

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0017—91

工程地质钻探规程

1991-12-09发布

1992-07-01实施

中华人民共和国地质矿产部 发布

目 次

1	主题内容与适用范围	(1)
2	引用标准	(1)
3	各类工程勘查钻探的工作要点	(1)
4	钻探设备的选择与安装	(7)
5	钻探方法与钻进工艺	(10)
6	水域钻探	(19)
7	钻孔原状土样的采取	(25)
8	钻孔原位测试与水文地质试验	(27)
9	工程质量基本要求	(33)
10	施工安全的基本要求	(38)
11	机械仪器、专用工具的使用与维护	(42)
12	机台管理	(45)
附录 A	动力触探试验探杆长度校正系数及公式(补充件)	(48)
附录 B	触探指标与土的主要力学指标的关系(参考件)	(49)
附录 C	土石的类型及野外鉴别(参考件)	(52)
附录 D	本规程所用法定计量单位与沿用的非法定计量单位的对照和换算(参考件)	(54)

工程地质钻探规程

工程地质钻探是工程地质工作的重要组成部分,是进行国土整治与开发、城市规划与建设、水利水电建设规划与开发以及铁路、交通、国防工程建设中,为直接取得地下地质实物资料和野外试验资料的最主要、最有效的技术方法。它的基本任务是在工程地质测绘及物探工作的基础上,揭露并划分地层、测定界线;鉴定和描述岩石的岩性、成分和产状;了解地质构造及不良地质现象的分布、界限及形态等;并通过钻孔原位测试、水文地质试验与观测,采取各类原状或扰动样品,提供室内试验,以了解岩土体的物理力学性质,为评价、规划和进行各类工程建设项目提供必需的地质数据及资料。

1 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本规程规定了进行区域工程地质调查和各类建筑工程场(厂)址基础工程地质勘察钻探的各项生产活动的技术要求,它既包含技术工作要求,又包括有关工艺操作规定。

1.2 适用范围

本规程适用于区域工程地质调查和各类场(厂)址基础工程地质勘察钻探的设计、施工、管理和检查,是进行各类工程地质钻探各项工作的重要依据和准则。

本规程不适用于大口径基础桩施工工程钻探。

本规程中有些条款只是一般性和原则性的规定要求,在贯彻执行本规程时可根据具体情况制订实施细则或补充规定。

2 引用标准

2.1 直接引用标准

GB 3423 金刚石岩芯钻探用无缝钢管

DZ 1.1 金刚石岩芯钻探管材螺纹

DZ 2.1 地质钻探金刚石钻头

DZ 2.2 地质钻探金刚石扩孔器

TB J12 铁路工程地质技术规则

2.2 配合使用的标准

ZB D14 002 1/20 万工程地质调查规范

ZB D14 003 1/2.5~1/5 万工程地质调查规范(岩土工程地质勘察规范)(水文地质钻探规程)

3 各类工程勘察钻探的工作要点

3.1 区域工程地质调查钻探

3.1.1 区域工程地质调查钻探是指 1:100 万、1:50 万、1:20 万、1:5 万、1:2.5 万等比例尺的区域性、基础性、综合性的工程地质调查中所采用或选用的一种技术方法,一般应在综合分析已有资料的基础上,根据区域工程地质特征和国民经济规划发展的需要,布置钻探工作。

3.1.2 区域工程地质调查钻探的目的是揭露埋藏的岩土体地质结构及水文地质条件,了解岩土体的工

程地质性质,其主要任务是:

- a. 调查岩土体的空间分布、岩性、厚度,进行分层和划分土体结构类型;
- b. 揭露地质构造的变化,破碎带的空间分布和岩性、胶结程度及其随深度变化情况;
- c. 了解风化带、滑动体、岩溶等处动力地质现象的空间分布、规模、组成或充填物性质及发育规律;
- d. 调查含水层的水位、含(透)水性及水质;
- e. 采取试验样品,进行野外原位测试,为了解岩土体物理力学性质的空间变化规律以及工程地质长期观测提供条件,获取必需和足够数量的岩土工程地质性质方面的代表性资料以及取得评价工程地质条件的定量指标;
- f. 了解工程建筑材料的埋藏分布、岩性及开采条件。

3.1.3 区域工程地质调查钻探工作应考虑国民经济建设的需要,把经济发达区和列为近期规划的重点工程或有经济发展前景的地区作为工作重点。钻孔布置的一般原则是:

- a. 在平原区,为建立勘探结构剖面,应在代表性地区投入较多的工作量,沿工程地质条件变异大的方向布置钻探剖面或组成“十”字形、“井”字形勘探线(网);
- b. 在山区,勘探线主要布置在山间盆地、大型河谷及其他地形平缓的较大面积土层覆盖区;勘探线方向应垂直主要构造线或地貌单元以及岩土体工程地质类型;对重大而具有代表性的动力地质现象和断裂构造带地段,应布置适当钻孔;
- c. 黄土地区,应把查明黄土垂直分层和水平变化规律、湿陷性等作为勘探重点;
- d. 冻土地区,应把查明冻土结构类型和季节性冻土的上、下界面,主要不良冻融现象作为勘探的重点;

其他,如岩溶地区、滨海区、沙漠地区及其他分布有特殊岩土体的地区,都应依其工程地质特点和主要工程地质问题布置钻探工作。

此外,在布置的钻孔中,控制性钻孔数量一般应占总数的5%~10%。

3.1.4 钻孔深度确定的一般原则

- a. 平原区孔深一般为10~30米左右;根据工程地质条件并结合建设布局的需要可适当加深,如滨海平原区城市工程地质调查钻孔可加深至50m;
- b. 对于厚度小于20m的覆盖层和风化带,应钻进至新鲜基岩3~5m;
- c. 对于揭露构造破碎带的钻孔,应钻透破碎带至完整基岩3~5m;
- d. 对于外动力地质现象的活动体,应钻进至活动体下5米左右;
- e. 岩溶裸露区和浅埋区的钻孔,一般应钻入岩层内20~30m,控制性钻孔应酌情加深;
- f. 少量深部控制性钻孔,孔深一般控制在100米左右。

3.1.5 钻孔原状土样的采取

以了解每个工程地质单元中主要土体的物理力学特性指标为主;一般在钻孔中分层采取,对主要土层和有特殊意义的夹层每层至少一组样,厚度大而岩性又变化明显者,应酌情增加。

3.1.6 钻孔原位测试

应选择在各工程地质单元中具有代表性的钻孔与孔段进行,测试方法可根据测试对象的特点选取。常用钻孔原位测试方法的应用范围与作用是:

- a. 采用动力触探可测得砂土的孔隙比或相对密度,粉土、粘性土的状态,估算土的强度和变形参数,评定地基土和桩基的承载力等;标准贯入试验主要适用于砂土、粉土、一般粘性土,以及补判判定砂土、粉土的地震液化可能性;
- b. 静力触探适用于粘性土、粉土及中密、稍密的砂土层,也可用于含少量碎石的土层;可对地基土进行力学分层,测定各类土,特别是软弱土层(如淤泥、淤泥质土等)的容许承载力和压缩模量;在桩基工程勘察中,尤其适用于选择持力层和预估单桩承载力;

- c. 采用十字板剪切试验可测定饱和粘土层、淤泥等软弱粘土的不排水抗剪强度和土的灵敏度；
- d. 旁(横)压试验适合用于测定粘性土、砂土、粉土、软质岩石和风化岩石的承载力，横压变形模量及其应力应变关系等。

3.1.7 水文地质试验

在拟建的水工建筑区，尤其是水库工程的可能渗漏地段和坝址区，应在钻孔中进行自上而下的分段压(注)水试验，以了解岩石的透水性及裂隙性；在规划的建筑区，尤其是地下建筑和开采工程区，应选择其主要含水层进行少量的抽水试验工作。

3.2 场(厂)址地基钻探

3.2.1 选择场(厂)址钻探

3.2.1.1 选择场(厂)址钻探是工业及民用建筑、水利水电工程、机场、港口及国防工程等各类场(厂)址工程地质钻探的第一个阶段，其目的是为规划选点或场地可行性研究以及下一阶段——初勘阶段提供地质资料，对拟选场(厂)址在地质上的稳定性和适宜性做出评价；当已有资料不满足要求时布置钻探工作。

3.2.1.2 选择场(厂)址钻探的任务是了解建设地区的工程地质条件，即场(厂)址的地层岩性、构造、岩石的物理力学性质、不良地质现象及地下水等，为规划选点及可行性论证提供依据。由于各类场(厂)址工程的性质和类别不尽相同，其钻探工作的布置、钻孔深度、原状土样的采取、原位测试及水文地质试验与观测等应按照有关专业规程规范要求进行。

3.2.2 初勘工程钻探

3.2.2.1 初步勘查工程钻探是在场(厂)址经批准后进行。其目的是全面查明选定场(厂)址的工程地质条件，对场地上各建筑地段的稳定性和工程地质问题作出定量评价，并为确定建筑工程的形式、规模、主要建筑地基基础工程施工方案及对不良地质现象的防治工程提供足够的工程地质数据资料。其主要任务是：

- a. 初步查明场(厂)址地层岩性、构造、岩石的物理力学性质、水文地质条件及冻结层深度；
- b. 查明场地不良地质现象的成因类型、分布范围、对场地稳定性的影响程度及其发展趋势；
- c. 对设计地震裂度为七级及其以上的建筑物，应判定场地和地基的地震效应；
- d. 对水工建筑物场地区附近的天然建筑材料进行初查。

3.2.2.2 工程布置与钻孔深度：

初勘工程钻孔分为一般性钻孔和控制性钻孔两类。控制性钻孔，一般占钻孔总数的 $1/5\sim 1/3$ ，且每个地貌单元均应有关制性钻孔。钻孔深度根据工程类别和场地工程地质条件确定，一般不超过30m，以满足建筑物地基受压层深度的要求以及了解场地较深部的地层岩性及是否存在软弱地层或其他地质问题为准；同时，根据钻探中出现的具体情况可适当增减钻孔深度。

3.2.2.3 钻孔原状土样的采取、原位测试及水文地质试验：

- a. 工业和民用建筑钻孔原状土样的采取与原位测试的数量，一般应占总数的 $1/4\sim 1/2$ ，并在平面上适当均布；多数情况下，作原位测试的钻孔，同时应作为采取原状土样钻孔使用；同时，通常采用简单易行的原位测试方法，如标准贯入试验；对于复杂费时的原位测试项目，一般到详勘时再做。
- b. 取原状土样或原位测试的竖向间距，主要按地层特点和土的均匀程度确定，当地层稳定、土质较均匀时可放宽取样、测试间距，反之则应缩小间距，但各土层一般均需要采取试样或取得测试数据。
- c. 要初步查明对工程建设有影响的水文地质条件，应调查地下水的类型、含水层性质、补给排泄条件，实测地下水水位，初步确定其变化幅度，必要时应设地下水长期观测孔。
- d. 在拟建的水工建筑基岩区，除少数专门性钻孔外，均应进行分段压水试验；在平原河流或有深厚覆盖层的峡谷水工建筑区，对砂卵石层或其他主要含(透)水层的钻孔，应分层进行抽、注水试验。

3.2.3 详勘工程钻探

3.2.3.1 详细勘查工程地质钻探在初步设计后进行，目的是补充初勘工作中的不足之处，使每个建筑

物下的地基条件完全明确,以便为地基基础设计、地基处理与加固、不良地质现象的防治工程,提供设计数据和资料,即对具体建筑物地基或具体地质问题进行钻探,为施工图设计和施工提供工程地质资料。其主要任务是:

- a. 查明场地内的地层结构、岩土的物理力学性质,并对地基的稳定性、压缩性及容许承载力作出评价;
- b. 查明地下水类型、埋藏条件和侵蚀性,必要时还需查明地层的渗透性、水位变化幅度及其规律;
- c. 提供不良地质现象的整、防治工程所需资料和数据;
- d. 判定和查明地基岩土和地下水在建筑物施工和使用中可能产生的变化和影响及其防治所需的资料;
- e. 对水工建筑区附近的天然建筑材料进行详查。

3.2.3.2 根据工程性质及其类别确定钻孔深度,其中:

- a. 工业和民用建筑工程钻孔深度一般按地基计算类别确定,其中按容许承载力计算的地基,以控制地基主要受力层为原则;对除按容许承载力计算外尚需进行变形验算的地基,控制性钻孔应达到地基压缩(沉降)层的计算深度,场地有大面积地面堆载或有软弱下卧层时,应当适当加深。
- b. 水工建筑钻孔深度应根据地质条件,结合建筑物类型、建筑物高度或基础宽度等具体确定;河床钻孔,一般为1/2~2倍坝高或闸底板宽度,岩溶地区应适当加深;中低坝或闸基钻孔,一般为坝高或闸底板宽度的一倍左右;对建在覆盖层上的坝(闸)钻孔,通常应打入基岩适当深度;当软土层或透水层厚度较大时,应有部分控制深孔打到相对隔水层或相对硬土层;岸坡上的钻孔,应打到可利用的稳定岩体与相对隔水层或地下水位以下一定深度。

3.2.3.3 钻孔原状土样的采取与原位测试:

- a. 其数量应按地基土的复杂程度、建筑物类别及场地面积确定,工业和民用建筑钻孔一般应占钻孔总数的1/3~2/3,且每个场地和每个建筑物不得少于2~3个;
- b. 其竖向间距应按设计要求、地基土的均匀性和代表性确定,在地基主要受力层内一般为1~2m,其下间距可适当放宽;但在同一场地内每个主要土层的试样和原位测试数据一般各不得少于3~6个,对于厚度小于1m的夹层或透镜体,应视其对地基的影响程度确定是否采取原状土样及原位测试。

3.2.3.4 水文地质测试:

在初勘的基础上进一步查明场地的水文地质条件,进行必要的水文地质观测与试验,以查明地下水的类型、性质、埋藏条件、变化规律及有关的水文地质参数。例如为建筑物基础、地下建筑物设计提供渗透性系数和单位涌水量资料的钻孔进行抽水试验;为了解岩石的裂隙发育程度并为防渗漏设施的设计提供资料的钻孔进行压水试验;为测定上部土层的渗透性能而进行的钻孔注水试验;以及为掌握地下水动态而进行的钻孔长期观测等。

3.3 专门工程勘查钻探

3.3.1 类别与目的

专门工程勘查通常包括高层建筑基础工程、动力基础工程、取水工程、桥涵工程、线路工程、隧洞工程勘查等,此外,施工勘察也属此范畴。专门工程勘查工作通常在初详勘后进行或与详勘工作同步进行,其钻探目的是为满足专门工程进行设计施工的需要,解决与设计施工有关的工程地质问题,提供相应的工程地质资料。

3.3.2 高层(指八层以上需用电梯的)建筑基础工程钻探

3.3.2.1 箱形基础钻探

3.3.2.1.1 主要任务:

- a. 查明建筑物影响范围内地基上的分布、组成及均匀性,采取原状土样,进行钻孔原位测试,对土的强度和变形指标作出评价;
- b. 查明地下水的状况,提供设计施工所需的基坑开挖和人工降低地下水位的有关参数;

c. 查明建筑物附近有无影响工程稳定的不良地质现象及产生地震液化的地层及其埋藏分布状况,以便对整个建筑场地的长期稳定性和抗震稳定性以及对邻近建筑物的影响进行评价。

3.3.2.1.2 工作布置与钻孔深度:通常每幢单独高层建筑物的钻孔数不少于4个,钻孔最大间距不得超过35m,其中控制性钻孔不少于2个;深度一般为1.5~2倍箱形基础宽度(从基础底面算起)。

3.3.2.2 桩基工程钻探

当地的地基土层较软弱,其下不太深处又有较密实的持力层时,可采用钻孔灌注桩基础。

3.3.2.2.1 主要目的是选择桩尖的持力层,查明桩尖持力层的分布、厚度及其物理力学指标,确定单桩承载力,为桩基设计提供工程地质资料。

3.3.2.2.2 钻孔深度,根据桩的不同类型而定:

a. 对于单排端承桩,一般应钻至预计的桩尖持力层顶板以下2~3m;当预定深度内有软弱下卧层时,应予钻穿并钻到厚度不小于3m的密实土层;当持力层为基岩时,一般钻到基岩即可;

b. 对于单排摩擦桩,钻孔深度应超过预计桩长1~2m。

3.3.2.2.3 对桩基钻孔深度范围内的每一主要土层,均应采取原状土或进行原位测试。

3.3.3 动力机器基础勘查钻探

动力机器基础,除要求查明地基在静载下的稳定性、变形性质和承载力外,尚应查明地基在动载下的稳定性、变形性质和承载力等。

3.3.3.1 钻探工作一般与建筑物地基钻探一并进行,其目的是查明地基土层的构成,特别是人工填土、堆积土、软土及可能产生液化的砂土等;对振动反应敏感的土层的分布;采取原状土样及进行原位测试,以确定土层的物理力学性质及动力性质。

3.3.3.2 钻孔深度根据基础埋深及地质情况确定,一般按静荷载的压缩层计算深度或达基础底面下1.5~3倍基础短边长即可。

3.3.4 线路工程勘查钻探

主要包括工厂的铁道专用线、公路专用线、重型车辆试车道和架空索道,输电线路及给排水管道的地基钻探,是在工程地质测绘(一般比例尺不小于1:5000)不能满足设计要求时进行。

3.3.4.1 铁路和公路专用线、试车道地基钻孔一般沿线路中心线布置,对高路堤、深路堑、斜坡地段及其他特殊地质条件地段,应布置一定数量的钻探横剖面,每一横剖面不少于3个钻孔;钻孔深度应达基底持力层下或钻入基岩1~2m,但孔深一般不超过10m。

3.3.4.2 架空索道、输电线路地基钻探主要为查明每个支架处的工程地质条件,并提供防治不良地质现象的有关地质资料。一般按支架位置布置钻孔,在线路拐角、端点及地质条件复杂地段可布置一定数量的横剖面,钻孔深度一般不大于8m。

3.3.4.3 给排水管道及岸边取水工程(取水量在1m³/s以上)钻探:

a. 主要目的是查明沿线及取水工程地段的地质岩性、地下水位及不良地质现象、管道通过地段内土的最大冻结深度、明渠开挖地段内地层的渗透性及边坡的稳定性等;

b. 钻孔布置:钻孔一般沿线路中心线布置,在地貌单元交界处、高填深挖地段和跨越铁路、公路、河流、冲沟、陡坡的管道支墩或支架处以及管道转角处均应布置钻孔;当管道从河底通过时,应在两岸及河床中布置钻孔;取水构筑物地段应结合拟建水泵房及取水构筑物位置布置垂直河床轴线的勘探线,每条勘探线或水泵房范围内不得少于3个钻孔;

c. 给排水管道的钻孔深度一般应达管道或明渠底下3米,取水构筑物孔深一般应达河床最大冲刷深度以下5~7m或钻穿基岩的强风化带;水泵房孔深应超过地基压缩层的计算深度或可能产生的滑动面。

3.3.5 桥涵工程钻探

3.3.5.1 主要目的是查明桥涵基底、河床及两岸墩台、构筑物地段的地质结构、岩性特征,软土地基上墩台的稳定性和不良地质现象的类型、分布、规模及发育程度;以判明地基不均匀沉降及斜坡不稳引起

桥涵变形的可能性,提供地基土的物理力学性质及容许承载力;查明河床及两岸的水文地质条件,确定地层渗透性能,判明地下水及地表水对基础侵蚀性,基坑发生涌水、流砂的可能性;查明河流变迁及两岸的冲刷情况等。

3.3.5.2 工作布置及钻孔深度:

a. 长度小于 20 m 的小桥及涵洞,原则上每座桥、涵应有一个钻孔;涵洞及地质条件简单或地层单一的小桥也可只布置代表性钻孔;第四纪地层的钻孔深度一般不超过 20 m;

b. 长度大于 20 m、大于 100 m 的中、大型桥及大于 500 m 的特大型桥地基一般按桥墩及桥台布置钻孔,对桥头引线、构筑物地段亦应布置钻孔,原则上每个墩、台应有一个钻孔;当河床地层均一或第四纪地层较薄,基岩面平整时,每 1~2 个墩台布置一个钻孔;当墩台基底有两种以上土层,基底岩层坡度较大,墩台建在斜坡上或断层破碎带上或岩溶发育地段时,每个墩台应布置 2~5 个钻孔,钻孔一般布置在基础轮廓线范围内(查明岩溶的钻孔以防涌水者除外)。应根据地层情况和基础类型、尺寸、埋置深度及荷重大小确定钻孔深度,第四纪地层钻孔深度一般不超过 35 m,基岩钻孔应穿过微风化带至完整基岩层面以下 2~4m,可溶性岩层应钻至基岩面以下 10~15 m,如遇溶洞,应钻至溶洞底以下不少于 10 m。

3.3.5.3 根据需要对地层条件,采取原状土样、岩样、水样,以进行物理力学性质试验和水质分析;当确定渗漏系数有困难时,应做抽水试验。

3.3.6 隧道工程钻探

3.3.6.1 主要目的是查明隧道通过地段的地质岩性、构造及影响洞口和围岩稳定性的工程地质、水文地质条件。

3.3.6.2 工作布置:地质复杂的隧道洞身地段,钻孔数量一般不宜少于 2~3 个;长度大于 2 000 m 的隧道一般每 500~700 m 应钻一孔;钻孔应布置在隧道中心线外左右交错排列,必要时亦在中心线上布孔。

