关于发布《港口岩土工程勘察规范》（JTS 133—1—2010）的公告

2010 年第 33 号

现发布《港口岩土工程勘察规范》（以下简称《规范》）。本《规范》为强制性行业标准，编号为 JTS 133—1—2010，自 2010 年 9 月 1 日起施行。原《港口工程地质勘察规范》（JTJ 240—97）同时废止。

本《规范》第 1.0.3 条、第 5.1.2 条、第 5.1.5 条、第 5.2.8 条、第 5.3.3 条、第 7.1.2 条、第 7.1.4 条、第 7.2.1 条、第 7.2.2 条、第 7.6.1 条、第 7.8.1 条、第 9.1.2 条和第 9.2.16 条中的黑体字部分为强制性条文，必须严格执行。

本《规范》由部组织中交第二航务工程勘察设计院有限公司等单位编制完成，由部水运局负责管理和解释，由人民交通出版社出版发行。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

二〇一〇年七月三十日

修订说明

本规范是在《港口工程地质勘察规范》(JTJ 240—97)的基础上,总结近十年来我国港口岩土工程勘察的实践经验,通过深入调查研究,广泛征求有关单位和专家意见,充分考虑港口岩土工程勘察对于保证港口工程建设质量与安全所具有的重要作用,并结合我国港口工程建设的实际情况和发展需要修订而成。主要包括岩土分类与描述、勘察工作布置、特殊性岩土、专项勘察、工程地质调查和测绘、勘探、原位测试、室内试验、岩土工程评价和勘察报告等技术内容。

本规范主编单位为中交第二航务工程勘察设计院有限公司,参加单位为中交水运规划设计院有限公司、中交第一航务工程勘察设计院有限公司、中交第三航务工程勘察设计院有限公司、中交第四航务工程勘察设计院有限公司、天津市海岸带工程有限公司、天津大学水运水利勘察设计所、中国地质大学(武汉)。

《港口工程地质勘察规范》(JTJ 240—97)自发布实施以来,对促进我国港口工程建设技术发展,保证工程建设质量发挥了重要作用。随着港口工程建设技术的不断进步以及岩土勘察科技水平的提高,为适应港口工程建设发展的需要,交通运输部水运局组织中交第二航务工程勘察设计院有限公司等单位对《港口工程地质勘察规范》(JTJ 240—97)进行修订,并更名为《港口岩土工程勘察规范》。

本规范第1.0.3条、第5.1.2条、第5.1.5条、第5.2.8条、第5.3.3条、第7.1.2条、第7.1.4条、第7.2.1条、第7.2.2条、第7.6.1条、第7.8.1条、第9.1.2条和第9.2.16条中的黑体字部分为强制性条款,必须严格执行。

本规范共分12章和8个附录并条文说明。本规范编写人员分工如下:

1 总则:王 晋

2 术语和符号:程新生、周炳源

3 基本规定:周炳源、程新生

4 岩土分类与描述:申伯熙、杨进良

5 勘察工作布置:戚玉红、刘 星、周炳源、乌孟庄

6 特殊性岩土:谭志平、杨进良、蔡泽明、乌孟庄、唐辉明

7 专项勘察:杨进良、谭志平、唐辉明、申伯熙、

8 工程地质调查和测绘:周炳源、程新生

9 勘探:乌孟庄、刘 星

10 原位测试:刘 星、乌孟庄、戚玉红、蔡泽明

11 室内试验:赵晓雯、申伯熙

12 岩土工程评价和勘察报告:谭志平、程新生

附录A~附录D:申伯熙

附录E:唐辉明

附录 F～附录 H:程新生

本规范于2009 年11 月7 日通过部审,于2010 年7 月30 日发布,自2010 年9 月1 日起实施。

本规范由交通运输部水运局负责管理与解释。请各有关单位在使用本规范过程中,将发现的问题和意见及时函告交通运输部水运局(地址:北京市建国门内大街11 号,交通运输部水运局技术管理处,邮政编码:100736)和本规范管理组(地址:武汉市武昌区民主路555 号,中交第二航务工程勘察设计院有限公司,邮政编码:430071),以便再修订时参考。

目　次

1　总则 …… (1)
2　术语和符号 …… (2)
2.1　术语 …… (2)
2.2　符号 …… (3)
3　基本规定 …… (5)
4　岩土分类与描述 …… (7)
4.1　岩的分类 …… (7)
4.2　土的分类 …… (8)
4.3　岩土的描述 …… (12)
5　勘察工作布置 …… (14)
5.1　可行性研究阶段勘察 …… (14)
5.2　初步设计阶段勘察 …… (15)
5.3　施工图设计阶段勘察 …… (17)
5.4　施工期勘察 …… (25)
6　特殊性岩土 …… (26)
6.1　一般规定 …… (26)
6.2　软土 …… (26)
6.3　混合土 …… (27)
6.4　填土 …… (28)
6.5　层状构造土 …… (29)
6.6　风化岩与残积土 …… (29)
7　专项勘察 …… (32)
7.1　场地和地基的地震效应勘察 …… (32)
7.2　桩基工程勘察 …… (33)
7.3　岸坡与边坡勘察 …… (34)
7.4　基坑工程勘察 …… (36)
7.5　天然建筑材料勘察 …… (37)
7.6　地基处理勘察 …… (38)
7.7　地下水勘察 …… (40)
7.8　滑坡勘察 …… (42)
8　工程地质调查和测绘 …… (44)
9　勘探 …… (47)

9.1 一般规定 …… (47)
9.2 钻探与取样 …… (48)
9.3 井探、槽探 …… (50)
10 原位测试 …… (51)
10.1 一般规定 …… (51)
10.2 浅层平板载荷试验 …… (51)
10.3 十字板剪切试验 …… (53)
10.4 标准贯入试验 …… (54)
10.5 圆锥动力触探试验 …… (55)
10.6 静力触探试验 …… (56)
10.7 旁压试验 …… (58)
10.8 水底地层剖面仪探测 …… (60)
10.9 波速测试 …… (61)
10.10 水域地震映像探测 …… (63)
11 室内试验 …… (65)
11.1 一般规定 …… (65)
11.2 土工试验 …… (65)
11.3 岩石试验 …… (68)
11.4 水、土腐蚀性试验 …… (69)
12 岩土工程评价和勘察报告 …… (70)
12.1 岩土工程评价 …… (70)
12.2 岩土工程勘察报告 …… (71)
附录A 岩石、岩体风化程度划分 …… (73)
附录B 岩体按结构类型分类 …… (76)
附录C 港口工程中常见的几种成因类型的土及其工程地质特征 …… (77)
附录D 碎石土密实度野外鉴别方法 …… (78)
附录E 风化花岗岩物理力学性质指标参考值 …… (79)
附录F 常用地质符号与色标 …… (80)
附录G 常用图例 …… (83)
附录H 本规范用词用语说明 …… (86)
附加说明 本规范主编单位、参加单位、主要起草人、总校人员和管理组人员名单 …… (87)
附 条文说明 …… (89)

1 总 则

1.0.1 为统一港口岩土工程勘察技术要求和工作程序，做到技术先进、经济合理、安全可靠、确保勘察质量、提高投资效益，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于港口工程建设的岩土工程勘察。通航建筑物和修造船厂水工建筑物的岩土工程勘察可参照执行。

1.0.3 港口工程建设在设计和施工之前，必须按基本建设程序进行岩土工程勘察。

1.0.4 港口岩土工程勘察应积极采用先进的技术、设备和工艺，深入调查研究、广泛收集资料、综合应用多种勘察手段，实事求是、精心勘察、科学分析，查明和评价建设场地的地质、环境特征和岩土工程条件，为港口工程设计和施工提供可靠依据。

1.0.5 港口岩土工程勘察除应符合本规范规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 港口岩土工程勘察 geotechnical investigation on port

根据港口建设工程的要求,查明、分析、评价建设场地的地质、环境特征和岩土工程条件,编制勘察文件的活动。

2.1.2 工程地质测绘 engineering geologic mapping

对勘察场地的工程地质条件进行现场观察、量测和描述,并将有关地质要素以图例、符号表示在地形图上的勘察工作方法。

2.1.3 岩土工程勘探 geotechnical exploration

岩土工程勘察的一种手段,包括钻探、槽探、井探、坑探、洞探、物探和触探等。

2.1.4 现场监测 in-situ monitoring

现场对岩土性状、地下水的变化、岩土体与结构物的应力和位移进行系统监视和观测。

2.1.5 原位测试 in-situ tests

在岩土体所处的位置,基本保持岩土原来的结构、湿度和应力状态,对岩土体进行的测试。

2.1.6 软弱结构面 weak structural plane

延伸较远、两壁较平滑、充填有一定厚度软弱物质的结构面,如泥化、软化、破碎薄夹层面等。

2.1.7 软弱夹层 weak intercalated layer

岩体中夹有的强度较低的薄层,如被泥化、软化、破碎的薄层等。

2.1.8 不良地质作用 adverse geologic actions

由地球的内外营力造成的对工程建设可能具有危害性的地质作用。

2.1.9 岩石质量指标 rock quality designation

用直径75mm金刚石钻头和N型双层岩芯管,在钻孔中连续钻进取芯,以百分数表示的每回次钻取长度大于10cm芯段之和与该回次进尺之比的数值。

2.1.10 岩芯采取率 core recovery

每回次钻进采得的岩芯长度与其进尺之比,以百分数表示。

2.1.11 震陷 earthquake subsidence

由于地震引起高压缩性土软化而产生地基基础或地面沉陷的现象。

2.1.12 层状构造土 bedded soil

同一土层由不同性质的土相间成层，呈韵律沉积，具有明显层状构造特征的土。

2.2 符 号

2.2.1 岩土物理性质指标

C_c——曲率系数；

C_u——不均匀系数；

d_{10}——有效粒径(mm)；

d_{60}——限制粒径(mm)；

D_r——相对密度；

e——孔隙比；

G_s——土粒比重；

I_L——液性指数；

I_P——塑性指数；

h——锥沉量(mm)；

O_m——有机质含量(%)；

S_r——饱和度(%)；

ω——含水率(%)；

w_L——液限(%)；

w_P——塑限(%)；

Y——重力密度(重度)(kN/m^3)；

ρ——质量密度(密度)(g/cm^3)；

ρ_d——干密度(g/cm^3)。

2.2.2 岩土变形指标

a——压缩系数(MPa^{-1})；

C_c——压缩指数；

C_s——回弹指数；

C_v、C_h——垂直、水平向固结系数(cm^2/s)；

E_0——变形模量(MPa)；

E_m——旁压模量(kPa、MPa)；

E_s——压缩模量(MPa)；

P_c——先期固结压力(kPa)。

2.2.3 岩土强度指标

c——粘聚力(kPa)；

C_u——十字板剪切强度(kPa)；

f_r——岩石饱和单轴抗压强度(MPa)；

p_0——载荷试验比例界限压力、旁压试验初始压力(kPa)；

p_f、p_L——旁压试验临塑压力、极限压力(kPa)；

$I_{s(50)}$——点荷载强度(MPa);

τ——抗剪强度(kPa);

f——内摩擦角(°);

q_u——无侧限抗压强度(kPa)。

2.2.4 标准贯入和触探试验指标

N——标准贯入试验击数;

N_{10}——轻型圆锥动力触探试验击数;

$N_{63.5}$——重型圆锥动力触探试验击数;

N_{120}——超重型圆锥动力触探试验击数;

P_s——静力触探比贯入阻力(kPa、MPa);

q_c——静力触探锥头阻力(kPa、MPa);

R_f——静力触探摩阻比(%);

f_S——静力触探侧阻力(kPa、MPa)。

2.2.5 其他符号

k——渗透系数(cm/s);

K_0——静止侧压力系数;

Kv——基准基床系数(kN/m^3);岩体完整性指数;

K_R——岩石软化系数;

K_{VP}——波速风化折减系数;

S_t——灵敏度;

μ——泊松比;

λ_c——压实系数;

V_p——压缩波(纵波)波速(m/s);

V_s——剪切波(横波)波速(m/s);

V_R——瑞利波(面波)波速(m/s);

F——附着力(g/cm^2)。

3 基本规定

3.0.1 港口岩土工程勘察宜按收集资料、现场踏勘、编写勘察大纲、工程地质调查和测绘、勘探和原位测试、室内试验、资料分析整理和岩土工程勘察报告编制的程序进行。

3.0.2 港口岩土工程勘察阶段宜分为可行性研究阶段勘察、初步设计阶段勘察和施工图设计阶段勘察，并应符合下列规定。

3.0.2.1 场地较小且无特殊要求的工程可合并勘察阶段。当工程方案已经确定，且场地已有岩土工程勘察资料时，可根据实际情况直接进行施工图设计阶段勘察。

3.0.2.2 岩土工程条件复杂或有特殊要求的工程宜进行施工期勘察。

3.0.2.3 各勘察阶段提交的成果应满足相应阶段设计和施工的需要。各阶段的勘察工作宜相互衔接，前阶段的勘察成果宜在后阶段的勘察中充分利用。

3.0.3 勘察工作内容、方法和工作量应根据下列因素确定：

(1)勘察阶段；

(2)工程安全等级、规模、类型和结构特点；

(3)建设场地岩土工程条件的复杂程度和研究程度；

(4)工程设计和施工的要求；

(5)当地工程建设经验。

3.0.4 岩土工程勘察应根据工程设计要求、场地的工程地质条件与当地勘察经验，经济合理地综合应用工程地质调查和测绘、勘探、原位测试等多种技术方法。

3.0.5 勘察资料的收集、分析与应用应符合下列规定：

3.0.5.1 资料收集宜包括下列内容：

(1)区域和建设场地的基础地质资料和岩土工程勘察资料，包括地貌、地层、地质构造、岩土性质、地下水、不良地质作用、岩土工程评价等；

(2)地形、水深、航道和岸线变迁等图件与说明，平面、高程控制和当地理论最低潮面等资料；

(3)当地地基基础、地基处理、填海造陆等工程勘察经验和设计、测试、施工经验；

(4)有关的气象、水文资料；

(5)地震及震害情况；

(6)水下和地下文物、建筑物、抛石、沉船、管道、电缆及其他异物分布情况。

3.0.5.2 资料的分析与应用应满足下列要求：

(1)了解资料的来源、产生的年代、执行的技术标准和工作方法、应用的基础资料以及鉴定审批意见等，并根据需要对所收集资料按现行标准进行整理、分析与验证后应用；

(2)场地的地质环境与资料形成时已有明显改变，则需分析所收集资料的适用性。

3.0.6 勘察大纲的编制和执行应满足下列要求：

(1)根据勘察合同和勘察技术要求，了解工程特性、设计意图和对勘察的要求；根据收集的资料和现场踏勘，了解场地的工程地质条件与开展勘察工作的条件，据此编制勘察大纲；

(2)勘察大纲包含勘察目的、任务、内容、技术方案、工作量、勘察报告等主要内容，并提出环境与职业健康安全以及质量保证措施和工作进度计划；

(3)勘察大纲经审批后严格执行，执行中出现与现场实际情况不符时需及时据实调整。

3.0.7 勘察资料的分析整理应贯穿于勘察的全过程。通过勘察资料的及时分析整理完善勘察工作。提出能客观反映场地工程地质条件、资料完整、评价正确的港口岩土工程勘察报告。

4 岩土分类与描述

4.1 岩的分类

4.1.1 岩石应按下列因素分类：

(1)按成因分为岩浆岩、沉积岩和变质岩；

(2)根据强度按表4.1.1-1进行岩石坚硬程度分类；

岩石坚硬程度分类 表4.1.1-1

岩石饱和单轴抗压强度 f_r(MPa)	$f_r \leqslant 5$	$5 < f_r \leqslant 15$	$15 < f_r \leqslant 30$	$30 < f_r \leqslant 60$	$f_r > 60$
坚硬程度	极软岩	软岩	较软岩	较硬岩	坚硬岩

(3)按岩石风化程度分为未风化、微风化、中等风化、强风化和全风化岩；在以未风化岩石饱和单轴抗压强度大于30MPa为硬质岩石，小于等于30MPa为软质岩石分类后，再根据附录A中表A.0.1-1和表A.0.1-2划分其风化程度；

(4)岩石根据其软化系数按表4.1.1-2分为软化岩石和不软化岩石。

岩石软化类别分类 表4.1.1-2

软化系数 K_R	$K_R \leqslant 0.75$	$K_R > 0.75$
岩石软化类别	软化岩石	不软化岩石

注：软化系数 K_R 为饱和与干燥状态的岩石单轴抗压强度之比。

4.1.2 岩体应按下列因素分类：

(1)根据岩体结构类型按附录B分类；

(2)根据岩石质量指标按表4.1.2-1分类；

岩体按岩石质量指标RQD分类 表4.1.2-1

RQD(%)	RQD≤25	25 < RQD≤50	50 < RQD≤75	75 < RQD≤90	RQD > 90
岩体分类	极差的	差的	较差的	较好的	好的

(3)岩层的单层厚度按表4.1.2-2分类；

岩层按单层厚度分类 表4.1.2-2

单层厚度 h(m)	$h \leqslant 0.1$	$0.1 < h \leqslant 0.5$	$0.5 < h \leqslant 1.0$	$h > 1.0$
厚度分类	薄层	中厚层	厚层	巨厚层

(4)岩体的风化程度分为未风化带、微风化带、中等风化带、强风化带和全风化带；岩体按其组成岩石类别的未风化强度划分为硬质与软质岩石后，再根据附录A.0.1-1和A.0.1-2划分其风化程度；

(5)岩体完整程度分类根据表4.1.2-3确定。

岩体完整程度分类　　表 4.1.2-3

完整性指数 K_V	$K_V \leq 0.15$	$0.15 < K_V \leq 0.35$	$0.35 < K_V \leq 0.55$	$0.55 < K_V \leq 0.75$	$K_V > 0.75$
完整程度	极破碎	破碎	较破碎	较完整	完整

注:完整性指数为岩体压缩波波速与岩块压缩波波速之比的平方,选定岩体和岩块测定波速时要具有代表性。

4.1.3 岩体基本质量分级应符合下列规定。

4.1.3.1 岩体基本质量分级应根据岩体基本质量的定性特征和岩体基本质量指标按表 4.1.3 确定。

岩体基本质量分级　　表 4.1.3

基本质量级别	岩体基本质量的定性特征	岩体基本质量指标 BQ
Ⅰ	坚硬岩,岩体完整	>550
Ⅱ	坚硬岩,岩体较完整;较坚硬岩,岩体完整	550~451
Ⅲ	坚硬岩,岩体较破碎;较坚硬岩或软硬岩互层,岩体较完整;较软岩,岩体完整	450~351
Ⅳ	坚硬岩,岩体破碎;较坚硬岩,岩体较破碎~破碎;较软岩或软硬岩互层,且以软岩为主,岩体较完整~较破碎;软岩,岩体完整~较完整	350~251
Ⅴ	较软岩,岩体破碎;软岩,岩体较破碎~破碎;全部极软岩及全部极破碎岩	≤250

4.1.3.2 岩体基本质量指标应按下列公式计算:

$$BQ = 90 + 3f_r + 250K_V \tag{4.1.3-1}$$

$$K_V = (V_{Pm}/V_{Pr})^2 \tag{4.1.3-2}$$

式中 BQ——岩体基本质量指标;

f_r——岩石饱和单轴抗压强度(MPa),$f_r > 90K_V + 30$ 时,以 $f_r = 90K_V + 30$ 和 K_V 代入计算 BQ 值;

K_V——岩体完整性指数,$K_V > 0.04f_r + 0.4$ 时,以 $K_V = 0.04f_r + 0.4$ 和 f_r 代入计算 BQ 值;

V_{Pm}——岩体弹性纵波波速(km/s);

V_{Pr}——岩石弹性纵波波速(km/s)。

4.1.3.3 当地下工程的岩体存在地下水、软弱结构面和高初始应力时,应对岩体基本质量指标进行修正,修正方法应按现行国家标准《工程岩体分级标准》(GB 50218)的有关规定执行。

4.2 土的分类

4.2.1 根据土的沉积时代可进行下列分类:

(1)老沉积土,即第四纪晚更新世(Q_3)及其以前沉积的土,一般具有较高的强度和较低的压缩性;

(2)一般沉积土,即第四纪全新世(Q_4)文化期以前沉积的土,一般为正常固结的土;

(3)新近沉积土,即第四纪全新世(Q_4)文化期以来沉积的土,其中粘性土一般为欠固结的土,且具有强度较低和压缩性较高的特征。

4.2.2 土根据地质成因应分为残积土、坡积土、洪积土、冲积土、湖积土、海积土、风积土、人工填土和复合成因的土等。港口工程常见的几种成因类型的土及其工程地质特征见附录C。

4.2.3 土根据颗粒级配和塑性指数应分为碎石土、砂土、粉土和粘性土。

4.2.4 粒径大于2mm的颗粒质量超过总质量50%的土应定名为碎石土。碎石土可根据颗粒级配及形状按表4.2.4-1作进一步分类。碎石土的密实度可用重型或超重型动力触探试验锤击数按表4.2.4-2或表4.2.4-3确定,表中的$N_{63.5}$、N_{120}应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)的有关规定修正。

碎石土分类 表4.2.4-1

土的名称	颗粒形状	颗粒级配
漂石	圆形、亚圆形为主	粒径大于200mm的颗粒质量超过总质量50%
块石	棱角形为主	
卵石	圆形、亚圆形为主	粒径大于20mm的颗粒质量超过总质量50%
碎石	棱角形为主	
圆砾	圆形、亚圆形为主	粒径大于2mm的颗粒质量超过总质量50%
角砾	棱角形为主	

注:定名时应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。

碎石土密实度按$N_{63.5}$分类 表4.2.4-2

重型动力触探试验击数 $N_{63.5}$	$N_{63.5}\leqslant 5$	$5<N_{63.5}\leqslant 10$	$10<N_{63.5}\leqslant 20$	$N_{63.5}>20$
密实度	松散	稍密	中密	密实

注:本表适用于平均粒径等于或小于50mm,且最大粒径小于100mm的碎石土。

碎石土密实度按N_{120}分类 表4.2.4-3

超重型动力触探试验击数 N_{120}	$N_{120}\leqslant 3$	$3<N_{120}\leqslant 6$	$6<N_{120}\leqslant 11$	$11<N_{120}\leqslant 14$	$N_{120}>14$
密实度	松散	稍密	中密	密实	很密

注:本表适用于平均粒径大于50mm或最大粒径大于100mm的碎石土。

4.2.5 粒径大于2mm的颗粒质量不超过总质量50%,且粒径大于0.075mm的粒径质量超过总质量的50%的土应定名为砂土。砂土可根据颗粒级配按表4.2.5作进一步分类。

砂土分类 表4.2.5

土的分类	颗粒级配
砾砂	粒径大于2mm的颗粒质量占总质量25%~50%
粗砂	粒径大于0.5mm的颗粒质量超过总质量50%
中砂	粒径大于0.25mm的颗粒质量超过总质量50%
细砂	粒径大于0.075mm的颗粒质量超过总质量85%
粉砂	粒径大于0.075mm的颗粒质量超过总质量50%

注:定名时根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。

4.2.6 砂土颗粒组成特征应根据土的不均匀系数和曲率系数确定,并应满足下列要求:

(1)不均匀系数按下式计算:

$$C_u = d_{60}/d_{10} \tag{4.2.6-1}$$

式中 C_u——不均匀系数,表示级配曲线分布范围的宽窄;

d_{60}——限制粒径,在土的粒径分布曲线上的某粒径,小于该粒径的土粒质量为总土粒质量的60%;

d_{10}——有效粒径,在土的粒径分布曲线上的某粒径,小于该粒径的土粒质量为总土粒质量的10%;

(2)曲率系数按下式计算:

$$C_c = d_{30}^2/(d_{10} \times d_{60}) \tag{4.2.6-2}$$

式中 C_c——曲率系数,表示级配曲线分布形态;

d_{30}——在土的粒径分布曲线上的某粒径,小于该粒径的土粒质量为总土粒质量的30%;

d_{10}——有效粒径,在土的粒径分布曲线上的某粒径,小于该粒径的土粒质量为总土粒质量的10%;

d_{60}——限制粒径,在土的粒径分布曲线上的某粒径,小于该粒径的土粒质量为总土粒质量的60%;

(3)当不均匀系数大于等于5,曲率系数1~3时,为级配良好的砂土。

4.2.7 砂土的密实度可根据标准贯入试验击数按表4.2.7判定。

砂土的密实度分类 表4.2.7

标准贯入试验击数 N	$N \leqslant 10$	$10 < N \leqslant 15$	$15 < N \leqslant 30$	$30 < N \leqslant 50$	$N > 50$
密实度	松散	稍密	中密	密实	极密实

注:对地下水位以下的中、粗砂,其 N 值宜按实测锤击数增加5击计。

4.2.8 粒径大于0.075mm的颗粒质量不超过总质量的50%,且塑性指数小于或等于10的土应定名为粉土。

4.2.9 粉土的密实度可根据孔隙比按表4.2.9进行判定。

粉土密实度按孔隙比分类 表4.2.9

孔隙比 e	$e < 0.75$	$0.75 \leqslant e \leqslant 0.90$	$e > 0.90$
密实度	密实	中密	稍密

4.2.10 粘性土应为塑性指数大于10的土,按表4.2.10分为粘土和粉质粘土。

粘性土的分类 表4.2.10

塑性指数 I_p	$I_p > 17$	$10 < I_p \leqslant 17$
土的名称	粘土	粉质粘土

注:塑性指数的液限值由76g圆锥仪沉入土中10mm测定。

4.2.11 粘性土状态应根据液性指数按表4.2.11-1确定,粘性土的天然状态可根据标准贯入试验击数或锥沉量分别按表4.2.11-2和表4.2.11-3确定。

根据液性指数确定粘性土的状态　　表 4.2.11-1

液性指数 I_L	$I_L>1$	$1\geqslant I_L>0.75$	$0.75\geqslant I_L>0.25$	$0.25\geqslant I_L>0$	$I_L\leqslant 0$
状态	流塑	软塑	可塑	硬塑	坚硬

根据标准贯入试验击数确定粘性土的天然状态　　表 4.2.11-2

标准贯入试验击数 N	$N<2$	$2\leqslant N<4$	$4\leqslant N<8$	$8\leqslant N<15$	$N\geqslant 15$
天然状态	很软	软	中等	硬	坚硬

根据锥沉量确定粘性土的天然状态　　表 4.2.11-3

锥沉量 h(mm)	$h\geqslant 7$	$7>h\geqslant 5$	$5>h\geqslant 3$	$3>h\geqslant 2$	$h<2$
天然状态	很软	软	中等	硬	坚硬

注：锥沉量为 76g 圆锥仪沉入土中的毫米数。

4.2.12 在静水或缓慢的流水环境中沉积，天然含水率大于液限、天然孔隙比大于或等于 1.0 的粘性土应定名为淤泥性土，淤泥性土应按表 4.2.12 分为淤泥质土、淤泥和流泥。

淤泥性土的分类　　表 4.2.12

指标 \ 土的名称	淤泥质土	淤　泥	流　泥
孔隙比 e	$1.0\leqslant e<1.5$	$1.5\leqslant e<2.4$	$e\geqslant 2.4$
含水率 ω(%)	$36\leqslant\omega<55$	$55\leqslant\omega<85$	$\omega\geqslant 85$

注：淤泥质土可根据塑性指数按第 4.2.10 条再划分为淤泥质粘土、淤泥质粉质粘土。

4.2.13 饱和状态的淤泥性土的重度可按以下理论公式(4.2.13-1)确定或按经验公式(4.2.13-2)估算。

$$\gamma=\frac{G_s(1+0.01\omega)}{1+G_s\times 0.01\omega}\gamma_\omega \qquad (4.2.13\text{-}1)$$

$$\gamma=32.4-9.07\lg\omega \qquad (4.2.13\text{-}2)$$

式中　γ——土的重度(kN/m^3)；

G_s——土粒的比重；

ω——天然含水率(%)；

γ_ω——水的重度(kN/m^3)。

4.2.14 粘性土当有机质含量大于等于 5% 时应定名为有机质土。

4.2.15 由粗细两类土呈混合状态存在，具有颗粒级配不连续，中间粒组颗粒含量极少，级配曲线中间段极为平缓等特征，且不均匀系数大于 30 的土应定名为混合土。定名时应将主要土类列在名称前部，次要土类列在名称后部，中间以“混”字联结。

4.2.16 混合土按其成因和不同土类的含量可分为淤泥和砂的混合土、粘性土和砂或碎石的混合土，其分类方法应符合下列规定。

4.2.16.1 淤泥和砂的混合土可分为淤泥混砂或砂混淤泥，其分类可按下列方法进行：

(1)淤泥干土质量超过总质量的 30% 时为淤泥混砂，淤泥质量超过总质量 10% 且小于或等于总质量的 30% 时为砂混淤泥，质量由室内试验确定，大于 0.075mm 的颗粒按砂

考虑;

(2)现场淤泥含量以体积估判时,淤泥体积占总体积超过50%为淤泥混砂;淤泥体积超过总体积20%且小于总体积50%时为砂混淤泥。

4.2.16.2 粘性土和砂或碎石的混合土可分为粘性土混砂或碎石、砂或碎石混粘性土,其分类可按下列方法进行:

(1)粘性土质量超过总质量的40%时定名为粘性土混砂或碎石;粘性土的质量大于10%且小于或等于总质量的40%时定名为砂或碎石混粘性土,质量由室内试验确定;

(2)现场以各种土的体积占总体积的50%为分界估判。

4.2.17 层状构造土定名时应将厚层土列在名称前部,薄层土列在名称后部,根据两类土层的厚度比可分为下列三类:

(1)互层土,具互层构造,两类土层厚度相差不大,厚度比一般大于1:3,如粉质粘土与粉砂互层;

(2)夹层土,具夹层构造,两类土层厚度相差较大,厚度比1:3~1:10,如粉质粘土夹粉砂层;

(3)间层土,常呈粘性土间极薄层粉砂的特点,厚度比小于1:10,如粘土间粉砂。

4.2.18 花岗岩残积土应为花岗岩风化的最终产物,并残留在原地未经搬运,除石英外其他矿物均已变为土状,可根据大于2mm的颗粒质量按表4.2.18分为粘性土、砂质粘性土和砾质粘性土。

花岗岩残积土分类　　表4.2.18

大于2mm颗粒质量X(%)	$X<5$	$5\leqslant X\leqslant 20$	$X>20$
土的名称	粘性土	砂质粘性土	砾质粘性土

4.2.19 填土应为由人类活动堆积的土,根据其物质组成和堆填方式可分为下列三类:

(1)冲填土,由水力冲填的淤泥性土、砂土或粉土;

(2)素填土,由碎石类土、砂土、粉土、粘性土和山皮土等堆积的填土;经按一定标准分层压实的称为压实填土;

(3)杂填土,含有建筑垃圾、工业废料或生活垃圾的填土。

4.3 岩土的描述

4.3.1 岩的描述应满足下列要求:

(1)岩石的描述,包括名称、类别、颜色、主要矿物结晶大小和结晶程度、胶结成分和胶结程度、结构、构造、风化程度和其他特征;

(2)岩体的描述,包括岩性、岩层厚度、结构体、结构面、结构类型、风化分带、泥化层、软夹层的分布及性状、地质时代、成因类型和其他特征;

(3)对花岗岩风化带中的囊袋状、球状和沉积岩中的带状、隔层状等风化性状进行描述;

(4)除第四纪玄武岩外,对由第四纪钙、铁质局部胶结砂砾层和海滩生物胶结层,不能描述或鉴别为基岩;

(5)描述沉积岩中硬层与软层交互形成的层状构造特征。

4.3.2 土的描述应满足下列要求:

(1)碎石土的描述,包括名称、成分、颗粒大小、均匀程度、颗粒形状、颗粒排列、密实程度、夹杂物和碎石粒径的坚硬程度、风化程度、胶结现象以及成因类型、地质时代等其他特征;碎石土密实度野外鉴别方法见附录 D;

(2)砂土的描述,包括名称、颜色、湿度、密实度、包含物颗粒形状、粒径均匀程度、成因类型、地质时代和其他特征;

(3)粉土的描述,包括名称、颜色、湿度、密实度、摇震反应、光泽反应、构造特征、结构特征、包含物、成因类型、地质时代和其他特征;

(4)粘性土的描述,包括名称、颜色、状态、湿度、塑性、光泽反应、构造特征、结构特征、包含物、嗅味、斑纹、虫孔和成因类型、地质时代等其他特征;

(5)新近沉积粘性土的描述,包括沉积环境、土质颜色、结构性和包含物等;

(6)冲填土的描述,除根据冲填土质,参照一般土描述外,着重描述冲填土成分、填龄和均匀程度;

(7)混合土的描述,包括类别、名称、颗粒组成、均匀程度、颜色、状态、成因类型和主要土类量的估判;

(8)层状土的描述,包括韵律沉积特征、名称、颜色、成因类型、状态,互夹间三者土层的厚度和构造特征;

(9)残积土的描述,包括名称、颜色、颗粒组成、状态、母岩的岩性、湿陷性和遇水崩解特性等。

5 勘察工作布置

5.1 可行性研究阶段勘察

5.1.1 本阶段勘察应与可行性研究的阶段相适应。对于大中型工程、重点工程和技术复杂的工程,应分为预可行性研究阶段勘察和工程可行性研究阶段勘察两个阶段;对于小型工程和技术成熟的工程,可直接进行工程可行性研究勘察。

5.1.2 预可行性研究阶段勘察应对场地的稳定性和建筑的适宜性进行初步评价,满足主体工程的方案设计需要。

5.1.3 预可行性研究阶段勘察应包括下列内容:

(1)调查地貌特征,了解掩埋的故河道、沟、塘的分布及其土质状况;

(2)调查收集区域地质构造、活动性断层、地震活动和场地地震动参数;

(3)调查场地主要构造破碎带和不良地质作用的成因、分布、发育和性状;

(4)了解场地岩土组成、成因、性质和分布情况;

(5)调查分析地下水、地表水活动对工程地质条件的影响。

5.1.4 预可行性研究阶段勘察方法应以收集、分析现有资料和现场踏勘为主,收集资料内容应按第3.0.5条有关规定执行。当已有资料不能满足要求时,应进行工程地质调查或测绘,必要时布置少量勘探测试工作。

5.1.5 工程可行性研究阶段勘察应对场地的稳定性和建筑的适宜性作出基本评价,满足主体工程的初步设计需要。

5.1.6 工程可行性研究阶段勘察应包括下列内容:

(1)初步划分地貌单元;

(2)调查研究地质构造、地震活动和不良地质作用的成因、分布、发育等;

(3)调查研究岩土分布、成因、时代和主要岩土层的物理力学性质;

(4)调查地下水类型、含水层性质、地下水与地表水位的动态变化,分析对岸坡与边坡稳定的影响;

(5)分析评价场地稳定性和建筑的适宜性;

