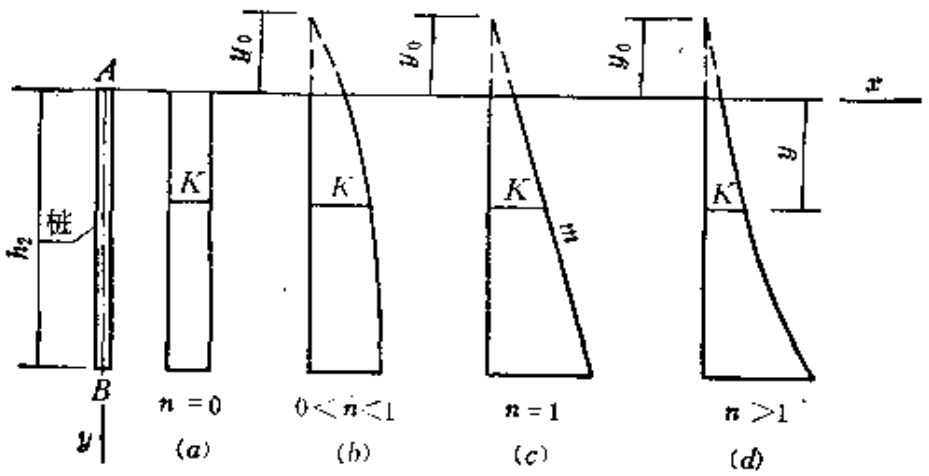


图 2—3　地基系数K随深度变化图

当$n>1$时，K值随深度为内凹的抛物线形变化（图2—3d）。

综合以往的试验资料和实践经验，关于地基系数变化规律的各种假定，其适用条件大致如下：

1．地基系数为常数（即$n=0$的“K”法）的假定，适用于较完整的硬质岩层、未扰动的硬粘土或性质相近的半岩质地层。

2．地基系数与深度成正比例增加(即$n=1$的“m”法）的假定，适用于一般硬塑～半坚硬的砂粘土、碎石土或风化破碎成土状的软质岩层，以及密实度随深度增加而增加的地层。

3．地基系数与深度成正比例增加，并且表层地基系数非零的假定，适用于一切受历史压力而尚未完全释放、密实度随深度增加而增加的地层，如超压密粘土层，地面有附加荷载的地层或某些半岩质地层。

在抗滑桩计算中，通常是以滑动面为界，将桩分成两段来选

取式（2—3）中的n值及其计算方法。

（三）地基系数的确定

地基系数与地层的物理力学性质有关，随深度变化的规律比较复杂，变化幅度大，如何确定地基系数有待进一步研究。目前，在尚无一套完整的各类岩、土的地基系数资料的情况下，附表一和附表二可供参考。

三、锚固段桩周岩、土抗力

锚固段桩周岩、土抗力分两种情况。一种是，抗滑桩锚固在完整岩层中。这时，把滑动面以下的地层，当作半无限的空间弹性体，抗滑桩为插入其中的一根杆件来处理比较合适。但按空间弹性体计算较为复杂，故一般应用弹性力学中简便的链杆法计算，滑动面处的抗力图形，有尖锐的应力集中现象，如图2—4 a所示。另一种是，抗滑桩锚固在破碎岩层或堆积层中。这时，把地层视作弹性介质，采用地基系数法比较合适，如图2—4 b所示，滑动面处的抗力比较小。

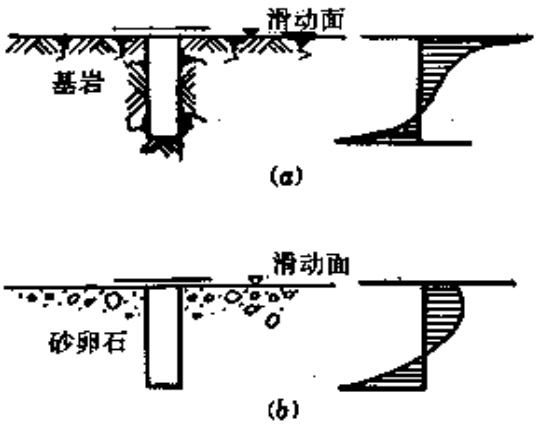


图2—4　桩周岩、土抗力分布示意图

在一般情况下，锚固段桩前、桩后同一标高岩、土的地基系数K值，可以认为相同；当桩前、桩后的地面有高差时（如图1—12），或桩前滑体薄，桩后滑体厚，以及严重风化、破碎的岩层，第四系松散的堆积层，则K值可以不同。

对于同类地层，是断层破碎带、风化残积层及密实的地层时，受过历史荷载有压密作用的一段，桩前、桩后的K值，可以认为相同；松弛的一段，如上部堆积层厚度不同，则桩前、桩后的K值可以不同。

四、受荷段桩周岩、土抗力

受荷段桩周岩、土抗力是指滑动面以上桩前滑体对桩的反力。由于桩前岩、土的抗滑作用条件不同，因此，计算方法也就不同。

第四节　桩的要素设计

一、桩的平面位置及其间距

抗滑桩的平面位置和间距，一般应根据滑坡的地层性质、推力大小、滑动面坡度、滑体厚度和施工条件等因素综合考虑决定。

滑坡的上部，滑动面陡，滑体张拉裂缝多，不宜设桩；中部滑动面深，下滑力大，亦不宜设桩；下部滑动面较缓，下滑力较小或系抗滑地段，常能提供一定的桩前抗力，故为设桩的较好位置。

在平面上，桩常为一排，布置方向应与滑体滑动方向垂直或接近垂直。对于大型、复杂的滑坡，纵向较长、下滑力较大或截面较小的桩，也可布置两、三排。

当滑坡下滑力特别大时，在平面上可把桩按“品”字交错布置成梅花形；必要时，也可用板将若干单桩的顶端联结起来，借以增大抗滑力；还可结合滑坡和施工条件等情况，经比较、研究，采用其它型式的抗滑桩。

确定桩的间距，是抗滑桩设计的一个重要内容。这个问题与许多因素有关，目前尚无很成熟的计算方法。合适的桩距应该使桩间滑体具有足够的稳定性，在下滑力作用下，不致从桩间挤出。实际工作，一般是以桩间土体与两桩侧面所产生的摩阻力不小于桩间的滑坡推力为控制进行估算。有条件时可通过模拟试验，考虑土拱效应，并结合实践经验来考虑桩的间距。

一般情况下，当滑体完整、密实或滑坡下滑力较小，桩距可

取大些。反之，应取小些。通常滑坡主轴附近桩距小，两侧边部桩距大。

桩距问题，目前还没有得到比较满意的解决。具体设计时，仍需根据桩的截面、锚固深度及锚固段的侧壁压应力等情况，综合考虑。已建工程的桩距，最小为 4 米，最大为15 米，一般为 6～10米。也有按桩身抗剪强度来控制桩距的。

二、桩的截面及其计算宽度

抗滑桩的截面形状对桩的抗滑作用有影响。目前采用矩形（包括方形）和圆形两种，但考虑到桩的受力条件和施工方便，抗滑桩以采用正面一边较短、侧面一边较长的矩形截面为好。尺寸大小根据下滑力大小、桩距以及锚固段的侧壁容许压应力等因素综合考虑。当采用人力挖孔施工时，桩的最小宽度一般不宜小于1.5米。多年来铁路部门常用的截面尺寸为 2 米× 3 米、2.5米×3.5米、3 米× 4 米等，尤以 2 米× 3 米者最为多见。

在利用钻机施工的条件下，桩的截面是圆形，设计时要把圆形截面换算成相当的矩形截面。试验表明，不同尺寸的圆形桩和矩形桩，施加水平荷载时，直径为 d 的圆形桩与正面边长为 0.9 d 的矩形桩，在其两侧土体开始被挤出的极限状态下，其临界水平荷载值相等。所以，矩形桩的形状换算系数为 1，而圆形桩的形状换算系数为0.9。

另外，在水平荷载作用下，桩侧土体的受力状态实际是较复杂的空间问题。为了简化计算而按平面问题考虑时，应将桩的实际宽度换算成与平面受力条件相当的宽度。由试验知道，受力换算系数对于正面边长 b 大于或等于 1 米的矩形桩为 $1+\frac{1}{b}$，对于直径 d 大于或等于 1 米的圆形桩为 $1+\frac{1}{d}$。所以，桩的正面计算宽度 B_p，等于桩的实际宽度乘以形状换算系数和受力换算系数，即

对于矩形桩：

$$B_p=1\left(1+\frac{1}{b}\right)b=b+1 \qquad (2-5)$$

对于圆形桩：

$$B_p=0.9\left(1+\frac{1}{d}\right)d=0.9(d+1) \qquad (2-6)$$

应该注意的是，只有在计算桩侧弹性抗力时，才用桩的正面计算宽度。计算桩底反力时，仍用桩的实际宽度。其次，上列公式没有充分考虑桩两侧土体实际受力状态的空间问题，故计算值B_p略嫌偏小。

三、桩的锚固深度及桩底支承条件

（一）锚固深度

桩的锚固深度，与稳定地层的强度、滑坡推力、桩的刚度、桩的截面和间距，以及是否和如何考虑桩前滑体的抗力等因素有关，牵连复杂。锚固过浅，稳定性差；锚固过深，施工困难。在同样条件下，锚固过深，桩的变位固然小了，但达到一定深度后，这种好处就显著地减少了，以致所起的作用与所花的工程代价很不相称。所以，锚固过深是不合适的。为此，有时采用缩小桩距，或者调整桩的截面尺寸，从而达到减小锚固深度的目的。

目前工程上多从控制锚固段桩周地层的强度来考虑桩的锚固深度，即要求抗滑桩传递到滑动面以下地层的侧壁应力，不大于地层的侧向容许抗压强度。其计算方法如下：

1. 一般土层或严重风化破碎岩层

抗滑桩在滑体推力作用下，桩发生转动变位，当桩周岩、土达到极限状态时，桩前岩、土产生被动抗力，桩后岩，土产生主动压力。显然，桩身某点对地层的侧壁压应力，不应大于该点被动抗力与主动压应力之差。

按最简单的情况根据土的极限平衡条件，桩前岩、土作用于桩身的被动抗应力为：

$$\sigma_p=\gamma y\,\mathrm{tg}^2\left(45^\circ+\frac{\varphi}{2}\right)+2c\,\mathrm{tg}\left(45^\circ+\frac{\varphi}{2}\right)$$

桩后岩、土作用于桩身的主动压应力为：

$$\sigma_a=\gamma y\mathrm{tg}^2\left(45^\circ-\frac{\varphi}{2}\right)-2c\,\mathrm{tg}\left(45^\circ-\frac{\varphi}{2}\right)$$

故 $$\sigma_p-\sigma_a=\frac{4}{\cos\varphi}(\gamma y\mathrm{tg}\varphi+c)$$

则桩身对地层的侧壁压应力σ_{max}(t/m²)应符合下列条件：

$$\sigma_{max}\leqslant\frac{4}{\cos\varphi}(\gamma y\mathrm{tg}\varphi+c) \qquad (2-7)$$

式中 γ——地层岩、土的容重，t/m³；

φ——地层岩、土的内摩擦角，度；

c——地层岩、土的粘聚力，t/m²；

y——地面至计算点的深度，m。

一般检算桩身侧壁压应力最大处，若不符合式（2—7）的要求，则调整桩的锚固深度或桩的截面尺寸、间距，直至满足为止。

2. 比较完整的岩质、半岩质地层

桩身作用于围岩的侧向压应力，其容许值σ_{max}(t/m²)为：

$$\sigma_{max}\leqslant KCR \qquad (2-8)$$

式中 K——根据岩层构造在水平方向的岩石容许承压力的换算系数，取0.5～1.0；

C——折减系数，根据岩石的裂隙、风化及软化程度，取0.3～0.5；

R——岩石单轴抗压极限强度，t/m²。

对圆形截面桩，因桩周最大压应力为平均应力的1.27倍，则上式可写为：

$$\sigma_{max}\leqslant\frac{1}{1.27}KCR$$

通过计算，若不符合式（2—8），则调整桩的锚固深度或截面尺寸、间距，直至满足为止。

上述公式，只能作为决定桩的锚固深度及校核地基强度时的参考。从多年的工程实践看，常用的锚固深度，对于土层或软质

岩层约为$\frac{1}{3}$～$\frac{1}{2}$桩长，比较适宜。但对于完整、较坚硬的岩层可以采用$\frac{1}{4}$桩长。

（二）桩底的支承条件

抗滑桩的顶端，一般为自由支承。而底端，由于锚固程度不同，可以分为自由支承、铰支承、固定支承三种。通常采用前两种。

1. 自由支承

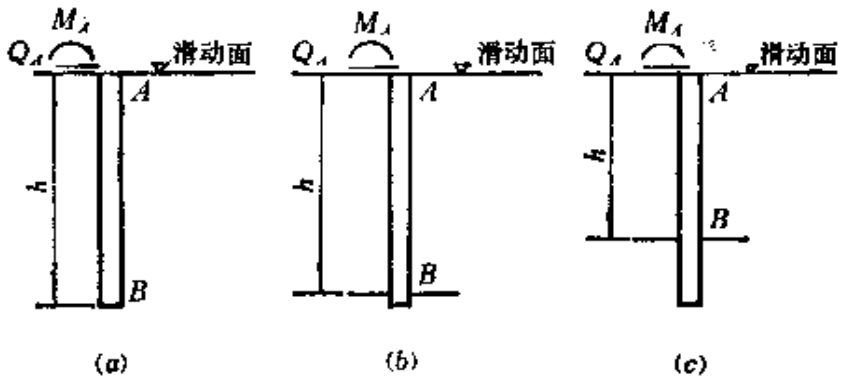


图 2 — 5 桩底支承条件图

如图 2 — 5 a 所示，在滑动面以下桩的AB段，地层为土体、松软破碎岩时，现场试验表明，在滑坡推力作用下，桩底有明显的位移和转动。这种条件，桩底按自由支承处理，可令 $Q_B = 0$，$M_B = 0$。

2. 铰支承

如图 2 —5 b 所示，当桩底岩层完整，并较AB段地层坚硬，但桩嵌入此层不深时，桩底按铰支承处理，可令 $x_B = 0$，$M_B = 0$。

3. 固定支承

如图 2 —5 c 所示，当桩底岩层完整、极坚硬，桩嵌入此层较深时，桩身B点处按固定端处理，可令 $x_B = 0$，$\varphi_B = 0$。但抗滑桩出现此种支承情况是不经济的，故应少采用。

四、刚性桩与弹性桩的区分

抗滑桩属刚性桩或弹性桩，除按桩周岩、土的性质及其松散程度定性外，试验表明，当埋入滑动面以下的计算深度（桩的锚固深度h_2与桩的变形系数α或β的乘积）为某一临界值时，可视桩的刚度为无限大，其在水平荷载作用下的极限承载能力，只取决于地层弹性抗力的大小，而与桩的刚度无关；若对计算深度为此临界值的桩，分别按弹性桩和刚性桩计算，结果二者的水平承载力及传递到地层的压力图形均比较接近。为此，通常将这个临界值作为判断桩为刚性桩或弹性桩的标准。临界值规定如下：

（一）按“K”法计算

当$\beta h_2 \leqslant 1.0$属刚性桩

当$\beta h_2 > 1.0$属弹性桩

式中　β——桩的变形系数，m^{-1}，其值为：

$$\beta = \left(\frac{K B_p}{4EI}\right)^{\frac{1}{4}} \qquad (2-9)$$

其中　K——地基系数，t/m^3；

E——桩的弹性模量，t/m^2；

I——桩的截面惯性矩，m^4；

其余符号意义同前。

（二）按“m”法计算

当$\alpha h_2 \leqslant 2.5$属刚性桩

当$\alpha h_2 > 2.5$属弹性桩

式中　α——桩的变形系数，m^{-1}，其值为：

$$\alpha = \left(\frac{m B_p}{EI}\right)^{\frac{1}{5}} \qquad (2-10)$$

其中　m——地基系数随深度而变化的比例系数，t/m^4；

其余符号意义同前。

第五节　桩的结构设计

抗滑桩是大截面的地下钢筋混凝土构件，受力情况和工作条件、建筑材料和施工方法均有其特点。因此，在结构设计中，除参照现行的TJ10—74《钢筋混凝土结构设计规范》（以下简称TJ10—74“规范”）及《铁路工程技术规范、第二篇桥涵》的有关规定外，尚应参照下列一些规定办理。

一、材　　料

（一）混凝土

1．混凝土用普通硅酸盐水泥拌制，地下水有侵蚀性时，可根据侵蚀性介质的种类、浓度等具体条件按规定选用。

2．混凝土标号不宜低于150号，一般为200号。使用的水泥标号不宜低于325号。

3．混凝土的各项设计强度及弹性模量按TJ10—74“规范”办理。

（二）钢材

1．结构中的钢筋采用Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级钢筋，其各项设计强度指标按TJ10—74“规范”办理。

2．在保证质量的前提下，本着因材制宜的精神，结构中可以采用废旧型钢，如钢轨、角钢等来代替钢筋。但使用前务必先作抽样试验，而后确定其各项设计指标。截面面积应视废旧程度进行折减。

二、计　　算

（一）结构按受弯构件计算，除计算正截面强度外，还需验算斜截面的抗剪强度，可参照TJ10—74“规范”办理。

（二）结构一般不作变形、抗裂、挠度等项的验算。

（三）结构的强度设计安全系数由基本安全系数和附加安全系数组成。而基本安全系数由荷载系数和构件强度系数的乘积组

成。对于抗滑桩，因在计算滑坡推力时已经考虑了荷载系数（即安全系数），故基本安全系数仅包括构件强度系数一项。为此，抗滑桩的安全系数按下表选取。

受力特征	基本安全系数	附加安全系数
受弯、偏心受拉	1.2	1.0～1.1
斜截面受剪	1.3	1.0～1.1

三、构　　造

（一）纵向受力钢筋

1. 纵向受力钢筋宜采用单根排列，若采用束筋时，每束不宜多于3根。若配置有困难，可设置两排。

2. 纵向受力钢筋直径不宜小于16毫米，净距不宜小于8厘米。

3. 纵向受力钢筋接长，宜采用焊接。接头类型及质量均应符合规范要求。

4. 由于沿桩长弯矩变化较大，因此，纵向受力钢筋可根据弯矩图形截断。其截断的钢筋至少应伸至按计算不需要该钢筋的截面以外的长度l_m(mm)，一般为：

$$l_m = l_d - 5d$$

式中　d——受力钢筋直径，mm；

l_d——受力钢筋接头用搭接而不加焊时的搭接长度，Ⅰ级钢筋和5号钢筋、Ⅱ级钢筋、Ⅲ级钢筋分别为$30d$、$35d$、$40d$，mm。

5. 为便于钢筋骨架的绑扎及混凝土的灌注，一般不使用弯起钢筋，而斜截面的抗剪强度用调整箍筋的直径、间距予以保证。

（二）箍筋

1. 为便于施工，一般采用封闭式箍筋，以2肢为宜，其每一箍筋在一行上所箍的受力钢筋数目可不限制。

2. 箍筋的直径、间距由计算确定，一般直径不宜小于 8 毫米，间距可比照TJ10—74“规范”适当加大。

（三）纵向构造钢筋和架立钢筋

在桩的两侧，应适当设置纵向构造钢筋；在桩的受压一侧，应适当设置架立钢筋。其直径，二者均以12～14毫米为宜，间距可比照TJ10—74“规范”适当放宽。

（四）混凝土保护层

鉴于抗滑桩系地下建筑物，为保证钢筋不锈蚀，以及钢筋和混凝土间有足够的粘着力，其钢筋的混凝土保护层，应比一般的钢筋混凝土结构的厚一些，通常不宜小于 7 厘米，若地下水有侵蚀性时，尚应适当增厚。

第三章　抗滑桩计算

第一节　悬臂桩法

一、受荷段内力计算

（一）桩前岩、土可能滑走时（无剩余抗滑力，或桩前没有岩、土，无抗力作用）。

$$\left.\begin{aligned} Q_A &= E_T = E_n L \\ M_A &= E_n L h_0 \end{aligned}\right\} \qquad (3-1)$$

式中　Q_A、M_A——分别为滑动面处桩的剪力(t) 和弯矩(t·m)；

E_T——每根桩承受的滑坡推力，t；

E_n——设桩处的滑坡推力，t/m；

L——桩的间距（中至中），m；

h_0——滑坡推力分布图形重心至滑动面的距离，m。

（二）桩前岩、土基本稳定时（有剩余抗滑力）。

这种情况需要考虑抗力作用，但其抗力不应大于桩前岩、土的剩余抗滑力或被动土压力。

$$\left.\begin{aligned} Q_A &= E_T - E_R = (E_n - E'_n) L \\ M_A &= (E_n h_0 - E'_n h'_0) L \end{aligned}\right\} \qquad (3-2)$$

式中　E'_n——设桩处桩前剩余抗滑力，t/m；

E_R——每根桩桩前承受的剩余抗滑力，t；

h'_0——剩余抗滑力分布图形重心至滑动面的距离，m；

其余符号意义同前。

如果桩前被动土压力$E_p < E'_n$，则式（3－2）中的E'_n用E_p代替。E_p可按下式计算：

$$E_p = \frac{1}{2}\gamma_1 h_1^2 \lambda_p \qquad (3-3)$$

其中 $\lambda_0=\dfrac{\cos^2\varphi_1}{\cos\delta\left[1-\sqrt{\dfrac{\sin(\varphi_1+\delta)\cdot\sin(\varphi_1+i)}{\cos\delta\cdot\cos i}}\right]^2}$

式中 γ_1、φ_1——分别为桩前岩、土的容重(t/m³)和内摩擦角(度)；

h_1——桩的受荷段高度，m；

δ——桩背摩擦角，度；

i——设桩处地面倾斜角，度。

当设桩处地面接近水平，并忽略桩、土间的摩擦力时，则

$$E_p=\frac{1}{2}\gamma_1 h_1^2\operatorname{tg}^2\left(45^\circ+\frac{\varphi_1}{2}\right)$$

式中 符号意义同前。

二、锚固段内力计算

（一）刚性桩

1. 滑动面处地基系数的确定

对于密实土层和岩层这类地基系数不随深度变化的弹性介质，由于其地基系数较滑体的大得多，因此，上部滑体的存在不会影响滑床的弹性性质，滑动面处地基系数仍为常数。

对于地基系数 $K=A+my$ 的地层，A值的大小，则与应力释放、地层性质和附加荷载等因素有关。应力释放需视地质年代中地层的沉积、卸荷、剥蚀、夷平和各种营力作用来考虑，也就是考虑超压密作用。附加荷载主要是滑体自重及其上部建筑物。一般情况下，A及A'值可用换算法求得（如图 3 — 1）：

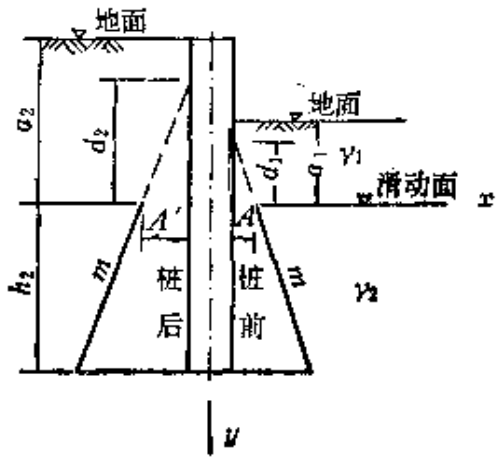


图 3 — 1 地基系数$K=A+my$的地层示意图

$$\left.\begin{aligned} A &= d_1 m = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} a_1 m \\ A' &= d_2 m = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} a_2 m \end{aligned}\right\} \qquad (3-4)$$

式中 a_1、a_2——桩前、后滑体的厚度，m；

d_1、d_2——桩前、后滑体的换算高度，m；

A、A'——桩前、后滑动面处的地基系数，t/m^3；

γ_2——滑动面以下岩、土的容重，t/m^3；

其余符号意义同前。

当$a_1=a_2$时，$A=A'$；当$a_1<a_2$时，$A<A'$；当$a_1=0$时，$A=0$。

2. 桩身内力基本公式

在滑坡推力作用下，当桩埋入土层或软质岩层中时，将绕桩身某点转动；当桩埋入完整、坚硬岩石的表层时，将绕桩底转动。其桩身内力的计算，根据滑动面以下地层情况的不同而有区别。兹就桩身埋入一种地层、滑动面以下为同一m值，桩底为自由端条件下的计算，叙述如下。

滑动面处岩、土的地基系数为A、A'，如图3—2。

$$\Delta x = (y_0 - y)\Delta\varphi$$

当$y \leqslant y_0$时：

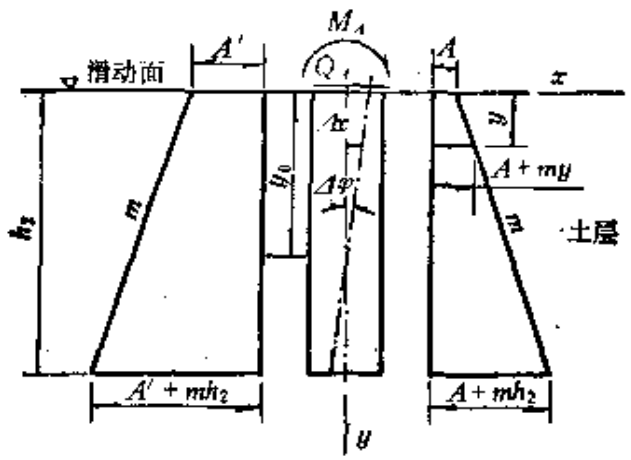


图3—2 地基系数$K=A+my$地层中的刚性桩图

$$\sigma_y=(A+my)(y_0-y)\Delta\varphi$$

$$\left.\begin{aligned}Q_y&=Q_A-\frac{1}{2}B_pA\Delta\varphi y(2y_0-y)\\&\quad-\frac{1}{6}B_pm\Delta\varphi y^2(3y_0-2y)\\M_y&=M_A+Q_Ay-\frac{1}{6}B_pA\Delta\varphi y^2(3y_0\\&\quad-y)-\frac{1}{12}B_pm\Delta\varphi y^3(2y_0-y)\end{aligned}\right\}\qquad(3-5)$$

当 $y\geqslant y_0$ 时：

$$\left.\begin{aligned}\sigma_y&=(A'+my)(y_0-y)\Delta\varphi\\Q_y&=Q_A-\frac{1}{6}B_pm\Delta\varphi y^2(3y_0-2y)\\&\quad-\frac{1}{2}B_pA\Delta\varphi y_0^2+\frac{1}{2}B_pA'\Delta\varphi(y-y_0)^2\\M_y&=M_A+Q_Ay-\frac{1}{6}B_pA\Delta\varphi y_0^2(3y-y_0)\\&\quad+\frac{1}{6}B_pA'\Delta\varphi\ (y-y_0)^3-\frac{1}{12}B_pm\Delta\varphi y^3(2y_0-y)\end{aligned}\right\}$$

$$(3-6)$$

$$\Sigma H=0\quad Q_A=\frac{1}{2}B_pA\Delta\varphi y_0^2-\frac{1}{2}B_pA'\Delta\varphi(h_2-y_0)^2+\frac{1}{6}B_pm\Delta\varphi h_2^2(3y_0-2h_2)\qquad(3-7)$$

$$\Sigma M=0\quad M_A+Q_Ah_2=\frac{1}{6}B_pA\Delta\varphi y_0^2(3h_2-y_0)-\frac{1}{6}B_pA'\Delta\varphi(h_2-y_0)^3+\frac{1}{12}B_pm\Delta\varphi h_2^3(2y_0-h_2)\qquad(3-8)$$

式中　Δx、σ_y、M_y、Q_y——分别为桩身任意截面的位移（m），侧应力（t/m²），弯矩（t·m），剪力（t）；

$\Delta\varphi$——桩的旋转角，弧度；

y——滑动面至桩计算截面的距离，m；

y_0——滑动面至桩旋转中心的距离，m；

h_2——滑动面以下桩的长度，m；

其余符号意义同前。

由式（3—7）、（3—8）联解即可得到求 y_0 的方程如下：

$$2Q_A(A'-A)y_0^3+6M_A(A'-A)y_0^2$$
$$-2y_0h_2[3A'(2M_A+Q_Ah_2)+mh_2$$
$$(3M_A+2Q_Ah_2)]+h_2^2[2A'(3M_A+2Q_Ah_2)$$
$$+mh_2(4M_A+3Q_Ah_2)]=0 \qquad (3-9)$$

上列公式适用于滑动面处的地基系数为：$A=0$，A' 为一常数；$A=A'$ 或 $A\neq A'$ 时。也适用于 $m=0$ 时（即 K 法）。

（二）弹性桩

1. 基本法

（1）“m”法

此法系根据弹性地基上梁的挠曲微分方程

$$EI\frac{d^4x}{dy^4}+P=0 \qquad (3-10)$$

用幂级数解出，应用到抗滑桩时，则式中 P——地基作用于桩上的水平抗力，t/m²。

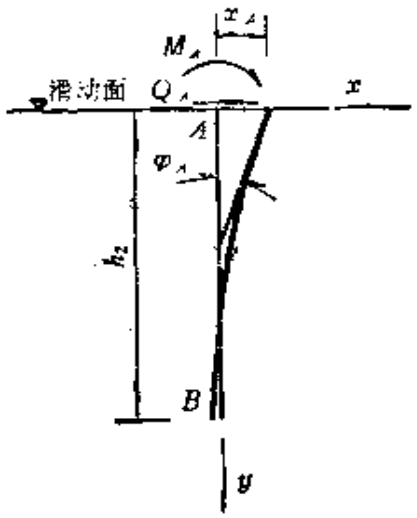


图 3—3　弹性桩的变位、内力图

根据式（2—2）及（2—4）

$$P=xKB_p=myxB_p \qquad (3-11)$$

将式（3—11）代入式（3—10）得：

$$EI\frac{d^4x}{dy^4}=-myxB_p \qquad (3-12)$$

这就是桩顶受水平荷载作用时桩的挠曲微分方程。如图 3—3 所示，通过数学求解可得出下列一组初值解的表达式：

$$
\left.\begin{aligned}
x_y &= x_A A_1 + \frac{\varphi_A}{\alpha} B_1 + \frac{M_A}{\alpha^2 EI} C_1 + \frac{Q_A}{\alpha^3 EI} D_1 \\
\varphi_y &= \alpha\left(x_A A_2 + \frac{\varphi_A}{\alpha} B_2 + \frac{M_A}{\alpha^2 EI} C_2 + \frac{Q_A}{\alpha^3 EI} D_2 \right) \\
M_y &= \alpha^2 EI\left(x_A A_3 + \frac{\varphi_A}{\alpha} B_3 + \frac{M_A}{\alpha^2 EI} C_3 + \frac{Q_A}{\alpha^3 EI} D_3 \right) \\
Q_y &= \alpha^3 EI\left(x_A A_4 + \frac{\varphi_A}{\alpha} B_4 + \frac{M_A}{\alpha^2 EI} C_4 + \frac{Q_A}{\alpha^3 EI} D_4 \right) \\
\sigma_y &= myx
\end{aligned}\right\} \qquad (3-13)
$$

式中 x_y、φ_y、M_y、Q_y ——分别为锚固段桩身任一截面位移（m），转角（弧度），弯矩（t·m），剪力（t）；

x_A、φ_A、M_A、Q_A——分别为滑动面处桩的位移（m），转角（弧度），弯矩（t·m），剪力（t）；

A_i、B_i、C_i、D_i——分别为随桩的换算深度 αh_2 而异的“m”法的影响函数值，见附表四；

E——混凝土的弹性模量，t/m^2；

I——桩的截面惯性矩，m^4；

α——桩的变形系数，m^{-1}。

公式（3—13）为“m”法的一般表达式。计算时，必须先求得滑动面处的 x_A 和 φ_A，才能求桩身任一截面的位移、转角、弯矩、剪力和地基土对该截面的侧向应力。为此，需要根据下述三种边界条件确定：

① 当桩底为固定端时，$x_B=0$，$\varphi_B=0$，$M_B\neq 0$，$Q_B\neq 0$，将 $x_B=0$、$\varphi_B=0$ 代入公式（3—13）的前两式，联立解得：

$$\left.\begin{aligned} x_A &= \frac{M_A}{\alpha^2 EI}\ \frac{B_1C_2-C_1B_2}{A_1B_2-B_1A_2}+\frac{Q_A}{\alpha^3 EI}\ \frac{B_1D_2-D_1B_2}{A_1B_2-B_1A_2} \\ \varphi_A &= \frac{M_A}{\alpha EI}\ \frac{C_1A_2-A_1C_2}{A_1B_2-B_1A_2}+\frac{Q_A}{\alpha^2 EI}\ \frac{D_1A_2-A_1D_2}{A_1B_2-B_1A_2} \end{aligned}\right\} \quad (3-14)$$

② 当桩底为铰支端时，$x_B=0$，$M_B=0$，$\varphi_B\neq 0$，$Q_B\neq 0$，不考虑桩底弯矩的影响，将$x_B=0$、$M_B=0$代入公式（3—13）的第1、3式，联立解得：

$$\left.\begin{aligned} x_A &= \frac{M_A}{\alpha^2 EI}\ \frac{C_1B_3-B_1C_3}{B_1A_3-A_1B_3}+\frac{Q_A}{\alpha^3 EI}\ \frac{D_1B_3-B_1D_3}{B_1A_3-A_1B_3} \\ \varphi_A &= \frac{M_A}{\alpha EI}\ \frac{A_1C_3-C_1A_3}{B_1A_3-A_1B_3}+\frac{Q_A}{\alpha^2 EI}\ \frac{A_1D_3-D_1A_3}{B_1A_3-A_1B_3} \end{aligned}\right\} \quad (3-15)$$

③ 当桩底为自由端时，$M_B=0$，$Q_B=0$，$\varphi_B\neq 0$，$x_B\neq 0$，将$M_B=0$、$Q_B=0$代入公式（3－13）的第3、4式，联立解得：

$$\left.\begin{aligned} x_A &= \frac{M_A}{\alpha^2 EI}\ \frac{B_3C_4-C_3B_4}{A_3B_4-B_3A_4}+\frac{Q_A}{\alpha^3 EI}\ \frac{B_3D_4-B_4D_3}{A_3B_4-B_3A_4} \\ \varphi_A &= \frac{M_A}{\alpha EI}\ \frac{C_3A_4-A_3C_4}{A_3B_4-B_3A_4}+\frac{Q_A}{\alpha^2 EI}\ \frac{D_3A_4-A_3D_4}{A_3B_4-A_4B_3} \end{aligned}\right\} \quad (3-16)$$

将上述各种边界条件下相应的x_A和φ_A代入公式（3—13），即可求得滑动面以下桩身任一截面的变位和内力。

（2）“K”法

桩顶受水平荷载的挠曲微分方程为：

$$EI\frac{d^4x}{dy^4}+xKB_p=0 \quad (3-17)$$

式中 xKB_p——地基作用于桩上的水平抗力，t/m^2。

引入变形系数$\beta=\sqrt[4]{\frac{KB_p}{4EI}}$，即$KB_p=4EI\beta^4$，式（3—17）可写成

$$\frac{d^4x}{dy^4}+4\beta^4x=0 \qquad (3-18)$$

通过数学求解，得到滑动面以下桩身任一截面的变位和内力的计算公式：

$$\left.\begin{aligned}
x_y&=x_A\varphi_1+\frac{\varphi_A}{\beta}\varphi_2+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_3+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_4\\
\varphi_y&=\beta\left(-4x_A\varphi_4+\frac{\varphi_A}{\beta}\varphi_1+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_2+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_3\right)\\
\frac{M_y}{\beta^2EI}&=-4x_A\varphi_3-\frac{\varphi_A}{\beta}\cdot4\varphi_4+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_1+\frac{Q_A}{B^3EI}\varphi_2\\
\frac{Q_y}{\beta^3EI}&=-4x_A\varphi_2-\frac{\varphi_A}{\beta}\cdot4\varphi_3-\frac{M_A}{\beta^2EI}\cdot4\varphi_4+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_1\\
\sigma_y&=Kx_y
\end{aligned}\right\} \qquad (3-19)$$

式中 φ_1、φ_2、φ_3、φ_4——“K”法的影响函数值，见附表五。

其中 $\varphi_1=\cos\beta y\,\mathrm{ch}\beta y$

$$\varphi_2=\frac{1}{2}(\sin\beta y\,\mathrm{ch}\beta y+\cos\beta y\,\mathrm{sh}\beta y)$$

$$\varphi_3=\frac{1}{2}\sin\beta y\,\mathrm{sh}\beta y$$

$$\varphi_4=\frac{1}{4}(\sin\beta y\,\mathrm{ch}\beta y-\cos\beta y\,\mathrm{sh}\beta y)$$

其余符号意义同前。

式（3—19）为“K”法的一般表达式，计算时也必须先求得滑动面处的x_A和φ_A，才能求桩身任一截面的变位、内力和地基土对该截面的侧向应力。为此，需要根据下述三种边界条件确定：

① 当桩底为固定端时，$x_B=0$，$\varphi_B=0$，将公式（3—19）的前两式联立解得：

$$\left.\begin{aligned} x_A &= \frac{M_A}{\beta^2 EI}\,\frac{\varphi_2^2-\varphi_1\varphi_3}{4\varphi_4\varphi_2+\varphi_1^2}+\frac{Q_A}{\beta^3 EI}\,\frac{\varphi_2\varphi_3-\varphi_1\varphi_4}{4\varphi_4\varphi_2+\varphi_1^2} \\ \varphi_A &= -\frac{M_A}{\beta EI}\,\frac{\varphi_1\varphi_2+4\varphi_3\varphi_4}{4\varphi_4\varphi_2+\varphi_1^2}-\frac{Q_A}{\beta^2 EI}\,\frac{\varphi_1\varphi_3+4\varphi_4^2}{4\varphi_4\varphi_2+\varphi_1^2} \end{aligned}\right\} \quad (3-20)$$

② 当桩底为铰支端时，$x_B=0$，$M_B=0$，$\varphi_B\neq 0$，$Q_B\neq 0$，不考虑桩底弯矩的影响，将$x_B=0$、$M_B=0$代入式(3—19)的第1、3式，联立解得：

$$\left.\begin{aligned} x_A &= \frac{M_A}{\beta^2 EI}\,\frac{4\varphi_3\varphi_4+\varphi_1\varphi_2}{4\varphi_2\varphi_3-4\varphi_1\varphi_4}+\frac{Q_A}{\beta^3 EI}\,\frac{4\varphi_4^2+\varphi_2^2}{4\varphi_2\varphi_3-4\varphi_1\varphi_4} \\ \varphi_A &= -\frac{M_A}{\beta EI}\,\frac{\varphi_1^2+4\varphi_3^2}{4\varphi_2\varphi_3-4\varphi_1\varphi_4}-\frac{Q_A}{\beta^2 EI}\,\frac{4\varphi_3\varphi_4+\varphi_1\varphi_2}{4\varphi_2\varphi_3-4\varphi_1\varphi_4} \end{aligned}\right\} \quad (3-21)$$

③ 当桩底为自由端时，$M_B=0$，$Q_B=0$，$\varphi_B\neq 0$，$x_B\neq 0$。将$M_B=0$、$Q_B=0$代入式（3—19）的第3、4式，联立解得：

$$\left.\begin{aligned} x_A &= \frac{M_A}{\beta^2 EI}\,\frac{4\varphi_4^2+\varphi_1\varphi_3}{4\varphi_3^2-4\varphi_2\varphi_4}+\frac{Q_A}{\beta^3 EI}\,\frac{\varphi_2\varphi_3-\varphi_1\varphi_4}{4\varphi_3^2-4\varphi_2\varphi_4} \\ \varphi_A &= -\frac{M_A}{\beta EI}\,\frac{4\varphi_3\varphi_4+\varphi_1\varphi_2}{4\varphi_3^2-4\varphi_2\varphi_4}-\frac{Q_A}{\beta^2 EI}\,\frac{\varphi_2^2-\varphi_1\varphi_3}{4\varphi_3^2-4\varphi_2\varphi_4} \end{aligned}\right\} \quad (3-22)$$

将上述各种边界条件下相应的x_A和φ_A代入公式（3—19），即可求得滑动面以下桩身任一截面的变位和内力。

2. 无量纲法

（1）“m”法

现以桩底为自由端时为例，说明其计算公式。

由基本法的“m”法式（3—16）得：

$$\left.\begin{aligned} x_A &= \frac{Q_A}{a^3 EI}\,a_{xA}+\frac{M_A}{a^2 EI}\,b_{xA} \\ \varphi_A &= \frac{-Q_A}{a^2 EI}\,a_{\varphi A}-\frac{M_A}{aEI}\,b_{\varphi A} \end{aligned}\right\} \quad (3-23)$$

式中 a_{xA}、$a_{\varphi A}$和b_{xA}、$b_{\varphi A}$——分别为$Q_A=1$、$M_A=0$和$Q_A=0$、$M_A=1$时，桩在滑动面处的位移、转角的无量纲系数。

其中

$$a_{xA}=\frac{B_3D_4-B_4D_3}{A_3B_4-B_3A_4}$$

$$a_{\varphi A}=\frac{A_3D_4-D_3A_4}{A_3B_4-B_3A_4}=b_{xA}$$

$$b_{\varphi A}=\frac{A_3C_4-C_3A_4}{A_3B_4-B_3A_4}$$

将式（3—23）代入式（3—13），整理后得：

$$\left.\begin{aligned}
x_y&=\frac{Q_A}{\alpha^3EI}a_x+\frac{M_A}{\alpha^2EI}b_x\\
\varphi_y&=\frac{Q_A}{\alpha^2EI}a_\varphi+\frac{M_A}{\alpha EI}b_\varphi\\
M_y&=\frac{Q_A}{\alpha}a_m+M_Ab_m\\
Q_y&=Q_Aa_Q+\alpha M_Ab_Q\\
P_y&=\alpha Q_Aa_p+\alpha^2M_Ab_p
\end{aligned}\right\}\qquad(3-24)$$

式中 a_x、b_x、a_φ、b_φ、a_m、b_m、a_Q、b_Q、a_p、b_p——无量纲系数。

其中

$$\left.\begin{aligned}
a_x&=A_1a_{xA}-B_1a_{\varphi A}+D_1\\
b_x&=A_1b_{xA}-B_1b_{\varphi A}+C_1\\
a_\varphi&=A_2a_{xA}-B_2a_{\varphi A}+D_2\\
b_\varphi&=A_2b_{xA}-B_2b_{\varphi A}+C_2\\
a_m&=A_3a_{xA}-B_3a_{\varphi A}+D_3\\
b_m&=A_3b_{xA}-B_3b_{\varphi A}+C_3\\
a_Q&=A_4a_{xA}-B_4a_{\varphi A}+D_4\\
b_Q&=A_4b_{xA}-B_4b_{\varphi A}+C_4\\
a_p&=\alpha ya_x\\
b_p&=\alpha yb_x
\end{aligned}\right\}\qquad(3-25)$$

式（3—24）即为当桩底为自由端时用无量纲法求解桩身锚固段变位、内力和土抗力的公式。例如，M_y表示在Q_A和M_A作用下桩身任一截面的弯矩。当桩底为固定端、铰支端时，由式（3—14）、式（3—15）按上述方法仍可得与式（3—24）、式（3—25）相同形式的公式。本书列有桩底为自由端时的上述无量纲系数，详见附表六。

（2）“K”法

仍以桩底为自由端时作例来说明。

由基本法的“K”法式（3—22）得：

$$\left.\begin{aligned} x_A &= \frac{Q_A}{\beta^3 EI}\Phi_1 + \frac{M_A}{\beta^2 EI}\Phi_2 \\ \varphi_A &= -\frac{Q_A}{\beta^2 EI}\Phi_2 - \frac{M_A}{\beta EI}\Phi_3 \end{aligned}\right\} \qquad (3—26)$$

式中 Φ_1、Φ_2、Φ_3——分别为$Q_A=0$，$M_A=1$时，桩在滑动面处的位移、转角的无量纲系数。

其中

$$\Phi_1 = \frac{\varphi_2\varphi_3 - \varphi_1\varphi_4}{4\varphi_3^2 - 4\varphi_2\varphi_4}$$

$$\Phi_2 = \frac{\varphi_1\varphi_3 + 4\varphi_4^2}{4\varphi_3^2 - 4\varphi_2\varphi_4} = \frac{\varphi_2^2 - \varphi_1\varphi_3}{4\varphi_3^2 - 4\varphi_2\varphi_4}$$

$$\Phi_3 = \frac{\varphi_1\varphi_2 + 4\varphi_3\varphi_4}{4\varphi_3^2 - 4\varphi_2\varphi_4}$$

将式（3—26）代入式（3—19），经整理得：

$$\left.\begin{aligned} x_y &= \frac{Q_A}{\beta^3 EI}a_x + \frac{M_A}{\beta^2 EI}b_x \\ \varphi_y &= \frac{Q_A}{\beta^2 EI}a_\varphi + \frac{M_A}{\beta EI}b_\varphi \\ M_y &= \frac{Q_A}{\beta}a_m + M_A b_m \\ Q_y &= Q_A a_Q + M_A \beta b_Q \end{aligned}\right\} \qquad (3—27)$$

式中 a_x、a_φ、a_m、a_Q——为$Q_A=1$时引起桩身各截面的变位和内力的无量纲系数。

b_x、b_φ、b_m、b_Q——为$M_A=1$时引起桩身各截面的变位和内力的无量纲系数。

其中

$$\left.\begin{aligned}
a_x &= \Phi_1\varphi_1-\Phi_2\varphi_2+\varphi_4\\
b_x &= \Phi_2\varphi_1-\Phi_3\varphi_2+\varphi_3\\
a_\varphi &= -4\Phi_1\varphi_4-\Phi_2\varphi_3+\varphi_3\\
b_\varphi &= -4\Phi_2\varphi_4-\Phi_3\varphi_1+\varphi_2\\
a_m &= -4\Phi_1\varphi_3+4\Phi_2\varphi_4+\varphi_2\\
b_m &= -4\Phi_2\varphi_3+4\Phi_3\varphi_4+\varphi_1\\
a_Q &= -4\Phi_1\varphi_2+4\Phi_2\varphi_3+\varphi_1\\
b_Q &= -4\Phi_2\varphi_2+4\Phi_3\varphi_3-4\varphi_4
\end{aligned}\right\} \qquad (3-28)$$

式（3—28）中各无量纲系数值列于附表七。

当桩底的边界条件为固定端、铰支端时，由式（3—20）、式（3—21）按上述方法仍可得到与式（3—27）、（3—28）相同形式的公式。

3. 滑动面处地基系数的确定

同刚性桩一样，当滑动面处的地基系数不为零时，所附无量纲系数表不能直接使用。为此，需照下述方法处理（如图3—4所示）：

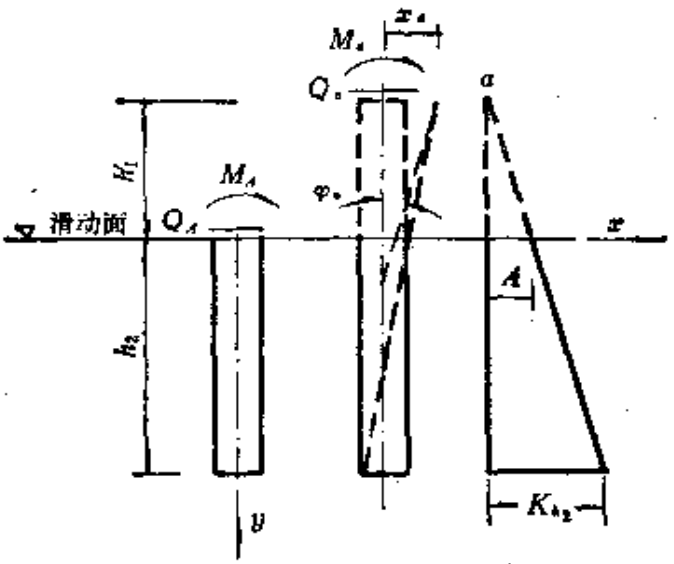


图3—4　滑动面处抗力不为零时的示意图

（1）将地基系数的变化图形向上延伸至 a 点，延伸部分为虚线，其高度为：

$$h_1'=\frac{Ah_2}{K_{h_2}-A}$$

（2）自虚点 a 向下计算即可直接使用所附无量纲系数表，但须重新确定 a 点的初参数 M_a、Q_a、x_a 和 φ_a。

（3）在 M_a 和 Q_a 的作用下，必须满足下述条件：

当 $y=0$ 时（滑动面处），$M=M_A$，$Q=Q_A$；

当 $y=h_2$ 时（桩底处），$M_{h_2}=0$、$Q_{h_2}=0$（桩底为自由端）。

桩底为自由端时可建立下列方程：

$$\left.\begin{aligned}
&\alpha^2EI\left(x_aA_3^A+\frac{\varphi_a}{\alpha}B_3^A+\frac{M_a}{\alpha^2EI}C_3^A+\frac{Q_a}{\alpha^3EI}D_3^A\right)=M_A\\
&\alpha^3EI\left(x_aA_4^A+\frac{\varphi_a}{\alpha}B_4^A+\frac{M_a}{\alpha^2EI}C_4^A+\frac{Q_a}{\alpha^3EI}D_4^A\right)=Q_A\\
&x_aA_3^{h_2}+\frac{\varphi_a}{\alpha}B_3^{h_2}+\frac{M_a}{\alpha^2EI}C_3^{h_2}-\frac{Q_a}{\alpha^3EI}D_3^{h_2}=0\\
&x_aA_4^{h_2}+\frac{\varphi_a}{\alpha}B_4^{h_2}+\frac{M_a}{\alpha^2EI}C_4^{h_2}+\frac{Q_a}{\alpha^3EI}D_4^{h_2}=0
\end{aligned}\right\}\qquad(3-29)$$

上列式中 A_3^A——在滑动面处的系数 A_3 值；

$A_3^{h_2}$——在桩底处的系数 A_3 值，余类推。

通过式（3—29）联解求得 M_a、Q_a、X_a 及 φ_a 之值后，便可直接使用所附无量纲系数表，计算滑动面以下任一截面的变位和内力。

（4）对于无量纲法来说，只需求得 M_a 和 Q_a 即可使用上述表查值。

当 $y=0$ 时可建立下列方程：

$$\left.\begin{aligned}\left[\frac{Q_a}{\alpha}\right]a_m^A+[M_a]b_m^A&=M_A\\ [Q_a]a_0^A+[\alpha M_a]b_0^A&=Q_A\end{aligned}\right\}\qquad(3-30)$$

式中 a_m^A——滑动面处的系数a_m值，余类推。

联立求解式（3—30），即得M_a及Q_a值。

三、算　例

算例一

（一）设计资料

如图3—5所示，滑动面以上为碎、块石土的堆积层，从上至下，变形增大，$\gamma_1=1.9\text{t/m}^3$，$\varphi_1=26°$。滑动面以下为风化严重的泥岩、页岩，可按密实土层考虑，$\gamma_2=2.1\text{t/m}^3$，$\varphi_2=42°10'$。

抗滑桩前、后滑体厚度基本相同，滑动面处的地基系数$K=A=A'=8000\text{t/m}^3$。滑坡推力$E_a=100\text{t/m}$，桩前剩余抗滑力$E_a'=50\text{t/m}$。滑动面以下地基系数的比例系数$m=4000\text{t/m}^4$。

（二）桩的设计

桩长：$h=16\text{m}$，其中受荷段$h_1=10\text{m}$，锚固段$h_2=6\text{ m}$；

桩间距（中至中）：$L=6\text{ m}$；

桩截面面积：$F=ba=2\times3=6\text{ m}^2$；

桩截面惯性矩：$I=\frac{1}{12}ba^3=\frac{1}{12}\times2\times3^3=4.5\text{m}^4$；

桩截面模量：$W=\frac{1}{6}ba^2=\frac{1}{6}\times2\times3^2=3\text{ m}^3$；

桩的混凝土（200号）弹性模量：$E=26\times10^5\text{t/m}^2$；

桩的抗弯刚度：$EI=26\times10^5\times4.5=117\times10^5\text{t}\cdot\text{m}^2$；

桩的计算宽度：$B_p=b-1=3\text{ m}$；

桩的变形系数：$\alpha=\sqrt[5]{\frac{mB_p}{EI}}=\sqrt[5]{\frac{4000\times3}{117\times10^5}}=0.252\text{m}^{-1}$；

桩的计算深度：$\alpha h_2=0.252\times6=1.512<2.5$，属刚性桩；

桩底边界条件：按自由端考虑。

（三）外力计算

每根桩的滑坡推力：$E_T = E_n \cdot L = 100 \times 6 = 600\text{t}$，按三角形分布，其$b\Delta q = \dfrac{E_T}{0.5h_1} = \dfrac{600}{0.5 \times 10} = 120\text{t/m}$；

桩前被动土压力，由式（3—3）得：

$$E_p = \frac{1}{2}\gamma_1 h_1^2 \operatorname{tg}^2\left(45° + \frac{\varphi}{2}\right) = \frac{1}{2} \times 1.9 \times 10^2 \operatorname{tg}^2\left(45° + \frac{26°}{2}\right)$$

$= 243.3\text{t/m}$，因$E_p > E_n'$，故采用剩余抗滑力作为桩前地层抗力；

每根桩的剩余抗滑力：$E_R = E_n' L = 50 \times 6 = 300\text{t}$，按三角形分布，其$b\Delta q' = \dfrac{E_R}{0.5h_1} = \dfrac{300}{0.5 \times 10} = 60\text{t/m}$。

（四）受荷段桩身内力计算

1. 剪力

$$Q_y = \frac{(b\Delta q - b\Delta q')y}{h_1} \cdot \frac{y}{2} = \frac{(120-60)y^2}{2 \times 10} = 3y^2$$

2. 弯矩

$$M_y = Q_y \cdot \frac{y}{3} = 3y^2 \cdot \frac{y}{3} = y^3$$

各截面计算结果见表3—1。

受荷段桩身内力表　　表3—1

y (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q_y (t)	0	3	12	27	48	75	108	147	192	243	300(Q_A)
M_y(t·m)	0	1	8	27	64	125	216	343	512	729	1000(M_A)

（五）锚固段桩侧应力和桩身内力计算

1. 滑动面至桩的转动中心的距离

根据已知条件$K = A = A'$，式（3—9）即为：

$$-2y_0h_2[3A'(2M_A + Q_Ah_2) + mh_2(3M_A + 2Q_Ah_2)]$$
$$+ h_2^2[2A'(3M_A + 2Q_Ah_2) + mh_2(4M_A + 3Q_Ah_2)] = 0$$

由上式得：

$$y_0=\frac{h_2[2A'(3M_A+2Q_Ah_2)+mh_2(4M_A+3Q_Ah_2)]}{2[3A'(2M_A+Q_Ah_2)+mh_2(3M_A+2Q_Ah_2)]}$$

$$=\frac{6[2\times8000(3\times1000+2\times300\times6)+}{2[3\times8000(2\times1000+300\times6)+}\rightarrow$$

$$\leftarrow\frac{+4000\times6(4\times1000+3\times300\times6)]}{+4000\times6(3\times1000+2\times300\times6)]}=3.981\text{m}$$

2. 桩的转角

由式（3—7）：

$$Q_A=\frac{1}{2}B_pA\Delta\varphi y_0^2-\frac{1}{2}B_pA'\Delta\varphi(h_2-y_0)^2$$

$$+\frac{1}{6}B_pm\Delta\varphi h_2^2(3y_0-2h_2)$$

将已知值代入上式：

$$300=\frac{1}{2}\times3\times8000\Delta\varphi\times3.981^2$$

$$-\frac{1}{2}\times3\times8000\Delta\varphi(6-3.981)^2$$

$$+\frac{1}{6}\times3\times4000\Delta\varphi\times6^2(3\times3.981-2\times6)$$

则 $$\Delta\varphi=\frac{300}{137160}=0.00219\text{rad}$$

3. 桩侧应力

由式（3—5）的第1式或式（3—6）的第1式：

$$\sigma_y=(A+my)(y_0-y)\Delta\varphi$$

$$=(8000+4000y)(3.981-y)0.00219$$

$$=69.747+17.354y-8.760y^2$$

最大侧应力位置：令 $\frac{d\sigma_y}{dy}=0$

$$17.354-2\times8.760y=0$$

则 $y=0.991\text{m}$

4. 剪力

由式（3—5）的第2式或式（3—6）的第2式：

$$Q_y=Q_A-\frac{1}{2}B_pA\Delta\varphi y(2y_0-y)$$

$$-\frac{1}{6}B_pm\Delta\varphi y^2(3y_0-2y)$$

$$=300-\frac{1}{2}\times3\times8000\times0.00219y(2\times3.981-y)$$

$$-\frac{1}{6}\times3\times4000\times0.00219\times y^2(3\times3.981-2y)$$

$$=300-209.241y-26.030y^2+8.760y^3$$

最大剪力位置：令$\frac{dQ_y}{dy}=0$

$$26.28y^2-52.06y-209.241=0$$

则 $y=3.981$m，亦即在桩的转动中心处。

5. 弯矩

由式（3—5）的第3式或式（3—6）的第3式：

$$M_y=M_A+Q_Ay-\frac{1}{12}B_p\Delta\varphi y^2[2A(3y_0-y)$$

$$+my(2y_0-y)]=1000+300y-\frac{1}{12}\times3$$

$$\times0.00219y^2[2\times8000(3\times3.981-y)$$

$$+4000y(2\times3.981-y)]$$

$$=1000+300y-104.621y^2-8.677y^3+2.19y^4$$

最大弯矩位置：令$\frac{dM_y}{dy}=0$

$$8.76y^3-26.031y^2-209.242y+300=0$$

则 $y=1.315$m*

各截面桩侧应力、剪力及弯矩的计算结果分别见表3—2、3—3及3—4。

（六）桩侧应力复核

---

* 一元三次方程可参照有关数学书籍求解，此处过程从略。

锚固段桩侧应力计算表 表 3--2

$\sigma_y = 69.747 + 17.354y - 8.760y^2$

y (m)	σ_A	$17.354y$	$-8.760y^2$	σ_y (t/m²)
0	69.747	0	0	69.75
0.5	69.747	8.677	-2.190	76.23
0.991	69.747	17.180	-8.586	78.34*
1.5	69.747	26.031	-19.710	76.07
2.0	69.747	34.708	-35.040	69.42
2.5	69.747	43.385	-54.750	58.38
3.0	69.747	52.062	-78.840	42.97
3.5	69.747	60.739	-107.310	23.18
4.0	69.747	69.416	-140.160	-1.00
4.5	69.747	78.093	-177.390	-29.55
5.0	69.747	86.770	-219.000	-62.48
5.5	69.747	95.447	-264.990	-99.80
6.0	69.747	104.124	-315.360	-141.49

注：有 * 者为最大值。

锚固段桩身剪力计算表 表 3 — 3

$Q_y = 300 - 209.241y - 26.030y^2 + 8.760y^3$

y (m)	Q_A	$-209.241y$	$-26.030y^2$	$8.760y^3$	Q_y (t)
0	300	0	0	0	300
0.5	300	-104.621	-6.508	1.095	189.97
1.0	300	-209.241	-26.030	8.760	73.49
1.5	300	-313.862	-58.568	29.565	-42.87
2.0	300	-418.482	-104.120	70.080	-152.52
2.5	300	-523.103	-162.688	136.875	-248.92
3.0	300	-627.723	-234.270	236.520	-325.47
3.5	300	-732.344	-318.868	375.585	-375.63
3.961	300	-832.988	-412.533	552.689	-392.83*
4.0	300	-836.964	-416.480	560.640	-392.80
4.5	300	-941.585	-527.108	798.255	-370.44
5.0	300	-1046.205	-650.750	1095.000	-301.96
5.5	300	-1150.826	-787.408	1457.445	-180.79
6.0	300	-1255.446	-937.080	1892.160	-0.37☆

注：有 * 者为最大值；有☆者理论上应为零，表中系计算误差值。

滑体换算高度：$h_1' = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} h_1 = \frac{1.9}{2.1} \times 10 = 9.048\text{m}$

由式（2 — 7），忽略粘着力时：

$$[\sigma_0] = \frac{4}{\cos\varphi_2} \gamma_2 (h_1' + y) \operatorname{tg}\varphi_2$$

$$=\frac{4}{\cos 42°10'}\times 2.1(9.048+0)\operatorname{tg}42°10'$$

$$=92.87\text{t/m}^2>69.75\text{t/m}^2$$

$$[\sigma_{0.99}]=\frac{4}{0.74120}\times 2.1(9.048+0.99)\times 0.90569$$

$$=103.03\text{t/m}^2>78.34\text{t/m}^2$$

$$[\sigma_{6.0}]=\frac{4}{0.74120}\times 2.1(9.048+6.0)\times 0.90569$$

$$=154.46\text{t/m}^2>141.49\text{t/m}^2$$

均符合要求。

锚固段桩身弯矩计算表 表3—4

$M_y=1000+300y-104.621y^2-8.677y^3+2.19y^4$

y (m)	M_A	$300y$	$-104.621y^2$	$-8.677y^3$	$2.19y^4$	M_y (t·m)
0	1000	0	0	0	0	1000
0.5	1000	150	-26.155	-1.085	0.137	1122.90
1.0	1000	300	-104.621	-8.677	2.190	1188.89
1.315	1000	394.5	-180.913	-19.731	6.549	1200.4 *
1.5	1000	450	-235.397	-29.285	11.087	1196.41
2.0	1000	600	-418.484	-69.416	35.040	1147.14
2.5	1000	750	-653.881	-135.578	85.547	1046.09
3.0	1000	900	-941.589	-234.279	177.390	901.52
3.5	1000	1050	-1281.607	-372.026	328.637	725.00
4.0	1000	1200	-1673.936	-555.328	560.640	531.38
4.5	1000	1350	-2118.575	-790.692	898.037	338.77
5.0	1000	1500	-2615.525	-1084.625	1368.750	168.60
5.5	1000	1650	-3164.785	-1443.636	2003.987	45.57
6.0	1000	1800	-3766.356	-1874.232	2838.240	-2.35☆

注：有*者为最大值；有☆者理论上应为零，表中系计算误差值。

（七）桩的结构设计

1. 基本指标

200号混凝土：弯曲抗压设计强度$R_w=140\text{kg/cm}^2$，轴心抗压设计强度$R_a=110\text{kg/cm}^2$，抗拉设计强度 $R_L=13\text{kg/cm}^2$；

钢筋受拉设计强度： Ⅰ级$R_g=2400\text{kg/cm}^2$，Ⅱ级$R_g=3400\text{kg/cm}^2$；

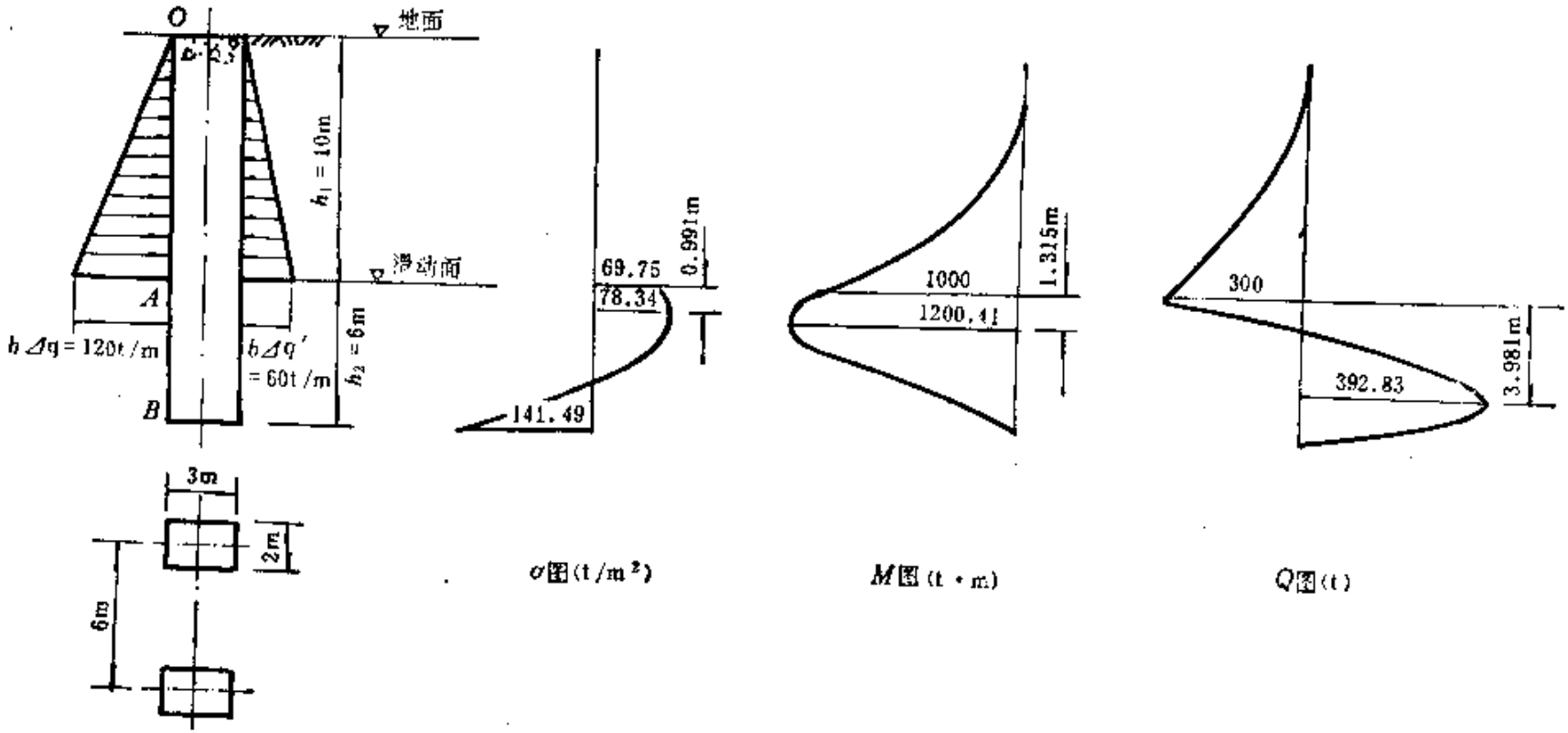

O
地面
滑动面
A
B
h_1 = 10m
h_2 = 6m
$b\Delta q$ = 120t/m
$b\Delta q'$ = 60t/m
3m
2m
6m
69.75
78.34
0.991m
141.49
σ图(t/m²)
1000
1200.41
1.315m
M图(t·m)
300
392.83
3.981m
Q图(t)

图 3－5　桩的受力状况图

桩的基本安全系数：受弯时$K_1=1.2$，斜截面受剪时$K_1'=1.3$；

桩的附加安全系数：$K_2=1$；

桩的强度设计安全系数：受弯时$K=K_1K_2=1.2$，斜截面受剪时$K=K_1'K_2=1.3$。

2. 确定按混凝土构件考虑的范围

因桩身弯矩变化较大，且上、下端弯矩很小，故这两部分可按混凝土构件考虑。由TJ10—74“规范”第34条，混凝土桩的截面能够承受的弯矩为：

$$M\leqslant\frac{R_l b a^2}{3.5K}=\frac{13\times200\times300^2}{3.5\times2.65}=25229111\text{kg}\cdot\text{cm}$$

（式中K系混凝土受弯构件的强度设计安全系数，按第22条表10，其值取2.65。）

以此M值，对照桩身的计算弯矩，确定桩顶以下至5.94m及桩底以上至1.12m范围之内，按混凝土构件考虑，不必配置钢筋。

3. 纵向受力钢筋计算

（1）配筋

受拉钢筋合力点至截面近边的距离：$a_g=10\text{cm}$

截面有效高度：$a_0=a-a_g=300-10=290\text{cm}$

由TJ10—74“规范”附录四附表8及其公式：

$$A_0=\frac{KM_{max}}{ba_0^2R_w}=\frac{1.2\times120041000}{200\times290^2\times140}=0.061$$

查表得$r_0=0.969$

$$A_g=\frac{KM_{max}}{r_0a_0R_g}=\frac{1.2\times120041000}{0.969\times290\times3400}=150.7\text{cm}^2$$

选用10根$\phi=34\text{mm}$和10根$\phi=28\text{mm}$的Ⅱ级钢筋，提供截面面积：

$$A_g=10\times9.079+10\times6.153=152.32\text{cm}^2$$

（2）复核

按TJ10—74“规范”第40条、43条验算混凝土受压区高度、截面强度：

$$x=\frac{A_g R_g}{bR_w}=\frac{152.32\times3400}{200\times140}=18.50\text{ cm}$$

$$<0.55a_0=0.55\times290=159.5\text{ cm}$$

符合要求。

$$R_w bx\left(a_0-\frac{x}{2}\right)=140\times200\times18.5\left(290-\frac{18.50}{2}\right)$$

$$=145428500\text{kg}\cdot\text{cm}>KM_{max}=1.2\times120035000$$

$$=144042000\text{kg}\cdot\text{cm}$$

符合要求。

4. 绘制材料图

全部钢筋抗弯强度：

$$KM_g=r_0a_0R_gA_g=0.969\times290\times3400\times152.32$$

$$=145531707\text{kg}\cdot\text{cm}=1455.32\text{t}\cdot\text{m}$$

每根ϕ34的钢筋抗弯强度：

$$\Delta KM_g=r_0a_0R_gA_g=0.969\times290\times3400\times9.079$$

$$=8674385\text{kg}\cdot\text{cm}=86.74\text{t}\cdot\text{m}$$

每根ϕ28的钢筋抗弯强度：

$$\Delta KM_g=r_0a_0R_gA_g=0.969\times290\times3400\times6.153$$

$$=5878785\text{kg}\cdot\text{cm}=58.79\text{t}\cdot\text{m}$$

对照设计弯矩，作出材料图，在桩的受拉侧配置10根ϕ28的钢筋和10根ϕ34的钢筋。其钢筋截断点应伸至不需要该钢筋的截面以外的长度$l_m=l_d-5d=35d-5d=30d$〔其中ϕ28，$l_{m1}=840$mm，ϕ34，$l_{m2}=1020$mm〕，详见图3—6所示。

5. 箍筋计算

由TJ10—74“规范”第53条和50条：

$$KQ_{max}=1.3\times392830=510679\text{kg}>0.07R_ab a_0$$

$$=446600\text{kg}$$

需按第185条要求配置箍筋，其配筋率μ_k应满足：

$$\mu_k > 0.015\frac{R_a}{R_g} = 0.015\,\frac{110}{2400} = 0.000688$$

为此，以桩深约9米处为界，下部采用双肢箍筋，直径ϕ=21mm，Ⅰ级钢筋，间距S=50cm，提供的配筋率为：

$$\mu_k = \frac{A_k}{bs} = \frac{na_k}{bs} = \frac{2\times 3.464}{200\times 50}$$

$$= 0.0006928 > 0.000658$$

上部剪力较小，箍筋直径改小为10mm。

6. 斜截面抗剪强度计算

根据TJ10—74“规范”第50条验算斜截面抗剪强度。

因$\frac{KQ_{max}}{ba_0} = \frac{510679}{200\times 290}$

$$= 8.80\text{kg/cm}^2$$

$$< 0.2R_a = 0.2\times 110$$

$$= 22.0\text{kg/cm}^2$$

故$\alpha_{k_0}=2.0$

斜截面上受压区混凝土和箍筋具有的抗剪强度：

$$Q_{k_0} = 0.07R_a b a_0 + \alpha_{k_0} R_g \frac{A_k}{s} a_0$$

$$= 446600 + 2.0\times 2400\times\frac{6.928}{50}\times 290$$

$$= 639476\text{kg} > KQ_{max} = 510679\text{kg}$$

符合要求。

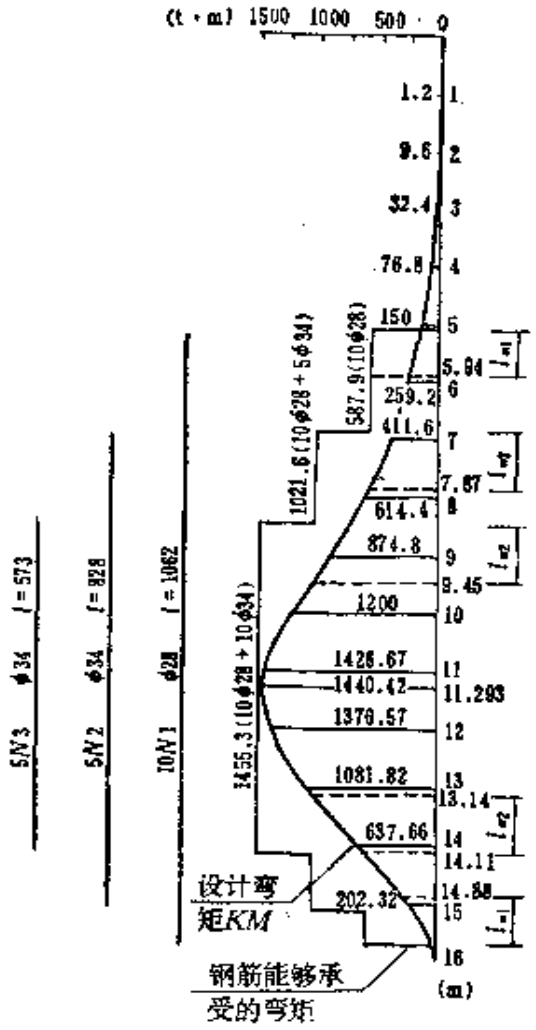


图3—6 桩的材料图

7. 纵向构造钢筋和架立钢筋的确定

在桩的两侧分别布置5根ϕ=12mm的构造钢筋，在桩的受

压侧布置5根ϕ=12mm的架立钢筋。二者均为Ⅰ级钢筋。

8. 绘制钢筋布置图

桩的钢筋布置图，详见图3—7。

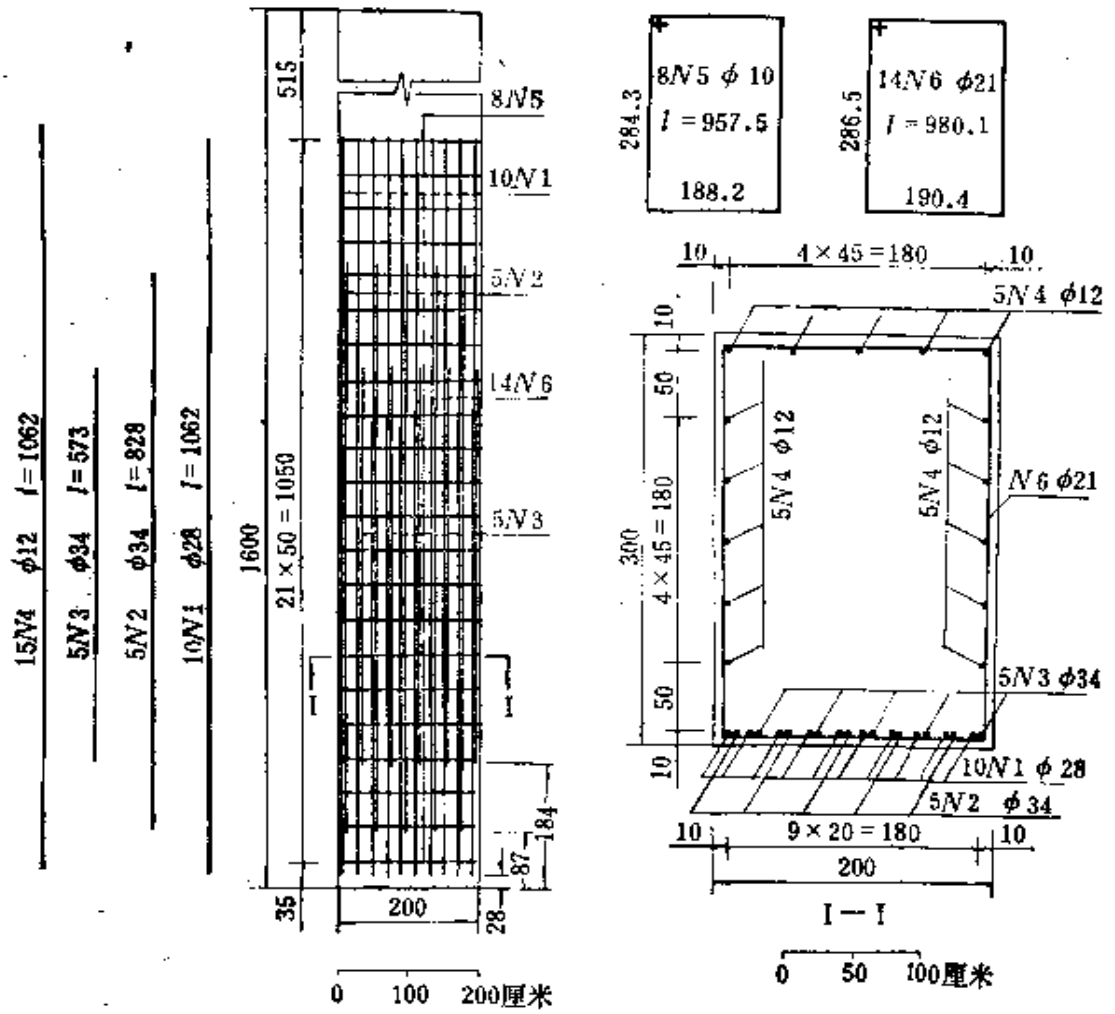


图3—7 桩的钢筋布置图

钢 筋 表

种 类	编 号	直 径 (mm)	长 度 (m)	根 数	总长度 (m)	每米重 (kg)	总 重 (kg)
Ⅱ级钢筋	N 1	φ28	10.62	10	106.2	4.830	512.95
	N 2	φ34	8.28	5	41.4	7.130	295.18
	N 3	φ34	5.73	5	28.65	7.130	204.27
Ⅰ级钢筋	N 4	φ12	10.62	15	159.30	0.888	141.46
	N 5	φ10	9.58	8	76.60	0.617	47.29
	N 6	φ21	9.80	14	37.20	2.720	373.18
合 计							1574.33

算例二

（一）设计资料

如图3—8所示，滑动面以上为风化极严重的砂砾岩、泥岩，已成土状，从上至下变形均匀，$\gamma_1=1.9\text{t/m}^3$，$\varphi=26°$。滑动面以下为风化轻微的泥岩、页岩，可按较坚硬的土层考虑。

抗滑桩前、后滑体厚度基本相同，$h_1=10\text{m}$，滑坡推力$E_n=100\text{t/m}$，桩前剩余抗滑力$E_n'=60\text{t/m}$。滑动面以下地基系数$K=A=A'=0.25\times10^5\text{t/m}^3$，侧壁容许抗压强度$[\sigma]=170\text{t/m}^2$。

（二）桩的设计

桩长：$h=15\text{m}$，其中受荷段$h_1=10\text{m}$，锚固段$h_2=5\text{m}$；

桩间距（中至中）：$L=6.0\text{m}$；

桩截面：$F=ba=2\times3=6.0\text{m}^2$；

桩截面惯性矩：$I=\frac{1}{12}ba^3=\frac{1}{12}\times2\times3^3=4.5\text{m}^4$；

桩截面模量：$W=\frac{1}{6}ba^2=\frac{1}{6}\times2\times3^2=3.0\text{m}^3$；

桩的弹性模量（采用200号混凝土）：$E=26\times10^5\text{t/m}^2$；

桩的抗弯刚度：$EI=26\times10^5\times4.5=117\times10^5\text{t}\cdot\text{m}^2$；

桩的计算宽度：$B_p=b+1=3\text{m}$；

桩的变形系数：

$$\beta=\sqrt[4]{\frac{KB_p}{4EI}}=\sqrt[4]{\frac{0.25\times10^5\times3}{4\times117\times10^5}}=0.200\text{m}^{-1}$$