3.3.6.3 钻孔深度一般应达洞底以下 2~5 m,遇溶洞、暗河及其他不良地质现象时应予以加深。

3.3.6.4 钻探过程中应进行简易水文地质观测,探明含水层的位置、厚度;进行水质分析,判明对混凝土的侵蚀性;水文地质条件复杂的隧道,应进行抽水试验,必要时要进行钻孔水文地质动态观测。

3.4 环境工程地质钻探

3.4.1 滑坡钻探

通常是在有滑坡迹象或已发生滑坡的地区进行。钻探的目的主要是查明滑坡的类型、滑动层位置及要素,观测滑坡的稳定程度及深部的滑动动态,预测其发展趋势以及提出对滑体进行防滑整治的措施等。其勘探线、孔的布置应以能较准确的查明组成滑坡体的岩土种类、性质和成因,滑动面分布、位置和层数,滑动带的物质组成和厚度、滑动方向,滑带的起伏以及地下水的情况为原则。一般除沿主滑方向布置钻孔外,在其两侧及滑体外尚应有一定数量的钻孔。钻孔间距一般不大于 40 m,在滑床可能转折处应有钻孔控制。一般性钻孔深度应穿过最上一层滑动面,少量控制性钻孔应深入稳定地层。在预计设置地下排水和支挡抗滑设施的地段,应按相应设施的要求布置钻孔。在滑坡体、滑动面(带)和稳定地层中应采取适当数量的土试样,必要时应采取水样和进行抽水试验,以查明地下水的层数、埋深、厚度、水量、水质及其承压性质等。

3.4.2 地面沉降工程钻探

通常是在已经发生或可能产生地面沉降的地区进行,根据地面沉降状况的不同,进行长期观测及有关试验,如地下水动态、土层应力状态、地面变形动态及土层分层变形动态的长期观测以及人工回灌井等项测试与防治工作。钻探的目的是查明有关地面沉降的水文地质工程地质条件,施工观测井或回灌井,设置沉降标,进行治理试验与观测,预防与整治地面沉降的发生与发展。

为了控制地面沉降,观测地面沉降量,探索综合治理措施,必须在施工的钻孔中设置基岩标和分层标。基岩标的终孔深度必须嵌入基岩,并用水泥将标杆终端与基岩固结为一体,标杆延伸到孔口。钻孔

必须保持垂直,按地层需要下入一层或多层保护管。标杆装扶正器,以保其垂直。必要时,保护管内充油防腐。单层保护管外注水泥,以提高管柱强度。分层标终孔于主沉降覆盖层,保护管外填砂固结,用粘土止水,扶正器用圆形滚轮,标底呈爪状插入地层 0.3~0.5 m。

3.5 施工设计的编制与审批

3.5.1 施工设计编制的依据

各类工程勘查钻探施工设计的编制系按照项目地质设计或项目委托计划任务书的要求,根据生产、材料消耗、定员、设备、费用等定额资料为依据进行编制,编制的施工设计书或施工设计表,要采取新技术、新工艺、新方法,确定最优施工方案,确保工程质量和取得最佳的技术经济效益为目的。

3.5.2 施工设计书的主要内容:

- a. 施工项目的地理和交通位置,工程勘查类型、地形地貌、当地气候和生活条件;
- b. 地层情况:岩土层的划分和岩石可钻性,地层构造和水文地质条件,以及影响钻探施工的主要地质因素;
- c. 施工目的与要求:包括钻孔布置与工作量、工程质量指标、钻孔原位测试以及水文地质试验与观测等;
- d. 施工设备选择:包括钻机、钻塔(井架)、泥浆泵、动力机和抽压水设备、原位测试设备仪器等;
- e. 供水、供电设计:根据当地水源条件,选择供水方法和设备;采用电力驱动时,提出供电方法及要求;
- f. 钻进方法选择:主要是取芯取样工具、护孔方法与工艺的选择和使用,先进工艺方法的采用等;
- g. 施工期限与费用预算:根据工程项目要求,编制施工进度计划,确定开动钻机台数、施工组织形式、钻孔施工顺序和钻机生产调度安排及日期要求;并编制项目费用预算,进行技术经济指标测算等。

3.5.3 施工设计的审批:

- a. 根据地质项目管理权限上报审批,即局管(或下达任务的主管部门)地质项目的施工设计,由队自审后报上级审批;队管地质项目或承包工程项目的施工设计,由队审批后报上级备案;
- b. 必须执行没有设计和设备仪器不足、工程质量不能满足地质要求以及设计未经批准不准施工的四项原则,在施工过程中,如发现设计与实际情况不符时,应及时进行修订或补充,但重点工程地质项目的修订要报上级批准。

3.5.4 钻孔施工设计

施工前由钻探工程主管技术部门,按单孔或按承包工程项目编制出单孔设计或项目钻孔施工设计,提前发给机台,要坚持没有钻孔设计不准开钻的原则。设计的主要内容应包括钻孔地层理想柱状图、岩性、可钻性等级、钻孔结构和钻进工艺、工程质量指标、原位测试要求、取芯取样工具选择和操作要点、安全生产措施等,机台应根据钻孔施工设计认真进行施工准备与组织实施。

4 钻探设备的选择与安装

4.1 钻探设备的选择

4.1.1 工程地质钻探设备的选择,应根据工程地质勘查目的、设计要求、地层条件、施工方法、钻孔结构、经济合理性等因素进行选择与配套。

4.1.2 目前在工程地质钻探中,常用的国产钻机与配套设备的选用参照表 1 所列。

4.2 施工准备

4.2.1 钻孔位置勘查

4.2.1.1 确定钻孔位置时,应到现场踏勘。在确定的孔位处设桩,并了解具体位置的地形,周围建筑物,地下电缆、煤气、给排水管道,巷道,墓穴等地下设施及“三通一平”(路、水、电通,地基平)状况;特别要注意避开高压线或钻塔(架)起落范围内的障碍物。

4.2.1.2 根据农村、城市占用土地的有关规定,要同土地经营者或有关政府部门,办理必要的手续和证

件。

4.2.2 修筑道路与平地基

4.2.2.1 保证钻探施工所需机械设备和测试仪器,能直接运输到机台现场;根据地形条件和钻孔分布,在没有道路的地方要修筑简易公路及便道。

4.2.2.2 地基应修整平坦、稳固,具有足够的承载能力。在斜坡地段修建时,填方面积不得超过地基总面积的四分之一。在雨季或施工期较长时,应酌情进行打桩、夯实、砌墙等加固措施。

4.2.2.3 使用车装式钻机在松软地面上施工时,轮胎和桅杆支座部位,应予加固。

4.2.2.4 在坑下施工时,修建的钻室要稳固、平坦,并有水源坑及排水沟、存放钻具的洞室等。

4.2.3 供水和排水

4.2.3.1 根据当地水源条件和施工用水量,确定供水方法和选用设备,如水车供水、水泵直接供水、储水池供水、泵站供水等。

4.2.3.2 施工场地为防止水冲或积水引起塌滑变形,应在周围及钻孔处挖出排水沟,并考虑将雨水和回水及时导向远处所需的排水设施。

4.2.3.3 在城市和居民集中地区进行深孔泥浆钻进时,为保护周围环境不受污染,应采取废泥浆处理措施。

4.3 设备的安装与拆卸

4.3.1 工程地质勘探设备的安装,应根据使用设备说明书技术要求进行。枕木规格、数量及布置的结构,应按设备类型、钻孔深度、钻进工艺方法以及施工地面实际稳固情况确定。无论采用何种基座都必须保证稳固、周正、水平。

4.3.2 安装散装钻探设备时,钻机、水泵、动力机的机座与枕木或地梁要用螺栓连接牢固,各传动轮中心线必须对正,皮带的松紧要适度。钻机立轴(转盘)中心、天车中心(或天车前缘切点)与钻孔中心必须在同一中心线上。

4.3.3 安装车装钻机时,要用千斤顶将车支起,车体的前后轴或支座必须座落在坚硬地基或基枕木上,轮胎要离开地面,不承载、不转动。

4.3.4 电器设备、照明设施要放在干燥、清洁的地方,严防油水及杂物侵入,电气的各引出线绝缘要良好,电气设备的外壳应按技术要求接好地线保护。

4.3.5 安装与拆卸各类钻架应遵守下列规定:

a. 竖立或拆卸钻架必须在机长统一指挥下进行;

b. 各类钻架的安装,应按钻架结构说明书要求进行,钻架的构件不得任意打眼、调换、少装或改装;

c. 塔上作业人员,必须系好安全带;螺栓和拧卸工具等不得随意放在塔架上。拆卸钻架时要按程序进行,严禁从塔架上任意抛掷物件;

d. 安装或拆卸钻架时,不得在架子下面同时安装拆卸其它设备、逗留或做其他工作;

e. 无论是用机械或液压起落钻架,应首先检查好卷扬机制动装置或液压系统是否灵活可靠,钻架起落要平稳,严禁猛起猛落;

f. 钻架起立到位后,要锁好固定卡销,塔架的底脚应放在基枕木上(或地梁上),用螺栓加垫拧紧;

g. 根据各类钻架的要求控好绷绳,绷绳分布要对称,并与地面夹角不大于45度,用紧绳器牢固绷紧;钻架上各部拉手要安齐拉紧;

h. 钻塔(井架)整体搬运时,要在平坦地面上进行,如须在高压线下穿行,要有一定安全措施,并有专人指挥。

4.3.6 拆卸任何机械、电气设备时,严禁盲目拆卸和猛敲乱打,拆卸下来的零件、仪表、油管等应妥善保管,气孔油眼必须堵严。

表1 工程地质钻探常用的国产钻机型号参考表

型号规格	钻进深度	开孔直径	终孔直径	钻杆直径	配 套 辅 · 机			主机重量 t	探 矿 机械厂	主要适用范围	备注
	m	mm	mm	mm	柴油机 (HP)	电动机 kW	泥浆泵				
QJD10-1	10-15	56, 46, 36		24	3		手 摇 活 塞 泵 15/10	0.118	天津	用于填图、普查、找矿、钻取土层及岩层的取样钻孔	取样钻
SH-30-2					12	5.5		0.5		用于工业和民用建筑、公路、铁道、桥梁、坝址等工程地质勘查	拖车
G-1	30	142				7.5		1.0	无锡	用于工业、民用建筑、铁道、交通等工程地质勘查	车装 拖车
G-1A			110	42	8.5						
G-2	15, 30,	150, 130, 110			25	18.5	BW-	1.12		用于工业、民用建筑、公路、铁道、桥梁、坝址等工程地质勘查	车装 拖车
G-2A	50				15	11	120				
GJD-2	15, 30,	150, 130, 110	110	42	15			1.3	北京	适用于铁道、公路、桥基、坝址、工业和民用建筑等工程勘查,也可用于物探爆破钻孔	拖车 车装
GJDC-2	50						BW-				
QP-50	50	130		42	6			0.37	长沙	用于工业和民用建筑以及公路、铁道、桥梁、坝址、国防建设等工程地质勘查工作	轻便式
QJD-50	50, 60, 75	56, 46, 36		33.5	5		BW-30	0.062	天津	用于岩心钻探及工程地质钻探,能采取土样及岩样	
QD-1	100	150	56	42	12	7.5	BW-120	0.465	衡阳	用于地质普查、工程地质基础勘探、物探爆破孔、水坝固坡基础勘查及简易水井钻凿	
DPP-100-1	100	150	110	50	90		BWT-4500	6.8	北京探矿	用于普查勘探、物探及工程地质勘探钻孔	车装
XY-1		110	75		15		60/15	0.5	机械厂	用于普查勘探、道路及建筑工程等	
G-3	120	150	110		50	37	BW-120		无锡探矿机械厂	用于工业、民用建筑、公路、铁道、桥梁、坝址等工程地质勘查	车装
XU300-2A	300			42					重庆探矿机械厂	用于地质勘探取心钻进,也可用于工程地质勘探、爆破孔和通风孔的钻探工程	
SGZ-I	150	110	75		22			0.9			
SGZ-II	300				18	10			杭州水电钻探机械厂	用于水电工程地质勘察及基础处理灌浆孔,也适用于其他浅孔地质勘探	滑撬式
SGZ-N	300~400	150	91	50~42	25	17					

5 钻探方法与钻进工艺

5.1 开孔前的准备

5.1.1 开孔前应对钻探设备安装质量、水、电、交通、场地、安全防护设施等方面做好全面检查验收，必须达到施工设计和安全技术要求。

5.1.2 施工所用的工具材料，如钻具、钻头、套管、油料、粘土、冲洗液、拧卸工具、取芯取样工具、测试工具、岩芯箱等数量要足够，品种配备要齐全。

5.1.3 根据钻孔设计书和表层情况，确定是否下入孔口管，如若下入孔口管，孔口管靴应下到稳定地层部位，其管外环形空间应进行封闭处理，以稳固孔口管和防止管外水流串通。

5.1.4 现场各类物资，必须摆放整齐，保持现场文明、卫生、整洁。

5.2 冲击钻进

5.2.1 人力冲击和机械冲击方法，适用于杂填土、粘性土层、粘土夹砾石、砂层、砂砾石层及卵石等地层钻进，施工时可根据使用的设备实际合理选用。

5.2.2 采用人力冲击钻进应遵守下列规定

5.2.2.1 洛阳铲钻探的一般规定：

a. 适用于黄土地层，对不含碎石的粘性土地层，在地下水水位以上又不取原状土样的浅孔（一般不超过 20 m），可使用洛阳铲钻探。

b. 洛阳铲类型的选择，可根据钻探设计深度和地层的湿度，分别选用弧形铲、圆十字形铲、圆形铲、掌形铲等。

c. 使用洛阳铲钻探时，必须安装牢固，孔深时可在铲柄上端系一麻绳，绳的另一端应系在距孔口约 2 m 处的木桩上，以防绳子掉入孔内。

d. 每次冲进深度要适量，一般不超过 100~200 mm 为宜。为保证钻头垂直圆滑，必须一铲一铲地旋转换位冲击钻进。为随时掌握钻进深度和地层情况，可在铲柄和绳子上作好尺度标记。

e. 每铲提升高度，应根据地层和是否能提拔上来而定，一般提升高度为 0.3 m 左右，随着孔深的增加应酌情增加。

f. 提升铲头时，应将绳子拉正，以免与孔壁碰撞，造成土样从铲头上脱落。每铲进 2~3 m，应复查与校对量尺。

5.2.2.2 人力抽筒冲击钻进应遵守下列规定：

a. 人力抽筒冲击钻进一般适用于砂性土层，砂层及砂砾石地层；此法钻进劳动强度较大，一般用于 10~20 m 浅孔钻进；

b. 人力抽筒冲击钻进的钻具由抽筒、冲击钻杆及钢丝绳接头等组成，采用人拉钢丝绳或通过平衡杆进行冲击；

c. 开孔时应扶正钻具，冲程不宜过高，保证钻孔垂直；

d. 钻进时应随时注意孔内钻具丝扣是否拧紧，随时掌握抽筒活门开关是否灵活可靠；每次冲进不宜过多，一般 200~300 mm 为宜；

e. 每次提钻要检查钢丝绳测深标记，标记要与孔深相符；

f. 钻进中遇到坍塌涌砂现象，可根据实际情况，分别采用水压、泥浆、跟管等措施护孔钻进。

5.2.3 采用机械冲击钻进应遵守下列规定

5.2.3.1 根据钻孔施工设计要求和地层实际情况，合理选用和配备冲击钻具和取样工具；并计算钻具重量，做到丈量准确、记录清楚。

5.2.3.2 开孔钻进时应扶正冲击钻具，严格控制冲程高度，采用低冲程钻进，防止孔口偏斜。当孔内钢丝绳或冲击钻具摆动厉害时应停止冲击，等钢丝绳和钻具稳定后方可继续钻进。

5.2.3.3 钻进时应根据不同地层，正确选择钻进方法：

- a. 粘性土层及粒径较小的砂砾石、卵石层,可选用各类肋骨式抽筒钻进;
- b. 粒径较大的卵石层和胶结砂砾石,宜采用各种类型的冲击钻头钻进,经钻头冲碎后再用抽筒捞砂;
- c. 对松软土层,如砂性土、杂填土、粘土夹砾石等地层,宜采用侧开口无活门抽筒干式锤击法冲击钻进。

5.2.3.4 采用冲击钻头钻进和抽筒冲击钻进,其钻进技术参数,可参考《水文地质钻探规程》选定。

5.2.3.5 钻进时钻具连结部位和钢丝绳卡必须连结牢固,钻具和钢丝绳连结处应有转动灵活的接头;如发现连接部位有松动现象时必须拧紧,必要时可采取拴保护绳或焊连结板等防护措施。

5.2.3.6 施工过程中应随时检查钻头的外刃、抽筒的活门、肋骨片有无磨损,如有磨损,必须及时修复。

5.2.3.7 采用水压或泥浆护孔钻进时,应随时注意向孔内注满清水或泥浆,保持孔内液柱以平衡地层压力,严禁将钻具静放在孔底。

5.2.3.8 钻进中应控制回次进尺,一般每钻进 0.5~1.0 m 提钻一次;采用抽筒钻进时,回次进尺长度不宜超过抽筒长度的一半,防止进尺过多,砂石从抽筒中溢出,造成钻具挤夹事故;采用冲击钻头钻进时,回次进尺不得超过钻头本体长度。

5.2.3.9 遇有粒径较大的卵石地层,采用冲击钻头或抽筒钻进困难时,可采用爆破方法,将大块卵石炸碎后继续钻进,但必须在专业操作人员指导下进行。炸药雷管必须严加管理。

5.2.3.10 采用跟套管钻进时,抽筒应与套管基本保持同步深度,抽筒最深不得超过套管底靴 0.5 m。跟打套管时应边冲打边转动套管,以保证下入的套管呈松动状态,以利于起拔。

5.2.3.11 提钻发现遇阻时,可适当采用反冲击方法排阻;当取原状土样时,严禁采用反冲方法,以免造成土样脱落。

5.2.3.12 钻进时应随时注意钢丝绳测深标记,必须保证测深标记与钻孔深度准确无误。

5.2.3.13 提钻后应将钻具放倒或拴靠在钻架上,严禁把钻具悬空放置,以免倒落发生事故。

5.3 回转钻进

5.3.1 人力回转钻进,一般采用螺旋钻和勺钻,适用于浅孔的粘性土层和砂质粘土层钻进与采取扰动土样。采用螺旋钻和勺钻应遵守下列规定:

- a. 钻头的定尺长度一般以不超过 1.0 m 为宜,钻头与钻杆通过接头丝扣连接,丝扣部位要涂油上紧,丝扣过松或过紧均不宜使用;
- b. 钻头切削刃,必须有足够的强度,并经淬火处理;
- c. 开孔钻进时,钻头必须垂直于地面方能旋进;钻具向孔内放置时,不得骤然投下;
- d. 钻进时,一人扶好钻具,另一人握住回转把手向下旋进。软质土层,一般靠钻具自重回转把手旋进;遇有硬土层压动回转把手加压钻进;
- e. 螺旋钻和勺钻每回次进尺不宜过多,一般不超过 300~500 mm 为宜,以免造成提钻困难;
- f. 钻进时不得反转钻具,提钻倒土时,不得用锤敲击钻头切削刃角;提钻悬空清土时,必须将钻具刹住,以防钻具滑落。

5.3.2 机械回转钻进,适用于第四纪覆盖层和基岩地层钻进,是目前工程地质钻探常用的钻进方法。根据岩石可钻性、研磨性、完整程度、工程要求以及技术经济合理性,可分别采用不同钻进方法与工艺。

5.3.2.1 硬质合金钻进:

5.3.2.1.1 硬质合金钻进适用于 1~6 级地层及部分 7~8 级研磨性弱的岩石中钻进,钻头的类型,应根据岩层物理机械性质和经济技术合理性等因素确定。加工要求应符合《地质钻探钻头图谱》中标准图纸的规定。

5.3.2.1.2 硬质合金钻进技术参数的选择,应根据岩石性质、钻头结构、设备能力、孔壁稳定情况、保证质量要求等因素选择:

- a. 钻头压力,钻进时施加在钻头上的压力大小,应考虑岩性、转速高低、钻头进尺、寿命长短、钻进

是否安全等因素确定。

钻头压力一般以施加在钻头上每块硬质合金的轴心压力来表示,其数值可参考表 2。

表 2 硬质合金钻压参数表

岩石性质及级别	硬质合金型式	压力,(牛/粒)
软的、塑性的 1~2 级	片状	500~600
中硬的、均质的 4~6 级	方柱状	700~1 200
硬的、致密的 7~8 级	八角柱状	900~1 600
硬的、耐研磨的 7~8 级	针状胎块	1 500~2 000

b. 钻头转速:转速应根据岩层性质和钻压大小选择。钻进软岩层应以轻压、快转为宜、钻进较硬的、非均质的、多裂隙、研磨性强的岩层以低、中转速为宜。转速以回转线速度表示,一般为 0.5~1.2 m/s,其转速参数值可参考表 3。

c. 冲洗液量:冲洗液量大小,应根据岩性、钻进方法、孔径、孔壁圆整情况、设备条件等因素确定。

冲洗液量以上返速度计算,常规口径,清水以 0.25 m/s 左右为宜,泥浆以 0.2 m/s 左右为宜,钻进不同孔径所需冲洗液量可参考表 4。

5.3.2.1.3 硬质合金钻进应遵守下列规定:

a. 必须经常保持孔内清洁,当有硬质合金掉落在孔内影响钻进或钢粒钻进换合金钻进时,均应设法将硬质合金和钢粒捞出;

b. 正常钻进中,应保持钻压均匀,不宜无故提动钻具;加、减压时,应连续缓慢进行,不得突然间猛加、猛减压力;

c. 孔内有残留岩芯时,应采用轻压、慢转、小水量钻进,待岩芯套入岩芯管后,再采用正常压力、转速、水量钻进;在压力不足的情况下钻进硬岩时,不得采用单纯加快转速的作法,以免造成硬质合金过早磨损或崩坏;

