

备案号：正在报建设部备案之中

DB33

浙江省工程建设标准

DB33/T1065—2019

《工程建设岩土工程勘察规范》

Engineering construction code for investigation of
geotechnical engineering

2019-07-01 发布

2019-12-01 实施

浙江省住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据浙江省住房和城乡建设厅《关于确定 2014 年浙江省工程建设标准修订计划的通知》（建设发（2014）276 号），由浙江大学建筑设计研究院有限公司、杭州市勘测设计研究院及浙江省工程勘察院负责主编，并会同省内 15 家主要工程勘察单位（主要为原规范参编单位）对浙江省地方标准《工程建设岩土工程勘察规范》（DB33/1065-2009）进行修订。

岩土工程勘察直接影响建设工程的安全、经济，同时我省地貌单元多样、地质条件复杂及地域差别大，为了更好地反映和总结近年来我省岩土工程勘察技术发展和研究成果，在修订过程中，编制组以多种形式在全省范围内广泛征求了勘察、设计、施工、科研、教学和建设管理部门的意见，经反复讨论、修改，并与浙江省工程建设标准《建筑地基基础设计规范》（DB33/T1136-2017）等有关规范协调、衔接，完成了本标准的修订。

本次修订共包括十六章及七个附录，主要内容如下：1、总则；2、术语和符号；3、基本规定；4、勘察纲要；5、区域地质环境；6、岩土的分类；7、工程地质勘探；8、各类建设工程勘察；9、不良地质作用和地质灾害；10、特殊性岩土；11、场地与地基地震效应；12、地下水；13、室内试验；14、岩土工程参数；15、岩土工程分析评价及勘察报告；16、现场检验和监测；附录 A；附录 B；附录 C；附录 D；附录 E；附录 F；附录 G。

本次修订的主要技术内容是：

- 1、修改了勘探点定位和测量内容；
- 2、修改了基坑工程内容；
- 3、修改了边坡工程内容；
- 4、修改了城市道路内容和要求；
- 5、修改了桥涵工程内容和要求；
- 6、修改了洞室工程内容和要求；
- 7、增加了综合管廊工程内容和要求；
- 8、取消了地下铁道和轻轨工程内容和要求；
- 9、修改了废弃物填埋场工程内容和要求；
- 10、增加了地基处理的内容和要求；
- 11、修改了滑坡内容和要求；
- 12、修改了泥石流内容和要求；
- 13、修改了岩溶内容和要求；
- 14、增加了浅层气章节；
- 15、修改了污染土内容和要求；
- 16、修改了风化岩和残积土内容和要求；
- 17、修改了场地和地基地震效应内容和要求；
- 18、增加了预应力混凝土异形桩的内容。

本标准的具体解释由编制组负责。请各单位在执行过程中，结合工程实践，不断总结经验，积累资料，并将意见和建议寄至：杭州市文三路 232 号浙江大学建筑设计研究院有限公司岩土

工程分院，浙江省工程建设标准《工程建设岩土工程勘察规范》管理组，以供再次修编时参考。（邮编：310012，E-mail: zdyt888@126.com）

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位： 浙江大学建筑设计研究院有限公司
杭州市勘测设计研究院
浙江省工程勘察院

参编单位： （排名不分先后）

浙江华东建设工程有限公司	浙江省交通规划设计研究院有限公司
浙江中材工程勘测设计有限公司	浙江省地矿勘察院
浙江省电力设计院有限公司	浙江城建勘察研究院有限公司
浙江省工程物探勘察院	温州市勘察测绘研究院
宁波市岩土工程有限公司	浙江省浙南综合工程勘察测绘院
温州工程勘察院有限公司	核工业湖州工程勘察院
浙江省浙中地质工程勘察院	兆弟集团有限公司
浙江恒辉勘测设计有限公司	

主要起草人： 周群建 蒋建良 叶胜朝
丁晓光 叶向前 叶康生 朱建才 齐金良
陆 飞 邵长云 陈运荣 陈 赟 张立勇
张永达 张浪平 周爱其 周东升 周春平
郑束宁 郑善喜 胡根兴 徐志明 葛民辉
楼新涛 潘永坚

主要审查人： 顾国荣 丘建金 樊良本 施祖元 赵宇宏 潘秋元 李宏伟 胡立明 李冰河 王建民

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	勘察纲要	6
	4.1 一般规定	6
	4.2 资料收集	6
	4.3 勘察等级	6
	4.4 勘察阶段	8
	4.5 勘察纲要	8
5	区域地质环境	9
	5.1 地形地貌	9
	5.2 区域地层	9
	5.3 工程地质层的划分	10
	5.4 山区工程地质层的划分	11
6	岩土的分类	12
	6.1 岩石的分类	12
	6.2 土的分类	14
7	工程地质勘探	18
	7.1 一般规定	18
	7.2 工程地质调绘	19
	7.3 地球物理勘探	19
	7.4 勘探点定位和测量	20
	7.5 原位测试	21
	7.6 钻 探	26
	7.7 井探、槽探和洞探	27
	7.8 取 样	28
8	各类建设工程勘察	30
	8.1 房屋建筑工程	30
	8.2 桩基工程	34
	8.3 基坑工程	35
	8.4 边坡工程	36
	8.5 城市道路工程	40
	8.6 桥涵工程	42

8.7	洞室工程.....	43
8.8	综合管廊工程.....	45
8.9	管道工程.....	47
8.10	给排水工程.....	49
8.11	堤岸和岸边工程.....	50
8.12	废弃物填埋场工程.....	51
8.13	地基处理工程.....	54
9	不良地质作用和地质灾害.....	57
9.1	滑 坡.....	57
9.2	危岩和崩塌.....	58
9.3	泥石流.....	59
9.4	岩 溶.....	61
9.5	采空区.....	63
9.6	浅层气.....	64
10	特殊性岩土.....	66
10.1	软 土.....	66
10.2	填 土.....	66
10.3	红黏土.....	67
10.4	膨胀土.....	69
10.5	污染土.....	70
10.6	混合土.....	72
10.7	风化岩和残积土.....	72
11	场地与地基地震效应.....	74
11.1	一般规定.....	74
11.2	液化判别和软土震陷.....	74
11.3	场地地震效应参数.....	76
12	地下水.....	77
12.1	一般规定.....	77
12.2	水文地质参数确定.....	77
12.3	地下水作用的评价.....	78
12.4	水和土腐蚀性评价.....	79
12.5	抗浮水位.....	81
13	室内试验.....	82
13.1	一般规定.....	82
13.2	土的物理力学性质试验.....	82
13.3	岩石的物理力学试验.....	84

14	岩土工程参数	88
14.1	一般规定	88
14.2	岩土工程参数	88
14.3	地基承载力	89
14.4	桩基承载力	91
15	岩土工程分析评价及勘察报告	92
15.1	一般规定	92
15.2	岩土工程分析评价	92
15.3	岩土工程勘察报告	95
16	现场检验和监测	98
16.1	一般规定	98
16.2	地基基础的检验和检测	98
16.3	不良地质作用和地质灾害的监测	99
16.4	地下水监测	99
附录 A	.....	101
附录 B	.....	106
附录 C	.....	110
附录 D	.....	112
附录 E	.....	114
附录 F	典型综合地质层表	120
附录 G	标准用词说明	122

1 总 则

1.0.1 为规范岩土工程勘察活动，提高岩土工程勘察质量，做到技术先进，经济合理，绿色环保，根据浙江省岩土工程特点，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于浙江省内房屋建筑和市政基础设施工程的岩土工程勘察。

1.0.3 岩土工程勘察工作应遵循工程建设基本程序进行岩土工程勘察。

1.0.4 工程建设岩土工程勘察除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和地方现行标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 岩土工程勘察 geotechnical investigation

根据建设工程的要求，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 工程地质调绘 engineering geological surveying and mapping

通过现场观察、量测和描述，对工程建设场地的工程地质条件进行调查研究，并将有关的地质要素以图例、符号表示在地形图上的勘察方法。

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、井探、槽探、洞探以及物探、触探等。

2.1.4 原位测试 in-situ tests

在岩土体所处的位置，基本保持岩土原始状态条件下，对岩土体进行的测试。

2.1.5 岩土工程勘察报告 geotechnical investigation report

在原始资料的基础上进行整理、统计、归纳、分析、评价，提出工程建议，形成系统的为工程建设服务的勘察技术文件。

2.1.6 现场检验 in-situ inspection

在施工现场采用一定手段，对勘察成果或设计、施工措施的效果进行核查。

2.1.7 现场监测 in-situ monitoring

在现场对岩土性状和地下水的变化，岩土体和结构物的应力、位移进行系统监视和观测。

2.1.8 岩石质量指标 (RQD) rock quality designation

用直径为 75mm (N 型) 的金刚石钻头和双层岩芯管在岩石中钻进，连续取芯，回次钻进所取岩芯中，长度大于 10cm 的岩芯段长度之和与该回次进尺的比值，以百分数表示。

2.1.9 土试样质量等级 quality classification of soil samples

按土试样受扰动程度不同划分的等级。

2.1.10 不良地质作用 adverse geologic actions

由地球内力或外力产生的对工程可能造成危害的地质作用。

2.1.11 地质灾害 geological disaster

由不良地质作用引发的，危及人身、财产、工程或环境安全的事件。

2.1.12 岩土参数标准值 standard value of a geotechnical parameter

岩土参数的基本代表值，通常取概率分布的 0.05 分位数。

2.1.13 滩涂 intertidal zone

一般是指沿海滩涂，系平均高潮位与平均低潮位之间的潮浸地带。

2.1.14 浅层气 shallow gas

指埋藏在第四系地层沉积物中富含的有机质在还原环境下经厌氧微生物作用而形成的气

体。

2.2 符 号

2.2.1 岩土物理性质和颗粒组成

e ——孔隙比；
 I_L ——液性指数；
 I_P ——塑性指数；
 n ——孔隙度或孔隙率；
 S_r ——饱和度；
 w ——含水量或含水率；
 w_L ——液限；
 w_P ——塑限；
 W_u ——有机质含量；
 γ ——重力密度；
 ρ ——质量密度；
 ρ_d ——干密度。

2.2.2 岩土变形参数

a ——压缩系数；
 C_c ——压缩指数；
 C_e ——再压缩指数；
 C_s ——回弹指数；
 c_h ——水平向固结系数；
 c_v ——垂直向固结系数；
 E_0 ——变形模量；
 E_c ——回弹模量；
 E_D ——侧胀模量；
 E_m ——旁压模量；
 E_S ——压缩模量；
 G ——剪切模量；
 K ——基床系数；
 K_0 ——静止侧压力系数；
 p_c ——先期固结压力。

2.2.3 岩土强度参数

c ——黏聚力；
 f_a ——修正后的地基承载力特征值；
 f_{ak} ——地基承载力特征值；
 f_r ——岩石饱和单轴抗压强度；

p_0 ——载荷试验比例界限压力，旁压试验初始压力；
 p_r ——旁压试验临塑压力；
 p_l ——旁压试验极限压力；
 p_u ——载荷试验极限压力；
 q_u ——无侧限抗压强度；
 τ ——抗剪强度；
 φ ——内摩擦角。

2.2.4 触探及标准贯入试验指标；

R_f ——静力触探摩阻比；
 q_c ——静力触探锥头阻力；
 f_s ——静力触探侧阻力；
 N ——标准贯入试验锤击数；
 N_{10} ——轻型圆锥动力触探锤击数；
 $N_{63.5}$ ——重型圆锥动力触探锤击数；
 N_{120} ——超重型圆锥动力触探锤击数。

2.2.5 水文地质参数

B ——越流系数；
 k ——渗透系数；
 K_h ——水平渗透系数；
 K_v ——垂直渗透系数；
 Q ——流量或涌水量；
 R ——影响半径；
 S ——释水系数；
 T ——导水系数；
 u ——孔隙水压力。

2.2.6 其他符号

F_s ——边坡稳定系数；
 I_D ——侧胀土性指数；
 K_D ——侧胀水平应力指数；
 p_e ——膨胀力；
 U_D ——侧胀孔压指数；
 s ——基础沉降量或载荷试验沉降量；
 S_t ——灵敏度；
 α_w ——红黏土的含水比；
 v_p ——压缩波波速；
 v_s ——剪切波波速；
 δ ——变异系数；
 μ ——泊松比；
 σ ——标准差。

3 基本规定

- 3.0.1** 岩土工程勘察应根据工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级确定勘察等级。
- 3.0.2** 岩土工程勘察应根据工程项目设计阶段划分勘察阶段。
- 3.0.3** 岩土工程勘察应根据工程勘察等级和阶段收集工程建设相关资料。
- 3.0.4** 岩土工程勘察前应根据国家及地方有关标准、规定及项目的设计要求编制勘察纲要并实施。
- 3.0.5** 岩土工程勘察应按工程建设各阶段要求，查明场地的工程地质与水文地质条件、不良地质作用，对拟建场地的岩土工程特性作出分析和评价，并编制勘察文件。

4 勘察纲要

4.1 一般规定

4.1.1 勘察纲要编制应进行现场踏勘和收集资料。

4.1.2 勘察纲要应根据建设工程相关资料、勘察等级和勘察阶段，结合现场环境及地质条件进行编制。

4.1.3 当合同修改、设计变更、地质条件及其他情况使原勘察纲要不能满足要求时，应进行勘察纲要变更。

4.2 资料收集

4.2.1 编制纲要前应收集下列资料：

- 1 项目批文、合同文件或委托书；
- 2 本项目执行的相关技术标准；
- 3 场地和周边环境情况；
- 4 建设项目的设计文件或可行性研究报告；
- 5 场地附近地质资料；
- 6 建筑场地情况；
- 7 建筑场地的地形图、钻孔放样和高程测量依据。

4.2.2 对所收集的资料应进行整理、分析、保护和归档。

4.3 勘察等级

4.3.1 根据工程的规模和特征，以及由于岩土工程问题造成工程破坏或影响正常使用的后果，工程重要性分为三个等级：

- 1 一级工程：重要工程，后果很严重；
- 2 二级工程：一般工程，后果严重；
- 3 三级工程：次要工程，后果不严重。

4.3.2 根据场地的复杂程度，可按下列规定分为三个场地等级：

- 1 符合下列条件之一者为一级场地或复杂场地：
 - 1) 建筑抗震危险的地段；
 - 2) 不良地质作用强烈发育的地段；
 - 3) 地质环境已经或可能受到强烈破坏的地段；

4) 地形地貌复杂的地段;

5) 有影响工程的多层地下水、岩溶裂隙水或其他水文地质条件复杂, 需专门研究的场地。

2 符合下列条件之一者为二级场地或中等复杂场地:

1) 建筑抗震不利的地段;

2) 不良地质作用一般发育的地段;

3) 地质环境已经或可能受到一般破坏的地段;

4) 地形地貌较复杂的地段;

5) 基础位于地下水位以下的场地。

3 符合下列条件者为三级场地或简单场地:

1) 抗震设防烈度为 6 度, 或对建筑抗震一般和有利的地段;

2) 不良地质作用不发育的地段;

3) 地质环境基本未受到破坏的地段;

4) 地形地貌简单的地段;

5) 地下水对工程无影响的场地。

注: 1 从一级开始, 向二级、三级推定, 以最先满足为准; 第 4.1.3 条亦按本方法确定地基等级;

2 对建筑抗震有利、一般、不利和危险地段的划分, 应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011) 的规定确定。

4.3.3 根据地基的复杂程度, 可按下列规定分为三个地基等级:

1 符合下列条件之一者为一级地基或复杂地基:

1) 岩土种类多, 很不均匀, 性质变化大, 需要特殊处理;

2) 严重膨胀、污染的特殊性岩土, 以及其它情况复杂, 需作专门处理的岩土。

2 符合下列条件之一者为二级地基或中等复杂地基:

1) 岩土种类较多, 不均匀, 性质变化较大;

2) 除本条第 1 款规定以外的特殊性岩土。

3 符合下列条件者为三级地基或简单地基:

1) 岩土种类单一, 均匀, 性质变化不大;

2) 无特殊性岩土。

4.3.4 根据工程重要性等级、场地复杂程度等级和地基复杂程度等级, 按下列条件划分岩土工程勘察等级:

1 甲级: 在工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级中, 有一项或多项为一级;

2 乙级: 除勘察等级为甲级和丙级以外的勘察项目;

3 丙级: 工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级均为三级。

注: 建筑在岩质地基上的一级工程, 当场地复杂程度等级和地基复杂程度等级均为三级时, 岩土工程勘察等级可定为乙级。

4.4 勘察阶段

4.4.1 勘察阶段可划分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察。

4.4.2 可行性研究勘察阶段主要做以下工作：

- 1 主要采用收集资料、现场踏勘、调查等手段；
- 2 了解场地的地层、构造、岩性、不良地质作用和地下水等工程地质条件；
- 3 当拟建工程场地地质条件复杂时，尚应进行必要的勘探、测试工作；
- 4 对拟建场地稳定性和适宜性做出评价。

4.4.3 初步勘察阶段主要做以下工作：

- 1 在收集有关工程经验、场地地质资料基础上，采用勘探、原位测试和室内试验等方法；
- 2 初步查明场地的地质构造、地基土结构和岩土工程性质、不良地质作用等；
- 3 分析评价场地和地基稳定性、地基基础类型，提出详细勘察重点内容的建议。

4.4.4 详细勘察阶段主要做以下工作：

- 1 应通过勘探、测试、试验、分析和统计等方法，提供详细的场地岩土工程勘察资料和岩土设计参数；
- 2 应对基础型式、地基处理、边坡治理、基坑支护、工程降水、地震效应、不良地质作用的防治、水土对建筑材料的腐蚀性和施工中的岩土工程问题等作出分析、评价和建议。

4.5 勘察纲要

4.5.1 勘察纲要的编制应包括下列内容：

- 1 项目概况；
- 2 编制依据；
- 3 勘察等级和阶段；
- 4 技术方案；
- 5 组织管理和计划；
- 6 质量、环境保护和职业健康安全要求。

4.5.2 勘察纲要的技术方案应包括下列内容：

- 1 勘察目的、重点和勘察方法；
- 2 勘探点线布置原则及工作量；
- 3 勘探点平面布置图；
- 4 勘探技术要求；
- 5 室内试验和现场测试要求；
- 6 预期提交的成果；
- 7 相关附件。

5 区域地质环境

5.1 地形地貌

5.1.1 陆域地貌类型可按附录 A 图 A.0.1 和表 A.0.1 进行划分。

5.1.2 海岸带地貌类型可按附录 A 图 A.0.1 和表 A.0.2 进行划分。

5.2 区域地层

5.2.1 区域地层的划分包括前第四纪地层、山区第四纪地层和沿海平原区第四纪地层。

5.2.2 前第四纪地层的划分应符合浙江省岩石地层浙西北区及沿海地层浙东南区的区划标准，详见附录 A 图 A.0.2。

5.2.3 山区第四纪地层可按表 5.2.3 划分。

表 5.2.3 浙江省山区第四纪地层划分表

地层单位			成因类型	时代及 成因代号	岩性简述	分布特征
系	统	组				
第四系	全新统	鄞江桥组 Q _{4y}	冲积	alQ ₄	具“二元结构”，上部为粉质黏土、粉土；下部为碎石土、砂性土，松散~稍密。上部局部见有机质土或淤泥	沟谷或河谷河漫滩和河床心滩、边滩
	上更新统	莲花组 Q _{3l}	冲积 洪冲积	alQ ₃ pl-alQ ₃	具“二元结构”，上部为粉质黏土、粉土；下部为碎石土、砂性土，稍密~中密，含少量黏性土。局部见有机质土或淤泥	一级堆积阶地、二级基座阶地
			坡洪积	dl-plQ ₃	含碎石或砾石黏性土，及含黏性土碎石或砾石，中密~密实	山前及沟谷斜地或洪积扇、坡积裙。
	中更新统	之江组 Q _{2z}	洪冲积	pl-alQ ₂	棕红色蠕虫状或细网纹状红土及含黏性土卵石或砾石，密实，卵石或砾石风化强烈	二级或三级基座阶地
			坡洪积	dl-plQ ₂	棕红色蠕虫状或细网纹状红土及含黏性土卵石或砾石，密实，碎石或砾石风化强烈	山前及沟谷斜地或洪积扇、坡积裙
下更新统	汤溪组 Q _{1t}	冲积	alQ ₁	杂色粉质黏土、黏土，硬塑；棕黄、灰黄色卵石或砾石，密实。常被后期坡洪积层覆盖	二级或三级基座阶地	

5.2.4 沿海平原区地层可按表 5.2.4 划分。

表 5.2.4 浙江省沿海平原地层划分表

地层单位				成因类型		地层代号		地层岩性简述		
系	统	组	段							
第 四 系	全新统	上组		冲海积	海积 冲湖积 湖沼积	al-mQ3 4	mQ3 4 al-lQ3 4 l-hQ3 4	灰黄色粉土, 稍密~中密。	褐黄、灰黄色粉质黏土、黏土, 软塑~可塑。	
							中组				冲海积	海积	al-mQ2 4	mQ2 4	黄灰、灰色粉土、粉砂, 稍密~中密。	灰色淤泥质土, 流塑, 局部夹粉砂、粉土。
		下组		冲湖积		al-lQ1 4		褐黄色黏土、粉质黏土, 可塑, 又称第一硬土层, 局部灰黄色粉细砂。		
				海积		mQ1 4		灰色淤泥质土, 流塑; 灰色黏性土, 软塑。		
		上更新统	上组	上段		冲湖积	al-lQ2-2 3		褐黄、灰绿色黏性土, 可塑, 又称第二硬土层, 局部灰黄色粉细砂。	
						海积	mQ2-2 3		灰色黏性土, 软塑, 局部灰绿色粉土。	
	冲海积					al-mQ2-2 3		灰色粉土、粉细砂、中密。		
	下段			冲湖积	al-lQ2-1 3		褐黄、灰绿色黏性土, 可~硬塑, 又称第三硬土层。			
				海积	mQ2-1 3		灰色黏性土, 可塑。			
				冲积、冲海积	alQ2-1 3、 al-mQ2-1 3		灰、灰黄、灰绿色粉土、粉砂、砂。			
	下组			冲湖积		al-lQ1 3		褐黄、灰绿色黏性土, 可~硬塑, 又称第四硬土层。		
				海积		mQ1 3		灰色黏性土, 可塑。		
				冲积或洪积		al(pl)Q1 3		灰、灰黄色, 卵石或砾石、砾砂、砂, 中密~密实。		
	中更新统	上组	冲湖积		al-lQ2 2		杂色黏性土层, 可塑~硬塑。			
			冲积或洪积		al(pl)Q2 2		卵石或砾石、砾砂、砂, 密实。			
		下组	冲湖积		al-lQ1 2		杂色黏性土层, 硬塑。			
			冲积或洪积		al(pl)Q1 2		卵石或碎石、砾砂、砂, 密实。			
	下更新统		冲湖积		al-lQ 1		杂色黏性土层, 硬塑。			
			冲积或洪积		al(pl)Q 1		卵石或碎石、砾砂、砂, 密实, 局部可见 2~3 个沉积旋回。			
	基岩									

5.3 工程地质层的划分

5.3.1 沿海平原区工程地质层的定名, 应根据本标准的规定和野外编录、原位测试、土工试验成果综合确定。

5.3.2 沿海平原区工程地质层的划分及其层序编号, 应根据土层的物理力学性质和地层的时代成因以及本标准平原区第四纪工程地质层划分表确定, 参见表 5.3.2, 其划分应符合下列规定:

1 按土层的地质时代确定“层组”的划分及代号; 将第四纪地层划分为 9 个工程地质层组, 即: ①Q3 4、②Q2 4、③Q1 4、④Q2-2 3、⑤Q2-1 3、⑥Q1 3、⑦Q2 2、⑧Q1 2 和⑨Q 1。

2 全新世地层，即①、②、③三个层组，对每个层组按岩性及其物理力学指标进一步分层，其顺序号以右脚码表示，序号的多少可按地区或工程场地确定，以层作为地基土层的基本单元。

3 中、晚更新世地层，即④、⑤、⑥、⑦、⑧五个层组，对每个层组，按成因类型分层，其顺序号以右脚码表示，即④₁、⑤₁、⑥₁层分别为灰绿、褐黄色冲湖积黏性土层；④₂、⑤₂、⑥₂层分别为灰色海相层；④₃、⑤₃、⑥₃层分别为冲海积、冲积或洪积粉性土、砂土或碎石土层；⑦₁、⑧₁层为灰绿、褐黄色冲湖积黏性土层；⑦₂、⑧₂层为冲积、洪积砂土或碎石土层。一般情况下，以层作为地基土层的基本单元；当某层出现岩性及其物理力学性质有差异时，则可进一步分成亚层，并以亚层作为地基土层的基本单元。

4 早更新世地层，即⑨层组，含残积土、坡积土、冲积土、洪积土，对每个层按岩性及其物理力学指标进一步分层，其顺序号以右脚码表示，序号的多少可按地区或工程场地确定，以层作为地基土层的基本单元。

5 人工填土以⑩₀层表示；可根据物质组成和堆填方式进行细分。

6 第四系下伏基岩层，应按风化程度划分工程地质层，右下角码分别表示风化程度，即：⑩₁全风化，⑩₂强风化，⑩₃中等风化，⑩₄微风化及⑩₅未风化。基岩的不同岩性可用大于⑩数字表示，并直接定名。

表 5.3.2 浙江省沿海平原区工程地质层组、层划分

地层时代及成因		层组	层	主要特征描述
Q3 4	al-lQ3 4、lhQ3 4	①	① ₁	灰黄色粉土，稍密~中密； 褐黄、灰黄色粉质黏土、黏土，软~可塑。
	mQ3 4、al-mQ3 4		① ₂	
		① ₃		
Q2 4	al-mQ2 4 mQ2 4	②	② ₁ ② ₂	黄灰、灰色粉土、粉砂，稍密~中密； 灰色淤泥、淤泥质土，流塑，局部夹粉砂、粉土。
Q1 4	al-lQ1 4	③	③ ₁	褐黄色黏土、粉质黏土，可塑，又称第一硬土层，局部灰黄粉细砂。 灰色淤泥质土，流塑；灰色黏性土，软塑。
	mQ1 4		③ ₂	
Q2-2 3	al-lQ2-2 3	④	④ ₁	褐黄、灰绿色黏性土，可塑，又称第二硬土层，局部灰黄色粉细砂。 灰色黏性土，软塑，局部灰绿色粉土。 灰色粉土、粉细砂。
	mQ2-2 3		④ ₂	
	al-mQ2-2 3		④ ₃	
Q2-1 3	al-lQ2-1 3	⑤	⑤ ₁	褐黄、灰绿色黏性土，可~硬塑，又称第三硬土层。 灰色黏性土，软~可塑。 灰、灰黄、灰绿色粉土、粉砂。
	mQ2-1 3		⑤ ₂	
	al、al-mQ2-1 3		⑤ ₃	
Q1 3	al-lQ1 3	⑥	⑥ ₁	褐黄、灰绿色黏性土，可~硬塑，又称第四硬土层。 灰色黏性土，软~可塑。 灰、灰黄色，卵石或砾石，砾砂、砂土，中密~密实。
	mQ1 3		⑥ ₂	
	al(pl) Q1 3		⑥ ₃	
Q2 2	al-lQ2 2	⑦	⑦ ₁	杂色黏性土层，可塑~硬塑。 卵石或砾石、砾砂、砂，密实。
	al(pl)Q2 2		⑦ ₂	
Q1 2	al-lQ1 2	⑧	⑧ ₁	杂色黏性土层，硬塑。 卵石或碎石、砾砂、砂土，密实。
	al(pl)Q1 2		⑧ ₂	
Q 1	al-lQ 1	⑨	⑨ ₁	杂色黏性土层，硬塑。卵石或碎石、砾砂、砂，密实。
	al(pl)Q 1		⑨ ₂	
		⑩	⑩ ₁ ⑩ ₂ ⑩ ₃ ⑩ ₄ ⑩ ₅	

5.4
山
区
工
程
地
质
层
的
划
分
5.4.

1 山区第四系工程地质层的定名，应根据本标准的规定和野外编录、原位测试、土工试验成果综合确定。

5.4.2 山区第四系工程地质层的划分及其层序编号，应根据土层的岩性及其物理力学性质和地层的时代、成因综合确定。

5.4.3 山区第四系地层、基岩的工程地质岩组划分和工程地质层编号，可参照沿海平原区工程地质层组的标准划分。

6 岩土的分类

6.1 岩石的分类

6.1.1 在进行岩土工程勘察时，应鉴定岩石的成因时代、岩石名称和风化程度，并进行岩石坚硬程度、岩体完整程度和岩体基本质量等级的划分。

6.1.2 岩石坚硬程度，可按表 6.1.2 或按附录 B 表 B.0.1 划分为坚硬岩、较硬岩、较软岩、软岩

和极软岩五类。

表 6.1.2 岩石坚硬程度分类

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

注：1 当无法取得饱和单轴抗压强度数据时，可用点荷载试验强度换算，换算方法按现行国家标准《工程岩体分级标准》(GB/T 50218)执行；

2 无抗压强度数据时，按附录 B 表 B.0.1 执行；

3 当岩体完整程度为极破碎时，可不进行坚硬程度分类。

6.1.3 岩体的完整程度，可按表 6.1.3 或附录 B 表 B.0.2 综合划分为完整、较完整、较破碎、破碎和极破碎五类。

表 6.1.3 岩体完整程度分类

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

注：完整性指数： $K_v = (V_R/V_p)^2$ ； V_R 为岩体的弹性纵波速度 (m/s)， V_p 为岩块的弹性纵波速度 (m/s)，选定岩体和岩块测定波速时，应具有代表性。

6.1.4 岩石风化程度，可按附录 B 表 B.0.3 划分为未风化、微风化、中等风化、强风化和全风化五类。

6.1.5 岩体基本质量等级分类，可按表 6.1.5 划分 I、II、III、IV 和 V 五个等级。

表 6.1.5 岩体基本质量等级分类

完整程度 坚硬程度	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎
坚硬岩	I	II	III	IV	V
较硬岩	II	III	IV	IV	V
较软岩	III	IV	IV	V	V
软岩	IV	IV	V	V	V
极软岩	V	V	V	V	V

6.1.6 当软化系数等于或小于 0.75 时，应定为软化岩石；当岩石具有特殊成分、特殊结构或特殊性质时，应定为特殊性岩石，如易溶性岩石、膨胀性岩石、崩解性岩石等。

6.1.7 岩石的描述应包括地质年代、岩石名称、风化程度、颜色、主要矿物、结构、构造和岩石质量指标 RQD。对沉积岩应着重描述沉积物的颗粒大小、形状、胶结物成分和胶结程度；对岩浆岩和变质岩应着重描述矿物成分、结晶大小和结晶程度等。岩石质量指标 RQD，可按表 6.1.7 进行分类。

表 6.1.7 岩石质量指标 (RQD) 分类

岩石质量分类	好的	较好的	较差的	差的	极差的
岩石质量指标 (%)	> 90	90~75	75~50	50~25	≤ 25

6.1.8 岩体的描述应包括结构面、结构体、岩层厚度和结构类型，并应符合下列规定：

1 结构面的描述包括类型、性质、产状、组合形式、发育程度、延展情况、闭合程度、粗糙程度、频度、充填情况和充填物性质以及充水性质等；

2 结构体的描述包括类型、形状、大小和结构体在围岩中的受力情况等；

3 岩层厚度分类应按表 6.1.8 进行。

表 6.1.8 岩层厚度分类

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

6.1.9 对地下洞室和边坡工程，岩体结构类型应按本标准附录 B 表 B.0.4 分类，边坡岩体分类和一般性分类可按附录 B 表 B.0.5 和附录 B 表 B.0.6 的规定。

6.1.10 对岩体基本质量等级为 IV 级和 V 级的岩体，鉴定和描述除按本标准第 6.1.1 条~第 6.1.3 条执行外，尚应符合下列规定：

1 对软岩和极软岩，应注意是否具有可软化性、膨胀性、崩解性等特殊性质；

2 对极破碎岩体，应说明破碎的原因；

3 应评价开挖后岩体进一步风化的特性。

6.2 土的分类

6.2.1 按土的成因年代可划分为老沉积土、新近沉积土和一般沉积土。老沉积土是指晚更新世 Q_3 及其以前沉积的土；新近沉积土是指第四纪全新世 Q_4 近期沉积的土；其余时期沉积的土应定为一般沉积土。

6.2.2 按土的地质成因可分为残积土、坡积土、洪积土、冲积土、海积土及湖沼积土等。

6.2.3 按土颗粒级配和塑性指数可划分为碎石土、砂土、粉土和黏性土四大类。

6.2.4 粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土为碎石土，并按表 6.2.4 进一步分类。

表 6.2.4 碎石土分类

土的名称	颗粒形状	颗粒级配
漂石	圆形及亚圆形为主	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	圆形及亚圆形为主	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	圆形及亚圆形为主	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。

6.2.5 粒径大于 2mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%，粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土，应定名为砂土，并按表 6.2.5 进一步分类。

表 6.2.5 砂土分类

土的名称	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：定名时应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。

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

表 6.2.6 粉土分类

土的名称	颗粒级配	塑性指数 I_p
黏质粉土	粒径小于 0.005mm 的颗粒质量超过总质量 10%，小于等于总质量的 15%	$7 < I_p \leq 10$
砂质粉土	粒径小于 0.005mm 的颗粒质量不超过总质量 10%	$I_p \leq 7$

注：以颗粒级配为主，塑性指数作参考。

6.2.7 塑性指数大于 10 的土应定名为黏性土，黏性土应根据表 6.2.7 划分为粉质黏土和黏土。

表 6.2.7 黏性土分类

土的名称	塑性指数 I_p
黏土	$I_p > 17$
粉质黏土	$10 < I_p \leq 17$

注：塑性指数应由相应于 76g 圆锥仪沉入土中深度为 10mm 时，测定的液限计算而得。

6.2.8 对工程意义上具有特殊成分、状态和结构特征且在一定区域分布的土应定名为特殊性土。特殊性土划分为：

1 淤泥及淤泥质土为在静水或缓慢的流水环境中沉积，并经生物化学作用形成的黏性土。淤泥及淤泥质土的分类按表 6.2.8 进一步分类。

表 6.2.8 淤泥、淤泥质土分类

土的名称	含水率 w	孔隙比 e_0	塑性指数 I_p
淤泥	$w > w_L$	$e_0 \geq 1.5$	
淤泥质土	淤泥质黏土	$w > w_L$	$1.0 \leq e_0 < 1.5$
	淤泥质粉质黏土	$w > w_L$	$1.0 \leq e_0 < 1.5$

2 有机土为含腐殖质及未完全分解的动植物体，有机质含量大于或等于 5% 的土。其分类可按本标准附录 B 表 B.0.7 的规定确定。

3 填土为由人类活动堆积而成的土。根据其组成和成因可分为素填土、杂填土、冲填土及

压实填土。

4 红黏土为由碳酸盐类岩石经红土化作用形成的高塑性黏土，其液限一般大于 50%。红黏土经再搬运后仍保留其基本特征，其液限大于 45% 的土为次生红黏土。

5 膨胀土为土中黏粒成分主要由亲水性矿物组成，同时具有显著的吸水膨胀和失水收缩特性，其自由膨胀率大于或等于 40% 的黏性土。

6 污染土为由于致污物质侵入土体改变了原生性状的土。污染土的定名可在原分类名称前冠以“污染”二字。

7 残积土为岩石在风化营力的作用下，已完全风化成土状且原岩结构破坏而未经搬运的土。

8 混合土为细粒土和粗粒土混杂且缺乏中间粒径的土。

6.2.9 土的综合定名除按颗粒级配或塑性指数定名外，尚应符合下列规定：

1 特殊成因的土类应结合其成因和年代特征定名；

2 混合土定名应冠以主要含有的土类名称；

3 同一土层中相间呈韵律沉积，当薄层与厚层的厚度比大于 1/3 时，定为“互层”；厚度比为 1/10~1/3 时，定为“夹层”；厚度比小于 1/10 的土层，且多次出现时，定为“夹薄层”；

4 当土层厚度大于 0.5m 时，宜单独分层。

6.2.10 土的鉴定应在现场描述的基础上，结合室内试验的开土记录和试验结果综合确定。土的描述应符合下列规定：

1 碎石土应描述颜色、颗粒级配、颗粒形状、颗粒排列、母岩成分、风化程度、充填物的性质和充填程度、密实度等；

2 砂土应描述颜色、矿物组成、颗粒级配、颗粒形状、细粒含量、湿度、密实度等；

3 粉土应描述颜色、包含物、湿度、密实度、摇震反应、光泽反应、干强度、韧性等；

4 黏性土应描述颜色、状态、包含物、光泽反应、摇震反应、干强度、韧性、土层结构等；

5 存在贝壳、泥炭等特殊土除应描述上述相应规定的内容外，尚应描述其特殊成分和特殊性质；填土尚需描述物质成分、堆积年代、密实度和厚度的均匀程度等；

6 具有互层、夹层、夹薄层特征的土，应描述各层的厚度和层理特征；

7 目力鉴定土的摇震反应、光泽反应、干强度和韧性等，可按表 6.2.10 区分粉土或黏性土。

表 6.2.10 粉土或黏性土的目力鉴定

土的名称 测试内容	粉土	粉质黏土	黏土
摇震反应	渐水迅速	渐水缓慢	无
光泽反应	切面粗糙、无光泽	切面稍光滑、稍有光泽	切面光滑、有光泽
干强度	低	中等	高
韧性	低	中等	高

6.2.11 碎石土的密实度可根据圆锥动力触探锤击数按表 6.2.11-1、表 6.2.11-2 确定；定性描述

可按附录 B 表 B.0.8 的规定执行。

表 6.2.11-1 碎石土密实度按 $N_{63.5}$ 分类

重型动力触探锤击数 $N_{63.5}$	密实度
$N_{63.5} \leq 5$	松 散
$5 < N_{63.5} \leq 10$	稍 密
$10 < N_{63.5} \leq 20$	中 密
$20 < N_{63.5}$	密 实

注：1 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。对于平均粒径大于 50mm，或最大粒径大于 100mm 的碎石土，可用超重型动力触探或野外观察鉴别。

2 表 6.2.11 动力触探锤击数是修正后击数。

表 6.2.11-2 碎石土密实度按 N_{120} 分类

超重型动力触探锤击数 N_{120}	密实度
$N_{120} \leq 3$	松 散
$3 < N_{120} \leq 6$	稍 密
$6 < N_{120} \leq 11$	中 密
$11 < N_{120} \leq 14$	密 实
$14 < N_{120}$	很 密

6.2.12 砂土的密实度可根据标准贯入试验锤击数实测值 N 或静力触探锥尖阻力值 q_c 按表 6.2.12 规定划分。

表 6.2.12 砂土密实度分类

密实度	松散	稍密	中密	密实
N	$N \leq 10$	$10 < N \leq 15$	$15 < N \leq 30$	$N > 30$
$q_c(\text{MPa})$	$q_c \leq 3.0$	$3.0 < q_c \leq 6.0$	$6.0 < q_c \leq 12.0$	$q_c > 12.0$

6.2.13 粉土的密实度可根据标准贯入试验锤击数实测值 N 或静力触探锥尖阻力值 q_c 按表 6.2.13-1、孔隙比 e 按表 6.2.13-2 的规定划分；其湿度可根据含水率 w 按表 6.2.13-3 划分。

表 6.2.13-1 粉土密实度分类

密实度		松散	稍密	中密	密实
粉土	N	$N \leq 7$	$7 < N \leq 13$	$13 < N \leq 25$	$N > 25$
	$q_c(\text{MPa})$	$q_c \leq 2.0$	$2.0 < q_c \leq 4.0$	$4.0 < q_c \leq 6.0$	$q_c > 6.0$

注：当有经验时，也可用其他原位测试方法确定粉土的密实度。

6.2.13-2 粉土密实度分类

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

表 6.2.13-3 粉土湿度分类

含水率 w (%)	湿度
$w < 20$	稍湿

$20 \leq w \leq 30$	湿
$w > 30$	很湿

6.2.14 黏性土的状态可根据液性指数 I_L 按表 6.2.14 划分。

表 6.2.14 黏性土状态分类

状 态		液性指数 I_L
坚硬		$I_L \leq 0$
硬塑		$0 < I_L \leq 0.25$
可塑	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.50$
	软可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$
软塑		$0.75 < I_L \leq 1.00$
流塑		$I_L > 1.00$

6.2.15 地基土的压缩性可根据压缩系数值 α_{1-2} 按表 6.2.15 划分。

表 6.2.15 地基土的压缩性分类

压缩系数 α_{1-2} (MPa^{-1})	压缩性分类
$\alpha_{1-2} < 0.1$	低压缩性土
$0.1 \leq \alpha_{1-2} < 0.5$	中压缩性土
$\alpha_{1-2} \geq 0.5$	高压缩性土

7 工程地质勘探

7.1 一般规定

7.1.1 工程地质勘探之前宜进行工程地质调绘，工程地质调绘宜在可行性研究阶段或初步勘察阶段进行，在详细勘察阶段可针对某些专题研究进行补充工程地质调绘。

7.1.2 勘探方法包括地球物理勘探、原位测试、钻探、井探、槽探、洞探和取样等。勘探方法

的选取应符合勘察的目的和岩土的特性。

7.1.3 布置勘探工作时，应考虑勘探对工程场地自然环境的影响和作业安全，防止对架空线路、地下管线、地下设施和自然环境的破坏。

7.2 工程地质调绘

7.2.1 工程地质调绘的范围应包括工程建设场地及邻近一定范围，对于存在不良地质和特殊性岩土，应根据需要扩大调查范围。

7.2.2 工程地质调绘应包括下列内容：

- 1 调查地形地貌特征，划分地貌单元；
- 2 地层层序、成因、时代、厚度、风化特征及胶结物等特性；
- 3 地质构造、岩性、岩体结构类型、各类结构面的特征；
- 4 地下水类型、补径排条件及含水层的岩性、埋深、水位等特征；
- 5 不良地质作用及其类型、成因、性质、分布及发育程度；
- 6 特殊性岩土类型、分布、性质；
- 7 调查人类活动对场地稳定性的影响；
- 8 既有工程的使用情况及工程经验。

7.2.3 工程地质测绘比例尺及精度应符合下列要求：

1 测绘用图比例尺宜选用比最终成图比例大一级的地形图作底图，并根据不同勘察阶段选择相应比例尺。在可行性阶段选用 1:2000~1:50000，初步勘察阶段可选用 1:500~1:2000；详细勘察阶段可选用 1:500~1:1000；当地质条件复杂时，比例尺宜适当放大；

2 地质界线和地质观测点的测绘精度，在图上不宜低于 2 mm；

3 地质单元体在地形图上的宽度大于等于 2 mm 时，均应在图上表示。对工程有重要影响的地质单元体，可放大表示。

7.2.4 地质观测点的布置应满足下列要求：

1 地质构造线、地层接触线、岩性分界线、不良地质体及特殊地质体上应设置地质观测点；

2 地质观测点应充分利用天然和人工的露头，当露头不能满足要求时，应布置一定数量的探坑或探槽；

3 地质观测点的密度应根据勘探目的要求、场地地质条件和成图比例尺等因素综合确定，以保证控制不同类型地质界线和地质单元体的变化；

4 地质观测点的定位应根据精度要求选用适当的方法。

7.3 地球物理勘探

7.3.1 地球物理勘探方法可选用重力勘探、磁法勘探、电法勘探、地震勘探及放射性勘探等。

7.3.2 地球物理勘探方法的选择应根据设备性能、物性参数、使用条件、场地条件及工程要求综合考虑。在地质条件复杂地段采用地球物理勘探方法进行勘察时，宜采用两种以上的综合地球物理勘探方法。

7.3.3 应用地球物理勘探方法时，应具备下列条件：

- 1 被探测对象与周围介质之间有明显的物理性质差异；
- 2 被探测对象具有一定的埋藏深度和规模，且地球物理异常有足够的强度；
- 3 能抑制干扰，区分有用信号和干扰信号；
- 4 在有代表性地段进行方法的有效性试验。

7.3.4 下列情况宜采用地球物理勘探方法：

- 1 探测隐伏的地质界线、界面、岩溶洞穴、采空区、含水层等；
- 2 探测钻孔间及外延段地质情况；
- 3 测定岩土体的波速、动弹性模量、动剪切模量、卓越周期、电阻率、放射性辐射等参数。

7.3.5 地球物理勘探提供的成果资料，应考虑其多解性，应与钻探及其他地质勘察资料综合分析、互相验证。

7.4 勘探点定位和测量

7.4.1 勘探点的定位与测量应根据委托方提供的坐标和高程控制点，以及勘测任务书的要求进行。

7.4.2 勘探点定位应符合下列要求：

1 可行性研究勘察阶段：可利用坐标放样，其平面位置允许偏差 $\pm 1\text{m}$ ，高程允许偏差 $\pm 5\text{cm}$ ；对周边无坐标控制点时，可设立专门固定控制点；

2 初步勘察阶段：应利用坐标放样，其平面位置允许偏差 $\pm 0.5\text{m}$ ，高程允许偏差 $\pm 5\text{cm}$ ；对丙级勘察项目，且周边无坐标控制点时，应设立专门固定坐标点；

3 详细勘察阶段：应利用坐标和高程控制点进行放样，平面位置允许偏差 $\pm 0.25\text{m}$ ，高程允许偏差 $\pm 5\text{cm}$ 。

7.4.3 勘探点位应设置有点位编号的稳定标识；开钻前应按点位设计图核对勘探点编号及其位置；当存在有障碍而需改变勘探点位置时，应经项目负责人同意，并将实际勘探点位置及时标注在平面图上，注明与原勘探点位的偏差距离、方位与高差，必要时重新定位。

7.4.4 勘探点位高程测量时应先联测所提供的高程控制点，联测场地内临时水准点闭合差符合精度要求（ $\pm 8\sqrt{n}\text{ mm}$ ， n 为测站数）后再测量各勘探点高程。

7.4.5 勘探点定位与高程测量应标明各勘探点编号、坐标、孔口高程、放样依据点以及所设临时水准点，方位点的点之记。

7.4.6 现场空旷无控制点，可采用图解坐标，利用卫星定位系统定位和高程测量，定位时应通过自建基站或专用基站进行实时联网校正，并提交定位系统外业观测记录文件及数据处理中生成的文件。

7.5 原位测试

7.5.1 原位测试应符合下列规定：

- 1 原位测试应根据岩土工程勘察技术要求合理选用；
- 2 原位测试成果应在与室内试验和工程反算参数作对比基础上，估算岩土工程特性参数和对岩土工程问题做出评价；
- 3 原位测试的仪器设备应定期检验或标定，确保试验成果的准确性。

7.5.2 载荷试验应符合下列规定：

- 1 浅层平板载荷试验适用于浅层地基土，其承压板的面积不应小于 0.25m^2 ，对于软土不应小于 0.5m^2 ；深层平板载荷试验适用于深层地基土和大直径桩的桩端土，其试验深度不应小于 5m ；螺旋板载荷试验适用于深层地基土和地下水位以下的地基土。
- 2 载荷试验应布置在有代表性的地点，每个场地不宜少于 3 个，当场地内岩土体不均匀时，应适当增加；浅层平板载荷试验应布置在基础底面标高处。
- 3 载荷试验的技术要求应按国标《岩土工程勘察规范》（GB50021）执行；
- 4 载荷试验成果应绘制荷载 p 与沉降 s 曲线，必要时绘制各级荷载下沉降 s 与时间 t 或时间对数 lgt 曲线；应实测 $p-s$ 曲线确定地基土承载力、变形模量及基床反力系数。