(6)根据需要对陆域形成、地基处理的适宜性进行岩土工程评价。

5.1.7 工程可行性研究阶段勘察方法,应在收集资料的基础上根据工程要求、拟布置的主体建筑物的位置和场地工程地质条件布置工程地质测绘和勘探测试工作。勘探测试点的布置应符合下列规定。

5.1.7.1 河港宜垂直于岸向布置勘探线,线距不宜大于200m,线上勘探点间距不宜大于150m。

5.1.7.2 海港可按网格状布置勘探测试点，点的间距宜为200～500m，取样间距宜为1.5～2.0m。

5.1.7.3 勘探测试点的深度应进入持力层内适当深度。

5.1.7.4 对地貌单元较多的场地和基岩埋藏较浅而岩性、构造复杂、岩面起伏较大的场地，勘探测试点宜局部加密加深。

5.1.8 对于影响建港场地取舍的重大工程地质问题应布置专项勘察。

5.2 初步设计阶段勘察

5.2.1 初步设计阶段勘察应初步查明建筑场地工程地质条件，提供地基基础初步设计所需的岩土参数，对建筑地基做出岩土工程评价，满足确定总平面布置、建筑物结构和基础型式、施工方法和场地不良地质作用防治的需要。

5.2.2 初步设计阶段勘察工作应根据工程建设的技术要求，并结合场地地质条件完成下列工作内容：

(1)划分地貌单元；

(2)初步查明岩土层性质、分布规律、形成时代、成因类型、基岩的风化程度及埋藏条件；

(3)查明与工程建设有关的地质构造，收集地震资料；

(4)查明不良地质作用的分布范围、发育程度和形成原因；

(5)初步查明地下水类型、含水层性质，调查水位变化幅度、补给与排泄条件；

(6)分析场地各区段工程地质条件，分析评价岸坡与边坡稳定性和地基稳定性，推荐适宜建设地段，提出基础型式、地基持力层、陆域形成和地基处理的建议；

(7)对抗震设防烈度大于等于6度的场地进行场地和地基的地震效应勘察。

5.2.3 初步设计阶段勘察应采用工程地质调查、测绘、勘探和多种原位测试相结合的方法进行。

5.2.4 勘察工作应充分利用场地已有资料，勘察过程中应根据掌握的地质条件变化情况，及时调整勘察方法和技术要求。

5.2.5 勘探线和勘探点宜布置在比例尺为1∶1000或1∶2000的地形图上；勘探线宜垂直岸向或平行于水工建筑物长轴方向布置；勘探线和勘探点的间距，应根据工程要求、地貌特征、岩土分布、不良地质作用发育情况等确定；在岸坡地段和岩石与土层组合地段宜适当加密。勘探线、勘探点的布置可参照表5.2.5确定。

初步设计阶段勘探线、勘探点布置表 表5.2.5

工程类别		地质条件	勘探线间距	勘探点间距(m)
河港	水工建筑物区	山区	70～100m	≤30
	陆域建筑物区			50～70
	水工建筑物区	丘陵	70～150m	≤50
	陆域建筑物区			50～100
	水工建筑物区	平原	100～200m	≤70
	陆域建筑物区			70～150

续上表

工程类别		地质条件	勘探线间距	勘探点间距(m)
海港	水工建筑物区	岩基	≤50m	≤50
		岩土基	50~75m	50~100
		土基	50~100m	75~200
	港池及锚地区	岩基	50~100m	50~100
		土基	200~500m	200~500
	航道区	岩基	50~100m	50~100
		土基	1~3条	200~500
	防波堤区	各类地基	1~3条	100~300
	陆域建筑区、陆域形成区	岩土基	50~150m	75~150
		土基	100~200m	100~200

注:①应根据具体勘探要求、场地微地貌、地层岩土性质和层面起伏变化、有无不良地质作用及对场地工程条件的研究程度等参照本表综合确定间距数值;

②岩基——在工程影响深度内基岩上覆盖层薄或无覆盖层;岩土基——在工程影响深度内基岩上覆盖有一定厚度的土层;土基——在工程影响深度内全为土层。

5.2.6 勘探点的深度应根据工程规模、设计要求和岩土条件确定,勘探点的深度可参照表5.2.6确定。

初步设计阶段勘探点深度表　　表5.2.6

工程类别			一般性勘探点勘探深度(m)	控制性勘探点勘探深度(m)
水工建筑物区	码头船坞船台滑道	10万吨级以上	40~60	≤80
		万吨级	35~55	≤65
		千吨级	25~35	≤45
		千吨级以下	20~30	≤40
	防波堤区		≤30	≤40
	港池航道区		设计航道标高以下2~3	
	锚地区		5~8	
陆域建筑区、陆域形成区			15~30	≤40

注:①在预定勘探深度内遇基岩时,一般性勘探点深度应钻入标准贯入击数大于50的风化岩层中不少于1m,控制性勘探点深度应钻入标准贯入击数大于50的风化岩层中不少于3m或预计以风化岩为持力层的桩端以下不少于5m;对于港池、航道,在预定的疏浚深度内应至少钻探至中风化岩顶面;

②经控制性勘探点和已有资料表明,在预定勘探深度内有厚度不小于3m的碎石土层且无软弱下卧层时,一般性勘探点到达该层即可;

③在预定勘探深度内遇到坚硬的老粘性土时,深度可酌减,一般性勘探点达到坚硬的老粘性土层内深度,水域不少于10m,陆域不少于5m;控制性勘探点达到坚硬的老粘性土层内深度,应按一般勘探点深度增加5m;

④在预定勘探深度内遇松软土层时,控制性勘探点应加深或穿透松软土层,一般性勘探点应根据具体情况增加勘探深度;

⑤对每个地貌单元和拟布置重要建筑物区至少应有一个控制性勘探点。

5.2.7 航道、港池和锚地等水域地段根据地质条件可采用地震映像探测、水底地层剖面仪探测和其他适宜的原位测试方法结合钻探进行勘察。

5.2.8 **勘探点中控制性勘探点数量不得少于勘探点总数的1/4；取原状土孔数不得少于勘探点总数的1/3，其余勘探点为原位测试孔；**当不易取得原状土样或土样不宜做室内试验时，可适当减少取原状土孔数量，并增加原位测试的工作量；航道、港池和锚地区宜以标准贯入试验孔为主，同时适当布置一定数量的取原状土孔。

5.2.9 取原状土样间距宜为1.5～2.0m，并应控制在主要土层中均有足够数量的代表性原状土样；其相关有效试验参数的数量应满足数理统计的要求；当地层厚度较大且土质均匀时可适当放宽取样间距。地层变化时应及时取样。

5.2.10 当需确定建筑场地类别而邻近无可靠覆盖层厚度资料时应布置波速测试孔，其深度应满足确定覆盖层厚度的要求。

5.2.11 岩、土、水试验除进行常规试验项目外，有特殊要求时应根据工程需要确定。

5.3 施工图设计阶段勘察

5.3.1 施工图设计阶段勘察应查明建筑场地岩土工程条件，提供相应阶段地基基础设计、施工所需的岩土参数，对建筑地基做出岩土工程评价，并提出地基类型、基础型式、陆域形成、地基处理、基坑支护、工程降水和不良地质作用的防治等设计、施工中应注意的问题和建议。

5.3.2 施工图设计阶段勘察应包括下列内容：

(1)收集附有坐标和地形的建筑总平面图，场区的地面整平标高，建筑物类型、规模、荷载、结构特点、基础型式、埋置深度和地基容许变形等资料；

(2)查明影响场地的不良地质作用的类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度，提出整治方案的建议；

(3)查明各个建筑物影响范围内的岩土分布及其物理力学性质；

(4)分析和评价地基的稳定性、均匀性和承载力；

(5)评价岩土疏浚的难易程度及土的特性；

(6)当需进行沉降计算时，提供地基变形计算参数；

(7)查明地下水的类型、埋藏条件，提供地下水位及其变化幅度；

(8)判定水和土对建筑材料的腐蚀性；

(9)在季节性冻土地区，提供场地的标准冻结深度。

5.3.3 施工图设计阶段勘察工作量的布置应符合下列规定。

5.3.3.1 勘察工作应采取勘探、取样试验和原位测试相结合的方法。

5.3.3.2 **勘探点的位置、数量和深度应根据工程类型、建筑物特点、基础类型、荷载情况和岩土性质，结合所需查明的问题综合确定。取原状土孔的数量应占勘探点总数的1/3～1/2。控制性勘探点的数量应为勘探点总数的1/6～1/3。**

5.3.3.3 勘探线和勘探点宜布置在比例尺不小于1∶1000的地形图上。线距和点距应以满足查明岩土水平方向变化，可参照表5.3.3-1确定。

施工图设计阶段勘探线、勘探点布置表 表 5.3.3-1

工程类别		勘探线、勘探点布置方法	勘探线距或条数		勘探点距或点数		备注
			岩土层简单	岩土层复杂	岩土层简单	岩土层复杂	
码头	斜坡式	按垂直岸线方向布置	50～100m	30～50m	20～30m	≤20m	
	高桩式	沿桩基长轴方向	1～2条	2～3条	30～50m	15～25m	后方承台相同
	栈桥 桩基	沿栈桥中心线	1条	1条	30～50m	15～25m	
	栈桥 墩基	每墩至少1个勘探点	—	—	至少1个点	至少3个点	
	墩式	每墩至少1个勘探点	—	—	至少1个点	至少3个点	
	板桩式	按垂直码头长轴方向	50～75m	30～50m	10～20m	10～20m	一般板桩前沿点距10m,后沿为20m
	重力式	沿基础长轴方向布置纵断面	1条	2条	20～30m	≤20m	
		垂直于基础长轴方向布置横断面	40～75m	≤40m	10～30m	10～20m	
	单点或多点系泊式	按沉块和桩的分布范围布点	—	—	4个点	不少于6个点	
修造船建筑物	船坞	纵断面	3～4条 15～20m	5条 10～20m	30～50m	15～30m	坞口横断面线距用下限,坞室横断面线距用上限,地质条件简单时坞口布2条,复杂时3条
		横断面	30～50m	15～30m	15～20m	10～20m	
	滑道	纵式滑道按平行滑道中心线布置	1～2条	1～2条	20～30m	≤20m	
		横式滑道按平行滑道中心线布置	2～3条	3～5条	20～30m	≤20m	
	船台	按网状布置、斜坡式同滑道	50～75m	25～50m	50～75m	25～50m	
施工围堰		每一区段布置1个垂直于围堰长轴方向的横断面	—	—	每一横断面上布置2～3个点		“区段”按岩土层特点及围堰轴向变化划分
防波堤		沿长轴方向	1～3条	1～3条	75～150m	≤50m	
道路、堆场		沿道路中心线、料堆长轴方向	75～100m	50～75m	75～100m	50～75m	
陆域建筑物	条形基础	按建筑物轮廓线	50～75m	25～50m	50～75m	25～50m	土层分布简单时可按建筑物群布置
	柱基	按柱列线方向	30～50m	≤25m	50～75m	≤30m	一条勘探线可控制一至数条柱列线
	单独建筑物	每一建筑物不少于2个勘探点					如灯塔、油罐、系船设备及重大设备的基础等

注:①相邻勘探点间岩土层急剧变化且不能满足设计、施工要求时,应增补勘探点;

②“岩土层简单”和“岩土层复杂”主要根据基础影响深度内或勘探深度内岩、土层分布规律性和岩土性质的均匀程度判定;

③确定勘探线距及勘探点距时除应考虑具体地质条件外,尚应综合考虑建筑物重要性等级、结构特点及其轮廓尺寸、形状等;

④沉井基础下基岩面起伏显著时,应沿沉井周界加密勘探点;

⑤港池、航道区勘探点的布置应遵照现行行业标准《疏浚工程技术规范》(JTJ 319)和《航道整治工程技术规范》(JTJ 312)的有关规定执行。

5.3.3.4 勘探点的勘探深度应满足下列要求：

(1)一般性勘探点勘探深度能满足查明地基主要受力层情况，参照表5.3.3-2确定；

(2)控制性勘探点的勘探深度尚需满足查明下卧岩土层情况，作变形计算时需超过地基变形计算深度；

(3)对大面积填土堆载区、基岩地区的勘察，其勘探深度根据具体情况确定。

施工图设计阶段勘探点深度表 表5.3.3-2

地基基础类别	建筑物类型		勘探至基础底面或桩尖以下深度				
			一般粘性土	老粘性土	中密、密实砂土	中密、密实碎石土	基岩
天然地基	水工建筑物	重力式码头	≥1.5B	≥B	3～5m	2～3m	N大于50的风化岩大于等于1m
		斜坡码头	坡顶及坡身大于等于15m，坡底3～5m	3～5m	2～3m	1～2m	
		防波堤	10～20m	5～10m	2～3m	1～2m	
		船坞	≥B	5～8m	≥5m	3～5m	
		滑道	同斜坡码头	3～5m	≥3m	2～3m	
		船台	10～20m	8～10m	3～5m	2～3m	
		施工围堰	根据具体技术要求确定				
	道路、堆场		压缩层底面以下1～3m				
	陆域建筑	条形基础	6～12m	3～5m	3～5m	1～2m	N大于50的风化岩大于等于1m
		矩形基础	3～9m	2～3m	3～5m	1～2m	
桩基	水工建筑物		5～8m	3～5m	3～5m	1～2m	
	陆域建筑物		3～5m	3m	2m	1～2m	
板桩			3～5m		1～2m		
大管桩	水工或陆域建筑物		桩径的3倍				桩径的1～3倍

注：①B为基础底面的宽度，单位为m；

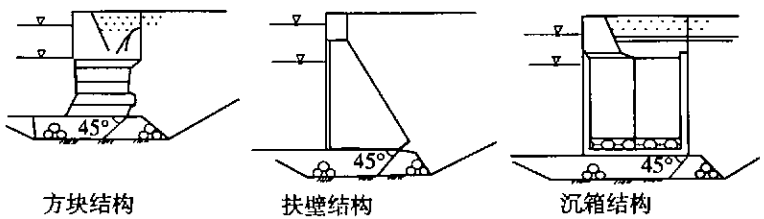
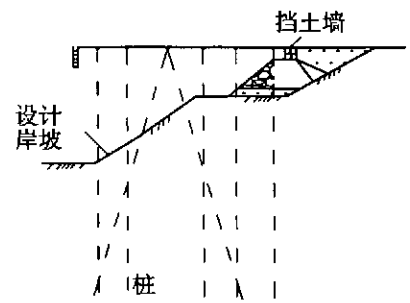
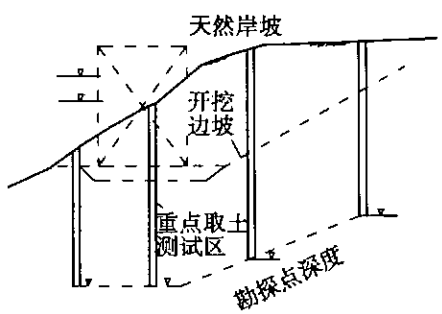
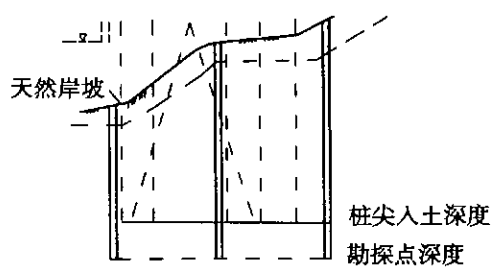
②N为标准贯入试验击数；

③本勘察阶段中港池、航道和锚地区的勘探点深度与初步设计勘察阶段相同。

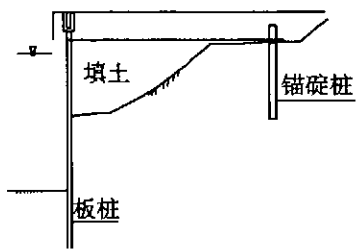
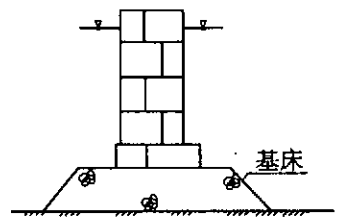
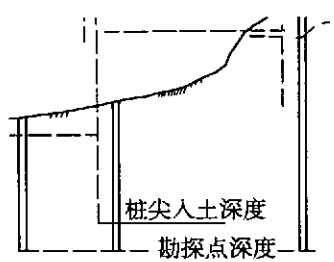
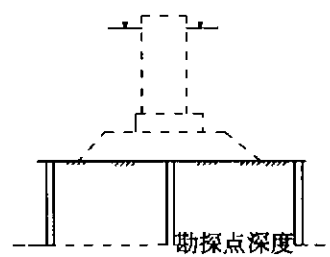
5.3.3.5 建筑物地基计算所需的岩土指标及重点取样测试区应按表5.3.3-3确定。取样间距应为1.0～2.0m，重点取样区岩土层变化大时应加密取样或连续取样，当有足够经验时非重点取样区取样间距可适当加大。

5.3.3.6 当工程施工需降低地下水位时，应通过抽水试验或其他野外渗透试验确定所需的水文地质参数。有地下水位长期观测资料时应结合进行分析。

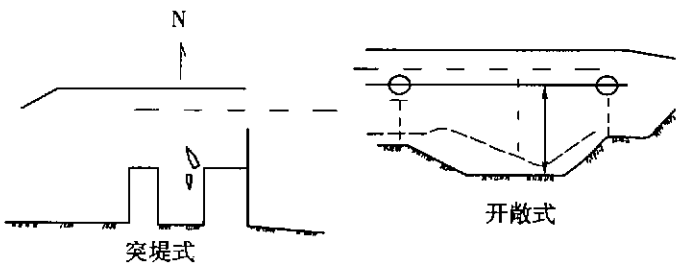
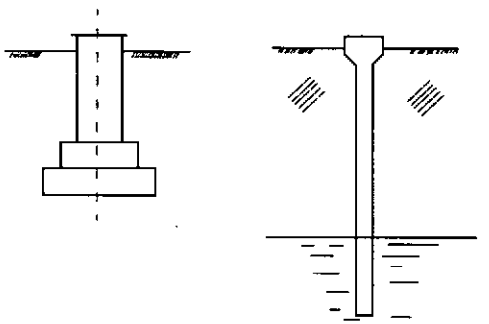
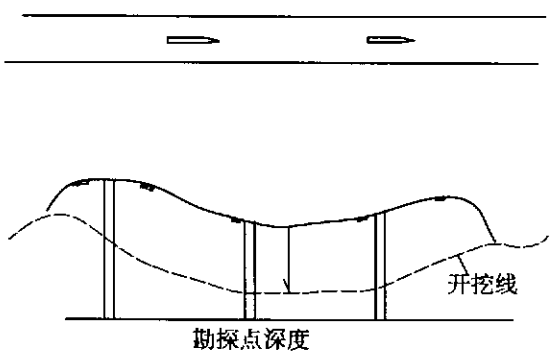
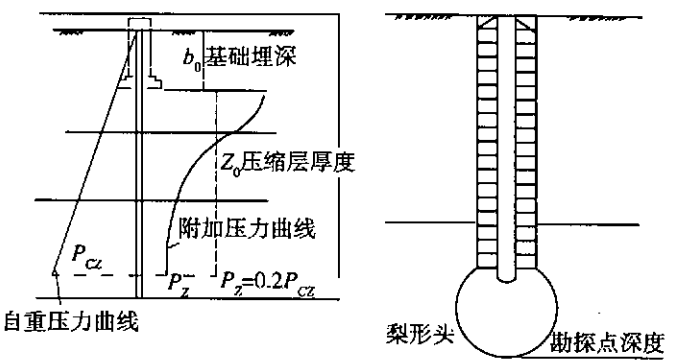
港口建筑物地基计算所需岩土指标及重点取样测试区表 表 5.3.3-3

项目 \ 建筑物类别	重力式码头	高桩码头
港口建筑物横断面示例图		
勘探点位及重点取样测试区示意图		
一般结构型式	实心、空心、异型等方块结构、扶壁结构、沉箱结构、干地施工的现场灌筑混凝土和浆砌块石结构	板梁式结构、无梁面板式结构、桁架式结构、墩式结构等
重点取样测试区	持力层、开挖边坡区	桩入土范围、桩尖持力层、开挖边坡区
地基岩土指标	一般物理性指标、抗剪强度指标、压缩性指标	一般物理性指标、抗剪强度指标、原位测试指标
建筑物地基计算项目	倾覆稳定、滑移稳定、整体稳定、基床和地基承载力、地基沉降等	整体稳定、桩的承载力

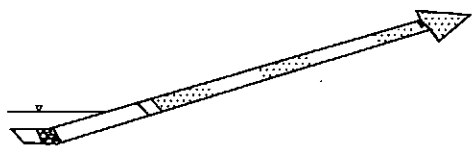
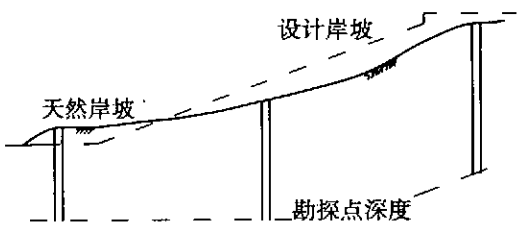
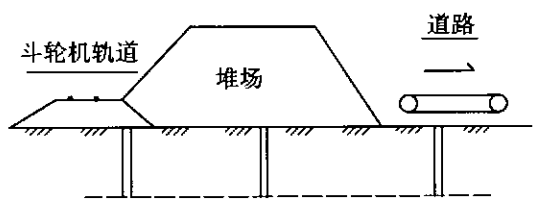
续表 5.3.3-3

项目 \ 建筑物类别	板桩码头	防波堤工程
港口建筑物横断面示例图		 直立式防波堤
勘探点位及重点取样测试区示意图		
一般结构型式	单锚板桩、双锚板桩、无锚板桩或多锚板桩	直立式、斜坡式、混合式、透空式浮式和气压式
重点取样测试区	板桩后主动土压力区、板桩前被动土压力区、整体稳定验算区、锚碇桩、锚碇墙稳定验算区	持力层、压缩层、开挖边坡及整体稳定区
地基岩土指标	一般物理性指标、抗剪强度指标、原位测试指标	一般物理性指标、抗剪强度指标、压缩性指标
建筑物地基计算项目	板桩入土深度、整体稳定、锚碇结构稳定	地基承载力、沉降、基槽开挖边坡稳定、整体稳定、抗滑计算等

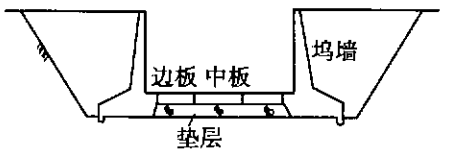
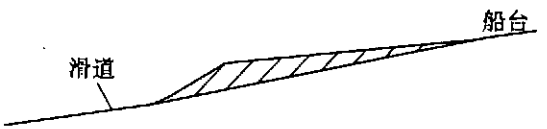
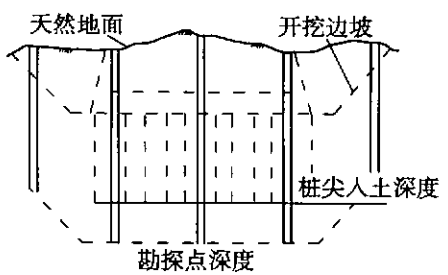
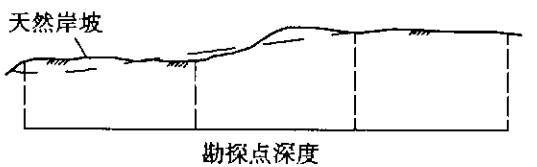
续表 5.3.3-3

项目 \ 建筑物类别	港池、航道、锚地	港口仓库、灯塔及其他土建工程
港口建筑物示例图		
勘探点位及重点取样测试区示意图		
一般结构型式	港池:顺岸式、挖入式、突堤式; 航道:通畅航道、设闸航道; 锚地:装卸锚地、避风锚地、检疫锚地、到离港停泊锚地	条形基础、桩基础
重点取样测试区	开挖深度内	持力层、压缩层
地基岩土指标	一般物理性指标、抗剪强度指标、附着力、原位测试指标、粉土的粘粒含量	一般物理性指标、抗剪强度指标、压缩性指标
建筑物地基计算项目	开挖边坡稳定、锚着力、沉块稳定	地基承载力、沉降、单桩承载力

续表 5.3.3-3

项目 \ 建筑物类别	斜坡码头	堆场、陆域形成工程
港口建筑物横断面示例图		
勘探点位及重点取样测试区示意图		
一般结构型式	单级斜坡和多级斜坡码头	天然地基道碴轨枕、桩基轨道梁
重点取样测试区	整体稳定区、持力层及基槽边坡稳定验算区	持力层、压缩层、地基处理影响区
地基岩土指标	一般物理性指标、抗剪强度指标	一般物理性指标、抗剪强度指标、压缩性指标
建筑物地基计算项目	整体稳定、地基承载力、基槽边坡稳定	地基承载力、强度提高值、施工期固结沉降及使用期残余沉降、固结度、施工期稳定

续表 5.3.3-3

项目 \ 建筑物类别	船坞工程	船台、滑道工程
港口建筑物横断面示例图		
勘探点位及重点取样测试区示意图		
一般结构型式	干船坞、灌水船坞、浮船坞、母子船坞、冰上简易船坞	船台分横向和纵向；滑道分木滑道和机械化滑道
重点取样测试区	持力层、桩入土范围、开挖边坡区、渗透计算区	持力层、桩入土范围
地基岩土指标	一般物理性指标、抗剪强度指标、压缩性指标、基床系数、渗透系数	一般物理性指标、抗剪强度指标
建筑物地基计算项目	地基承载力、桩的承载力、开挖边坡区整体稳定、渗透计算、抗滑计算等	地基承载力或桩的承载力

5.4 施工期勘察

5.4.1 下列情况应根据设计、施工的要求进行施工期勘察：

(1)地质条件复杂，需进一步查明施工图设计确定的天然和人工地基位置处的地质情况时；

(2)基槽和航道开挖、打桩等施工中，出现地质情况与原勘察资料不符时；

(3)施工中遇到障碍物时；

(4)需进行岩土工程检验与监测时；

(5)施工中出现其他岩土工程勘察问题需进一步查明时。

5.4.2 施工期勘察应针对需解决的具体岩土工程问题，结合现场条件，合理选择勘察方法，确定勘察工作量，提供相应的勘察资料，并作出分析、评价和建议。

6 特殊性岩土

6.1 一般规定

6.1.1 具有特殊物质成分、结构和独特工程性质的岩土应判定为特殊性岩土。

6.1.2 膨胀岩土的勘察应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)和《膨胀土地区建筑技术规范》(GBJ 112)的有关规定。

6.1.3 盐渍岩土、污染土、湿陷性土、红粘土、多年冻土等的勘察应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)的有关规定。

6.2 软 土

6.2.1 滨海相、三角洲相、河湖相等沉积环境形成的淤泥质土、淤泥、流泥和其他成因形成的具有高压缩性、低强度和灵敏度大的粘性土应判定为软土。

6.2.2 软土勘察应包括下列内容:

(1)查明软土的形成年代、成因、土层结构、分布规律、水平向和垂直向的均匀性、夹层和地表硬壳层的分布与厚度、下卧硬土层或基岩的埋深与起伏;

(2)查明软土的物理力学性质,主要包括渗透、固结和强度特性;

(3)查明地下水的埋藏条件,水质对建材的腐蚀性和地下水与地面水的补排关系;

(4)含有浅层气的地层,调查含气带的埋深和厚度等。

6.2.3 软土的勘探应采用钻探、室内试验和原位测试相结合的方法,并应满足下列要求:

(1)钻探的钻进工艺、土样的采取、储存、运送等符合有关规定,并使用薄壁取土器采取原状土样;

(2)原位测试采用十字板剪切试验、静力触探试验、标准贯入试验和旁压试验等方法。

6.2.4 软土的室内试验应满足下列要求:

(1)根据工程设计需要,采用直剪试验、无侧限抗压强度试验和三轴压缩试验测定土的抗剪强度指标;

(2)采用渗透试验测定土的垂直向和水平向的渗透系数;透水性很低的软土通过固结试验测定固结系数、计算渗透系数;

(3)采用固结试验测定压缩系数、压缩指数、固结系数、次固结系数和超固结比;

(4)测定土的灵敏度;

(5)疏浚工程增加附着力试验;

(6)测定土中有机质含量。

6.2.5 软土的岩土工程评价应符合下列规定。

6.2.5.1 软土的岩土工程评价应建立在对土的物理力学性质指标统计的基础上。统计除应遵循土的一般统计方法外，尚应满足下列要求：

(1)剔除土中夹层和含有结核、砂砾、贝壳等包含物部位的指标；

(2)强度指标由室内试验、原位测试并结合当地经验确定；

(3)厚层状软土根据指标的变化分层统计。

6.2.5.2 软土的岩土工程评价应分析评价其触变、流变性质对工程的影响。

6.2.5.3 软土岸坡应分析产生侧向变形或滑移的可能性。

6.2.5.4 灵敏度较高的软土岸坡应评价打桩震动和挤土作用对岸坡稳定的影响。

6.2.5.5 当软土下卧的基岩面或硬土层面倾斜时，应分析评价软土沿硬层面产生滑移、不均匀变形以及打桩偏位的可能性。

6.2.5.6 软土的岩土工程评价应评价其在固结过程中沉降对桩基产生负摩擦作用的可能性。

6.2.5.7 含有浅层气的地层宜评价浅层气逸出对地基稳定、变形和对施工安全的影响。

6.2.5.8 在软土中进行开挖、降水、回填、打桩、地基加固时，应考虑施工对软土应力状态、强度和压缩性的影响。

6.2.5.9 软土的岩土工程评价应提出软土地基处理的建议。

6.3 混 合 土

6.3.1 混合土勘察应包括下列内容：

(1)查明地形和地貌特征，混合土的成因、分布，下卧土层或基岩的埋藏条件；

(2)查明混合土的颗粒组成、均匀性及其在水平方向和垂直方向上的变化规律；

(3)提出混合土的物理力学性质指标；

(4)查明影响混合土场地稳定性的不良地质作用以及地下水情况。

6.3.2 混合土的勘察方法应符合下列规定。

6.3.2.1 混合土的勘察应采用勘探取样、原位测试和室内土工试验等相结合的方法。

6.3.2.2 勘探应以钻孔为主，陆域勘探时可辅以探坑、探槽或探井，勘探孔的间距应小于一般布孔要求。

6.3.2.3 钻探应采用回转式钻进，严禁采用水冲钻进，并应根据土质采用合适的取土器，取样数量应多于常规取样数量。

6.3.2.4 原位测试可根据土质情况选用标准贯入试验、动力触探试验、静力触探试验、旁压试验或载荷试验。

6.3.3 室内土工试验宜进行颗粒分析试验、无侧限抗压强度试验或三轴压缩试验，不宜进行直剪试验。

6.3.4 混合土的岩土工程评价应结合当地经验进行，并应符合下列规定。

6.3.4.1 根据混合土的成因、颗粒组成、土的结构和构造特点等，应对混合土的物理指

标和力学指标不匹配的情况进行分析,并对混合土的不均匀性、指标离散性大的特点进行评价。

6.3.4.2 当混合土的物理指标与力学指标不相匹配时,应以粗细两类土中能起主导作用的土类的指标为依据进行评价。

6.3.4.3 确定混合土的地基承载力时,应考虑土的颗粒组成和结构与构造特点。对粗粒为砂土组成的混合土,应以室内土工试验的力学指标和原位测试成果为依据确定;对粗粒为碎石土组成的混合土,应以原位测试成果为依据确定。

6.4 填　　土

6.4.1 填土勘察应包括下列内容:

(1)查明填土前场区的地形、地质资料,填土来源、龄期、期次和堆填方式;了解水力冲填土排泥管口和围堰排水的位置;

(2)查明填土的分布范围、厚度、物质成分、颗粒级配和水平、垂直方向上的均匀性、密实性及其物理力学性质指标;

(3)判断填土与地下水对建筑材料的腐蚀性。

6.4.2 填土勘察方法应符合下列规定。

6.4.2.1 分布范围较小、厚度小于3m的填土,可在工程地质调查的基础上,辅以小螺纹钻、轻型动力触探、静力触探等勘探手段进行勘察工作。

6.4.2.2 分布范围大、厚度大于3m的填土,在工程地质调查的基础上,应根据填土类别、工程性质与设计阶段进行勘察工作,并应满足下列要求:

(1)素填土的勘察采取钻探取样与标准贯入试验、圆锥动力触探试验、静力触探试验等原位测试相结合的方法;

(2)对难于钻进的杂填土采用坑探、动力触探试验等原位测试方法;

(3)冲填土为粘性土时采取钻探取样与十字板剪切试验、标准贯入试验、静力触探试验等原位测试相结合的方法;当冲填土为砂性土时,采用静力触探试验、动力触探试验、标准贯入试验或静载荷试验等原位测试方法;

(4)对于压实填土,在压实前需测定填料的最优含水量和最大干密度,压实后测定其压实系数;

(5)一般性勘探孔深度穿透填土层,进入下卧天然土层1~2m;控制性勘探孔深度达到填土堆载附加应力影响深度以下1~2m;

(6)根据填土的组成成分与来源、污染与环境情况、工程要求采取土样与地下水样进行分析。

6.4.3 填土室内土工试验应针对填土类别、工程特性选取试验项目和试验方法。杂填土的密度试验宜采用大容积法。

6.4.4 填土的岩土工程评价应包括下列内容:

(1)确定填土的类别、组成成分与来源、堆积龄期和分布情况,对填土的均匀性、压缩性和密实度等工程特征做出评价;

(2)大面积分布的填土,按其在水平与垂直方向上强度与变形等工程特性的变化规律分层、分区进行评价,并分析大面积填土的堆载对下卧天然土层及桩基工程产生的影响;

(3)根据工程需要,对填土作为天然地基的适宜性与稳定性进行评价,对不能满足设计要求的填土地基,提出加固处理的建议;

(4)对填土为饱和砂土和粉土,尤其对水力冲填的砂土或粉土和软土需评价砂土或粉土液化和软土震陷的可能性;

(5)评价填土及其地下水对建筑的腐蚀性和对环境的影响。

6.5 层状构造土

6.5.1 层状构造土的勘察应包括下列内容:

(1)查明土的成因、层位关系及其分布规律;

(2)查明地下水类型、水位,岸坡地段有无地下水渗出、细颗粒被带出等对工程的不良影响;

(3)查明土层的构造特征、层厚比例、组成成分、层理状态及其在垂直与水平方向上的分布变化规律;

(4)查明土的物理力学性质及其各向异性。

6.5.2 层状构造土的勘察方法应满足下列要求:

(1)采用全断面取芯钻探与标准贯入、静力触探、旁压试验等原位测试相结合的方法;

(2)所取原状土样立即密封,严防漏水;

(3)现场钻探记录详细量测各层厚度,计算厚度比,确定土层类别。

6.5.3 层状构造土的土工试验应满足下列要求:

(1)通常情况下土工试验在现场进行,制备试样具有代表性;

(2)层状构造土根据成因和两类土层的厚度比定名,条件许可时对互层土及夹层土中的两类土分别进行物理性试验;