表 3 硬质合金钻进转速参数表

转速, r/min	钻头直径, mm				线速度 m/s
	150	130	110	91	
岩石性质					
均质的、研磨性弱	150	175	200	250	1.13
中等研磨性	100	120	140	170	0.8
研磨性强、裂隙多	65	75	90	100	0.5

表 4 硬质合金钻进冲洗液量参数表

冲洗液量, L/min	钻头直径, mm		
	91	110	130~150
岩石性质			
研磨性弱的地层	60~65	85~100	100~125
中等研磨性地层	75~85	100~135	130~150
研磨性强地层	85~100	100~150	150~180
裂隙地层	60~65	80~125	100~150

d. 硬质合金钻头应采取分组轮换修磨使用,以保持孔径一致;分组使用的顺序,先使用外径大内径小的,后使用外径小内径大的;

e. 新钻头下到孔内时,不得一气到底,应在钻头距孔底 0.3~0.5 m 时,采用轻压慢转扫到孔底,以免造成挤夹事故;

f. 正常钻进时,应精心操作,注意观察、掌握和判断孔内工作情况,发现蹩水、泵量变小、岩芯堵塞等情况,应及时采取措施处理;

g. 松软塑性地层,应采用肋骨钻头钻进,钻进一段后应进行扫孔,以防出现螺旋井壁或缩径现象;

h. 采取岩芯前,应先冲洗钻孔,要选用合适的卡料或卡簧,不得使用钢粒作卡料;投下卡料后,宜适当冲孔,待钻头卡住岩芯再开车扭断,不得开快车猛碰猛提钻具;

i. 拧卸钻头时,严防钳牙咬伤硬质合金、合金胎块或夹扇钻头;严禁用大锤敲击钻头。

5.3.2.2 金刚石钻进:

5.3.2.2.1 金刚石钻进适用于 4~12 级岩石。

5.3.2.2.2 钻具和钻头:

a. 金刚石钻探用的无缝钢管应符合 GB 3423 的规定;钻杆、岩芯管、套管的连接螺纹应符合 DZ 1.1 的规定;在工程地质勘查钻探中,目前常采用直径 91 mm、75mm、59mm 三种金刚石钻头;钻杆采用直径 54mm、63.5mm 两种,其标准长度为 3 或 4.5 米。

b. 金刚石的品级,金刚石钻头与扩孔器的规格、性能必须符合 DZ 2.1 和 DZ 2.2 的规定要求。

c. 金刚石钻头和扩孔器的选择,应根据岩石的可钻性、研磨性和完整程度进行选定,详见表 5。

5.3.2.2.3 钻进技术参数

a. 钻压:应根据岩石的可钻性、研磨性、完整程度、钻头底唇面积、金刚石粒度、品级和数量等选择钻压,钻压范围见表 6。

b. 转速:应根据岩石的可钻性、研磨性、完整程度及钻头直径选定。表镶金刚石钻头的线速度范围为 1.0~2.0 m/s;孕镶金刚石钻头的线速度范围为 1.5~3.0 m/s。孕镶钻头不宜在过低转速下钻进。当钻进高研磨性、粗颗粒、破碎的地层以及钻孔弯曲、超径时,应适当降低转速,不同直径金刚石钻头转速见表 7。

c. 冲洗液量:应根据岩石的可钻性、研磨性、完整程度、钻进速度和钻头直径等情况选定。不同直径金刚石钻进冲洗液量可参照表 8 选用。

5.3.2.2.4 改善钻具稳定性的措施:

a. 使用直的机上钻杆,轻便水龙头和轻型高压胶管;

b. 钻具、钻杆弯曲度不得超过规定要求,连接后的同心度要好;

c. 钻压与转速要适当,不得盲目提高钻压或转速;

d. 使用润滑冲洗液;

e. 选择合理的钻杆级配,见表 9。

表 5 金刚石钻头和扩孔器选择表

岩石可钻性等级		4~6			7~9			10~12		
研 磨 性		弱	中	强	弱	中	强	弱	中	强
人造聚晶表镶钻头		*	*	*						
天然 金刚石 表镶 钻头	胎体硬度 HRc	40~45	*	*	*	*	*	*		
		>45			*	*	*	*	*	*
	粒 度 (粒/克拉)	15~25	*	*						
		25~40		*	*	*	*			
		40~60				*	*	*		
	60~100						*	*	*	
天然或人造孕镶 金刚石 钻头	胎体硬度 HRc	20~30	*			*			*	*
		30~35		*	*	*	*			
		35~40		*	*	*	*			
		40~45			*		*	*		
		>45								*
	粒 度 (目)	20~40	*	*	*	*	*			
		40~60		*	*	*	*	*		
		60~80				*	*	*		*
		80~100					*	*	*	*
扩孔器	表 镶	*	*	*	*	*				
	孕 镶		*	*	*	*	*	*	*	*

表 6 金刚石钻进推荐钻压表

钻头, kN	钻头直径, mm			
		59	75	91
钻头种类				
表 镶		4~7.5	6~11	8~15
孕 镶		4.5~8.5	8~12	9~15

表7 金刚石钻进推荐转速表

转速, r/min	钻头直径, mm	59	75	91
		钻头种类		
	表 镶	300~650	200~500	170~450
	孕 镶	500~1 000	400~800	350~700

表8 金刚石钻进推荐冲流量表

钻头直径, mm	59	75	91
冲洗液量, L/min	35~55	46~70	50~80

表9 金刚石钻杆级配表

钻杆直径, mm	59	75	91
钻杆外径, mm	54	63.5	

5.3.2.2.5 预防烧钻的措施:

- 保证钻具水路畅通;钻杆丝扣要涂丝扣油,以防漏水和保护丝扣;
- 泵压表、流量表性能要良好,运转中要有专人负责监测或接通报警装置;
- 钻头水口要及时修磨,水口高度一般不得小于3 mm;
- 每次下钻前均要检查钻头卡簧、钻头与扩孔器的外径等是否符合规定要求,是否有堵死钻孔间隙的可能;每次下钻,不得将钻具直接下到孔底,在接上机上钻杆后开泵送水,然后慢慢下到孔底;
- 五级以内岩层不得采用孕镶金刚石钻头钻进;在软硬互层或遇软弱夹层时,应适当增大泵量钻进;不宜采用三通阀调节泵量,应用变量容积泵;
- 严禁用金刚石钻头进行干钻。

5.3.2.2.6 取芯和防止岩芯堵塞的措施:

- 应采用加工精良的单动双管钻具;在节理发育、倾角小的岩层中钻进,可采用内管镀铬和喷涂塑料等措施;
- 一般使用卡簧卡取岩芯,取芯时,必须停止回转,将钻具提高孔底拉断岩芯;
- 钻进时不得随意提动钻具,倒杆时要适当调小泵压,以防钻具浮起而造成岩芯堵塞或折断;禁止不停钻倒杆;
- 要采净岩芯,以防下钻时损伤钻头;如残留岩芯超过0.2 m时,应用岩芯捞取器专程捞取,严禁用金刚石钻头套扫。

5.3.2.2.7 使用双管应遵守的规定:

- 应用多触点钳或摩擦式钳,并注意钳牙不得触及钻头或扩孔器的胎体部位;
- 退出岩芯时要用橡胶锤、木锤敲打内管,不得用铁锤直接敲打内外管;最好采用水压退芯法;
- 移动双管时不得猛力拖拉或锤击;存放时要摆平,不得重压。

5.3.2.2.8 金刚石钻头的管理:

- 要根据岩层的特性等来选用钻头的品种、规格和性能,为此每个工地要有足够备用量,机台也必需有一定的备用量;

b. 应有专人负责钻头和扩孔器的管理,编组排队使用,并监督检查使用情况,建立回收钻头使用卡片;

c. 机台必须配备游标卡尺及存放钻头与扩孔器的专用木箱;

d. 建立领退卡片,实行交旧领新制度,对因事故或非正常损坏者,应有事故报告单。

5.4 振动锤钻进

5.4.1 振动锤钻进适用于砂、砂粘土、粘性土及卵砾石和小碎石等地层,可钻深度 60~70 m。

5.4.2 振动锤振动频率要适宜,一般为 1 200~2 500 次/min 为宜。振动锤工作时,最大振动力应比钻具重量大 20~30%。振动锤有调节振动力大小的可调装置,随孔深增加、钻具重量加大,可适当调节振动力大小。

5.4.3 振动锤钻进一般采用无阀管钻,根据工程口径要求,其岩芯管可用直径为 89~168 mm 无缝钢管制成,长度 1.5~2.5 m,管的轴向侧面开有 1~2 个窗口,长度一般为 500~700 毫米,总宽度为岩芯管本体直径的 0.3~0.6 倍,粘性差的土层,窗口宽度小些,反之窗口宽度大些。管靴上部通过丝扣与岩芯管连接,下部有刃口,刃口锥度角为 10~20°(度)并经淬火处理,管靴外径应比岩芯管外径大 2~4mm,内径则应小 2~4 毫米。

5.4.4 安装与使用振动锤应按产品说明书要求进行。

5.4.5 采用振动锤钻进应遵守下列规定:

a. 振动锤钻进,宜在孔深 1.0 m 以下开始使用;

b. 将钻具与振动锤接好后,提升起来保持垂直,使天车、振动锤、钻孔中心保持在一条垂线上;

c. 起动振动锤后,应徐徐放松钢丝绳,少松勤放,不得一次放绳太多,导致振动锤倾斜。为防止锤倾斜,应设有导正钢丝绳或导正架装置;

d. 钻进中应根据进尺快慢和振动锤工作稳定情况,可适当调节上下冲头的间距,以保持钻进最佳效果;

e. 振动锤与钻具连接丝扣必须拧紧,不得有松动现象;

f. 使用电动驱动的振动锤时,应经常检查电源线头连接情况,不得有破头漏电和接触不良现象;不得反向运转;

g. 振动锤钻进遇有孔内阻力,应采取边振动边提拉的办法,严禁强力提拉;

5.5 复杂地层与特殊条件下钻进

5.5.1 砂层钻进

5.5.1.1 砂层的特点是结构松散,孔壁不稳定,经常发生坍塌等现象。

5.5.1.2 砂层钻进应遵守下列规定:

a. 应配备双套或多套钻具,钻进中要分秒必争,快速通过,尽力减少各道环节等待时间;

b. 使用泥浆护孔时,应根据砂层的透水性、流动性、颗粒大小、厚度及埋深等情况,选用不同性能的优质泥浆,一般泥浆粘度控制在 22~28 s,失水量 10~15 mL/30 min 以下,比重 1.15~1.2,提钻时应随时向孔内回灌泥浆;

c. 采用跟套管钻进时,套管直径应比粗径钻具直径大 1~2 级;钻具下至孔底后,应采用边回转、边送水、边提动钻具、边跟套管的操作方法;套管外环间隙,必须进行妥善封堵,以防砂子堵塞套管;

d. 采用冲击法跟套管钻进时,钻具长度一般为 2.5~3.5 m,冲程为 0.2~0.4 m,回次进尺一般为 0.5 m 为宜;粗径钻具冲进深度不宜超过套管靴以下 0.5 m;

e. 砂层取芯钻进时,一般应采用双层岩芯管外肋骨钻头钻进,双层岩芯管内外管径应相差 1~2 级,双层管长度为 2~3m,内管比外管长出 40~60 mm 为宜;

f. 砂层钻进技术参数要掌握适宜,一般应采用快钻、勤提,泥浆或投粘土球护孔等技术措施;要适当控制回次进尺速度和钻具提升速度。

5.5.2 砂卵石、漂石地层钻进

5.5.2.1 一般采用钢粒钻进或钢粒与硬质合金混合钻进方法；粒径较大时，根据实际条件，可采用冲击、爆破、反循环、潜孔锤等钻进方法。

5.5.2.2 为保证取芯要求，宜采用特制钢丝钻头、冲抓钻头、双管、孔底喷反钻具等方法取芯。

5.5.2.3 钻进参数一般采用中压力或大压力、低转速、中泵量、投砂量适当增多以及少提动钻具的操作方法。

5.5.2.4 为保证安全钻进，应采用优质泥浆护壁，一般泥浆粘度 22~30 s，失水量 10~15 mL/30 min 以下。

5.5.3 破碎带地层钻进

5.5.3.1 在松软、脆碎、胶结性差、怕冲刷、易溶蚀岩层钻进应遵守下列规定：

a. 应采用双层岩芯管或无泵钻进，钻头出刃要大些，一般为 1.5~2.0 mm，钻压、转速、冲洗液量要适当减少，回次进尺以 0.5 m 为宜；

b. 采用无泵钻进，孔底要保持清洁，操作时要经常提动钻具，软地层提动高度为 80~100 毫米，硬地层提动高度为 50~80 mm；钻压不宜过大，软地层为 1.5~2 kN，硬地层为 2~4 kN；转速一般为 100~150 r/min；

c. 使用泥浆粘度不宜过高，控制在 18~20 s，失水量控制在 10~15 mL/30 min 以下。

5.5.3.2 硬、脆、碎岩层钻进应遵守下列规定：

a. 应采用双层岩芯管或喷射式孔底反循环钻具钻进；

b. 采用双层岩芯管钻进，岩芯管长约 2 m，钻头水口要小，钻压一般为 6~8 kN，转速为 140~180 r/min，冲洗液量要适宜，不宜提动钻具，回次进尺以 0.5~1.0 m 为宜；

c. 采用喷射式孔底反循环钻进时，回次终了应停钻冲孔，孔底清洁后停泵，等沉淀 3~5 min 自行沉淀卡取岩芯，孔底沉淀岩粉不得超过 0.3 m，回次进尺一般为 0.5~0.8 m，提升钻具时应小芯轻放；

采用喷反钻具钢粒钻进时，钻压为 3~3.5 MPa，转速为 120~180 r/min，泵量为 40~80 L/min，一次投砂量为 0.5~2 kg；

采用喷反钻具硬质合金钻进时，钻压为 700~800 N/粒，转速为 100~150r/min，泵量为 60~100 L/min；

d. 采用喷反钻具钻进时，水泵运转必须保持良好，中途不得停泵，否则易造成岩粉沉淀自卡岩芯或堵塞循环通路；

e. 使用泥浆钻进时，泥浆粘度不宜过高，一般应控制在 10~20 s 为宜；失水量控制在 10~15 mL/30 min 以下。

5.5.4 膨胀性地层钻进

5.5.4.1 钻进膨胀性地层，应采用失水量小、造壁性能好的优质泥浆钻进。

5.5.4.2 为减轻钻进阻力，应采用肋骨合金钻头钻进，并注意回次扫孔。

5.5.4.3 为保证取芯质量，应选用双层单动岩芯管取芯钻进。

5.5.5 岩溶地层钻进

5.5.5.1 在岩溶较为发育地区钻探时，应根据钻孔施工设计书提供的资料，当钻至距溶洞顶板 2~3 m 时，应采用减压、减速钻进，操作人员要精心操作，随时注意岩溶地层的予兆（如钻具放空）。

5.5.5.2 当钻穿溶洞顶板时，应立即停钻，用钻具试探溶洞底板深度，粗径钻具长度不够时应加长岩芯管试探，取放管不得进入溶洞里面，试探中应详细记录溶洞顶底板深度，有无充填物及其性质等资料。

5.5.5.3 溶洞如有充填物，应采用双层岩芯管或无泵钻进捞取充填物。

5.5.5.4 为防止钻孔倾斜或其他事故，当钻穿溶洞后，应根据溶洞深度情况，采用下入适当直径的导向管或加长的粗径钻具钻进，采用轻压慢转至溶洞底板以下 2~3 m，取出完整岩芯后，下入套管隔离溶洞。导向管或加长岩芯管的长度应比溶洞的高度大 2~3 倍。如再次遇有溶洞，可采用起管扩孔再下套管的办法，不宜轻易采用换径下小一级套管的作法。

- 5.5.5.5 为防止钻穿溶洞顶板时岩芯脱落,应采用卡簧或爪簧取芯钻具卡取岩芯。
- 5.5.5.6 为防止事故,倒杆时应吊住钻具、减慢提下钻速度,并注意钻具遇阻情况。
- 5.5.5.7 岩溶地层钻进,钻进技术参数要适宜,一般宜用轻压、慢转的参数钻进。
- 5.5.6 滑坡地段钻进
- 5.5.6.1 在滑坡体上进行钻探施工,应先从坡顶布打钻孔,要设专人负责监视滑动位移情况,雨季更要注意观察,发现异常应及时采取安全措施,以确保人身和设备安全。
- 5.5.6.2 根据施工地层情况、滑动体稳定程度、滑动面位置及坡底岩性等情况,确定下套管方法以及深度。
- 5.5.6.3 滑坡地段钻进应遵守下列规定:
- 滑坡地段钻进,一般应采用双层单动岩芯管或无泵钻进。每回次钻进不超过0.3~0.5 m为宜,钻压要小,转速要低;
 - 为查明滑动面进行钻探,遇有严重漏水时,选用空气钻进法;
 - 钻进中应随时检查钻孔是否有偏斜、错开,钻具偏磨、提下钻遇阻等迹象,若发现有异常现象,应立即提钻检查;
 - 钻进中应及时取样鉴定,并做好水文地质观测和记录。
- 5.5.7 冻结地层钻进
- 冻结地层钻进应遵守下列规定:
- 为防止冻土岩芯因钻头回转摩擦生热熔融,钻孔直径不宜小于130 mm;
 - 钻进第四纪松散地层时,宜采用无泵干钻法;钻进中如发现孔底温度有明显升高时,可采用双层岩芯管冲洗液钻进;
 - 回转钻进时间不宜过长,回次进尺不宜过多,转速宜采用中速或低速;
 - 采用硬质合金钻进时,应选用斜角或菱形薄片合金、斜镶磨角锋利钻头,不宜采用磨钝的钻头;
 - 孔内有残留岩芯时,应及时设法清除,以防止钻进时岩芯摩擦生热破坏原冻结结构;
 - 使用冲洗液钻进时,在冲洗液中应加入适当的食盐,含盐的溶液浓度应根据不同的冰点而定,−4℃~8℃时为4.7%~14%;
 - 当遇有地下水或地表水浸入时,应及时下套管进行止水;
 - 若遇停钻时间较长时,应将钻具提出孔内后,将孔口加盖,保持孔温;
 - 下钻前应检查钻具是否带有微温,如有时,应将钻具冷却后方可下钻;
 - 在卵石、碎石和基岩地层钻进中,如难以确定冻结层位时,应在终孔三天后测定孔温;
 - 钻进中应详细记录冻土层上限的深度和岩芯中的冰层或冰屑,并注明钻到上限的时间;
 - 冻土岩芯如需进行热物理和冻土力学试验时,应将取出的岩芯放在保温瓶或冷藏箱中,并尽快送交实验室试验,以防融化。
- 5.6 冲洗液
- 5.6.1 冲洗液应按下列条件选择
- 5.6.1.1 应根据地层性质、工程要求、钻孔类型、钻进方法、设备条件正确选择泥浆类型、确定合适的冲洗液性能。
- 5.6.1.2 钻进致密、稳定地层,应选用清水作冲洗液;压水试验孔段钻进,宜采用清水或渗透恢复率大的泥浆作冲洗液。
- 5.6.1.3 钻进松散、掉块、裂隙或遇水膨胀等地层,宜采用聚合物低固相或无固相冲洗液。
- 5.6.1.4 可溶性盐类地层,宜采用饱和盐水泥浆作冲洗液。
- 5.6.1.5 金刚石钻进,宜选用低固相或无固相泥浆、乳化泥浆冲洗液。
- 5.6.1.6 各类地层所用冲洗液性能可参考表10。

表 10 各类地层所用冲洗液性能表

地层性质	密度 (kg/L)	粘度 (s)	失水量 (mL/30 min)	含砂量 (%)
一般地层	1.02~1.08	18~20	15 以下	3 以下
吸水膨胀地层			8 以下	
坍塌、掉块地层	1.10 以上	18~22	10 以下	
裂隙地层	1.02~1.08		12 以下	
涌水地层	1.1 以上	22~28		