桩的计算深度：$\beta h_2=0.200\times5=1.000$，按刚性桩或弹性桩计算均可；

桩底边界条件：按自由端考虑。

（三）外力计算

每根桩的滑坡推力：$E_T=E_n\cdot L=100\times6=600\text{t}$，按矩形分布，其 $bq=\frac{E_T}{h_1}=\frac{600}{10}=60\text{t/m}$；

桩前被动土压力，由式（3—3）得：

$$E_p=\frac{1}{2}\gamma_1 h_1^2 \operatorname{tg}^2\left(45^\circ+\frac{\varphi}{2}\right)$$

$$=\frac{1}{2}\times 1.9\times 10^2 \operatorname{tg}^2\left(45^\circ+\frac{26^\circ}{2}\right)=243.3\text{t/m}\ ,$$

因$E_p>E_n'$，故采用剩余抗滑力作为桩前地层抗力；

每根桩的剩余抗滑力：$E_R=E_n'L=60\times 6=360$t，按矩形分布，其 $bq'=\frac{E_R}{h_1}=\frac{360}{10}=36$t/m。

（四）受荷段桩身内力计算

1. 剪力

$$Q_y=(bq-bq')y=(60-36)y=24y$$

2. 弯矩

$$M_y=Q_y\cdot\frac{y}{2}=24y\cdot\frac{y}{2}=12y^2$$

各截面计算结果见表3—5。

受荷段桩身内力表　　表3—5

y（m）	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q_y(t)	0	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240(Q_A)
M_y(t-m)	0	12	48	108	192	300	432	588	768	972	1200(M_A)

（五）锚固段桩侧应力和桩身内力计算

1. 按刚性桩计算

（1）滑动面至桩的转动中心的距离

根据已知条件$m=0$，$K=A=A'$，式（3—9）即为：

$$2y_0h_2[3A'(2M_A+Q_Ah_2)]-h_2^2[2A'(3M_A+2Q_Ah_2)]=0$$

将已知值代入上式：

$$2y_0\times 5[3\times 0.25\times 10^5(2\times 1200+240\times 5)]$$

$$-5^2[2\times 0.25\times 10^5(3\times 1200+2\times 240\times 5)]=0$$

则

$$y_0=\frac{7500}{2700}=2.778\text{m}$$

（2）桩的转角

由式（3—7）得：

$$Q_A=\frac{1}{2}B_pA\Delta\varphi y_0^2-\frac{1}{2}B_pA'\Delta\varphi(h_2-y_0)^2$$

将已知值代入上式：

$$240=\frac{1}{2}\times3\times0.25\times10^5\Delta\varphi\times2.778^2$$

$$-\frac{1}{2}\times3\times0.25\times10^5\Delta\varphi(5-2.778)^2$$

则 $$\Delta\varphi=\frac{240}{104250}=0.00230\text{rad}$$

（3）桩侧应力

由式（3—5）的第1式或式（3—6）的第1式：

$$\sigma_y=A(y_0-y)\Delta\varphi=0.25\times10^5(2.778-y)0.00230$$

$$=159.735-57.5y$$

最大应力在$y=0$即滑动面处。

（4）桩身剪力

由式（3—5）的第2式或式（3—6）的第2式：

$$Q_y=Q_A-\frac{1}{2}B_pA\Delta\varphi y(2y_0-y)$$

$$=240-\frac{1}{2}\times3\times0.25\times10^5\times0.0023y(2\times2.778-y)$$

$$=240-479.205y+86.250y^2$$

最大剪力位置可令$\frac{dQ_y}{dy}=0$求得：$y=2.778$m，亦即在桩的转动中心处。

剪力为零的位置可令$Q_y=0$求出，即在$y=0.557$m及$y=5$m处。

（5）桩身弯矩

由式（3—5）的第3式或式（3—6）的第3式：

$$M_y = M_A + Q_A y - \frac{1}{6} B_p A \Delta\varphi y^2 (3y_0 - y)$$

$$= 1200 + 240y - \frac{1}{6} \times 3 \times 0.25 \times 10^5 \times 0.0023 y^2$$

$$\times (3 \times 2.778 - y) = 1200 + 240y - 239.603y^2 + 28.75y^3$$

最大弯矩位置可令$\frac{dM_y}{dy} = 0$求得：$y = 0.557$m，亦即在剪力为零处。

各截面侧应力、剪力及弯矩计算结果见表3—6。

锚固段桩侧应力及桩身内力计算表　　表3—6

y (m)	σ_y (t/m²)	Q_y (t)	M_y (t·m)
0	159.74*	240	1200
0.557	127.71	−0.16☆	1264.31*
1.0	102.24	−152.96	1229.15
1.5	73.49	−284.75	1117.92
2.0	44.74	−373.41	951.59
2.778	0	−425.62*	634.00
3.0	−12.77	−421.37	539.82
3.5	−41.52	−380.66	337.52
4.0	−70.27	−296.82	166.35
4.5	−99.02	−169.86	47.88
5.0	−127.77	0.23☆	3.68☆

注：1. 有*者为最大值，有☆者理论上为零，表中系计算误差值。

2. $\sigma_{max} = 159.74 < [\sigma] = 170$t/m²，符合要求。

2. 按弹性桩计算

（1）基本法

由$\beta h_2 = 1.0$查附表五得：$\varphi_1 = 0.8337$，$\varphi_2 = 0.9668$，$\varphi_3 = 0.4945$，$\varphi_4 = 0.1659$

① 滑动面处桩的变位

由式（3—22）：

$$x_A=\frac{M_A}{\beta^2EI}\cdot\frac{4\varphi_4^2+\varphi_1\varphi_3}{4\varphi_3^2-4\varphi_2\varphi_4}+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\cdot\frac{\varphi_2\varphi_3-\varphi_1\varphi_4}{4\varphi_3^2-4\varphi_2\varphi_4}$$

$$=\frac{1200}{0.2^2\times117\times10^6}\times\frac{4\times0.1659^2+0.8337\times0.4945}{4\times0.4945^2-4\times0.9668\times0.1659}$$

$$+\frac{240}{0.2^3\times117\times10^5}\times\frac{0.9668\times0.4945-0.8337\times0.1659}{4\times0.4945^2-4\times0.9668\times0.1659}$$

$$=656.6646\times10^{-5}\text{m}$$

$$\varphi_A=-\frac{M_A}{\beta EI}\cdot\frac{\varphi_1\varphi_2+4\varphi_3\varphi_4}{4\varphi_3^2-4\varphi_2\varphi_4}-\frac{Q_A}{\beta^2EI}$$

$$\cdot\frac{\varphi_2^2-\varphi_1\varphi_3}{4\varphi_3^2-4\varphi_2\varphi_4}=-\frac{1200}{0.2\times117\times10^5}$$

$$\times\frac{0.8337\times0.9668+4\times0.4945\times0.1659}{4\times0.4945^2-4\times0.9668\times0.1659}$$

$$-\frac{240}{0.2^2\times117\times10^5}\times\frac{0.9668^2-0.8337\times0.4945}{4\times0.4945^2-4\times0.9668\times0.1659}$$

$$=-252.3332\times10^{-5}\text{rad}$$

② 锚固段桩身变位、桩壁应力及内力

由式（3—19）：

$$\sigma_y=Kx_y=0.25\times10^5x_y$$

$$x_y=x_A\varphi_1+\frac{\varphi_A}{\beta}\varphi_2+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_3+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_4$$

$$=656.6646\times10^{-5}\varphi_1+\frac{-252.3332\times10^{-5}}{0.2}\varphi_2$$

$$+\frac{1200}{0.2^2\times117\times10^5}\varphi_3+\frac{240}{0.2^3\times117\times10^5}\varphi_4$$

$$=656.6646\times10^{-5}\varphi_1-1261.6660\times10^{-6}\varphi_2$$

$$+256.4103\times10^{-6}\varphi_3+256.4103\times10^{-6}\varphi_4$$

$$Q_y=\beta^3EI\left(-4x_A\varphi_2-\frac{\varphi_A}{\beta}\cdot4\varphi_3-\frac{M_A}{\beta^2EI}\cdot4\varphi_4\right.$$

$$\left.+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_1\right)=-4\beta^3EIx_A\varphi_2-4\beta^2EI\varphi_A\varphi_3$$

$$-4\beta M_A\varphi_4+Q_A\varphi_1=-4\times0.2^3\times117\times10^5$$
$$\times650.6646\times10^{-5}\varphi_2-4\times0.2^2\times117\times10^5$$
$$\times(-252.3332\times10^{-5})\varphi_3-4\times0.2\times1200\varphi_4$$
$$+240\varphi_1=-2458.5523\varphi_2+4723.6775\varphi_3$$
$$-960\varphi_4+240\varphi_1$$

$$M_y=\beta^2EI\left(-4x_A\varphi_3-\frac{\varphi_A}{\beta}\cdot4\varphi_4+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_1\right.$$
$$\left.+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_2\right)=-4\beta^2EIx_A\varphi_3-4\beta EI\varphi_A\varphi_4$$
$$+M_A\varphi_1+\frac{Q_A}{\beta}\varphi_2=-4\times0.2^2\times117\times10^5$$
$$\times656.6646\times10^{-5}\varphi_3-4\times0.2\times117\times10^5$$
$$\times(-252.3332\times10^{-5})\varphi_4+1200\varphi_1+\frac{240}{0.2}\varphi_2$$
$$=-12292.7613\varphi_3+23618.3875\varphi_4+1200\varphi_1+1200\varphi_2$$

根据βy查出附表五诸系数后进行以上计算，其结果见表3—7、3—8、3—9、3—10。

（2）无量纲法

桩身变位、内力由式（3—27）：

$$x_y=\frac{Q_A}{\beta^3EI}a_x+\frac{M_A}{\beta^2EI}b_x=\frac{240}{0.2^3\times117\times10^5}a_x$$
$$+\frac{1200}{0.2^2\times117\times10^5}b_x$$
$$=256.4103\times10^{-5}(a_x+b_x)$$

$$Q_y=Q_Aa_Q+M_Ab_Q\beta=240a_Q+1200b_Q\times0.2=240(a_Q+b_Q)$$

$$M_y=\frac{Q_A}{\beta}a_m+M_Ab_m=\frac{240}{0.2}a_m+1200b_m=1200(a_m+b_m)$$

根据$\beta h_2=1.0$查出附表七诸系数后进行以上计算，其结果见表3—11、3—12。

从以上计算可以看出，根据本例条件，锚固段分别采用刚性桩、弹性桩的基本法、无量纲法计算，其结果基本一致。兹将刚

桩身位移计算表

$$x_y = 656.6646\times10^{-5}\varphi_1 - 1261.6660\times10^{-5}\varphi_2 + 256.4103\times10^{-5}\varphi_3 + 256.4103\times10^{-5}\varphi_4$$

表 3—7

y (m)	βy	φ_1	$656.6646\times10^{-5}\varphi_1$ (10^{-5}m)	φ_2	$-1261.6660\times10^{-5}\varphi_2$ (10^{-5}m)	φ_3	$256.4103\times10^{-5}\varphi_3$ (10^{-5}m)	φ_4	$256.4103\times10^{-5}\varphi_4$ (10^{-5}m)	x_y (10^{-5}m)
0	0	1.0	656.66	0	0	0	0	0	0	956.66*
0.5	0.1	1.0	656.66	0.1	−126.17	0.005	1.28	0.0002	0.05	531.82
1.0	0.2	0.9997	656.47	0.2	−252.33	0.02	5.13	0.0013	0.33	409.60
1.5	0.3	0.9987	655.81	0.2999	−378.37	0.0450	11.54	0.0045	1.15	290.13
2.0	0.4	0.9957	653.84	0.3997	−504.29	0.0800	20.51	0.0107	2.74	172.80
2.5	0.5	0.9896	649.83	0.4990	−629.57	0.1249	32.03	0.0208	5.33	57.62
3.0	0.6	0.9784	642.48	0.5974	−753.72	0.1797	46.08	0.0360	9.23	−55.93
3.5	0.7	0.9600	630.40	0.6944	−876.10	0.2444	62.67	0.0571	14.64	−168.99
4.0	0.8	0.9318	611.88	0.7891	−995.58	0.3185	81.67	0.0852	21.85	−280.18
4.5	0.9	0.8908	584.96	0.8803	−1110.64	0.4021	103.10	0.1211	31.05	−391.53
5.0	1.0	0.8337	547.46	0.9668	−1219.65	0.4945	126.79	0.1659	42.54	−502.86

注：有*者为最大值。

桩侧应力计算表

$$\sigma_y = 0.25 \times 10^5 x_y$$

表3—8

y (m)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
x_y (10^{-5}m)	656.66	531.82	409.60	290.13	172.80	57.62	−55.93	−168.99	−280.18	−391.53	−502.86
σ_y (t/m²)	164.17*	132.96	102.40	72.53	43.20	14.41	−13.98	−42.25	−70.05	−97.88	−117.51

注：1. 有*者为最大值；2. 用比例法近似求得桩侧应力为零的位置：$y = 2.754$m。

桩身剪力计算表

$$Q_y = -2458.5523\varphi_2 + 4723.6775\varphi_3 - 960\varphi_4 + 240\varphi_1$$

表3—9

y (m)	βy	φ_2	$-2458.5523\varphi_2$ (t)	φ_3	$4723.6775\varphi_3$ (t)	φ_4	$-960\varphi_4$ (t)	φ_1	$240\varphi_1$ (t)	Q_y (t)
0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	240	240
0.5	0.1	0.1	−245.86	0.005	23.62	0.0002	−0.19	1.0	240	17.57
1.0	0.2	0.2	−491.71	0.020	94.47	0.0013	−1.25	0.9997	239.93	−158.56
1.5	0.3	0.2999	−737.32	0.045	212.57	0.0045	−4.32	0.9987	239.69	−289.38
2.0	0.4	0.3997	−782.68	0.080	377.89	0.0107	−10.27	0.9957	238.97	−376.09
2.5	0.5	0.4990	−1226.82	0.1249	589.99	0.0208	−19.97	0.9896	237.50	−419.30
2.754	0.551	0.5484	−1348.27	0.1511	713.75	0.0277	−26.59	0.9847	236.33	−424.78*
3.0	0.6	0.5974	−1468.74	0.1797	848.84	0.0360	−34.56	0.9784	234.82	−419.64
3.5	0.7	0.6944	−1707.22	0.2444	1154.47	0.0571	−54.82	0.9600	230.40	−377.17
4.0	0.8	0.7891	−1940.04	0.3185	1504.49	0.0852	−81.79	0.9318	223.63	−293.71
4.5	0.9	0.8803	−2164.26	0.4021	1899.39	0.1211	−116.26	0.8908	213.79	−167.34
5.0	1.0	0.9668	−2376.68	0.4945	2335.86	0.1659	−159.26	0.8337	200.09	0.01☆

注：有*者为最大值；有☆者理论上应为零，表中系计算误差值。

桩身弯矩计算表

$$M_y = -12292.7613\varphi_3 + 23618.3875\varphi_4 + 1200\varphi_1 + 1200\varphi_2$$

表3—10

y (m)	βy	φ_3	$-12292.7613\varphi_3$ (t·m)	φ_4	$23168.3875\varphi_4$ (t·m)	φ_1	$1200\varphi_1$ (t·m)	φ_2	$1200\varphi_2$ (t·m)	M_y (t·m)
0	0	0	0	0	0	1.0	1200	0	0	1200
0.5	0.1	0.0050	−61.46	0.0002	4.72	1.0	1200	0.1	120	1263.26
0.550	0.11	0.0061	−74.99	0.0002	4.72	1.0	1200	0.11	132	1261.73*
1.0	0.2	0.0200	−245.86	0.0013	30.70	0.9997	1199.64	0.2	240	1224.48
1.5	0.3	0.0450	−553.17	0.0045	106.28	0.9987	1198.44	0.2999	359.88	1111.43
2.0	0.4	0.0800	−983.42	0.0107	252.72	0.9957	1194.84	0.3997	479.64	943.78
2.5	0.5	0.1249	−1535.37	0.0208	491.26	0.9896	1187.52	0.4990	598.80	742.21
3.0	0.6	0.1797	−2209.01	0.0360	850.26	0.9784	1174.08	0.5974	716.88	532.21
3.5	0.7	0.2444	−3004.35	0.0571	1348.61	0.9600	1152.00	0.6944	833.28	329.54
4.0	0.8	0.3185	−3915.24	0.0852	2012.29	0.9318	1118.16	0.7891	946.92	162.13
4.5	0.9	0.4021	−4942.92	0.1211	2860.19	0.8908	1068.96	0.8803	1056.36	42.59
5.0	1.0	0.4945	−6078.77	0.1659	3918.29	0.8337	1000.44	0.9667	1160.04	0.00

注：有*者理论上应为最大值，表中值含计算误差。

桩身位移及桩侧应力计算表

$x_y = 256.4103 \times 10^{-6}\ (a_x + b_x)$　　$\sigma_y = 0.25 \times 10^6 x_y$

表 3—11

y (m)	$\frac{y}{h_2}$	a_x	b_x	$a_x + b_x$	x_y (10^{-6}m)	σ_z (t/m²)
0	0	1.00946	1.55208	2.56154	656.81	164.20*
0.5	0.1	0.85440	1.22005	2.07445	531.91	132.98
1.0	0.2	0.70012	0.89770	1.59782	409.70	102.43
1.5	0.3	0.54710	0.58426	1.13136	290.09	72.52
2.0	0.4	0.39552	0.27859	0.67411	172.85	43.21
2.5	0.5	0.24535	−0.02065	0.22470	57.62	14.41
3.0	0.6	0.09642	−0.31495	−0.21853	−56.03	−14.01
3.5	0.7	−0.05157	−0.60576	−0.65733	−168.55	−42.14
4.0	0.8	−0.19894	−0.89443	−1.09337	−280.35	−70.09
4.5	0.9	−0.34598	−1.18204	−1.52802	−391.80	−97.95
5.0	1.0	−0.49292	−1.46933	−1.96225	−503.14	−125.79

注：有*者为最大值。

桩身内力计算表

$Q_y = 240\ (a_Q + b_Q)$　　$M_y = 1200\ (a_m + b_m)$

表3—12

$\frac{y}{h_z}$	a_Q	b_Q	$a_Q + b_Q$	Q_y (t)	a_m	b_m	$a_m + b_m$	M_y (t·m)
0	1.0	0	1.0	240	0	1.0	1.0	1200
0.1	0.62724	−0.55410	0.07314	17.55	0.08085	0.97119	1.05204	1262.45
0.11					0.08552	0.96322	1.04874	1258.49
0.2	0.31637	−0.97733	−0.66096	−158.63	0.12751	0.89354	1.02105	1225.26
0.3	0.06697	−1.27345	−1.20648	−289.56	0.14617	0.77996	0.92613	1111.36
0.4	−0.12150	−1.44578	−1.56728	−376.15	0.14294	0.64298	0.78592	943.10
0.5	−0.24963	−1.49718	−1.74681	−419.23	0.12388	0.49483	0.61871	742.45
0.551	−0.28447	−1.46287	−1.74734	−419.36				
0.6	−0.31794	−1.42991	−1.74785	−419.48	0.09501	0.34750	0.44251	531.01
0.7	−0.32689	−1.24568	−1.57257	−377.42	0.06227	0.21275	0.27502	330.02
0.8	−0.27677	−0.94559	−1.22236	−293.37	0.03160	0.10222	0.13382	160.58
0.9	−0.16778	−0.53028	−0.69806	−167.53	0.00888	0.02747	0.03635	43.62
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：用比例近似法求出剪力、桩侧应力（见表3—12）为零的位置分别在$y = 0.550$m、$y = 2.754$m处，由此求得：$M_{max} = M_{y=0.550m} = 1258.49$t·m，$Q_{max} = Q_{y=2.754} = -419.36$t。

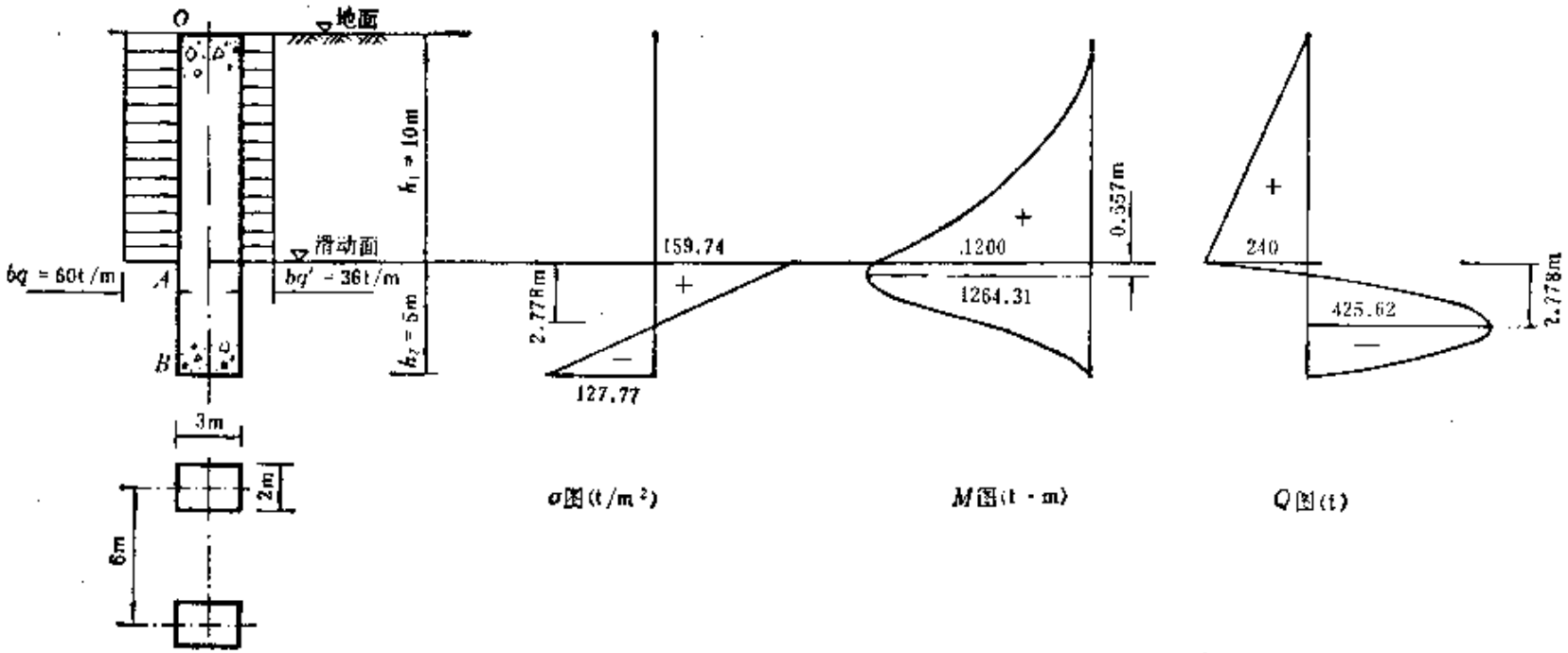

O
地面
滑动面
h_1 = 10m
h_2 = 5m
bq = 60t/m
bq' = 36t/m
A
B
3m
2m
6m
2.778m
159.74
127.77
1200
1264.31
0.357m
240
425.62
2.778m
σ图(t/m²)
M图(t·m)
Q图(t)

图 3－8　桩的受力状况图

性桩的计算结果示于图 3 — 8 。

（六）桩的结构设计（从略）

第二节　地基系数法

根据滑动面上、下地层情况，地基系数法分为“m”法、“K”法、“$m-K$”法及“$K-K$”法等。刚性桩的计算基本与上节相同，此不赘述。本节只介绍弹性桩的计算，分基本法和无量纲法。

一、基　本　法

兹述“m”法、“K”法和“$m-K$”法三种。

（一）“m”法

适用于滑动面上、下地层为一般土层和严重风化的岩层，即地基系数随深度成正比例增加的情况。

1．基本公式

如图 3 — 9 所示，当桩的受荷段承受梯形分布荷载时，根据桩的初参数方程由式（3 —13）得锚固段（AB）桩身变位和内力计算公式：

$$\left.\begin{aligned}
x_B &= x_A A_1' + \frac{\varphi_A}{\alpha} B_1' + \frac{M_A}{\alpha^2 EI} C_1' + \frac{Q_A}{\alpha^3 EI} D_1' \\
\frac{\varphi_B}{\alpha} &= x_A A_2' + \frac{\varphi_A}{\alpha} B_2' + \frac{M_A}{\alpha^2 EI} C_2' + \frac{Q_A}{\alpha^3 EI} D_2' \\
\frac{M_B}{\alpha^2 EI} &= x_A A_3' + \frac{\varphi_A}{\alpha} B_3' + \frac{M_A}{\alpha^2 EI} C_3' + \frac{Q_A}{\alpha^3 EI} D_3' \\
\frac{Q_B}{\alpha^3 EI} &= x_A A_4' + \frac{\varphi_A}{\alpha} B_4' + \frac{M_A}{\alpha^2 EI} C_4' + \frac{Q_A}{\alpha^3 EI} D_4'
\end{aligned}\right\} \qquad (3-31)$$

桩的受荷段（OA）挠曲微分方程为：

$$EI\frac{d^4x}{dy^4} + myx B_p - bq - b\Delta q \frac{y}{h_1} = 0$$

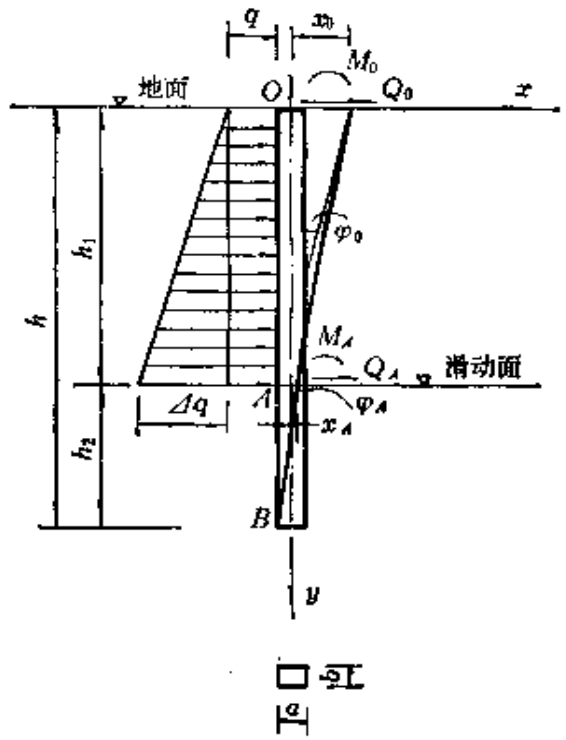


图 3－9　弹性桩的荷载、变位及内力图

解此方程，得受荷段桩身变位和内力计算公式：

$$\left.\begin{aligned}
x_A &= x_0 A_1 + \frac{\varphi_0}{\alpha} B_1 + \frac{M_0}{\alpha^2 EI} C_1 + \frac{Q_0}{\alpha^3 EI} D_1 \\
&\quad + \frac{bq}{\alpha^4 EI} E_1 + \frac{b\Delta q}{\alpha^5 EI h_1} F_1 \\
\frac{\varphi_A}{\alpha} &= x_0 A_2 + \frac{\varphi_0}{\alpha} B_2 + \frac{M_0}{\alpha^2 EI} C_2 + \frac{Q_0}{\alpha^3 EI} D_2 \\
&\quad + \frac{bq}{\alpha^4 EI} E_2 + \frac{b\Delta q}{\alpha^5 EI h_1} F_2 \\
\frac{M_A}{\alpha^2 EI} &= x_0 A_3 + \frac{\varphi_0}{\alpha} B_3 + \frac{M_0}{\alpha^2 EI} C_3 + \frac{Q_0}{\alpha^3 EI} D_3 \\
&\quad + \frac{bq}{\alpha^4 EI} E_3 + \frac{b\Delta q}{\alpha^5 EI h_1} F_3 \\
\frac{Q_A}{\alpha^3 EI} &= x_0 A_4 + \frac{\varphi_0}{\alpha} B_4 + \frac{M_0}{\alpha^2 EI} C_4 + \frac{Q_0}{\alpha^3 EI} D_4 \\
&\quad + \frac{bq}{\alpha^4 EI} E_4 + \frac{b\Delta q}{\alpha^5 EI h_1} F_4
\end{aligned}\right\} \qquad (3\text{--}32)$$

将式（3—32）代入式（3—31）并整理得：

$$x_B = x_0(A_1A_1' + A_2B_1' + A_3C_1' + A_4D_1')$$
$$+ \frac{\varphi_0}{\alpha}(A_1'B_1 + B_1'B_2 + B_3C_1' + B_4D_1')$$
$$+ \frac{M_0}{\alpha^2 EI}(A_1'C_1 + B_1'C_2 + C_1'C_3 + D_1'C_4)$$
$$+ \frac{Q_0}{\alpha^3 EI}(A_1'D_1 + B_1'D_2 + C_1'D_3 + D_1'D_4)$$
$$+ \frac{bq}{\alpha^4 EI}(A_1'E_1 + B_1'E_2 + C_1'E_3 + D_1'E_4)$$
$$+ \frac{b\Delta q}{\alpha^5 EIh_1}(A_1'F_1 + B_1'F_2 + C_1'F_3 + D_1'F_4)$$

$$\frac{\varphi_B}{\alpha} = x_0(A_1A_2' + A_2B_2' + A_3C_2' + A_4D_2')$$
$$+ \frac{\varphi_0}{\alpha}(A_2'B_1 + B_2'B_2 + C_2'B_3 + D_2'B_4)$$
$$+ \frac{M_0}{\alpha^2 EI}(A_2'C_1 + B_2'C_2 + C_2'C_3 + D_2'C_4)$$
$$+ \frac{Q_0}{\alpha^3 EI}(A_2'D_1 + B_2'D_2 + C_2'D_3 + D_2'D_4)$$
$$+ \frac{bq}{\alpha^4 EI}(A_2'E_1 + B_2'E_2 + C_2'E_3 + D_2'E_4)$$
$$+ \frac{b\Delta q}{\alpha^5 EIh_1}(A_2'F_1 + B_2'F_2 + C_2'F_3 + D_2'F_4)$$

$$\frac{M_B}{\alpha^2 EI} = x_0(A_1A_3' + A_2B_3' + A_3C_3' + A_4D_3')$$
$$+ \frac{\varphi_0}{\alpha}(A_3'B_1 + B_3'B_2 + C_3'B_3 + D_3'B_4)$$
$$+ \frac{M_0}{\alpha^2 EI}(A_3'C_1 + B_3'C_2 + C_3'C_3 + D_3'C_4)$$
$$+ \frac{Q_0}{\alpha^3 EI}(A_3'D_1 + B_3'D_2 + C_3'D_3 + D_3'D_4)$$
$$+ \frac{bq}{\alpha^4 EI}(A_3'E_1 + B_3'E_2 + C_3'E_3 + D_3'E_4)$$

$$+\frac{b\Delta q}{a^5EIh_1}(A_3'F_1+B_3'F_2+C_3'F_3+D_3'F_4)$$

$$\frac{Q_B}{a^3EI}=x_0(A_1A_4'+A_2B_4'+A_3C_4'+A_4D_4')$$

$$+\frac{\varphi_0}{a}(A_4'B_1+B_4'B_2+C_4'B_3+D_4'B_4)$$

$$+\frac{M_0}{a^2EI}(A_4'C_1+B_4'C_2+C_4'C_3+D_4'C_4)$$

$$+\frac{Q_0}{a^3EI}(A_4'D_1+B_4'D_2+C_4'D_3+D_4'D_4)$$

$$+\frac{bq}{a^4EI}(A_4'E_1+B_4'E_2+C_4'E_3+D_4'E_4)$$

$$+\frac{b\Delta q}{a^5EIh_1}(A_4'F_1+B_4'F_2+C_4'F_3+D_4'F_4)$$

令

$$\begin{cases}A_5=A_1A_1'+B_1'A_2+C_1'A_3+D_1'A_4\\B_5=A_1'B_1+B_1'B_2+C_1'B_3+D_1'B_4\\C_5=A_1'C_1+B_1'C_2+C_1'C_3+D_1'C_4\\D_5=A_1'D_1+B_1'D_2+C_1'D_3+D_1'D_4\\E_5=A_1'E_1+B_1'E_2+C_1'E_3+D_1'E_4\\F_5=A_1'F_1+B_1'F_2+C_1'F_3+D_1'F_4\end{cases}$$

$$\begin{cases}A_6=A_1A_2'+A_2B_2'+A_3C_2'+A_4D_2'\\B_6=B_1A_2'+B_2B_2'+B_3C_2'+B_4D_2'\\C_6=C_1A_2'+C_2B_2'+C_3C_2'+C_4D_2'\\D_6=D_1A_2'+D_2B_2'+D_3C_2'+D_4D_2'\\E_6=E_1A_2'+E_2B_2'+E_3C_2'+E_4D_2'\\F_6=F_1A_2'+F_2B_2'+F_3C_2'+F_4D_2'\end{cases}$$

$$\begin{cases}A_7=A_1A_3'+A_2B_3'+A_3C_3'+A_4D_3'\\B_7=B_1A_3'+B_2B_3'+B_3C_3'+B_4D_3'\\C_7=C_1A_3'+C_2B_3'+C_3C_3'+C_4D_3'\\D_7=D_1A_3'+D_2B_3'+D_3C_3'+D_4D_3'\\E_7=E_1A_3'+E_2B_3'+E_3C_3'+E_4D_3'\\F_7=F_1A_3'+F_2B_3'+F_3C_3'+F_4D_3'\end{cases}$$

$$\begin{cases} A_8 = A_1A_4' + A_2B_4' + A_3C_4' + A_4D_4' \\ B_8 = B_1A_4' + B_2B_4' + B_3C_4' + B_4D_4' \\ C_8 = C_1A_4' + C_2B_4' + C_3C_4' + C_4D_4' \\ D_8 = D_1A_4' + D_2B_4' + D_3C_4' + D_4D_4' \\ E_8 = E_1A_4' + E_2B_4' + E_3C_4' + E_4D_4' \\ F_8 = F_1A_4' + F_2B_4' + F_3C_4' + F_4D_4' \end{cases}$$

以上各式中，A_i、B_i、C_i、D_i、E_i、F_i和A_i'、B_i'、C_i'、D_i'为随桩的换算深度αh_1及αh_2而异的“m”法的影响函数值，见附表四。

全桩的变位和内力写成以桩顶的变位和内力表示的初参数方程组：

$$\begin{aligned} x_B &= x_0A_5 + \frac{\varphi_0}{\alpha}B_5 + \frac{M_0}{\alpha^2EI}C_5 + \frac{Q_0}{\alpha^3EI}D_5 \\ &\quad + \frac{bq}{\alpha^4EI}E_5 + \frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}F_5 \\ \frac{\varphi_B}{\alpha} &= x_0A_6 + \frac{\varphi_0}{\alpha}B_6 + \frac{M_0}{\alpha^2EI}C_6 + \frac{Q_0}{\alpha^3EI}D_6 \\ &\quad + \frac{bq}{\alpha^4EI}E_6 + \frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}F_6 \\ \frac{M_B}{\alpha^2EI} &= x_0A_7 + \frac{\varphi_0}{\alpha}B_7 + \frac{M_0}{\alpha^2EI}C_7 + \frac{Q_0}{\alpha^3EI}D_7 \\ &\quad + \frac{bq}{\alpha^4EI}E_7 + \frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}F_7 \\ \frac{Q_B}{\alpha^3EI} &= x_0A_8 + \frac{\varphi_0}{\alpha}B_8 + \frac{M_0}{\alpha^2EI}C_8 + \frac{Q_0}{\alpha^3EI}D_8 \\ &\quad + \frac{bq}{\alpha^4EI}E_8 + \frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}F_8 \end{aligned} \qquad (3-33)$$

2. 三种桩底边界条件的桩顶变位公式：

（1）固定端：$x_B = 0$，$\varphi_B = 0$

由式（3—33）的前两式联解得：

$$x_0=\frac{M_0}{\alpha^2EI}\frac{B_5C_6-C_5B_6}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{Q_0}{\alpha^3EI}\frac{B_5D_6-D_5B_6}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{bq}{\alpha^4EI}\frac{B_5E_6-B_6E_5}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}\frac{B_5F_6-F_5B_6}{A_5B_6-B_5A_6}$$

$$\varphi_0=\frac{M_0}{\alpha EI}\frac{A_6C_5-C_6A_5}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{Q_0}{\alpha^2EI}\frac{A_6D_5-D_6A_5}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{bq}{\alpha^3EI}\frac{A_6E_5-A_5E_6}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{b\Delta q}{\alpha^4EIh_1}\frac{A_6F_5-F_6A_5}{A_5B_6-B_5A_6}$$

（3—34）

因桩顶自由，内力为0，即$M_0=0$、$Q_0=0$，则式（3—34）改写为：

$$x_0=\frac{bq}{\alpha^4EI}\frac{B_5E_6-B_6E_5}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}\frac{B_5F_6-F_5B_6}{A_5B_6-B_5A_6}$$

$$\varphi_0=\frac{bq}{\alpha^3EI}\frac{A_6E_5-A_5E_6}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{b\Delta q}{\alpha^4EIh_1}\frac{A_6F_5-F_6A_5}{A_5B_6-B_5A_6}$$

（3—35）

（2）铰支端：$x_B=0$，$M_B=0$，不考虑桩底弯矩的影响。由式（3—33）的第1、3式联解得：

$$x_0=\frac{M_0}{\alpha^2EI}\frac{C_5B_7-C_7B_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{Q_0}{\alpha^3EI}\frac{D_5B_7-D_7B_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{bq}{\alpha^4EI}\frac{E_5B_7-E_7B_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}\frac{F_5B_7-F_7B_5}{B_5A_7-B_7A_5}$$

$$\varphi_0=\frac{M_0}{\alpha EI}\frac{A_5C_7-A_7C_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{Q_0}{\alpha^2EI}\frac{A_5D_7-A_7D_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{bq}{\alpha^3EI}\frac{A_5E_7-A_7E_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{b\Delta q}{\alpha^4EIh_1}\frac{A_5F_7-A_7F_5}{B_5A_7-B_7A_5}$$

（3—36）

因桩顶自由，故式（3—36）改写为：

$$x_0=\frac{bq}{\alpha^4EI}\frac{E_5B_7-E_7B_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}\frac{F_5B_7-F_7B_5}{B_5A_7-B_7A_5}$$

$$\varphi_0=\frac{bq}{\alpha^3EI}\frac{A_5E_7-A_7E_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{b\Delta q}{\alpha^4EIh_1}\frac{A_5F_7-A_7F_5}{B_5A_7-B_7A_5}$$

（3—37）

（3）自由端：$M_B=0$，$Q_B=0$

由式（3—33）的第3、4式联解得：

$$\left.\begin{aligned}x_0&=\frac{M_0}{a^2EI}\cdot\frac{C_7B_8-C_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}+\frac{Q_0}{a^3EI}\cdot\frac{D_7B_8-D_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}\\&\quad+\frac{bq}{a^4EI}\cdot\frac{E_7B_8-E_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}+\frac{b\Delta q}{a^5EIh_1}\cdot\frac{F_7B_8-F_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}\\\varphi_0&=\frac{M_0}{aEI}\cdot\frac{A_7C_8-C_7A_8}{A_8B_7-A_7B_8}+\frac{Q_0}{a^2EI}\cdot\frac{A_7D_8-A_8D_7}{A_8B_7-A_7B_8}\\&\quad+\frac{bq}{a^3EI}\cdot\frac{A_7E_8-E_7A_8}{A_8B_7-A_7B_8}+\frac{b\Delta q}{a^4EIh_1}\cdot\frac{A_7F_8-F_7A_8}{A_8B_7-A_7B_8}\end{aligned}\right\}\quad(3-38)$$

因桩顶自由，故式（3—38）改写为：

$$\left.\begin{aligned}x_0&=\frac{bq}{a^4EI}\cdot\frac{E_7B_8-E_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}+\frac{b\Delta q}{a^5EIh_1}\cdot\frac{F_7B_8-F_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}\\\varphi_0&=\frac{bq}{a^3EI}\cdot\frac{A_7E_8-E_7A_8}{A_8B_7-A_7B_8}+\frac{b\Delta q}{a^4EIh_1}\cdot\frac{A_7F_8-F_7A_8}{A_8B_7-A_7B_8}\end{aligned}\right\}\quad(3-39)$$

求得桩顶变位后，即可计算桩身各截面的变位和内力。

（二）“K”法

适用于岩层地区，即地基系数为常数的情况。

如图3—9所示，根据桩的初参数方程，由式（3—19）得锚固段（AB）桩身变位和内力计算公式：

$$\left.\begin{aligned}x_B&=x_A\varphi_1'+\frac{\varphi_A}{\beta}\varphi_2'+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_3'+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_4'\\\frac{\varphi_B}{\beta}&=-4x_A\varphi_4'+\frac{\varphi_A}{\beta}\varphi_1'+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_2'+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_3'\\\frac{M_B}{\beta^2EI}&=-4x_A\varphi_3'-\frac{\varphi_A}{\beta}4\varphi_4'+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_1'+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_2'\\\frac{Q_B}{\beta^3EI}&=-4x_A\varphi_2'-\frac{\varphi_A}{\beta}4\varphi_3'-\frac{M_A}{\beta^2EI}4\varphi_4'+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_1'\end{aligned}\right\}\quad(3-40)$$

桩的受荷段（OA）挠曲微分方程为：

$$EI\frac{d^4x}{dy^4}+KxB_p-bq-b\Delta q\frac{y}{h_1}=0$$

解此方程，得受荷段桩身变位和内力计算公式：

$$\begin{aligned}
x_A&=x_0\varphi_1+\frac{\varphi_0}{\beta}\varphi_2+\frac{M_0}{\beta^2EI}\varphi_3+\frac{Q_0}{\beta^3EI}\varphi_4+\\
&\quad+\frac{bq}{4\beta^4EI}(1-\varphi_1)+\frac{b\Delta q}{4\beta^5EIh_1}(\beta y-\varphi_2)\\
\frac{\varphi_A}{\beta}&=-4x_0\varphi_4+\frac{\varphi_0}{\beta}\varphi_1+\frac{M_0}{\beta^2EI}\varphi_2+\frac{Q_0}{\beta^3EI}\varphi_3\\
&\quad+\frac{bq}{\beta^4EI}\varphi_4+\frac{b\Delta q}{4\beta^5EIh_1}(1-\varphi_1)\\
\frac{M_A}{\beta^2EI}&=-x_04\varphi_3-\frac{\varphi_0}{\beta}4\varphi_4+\frac{M_0}{\beta^2EI}\varphi_1+\frac{Q_0}{\beta^3EI}\varphi_2\\
&\quad+\frac{bq}{\beta^4EI}\varphi_3+\frac{b\Delta q}{\beta^5EIh_1}\varphi_4\\
\frac{Q_A}{\beta^3EI}&=-x_04\varphi_2-\frac{\varphi_0}{\beta}4\varphi_3-\frac{M_0}{\beta^2EI}4\varphi_4+\frac{Q_0}{\beta^3EI}\varphi_1\\
&\quad+\frac{bq}{\beta^4EI}\varphi_2+\frac{b\Delta q}{\beta^5EIh_1}\varphi_3
\end{aligned}\qquad(3-41)$$

将式（3—41）代入式（3—40）并整理得：

$$\begin{aligned}
x_B&=x_0(\varphi_1\varphi_1'-4\varphi_4\varphi_2'-4\varphi_3\varphi_3'-4\varphi_2\varphi_4')\\
&\quad+\frac{\varphi_0}{\beta}(\varphi_2\varphi_1'+\varphi_1\varphi_2'-4\varphi_4\varphi_3'-4\varphi_3\varphi_4')\\
&\quad+\frac{M_0}{\beta^2EI}(\varphi_3\varphi_1'+\varphi_2\varphi_2'+\varphi_1\varphi_3'-4\varphi_4\varphi_4')\\
&\quad+\frac{Q_0}{\beta^3EI}(\varphi_4\varphi_1'+\varphi_3\varphi_2'+\varphi_2\varphi_3'+\varphi_1\varphi_4')\\
&\quad+\frac{bq}{4\beta^4EI}[\varphi_1'(1-\varphi_1)+4\varphi_2'\varphi_4+4\varphi_3'\varphi_3+4\varphi_4'\varphi_2]\\
&\quad+\frac{b\Delta q}{4\beta^5EI}[(\beta y-\varphi_2)\varphi_1'+(1-\varphi_1)\varphi_2'
\end{aligned}$$

$$+4\varphi_4\varphi_3'+4\varphi_3\varphi_4']$$

$$\frac{\varphi_B}{\beta}=-4x_0(\varphi_1\varphi_4'+\varphi_4\varphi_1'+\varphi_3\varphi_2'+\varphi_2\varphi_3')$$

$$-\frac{\varphi_0}{\beta}(4\varphi_2\varphi_4'-\varphi_1\varphi_1'+4\varphi_4\varphi_2'+4\varphi_3\varphi_3')$$

$$-\frac{M_0}{\beta^2EI}(4\varphi_3\varphi_4'-\varphi_2\varphi_1'-\varphi_1\varphi_2'+4\varphi_4\varphi_3')$$

$$+\frac{Q_0}{\beta^3EI}(-4\varphi_4\varphi_4'+\varphi_3\varphi_1'+\varphi_2\varphi_2'+\varphi_1\varphi_3')$$

$$-\frac{bq}{\beta^4EI}[(1-\varphi_1)\varphi_4'-\varphi_4\varphi_1'-\varphi_3\varphi_2'-\varphi_2\varphi_3']$$

$$-\frac{b\Delta q}{4\beta^5EIh_1}[4(\beta y-\varphi_2)\varphi_4'-(1-\varphi_1)\varphi_1'$$

$$-4\varphi_4\varphi_2'-4\varphi_3\varphi_3']$$

$$\frac{M_B}{\beta^2EI}=-4x_0(\varphi_1\varphi_3'-4\varphi_4\varphi_4'+\varphi_3\varphi_1'+\varphi_2\varphi_2')$$

$$-4\frac{\varphi_0}{\beta}(\varphi_2\varphi_3'+\varphi_1\varphi_4'-\varphi_4\varphi_1'+\varphi_3\varphi_2')$$

$$-\frac{M_0}{\beta^2EI}(4\varphi_3\varphi_3'+4\varphi_2\varphi_4'-\varphi_1\varphi_1'+4\varphi_4\varphi_2')$$

$$-\frac{Q_0}{\beta^3EI}(4\varphi_4\varphi_3'+4\varphi_3\varphi_4'-\varphi_2\varphi_1'-\varphi_1\varphi_2')$$

$$-\frac{bq}{\beta^4EI}[(1-\varphi_1)\varphi_3'+4\varphi_4\varphi_4'-\varphi_3\varphi_1'-\varphi_2\varphi_2']$$

$$-\frac{b\Delta q}{\beta^5EIh_1}[(\beta y-\varphi_2)\varphi_3'+(1-\varphi_1)\varphi_4'$$

$$-\varphi_4\varphi_1'-\varphi_3\varphi_2']$$

$$\frac{Q_B}{\beta^3EI}=-4x_0(\varphi_1\varphi_2'-4\varphi_4\varphi_3'-4\varphi_3\varphi_4'+\varphi_2\varphi_1')$$

$$-4\frac{\varphi_0}{\beta}(\varphi_2\varphi_2'+\varphi_1\varphi_3'-4\varphi_4\varphi_4'+\varphi_3\varphi_1')$$

$$-4\frac{M_0}{\beta^2EI}(\varphi_3\varphi_2'+\varphi_2\varphi_3'+\varphi_1\varphi_4'+\varphi_4\varphi_1')$$

$$-\frac{Q_0}{\beta^3 EI}(4\varphi_4\varphi_2'+4\varphi_3\varphi_3'+4\varphi_2\varphi_4'-\varphi_1\varphi_1')\cdot$$

$$-\frac{bq}{\beta^4 EI}[(1-\varphi_1)\varphi_2'+4\varphi_4\varphi_3'+4\varphi_3\varphi_4'-\varphi_2\varphi_1']$$

$$-\frac{b\Delta q}{\beta^5 EIh_1}[(\beta y-\varphi_2)\varphi_2'+(1-\varphi_1)\varphi_3'$$

$$+4\varphi_4\varphi_4'-\varphi_3\varphi_1']$$

令

$$\begin{cases}A_5=\varphi_1\varphi_1'-4\varphi_4\varphi_2'-4\varphi_3\varphi_3'-4\varphi_2\varphi_4'\\ B_5=\varphi_2\varphi_1'+\varphi_1\varphi_2'-4\varphi_4\varphi_3'-4\varphi_3\varphi_4'\\ C_5=\varphi_3\varphi_1'+\varphi_2\varphi_2'+\varphi_1\varphi_3'-4\varphi_4\varphi_4'\\ D_5=\varphi_4\varphi_1'+\varphi_3\varphi_2'+\varphi_2\varphi_3'+\varphi_1\varphi_4'\\ E_5=(1-\varphi_1)\varphi_1'+4\varphi_4\varphi_2'+4\varphi_3\varphi_3'+4\varphi_2\varphi_4'\\ F_5=(\beta y-\varphi_2)\varphi_1'+(1-\varphi_1)\varphi_2'+4\varphi_4\varphi_3'+4\varphi_3\varphi_4'\end{cases}$$

$$\begin{cases}A_6=\varphi_1\varphi_4'+\varphi_4\varphi_1'+\varphi_3\varphi_2'+\varphi_2\varphi_3'\\ B_6=4\varphi_2\varphi_4'-\varphi_1\varphi_1'+4\varphi_4\varphi_2'+4\varphi_3\varphi_3'\\ C_6=4\varphi_3\varphi_4'-\varphi_2\varphi_1'+\varphi_1\varphi_2'+4\varphi_4\varphi_3'\\ D_6=-4\varphi_4\varphi_4'+\varphi_3\varphi_1'-\varphi_2\varphi_2'+\varphi_1\varphi_3'\\ E_6=(1-\varphi_1)\varphi_4'-\varphi_4\varphi_1'-\varphi_3\varphi_2'-\varphi_2\varphi_3'\\ F_6=4(\beta y-\varphi_2)\varphi_4'-(1-\varphi_1)\varphi_1'-4\varphi_4\varphi_2'-4\varphi_3\varphi_3'\end{cases}$$

$$\begin{cases}A_7=\varphi_1\varphi_3'-4\varphi_4\varphi_4'+\varphi_3\varphi_1'+\varphi_2\varphi_2'\\ B_7=\varphi_2\varphi_3'+\varphi_1\varphi_4'+\varphi_4\varphi_1'+\varphi_3\varphi_2'\\ C_7=4\varphi_3\varphi_3'+4\varphi_2\varphi_4'-\varphi_1\varphi_1'+4\varphi_4\varphi_2'\\ D_7=4\varphi_4\varphi_3'+4\varphi_3\varphi_4'-\varphi_2\varphi_1'-\varphi_1\varphi_2'\\ E_7=(1-\varphi_1)\varphi_3'+4\varphi_4\varphi_4'-\varphi_3\varphi_1'-\varphi_2\varphi_2'\\ F_7=(\beta y-\varphi_2)\varphi_3'+(1-\varphi_1)\varphi_4'-\varphi_4\varphi_1'-\varphi_3\varphi_2'\end{cases}$$

$$\begin{cases} A_8=\varphi_1\varphi_2'-4\varphi_4\varphi_3'-4\varphi_3\varphi_4'+\varphi_2\varphi_1' \\ B_8=\varphi_2\varphi_2'+\varphi_1\varphi_3'-4\varphi_4\varphi_4'+\varphi_3\varphi_1' \\ C_8=\varphi_3\varphi_2'+\varphi_2\varphi_3'+\varphi_1\varphi_4'+\varphi_4\varphi_1' \\ D_8=4\varphi_4\varphi_2'+4\varphi_3\varphi_3'+4\varphi_4\varphi_4'-\varphi_1\varphi_1' \\ E_8=(1-\varphi_1)\varphi_2'+4\varphi_4\varphi_3'+4\varphi_3\varphi_4'-\varphi_2\varphi_1' \\ F_8=(\beta y-\varphi_2)\varphi_2'+(1-\varphi_1)\varphi_3'+4\varphi_4\varphi_4'-\varphi_3\varphi_1' \end{cases}$$

以上各式中，$\varphi_1\sim\varphi_4$、$\varphi_1'\sim\varphi_4'$分别为随受荷段（OA）换算深度βh_1变化的系数φ、随锚固段（AB）换算深度βh_2变化的系数φ'，即“K”法的影响函数值，均可由附表五查得。

将全桩的变位及内力写成以桩顶的变位及内力为初参数的方程组：

$$\begin{aligned} x_B&=x_0A_5+\frac{\varphi_0}{\beta}B_5+\frac{M_0}{\beta^2EI}C_5+\frac{Q_0}{\beta^3EI}D_5 \\ &\quad+\frac{bq}{4\beta^4EI}E_5+\frac{b\Delta q}{4\beta^5EIh_1}F_5 \\ \frac{\varphi_B}{\beta}&=-4x_0A_6-\frac{\varphi_0}{\beta}B_6-\frac{M_0}{\beta^2EI}C_6 \\ &\quad+\frac{Q_0}{\beta^3EI}D_6-\frac{bq}{\beta^4EI}E_6-\frac{b\Delta q}{4\beta^5EIh_1}F_6 \\ \frac{M_B}{\beta^2EI}&=-4x_0A_7-4\frac{\varphi_0}{\beta}B_7-\frac{M_0}{\beta^2EI}C_7 \\ &\quad-\frac{Q_0}{\beta^3EI}D_7-\frac{bq}{\beta^4EI}E_7-\frac{b\Delta q}{\beta^5EIh_1}F_7 \\ \frac{Q_B}{\beta^3EI}&=-4x_0A_8-4\frac{\varphi_0}{\beta}B_8-4\frac{M_0}{\beta^2EI}C_8 \\ &\quad-\frac{Q_0}{\beta^3EI}D_8-\frac{bq}{\beta^4EI}E_7 \\ &\quad-\frac{b\Delta q}{\beta^5EIh_1}F_8 \end{aligned} \qquad (3-42)$$

当桩底为固定端时，$x_B=0$，$\varphi_B=0$，由式（3—42）的

前两式联解得桩顶变位：

$$\left.\begin{aligned}
x_0 &= \frac{M_0}{\beta^2 EI}\cdot\frac{B_5C_6-B_6C_5}{A_5B_6-4A_6B_5}-\frac{Q_0}{\beta^3 EI}\\
&\quad\cdot\frac{B_5D_6+B_6D_5}{A_5B_6-4A_6B_5}+\frac{bq}{\beta^4 EI}\cdot\frac{4B_5E_6-B_6E_5}{4(A_5B_6-4A_6B_5)}\\
&\quad+\frac{b\Delta q}{4\beta^5 EIh_1}\cdot\frac{B_5F_6-B_6F_5}{A_5B_6-4A_6B_5}\\
\varphi_0 &= \frac{M_0}{\beta EI}\cdot\frac{4A_6C_5-C_6A_5}{A_5B_6-4A_6B_5}+\frac{Q_0}{\beta^2 EI}\\
&\quad\cdot\frac{4A_6D_5+D_6A_5}{A_5B_6-4A_6B_5}+\frac{bq}{\beta^3 EI}\cdot\frac{E_5A_6-E_6A_5}{A_5B_6-4A_6B_5}\\
&\quad+\frac{b\Delta q}{4\beta^4 EIh_1}\cdot\frac{4F_5A_6-F_6A_5}{A_5B_6-4A_6B_5}
\end{aligned}\right\}$$

（3—43）

因桩顶为自由端，即 $M_0=0$，$Q_0=0$，故式（3—43）改写为：

$$\left.\begin{aligned}
x_0 &= \frac{bq}{\beta^4 EI}\cdot\frac{4B_5E_6-B_6E_5}{4(A_5B_6-4A_6B_5)}+\frac{b\Delta q}{4\beta^5 EIh_1}\\
&\quad\cdot\frac{B_5F_6-B_6F_5}{A_5B_6-4A_6B_5}\\
\varphi_0 &= \frac{bq}{\beta^3 EI}\cdot\frac{E_5A_6-E_6A_5}{A_5B_6-4A_6B_5}+\frac{b\Delta q}{4\beta^4 EIh_1}\\
&\quad\cdot\frac{4F_5A_6-F_6A_5}{A_5B_6-4A_6B_5}
\end{aligned}\right\}$$

（3—44）

用同样方法亦可导出桩底为铰支端、自由端时桩顶变位的计算公式，从而计算桩身各截面的变位和内力。

（三）“m—K”法

适用于滑动面以上地层地基系数随深度成正比例增加而滑动面以下地层地基系数为常数的情况，如滑动面以上为土层、滑动面以下为岩层的情况。

仍如图3—9所示，根据桩的初参数方程，由式（3—19）

得锚固段（AB）桩身变位和内力计算公式：

$$\left.\begin{aligned}
x_B &= x_A\varphi_1+\frac{\varphi_A}{\beta}\varphi_2+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_3+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_4\\
\frac{\varphi_B}{\beta} &= -x_A\cdot 4\varphi_4+\frac{\varphi_A}{\beta}\varphi_1+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_2+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_3\\
\frac{M_B}{\beta^2EI} &= -x_A\cdot 4\varphi_3-\frac{\varphi_A}{\beta}\cdot 4\varphi_4+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_1\\
&\quad+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_2\\
\frac{Q_B}{\beta^3EI} &= -x_A\cdot 4\varphi_2-\frac{\varphi_A}{\beta}\cdot 4\varphi_3-\frac{M_A}{\beta^2EI}\cdot 4\varphi_4\\
&\quad+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_1
\end{aligned}\right\}\qquad(3-45)$$

由式（3—32）得滑动面以上受荷段（OA）桩身变位和内力计算公式：

$$\left.\begin{aligned}
x_A &= x_0A_1+\frac{\varphi_0}{\alpha}B_1+\frac{M_0}{\alpha^2EI}C_1+\frac{Q_0}{\alpha^3EI}D_1\\
&\quad+\frac{bq}{\alpha^4EI}E_1+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}F_1\\
\frac{\varphi_A}{\alpha} &= x_0A_2+\frac{\varphi_0}{\alpha}B_2+\frac{M_0}{\alpha^2EI}C_2+\frac{Q_0}{\alpha^3EI}D_2\\
&\quad+\frac{bq}{\alpha^4EI}E_2+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}F_2\\
\frac{M_A}{\alpha^2EI} &= x_0A_3+\frac{\varphi_0}{\alpha}B_3+\frac{M_0}{\alpha^2EI}C_3+\frac{Q_0}{\alpha^3EI}D_3\\
&\quad+\frac{bq}{\alpha^4EI}E_3+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}F_3\\
\frac{Q_A}{\alpha^3EI} &= x_0A_4+\frac{\varphi_0}{\alpha}B_4+\frac{M_0}{\alpha^2EI}C_4+\frac{Q_0}{\alpha^3EI}D_4\\
&\quad+\frac{bq}{\alpha^4EI}E_4+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}F_4
\end{aligned}\right\}\qquad(3-46)$$

将式（3—46）代入式（3—45）并整理，便得到以桩顶变位和内力表示的全桩变位和内力的初参数方程组：

$$\left.\begin{aligned}
x_B &= x_0 A_5 + \frac{\varphi_0}{\alpha} B_5 + \frac{M_0}{\alpha^2 EI} C_5 + \frac{Q_0}{\alpha^3 EI} D_5 \\
&\quad + \frac{bq}{\alpha^4 EI} E_5 + \frac{b\Delta q}{\alpha^5 EI h_1} F_5 \\
\frac{\varphi_B}{\beta} &= x_0 A_6 + \frac{\varphi_0}{\alpha} B_6 + \frac{M_0}{\alpha^2 EI} C_6 + \frac{Q_0}{\alpha^3 EI} D_6 \\
&\quad + \frac{bq}{\alpha^4 EI} E_6 + \frac{b\Delta q}{\alpha^5 EI h_1} F_6 \\
\frac{M_B}{\beta^2 EI} &= x_0 A_7 + \frac{\varphi_0}{\alpha} B_7 + \frac{M_0}{\alpha^2 EI} C_7 + \frac{Q_0}{\alpha^3 EI} D_7 \\
&\quad + \frac{bq}{\alpha^4 EI} E_7 + \frac{b\Delta q}{\alpha^5 EI h_1} F_7 \\
\frac{Q_B}{\beta^3 EI} &= x_0 A_8 + \frac{\varphi_0}{\alpha} B_8 + \frac{M_0}{\alpha^2 EI} C_8 + \frac{Q_0}{\alpha^3 EI} D_8 \\
&\quad + \frac{bq}{\alpha^4 EI} E_8 + \frac{b\Delta q}{\alpha^5 EI h_1} F_8
\end{aligned}\right\} \qquad (3—47)$$

式中

$$\left\{\begin{aligned}
A_5 &= A_1\varphi_1 + nA_2\varphi_2 + n^2A_3\varphi_3 + n^3A_4\varphi_4 \\
B_5 &= B_1\varphi_1 + nB_2\varphi_2 + n^2B_3\varphi_3 + n^3B_4\varphi_4 \\
C_5 &= C_1\varphi_1 + nC_2\varphi_2 + n^2C_3\varphi_3 + n^3C_4\varphi_4 \\
D_5 &= D_1\varphi_1 + nD_2\varphi_2 + n^2D_3\varphi_3 + n^3D_4\varphi_4 \\
E_5 &= E_1\varphi_1 + nE_2\varphi_2 + n^2E_3\varphi_3 + n^3E_4\varphi_4 \\
F_5 &= F_1\varphi_1 + nF_2\varphi_2 + n^2F_3\varphi_3 + n^3F_4\varphi_4
\end{aligned}\right.$$

$$\left\{\begin{aligned}
A_6 &= -4A_1\varphi_4 + nA_2\varphi_1 + n^2A_3\varphi_2 + n^3A_4\varphi_3 \\
B_6 &= -4B_1\varphi_4 + nB_2\varphi_1 + n^2B_3\varphi_2 + n^3B_4\varphi_3 \\
C_6 &= -4C_1\varphi_4 + nC_2\varphi_1 + n^2C_3\varphi_2 + n^3C_4\varphi_3 \\
D_6 &= -4D_1\varphi_4 + nD_2\varphi_1 + n^2D_3\varphi_2 + n^3D_4\varphi_3 \\
E_6 &= -4E_1\varphi_4 + nE_2\varphi_1 + n^2E_3\varphi_2 + n^3E_4\varphi_3 \\
F_6 &= -4F_1\varphi_4 + nF_2\varphi_1 + n^2F_3\varphi_2 + n^3F_4\varphi_3
\end{aligned}\right.$$

$$\begin{cases} A_7=-4A_1\varphi_3-4nA_2\varphi_4+n^2A_3\varphi_1+n^3A_4\varphi_2 \\ B_7=-4B_1\varphi_3-4nB_2\varphi_4+n^2B_3\varphi_1+n^3B_4\varphi_2 \\ C_7=-4C_1\varphi_3-4nC_2\varphi_4+n^2C_3\varphi_1+n^3C_4\varphi_2 \\ D_7=-4D_1\varphi_3-4nD_2\varphi_4+n^2D_3\varphi_1+n^3D_4\varphi_2 \\ E_7=-4E_1\varphi_3-4nE_2\varphi_4+n^2E_3\varphi_1+n^3E_4\varphi_2 \\ F_7=-4F_1\varphi_3-4nF_2\varphi_4+n^2F_3\varphi_1+n^3F_4\varphi_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} A_8=-4A_1\varphi_2-4nA_2\varphi_3-4n^2A_3\varphi_4+n^3A_4\varphi_1 \\ B_8=-4B_1\varphi_2-4nB_2\varphi_3-4n^2B_3\varphi_4+n^3B_4\varphi_1 \\ C_8=-4C_1\varphi_2-4nC_2\varphi_3-4n^2C_3\varphi_4+n^3C_4\varphi_1 \\ D_8=-4D_1\varphi_2-4nD_2\varphi_3-4n^2D_3\varphi_4+n^3D_4\varphi_1 \\ E_8=-4E_1\varphi_2-4nE_2\varphi_3-4n^2E_3\varphi_4+n^3E_4\varphi_1 \\ F_8=-4F_1\varphi_2-4nF_2\varphi_3-4n^2F_3\varphi_4+n^3F_4\varphi_1 \end{cases}$$

其中 $$n=\frac{\alpha}{\beta}$$

当桩底为固定端时，$x_B=0$，$\varphi_B=0$，由式（3—47）的前两式联解得桩顶变位：

$$\left.\begin{aligned} x_0=&\frac{M_0}{\alpha^2EI}\cdot\frac{B_5C_6-C_5B_6}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{Q_0}{\alpha^3EI}\cdot\frac{B_5D_6-D_5B_6}{A_5B_6-B_5A_6} \\ &+\frac{bq}{\alpha^4EI}\cdot\frac{B_5E_6-B_6E_5}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1} \\ &\cdot\frac{B_5F_6-F_5B_6}{A_5B_6-B_5A_5} \\ \varphi_0=&\frac{M_0}{\alpha EI}\cdot\frac{A_6C_5-C_6A_5}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{Q_0}{\alpha^2EI}\cdot\frac{A_6D_5-D_6A_5}{A_5B_6-B_5A_6} \\ &+\frac{bq}{\alpha^3EI}\cdot\frac{A_6E_5-A_5E_6}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{b\Delta q}{\alpha^4EIh_1} \\ &\cdot\frac{A_6F_5-F_6A_5}{A_5B_6-B_5A_6} \end{aligned}\right\}$$

（3—48）

因桩顶自由，$M_0=0$，$Q_0=0$，故式（3—48）改写为：

$$\left.\begin{aligned} x_0 &= \frac{bq}{\alpha^4 EI}\cdot\frac{B_5E_6-B_6E_5}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{b\Delta q}{\alpha^5 EIh_1}\\ &\quad\cdot\frac{B_5F_6-F_5B_6}{A_5B_6-B_5A_6}\\ \varphi_0 &= \frac{bq}{\alpha^3 EI}\cdot\frac{A_6E_5-A_5E_6}{A_5B_6-B_5A_6}+\frac{b\Delta q}{\alpha^4 EIh_1}\\ &\quad\cdot\frac{A_6F_5-F_6A_5}{A_5B_6-B_5A_6} \end{aligned}\right\} \quad (3-49)$$

当桩底为铰支端时，$x_B=0$，$M_B=0$，由式（3—47）的第1、3式联解得桩顶的变位：

$$\left.\begin{aligned} x_0 &= \frac{M_0}{\alpha^2 EI}\cdot\frac{C_5B_7-C_7B_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{Q_0}{\alpha^3 EI}\\ &\quad\cdot\frac{D_5B_7-D_7B_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{bq}{\alpha^4 EI}+\frac{E_5B_7-E_7B_5}{B_5A_7-B_7A_5}\\ &\quad+\frac{b\Delta q}{\alpha^5 EIh_1}\cdot\frac{F_5B_7-F_7B_5}{B_5A_7-B_7A_5}\\ \varphi_0 &= \frac{M_0}{\alpha EI}\cdot\frac{A_5C_7-A_7C_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{Q_0}{\alpha^2 EI}\\ &\quad\cdot\frac{A_5D_7-A_7D_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{bq}{\alpha^3 EI}\cdot\frac{A_5E_7-A_7E_5}{B_5A_7-B_7A_5}\\ &\quad+\frac{b\Delta q}{\alpha^4 EIh_1}\cdot\frac{A_5F_7-A_7F_5}{B_5A_7-B_7A_5} \end{aligned}\right\} \quad (3-50)$$

因桩顶内力为零，故式（3—50）改写为：

$$\left.\begin{aligned} x_0 &= \frac{bq}{\alpha^4 EI}\cdot\frac{E_5B_7-E_7B_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{b\Delta q}{\alpha^5 EIh_1}\\ &\quad\cdot\frac{F_5B_7-F_7B_5}{B_5A_7-B_7A_5}\\ \varphi_0 &= \frac{bq}{\alpha^3 EI}\cdot\frac{A_5E_7-A_7E_5}{B_5A_7-B_7A_5}+\frac{b\Delta q}{\alpha^4 EIh_1}\\ &\quad\cdot\frac{A_5F_7-A_7F_5}{B_5A_7-B_7A_5} \end{aligned}\right\} \quad (3-51)$$

当桩底为自由端时，$M_B=0$，$Q_B=0$，由式（3—47）的第3、4式联解得桩顶变位为：

$$\left.\begin{aligned}
x_0&=\frac{M_0}{\alpha^2EI}\cdot\frac{C_7B_8-C_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}+\frac{Q_0}{\alpha^3EI}\\
&\quad\cdot\frac{D_7B_8-D_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}\\
&\quad+\frac{bq}{\alpha^4EI}\cdot\frac{A_7B_8-E_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}\\
&\quad\cdot\frac{F_7B_8-F_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}\\
\varphi_0&=\frac{M_0}{\alpha EI}\cdot\frac{A_7C_8-C_7A_8}{A_8B_7-A_7B_8}+\frac{Q_0}{\alpha^2EI}\\
&\quad\cdot\frac{A_7D_8-A_8D_7}{A_8B_7-A_7B_8}+\frac{bq}{\alpha^3EI}\cdot\frac{A_7E_8-E_7A_8}{A_8B_7-A_7B_8}\\
&\quad+\frac{b\Delta q}{\alpha^4EIh_1}\cdot\frac{A_7F_8-F_7A_8}{A_8B_7-A_7B_8}
\end{aligned}\right\}\qquad(3-52)$$

因桩顶内力为零，故式（3—52）改写为：

$$\left.\begin{aligned}
x_0&=\frac{bq}{\alpha^4EI}\cdot\frac{E_7B_8-E_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}\\
&\quad\cdot\frac{F_7B_8-F_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}\\
\varphi_0&=\frac{bq}{\alpha^3EI}\cdot\frac{A_7E_8-E_7A_8}{A_8B_7-A_7B_8}+\frac{b\Delta q}{\alpha^4EIh_1}\\
&\quad\cdot\frac{A_7F_8-F_7A_8}{A_8B_7-A_7B_8}
\end{aligned}\right\}\qquad(3-53)$$

求出桩顶变位后，即可计算桩身各截面的变位和内力。

二、无 量 纲 法

（一）“$m-K$”法

如图3—9所示，根据桩在滑动面处的连续条件，即滑动面上、下两段在该点的变位相等的原理，求得该点的内力，然后分

上、下两段计算桩身各截面的变位和内力。

1. 滑动面以上受荷段（OA），当桩顶 $M_0=0$、$Q_0=0$ 时，将其代入式（3—46），则得滑动面处的变位和内力：

$$x_A=x_0A_1+\frac{\varphi_0}{\alpha}B_1+\frac{bq}{\alpha^4EI}E_1+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}(1-A_1) \tag{3—54}$$

$$\frac{\varphi_A}{\alpha}=x_0A_2+\frac{\varphi_0}{\alpha}B_2+\frac{bq}{\alpha^4EI}E_2-\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}A_2 \tag{3—55}$$

$$\frac{M_A}{\alpha^2EI}=x_0A_3+\frac{\varphi_0}{\alpha}B_3+\frac{bq}{\alpha^4EI}E_3-\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}A_3 \tag{3—56}$$

$$\frac{Q_A}{\alpha^3EI}=x_0A_4+\frac{\varphi_0}{\alpha}B_4+\frac{bq}{\alpha^4EI}E_4-\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}A_4 \tag{3—57}$$

以上各式中，A_i、B_i、E_i为换算深度αh_1的系数，其中 $1-A_1=F_1$，$-A_2=F_2$，$-A_3=F_3$，$-A_4=F_4$

由式（3—57）得：

$$x_0=\left(\frac{Q_A}{\alpha^3EI}-\frac{\varphi_0}{\alpha}B_4-\frac{bq}{\alpha^4EI}E_4+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}A_4\right)\cdot\frac{1}{A_4} \tag{3—58}$$

将式（3—58）代入式（3—56）可得：

$$\frac{\varphi_0}{\alpha}=\left[\frac{M_A}{\alpha^2EI}-\frac{Q_A}{\alpha^3EI}\frac{A_3}{A_4}-\frac{bq}{\alpha^4EI}\left(E_3-\frac{A_3E_4}{A_4}\right)\right]\cdot\frac{A_4}{B_3A_4-A_3B_4} \tag{3—59}$$

以式（3—58）、（3—59）分别代入式（3—54）、（3—55），经整理得：

$$x_A=-\frac{Q_A}{\alpha^3EI}G_1+\frac{M_A}{\alpha^2EI}G_2+\frac{bq}{\alpha^4EI}G_4$$

$$+\frac{b\Delta q}{mBph_1} \qquad (3-60)$$

$$\varphi_A=-\frac{Q_A}{\alpha^2EI}G_2+\frac{M_A}{\alpha EI}G_3-\frac{bq}{\alpha^3EI}G_5 \qquad (3-61)$$

式中 G_1、G_2、G_3、G_4、G_5——无量纲系数，根据受荷段的 αh_1 由附表八查得。

其中

$$G_1=\frac{B_1A_3-A_1B_3}{B_3A_4-A_3B_4}$$

$$G_2=\frac{B_1A_4-A_1B_4}{B_3A_4-A_3B_4}=\frac{B_2A_3-A_2B_3}{B_3A_4-A_3B_4}$$

$$G_3=\frac{B_2A_4-A_2B_4}{B_3A_4-A_3B_4}$$

$$G_4=E_1-E_3G_2+E_4G_1$$

$$G_5=-E_2+E_3G_3-E_4G_2$$

2. 滑动面以下锚固段（AB），由上节基本法中之“K”法得：

当桩底为自由端时：

$$x_A=\frac{Q_A}{\beta^3EI}\Phi_1+\frac{M_A}{\beta^2EI}\Phi_2 \qquad (3-62)$$

$$\varphi_A=-\frac{Q_A}{\beta^2EI}\Phi_2-\frac{M_A}{\beta EI}\Phi_3 \qquad (3-63)$$

式中 Φ_1、Φ_2、Φ_3为无量纲系数，见附表九—1。

其中

$$\Phi_1=\frac{\varphi_2\varphi_3-\varphi_1\varphi_4}{4\varphi_3^2-4\varphi_2\varphi_4}$$

$$\Phi_2=\frac{\varphi_1\varphi_3+4\varphi_4^2}{4\varphi_3^2-4\varphi_2\varphi_4}=\frac{\varphi_2^2-\varphi_1\varphi_3}{4\varphi_3^2-4\varphi_2\varphi_4}$$

$$\Phi_3=\frac{\varphi_1\varphi_2+4\varphi_3\varphi_4}{4\varphi_3^2-4\varphi_2\varphi_4}$$

当桩底为铰支端时：

$$x_A=\frac{Q_A}{\beta^3EI}\Phi_1'+\frac{M_A}{\beta^2EI}\Phi_2' \qquad (3-64)$$

$$\varphi_A=-\frac{Q_A}{\beta^2EI}\Phi_2'-\frac{M_A}{\beta EI}\Phi_3' \qquad (3-65)$$

式中 Φ_1'、Φ_2'、Φ_3'为无量纲系数，见附表九—2。

其中
$$\Phi_1'=\frac{\varphi_2^2+4\varphi_4^2}{4(\varphi_2\varphi_3-\varphi_1\varphi_4)}$$
$$\Phi_2'=\frac{\varphi_1\varphi_2+4\varphi_3\varphi_4}{4(\varphi_2\varphi_3-\varphi_1\varphi_4)}$$
$$\Phi_3'=\frac{\varphi_1^2+4\varphi_3^2}{4(\varphi_2\varphi_3-\varphi_1\varphi_4)}$$

当桩底为固定端时：

$$x_A=\frac{Q_A}{\beta^3EI}\Phi_1''+\frac{M_A}{\beta^2EI}\Phi_2'' \qquad (3-66)$$

$$\varphi_A=-\frac{Q_A}{\beta^2EI}\Phi_2''-\frac{M_A}{\beta EI}\Phi_3'' \qquad (3-67)$$

式中 Φ_1''、Φ_2''、Φ_3''为无量纲系数，见附表九—3。

其中
$$\Phi_1''=\frac{\varphi_2\varphi_3-\varphi_1\varphi_4}{\varphi_1^2+4\varphi_2\varphi_4}$$
$$\Phi_2''=\frac{\varphi_2^2-\varphi_1\varphi_3}{\varphi_1^2+4\varphi_2\varphi_4}=\frac{4\varphi_4^2+\varphi_1\varphi_3}{\varphi_1^2+4\varphi_2\varphi_4}$$
$$\Phi_3''=\frac{\varphi_1\varphi_2+4\varphi_3\varphi_4}{\varphi_1^2+4\varphi_2\varphi_4}$$

3. 利用桩身的连续条件，即根据受荷段（OA）解得的x_A、φ_A与锚固段（AB）解得的x_A、φ_A相等为条件，求出滑动面处的弯矩M_A、剪力Q_A。

当桩底为自由端时，由式（3—60）、（3—61）与式（3—62）、（3—63）可得：

$$M_A=-\frac{b\Delta q}{a^3h_1}r_1-\frac{bq}{a^2}(G_4r_1+G_5r_3) \qquad (3-68)$$

$$Q_A=-\frac{b\Delta q}{a^2h_1}r_2-\frac{bq}{a}(G_4r_2+G_5r_1) \qquad (3-69)$$

式中
$$r_1=\frac{G_2-\Phi_2n^2}{(G_2-\Phi_2n^2)^2-(G_1+\Phi_1n^3)(G_3+\Phi_3n)}$$
$$r_2=\frac{G_3+\Phi_3n}{(G_2-\Phi_2n^2)^2-(G_1+\Phi_1n^3)(G_3+\Phi_3n)}$$

$$r_3=\frac{G_1+\Phi_1 n^3}{(G_2-\Phi_2 n^2)^2-(G_1+\Phi n^3)(G_3+\Phi_3 n)}$$

$$n=\alpha/\beta$$

同理，当桩底为铰支端或固定端时，M_A、Q_A的表达式与式（3—68）、（3—69）相同，只需将r_1、r_2、r_3式中的Φ_1，Φ_2、Φ_3改为Φ_1'、Φ_2'、Φ_3'或Φ_1''、Φ_2''、Φ_3''即可。

4. 计算桩身任意截面的变位和内力

将求出的M_A、Q_A代入式（3—56）、（3—57）并化简，可得桩顶的变位：

$$x_0=\frac{M_A}{\alpha^2EI}\overline{B}_4-\frac{Q_A}{\alpha^3EI}\overline{B}_3-\frac{bq}{\alpha^4EI}(E_3\overline{B}_4-E_4\overline{B}_3)+\frac{bAq}{\alpha^5EIh_1} \qquad (3—70)$$

$$\frac{\varphi_0}{\alpha}=-\frac{M_A}{\alpha^2EI}\overline{A}_4+\frac{Q_A}{\alpha^2EI}\overline{A}_3+\frac{bq}{\alpha^4EI}(E_3\overline{A}_4-E_4\overline{A}_3) \qquad (3—71)$$

式中 $\overline{A}_3$、$\overline{A}_4$、$\overline{B}_3$、$\overline{B}_4$为无量纲系数，其中

$$\overline{A}_3=\frac{A_3}{A_3B_4-B_3A_4};\quad \overline{A}_4=\frac{A_4}{A_3B_4-B_3A_4};$$

$$\overline{B}_3=\frac{B_3}{A_3B_4-B_3A_4};\quad \overline{B}_4=\frac{B_4}{A_3B_4-B_3A_4}$$

将式（3—70）、（3—71）代入式（3—46），则得计算受荷段（OA）桩身变位和内力的公式：

$$\left.\begin{aligned}
x_y&=\frac{M_A}{\alpha^2EI}B_x+\frac{Q_A}{\alpha^3EI}A_x+\frac{bq}{\alpha^4EI}C_x+\frac{bAq}{mB_ph_1}\\
\varphi_y&=\frac{M_A}{\alpha EI}B_\varphi+\frac{Q_A}{\alpha^2EI}A_\varphi+\frac{bq}{\alpha^3EI}C_\varphi\\
M_y&=M_AB_m+\frac{Q_A}{\alpha}A_m+\frac{bq}{\alpha^2}C_m\\
Q_y&=\alpha M_AB_Q+Q_AA_Q+\frac{bq}{\alpha}C_Q
\end{aligned}\right\} \qquad (3—72)$$