7.5.3 静力触探试验应符合以下规定：

- 1 静力触探试验适用于黏性土、粉土、砂土。静力触探的探头可根据工程需要采用双桥探头或带孔隙水压力量测的三桥探头，测定地层的锥尖阻力 q_c 、侧壁摩阻力 f_s 及贯入时的孔隙水压力 u ；
- 2 静力触探试验的技术要求应按照国标《岩土工程勘察规范》（GB50021）执行；
- 3 静力触探试验成果包括下列内容：
 - 1) 绘制各种贯入曲线：双桥探头应绘制 q_c-z 曲线、 f_s-z 曲线、 R_f-z 曲线；
 - 2) 孔压探头尚应绘制 u_t-z 曲线、 q_t-z 曲线、 f_t-z 曲线、 B_q-z 曲线和 u_t-lgt 曲线；
 - 3) 计算各土层静力触探试验数据的平均值，或对数据进行统计分析，提供静力触探数据的空间变化规律。
 - 4) 根据贯入曲线的线型特征，结合相邻钻孔资料和地区经验，判定土类和划分土层；
- 4 利用静力触探资料，可估算土的密实度、强度、压缩性、地基承载力指标、沉桩阻力，进行砂土液化判别等。根据孔压消散曲线可估算土的固结系数和渗透系数。

7.5.4 圆锥动力触探试验应符合下列规定：

- 1 圆锥动力触探试验包括轻型、重型和超重型三种类型；圆锥动力触探试验类型选择应符合表 7.5.4 的规定。

表 7.5.4 圆锥动力触探类型和适用范围

圆锥动力触探类型		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	50~60
指 标		贯入 30cm 的击数 N_{10}	贯入 10cm 的击数 $N_{63.5}$	贯入 10cm 的击数 N_{120}
主要适用岩土		埋深小于 5m 的填土、砂土、粉土、黏性土	砂土、中密以下的碎石土、极软岩	碎石土、软岩、极软岩

2 圆锥动力触探试验的技术要求应按照国标《岩土工程勘察规范》(GB50021)执行；

3 圆锥动力触探试验成果应包括下列内容：

- 1) 单孔连续圆锥动力触探试验应绘制锤击数 ($N_{63.5}$) 与贯入深度 (h) 关系曲线；
- 2) 计算单孔分层贯入指标平均值时，应剔除临界深度以内的数值、超前和滞后影响范围内的异常值；
- 3) 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；
- 4) 计算地基承载力时，应对单孔贯入实测值，按深度进行修正，提供修正值。

4 根据浙江地区经验，利用圆锥动力触探试验指标可划分土层，评价土的均匀性和密实度、土的强度、变形参数、地基承载力、检测地基处理效果等。

7.5.5 标准贯入试验应符合下列规定：

- 1 标准贯入试验适用于砂土、粉土、黏性土和全风化基岩；
- 2 标准贯入试验的技术要求应按照国标《岩土工程勘察规范》(GB50021)执行；
- 3 标准贯入试验成果 N 应直接标在工程地质剖面图上，或绘制单孔标准贯入击数 N 与深度关系曲线或直方图；

4 标准贯入试验锤击数 N 值，可对砂土、粉土、黏性土和全风化基岩的物理状态，土的强度、变形参数、地基承载力、单桩承载力，砂土和粉土的液化判别，成桩的可能性等作出评价。本标准未作说明的均不需进行杆长修正。

7.5.6 十字板剪切试验应符合下列规定：

- 1 十字板剪切试验可用于测定饱和软黏性土的不排水抗剪强度和灵敏度；
- 2 十字板剪切试验点的布置，对均质土竖向间距宜为 1m，对非均质或夹薄层粉细砂的软黏性土，宜先作静力触探，结合土层变化，选择适宜深度进行试验；
- 3 十字板剪切试验的技术要求：

- 1) 十字板板头及轴杆等规格应符合表 7.5.6 的规定，且板面粗糙度不应大于 $6.3\mu\text{m}$ ；

表 7.5.6 十字板头规格

型号	板高 (H) (mm)	板宽 (D) (mm)	板厚 (t) (mm)	板下端 刃角 (α) (°)	轴杆		高宽比 (H/D)	厚宽比 (t/D)	面积 比 (A_r) (%)
					直径 (φ) (mm)	长度 (l) (mm)			

I	100	50	2	60	13	50	2	0.04	≤14
II	150	75	3	60	16	50	2	0.04	≤14

- 2) 十字板头插入钻孔底的深度不应小于钻孔或套管直径的 3~5 倍；
- 3) 十字板插入至试验深度后，至少应静止 2 min~3min，方可开始试验；
- 4) 扭转剪切速率宜采用 (1°~2°) /10s，并应在测得峰值强度后继续测记 1min；
- 5) 在峰值强度或稳定值测试完毕，顺扭转方向连续转动 6 圈后，测定重塑土的不排水抗剪强度。

4 十字板剪切试验成果整理包括：

- 1) 试验孔应计算各试验点土的不排水抗剪峰值强度、残余强度、重塑土强度和灵敏度；
- 2) 应绘制单孔十字板剪切试验土的不排水抗剪峰值强度、残余强度、重塑土强度和灵敏度随深度的变化曲线，需要时绘制抗剪强度与扭转角度的关系曲线；
- 3) 十字板不排水抗剪强度应根据土层条件和地区经验进行修正；
- 4) 十字板剪切试验成果可按地区经验公式，确定地基承载力，计算边坡稳定系数。

5 根据原状土的不排水抗剪强度 c_u 和重塑土的不排水抗剪强度 c_u' ，按 7.5.6-1 式计算土的灵敏度 S_t ：

$$S_t = c_u / c_u' \quad (7.5.6-1)$$

7.5.7 旁压试验应符合下列规定：

1 旁压试验包括预钻式和自钻式两类。预钻式旁压试验适用于黏性土、粉土、砂土、碎石土、残积土、极软岩和软岩等；自钻式旁压试验适用于黏性土、粉土和砂土。

2 旁压试验应在有代表性的位置和深度进行，旁压器的量测腔应在同一土层内。试验点的垂直间距应根据地层条件和工程要求确定，但不宜小于 1 m，试验孔与已有钻孔的水平距离不宜小于 1m；

3 旁压试验应符合下列技术要求：

- 1) 旁压试验孔应具有代表性，并不宜少于 2 孔；
- 2) 预钻式旁压试验应保证成孔质量，钻孔直径与旁压器直径应良好配合，防止孔壁坍塌；自钻式旁压试验的自钻钻头、钻头转速、钻进速率、刃口距离、泥浆压力和流量等应符合有关规定；
- 3) 加荷等级可采用预期临塑压力的 1/5~1/7，初始阶段加荷等级可取小值，必要时，可作卸荷再加荷试验，测定再加荷旁压模量；
- 4) 每级压力应维持相对稳定的观测时间，对黏性土、粉土、砂土宜为 2min，对碎石土、残积土、极软岩和软岩等宜为 1min。当稳定时间维持 1min 时，加荷后 15s、30s、60s 测读变形量，维持 2min 时，加荷后 15s、30s、60s、120s 测读变形量；
- 5) 当量测腔的扩张体积相当于量测腔的固有体积时，或压力达到仪器的容许最大压力时，应终止试验。

4 旁压试验成果整理分析应符合下列要求：

- 1) 应对对各级压力和相应的扩张体积或换算为半径增量进行约束力和体积的修正后，绘制压力与体积曲线，需要时可作蠕变曲线；

- 2) 应根据压力与体积曲线，结合蠕变曲线确定初始压力、临塑压力和极限压力；
- 3) 应根据压力与体积曲线的直线段斜率，按下式计算旁压模量：

$$E_m = 2(1 + \mu) \left(V_c + \frac{V_0 + V_f}{2} \right) \frac{\Delta p}{\Delta V} \quad (7.5.7)$$

式中 E_m ——旁压模量 (kPa)；

μ ——泊松比(碎石土取 0.27, 砂土取 0.30, 粉土去 0.35, 粉质粘土去 0.38, 粘土取 0.42)；

V_c ——旁压器量测腔初始固有体积 (cm³)；

V_0 ——与初始压力 P_0 对应的体积 (cm³)；

V_f ——与临塑压力 P_f 对应的体积 (cm³)；

$\frac{\Delta p}{\Delta v}$ ——旁压曲线直线段的斜率 (kPa/cm³)。

5 根据根据旁压试验，结合地区经验可评定地基承载力和变形参数。根据自钻式旁压试验的旁压曲线，还可测求土的原位水平应力、静止侧压力系数、不排水抗剪强度等。

7.5.8 扁铲侧胀试验应符合下列规定：

1 扁铲侧胀试验适用于软土、一般黏性土、粉土和松散~中密的砂土。

2 扁铲侧胀试验应符合下列技术要求：

- 1) 每孔试验前后均应进行探头率定，取试验前后的平均值为修正值；膜片的合格标准为：率定时膨胀至 0.05 mm 的气压实测值 $\Delta A=5\sim 25\text{kPa}$ ；率定时膨胀至 1.10 mm 的气压实测值 $\Delta B=10\sim 110\text{kPa}$ 。
- 2) 扁铲侧胀试验应选择有代表性地段进行，试验点间距可取 20cm~50cm；
- 3) 试验时，应以静力匀速将探头贯入土中，贯入速率宜为 2cm/s；
- 4) 探头达到预定深度后，应匀速加压和减压测定膜片膨胀至 0.05 mm、1.10 mm 和回到 0.05mm 的压力 A 、 B 、 C 值；
- 5) 扁铲侧胀消散试验，应在需测试的深度进行，测读时间间隔可取 1min、2 min、4min、8min、15min、30min、60 min、90min，以后每 60min 测读一次，直到消散结束。

3 扁铲侧胀试验成果整理分析应符合下列要求：

1) 对试验的实测数据进行膜片刚度修正：

$$p_0 = 1.05(A - Z_m + \Delta A) - 0.05(B - Z_m - \Delta B) \quad (7.5.8-1)$$

$$p_1 = B - Z_m - \Delta B \quad (7.5.8-2)$$

$$p_2 = C - Z_m + \Delta A \quad (7.5.8-3)$$

式中 p_0 ——膜片向土中膨胀之前的接触压力 (kPa)；

p_1 ——膜片膨胀至 1.10mm 时的压力 (kPa)；

p_2 ——膜片膨胀回到 0.05mm 时的终止压力 (kPa)；

z_m ——调零前的压力表初读数 (kPa)。

2) 根据 p_0 、 p_1 、 p_2 计算下列指标：

$$E_D = 34.7(p_1 - p_0) \quad (7.5.8-4)$$

$$K_D = \frac{(p_0 - u_0)}{\sigma_{v0}} \quad (7.5.8-5)$$

$$I_D = \frac{p_1 - p_0}{p_0 - u_0} \quad (7.5.8-6)$$

$$U_D = \frac{(p_2 - u_0)}{(p_0 - u_0)} \quad (7.5.8-7)$$

式中 E_D ——侧胀模量 (kPa)；

K_D ——侧胀水平应力指数；

I_D ——侧胀土性指数；

U_D ——侧胀孔压指数；

u_0 ——试验深度处的静水压力 (kPa)；

σ_{v0} ——试验深度处土的有效上覆压力 (kPa)。

3) 绘制 E_D 、 I_D 、 K_D 和 U_D 与深度的关系曲线。

4 根据扁铲侧胀试验指标，可判别土类，确定黏性土的状态、土静止侧压力系数、水平基底系数等。

7.5.9 现场直接剪切试验应符合下列规定：

1 现场直剪试验适用于岩土体本身、岩土体沿软弱结构面和岩体与其他材料接触面的剪切试验，可分为岩土体试体在法向应力作用下沿剪切面剪切破坏的抗剪断试验，岩土体剪断后沿剪切面继续剪切的抗剪试验或摩擦试验，法向应力为零时岩体剪切的抗切试验；

2 现场直剪试验布置应符合下列要求：

- 1) 现场直剪试验可在试洞、试坑、探槽或大口径钻孔内进行。当剪切面水平或近于水平时，可采用平推法或斜推法；当剪切面较陡时，可采用楔形体法；
- 2) 同一组试验体的岩性应基本相同，受力状态应与岩土体在工程中的实际受力状态相近；
- 3) 现场直剪试验每组岩体不宜少于 5 个，剪切面积不得小于 0.25m^2 ，试体最小边长不宜小于 50cm，高度不宜小于最小边长的 0.5 倍，试体之间的距离应大于最小边长的 1.5 倍；
- 4) 每组土体试验不宜少于 3 个，剪切面积不得小于 0.3m^2 ，高度不宜小于 20cm 或为最大粒径的 4~8 倍，剪切面开缝应为最小粒径的 1/3~1/4。

3 现场直剪试验应符合下列技术要求：

- 1) 开挖试坑时应避免对试体的扰动和含水量的显著变化；在地下水位以下试验时，应避免水压力和渗流对试验的影响；
- 2) 施加的法向荷载、剪切荷载应位于剪切面、剪切缝的中心；或使法向荷载与剪切荷载的合力通过剪切面的中心，并保持法向荷载不变；
- 3) 最大法向荷载应大于设计荷载，并按等量分级；荷载精度应为试验最大荷载的 $\pm 2\%$ ；
- 4) 每一试体的法向荷载可分 4~5 级施加；当法向变形达到相对稳定时，即可施加剪切荷载；
- 5) 每级剪切荷载按预估最大荷载的 8%~10% 分级等量施加，或按法向荷载的 5%~10% 分级等量施加；岩体按每 5 min~10min，土体按每 30s 施加一级剪切荷载；
- 6) 当剪切变形急剧增长或剪切变形达到试体尺寸的 1/10 时，可终止试验；
- 7) 根据剪切位移大于 10 mm 时的试验成果确定残余抗剪强度，需要时可沿剪切面继续

进行摩擦试验。

4 现场直剪试验成果整理分析应符合下列要求：

- 1) 绘制剪切应力与剪切位移曲线、剪应力与垂直位移曲线，确定比例强度、屈服强度、峰值强度、剪胀点和剪胀强度；
- 2) 绘制法向应力与比例强度、屈服强度、峰值强度、残余强度的曲线，确定相应的强度参数。

7.5.10 波速测试应符合下列规定：

1 波速测试适用于测定各类岩土体的压缩波、剪切波的波速。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；

2 单孔法波速测试的技术要求：

- 1) 测试孔应垂直；
- 2) 将三分量检波器固定在孔内预定深度处，并紧贴孔壁；
- 3) 可采用地面激振或孔内激振；
- 4) 应结合土层布置测点，测点的垂直间距宜取 1m~3m；层位变化处加密，并宜自下而上逐点测试。

3 跨孔法波速测试的技术要求：

- 1) 振源孔和测试孔，应布置在一条直线上；
- 2) 测试孔的孔距在土层中宜取 2 m~5m，在岩层中宜取 8 m~15m，测点垂直间距宜取 1 m~2m；近地表测点宜布置在 0.4 倍孔距的深度处，震源和检波器应置于同一地层的相同标高处；
- 3) 当测试深度大于 15m 时，应进行激振孔和测试孔倾斜度、倾斜方位的量测，测点间距宜取 1m。

4 面波法波速测试可采用瞬态法或稳态法，宜采用低频检波器，道间距可根据场地条件通过试验确定；

5 波速测试成果整理分析应符合下列要求：

- 1) 提供岩土的动力参数；
- 2) 划分场地图的类型和场地类别；
- 3) 评价岩体的风化程度和完整性；
- 4) 计算岩土的动弹性模量、动剪切模量和动泊松比；
- 5) 场地地震效应分析和动力反应分析。

7.6 钻 探

7.6.1 钻探方法可根据岩土类别和勘探要求按表 7.6.1 选用。

表 7.6.1 钻探方法的适用范围

钻探方法		钻进地层					勘察要求	
		黏性土	粉土	砂土	碎石土	岩石	直观鉴别, 采取不扰动试样	直观鉴别, 采取扰动试样
回转	螺旋钻探	++	+	+	-	-	-	++
	无岩芯钻探	++	++	++	+	++	-	-
	岩芯钻探	++	++	++	+	++	++	++
冲击	冲击钻探	-	+	++	++	-	-	-
	锤击钻探	++	++	++	+	-	++	++

注：++：适用；+：部分适用；-：不适用。

7.6.2 勘探浅部土层可采用下列钻探方法：

- 1 小口径麻花钻或提土钻钻进，一般适用于 5m 以内；
- 2 小口径勺形钻钻进，一般适用于杂填土、含砾土层；
- 3 洛阳铲钻进，一般适用于地下水位以上土层。

7.6.3 钻探应符合下列规定：

- 1 钻探深度和岩土分层深度的量测精度，不应低于±5 cm；
- 2 应控制非连续取芯钻进的回次进尺，使分层精度符合要求；
- 3 对鉴别地层天然湿度的钻孔，在地下水位以上应进行干钻；当必须加水或使用循环液时，应采用双层岩芯管钻进；
- 4 岩芯钻探的取芯率，应符合浙江省《建筑工程地质钻探安全技术操作规程》（DB33/1020）规定，对需要具体查明的部位如滑动带、软弱夹层等，应采用双层岩芯管连续取芯；
- 5 当需要确定岩石质量指标 RQD 时，应采用 75mm 直径（N 型）双层岩芯管和金刚石钻头；
- 6 钻探结束后，应按浙江省《建筑工程地质钻探安全技术操作规程》（DB33/1020）要求进行封孔。

7.6.4 钻探的野外描述和记录应符合下列要求：

- 1 野外描述记录应由经过专业培训人员承担，记录应真实、准确及时，按钻进回次逐段记录、严禁事后追记；
- 2 钻探现场描述可采用肉眼鉴别和弓割、手触等方法，有条件或勘察工作有明确要求时，可采用微型贯入仪等定量化、标准化的方法；
- 3 钻探记录可用钻孔野外柱状图或钻探记录表，由工程负责人查验、签字、逐孔验收；
- 4 应将岩土芯样有序排放，宜对土芯、岩芯拍照存查，必要时按要求装箱保存。

7.7 井探、槽探和洞探

7.7.1 当钻探方法难以准确查明岩土层情况时，可采用探井、探槽进行勘探；在坝址、地下工程、大型边坡等勘察中，需详细查明深部岩土层性质、构造特征时，可采用竖井或平洞。

7.7.2 探井的深度不宜超过地下水位；竖井和平洞的深度、长度、断面等按工程要求确定；探井、探槽可采用机械和人工开挖，并采取相应的安全措施。

7.7.3 在疏松、软弱土层中或无黏性的砂、卵石中开挖探井必须有妥善的支护措施。

7.7.4 探井、探槽土石方量大，对场地的自然环境会造成不利影响，对此应有充分估计和措施，勘探结束后应及时妥善回填。

7.7.5 探井、探槽和探洞的资料成果除文字描述记录外，尚应以剖面图、展开图等反映井、槽、洞的壁体和底部的岩性、地层分界、构造特征、取样和原位试验位置，并辅以全部拍照、摄像的记录资料。

7.8 取 样

7.8.1 工程地质钻探的土样采取分为扰动土样与不扰动土样两类；土试样质量应根据试验内容按表 7.8.1 分为四个质量等级。

表 7.8.1 土试样质量等级

级别	扰动程度	试验内容
I	不扰动	土类定名、含水率、密度、强度试验、固结试验、渗透试验。
II	轻微扰动	土类定名、含水率、密度。
III	显著扰动	土类定名、含水率。
IV	完全扰动	土类定名

注：**1** 不扰动是指原位应力状态虽已改变，但土的结构、含水率、密度变化很小，能满足室内试验各项要求；

2 除地基基础设计等级为甲级的工程外，在工程技术要求允许的情况下可用 II 级土试样进行力学性质试验，但宜先对土试样受扰动程度作抽样鉴定，判断用于试验的适宜性，并结合地区经验使用试验成果。

7.8.2 土样的采取应根据取样要求、地层特点，选用合适取土器；所选用的取土器技术规格尚应符合现行产品行业标准的规定。

7.8.3 在钻孔中采取 I、II、III 级土试样时，应满足下列要求：

1 在软土、砂土中宜采用泥浆护壁；如使用套管，应保持管内水位等于或稍高于地下水位，取样位置应低于套管底 3D 孔径的距离，D 为套管外径；

2 采用冲击、振动等方式钻进时，应在预计的取样位置 1.0m 以上改用回转钻进；

3 下放取土器前应仔细清孔、清除扰动土，孔底残留土厚度不应大于取土器废土筒段长度，活塞取土器除外；

4 采取土试样宜用快速静力连续压入法，当土质坚硬压入有困难时可用重锤少击法；

5 具体操作方法应按现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ/T87）及现行浙江省标准《建筑工程地质安全技术操作规程》（DB33/1020）执行。

7.8.4 土样取出后，应及时编号、填写封签、密封；土样应直立放置、防曝晒和冰冻；在运输中应避免受震扰动。

7.8.5 岩石试样可利用钻探岩芯截取制作或在探井、探槽、竖井和平洞中采取，采取的毛样尺寸应满足试块加工的要求；在特殊情况下，试样形状、尺寸和方向由岩体力学试验设计确定。

8 各类建设工程勘察

8.1 房屋建筑工程

8.1.1 房屋建筑工程地基岩土工程勘察应采用工程地质调绘、钻探和测试等综合勘察手段，对地质条件复杂或重要工程，尚应采用遥感、物探等方法。

8.1.2 房屋建筑工程地基岩土工程勘察应包括下列内容：

1 调查场地和地基的稳定性、地层结构、持力层和下卧层的工程特性、土的应力历史和地下水条件及不良地质作用等；

2 提供满足设计、施工所需的岩土参数，确定地基承载力，预测地基变形性状；

3 提出地基基础、基坑支护、工程降水和地基处理设计与施工方案的建议；

4 提出对建筑物有影响的不良地质作用的防治方案建议；

5 应进行场地与地基的地震效应评价。

6 山区地基应调查岩石类型、坚硬程度、岩体构造、基本质量等级和风化程度，并作出评价；除对建筑场地布置工作量外，尚应对建设场地及周边斜坡进行工程地质调查，必要时，应布置勘探和测试工作；

7 滩涂地基钻探和原位测试时应选用稳定可靠的勘探船或勘探平台，并编制避风、避浪或候潮等作业计划。

8.1.3 可行性研究阶段勘察，应对场地的稳定性和适宜性作出评价并符合下列要求：

1 搜集场地及附近地质、地形地貌、地层结构、物理力学性质和不良地质作用、水文地质和当地工程经验等资料；

2 在充分搜集已有的资料基础上，通过踏勘了解场地与设计相关的地质条件；

3 平原区地基勘察，当场地及周围资料不足时，应进行必要的工程地质调绘及勘探工作；勘探点应布置在有代表性地段，勘探孔间距宜为 250m~350m；勘探孔深应根据工程性质和地基地层结构特性综合确定，一般进入可利用的稳定持力层 5m~8m；

4 山区地基勘察，当场地及周围资料不足或地层变化大时，应以工程地质调绘为主，重点调查不良地质作用；勘探孔间距宜为 200 m~300m，调绘比例尺不宜小于 1:1000，勘探孔深应根据地基岩土结构特性和工程性质综合确定，宜进入稳定的基础持力层 3m~5m。

8.1.4 初步勘察阶段应符合下列要求：

1 充分研究已有勘察资料，查明场地所在地貌、地质单元；

2 初步查明影响场地和地基稳定性的不良地质作用和特殊性岩土；

3 初步查明场地地层时代、成因、结构和岩土的物理力学性质，必要时宜进行工程地质分区；

4 初步查明地下水类型、补给、排泄条件和腐蚀性；对地下水位较高的场地，需判明地下水升降幅度时，宜设置地下水长期观测孔；

5 应对可能采取的基础类型、基坑开挖与支护、工程降水方案进行初步分析评价。

8.1.5 不良地质作用和特殊性岩土包括下列内容：

- 1 覆盖型岩溶、土洞及其发育程度；
- 2 古河道、暗浜、暗塘、洞穴或其他人工地下设施；
- 3 特殊性岩土对场地、地基稳定性的影响；
- 4 评价抗震设防区建筑场地类别、砂土液化情况等，设计需要时应提供抗震设计动力参数。

8.1.6 初步勘察的勘探点、线布置应符合下列要求：

- 1 勘探线应垂直于地貌单元、地质构造和地层界线布置；
- 2 每个地貌单元均应布置勘探点，在地貌单元交接部位、地层变化较大的地段及断层破碎带通过地段，勘探点应加密；
- 3 在地形平坦地区，可按网格状布置勘探点；
- 4 平原区地基勘探点、线间距，应以控制整个场地土层变化为主，按地基复杂程度一般可为 50m~150 m；勘探孔宜优先考虑布置在拟建工程结构的重要部位；
- 5 山区地基勘探孔的间距，按地基复杂程度可取 30m~100 m。

8.1.7 初步勘察勘探孔的深度可按表 8.1.7 确定。

表 8.1.7 初步勘察勘探孔深度

工程重要性等级	一般性勘探孔 (m)	控制性勘探孔 (m)
一级	40~50	≥ 60
二级	25~40	40~60
三级	15~25	< 40

注：1 勘探孔包括钻孔和原位测试孔等；

2 进行波速、旁压、扁铲、地下水位长观孔等特殊用途的钻孔除外。

8.1.8 当遇下列情况之一时，可适当增减勘探孔深度：

- 1 当勘探孔的地面高程与预计整平地面高程相差较大时，如填挖土方区应按其差值调整孔深；
- 2 在预定深度内遇基岩时，控制性勘探孔宜钻入中、微风化基岩 5m~8m，一般性孔钻入中、微风化基岩 3m~5m；
- 3 在预定深度内有厚度较大、且分布均匀的坚实土层，如碎石土、密实砂、老沉积土等时，除控制性勘探孔应达到规定深度外，一般性勘探孔的深度可适当减小；
- 4 当在预定深度内遇有深厚软弱土层时，勘探孔深度应适当增加，部分控制性勘探孔应穿过软弱土层达到下部坚硬土层一定深度；
- 5 对于具有特殊结构和大荷载的建筑物宜适当加深勘探深度；
- 6 山区地基勘探孔的深度应根据地基岩土结构、拟建建筑物性质和荷载特点综合确定。一般性钻孔，进入可供选择的持力层不小于 5m；控制性钻孔，宜进入中等风化基岩 3m 以上。

8.1.9 初步勘察采取土试样和进行原位测试应符合下列要求：

- 1 应结合地貌单元、地层结构和土的工程性质布置，取样孔和原位测试孔数量不宜少于勘探点总数的 2/3；
- 2 采取土试样的数量和孔内原位测试的竖向间距，应按地层特点和土的均匀程度确定；每层土均应采取土试样或进行原位测试，主要土层采取岩土试样不应少于 6 个或原位测试点不少

于 6 组。

8.1.10 初步勘察应进行下列水文地质工作：

1 初步查明含水层的埋藏条件、地下水类型、补给径流排泄条件、地下水位变化幅度，必要时应设置长期观测孔，监测其水位变化；

2 地下水可能浸润基础时，应采取水试样试验并进行腐蚀性评价；

3 在山区地基勘察时，应初步查明场地地表水的汇水面积、流量和流向。

8.1.11 详细勘察阶段应采用多种勘探手段查明场地工程地质条件；应采用综合评价方法，对场地和地基稳定性作出结论；应对不良地质作用的防治和特殊性岩土的处理、地基基础型式、埋深、基坑工程支护、工程降水等方案的选型提出建议；应提供设计、施工所需的岩土工程参数。详细勘察阶段包括下列内容：

1 向委托方获取附有坐标地形的建筑总平面图、场地的地面整平标高、建筑物的性质、规模、荷载、结构特点、基础型式、埋深，地基允许变形和设计技术要求等资料；

2 查明建筑场地内各岩土层的类型、成因、时代、地层结构、埋藏分布与物理力学性质，尤其应查明基础下软弱土层的分布；分析和评价地基土的稳定性、均匀性，提供地基承载力特征值；论证采用浅基础的可行性；对基础型式、持力层选择等提出建议；对岩质地基应查明岩石类型、坚硬程度、岩体构造、基本质量等级和风化程度，并作出评价；

3 查明不良地质作用的类型、成因、分布范围、发展趋势与危害程度，提出整治方案的建议；

4 需要沉降计算的建筑物，应预测地基沉降、差异沉降和倾斜等变形值，提供计算变形所需的计算参数；

5 查明场地内地表下隐埋的暗河、暗浜、暗塘、墓穴、防空洞、老基础、抛石等；

6 查明地下水类型、埋藏条件，补给与排泄条件、腐蚀性、初见及稳定水位；提供季节性变化幅度和各主要土层的渗透系数；当有地下室时应提供基坑开挖与支护工程降水及抗浮的措施建议，分析降水对周围环境的影响；

7 解决初步勘察中遗留的问题，并提出针对性意见；

8 应详细分析评价场地和地基的地震效应。

8.1.12 详细勘察阶段勘探点、线的布置，应根据建筑物的平面形状、柱、墙荷载分布情况布置，并应符合下列规定：

1 勘探点宜按建筑物周边线和角点布置，对无特殊要求的其他建筑物可按单体建筑或建筑群的范围布置；

2 高层建筑平面为矩形时按双排布置勘探线，当为不规则形状时，应在凸角和凹角布置勘探点；在层数、荷载和建筑体形变化较大处应布置勘探点；对勘察等级为甲级的高层建筑的中心点或筒体部位及电梯井等处应布置勘探点，单幢高层建筑的勘探点数量不宜少于 5 个；对勘察等级为乙级的单幢高层建筑勘探点数量不应少于 4 个；控制性勘探点数量不应少于勘探点总数的 1/3，对单幢高层建筑不少于 2 个；

3 工业厂房重大设备基础应单独布置勘探点；重大的动力机器基础和高耸构筑物勘探点不宜少于 3 个。

8.1.13 详细勘察的勘探孔布置应符合下列要求：

- 1 勘探孔宜沿建筑物周边或主要基础柱列线及角点布置；
- 2 平原区勘探点间距可按表 8.1.13 确定：

表 8.1.13 平原区勘探点的间距

地基等级	一级或复杂	二级或中等复杂	三级或简单
勘探点间距 (m)	10~15	15~30	30~50

注：在暗河、沟、塘、浜、湖泊和冲沟地区应采用麻花钻或洛阳铲等加密。

- 3 山区勘探孔间距按地基复杂程度可取 10m~25m，在下列地段可取小值；
 - 1) 地层变化较大；
 - 2) 持力层起伏较大；
 - 3) 场地内存在暗塘或软弱土体；
 - 4) 断裂破碎带。
- 4 滩涂地基勘探点布置参照本条第 2 款，尚应符合以下要求：
 - 1) 勘探点应结合水文、气象航运、水产养殖等有关信息布置；
 - 2) 勘探点的坐标和高程应进行专门测量；
 - 3) 勘探线应垂直海岸线布置。

8.1.14 详细勘察的勘探孔深度自基础底面算起，并应符合下列规定：

- 1 控制性勘探孔深度应超过地基压缩层的计算深度 1 m~2m。当基底宽度小于等于 5m 时，勘探孔深度对条形基础应大于基底宽度的 3 倍，对于独立柱基应大于基底宽度的 1.5 倍，且不应小于 5m；对岩质地基可适当减少勘探孔深度，宜进入中等风化基岩 3m 以上；
- 2 高层建筑和需要作变形计算的地基，一般勘探孔应达到基底下 0.5~1.0 倍的基础宽度，并应穿越软弱土层深入稳定分布的地层和超过地基变形计算深度；
- 3 大底盘地下室地面上无建筑或仅有低矮建筑的部位，当不能满足抗浮设计要求，需设置抗浮桩或锚杆时，勘探孔深度应满足抗拔承载力评价的要求；
- 4 大型设备基础勘探孔深度不宜小于基础底面宽度的 2 倍；
- 5 有大面积地面堆载或软弱下卧层时，应适当增加勘探孔的深度；
- 6 上述规定深度内遇基岩或厚层碎石土等稳定地层时，勘探孔深度可根据情况进行调整。
- 7 滩涂地基的控制性勘探孔一般应达到对各向稳定、变形起控制作用的土层，桩基础勘探孔的深度应进入桩端持力层 5m~8m，当潮差较大时应实时同步测量水深并校正孔深；

8.1.15 详细勘察采取土试样和进行原位测试应满足岩土工程评价要求，并符合下列要求：

- 1 采取土试样和进行原位测试的勘探点数量，应根据地层结构、地基土的均匀性和工程特点确定，且不应小于勘探孔总数的 2/3，钻探取样孔的数量不应小于勘探孔总数的 1/3；
- 2 勘察场地内每一主要土层的原状土试样或原位测试数据不应少于 6 件或 6 组，当采用连续记录的静力触探为主要勘探手段时，每个场地不应少于 3 个孔；
- 3 地基主要受力层内，对厚度大于 0.5m 的夹层或透镜体，应采取土试样或进行原位测试；
- 4 土层性质不均匀时，应增加取土数量或原位测试工作量；
- 5 主要土层的原状土样采取或进行原位测试的竖向间距宜按 1.0m~2.0m/件，土层厚度大时可适当加大间距。
- 6 滩涂地基的室内试验除应满足本规范的相关条文外，尚应满足下列要求：

- 1) 室内固结、直剪等试验应根据实际情况调整压力级，避免土样破坏失真；
- 2) 对于层状土等各向异性土层，应按各向异性要求设计室内试验；
- 3) 滩涂地基土宜测定其前期固结压力；
- 4) 土的抗剪强度试验，宜采用三轴剪切试验。

8.1.16 补充勘察、施工勘察可在前期勘察阶段以及施工过程中发现有对工程影响的工程地质条件时进行，并应符合下列要求：

1 勘探孔布置应满足查明其特殊工程地质条件、控制其变化及边界范围的要求，并宜适当外延；

2 勘探孔间距一般应小于对应勘察阶段的勘探孔间距，勘探孔深度应达到查明对应地质体的目的，对于涉及持力层的勘探孔应与详细阶段勘探孔深度对应，必要时尚应加大深度；

3 勘探方法宜针对不同地质体采用合适的勘探手段，必要时应采用综合勘探手段，对暗塘、暗浜等可采用螺纹钻、洛阳铲等；

4 取土、测试数量根据实际情况实施，对于前期未发现或对工程影响较大地质条件时，应采取岩土试样、进行原位测试，其数量不应少于 6 件或 6 组。

8.2 桩基工程

8.2.1 桩基工程勘察应包括下列内容：

1 查明场地内各岩土的类型、成因、年代、岩土工程性质、埋藏分布及变化规律；

2 查明场地的地下水的性质、埋藏条件、补给条件、含水层的厚度和水位的动态变化，评价地下水对桩基设计和施工的影响，判定水质对建筑材料的腐蚀性；

3 查明场地的不良地质作用和特殊性岩土的分布；对大面积新近松散填土、深厚软土和降水引起的沉降等，应评价桩基负摩阻力；

4 桩端持力层为基岩时，应查明基岩的岩性、构造、岩面变化、风化程度，确定其岩石的坚硬程度、岩体的完整程度和基本质量等级；判定有无岩溶、洞穴、临空面、破碎岩体或软弱夹层；

5 提供桩基设计有关岩土参数，估算单桩承载力，必要时提供桩基变形设计参数；分析评价桩基方案；

6 应对桩基的成桩可能性和挤土型桩基施工及其对周围环境的影响进行评价，并对桩基设计、施工中的岩土工程问题提出处理建议。

8.2.2 桩基工程勘察应采用钻探为主，结合原位测试等综合勘察方法进行；对软土、黏性土、粉土和砂土宜采用静力触探和标准贯入试验；对风化岩、碎石土、砾砂层宜采用重型或超重型圆锥动力触探；对岩质地基宜采用全进尺回转钻探取芯。

8.2.3 详细勘察阶段勘探点的布置与勘探点间距应符合下列规定：

1 端承为主的桩基勘探点的平面布置应按柱列线布置，勘探点间距应能控制桩端持力层层面和厚度的变化，宜为 12m~24m。当相邻两勘探点揭露的持力层层面高差大于 10%孔距时，应根据具体工程条件，适当加密；

2 摩擦为主的桩基勘探点间距宜为 20m~30m；当地质条件复杂或设计有特殊要求时，宜

适当加密；

3 对下列地质条件特别复杂且上部荷载较大的一柱一桩的工程，宜每柱一个勘探点：

- 1) 山前地层变化较大、岩土工程性质复杂、不同持力层力学性质差异较大地段；
- 2) 岩溶发育地区；
- 3) 严重风化的花岗岩地区；
- 4) 较大断层破碎带通过地区。

4 控制性勘探点不应少于勘探孔总数的 1/3，且不少于 3 个。

5 高层建筑勘探点的布置与间距除应满足 8.2.3 条要求外，尚应符合下列规定：

1) 对于基础底面宽度大于 30m 的高层建筑，其塔楼中心筒体、电梯井等荷载较大处应布置勘探点；带有裙房或外扩地下室的部位，应与主楼一同考虑布置勘探点；

2) 勘探点的数量应视工程规模大小而定，勘察等级为甲级的单幢高层建筑勘探点数量不宜少于 5 个，乙级不应少于 4 个；

8.2.4 详细勘察阶段勘探孔的深度应符合下列规定：

1 一般性勘探孔的深度应进入预计桩长以下 $3d\sim 5d$ (d 为桩径)，且不得小于 3m；对大直径桩，不得小于 5m；

2 控制性勘探孔深度应超过地基变形的计算深度；群桩桩基沉降计算深度宜取桩端平面以下附加应力为上覆有效自重压力 20% 的深度或按桩端平面以下 $1.0b\sim 1.5b$ (b 为假想实体基础的宽度) 的深度考虑；

3 一般岩石地基的嵌岩桩，勘探孔深度应进入预计嵌岩面以下 $3d$ ，对控制性勘探孔应钻入预计嵌岩面以下 $3d\sim 5d$ ，对质量等级为 I、II、III 级的岩体，勘探深度可取低值；

4 花岗岩地区的嵌岩桩，一般性勘探孔深度应进入中等或微风化岩 $3m\sim 5m$ ，控制性勘探孔应进入中等或微风化基岩 $5m\sim 8m$ ；

5 岩溶、断层破碎带地段，勘探孔应穿过溶洞或断层破碎带进入稳定地层大于 $3d$ ，并不小于 5m。

8.2.5 岩土试样及原位测试应符合下列要求：

1 勘察深度范围内的每一主要岩土层，应采取岩土试样；并根据岩土性质选择适当的原位测试方法，采取土或测试数量不应少于 6 件；

2 嵌岩桩持力层应采取不少于 6 件的代表性岩样进行天然或饱和状态下的单轴极限抗压强度试验。

8.3 基坑工程

8.3.1 基坑工程勘察前，应收集以下资料：

1 标有地下室平面范围、用地红线、建筑红线、地形地物、坐标、高程的建筑总平面图；

2 周边既有建筑物、构筑物的结构类型、层数、高度、基础类型与埋深、水平距离及使用现状；

3 周边道路等级、地下管线种类与分布、埋深及地下既有洞室等设施情况；

4 场地及周边地表水系的现状及汇集、排泄、分布及渗漏情况。

8.3.2 基坑工程勘察应结合主体工程在详细勘察阶段进行，应包括下列主要内容：

- 1 查明基坑及周围土层分布、埋藏、岩土物理力学性质；
- 2 查明地下水的类型、埋藏条件、补给条件、动态变化等，并提供地下水的常年最高水位；
- 3 查明新近填土的堆填成分与厚度、暗塘、暗浜、古河道及地下障碍物等的分布、埋藏及其对基坑工程的影响；查明溶洞、土洞、防空洞等地下洞穴隐患分布埋藏及充填情况；
- 4 提供基坑工程设计所需岩土物理力学参数。

8.3.3 基坑工程勘察应根据基坑安全等级、开挖深度、地基土条件、地下水等特点，有针对性地布置勘察方案，并提出支护方案建议。

8.3.4 勘察范围可按基坑边线以外 2~3 倍基坑深度确定；地下室周边需布置勘探点，一级基坑间距为 10m~25m，其它等级基坑间距为 20m~35m，并宜在边线以外布置勘探点。

8.3.5 勘探孔的深度宜为基坑深度的 2.5~3.0 倍，并应满足下列要求：

- 1 稳定性评价；
- 2 对于深厚软土层或一级基坑，控制性勘探孔应穿透软土层；
- 3 当有降水和截水要求时，控制性勘探孔应穿透主要含水层进入隔水层；
- 4 当勘探深度范围内遇基岩时，勘探孔深度应超过基坑深度 5m；
- 5 有抗浮要求时，控制性勘探孔深度应满足抗浮验算要求。

8.3.6 室内试验除常规试验项目外，宜进行三轴抗剪强度试验和渗透试验，必要时进行压缩一回弹一再压缩试验和基床反力系数试验。

8.3.7 水文地质勘察，应符合下列要求：

- 1 当含水层为碎石土或砂土层时，应详细描述碎石的岩性、颗粒组成、粒径大小和细粒含量；
- 2 当附近有地表水体时，宜在地表水体与场地间布置一定数量的观测孔；
- 3 当场地水文地质资料缺乏或在岩溶发育地区，应进行单孔或群孔分层抽水、注水试验，现场实测渗透系数、影响半径、单井涌水量等水文地质参数；
- 4 查明地下水对基坑工程的影响；

8.4 边坡工程

8.4.1 边坡工程勘察应收集以下资料：

- 1 附有坐标和地形的拟建建筑物、构筑物的总平面布置图；
- 2 拟建建筑物、构筑物的性质、结构特点及可能采用的基础型式、尺寸和埋置深度；
- 3 边坡及附近已有建筑物、构筑物的荷载、结构、基础型式、尺寸和埋置深度，地下设施的分布和埋深；
- 4 场地及附近已有的勘察资料和边坡支护型式与参数；
- 5 本地的水文、气象资料，包括多年平均降水量、最大降雨强度、十年一遇最大降水量；近岸边坡尚应收集本河流小流域历史最高水位以及有关水库水位调度方案资料；
- 6 本地的地震活动情况和区域应力特征。

8.4.2 边坡工程勘察应包括下列内容：

- 1 查明场地的地形特征和地貌形态，应收集当地历年的气象和水文资料；

2 查明场地的岩土的类型、成因、性状、工程特性，覆盖层厚度，基岩面的形态和坡度，岩体风化程度和完整程度；

3 查明场地岩体的主要结构面，尤其是软弱结构面的类型、产状、延展情况、闭合程度、充填状况、充水状况、力学属性和组合关系，主要结构面与临空面关系等；

4 查明场地的地下水类型、水位、水量、水质、补给和动态变化，岩土的透水性和地下水的出露情况，并查明地下水、土对支挡结构材料的腐蚀性；

5 查明场地的边坡汇水面积，坡面植被，地表水对坡面、坡脚的冲刷情况；

6 场地的岩土物理力学性质和软弱结构面的抗剪强度；

7 不良地质现象的范围和性质；

8 坡顶邻近建筑物及构筑物的荷载、结构、基础型式和埋深，地下设施的分布和埋深；

9 分析边坡的现状稳定性和变化趋势。

8.4.3 边坡勘察重要性等级应根据表 8.4.3 边坡工程安全等级确定。

表 8.4.3 边坡工程安全等级

边坡类型		边坡高度	破坏后果	安全等级或重要性等级
岩质边坡	岩体类型为 I 类或 II 类	$H \leq 30$	很严重	一级
			严重	二级
			不严重	三级
	岩体类型为 III 类或 IV 类	$15 < H \leq 30$	很严重	一级
			严重	二级
		$H \leq 15$	很严重	一级
			严重	二级
			不严重	三级
不严重			三级	
土质边坡	$10 < H \leq 15$	很严重	一级	
		严重	二级	
	$H \leq 10$	很严重	一级	
		严重	二级	
		不严重	三级	
		不严重	三级	

注：1 一个边坡工程的各段，可根据实际情况采用不同的安全等级；

2 对危害性极严重、环境和地质条件复杂的特殊边坡工程，其安全等级可根据实际工程情况适当提高；

3 当土质边坡坡高大于 15m，岩质边坡坡高大于 30m 时，其安全等级应视破坏后果相应提高；

4 岩质边坡的岩体类型可按附录 B 表 B.0.5 确定。

8.4.5 一级边坡工程应进行专门性勘察，必要时宜分阶段进行；二、三级边坡工程可结合主体工程勘察一并进行，并需满足边坡工程勘察深度的要求。

8.4.6 边坡工程各勘察阶段应符合下列要求：

1 初步勘察应搜集区域地质资料，进行工程地质测绘和适量的勘探与和室内外试验，初步评价边坡的稳定性；

2 详细勘察应对失稳的边坡及相邻地段进行工程地质调绘、勘探、试验和分析计算，评价边坡的稳定性，对人工边坡提出最优开挖坡比，对可能失稳的边坡提出防护处理措施的建议；

3 施工勘察应配合施工开挖进行地质编录，核对、补充前阶段的勘察资料，必要时进行施工安全预报。

8.4.7 边坡工程地质调绘除应符合本规范 7.2 节的要求外，尚应着重查明天然边坡的形态、坡角、软弱结构面的产状和性质。调绘范围应包括边坡本身及可能对边坡稳定有影响的地段。必要时选择有代表性的部位布置地质纵横剖面调绘。

8.4.8 勘探工作应在工程地质调绘的基础上进行。勘探方法的选择应根据勘察阶段、勘察目的和综合利用的原则，按表 8.4.8 采用物探、钻探、洞探、槽探、井探等多种方法。

表 8.4.8 边坡勘探方法选择表

调查目的	物探	钻探	洞探	井探	槽探
地层岩性及风化情况	√	√	√	√	√
覆盖层厚度、性质	√	√		√	√
结构面产状			√	√	
破碎带性质、产状、宽度		√	√	√	
软弱夹层性质、厚度		√	√	√	
塌滑体厚度、性质，滑动面位置	√	√	√	√	
滑动带性质、厚度		√	√	√	
滑床位置、性质、厚度		√	√	√	
地下水位		√			
岩土渗透性		√		√	√
地下水位长期观测		√			
取样及岩土试验		√	√	√	√
埋设观测仪器		√	√	√	√

8.4.9 建筑边坡工程勘探范围应包括不小于岩质边坡高度或不小于 1.5 倍土质边坡高度以及可能对建筑物、构筑物有潜在安全影响的区域。

8.4.10 勘探线应垂直边坡走向布置，详细勘察的勘探点、线间距应根据地质条件、边坡工程安全等级确定。对每一单独边坡段勘探线不应少于 2 条，每条勘探线上不宜少于 3 个勘探点。当遇有软弱夹层或不利结构面时，应适当加密。