(3)采用三轴压缩试验和无侧限抗压强度试验测定力学强度;

(4)必要时进行水平与垂直方向的渗透、固结和抗剪强度等力学试验。

6.5.4 层状构造土的岩土工程评价应包括下列内容:

(1)结合工程需要对层状构造土的渗透性、压缩性、力学强度等具有各向异性的特点进行评价;

(2)根据土工试验与原位测试成果,结合地区经验确定土的物理力学性质指标和承载力;

(3)分析层状构造土水平和竖向排水对地基处理固结度提高及后期地基固结的作用。

6.6 风化岩与残积土

6.6.1 在风化营力作用下,结构、成分和性质产生不同程度变异的岩石应判定为风化岩。

岩石在风化营力作用下,已完全风化成土而未经搬运的土体应判定为残积土。

6.6.2 风化岩与残积土的勘察应包括下列内容:

(1)查明风化岩的母岩地质时代和岩石名称;

(2)按本规范附录A划分岩石的风化程度,确定不同风化程度带的埋深及厚度;

(3)查明岩土的均匀性和风化岩中岩脉、断裂破碎带、袋状风化囊、带状风化槽、球状风化体和软弱夹层的分布;

(4)查明岩土是否具有可软化性、膨胀性及遇水崩解等特性;

(5)查明主要风化营力和岩体开挖暴露后的易风化的特点;

(6)查明岩土物理力学性质及地下水赋存条件。

6.6.3 风化岩与残积土的勘探方法应符合下列规定。

6.6.3.1 勘探点的布置应考虑岩性变化、岩脉与破碎带的产状及分布特点。

6.6.3.2 以风化岩作为基础持力层时,勘探点应适当加密,并应查明岩面起伏及风化带特征。

6.6.3.3 采取试样应使用双重管、三重管。钻探中应测记岩芯采取率,必要时应测定岩石质量指标。

6.6.3.4 勘探中应采用原位测试,原位测试应根据风化岩、土的性状采用标准贯入试验、圆锥动力触探、波速测试或载荷试验等方法,并应与室内试验相结合。

6.6.3.5 残积土的地基承载力和变形模量宜采用载荷试验确定;也可根据标准贯入试验等原位测试资料,结合当地经验综合确定。

6.6.4 风化岩与残积土室内试验应符合下列规定。

6.6.4.1 呈土状的风化岩与残积土可按土工试验要求进行,必要时应进行膨胀性、崩解或湿化试验。

6.6.4.2 强度试验应以不同含水率状态的单轴抗压强度试验为主,配合点荷载试验,必要时应进行现场大型剪切试验。

6.6.4.3 风化岩的物理性试验应包括密度、比重和吸水率等项目。

6.6.5 风化岩与残积土的岩土工程评价应符合下列规定。

6.6.5.1 厚层的强风化和全风化岩石应结合当地经验细分为碎块状、碎屑状和土状;厚层残积土可细分为硬塑残积土和可塑残积土,也可根据含砾或含砂量划分为粘性土、砂质粘性土和砾质粘性土。

6.6.5.2 风化岩与残积土的岩土工程评价应分析原位测试数据和物理力学性质试验指标,综合确定相关指标推荐值。

6.6.5.3 港池、航道、基坑区风化岩与残积土的可挖性,应根据其力学强度和遇水软化性、易风化性等工程特性和挖掘机械设备的性能等因素进行综合评价。

6.6.5.4 开挖边坡或深基坑时,边坡稳定性应根据坡面与岩层面、岩脉、构造破碎带产状的关系及裂隙发育情况、岩体风化破碎程度、岩性和地下水的渗流作用等综合评价,同时应评价风化岩的风化发展趋势,并提出相应的措施。

6.6.5.5 风化岩作为桩基持力层时应评价其承载力及沉桩可能性,并分析桩孔遇水浸

泡后软化、崩解的影响程度。

6.6.5.6 风化岩作为重力式建筑物持力层时应评价其地基承载能力和沉降特性。

6.6.5.7 岩脉、断裂破碎带、袋状风化囊、带状风化槽、球状风化体和软弱夹层，应分析评价岩土的均匀性及其对地基基础的影响，并提出相应的建议。

6.6.5.8 采用风化岩作为填筑材料时应进行评价。

6.6.5.9 花岗岩地区的中小型工程无试验资料时，花岗岩不同风化程度的物理力学指标可结合当地经验参考附录 E 选用。

7 专项勘察

7.1 场地和地基的地震效应勘察

7.1.1 抗震设防烈度等于或大于6度的地区,应进行场地和地基的地震效应勘察。本节规定适用于抗震设防烈度为6~9度地区港口建设场地和地基的地震效应勘察。抗震设防烈度大于9度地区,其场地和地基的地震效应勘察应按国家有关专门规定执行。

7.1.2 场地和地基的地震效应勘察应包括下列内容:

(1)根据国家批准的地震动参数区划和国家现行有关标准,提出勘察场地的抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计特征周期分区;

(2)划分场地土的类型和场地类别,划分对抗震有利、不利或危险地段;

(3)需要采用时程分析法补充计算的建筑,根据设计要求,提供土层剖面、场地覆盖层厚度、剪切波速及有关的动力参数;

(4)对饱和砂土、粉土地基进行液化可能性判别。当抗震设防烈度为6度时,不考虑液化的影响,但对液化敏感的码头、船闸等结构,按7度进行液化判别;

(5)估判厚层软土分布场地震陷的可能性;

(6)当场地可能发生或发生过滑坡、崩塌等不良地质作用时,评价其地震稳定性。

7.1.3 勘察工作应采用调查、收集资料和勘探测试等方法进行,并应包括下列内容:

(1)划分地貌单元,着重调查条状突出的山嘴、非岩质陡岸、海岬、故河道、掩埋的暗沟、暗塘和新近填土的分布;

(2)土的成因类型、土层组成、土质及其均匀性,重点查明饱和粉砂、粉土、软土和松散饱和的水力冲填土的分布与性状;

(3)场地覆盖层的厚度和等效剪切波速;

(4)场地及其附近历史地震震害和构造破碎带的分布与性状;

(5)地下水类型、水位和含水层的有关情况;

(6)场地及其附近不良地质作用的分布和发育;

(7)除进行室内常规土工试验和现场原位测试外,粉土需测定粘粒含量,必要时测定液化剪应力和动三轴试验测定的抗液化剪应力等土的动力性质参数。

7.1.4 场地地震液化和震陷的判别应符合下列规定。

7.1.4.1 场地地震液化的判别应符合现行行业标准《水运工程抗震设计规范》(JTJ 225)的有关规定。经初判为可液化土层时,应采用标准贯入试验的实测试验击数作进一步判别。

7.1.4.2 地震液化的进一步判别,应自地面至深度20m范围内进行。为判别液化而

布置的勘探孔不应少于3个，可结合港口工程勘察的钻孔进行。勘探孔深度应大于液化判别的深度。勘探孔内标准贯入试验点间距应为1.0～1.5m，每层土的试验点数应不少于6个。

7.1.4.3 凡判别为可液化的土层，港口工程水工建筑场地的抗液化指数的确定应符合现行行业标准《水运工程抗震设计规范》(JTJ 225)有关规定；其他建筑场地各孔的液化指数和场地液化等级的确定应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011)的有关规定。

7.1.4.4 抗震设防烈度大于或等于7度区的厚层软土分布区，宜判别软土震陷的可能性。

7.1.5 地震效应勘察的分析评价应包括下列内容：

(1)港口建设场地对抗震有利、不利和危险地段的划分；

(2)根据室内试验和现场测试的指标，对地震地基液化或震陷进行分析评价；当液化层倾向水域或临空面时评价液化引起滑移的可能性；

(3)为地震作用下岸坡稳定验算提供所需地下水资料和有关地质指标；

(4)地基为软土、液化土、新近填土或土质严重不均匀时，评价地震对地基不均匀沉降等不利影响；

(5)场地及其附近有滑坡、崩塌、采空区等不良地质作用时进行专门勘察，分析评价场地地震时的稳定性。

7.2 桩基工程勘察

7.2.1 桩基工程勘察应包括下列内容：

(1)查明与工程建设有关的地质构造及不良地质作用，查明场地和地基的地震效应及对桩基的危害，并提出防治措施的建议；

(2)查明岩土层性质、分布规律、形成时代、成因类型及物理力学性质，对拟作为持力层的岩土层面要查明其起伏变化和基岩风化程度、埋藏条件；

(3)查明水文地质条件，判定地下水及地表水对建筑材料的腐蚀性；

(4)查明岸坡形态、冲淤变化及稳定性，查明掩埋的故河道、沟、塘的分布；

(5)查明场区内可能影响沉桩、成桩的岩土层和水下管道等建筑物的设施及分布；

(6)提供桩基设计所需的岩土设计参数，推荐桩基型式及桩基持力层；

(7)评价沉桩、成桩可行性，提出设计及施工中需注意的问题及建议，分析桩基施工对环境及边坡稳定性的影响。

7.2.2 桩基工程勘察宜根据地层情况采用钻探、静力触探、标准贯入试验、圆锥动力触探试验等相结合的方法，勘探点线宜按第5.3节的有关规定结合现行行业标准《港口工程桩基规范》(JTJ 254)布置，并应满足下列要求：

(1)岸坡区结合水工建筑物垂直岸向布置1～3条勘探线，勘探点线布置满足岸坡稳定验算要求；

(2)控制性勘探点数量为勘探点总数的1/3～1/2；

(3)对端承型桩,当相邻两勘探点间的岩面坡度大于10%时根据工程条件适当加密勘探点;对摩擦桩,当相邻两勘探点所探明的持力层顶面高差大于2m时,在两勘探点之间加密勘探点;对岩溶发育地区或地质条件复杂的工程,每根桩布置一个勘探点;

(4)抗拔桩勘探孔深度满足抗拔设计的要求;

(5)在岩溶和断层破碎带地区,勘探深度进入设计桩端以下3~5倍桩径且不小于5m,遇溶洞、破碎带需穿过并进入完整岩层,进入深度满足上述勘探深度要求。

7.2.3 岩土室内试验应符合下列规定。

7.2.3.1 粘性土宜进行三轴压缩试验或无侧限抗压强度试验。

7.2.3.2 估算沉降的桩基工程应进行固结试验,最大压力应大于上覆自重压力与附加压力之和。

7.2.3.3 当桩端持力层为基岩时,应采取岩样进行干燥和饱和单轴抗压强度试验;极软岩可只进行天然湿度的单轴抗压强度试验。无法取样的破碎和极破碎的岩石宜进行原位测试或点荷载试验。

7.2.3.4 当桩基需进行水平力试验时,在地表下16倍桩径深度范围内,每间隔1m应进行土样的物理力学试验。当需要应用P-Y曲线法验算水平力作用下桩身内力和变形时,应采用三轴仪进行试验。

7.2.4 桩基工程的岩土工程评价应包括下列内容:

(1)推荐桩基型式及桩基持力层,提出有关岩土的桩侧阻力和桩端阻力,估算桩的竖向承载力,必要时估算桩的水平承载力;

(2)对需要进行沉降计算的桩基工程,提供计算所需的各层岩土的变形参数;

(3)对欠固结土和有大面积堆载的工程,分析桩侧产生负摩阻力的可能性及其对桩基承载力的影响;

(4)分析沉桩、成桩的可能性和沉桩、成桩对岸坡稳定性的影响,并提出防护措施的建议;

(5)持力层为倾斜地层,或基岩面凹凸不平以及岩土中有洞穴时,评价桩的稳定性并提出处理措施的建议;

(6)评价地表水和地下水水质对桩身材料的腐蚀性。

7.3 岸坡与边坡勘察

7.3.1 岸坡与边坡勘察应包括下列内容:

(1)查明地形地貌和危及岸坡与边坡稳定的滑坡、危岩、崩塌、岩溶等不良地质作用成因和发育情况,有无掩埋的故河道或冲沟分布;

(2)查明组成土坡的土的成因类型、形成时代、类别、物理力学性质,重点查明软土的分布和特性及其下卧硬土层或基岩面的形态、坡度和坡向;

(3)查明岩质边坡的岩石类别、物理力学性质、软弱岩层和构造破碎带、卸荷裂隙等不利结构面的分布、密度、产状及其组合关系,分析其力学属性及其与临空面的关系;

(4)调查地下水类型、含水层的水理性质、水位、水压、水量、补给关系和出露情况,收

集地下水位与地面水位同步观测资料；

(5)调查人为因素对岸坡与边坡稳定性的影响；

(6)调查地区地震动参数和地震震害情况对岸坡与边坡稳定性的作用；

(7)调查收集当地水文、气象条件对岸坡与边坡稳定性的影响。

7.3.2 岸坡与边坡勘察阶段的划分和勘察工作的布置应符合下列规定。

7.3.2.1 岸坡与边坡勘察阶段的划分应满足下列要求：

(1)当岸坡与边坡稳定成为港址选择的主要条件时，勘察在可行性研究阶段开始进行；

(2)岸坡工程与码头、护岸、船台、滑道等工程的勘察阶段及勘察方法结合进行；大型复杂的边坡勘察分阶段进行。

7.3.2.2 岸坡与边坡勘察工作的布置应满足下列要求：

(1)采用工程地质调查或测绘与勘探、测试相结合的方法进行；

(2)勘探线垂直于岸坡或边坡走向布置，每条勘探线上布置不少于3个勘探点；

(3)勘探线、勘探点间距随勘察阶段和地质复杂程度而定，以查明岩土性质、地下水、软弱夹层和不利结构面的分布等为原则；岸坡区勘探线、勘探点间距结合相应阶段港口水工建筑物布置；

(4)勘探点深度穿过潜在滑动面进入稳定层3～5m；

(5)主要岩土层、软弱层进行全断面取芯；每层试样中土样不少于6件，岩样不少于9件；软弱层连续取样。

7.3.3 岸坡与边坡勘察的岩土测试应符合下列规定。

7.3.3.1 进行以抗剪强度为主的物理力学试验，软土层宜进行十字板剪切试验和三轴压缩试验。

7.3.3.2 控制边坡稳定的软弱结构面，有条件时可进行原位剪切试验。对大型边坡必要时应进行岩体应力测试、波速测试和动力测试。

7.3.3.3 大型复杂的土质岸坡可进行离心模型试验或土工原型试验与观测。

7.3.4 岸坡与边坡稳定性评价应符合下列规定。

7.3.4.1 岸坡与边坡稳定性评价应以工程地质综合研究为基础，定性分析与定量评价相结合。

7.3.4.2 岸坡与边坡的稳定性计算应根据岸坡与边坡条件，正确选用有代表性的地质断面和计算模型进行。重要的或工程地质条件复杂的岸坡与边坡宜采用数值分析方法评价其稳定性。

7.3.4.3 稳定性计算所需岩土物理力学性指标宜根据测试成果、反分析和当地经验综合确定选用。

7.3.4.4 岸坡与边坡的稳定性应根据岸坡与边坡的规模、工程地质、水文地质和人类活动、水文、气象等条件，分析对稳定有利和不利的因素，进行综合评价。

7.3.4.5 对不稳定或潜在不稳定岸坡与边坡，应分析其变形成因，提出影响稳定性的因素，判断稳定程度，预测其发展趋势，提出最优坡形、坡角、动态观测方案和治理措施的建议。

7.4 基坑工程勘察

7.4.1 基坑工程勘察应包括下列内容:

(1)查明基坑工程场地的地层结构、成因类型、岩土类别和分布规律;

(2)提供岩土层的物理力学性质指标和基坑设计施工所需要的有关参数;

(3)查明地下水的类型、埋藏条件、水位及含水层性质和渗透情况,提供基坑地下水治理设计所需的有关资料;

(4)查明基坑周边的建筑物、地下管线、道路,地下障碍物的分布现状及地下空间可占用与否的环境条件资料;

(5)当基坑开挖可能产生流砂、流土、管涌等渗透性破坏时,有针对性地进行勘察。

7.4.2 基坑工程勘察工作布置应符合下列规定。

7.4.2.1 勘探点应沿基坑周边布置,并应根据开挖深度及场地的岩土工程条件在开挖边界外按开挖深度的2~3倍范围内布置。当开挖边界无法布置勘探点时,应通过调查取得相应资料。深厚软土区勘察范围宜扩大。

7.4.2.2 勘探点间距宜为30m,地层变化较大时,应加密勘探点,查明分布规律。

7.4.2.3 勘探点的深度不应小于2倍开挖深度,当在预定的勘探深度内遇有基岩时,勘探点深度宜穿透基岩强风化层,且不应小于基坑底下2.0m。当基础类型和设计需要时,应进入中风化岩或微风化岩中一定深度。水文地质测试孔深度应根据需要确定。

7.4.2.4 勘探方法宜采用钻探或静力触探试验、标准贯入试验、旁压试验、抽水试验等原位测试方法,钻孔应分层采取试样,并保证每一主要土层的各种原位测试或室内试验指标的统计子样数不少于6个。

7.4.2.5 风化岩的抗剪强度试验宜在现场进行大型剪切试验,测定其抗剪强度指标。

7.4.2.6 软土应采用十字板剪切试验,测定软土的抗剪强度和灵敏度。

7.4.3 室内试验除应进行常规物理力学试验项目外,尚应根据工程需要与岩土特性选做以下试验项目:

(1)粘性土、粉土和砂土进行渗透试验,测定水平向渗透系数和垂直向渗透系数;

(2)粘性土的强度采用三轴压缩试验测定;

(3)软土测定土的灵敏度,对第四纪晚更新世及其以前沉积的粘性土测定其膨胀性指标;

(4)对有支护结构的基坑,增加土的静止侧压力系数试验。

7.4.4 基坑工程水文地质勘察应满足下列要求:

(1)查明开挖范围内及邻近场地地下水含水层和隔水层的层位、埋深、厚度和分布情况;

(2)查明上层滞水、潜水、承压水等含水层的补给条件和与地表水的水力联系;

(3)观测各含水层的水位及其变幅,对地下水位年变幅较大的地区,必要时进行长期水位观测;

(4)提供各含水层的渗透系数,其中砂土渗透系数通过抽水试验测定,并求得降水影

响半径;基岩渗透系数通过压水试验测定。

7.4.5 基坑工程勘察的岩土工程分析与评价应包括下列内容:

(1)对水位年度变幅较大的地区,重点评价基坑开挖期间的水位与基坑开挖有关的场地条件、岩土质条件和工程条件的相互影响;

(2)对基坑边坡的局部稳定性、整体稳定性和坑底抗隆起稳定性进行初步分析和评价;

(3)评价降水效果和降水对环境、邻近建筑物和地下设施的影响;

(4)对基坑边坡稳定计算所需岩、土的指标参数和支护结构选型提出建议;

(5)对地下水控制方法、计算参数和施工控制提出建议;

(6)对施工中可能出现的岩土工程地质问题及其防治措施提出建议;

(7)对施工阶段的安全、环境保护和监测方案提出建议。

7.5 天然建筑材料勘察

7.5.1 天然建筑材料勘察应包括下列内容:

(1)查明天然建筑材料的种类、质量和储量;

(2)查明天然建筑材料的开采和运输条件;

(3)测试各类材料的物理力学性质,评价材料的适用性;

(4)评价天然建筑材料开采对环境的影响。

7.5.2 天然建筑材料勘察工作布置应符合下列规定。

7.5.2.1 工作布置应遵循先测绘后勘探,勘探点的布置先疏后密、逐渐增加并形成网格的原则。勘探点间距在初步设计勘察阶段可取 150 ~ 450m,施工图设计勘察阶段可取 50 ~ 150m。

7.5.2.2 陆域部分可采用钻探、物探、手提钻、坑探等勘探方法;水域部分可采用钻探、物探或其他有效勘探手段。勘探深度应至有用层以下 1 ~ 2m,有用层很厚时,勘探点深度应超过最大开采深度。

7.5.2.3 料场应采取代表性样品进行试验。块石料场宜根据不同深度和不同岩性采取样品;其他料场宜每隔 1 ~ 2m 采取一个样品。

7.5.3 试验项目应根据材料类别和用途确定,并应满足下列要求:

(1)块石料进行干燥、饱和单轴极限抗压强度试验,矿物成分、天然密度、吸水率等试验;

(2)碎石料进行颗粒分析,视需要增加击实试验;

(3)砂料进行颗粒分析,水上、水下休止角等试验;

(4)土料进行含水率、液限、塑限、密度、颗粒分析、击实、有机质含量等试验。

7.5.4 成果报告应就天然建筑材料的种类、分布、储量、剥离量、开采运输条件和对环境的影响等问题进行论述。天然建筑材料情况复杂且对工程的影响重大时应编制专题报告。

7.6 地基处理勘察

7.6.1 地基处理勘察应满足下列要求:

(1)针对可能采用的地基处理方案,提供地基处理设计和施工所需的岩土特性参数和地下水资料;

(2)预测所选地基处理方法对环境和邻近建筑物的影响;

(3)提出地基处理方案的建议。

7.6.2 不同类别地基土处理方法的勘察内容应符合下列规定。

7.6.2.1 挖除、抛石挤淤、爆破排除等软土换填法的勘察宜包括下列内容:

(1)查明待换填不良土层的物理力学性质、分布范围和埋深;

(2)评定垫层以下软弱下卧层的承载力和抗滑稳定性,估算建筑物的沉降;

(3)评定换填材料质量及其对地下水的环境影响;

(4)对设计与施工过程中的注意事项提出建议。

7.6.2.2 软土排水固结法勘察宜包括下列内容:

(1)查明软土的成层条件,水平和垂直方向的分布,夹砂层的土质分布和厚度;

(2)查明地下水类型、水位变幅、地下水与地表水连通情况、地下水的补给和排泄条件等;

(3)提供待处理软土的先期固结压力、压缩系数、固结系数、渗透系数和抗剪强度指标。

7.6.2.3 软土深层搅拌法勘察宜包括下列内容:

(1)查明软土层的性质、厚度、组成、分布范围和含水率等;

(2)调查地下水的 pH 值、易溶盐、海水污染程度,以及对水泥搅拌体的侵蚀性等;

(3)场地土的化学分析和矿物组成分析,土的 pH 值和有机质含量等;

(4)在无工程经验的地区,配合钻探取土样和水样进行室内配比试验。

7.6.2.4 标准贯入试验击数小于 15 的粉细砂、标准贯入试验击数小于 10 的粉土和填土强夯法的勘察宜包括下列内容:

(1)查明强夯影响深度范围内土层的组成、分布,土的物理力学性质和地下水位等条件;

(2)查明施工场地及其周围受影响范围内有无对振动敏感的设施,是否需在强夯施工期间进行检测。

7.6.2.5 标准贯入试验击数小于 15 的粉细砂、标准贯入试验击数小于 10 的粉土振冲挤密法的勘察宜包括下列内容:

(1)查明加固土层的埋藏深度、厚度、薄夹层情况、分布范围及规律、特征参数;

(2)各类土的颗粒组成;

(3)砂土和粉土密实度;

(4)地下水的水位、类型、排水条件。

7.6.3 地基处理勘察方法和布置应符合下列规定。

7.6.3.1 勘察应综合采用勘探、取样、室内试验和多种原位测试的方法。

7.6.3.2 勘探点应根据地质情况、建筑物要求和拟采用的地基处理方法布置并应满足下列要求：

(1)对拟采用换填法、排水固结法、深层搅拌法等进行处理的场地，采用网格布置，间距为50～100m，孔深穿透软弱土层以下3～5m；

(2)对拟采用强夯法进行处理的场地，布置取土试样或进行原位测试的勘探点数量视地基的复杂程度、建筑物类别以及场地面积确定。勘探点不少于3个，间距不大于15m；在勘探深度内遇有基岩，且基岩起伏较大，或有部分软弱层分布时，其勘探深度大于强夯拟加固深度。

7.6.3.3 地基处理勘察应进行地下水与地表水体的观测和地下水质分析。

7.6.4 岩土参数应包括常规室内土工试验物理力学指标，并应包括下列内容：

(1)当采用垫层法时，通过击实试验，确定换填材料的最大干密度，最优含水率及压实度；

(2)当采用排水固结法时，现场测试地基土的十字板强度、灵敏度；渗透系数、压缩性指标通过室内试验或现场试验推算；对水平向和垂直向渗透性相差较大的土层，分别测定水平向和垂直向渗透系数；

(3)强夯法加固场地采用标准贯入试验、静力触探试验、圆锥动力触探试验或载荷试验确定地基承载力；

(4)挤密桩土复合地基通过载荷试验确定复合地基承载力。

7.6.5 地基处理效果检验应符合下列规定。

7.6.5.1 地基处理效果检验应遵守下列原则：

(1)根据地基处理的目的确定效果检验勘察内容；

(2)根据地基处理的方法和土层性质，分别在地基处理过程中和完成后按规定的龄期安排效果检验；

(3)反映地基处理前后土质指标变化的勘察方法、仪器设备与评价标准等与地基处理前的勘察相一致，有差异时在地基处理报告中予以说明；

(4)勘探点的位置选择在有代表性和地质条件较差以及施工中出现异常情况的地段，并与地基处理前的勘探点位置相邻近；

(5)结合孔隙水压力、总沉降、分层沉降、测斜和位移观测等地基处理监测成果与效果检验勘察成果综合分析，对加固深度、加固效果作出评价。

7.6.5.2 对换填法加固的地基，其效果检验勘察宜满足下列要求：

(1)根据设计要求，用钻探取样或原位测试方法检查换填料的颗粒级配、休止角、含泥量、密实度等，并对地震液化可能性进行分析；

(2)垫层地基承载力通过原位测试确定；当采用静载荷试验确定时，每个单体工程或区段不少于3点；对于大型工程，按单体工程的数量或工程面积确定检验点数；

(3)用钻探方法检查爆破挤淤或抛石挤淤等强制换填后的基底残留软土或泥石混合层的分布、厚度和土质；

(4)对利用开山土石作为换填料并经夯实处理的地基,采用动力触探、载荷试验检查换填地基的强度。

7.6.5.3 排水固结法加固的地基宜采用钻探取样、室内试验和原位测试方法进行土体强度检查。每加一级荷载应进行一次检查。地基处理代表性施工区每次土体强度检查的勘探点总数不应少于6个;必要时尚应进行现场荷载试验,试验点数不应少于3个。

7.6.5.4 深层搅拌法和振冲挤密法复合地基效果检验勘察宜满足下列要求:

(1)抽取桩数的0.5%~1%进行成桩效果检验,检验采用开挖检验、钻探取芯、标准贯入试验和静载荷试验等方法;静载荷试验采用圆形载荷板,载荷板面积与桩断面相同;

(2)桩间土的加固效果采用钻探取样试验和原位测试方法检验;

(3)对于大型工程需检验桩土结合的加固效果时,采用大型载荷试验方法,总载荷为设计使用荷载的2倍以上。

7.6.5.5 强夯法地基处理效果检验勘察宜满足下列要求:

(1)强夯结束后,间隔一定时间方能对地基加固质量进行检验,碎石土和砂土地基间隔时间取1~2周,粉土和粘性土地基取2~4周,采用强夯置换法的间隔时间取4周;

(2)选用钻探取样试验和原位测试方法进行夯后土体的强度和影响深度的检查,验算土层地震液化的可能性;

(3)对于重要工程布置不少于3个静载荷试验点,载荷板面积根据荷载、基础尺寸、垫层及土层情况选定,最大载荷为使用载荷的2倍以上。

7.6.5.6 地基处理效果评价应包括下列内容:

(1)根据钻探取样、原位测试和室内试验评价地基处理前后的变化效果;

(2)评价采用定性分析和定量分析的方法;

(3)由取值方法、测试结果的离散性、不同测试方法与当地经验值的比较等,分析参数的代表性和可靠性。

7.7 地下水勘察

7.7.1 地下水勘察应符合下列规定。

7.7.1.1 地下水勘察应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)的有关规定,并应视工程需要,通过搜集资料、地质调查和测绘以及勘探测试工作,掌握地下水类型、含水层性质与分布、地下水位的动态变化、补排关系、污染情况和区域气象、水文条件对地下水的影响。

7.7.1.2 岸坡地区应着重调查研究地下水活动与岸坡失稳等不良地质作用发育的关系。

7.7.1.3 当需了解地下水动态变化及其与地表水的相关变化时,应对有关层位的地下水与地表水水位进行长期观测,观测时间不宜少于1个水文年。观测孔应布置在垂岸向勘探线上,进行地下水位和地表水位的同步观测。

7.7.2 地下水参数的测定应符合下列规定。

7.7.2.1 地下水参数测定项目宜根据工程需要与岩土特性确定。

7.7.2.2 地下水水位可在钻孔、探井中测量，并应满足下列要求：

(1)陆域钻孔、探井，均需测定初见水位和稳定水位；多层含水层的水位，采取止水措施分层测定；承压含水层测定承压水头；稳定水位观测的间隔时间对砂土不少于0.5h，粉土和粘性土不少于8h，且量测精度不低于±2cm；

(2)测定地下水位的钻孔，不用泥浆护壁钻进或往钻孔中注水。

7.7.2.3 地下水的流向宜根据等水位线图采用几何法确定。地下水流速的测定可采用指示剂法。

7.7.2.4 含水层的渗透系数宜采用钻孔或探井抽水试验、压水试验求得；岩土层透水性的强弱可根据渗透系数按表7.7.2划分。

含水层的透水性　　表7.7.2

渗透系数 k 值(cm/s)	$k<1.1\times10^{-6}$	$1.1\times10^{-6}\leqslant k<1.1\times10^{-4}$	$1.1\times10^{-4}\leqslant k<1.1\times10^{-3}$	$1.1\times10^{-3}\leqslant k<1.1\times10^{-2}$	$1.1\times10^{-2}\leqslant k\leqslant2.3\times10^{-1}$	$k>2.3\times10^{-1}$
类别	不透水	微透水	弱透水	中等透水	强透水	特强透水

7.7.2.5 抽水、压水试验可按现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)的有关规定执行。

7.7.3 水样的采取与试验应符合下列规定。

7.7.3.1 水质分析的水样应代表天然条件下的客观水质情况，并应满足下列要求：

(1)地下水试样在不同地貌单元不同含水层采取；

(2)采取水试样的钻孔不采取泥浆护壁，且无外界物质；

(3)盛水容器采用带磨口玻璃塞的玻璃瓶或塑料瓶，取水样前彻底清洗；

(4)采取水试样深度在水面0.5m以下；

(5)水样总量不少于750ml，分装2瓶；其中一瓶250～300ml立即加入2～3g大理石粉，进行侵蚀性试验；

(6)水样采取后立即用蜡或火漆封口，并按有关规定填好水样标签和送样单；

(7)水样避免阳光直接照射；试样存放时间，清洁水样不超过72h，稍受污染的水样不超过48h，受污染的水样不超过12h。

7.7.3.2 水质试验项目及要求应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)的有关规定。

7.7.4 地下水的评价应符合下列规定。

7.7.4.1 地下水作用的评价应包括下列内容：

(1)对地下水位高于基础的建筑物，以最不利组合情况考虑，地下水对建筑物的上浮作用，原则上按设计水位计算浮托力；节理不发育的岩基、粘土层且有当地经验时，根据经验确定；有渗流时，地下水的水头和作用通过渗流计算进行分析评价；

(2)验算岸坡与边坡稳定时，考虑地下水对岸坡与边坡稳定的不利影响；

(3)在地下水位下降的影响范围内，考虑地面沉降及其对工程的影响；当地下水位回升时，考虑可能引起的回弹和附加的浮托力；

(4)当墙背填土为粉砂、粉土或粘性土，验算支挡结构物的稳定时，根据不同排水条

件评价静水压力、动水压力对支挡结构物的作用;

(5)有水头压差的粉细砂、粉土地层,评价产生潜蚀、流砂、涌土、管涌的可能性;

(6)在地下水位下开挖基坑或地下工程时,根据岩土的渗透性、地下水补给条件分析评价降水或隔水措施的可行性及其对基坑稳定和邻近工程的影响。

7.7.4.2 软质岩、强风化岩、全风化岩、残积土、湿陷性土、膨胀岩土和盐渍岩土应评价地下水的聚集和散失所产生的软化、崩解、湿陷、胀缩和潜蚀等有害作用。

7.7.5 降低地下水水位措施应符合下列规定。

7.7.5.1 施工中地下水位应保持在基坑底面以下0.5~1.5m。

7.7.5.2 降水过程中应采取防止土颗粒流失的有效措施。

7.7.5.3 深层承压水应防止引起突涌,必要时应采取降低基坑下承压水头的措施。

7.8 滑坡勘察

7.8.1 滑坡勘察的主要内容应满足下列要求:

(1)查明滑坡类型及要素,重点查明滑坡体、滑带和滑床的结构特征,查清滑带的基本性状和物理力学特征;

(2)查明滑坡范围、性质、地质背景及其危害程度;

(3)分析滑坡成因,查明滑坡稳定性影响因素,评价滑坡稳定性,预测其发展趋势;

(4)提出滑坡防治对策和建议。

7.8.2 滑坡勘察方法和工作布置应符合下列规定。

7.8.2.1 滑坡勘察应采用工程地质调查和测绘与钻探、静力触探、井探、槽探等相结合的方法,必要时可采用硐探和地球物理勘探方法。

7.8.2.2 工程地质测绘和调查的范围应包括滑坡及其邻近地段,比例尺可选用1:200~1:1000,用于整治设计时,比例尺应选用1:200~1:500。

7.8.2.3 滑坡的勘探应满足下列要求:

(1)勘探方法除钻探、静力触探和十字板试验外,根据需要布置一定数量的探井;

(2)勘探线、勘探点的布置根据场地工程地质条件、地下水情况和滑坡形态确定;除沿主滑方向布置勘探线外,在滑坡体外两侧、滑坡体转折处和预计采取工程措施的地段,均需布置勘探点、勘探线,勘探点间距不大于40m且主轴断面上的勘探点不少于3个;

(3)勘探点的深度需穿过最下一层滑面,进入稳定地层大于3m;

(4)钻探采用干钻、无泵反循环或双层岩芯管方法钻进,不能采用水冲钻进;提高岩芯采取率,并及时检查岩芯,注意钻进过程变化,正确确定滑动面位置;

(5)重点对滑带及其上下土层采取足量的岩土试样,并配合原位测试方法直接获取相关原位测试指标。

7.8.3 滑坡勘察岩土试验宜满足下列要求:

(1)模拟滑坡的变形破坏过程和地质环境,进行相应的物理力学试验,提供滑体天然重度、饱和重度、滑带土的抗剪强度峰值和残余强度等;