式中 A_x、A_φ、A_m、A_Q、B_x、B_φ、B_m、B_Q、C_x、C_φ、C_m、C_Q——与αh_1及αy有关的无量纲系数，可查附表十

其中
$$A_x=\overline{A}_3B_1-\overline{B}_3A_1;\qquad A_\varphi=\overline{A}_3B_2-\overline{B}_3A_2$$
$$A_m=\overline{A}_3B_3-\overline{B}_3A_3;\qquad A_Q=\overline{A}_3B_4-\overline{B}_3A_4$$
$$B_x=-\overline{A}_4B_1+\overline{B}_4A_1;\qquad B_\varphi=-\overline{A}_4B_2+\overline{B}_4A_2$$
$$B_m=-\overline{A}_4B_3+\overline{B}_4A_3;\qquad B_Q=-\overline{A}_4B_4+\overline{B}_4A_4$$
$$C_x=\overline{EA}B_1-\overline{EB}A_1+E_1;$$
$$C_\varphi=\overline{EA}B_2-\overline{EB}A_2+E_2$$
$$C_m=\overline{EA}B_3-\overline{EB}A_3+E_3;$$
$$C_Q=\overline{EA}B_4-\overline{EB}A_4+E_4$$
$$\overline{EA}=E_3\overline{A}_4-E_4\overline{A}_3;\qquad \overline{EB}=E_3\overline{B}_4-E_4\overline{B}_3$$

同理，将求出的M_A、Q_A代入锚固段（AB）的初参数方程，便得滑动面以下桩身任意截面的变位和内力计算公式（详见第一节弹性桩无量纲法中的“K”法）。

（二）“$K-K$”法

适用于滑动面上、下地基系数为常数的情况。如图3—9，滑动面上、下的地基系数分别为K_1、K_2。

当桩顶$M_0=0$、$Q_0=0$时，受荷段（OA）的初参数方程为：

$$x_y=x_0\varphi_1+\frac{\varphi_0}{\beta_1}\varphi_2+\frac{bq}{K_1B_p}(1-\varphi_1)+\frac{b\Delta q}{\beta_1K_1B_ph_1}(\beta_1y-\varphi_2)\qquad(3-73)$$

$$\frac{\varphi_y}{\beta_1}=-4x_0\varphi_4+\frac{\varphi_0}{\beta_1}\varphi_1+\frac{4bq}{K_1B_p}\varphi_4+\frac{b\Delta q}{\beta_1K_1B_ph_1}(1-\varphi_1)\qquad(3-74)$$

$$\frac{M_y}{\beta_1^2EI}=-4x_0\varphi_3-\frac{4\varphi_0}{\beta_1}\varphi_4+\frac{4bq}{K_1B_p}\varphi_3+\frac{4b\Delta q}{\beta_1K_1B_ph_1}\varphi_4\qquad(3-75)$$

$$\frac{Q_y}{\beta_1^3 EI}=-4x_0\varphi_2-\frac{4\varphi_0}{\beta_1}\varphi_3+\frac{4bq}{K_1B_p}\varphi_2$$

$$+\frac{4b\Delta q}{\beta_1 K_1 B_p h_1}\varphi_3 \qquad (3-76)$$

式中 $\beta_1=\sqrt[4]{\frac{K_1B_p}{4EI}}$，为受荷段（$OA$）桩的变形系数，其余符号同前。

锚固段（AB）的初参数方程与第一节式（3—19）相同。按OA段“m”法时相同的步骤可得滑动面处的弯矩M_A、剪力Q_A：

$$M_A=-\frac{b\left(q+\frac{\Delta q}{h_1}\right)}{4\beta_1^2}r_1'+\frac{b\Delta q}{4\beta_1^3 h_1}r_3' \qquad (3-77)$$

$$Q_A=-\frac{b\left(q+\frac{\Delta q}{h_1}\right)}{4\beta_1}r_2'+\frac{b\Delta q}{4\beta_1^2 h_1}r_1' \qquad (3-78)$$

式中
$$r_1'=\frac{\Phi_2-\Phi_2'n^2}{(\Phi_2-\Phi_2'n^2)^2-(\Phi_1+\Phi_1'n^3)(\Phi_3+\Phi_3'n)}$$

$$r_2'=\frac{\Phi_3+\Phi_3'n}{(\Phi_2-\Phi_2'n^2)^2-(\Phi_1+\Phi_1'n^3)(\Phi_3+\Phi_3'n)}$$

$$r_3'=\frac{\Phi_1+\Phi_1'n^3}{(\Phi_2-\Phi_2'n^2)^2-(\Phi_1+\Phi_1'n^3)(\Phi_3+\Phi_3'n)}$$

其中 Φ_1、Φ_2、Φ_3——受荷段（OA）的无量纲系数，根据β_1h_1从附表九—1中查得，

Φ_1'、Φ_2'、Φ_3'——锚固段（AB）的无量纲系数，根据桩底的支承条件及β_2h_2从附表九中查得，

$$n=\frac{\beta_1}{\beta_2}=\sqrt[4]{\frac{K_1}{K_2}}$$

由OA段得滑动面处的变位：

$$x_A=-\frac{Q_A}{\beta_1^3 EI}\Phi_1+\frac{M_A}{\beta_1^2 EI}\Phi_2$$

$$+\frac{bq}{K_1B_p}-\frac{b\Delta q}{K_1B_ph_1} \qquad (3-79)$$

$$\varphi_A=-\frac{Q_A}{\beta_1^2EI}\Phi_2+\frac{M_A}{\beta_1EI}\Phi_3+\frac{b\Delta q}{K_1B_ph_1} \qquad (3-80)$$

由AB段得滑动面处的变位：

$$x_A=\frac{Q_A}{\beta_2^3EI}\Phi_1'+\frac{M_A}{\beta_2^2EI}\Phi_2' \qquad (3-81)$$

$$\varphi_A=-\frac{Q_A}{\beta_2^2EI}\Phi_2'-\frac{M_A}{\beta_2EI}\Phi_3' \qquad (3-82)$$

受荷段任意截面的变位和内力：

$$\left.\begin{aligned}
x_y&=\frac{M_A}{\beta_1^2EI}B_x+\frac{Q_A}{\beta_1^3EI}A_x+\frac{1}{K_1B_p}\left(bq+b\Delta q\frac{y}{h_1}\right)\\
\varphi_y&=\frac{M_A}{\beta_1EI}B_\varphi+\frac{Q_A}{\beta_1^2EI}A_\varphi+\frac{b\Delta q}{K_1B_ph_1}\\
M_y&=M_AB_m+\frac{Q_A}{\beta_1}A_m\\
Q_y&=\beta_1M_AB_Q+Q_AA_Q\\
\sigma&=K_1x_y
\end{aligned}\right\} \qquad (3-83)$$

式中　A_x、A_φ、A_m、A_Q、B_x、B_φ、B_m、B_Q——与受荷段β_1h_1、β_1y有关的无量纲系数，见附表十一，其中

$$A_x=\overline{\varphi}_3\varphi_2-\overline{\varphi}_4\varphi_1$$
$$A_\varphi=\overline{\varphi}_3\varphi_1+4\overline{\varphi}_4\varphi_4$$
$$A_m=-4\overline{\varphi}_3\varphi_4+4\overline{\varphi}_4\varphi_3$$
$$A_Q=-4\overline{\varphi}_3\varphi_3+4\overline{\varphi}_4\varphi_2$$
$$B_x=-\overline{\varphi}_2\varphi_2+\overline{\varphi}_3\varphi_1$$
$$B_\varphi=-\overline{\varphi}_2\varphi_1-4\varphi_3\varphi_4$$
$$B_M=4\overline{\varphi}_2\varphi_4-4\overline{\varphi}_3\varphi_3$$
$$B_Q=4\overline{\varphi}_2\varphi_3-4\overline{\varphi}_3\varphi_2$$

$$\overline{\varphi_2} = \frac{\varphi_2}{4(\varphi_2\varphi_4-\varphi_3^2)}$$

$$\overline{\varphi_3} = \frac{\varphi_3}{4(\varphi_2\varphi_4-\varphi_3^2)}$$

$$\overline{\varphi_4} = \frac{\varphi_4}{4(\varphi_2\varphi_4-\varphi_3^2)}$$

锚固段任意截面的变位和内力计算与第一节弹性桩无量纲法中的“K”法相同。

（三）“$m-m$”法

如图3—10所示，滑动面以上地基系数按线性变化，其比例系数为m_1。滑动面处的地基系数为A，以下也按线性变化，并呈梯形分布，其比例系数为m_2，则任意处的地基系数是：

$$K_y = A + m_2 y \qquad (3-84)$$

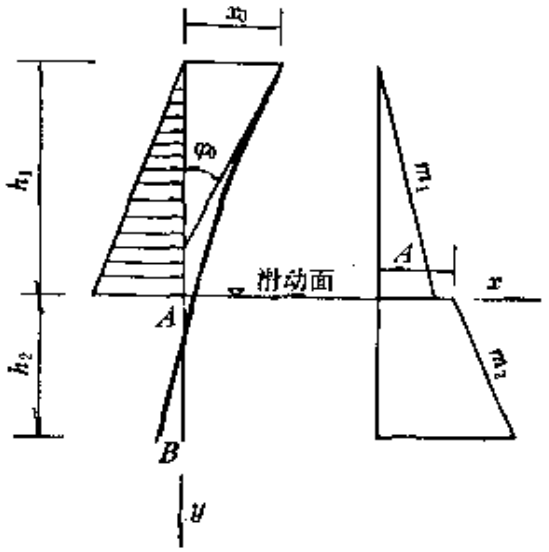


图3—10 “$m-m$”法计算简图

这种情况，需将桩的深度换算后，再计算桩的变位、内力。

1. 基本公式

参照本章第一节介绍的计算方法，将地基系数K的变化图形延伸至地面以上与竖向轴相交于H点，见图3—11，H点距滑动面的高度a为：

$$a = \frac{A}{m_2}$$

令H为换算桩顶，其四个初值为x_a、φ_a、M_a及Q_a。

换算桩的初参数方程为：

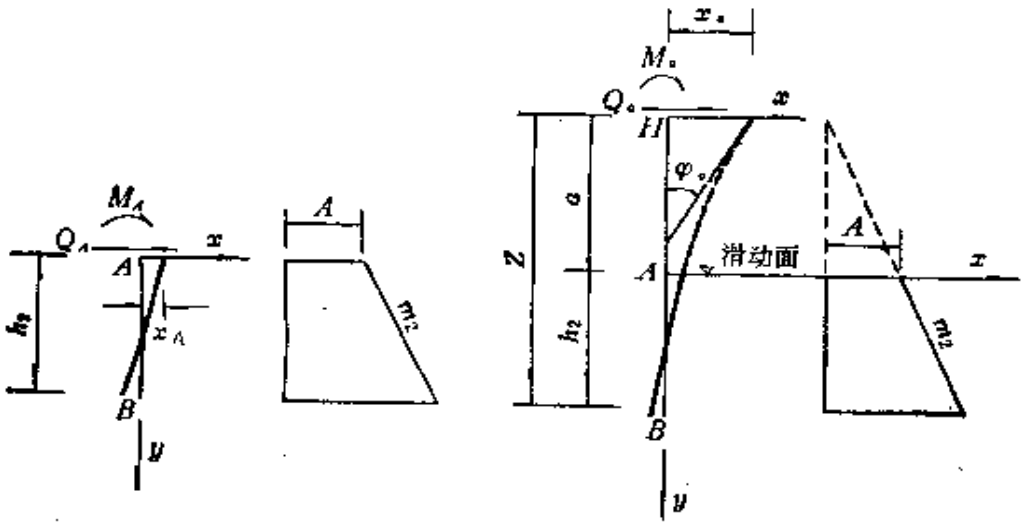


图 3—11　滑动面处抗力不为零时的示意图

$$\left.\begin{aligned}
x_z &= x_a A_1 + \frac{\varphi_a}{\alpha} B_1 + \frac{M_a}{\alpha^2 EI} C_1 + \frac{Q_a}{\alpha^3 EI} D_1 \\
\frac{\varphi_z}{\alpha} &= x_a A_2 + \frac{\varphi_a}{\alpha} B_2 + \frac{M_a}{\alpha^2 EI} C_2 + \frac{Q_a}{\alpha^3 EI} D_2 \\
\frac{M_z}{\alpha^2 EI} &= x_a A_3 + \frac{\varphi_a}{\alpha} B_3 + \frac{M_a}{\alpha^2 EI} C_3 + \frac{Q_a}{\alpha^3 EI} D_3 \\
\frac{Q_z}{\alpha^3 EI} &= x_a A_4 + \frac{\varphi_a}{\alpha} B_4 + \frac{M_a}{\alpha^2 EI} C_4 + \frac{Q_a}{\alpha^3 EI} D_4
\end{aligned}\right\} \qquad (3—85)$$

式中　A_i、B_i、C_i、D_i——随换算桩换算深度（αz）而异的“m”法的影响函数值，见附表四；

x_a、φ_a、M_a、Q_a根据原桩（锚固段）滑动面处和桩底的边界条件用下述方法确定：

由式（3—24）得：

$$\left.\begin{aligned}
M_A &= \frac{Q_a}{\alpha} a_m + M_a b_m \\
Q_A &= Q_a a_Q + \alpha M_a b_Q
\end{aligned}\right\} \qquad (3—86)$$

式中　a_m、a_Q、b_m、b_Q——无量纲系数，见附表六。

由式（3—86）联解得：

$$\left.\begin{aligned} M_a &= \frac{Q_A}{\alpha} a'_m + M_A b'_m \\ Q_a &= Q_A a'_Q + \alpha M_A b'_Q \end{aligned}\right\} \qquad (3-87)$$

式中 a'_m、b'_m、a'_Q、b'_Q——无量纲系数，其中

$$a'_m = \frac{a_m}{a_m b_Q - a_Q b_m}$$

$$b'_m = \frac{-a_Q}{a_m b_Q - a_Q b_m}$$

$$a'_Q = \frac{-b_m}{a_m b_Q - a_Q b_m}$$

$$b'_Q = \frac{b_Q}{a_m b_Q - a_Q b_m}$$

将换算桩顶“弯矩”M_a和“剪力”Q_a代入式（3—24）整理得滑动面处的变位：

$$\left.\begin{aligned} x_A &= \frac{Q_a}{\alpha^3 EI} a_x + \frac{M_a}{\alpha^2 EI} b_x = \frac{Q_A}{\alpha^3 EI} P_1 + \frac{M_A}{\alpha^2 EI} P_2 \\ \varphi_A &= \frac{Q_a}{\alpha^2 EI} a_\varphi + \frac{M_a}{\alpha EI} b_\varphi = -\frac{Q_A}{\alpha^2 EI} P_2 - \frac{M_A}{\alpha EI} P_3 \end{aligned}\right\}$$

（3—88）

式中 P_1、P_2、P_3——滑动面以下地基系数按梯形分布（“m”法）时，计算滑动面处变位的无量纲系数。

其中

$$P_1 = \frac{b_x a_m - a_x b_m}{a_m b_Q - a_Q b_m}$$

$$P_2 = \frac{a_x b_Q - b_x a_Q}{a_m b_Q - a_Q b_m}$$

$$P_3 = \frac{b_\varphi a_Q - a_\varphi b_Q}{a_m b_Q - a_Q b_m}$$

附表十四给出了当桩底为自由端时的a'_m、b'_m、a'_Q、b'_Q及P_1、P_2、P_3之值，根据换算桩的αa及$\alpha(a+h_2)$查得。

不难看出，式（3—88）与式（3—62）、（3—63）具有完全相同的形式。因此，滑动面处的M_A、Q_A可按本章滑动面以

下地基系数为常数K的情况计算，只需将公式中Φ_1、Φ_2、Φ_3代之以相应的P_1、P_2、P_3即可。

求得换算桩顶初值M_o、Q_o及滑动面处的M_A、Q_A后，即可按上、下两段计算各截面的变位和内力。

2. 算例

如图3—12所示，某抗滑桩设桩位置的滑坡推力$E_n=120$t/m（按三角形分布），桩间距$L=8.0$m，桩长18m，其中受荷段$h_1=12$m，锚固段$h_2=6.0$m，桩底为自由端，桩身截面尺寸$a=3$m、$b=2$m。桩身材料为200号混凝土，$E=26\times10^5$t/m²。假设滑动面以上地基系数按线性分布，$m_1=220$t/m⁴，滑动面处地基系数$K_A=0.2\times10^5$t/m³，以下按线性分布，$m_2=3000$t/m⁴。试计算桩身变位及内力。

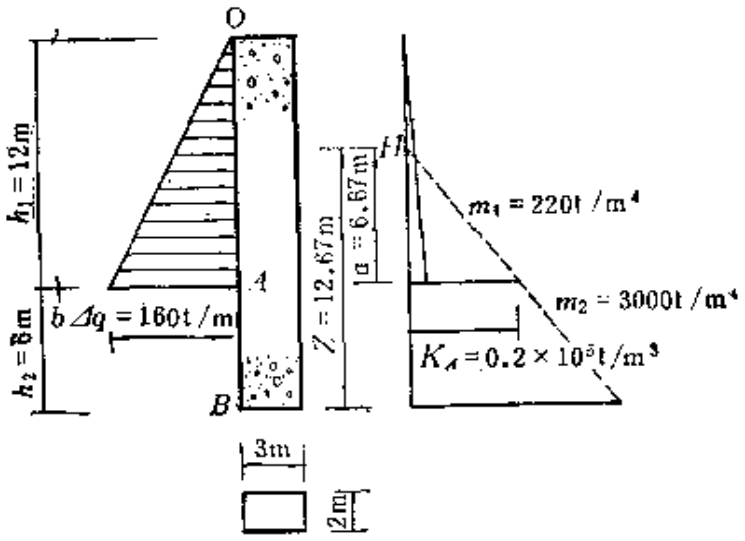


图3—12 计算简图

（1）滑动面以上OA段的无量纲系数

$$B_p=b+1=2+1=3\text{m}$$

$$I=\frac{1}{12}ba^3=\frac{1}{12}\times2\times3^3=4.5\text{m}^4$$

$$\alpha_1=\sqrt[5]{\frac{m_1B_p}{EI}}=\sqrt[5]{\frac{220\times3}{26\times10^5\times4.5}}=0.14134$$

$$\alpha_1 h_1 = 0.14134 \times 12.0 = 1.696$$

由$\alpha_1 h_1$值查附表八得：

$$G_1 = 2.09548,\quad G_2 = 2.52796,\quad G_3 = 4.79389$$

（2）滑动面以下AB段的无量纲系数

将AB段地基系数的变化图形延伸到滑动面以上与竖向轴交于H点，该点至滑动面的距离为a：

$$a = \frac{K_A}{m_2} = \frac{0.2 \times 10^6}{3000} = 6.67\ \text{m}$$

$$z = a + h_2 = 6.67 + 6.0 = 12.67\text{m}$$

$$\alpha_2 = \sqrt{\frac{3000 \times 3}{26 \times 10^6 \times 4.5}} = 0.23835$$

$$\alpha_2 a = 0.23835 \times 6.67 = 1.59$$

$$\alpha_2 z = 0.23835 \times 12.67 = 3.02$$

由$\alpha_2 a$及$\alpha_2 z$值，查附表十四得：

$$P_1 = 1.50657,\quad P_2 = 1.61766,\quad P_3 = 2.47963$$

（3）滑动面处的弯矩、剪力

$$n = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{0.14134}{0.23835} = 0.59299$$

由式（3—68）、（3—69），并将其中Φ_1、Φ_2、Φ_3分别代之以P_1、P_2、P_3得：

$$r_1 = \frac{G_2 - P_2 n^2}{(G_2 - P_2 n^2)^2 - (G_1 + P_1 n^3)(G_3 + P_3 n)}$$

$$= \frac{2.52796 - 1.61766 \times 0.59299^2}{(2.52796 - 1.61766 \times 0.59299^2)^2 - (2.09548 + 1.50657 \times 0.59299^3) \cdot (4.79389 + 2.47963 \times 0.59299)}$$

$$= -0.17405$$

$$r_2 = \frac{G_3 + P_3 n}{(G_2 - P_2 n^2)^2 - (G_1 + P_1 n^3)(G_3 + P_3 n)}$$

$$= -\frac{6.26429}{11.25643} = -0.55651$$

$$b\Delta q=\frac{2\times E_a L}{h_1}=\frac{2\times 120\times 8}{12.0}=160\text{t/m}$$

$$M_A=-\frac{b\Delta q}{\alpha_1^3 h_1}r_1=-\frac{160}{0.14134^3\times 12.0}\times(-0.17405)=821.96\text{t}\cdot\text{m}$$

$$Q_A=-\frac{b\Delta q}{\alpha_1^2 h_1}r_2=-\frac{160}{0.14134^2\times 12.0}\times(-0.55651)=371.43\text{t}$$

（4）滑动面以上桩身变位及内力的计算

与滑动面以上地基系数按线性分布的情况相同。

（5）滑动面以下桩身的变位及内力

根据算得的$\alpha_2 a$及$\alpha_2 Z$值，从附表十四查得：

$$a'_m=-4.40551,\qquad b'_m=-2.63904$$

$$a'_Q=3.85064,\qquad b'_Q=3.91389$$

代入式（3—87）计算换算桩顶的初值：

$$M_a=\frac{Q_A}{\alpha_2}a'_m+M_A b'_m$$

$$=\frac{371.43}{0.23835}\times(-4.40551)+821.96\times(-2.63904)$$

$$=-9034.46\quad\text{t}\cdot\text{m}$$

$$Q_a=Q_A a'_Q+\alpha_2 M_A b'_Q$$

$$=371.43\times 3.85064+0.23835\times 821.96\times 3.91389$$

$$=2196.98\text{t}$$

以后的计算，则完全可按桩顶作用M_a、Q_a及地基系数为线性分布（$m=3000\text{t/m}^4$）、桩长$Z=12.67\text{m}$的换算桩来计算AB段的变位、内力（参见本章第一节）。

三、算　例*

（一）设计资料

如图3—13所示，滑动面以上为硬塑性砂粘土，地基系数的

* 本例采用基本法及无量纲法计算。

比例系数$m=0.004\times10^5 t/m^4$，内摩擦角$\varphi=35°$，粘聚力$c=0.3 t/m^2$；滑动面以下为炭质页岩，地基系数$K=0.3\times10^5 t/m^3$，侧壁容许抗压强度$[\sigma]=150 t/m^2$（单轴抗压极限强度$R=800 t/m^2$）。设桩处滑坡推力$E_n=120 t/m$。

（二）桩的设计

桩长：$h=h_1+h_2=18.0m$，其中受荷段$h_1=12.0m$，锚固段$h_2=6.0m$；

桩间距（中至中）：$L=8.0m$；

桩截面面积：$F=ba=2\times3=6.0m^2$；

桩截面惯性矩：$I=\frac{1}{12}ba^3=\frac{1}{12}\times2\times3^3=4.5m^4$；

桩截面模量：$W=\frac{1}{6}ba^2=\frac{1}{6}\times2\times3^2=3.0m^3$；

桩的弹性模量（采用200号混凝土）：$E=26\times10^6 t/m^2$；

桩的抗弯刚度：$EI=26\times10^5\times4.5=117\times10^6 t\cdot m^2$；

作用于桩上的滑坡推力：$E_T=8\times120=960t$；

滑坡推力按三角形分布在滑动面处的强度：

$$\Delta q=\frac{E_T}{0.5bh_t}=\frac{960}{0.5\times2\times12.0}=80 t/m^2,$$

故$b\Delta q=2\times80=160 t/m$；

桩的计算宽度：$B_p=b+1=3.0m$；

桩的变形系数：受荷段$\alpha=\sqrt[5]{\frac{mB_p}{EI}}=\sqrt[5]{\frac{3\times0.004\times10^5}{117\times10^6}}$

$=0.1593$，

锚固段$\beta=\sqrt[4]{\frac{KB_p}{4EI}}=\sqrt[4]{\frac{3\times0.3\times10^5}{4\times117\times10^5}}$

$=0.2094$；

桩的计算深度：受荷段$\alpha h_1=0.1593\times12=1.9116$，

锚固段$\beta h_2=0.2094\times6=1.2564$；

桩底边界条件：按自由端考虑。

（三）桩身内力计算

1. 基本法

（1）桩顶变位

由$\alpha h_1=1.9116$及$\beta h_2=1\ 2564$查附表四及附表五得：

$A_1=0.78775$　$A_2=-0.55165$　$A_3=-1.13852$　$A_4=-1.71721$

$B_1=1.77590$　$B_2=0.57587$　$B_3=-1.10141$　$B_4=-2.26814$

$F_1=0.21225$　$F_2=0.55165$　$F_3=1.13852$　$F_4=1.71721$

$\varphi_1=0.5870$　$\varphi_2=1.1523$　$\varphi_3=0.7675$　$\varphi_4=0.3267$

$n=\alpha/\beta=0.1593/0.2094=0.7607$

$n^2=0.5787$　$n^3=0.4403$

求式（3—53）诸系数值：

$$A_7=-4A_1\varphi_3-4nA_2\varphi_4+n^2A_3\varphi_1+n^3A_4\varphi_2$$
$$=-4\times0.78775\times0.7675-4\times0.7607(-0.55165)\times0.3267+0.5787(-1.13852)\times0.5870+0.4403(-1.71721)\times1.1523=-3.1280$$

$$B_7=-4B_1\varphi_3-4nB_2\varphi_4+n^2B_3\varphi_1+n^3B_4\varphi_2$$
$$=-4\times1.77590\times0.7675-4\times0.7607\times0.57587\times0.3267+0.5787(-1.10141)\times0.5870+0.4403(-2.26814)\times1.1523=-7.5494$$

$$F_7=-4F_1\varphi_3-4nF_2\varphi_4+n^2F_3\varphi_1+n^3F_4\varphi_2$$
$$=-4\times0.21225\times0.7675-4\times0.7607\times0.55165\times0.3267+0.5787\times1.13852\times0.5870+0.4403\times1.71721\times1.1523=0.0580$$

$$A_8=-4A_1\varphi_2-4nA_2\varphi_3-4n^2A_3\varphi_4+n^3A_4\varphi_1$$
$$=-4\times0.78775\times1.1523-4\times0.7607(-0.55165)\times0.7675-4\times0.5787(-1.13852)\times0.3267+0.4403(-1.71721)\times0.5870=-1.9254$$

$$B_8=-4B_1\varphi_2-4nB_2\varphi_3-4n^2B_3\varphi_4+n^3B_4\varphi_1$$
$$=-4\times1.77590\times1.1523-4\times0.7607\times0.57587\times0.7675-4\times0.5787(-1.10141)\times0.3267+0.4403(-2.26814)\times0.5870=-9.2837$$

$$F_8=-4F_1\varphi_2-4nF_2\varphi_3-4n^2F_3\varphi_4+n^3F_4\varphi_1$$

$$=-4\times0.21225\times1.1523-4\times0.7607\times0.55165$$
$$\times0.7675-4\times0.5787\times1.13852\times0.3267$$
$$+0.4403\times1.71721\times0.5870=-2.6838$$

将有关系数值代入式（3—53）得：

$$x_0=\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}\cdot\frac{F_7B_8-F_8B_7}{A_8B_7-A_7B_8}$$
$$=\frac{160}{0.1593^5\times117\times10^5\times12.0}$$
$$\times\frac{0.0580(-9.2837)-(-2.6838)(-7.5494)}{(-1.9254)(-7.5494)-(-3.1280)(-9.2837)}$$
$$=1593.1075\times10^{-5}\text{m}$$

$$\varphi_0=\frac{b\Delta q}{\alpha^4EIh_1}\cdot\frac{A_7F_8-F_7A_8}{A_8B_7-A_7B_8}$$
$$=\frac{160}{0.1593^4\times117\times10^5\times12.0}$$
$$\times\frac{-3.1280(-2.6838)-0.0580(-1.9254)}{(-1.9254)(-7.5494)-(-3.1280)(-9.2837)}$$
$$=-103.7920\times10^{-5}\text{rad}$$

（2）受荷段桩身变位及内力

由式（3—46）得：

$$x_y=x_0A_1+\frac{\varphi_0}{\alpha}B_1+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}F_1$$
$$=1593.1075\times10^{-5}A_1-\frac{103.7920\times10^{-5}}{0.1593}B_1$$
$$+\frac{160}{0.1593^5\times117\times10^5\times12.0}F_1$$
$$=1593.1075\times10^{-5}A_1-651.5505\times10^{-5}B_1$$
$$+1110.8975\times10^{-5}F_1$$

$$M_y=\alpha^2EI\left(x_0A_3+\frac{\varphi_0}{\alpha}B_3+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}F_3\right)$$
$$=0.1593^2\times117\times10^5(1593.1075\times10^{-5}A_3$$
$$-\frac{103.7920\times10^{-5}}{0.1593}B_3+\frac{160}{0.1593^5\times117\times10^6\times12.0}F_3)$$

受荷段桩身位移计算表

$$x_y = 1593.1075\times10^{-5}A_1 - 651.5505\times10^{-5}B_1 + 1110.8975\times10^{-5}F_1$$

表 3—13

y/h_1	y (m)	αy	A_1	$1593.1075A_1$ (10^{-5}m)	B_1	$-651.5505B_1$ (10^{-5}m)	F_1	$1110.8975F_1$ (10^{-5}m)	x_y (10^{-5}m)
0	0	0	1.00000	1593.1075	0	0	0	0	1593.1075
0.1	1.2	0.1912	1.00000	1593.1075	0.19120	−124.58	0	0	1468.53
0.2	2.4	0.3823	0.99992	1592.98	0.38229	−249.08	0.00008	0.09	1343.99
0.3	3.6	0.5735	0.99945	1592.23	0.57339	−373.59	0.00055	0.61	1219.25
0.4	4.8	0.7646	0.99774	1589.51	0.76401	−497.79	0.00226	2.51	1094.23
0.5	6.0	0.9558	0.99318	1582.24	0.95359	−621.31	0.00682	7.58	968.51
0.6	7.2	1.1470	0.98314	1566.25	1.14150	−743.74	0.01686	18.73	822.51
0.7	8.4	1.3381	0.96380	1535.44	1.32184	−861.25	0.03620	40.21	714.40
0.8	9.6	1.5293	0.92978	1481.24	1.49332	−972.97	0.07022	78.01	586.28
0.9	10.8	1.7204	0.87408	1392.50	1.64790	−1073.69	0.12592	139.88	458.69
1.0	12.0	1.9116	0.78775	1254.97	1.77590	−1157.09	0.21225	235.79	333.67

$$=4730.0148A_3-1934.4857B_3+3298.3095F_3$$

$$Q_y=\alpha^3EI\left(x_0A_4+\frac{\varphi_0}{\alpha}B_4+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}F_4\right)$$

$$=0.1593^3\times117\times10^5(1593.1075\times10^{-6}A_4$$

$$-\frac{103.7920\times10^{-5}}{0.1593}B_4+\frac{160}{0.1593^5\times117\times10^5\times12.0}F_4)$$

$$=753.4914A_4-308.1636B_4+525.4207F_4$$

根据αy查出附表四诸系数后进行以上计算，其结果见表3—13、3—14、3—15、3—16。

受荷段桩侧应力计算表

$\sigma_y=myx_y$　　$m=400\text{t/m}^4$　　表3—14

y (m)	my (t/m^3)	x_y (10^{-5}m)	σ_y (t/m^2)
0	0	1593.11	0
1.2	480	1468.53	7.05
2.4	960	1343.99	12.90
3.6	1440	1219.25	17.56
4.8	1920	1094.23	21.01
6.0	2400	968.51	23.24
7.2	2880	822.51	23.69
8.4	3360	714.40	24.00
9.6	3840	586.28	22.51
10.8	4320	458.69	19.82
12.0	4800	333.67	16.02

（3）锚固段桩身变位及内力

由式（3—46）第2式得：

受 荷 段 桩 身 弯 矩 计 算 表

$$M_y = 4730.0148A_3 - 1934.4857B_3 + 3298.3095F_3$$

表 3—15

y/h_1	y (m)	αy	A_3	$4730.0148A_3$ (t·m)	B_3	$-1934.4857B_3$ (t·m)	F_3	$3298.3095F_3$ (t·m)	M_y (t·m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	1.2	0.1912	−0.00123	−5.82	−0.00012	0.23	0.00123	4.06	−1.53
0.2	2.4	0.3823	−0.00958	−45.31	−0.00187	3.62	0.00958	31.60	−10.09
0.3	3.6	0.5735	−0.03198	−151.27	−0.00931	18.01	0.03198	105.48	−27.78
0.4	4.8	0.7646	−0.07535	−356.41	−0.02913	56.35	0.07535	248.53	−51.53
0.5	6.0	0.9558	−0.14659	−693.37	−0.07064	136.65	0.14659	483.50	−73.22
0.6	7.2	1.1470	−0.25246	−1194.14	−0.14574	281.93	0.25246	832.69	−79.52
0.7	8.4	1.3381	−0.39931	−1888.74	−0.26874	519.87	0.39931	1317.05	−51.82
0.8	9.6	1.5293	−0.59314	−2805.56	−0.45646	883.02	0.59314	1956.36	33.82
0.9	10.8	1.7204	−0.83848	−3966.02	−0.72728	1406.91	0.83848	2765.57	206.46
1.0	12.0	1.9116	−1.13852	−5385.22	−1.10141	2130.66	1.13852	3755.19	500.63

受荷段桩身剪力计算表

$$Q_y = 753.4914A_4 - 308.1636B_4 + 525.4207F_4$$

表 3—16

y/h_1	y (m)	ay	A_4	$753.4914A_4$ (t)	B_4	$-308.1636B_4$ (t)	F_4	$525.4207F_4$ (t)	Q_y (t)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	1.2	0.1912	−0.01868	−14.08	−0.00246	0.76	0.01868	9.81	−3.51
0.2	2.4	0.3823	−0.07380	−55.61	−0.01915	5.90	0.07380	38.78	−10.93
0.3	3.6	0.5735	−0.16541	−124.64	−0.06396	19.71	0.16541	86.91	−18.02
0.4	4.8	0.7646	−0.29325	−220.96	−0.15067	46.43	0.29325	154.08	−20.45
0.5	6.0	0.9558	−0.45709	−344.41	−0.29315	90.34	0.45709	240.16	−13.91
0.6	7.2	1.1470	−0.65582	−494.15	−0.50477	155.55	0.65582	344.58	5.98
0.7	8.4	1.3381	−0.88703	−668.37	−0.79810	245.95	0.88703	466.06	43.64
0.8	9.6	1.5293	−1.14670	−864.03	−1.18477	365.10	1.14670	602.50	103.57
0.9	10.8	1.7204	−1.42704	−1075.26	−1.67310	515.59	1.42704	749.80	190.13
1.0	12.0	1.9116	−1.71721	−1293.90	−2.26814	698.96	1.71721	902.26	307.32

$$\varphi_A=\alpha\left(x_0A_2+\frac{\varphi_0}{\alpha}B_2+\frac{b\Delta q}{\alpha^5EIh_1}F_2\right)$$

$$=0.1593\left[1593.1075\times10^{-5}(-0.55165)-\frac{103.7920\times10^{-5}}{0.1593}0.57587\right.$$

$$\left.+\frac{160}{0.1593^5\times117\times10^5\times12.0}0.55165\right]$$

$$=-102.1463\times10^{-5}\text{rad}$$

由式（3—45）得：

$$x_B=x_A\varphi_1+\frac{\varphi_A}{\beta}\varphi_2+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_3+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_4$$

$$=333.67\times10^{-5}\varphi_1-\frac{102.1463\times10^{-5}}{0.2094}\varphi_2$$

$$+\frac{500.63}{0.2094^2\times117\times10^6}\varphi_3+\frac{307.32}{0.2094^3\times117\times10^6}\varphi_4$$

$$=333.67\times10^{-5}\varphi_1-487.80\times10^{-5}\varphi_2+97.58$$

$$\times10^{-5}\varphi_3+286.07\times10^{-5}\varphi_4$$

$$M_B=\beta^2EI\left(-x_A\cdot4\varphi_3-\frac{\varphi_A}{\beta}\cdot4\varphi_4\right.$$

$$\left.+\frac{M_A}{\beta^2EI}\varphi_1+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_2\right)$$

$$=0.2094^2\times117\times10^5\left(-333.67\times10^{-5}\times4\varphi_3\right.$$

$$+\frac{102.1463\times10^{-5}}{0.2094}\times4\varphi_4+\frac{500.63}{0.2094^2\times117\times10^6}\varphi_1$$

$$\left.+\frac{307.32}{0.2094^3\times117\times10^6}\varphi_2\right)$$

$$=-6847.25\varphi_3+10010.26\varphi_4+500.63\varphi_1+1467.62\varphi_2$$

$$Q_B=\beta^3EI\left(-x_A\cdot4\varphi_2-\frac{\varphi_A}{\beta}\cdot4\varphi_3\right.$$

$$\left.-\frac{M_A}{\beta^2EI}\cdot4\varphi_4+\frac{Q_A}{\beta^3EI}\varphi_1\right)$$

$$=0.2094^3\times117\times10^6\left(-333.67\times10^{-5}\times4\varphi_2\right.$$

$$+\frac{102.1463\times10^{-6}}{0.2094}\times4\varphi_3-\frac{500.63}{0.2094^2\times117\times10^5}$$

$$\times4\varphi_4+\frac{307.32}{0.2094^3\times117\times10^5}\varphi_1)$$

$$=-1433.81\varphi_2+2096.15\varphi_3-419.33\varphi_4+307.32\varphi_1$$

根据βy查出附表五诸系数后进行以上计算，其结果见表3—17、3—18、3—19。

以上全部计算结果，见图3—13所示。

2. 无量纲法

（1）滑动面处桩身变位及内力

由$\alpha h_1=1.9116$查附表八得：

$$G_1=1.67061,\quad G_2=1.82807,\quad G_3=3.24474$$

由$\beta h_2=1.2564$查附表九—1得：

$$\Phi_1=0.81453,\quad \Phi_2=1.03186,\quad \Phi_3=1.97517$$

$$n=\frac{\alpha}{\beta}=\frac{0.1593}{0.2094}=0.7607$$

$$r_1=\frac{G_2-\Phi\cdot n^2}{(G_2-\Phi_2n^2)^2-(G_1+\Phi_1n^3)(G_3+\Phi_3n)}$$

$$=[1.82807-1.03186\times0.7607^2]\div[(1.82807-1.03186\times0.7607^2)^2-(1.67061+0.81453\times0.7607^3)(3.24474+1.97517\times0.7607)]$$

$$=-0.15164$$

$$r_2=\frac{G_3+\Phi_3n}{(G_2-\Phi_2n^2)^2-(G_1+\Phi_1n^3)(G_3+\Phi_3n)}$$

$$=[3.24474+1.97517\times0.7607]\div[(1.82807-1.03186\times0.7607^2)^2-(1.67061+0.81453\times0.7607^3)(3.24474+1.97517\times0.7607)]$$

$$=-0.58481$$

由式（3—68）、（3—69）得：

$$M_A=-\frac{b\Delta q}{\alpha^3h_1}r_1=-\frac{160}{0.1593^3\times12}(-0.15164)$$

$$=500.16\text{t}\cdot\text{m}$$

锚固段桩身位移及桩侧应力计算表

$$x_y = 333.67\times10^{-5}\varphi_1 - 487.80\times10^{-5}\varphi_2 + 97.58\times10^{-5}\varphi_3 + 286.07\times10^{-5}\varphi_4$$

$$\sigma_y = Kx_y = 0.3\times10^5 x_y$$

表 3 —17

y/h_2	y (m)	βy	φ_1	$333.67\varphi_1$ (10^{-5}m)	φ_2	$-487.80\varphi_2$ (10^{-5}m)	φ_3	$97.58\varphi_3$ (10^{-5}m)	φ_4	$286.07\varphi_4$ (10^{-5}m)	x_y (10^{-5}m)	σ_y (t/m²)
0	0	0	1.0000	333.67	0	0	0	0	0	0	333.67	100.10
0.1	0.6	0.1256	1.0000	333.67	0.1256	−61.27	0.0089	0.78	0.0004	0.11	273.29	81.99
0.2	1.2	0.2513	0.9993	333.44	0.2513	−122.58	0.0317	3.09	0.0027	0.77	214.72	64.42
0.3	1.8	0.3769	0.9966	332.54	0.3766	−183.71	0.0711	6.94	0.0090	2.57	158.34	47.50
0.4	2.4	0.5026	0.9893	330.10	0.5016	−244.68	0.1263	12.32	0.0212	6.06	103.80	31.14
0.5	3.0	0.6282	0.9741	325.03	0.6249	−304.83	0.1970	19.22	0.0414	11.84	51.26	15.38
0.6	3.6	0.7538	0.9462	315.72	0.7457	−363.75	0.2832	27.63	0.0713	20.40	0	0
0.7	4.2	0.8795	0.9010	300.64	0.8620	−420.48	0.3843	37.50	0.1132	32.38	−49.96	−14.99
0.8	4.8	1.0051	0.8270	275.95	0.9710	−473.65	0.4995	48.74	0.1686	48.23	−100.73	−30.22
0.9	5.4	1.1308	0.7283	243.01	1.0693	−521.60	0.6278	61.26	0.2392	68.43	−148.90	−44.67
1.0	6.0	1.2564	0.5870	195.86	1.1523	−562.09	0.7675	74.89	0.3267	93.46	−197.88	−59.36

锚固段桩身弯矩计算表

$$M_y = -6847.25\varphi_3 + 10010.26\varphi_4 + 500.63\varphi_1 + 1467.62\varphi_2$$

表 3—18

y/h_2	y (m)	βy	φ_3	$-6847.25\varphi_3$ (t·m)	φ_4	$10010.26\varphi_4$ (t·m)	φ_1	$500.63\varphi_1$ (t·m)	φ_2	$1467.62\varphi_2$ (t·m)	M_y (t·m)
0	0	0	0	0	0	0	1.0000	500.63	0	0	500.63
0.1	0.6	0.1256	0.0080	−54.78	0.0004	4.00	1.0000	500.63	0.1256	184.33	634.18
0.2	1.2	0.2513	0.0317	−217.06	0.0027	27.03	0.9993	500.28	0.2513	368.81	679.06
0.3	1.8	0.3769	0.0711	−486.84	0.0090	90.09	0.9966	498.93	0.3766	552.71	654.89
0.4	2.4	0.5026	0.1263	−864.81	0.0212	212.22	0.9893	495.27	0.5016	736.16	578.84
0.5	3.0	0.6282	0.1970	−1348.91	0.0414	414.42	0.9741	487.66	0.6249	917.12	470.29
0.6	3.6	0.7538	0.2832	−1939.14	0.0713	713.73	0.9462	473.70	0.7457	1094.40	342.69
0.7	4.2	0.8795	0.3843	−2631.40	0.1132	1133.16	0.9010	451.07	0.8620	1265.09	217.92
0.8	4.8	1.0051	0.4995	−3420.20	0.1686	1687.73	0.8270	414.02	0.9710	1425.06	106.61
0.9	5.4	1.1308	0.6278	−4298.70	0.2392	2394.45	0.7283	364.61	1.0693	1569.33	29.69
1.0	6.0	1.2564	0.7675	−5255.26	0.3267	3270.35	0.5870	293.87	1.1523	1691.14	0.10

注：$y = 6.0$m处，理论上应为零表中数系计算误差。

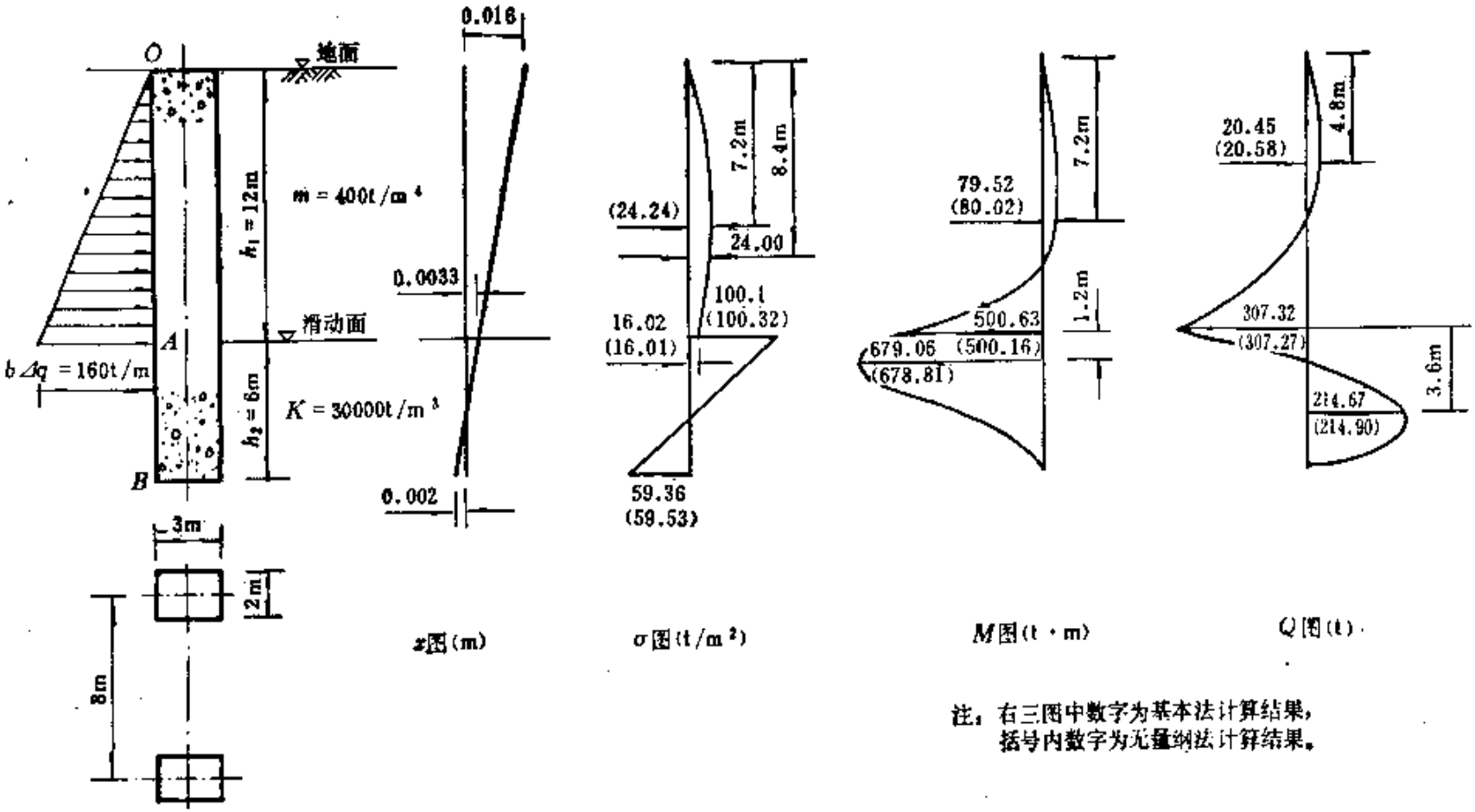
端固段桩身剪力计算表

$$Q_y = -1433.81\varphi_2 + 2096.15\varphi_3 - 419.33\varphi_4 + 307.32\varphi_1$$

表3—19

y/h_2	y (m)	βy	φ_2	$-1433.81\varphi_2$ (t)	φ_3	$2096.15\varphi_3$ (t)	φ_4	$-419.33\varphi_4$ (t)	φ_1	$307.32\varphi_1$ (t)	Q_y (t)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0000	307.32	307.32
0.1	0.6	0.1256	0.1256	-180.09	0.0080	16.77	0.0004	-0.17	1.0000	307.32	143.83
0.2	1.2	0.2513	0.2513	-360.32	0.0317	66.45	0.0027	-1.13	0.9993	307.10	12.10
0.3	1.8	0.3769	0.3766	-539.97	0.0711	149.04	0.0090	-3.77	0.9966	306.28	-88.42
0.4	2.4	0.5026	0.5016	-719.20	0.1263	264.74	0.0212	-8.89	0.9893	304.03	-159.32
0.5	3.0	0.6282	0.6249	-895.99	0.1970	412.94	0.0414	-17.36	0.9741	299.36	-201.05
0.6	3.6	0.7538	0.7457	-1069.19	0.2832	593.63	0.0713	-29.90	0.9462	290.79	-214.67
0.7	4.2	0.8795	0.8620	-1235.94	0.3843	805.55	0.1132	-47.47	0.9010	276.90	-200.96
0.8	4.8	1.0051	0.9710	-1392.23	0.4995	1047.03	0.1686	-70.70	0.8270	254.15	-161.75
0.9	5.4	1.1308	1.0693	-1533.17	0.6278	1315.96	0.2392	-100.30	0.7283	223.82	-93.69
1.0	6.0	1.2564	1.1523	-1652.18	0.7675	1608.80	0.3267	-137.00	0.5870	180.40	0.02

注：$y=6.0$m处，理论上应为零，表中数系计算误差。



注：右三图中数字为基本法计算结果，括号内数字为无量纲法计算结果。

图 3—13　桩的受力状况图

$$Q_A=-\frac{b\Delta q}{\alpha^2 h_1}r_2=-\frac{160}{0.1593^2\times 12}(-0.58481)=307.27\text{t}$$

由式（3—62）、（3—63）得：

$$x_A=\frac{Q_A}{\beta^3 EI}\Phi_1+\frac{M_A}{\beta^2 EI}\Phi_2=\frac{307.27}{0.2094^3\times 117\times 10^5}\times 0.81453+\frac{500.16}{0.2094^2\times 117\times 10^5}\times 1.03186$$

$$=232.97608\times 10^{-5}+100.59827\times 10^{-5}$$

$$=333.57\times 10^{-5}\text{m}$$

$$\varphi_A=-\frac{Q_A}{\beta^2 EI}\Phi_2-\frac{M_A}{\beta EI}\Phi_3=-\frac{307.27}{0.2094^2\times 117\times 10^5}\times 1.03186-\frac{500.16}{0.2094\times 117\times 10^5}\times 1.97517$$

$$=-61.80188\times 10^{-5}-40.32282\times 10^{-5}$$

$$=102.12\times 10^{-5}\text{rad}$$

$$\sigma_A=Kx_A=0.3\times 10^5\times 333.574\times 10^{-5}=100.07\text{t/m}^2$$

（2）受荷段桩身变位及内力

由式（3—72）得：

$$x_y=\frac{M_A}{\alpha^2 EI}B_x+\frac{Q_A}{\alpha^3 EI}A_x+\frac{b\Delta q}{mB_p h_1}$$

$$=\frac{500.16}{0.1593^2\times 117\times 10^5}B_x+\frac{307.27}{0.1593^3\times 117\times 10^6}A_x+\frac{160}{0.004\times 10^5\times 3\times 12}$$

$$=168.46\times 10^{-5}B_x+649.66\times 10^{-5}A_x+1111.11\times 10^{-5}$$

$$M_y=M_A B_m+\frac{Q_A}{\alpha}A_m=500.16B_m+\frac{307.27}{0.1593}A_m$$

$$=500.16B_m+1928.88A_m$$

$$Q_y=\alpha M_A B_Q+Q_A A_Q=0.1593\times 500.16B_Q+307.27A_Q$$

$$=79.68B_Q+307.27A_Q$$

根据$\alpha h_1=1.9116$及$\frac{y}{h_1}$查出附表十诸系数后进行以上计算，

其结果见表 3 —20、3 —21、3 —22、3 —23。

受荷段桩身位移计算表

$$x_y = 168.46\times10^{-5}B_z + 649.66\times10^{-5}A_z + 1111.11\times10^{-5}$$

表 3 —20

y/h_1	y (m)	B_z	$168.46B_z$ (10^{-5}m)	A_z	$649.66A_z$ (10^{-5}m)	x_y (10^{-5}m)
0	0	−3.28335	−553.11	1.59152	1033.95	1591.95
0.1	1.2	−2.80805	−473.04	1.27674	829.45	1467.52
0.2	2.4	−2.33255	−392.94	0.96187	624.89	1343.06
0.3	3.6	−1.85601	−312.66	0.64652	420.02	1218.47
0.4	4.8	−1.37640	−231.87	0.32985	214.29	1093.52
0.5	6.0	−0.90194	−151.94	0.01054	6.85	966.02
0.6	7.2	−0.39306	−66.21	−0.31306	−203.38	841.52
0.7	8.4	−0.12126	−20.43	−0.64253	−417.43	714.11
0.8	9.6	0.65904	111.02	−0.97900	−636.02	586.11
0.9	10.8	1.22640	206.60	−1.32239	−859.10	458.61
1.0	12.0	1.82807	307.90	−1.67061	−1085.33	333.74

受荷段桩侧应力计算表

$$\sigma_y = m_y x_y$$

表 3 —21

y (m)	m_y (t/m³)	x_y (10^{-5}m)	σ_y (t/m²)
0	0	1591.95	0
1.2	480	1467.52	7.04
2.4	960	1343.06	12.89
3.6	1440	1218.47	17.55
4.8	1920	1093.53	21.00
6.0	2400	966.02	23.18
7.2	2880	841.52	24.24
8.4	3360	714.11	23.99
9.6	3840	586.11	22.51
10.8	4320	458.61	19.81
12.0	4800	333.74	16.01

受荷段桩身弯矩计算表

$M_y = 500.16B_m + 1928.88A_m$

表 3—22

y/h_1	y (m)	B_m	$500.16B_m$ (t·m)	A_m	$1928.88A_m$ (t·m)	M_y (t·m)
0	0	0	0	0	0	0
0.1	1.2	0.00354	1.77	−0.00167	−3.22	−1.45
0.2	2.4	0.02613	13.07	−0.01188	−22.92	−9.85
0.3	3.6	0.08065	40.34	−0.03515	−67.80	−27.46
0.4	4.8	0.17347	86.76	−0.07169	−138.09	−51.33
0.5	6.0	0.30411	152.10	−0.11686	−225.41	−73.31
0.6	7.2	0.46520	232.67	−0.16211	−312.69	−80.02
0.7	8.4	0.64209	321.15	−0.19386	−373.93	−52.78
0.8	9.6	0.81237	406.31	−0.19380	−373.82	32.49
0.9	10.8	0.94511	472.71	−0.13866	−267.46	205.25
1.0	12.0	1.00000	500.16	0	0	500.16

受荷段桩身剪力计算表

$Q_y = 79.68B_Q + 307.27A_Q$　　表 3—23

y/h_1	y (m)	B_Q	$79.68B_Q$ (t)	A_Q	$307.27A_Q$ (t)	Q_y (t)
0	0	0	0	0	0	0
0.1	1.2	0.05412	4.31	−0.02522	−7.75	−3.44
0.2	2.4	0.19337	15.41	−0.08556	−26.29	−10.88
0.3	3.6	0.38300	30.52	−0.15801	−48.55	−18.03
0.4	4.8	0.58801	46.85	−0.21946	−67.43	−20.58
0.5	6.0	0.77279	61.58	−0.24650	−75.74	−14.16
0.6	7.2	0.90084	71.74	−0.21524	−66.14	5.60
0.7	8.4	0.93144	74.22	−0.10098	−31.03	43.19
0.8	9.6	0.82366	65.63	0.12189	37.45	103.08
0.9	10.8	0.53034	42.26	0.47991	147.46	189.72
1.0	12.0	0	0	1.00000	307.27	307.27

（3）锚固段桩身变位及内力

由式（3—27）得：

$$x_y=\frac{Q_A}{\beta^3EI}a_x+\frac{M_A}{\beta^2EI}b_x$$

$$=\frac{307.27}{0.2094^3\times117\times10^5}a_x+\frac{500.16}{0.2094^2\times117\times10^5}b_x$$

$$=286.02517\times10^{-5}a_x+97.49217\times10^{-5}b_x$$

$$M_y=\frac{Q_A}{\beta}a_m+M_Ab_m=\frac{307.27}{0.2094}a_m-500.16b_m$$

$$=1467.38300a_m+500.16b_m$$

$$Q_y=Q_Aa_Q+M_A\beta b_Q=307.27a_Q+500.16\times0.2094b_Q$$

$$=307.27a_Q+104.7335b_Q$$

根据$\beta h_2=1.2564$及$\frac{y}{h_2}$查出附表七诸系数后进行以上计算，其结果见表3—24、3—25、3—26。

以上全部计算结果，见图3—13所示。

锚固段桩身位移、桩侧应力计算表

$x_y=286.02517\times10^{-5}a_x+97.49217\times10^{-5}b_x$

$\sigma_y=Kx_y=0.3\times10^5x_y$　　表3—24

y/h_2	y (m)	a_x	$286.03a_x$ (10^{-5}m)	b_x	$97.49b_x$ (10^{-5}m)	x_y (10^{-5}m)	σ_y (t/m²)
0	0	0.81583	233.35	1.03636	101.03	334.38	100.32
0.1	0.6	0.68627	196.29	0.79513	77.52	273.81	82.14
0.2	1.2	0.55826	159.68	0.56916	55.49	215.17	64.55
0.3	1.8	0.43272	123.77	0.35722	34.83	158.60	47.58
0.4	2.4	0.31004	88.68	0.15748	15.35	104.03	31.21
0.5	3.0	0.19015	54.39	−0.03223	−3.14	51.25	15.37
0.6	3.6	0.07268	20.79	−0.21424	−20.89	−0.10	−0.03
0.7	4.2	−0.04294	−12.28	−0.39084	−38.10	−50.38	−15.11
0.8	4.8	−0.15734	−45.00	−0.56412	−58.00	−100.00	−30.00
0.9	5.4	−0.27110	−77.54	−0.73578	−71.73	−149.27	−44.78
1.0	6.0	−0.38467	−110.03	−0.90696	−88.42	−198.45	−59.53

锚固段桩身弯矩计算表

$M_y = 1467.38 a_m + 500.16 b_m$　　表 3 —25

y/h_2	y (m)	a_m	$1467.38 a_m$ (t·m)	b_m	$500.16 b_m$ (t·m)	M_y (t·m)
0	0	0	0	1.00000	500.16	500.16
0.1	0.6	0.10128	148.62	0.96996	485.14	633.76
0.2	1.2	0.15928	233.72	0.88989	445.09	678.81
0.3	1.8	0.18208	267.18	0.77395	387.10	654.28
0.4	2.4	0.17759	260.59	0.63552	317.86	578.45
0.5	3.0	0.15353	225.29	0.48717	243.66	468.95
0.6	3.6	0.11749	172.40	0.34088	170.49	342.89
0.7	4.2	0.07686	112.78	0.20793	104.00	216.78
0.8	4.8	0.03894	57.14	0.09959	49.81	106.95
0.9	5.4	0.01093	16.04	0.02669	13.35	29.39
1.0	6.0	0	0	0	0	0

锚固段桩身剪力计算表

$Q_y = 307.27 a_Q + 104.73 b_Q$　　表 3 —26

y/h_2	y (m)	a_Q	$307.27 a_Q$ (t)	b_Q	$104.73 b_Q$ (t)	Q_y (t)
0	0	1.00000	307.27	0	0	307.27
0.1	0.6	0.62315	191.48	−0.45828	−48.00	143.48
0.2	1.2	0.31098	95.55	−0.79944	−83.73	11.82
0.3	1.8	0.06249	19.20	−1.03088	−107.96	−88.76
0.4	2.4	−0.12372	−38.02	−1.15926	−121.41	−159.43
0.5	3.0	−0.24907	−76.53	−1.19015	−126.64	−201.17
0.6	3.6	−0.31489	−96.76	−1.12805	−118.14	−214.90
0.7	4.2	−0.32227	−99.02	−0.97627	−102.24	−201.26
0.8	4.8	−0.27198	−83.57	−0.73696	−77.18	−160.75
0.9	5.4	−0.16449	−50.54	−0.41138	−43.08	−93.62
1.0	6.0	0	0	0	0	0

四、受荷段地层采用换算地基系数的计算

在第一章第四节中曾经提到，当用地基系数法根据滑动面

上、下地层的地基系数计算抗滑桩时，求出滑动面以上的桩前土体弹性抗力应该小于或等于桩前土体实际具有的剩余抗滑力，否则不合理。为此，宜用桩前土体实际具有的剩余抗滑力作为滑动面以上桩前土体弹性抗力的限制值，解出相应的地基系数后，再进行桩的计算。本书将这种由弹性抗力的限制值所推求的地基系数，称为“换算地基系数”。

（一）基本公式

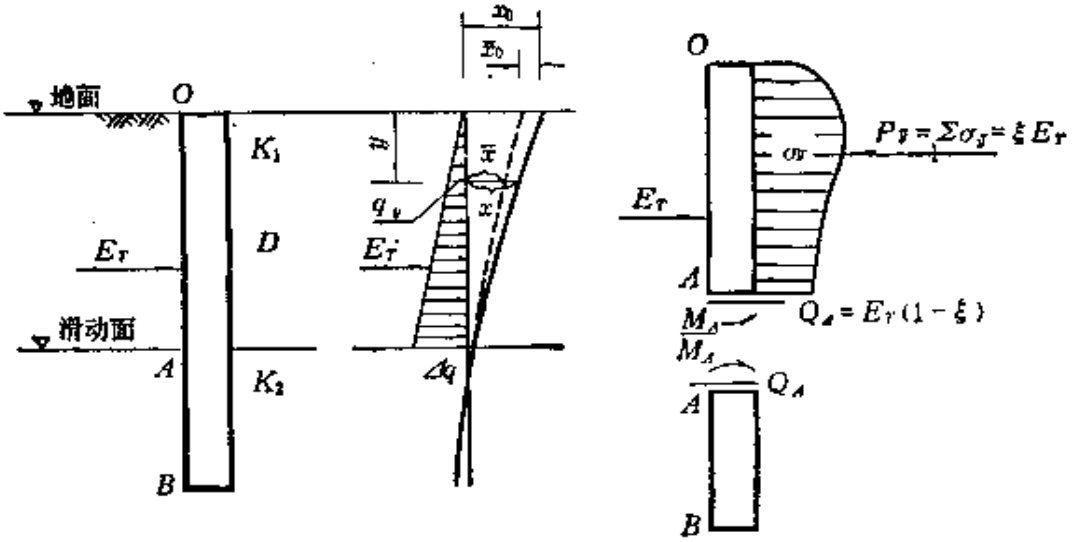


图 3—14　由抗力推求换算地基系数计算简图

如图 3—14所示，抗滑桩OB在滑坡推力 $E_T(t)$ 的作用下产生变形，迫使桩前滑体D产生弹性抗力$P_{\bar{y}}=\xi E_T(t)$。滑动面处桩身内力Q_A、M_A，可由OA段的静力平衡条件求得：

$$\Sigma x=0 \quad E_T-P_{\bar{y}}-Q_A=0$$

$$\text{即} \quad E_T-\xi E_T-Q_A=0$$

$$Q_A=E_T(1-\xi)$$

式中　ξ——传力比，其值为：

$$\xi=\frac{P_{\bar{y}}}{E_T}<1;$$

Q_A——滑动面处桩的剪力，t。

其次，从图可以看到，滑体的位移分两部分，一部分（$x-\overline{x}$）是桩前滑体实际压缩量，其弹性抗力 $P_y=K_1(x-\overline{x})$；另一部分（$\overline{x}$）是桩前滑体滑动、蠕变——滑体松弛而引起的位移量，它不产生弹性抗力。

$$令\ K_1(x-\overline{x})=\overline{K}_1 x$$

则桩的挠曲微分方程为：

$$EI\frac{d^4x}{dy^4}+\overline{K}_1 x B_p=q_y$$

上式的解与前述桩的挠曲微分方程的解相同，只是$\overline{K}_1$为桩前滑体的换算地基系数，其值根据下述条件试算求得（见图3—15）：

$$P_y\leqslant L\cdot E'_n 或 Q_A\geqslant L\cdot E_0 \qquad (3-89)$$

式中 L——桩的间距，m；

E'_n——桩前每米宽的剩余抗滑力，t/m；

E_0——滑坡前缘每米宽的剩余下滑力，t/m；

其余符号意义同前。

（二）计算方法

1. 试算法

初步拟定K或m值，计算滑动面上、下的β或α值，然后根据荷载图形按有关公式计算Q_A，并与式（3—78）比较，如果不符合要求，则再拟定K或m值，重新计算，直至满足要求为止。其最终拟定的K或m值，即为所推求的换算地基系数。

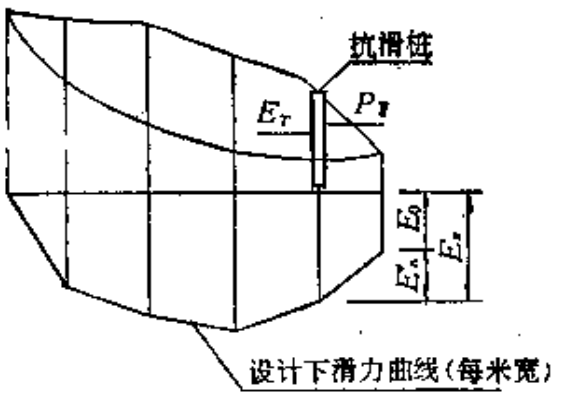


图3—15 设计下滑力曲线图

2. 查表法

试算法推求换算地基系数颇为繁琐，若用Q_A公式制成系数表辅助计算，则可简化。例如，在三角形荷载作用下，桩底为自由端时，采用“$m-K$”法计算，由式（3—69）得：

$$Q_A=-\frac{b\Delta q}{\alpha^2 h_1}r_2=-\frac{b\Delta q h_1}{(\alpha h_1)^2}r,$$

因 $$E_T=\frac{1}{2}b\Delta q h_1$$

故 $$\frac{Q_A}{E_T}=1-\xi=-\frac{2}{(\alpha h_1)^2}r_2$$

设 $$\varepsilon=\frac{h_1}{h_2},\qquad n=\frac{\alpha}{\beta}$$

则 $$\alpha h_1=\beta h_2\cdot\varepsilon n$$

从而可知$\frac{Q_A}{E_T}=1-\xi=f[n,\ \varepsilon,\ (\alpha h_1)]$

根据上述函数关系制成计算系数表，计算比较简便。

当滑坡推力为三角形分布，地基系数滑动面以上为m、以下为K，桩底为自由端时，计算系数表见附表十二。

当滑坡推力为矩形分布，滑动面上、下的地基系数分别为K_1、K_2，桩底为自由端时，计算系数表见附表十三。

根据抗滑桩滑动面上、下段高度的比值ε、下段的$\beta_2 h_2$或$\alpha_2 h_2$及$\frac{Q_A}{E_T}$或$1-\xi$值，在相应的表中查得n，则可算出换算地基系数K或m值。

在确定了换算地基系数值后，即可根据本章有关公式计算桩身的变位、内力等。

（三）算例

1. 设计资料

如图3—16所示，滑动面以上为硬塑性砂粘土，地基系数的比例系数$m=0.004\times10^6$t/m^4，内摩擦角$\varphi=35°$，粘聚力$c=0.3$ t/m^2；滑动面以下为炭质页岩，地基系数$K=0.3\times10^5$t/m^3，侧壁容许抗压强度$[\sigma]=150$t/m^2（单轴抗压极限强度$R=800$ t/m^2）。设桩处滑坡推力$E_n=120$t/m，滑坡前缘剩余下滑力$E_0=50$t/m。

2. 桩的设计

桩前滑体弹性抗力 $P_y=L(E_T-E_0)=8(120-50)=560$t；

传力比　$\xi=\frac{P_y}{E_T}=\frac{560}{960}=0.58333$；

桩的变形系数 α、β，其值见后；

其它与本节前一算例相同。

3. 换算地基系数计算

（1）试算法

设 $m=200\text{t/m}^4$

故
$$\alpha=\sqrt[5]{\frac{mB_p}{EI}}=\sqrt[5]{\frac{200\times 3}{26\times 10^5\times 4.5}}=0.1387$$

$$\alpha h_1=0.1387\times 12=1.6644$$

$$\beta=\sqrt[4]{\frac{B_pK}{4EI}}=\sqrt[4]{\frac{3\times 0.3\times 10^5}{4\times 26\times 10^5\times 4.5}}=0.2094$$

$$\beta h_2=0.2094\times 6=1.2564$$

由 $\alpha h_1=1.6644$ 查附表八得：

$G_1=2.18961$，$G_2=2.69795$，$G_3=5.20493$

由 $\beta h_2=1.2564$ 查附表九得：

$\Phi_1=0.81453$，$\Phi_2=1.03186$，$\Phi_3=1.97517$

$$n=\frac{\alpha}{\beta}=\frac{0.1387}{0.2094}=0.6624$$

$$r_2=\frac{G_3+\Phi_3 n}{(G_2-\Phi_2 n^2)^2-(G_1+\Phi_1 n^3)(G_3+\Phi_3 n)}$$

$$=[5.20493+1.97517\times 0.6624]\div[(2.69795-1.03186\times 0.6624^2)^2-(2.18961+0.81453\times 0.6624^3)(5.20493+1.97517\times 0.6624)]$$

$$=-0.60518$$

故
$$Q_A=-\frac{b\Delta q r_2}{\alpha^2 h_1}=-\frac{160(-0.60518)}{0.1387^2\times 12}=419.44\text{t}>LE_3=400\text{t}$$

（不符要求）

又设 $m=220\text{t/m}^4$

$$\alpha=\sqrt[5]{\frac{mB_p}{EI}}=\sqrt[5]{\frac{220\times 3}{26\times 10^5\times 4.5}}=0.1414$$

$\alpha h_1 = 0.1414 \times 12 = 1.6968$

查附表八得：

$G_1 = 2.10394$，$G_2 = 2.54327$，$G_3 = 4.83086$

$$n = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{0.1414}{0.2094} = 0.6753$$

$r_2 = [4.83086 + 1.97517 \times 0.6753] \div [(2.54327 - 1.03186 \times 0.6753^2)^2 - (2.10394 \div 0.81453 \times 0.6753^3)(4.83086 + 1.97517 \times 0.6753)] = -0.60318$

故 $Q_A = -\dfrac{160(-0.60318)}{0.1414^2 \times 12} = 402.24 \approx LE_0 = 400\text{t}$（符合要求）

换算地基系数的比例系数 $m = 220\text{t/m}^4$

（2）查表法

由前计算：$\beta = 0.2094$，$\beta h_2 = 1.2564$

$$\varepsilon = \frac{h_1}{h_2} = \frac{12}{6} = 2.0, \quad 1 - \xi = 1 - 0.58333 = 0.41667$$

$$\left(\text{或} \frac{Q_A}{E_T} = \frac{LE_0}{LE_n} = \frac{50}{120} = 0.41667\right)$$

查附表十二得：$n = 0.6765$

$$\alpha = n\beta = 0.6765 \times 0.2094 = 0.1417$$

换算地基系数的比例系数：

$$m = \frac{\alpha^5 EI}{B_p} = \frac{0.1417^5 \times 26 \times 10^6 \times 4.5}{3} = 222.8\text{t/m}^4$$

验证：$\alpha h_1 = 0.1417 \times 12 = 1.7004$

查附表八得：

$G_1 = 2.09460$，$G_2 = 2.52649$，$G_3 = 4.79050$

$r_2 = [4.79050 + 1.97517 \times 0.6765] + [(2.52649 - 1.03186 \times 0.6765^2)^2 - (2.09460 + 0.81453 \times 0.6765^3)(4.79050 + 1.97517 \times 0.6765)] = -0.60314$

故 $Q_A = -\dfrac{160(-0.60314)}{0.1417^2 \times 12} = 400.5 \approx LE_0 = 400\text{t}$（符合要求）

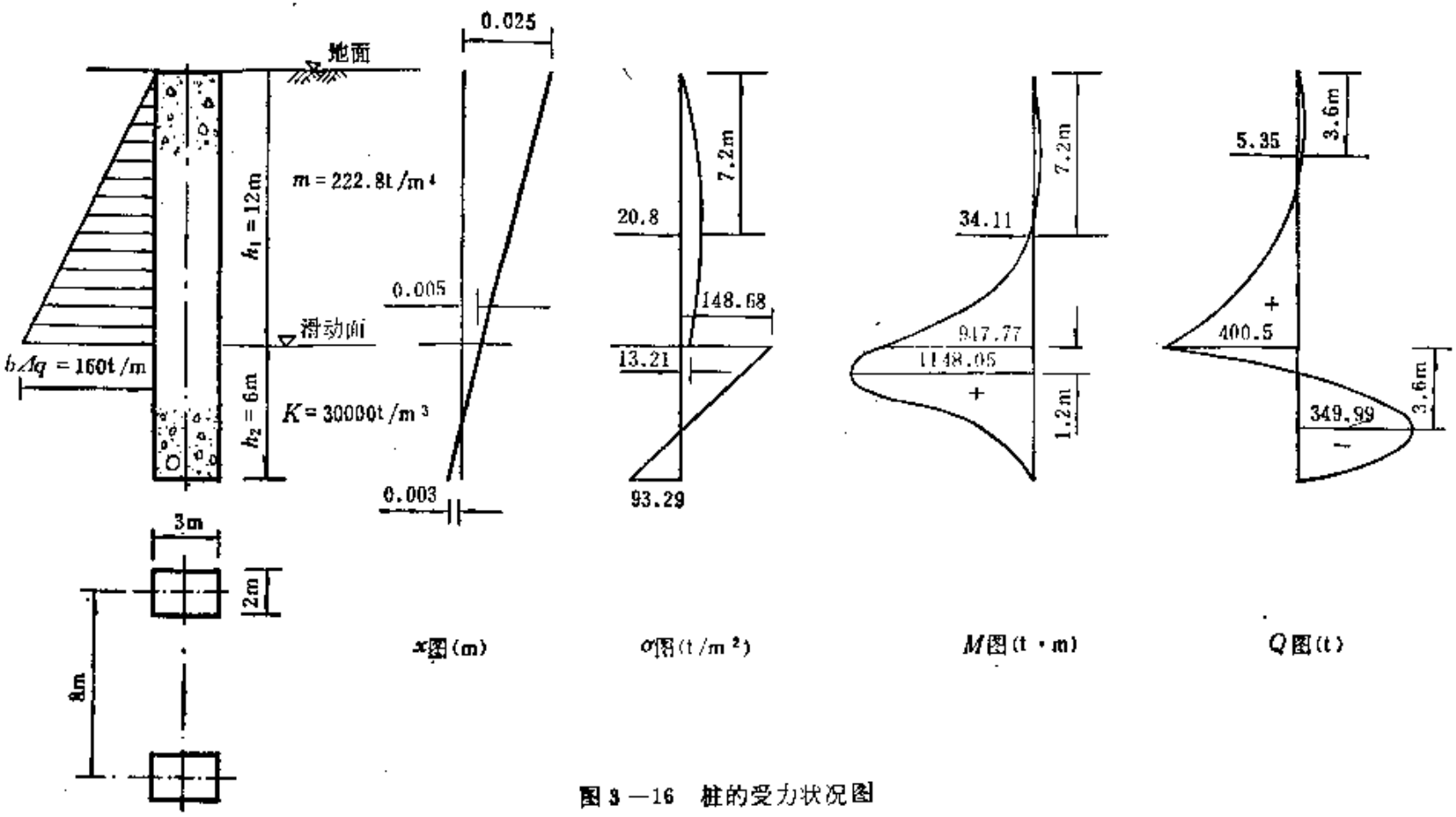


图 3—16　桩的受力状况图

4. 桩身内力计算

在求得滑动面以上换算地基系数的比例系数m值后，即进行桩的变位、内力和侧壁应力的计算，方法、步骤与本节前一算例完全相同。本例取用查表计算的m值（222.8t/m^4），采用无量纲法计算，其计算结果，如图3—16所示（计算过程从略）。

第四章　抗滑桩的矩阵分析及计算程序

近年来，随着计算技术的迅速发展，线性代数在建筑结构的分析、计算中开始了较为广泛的应用，并日益引起人们的重视。这是由于矩阵的运算过程具有鲜明的规律性与单一性，可把计算程序标准化，以减轻程序的编制工作，更充分地发挥电子计算机的效能。因而，在抗滑桩的试验、研究中，在编制标准设计图时，以及在滑坡和桩的结构型式十分复杂的情况下，也可采用矩阵方法对桩进行分析、计算。本章介绍抗滑桩的矩阵分析方法及通用计算程序。源程序按DJS-6机、ALGOL60语言编写，既适用于地基系数法的计算，也适用于悬臂桩法的计算。

第一节　抗滑桩的矩阵分析

当抗滑桩承受任意分布的荷载，桩身为变截面，又处于多种不同的地层中时，可将桩身分成足够多的小段，在每小段内，假

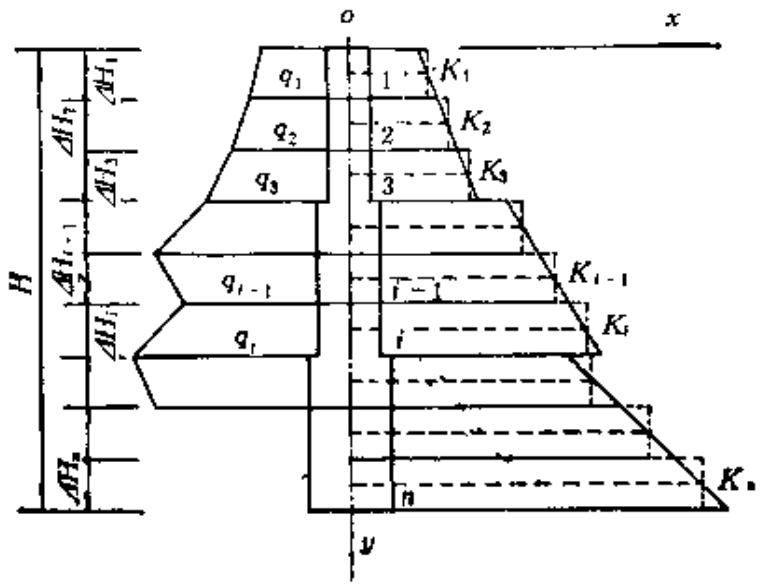


图 4—1　荷载分布图

定截面是常量，荷载按线性变化考虑，地基系数采用平均值，也按常量考虑，即对桩的每小段都按“K”法计算，采用转移矩阵的方法，导出矩阵分析的结果。

如图 4 — 1 所示，先将抗滑桩分成 n 段，每段长 $\Delta H=\frac{H}{n}$。任一截面 i 的位移、转角、弯矩及剪力按K法计算时，可用矩阵写成：

$$\begin{Bmatrix} x_i \\ \frac{\varphi_i}{\beta_i} \\ \frac{M_i}{\beta_i^2 E_i I_i} \\ \frac{Q_i}{\beta^3 E_i I_i} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \varphi_1 & \varphi_2 & \varphi_3 & \varphi_4 & \frac{1-\varphi_1}{4} & \frac{\beta y-\varphi_2}{4} \\ -4\varphi_4 & \varphi_1 & \varphi_2 & \varphi_3 & \varphi_4 & \frac{1-\varphi_1}{4} \\ -4\varphi_3 & -4\varphi_4 & \varphi_1 & \varphi_2 & \varphi_3 & \varphi_4 \\ -4\varphi_2 & -4\varphi_3 & -4\varphi_4 & \varphi_1 & \varphi_2 & \varphi_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} x_{i-1} \\ \frac{\varphi_{i-1}}{\beta_i} \\ \frac{M_{i-1}}{\beta_i^2 E_i I_i} \\ \frac{Q_{i-1}}{\beta_i^3 E_i I_i} \\ \frac{q_{i-1}}{\beta_i^4 E_i I_i} \\ \frac{(q_i-q_{i-1})/\Delta H_i}{\beta_i^5 E_i I_i} \end{Bmatrix}$$