8.4.11 勘探除应符合本规范第 7 章规定外，尚应符合下列要求：

1 对变形体或软弱带、潜在滑动带，应采用双层岩芯管或三层岩芯管钻进。对破碎岩体和碎石土地层，宜采用 SM 植物胶取芯或其他有效技术以提高取芯率；

2 勘探孔深度应穿过潜在滑动面进入稳定层不小于 5m，控制性勘探孔的深度尚应进入坡脚地形剖面最低点和支护结构基底以下不小于 3m；

3 钻探时应对不同的含水层进行地下水观测，记录冲洗液的渗漏情况；

4 常规垂直钻孔不能满足要求时，应采用斜孔或水平钻孔。

8.4.12 软弱夹层应采取试样进行岩土物理力学性质试验，其主要地层取样数不应少于 9 件。

8.4.13 三轴剪切试验的最高围压和直剪试验的最大法向压力的取值，应与试样在坡体中的实际受力相近。当采用直剪试验时应测定残余强度。对大型边坡，可进行岩体应力测试、波速测试、动力测试、孔隙水压力测试和模型试验。

8.4.14 边坡工程勘察应进行水文地质勘察，提供水文地质参数，在不影响边坡稳定的条件下，应选择抽水试验、注水试验和压水试验。

8.4.15 岩体结构面的抗剪强度指标，宜根据现场原位测试结果结合工程经验综合确定；当无条件进行现场原位测试时，可按表 8.4.15-1 的规定取用，边坡工程的结构面结合程度可按表 8.4.15-2 确定。

表 8.4.15-1 结构面抗剪强度指标标准值

结构面类型		结构面结合程度	内摩擦角 φ (°)	凝聚力 c (MPa)
硬性结构面	1	结合好	> 35	> 0.13
	2	结合一般	35~27	0.13~0.09
	3	结合差	27~18	0.09~0.05
软弱结构面	4	结合很差	18~12	0.05~0.02
	5	结合极差（泥化层）	根据地区工程经验确定	

注：1 无经验时取低值；2 极软岩、软岩取较低值；3 岩体结构面连通性差取高值；4 岩体结构面浸水时取较低值；5 临时性边坡可取较高值；6 表中数值已考虑结构面的时间效应。

表 8.4.15-2 结构面结合程度

结合程度	结合状况	起伏粗糙程度	结构面张开度 (mm)	充填状况	岩体状况
结合良好	铁硅钙质胶结	起伏粗糙	≤ 3	胶结	硬岩或较软岩
结合一般	铁硅钙质胶结	起伏粗糙	3~5	胶结	硬岩或较软岩
	铁硅钙质胶结	起伏粗糙	≤ 3	胶结	软岩
	分离	起伏粗糙	≤ 3 （无充填时）	无充填或岩块、岩屑充填	硬岩或较软岩
结合差	分离	起伏粗糙	≤ 3	干净无充填	软岩
	分离	平直光滑	≤ 3 （无充填时）	无充填或岩块、岩屑充填	各种岩层
	分离	平直光滑	≤ 3	岩块、岩屑夹泥或附泥膜	各种岩层
结合很差	分离	平直光滑、略有起伏		泥质或泥夹岩屑充填	各种岩层
	分离	平直很光滑	≤ 3	无充填	各种岩层
结合极差	结合极差	—	—	泥化夹层	各种岩层

8.4.16 岩体内摩擦角可由现场原位试验结果确定，或由岩块内摩擦角标准值按岩体完整程度折减，折减系数可按表 8.4.16 确定。

表 8.4.16 边坡岩体内摩擦角折减系数

边坡岩体完整程度	内摩擦角的折减系数
完整	0.95~0.90
较完整	0.90~0.85
较破碎	0.85~0.80

8.4.17 边坡的稳定性评价，应在充分查明边坡工程地质条件的基础上采用工程地质类比法、图解分析法、极限平衡法、有限单元法进行综合评价。各区段条件不一致时，应分区段分析评价。边坡的稳定性评价应包括下列内容：

- 1 根据工程地质、水文地质勘察的成果，进行岩、土体结构、类型分析和边界条件分析，

对边坡岩体质量进行评价；

2 结合已出现的变形迹象，对边坡可能变形失稳模式和稳定状态作出定性判断，并分析变形机制。当已出现变形破坏时，应确定边坡变形破坏边界范围、地质模型，选择合适的分析方法，对边坡变形破坏的发展趋势作出判断；

3 分析环境因素、人类活动和工程因素，确定变形破坏体和潜在变形破坏体的受力条件和分析计算中的各种荷载；

4 确定计算中所需的岩土体的物理力学参数；

5 计算分析与综合评价。

8.4.18 边坡的稳定性计算方法，根据边坡类型和可能的破坏形式，按下列原则确定：

1 土质边坡和较大规模的碎裂结构岩质边坡宜采用圆弧滑动法计算；

2 可能产生平面滑动的边坡宜采用平面滑动法计算；

3 可能产生折线滑动的边坡宜采用折线滑动法计算；

4 结构复杂的岩质边坡，可配合采用极射赤平投影法和实体比例投影法分析；

5 边坡破坏机制复杂时，宜结合数值分析法进行分析。

8.5 城市道路工程

8.5.1 城市道路工程勘察应包括下列内容：

1 查明沿线的地形地貌特征，划分地貌单元并按微地貌特征分段；

2 查明沿线各路段的地质构造、地层岩性及分布范围；

3 查明沿线各路段的岩土类型、物理力学性质、基岩风化情况；

4 查明沿线各路段地下水类型、埋深和变化规律，评价地下水对路基稳定性的影响；查明沿线各区段的土基湿度状况，并提供划分路基干湿类型所需参数；

5 查明沿线地表水的来源、水位、积水时间与排水条件，评价其对路基稳定性的影响；

6 查明沿线暗塘及暗浜等分布情况；

7 调查地下埋设物、回填土的厚度、类型及性质；

8 查明沿线各路段不良地质作用及地质灾害的成因、类型、性质、分布范围及规模、发展趋势及危害程度，评价其对路基稳定性的影响并提出计算参数及治理措施的建议；

9 应对场地和地基的地震效应进行评价；

8.5.2 城市道路工程勘察中地基土分类与试验，应按现行行业规范《城市道路路基设计规范》（CJJ 194）的有关规定执行。

8.5.3 可行性研究阶段勘察应以收集资料、工程地质调查测绘为主，辅以必要的勘探测试工作，调查道路沿线工程地质条件、水文地质条件及不良地质作用，评价场地稳定性和适宜性。

8.5.4 初步勘察阶段应初步查明道路沿线的工程地质及水文地质条件。勘探工作量的布置应符合下列规定：

1 每个地貌单元、不同地貌单元交界部位、相同地貌单元内的不同工程地质单元均应布置勘探点；

2 勘探点的间距应根据道路分类、场地及地基等级按表 8.5.4 确定；

表 8.5.4 初步勘察勘探点间距 (m)

场地或地基等级 等级 路基类型	一般路基	高路基、陡坡路堤	路堑、支挡结构
一级	150~300	100~150	100~150
二级	300~450	150~300	150~250
三级	450~600	300~500	250~400

3 公交场站的勘探点可按方格网布置，其间距宜为 100m~200m；

4 对场地及地基等级复杂的区段，应加密勘探点，并布置控制性横断面；

5 勘探孔深度应满足稳定性分析、变形计算、地基处理方案比选的要求，孔深宜为 15m~30m，挖方路基应达到路面设计标高以下 3m~5m。

8.5.5 详细勘察阶段勘探点的确定应符合下列规定：

1 当路基宽度大于 50m 时，勘探线宜沿道路两侧及中心线布置；当路基宽度为 30m~50m 时，勘探线宜沿道路两侧布置；当路基宽度小于 30m 时，勘探线宜沿道路中心线布置。勘探点间距根据道路分类、场地及地基等级按表 8.5.5 确定；

表 8.5.5 详细勘察勘探点间距 (m)

场地或地基等级 等级 路基类型	一般路基	高路基、陡坡路堤	路堑、支挡结构
一级	50~100	30~50	30~50
二级	100~200	50~100	50~75
三级	200~300	100~200	75~150

2 公交场站和城市广场的勘探点可按方格网布置，其间距宜为 50m~150m；

3 路堑、陡坡路堤及支挡工程勘察应在代表性区段布置工程地质横断面，每条横断面上勘探点不应少于 2 个；

4 场地及地基等级复杂的区段，可加密勘探点，应布置控制性横断面；当线路通过暗塘、暗浜和古河道等地段时，勘探点间距可适当加密。

8.5.6 详细勘察阶段勘探孔深度的确定应符合以下规定：

1 一般路基孔深 10m~15m，挖方路基应达到路面设计标高以下 3m~5m；

2 高路堤、陡坡路堤及深路堑的勘探深度应能满足稳定性分析要求；

3 当线路通过含有机质的垃圾、疏松的杂填土、近期回填土、软土和可液化土层的分布地段时，勘探孔应适当加深或钻穿该土层；

4 在预定的勘探深度范围内遇到基岩，应有少量控制性勘探孔进入基岩适当深度，以了解基岩的风化情况，其余可钻至强风化基岩顶面。

8.5.7 岩土试样的采取应满足下列要求：

1 采取岩土原状试样钻孔数量不应少于总孔数的 1/2；

2 取土试样间距路面以下 1.5m 以内，其取样间距为 0.5m，1.5m 以下可放宽到 1.0m~1.5m，主要岩土层取样数不得少于 6 件；

3 地表水和地下水水质分析水样应具有代表性，取样数应不少于 3 件。

8.5.8 室内试验除常规试验外，对软土还需做无侧限抗压强度、固结及渗透试验。

8.5.9 原位测试应根据岩土特性和工程要求，选用静力触探、标准贯入、圆锥动力触探、十字板剪切试验、旁压试验及载荷试验等方法；对深度大于 30m 的路堑孔应进行波速测试。

8.6 桥涵工程

8.6.1 桥涵工程勘察应包括以下内容：

- 1 查明桥位区地形地貌、地层岩性、地质构造特征；
- 2 查明桥梁墩台和主要防护构筑物地基的覆盖层及基岩风化层的厚度、软弱夹层情况等；
- 3 查明桥位区不良地质作用的成因类型、性质、分布范围及规模，评价其稳定性及对构筑物的影响，并提出计算参数及治理措施的建议；
- 4 查明桥梁墩台和防护构筑物地基岩土的物理力学性质，提供设计、施工所需的岩土参数；
- 5 查明地下水的类型、埋藏条件、水位、含水层的渗透性及与地表水的水力联系，评价环境水对桥涵建筑材料的腐蚀性。

8.6.2 可行性研究阶段应分析评价区域场地的不良地质作用及其分布范围、特殊性岩土的工程特性及影响、场地稳定性和工程建设适宜性。勘察工作应以搜集资料、地质调查为主，对特大桥、大桥宜布置适当的勘探工作量。

8.6.3 初步勘察阶段应初步查明拟建场地的工程地质及水文地质条件，分析评价场地稳定性及工程建设的适宜性。勘探工作量布置应符合下列规定：

1 勘探线布置应与桥梁的轴线方向一致，勘探点宜布置在桥梁轴线两侧可能建造墩台的部位。对特大桥的主桥，每个墩台勘探点不宜少于 1 个；对其他桥梁，可采用隔墩台交叉布置勘探点；

2 勘探孔深度应根据拟建桥涵及地基土性状综合确定，控制性勘探孔孔深宜进入桩基持力层 8m~10m，或中、微风化基岩 5m~8m。

8.6.4 详细勘察阶段应查明场地的工程地质条件，提供地基基础设计、地基处理与加固、不良地质及特殊性岩土治理、施工的岩土技术参数及建议。勘探点平面布置宜符合下列规定：

1 特大桥的主桥每个墩台勘探点不宜少于 2 个；其他桥梁宜逐墩台交叉布置勘探点；当场地或地基等级为三级时可隔墩台布置勘探点；

2 人行天桥主桥可逐墩台布置勘探点，梯道部位可隔墩台布置勘探点，梯脚位置应布置勘探点；

3 城市涵洞和人行地下通道的勘探点间距宜控制在 20m~35m，单个涵洞、人行地下通道勘探点不应少于 2 个；当场地地质条件复杂时应适当加密勘探点；

4 当墩台宽度大于 30m 或相邻勘探点揭示的地层变化较大时，应适当增加勘探点数量。

8.6.5 详细勘察勘探孔深度应满足以下规定：

1 勘探孔深度应根据不同地基类别、基础型式、埋置深度、荷载大小等情况确定；

2 天然地基或其他浅基础，一般性勘探孔应达到基础底面宽度的 1 倍且不应小于 5m，遇

到软土层分布时应穿透软土层。控制性勘探孔深度应达到可能的持力层或基础埋置深度以下 8m~10m，并超过地基变形计算深度；第四系覆盖层较薄的基岩地基，钻孔应钻入可能的持力层或基础埋置深度以下 3m~5m；

3 桩基础，一般性孔深应进入桩端以下 3 倍~5 倍桩径，且不应小于 3m，大直径桩不应小于 5m；控制性钻孔孔深应超过计算压缩层 1m~2m，或桩端下 5m~8m，其数量不应少于总孔数的 1/2。嵌岩桩的控制性勘探孔应深入桩端以下 3 倍~5 倍桩径，一般性勘探孔应深入桩端以下 1 倍~3 倍桩径；遇溶洞、破碎带时，勘探孔应达到稳定地层。

4 沉井基础，孔深应达到沉井刃脚以下 5m 或 1 倍沉井宽度；

5 当采取降水疏干基坑时，勘探孔深度应满足降水要求，并进入基坑底面下 5m~10m；

6 遇不良地质作用及特殊性岩土时孔深应视情况加深。

8.6.6 取样和测试应符合下列规定：

1 取原状土试样和原位测试的钻孔应按地基土的均匀性、代表性和设计要求确定，应占勘探孔总数的 1/2~2/3。当勘探孔总数少于 3 个时，每个孔均应取土试样或进行原位测试；

2 取样间距在黏性土或砂类土中，一般每 1.0m~1.5m 应取原状土样一件；如土层厚度大于等于 5m，可视具体情况，每层分别在上、中、下部位各取代表性原状土样一件；如有土层变化，应采取试样。每一主要土层的土试样总数不应少于 6 件；原位测试数据不应少于 6 组。取岩块试样的间距应根据需要和基岩岩性特征确定，主要岩层的岩样总数不应少于 6 件；

3 应取代表性地表水、地下水水样作水质分析，每只钻孔均应测量地下水稳定水位，每一场地取水样不少于 3 组。

8.6.7 室内试验除常规试验外，对软土还需做无侧限抗压强度、有机物质含量试验；对细粒土和粗粒土应做渗透试验；对岩石可根据需要测定饱和和单轴抗压强度、抗剪强度等。

8.6.8 原位测试可根据岩土特性和工程要求，选用静力触探、动力触探、十字板剪切试验和旁压试验等方法。对重大桥梁工程，当采取降低地下水位疏干基坑时，应进行抽水试验。需抗震验算的特大桥和大桥，宜作原位波速试验或室内共振柱试验，提供岩土层的动剪切模量、阻尼比等动力参数。

8.7 洞室工程

8.7.1 洞室工程勘察应包括以下内容：

1 查明场地的地貌形态、成因类型、岩性及岩石风化程度；

2 查明场地地层结构及其物理力学性质；

3 查明断裂构造和破碎带、软弱结构面、软弱夹层的性质、分布部位、产状、宽度及其富水性；

4 查明不良地质作用的类型、性质、分布，提出防治措施的建议，并在某些地区应调查岩层中有害气体、放射性元素的赋存情况；

5 查明主要含水层的分布、厚度、埋深，地下水的类型、水位、补给排泄条件，预测开挖期间涌水量，评价地下水的腐蚀性。需降水施工时，应分段提出工程降水方案和有关参数；

6 洞室围岩分级应采用定性和定量相结合的方法判定，并可按《市政工程勘察规范》

(CJJ56)划分；对洞室围岩和洞室地基稳定性进行评价，提供洞室围岩支护和地基处理所需的岩土设计参数，提出洞室地基处理方案的建议；

7 查明洞室邻近地段的地面建筑和地下构筑物、管线状况，预测洞室开挖可能产生的影响，提出防护措施。

8.7.2 可行性研究阶段勘察应以搜集资料、工程地质调查与测绘为主；调绘的范围一般包括洞室及其外侧 50m~200m，洞区比例尺为 1:1000~1:2000，洞口、洞轴线及其他重点部位比例尺为 1:500~1:1000；必要时尚可布置少量的勘探工作。

8.7.3 初步勘察阶段：勘探孔宜沿洞室外侧 3m~5m 交叉布置；勘探孔间距宜为 100m~200m。勘探孔深度应根据拟建洞室及地基土性状综合确定，在松散地层中，勘探孔深度应进入洞室底板以下不小于 3 倍洞室直径或高度；在微风化及中等风化基岩中，应进入洞室底板以下不小于 1 倍洞室直径或高度。

8.7.4 详细勘察阶段勘探孔的布置宜在洞室外侧 3m~5m 处交叉布置；勘探孔间距应符合表 8.7.4 的规定。

表 8.7.4 勘探孔间距

场地地基等级	勘探孔间距 (m)
一级	<25
二级	25~40
三级	40~60

8.7.5 详细勘察阶段勘探孔深度应符合以下规定：

1 在松散地层中，一般性勘探孔深度应进入洞室底板以下不小于 2 倍洞室直径或高度；控制性勘探孔深度应进入洞室底板以下不小于 3 倍洞室直径或高度；

2 在微风化及中等风化基岩中，勘探孔深度应进入洞室底板以下不小于 0.5 倍洞室直径或高度，且不小于 5.0m。遇岩溶、土洞、暗河等应穿透并根据需要加深。

8.7.6 取样和测试应符合下列规定：

1 采集试样和原位测试勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/2；

2 每一主要岩层和土层均应采取试样或进行原位测试，数量各不应少于 6 件或 6 组；

3 应取代表性地下水样作水质分析，数量不应少于 3 组。

8.7.7 室内试验除常规试验外，尚应根据设计要求，测定土的导热系数、导温系数和比热容；进行土的动力性质试验，提供土的动力参数；对软土还需做无侧限抗压强度、有机质含量试验；对细粒土和粗粒土应做渗透试验；对岩石应测定其密度、吸水率、软化性、弹性模量、泊松比、抗压强度和抗剪强度等。

8.7.8 原位测试应根据设计要求，选择下列试验：

1 必要时可进行钻孔弹性波或声波测试；

2 当洞区内存在有害气体或地温异常时，应进行有害气体成分含量测试或地温测定；

3 地基基床系数宜采用载荷试验测定；

4 水文地质参数应采用抽水或注水试验取得；

5 在基岩地区，宜采用地球物理勘探方法查明断裂构造破碎带、岩溶等不良地质作用。

8.7.9 洞室围岩的稳定性评价可采用工程地质分析与理论计算相结合的方法，也可采用数值法或弹性有限元图谱法计算。

8.8 综合管廊工程

8.8.1 综合管廊勘察可按设计要求进行专门勘察，也可结合道路工程勘察同步实施。

8.8.2 可行性研究勘察应重点分析评价下列内容：

- 1 根据工程特点和工程地质条件，分析评价拟建场地的稳定性和适宜性；
- 2 初步分析评价不良地质作用及其分布范围和影响；
- 3 在特殊性岩土分布区域，初步分析评价其工程特性和可能造成的不利影响；
- 4 当有两个或两个以上拟选场地时，提出线路比选方案的建议。

8.8.3 初步勘察阶段的勘探点宜在综合管廊边线外侧 3m~5m 处交叉布置，勘探点间距宜符合表 8.8.3 的规定。对大中型河流地段，应布置勘探点。

表 8.8.3 初步勘察勘探点间距(m)

场地或地基等级	明挖施工	非开挖施工
一级	50~100	30~60
二级	100~200	60~100
三级	200~400	100~150

8.8.4 初步勘察阶段勘探孔深度应满足综合管廊基础设计、地下水控制、基坑支护设计、沉降计算、抗浮设计及施工要求，并符合下列规定：

1 明挖法勘探孔深度不宜少于 3.0 倍开挖深度，非开挖法勘探孔深度不宜小于管廊结构底板以下 3.0 倍管廊直径（宽度）。当预定深度内遇软弱地层时勘探孔深度应适当增加；遇溶洞、土洞等，应穿透并根据需要加深；

2 在钻孔预定深度内遇微风化或中等风化岩石时，勘探孔深度可适当减少，并宜进入综合管廊结构底板以下 5~8m。

8.8.5 初步勘察的取样及测试工作应符合下列规定：

- 1 沿线取土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 2/3；
- 2 选取有代表性的钻孔进行波速测试；
- 3 当水文地质条件复杂且对工程影响重大时，应通过现场试验确定水文地质参数；
- 4 初步勘察除提供地基土常规指标外，尚宜结合施工工法、所涉的地质条件、设计要求提供相应的岩土参数。

8.8.6 初步勘察应符合下列要求：

- 1 根据沿线的地貌单元、岩土条件，分析对管廊建设的影响，分区段进行稳定性评价；
- 2 根据沿线不良地质作用、特殊性岩土的类型、分布、工程特性、发展趋势，初步分析其对管廊工程可能造成的不利影响，提出防治措施的初步建议；
- 3 初步查明沿线地表水、地下水条件，评价对管廊施工的影响；
- 4 初步确定沿线岩土施工工程分级、围岩分级；提供初步设计所需的各岩土层物理力学参数；
- 5 初步评价水和土对建筑材料的腐蚀性；
- 6 初步评价场地和地基的地震效应。

8.8.7 详细勘察应按管廊设计方案、施工工法、设计对勘察的技术要求，详细查明综合管廊沿线场地的工程地质条件、水文地质条件，为施工图设计和施工提供所需的岩土参数和相关建议。

8.8.8 详细勘察中采取土试样和进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/2，其中取土试样

的数量不应少于勘探孔总数的 1/3。控制性勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/3。

8.8.9 详细勘察阶段的勘探点布置应符合下列规定：

- 1 勘探点宜在布置在管廊外侧边线 3~5m 处，勘探点间距应符合表 8.8.9 的规定；当综合管廊宽度小于 15m 时，勘探点可沿管廊外侧边线 3~5m 处交叉布置；对于软土、不良地质的地段和有特殊要求时宜适当扩大勘察范围；
- 2 管廊工作井、工法变换处、转角处等应布置勘探点；
- 3 管廊穿越河道或主要道路时，宜在河道两岸或道路两侧布置勘探点；
- 4 在每个地貌单元及不同地貌单元的交界部位、微地貌及地层变化较大的地段宜适当加密勘探点；
- 5 当综合管廊拟采用桩基础或进行地基处理，且持力层起伏较大、地层分布复杂时应适当加密勘探孔；
- 6 综合管廊穿越暗埋的河、湖、沟、坑地段和可能产生流砂（土）管涌及地震液化的松软土层地段，宜加密勘探点；
- 7 综合管廊通过人工填土及软土等特殊岩土分布地段或不良地质作用发育地段时，宜加密勘探点；
- 8 工作井及地质条件复杂的地段应布置横断面，横断面孔数不少于 2 个。
- 9 详细勘察应充分利用前阶段勘察成果，利用孔距离拟建结构边线距离不宜大于 10m。
- 10 控制中心等附属建筑物的勘探工作量布置应符合本规范 8.2 节房屋建筑的相关规定。

表 8.8.9 详细勘察勘探点间距(m)

场地或地基等级	明挖施工	非开挖施工
一级	10~25	20~30
二级	20~30	30~50
三级	30~50	50~60

8.8.10 详细勘察阶段勘探孔深度应满足综合管廊基础设计、地下水控制、基坑支护设计、沉降计算、抗浮设计及施工要求，并符合下列规定：

- 1 明挖法施工的勘察应符合下列规定：
 - 1) 一般性勘探孔深度不少于基坑开挖深度的 2.5 倍；控制性勘探孔深度不少于基坑开挖深度的 3.0 倍，并满足桩基设计要求、基坑稳定性和抗浮验算时对孔深的要求；
 - 2) 当勘探孔底为淤泥或淤泥质土时应适当加大勘探孔深度；
 - 3) 为降、截水设计需要，控制性勘探孔应穿透主要含水层进入隔水层一定深度。
- 2 非开挖法施工的勘察应符合下列规定：
 - 1) 一般性勘探孔深度应不小于综合管廊底以下 2.0 倍管廊直径（宽度），控制性勘探孔深度应不小于综合管廊底以下 3.0 倍管廊直径（宽度），并满足变形及抗浮设计要求。
 - 2) 在钻孔预定深度内遇溶洞、土洞、暗河等，应穿透并根据需要加深。
- 3 在钻孔预定深度内遇中等风化或微风化基岩时，孔深可适当减少，但控制性孔孔深宜进入结构底板下不小于 8m，一般孔不小于 5m。

8.8.11 详细勘察阶段取土试样及测试应符合下列规定：

- 1 取土试样和进行原位测试点的竖向间距在地基主要受力层内宜为 1~1.5m；当遇同一较厚土层时，可放大取土间距，但不宜大于 2.5m，每一地质单元每一主要土层的试样不应少于 6 件，原位测试数据不应少于 6 组；

2 对厚度大于 0.5m 的夹层或者透镜体应根据其对地基和基坑开挖稳定性的影响确定采取土试样的间距和数量或进行原位测试的间距和次数；

3 土层性质不均匀时，应适当增加取样数量或原位测试次数；

4 当水文地质条件复杂且对工程影响重大时，应通过现场试验确定水文地质参数；

5 为判定地下水和土对建筑材料的腐蚀性，每个水文地质单元采取地下水、土试样各不应少于 3 件，且每 2 公里不少于 1 件，并进行腐蚀性分析试验；水试样和土试样应在混凝土结构所在的位置采取。

6 详细勘察除提供地基土常规指标外，尚宜结合施工工法、所涉的地质条件、设计要求提供相应的岩土参数。

8.8.12 详细勘察应重点分析评价下列内容：

1 查明沿线地质、构造、地貌、地层、水文地质条件，提出各岩土层物理力学参数、岩土工程分级、围岩分级；

2 分析评价拟建场地的不良地质作用、特殊性岩土、浅层气的分布情况及其对综合管廊的影响，提供相应处理措施的建议；

3 对拟采用明挖施工方案的管廊及工作竖井，应提供基坑边坡稳定性计算、基坑支护设计及基坑施工所需的岩土参数；

4 提供管廊影响范围内承压水、潜水分布情况，分析评价地下水对工程设计、施工的影响，提供地下水控制所需地层参数，评价地下水控制方案对工程周边环境的影响；

5 对采用非开挖法施工方案，应提供相应工法设计、施工所需参数；对于稳定性差的地层及可能产生流砂、管涌的地层，应提出预加固处理的建议；

6 分析评价地下水和土对建筑材料的腐蚀性；

7 分析评价建筑的场地类别和场地与地基的地震效应；

8 分析评价既有地下管线、地下建（构）筑物及其它建构筑物基础对管廊施工的影响及程度，并提出处理措施建议；

9 管廊穿越建（构）筑物、堤岸时，应分析评价管廊设置对其稳定性和变形的影响，并提出相关建议；

10 对拟建控制中心等附属建筑物的建筑地基作出岩土工程评价，并提出基础处理建议。

8.9 管道工程

8.9.1 管道工程勘察应为管道埋设和穿越工程设计、地基处理、不良地质作用的防治、地下开挖支护和排水设计等提供工程地质依据和必要的岩土设计参数，并提出相应的建议。

8.9.2 管道工程可行性研究阶段勘察应以搜集沿线的地形地貌、水文、地质、地震等资料及踏勘为主；并宜布置少量的勘探工作。

8.9.3 管道工程初步勘察应在可行性研究阶段勘察的基础上，根据不同的管道工程、场地、地基等级布置勘探工作，其勘探点宜布置在中心线上或两侧；勘探点间距应符合表 8.9.3 规定。

表 8.9.3 初步勘察勘探孔间距

场地或地基等级	基础底埋深小于 5m， 明挖施工	基础底埋 5m~10m， 明挖施工	基础底埋深大于 10m，明挖施工	盾构、顶管、定向 钻施工
---------	---------------------	----------------------	------------------	-----------------

一级	100~200	50~100	40~75	30~60
二级	200~300	100~200	75~150	60~100
三级	300~500	200~400	150~300	100~150

8.9.4 管道工程初步勘察勘探孔深度应符合下列规定：

1 开槽埋设管道勘探孔深度宜达设计管底以下不少于 5m，当管道穿越河流时，勘探孔应达到河床最大冲刷线深度以下不少于 5m，明挖施工的倒虹管及大型深埋管道，勘探孔深度宜为 2.5 倍开挖深度；

2 盾构、顶管或定向钻方式施工管道勘探孔深度宜达设计管底以下不少于 3.0 倍管径或基础宽度；在微风化或中等风化岩地基中，勘探孔深度宜达设计管底以下不少于 10m；

3 架空管道勘探孔深度宜达到支架基础下不少于 3.0 倍基础宽度，管桥跨越时，宜达到墩（桩）基稳定持力层面下不少于 5m；

4 当基底下存在可能产生流砂、潜蚀、管涌或地震液化地层时，应钻穿该土层；

5 当基底下存在松软土层或未经沉实的回填土时，勘探孔深度适当增加；

6 当采取降低地下水位施工时，勘探孔深度应钻至基坑底面以下不少于 10m；

7 当黏性土层下存在承压含水层，且其水头较高，需要降水施工时，勘探孔应适当加深，或钻穿承压含水层，并测量其水头；

8 当采用抗拔桩时，勘探孔深度应满足抗拔桩设计要求。

8.9.5 管道工程详细勘察应取得下列资料：

1 附有标明坐标、管道走向、桩号和现状地形的管道总平面布置图；

2 管道类型、基底高程、管径（或断面尺寸）、设计示意图和可能采取的施工方案以及地下埋设分布概况；

3 已有的可行性研究阶段、初步勘察阶段等资料。

8.9.6 管道工程详细勘察的勘探点布置应符合下列要求：

1 明挖施工管道勘探孔应沿管道中心线布置；穿越铁路、公路或河谷地段的勘探孔移位不宜偏离管道中心线 2m；

2 顶管施工的管道工程应在管道边界两侧 3m~5m 范围内布置，但不宜在管径范围内布孔；管道穿越河道或主要道路时，宜在河道两岸或道路两侧布置勘探孔；

3 架空管道应按照管架墩位布置勘探孔。

8.9.7 勘探孔间距可按管道类别、规模及地基土条件确定；其间距应符合表 8.9.7 的规定；管道穿越暗埋的河、塘、沟浜、抛石地段、可能产生流砂和地震液化地段以及穿越铁路、公路和河谷地段，勘探孔应适当加密。

表 8.9.7 详细勘察勘探孔间距

场地或地基等级	基础底埋深小于 5m，明挖施工	基础底埋深 5m~10m，明挖施工	基础底埋深大于 10m，明挖施工	盾构、顶管、定向钻施工
一级	50~100	40~75	30~50	20~30
二级	100~150	75~100	50~75	30~50
三级	150~200	100~200	75~150	50~100

8.9.8 详细勘察勘探孔深度应符合下列规定：

1 开槽埋设管道勘探孔深度宜达设计管底以下 3m~5m, 当管道穿越河流时, 勘探孔应达到河床最大冲刷线深度以下 3m~5m, 明挖施工的倒虹管及大型深埋管道, 勘探孔深度宜为 2.5 倍开挖深度;

2 盾构、顶管或定向钻方式施工管道勘探孔深度宜达设计管底以下 5 m~10m;

3 架空管道勘探孔深度宜达到支架基础下 1.5 倍~2.0 倍基础宽度, 管桥跨越时, 宜达到墩(桩)基稳定持力层面下 3m~5m;

4 当基底下存在可能产生流砂、潜蚀、管涌或地震液化地层时, 应钻穿该土层;

5 当基底下存在松软土层或未经沉实的回填土时, 勘探孔深度适当增加;

6 当采取降低地下水位施工时, 勘探孔深度应钻至基坑底含水层 5m~10m;

7 当黏性土层下存在承压含水层, 且其水头较高, 需要降压施工时, 勘探孔应适当加深, 或钻穿承压含水层, 并测量其水头;

8 当采用抗拔桩时, 勘探孔深度应满足抗拔桩设计要求。

8.9.9 取土试样和进行原位测试的勘探孔数量, 应根据地层结构、地基土的均匀性和设计要求确定, 并应占勘探孔总数的 1/2~2/3。

8.9.10 取土试样和原位测试点的竖向间距在地基主要受力层内宜为 1m, 在每一工程地质单元中各主要土层原状土试样和原位测试数据不应少于 6 件。

8.9.11 为判定水、土对管道的腐蚀性, 每隔 2km 采取水、土试样 1 件, 并进行水质和土的化学成分分析, 对金属管道应测定土层电阻率, 所测数据均不应少于 3 件(组)。

8.9.12 管道工程采用明挖施工时, 勘察要求还应符合 8.4 节规定; 采用盾构法施工时, 勘察项目可参照《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GB50307) 执行。

8.10 给排水工程

8.10.1 可行性研究阶段勘察应以搜集资料、现场调查为主, 辅以适当的勘察测试。当存在两个或两个以上拟选场址时, 应进行可行性比选。

8.10.2 初步勘察阶段勘探孔可按网格状布置, 间距宜为 80 m~180m。各主要的单独建筑物、构筑物宜布置勘探孔。勘探孔深度应根据拟建建筑物、构筑物性质及地基土条件综合确定。

8.10.3 详细勘察阶段的勘探孔布置应符合下列规定:

1 厂区贮水构筑物, 勘探孔宜沿周边线布置, 勘探孔间距可根据桩基或天然地基方案, 按建筑工程勘察有关规定分别确定。对大型贮水构筑物, 应在拟建构构筑物范围内布置勘探孔;

2 进出水管道应根据管径大小和数量垂直岸边布置勘探线, 每一勘探线上的勘探孔间距宜为 50 m~100m, 取水头部应布置勘探孔;

3 泵房勘探孔布置应根据建筑面积和场地条件确定。建筑面积小于等于 200m² 的泵房, 勘探孔可为 1 个~2 个; 建筑面积大于 200m² 的泵房, 勘探孔不宜少于 3 个; 泵房与管道接头处宜布置勘探孔。

8.10.4 详细勘察勘探孔深度应符合下列规定:

1 厂区贮水构筑物勘探孔深度应按其基础型式, 控制性勘探孔深度应达地基压缩层计算厚度以下 1 m~2m。桩基一般性孔深度不宜小于桩端下 3m; 天然地基一般性孔深度宜达到基底以

下 0.6 倍~0.8 倍基础宽度；

2 取水头部及进出水管道，采用排架桩时，勘探孔深度不宜小于桩端下 3m；

3 开槽式泵房勘探孔深度不宜小于开挖深度的 2.5 倍，岸边泵房勘探孔深度宜达岸坡稳定验算深度以下 3m~5m；采用沉井基础时，勘探孔深度宜达到沉井刃脚下 0.5 倍~1.0 倍沉井直径或宽度，但不宜小于沉井刃脚以下 5m。

4 基底以下分布对工程有影响的承压水时，勘探孔应进入承压含水层，并应查明承压水层性质及评价其影响。

8.11 堤岸和岸边工程

8.11.1 堤岸工程可行性研究阶段勘察应通过搜集资料、测绘与调查，了解场地的地层岩性、地质构造、地貌特征、岸坡形态、冲淤变化、水系特点、淹没范围、水文地质条件、不良地质作用、抗震设防烈度及附近天然建筑材料分布等情况，并应对拟建场地的可行性做出评价。必要时应布置一定数量的勘探工作；对已建加固堤岸应根据隐患与险情的特征，进行专门性工程地质测绘。

8.11.2 初步勘察应采用工程地质测绘、勘探、测试和室内土工试验等方法，并符合下列规定：

1 查明堤岸地基岩土的类型、分布及其物理力学特性与渗透性；查明堤线附近滑坡、崩塌、埋藏的河、湖、沟谷等不良地质作用的分布，分析其对堤岸工程防渗漏、稳定及安全使用的影响；

2 已建堤岸工程加固勘察时，应查明堤身、堤岸地基的各种病害险情，查明拟加固堤身的物质组成及其工程特性。

8.11.3 初步勘察阶段沿轴线方向的勘探点间距为 100m~300m，横剖面线间距宜为 400m~800m，横剖面线上的勘探点不宜少于 3 个。下列部位应布置勘探点：

1 沟、渠等微地貌变化较大的地段；

2 埋藏的河、湖、沟谷地带；

3 弯道、堤外无滩或窄滩崩岸段；

4 涵闸闸址；

5 堤身塌陷、堤岸地基管涌等险情与隐患段。

8.11.4 初步勘察阶段的勘探孔深度应根据工程规模、设计要求和岩土条件确定。一般性勘探孔深度为堤岸地基以下 1.5 倍~3.0 倍堤身高度，控制性勘探孔应满足地基变形计算深度要求，一般不宜小于 25m。

8.11.5 堤岸工程详细勘察的勘探点间距应按场地的复杂程度与构筑物布置方案确定，沿轴线方向的勘探点间距为 50m~100m，勘探线间距为 15m~30m。

8.11.6 详细勘察的勘探孔深度应根据工程规模、设计要求和岩土条件确定。软土地区，一般性勘探孔深度为堤岸地基以下 25 m~30m，控制性勘探孔应满足地基变形计算深度要求。基岩区孔深进入中等风化基岩不宜小于 3m，并应符合下列规定：

1 相对透水层较厚时，孔深应满足渗流稳定计算要求；

2 对堤外无滩或窄滩崩岸段，孔深应深入河床以下 5m~10 m；

3 对堤岸地基作地基处理时，孔深应满足地基处理要求。

8.11.7 软土地区有经验时可采用静力触探进行分层；用十字板剪切试验测定土的不排水抗剪强度。当堤岸地基由粉土、砂土、碎石土等透水层组成时，应进行现场试验，确定水文地质参数。

8.11.8 对危及堤岸稳定性的滑坡、岩溶等不良地质作用，应按第 9 章要求进行专门岩土工程勘察。

8.11.9 堤岸工程岩土勘察应根据相应勘察阶段的要求，提出以下报告内容：

- 1 对堤岸地基的渗漏、渗透稳定、抗滑稳定、抗冲刷能力、沉降变形等问题进行分析评价；
- 2 预测堤岸挡水后可能出现的环境地质问题，并提出相应处理措施的建议；
- 3 提出防治不良地质作用的建议；
- 4 提出堤岸工程施工、监测等建议。

8.11.10 取水泵房、取排水构筑物等岸边市政工程可分阶段勘察，当建筑物平面位置已经确定，可根据实际情况，直接进行详细勘察。

8.11.11 初步勘察应查明场地地貌特征、地层岩性、构造、不良地质作用发育情况、河流冲淤特点及河道变迁情况、地下水埋藏条件及对混凝土和金属的腐蚀性，对场地的稳定性和地基条件作出评价。尚应符合以下规定：

1 当场地存在构造断裂和不良地质作用时，应进行工程地质测绘；

2 勘探工作量应根据工程规模、基础类型、河流最大冲刷深度确定。勘探线应垂直河床布置，每条勘探线上不应少于 3 个勘探点。勘探深度应至河床最大冲刷深度以下 5m~10m；当需要进行地基处理或采用桩基础时，勘探深度应满足地基处理或桩基的勘探要求。

8.11.12 详细勘察时，勘探线和勘探点应结合地质条件，根据工程总平面布置确定，勘探点间距宜为 10m~30m。勘探孔深度应根据工程规模、设计要求和岩土条件确定，除根据构筑物特点与荷载外，应考虑岸坡稳定性、坡体开挖、支护结构、桩基等的分析计算需要。并应符合下列规定：

1 进一步查明河岸与河床的冲刷、淤积以及变迁情况，河水与地下水的补给关系，水的运动对岸坡稳定性的影响；

2 查明不良地质作用和施工开挖等人为因素对岸坡稳定性的影响；

3 当采用沉井施工时，应查明地层的岩性特征及其均匀性，并分析判定其正常下沉的可能性；

4 当采用大开挖或围堰排水施工时，应提出基坑周边和基底土的渗透系数，并判定基坑边坡的稳定性。

8.11.13 市政码头、港口等岸边市政工程勘察除执行本标准外，尚应执行《水运工程岩土勘察规范》（JTS 133）等相关标准。

8.12 废弃物填埋场工程

8.12.1 废弃物填埋场工程勘察应包括填埋场（库区）、坝址区、相关管线、截水沟、污水调节池等建筑物、构筑物，以及邻近相关地段和建筑材料等。

8.12.2 场区可行性研究勘察应包括下列内容：

- 1 了解场区的地质和水文地质条件；
- 2 了解可能威胁场区的不良地质作用的类型及分布范围；
- 3 了解场区产生渗漏的可能性；
- 4 天然建筑材料的普查。

8.12.3 场区可行性研究勘察可结合区域地质研究工作进行，当场区存在渗漏、滑坡等工程地质问题时，应进行场区工程地质测绘，并可根据需要布置勘探工作。场区工程地质测绘比例尺可选用 1:10000~1:50000，可溶岩地区为 1:5000~1:25000，场区渗漏的工程地质测绘范围应扩大至分水岭及邻谷。

8.12.4 坝址可行性研究勘察应了解坝址的地貌特征、地层岩性、结构及岩土体的渗透性、地质构造、不利结构组合面、地下水的埋深及水力特性，相对隔水层及透水层的分布情况等。

8.12.5 坝址可行性研究勘察应符合下列规定：

- 1 测绘范围应包括比较坝址、绕坝渗漏的地段，以及截污坝、调节池等部位；坝址工程地质测绘比例尺，峡谷区宜选用 1:5000~1:10000，丘陵平原区宜选用 1:10000~1:25000；
- 2 坝址勘探剖面线上沟谷部位宜布置 1 个~3 个钻孔，坝肩各不应少于 1 个钻孔；钻孔深度应为坝高的 1 倍或达到防渗设计要求，对基岩钻孔应进行压水试验；
- 3 坝址勘探应采用地球物理勘探方法。横沟谷物探剖面线不应少于 3 条，截污坝地段增加 1 条~2 条；
- 4 坝区主要岩土、地表水和地下水应取样测试。

8.12.6 初步勘察应符合下列规定：

1 场区、坝址初步阶段勘察应在可行性研究阶段选定场址的基础上选择坝址，并应对选定的坝址、构筑物的布置等进行地质论证，提供初步工程地质资料。包括下列内容：

- 1) 初步查明场区的主要工程地质问题，并作出初步评价；
- 2) 初步查明坝址、污水管道、排水井、截水沟等建筑场地的工程地质条件，并对有关的主要工程地质问题作出初步评价；
- 3) 进行天然建筑材料的详查，作出储量估算，并对拟利用的黏土料、石料质量作出评价。

2 场区初步勘察应包括下列内容：

- 1) 初步查明可溶岩、强透水岩土层、断层破碎带、古河道以及单薄分水岭等的分布和水文地质条件，并对渗漏量作出估计；
- 2) 初步查明场区地貌特征，岩性岩相、基岩或相对隔水层的埋藏条件，地下水位以及地下水的补给条件；
- 3) 初步查明场区对工程建筑物有影响的滑坡、崩塌和其他潜在不稳定边坡的分布、范围等；
- 4) 初步查明影响场区建设的其他环境地质问题。

3 场区初步勘察方法应符合下列规定：

- 1) 工程地质测绘的比例尺可选用 1:2000~1:5000，对可能威胁工程安全的滑坡和潜在不稳定边坡应采用更大的比例尺；
- 2) 应根据地形地质条件，采用综合物探的方法，探测隔水层的埋深、渗漏段及隐伏断

层破碎带的埋藏和延伸情况等；

4 场区勘探剖面线和勘探点的布置应按以下情况确定：

- 1) 断层破碎带或渗漏地段应垂直断层破碎带、渗漏带或平行地下水流向布置勘探线，钻孔深度应穿过断层破碎带、渗漏带或达到相对隔水层；
- 2) 滑坡体或不稳定边坡按本标准第 8.7 节、10.1 节执行；
- 3) 对可能发生渗漏的地段应进行地下水动态观测，观测时间不少于一个水文年。

5 坝址初步勘察应包括下列内容：

- 1) 初步查明坝址区第四纪沉积物厚度、成因类型、组成物质及其分布，基岩面埋深、产状，风化程度；
- 2) 初步查明坝址区内主要断层、破碎带的产状、性质规模、充填和胶结情况及活动性，进行节理裂隙统计，分析各类结构面组合对坝基、边坡稳定性和渗漏的影响；厚度及埋藏条件，地下水位、补径排条件和地下水的腐蚀性等水文地质条件；
- 4) 查明不良地质作用，评价其对坝址的影响及提出防治措施。

6 坝址初步勘察方法应符合下列规定：

- 1) 工程地质测绘比例尺可选用 1:1000~1:2000；
- 2) 各比选坝址应有 2 条~3 条勘探剖面线；
- 3) 主要勘探剖面线上勘探点的间距宜为 50 m~100m；沟谷部位不应少于 2 个钻孔；
- 4) 钻孔深度应为坝高的 2 倍~3 倍，帷幕线上钻孔深度应进入相对隔水层 $\geq 5\text{m}$ 。
- 5) 地球物理勘探线宜结合勘探剖面线布置，并根据地形、地质条件选择适宜方法；可利用钻孔进行岩体波速测试；
- 6) 进行岩土物理力学性质试验，初步确定各岩土物理力学性质参数。

7 水文地质测试应符合下列规定：

- 1) 基岩钻孔应进行压水试验；
- 2) 第四纪地层中的钻孔，应划分含水层和隔水层，并应布置抽水或注水试验；
- 3) 应取水样进行水质分析；
- 4) 勘察期间应进行地下水动态观测。

8.12.7 详细勘察应符合下列规定：

1 详细勘察应在初步设计确定的场区、坝址和建筑场地上进行，主要包括下列内容：

- 1) 查明场区、坝址的水文地质条件和工程地质条件，并提供设计所需的岩土设计参数；
- 2) 进行天然建筑材料详查；
- 3) 进行地下水动态观测和岩土体位移监测。

2 场区详细勘察应包括下列内容：

- 1) 查明场区的地下水位及动态，相对隔水层的厚度及埋藏条件；
- 2) 查明渗漏地段的位置、形态和规模，提出防渗处理的建议；
- 3) 查明排污管、排水井、截水沟等构筑物场地的岩土层结构、物理力学性质等；
- 4) 查明滑坡、崩塌等不良地质作用，提供防治设计所需的岩土参数。

3 场区详细勘察应符合下列规定：

- 1) 工程地质测绘可选用 1: 1000~1: 2000；
- 2) 勘探点间距：排污管 30 m~50m，截水沟 50 m~100m，不良地质作用发育地段应当

加密；

3) 钻孔之间可采用物探方法了解地下水位、相对隔水层及埋深等。

4 坝址详细勘察应包括下列内容：

1) 查明坝址场地地基土的结构、厚度、物理力学性质等；

2) 查明坝址区易溶岩、软弱夹层、断层破碎带、裂隙密集带等特殊岩土层的分布特征、规模、物理力学性质等；

3) 查明坝基、坝肩岩体的完整性、结构面产状、延伸情况，划分岩体基本质量等级，评价边坡开挖的稳定性；

4) 查明坝基、坝肩岩土体渗透特性等水文地质条件，提出防渗处理建议。

5 坝址勘察方法应符合下列规定：

1) 工程地质测绘可选用 1: 500~1: 1000；

2) 勘探剖面应根据具体地质情况结合构筑物特点布置，剖面线间距 30 m~40m，勘探点间距 20 m~50m，钻孔深度应进入相对隔水层 ≥ 5 m；

3) 水文地质试验点应布置在帷幕线上，基岩钻孔应进行压水试验，覆盖层应根据含水层的性质进行抽水试验或注水试验，必要时进行地下水动态观测，观测时间应延续一个水文年以上；