(2)采用室内、现场滑面重合剪,滑带进行重塑土或原状土多次剪试验,并求出多次

剪和残余剪的抗剪强度；

(3)采用与滑动受力条件相似的试验方法。

7.8.4 滑坡勘察的岩土工程分析与评价应符合下列规定。

7.8.4.1 滑坡稳定性评价应以工程地质综合研究为基础，定性分析与定量评价相结合。

7.8.4.2 根据滑面、滑带条件，应选用有代表性分析断面和正确的计算模型进行滑坡的稳定性计算。

7.8.4.3 稳定性计算所需岩土物理力学性质指标宜根据测试成果、反演分析和当地经验综合确定；对重要的或工程地质条件复杂的滑坡，可采用数值方法分析滑坡稳定性。

7.8.4.4 滑坡稳定性应考虑地下水、地震、冲刷、人类活动等因素的影响。

7.8.4.5 滑坡稳定性应根据滑坡的规模、主导因素、滑坡前兆、滑坡区的工程地质和水文地质条件，以及稳定性验算结果综合评价。

7.8.4.6 滑坡勘察应分析滑坡变形发展趋势和危害程度，提出滑坡动态监测以及治理方案的建议。

7.8.4.7 滑坡勘察报告除应符合有关规定外，尚应包括下列内容：

(1)滑坡的地质背景和形成条件；

(2)滑坡的形态要素、性质；

(3)提供滑坡的平面图、剖面图和岩土工程特性指标；

(4)滑坡稳定性分析；

(5)滑坡防治和监测的建议等。

8 工程地质调查和测绘

8.0.1 港口工程建设场地有关的各种地质要素的调查或测绘,配合适量的勘探测试,应满足分析研究场地的工程地质条件、合理布置勘察方案以及港址选择和不良地质作用防治的需要。

8.0.2 工程地质调查和测绘适用的勘察阶段和场地条件应符合下列规定。

8.0.2.1 工程地质调查和测绘,宜在可行性研究和初步设计阶段进行。在施工图设计阶段或施工阶段,可对工程地质条件复杂地段和工程关键地段的专门地质问题,进行详细或补充测绘。

8.0.2.2 对下列建港场地,宜进行工程地质调查或测绘:

(1)基岩海岸、山区河流和库岸地区有较多基岩出露的场地;

(2)河海侵蚀、堆积地貌发育,地形起伏,有不同时代、成因和性质的岩土层分布于地表的场地;

(3)有影响工程安全的不良地质作用和地质构造发育的场地。

8.0.2.3 工程地质测绘应在收集资料基础上采用填图法进行,并应通过对地面地质观测点的观察、描述,按规定的比例测绘于地形图上的方法完成。对露头较少地段可布置适量的勘探测试工作。

8.0.2.4 对于面积较小,工程地质条件简单的港区陆域可进行工程地质调查。调查应主要采用收集资料、现场观察和目测方法。

8.0.3 工程地质调查和测绘的准备工作应满足下列要求:

(1)根据勘察合同和勘察技术要求了解工程特点、设计意图和对勘察的要求;

(2)根据第3.0.5条有关规定收集当地地质、地形、水文、气象等资料;

(3)踏勘了解现场条件,编制工程地质调查或测绘纲要。

8.0.4 工程地质调查和测绘的范围应包括拟建港区以及为查明有关地质问题需要向周边追索延伸的地段。

8.0.5 工程地质测绘比例尺应根据不同的勘察阶段和场地地质条件的复杂程度选用。可行性研究阶段勘察宜为1∶1000~1∶5000;初步设计阶段勘察宜为1∶500~1∶2000;施工图设计阶段勘察宜为1∶200~1∶1000。

8.0.6 地质观测点的布置、密度、定位精度应满足下列要求:

(1)地质观测点布置在各种地质界线、地质现象和地下水露头等处;

(2)地质观测点的分布密度,以能控制各种地质现象和界线的分布为原则,间距为图上的2~3cm,地质条件简单时为图上的3~5cm;

(3)地质观测点采用测绘仪器定位,精度在图上误差不超过3mm。

8.0.7 工程地质调查和测绘的重点，应包括关系港址选择和对工程建设有重大影响的工程地质问题，并应符合下列规定。

8.0.7.1 地貌的调查与测绘宜包括下列内容：

(1)划分微地貌单元，查明地貌形态与第四系堆积类型、地质构造、岩土性质、不良地质作用的关系；

(2)人类活动对岸坡与边坡稳定的作用；

(3)掩埋的故河道、沟、塘，堤防水毁段、人工和天然洞穴的分布；

(4)天然和人工岸坡与边坡的坡高、坡比、坡向与地质构造的关系及其对岸坡与边坡稳定的影响。

8.0.7.2 地层的调查与测绘宜包括下列内容：

(1)前第四纪地层的形成时代、层序、接触关系、岩性、软夹层、泥化层和易溶易崩解易风化岩的分布和性状；

(2)第四纪地层的形成时代、成因类型、土质、冻结深度、新近沉积土、胶结层、火山岩和特殊土的分布与性质。

8.0.7.3 地质构造和地震的调查与测绘宜包括下列内容：

(1)构造类型、岩体结构、岩层产状、断层、节理、岸坡与边坡卸荷裂隙等的分布、发育、规模、产状和组合情况，对建筑场地和岸坡与边坡稳定的影响；

(2)根据现行《中国地震动参数区划图》以及由国家地震部门制定的地震小区划确定地区地震动参数；调查历史地震的震害情况、水库诱发地震对库岸建港的影响、新构造活动形迹与地震活动的关系。

8.0.7.4 不良地质作用的调查与测绘宜包括滑坡、崩塌、冲淤、浪蚀、潜蚀、管涌、岩溶、土洞、地面塌陷等的成因、范围、发育程度和发展趋势。

8.0.7.5 滑坡的调查与测绘宜包括下列内容：

(1)收集当地滑坡史、易滑地层的分布以及场地地质、地下水、水文、气象、地震和人类活动等相关资料；

(2)调查滑坡的形态要素、滑带和滑床的组成和岩土特征，圈定滑坡周界；

(3)查明地表水、地下水、泉和湿地等的分布及其动态变化和植被情况；

(4)调查滑坡内外工程设施、树木等的变形、位移、特点及其形成的时间和破坏过程；

(5)调查当地治理滑坡的经验；

(6)对滑坡的重点部位进行摄影或摄像。

8.0.7.6 地下水的调查与测绘内容应包括地下水的露头位置、含水层类型、性质、地下水位与地表水位的动态变化和补排关系，与岸坡、边坡稳定和不良地质作用的成因关系。并可根据需要调查地下水水质对建材的腐蚀性和地下水作为港口供水水源的可能性。

8.0.7.7 水文、气象条件调查与测绘应包括对岸坡与边坡稳定的影响等。

8.0.7.8 港口已有建筑物的调查与测绘应包括地基处理、岸线整治、不良地质作用治理经验等。

8.0.8 工程地质调查和测绘的现场记录应详细、真实、准确，重点记述工程地质特性。图

件应按地质制图原理实地勾绘,图上地质要素应有相应记录,重要处应有素描或照片。

8.0.9 成果资料应根据地质条件的复杂程度和工程需要进行整理,报告和图件应符合下列规定。

8.0.9.1 报告应全面叙述建筑场地的工程地质条件,结合工程性质和相应设计阶段的要求进行岩土工程分析、评价和建议,提出布置勘察工作的意见。

8.0.9.2 报告应提供下列图片:

(1)综合柱状图;

(2)综合工程地质图或工程地质分区图;

(3)工程地质剖面图;

(4)照片、素描图或其他专用图件。

9 勘　探

9.1 一般规定

9.1.1 岩土工程勘探应根据勘察技术要求和场地岩土特性，采用钻探、井探、槽探和原位测试等方法，获取岩、土、水样和原位测试值，观测地下水位，查明场地的岩、土性质和分布。

9.1.2 **勘探工作应防止对地下水下管线、工程设施、文物、自然环境和水资源的破坏。**

9.1.3 水域勘探应在水上固定勘探平台或勘探船筏等浮式平台上进行。勘探平台类型应根据当地的水文、气象、地质条件和勘探技术要求选定，并应满足安全生产和环保的要求。

9.1.4 对堤防安全、交通、生产、环境等可能造成不良影响的，或有地下水、可燃气体冒出的钻孔、探井、探槽，完工后应按有关规定妥善回填，并认真做好回填记录。

9.1.5 勘探点位、标高和勘探深度测量应符合下列规定。

9.1.5.1 勘探点位采用的坐标系统与高程系统，应按照勘察技术要求执行。

9.1.5.2 勘探点应根据场地地形、地物、离岸距离的远近等具体条件，选择定位测量的仪器与方法。

9.1.5.3 勘探点应按设计坐标施放，点位确定后应设木桩、浮标等明显标识。开孔后应实测点位坐标与高程。

9.1.5.4 高程测量的基准控制点精度，不应低于水准图根等级，引测的基准控制点应进行引测线路的闭合计算，闭合差应满足下式要求：

$$\Delta \leqslant \pm 40\sqrt{R} \tag{9.1.5}$$

式中 Δ——闭合差(mm)；

R——测量路线长度(km)。

9.1.5.5 水域勘探点高程应根据多次同步测量的水深与水位确定，并用下入水中套管的长度作校核，也可根据最新测绘的水域地形图及水文、潮汐等情况进行核对。在水深流急区域不宜使用水砣绳测量水深。

9.1.5.6 在有潮汐水域采用勘探船筏等浮式平台作业时，应定时进行水位观测，校正水面高程，准确计算钻进深度。

9.1.5.7 勘探点位和高程测量的允许偏差可按表9.1.5的规定执行。如设计与施工另有规定时应满足工程的需要。

勘探点位和高程测量的允许偏差　　表 9.1.5

勘察阶段			可行性研究	初步设计	施工图设计
陆域	勘探点位允许偏差		10m	3m	1m
	点位高程及钻进深度允许偏差		±5cm		
水域	勘探点位允许偏差		20m	5m	2m
	点位高程及钻进深度允许偏差	$H \leqslant 20$m	±20cm		
		$H > 20$m	±0.01H		

注:H—水深 m。

9.2　钻探与取样

9.2.1　钻探工作应符合下列规定。

9.2.1.1　钻探方法应根据岩土地基的性质和勘察技术要求选取,并应满足下列要求:

(1)全断面取芯取样或进行原位测试的钻孔,按取芯取样及原位测试技术标准或规定进行,采用回转钻探方法;

(2)对于粉土、砂、碎石类土与破碎的岩层或构造带采用泥浆护壁或套管跟进的钻进方法;

(3)对采集扰动土样的浅部土层钻探,采用小口径的螺纹提土钻、麻花钻、勺形钻及洛阳铲等钻进方法。

9.2.1.2　钻探机具的配备及规格应根据取样、测试要求、岩土地基的性质及水、陆域的施工条件等情况选用,并应符合国家现行标准的有关规定。

9.2.1.3　陆域钻孔的护孔套管应保证垂直,插入深度应超过需隔离的土层 0.5m,套管规格应满足成孔孔径的要求;水域钻孔的护孔套管除应达到陆域钻孔的要求外,插入土层的套管长度不得小于水底泥面以上套管自由段长度的 1/2,并应确保冲洗液不在水底泥面处流失。

9.2.1.4　钻探应控制钻进回次的进尺,每回次进尺不宜大于 2m,并应满足分层精度的要求;变层应即取样,防止漏样。

9.2.1.5　全断面取芯取样钻孔的岩芯采取率,对完整和较完整的岩体与粘性土、层状构造土、粘粒含量超过 10% 的粉土不得低于 80%;较破碎和破碎岩体与粘粒含量小于或等于 10% 的粉土、砂土不得低于 65%。取芯钻探宜采用重管取芯钻具。当需确定岩石质量指标时,应采用 75mm 口径的双管单动金刚石钻头钻具。

9.2.1.6　钻孔记录应满足下列要求:

(1)钻孔记录由经过专业培训的人员承担,**钻孔记录需详实、书写清楚、数据准确,按钻进回次逐项填写,严禁事后追记;水域钻孔要及时记录同步测量的水尺读数和水深;**

(2)采用肉眼鉴别和手触方法,依据岩土分类的规定对所采取的岩、土芯样定名,对其岩土特性进行详细的描述,并视需要现场采用微型十字板仪、袖珍贯入仪测试土芯样的力学强度。

9.2.1.7　钻孔中地下水的量测应符合第 7.7.3 条的有关规定。

9.2.1.8 钻探成果应包括钻孔测量数据、钻孔记录、钻孔野外柱状图、岩土芯样彩色照片和按工程要求留存的岩土芯样。

9.2.2 取样应符合下列规定。

9.2.2.1 土样根据被扰动的程度，可划分为原状、扰动两个类别及不扰动(Ⅰ)、轻微扰动(Ⅱ)、显著扰动(Ⅲ)、完全扰动(Ⅳ)四个质量等级，各等级土样适用的土工试验项目见表9.2.2-1。

不同等级土样适用的土工试验项目表 表9.2.2-1

类别	扰动程度	质量等级	适应的土工试验项目
原状	不扰动	Ⅰ	土类定名、含水率、密度、强度参数、变形参数
	轻微扰动	Ⅱ	土类定名、含水率、密度
扰动	显著扰动	Ⅲ	土类定名、含水率
	完全扰动	Ⅳ	土类定名

注：Ⅱ级土样在工程技术要求允许的情况下，可供进行强度和固结试验，但应结合地区经验慎重使用试验结果。

9.2.2.2 取样应根据土层的工程特性和工程所需土样的质量等级按表9.2.2-2选择取土器具，确定取土方法。

取土器及取土方法适用的土层与取土的质量等级 表9.2.2-2

土样质量等级 / 取土器及取土方法		薄壁取土器	重管回转取土器	厚壁敞口取土器	厚壁敞口环刀取土器	标准贯入器	单套岩芯管
土性		压入	回转压入	压入或击入	压入或击入	击入	回转压入
粘性土、粘性土为主的层状构造土	流塑～可塑	Ⅰ	Ⅰ～Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ～Ⅱ	Ⅲ～Ⅳ	Ⅳ
	可塑～硬塑	—		Ⅰ～Ⅱ			Ⅲ～Ⅳ
砂土为主的层状构造土、粉细砂	松散～密实	—	Ⅱ	Ⅱ～Ⅲ			Ⅳ

注：厚壁敞口取土器与厚壁敞口环刀取土器不能压入取土时，采用重锤少击或孔底锤击的方法取土。

9.2.2.3 在钻孔中采取原状土样应满足下列要求：

(1)在软土、砂土为主的层状土、粉土、粉细砂中采用泥浆或套管护壁，当采用套管时，孔内水位不能低于地下水位，取样位置低于套管底端3倍孔径的距离；

(2)取土前清孔做到孔壁稳定，不缩孔、不坍塌，孔内干净，孔底残留土厚度不大于取土器废土段的长度，并减少对孔底土层的扰动；在取土位置以上1m处，禁用水冲、冲击、振动等钻进方法清孔；

(3)取土器下入孔内临近取样位置时，要稳慢落底，防止冲击孔底土层；用快速静力连续压入的方法取样，当遇硬土或砂土压入困难时，采用厚壁取土器用重锤少击或孔底锤击的方法取样；

(4)使用重管单动回转取土器取芯、取样时，转速不大于 r/min；并根据土性施加钻进压力，控制掌握冲洗液泵量和泥浆的稠度；

(5)取土器在孔内提升时，卷扬速度用中挡或慢挡，防止钻杆与取土器抖动并冲撞套管造成土样脱落；

(6)原状土样的直径为75～100mm,长度不小于20cm。

9.2.2.4 原状土样应妥善密封,直立安放,不得倒置,尽快运往试验室进行土工试验,储运过程中应采取防冻、防晒和防振等措施。

9.2.2.5 需进行物理、力学性试验的岩样,应按照岩石试样的要求钻取岩芯;对需要保持天然湿度的岩芯应立即蜡封。

9.3 井探、槽探

9.3.1 钻机不易进位或常规钻探方法难以准确查明地下的岩土性质和构造特征,或配合原位测试需要时,可采用井探或槽探。

9.3.2 探井和探槽的深度不宜超过地下水位。

9.3.3 井探、槽探除文字描述记录外,尚应绘制井、槽的柱状图、展示图或剖面图等反映井、槽底部和壁部的岩性、地层分界、构造特征、取样和原位试验位置,并辅以代表性部位的彩色照片。

9.3.4 在探井、探槽中采取原状土样或岩样应以刻取的方式进行。

10 原位测试

10.1 一般规定

10.1.1 原位测试方法应根据岩土性质、场地条件、设计对参数的要求和地区经验的适用性等因素选用。

10.1.2 原位测试成果应结合勘探与室内土工试验等勘察资料和地区经验，确定岩土工程特性参数，对岩土工程问题作出评价，必要时应与工程反算参数比较，检验其可靠性。

10.1.3 原位测试的仪器设备应定期检验和标定。

10.1.4 分析原位测试成果资料时，应分析仪器设备、试验条件、试验方法和操作等对试验成果的影响，结合岩土性质，剔除异常数据。

10.1.5 在水域钻探船筏等浮式平台上利用钻孔进行原位测试时，应保持浮式平台的稳定，反力系统应符合原位测试的要求。

10.2 浅层平板载荷试验

10.2.1 浅层平板载荷试验可用于测定承压板下压力主要影响范围内各类土、风化岩、软岩等的承载力和变形特性，试验的影响深度应为1.5～2.0倍承压板的宽度或直径。

10.2.2 浅层平板载荷试验点的平面布置应具有代表性，在同一岩土层上不应少于2个点，试验点应布置在基础底面高程处。

10.2.3 浅层平板载荷试验应符合下列规定。

10.2.3.1 试坑底面宽度不应小于承压板直径或宽度的3倍。试验前应保持坑底岩土层的天然状态，并应在试坑边线外布置2个原状取土孔或其他原位测试点。

10.2.3.2 承压板面积可采用2500cm^{2}或5000cm^2，密实的砂土或硬塑的粘性土可采用2500cm^2；软土或填土不应小于5000cm^2；岩石不宜小于700cm^2。

10.2.3.3 承压板与测试岩土之间应设置1～20mm厚的中粗砂垫层找平。

10.2.3.4 确定加荷标准时，第一级荷载应计入设备自重并宜接近试坑挖除的土重；以后每级荷载增量，低中等压缩性土，可采用50kPa，高压缩性土可采用25kPa，特别软弱的土可采用10kPa，风化岩、软岩可采用100～200kPa。当能够预估极限荷载时，每级荷载增量可取极限荷载的1/8～1/12。

10.2.3.5 加荷方式宜采用分级维持荷载沉降相对稳定法。荷载的量测精度不应低于最大荷载的±1%，承压板沉降量的量测精度不应低于±0.01mm。不同岩土试验的相对稳定标准应满足下列要求：

(1)当试验对象为土体、全风化岩、强风化岩时，每级荷载下，先按10min、10min、

10min、15min、15min 测读沉降,以后每隔 30～60min 测读一次沉降,直到连续 2h 内每 1h 沉降增量不大于 0.1mm 为止;

(2)当试验对象为岩石时,每级荷载下,先按 1min、2min、2min、5min 测读沉降,以后每隔 10min 测读一次沉降,直到连续三次读数差不大于 0.01mm 为止。

10.2.3.6 当以确定地基承载力为目的时,试验应进行至能获得极限压力或者最后一级荷载达到设计荷载的 2 倍为止;当以确定地基变形模量为目的时,试验应进行至出现比例界限点以后 1～2 级荷载为止。极限压力可按下列情况判断:

(1)承压板周围的土被挤出或出现裂缝和隆起,沉降急剧增加;

(2)本级荷载的沉降量大于前级荷载的沉降量的 5 倍,荷载与沉降曲线出现明显陡降;

(3)在本级荷载下,持续 24h 内沉降速率等速或加速发展,不能达到相对稳定标准;

(4)总沉降量超过承压板直径或宽度的 1/12。

10.2.3.7 当需要进行回弹观测时,卸荷应分级进行并观测回弹值,每级卸荷载量可为加荷的 2 倍。每卸一级荷载后,应间隔 10min 测读一次,连续观测 1h,荷载卸完后应继续观测 3h。

10.2.4 浅层平板载荷试验资料的整理和应用应符合下列规定。

10.2.4.1 变形模量可按下列公式确定。

承压板为圆形

$$E_0 = 0.785(1-\mu^2)d\frac{P}{S} \tag{10.2.4-1}$$

承压板为方形

$$E_0 = 0.886(1-\mu^2)b\frac{P}{S} \tag{10.2.4-2}$$

式中 E_0——试验土层的变形模量(kPa);

μ——地基土的泊松比;

d、b——承压板的直径、边长(cm);

P——施加的压力(kPa);

S——对应于施加压力的沉降量(cm)。

10.2.4.2 地基土的泊松比可按表 10.2.4 采用。

泊松比值 表 10.2.4

土的名称	碎石	砂土	粉土	粉质粘土	粘土
泊松比 μ	0.27	0.30	0.35	0.38	0.42

10.2.4.3 地基承载力可按下列方法确定:

(1)临塑荷载法,对于坚硬粘性土、砂土、碎石土等,以比例界限 P_0 值作为容许承载力;

(2)极限荷载法,当 $P\sim S$ 曲线上的比例界限点出现后,土很快达到极限破坏,即比例界限荷载 P_0 与极限荷载 P_u 接近,将 P_u 除以安全系数 2.0～3.0,作为容许承载力;

(3)相对沉降控制法,当在 $P\sim S$ 曲线上没有明显的直线段,在 $P\sim S$ 曲线较平缓的区段选取承载力,对一般粘性土、软土采用相对沉降不大于 0.02 对应的压力作为容许承载

力；当极限荷载 P_u 小于 $P_{s/d=0.02}$ 的 2 倍时，以 $P_u/2$ 作为容许承载力；对低压缩性土、砂土采用相对沉降 0.010～0.015 对应的压力作为容许承载力；对风化岩、软岩采用相对沉降 0.001～0.002 对应的压力作为容许承载力。

10.2.4.4 基准基床系数可根据承压板的边长为 30cm 的平板载荷试验，按下式计算：

$$K_v = P/S \qquad (10.2.4\text{-}3)$$

式中 K_v——基准基床系数(kN/m³)；

P/S——$P \sim S$ 曲线直线段的斜率。$P \sim S$ 曲线无直线段时，P 取临塑荷载的一半(kPa)，S 为相应于该 P 值的沉降值(m)。

10.3 十字板剪切试验

10.3.1 十字板剪切试验可用于测定饱和软粘性土的不排水抗剪强度和灵敏度等参数。其成果可用于地基土的稳定分析与计算，检验软基的加固效果，测定软弱地基破坏后滑动面位置和残余强度值以及地基土的灵敏度，估算地基承载力和判定软粘性土的固结历史等。

10.3.2 十字板剪切试验点的布置，对均质土竖向间距可为 1～2m，当试验深度处遇有间夹砂土、硬塑土、胶结层等硬层时，应穿过硬层再行试验；也可根据已有勘察资料，选择其间软粘性土段进行试验。

10.3.3 十字板剪切试验可分为机械式和电测式，其主要技术要求应符合下列规定。

10.3.3.1 十字板头和轴杆的规格尺寸应符合表 10.3.3 的规定。

十字板头和轴杆的规格尺寸　　表 10.3.3

型号	板宽(mm)	板高(mm)	板厚(mm)	刃角(°)	轴杆		面积比(%)
					直径(mm)	长度(mm)	
Ⅰ	50	100	2	60	13	50～75	≤14
Ⅱ	75	150	3		16		≤13

10.3.3.2 机械式十字板剪切试验操作要点应满足下列要求：

(1)十字板试验孔使用空心螺纹钻清孔，套管跟进护壁，孔底残留浮土厚度小于 10cm，保证成孔垂直度；

(2)十字板头用慢速压至试验点位，入土深度不小于套管底端以下 50cm；

(3)每次试验后量测轴杆的摩擦阻力。

10.3.3.3 电测式十字板剪切试验操作要点应满足下列要求：

(1)贯入主机的安装要求水平，并能提供满足最大试验深度的反力，探杆夹持器要牢固夹持探杆，不使产生相对转动；

(2)电测式十字板的扭力传感器及其连接导线在水域中工作，其绝缘电阻不小于 300MΩ；

(3)当十字板头压进地下土层 0.5m 后，稍作停留，待传感器与地温取得热平衡，仪表输出值不变并调零后，再压至试验点位；

(4)试验结束，将十字板头拔出地面，及时记录仪表不归零读数。

10.3.3.4 十字板剪切试验前,应对测力用的扭力传感器或开口钢环进行标定。标定工作宜在(20±5)℃的室温环境中操作。扭力传感器应连同配套使用的仪器、电缆一同参与标定。

10.3.3.5 十字板剪切速率应以10s转动1°为标准,其峰值读数或稳定读数宜在3~10min内出现,试验出现峰值后应再测记1min,稳定值的确定应以最小值读数连续出现6次为准。试验的剪切强度峰值或稳定值测试完后,应顺扭转方向连续转动探杆6圈,测定重塑土的不排水抗剪强度。

10.3.4 水域十字板剪切试验宜在固定勘探平台上进行,潮间浅滩或浅水区域也可采用勘探船与脱开的套管支架平台相结合的方法进行。

10.3.5 十字板剪切试验成果与分析应符合下列规定。

10.3.5.1 各试验孔应计算试验点土的不排水抗剪强度、残余强度、重塑土的强度和灵敏度,并绘制随深度变化的关系曲线。

10.3.5.2 各试验土层应统计计算不排水抗剪强度、残余强度、重塑土的强度和灵敏度的平均值,以及随深度变化的相关关系。

10.4 标准贯入试验

10.4.1 标准贯入试验可用于砂土、粉土和粘性土,在有经验的地区也可用于基岩的全风化带和强风化带。

10.4.2 标准贯入试验的设备规格应符合表10.4.2的规定。

标准贯入试验设备规格 表10.4.2

落锤		锤的质量(kg)	63.5
		落距(cm)	76
贯入器	对开管	长度(mm)	>500
		外径(mm)	51
		内径(mm)	35
	管靴	长度(mm)	50~76
		刃口角度(°)	18~20
		刃口单刃厚度(mm)	2.5
钻杆		直径(mm)	42
		相对弯曲	<1/1000

10.4.3 标准贯入试验的技术要求应符合下列规定。

10.4.3.1 标准贯入试验孔应采用回转钻进,孔壁应稳定,孔底的废土高度不得超过5cm。在陆域粘性土层中使用空心螺纹钻具钻进清孔时,应保持孔内水位略高于地下水位;在砂土层中钻进应使用泥浆护壁。下放贯入器时不得冲击孔底。

10.4.3.2 采用自动脱钩的自由落锤法进行锤击,贯入器、探杆、导向杆间的联接应紧密,并保持垂直度,避免锤击时的偏心和侧向晃动,锤击速率应小于30击/min。

10.4.3.3 贯入器打入土中15cm后,应开始记录每打入10cm的锤击数,应以累计打

入30cm的锤击数为标准贯入试验击数。当锤击数已达50击，而贯入深度未达30cm时，可记录50击的实际贯入深度，按式(10.4.3)换算成相当于30cm的标准贯入试验击数，并终止本次试验。

$$N = 30 \times 50/\Delta S \tag{10.4.3}$$

式中 N——标准贯入试验击数；

ΔS——50击时的贯入度(cm)。

10.4.4 标准贯入试验成果与分析应符合下列规定。

10.4.4.1 汇编标准贯入试验成果数据表，可按其测试深度标注于钻孔柱状图或工程地质剖面图上，也可绘制单孔标准贯入试验击数N与深度关系曲线或直方图。

10.4.4.2 当试验土层中夹杂有碎砖瓦、卵石、碎石、砾石、姜石、硬贝壳或薄层胶结层、硬土层等导致标准贯入试验击数异常时，应剔除异常值后再分层统计。

10.4.4.3 标准贯入试验成果并结合当地经验可用于对砂土、粉土、粘性土的物理状态，土的强度、变形参数，地基承载力，单桩承载力，砂土和粉土的液化，沉桩、成桩的可能性和地基加固效果等做出评价。标准贯入试验击数与一般粘性土的无侧限抗压强度的关系可参见表10.4.4。

标准贯入试验击数与一般粘性土的无侧限抗压强度的关系 表10.4.4

标准贯入试验击数N	$N<2$	$2\leqslant N<4$	$4\leqslant N<8$	$8\leqslant N<15$	$15\leqslant N<30$
无侧限抗压强度q_u(kPa)	$q_u<25$	$25\leqslant q_u<50$	$50\leqslant q_u<100$	$100\leqslant q_u<200$	$200\leqslant q_u<400$

10.4.4.4 标准贯入试验击数的修正应根据使用条件确定。

10.5 圆锥动力触探试验

10.5.1 圆锥动力触探试验可用于粘性土、砂类土、碎石类土等。

10.5.2 圆锥动力触探试验的类型可分为轻型、重型和超重型三种，其规格和适用土类应符合表10.5.2的规定。

圆锥动力触探类型 表10.5.2

类型		轻型	重型	超重型
落锤	锤的质量(kg)	10	63.5	120
	落距(cm)	50	76	100
探头	直径(mm)	40	74	74
	锥角(°)	60	60	60
探杆直径(mm)		25	42	50
指标		贯入30cm的读数N_{10}	贯入10cm的读数$N_{63.5}$	贯入10cm的读数N_{120}
主要适用岩土		填土、砂土、粉土、粘性土	砂土、中密以下的碎石土、极软岩	密实和很密的碎石土、软岩、极软岩

10.5.3 圆锥动力触探试验操作要点应符合下列规定。

10.5.3.1 每节探杆非直线偏差不应大于0.6%，所有连接部件应连接紧密，并采用自

动落锤装置,轻型动力触探也可采用手动落锤。

10.5.3.2 触探杆最大偏斜度不应超过2%,锤击贯入应连续进行,应防止锤击偏心、探杆倾斜和侧向晃动,保持探杆垂直度;锤击速率每分钟宜为15~30击。进行水上试验时,发生导向杆与探杆晃动及锤击偏心的情况,应停止试验。

10.5.3.3 每贯入1m,宜将探杆转动一圈半;当贯入深度超过10m,每贯入20cm宜转动探杆一圈半。

10.5.3.4 对轻型动力触探,当N_{10}大于100或贯入15cm锤击数超过50时,可停止试验;对重型动力触探,当连续三次$N_{63.5}$大于50时,可停止试验或改用超重型动力触探。

10.5.3.5 砂、圆砾、角砾和卵石、碎石土触探深度不宜超过12m。

10.5.3.6 各触探孔最初贯入的1m不应记读数。

10.5.3.7 探头直径磨损不应大于2mm,锥尖高度磨损不应大于5mm。

10.5.4 圆锥动力触探试验成果分析应满足下列要求:

(1)单孔连续圆锥动力触探试验绘制锤击数与贯入深度关系曲线,并统计单孔分层贯入指标平均值;

(2)根据各孔分层的贯入指标平均值,用厚度加权平均法计算场地分层贯入指标平均值和变异系数;

(3)根据圆锥动力触探试验成果,结合地区经验,进行力学分层,评定土的均匀性和物理性质、土的强度、变形参数、地基承载力、单桩承载力,查明土洞、软硬土层界面、检测地基处理效果等;

(4)圆锥动力触探值的修正根据使用条件确定。

10.6 静力触探试验

10.6.1 静力触探试验可用于粘性土、粉土、砂土、层状构造土、不含或含有少量碎石的混合土。

10.6.2 静力触探试验按探头的结构和功能可分为单桥探头、双桥探头和多桥探头。静力触探试验可测定比贯入阻力、锥头阻力、侧壁摩阻力和贯入时的孔隙水压力等。静力触探试验的探头规格和探头磨损标准应符合表10.6.3-1~表10.6.3-3的规定。

单桥探头规格 表10.6.3-1

型 号	锥头直径(mm)	锥头截面积(mm)	有效侧壁长度(mm)	锥角α(°)
Ⅰ-1	35.7	10	57	60
Ⅰ-2	43.7	15	70	60

双桥探头规格 表10.6.3-2

型号	锥头直径(mm)	锥头截面积(mm)	有效侧壁长度(mm)	摩擦筒表面积(cm^2)	锥角α(°)
Ⅱ-1	35.7	10	179	200	60
Ⅱ-2	43.7	15	219	300	60

探头磨损更换标准　　表 10.6.3-3

标准锥头直径(mm)	磨损锥头直径(mm)	磨损摩擦筒直径(mm)	磨损锥头高度(mm)
35.7	<35.16	小于锥头直径	<28
43.7	<43.04		<34

10.6.3 静力触探试验应符合下列规定。

10.6.3.1 试验前应对探头的测力传感器进行标定,并应满足下列要求:

(1)与其配套使用的仪器及电缆一起参与标定;

(2)标定的应力与应变关系呈直线,并通过坐标原点,线性误差不大于1%FS;

(3)分级加荷、卸荷反复进行3次以上,重复性误差不大于1%FS,所加荷载接近空心柱的最大设计荷载,其应力—应变关系直线不能外延使用;

(4)标定时顶柱与测力传感器接触良好,转换顶柱方位,其读数误差不大于同一级荷载变量观测值的1%FS;

(5)测力传感器的温度飘移与归零误差不超过1%FS;

(6)测力传感器及其连接导线的绝缘电阻不小于500MΩ。

注:FS—在额定荷载下探头及仪表的满量程输出值。

10.6.3.2 水域静力触探应在固定平台上进行,或采用水下静探设备进行。静力触探平台抗风浪能力应满足试验作业与安全的要求,水下静力触探设备应根据勘察设计要求和地质条件确定。

10.6.3.3 静力触探试验操作要点应满足下列要求:

(1)陆域、水域平台上的静力触探机与水下静力触探设备的底座调平,并能提供足够的反力,确保静探杆贯入与拔起时的垂直度以及静探机座的稳定;

(2)静探贯入深度超过30m时,孔内要下套管导向与抗弯,防止孔斜与断杆;也可配置具有测斜能力的探头,量测触探孔的偏斜角,校正土层界线的深度;遇硬塑或密实的硬层贯入困难,采用泥浆护壁或跟管清孔,后分段触探,但清孔深度不超过原触探深度已扰动的土层,并距触探段土层顶面50cm以上;

(3)水上静力触探采用多重套管,外套管直径满足抗水流与风浪和多重套管变径的要求,一般大于146mm,套管变径根据静探孔的要求和工况条件确定,套管上端固定在作业平台上,套管下端的入土深度保证静探作业顺利进行;

(4)探头贯入土层1~2m处,先进行温度平衡处理,把探杆提升5~10cm,使得探头传感器处于不受力状态,待探头温度与地温平衡,仪器零位基本稳定后,将仪器调零或记录初始读数,再进行正常连续贯入触探试验;

(5)测试时匀速连续贯入,速率为0.3~1.2m/min;当使用孔压探头触探时,要有保证连续贯入速率的控制装置;

(6)孔压静力触探试验的探头在进入地下水位以下的土层前,保持饱和状态,在试验的整个过程中不上提探头。当在预定深度进行孔压消散试验,量测停止贯入后不同时间

的孔压值时,不松动探头;

(7)静力触探试验点与最近的已有其他勘探点的间距不小于已有勘探点孔径的20倍,且不小于2m。

10.6.4 静力触探试验成果分析应符合下列规定。

10.6.4.1 依据探头的类型,应绘制如下相应的试验曲线:

(1)单桥探头绘制比贯入阻力与深度的关系曲线($P_S \sim h$ 曲线);