（4 — 1）

式中 x_i、φ_i、M_i、Q_i——分别为第 i 截面的位移、转角、弯矩及剪力；

E_i——第 i 段桩的混凝土弹性模量，t/m^2；

I_i——第 i 段桩截面惯性矩，m^4；

β_i——第 i 段桩的变形系数，其值为：

$$\beta_i=\sqrt[4]{\frac{K_i B_p}{4E_i I_i}}$$

其中 K_i——第 i 段桩身所在土层的地基系数，t/m^3，

B_p——桩的计算宽度，m；

q_i——第 i 段桩身承受的荷载，t/m；

ΔH_i——第 i 段即每段桩身长度，m；

φ_1、φ_2、φ_3、φ_4——K法的影响函数，其值为：

$$\varphi_1=\cos\beta y\cdot \mathrm{ch}\beta y$$

$$\varphi_2=\frac{1}{2}(\sin\beta y\cdot \mathrm{ch}\beta y+\cos\beta y\cdot \mathrm{sh}\beta y)$$

$$\varphi_3=-\frac{1}{2}\sin\beta y\cdot\mathrm{sh}\beta y$$

$$\varphi_4=-\frac{1}{4}(\sin\beta y\cdot\mathrm{ch}\beta y-\cos\beta y\cdot\mathrm{sh}\beta y)$$

因β_i、E_i、I_i随各段而变，为便于计算，将式（4—1）改写为：

$$\begin{Bmatrix}x_i\\ \varphi_i\\ M_i\\ Q_i\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}1&0&0&0\\0&\beta&0&0\\0&0&\beta^2EI&0\\0&0&0&\beta^3EI\end{Bmatrix}_i\cdot\begin{Bmatrix}\varphi_1&\varphi_2&\varphi_3&\varphi_4&\frac{1-\varphi_1}{4}&\frac{\beta y-\varphi_2}{4}\\-4\varphi_4&\varphi_1&\varphi_2&\varphi_3&\varphi_4&\frac{1-\varphi_1}{4}\\-4\varphi_3&-4\varphi_4&\varphi_1&\varphi_2&\varphi_3&\varphi_4\\-4\varphi_2&-4\varphi_3&-4\varphi_4&\varphi_1&\varphi_2&\varphi_3\end{Bmatrix}_i$$

$$\begin{Bmatrix}1&0&0&0&0&0\\0&\frac{1}{\beta}&0&0&0&0\\0&0&\frac{1}{\beta^2EI}&0&0&0\\0&0&0&\frac{1}{\beta^3EI}&0&0\\0&0&0&0&\frac{1}{\beta^4EI}&0\\0&0&0&0&0&\frac{1}{\beta^5EI}\end{Bmatrix}_i\cdot\left\{x_{i-1}\varphi_{i-1}M_{i-1}Q_{i-1}q_{i-1}\ \frac{q_i-q_{i-1}}{\Delta H_i}\right\}\qquad(4-2)$$

如令 $\{u_i\}=\{x_i\ \varphi_i\ M_i\ Q_i\}$；

$$\{Q_i\}=\left\{q_{i-1}\ \frac{q_i-q_{i-1}}{\Delta H_i}\right\}$$

$$[T_i]=\begin{Bmatrix}1&0&0&0\\0&\beta&0&0\\0&0&\beta^2EI&0\\0&0&0&\beta^3EI\end{Bmatrix}_i\cdot\begin{Bmatrix}\varphi_1&\varphi_2&\varphi_3&\varphi_4\\-4\varphi_4&\varphi_1&\varphi_2&\varphi_3\\-4\varphi_3&-4\varphi_4&\varphi_1&\varphi_2\\-4\varphi_2&-4\varphi_3&-4\varphi_4&\varphi_1\end{Bmatrix}_i\cdot\begin{Bmatrix}1&0&0&0\\0&\frac{1}{\beta}&0&0\\0&0&\frac{1}{\beta^2EI}&0\\0&0&0&\frac{1}{\beta^3EI}\end{Bmatrix}_i$$

$$[T_i'] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \beta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \beta^2 EI & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \beta^3 EI \end{bmatrix}_i \cdot \begin{bmatrix} \frac{1-\varphi_1}{4} & \frac{\beta y-\varphi_2}{4} \\ \varphi_4 & \frac{1-\varphi_1}{4} \\ \varphi_3 & \varphi_4 \\ \varphi_2 & \varphi_3 \end{bmatrix}_i \cdot \begin{bmatrix} \frac{1}{\beta^4 EI} & 0 \\ 0 & \frac{1}{\beta^5 EI} \end{bmatrix}_i$$

则式（4—2）可表达为：

$$\{u_i\} = [T_i] \cdot \{u_{i-1}\} + [T_i'] \cdot \{Q_i\} \qquad (4-3)$$

当已知桩顶的初始参数$\{u_0\}$，即可逐段逆推求得各截面的位移、转角、弯矩及剪力为：

$$\begin{aligned} \{u_i\} = {} & [T_i] \cdot [T_{i-1}] \cdots\cdots [T_1] \cdot \{u_0\} \\ & + [T_i] \cdot [T_{i-1}] \cdots\cdots [T_2] \cdot [T_1'] \cdot \{Q_1\} \\ & + [T_i] \cdot [T_{i-1}] \cdots\cdots [T_3] \cdot [T_2'] \cdot \{Q_2\} \\ & + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ & + [T_i] \cdot [T_{i-1}] \cdot [T_{i-2}'] \cdot \{Q_{i-2}\} \\ & + [T_i] \cdot [T_{i-1}'] \cdot \{Q_{i-1}\} \\ & + [T_i'] \cdot \{Q_i\} \end{aligned}$$

简写之则有：

$$\{u_i\} = \left(\prod_{j=1}^{i} [T_j]\right)\{u_0\} + \sum_{K=1}^{i-1} \left(\prod_{j=K+1}^{i} [T_j]\right) \cdot [T_K'] \cdot \{Q_K\} + [T_i'] \cdot \{Q_i\} \qquad (4-4)$$

式中 $\prod_{j=1}^{i} [T_j] = \left(\prod_{j=2}^{i} [T_j]\right) \cdot [T_1]$

$= [T_i] \cdot [T_{i-1}] \cdots\cdots [T_2] \cdot [T_1]$为各转移矩阵左乘之积。

在一般情况下，根据桩顶的边界条件只能确定两个初始参

数，另两个初始参数需根据桩底的边界条件确定。由式（4—4），令 $i=n$，即可求得桩底之值：

$$\{u_n\}=\left(\prod_{j=1}^{n}[T_j]\right)\cdot\{u_0\}+\sum_{K=1}^{n-1}\left(\prod_{j=K+1}^{n}[T_j]\right)\cdot[T'_K]\cdot\{Q_K\}+[T'_n]\cdot\{Q_n\};$$

令 $$[T]=\prod_{j=1}^{n}[T_j]=\begin{bmatrix}A_1 & B_1 & C_1 & D_1\\ A_2 & B_2 & C_2 & D_2\\ A_3 & B_3 & C_3 & D_3\\ A_4 & B_4 & C_4 & D_4\end{bmatrix}$$

$$\{u_q\}=\sum_{K=1}^{n-1}\left(\prod_{j=K+1}^{n}[T_j]\right)\cdot[T'_K]\cdot\{Q_K\}+[T'_n]\cdot\{Q_n\}=\begin{Bmatrix}x_q\\ \varphi_q\\ M_q\\ Q_q\end{Bmatrix}$$

由此得：

$$\{u_n\}=[T]\cdot\{u_0\}+\{u_q\} \qquad (4-5)$$

如果桩顶为自由端，并作用有弯矩M_0及剪力Q_0，且：

1. 桩底为自由端时，因$M_n=0$、$Q_n=0$，则从方程（4—5）的后两项可得：

$$\begin{bmatrix}A_3 & B_3 & C_3 & D_3\\ A_4 & B_4 & C_4 & D_4\end{bmatrix}\{u_0\}+\begin{Bmatrix}M_q\\ Q_q\end{Bmatrix}=0$$

解之，即可求出桩顶的另两个初始参数：

$$\begin{Bmatrix}x_0\\ \varphi_0\end{Bmatrix}=\frac{1}{\begin{vmatrix}A_3 & B_3\\ A_4 & B_4\end{vmatrix}}\begin{bmatrix}-B_4 & B_3\\ A_4 & -A_3\end{bmatrix}\begin{bmatrix}C_3 & D_3\\ C_4 & D_4\end{bmatrix}\cdot\begin{Bmatrix}M_0\\ Q_0\end{Bmatrix}+\begin{Bmatrix}M_q\\ Q_q\end{Bmatrix} \qquad (4-6)$$

2. 桩底为铰支端时，因$x_n=0$、$M_n=0$，则得：

$$\begin{pmatrix} x_0 \\ \varphi_0 \end{pmatrix} = \frac{1}{\begin{vmatrix} A_1 & B_1 \\ A_3 & B_3 \end{vmatrix}} \begin{pmatrix} -B_3 & B_1 \\ A_3 & -A_1 \end{pmatrix} \left(\begin{pmatrix} C_1 & D_1 \\ C_3 & D_3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} M_0 \\ Q_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_q \\ M_q \end{pmatrix} \right) \tag{4-7}$$

3. 桩底为固定端时，因$x_n=0$、$\varphi_n=0$，则得：

$$\begin{pmatrix} x_0 \\ \varphi_0 \end{pmatrix} = \frac{1}{\begin{vmatrix} A_1 & B_1 \\ A_2 & B_2 \end{vmatrix}} \begin{pmatrix} -B_2 & B_1 \\ A_2 & -A_1 \end{pmatrix} \left(\begin{pmatrix} C_1 & D_1 \\ C_2 & D_2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} M_0 \\ Q_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_q \\ \varphi_q \end{pmatrix} \right) \tag{4-8}$$

根据边界条件，在确定了桩的四个初始参数（x_0、φ_0、M_0及Q_0）后，即可按式（4—4）求解桩身任一截面的位移、转角、弯矩、剪力及抗力。

第二节　计算程序（DJS-6机）

本书编制了一个等截面桩，承受三角形、矩形荷载，桩顶作用有剪力、弯矩，地基系数为任意值时的通用电算程序。程序所用符号如下：

E——桩的弹性模量（t/m²）；

$I0$——桩截面的惯性矩（m⁴）；

DH——桩的分段长度（m）；

BAS——数组，存放计算的已知数据，由下列参数组成〔M_0、Q_0、q、Δq、E、b、a、H_q、H〕；

$K0$——数组，存放各段的地基系数，按地层情况，取其各段的平均值，由上到下排列穿孔。对于常用的“K”法、“M”法等也可由机器自动计算求得，详见程序的功能和使用说明；

Q——数组，存放各段的荷载；

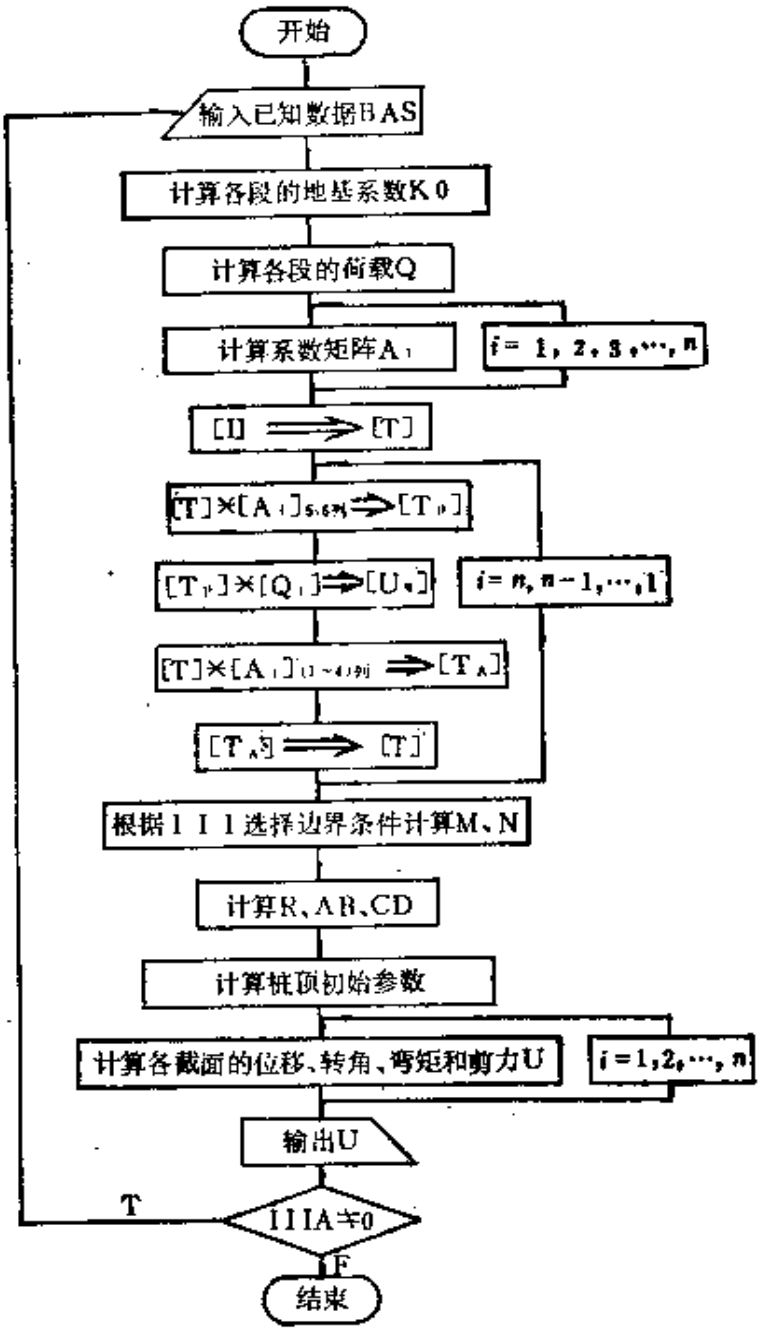


图 4 — 2　计算流程框图

A——数组，存放各段的系数矩阵；

T——数组，存放系数矩阵之积；

Uq——数组，存放荷载项的计算结果；

$U0$、U——数组，分别存放0截面和 i 截面的位移、转角、弯矩及剪力。

计算流程见图 4 — 2。

源程序如下：

```
'PAGE'
 'BEGIN'
 'SWITCH' SW:=LA;
 'PROCEDURE' KLA(BY, KA);
 'VALUE'BY; 'REAL'BY; 'ARRAY'KA;
 'BEGIN'
  'REAL' F1, F2, F3. F4;
  F1:=COS (BY)*(EXP(BY) + EXP(-BY))/2;
  F2:=SIN(BY)*(EXP(BY) + EXP(-BY))/4 +
      COS(BY)*(EXP(BY) - EXP(-BY))/4;
  F3:=SIN(BY)*(EXP(BY) - EXP(-BY))/4;
  F4:=SIN(BY)*(EXP(BY) + EXP(-BY))/8 -
     COS(BY)*(EXP(BY) - EXP(-BY))/8;
  KA[4, 1]:=-4*F2; KA[3,1]:=KA[4, 2]:=-4*F3;
  KA[2,1]:=KA[3,2]:=KA[4,3]:=-4*F4;
  KA[1,1]:=KA[2,2]:=KA[3,3]:=KA[4,4]:=F1;
  KA[1,2]:=KA[2,3]:=KA[3,4]:=KA[4,5]:=F2;
  KA[1,3]:=KA[2,4]:=KA[3,5]:-KA[4,6]:=F3;
  KA[1,4]:=KA[2,5]:=KA[3,6]:=F4;
  KA[1,5]:=KA[2,6]:=(1-F1)/4;
  KA[1,6]:=(BY-F2)/4
 'END';
LA:'BEGIN'
 'INTEGER' I, J, K, M, N;
 'REAL'E, I0, DH, R, KW;
 'ARRAY'BAS[1:9], K0[1:IIIA], Q[1:IIIA, 1:2],
        A[1:IIIA, 1:4, 1:6], T[1:4, 1:4], AB, CD[1:2, 1:2],
        U0, UQ[1:4], U[1:IIIA, 1:4];
 'SWITCH'SWI:=LB;
 'IF'IIIB'LQ'3'THEN'
 'BEGIN'
     INPUT(BAS);
     'IF'ZZZ=0'THEN'READ(KW)'ELSE'KW:=ZZZ;
     'IF'IIIB=1'THEN'K0:=KW;
```

```
      'IF'IIIB = 2 'THEN'
      'FOR'I: = 1 'STEP' 1 'UNTIL'IIIA'DO'
      K0[I]: = KW*(I - 0.5)*BAS[9]/IIIA;
      'IF'IIIB = 3 'THEN'
      'FOR'I: = 1 'STEP' 1 'UNTIL'IIIA'DO'
      K0[I]: = KW*(2*SQRT(I*BAS[9]/IIIA) +
              SQRT((I - 1)*BAS[9]/IIIA))/3;
      OUTPUTI(IIIA, IIIB); DUMMY(2); OUTAR(BAS, K0);
      'GOTO'LB
'END';
'PAGE'
  'IF'IIIB = 4 'THEN'
  'BEGIN'
    'INTEGER'I, R, S, M, K, V;
    READI(R, S); OUTPUTI(R, S); DUMMY(2);
    'BEGIN'
    'ARRAY'KY[1:2, 1:S];
    INPUT(BAS, KY); OUTAR(KY);
    'IF'R = 1 'THEN'
    'BEGIN'M: = 1;
    'FOR'I: = 1 'STEP' 1 'UNTIL'S'DO'
    'FOR'K: =1'STEP' 1 'UNTIL'KY[1,I]'DO'
    'BEGIN'
      K0[M]: = KY[2,I]; M: = M + 1
    'END';
    OUTAR(BAS, K0);
    'GOTO'LB
    'END';
    'IF'R = 2 'THEN'
    'BEGIN'
    'ARRAY'SM[0:S]; SM[0]: = 0; M: = 1;
    'FOR'I: = 1 'STEP' 1 'UNTIL'S'DO'
    SM[I]: = SM[I - 1] + KY[1,I]*KY[2,I]*BAS[9]/IIIA;
    'FOR'I: = 1 'STEP' 1 'UNTIL'S'DO'
    'BEGIN'
    V: = 1;
    'FOR'K: = 1 'STEP' 1 'UNTIL'KY[1,I]'DO'
    'BEGIN'
      K0[M]: = KY[2,I]*(V - 0.5)*BAS[9]/IIIA + SM[I - 1];
      M: = M + 1; V: = V + 1
    'END'
    'END';
    OUTAR(BAS, K0);
    'GOTO'LB
```

```
'END''END''END';
'IF'IIIB = 5'THEN'
'BEGIN'
 'INTEGER'SM, SK, V;
READI(SM, SK); OUTPUTI(SM, SK);
'BEGIN'
 'ARRAY'KYM[1:2, 1:SM], KYK[1:2, 1:SK], MM[0:SM];
INPUT(BAS, KYM, KYK); OUTAR(KYM, KYK);
 MM[0]:= 0; M:= 1;
 'FOR'I:= 1'STEP' 1'UNTIL'SM'DO'
 MM[I]:= MM[I - 1]+ KYM[1,I]*KYM[2,I]*BAS[9]/IIIA;
 'FOR'I:= 1'STEP' 1'UNTIL'SM'DO'
 'BEGIN'
 V:= 1;
 'FOR'K:= 1'STEP' 1'UNTIL'KYM[1,I]'DO'
 'BEGIN'
 K0[M]:= KYM[2,I]*(V - 0,5)*BAS[9]/IIIA + MM[I - 1];
 M:= M + 1; V:= V + 1
 'END''END';
 'FOR'I:= 1'STEP' 1'UNTIL'SK 'DO'
 'FOR'K:= 1'STEP' 1'UNTIL'KYK[1,I]'DO'
 'BEGIN'
 K0[M]:= KYK[2,I]; M = M + 1
 'END';
 OUTAR(BAS, K0); 'GOTO'LB
 'END''END';
 'IF'IIIB = 0'THEN'
 'BEGIN'
 OUTPUTI(IIIA); DUMMY(2);
 INPUT(BAS, K0);
 OUTAR(BAS, K0)
 'END';
'PAGE'
LB: E:= BAS[5];
 I0:= BAS[6]*BAS[7]↑3/12;
DH:= BAS[9]/IIIA;
 'FOR'I:= 1'STEP' 1'UNTIL'IIIA'DO'
 'IF'I*DH'LQ'BAS[8]+0.01'THEN'
 'BEGIN'
 Q[I,1]:= BAS[3]+ BAS[4]*(I - 1)*DH/BAS[8];
 Q[I,2]:= BAS[4]/BAS[8]
 'END''ELSE'
 Q[I,1]:= Q[I,2]:= 0;
 ↑↑OUTAR(Q);
```

```
'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'IIIA'DO'
'BEGIN'
'REAL'BETA;
'ARRAY'CK1[1:4], CK2[1:6], A0[1:4, 1:6];
BETA:=SQRT(SQRT(K0[I]*(BAS[6]+1)/(4*E*I0)));
CK1[1]:=CK2[1]:=1;
'FOR'J:=2, 3, 4'DO'
CK1[J]:=CK1[J-1]*BETA
'FOR'J:=3, 4'DO'
CK1[J]:=CK1[J]*E*I0;
'FOR'K:=2, 3, 4, 5, 6, 'DO'
CK2[K]:=CK2[K-1]/BETA;
'FOR'K:=3, 4, 5, 6'DO'
CK2[K]:=CK2[K]/(E*I0);
KLA(BETA*DH, A0);
'FOR'J:=1, 2, 3, 4'DO'
'FOR'K:=1, 2, 3, 4, 5, 6'DO'
  A[I,J,K]:=A0[J,K]*CK1[J]*CK2[K]
'END';
'FOR'J:=1, 2, 3, 4'DO'
'FOR'K:=1,2,3,4'DO'
'IF'J=K'THEN'T[J,K]:=1'ELSE'
T[J,K]:=0;
'FOR'J:=1, 2, 3, 4'DO'
UQ[J]:=0;
'FOR'I:=IIIA'STEP'-1'UNTIL'1'DO'
'BEGIN'
'ARRAY'TA[1:4, 1:4], TP[1:4, 1:2];
'FOR'J:=1, 2, 3, 4'DO'
'FOR'K:=1, 2'DO'
'BEGIN'
  TP[J,K]:=0;
  'FOR'M:=1, 2, 3, 4'DO'
  TP[J,K]:=TP[J,K]+T[J,M]*A[I,M, K+4]
'END';
'FOR'J:=1, 2, 3, 4'DO'
UQ[J]:=UQ[J]+TP[J,1]*Q[I,1]+TP[J,2]*Q[I,2];
'FOR'J:=1, 2, 3, 4'DO'
'FOR'K:=1, 2, 3, 4'DO'
'BEGIN'
  TA[J,K]:=0;
  'FOR'M:=1, 2, 3, 4'DO'
  TA[J,K]:=TA[J,K]+T[J,M]*A[I,M,K]
'END';
```

```
  'FOR'J:= 1, 2, 3, 4'DO'
  'FOR'K:= 1, 2, 3, 4'DO'
  T[J,K]:=TA[J,K]
  'END';
  ↑↑OUTAR(T,UQ);
'PAGE'
'IF'III= 1'THEN'
'BEGIN' M:= 3; N:= 4'END';
'IF'III=2'THEN'
'BEGIN'M:= 1; N:= 3'END';
'IF'III= 3'THEN'
'BEGIN'M:= 1; N:= 2'END';
OUTPUTI(11111*III); DUMMY(2);
R:=T[M,1]*T[N,2]-T[M,2]*T[N,1];
AB[1,1]:=-T[N,2]; AB[1,2]:=T[M,2];
AB[2,1]:=T[N, 1]; AB[2,2]:=-T[M,1];
'FOR'J:= 1, 2'DO'
'FOR'K:= 1, 2'DO'
  CD[J,K]:=(AB[J,1]*T[M,K+2]+AB[J,2]*T[N,K+2])/R;
  U0[1]:=CD[1,1]*BAS[1]+CD[1,2]*BAS[2]
        +(AB[1,1]*UQ[M]+AB[1,2]*UQ[N])/R;
  U0[2]:=CD[2,1]*BAS[1]+CD[2,2]*BAS[2]
         +(AB[2,1]*UQ[M]+AB[2,2]*UQ[N])/R;
  U0[3]:=BAS[1];
  U0[4]:=BAS[2];
  OUTPUTI(00000); DUMMY(2); OUTAR(U0);
  'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'IIIA'DO'
  'BEGIN'
  'FOR'J:=1, 2, 3, 4'DO'
  'BEGIN'
    U[I,J]:=0;
    'FOR'K:=1, 2, 3, 4'DO'
    U[I,J]:=U[I,J]+A[I,J,K]*U0[K];
    U[I,J]:=U[I,J]+A[I,J,5]*Q[I,1]+A[I,J,6]*Q[I,2]
  'END';
  'FOR'J:=1, 2, 3, 4'DO'
  U0[J]:=U[I,J];
  'END';
  'FOR'J:=1, 2, 3, 4'DO'
  'BEGIN'
  OUTPUTI(J); DUMMY(2);
  'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'IIIA'DO'
  OUTPUTR(U[I,J]);
  DUMMY(4)
```

```
    'END';
    STOP;
    'IF'IHA'NQ'0'THEN'
    'GOTO'LA
    'END'
'END'
```

＊ ＊ ＊

第三节　程序的功能和使用说明

本程序适用于下述情况计算抗滑桩各截面的位移、转角、弯矩、剪力及抗力：

1．荷载：桩在滑动面以上承受的荷载为三角形、矩形或梯形，在桩顶作用有弯矩及剪力。

2．地基系数：

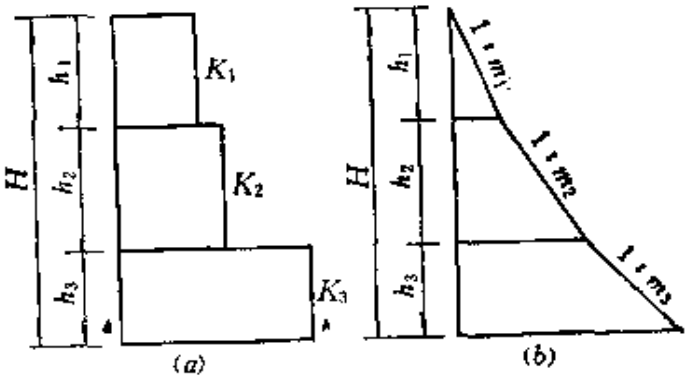


图 4 — 3　地基系数分布图

对于“K”法、“m”法、“C”法和多层“K”法、多层“m”法，以及滑动面以上为多层“m”、滑动面以下为多层“K”的混合法等，其地基系数可为任意值。多层“K”法中的各层K值呈阶梯形分布，如图 4 — 3 a 所示。多层“m”法中，各层邻接处K值相等，如图 4 — 3 b 所示。

3．桩底边界条件：自由端、铰支端及固定端。

4．准备输入数据时，若将M_0输入滑动面处的弯矩M_A，Q_0输入滑动面处的剪力Q_A，将q、Δq均输入零，将H_1、H均输入滑动面以下桩长H_2，则本程序即可用于按悬臂桩法计算的情况。

使用本程序时，输入数据的准备和运算前的控制台状态如下所述：

各种计算方法均应准备存放已知数据的数组BAS，其参数的组成与排列为：M_0、Q_0、q、Δq、E、b、a、H_e、H。各参数的意义如下（参见图4—4）：

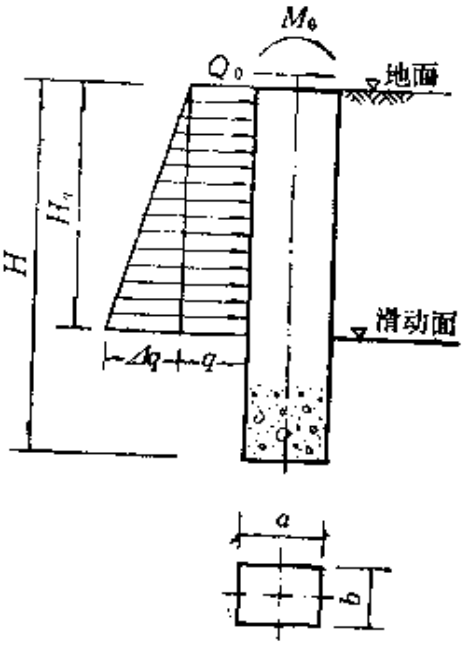


图4—4　计算简图

M_0——桩顶弯矩（t·m）（注：当按悬臂桩法计算时，为滑动面处弯矩M_A）；

Q_0——桩顶剪力（t）（注：当按悬臂桩法计算时，为滑动面处剪力Q_A）；

q——矩形分布荷载强度（t/m）（注：当按悬臂桩法计算时为零）；

Δq——三角形分布荷载强度（t/m）（注：当按悬臂桩法计算时为零）；

E——桩的弹性模量（t/m²）；

b——桩截面宽度（m）；

a——桩截面高度（m）；

H_e——桩受荷段长度（m）（注：当按悬臂桩法计算时，为滑动面以下桩长H_2）；

H——桩全长（m）（注：当按悬臂桩法计算时，为滑动面以下桩长H_2）。

桩的分段，应根据设计需要的精度来考虑，段数越多，精度越高，但一般分30～40段就可以了，并使滑动面处有分段点通过。分段总数由控制台变量IIIA拨入。桩底边界条件由III控制：

当桩底为自由端时，III＝1；当桩底为铰支端时，III＝2；当桩底为固定端时，III＝3。地基系数的变化规律由IIIB控制。

选用不同的计算方法时，采用的有关控制台变量及输入数据如下：

1. “K”法——地层为均质土或非均质土，采用加权平均为一个K值时，即按“K”法计算：

IIIB＝1；

输入实型数组INPUT(BAS)；

地基系数K可由控制台变量ZZZ拨入，也可从光电机输入，当ZZZ＝0时，则输入实型量READR(KW)。

2. “m”法——地层为均质土或非均质土，采用加权平均为一个m值时，即按“m”法计算：

IIIB＝2；

输入实型数组INPUT(BAS)；

地基系数的比例系数m，可由ZZZ拨入，也可从光电机输入，当ZZZ＝0时，则输入实型量READR(KW)。

3. “C”法——地层为均质土或非均质土，采用加权平均为一个C值时，即按“C”法计算：

IIIB＝3；

输入实型数组INPUT(BAS)；

C值可由ZZZ拨入，也可从光电机输入，当ZZZ＝0时，则输入实型量READR(KW)。

4. 多层“K”法或多层“m”法——滑动面以上地层有几层不同的K值或m值，滑动面以下地层有几层不同的K值或m值时：

IIIB＝4；

输入整型量READI(R,S)，

其中：当多层“K”法时，R＝1；多层“m”法时，R＝2；S为滑动面上、下不同K值或m值的总层数。

输入实型数组INPUT(BAS,KY)；

其中 KY〔1:2，1:S〕有：KY〔1，I〕＝由桩顶向下第 I 层桩的分段数；KY〔2，I〕＝由桩顶向下第 I 层的地基系数K_i或地基系数的比例系数m_i（I＝i＝1,2,…,S)。

5. 滑动面以上多层m，滑动面以下多层K的混合法——滑动面以上地层有几层不同的m值，滑动面以下地层有几层不同的K值时：

IIIB＝5；

输入整型量READI(SM,SK)；

其中 SM——滑动面以上不同m值的总层数；

SK——滑动面以下不同K值的总层数。

输入实型数组INPUT(BAS,KYM,KYK)；

其中 KYM〔1:2,1:SM〕有：

KYM〔1,I〕——由桩顶至滑动面第 I 层桩的分段数；

KYM〔2,I〕——由桩顶至滑动面第 I 层地基系数的比例系数m的值（I＝1,2,…,SM）。

KYK〔1:2,1:SK〕有：

KYK〔1,I〕——由滑动面至桩底第 I 层桩的分段数；

KYK〔2,I〕——由滑动面至桩底第 I 层地基系数K的值（I＝1,2,…,SK）。

6. 任意分布的地基系数法——当地基系数变化大，无规律时，将桩分为若干小段后，可取每小段地基系数的平均值作为该小段的地基系数，送入实型数组K0中。这时：

IIIB＝0；

输入实型数组INPUT(BAS,K0)；

其中 K0〔1:IIIA〕有：

K0〔I〕——第 I 段的地基系数值（I＝1,2,…,IIIA)。

上述各种计算方法，当一个问题计算完毕，机器即处于暂停状态。如要计算下一个问题，只需调好控制台变量，即IIIA≒0，按一下启动开关QD，机器便自动转向下一个问题的计算。

结 束 语

在这本书里，我们对抗滑桩的设计与计算作了比较详细的叙述。同时，对抗滑桩的应用与发展、试验与研究等方面也作了扼要介绍。由于抗滑桩的特殊性和复杂性，尚待人们进一步研究、解决的问题还很多。下面，简单地归纳、提出几个问题，作为本书的结束。

1. 荷载计算

抗滑桩的荷载，即滑坡推力和地层抗力，比起其它支挡建筑物所承受的土压力，是更为复杂的。计算滑坡推力常用的传递系数法，视滑坡现状处于极限平衡，考虑到岩、土的物理力学指标 φ、c 值，可能在遇到最不利情况而降低时，引用一适当的安全系数，从而求出其滑坡推力的。因此选用不同的安全系数，对计算结果有时差别较大，这是有别于其它工程结构荷载的。

2. 地基系数

众所周知，在基础梁的理论中，温克勒假定与实际情况尚存在偏差。因为地基的沉陷、变形，不只局限在梁的宽度之内，而总要延续到梁外。而且严格地讲，地基系数是多变量函数，很难通过试验求出其真值。因此，用地基系数是难以反映滑坡这一特殊地质现象的状态的。

另一方面，目前通过现场加载试验得到和积累的抗滑桩地基系数资料还很少，不敷实际需要，以致设计抗滑桩，多半是比照桥梁桩或其它工程结构来选择地基系数，这是很难完全符合实际情况的。因此，现行的抗滑桩计算方法，还有待今后在实践中逐渐完善。

3. 桩、土的共同作用

现行计算方法，几乎忽略了抗滑桩群桩的相互影响，也没有充分考虑和估计桩、土的共同作用以及与桩接触和毗邻的相当大

一部分地层，其产生被动抗力的范围，实际大于“$b+1$”（b为桩的宽度）。看来，抗滑桩的潜力还比较大。因此，今后需要着重研究的，不仅是土抗力和地基系数等问题。还应深入研究抗滑桩与滑坡地层的相互作用。如果这些问题弄清以后，其它问题，例如，桩的锚固深度，桩的间距，也会相应解决得更好一些。

4. 结构计算

抗滑桩截面大，构造简单。现场为了施工方便，或者由于料源关系，常常采用废旧钢轨来代替钢筋，以致桩身不是钢筋混凝土结构，而是“钢轨混凝土结构”。这样，在计算上，目前完全照一般钢筋混凝土结构办理，难以符合实际，钢材数量也似乎偏多。此其一。

其二，桩的主筋（或钢轨）混凝土保护层，一般至少在7厘米左右，如果加上护壁混凝土就更厚了。保护层厚，对防止露筋、水渗是有利的。但是，保护层过厚，对发挥主筋的抗拉作用，对桩的抗弯、抗裂却都是不利的。对此，怎样综合考虑，权衡利弊，有待深入研究。

5. 长桩的设计与施工

10～25米长的抗滑桩，一般采用排式单桩，以及小炮松动、人力挖掘、机械提升、混凝土护壁和就地灌注的施工方法，简便易行，安全可靠。这个优点正是抗滑桩在我国能够推广应用、迅速发展的原因之一。但又应该看到，当治理滑动带特别深的滑坡（多为古滑坡），在桩特别长——全埋式桩埋深到三、四十米的情况时，施工的安全性差，效率也很低。在地质情况十分复杂、地下水较多时，问题更为突出。应在长桩的结构型式和施工技术方面加以研究。

抗滑桩的使用面较广，目前还处在发展阶段，试验、研究工作正方兴未艾。在我国四个现代化建设实践中，抗滑桩在设计与施工中出现的问题，一定会逐步得到解决。

附录　悬臂桩简化法

这类方法是铁路工程实践中曾经采用过的。其要点是，滑动面以上（受荷段）桩的计算与悬臂桩法完全一样。不同的是，简化了滑动面以下（锚固段）的计算：采用地层的侧壁容许应力作为控制值，求出桩的最小锚固深度后，再根据侧壁应力图计算桩的内力。分析直观，计算简便。从工程实践和计算比较来看，对一般条件的滑坡比较适用。由于对滑动面以下侧壁应力图形的假定大同小异，又有多种计算方法，下面仅介绍其中的一种方法。

一、基 本 假 定

（一）同地层相比较，假定桩为刚性的；

（二）忽略桩与周围岩、土间的摩擦力、粘着力；

（三）锚固段地层的侧壁应力成直线变化。其中：滑动面和桩底地层的侧壁应力发挥一致，并等于侧壁容许应力；滑动面以下一定深度范围内的侧壁应力假定相同，并设此等压段内的应力之和等于受荷段荷载。

二、基 本 公 式

（一）荷载按矩形分布时

如附图—1所示：

$$\Sigma H=0 \qquad E_T'=\sigma y_m B_p \tag{附—1}$$

$$\Sigma M_c=0 \quad E_T'\left(\frac{h_1}{2}+y_m+\frac{h_3}{2}\right)=\sigma y_m B_p\left(\frac{y_m}{2}+\frac{h_3}{2}\right)+\frac{1}{6}\sigma B_p h_3^2 \tag{附—2}$$

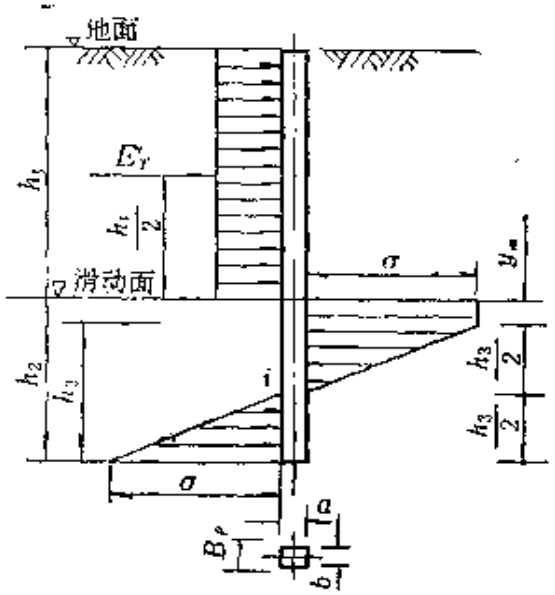
$$h_2=y_m+h_3 \tag{附—3}$$

当E_T'、h_1、B_p均已知，则由式（附—1）、（附—2）、（附—3）三式联解，得出σ、y_m、h_s值，即可得到桩侧地层应力及桩的内力。

若令$\sigma=[\sigma]$＝锚固段地层的侧壁容许应力（t/m²），将式（附—2）、（附—3）代入式（附—1），整理后得：

$$[\sigma]B_p h_2^2-2E_T'h_2-E_T'\left(\frac{2E_T'}{[\sigma]B_p}+3h_1\right)=0$$

则桩的最小锚固深度：



附图 1　计算简图

$$h_{2min}=\frac{E_T'}{[\sigma]B_p}+\sqrt{\frac{3E_T'}{[\sigma]B_p}\left(\frac{E_T'}{[\sigma]B_p}+h_1\right)}$$

（附—4）

以上式中　E_T'——荷载，即每根桩承受的滑坡推力与抗滑力之差，t；

h_1——桩的受荷段长度，m；

y_m——锚固段地层达$[\sigma]$区的厚度，m；

h_s——锚固段地层弹性区厚度，m；

B_p——桩的计算宽度，m。

（二）荷载按三角形分布时

这种情况，只需将前种情况荷载E_T'的作用点至滑动面的距离$\frac{h_1}{2}$改为$\frac{h_1}{3}$，同样可导出桩的最小锚固深度：

$$h_{2min}=\frac{E_T'}{[\sigma]B_p}+\sqrt{\frac{E_T'}{[\sigma]B_p}\left(\frac{3E_T'}{[\sigma]B_p}+2h_1\right)}$$

（附—5）

其余计算两者完全相同。

三、算　例

（一）设计资料

与第一章第一节算例二相同。

（二）桩的设计

受荷段桩长：$h_1=10\text{m}$；

桩间距（中至中）：$L=6.0\text{m}$；

桩截面：$F=ba=2\times3=6.0\text{m}^2$；

桩的计算宽度：$B_p=b+1=3\text{m}$。

（三）外力计算

与第一章第一节算例二相同，其受荷段荷载：$E'_T=E_T-E_R=600-360=240\text{t}$。

（四）锚固深度计算

由式（附—4）桩的最小锚固深度：

$$h_{2\min}=\frac{E'_T}{[\sigma]B_p}+\sqrt{\frac{3E'_T}{[\sigma]B_p}\left(\frac{E'_T}{[\sigma]B_p}+h_1\right)}$$

$$=\frac{240}{170\times3}+\sqrt{\frac{3\times240}{170\times3}\left(\frac{240}{170\times3}+10\right)}$$

$$=4.32\text{m}$$

采用$h_2=5\text{m}$

（五）桩侧应力计算

将已知值代入式（附—1）、（附—2）、（附—3）：

$$3\sigma y_m=240 \qquad (a)$$

$$240\left(5+y_m+\frac{h_3}{2}\right)=3\sigma y_m\left(\frac{y_m}{2}+\frac{h_3}{2}\right)+\frac{1}{6}\times3\sigma h_3^2 \qquad (b)$$

$$5=y_m+h_3 \qquad (c)$$

以（a）式$\sigma=\frac{240}{3y_m}=\frac{80}{y_m}$、（$c$）式$h_3=5-y_m$代入（$b$）式，整理后得：

$$y_m^2 + 20y_m - 12.5 = 0$$

则 $y_m = 0.61\text{m}$

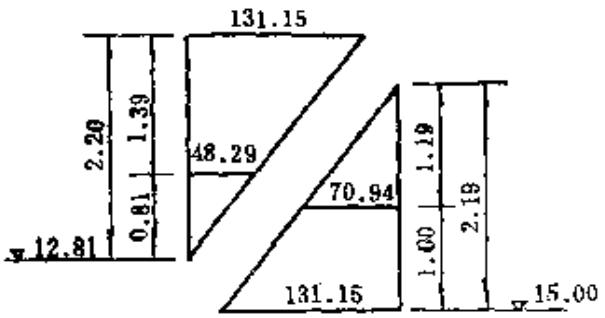
将y_m值代入式（c），得：

$$h_3 = 5 - 0.61 = 4.39\text{m}$$

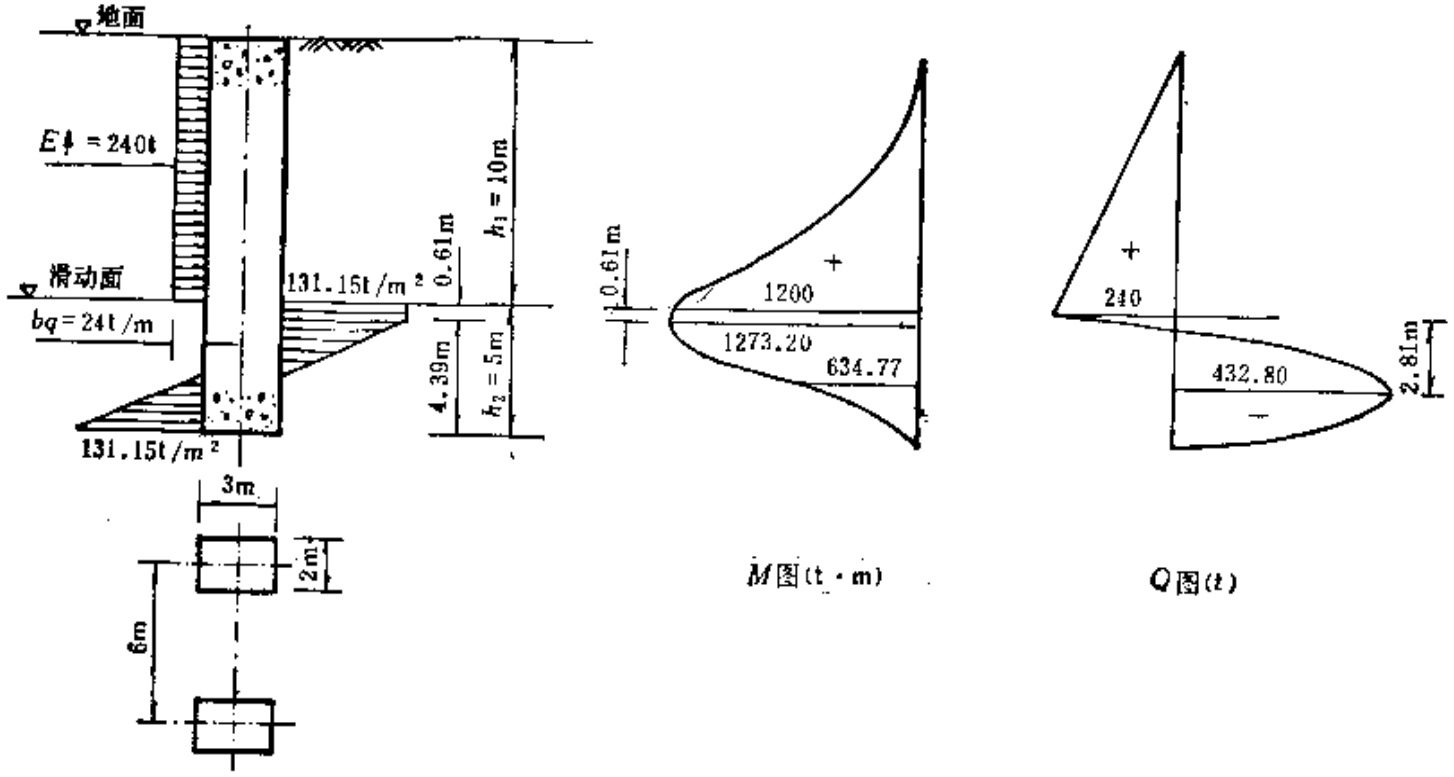
将y_m值代入式（a）得：

$$\sigma = \frac{240}{3 \times 0.61} = 131.15\text{t/m}^2$$

桩身内力计算表 附表 1

深度 y (m)	剪力Q(t)	弯矩M(t·m)
0	$24 \times 10 = 240$	$240 \times 5 = 1200$
0.61	$240 - (131.15 \times 0.61 \times 3) \approx 0$ 	$240(5 + 0.61) - 240 \times \frac{0.61}{2}$ $= 1273.20$ *
2	$-3[48.29 \times 1.39 + (131.15 - 48.29) \times 1.39 \times 0.5] = -374.13$	$240 \times 7 - 240\left(\frac{0.61}{2} + 1.39\right) - 48.29 \times 3 \times \frac{1.39^2}{2} - 82.86 \times \frac{1}{2} \times 3 \times \frac{2}{3} \times 1.39^2 = 973.16$
2.81	$-131.15 \times 2.2 \times 0.5 \times 3 = -432.80$ *	$432.80 \times 2.2 \times \frac{2}{3} = 634.77$
4	$-(70.94 \times 1.0 + 60.21 \times 1.0 \times 0.5)3 = -303.14$	$70.94 \times 3 \times 0.5 + 60.21 \times 3 \times 0.5 \times \frac{2}{3} = 166.62$
5	0	0

注：有*者为最大值。


地面
$E_{\text{土}}$ = 240t
滑动面
bq = 24t/m
131.15t/m²
131.15t/m²
0.61m
h_1 = 10m
4.39m
h_2 = 5m
3m
2m
6m
0.61m
1200
1273.20
634.77
M图(t·m)
240
432.80
2.81m
Q图(t)

附图 2　桩的受力状况图

（六）桩身内力计算

1. 受荷段

计算方法及其结果与第一章第一节算例二相同（从略）。

2. 锚固段

详见附表 1。

兹将以上计算结果示于附图 2。这些结果与第一章第一节算例二的计算结果基本一致，说明本法确有其实用意义。

附表一　地基系数参考数值（一）

1.围岩分类及物理力学指标　　附表一—1

围岩类别	围岩主要工程地质条件		容重γ (t/m³)	弹性抗力系数K (t/m³)
	主要工程地质特征	结构特征和完整状态		
Ⅵ	硬质岩石（饱和极限抗压强度R_a>600kg/cm²），受地质构造影响轻微，节理不发育，无软弱面（或夹层）；层状岩层为厚层，层间结合良好。	被切割呈巨块状整体结构。	2.6～2.8	1.8×10^5～2.8×10^5
Ⅴ	硬质岩石（R_a>300kg/cm²），受地质构造影响较重，节理较发育，有少量软弱面（或夹层）和贯通微张节理，但其产状及组合关系不致产生滑动；层状岩层为中层或厚层，层间结合一般，很少有分离现象，或为硬质岩石偶夹软质岩石。	被切割呈大块状砌体结构。	2.5～2.7	1.2×10^5～1.8×10^5
	软质岩石（$R_a\approx$300kg/cm²），受地质构造影响轻微，节理不发育；层状岩层为厚层，层间结合良好。	被切割呈巨块状整体结构。		
Ⅳ	硬质岩石（R_a>300kg/cm²），受地质构造影响严重，节理发育，有层状软弱面（或夹层），但其产状及组合关系尚不致产生滑动；层状岩层为中层或薄层，层间结合差，多有分离现象；或为软、硬岩石互层。	被切割呈块（石）碎（石）状镶嵌结构。	2.3～2.5	0.5×10^5～1.2×10^5
	软质岩石（R_a=50～300kg/cm²），受地质构造影响较重，节理较发育；层状岩层为薄层、中层或厚层，层间结合一般。	被切割呈大块状砌体结构。		
Ⅲ	硬质岩石（R_a>300kg/cm²），受地质构造影响很严重，节理很发育；层状软弱面（或夹层）已基本被破坏。	被切割呈碎石状压碎结构。	1.9～2.2（老黄土用1.7～1.8）	0.2×10^5～0.5×10^5（不包括黄土）
	软质岩石（R_a=50～300kg/cm²），受地质构造影响严重，节理发育。	被切割呈块（石）碎（石）状镶嵌结构。		
	土：1.略具压密或胶结作用的粘性土及砂类土。2.老黄土。3.一般泥质胶结的碎、卵石土。4.大块石土。	1、2呈大块状压密结构；3呈巨块状整体结构；4呈堆石状松散结构。		
Ⅱ	石质围岩位于挤压强烈的断裂带内，裂隙杂乱，呈石夹土或土夹石状。	围岩呈角（砾）碎（石）状松散结构。	1.7～2.（新黄土用1.5）	0.1×10^5～0.2×10^5（不包括黄土）
	一般第四系的可塑的粘性土及稍湿到潮湿的非粘性土（包括一般碎、卵、砾石土）及新黄土。	非粘性土呈松散结构；粘性土及新黄土呈松软结构。		
Ⅰ	石质围岩位于挤压极强烈的断裂带内，呈角砾、砂、泥松软体。	呈若呈泥砂角砾状松软结构。	1.5～1.6	<0.1×10^5
	软塑状粘性土及潮湿的粉细砂等。	粘性土呈易蠕动的松软结构；砂类土呈潮湿的松散结构。		

注：本表摘自《铁路工程技术规范、第三篇隧道》，其中工程地质条件摘自表3—2，γ及K值摘自表3—8。

2.地层物理力学指标

附表——2

地层种类	内摩擦角 φ（度）	弹性抗力 E_0 (10^4t/m²)	泊松比 μ_0	岩石弹性抗力系数 K (t/m³)	剪切力 τ (t/m²)
细粒花岗岩、正长岩 辉绿岩、玢岩	80°以上	543～690 670～787	0.25～0.30 0.28	2.0×10^5～2.5×10^5 2.5×10^5	150以上
中粒花岗岩、粗粒正长岩 坚硬白云岩	80°以上	543～650 656～790	0.25	1.8×10^5～2.2×10^5	150以上
坚硬石灰岩 坚硬砂岩、大理岩 粗粒花岗岩、花岗片麻岩	80°	440～1000 466～543 543～610	0.25～0.30	1.2×10^5～2.0×10^5	150
较坚硬石灰岩 较坚硬砂岩 不坚硬花岗岩	75°～80°	440～900 446～500 543～600	0.25～0.30	0.8×10^5～1.2×10^5	120～140
坚硬页岩 普通石灰岩 普通砂岩	70°～75°	200～350 440～800 466～500	0.15～0.30 0.25～0.30 0.25～0.3	0.4×10^5～0.8×10^5	70～120
坚硬泥灰岩 较坚硬页岩 不坚硬石灰岩 不坚硬砂岩	70°	80～120 198～360 440～600 100～278	0.29～0.38 0.15～0.30 0.25～0.30 0.25～0.30	0.3×10^5～0.4×10^5	50～70
较坚硬泥灰岩 普通页岩 软石灰岩	65°	70～90 190～300 440～500	0.29～0.38 0.15～0.20 0.25	0.2×10^5～0.3×10^5	30～50
不坚硬泥灰岩 硬化粘土 软片岩 硬煤	45°	3～50 1～30 50～70 5～30	0.29～0.38 0.3～0.37 0.15～0.18 0.3～0.4	0.06×10^5～0.12×10^5	15～30
密实粘土 普通煤 胶结卵石 掺石土	30°～45°	1～30 5～30 1～10 1～10	0.3～0.37 0.3～0.4 — —	0.03×10^5～0.06×10^5	10～15

注：本表摘自《地下工程》，1980年第6期。

附表二　地基系数参考数值（二）

1.土的地基系数　　附表二—1

顺序	土　的　名　称	竖直方向m_0 (t/m⁴)	水平方向m (t/m⁴)
1	$0.75 \leqslant I_L < 1.0$的软塑粘土及砂粘土；淤泥	100～200	50～140
2	$0.5 \leqslant I_L < 0.75$的软塑粘砂土、砂粘土及粘土；粉砂及松砂土	200～400	100～280
3	硬塑性的粘砂土、砂粘土及粘土；细砂和中砂	400～600	200～420
4	坚硬的粘砂土、砂粘土及粘土；粗砂	600～1000	300～700
5	砾砂；碎石土、卵石土	1000～2000	500～1400
6	密实的大漂石	8000～12000	4000～8400

2.岩石的抗压强度和地基系数　　附表二—2

顺序	抗压强度(t/m²)		地基系数(t/m³)	
	单轴向极限值R	侧向容许值σ	竖直方向K_0	水平方向K
1	1000	150～200	10000～20000	6000～16000
2	1500	200～300	25000	15000～20000
3	2000	300～400	30000	18000～24000
4	3000	400～600	40000	24000～32000
5	4000	600～800	60000	36000～48000
6	5000	750～1000	80000	48000～64000
7	6000	900～1200	120000	72000～96000
8	8000	1200～1600	150000～250000	90000～200000

注：1. 附表二是根据铁道部科学研究院西北研究所和第一、二、四勘测设计院《关于〈滑坡地区铁路勘测细则〉的建议》（1973年8月）摘编的；

2. I_L为土的液性指数，其m_0和m值的条件，相应于桩顶位移0.6～1.0厘米；

3. 对于土，取$m = 0.5 \sim 0.7 m_0$；对于岩石，取$K = 0.6 \sim 0.8 K_0$。

附表三　钢轨截面计算数值

项目 \ 钢轨类型	24kg	33kg	38kg	42kg	43kg (44.6 kg)	50kg
每米重量(kg)	24.459	33.766	38.677	41.907	44.631	51.514
截面面积(cm²)	31.24	43.00	49.40	53.38	57.00	65.80
截面高度(mm)			135.00	131.76	140.00	152.00
轨底宽度(mm)			114.00	131.76	114.00	132.00
轨头宽度(mm)			68.00	65.09	70.00	70.00
中性轴距轨底高度(mm)	53.05	56.78	66.13		68.50	70.90

附表四　“m”法的影响函数值

注：函数$F_1 \sim F_4$可由函数$A_1 \sim A_4$求得，其关系如下：

$$F_1 = 1 - A_1;\quad F_2 = -A_2;\quad F_3 = -A_3;\quad F_4 = -A_4。$$

ay	A_1	B_1	C_1	D_1	E_1
0	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.1	1.00000	0.10000	0.00500	0.00017	0.00000
0.2	1.00000	0.20000	0.02000	0.00133	0.00007
0.3	0.99998	0.30000	0.04500	0.00450	0.00034
0.4	0.99991	0.39999	0.08000	0.01067	0.00107
0.5	0.99974	0.49996	0.12500	0.02083	0.00260
0.6	0.99935	0.59987	0.17998	0.03600	0.00540
0.7	0.99860	0.69967	0.24495	0.05716	0.01000
0.8	0.99727	0.79927	0.31988	0.08532	0.01706
0.9	0.99508	0.89852	0.40472	0.12146	0.02733
1.0	0.99167	0.99722	0.49941	0.16657	0.04165
1.1	0.98658	1.09508	0.60384	0.22163	0.06097
1.2	0.97927	1.19171	0.71787	0.28757	0.08633
1.3	0.96908	1.28660	0.84127	0.36536	0.11886
1.4	0.95523	1.37910	0.97373	0.45587	0.15978
1.5	0.93581	1.46839	1.11484	0.55996	0.21041
1.6	0.91280	1.55346	1.26404	0.67841	0.27212
1.7	0.88201	1.63307	1.42060	0.81192	0.34637
1.8	0.84313	1.70575	1.58362	0.96108	0.43467
1.9	0.79467	1.76973	1.75190	1.12634	0.53856
2.0	0.73502	1.82294	1.92402	1.30798	0.65962
2.2	0.57492	1.88710	2.27217	1.72039	0.95947
2.4	0.34691	1.87449	2.60882	2.19539	1.34612
2.6	0.03314	1.75474	2.90669	2.72360	1.82963
2.8	−0.38548	1.49039	3.12845	3.28761	2.41635
3.0	−0.92809	1.03679	3.22473	3.85829	3.10653
3.2	−1.61194	0.34278	3.13221	4.39178	3.89102
3.4	−2.44967	−0.64750	2.77223	4.82566	4.74721
3.6	−3.44542	−1.99135	2.05038	5.07509	5.63403
3.8	−4.58980	−3.74207	0.85751	5.02907	6.48605
4.0	−5.85329	−5.94095	−0.92675	4.54767	7.20694
4.2	−7.17823	−8.60589	−3.42725	3.46084	7.66258
4.4	−8.46929	−11.71596	−6.76190	1.57015	7.67453
4.6	−9.58278	−15.19163	−11.02433	−1.34502	7.01496
4.8	−10.31551	−18.87009	−16.25910	−5.51489	5.40440
5.0	−10.39409	−22.47610	−22.42791	−11.15786	2.51465
5.2	−9.46672	−25.58918	−29.36578	−18.44757	−2.02050
5.4	−7.09981	−27.60937	−36.72658	−27.46552	−8.58323
5.6	−2.78320	−27.72502	−43.91853	−38.13644	−17.53387
5.8	4.05145	−24.88855	−50.03197	−50.14434	−29.15273
6.0	13.99309	−17.80855	−53.76463	−62.82830	−43.55636

续上表

ay	A_2	B_2	C_2	D_2	E_2
0	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.1	−0.00000	1.00000	0.10000	0.00500	0.00017
0.2	−0.00007	0.99999	0.20000	0.02000	0.00133
0.3	−0.00034	0.99996	0.30000	0.04500	0.00450
0.4	−0.00107	0.99983	0.39998	0.08000	0.01067
0.5	−0.00260	0.99948	0.49993	0.12499	0.02083
0.6	−0.00540	0.99870	0.59981	0.17998	0.03600
0.7	−0.01000	0.99720	0.69951	0.24493	0.05716
0.8	−0.01706	0.99454	0.79891	0.31983	0.08531
0.9	−0.02733	0.99016	0.89779	0.40462	0.12145
1.0	−0.04165	0.98334	0.99583	0.49921	0.16654
1.1	−0.06097	0.97317	1.09262	0.60345	0.22156
1.2	−0.08631	0.95866	1.18756	0.71716	0.28747
1.3	−0.11883	0.93837	1.27990	0.84002	0.36516
1.4	−0.15973	0.91047	1.36866	0.97164	0.45550
1.5	−0.21030	0.87336	1.45259	1.11145	0.55932
1.6	−0.27193	0.82566	1.53020	1.25872	0.67734
1.7	−0.34604	0.76113	1.59963	1.41248	0.81019
1.8	−0.43112	0.68645	1.65867	1.57150	0.95835
1.9	−0.53767	0.58968	1.70468	1.73122	1.12214
2.0	−0.65821	0.47061	1.73456	1.89872	1.30165
2.2	−0.95615	0.15129	1.73109	2.22300	1.70684
2.4	−1.33888	−0.30271	1.61287	2.51873	2.16820
2.6	−1.81478	−0.92598	1.33485	2.74971	2.67236
2.8	−2.38753	−1.75478	0.84178	2.86653	3.19537
3.0	−3.05316	−2.82403	0.06837	2.80404	3.69914
3.2	−3.79622	−4.16287	−1.05910	2.47914	4.12733
3.4	−4.58492	−5.78813	−2.61941	1.78930	4.40086
3.6	−5.36534	−7.69539	−4.69037	0.61270	4.41336
3.8	−6.05453	−9.84716	−7.33918	−1.18938	4.02716
4.0	−6.53312	−12.15789	−10.60840	−3.76645	3.07053
4.2	−6.63771	−14.47566	−14.49625	−7.26771	1.33758
4.4	−6.15405	−16.56083	−18.93030	−11.82405	−1.40771
4.6	−4.81250	−18.06264	−23.73398	−17.52124	−5.42113
4.8	−2.28769	−18.49537	−28.58514	−24.36215	−10.95882
5.0	1.79174	−17.21722	−32.96967	−32.21617	−18.24560
5.2	7.84071	−13.41642	−36.12597	−40.75423	−27.42751
5.4	16.25497	−6.11121	−36.99502	−49.36951	−38.50482
5.6	27.38777	5.82694	−34.17277	−57.08507	−51.24208
5.8	41.45479	23.61537	−25.88225	−62.45345	−65.05316
6.0	58.42435	48.46246	−9.97907	−63.45715	−78.86100

续上表

ay	A_3	B_3	C_3	D_3	E_3
0	0.00000	− 0.00000	1.00000	0.00000	0.00000
0.1	− 0.00017	− 0.00001	1.00000	0.10000	0.00500
0.2	− 0.00133	− 0.00013	0.99999	0.20000	0.02000
0.3	− 0.00450	− 0.00068	0.99994	0.30000	0.04500
0.4	− 0.01067	− 0.00213	0.99974	0.39998	0.08000
0.5	− 0.02083	− 0.00521	0.99922	0.49991	0.12499
0.6	− 0.03600	− 0.01080	0.99806	0.59974	0.17997
0.7	− 0.05716	− 0.02001	0.99580	0.69935	0.24492
0.8	− 0.08532	− 0.03413	0.99181	0.79854	0.31979
0.9	− 0.12144	− 0.05466	0.98524	0.89705	0.40453
1.0	− 0.16652	− 0.08329	0.97501	0.99445	0.49901
1.1	− 0.22151	− 0.12192	0.95975	1.09016	0.60307
1.2	− 0.28736	− 0.17260	0.93783	1.18342	0.71645
1.3	− 0.36495	− 0.23760	0.90727	1.27320	0.83878
1.4	− 0.45514	− 0.31934	0.86574	1.35821	0.96955
1.5	− 0.55869	− 0.42039	0.81054	1.43680	1.10806
1.6	− 0.67628	− 0.54318	0.73859	1.50695	1.25340
1.7	− 0.80846	− 0.69144	0.64637	1.56621	1.40435
1.8	− 0.95562	− 0.86715	0.52997	1.61162	1.55938
1.9	− 1.11794	− 1.07357	0.38503	1.63968	1.71655
2.0	− 1.29532	− 1.31361	0.20676	1.64629	1.87344
2.2	− 1.69331	− 1.90568	− 0.27087	1.57537	2.17388
2.4	− 2.14113	− 2.66328	− 0.94884	1.35201	2.42889
2.6	− 2.62120	− 3.59990	− 1.87738	0.91680	2.59313
2.8	− 3.10333	− 4.71751	− 3.10791	+ 0.19728	2.60557
3.0	− 3.54050	− 5.99981	− 4.68788	− 0.89127	2.38556
3.2	− 3.86405	− 7.40337	− 6.65295	− 2.44320	1.83083
3.4	− 3.97863	− 8.84653	− 9.01581	− 4.55689	+ 0.81617
3.6	− 3.75702	− 10.19606	− 11.75089	− 7.32525	− 0.80563
3.8	− 3.03605	− 11.25190	− 14.77432	− 10.82106	− 3.19951
4.0	− 1.61430	− 11.73063	− 17.91863	− 15.07545	− 6.53869
4.2	+ 0.74657	− 11.24932	− 20.90227	− 20.04840	− 10.98828
4.4	+ 4.31469	− 9.31209	− 23.29456	− 25.58958	− 16.67935
4.6	+ 9.37248	− 5.30302	− 24.47806	− 31.38891	− 23.67093
4.8	+ 16.18898	+ 1.50929	− 23.61178	− 36.91681	− 31.89724
5.0	+ 24.97623	+ 11.94853	− 19.60110	− 41.35574	− 41.09780
5.2	+ 35.82509	+ 26.87946	− 11.08309	− 43.52697	− 50.72899
5.4	+ 48.61601	+ 47.11770	+ 3.56014	− 41.82015	− 59.85741
5.6	+ 62.90107	+ 73.28704	+ 26.14335	− 34.13766	− 67.03850
5.8	+ 77.75522	+ 105.61026	+ 58.55356	− 17.87215	− 70.18836
6.0	+ 91.59823	+ 143.61937	+ 102.53238	+ 10.05694	− 66.46333

续上表

αy	A_4	B_4	C_4	D_4	E_4
0	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
0.1	−0.00500	−0.00033	−0.00001	1.00000	0.10000
0.2	−0.02000	−0.00267	−0.00020	0.99999	0.20000
0.3	−0.04500	−0.00900	−0.00101	0.99992	0.29999
0.4	−0.08000	−0.02133	−0.00320	0.99966	0.39997
0.5	−0.12499	−0.04167	−0.00781	0.99896	0.49989
0.6	−0.17997	−0.07199	−0.01620	0.99741	0.59968
0.7	−0.24490	−0.11431	−0.03001	0.99440	0.69918
0.8	−0.31975	−0.17060	−0.05119	0.98908	0.79818
0.9	−0.40443	−0.24285	−0.08199	0.98032	0.89631
1.0	−0.49881	−0.33299	−0.12493	0.96668	0.99306
1.1	−0.60268	−0.44292	−0.18286	0.94634	1.08770
1.2	−0.71574	−0.57451	−0.25886	0.91712	1.17927
1.3	−0.83753	−0.72950	−0.35631	0.87637	1.26650
1.4	−0.96746	−0.90954	−0.47883	0.82101	1.34776
1.5	−1.10468	−1.11611	−0.63027	0.74745	1.42101
1.6	−1.24808	−1.35043	−0.81466	0.65157	1.48371
1.7	−1.39623	−1.61347	−1.03618	0.52871	1.53281
1.8	−1.54728	−1.90579	−1.29909	0.37368	1.56461
1.9	−1.69889	−2.22748	−1.60770	0.18071	1.57475
2.0	−1.84818	−2.57800	−1.96620	−0.05652	1.55812
2.2	−2.12482	−3.35955	−2.84858	−0.69158	1.41995
2.4	−2.33901	−4.22816	−3.97323	−1.59150	1.09191
2.6	−2.43695	−5.14025	−5.35541	−2.82106	0.50057
2.8	−2.34558	−6.02301	−6.99007	−4.44490	−0.44309
3.0	−1.96927	−6.76472	−8.84028	−6.51971	−1.84214
3.2	−1.18727	−7.20390	−10.82226	−9.08236	−3.80956
3.4	0.14717	−7.11792	−12.78668	−12.13313	−6.46001
3.6	2.20465	−6.21211	−14.49634	−15.61293	−9.89623
3.8	5.17298	−4.11147	−15.60095	−19.37352	−14.18824
4.0	9.24375	−0.35784	−15.61050	−23.14032	−19.34331
4.2	14.58961	5.58352	−13.87018	−26.46802	−25.26497
4.4	21.32923	14.30231	−9.54133	−28.69034	−31.69927
4.6	29.47642	26.39967	−1.59546	−28.86740	−38.16749
4.8	38.87054	42.41401	11.16907	−25.73656	−43.88593
5.0	49.08509	62.70634	30.07446	−17.67648	−47.67563
5.2	59.31370	87.29438	56.45843	−2.69874	−47.86864
5.4	68.23464	115.62512	91.49619	21.51278	−42.22257
5.6	73.85997	146.27796	135.92622	57.48755	−27.86204
5.8	73.38160	176.59591	189.65530	107.74502	−1.27470
6.0	63.03608	202.25181	251.21978	174.42061	+41.59958

附表五　"K" 法的影响函数值

βy	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4
0	1	0	0	0
0.05	1.0000	0.0500	0.0013	0.00002
0.10	1.0000	0.1000	0.0050	0.0002
0.15	0.9999	0.1500	0.0113	0.0006
0.20	0.9997	0.2000	0.0200	0.0014
0.25	0.9993	0.2500	0.0313	0.0026
0.30	0.9987	0.2999	0.0450	0.0045
0.35	0.9975	0.3498	0.0613	0.0072
0.40	0.9957	0.3997	0.0800	0.0107
0.45	0.9932	0.4494	0.1012	0.0152
0.50	0.9895	0.4990	0.1249	0.0208
0.52	0.9878	0.5188	0.1351	0.0234
0.54	0.9858	0.5385	0.1457	0.0262
0.56	0.9836	0.5582	0.1567	0.0293
0.58	0.9811	0.5778	0.1680	0.0325
0.60	0.9784	0.5974	0.1798	0.0360
0.62	0.9754	0.6170	0.1919	0.0397
0.64	0.9721	0.6364	0.2044	0.0437
0.66	0.9684	0.6559	0.2174	0.0479
0.68	0.9644	0.6752	0.2307	0.0524
0.70	0.9600	0.6944	0.2444	0.0571
0.72	0.9552	0.7136	0.2584	0.0621
0.74	0.9501	0.7326	0.2729	0.0675
0.76	0.9444	0.7516	0.2878	0.0730
0.78	0.9384	0.7704	0.3030	0.0790
0.80	0.9318	0.7891	0.3186	0.0852
0.82	0.9247	0.8077	0.3345	0.0917
0.84	0.9171	0.8261	0.3509	0.0986
0.86	0.9090	0.8443	0.3676	0.1057
0.88	0.9002	0.8624	0.3846	0.1133
0.90	0.8931	0.8804	0.4021	0.1211
0.92	0.8808	0.8981	0.4199	0.1293
0.94	0.8701	0.9156	0.4380	0.1379
0.96	0.8587	0.9329	0.4565	0.1469
0.98	0.8466	0.9499	0.4753	0.1562
1.00	0.8337	0.9668	0.4945	0.1659
1.01	0.8270	0.9750	0.5042	0.1709
1.02	0.8201	0.9833	0.5140	0.1760
1.03	0.8129	0.9914	0.5238	0.1812
1.04	0.8056	0.9995	0.5338	0.1865
1.05	0.7980	1.0076	0.5438	0.1918
1.06	0.7902	1.0155	0.5540	0.1973
1.07	0.7822	1.0233	0.5641	0.2029
1.08	0.7740	1.0311	0.5744	0.2086
1.09	0.7655	1.0388	0.5848	0.2144

续上表

βy	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4
1.10	0.7568	1.0465	0.5952	0.2203
1.11	0.7479	1.0540	0.6057	0.2263
1.12	0.7387	1.0613	0.6163	0.2324
1.13	0.7293	1.0687	0.6269	0.2386
1.14	0.7196	1.0760	0.6376	0.2449
1.15	0.7097	1.0831	0.6484	0.2514
1.16	0.6995	1.0902	0.6593	0.2579
1.17	0.6891	1.0971	0.6702	0.2646
1.18	0.6784	1.1040	0.6813	0.2713
1.19	0.6674	1.1107	0.6923	0.2782
1.20	0.6561	1.1173	0.7035	0.2852
1.21	0.6446	1.1238	0.7147	0.2923
1.22	0.6330	1.1306	0.7259	0.2997
1.23	0.6206	1.1365	0.7373	0.3068
1.24	0.6082	1.1426	0.7487	0.3142
1.25	0.5955	1.1486	0.7601	0.3218
1.26	0.5824	1.1545	0.7716	0.3294
1.27	0.5691	1.1602	0.7832	0.3372
1.28	0.5555	1.1659	0.7948	0.3451
1.29	0.5415	1.1714	0.8065	0.3531
1.30	0.5272	1.1767	0.8183	0.3612
1.31	0.5126	1.1819	0.8301	0.3695
1.32	0.4977	1.1870	0.8419	0.3778
1.33	0.4824	1.1919	0.8538	0.3863
1.34	0.4668	1.1966	0.8657	0.3949
1.35	0.4508	1.2012	0.8777	0.4036
1.36	0.4345	1.2057	0.8898	0.4124
1.37	0.4178	1.2099	0.9018	0.4214
1.38	0.4008	1.2140	0.9140	0.4305
1.39	0.3833	1.2179	0.9261	0.4397
1.40	0.3656	1.2217	0.9383	0.4490
1.41	0.3474	1.2252	0.9506	0.4585
1.42	0.3289	1.2286	0.9628	0.4680
1.43	0.3100	1.2318	0.9751	0.4777
1.44	0.2907	1.2348	0.9865	0.4875
1.45	0.2710	1.2376	0.9998	0.4974
1.46	0.2509	1.2402	1.0122	0.5075
1.47	0.2304	1.2426	1.0246	0.5177
1.48	0.2095	1.2448	1.0371	0.5280
1.49	0.1882	1.2468	1.0495	0.5384
1.50	0.1664	1.2486	1.0620	0.5490
1.51	0.1442	1.2501	1.0745	0.5597
1.52	0.1216	1.2516	1.0870	0.5705

续上表

βy	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4
1.53	0.0986	1.2526	1.0995	0.5814
1.54	0.0746	1.2534	1.1121	0.5925
1.55	0.0512	1.2541	1.1246	0.6036
1.56	0.0268	1.2545	1.1371	0.6149
1.57	0.0020	1.2546	1.1497	0.6264
$\pi/2$	0	1.2546	1.1507	0.6273
1.58	−0.0233	1.2545	1.1622	0.6389
1.59	−0.0490	1.2542	1.1748	0.6496
1.60	−0.0753	1.2535	1.1873	0.6615
1.61	−0.1019	1.2526	1.1998	0.6734
1.62	−0.1291	1.2515	1.2124	0.6854
1.63	−0.1568	1.2501	1.2249	0.6976
1.64	−0.1849	1.2484	1.2374	0.7099
1.65	−0.2136	1.2464	1.2498	0.7224
1.66	−0.2427	1.2441	1.2623	0.7349
1.67	−0.2724	1.2415	1.2747	0.7476
1.68	−0.3026	1.2386	1.2871	0.7604
1.69	−0.3332	1.2354	1.2995	0.7734
1.70	−0.3644	1.2322	1.3118	0.7863
1.71	−0.3961	1.2282	1.3241	0.7996
1.72	−0.4284	1.2240	1.3364	0.8129
1.73	−0.4612	1.2196	1.3486	0.8263
1.74	−0.4945	1.2148	1.3608	0.8399
1.75	−0.5284	1.2097	1.3729	0.8535
1.76	−0.5628	1.2042	1.3850	0.8673
1.77	−0.5977	1.1984	1.3970	0.8812
1.78	−0.6333	1.1923	1.4089	0.8953
1.79	−0.6694	1.1857	1.4208	0.9094
1.80	−0.7060	1.1789	1.4326	0.9237
1.81	−0.7433	1.1716	1.4444	0.9381
1.82	−0.7811	1.1640	1.4561	0.9526
1.83	−0.8195	1.1560	1.4677	0.9672
1.84	−0.8584	1.1476	1.4792	0.9819
1.85	−0.8980	1.1389	1.4906	0.9968
1.86	−0.9382	1.1297	1.5020	1.0117
1.87	−0.9790	1.1201	1.5132	1.0268
1.88	−1.0203	1.1101	1.5244	1.0420
1.89	−1.0623	1.0997	1.5354	1.0573
1.90	−1.1049	1.0888	1.5464	1.0727
1.91	−1.1481	1.0776	1.5572	1.0882
1.92	−1.1920	1.0659	1.5679	1.1038
1.93	−1.2364	1.0538	1.5785	1.1196
1.94	−1.2815	1.0411	1.5890	1.1354
1.95	−1.3273	1.0281	1.5993	1.1514

续上表

βy	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4
1.96	−1.3736	1.0146	1.6095	1.1671
1.97	−1.4207	1.0007	1.6196	1.1835
1.98	−1.4683	0.9862	1.6296	1.1998
1.99	−1.5166	0.9713	1.6393	1.2161
2.00	−1.5656	0.9558	1.6490	1.2325
2.01	−1.6153	0.9399	1.6584	1.2491
2.02	−1.6656	0.9235	1.6678	1.2658
2.03	−1.7165	0.9066	1.6769	1.2825
2.04	−1.7682	0.8892	1.6859	1.2993
2.05	−1.8205	0.8713	1.6947	1.3162
2.06	−1.8734	0.8528	1.7033	1.3332
2.07	−1.9271	0.8338	1.7117	1.3502
2.08	−1.9815	0.8142	1.7200	1.3674
2.09	−2.0365	0.7939	1.7280	1.3845
2.10	−2.0923	0.7735	1.7359	1.4020
2.11	−2.1487	0.7523	1.7435	1.4194
2.12	−2.2058	0.7306	1.7509	1.4368
2.13	−2.2636	0.7082	1.7581	1.4544
2.14	−2.3221	0.6853	1.7651	1.4720
2.15	−2.3814	0.6618	1.7718	1.4897
2.16	−2.4413	0.6376	1.7783	1.5074
2.17	−2.5020	0.6129	1.7846	1.5253
2.18	−2.5633	0.5876	1.7906	1.5431
2.19	−2.6254	0.5616	1.7963	1.5611
2.20	−2.6882	0.5351	1.8018	1.5791
2.21	−2.7518	0.5079	1.8070	1.5971
2.22	−2.8160	0.4801	1.8120	1.6152
2.23	−2.8810	0.4516	1.8166	1.6333
2.24	−2.9466	0.4224	1.8210	1.6515
2.25	−3.0131	0.3926	1.8251	1.6698
2.26	−3.0802	0.3621	1.8288	1.6880
2.27	−3.1481	0.3310	1.8323	1.7063
2.28	−3.2167	0.2992	1.8355	1.7247
2.29	−3.2861	0.2667	1.8383	1.7430
2.30	−3.3562	0.2335	1.8408	1.7614
2.31	−3.4270	0.1996	1.8430	1.7798
2.32	−3.4986	0.1649	1.8448	1.7983
2.33	−3.5708	0.1296	1.8462	1.8167
2.34	−3.6439	0.0935	1.8473	1.8352
2.35	−3.7177	0.0567	1.8481	1.8537
2.36	−3.7922	0.0191	1.8485	1.8722
2.37	−3.8675	−0.0192	1.8485	1.8906
2.38	−3.9435	−0.0583	1.8481	1.9091
2.39	−4.0202	−0.0981	1.8473	1.9276