5.6.2 泥浆的配制应遵守下列规定：

- 泥浆一般由粘土、水及化学处理剂配制而成。原料质量、配合比例和制作工艺必须按规定执行，以确保泥浆质量；
- 一般应采用优质粘土粉作造浆基本材料，其造浆率应在 $12 \text{ m}^3/\text{t}$ 以上，基浆失水量在 $20 \text{ mL}/30 \text{ min}$ 以下，优先选用钠土，不得采用不符合要求的粘土造浆；
- 制浆用粘土应先水化，制浆应用淡水，不得使用具有腐蚀性或受污染的水；
- 为制造出钻进工艺所要求的各种性能泥浆，在原浆中可加入适量的化学处理剂，对优质钙土造浆时可加入土量 $5\sim 6\%$ 的纯碱；钠土制浆一般不需加碱；
- 需要提高泥浆比重时，在泥浆中可适量放入重晶石粉、石灰石粉。

5.6.3 泥浆管理应遵守下列规定：

- 机台应配有漏斗粘度计、密度计、含砂量杯、失水仪和 pH 试纸等简易测试用具；
- 各班应设有专人负责检测泥浆性能，并认真做好记录；
- 机台必须设置简易实用的泥浆循环系统，并有专人及时清除循环系统的沉砂；深孔可配备除砂器、振动筛等净化设备；
- 根据地层情况，及时调整泥浆性能，钻进中应储备一定数量的泥浆；
- 为保证泥浆质量，应采取措施防止雨水或地面水的浸进，更不得随意向泥浆中加入清水。

6 水域钻探

6.1 水上钻场的选择

6.1.1 江、河、湖、海（靠近海岸水深 30 m 以内近海域）进行工程地质钻探施工，必须借助于水上特殊设备——水上钻场（钻探船、小型水上平台、索桥、桁架、排筏）来完成。应本着经济、适用、简便、安全的原则因地制宜选择水上钻场。其前期工作应做到：

- 现场勘察和调查了解施工水（海）域的地理、地形、水情、海况并编写工程施工技术设计；
- 收集和分析施工水（海）域的水文、气象（动态水位、流速、历史洪水线、汛期、漂浮物、风向、风力、波浪、海流、潮汐）及航运等有关资料。施工期尽量避开大风、台风、汛期季节，选择有利的施工期和适用的钻探设备，制定有效的施工技术和安全防护措施。

6.1.2 水上钻场种类繁多，应根据施工水域的实际情况和条件选用。水上钻场选择可参考表 11 和表 12。在施工水域水情或海况不复杂的情况下应尽量选用钻探船作为水上钻场。

6.1.3 水上钻探船的选择原则

6.1.3.1 钻探船在水中需承受风浪、水（潮）流、机械震动诸因素的影响，船体结构和质量应具有稳定性能好和抗一般持续震动的能力；

6.1.3.2 钻探船拼装后的载荷量（人员、设备、工具、材料）及钻进过程中与处理孔内事故所产生的临时载荷应有一个基本估算。钻探船总载荷量一般应大于实际载荷量的三倍以上；

6.1.3.3 钻探船船型应选用宽船身的平底船为宜,拼接后的船宽一般为钻塔底座宽度的二倍为宜。

表 11 水上各类钻场选择参考表

水上钻场类型		适用水域及钻探期间水文情况				载重安全系数及吃水线	
		适用水域	最小水深 m	流速 m/s	浪高 m	载重安全系数	全载时吃水线距平台工作面距离, m
漂浮钻场	铁质钻探船	江、河、湖、海	1.5	<4	<0.4	>3	>0.5
	木质钻探船	江、河、湖、海		<3	<0.2		
	油桶筏钻场	河、湖	0.5	<1	<0.1		不限
	竹、木筏钻场	河、湖					
架空钻场	钢索桥钻场	狭窄急流河谷	不限	<5	不限	8~10	钻场与水面相距>3
	桁架式钻场	间歇性河、湖	<0.5			>3	钻场与水面相距>0.5
水陆两用工程作业车		适用沿海潮间带滩涂及湖泊沼泽地带					

表 12 国内外近海工程地质钻探几种小型平台

钻探小型平台	国名	工作海域水深 m	适用于海域工作区条件
钢管打入式小型平台	日本	<20	海底急倾斜
铁筒立柱式小型平台	日本	<30	水深、流急、波浪强海域
可调高度式小型平台	日本		潮汐区、近海水域
桁架式小型平台	英国	<8	靠近海岸港区
自升式小型平台	荷兰	<15	靠近海岸港区
浮动式小型平台	中国	<5	港口及潮汐围垦区

6.1.3.4 根据施工区的地层、钻孔深度、水域的水情和海况来选择单体或双体钻探船。

6.1.4 选择单体钻探船钻场应符合下列要求:

6.1.4.1 以钢质自航式为主,具有灵活机动性;载重量不小于 150 吨。

6.1.4.2 宜选用驳船、运载货船、水上工程作业船、汽车轮渡摆渡船、改装的登陆艇为宜。

6.1.5 单体钻探船钻场安(改)装应符合下列规定:

6.1.5.1 钻机应安装在合适的部位:

a. 钻船的一侧,立轴应尽量靠近船帮;

b. 钻船的船头和尾部;

c. 汽车轮渡摆渡船、登陆艇可利用能起落的踏板作为工作平台,根据钻孔深度在靠近接合部位的船体或踏板上开洞作为钻孔位置;

d. 大型驳船、运载货船、工程施工深孔宜在船体中舱底部开洞,焊接法兰盘连接通向舱面的导向管;在船面上铺设钢梁安装钻机。

6.1.5.2 应选用 18 号工字钢或槽钢作为工作平台底梁,数量不少于四根,底梁伸出船帮一侧(或首、尾部)一般应小于 2.5 m,底梁和船体骨架用螺栓固定,另加斜支撑加固。

6.1.6 选择双体船钻场应符合下列要求

6.1.6.1 双体钻探船应以木质船为主,钻船总载重量应根据流速、孔深决定,可参考表 13 选择。

表 13 双体钻探船载重选择参考表

流速(m/s)	<2		2~3		3~4	
孔 深(m)	≤100	>100	≤100	>100	≤100	>100
最小总吨位(t)	30	40	50	60	80	>80

6.1.6.2 两条船的几何形状、尺寸、高度、运载能力应基本相同。

6.1.7 双体钻探船钻场拼装应符合下列规定

- a. 两船应保持平行和对称,中间保持 0.35~0.5 m 的孔位间距;
- b. 用大于 25 厘米见方,数量不少于四根基台木作平台底梁横置于两船间,用螺栓和船帮固定,底梁长度应超出船体两侧各 0.5 m;
- c. 用钢丝绳围箍船底,并用紧绳器拉紧,使底梁、船体紧紧连固成一体;
- d. 根据平台、设备布置需要,铺设基台木,除孔口位置外,其余铺地板。

6.1.8 钻探船主舱应用适当重物压舱,使钻船保持一定的吃水深度和船体稳定。

6.1.9 水上漂浮筏式钻场

6.1.9.1 在水浅、流缓、不通航的河道,可考虑选择取材方便、经济、适用、简便的油桶、竹、木扎成排筏式水上筏式钻场。如有其它设备,不宜采用此法。

6.1.9.2 水上油桶筏钻场:

- 6.1.9.2.1 空油桶浮力为 180 kg,按钻探设备载重总负荷取大于三倍安全系数计算浮力选择油桶数;
- 6.1.9.2.2 油桶分两排扎成筏,平行对称排列,中间空出 0.35~0.5 m 的钻孔位置,再通过筏架捆扎在一起;
- 6.1.9.2.3 油桶与油桶之间,油桶与筏架之间用 8 号铁丝捆扎牢固,上铺基台木构成水上筏式钻场;
- 6.1.9.2.4 油桶需经严格检查,盖口加胶垫密封防止漏水;
- 6.1.9.2.5 排筏拼装应在水上进行。

6.1.9.3 水上竹、木筏钻场:

- 6.1.9.3.1 必须具有足够浮力,按钻探设备载重总负荷取大于三倍安全系数,计算出所需毛竹、木材数量;
- 6.1.9.3.2 竹筏需经浮力测试,即用 100 支中等粗细的毛竹扎成竹排,测试浮力,按测试浮力标准计算钻场需毛竹总数;
- 6.1.9.3.3 木筏宜用杉木,浮力可按 600 kg/m 为标准,计算钻场需杉木总数量;
- 6.1.9.3.4 排筏捆扎方式与油桶筏相同,筏底竹、木编排应与水流方向一致。

6.1.10 水上桁架式钻场

6.1.10.1 不通航的湖、塘、河道,进行工程地质钻探,宜选用桁架式钻场。

6.1.10.2 水上木桩桁架式钻场:

- 6.1.10.2.1 适用于泥质河床、湖、塘水深小于 1.5 m;
- 6.1.10.2.2 木桩宜用 120 mm 圆木打入泥层 1 m 左右,间距一般为 1 m,其主要承力部位(塔脚、机座)适当增加桩数;
- 6.1.10.2.3 木桩顶铺基台木用扒钉固定,相互之间加斜撑支护加固。

6.1.10.3 木笼式基脚桁架钻场:

- 6.1.10.3.1 宜用于间歇性砂卵石河床,水深小于 2 m,流缓;
- 6.1.10.3.2 木笼基脚用 4~6 根梢径 120 mm 圆木,呈圆形略有向内倾斜打入河床底 0.5 米,用毛竹

片或柳条将基脚围堰形成上小下大的圆锥体木笼；

6.1.10.3.3 木笼内填入砂卵石，周围堆积大石块支护；

6.1.10.3.4 钻场一般由8~10个基脚构成，顶部架设基台木；

6.1.10.3.5 基脚位置应避免开易被水冲走的砂层，涨水时注意检查和加固。

6.1.11 钢索桥架空钻场

6.1.11.1 在河谷狭窄，水深、流急、多漩涡的河段进行工程地质钻探，采用水上漂浮钻场有困难时，可在两岸岩石上筑桩台，架设钢丝绳索桥，采用轻型钻机，建成空中索桥钻场；

6.1.11.2 索桥要求高，难度大，索桥设计必须符合以下规定：

- a. 索桥设计应有专门设计文件，并经上级机关审批后方能施工；
- b. 索桥各部结构设计的安全系数应符合国家桥梁设计规定；
- c. 有关安全规定应随设计文件一并呈报，批准后严格执行；
- d. 索桥最低点一般距施工期最高水位3m，通航河道应满足航运要求；
- e. 索桥上方应架设安全绳（两根）装有紧急撤离吊斗，载重量为一吨，吊斗由岸上驱动牵引。

6.1.11.3 架设索桥时，应遵循下列规定：

- a. 专人统一指挥，所备器材使用前均应周密检查；
- b. 先拉引绳，再送钢丝绳，严禁钢丝绳打扣使用；
- c. 遵守有关高空作业规定，铺设桥板，应逐块固定；
- d. 索桥架设后，需经验收并作荷载试验，其安全系数一般为8~10倍。

6.1.11.4 索桥钻场安装钻探设备应注意下列事项：

- a. 钻探设备应安装在与主索连接牢固的大梁上，注意各条主索受力应均匀；
- b. 钻架不宜高于6m，塔架应固定在大梁上；
- c. 钻场四角应用绷绳拉紧固定在两岸，以保证工作时的稳定性。

6.2 钻探船锚泊定位

6.2.1 钻探船必须根据水域工况进行锚泊定位，以确保孔位准确和人员安全。

6.2.2 钻探船上定位方法诸多，常用三种方法：

a. 后方目测定位：钻孔距岸近时可在钻孔与基点之间立标杆，操作人员站在船上按三点在同一直线上目测，用钢尺量距离；

b. 前方交会定位：由两台经纬仪用三角形组合关系交会进行定位；

c. 红外测距仪，配合步话机定位，能随时跟踪钻船，迅速准确。

6.2.3 钻探船上停泊原则，应是船头顶流逆水停泊。海域钻探应考虑潮汐和风浪因素，高潮汛期间水流加潮退，海流速度大，船头应逆水停泊。低潮汛期间水流较平缓应考虑风向、海浪因素、船头应迎风顶浪停泊。

6.2.4 钻船在水中锚泊受水流冲击、风力、水位变化等多种外力因素作用和影响，锚泊定位应采用多方向锚固定；

a. 钻船正前方抛主锚，左右两侧抛边锚，锚总数量不得少于5~6只；

b. 边锚每侧为两只，呈八字形抛置，边锚绳与主锚绳之间夹角一般为50~60度；地形位置允许时，前主锚和一侧边锚应固定在岸上。

6.2.5 锚型和锚重选择原则

6.2.5.1 锚型选择决定于河、海床岩土性质；

a. 泥质河床、海底宜用燕尾锚和兔儿锚；

b. 沙性河床宜用齿状锚；

c. 岩石基底河床宜用将军锚；

d. 水情不复杂的河流，条件所限，可采用木桩、石锚（竹笼内充填大石块）和棕绳取代铁锚和锚绳。

6.2.5.2 钻船在水中锚泊承受水流阻力、冲击力、风力三种外力的复合作用,虽不一定在同一时间内同时作用于一个方向,但应有粗略的估算。锚的总重量一般为钻船所受三种外力作用之和的 $1/12\sim 1/5$,视水情选定;主锚应比边锚重量大 $1/4\sim 1/3$ 。

6.2.6 锚绳直径和施放长度应符合下列原则

6.2.6.1 锚绳宜选用柔性和挠性好的钢丝绳,应符合 GB 355 和 GB 359 标准;

6.2.6.2 锚绳直径决定于钻船载重吨位,常用直径 15.5~25 mm 的 D 型钢丝绳;

6.2.6.3 施放长度应按钻船锚泊位置的水深来确定,原则是锚绳与水面之间夹角应小于 15 度,此时才能保证船舶的最佳拉系状态和锚的稳定;

6.2.6.4 锚重有限或因水面狭窄影响航运等因素不允许锚绳施放过长时,可在锚与绳之间增加一段长 15~20 m 比绳粗的锚链来保证船和锚的稳定。

6.2.7 钻船上锚泊定位作业应按下列规定进行:

- a. 锚头拴系捞绳,绳尾系上浮筒;
- b. 预先在孔位处抛设浮标;
- c. 钻船自(拖)航至孔位浮标上游正前方在预定前主锚位置先抛下前主锚,而后顺水流航行(倒退)至孔位浮标附近停泊;
- d. 在船长或有经验水手指挥下,由抛锚船分别将后主锚、左、右两侧边锚送到预定方向地点抛置;
- e. 绞锚机将各方向锚绳绞紧,初步固定钻船;
- f. 按 6.2.1 定位方法,指挥钻船移动,进行定位;
- g. 定位后,应将各方向锚绳绞紧,用锁卡固定,不允许锚绳松动;
- h. 测量水深,下保护套管。

6.2.8 钻船起锚、移泊作业应按下列规定进行:

- a. 孔距在 25 m 之内,不须全部起锚,调整个别锚位,采用收紧和放松相对应的锚绳进行移泊;
- b. 孔距大须全部起锚后按 6.2.6 进行定位、抛锚;
- c. 起锚顺序是先边锚后主锚依次起拔;
- d. 由起(抛)锚船进行起锚作业,先放松锚绳,由起锚船绞车牵引锚头捞绳倒拔;
- e. 锚可能被淤泥深埋,应间断起拔,缓慢加压,切勿连续猛拔;
- f. 锚被起拔、脱离水面后,钻探船操作人员应按顺序将锚绳卷绕收回,排列整齐。

6.3 水域钻探施工技术与方法

6.3.1 钻船受水(潮)位变化上下浮动,孔口须安装补偿导向管,跟随钻船浮动,以控制钻进保护套管,不受水(潮)位变化而影响正常钻进。补偿导向管直径应比钻进隔水保护套管大 1~2 级径;长度为水(潮)位变化差的 1~1.5 倍。

6.3.2 钻进隔水保护套管应符合下列规定:

- a. 直径比钻孔直径大 2~3 级径;
- b. 流急、水情复杂的江、河及海域宜选用外接箍厚壁套管;
- c. 河床为砂层、卵石层、基岩时,管底应带有齿状管靴,用锤击打入岩层内;
- d. 考虑起拔方便,下入长度不宜过长,以进入稳定土层内 3~5 m 为宜;
- e. 孔较深,需钻进基岩及进行压(注)水试验的钻孔,保护套管应下入基岩内 0.5~1.5 m;
- f. 水深、流急、水情极为复杂的江、河,为减少水流冲击力对管柱的影响,应在水深中、下段位置的管柱上设夹板系保护绳逆水牵引,以保持管柱垂直和增强抗水流冲击力的强度。

6.3.3 海域和入海河口水域,下隔水保护套管时间宜选择在流速缓慢的平潮期进行。

6.3.4 水(潮)位变化,钻船浮动,在钻进中应及时观测水位变化,测算进尺数和修正孔深;

- a. 江、河、湖水位变化较慢可在施工水域设立观测标尺,视水位变化幅度按回次、班、孔对进尺数进行测算和修正孔深;

- b. 海域潮汐一昼夜间两次涨和落变化频繁,可在钻船上设观测潮位装置,对每一个回次进尺进行测算和修正孔探。
- 6.3.5 钻船停泊受多种外力因素作用,影响锚的稳定,产生位移,施工中应随时观察锚绳的松紧程度,及时调整,保持钻船稳定。
- 6.3.6 水域钻探设备、钻进方法和钻进工艺、取心和取样方法、泥浆护壁性能要求、钻孔原位测试等与陆上钻探基本相同,除遵照本规程有关规定要求外,根据水域钻探的特殊性,施工中尚应注意下列事项:
- 隔水保护套管起拔时有一定重量,钻机选型宜大勿小;
 - 水位下降时,钻进须减压;
 - 进行钻孔压水试验时宜用双管丝杠式等提压式方法隔离试段,切勿用钻机给进油缸和立轴等顶压式方法加压;同时,用钻机油缸加压采取原状土时,应注意水上钻场的平衡与安全;
 - 标准贯入试验宜用自动落锤;十字板剪切试验宜采用多层套管,以确保资料准确。
- 6.4 水域钻探有关安全规定
- 6.4.1 水上钻探难度大,使用钻探船和水上平台作业,要求钻探工人在上船前经水上基本安全知识教育;水上航行和抛、起锚等水上作业应由航运人员或和钻探工人配合来完成。
- 6.4.2 为保障船舶、设施、人身安全,应遵照《中华人民共和国内河交通安全管理条例》;钻探船和专用平台应经船舶检验和航管部门签发技术、航行证件;出入口应签证,接受当地航管、港监部门安全监督。
- 6.4.2.1 施工前应 与航管、港监部门联系共同研究制定水上航运和钻探施工的安全防护措施;
- 6.4.2.2 在航行水域范围内作业,应提前 15 天由港监部门发出航行通告;
- 6.4.2.3 按照交通部《内河航行避碰规则》,钻探船、平台停泊工作时,应设置工作信号(灯和旗);雨天和雾天能见度差,应有强光显示和声响设施;
- 6.4.2.4 抛在航道一侧或航道水域的锚,锚位应设有标志(捞绳上白天挂浮筒,夜间点灯)。
- 6.4.3 在下列水域范围内施工,应特别加强警戒和采取下列措施
- 6.4.3.1 航道水域范围内施工,须经航运、港监部门核准后提前设立禁航标志和发出航行通告;
- 6.4.3.2 港口和海湾河口水域,来往船只多,落潮时水流急,应加强了望警戒,必要时配合港监部门进行巡逻;
- 6.4.3.3 施工水域上游,当河段弯曲、水流急、视线不良时,应在上游选择适当地点设立警戒牌,必要时设立指挥站,警告航行船只和排筏,安全通过施工水域。
- 6.4.4 选择有利的施工季节
- 江、河、湖上最佳施工季节是枯水季节和无风季节,洪水汛期和大风季节不宜进行水上施工;
 - 海域钻探最佳施工期是上半年,台风和大风期间严禁出海施工。
- 6.4.5 大江、海域钻探施工应有避风港,及时与当地气象、水文台(站)联系,在洪水汛期、台风和大风之前应停止施工提前起锚进港避风。
- 6.4.6 停挂在锚缆绳上的漂浮物应及时清除。
- 6.4.7 当上游非机动船只和排筏失控进入抛锚区,威胁钻船和航行船只自身安全时,应协助避让,在紧急情况下应砍断锚绳,防止水上事故发生。如发生水上事故时应及时报告港监部门。
- 6.4.8 钻探船和其它作业船舶应严格遵守《中华人民共和国水上运输管理条例》和交通部、公安部《水上渡口摆渡管理规定》,严禁任何违章行为。
- 6.4.9 水上钻场安全防护设施应符合下列规定
- 钻船、平台、索桥、桁架周围应有防护安全栏杆,地板铺设要平整和牢靠;
 - 钻架不宜超出 9 m,不宜使用塔布;
 - 钻船、平台两侧应设置防撞物(轮胎、木头),避免交通、抛锚船靠近时直接碰撞钻场。
- 6.4.10 水上钻探施工作业应遵守下列规定