(2)双桥探头应绘制锥头阻力、侧壁摩阻力、摩阻比与深度的关系曲线($q_c \sim h$、$f_s \sim h$、$R_f \sim h$ 曲线);

(3)孔压探头尚应绘制孔隙水压力、真锥头阻力、真侧壁摩阻力、静探孔压系数与深度的关系曲线($u_i \sim h$、$q_t \sim h$、$f_t \sim h$、$B_q \sim h$ 曲线),以及孔压消散过程时刻的孔隙水压力与孔压消散过程时刻的对数的关系曲线($u_t \sim \lg t$ 曲线)。

10.6.4.2 成果分析应根据静力触探贯入曲线的线型特征,结合场地的钻探资料和地区经验划分土层和判定土性,并应统计计算单孔各土层的比贯入阻力和锥头阻力、侧壁摩阻力等测试值,以及各土层测试值的场地平均值或加权平均值。

10.6.4.3 成果分析应根据静力触探试验的测试成果,结合其他勘察资料和地区经验,估算土的塑性状态或密实度、压缩性、固结系数、渗透系数、地基承载力、单桩承载力,判断沉桩的可能性,进行液化评价,判断地基处理效果等。

10.7 旁压试验

10.7.1 旁压试验可分为预钻式和自钻式两类。预钻式旁压试验可用于粘性土、粉土、砂土、碎石土、残积土、风化岩和软岩等;自钻式旁压试验可用于软土、粘性土、粉土、砂土等。

10.7.2 旁压试验孔应符合下列规定。

10.7.2.1 试验孔的平面布置应具有代表性,在同一场地不宜少于2个孔;试验孔与已有钻孔的水平距离不得小于3m。

10.7.2.2 孔内试验点的垂直间距不宜小于1m,旁压器的测量腔应在同一土层内,同一土层内试验点总数不宜少于6个。

10.7.2.3 预钻式旁压试验应根据岩土条件采用适当的成孔方法,其成孔质量应满足下列要求:

(1)孔壁垂直、光滑、截面呈圆形、不受扰动;

(2)成孔直径比旁压器外径大2~6mm;成孔深度大于试验深度0.5m;

(3)同一试验孔试验点按自上而下顺序,每一试验段成孔后尽快试验。

10.7.2.4 自钻式旁压试验应根据岩土条件调整切削器位置、冲洗液喷头位置、进尺速率、切削器旋转速率、冲洗液压力与流量,并保证自钻成孔质量。

10.7.3 旁压试验操作主要技术要求应符合下列规定。

10.7.3.1 旁压试验的加压等级可为预估极限压力的1/8~1/12。也可参照表10.7.3选用。

试验的加压等级　　表 10.7.3

土的工程特性	加压等级 ΔP(kPa)	
	临塑压力前	临塑压力后
淤泥、淤泥质土、流塑的粘性土、粉土，饱和或松散粉细砂	$15 \geqslant \Delta P \leqslant 15$	$30 \geqslant \Delta P \leqslant 30$
软塑的粘性土、粉土，稍密很湿的粉细砂，稍密的中、粗砂	$15 < \Delta P \leqslant 25$	$30 < \Delta P \leqslant 50$
可塑至硬塑的粘性土、粉土，中密至密实很湿的粉细砂，稍密至中密的中、粗砂	$25 < \Delta P \leqslant 50$	$50 < \Delta P \leqslant 100$
坚硬的粘性土、粉土，密实的中、粗砂	$50 < \Delta P < 100$	$100 < \Delta P < 200$
中密至密实的碎石类土、风化岩、软岩	$\Delta P \geqslant 100$	$\Delta P \geqslant 200$

10.7.3.2 各级压力下的相对稳定时间宜为 1min 或 3min，可按下列要求测试：

(1)对稳定时间为 1min 的，按 15s、30s、60s 测记量水管的水位下降值；

(2)对稳定时间为 3min 的，按 1min、2min、3min 测记量水管的水位下降值。

10.7.3.3 当扩张体积相当于测量腔的固有体积时，或压力达到仪器的容许最大压力时，应终止试验。

10.7.4 旁压试验资料的整理和应用应符合下列规定。

10.7.4.1 绘制 P—V 曲线应采用校正后的压力和校正后的体积变量。

10.7.4.2 从 P—V 曲线上可按下列方法确定初始压力、临塑压力和极限压力：

(1)将旁压曲线直线段延长与纵坐标轴相交，由交点作与 P 轴平行线相交于曲线的一点，其对应的压力为初始压力值；

(2)取旁压曲线直线段的终点，即曲线与直线段的第二个切点所对应的压力为临塑压力值；

(3)曲线过临塑压力，趋向于与纵轴平行的渐近线时，其对应的压力为极限压力值。当极限压力值不能直接求取时，可用曲线外推法或倒数曲线法求取。

10.7.4.3 旁压模量可按下式计算：

$$E_m = 2(1+\mu)(V_c + V_m)\frac{\Delta P}{\Delta V} \tag{10.7.4-1}$$

式中 E_m——旁压模量(kPa)；

μ——地基土的泊松比，可按表 10.2.4 取值；

V_c——旁压器中腔初始体积(cm^3)；

V_m——平均体积增量为旁压曲线上直线段两端点间压力所对应的体积增量之和的一半(cm^3)；

ΔP——旁压曲线上直线段的压力增量(kPa)；

ΔV——相应于 ΔP 的体积增量(cm^3)。

10.7.4.4 地基容许承载力可按下列公式确定：

临塑压力法　　$f = P_f - P_0$　　(10.7.4-2)

极限压力法　　$f = (P_L - P_0)/F$　　(10.7.4-3)

式中 f——地基容许承载力(kPa);

P_f——临塑压力(kPa);

P_0——初始压力(kPa);

P_L——极限压力(kPa);

F——安全系数,取2~3。

10.7.4.5 静止侧压力系数可按下式估算:

$$K_0 = \frac{P_0}{z\gamma} \tag{10.7.4-4}$$

式中 K_0——静止侧压力系数;

P_0——初始压力(kPa);

z——旁压器中心点至地面的土柱高度(m);

γ——土的重度(kN/m^3)。

10.8 水底地层剖面仪探测

10.8.1 水底地层剖面仪探测可分为浅地层剖面探测、中地层剖面探测和深地层剖面探测,浅、中地层剖面探测可作为港口、航道等水运工程水域勘探的辅助手段,用于基岩面以上的第四纪松散覆盖层。

10.8.2 探测线和参比的勘探孔应根据测区的地质条件、工程性质和勘察技术要求合理布置。探测线间距应小于同阶段勘探线的间距,并在探测线的垂直方向上布置相交的检查探测线,检查探测线的数量不宜少于3条。参比的勘探孔应布置在有代表性和控制性的探测线上,数量不宜少于3个。

10.8.3 水底地层剖面仪探测应符合下列规定。

10.8.3.1 浅、中地层剖面探测仪的主要技术指标应符合表10.8.3的规定。

浅、中地层剖面探测仪的主要技术指标 表10.8.3

类 型	工作水深 h(m)	水底面以下探测记录深度(m)	记录分辨率(cm)	工作频率(kHz)
浅地层剖面探测仪	$2<h<100$	30~50	20~30	3.5~14
中地层剖面探测仪		<100	<100	0.25~5

10.8.3.2 水底地层剖面仪探测可采用舷挂式或拖曳式。采用舷挂方式进行探测,换能器入水深度不应小于0.5m;采用拖曳方式进行探测,震源和水听器阵应拖曳在船尾涡流区外,并等浮在一定深度。

10.8.3.3 探测前应在测区内进行试航探测,依据试航获得的最佳地层穿透深度和分辨率,确定探测作业参数,同时将噪声和干扰降低到最小的程度。

10.8.3.4 探测船应平稳航行、减少噪声,作业时沿测线方向应匀速持续航行,航行船速不应大于6kn,不应随意停船或倒车,转换测线时不应小角度转弯;应采用全球定位系统(GPS)导航,并同步进行探测点定位。探测点高程宜采用GPS RTK定位技术测量。由于受风浪、水流、潮汐等环境因素的影响,探测船不能正常作业时,应停止探测。在环境噪

声大、水底地形坡度陡峻的水域，不应采用水底地层剖面仪探测。

10.8.3.5 记录剖面图像应清晰、完整，无图像模糊、空白、间断等现象。水深变化时应及时调整记录仪扫描时间、延迟时间及炮间距。中间漏测或缺失部分不得大于50m，累计漏测段不得大于测线总长的2%，否则应补测。

10.8.3.6 现场应随时观察记录剖面图像，并进行初步分析，发现可疑目标，应根据具体情况和工程要求，增设补充测线。

10.8.4 水底地层剖面仪探测资料整理及成果利用应包括下列内容：

(1)识别剖面记录图像上各种干扰信号；

(2)进行剖面地震层序划分，及主测线与检查测线层序的比较，分析各层序的空间形态与接触关系，并与勘探钻孔分层资料相对比，确定各层序的地质特征与工程特性；

(3)根据反射结构、振幅、连续性、频率等地震参数，进行地震相分析，推测沉积相与沉积物类型，识别浅层气、故河谷、滑坡、断层、侵蚀沟槽等地质现象和界线；

(4)根据剖面地震层序与地震相分析资料，以及工程需要，编制相应的地层剖面图和地质特征图。

10.9 波速测试

10.9.1 波速测试可用于测定各类岩土体的压缩波、剪切波或瑞利波的波速，其测定方法可根据测试目的和现场条件选用单孔法、跨孔法或面波法，并应符合下列规定。

10.9.1.1 单孔法波速测试在陆域可采用地面激发、孔中接收的方式进行测试；水域可采用孔中激发及孔中接收的方式进行测试。

10.9.1.2 跨孔法波速测试宜采用在一条直线上布置一个振源孔和两个接收孔的三孔方式进行测试。

10.9.1.3 面波法波速测试宜用于陆域，可采用瞬态法或稳态法进行测试。

10.9.2 波速测试的技术要求应符合下列规定。

10.9.2.1 单孔法波速测试应满足下列要求：

(1)振源能产生足够的能量并具有良好的重复性，剪切波振源具有可反向性；

(2)触发器性能稳定，灵敏度为0.1ms；

(3)采用三分量检波器接收，其固有频率小于地震波主频率的1/2；

(4)测试孔垂直；

(5)根据工程情况及地质分层，每隔1～3m布置一个测点，并自下而上按预定深度进行测试，检波器能在孔内预定深度处固定并紧贴孔壁；

(6)每个测点获得不少于3次的清晰波形，取得剪切波正、反两方向激发的有效记录；

(7)重复测试的测点数量不少于测点总数的10%。

10.9.2.2 跨孔法波速测试应满足下列要求：

(1)剪切波振源采用孔中剪切波锤，压缩波振源采用电火花；

(2)测试孔的间距在土层中为3～5m，在岩层中为8～15m；测点间距为1～2m，地质

变化处加密测点;

(3)测试孔垂直,测试深度大于15m时,测量倾斜度及倾斜方位,测点间距为1m;

(4)测试孔放置塑料套管,并采用灌浆法固定;

(5)每个测点获得不少于三次的清晰波形,取得剪切波正、反两方向激发的有效记录;

(6)重复测试的测点数量不少于测点总数的10%,或采用振源孔和接收孔互换的方法进行检测。

10.9.2.3 面波法波速测试应满足下列要求:

(1)激振方式保证面波勘察所需的频率和足够激振能量,瞬态法根据勘察深度选择大锤激振、落锤激振或炸药激振,稳态法采用电磁激振器;

(2)检波器安置牢固,并采用低频检波器;

(3)正式采集前进行现场试验,检查仪器通道和检波器的频响与幅度的一致性、确定采集参数和最佳激振方式,保证测试方法的有效性;

(4)根据场地条件、勘察目的和精度要求,合理布置测线和测点,布置时规避非震源干扰波的影响,测线经过钻孔;合理选择面波采集排列与激振点的组合方式,保证对主要目的层的连续跟踪;

(5)重复测试的测点数量不少于测点总数的5%。

10.9.3 波速测试资料的整理及应用应符合下列规定。

10.9.3.1 单孔法波速测试资料的整理应满足下列要求:

(1)利用检波器记录的各测点波形初至确定压缩波、剪切波从振源到达各测点的旅行时间;

(2)根据振源和测点的相对位置将波的旅行时间校正为竖直向距离的旅行时间;

(3)以测点深度为纵坐标、校正后的旅行时间为横坐标,绘制时距曲线图;

(4)结合地质情况,按时距曲线上具有不同斜率的折线段划分波速层,计算各层的波速。

10.9.3.2 跨孔法波速测试资料的整理应满足下列要求:

(1)利用检波器记录的各测点波形初至确定压缩波、剪切波从振源到达各测点的旅行时间,并计算各接收孔对应测点的旅行时间差值;

(2)根据孔距和孔斜测量资料,计算波由振源到达各接收孔对应测点的传播距离差值;

(3)根据旅行时间差值和对应的传播距离差值,分别求各测点的压缩波和剪切波的波速;

(4)当测试地层附近不均匀,存在高速层且有地层倾斜时,分析是否接收到折射波,并进行处理。

10.9.3.3 面波法波速测试资料的整理应满足下列要求:

(1)绘制测线、测点平面布置图和编制测线、测点的高程表;

(2)对面波数据资料进行预处理,对现场采集参数的输入进行检查和改正;

(3)稳态法由相邻检波器水平距离和相应的瑞利波时间差或相位差计算瑞利波的波速;

(4)瞬态法通过数据处理获得瑞利波的频散曲线,根据频散曲线进行速度层划分,反演计算剪切波的波速。

10.9.3.4 波速测试成果的应用可包括下列方面:

(1)计算岩土的动力参数;

(2)划分土的类型和建筑场地类别;

(3)评价岩体的风化程度、完整性和强度;

(4)地质分层以及探测地质异常体;

(5)检验地基加固的处理效果;

(6)地震效应分析和动力反应分析。

10.10 水域地震映像探测

10.10.1 水域地震映像探测可用于分辨地球物理特性不同的水下各类岩土的地质界面。采用走航式探测,探测深度可达100m,宜用于水深大于5m的水域。

10.10.2 水域地震映像探测的测线宜按网格状布置,测线的间距应不大于同阶段地质勘察勘探线的间距,地质复杂时或针对具体问题探测时可加密测线。沿测线应布置相应的对比钻孔,主要测线上的对比钻孔不应少于3个。

10.10.3 水域地震映像探测应满足下列要求:

(1)接收仪器具有自动连续启动功能,对数据进行实时采集、处理、存储和显示;

(2)震源具有大能量输出、余震小、气泡效应小等特点,且频带适宜;

(3)探测船沿测线匀速持续航行,转换测线时不作小角度转弯,走航速度结合震源激振的时间间隔确定,不超过5kn;

(4)采用动态差分全球定位系统进行导航和定位,并同时进行潮位日变观测;

(5)探测采用单点接收或多道接收走航式采集,探测前选择主要测线或已知区域进行有效性试验,选择适宜的滤波档、偏移距和道间距等采集参数;

(6)记录剖面图像清晰、完整,缺漏或缺失部分不大于30m,累计漏测段不大于2%的测线总长度,实测测线偏离设计测线不大于测线间距的20%,否则予以补测;

(7)对于探测中发现的异常区域,根据工程需要进行重测或加密探测;

(8)当风浪、水流等环境因素影响探测船走航作业时,停止探测。

10.10.4 水域地震映像探测资料整理及应用应符合下列规定。

10.10.4.1 水域地震映像探测资料整理应满足下列要求:

(1)探测成果的整理在采集到高信噪比地震信号的基础上进行;

(2)采集到的数据通过数据处理,形成地震映像剖面;

(3)数据处理采用滤波、动校正、速度分析、叠加、小波变换和能量补偿等方法进行;

(4)地震映像剖面的解释结合已有地质勘察资料进行;

(5)地震映像探测成果包含报告、实测测线位置图、综合地质剖面图、覆盖层厚度图、

基岩面标高等值线图、测区地质异常分布范围图等。

10.10.4.2 水域地震映像探测成果的应用可包括下列方面:

(1)配合同阶段的工程地质勘察,探测工程区域的水下地形和水深、覆盖层厚度和划分地质层、基岩埋深和起伏形态、以及地质构造等;

(2)针对具体的地质问题或施工中的岩土问题进行探测,包括探测断裂构造、水下人工抛堆物和沉船等。

11 室内试验

11.1 一般规定

11.1.1 试验项目和试验方法的确定应符合下列规定。

11.1.1.1 试验项目和试验方法应根据工程设计、施工要求和岩土特性确定。

11.1.1.2 岩土力学性质试验条件应接近工程实际情况，并应考虑岩土的非均质性、非等向性和不连续性以及由此产生的岩土体与岩土试样在工程性状上的差别。

11.1.1.3 特殊试验项目应制定专门的试验方案。

11.1.2 土样自取样之日起至开土试验的时间不宜超过3周，低塑性、高灵敏度的土样应尽早安排试验。

11.1.3 试验仪器应按规定定期检验及标识，并符合精度要求。

11.1.4 软土及振动后易于液化和水分离析的土样宜就近进行土工试验。

11.1.5 试验操作和使用仪器应符合现行国家标准《土工试验方法标准》(GB/T 50123)、《工程岩体试验方法标准》(GB/T 50266)和《土工仪器的基本参数及通用技术条件》(GB/T 15406)的有关规定。

11.2 土工试验

11.2.1 试样的制备应符合下列规定。

11.2.1.1 开土、切削试样时，应对土样的层次、气味、颜色、夹杂物、裂缝、均匀性、扰动程度等进行记录和描述；砂性土、碎石类土尚应对土样的颗粒级配、最大粒径、最小粒径、磨圆度等进行记录和描述。

11.2.1.2 粘性土、粉土可从切削土样的余土或扰动样中取代表性试样进行含水率、界限含水率、比重、颗粒分析等试验；砂性土、碎石类土应风干后进行颗粒分析等试验。

11.2.1.3 根据力学试验项目的要求，原状土样同一组试样间、或同一个土样为不同试验项目制备的试样间密度的允许差值不应大于0.03g/cm^3。

11.2.1.4 标准固结试验、无侧限抗压强度试验、三轴剪切试验等对土样扰动敏感的试验项目，应在土样采取后尽快安排试验，在制样时应选取扰动程度相对较小的土样段进行试样制备。

11.2.1.5 一筒土样中土质或土的状态不同时，应分别记录、描述和试验。

11.2.1.6 室内试验应保留可供补点试验和报告审查时检验使用的土样。

11.2.1.7 处理试验余土应考虑余土对环境的污染及卫生等要求。

11.2.2 室内试验可分为常规试验项目和特殊试验项目，见表11.2.2。

试验项目的分类表　　表 11.2.2

项目分类	试验类别	试验项目		参数及曲线	适用土类
常规试验	物理性	含水率、密度、比重		含水率 ω、密度 ρ、比重 G_s	粘性土、粉土、粉、细砂
		界限含水率		液限 ω_L、塑限 ω_p、塑性指数 I_p、液性指数 I_L	粘性土、粉土
		颗粒分析(筛析法、比重计法)		不均匀系数 C_u、曲率系数 C_c、粘粒含量 M_c、粒径分布曲线	各类土
	力学性	直剪快剪		内摩擦角 ϕ_q、粘聚力 C_q、抗剪强度与垂直压力关系曲线	渗透系数小于 1.1×10^{-6} cm/s 且土质均匀的粘性土
		直剪固快		内摩擦角 ϕ_{cq}、粘聚力 C_{cq}、抗剪强度与垂直压力关系曲线	粘性土、粉土,粉细砂
		自然休止角		干休止角 α_c、水下休止角 α_m	砂土
		无侧限抗压强度		抗压强度 q_u、灵敏度 S_t	粘性土
		快速固结		e-p 曲线、压缩系数 a、压缩模量 E_s	粘性土、粉土
特殊试验	物理性	锥沉量		锥尖入土深度 h	粘性土、粉土
		有机质含量		有机质含量 O_m	有机质土
		相对密度		最大干密度 ρ_{dmax}、最小干密度 ρ_{dmin}	砂土
	水理性	渗透	变水头	渗透系数 k_v、k_h	粘性土、粉土
			常水头	渗透系数 k	砂土
	力学性	击实		最大干密度 ρ_{dmax}、最优含水率 w_{op}	粒径不大于 40mm 的各类土
		附着力		附着力 F	粘性土
		三轴压缩试验	三轴不固结不排水剪(UU)	内摩擦角 ϕ_{uu}、粘聚力 C_{uu}、不固结不排水剪强度包线	粘性土、粉土、砂土
			三轴固结不排水剪测孔隙水压力($\overline{CU}$)、三轴固结不排水剪(CU)	内摩擦角 ϕ'、粘聚力 C' 内摩擦角 ϕ_{cu}、粘聚力 C_{cu} 固结不排水剪强度包线	粘性土、粉土、砂土
			固结排水剪(CD)	内摩擦角 ϕ_{cd}、粘聚力 C_{cd} 固结排水剪强度包线	粘性土、粉土、砂土
		标准固结		e-log$p$ 曲线、先期固结压力 P_c、超固结比 OCR、压缩指数 C_c、回弹指数 C_s、固结系数 C_v 和 C_h、次固结系数 C_{α}	饱和粘性土
	动力性	动三轴 动单剪		动强度(C_d 和 ϕ_d)、动弹性模量 E_d、动阻尼比 λ	饱和粘性土、粉土、砂土

注:①粉细砂只有取原状样时,才需进行含水率、密度、直剪固快等常规试验;

②比重计法颗粒分析,仅在需对粉土液化判别时进行。

11.2.3 界限含水率试验可采用液塑限联合测定法,也可采用 76g 圆锥仪法进行液限测

定和采用滚搓法进行塑限测定。有经验地区塑限可由统计关系从液限含水率求得。

11.2.4 土粒比重在有经验地区可不进行试验，按表 11.2.4 采用；在缺乏经验的地区或有机质含量高的土样应进行试验。

土粒比重经验值　　表 11.2.4

土的名称	粘土	粉质粘土	粉土	粉砂
土粒比重	2.74	2.72	2.70	2.68

11.2.5 疏浚土中粘性土的附着力试验应符合现行行业有关标准的规定。

11.2.6 抗剪强度试验方法应根据工程设计、施工要求、工程竣工后地基土状态和土质特性等、模拟土层的实际受荷情况和排水条件等选用，并应符合下列规定。

11.2.6.1 对饱和粘性土，当加荷速率较快时宜采用三轴不固结不排水剪(UU)试验。

11.2.6.2 对经预压处理的地基、排水条件好的地基、加荷速率不快的工程、加荷速率较快但土的超固结程度较高的工程或需验算水位迅速下降时的土坡稳定性时，可采用三轴固结不排水剪试验。

11.2.6.3 当需提供有效应力抗剪强度指标时应采用三轴固结不排水测孔隙水压力试验。

11.2.6.4 当考虑地基土在施工中或竣工时的实际固结程度对抗剪强度的影响时，应进行土的不同固结度的抗剪强度试验。

11.2.6.5 当原来处于不饱和状态的土在施工中或竣工后将受到水浸时，应进行饱和状态下的抗剪强度试验。

11.2.6.6 直接剪切试验的试验方法应根据荷载类型、加荷速率和地基土的排水条件、土质情况等有选择性地采用。在选择施加荷重时，应考虑土的状态。土质不均匀的土样、低塑性粘性土、粉土、砂土不宜进行直剪快剪试验。

11.2.6.7 当建筑物的地基需进行地震安全分析评价时或有动荷载存在时，可采用动三轴试验、动单剪试验测定地基土的动弹性模量、动阻尼比、动剪切强度和判别可液化土的抗液化剪应力。

11.2.6.8 当需测定滑坡带上土的残余抗剪强度时，应进行反复直剪试验。

11.2.6.9 当岩土工程评价有专门要求时，应进行 K_0 固结不排水试验、K_0 固结不排水测孔隙水压力试验、特定应力比固结不排水试验、平面应变压缩试验或平面应变拉伸试验等。

11.2.7 饱和软粘性土应进行无侧限抗压强度试验。

11.2.8 固结试验方法的确定和技术要求应根据设计需要的参数确定，并应符合下列规定。

11.2.8.1 仅需测定压缩系数、压缩模量时，可采用快速固结试验，试验的最大压力应大于土的有效自重压力与附加压力之和，一般加荷最大压力不大于 400kPa。

11.2.8.2 当需提供土的先期固结压力、压缩指数、回弹指数时，应采用标准固结试验，并在估计的先期固结压力之后，进行逐级卸荷回弹再压缩，或在最后一级压力稳定后卸荷，直至第一级压力。

11.2.8.3 当需测定沉降速率、固结系数、次固结系数时,应在需要的压力段按规定的时间顺序测记试样的高度变化,一般土试样以每级荷载下固结24h为稳定标准,特殊土试样应以量表读数每小时不大于0.005mm为稳定标准。

11.2.9 渗流分析、基坑降水、软基加固等要求提供土的透水性参数时,可进行渗透试验。土的渗透系数取值可与现场抽水试验或注水试验的成果比较后确定。常水头试验可用于砂土和碎石土,变水头试验可用于粉土和粘性土;透水性很低的软土也可通过固结试验测定固结系数、体积压缩系数、计算渗透系数。

11.2.10 土工试验资料整理应满足下列要求:

(1)及时整理各单项试验结果,发现异常数据,用剩余土样进行补充试验;

(2)试验结束后,试验数据中仍有明显不合理数据,查明原因后进行取舍;

(3)经取舍后的试验数据分别进行计算、绘图、汇总成表;

(4)检查土工试验成果表中,同一土样不同土性指标之间是否相互匹配、同一土层相同试验项目指标是否离散、相邻钻孔间土层分布及试验结果是否合理,同时参考当地相同条件下土性指标,对试验指标进行最后取舍。

11.2.11 土工试验报告的编写应符合下列规定。

11.2.11.1 试验报告所依据的试验数据应经整理、检查、分析,确定无误。

11.2.11.2 试验报告应包括下列内容:

(1)工程概况、试验项目、试验要求及试验条件,试验过程,试验完成的数量、质量与勘察技术要求的一致性,基本结论;

(2)汇总试验数据,编制土工试验成果表及各种单项试验曲线图、表。

11.3 岩石试验

11.3.1 试样采取的代表性、数量和制备应满足下列要求:

(1)试样采用钻探岩芯或在探井、探槽中刻取,取样数量满足所需测试项目对试样数量的要求,尺寸满足试块加工的要求;

(2)详细描述制备好的试件岩石名称、颜色、矿物成分、结构、风化程度、胶结物性质、试件形状、尺寸、制备方法等。

11.3.2 岩石试验应包括下列项目:

(1)常规试验项目包括岩石密度,饱和、干燥和天然状态下的单轴抗压强度试验等;

(2)根据工程需要选定的特殊试验项目包括岩矿鉴定、直剪试验、抗拉强度试验、单轴压缩变形试验、耐崩解性试验、膨胀性试验等。

11.3.3 岩石的弹性模量和泊松比可根据单轴压缩变形试验测定。

11.3.4 岩石的单轴抗压强度试验可采用圆形试件,试件直径不应小于5cm,软质岩石宜为7~10cm;试件高度与直径之比宜为2.0~2.5。

11.3.5 点荷载强度试验可用于脆性岩块,试件的含水状态可根据需要选择天然、干燥或饱和状态。利用点荷载强度可进行岩石强度分类及岩体风化分带,并可据此评价岩石强度的各向异性程度以及与之相关的单轴抗压强度和抗拉强度。

11.3.6 岩石试验资料整理应满足下列要求：

(1)对试验数据进行整理、检查、分析，经确定无误后采用；

(2)及时整理各单项试验结果，标识异常数据并予描述说明；按取舍后的试验数据分别进行计算、绘图、汇总成表；

(3)试验报告内容完整，包含工程概况、试验项目、试验要求、试验条件、试验过程，试验完成的数量、质量与勘察技术要求的一致性，基本结论。

11.4 水、土腐蚀性试验

11.4.1 试样采取应符合下列规定。

11.4.1.1 当有足够经验或充分资料，判定工程场地的地下水、地表水或土对建筑材料不具腐蚀性时，可不取样进行腐蚀性指标的测试；反之应取水试样或土试样进行腐蚀性指标的测试。

11.4.1.2 采取水试样和土试样除应符合国家现行标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)的有关规定外，还应满足下列要求：

(1)地下水位以下土层为渗透系数小于 1.1×10^{-6}cm/s 的粘性土加取土试样；

(2)水试样和土试样分别在混凝土结构和钢结构所在的位置采取，每个场地不少于3件；当土中盐类成分和含量分布不均匀时，要分层取样，每层不少于3件。

11.4.2 试验项目的选定和测试方法的选用应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)的有关规定。

11.4.3 试验报告应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)的有关规定评定场地内水和土对建筑材料的腐蚀性。对水和土腐蚀性的评价应包括下列内容：

(1)水和土腐蚀介质的种类及其含量；

(2)腐蚀性指标的测试方法；

(3)腐蚀性的单项和综合评价结果。

12 岩土工程评价和勘察报告

12.1 岩土工程评价

12.1.1 岩土工程评价应符合下列规定。

12.1.1.1 岩土工程评价应在工程地质调查与测绘、勘探、原位测试、室内岩土水试验和搜集已有资料的基础上,结合工程特点和要求进行。

12.1.1.2 岩土工程评价应满足下列要求:

(1)充分了解工程结构的类型、特点、荷载情况和变形控制要求;

(2)掌握场地的工程地质条件及自然条件;

(3)充分考虑当地经验和类似工程的经验;

(4)选用岩土指标时,考虑岩土体材料的非均匀性和各向异性,指标与原型岩土体性状之间的差异及随工程环境不同可能产生的变异。

12.1.1.3 岩土工程应分析岸坡与边坡稳定、疏浚排泥、人工造陆地基处理以及抽取地下水引起的地面沉降或海水入侵等工程地质环境问题,提出预测和防治建议。

12.1.1.4 岩土工程分析评价应在定性的基础上进行定量分析。岩土体的变形、强度和稳定性应进行定量分析;场地的适宜性、场地地质条件的稳定性可仅作定性分析。

12.1.2 岩土参数的分析和选用应符合下列规定。

12.1.2.1 岩土单元体的划分应根据其形成的时代成因、岩土类别、分布层位、岩土特征、测试成果等条件综合确定。

12.1.2.2 岩土指标应根据工程特点和地质条件选用,并按下列内容评价其可靠性和适用性:

(1)取样的方法、质量、数量和代表性对试验结果的影响;

(2)采用的测试方法、取值标准的适宜性和测试结果的离散性;

(3)测试指标的相关性,室内试验指标与原位测试和当地经验值的分析比较;

(4)测试方法与计算模型的协调性。

12.1.2.3 岩土的物理力学指标应采用数理统计方法进行整理、分析。指标的统计应在同一单元体内进行,对厚层状土应分成亚单元体后进行统计。每个主要岩土体单元,其各项岩土试验指标的统计子样应不少于6个。主要统计的特征值应包括平均值、频数、变化幅度值、标准差、变异系数等。

12.1.2.4 岩土单元体的物理力学性质指标统计方法应符合现行行业标准《港口工程地基规范》(JTS147)的有关规定。

12.1.2.5 岩土参数分析应研究岩土测试数据的代表性、可靠性和相关性,结合地区经

验按规范要求确定推荐值。对不合理的测试数据，应查明原因，必要时应复查验证，确定取舍。对主要特性指标变异系数较大的单元土体，应分析土质的均匀性、试验指标的正确性和单元土体划分的合理性。

12.1.2.6 地基承载力的确定应满足下列要求：

(1)地基承载力由载荷试验或其他原位测试、公式计算并结合工程实践经验等方法综合确定；

(2)对于岩石地基中的硬质岩石分析构造破碎对地基承载力的影响和各种结构面对岸坡与边坡稳定的作用；软质岩石分析岩石风化、开挖扰动和干湿变化对地基承载力的影响。

12.2 岩土工程勘察报告

12.2.1 外业资料的整理应满足下列要求：

(1)随勘察工作的开展及时编绘、检查、校核外业勘察的工程地质调查与测绘、钻探、原位测试、现场土工试验等原始记录和图纸；

(2)勘察过程中，随时绘制地质剖面草图，分析地质情况，编写勘察报告草稿。

12.2.2 岩土工程勘察报告的编写应满足下列要求：

(1)根据任务要求、勘察阶段、工程特点和地质条件等编写；

(2)对依据的原始资料，进行整理、检查、分析，确认无误；

(3)文字简练、资料完整、真实准确、图表清晰、结论有据、建议合理、便于使用、适宜长期保存，且重点突出，有明确的工程针对性；常用地质符号与色标见附录 F，常用图例见附录 G。

12.2.3 不同勘察阶段勘察报告的重点内容应符合下列规定。

12.2.3.1 可行性研究阶段勘察报告应着重说明场地的工程地质特征，分析判断工程地质条件的主要有利因素和不利因素，应重点分析场地的整体稳定性，明确评价场地的建设适宜性。

12.2.3.2 初步设计阶段勘察报告应根据工程建设的具体要求，综合分析所取得的各项地质资料，阐明场地工程地质条件，分别评价各区段地质特点及其建设适宜性，对场地稳定性和地基方案作出评价，并应对岩土利用、整治和改造的方案进行论证，为工程的初步设计方案，提出建议和相应的地基计算参数。

12.2.3.3 施工图设计阶段勘察报告必须分别阐明各个建筑物地段的工程地质条件，详细说明岩土层的分布，分析评价所需的岩土技术指标，明确提出设计、施工中应注意的问题和建议，预测工程使用期可能发生的岩土工程问题，并提出监控和预防措施的建议。

12.2.3.4 施工期勘察报告应针对需查明的岩土问题提供勘察资料并作出分析、评价与建议。

12.2.4 岩土工程勘察报告应由文字部分及其图表组成。不同勘察阶段的报告应按第 12.2.3 条的重点有针对性地编写，编写内容应符合下列规定。

12.2.4.1 勘察报告的文字部分应包括下列内容：

(1)勘察目的、任务要求和依据的技术标准;
(2)拟建工程概况;
(3)勘察布置和勘察工作完成情况;
(4)场地地形、地貌、地层、地质构造、岩土性质及其均匀性;
(5)岩土参数的统计、分析和选用;
(6)场地地下水情况;
(7)水和土对建筑材料的腐蚀性;
(8)场地地震效应的分析与评价;
(9)不良地质作用和特殊性岩土的描述和评价;
(10)岩土工程分析和评价;
(11)对工程设计和施工的建议;
(12)监控及预防措施的建议。

12.2.4.2 勘察报告的图件应包括下列内容:
(1)勘探点平面图;
(2)勘探点成果数据表;
(3)钻孔柱状图;
(4)工程地质剖面图;
(5)原位测试成果图表;
(6)室内试验成果图表;
(7)岩土试验特征指标综合统计表;
(8)其他图表、照片。

12.2.4.3 根据工程需要可提交下列相应专题报告:
(1)岩土工程测试报告;
(2)岩土工程检验或检测报告;
(3)岩土工程事故调查与分析报告;
(4)岩土利用、整治或改造方案报告;
(5)专门岩土工程问题的技术咨询报告。