续上表

βy	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4
2.40	-4.0976	-0.1386	1.8461	1.9461
2.41	-4.1759	-0.1800	1.8446	1.9645
2.42	-4.2548	-0.2221	1.8425	1.9830
2.43	-4.3345	-0.2651	1.8401	2.0014
2.44	-4.4150	-0.3089	1.8373	2.0198
2.45	-4.4961	-0.3534	1.8339	2.0381
2.46	-4.5780	-0.3988	1.8302	2.0564
2.47	-4.6606	-0.4450	1.8259	2.0747
2.48	-4.7439	-0.4920	1.8213	2.0930
2.49	-4.8280	-0.5399	1.8161	2.1111
2.50	-4.9128	-0.5885	1.8105	2.1293
2.51	-4.9984	-0.6381	1.8043	2.1474
2.52	-5.0846	-0.6885	1.7977	2.1654
2.53	-5.1716	-0.7398	1.7906	2.1833
2.54	-5.2593	-0.7920	1.7829	2.2012
2.55	-5.3477	-0.8459	1.7747	2.2190
2.56	-5.4368	-0.8989	1.7660	2.2367
2.57	-5.5266	-0.9538	1.7567	2.2543
2.58	-5.6172	-1.0095	1.7469	2.2718
2.59	-5.7084	-1.0661	1.7365	2.2892
2.60	-5.8003	-1.1236	1.7256	2.3065
2.61	-5.8929	-1.1821	1.7141	2.3237
2.62	-5.9862	-1.2415	1.7019	2.3408
2.63	-6.0802	-1.3018	1.6892	2.3578
2.64	-6.1748	-1.3631	1.6759	2.3746
2.65	-6.2701	-1.4253	1.6620	2.3913
2.66	-6.3661	-1.4885	1.6474	2.4078
2.67	-6.4628	-1.5527	1.6322	2.4242
2.68	-6.5600	-1.6177	1.6163	2.4405
2.69	-6.6580	-1.6838	1.6327	2.4566
2.70	-6.7565	-1.7509	1.5827	2.4725
2.71	-6.8558	-1.8190	1.5648	2.4882
2.72	-6.9556	-1.8881	1.5463	2.5037
2.73	-7.0560	-1.9581	1.5271	2.5191
2.74	-7.1571	-2.0292	1.5071	2.5343
2.75	-7.2588	-2.1012	1.4865	2.5493
2.76	-7.3611	-2.1743	1.4651	2.5640
2.77	-7.4639	-2.2484	1.4430	2.5786
2.78	-7.5673	-2.3236	1.4201	2.5929
2.79	-7.6714	-2.3998	1.3965	2.6070
2.80	-7.7759	-2.4770	1.3721	2.6208
2.81	-7.8810	-2.5553	1.3470	2.6344
2.82	-7.9866	-2.6347	1.3210	2.6477
2.83	-8.0929	-2.7151	1.2943	2.6608

续上表

βy	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4
2.84	−8.1995	−2.7965	1.2667	2.6736
2.85	−8.3067	−2.8790	1.2383	2.6862
2.86	−8.4144	−2.9627	1.2091	2.6984
2.87	−8.5225	−3.0473	1.1791	2.7103
2.88	−8.6312	−3.1331	1.1482	2.7220
2.89	−8.7404	−3.2200	1.1164	2.7333
2.90	−8.8471	−3.3079	1.0838	2.7443
2.91	−8.9598	−3.3969	1.0503	2.7550
2.92	−9.0703	−3.4872	1.0158	2.7653
2.93	−9.1811	−3.5784	0.9805	2.7753
2.94	−9.2923	−3.6707	0.9443	2.7849
2.95	−9.4039	−3.7642	0.9071	2.7942
2.96	−9.5158	−3.8588	0.8690	2.8031
2.97	−9.6281	−3.9545	0.8299	2.8115
2.98	−9.7407	−4.0514	0.7899	2.8196
2.99	−9.8536	−4.1493	0.7489	2.8273
3.00	−9.9669	−4.2485	0.7069	2.8346
3.01	−10.0804	−4.3487	0.6639	2.8414
3.02	−10.1943	−4.4501	0.6199	2.8479
3.03	−10.3083	−4.5526	0.5749	2.8538
3.04	−10.4225	−4.6562	0.5289	2.8594
3.05	−10.5317	−4.7611	0.4817	2.8644
3.06	−10.6516	−4.8670	0.4336	2.8690
3.07	−10.7665	−4.9741	0.3844	2.8731
3.08	−10.8815	−5.0823	0.3341	2.8767
3.09	−10.9966	−5.1917	0.2828	2.8798
3.10	−11.1119	−5.3023	0.2303	2.8823
3.11	−11.2272	−5.4139	0.1767	2.8844
3.12	−11.3427	−5.5268	0.1220	2.8859
3.13	−11.4580	−5.6408	0.0662	2.8868
3.14	−11.5736	−5.7560	0.0092	2.8872
π	−11.5919	−5.7744	0	2.8872
3.15	−11.6890	−5.8722	−0.0490	2.8870
3.16	−11.8045	−5.9898	−0.1083	2.8862
3.17	−11.9200	−6.1084	−0.1688	2.8848
3.18	−12.0353	−6.2281	−0.2305	2.8828
3.19	−12.1506	−6.3491	−0.2934	2.8802
3.20	−12.2656	−6.4711	−0.3574	2.8769
3.21	−12.3807	−6.5943	−0.4227	2.8731
3.22	−12.4956	−6.7188	−0.4894	2.8685
3.23	−12.6101	−6.8442	−0.5571	2.8633
3.24	−12.7373	−6.9710	−0.6262	2.8573
3.25	−12.8388	−7.0988	−0.6966	2.8507
3.26	−12.9527	−7.2277	−0.7682	2.8434

续上表

βy	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4
3.27	−13.0662	−7.3578	−0.8411	2.8354
3.28	−13.1795	−7.4891	−0.9154	2.8266
3.29	−13.2934	−7.6214	−0.9909	2.8171
3.30	−13.4048	−7.7549	−1.0678	2.8068
3.31	−13.5168	−7.8895	−1.1460	2.7957
3.32	−13.6285	−8.0252	−1.2256	2.7839
3.33	−13.7395	−8.1620	−1.3065	2.7712
3.34	−13.8501	−8.3000	−1.3888	2.7577
3.35	−13.9601	−8.4390	−1.4725	2.7434
3.36	−14.0695	−8.5792	−1.5577	2.7282
3.37	−14.1784	−8.7205	−1.6441	2.7122
3.38	−14.2866	−8.8627	−1.7321	2.6953
3.39	−14.3941	−9.0062	−1.8214	2.6776
3.40	−14.5008	−9.1507	−1.9121	2.6589
3.70	−17.1663	−13.9315	−5.3544	1.7049
4.00	−17.8499	−19.2524	−10.3265	−0.7073
4.30	−14.7722	−24.2669	−16.8773	−4.7501
4.60	−5.5791	−27.5057	−24.7117	−10.9638
$3\pi/2$	0	−27.8317	−27.8272	−13.9159
4.80	5.3164	−27.6052	−30.2589	−16.4604
5.10	30.9997	−22.4661	−37.9619	−26.7317
5.40	70.2637	−7.6440	−42.7727	−38.9524
5.70	124.7352	21.2199	−41.1454	−51.7563
6.00	193.6813	68.6578	−28.2116	−62.5106
2π	267.6972	133.8476	0	−66.9238
6.60	349.2554	231.8801	57.2528	−58.6870
6.90	404.7145	347.3499	143.4927	−30.1819
7.20	407.4216	469.4772	265.7664	31.0281
7.50	313.3700	580.6710	423.9858	133.6506
7.80	65.8475	642.1835	609.2596	288.1681
8.00	−216.8647	628.8779	737.3101	422.8713
8.30	−867.9091	473.5998	907.5542	670.7544
8.60	−1843.2880	75.6088	997.2527	959.4484
8.90	−3172.6917	−667.9794	918.3664	1252.3561
9.20	−4824.0587	−1860.5365	551.4928	1481.7611
3π	−6195.8239	−3097.9120	0	1548.9560
9.70	−7851.7063	−5034.4714	−1108.6183	1408.6174
10.00	−9240.8733	−7616.1462	−2995.7095	812.3636

附表六　锚固段“m”法无量纲系数（桩底为自由端）

α_z　　附表六—1

αy	$\alpha z=\alpha(a+h_z)$						
	5.0	4.0	3.5	3.0	2.8	2.6	2.4
0.0	2.43141	2.44066	2.50174	2.72658	2.90524	3.16260	3.52562
0.1	2.26944	2.27873	2.33783	2.55100	2.71847	2.95795	3.29311
0.2	2.10846	2.11779	2.17492	2.37640	2.53269	2.75429	3.06159
0.3	1.94944	1.95881	2.01386	2.20376	2.34886	2.55258	2.83201
0.4	1.79332	1.80273	1.85590	2.03400	2.16791	2.35373	2.60528
0.5	1.64098	1.65042	1.70161	1.86800	1.99069	2.15859	2.38223
0.6	1.49321	1.50268	1.55187	1.70631	1.81796	1.96790	2.16355
0.7	1.35073	1.36024	1.40741	1.55022	1.65037	1.78228	1.94985
0.8	1.21416	1.22370	1.26882	1.39970	1.48847	1.60223	1.74157
0.9	1.08406	1.09361	1.13664	1.25543	1.33271	1.42816	1.53906
1.0	0.96085	0.97041	1.01127	1.11777	1.18341	1.26033	1.34249
1.1	0.84486	0.85441	0.89303	0.98696	1.04074	1.09886	1.15190
1.2	0.73636	0.74588	0.78215	0.86315	0.90481	0.94377	0.96724
1.3	0.63551	0.64498	0.67875	0.74637	0.77560	0.79497	0.78831
1.4	0.54238	0.55175	0.58285	0.63655	0.65296	0.65223	0.61477
1.5	0.45691	0.46614	0.49435	0.53349	0.53662	0.51518	0.44616
1.6	0.37905	0.38810	0.41315	0.43696	0.42629	0.38346	0.28202
1.7	0.30862	0.31741	0.33901	0.34660	0.32152	0.25654	0.12174
1.8	0.24540	0.25386	0.27166	0.26201	0.22186	0.13387	−0.03529
1.9	0.18913	0.19717	0.21074	0.18273	0.12676	0.01487	−0.18971
2.0	0.13944	0.14696	0.15583	0.10819	0.03562	−0.10114	−0.34221
2.2	0.05855	0.06461	0.06243	−0.02870	−0.13706	−0.32649	−0.64355
2.4	−0.00047	0.00348	−0.01238	−0.15330	−0.30098	−0.54685	−0.94316
2.6	−0.04086	−0.03986	−0.07251	−0.26999	−0.46033	−0.76553	
2.8	−0.06604	−0.06902	−0.12202	−0.38275	−0.61832		
3.0	−0.07923	−0.08741	−0.16458	−0.49434			
3.5	−0.07737	−0.10495	−0.25866				
4.0	−0.05142	−0.10788					
4.5	−0.01943						
5.0	0.01210						

b_z

附表六—2

ay	$az=a(a+h_z)$						
	5.0	4.0	3.5	3.0	2.8	2.6	2.4
0.0	1.62139	1.62100	1.64076	1.75755	1.86940	2.04819	2.32680
0.1	1.45151	1.45094	1.47003	1.58070	1.68555	1.85190	2.10911
0.2	1.29163	1.29088	1.30930	1.41385	1.51169	1.66561	1.90142
0.3	1.14171	1.14079	1.15854	1.25697	1.34780	1.48928	1.70368
0.4	1.00173	1.00064	1.01772	1.11001	1.19383	1.32287	1.51585
0.5	0.87163	0.87036	0.88676	0.97292	1.04971	1.16629	1.33783
0.6	0.75125	0.74981	0.76553	0.84553	0.91528	1.01937	1.16941
0.7	0.64047	0.63885	0.65390	0.72770	0.79037	0.88191	1.01039
0.8	0.53906	0.53727	0.55162	0.61917	0.67472	0.75364	0.86043
0.9	0.44678	0.44481	0.45846	0.51967	0.56802	0.63421	0.71915
1.0	0.36334	0.36119	0.37411	0.42889	0.46994	0.52324	0.58611
1.1	0.28837	0.28606	0.29822	0.34641	0.38004	0.42027	0.46077
1.2	0.22156	0.21908	0.23045	0.27187	0.29791	0.32482	0.34261
1.3	0.16250	0.15985	0.17038	0.20481	0.22306	0.23635	0.23098
1.4	0.11073	0.10793	0.11757	0.14472	0.15494	0.15425	0.12523
1.5	0.06583	0.06288	0.07155	0.09108	0.09299	0.07790	0.02464
1.6	0.02731	0.02422	0.03185	0.04337	0.03663	0.00667	−0.07148
1.7	−0.00525	−0.00847	−0.00199	0.00107	−0.01470	−0.06006	−0.16383
1.8	−0.03239	−0.03572	−0.03049	−0.03643	−0.06163	−0.12298	−0.25314
1.9	−0.05455	−0.05798	−0.05413	−0.06965	−0.10475	−0.18272	−0.34007
2.0	−0.07222	−0.07572	−0.07341	−0.09914	−0.14465	−0.23990	−0.42526
2.2	−0.09586	−0.09940	−0.10069	−0.14905	−0.21696	−0.34881	−0.59253
2.4	−0.10687	−0.11030	−0.11601	−0.19023	−0.28275	−0.45381	−0.75833
2.6	−0.10826	−0.11136	−0.12246	−0.22600	−0.34523	−0.55748	
2.8	−0.10297	−0.10544	−0.12305	−0.25929	−0.40682		
3.0	−0.09324	−0.09471	−0.11999	−0.29185			
3.5	−0.06036	−0.05698	−0.10632				
4.0	−0.02761	−0.01487					
4.5	+0.00065						
5.0	+0.02596						

a_*

附表六—3

αy	$\alpha z-\alpha(a+h_y)$						
	5.0	4.0	3.5	3.0	2.8	2.6	2.4
0.0	−1.62139	−1.62100	−1.64076	−1.75755	−1.86940	−2.04819	−2.32680
0.1	−1.61639	−1.61600	−1.63576	−1.75255	−1.86440	−2.04319	−2.32180
0.2	−1.60159	−1.60117	−1.62094	−1.73774	−1.84960	−2.02841	−2.30705
0.3	−1.57715	−1.57676	−1.59654	−1.71341	−1.82531	−2.00418	−2.28290
0.4	−1.54372	−1.54334	−1.56316	−1.68017	−1.79219	−1.97122	−2.25018
0.5	−1.50188	−1.50151	−1.52142	−1.63874	−1.75099	−1.93036	−2.20977
0.6	−1.45243	−1.45209	−1.47216	−1.59001	−1.70268	−1.88263	−2.16283
0.7	−1.39622	−1.39593	−1.41624	−1.53495	−1.64828	−1.82914	−2.11060
0.8	−1.33421	−1.33398	−1.35468	−1.47467	−1.58896	−1.77116	−2.05445
0.9	−1.26727	−1.26713	−1.28837	−1.41015	−1.52579	−1.70985	−1.99564
1.0	−1.19647	−1.19647	−1.21845	−1.34266	−1.46009	−1.64662	−1.93571
1.1	−1.12265	−1.12283	−1.14578	−1.27315	−1.39289	−1.58257	−1.87583
1.2	−1.04690	−1.04733	−1.07154	−1.20290	−1.32553	−1.51913	−1.81753
1.3	−0.97004	−0.97078	−0.99657	−1.13286	−1.25902	−1.45734	−1.76186
1.4	−0.89297	−0.89409	−0.92183	−1.06408	−1.19446	−1.39835	−1.71000
1.5	−0.81640	−0.81801	−0.84811	−0.99743	−1.13272	−1.34305	−1.66280
1.6	−0.74118	−0.74337	−0.77630	−0.93387	−1.07480	−1.29241	−1.62116
1.7	−0.66785	−0.67075	−0.70699	−0.87403	−1.02132	−1.24700	−1.58551
1.8	−0.59703	−0.60077	−0.64085	−0.81863	−0.97297	−1.20743	−1.55627
1.9	−0.52919	−0.53393	−0.57842	−0.76818	−0.93020	−1.17400	−1.53348
2.0	−0.46472	−0.47063	−0.52013	−0.72309	−0.89333	−1.14686	−1.51693
2.2	−0.34709	−0.35588	−0.41727	−0.64992	−0.83767	−1.11079	−1.50004
2.4	−0.24581	−0.25831	−0.33411	−0.59979	−0.80513	−1.09559	−1.49729
2.6	−0.16134	−0.17849	−0.27104	−0.57092	−0.79158	−1.09307	
2.8	−0.09334	−0.11611	−0.22727	−0.55914	−0.78943		
3.0	−0.04053	−0.06987	−0.20056	−0.55721			
3.5	0.03663	−0.01206	−0.18372				
4.0	0.06176	−0.00341					
4.5	0.06452						
5.0	0.06387						

b_φ

附表六—4

αy	$\alpha z=\alpha(\alpha+h_z)$						
	5.0	4.0	3.5	3.0	2.8	2.6	2.4
0.0	−1.74882	−1.75058	−1.75728	−1.81849	−1.88855	−2.01289	−2.22691
0.1	−1.64882	−1.65058	−1.65728	−1.71849	−1.78855	−1.91289	−2.12691
0.2	−1.54893	−1.55069	−1.55739	−1.61861	−1.68868	−1.81303	−2.02707
0.3	−1.44930	−1.45106	−1.45777	−1.51901	−1.58911	−1.71351	−1.92761
0.4	−1.35028	−1.35204	−1.35876	−1.42008	−1.49025	−1.61476	−1.82904
0.5	−1.25219	−1.25394	−1.26069	−1.32217	−1.39249	−1.51723	−1.73186
0.6	−1.15549	−1.15725	−1.16405	−1.22581	−1.29638	−1.42152	−1.63677
0.7	−1.06063	−1.06238	−1.06926	−1.13146	−1.20245	−1.32822	−1.54443
0.8	−0.96804	−0.96978	−0.97678	−1.03965	−1.11124	−1.23795	−1.45556
0.9	−0.87813	−0.87987	−0.88704	−0.95084	−1.02327	−1.15127	−1.37080
1.0	−0.79140	−0.79311	−0.80053	−0.86558	−0.93913	−1.06885	−1.29091
1.1	−0.70812	−0.70981	−0.71753	−0.78422	−0.85922	−0.99112	−1.21638
1.2	−0.62873	−0.63038	−0.63851	−0.70726	−0.78408	−0.91869	−1.14789
1.3	−0.55346	−0.55506	−0.56370	−0.63500	−0.71402	−0.85192	−1.08581
1.4	−0.48258	−0.48412	−0.49338	−0.56776	−0.64942	−0.79118	−1.03054
1.5	−0.41624	−0.41770	−0.42771	−0.50575	−0.59048	−0.73671	−0.98228
1.6	−0.35463	−0.35598	−0.36689	−0.44918	−0.53745	−0.68873	−0.94120
1.7	−0.29776	−0.29897	−0.31093	−0.39811	−0.49035	−0.64723	−0.90718
1.8	−0.24568	−0.24672	−0.25990	−0.35262	−0.44927	−0.61224	−0.88010
1.9	−0.19833	−0.19916	−0.21374	−0.31263	−0.41408	−0.58353	−0.85954
2.0	−0.15567	−0.15624	−0.17240	−0.27808	−0.38468	−0.56088	−0.84498
2.2	−0.08375	−0.08365	−0.10355	−0.22448	−0.34203	−0.53179	−0.83056
2.4	−0.02858	−0.02753	−0.05196	−0.18980	−0.31834	−0.52008	−0.82832
2.6	0.01181	0.01415	−0.01551	−0.17078	−0.30888	−0.52821	
2.8	0.03949	0.04351	0.00809	−0.16335	−0.30745		
3.0	0.05680	0.06296	0.02155	−0.16217			
3.5	0.06919	0.08294	0.02947				
4.0	0.06113	0.08507					
4.5	0.05265						
5.0	0.05081						

a_m

附表六—5

αy	$\alpha z = \alpha(a + h_2)$						
	5.0	4.0	3.5	3.0	2.8	2.6	2.4
0.0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	0.09960	0.09960	0.09959	0.09955	0.09953	0.09948	0.09942
0.2	0.19698	0.19696	0.19689	0.19660	0.19638	0.19606	0.19561
0.3	0.29015	0.29010	0.28984	0.28891	0.28818	0.28714	0.28569
0.4	0.37749	0.37739	0.37678	0.37463	0.37296	0.37060	0.36732
0.5	0.45771	0.45752	0.45635	0.45227	0.44913	0.44471	0.43859
0.6	0.52972	0.52938	0.52740	0.52057	0.51534	0.50801	0.49795
0.7	0.59282	0.59228	0.58918	0.57867	0.57069	0.55956	0.54439
0.8	0.64641	0.64561	0.64107	0.62588	0.61445	0.59859	0.57713
0.9	0.69041	0.68926	0.68292	0.66200	0.64642	0.62494	0.59608
1.0	0.72462	0.72305	0.71452	0.68681	0.66637	0.63841	0.60116
1.1	0.74929	0.74714	0.73602	0.70045	0.67451	0.63930	0.59285
1.2	0.76456	0.76183	0.74769	0.70324	0.67120	0.62810	0.57187
1.3	0.77108	0.76761	0.75001	0.69570	0.65707	0.60563	0.53934
1.4	0.76931	0.76498	0.74349	0.67845	0.63285	0.57280	0.49654
1.5	0.75999	0.75466	0.72884	0.65232	0.59952	0.53089	0.44520
1.6	0.74381	0.73734	0.70677	0.61819	0.55814	0.48127	0.38718
1.7	0.72156	0.71381	0.67809	0.57707	0.50996	0.42551	0.32466
1.8	0.69406	0.68488	0.64364	0.53005	0.45631	0.36540	0.26008
1.9	0.66215	0.65139	0.60432	0.47834	0.39868	0.30297	0.19617
2.0	0.62663	0.61413	0.56097	0.42314	0.33864	0.24013	0.13588
2.2	0.54801	0.53160	0.46583	0.30766	0.21828	0.12320	0.03942
2.4	0.46418	0.44334	0.36518	0.19480	0.11015	0.03527	0.00000
2.6	0.38023	0.35458	0.26560	0.09667	0.03100	0.00001	
2.8	0.30050	0.26996	0.17362	0.02680	0.000000		
3.0	0.22814	0.19305	0.09535	0.00000			
3.5	0.09079	0.05081	0.00001				
4.0	0.01946	−0.00005					
4.5	−0.00161						
5.0	0.00002						

b_m

附表六—6

αy	$\alpha z = \alpha(a + h_z)$						
	5.0	4.0	3.5	3.0	2.8	2.6	2.4
0.0	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
0.1	0.99974	0.99974	0.99974	0.99972	0.99970	0.99967	0.99963
0.2	0.99806	0.99806	0.99804	0.99789	0.99775	0.99753	0.99719
0.3	0.99382	0.99382	0.99373	0.99325	0.99279	0.99207	0.99096
0.4	0.98616	0.98617	0.98598	0.98486	0.98382	0.98217	0.97966
0.5	0.97456	0.97458	0.97420	0.97209	0.97012	0.96704	0.96236
0.6	0.95858	0.95861	0.95797	0.95443	0.95056	0.94607	0.93835
0.7	0.93812	0.93817	0.93718	0.93173	0.92674	0.91900	0.90736
0.8	0.91314	0.91324	0.91178	0.90390	0.89675	0.88574	0.86927
0.9	0.88393	0.88407	0.88204	0.87120	0.86145	0.84653	0.82440
1.0	0.85068	0.85089	0.84815	0.83381	0.82102	0.80160	0.77303
1.1	0.81380	0.81410	0.81054	0.79213	0.77589	0.75145	0.71582
1.2	0.77374	0.77415	0.76963	0.74663	0.72658	0.69667	0.65354
1.3	0.73105	0.73161	0.72599	0.69791	0.67373	0.63803	0.58720
1.4	0.68621	0.68694	0.68009	0.64648	0.61794	0.57627	0.51781
1.5	0.63986	0.64081	0.63259	0.59307	0.56003	0.51242	0.44673
1.6	0.59251	0.59373	0.58401	0.53829	0.50072	0.44739	0.37528
1.7	0.54471	0.54625	0.53490	0.48280	0.44082	0.38224	0.30497
1.8	0.49696	0.49889	0.48582	0.42729	0.38115	0.31812	0.23745
1.9	0.44986	0.45219	0.43729	0.37244	0.32261	0.25621	0.17450
2.0	0.40376	0.40658	0.38978	0.31890	0.26605	0.19779	0.11803
2.2	0.31624	0.32025	0.29956	0.21844	0.16255	0.09675	0.03282
2.4	0.23709	0.24262	0.21815	0.13110	0.07820	0.02654	−0.00002
2.6	0.16810	0.17546	0.14778	0.06199	0.02101	−0.00004	
2.8	0.11028	0.11979	0.09007	0.01638	−0.00023		
3.0	0.06401	0.07595	0.04619	−0.00007			
3.5	−0.00479	0.01354	0.00004				
4.0	−0.02119	0.00009					
4.5	−0.01060						
5.0	0.00010						

a_0

附表六—7

αy	$\alpha z = \alpha(a+h_1)$						
	5.0	4.0	3.5	3.0	2.8	2.6	2.4
0.0	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
0.1	0.98838	0.98833	0.98803	0.98695	0.98609	0.98487	0.98314
0.2	0.95569	0.95551	0.95434	0.95033	0.94688	0.94221	0.93569
0.3	0.90510	0.90468	0.90211	0.89304	0.88601	0.87604	0.86221
0.4	0.83973	0.83898	0.83452	0.81902	0.80712	0.79034	0.76724
0.5	0.76262	0.76145	0.75464	0.73140	0.71373	0.68902	0.65525
0.6	0.67655	0.67486	0.66529	0.63323	0.60913	0.57669	0.53041
0.7	0.58432	0.58201	0.56931	0.52760	0.49664	0.45405	0.39700
0.8	0.48825	0.48522	0.46906	0.41710	0.37905	0.32726	0.25872
0.9	0.39072	0.38689	0.36698	0.30441	0.25932	0.19865	0.11949
1.0	0.29375	0.28901	0.26512	0.19185	0.13998	0.07114	−0.01717
1.1	0.19912	0.19338	0.16532	0.08154	0.02340	−0.05251	−0.14789
1.2	0.10838	0.10153	0.06917	−0.02466	−0.08828	−0.16976	−0.26953
1.3	0.02281	0.01477	−0.02197	−0.12508	−0.19312	−0.27824	−0.37903
1.4	−0.05655	−0.06586	−0.10698	−0.21828	−0.28939	−0.37576	−0.47356
1.5	−0.12886	−0.13952	−0.18494	−0.30297	−0.37549	−0.46025	−0.55031
1.6	−0.19348	−0.20555	−0.25510	−0.37800	−0.44994	−0.52970	−0.60654
1.7	−0.25005	−0.26359	−0.31699	−0.44249	−0.51147	−0.58233	−0.63967
1.8	−0.29840	−0.31345	−0.37030	−0.49562	−0.55889	−0.61637	−0.64710
1.9	−0.33842	−0.35501	−0.41476	−0.53660	−0.59098	−0.62996	−0.62610
2.0	−0.37029	−0.38839	−0.45034	−0.56480	−0.60665	−0.62138	−0.57406
2.2	−0.41077	−0.43174	−0.49514	−0.58052	−0.58438	−0.53057	−0.36592
2.4	−0.42319	−0.44647	−0.50579	−0.53789	−0.48287	−0.32889	0.00000
2.6	−0.41197	−0.43651	−0.48379	−0.43139	−0.29184	0.00001	
2.8	−0.38236	−0.40641	−0.43066	−0.25462	0.00001		
3.0	−0.33979	−0.36065	−0.34726	0.00000			
3.5	−0.20704	−0.19975	0.00001				
4.0	−0.08538	−0.00002					
4.5	−0.00883						
5.0	−0.00011						

b_0

附表六—8

αy	$\alpha z = \alpha(a+h_z)$						
	5.0	4.0	3.5	3.0	2.8	2.6	2.4
0.0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	−0.00763	−0.00713	−0.00763	−0.00819	−0.00873	−0.00958	−0.01090
0.2	−0.02796	−0.02195	−0.02832	−0.03050	−0.03255	−0.03579	−0.04079
0.3	−0.05823	−0.05820	−0.05903	−0.06373	−0.06814	−0.07506	−0.08567
0.4	−0.09561	−0.09554	−0.09698	−0.10502	−0.11241	−0.12412	−0.14185
0.5	−0.13759	−0.13747	−0.13966	−0.15171	−0.16277	−0.17994	−0.20584
0.6	−0.18210	−0.18191	−0.18498	−0.20159	−0.21668	−0.23991	−0.27464
0.7	−0.22715	−0.22685	−0.23092	−0.25253	−0.27191	−0.30148	−0.31524
0.8	−0.27129	−0.27087	−0.27604	−0.30298	−0.32675	−0.36271	−0.41528
0.9	−0.31304	−0.31245	−0.31882	−0.35118	−0.37941	−0.42152	−0.48223
1.0	−0.35137	−0.35059	−0.35822	−0.39609	−0.42856	−0.47634	−0.54405
1.1	−0.38544	−0.38443	−0.39337	−0.43665	−0.47302	−0.52570	−0.59882
1.2	−0.41464	−0.41335	−0.42364	−0.47207	−0.51187	−0.56841	−0.64486
1.3	−0.43851	−0.43690	−0.44856	−0.50172	−0.54429	−0.60333	−0.68054
1.4	−0.45684	−0.45486	−0.46788	−0.52520	−0.56969	−0.62957	−0.70445
1.5	−0.46955	−0.46713	−0.48150	−0.54220	−0.58757	−0.64630	−0.71521
1.6	−0.47664	−0.47318	−0.48939	−0.55250	−0.59749	−0.65272	−0.71143
1.7	−0.47834	−0.47496	−0.49174	−0.55604	−0.59917	−0.64819	−0.69188
1.8	−0.47499	−0.47103	−0.48883	−0.55289	−0.59243	−0.63211	−0.65532
1.9	−0.46685	−0.46227	−0.48092	−0.54299	−0.57695	−0.60374	−0.60035
2.0	−0.45440	−0.44914	−0.46839	−0.52644	−0.55254	−0.56243	−0.52562
2.2	−0.41853	−0.41179	−0.43127	−0.47379	−0.47608	−0.43825	−0.31124
2.4	−0.37147	−0.36312	−0.38101	−0.39538	−0.36078	−0.25325	−0.00002
2.6	−0.31732	−0.30732	−0.32104	−0.29102	−0.20346	−0.00003	
2.8	−0.26004	−0.24853	−0.25452	−0.15980	−0.00018		
3.0	−0.20319	−0.19052	−0.18411	−0.00004			
3.5	−0.07825	−0.06672	−0.00001				
4.0	0.00252	−0.00045					
4.5	0.03126						
5.0	0.00026						

α_p

附表六—9

αy	$\alpha z=\alpha(\alpha+h_2)$						
	5.0	4.0	3.5	3.0	2.8	2.6	2.4
0.0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	0.22694	0.22787	0.23378	0.25510	0.27185	0.29580	0.32931
0.2	0.42169	0.42356	0.43498	0.47528	0.50654	0.55086	0.61232
0.3	0.58483	0.58764	0.60119	0.66113	0.70466	0.76577	0.84960
0.4	0.71733	0.72109	0.74236	0.81360	0.86716	0.94149	1.04211
0.5	0.82049	0.82521	0.85087	0.93400	0.99535	1.07930	1.19112
0.6	0.89593	0.90161	0.93112	1.02391	1.09078	1.18074	1.29813
0.7	0.94551	0.95217	0.98519	1.08515	1.15526	1.24760	1.36490
0.8	0.97133	0.97896	1.01506	1.11976	1.19078	1.28178	1.39326
0.9	0.97565	0.98425	1.02298	1.12989	1.19944	1.28534	1.38518
1.0	0.96085	0.97041	1.01127	1.11777	1.18341	1.26033	1.34249
1.1	0.92935	0.93985	0.98233	1.08566	1.14481	1.20875	1.26709
1.2	0.88363	0.89506	0.93858	1.03576	1.08577	1.13352	1.16096
1.3	0.82616	0.83847	0.88238	0.97028	1.00828	1.03346	1.02480
1.4	0.75933	0.77245	0.81599	0.89117	0.91414	0.91312	0.86068
1.5	0.68537	0.69921	0.74153	0.80024	0.80493	0.77277	0.66924
1.6	0.60648	0.62096	0.66104	0.69914	0.68206	0.61354	0.45123
1.7	0.52465	0.53960	0.57632	0.58922	0.54658	0.43612	0.20696
1.8	0.44172	0.45695	0.48899	0.47162	0.39935	0.24097	−0.06352
1.9	0.35935	0.37462	0.40041	0.34719	0.24084	0.02825	−0.36045
2.0	0.27888	0.29392	0.31166	0.21638	0.07124	−0.20228	−0.68442
2.2	0.12881	0.14214	0.13735	−0.06314	−0.30153	−0.71828	−1.41581
2.4	−0.00113	0.00835	−0.02971	−0.36792	−0.72235	−1.31244	−2.26359
2.6	−0.10624	−0.10364	−0.18853	−0.70197	−1.19686	−1.99038	
2.8	−0.18491	−0.19326	−0.34166	−1.07170	−1.73130		
3.0	−0.23769	−0.26223	−0.49374	−1.48302			
3.5	−0.27080	−0.36733	−0.90531				
4.0	−0.20568	−0.43152					
4.5	−0.08744						
5.0	0.06050						

b_z

附表六—10

$\frac{y}{a_z}$	$a_z = a(a + h_z)$						
	5.0	4.0	3.5	3.0	2.8	2.6	2.4
0.0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	0.14615	0.14509	0.14700	0.15807	0.16856	0.18519	0.21091
0.2	0.25833	0.25818	0.26186	0.28277	0.30234	0.33312	0.38028
0.3	0.34251	0.34224	0.34756	0.37709	0.40434	0.44678	0.51110
0.4	0.40069	0.40026	0.40709	0.44400	0.47753	0.52915	0.60634
0.5	0.43582	0.43518	0.44338	0.48646	0.52486	0.58315	0.66892
0.6	0.45075	0.44989	0.45932	0.50732	0.54917	0.61162	0.70165
0.7	0.44833	0.44720	0.45773	0.50939	0.55326	0.61734	0.70727
0.8	0.43125	0.42982	0.44130	0.49534	0.53978	0.60291	0.68834
0.9	0.40210	0.40033	0.41261	0.46770	0.51122	0.57079	0.64724
1.0	0.36334	0.36119	0.37411	0.42889	0.46994	0.52324	0.58611
1.1	0.31721	0.31467	0.32804	0.38105	0.41804	0.46230	0.50685
1.2	0.26587	0.26290	0.27654	0.32624	0.35749	0.38978	0.41113
1.3	0.21125	0.20781	0.22149	0.26625	0.28998	0.30726	0.30027
1.4	0.15602	0.15110	0.16460	0.20261	0.21692	0.21595	0.17532
1.5	0.09875	0.09432	0.10733	0.13662	0.13949	0.11685	0.03696
1.6	0.04370	0.03875	0.05096	0.06939	−0.05861	0.01067	−0.11437
1.7	−0.00893	−0.01440	−0.00338	0.00182	−0.02499	−0.10210	−0.27851
1.8	−0.05830	−0.06430	−0.05488	−0.06557	−0.11093	−0.22136	−0.45565
1.9	−0.10365	−0.11016	−0.10285	−0.13234	−0.19903	−0.34717	−0.64613
2.0	−0.14444	−0.15144	−0.14682	−0.19828	−0.28930	−0.47980	−0.85052
2.2	−0.21087	−0.21868	−0.22152	−0.32791	−0.47731	−0.76738	−1.30357
2.4	−0.25649	−0.26472	−0.27842	−0.45655	−0.67860	−1.08914	−1.81999
2.6	−0.28148	−0.28954	−0.31840	−0.58760	−0.89760	−1.44945	
2.8	−0.28832	−0.29523	−0.34454	−0.72601	−1.13910		
3.0	−0.27972	−0.28413	−0.35997	−0.87555			
3.5	−0.21126	−0.19943	−0.37212				
4.0	−0.11044	−0.05948					
4.5	0.00293						
5.0	0.12980						

附表七　锚固段“K”法无量

a_z

βh_2 \ y/h_2	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	10.00001	8.50000	7.00000	5.50000	4.00000
0.2	5.00008	4.25004	3.50000	2.74998	1.99996
0.3	3.33359	2.83345	2.33334	1.83325	1.33321
0.4	2.50061	2.12528	1.75001	1.37481	0.99971
0.5	2.00119	1.70055	1.40002	1.09964	0.79944
0.6	1.66872	1.41762	1.16669	0.91604	0.66569
0.7	1.43183	1.21580	1.00004	0.78471	0.56988
0.8	1.25486	1.06476	0.87507	0.68601	0.49769
0.9	1.11802	0.94766	0.77787	0.60899	0.44117
1.0	1.00946	0.85440	0.70012	0.54710	0.39562
1.1	0.92164	0.77857	0.63653	0.49615	0.35769
1.2	0.84956	0.71588	0.58354	0.45335	0.32565
1.3	0.78976	0.66338	0.53871	0.41678	0.29798
1.4	0.73975	0.61896	0.50030	0.38503	0.27367
1.5	0.69774	0.58107	0.46701	0.35711	0.25188
1.6	0.66235	0.54854	0.43789	0.33226	0.23236
1.7	0.63252	0.52047	0.41218	0.30989	0.21440
1.8	0.60742	0.49614	0.38933	0.28956	0.19779
1.9	0.58636	0.47500	0.36885	0.27093	0.18228
2.0	0.56879	0.45657	0.35040	0.25371	0.16770
2.1	0.55423	0.44046	0.33365	0.23771	0.15392
2.2	0.54225	0.42633	0.31838	0.22275	0.14083
2.3	0.53249	0.41392	0.30436	0.20870	0.12837
2.4	0.52464	0.40295	0.29142	0.19545	0.11650
2.5	0.51841	0.39322	0.27942	0.18292	0.10518
2.6	0.51352	0.38453	0.26823	0.17104	0.09439
2.7	0.50976	0.37671	0.25773	0.15975	0.08414
2.8	0.50691	0.36961	0.24784	0.14903	0.07440
2.9	0.50480	0.36311	0.23848	0.13883	0.06519
3.0	0.50328	0.35708	0.22957	0.12911	0.05650

纲系数（桩底为自由端）

附表七—1

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
2.50000	1.00000	−0.50000	−2.00000	−3.50000	−4.99999
1.24996	0.49997	−0.25001	−0.99999	−1.74997	−2.49994
0.83321	0.33324	−0.16671	−0.66664	−1.16656	−1.66647
0.62470	0.24977	−0.12510	−0.49993	−0.87474	−1.24951
0.49941	0.19955	−0.10020	−0.39987	−0.69949	−0.99911
0.41566	0.16589	−0.08368	−0.33310	−0.58246	−0.83179
0.35554	0.14162	−0.07197	−0.28535	−0.49861	−0.71184
0.31011	0.12316	−0.06331	−0.24945	−0.43543	−0.62136
0.27438	0.10849	−0.05671	−0.22145	−0.38595	−0.55038
0.24535	0.09642	−0.05157	−0.19894	−0.34598	−0.49292
0.22111	0.08616	−0.04754	−0.18041	−0.31285	−0.44516
0.20037	0.07720	−0.04435	−0.16484	−0.28478	−0.40455
0.18225	0.06918	−0.04185	−0.15154	−0.26053	−0.36931
0.16611	0.06184	−0.03991	−0.13999	−0.23922	−0.33819
0.15148	0.05500	−0.03842	−0.12983	−0.22021	−0.31026
0.13804	0.04852	−0.03734	−0.12079	−0.20301	−0.28484
0.12552	0.04231	−0.03658	−0.11265	−0.18727	−0.26144
0.11374	0.03631	−0.03611	−0.10525	−0.17272	−0.23966
0.10256	0.03046	−0.03587	−0.09847	−0.15915	−0.21924
0.09190	0.02477	−0.03583	−0.09220	−0.14642	−0.19997
0.08169	0.01921	−0.03594	−0.08637	−0.13441	−0.18172
0.07187	0.01379	−0.03617	−0.08093	−0.12305	−0.16438
0.06245	0.00853	−0.03648	−0.07581	−0.11229	−0.14791
0.05341	0.00347	−0.03682	−0.07098	−0.10209	−0.13228
0.04478	−0.00138	−0.03716	−0.06642	−0.09244	−0.11749
0.03656	−0.00599	−0.03748	−0.06210	−0.08332	−0.10354
0.02877	−0.01031	−0.03774	−0.05799	−0.07474	−0.09045
0.02144	−0.01432	−0.03792	−0.05409	−0.06669	−0.07824
0.01457	−0.01800	−0.03799	−0.05039	−0.05918	−0.06692
0.00819	−0.02133	−0.03793	−0.04686	−0.05220	−0.05650

b_z

βh_z \ y/h_z	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	150.00052	120.00020	89.99998	59.99984	29.99976
0.2	37.50210	30.00081	22.49991	14.99937	7.49914
0.3	16.67138	13.33515	9.99980	6.66524	3.33139
0.4	9.38338	7.50323	5.62464	3.74747	1.87156
0.5	6.01309	4.80505	3.59943	2.39604	1.19461
0.6	4.18551	3.34060	2.49918	1.66097	0.82558
0.7	3.08686	2.45887	1.83562	1.21674	0.60170
0.8	2.37719	1.88789	1.40479	0.92739	0.45499
0.9	1.89412	1.49777	1.10926	0.72796	0.35299
1.0	1.55208	1.22005	0.89770	0.58426	0.27859
1.1	1.30251	1.01591	0.74101	0.47687	0.22212
1.2	1.11619	0.86197	0.62165	0.39413	0.17774
1.3	0.97465	0.74346	0.52859	0.32869	0.14181
1.4	0.86573	0.65069	0.45455	0.27573	0.11195
1.5	0.78116	0.57705	0.39461	0.23200	0.08654
1.6	0.71514	0.51793	0.34535	0.19524	0.06450
1.7	0.66346	0.46999	0.30429	0.16384	0.04506
1.8	0.62304	0.43080	0.26964	0.13663	0.02769
1.9	0.59151	0.39850	0.24006	0.11278	0.01200
2.0	0.56707	0.37169	0.21452	0.09164	−0.00226
2.1	0.54829	0.34926	0.19225	0.07274	−0.01530
2.2	0.53402	0.33034	0.17263	0.05573	−0.02723
2.3	0.52335	0.31422	0.15519	0.04031	−0.03815
2.4	0.51551	0.30034	0.13953	0.02629	−0.04811
2.5	0.50988	0.28824	0.12536	0.01350	−0.05717
2.6	0.50596	0.27754	0.11242	0.00179	−0.06535
2.7	0.50334	0.26794	0.10051	−0.00893	−0.07268
2.8	0.50167	0.25918	0.08946	−0.01876	−0.07920
2.9	0.50070	0.25108	0.07915	−0.02777	−0.08492
3.0	0.50020	0.24347	0.06947	−0.03602	−0.08988

附表七—2

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−0.00021	−30.00015	−60.00006	−89.99994	−119.99982	−149.99969
−0.00083	−7.50060	−15.00023	−22.49978	−29.99928	−37.49876
−0.00187	−3.33469	−6.66719	−9.99950	−13.33170	−16.66388
−0.00333	−1.87742	−3.75093	−5.62410	−7.49710	−9.37005
−0.00521	−1.20377	−2.40146	−3.59860	−4.79547	−5.99227
−0.00749	−0.83876	−1.66876	−2.49798	−3.32682	−4.15554
−0.01019	−0.61963	−1.22734	−1.83399	−2.44012	−3.04609
−0.01329	−0.47837	−0.94122	−1.40267	−1.86344	−2.32402
−0.01678	−0.38252	−0.74543	−1.10659	−1.46689	−1.82693
−0.02065	−0.31495	−0.60576	−0.89443	−1.18204	−1.46933
−0.02489	−0.26594	−0.50280	−0.73707	−0.97009	−1.20272
−0.02947	−0.22964	−0.42485	−0.61702	−0.80770	−0.99794
−0.03436	−0.20233	−0.36454	−0.52322	−0.68018	−0.83663
−0.03952	−0.18156	−0.31701	−0.44843	−0.57788	−0.70675
−0.04491	−0.16567	−0.27898	−0.38774	−0.49429	−0.60016
−0.05047	−0.15346	−0.24812	−0.33772	−0.42487	−0.51130
−0.05614	−0.14406	−0.22278	−0.29594	−0.36642	−0.43610
−0.06186	−0.13682	−0.20175	−0.26062	−0.31660	−0.37172
−0.06755	−0.13124	−0.18409	−0.23044	−0.27370	−0.31605
−0.07313	−0.12692	−0.16911	−0.20441	−0.23644	−0.26753
−0.07853	−0.12353	−0.15626	−0.18176	−0.20387	−0.22499
−0.08367	−0.12081	−0.14511	−0.16192	−0.17524	−0.18757
−0.08847	−0.11854	−0.13531	−0.14441	−0.14999	−0.15457
−0.09286	−0.11655	−0.12659	−0.12889	−0.12768	−0.12549
−0.09678	−0.11468	−0.11873	−0.11506	−0.10795	−0.09990
−0.10019	−0.11281	−0.11154	−0.10268	−0.09051	−0.07746
−0.10304	−0.11086	−0.10489	−0.09157	−0.07514	−0.05790
−0.10531	−0.10874	−0.09865	−0.08156	−0.06162	−0.04096
−0.10699	−0.10642	−0.09274	−0.07254	−0.04978	−0.02643
−0.10808	−0.10386	−0.08710	−0.06438	−0.03947	−0.01409

a_φ

βh_2 \ y/h_2	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	−150.00052	−150.00048	−150.00037	−150.00023	−150.00008
0.2	−37.50210	−37.50192	−37.50149	−37.50093	−37.50035
0.3	−16.67138	−16.67099	−16.67002	−16.66877	−16.66744
0.4	−9.38338	−9.38268	−9.38097	−9.37874	−9.37638
0.5	−6.01309	−6.01200	−6.00932	−6.00584	−6.00216
0.6	−4.18551	−4.18394	−4.18009	−4.17507	−4.16977
0.7	−3.08686	−3.08472	−3.07948	−3.07265	−3.06545
0.8	−2.37719	−2.37441	−2.36756	−2.35864	−2.34926
0.9	−1.89412	−1.89059	−1.88193	−1.87066	−1.86880
1.0	−1.55208	−1.54772	−1.53705	−1.52316	−1.50854
1.1	−1.30251	−1.29725	−1.28435	−1.26758	−1.24995
1.2	−1.11619	−1.10993	−1.09461	−1.07470	−1.05381
1.3	−0.97465	−0.96731	−0.94936	−0.92609	−0.90169
1.4	−0.86573	−0.85723	−0.83647	−0.80961	−0.78148
1.5	−0.78116	−0.77142	−0.74767	−0.71700	−0.68497
1.6	−0.71514	−0.70407	−0.67716	−0.64250	−0.60639
1.7	−0.66346	−0.65099	−0.62077	−0.58195	−0.54164
1.8	−0.62304	−0.60909	−0.57540	−0.53229	−0.48768
1.9	−0.59151	−0.57602	−0.53872	−0.49121	−0.44225
2.0	−0.56707	−0.54996	−0.50894	−0.45694	−0.40362
2.1	−0.54829	−0.52948	−0.48465	−0.42812	−0.37047
2.2	−0.53402	−0.51346	−0.46472	−0.40364	−0.34175
2.3	−0.52335	−0.50097	−0.44824	−0.38263	−0.31662
2.4	−0.51551	−0.49126	−0.43449	−0.36439	−0.29442
2.5	−0.50988	−0.48370	−0.42285	−0.34833	−0.27461
2.6	−0.50596	−0.47780	−0.41283	−0.33400	−0.25676
2.7	−0.50334	−0.47314	−0.40404	−0.32102	−0.24051
2.8	−0.50167	−0.46938	−0.39615	−0.30907	−0.22558
2.9	−0.50070	−0.46627	−0.38890	−0.29792	−0.21174
3.0	−0.50020	−0.46359	−0.38208	−0.28737	−0.19880

附表七—3

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−149.99995	−149.99984	−149.99976	−149.99971	−149.99969	−149.99969
−37.49980	−37.49936	−37.49904	−37.49885	−37.49877	−37.49876
−16.66622	−16.66523	−16.66451	−16.66409	−16.66391	−16.66388
−9.37421	−9.37244	−9.37116	−9.37041	−9.37070	−9.37005
−5.99877	−5.99600	−5.99401	−5.99283	−5.99234	−5.99227
−4.16490	−4.16091	−4.15804	−4.15635	−4.15565	−4.15554
−3.05882	−3.05339	−3.04950	−3.04720	−3.04624	−3.04609
−2.34061	−2.33353	−2.32846	−2.32546	−2.32421	−2.32402
−1.84788	−1.83894	−1.83254	−1.82875	−1.82718	−1.82693
−1.49510	−1.48409	−1.47622	−1.47157	−1.46964	−1.46933
−1.23374	−1.22049	−1.21101	−1.20541	−1.20309	−1.20272
−1.03461	−1.01893	−1.00773	−1.00112	−0.99837	−0.99794
−0.87930	−0.86104	−0.84800	−0.84032	−0.83713	−0.83663
−0.75573	−0.73474	−0.71978	−0.71097	−0.70732	−0.70675
−0.65568	−0.63187	−0.61493	−0.60496	−0.60083	−0.60018
−0.57346	−0.54675	−0.52777	−0.51663	−0.51202	−0.51130
−0.50498	−0.47532	−0.45439	−0.44198	−0.43690	−0.43610
−0.44725	−0.41464	−0.39160	−0.37813	−0.37259	−0.37172
−0.39806	−0.36255	−0.33754	−0.32297	−0.31698	−0.31605
−0.35573	−0.31741	−0.29053	−0.27492	−0.26852	−0.26753
−0.31897	−0.27798	−0.24936	−0.23280	−0.22604	−0.22499
−0.28680	−0.24331	−0.21311	−0.19573	−0.18866	−0.18757
−0.25842	−0.21267	−0.18109	−0.16301	−0.15570	−0.15457
−0.23322	−0.18547	−0.15274	−0.13413	−0.12664	−0.12549
−0.21069	−0.16124	−0.12762	−0.10864	−0.10105	−0.09990
−0.19043	−0.13961	−0.10538	−0.08622	−0.07861	−0.07746
−0.17212	−0.12028	−0.08573	−0.06657	−0.05903	−0.05790
−0.15549	−0.10299	−0.06841	−0.04945	−0.04206	−0.04096
−0.14031	−0.08752	−0.05320	−0.03463	−0.02748	−0.02643
−0.12641	−0.07369	−0.03993	−0.02192	−0.01509	−0.01409

b_φ

βh_2 \ y/h_2	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	-3000.03709	-3000.02719	-3000.01781	-3000.00939	-3000.00221
0.2	-375.07429	-375.05448	-375.03573	-375.01888	-375.00453
0.3	-111.22254	-111.19282	-111.16470	-111.13942	-111.11790
0.4	-47.02356	-46.98394	-46.94644	-46.91274	-46.88405
0.5	-24.18567	-24.13614	-24.08927	-24.04716	-24.01130
0.6	-14.11163	-14.05220	-13.99597	-13.94544	-13.90243
0.7	-9.00611	-8.93678	-8.87118	-8.81226	-8.76210
0.8	-6.15604	-6.07681	-6.00186	-5.93457	-5.87732
0.9	-4.44865	-4.35953	-4.27525	-4.19962	-4.13531
1.0	-3.36998	-3.27096	-3.17737	-3.09345	-3.02216
1.1	-2.66019	-2.55128	-2.44842	-2.35627	-2.27808
1.2	-2.17825	-2.05946	-1.94736	-1.84707	-1.76210
1.3	-1.84305	-1.71439	-1.59311	-1.48479	-1.39319
1.4	-1.60567	-1.46715	-1.33675	-1.22053	-1.12250
1.5	-1.43536	-1.28700	-1.14756	-1.02381	-0.91937
1.6	-1.31213	-1.15394	-1.00557	-0.87408	-0.76391
1.7	-1.22256	-1.05457	-0.89738	-0.75859	-0.64280
1.8	-1.15743	-0.97965	-0.81377	-0.66794	-0.54690
1.9	-1.11020	-0.92267	-0.74824	-0.59567	-0.46980
2.0	-1.07619	-0.87894	-0.69614	-0.53715	-0.40690
2.1	-1.05197	-0.84502	-0.65402	-0.48899	-0.35485
2.2	-1.03496	-0.81837	-0.61937	-0.44868	-0.31117
2.3	-1.02327	-0.79706	-0.59027	-0.41434	-0.27401
2.4	-1.01543	-0.77965	-0.56530	-0.38454	-0.24196
2.5	-1.01036	-0.76504	-0.54335	-0.35821	-0.21396
2.6	-1.00721	-0.75241	-0.52362	-0.33454	-0.18918
2.7	-1.00538	-0.74114	-0.50548	-0.31290	-0.16701
2.8	-1.00440	-0.73077	-0.48848	-0.29285	-0.14696
2.9	-1.00394	-0.72097	-0.47229	-0.27402	-0.12867
3.0	-1.00378	-0.71151	-0.45668	-0.25619	-0.11184

附表七—4

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−2999.99647	−2999.99221	−2999.98939	−2999.98781	−2999.98719	−2999.98709
−374.99304	−374.98453	−374.97888	−374.97573	−374.97448	−374.97429
−111.10066	−111.08790	−111.07943	−111.07470	−111.07283	−111.07254
−46.86107	−46.84406	−46.83276	−46.82646	−46.82396	−46.82358
−23.98259	−23.96133	−23.94722	−23.93935	−23.93623	−23.93576
−13.86800	−13.84251	−13.82559	−13.81616	−13.81242	−13.81185
−8.72199	−8.69229	−8.67258	−8.66159	−8.65724	−8.65658
−5.83153	−5.79765	−5.77518	−5.76267	−5.75770	−5.75695
−4.08391	−4.04591	−4.02072	−4.00669	−4.00113	−4.00029
−2.96522	−2.92316	−2.89530	−2.87981	−2.87367	−2.87274
−2.21571	−2.16969	−2.13925	−2.12233	−2.11563	−2.11461
−1.69444	−1.64459	−1.61165	−1.59337	−1.58614	−1.58505
−1.32040	−1.26687	−1.23158	−1.21202	−1.20430	−1.20314
−1.04479	−0.98779	−0.95030	−0.92957	−0.92140	−0.92017
−0.83700	−0.77677	−0.73727	−0.71549	−0.70693	−0.70564
−0.67718	−0.61401	−0.57273	−0.55004	−0.54115	−0.53982
−0.55207	−0.48629	−0.44349	−0.42007	−0.41093	−0.40955
−0.45258	−0.38457	−0.34055	−0.31659	−0.30727	−0.30588
−0.37234	−0.30252	−0.25763	−0.23333	−0.22394	−0.22254
−0.30679	−0.23564	−0.19023	−0.16583	−0.15646	−0.15507
−0.25264	−0.18064	−0.13510	−0.11085	−0.10161	−0.10026
−0.20743	−0.13511	−0.08986	−0.06600	−0.05706	−0.05570
−0.16933	−0.09724	−0.05268	−0.02949	−0.02085	−0.01960
−0.13695	−0.06562	−0.02218	0.00009	0.00826	0.00942
−0.10922	−0.03921	0.00271	0.02381	0.03141	0.03247
−0.08532	−0.01713	0.02287	0.04257	0.04949	0.05044
−0.06459	0.00127	0.03899	0.05707	0.06324	0.06405
−0.04653	0.01655	0.05167	0.06794	0.07327	0.07395
−0.03072	0.02916	0.06140	0.07571	0.08014	0.08066
−0.01685	0.03949	0.06861	0.08083	0.08431	0.08468

a_m

βh_2 \ y/h_2	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	0.00000	0.00810	0.01280	0.01470	0.01440
0.2	0.00000	0.01620	0.02560	0.02940	0.02880
0.3	0.00000	0.02430	0.03840	0.04410	0.04320
0.4	0.00000	0.03240	0.05119	0.05879	0.05759
0.5	0.00000	0.04050	0.06398	0.07347	0.07197
0.6	0.00000	0.04859	0.07676	0.08813	0.08632
0.7	0.00000	0.05667	0.08952	0.10276	0.10062
0.8	0.00000	0.06475	0.10224	0.11733	0.11485
0.9	0.00000	0.07281	0.11491	0.13181	0.12897
1.0	0.00000	0.08085	0.12751	0.14617	0.14294
1.1	0.00000	0.08885	0.14002	0.16037	0.15669
1.2	0.00000	0.09682	0.15239	0.17435	0.17018
1.3	0.00000	0.10473	0.16461	0.18806	0.18331
1.4	0.00000	0.11258	0.17663	0.20142	0.19601
1.5	0.00000	0.12036	0.18840	0.21438	0.20818
1.6	0.00000	0.12804	0.19988	0.22683	0.21972
1.7	0.00000	0.13561	0.21101	0.23871	0.23052
1.8	0.00000	0.14306	0.22176	0.24993	0.24049
1.9	0.00000	0.15036	0.23207	0.26041	0.24953
2.0	0.00000	0.15751	0.24189	0.27008	0.25752
2.1	0.00000	0.16449	0.25118	0.27885	0.26441
2.2	0.00000	0.17129	0.25990	0.28668	0.27011
2.3	0.00000	0.17789	0.26803	0.29352	0.27457
2.4	0.00000	0.18429	0.27554	0.29934	0.27778
2.5	0.00000	0.19048	0.28241	0.30413	0.27971
2.6	0.00000	0.19646	0.28866	0.30789	0.28040
2.7	0.00000	0.20224	0.29428	0.31064	0.27988
2.8	0.00000	0.20781	0.29928	0.31243	0.27821
2.9	0.00000	0.21317	0.30370	0.31330	0.27546
3.0	0.00000	0.21834	0.30755	0.31330	0.27172

附表七—5

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.01250	0.00960	0.00630	0.00320	0.00090	0.00000
0.02500	0.01920	0.01260	0.00640	0.00180	0.00000
0.03750	0.02880	0.01890	0.00960	0.00270	0.00000
0.04999	0.03839	0.02519	0.01280	0.00360	0.00000
0.06246	0.04797	0.03148	0.01599	0.00450	0.00000
0.07491	0.05752	0.03774	0.01917	0.00539	0.00000
0.08731	0.06703	0.04398	0.02233	0.00628	0.00000
0.09963	0.07647	0.05016	0.02547	0.00716	0.00000
0.11184	0.08581	0.05627	0.02856	0.00803	0.00000
0.12388	0.09501	0.06227	0.03160	0.00888	0.00000
0.13570	0.10400	0.06813	0.03455	0.00971	0.00000
0.14724	0.11275	0.07380	0.03740	0.01050	0.00000
0.15840	0.12116	0.07923	0.04013	0.01126	0.00000
0.16911	0.12917	0.08437	0.04268	0.01196	0.00000
0.17927	0.13669	0.08914	0.04504	0.01261	0.00000
0.18876	0.14362	0.09349	0.04716	0.01319	0.00000
0.19748	0.14988	0.09734	0.04901	0.01368	0.00000
0.20534	0.15536	0.10063	0.05055	0.01408	0.00000
0.21221	0.15999	0.10330	0.05174	0.01438	0.00000
0.21800	0.16366	0.10527	0.05256	0.01457	0.00000
0.22264	0.16633	0.10652	0.05298	0.01464	0.00000
0.22606	0.16792	0.10699	0.05297	0.01458	0.00000
0.22821	0.16842	0.10667	0.05254	0.01439	0.00000
0.22907	0.16780	0.10555	0.05167	0.01408	0.00000
0.22865	0.16609	0.10366	0.05038	0.01364	0.00000
0.22697	0.16330	0.10101	0.04869	0.01309	0.00000
0.22409	0.15951	0.09765	0.04663	0.01243	0.00000
0.22008	0.15478	0.09365	0.04422	0.01167	0.00000
0.21504	0.14921	0.08909	0.04153	0.01083	0.00000
0.20907	0.14291	0.08404	0.03859	0.00992	0.00000

b_m

βh_2 \ y/h_2	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	1.00000	0.97200	0.89600	0.78400	0.64800
0.2	1.00000	0.97200	0.89600	0.78399	0.64799
0.3	1.00000	0.97199	0.89598	0.78397	0.64796
0.4	1.00000	0.97198	0.89594	0.78390	0.64787
0.5	1.00000	0.97195	0.89585	0.78375	0.64768
0.6	1.00000	0.97189	0.89568	0.78347	0.64734
0.7	1.00000	0.97180	0.89541	0.78302	0.64679
0.8	1.00000	0.97167	0.89499	0.78234	0.64593
0.9	1.00000	0.97147	0.89438	0.78134	0.64470
1.0	1.00000	0.97119	0.89354	0.77996	0.64298
1.1	1.00000	0.97082	0.89241	0.77810	0.64067
1.2	1.00000	0.97033	0.89094	0.77568	0.63767
1.3	1.00000	0.96971	0.88909	0.77261	0.63386
1.4	1.00000	0.96894	0.88674	0.76878	0.62912
1.5	1.00000	0.96799	0.88389	0.76412	0.62334
1.6	1.00000	0.96686	0.88047	0.75853	0.61643
1.7	1.00000	0.96552	0.87643	0.75193	0.60828
1.8	1.00000	0.96395	0.87174	0.74427	0.59884
1.9	1.00000	0.96215	0.86634	0.73550	0.58804
2.0	1.00000	0.96011	0.86023	0.72558	0.57587
2.1	1.00000	0.95781	0.85340	0.71451	0.56234
2.2	1.00000	0.95526	0.84583	0.70232	0.54746
2.3	1.00000	0.95247	0.83755	0.68903	0.53132
2.4	1.00000	0.94942	0.82860	0.67471	0.51401
2.5	1.00000	0.94614	0.81899	0.65944	0.49565
2.6	1.00000	0.94264	0.80879	0.64332	0.47639
2.7	1.00000	0.93892	0.79806	0.62647	0.45638
2.8	1.00000	0.93502	0.78684	0.60900	0.43580
2.9	1.00000	0.93093	0.77522	0.59104	0.41482
3.0	1.00000	0.92669	0.76324	0.57272	0.39361

附表七—6

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.50000	0.35200	0.21600	0.10400	0.02800	0.00000
0.49999	0.35199	0.21599	0.10400	0.02800	0.00000
0.49996	0.35196	0.21597	0.10399	0.02800	0.00000
0.49987	0.35188	0.21592	0.10395	0.02799	0.00000
0.49967	0.35172	0.21580	0.10389	0.02797	0.00000
0.49933	0.35141	0.21558	0.10377	0.02793	0.00000
0.49875	0.35091	0.21521	0.10357	0.02787	0.00000
0.49787	0.35015	0.21466	0.10327	0.02778	0.00000
0.49660	0.34904	0.21386	0.10283	0.02765	0.00000
0.49483	0.34750	0.21275	0.10222	0.02747	0.00000
0.49246	0.34543	0.21126	0.10141	0.02723	0.00000
0.48938	0.34275	0.20932	0.10035	0.02691	0.00000
0.48546	0.33934	0.20686	0.09901	0.02652	0.00000
0.48059	0.33511	0.20381	0.09734	0.02602	0.00000
0.47467	0.32996	0.20010	0.09532	0.02542	0.00000
0.46759	0.32381	0.19568	0.09291	0.02470	0.00000
0.45925	0.31659	0.19048	0.09008	0.02387	0.00000
0.44961	0.30823	0.18449	0.08682	0.02290	0.00000
0.43860	0.29872	0.17767	0.08311	0.02180	0.00000
0.42622	0.28805	0.17003	0.07897	0.02057	0.00000
0.41249	0.27623	0.16159	0.07440	0.01923	0.00000
0.39746	0.26334	0.15240	0.06943	0.01776	0.00000
0.38120	0.24944	0.14252	0.06411	0.01619	0.00000
0.36384	0.23465	0.13206	0.05848	0.01454	0.00000
0.34551	0.21912	0.12111	0.05262	0.01282	0.00000
0.32640	0.20300	0.10980	0.04658	0.01106	0.00000
0.30667	0.18647	0.09826	0.04046	0.00928	0.00000
0.28654	0.16971	0.08663	0.03432	0.00750	0.00000
0.26618	0.15291	0.07506	0.02824	0.00576	0.00000
0.24581	0.13624	0.06369	0.02232	0.00406	0.00000

a_2

βh_2 \ y/h_2	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	1.00000	0.63000	0.32000	0.07000	−0.12000
0.2	1.00000	0.63000	0.31999	0.07000	−0.12000
0.3	1.00000	0.62998	0.31997	0.06998	−0.12001
0.4	1.00000	0.62993	0.31991	0.06992	−0.12004
0.5	1.00000	0.62983	0.31977	0.06981	−0.12009
0.6	1.00000	0.62964	0.31953	0.06961	−0.12020
0.7	1.00000	0.62933	0.31912	0.06927	−0.12036
0.8	1.00000	0.62887	0.31851	0.06875	−0.12062
0.9	1.00000	0.62819	0.31761	0.06801	−0.12099
1.0	1.00000	0.62724	0.31637	0.06697	−0.12150
1.1	1.00000	0.62598	0.31471	0.06559	−0.12219
1.2	1.00000	0.62433	0.31254	0.06378	−0.12308
1.3	1.00000	0.62223	0.30978	0.06149	−0.12421
1.4	1.00000	0.61962	0.30636	0.05864	−0.12561
1.5	1.00000	0.61643	0.30218	0.05518	−0.12731
1.6	1.00000	0.61261	0.29719	0.05104	−0.12933
1.7	1.00000	0.60811	0.29130	0.04617	−0.13170
1.8	1.00000	0.60287	0.28447	0.04054	−0.13443
1.9	1.00000	0.59687	0.27666	0.03412	−0.13751
2.0	1.00000	0.59009	0.26785	0.02690	−0.14095
2.1	1.00000	0.58251	0.25805	0.01891	−0.14472
2.2	1.00000	0.57416	0.24728	0.01017	−0.14881
2.3	1.00000	0.56505	0.23558	0.00073	−0.15315
2.4	1.00000	0.55523	0.22302	−0.00932	−0.15771
2.5	1.00000	0.54474	0.20970	−0.01991	−0.16242
2.6	1.00000	0.53366	0.19570	−0.03093	−0.16721
2.7	1.00000	0.52206	0.18115	−0.04227	−0.17201
2.8	1.00000	0.51001	0.16616	−0.05380	−0.17674
2.9	1.00000	0.49760	0.15086	−0.06541	−0.18133
3.0	1.00000	0.48490	0.13537	−0.07698	−0.18569

附表七—7

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−0.25000	−0.32000	−0.33000	−0.28000	−0.17000	0.00000
−0.25000	−0.32000	−0.32999	−0.27999	−0.17000	0.00000
−0.25000	−0.31998	−0.32997	−0.27997	−0.16998	0.00000
−0.24999	−0.31995	−0.32992	−0.27992	−0.16994	0.00000
−0.24998	−0.31987	−0.32980	−0.27980	−0.16986	0.00000
−0.24995	−0.31973	−0.32959	−0.27958	−0.16971	0.00000
−0.24991	−0.31950	−0.32925	−0.27922	−0.16946	0.00000
−0.24985	−0.31915	−0.32872	−0.27867	−0.16909	0.00000
−0.24976	−0.31865	−0.32795	−0.27787	−0.16854	0.00000
−0.24963	−0.31794	−0.32689	−0.27677	−0.16778	0.00000
−0.24946	−0.31700	−0.32546	−0.27529	−0.16676	0.00000
−0.24923	−0.31577	−0.32369	−0.27336	−0.16544	0.00000
−0.24894	−0.31421	−0.32121	−0.27092	−0.16376	0.00000
−0.24858	−0.31226	−0.31831	−0.26788	−0.16168	0.00000
−0.24813	−0.30989	−0.31474	−0.26418	−0.15914	0.00000
−0.24758	−0.30705	−0.31047	−0.25977	−0.15612	0.00000
−0.24692	−0.30370	−0.30544	−0.25459	−0.15257	0.00000
−0.24614	−0.29980	−0.29963	−0.24859	−0.14847	0.00000
−0.24522	−0.29534	−0.29299	−0.24176	−0.14380	0.00000
−0.24415	−0.29030	−0.28552	−0.23410	−0.13857	0.00000
−0.24292	−0.28468	−0.27723	−0.22562	−0.13279	0.00000
−0.24150	−0.27849	−0.26815	−0.21635	−0.12649	0.00000
−0.23990	−0.27174	−0.25833	−0.20636	−0.11971	0.00000
−0.23809	−0.26448	−0.24784	−0.19574	−0.11252	0.00000
−0.23607	−0.25673	−0.23676	−0.18457	−0.10499	0.00000
−0.23381	−0.24857	−0.22519	−0.17298	−0.09719	0.00000
−0.23132	−0.24003	−0.21324	−0.16108	−0.08923	0.00000
−0.22858	−0.23119	−0.20104	−0.14902	−0.08119	0.00000
−0.22558	−0.22212	−0.18868	−0.13691	−0.07316	0.00000
−0.22233	−0.21287	−0.17630	−0.12489	−0.06525	0.00000

σ_φ

βh_2 \ y/h_2	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	0.00000	−5.40001	−9.60002	−12.60001	−14.40001
0.2	0.00000	−2.70011	−4.80014	−6.30011	−7.20005
0.3	0.00000	−1.80038	−3.20047	−4.20037	−4.80016
0.4	0.00000	−1.35091	−2.40112	−3.15087	−3.60037
0.5	0.00000	−1.08177	−1.92218	−2.52169	−2.88073
0.6	0.00000	−0.90306	−1.60377	−2.10293	−2.40126
0.7	0.00000	−0.77629	−1.37741	−1.80464	−2.05914
0.8	0.00000	−0.68224	−1.20891	−1.58192	−1.80298
0.9	0.00000	−0.61030	−1.07934	−1.40983	−1.60423
1.0	0.00000	−0.55410	−0.97733	−1.27345	−1.44578
1.1	0.00000	−0.50961	−0.89572	−1.16328	−1.31674
1.2	0.00000	−0.47419	−0.82972	−1.07302	−1.20987
1.3	0.00000	−0.44598	−0.77603	−0.99831	−1.12013
1.4	0.00000	−0.42369	−0.73230	−0.93602	−1.04393
1.5	0.00000	−0.40635	−0.69680	−0.88386	−0.97864
1.6	0.00000	−0.39323	−0.66821	−0.84008	−0.92225
1.7	0.00000	−0.38376	−0.64550	−0.80332	−0.87323
1.8	0.00000	−0.37746	−0.62782	−0.77251	−0.83036
1.9	0.00000	−0.37395	−0.61450	−0.74674	−0.79264
2.0	0.00000	−0.37287	−0.60492	−0.72526	−0.75928
2.1	0.00000	−0.37393	−0.59855	−0.70742	−0.72958
2.2	0.00000	−0.37682	−0.59492	−0.69264	−0.70296
2.3	0.00000	−0.38129	−0.59357	−0.68039	−0.67892
2.4	0.00000	−0.38707	−0.59410	−0.67022	−0.65701
2.5	0.00000	−0.39394	−0.59612	−0.66169	−0.63685
2.6	0.00000	−0.40167	−0.59929	−0.65442	−0.61809
2.7	0.00000	−0.41006	−0.60329	−0.64806	−0.60044
2.8	0.00000	−0.41892	−0.60782	−0.64230	−0.58364
2.9	0.00000	−0.42808	−0.61264	−0.63688	−0.56745
3.0	0.00000	−0.43741	−0.61752	−0.63158	−0.55171

附表七—8

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−15.00000	−14.39999	−12.59999	−9.59999	−5.39999	0.00000
−7.49998	−7.19992	−6.29988	−4.79988	−2.69992	0.00000
−4.99992	−4.79973	−4.19961	−3.19961	−1.79974	0.00000
−3.74982	−3.59935	−3.14908	−2.39907	−1.34937	0.00000
−2.99965	−2.87873	−2.51820	−1.91818	−1.07877	0.00000
−2.49939	−2.39781	−2.09688	−1.59686	−0.89788	0.00000
−2.14189	−2.05367	−1.79506	−1.36645	−0.76807	0.00000
−1.87355	−1.79481	−1.56763	−1.19258	−0.67000	0.00000
−1.66461	−1.59263	−1.38953	−1.05613	−0.59289	0.00000
−1.49718	−1.42991	−1.24568	−0.94559	−0.53028	0.00000
−1.35988	−1.29571	−1.12646	−0.85362	−0.47802	0.00000
−1.24513	−1.18270	−1.02547	−0.77533	−0.43336	0.00000
−1.14765	−0.08581	−0.93823	−0.70730	−0.39438	0.00000
−1.06370	−1.00143	−0.86158	−0.64712	−0.35970	0.00000
−0.99051	−0.92689	−0.79320	−0.59302	−0.32835	0.00000
−0.92600	−0.86021	−0.73135	−0.54369	−0.29958	0.00000
−0.86859	−0.79989	−0.67475	−0.49816	−0.27287	0.00000
−0.81704	−0.74489	−0.62242	−0.45571	−0.24781	0.00000
−0.77036	−0.69398	−0.57362	−0.41581	−0.22412	0.00000
−0.72778	−0.64681	−0.52780	−0.37807	−0.20161	0.00000
−0.68866	−0.60274	−0.48456	−0.34224	−0.18014	0.00000
−0.65249	−0.56135	−0.44362	−0.30815	−0.15965	0.00000
−0.61883	−0.52233	−0.40478	−0.27570	−0.14012	0.00000
−0.58733	−0.48544	−0.36790	−0.24485	−0.12154	0.00000
−0.55769	−0.45051	−0.33293	−0.21560	−0.10394	0.00000
−0.52967	−0.41738	−0.29982	−0.18798	−0.08737	0.00000
−0.50307	−0.38596	−0.26855	−0.16203	−0.07186	0.00000
−0.47769	−0.35618	−0.23912	−0.13778	−0.05746	0.00000
−0.45341	−0.32796	−0.21154	−0.11528	−0.04421	0.00000
−0.43009	−0.30124	−0.18580	−0.09455	−0.03214	0.00000

附表八　地基系数法受荷段（求滑

αh_1	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5
1.10	4.96396	9.05178	24.90264	0.00145	4.95077
1.20	4.17351	6.98725	17.70369	0.00205	4.15640
1.30	3.55900	5.51220	12.97558	0.00283	3.53725
1.40	3.07208	4.43136	9.77041	0.00380	3.04496
1.50	2.68000	3.62228	7.53865	0.00500	2.64669
1.60	2.35991	3.00550	5.94879	0.00645	2.31956
1.70	2.09547	2.52794	4.79382	0.00820	2.04718
1.80	1.87476	2.15319	3.94057	0.01028	1.81762
1.90	1.68890	1.85573	3.30104	0.01271	1.62196
2.00	1.53120	1.61728	2.81570	0.01552	1.45348
2.02	1.50256	1.57543	2.73327	0.01613	1.42257
2.04	1.47480	1.53532	2.65507	0.01676	1.39251
2.06	1.44789	1.49684	2.58085	0.01741	1.36325
2.08	1.42179	1.45994	2.51038	0.01807	1.33477
2.10	1.39649	1.42453	2.44344	0.01875	1.30704
2.12	1.37193	1.39055	2.37985	0.01945	1.28002
2.14	1.34811	1.35793	2.31941	0.02016	1.25379
2.16	1.32499	1.32661	2.26195	0.02090	1.22804
2.18	1.30255	1.29652	2.20730	0.02165	1.20302
2.20	1.28076	1.26762	2.15532	0.02242	1.17862
2.22	1.25960	1.23985	2.10585	0.02321	1.15481
2.24	1.23905	1.21316	2.05877	0.02402	1.13158
2.26	1.21909	1.18750	2.01394	0.02484	1.10889
2.28	1.19969	1.16283	1.97125	0.02569	1.08674
2.30	1.18085	1.13911	1.93059	0.02655	1.06509
2.32	1.16253	1.11629	1.89184	0.02743	1.04395
2.34	1.14473	1.09434	1.85492	0.02833	1.02328
2.36	1.12742	1.07322	1.81972	0.02925	1.00307
2.38	1.11059	1.05290	1.78616	0.03019	0.98331
2.40	1.09422	1.03334	1.75416	0.03115	0.96398

动面处变位）“m”法无量纲系数

ah_1	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5
2.42	1.07831	1.01451	1.72363	0.03213	0.94506
2.44	1.06283	0.99638	1.69450	0.03313	0.92655
2.46	1.04777	0.97892	1.66671	0.03415	0.90842
2.48	1.03311	0.96211	1.64019	0.03518	0.89068
2.50	1.01885	0.94592	1.61487	0.03624	0.87329
2.52	1.00497	0.93032	1.59069	0.03731	0.85626
2.54	0.99147	0.91530	1.56761	0.03846	0.83958
2.56	0.97832	0.90082	1.54556	0.03952	0.82322
2.58	0.96552	0.88687	1.52449	0.04065	0.80718
2.60	0.95306	0.87342	1.50437	0.04180	0.79146
2.62	0.94093	0.86046	1.48514	0.04297	0.77604
2.64	0.92911	0.84797	1.46676	0.04416	0.76092
2.66	0.91760	0.83593	1.44920	0.04537	0.74608
2.68	0.90639	0.82432	1.43240	0.04659	0.73151
2.70	0.89547	0.81312	1.41634	0.04784	0.71722
2.72	0.88484	0.80233	1.40098	0.04910	0.70318
2.74	0.87447	0.79192	1.38629	0.05037	0.68941
2.76	0.86438	0.78188	1.37224	0.05167	0.67588
2.78	0.85454	0.77219	1.35879	0.05298	0.66259
2.80	0.84495	0.76285	1.34592	0.05431	0.64954
2.82	0.83560	0.75383	1.33361	0.05566	0.63671
2.84	0.82649	0.74513	1.32182	0.05702	0.62412
2.86	0.81761	0.73674	1.31053	0.05840	0.61173
2.88	0.80895	0.72864	1.29971	0.05979	0.59957
2.90	0.80051	0.72082	1.28936	0.06120	0.58761
2.92	0.79228	0.71328	1.27943	0.06263	0.57585
2.94	0.78426	0.70599	1.26993	0.06407	0.56429
2.96	0.77643	0.69896	1.26081	0.06552	0.55293
2.98	0.76879	0.69217	1.25208	0.06698	0.54175
3.00	0.76135	0.68561	1.24370	0.06846	0.53077

ah_1	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5
3.02	0.75408	0.67927	1.23566	0.06995	0.51996
3.04	0.74700	0.67315	1.22795	0.07145	0.50933
3.06	0.74008	0.66724	1.22056	0.07297	0.49888
3.08	0.73333	0.66153	1.21346	0.07449	0.48860
3.10	0.72675	0.65601	1.20664	0.07603	0.47849
3.12	0.72032	0.65068	1.20009	0.07757	0.46855
3.14	0.71405	0.64552	1.19380	0.07912	0.45876
3.16	0.70792	0.64053	1.18775	0.08069	0.44914
3.18	0.70194	0.63571	1.18193	0.08225	0.43967
3.20	0.69610	0.63105	1.17634	0.08383	0.43036
3.22	0.69040	0.62654	1.17095	0.08541	0.42120
3.24	0.68483	0.62217	1.16578	0.08700	0.41219
3.26	0.67939	0.61794	1.16079	0.08860	0.40333
3.28	0.67408	0.61385	1.15598	0.09020	0.39461
3.30	0.66888	0.60989	1.15134	0.09180	0.38604
3.32	0.66381	0.60606	1.14688	0.09341	0.37761
3.34	0.65885	0.60234	1.14256	0.09501	0.36931
3.36	0.65400	0.59874	1.13840	0.09662	0.36116
3.38	0.64926	0.59525	1.13438	0.09823	0.35314
3.40	0.64463	0.59186	1.13050	0.09985	0.34525
3.42	0.64010	0.58858	1.12674	0.10146	0.33750
3.44	0.63566	0.58539	1.12310	0.10306	0.32988
3.46	0.63133	0.58230	1.11958	0.10467	0.32239
3.48	0.62708	0.57929	1.11617	0.10628	0.31502
3.50	0.62293	0.57638	1.11287	0.10788	0.30778
3.52	0.61887	0.57354	1.10966	0.10947	0.30067
3.54	0.61489	0.57079	1.10655	0.11107	0.29368
3.56	0.61099	0.56811	1.10353	0.11265	0.28682
3.58	0.60718	0.56550	1.10059	0.11423	0.28007
3.60	0.60344	0.56296	1.09773	0.11580	0.27345