- 6.4.10.1 管材、粘土粉、油料堆放应选择合适地点,既用时方便又平衡稳定。管材、油桶等应作固定,防止钻船晃动时滚落;
- 6.4.10.2 索桥应减轻负载,泥浆泵和不急用器材应安放在岸上,桩台和绳卡应经常检查;
- 6.4.10.3 从岩管内清除的废土及经描述不需保留的岩心、溢出泥浆等应及时清除;
- 6.4.10.4 夜间工作,照明光线应充足,并采用低压安全电源;
- 6.4.10.5 钻船、平台停工停泊时,夜间应有红色灯光显示。
- 6.4.11 钻船、平台应按国家船舶检验局《钢质工程船建造规范》的规定,配足救生(救生艇、救生圈、救生衣)、消防(灭火器、砂袋、太平桶、太平斧)、通讯联络(对讲机、高频电话、无线电收发报机)等水上防救安全设备。
- 6.4.12 水域钻探有关钻探操作的一般规定和用电的一般安全规定,按本规程有关规定执行。

7 钻孔原状土样的采取

7.1 取土器的选择

7.1.1 根据土层性质,可分别选用薄壁敞口式、活塞式或束节式、厚壁圆筒式或半合管式、回转压入式等类型取土器。各种类型取土器适用土层可参考岩土工程勘察规范。

7.1.2 取土器的主要技术参数:面积比、内间距比、外间距比、刃口角度、长度、内径等参数的选择,直接关系到土样的质量。应根据土试样质量要求和取样方法及适用土层等进行合理的选择。不同壁厚取土器的技术参数可参考表 14。

表 14 不同壁厚取土器的技术参数

取土器参数	厚壁取土器	薄壁取土器
面积比,%	10~20	≤10
内间距比,%	0.5~1.5	0~1.0
外间距比,%	1.0~2.0	0
刃口角度(°)	5~10	3~7
长度,mm	400~550	砂土 5~10 De 粘性土 10~15 De
内径 De,mm	75~100	
衬管	整圆或半合管,塑料、酚醛层压纸或镀锌铁皮制	无衬管,束节式取土器衬管同左

注:① 本表摘自岩土工程勘察规范;

② 取土器及衬管内壁必须光滑圆整,内壁加工表面粗糙度 $R_a \leq 1.6 \mu m$;

③ 回转型取土器面积比不受本表限制;

④ 在特殊情况下取土器直径可增大至 150~250 mm。

7.2 取样方法

7.2.1 压入法

7.2.1.1 慢速压入法:采用杠杆、千斤顶、钻机手把(轮)等加压,使取土器不连续的压入土层中采取土样。此法对土样有一定程度的扰动,适用于浅层软土地层。

7.2.1.2 快速压入法:采用钢丝绳、滑轮组或钻机液压装置将取土器一次快速均匀地压入土中。这种方法对土样的扰动程度最小,是目前较普遍使用的一种方法。

7.2.1.3 回转压入法：使用机械回转钻机，在深层坚硬粘性土层中采用回转压入式（双层单动岩芯管式）取土器采取原状土样。

7.2.2 击入法：在较硬或坚硬的土层中采用压入法取样有困难时，常采用此法，并以重锤少击法为常用。当采用下击法取样时，冲击高度不允许超过打杆行程往复距离。

7.2.3 振动法：一般采用大直径的取土器取样，但对受振动易产生液化的砂性土，不宜采用此法。

7.3 取样要求

7.3.1 为了减少土样的扰动程度，保持其天然结构状态，要求做到以下几点：

- 根据地层特征、取样深度、设备条件合理的选择取土器类型；
- 取样钻孔必须保持圆直，钻孔直径应比取土器外径大 1~2 级，并不得有缩径、塌孔现象；如采用跟管护壁措施时，套管距孔底高度应大于套管直径的 5 倍；
- 取土器入土长度不宜过长，对老粘土和一般粘性土不应大于其直径的 3 倍；对软土不应大于其直径的 4 倍；

d. 取土器下入前应严格检查密封球阀或活阀是否失灵，出水孔是否畅通，土样筒与半合管是否吻合及有无发生变形等；

e. 当取土器压入预计深度（即土样被压入土样筒内）后，应将取土器回转几圈，使样品底端切断（在软土层中取样，提取前应停放 2~3 min）后再提出取土器；

f. 取土器由孔内提出后，应用专用工具卸卸，用自由钳卸卸时应小心夹持；严禁用管钳，以免夹坏取土器，使土样变形扰动；

g. 土样筒取出后，必须立即用干绵纱揩擦干净，不得进水和松开，用刀将土样两端削平并盖土土样盖；如果土样筒不满，应用稠度状态接近的扰动土样填满（被填部位和数量在送样单中应加以说明），然后加盖，缠胶布、封蜡，贴好标签，标明上下，放入土样箱内，及时送往实验室。

7.3.2 取土操作应遵守下列规定

7.3.2.1 在装配、提升取土器或卸土样时，操作必须细致、准确，并做如下检查：

- 取土筒要保持圆直、光滑，安装时与取土管内壁要贴合严密；
- 使用限制球阀取土器时，要将弹簧张力调节适当，可用手抵球试之，软土宜松，硬土宜紧；
- 使用活阀取土器要检查活阀杆是否有被卡现象；
- 使用活塞取土器要检查环卡的可靠性；
- 使用回转压入取土器，要检查上部滚动装置是否灵活可靠，内管是否锁紧。

7.3.2.2 下放取土器时不宜太快，以免刮削孔壁，并严禁冲击下放至孔底。

7.3.2.3 取土器下至孔底后，应计算好取样深度，防止土样压过头；断续压入取土时，要避免提动孔内取土器，以免拉断土样。

7.3.2.4 提升取土器时应注意以下几点：

- 在使用泥浆的钻孔中应随时注满泥浆，给土样以浮力，防止掉样；
- 卸卸钻具要轻，同时做到快提、稳放，防止土样被墩落；
- 在用上提活阀式取土器时，严禁钻具在孔内回放，以免活阀脱开造成静水柱压力对土样的作用而发生掉样。

7.3.2.5 在卸样与退土时，无论是取、放、卸卸、咬钳等操作都要轻、稳，防止土样受振和扰动。

7.3.2.6 取土器用完后应擦洗干净，并涂油润滑保养，妥善保管。

7.3.3 地下水位以上的取样钻孔，必须采用干钻清孔，未经地质人员同意，不得向孔内灌水。

7.3.4 土试样必须在清孔之后采取，以保证土样的结构不被扰动，天然湿度不变。其清孔方法、工具选择可根据地层特性和钻进方法不同来选用，一般在松软土层采用勺钻、抽筒或合金钻头回转冲洗液冲孔法，在较硬的粘土层则采用螺旋钻或鱼尾钻头冲洗液冲孔法。

8 钻孔原位测试与水文地质试验

8.1 动力触探

8.1.1 动力触探的主要试验设备有探头、触探杆和穿心锤三部分。国内常用的动力触探类型及规格性能见表 15。

8.1.2 轻型动力触探试验要点

先用钻具钻至试验土层标高,然后对土层连续进行触探。将带有探头的触探杆竖直打入土层中,记录每打入土层 30 cm 的锤击数 N_{10} 。

8.1.3 中型动力触探试验要点

表 15 国内常用的动力触探类型及规格

类型	锤重 kg	落距 cm	探头或贯入器	贯入指标	触探杆外径 mm
轻型	10	50	圆锥头,锥角 60°,锥底直径 4.0 cm,锥底面积 12.6 cm ²	贯入 30 cm 的锤击数 N_{10}	25
中型	28	80	圆锥头,锥角 60°,锥底直径 6.18 cm,锥底面积 30 cm ²	贯入 10 cm 的锤击数 N_{28}	33.5
重型	(1)	76	管式贯入器,外径 5.1 cm,内径 3.5 cm,刃口角度 19°47',长度 70 cm	贯入 30 cm 的锤击数 $N_{63.5}$	42
	(2)		圆锥头,锥角 60°,锥底直径 7.4 cm,锥底面积 43 cm ²	贯入 10 cm 的锤击数 $N_{63.5}$	

注:重型(1)动力触探即标准贯入试验。

8.1.3.1 贯入前,应检查触探设备各部安装情况,如有松脱应及时拧紧;触探架要安装平稳,桅杆垂直,以保证触探头垂直贯入土中。

8.1.3.2 触探时应连续贯入,不宜中断,并及时记录贯入深度、一阵击的贯入量及相应的锤击数。对于一般粘性土,可贯入 20~30 cm 为一阵击;对于软土,可以 3~5 击为一阵击,并按下式计算贯入 10 cm 的实测锤击数 N_{28} 。

$$N_{28} = \frac{K}{S} \times 10 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: N_{28} ——每贯入 10 cm 的实测锤击数;

K ——一阵击的锤击数;

S ——相应于一阵击的贯入量(cm)。

8.1.3.3 当触探杆长度大于 1 m 时,锤击数应按附录附表及公式进行校正。

8.1.3.4 如连续贯入深度在 4m 以内时,可不考虑触探杆与孔壁的摩擦影响,为取得无摩擦影响的贯入指标,可与钻探相配合进行分段贯入。每段贯入不超过 4 m,起始 0.3~0.5 m 的数值不计。

8.1.4 重型(1)动力触探试验(标准贯入试验)要点

8.1.4.1 先钻进到需要进行试验的土层标高以上约 15 cm,清孔后换用标准贯入器,并量得深度尺寸。

8.1.4.2 将贯入器打入试验土层中,先打入 15 cm 不计锤击数,继续贯入土层中 30 cm,记录锤击数,此数即为标准贯入锤击数 $N_{63.5}$ 。若遇较密实的砂层,贯入 30 cm 的锤击数超过 50 击时,亦可选记小于 30 cm 时的锤击数,并用下式换算相当贯入 30 cm 的锤击数。

$$N_{63.5} = \frac{30\pi}{\Delta h} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: n ——为任意贯入量时的锤击数;

Δh ——相当于锤击数 n 时的贯入量(cm)。

- 8.1.4.3 提出贯入器,取出贯入器中的土样进行鉴别和描述。
- 8.1.4.4 若进行下一深度的贯入试验时,则重复上述操作步骤。
- 8.1.4.5 钻孔必须垂直,并不得有坍塌缩径等现象发生。必要时应采取泥浆或跟管护壁措施,但试验深度必须在套管靴口以下 75 cm。
- 8.1.4.6 当触探杆长度大于 3 m 时,锤击数应按附录附表及公式进行校正。
- 8.1.5 重型(2)动力触探试验要点
- 8.1.5.1 贯入前,触探架应安装平稳,保持触探孔垂直。
- 8.1.5.2 贯入时,应使穿心锤自由下落,及时的记录贯入深度,对触探指标(锤击数)有如下两种量读方法:

a. 记录一阵击的贯入量及相应的锤击数,并用公式(1)算出每贯入 10 cm 所需锤击数 $N_{63.5}$ 。一般以五击为一阵击,土较松软时应小于五击。

b. 当土层较为密实时(五击贯入量小于 10 cm)可直接记读每贯入 10 cm 所需的锤击数。

8.1.5.3 当触探杆长度大于 2 m 时,锤击数应按附录附表及公式进行校正。

8.1.5.4 对于地下水位以下的中、粗、砾砂和圆砾、卵石,锤击数应按下式进行校正。

$$N_{63.5} = 1.1N'_{63.5} + 1.0 \dots\dots\dots(3)$$

式中: $N'_{63.5}$ ——为实测并按触探杆长度修正的锤击数。

8.1.5.5 对于砂土和松散、中密的圆砾、卵石,触探深度在 1~10 m 的范围内时,一般可不考虑侧壁摩擦和自重压力的影响。

8.2 静力触探

8.2.1 静力触探的贯入仪器设备

8.2.1.1 触探主机:常用的静力触探主机类型及静力触探车见表 16 和表 17。

表 16 常用触探主机类型

加压传动方式		贯入能量	反力装置			
液压传动式	单缸	100~200 kN	下地锚	液压 电动 手摇 人力	车辆自重	加压重物
	双缸					
机械传动式	电动丝杆	30~100 kN				
	手摇链式	<40 kN				

表 17 国产静力触探车主要性能参数表

型号	主要性能		额定贯入力 (kN)	额定贯入速度 (m/min)	额定起拔力 (kN)	额定起拔速度 (m/min)	最大起拔速度 (m/min)	产地
	主油缸型式							
G CJ-1	单缸倒置 差动式		200	0.9~1.5	240	0.8	2	上海地质仪器厂
ZZY-20		双缸		1.2		1.53	2.9	大连拉伸机厂、杭州钱江勘测工具厂

8.2.1.2 探头:根据其结构和功能可分为:单桥、双桥两种。

8.2.1.2.1 单桥探头:指只能量测锥尖阻力的一种静力触探探头。型号及规格见表 18。

表 18 单桥探头型号及规格

型号 \ 规格	直径 mm	截面积 cm ²	有效侧壁长度 mm	锥度 (°)
1-1	35.7	10	57	60
1-2	43.7	15	70	
1-3	50.4	20	81	

8.2.1.2.2 双桥探头:同时量测锥尖阻力和侧壁摩擦阻力的静力触探探头。型号及规格见表 19。

表 19 双桥探头型号及规格

型号 \ 规格	直径 mm	截面积 cm ²	摩擦筒表面积 cm ²	锥度 (°)
11-1	35.7	10	200	60
11-2	43.7	15	300	
11-3	50.4	20		

8.2.1.3 量测仪器:常用的有电阻应变仪和自动记录仪或其他电子电位差计等。

8.2.1.4 探杆:必须平直,具有足够的强度和刚度。探杆直径应小于探头直径。

8.2.2 静力触探试验前的准备工作

8.2.2.1 对探头、探杆和电缆线进行认真检查,如不符合要求应及时维修或更换。探头必须经率定后方可使用,并符合下列标准:

- 几何尺寸应符合表 18、表 19 的要求,外形不得有明显的变化和深度刻痕。
- 探头直径公差不得超过 $\pm 1\%$ 。双桥探头摩擦筒直径应与锥头直径相同(摩擦筒直径与锥头直径比应为 1.00~1.01)。

c. 探头传感器桥路对地绝缘电阻不得小于 200 M Ω 。

d. 探头传感器桥路接入仪器后,应能统调平衡。

8.2.2.2 探头率定后,出现下列情况之一时,不能使用:

- 率定曲线不能连成直线;
- 直线不通过坐标原点,且截距较大(应变仪超过 ± 10 微应变,自动记录仪超过 ± 0.1 mV);
- 几次平衡试验误差较大(应变仪超过量测值的 $\pm 1\%$,自动记录仪超过 ± 0.1 mV);
- 加荷曲线与卸荷曲线相差较大(应变仪超过量测值的 $\pm 1\%$,自动记录仪超过 ± 0.1 mV)。

8.2.2.3 对率定合格的探头建立探头档案(探头编号、应变片灵敏系数、接线方法、供桥电压、探头率定系数、率定设备、人员及日期);制成应变量与贯入阻力间的换算表或换算尺,以备查用。

8.2.2.4 对记录仪表、深度记录系统运转情况要按要求认真检查,发现问题及时处理。

8.2.3 静力触探试验操作步骤

8.2.3.1 平整试验场地,接通电源,设置反力装置,将触探主机对准孔位,调平机座,并固定在反力装置上。

8.2.3.2 将选用的探头引线按一定顺序接到仪器上,打开电源开关预热,并调试至正常工作状态(仪器

使用条件及预热时间应符合产品要求)。

8.2.3.3 贯入前应试压探头,检查顶柱、锥头、摩擦筒工作是否正常,然后将探杆与探头连接,插入导向器内,调整并紧固导向轮,保证探头垂直贯入土中。

8.2.3.4 采用自动记录仪时,应安装自整角机,并检查卷纸机构运转是否正常。采用电阻应变仪时,应设置深度标尺。

8.2.3.5 将探头压入土中 0.5~2.0 m,稍停后上提,使探头处于不受力状态,待探头温度与地温平衡后,将仪器调零或记录初始读数,即可进行正常贯入;标准贯入速率一般为 1.2 ± 0.3 m/min。

8.2.3.6 贯入过程中,当使用自动记录仪时,应根据贯入阻力大小合理选用工作电压;每贯入 3~5 m 后,提升探头 5~10 cm,检查记录仪回零情况;当使用电阻应变仪时,一般每隔 10~25 cm 记录一次读数,每贯入一定深度(一般为 2 m),要将探头提升 5~10 cm,测读一次初读数,以校核贯入过程初读数的变化情况。

8.2.3.7 当贯入到预定深度或出现下列情况时,应停止贯入:

- a. 触探主机达到最大允许贯入能力,探头阻力达到最大允许压力;
- b. 反力装置失效。

8.2.3.8 试验完毕及时起拔探杆,并记录回零情况。

8.3 钻孔旁压试验

8.3.1 预钻式旁压试验要点

8.3.1.1 充水:将旁压器置于地面上,打开水箱阀门,使水由水箱分别流入旁压器中筒和上、下筒,并分别返回到量管中。待量管水位升高到一定高度时,提起旁压器使中筒的中点与量管的水位相平(此时旁压器内不产生静水压力,不会使弹性膜膨胀),然后关闭阀门,此时记录的量管水位值即为试验初读数。

8.3.1.2 前置旁压器:将旁压器放入钻孔中预定试验位置,将量管阀门打开,此时旁压器内产生静水压力,记录下量管中水位下降值。

8.3.1.3 加压:首先打开高压氮气瓶或二氧化碳气瓶开关(亦可用打气筒和稳压罐代替),同时观测压力表,控制高压气瓶输出的压力不超过减压阀额定标准,然后操纵减压阀旋柄按要求逐级加压,从压力表读出压力值,并记录一定压力时的量管中水位变化高度。

8.3.1.4 加压等级视土的比例界限 P_0 而定。见表 20。

表 20 比例界限 P_0 范围内的加压等级

P_0 (MPa)	加 压 等 级 (MPa)
$P_0 \geq 0.3$	0.01、0.02、0.03、0.05、0.10、0.15、0.20、0.25
$0.1 < P_0 < 0.3$	0.01、0.02、0.03、0.05、0.075、0.10、0.125、0.150、0.175、0.20、0.225、0.25
$P_0 \leq 0.1$	每级均为 0.01

8.3.1.5 观测时间及稳定标准根据土的性质而定:

- a. 每级压力下的观测时间,对一般粘性土规定为 10 min,对饱和软粘土规定为不少于 15 min;
- b. 每级压力下的相对稳定标准,宜采用 10 min 内读数三次,读数差小于 0.1 mm 为相对稳定标准。

8.3.1.6 试验完毕后,将水箱下端两个阀门打开,使旁压器的水在一定压力下迅速排出,并提出旁压器。

8.3.2 自钻式旁压试验

8.3.2.1 自钻式旁压仪由钻进装置、旁压器、量测记录和微机控制处理系统组成。可自钻,最大钻进深度为 30 m。

- 8.3.2.2 量测系统的压力由氮气瓶供给,最大压力为 2 800 kPa。
- 8.3.2.3 旁压器有膨胀型和压力盒型两种
- a. 膨胀型旁压器:主要用于测求承载力、变形模量、孔隙水压力、软土强度、剪切模量、原位水平应力及估算侧压力系数等。
 - b. 压力盒型旁压器:主要用于比较精确地测定原位水平应力、孔隙水压力以及该指标随时间的变化等。
- 8.3.2.4 各项数据通过标定后的电阻传感器输出,最大控制应变率为 2.0%,由电子箱、数据采集器和打印机采集与记录模拟量的原始数据。
- 8.3.2.5 试验时,微机与数据采集器同步工作,数据采集器将采集的模拟量直接进入微机转换为数字量存入磁盘,显示器显示每一点的点数及应变量和由各点组成的压力-应变的曲线性状结果,可由磁盘保存或打印后保存。
- 8.3.2.6 当试验平均应变达到 15%时,整个试验即自动停止。
- 8.4 钻孔十字板剪切试验
- 8.4.1 十字板剪切试验可供选用的类型有:
- a. 机械式十字板剪切试验;
 - b. 轻便式十字板剪切试验;
 - c. 电阻应变式十字板剪切试验,和电阻应变式静力触探仪配套使用。
- 8.4.2 十字板头可根据不同土层情况选用,一般在软粘土中选用 75 mm、100 mm 或 75 mm、150 mm 的板头;在稍硬的土层中可选用 50 mm、100 mm 的板头为宜。
- 8.4.3 钢环和扭力传感器在试验前应进行率定。
- 8.4.4 机械式十字板剪切试验要点
- 8.4.4.1 先用回转钻开孔,并用旋转法下套管至预定试验深度以上 75 cm 处并清孔,钻孔内允许有少量的土残存,但不宜超过 15 cm。钻进软土时,孔内应有足够的水位,以防止软土在孔底涌起。
- 8.4.4.2 将十字板头、离合器、轴杆与试验钻杆接好拧紧下入孔内,使十字板头与孔底接触;再接上导杆,将底座穿过导杆固定在套管上,用专用摇把套在导杆上向右旋转,使十字板头离合器咬合,将十字板头徐徐压入土中的预定试验深度。当试验深度处有较硬夹层时,应钻过该夹层,再进行试验。
- 8.4.4.3 套上传动部件,转动底板使导杆键槽与钢环固定夹键槽对正,用锁紧螺丝将固定套与底座锁紧,再转动手摇柄使特制键自由落入键槽,将指针对准任何一整数刻度,装上量表并调至零位。
- 8.4.4.4 试验开始,开动秒表同时以每 10 s 一圈的速度转动手摇柄,每转一圈测记量表读数一次,当读数出现峰值或稳定值后,再继续测读 1 min。其峰值读数或稳定值读数即为原状土剪切破坏时量表最大读数(使原状土剪损的总作用力值)。
- 8.4.4.5 在完成上述试验后,按下联接导杆与测力装置的特制键,套上摇把连续转动导杆、轴杆六圈,使十字板头周围土充分扰动;然后插上特制键,按(8.4.4.4)进行操作,测记重塑土剪切破坏时量表最大读数(即重塑土的总作用力值)。
- 8.4.4.6 按下特制键,上提导杆 3~5 cm,使离合齿脱离。再插上特制键,仍按(8.4.4.4)进行操作,测记轴杆与设备的机械阻力值。
- 8.4.4.7 试验完毕,拔出十字板头,继续钻进至下一个试验点,并下好套管,按上述步骤继续进行试验。
- 8.4.4.8 当采用牙嵌式十字板头时,轴杆校正不需提起导杆,逆时针快速转动摇把手柄 30 余圈,再顺时针方向转动手摇柄,测记土对轴杆的摩擦阻力值。其余操作与上相同。
- 8.5 水文地质试验
- 8.5.1 抽水试验:遵照“水文地质钻探规程”规定要求执行。
- 8.5.2 压水试验
- 8.5.2.1 压水试验设备的选择:

a. 栓塞:用来堵塞钻孔,达到隔离试段的目的,使试验能够分段进行;常用的栓塞有双管循环式、单管顶压式和单管水压式三种;

b. 压力表:使用压力值一般应在压力表极限值的 $\frac{1}{3} \sim \frac{3}{4}$ 范围内,精度不低于2.5级;

c. 流量计:常用旋翼式水表或量桶;

d. 水位仪:一般选用电测水位仪或测钟;

e. 時計:一般选用三针钟表或秒表;

f. 供水设备:采用自流供水或水泵供水,采用水泵供水时要求压力平稳、出水均匀,出水口上要装有调节灵活的配水阀门。

8.5.2.2 压水试验操作程序:

8.5.2.2.1 钻进到试验孔段或钻孔结束后,要按照洗孔、下塞隔离试段、水位测量、仪表安装、进行压水和流量观测等程序进行。

8.5.2.2.2 洗孔:

8.5.2.2.2.1 洗孔方法有冲孔、抽水、冲孔-抽水混合法三种。一般采用冲孔法洗孔;地下水位以下的试段,也可采用抽水法洗孔;当孔段内淤塞、情况复杂时,可采用冲孔-抽水混合法洗孔;当试段钻孔采用无泵法钻进时,应用钢丝刷、棕刷或喷射式洗孔器配合洗孔。

8.5.2.2.2.2 洗孔达到下列要求时即可结束:

a. 孔底基本上无沉淀岩粉;

b. 回水或抽出的水较清洁,用肉眼鉴定基本上无沉淀物。

8.5.2.2.3 试段的隔离:

a. 试段隔离前,应根据孔径和试段位置确定栓塞直径和工作管总长度。准确测量并依次记录每根管子的长度和接头数。

b. 管子下完后,应检查栓塞是否放在预定位置,然后加压或充水,使栓塞膨胀,并检查止水效果。试段隔离后,应准确测量管上余数,求出塞底深度和试段长度。

8.5.2.2.4 水位观测:

a. 在每段压水试验前,应观测孔段内的静止水位;

b. 水位每10 min观测一次,当管内水位连续3次读数变化速度均小于1 cm/min时,观测即可结束,以最后一次测得的水位确定压力计算零线。

c. 在观测中,应同时进行工作管内外水位测量,要注意其水位变化趋势,如发现有承压水或多个含水层时,观测工作应按有关专门要求进行。

8.5.2.2.5 仪表安装:

8.5.2.2.5.1 压力表的安装:

a. 使用双管循环式栓塞时,管路充水后要放出留存在压力表下部的气体;

b. 使用单管柱栓塞时,压力表应安装在水表和调水阀后面;

c. 安装和使用时,要防止碰撞和振动。

8.5.2.2.5.2 水表的安装:水表内过滤网要保持清洁完好,字盘应保持水平。

8.5.2.2.6 压水和流量观测:当采用定时法时,把压力调到规定数值并保持稳定后,每10分钟测读一次压入流量。当试验成果符合下列标准之一时,试验工作即可结束,以最终流量读数作为计算流量。

a. 连续四次读数,其最大值与最小值之差小于最终值的10%;

b. 当流量逐渐减小时,连续四次读数其数值均小于0.5 L/min;

c. 当流量逐渐增大时,连续四次读数不再有增大的趋势。

8.5.2.3 压水试验注意事项:

a. 分段压水时,同一试段不宜跨越透水性相差悬殊的两种岩层;

b. 在压水试验过程中,如发现管外水位上升,要从多方面检查,并分析其原因,若因止水无效,应立即采取相应措施(如紧塞、移塞等);如试验中断 30 min 以上时必须重新进行试验;

c. 在压水试验过程中,对可能受影响的坑、孔、井、泉以及水流沿裂隙渗出地表等现象,应进行观测和记录;

d. 在压水试验结束前,要认真检查记录是否齐全、正确、清晰,如有错误要及时纠正。

8.5.3 注水试验

8.5.3.1 注水设备:主要有量水箱、注水管、水位仪等。

8.5.3.2 注水方法:一般用固定水头法,即对钻孔中的水位抬高到一定高度,保持水头不变的连续注水。

8.5.3.3 注水试验步骤和技术要求:

8.5.3.3.1 测量并记录钻孔深度和地下水位,然后开始注水。

8.5.3.3.2 注水量由小到大,源源不断,当动水位升高到设计高度以后,应控制注水量,使水头稳定。

8.5.3.3.3 注水开始后,应每隔 3.5、10、15 min 观测一次水位、水量。

8.5.3.3.4 当水位、水量近似稳定后,改为每隔 30 min 观测一次,至稳定后再延续 2~4 h 即可结束。

8.5.3.3.5 稳定要求:

a. 稳定耗水量的允许误差

$$\text{以} \frac{\text{水量最大值} - \text{水量最小值}}{\text{水量平均值或常见值}} < 10\% \text{ 时为稳定}$$

b. 稳定动水位的允许误差为 ± 5 cm。

8.5.3.3.6 注水结束后,应立即观测钻孔中的下降水位,观测间隔时间为 3.5、10、15 min。随着水位下降速度减慢,观测时间改为 30 min 一次,直到孔内水位恢复到静止水位为止。

8.5.3.3.7 在水位下降距静止水位 5~10 cm 的阶段内,水位恢复很慢时,可停止观测。

9 工程质量基本要求

9.1 钻探工程质量

9.1.1 钻孔直径

根据工程地质要求、地层条件和钻探方法等综合确定,详见表 21。

表 21 工程地质钻孔直径表

mm

地层 工作性质	第四纪土层	基岩	
	采取原状土样的孔径	≥ 130	
压、注水试验段孔径	≥ 110	软质岩石	硬质岩石
		≥ 110	≥ 91
原位测试孔径	> 探头直径一级以上		
鉴别、划分地层的孔径	≥ 33 (终孔径)		

9.1.2 岩土芯(样)采取率与岩芯完整率

区域工程地质调查钻孔要求全孔采取岩土芯(样),其采取率要求见表 22。

各类场地地基勘察钻孔,通常亦要求全孔取芯(样),其采取率一般不得低于区域工程地质调查钻孔。特殊工程钻孔根据需要与可能的原则亦可高于或低于区域工程地质调查钻孔岩土芯(样)采取率指标;其中工业与民用建筑重要工程控制孔和需重点查明的孔段(滑动带、软弱夹层等)采取率则必须高于表 22 的指标要求。

对于需要取得岩石质量指标(RQD)的钻孔,则应有岩芯完整率的计算与记录。

9.1.3 土试样质量等级

采用各种取样工具采取的土试样质量,根据扰动程度和试验目的按表 23 可划分为四个等级。

9.1.4 校正孔深

区域工程地质调查钻孔凡采取原状土样、原位测试、压注水试验、主要层位变换、终孔或每钻进 100 m 均应丈量、校正孔深,允许误差为 $\pm 0.2\%$,超差时应予修正。

场地地基勘察钻孔凡地层变换、每钻进 50 m,终孔及设计有特殊要求时均应丈量、校正孔深,允许误差为 $\pm 0.1\%$,超差时应予修正。

表 22 岩土芯(样)采取率指标

地 层	采取率要求	岩芯采取率(%)		无岩芯间隔 m
		平 均	单 层	
粘性土、完整基岩	>80	>70	>70	<1
砂类土			>50	
风化基岩、构造破碎带	>50	>40	>40	<2
松散砂砾卵石层			满足颗粒级配分析的要求	

表 23 土试样质量等级

级别	扰 动 程 度	试 验 目 的	备 注
I	不扰动	土类定名,含水量,密度,强度试验,固结试验	由各型取土器采取
II	轻微扰动	土类定名,含水量,密度	
III	显著扰动	土类定名,含水量	由标准贯入器、回转取芯钻头、螺旋钻头 etc 采取
IV	完全扰动	土类定名	

注:“不扰动土试样”是指虽然原位应力状态改变,但土的结构、密度、含水量变化很小,能满足各项室内试验要求的土试样。

9.1.5 钻孔弯曲度

各类工程地质勘察钻孔,每 100 m 孔深(段),垂直孔顶角允许不超过 2° ,斜孔不超过 4° ;钻孔方位角无特殊要求时可不测定。测量顶角,一般每钻进 50 m 或终孔时测定一次,但孔深小于 30 m 的钻孔一般不进行测量,特殊孔段的孔斜测量按设计要求进行。

9.1.6 简易水文地质观测

各类工程地质勘察钻孔简易水文地质观测项目有:

a. 观测初见水位:区域工程地质调查钻孔通常要求用干钻法观测记录覆盖层中的初见水位;场地地基勘察钻孔则按设计要求进行;

b. 测定静止水位:区域工程地质钻孔结束后要测定静止水位,测定精度为 ± 5 cm;各类场地地勘查钻孔内水位变化观测及静止水位的测定可按设计要求进行;

c. 测定冲洗液消耗量:钻进中遇漏水(25~50%消耗量)、严重漏水(50~75%消耗量)及全漏水时应测定其消耗量及其位置;

d. 采取水样与测水温:区域工程地质调查钻孔一般应在测定静止水位后采取水样与测水温;遇承压自流水除按要求采取水样与测水温外;还要测定初见承压水的水头高度、自流量、顶板埋深等。各类场地地勘查钻孔可按设计要求采取水样与测水温。

9.1.7 封孔

钻孔验收后,凡属下列情况的钻孔应予回填封孔:

- 揭露两个或两个以上含水层或对水文地质条件有影响的钻孔;
- 位于江、河、湖、海防护堤附近的钻孔;
- 穿过工业矿体及在开采矿区施工的钻孔;
- 位于或邻近建筑物地基上的钻孔;
- 对土地耕作及道路安全有影响钻孔;
- 无开采意义或非探采结合的承压自流水钻孔。

回填封孔方法一般用粘土回填捣实,必要时用水泥砂浆回填封孔。

9.1.8 原始记录

原始记录应按统一规定格式由记录员在现场随钻进及测试工作进行,要做到真实、齐全、准确、整洁。终孔后,原始记录应经机班长和地质员校准签字后归档。

9.2 钻孔测试质量要求

9.2.1 钻孔原位测试质量要求

9.2.1.1 动力触探:

9.2.1.1.1 要根据地层岩性和触探深度采用不同的动力触探类型——轻型、中型、重型(1)、重型(2)等,其主要技术标准应符合规定要求;

9.2.1.1.2 要使用符合规定要求的落锤、探头、触探杆、打箍(锤垫)等;探头损坏或缺口、卷刃、缺尖者不得下入孔内使用,严格按照规定要求进行操作;

9.2.1.1.3 要采用自动落锤进行贯入,以保证落锤高度为标准值;

9.2.1.1.4 对于重要的触探孔,应采用套管护壁,以消除侧壁摩擦的影响。

9.2.1.2 静力触探:

9.2.1.2.1 无论采用何种加压装置,均应计算和安装好反力装置,严格按照规定要求进行作业;

9.2.1.2.2 要保持和经常检查探头的防潮与密封,以防传感器受潮而降低绝缘电阻;对密封的探头要定期率定,每个传感器要率定3~4次,每次要转换不同方位,以检查各率定点是否在通过原点的直线上;

9.2.1.2.3 定期检验传感器的起始感量、回零误差、滞后误差、非线性误差、重复性误差、零飘与电桥初始不平衡、额定荷载输出、温飘系数、使用环境温度、过载能力、绝缘电阻等是否符合规定的传感器质量标准。

9.2.1.3 钻孔十字板剪切试验:

9.2.1.3.1 要使用符合技术标准的测力装置、十字板头和轴杆;严格按照规定要求进行操作;

9.2.1.3.2 钻孔必须保持垂直,开孔和下孔口管时要特别注意;为防止塌孔和保证试验精度,一般应下套管,且不应应用击入法强下,以免土层扰动;

9.2.1.3.3 在钻孔超过10 m的孔内进行试验时,应安装轴杆扶正导轮,以保证轴杆的垂直性和避免提钻时碰坏十字板头。

9.2.1.4 钻孔旁压试验:

9.2.1.4.1 预钻式

9.2.1.4.1.1 钻孔要圆直且孔壁光滑,孔径与旁压器要匹配(孔径比旁压器直径大 $2\sim 8$ mm);孔深要比预定试验深度略深 $20\sim 40$ cm,以保证旁压器下筒在受压膨胀时有足够的空间,使其和上筒同步膨胀。

9.2.1.4.1.2 成孔后应立即进行试验,以免钻孔缩径和塌孔;对易坍塌的钻孔,应采取护壁措施。

9.2.1.4.1.3 要使用符合技术标准的旁压器、量测系统、加压系统,并严格按照规定要求进行操作。

9.2.1.4.1.4 旁压器弹性膜使用前要检查是否漏气和进行标定,绘制弹性膜标定曲线。

9.2.1.4.2 自钻式:

9.2.1.4.2.1 适用于一般的粘性土、砂类土、饱和软粘土及半胶结粘土层,土层中夹有大于 15 mm 砾石或碎石、瓦片时不能使用。

9.2.1.4.2.2 严格按照规定要求进行操作,旁压器贯入地层中必须缓慢、平稳,不得有爬行现象,贯入速率应与回转速率同步。

9.2.1.4.2.3 钻进中要随时观察钻杆是否回转、回水管是否回水;钻杆不能在卡盘上打滑;如回水管堵塞,水从旁压器外部孔壁间返出时,则这一部位孔壁受冲刷而扰动和增大,就不能在该处进行测试了。

9.2.1.4.2.4 应经常检验旁压器的机械、电测性能,钻进前和试验后对旁压器进行标定,其检验、标定的要点有:

- a. 旁压器必须不能漏气;
- b. 所用应变传感器电桥都需要调零,必要时应予补偿校正;
- c. 对电路的灵敏度进行量测;
- d. 使用标定筒对旁压器进行下列检验量测:
 - a) 压力盒的标定;
 - b) 应变臂的检验;
 - c) 确定起升点(即膜开始膨胀),从而确定膜的校正值;
 - d) 对旁压器膜套校正标定。

9.2.1.4.2.5 根据不同需要和适应不同的力学性质的土类,而采用不同性能的试验方式方法,即膨胀型法的应力控制方式和应变控制方式或压力盒型法。

9.2.2 钻孔压注水试验

9.2.2.1 压水试验:

9.2.2.1.1 要采用正确的压水试验方法和符合要求与精度的试验设备仪表及专用管柱接头,不得用钻杆接头代替。

9.2.2.1.2 严格按照规定要求进行作业。

9.2.2.1.3 试验孔段一般要求清水或低固相冲洗液钻进,试验前必须彻底洗孔,排尽孔内沉淀物;孔内残留岩芯不得大于 20 cm。

9.2.2.1.4 安置止水栓塞处孔壁必须圆平完整,试验段长度的选取应根据孔段岩层状况选用适合的长度。

9.2.2.1.5 要采用符合要求的栓塞进行止水,并用压力差法做止水效果检查,并在试验过程中观测水位变化,以判别止水效果。

9.2.2.1.6 试验用水必须是含砂量少于 2% 的清水,自始至终水质应一致。

9.2.2.1.7 要选用正确的压力阶段、压力值及其使用顺序,同一场地或工区所采用的压力阶段及压力值应一致,以利于成果分析对比。

9.2.2.2 注水试验:

9.2.2.2.1 试验孔段一般应清水钻进。

9.2.2.2.2 试验前应认真洗孔,排尽孔内沉淀物。

9.2.2.2.3 严格按照规定要求向孔内注水及观测水量、水位，并按要求测量试验前后的孔深、静止水位及恢复水位。

9.3 保证与提高工程质量的措施

9.3.1 提高岩土芯(样)采取率、完整率的措施

9.3.1.1 选用正确的钻进方法与钻进工艺，是保证与提高采取率、完整率的关键，必须按照不同地层选用不同的钻进方法与工艺，以保证采取率的要求。

9.3.1.2 严格控制回次进尺长度。当冲洗液回转钻进和抽筒冲击钻进遇松散软弱层、特殊薄夹层、风化带和构造破碎带等不良地层时，要求回次进尺长度不得超过 0.5 m。

9.3.1.3 机械回转钻进取芯困难的地层时，除控制回次长度和钻进时间外，还应限制压力、转速、泵量等钻进技术参数；并采用专用取芯工具。

9.3.1.4 机械回转取芯钻进时，回次进尺长度不得超过岩芯管长度，即禁止超管钻进。

9.3.1.5 取芯与编录应遵守下列规定：

- a. 从岩芯管内敲取岩土芯时，应细致小心，不得猛敲猛打，以防层次混搅和造成人为的破碎；
- b. 取出的岩芯，应按上下顺序排放，填写回次标签或在岩芯上标明编号，并妥善保管；
- c. 除在控制性钻孔及有特殊意义的钻孔中选择代表性钻孔，全部保留岩芯或按设计要求保存有代表性的缩样、岩芯样及重要样品(如化石、特殊夹层及矿物、软弱岩层等)外，一般钻孔可不保留全孔岩芯，但钻孔未经验收和按要求保留时，不得自行处理。

9.3.2 提高原状土样采取质量的措施

9.3.2.1 采取原状土样应优先采用静压法，条件不允许时可采用重锤少击法，振动法不得用于易产生液化的砂类土地层。

9.3.2.2 无论采用何种方法钻进，但取样前的一个回次宜用回转钻进法并严格控制回次长度。

9.3.2.3 地下水以下采取土样要防塌孔，一般采用向孔内灌注冲洗液的方法，以平衡地层压力，如采用跟管护壁钻进时，管靴距孔底高度应符合规定要求。

9.3.2.4 孔径要与取土器外径相匹配，连接取土器用的接头与钻杆不得弯曲，以使取土器下放顺利，避免刮削孔壁，挤进废土而影响质量。

9.3.2.5 要严格按照规定要求进行操作，并必须保证做到：

- a. 取样前必须清孔，并量准取样深度；
- b. 入土深度不得超过取土器内腔的有效长度；
- c. 如发现土样扰动或脱落时，必须重新清孔与取样；
- d. 取出的土样要立即蜡封、妥善保管，不得存于热源附近(冰土样更应防热)，并防冻、防晒与防震，要在 15 d 以内将土样送到实验室进行实验分析。

9.3.3 保证与提高标准贯入试验等动力触探质量的措施

9.3.3.1 试验前要清孔，丈量孔深；试验的位置、探杆长度、击入深度、锤击数等均要记录清楚。

9.3.3.2 地下水以下试验时，为防塌孔，应向孔内注满冲洗液；但地下水以上试验时不得向孔内注水。

9.3.3.3 试验孔深不得超过试验类型规定的要求，当触探杆长度大于 3 m 或规定要求时，锤击数应根据有关公式进行修正。

9.3.3.4 试验前要认真检查用具质量，特别是探头是否符合要求，贯入器出水孔是否堵塞等。

9.3.4 保证与提高高压水试验质量的措施

9.3.4.1 试验段长度一般为 5 m，对透水性较强的地层，如构造破碎带、裂隙密集带、岩溶发育带等处可适当缩短，当孔段岩芯完整时，也可延长，但不应超过 10 m。

9.3.4.2 相邻试段之间应互相衔接，当栓塞止水无效时，允许将栓塞向上移动，但不得超过上一试段栓塞的位置。

- 9.3.4.3 当地下水位在覆盖层内时,覆盖层与基岩间应用套管隔离并止水,所用套管接头不得漏水。
- 9.3.4.4 试验用压力表要经常检查校验,规格和精度要符合规定要求,指针必须灵敏,加压停止后应能回到零位。
- 9.3.4.5 试验用流量表要定期进行专门校验,不合格或磨损不准者不得使用。
- 9.3.4.6 所用工作管路每次下入孔内前应予检查,接头处必须严密,不得漏水。
- 9.3.4.7 及时整理试验资料,绘制 $P=f(Q)$ 关系曲线,如为反曲线时,必须重作。

9.4 质量管理与检查验收

9.4.1 质量管理的基本要求

9.4.1.1 加强组织建设,实行全面质量管理。地质勘察队(或公司)要明确队级领导的质量责任制,建立健全以总工程师为主的质量管理委员会或全面质量管理组织。钻探工程管理部门应有专人负责管理工程质量,机台要建立质量管理小组,做到层层有人负责质量管理工作。