4) 宜采用综合测井方法调查结构面、软弱带的产状、分布、含水层和渗漏带的位置；

5) 宜采用波速试验测定岩体的纵波或横波速度，并提供动弹性模量等参数；

6) 坝基持力层范围内的主要岩土层取土样数量应大于 6 件或组。

8.12.8 废弃物堆积体地基勘察应符合下列规定：

1 废弃物堆积体地基勘察应包括下列内容：

1) 查明废弃物堆积体的成分、结构、熟化程度及其物理力学性质；

2) 查明废弃物堆积体内的浸润线位置、地下水水位及变化幅度；

3) 查明废弃物堆积体渗出液的化学成分；

4) 钻探结束后，按要求进行封孔。

2 废弃物堆积体的勘察方法应符合下列规定：

1) 应垂直于废弃物堆积体坝址轴线布置勘探线 3 条~5 条，勘探点间距 30m~50m，勘探深度应满足变形分析的要求；

2) 废弃物堆积体的测试应根据其种类和特性采用合适的方法；

3) 测定垃圾渗出液的化学成分；

4) 对废弃物堆积体进行地下水动态观测和位移监测，用反分析方法获取参数，分析堆积体的稳定性。

8.13 地基处理工程

8.13.1 地基处理的岩土工程勘察应满足下列要求：

1 地基处理的岩土工程勘察宜采用钻探取样、原位测试、室内土工试验等综合勘探方法；

- 2 地基处理的岩土工程勘察范围应不小于地基处理范围；
- 3 勘探点线的布置宜结合建筑物或构筑物的特征，并与各勘察阶段、勘察等级相匹配；
- 4 勘探点调查深度不应小于地基处理深度；
- 5 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；
- 6 预测所选地基处理方法对环境和邻近建筑物的影响；
- 7 提出地基处理方案的建议；
- 8 当场地条件复杂且缺乏成功经验时，应在施工现场对拟选方案进行试验或对比试验，检验方案的设计参数和处理效果；
- 9 在地基处理施工期间，应进行施工质量和施工对周围环境和邻近工程设施影响的监测。

8.13.2 吹填场地的岩土工程勘察应满足下列要求：

- 1 吹填场地的岩土工程勘察可参照《吹填土地基处理技术规范》（GB/T51064）相关要求执行；
- 2 吹填区场地适宜性评价，吹填围堰稳定性评价；
- 3 吹填前场区不良地质作用和特殊性岩土的描述和评价；
- 4 吹填后场区内吹填土的均匀性、压缩性及特殊性的描述和评价；
- 5 根据吹填后地基使用要求，提出吹填土地基处理方法和处理深度的建议；
- 6 对工程施工和使用期可能发生的岩土工程问题进行预测，提出监控和预防措施的建议。

8.13.3 换填垫层法的岩土工程勘察应满足下列要求：

- 1 查明待换填的不良土层的分布范围和埋深；
- 2 测定换填材料的最优含水量、最大干密度；
- 3 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；
- 4 评定换填材料对地下水的环境影响；
- 5 对换填施工过程应注意的事项提出建议；
- 6 对换填垫层的质量进行检验或现场试验。

8.13.4 预压法的岩土工程勘察应满足下列要求：

- 1 查明土的成层条件，水平和垂直方向的分布，排水层和夹砂层的埋深和厚度，地下水的补给和排泄条件；
- 2 提供待处理软土的先期固结压力、压缩性参数、固结特性参数和抗剪强度指标、软土在预压过程中强度的增长规律；
- 3 预估预压荷载的分级和大小、加荷速率、预压时间、强度的可能增长和可能的沉降；
- 4 对重要工程，建议选择代表性试验去进行预压试验；采用室内试验、原位测试、变形和孔压的现场监测等手段，推算软土的固结系数、固结度与时间的关系和最终沉降量，为预压处理的设计施工提供可靠依据；
- 5 检验预压处理效果，必要时进行现场载荷试验。

8.13.5 强夯法的岩土工程勘察应满足下列要求：

- 1 查明强夯影响深度范围内土层的组成、分布、强度、压缩性、透水性和地下水条件；
- 2 查明施工场地和周围受影响范围内的地下管线和构筑物的位置、标高；查明有无对振动敏感的措施，是否需要在强夯施工期间进行监测；
- 3 根据强夯设计，选择代表性试验去进行强夯，采用室内试验、原位测试、现场监测等手段，查明强夯有效加固深度，夯击能量、夯击遍数与夯沉量的关系，夯坑周围地面的振动和地面隆起，土中孔

隙水压力的增长和消散规律。

8.13.6 桩土复合地基的岩土工程勘察应满足下列要求：

- 1 查明暗塘、暗浜、暗沟、洞穴等的分布和埋深；
- 2 查明土的组成、分布和物理力学性质，软弱土的厚度和埋深，可作为桩基持力层的相对硬层的埋深；
- 3 预估成桩施工可能性（有无地下障碍、地下洞穴、地下管线、电缆等）和成桩工艺对周围土体、邻近建筑、工程设施和环境的影响（噪声、振动、侧向挤土、地面沉陷或隆起等），桩体与水土间的相互作用（地下水对桩材的腐蚀性，桩材对周围水土环境的污染等）；
- 4 评定桩间土承载力，预估单桩承载力和复合地基承载力；
- 5 评定桩间土、桩身、复合地基、桩端以下变形计算深度范围内土层的压缩性，任务需要时估算复合地基的沉降量；
- 6 对需验算复合地基稳定性的工程，提供桩间土、桩身的抗剪强度；
- 7 任务需要时应根据桩土复合地基的设计，进行桩间土、单桩和复合地基载荷试验，检验复合地基承载力。

8.13.7 注浆法的岩土工程勘察应满足下列要求：

- 1 查明土的级配、孔隙率或岩体的裂隙宽度和分布规律，岩土渗透性，地下水埋深、流向和流塑，岩土的化学成分和有机质含量；岩土的渗透性宜通过现场试验测定；
- 2 根据岩土性质和工程要求选择浆液和注浆方法（渗透注浆、劈裂注浆、压密注浆等），根据地区经验或通过现场试验确定浆液浓度、粘度、压力、凝结时间、有效加固半径或范围，评定加固后地基的承载力、压缩性、稳定性或抗渗性；
- 3 在加固施工过程中对地面、既有建筑物和地下管线等进行跟踪变形观测，以控制灌注顺序、注浆压力、注浆速率等；
- 4 通过开挖、室内试验、动力触探或其他原位测试，对注浆加固效果进行检验；
- 5 注浆加固后，应对建筑物或构筑物进行沉降观测，直至沉降稳定为止，观测时间不宜少于半年。

9 不良地质作用和地质灾害

9.1 滑 坡

9.1.1 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，应进行专门的滑坡勘察，滑坡勘察应符合下列要求：

- 1 调查滑坡区的地质环境；
- 2 查明滑坡体、滑带和滑床的结构特征；
- 3 查明滑坡的性质、成因、变形机制、边界、规模、变形阶段、稳定状况及其危险程度；
- 4 查明地表水、泉和湿地等的分布及变迁，各层地下水的层位、流向、水头和性质；
- 5 提出计算评价所需的有关岩土物理力学参数及地下水的有关参数；
- 6 根据滑坡的类型、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进行滑坡稳定性的综合评价。滑坡类型可按附录 C 表 C.0.1 执行，滑坡规模划分可按附录 C 表 C.0.2 执行；
- 7 根据稳定性验算结果分析滑坡发展趋势和危害程度，提出监测及治理方案的建议。

9.1.2 滑坡勘察应充分搜集遥感影像、地质、气象、水文、地震和人类活动等相关资料，采用工程地质调绘、物探、钻探、槽探、井探、原位测试及室内试验等综合方法。

9.1.3 滑坡的工程地质调绘范围应包括滑坡体及有影响的地段和区域，测绘比例尺可选用 1:200~1:1000，用于滑坡治理设计时，应满足设计要求。除应符合本标准第 7.2 节的规定外，尚应调查下列内容：

- 1 斜坡地质结构、易滑地层的分布、微地貌形态及其演化过程；
- 2 圈定滑坡周界、滑坡壁、滑坡平台、滑坡裂缝、滑坡鼓丘等要素；
- 3 地表水、地下水、泉和湿地等的分布及变迁情况；
- 4 树木的异态、既有建筑物与工程设施的变形、位移及其破坏时间和过程等；
- 5 对滑坡的重点部位应摄影或录像；
- 6 当地滑坡史以及治理滑坡的经验。

9.1.4 勘探点和线的布置应根据工程地质条件、地下水情况、滑坡体的结构、滑坡复杂程度和滑坡形态确定，并符合下列要求：

- 1 采用主~辅剖面法，并遵循先勘探主剖面、后勘探辅助剖面的原则；
- 2 平行主滑线布置主、辅纵勘探线，垂直主滑线布置控制滑体厚度的横勘探线，当同一滑坡有多个次级滑体时，各次级滑体均应平行主滑线布置勘探线；勘探线长度应超过滑坡影响范围，在主滑方向两侧或滑坡体外，应根据滑坡的特征和规模布置辅助勘探线；
- 3 滑坡主剖面之间的间距应根据滑坡地质环境复杂程度及滑坡宽度选择，宜为 40m~80m；辅助剖面之间及、辅助剖面与主剖面之间的间距，一般宜为 30m；
- 4 纵勘探线上勘探点的间距宜为 30m~60m 且不少于 3 个，主勘探线和滑坡纵向变化大及滑坡前后部位宜取较小值；
- 5 剪出口难以确定或横勘探线可能作为支挡线时，应适当加密勘探点；稳定地段也应有勘

探点。

9.1.5 勘探孔的深度应符合下列规定：

1 对岩质滑坡或最低滑面为岩土界面的土质滑坡，一般性钻孔应进入可能的最低滑面以下 1m~3m，控制性钻孔应进入最低滑面以下 3m~5m，滑坡有无深层滑面难以判断时，个别控制性勘探点可根据需要加深；

2 对土层内部滑坡，钻孔可加深至下伏基岩中等风化层 1m~3m；

3 可能治理部位的勘探深度应满足防治工程设计的需要，拟设置抗滑桩地段的钻孔进入滑床的深度宜为孔位处滑体厚度的 1 倍~2 倍。

9.1.6 滑坡勘探除符合一般规定外，尚应符合下列要求：

1 勘探点可采用钻探、坑探或槽探，地质条件复杂时宜结合物探方法；

2 钻探宜采用干钻法；近预计滑动带时，回次进尺不得大于 0.5m；

3 岩样采集位置应主要布置在滑坡可能支挡部位。每种岩性的岩样不应少于 3 组，但抗剪强度试验的岩样不应少于 6 组，每组岩样不应少于 3 件。土样采集位置应主要布置在滑坡主勘探线上，滑带土和滑体土数量均不宜少于 9 组；

4 分层测定地下水水位，必要时测定流向和流量。

9.1.7 土的强度试验宜符合下列要求：

1 采用现场滑动面直剪、室内滑带土原状样或重塑土反复剪试验；对滑床岩土样作常规试验；

2 根据场地地质条件宜采用原位测试；

3 试验方法宜与滑动受力条件相似。

9.1.8 对稳定性差或施工期间扰动较大的滑坡，应布置监测工作。

9.1.9 滑坡的稳定性计算应符合下列要求：

1 计算模型的选用应根据滑面、滑带条件，按平面、圆弧或折线法确定；

2 强度指标选用宜根据测试成果、反分析和当地工程经验综合确定；

3 当遇有地下水时，应考虑浮托力和水压力；

4 选择有代表性的分析断面，划分牵引段、主滑段和抗滑段；

5 当有局部滑动可能时，除验算整体稳定外，尚应验算局部稳定；

6 当有地震、冲刷、人类活动等影响因素时，应考虑其对稳定性的影响。

9.1.10 滑坡稳定性的综合评价，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进行，并应分析发展趋势和危害程度，提出治理方案的建议。

9.2 危岩和崩塌

9.2.1 拟建工程场地或其附近存在对工程安全有影响的危岩、崩塌时，应进行专门的危岩和崩塌勘察。

9.2.2 危岩和崩塌勘察应充分搜集相关资料，以工程地质调绘为主，槽探、钻探和井探为辅，

必要时，可采用陆地摄影测量、透视雷达和弹性波检测。应查明产生危岩和崩塌的条件及其规模、类型、范围，并对工程建设适宜性进行评价，提出防治方案的建议。

9.2.3 危岩和崩塌地区工程地质测绘的比例尺宜采用 1:500~1:1000，崩塌方向主剖面的比例尺宜采用 1:200，勘察范围应包括危岩带、崩塌体及其影响范围；除应符合第 7.2 节的规定外，尚应调查下列内容：

1 搜集已有的区域构造、地震、气象、水文、植被、人为改造活动、崩塌历史及造成的损失程度等资料，了解与危岩和崩塌有关的地质环境；

2 崩塌形成发育、活动历史、陡崖高度、长度、坡度，冲沟发育状况和植被覆盖程度等地形地貌特征；危岩和崩塌的类型、分布范围、规模、崩落方向、各部位坡度变化，崩积块体的大小和固结程度、稳定状态；

3 基本质量等级和风化程度；

4 地质构造，岩体结构类型，结构面的产状、组合关系、闭合程度、力学属性、延展及贯穿情况；

5 气象、水文、地震的活动；

6 崩塌前的迹象和崩塌原因；

7 崩塌堆积规模及可能造成的危害；

8 当地防治崩塌的经验。

9.2.4 崩塌勘探工作量的布置应根据工程地质条件、地下水情况和崩塌形态确定，并符合下列要求：

1 控制性勘探线应沿主崩方向布置，并贯穿崩塌活动中心、崖顶和崩积前缘，其长度应超过可能孕育崩塌的范围；

2 在主崩方向两侧或崩塌体外，应根据崩塌的特征和规模布置辅助勘探线；勘探点间距不宜大于 40m，勘探线上的勘探点不少于 3 个；在预计采取工程措施的地段，应布置勘探点；

3 钻探孔深宜钻至崩积体堆床以下 2m。

9.2.5 崩塌规模划分可按附录 C 表 C.0.2 执行，类型划分可按附录 C 表 C.0.3 执行。

9.2.6 判定危岩的稳定性，宜对张裂缝进行监测。对有较大危害的大型危岩，应结合监测结果，对可能发生崩塌的时间、规模、滚落方向、途径、危害范围等做出预报。

9.2.7 各类危岩和崩塌的岩土工程评价，应阐明危岩和崩塌的形成条件，分布范围、规模类型、工程建设适宜性，并提出防治方案的建议。有关建议应符合下列规定：

1 规模大，破坏后果很严重，难于治理的，不宜作为工程建设场地；

2 规模较大，破坏后果严重的，应对可能产生崩塌的危岩进行加固处理；

3 规模小，破坏后果不严重的，可作为工程场地，但应对不稳定危岩采取治理措施。

9.3 泥石流

9.3.1 拟建工程场地或其附近具备发生泥石流的条件并对工程安全有影响时，应进行专门的泥石流勘察。泥石流勘察应查明泥石流的形成条件和泥石流的类型、规模、发育阶段、活动规律，

并对工程场地做出适宜性评价，提出防治方案的建议。

9.3.2 根据泥石流的流域形态、固体物质成分、规模、流体性质及爆发频率进行分类。根据泥石流特性及流域的特征、面积、严重程度、流量、发生频率等，可对泥石流进行工程分类，类型划分可按附录 C 表 C.0.4 执行。规模划分可按附录 C 表 C.0.2 执行。

9.3.3 泥石流勘察应以工程地质调绘为主。测绘范围应包括沟谷至分水岭的全部地段和可能受泥石流影响的地段。泥石流工程地质调绘除应符合 7.2 节规定外尚应符合下列要求：

- 1 收集当地水文气象、土壤植被、地形地质、遥感资料；
- 2 在遥感图象地质解译基础上，进行野外地质调绘；其比例尺在泥石流全域为 1:2000~1:10000，泥石流形成区和堆积区为 1:500~1:2000，治理部位可适当放大；
- 3 泥石流全域地质测绘与调查应包括以下内容：
 - 1) 暴雨强度、前期降雨量、一次最大降雨量、一次降雨总量、平均及最大流量、地下水出水点位置和流量、地下水补给、径流、排泄特征、地表水系分布特征；
 - 2) 沟谷或坡面地形地貌特征，包括沟谷形态及切割深度、弯曲状况、沟谷纵坡降及坡面的坡角；
 - 3) 地层岩性及其风化程度、地质构造、不良地质现象、松散堆积物的成因、分布、厚度及组成成份；
 - 4) 圈定泥石流形成区、流通区和堆积区的范围及边界、汇水区范围；
 - 5) 泥石流已造成的危害和可能造成的危害。

4 形成区的地层岩性、地质构造、风化破碎情况，不良地质作用和分布情况，植被情况；水源类型、水量、汇水条件、山坡坡度，岩层性质和风化程度；断裂、滑坡、崩塌、岩堆等不良地质作用的发育情况及可能形成泥石流固体物质的分布范围、储量；分析可能发生泥石流的规模及对工程的危害程度；

5 流通区的沟床纵横坡度及其变化点、跌水、急湾等特征；沟床两侧山坡坡度、松散物质分布、坡体稳定程度，沟床的冲淤变化和已向泥石流供给固态物质的滑塌范围和变化状况、已有的泥石流残体特征，当有地下水出水点时，尚应调查其流量及与泥石流补给关系；

6 堆积区的堆积扇分布范围，地形特征、堆积扇体积，沟床的坡降和岩、土特征，植被，泥石流堆积体中溢出的地下水水质和流量、地面沟道变迁和冲淤情况；堆积物的性质、组成成份和堆积旋回的结构、次数、厚度、一般粒径和最大粒径的分布规律；判定堆积区的形成历史、堆积速度，估算一次最大堆积量；堆积区遭受泥石流危害的范围和程度；对黏性泥石流，尚应调查堆积体上的裂隙分布状况，并测量泥石流前峰端与前方重要建构筑物的距离。

7 泥石流沟谷的历史，历次泥石流的发生时间、频数、规模、形成过程、爆发前的降雨情况和爆发后产生的灾害程度；

8 开矿弃渣、修路切坡、砍伐森林、陡坡开荒和过度放牧等人类活动情况；

9 当地防治泥石流的规划措施和经验。

9.3.4 当需要对泥石流采取防治措施时，应进行勘探测试，进一步查明泥石流堆积物的性质、结构、厚度、固体物质含量、最大粒径、流速、流量，冲出量和淤积量。

9.3.5 泥石流地区工程建设适宜性的评价，应符合下列要求：

- 1 I_1 与 II_1 类泥石流沟谷不应作为工程场地；
- 2 I_2 与 II_2 类泥石流沟谷不宜作为工程场地，当必须利用时应采取治理措施；

3 I₃与II₃类泥石流沟谷可利用其堆积区作为工程场地，但应避免沟口；

4 当上游大量弃渣或进行工程建设，改变了原有供排平衡条件时，应重新判定产生新的泥石流的可能性。

9.4 岩 溶

9.4.1 拟建工程场地或其附近存在对工程安全有影响的岩溶时，应进行专门的岩溶勘察。场地岩溶发育等级划分应符合附录 C.0.5 规定。

9.4.2 岩溶勘察宜采用工程地质调绘、物探、钻探等综合方法进行，并应符合下列要求：

1 可行性研究勘察应查明岩溶洞隙、土洞的发育条件，并对其危害程度和发展趋势作出判断，对场地的稳定性和工程建设的适宜性做出初步评价；

2 初步勘察应查明岩溶洞隙及其伴生土洞、塌陷的分布、发育程度和发育规律，并按场地的稳定性和适宜性进行分区；

3 详细勘察应查明拟建工程范围及有影响地段的各种岩溶洞隙和土洞的位置、规模、埋深，岩溶堆填物性状和地下水特征，对地基基础的设计和岩溶的治理提出建议；

4 施工勘察应针对某一地段或尚待查明的专门问题进行勘察；当采用大直径嵌岩桩时，尚应进行专门的桩基勘察。

9.4.3 岩溶场地的工程地质调绘，除应符合本标准第 7.2 节的规定外，尚应调查下列内容：

1 岩溶洞隙、塌陷、漏斗、洼地、泉眼等分布、形态和发育规律；

2 覆盖层厚度，岩面起伏、溶沟、溶槽、石芽形态及分布情况；

3 岩溶地下水赋存条件、水位变幅、水质水量和运动规律；

4 岩溶发育程度、洞隙特征及其与地貌、地质构造、地层岩性、地下水的关系；

5 土洞和塌陷的分布、形态、成因、发育规律和发展趋势；

6 场地附近地下水开采及矿山疏排水情况；

7 当地治理岩溶、土洞和塌陷的经验。

9.4.4 可行性研究和初步勘察宜采用工程地质测绘和综合物探并结合钻探进行。勘察点的间距应满足各类工程勘察的基本要求的规定，岩溶发育地段应予加密。测绘和物探发现的异常地段，应选择有代表性的部位布置验证性钻孔。控制性勘察孔的深度应穿过表层岩溶发育带。

9.4.5 详细勘察的勘探工作应符合下列规定：

1 勘探线应沿建筑物轴线布置，岩溶微发育及中等发育地段，柱下独立基础应一柱一孔。岩溶强发育地段，柱下独立基础宜一柱多孔，具体孔数应结合基础底面尺寸和实际需要确定；

2 勘探孔深度宜进入持力层 3~5 倍基础短边宽度或桩基底面直径的 3 倍，且不小于 5m。拟定深度内遇溶洞时，应钻穿溶洞进入洞底下持力层，钻探深度应满足上述规定；

3 在土洞和塌陷发育地段，可采用静力触探、轻型动力触探、小口径钻探等手段，详细查明其分布；

4 当需查明断层、岩组分界、洞隙和土洞形态、塌陷等情况时，应布置适当的探槽或探井；

5 宜根据场地物性条件采用有效的物探方法，对异常点应采用钻探验证，当发现或可能存

在危害工程的溶洞时，应加密勘探点。

9.4.6 施工勘察应根据岩溶地基设计和施工要求布置；在土洞、塌陷地段，可在已开挖的基槽内布置触探或钎探；对重要或荷载较大的工程，可在槽底采用小口径钻探；对大直径嵌岩桩，勘探点应逐桩布置，勘探深度应不小于洞隙底面以下桩径的 3 倍并不小于 5m，当相邻桩底的基岩面起伏较大时应适当加深。

9.4.7 岩溶发育地区的下列部位宜查明土洞和土洞群的位置：

- 1 土层较薄、土中裂隙及其下岩体洞隙发育部位；
- 2 岩面张开裂隙发育，石芽或外露的岩体与土体交接部位；
- 3 两组构造裂隙交汇处和宽大裂隙带；
- 4 隐伏溶沟、溶槽、漏斗等，其上有软弱土分布的负岩面地段；
- 5 地下水强烈活动于岩土交界面的地段和大幅度人工降水地段；
- 6 低洼地段和地表水体近旁。

9.4.8 岩溶勘察的测试和观测包括下列内容：

- 1 追索隐伏洞隙的联系，可采用连通试验；
- 2 评价洞隙稳定性，可采取洞体顶板岩样和充填物土样作物理力学性质试验，必要时可进行现场顶板岩体的载荷试验；
- 3 查明土的性状与土洞形成的关系，可进行湿化、胀缩、可溶性和剪切试验；
- 4 查明地下水动力条件、潜蚀作用，地表水与地下水联系，预测土洞和塌陷的发生、发展时，可进行流速、流向测定和水位、水质的长期观测。

9.4.9 当场地存在下列情况之一时，可判定为未经处理不宜作为地基的不利地段：

- 1 浅层洞体或溶洞群，洞径大，且不稳定的地段；
- 2 埋藏的漏斗、槽谷等，并覆盖有软弱土体的地段；
- 3 土洞或塌陷成群发育地段；
- 4 岩溶水排泄不畅，可能暂时淹没的地段。

9.4.10 当地基属下列条件之一时，对二级和三级工程可不考虑岩溶稳定性的不利影响：

- 1 基础底面以下土层厚度大于独立基础宽度的 3 倍或条形基础宽度的 6 倍，且不具备形成土洞或其他地面变形的条件；
- 2 基础底面与溶洞顶板间岩土厚度虽小于本条第 1 款的规定，但符合下列条件之一时：
 - 1) 洞隙或岩溶漏斗被密实的沉积物填满且无被水冲蚀的可能；
 - 2) 溶洞围岩基本质量等级为 I 级或 II 级岩体，顶板岩石厚度大于或等于洞跨；
 - 3) 溶洞较小，基础底面大于洞的平面尺寸，并有足够的支承长度；
 - 4) 平行于基础轴线的长度或直径小于 1.0m 的竖向洞隙、落水洞近旁地段。

9.4.11 当不符合本标准第 9.4.10 条的条件时，应进行溶洞地基稳定性分析，并符合下列规定：

- 1 顶板不稳定，但洞内为密实堆积物充填且无流水活动时，可认为堆填物受力，按不均匀地基进行评价；
- 2 当能取得计算参数时，可将洞体顶板视为结构自承重体系进行力学分析；
- 3 有工程经验的地区，可按类比法进行稳定性评价；
- 4 基本质量等级为 III 级或 IV 级的岩体，可作原位实体基础载荷试验评价溶洞顶板的强度与稳定性，最大加载量应不小于地基设计要求的 2 倍；

- 5 在基础近旁有洞隙和临空面时，应验算向临空面倾覆或沿裂面滑移的可能；
- 6 对不稳定的岩溶洞隙可建议采用地基处理或桩基础等有效措施。

9.5 采空区

9.5.1 拟建工程场地或其附近存在对工程安全有影响的采空区时，应进行专门的采空区勘察。其勘察应分别查明老采空区上覆岩层的稳定性，预测现采空区和未来采空区地表移动、变形的特征和规律性；并判定其作为建筑场地的适宜性和对工程建设的危害程度。

9.5.2 采空区的勘察宜以搜集资料、调查访问为主，并应查明下列内容：

- 1 场地的矿层分布、层数、厚度、深度、埋藏特征和上覆岩层岩性、构造等；
- 2 场地矿层开采的范围、深度、厚度、时间、方法、顶板管理方法，采空区顶板的冒落程度、冒落堆积物的密实程度、空隙及其联通性和积水等；
- 3 场地的地表变形特征和分布规律，包括地表陷坑、台阶、裂缝位置、形状、大小、深度、延伸方向及其与地质构造、开采边界、工作面推进方向等的关系；
- 4 场地地表移动盆地的特征，划分中间区、内边缘区和外边缘区，确定地表移动和变形的特征值；
- 5 采空区附近的抽、排水情况及其对采空区稳定的影响；
- 6 搜集场地内和附近建筑物变形及其处理措施等资料。

9.5.3 对老采空区和现采空区，当工程地质调查不能查明采空区的特征时，应进行物探和钻探工作。

9.5.4 对现采空区和未来采空区，应通过计算预测地表移动和变形的特征值，计算方法可按现行标准《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》执行。

9.5.5 现采空区地表移动和建筑物变形观测布置宜符合下列规定：

- 1 观测线宜按平行和垂直开采巷道走向布置，其长度应超过地表移动的范围；
- 2 观测点宜采用等间距布置，其间距应根据开采深度确定；
- 3 观测周期宜根据地表变形速度或开采深度确定。

9.5.6 根据采空区地表移动盆地特征和变形大小划分为不宜建筑的场地和相对稳定场地：

- 1 下列地段不宜作为建筑场地地段：
 - 1) 在开采过程中可能出现非连续变形的地段；
 - 2) 地表移动活跃的地段；
 - 3) 特厚矿层和倾角大于 55° 的厚矿层露头地段；
 - 4) 由于地表移动和变形引起边坡失稳和山崖崩塌的地段；
 - 5) 地表倾斜大于 10mm/m ，地表曲率大于 0.6mm/m^2 或地表水平变形大于 6mm/m 的地段。
- 2 下列地段作为建筑场地时，应评价其适宜性：
 - 1) 采空区采深采厚比小于 30 的地段；
 - 2) 采深较小，上覆岩层极坚硬并采用非正规开采方法的地段；

3) 地表倾斜为 3~10mm/m, 地表曲率为 0.2~0.6mm/m² 或地表变形为 2~6mm/m 的地段。

9.5.7 建筑物应避免采深小、地表变形剧烈且为非连续变形的未经减灾治理的老采空区; 对次要建筑, 可根据建筑物的基底压力、采空区的埋深、范围和上覆岩层的性质等评价地基的稳定性, 并根据矿区经验提出处理措施的建议。

9.5.8 小窑采空区场地的建筑物地基稳定性评价应符合下列要求:

1 有地裂缝和塌陷发育地段, 属于不稳定地段, 不适宜建筑; 在附近建筑时, 需有一定的安全距离, 安全距离的大小视建筑物的性质而定, 一般应大于 5m~15m。

2 对次要建筑且采空区采深采厚比小于 30 时, 可按临界深度 H_0 评价地基的稳定性:

$$H_0 = \frac{B\gamma + \sqrt{B^2\gamma^2 + 4B\gamma p_0 \tan \varphi \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)}}{2\gamma \tan \varphi \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)} \quad (9.5.8)$$

式中 B ——巷道宽度 (m);

γ ——巷道顶板上覆岩体重力密度 (kN/m³);

p_0 ——建筑物基底压力 (kPa);

φ ——巷道顶板上的岩体内摩擦角 (°), 由岩土样剪切试验求得;

当采深 $H < H_0$ 时, 地基不稳定;

$H_0 \leq H < 1.5 H_0$ 时, 地基稳定性差;

$H \geq 1.5 H_0$ 时, 地基稳定。

9.5.9 小窑采空区可采用下列处理措施:

1 回填或压力灌浆, 回填材料一般采用毛石混凝土或粉煤灰;

2 加强建筑物基础及上部结构刚度。

9.6 浅层气

9.6.1 拟建工程场地存在对工程安全有影响的浅层气时, 应进行专门的浅层气勘察。浅层气的勘察应采取安全的防范措施, 可采用钻探、物探、静探结合可燃气体报警仪检测的综合勘探手段进行。

9.6.2 浅层气的勘察应包含下列内容:

1 气源层的埋深、厚度、分布范围和物理化学特征;

2 浅层气储藏和保存条件, 确定储气层的物理化学特征、埋深、厚度、分布范围;

3 浅层气的成分、压力、流量;

4 地下水水位与变化幅度、补给、径流、排泄条件, 含水层分布位置、空隙率与渗透性, 地下水与浅层气的共存关系;

5 当地有关浅层气的利用及危害情况和工程处理经验。

9.6.3 浅层气的勘探应符合下列要求:

1 勘探点的数量、间距应根据地基复杂程度、含气构造和工程类型确定, 控制性勘探点布置在气源层、储气层可能分布区域部位;

2 勘探孔深度应穿透气源层、储气层；

3 各气源层、储气层取土样不应少于 6 组，隔气顶、底板取土样不少于 3 组。应进行岩土的重度、有机质含量、空隙率、饱和度、渗透系数等测试；

4 采集气体的数量不宜少于 3 组，采集气体应按专业要求采集和测试。

10 特殊性岩土

10.1 软 土

10.1.1 软土地基勘察除符合第 8 章的勘察要求外，尚应调查下列内容：

1 成因类型、时代、成层条件、分布规律、层理特征、水平向和垂直向的均匀性，包含物的含量和分布；

2 固结历史、应力水平和结构破坏对强度和变形的影响；

3 微地貌形态和暗埋的塘、浜、沟、坑、穴的分布、埋深，回填土及浅层气的存在与现状。

10.1.2 软土地区勘察宜采用钻探取样与原位测试相结合的手段。钻探取样应采用薄壁取土器，原位测试应根据岩土工程的要求，采用静力触探试验、旁压试验、十字板剪切试验、扁铲侧胀试验和螺旋板载荷试验等。

10.1.3 勘探点布置应根据软土的成因类型和地基复杂程度确定。当软土层变化较大或有暗埋的塘、浜、河、沟、坑、穴时应予加密。

10.1.4 室内试验除常规试验确定物理力学参数外，应根据工程要求，确定软土的先期固结压力、压缩指数、回弹指数、固结系数等，压缩系数宜采用含小压力的常规固结试验，抗剪强度指标宜采用直接剪切试验、三轴试验；当有机质较多时，应进行有机质含量试验。

10.1.5 软土的岩土工程评价应包括下列内容：

1 分析地基产生失稳和不均匀变形的可能性；

2 软土的地基承载力特征值应根据室内试验、原位测试和当地经验，并结合下列因素综合确定：

1) 软土成因、应力历史、结构性、灵敏度等特性；

2) 上部结构的类型、刚度、荷载性质、大小和分布，对不均匀沉降的敏感性；

3) 基础的类型、尺寸、埋深和刚度等；

4) 施工方法、程序及加荷速率。

3 当建筑物相邻高低层荷载相差较大时，应分析其变形差异和相互影响；当有大面积堆载时，应分析对相邻建筑物的不利影响；

4 地基沉降计算可采用分层总和法，必要时应考虑软土的次固结效应；

5 提出选用基础型式和持力层的建议，对于上硬下软的双层土地基应进行下卧层验算；

6 对于泥炭、泥炭质土，应分析和评价对水泥土桩成桩的影响。

10.2 填 土

10.2.1 填土的勘察应包括下列内容：

1 搜集资料、调查地形和地物的历史变迁，填土的来源、成份、堆填年限和堆填方式；

2 查明填土的分布、厚度、物质成分、颗粒级配、均匀性、密实性、压缩性和湿陷性；对冲（吹）填土尚应了解其冲填进土口位置、排水条件和固结程度；

3 查明暗塘、暗浜、渗井、废土坑、旧基础及古墓穴的分布范围和埋深；

4 查明地下水的水位、动态变化和周围地表水体的水力联系；

5 对素填土为黏性土，尚应注意素填土与天然沉积土的区别以及新老填土的区别；

6 对压实填土，勘察内容可根据工程实际情况确定。

10.2.2 填土的勘察应在本标准第 8 章规定的基础上适当加密勘探点，勘探孔的深度应穿透填土层，确定暗埋的塘、浜、坑的范围和埋深。

10.2.3 勘探的方法应根据填土的性质确定。对由粉土或黏性土组成的素填土，可采用钻探取样与原位测试相结合的方法；对含有较多粗粒成分的杂填土和素填土宜采用动力触探、钻探等手段，必要时应布置一定数量的探井。

10.2.4 填土的工程特性指标宜采用下列测试方法确定：

1 查明填土的均匀性和密实度宜采用触探法，并辅以室内试验；

2 确定填土的压缩性、湿陷性宜采用室内固结试验或现场载荷试验；

3 杂填土的密度试验宜采用大容积法等现场试验；

4 对压实填土，在压实前应测定填料的最优含水率和最大干密度，压实后应分层测定其干密度，计算压实系数；

5 填土的地基承载力，可采用圆锥动力触探、标准贯入、静力触探和取样分析并结合地区经验确定，必要时宜采用现场平板载荷试验确定。

10.2.5 填土的岩土工程评价应符合下列要求：

1 阐述填土的成分、分布和堆积年代，判定地基的均匀性、压缩性、密实度和湿陷性，必要时应按厚度、强度和变形特性等分层或分区评价；

2 对堆积年限较长的素填土、冲填土和建筑垃圾或性质稳定的工业废料组成的杂填土，当较均匀、较密实时可作为天然地基；对由有机质含量较高的生活垃圾和对基础有腐蚀性的工业废料组成的杂填土，不宜作为天然地基；

3 当填土底面的天然坡度大于 20%时，应验算其稳定性；

4 对于欠固结的填土采用桩基础时应考虑其负摩阻力。

10.2.6 填土地基开挖后应进行施工验槽，改良处理后的填土地基应进行质量检验，对填土复合地基作为浅基础持力层时，宜进行现场平板静载荷试验。

10.3 红黏土

10.3.1 红黏土地区的岩土工程勘察，应着重查明其状态分布、裂隙发育特征及地基的均匀性，并应按下列要求划分：

1 红黏土的状态除按液性指数判定外，尚可按表 10.3.1-1 判定；

表 10.3.1-1 红黏土的状态分类

状态	含水比 α_w
坚硬	$\alpha_w \leq 0.55$
硬塑	$0.55 < \alpha_w \leq 0.70$
可塑	$0.70 < \alpha_w \leq 0.85$
软塑	$0.85 < \alpha_w \leq 1.00$
流塑	$\alpha_w > 1.00$

注： $\alpha_w = w/w_L$ 。

2 红黏土的结构可根据其裂隙发育特征按表 10.3.1-2 分类；

表 10.3.1-2 红黏土的结构分类

土体结构	裂隙发育特征
致密状	偶见裂隙 (<1 条/m)
巨块状	较多裂隙 (1~3 条/m)
碎块状	富裂隙 (>3 条/m)

3 红黏土的复浸水特性可按表 10.3.1-3 分类；

表 10.3.1-3 红黏土的复浸水特性分类

类别	I_r 与 I'_r 关系	复浸水特性
I	$I_r \geq I'_r$	收缩后复浸水膨胀，能恢复到原位
II	$I_r < I'_r$	收缩后复浸水膨胀，不能恢复到原位

注： $I_r = w_L/w_p$ ， $I'_r = 1.4 + 0.0066w_L$ 。

4 红黏土的地基均匀性可按表 10.3.1-4 分类。

表 10.3.1-4 红黏土的地基均匀性分类

地基均匀性	地基压缩层范围内岩土组成
均匀地基	全部由红黏土组成
不均匀地基	由红黏土和岩石组成

10.3.2 红黏土地区的工程地质调绘除应按本标准 7.2 节的规定外，尚应查明下列内容：

- 1 不同地貌单元红黏土的分布、厚度、物质组成、土性等特征及其差异；
- 2 下伏基岩岩性、岩溶发育特征及其与红黏土土性、厚度变化的关系；
- 3 地裂分布、发育特征及其成因，土体结构特征，土体中裂隙的密度、深度、延展方向及其发育规律；
- 4 地表水和地下水的分布、动态及其与红黏土状态垂向分带的关系；
- 5 现有建筑物开裂原因分析，当地勘察、设计、施工经验等。
- 6 斜坡与人工边坡的土性、坡率与高度、裂隙分布及变形破坏特征的调查统计。

10.3.3 红黏土地区勘探应查明红黏土厚度和状态的变化点，并应符合下列规定：

- 1 采用钻探、原位测试、取样室内试验相结合的综合勘察手段，原位测试宜采用载荷试验、静力触探和旁压试验等方法；
- 2 勘探点间距，初步勘察宜取 30m~50m；详细勘察宜取 12m~24m，对不均匀地基宜取 6m~12m，条件复杂地段，勘探点间距可加密；

3 勘探深度应大于地基变形计算深度，当地基变形计算深度内存在流塑、软塑土时，勘探深度应适当加深；

4 对不均匀地基的勘探深度应至基岩面或穿过强风化层。

10.3.4 当岩土工程评价需要详细了解地下水埋藏条件、运动规律和季节变化时，应在测绘调查的基础上补充进行地下水的勘察、试验和观测工作；有关要求按本标准第 13 章的规定执行。

10.3.5 红黏土的室内试验除应满足本标准第 14 章的规定外，裂隙发育的红黏土应进行三轴剪切试验或无侧限抗压强度试验。必要时，可进行收缩试验和复浸水试验；当需评价边坡稳定性时，宜进行重复剪切试验。

10.3.6 红黏土的地基承载力应结合地区经验按有关标准综合确定。当基础浅埋、外侧地面倾斜、有临空面或承受较大水平荷载时，应结合以下因素综合考虑确定红黏土的承载力：

1 土体结构和裂隙对承载力的影响；

2 开挖面长时间暴露，裂隙发展和复浸水对土质的影响。

10.3.7 红黏土的岩土工程评价应符合下列规定：

1 根据工程需要划分出红黏土地基的空间分布，并分别进行工程评价；

2 建筑物应避免跨越地裂缝密集带或深长地裂缝地段；

3 轻型建筑物的基础埋深应大于大气影响急剧层的深度；炉窑等高温设备的基础应考虑地土的不均匀收缩变形；开挖明渠时应考虑土体干湿循环的影响；在石芽出露的地段，应考虑地表水下渗形成的地面变形；

4 持力层和基础型式选择：基础宜浅埋，利用浅部硬壳层，并进行下卧层承载力的验算；不能满足承载力和变形要求时，应建议进行地基处理或采用桩基础；

5 边坡、基坑工程应及时采取保湿措施和维护，防止失水干裂。

10.4 膨胀土

10.4.1 膨胀土场地按地形地貌条件可分为平坦场地和坡地场地。符合以下条件者划为平坦场地：

1 地形坡度小于 5° ，且同一建筑物范围内局部高差不超过 1m；

2 地形坡度大于 5° 小于 14° ，与坡肩水平距离大于 10m 的坡顶地带。

不符合以上条件者划为坡地场地。

10.4.2 膨胀土地区的工程地质调绘应包括下列内容：

1 查明膨胀土的成份、地质年代、成因、分布、颜色、节理及裂隙等外观特征；

2 划分地貌单元和场地类型，查明有无浅层滑坡、地裂缝、冲沟以及微地貌形态和植被情况；

3 调查地表水的排泄和积聚情况以及地下水类型、水位、毛细水上升高度和变化规律；

4 搜集当地降水量、蒸发量、气温、地温、干湿季节、干旱持续时间等气象资料，查明大气影响深度；

5 调查当地工程建设经验。

10.4.3 膨胀土的勘察应符合下列规定：

1 勘探点宜结合地貌单元、微地貌形态和拟建建筑物布置，其数量应比非膨胀土地区适当增加，其中采取试样的勘探点不应少于勘探点总数的 1/2；

2 勘探孔的深度，除应满足基础埋深和附加应力的影响深度外，尚应超过大气影响深度；控制性勘探孔不应小于 8m，一般性勘探孔不应小于 5m；

3 在大气影响深度内，每个控制性勘探孔均应采取 I、II 级土试样，取样间距不应大于 1.0m，在大气影响深度以下，取样间距可为 1.5m~2.0m；一般性勘探孔从地表下 1m 开始至 5m 深度内，可取 III 级土试样，测定天然含水率。

10.4.4 膨胀土的室内试验，除进行常规物理力学性质试验外，尚应测定下列指标：自由膨胀率、一定压力下的膨胀率、收缩系数及膨胀力。

10.4.5 重要的和有特殊要求的工程场地，宜进行现场浸水载荷试验、剪切试验或旁压试验。对各向异性的膨胀土，应测定其不同方向的膨胀率、膨胀力和收缩系数。

10.4.6 对初判为膨胀土的地区，应计算土的膨胀变形量、收缩变形量和胀缩变形量，并划分胀缩等级。计算和划分方法应符合现行国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》（GB 50112）的规定。

当拟建场地或其邻近有膨胀土损坏的工程时，应进行详细调查，分析膨胀土对工程的破坏机制，估计膨胀力的大小和胀缩等级。

10.4.7 膨胀土的岩土工程评价应符合下列规定：

1 对建在膨胀土上的建筑，其基础埋深、地基处理、桩基设计、总平面布置、建筑和结构措施、施工和维护，应符合现行国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》（GB50112）的规定；

2 一级工程的地基承载力应采用浸水载荷试验方法确定，二级工程宜采用浸水载荷试验方法确定，三级工程可采用饱和状态下不固结不排水三轴剪切试验计算或根据已有经验确定；

3 对边坡及位于边坡上的工程，应进行稳定性验算；验算时应考虑坡体内含水量变化的影响；均质土可采用圆弧滑动面法，有软弱夹层及层状膨胀土应按最不利的滑动面验算；具有胀缩裂缝和地裂缝的膨胀土边坡，应进行沿裂缝滑动的验算。

10.5 污染土

10.5.1 污染土场地和地基包括已受污染的已建与拟建场地和地基、可能受污染的已建与拟建场地和地基等四种类型。污染土场地和地基的勘察，应根据工程特点和设计要求选择适宜的勘察手段，并应符合下列要求：

1 对工业污染应着重调查污染源、污染史、污染途径、污染物成分、污染场地已有建筑物受影响程度、周边环境等；对尾矿污染应重点调查不同的矿物种类和化学成份，了解选矿所采用工艺、添加剂及其化学性质和成份等；对垃圾填埋场应着重调查垃圾成分、日处理量、堆积容量、使用年限、防渗结构、变形要求及周边环境等；

2 采用钻探或坑探采取土试样，现场观察污染土颜色、状态、气味和外观结构等，并与正常土比较，查明污染土分布范围；

3 直接接触试验样品的取样设备应严格保持清洁，每次取样后均应用清洁水冲洗后再进行下一个样品的采取；对易分解或易挥发等不稳定组分的样品，装样时应尽量减少土样与空气的接触时间，防止挥发性物质流失并防止发生氧化；土样采集后宜采取适宜的保存方法并及时运送实验室；

4 污染土的物理力学性质，应采用原位测试为主并辅以室内试验的方法确定，有条件时应进行污染土与未污染土的对比试验；

5 当缺乏地区建筑经验时，污染土的承载力宜采用载荷试验和其它原位测试方法确定。

10.5.2 对污染土的勘探测试，当污染物对人体健康有害或对机具仪器有腐蚀性时，应采取必要的防护措施。

10.5.3 拟建场地污染土勘察宜分为初步勘察和详细勘察两个阶段。条件简单时，可直接进行详细勘察。初步勘察阶段应以现场调查结合勘探测试，查明污染源性质、污染途径，并初步查明污染土分布和污染程度；详细勘察阶段应在初步勘察的基础上，结合工程特点、可能采用的处理措施，有针对性地布置勘察工作量，查明污染土的分布范围、污染程度、物理力学和化学指标，为污染土处理提供参数。

10.5.4 勘探测试工作量的布置应结合污染源和污染途径的分布进行，近污染源处勘探点间距宜密，远污染源处勘探点间距宜疏。为查明污染土分布的勘探孔深度应穿透污染土。详细勘察时，采取污染土试样的间距应根据其厚度及可能采取的处理措施等综合确定。确定污染土与非污染土界限时，取土间距不宜大于 1m。

10.5.5 有地下水的勘探孔应采取不同深度地下水试样，查明污染物在地下水中的空间分布。同一钻孔内采取不同深度的地下水试样时，应采用严格的隔离措施，防止因采取混合水样而影响判别结论。

10.5.6 污染土和水的室内试验，应根据污染情况和任务要求进行下列试验：

- 1 污染土和水的化学成分；
- 2 污染土的物理力学性质；
- 3 对建筑材料腐蚀性的评价指标；
- 4 对环境影响的评价指标；
- 5 力学试验项目和试验方法应充分考虑污染土的特殊性质，进行相应的试验，如膨胀、湿化、湿陷性试验等；
- 6 必要时进行专门的试验研究。

10.5.7 污染土评价应根据任务要求进行，对场地和建筑物地基的评价应符合下列要求：

- 1 污染源的位置、成分、性质、污染史及对周边的影响；
- 2 污染土分布的平面范围和深度、地下水受污染的空间范围；
- 3 污染土的物理力学性质，评价污染对土的工程特性指标的影响程度；
- 4 工程需要时，提供地基承载力和变形参数，预测地基变形特征；
- 5 污染土和水对建筑材料的腐蚀性；
- 6 污染土和水对环境的影响；
- 7 分析污染发展趋势；
- 8 对已建项目的危害性或拟建项目适宜性的综合评价。