附录 A　岩石、岩体风化程度划分

A.0.1　岩石、岩体的风化程度的划分应满足下列要求：

（1）以未风化岩块的饱和单轴抗压强度大于 30MPa 为硬质岩石，小于等于 30MPa 为软质岩石进行分类；

（2）硬质岩石、岩体的风化程度按表 A.0.1-1 划分，软质岩石、岩体的风化程度按表 A.0.1-2 划分。

硬质岩石岩体风化程度划分　　表 A.0.1-1

风化程度	特征描述	岩体声波测试		岩石点荷载测试		标准贯入试验	备注
		V_p(km/s)	K_{VP}	$I_{S(50)}$(MPa)	K_I	N	
未风化	岩质新鲜未受风化	$V_p>5.0$	$K_V\geq1.0$	$I_{S(50)}>8.0$	$K_I\geq1.000$	—	V_p—岩体纵波速； K_{VP}—波速风化折减系数，为风化岩体 V_p 与新鲜岩体 V_p 之比； $I_{S(50)}$—岩石点荷载强度指数； K_I—点荷载风化折减系数，为风化与新鲜岩石 $I_{S(50)}$ 之比
微风化	岩石的断面保持未风化状态，仅沿节理面有铁锰质渲染或易风化矿物略有风化迹象，岩体完整性好	$5.0\geq V_p>4.0$	$1.0>K_{VP}\geq0.8$	$8.0\geq I_{S(50)}>5.0$	$1.000>K_I\geq0.630$	—	
中等风化	岩石的颜色变浅，矿物风化变异较轻，光泽变暗，暗色矿物周边及裂隙附近常有褐色浸染现象，并可出现少量次生矿物；岩体裂隙较发育，沿裂隙面风化较明显，岩体完整性较差，可被切割成 30～50cm 的块体。手锤不易击碎，开挖需爆破，岩芯钻方可钻进	$4.0\geq V_p>2.5$	$0.8>K_{VP}\geq0.5$	$5.0\geq I_{S(50)}>2.0$	$0.630>K_I\geq0.250$	—	

续表 A.0.1-1

风化程度	特征描述	岩体声波测试		岩石点荷载测试		标贯试验	备注
		V_p(km/s)	K_{VP}	$I_{S(50)}$(MPa)	K_f	N	
强风化	岩石的颜色一般变浅,常有暗褐色铁锰质渲染。大部分矿物严重风化变异,失去光泽,有的已变为粘土矿物,原岩结构构造清晰,岩块可用手折断 岩体风化程度常不均一,有风化程度不同的岩块夹杂其中,裂隙发育,可将岩体切割成 2~30cm 的块体,呈干砌块石状或球状。沿裂隙面风化严重,块球体核心风化轻微。具有明显的不均一性。原岩结构面对岩体稳定性有明显影响,敲击或开挖常沿节理面破裂成块岩,镐撬棍可挖,坚硬部分需爆破	$2.5 \geq V_p > 1.0$	$0.5 > K_{VP} \geq 0.2$	$2.0 > I_{S(50)} \geq 0.1$	$0.250 > K_f \geq 0.013$	$N > 50$	N—标准贯入击数,强风化岩标准贯入击数 N 值要标明贯入度; 全强风化岩标贯器中样品选代表性的拍彩色照片
全风化	岩石中除石英等耐蚀矿物外,大部风化为次生矿物,原岩结构形态仍保存,并可具有微弱的联结力,块体可用手捏碎,碎后呈松散土夹砂砾状或粘性土状,浸水易崩解 岩体一般风化较均一,可含少量风化较轻的岩块或球块。已具有土的特性,可残存有原岩体中的结构面,并影响岩体的稳定性,扰动后强度降低。锹镐可挖,干钻可钻进	$1.0 \geq V_p > 0.5$	$0.2 > K_{VP} \geq 0.1$	$I_{S(50)} < 0.1$	$K_f < 0.013$	$50 \geq N > 30$	

注:硬质岩石指未风化岩石饱和单轴抗压强度大于 30MPa 的岩石,代表性岩石主要有花岗岩、流纹岩、石灰岩、片麻岩和石英岩等。

软质岩石岩体风化程度划分　　表 A.0.1-2

风化程度	特征描述	岩体声波测速		标准贯入试验	备注
		V_p(km/s)	K_{VP}	N	
未风化	岩质新鲜，未受风化	$V_p>4.0$	$K_{VP}\geq1.00$	—	V_p—岩体纵波速； K_{VP}—波速风化折减系数，为风化岩体 V_p 与新鲜岩体 V_p 之比； N—标准贯入击数，中风化岩标准贯入击数 N 值要标明贯入度； 全强风化岩标贯器中样品选代表性的拍彩色照片
微风化	基本上保持新鲜岩体状态，仅沿裂隙面稍有风化迹象，常有铁锰质渲染或矿物有风化，颜色变浅。有少量裂隙切割，岩体完整性好	$4.0\geq V_p>3.0$	$1.00>K_{VP}\geq0.75$	—	
中等风化	矿物风化变质较轻，结构构造部分破坏。岩体裂隙较发育，将岩体切割成 30～50cm 的岩块，沿裂隙面风化严重，常成土状。锤击易碎，用镐难挖掘，岩心钻方可钻进	$3.0\geq V_p>1.5$	$0.75>K_{VP}\geq0.38$	$N>50$	
强风化	除少量石英等耐蚀矿物外，大部显著风化变异，常含较多的粘土矿物。结构构造已大部破坏。岩体风化裂隙发育，完整性极差，被切割成碎块，干时用手可折断或捏碎，浸水可软化崩解。用镐、锹可挖掘，干钻可钻进	$1.5\geq V_p>0.7$	$0.38>K_{VP}\geq0.18$	$50\geq N>30$	
全风化	少量石英等耐蚀矿物保持不变，其他矿物均风化变异，常含大量粘土矿物，结构构造已基本破坏，但层理、片理仍可辨认，并有微弱的残余结构强度。岩体成泥土状，用手可捏碎。锹镐易挖掘，干钻可钻进	$0.7\geq V_p>0.3$	$0.18>K_{VP}\geq0.10$	$30\geq N>15$	

注：软质岩石指未风化岩石饱和单轴抗压强度小于等于 30MPa 的岩石，代表性岩石主要有粘土岩、页岩、泥灰岩、泥质胶结的砂岩等。

附录 B　岩体按结构类型分类

B.0.1　岩体可根据结构类型按表 B.0.1 划分。

岩体按结构类型分类　　表 B.0.1

岩体结构类型	岩体地质类型	结构体形状	结构面发育情况	岩土工程特征	可能发生的岩土工程问题
整体状结构	巨块状岩浆岩和变质岩，巨厚层沉积岩	巨块状	以层面和原生、构造节理为主，多呈闭合型，间距大于1.5m，一般为1～2组，无危险结构面组成的落石掉块	岩体稳定，可视为均质弹性各向同性体	局部滑动或坍塌
块状结构	厚层状沉积岩，块状岩浆岩和变质岩	块状柱状	有少量贯穿性节理裂缝，结构面间距0.7～1.5m。一般为2～3组，有少量分离体	结构面互相牵制，岩体基本稳定，接近弹性各向同性体	
层状结构	多韵律薄层、中厚层状沉积岩，副变质岩	层状板状	有层理、片理、节理，常有层间错动	变形和强度受层面控制，可视为各向异性弹塑性体，稳定性较差	可沿结构面滑塌，软岩可产生塑性变形
破裂状结构	构造影响严重	碎块状	断层、节理、片理、层理发育，结构面间距0.25～0.50m，一般3组以上，有许多分离体	整体强度很低，并受软弱结构面控制，呈弹塑性体，稳定性很差	易发生规模较大的岩体失稳，地下水引起加剧失稳
散体状结构	断层破碎带，强风化及全风化带	碎屑状	构造和风化裂隙密集，结构面错综复杂，多充填粘性土，形成无序小块和碎屑	完整性遭极大破坏，稳定性极差，接近松散体介质	易发生规模较大的岩体失稳，地下水引起加剧失稳

附录C　港口工程中常见的几种成因类型的土及其工程地质特征

C.0.1　港口工程中常见的土的成因类型及其工程地质特征可参见表C.0.1。

港口工程中常见的几种成因类型的土及其工程地质特征　　表C.0.1

成因	分布地区	砂　土	粉土和粘性土	碎石土
残积	分布于基岩起伏和平缓地区	未经分选，具母岩矿物成分，表面粗糙，有棱角，常与碎石及粘性土混在一起，其厚度不均	产状复杂，厚度不均，土质不均，深埋者常为硬塑或坚硬状态。裸露地表者，孔隙比常较大	碎石成分与母岩相同，未经搬运、分选，大小混杂、颗粒呈棱角形
坡积	分布于坡脚和坡底	颗粒磨圆度差，分选性差、成分不均，常混有碎石或粘性土。其密实度常处于松散或稍密状态	无层理，未经分选，粒度成分有急剧变化，一般都处于不稳定状态中，且具有较高的孔隙比，潮湿时有较大的压缩性，常处于欠固结状态	分选性差，颗粒有棱角，但不尖锐，混有砂或粘性土，常处于不稳定状态中
冲积	砂土、粘性土多分布于河流中下游的河床、三角洲及河漫滩等处。老粘性土多分布于河海岸阶地上。碎石、卵石土分布于河流中、上游	砂粒呈浑圆状，具有分选性。含有少量粘土颗粒和粉土颗粒。且常有粘土夹层及透镜体。在平原地区砂层厚度较稳定	具有层理构造和透镜体产状，层理构造的土具有渗透性、膨胀性、压缩性，力学强度的各向异性	磨圆度较好，有分选性
海积	碎石、卵石土、砂土分布于岩岸滨海地带。粘性土在沿海河口，岸滩和泥质海岸深水、浅水区域广泛分布	砂颗粒多呈圆形或次圆形，砂粒纯洁，但含有碎贝壳	其近期沉积的淤泥性土，有微生物作用，颜色较暗，具有含水量高、压缩性高、承载力低等特性。常处于欠固结状态，为软塑或流塑状态的土。泥质海岸的淤泥质土常呈“千层饼”状间层构造	磨圆度好，光滑纯洁
海陆复合型	河流下游三角洲地带陆域有丘陵分布时，由两种以上成因的土相混形成	常见者为砂混淤泥质土，以砂为主，呈松散状态	常见者为淤泥质土混砂，以淤泥质土为主。其力学性强度指标，应以淤泥质土为准	—

附录D　碎石土密实度野外鉴别方法

D.0.1　碎石土密实度的野外鉴别方法可参见表D.0.1。

碎石土密实度野外鉴别方法　　表D.0.1

密实度	骨架颗粒及充填物状态	开挖情况	钻进情况
密实	骨架颗粒呈交错排列,连续接触;或只有部分骨架颗粒连续接触,但充填物呈密实状或坚硬状态	锹镐挖掘困难,用撬棍方能松动,井壁一般较稳定	钻进极困难,冲击钻进时,钻杆、吊锤跳动剧烈,孔壁较稳定
中密	骨架颗粒呈交错排列,大部分连续接触。充填物包裹部分骨架颗粒,且呈中密状态或硬塑状态	锹镐可挖掘,井壁有掉块现象,从井壁取出大颗粒后,能保持颗粒凹面形状	钻进较难,冲击钻探时,钻杆、吊锤跳动不剧烈,孔壁有坍塌现象
稍密	骨架颗粒排列混乱,大部分不接触,充填物包裹大部分骨架颗粒,且呈疏松状态或可塑状态	锹可以挖掘,井壁易坍塌,从井壁取出大颗粒后,砂性土立即塌落	钻进较容易,冲击钻探时,钻杆稍有跳动,孔壁易坍塌

附录 E　风化花岗岩物理力学性质指标参考值

E.0.1　风化花岗岩物理力学性质指标参考值可见表 E.0.1。

风化花岗岩物理力学性质指标参考值　　表 E.0.1

风化程度	统计项目	比重 G_s	重度 γ (kN/m³)	吸水率 W (%)	孔隙率 n (%)	抗压强度		弹性模量 E (GPa)	变形模量 E_0 (GPa)	泊松比 μ	抗剪断强度		纵波速 V_P (km/s)	点荷载强度 $I_{s(50)}$ (MPa)
						R_c (MPa)	R_w (MPa)				C' (MPa)	φ' (°)		
未风化	均值	2.70	26.7	0.25	1.57	170.00	136.30	57.73	53.57	0.21	2.28	51.5	5.25	7.54
	最小值	2.64	25.8	0.07	0.73	121.20	99.80	34.10	25.40	0.09	1.02	38.20	4.95	6.16
	最大值	2.79	28.2	0.42	2.60	217.90	173.00	84.30	76.30	0.33	4.84	62.24	5.70	10.10
微风化	均值	2.70	26.5	0.35	2.19	129.00	102.21	44.15	36.90	0.22	1.74	51.76	4.63	5.96
	最小值	2.63	25.5	0.07	1.31	86.70	52.50	27.00	14.70	0.13	0.38	33.02	3.84	5.17
	最大值	2.78	28.2	0.71	3.15	190.50	147.00	69.16	67.40	0.30	4.00	63.32	5.15	8.21
中等风化	均值	2.70	26.2	0.80	4.88	83.85	58.66	29.13	19.87	0.26	1.62	51.45	2.95	3.86
	最小值	2.62	24.8	0.13	1.83	27.20	24.00	7.20	7.02	0.18	0.29	37.95	2.09	1.22
	最大值	2.77	27.5	1.98	7.12	122.20	89.30	54.80	44.00	0.42	3.29	62.73	4.00	6.00
强风化	均值	2.67	22.8	2.50	18.70	33.96	24.17	8.68	4.01	0.30	0.69	39.33	1.67	0.57
	最小值	2.61	18.3	0.68	6.00	6.86	5.90	4.90	1.68	0.19	0.20	30.96	0.86	0.20
	最大值	2.74	25.8	4.52	42.50	70.50	52.40	15.00	5.90	0.42	1.94	46.90	2.50	1.11
全风化	均值	2.67	18.2	16.27	40.40			3.25	0.28		0.16	35.00	0.68	0.032
	最小值	2.61	14.9	2.30	26.62	—	—	0.26	0.02	—	0.02	26.00	0.31	0.009
	最大值	2.69	21.9	27.70	46.55			5.99	0.84		0.49	45.00	0.87	0.063

附录F　常用地质符号与色标

F.0.1　地层年代的符号与色标应符合表F.0.1的规定。

地层年代的符号与色标　　表F.0.1

界	系	统	符　号	色　标
新生界 K_Z	第四系 Q	全新统	Q_4	浅黄
		上更新统	Q_3	
		中更新统	Q_2	
		下更新统	Q_1	
	上第三系 N	上新统	N_2	深黄
		中新统	N_1	
	下第三系 E	渐新统	E_3	
		始新统	E_2	
		古新统	E_1	
中生界 M_Z	白垩系 K	上白垩统	K_2	果绿
		下白垩统	K_1	
	侏罗系 J	上侏罗统	J_3	湖蓝
		中侏罗统	J_2	
		下侏罗统	J_1	
	三叠系 T	上三叠统	T_3	紫红
		中三叠统	T_2	
		下三叠统	T_1	
古生界 P_Z	二叠系 P	上二叠统	P_2	土黄
		下二叠统	P_1	
	石灰系 C	上石灰统	C_3	灰
		中石灰统	C_2	
		下石灰统	C_1	
	泥盆系 D	上泥盆统	D_3	棕
		中泥盆统	D_2	
		下泥盆统	D_1	
	志留系 S	上志留统	S_3	草绿
		中志留统	S_2	
		下志留统	S_1	

续表 F.0.1

界	系	统	符　号	色　标
古生界 P_z	奥陶系 O	上奥陶统	O_3	深绿
		中奥陶统	O_2	
		下奥陶统	O_1	
	寒武系 ∈	上寒武统	$\in_3$	橄榄绿
		中寒武统	$\in_2$	
		下寒武统	$\in_1$	
上元古界 P_{t2}	震旦系 Z	上震旦统	Z_3	桔红
		中震旦统	Z_2	
		下震旦统	Z_1	
下元古界			P_{t1}	
太古界			A_r	玫瑰

注：①年代不明的变质岩系代号为 M；

②前寒武系代号为 $A_{N\in}$；

③前震旦系代号为 A_{NZ}。

F.0.2　第四纪不同成因类型地层的符号应符合表 F.0.2 的规定。

第四纪地层成因类型符号　　表 F.0.2

成因类型	符　号
人工填土	Q^{ml}
冲　积	Q^{al}
洪　积	Q^{pl}
坡　积	Q^{dl}
残　积	Q^{el}
风　积	Q^{eol}
湖　积	Q^{l}
泥石流堆积	Q^{sef}
沼泽沉积	Q^{h}
海相沉积	Q^{m}
海陆交互沉积	Q^{mc}
冰　积	Q^{gl}
冰水积	Q^{fgl}
火山堆积	Q^{h}
崩　积	Q^{col}
滑坡堆积	Q^{del}
成因不明沉积	Q^{pr}

注：①地质年代与成因符号可联合使用，例如由冲积形成的第四系上更新统，用 Q_3^{al}；

②成因类型可用混合符号，例如 Q^{al+pl}。

F.0.3 岩性的符号应符合表 F.0.3 的规定。

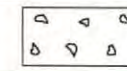
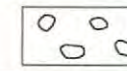
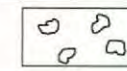
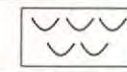
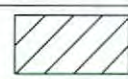
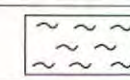
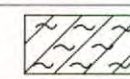
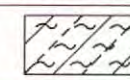
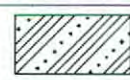
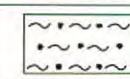
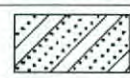
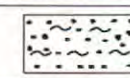
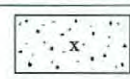
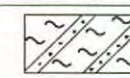
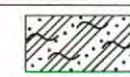
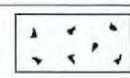
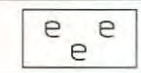
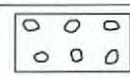
岩性符号 表 F.0.3

岩性类别	岩石名称	符号
沉积岩	页岩	S_h
	砂岩	S_s
	砾岩	C_B
	石灰岩	L_s
变质岩	千枚岩	P_h
	石英岩	Q_u
	片岩	S_c
	片麻岩	G_n
	大理岩	M
	板岩	S_b
岩浆岩	花岗岩	γ
	闪长岩	δ
	辉长岩	ω
	斑岩	π
	玢岩	μ
	辉绿岩	β_U
	流纹岩	λ
	安山岩	α
	玄武岩	β

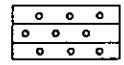
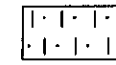
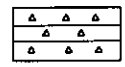
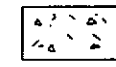
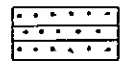
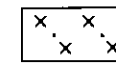
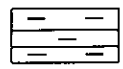
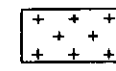
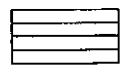
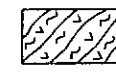
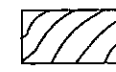
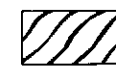
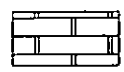
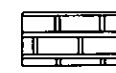
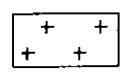
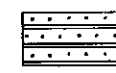
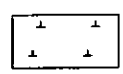
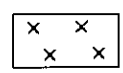
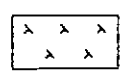
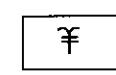
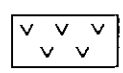
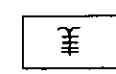
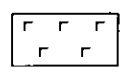
附录G 常用图例

G.0.1 岩土图例应符合表G.0.1-1和表G.0.1-2的规定。

土的图例 表G.0.1-1

土的名称	图例	土的名称	图例
耕土(表土)		碎石	
素填土		漂石	
杂填土		块石	
冲填土		流泥	
粘土		淤泥	
粉质粘土		淤泥质粘土	
粉土		淤泥质粉质粘土	
粘性土夹砂		淤泥混砂	
砂夹粘性土		砂混淤泥	
粉砂		砂间淤泥	
细砂		淤泥间砂	
中砂		淤泥质土混砂	
粗砂		淤泥质土间砂	
砾砂		淤泥质土夹砂	
圆砾		泥炭	
角砾		贝壳	
卵石		珊瑚屑	

岩石的图例 表 G.0.1-2

岩石的名称	图　例	岩石的名称	图　例
砾　岩		凝灰岩	
角砾岩		火山角砾岩	
砂　岩		辉绿岩	
泥　岩		花岗斑岩	
页　岩		片麻岩	
泥灰岩		片　岩	
石灰岩		板　岩	
白云岩		大理岩	
花岗岩		石英岩	
闪长岩		千枚岩	
辉长岩		微风化	
玢　岩		中等风化	
流纹岩		强风化	
安山岩		全风化	
玄武岩		—	—

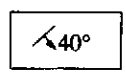
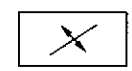
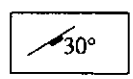
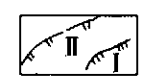
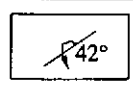
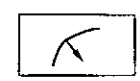
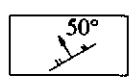
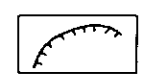
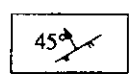
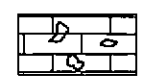
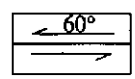
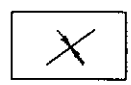
G.0.2 勘探工程图例应符合表 G.0.2 的规定。

勘探工程图例 表 G.0.2

勘探工程名称	图 例	勘探工程名称	图 例
控制孔		静力触探试验孔	
取土试样钻孔		动力触探试验孔	
标准贯入试验孔		十字板剪切试验孔	
取土、水试样钻孔		波速试验孔	
取土试样探井		旁压试验孔	

G.0.3 地质构造和其他图例应符合表 G.0.3 的规定。

地质构造和其他图例 表 G.0.3

名 称	图 例	名 称	图 例
岩层产状		背斜轴线	
节理产状		阶地界线(Ⅰ级Ⅱ级)	
倒转地层产状		坍 岸	
正断层		滑 坡	
逆断层		石灰岩中的溶洞、空穴	
平移断层		下降泉	
向斜轴线		上升泉	

附录H　本规范用词用语说明

H.0.1　为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度的用词用语说明如下:

(1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用"必须";

反面词采用"严禁"。

(2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用"应";

反面词采用"不应"或"不得"。

(3)对表示允许或稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用"宜",反面词采用"不宜";

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词采用"可"。

H.0.2　条文中指定应按其他有关标准、规范执行时,写法为"应符合……的有关规定"或"应按……执行"。

附加说明

本规范主编单位、参加单位、主要起草人、总校人员和管理组人员名单

主　编　单　位：中交第二航务工程勘察设计院有限公司

参　编　单　位：中交水运规划设计院有限公司
中交第一航务工程勘察设计院有限公司
中交第三航务工程勘察设计院有限公司
中交第四航务工程勘察设计院有限公司
天津市海岸带工程有限公司
天津大学水运水利勘察设计所
中国地质大学(武汉)

主 要 起 草 人：程新生(中交第二航务工程勘察设计院有限公司)
(以下以姓氏笔画为序)
王　晋(中交第二航务工程勘察设计院有限公司)
乌孟庄(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)
申伯熙(天津市海岸带工程有限公司)
刘　星(中交第二航务工程勘察设计院有限公司)
杨进良(天津大学水运水利勘察设计所)
周炳源(中交第二航务工程勘察设计院有限公司)
赵晓雯(中交水运规划设计院有限公司)
唐辉明(中国地质大学(武汉))
戚玉红(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)
谭志平(中交第二航务工程勘察设计院有限公司)
蔡泽明(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)

总校人员名单：胡　明(交通运输部水运局)
李德春(交通运输部水运局)

阚　津(交通运输部水运局)
吴敦龙(中交水运规划设计院有限公司)
程新生(中交第二航务工程勘察设计院有限公司)
乌孟庄(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)
董　方(人民交通出版社)

管理组人员名单:程新生(中交第二航务工程勘察设计院有限公司)
戚玉红(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)
谭志平(中交第二航务工程勘察设计院有限公司)
蔡泽明(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)
夏旭东(中交第二航务工程勘察设计院有限公司)

中华人民共和国行业标准

《港口岩土工程勘察规范》

JTS 133—1—2010

条 文 说 明

目　次

1　总则 …… (93)
2　术语和符号 …… (94)
3　基本规定 …… (95)
4　岩土分类与描述 …… (96)
4.1　岩的分类 …… (96)
4.2　土的分类 …… (96)
4.3　岩土的描述 …… (98)
5　勘察工作布置 …… (99)
5.1　可行性研究阶段勘察 …… (99)
5.2　初步设计阶段勘察 …… (100)
5.3　施工图设计阶段勘察 …… (100)
5.4　施工期勘察 …… (101)
6　特殊性岩土 …… (102)
6.1　一般规定 …… (102)
6.2　软土 …… (102)
6.3　混合土 …… (102)
6.4　填土 …… (103)
6.5　层状构造土 …… (104)
6.6　风化岩与残积土 …… (104)
7　专项勘察 …… (106)
7.1　场地和地基的地震效应勘察 …… (106)
7.2　桩基工程勘察 …… (106)
7.3　岸坡与边坡勘察 …… (107)
7.4　基坑工程勘察 …… (108)
7.5　天然建筑材料勘察 …… (108)
7.6　地基处理勘察 …… (108)
7.7　地下水勘察 …… (109)
7.8　滑坡勘察 …… (110)
8　工程地质调查和测绘 …… (111)
9　勘探 …… (113)
9.1　一般规定 …… (113)

9.2 钻探与取样 …… (114)
10 原位测试 …… (116)
10.1 一般规定 …… (116)
10.2 浅层平板载荷试验 …… (116)
10.3 十字板剪切试验 …… (116)
10.4 标准贯入试验 …… (118)
10.5 圆锥动力触探试验 …… (118)
10.6 静力触探试验 …… (119)
10.7 旁压试验 …… (119)
10.8 水底地层剖面仪探测 …… (119)
10.9 波速测试 …… (120)
10.10 水域地震映像探测 …… (120)
11 室内试验 …… (122)
11.2 土工试验 …… (122)
11.3 岩石试验 …… (124)
11.4 水、土腐蚀性试验 …… (124)
12 岩土工程评价和勘察报告 …… (125)
12.1 岩土工程评价 …… (125)
12.2 岩土工程勘察报告 …… (125)
附录F …… (127)

1 总　　则

1.0.1 本规范原名为《港口工程地质勘察规范》(JTJ 240—97),发布于1997年,现本规范进行新一轮修订,经原交通部水运司组织专家审查,改名为《港口岩土工程勘察规范》。规范的更名符合国家推行岩土工程勘察体制的要求,有利于贯彻好国家有关技术经济政策,统一岩土工程勘察技术标准,为港口工程建设全过程服务。

1.0.5 本条中的国家现行有关标准主要指《岩土工程勘察规范》(GB 50021)、《建筑地基基础设计规范》(GBJ 50007)、《建筑桩基技术规范》(JGJ 94)、《土的工程分类标准》(GB/T 50145)、《土的分类标准》(GBJ 145)、《土工试验方法标准》(GB/T 50123)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79)、《软土地区工程地质勘察规范》(JGJ 83)、《港口工程地基规范》(JTS 147)、《港口工程桩基规范》(JTJ 254)、《水运工程抗震设计规范》(JTJ 225)、《航道整治工程技术规范》(JTJ 312)、《疏浚岩土分类标准》(JTJ 268)、《岩土工程基本术语标准》(GB/T 50279)、《工程岩体分级标准》(GB 50218)、《膨胀土地区建筑技术规范》(GBJ 112)。

2 术语和符号

本规范术语主要来源于国家现行标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)、《岩土工程基本术语标准》(GB/T 50279—98)和原规范。符号主要源自现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)、《土工试验方法标准》(GB/T 50123—1999)和原规范。

2.1 术 语

2.1.1 港口岩土工程勘察是针对港口工程建设而进行的岩土工程勘察,目的是查明场地的岩土工程条件,提供勘察数据,分析、评价岩土工程问题并提出处理建议,达到保证工程安全,提高投资效益,促进社会和经济的可持续发展。

勘察工作根据工程要求和不同的地质条件通过收集资料、工程地质调查和测绘、勘探与测试、室内试验、资料的分析整理等技术方法,查明和评价场地的岩土分布及其工程特性、地下水、不良地质作用等地质、环境特征和岩土工程条件。

2.1.8 原规范将"不良地质作用"称为"不良地质现象",根据现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)认为"现象只是一种表现,只是地质作用的结果。勘察工作应调查研究的不仅是现象,还包括其内在规律",所以改为"作用"。不良地质作用的内容包括断裂、地震、岩溶、崩坍、滑坡、塌陷、泥石流、冲刷、潜蚀等。港口工程建设场地位于水陆交接的斜坡地带,并受地表水和地下水以及水文、气象和人类活动的作用,尤应关注岸坡区崩坍、滑坡、冲刷、淤积、潜蚀等不良地质作用的分布与发育。

3 基本规定

3.0.1 本条列出了港口岩土工程勘察的一般工作程序，避免工作中出现疏漏。该工作程序源出于《建设工程勘察设计管理条例实施手册》，同时也是港口工程勘察实践的总结。

3.0.2 港口工程设计按基建程序是分阶段进行的，一般分为可行性研究（预可行性研究和工程可行性研究）、初步设计和施工图设计阶段，由于各设计阶段的目的、任务和深度各不相同，港口岩土工程勘察必须与之相适应，坚持分阶段勘察的原则。

由于工程的规模、重要性的不同，和建设场地岩土工程条件的复杂程度和研究程度的不同，要求每个工程都按统一规定的阶段进行勘察，显然是不合理的，因此可根据情况，按本条文第3.0.2.1和3.0.2.2款规定，对勘察阶段予以调整。

关于岩土工程条件复杂与否，首先与场地的地质因素如岩土性质、地质构造、地下水和不良地质作用等有关，且只有当它对港口工程建设有明显影响时，才构成评价其复杂程度的条件。

3.0.4 目前工程勘察方法，除钻探和井、槽探外，尚有工程地质调查与和测绘以及原位测试等方法。尤其是原位测试方法的不断推广应用，改变了过去单一地采用钻探方法的状态，对提高勘察质量、缩短工期、节省开支取得了明显成效。但原位测试由于岩土性质的适应性，测试方法的局限性，试验结果的多解性，所以应与钻探等方法相结合。实践证明，经济合理地采用多种勘察方法相结合是当今勘察工作的方向。就港口岩土工程勘察而言，对水域原位测试方法的创新和推广应用，尤为重要。

对于一个勘察项目，选用哪些勘察方法相结合，取决于该方法能否提供设计需要的岩土参数，能否适用于该场地的岩土类别和当地的使用经验，现场是否具备该勘察方法的实施条件，以及资料验证和判释的需要。

3.0.5 每个勘察项目的准备阶段，收集已有资料的工作是不可或缺的程序，通过对收集资料的分析、研究，达到明确勘察重点，合理布置勘察任务和正确评价建设场地岩土工程条件的目的。

3.0.6 勘察是一种探索性很强的工作，随着勘察工作的展开，水陆域岩土工程条件的逐步被揭露，有可能出现勘察大纲内容与现场实际情况有不相符合之处，届时根据已掌握的地质情况，及时调整勘察大纲，这是实事求是做好勘察工作的重要环节。

3.0.7 岩土工程勘察过程是对建设场地的工程地质条件不断探索和认识的过程，从勘察开始就对获得的信息进行分析整理、去伪存真、发现和解决问题，在此基础上安排或调整好下一步工作，才能使勘察的每个环节避免疏漏和差错，臻于完善，正确查明场地的工程地质条件，才能提出真实反映实际情况的岩土工程勘察报告。

4 岩土分类与描述

4.1 岩的分类

4.1.1 本条系对岩石按成因、强度、风化程度及软化系数四个方面进行的划分,其中(2)项为岩石强度按坚硬程度的划分标准系引自现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版);(3)项为原规范条文。

4.1.2 本条(1)项的岩体结构类型分类系在原规范附录 B 中增加了岩土工程特征和可能发生的岩土工程问题二项内容;(2)项的岩体按岩石质量指标分类,改为与现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)一致;(5)项的岩体完整程度分类是增加的内容,是考虑到岩体、岩石压缩波的测试方法已较通用,它对基岩完整性的评价很有实用性,分类标准采用现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)。

4.1.3 本条是新增加的内容,岩体基本质量分级采用岩体基本质量指标判别。经验公式计算岩体基本质量指标和岩体基本质量分级标准系引用现行国家标准《工程岩体分级标准》(GB 50218—94)规范。关于岩体基本质量指标修正问题,由于其复杂性和内容较多,完全引入本规范也不切实际,因此本条 3 款只给出岩体基本质量指标需进行修正的条件。

4.2 土的分类

4.2.1 土按"沉积时代"划分土类较原规范按"堆积年代"划分土类用词较准确,且对各类土充实了强度、压缩性和超固结比几个指标内容。

4.2.2 根据地质成因划分土类,本次修订取消了冰积土,因港口工程极少遇到这类土。

4.2.3~4.2.7 对碎石土和砂土的分类标准为原规范分类标准且与现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)也是一致的。但碎石土密实度按重型和超重型圆锥动力触探试验击数分类是增加的内容,因为国内有成熟经验,判别标准与现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)一致。

砂土密实度根据标准贯入试验击数判别是国内外普遍采用的统一标准,其标准是由美国太沙基(Terzaghi)最早提出的按标准贯入击数的分类标准。砂土的不均匀系数和曲率系数是确定砂土颗粒组成特征的,4.2.6 条引自现行国家标准《土的工程分类标准》(GB/T 50145—2007)。不均匀系数和曲率系数是表示级配曲线分布范围的宽窄和级配曲线分布形态,对港口工程地基砂类土有实用价值。

关于标准贯入试验击数的修正问题,对地下水位下中粗砂实测标准贯入试验击数增加 5 击计,有实用价值,也有砂粒在地下水位下的浮力和动力作用的理论依据,仍保留这

一规定。对原规范粉砂在地下水位下其实测标准贯入试验击数大于15击时，超出15击的部分要进行折半计算这一规定，因工程实践中与细砂层相差多有悬殊，不符合实际，故本次修订取消了这项修订标准贯入试验击数的规定。

4.2.8、4.2.9 本条对粉土取消了粘质粉土和砂质粉土二个亚类的分类定名，是基于工程项目实践中不好把握，在划分单元土体绘制剖面图时易产生零乱繁琐，且对粘质粉土和砂质粉土二个亚类的地基不能作出准确的分析评价，故而取消，与现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)保持一致。

关于粉土密实度的判定，本次修订增加的根据孔隙比 e 判定粉土密实度的标准系引自现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)。

4.2.11 本条规定了粘性土状态判别标准，其中根据液性指数按表4.2.11-1确定粘性土的状态与现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)一致。按标准贯入试验击数判别粘性土天然状态是美国太沙基(Terzaghi)最早提出的，是国内外普遍采用的标准，稍有不同之处就是标准贯入试验击数大于30为极坚硬这一档，有的行业规范有极坚硬这档，本规范没有划分这档。根据锥沉量判定粘性土天然状态的标准是港口工程勘察方面的经验总结。