续上表

αh_1	G_1	G_2	G_3	G_4	G_6
3.62	0.59978	0.56049	1.09495	0.11737	0.26694
3.64	0.59619	0.55808	1.09224	0.11892	0.26055
3.66	0.59267	0.55573	1.08960	0.12047	0.25428
3.68	0.58922	0.55344	1.08703	0.12201	0.24812
3.70	0.58584	0.55121	1.08451	0.12353	0.24208
3.72	0.58252	0.54903	1.08206	0.12505	0.23615
3.74	0.57927	0.54690	1.07966	0.12655	0.23033
3.76	0.57608	0.54482	1.07731	0.12804	0.22463
3.78	0.57294	0.54279	1.07502	0.12951	0.21903
3.80	0.56987	0.54080	1.07276	0.13097	0.21355
3.82	0.56684	0.53886	1.07056	0.13242	0.20817
3.84	0.56388	0.53695	1.06840	0.13385	0.20289
3.86	0.56096	0.53509	1.06627	0.13527	0.19773
3.88	0.55810	0.53326	1.06419	0.13666	0.19267
3.90	0.55528	0.53146	1.06214	0.13805	0.18771
3.92	0.55251	0.52970	1.06013	0.13941	0.18285
3.94	0.54979	0.52798	1.05814	0.14075	0.17810
3.96	0.54711	0.52628	1.05619	0.14208	0.17344
3.98	0.54448	0.52462	1.05427	0.14339	0.16889
4.00	0.54189	0.52298	1.05238	0.14467	0.16444
4.10	0.52951	0.51517	1.04328	0.15080	0.14360
4.20	0.51800	0.50791	1.03471	0.15637	0.12506
4.30	0.50724	0.50108	1.02656	0.16134	0.10868
4.40	0.49713	0.49461	1.01876	0.16569	0.09432
4.50	0.48758	0.48844	1.01126	0.16941	0.08183
4.60	0.47852	0.48251	1.00403	0.17250	0.07105
4.70	0.46990	0.47681	0.99706	0.17497	0.06185
4.80	0.46167	0.47131	0.99032	0.17683	0.05406
4.90	0.45380	0.46599	0.98381	0.17813	0.04755
5.00	0.44624	0.46083	0.97752	0.17888	0.04217

附表九　地基系数法锚固段（求滑动面处变位）“K”法无量纲系数

桩底为自由端　　附表九—1

βh	Φ_1	Φ_2	Φ_3	βh	Φ_1	Φ_2	Φ_3
0.10	9.57100	142.8571	2857.29	1.00	1.00946	1.55208	3.36998
0.20	5.00700	37.5600	375.70	1.02	0.99043	1.49591	3.20423
0.30	3.33380	16.6700	111.23	1.04	0.97217	1.44310	3.05151
0.40	2.50073	9.38400	47.03	1.06	0.95465	1.39342	2.91065
0.50	2.00126	6.01331	24.1865	1.08	0.93782	1.34668	2.78052
0.60	1.66884	4.18590	14.1127	1.10	0.92164	1.30251	2.66019
0.70	1.43181	3.08681	9.00598	1.12	0.90610	1.26090	2.54881
0.72	1.39241	2.92058	8.30459	1.14	0.89114	1.22161	2.44557
0.74	1.35521	2.76788	7.67790	1.16	0.87675	1.18449	2.34980
0.76	1.31997	2.62717	7.11606	1.18	0.86290	1.14939	2.26088
0.78	1.28654	2.49725	6.61097	1.20	0.84956	1.11619	2.17824
0.80	1.25488	2.37721	6.15609	1.2	0.83671	1.08476	2.10138
0.82	1.22475	2.26596	5.74510	1.24	0.82432	1.05500	2.02983
0.84	1.19611	2.16273	5.37302	1.26	0.81238	1.02678	1.96317
0.86	1.16882	2.06673	5.03529	1.28	0.80086	1.00003	1.90104
0.88	1.14284	1.97742	4.72835	1.30	0.78975	0.97465	1.84305
0.90	1.11802	1.89412	4.44866	1.32	0.77904	0.95057	1.78894
0.92	1.09433	1.81635	4.19336	1.34	0.76869	0.92770	1.73839
0.94	1.07169	1.74367	3.95999	1.36	0.75870	0.90598	1.69115
0.96	1.05006	1.67564	3.74625	1.38	0.74906	0.88534	1.64698
0.98	1.02932	1.61189	3.55014				

续上表

βh	Φ_1	Φ_2	Φ_3	βh	Φ_1	Φ_2	Φ_3
1.40	0.73975	0.86573	1.60567	1.82	0.60290	0.61609	1.14672
1.42	0.73076	0.84708	1.56700	1.84	0.59855	0.60947	1.13668
1.44	0.72208	0.82935	1.53080	1.86	0.59434	0.60318	1.12728
1.46	0.71368	0.81249	1.49689	1.88	0.59028	0.59720	1.11846
1.48	0.70557	0.79644	1.46513	1.90	0.58636	0.59151	1.11020
1.50	0.69774	0.78116	1.43536	1.92	0.58259	0.58611	1.10247
1.52	0.69017	0.76663	1.40745	1.94	0.57895	0.58097	1.09522
1.54	0.68285	0.75279	1.38128	1.96	0.57544	0.57610	1.08845
1.56	0.67578	0.73962	1.35674	1.98	0.57205	0.57147	1.08212
1.58	0.66895	0.72708	1.33372	2.00	0.56879	0.56707	1.07619
1.60	0.66235	0.71514	1.31213	2.10	0.55423	0.54829	1.05197
1.62	0.65597	0.70377	1.29187	2.20	0.54225	0.53402	1.03496
1.64	0.64980	0.69294	1.27286	2.30	0.53250	0.52335	1.02327
1.66	0.64384	0.68263	1.25502	2.40	0.52464	0.51551	1.01543
1.68	0.63808	0.67281	1.23826	2.50	0.51841	0.50988	1.01035
1.70	0.63252	0.66346	1.22256	2.60	0.51352	0.50596	1.00721
1.72	0.62715	0.65456	1.20782	2.70	0.50976	0.50334	1.00538
1.74	0.62195	0.64609	1.19399	2.80	0.50691	0.50167	1.00440
1.76	0.61694	0.63802	1.18102	2.90	0.50480	0.50070	1.00394
1.78	0.61210	0.63034	1.16884	3.00	0.50328	0.50020	1.00378
1.80	0.60742	0.62304	1.15742				

桩底为铰支端　　附表九—2

βh	Φ_1'	Φ_2'	Φ_3'	βh	Φ_1'	Φ_2'	Φ_3'
0.10	7.46269	74.62687	746.32090	1.00	0.76877	0.83460	1.23127
0.20	3.75082	18.75692	93.86451	1.02	0.75519	0.80880	1.19727
0.30	2.50062	8.34113	27.92390	1.04	0.74221	0.78472	1.16649
0.40	1.87619	4.70123	11.91297	1.06	0.72982	0.76223	1.13864
0.50	1.50238	3.02141	6.24271	1.08	0.71796	0.74122	1.11345
0.60	1.25413	2.11415	3.76329	1.10	0.70663	0.72159	1.09066
0.70	1.07794	1.57248	2.52584	1.12	0.69580	0.70324	1.07004
0.72	1.04875	1.49104	2.35825	1.14	0.68542	0.68608	1.05147
0.74	1.02120	1.41637	2.20926	1.16	0.67550	0.67003	1.03470
0.76	0.99516	1.34777	2.07652	1.18	0.66601	0.65502	1.01960
0.78	0.97053	1.28464	1.95800	1.20	0.65692	0.64099	1.00601
0.80	0.94719	1.22643	1.85193	1.22	0.64823	0.62787	0.99382
0.82	0.92507	1.17271	1.75688	1.24	0.63992	0.61560	0.98289
0.84	0.90407	1.12302	1.67152	1.26	0.63196	0.60414	0.97315
0.86	0.88411	1.07700	1.59475	1.28	0.62434	0.59343	0.96447
0.88	0.86513	1.03434	1.52562	1.30	0.61706	0.58342	0.95677
0.90	0.84709	0.99476	1.46331	1.32	0.61009	0.57409	0.94998
0.92	0.82989	0.95797	1.40707	1.34	0.60343	0.56537	0.94402
0.94	0.81351	0.92377	1.35628	1.36	0.59706	0.55725	0.93882
0.96	0.79789	0.89192	1.31036	1.38	0.59097	0.54968	0.93431
0.98	0.78299	0.86226	1.26884				

续上表

βh	Φ_1'	Φ_2'	Φ_3'	βh	Φ_1'	Φ_2'	Φ_3'
1.40	0.58516	0.54264	0.93045	1.82	0.51093	0.47550	0.93183
1.42	0.57959	0.53609	0.92718	1.84	0.50913	0.47477	0.93377
1.44	0.57428	0.53000	0.92446	1.86	0.50744	0.47417	0.93576
1.46	0.56922	0.52436	0.92222	1.88	0.50586	0.47370	0.93779
1.48	0.56439	0.51913	0.92045	1.90	0.50439	0.47334	0.93985
1.50	0.55978	0.51429	0.91909	1.92	0.50302	0.47309	0.94194
1.52	0.55539	0.50982	0.91812	1.94	0.50175	0.47294	0.94404
1.54	0.55121	0.50570	0.91750	1.96	0.50057	0.47288	0.94615
1.56	0.54723	0.50191	0.91719	1.98	0.49949	0.47291	0.94826
1.58	0.54345	0.49844	0.91718	2.00	0.49849	0.47302	0.95036
1.60	0.53985	0.49526	0.91744	2.10	0.49465	0.47452	0.96063
1.62	0.53644	0.49235	0.91793	2.20	0.49242	0.47716	0.97008
1.64	0.53320	0.48971	0.91864	2.30	0.49141	0.48041	0.97840
1.66	0.53012	0.48731	0.91955	2.40	0.49129	0.48387	0.98542
1.68	0.52721	0.48515	0.92064	2.50	0.49178	0.48724	0.99111
1.70	0.52446	0.48321	0.92189	2.60	0.49264	0.49035	0.99553
1.72	0.52168	0.48148	0.92327	2.70	0.49371	0.49307	0.99880
1.74	0.51940	0.47994	0.92479	2.80	0.49484	0.49535	1.00109
1.76	0.51709	0.47858	0.92642	2.90	0.49593	0.49719	1.00256
1.78	0.51491	0.47739	0.92814	3.00	0.49694	0.49862	1.00338
1.80	0.51286	0.47637	0.92995				

桩底为固定端　　附表九—3

βh	Φ_1''	Φ_2''	Φ_3''	βh	Φ_1''	Φ_2''	Φ_3''
0.10	0.00033	0.00500	0.10000	1.00	0.25417	0.39079	0.84851
0.20	0.00266	0.01999	0.19994	1.02	0.26459	0.39963	0.85601
0.30	0.00898	0.04490	0.29951	1.04	0.27493	0.40810	0.86296
0.40	0.02116	0.07941	0.39797	1.06	0.28514	0.41620	0.86937
0.50	0.04086	0.12279	0.49387	1.08	0.29520	0.42389	0.87525
0.60	0.06919	0.17353	0.58507	1.10	0.30510	0.43118	0.88062
0.70	0.10633	0.22923	0.66879	1.12	0.31480	0.43808	0.88552
0.72	0.11475	0.24068	0.68437	1.14	0.32428	0.44454	0.88993
0.74	0.12347	0.25217	0.69951	1.16	0.33353	0.45060	0.89390
0.76	0.13248	0.26367	0.71419	1.18	0.34252	0.45625	0.89745
0.78	0.14175	0.27514	0.72838	1.20	0.35125	0.46149	0.90060
0.80	0.15127	0.28656	0.74207	1.22	0.35970	0.46634	0.90338
0.82	0.16100	0.29788	0.75524	1.24	0.36786	0.47079	0.90581
0.84	0.17094	0.30908	0.76787	1.26	0.37571	0.47486	0.90793
0.86	0.18105	0.32013	0.77995	1.28	0.38326	0.47857	0.90974
0.88	0.19130	0.33100	0.79147	1.30	0.39049	0.48191	0.91129
0.90	0.20166	0.34165	0.80242	1.32	0.39741	0.48491	0.91259
0.92	0.21211	0.35206	0.81279	1.34	0.40402	0.48759	0.91367
0.94	0.22262	0.36220	0.82259	1.36	0.41030	0.48995	0.91456
0.96	0.23315	0.37205	0.83180	1.38	0.41628	0.49201	0.91528
0.98	0.24367	0.38159	0.84044				

续上表

βh	Φ_1''	Φ_2''	Φ_3''	βh	Φ_1''	Φ_2''	Φ_3''
1.40	0.42194	0.49379	0.91584	1.82	0.48340	0.49397	0.91943
1.42	0.42730	0.49531	0.91627	1.84	0.48441	0.49326	0.91994
1.44	0.43235	0.49659	0.91659	1.86	0.48532	0.49254	0.92050
1.46	0.43712	0.49763	0.91682	1.88	0.48613	0.49183	0.92112
1.48	0.44159	0.49846	0.91697	1.90	0.48686	0.49113	0.92180
1.50	0.44580	0.49910	0.91707	1.92	0.48750	0.49054	0.92253
1.52	0.44973	0.49955	0.91712	1.94	0.48807	0.48978	0.92331
1.54	0.45340	0.49984	0.91715	1.96	0.48857	0.48913	0.92415
1.56	0.45683	0.49998	0.91715	1.98	0.48901	0.48851	0.92503
1.58	0.46001	0.49999	0.91715	2.00	0.48939	0.48791	0.92596
1.60	0.46297	0.49987	0.91716	2.10	0.49063	0.48538	0.93126
1.62	0.46571	0.49965	0.91718	2.20	0.49112	0.48367	0.93738
1.64	0.46825	0.49933	0.91722	2.30	0.49124	0.48281	0.94400
1.66	0.47058	0.49893	0.91729	2.40	0.49125	0.48270	0.95080
1.68	0.47273	0.49846	0.91739	2.50	0.49130	0.48322	0.95752
1.70	0.47471	0.49793	0.91753	2.60	0.49146	0.48423	0.96394
1.72	0.47651	0.49735	0.91772	2.70	0.49177	0.48558	0.96990
1.74	0.47817	0.49672	0.91796	2.80	0.49222	0.48713	0.97528
1.76	0.47967	0.49606	0.91824	2.90	0.49279	0.48878	0.98005
1.78	0.48104	0.49538	0.91858	3.00	0.49345	0.49042	0.98416
1.80	0.48228	0.49468	0.91898				

附表十　地基系数法受荷段

A_z

αh_1 \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.1	4.94866	3.96961	2.97055	1.98139	0.99198
1.2	4.15366	3.32382	2.49395	1.66396	0.83364
1.3	3.53377	2.828?5	2.12249	1.41668	0.71045
1.4	3.04062	2.43390	1.82715	1.22021	0.61273
1.5	2.64136	2.11482	1.58823	1.06141	0.53393
1.6	2.31310	1.85257	1.39199	0.93113	0.46947
1.7	2.03947	1.63407	1.22862	0.82282	0.41609
1.8	1.80848	1.44974	1.09093	0.73172	0.37139
1.9	1.61126	1.29247	0.97359	0.65424	0.33359
2.0	1.44107	1.15687	0.87256	0.58772	0.30136
2.1	1.29276	1.03882	0.78475	0.53007	0.27366
2.2	1.16233	0.93511	0.70776	0.47971	0.24969
2.3	1.04665	0.84325	0.63970	0.43536	0.22880
2.4	0.94324	0.76124	0.57908	0.39603	0.21050
2.5	0.85014	0.68751	0.52470	0.36091	0.19438
2.6	0.76579	0.62081	0.47563	0.32937	0.18009
2.7	0.68894	0.56013	0.43109	0.30088	0.16737
2.8	0.61860	0.50465	0.39047	0.27502	0.15598
2.9	0.55396	0.45374	0.35326	0.25143	0.14574
3.0	0.49441	0.40688	0.31908	0.22983	0.13648
3.1	0.43946	0.36366	0.28759	0.21000	0.12807
3.2	0.38870	0.32377	0.25855	0.19174	0.12038
3.3	0.34184	0.28694	0.23174	0.17489	0.11331
3.4	0.29865	0.25297	0.20699	0.15932	0.10677
3.5	0.25893	0.22171	0.18417	0.14493	0.10070
3.6	0.22253	0.19300	0.16317	0.13161	0.09502
3.7	0.18932	0.16675	0.14388	0.11930	0.08967
3.8	0.15918	0.14284	0.12622	0.10792	0.08462
3.9	0.13198	0.12119	0.11011	0.09742	0.07981
4.0	0.10761	0.10168	0.09548	0.08773	0.07522

“m”法无量纲系数

附表十—1

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.00204	−0.98872	−1.98062	−2.97387	−3.96846	−4.96396
0.00265	−0.82942	−1.66296	−2.49826	−3.33529	−4.17351
0.00337	−0.70508	−1.41542	−2.12797	−2.84272	−3.55899
0.00420	−0.60604	−1.21862	−1.83398	−2.45208	−3.07208
0.00516	−0.52571	−1.05946	−1.59662	−2.13714	−2.68000
0.00625	−0.45952	−0.92877	−1.40215	−1.87962	−2.35991
0.00747	−0.40418	−0.82000	−1.24077	−1.66642	−2.09547
0.00884	−0.35739	−0.72837	−1.10330	−1.48801	−1.87476
0.01035	−0.31710	−0.65032	−0.99041	−1.33729	−1.68890
0.01200	−0.28223	−0.58316	−0.89207	−1.20888	−1.53120
0.01380	−0.25165	−0.52482	−0.80718	−1.09865	−1.39649
0.01574	−0.22458	−0.47371	−0.73333	−1.00340	−1.28076
0.01781	−0.20038	−0.42855	−0.66863	−0.92058	−1.18085
0.02001	−0.17857	−0.38836	−0.61157	−0.84819	−1.09422
0.02231	−0.15875	−0.35232	−0.56093	−0.78459	−1.01885
0.02471	−0.14061	−0.31982	−0.51574	−0.72846	−0.95306
0.02718	−0.12392	−0.29031	−0.47519	−0.67871	−0.89547
0.02970	−0.10848	−0.26340	−0.43862	−0.63445	−0.84495
0.03224	−0.09415	−0.23873	−0.40550	−0.59490	−0.80051
0.03477	−0.08081	−0.21603	−0.37537	−0.55945	−0.76135
0.03725	−0.06836	−0.19508	−0.34786	−0.52755	−0.72675
0.03965	−0.05676	−0.17569	−0.32264	−0.49873	−0.69610
0.04193	−0.04595	−0.15772	−0.29945	−0.47260	−0.66888
0.04407	−0.03589	−0.14104	−0.27806	−0.44882	−0.64463
0.04602	−0.02657	−0.12556	−0.25829	−0.42709	−0.62293
0.04776	−0.01797	−0.11119	−0.23996	−0.40716	−0.60344
0.04925	−0.01007	−0.09786	−0.22294	−0.38879	−0.58584
0.05048	−0.00285	−0.08551	−0.20709	−0.37179	−0.56987
0.05144	0.00369	−0.07409	−0.19232	−0.35600	−0.55528
0.05210	0.00957	−0.06355	−0.17853	−0.34127	−0.54189

$A_{\bullet}$

ah_1 \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.1	−8.99133	−8.99136	−8.99174	−8.99319	−8.99659
1.2	−6.91535	−6.91539	−6.91584	−6.91756	−6.92161
1.3	−5.42788	−5.42792	−5.42845	−5.43047	−5.43521
1.4	−4.33368	−4.33372	−4.33433	−4.33667	−4.34216
1.5	−3.51029	−3.51034	−3.51104	−3.51372	−3.52000
1.6	−2.87830	−2.87835	−2.87915	−2.88219	−2.88931
1.7	−2.38465	−2.38471	−2.38560	−2.38903	−2.39704
1.8	−1.99299	−1.99306	−1.99405	−1.99787	−2.00681
1.9	−1.67785	−1.67793	−1.67902	−1.68325	−1.69315
2.0	−1.42101	−1.42110	−1.42231	−1.42695	−1.43784
2.1	−1.20925	−1.20935	−1.21067	−1.21574	−1.22764
2.2	−1.03280	−1.03290	−1.03433	−1.03983	−1.05275
2.3	−0.88433	−0.88444	−0.88598	−0.89191	−0.90585
2.4	−0.75831	−0.75843	−0.76007	−0.76643	−0.78138
2.5	−0.65049	−0.65062	−0.65237	−0.65913	−0.67506
2.6	−0.55760	−0.55773	−0.55958	−0.56673	−0.58361
2.7	−0.47708	−0.47722	−0.47916	−0.48666	−0.50443
2.8	−0.40693	−0.40708	−0.40910	−0.41693	−0.43552
2.9	−0.34558	−0.34573	−0.34781	−0.35593	−0.37524
3.0	−0.29175	−0.29191	−0.29405	−0.30240	−0.32234
3.1	−0.24446	−0.24462	−0.24679	−0.25532	−0.27576
3.2	−0.20287	−0.20303	−0.20523	−0.21387	−0.23468
3.3	−0.16634	−0.16650	−0.16870	−0.17738	−0.19842
3.4	−0.13432	−0.13447	−0.13665	−0.14531	−0.16640
3.5	−0.10633	−0.10648	−0.10862	−0.11118	−0.13817
3.6	−0.08200	−0.08215	−0.08423	−0.09260	−0.11332
3.7	−0.06091	−0.06111	−0.06311	−0.07123	−0.09151
3.8	−0.04295	−0.04308	−0.04498	−0.05277	−0.07244
3.9	−0.02765	−0.02777	−0.02955	−0.03693	−0.05585
4.0	−0.01481	−0.01492	−0.01656	−0.02348	−0.04149

附表十一2

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−9.00266	−9.01169	−9.02325	−9.03588	−9.04685	−9.05177
−6.92882	−6.93956	−6.95331	−6.96834	−6.98138	−6.98725
−5.44367	−5.45626	−5.47238	−5.49002	−5.50532	−5.51220
−4.35195	−4.36654	−4.38522	−4.40565	−4.42339	−4.43136
−3.53122	−3.54794	−3.56935	−3.59278	−3.61313	−3.62228
−2.90205	−2.92102	−2.94534	−2.97196	−2.99509	−3.00550
−2.41137	−2.43272	−2.46011	−2.49011	−2.51619	−2.52794
−2.02281	−2.04666	−2.07727	−2.11083	−2.14003	−2.15319
−1.71088	−1.73733	−1.77130	−1.80859	−1.84107	−1.85573
−1.45736	−1.48650	−1.52397	−1.56515	−1.60106	−1.61728
−1.24898	−1.28089	−1.32197	−1.36718	−1.40667	−1.42453
−1.07595	−1.11068	−1.15546	−1.20483	−1.24803	−1.26762
−0.93091	−0.96850	−1.01705	−1.07069	−1.11774	−1.13911
−0.80829	−0.84874	−0.90111	−0.95910	−1.01011	−1.03334
−0.70380	−0.74709	−0.80329	−0.86570	−0.92077	−0.94592
−0.61412	−0.66020	−0.72020	−0.78708	−0.84628	−0.87342
−0.53664	−0.58543	−0.64918	−0.72052	−0.78394	−0.81312
−0.46931	−0.52068	−0.58809	−0.66387	−0.73156	−0.76285
−0.41049	−0.46429	−0.53528	−0.61538	−0.68738	−0.72082
−0.35887	−0.41491	−0.48920	−0.57365	−0.64996	−0.68561
−0.31340	−0.37145	−0.44888	−0.53748	−0.61812	−0.65601
−0.27321	−0.33300	−0.41332	−0.50594	−0.59087	−0.63105
−0.23759	−0.29884	−0.38178	−0.47821	−0.56738	−0.60989
−0.20598	−0.26837	−0.35359	−0.45362	−0.54699	−0.59186
−0.17788	−0.24107	−0.32824	−0.43162	−0.52911	−0.57638
−0.15290	−0.21652	−0.30529	−0.41176	−0.51328	−0.56296
−0.13067	−0.19437	−0.28436	−0.39364	−0.49908	−0.55121
−0.11091	−0.17433	−0.26515	−0.37695	−0.48621	−0.54080
−0.09336	−0.15614	−0.24741	−0.36142	−0.47439	−0.53146
−0.07780	−0.13959	−0.23093	−0.34686	−0.46340	−0.52298

A_m

ah_1 \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.1	0.00000	−0.00099	−0.00703	−0.02075	−0.04217
1.2	0.00000	−0.00108	−0.00766	−0.02262	−0.04597
1.3	0.00000	−0.00116	−0.00828	−0.02447	−0.04974
1.4	0.00000	−0.00125	−0.00890	−0.02631	−0.05348
1.5	0.00000	−0.00134	−0.00952	−0.02812	−0.05717
1.6	0.00000	−0.00142	−0.01012	−0.02990	−0.06081
1.7	0.00000	−0.00150	−0.01070	−0.03164	−0.06438
1.8	0.00000	−0.00158	−0.01127	−0.03334	−0.06785
1.9	0.00000	−0.00166	−0.01182	−0.03497	−0.07122
2.0	0.00000	−0.00173	−0.01234	−0.03653	−0.07444
2.1	0.00000	−0.00180	−0.01283	−0.03800	−0.07750
2.2	0.00000	−0.00186	−0.01328	−0.03936	−0.08035
2.3	0.00000	−0.00192	−0.01368	−0.04059	−0.08298
2.4	0.00000	−0.00196	−0.01403	−0.04169	−0.08533
2.5	0.00000	−0.00200	−0.01432	−0.04261	−0.08738
2.6	0.00000	−0.00203	−0.01455	−0.04336	−0.08908
2.7	0.00000	−0.00205	−0.01470	−0.04389	−0.09040
2.8	0.00000	−0.00205	−0.01477	−0.04420	−0.09130
2.9	0.00000	−0.00205	−0.01475	−0.04428	−0.09175
3.0	0.00000	−0.00203	−0.01465	−0.04409	−0.09172
3.1	0.00000	−0.00199	−0.01444	−0.04364	−0.09118
3.2	0.00000	−0.00195	−0.01414	−0.04292	−0.09013
3.3	0.00000	−0.00188	−0.01375	−0.04193	−0.08856
3.4	0.00000	−0.00181	−0.01326	−0.04066	−0.08648
3.5	0.00000	−0.00172	−0.01267	−0.03914	−0.08389
3.6	0.00000	−0.00162	−0.01200	−0.03737	−0.08084
3.7	0.00000	−0.00150	−0.01125	−0.03538	−0.07734
3.8	0.00000	−0.00138	−0.01045	−0.03320	−0.07346
3.9	0.00000	−0.00125	−0.00958	−0.03085	−0.06923
4.0	0.00000	−0.00112	−0.00867	−0.02837	−0.06473

附表十一 3

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−0.06865	−0.09493	−0.11309	−0.11257	−0.08016	0.00000
−0.07484	−0.10349	−0.12330	−0.12276	−0.08744	0.00000
−0.08099	−0.11202	−0.13349	−0.13293	−0.09470	0.00000
−0.08709	−0.12049	−0.14362	−0.14306	−0.10195	0.00000
−0.09314	−0.12888	−0.15368	−0.15314	−0.10919	0.00000
−0.09910	−0.13719	−0.16366	−0.16317	−0.11640	0.00000
−0.10495	−0.14537	−0.17352	−0.17312	−0.12358	0.00000
−0.11068	−0.15340	−0.18324	−0.18297	−0.13073	0.00000
−0.11624	−0.16123	−0.19278	−0.19269	−0.13784	0.00000
−0.12160	−0.16884	−0.20211	−0.20227	−0.14489	0.00000
−0.12672	−0.17616	−0.21117	−0.21167	−0.15187	0.00000
−0.13156	−0.18315	−0.21991	−0.22085	−0.15878	0.00000
−0.13606	−0.18975	−0.22829	−0.22978	−0.16559	0.00000
−0.14016	−0.19588	−0.23625	−0.23842	−0.17230	0.00000
−0.14383	−0.20150	−0.24371	−0.24672	−0.17889	0.00000
−0.14699	−0.20653	−0.25062	−0.25463	−0.18533	0.00000
−0.14960	−0.21091	−0.25691	−0.26212	−0.19162	0.00000
−0.15160	−0.21456	−0.26252	−0.26914	−0.19774	0.00000
−0.15294	−0.21744	−0.26739	−0.27564	−0.20367	0.00000
−0.15357	−0.21948	−0.27147	−0.28158	−0.20939	0.00000
−0.15347	−0.22064	−0.27470	−0.28693	−0.21489	0.00000
−0.15261	−0.22089	−0.27706	−0.29166	−0.22015	0.00000
−0.15098	−0.22021	−0.27851	−0.29574	−0.22518	0.00000
−0.14858	−0.21859	−0.27905	−0.29917	−0.22996	0.00000
−0.14543	−0.21606	−0.27867	−0.30194	−0.23448	0.00000
−0.14155	−0.21262	−0.27740	−0.30404	−0.23874	0.00000
−0.13701	−0.20833	−0.27526	−0.30549	−0.24276	0.00000
−0.13184	−0.20324	−0.27229	−0.30631	−0.24651	0.00000
−0.12612	−0.19743	−0.26855	−0.30653	−0.25003	0.00000
−0.11993	−0.19096	−0.26409	−0.30617	−0.25330	0.00000

A_0

ah_1 \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.1	0.00000	−0.02595	−0.08784	−0.16174	−0.22371
1.2	0.00000	−0.02592	−0.08776	−0.16161	−0.22355
1.3	0.00000	−0.02589	−0.08764	−0.16141	−0.22333
1.4	0.00000	−0.02583	−0.08748	−0.16115	−0.22303
1.5	0.00000	−0.02577	−0.08727	−0.16080	−0.22264
1.6	0.00000	−0.02568	−0.08699	−0.16035	−0.22212
1.7	0.00000	−0.02557	−0.08664	−0.15977	−0.22146
1.8	0.00000	−0.02542	−0.08619	−0.15905	−0.22063
1.9	0.00000	−0.02525	−0.08564	−0.15814	−0.21961
2.0	0.00000	−0.02503	−0.08497	−0.15704	−0.21835
2.1	0.00000	−0.02477	−0.08415	−0.15571	−0.21683
2.2	0.00000	−0.02446	−0.08318	−0.15412	−0.21501
2.3	0.00000	−0.02410	−0.08204	−0.15224	−0.21286
2.4	0.00000	−0.02367	−0.08070	−0.15005	−0.21036
2.5	0.00000	−0.02318	−0.07916	−0.14751	−0.20745
2.6	0.00000	−0.02262	−0.07739	−0.14462	−0.20413
2.7	0.00000	−0.02198	−0.07540	−0.14134	−0.20037
2.8	0.00000	−0.02127	−0.07315	−0.13766	−0.19614
2.9	0.00000	−0.02048	−0.07069	−0.13358	−0.19143
3.0	0.00000	−0.01962	−0.06797	−0.12910	−0.18626
3.1	0.00000	−0.01869	−0.06503	−0.12423	−0.18061
3.2	0.00000	−0.01769	−0.06186	−0.11899	−0.17451
3.3	0.00000	−0.01662	−0.05849	−0.11339	−0.16798
3.4	0.00000	−0.01550	−0.05495	−0.10749	−0.16106
3.5	0.00000	−0.01431	−0.05126	−0.10133	−0.15379
3.6	0.00000	−0.01314	−0.04745	−0.09495	−0.14624
3.7	0.00000	−0.01193	−0.04357	−0.08842	−0.13844
3.8	0.00000	−0.01071	−0.03966	−0.08179	−0.13048
3.9	0.00000	−0.00949	−0.03575	−0.07513	−0.12241
4.0	0.00000	−0.00829	−0.03188	−0.06851	−0.11431

附表十一 4

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−0.24978	−0.21595	−0.09819	0.12761	0.48561	1.00000
−0.24966	−0.21593	−0.09829	0.12740	0.48540	1.00000
−0.24949	−0.21589	−0.09844	0.12710	0.48511	1.00000
−0.24926	−0.21584	−0.09864	0.12670	0.48471	1.00000
−0.24895	−0.21577	−0.09890	0.12617	0.48417	1.00000
−0.24855	−0.21569	−0.09923	0.12548	0.48348	1.00000
−0.24805	−0.21558	−0.09967	0.12459	0.48260	1.00000
−0.24741	−0.21544	−0.10021	0.12348	0.48149	1.00000
−0.24661	−0.21526	−0.10088	0.12209	0.48011	1.00000
−0.24564	−0.21505	−0.10171	0.12040	0.47842	1.00000
−0.24447	−0.21478	−0.10270	0.11836	0.47637	1.00000
−0.24306	−0.21447	−0.10388	0.11591	0.47392	1.00000
−0.24140	−0.21409	−0.10528	0.11303	0.47103	1.00000
−0.23946	−0.21364	−0.10690	0.10965	0.46763	1.00000
−0.23720	−0.21312	−0.10877	0.10575	0.46370	1.00000
−0.23461	−0.21250	−0.11091	0.10127	0.45918	1.00000
−0.23166	−0.21179	−0.11332	0.09619	0.45405	1.00000
−0.22834	−0.21097	−0.11601	0.09049	0.44825	1.00000
−0.22464	−0.21004	−0.11898	0.08414	0.44178	1.00000
−0.22054	−0.20897	−0.12222	0.07714	0.43462	1.00000
−0.21605	−0.20777	−0.12573	0.06950	0.42676	1.00000
−0.21116	−0.20642	−0.12947	0.06124	0.41821	1.00000
−0.20590	−0.20491	−0.13343	0.05288	0.40899	1.00000
−0.20027	−0.20323	−0.13756	0.04298	0.39913	1.00000
−0.19431	−0.20137	−0.14182	0.03309	0.38866	1.00000
−0.18805	−0.19932	−0.14616	0.02278	0.37764	1.00000
−0.18152	−0.19707	−0.15052	0.01212	0.36612	1.00000
−0.17475	−0.19462	−0.15486	0.00120	0.35417	1.00000
−0.16780	−0.19196	−0.15911	0.00990	0.34185	1.00000
−0.16070	−0.18908	−0.16321	0.02108	0.32923	1.00000

B_4

αh_1 \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.1	−17.97834	−15.28742	−12.59642	−9.90506	−7.21266
1.2	−13.82558	−11.75867	−9.69168	−7.62426	−5.55559
1.3	−10.84975	−9.23041	−7.61097	−5.99103	−4.35963
1.4	−8.66039	−7.37073	−6.08096	−4.79062	−3.49858
1.5	−7.01259	−5.97147	−4.93023	−3.88832	−2.84448
1.6	−5.74754	−4.89762	−4.04757	−3.19677	−2.34377
1.7	−4.75911	−4.05899	−3.35871	−2.65759	−1.95401
1.8	−3.97460	−3.39376	−2.81274	−2.23078	−1.64607
1.9	−3.34308	−2.85862	−2.37397	−1.88828	−1.39956
2.0	−2.82815	−2.42264	−2.01692	−1.61007	−1.19989
2.1	−2.40333	−2.06329	−1.72303	−1.38153	−1.03642
2.2	−2.04910	−1.76397	−1.47860	−1.19190	−0.90128
2.3	−1.75083	−1.51223	−1.27337	−1.03398	−0.78858
2.4	−1.49746	−1.29864	−1.09954	−0.89892	−0.69383
2.5	−1.28052	−1.11598	−0.95115	−0.78472	−0.61355
2.6	−1.09347	−0.95867	−0.82358	−0.68681	−0.54507
2.7	−0.93122	−0.82237	−0.71321	−0.60231	−0.48624
2.8	−0.78979	−0.70366	−0.61721	−0.52897	−0.43540
2.9	−0.66603	−0.59983	−0.53332	−0.46498	−0.39118
3.0	−0.55745	−0.50875	−0.45974	−0.40889	−0.35251
3.1	−0.46205	−0.42869	−0.39503	−0.35953	−0.31848
3.2	−0.37823	−0.35827	−0.33801	−0.31595	−0.28838
3.3	−0.30467	−0.29634	−0.28772	−0.27737	−0.26160
3.4	−0.24030	−0.24198	−0.24338	−0.24314	−0.23766
3.5	−0.18419	−0.19438	−0.20432	−0.21272	−0.21614
3.6	−0.13558	−0.15290	−0.16999	−0.18568	−0.19669
3.7	−0.09378	−0.11693	−0.13990	−0.16162	−0.17905
3.8	−0.05816	−0.08597	−0.11362	−0.14021	−0.16297
3.9	−0.02817	−0.05953	−0.09078	−0.12118	−0.14824
4.0	−0.00328	−0.03720	−0.07105	−0.10427	−0.13472

附表十—5

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−4.51805	−1.81964	0.88453	3.59657	6.31848	9.05178
−3.48430	−1.40849	0.67416	2.76618	4.86994	6.98725
−2.74516	−1.11538	0.52242	2.17119	3.83374	5.51220
−2.20299	−0.90126	0.40976	1.73351	3.07321	4.43136
−1.79657	−0.74163	0.32396	1.40414	2.50263	3.62228
−1.48617	−0.62059	0.25708	1.15132	2.06638	3.00550
−1.24525	−0.52751	0.20383	0.95383	1.72730	2.52794
−1.05560	−0.45512	0.16056	0.79711	1.45993	2.15319
−0.90446	−0.39828	0.12476	0.67097	1.24641	1.85573
−0.78270	−0.35332	0.09462	0.56813	1.07394	1.61728
−0.68365	−0.31758	0.06882	0.48327	0.93324	1.42453
−0.60239	−0.28904	0.04642	0.41248	0.81740	1.26762
−0.53519	−0.26620	0.02671	0.35283	0.72125	1.13911
−0.47922	−0.24790	0.00915	0.30207	0.64083	1.03334
−0.43229	−0.23323	−0.00663	0.25851	0.57311	0.94592
−0.39268	−0.22146	−0.02094	0.22080	0.51570	0.87342
−0.35903	−0.21201	−0.03398	0.18791	0.46673	0.81312
−0.33026	−0.20440	−0.04592	0.15903	0.42470	0.76285
−0.30546	−0.19824	−0.05688	0.13350	0.38842	0.72082
−0.28394	−0.19319	−0.06694	0.11081	0.35689	0.68561
−0.26508	−0.18898	−0.07615	0.09052	0.32932	0.65601
−0.24841	−0.18538	−0.08455	0.07231	0.30505	0.63105
−0.23351	−0.18217	−0.09217	0.05589	0.28354	0.60989
−0.22006	−0.17919	−0.09903	0.04104	0.26433	0.59186
−0.20776	−0.17630	−0.10515	0.02757	0.24704	0.57638
−0.19639	−0.17339	−0.11053	0.01533	0.23137	0.56296
−0.18576	−0.17038	−0.11520	0.00417	0.21704	0.55121
−0.17573	−0.16718	−0.11917	−0.00600	0.20385	0.54080
−0.16617	−0.16376	−0.12247	−0.01529	0.19160	0.53146
−0.15699	−0.16009	−0.12511	−0.02377	0.18017	0.52298

B_φ

ah_1 \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.1	24.46297	24.46308	24.46452	24.47026	24.48433
1.2	17.22425	17.22436	17.22593	17.23219	17.24752
1.3	12.45649	12.45661	12.45830	12.46507	12.48165
1.4	9.21182	9.21195	9.21378	9.22105	9.23886
1.5	6.94078	6.94092	6.94287	6.95063	6.96966
1.6	5.31193	5.31207	5.31414	5.32238	5.34260
1.7	4.11833	4.11849	4.12067	4.12938	4.15075
1.8	3.22690	3.22707	3.22936	3.23852	3.26100
1.9	2.54976	2.54993	2.55233	2.56191	2.58546
2.0	2.02752	2.02769	2.03019	2.04016	2.06470
2.1	1.61919	1.61937	1.62195	1.63229	1.65775
2.2	1.29600	1.29618	1.29884	1.30949	1.33579
2.3	1.03737	1.03756	1.04028	1.05120	1.07822
2.4	0.82839	0.82859	0.83135	0.84249	0.87012
2.5	0.65812	0.65832	0.66111	0.67240	0.70049
2.6	0.51840	0.51860	0.52141	0.53277	0.56117
2.7	0.40311	0.40330	0.40610	0.41746	0.44599
2.8	0.30757	0.30775	0.31053	0.32181	0.35029
2.9	0.22822	0.22841	0.23111	0.24222	0.27044
3.0	0.16228	0.16246	0.16508	0.17592	0.20367
3.1	0.10756	0.10773	0.11024	0.12071	0.14777
3.2	0.06234	0.06250	0.06487	0.07487	0.10101
3.3	0.02521	0.02536	0.02756	0.03700	0.06200
3.4	−0.00497	−0.00483	−0.00282	0.00596	0.02961
3.5	−0.02914	−0.02902	−0.02722	−0.01920	0.00289
3.6	−0.04812	−0.04802	−0.04644	−0.03926	−0.01893
3.7	−0.06259	−0.06251	−0.06119	−0.05491	−0.03650
3.8	−0.07318	−0.07312	−0.07206	−0.06674	−0.05041
3.9	−0.08042	−0.08038	−0.07960	−0.07528	−0.06113
4.0	−0.08480	−0.08478	−0.08428	−0.08100	−0.06912

附表十一6

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
24.51100	24.55405	24.61592	24.69697	24.79463	24.90264
17.27658	17.32351	17.39096	17.47935	17.58587	17.70369
12.51309	12.56387	12.63688	12.73258	12.84794	12.97558
9.27266	9.32725	9.40579	9.50877	9.63297	9.77041
7.00578	7.06415	7.14817	7.25839	7.39140	7.53865
5.38100	5.44309	5.53253	5.64995	5.79174	5.94879
4.19137	4.25712	4.35190	4.47645	4.62698	4.79382
3.30378	3.37309	3.47312	3.60472	3.76395	3.94057
2.63031	2.70306	2.80822	2.94677	3.11464	3.30104
2.11152	2.18759	2.29773	2.44310	2.61955	2.81570
1.70641	1.78563	1.90057	2.05262	2.23755	2.44344
1.38614	1.46831	1.58784	1.74639	1.93971	2.15532
1.13010	1.21498	1.33886	1.50370	1.70528	1.93059
0.92331	1.01065	1.13859	1.30947	1.51918	1.75416
0.75478	0.84427	0.97593	1.15258	1.37026	1.61487
0.61629	0.70759	0.84261	1.02470	1.25017	1.50437
0.50166	0.59439	0.73235	0.91953	1.15258	1.41634
0.40618	0.49993	0.64037	0.83225	1.07265	1.34592
0.32624	0.42055	0.56297	0.75912	1.00663	1.28936
0.25901	0.35340	0.49727	0.69723	0.95157	1.24370
0.20228	0.29625	0.44102	0.64429	0.90517	1.20664
0.15432	0.24734	0.39242	0.59848	0.86560	1.17634
0.11372	0.20527	0.35005	0.55837	0.83140	1.15134
0.07936	0.16891	0.31279	0.52282	0.80141	1.13050
0.05031	0.13736	0.27973	0.49090	0.77473	1.11287
0.02583	0.10986	0.25015	0.46191	0.75061	1.09773
0.00528	0.08584	0.22346	0.43527	0.72850	1.08451
−0.01188	0.06479	0.19921	0.41053	0.70793	1.07277
−0.02609	0.04631	0.17704	0.38735	0.68856	1.06214
−0.03775	0.03006	0.15663	0.36545	0.67014	1.05238

B_m

αh_1 \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.1	0.00000	0.00369	0.02713	0.08351	0.17883
1.2	0.00000	0.00368	0.02709	0.08340	0.17863
1.3	0.00000	0.00368	0.02704	0.08325	0.17836
1.4	0.00000	0.00367	0.02697	0.08305	0.17798
1.5	0.00000	0.00365	0.02687	0.08278	0.17748
1.6	0.00000	0.00363	0.02675	0.08244	0.17683
1.7	0.00000	0.00361	0.02659	0.08200	0.17600
1.8	0.00000	0.00358	0.02639	0.08144	0.17495
1.9	0.00000	0.00354	0.02614	0.08075	0.17365
2.0	0.00000	0.00350	0.02584	0.07991	0.17207
2.1	0.00000	0.00345	0.02548	0.07889	0.17016
2.2	0.00000	0.00338	0.02504	0.07768	0.16787
2.3	0.00000	0.00331	0.02453	0.07625	0.16518
2.4	0.00000	0.00322	0.02394	0.07459	0.16204
2.5	0.00000	0.00312	0.02325	0.07267	0.15841
2.6	0.00000	0.00301	0.02247	0.07047	0.15427
2.7	0.00000	0.00288	0.02158	0.06800	0.14958
2.8	0.00000	0.00273	0.02059	0.06523	0.14434
2.9	0.00000	0.00257	0.01950	0.06217	0.13854
3.0	0.00000	0.00240	0.01831	0.05882	0.13218
3.1	0.00000	0.00221	0.01703	0.05520	0.12528
3.2	0.00000	0.00201	0.01565	0.05132	0.11787
3.3	0.00000	0.00181	0.01420	0.04721	0.11001
3.4	0.00000	0.00158	0.01268	0.04291	0.10174
3.5	0.00000	0.00135	0.01111	0.03845	0.09314
3.6	0.00000	0.00112	0.00951	0.03388	0.08429
3.7	0.00000	0.00089	0.00790	0.02926	0.07529
3.8	0.00000	0.00066	0.00629	0.02463	0.06623
3.9	0.00000	0.00043	0.00471	0.02005	0.05720
4.0	0.00000	0.00022	0.00371	0.01558	0.04830

附表十—7

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.31196	0.47456	0.65109	0.81877	0.94754	1.00000
0.31167	0.47421	0.65075	0.81853	0.94744	1.00000
0.31126	0.47373	0.65029	0.81820	0.94732	1.00000
0.31071	0.47307	0.64966	0.81775	0.94715	1.00000
0.30998	0.47220	0.64882	0.81715	0.94692	1.00000
0.30903	0.47106	0.64773	0.81638	0.94663	1.00000
0.20781	0.46961	0.64633	0.81539	0.94626	1.00000
0.30628	0.46778	0.64458	0.81414	0.94578	1.00000
0.30438	0.46552	0.64240	0.81259	0.94519	1.00000
0.30206	0.46275	0.63974	0.81070	0.94447	1.00000
0.29925	0.45940	0.63651	0.80840	0.94360	1.00000
0.29590	0.45539	0.63266	0.80566	0.94255	1.00000
0.29195	0.45066	0.62810	0.80240	0.94132	1.00000
0.28733	0.44514	0.62277	0.79859	0.93986	1.00000
0.28199	0.43874	0.61659	0.79417	0.93817	1.00000
0.27589	0.43142	0.60950	0.78909	0.93622	1.00000
0.26898	0.42311	0.60144	0.78330	0.93400	1.00000
0.26124	0.41379	0.59238	0.77677	0.93149	1.00000
0.25265	0.40341	0.58227	0.76947	0.92867	1.00000
0.24322	0.39199	0.57110	0.76137	0.92553	1.00000
0.23296	0.37953	0.55887	0.75247	0.92207	1.00000
0.22191	0.36606	0.54560	0.74277	0.91828	1.00000
0.21013	0.35164	0.53133	0.73229	0.91416	1.00000
0.19771	0.33636	0.51612	0.72105	0.90972	1.00000
0.18472	0.32030	0.50004	0.70909	0.90496	1.00000
0.17129	0.30359	0.48318	0.69646	0.89989	1.00000
0.15754	0.28635	0.46566	0.68321	0.89454	1.00000
0.14359	0.26871	0.44757	0.66942	0.88891	1.00000
0.12958	0.25084	0.42905	0.65514	0.88303	1.00000
0.11564	0.23286	0.41021	0.64045	0.87691	1.00000

B_0

y/h_1 / ah_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.1	0.00000	0.09792	0.34825	0.68587	1.04563
1.2	0.00000	0.08962	0.31881	0.62801	0.95767
1.3	0.00000	0.08256	0.29374	0.57881	0.88295
1.4	0.00000	0.07645	0.27208	0.53633	0.81855
1.5	0.00000	0.07108	0.25310	0.49917	0.76234
1.6	0.00000	0.06632	0.23625	0.46626	0.71268
1.7	0.00000	0.06202	0.22112	0.43678	0.66835
1.8	0.00000	0.05812	0.20737	0.41007	0.62835
1.9	0.00000	0.05451	0.19473	0.38562	0.59190
2.0	0.00000	0.05116	0.18299	0.36300	0.55839
2.1	0.00000	0.04799	0.17198	0.341188	0.52729
2.2	0.00000	0.04499	0.16155	0.32198	0.49818
2.3	0.00000	0.04210	0.15157	0.30305	0.47071
2.4	0.00000	0.03931	0.14196	0.28492	0.44459
2.5	0.00000	0.03659	0.13263	0.26742	0.41959
2.6	0.00000	0.03392	0.12353	0.25043	0.39550
2.7	0.00000	0.03130	0.11460	0.23385	0.37218
2.8	0.00000	0.02871	0.10582	0.21762	0.34950
2.9	0.00000	0.02615	0.09717	0.20169	0.32738
3.0	0.00000	0.02362	0.08864	0.18604	0.30575
3.1	0.00000	0.02113	0.08024	0.17066	0.28459
3.2	0.00000	0.01868	0.07199	0.15558	0.26389
3.3	0.00000	0.01629	0.06392	0.14082	0.24365
3.4	0.00000	0.01395	0.05606	0.12643	0.22391
3.5	0.00000	0.01170	0.04844	0.11246	0.20470
3.6	0.00000	0.00953	0.04111	0.09897	0.18609
3.7	0.00000	0.00748	0.03412	0.08603	0.16811
3.8	0.00000	0.00554	0.02749	0.07369	0.15083
3.9	0.00000	0.00373	0.02128	0.06202	0.13432
4.0	0.00000	0.00207	0.01552	0.05106	0.11861

附表十一 8

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
1.36229	1.57049	1.60458	1.39858	0.88605	0.00000
1.24810	1.43940	1.47133	1.28313	0.81341	0.00000
1.15123	1.32840	1.35875	1.18585	0.75239	0.00000
1.06791	1.23317	1.26246	1.10294	0.70060	0.00000
0.99537	1.15053	1.17923	1.03163	0.65630	0.00000
0.93152	1.07810	1.10667	0.96986	0.61823	0.00000
0.87474	1.01405	1.04295	0.91606	0.58542	0.00000
0.82380	0.95697	0.98664	0.86904	0.55711	0.00000
0.77767	0.90571	0.93662	0.82785	0.53276	0.00000
0.73557	0.85938	0.89200	0.79174	0.51190	0.00000
0.69684	0.81725	0.85206	0.76012	0.49419	0.00000
0.66093	0.77871	0.81621	0.73250	0.47934	0.00000
0.62739	0.74326	0.78396	0.70849	0.46713	0.00000
0.59587	0.71049	0.75490	0.68775	0.45736	0.00000
0.56603	0.68002	0.72868	0.66999	0.44987	0.00000
0.53764	0.65158	0.70499	0.65496	0.44452	0.00000
0.51046	0.62489	0.68356	0.64243	0.44117	0.00000
0.48434	0.59973	0.66415	0.63219	0.43969	0.00000
0.45911	0.57591	0.64653	0.62402	0.43997	0.00000
0.43468	0.55326	0.63050	0.61774	0.44187	0.00000
0.41096	0.53163	0.61587	0.61314	0.44527	0.00000
0.38788	0.51089	0.60244	0.61002	0.45002	0.00000
0.36541	0.49094	0.59003	0.60819	0.45598	0.00000
0.34352	0.47166	0.57848	0.60743	0.46302	0.00000
0.32222	0.45298	0.56761	0.60755	0.47098	0.00000
0.30149	0.43482	0.55728	0.60837	0.47971	0.00000
0.28135	0.41712	0.54732	0.60966	0.48906	0.00000
0.26182	0.39981	0.53761	0.61127	0.49891	0.00000
0.24292	0.38285	0.52801	0.61302	0.50910	0.00000
0.22467	0.36621	0.51842	0.61475	0.51952	0.00000

C_x

y/h_1 / ah_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.1	5.45948	4.91247	4.36551	3.81875	3.27230
1.2	5.00698	4.50477	4.00265	3.50080	2.99940
1.3	4.62500	4.16041	3.69596	3.23187	2.76840
1.4	4.29863	3.86597	3.43348	3.00148	2.57032
1.5	4.01700	3.61162	3.20646	2.80195	2.39854
1.6	3.77197	3.39001	3.00835	2.62751	2.24811
1.7	3.55736	3.19556	2.83414	2.47378	2.11524
1.8	3.36837	3.02393	2.67996	2.33733	1.99698
1.9	3.20124	2.87171	2.54276	2.21547	1.89100
2.0	3.05301	2.73620	2.42010	2.10604	1.79548
2.1	2.92126	2.61521	2.31001	2.00729	1.70875
2.2	2.80405	2.50695	2.21089	1.91780	1.62972
2.3	2.69977	2.40998	2.12141	1.83639	1.55732
2.4	2.60709	2.32306	2.04047	1.76207	1.49070
2.5	2.52488	2.24516	1.96714	1.69402	1.42913
2.6	2.45217	2.17539	1.90061	1.63153	1.37201
2.7	2.38811	2.11299	1.84020	1.57399	1.31881
2.8	2.33194	2.05728	1.78529	1.52088	1.26910
2.9	2.28298	2.00765	1.73587	1.47174	1.22249
3.0	2.24061	1.96353	1.68993	1.42616	1.17867
3.1	2.20422	1.92440	1.64854	1.38378	1.13734
3.2	2.17324	1.88979	1.61079	1.34428	1.09827
3.3	2.14715	1.85922	1.57630	1.30736	1.06123
3.4	2.12542	1.83226	1.54472	1.27276	1.02605
3.5	2.10754	1.80850	1.51573	1.24023	0.99257
3.6	2.09308	1.78754	1.48900	1.20955	0.96064
3.7	2.08143	1.76900	1.46426	1.18051	0.93014
3.8	2.07233	1.75253	1.44123	1.15295	0.90097
3.9	2.06532	1.73782	1.41967	1.12668	0.87303
4.0	2.06003	1.72457	1.39937	1.10157	0.84623

附表十一 9

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
2.72628	2.18070	1.63554	1.09069	0.54604	0.00145
2.49859	1.99841	1.49883	0.99970	0.50083	0.00205
2.30575	1.84397	1.38300	0.92266	0.46268	0.00283
2.14025	1.71135	1.28355	0.85658	0.43010	0.00380
1.99656	1.59614	1.19715	0.79926	0.40202	0.00500
1.87056	1.49502	1.12132	0.74905	0.37761	0.00645
1.75906	1.40543	1.05415	0.70467	0.35625	0.00820
1.65959	1.32539	0.99414	0.66515	0.33749	0.01028
1.57019	1.25334	0.94013	0.62971	0.32092	0.01271
1.48929	1.18800	0.89116	0.59772	0.30627	0.01552
1.41563	1.12836	0.84646	0.56868	0.29330	0.01875
1.34814	1.07357	0.80541	0.54217	0.28180	0.02242
1.28598	1.02293	0.76749	0.51786	0.27162	0.02655
1.22841	0.97588	0.73227	0.49546	0.26262	0.03115
1.17484	0.93192	0.69938	0.47473	0.25469	0.03624
1.12477	0.89066	0.66853	0.45548	0.24773	0.04180
1.07775	0.85177	0.63947	0.43754	0.24165	0.04784
1.03345	0.81495	0.61199	0.42077	0.23638	0.05431
0.99155	0.77999	0.58593	0.40506	0.23182	0.06120
0.95180	0.74669	0.56114	0.39029	0.22793	0.06846
0.91399	0.71490	0.53752	0.37640	0.22462	0.07603
0.87796	0.68451	0.51499	0.36330	0.22183	0.08383
0.84355	0.65542	0.49348	0.35095	0.21950	0.09180
0.81066	0.62757	0.47295	0.33929	0.21756	0.09985
0.77918	0.60091	0.45335	0.32829	0.21595	0.10788
0.74905	0.57540	0.43468	0.31792	0.21461	0.11580
0.72020	0.55102	0.41692	0.30813	0.21348	0.12353
0.69258	0.52775	0.40005	0.29892	0.21251	0.13097
0.66616	0.50559	0.38408	0.29026	0.21165	0.13805
0.64090	0.48452	0.36899	0.28213	0.21086	0.14467

C_v

y/h_1 / αh_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.1	−4.97293	−4.97274	−4.97165	−4.96932	−4.96590
1.2	−4.18516	−4.18491	−4.18349	−4.18046	−4.17602
1.3	−3.57379	−3.57347	−3.57167	−3.56782	−3.56218
1.4	−3.09054	−3.09015	−3.08790	−3.08310	−3.07605
1.5	−2.70269	−2.70221	−2.69943	−2.69353	−2.68488
1.6	−2.38740	−2.38682	−2.38345	−2.37630	−2.36581
1.7	−2.12838	−2.12768	−2.12365	−2.11508	−2.10252
1.8	−1.91374	−1.91291	−1.90813	−1.89796	−1.88308
1.9	−1.73462	−1.73364	−1.72802	−1.71609	−1.69868
2.0	−1.58433	−1.58319	−1.57665	−1.56276	−1.54246
2.1	−1.45773	−1.45642	−1.44886	−1.43282	−1.40941
2.2	−1.35082	−1.34931	−1.34063	−1.32226	−1.29546
2.3	−1.26042	−1.25870	−1.24880	−1.22789	−1.19743
2.4	−1.18400	−1.18204	−1.17083	−1.14717	−1.11278
2.5	−1.11948	−1.11727	−1.10464	−1.07803	−1.03944
2.6	−1.06517	−1.06268	−1.04853	−1.01878	−0.97574
2.7	−1.01965	−1.01687	−1.00108	−0.96800	−0.92026
2.8	−0.98171	−0.97862	−0.96109	−0.92448	−0.87182
2.9	−0.95032	−0.94689	−0.92752	−0.88720	−0.82941
3.0	−0.92458	−0.92080	−0.89948	−0.85527	−0.79219
3.1	−0.90370	−0.89954	−0.87617	−0.82792	−0.75938
3.2	−0.88699	−0.88243	−0.85691	−0.80446	−0.73034
3.3	−0.87382	−0.86883	−0.84105	−0.78427	−0.70450
3.4	−0.86362	−0.85819	−0.82806	−0.76683	−0.68134
3.5	−0.85592	−0.85001	−0.81744	−0.75164	−0.66041
3.6	−0.85025	−0.84385	−0.80874	−0.73829	−0.64132
3.7	−0.84623	−0.83932	−0.80158	−0.72639	−0.62373
3.8	−0.84352	−0.83606	−0.79561	−0.71562	−0.60733
3.9	−0.84182	−0.83380	−0.79055	−0.70570	−0.59187
4.0	−0.84089	−0.83228	−0.78614	−0.69638	−0.57713

附表十一10

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
-4.96185	-4.95780	-4.95439	-4.95206	-4.95096	-4.95077
-4.17077	-4.16552	-4.16108	-4.15806	-4.15664	-4.15640
-3.55551	-3.54884	-3.54320	-3.53936	-3.53756	-3.53725
-3.06773	-3.05941	-3.05238	-3.04759	-3.04535	-3.04496
-2.67465	-2.66443	-2.65580	-2.64992	-2.64717	-2.64669
-2.35342	-2.34104	-2.33059	-2.32347	-2.32014	-2.31956
-2.08768	-2.07288	-2.06037	-2.05187	-2.04788	-2.04718
-1.86552	-1.84800	-1.83321	-1.82315	-1.81843	-1.81762
-1.67805	-1.65752	-1.64020	-1.62843	-1.62291	-1.62196
-1.51854	-1.49471	-1.47463	-1.46098	-1.45459	-1.45348
-1.38186	-1.35443	-1.33133	-1.31565	-1.30831	-1.30704
-1.26396	-1.23264	-1.20630	-1.18843	-1.18007	-1.17862
-1.16168	-1.12619	-1.09637	-1.07617	-1.06673	-1.06509
-1.07249	-1.03255	-0.99906	-0.97639	-0.96581	-0.96398
-0.99433	-0.94971	-0.91235	-0.88710	-0.87533	-0.87329
-0.92554	-0.87601	-0.83462	-0.80671	-0.79371	-0.79146
-0.86474	-0.81011	-0.76457	-0.73392	-0.71967	-0.71722
-0.81078	-0.75090	-0.70113	-0.66772	-0.65221	-0.64954
-0.76269	-0.69746	-0.64343	-0.60724	-0.59049	-0.58761
-0.71965	-0.64902	-0.59073	-0.55182	-0.53385	-0.53077
-0.68095	-0.60493	-0.54245	-0.50090	-0.48177	-0.47849
-0.64598	-0.56464	-0.49811	-0.45404	-0.43382	-0.43036
-0.61423	-0.52769	-0.45729	-0.41088	-0.38965	-0.38604
-0.58522	-0.49368	-0.41966	-0.37111	-0.34901	-0.34525
-0.55857	-0.46228	-0.38492	-0.33450	-0.31165	-0.30778
-0.53393	-0.43318	-0.35285	-0.30084	-0.27740	-0.27345
-0.51100	-0.40614	-0.32324	-0.26996	-0.24609	-0.24208
-0.48951	-0.38095	-0.29591	-0.24170	-0.21758	-0.21355
-0.46925	-0.35742	-0.27069	-0.21591	-0.19173	-0.18771
-0.45002	-0.33539	-0.24745	-0.19247	-0.16841	-0.16444

C_m

ah_1 \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.1	0.00000	0.00490	0.01548	0.02666	0.03482
1.2	0.00000	0.00583	0.01842	0.03172	0.04142
1.3	0.00000	0.00681	0.02161	0.03721	0.04858
1.4	0.00000	0.00793	0.02506	0.04313	0.05630
1.5	0.00000	0.00910	0.02875	0.04947	0.06456
1.6	0.00000	0.01036	0.03269	0.05623	0.07335
1.7	0.00000	0.01169	0.03687	0.06339	0.08265
1.8	0.00000	0.01309	0.04129	0.07095	0.09245
1.9	0.00000	0.01458	0.04594	0.07889	0.10272
2.0	0.00000	0.01614	0.05081	0.08718	0.11342
2.1	0.00000	0.01778	0.05591	0.09582	0.12451
2.2	0.00000	0.01949	0.06121	0.10476	0.13595
2.3	0.00000	0.02127	0.06670	0.11399	0.14770
2.4	0.00000	0.02312	0.07238	0.12346	0.15967
2.5	0.00000	0.02504	0.07822	0.13314	0.17182
2.6	0.00000	0.02702	0.08422	0.14298	0.18405
2.7	0.00000	0.02907	0.09034	0.15294	0.19629
2.8	0.00000	0.03117	0.09658	0.16296	0.20846
2.9	0.00000	0.03333	0.10290	0.17299	0.22044
3.0	0.00000	0.03554	0.10930	0.18297	0.23217
3.1	0.00000	0.03780	0.11575	0.19286	0.24353
3.2	0.00000	0.04011	0.12222	0.20259	0.25444
3.3	0.00000	0.04245	0.12869	0.21211	0.26482
3.4	0.00000	0.04484	0.13515	0.22137	0.27458
3.5	0.00000	0.04726	0.14158	0.23034	0.28365
3.6	0.00000	0.04971	0.14796	0.23897	0.29199
3.7	0.00000	0.05220	0.15428	0.24723	0.29954
3.8	0.00000	0.05471	0.16052	0.25511	0.30628
3.9	0.00000	0.05725	0.16668	0.26257	0.31218
4.0	0.00000	0.05982	0.17275	0.26961	0.31725

附表十—11

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.03778	0.03481	0.02665	0.01547	0.00489	0.00000
0.04493	0.04140	0.03169	0.01839	0.00582	0.00000
0.05269	0.04854	0.03715	0.02156	0.00682	0.00000
0.06105	0.05623	0.04303	0.02497	0.00790	0.00000
0.06999	0.06445	0.04931	0.02861	0.00905	0.00000
0.07949	0.07317	0.05597	0.03246	0.01027	0.00000
0.08953	0.08239	0.06299	0.03653	0.01155	0.00000
0.10009	0.09205	0.07035	0.04078	0.01289	0.00000
0.11112	0.10214	0.07802	0.04520	0.01428	0.00000
0.12259	0.11259	0.08594	0.04977	0.01572	0.00000
0.13445	0.12336	0.09408	0.05444	0.01719	0.00000
0.14662	0.13437	0.10238	0.05920	0.01867	0.00000
0.15904	0.14555	0.11077	0.06398	0.02017	0.00000
0.17163	0.15681	0.11917	0.06875	0.02165	0.00000
0.18429	0.16806	0.12750	0.07346	0.02311	0.00000
0.19693	0.17918	0.13566	0.07804	0.02452	0.00000
0.20944	0.19006	0.14357	0.08243	0.02586	0.00000
0.22169	0.20056	0.15110	0.08656	0.02711	0.00000
0.23357	0.21058	0.15815	0.09037	0.02825	0.00000
0.24495	0.21996	0.16462	0.09379	0.02926	0.00000
0.25571	0.22859	0.17040	0.09676	0.03010	0.00000
0.26574	0.23635	0.17538	0.09921	0.03077	0.00000
0.27493	0.24313	0.17948	0.10109	0.03125	0.00000
0.28317	0.24883	0.18262	0.10236	0.03152	0.00000
0.29040	0.25337	0.18475	0.10298	0.03158	0.00000
0.29654	0.25670	0.18583	0.10293	0.03141	0.00000
0.30154	0.25878	0.18583	0.10222	0.03102	0.00000
0.30540	0.25960	0.18476	0.10084	0.03041	0.00000
0.30809	0.25918	0.18264	0.09882	0.02959	0.00000
0.30964	0.25755	0.17953	0.09619	0.02857	0.00000

C_0

ah_1 \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
1.1	0.00000	0.07918	0.10553	0.09230	0.05269
1.2	0.00000	0.08636	0.11508	0.10062	0.05742
1.3	0.00000	0.09354	0.12461	0.10892	0.06211
1.4	0.00000	0.10070	0.13411	0.11716	0.06675
1.5	0.00000	0.10785	0.14356	0.12533	0.07133
1.6	0.00000	0.11498	0.15295	0.13342	0.07581
1.7	0.00000	0.12208	0.16226	0.14139	0.08018
1.8	0.00000	0.12915	0.17148	0.14922	0.08441
1.9	0.00000	0.13618	0.18058	0.15687	0.08845
2.0	0.00000	0.14316	0.18954	0.16430	0.09228
2.1	0.00000	0.15009	0.19831	0.17147	0.09584
2.2	0.00000	0.15694	0.20688	0.17832	0.09909
2.3	0.00000	0.16370	0.21521	0.18481	0.10197
2.4	0.00000	0.17037	0.22324	0.19086	0.10443
2.5	0.00000	0.17693	0.23095	0.19643	0.10639
2.6	0.00000	0.18336	0.23828	0.20144	0.10781
2.7	0.00000	0.18964	0.24528	0.20583	0.10861
2.8	0.00000	0.19577	0.25165	0.20954	0.10874
2.9	0.00000	0.20172	0.25760	0.21251	0.10814
3.0	0.00000	0.20749	0.26301	0.21467	0.10677
3.1	0.00000	0.21306	0.26783	0.21600	0.10458
3.2	0.00000	0.21841	0.27205	0.21644	0.10155
3.3	0.00000	0.22355	0.27564	0.21597	0.09765
3.4	0.00000	0.22846	0.27859	0.21459	0.09290
3.5	0.00000	0.23313	0.28089	0.21228	0.08730
3.6	0.00000	0.23758	0.28253	0.20908	0.08089
3.7	0.00000	0.24180	0.28354	0.20499	0.07371
3.8	0.00000	0.24579	0.28393	0.20007	0.06582
3.9	0.00000	0.24956	0.28372	0.19436	0.05728
4.0	0.00000	0.25311	0.28295	0.18793	0.04819

附表十一12

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−0.00006	−0.05279	−0.09231	−0.10546	−0.07908	0.00000
−0.00011	−0.05758	−0.10065	−0.11497	−0.08620	0.00000
−0.00017	−0.06237	−0.10896	−0.12443	−0.09328	0.00000
−0.00027	−0.06716	−0.11723	−0.13382	−0.10030	0.00000
−0.00041	−0.07194	−0.12544	−0.14313	−0.10725	0.00000
−0.00060	−0.07671	−0.13357	−0.15231	−0.11409	0.00000
−0.00086	−0.08147	−0.14161	−0.16135	−0.12081	0.00000
−0.00121	−0.08622	−0.14953	−0.17021	−0.12737	0.00000
−0.00166	−0.09095	−0.15729	−0.17883	−0.13372	0.00000
−0.00225	−0.09566	−0.16488	−0.18716	−0.13983	0.00000
−0.00300	−0.10035	−0.17224	−0.19516	−0.14565	0.00000
−0.00394	−0.10500	−0.17933	−0.20274	−0.15112	0.00000
−0.00509	−0.10962	−0.18612	−0.20985	−0.15617	0.00000
−0.00650	−0.11420	−0.19254	−0.21640	−0.16075	0.00000
−0.00820	−0.11872	−0.19855	−0.22231	−0.16479	0.00000
−0.01023	−0.12318	−0.20409	−0.22752	−0.16822	0.00000
−0.01261	−0.12756	−0.20910	−0.23192	−0.17098	0.00000
−0.01539	−0.13187	−0.21353	−0.23546	−0.17298	0.00000
−0.01858	−0.13608	−0.21734	−0.23805	−0.17419	0.00000
−0.02221	−0.14017	−0.22047	−0.23964	−0.17455	0.00000
−0.02630	−0.14415	−0.22288	−0.24017	−0.17402	0.00000
−0.03086	−0.14797	−0.22454	−0.23961	−0.17258	0.00000
−0.03587	−0.15164	−0.22543	−0.23794	−0.17023	0.00000
−0.04133	−0.15513	−0.22553	−0.23515	−0.16693	0.00000
−0.04722	−0.15842	−0.22484	−0.23128	−0.16280	0.00000
−0.05349	−0.16148	−0.22338	−0.22637	−0.15780	0.00000
−0.06010	−0.16431	−0.22116	−0.22046	−0.15202	0.00000
−0.06699	−0.16687	−0.21822	−0.21364	−0.14554	0.00000
−0.07411	−0.16914	−0.21460	−0.20601	−0.13846	0.00000
−0.08138	−0.17111	−0.21034	−0.19766	−0.13086	0.00000

附表十一地基系数法受

A_1

$\beta_1 h_1$ \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	4.99999	3.50000	2.00000	0.50000	−1.00000
0.2	2.49994	1.74997	0.99999	0.25001	−0.49997
0.3	1.66647	1.16656	0.66664	0.16671	−0.33324
0.4	1.24954	0.87474	0.49993	0.12510	−0.24977
0.5	0.99911	0.69949	0.39987	0.10020	−0.19955
0.6	0.83179	0.58246	0.33310	0.08368	−0.16589
0.7	0.71184	0.49861	0.28535	0.07197	−0.14162
0.8	0.62136	0.43543	0.24945	0.06331	−0.12316
0.9	0.55038	0.38593	0.22145	0.05671	−0.10849
1.0	0.49292	0.34598	0.19894	0.05157	−0.09642
1.1	0.44516	0.31285	0.18041	0.04754	−0.08616
1.2	0.40455	0.28478	0.16484	0.04435	−0.07720
1.3	0.36931	0.26053	0.15154	0.04185	−0.06918
1.4	0.33819	0.23922	0.13999	0.03991	−0.06184
1.5	0.31026	0.22021	0.12983	0.03842	−0.05500
1.6	0.28484	0.20301	0.12079	0.03734	−0.04852
1.7	0.26144	0.18727	0.11265	0.03658	−0.04231
1.8	0.23966	0.17272	0.10525	0.03611	−0.03631
1.9	0.21924	0.15915	0.09847	0.03587	−0.03046
2.0	0.19997	0.14642	0.09220	0.03583	−0.02477
2.1	0.18172	0.13441	0.08637	0.03594	−0.01921
2.2	0.16438	0.12305	0.08093	0.03617	−0.01379
2.3	0.14791	0.11229	0.07581	0.03648	−0.00853
2.4	0.13228	0.10209	0.07098	0.03682	−0.00347
2.5	0.11749	0.09244	0.06642	0.03716	0.00138
2.6	0.10354	0.08332	0.06210	0.03748	0.00599
2.7	0.09045	0.07474	0.05799	0.03774	0.01031
2.8	0.07824	0.06669	0.05409	0.03792	0.01432
2.9	0.06692	0.05918	0.05039	0.03799	0.01800
3.0	0.05650	0.05220	0.04686	0.03793	0.02133

荷段“K”法无量纲系数

附表 Ⅰ·—1

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−2.50000	−4.00000	−5.50000	−7.00000	−8.50000	−10.00001
−1.24996	−1.99996	−2.74998	−3.50000	−4.25004	−5.00008
−0.83321	−1.33321	−1.83325	−2.33334	−2.83341	−3.33359
−0.62470	−0.99971	−1.37481	−1.75001	−2.12528	−2.50061
−0.49941	−0.79944	−1.09964	−1.40002	−1.70055	−2.00119
−0.41566	−0.66569	−0.91604	−1.16669	−1.41762	−1.66872
−0.35554	−0.56988	−0.78471	−1.00004	−1.21580	−1.43183
−0.31011	−0.49769	−0.68601	−0.87507	−1.06476	−1.25486
−0.27438	−0.44117	−0.60899	−0.77787	−0.94766	−1.11802
−0.24535	−0.39552	−0.54710	−0.70012	−0.85440	−1.00946
−0.22111	−0.35769	−0.49615	−0.63653	−0.77857	−0.92164
−0.20037	−0.32565	−0.45335	−0.58354	−0.71588	−0.84956
−0.18225	−0.29798	−0.41678	−0.53871	−0.66338	−0.78976
−0.16611	−0.27367	−0.38503	−0.50030	−0.61896	−0.73975
−0.15148	−0.25198	−0.35711	−0.46701	−0.58107	−0.69774
−0.13804	−0.23236	−0.33226	−0.43789	−0.54854	−0.66235
−0.12552	−0.21440	−0.30989	−0.41218	−0.52047	−0.63252
−0.11374	−0.19779	−0.28956	−0.38933	−0.49614	−0.60742
−0.10256	−0.18228	−0.27093	−0.36885	−0.47500	−0.58636
−0.09190	−0.16770	−0.25371	−0.35040	−0.45657	−0.56879
−0.08168	−0.15392	−0.23771	−0.33365	−0.44046	−0.55423
−0.07187	−0.14083	−0.22275	−0.31838	−0.42633	−0.54225
−0.06245	−0.12837	−0.20870	−0.30436	−0.41392	−0.53249
−0.05341	−0.11650	−0.19545	−0.29142	−0.40295	−0.52464
−0.04478	−0.10518	−0.18292	−0.27942	−0.39322	−0.51841
−0.03656	−0.09439	−0.17104	−0.26823	−0.38453	−0.51352
−0.02877	−0.08414	−0.15975	−0.25773	−0.37671	−0.50976
−0.02144	−0.07440	−0.14903	−0.24784	−0.36961	−0.50691
−0.01457	−0.06519	−0.13883	−0.23848	−0.36311	−0.50480
−0.00819	−0.05650	−0.12911	−0.22957	−0.35708	−0.50328

A_*

$\beta_1 h_1$ \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	−149.99969	−149.99969	−149.99971	−149.99976	−149.99984
0.2	−37.49876	−37.49877	−37.49885	−37.49904	−37.49936
0.3	−16.66388	−16.66391	−16.66409	−16.66451	−16.66523
0.4	−9.37005	−9.37010	−9.37041	−9.37116	−9.37244
0.5	−5.99227	−5.99234	−5.99283	−5.99401	−5.99600
0.6	−4.15554	−4.15565	−4.15635	−4.15804	−4.16091
0.7	−3.04609	−3.04624	−3.04720	−3.04950	−3.05339
0.8	−2.32402	−2.32421	−2.32546	−2.32846	−2.33353
0.9	−1.82693	−1.82718	−1.82875	−1.83254	−1.83894
1.0	−1.46933	−1.46964	−1.47157	−1.47622	−1.48409
1.1	−1.20272	−1.20309	−1.20541	−1.21101	−1.22049
1.2	−0.99794	−0.99837	−1.00112	−1.00773	−1.01893
1.3	−0.83663	−0.83713	−0.84032	−0.84800	−0.86104
1.4	−0.70675	−0.70732	−0.71097	−0.71978	−0.73474
1.5	−0.60018	−0.60083	−0.60496	−0.61493	−0.63187
1.6	−0.51130	−0.51202	−0.51663	−0.52777	−0.54675
1.7	−0.43610	−0.43690	−0.44198	−0.45430	−0.47532
1.8	−0.37172	−0.37259	−0.37813	−0.39160	−0.41464
1.9	−0.31605	−0.31698	−0.32297	−0.33754	−0.36255
2.0	−0.26753	−0.26852	−0.27492	−0.29053	−0.31741
2.1	−0.22499	−0.22604	−0.23280	−0.24936	−0.27798
2.2	−0.18757	−0.18866	−0.19573	−0.21311	−0.24331
2.3	−0.15457	−0.15570	−0.16301	−0.18109	−0.21267
2.4	−0.12549	−0.12664	−0.13413	−0.15274	−0.18547
2.5	−0.09990	−0.10105	−0.10864	−0.12762	−0.16124
2.6	−0.07746	−0.07861	−0.08622	−0.10538	−0.13961
2.7	−0.05790	−0.05903	−0.06657	−0.08573	−0.12028
2.8	−0.04096	−0.04206	−0.04945	−0.06841	−0.10299
2.9	−0.02643	−0.02748	−0.03463	−0.05320	−0.08752
3.0	−0.01409	−0.01509	−0.02192	−0.03993	−0.07369

附表十一—2

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−149.99995	−150.00008	−150.00023	−150.00037	−150.00048	−150.00052
−37.49980	−37.50035	−37.50093	−37.50149	−37.50192	−37.50210
−16.66622	−16.66744	−16.66877	−16.67002	−16.67099	−16.67138
−9.37421	−9.37638	−9.37874	−9.38097	−9.38268	−9.38338
−5.99877	−6.00216	−6.00584	−6.00932	−6.01200	−6.01309
−4.16490	−4.16977	−4.17507	−4.18009	−4.18394	−4.18551
−3.05882	−3.06545	−3.07265	−3.07948	−3.08472	−3.08686
−2.34061	−2.34926	−2.35864	−2.36756	−2.37441	−2.37719
−1.84788	−1.85880	−1.87066	−1.88193	−1.89059	−1.89412
−1.49510	−1.50854	−1.52316	−1.53705	−1.54772	−1.55208
−1.23374	−1.24995	−1.26758	−1.28435	−1.29725	−1.30251
−1.03461	−1.05381	−1.07470	−1.09461	−1.10993	−1.11619
−0.87930	−0.90169	−0.92609	−0.94936	−0.96731	−0.97465
−0.75573	−0.78148	−0.80961	−0.83647	−0.85723	−0.86573
−0.65568	−0.68497	−0.71700	−0.74767	−0.77142	−0.78116
−0.57346	−0.60639	−0.64250	−0.67716	−0.70407	−0.71514
−0.50498	−0.54164	−0.58195	−0.62077	−0.65099	−0.66346
−0.44725	−0.48768	−0.53229	−0.57540	−0.60909	−0.62304
−0.39806	−0.44225	−0.49121	−0.53872	−0.57602	−0.59151
−0.35573	−0.40362	−0.45694	−0.50894	−0.54996	−0.56707
−0.31897	−0.37047	−0.42812	−0.48465	−0.52948	−0.54829
−0.28680	−0.34175	−0.40364	−0.46472	−0.51346	−0.53402
−0.25842	−0.31662	−0.38263	−0.44824	−0.50097	−0.52335
−0.23322	−0.29442	−0.36439	−0.43449	−0.49126	−0.51551
−0.21069	−0.27461	−0.34833	−0.42285	−0.48370	−0.50988
−0.19043	−0.25676	−0.33400	−0.41283	−0.47780	−0.50596
−0.17212	−0.24051	−0.32102	−0.40404	−0.47314	−0.50334
−0.15549	−0.22558	−0.30907	−0.39615	−0.46938	−0.50167
−0.14031	−0.21174	−0.29792	−0.38890	−0.46627	−0.50070
−0.12641	−0.19880	−0.28737	−0.38208	−0.46359	−0.50020