10.5.8 污染对土的工程特性的影响程度可按表 10.5.8 划分。根据工程具体情况，可采用强度、

变形、渗透等工程特性指标进行综合评价。

表 10.5.8 污染对土的工程特性的影响程度

影响程度	轻微	中等	大
工程特性指标变化率（%）	< 10	10~30	> 30

注：工程特性指标变化率是指污染前后工程特性指标的差值与污染前指标之比。

10.5.9 污染土和水对环境影响评价应结合工程具体要求进行，无明确要求时可按现行国家标准《土壤环境质量标准》（GB15618）、《地下水质量标准》（GB/T14848）和《地表水环境质量标准》（GB3838）进行评价。

10.6 混合土

10.6.1 混合土的勘察应符合下列规定：

- 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 查明混合土的组成、均匀性及其在水平方向和垂直方向上的变化规律；
- 3 勘探点的间距和勘探孔的深度除应满足本标准的要求外，尚应适当加密加深；
- 4 对粗粒混合土宜采用动力触探试验，并应有一定数量的钻孔或探井检验；
- 5 混合土的承载力宜采用现场载荷试验确定。

10.6.2 混合土的岩土工程评价应满足本标准相关规定外，尚应包括下列内容：

- 1 混合土的承载力应根据载荷试验、动力触探试验并结合当地经验综合确定；
- 2 混合土边坡的容许坡度值可根据现场调查和当地经验确定，必要时应进行专门试验研究。

10.7 风化岩和残积土

10.7.1 风化岩和残积土的勘察应包含下列内容：

- 1 确定母岩地质年代和岩石名称；
- 2 按本标准附录 B，表 B.0.4 划分岩石的风化程度；
- 3 查明风化岩中球状风化体（孤石）的分布；
- 4 查明岩土风化的均匀性、破碎带、软弱夹层和风化岩脉的分布；
- 5 查明地下水赋存条件。

10.7.2 风化岩和残积土的勘察应符合下列规定：

- 1 勘探线应垂直地貌单元走向和建筑物边线布置，勘探点间距应取本标准第 8 章规定的小值；
- 2 勘探深度一般宜进入稳定中等风化岩，当全风化或残积土较厚时，应满足稳定性计算要求；
- 3 宜采用原位测试与室内试验相结合的方法，原位测试可采用圆锤动力触探试验、标准贯入试验、波速测试和载荷试验；

4 对风化岩试样或原位测试数量，每一风化带应不少于 6 组；

5 对相当于极软岩和极破碎的风化岩，可按土工试验要求进行试验；对残积土，必要时进行湿陷性和湿化试验，对于花岗岩残积土应进行颗粒分析试验。

10.7.3 风化岩和残积土的工程评价应符合下列要求：

1 对于强风化和全风化岩石，宜结合当地经验进一步划分为碎块状、碎屑状和土状；

2 花岗岩残积土可根据大于 2mm 颗粒含量百分比按表 10.7.3 划分；

表 10.7.3 花岗岩残积土分类表

土的名称	大于 2mm 颗粒含量百分比 (%)
砾质黏性土	≥ 20
砂质黏性土	20~5
黏性土	< 5

3 对软硬互层或风化程度不同的不均匀地基，应分析不均匀沉降对地基的影响；

4 对基坑工程应分析评价易风化岩和遇水易软化岩的不利影响，并提出防止风化发展的措施；

5 对岩脉和球状风化体或孤石，应分析评价其对基础的影响，并提出相应的建议；

6 斜坡地段的风化岩和残积土应评价其稳定性。

11 场地与地基地震效应

11.1 一般规定

11.1.1 在本区域应进行场地和地基地震效应的岩土工程勘察，并根据国家批准的地震参数区划和有关的规范，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地震分组。

11.1.2 房屋建筑工程地震效应参数应按《建筑抗震设计规范》（GB50011）、《中国地震动参数区划图》（GB18306）的规定执行。

11.1.3 评价建筑场地时，应确定场地类别，并划分建筑抗震有利、一般、不利和危险的地段。当场地位于抗震危险的地段时应进行专门研究。

11.2 液化判别和软土震陷

11.2.1 建筑场地的类别划分，应以土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度划分，并确定地震作用计算所用的设计特征周期。场地等效剪切波速的计算、覆盖层厚度的确定及场地类别的划分，应符合《建筑抗震设计规范》（GB50011）的规定。

11.2.2 土层剪切波速的测量，应符合下列要求：

1 初步勘察阶段，对大面积的同一地质单元，测试土层剪切波速的钻孔数量宜为控制性钻孔数的 1/3~1/5，但不宜少于 3 个。

2 详细勘察阶段，对单幢建筑，剪切波速测试孔数量不宜少于 2 个，测试数据变化较大时，可适量增加；对处于同一地质单元的密集建筑群，测试土层剪切波速的测试孔数量可适当减少，但每幢高层建筑和大跨度空间结构的测试孔数量均不得少于 1 个。

3 对丁类建筑及丙类建筑中层数不超过 10 层、高度不超过 30 米的多层建筑，当无实测剪切波速时，可根据岩土名称和性状确定。

11.2.3 对地基土的液化判别应符合下列规定：

1.对抗震设防烈度为 7 度的饱和砂土和饱和粉土场地，应判别该地基土地震液化的可能性；

2.抗震设防烈度为 6 度时，可不考虑液化的影响，但对沉陷敏感的乙类建筑，可按 7 度进行液化判别。

11.2.4 饱和砂土和粉土的液化判别应先进行初步判别，当符合下列条件之一时，可初步判别为不液化或不考虑液化的影响：

1 地质年代为第四纪晚更新世（ Q_3 ）及以前时，7 度时可判为不液化；

2 粉土中的黏粒含量百分率，7 度不小于 10 时，可判为不液化土；

注：用于液化判别的黏粒含量系采用六偏磷酸钠作为分散剂测定，采用其他方法时应按有关规定换算。

3 浅埋天然地基的建筑，当上覆非液化土层厚度和地下水位深度符合下列条件之一时，可

不考虑液化影响：

$$d_u > d_0 + d_b - 2 \quad (11.2.4-1)$$

$$d_w > d_0 + d_b - 3 \quad (11.2.4-2)$$

$$d_u + d_w > 1.5d_0 + 2d_b - 4.5 \quad (11.2.4-3)$$

其中： d_w ——地下水位深度（m），宜按设计基准期内年平均最高水位采用，也可按近期内年最高水位采用；

d_u ——上覆非液化土层厚度（m），计算时宜将淤泥及淤泥质土扣除；

d_b ——基础埋深（m），不超过 2m 时采用 2m；

d_0 ——液化土特征深度（m），可按表 11.2.4 采用。

表 11.2.4 液化土特征深度（m）

饱和土类别	7 度
粉土	6
砂土	7

11.2.5 当饱和砂土、粉土经初步判别认为需进一步进行液化判别时，应采用标准贯入试验判别地面下 20m 范围内土的液化；对含泥质砂土、砂土夹淤泥质黏土、砂土与淤泥质黏土互层等，尚可采用静力触探试验方法，综合判定液化可能性和液化等级。

11.2.6 采用标准贯入试验对地震液化进一步判别时，工作量布置应符合下列要求：

1 勘探点不应少于 3 个，孔深应大于液化判别深度。

2 试验点的竖向间距宜为 1.0 m~1.5m，每层土的试验点数不宜少于 6 个。

11.2.7 当采用标准贯入试验判别法进一步进行液化判别时，若实测标准贯入锤击数 N （未经杆长修正）小于或等于液化判别标准贯入锤击数临界值时，应判为液化土。在地面下 20m 深度范围内，液化判别标准贯入锤击数临界值可按式计算：

$$N_{cr} = N_0 \beta [\ln(0.6d_s + 1.5) - 0.1d_w] \sqrt{\frac{3}{\rho_c}} \quad (11.2.7-1)$$

式中： N_{cr} ——液化判别标准贯入击数临界值；

N_0 ——液化判别标准贯入击数基准值，设计基本地震加速度 0.10g 时取 7 击；

β ——调整系数，设计地震第一组取 0.8，第二组取 0.95；

d_s ——标准贯入试验点深度（m）；

d_w ——地下水位深度（m）；液化判别时地下水位深度，宜根据可液化土层设计基准期内年平均最高水位或近期内最高水位确定。当确定可液化土层中地下水与上部土层地下水存在水力联系和补给关系时，可采用上部含水层地下水位深度。

ρ_c ——黏粒含量百分率，当小于 3 或为砂土时，应采用 3。

11.2.8 对存在液化土层的地基，应查明各液化土层的深度和厚度，按下式计算地基的液化指数，并按表 11.2.8 综合划分地基的液化等级：

$$I_{IE} = \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{N_i}{N_{cri}}\right) d_i W_i \quad (11.2.8-1)$$

式中 I_{IE} ——液化指数；

n ——在判别深度范围内每一个钻孔标准贯入试验点的总数；

N_i 、 N_{cri} ——分别为 i 点标准贯入试验锤击数的实测值和临界值，当实测值大于临界值应取临界值的数值；

d_i —— i 点所代表的贯入试验土层厚度（m），可采用与该标准贯入试验点相邻的上、下两标准贯入试验点深度差的一半，但上界不高于地下水位深度，下界不深于液化深度；

W_i —— i 土层单位土层厚度的层位影响权函数值，单位为 m^{-1} 。当该层中点深度不大于 5m 时应采用 10，等于 20m 时应采用 0，当 5m~20m 时，应按线性内插法取值。

表 11.2.8 液化等级与液化指数的对应关系

液化等级	轻微	中等	严重
液化指数	$0 < I_{LE} \leq 6$	$6 < I_{LE} \leq 18$	$I_{LE} > 18$

11.2.9 评价液化等级时，应符合下列规定：

- 1 应逐点判别液化，并按孔计算每个试验孔的液化指数；
- 2 按照每个试验孔的计算结果，综合确定场地地基液化等级；当同一地质单元内，各孔判别结果不一致时，可按多数孔的判别结果或以各孔液化指数的平均值确定；
- 3 当场地涉及不同地质单元时，应分区评价；
- 4 提出抗液化措施与建议。

11.2.10 抗震设防烈度等于或大于 7 度的厚层软土分布区，宜判别软土震陷的可能性。

11.3 场地地震效应参数

11.3.1 对于抗震设防类别为甲类建筑及抗震设防烈度为 7 度区且建筑物、构筑物高度超过 100m 及特别不规则的建筑物时，需采用时程分析法进行抗震设计，宜进行场地地震反应分析。根据设计要求提供土层剖面、场地覆盖层厚度和有关的土动力参数；并确定建筑场地类别和评价地基土的地震稳定性。

11.3.2 对场地覆盖层范围内应在代表性土层内采取土试样，进行室内共振柱或动三轴试验，提供土层的剪切波速、初始剪切模量、剪切模量比与剪应变关系曲线及阻尼比与剪应变关系曲线。

11.3.3 土层的动剪切模量 G_D 和动弹性模量 E_D 可按下列公式计算：

$$G_D = \rho v_s^2 \quad (11.3-1)$$

$$E_D = 2(1 + \mu)\rho v_s^2 \quad (11.3-2)$$

式中： μ ——土的泊松比
 ρ ——土的质量密度（ g/cm^3 ）
 v_s ——土层剪切波速（m/s）

12 地下水

12.1 一般规定

12.1.1 岩土工程勘察应根据工程要求，通过搜集资料和勘探工作，查明场地的水文地质条件，并应符合下列规定：

- 1 收集影响建筑场地水文地质条件的区域性气象、水文资料；
- 2 查明地下水的水位、水量、水质、地下水类型和赋存状态，提供历史最高地下水位或近3年~5年最高地下水位；
- 3 查明主要含水层的分布规律及其渗透性和富水性，提供工程设计所需的水文地质参数；
- 4 查明地下水的补给排泄条件、地下水与地表水的水力联系；分析和评价水位变化趋势和主要影响因素；
- 5 评价地下水、土的腐蚀性及其等级。

12.1.2 对缺乏常年地下水位监测资料的地区，在重大工程、高层建筑的初步勘察阶段，必要时宜设置长期观测孔，定时观测和记录水位，定期取水样作水质分析，观测期不应少于一个水文年。

12.1.3 对重大工程、高层建筑或深基坑工程，当水文地质条件对地基评价、基础抗浮和工程降水或隔渗有重大影响时，应进行抽水试验或专门的水文地质勘察。

12.2 水文地质参数确定

12.2.1 地下水位的量测应符合下列规定：

- 1 遇地下水时应量测初见水位、稳定水位；
- 2 当场地存在多层对工程有影响的地下水时，应分层量测地下水水位。

12.2.2 水文地质参数的测定方法应符合表 12.2.2 的规定。

表 12.2.2 水文地质参数测定方法

参数	测定方法
水位	钻孔、探井或测压管观测
渗透系数、导水系数、影响半径	抽水试验、注水试验、压水试验、室内渗透试验
给水度、释水系数	单孔抽水试验、非稳定流抽水试验、 地下水位长期观测、室内试验
越流系数、越流因数	稳定流或非稳定流的多孔抽水试验
单位吸水率	注水试验、压水试验
毛细水上升高度	试坑观测、室内试验

12.2.3 测定地下水流向可用几何法，量测点不应少于呈三角形分布的 3 个测孔或测井；测点

间距按岩石的渗透性、水力梯度和地形坡度确定，宜为 50 m~100m。应同时量测各孔或井内水位，确定地下水的流向；地下水流速的测定可采用指示剂法或充电法。

12.2.4 地下水位可在钻孔、探井或测压管内直接量测，稳定水位的间隔时间按地层的渗透性确定，对砂土和碎石土不得少于 0.5 小时，对粉土不得少于 8 小时，对黏性土不得少于 24 小时，并宜在勘察结束后统一量测稳定水位，量测允许误差为 2cm。

12.2.5 抽水试验应符合下列规定：

- 1 抽水试验方法可按表 12.2.5 选用；
- 2 抽水试验宜采用三次降深，最大降深应接近工程设计所需的地下水位降深的标高；
- 3 水位量测应采用同步、同一方法和仪器，读数对抽水孔为厘米，对观测孔为毫米；
- 4 当涌水量与时间关系曲线和动水位与时间的关系曲线，在一定范围内波动，而没有持续上升和下降时，可认为已经稳定；
- 5 抽水结束后应量测恢复水位。

表 12.2.5 抽水试验方法和适用范围

试验方法	适用范围
钻孔或探井简易抽水	粗略估算弱含水层的渗透系数
不带观测孔抽水	初步测定含水层的渗透系数
带观测孔抽水	较准确测定含水层的各种参数

12.2.6 渗水试验和注水试验可在试坑或钻孔中进行。对砂土和粉土，可采用试坑单环法；对黏性土可采用试坑双环法；试验深度较大时可采用钻孔法。

12.2.7 压水试验应根据工程要求，结合工程地质测绘和钻探资料，确定试验孔位，按岩层的渗透特性划分试验段，按需要确定试验的起始压力、最大压力和压力级数，及时绘制压力与压入水量的关系曲线，计算试验段的透水率，确定 $p-Q$ 曲线的类型。

12.2.8 孔隙水压力的测定应符合下列规定：

- 1 测定方法可按附录 D 表 D.0.1 确定；
- 2 测试点应根据地质条件和分析需要布置；
- 3 测压计的安装和埋设应符合有关安装技术规定；
- 4 测试数据应及时分析整理，出现异常时应分析原因，并采取相应措施。

12.3 地下水作用的评价

12.3.1 岩土工程勘察应评价地下水对建筑物、构筑物基础的设计、施工的作用和影响，预估可能产生的危害，提出预防和施工控制的建议。

12.3.2 地下水作用的评价应包括下列内容：

- 1 对基础、地下结构物和挡土墙，应考虑在最不利组合情况下，地下水对结构物的上浮作用；对节理不发育的岩石和黏土且有地方经验或实测数据时，可根据经验确定地下水对工程作用；有渗流时，地下水的作用宜通过渗流计算进行分析评价；
- 2 验算边坡稳定时，应考虑地下水对边坡稳定的不利影响；

3 在地下水位下降的影响范围内,应考虑地面沉降及其对工程的影响;当地下水位回升时,应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、粉土或黏性土,验算支挡结构物的稳定时,应根据不同排水条件评价地下水对支挡结构物的作用;

5 由水头压差而产生自下而上的渗流,应评价产生潜蚀、流土、管涌等渗透性破坏的可能性,评价其对工程的影响;

6 在地下水位以下开挖基坑或地下工程时,应根据岩土渗透性、地下水补给条件,分析评价降水或隔水措施的可行性,以及其对基坑稳定、邻近建筑物和地下设施等的影响;

7 应评价承压水可能引起的突涌破坏;

8 评价地下水对桩基施工的影响。

12.3.3 地下水的物理、化学作用的评价应包括下列内容:

1 对地下水位以下的工程结构,应评价地下水对混凝土、金属材料的腐蚀性;

2 对软质岩石、强风化岩石、残积土和膨胀土,应评价地下水的聚集和散失所产生的软化、崩解和胀缩等有害作用。

12.3.4 对采取降低地下水水位措施的工程,应符合下列规定:

1 评价降水过程中可能对周边邻近建筑物和地下构筑物等环境造成的不良作用和影响,并提出采取有效防止措施建议;

2 对深基坑工程,应评价承压水可能引起的突涌破坏;并要求基坑开挖至设计标高后坑内地基土抗承压水头的稳定性应满足下式:

$$\frac{p_{cz}}{p_{wy}} \geq K \quad (12.3.4)$$

式中 p_{cz} ——坑底开挖面以下至承压水顶板间土层的自重压力(kPa),地下水位以下按饱和重度计算;

p_{wy} ——承压水压力(kPa);

K ——安全系数; K 值应根据土的渗透性取 1.05~1.10。

12.4 水和土腐蚀性评价

12.4.1 岩土工程勘察时,应进行地下水质分析或土化学成分分析,评价地下水和土对建筑材料的腐蚀性;土对钢结构腐蚀性的评价应根据工程要求进行。当有足够经验或资料时,认定工程场地及其附近的土或水对建筑材料为微腐蚀时,可不取样试验。

12.4.2 采取地下水试样和土试样应符合下列规定:

1 混凝土结构处于地下水位以上时,应取土试样作土的腐蚀性测试;

2 混凝土结构部分处于地下水位以上、部分处于地下水位以下时,应分别取土试样和水试样作腐蚀性测试;

3 混凝土结构处于地表水或地下水中时,应取水试样作水的腐蚀性测试;

4 水试样和土试样应在混凝土结构所在的位置采取,每个场地不应少于 2 件。当土中盐类

成分和含量不均匀时，应分区、分层取样，每区、每层不应少于 2 件。

12.4.3 水、土试验项目和试验方法应符合附录 D 表 D.0.2 的规定。

12.4.4 水和土对混凝土结构的腐蚀性评价应符合表 12.4.4-1、表 12.4.4-2 的规定。

表 12.4.4-1 地下水和土对混凝土结构的腐蚀性评价

腐蚀等级	腐蚀介质	环境类型	
		II	III
微 弱 中 强	硫酸盐含量 SO ₄ ²⁻ (mg/L)	< 300	< 500
		300~1500	500~3000
		1500~3000	3000~6000
微 弱 中 强	镁盐含量 Mg ²⁺ (mg/L)	< 2000	< 3000
		2000~3000	3000~4000
		3000~4000	4000~5000
微 弱 中 强	铵盐含量 NH ₄ ⁺ (mg/L)	< 500	< 800
		500~800	800~1000
		800~1000	1000~1500
微 弱 中 强	苛性碱含量 OH ⁻ (mg/L)	< 43000	< 57000
		43000~57000	57000~70000
		57000~70000	70000~100000
微 弱 中 强	总矿化度 (mg/L)	< 20000	< 50000
		20000~50000	50000~60000
		50000~60000	60000~70000
		> 60000	> 70000

注：1 表中数值适用于有干湿交替作用的情况，II 类环境无干湿交替作用时，表中硫酸盐含量数值应乘以 1.3 的系数；

2 表中数值适用于水的腐蚀性评价，对土的腐蚀性评价，应乘以 1.5 的系数；单位以 mg/kg 表示；

3 表中苛性碱 (OH⁻) 含量 (mg/L) 应为 NaOH 和 KOH 中的 OH⁻ 含量 (mg/L)；

4 场地环境类型分类应按附录 D 表 D.0.3 执行。

表 12.4.4-2 按地层渗透性地下水和土对混凝土结构的腐蚀性评价

腐蚀等级	pH 值		侵蚀性 CO ₂ (mg/L)		HCO ₃ ⁻ (mmol/L)
	A	B	A	B	A
微	> 6.5	> 5.0	< 15	< 30	> 1.0
弱	5.0~6.5	4.0~5.0	15~30	30~60	1.0~0.5
中	4.0~5.0	3.5~4.0	30~60	60~100	< 0.5
强	< 4.0	< 3.5	> 60	—	—

注：1 表中 A 是指直接临水或强透水层中的地下水；B 是指弱透水层中的地下水；

2 HCO₃⁻ 含量是指水的矿化度低于 0.1g/L 的软水时，该类水质 HCO₃⁻ 的腐蚀性；

3 土的腐蚀性评价只考虑 pH 值指标；评价其腐蚀性时，A 是指强透水层；B 是指弱透水层；

4 强透水层指碎石土和砂土；弱透水层指粉土和黏性土。

12.4.5 腐蚀等级划分应根据表 12.4.6-1 和 12.4.6-2 的评价结果按下列规定综合评定：

1 微腐蚀：只出现微腐蚀，无弱腐蚀或其它腐蚀时；

2 弱腐蚀：无中等腐蚀，最高为弱腐蚀时；

3 中等腐蚀：无强腐蚀，最高为中等腐蚀时；

4 强腐蚀：有一个或一个以上指标为强腐蚀。

12.4.6 水和土对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价，应符合表 12.4.6-1 和 12.4.6-2 的规定。

表 12.4.6-1 水和土对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价

腐蚀等级	水中的 Cl ⁻ 含量 (mg/L)		土中的 Cl ⁻ 含量 (mg/kg)	
	长期浸水	干湿交替	A	B
微	<10000	<100	<400	<250
弱	10000~20000	100~500	400~750	250~500
中	—	500~5000	750~7500	500~5000
强	—	>5000	>7500	>5000

注：A 是指地下水位以上的碎石土、砂土，稍湿的粉土，坚硬、硬塑的黏性土；B 是湿、很湿的粉土，可塑、软塑、流塑的黏性土。

表 12.4.6-2 土对钢结构腐蚀性评价

腐蚀等级	pH	氧化还原电位 (mV)	电阻率 ($\Omega \cdot m$)	极化电流密度 (mA/cm ²)	质量损失 (g)
微	>5.5	>400	>100	<0.02	<1
弱	5.5~4.5	400~200	100~50	0.02~0.05	1~2
中	4.5~3.5	200~100	50~20	0.05~0.20	2~3
强	<3.5	<100	<20	>0.20	>3

注：土对钢结构的腐蚀性评价，取各指标中腐蚀等级最高者。

12.4.7 当水、土对建筑材料具有腐蚀性时，应根据现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB50046)的规定，对不同的腐蚀等级，提出防腐蚀处理措施的建议。

12.5 抗浮水位

12.5.1 拟建场地抗浮水位的评价应符合下列规定：

1 当场地地下水类型为潜水，并有地下水位长期观测资料时，场地抗浮水位，可采用实测最高水位；

2 当缺乏地下水位长期观测资料时，可按勘察期间实测最高稳定水位并结合场地地形地貌特征，丰水期枯水期等气象条件及地下水补给排泄条件等综合因素进行评价；对地下水埋藏较浅的滨海地区和滨江地区，抗浮水位应综合考虑各种情况，并根据当地经验，评价综合最高水位；

3 当场地有承压水且与潜水发生水力联系时，应实测承压水水位并考虑其对抗浮水位的影响；

4 当地下水与地表水发生水力联系时，可将地表水的历史最高洪水位作为抗浮水位；

5 对于大面积填方的场地，应按填方后上升的地下水位来评价抗浮水位。

12.5.2 在地下建筑物、构筑物位于斜坡地段产生明显水头差的场地，抗浮设防除应考虑地下水渗流作用对地下建筑物、构筑物底板产生非均布荷载的影响，还应考虑地下建筑物、构筑物施工期间各种不利荷载组合时的临时抗浮要求。

12.5.3 对临时高水位作用下的岩石地基、黏性土地基所受的浮力可根据当地经验适当折减。

12.5.4 当地下建筑物、构筑物自重小于浮力时，应建议采取抗浮措施。

13 室内试验

13.1 一般规定

- 13.1.1** 岩土室内试验项目选择应根据工程性质、设计要求和地质环境综合确定。
- 13.1.2** 岩土试验操作方法应符合现行国家标准《工程岩体试验方法标准》(GB/T50266)和《土工试验方法标准》(GB/T50123)。
- 13.1.3** 试验仪器设备应定期校准标定,作好标识,并符合各种试验设备规定的精度要求。
- 13.1.4** 对照所送岩、土、水样和试验项目清单应逐个、逐项进行检查验收;取样之日起至试验的时间,土样不宜超过10天、水样不宜超过48小时。
- 13.1.5** 制备试样前,应对岩土样品的特征和重要性状做肉眼鉴定描述。
- 13.1.6** 试验报告中的指标应真实、准确,物理力学性质指标间关系宜匹配。

13.2 土的物理力学性质试验

- 13.2.1** 土的密度试验宜采用环刀法,均质土密度取同一组两块以上试样平均值,非均质土密度取同一组三块以上试样平均值。无法用环刀制备试样时,可用蜡封法。
- 13.2.2** 含水率试验必须进行两个试样平行测定,非均质土应进行三个以上试样测定。
- 13.2.3** 液限含水率可采用76g瓦氏圆锥仪法测量,下沉深度为10mm,塑限含水率可采用搓条法,液限、塑限含水率均可采用联合法测定;塑性指数小于12的土,宜用颗粒分析测黏粒含量。
- 13.2.4** 颗粒分析试验,粒径大于0.075mm可采用筛析法,粒径小于0.075mm可采用密度计法或移液管法,并采用4%浓度的六偏磷酸钠作为分散剂。若试样中易溶盐含量大于0.5%时,应洗盐。
- 13.2.5** 土的比重宜通过实测确定,有经验的地区可根据经验确定。
- 13.2.6** 常水头渗透试验适用于砂土,变水头渗透试验适用于黏性土和粉性土,试验宜重复测记三次以上,计算的渗透系数宜取三个误差不大于 2×10^{-n} 的数据平均值;对透水性很低的饱和黏性土,可通过固结试验测定固结系数 c_v 、 c_h ,计算渗透系数 k_v 、 k_h 。
- 13.2.7** 固结试验应满足下列要求:
- 1 加荷等级,第一级压力宜为50kPa,对于天然密度小于等于 1.75g/cm^3 的黏性土,第一级压力宜为25kPa。加荷荷重率不宜大于1,最后一级压力应大于土的自重压力与附加压力之和;
 - 2 对黏性土,当固结压力小于等于400kPa时,可采用综合固结度校正的快速法,大于400kPa时可采用慢速法或用次固结增量校正的快速法;
 - 3 考虑卸荷加荷影响时,宜进行卸荷回弹模量测定,其压力的施加宜模拟实际卸荷加荷状态,回弹模量试验应采用慢速法,回弹模量应按下列公式计算:

$$E_c = \frac{1+e_1}{a_0} \quad (13.2.7-1)$$

式中 E_c ——为土的回弹模量(kPa);
 e_1 ——为卸荷后或再加荷时土的孔隙比;
 a_0 ——为土的回弹系数, kPa^{-1} ; 其中土的回弹系数 a_0 为

$$a_0 = \frac{\Delta e'}{p_c - p_1} \quad (13.2.7-2)$$

式中 p_c ——为卸荷前的压力或前期固结压力(kPa);
 p_1 ——为卸荷后的压力或土的自重有效应力(kPa);
 $\Delta e'$ ——为 p_1 到 p_c 的孔隙比变化量。

4 固结系数测定宜采用慢速法或用次固结增量法校正的快速法, 次固结系数测定应采用慢速法, 测定范围均为土的自重压力至自重压力与附加压力之和之间的压力段;

5 土工试验报告应提供 100~200kPa 压力范围的压缩系数和压缩模量, 并附 $e \sim p$ 曲线或各级压力下的孔隙比表。

13.2.8 先期固结压力试验应满足下列要求:

- 1 试样质量宜采用 I 级土样;
- 2 加荷等级, 第一级压力值宜用 12.5kPa, 荷重率不应大于 1, 在先期固结压力段附近荷重率宜减小; 施加的最大压力应使测得的 $e \sim \lg p$ 曲线下段出现明显的直线段;
- 3 加荷稳定标准宜为 24h, 或每小时变形量小于 0.005mm, 也可采用间隔 2h 逐级加荷的快速法, 并按次固结增量法进行校正;
- 4 回弹试验宜在大于土的先期固结压力后进行, 或在最后一级压力固结稳定后卸压, 直至第一级或第二级压力止; 回弹测读应采用慢速法;
- 5 计算方法宜用最小曲率半径法或 C 法确定先期固结压力 p_c ;
- 6 土试报告应提供 p_c 、 C_c 、 C_s 值并附 $e \sim \lg p$ 曲线。

13.2.9 直剪固结快剪试验应满足下列要求:

- 1 试验宜用四件性质相近的试样, 密度差不宜大于 0.05g/cm^3 ;
- 2 四级垂直压力, 第一级垂直压力宜接近土的自重压力, 第四级垂直压力宜接近土的自重压力与附加压力之和;
- 3 直剪固结快剪的预固结时间, 从施加最后一级荷载时计, 对于黏性土不宜少于 6h, 对于粉性土及砂土不宜少于 4h;
- 4 抗剪强度参数 c 、 ϕ 值宜用最小二乘法计算或绘制抗剪强度与垂直压力关系曲线确定, 抗剪强度线宜在四个试验点之间通过。

13.2.10 三轴压缩试验应满足下列要求:

- 1 试验排水条件应与工程实际相一致, 对加荷速率快、排水条件差的粘性土黏性土宜用不固结不排水 (UU) 试验, 对考虑上部荷载引起土的强度增长或排水固结的工程, 可采用固结不排水 (CU) 试验;
- 2 试样质量宜采用 I 级土样, 土样直径不宜小于 108mm, 以平行制备三个土质结构相同的试样;
- 3 试验围压宜根据工程实际荷重确定, 第一级围压宜接近土的自重压力, 最大一级围压宜

与最大的实际荷重大致相同；

4 试样起始孔隙水压力系数 B 值不宜小于 0.95，排水固结稳定标准宜采用孔隙水压力消散达 95%以上；

5 土工试验报告中， UU 试验应提供 c_{uu} 、 φ_{uu} ，附摩尔圆包络线； CU 试验应提供 c_{cu} 、 φ_{cu} 、 c' 、 φ' ，附总应力和有效应力摩尔圆包络线。

13.2.11 无侧限抗压强度试验宜采用 I 级土样并注明取样方法，土试报告中应提供 q_u 、 q_u' 、 s_t 。

13.2.12 土的动力性质参数和试验方法应根据工程设计和评价目的选用；可采用动直剪、动三轴、动单剪、动扭剪、共振柱、振动台和离心模型试验等。

13.2.13 土动力性质试验可根据土的不同性质和试验方法提供下列成果：

1 土的基本动力参数：动弹性模量、动剪切模量、泊松比、动阻尼比、动抗剪强度、液化孔压、震陷量等；

2 提供动模量与动应变关系曲线、阻尼比与动应变关系曲线；

3 提供不同固结压力下的动剪应力与振次关系曲线；

4 提供不同固结压力下的液化应力与振次关系曲线。

13.3 岩石的物理力学试验

13.3.1 岩石物理力学试验试样采取应具有代表性。实验内容、试验方法、技术条件等应符合工程建设勘测、设计、施工、质量检验的基本要求。

13.3.2 岩石试件应描述岩石名称、颜色、矿物成分、结构、构造、风化程度、胶结物性质等。

13.3.3 岩石含水率试验应符合下列要求：

1 各类岩石含水率试验方法均采用烘干法，可在 $105^{\circ}\text{C}\sim 110^{\circ}\text{C}$ 的温度下烘 24 小时；

2 保持天然含水率的试样应在现场采取；

3 试件最小尺寸应大于组成岩石最大矿物颗粒直径的 10 倍，每个试件的质量为 $40\text{g}\sim 200\text{g}$ ，每组试件的数量应为 5 个；

4 岩石含水率试验记录应包括工程名称、试样编号、试件描述、试件烘干前后的质量。

13.3.4 岩石颗粒密度试验应符合下列要求：

1 岩石颗粒密度试验应采用比重瓶法或水中称量法；

2 岩石颗粒密度试验应将岩石用粉碎机粉碎成岩粉，使之全部通过 0.25mm 筛孔，并用磁铁吸去铁屑。对含有磁性矿物的岩石，应采用瓷研钵或玛瑙研钵粉碎，使之全部通过 0.25mm 筛孔；

3 岩石颗粒密度试验记录应包括工程名称、试样编号、试件描述、比重瓶编号、试液温度、试液密度、干岩粉质量、瓶和试液总质量，以及瓶、试液和岩粉总质量。

13.3.5 岩石块体密度试验应符合下列要求：

1 凡能制备成规则试件各类岩石，宜采用量积法；试件尺寸应大于组成岩石最大矿物颗粒直径的 10 倍，最小尺寸不宜小于 50mm ；

2 除遇水崩解、溶解和干缩湿胀的岩石外，均可采用水中称量法；

- 3 不能用量积法或水中称量法进行测定的岩石，宜采用蜡封法；
- 4 岩石块体湿密度试验每组试验试件数量应为 5 个，干密度试验每组试验试件数量应为 3 个；
- 5 岩石试件还应描述节理裂隙的发育程度及分布、试件形态等；
- 6 岩石块体密度试验记录应包括工程名称、试样编号、试件描述、试验方法、试件质量、试件水中称量、试件尺寸、水的密度、蜡的密度。

13.3.6 岩石吸水性试验应包括岩石吸水率试验和岩石饱和吸水率试验，并应符合下列要求：

- 1 岩石吸水率试验应采用自由浸水法测定；
- 2 岩石饱和吸水率试验应采用煮沸法或真空抽气法强制饱和后测定。岩石饱和吸水率试验应在岩石吸水率试验后进行；
- 3 在测定岩石吸水率与岩石饱和吸水率的同时，宜采用水中称量法测定岩石块体干密度和岩石颗粒密度；

- 4 不规则试件宜采用边长为 40mm~60mm 的浑圆状岩块。每组试验试件的数量应为 3 个；
- 5 岩石试件还应描述节理裂隙的发育程度及分布、试件形态等；
- 6 岩石块体密度试验记录应包括工程名称、试样编号、试件描述、试验方法、烘干试件质量、试件浸水后质量、强制饱和后质量、强制饱和试件在水中称量、水的的密度。

13.3.7 岩石膨胀性试验应包括岩石自由膨胀率试验、岩石侧向约束膨胀率试验和岩石体积不变条件下的膨胀压力试验，并应符合下列要求：

- 1 遇水不易崩解的岩石可采用岩石自由膨胀率试验，遇水易崩解的岩石不应采用岩石自由膨胀率试验；
- 2 试样应在现场采取，并应保持天然含水状态，不得采用爆破法取样；
- 3 自由膨胀率试验试件应采用干法加工，圆柱体或长方体试件高度宜等于直径或边长，宜取 48mm~65mm;每组试验试件数量应为 3 个；
- 4 岩石侧向约束膨胀率试验和岩石体积不变条件下的膨胀压力试验的试件高度不应小于 20mm，或应大于组成岩石最大矿物颗粒直径的 10 倍，试件直径宜为 50mm~65mm;同一膨胀方向每组试验试件数量应为 3 个；
- 5 岩石试件还应描述膨胀变形和加载方向分别与层理、片理、节理裂隙之间的关系、试件的加工方法等；
- 6 岩石膨胀性试验记录应包括工程名称、取样位置、试样编号、试件描述、温度、试验时间、轴向变形、径向变形和轴向荷载。

13.3.8 岩石耐崩解性试验应符合下列要求：

- 1 遇水不易崩解的岩石可采用岩石耐崩解性试验；
- 2 试样应在现场采取，并应保持天然含水状态；
- 3 试件应制成浑圆状，且每个质量应为 40g~60g，每组试验试件数量应为 10 个；
- 4 岩石耐崩解性试验记录应包括工程名称、取样位置、试样编号、试件描述、试件尺寸、试验方法、水的温度、循环次数、试件在试验前后的烘干质量。

13.3.9 岩石单轴抗压强度试验应符合下列要求：

- 1 当以岩石作为持力层时，应进行单轴饱和抗压强度试验；需确定岩石软化系数时，还应进行单轴干燥抗压强度试验。对于易崩解的岩石，可采用天然湿度试件进行单轴抗压强度试验；

- 2 能制成长方体或圆柱体试件的各类岩石均可采用岩石单轴抗压强度试验；
- 3 试件可用钻孔岩心或岩块制备。试样在采取、运输和制备过程中，应避免产生裂缝；
- 4 圆柱体试样对于硬质岩石，直径应为 50 mm~70mm，软质岩石为 70 mm~100mm；立方体试样对于硬质岩石，边长应满足加工成 50 mm~70mm 的要求，软质岩石应满足加工成 70 mm~100mm；
- 5 抗压试验一般应满足高径比不小于 2:1 的要求，无法取到 2:1 要求岩样时，也可按 1:1 取样，但应在试验报告中注明。同一含水状态和同一加载方向下，每组试验试件的数量应为 3 个；
- 6 岩石试件还应描述加载方向分别与岩石试件层理、节理、裂隙之间的关系、试件含水状态及所使用的方法、试件加工中出现的现象；
- 7 岩石单轴抗压强度试验记录应包括工程名称、取样位置、试样编号、试件描述、含水状态、受力方向、试件尺寸和破坏荷载。

13.3.10 岩石抗剪试验应符合下列要求：

- 1 抗剪试验试样直径或边长不应小于 50mm，高径比应为 1:1，直剪试验每组不应少于 5 块，抗剪断试验每组不应少于 9 块；
- 2 岩石结构面直剪或混凝土与岩石胶结面直剪试验样直径或边长不应小于 150mm 立方体，应采用专门方法采取或制备，每组不少于 5 块；
- 3 抗剪试验结束后，应对剪切面进行描述，描述应包括下列内容：
 - 1) 剪切面面积；
 - 2) 剪切面破坏情况，擦痕的分布、方向和长度；
 - 3) 测量剪切面起伏差，绘制沿剪切方向断面高度的变化曲线；
 - 4) 当结构面内有充填物时，应判断剪切面位置，应记录充填物的成分、性质、厚度、构造；
- 4 抗剪试验的记录应包括岩石名称、试验编号、试件编号、试件描述、剪切面积、法向荷载下各级剪切荷载对应的法向位移和剪切位移。

13.3.11 岩石单轴压缩变形试验应符合下列要求：

- 1 变形试验试样直径或边长不应小于 50mm，应满足高径比不小于 3:1 的要求，无法取到 3:1 要求岩样时，也可按 2:1 取样，每组 3 块~6 块；
- 2 变形试验的记录应包括岩石名称、试验编号、试件编号、试件描述、各级荷载下的应力及纵向和横向应变值、弹性模量及泊松比。

13.3.12 岩石试验点荷载试验应符合下列要求：

- 1 取样确有困难或无法取得理想的抗压试验试样时，可取样进行点荷载强度试验；
- 2 点荷载试验试样可用钻孔岩芯，或从岩石露头、勘探槽坑和平洞中采取岩块，试件长径比不小于 1:1，加荷两点间距宜为 30 mm~50mm，岩芯试件数量每组应为 5 个~10 个，不规则试件数量每组应为 15 个~20 个；
- 3 点荷载试验结束后，应描述试件的破坏形态，破坏面是平直还是弯曲的，凡破坏面贯穿整个试样且通过两加荷点的均为有效试样。
- 4 通过岩石点荷载强度指数，可用以下公式计算岩石单轴抗压强度试验：

$$R_c = 22.82 I_{s(50)}^{0.75} \quad (13.3.12)$$

式中 R_c ——岩石单轴饱和抗压强度，MPa；
 $I_{s(50)}^{0.75}$ ——岩石点荷载强度指数。

13.3.13 当需要进行岩石工程分类和间接确定岩石弹性模量等参数时，可进行声波速度测试。岩石声波测试的试件长度一般不小于 100mm，可用变形试验或抗压试验的试件，在力学试验前测试。

14 岩土工程参数

14.1 一般规定

14.1.1 在掌握岩土工程性质的基础上，根据室内外试验结果、理论分析及当地工程实际经验综合确定岩土工程参数。

14.1.2 岩土工程计算分析应符合下列规定：

1 按地基承载力确定基础底面积及埋深或按单桩承载力确定桩数时，传至基础或承台底面上的作用效应应按正常使用极限状态下作用的标准组合；相应的抗力应采用地基承载力特征值或单桩承载力特征值；

2 计算地基变形时，传至基础底面上的作用效应应按正常使用极限状态下作用的准永久组合，不应计入风荷载和地震作用；相应的限值应为地基变形允许值；

3 计算挡土墙、地基或滑坡稳定以及基础抗浮稳定时，作用效应应按承载能力极限状态下作用的基本组合，基础抗浮稳定计算时的活载分项系数取 0，其余分项系数均取 1.0；

4 在确定基础或桩基承台高度、支挡结构截面、计算基础或支挡结构内力、确定配筋和验算材料强度时，上部结构传来的作用效应和相应的基底反力、挡土墙土压力以及滑坡推力，应按承载能力极限状态下作用的基本组合，采用相应的分项系数。当需要验算基础裂缝宽度时，应按正常使用极限状态下作用的标准组合；

5 基础设计安全等级、结构设计使用年限、结构重要性系数应按有关规范的规定采用，但结构重要性系数 γ_0 不应小于 1.0。

14.1.3 岩土工程参数应根据工程特点和地质条件选用，并按下列内容评定其可靠性和适用性：

- 1 取样方法和其它因素对试验结果的影响；
- 2 采用的试验方法和取值标准；
- 3 不同测试方法所得结果的分析比较；
- 4 测试结果的离散程度；
- 5 测试方法与计算模型的配套性。

14.2 岩土工程参数

14.2.1 岩土室内试验和原位测试数据的统计分析应符合下列规定：

1 岩土的物理力学指标及原位测试数据，应按场地的工程地质单元和层位分别统计；

2 在统计过程中，对样本的取舍宜考虑数据的离散性和已有的地区经验；

3 岩土工程性质统计指标，应根据工程性质、勘察阶段和工程设计要求，分别提供样本数、最大值、最小值、平均值、变异系数及标准值；

4 当统计指标离散性较大时，应分析误差原因并说明数据的取舍标准。

14.2.2 岩土性质指标的统计应按下列公式计算平均值、标准差和变异系数：

$$\phi_m = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i}{n} \quad (14.2.2-1)$$

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n \phi_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n \phi_i \right)^2}{n} \right]} \quad (14.2.2-2)$$

$$\delta = \frac{\sigma_f}{\phi_m} \quad (14.2.2-3)$$

式中 ϕ_m ——岩土参数的平均值；

ϕ_i ——第 i 个岩土参数；

n ——岩土参数的样本数；

σ_f ——岩土参数的标准差；

δ ——岩土参数的变异系数。

14.2.3 岩土参数的标准值可按下列方法计算：

$$\phi_k = \gamma_s \cdot \phi_m \quad (14.2.3-1)$$

$$\gamma_s = 1 \pm \left(\frac{1.704}{\sqrt{n}} + \frac{4.678}{n^2} \right) \delta \quad (14.2.3-2)$$

式中 ϕ_k ——岩土参数的标准值；

γ_s ——统计修正系数。

注：式中正负号按不利组合考虑，如抗剪强度指标的修正系数应取负号。

14.2.4 岩土指标的选用应符合下列要求：

1 评价岩土性状的指标：天然密度、天然含水率、液限、塑限、塑性指数、液性指数、饱和度、相对密度、吸水率等，宜选用指标的平均值；

2 正常使用极限状态计算需要的岩土参数指标，例如压缩系数、压缩模量、渗透系数，宜选用平均值；

3 承载能力极限状态计算需要的岩土参数：岩土抗剪强度指标，宜选用指标的标准值；

4 载荷试验承载力应取特征值；

5 容许应力法计算需要的岩土指标，应根据计算和评价的方法选定，可选用指标的标准值，并作适当的经验调整。

14.3 地基承载力

14.3.1 地基承载力的确定应符合下列规定：

1 确定地基承载力时,应考虑下列因素:岩土的物理力学性质、岩土的堆积年代和成因、地下水性质及建筑物性质等;

2 地基承载力特征值的确定应根据工程性质、设计要求、地基土的特性,采用岩土性质和原位测试指标综合确定;

3 对重要工程和复杂地基场地,应采用静载荷试验方法确定地基土承载力特征值;

4 对三级建筑且具有工程,但必须说明其适用条件;

5 对于不同方法确定的地基承载力特征值有较大的差异时,应综合分析确定。

14.3.2 用公式计算法确定地基承载力应符合下列要求:

1 当偏心距 e 小于或等于 0.033 倍基础宽度时,由地基土的抗剪强度指标确定的地基承载力特征值,采用下列计算公式,并应满足变形要求:

$$f_a = M_b \gamma b + M_d \gamma_m d + M_c c_k \quad (14.3.2-1)$$

式中 f_a ——由土的抗剪强度指标确定的地基承载力特征值(kPa);

M_b 、 M_d 、 M_c ——承载力系数,按现行浙江省标准《建筑地基基础设计规范》(DB33/T1136);

b ——基础底面宽度(m),大于 6m 时按 6m 考虑,对于砂土,小于 3m 时按 3m 考虑;

c_k ——基底下 1 倍基础短边宽深度内土的黏聚力标准值,应根据土的排水条件及其性质选用相应的试验指标;

γ_m ——基础底面以上土的加权平均重度,地下水水位以下取浮重度;

d ——基础埋置深度(m)。

2 当基础宽度大于 3m,埋置深度大于 0.5m 时,从载荷试验或其他原位测试、经验值等方法确定的地基承载力特征值,尚应按式(14.3.2-2)进行修正:

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (b-3) + \eta_d \gamma_m (d-d_0) \quad (14.3.2-2)$$

式中 f_a ——修正后的地基承载力特征值(kPa);

f_{ak} ——地基承载力特征值(kPa);

η_b 、 η_d ——基础宽度和埋深的地基承载力修正系数;按现行浙江省标准《建筑地基基础设计规范》(DB33/T1136-2017);

γ ——基础底面以下土的重度,地下水水位以下取浮重度;

b ——基础底面宽度,当基础宽度小于 3m 时,按 3m 取值,大于 6m 时,按 6m 取值;

γ_m ——基础底面以上土的加权平均重度,地下水水位以下取浮重度;

d ——基础埋置深度;

d_0 ——起始修正深度,一般地基 $d_0 = 0.5\text{m}$,软弱地基 $d_0 = 1.0\text{m}$ 。

3 岩石地基承载力特征值,可根据室内饱和单轴抗压强度按下式计算:

$$f_a = \psi_r f_{rk} \quad (14.3.2-3)$$

式中 f_a ——岩石地基承载力特征值(kPa);

f_{rk} ——岩石饱和单轴抗压强度标准值(kPa);对无法取得饱和单轴抗压强度的软岩,可采用天然状态下单轴抗压强度标准值代替;