4.2.12 对淤泥性土本次修订取消了浮泥这个亚类，仍保留淤泥质土、淤泥、流泥这三个亚类土，取消浮泥的理由如下：

浮泥在《水运技术词典》中，给出其湿重度在10.5～12.0kN/m^{3}之间，泥颗粒的中值粒径在0.005mm左右，水的含泥量为3.0kN/m^3(1000kg的水含有泥300kg)，这是水与泥的重量比，若按水与泥的体积比约为1∶0.11。从浮泥的几项指标来看，浮泥是一种泥、水的混合物，为液体状态或泥浆状态。岩土工程的“土”和土力学的“土”是固态的土。土的状态有硬土和软土之分，再软的土如流泥也是固体状态能够成型的土。按工程勘察室内、外常规设备对流泥暨能取样和进行原位十字板试验，也能进行室内试验测其物理力学性指标。浮泥是没有强度的液体，港口水运船舶的适航深度就包括浮泥层。

因此，本次修订规范根据实际情况对淤泥性土取消浮泥亚类。

4.2.13 本条估算淤泥性土重度的经验公式系引用自日本港湾设计所，经过工程实践的验证，经验公式具有可靠性和实用性，本经验公式多用于含水率很高的流泥状态的土，对取得天然含水率的扰动土样，根据含水率按经验公式估算其重度值。

4.2.14 有机质含量和定名系引自现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)，本条只给出有机质土的判别标准和定名，不再提出泥炭质土和泥炭的标准和定名，是因为港口工程很少遇到泥炭质土和泥炭，而且也符合《土的工程分类标准》(GB/T 50145—2007)规定。

4.2.15 本条文提出不均匀系数大于30的土为混合土，这是根据淤泥、淤泥混砂、粘土、中砂、砂混淤泥等几种土的颗粒分配曲线中的不均匀系数，如淤泥和粘性土不均匀系数小于10、粉质粘土不均匀系数小于20、中砂不均匀系数小于7、淤泥混砂不均匀系数大于300、砂混淤泥不均匀系数大于800等，和一般性土的不均匀系数值与特殊性土的不均匀系数值差异特点，提出不均匀系数大于30为混合土的一项定量指标。

4.2.16 淤泥混砂和砂混淤泥是港口海域经常遇到的二类土,这次修订明确了淤泥干土质量通过室内试验确定;现场淤泥含量按体积估判。

淤泥混砂或砂混淤泥这是二种成因类型的土。其特点为没有层理构造,又极为不均匀,因缺乏中间粒径,不均匀系数和曲率系数极大,超过粘土或砂土的数十倍甚至上百倍,其中淤泥或淤泥质土的状态多属流塑状态,强度低、土质极软,但因混有粗砾砂土,往往在土工试验中得出内摩擦角偏大,这样在进行地基设计时,如果对混合土认识不清,未能选取起主导作用土类的强度值进行设计,就可能发生地基失稳。

4.2.17 层状构造土保留原规范条文内容,未作修改。

4.2.19 填土内容只在(2)项素填土中增加了山皮土,山皮土系开山体表层的一种土,海港岩质海岸这类土普遍存在。

4.3 岩土的描述

原规范岩土的描述是编为"附录J",其内容有全面、详细的特点,这次修订将岩土的描述列为规范条文内容,取消了附录,岩土的描述条文内容主要是摘录原规范附录中的内容,也参照了现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)。岩土的描述与鉴定是有区别的,描述是靠感观、眼看、手触摸和原位测试的数值,而给出的现场记录,鉴定的项目有的要靠室内试验而记录其指标值,如干强度和韧性二项特性是通过室内试验而得出的。本规范岩土的描述项目不包括需室内试验鉴定的项目。

5 勘察工作布置

5.1 可行性研究阶段勘察

5.1.1 可行性研究是基本建设前期工作的重要组成部分，是建设项目立项、决策的主要依据。

根据“港口建设项目可行性研究编制办法”指出“可行性研究分为预可行性研究与工程可行性研究两个阶段。大中型及重点工程项目或技术上复杂程度较高的项目，应按两个阶段进行工作；小型工程和技术上较成熟的项目，经主管部门认可后，可简化工作程序，但深度应达到工程可行性研究的要求。”原规范对可行性研究阶段勘察，没有进一步划分为预可行性和工程可行性研究两个阶段，为与港口工程设计阶段完全相适应，现据此进行修订。

5.1.2 预可行性研究勘察的目的除了对场地的稳定性和建筑的适宜性进行初步评价外，《港口建设项目可行性研究报告编制办法》指出“预可行性研究阶段的主体工程应达到方案设计阶段的深度”，为此进行规定。

5.1.3 根据本阶段勘察须对拟建港址的场地稳定性和建筑适宜性等基本建港条件作出岩土工程初步评价的要求，提出了勘察内容。

5.1.4 可行性研究阶段勘察在工程项目立项之前进行，因此不可能开展大量勘探工作，主要由有经验的技术人员，采用收集资料和现场踏勘方法完成。

当已有资料不能满足要求时，应进行工程地质调查或测绘工作，必要时尚需布置适量的勘探测试工作。这是因为港区水域的岩土工程条件对建港的可行性研究十分重要，而水域的勘察，目前仍需采用勘探和测试方法进行。

5.1.5 工程可行性研究勘察的目的，除了对场地的稳定性和建筑适宜性进行基本评价外，《港口建设项目可行性研究报告编制办法》指出“可行性研究阶段的主体工程应达到初步设计阶段的深度”，勘察工作的深度与之相适应。

5.1.6、5.1.8 提出了工程可行性研究阶段勘察的内容，较之预可行性研究阶段勘察深入了一步。但可行性研究阶段的勘察不可能做得很详细，因此要把握住对港址选择的主要岩土工程问题作出正确的评价，防止出现原则性的错误和疏漏，必要时布置对重大工程地质问题进行专项勘察，以免影响建港可行性决策的正确性。

5.1.7 工程可行性研究阶段勘察为满足5.1.5条指出的本阶段勘察深度的要求，在勘察方法上除了收集资料、进行工程地质调查或测绘外，通常均根据本条规定布置适量的勘探和测试工作。

5.2 初步设计阶段勘察

5.2.5 根据近年来广泛兴起的围海造地需要,结合实际造陆工程的施工经验,增加了陆域形成的勘察布置和孔深要求。

5.2.6 根据近年来对部分勘察项目的勘探深度统计,趋势是勘探深度较之原规范增大,主要是因为现在码头规模、荷载日益加大,拟建场地的工程地质条件较差,加之新型结构的需要,都要求探明具有较高承载力的岩土层作为持力层,所以本次修订对部分勘探点的深度作了调整。在参照表 5.2.6 确定勘探点深度时,应注意根据表"注"的内容进行调整。

5.2.7 航道、港池和锚地等水域地段面积大,在一定的勘察工作量和费用下,如采用传统的钻探方法不但费时又不经济且难以查清其全部地质条件。而原位测试则具有高效、经济、连续覆盖等特点,两者结合使用会有事半功倍的效果。需要指出的是,再好的原位测试也一定要配合钻探使用才能起到作用,原位测试的解释需要钻探资料的配合,并考虑当地的使用经验。

5.2.9 由于现在取原状样孔的钻进一般均采用回转钻进,全程取芯方式,对地层的控制比较准确,加之已经要求每一主要土层均需取得能满足统计学要求的测试指标数量,故适当加大了取样间距以减少取样总量,缩短勘察周期和降低费用。这里的足够数量是指所取土样的数量必须满足进行试验后取得的有效土工试验指标数量满足统计学要求,一般要求其数量不低于 6 个。因此根据不同的试验要求和土质情况并考虑可能产生的一些需要剔除的不合理值,一般预估取原状土样数量都要远多于 6 个。

当土层厚度大且土质均匀时,如仍按常规的间距要求取样,所取得的土样数量将远远超过试验所需要的数量,既不经济也延长了勘察周期。故可适当加大取样间距,这也符合国际上取样宜精不宜多的要求。

5.3 施工图设计阶段勘察

5.3.2 本次修订参考现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)对施工图设计阶段勘察内容进行了补充完善,使勘察文件同时满足施工的需要。

5.3.3.2 控制性勘探点的比例是在根据港口岩土工程勘察实例调查的基础上制定的。控制性勘探点的比例计算时应计入前期勘察可以利用的控制性勘探点。

5.3.3.3 根据港口岩土工程勘察实例的调查,表 5.3.3-1 补充了道路、堆场内容。

5.3.3.4 关于勘探点的勘探深度,原规范未说明是一般性勘探点还是控制性勘探点,本次修订对一般性勘探点和控制性勘探点分别进行规定。表 5.3.3-2 中数据对原规范进行了微调,补充了道路、堆场内容。

5.3.3.5 根据港口岩土工程勘察实例的调查,对取样间距进行了调整。表 5.3.3-3 重力式码头结构型式中格形钢板桩删去,港池航道锚地地基岩土指标增加原位测试指标和粉土的粘粒含量试验。

5.4 施工期勘察

5.4.1～5.4.2 根据港口工程施工期勘察实施的具体情况，参照现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)与有关行业、地方规范的规定，在原条文的基础上，对施工期中需要进行的补充勘察及基本工作要求，作了进一步的明确规定。

6 特殊性岩土

6.1 一般规定

6.1.1 人类在自然界工程活动中涉及到的岩土体种类繁多,一般岩土体的工程性质已有较充分的认识,而特殊岩土的性质不同于常见的一般岩土,故勘察的内容和方法也有特殊的要求。因此有必要对特殊岩土进行界定,提出相应的勘察规定。

6.1.2 膨胀岩土的勘察,已有现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)和《膨胀土地区建筑技术规范》(GBJ 112—87)的相关规定,本规范引用执行。

6.1.3 盐渍岩土、污染土、湿陷性土、红粘土、多年冻土等的勘察,在港口工程中不常见,且现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)已有相关规定,本规范引用执行。

6.2 软 土

6.2.1 我国有关规范、规程关于软土的定名不尽统一,一般包含成因类型、物理性质指标和软土状态三个方面内容。从土的力学性质看软土具有高压缩、低强度和低渗透性,灵敏度高,易发生触变和流变。

本条文参照现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)对原规范进行了软土定名修订,对港口工程很少遇见的泥炭和泥炭质土则未予列入。

6.2.2 指出了应查明土的物理力学性质指标,其目的是为地基变形、地基承载力和土坡稳定计算提供所需的参数。

6.2.3 (2)软土勘察方法中,采用的原位测试是否应包括标准贯入试验,一种意见认为应该列入,原因是岩土分类表 4.2.11-2 给出了根据标准贯入试验击数确定粘性土的天然状态。一种意见认为软土进行标准贯入试验不适宜,不应列入。考虑到港口工程中实际情况,本规范将标准贯入试验列入采用的原位测试内容中。

6.2.5.1 土的物理力学性质指标统计方法对指标影响很大。因此,条文规定除应遵循土的一般统计方法外,尚应做到的其他几个方面。

6.3 混 合 土

6.3.2 条文从混合土的特点出发,规定了勘察时应重点注意的问题。混合土土质不均匀、试验指标离散性大,因此勘探点的布置、勘探测试方法的选择以及成果的评价均要具有针对性。

原位测试是混合土勘察的重要手段，但要注意其适用范围。十字板剪切试验适用于测定软粘土的不排水抗剪强度，并不适用于混有较多粗粒土的混合土；静力触探试验及三轴试验不适用于混有较多碎石的混合土。

6.3.3 按目前土的分类体系，混合土难以给出准确的分类和定名，同时土的颗粒组成很大程度决定了混合土的物理力学性质，因此混合土有必要进行颗粒分析试验；混合土中混有较多粗颗粒，直剪试验的适用性和准确性均受到影响，因此有必要采用三轴试验；对于混有碎石等大颗粒的混合土，原状土样的采取和试样的制备有较大难度时，三轴压缩试验是不宜采用的。

6.3.4 目前国内水域勘察中，对于粗粒为砂土的混合土，常采用三轴试验取得其力学指标，土工试验的力学指标仍然是最重要的依据之一，混合土承载力的确定采用土工试验的力学指标和原位测试成果综合确定；对于粗粒为碎石土组成的混合土，因难以由土工试验取得其力学指标，其承载力则以原位测试成果为依据确定。

6.4 填　　土

6.4.1 根据现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)的有关规定，本次修订增加了判断“填土与地下水对建筑材料的腐蚀性”作为填土勘察的要求。

6.4.2.2 对于“分布范围大，厚度大于 3m 的填土”，本次修订作为一个重要的岩土工程类别提出。因为在水运工程中经常遇到的冲填土，不但分布范围大，而且厚度大。由于冲填土源的不均匀性，冲填施工的种种变化，以及冲填土在垂直方向上受到自重应力的作用，使得同一时期的冲填土在水平或垂直方向上呈现不同的工程特性。此外，巨厚的冲填土在其底面产生的压力，对下卧原始天然土层产生的影响也是非常大的。因此，查明大面积，尤其是厚度较大的填土，在水平与垂直方向上工程特性的变化规律，及对下卧层的影响，是填土勘察的重要内容。

压实填土是按一定标准控制材料成分、密度、含水量，分层压实或夯实而成。压实填土的压实系数系控制干密度与最大干密度的比值，最大干密度通过击实试验确定，亦可按以下经验公式或当地经验值确定。

$$\rho_{d\max} = \eta(\rho_\omega G_s / 1 + 0.01\omega_{op} G_s)$$

式中　$\rho_{d\max}$——压实填土的最大干密度(g/cm^3)，当压实填土为碎石或卵石时，其最大干密度可取 20～22(g/cm^3)；

H——经验系数，粘土取 0.95，粉质粘土取 0.96，粉土取 0.97；

ρ_ω——水的密度(g/cm^3)；

G_s——土的比重；

ω_{op}——最优含水率(%)(按 $\omega_{op} = \omega_p + 2$ 确定，粉土可取 14～18)；

ω_p——土的塑限(%)。

6.4.3 条文中“杂填土的密度宜采用大容积法”是本次修订参照现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)的有关规定增加的内容。杂填土由于成分杂，颗粒大小不匀，按常规室内试验的方法制作的试件及测试结果，通常不具有代表性，故

采用比室内环刀大得多的容器制作具有代表性的试件,甚至采用探井的方法测定大颗粒杂填土的密度。

6.4.4 本次修订,根据大面积填土工程特性,新增了对大面积填土岩土工程条件分析、评价的规定,以及结合工程需要,对不能满足设计要求的填土地基,提出加固处理建议的要求,为填土的利用和加固提供必要的工程地质依据与岩土设计参数。

6.5 层状构造土

层状构造土以河口三角洲沉积最为典型,一般由粘性土和粉细砂呈层状产出(互层、夹层、间层),是港口勘察中经常遇到的一种特殊土。

6.5.2 因层状构造土采用两种土的厚度比定名,现场定名应更加准确。因此条文规定应采用全断面取芯钻探,提高岩心采取率。

层状构造土室内土工试验指标离散性较大,现场多进行原位测试,有利于岩土设计参数根据土工试验指标结合原位测试数据综合取值。

6.5.3 (1)因夹砂层、土样中水分易流失,必须对此十分关注,条文规定土工试验宜在现场进行是十分必要的。

(2)层状构造土室内试验时,由于将粘性土和砂土混合后定名,易错将层状构造土定名为粉土。故条文提出对互层土及夹层土中的两种土宜分别进行物理性试验。

(3)在盒式直剪仪做剪切实验时,首先是排水快,此外剪切面在粘性土或在砂土上,其抗剪强度相差较大,尤其内摩擦角的离散性很大,故条文提出宜采用三轴压缩试验和无侧限抗压强度试验。

6.5.4 层状构造土由于夹有砂层,一般水平向的排水较好,垂直向因有粘性土层,排水较差;但当进行地基处理,如打设沙井、塑料排水板等竖向排水通道时,其固结速度会显著提高,因此条文中提出应分析其对固结度提高的作用。

6.6 风化岩与残积土

6.6.1 本条阐述风化岩和残积土的定义。不同岩类在不同的风化营力作用下具有不同的风化特征。风化营力是指影响岩石风化的各种自然力,如构造应力、风力、气温、水、植物等。花岗岩类多沿节理、断裂破碎带风化,风化厚度大,且以球状风化为主,也常见袋状风化囊;层状岩多受岩性控制,软硬风化不均,风化厚度较薄;可溶岩以溶蚀为主,不具完整的风化带。各类岩石的残积土则系岩石完全风化成土且残留在原地,其岩石的矿物结晶、结构、构造不易辨认,呈碎屑状的松散体。

6.6.2 本条规定了风化岩和残积土勘察的任务,应注意对不同的工程有所侧重。如作为建构筑物天然地基时,着重查明岩土的均匀性及其物理力学性质;作为桩基础时则重点查明由破碎带、袋状风化囊、带状风化槽、球状风化体(孤石)和软弱夹层等的分布,造成桩端持力层起伏变化。同时关注岩体是否具有可软化性、膨胀性及遇水崩解等特性,并对其时效性作出评价。

6.6.3 本条规定了风化岩和残积土勘探方法选用的基本原则。规定使用双重管、三重管

采取试样，其目的是为了保证采样质量的可靠性。要求采用原位测试与室内试验相结合的原则，是针对风化岩和残积土一般很不均匀，取样试验的代表性差的特点提出的。原位测试方法采用标准贯入试验、圆锥动力触探、波速测试和载荷试验，同时也不排除采用其他方法。对残积土进行载荷试验以得到地基承载力和变形模量等指标，目前多在港区陆域场地进行；而水域则可根据标准贯入试验等原位测试资料，结合当地经验综合确定；亦可进行深层载荷试验、旁压试验等。

6.6.4 本条规定了风化岩和残积土室内试验选用原则。

6.6.5 本条规定了风化岩和残积土岩土工程评价的内容，注意对不同的工程有所侧重。关于花岗岩不同风化程度的物理力学指标要结合当地经验参考附录E选用，该附录是收集整理国内外有关资料而成，鉴于我国幅员辽阔、岩性多种多样，表中数据供参考。

7 专项勘察

7.1 场地和地基的地震效应勘察

7.1.1 本条有关地震效应勘察与抗震设防烈度的关系系根据现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)和现行行业标准《水运工程抗震设计规范》(JTJ 225—98)制定的。抗震设防烈度等于 6 度,给出了设防的下限值。

7.1.2 场地和地基地震效应与地基土的类型及场地类别有关。关于场地地基土的类型及场地类别划分,以及划分对抗震有利、不利或危险地段,参见《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)(2008 年版)。

7.1.4.1 当前工程界广泛采用标准贯入试验、抗液化剪应力、波速测试等几种方法判别砂土液化,比较成熟的还是标准贯入试验法。

7.1.4.4 关于震陷量的计算目前尚无合适的公式,厚层软土分布区的"厚层"也尚无明确的界定,有待在今后工程实践中积累经验。

7.2 桩基工程勘察

随着我国港口工程向大型化、深水型方向的发展,港口桩基工程越来越普遍,且要求越来越高,为适应该趋势的变化,本次修订将桩基勘察作为专项勘察单独列出,以满足设计、施工的要求。港口桩基勘察适用于预制预应力混凝土桩、预应力混凝土管桩、钢管桩、钢筋混凝土桩、灌注桩及嵌岩桩的勘察。

7.2.1 本条是对桩基勘察总要求。

1. 港口工程大都位于近岸斜坡处,冲淤变化较大,且需采用桩基的工程,一般地层上部都存在软弱土层,对岸坡稳定性不利,故条文要求查明港湾或河段类型、冲淤变化、岸坡形态及稳定性。

2. 由于河道变迁、整治,以及沿海滩涂整治、土地开发利用等。存在掩埋的故河道、沟、塘等,对桩长的确定及岸坡稳定性存在不良影响,故条文要求查明掩埋的故河道、沟、塘的分布。

7.2.2 勘探点、勘探线的布置及勘探点类型按第 5 章施工图设计阶段的有关规定,并结合现行行业标准《港口工程桩基规范》(JTJ 254—98)布置,本条对勘探深度及地质条件复杂处的勘探进行了补充。

1. 为满足码头施工期及营运期岸坡稳定性计算要求,一般情况下结合码头引桥勘探点布置岸坡稳定验算剖面,从岸坡坡顶至坡底岸坡稳定影响范围内均有勘探点,超过引桥及码头平台的勘探点,其勘探深度达到岸坡稳定性验算深度。地质条件复杂地段,进行岸

坡与边坡专项勘察。

2. 当桩基持力层面高差相差较大时，会影响桩长及沉桩，故对摩擦桩及端承桩，当持力层面相差较大时，加密勘探点。对岩溶发育地区，一方面由于溶沟、溶槽、漏斗的存在，岩面起伏较大，另一方面由于溶洞的存在，影响码头的安全，故条文规定每根桩布置一个勘探点，如在施工图设计阶段勘察时无法确定桩位，在施工前进行一桩一孔的施工期勘察。

3. 对地质条件复杂的地区，如存在破碎带、软弱层、花岗岩球状风化、风化深槽等地段，加大勘探深度，确认达到满足持力层要求的稳定地层，必要时布置一桩一孔或在施工前进行一桩一孔的施工期勘察。

7.2.4 桩基形式根据地质条件及施工条件进行推荐。一般水域和陆域施工方法不一样，推荐不同桩型。桩基持力层推荐几个可能的持力层供设计根据上部荷载选用，当上部荷载明确时，通过估算桩的竖向承载力推荐持力层。

单桩极限承载力的确定最可靠的方法为桩的静载荷试验。在未进行试桩前，根据土工试验及原位测试成果提供桩侧及桩端阻力进行单桩极限承载力估算，最终以静荷载试验进行校核。

在施工期，由于打桩的震动及桩的挤土效应，经常出现水下岸坡的滑移变形，故评价沉桩、成桩对岸坡稳定性的影响是非常必要的。

7.3 岸坡与边坡勘察

7.3.1 本条规定了岸坡与边坡勘察应查明的主要内容。岸坡与边坡根据其岩土组分分为岩质岸坡和土质岸坡，土质岸坡稳定性的主要控制因素是土体的强度，岩质岸坡则为岩体的结构面。而水体（地表水和地下水）的作用都是影响稳定的重要因素。港区场地涉及的滑坡是指坡上的部分岩体或土体在自然或人为因素的影响下沿滑动面发生剪切破坏并向坡下运动的现象；危岩则是指位于陡崖或陡坡上受岩体结构切割为稳定性较差的岩石块体；崩塌是指陡坡或悬崖上的岩体或土体在重力作用下突然下坠滚落的现象；崩塌又有崩岸和坐崩之分，崩岸是指河岸在短时间内突然发生坍塌；坐崩是指河岸坡脚受淘空后使河岸产生近垂直性坍塌。

7.3.2 岸坡与边坡勘察阶段及工作布置，在一般情况下，和港工建筑物的勘察是同步进行的，岸坡与边坡稳定问题在初勘阶段基本解决，大型复杂的岸坡则分阶段进行专门性勘察。勘察重视工程地质调查与测绘是非常必要的，勘探工作量的布置重在查找岸坡与边坡可能失稳的原因和潜在滑动面，并采取有代表性试样。

7.3.3 岸坡与边坡稳定分析的关键之一在于能否正确确定岩土物理力学指标和结构面的强度指标，本条强调了岩土测试的几点规定。

7.3.4 本条规定了岸坡与边坡勘察的岩土工程分析与评价的基本要求。首先强调稳定性评价应采用定性分析与定量评价相结合。其次强调选用正确的计算模型进行稳定性计算，计算模型又源于岸边坡潜在的破坏模式；破坏模式有平面滑动、圆弧滑动、楔形体滑落、倾倒、剥落等。强调对不稳定或潜在不稳定岸边坡应分析变形成因，提出影响稳定性

的因素,判断稳定程度,预测其发展趋势,提出最优坡形、坡角、动态观测方案和治理措施的建议。

7.4 基坑工程勘察

基坑工程勘察作为港口工程勘察的一部分,是本规范这次修订新增加内容。

本节各条文内容,主要参照现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)和《地下铁道、轻轨交通岩土工程勘察规范》(GB 50307—1999)及《工程地质手册》(第四版),以上两本规范对基坑工程勘察条文说明编写全面、详细,本规范基坑工程条文说明从简。

7.5 天然建筑材料勘察

天然建筑材料是影响港口工程造价的重要因素,特别是涉及有陆域形成、防坡堤及引堤的大型港口工程,因此重视天然建筑材料的勘察是必要的。

天然建筑材料勘察一般与港口工程设计同阶段进行,初步设计勘察阶段以初步查明的储量为主,并按设计用量的 3 倍控制,施工图设计勘察阶段查明的储量按设计用量的 2 倍控制。

7.6 地基处理勘察

7.6.1 本条文规定了地基处理对岩土工程勘察的基本要求

(1)地基处理设计成功与否,考虑建筑物的安全、经济和使用要求,选用合适的岩土参数是关键。通过钻探取样、室内试验和现场原位测试取得适宜的岩土参数值无疑是至关重要的。工程实践表明,选择不同参数引起的误差远比使用不同计算方法进行地基相关计算来得大。

(2)地基处理岩土工程勘察,考虑对临近建筑物和环境产生的影响,如强夯法对周围建筑物影响,基坑开挖、排水、降低地下水位会否导致周围建筑物下沉的影响,爆破挤淤对周围建筑物的影响,深层搅拌对地下水污染的影响,水的腐蚀性等是非常重要的。

7.6.2 条文规定了不同类别土地基处理方法的勘察内容。现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)第 4.10 节是直接以地基处理方法的勘察进行编写的。本规范考虑到港口岩土工程的特点,采用土→地基处理方法→适用情况→提供勘察参数进行编写。

7.6.2.1~7.6.2.3 为软土不同地基处理方法的勘察内容。条文依次介绍了软土的换填法、软土排水固结法、软土深层搅拌法、软土振冲置换法。软土的这些地基处理方法勘察内容多是依据现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)结合港口工程地基处理勘察的特点制定的。

7.6.2.4 规定了标准贯入试验击数小于 15 的粉细砂、标准贯入试验击数小于 10 粉土以及填土进行强夯法加固的条件。砂土按表 4.2.7,粉土按表 4.2.9,其标准贯入击数大于上述规定值时,该砂土和粉土都处于中密和密实状态,承载力相当 200kPa,一般不需

强夯。

7.6.2.5 给出了标准贯入试验击数小于15粉细砂、标准贯入试验击数小于10粉土进行振冲挤密法的勘察内容。《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2002)指出"对于处理不排水抗剪强度不小于20kPa的饱和粘性土和饱和黄土地基,应在施工前通过现场试验确定其适用性"。因此振冲法有了粉细砂标准贯入试验击数小于15和粉土标准贯入试验击数小于10的限定。

7.6.3.1 本款规定地基处理勘察采用勘探、取样、室内试验和多种原位测试的综合勘察方法。这是港口工程地基处理特点所决定的。广泛的软弱土层分布,钻探取样质量不易保证,从取样至室内试验土样的扰动,试验时操作的不规范,都会导致试验结果的不准确。这种结果只能通过多种试验与测试综合勘察来弥补。

7.6.3.2 本款给出的勘探点间距和孔深,系根据港口工程经常遇到的软土、粉细砂及填土而确定的。

7.6.4 本条给出了不同土的不同处理方法应提供的岩土参数以及不同确定这些参数的方法。

7.6.5.1 本款首先明确应根据地基处理的目的来确定效果检验勘察的内容。地基处理效果检验主要通过对处理前后的土质指标进行对比的方法来确定。

7.6.5.2 关于通过静载荷试验确定砂垫层地基承载力的规定,系参考工业民用建筑规定结合港口工程的特点而制定的。

开山石是港口工程中应用最广的填料,经采运、堆积后形成不同大小颗粒、形状的堆积体,故规定采用动力触探试验和载荷试验检查换填地基的强度。

7.6.5.4 深层搅拌桩法效果检验桩数,现行行业标准《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2002)规定为1%,本规范规定为0.5%~1%。

7.7 地下水勘察

地下水勘察是本规范这次修订新增加的内容,地下水对港口水域建筑物一般影响不大,但对港口陆域建筑物的基础和地基以及港口岸坡与边坡则是重要的设计条件。

7.7.1 地下水勘察常以搜集资料,调查与观测相结合的方法进行,岸坡区地下水活动与岸坡失稳的关系非常重要,是地下水勘察的重点。关于地下水长期观测时间为一个水文年,这是适用于河港而言,因河港高岸坡区地下水位在一年中变化很大。

7.7.2 地下水参数的测定,根据各类土规定了稳定水位的观测时间,这个规定引自现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)。表7.7.2中含水层渗透系数的经验值引自现行国家标准《地下铁道、轻轨交通岩土工程勘察规范》(GB 50307—1999),渗透系数的经验值很有实用价值,且《地下铁道、轻轨交通岩土工程勘察规范》(GB 50307—1999)规范反映抽水、压水试验工程实例丰富,渗透系数经验值的可信度较高。

7.7.3.1 本款(1)引自《地下铁道、轻轨交通岩土工程勘察规范》(GB 50307—1999),(7)引自现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版),以上各款的

规定均是保证水样化学分析成果的可靠性和准确性。

7.7.4 地下水作用的评价是地下水勘察结果的主要内容和地下水勘察目的所在,因此,在工程勘察中结合港口工程各类建筑物,作出有关合理的评价,这是直接的评价;地下水对岩土层起了物理力学性的变化,而又间接引起建筑物基础地基的稳定、沉降、强度产生变化,这是间接的评价;还有岸边坡的滑动和基坑岩土边坡的滑动失稳均是地下水的作用而引起的。

7.8 滑坡勘察

滑坡是一种严重威胁港口工程安全的不良地质作用和地质灾害,一旦发生就可能造成重大人身伤亡和经济损失,产生严重后果。同时滑坡产生的成因机制复杂、滑坡边界条件不易勘定、滑动面难以查找、滑动带的物理力学性特征指标亦很难获取。因此,一旦拟建工程场地或其附近存在对工程安全有影响的滑坡或有滑坡可能时,进行专门的滑坡勘察是非常必要的。

7.8.1 本条规定了滑坡勘察的主要任务要求。任务之一是查明滑坡体、滑带和滑床、滑坡类型、地质背景等滑坡各要素特征;任务之二是分析滑坡成因、影响因素,判断稳定程度,预测其发展趋势;任务之三是提出滑坡防治对策、方案。

7.8.2 本条规定了滑坡勘察方法和工作布置的原则。首先强调了采用综合勘探方法,针对不同的场地条件,选用有效组合的勘探方法。其次强调了工程地质测绘和调查选用要合适,测绘内容要全面和具有针对性。第三,规定滑坡的勘探方法和工作量根据场地工程地质条件、地下水情况和滑坡形态综合确定。

7.8.3 本条规定了滑坡勘察岩土试验的要求,其中试验项目以滑体天然重度、饱和重度、滑带土的抗剪强度峰值和残余强度为主,强调采用与滑动受力条件相似的试验方法。

7.8.4 本条规定了滑坡勘察的岩土工程分析与评价的要点。由于影响滑坡稳定的因素十分复杂,故滑坡稳定性评价必须以工程地质综合研究为基础,定性分析与定量评价相结合。在定量分析计算中,选用正确的计算模型和岩土物理力学性质指标,并考虑地下水、地震、冲刷、人类活动等多因素对滑坡稳定性的影响是至关重要的。本条强调对重要的或工程地质条件复杂的滑坡,采用数值方法分析滑坡稳定性。

8 工程地质调查和测绘

8.0.1 工程地质调查和测绘是岩土工程勘察的基础性工作。运用地质学和工程地质学原理，以地面观测和描述为主的方法进行。因此，它主要适用于陆域。而港口水域是港口的重要组成部分，水域的工程地质条件对港口建设十分重要。故条文中提出“配合适量的水域勘探测试”，以全面了解港区水陆域的工程地质全貌和主要的工程地质问题，对港址的稳定性和适宜性进行评价，并为经济合理地布置勘察起指导作用。

8.0.2 工程地质调查和测绘是岩土工程勘察的先导性工作。主要用于港址选择与规划，故常为可行性研究和初步设计阶段勘察所采用。在施工图设计阶段或施工期间，必要时对某些专门工程地质问题，在先前勘察阶段的工程地质调查和测绘的基础上，进行详细或补充性调查和测绘工作。

工程地质调查和测绘固然是岩土工程勘察的重要手段之一，但并非每项工程都需进行。如对地质资料较多的熟悉地区就不必进行。而对不熟悉地区，是进行工程地质调查还是测绘则根据现场具体情况确定。有时工程地质调查将作为工程地质测绘的先行准备工作。工程地质调查和测绘的区别见下表。

	工程地质调查	工程地质测绘
适用条件	港址面积小、地质条件简单	港址面积大，地质条件复杂
工作方法	不用仪器，以目测、访问、收集资料为主	布置地质点进行观察，描述和用仪器定位
表达方式	不一定用图件表达，无比例尺要求	以规定比例尺的工程地质图等为表达
技术标准	无严格的技术标准，可按需自行确定	按规定的技术标准执行

工程地质调查和测绘纲要，一般包括在勘察纲要中，必要时单列。工程地质调查和测绘纲要内容，通常包括：任务来源、工程特点、地质概况、工作目的、任务、范围、方法、精度、应查明的主要问题、应提交资料的内容、工期安排、安全措施等。

8.0.5 港口工程地质测绘的比例尺为大于或等于1∶5000，属大比例尺测绘，以保证测绘质量，且各勘察阶段比例尺的规定范围较大，使工作时有较大选择余地。常采用填图法进行全面勘查，为保证测绘精度，使用的地形图比例尺要比地质测绘的比例尺大一级，待外业填图完成后，再缩成地质测绘要求的比例尺成图。

8.0.6 关于地质观测点的点位布置，密度与定位精度说明如下：

(1)地质点的布置是否恰当，关系到成果质量，乃至岩土工程评价，要予以重视。地质点布置在有关地质要素处，地层接触线，不同岩性和土质的分界线，地貌界线、地下水露头、地质构造线和滑坡、坍岸、断层、卸荷裂隙、岩溶、土洞不良地质现象等分布处。充分利用路堑、岸边坡、冲沟、采石场、取土坑等露头好，地层齐全、构造简单、化石丰富地点，必要时辅助勘探测试工作，以测制柱状图、剖面图，选定标准层，划分好填图地质单位，测绘工

程地质图。

(2)对地质点布置的密度,本项提出"以能控制各种地质现象和界线的分布为原则",具体的布置密度,迄今国内外未见统一规定。本款采用了《中国工程建设标准化协会》编制的《工程地质测绘通则》(征求意见稿)规定的密度,以方便应用。

(3)地质点的精度规定为"在图上误差不超过3mm",目前国内诸多规范规定均为2~3mm,本规范按国标《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)规定采用3mm。

8.0.7 本条从地貌、地层、地质构造、不良地质作用、地下水、水文、气象、人类活动和调查当地工程建设经验等方面列出了工程地质调查和测绘的内容。但具体到每项工程的调查与测绘内容,则根据当地的地质情况,针对工程实际需要进行。重点是关注那些关系港址选择和对工程建设有重大影响的工程地质问题。