A_m

$\beta_t h_t$ \ y/h_t	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	0.00000	−0.00090	−0.00320	−0.00630	−0.00960
0.2	0.00000	−0.00180	−0.00640	−0.01260	−0.01920
0.3	0.00000	−0.00270	−0.00960	−0.01890	−0.02880
0.4	0.00000	−0.00360	−0.01280	−0.02519	−0.03839
0.5	0.00000	−0.00450	−0.01599	−0.03148	−0.04797
0.6	0.00000	−0.00539	−0.01917	−0.03774	−0.05752
0.7	0.00000	−0000628	−0.02233	−0.04398	−0.06703
0.8	0.00000	−0.00716	−0.02547	−0.05016	−0.07647
0.9	0.00000	−0.00803	−0.02856	−0.05627	−0.08581
1.0	0.00000	−0.00888	−0.03160	−0.06227	−0.09501
1.1	0.00000	−0.00971	−0.03455	−0.06813	−0.10400
1.2	0.00000	−0.01050	−0.03740	−0.07380	−0.11275
1.3	0.00000	−0.01126	−0.04013	−0.07923	−0.12116
1.4	0.00000	−0.01196	−0.04268	−0.08437	−0.12917
1.5	0.00000	−0.01261	−0.04504	−0.08914	−0.13669
1.6	0.00000	−0.01319	−0.04716	−0.09349	−0.14362
1.7	0.00000	−0.01368	−0.04901	−0.09734	−0.14988
1.8	0.00000	−0.01408	−0.05055	−0.10063	−0.15536
1.9	0.00000	−0.01438	−0.05174	−0.10330	−0.15999
2.0	0.00000	−0.01457	−0.05256	−0.10527	−0.16366
2.1	0.00000	−0.01464	−0.05298	−0.10652	−0.16633
2.2	0.00000	−0.01458	−0.05297	−0.10699	−0.16792
2.3	0.00000	−0.01439	−0.05254	−0.10667	−0.16842
2.4	0.00000	−0.01408	−0.05167	−0.10555	−0.16780
2.5	0.00000	−0.01364	−0.05038	−0.10366	−0.16609
2.6	0.00000	−0.01309	−0.04869	−0.10101	−0.16330
2.7	0.00000	−0.01243	−0.04663	−0.09765	−0.15951
2.8	0.00000	−0.01167	−0.04422	−0.09365	−0.15478
2.9	0.00000	−0.01083	−0.04153	−0.08909	−0.14921
3.0	0.00000	−0.00992	−0.03859	−0.08404	−0.14291

附表十一—3

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−0.01250	−0.01440	−0.01470	−0.01280	−0.00810	0.00000
−0.02500	−0.02880	−0.02940	−0.02560	−0.01620	0.00000
−0.03750	−0.04320	−0.04410	−0.03840	−0.02430	0.00000
−0.04999	−0.05759	−0.05879	−0.05119	−0.03240	0.00000
−0.06246	−0.07197	−0.07347	−0.06398	−0.04050	0.00000
−0.07491	−0.08632	−0.08813	−0.07676	−0.04859	0.00000
−0.08731	−0.10062	−0.10276	−0.08952	−0.05667	0.00000
−0.09963	−0.11485	−0.11733	−0.10224	−0.06475	0.00000
−0.11184	−0.12897	−0.13181	−0.11491	−0.07281	0.00000
−0.12388	−0.14294	−0.14617	−0.12751	−0.08085	0.00000
−0.13570	−0.15669	−0.16037	−0.14002	−0.08885	0.00000
−0.14724	−0.17018	−0.17435	−0.15239	−0.09682	0.00000
−0.15840	−0.18331	−0.18806	−0.16461	−0.10473	0.00000
−0.16911	−0.19601	−0.20142	−0.17663	−0.11258	0.00000
−0.17927	−0.20818	−0.21438	−0.18840	−0.12036	0.00000
−0.18876	−0.21972	−0.22683	−0.19988	−0.12804	0.00000
−0.19748	−0.23052	−0.23871	−0.21101	−0.13561	0.00000
−0.20534	−0.24049	−0.24993	−0.22176	−0.14306	0.00000
−0.21221	−0.24953	−0.26041	−0.23207	−0.15036	0.00000
−0.21800	−0.25752	−0.27008	−0.24189	−0.15751	0.00000
−0.22264	−0.26441	−0.27885	−0.25118	−0.16449	0.00000
−0.22606	−0.27011	−0.28668	−0.25990	−0.17129	0.00000
−0.22821	−0.27457	−0.29352	−0.26803	−0.17789	0.00000
−0.22907	−0.27778	−0.29934	−0.27554	−0.18429	0.00000
−0.22865	−0.27971	−0.30413	−0.28241	−0.19048	0.00000
−0.22697	−0.28040	−0.30789	−0.28866	−0.19646	0.00000
−0.22409	−0.27988	−0.31064	−0.29428	−0.20224	0.00000
−0.22008	−0.27821	−0.31243	−0.29928	−0.20781	0.00000
−0.21504	−0.27546	−0.31330	−0.30370	−0.21317	0.00000
−0.20907	−0.27172	−0.31330	−0.30755	−0.21834	0.00000

A_0

$\beta_1 h_1$ \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	0.00000	−0.17000	−0.28000	−0.33000	−0.32000
0.2	0.00000	−0.17000	−0.27999	−0.32999	−0.32000
0.3	0.00000	−0.16998	−0.27997	−0.32997	−0.31998
0.4	0.00000	−0.16994	−0.27992	−0.32992	−0.31995
0.5	0.00000	−0.16986	−0.27980	−0.32980	−0.31987
0.6	0.00000	−0.16971	−0.27958	−0.32959	−0.31973
0.7	0.00000	−0.16946	−0.27922	−0.32925	−0.31950
0.8	0.00000	−0.16909	−0.27867	−0.32872	−0.31915
0.9	0.00000	−0.16851	−0.27787	−0.32795	−0.31865
1.0	0.00000	−0.16778	−0.27677	−0.32689	−0.31794
1.1	0.00000	−0.16676	−0.27529	−0.32546	−0.31700
1.2	0.00000	−0.16544	−0.27336	−0.32360	−0.31577
1.3	0.00000	−0.16376	−0.27092	−0.32124	−0.31421
1.4	0.00000	−0.16168	−0.26788	−0.31831	−0.31226
1.5	0.00000	−0.15914	−0.26418	−0.31474	−0.30989
1.6	0.00000	−0.15612	−0.25977	−0.31047	−0.30705
1.7	0.00000	−0.15257	−0.25459	−0.30544	−0.30370
1.8	0.00000	−0.14847	−0.24859	−0.29963	−0.29980
1.9	0.00000	−0.11380	−0.24176	−0.29299	−0.29534
2.0	0.00000	−0.13857	−0.23410	−0.28552	−0.29030
2.1	0.00000	−0.13279	−0.22562	−0.27723	−0.28468
2.2	0.00000	−0.12649	−0.21635	−0.26815	−0.27849
2.3	0.00000	−0.11971	−0.20635	−0.25833	−0.27174
2.4	0.00000	−0.11252	−0.19574	−0.24784	−0.26448
2.5	0.00000	−0.10499	−0.18457	−0.23676	−0.25673
2.6	0.00000	−0.09719	−0.17298	−0.22519	−0.24857
2.7	0.00000	−0.08923	−0.16108	−0.21324	−0.24003
2.8	0.00000	−0.08119	−0.14902	−0.20104	−0.23119
2.9	0.00000	−0.07316	−0.13691	−0.18868	−0.22212
3.0	0.00000	−0.06525	−0.12489	−0.17630	−0.21287

附表十一— 4

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−0.25000	−0.12000	0.07000	0.32000	0.63000	1.00000
−0.25000	−0.12000	0.07000	0.31999	0.63000	1.00000
−0.25000	−0.12001	0.06998	0.31997	0.62998	1.00000
−0.24999	−0.12004	0.06992	0.31991	0.62993	1.00000
−0.24998	−0.12009	0.06981	0.31977	0.62983	1.00000
−0.24995	−0.12020	0.06961	0.31953	0.62964	1.00000
−0.24991	−0.12036	0.06927	0.31912	0.62933	1.00000
−0.24985	−0.12062	0.06875	0.31851	0.62887	1.00000
−0.24976	−0.12099	0.06801	0.31761	0.62819	1.00000
−0.24963	−0.12150	0.06697	0.31637	0.62724	1.00000
−0.24946	−0.12219	0.06559	0.31471	0.62598	1.00000
−0.24923	−0.12308	0.06378	0.31254	0.62433	1.00000
−0.24894	−0.12421	0.06149	0.30978	0.62223	1.00000
−0.24858	−0.12561	0.05864	0.30636	0.61962	1.00000
−0.24813	−0.12731	0.05518	0.30218	0.61643	1.00000
−0.24758	−0.12933	0.05104	0.29719	0.61261	1.00000
−0.24692	−0.13170	0.04617	0.29130	0.60811	1.00000
−0.24614	−0.13443	0.04054	0.28447	0.60287	1.00000
−0.24522	−0.13751	0.03412	0.27666	0.59687	1.00000
−0.24415	−0.14095	0.02690	0.26785	0.59009	1.00000
−0.24292	−0.14472	0.01891	0.25805	0.58251	1.00000
−0.24150	−0.14881	0.01017	0.24728	0.57416	1.00000
−0.23990	−0.15315	0.00073	0.23558	0.56505	1.00000
−0.23809	−0.15771	−0.00932	0.22302	0.55523	1.00000
−0.23607	−0.16242	−0.01991	0.20970	0.54474	1.00000
−0.23381	−0.16721	−0.03093	0.19570	0.53366	1.00000
−0.23132	−0.17201	−0.04227	0.18115	0.52206	1.00000
−0.22858	−0.17674	−0.05380	0.16616	0.51001	1.00000
−0.22558	−0.18133	−0.06541	0.15086	0.49760	1.00000
−0.22233	−0.18569	−0.07698	0.13537	0.48490	1.00000

B_x

$\beta_1 h_1$ \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	-149.99969	-119.99982	-89.99994	-60.00006	-30.00015
0.2	-37.49876	-29.99928	-22.49978	-15.00023	-7.50060
0.3	-16.66388	-13.33170	-9.99950	-6.66719	-3.33469
0.4	-9.37005	-7.49710	-5.62410	-3.75093	-1.87742
0.5	-5.99227	-4.79547	-3.59860	-2.40146	-1.20377
0.6	-4.15554	-3.32682	-2.49798	-1.66876	-0.83876
0.7	-3.04609	-2.44012	-1.83399	-1.22734	-0.61963
0.8	-2.32402	-1.86344	-1.40267	-0.94122	-0.47837
0.9	-1.82693	-1.46689	-1.10659	-0.74543	-0.38252
1.0	-1.46933	-1.18204	-0.89443	-0.60576	-0.31495
1.1	-1.20272	-0.97099	-0.73707	-0.50280	-0.26594
1.2	-0.99794	-0.80770	-0.61702	-0.42485	-0.22964
1.3	-0.83663	-0.68018	-0.52322	-0.36454	-0.20233
1.4	-0.70675	-0.57788	-0.44843	-0.31701	-0.18156
1.5	-0.60018	-0.49429	-0.38774	-0.27898	-0.16561
1.6	-0.51030	-0.42487	-0.33772	-0.24812	-0.15346
1.7	-0.43610	-0.36642	-0.29594	-0.22278	-0.14406
1.8	-0.37172	-0.31660	-0.26062	-0.20175	-0.13682
1.9	-0.31605	-0.27370	-0.23044	-0.18409	-0.13124
2.0	-0.26753	-0.23644	-0.20441	-0.16911	-0.12692
2.1	-0.22499	-0.20387	-0.18176	-0.15626	-0.12353
2.2	-0.18757	-0.17524	-0.16192	-0.14511	-0.12081
2.3	-0.15457	-0.14999	-0.14441	-0.13531	-0.11854
2.4	-0.12549	-0.12768	-0.12889	-0.12659	-0.11665
2.5	-0.09990	-0.10795	-0.11506	-0.11873	-0.11468
2.6	-0.07746	-0.09051	-0.10268	-0.11154	-0.11281
2.7	-0.05790	-0.07514	-0.09157	-0.10489	-0.11086
2.8	-0.04096	-0.06162	-0.08156	-0.09865	-0.10874
2.9	-0.02643	-0.04978	-0.07254	-0.09274	-0.10642
3.0	-0.01409	-0.03947	-0.06438	-0.08710	-0.10386

附表十——5

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
−0.00021	29.99978	59.99984	89.99998	120.00020	150.00052
−0.00083	7.49914	14.99937	22.49991	30.00081	37.50210
−0.06187	3.33139	6.66524	9.99980	13.33515	16.67138
−0.00933	1.87155	3.74747	5.62464	7.50323	9.38338
−0.00521	1.19461	2.39604	3.59943	4.80505	6.01309
−0.00749	0.82558	1.66097	2.49918	3.34060	4.18551
−0.01019	0.60170	1.21674	1.83562	2.45887	3.08686
−0.01329	0.45499	0.92739	1.40479	1.88789	2.37719
−0.01678	0.35299	0.72796	1.10926	1.49777	1.89412
−0.02065	0.27859	0.58426	0.89770	1.22005	1.55208
−0.02489	0.22212	0.47687	0.74101	1.01591	1.30251
−0.02947	0.17774	0.39413	0.62165	0.86197	1.11619
−0.03436	0.14181	0.32869	0.52859	0.74346	0.97465
−0.03952	0.11195	0.27573	0.45455	0.65069	0.86573
−0.04491	0.08654	0.23200	0.39461	0.57705	0.78116
−0.05047	0.06450	0.19524	0.34535	0.51793	0.71514
−0.05614	0.04506	0.16384	0.30429	0.46999	0.66346
−0.06186	0.02769	0.13663	0.26964	0.43080	0.62304
−0.06755	0.01200	0.11278	0.24006	0.39850	0.59151
−0.07313	−0.00226	0.09164	0.21452	0.37169	0.56707
−0.07853	−0.01530	0.07274	0.19225	0.34926	0.54829
−0.08367	−0.02723	0.05573	0.17263	0.33034	0.53402
−0.08847	−0.03815	0.04031	0.15519	0.31422	0.52335
−0.09286	−0.04811	0.02629	0.13953	0.30034	0.51551
−0.09678	−0.05717	0.01350	0.12536	0.28824	0.50988
−0.10019	−0.06535	0.00179	0.11242	0.27754	0.50596
−0.10304	−0.07268	−0.00893	0.10051	0.26794	0.50334
−0.10531	−0.07920	−0.01876	0.08946	0.25918	0.50167
−0.10699	−0.08492	−0.02777	0.07915	0.25108	0.50070
−0.10808	−0.08988	−0.03602	0.06947	0.24347	0.50020

B_φ

$\beta_1 h_1$ \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	2999.98709	2999.98719	2999.98781	2999.98939	2999.99221
0.2	374.97429	374.97448	374.97573	374.97888	374.98453
0.3	111.07254	111.07283	111.07470	111.07943	111.08790
0.4	46.82358	46.82396	46.82646	46.83276	46.84406
0.5	23.93576	23.93623	23.93935	23.94722	23.96133
0.6	13.81185	13.81242	13.81616	13.82559	13.84251
0.7	8.65658	8.65724	8.66159	8.67258	8.69229
0.8	5.75695	5.75770	5.76267	5.77518	5.79765
0.9	4.00029	4.00113	4.00669	4.02072	4.04591
1.0	2.87274	2.87367	2.87981	2.89530	2.92316
1.1	2.11461	2.11563	2.12233	2.13925	2.16969
1.2	1.58505	1.58614	1.59337	1.61165	1.64459
1.3	1.20314	1.20430	1.21202	1.23158	1.26687
1.4	0.92017	0.92140	0.92957	0.95030	0.98779
1.5	0.70564	0.70693	0.71549	0.73727	0.77677
1.6	0.53982	0.54115	0.55004	0.57273	0.61401
1.7	0.40955	0.41093	0.42007	0.44349	0.48629
1.8	0.30588	0.30727	0.31659	0.34055	0.38457
1.9	0.22254	0.22394	0.23333	0.25763	0.30252
2.0	0.15507	0.15646	0.16583	0.19023	0.23564
2.1	0.10026	0.10161	0.11085	0.13510	0.18064
2.2	0.05570	0.05701	0.06600	0.08986	0.13511
2.3	0.01960	0.02085	0.02949	0.05268	0.09724
2.4	−0.00942	−0.00826	−0.00009	0.02218	0.06562
2.5	−0.03247	−0.03141	−0.02381	−0.00271	0.03921
2.6	−0.05044	−0.04949	−0.04257	−0.02287	0.01713
2.7	−0.06405	−0.06324	−0.05707	−0.03899	−0.00127
2.8	−0.07395	−0.07327	−0.06794	−0.05167	−0.01655
2.9	−0.08066	−0.08014	−0.07571	−0.06140	−0.02916
3.0	−0.08468	−0.08431	−0.08083	−0.06861	−0.03949

附表 I·——6

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
2999.99647	3000.00221	3000.00939	3000.01781	3000.02719	3000.03709
374.99304	375.00453	375.01888	375.03573	375.05448	375.07429
111.10066	111.11790	111.13942	111.16470	111.19282	111.22254
46.86107	46.88405	46.91274	46.94644	46.98394	47.02356
23.98259	24.01130	24.04716	24.08927	24.13614	24.18567
13.86800	13.90243	13.94544	13.99597	14.05220	14.11163
8.72199	8.76212	8.81226	8.87118	8.93678	9.00611
5.83153	5.87732	5.93457	6.00186	6.07681	6.15604
4.08391	4.13531	4.19962	4.27525	4.35953	4.44865
2.96522	3.02216	3.09345	3.17737	3.27096	3.36998
2.21571	2.27808	2.35627	2.44842	2.55128	2.66019
1.69444	1.76210	1.84707	1.94736	2.05946	2.17825
1.32040	1.39319	1.48479	1.59311	1.71439	1.84305
1.04479	1.12250	1.22053	1.33675	1.46715	1.60567
0.83700	0.91937	1.02361	1.14756	1.28700	1.43536
0.67718	0.76391	0.87408	1.00557	1.15394	1.31213
0.55207	0.64280	0.75859	0.89738	1.05457	1.22256
0.45258	0.54690	0.66794	0.81377	0.97965	1.15743
0.37234	0.46980	0.59567	0.74824	0.92267	1.11020
0.30679	0.40690	0.53715	0.69614	0.87894	1.07619
0.25264	0.35485	0.48899	0.65402	0.84502	1.05197
0.20743	0.31117	0.44868	0.61937	0.81837	1.03496
0.16933	0.27401	0.41434	0.59027	0.79706	1.02327
0.13695	0.24196	0.38454	0.56530	0.77965	1.01543
0.10922	0.21396	0.35821	0.54335	0.76504	1.01036
0.08532	0.18918	0.33454	0.52362	0.75241	1.00721
0.06459	0.16701	0.31290	0.50548	0.74114	1.00538
0.04653	0.14696	0.29285	0.48848	0.73077	1.00440
0.03072	0.12867	0.27402	0.47229	0.72097	1.00394
0.01685	0.11184	0.25619	0.45668	0.71151	1.00378

B_m

$\beta_1 h_1$ \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	0.00000	0.02800	0.10400	0.21600	0.35200
0.2	0.00000	0.02800	0.10400	0.21599	0.35199
0.3	0.00000	0.02800	0.10399	0.21597	0.35196
0.4	0.00000	0.02799	0.10395	0.21592	0.35188
0.5	0.00000	0.02797	0.10389	0.21580	0.35172
0.6	0.00000	0.02793	0.10377	0.21558	0.35141
0.7	0.00000	0.02787	0.10357	0.21521	0.35091
0.8	0.00000	0.02778	0.10327	0.21466	0.35015
0.9	0.00000	0.02765	0.10283	0.21388	0.34904
1.0	0.00000	0.02747	0.10222	0.21275	0.34750
1.1	0.00000	0.02723	0.10141	0.21126	0.34543
1.2	0.00000	0.02691	0.10035	0.20932	0.34275
1.3	0.00000	0.02652	0.09901	0.20686	0.33934
1.4	0.00000	0.02602	0.09734	0.20381	0.33511
1.5	0.00000	0.02542	0.09532	0.20010	0.32996
1.6	0.00000	0.02470	0.09291	0.19568	0.32381
1.7	0.00000	0.02387	0.09008	0.19048	0.31659
1.8	0.00000	0.02290	0.08682	0.18449	0.30823
1.9	0.00000	0.02180	0.08311	0.17767	0.29872
2.0	0.00000	0.02057	0.07897	0.17003	0.28805
2.1	0.00000	0.01923	0.07440	0.16159	0.27623
2.2	0.00000	0.01776	0.06943	0.15240	0.26334
2.3	0.00000	0.01619	0.06411	0.14252	0.24944
2.4	0.00000	0.01454	0.05848	0.13206	0.23465
2.5	0.00000	0.01282	0.05262	0.12111	0.21912
2.6	0.00000	0.01106	0.04658	0.10980	0.20300
2.7	0.00000	0.00928	0.04046	0.09826	0.18647
2.8	0.00000	0.00750	0.03432	0.08663	0.16971
2.9	0.00000	0.00576	0.02824	0.07506	0.15291
3.0	0.00000	0.00406	0.02232	0.06369	0.13624

附表十一—7

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.50000	0.64800	0.78400	0.89600	0.97200	1.00000
0.49999	0.64799	0.78399	0.89600	0.97200	1.00000
0.49996	0.64796	0.78397	0.89598	0.97199	1.00000
0.49987	0.64787	0.78390	0.89594	0.97198	1.00000
0.49967	0.64768	0.78375	0.89585	0.97195	1.00000
0.49933	0.64734	0.78347	0.89568	0.97189	1.00000
0.49875	0.64679	0.78302	0.89541	0.97180	1.00000
0.49787	0.64593	0.78234	0.89499	0.97167	1.00000
0.49660	0.64470	0.78134	0.89438	0.97147	1.00000
0.49483	0.64298	0.77996	0.89354	0.97119	1.00000
0.49246	0.64067	0.77810	0.89241	0.97082	1.00000
0.48938	0.63767	0.77568	0.89094	0.97033	1.00000
0.48546	0.63386	0.77261	0.88907	0.96971	1.00000
0.48059	0.62912	0.76878	0.88674	0.96894	1.00000
0.47467	0.62334	0.76412	0.88389	0.96799	1.00000
0.46759	0.61643	0.75853	0.88047	0.96686	1.00000
0.45925	0.60828	0.75193	0.87643	0.96552	1.00000
0.44961	0.59884	0.74427	0.87174	0.96395	1.00000
0.43860	0.58804	0.73550	0.86634	0.96215	1.00000
0.42622	0.57587	0.72558	0.86023	0.96011	1.00000
0.41249	0.56234	0.71451	0.85340	0.95781	1.00000
0.39746	0.54746	0.70232	0.84583	0.95526	1.00000
0.38120	0.53132	0.68903	0.83755	0.95247	1.00000
0.36384	0.51401	0.67471	0.82860	0.94942	1.00000
0.34551	0.49565	0.65944	0.81899	0.94614	1.00000
0.32640	0.47639	0.64332	0.80879	0.94264	1.00000
0.30667	0.45638	0.62647	0.79806	0.93892	1.00000
0.28654	0.43580	0.60900	0.78684	0.93502	1.00000
0.26618	0.41482	0.59104	0.77522	0.93093	1.00000
0.24581	0.39361	0.57272	0.76324	0.92669	1.00000

B_0

$\beta_1 h_1$ \ y/h_1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
0.1	0.00000	5.39999	9.59999	12.59999	14.39999
0.2	0.00000	2.69992	4.79988	6.29988	7.19992
0.3	0.00000	1.79974	3.19961	4.19961	4.79973
0.4	0.00000	1.34937	2.39907	3.14908	3.59935
0.5	0.00000	1.07877	1.91818	2.51820	2.87873
0.6	0.00000	0.89788	1.59686	2.09688	2.39781
0.7	0.00000	0.76897	1.36645	1.79506	2.05367
0.8	0.00000	0.67000	1.19258	1.56763	1.79481
0.9	0.00000	0.59289	1.05613	1.38953	1.59263
1.0	0.00000	0.53028	0.94559	1.24568	1.42991
1.1	0.00000	0.47802	0.85362	1.12646	1.29571
1.2	0.00000	0.43336	0.77533	1.02547	1.18270
1.3	0.00000	0.39438	0.70730	0.93823	1.08581
1.4	0.00000	0.35970	0.64712	0.86158	1.00143
1.5	0.00000	0.32835	0.59302	0.79320	0.92689
1.6	0.00000	0.29958	0.54369	0.73135	0.86021
1.7	0.00000	0.27287	0.49816	0.67475	0.79989
1.8	0.00000	0.24781	0.45571	0.62242	0.74478
1.9	0.00000	0.22412	0.41581	0.57362	0.69398
2.0	0.00000	0.20161	0.37807	0.52780	0.64681
2.1	0.00000	0.18014	0.34224	0.48456	0.60274
2.2	0.00000	0.15965	0.30815	0.44362	0.56135
2.3	0.00000	0.14012	0.27570	0.40478	0.52233
2.4	0.00000	0.12154	0.24485	0.36790	0.48544
2.5	0.00000	0.10394	0.21560	0.33293	0.45051
2.6	0.00000	0.08737	0.18798	0.29982	0.41738
2.7	0.00000	0.07186	0.16203	0.26855	0.38596
2.8	0.00000	0.05746	0.13778	0.23912	0.35618
2.9	0.00000	0.04421	0.11528	0.21154	0.32796
3.0	0.00000	0.03214	0.09455	0.18580	0.30124

附表十——8

0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
15.00000	14.40001	12.60001	9.60002	5.40001	0.00000
7.49998	7.20005	6.30011	4.80014	2.70011	0.00000
4.99992	4.80016	4.20037	3.20047	1.80038	0.00000
3.74982	3.60037	3.15087	2.40112	1.35091	0.00000
2.99965	2.88073	2.52169	1.92218	1.08177	0.00000
2.49939	2.40126	2.10293	1.60377	0.90306	0.00000
2.14189	2.05914	1.80464	1.37741	0.77629	0.00000
1.87355	1.80298	1.58192	1.20891	0.68224	0.00000
1.66461	1.60423	1.40983	1.07934	0.61030	0.00000
1.49718	1.44578	1.27345	0.97733	0.55410	0.00000
1.35988	1.31674	1.16328	0.89572	0.50961	0.00000
1.24513	1.20987	1.07392	0.82972	0.47419	0.00000
1.14765	1.12013	0.99831	0.77603	0.44598	0.00000
1.06370	1.04393	0.93602	0.73230	0.42369	0.00000
0.99051	0.97864	0.88386	0.69680	0.40635	0.00000
0.92600	0.92225	0.84008	0.66821	0.39323	0.00000
0.86859	0.87323	0.80332	0.64550	0.38376	0.00000
0.81704	0.83036	0.77251	0.62782	0.37746	0.00000
0.77036	0.79264	0.74674	0.61450	0.37395	0.00000
0.72778	0.75928	0.72526	0.60492	0.37287	0.00000
0.68866	0.72958	0.70742	0.59855	0.37393	0.00000
0.65249	0.70296	0.69264	0.59492	0.37682	0.00000
0.61883	0.67892	0.68039	0.59357	0.38129	0.00000
0.58733	0.65701	0.67022	0.59410	0.38707	0.00000
0.55769	0.63685	0.66169	0.59612	0.39394	0.00000
0.52967	0.61809	0.65442	0.59929	0.40167	0.00000
0.50307	0.60044	0.64806	0.60329	0.41006	0.00000
0.47769	0.58364	0.64230	0.60782	0.41892	0.00000
0.45341	0.56745	0.63688	0.61264	0.42808	0.00000
0.43009	0.55171	0.63158	0.61752	0.43741	0.00000

附表十二　受荷段地层采用换算

三角形荷载，

Q_A/E_T \ n / βh_2	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.0$							
0.7	0.994	0.985	0.969	0.941	0.899	0.841	0.771
0.8	0.993	0.983	0.964	0.932	0.885	0.822	0.745
0.9	0.992	0.980	0.959	0.923	0.871	0.802	0.720
1.0	0.991	0.978	0.953	0.913	0.856	0.781	0.695
1.1	0.990	0.975	0.947	0.903	0.839	0.759	0.669
1.2	0.988	0.971	0.940	0.891	0.822	0.737	0.644
1.3	0.987	0.967	0.932	0.878	0.803	0.713	0.617
1.4	0.985	0.963	0.923	0.863	0.782	0.688	0.591
1.5	0.982	0.957	0.913	0.846	0.759	0.661	0.564
1.6	0.980	0.951	0.901	0.827	0.734	0.634	0.537
1.7	0.976	0.944	0.887	0.806	0.708	0.606	0.511
1.8	0.973	0.935	0.872	0.784	0.681	0.578	0.486
1.9	0.968	0.925	0.855	0.760	0.653	0.551	0.463
2.0	0.963	0.914	0.835	0.734	0.625	0.525	0.441
$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.1$							
0.7	0.993	0.983	0.964	0.932	0.885	0.821	0.745
0.8	0.992	0.980	0.958	0.922	0.869	0.800	0.717
0.9	0.991	0.977	0.952	0.912	0.853	0.778	0.691
1.0	0.989	0.974	0.946	0.901	0.836	0.755	0.665
1.1	0.988	0.971	0.939	0.889	0.818	0.732	0.638
1.2	0.986	0.967	0.931	0.875	0.799	0.708	0.612
1.3	0.984	0.962	0.922	0.860	0.778	0.683	0.585
1.4	0.982	0.956	0.911	0.843	0.755	0.656	0.559
1.5	0.979	0.950	0.899	0.825	0.731	0.629	0.532
1.6	0.976	0.943	0.886	0.804	0.705	0.601	0.507
1.7	0.972	0.934	0.870	0.781	0.677	0.574	0.482
1.8	0.967	0.924	0.852	0.756	0.649	0.547	0.458
1.9	0.962	0.912	0.833	0.730	0.621	0.520	0.436
2.0	0.956	0.899	0.812	0.703	0.593	0.495	0.416

地基系数时“m—K”法计算系数

桩底为自由端

0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.690	0.606	0.526	0.453	0.390	0.337	0.294	0.260	0.232
0.660	0.575	0.495	0.424	0.365	0.316	0.276	0.244	0.218
0.632	0.546	0.467	0.399	0.343	0.297	0.260	0.231	0.207
0.605	0.519	0.442	0.377	0.324	0.282	0.247	0.220	0.197
0.578	0.493	0.419	0.358	0.308	0.268	0.236	0.210	0.188
0.552	0.469	0.398	0.340	0.293	0.256	0.225	0.200	0.179
0.526	0.446	0.378	0.324	0.280	0.244	0.216	0.191	0.170
0.501	0.424	0.360	0.309	0.268	0.234	0.206	0.182	0.161
0.476	0.403	0.343	0.295	0.257	0.224	0.197	0.173	0.153
0.453	0.384	0.328	0.283	0.246	0.215	0.188	0.165	0.144
0.431	0.366	0.313	0.271	0.235	0.205	0.179	0.156	0.136
0.410	0.349	0.300	0.259	0.225	0.196	0.170	0.147	0.128
0.391	0.334	0.287	0.248	0.215	0.186	0.161	0.139	0.120
0.373	0.319	0.275	0.238	0.205	0.177	0.152	0.131	0.113

0.660	0.575	0.495	0.425	0.366	0.317	0.278	0.246	0.221
0.629	0.543	0.465	0.398	0.342	0.297	0.261	0.232	0.209
0.601	0.515	0.439	0.376	0.322	0.281	0.247	0.220	0.198
0.573	0.488	0.415	0.354	0.306	0.266	0.235	0.210	0.189
0.546	0.464	0.393	0.336	0.291	0.254	0.224	0.200	0.180
0.521	0.440	0.374	0.320	0.277	0.243	0.215	0.191	0.171
0.496	0.419	0.356	0.305	0.265	0.232	0.205	0.182	0.162
0.471	0.398	0.339	0.292	0.254	0.223	0.196	0.173	0.153
0.448	0.379	0.324	0.280	0.245	0.213	0.187	0.164	0.144
0.426	0.362	0.310	0.268	0.233	0.203	0.178	0.155	0.135
0.406	0.345	0.296	0.257	0.223	0.194	0.168	0.146	0.127
0.387	0.330	0.284	0.246	0.213	0.184	0.159	0.138	0.119
0.369	0.316	0.271	0.235	0.203	0.175	0.151	0.130	0.111
0.353	0.302	0.260	0.224	0.193	0.166	0.142	0.122	0.104

Q_A/E_T \ n / βh_2	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
				$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.2$			
0.7	0.992	0.980	0.958	0.922	0.870	0.800	0.718
0.8	0.991	0.977	0.952	0.911	0.852	0.776	0.690
0.9	0.989	0.974	0.945	0.899	0.835	0.753	0.662
1.0	0.988	0.970	0.938	0.887	0.816	0.729	0.635
1.1	0.986	0.966	0.930	0.873	0.796	0.705	0.608
1.2	0.984	0.961	0.921	0.858	0.775	0.679	0.582
1.3	0.982	0.956	0.910	0.841	0.752	0.653	0.555
1.4	0.979	0.950	0.898	0.823	0.728	0.625	0.529
1.5	0.976	0.942	0.884	0.802	0.702	0.598	0.503
1.6	0.971	0.933	0.869	0.779	0.675	0.571	0.479
1.7	0.967	0.923	0.851	0.755	0.647	0.544	0.455
1.8	0.962	0.912	0.832	0.728	0.618	0.517	0.433
1.9	0.956	0.898	0.810	0.701	0.590	0.492	0.413
2.0	0.948	0.883	0.787	0.673	0.563	0.469	0.394
				$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.3$			
0.7	0.991	0.977	0.952	0.912	0.853	0.778	0.691
0.8	0.989	0.974	0.945	0.899	0.834	0.753	0.662
0.9	0.988	0.970	0.938	0.886	0.814	0.728	0.634
1.0	0.986	0.966	0.929	0.872	0.795	0.703	0.606
1.1	0.984	0.961	0.920	0.857	0.773	0.677	0.579
1.2	0.982	0.956	0.910	0.840	0.751	0.651	0.553
1.3	0.979	0.949	0.898	0.822	0.727	0.624	0.527
1.4	0.976	0.942	0.884	0.801	0.701	0.597	0.501
1.5	0.972	0.933	0.869	0.779	0.674	0.569	0.477
1.6	0.967	0.923	0.851	0.754	0.646	0.542	0.454
1.7	0.962	0.912	0.831	0.728	0.617	0.516	0.432
1.8	0.956	0.898	0.810	0.700	0.589	0.491	0.411
1.9	0.948	0.883	0.786	0.672	0.561	0.467	0.393
2.0	0.940	0.866	0.761	0.643	0.535	0.445	0.375

续上表

0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.630	0.545	0.467	0.400	0.344	0.300	0.264	0.235	0.212
0.599	0.514	0.438	0.375	0.323	0.282	0.249	0.222	0.201
0.570	0.486	0.413	0.353	0.305	0.266	0.236	0.211	0.191
0.543	0.460	0.391	0.334	0.289	0.254	0.225	0.201	0.182
0.517	0.437	0.371	0.318	0.276	0.242	0.215	0.192	0.172
0.492	0.415	0.353	0.303	0.263	0.232	0.205	0.183	0.163
0.468	0.395	0.336	0.290	0.252	0.222	0.196	0.173	0.154
0.445	0.376	0.321	0.277	0.242	0.212	0.187	0.164	0.145
0.423	0.358	0.307	0.266	0.231	0.202	0.177	0.155	0.136
0.403	0.342	0.294	0.255	0.221	0.193	0.168	0.146	0.127
0.384	0.327	0.282	0.244	0.211	0.183	0.159	0.137	0.119
0.367	0.313	0.270	0.233	0.201	0.174	0.150	0.129	0.111
0.350	0.300	0.258	0.223	0.192	0.165	0.141	0.121	0.104
0.335	0.287	0.247	0.212	0.182	0.156	0.133	0.114	0.972
0.602	0.516	0.441	0.377	0.326	0.285	0.252	0.226	0.205
0.570	0.486	0.414	0.354	0.306	0.268	0.238	0.214	0.194
0.542	0.459	0.390	0.334	0.290	0.254	0.226	0.204	0.185
0.515	0.435	0.369	0.317	0.275	0.242	0.216	0.194	0.175
0.489	0.413	0.351	0.302	0.263	0.232	0.206	0.184	0.166
0.465	0.392	0.334	0.288	0.251	0.222	0.197	0.175	0.156
0.442	0.374	0.319	0.276	0.241	0.212	0.187	0.166	0.146
0.421	0.356	0.305	0.264	0.231	0.202	0.178	0.156	0.137
0.401	0.340	0.292	0.253	0.221	0.193	0.168	0.147	0.128
0.382	0.325	0.280	0.243	0.211	0.183	0.159	0.138	0.119
0.365	0.312	0.268	0.232	0.201	0.173	0.150	0.129	0.111
0.349	0.298	0.257	0.222	0.191	0.164	0.141	0.121	0.104
0.334	0.286	0.246	0.211	0.181	0.155	0.132	0.113	0.097
0.319	0.274	0.235	0.201	0.171	0.146	0.124	0.106	0.091

Q_1/E_1 \ n / βh_2	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
				$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.4$			
0.7	0.989	0.974	0.946	0.901	0.836	0.756	0.665
0.8	0.988	0.970	0.938	0.887	0.816	0.729	0.635
0.9	0.986	0.966	0.929	0.872	0.795	0.703	0.606
1.0	0.984	0.961	0.920	0.857	0.773	0.676	0.578
1.1	0.981	0.955	0.909	0.840	0.750	0.650	0.551
1.2	0.979	0.949	0.898	0.821	0.726	0.623	0.525
1.3	0.976	0.942	0.884	0.801	0.701	0.596	0.500
1.4	0.972	0.933	0.869	0.779	0.674	0.569	0.476
1.5	0.967	0.924	0.852	0.755	0.646	0.542	0.453
1.6	0.962	0.912	0.832	0.729	0.618	0.516	0.431
1.7	0.956	0.899	0.811	0.701	0.589	0.491	0.411
1.8	0.948	0.884	0.787	0.673	0.561	0.467	0.392
1.9	0.940	0.867	0.762	0.644	0.535	0.445	0.374
2.0	0.930	0.848	0.735	0.615	0.509	0.424	0.358
				$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.5$			
0.7	0.988	0.971	0.939	0.889	0.819	0.733	0.639
0.8	0.986	0.966	0.930	0.873	0.796	0.705	0.608
0.9	0.984	0.961	0.920	0.857	0.774	0.677	0.579
1.0	0.982	0.956	0.910	0.840	0.751	0.650	0.552
1.1	0.979	0.949	0.898	0.822	0.726	0.623	0.525
1.2	0.976	0.942	0.885	0.802	0.701	0.596	0.500
1.3	0.972	0.934	0.870	0.780	0.675	0.569	0.476
1.4	0.968	0.924	0.853	0.756	0.647	0.543	0.453
1.5	0.963	0.913	0.834	0.730	0.619	0.516	0.431
1.6	0.956	0.900	0.812	0.703	0.591	0.491	0.410
1.7	0.949	0.885	0.789	0.675	0.563	0.467	0.392
1.8	0.941	0.868	0.764	0.646	0.536	0.445	0.374
1.9	0.931	0.849	0.737	0.617	0.510	0.424	0.358
2.0	0.920	0.828	0.710	0.588	0.486	0.405	0.343

续上表

0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.574	0.490	0.417	0.358	0.310	0.272	0.242	0.218	0.199
0.543	0.461	0.392	0.336	0.292	0.257	0.229	0.207	0.189
0.514	0.435	0.369	0.317	0.276	0.244	0.218	0.197	0.179
0.488	0.412	0.350	0.302	0.263	0.233	0.208	0.187	0.169
0.464	0.391	0.333	0.288	0.252	0.223	0.198	0.178	0.159
0.441	0.372	0.318	0.275	0.241	0.213	0.189	0.168	0.149
0.419	0.355	0.304	0.264	0.231	0.203	0.179	0.158	0.139
0.399	0.339	0.291	0.253	0.221	0.193	0.169	0.148	0.130
0.381	0.324	0.279	0.242	0.211	0.183	0.160	0.139	0.120
0.364	0.310	0.267	0.234	0.201	0.174	0.150	0.130	0.112
0.348	0.297	0.256	0.221	0.191	0.164	0.141	0.121	0.104
0.333	0.285	0.245	0.211	0.181	0.155	0.132	0.113	0.097
0.319	0.273	0.234	0.200	0.171	0.146	0.124	0.106	0.091
0.305	0.261	0.223	0.190	0.162	0.137	0.117	0.099	0.085
0.547	0.465	0.396	0.340	0.296	0.261	0.234	0.212	0.194
0.517	0.437	0.372	0.320	0.279	0.247	0.222	0.201	0.184
0.489	0.413	0.351	0.303	0.265	0.235	0.211	0.191	0.174
0.464	0.391	0.333	0.288	0.253	0.225	0.201	0.181	0.164
0.441	0.372	0.318	0.275	0.242	0.214	0.191	0.171	0.153
0.419	0.354	0.304	0.264	0.231	0.205	0.181	0.161	0.143
0.399	0.338	0.291	0.253	0.221	0.195	0.171	0.151	0.132
0.380	0.324	0.279	0.242	0.211	0.185	0.161	0.141	0.123
0.363	0.310	0.267	0.232	0.201	0.175	0.152	0.131	0.113
0.347	0.297	0.256	0.221	0.191	0.165	0.142	0.122	0.105
0.332	0.285	0.245	0.211	0.181	0.155	0.133	0.114	0.098
0.318	0.272	0.234	0.200	0.171	0.146	0.125	0.106	0.091
0.305	0.261	0.223	0.190	0.162	0.137	0.117	0.099	0.085
0.292	0.249	0.212	0.180	0.153	0.129	0.110	0.093	0.079

Q_A/E_T \ n / βh_2	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
				$\varepsilon - h_1/h_2 = 2.6$			
0.7	0.986	0.967	0.931	0.876	0.800	0.709	0.614
0.8	0.984	0.962	0.921	0.859	0.776	0.680	0.582
0.9	0.982	0.956	0.910	0.842	0.752	0.652	0.552
1.0	0.979	0.950	0.899	0.823	0.728	0.625	0.527
1.1	0.976	0.943	0.886	0.803	0.703	0.598	0.501
1.2	0.972	0.935	0.871	0.782	0.676	0.571	0.476
1.3	0.968	0.925	0.854	0.758	0.649	0.544	0.453
1.4	0.963	0.914	0.836	0.733	0.621	0.518	0.431
1.5	0.957	0.902	0.815	0.706	0.593	0.493	0.411
1.6	0.950	0.887	0.792	0.678	0.565	0.469	0.392
1.7	0.942	0.870	0.767	0.649	0.538	0.446	0.375
1.8	0.932	0.852	0.740	0.620	0.512	0.425	0.358
1.9	0.921	0.831	0.712	0.591	0.487	0.406	0.343
2.0	0.908	0.808	0.684	0.563	0.465	0.388	0.329
				$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.7$			
0.7	0.985	0.963	0.923	0.863	0.781	0.686	0.589
0.8	0.982	0.957	0.912	0.844	0.756	0.656	0.558
0.9	0.979	0.951	0.900	0.825	0.731	0.628	0.529
1.0	0.976	0.944	0.887	0.805	0.705	0.600	0.503
1.1	0.973	0.936	0.873	0.784	0.679	0.573	0.478
1.2	0.969	0.927	0.857	0.761	0.652	0.546	0.455
1.3	0.964	0.916	0.838	0.736	0.624	0.520	0.433
1.4	0.958	0.904	0.818	0.710	0.596	0.495	0.412
1.5	0.951	0.890	0.796	0.682	0.569	0.471	0.393
1.6	0.943	0.873	0.771	0.653	0.541	0.448	0.376
1.7	0.934	0.855	0.744	0.624	0.515	0.427	0.359
1.8	0.923	0.834	0.717	0.595	0.490	0.408	0.344
1.9	0.901	0.812	0.688	0.567	0.467	0.390	0.329
2.0	0.896	0.787	0.659	0.540	0.445	0.373	0.316

续上表

0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.522	0.443	0.377	0.325	0.284	0.252	0.227	0.206	0.189
0.492	0.416	0.354	0.306	0.268	0.239	0.215	0.196	0.179
0.466	0.393	0.335	0.290	0.255	0.227	0.205	0.186	0.169
0.442	0.373	0.319	0.277	0.244	0.217	0.195	0.176	0.158
0.419	0.355	0.304	0.265	0.233	0.207	0.185	0.165	0.147
0.399	0.338	0.291	0.254	0.223	0.197	0.174	0.154	0.136
0.380	0.324	0.279	0.243	0.213	0.187	0.164	0.144	0.126
0.363	0.310	0.267	0.232	0.203	0.177	0.154	0.134	0.116
0.347	0.297	0.256	0.222	0.192	0.167	0.144	0.124	0.107
0.332	0.285	0.245	0.217	0.182	0.157	0.134	0.115	0.099
0.318	0.273	0.234	0.201	0.172	0.147	0.126	0.107	0.092
0.305	0.261	0.223	0.191	0.162	0.138	0.117	0.100	0.085
0.292	0.249	0.212	0.180	0.153	0.130	0.110	0.094	0.080
0.280	0.238	0.202	0.171	0.144	0.122	0.103	0.087	0.074
0.499	0.422	0.360	0.311	0.273	0.244	0.220	0.201	0.185
0.470	0.397	0.339	0.294	0.259	0.232	0.209	0.191	0.175
0.444	0.375	0.321	0.279	0.247	0.221	0.199	0.181	0.164
0.421	0.356	0.306	0.267	0.236	0.210	0.189	0.170	0.153
0.400	0.339	0.292	0.255	0.225	0.200	0.178	0.159	0.142
0.381	0.324	0.280	0.244	0.215	0.190	0.168	0.148	0.130
0.364	0.310	0.268	0.234	0.205	0.179	0.157	0.137	0.120
0.348	0.298	0.257	0.233	0.194	0.169	0.147	0.127	0.110
0.333	0.285	0.246	0.213	0.184	0.159	0.137	0.118	0.101
0.319	0.273	0.235	0.202	0.174	0.149	0.127	0.109	0.093
0.306	0.262	0.224	0.192	0.164	0.139	0.119	0.101	0.087
0.293	0.250	0.213	0.181	0.154	0.131	0.111	0.094	0.080
0.280	0.239	0.202	0.171	0.145	0.123	0.104	0.088	0.075
0.268	0.227	0.192	0.162	0.136	0.115	0.097	0.082	0.070

Q_A/E_T \ n / βh_2	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
				$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.8$			
0.7	0.983	0.958	0.915	0.848	0.761	0.663	0.563
0.8	0.980	0.951	0.902	0.829	0.735	0.633	0.534
0.9	0.977	0.945	0.889	0.808	0.709	0.604	0.507
1.0	0.973	0.937	0.875	0.787	0.682	0.576	0.481
1.1	0.969	0.928	0.859	0.764	0.656	0.549	0.457
1.2	0.965	0.918	0.841	0.740	0.628	0.523	0.435
1.3	0.959	0.906	0.822	0.714	0.600	0.498	0.414
1.4	0.953	0.892	0.800	0.687	0.573	0.474	0.395
1.5	0.945	0.877	0.776	0.658	0.545	0.451	0.377
1.6	0.936	0.859	0.750	0.629	0.519	0.430	0.361
1.7	0.925	0.839	0.722	0.600	0.494	0.410	0.345
1.8	0.913	0.816	0.693	0.571	0.470	0.392	0.331
1.9	0.899	0.792	0.664	0.544	0.448	0.375	0.317
2.0	0.883	0.766	0.634	0.518	0.428	0.359	0.303
				$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.9$			
0.7	0.981	0.953	0.905	0.834	0.742	0.641	0.542
0.8	0.977	0.946	0.892	0.813	0.714	0.610	0.512
0.9	0.974	0.938	0.877	0.791	0.687	0.581	0.485
1.0	0.970	0.930	0.862	0.768	0.660	0.553	0.460
1.1	0.966	0.920	0.845	0.744	0.633	0.527	0.428
1.2	0.960	0.908	0.826	0.719	0.605	0.501	0.417
1.3	0.954	0.895	0.804	0.692	0.577	0.477	0.397
1.4	0.947	0.880	0.781	0.664	0.550	0.454	0.379
1.5	0.938	0.863	0.755	0.635	0.523	0.433	0.363
1.6	0.928	0.843	0.728	0.606	0.498	0.413	0.347
1.7	0.916	0.822	0.699	0.577	0.474	0.394	0.333
1.8	0.902	0.797	0.670	0.549	0.452	0.377	0.319
1.9	0.886	0.772	0.640	0.523	0.431	0.361	0.205
2.0	0.869	0.745	0.611	0.498	0.412	0.346	0.292

续上表

0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.477	0.403	0.344	0.299	0.264	0.237	0.215	0.197	0.182
0.449	0.379	0.326	0.283	0.251	0.225	0.204	0.187	0.171
0.424	0.359	0.308	0.269	0.239	0.214	0.194	0.176	0.160
0.403	0.341	0.294	0.258	0.228	0.204	0.183	0.165	0.148
0.383	0.326	0.281	0.247	0.218	0.194	0.172	0.153	0.136
0.365	0.312	0.270	0.236	0.208	0.183	0.161	0.142	0.125
0.349	0.299	0.259	0.225	0.197	0.172	0.150	0.131	0.114
0.334	0.286	0.248	0.215	0.187	0.162	0.140	0.121	0.104
0.320	0.275	0.237	0.204	0.176	0.151	0.130	0.111	0.096
0.307	0.263	0.226	0.194	0.166	0.141	0.121	0.105	0.088
0.294	0.251	0.215	0.183	0.156	0.132	0.112	0.096	0.082
0.281	0.240	0.204	0.173	0.146	0.124	0.105	0.089	0.076
0.269	0.228	0.193	0.163	0.137	0.116	0.098	0.083	0.071
0.257	0.217	0.183	0.154	0.129	0.109	0.092	0.078	0.066
0.456	0.386	0.331	0.289	0.256	0.231	0.210	0.193	0.178
0.429	0.365	0.313	0.274	0.244	0.220	0.200	0.183	0.167
0.406	0.344	0.297	0.261	0.232	0.209	0.189	0.172	0.156
0.386	0.328	0.284	0.250	0.222	0.198	0.178	0.160	0.143
0.367	0.313	0.272	0.239	0.211	0.188	0.167	0.148	0.131
0.351	0.300	0.261	0.228	0.201	0.177	0.155	0.136	0.119
0.336	0.288	0.250	0.217	0.190	0.165	0.144	0.125	0.108
0.322	0.276	0.239	0.207	0.179	0.155	0.133	0.115	0.099
0.308	0.265	0.228	0.196	0.168	0.144	0.123	0.106	0.091
0.296	0.253	0.217	0.185	0.158	0.135	0.115	0.098	0.083
0.283	0.242	0.206	0.175	0.148	0.126	0.107	0.091	0.077
0.271	0.230	0.195	0.165	0.139	0.117	0.099	0.084	0.072
0.259	0.219	0.184	0.155	0.130	0.110	0.093	0.079	0.067
0.247	0.207	0.174	0.146	0.122	0.103	0.087	0.074	0.062

Q_A/E_T \ n / βh_2	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
$\varepsilon = h_1/h_2 = 3.0$							
0.7	0.978	0.948	0.896	0.819	0.722	0.619	0.521
0.8	0.975	0.940	0.881	0.796	0.693	0.588	0.491
0.9	0.971	0.932	0.865	0.773	0.666	0.559	0.465
1.0	0.967	0.922	0.848	0.749	0.638	0.532	0.442
1.1	0.962	0.911	0.830	0.724	0.610	0.506	0.420
1.2	0.956	0.899	0.809	0.697	0.583	0.481	0.400
1.3	0.949	0.884	0.787	0.670	0.555	0.458	0.382
1.4	0.941	0.868	0.762	0.641	0.529	0.436	0.365
1.5	0.931	0.849	0.735	0.612	0.503	0.416	0.350
1.6	0.919	0.827	0.707	0.583	0.479	0.397	0.335
1.7	0.906	0.804	0.677	0.555	0.456	0.380	0.321
1.8	0.891	0.778	0.647	0.528	0.435	0.364	0.307
1.9	0.873	0.751	0.618	0.503	0.415	0.348	0.294
2.0	0.854	0.723	0.589	0.480	0.397	0.333	0.281
$\varepsilon = h_1/h_2 = 3.1$							
0.7	0.976	0.943	0.885	0.803	0.702	0.597	0.500
0.8	0.972	0.934	0.869	0.779	0.673	0.566	0.472
0.9	0.968	0.924	0.852	0.755	0.644	0.538	0.447
1.0	0.963	0.914	0.834	0.730	0.616	0.511	0.424
1.1	0.957	0.902	0.814	0.704	0.589	0.486	0.404
1.2	0.951	0.888	0.792	0.676	0.561	0.463	0.385
1.3	0.943	0.872	0.768	0.648	0.535	0.440	0.368
1.4	0.934	0.854	0.742	0.620	0.509	0.420	0.352
1.5	0.923	0.834	0.714	0.591	0.484	0.401	0.338
1.6	0.910	0.811	0.685	0.562	0.461	0.383	0.323
1.7	0.895	0.786	0.655	0.535	0.439	0.367	0.310
1.8	0.878	0.759	0.625	0.509	0.419	0.351	0.297
1.9	0.859	0.731	0.596	0.485	0.401	0.336	0.284
2.0	0.838	0.702	0.568	0.463	0.384	0.322	0.271

续上表

0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.437	0.370	0.319	0.279	0.249	0.225	0.206	0.190	0.175
0.412	0.349	0.302	0.265	0.237	0.214	0.195	0.179	0.164
0.390	0.332	0.287	0.253	0.226	0.204	0.184	0.167	0.151
0.370	0.316	0.275	0.242	0.216	0.193	0.173	0.155	0.138
0.353	0.303	0.263	0.231	0.205	0.182	0.161	0.142	0.125
0.338	0.290	0.252	0.221	0.194	0.170	0.149	0.130	0.114
0.324	0.278	0.241	0.210	0.183	0.159	0.138	0.119	0.103
0.310	0.267	0.230	0.199	0.172	0.148	0.127	0.109	0.094
0.298	0.255	0.219	0.188	0.161	0.137	0.117	0.100	0.086
0.285	0.244	0.208	0.177	0.151	0.128	0.109	0.093	0.079
0.273	0.232	0.197	0.167	0.141	0.119	0.101	0.086	0.073
0.261	0.221	0.186	0.157	0.132	0.111	0.094	0.080	0.068
0.249	0.209	0.176	0.148	0.124	0.104	0.088	0.074	0.063
0.237	0.198	0.166	0.139	0.116	0.098	0.082	0.070	0.057
0.420	0.356	0.308	0.271	0.243	0.221	0.202	0.187	0.172
0.396	0.337	0.292	0.258	0.231	0.210	0.191	0.175	0.160
0.375	0.320	0.279	0.246	0.221	0.199	0.180	0.163	0.147
0.357	0.306	0.266	0.235	0.210	0.188	0.168	0.150	0.133
0.341	0.293	0.255	0.225	0.199	0.176	0.155	0.137	0.120
0.326	0.281	0.244	0.214	0.187	0.164	0.143	0.125	0.108
0.313	0.269	0.233	0.203	0.176	0.152	0.132	0.114	0.098
0.300	0.258	0.222	0.192	0.165	0.141	0.121	0.104	0.089
0.288	0.246	0.211	0.180	0.154	0.131	0.112	0.095	0.082
0.275	0.235	0.200	0.170	0.144	0.122	0.103	0.088	0.075
0.263	0.223	0.189	0.159	0.134	0.114	0.096	0.081	0.069
0.251	0.212	0.178	0.150	0.126	0.106	0.089	0.076	0.064
0.239	0.201	0.168	0.141	0.118	0.099	0.084	0.071	0.060
0.227	0.190	0.158	0.132	0.111	0.093	0.078	0.066	0.056

附表十三　受荷段地层采用换算

矩形荷载，桩

βh_2 \ n ; Q_A/E_T	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
$e=h_1/h_2=2.0$							
0.7	0.821	0.695	0.565	0.450	0.360	0.294	0.247
0.8	0.818	0.692	0.561	0.447	0.358	0.293	0.246
0.9	0.814	0.686	0.556	0.443	0.355	0.291	0.244
1.0	0.808	0.679	0.548	0.437	0.351	0.288	0.243
1.1	0.801	0.670	0.539	0.429	0.346	0.285	0.241
1.2	0.792	0.658	0.528	0.421	0.340	0.281	0.238
1.3	0.780	0.644	0.515	0.411	0.333	0.277	0.235
1.4	0.767	0.628	0.501	0.400	0.325	0.272	0.232
1.5	0.751	0.610	0.485	0.388	0.317	0.266	0.228
1.6	0.733	0.591	0.468	0.376	0.309	0.261	0.224
1.7	0.714	0.570	0.451	0.364	0.301	0.255	0.220
1.8	0.693	0.549	0.434	0.352	0.293	0.249	0.215
1.9	0.670	0.528	0.418	0.340	0.285	0.243	0.210
2.0	0.647	0.507	0.402	0.329	0.277	0.237	0.204
$\varepsilon=h_1/h_2=2.1$							
0.7	0.804	0.673	0.541	0.429	0.343	0.282	0.237
0.8	0.801	0.669	0.537	0.426	0.341	0.280	0.237
0.9	0.797	0.663	0.532	0.422	0.338	0.279	0.236
1.0	0.791	0.656	0.524	0.416	0.335	0.276	0.234
1.1	0.782	0.646	0.515	0.409	0.330	0.273	0.232
1.2	0.772	0.634	0.504	0.401	0.324	0.270	0.230
1.3	0.760	0.619	0.491	0.391	0.318	0.266	0.227
1.4	0.745	0.603	0.477	0.381	0.311	0.261	0.224
1.5	0.728	0.585	0.462	0.370	0.304	0.257	0.221
1.6	0.709	0.565	0.446	0.359	0.297	0.251	0.217
1.7	0.689	0.544	0.430	0.347	0.289	0.246	0.212
1.8	0.667	0.523	0.414	0.336	0.281	0.240	0.207
1.9	0.644	0.503	0.398	0.326	0.274	0.234	0.202
2.0	0.620	0.482	0.384	0.316	0.267	0.228	0.197

地基系数时“K—K”法计算系数

底为自由端

0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.212	0.187	0.168	0.153	0.141	0.130	0.121	0.113	0.105
0.212	0.186	0.167	0.152	0.139	0.128	0.118	0.109	0.101
0.211	0.186	0.166	0.150	0.137	0.126	0.115	0.106	0.097
0.210	0.185	0.165	0.149	0.135	0.122	0.111	0.107	0.092
0.208	0.183	0.163	0.146	0.132	0.119	0.107	0.097	0.087
0.206	0.181	0.161	0.144	0.129	0.115	0.103	0.092	0.083
0.204	0.179	0.159	0.141	0.125	0.111	0.099	0.088	0.078
0.201	0.177	0.156	0.138	0.122	0.108	0.095	0.084	0.075
0.198	0.174	0.153	0.134	0.118	0.104	0.092	0.081	0.071
0.195	0.170	0.149	0.131	0.114	0.100	0.088	0.077	0.068
0.191	0.166	0.145	0.127	0.111	0.097	0.085	0.074	0.066
0.186	0.162	0.141	0.123	0.107	0.093	0.082	0.072	0.063
0.182	0.158	0.137	0.119	0.103	0.090	0.079	0.069	0.061
0.177	0.153	0.133	0.115	0.100	0.087	0.076	0.067	0.059
0.206	0.183	0.165	0.151	0.139	0.129	0.120	0.111	0.103
0.205	0.182	0.164	0.150	0.137	0.126	0.117	0.108	0.099
0.205	0.181	0.163	0.148	0.135	0.123	0.113	0.103	0.094
0.203	0.180	0.161	0.145	0.132	0.120	0.109	0.098	0.089
0.202	0.178	0.159	0.143	0.128	0.116	0.104	0.094	0.084
0.200	0.176	0.157	0.140	0.125	0.112	0.100	0.089	0.079
0.198	0.174	0.154	0.136	0.121	0.107	0.095	0.085	0.075
0.195	0.171	0.151	0.133	0.117	0.103	0.091	0.081	0.071
0.192	0.168	0.147	0.129	0.113	0.100	0.088	0.077	0.068
0.188	0.164	0.144	0.125	0.110	0.096	0.084	0.074	0.065
0.184	0.160	0.140	0.122	0.106	0.092	0.081	0.071	0.062
0.180	0.156	0.135	0.118	0.102	0.089	0.078	0.068	0.060
0.175	0.151	0.131	0.114	0.099	0.086	0.075	0.066	0.058
0.170	0.147	0.127	0.110	0.095	0.083	0.072	0.063	0.056

Q_A/E_T \ n / βh_2	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.2$							
0.7	0.787	0.651	0.518	0.410	0.328	0.271	0.230
0.8	0.784	0.647	0.515	0.407	0.326	0.269	0.229
0.9	0.779	0.641	0.509	0.402	0.324	0.268	0.228
1.0	0.772	0.633	0.502	0.397	0.320	0.266	0.227
1.1	0.764	0.623	0.493	0.390	0.316	0.263	0.225
1.2	0.753	0.610	0.482	0.383	0.311	0.260	0.223
1.3	0.739	0.595	0.469	0.374	0.305	0.256	0.220
1.4	0.723	0.579	0.456	0.364	0.299	0.252	0.217
1.5	0.705	0.560	0.441	0.354	0.292	0.248	0.214
1.6	0.686	0.541	0.426	0.343	0.285	0.243	0.210
1.7	0.664	0.520	0.410	0.333	0.278	0.238	0.205
1.8	0.641	0.500	0.395	0.323	0.271	0.232	0.200
1.9	0.618	0.480	0.381	0.313	0.264	0.226	0.195
2.0	0.594	0.461	0.368	0.304	0.257	0.220	0.190
$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.3$							
0.7	0.770	0.629	0.497	0.392	0.315	0.261	0.223
0.8	0.766	0.625	0.493	0.389	0.313	0.260	0.222
0.9	0.761	0.619	0.488	0.385	0.311	0.258	0.221
1.0	0.754	0.611	0.481	0.380	0.307	0.257	0.220
1.1	0.744	0.600	0.472	0.374	0.304	0.254	0.218
1.2	0.733	0.587	0.461	0.366	0.299	0.251	0.216
1.3	0.718	0.572	0.449	0.358	0.294	0.248	0.214
1.4	0.702	0.555	0.436	0.349	0.288	0.244	0.211
1.5	0.683	0.537	0.422	0.340	0.282	0.240	0.207
1.6	0.662	0.518	0.407	0.330	0.276	0.235	0.203
1.7	0.640	0.498	0.393	0.321	0.269	0.230	0.198
1.8	0.617	0.478	0.379	0.311	0.262	0.225	0.194
1.9	0.593	0.459	0.366	0.302	0.256	0.219	0.188
2.0	0.570	0.441	0.353	0.293	0.249	0.213	0.183

续上表

0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.201	0.179	0.162	0.149	0.138	0.128	0.119	0.110	0.102
0.200	0.178	0.161	0.147	0.135	0.125	0.115	0.106	0.097
0.199	0.177	0.160	0.145	0.132	0.121	0.110	0.101	0.092
0.198	0.176	0.158	0.142	0.129	0.117	0.106	0.096	0.086
0.196	0.174	0.155	0.139	0.125	0.112	0.101	0.090	0.081
0.194	0.172	0.153	0.136	0.121	0.108	0.096	0.086	0.076
0.192	0.169	0.149	0.132	0.117	0.104	0.092	0.081	0.072
0.189	0.166	0.146	0.128	0.113	0.099	0.088	0.077	0.068
0.186	0.162	0.142	0.124	0.109	0.095	0.084	0.074	0.065
0.182	0.159	0.138	0.120	0.105	0.092	0.080	0.071	0.062
0.178	0.154	0.134	0.117	0.101	0.088	0.077	0.068	0.060
0.173	0.150	0.130	0.113	0.098	0.085	0.074	0.065	0.057
0.168	0.145	0.126	0.109	0.094	0.082	0.072	0.063	0.055
0.163	0.141	0.121	0.105	0.091	0.079	0.069	0.061	0.053
0.196	0.176	0.160	0.147	0.136	0.127	0.117	0.109	0.101
0.195	0.175	0.159	0.145	0.134	0.123	0.113	0.104	0.095
0.194	0.174	0.157	0.143	0.130	0.119	0.108	0.099	0.089
0.193	0.172	0.155	0.140	0.126	0.114	0.103	0.093	0.084
0.191	0.170	0.152	0.136	0.122	0.109	0.098	0.087	0.078
0.189	0.167	0.149	0.132	0.117	0.104	0.093	0.082	0.073
0.187	0.164	0.145	0.128	0.113	0.099	0.088	0.078	0.069
0.184	0.161	0.141	0.124	0.109	0.095	0.084	0.074	0.065
0.180	0.157	0.137	0.120	0.105	0.092	0.080	0.071	0.062
0.176	0.153	0.133	0.116	0.101	0.088	0.077	0.068	0.059
0.172	0.149	0.129	0.112	0.097	0.085	0.074	0.065	0.057
0.167	0.144	0.125	0.108	0.094	0.081	0.071	0.062	0.055
0.162	0.140	0.120	0.104	0.090	0.078	0.069	0.060	0.053
0.157	0.135	0.116	0.100	0.087	0.076	0.066	0.058	0.051

Q_A/E_T \ n / βh_3	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.4$							
0.7	0.753	0.608	0.477	0.375	0.303	0.252	0.217
0.8	0.749	0.604	0.473	0.373	0.301	0.251	0.217
0.9	0.743	0.597	0.468	0.369	0.299	0.250	0.216
1.0	0.735	0.589	0.461	0.364	0.296	0.248	0.214
1.1	0.725	0.578	0.452	0.358	0.293	0.246	0.213
1.2	0.713	0.565	0.442	0.352	0.288	0.244	0.211
1.3	0.697	0.550	0.430	0.344	0.284	0.240	0.208
1.4	0.680	0.533	0.418	0.336	0.278	0.237	0.205
1.5	0.660	0.515	0.404	0.327	0.273	0.233	0.201
1.6	0.639	0.496	0.391	0.318	0.267	0.228	0.197
1.7	0.616	0.477	0.378	0.309	0.261	0.223	0.192
1.8	0.593	0.458	0.365	0.301	0.254	0.217	0.187
1.9	0.570	0.440	0.352	0.292	0.248	0.212	0.182
2.0	0.547	0.423	0.340	0.284	0.241	0.206	0.176
$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.5$							
0.7	0.736	0.588	0.459	0.361	0.292	0.245	0.212
0.8	0.731	0.583	0.455	0.358	0.291	0.244	0.212
0.9	0.725	0.577	0.450	0.355	0.289	0.243	0.211
1.0	0.717	0.568	0.443	0.350	0.286	0.241	0.209
1.1	0.706	0.557	0.434	0.345	0.283	0.239	0.207
1.2	0.693	0.544	0.424	0.338	0.279	0.237	0.205
1.3	0.677	0.529	0.413	0.331	0.274	0.234	0.202
1.4	0.659	0.513	0.401	0.324	0.270	0.230	0.199
1.5	0.638	0.495	0.389	0.316	0.264	0.226	0.195
1.6	0.617	0.476	0.376	0.307	0.259	0.221	0.191
1.7	0.594	0.458	0.364	0.299	0.253	0.216	0.186
1.8	0.571	0.440	0.351	0.291	0.247	0.211	0.181
1.9	0.548	0.423	0.340	0.283	0.240	0.205	0.176
2.0	0.525	0.407	0.329	0.275	0.233	0.199	0.170

续上表

0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.192	0.173	0.158	0.146	0.135	0.125	0.116	0.107	0.099
0.191	0.172	0.157	0.144	0.132	0.121	0.111	0.102	0.093
0.190	0.171	0.154	0.140	0.128	0.116	0.106	0.096	0.087
0.189	0.169	0.152	0.137	0.123	0.111	0.100	0.090	0.081
0.187	0.166	0.148	0.133	0.119	0.106	0.095	0.084	0.075
0.185	0.163	0.145	0.128	0.114	0.101	0.089	0.079	0.070
0.182	0.160	0.141	0.124	0.109	0.096	0.085	0.075	0.066
0.178	0.156	0.137	0.120	0.105	0.092	0.081	0.071	0.063
0.175	0.152	0.133	0.115	0.101	0.088	0.077	0.068	0.060
0.171	0.148	0.128	0.111	0.097	0.084	0.074	0.065	0.057
0.166	0.143	0.124	0.107	0.093	0.081	0.071	0.062	0.055
0.161	0.139	0.120	0.103	0.090	0.078	0.068	0.060	0.053
0.156	0.134	0.116	0.100	0.086	0.075	0.066	0.058	0.051
0.151	0.130	0.111	0.096	0.083	0.072	0.063	0.056	0.049
0.189	0.171	0.157	0.145	0.134	0.124	0.115	0.106	0.098
0.188	0.170	0.155	0.142	0.130	0.119	0.109	0.100	0.091
0.187	0.168	0.152	0.138	0.126	0.114	0.103	0.094	0.085
0.185	0.165	0.149	0.134	0.120	0.108	0.097	0.087	0.078
0.183	0.162	0.145	0.129	0.115	0.103	0.091	0.081	0.072
0.180	0.159	0.141	0.125	0.110	0.097	0.086	0.076	0.068
0.177	0.155	0.137	0.120	0.105	0.093	0.082	0.072	0.063
0.173	0.151	0.132	0.116	0.101	0.088	0.077	0.068	0.060
0.170	0.147	0.128	0.111	0.097	0.085	0.074	0.065	0.057
0.165	0.143	0.124	0.107	0.093	0.081	0.071	0.062	0.055
0.160	0.138	0.119	0.103	0.089	0.078	0.068	0.060	0.052
0.156	0.134	0.115	0.099	0.086	0.075	0.065	0.057	0.050
0.151	0.129	0.111	0.096	0.083	0.072	0.063	0.055	0.049
0.145	0.125	0.107	0.092	0.080	0.070	0.061	0.053	0.047

Q_A/E_T \ n / βh_2	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.6$							
0.7	0.718	0.568	0.441	0.347	0.282	0.238	0.208
0.8	0.713	0.564	0.437	0.345	0.281	0.238	0.207
0.9	0.707	0.557	0.432	0.342	0.279	0.237	0.206
1.0	0.698	0.548	0.426	0.337	0.277	0.235	0.205
1.1	0.687	0.537	0.418	0.332	0.274	0.233	0.203
1.2	0.673	0.524	0.408	0.326	0.270	0.231	0.200
1.3	0.657	0.509	0.397	0.320	0.266	0.227	0.197
1.4	0.638	0.493	0.386	0.313	0.262	0.224	0.194
1.5	0.617	0.476	0.374	0.305	0.257	0.220	0.190
1.6	0.595	0.458	0.363	0.298	0.251	0.215	0.185
1.7	0.572	0.441	0.351	0.290	0.245	0.210	0.181
1.8	0.549	0.424	0.340	0.282	0.239	0.205	0.175
1.9	0.527	0.407	0.329	0.275	0.233	0.199	0.170
2.0	0.505	0.392	0.319	0.267	0.226	0.193	0.164
$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.7$							
0.7	0.701	0.549	0.424	0.335	0.274	0.233	0.204
0.8	0.696	0.545	0.421	0.333	0.273	0.232	0.203
0.9	0.689	0.538	0.416	0.330	0.271	0.231	0.202
1.0	0.680	0.529	0.410	0.326	0.269	0.229	0.200
1.1	0.668	0.518	0.402	0.321	0.266	0.227	0.198
1.2	0.653	0.505	0.393	0.316	0.263	0.225	0.196
1.3	0.637	0.491	0.383	0.310	0.259	0.222	0.193
1.4	0.617	0.475	0.372	0.303	0.255	0.218	0.189
1.5	0.597	0.458	0.361	0.296	0.250	0.214	0.185
1.6	0.575	0.441	0.350	0.289	0.244	0.209	0.180
1.7	0.552	0.425	0.340	0.282	0.239	0.204	0.175
1.8	0.529	0.408	0.329	0.274	0.233	0.199	0.170
1.9	0.507	0.393	0.319	0.267	0.226	0.193	0.164
2.0	0.586	0.379	0.309	0.259	0.220	0.187	0.159

续上表

0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.186	0.169	0.155	0.143	0.133	0.123	0.113	0.104	0.096
0.185	0.167	0.153	0.140	0.128	0.118	0.107	0.098	0.089
0.183	0.165	0.149	0.136	0.123	0.112	0.101	0.091	0.082
0.181	0.162	0.146	0.131	0.118	0.106	0.094	0.085	0.076
0.179	0.159	0.141	0.126	0.112	0.100	0.088	0.079	0.070
0.176	0.155	0.137	0.121	0.107	0.094	0.083	0.073	0.065
0.172	0.151	0.133	0.116	0.102	0.089	0.078	0.069	0.061
0.169	0.147	0.128	0.112	0.097	0.085	0.075	0.066	0.058
0.164	0.143	0.124	0.107	0.093	0.081	0.071	0.062	0.055
0.160	0.138	0.119	0.103	0.090	0.078	0.068	0.060	0.053
0.155	0.133	0.115	0.099	0.086	0.075	0.065	0.057	0.050
0.150	0.129	0.111	0.096	0.083	0.072	0.063	0.055	0.049
0.145	0.124	0.107	0.092	0.080	0.069	0.061	0.053	0.047
0.140	0.120	0.103	0.089	0.077	0.067	0.058	0.051	0.045
0.183	0.167	0.154	0.142	0.131	0.121	0.112	0.103	0.094
0.182	0.165	0.151	0.138	0.126	0.116	0.105	0.096	0.087
0.180	0.162	0.147	0.133	0.121	0.109	0.098	0.089	0.080
0.178	0.159	0.143	0.128	0.115	0.103	0.092	0.082	0.073
0.175	0.155	0.138	0.123	0.109	0.097	0.086	0.076	0.067
0.172	0.151	0.133	0.117	0.103	0.091	0.080	0.071	0.063
0.168	0.147	0.129	0.112	0.098	0.086	0.076	0.067	0.059
0.164	0.143	0.124	0.108	0.094	0.082	0.072	0.063	0.056
0.160	0.138	0.119	0.103	0.090	0.078	0.068	0.060	0.053
0.155	0.133	0.115	0.099	0.086	0.075	0.066	0.058	0.051
0.150	0.129	0.110	0.096	0.083	0.072	0.063	0.055	0.049
0.145	0.124	0.107	0.092	0.080	0.069	0.061	0.053	0.047
0.140	0.120	0.103	0.089	0.077	0.067	0.058	0.051	0.045
0.135	0.115	0.099	0.085	0.074	0.064	0.056	0.049	0.043

Q_A/E_T \ n / βh_2	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.8$							
0.7	0.683	0.531	0.410	0.324	0.266	0.228	0.201
0.8	0.678	0.527	0.406	0.322	0.265	0.227	0.200
0.9	0.671	0.520	0.401	0.319	0.264	0.226	0.198
1.0	0.661	0.511	0.395	0.315	0.262	0.224	0.197
1.1	0.649	0.500	0.388	0.311	0.259	0.222	0.194
1.2	0.634	0.488	0.379	0.306	0.256	0.220	0.191
1.3	0.617	0.473	0.370	0.300	0.252	0.216	0.188
1.4	0.598	0.458	0.360	0.294	0.248	0.213	0.184
1.5	0.577	0.442	0.350	0.288	0.243	0.208	0.180
1.6	0.555	0.426	0.339	0.281	0.238	0.204	0.175
1.7	0.533	0.410	0.329	0.274	0.232	0.198	0.170
1.8	0.511	0.395	0.319	0.267	0.226	0.193	0.164
1.9	0.489	0.380	0.310	0.259	0.220	0.187	0.159
2.0	0.469	0.367	0.300	0.252	0.213	0.181	0.153
$\varepsilon = h_1/h_2 = 2.9$							
0.7	0.666	0.514	0.395	0.314	0.259	0.223	0.198
0.8	0.661	0.509	0.392	0.312	0.258	0.222	0.197
0.9	0.653	0.503	0.388	0.309	0.257	0.221	0.195
1.0	0.644	0.494	0.382	0.306	0.255	0.220	0.193
1.1	0.631	0.483	0.375	0.302	0.253	0.217	0.190
1.2	0.616	0.471	0.367	0.297	0.250	0.215	0.187
1.3	0.598	0.457	0.358	0.292	0.246	0.211	0.183
1.4	0.579	0.442	0.349	0.286	0.242	0.208	0.179
1.5	0.558	0.427	0.339	0.280	0.237	0.203	0.175
1.6	0.536	0.411	0.329	0.274	0.232	0.198	0.170
1.7	0.514	0.396	0.320	0.267	0.226	0.193	0.165
1.8	0.493	0.382	0.310	0.260	0.220	0.187	0.159
1.9	0.472	0.368	0.301	0.253	0.214	0.181	0.154
2.0	0.453	0.356	0.292	0.245	0.207	0.175	0.148

续七表

0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.181	0.166	0.153	0.141	0.130	0.120	0.110	0.101	0.092
0.179	0.163	0.149	0.136	0.125	0.114	0.103	0.094	0.085
0.177	0.160	0.145	0.131	0.118	0.107	0.096	0.086	0.077
0.175	0.156	0.140	0.125	0.112	0.100	0.089	0.079	0.071
0.172	0.152	0.135	0.119	0.106	0.094	0.083	0.073	0.065
0.168	0.148	0.130	0.114	0.100	0.088	0.077	0.068	0.060
0.164	0.143	0.125	0.109	0.095	0.083	0.073	0.064	0.057
0.160	0.138	0.120	0.104	0.091	0.079	0.069	0.061	0.054
0.155	0.134	0.115	0.100	0.087	0.076	0.066	0.058	0.051
0.150	0.129	0.111	0.096	0.083	0.072	0.063	0.055	0.049
0.145	0.124	0.107	0.092	0.080	0.070	0.061	0.053	0.047
0.140	0.120	0.103	0.089	0.077	0.067	0.058	0.051	0.045
0.135	0.116	0.099	0.086	0.074	0.064	0.056	0.049	0.043
0.130	0.111	0.096	0.082	0.071	0.062	0.054	0.048	0.042
0.179	0.164	0.151	0.139	0.129	0.118	0.109	0.099	0.090
0.177	0.161	0.147	0.134	0.123	0.112	0.101	0.091	0.083
0.175	0.157	0.142	0.129	0.116	0.104	0.093	0.084	0.075
0.172	0.153	0.137	0.122	0.109	0.097	0.086	0.077	0.068
0.168	0.149	0.132	0.116	0.103	0.091	0.080	0.071	0.063
0.164	0.144	0.126	0.111	0.097	0.085	0.075	0.066	0.058
0.160	0.139	0.121	0.105	0.092	0.080	0.071	0.062	0.055
0.155	0.134	0.116	0.101	0.088	0.076	0.067	0.059	0.052
0.150	0.130	0.112	0.097	0.084	0.073	0.064	0.056	0.049
0.146	0.125	0.107	0.093	0.080	0.070	0.061	0.054	0.047
0.141	0.120	0.103	0.089	0.077	0.067	0.059	0.051	0.045
0.136	0.116	0.099	0.086	0.074	0.065	0.056	0.049	0.044
0.131	0.112	0.096	0.083	0.072	0.062	0.054	0.048	0.042
0.126	0.108	0.092	0.080	0.069	0.060	0.052	0.046	0.040