9.4.1.2 要搞好钻探施工设计,计划安排,设备与工具选择、生产准备、物资供应、钻进技术操作、检查处理、人员素质等施工全过程的质量管理工作。

9.4.1.3 根据工程地质钻探的特点,工程质量的重点是取芯取样和钻孔原位测试工作,必须认真分析地层条件和不利因素,正确选择取芯取样和测试工具,做到精心施工,精心操作。

9.4.1.4 进行全面质量管理的系统教育,采用先进的计量和测试手段,建立和健全严格的质量检验制度和评定办法以及实行优良质量管理奖和钻孔优良质量奖励制度等。

9.4.2 钻孔质量检查验收

为确保工程质量达到地质设计要求,必须坚持钻孔在施工过程中的质量检查工作,严格把好各工序的质量关,逐孔逐项进行检查。主要内容是:钻孔结构,取芯取样,钻进方法和工具选择,水文地质观测与试验,钻孔原位测试,原始记录填写等。通过检查作出质量评价,发现质量问题,及时采取措施。

9.4.3 终孔质量验收与评定

9.4.3.1 钻孔完工后按单孔或按工程项目,进行全面质量检查验收工作。根据工程质量指标要求,逐条逐项检查和评定,并填写钻孔质量验收报告书。

钻孔质量等级划分为三级:

- 优良孔:各项工程质量指标及要求,全部达到地质设计要求者;
- 合格钻孔:各项工程质量指标及要求,基本达到地质设计要求者;
- 不合格钻孔:各项工程质量指标及要求,未达到地质设计要求,或主要质量指标未达到要求,或经补做未达到要求者,予以报废。

9.4.3.2 对外承包工程的钻孔质量,应按双方签订的合同或协议书中规定的工程质量指标要求,进行质量验收评定。

10 施工安全的基本要求

10.1 安全防护规定

10.1.1 机台人员一般安全防护

10.1.1.1 从事钻探操作人员,必须接受安全技术教育,经考试合格后方准进入岗位。对新工人(包括合同工、临时工)必须进行三级安全教育和在班长或技术熟练工人指导下进行操作。

10.1.1.2 上班前和上班时不准喝酒。进入机台工作时必须穿戴合体的工作服、工作鞋和安全帽,不得赤膊、赤脚或穿拖鞋上岗操作。

10.1.1.3 在塔上工作时,必须系牢安全带。

10.1.1.4 凡患有高血压、心脏病等不适于登高作业的人员,不准上塔作业。

10.1.1.5 机台上严禁存放有毒、有腐蚀的化学用品。使用时,必须按有关安全规定穿戴好防护用品。

10.1.1.6 不得跨越运转设备或从皮带上方向传递物件。严禁攀登吊运物件和在吊运物件起落范围内通

过或逗留。

10.1.1.7 非电工人员不得装修电器设备和线路。使用手持电动工具必须绝缘可靠，外壳必须有良好接地或接零装置。电动机的引入线，不得乱放在地板上。严禁将电线弯成裸钩挂在电线上通电使用。

10.1.1.8 车装钻机无正式驾驶执照者，不准驾驶车辆。

10.1.1.9 机台内应配备医药箱，要存放一定数量的外伤急救等药物、药包。

10.1.1.10 在荒僻人稀地区、危险地区施工时，不得单人外出作业。

10.1.1.11 爆破作业必须由具有爆破作业专业知识的人员进行，并遵守有关安全操作规定要求。

10.1.2 机台安全防护设施

10.1.2.1 机台场地应铺设地板、安装牢固并保持整齐清洁。孔口、梯子、塔上工作台及各部通道不得有油污、冰水和泥浆。常用管材和工具要摆放整齐。

10.1.2.2 所有机械传动部分，应有安全防护装置。禁止在设备运转中检修和擦拭。

10.1.2.3 钻机高压胶管和水龙头，必须设有胶管防缠、防坠安全装置。

10.1.2.4 停电检修机械和电器设备时，必须悬挂停电警示牌，并设有专人监护。

10.1.2.5 在进行有危及人身安全的作业时，必须采取有效安全措施。在一定范围内应设有明显标志或讯号，严禁行人靠近或通过。

10.1.2.6 夜间施工时，应有充足的照明设备，照明用的行灯必须使用安全电压。

10.1.3 机台防火措施

10.1.3.1 机台内应备有灭火用具，并不准移作它用。在林区和草原地区施工时，应遵守当地有关防火规定采取预防措施。

10.1.3.2 机台内取暖火炉，必须离开场房顶、壁板、塔套有适当的安全距离。炉座垫有隔热板。不得使火焰外溢或用油料助燃，人员撤离现场时，必须消灭火种，做到人走火灭。

10.1.3.3 安装内燃机的排气管和取暖火炉烟筒，要考虑季节风向，伸出场房 0.5 m 以上，并设隔热板、防火墙。

10.1.3.4 机台内存放的油料和其他易燃品，必须妥善保管，严禁烟火靠近。如需要预热润滑油时，必须有专人看管。

10.1.3.5 机台内禁止用明火照明；在塔上工作时不准吸烟，场房内不准乱扔烟蒂。

10.1.3.6 假日和停工期间，机台应将电源切断，摘掉传动皮带，小工具装箱，并有专人看管现场。

10.2 自然灾害防护

10.2.1 防风

10.2.1.1 根据气象大风预报(指六级以上风力)采取压顶、支护、绳索拦护等方法加固场房；必要时车装钻机应开到安全地方停放。

10.2.1.2 夜间或遇有雷雨、冰雹、雪、雾、大风天气时，不得安装和拆卸钻塔(井架)。

10.2.1.3 遇有大风天气应及时将塔套卸下，检查钢丝绳质量和牢固程度，必要时应加固或更换。

10.2.1.4 停止施工时，盖好设备。现场原始记录报表、易损零件等应装箱保存。

10.2.2 防洪

10.2.2.1 在洪水期或可能受洪水侵袭的低洼河谷、山洪通道、渠道、城市排水地段施工时，必须挖好排水沟和修筑防洪堤坝，并设有人员撤退的安全通道。

10.2.2.2 在钻探施工过程中，应经常检查场地周围的安全情况，有无险情。检查人行路有无塌方和滚石的可能性，并及时排除险情。

10.2.3 防寒

10.2.3.1 在寒冷季节施工时，场房必须遮盖严密，并备有取暖设施。

10.2.3.2 主供水管路必须用保温材料包扎埋好。临时支管路除包扎外，还须在低洼处安装放水阀门，停止供水时放净积水。

10.2.3.3 及时清除场房上和塔板上的冰雪;场地周围应采取防滑措施。

10.2.4 防雷电

10.2.4.1 在落雷区及雷雨季节施工,应详细了解当地情况,采取防护措施。钻塔(井架)应按规定安装避雷针,引下线必须用绝缘导线。

10.2.4.2 避雷针接地电阻不得大于 $15\ \Omega$,接地极不得埋在有垃圾灰渣等松散地带,否则应减少接地电阻或增加接地板。

10.2.4.3 避雷针装置的各接点应予焊接,确保牢固可靠。

10.2.5 高压线附近施工安全要求

在高压线附近施工时,钻塔(井架)或金属导体的机具、物体,必须与高压线保持一定的安全距离。其安全要求见表 24。

表 24 钻架与高压线的安全距离

高压线等级(kV)	1~10			35~110			154~330		
应延伸距离(m)	5			10			15		
钻架高度 (m)	6	9	11	6	9	11	6	9	11
安全距离 (m)	11	14	16	16	19	21	21	24	26

注:应延伸距离是指垂直于电力线路的路径方向,以导线的边线为计算始点到金属物之间的距离。

10.3 特殊地形施工安全要求

10.3.1 高山陡坡施工

10.3.1.1 钻场位于峭壁、陡坡崖脚时,应有专人经常观察上方的稳定情况,及时清除崖壁上的活动石块。

10.3.1.2 在陡崖上施工时,钻场周围应设有 $1\sim 1.5\text{ m}$ 高的防护栏杆。陡崖上下不得同时布置施工。

10.3.1.3 施工区内的弯险道路或有塌方危险地段,应修筑道路设置安全栏杆,有明显安全标志,夜间有足够的照明。

10.3.2 滑坡、泥石流地区施工

在滑坡体上或泥石流发育地区施工时,应有专人负责监视滑体位移情况、泥石流层稳定程度,尤其在雨季施工时更要经常注意观测,发现异常及时采取安全措施。

10.4 孔内事故的预防

10.4.1 认真执行《钻孔施工设计书》中规定的预防事故措施和安全技术规程。操作人员应了解地层情况、钻孔结构、钻进方法和取心取样、测试等技术要求,注意孔内征兆情况变化,发现异常及时采取预防措施。

10.4.2 加强管材的维护管理

10.4.2.1 严格按照技术要求,检查管材加工质量,不合格的管材不准凑合下入孔内使用。

10.4.2.2 管材和丝扣磨损严重,或有裂纹、旷动和明显变形的,不得下入孔内使用。

10.4.2.3 各种管材、接头和接箍,应按新旧程度分类存放,分孔、分组使用,较差的钻杆用于浅孔或钻孔上部,较差的套管用于浅孔或钻孔的上部。

10.4.2.4 加强管材的保管维护,堆放时要保护好丝扣,并涂抹油脂进行保养。

10.4.2.5 管材弯曲和磨损程度的最大允许限度见表 25。

表 25 不同钻进方法管材弯曲、磨损的最大允许限度

钻进方法	钻 杆			岩 心 管	
	直径单边磨损 mm	直径均匀磨损 mm	任意每米长度弯曲 mm	壁厚磨损	每米弯曲 mm
钢粒、硬质合金钻进	2	3	2	1/3	2
金刚石钻进			1		0.75
金刚石绳索取心钻进	1	1.5			

10.4.3 钻进中的安全规定

10.4.3.1 开车前,必须将钻具提高孔底,一般情况下应在孔口返水后,再开车钻进。

10.4.3.2 硬质合金钻头镶焊必须合格,不准凑合使用。

10.4.3.3 保持孔内清洁,钻屑不得超过 0.5 m,金刚石钻进不得超过 0.3 m。

10.4.3.4 水泵工作不正常或送水系统发生故障时,不得继续钻进;需要停钻时,要将钻具提至安全孔段或提出孔外。

10.4.3.5 当发现卡钻、埋钻、烧钻等事故征兆时,应立即上下活动钻具,严禁关泵。

10.4.3.6 提钻后孔口盖要及时盖好,常用的小工具材料,不得放在孔口附近,防止掉入孔内。

10.4.4 升降钻具的安全规定

10.4.4.1 经常检查卷扬机制动装置,离合器装置是否灵活可靠。检查钢丝绳质量,当钢丝绳出现压扁变形或严重毛刺,或有一股断丝时,要及时更换。

10.4.4.2 操作升降机人员应与孔口和塔上人员紧密配合,听口令、看手势,正确完成升降钻具的各道工序。

10.4.4.3 提升要平稳,不得猛利猛放,遇阻不得猛拉。要随时注意防止提引器碰撞台板、钻杆靠架和翻过天车。

10.4.4.4 孔口操作人员,必须站在钻具起落范围以外。由孔口外拉单根时,钻杆下方不准人员逗留或走动。

10.4.4.5 摘挂提引器时,应注意钢丝绳回弹打人。抽、插垫叉时要防止压手和脱掉伤人。

10.4.5 预防套管事故的安全规定

10.4.5.1 使用前必须逐根检查套管质量,加工是否符合技术要求,不合格者不准下入孔内。

10.4.5.2 下套管前,应用异径导向钻具先打小眼,并清理孔底台阶。

10.4.5.3 套管一般应下到底盘上或隔水粘土层。套管外壁涂沫油料;套管丝扣用松香或油漆粘固并扭紧;管鞋处封固止水,管口处严密封填。

10.4.5.4 下套管和起拔套管时,应有班长或熟练工人统一指挥,操作要平稳,遇阻时不准强行扭墩,应立即查明原因,排除故障。

10.4.5.5 跟管钻进或下套管护孔,应在孔口固定好套管,如发现套管下沉或脱扣时,要及时停钻进行处理。

10.5 处理孔内事故的基本要求

10.5.1 现场应备有常用的打捞工具,如公锥、母锥、吊锤、打捞钩、捞针、导向器、千斤顶等,并妥善保管利于使用。

10.5.2 事故发生后,当班班长必须做到:

- a. 孔内情况清楚,即事故钻具位置、规格和数量,以及断头变形情况清楚;
- b. 认真分析事故发生的原因,制定处理方法,抓紧时间迅速排除,防止事故恶化;

- c. 操作要谨慎,对处理中出现的新问题,及时认真研究,防止事故加事故的发生;
 - d. 将所用打捞工具和处理情况,详细填写在钻探班(日)报表上,并做好交接班工作。
- 10.5.3 在遇孔壁不稳定的情况下,不能继续排除事故时,应先用泥浆或套管护孔,然后再处理,防止孔内事故复杂化。
- 10.5.4 比较复杂事故应由机长主持处理,并及时上报有关部门;事故排除后,机长应召集有关人员分析发生事故的原因,总结经验教训,制定预防措施,并按规定填写事故报表。
- 10.5.5 处理孔内事故过程中应遵守下列安全规定
- a. 必须保持场地清洁,严禁乱放材料工具。
 - b. 提拉事故钻具时,必要时应安装拉力表,认真检查升降机系统,严禁提升力超过钻塔(井架)和升降机以及钢丝绳、吊钩等负荷能力。
 - c. 打吊锤时,要有专人指挥;吊锤下部钻杆要安装冲击把手,打箍上部要连接并拉紧钻杆及挂牢提引器。
 - d. 使用千斤顶时,要垫实地梁,卡瓦要绑牢,孔口要围好;顶拔时要缓慢不能过猛,有一定间歇时间;回杆时,禁止用升降机提吊被顶拔起的事故钻具。
 - e. 反钻具时,要先扭紧孔内钻具,然后适当拉紧,再进行反回;宜使用钢丝绳反管或棘轮反管方法,不得用钳子反管。
 - f. 用透孔方法处理事故钻具时,采用钢粒钻进应用小两级钻具,金刚石钻进可用小一级钻具,合金钻进应根据孔内情况采用小一至两级钻具;提钻时要待透孔钻具提高事故钻具后再停水。
 - g. 扩孔套取和磨削事故钻具时,应有超前导正,严格控制钻进速度,注意孔内阻力,并及时捞渣。
 - h. 使用升降机、千斤顶处理孔内事故时,台板和活动工作台下不准站人,非操作人员不得进入现场。

11 机械仪器、专用工具的使用与维护

11.1 基本要求

- 11.1.1 操作人员必须了解与掌握所用的机械、仪器仪表、工具的使用与维护方法,具有“四懂三会”的技术水平,即懂原理、懂构造、懂性能、懂使用,会操作、会维护保养、会排除故障;并经技术考核合格,才能上岗独立操作。
- 11.1.2 所有在用的机械设备须有专人负责,不得在无人管理下使用和违章工作。
- 11.1.3 按照有关规定和说明书的要求做好班、周、月的定期保养维护检修工作。
- 11.1.4 使用的油料必须符合技术规定要求,保证油料清洁、不污染、无杂物。
- 11.1.5 使用的冷却水要符合说明书规定要求;在寒冷结冰季节机械停用时,要放净机械里未添加防冻剂的冷却水;气温低于油料凝固点时,应将油放出,以防冻结。
- 11.1.6 严禁机器超负荷工作或带病运转,工作中要做到“五不漏”,即不漏油、不漏气、不漏水、不漏风、不漏电。
- 11.1.7 机械启动前要做好各项检查维护工作(包括检查紧固件);一般应以人力转动机械数圈,检查各机件是否灵活,确认无异常时才准许启动;启动后要空载运转正常后方可加负荷工作。

11.2 钻探机械的使用与维护

11.2.1 钻机的使用与维护

11.2.1.1 开动前的检查与维护:

- 11.2.1.1.1 检查摩擦离合器、升降机制动装置、变速箱、传动箱及液压操纵机构各操作手柄以及钻机移动锁紧装置等的作用是否灵活可靠,必要时应进行调整;
- 11.2.1.1.2 检查变速箱、传动箱、液压油箱内的油量是否适量;
- 11.2.1.1.3 检查各传动机构是否良好,并加注润滑油、脂;

- 11.2.1.1.4 检查油压钻机液压件及管路系统是否漏油和正常。
- 11.2.1.2 运转中的操作与维护：
- 11.2.1.2.1 挂挡变速前，要先将离合器置于分离位置，操纵离合器时要轻匀平稳；
- 11.2.1.2.2 应随时注意观察各指示仪表的工作是否正常，不得在仪表失灵状态下蛮干。
- 11.2.1.2.3 使用升降机时，严禁将升降和制动手把同时闸紧；
- 11.2.1.2.4 经常注意检查钻塔或桅杆的工作状态，发现异常时要立即处理。
- 11.2.2 柴油机的使用与维护
- 11.2.2.1 开动前的检查与维护：
- 11.2.2.1.1 认真检查燃油、润滑、冷却、电气等系统是否良好正常；
- 11.2.2.1.2 在寒冷结冰天气开动前，应向水套内加注热水，使机身温度预热到摄氏 30 度以上；必要时亦应将曲轴箱的润滑油放出预热；
- 11.2.2.1.3 使用电启动前，要检查蓄电池、发电机、起动机的联结状态；使用新蓄电池时，要注意检查串(并)联后的电压是否与发电机、起动机额定电压相符。
- 11.2.2.2 启动时的操作与维护：
- 11.2.2.2.1 用摇把启动时，应握紧，不得中途撒手；启动后立即抽出摇把，不得两人同摇启动；
- 11.2.2.2.2 电启动时，每次接通电源的时间不得超过 5 s，每次间隔时间不得少于 30 s；若启动 2~3 次仍无效时，应查明原因、排除故障，不得强行启动；
- 11.2.2.2.3 严禁用手摇、电动同时启动柴油机，禁止用汽油点火引爆启动柴油机。
- 11.2.2.3 运转中的操作与维护：
- 11.2.2.3.1 机器启动后一般应低速空载运转至机温增到摄氏 40℃ 左右，再逐步加速和带负荷工作。
- 11.2.2.3.2 新的或经大、中修的柴油机，应在额定转速负荷内经 50 小时和 100 小时两个走合期，经检查并更换曲轴箱润滑油后，方可转为正常运转。
- 11.2.2.3.3 注意观察润滑系统的工作油压是否正常，在额定转速时，油压应保持在 0.15~0.3 MPa；油压不正常时应及时排除故障后方能正常运转。
- 11.2.2.3.4 注意冷却系统的工作是否正常，冷却水箱水温应保持在摄氏 50~60℃，机体出水温度应保持在摄氏 70~80℃，不得超过摄氏 90℃；超温或缺水时不得骤加冷水，冷却水中断时，要停车检查。
- 11.2.2.3.5 电启动用的蓄电池，要严格按说明书要求进行保养维护。
- 11.2.2.3.6 在正常情况下停车，要先去掉机器负荷，再逐渐降速后停车；如遇“飞车”，应迅速切断进气通路和高压油路，作紧急停车。
- 11.2.3 泥浆泵的使用与维护
- 11.2.3.1 开动前的检查：
- 11.2.3.1.1 检查吸水管连接处及各部衬垫、活阀是否严密。
- 11.2.3.1.2 检查莲蓬头底阀是否良好，底阀离水源箱底不应少于 0.5 m；水泵的吸水高度一般不应超过 3 m，吸水管长度不应大于 6 m。
- 11.2.3.1.3 检查拉杆防泥档和塞线压盖是否齐全与严密。
- 11.2.3.2 运转中的操作与维护：
- 11.2.3.2.1 将三通水门或卸荷阀置于回水位置后启动，待运转正常后再向孔内泵送冲洗液。
- 11.2.3.2.2 注意观察运转各部有无异声，排水是否均匀，压力表工作是否正常，有无漏水、漏气、漏油等现象。
- 11.2.3.2.3 保持泵体清洁，在严寒结冰季节停泵时间较长时，应放净并清洗泵体内、管路中和莲蓬头内的冲洗液。
- 11.2.3.2.4 停泵前，应将三通水门或卸荷阀置于回水位置。
- 11.2.4 电动机和照明发电机的使用与维护

11.2.4.1 开动前的检查:

- 11.2.4.1.1 电机外壳必须接地,接地电阻不得大于 10~15 Ω 。
- 11.2.4.1.2 检查电刷与滑环或换向器的接触是否良好,接触表面是否清洁、紧贴。
- 11.2.4.1.3 检查线路有无破损及短路搭铁情况,接头是否正确和紧固。
- 11.2.4.1.4 配电盘上各继电器保护装置和信号装置应灵敏有效,各接头要保持清洁。
- 11.2.4.1.5 联轴器或离合器的联接应良好可靠。
- 11.2.4.1.6 电动机的起动调节装置应正常;当电压表电压过高或过低时,不得启动电动机。
- 11.2.4.1.7 发电机启动前,必须把各分闸开关断开,不准带负荷启动。

11.2.4.2 运转中的操作与维护:

- 11.2.4.2.1 检查和调试仪表,使发电机在额定频率和电压下送电,频率变动不应超过 $\pm 2\%$,电压变动不应超过 $\pm 5\%$,并经常保持平衡,三相电流严禁两相运转。
- 11.2.4.2.2 滑环或换向器应工作良好,如发生不正常火花应立即消除。
- 11.2.4.2.3 轴承和机身的温度,不得超过摄氏 60 $^{\circ}\text{C}$,否则应予检查处理。
- 11.2.4.2.4 保险丝或熔断器必须按电机容量使用,如保险丝熔断,应查明原因,不得用铜丝或铁丝等代用。
- 11.2.4.2.5 发电机停转前,应逐步卸去负荷,然后拉开隔断开关并降低电压后再停车。
- 11.2.4.2.6 保持设备清洁、干燥,严防水分、油污、尘泥等杂物侵入。

11.2.5 振动锤的使用与维护

11.2.5.1 开动前的检查与保养:

- 11.2.5.1.1 检查各部的紧固螺丝,调节好传动三角带的松紧度。
- 11.2.5.1.2 振动锤壳体内的润滑油为机油与黄油(7:3)的混合油,油液面应达大齿轮的 1/4 处,使用 2 000~2 500 h 应予更换。
- 11.2.5.1.3 每次开动前对四个弹簧导杆铜套加注机油。
- 11.2.5.1.4 冲击头的方螺纹每班应加注一次机油。

11.2.5.2 运转中的操作与维护:

- 11.2.5.2.1 为保证钻孔的垂直度,振动锤工作时应有导向装置;必须有钢丝绳提引着,以引直振动锤而不致倾斜。
- 11.2.5.2.2 钻具各部丝扣要上紧,并注意观察钻杆是否反转而冲坏丝扣。
- 11.2.5.2.3 使用电动振动锤时,要注意电源电缆不要与振动锤机体接触,以免磨破触电。
- 11.2.5.2.4 用液动振动锤时,起动时要缓慢增压,以免冲坏管路;停机时要先打开调节阀减压后再停机;要注意工作时勿使油管与机体接触,以免磨坏。
- 11.2.5.2.5 密切观察各连接部位的工作状态,发现异常应停车检查;对于出现裂纹或破损的连接件或零部件,必须及时更换,以防事故发生。

11.3 专用设备及工具的使用维护

11.3.1 静力触探设备的使用与维护

- 11.3.1.1 安装设备时,要将底架调水平,并检查调整好孔口导向器,保持触探杆垂直贯入。
- 11.3.1.2 贯入前,检查电源电压是否符合要求,仪表是否完好正常;检查探头外套筒及锥头的活动情况,并接通仪器,利用电阻档调节度盘指针,如调节灵活,说明探头正常;探头磨损以不超过直径 1% 为限,否则应予更换。
- 11.3.1.3 贯入中,装卸触探杆时,切勿入土探杆转动及电缆打结绞紧,以防探头处电缆被扭坏。
- 11.3.1.4 探头使用中要注意防潮、防水,探头贯入预定深度后应立即起拔,勿使探头在土中停放过长,以防进水受潮;每结束一孔应将探头锥头部分卸下,擦洗干净,妥善保管,以保持顶柱及外套筒能自由活动。

- 11.3.1.5 高温和严寒季节,注意对仪器进行防护,探头和仪器不得在阳光下曝晒。
- 11.3.2 取土和标准贯入设备用具的使用与维护
- 11.3.2.1 使用前认真检查静压设备、吊锤、取土器和贯入用具是否完好无损;自动落锤是否灵活可靠,并对活动铰链进行上油保养。
- 11.3.2.2 每孔结束后,要对取土器、贯入器进行擦洗,对丝扣部分上油保养。
- 11.3.2.3 定期检查钻杆、触探杆及其接头的弯曲变形状况并及时进行修整更换与保养。
- 11.3.3 预钻式旁压试验设备的使用与维护
- 11.3.3.1 试验前要认真检查旁压器、减压阀、压力表、量管等是否良好,旁压器的弹性膜和保护壳是否完好无损,导管、开关是否堵塞。
- 11.3.3.2 每孔结束后应对旁压器、仪表等擦洗保养,运输时要装箱保护。
- 11.3.3.3 高压气瓶的使用与保管要遵守有关规定要求。
- 11.3.4 十字板剪力仪的使用与维护
- 11.3.4.1 试验前要认真检查十字板头是否完好无损,轴杆及接头是否弯曲变形,测力装置是否灵敏可靠。
- 11.3.4.2 使用中各连接头必须拧紧,不得稍有松动。
- 11.3.4.3 每孔结束后对十字板头及轴杆、接头进行上油保养,运输时要将十字板头、测力装置等装箱保护。
- 11.3.5 压水试验设备的使用与维护
- 11.3.5.1 试验前要认真检查试验用泵、压力表、流量计、止水栓塞及管路等是否完好可靠。
- 11.3.5.2 止水用套管及试验用管材丝扣是否严密不泄漏,要定期对螺纹上油保养;必要时辅以密封材料(7302)防漏。
- 11.3.5.3 对压力表、流量计要定期检查校验,运输时要装箱、防震,以防失灵与损坏。

12 机台管理

12.1 钻孔技术档案

12.1.1 钻探班(日)报表

钻探班(日)报表是钻探施工的原始记录,也是地质编录工作的基础资料和依据,必须认真填写。填写的班报表必须反映钻探生产技术活动的全部过程,总台时的时间是连续的,从设备安装开孔到终孔竣工拆迁,不能出现时间的中断。

12.1.2 钻探日志

建立钻探日志的目的,是为了综合分析钻探生产情况,提高施工管理水平,机长要亲自填写。钻探日志的主要内容包括钻孔施工日期(含设备拆迁安、开孔钻进、各种测试项目、终孔收尾等);生产进度(含完成工作量、钻孔深度、下入套管长度、时间利用情况);钻进和取样方法,取土器选择,工程质量检查评定,人身、孔内、机械三大事故;较长时间的停工待料和待水电,主要材料和工具消耗等。

12.1.3 施工技术总结

12.1.3.1 对于工程地质勘查重大项目,在钻探工程全部结束后,应组织有关人员撰写施工技术总结,系统地总结施工中的经验和分析存在的生产关键问题,以利于提高生产技术管理水平。

12.1.3.2 主要内容:

- a. 地层情况和钻孔结构(附典型结构图);
- b. 设备选择及使用情况;
- c. 钻进方法和取心取样工具的选择;
- d. 工程质量评述;
- e. 复杂地层处理方法;

- f. 钻孔原位测试与水文地质试验工作；
- g. 新方法和新工艺的推广使用情况；
- h. 技术经济指标完成情况和生产效率分析；
- i. 生产直接费用开支及成本分析；
- j. 存在主要问题和今后意见。

12.1.4 原始资料存档

12.1.4.1 按工程地质勘查项目或承包工程项目的要求，钻探工程全部结束后，应及时将钻孔所有原始记录资料整理后立卷存档。

12.1.4.2 存档资料应包括：

- a. 钻孔施工设计书；
- b. 钻探班(日)报表和钻探日志；
- c. 采取原状土及现场测试记录表；
- d. 钻孔岩心描述与综合柱状图；
- e. 钻孔验收书(表)；
- f. 施工技术总结。

12.2 机台建设的基本要求

12.2.1 技术经济指标先进，生产效率高，工程质量好，成本费用低。

12.2.2 钻探机械设备性能先进合理、管理和维护保养好，满足施工需要。

12.2.3 钻进工艺先进合理，认真执行施工设计和操作规程。

12.2.4 规章制度健全，贯彻执行好。

12.2.5 安全生产好，无重大责任事故。

12.2.6 热爱地质事业，安心工作，遵守党纪国法队规。

12.3 机台主要岗位责任制

12.3.1 机长职责

12.3.1.1 全面负责机台的行政、生产技术和安全工作。认真执行上级下达的计划和指示，按时完成各项工作任务。

12.3.1.2 组织全机人员努力学习政治和技术，掌握人员思想、技术和身体状况，做好思想政治工作。

12.3.1.3 抓好工程质量和生产效率，亲自处理机台生产和安全中的重大问题。

12.3.1.4 贯彻执行各项规章制度，组织落实施工措施，经常检查各岗位工作，审核原始记录报表。

12.3.1.5 主持机台会议，布置、检查总结工作。

12.3.2 班长职责

12.3.2.1 负责全班的生产和安全工作。主持班前、班后会和交接班。布置、检查总结各岗位工作。

12.3.2.2 掌握孔内情况和钻进操作，亲自处理本班生产中的问题，抓好工程质量。

12.3.2.3 认真执行规章制度和技术措施，督促全班人员遵守钻探安全技术操作规程。

12.3.2.4 搞好钻孔原位测试和水文地质试验工作。

12.3.3 班记录员职责

12.3.3.1 负责本班施工生产中各项原始资料的记录工作；及时、准确、真实、清晰地填写原始报表，并负责保管好。

12.3.3.2 负责岩心、土样的整理与保管。

12.3.3.3 配备钻具、丈量和计算机上余尺，负责简易水文观测和校正孔深。

12.3.3.4 负责注水、压水、抽水试验的准备工作。

12.3.4 其他生产岗位人员的责任制，由机班长根据机台定员和本单位有关规定具体确定。

12.4 机台经济核算

12.4.1 经济核算员(兼材料员)职责

12.4.1.1 负责机台经济核算工作,做到用料有计划,消耗有定额,领料有记录,月月有核算,并定期公布成本情况。

12.4.1.2 负责机台油料、材料、工具、管材等计划编制、领退和送修。

12.4.1.3 会同各班搞好现场材料、工具、管材的存放与保管。

12.4.2 机台经济核算内容

12.4.2.1 根据生产计划安排,按月或按工程项目提出用料计划。

12.4.2.2 按孔(日、班)记录实际消耗情况,如各种油料、材料(包括一次性管材消耗),低值易耗品损坏等。

12.4.2.3 按月或终孔或工程项目结束时,进行物资材料清点,办理退料手续。

12.4.2.4 按月、孔、项目检查材料消耗情况,进行经济核算,上报和公布生产直接费用开支。

12.5 会议、汇报制度

12.5.1 机务会议:由机长召集正副班长、核算员(材料员)参加,每旬一次,主要是总结生产、质量、安全情况,布置下一旬生产任务,制定保证完成任务的主要措施。要定期召集机台质量管理小组进行活动,针对质量关键,安排活动计划,检查执行效果。

12.5.2 班务会和交接班制:由班长在现场召开班前、班后会,了解上一班生产完成情况,制定本班生产技术措施,班后检查执行情况;同时做好交接班工作,做到交清、接清设备运转情况、钻具和孔内情况及原始记录等。

12.5.3 生产汇报:机台要认真执行上级规定的生产情况汇报制度,如日报、旬报、月报等。

附录 A
动力触探试验探杆长度校正系数及公式
(补充件)

A1 中型动力触探:当触探杆长度大于 1 m 时,锤击数应按式(A1)进行校正。

$$N_{28} = \alpha \cdot N \dots\dots\dots (A1)$$

式中: N_{28} ——校正后的中型动力触探试验锤击数;
 α ——触探杆长度校正系数(按表 A1 确定);
 N ——实测锤击数。

表 A1 触探杆长度校正系数 α

杆长 m	≤1	2	3	4	5	6	8	10	12	15
α	1.00	0.96	0.90	0.85	0.83	0.81	0.78	0.76	0.75	0.74

A2 标准贯入试验:当触探杆长度大于 3 m 时,锤击数应按式 A2 进行校正。

$$N_{63.5} = \alpha \cdot N \dots\dots\dots (A2)$$

式中: $N_{63.5}$ ——校正后的标准贯入锤击数;
 N ——实测贯入 30 cm 的锤击数;
 α ——触探杆长度校正系数(见表 A2)。

表 A2 触探杆长度校正系数 α

杆长 m	≤3	6	9	12	15	18	21
α	1.00	0.92	0.86	0.81	0.77	0.73	0.76

A3 重型(2)动力触探:当触探杆长度大于 2 m 时,锤击数应按式(A3)进行校正。

$$N'_{63.5} = \alpha \cdot N \dots\dots\dots (A3)$$

式中: $N'_{63.5}$ ——校正后的锤击数;
 α ——探杆长度校正系数(见表 A3);
 N ——实测锤击数。

表 A3 重型(2)动力触探探杆长度校正系数 α

杆长, m α	N	≤ 2	4	6	8	10	12	14	16
		1	1.00	0.98	0.96	0.93	0.90	0.87	0.84
5	0.96	0.93		0.90	0.86	0.83	0.80	0.77	
10	0.95	0.91		0.87	0.83	0.79	0.76	0.73	
15	0.94	0.89		0.84	0.80	0.76	0.72	0.69	
20					0.77	0.73	0.69	0.66	

附录 B

触探指标与土的主要力学指标的关系
(参考件)

B1 静力触探比贯入阻力与软土及一般粘性土的主要力学指标的关系。

表 B1

P_s (kg/cm ²)	$[R]$ (t/m ²)	E_s (kg/cm ²)	E_0 (kg/cm ²)
3	5~6	23	23
6	8~9	35	35
9	11~12	46	62
12	13~15	57	92
15	16~18	68	121
18	18~21	80	150
21	21~24	91	180
24	24~26	102	209
27	26~29	113	239
30	29~31	124	268

注：本表适用于粘土、亚粘土和塑性指数大于7的亚砂土(粘砂土)。

P_s 为比贯入阻力； $[R]$ 为地基上的容许承载力； E_s 为土的压缩模量； E_0 为地基变形模量。

B2 静力触探比贯入阻力与老粘性土的主要力学指标的关系。

表 B2

P_s (kg/cm ²)	$[R]$ (t/m ²)	E_s (kg/cm ²)	E_o (kg/cm ²)
30	29~31	124	306
33	32~34	135	341
36	35~38	147	377
39	38~41	158	412
42	41~44	168	447
45	44~47	180	483
48	47~50	191	518
51	50~53	202	553
54	53~57		588
57	57~60		624
60	60~63		659

B3 静力触探比贯入阻力与中、粗砂的容许承载力的关系。

表 B3

P_s (kg/cm ²)	$[R]$ (t/m ²)	P_s (kg/cm ²)	$[R]$ (t/m ²)
10	4~7	70	29~31
20	10~12	80	32~34
30	14~16	90	35~37
40	18~20	100	38~40
50	22~24	110	41~43
60	26~28	120	44~46

B4 静力触探比贯入阻力与粉、细砂的容许承载力的关系。

表 B4

P_s (kg/cm ²)	$[R]$ (t/m ²)	P_s (kg/cm ²)	$[R]$ (t/m ²)
50	15~16	110	27~28
60	17~18	120	29~30
70	19~20	130	31~32
80	21~22	140	33~34
90	23~24	150	35~36
100	25~26	160	37~38

B5 中型动力触探试验锤击数与粘性土的主要力学指标的关系

表 B5

N_{25}	2	3	4	6	8	10	12
$[R]$ (t/m ²)	12	15	18	24	29	35	40
E_s (kg/cm ²)	50	75	100	145	190	235	280

注：此表一般适用于冲积和洪积的粘性土。

B6 标准贯入试验锤击数与中、粗、砾砂的容许承载力的关系

表 B6

$N_{63.5}$	3	4	5	6	8	10
$[R]$ (t/m ²)	12	15	20	24	32	40

注：本表一般适用于冲、洪积的砂土，但中、粗的不均匀系数大于6；砾砂的不均匀系数大于20。

B7 标准贯入试验锤击数与砂土的紧密度及内摩擦角的关系

表 B7

$N_{63.5}$	紧 密 度	内摩擦角 (ϕ)
<4	极松	<28.5°
4~10	松	28.5°~30°
10~30	中实	30°~36°
30~50	密实	36°~41°
>50	极紧	>41°

B8 重型(2)动力触探试验锤击数与碎石土的容许承载力的关系

表 B8

$N_{63.5}$	3	4	5	6	8	10	12
$[R]$ (t/m ²)	14	17	20	24	32	40	48

注：① 本表一般适用于冲、洪积的碎石土，其中 d_{60} 不大于 30 mm，不均匀系数不大于 120，密度以稍密~中密为主。

② 不均匀系数 $C_u = d_{60}/d_{10}$ 。

d_{60} ——表示该粒径的颗粒占总重的 60%；

d_{10} ——表示该粒径的颗粒占总重的 10%。

附录 C
土石的类型及野外鉴别
(参考件)

C1 土石的颗粒分组

表 C1 mm

颗 粒 名 称	粒 径	
漂石(浑圆或圆棱)或块石(尖棱)	大	>800
	中	800~400
	小	400~200
卵石(浑圆或圆棱)或碎石(尖棱)	大	200~60
	中	60~40
	小	40~20
圆砾(浑圆或圆棱)或角砾(尖棱)	大	20~10
	中	10~5
	小	5~2
砂 粒	粗	2~0.5
	中	0.5~0.25
	细	0.25~0.05
粉 粒	0.05~0.005	
粘 粒	<0.005	

注：本表摘自 TBJ 12。

C2 碎石类土石分类

表 C2

土 的 名 称	颗 粒 形 状	颗 粒 级 配
漂石土	浑圆或圆棱状为主	粒径大于 200 mm 的颗粒超过全重 50%
块石土	尖棱状为主	

续表 C2

土的名称	颗粒形状	颗粒级配
卵石土	浑圆或圆棱状为主	粒径大于 20 mm 的颗粒超过全重 50%
碎石土	尖棱状为主	
圆砾土	浑圆或圆棱状为主	粒径大于 2 mm 的颗粒超过全重 50%
角砾土	尖棱状为主	

C3 砂类土分类

表 C3

土的名称	土的颗粒级配
砾砂	粒径大于 2 mm 的颗粒为全重 25%~50%
粗砂	粒径大于 0.5 mm 的颗粒超过全重 50%
中砂	粒径大于 0.25 mm 的颗粒超过全重的 50%
细砂	粒径大于 0.1 mm 的颗粒超过全重的 75%
粉砂	粒径大于 0.1 mm 的颗粒少于全重的 75%

注：碎石类土、砂类土定名时，应根据粒径分组，由大到小，以最符合者确定。

C4 砂类土的野外鉴别

表 C4

鉴别特征	砾砂	粗砂	中砂	细砂	粉砂
观察颗粒粗细	约有 1/4 以上颗粒比荞麦或高粱粒(2 mm)大	约有一半以上颗粒比小米(0.5 mm)大	约有一半以上颗粒与砂糖或白菜籽(大于 0.25 mm)近似	大部分颗粒与粗玉米粉(大于 0.1 mm)近似	大部分颗粒与小米粉近似
干燥时状态	颗粒完全分散	颗粒完全分散，个别胶结	颗粒基本分散，部分胶结，胶结部分一碰即散	颗粒大部分分散，少量胶结，胶结部分稍碰撞即散	颗粒小部分分散，大部分胶结，稍加压即能分散
湿润时用手拍后的状态	表面无变化	表面无变化	表面偶有水印	表面有水印(翻浆)	表面有显著翻浆现象
粘着程度	无粘着感	无粘着感	无粘着感	偶有轻微粘着感	有轻微粘着感

C5 粘性土按塑性指数分类及野外鉴别

表 C5

鉴别方法	分类	粘 土	砂(亚)粘土	粘(亚)砂土
	塑性指数	$I_p > 17$	$10 < I_p \leq 17$	$3 < I_p \leq 10$
湿润时用刀切		切面非常光滑, 刀刃有粘腻的阻力	稍有光滑面, 切面有规则	无光滑面, 切面比较粗糙
用手捻时的感觉		湿土用手捻摸有滑腻感, 当水份较大时极易粘手, 感觉不到有颗粒的存在	仔细捻摸感觉到有少量细颗粒, 稍有滑腻感, 有粘滞感	感觉有细颗粒存在或感觉粗糙, 有轻微粘滞感或无粘滞感
粘着程度		湿土极易粘着物体(包括金属与玻璃), 干燥后不易剥去, 用水反复洗才能去掉	能粘着物体, 干燥后较易剥掉	一般不粘着物体, 干燥后一碰就掉
湿土搓条情况		能搓成小于 0.5 mm 的土条(长度不短于手掌), 手持一端不致断裂	能搓成 0.5~2 mm 的土条	能搓成 2~3 mm 的土条
干土的性质		坚硬, 类似陶器碎片, 用锤击方可打碎, 不易击成粉末	用锤易击碎, 用手难捏碎	用手很易捏碎

注: $I_p = W_L - W_p$ 。(W_L 为土的液限, W_p 为土的塑限)。

附录 D

本规程所用法定计量单位与沿用的
非法定计量单位的对照和换算
(参考件)

表 D1

序号	名称	法定计量单位		沿用的非法定计量单位		单位量值的换算
		名称	符号	名称	符号	
1	力、重力	牛[顿]	N	公斤力	kgf	1 kgf ≈ 10 N
2	压力	帕[斯卡]	Pa	公斤力/平方厘米	kgf/cm ²	1 kgf/cm ² ≈ 100 kPa
3		兆帕	MPa			1 kgf/cm ² ≈ 0.1 MPa

附加说明：

本标准由全国地质矿产标准化技术委员会探矿工程及机械设备标准化分技术委员会归口。

本标准由中国水文地质工程地质勘察院负责起草。

本标准主要起草人吴康城(主编)、张九皋、董厚忠、刘庆余、边绍金。