8.0.7.1 (1)港口工程地貌调查与测绘的重点是河、海侵蚀、堆积地貌。由于地貌是内外地质营力相互作用形成的地表起伏形态,它与河、海侵蚀堆积作用、岩土性质、地质构造、新构造运动、不良地质作用和地下水等均有密切关系,通过地貌调查和测绘,有助于对其他地质条件的调查与测绘工作。

(2)掩埋的故河道、冲沟、湖塘等处,由于土层形成时代新、土质弱、固结差、地下水潴留富集,已引发岸坡失稳事故多起,要引起高度关注。

8.0.7.2 第四纪地层特别是软土层是地层调查测绘的重点。此外,注意对第四系胶结层和火山岩的调查,防止与前第四系基岩混淆。

第四纪胶结层由地下水中的钙质或铁质将砂、砾石胶结或部分胶结成层,另在我国南海由珊瑚、贝壳、软体生物的碎屑与砂、砾在潮间带胶结成海滩岩。但它们每层的厚度都不大,与其下面的松散砂砾均属于同一层沉积,依此区别基岩与土的界面。

第四纪形成的玄武岩虽然属于岩石,但其下面同样有与其属同一年代形成的土层。

8.0.7.3 地质构造和地震活动关系到建设场地和地基的稳定性,着重调查构造破碎带、岸边坡卸荷裂隙、新构造活动形迹、地震烈度与液化、震陷、地面破坏和崩塌、滑坡等次生灾害等震害情况。

8.0.7.4 岸坡稳定与否,是港址比选的首要条件,重视滑坡、塌岸等不良地质作用的调查与测绘是非常必要的。从地质、水文和气象等方面查明其成因,研究其发育、发展和治理方法。

8.0.7.6 地下水位与地面水位的动态变化关系十分重要,由水位差引起的地下水渗透压力关系到岸坡的稳定,如长江枯水期,尤其在春节前后,江水位最低,与地下水位差值最大,常是岸坡失稳的高发期。

8.0.8 工程地质调查和测绘的记录在现场完成,图件在实地勾绘,对有关地质现象多作素描图和照相。

9 勘　探

9.1 一般规定

9.1.1 勘探依据勘察目的与阶段以及岩土工程特性等，采用多种手段，并结合测试与试验，互相印证、补充及综合的方法，以利于提高岩土工程勘察的质量与效率，更好地查明岩土工程地质条件，达到理想的技术经济效果。

9.1.3 本条文主要是考虑勘探平台与勘探船筏的适用性及安全性。

目前，在我国水域勘探中，大型固定式勘探平台由于制造与使用成本较高尚未普及。主要是利用小型交通运输船与驳船，或用浮箱、油桶、小木船搭建浮动式勘探平台。因此，勘探船筏的吨位，以及锚型、锚重、抛锚的数量与锚位、系缆长度等，都会直接影响勘探船、筏的适用性及安全性。

浮箱、油桶、小木船搭建的勘探船筏，一般都用于水流、风浪较平稳的内河、湖泊、水塘、潮间滩地等水域；江、海水域则基本采用具有一定抗风浪能力，能适应水流、潮汐变化，吃水较浅，船底较平的运输船或吊驳搭建的勘探船。

江内水域勘探船的吨位一般不小于100t；河口与近岸海域勘探船的吨位一般不小于200t；远岸海域勘探船的吨位一般不小于500t。

锚重根据勘探船的吨位确定，150～200吨位的主锚一般不小于250kg；200～500吨位的主锚一般不小于350kg；大于500吨位的主锚一般不小于500kg。采用抓力锚型，不采用重力锚型。

锚缆的规格与长度，根据船的吨位与水深确定，锚缆的长度一般不小于10倍水深。

抛锚的数量，根据水文、气象、地质等条件确定，多数情况抛6只锚，船头、船尾各抛1只锚，船的两侧各抛2只锚，也有抛4～5只锚或多于6只锚，但不少于4只锚。边锚与头锚或尾锚的夹角为45°～90°，如抛两只头锚或两只尾锚，两只锚之间的夹角为30°～45°。

9.1.4 钻孔、探井、探槽等如不妥善回填，可能影响安全、交通、生产，或造成对自然环境的污染与破坏，有时这种影响或污染与破坏，在短期内不易被察觉，但到一定时候会引起严重后果。因此，应该严格执行回填的有关规定。

9.1.5.2 勘探点位测量采用的仪器与方法，根据实际情况与具体条件确定，关键是测量误差要符合规定的要求。陆域一般采用丈量法、经纬仪前方交会法、经纬仪加激光测距仪或全站仪极坐标法；水域勘探点根据其离岸的远近，选用经纬仪前方交会法、经纬仪加激光测距仪、全站仪极坐标法或GPS卫星定位法等；对于一些离岸不远可用测量仪器直接观测的水域勘探点，也可用常规测量与GPS相结合的方法。勘探船先用DGPS指向标引导进位抛锚，然后采用前方交会或极坐标法指挥勘探船准确进入孔位，这样不但能保证

水域勘探点位测量的精度,而且提高效率。

9.1.5.5 使用水砣绳测量水深是种传统的常用简便测量方法,但这种测量方法往往误差较大,尤其在水深、流急的水域,产生的误差可达1m以上,严重影响勘探深度的测量精度。本次修订规范调查中,许多单位都提出了此问题。根据水砣绳使用的实际情况,一般在水深大于5m,流速大于0.5m/s的水域,水砣绳测量的水深误差就比较大了,要使用测深仪测量水深,并用下入水中套管的长度作校正。

9.1.5.6 在有潮汐的水域,水深是随时间变化的,注意定时观察变化的水位,校正水面标高,以准确计算勘探深度。

9.1.5.7 根据本次修订规范调查征集的意见和多年工作的经验,本规范对勘探点位和高程测量的允许偏差,分水、陆域和不同的勘察阶段作出了具体的规定,并考虑到原规范7.0.1.3款文中对"水域钻孔的孔口标高及钻进深度的测量允许误差应不大于±10cm"的规定,由于受水深测量误差的制约,实际难以达到的情况,本规范依据现行国家行业标准《水运工程测量规范》(JTJ 203—2001)的有关规定修改如表9.1.5。

9.2 钻探与取样

9.2.1 本条文对工程地质钻探的性质与基本工作要求作了进一步的明确。

9.2.1.1 钻探方法根据岩、土地基的性质和勘察要求,参照现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)的规定选用。

9.2.1.2 水域钻探合理配置回转液压钻机与泥浆泵很重要,江、海域采用300型钻机或更大型的钻机,与120型泥浆泵或泵量更大的泥浆泵,以保证水域钻探的顺利进行。

9.2.1.3 水域钻探如护孔套管不稳定或冲洗液不能从护孔套管口泛出,会直接影响钻进,甚至发生孔内事故。因此,护套管的入土深度要确保护套管的稳定,冲洗液不在水底泥面处流失,尤其是在有潮汐变化的水域,当采用护套管与勘探船直接或简接连接的作业方法时,更要注意此问题。

9.2.1.5 原规范7.0.4条文仅对岩石的岩芯采取率作出了规定,本条文在此基础上,并参照现行国家行业标准《公路工程地质勘察规范》(JTJ 064—98)的有关规定,增补了对粘性土、粉土、砂土的岩芯采取率的规定。

9.2.1.6 钻孔记录是钻探最原始的第一手资料,其质量优劣直接影响到勘察成果质量,严格要求是非常必要的。

9.2.2.1 本款参照现行国家和一些行业、地方标准的规定,根据土试样破坏扰动的程度,划分为不扰动、轻微扰动、显著扰动、完全扰动四个质量等级,并考虑到在实际工作中,轻微扰动的Ⅱ级土样,在大多数的情况下作为原状土,用来进行土的力学性试验,测定土的强度指标,故将Ⅱ级土样与Ⅰ级土样划为同一原状类别,以示与Ⅲ、Ⅳ土样的本质区别。

9.2.2.2 本款归纳了我国目前采用的取土器与取土方法,采取流塑~硬塑状粘性土及性状接近粘性土的粉土的Ⅰ级高质量原状土样,采用薄壁取土器或重管单动回转取土器。

由于单动回转取土器有三重管与双管两种不同类型,故在本规范中统称为重管单动回转取土器。三重管主要有国外的丹尼森型与皮切尔型取土器和国内的三重管单动回转

取土器，双管主要有港口航务工程系统勘察设计单位研制的双管单动活门式取芯取土器，该取土器一个钻进回次可同时取土芯与原状土样，回次最大进尺为2m。

9.2.2.3 在实际的取样工作中，不是采用了先进的取土器与取土方法，就一定能取得到高质量的原状土，还要认真执行有关的钻进与取土作业工艺。本款就是对主要的钻进与取土工艺提出了明确的要求，以保证原状取土的质量。

10 原位测试

10.1 一般规定

10.1.2 我国地域广大,各地岩土条件变化较大,地区经验各不相同,所以注意地区经验特性很重要。在地方标准中建立和采用的地区经验关系一般都经过工程实践的验证,可以参照或直接引用。

10.1.4 造成原位测试成果误差的原因比较复杂,测试仪器、试验条件、试验方法、操作技能、岩土的不均匀性等都有可能成为主要的影响因素。

10.2 浅层平板载荷试验

10.2 节引自现行行业标准《土工试验规程》(SL237—1999)并参考国家现行标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)和《铁路工程地质原位测试规程》(TB10041—2003)等标准。

浅层平板载荷试验是观测地基土承受压力和变形的原位试验,它反映的是承压板下1.5~2.0倍承压板直径或宽度的深度范围内地基土的强度、变形的综合性状,用于评价地基土承载力、计算地基土变形模量和基床系数。

10.2.4.1 承压板为方形,变形模量计算公式的常数原规范为0.95,本次修订为0.886。

10.2.4.3 (3)相对沉降控制法,补充了对低压缩性土、砂土、风化岩、软岩的规定。

10.3 十字板剪切试验

10.3.3 目前我国常用的机械式十字板剪切仪有开口钢环式十字板剪切仪;电测式十字板剪切仪有电阻应变式十字板剪切仪。开口钢环式十字板剪切仪使用时期较早,利用蜗轮蜗杆通过探杆扭转插入土层中的十字板头,借助开口钢环与百分表测定土体的抵抗力矩,该仪器需钻机配合成孔;电阻应变式十字板剪切仪是后来发展起来的一种仪器与试验方法,与机械式十字板剪切仪的主要区别在于测力装置不用钢环,而是在十字板头上端连接一个贴有电阻应变片的扭力传感器,试验时通过加压贯入与回转装置,将十字板头压入到土层中的试验深度,扭转十字板头,由电子系统直接量测土的抵抗力矩,在试验过程中不需要钻机成孔,进行机械安装与轴杆摩擦力校正等作业,操作较机械式十字板剪切仪简便许多,试验成果也较稳定,因此得到较广泛的应用。两种十字板剪切仪由于工作原理与试验方法有所不同,测试的结果也有所差异,一般机械式十字板剪切仪的测试值较电测式十字板剪切仪大,原规范根据有关陆域研究资料确定,两者相差8%~10%,也有认为两

者相差15%～20%(见《岩土工程试验监测手册》3.5 十字板剪切试验)。水上十字板剪切试验,除了同样受到试验仪器与工艺及土质的影响外,还要受到水流、潮汐、风浪等水上各种因素的影响,机械式与电测式两种仪器的测试值的差异往往更大。因此,十字板剪切试验要考虑两种不同仪器测试值的差异,严格遵守操作规程,尽可能避免或减少各种干扰因素的影响,客观反映试验的测试成果。

10.3.3.1 50mm×100mm 与 75mm×150mm 两种不同规格十字板头的试验结果并非总是相同,75mm×150mm 规格的十字板头通常在浅部软弱的淤泥、淤泥质粘性土层中使用。使用的十字板头须清洗干净,无损坏变形,否则会使十字板头的厚度与面积比发生变化,试验时对土体的扰动增大,使测得土的抗剪强度偏小。

10.3.4 水域十字板剪切试验一般在水上固定勘探平台上进行,在潮间浅滩区可利用搁浅的勘探船筏,但由于水上固定勘探平台使用成本高,还需配备相应的辅助设备,至今尚未在我国工程勘察中普及使用,由此造成十字板剪切试验这种原位测试勘探手段,在水域工程中的应用受到较大的限制。在本次规范修订调查时,许多单位提到了此问题。

近年来,港口工程相关勘察设计单位,成功地创造了一种在潮间滩地或浅水区,进行水上十字板剪切试验的施工作业方法。这种施工作业方法是用勘探船作为浮动式作业平台,把机械式或电测式十字板剪切仪连接在入土固定并与勘探船脱开的套管上,把套管作为支架进行试验。现这种试验作业工艺方法,已成为这些勘察设计单位进行水上十字板剪切试验的常用手段。

为了使这种相对较经济、简便的水上十字板剪切试验作业工艺方法,能得到推广应用,本次规范修订对这种试验作业工艺方法的可靠性与适应性作了进一步的研究,在天津与上海两地进行了勘探船搁浅与浮起两种不同作业状况的十字板剪切试验对比,对比试验结果表明,这两种作业方式的试验效果基本一致,不存在本质的差别,不但测试的过程基本一致,而且测试的结果也基本一致。

根据多年的水上十字板剪切试验的经验,一般在水深不超过 10m 的浅水区和风力小于6级的工况条件下,也就是自然条件不足以影响试验正常进行的情况下,可以采用这种水上十字板剪切试验作业工艺方法。由于电测式十字板剪切仪影响因素相对较少,性能较稳定,效率高,更适宜这种水上十字板剪切试验作业工艺方法使用。采用此水上试验作业工艺方法注意以下几点:

(1)勘探船、筏根据本规范 9.1.4 条文的规定确定;

(2)连接十字板剪切仪的支架套管的直径不小于 146mm,并根据水深和试验深度的要求,设置抗探杆弯曲的内套管;

(3)在水底泥面处,导向受荷的外套管安装带有吸盘的稳定控制板,增强套管支架平台的稳定性与承载能力,采用机械式十字板剪切仪时,稳定控制板上安装翻板活门,以便跟管护孔;支架套管和抗弯内套管的入土深度,根据支架稳定和试验要求确定;

(4)作业时套管支架平台与勘探船脱开,并考虑潮汐对作业的影响。

10.3.5 根据十字板剪切试验的要求,并参照现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)的有关规定,本次规范修订增补了十字板剪切试验成果整理及

分析的具体要求。

10.4 标准贯入试验

10.4.1 标准贯入试验一般用于砂土、粉土和粘性土,虽然对一般工程中软塑~流塑的软土意义不大,但考虑到在港口工程疏浚方面,其对软塑~流塑的软土仍是主要的勘察手段,故仍定为适用于整个粘性土。考虑到目前已几乎不会采用标准贯入试验方法来判断碎石土密实度,并与第4.2.4条协调,故将其删去;考虑到目前使用的一些地区性规范和经验关系,故将基岩的全、强风化带也包括进去。

10.4.2 本表10.4.2引自现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)。

10.4.3 本条规定的技术要求主要考虑了下列几方面:

(1)根据欧洲标准,锤击速度不超过30击/分钟;

(2)采用回转钻进方法,以尽可能减少对孔底土的扰动,并细心清孔;

(3)钻进时保持孔内水位高出地下水位一定高度,保持孔底土处于平衡状态,不使孔底发生涌砂变松,影响试验值;

(4)下套管时不要超过试验标高;

(5)缓慢下放钻具,避免孔底土的扰动;

(6)采用泥浆护壁防止涌砂或塌孔。

10.4.4 所测标准贯入试验击数均未进行修正,为原始击数。在实际应用标准贯入试验击数时,应按具体岩土工程问题,参照有关规范考虑是否作杆长修正或其他修正,勘察报告中只提供不作修正的标准贯入试验击数。

由于标准贯入试验击数离散性大,故依据单孔少量标贯试验资料提供整体场地的设计参数是不可靠的;在统计分析时,剔除个别异常值。

关于标准贯入试验击数估算粘性土的无侧限抗压强度,这一标准也是美国太沙基(Terzaghi)最早提出的,原规范附录K引用了这一标准,本次修订将附录K取消,列入本条款中。

10.5 圆锥动力触探试验

10.5.1 轻型圆锥动力触探,非常适用于施工验槽、填土勘察、查明局部软弱土层、洞穴等分布;重型动力触探是应用最广的一种,其规格与国际通用标准一致,超重型动力触探规格与国际相近,适用于碎石土。

10.5.3 本条操作要点主要考虑了影响试验成果的因素,其中锤击能量和触探杆与岩土间的侧壁摩阻力是主要因素;锤击速度是次要因素,而在粘性土中击入的间歇也会使侧摩阻力增大。

10.5.4 根据动力触探成果进行土层划分时注意超前滞后现象,上为硬土层下为软土层,超前约为0.5~0.7m,滞后约为0.2m;上为软土层下为硬土层,超前约为0.1~0.2m,滞后约为0.3~0.5m。超前滞后范围内值、临界深度以内的值均不反映真实土性,故不参加

统计。

依据动力触探成果评定土性参数和设计参数，均基于地区经验的基础上。

10.6 静力触探试验

10.6.2 目前国内静力触探仍主要使用单桥与双桥探头，但在国际上已有许多国家与地区，已把可测孔压、孔斜等的多功能探头作为常用探头，并取得了良好的效果。提倡使用多功能探头，积累工程经验，以推动静力触探试验技术水平的提高与发展。

10.6.3.2 目前国内水域静力触探试验，基本上多在水上固定勘探与试桩平台或搁浅的勘探船上进行，水下静力触探尚未普及，处于引进与研制阶段。国外水下静力触探技术及设备已较为成熟，按其工艺可分为海床静探(Seabed CPT)和井下静探(Downhole CPT)。海床静探是把静探机潜入水底作业，以水底泥面为基准，将探头及探杆直接连续地贯入水底土层中，这种工艺和设备较适宜在水深一般不大于30m的港口、航道等水运岩土工程勘察中应用。但在密实的砂层中，往往一次连续贯入的深度难以满足要求，需进行分段触探。井下静探的工艺特点是采用钻探与静力触探相结合的推进方式，探头通过置于钻孔内的管内锥探总成加压贯入钻孔底部的土层，单次可贯入1m，每回次共贯入3m，钻探主要是为下一次的触探清除探头已触探经过的土层，这种静探工艺方法对于孔深较大的勘探孔来说，不能通过一次连续贯入或几次贯入完成，难以保证触探过程的连续性与完整性。

10.6.3.3 本款是在原规范8.3.4与8.3.6条文的基础上，作了一些调整与补充，主要增加了水上静力触探与孔压静力触探方面的有关技术规定。

10.6.4 根据静力触探试验工作的要求，并参照现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)的有关规定，本次规范修订增补了静力触探试验成果整理与分析方面的具体内容要求。

10.7 旁压试验

10.7 引自现行行业标准《土工试验规程》(SL237—1999)。

旁压试验系指通过旁压器在钻孔内对孔壁施加横向压力使土体产生相应变形的一种原位测试方法，又称横压试验。该试验所得的旁压曲线特征值有初始压力、临塑压力、极限压力，用于确定地基承载力和旁压模量等；自钻式旁压试验尚用于测求土的原位水平应力、静止侧压力系数。

10.7.4.5 静止侧压力系数采用自钻式旁压仪进行试验，自钻式旁压试验钻进对孔壁土层的扰动和天然应力的改变较小，初始压力接近原位水平应力，故可用于估算静止侧压力系数。

10.8 水底地层剖面仪探测

10.8.1 水底地层剖面仪根据其工作水深、探测记录深度、记录分辨率、工作频率等技术指标，分为水底浅地层剖面探测、水底中地层剖面探测、水底深地层剖面探测；其中水底浅

地层剖面探测、水底中地层剖面探测在港口、航道等水运工程勘察中,适用于第四纪松散覆盖层,作为水运工程水域勘探的辅助手段。这种勘探方法虽然快速、方便,但有其局限性,不能直接获得土质指标,分层需与钻孔资料相对比,分层界线的精度相对较低。一般在选址规划或可行性研究阶段的勘察工作中采用这种勘探方法;当有足够的相关资料时,也在初步设计阶段、施工图设计阶段或施工期等勘察工作中配合使用。水底地层剖面探测通常同时进行侧扫声纳探测,以了解水下地貌、小尺度障碍物等情况。

10.8.2 在缺少工作经验的地区进行水底地层剖面探测,布置检查探测线和参比勘探孔是非常必要的,因为这是判断探测工作质量和探测剖面进行地质分层的重要依据。一般探测线两端的距离较大,至少在探测的两端与中间布置检查探测线和参比勘探孔;探测线两端的距离较短,根据实际情况适当减少检查探测线和参比勘探孔。

10.8.3~10.8.4 本次修订,在原规范条文的基础上,依据多年的工作实践经验,并参照现行国家标准《海上平台场址工程地质勘察规范》(GB 17503—1998)的有关规定,对水底浅地层剖面探测、水底中地层剖面探测现场作业的技术关键点和探测成果资料整理工作,进一步作了具体的规定,以保证探测工作的质量与安全。

10.9 波速测试

10.9.1~10.9.3 适用于波速测试的方法较多,本节只涉及单孔法、跨孔法和面波法。

测定各类岩土体的压缩波、剪切波或瑞利波的波速,选用合适的振源是很关键的条件。不同的传感器有不同的测试精度,而测试孔要求与之配套,方可满足测试要求。

有关单孔法、跨孔法和稳态面波法波速测试可以参考现行国家标准《地基动力特性测试规范》(GB/T 50269—97)及其条文说明;

面波法的特点是在地面求瑞利波的速度,再利用瑞利波速与剪切波速的关系求出剪切波速,面波法又分为稳态方法和瞬态方法两大类。水域勘探中,使用多道瞬态面波仪测定瑞利波速度比较适宜。

有关瞬态面波法波速测试可以参考现行行业标准《多道瞬态面波勘察技术规程》(JGJ/T 143—2004)及其条文说明。

10.10 水域地震映像探测

10.10.1 地震映像探测又称高密度地质地震映像探测,是工程物探方法中的一种重要方法;主要利用人工激发的地震波在弹性性质不同的地层内的反射规律,研究小偏移距条件下不同介质的反射特征,揭示岩土层分布规律。该方法在水域和陆域均可应用,本规范仅包括水域的地震映像探测。

水域地震映像探测是一种间接的地球物理探测手段,要求探测的目标地层存在明显的波速或密度差异,探测效果取决于水深、震源能量、激发波频率、水听器精度、水下岩土层的物性等条件。对于水深小于5米的水域,由于受到多次波和地震子波的干扰,探测精度较差。

10.10.2 水域地震映像探测的测线一般按网格状布置,测线分为主测线和联络线,主测

线与海底地形等深线的总趋势垂直，或与区域地质构造走向垂直，联络线与主测线垂直。地震映像探测要根据钻孔资料标注地层属性。

对于水域地震映像探测网布置，主要考虑以下几个方面：

(1)选址及工可阶段，采用普查方式，对拟建设区域采用 100m × 200m 网格进行勘探，对于地层复杂、变化较大或工程重点水域，适当加密；

(2)初设阶段，采用详查方式，对拟建设区域采用 50m × 100m 网格进行勘探，对于地层复杂、变化较大或工程重点水域，适当加密；

(3)施工图设计及施工阶段，主要针对具体的地质问题进行详查；

(4)障碍物探测，主要针对具体的障碍物规模和地段进行详查；

(5)对于航道、管线路由等长条形勘探区域，主测线以设计轴线为中心对称布置，联络线可以与主测线垂直，也可斜交。

10.10.3(5) 水域地震映像探测的有效性试验非常重要，在正式的勘探作业以前，有必要充分利用已知资料进行方法有效性试验，以确定采用的探测方法能否满足勘探要求。参数采集是否合适主要体现在穿透深度满足要求、记录波形初至清晰、海底反射明显、激发与接收一致、同相轴清晰连续可追踪、信噪比较高。

10.10.4.1 水域地震映像探测数据处理的方法和手段较多，根据勘探要求和原始资料进行方法选择，通过对比已知地质资料，确认资料处理的效果，以满足勘探要求。另外，水域地震映像探测是一种间接的物探勘察方法，虽然近年来通过不断的技术创新和新仪器新设备的应用，其勘探能力和勘探效果都获得了长足的进步，但其多解性无法根本消除，故需要一定的地质钻探等直接勘探资料进行验证，以确定其成果的精度和可靠性。

11 室内试验

11.2 土工试验

11.2.1 试样的制备是室内试验中至关重要的一个环节,它关系到所有试验项目的试验质量、试验指标的代表性、准确性及合理性。由于土是非均质体,在试验中,常常会出现同一层土体甚至同一个土样各项试验指标互不匹配,指标离散。

第11.2.1.3款规定是为了减小同组力学试验间指标的离散性,减小同一个土样不同试验指标间的矛盾,以保证同一土体单元指标的合理准确;

第11.2.1.4款规定则是为了尽可能减小原状土样在存放及试样制备过程中对土样的扰动,以保证对扰动敏感的低塑性、高灵敏度土样以及对扰动敏感的试验项目如高压固结试验、无侧限抗压强度试验等试验指标的相对准确、可靠。

第11.2.1.7款的增加是为了符合环保的需要。

11.2.2 所谓常规试验项目是指工程必做项目,而特殊试验项目则根据工程设计、施工需要和岩土性质确定是否选做。

11.2.3 关于界限含水率试验,本规范考虑到水运系统的使用习惯,未采用国标有关76克圆锥仪入土17mm作为液限含水率的标准,而是保持了以76克圆锥仪入土10mm作为液限含水率的标准。

测定液限还可选用碟式液限仪的方法,因此法不常用,故此次不列入规范。若有需要参见其他现行规范。

关于塑限含水率,多年来每个地区、单位都积累了大量的相关资料,经统计其液限与塑性指数均有较好的相关关系,因此,我们建议尽可能利用。但对低塑性粘性土、粉土采用经验数据要慎重。下表是部分地区塑性指数 I_p 与液限 ω_L 关系的经验公式,供参考。

序 号	经 验 公 式	适 用 范 围	适 用 地 区
1	$I_p=0.71\omega_L-10.4$	冲积粘性土	长江、淮河
2	$I_p=0.71\omega_L-8.6$	$21\leqslant\omega_L\leqslant60$	天津新港
3	$I_p=0.71\omega_L-10.0$	$26\leqslant\omega_L\leqslant56$	上海
4	$I_p=0.51\omega_L-4.7$	$20\leqslant\omega_L\leqslant60$	广州
5	$I_p=0.59\omega_L-3.8$	$17\leqslant\omega_L\leqslant70$	湛江
6	$I_p=0.52\omega_L-3.1$	$16\leqslant\omega_L\leqslant60$	福建

11.2.4 土的比重变化幅度不大,而且试验过程比较繁琐,所以一般选用经验值,但在缺乏经验的地区进行试验直接测定。当土样的有机质含量超过5%时,会对土粒比重产生影响,故要进行直接测定。

11.2.5 附着力试验是水运工程中特有的一项室内试验。在疏浚工程中，对塑性状态的粘性土，当选择斗式挖泥设备时，其斗壁附着泥量的多少，根据塑性状态粘性土的附着力值进行计算，以便确定挖泥效率。附着力试验的具体操作，详见现行行业标准《疏浚岩土分类标准》(JTJ/T 320—96)附录A。

11.2.6.6 在对软土进行直剪固快试验时，注意所加荷重较大的试样由于固结而产生的高度变化，避免剪切时因剪切面过高带来的指标异常现象。

直剪快剪试验由于其排水条件不能控制、剪切面固定、剪切面面积愈来愈小等原因，一般不建议采用。但由于仪器和操作都比较简单，又有大量实践经验，故在一定条件下仍采用，只对其应用范围加以限制。对渗透系数大于 10^{-6}cm/s 的土样及层状构造土及夹粗砾或贝壳的土样不使用此方法。对软土则注意其最大荷重不使试样产生挤出破坏。对超固结土视其前期固结压力的大小选择合理的压力等级，尽可能避免由于垂直压力过小而造成的试验指标失真。

11.2.7 无侧限抗压强度试验仪器和操作简单，既不受排水条件及剪切面的限制，比起三轴不固结不排水剪，试验周期短且经济，除软土外，适合所有粘性土，因此近年来被越来越多的工程所采用。

近年来，不少单位用一种微型十字板仪对软土的抗剪强度试验做了一些探索性工作。微型十字板剪切试验是由便携式十字板剪切仪完成。该仪器体积小、重量轻，使用方便、简单，测量速率快，可在10秒钟内测出土的不排水抗剪强度值，并与室内无侧限抗压强度试验和三轴不固结不排水剪所得的结果有很好的相关性，它已被广泛地使用于海洋地质调查、石油钻探、土壤的研究及建筑设计等方面。由于它对软土的抗剪强度测定有些其他试验方法不具备的优势，目前有关水运工程岩土勘察单位多在试用、对比，积累资料，待其仪器规格、性能、操作方法等相对统一后，再作为一种试验方法列入规范。

11.2.8.1 快速固结法即为每级压力下固结2h测计量表读数，最后一级压力下除测读2h读数外还需测读压缩稳定时量表读数，用最后一级压力的稳定读数与2h读数的比值进行每级压力的稳定值修正，试验结果用e-p曲线整理。现行国家标准《土工试验方法标准》(GB/T 50123—1999)取消了快速固结法，但考虑到此方法可缩短固结周期，加快试验进度，并且多年来在水运工程中被广泛应用，各单位均积累了大量的设计和试验经验，故本规范沿用原规范快速固结的试验方法，至于稳定值的修正方法，各单位根据各地区的不同土性特征，采用合适的修正方法。

11.2.8.2 采用标准固结试验时，为得到准确的先期固结压力，欠固结土在试验初始段的荷重率要小于1，一般采用0.5或0.25；土的自重压力越小或土质越软，采用的荷重率宜越小。而硬质土或超固结土为防止土样在试验过程中吸水膨胀，考虑适当加大荷重或荷重率；施加的最大应力应使测得的e-logp曲线下段出现直线段。测回弹指数时，采用"在最后一级压力稳定后卸荷，直至第一级压力"的方法，是源于上海地区规范，对比试验表明同一土样在不同压力下的回弹指数是互相平行的直线斜率。

11.2.8.3 沉降计算时一般只考虑主固结，不考虑次固结。但对厚层高压缩性软土，次固结沉降可能占相当分量，因此取一定数量的土试样测定次固结系数，用以计算次固结沉

降及其历时关系是非常必要的。

11.3 岩石试验

本节岩石试验具体的试验方法参见现行国家标准《工程岩体试验方法标准》(GB/T 50266—99)。

11.3.2 岩石试验项目分为一般常做的试验项目,简称常规试验项目和特殊试验项目。常规试验项目为必做项目,特殊试验项目为按照工程需要所选做项目。

11.3.4 岩石单轴抗压试验试件尺寸符合现行国家标准《工程岩体试验方法标准》(GB/T 50266—99)的规定。

11.3.5 岩石点荷载试验适用于各类岩石的脆性岩块;对如粘土岩的软质岩石,点荷载试验时两个球状体与岩石接触点在施力过程中岩石块形成两个小坑,而不是岩石块产生抗力而破坏,这样的岩石块就不适用于点荷载试验。

11.4 水、土腐蚀性试验

11.4.1.2 采取水试样和土试样除符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)的相关规定外,增加了两项规定,主要是考虑到当前设计和施工技术的飞速发展,各种桩长已深达近百米,有时穿透的土层有三种以上不同的沉积类型,若土层中又有渗透系数很小的弱透水层或隔水层时,就要考虑根据土层分布情况加取土样。

基于水运工程项目的场地远比一般的工民建项目的场地大,为使取样更具代表性,成果更具合理性,故作取样件数每层不应少于 3 件的规定。

12 岩土工程评价和勘察报告

12.1 岩土工程评价

12.1.1 本次规范修编将《港口工程地质勘察规范》改为《港口岩土工程勘察规范》，其目的就是将传统的工程地质勘察转向岩土工程勘察。

岩土工程评价与传统的工程地质评价相比，增加了岩土利用、整治、改造方案的分析和论证以及工程施工和运营期间可能发生的岩土工程问题的预测及监控、预防措施的建议等方面的内容。

不同勘察阶段的岩土工程评价内容有所侧重，如可行性研究阶段勘察主要是评价场地的稳定性和建筑的适宜性，考虑的是整个场地的宏观方面的问题，一般从搜集分析工程地质条件入手，找出可能存在的主要工程地质问题，评价其对场地适宜性和稳定性的影响。注重的是工程地质方面的问题，所需解决的是可行性问题；而施工图设计阶段勘察主要是针对各建筑物单体，分析评价供地基基础设计和地基处理、不良地质现象防治等所需的岩土技术指标，提出设计、施工中应注意的问题和建议，预测工程使用期可能发生的岩土工程问题，并提出监控和预防措施的建议。考虑的是各建筑物单体的具体问题，所需解决的是设计、施工中涉及的岩土参数及岩土工程问题；初步设计阶段勘察岩土工程评价介于可行性研究与施工图设计阶段勘察两者之间，主要是评价场区内各区段的地质特点及稳定性、适宜性评价和有关岩土工程评价。

12.1.2.2 为本次修编所增加条款，强调从取样、原位测试、室内试验几方面评价岩土指标的可靠性和适用性。

12.1.2.3 本款与原规范相比增加了“对厚层状土应分成亚单元体后进行统计”，一方面厚层状土自其上而下土体沉积年代、应力状态不同，其物理力学性质存在差异，要分亚层；另一方面，在提供设计参数时，桩侧及桩端阻力与深度有关，为便于更准确估算承载力及确定持力层位置，也要将厚层状土进行细分。

12.2 岩土工程勘察报告

12.2.1 勘察资料的整理工作是编制岩土工程勘察报告的基础，而外业资料的整理又是重中之重，本条对外业资料的整理作了相关规定，强调了及时和动态性。

12.2.2 本条对港口岩土工程勘察报告的基本要求作了规定，以涵盖各种类型的港口岩土工程项目。

12.2.3 鉴于港口岩土工程的规模大小各不相同，目的要求、工程特点、自然条件等亦差别很大，要制订一个统一的适用于每个工程的报告内容和形式是不切实际的。因此，本条

只规定了不同勘察阶段勘察报告的重点内容。

12.2.4 本条重点规定了岩土工程勘察报告的内容。与传统的工程地质勘察报告比较，岩土工程勘察报告增加了对岩土利用、整治、改造方案的分析和论证，体现在提出对工程设计和施工的建议，同时预测工程施工和运营期间可能发生的岩土工程问题，提出监控及预防措施的建议。

附 录 F

表 F.0.1 中“色标”是在地质剖面图上，对不同地质时代的地层用不同颜色来表示，以示区别。

TS

中华人民共和国行业标准

JTS 133-1-2010

港口岩土工程勘察规范

Code for Investigation of Geotechnical Engineering on Port

2010-07-30 发布

2010-09-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布