ψ_r ——折减系数,根据岩体完整程度以及结构面的间距、宽度、产状和组合,由当地经验确定;当无经验时,对完整岩体可取 0.5,对较完整岩体可取 0.2~0.5,对较破碎岩体可取 0.1~0.2。

注:1 上述折减系数值未考虑施工因素及建筑物使用后风化作用的继续;

- 2 对于泥质岩，在确保施工期及使用期不致遭水浸泡时，也可采用天然湿度的试样，不进行饱和处理；
- 3 破碎、极破碎的岩石地基承载力特征值，可根据当地经验取值，无经验时可根据平板载荷试验确定。

14.4 桩基承载力

14.4.1 桩基的单桩竖向承载力应通过现场的静载荷试验确定。

14.4.2 单桩竖向承载力特征值可根据下式估算：

$$R_a = q_{pa}A_p + u_p \sum q_{sia}l_i \quad (14.4.2)$$

式中 R_a ——单桩竖向承载力特征值(kN)；

q_{sia} ——第 i 层岩土桩侧阻力特征值(kPa)；

q_{pa} ——桩端阻力特征值(kPa)；

A_p ——桩端横截面面积(m²)；

u_p ——桩身周长(m)；

l_i ——桩身穿过第 i 层岩土的厚度(m)。

14.4.3 桩侧阻力、桩端阻力应根据桩型、施工工艺、地层的沉积年代、埋藏深度、应力条件、室内土工指标、原位测试参数，结合当地工程经验综合确定，无经验时可参考附录 E 取值。

14.4.4 桩端全断面进入持力层的深度，对黏性土、粉土不宜小于 2d，砂土不宜小于 1.5d，碎石类土不宜小于 1d，中等风化岩不宜小于 0.5m，当存在软弱下卧层时，桩端以下硬持力层厚度不宜小于 4d。d 为桩端的直径或边长。

14.4.5 单桩竖向抗拔承载力特征值的确定应符合浙江省标准《建筑地基基础设计规范》(DB33/T1136) 的规定：

1 工程重要性等级为一级工程应通过单桩竖向抗拔静载荷试验确定。

2 二、三级工程，可按下式估算：

$$R'_a = u_p \sum \lambda_i q_{sia} l_i + G_{pk} \quad (14.4.5)$$

式中 R'_a ——单桩竖向抗拔承载力特征值(kN)；

u_p ——桩身周长；对于等直径桩取 $u = \pi d$ (m)；对于扩底桩按表 14.4.5-1 取值；

q_{sia} ——桩侧表面第 i 层岩土桩抗压侧摩阻力特征值(kPa)；可按附录 E 取值；

l_i ——桩身穿过第 i 层岩土的厚度 (m)；

λ_i ——抗拔系数，按表 14.4.5-2 取值；

G_{pk} ——单桩自重标准值 (kN)，地下水位以下应扣除浮力。

表 14.4.5 抗拔系数 λ

土类	λ 值
砂土、粉土	0.5~0.7
黏性土	0.7~0.8
淤泥、淤泥质土	0.8~0.85

注：1. 桩长 l_i 与对于桩径 d 之比小于 20 时， λ 取小值；

2. 锚杆的抗拔系数可根据地方经验折减使用。

15 岩土工程分析评价及勘察报告

15.1 一般规定

15.1.1 岩土工程分析评价应在工程地质调查与测绘、勘探与测试和收集已有资料的基础上，结合工程特点和要求进行。

15.1.2 岩土工程分析评价所采用的原始资料应进行检查、验收后方可利用。

15.1.3 岩土工程分析评价应明确所依据的技术标准，评价的内容和深度应符合所选标准的技术要求。

15.1.4 岩土工程分析评价应在定性分析的基础上进行定量分析。

15.1.5 岩土工程勘察报告的章节、名称和内容应根据工程的要求和场地的工程地质条件确定。报告内容及岩土数据应真实可靠、内容完整、建议合理。

15.1.6 勘察报告应有明确的针对性，各阶段的勘察报告应满足各设计阶段的要求。

15.1.7 勘察报告应由文字部分和图表部分构成，并可根据需要提供各种附件。

15.2 岩土工程分析评价

15.2.1 各类岩土工程的分析评价应包括下列内容：浅基础、桩基工程、地基处理、基坑工程、边坡工程、滩涂地基及综合管廊工程的分析评价。

15.2.2 浅基础的分析评价应包括下列内容：

- 1 地基的稳定性；
- 2 地基土的均匀性；
- 3 基础持力层及地基承载力的建议；
- 4 对需进行地基变形计算的建筑物，提供地基变形计算参数，预测建筑物的变形特征。

15.2.3 桩基工程的分析评价应包括下列内容：

- 1 桩基的稳定性和适宜性；
- 2 可选的桩基类型、桩端持力层建议；
- 3 桩基设计及施工所需的岩土参数；
- 4 评价成桩的可行性、挤土效应，并提出相应的预防和处理措施的建议；
- 5 评价桩基施工过程对环境的影响，并提出相应建议；
- 6 需进行桩基变形计算时，应提供变形计算参数，必要时进行沉降估算。

15.2.4 地基处理的分析评价应包括下列内容：

- 1 地基处理的必要性；
- 2 地基处理方法的建议、注意事项和对环境的影响；
- 3 地基处理设计和施工所需的岩土参数；

4 必要时可对地基处理进行专门的研究，并提交相应的报告。

15.2.5 基坑工程的分析评价应包括下列内容：

- 1 提供岩土的重度和抗剪强度等参数，并说明抗剪强度的试验方法；
- 2 基坑开挖与支护方案的建议；
- 3 地下水计算参数和控制方法的建议；
- 4 当场地水文地质条件复杂，且需要对地下水进行降水或隔渗时，可提出进行专门水文地质勘察的建议；
- 5 提出施工中可能对周边建筑物、地下管线等产生的影响及采取防治措施的建议；
- 6 必要时对软土的物理力学特性，软岩遇水崩解、膨胀土的胀缩性、非饱和土的增湿软化等岩土的特殊性质对基坑工程的影响进行评价。

15.2.6 边坡工程的分析评价应包括下列内容：

- 1 岩体主要结构面的类型、特征、组合关系；
- 2 地下水的类型、水位、补给和动态变化，岩土的渗透性和地下水的出露情况及地表水对坡面的影响；
- 3 岩土的物理力学性质和软弱结构面的强度；
- 4 分析边坡和建在坡顶、坡上工程的稳定性，以及对坡下工程和环境的影响；
- 5 边坡开挖、支护及监测方案建议；
- 6 地震、人类活动等对边坡稳定性的影响。

15.2.7 滩涂地基的分析评价应包括下列内容：

- 1 地层结构特征、分布范围、埋深、物理力学性质和地下气体等特性，评价场地的稳定性；
- 2 场地与潮汐的关系、周边环境条件和影响、海水的水化学性质等，判别海水对建筑材料的腐蚀性；
- 3 滩涂地基的工程性质、地下气体、海水冲刷、地下水及不良地质等对工程的影响，分析地基基础设计和施工中存在的岩土工程问题，提出处理措施和建议。

15.2.8 综合管廊工程的分析评价应包括下列内容：

- 1 查明沿线地质、构造、地貌、地层、水文地质条件，提出各岩土层物理力学参数、岩土工程分级、围岩分级；
- 2 拟建场地的不良地质作用、特殊性岩土、地下有害气体的分布情况及其对综合管廊的影响，提供相应处理措施的建议；
- 3 对拟采用明挖施工方案的管廊及工作竖井，应提供基坑边坡稳定性计算、基坑支护设计及基坑施工所需的岩土参数；
- 4 提供管廊影响范围内承压水、潜水分布情况，分析评价地下水对工程设计、施工的影响，提供地下水控制所需地层参数，评价地下水控制方案对工程周边环境的影响；
- 5 对采用非开挖法施工方案，应提供相应工法设计、施工所需参数；对于稳定性差的地层及可能产生流砂、管涌的地层，应提出预加固处理的建议；
- 6 地下水和土对建筑材料的腐蚀性；
- 7 建筑的场地类别和场地与地基的地震效应；
- 8 既有地下管线、地下建（构）筑物及其它建构筑物基础对管廊施工的影响及程度，并提出处理

措施建议；

9 管廊穿越建（构）筑物、堤岸时，应分析评价管廊设置对其稳定性和变形的影响，并提出相关建议；

10 对拟建控制中心等附属建筑物的建筑地基作出岩土工程评价，并提出基础处理建议。

15.2.9 场地和地基地震效应的分析评价应包括下列内容：

1 在抗震设防烈度等于或大于 6 度的地区，提供抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组，确定场地土类型、场地类别，划分抗震地段类别；对抗震条件复杂的场地，可根据工程需要进行专门的分析评价；

2 抗震设防烈度 6 度区域的沉降敏感的甲、乙类建筑场地及抗震设防烈度为 7 度的场地，应进行饱和砂土和饱和粉土的液化判别，并确定液化等级，提出处理建议。

15.2.10 岩溶地区的分析评价应包括下列内容：

1 岩溶发育的地质环境及形成条件；

2 岩溶洞隙的分布、形态和充填情况；

3 岩面起伏形态和覆盖层厚度；

4 地下水赋存条件、水位变化和运动规律；

5 岩溶发育与地貌、构造、岩性、地下水的关系；

6 土洞和塌陷的成因、分布、形态、发育规律及其发展趋势；

7 岩溶稳定性分析；

8 对施工勘察、岩溶治理及监测的建议。

15.2.11 滑坡地区的分析评价应包括下列内容：

1 滑坡的地质环境和形成条件；

2 滑坡的形态要素、性质和演化过程，圈定滑坡周界；

3 地表水、地下水、泉水、湿地等分布情况及对滑坡的影响；

4 滑坡稳定分析；

5 滑坡防治和监测建议。

15.2.12 崩塌和危岩地区的分析评价应包括下列内容：

1 崩塌和危岩的地质环境和形成条件；

2 崩塌和危岩形态要素、性质和演化过程，圈定崩塌和危岩周界；

3 地表水、地下水、泉水、湿地等分布情况及对崩塌和危岩的影响；

4 崩塌和危岩稳定分析；

5 崩塌和危岩防治及监测建议。

15.2.13 泥石流地区的分析评价应包括下列内容：

1 泥石流形成的地质环境和形成条件；

2 泥石流形成区的水源类型、水量和汇水条件；

3 泥石流形成区、流通区、堆积区的分布和特征，绘制专门工程地质图；

4 划分泥石流类型，评价其对工程建设的影响；

5 泥石流防治和监测建议。

15.2.14 采空区的分析评价应包括下列内容：

1 采空区的范围、层数、深度、开采时间、开采方式、开采厚度、上覆岩层岩性、厚度、

构造等；

- 2 采空区的塌落、空隙、填充和积水情况，填充物的性状、密实程度等；
- 3 地表变形特征及发展情况；
- 4 采空区附近的抽水和排水情况及其对采空区稳定的影响；
- 5 评价老采空区上覆岩层的稳定性，预测现采空区和未来采空区的地表移动变形特征和规律性；
- 6 判定作为工程场地的稳定性和适宜性，提出防治和监测的建议。

15.2.15 软土地区的分析评价应包括下列内容：

- 1 软土的时代、成因、分布、层理特征和均匀性；
- 2 硬壳层的分布与厚度，下伏硬土层或基岩的埋深和起伏状况；
- 3 必要时说明其固结历史、应力状况、土体结构扰动对强度和变形的影响；
- 4 微地貌形态和暗埋的塘、浜、沟、穴的分布、埋深及其填土的情况；
- 5 开挖、回填、支护、工程降水、打桩、沉井等施工方法对周对环境的影响；
- 6 判定地基产生失稳和不均匀变形的可能性，当工程位于池塘、河岸、边坡附近时应评价其稳定性；
- 7 软土地基处理及监测建议。

15.2.16 填土地区的分析评价应包括下列内容：

- 1 填土的类型、成分、分布、厚度和堆积年代、地基的均匀性、压缩性、密实度和湿陷性；
- 2 当填土可作为持力层时，应提供地基承载力；
- 3 当填土底面的天然坡度大于 20%，应根据场地地基条件评价其稳定性；
- 4 有关填土地基处理和基础方案的建议。

15.2.17 风化岩和残积土地区的分析评价应包括下列内容：

- 1 母岩的地质年代及岩石名称；
- 2 风化带的划分及其分布、埋深和厚度；
- 3 岩、土的均匀性，破碎带和软弱夹层的分布；
- 4 建在软硬不均或风化程度不同地基上的工程，应分析不均匀沉降对工程的影响；
- 5 岩脉、球状风化体（孤石）的分析及其对地基基础的影响，并提出相应的建议。

15.3 岩土工程勘察报告

15.3.1 勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、工程特点和地质条件等具体情况进行编制，文字报告的编制应包括下列主要内容：

- 1 工程概况；
- 2 勘察目的、任务要求和依据；
- 3 勘察方法、勘察工作布置及实际完成情况；
- 4 场地工程地质条件，包括如场地地形、地貌、地层、岩土性质、地质构造及分布特点；

5 埋藏的古河道、驳坎、抛石、浜、沟、墓穴、孤石、古建筑遗址、地下人工洞室、地下管线、地下有害气体等的性质、分布情况及对工程可能造成的影响；

6 场地地下水埋藏情况，类型、水位及其变化，水和土对建筑材料的腐蚀性；

7 各项岩土性质指标，岩土设计参数的统计分析和选用，并依据工程结构类别和荷载特点分别提出相应设计参数；

8 建议基础类型并加以分析评价，采用桩基础时推荐桩基类型及合理桩基持力层；估算桩基单桩竖向承载力特征值。工程需要时可评价地基变形特征，估算地基变形量；

9 不良地质作用的分析评价；

10 特殊性岩土的分析评价；

11 场地稳定性和适宜性的评价；

12 当场地抗震设防烈度等于或大于 6 度时，应对场地和地基地震效应进行评价；

13 对地下工程应进行分析评价；

14 工程勘察的风险性评估；

15 有关结论与建议。

15.3.2 勘察报告应附下列图表：

1 勘探点线平面位置图；

2 工程地质剖面图；

3 钻孔工程地质柱状图；

4 原位测试成果图表；

5 室内试验成果图表；

6 地基土物理力学指标设计参数表；

7 勘探点主要数据一览表；

8 各勘探孔分层深度、高程、厚度一览表；

9 岩土体物理力学指标数理统计成果表。

15.3.3 勘察报告可根据需要附下列图表：

1 区域地质图；

2 综合工程地质图；

3 工程地质分区图；

4 地下水等水位线图；

5 重要地层层面等值线图；

6 综合柱状图；

7 探井或探槽展示图；

8 岩土利用、整治、改造方案的有关图表；

9 岩土工程统计、计算、分析简图及统计计算成果图表；

10 其他需要的图表。

15.3.4 勘察报告可根据工程需要提交下列附件：

1 区域稳定调查与评价的专题报告；

2 工程地质测绘专题报告；

3 遥感解译报告；

- 4 工程物探专题报告；
- 5 专门水文地质勘察报告；
- 6 专门性试验或专题研究报告；
- 7 重要的审查报告、审查或鉴定会议纪要；
- 8 任务委托书或勘察合同、勘察工作纲要；
- 9 本次勘察所用的机具仪器的型号、性能及说明书；
- 10 重要函电及联系单；
- 11 工程有关的照片及录像；
- 12 其他专题报告及文件。

15.3.5 勘察文件的编制及图表的格式、内容、代号、图例等，应按浙江省《岩土工程勘察文件编制标准》DBJ10-5 的有关规定执行。

16 现场检验和监测

16.1 一般规定

16.1.1 现场检验和监测应在工程施工期间进行。对有特殊要求的工程，应根据工程特点，确定必要的项目，在使用期内继续进行。

16.1.2 现场检验和监测的记录、数据和图件，应保持完整，并按工程要求整理分析。

16.1.3 现场检验和监测资料，应及时向有关方面报送。当监测数据接近危及工程的临界值时，必须加密监测，并及时报告。

16.1.4 现场检验和监测完成后，应提交成果报告。报告中应附有相关曲线和图纸，并进行分析评价，提出建议。

16.2 地基基础的检验和检测

16.2.1 天然地基的基坑(基槽)开挖后，应检验开挖揭露的地基条件是否与勘察报告一致。如有异常情况，应提出处理措施或修改设计的建议。当与勘察报告出入较大时，应建议进行施工勘察。检验应包括下列内容：

- 1 岩土分布及其性质；
- 2 地下水情况；
- 3 对土质地基，可采用轻型圆锥动力触探或其他机具进行检验。

16.2.2 桩基工程应通过试钻或试打，检验岩土条件是否与勘察报告一致。当与勘察报告差异较大时，应建议进行施工勘察。单桩承载力的检验，应采用载荷试验与动测相结合的方法。对大直径挖孔桩，应逐桩检验孔底尺寸和岩土情况。

16.2.3 地基处理效果的检验，除载荷试验外，尚可采用静力触探、圆锥动力触探、标准贯入试验、旁压试验、波速测试等方法，并按本规范第8章的规定执行。

16.2.4 基坑工程监测方案，应根据场地条件和开挖支护的施工设计确定，并应包括下列内容：

- 1 支护结构的变形；
- 2 基坑周边的地面变形；
- 3 邻近工程和地下设施的变形；
- 4 地下水位；
- 5 渗漏、冒水、冲刷、管涌等情况。

16.2.5 下列工程应进行沉降观测：

- 1 地基基础设计等级为甲级的建筑物；
- 2 不均匀地基或软弱地基上的乙级建筑物；
- 3 加层、接建，邻近开挖、堆载等，使地基应力发生显著变化的工程；
- 4 因抽水等原因，地下水位发生急剧变化的工程；

5 其他有关规范规定需要做沉降观测的工程。

16.2.6 沉降观测标准应按现行标准《建筑物变形测量规范》(JGJ8)的规定执行。

16.2.7 工程需要时可进行岩土体的下列监测：

- 1 洞室或岩石边坡的收敛量测；
- 2 深基坑开挖的回弹量测；
- 3 土压力或岩体应力量测。

16.3 不良地质作用和地质灾害的监测

16.3.1 下列情况应进行不良地质作用和地质灾害的监测：

- 1 场地及其附近有不良地质作用或地质灾害，并可能危机工程的安全或正常使用时；
- 2 工程建设和运行时，可能加速不良地质作用的发展或引发地质灾害时；
- 3 工程建设和运行。对附近环境可能产生显著不良影响时。

16.3.2 不良地质作用和地质灾害的监测，应根据场地及其附近的地质条件和工程实际需要编制监测纲要，按纲要进行。纲要内容包括：检测目的和要求、监测项目、测点布置、观测时间间隔和期限、观测仪器、方法和精度、应提交的数据、图件等，并及时提出灾害预报和采取建议。

16.3.3 岩溶土洞发育区应着重监测下列内容：

- 1 地面变形；
- 2 地下水位的动态变化；
- 3 场区及其附近的抽水情况；
- 4 地下水位变化对土洞发育和塌陷发生的影响。

16.3.4 滑坡监测应包括下列内容：

- 1 滑坡体的位移；
- 2 滑面位置及错动；
- 3 滑坡裂缝的发生和发展；
- 4 滑坡体内外地下水位、流向、泉水流量和滑带孔隙水压力；
- 5 支挡结构及其他工程设施的位移、变形、裂缝的发生和发展。

16.3.5 当需判定崩塌剥离体或危岩的稳定性时，应对张裂缝进行监测。对可能造成较大危害的崩塌，应进行系统监测，并根据监测结果，对可能发生崩塌的时间、规模、塌落方向和途径、影响范围等做出预报。

16.3.6 对现采空区，应进行地表移动和建筑物变形的观测，并应符合下列规定：

- 1 观测线宜平行和垂直矿层走向布置，其长度应超过移动盆地的范围；
- 2 观测点的间距可根据开采深度确定，并大致相等；
- 3 观测周期应根据地表变形速度和开采深度确定。

16.3.7 因城市或工业区抽水而引起区域性地面沉降，应进行区域性的地面沉降监测，监测要求和方法应按有关标准进行。

16.4 地下水监测

16.4.1 下列情况应进行地下水监测：

- 1 地下水位升降影响岩土稳定时；
- 2 地下水位升降对地下室或地下构筑物的防潮、防水或稳定性产生较大影响时；
- 3 施工降水对拟建工程或相邻工程有较大影响时；
- 4 施工或环境条件改变，造成的孔隙水压力、地下水压力变化，对工程设计或施工有较大影响时；
- 5 地下水位的下降造成地面沉降时；
- 6 地下水位升降可能使岩土产生软化、湿陷、胀缩时；
- 7 需要进行污染物运移对环境的影响评价时。

16.4.2 监测工作的布置，应根据监测目的、场地条件、工程要求和水文地质条件确定。

16.4.3 地下水监测方法应符合下列规定：

- 1 地下水位的监测，可设置专门的地下水位观测孔，或利用水井、地下水天然露头进行；
- 2 孔隙水压力、地下水压力的监测，可采用孔隙水压力计、测压计进行；
- 3 用化学分析法监测水质时，采样次数每年不应少于4次，进行相关项目的分析。

16.4.4 监测时间应满足下列要求：

- 1 动态监测时间不应少于一个水文年；
- 2 当孔隙水压力变化可能影响工程安全时，应在孔隙水压力降至安全值后方可停止监测；
- 3 对受地下水浮托力的工程，地下水压力监测应进行至工程荷载大于浮托力后方可停止监测。

附录 A

图 A.0.1 浙江省地貌分区图

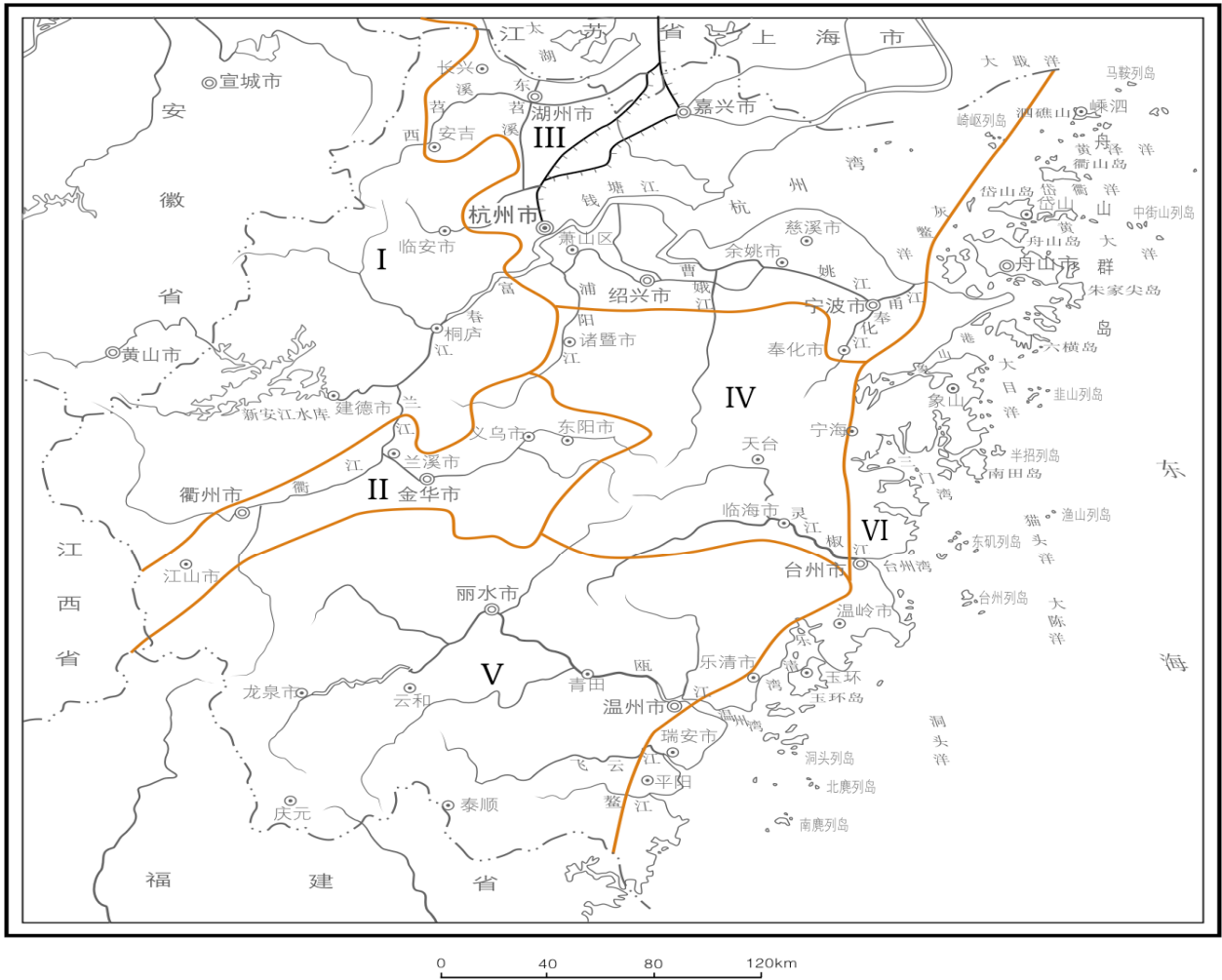


图1 浙江省地貌分区图

- I、浙西中山丘陵区 II、浙中盆地 III、浙北平原区 IV、浙东低山丘陵区
 V、浙南中山区 VI、浙东南沿海丘陵平原及岛屿区

图 A.0.2 浙江省岩石地层综合区划及全新世海侵范围图

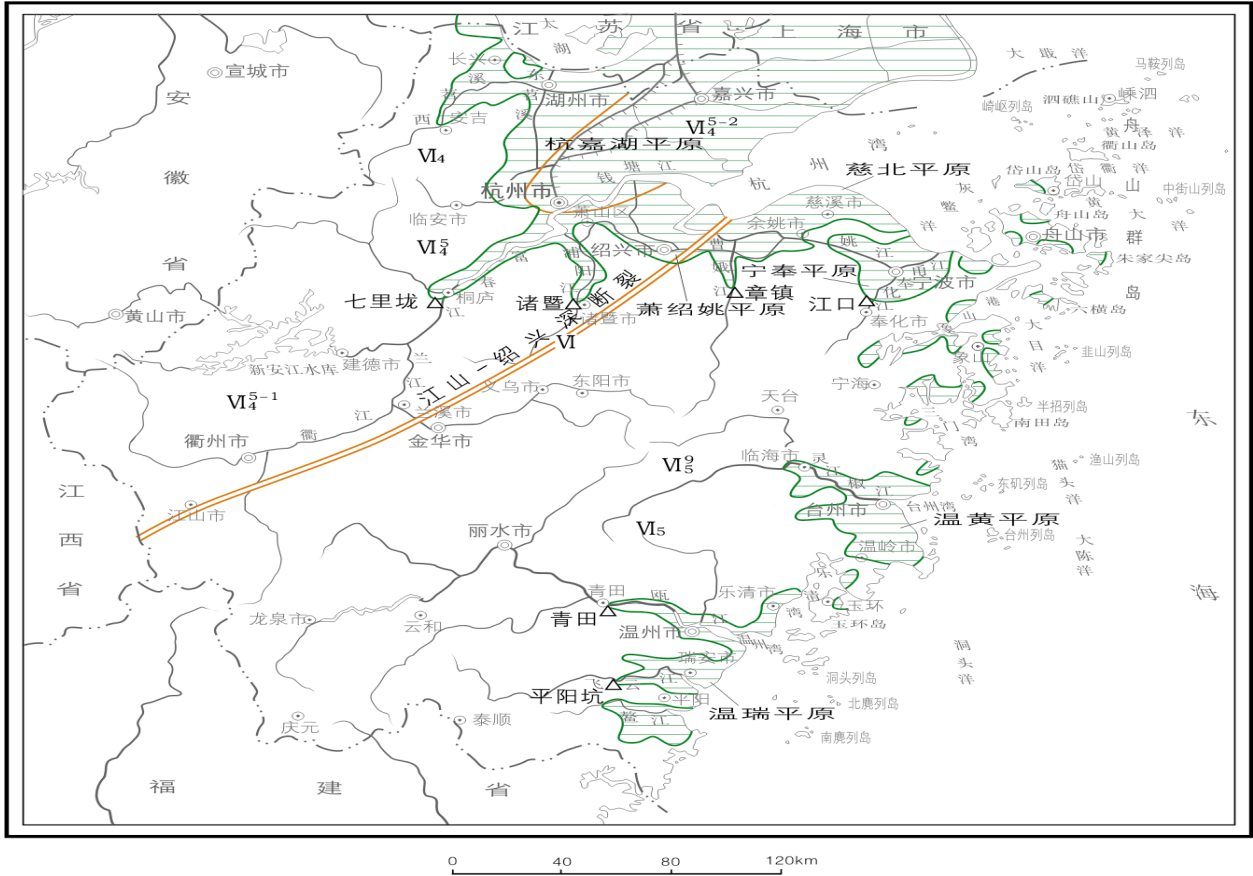


图2 浙江省岩石地层综合区划及全新世海侵范围图

VI	1	VI ₄	2	VI ₅	3	VI ₄ ⁵⁻²	4	VI ₅ ²	5	VI ₄ ⁵⁻¹	6
VI ₄ ⁵⁻²	7		8		9		10		11		

1、华南地层大区 2、扬子地层区 3、东南地层区 4、江南地层分区 5、沿海地层分区 6、江山—临安地层小区 7、杭州—嘉兴地层小区 8、三级地层分区界线 9、四级地层分区界线 10、受海侵地区 11、海水沿河谷入侵的最大深度

表 A.0.1 浙江省陆域地貌类型划分表

地貌类型及名称				绝对高程(m)	说 明
代号	成因类型	代号	名称		
I	构造侵蚀地貌	I ₁	断块中山	> 1000	燕山运动形成的断裂构造在新构造运动中复活，断块上升明显，侵蚀切割强烈，切割深度一般在 500m~1000m，山体由火山岩、侵入岩等坚硬块状岩类组成。分布于浙西及浙东、南地区
		I ₂	断块低山	500~1000	
II	侵蚀构造地貌	II ₁	褶皱中山	> 1000	由古生代沉积碎屑岩组成的一系列背、向斜构造，发育了呈北东向延伸且侵蚀切割强烈的条带状山地。分布于浙西北地区
		II ₂	褶皱低山	500~1000	
III	侵蚀溶蚀地貌	III ₁	中、低山	> 500	由碳酸盐岩组成的山地，在地表水和地下水共同作用下形成。本省以石炭~二迭系灰岩岩溶地貌较为典型，主要有溶洞、溶斗、溶蚀洼地、地下暗河及洞穴堆积等，分布于浙西北地区
		III ₂	丘陵	< 500	
IV	侵蚀剥蚀地貌	IV ₁	高丘陵	500~300	在新构造显著上升与沉降交接、即山地与平原接壤地带普遍分布；在中、低山区的泥页岩、片岩、片麻岩等软弱地层分布区也有发育。在流水侵蚀和强烈风化剥蚀作用下，地面切割十分破碎，风化层厚
		IV ₂	低丘陵	< 300	
V	侵蚀堆积地貌	V ₁	二级基座阶地	组成河谷两级基座阶地，其中二级基座阶地高出当地河水位 10m 左右，主要由 pl-alQ ₃ 含黏性土卵（砾）石组成；三级基座阶地高出河水位约 35 m~45m，主要由 pl-alQ ₂ 含黏性土卵（砾）石组成	
		V ₂	三级基座阶地		

表 A.0.1 浙江省陆域地貌类型划分表（续表）

地貌类型及名称				绝对高程(m)	说明
代号	成因类型	代号	名称		
VI	堆	VI ₁	洪积平原或坡洪积斜地	-	分布于山前沟谷或盆地边缘，由坡积裙、洪积扇组成
		VI ₂	冲积平原	-	分布于较大的河谷地带，主要由河漫滩（alQ ₄ ）和一级堆积阶地（alQ ₃ 或pl-alQ ₃ ）组成，沉积物具上细下粗“二元结构”的特征
	积	VI ₃	泻湖、湖沼平原	-	分布于本省沿海平原之内侧山前一带，全新世海侵形成海湾→泻湖→湖沼环境，由泥和有机物堆积而成。地表岩性为褐黄色黏土为主（“硬壳层”），厚约1.5m左右。浅部夹泥炭层，其下为海相淤泥或淤泥质土。平原地势低洼，湖塘密布，与宽展的河流形成格子状或放射状水系
		VI ₄	冲积湖积平原	-	分布于山区河（沟）谷与沿海平原交接地带，或河口平原之两侧。地表为褐黄色粉质黏土、黏土（“硬壳层”），厚约1.5m左右，其下为海相淤泥或淤泥质土。平原地势低平，网格状水系发育
	貌	VI ₅	冲积海积平原	-	形成于全新世中、晚期，由河口区河、海水流共同作用沉积的物质堆积而成，分布于各大河流河口两侧地带。一般具有“二元结构”特征，上部为粉质黏土、黏质粉土，下部为砂质粉土、粉砂。地面高程相对于冲湖积或湖沼积平原略高1m~2m。具有疏状或细网格状水系
		VI ₆	海积平原	-	形成全新世晚期，分布于滨海地带，常有不同时期多列人工海堤分布。因成陆时代较晚，由海相黏性土组成的“硬壳层”较薄，一般小于1.0m。其下为淤泥或淤泥质土

表 A.0.2 浙江省海岸带地貌类型划分表

<p>(一) 海岸地貌 (平均高潮线以上到最高潮位线之间的部分)</p>	<p>天然海岸</p> <ul style="list-style-type: none"> 基岩海岸 砂砾质海岸 淤泥质海岸 <p>人工海岸 (海堤、海塘、海港的护岸堤)</p>
<p>(二) 潮间带地貌 (平均低潮线以上到平均高潮位线之间的部分)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 岩滩 (石质滩) 海滩 (砂砾滩) 潮滩 (淤泥滩), 俗称“海涂”
<p>(三) 潮间带地貌 (平均低潮线以下部分)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 水下浅滩 (平均低潮线以下, 泥面坡度$<6^{\circ}$) 水下缓坡 (平均低潮线以下, 泥面坡度$6^{\circ} \sim 15^{\circ}$) 水下斜坡 (平均低潮线以下, 泥面坡度$15^{\circ} \sim 25^{\circ}$) 水下深槽或深潭 (常在岛屿或岬角附近出现, 泥面坡度$>25^{\circ}$)

附录 B

表 B.0.1 岩石坚硬程度等级的定性分类

坚硬程度等级		定性鉴定	代表性岩石
硬 质 岩	坚硬岩	锤击声清脆，有回弹，震手，难击碎； 浸水后，大多无吸水反应	未风化~微风化的：花岗岩、正长岩、闪长岩、 辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、硅质板岩、 石英岩、硅质胶结的砾岩、石英砂岩、硅质石灰 岩等
	较硬岩	锤击声较清脆，有轻微回弹，稍震手， 较难击碎； 浸水后，有轻微吸水反应	1. 中等风化的坚硬岩； 2. 未风化~微风化的：熔结凝灰岩、大理岩、 板岩、白云岩、石灰岩、钙质砂岩、粗晶大理岩 等
软 质 岩	较软岩	锤击声不清脆，无回弹，较易击碎； 浸水后，指甲可刻出印痕	1. 强风化的坚硬岩； 2. 中等风化的较坚硬岩； 3. 未风化~微风化的：凝灰岩、千枚岩、砂质 泥岩、泥灰岩、泥质砂岩、粉砂岩、砂质页岩等
	软岩	锤击声哑，无回弹，有凹痕，易击碎； 浸水后，手可掰开	1. 强风化的坚硬岩； 2. 中等风化或强风化的较坚硬岩； 3. 中等风化的较软岩； 4. 未风化的泥岩、泥质页岩、绿泥石片岩、绢 云母片岩等
极软岩		锤击声哑，无回弹，有较深凹痕，手 可捏碎； 浸水后，可捏成团	1. 全风化的各种岩石； 2. 强风化的软岩； 3. 各种半成岩

表 B.0.2 岩体完整程度的定性分类

完整程度	结构面发育程度		主要结构面的 结合程度	主要结构面类型	相应结构类型
	组数	平均间距 (m)			
完整	1~2	> 1.0	结合好或结合一般	节理、裂隙、层面	整体状或巨厚层状结 构
较完整	1~2	> 1.0	结合差	节理、裂隙、层面	块状或厚层状结构
	2~3	1.0~0.4	结合好或结合一般		块状结构
较破碎	2~3	1.0~0.4	结合差	节理、裂隙、劈理、 层面、小断层	裂隙块状或中厚层状 结构
	≥3	0.4~0.2	结合好		镶嵌碎裂结构
			结合一般		薄层状结构
破碎	≥3	0.4~0.2	结合差	各种类型 结构面	裂隙块状结构
		≤ 0.2	结合一般或结合差		碎裂状结构
极破碎	无序		结合很差		散体状结构

注:平均间距指主要结构面间距的平均值。

表 B.0.3 岩石按风化程度分类

风化程度	风化特征	风化程度参数指标	
		波速比 k_v	风化系数 k_f
未风化	岩石结构构造未变，岩质新鲜	0.9~1.0	0.9~1.0
微风化	岩石结构构造、矿物成分和色泽基本未变，部分裂隙面有铁锰质渲染或略有变色	0.8~0.9	0.8~0.9
中等风化或弱风化	岩石结构构造部分破坏，矿物成分和色泽较明显变化，裂隙面风化较剧烈	0.6~0.8	0.4~0.8
强风化	岩石结构构造大部分破坏，矿物成分和色泽明显变化，长石、云母和铁镁矿物已风化蚀变	0.4~0.6	<0.4
全风化	岩石结构构造完全破坏，已崩解和分解成松散土状或砂状，矿物全部变色，光泽消失，除石英颗粒外的矿物大部分风化蚀变为次生矿物	0.2~0.4	-

注：1 波速比 k_v 为风化岩石与新鲜岩石压缩波速之比；

2 风化系数 k_f 为风化岩石与新鲜岩石饱和单轴抗压强度之比；

3 岩体风化程度，除按表野外特征和定量指标划分外，也可根据当地经验划分。

表 B.0.4 岩体按结构类型划分

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 组~2 组，无危险结构	岩体稳定，可视为均质弹性各向同性体	局部滑动或坍塌，深埋洞室的岩爆
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隙，结构面间距 0.7 m~1.5m。一般为 2 组~3 组，有少量分离体	结构面互相牵制，岩体稳定，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
碎裂状结构	构造影响严重的破碎岩层	碎块状	断层、节理、片理、层理发育，结构面间距 0.25 m~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	易发生规模较大岩体失稳，地下水加剧失稳
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，多充填黏性土，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	

表 B.0.5 岩质边坡的岩体分类

边坡岩体类型	判 定 条 件			
	岩体完整程度	结构面结合程度	结构面产状	直立边坡自稳能力
I	完整	结构面结合良好或一般	外倾结构面或外倾不同结构面的组合线倾角 $>75^{\circ}$ 或 $<27^{\circ}$	30m高的边坡长期稳定, 偶有掉块
II	完整	结构面结合良好或一般	外倾结构面或外倾不同结构面的组合线倾角 $27^{\circ}\sim 75^{\circ}$	15m高的边坡稳定, 15m~30m高的边坡欠稳定
	完整	结构面结合差	外倾结构面或外倾不同结构面的组合线倾角 $>75^{\circ}$ 或 $<27^{\circ}$	15m高的边坡稳定, 15m~30m高的边坡欠稳定
	较完整	结构面结合良好或一般	外倾结构面或外倾不同结构面的组合线倾角 $>75^{\circ}$ 或 $<27^{\circ}$	边坡出现局部落块
III	完整	结构面结合差	外倾结构面或外倾不同结构面的组合线倾角 $27^{\circ}\sim 75^{\circ}$	8m高的边坡稳定, 15m高的边坡欠稳定
	较完整	结构面结合良好或一般	外倾结构面或外倾不同结构面的组合线倾角 $27^{\circ}\sim 75^{\circ}$	8m高的边坡稳定, 15m高的边坡欠稳定
	较完整	结构面结合差	外倾结构面或外倾不同结构面的组合线倾角 $>75^{\circ}$ 或 $<27^{\circ}$	8m高的边坡稳定, 15m高的边坡欠稳定
	较破碎	结构面结合良好或一般	外倾结构面或外倾不同结构面的组合线倾角 $>75^{\circ}$ 或 $<27^{\circ}$	8m高的边坡稳定, 15m高的边坡欠稳定
	较破碎(破碎镶嵌)	结构面结合良好或一般	结构面无明显规律	8m高的边坡稳定, 15m高的边坡欠稳定
IV	较完整	结构面结合差或很差	外倾结构面以层面为主, 倾角多为 $27^{\circ}\sim 75^{\circ}$	8m高的边坡不稳定
	较破碎	结构面结合一般或差	外倾结构面或外倾不同结构面的组合线倾角 $27^{\circ}\sim 75^{\circ}$	8m高的边坡不稳定
	破碎或极破碎	碎块间结合很差	结构面无明显规律	8m高的边坡不稳定

注: 1 边坡岩体分类中未含由外倾软弱结构面控制的边坡和倾倒崩塌型破坏的边坡;

2 I类岩体为软岩、较软岩时, 应降为II类岩体;

3 地下水发育时, II、III类岩体可根据具体情况降低一级;

4 强风化岩体和极软岩可划为IV类;

5 表中外倾结构面指走向与坡向夹角小于 30° 且倾向坡外的结构面;

6 岩体完整程度按附录表 B.0.2、表 B.0.3确定。

表B.0.6 边坡一般性分类

分类依据	分类名称	分类特征说明
与工程关系	自然边坡	未经人工改造的边坡
	工程边坡	经人工改造的边坡
岩性	岩质边坡	由岩石组成的边坡
	土质边坡	由土层组成的边坡
变形情况	未变形边坡	边坡岩、土体未发生位移
	变形边坡	边坡岩、土体曾发生或正在发生位移
边坡坡度 β	缓坡	坡度: $\beta \leq 10^\circ$
	斜坡	$10^\circ < \beta \leq 30^\circ$
	陡坡	$30^\circ < \beta \leq 65^\circ$
	悬坡	$65^\circ < \beta \leq 90^\circ$
	倒坡	$90^\circ < \beta$
边坡高度 H	超高边坡	$H \geq 100\text{m}$
	高边坡	$50\text{m} \leq H < 100\text{m}$
	中高边坡	$30\text{m} \leq H < 50\text{m}$
	中边坡	$10\text{m} \leq H < 30\text{m}$
	低边坡	$H < 10\text{m}$

表B.0.7 土按有机质含量分类

分类名称	有机质含量 $W_u(\%)$	现场鉴别特征	说明
无机土	$W_u < 5\%$		
有机质土	$5\% \leq W_u \leq 10\%$	深灰色, 有光泽, 味臭, 除腐殖质外尚含少量未完全分解的动植物体, 浸水后水面出现气泡, 干燥后体积收缩	1.如现场能鉴别或有地区经验时, 可不作有机质含量测定; 2.当 $w > w_L$, $1.0 \leq e < 1.5$ 时称淤泥质土 3.当 $w > w_L$, $e \geq 1.5$ 时称淤泥
泥炭质土	$10\% < W_u \leq 60\%$	深灰或黑色, 有腥味, 能看到未完全分解的植物结构, 浸水体胀, 易崩解, 有植物残渣浮于水中, 干缩现象明显	可根据地区特点和需要按 W_u 细分为: 弱泥炭质土($10\% < W_u \leq 25\%$) 中泥炭质土($25\% < W_u \leq 40\%$) 强泥炭质土($40\% < W_u \leq 60\%$)
泥炭	$W_u > 60\%$	除有泥炭质土特征外, 结构松散, 土质很轻, 暗无光泽, 干缩现象极为明显	

表 B.0.8 碎石土密实度野外鉴别

密实度	骨架颗粒含量和排列	可挖性	可钻性
松散	骨架颗粒质量小于总质量的60%, 排列混乱, 大部份不接触	锹可以挖掘, 井壁易坍塌, 从井壁取出大颗粒后, 立即塌落	钻进较易, 钻杆稍有跳动, 孔壁易坍塌
中密	骨架颗粒质量等于总质量的60%~70%, 呈交错排列, 大部份接触	锹镐可挖掘, 井壁有掉块现象, 从井壁取出大颗粒处, 能保持凹面形状	钻进较困难, 钻杆、吊锤跳动不剧烈, 孔壁有坍塌现象
密实	骨架颗粒质量大于总质量的70%, 呈交错排列, 连续接触	锹镐挖掘困难, 用撬棍方能松动, 井壁较稳定	钻进困难, 钻杆、吊稍跳动剧烈, 孔壁较稳定

注: 密实度应按表列各项特征综合确定。

附录 C

表 C.0.1 滑坡分类表

划分依据	名 称	主 要 特 征	
滑坡体物质组成	土质滑坡	滑坡、崩塌堆积体滑坡	古、老滑坡或崩塌堆积体沿下伏基岩或体内滑动
		碎石土滑坡	坡积含黏性土碎土沿下伏基岩或体内滑动
		软土滑坡	软土层自身变形滑坡，或沿其它岩土层接触面滑动
		一般黏性土滑坡	
		填土滑坡	
		风化岩残积土滑坡	全、强风化岩及上覆残积土沿中风化基岩或强风化基岩体内滑动
		固体废弃物滑坡	固体废弃物沿下伏基岩或体内滑动
	岩质滑坡	顺层滑坡	沿顺坡向岩层层面滑动
		切层滑坡	滑动面与岩层层面相切，滑面沿顺坡向优势结构面滑动
		破碎岩质滑坡	
楔形体滑坡			
滑坡体厚度	浅层滑坡	滑坡体最大厚度 < 10m	
	中层滑坡	10m ≤ 滑坡体最大厚度 ≤ 25m	
	深层滑坡	滑坡体最大厚度 > 25m	
引起滑动的力学机制	推移式滑坡	斜坡上部由于人工弃土（石）或崩坡积等加载，挤压下部坡体产生变形滑动，滑体表面波状起伏	
	牵引式滑坡	斜坡下部由于人工切坡或侵蚀冲刷形成临空面，使上部坡体失去支撑而变形滑动，滑体表面多呈阶梯状或陡坎状	
形成原因	工程滑坡	由于工程开挖、弃（填）土或建筑物加载及水库蓄水、水库或渠道渗漏等原因引起的滑坡。可细分为工程新滑坡和工程复活古、老滑坡	
	自然滑坡	由地震、暴雨、侵蚀冲刷、崩坡积加载等自然作用产生的滑坡	
发生年代	新滑坡	现今正在活动（包括蠕滑、缓慢或间歇滑动、剧滑）的滑坡	
	老滑坡	全新世以来发生滑动，现今已整体稳定的滑坡	
	古滑坡	全新世以前发生滑动，现今已整体稳定的滑坡	

表 C.0.2 崩塌、滑坡、泥石流规模级别划分表

	特大型	大型	中型	小型
崩塌	$V > 100$	$100 \geq V > 10$	$10 \geq V > 1$	$V \leq 1$
滑坡	$V > 1000$	$1000 \geq V > 100$	$100 \geq V > 10$	$V \leq 10$
泥石流	$V > 50$	$50 \geq V > 20$	$20 \geq V > 2$	$V \leq 2$