Q_A/E_T \ n / βh_2	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
$\varepsilon = h_1/h_2 = 3.0$							
0.7	0.650	0.498	0.382	0.304	0.253	0.219	0.195
0.8	0.644	0.493	0.379	0.303	0.252	0.218	0.194
0.9	0.636	0.486	0.375	0.300	0.251	0.217	0.192
1.0	0.626	0.478	0.370	0.297	0.249	0.215	0.190
1.1	0.613	0.467	0.363	0.294	0.247	0.213	0.187
1.2	0.598	0.455	0.355	0.289	0.244	0.210	0.183
1.3	0.580	0.442	0.347	0.284	0.240	0.207	0.179
1.4	0.561	0.428	0.338	0.279	0.236	0.203	0.175
1.5	0.540	0.413	0.329	0.273	0.231	0.198	0.170
1.6	0.518	0.398	0.320	0.267	0.226	0.193	0.165
1.7	0.497	0.384	0.311	0.260	0.220	0.188	0.160
1.8	0.477	0.371	0.302	0.253	0.214	0.182	0.154
1.9	0.457	0.358	0.293	0.246	0.208	0.176	0.149
2.0	0.438	0.346	0.285	0.239	0.201	0.170	0.143
$\varepsilon = h_1/h_2 = 3.1$							
0.7	0.633	0.482	0.370	0.296	0.248	0.216	0.193
0.8	0.627	0.477	0.367	0.295	0.247	0.215	0.191
0.9	0.619	0.471	0.363	0.292	0.246	0.213	0.189
1.0	0.609	0.462	0.358	0.290	0.244	0.211	0.186
1.1	0.596	0.452	0.352	0.286	0.241	0.209	0.183
1.2	0.580	0.441	0.345	0.282	0.238	0.206	0.179
1.3	0.562	0.428	0.337	0.277	0.235	0.202	0.175
1.4	0.542	0.414	0.329	0.272	0.231	0.198	0.170
1.5	0.523	0.400	0.320	0.266	0.226	0.193	0.166
1.6	0.502	0.386	0.312	0.260	0.221	0.188	0.160
1.7	0.481	0.373	0.303	0.254	0.215	0.182	0.155
1.8	0.461	0.360	0.295	0.247	0.209	0.177	0.150
1.9	0.442	0.348	0.286	0.240	0.202	0.171	0.144
2.0	0.425	0.336	0.278	0.233	0.195	0.165	0.139

续上表

0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
0.177	0.162	0.150	0.138	0.127	0.117	0.107	0.097	0.088
0.175	0.159	0.145	0.132	0.121	0.109	0.099	0.089	0.080
0.172	0.155	0.140	0.126	0.113	0.102	0.091	0.081	0.073
0.169	0.150	0.134	0.120	0.106	0.094	0.084	0.074	0.066
0.165	0.145	0.128	0.113	0.100	0.088	0.078	0.069	0.061
0.160	0.140	0.123	0.107	0.094	0.082	0.072	0.064	0.056
0.156	0.135	0.117	0.102	0.089	0.078	0.068	0.060	0.053
0.151	0.130	0.113	0.098	0.085	0.074	0.065	0.057	0.050
0.146	0.126	0.108	0.093	0.081	0.071	0.062	0.054	0.048
0.141	0.121	0.104	0.090	0.078	0.068	0.059	0.052	0.046
0.136	0.116	0.100	0.086	0.075	0.065	0.057	0.050	0.044
0.131	0.112	0.096	0.083	0.072	0.062	0.055	0.048	0.042
0.127	0.108	0.093	0.080	0.069	0.060	0.053	0.046	0.041
0.122	0.104	0.089	0.077	0.067	0.058	0.051	0.044	0.039
0.175	0.161	0.148	0.137	0.126	0.115	0.105	0.096	0.087
0.173	0.157	0.143	0.131	0.119	0.107	0.097	0.087	0.078
0.169	0.153	0.138	0.124	0.111	0.099	0.089	0.079	0.071
0.166	0.148	0.131	0.117	0.104	0.092	0.081	0.072	0.064
0.161	0.142	0.125	0.110	0.097	0.085	0.075	0.066	0.059
0.157	0.137	0.119	0.104	0.091	0.080	0.070	0.062	0.055
0.152	0.132	0.114	0.099	0.086	0.075	0.066	0.058	0.051
0.147	0.127	0.109	0.094	0.082	0.071	0.063	0.055	0.048
0.142	0.122	0.105	0.090	0.078	0.068	0.060	0.052	0.046
0.137	0.117	0.101	0.087	0.075	0.065	0.057	0.050	0.044
0.132	0.113	0.097	0.083	0.072	0.063	0.055	0.048	0.042
0.127	0.109	0.093	0.080	0.069	0.060	0.053	0.046	0.041
0.122	0.104	0.090	0.077	0.067	0.058	0.051	0.045	0.039
0.118	0.101	0.086	0.074	0.065	0.056	0.049	0.043	0.038

附表十四　地基系数法锚固段“m”法无量纲系数

· 桩底为自由端，A≒0

$\alpha z=\alpha(\alpha+h_2)=3.0$　　附表十四—1

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10082	0.99915	1.01238	0.00830	2.42325	1.60098	1.73206
0.2	−0.20605	0.99582	1.04586	0.03197	2.19409	1.48388	1.66734
0.3	−0.31909	0.98631	1.09700	0.07039	2.01648	1.39488	1.61879
0.4	−0.44285	0.96814	1.16418	0.12412	1.87644	1.32712	1.58333
0.5	−0.58014	0.93818	1.24692	0.19462	1.76489	1.27632	1.55933
0.6	−0.73390	0.89275	1.34556	0.28418	1.67573	1.23982	1.54616
0.7	−0.90745	0.82730	1.46111	0.39606	1.60476	1.21601	1.54396
0.8	−1.10464	0.73610	1.59529	0.53459	1.54905	1.20406	1.55357
0.9	−1.33017	0.61166	1.75053	0.70561	1.50650	1.20373	1.57657
1.0	−1.58983	0.44409	1.93013	0.91686	1.47568	1.21535	1.61534
1.1	−1.89096	0.22006	2.13848	1.17879	1.45563	1.23972	1.67333
1.2	−2.24297	−0.07879	2.38141	1.50562	1.44581	1.27826	1.75534
1.3	−2.65819	−0.47813	2.66865	1.91705	1.44601	1.33302	1.86810
1.4	−3.15300	−1.01460	3.00454	2.44075	1.45635	1.40695	2.06106
1.5	−3.74956	−1.74161	3.40912	3.11646	1.47732	1.50412	2.22770
1.6	−4.47839	−2.73875	3.89970	4.00249	1.50982	1.63027	2.50762
1.7	−5.38246	−4.12776	4.50341	5.18654	1.55524	1.79343	2.88999
1.8	−6.52370	−6.10034	5.25923	6.80453	1.61566	2.00522	3.41952
1.9	−7.99393	−8.96864	6.22468	9.07424	1.69408	2.28273	4.16701
2.0	−9.93379	−13.26149	7.48745	12.35888	1.79488	2.65196	5.24915

$\alpha z = \alpha(\alpha + h_2) = 3.2$

附表十四—2

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10078	0.99947	1.01182	0.00797	2.31327	1.53581	1.69340
0.2	−0.20576	0.99600	1.04369	0.03060	2.09002	1.41813	1.62574
0.3	−0.31813	0.98696	1.09214	0.06711	1.91534	1.32650	1.57250
0.4	−0.44055	0.96981	1.15538	0.11774	1.77607	1.25436	1.53051
0.5	−0.57551	0.94178	1.23263	0.18349	1.66364	1.19752	1.49791
0.6	−0.72552	0.89976	1.32382	0.26600	1.57224	1.15328	1.47370
0.7	−0.89330	0.84002	1.42943	0.36758	1.49783	1.11992	1.45748
0.8	−1.08195	0.75802	1.55046	0.49128	1.43756	1.09637	1.44941
0.9	−1.29508	0.64811	1.68839	0.64106	1.38936	1.08211	1.45010
1.0	−1.53705	0.50305	1.84528	0.82209	1.35177	1.07700	1.46060
1.1	−1.81322	0.31347	2.02389	1.04109	1.32373	1.08129	1.48275
1.2	−2.13029	0.06697	2.22783	1.30693	1.30457	1.09561	1.51880
1.3	−2.49680	−0.25312	2.46182	1.63143	1.29385	1.12097	1.57212
1.4	−2.92376	−0.66960	2.73206	2.03062	1.29141	1.15886	1.64729
1.5	−3.42560	−1.21439	3.04672	2.52652	1.29731	1.21136	1.75062
1.6	−4.02152	−1.93237	3.41674	3.14094	1.31195	1.28130	1.89098
1.7	−4.73750	−2.88937	3.85687	3.94489	1.33586	1.37260	2.08097
1.8	−5.60935	−4.18256	4.38743	4.97563	1.37003	1.49064	2.33886
1.9	−6.68743	−5.96003	5.03686	6.33834	1.41587	1.64301	2.69190
2.0	−8.04432	−8.45337	5.84597	8.18134	1.47540	1.84057	3.18176
2.1	−9.78750	−12.04087	6.87489	10.74109	1.55150	2.09933	3.87449
2.2	−12.08150	−17.35592	8.21511	14.41000	1.64833	2.44361	4.87898

$az=a(a+h_2)=3.4$

附表 14—3

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10076	0.99949	1.01146	0.00778	2.24136	1.49870	1.67421
0.2	−0.20557	0.99610	1.04226	0.02981	2.02107	1.38028	1.60492
0.3	−0.31749	0.98733	1.08890	0.06521	1.84745	1.28665	1.54906
0.4	−0.43901	0.97078	1.14946	0.11401	1.70785	1.21140	1.50341
0.5	−0.57236	0.94391	1.22294	0.17693	1.59399	1.15038	1.46594
0.6	−0.71977	0.90395	1.30897	0.25519	1.50023	1.10084	1.43544
0.7	−0.88353	0.84768	1.40765	0.35050	1.42264	1.06098	1.41122
0.8	−1.06616	0.77131	1.51945	0.46512	1.35839	1.02961	1.39301
0.9	−1.27054	0.67038	1.64521	0.60187	1.30546	1.00598	1.38092
1.0	−1.50000	0.53921	1.78614	0.76437	1.26234	0.98974	1.37537
1.1	−1.75856	0.37085	1.94391	0.95714	1.22796	0.98081	1.37716
1.2	−2.05104	0.15641	2.12069	1.18600	1.20154	0.97938	1.38748
1.3	−2.38353	−0.11562	2.31933	1.45845	1.18255	0.98594	1.40803
1.4	−2.76361	−0.46038	2.54350	1.78427	1.17068	1.00122	1.44112
1.5	−3.20099	−0.89819	2.79802	2.17647	1.16578	1.02633	1.48993
1.6	−3.70822	−1.45670	3.08916	2.66252	1.16791	1.06275	1.55880
1.7	−4.30180	−2.17431	3.42519	3.23633	1.17727	1.11253	1.65368
1.8	−5.00368	−3.10534	3.81713	3.96118	1.19430	1.17838	1.78289
1.9	−5.84355	−4.32824	4.27987	4.87432	1.21967	1.26403	1.95824
2.0	−6.86234	−5.95889	4.83384	6.04436	1.25437	1.37457	2.19689
2.1	−8.11760	−8.17299	5.50758	7.57341	1.29976	1.51714	2.52433
2.2	−9.69216	−11.24480	6.34199	9.61798	1.35781	1.70198	2.97963
2.3	−11.70859	−15.61709	7.39711	12.42605	1.43126	1.94409	3.62467
2.4	−14.35426	−22.03364	8.76416	16.40658	1.52405	2.26632	4.56150

$\alpha z = \alpha(a + h_2) = 3.6$

附表十四—4

αa	a'_m	b'_m	a'_0	b'_0	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10074	0.99949	1.01123	0.00768	2.19685	1.47937	1.66378
0.2	−0.20546	0.99615	1.04137	0.02940	1.97773	1.36028	1.59566
0.3	−0.31709	0.98753	1.08686	0.06420	1.80412	1.26523	1.53844
0.4	−0.43801	0.97131	1.14567	0.11200	1.66366	1.18787	1.49084
0.5	−0.57032	0.94509	1.21667	0.17332	1.54820	1.12405	1.45076
0.6	−0.71599	0.90630	1.29925	0.24914	1.45220	1.07099	1.41683
0.7	−0.87703	0.85205	1.39324	0.34081	1.37178	1.02680	1.38818
0.8	−1.05556	0.77904	1.49874	0.45007	1.30415	0.99020	1.36432
0.9	−1.25391	0.68342	1.61613	0.57905	1.24725	0.96033	1.34504
1.0	−1.47469	0.56063	1.74601	0.73040	1.19960	0.93666	1.33038
1.1	−1.72094	0.40515	1.88930	0.90733	1.16008	0.91893	1.32064
1.2	−1.99624	0.21022	2.04719	1.11382	1.12788	0.90708	1.31638
1.3	−2.30494	−0.03257	2.22130	1.35485	1.10240	0.90127	1.31845
1.4	−2.65235	−0.33391	2.41369	1.63669	1.08323	0.90187	1.32805
1.5	−3.04510	−0.70756	2.62706	1.96739	1.07014	0.90943	1.34683
1.6	−3.49158	−1.17159	2.86493	2.35739	1.06301	0.92478	1.37703
1.7	−4.00253	−1.75008	3.13185	2.82046	1.06185	0.94903	1.42166
1.8	−4.59188	−2.47574	3.43380	3.37503	1.06683	0.98364	1.48483
1.9	−5.27792	−3.39376	3.77864	4.04611	1.07825	1.03058	1.57217
2.0	−6.08504	−4.56777	4.17684	4.86836	1.09659	1.09248	1.69151
2.1	−7.04624	−6.08927	4.64252	5.89062	1.12254	1.17284	1.85397
2.2	−8.20698	−8.09283	5.19502	7.18330	1.15707	1.27652	2.07569
2.3	−9.63108	−10.78151	5.86128	8.85044	1.20153	1.41025	2.38065
2.4	−11.41037	−14.47079	6.67972	11.05023	1.25779	1.58367	2.80559
2.5	−13.68062	−19.66775	7.70669	14.03136	1.32828	1.81096	3.40875
2.6	−16.64896	−27.22023	9.02731	18.20041	1.41732	2.11362	4.28614

$\alpha z = \alpha(\alpha + h_2) = 3.8$

附表十四—5

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10074	0.99950	1.01110	0.00763	2.17117	1.47061	1.66277
0.2	−0.20539	0.99618	1.04084	0.02921	1.95227	1.35102	1.59227
0.3	−0.31685	0.98763	1.08565	0.06372	1.77820	1.25506	1.53442
0.4	−0.43741	0.97156	1.14340	0.11102	1.63672	1.17636	1.48590
0.5	−0.56906	0.94567	1.21284	0.17154	1.51978	1.11078	1.44454
0.6	−0.71364	0.90750	1.29324	0.24607	1.42186	1.05550	1.40889
0.7	−0.87293	0.85434	1.38419	0.33576	1.33910	1.00856	1.37797
0.8	−1.04878	0.78317	1.48557	0.44204	1.26869	0.96861	1.35113
0.9	−1.24312	0.69058	1.59738	0.56662	1.20861	0.93470	1.32799
1.0	−1.45807	0.57261	1.71984	0.71153	1.15731	0.90618	1.30836
1.1	−1.69597	0.42466	1.85330	0.87919	1.11368	0.88267	1.29226
1.2	−1.95950	0.24130	1.99829	1.07246	1.07687	0.86396	1.27986
1.3	−2.25179	0.01597	2.15555	1.29479	1.04623	0.85000	1.27156
1.4	−2.57659	−0.25929	2.32607	1.55038	1.02134	0.84093	1.26795
1.5	−2.93844	−0.59439	2.51117	1.84441	1.00186	0.83701	1.26990
1.6	−3.34296	−1.00183	2.71260	2.18337	0.98760	0.83869	1.27858
1.7	−3.79718	−1.49764	2.93263	2.57553	0.97848	0.84659	1.29560
1.8	−4.31004	−2.10279	3.17426	3.03154	0.97450	0.86154	1.32309
1.9	−4.89301	−2.84509	3.44141	3.56535	0.97579	0.88464	1.36391
2.0	−5.56101	−3.76217	3.73923	4.19551	0.98257	0.91733	1.42197
2.1	−6.33369	−4.90577	4.07452	4.94705	0.99518	0.96150	1.50258
2.2	−7.23724	−6.34842	4.45633	5.85429	1.01413	1.01965	1.61315
2.3	−8.30708	−8.19393	4.89684	6.96521	1.04011	1.09514	1.76419
2.4	−9.59198	−10.59419	5.41261	8.34831	1.07408	1.19256	1.97093
2.5	−11.16041	−13.77730	6.02670	10.10375	1.11734	1.31830	2.25601
2.6	−13.11064	−18.09572	6.77172	12.38204	1.17168	1.48148	2.65411
2.7	−15.58771	−24.11296	7.69514	15.41701	1.23960	1.69549	3.22020
2.8	−18.81269	−32.76649	8.86832	19.58616	1.32465	1.98069	4.04493

$az = a(a + h_2) = 1.0$

附表十四—6

aa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01103	0.00762	2.15765	1.46757	1.66207
0.2	−0.20535	0.99619	1.04057	0.02914	1.93855	1.34767	1.59143
0.3	−0.31672	0.98766	1.08499	0.06354	1.76391	1.25118	1.53335
0.4	−0.43708	0.97167	1.14213	0.11064	1.62153	1.17174	1.48447
0.5	−0.56835	0.94592	1.21067	0.17079	1.50339	1.10515	1.44258
0.6	−0.71227	0.90803	1.28977	0.24473	1.40397	1.04858	1.40619
0.7	−0.87051	0.85539	1.37888	0.33346	1.31940	1.00002	1.37424
0.8	−1.04470	0.78515	1.47769	0.43823	1.24688	0.95806	1.34600
0.9	−1.23652	0.69413	1.58599	0.56050	1.18435	0.92167	1.32096
1.0	−1.44773	0.57874	1.70368	0.70194	1.13025	0.89015	1.29882
1.1	−1.68018	0.43495	1.83072	0.86448	1.08345	0.86300	1.27941
1.2	−1.93592	0.25809	1.96718	1.05030	1.04305	0.83989	1.26268
1.3	−2.21723	0.04279	2.11317	1.26192	1.00841	0.82068	1.24877
1.4	−2.52674	−0.21731	2.26891	1.50226	0.97903	0.80532	1.23791
1.5	−2.86754	−0.52974	2.43485	1.77480	0.95457	0.79391	1.23053
1.6	−3.24333	−0.90366	2.61147	2.08371	0.93476	0.78666	1.22724
1.7	−3.65865	−1.35038	2.79958	2.43407	0.91948	0.78391	1.22888
1.8	−4.11913	−1.88410	3.00030	2.83223	0.90864	0.78614	1.23661
1.9	−4.63191	−2.52297	3.21515	3.28618	0.90227	0.79399	1.25195
2.0	−5.20606	−3.29057	3.44621	3.80615	0.90044	0.80829	1.27695
2.1	−5.85333	−4.21811	3.69622	4.40543	0.90334	0.83013	1.31434
2.2	−6.58903	−5.34756	3.96889	5.10153	0.91123	0.86090	1.36780
2.3	−7.43333	−6.73637	4.26907	5.91781	0.92447	0.90243	1.44241
2.4	−8.41317	−8.46470	4.60326	6.88595	0.94359	0.95710	1.54517
2.5	−9.56502	−10.64664	4.98014	8.04963	0.96928	1.02812	1.68604
2.6	−10.93895	−13.44816	5.41143	9.47023	1.00245	1.11985	1.87945
2.7	−12.60519	−17.11698	5.91318	11.23595	1.04437	1.23836	2.14683
2.8	−14.66438	−22.03368	6.50784	13.47691	1.09675	1.39231	2.52108
2.9	−17.26475	−28.80287	7.22758	16.39104	1.16198	1.59441	3.05410
3.0	−20.63162	−38.42380	8.11984	20.29064	1.24345	1.86393	3.83192

$\alpha z=\alpha(\alpha+h_2)=4.2$ 附表十四—7

$\alpha\alpha$	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10078	0.99950	1.01100	0.00762	2.15138	1.46715	1.66202
0.2	−0.20533	0.99619	1.04043	0.02913	1.93199	1.34711	1.59136
0.3	−0.31665	0.98767	1.08466	0.06350	1.75685	1.25038	1.53323
0.4	−0.43691	0.97169	1.14150	0.11054	1.61380	1.17058	1.48427
0.5	−0.56798	0.94599	1.20956	0.17058	1.49479	1.10351	1.44225
0.6	−0.71155	0.90820	1.28795	0.24430	1.39431	1.04629	1.40562
0.7	−0.86919	0.85577	1.37603	0.33264	1.30848	0.99688	1.37331
0.8	−1.04243	0.78592	1.47336	0.43675	1.23446	0.95383	1.34453
0.9	−1.23277	0.69561	1.57958	0.55796	1.17017	0.91606	1.31872
1.0	−1.44172	0.58147	1.69437	0.69773	1.11406	0.88282	1.29547
1.1	−1.67082	0.43974	1.81746	0.85769	1.06493	0.85351	1.27452
1.2	−1.92166	0.26626	1.94854	1.03962	1.02188	0.82777	1.25570
1.3	−2.19595	0.05631	2.08732	1.24548	0.98424	0.80532	1.23897
1.4	−2.49552	−0.19544	2.23349	1.47743	0.95148	0.78603	1.22436
1.5	−2.82243	−0.49512	2.38677	1.73790	0.92320	0.76986	1.21204
1.6	−3.17904	−0.84988	2.54687	2.02966	0.89914	0.75688	1.20228
1.7	−3.56816	−1.26817	2.71357	2.35592	0.87911	0.74725	1.19552
1.8	−3.99317	−1.76016	2.88673	2.72047	0.86298	0.74124	1.19237
1.9	−4.45825	−2.33834	3.06632	3.12791	0.85071	0.73920	1.19363
2.0	−4.96869	−3.01828	3.25248	3.58388	0.84232	0.74166	1.20043
2.1	−5.53121	−3.81982	3.44555	4.09543	0.83788	0.74925	1.21422
2.2	−6.15450	−4.76859	3.64618	4.67149	0.83754	0.76279	1.23695
2.3	−6.84980	−5.89834	3.85532	5.32351	0.84149	0.78336	1.27124
2.4	−7.63191	−7.25425	4.07435	6.06635	0.85004	0.81228	1.32058
2.5	−8.52037	−8.89786	4.30518	6.91951	0.86356	0.85133	1.38981
2.6	−9.54129	−10.91444	4.55029	7.90881	0.88257	0.90278	1.48558
2.7	−10.72996	−13.42459	4.81292	9.06899	0.90775	0.96970	1.61735
2.8	−12.13487	−16.60259	5.09726	10.44741	0.93999	1.05626	1.79882
2.9	−13.82381	−20.70661	5.40861	12.10973	0.98052	1.16822	2.05036
3.0	−15.89363	−26.13011	5.75372	14.14878	1.03097	1.31382	2.40316
3.1	−18.48636	−33.49293	6.14117	16.69901	1.09361	1.50514	2.90662
3.2	−21.81752	−43.81139	6.58199	19.96076	1.17170	1.76054	3.64237

$az=a(a+h_2)=4.4$

附表十四—8

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01099	0.00762	2.14898	1.46761	1.66191
0.2	−0.20532	0.99619	1.04038	0.02914	1.92935	1.34753	1.59127
0.3	−0.31663	0.98767	1.08453	0.06352	1.75388	1.25074	1.53317
0.4	−0.43684	0.97169	1.14123	0.11056	1.61039	1.17083	1.48423
0.5	−0.56782	0.94599	1.20907	0.17059	1.49083	1.10358	1.44223
0.6	−0.71122	0.90821	1.28711	0.24426	1.38968	1.04610	1.40559
0.7	−0.86856	0.85583	1.37466	0.33250	1.30304	0.99634	1.37323
0.8	−1.04130	0.78611	1.47122	0.43640	1.22805	0.95279	1.34434
0.9	−1.23084	0.69605	1.57631	0.55722	1.16261	0.91437	1.31831
1.0	−1.43854	0.58239	1.68950	0.69632	1.10515	0.88024	1.29470
1.1	−1.66572	0.44154	1.81032	0.85516	1.05444	0.84981	1.27318
1.2	−1.91369	0.26960	1.93824	1.03530	1.00956	0.82261	1.25352
1.3	−2.18375	0.06222	2.07267	1.23838	0.96979	0.79833	1.23555
1.4	−2.47720	−0.18535	2.21294	1.46610	0.93459	0.77674	1.21921
1.5	−2.79538	−0.47840	2.35827	1.72028	0.90355	0.75772	1.20450
1.6	−3.13974	−0.82289	2.50782	2.00284	0.87634	0.74123	1.19150
1.7	−3.51183	−1.22553	2.66064	2.31585	0.85274	0.72731	1.18039
1.8	−3.91348	−1.69410	2.81570	2.66158	0.83261	0.71608	1.17147
1.9	−4.34683	−2.23767	2.97192	3.04262	0.81585	0.70774	1.16516
2.0	−4.81455	−2.86710	3.12815	3.46192	0.80244	0.70258	1.16204
2.1	−5.32004	−3.59558	3.28320	3.92300	0.79240	0.70099	1.16291
2.2	−5.86764	−4.43950	3.43581	4.43010	0.78580	0.70348	1.16882
2.3	−6.46304	−5.41957	3.58466	4.98842	0.78275	0.71070	1.18119
2.4	−7.11366	−6.56247	3.72833	5.60439	0.78343	0.72344	1.20188
2.5	−7.82934	−7.90311	3.86523	6.28608	0.78806	0.74275	1.23336
2.6	−8.62301	−9.48792	3.99344	7.04360	0.79696	0.76993	1.27901
2.7	−9.51190	−11.37972	4.11056	7.88962	0.81052	0.80666	1.34339
2.8	−10.51909	−13.66495	4.21338	8.84004	0.82924	0.85515	1.43288
2.9	−11.67576	−16.46478	4.29735	9.91466	0.85379	0.91832	1.55647
3.0	−13.02457	−19.95265	4.35582	11.13789	0.88505	1.00015	1.72721
3.1	−14.62489	−24.38277	4.37872	12.53920	0.92417	1.10614	1.96448
3.2	−16.56129	−30.13856	4.35049	14.15292	0.97273	1.24417	2.29799
3.3	−18.95688	−37.81682	4.24618	16.01526	1.03293	1.42574	2.77479
3.4	−21.99691	−48.38319	4.02493	18.15540	1.10784	1.66832	3.47255

$az=a(a+h_2)=4.6$

附表十四 -9

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	-0.10073	0.99950	1.01099	0.00762	2.14833	1.46807	1.66154
0.2	-0.20532	0.99619	1.04037	0.02915	1.92856	1.34803	1.59092
0.3	-0.31662	0.98766	1.08449	0.06354	1.75291	1.25126	1.53285
0.4	-0.43682	0.97167	1.14114	0.11060	1.60918	1.17136	1.48396
0.5	-0.56776	0.94597	1.20889	0.17065	1.48933	1.10411	1.44201
0.6	-0.71109	0.90818	1.28679	0.24434	1.38782	1.04659	1.40544
0.7	-0.86830	0.85579	1.37412	0.33259	1.30072	0.99674	1.37314
0.8	-1.04082	0.78606	1.47032	0.43648	1.22517	0.95304	1.34429
0.9	-1.22998	0.69604	1.57488	0.55722	1.15906	0.91438	1.31829
1.0	-1.43705	0.58250	1.68726	0.69614	1.10077	0.87991	1.29465
1.1	-1.66324	0.44193	1.80690	0.85462	1.04907	0.84898	1.27303
1.2	-1.90967	0.27053	1.93312	1.03411	1.00302	0.82110	1.25314
1.3	-2.17739	0.06417	2.06515	1.23606	0.96187	0.79590	1.23478
1.4	-2.46735	-0.18160	2.20204	1.46195	0.92504	0.77311	1.21780
1.5	-2.78042	-0.47161	2.34272	1.71322	0.89209	0.75254	1.20212
1.6	-3.11739	-0.81113	2.48592	1.99131	0.86267	0.73406	1.18770
1.7	-3.47900	-1.20589	2.63019	2.29762	0.83654	0.71763	1.17457
1.8	-3.86595	-1.66221	2.77390	2.63352	0.81350	0.70327	1.16284
1.9	-4.27900	-2.18716	2.91520	3.00037	0.79344	0.69106	1.15270
2.0	-4.71898	-2.78874	3.05206	3.39953	0.77629	0.68115	1.14443
2.1	-5.18696	-3.47623	3.18221	3.83242	0.76203	0.67377	1.13845
2.2	-5.68437	-4.26055	3.30317	4.30057	0.75068	0.66922	1.13532
2.3	-6.21316	-5.15488	3.41216	4.80566	0.74231	0.66790	1.13580
2.4	-6.77602	-6.17546	3.50607	5.34958	0.73704	0.67031	1.14091
2.5	-7.37672	-7.34270	3.58134	5.93451	0.73499	0.67710	1.15199
2.6	-8.02040	-8.68267	3.63378	6.56290	0.73638	0.68904	1.17082
2.7	-8.71402	-10.22929	3.65832	7.23741	0.74144	0.70715	1.19978
2.8	-9.46705	-12.02732	3.64862	7.96072	0.75049	0.73269	1.24209
2.9	-10.29219	-14.13675	3.59647	8.73503	0.76392	0.76728	1.30211
3.0	-11.20649	-16.63920	3.49090	9.56108	0.78224	0.81303	1.38592
3.1	-12.23291	-19.64761	3.31679	10.43623	0.80610	0.87276	1.50211
3.2	-13.40286	-23.32145	3.05291	11.35095	0.83634	0.95027	1.66315
3.3	-14.75943	-27.89059	2.66838	12.28182	0.87407	1.05083	1.88753
3.4	-16.36311	-33.69518	2.11737	13.17817	0.92083	1.18196	2.20357
3.5	-18.30104	-41.25481	1.32988	13.93573	0.97870	1.35464	2.65622
3.6	-20.70212	-51.39205	0.19538	14.34146	1.05064	1.58559	3.31960

$az=a(a+h_2)=4.8$

附表十四—10

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01099	0.00762	2.14826	1.46823	1.66097
0.2	−0.20532	0.99619	1.04036	0.02915	1.92845	1.34826	1.59036
0.3	−0.31662	0.98766	1.08448	0.06355	1.75273	1.25155	1.53230
0.4	−0.43681	0.97167	1.14112	0.11063	1.60891	1.17172	1.48344
0.5	−0.56775	0.94595	1.20885	0.17069	1.48894	1.10453	1.44153
0.6	−0.71105	0.90815	1.28670	0.24441	1.38726	1.04706	1.40501
0.7	−0.86823	0.85574	1.37396	0.33279	1.29995	0.99725	1.37277
0.8	−1.04066	0.78598	1.47003	0.43662	1.22413	0.95357	1.34400
0.9	−1.22967	0.69593	1.57437	0.55740	1.15766	0.91489	1.31808
1.0	−1.43648	0.58237	1.68642	0.69634	1.09894	0.88034	1.29453
1.1	−1.66223	0.44181	1.80553	0.85479	1.04669	0.84927	1.27297
1.2	−1.90793	0.27050	1.93095	1.03415	0.99996	0.82116	1.25312
1.3	−2.17449	0.06440	2.06179	1.23580	0.95799	0.79561	1.23474
1.4	−2.46264	−0.18080	2.19694	1.46108	0.92016	0.77229	1.21764
1.5	−2.77297	−0.46971	2.33513	1.71127	0.88600	0.75099	1.20170
1.6	−3.10586	−0.80722	2.47482	1.98754	0.85516	0.73152	1.18681
1.7	−3.46147	−1.19853	2.61421	2.29091	0.82733	0.71378	1.17293
1.8	−3.83979	−1.64916	2.75125	2.62222	0.80230	0.69770	1.16004
1.9	−4.24058	−2.16501	2.88357	2.98212	0.77993	0.68329	1.14820
2.0	−4.66342	−2.75243	3.00850	3.37104	0.76012	0.67060	1.13750
2.1	−5.10778	−3.41834	3.12303	3.78914	0.74279	0.65973	1.12815
2.2	−5.57304	−4.17044	3.22379	4.23631	0.72796	0.65085	1.12042
2.3	−6.05855	−5.01744	3.30702	4.71217	0.71563	0.64421	1.11470
2.4	−6.56383	−5.96946	3.36851	5.21600	0.70588	0.64010	1.11153
2.5	−7.08861	−7.03856	3.40346	5.74669	0.69880	0.63893	1.11164
2.6	−7.63301	−8.23945	3.40637	6.30265	0.69452	0.64120	1.11601
2.7	−8.19774	−9.59040	3.37081	6.88153	0.69321	0.64753	1.12592
2.8	−8.78427	−11.11461	3.28903	7.47992	0.69508	0.65869	1.14308
2.9	−9.39508	−12.84191	3.15152	8.09264	0.70039	0.67567	1.16977
3.0	−10.03390	−14.81119	2.94619	8.71165	0.70945	0.69967	1.20905
3.1	−10.70600	−17.07373	2.65729	9.32413	0.72265	0.73227	1.26512
3.2	−11.41872	−19.69813	2.26386	9.90942	0.74051	0.77551	1.34379
3.3	−12.18176	−22.77702	1.73713	10.43344	0.76363	0.83209	1.45328
3.4	−13.00769	−26.43749	1.03684	10.83933	0.79285	0.90564	1.60550
3.5	−13.91346	−30.85721	0.10530	11.03082	0.82924	1.00123	1.81815
3.6	−14.92093	−36.28914	−1.14233	10.84143	0.87428	1.12604	2.11834
3.7	−16.05911	−43.10254	−2.83434	9.97621	0.92995	1.29062	2.54900
3.8	−17.36659	−51.85227	−5.17093	7.89633	0.99911	1.51093	3.18106

$\alpha z = \alpha(a + h_2) = 5.0$

附表十四—11

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01099	0.00762	2.14823	1.46810	1.66031
0.2	−0.20532	0.99619	1.04036	0.02915	1.92843	1.34819	1.58970
0.3	−0.31662	0.98766	1.08448	0.06355	1.75272	1.25154	1.53164
0.4	−0.43681	0.97167	1.14112	0.11062	1.60890	1.17178	1.48278
0.5	−0.56775	0.94595	1.20885	0.17069	1.48890	1.10466	1.44088
0.6	−0.71105	0.90814	1.28670	0.24443	1.38718	1.04727	1.40438
0.7	−0.86821	0.85572	1.37394	0.33273	1.29980	0.99753	1.37218
0.8	−1.04063	0.78594	1.46998	0.43669	1.22387	0.95392	1.34345
0.9	−1.22960	0.69586	1.57427	0.55751	1.15727	0.91531	1.31759
1.0	−1.43632	0.58224	1.68621	0.69650	1.09835	0.88082	1.29411
1.1	−1.66191	0.44163	1.80513	0.85502	1.04583	0.84977	1.27265
1.2	−1.90733	0.27026	1.93025	1.03443	0.99878	0.82165	1.25289
1.3	−2.17341	0.06413	2.06059	1.23610	0.95637	0.79603	1.23460
1.4	−2.46076	−0.18103	2.19498	1.46132	0.91799	0.77257	1.21758
1.5	−2.76980	−0.46973	2.33200	1.71129	0.88316	0.75101	1.20167
1.6	−3.10067	−0.80669	2.46996	1.98705	0.85146	0.73115	1.18675
1.7	−3.45319	−1.19686	2.60685	2.28942	0.82260	0.71283	1.17271
1.8	−3.82687	−1.64535	2.74032	2.61899	0.79632	0.69595	1.15950
1.9	−4.22084	−2.15744	2.86766	2.97601	0.77245	0.68043	1.14707
2.0	−4.63385	−2.73855	2.98576	3.36036	0.75085	0.66626	1.13544
2.1	−5.06425	−3.39428	3.09109	3.77147	0.73144	0.65347	1.12466
2.2	−5.51000	−4.13043	3.17966	4.20828	0.71416	0.64211	1.11484
2.3	−5.96870	−4.95309	3.24700	4.66917	0.69900	0.63232	1.10615
2.4	−6.43760	−5.86877	3.28810	5.15184	0.68600	0.62426	1.09886
2.5	−6.91367	−6.88461	3.29736	5.65329	0.67521	0.61819	1.09335
2.6	−7.39365	−8.00864	3.26840	6.16957	0.66671	0.61441	1.09014
2.7	−7.87409	−9.25023	3.19397	6.69562	0.66063	0.61332	1.08992
2.8	−8.35140	−10.62059	3.06565	7.22491	0.65711	0.61541	1.09363
2.9	−8.82190	−12.13344	2.87346	7.74885	0.65634	0.62128	1.10248
3.0	−9.28171	−13.80588	2.60529	8.25589	0.65854	0.63170	1.11813
3.1	−9.72666	−15.65945	2.24607	8.73906	0.66396	0.64761	1.14275
3.2	−10.15218	−17.72155	1.77665	9.14875	0.67293	0.67019	1.17929
3.3	−10.55262	−20.02700	1.17195	9.47886	0.68585	0.70096	1.23177
3.4	−10.92074	−22.62909	0.39848	9.67084	0.70319	0.74187	1.30575
3.5	−11.24658	−25.55723	−0.58947	9.64874	0.72557	0.79554	1.40914
3.6	−11.51554	−28.90952	−1.85573	9.29319	0.75379	0.86546	1.55333
3.7	−11.70544	−32.76571	−3.49143	8.41200	0.78890	0.95649	1.75529
3.8	−11.78140	−37.23394	−5.62988	6.68739	0.83228	1.07551	2.04097
3.9	−11.68716	−42.43947	−8.47151	3.57755	0.88589	1.23265	2.45154
4.0	−11.32981	−48.51134	−12.32764	−1.87599	0.95244	1.44322	3.05499

$\alpha z = \alpha(\alpha + h_2) = 5.2$

附表十四—12

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01098	0.00762	2.14806	1.46778	1.65969
0.2	−0.20532	0.99619	1.04036	0.02914	1.92831	1.34792	1.58906
0.3	−0.31662	0.98766	1.08448	0.06354	1.75264	1.25132	1.53099
0.4	−0.43681	0.97167	1.14112	0.11060	1.60885	1.17161	1.48212
0.5	−0.56774	0.94596	1.20885	0.17066	1.48887	1.10454	1.44020
0.6	−0.71105	0.90815	1.28669	0.24439	1.38717	1.04721	1.40369
0.7	−0.86821	0.85573	1.37394	0.33269	1.29979	0.99754	1.37148
0.8	−1.04063	0.78595	1.46998	0.43666	1.22386	0.95400	1.34277
0.9	−1.22959	0.69585	1.57427	0.55750	1.15722	0.91547	1.31692
1.0	−1.43631	0.58222	1.68619	0.69652	1.09824	0.88106	1.29348
1.1	−1.66186	0.44156	1.80508	0.85508	1.04565	0.85009	1.27207
1.2	−1.90721	0.27012	1.93012	1.03456	0.99845	0.82204	1.25238
1.3	−2.17314	0.06390	2.06032	1.23632	0.95586	0.79648	1.23417
1.4	−2.46022	−0.18136	2.19445	1.46164	0.91722	0.77305	1.21725
1.5	−2.76876	−0.47015	2.33103	1.71168	0.88205	0.75148	1.20145
1.6	−3.09879	−0.80715	2.46829	1.98745	0.84991	0.73154	1.18663
1.7	−3.44993	−1.19719	2.60408	2.28970	0.82048	0.71306	1.17267
1.8	−3.82143	−1.64521	2.73589	2.61887	0.79350	0.69589	1.15947
1.9	−4.21202	−2.15619	2.86078	2.97504	0.76874	0.67992	1.14698
2.0	−4.61992	−2.73511	2.97536	3.35779	0.74605	0.66509	1.13513
2.1	−5.04277	−3.38687	3.07575	3.76617	0.72530	0.65136	1.12391
2.2	−5.47761	−4.11624	3.15753	4.19858	0.70643	0.63874	1.11334
2.3	−5.92081	−4.92783	3.21573	4.65266	0.68938	0.62725	1.10345
2.4	−6.36807	−5.82605	3.24478	5.12521	0.67414	0.61699	1.09437
2.5	−6.81445	−6.81516	3.23846	5.61205	0.66073	0.60808	1.08625
2.6	−7.25432	−7.89929	3.18980	6.10785	0.64921	0.60070	1.07935
2.7	−7.68137	−9.08253	3.09097	6.60595	0.63965	0.59509	1.07403
2.8	−8.08860	−10.36914	2.93312	7.09805	0.63216	0.59156	1.07077
2.9	−8.46827	−11.76369	2.70607	7.57376	0.62687	0.59050	1.07025
3.0	−8.81175	−13.27127	2.39796	8.01993	0.62394	0.59239	1.07335
3.1	−9.10933	−14.89776	1.99460	8.41966	0.62356	0.59782	1.08125
3.2	−9.34991	−16.65006	1.47876	8.75071	0.62596	0.60753	1.09553
3.3	−9.52023	−18.53597	0.82882	8.98300	0.63141	0.62244	1.11828
3.4	−9.60408	−20.56392	0.01712	9.07485	0.64024	0.64369	1.15232
3.5	−9.58086	−22.74231	−0.99251	8.96696	0.65281	0.67276	1.20153
3.6	−9.42329	−25.07718	−2.24845	8.57273	0.66962	0.71154	1.27124
3.7	−9.09415	−27.56811	−3.81677	7.76254	0.69127	0.76253	1.36904
3.8	−8.54097	−30.20001	−5.78951	6.33756	0.71852	0.82909	1.50588
3.9	−7.68770	−32.92696	−8.29772	3.98472	0.75237	0.91591	1.69804
4.0	−6.42141	−35.64104	−11.53262	0.19644	0.79421	1.02963	1.97045

$\alpha z = \alpha(a + h_2) = 5.4$

附表十四—13

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01098	0.00762	2.14776	1.46739	1.65918
0.2	−0.20532	0.99619	1.04039	0.02914	1.92807	1.34756	1.58854
0.3	−0.31661	0.98767	1.08447	0.06352	1.75244	1.25100	1.53044
0.4	−0.43681	0.97168	1.14110	0.11057	1.60870	1.17131	1.48154
0.5	−0.56774	0.94597	1.20883	0.17062	1.48876	1.10428	1.43959
0.6	−0.71104	0.90817	1.28667	0.24433	1.38709	1.04699	1.40306
0.7	−0.86820	0.85576	1.37391	0.33261	1.29974	0.99736	1.37082
0.8	−1.04062	0.78600	1.46996	0.43656	1.22383	0.95387	1.34208
0.9	−1.22959	0.69591	1.57425	0.55738	1.15721	0.91539	1.31623
1.0	−1.43631	0.58228	1.68619	0.69640	1.09823	0.88105	1.29278
1.1	−1.66187	0.44161	1.80509	0.85496	1.04564	0.85016	1.27137
1.2	−1.90721	0.27016	1.93014	1.03447	0.99841	0.82219	1.25170
1.3	−2.17313	0.06389	2.06032	1.23627	0.95576	0.79670	1.23353
1.4	−2.46015	−0.18145	2.19442	1.46166	0.91705	0.77335	1.21667
1.5	−2.76858	−0.47036	2.33090	1.71181	0.88174	0.75186	1.20094
1.6	−3.09835	−0.80751	2.46796	1.98771	0.84941	0.73198	1.18621
1.7	−3.44902	−1.19772	2.60339	2.29009	0.81972	0.71352	1.17236
1.8	−3.81968	−1.64567	2.73458	2.61935	0.79238	0.69632	1.15928
1.9	−4.20886	−2.15683	2.85848	2.97550	0.76716	0.68026	1.14688
2.0	−4.61448	−2.73541	2.97151	3.35799	0.74387	0.66522	1.13510
2.1	−5.03375	−3.38618	3.06958	3.76569	0.72236	0.65115	1.12387
2.2	−5.46312	−4.11342	3.14800	4.19671	0.70254	0.63799	1.11317
2.3	−5.89819	−4.92097	3.20146	4.64832	0.68431	0.62573	1.10297
2.4	−6.33365	−5.81213	3.22400	5.11678	0.66764	0.61438	1.09329
2.5	−6.76326	−6.78954	3.20895	5.59726	0.65252	0.60398	1.08417
2.6	−7.17975	−7.85508	3.14890	6.08358	0.63895	0.59464	1.07573
2.7	−7.57481	−9.00979	3.03557	6.56811	0.62698	0.58646	1.06811
2.8	−7.93906	−10.25382	2.85978	7.04146	0.61667	0.57964	1.06155
2.9	−8.26196	−11.58636	2.61122	7.49218	0.60812	0.57441	1.05639
3.0	−8.53167	−13.00558	2.27819	7.90625	0.60144	0.57107	1.05310
3.1	−8.73486	−14.50849	1.84725	8.26639	0.59677	0.57001	1.05231
3.2	−8.85647	−16.09084	1.30269	8.55104	0.59430	0.57169	1.05487
3.3	−8.87898	−17.74655	0.62562	8.73268	0.59421	0.57669	1.06191
3.4	−8.78178	−19.46688	−0.20706	8.77552	0.59674	0.58574	1.07494
3.5	−8.53983	−21.23917	−1.22437	8.63178	0.60215	0.59972	1.09599
3.6	−8.12182	−23.04395	−2.46359	8.23602	0.61078	0.61974	1.12776
3.7	−7.48739	−24.85054	−3.97364	7.49625	0.62300	0.64724	1.17397
3.8	−6.58293	−26.60928	−5.81999	6.28003	0.63927	0.68403	1.23977
3.9	−5.33535	−28.23809	−8.09198	4.39190	0.66019	0.73254	1.33244
4.0	−3.64256	−29.59928	−10.91408	1.53588	0.68650	0.79602	1.46254

$\alpha z = \alpha(\alpha + h_2) = 5.6$

附表十四—14

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01098	0.00762	2.14740	1.46702	1.65880
0.2	−0.20532	0.99619	1.04035	0.02913	1.92776	1.34721	1.58814
0.3	−0.31661	0.98767	1.08446	0.06350	1.75218	1.25067	1.53003
0.4	−0.43680	0.97169	1.14108	0.11054	1.60847	1.17100	1.48110
0.5	−0.56773	0.94599	1.20880	0.17057	1.48857	1.10398	1.43912
0.6	−0.71102	0.90820	1.28663	0.24426	1.38692	1.04670	1.40255
0.7	−0.86818	0.85580	1.37387	0.33252	1.29960	0.99709	1.37028
0.8	−1.04059	0.78606	1.46991	0.43643	1.22372	0.95363	1.34150
0.9	−1.22956	0.69600	1.57419	0.55722	1.15713	0.91518	1.31560
1.0	−1.43627	0.58239	1.68613	0.69620	1.09818	0.88087	1.29212
1.1	−1.66184	0.44175	1.80504	0.85473	1.04561	0.85003	1.27068
1.2	−1.90719	0.27032	1.93011	1.03421	0.99840	0.82211	1.25099
1.3	−2.17312	0.06407	2.06032	1.23600	0.95576	0.79669	1.23282
1.4	−2.46016	−0.18128	2.19443	1.46140	0.91703	0.77342	1.21596
1.5	−2.76860	−0.47023	2.33094	1.71159	0.88170	0.75200	1.20026
1.6	−3.09835	−0.80747	2.46800	1.98756	0.84932	0.73220	1.18557
1.7	−3.44894	−1.19782	2.60338	2.29005	0.81954	0.71383	1.17178
1.8	−3.81940	−1.64616	2.73445	2.61947	0.79206	0.69670	1.15879
1.9	−4.20816	−2.15738	2.85807	2.97579	0.76664	0.68069	1.14649
2.0	−4.61298	−2.73619	2.97059	3.35845	0.74306	0.66567	1.13483
2.1	−5.03087	−3.38709	3.06780	3.76624	0.72118	0.65154	1.12372
2.2	−5.45794	−4.11419	3.14485	4.19715	0.70085	0.63825	1.11310
2.3	−5.88933	−4.92091	3.19621	4.64826	0.68197	0.62573	1.10294
2.4	−6.31911	−5.81009	3.21567	5.11560	0.66447	0.61395	1.09320
2.5	−6.74021	−6.78356	3.19627	5.59395	0.64831	0.60291	1.08387
2.6	−7.14430	−7.84199	3.13025	6.07667	0.63346	0.59262	1.07496
2.7	−7.52171	−8.98472	3.00903	6.55555	0.61993	0.58315	1.06652
2.8	−7.86142	−10.20957	2.82313	7.02054	0.60775	0.57457	1.05864
2.9	−8.15092	−11.51259	2.56208	7.45950	0.59696	0.56702	1.05146
3.0	−8.37610	−12.88787	2.21425	7.85782	0.58766	0.56068	1.04520
3.1	−8.52112	−14.32723	1.76666	8.19798	0.57994	0.55576	1.04019
3.2	−8.56822	−15.81996	1.20465	8.45882	0.57393	0.55258	1.03688
3.3	−8.49719	−17.35220	0.51133	8.61451	0.56977	0.55149	1.03585
3.4	−8.28484	−18.90610	−0.33316	8.63305	0.56765	0.55297	1.03792
3.5	−7.90414	−20.45866	−1.35264	8.47405	0.56777	0.55756	1.04419
3.6	−7.32267	−21.97934	−2.57646	8.08530	0.57037	0.56599	1.05609
3.7	−6.50068	−23.42658	−4.04164	7.39765	0.57571	0.57910	1.07558
3.8	−5.38793	−24.74209	−5.79587	6.31680	0.58411	0.59798	1.10527
3.9	−3.91928	−26.84142	−7.90188	4.71211	0.59595	0.62402	1.14873
4.0	−2.00818	−26.59882	−10.44379	2.39652	0.61169	0.65898	1.21094

$\alpha z = \alpha(\alpha + h_2) = 5.8$

附表十四—15

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01098	0.00761	2.14706	1.46673	1.65854
0.2	−0.20532	0.99619	1.04034	0.02912	1.92746	1.34693	1.58787
0.3	−0.31661	0.98767	1.08444	0.06349	1.75191	1.25039	1.52974
0.4	−0.43679	0.97170	1.14106	0.11052	1.60822	1.17072	1.48079
0.5	−0.56772	0.94600	1.20876	0.17053	1.48834	1.10371	1.43878
0.6	−0.71101	0.90822	1.28658	0.24420	1.38672	1.04643	1.40218
0.7	−0.86816	0.85584	1.37381	0.33243	1.29942	0.99682	1.36987
0.8	−1.04056	0.78612	1.46983	0.43631	1.22356	0.95336	1.34105
0.9	−1.22951	0.69609	1.57411	0.55705	1.15699	0.91492	1.31512
1.0	−1.43621	0.58252	1.68603	0.69599	1.09807	0.88062	1.29159
1.1	−1.66177	0.44192	1.80494	0.85447	1.04552	0.84980	1.27011
1.2	−1.90712	0.27054	1.93000	1.03389	0.99833	0.82191	1.25038
1.3	−2.17305	0.06434	2.06022	1.23563	0.95571	0.79652	1.23217
1.4	−2.46010	−0.18095	2.19435	1.46097	0.91701	0.77329	1.21528
1.5	−2.76856	−0.46986	2.33089	1.71112	0.88169	0.75193	1.19955
1.6	−3.09834	−0.80708	2.46799	1.98707	0.84932	0.73220	1.18486
1.7	−3.44897	−1.19745	2.60342	2.28958	0.81953	0.71390	1.17108
1.8	−3.81945	−1.64587	2.73453	2.61907	0.79202	0.69686	1.15811
1.9	−4.20818	−2.15724	2.85816	2.97550	0.76653	0.68092	1.14587
2.0	−4.61288	−2.73629	2.97063	3.35833	0.74286	0.66599	1.13427
2.1	−5.03043	−3.38751	3.06766	3.76633	0.72082	0.65193	1.12326
2.2	−5.45679	−4.11493	3.14433	4.19747	0.70027	0.63868	1.11278
2.3	−5.88689	−4.92198	3.19500	4.64877	0.68108	0.62614	1.10272
2.4	−6.31443	−5.81120	3.21330	5.11614	0.66316	0.61428	1.09309
2.5	−6.73189	−6.78412	3.19210	5.59421	0.64644	0.60306	1.08383
2.6	−7.13025	−7.84085	3.12342	6.07610	0.63087	0.59243	1.07492
2.7	−7.49904	−8.97989	2.99844	6.55327	0.61642	0.58242	1.06634
2.8	−7.82612	−10.19785	2.80745	7.01530	0.60309	0.57304	1.05810
2.9	−8.09766	−11.48904	2.53982	7.44962	0.59089	0.56436	1.05025
3.0	−8.29797	−12.84521	2.18391	7.84122	0.57987	0.55644	1.04287
3.1	−8.40942	−14.25516	1.72694	8.17231	0.57008	0.54943	1.03608
3.2	−8.41231	−15.70438	1.15492	8.42189	0.56163	0.54349	1.03011
3.3	−8.28448	−17.17439	0.45220	8.56500	0.55460	0.53884	1.02524
3.4	−8.00103	−18.64206	−0.39882	8.57164	0.54914	0.53578	1.02190
3.5	−7.53369	−20.07869	−1.41837	8.40647	0.54540	0.53466	1.02067
3.6	−6.84978	−21.44818	−2.63027	8.02462	0.54357	0.53594	1.02231
3.7	−5.91087	−22.70457	−4.06326	7.37073	0.54384	0.54015	1.02787
3.8	−4.67058	−23.78809	−5.75285	6.37346	0.54645	0.54799	1.03875
3.9	−3.07158	−24.61896	−7.74402	4.93885	0.55168	0.56030	1.05681
4.0	−1.04113	−25.08772	−10.09500	2.93997	0.55983	0.57812	1.08459

$\alpha z = \alpha(\alpha + h_2) = 6.0$ 附表十四—16

αa	a'_a	b'_0	a'_0	b'_0	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01098	0.00761	2.14678	1.46652	1.65839
0.2	−0.20532	0.99619	1.04034	0.02912	1.92720	1.34673	1.58771
0.3	−0.31661	0.98768	1.08443	0.06348	1.75167	1.25018	1.52956
0.4	−0.43679	0.97170	1.14104	0.11050	1.60800	1.17051	1.48059
0.5	−0.56771	0.94601	1.20873	0.17050	1.48813	1.10349	1.43856
0.6	−0.71099	0.90824	1.28654	0.24415	1.38652	1.04621	1.40193
0.7	−0.86813	0.85587	1.37375	0.33235	1.29923	0.99659	1.36960
0.8	−1.04052	0.78617	1.46975	0.43620	1.22338	0.95313	1.34075
0.9	−1.22945	0.69616	1.57401	0.55692	1.15682	0.91468	1.31477
1.0	−1.43614	0.58263	1.68592	0.69580	1.09791	0.88038	1.29121
1.1	−1.66168	0.44209	1.80480	0.85423	1.04537	0.84955	1.26968
1.2	−1.90701	0.27076	1.92984	1.03358	0.99821	0.82167	1.24990
1.3	−2.17292	0.06464	2.06005	1.23524	0.95561	0.79629	1.23164
1.4	−2.45996	−0.18058	2.19418	1.46051	0.91693	0.77308	1.21471
1.5	−2.76841	−0.46939	2.33072	1.71057	0.88163	0.75174	1.19894
1.6	−3.09821	−0.80651	2.46784	1.98644	0.84928	0.73205	1.18420
1.7	−3.44886	−1.19680	2.60331	2.28888	0.81951	0.71379	1.17039
1.8	−4.81939	−1.64516	2.73446	2.61831	0.79201	0.69680	1.15740
1.9	−4.20819	−2.15651	2.85817	2.97473	0.76653	6.68094	1.14515
2.0	−4.61295	−2.73561	2.97072	3.35760	0.74284	0.66608	1.13358
2.1	−5.03054	−3.38698	3.06782	3.76569	0.72076	0.65211	1.12260
2.2	−5.45687	−4.11466	3.14450	4.19700	0.70014	0.63894	1.11216
2.3	−5.88673	−4.92209	3.19510	4.64854	0.68084	0.62648	1.10220
2.4	−6.31372	−5.81179	3.21317	5.11619	0.66274	0.61468	1.09268
2.5	−6.73002	−6.78517	3.19147	5.59452	0.64577	0.60347	1.08355
2.6	−7.12632	−7.84218	3.12189	6.07658	0.62984	0.59281	1.07476
2.7	−7.49162	−8.98097	2.99548	6.55367	0.61491	0.58266	1.06628
2.8	−7.81316	−10.19760	2.80238	7.01517	0.60096	0.57302	1.05808
2.9	−8.07626	−11.48553	2.53179	7.44827	0.58794	0.56389	1.05015
3.0	−8.26419	−12.83531	2.17202	7.83769	0.57589	0.55530	1.04251
3.1	−8.35808	−14.23406	1.71036	8.16544	0.56482	0.54728	1.03518
3.2	−8.33687	−15.66507	1.13313	8.41048	0.55479	0.53995	1.02825
3.3	−8.17695	−17.10717	0.42545	8.54820	0.54586	0.53340	1.02182
3.4	−7.85209	−18.53403	−0.42890	8.54994	0.53812	0.52781	1.01610
3.5	−7.33306	−19.91351	−1.44777	8.38213	0.53168	0.52340	1.01137
3.6	−6.58694	−21.20625	−2.65128	8.00510	0.52669	0.52044	1.00802
3.7	−5.57633	−22.36398	−4.06249	7.37126	0.52329	0.51929	1.00660
3.8	−4.25791	−23.32689	−5.70858	6.42256	0.52168	0.52037	1.00785
3.9	−2.58043	−24.01963	−7.62244	5.08662	0.52205	0.52422	1.01278
4.0	−0.48188	−24.34528	−9.84501	3.27086	0.52465	0.53152	1.02272

$\alpha z = \alpha(\alpha + h_2) = 6.2$

附表十四—17

$\alpha\alpha$	a'_m	b'_m	a'_0	b'_0	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01098	0.00761	2.14657	1.46638	1.65831
0.2	−0.20532	0.99619	1.04033	0.02912	1.92701	1.34659	1.58762
0.3	−0.31661	0.98768	1.08442	0.06347	1.75148	1.25005	1.52947
0.4	−0.43678	0.97170	1.14102	0.11049	1.60782	1.17037	1.48048
0.5	−0.56770	0.94602	1.20871	0.17048	1.48795	1.10334	1.43844
0.6	−0.71098	0.90826	1.28650	0.24411	1.38634	1.04605	1.40179
0.7	−0.86811	0.85590	1.37369	0.33230	1.29906	0.99642	1.36943
0.8	−1.04048	0.78621	1.46969	0.43613	1.22321	0.95295	1.34056
0.9	−1.22940	0.69622	1.57392	0.55681	1.15666	0.91449	1.31456
1.0	−1.43607	0.58272	1.68580	0.69566	1.09775	0.88018	1.29095
1.1	−1.66158	0.44221	1.80466	0.85404	1.04522	0.84934	1.26939
1.2	−1.90689	0.27095	1.92967	1.03333	0.99806	0.82145	1.24957
1.3	−2.17276	0.06489	2.05985	1.23492	0.95547	0.79607	1.23127
1.4	−2.45977	−0.18023	2.19395	1.46009	0.91680	0.77285	1.21428
1.5	−2.76819	−0.46894	2.33047	1.71005	0.88152	0.75152	1.19846
1.6	−3.09797	−0.80593	2.46758	1.98581	0.84919	0.73183	1.18368
1.7	−3.44861	−1.19607	2.60304	2.28813	0.81944	0.71359	1.16981
1.8	−3.81914	−1.64429	2.73422	2.61744	0.79196	0.69663	1.15678
1.9	−4.20797	−2.15549	2.85796	2.97375	0.76650	0.68080	1.14449
2.0	−4.61279	−2.73447	2.97057	3.35653	0.74283	0.66599	1.13288
2.1	−5.03048	−3.38576	3.06776	3.76458	0.72076	0.65208	1.12189
2.2	−5.45692	−4.11345	3.14455	4.19589	0.70013	0.63898	1.11145
2.3	−5.88690	−4.92099	3.19527	4.64750	0.68081	0.62660	1.10152
2.4	−6.31394	−5.81095	3.21343	5.11530	0.66266	0.61488	1.09204
2.5	−6.73016	−6.78476	3.19176	5.59387	0.64560	0.60375	1.08298
2.6	−7.12606	−7.84234	3.12210	6.07623	0.62954	0.59316	1.07429
2.7	−7.49043	−8.98177	2.99540	6.55364	0.61440	0.58306	1.06593
2.8	−7.81016	−10.19891	2.80170	7.01541	0.60015	0.57341	1.05786
2.9	−8.07010	−11.48693	2.53014	7.44859	0.58673	0.56420	1.05005
3.0	−8.26290	−12.83583	2.16892	7.83778	0.57413	0.55540	1.04248
3.1	−8.33891	−14.23190	1.70534	8.16483	0.56234	0.54703	1.03513
3.2	−8.30613	−15.65732	1.12585	8.40858	0.55138	0.53911	1.02801
3.3	−8.12996	−17.08937	0.41595	8.54454	0.54129	0.53169	1.02115
3.4	−7.78313	−18.49989	−0.43976	8.54447	0.53210	0.52486	1.01462
3.5	−7.23560	−19.85461	−1.45774	8.37600	0.52390	0.51872	1.00852
3.6	−6.45406	−21.11207	−2.65571	8.00183	0.51678	0.51345	1.00305
3.7	−5.40163	−22.22242	−4.05302	7.37874	0.51085	0.50924	0.99844
3.8	−4.03690	−23.12571	−5.67126	6.45625	0.50625	0.50636	0.99509
3.9	−2.31287	−23.74929	−7.53515	5.17439	0.50313	0.50517	0.99351
4.0	−0.17510	−24.00413	−9.67390	3.46044	0.50170	0.50607	0.99442

$\alpha z = \alpha(\alpha + h_2) = 6.4$ 附表十四—18

$\alpha\alpha$	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01098	0.00761	2.14643	1.46631	1.65927
0.2	−0.20532	0.99619	1.04033	0.02911	1.92687	1.34652	1.58758
0.3	−0.31660	0.98768	1.08442	0.06347	1.75135	1.24997	1.52942
0.4	−0.43678	0.97171	1.14101	0.11048	1.60769	1.17029	1.48043
0.5	−0.56769	0.94602	1.20869	0.17047	1.48782	1.10325	1.43838
0.6	−0.71097	0.90826	1.28648	0.24409	1.38621	1.04595	1.40172
0.7	−0.86809	0.85591	1.37366	0.33227	1.29892	0.99632	1.36935
0.8	−1.04046	0.78623	1.46963	0.43608	1.22308	0.95283	1.34045
0.9	−1.22936	0.69626	1.57385	0.55674	1.15652	0.91436	1.31443
1.0	−1.43601	0.58278	1.68571	0.69556	1.09761	0.88004	1.29081
1.1	−1.66150	0.44231	1.80454	0.85390	1.04508	0.84919	1.26921
1.2	−1.90678	0.27108	1.92963	1.03315	0.99792	0.82128	1.24936
1.3	−2.17262	0.06508	2.05967	1.23467	0.95534	0.79588	1.23102
1.4	−2.45959	−0.17996	2.19373	1.45977	0.91667	0.77266	1.21400
1.5	−2.76796	−0.46857	2.33022	1.70964	0.88139	0.75131	1.19814
1.6	−3.09769	−0.80544	2.46728	1.98529	0.84907	0.73162	1.18330
1.7	−3.44828	−1.19543	2.60271	2.28748	0.81933	0.71337	1.16939
1.8	−3.81877	−1.64346	2.73386	2.61665	0.79186	0.69641	1.15630
1.9	−4.20757	−2.15446	2.85759	2.97281	0.76642	0.68060	1.14396
2.0	−4.61239	−2.73322	2.97022	3.35543	0.74276	0.66580	1.13230
2.1	−5.03010	−3.38428	3.06744	3.76332	0.72072	0.65192	1.12126
2.2	−5.45661	−4.11177	3.14430	4.19450	0.70011	0.63886	1.11078
2.3	−5.88671	−4.91915	3.19511	4.64601	0.68080	0.62653	1.10082
2.4	−6.31391	−5.80904	3.21341	5.11377	0.66266	0.61488	1.09134
2.5	−6.73032	−6.78291	3.19190	5.59238	0.64559	0.60383	1.08228
2.6	−7.12639	−7.84073	3.12239	6.07486	0.62950	0.59332	1.07363
2.7	−7.49083	−8.98060	2.99582	6.55248	0.61430	0.58330	1.06532
2.8	−7.81037	−10.19838	2.80218	7.01455	0.59993	0.57373	1.05734
2.9	−8.06965	−11.48718	2.53055	7.44807	0.58635	0.56457	1.04965
3.0	−8.25099	−12.83682	2.16907	7.83758	0.57350	0.55579	1.04220
3.1	−8.33432	−14.23332	1.70502	8.16483	0.56136	0.54737	1.03498
3.2	−9.29707	−15.65833	1.12488	8.40861	0.54993	0.53931	1.02796
3.3	−8.11399	−17.08842	0.41432	8.54435	0.53919	0.53160	1.02112
3.4	−7.75710	−18.49441	−0.44167	8.54398	0.52917	0.52427	1.01447
3.5	−7.19567	−19.84082	−1.45874	8.37555	0.51991	0.51737	1.00804
3.6	−6.39598	−21.08486	−2.65323	8.00285	0.51146	0.51099	1.00188
3.7	−5.32121	−22.17552	−4.04221	7.38487	0.50390	0.50522	0.99608
3.8	−3.93099	−23.05241	−5.64369	6.47509	0.49731	0.50022	0.99082
3.9	−2.18085	−23.64405	−7.47702	5.22038	0.49181	0.49619	0.98634
4.0	−0.02130	−23.86567	−9.56358	3.55921	0.48755	0.49339	0.98300

$az = a(a + h_2) = 6.6$

附表十四—19

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01098	0.00761	2.14634	1.46627	1.65825
0.2	−0.20532	0.99619	1.04033	0.02911	1.92679	1.34648	1.58756
0.3	−0.31660	0.98768	1.08441	0.06347	1.75127	1.24993	1.52940
0.4	−0.43678	0.97171	1.14100	0.11047	1.60761	1.17024	1.48040
0.5	−0.56769	0.94602	1.20868	0.17046	1.48774	1.10320	1.43835
0.6	−0.71096	0.90827	1.28646	0.24408	1.38613	1.04590	1.40168
0.7	−0.86808	0.85592	1.37363	0.33225	1.29883	0.99625	1.36930
0.8	−1.04044	0.78625	1.46960	0.43606	1.22298	0.95276	1.34040
0.9	−1.22934	0.69628	1.57380	0.55670	1.15642	0.91428	1.31437
1.0	−1.43597	0.58282	1.68564	0.69550	1.09751	0.87994	1.29073
1.1	−1.66144	0.44236	1.80445	0.85382	1.04497	0.84908	1.26912
1.2	−1.90669	0.27117	1.92941	1.03303	0.99781	0.82116	1.24925
1.3	−2.17250	0.06521	2.05952	1.23451	0.95522	0.79575	1.23088
1.4	−2.45943	−0.17978	2.19355	1.45956	0.91655	0.77251	1.21383
1.5	−2.76776	−0.46831	2.32999	1.70935	0.88127	0.75115	1.19793
1.6	−3.09743	−0.80508	2.46701	1.98491	0.84894	0.73144	1.18306
1.7	−3.44796	−1.19493	2.60240	2.28699	0.81920	0.71319	1.16910
1.8	−3.81838	−1.64280	2.73350	2.61603	0.79175	0.69622	1.15597
1.9	−4.20711	−2.15359	2.85718	2.97203	0.76681	0.68039	1.14358
2.0	−4.61186	−2.73211	2.96977	3.35448	0.74267	0.66559	1.13186
2.1	−5.02952	−3.38290	3.06697	3.76218	0.72063	0.65171	1.12076
2.2	−5.45601	−4.11008	3.14383	4.19316	0.70004	0.63866	1.11023
2.3	−5.88613	−4.91714	3.19467	4.64448	0.68075	0.62636	1.10022
2.4	−6.31340	−5.80673	3.21303	5.11206	0.66263	0.61474	1.09069
2.5	−6.72994	−6.78034	3.19163	5.59052	0.64557	0.60373	1.08160
2.6	−7.12622	−7.83799	3.12228	6.07291	0.62949	0.59328	1.07292
2.7	−7.49091	−8.97784	2.99589	6.55053	0.61429	0.58333	1.06462
2.8	−7.81074	−10.19581	2.80246	7.01268	0.59991	0.57384	1.05666
2.9	−8.07024	−11.48502	2.53104	7.44638	0.58628	0.56476	1.04901
3.0	−8.25163	−12.83533	2.16974	7.83614	0.57335	0.55607	1.04164
3.1	−8.33461	−14.23270	1.70582	8.16371	0.56108	0.54772	1.03453
3.2	−8.29635	−15.65864	1.12576	8.40779	0.54943	0.53969	1.02763
3.3	−8.11121	−17.08945	0.41528	8.54379	0.53840	0.53196	1.02098
3.4	−7.75078	−18.49552	−0.44046	8.54361	0.52797	0.52453	1.01439
3.5	−7.18387	−19.84074	−1.45673	8.37541	0.51814	0.51740	1.00801
3.6	−6.37636	−21.08156	−2.64913	8.00338	0.50894	0.51060	1.00179
3.7	−5.29129	−22.16619	−4.03344	7.38741	0.50041	0.50417	0.99573
3.8	−3.88869	−23.03371	−5.62555	6.48286	0.49260	0.49818	0.98991
3.9	−2.12544	−23.61289	−7.44148	5.24002	0.48559	0.49273	0.98439
4.0	0.04503	−23.82083	−9.49761	3.60329	0.47947	0.48798	0.97934

$az=a(a+h_2)=6.8$

附表十四—20

$a\,a$	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01098	0.00761	2.14638	1.46826	1.65824
0.2	−0.20532	0.99619	1.04033	0.02911	1.92675	1.34646	1.58755
0.3	−0.31660	0.98768	1.08441	0.06347	1.75123	1.24991	1.52939
0.4	−0.43678	0.97171	1.14100	0.11047	1.60756	1.17023	1.48040
0.5	−0.56769	0.94602	1.20867	0.17046	1.48769	1.10318	1.43834
0.6	−0.71095	0.90827	1.28645	0.24408	1.38607	1.04587	1.40167
0.7	−0.86807	0.85592	1.37361	0.33225	1.29878	0.99622	1.36929
0.8	−1.04043	0.78625	1.46937	0.43604	1.22292	0.95272	1.34038
0.9	−1.22932	0.69630	1.57377	0.55668	1.15635	0.91423	1.31434
1.0	−1.43594	0.58284	1.68560	0.69547	1.09744	0.87989	1.29069
1.1	−1.66140	0.44239	1.80439	0.85377	1.04489	0.84902	1.26907
1.2	−1.90663	0.27122	1.92933	1.03297	0.99773	0.82109	1.24919
1.3	−2.17242	0.06529	2.05942	1.23442	0.95513	0.79567	1.23081
1.4	−2.45931	−0.17966	2.19341	1.45943	0.91645	0.77242	1.21374
1.5	−2.76760	−0.46814	2.32982	1.70917	0.88117	0.75105	1.19782
1.6	−3.09722	−0.80484	2.46680	1.98467	0.84884	0.73132	1.18292
1.7	−3.44769	−1.19459	2.60213	2.28667	0.81909	0.71305	1.16893
1.8	−3.81803	−1.64233	2.73318	2.61560	0.79163	0.69607	1.15576
1.9	−4.20668	−2.15296	2.85680	2.97148	0.76619	0.68023	1.14333
2.0	−4.61184	−2.73126	2.96933	3.35377	0.74256	0.66541	1.13157
2.1	−5.02891	−3.38179	3.06647	3.76129	0.72053	0.65152	1.12042
2.2	−5.45531	−4.10866	3.14329	4.19207	0.69994	0.63847	1.10984
2.3	−5.88534	−4.91537	3.19409	4.64317	0.68066	0.62616	1.09977
2.4	−6.31257	−5.80455	3.21244	5.11052	0.66255	0.61454	1.09018
2.5	−6.72911	−6.77774	3.19106	5.58874	0.64552	0.60355	1.08104
2.6	−7.12545	−7.83497	3.12177	6.07092	0.62945	0.59312	1.07231
2.7	−7.49029	−8.97444	2.99549	6.54835	0.61427	0.58321	1.06396
2.8	−7.81035	−10.19212	2.80222	7.01037	0.59990	0.57377	1.05597
2.9	−8.07018	−11.48121	2.53100	7.44402	0.58628	0.56476	1.04831
3.0	−8.25195	−12.83161	2.16996	7.83382	0.57334	0.55613	1.04095
3.1	−8.33531	−14.22934	1.70631	8.16150	0.56104	0.54786	1.03387
3.2	−8.29733	−15.65593	1.12654	8.40577	0.54933	0.53992	1.02704
3.3	−8.11219	−17.08765	0.41638	8.54201	0.53818	0.53227	1.02043
3.4	−7.75125	−18.49475	−0.43897	8.54205	0.52758	0.52489	1.01401
3.5	−7.18305	−19.84091	−1.45460	8.37406	0.51750	0.51777	1.00777
3.6	−6.37319	−21.08221	−2.64379	8.00226	0.50794	0.51090	1.00167
3.7	−5.28454	−22.16643	−4.02766	7.38686	0.49891	0.50429	0.99570
3.8	−3.87717	−23.03220	−5.61497	6.48388	0.49043	0.49795	0.98985
3.9	−2.10858	−23.60812	−7.42186	5.24511	0.48253	0.49193	0.98415
4.0	0.06628	−23.81189	−9.46171	3.61711	0.47529	0.48630	0.97863

$az = a(a + h_2) = 7.0$

附表十四—21

αa	a'_m	b'_m	a'_Q	b'_Q	P_1	P_2	P_3
0.1	−0.10073	0.99950	1.01698	0.00761	2.14628	1.46625	1.65824
0.2	−0.20532	0.99619	1.04033	0.02911	1.92673	1.34646	1.58755
0.3	−0.31660	0.98768	1.08441	0.06347	1.73121	1.24991	1.52939
0.4	−0.43678	0.97171	1.14100	0.11047	1.60754	1.17022	1.48039
0.5	−0.56769	0.94602	1.20867	0.17045	1.48766	1.10317	1.43833
0.6	−0.71095	0.90827	1.28644	0.24408	1.38605	1.04586	1.40166
0.7	−0.86807	0.85592	1.37361	0.33224	1.29874	0.99621	1.36928
0.8	−1.04042	0.78625	1.46956	0.43604	1.22288	0.95271	1.34037
0.9	−1.22931	0.69630	1.57375	0.55667	1.15631	0.91422	1.31433
1.0	−1.43593	0.58285	1.68557	0.69546	1.09739	0.87987	1.29068
1.1	−1.66137	0.44241	1.80436	0.85375	1.04484	0.84899	1.26905
1.2	−1.90659	0.27124	1.92928	1.03293	0.99767	0.82106	1.24917
1.3	−2.17236	0.06533	2.05935	1.23437	0.95507	0.79563	1.23078
1.4	−2.45924	−0.17960	2.19333	1.45935	0.91638	0.77236	1.21369
1.5	−2.76749	−0.46805	2.32970	1.70907	0.88109	0.75098	1.19776
1.6	−3.09707	−0.80470	2.46665	1.98452	0.84876	0.73125	1.18285
1.7	−3.44749	−1.19439	2.60194	2.28647	0.81901	0.71296	1.16884
1.8	−3.81777	−1.64204	2.73291	2.61533	0.79154	0.69596	1.15564
1.9	−4.20634	−2.15254	2.85651	2.97112	0.76610	0.68011	1.14318
2.0	−4.61091	−2.73069	2.96897	3.35329	0.74245	0.66528	1.13139
2.1	−5.02837	−3.38101	3.06605	3.76068	0.72042	0.65138	1.12021
2.2	−5.45465	−4.10762	3.14279	4.19129	0.69984	0.63830	1.10958
2.3	−5.88456	−4.91401	3.19353	4.64219	0.68056	0.62599	1.09946
2.4	−6.31166	−5.80281	3.21182	5.10931	0.66246	0.61436	1.08982
2.5	−6.72810	−6.77555	3.19039	5.58729	0.64543	0.60336	1.08062
2.6	−7.12436	−7.83228	3.12108	6.06921	0.62937	0.59293	1.07183
2.7	−7.48918	−8.97122	2.99482	6.54639	0.61421	0.58302	1.06343
2.8	−7.80928	−10.18836	2.80160	7.00816	0.59985	0.57360	1.05538
2.9	−8.06925	−11.47694	2.53048	7.44160	0.58625	0.56462	1.04767
3.0	−8.25129	−12.82693	2.16960	7.83124	0.57332	0.55604	1.04027
3.1	−8.33502	−14.22440	1.70616	8.15884	0.56103	0.54783	1.03317
3.2	−8.29752	−15.65098	1.12665	8.40311	0.54932	0.53995	1.02634
3.3	−8.11290	−17.08295	0.41680	8.53941	0.53816	0.53238	1.01975
3.4	−7.75247	−18.49063	−0.43818	8.53955	0.52751	0.52509	1.01339
3.5	−7.18461	−19.83765	−1.45335	8.37166	0.51734	0.51805	1.00723
3.6	−6.37479	−21.07999	−2.64386	7.99992	0.50764	0.51124	1.00124
3.7	−5.28572	−22.16523	−4.02455	7.38454	0.49839	0.50465	0.99541
3.8	−3.87743	−23.03176	−5.60766	6.48170	0.48959	0.49828	0.98969
3.9	−2.10761	−23.60793	−7.41236	5.24364	0.48125	0.49212	0.98409
4.0	0.06812	−23.81146	−9.44445	3.61857	0.47340	0.48620	0.97860

参 考 文 献

1. 《成昆铁路勘测设计总结》，铁道部第二勘测设计院，1976年。
2. 《锚固桩计算理论与工程实践的初步认识》（湘黔铁路贵州段技术总结之七），铁道部第二勘测设计院第一总队，1973年。
3. 《抗滑桩设计计算探讨——抗滑桩的换算地基系数法》，铁道部第二勘测设计院第二总队，1977年。
4. 《抗滑桩译文选》，铁道部第二勘测设计院科研所，1978年。
5. 《特殊条件下路基》（铁路工程设计技术手册《路基》第四篇），铁道部第一勘测设计院主编，铁道部科学研究院西北研究所等编写，人民铁道出版社，1978年。
6. 《抗滑桩设计》（《湖南水利电力科技》，1975年2期），潘家铮。
7. 《水工隧洞的设计理论和计算》，河北水利电力学院汪胡桢，水利电力出版社，1977年。
8. 《弹性抗滑桩“K”法无量纲系数简表》、《弹性抗滑桩“m”法无量纲系数简表》，四川省建筑科学研究所、铁道部第二勘测设计院、成都铁路局勘测设计所，1976年。
9. 《弹性抗滑桩计算方法及程序汇编》，成都铁路局勘测设计所、四川省建筑科学研究所，1978年。
10. 《怎样使用计算机》（DJS—6机算法语言及使用说明），北京工业大学计算站编，科学出版社，1979年。
11. 《关于〈滑坡地区铁路勘测细则〉的建议》，铁道部科学研究院西北研究所、铁道部第一、二、四勘测设计院，1973年。
12. 《铁路工程技术规范、第二篇桥涵》，中华人民共和国铁道部，人民铁道出版社，1975年。
13. 《铁路工程技术规范、第三篇隧道》，中华人民共和国铁道部，人民铁道出版社，1975年。
14. 《钢筋混凝土结构设计规范》（TJ10—74，试行），国家基本建设委员会科学研究院，中国建筑工业出版社，1974年。