表 C.0.3 崩塌按形成机理分类表

类型	岩性	结构面	地貌	受力状态	起始运动形式
倾倒式	直立岩层	多为垂直节理、直立层面	峡谷、直立陡坡、悬崖	主要受倾覆力矩作用	倾倒
滑移式	多为软硬相间的岩层	有倾向临空面的结构面	陡坡、坡度通常大于 55 度	滑移面主要受剪切力作用	滑移
鼓胀式	黏土；坚硬岩层下卧软弱岩层	上部垂直节理，下部为近水平的结构面	陡坡	下部软岩受垂直挤压	鼓胀伴有下沉、滑移、倾斜
拉裂式	多为软硬相间的岩层	多为风化裂隙和重力拉张裂隙	上部突出的悬崖	拉张	拉裂
错断式	坚硬岩层	直裂隙发育，通常无倾向临空面的结构面	大于 45 度的陡坡	自重引起的剪切力	错落

表 C.0.4 泥石流的工程分类和特征

类别	亚类	严重程度	流域面积 (km ²)	固体物质一次冲出量 (×10 ⁴ m ³)	流量 (m ³ /s)	堆积区面积 (km ²)	泥石流特征	流域特征
高频率泥石流沟谷 I	I ₁	严重	> 5	> 5	> 100	> 1	基本上每年均有泥石流发生。固体物质主要来源于沟谷的滑坡、崩塌。暴发雨强小于 2 mm/10min~4mm/10min。除岩性因素外，滑坡、崩塌严重的沟谷多发生黏性泥石流，规模大，反之多发生稀性泥石流，规模小	多位于强烈抬升区，岩层破碎，风化强烈，山体稳定性差。泥石流堆积新鲜，无植被或仅有稀疏草丛。黏性泥石流沟中下游沟床坡度大于 4%
	I ₂	中等	1~5	1~5	30~100	< 1		
	I ₃	轻微	< 1	< 1	< 30	—		
低频率泥石流沟谷 II	II ₁	严重	> 5	> 5	> 100	> 1	暴发周期一般在 10 年以上。固体物质主要来源于沟床，泥石流发生时“揭床”现象明显。暴雨时坡面产生的浅层滑坡往往是激发泥石流形成的重要因素。暴发雨强一般大	山体稳定性相对较好，无大型活动性滑坡、崩塌。沟床和扇形地上巨砾遍布。植被较好，沟床内灌木丛密布，扇形
	II ₂	中等	1~5	1~5	30~100	< 1		

	II ₃	轻微	<1	<1	<30	—	于4mm/10min。规模一般较大，性质有黏有稀	地多已辟为农田。黏性泥石流沟中下游沟床坡度小于4%
--	-----------------	----	----	----	-----	---	--------------------------	---------------------------

注：泥石流的工程分类宜采用野外特征与定量指标相结合的原则，定量指标满足其中一项即可。

表 C.0.5 场地岩溶发育等级

岩溶发育等级	岩溶发育特征
岩溶强发育	① 地表岩溶塌陷、漏斗、洼地、土洞发育，溶沟、溶槽、石芽密布； ② 钻孔见洞隙率>30%、线岩溶率>20%、土洞率≥10%； ③ 相邻柱基之间基岩起伏面相对高差>5m； ④ 岩溶裂隙或串珠状溶洞发育深度>20m； ⑤ 有地下暗河、伏流，岩溶裂隙水丰富，地表泉眼多有分布
岩溶中等发育	① 地表岩溶塌陷、漏斗、洼地、土洞较发育。溶沟、溶槽、石芽较发育； ② 钻孔见洞隙率10%~30%、线岩溶率5%~20%、土洞率<10%； ③ 相邻柱基之间基岩起伏面相对高差2m~5m； ④ 岩溶裂隙或串珠状溶洞发育深度5m~20m； ⑤ 无地下暗河、伏流，岩溶裂隙水丰富，地表泉眼有分布
岩溶微发育	① 无岩溶塌陷、漏斗，溶沟、溶槽较发育； ② 钻孔见洞隙率<10%、线岩溶率<5%、无土洞； ③ 相邻柱基之间基岩起伏面相对高差<2m； ④ 岩溶裂隙或串珠状溶洞发育深度<5m； ⑤ 岩溶裂隙多被充填，地下水不丰富，地表泉眼基本无分布

注：1 各等级的5项条件中，有一项符合者即可判定为相应岩溶发育等级；

2 当钻孔遇洞率为0，基岩面起伏高差>5m、5~2m、≤2m时，可分别定为表生岩溶强发育、中等发育和微发育。

附录 D

表 D.0.1 孔隙水压力测定方法和适用条件

仪器类型		适用条件	测定方法
测压计式	立管式测压计	渗透系数大于 10^{-4} cm/s 的均匀孔隙含水层	将带有过滤器的测压管打入土层，直接在管内量测
	水压式测压计	渗透系数低的土层，量测由潮汐涨落、挖方引起的压力变化	用装在孔壁的小型测压计探头，地下水压力通过塑料管传导至水银压力计测定
	电测式测压计 (电阻应变式、钢弦应变式、差动应变式)	各种土层	孔压通过透水石传导至膜片，引起挠度变化，诱发电阻片或钢弦变化，用接收仪测定
	气动测压计	各种土层	利用两根排气管使压力为常数，传来的孔压在透水元件中的水压阀产生压差测定
孔压静力触探仪		除碎石土外，各种土层	在探头上装有多孔透水过滤器、压力传感器，在贯入过程中测定

表 D.0.2 水、土腐蚀性试验方法

序号	试验项目	试验方法
1	pH 值	复合电极法
2	Ca ²⁺	EDTA 容量法
3	Mg ²⁺	EDTA 容量法
4	Cl ⁻	摩尔法
5	SO ₄ ²⁻	EDTA 容量法或质量法
6	HCO ₃ ⁻	酸滴定法
7	CO ₃ ²⁻	酸滴定法
8	侵蚀性 CO ₂	盖耶尔法
9	游离 CO ₂	碱滴定法
10	NH ₄ ⁺	纳氏试剂比色法
11	OH ⁻	酸滴定法
12	总矿化度	重量法或阴阳离子加和法
13	氧化还原电位	铂电极法
14	极化电流密度	原位极化法
15	电阻率	四极法
16	质量损失	管罐法

注：1 序号 1~7 为判定土腐蚀性应试验的项目，序号 1~12 为判定水腐蚀性应试验的项目；

2 序号 1、13~16 为土对钢结构腐蚀性试验项目；

3 土的易溶盐分析的土水比为 1：5。

表 D.0.3 场地环境类型

环境类型	场地环境地质条件
I	高寒区、干旱区直接临水；高寒区、干旱区强透水层中的地下水
II	高寒区、干旱区弱透水层中的地下水；各气候区湿、很湿的弱透水层湿润区直接临水；湿润区强透水层中的地下水
III	各气候区稍湿的弱透水层；各气候区地下水位以上的强透水层

注：1 高寒区是指海拔高度等于或大于 3000m 的地区；干旱区是指海拔高度小于 3000m，干燥度指数 K 值等于或大于 1.5 的地区；湿润区是指干燥度指数 K 值小于 1.5 的地区；

2 强透水层是指碎石土和砂土；弱透水层是指粉土和黏性土；

3 含水量 $w < 3\%$ 的土层，可视为干燥土层，不具有腐蚀环境条件；

3A 当混凝土结构一边接触地面水或地下水，一边暴露在大气中，水可以通过渗透或毛细作用在暴露大气中的一边蒸发时，应定为 I 类；

4 当有地区经验时，环境类型可根据地区经验划分；当同一场地出现两种环境类型时，应根据具体情况选定。

附录 E

表 E.0.1 预制桩侧阻力特征值 q_{sa} (kPa)

土的名称	第一指标	第二指标	第三指标	地层深度(m)				
	土的状态	q_c (kPa)	a_{1-2}	5~10	10~20	20~30	30~40	≥ 40
填土		800~1500		4~12				
淤泥		< 350	$a_{1-2} > 1.30$	3~5	4~5	5~6	6~7	7~8
淤泥质土		350~650	$0.80 < a_{1-2} \leq 1.30$	4~7	5~8	6~9	7~10	8~12
		650~1000	$0.50 < a_{1-2} \leq 0.80$	5~8	7~9	9~12	10~14	12~16
黏性土	$1.0 < I_L \leq 1.2$	1000~1300	$0.30 < a_{1-2} \leq 0.50$	7~11	9~12	12~15	14~18	16~20
	$0.75 < I_L \leq 1.0$	1300~1800	$0.25 < a_{1-2} \leq 0.40$	9~14	12~16	15~19	18~23	20~27
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	1600~2500	$0.20 < a_{1-2} \leq 0.30$	11~18	16~21	19~25	23~30	27~36
	$0.25 < I_L \leq 0.50$	2000~3500	$0.10 < a_{1-2} \leq 0.20$	14~22	20~25	25~30	30~36	36~42
	$0 < I_L \leq 0.25$	3000~4000	$0.06 < a_{1-2} \leq 0.15$	17~27	25~30	30~35	35~40	40~48
	$I_L \leq 0$	> 4000	$a_{1-2} \leq 0.06$	22~34	30~40	35~45	40~50	48~60
粉土	松散	< 2000	$N \leq 7$	7~10	8~11	11~14	14~17	17~20
	稍密	2000~4000	$7 < N \leq 13$	9~12	10~13	13~17	17~21	20~25
	中密	4000~6000	$13 < N \leq 25$	11~16	13~17	17~21	21~25	25~30
	密实	> 6000	$N > 25$	14~20	17~21	21~25	25~30	30~36
粉细砂	松散		$N \leq 10$	8~12	10~18	12~22	16~26	20~32
	稍密	3000~6000	$10 < N \leq 15$	11~20	17~22	21~25	25~30	30~36
	中密	6000~12000	$15 < N \leq 30$	15~23	21~25	25~30	30~35	35~40
	密实	> 12000	$N > 30$	20~27	25~30	30~35	33~40	40~48
中粗砂	松散		$N_{63.5} \leq 5$	9~13	11~19	13~23	17~27	21~33
	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	12~22	18~28	22~33	26~35	31~37
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	20~30	28~33	32~38	35~42	42~50
	密实		$N_{63.5} > 20$	25~33	30~35	33~40	38~45	45~54
砾砂	松散		$N_{63.5} \leq 5$	10~14	13~21	15~25	18~28	22~34
	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	12~26	20~33	23~36	27~40	32~48
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	25~33	32~38	36~43	40~48	48~58
	密实		$N_{63.5} > 20$	28~38	33~40	38~45	42~50	50~60
圆砾卵石	松散		$N_{63.5} \leq 5$	11~15	14~22	16~26	19~30	23~35
	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	14~31	22~38	24~42	28~46	33~56
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	30~40	38~45	42~50	46~55	55~66
	密实		$N_{63.5} > 20$	35~45	42~50	46~55	50~60	60~72
基岩	全风化软质岩			30~60				
	全风化硬质岩			40~80				
	强风化软质岩			50~100				
	强风化硬质岩			60~120				

表 E.0.2 预制桩端阻力特征值 q_{pa} (kPa)

土的名称	第一指标	第二指标	第三指标	桩端入土深度(m)				
	土的状态	q_c (kPa)	a_{1-2}	5~10	10~20	20~30	30~40	≥ 40
黏性土	$0.75 < I_L \leq 1.0$	1300~1800	$0.25 < a_{1-2} \leq 0.40$	260~410	330~550	520~700	670~850	830~1100
	$0.5 < I_L \leq 0.75$	1600~2500	$0.20 < a_{1-2} \leq 0.30$	350~650	500~700	670~900	800~1350	1000~1800
	$0.25 < I_L \leq 0.5$	2000~3500	$0.10 < a_{1-2} \leq 0.20$	500~850	670~900	850~1350	1200~1900	1600~2600
	$0 < I_L \leq 0.25$	3000~4000	$0.06 < a_{1-2} \leq 0.15$	750~1250	850~1350	1300~2500	1800~2800	2500~3600
粉土	稍密	2000~4000	$7 < N \leq 13$	300~500	330~550	500~850	600~900	800~1200
	中密	4000~6000	$13 < N \leq 25$	400~800	500~900	800~1100	950~1350	1150~1600
	密实	> 6000	$N > 25$	750~1200	850~1250	1050~1500	1300~1800	1500~2250
粉细砂	稍密	3000~6000	$10 < N \leq 15$	450~1200	900~1300	1150~1500	1400~1800	1700~2250
	中密	6000~12000	$15 < N \leq 30$	900~1500	1250~1800	1400~2000	1700~2250	2150~2700
	密实	> 12000	$N > 30$	1300~1900	1700~2000	1900~2250	2100~2600	2600~3300
中粗砂	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	600~1400	1000~1800	1200~2100	1500~2500	1800~3000
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	1300~2000	1750~2200	2100~2600	2500~3100	3000~3600
	密实		$N_{63.5} > 20$	1800~2300	2100~2500	2400~3000	2900~3500	3500~4200
砾砂	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	700~2000	1300~2300	1400~2600	1700~3000	2000~3600
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	1900~2400	2150~2600	2550~3200	3000~3700	3600~4300
	密实		$N_{63.5} > 20$	2200~2800	2400~3000	2900~3800	3600~4300	4200~5100
圆砾卵石	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	800~2200	1400~2500	1600~3100	1700~3700	2100~4300
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	2000~2800	2500~3200	3100~3900	3700~4500	4300~5400
	密实		$N_{63.5} > 20$	2300~3400	3100~4000	3750~4500	4200~5000	5000~6500
基岩	全风化软质岩			2000~3000				
	全风化硬质岩			2500~4000				
	强风化软质岩			3000~4500				
	强风化硬质岩			4000~6000				
	中等~微风化软质岩			4000~6000				
	中等~微风化硬质岩			6000~10000				

表 E.0.3 水下钻孔灌注桩侧阻力特征值 q_{sa} (kPa)

土层名称	第一指标	第二指标	第三指标	地层深度(m)				
	土的状态	q_c (kPa)	a_{1-2}	5~10	10~20	20~30	30~40	≥ 40
填土		800~1500		3~12				
淤泥		< 350	$a_{1-2} > 1.30$	3~4	3~4	4~5	5~6	6~7
淤泥质土		350~650	$0.80 < a_{1-2} \leq 1.30$	3~5	4~5	5~6	6~7	7~8
		650~1000	$0.50 < a_{1-2} \leq 0.80$	4~7	5~8	6~9	7~10	8~11
黏性土	$1.0 < I_L \leq 1.20$	1000~1300	$0.30 < a_{1-2} \leq 0.50$	6~10	7~11	9~14	10~16	11~17
	$0.75 < I_L \leq 1$	1300~1800	$0.25 < a_{1-2} \leq 0.40$	9~17	11~14	13~17	15~20	16~22
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	1600~2500	$0.20 < a_{1-2} \leq 0.30$	11~16	14~17	16~21	18~25	22~28
	$0.25 < I_L \leq 0.50$	2000~3500	$0.10 < a_{1-2} \leq 0.20$	14~20	17~22	19~26	22~30	25~36
	$0 < I_L \leq 0.25$	3000~4000	$0.06 < a_{1-2} \leq 0.15$	16~24	19~27	23~31	28~36	30~43
	$I_L \leq 0$	> 4000	$a_{1-2} \leq 0.06$	18~28	22~32	27~37	32~43	38~52
粉土	松散	< 2000	$N \leq 7$	4~8	5~9	9~11	11~14	14~17
	稍密	2000~4000	$7 < N \leq 13$	7~12	9~13	10~16	13~19	16~22
	中密	4000~6000	$13 < N \leq 25$	9~15	10~16	14~18	16~21	20~28
	密实	> 6000	$N > 25$	11~18	13~19	17~22	20~26	26~34
粉细砂	松散		$N \leq 10$	5~9	6~11	10~16	12~19	15~24
	稍密	3000~6000	$10 < N \leq 15$	8~13	10~15	15~18	18~25	23~29
	中密	6000~12000	$15 < N \leq 30$	10~16	13~18	17~22	20~29	26~37
	密实	> 12000	$N > 30$	14~22	17~24	21~29	24~35	30~44
中粗砂	松散		$N_{63.5} \leq 5$	6~10	7~12	10~18	13~20	16~26
	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	9~14	11~16	15~20	19~26	24~30
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	12~20	15~22	19~26	23~30	26~36
	密实		$N_{63.5} > 20$	18~26	21~28	25~32	29~39	34~46
砾砂	松散		$N_{63.5} \leq 5$	6~10	7~12	10~18	13~20	16~26
	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	9~14	11~16	15~20	19~26	24~30
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	16~24	19~26	22~30	26~35	31~45
	密实		$N_{63.5} > 20$	20~30	22~34	28~38	32~45	38~51
圆砾卵石	松散		$N_{63.5} \leq 5$	7~12	8~14	11~20	14~22	18~28
	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	11~20	13~28	18~30	23~36	28~41
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	20~34	28~38	30~45	35~49	41~53
	密实		$N_{63.5} > 20$	30~40	36~43	36~48	40~53	45~65
基岩	全风化软质岩			25~45				
	全风化硬质岩			35~55				
	强风化软质岩			45~70				
	强风化硬质岩			50~80				
	中等~微风化软质岩			70~110				
	中等~微风化硬质岩			80~130				

表 E.0.4 水下钻孔灌注桩端阻力特征值 q_{pa} (kPa)

土的名称	第一指标	第二指标	第三指标	桩端入土深度(m)				
	土的状态	q_c (kPa)		5~10	10~20	20~30	30~40	≥ 40
黏性土	$0.75 < I_L \leq 1$	1300~1800	$0.25 < a_{1.2} \leq 0.40$	100~180	120~200	200~300	250~400	350~500
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	1600~2500	$0.20 < a_{1.2} \leq 0.30$	140~220	180~320	280~450	350~540	450~700
	$0.25 < I_L \leq 0.50$	2000~3500	$0.10 < a_{1.2} \leq 0.20$	180~320	300~400	400~540	500~700	600~900
	$0 < I_L \leq 0.25$	3000~4000	$0.06 < a_{1.2} \leq 0.15$	250~500	380~540	520~900	700~1200	900~1500
	$I_L \leq 0$	> 4000	$a_{1.2} \leq 0.06$	300~600	450~700	650~1100	1000~1600	1500~2200
粉土	稍密	2000~4000	$7 < N \leq 13$	80~200	150~250	200~300	270~380	350~650
	中密	4000~6000	$13 < N \leq 25$	150~300	230~350	280~500	360~650	550~800
	密实	> 6000	$N > 25$	200~450	330~500	480~700	620~950	780~1000
粉细砂	稍密	3000~6000	$10 < N \leq 15$	150~350	300~500	450~650	540~800	630~950
	中密	6000~12000	$15 < N \leq 30$	300~550	480~700	630~900	780~1000	900~1150
	密实	> 12000	$N > 30$	400~700	650~900	850~1050	950~1200	1100~1500
中粗砂	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	200~500	350~800	500~1000	600~1100	700~1300
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	450~850	800~950	900~1150	1100~1350	1300~1750
	密实		$N_{63.5} > 20$	600~1000	900~1150	1100~1350	1250~1600	1550~2000
砾砂	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	250~800	400~1000	550~1200	650~1400	750~1700
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	750~1100	950~1200	1150~1400	1350~1650	1600~2100
	密实		$N_{63.5} > 20$	900~1250	1150~1350	1300~1600	1550~1850	1800~2200
圆砾卵石	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	300~1000	450~1300	60~1500	700~1700	800~2000
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	950~1400	1300~1550	1500~1750	1700~2000	1950~2500
	密实		$N_{63.5} > 20$	1200~1700	1550~1850	1750~2000	1950~2300	2200~3000
基岩	全风化软质岩			700~1200				
	全风化硬质岩			900~1400				
	强风化软质岩			1200~1800				
	强风化硬质岩			1400~2500				
	中等~微风化软质岩			1800~3000				
	中等~微风化硬质岩			2500~4500				

表 E.0.5 沉管灌注桩侧阻力特征值 q_{sa} (kPa)

土的名称	第一指标	第二指标	第三指标	地层深度(m)			
	土的状态	q_c (kPa)		5~10	10~20	20~30	30~40
填土		800~1500		4~11			
淤泥		< 350	$a_{1,2} > 1.30$	3~5	3~5	4~6	5~7
淤泥质土		350~650	$0.80 < a_{1,2} \leq 1.30$	3~6	4~6	5~7	6~8
		650~1000	$0.50 < a_{1,2} \leq 0.80$	4~7	5~8	6~9	7~10
黏性土	$I_L > 1$	1000~1300	$0.30 < a_{1,2} \leq 0.50$	5~10	7~11	8~12	9~14
	$0.75 < I_L \leq 1$	1300~1800	$0.25 < a_{1,2} \leq 0.40$	7~12	9~14	11~16	13~20
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	1600~2500	$0.20 < a_{1,2} \leq 0.30$	9~15	12~17	15~19	16~23
	$0.25 < I_L \leq 0.50$	2000~3500	$0.10 < a_{1,2} \leq 0.20$	12~20	15~23	17~27	20~32
	$0 < I_L \leq 0.25$	3000~4000	$0.06 < a_{1,2} \leq 0.15$	15~23	20~29	24~32	30~40
	$I_L \leq 0$	> 4000	$a_{1,2} \leq 0.06$	18~28	25~35	30~41	37~45
粉土	松散	< 2000	$N \leq 7$	5~8	5~9	8~12	11~15
	稍密	2000~4000	$7 < N \leq 13$	6~10	9~11	10~15	14~18
	中密	4000~6000	$13 < N \leq 25$	8~13	11~15	14~19	17~23
	密实	> 6000	$N > 25$	10~17	14~19	18~23	22~29
粉细砂	松散	< 3000	$N \leq 10$	5~9	5~11	9~13	11~16
	稍密	3000~6000	$10 < N \leq 15$	6~13	11~15	13~19	15~22
	中密	6000~12000	$15 < N \leq 30$	9~16	14~19	18~23	21~28
	密实	> 12000	$N > 30$	13~22	18~25	22~30	25~34
中粗砂	松散		$N_{63.5} \leq 5$	6~10	6~12	10~15	12~18
	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	7~14	11~15	13~19	15~22
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	14~20	16~23	20~27	24~32
	密实		$N_{63.5} > 20$	18~25	22~29	26~34	31~41
砾砂	松散		$N_{63.5} \leq 5$	7~11	9~13	11~16	13~19
	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	8~18	12~20	14~23	16~27
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	18~24	20~27	23~31	27~35
	密实		$N_{63.5} > 20$	21~28	26~34	30~40	34~45
圆砾卵石	松散		$N_{63.5} \leq 5$	9~14	11~17	14~20	17~22
	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	11~26	14~32	17~33	20~37
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	26~36	32~40	33~45	36~50
	密实		$N_{63.5} > 20$	30~40	36~45	38~50	41~55
基岩	全风化软质岩			27~45			
	全风化硬质岩			36~54			
	强风化软质岩			45~72			
	强风化硬质岩			54~80			

表 E.0.6 沉管灌注桩端阻力特征值 q_{pa} (kPa)

土(岩)名称	第一指标	第二指标	第三指标	地层深度(m)			
	土的状态	q_c (kPa)		5~10	10~20	20~30	30~40
黏性土	$0.75 < I_L \leq 1.00$	1300~1800	$0.25 < a_{1.2} \leq 0.40$	150~280	280~360	320~540	480~720
	$0.50 < I_L \leq 0.75$	1600~2500	$0.20 < a_{1.2} \leq 0.30$	250~550	350~650	520~750	650~1130
	$0.25 < I_L \leq 0.50$	2000~3500	$0.10 < a_{1.2} \leq 0.20$	450~750	630~850	700~1100	990~1350
	$0 < I_L \leq 0.25$	3000~4000	$0.06 < a_{1.2} \leq 0.15$	600~950	810~1050	950~1450	1250~1850
粉土	稍密	2000~4000	$N \leq 7$	150~450	300~480	450~650	600~1000
	中密	4000~6000	$7 < N \leq 13$	300~600	450~750	600~950	850~1300
	密实	> 6000	$13 < N \leq 25$	500~900	700~1100	900~1250	1200~1550
粉细砂	稍密	3000~6000	$10 < N \leq 15$	400~900	650~1000	950~1300	1200~1500
	中密	6000~12000	$15 < N \leq 30$	700~1100	950~1300	1250~1650	1450~1850
	密实	> 12000	$N > 30$	900~1500	1250~1650	1600~1950	1800~2250
中粗砂	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	500~900	700~1500	800~1800	1300~2100
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	800~1600	1500~1850	1750~2150	2100~2700
	密实		$N_{63.5} > 20$	1000~1800	1750~2250	2100~2650	2600~3150
砾砂	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	600~1000	800~1700	900~2100	1400~2600
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	1000~1800	1650~2200	2050~2600	2550~3100
	密实		$N_{63.5} > 20$	1200~2200	2000~2600	2550~2950	2850~3800
圆砾卵石	稍密		$5 < N_{63.5} \leq 10$	700~1300	900~2600	1000~2900	1600~3200
	中密		$10 < N_{63.5} \leq 20$	1200~2600	2550~3000	2850~3350	3200~3950
	密实		$N_{63.5} > 20$	1600~2900	2850~3550	3300~4000	3800~4500
基岩	全风化软质岩				1300~2500		
	全风化硬质岩				2300~2700		
	强风化软质岩				2500~3600		
	强风化硬质岩				2700~4500		

附录 F 典型综合地质层表

表 F.0.1 杭州平原地区典型综合地质层表

地层单位				年龄 (距今万年)	工程地质分层编号	土层定名	岩性描述	成因类型	时代成因代号	工程地质层类别	含水层	海侵期	古气候期									
系	统	组	代号										冰后期	亚大西洋期								
第四系	全新统	上组	Q ₄ ³	0.25	① ₀	人工填土	城区有杂填土、素填土、淤填土,沿钱塘江有吹填土,松散或松软,均匀性差,具大孔结构	人工堆积			潜水含水层	富阳海侵(晚期)	冰后期	亚大西洋期								
					①	粉质黏土	黄褐色,软可塑,局部夹稍密状粉土、泥炭层,分布与湖沼平原区	冲湖积、湖沼积	冲海积	al-lQ ₄ ³ lhQ ₄ ³					al-mQ ₄ ³	硬壳层	可液化土层					
		中组	Q ₄ ²	0.75	②	淤泥质粉质黏土	灰色,流塑,富含植物残骸,具有高灵敏性、高触变性、高压缩性,低强度和低渗透性。局部呈粉土性,松散状。	② ₁ '灰色粉砂,中密 ② ₂ '灰色粉土,以砂质粉土为主	海积	冲海积				mQ ₄ ²	al-mQ ₄ ²	软土层		富阳海侵(早期)	亚北方期 大西洋期			
																	下组			Q ₄ ¹	1.20	③ ₁	淤泥质粉质黏土	灰色,流塑	海积	mQ_{4}^{1}	软土层	北方期 前北方期
		③ ₂	淤泥质黏土 淤泥质粉质黏土	灰色,流塑,局部为黏土、粉质黏土,软塑	海积	mQ ₄ ¹																
		上更新统	上组	上段 Q ₂₋₃ ²⁻²	3.00	④ ₁	黏土	黄绿、褐黄、浅黄色,硬可塑,表层见干缩裂隙、古土壤层	冲湖积					al-lQ ₃ ²⁻²	第二硬土层	第 I ₁₋₁ 承压含水层	杭州海侵(晚期)		第 8 寒冷期			
	5.00										④ ₂	黏土	灰色,软塑,强结构性							海积	mQ ₃ ²⁻²	7 ₂ 亚暖期
											④ ₃	粉土或砂土	灰色,稍密							冲海积	al-mQ ₃ ²⁻²	
	下段 Q ₃ ²⁻¹		7.00	⑤ ₁	黏土	杂色,有黄、棕红、污白、灰绿等色,硬可塑为主,有时呈软可塑,表层有时有干缩裂隙	冲湖积		al-lQ ₃ ²⁻¹	第三硬土层	第 7 温暖期	亚冷期										
													10.00	⑤ ₂	⑤ ₂₋₁			黏土	灰色,软可塑	海积	mQ ₃ ²⁻¹	7 ₁ 亚暖期
															⑤ ₂₋₂			含砂粉质黏土、粉质黏土夹砂层	灰色,软可塑或稍密,层理清晰			
	⑤ ₃		砂土	灰黄色,中密,中细砂为主有时为粉土层,有时含砾或为圆砾层	冲积	alQ ₃ ²⁻¹	第 I ₁₋₂ 承压含水层															
	下组		Q ₃ ¹	11.00	⑥ ₁	黏土	杂色,硬可塑,分布于下伏砂、砾层分布区	冲湖积		al-lQ ₃ ¹	第四硬土层	第 I ₂ 承压含水层	第 6 温暖期									
														18.00	⑥ ₃			⑥ ₃₋₁	粉细砂、砾砂	黄色,中密	冲积	alQ ₃ ¹	第 6 寒冷期
		⑥ ₃₋₂														圆砾	黄色,有时灰色,中密~密实,磨圆好,砾石以硬质岩为主	湖沼积	lhQ ₃ ¹			
⑥ ₃₋₃		黏土														灰色,软~软可塑,底部有贝壳碎屑。	冲积			alQ ₃ ¹		
⑥ ₃₋₄	砂土	灰色,稍密																				
中更新统	上组	Q ₂ ²	30.00	⑦ ₁	黏土	杂色,灰绿、黄褐色为主,硬可塑,表层有干缩裂隙	冲湖积	al-lQ ₂ ²	第 II ₁ 承压含水层	第 5 温暖期												
				⑦ ₂	⑦ ₂₋₁	粉细砂、砾砂	灰色、黄色,中密	冲积			alQ ₂ ²											
					⑦ ₂₋₂	圆砾、卵石	灰色、黄色,中密~密实,磨圆好,砾石以硬质岩为主															
前第四系 A _n Q				⑩	基岩	石灰岩、泥岩、钙质泥岩、泥灰质砂岩、砂岩、砾岩、凝灰岩、安山玢岩以及安山岩、玄武岩等																

表 F.0.2 宁波平原地区典型综合地质层表

地层单位				年龄 (距今 万年)	工程地质 分层编号	土层定名	岩性描述	成因类型	时代成因 代号	工程地质 层类别	含水层	海侵层	古气候期			
系	统	组	代号													
第四系	全新统	上组	3 Q ₄	0.25	①0	人工填土	在城镇地段主要由碎砖、瓦砾、灰渣和黏性土组成，新建区以黏性土夹碎石组成，松散，成份杂，均匀性差	人工堆积			孔隙潜水	I	冰后期	亚大西洋期		
					①1	黏土、粉质黏土	俗称硬壳层，黄褐色，可塑，含铁锰质斑点	冲湖积、海积	al-l Q ₄ ³ m Q ₄ ³	硬壳层						
					①2	淤质粉质黏土	灰色，流塑，局部为淤泥	海积	m Q ₄ ³	软土层						
		中组	2 Q ₄	0.75	②1	黏土	灰色，软塑	海积	m Q ₄ ²	软土层	浅部承压水			亚北方期 大西洋期		
					②2	淤泥质黏土	灰色，流塑									
					②3	淤泥质土	灰色，流塑，具微层理，局部为淤泥									
		下组	1 Q ₄	1.20	③1	粉土、粉砂	灰、青灰色，饱和，稍密~中密	冲海积	al-m Q ₄ ¹					北方期 前北方期		
					③2	淤泥质粉质黏土	灰色，流塑，具鳞片状构造	海积	m Q ₄ ¹	软土层						
					③3	粉质黏土、黏土	灰褐，灰黑色，软塑，含较多腐烂植物根茎	海积	m Q ₄ ¹							
	上更新统	上组	上段	2-2 Q ₃	3.00	④1	④1-1	粉质黏土	暗绿~褐黄色，可塑~硬塑，常见铁锰结核	冲湖积	al-l Q ₃ ²⁻²	第二硬土层	第 8 寒冷期			
							④1-2	粉质黏土、粉土	褐黄色~灰黄色，可塑，薄层理较发育，夹薄层粉砂及粉土	冲湖积	al-l Q ₃ ²⁻²					
						④2	粉质黏土	灰色，饱和，软塑为主	海积	m Q ₃ ²⁻²	第 I ₁₋₁ 承压含水层	II ₁			72 亚暖期	
			④3	粉砂	灰色，饱和，中密	冲海积	al-m Q ₃ ²⁻²									
			下段	2-1 Q ₃	10.00	⑤1	粉质黏土	灰绿、灰黄色，可塑~硬塑	冲湖积	al-l Q ₃ ²⁻¹	第三硬土层	第 I ₁₋₂ 承压含水层	II ₂		第 7 温暖期	
						⑤2	粉质黏土	灰色，饱和，软可塑，局部为粉土、粉砂	海积	m Q ₃ ²⁻¹						
		⑤3				圆砾、砾砂、砂	灰、灰黄，中密	冲积、冲海积	al Q ₃ ²⁻¹ 、 al-m Q ₃ ²⁻¹							
		下组	1 Q ₃	18.00	⑥1	粉质黏土	灰绿、黄绿色，可塑~硬塑，局部为粉土	冲湖积	al-l Q ₃ ¹	第四硬土层	第 I ₂ 承压含水层		第 7 寒冷期			
					⑥3	砾砂、圆砾	灰、黄灰色，中密~密实，岩性变化较大。局部见黏性土透镜体或夹层	冲积、冲洪积	al(pl) Q ₃ ¹	第 6 温暖期						
					⑦1	粉质黏土	灰绿、黄绿色，硬塑~可塑，局部相变为粉土	冲湖积	al-l Q ₂ ²						第 II ₁ 承压含水层		第 6 寒冷期
		中更新统	上组	2 Q ₂	30.00	⑦2	圆砾、卵石	褐黄色，中密~密实，上细下粗，下部含较多黏性土	冲积、冲(洪)积	al Q ₂ ² 、 al(pl) Q ₂ ²	第 II ₁ 承压含水层		第 5 温暖期			
						⑧1	粉质黏土	灰黄、黄褐色，硬塑	冲湖积	al-l Q ₂ ¹					第 II ₂ 承压含水层		第 5 寒冷期
			下组	1 Q ₂	78.00	⑧2	含黏性土碎(砾)石	棕黄、褐黄色，含黏性土砂、碎(砾)石或碎(砾)石含黏性土，中密~密实，岩性岩相变化较大	洪(冲)积、坡洪积	pl(al) Q ₂ ¹ 、 dl-pl Q ₂ ¹	第 II ₂ 承压含水层		第 4 温暖期			
		前第四系 AnQ				⑩	基岩									

表 F.0.3 温州平原地区典型综合地质层表

地层单位				年龄 (距今 万年)	工程地 质分层 编号	土层定名	岩性描述	成因类型	时代成因 代号	工程地质层 类别	含水层	海侵层	古气候期				
系	统	组	代号														
第 四 系	全新 统	上 组	Q ₄ ³	0.25	① ₀	人工填土	杂填土、素填土和冲填土，结构松散，土质松软，成份杂乱，均匀性差	人工堆积					I	亚大西洋期			
					①	黏土	黄褐色，可塑，含铁锰质氧化物和腐植物	冲湖积、湖沼积	al-lQ ₄ ³ lhQ ₄ ³	硬壳层	孔隙潜水						
		中 组	Q ₄ ²	0.75	② ₁	淤泥	灰色，流塑，含少量腐植物和贝壳碎屑，局部可见泥炭和沼气，夹薄层粉细砂	海积	mQ ₄ ²	软土层					冰 后 期	亚北方期 大西洋期	
					② ₁ '	粉、细砂夹淤泥	灰色，淤泥呈流塑状，粉细砂松散，级配较差。个别地段为粉细砂层	冲海积	al-mQ ₄ ²		浅部承压水						
					② ₂	淤泥	灰色，流塑，含少量腐植物和贝壳碎屑，局部可见泥炭和沼气，夹薄层粉细砂	海积	mQ ₄ ²	软土层							
		下 组	Q ₄ ¹	1.2	③ ₁	淤泥质黏土	全区稳定分布。灰色，流塑，高灵敏度，含少量腐植物和贝壳碎屑片，夹薄层粉细砂，具有鳞片状结构	海积	mQ ₄ ¹	软土层					北方期 前北方期		
					③ ₂	黏土	灰色，软塑，含少量腐植物和贝壳碎片	海积	mQ ₄ ¹								
					③ ₂ '	粉、细砂夹淤泥	灰色，淤泥呈流塑状，粉细砂松散~稍密，级配较差，个别地段为粉细砂层	冲海积	al-mQ ₄ ¹								
		上 更 新 统	上 组	上 段	Q ₃ ²⁻²	3.00	④ ₁	黏土	黄褐、黄绿色，可塑，含铁锰质结核和氧化斑点	冲湖积	al-lQ ₃ ²⁻²	第二硬土层				第 7 温 暖 期	第 8 寒冷期
							5.00	④ ₂	黏土	灰色，软塑，含少量腐植物屑和贝壳碎屑。局部相变为粉质黏土	海积	mQ ₃ ²⁻²			II ₁			7_{2} 亚暖期
						④ ₃		砂土	杂色，饱和，稍密，磨圆度中等，颗粒级配良好，局部为卵（砾）石、砾砂	冲积	alQ ₃ ²⁻²			第 I ₁₋₁ 承压含水层			
				下 段	Q ₃ ²⁻¹	10.00	⑤ ₁	黏土	灰绿、灰兰、灰黄色，可塑	冲湖积	al-lQ ₃ ²⁻¹	第三硬土层					II ₂	亚冷期
	⑤ ₂						黏土	灰色，软塑，夹少量粉细砂薄层，含少量半炭化植物碎屑和贝壳碎屑	海积	mQ ₃ ²⁻¹							
	⑤ ₂ '						卵（砾）石	灰色，饱和，中密~密实，级配良好，磨圆度中等，夹粉质黏土和砂土透镜体	冲海积	al-mQ ₃ ²⁻¹		第 I ₁₋₂ 承压含水层	7 ₁ 亚暖期				
	下 组		Q ₃ ¹	18.00	⑥ ₁	粉质黏土	灰绿、灰兰色，可塑~硬塑	冲湖积	al-lQ ₃ ¹	第四硬土层			III	第 7 寒冷期			
					⑥ ₂	黏土	灰色、灰白色，可塑，夹少量粉细砂薄层	海积	mQ ₃ ¹								
					⑥ ₃	卵（砾）石	杂色，饱和，中密~密实，级配良好，磨圆度中等，夹粉质黏土和砂土透镜体	冲积	alQ ₃ ¹		第 I ₂ 承压含水层	第 6 温暖期					
					⑦ ₁	粉质黏土	灰绿、灰黄、灰白色，可塑~硬塑	冲湖积	al-lQ ₂ ²			第 6 寒冷期					
					⑦ ₂	卵（砾）石	灰色，中密~密实，卵（砾）石次圆~次棱角状	冲积、洪冲积	alQ ₂ ² pl-alQ ₂ ²		第 II ₁ 承压含水层	第 5 温暖期					
					⑧ ₁	粉质黏土	灰绿、灰黄色，可塑~硬塑	冲湖积	al-lQ ₂ ¹			第 5 寒冷期					
	中 更 新 统	下 组	Q ₂ ¹	78.00	⑧ ₂	含黏性土卵（砾）石	黄褐色，饱和，中密~密实，卵（砾）石次棱角状为主	冲洪积	al-plQ ₂ ¹		第 II ₂ 承压含水层		第 4 温暖期				
					⑨	含碎石黏性土	杂色，可塑~硬塑	残坡积	el-dlQ								
	前第四系 AnQ				⑩	基岩	主要为凝灰岩、花岗岩、安山岩等										

附录 G 标准用词说明

G.0.1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词，说明如下：

- 1 表示很严格，非这样做不可的用词：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用词：正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
- 3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：正面词采用“宜”或“可”，反面词采用“不宜”。

G.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……的规定”。非必须按所指定的标准、规范或其他规定执行时，写法为“可参照……”。

浙江省工程建设标准

《工程建设岩土工程勘察规范》
Engineering Construction Code for Investigation
of Geotechnical Engineering

条文说明

目 次

1	总 则	127
2	术语和符号	128
2.1	术 语.....	128
2.2	符 号.....	129
3	基本规定	130
4	勘察纲要	131
4.1	一般规定.....	131
4.3	勘察等级.....	131
4.4	勘察阶段.....	132
4.5	勘察纲要.....	133
5	区域地质环境	134
5.1	地形地貌.....	134
5.2	区域地层.....	134
5.3	工程地质层的划分.....	135
5.4	山区工程地质层的划分.....	135
6	岩土的分类	137
6.1	岩石的分类.....	137
6.2	土的分类.....	137
7	工程地质勘探	139
7.1	一般规定.....	139
7.2	工程地质调绘.....	139
7.3	地球物理勘探.....	140
7.4	勘探点定位和测量.....	140
7.5	原位测试.....	141
7.6	钻 探.....	142
7.7	井探、槽探和洞探.....	143
7.8	取 样.....	143
8	各类建设工程勘察	144
8.1	房屋建筑工程.....	144
8.2	桩基工程.....	146

8.3	基坑工程.....	147
8.4	边坡工程.....	148
8.5	城市道路工程	150
8.6	桥涵工程.....	150
8.7	洞室工程.....	151
8.8	综合管廊工程	151
8.9	管道工程.....	153
8.10	给排水工程	153
8.11	堤岸和岸边工程	154
8.12	废弃物填埋场工程.....	154
8.13	地基处理工程.....	155
9	不良地质作用和地质灾害	156
9.1	滑 坡	156
9.2	危岩和崩塌.....	156
9.3	泥石流	156
9.4	岩 溶	158
9.5	采空区	159
9.6	浅层气	161
10	特殊性岩土.....	162
10.1	软 土	162
10.2	填 土	163
10.3	红黏土	164
10.4	膨胀土	166
10.5	污染土	168
10.6	混合土	171
10.7	风化岩和残积土	171
11	场地与地基地震效应.....	173
11.1	一般规定.....	173
11.2	液化判别和软土震陷.....	173
11.3	场地地震效应参数.....	175
12	地下水	176

12.1	一般规定	176
12.2	水文地质参数确定	176
12.3	地下水作用的评价	178
12.4	水和土腐蚀性评价	179
12.5	抗浮水位	179
13	室内试验	180
13.1	一般规定	180
13.2	土的物理力学性试验	180
13.3	岩石的物理力学试验	181
14	岩土工程参数	182
14.1	一般规定	182
14.2	岩土工程参数	182
14.3	地基承载力	182
14.4	桩基承载力	182
15	岩土工程分析评价及勘察报告	186
15.1	一般规定	186
15.2	岩土工程分析评价	186
15.3	岩土工程勘察报告	186
16	现场检验和监测	188
16.1	一般规定	188
16.2	地基基础的检验和监测	188
16.3	不良地质作用和地质灾害监测	189
16.4	地下水监测	189

1 总 则

1.0.1 本标准是依据国家标准《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001），根据浙江省区域地质、工程地质及水文地质特点，总结近几年来浙江省岩土工程勘察领域所取得的科研成果和地方工程经验，并在原浙江省地方标准《工程建设岩土工程勘察规范》（DB33/1065-2009）基础上修订而成，着重体现浙江省地方特色的一本工程建设标准。

1.0.2 本标准涉及到的特殊行业，还应满足相应的国家和行业有关的标准。

1.0.3 工程建设必须遵守国务院令 293 号《建设工程勘察设计管理条例》的规定：“先勘察、后设计、再施工”的工程建设程序。

1.0.4 在浙江省境内从事岩土工程勘察活动，除应执行本标准外，还应执行有关安全、环境保护等国家、行业和地方标准。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 本条对“岩土工程勘察”的释义如下：

1 岩土工程勘察是为了满足工程建设的要求，有明确的工程针对性，不同于一般的地质勘察；

2 “查明、分析、评价”需要一定的技术手段，即工程地质调查和测绘、勘探和取样、原位测试、室内试验、检验和监测、分析计算、数据处理等，不同的工程要求和地质条件，采用不同的技术方法；

3 “地质、环境特征和岩土工程条件”是勘察工作的对象，主要指岩土的分布和工程特征，地下水的赋存及其变化，不良地质作用和地质灾害等；

4 勘察工作的任务是查明情况，提供数据，分析评价和提出处理建议，以保证工程安全，提高投资效益，促进社会和经济的可持续发展；

5 岩土工程勘察是岩土工程中的一个重要组成部分，岩土工程包括勘察、设计、施工、检验、监测和监理等，既有一定的分工，又密切联系，不宜机械分割。

2.1.3 触探包括静力触探和动力触探，用以探测地层，测定土的参数，既是一种勘探手段，又是一种测试手段。物探也有两种功能，用以探测地层、构造、洞穴等，是勘探手段；用以测波速等，是测试手段。钻探、井探等直接揭露地层，是直接的勘探手段；而触探通过力学分层判定地层，物探通过各种物理方法探测，有一定的推测因素，都是间接的勘探手段。

2.1.5 岩土工程勘察报告一般由文字和图表两部分组成。表示地层分布和岩土数据，可用图表；分析论证，提出建议，可用文字。文字与图表互相配合，相辅相成，效果较好。

2.1.10 断裂、地震、岩溶、崩塌、滑坡、塌陷、泥石流、冲刷、潜蚀等等，《94规范》及其他书籍，称之为“不良地质现象”。其实，“现象”只是一种表现，只是地质作用的结果。勘察工作应调查和研究的不仅是现象，还包括其内在规律，本标准根据国标《岩土工程勘察规范》（GB50021）规定，用现名。

2.1.11 灾害是危及人类人身、财产、工程或环境安全的事件。地质灾害是由不良地质作用引发的这类事件，可能造成重大人员伤亡、重大经济损失和环境改变，因而是岩土工程勘察的重要内容。

2.1.13 近年来沿海开发力度较大，涉及该区域的岩土工程问题较多，因此本次增加该条文。

2.1.14 在工程勘察以及后期工程实施过程经常遇到浅层气，并对工程运营阶段存在影响，因此本次增加该条文。在省内的浅层气勘查中，根据收集的气体成分分析，98%以上含量为甲烷气体。

2.2 符 号

2.2.1 岩土的重力密度（重度） γ 和质量密度（密度） ρ 是两个概念。前者是单位体积岩土所产生的重力，是一种力；后者是单位体积内所含的质量。

2.2.3 土的抗剪强度指标，有总应力法和有效应力法，总应力法符号为 c 、 φ ，有效应力法符号为 c' 、 φ' 。对于总应力法，由于不同的固结条件和排水条件，试验成果各不相同。故勘察报告应对试验方法作必要的说明。

2.2.4 标准贯入锤击数符号为 N ，重型圆锥动力触探锤击数符号用 $N_{63.5}$ ，与 N_{10} 、 N_{120} 的表示方法一致。

3 基本规定

3.0.1 勘察等级的划分是岩土工程勘察极为重要的一个环节，应结合工程的重要性和建筑场地的地形、地貌及工程地质、水文地质特点，做到科学、合理地布置工作量。

3.0.2 岩土工程勘察是一项不断探索的工作，是一项不断深化认识的过程。因此，不同勘察阶段的目的和任务应与设计阶段一致。但对工程规模小或拟建建筑物平面位置已确定的项目，可以简化勘察阶段，直接进行详细阶段勘察。在勘察过程中涉及特殊问题时进行的专项勘察，分布于各勘察阶段，未单独列出。

3.0.3 岩土工程勘察工作前，应充分搜集附近已有的区域地质、地震、气象、水文资料、工程建设的成果和水文地质资料等，制定科学合理的技术方案。

3.0.4 勘察纲要的编制是实施野外勘察作业及室内试验的指导文件，是保证岩土工程勘察质量不可缺少的重要环节之一，无工程勘察纲要不得实施勘察作业。

4 勘察纲要

4.1 一般规定

4.1.1 编制勘察纲要前，项目负责人应组织有关人员去现场踏勘，了解场地条件，周边环境条件，搜集已有的建筑经验及有关资料，并要做好详细记录。

4.1.2 作为编制勘察纲要的依据要充分、完整、可靠。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306），峰值加速度值划分到街道、镇级，故要求场地地理位置要明确反映街道或镇的位置。

4.1.3 岩土工程勘察纲要在实施过程中遇到特殊情况：合同变更、设计修改、环境条件变化，使原纲要不能满足要求或无法执行时，应对纲要进行修改，一般的变更需经纲要审批人批准。必要时出具工程变更联系单通知建设单位和设计单位；较大的变更应及时与业主、设计单位协商后确定。

4.3 勘察等级

4.3.1 对于勘察，主要考虑工程规模大小和特点，以及由于岩土工程问题造成破坏或影响正常使用的后果，分为三个工程重要性等级，具体可按表 4.3.1 划分。

表 4.3.1 工程重要性等级划分

工程类别		一级	二级	三级
房屋建筑工程		重要的工业与民用建筑	较重要的工业与民用建筑	次要的工业与民用建筑
		建筑层数>30层	30层≥建筑层数≥7层	建筑层数<7层
		建筑高度>100m	100m≥建筑高度≥24m	建筑高度<24m
		柱跨≥24m	24m>柱跨>12m	柱跨≤12m
高耸构筑物工程		高度>200m	200m≥高度>100m	高度≤100m
基坑及明挖管道工程		埋深>10m	10m≥埋深≥5m	埋深<5m
边坡工程	土质	高度>15m或破坏后果很严重的二级、三级边坡	15m≥高度>10m	高度≤10m
	岩质	高度>30m或破坏后果很严重的二级、三级边坡	30m≥高度>15m	高度≤15m
道路工程		快速路、主干路	次干路	支路、公交和城市广场的道路与地面工程
桥涵工程		多孔跨径总长≥100m的特大桥、大桥	30m<多孔跨径总长<100m的中桥	8m≤多孔跨径总长≤300m的小桥
		单孔跨径≥40m的特大桥、大桥	20m≤单孔跨径<40m的中桥	5m<单孔跨径<20m的小桥
		/	/	多孔跨径总长<8m，单孔跨<5m的涵洞
隧道工程		均按一级	/	/
室外非开挖管道工程		均按一级	/	/

给排水厂站工程	大型、中型厂站	小型厂站	/
堤岸工程	桩式堤岸和桩基加固的混合式堤岸	圬工结构或钢筋混凝土结构的天然地基堤岸	土堤
垃圾填埋场工程	垃圾填埋高度>60m	60m≥垃圾填埋高度≥30m	30m>垃圾填埋高度

4.3.2 “不良地质作用强烈发育”是指泥石流沟谷、崩塌、滑坡、土洞、塌陷、岸边冲刷、地下水强烈潜蚀等极不稳定的场地，这些不良地质作用直接威胁着工程安全；“不良地质作用一般发育”是指虽有上述不良地质作用，但并不十分强烈，对工程安全的影响不严重。

“地质环境”是指人为因素和自然因素引起的地下采空、地面沉降、地裂缝、化学污染、水位上升等。所谓“受到强烈破坏”是指对工程的安全已构成直接威胁，如浅层采空、地面沉降盆地的边缘地带、横跨地裂缝，因蓄水而沼泽化等；“受到一般破坏”是指已有或将有上述现象，但不强烈，对工程安全的影响不严重。建筑场地的地段类别按有利、一般、不利、危险地段的划分执行《建筑抗震设计规范》GB50011的4.1.1条。“基础位于地下水位以下的场地”可以理解为该地下水对工程是有影响的，或理解为该地下水对工程的有无影响暂无定论的条件下，按有影响考虑。

4.3.3 三级膨胀土和污染严重足以影响原有土工程特性的，应列为一级地基。对分布稳定性变化不大的沿海平原区软土（特殊性土），可作为二级地基。

4.3.4 划分岩土工程勘察等级，目的是突出重点，区别对待，以利管理。岩土工程勘察等级应在工程重要性等级，场地等级和地基等级的基础上划分。一般情况下，勘察等级可在勘察工作开始前，通过搜集已有资料确定。但随着勘察工作的开展，对自然认识的深入，勘察等级也可能发生变化，勘察工作也有可能发生调整。

对于岩质地基，场地地质条件的复杂程度是控制因素。建造在岩质地基上的工程，如果场地和地基条件比较简单，勘察工作的难度是不大的。故即使是一级工程，场地和地基为三级时，岩土工程勘察等级也可定为乙级。

注：在深厚软土地区，当软土厚度大于30米、层数大于30层的工业与民用建筑时，岩土工程勘察等级可定为甲级。

4.4 勘察阶段

4.4.1 勘察阶段通常划分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察，存在以下情况时可进行适当调整：

1 各行业设计阶段的划分不完全一致，工程的规模和要求各不相同，场地和地基的复杂程度差别很大；因此，应根据工程规模和重要性，划分勘察阶段；

2 在各个勘察阶段过程中出现对工程有重大影响的工程地质条件或特殊问题，应进行补充勘察或专项勘察，并提供相应的勘察报告；补充勘察和专项勘察之所以未作为一个勘察阶段，因为各勘察阶段有可能进行补充勘察和专项勘察。补充勘察是在各勘察阶段中因各种原因，未完成相应的工作内容，存在缺陷，待条件成熟后，再次补充未完成的勘察工作，提供相应的补充勘察资料，并作出分析、评价、结论与建议使之完整。专项勘察是在各勘察阶段针对特殊问题，对工程建设质量安全有较大影响，须专门勘察，专篇提供相应的勘察资料，并作出分析、评价、结论与建议。目前专项勘察也比较多，如杭州地铁1号线的沼气专项勘察、杭州地铁2号线某工点的地下障碍物的探摸专项勘

察、杭州地铁 6 号线的岩溶专项勘察、杭州庆春路过钱塘江隧道的专项水文地质勘察。

在实际工作中，发现有人会分不清补充勘察与施工勘察，如某些勘察报告结论与建议说“因旧房未拆、鱼塘未填，其中一些勘探点未完成，建议后期进行施工勘察”，这是不正确的，应改为“因旧房未拆、鱼塘未填，其中一些勘探点未完成，建议后期进行补充勘察”；正确的说法如某些勘察报告结论与建议说“本次勘察查明了岩溶发育区的范围，达到了详细勘察的精度要求，建议后期在岩溶发育区范围内针对柱头或桩位置进行施工勘察”。

3 当建筑物平面布置已经确定，且已掌握场地或其附近岩土工程资料时，可直接进行一次性详细勘察；勘察阶段的合并是有条件的，但其过程内容不能省略，一次性详细勘察是将可行性研究阶段、初步勘察阶段和详细勘察阶段合并在一起进行，具体工作中先要按可行性研究阶段和初步勘察阶段的要求进行勘察，再根据实际调整勘察纲要，最后按详细勘察阶段要求完成；

4 详细勘察阶段，当场地条件复杂、设计方案调整、施工中发现地质条件异常或有特殊要求的工程尚应进行施工阶段勘察。

4.4.2 可行性研究阶段的勘察是为选择建筑场址的一项研究工作，一般是多个（2 个及以上）场址、方案比较，主要是对各场址的稳定性和适宜性的评价，范围是区域性的；可为城镇规划、工程建设项目的选址及工程建设项目技术经济方案比选提供依据。

4.4.3 初步勘察是初步设计阶段的一项研究工作，主要是场地内拟建建筑地段的稳定性及可选择持力层的评价；为建筑物、构筑物总平面的合理布置、基础类型选择、对不良地质作用的治理及详细阶段勘察的重点内容提供依据。对大型工业和市政项目、超高层建筑、大型住宅小区等宜进行初步勘察。

4.4.4 详细勘察是施工图设计阶段的一项研究工作，主要是提供施工图设计所需的设计参数。

4.5 勘察纲要

4.5.1 岩土工程勘察应编写勘察纲要。勘察纲要是质量管理和控制的重要环节，也是全面质量管理中 PDCA 循环中的 P 阶段，ISO 质量认证的程序文件中的重要组成部分，因此必须进行勘察纲要编制。

4.5.2 勘察纲要内容要全面，要明确重点与难点，方案要有针对性，可行性。为了能更好地实施勘察纲要，应有一个有力的施工组织设计包括施工安全、技术、质量交底，交底记录要有各方参与人员的签字。

5 区域地质环境

5.1 地形地貌

5.1.1 浙江省位于我国东南沿海，陆域面积 $10.32 \times 10^4 \text{km}^2$ 。陆域山地丘陵（高程 200m 以上）约占 70.4%，平原和盆地约占 23.2%，河流、湖泊约占 6.4%。海域面积在 500m^2 以上的岛屿 3061 个，总面积 1940.4km^2 。

浙江地势总体由西南向东北倾斜，呈阶梯状下降。西南部山区平均海拔 800m，最高峰为龙泉黄茅尖，海拔 1929m；中部多为 500m 左右的低山丘陵，众多红层盆地错落其间；北部及东部的沿海平原地势低平，平均海拔 2 m ~6m，最低处接近 0m。

不同的地貌类型，有不同的工程地质环境；同一类工程在不同的地貌单元，有不同的勘察要求和岩土工程评价。地貌类型的划分采取成因加形态的分类原则，并进行地貌单元的定名和相应的描述。侵蚀地貌是指由流水及其挟带的泥砂和砾石对地表的冲刷、破坏作用形成的地貌；剥蚀地貌是指由流水等外动力作用和强烈的风化作用共同形成的地貌；溶蚀地貌是指由岩溶作用形成的地貌。构造地貌分两种：一种是新构造强烈上升形成的地貌，如构造侵蚀断块中山；另一种是褶皱构造控制下形成的地貌，如侵蚀构造褶皱中山。本省平原地貌类型则以平原表层沉积物的成因类型进行划分。

5.1.2 境内海岸线总长 6632km，其中大陆海岸线长 1840km。海岸带是指海洋与陆地相互作用的地带，海岸带由海岸、潮间带和水下岸坡三个基本地貌单元组成。凡涉及海岸带附近的工程勘察，均应对上述三个单元进行正确的划分，进而分别对其地质特征作进一步论述和评价。

5.2 区域地层

5.2.1、5.2.2 本条依据国际岩石地层新的命名，新老第三纪修改为新近纪和古近纪。浙江省前第四纪地层详见浙江省《岩土工程勘察文件编制标准》（DBJ10-5）附录 A 表 A.2-1~表 A.2-3。前第四纪地层主要分布特点：

1 新近纪和古近纪地层：新近纪嵊县组 N_1-2 仅出露于浙东南区之嵊州、新昌、宁海一带；古近纪长河组 E_1-3 深埋于慈溪长河、平湖及南浔一带的第四系之下；

2 白垩纪红层及侏罗纪火山岩地层广布于全省；

3 三迭纪至震旦纪沉积岩地层，仅分布于浙西北区；

4 元古代变质岩系地层，主要分布于江山~绍兴深断裂之两侧附近。

5.2.3 山前及沟谷地区第四纪地层（简称“山区第四系”），与沿海平原第四纪地层有显著不同的沉积环境和沉积特征，当工程场地涉及上述两类不同沉积环境时，应按单元分别对第四系进行叙述和评价。“山区第四系”按四分法，划分为四个组。

5.2.4 浙江省平原区第四纪地层自北而南主要分布于杭（州）嘉（兴）湖（州）、萧（山）绍（兴）姚（余姚）、宁（波）奉（化）、温（岭）黄（岩）和温（州）瑞（安）平（阳）等平

原，区域地貌单元分属浙北平原区和浙东南沿海丘陵、平原及岛屿区，是全省经济最发达的地区，也是工程建设活动最强烈的地区，浙江省平原地区典型综合地质层表参照附录 F。第四纪地层层序的划分意义重大。

1 浙江省平原区第四纪地层划分原则和依据：

1) 划分原则：采用传统的“四分法”即全新统（ Q_4 ）、上更新统（ Q_3 ）、中更新统（ Q_2 ）、下更新统（ Q_1 ）。不采用“二分法”，即全新统（ Q_n ）和更新统（ Q_p ）。

2) 划分依据：以宏观标志（岩性岩相特征、沉积物结构构造、古风化标志等）和沉积层的物理力学性质为基础，综合分析孢子花粉、微体古生物、古地磁极性、同位素测定等方面的系统测试成果，遵循岩石地层学、气候地层学、磁性地层学和年代地层学的理论与方法拟定本省第四纪地层序列和年表。通过全省对比，境内与长江三角洲地区第四纪地层序列基本一致。

2 浙江省平原区第四纪地层划分方法：

根据境内平原区松散地层显示的古气候初次急剧变冷的下限与其相对应的假整合面作为第四系与上第三系的分界面。第四系内部各统之间主要以沉积旋回和沉积间断进行划分。即以河流相粗颗粒为底的一个新的沉积旋回开始，并与其对应的古气候温暖期的到来，进而发生海侵，形成灰色海相黏性土层，随后由温暖期转为寒冷期发生海退，沉积河湖相黏性土层，并出现沉积间断，形成灰绿、灰黄或褐黄色黏性土层（俗称“硬土层”）。按沉积旋回划分地层单元，“组”或“段”，其分界面置于沉积间断之侵蚀面或岩性突变处，即将“硬土层”作为地层划分的“标志层”，其界面清晰可辨，便于野外分层和钻孔岩性柱状图时代成因的确定。

5.3 工程地质层的划分

5.3.1、5.3.2 工程地质层（或地基土层）的定名应根据野外编录、原位测试、土工试验、土的状态及其物理力学特性，依据浙江省工程地质层、组的统一划分标准综合确定；应与该层土工试验和原位测试成果基本一致，当有较大差异时，应查明原因。

对于线状工程或土层变化较大的工程场地，必须正确确定各土层的时代和成因，并根据境内第四纪沉积规律和地层层序进行工程地质层、组的统一划分，并按浙江省工程地质层、组的编号统一定名。

5.4 山区工程地质层的划分

5.4.1 山区第四系工程地质层、组的定名和划分，应根据土层的物理性质、力学性质以及地层的时代、成因及本标准山区第四纪地层划分表确定。

5.4.2 为了与沿海平原区工程地质层、组编号相区别，山区第四系工程地质层组用罗马字母表示，将山区第四纪地层划分为四个工程地质层组，即 I（ Q_4 ）、II（ Q_3 ）、III（ Q_2 ）、IV（ Q_1 ），

然后根据每一个层组中土层的岩性及其物理力学性质差异再作进一步分层。如全新统(Q₄)地层组成第 I 工程地质层组，由上部粉质黏土(I₁)与下部砾砂层(I₂)组成，I₁与 I₂土层即为地基土层的基本单元。

5.4.3 鉴于本省前第四纪地层发育齐全，岩石种类繁多且物理力学性质差异很大，地质构造复杂，因此，对于基岩工程地质岩组的划分，本标准暂不作统一规定。

6 岩土的分类

6.1 岩石的分类

6.1.1 岩石按成因分为岩浆岩、沉积岩和变质岩，其中岩浆岩、沉积岩是本省分布最为广泛的岩石类型。

不同成因的岩石具有不同的结构和构造，其力学性质也有明显差异，因此按成因分类具有一定的工程意义。据《浙江省区域地质志》（1989年4月北京第一版），我省基岩出露面积约为7.9万平方公里，占全省陆地面积的80%，其中尤以火山岩最为发育，其出露面积约占全省基岩分布面积的53.38%。火山岩包括火山熔岩、火山碎屑岩及向沉积岩过渡的多种岩石类型，应注意各种岩石工程性质的差异。

为了较好地概括岩石的工程性质，便于进行工程评价，岩石的工程分类应在地质分类的基础上进行。

6.1.2 岩石坚硬程度、岩体完整程度和岩体基本质量等级的划分依据国标《岩土工程勘察规范》（GB50021）执行。对于岩质的地基、基坑和边坡工程，应详细划分岩石的类别，重点查明软岩、极软岩、破碎和极破碎的岩石以及基本质量等级为V级的岩石的工程特性。

在可行性和初步设计阶段，可暂用岩体基本质量级别作为工程岩体的级别。对于小型或不太重要的工程，可直接采用基本质量级别作为工程岩体的级别。

6.1.3~6.1.5 岩石坚硬程度、岩体完整程度的定性分类，一般适用于可行性研究或初步勘察阶段，详细勘察阶段宜在定性分类的基础上作定量划分。

岩体风化程度的划分，应在野外特征鉴定的基础上进行，定性描述与定量指标相结合，并列使用，互为印证。在选择性（如囊状、隔层等）风化或特定（断裂、裂隙等）风化条件下，岩体风化程度呈非连续过渡时，分级可以缺失一级或二级。

6.1.6 关于软化岩石和特殊性岩石的规定，与国标《岩土工程勘察规范》（GB50021）一致。我省某些泥岩具有一定的膨胀性，泥质粉砂岩、全风化花岗岩等有很强的软化性，白垩系泥质粉砂岩、砂岩在干湿交替变化时易崩解，其对工程的危害，应专门研究。对嵊县组玄武岩夹有的粉砂质泥岩或硅藻土，应注意调查研究其在地形切割时，构成潜在滑动面（带）的可能性。

6.1.7~6.1.10 岩石和岩体的野外描述是岩土工程勘察中一项基础性工作，规定应当描述的内容，对于满足勘察文件编制的要求、避免原始资料不完整是很有必要的。

岩石的外观是其物理力学性质的一种体现，描述要注意各项内容之间具有一定的内在联系。岩体的描述要反映岩体处于一定的地质环境中，被各种宏观地质界面（断层、节理、破碎带、接触带、片理等）分割所具有的不连续性、非均质性、各向异性等工程特性。

6.2 土的分类

6.2.1 堆积年代对土的工程性质具有很大影响，一般情况同一场地的同类土，堆积年代较久的

承载力较高、压缩性较低；同一成因类型的土往往具有相近的工程特性，划分土层时应确定其堆积年代和成因。国标《岩土工程勘察规范》（GB50021）将第四纪全新世中近期沉积的土，定为新近沉积土，与本标准定义“近期沉积”有一字之差，一般情况新近沉积土指近几十年以来堆积的土，其通常分布于海涂、河滩、新围垦的平原及回填的场地。

6.2.2~6.2.7 粒度成分决定着土粒的连接和排列方式，在一定程度上能反映矿物成分的变化，与土的形成条件有关，是土质分类的重要标准，其界限标准已基本确定。因而，碎石土、砂土按粒度成分的分类与国标《岩土工程勘察规范》（GB50021）的规定一致。

粉土在本省分布范围较广，其摇震反应迅速、光泽反应土面粗糙、干强度和韧性低，有其独特的工程性质，根据浙江的工程实际将粉土进一步分为黏质粉土、砂质粉土。

黏性土按塑性指数定名时，应注意液限测定的条件。对塑性指数小于 12 的低塑性土，宜进行颗粒分析，以颗分定名为准。

6.2.8 本条仅列入本省常见的特殊性土，遇其它不常见的特殊性土，可按相应标准分类命名。特殊性土的定义详见标准第 11 章“特殊性岩土勘察”。

填土根据其组成和成因可分为素填土、杂填土、吹填土及压实填土。各类填土如下：

- 1 素填土：由碎石土、砂土、粉土或黏性土等一种或几种组成的填土。按主要组成物质可分别定名为碎石填土、砂土填土、粉土填土和黏性土填土等；
- 2 杂填土：含有建筑垃圾、生活垃圾、工业废料等的填土或多种成分混杂的填土；
- 3 冲填土：由水力冲填泥砂或粉煤灰组成的填土；
- 4 压实填土：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。

6.2.9 本条与国标《岩土工程勘察规范》（GB50021）的规定基本一致。对于标志层应单独划分层次。

6.2.10~6.2.14 土的鉴定和描述要求与省标《建筑地基基础设计规范》（DB33/1001）规定基本上一致，补充了目力鉴定描述内容和分类标准。

土的颜色在鉴定和描述中最为直观，土具有黑色及灰色是含有机质的反映，湖沼相泥炭质土常具黑色，海相沉积的淤泥质土常具灰色，作为标志层的冲湖积黏性土常具褐黄、暗绿或蓝灰等色。描述时主色写在后，如褐黄色即以黄色为主，褐色次之。

碎石土密实度增加根据圆锥动力触探锤击数 N_{120} 分类。

土的鉴定和描述应剥除表面，并在天然状态下进行。粉土和黏性土的分类界限，存在不同的分类标准，土的分类系统之间，常常不可能完全对应，在界限附近有可能出现矛盾。通过摇振反应、光泽反应、干强度和韧性的目力鉴定可为最终判断土类提供依据。目力鉴定可在野外编录或实验室开土中进行，为减少测试和描述工作量，在已识别该场地粉土或黏性土分布规律时，测试内容可减少至 1~2 项。

6.2.15 压缩系数 α_{1-2} 对应的压力为 100kPa 至 200kPa。

7 工程地质勘探

7.1 一般规定

7.1.1 工程地质测绘和调查调绘宜在可行性研究或初步勘察阶段进行；详细勘察时，可在初步勘察测绘和调查调绘的基础上，对某些专门地质问题（如滑坡、断裂等）作必要的补充调查。

7.1.2 工程地质勘探方法、手段的选用，应根据其适用范围和勘察目的综合确定。随着工程建设的需要和工程技术的发展，先进的勘探测试方法和手段在生产实践中得到应用，所以在勘察方法的选取中应扬长避短，注意工程勘察项目的针对性，岩土特性的适宜性，提倡积极采用新技术。本条强调了根据工程项目规模和重要性的不同，工程地质勘察应根据具体工程符合性，注意采用常规钻探、原位测试和室内试验等多种手段的科学合理选用、综合测试、校验和综合评价。但对浙江省平原地区的丙级勘察工程项目，地基土条件单一的场地，可采用单一的静力触探测试手段进行勘察。

7.1.3 本条着重强调了外业生产的安全和对环境的保护，并要求完工后对钻孔、探井（槽）的及时妥善回填。否则可能造成对自然环境的破坏，这种破坏往往在短期内或局部范围内不易察觉，但有时能引起人身伤亡和工程事故等严重后果。

7.2 工程地质调绘

7.2.1 本条提出工程地质调绘的范围，具体到每一个工程，尚应结合工程的重要性、特殊性以及地质条件的复杂性，对工程的稳定性、适宜性产生直接或潜在危害的地段进行测绘。

7.2.2 对于工程地质调绘的内容，本条特别强调应与岩土工程紧密结合，应着重针对岩土工程的实际问题，既有工程的使用情况及工程经验尤为重要，其目的是为了在工程建设中有利于对岩土体的整治、利用和改造。

7.2.3 对本条作以下几点说明：

1 工程地质测绘比例尺的选择和精度，应与工程设计的需要及地质条件的复杂程度相对应，同时宜与本地区在城区规划、勘察、设计、施工等常用比例尺和精度的要求相一致，以利于使用。为了达到精度要求，通常要求在测绘填图中，采用比提交成图比例尺大一级的地形图作为填图的底图；如进行 1:10000 比例尺测绘时，常采用 1:5000 的地形图作为外业填图底图，外业填图完成后再缩成 1:10000 的成图，以提高测绘的精度。

2 地质点和地质界限的测绘精度，本次修订统一为在图纸上不应低于 2mm，不再区分场地内和其他地段，因同一张工程地质图，精度应当统一；

3 本条明确提出：对工程有重要影响的地质单元体，必要时可用扩大比例尺表示，以便更好地解决岩土工程的实际问题。

7.2.4 对本条作以下几点说明：

1 地质观测点的布置是否合理，是否具有代表性，对于成图的质量以及岩土工程评价至关重要。地质观测点宜布置在地质构造线、地层接触线、岩性分界线、不整合面和不同地貌单元、微地貌单元的分界线和不良地质作用分布的地段。

2 本条提出“地质观测点应充分利用岩石露头”，例如采石场、路堑、基坑、基槽等。通过岩石露头可以观测岩性、物质成分、岩石风化程度、结构面形态及其力学性质、地下水等。当天然露头不足时，应根据场地的具体情况布置一定数量的勘探工作。条件适宜时，还可配合进行物探工作，探测地层、岩性、构造、不良地质作用等问题。

3 本条对工程地质测绘中地质观察点的密度只从原则上作出这一规定，具体实施时，应根据工程实际情况、具体技术要求、工程地质条件以及成图比例尺等因素综合确定。

4 地质观测点的定位标测，对成图的质量影响很大，应根据精度要求选用适当的方法，如目测法、半仪器法、仪器法以及卫星定位系统（GPS）等。对于有特殊意义的地质观测点，如地质构造线、不同时代地层接触线、不同岩性分界线、软弱夹层、地下水露头以及有不良地质作用等，均宜采用仪器法。

7.3 地球物理勘探

7.3.1 本条所列的勘探方法为常规的地球物理勘探方法，具体方法及适用性可参照《城市工程地球物理探测标准》。

7.3.2、7.3.3 地球物理勘探方法需具备一定的物性条件，主要研究一定深度范围地层的物理性质。结合浙江省特点、地层构造，充分利用探测对象的物性条件，开展综合物探，将取得的资料互相验证，互相补充，是提高物探解释精度的有效方法。根据场地地质条件，运用多种物探手段采用点、线、面结合的方法综合勘探，从多项物性参数及不同勘探深度研究地质体，就能达到多层次、立体化认识场地地质条件的目的。

7.3.4、7.3.5 根据浙江省岩溶、洞穴、采空区及断裂构造等不良地质较发育的实际情况，在常规勘察方法难以查明时，应采用地球物理勘探方法予以查明：1、根据探测体的位置、走向及规模等布置勘探线，每个探测体应有3条勘探线；2、勘探线的布置应尽量垂直探测体的走向，当地形坡度大于 15° 应进行地形改正；3、测线间距应根据探测目的、探测体的规模及空间位置等因素确定；4、当遇异常未追索完毕时应延长测线长度或需进一步了解异常特征时应加密测点间距。

7.4 勘探点定位和测量

7.4.1、7.4.2 勘探点施放与高程测量的依据点应由建设单位或委托方提供，是为了使勘探点与建筑区范围国土局批地、规划局批用地红线及建筑施工放样时坐标高程的一致性。当场地上无国家高程系统依据点时，可与就近国家城市导线点或水准点连测，由专业测量人员担任，另办委托手续。在偏远勘察场地进行勘察时，应尽量避免采用假定高程，特殊情况时可设定相对稳定的高程点作为依据点进行勘察，但应标注说明。同时在现行条件下卫星定位系统已经全方位分布，勘探孔定位一般均可采用卫星定位实施。

7.4.3 本条是为了杜绝外业施工机组随意挪位和勘探点编号出错。实际工程中常见因勘探点标识不稳定或欠牢固，被人为挪位没有及时发现，造成质量问题的案例。

7.4.4 精度要求一般情况下可按《城市测量规范》(CJJ/T 8) 执行, 为 $\pm 12\sqrt{n}$ (n 为车站) 或 $\pm 40\sqrt{l}$ (l 为公里)。对部分勘察场地起伏大、既有建筑多、视线不通或视转点较多, 其精度应满足四等水准与等外水准之间的精度要求, 闭合差为 $\pm 8\sqrt{n}$ mm。

7.4.5 勘探点测量记录表中要素要完整, 勘察报告中要说明测量依据点的位置、基准值、坐标及高程系统。

7.4.6 现场空旷无控制点, 采用 CAD 图解能生成勘探点坐标并经核对正确后, 可采用 GPS 卫星定位, 定位时应与自建基站或专用基站进行实时联网校正。在满足精度的条件下, 可利用 GPS 系统进行勘探点高程测量时, 宜使用大地水准面精化成果解算勘探点高程, 必要时宜采用已知水准点对其成果进行校核。利用 GPS 系统进行卫星定位和勘探点高程测量, 除提交勘探点的 x 、 y 、 z 的数值外, 还应提交 GPS 外业观测记录文件及数据处理中生成的文件。

7.5 原位测试

7.5.1 原位测试

原位测试是在岩土体的原位状态下测定岩土体的物理力学特性的试验技术。原位测试能更直接、客观、准确的获取工程设计和施工所需的有关参数, 应大力提倡和推广。

7.5.2 载荷试验

一般说来载荷试验的成果确定地基承载力较为可靠, 但应注意地基的不均匀性、试验的边界条件及试验条件和实际基础尺寸的差异。

7.5.3 静力触探试验

国内常用的静力触探探头以单桥和双桥居多, 但双桥静探和孔压静探及多桥探头的优点十分明显, 尤其是在我省双桥静探已积累成熟的经验, 是现阶段推广和提倡的方向。

当试验深度超过 30m 或穿过厚层软土后再贯入密实土层时宜采用套管, 防止孔斜或断杆。

静力触探孔与取土样比对时, 一般与钻孔距离宜大于 2m。静力触探孔宜先于钻孔进行, 以免钻孔对贯入阻力和静力触探孔的垂直度造成影响。

7.5.4 圆锥动力触探试验

动力触探本来是连续贯入的, 但对于很深的碎石类土和风化岩, 重型和超重型动力触探可配合钻探, 间断的进行贯入试验, 每隔 1m~2m 试验一次, 每次贯入试验 30cm, 并记录每贯入 10cm 的锤击数, 当 10cm 的锤击数大于 50 击时可停止试验, 按下式换算成相当于 10cm 的动力触探击数:

$$N_{63.5} = 10 \frac{50}{\Delta S} \quad \text{或} \quad N_{120} = 10 \frac{50}{\Delta S}$$

式中 ΔS ——50 击时的贯入度 (cm);

每次间断试验的第一个 10cm 锤击数如很低不能反映真实土性时, 不应参加统计。由于无法按技术要求操作, 即主要是无法进行连续贯入, 因此, 本标准对圆锥动力触探试验对杆长修正不作要求。

7.5.5 标准贯入试验

以前进行标准贯入试验是要考虑杆长修正。杆长修正是依据牛顿的碰撞理论, 杆件系统的

质量不得超过锤重的二倍，这限制了深度大于 21m 时的试验，但实际上试验深度已超过 21m，通过实测杆件的锤击应力波，发现锤击传给贯入器的能量远大于杆长修正后能量，故建议不作杆长修正的 N 值作为基本的试验值，但考虑到过去建立的许多 N 值与土性、承载力的经验关系，当采用这些经验关系时，应考虑其杆长修正。

7.5.6 十字板剪切试验

十字板剪切试验有机械式和电测式，宜采用电测式十字板剪切试验；

对于层状非均质地基的试验，宜根据附近的静力触探试验成果，选择合适的深度进行。

7.5.7 旁压试验

我国使用的旁压仪有预钻式和自钻式，根据部分单位的经验，宜使用自钻式旁压仪；

自钻式旁压试验应通过试钻，以便对回转速率、冲洗液压力主流量、切削器离底口的距离、贯入速率等参数确定最佳的匹配，保证对周围的土体扰动最小。

7.5.8 扁铲侧胀试验

扁铲侧胀试验最适宜在软弱、松散土中进行，随着土的坚硬程度或密实程度的增加，适宜性渐差。当采用加强型薄膜片时也可用于密实的砂土。扁铲侧胀试验应符合下列技术要求：扁铲侧胀试验探头长 230 mm~240 mm、宽 94 mm~96 mm、厚 14 mm~16 mm；探头前缘刃角 $12^\circ\sim 16^\circ$ ，探头侧面钢膜片的直径 60 mm。

7.5.9 现场直接剪切试验

现场直接剪切试验主要适用于测定岩体软弱结构面和岩体与土的接触面、混合土、粗粒土、残积土的抗剪切强度。

现场直剪试验可在试洞、试坑、探槽或大口径钻孔内进行。试验的条件应与岩土体在工程中的实际受力状态相近。测点不宜少于 5 个。

现场直剪试验应注意以下问题：

1 开挖试坑时应防止对测试体的扰动和含水量的显著变化；在地下水位以下试验时，应先降水，避免水压力和渗流对试验的影响；

2 试验前后应测定土的天然含水量和重度。

7.5.10 波速测试

单孔波速法沿钻孔向上或向下测试，主要检测地层的剪切波速，单孔法的钻孔可以不测斜。

跨孔法以一孔为激振孔，宜布置 2 个钻孔作为检波孔以便校核。跨孔法对孔的垂直度有严格要求，当孔深大于 20m 时应进行钻孔测斜，并对激振点与检波点的距离进行校正。

7.6 钻 探

7.6.1、7.6.2 钻探是岩土工程勘察的重要手段，其方法和工艺应根据岩土类别、钻探深度和勘探要求合理选用，以满足勘察技术要求。

7.6.3 钻探的精度要求及对完整和较完整岩体、较破碎和破碎岩体、碎石土、粉土、砂土和黏性土的采取率应符合现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T87)及浙江省《建筑工程地质钻探安全技术操作规程》(DB33/1020)。

钻探口径和钻具规格应符合表 7.6.3 的规定，以满足成孔口径、取样、测试和钻进工艺的要求。

表 7.6.3 工程地质钻孔及钻具口径系列

钻孔直径 (mm)	钻具规格 (mm)									
	岩芯外管		岩芯内管		套管		钻杆		绳索钻杆	
	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>d</i>
36	35	29	26.5	23	45	38	33	23	-	-
46	45	38	35	31	58	49	42	31	43.5	34
59	58	51	47.5	43.5	73	63	50	42	55.5	46
75	73	65.5	62	56.5	89	81	63	55	71	61
91	89	81	77	70	108	99.5	63	55	-	-
110	108	99.5	-	-	127	118	-	-	-	-
130	127	118	-	-	146	137	-	-	-	-
150	146	137	-	-	168	156	-	-	-	-

7.6.4 钻探的野外描述和记录是工程勘察的第一手资料，直接关系到勘察成果的质量。因此，野外描述记录必须由经过专业培训取得上岗证的人员承担，记录应真实、准确及时，按钻进回次逐段记录，严禁事后追记；野外描述记录应由工程项目负责人查验、签字、验收；岩芯样应按要求装箱保存。

7.7 井探、槽探和洞探

7.7.1~7.7.3 井探、槽探和洞探方法及技术参数应充分考虑工程地质水文地质条件和作业条件，同时应做好安全措施。探井超过地下水位会增加挖掘难度和安全风险，井探和洞探的截面不宜太大，也不要太小，一般宜选用 0.8m 直径；探槽侧面高度不宜大于 3.0 m,坡度应小于围岩的休止角。探井、探槽檐口要高出地表 20cm 以上，防止地表水淹入；挖出的岩土要远离井槽口堆放；探井、探洞太深时，应设置通风设施。

7.8 取 样

7.8.1 本条改变了过去将土试样称为“原状土样”和“扰动土样”的习惯，将土试样分为四个质量等级。关于“不扰动土样”的定义和鉴定方法，国标对此条的说明已很详细，限于篇幅不再重复。在本次省标勘察标准编制中，限于时间和经费，未对浙江沿海地区土样扰动程度对试验质量的影响作进一步研究。

7.8.2 关于各种取土器与取土质量等级的规定，参见行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T87)。

7.8.4 土样取出后的蜡封，填写封签，装箱保护，平稳运输与移交等均是不可忽视的环节，否则将直接影响土试样质量。鉴于目前勘察市场外业勘探层层分包的情况，尤应加强督促和管理。

8 各类建设工程勘察

8.1 房屋建筑工程

8.1.2 房屋建筑工程地基岩土工程勘察应包括下列内容：

山区地基基岩埋深浅，土层变化大，众多土层直接暴露地表，山区地基取样十分困难，应当加密进行原位测试。地基勘察除对建筑物地段布置勘探工作外，尚需对周边一定范围内斜坡进行工程地质调查和勘察工作。有两方面的目的和要求，一是评价整个场地范围内的斜坡稳定性，包括是否存在地质灾害及隐患的可能性；二是为可能存在的边坡设计提供地质资料，省内的许多工程实例表明，由于不重视周边边坡稳定性，仅对建筑物场地进行工程勘察和提供的勘察报告是不完整的，给施工阶段带来安全隐患，因此，勘察单位务必给予重视，并提出处理意见。

我省濒临东海、港湾众多，岸线曲折，长达 2200 多公里；岛屿岸线长 4000 多公里，滩涂宽广，理论基准面以上近 400 万亩，低潮位以下还有大片坡度平缓的浅滩，建国后我省对滩涂资源作过四次全面调查，资源总量始终保持在 400 万亩左右，占全国滩涂资源总量的 13% 左右。

英国 1984 年出版的《海岸——海岸地貌概论》说明“海滩（shore）是低潮位水面线与波浪有效到达的内陆边界之间的区域”，而低潮位线以外称作海岸带水域（coastal waters）。这表明海滩不是海域。

《中国海岸工程》（1992）一书明确提出：“沿海岸带岸滩形成潮上（陆地）、潮间（滩涂）、潮下（浅海）三条地带”，该论述表明滩涂与浅海分属两条地带，不是一个含义。

《浙江省海岸带和海涂资源综合调查报告》（1985）中注明，海域是指海图中零米线（理论深度基准面）以下的海区，海涂是零米线以上的潮间带。本条文指的滩涂是介于陆域与水域之间的过渡地带，依附于陆域，不断淤积延伸至海域，一般是指零米线以上的潮间带，涨潮时淹没，潮退时露出，是由水流中的泥沙、黏土、微生物等的沉积而成，属动态的再生性自然资源。

零米线以下，一般潮水无法露出海面的滩涂，可参照本条文执行。

新近围垦的滩涂，特别是泥质滩涂，在短时间内表土性质尚无明显改善，故可按照本条文执行。

我省岸滩地貌有如下三种类型：第一类型为杭州湾淤泥质河口平原岸滩地貌类型，杭州湾是潮差大、涌潮强的强潮河口，由于边滩物质抗冲力差，岸滩冲淤变化十分明显。岸滩又可分为粉砂滩、粉砂~淤泥滩二种。粉砂滩主要分布在钱塘江河口和杭州湾沿岸，组成物质为粉砂，滩面宽阔平缓，慈溪庵东滩面最宽可达 10km，坡度 0.3~0.6‰，是浙江省围垦的集中区域；粉砂~淤泥滩，分布杭州湾北岸海盐五团附近和杭州湾沿岸，以泥质粉砂为主，层理发育，潮滩沉积地貌明显。第二类型为浙东淤泥质和基岩岸滩地貌类型，浙东海岸断裂发育，岸线曲折、港湾多，有椒江等河流入海，岸滩地貌分为河口平原海岸滩地貌、港湾岸滩地貌和浙东基岩海

岸滩地貌，河口平原岸滩面积广阔，泥砂来源丰富。第三类型为浙江省沿海岛屿，具有以基岩为主的岛屿岸滩地貌。

广义上的滩涂尚应包括岩质岸滩和砾石滩等，但不在本条文的涵盖内容，其勘察工作可参照有关规范进行。

我省的砂质滩涂主要分布钱塘江下游及河口一带，主要为海域来砂的沉积堆积，以粉砂或砂质粉土为主。

我省的淤泥质滩涂普遍分布在东部沿海和岛屿的大小海湾，以象山港、三门湾、台州湾、乐清湾等为主。

滩涂表土，特别是海陆交互相沉积，多为层状结构，一般为淤泥质土为主夹单层厚度不等的粉砂，或为粉砂粉土夹厚度不等的淤泥。其夹层厚度和含量等对于地基的强度、承载力、固结沉降等较大的影响，故参照《港口工程地质勘察规范》（JTJ240）特制订本条以更好描述和分类。

滩涂表土沉积年代近，含水量较高，淤泥质土含水量可在 50%以上，潮水影响之处一般没有“硬壳层”分布，受水流和生物作用，经常处于不稳定状态，力学性质差，承载力低，灵敏度高，被扰动后强度降低明显。常规的取样室内试验，特别是力学性质试验对表层土来说代表性并不是很好。根据我省围垦和海塘工程，普遍采用双桥静力触探和电测十字板测试，对于淤泥质滩涂比较适用。特别是电测十字板测试，非常适用于滩涂淤泥，能较好地反映地基土强度随深度增加的规律，并有效地排除取样扰动的影响，《浙江省海塘工程技术规定》对采用十字板强度代替不排水剪进行海塘稳定计算作出了专门规定，同时十字板测试尚应测试扰动后的残余强度，以测定其灵敏度。

由于滩涂表土强度低，直剪试验在初次加压时土样可能就破坏，造成试验成果失真，一般可采用调整压级的方法，有些单位最大加压在 100kPa 到 200kPa，低的可以到 75 kPa。《浙江省海塘工程技术规定》规定对于含水量超过 60%的土，一般不宜进行直剪试验。

静力触探、电测十字板测试对于操作平台的稳定性有很高要求，不仅会影响安全性，而且对测试成果有较大影响，一般不应在漂浮和摇摆的船上作业。现在主要采取钻探船只搁浅或高滩干地作业。

单孔电测十字板的回归曲线，能较好地反映土体强度随深度的变化规律，对于分析土体的细微分层、固结历史、强度变化、乃至分析滑动界面等较大的作用，故在此推荐采用。

滩涂勘察不同于陆地和一般的水上勘察，其大多位于涨潮时淹没、退潮时出露的潮间带，勘探作业有其特殊性，现在主要有专用钻探船钻探、拼船钻探，作业方式主要有水上钻探、搁浅钻探等，只是在潮水无法影响到的近岸高滩，表土土质能满足行人和交通需要时，也有采用陆地钻台勘探的，但是安全问题要特别引起重视。

8.1.3 对重大工程应分阶段勘察。可行性研究阶段勘察，应以搜集和调查场地及附近地质、地形地貌、地层结构、物理力学性质和不良地质现象、水文地质条件和当地工程经验等资料为主，辅以少量的勘探工作。对建设场址的适宜性及地基稳定性作出初步评价、论证及比选。

8.1.4 初步勘察阶段应在收集和调查的基础上，以现场勘探为主，初步查明场地地层结构，时代、成因和岩土物理力学性质、地下水类型、补给、排泄条件和腐蚀性，必要时进行工程地质分区；初步判明特殊性岩土对场地、地基稳定性的影响。应对可能采取的基础类型、基坑开

挖与支护、工程降水方案进行初步分析评价。

8.1.6 初步勘察的勘探点、线间距布置，应根据地貌单元、地质构造和地层界线特点及拟建工程重要部位布置。简单场地取大值，中等及复杂场地取小值。

8.1.8 勘探孔的深度，应根据实际情况，适当增减勘探孔深度。

8.1.9 初步勘察的取样孔和原位测试孔应满足占布孔总数的 2/3 以上；每层土均应采取土试样或进行原位测试，其主要土层采取土试样或原位测试点不宜少于 6 件（组）。

8.1.10 初步勘察的水文地质工作应符合《岩土工程勘察规范》（GB50021）。

8.1.11~8.1.15 详细勘察阶段主要工作是通过多种勘探手段，查明建筑场地内各岩土层的类型、成因、时代、地层结构与埋藏分布，地震工程特性，尤其应查明基础下软弱土层的分布；应采用综合评价方法，对地基基础型式、埋深、地基处理、基坑工程支护工程降水等方案的选型提出建议，提供设计、施工所需的岩土工程成果和参数，对不良地质作用和特殊性岩土的防治提出建议。勘探点下的一定要查明，勘探点控制范围以外的不良地质及埋藏物不一定查得到。勘察有义务提出对不良地质及埋藏物进行专项调查，并根据情况在不良地质及埋藏物分析评价中作适当说明。

勘探点数量应根据不同的工程性质和场地的地层特点确定，对控制性勘探点数量不应少于勘探点总数的 1/3；对重大的动力机器基础和高耸构筑物勘探点不少于 3 个。

详细勘察的勘探点间距及勘探孔深度应控制场地的起伏和持力层的埋深。对深厚软黏土地基，其勘探孔深度应超过地基变形的计算深度。当有大面积地面堆载或软弱下卧层时，应适当增加勘探孔的深度；当遇基岩或厚层碎石土等稳定地层时，可根据情况减少勘探孔深度。

详细勘察阶段土试样的采取和进行原位测试的勘探点数量应保证场地内每一主要土层的原状土试样或原位测试数据不应少于 6 件或组；对大型工程和重点工程应根据设计要求增加原状土试样或原位测试数据数量。

8.2 桩基工程

8.2.1 本节适用于已确定采用桩基础方案时的勘察工作。本条是对桩基工程勘察内容的总要求。

8.2.2 在评价挤土型桩的沉桩可能性时，要注意桩可能要穿越地层的沉桩阻力，勘探时尽量配以与沉桩相近的连续贯入方法，如静力触探，对于静力触探不适用的地层可采用连续动力触探或其他有效方法。

8.2.3 本条详细介绍了桩基勘察的内容和要求，对孔深、孔间距作了进一步说明。由于我省地貌单元繁多，许多场地地层变化较大，所以在编制本条第 2 款时，仍沿用勘探点间距为 20~30m 的规定，但在滨海平原区，地层水平向变化很小的场地，勘探点间距可按国标《岩土工程勘察规范》（GB 50021）放宽到 35m，对于纯摩擦桩，勘探孔距可以再适当放宽。山区所采用的桩端持力层往往是基岩或中密碎石土层，有时桩端可能落在不同持力层上，中间地带相变较大，一柱一孔的勘察可在施工阶段或验槽（桩）时进行。支承于基岩上的短桩，不计算桩侧阻力。

8.2.4 勘察时遇多层适宜的桩端持力层时，孔深宜满足多种桩长设计与计算的要求。

对于嵌岩桩要求勘探孔应进入嵌岩面以下一定深度，应注意不要将孤石判为基岩，对于花

岗岩类岩体，由于可能存在囊状风化，因此要求勘探孔进入较深。对于断层破碎带很厚的情况，破碎带承载力虽然较低，但满足承载力要求的，勘探点满足桩基要求即可。

8.3 基坑工程

8.3.1 建筑基坑勘察应在详勘阶段进行，主要是因为选址、初勘时建筑总平面图尚未最后确定，地下室范围、具体尺寸及深度无法提供。但在初勘时若根据建筑规模有可能建造地下室时，也应在勘察纲要编制时对地下室基坑开挖与支护相关问题一并考虑，通过勘察提出建设性意见；另外，对地下室设计布满整个场地的二层或三层地下室，基坑工程应考虑到各种支护方式及整体稳定，理应查明基坑范围内及周边一定范围的地质、微地貌情况和相关岩土参数。由于在详勘时很难在用地范围外布置勘探点，因此在本条中提出对深、大、复杂基坑必要时应进行专门勘察。基坑工程勘察内容规定了5款，其中第2款查明地下水类型、埋藏、补给与动态变化、历史最高水位。着重是最近3-5年的最高水位，当工程需要，有抗浮桩设计时，根据地下水位动态变化与周边环境，地表水系联系等情况，还应提出抗浮设计水位。

岩质基坑勘察应以工程地质测绘与调查为主，以钻探、物探、原位测试及室内试验为辅。查明岩体的稳定性、岩石的坚硬程度、完整性及风化程度，主要结构面，特别是软弱外倾结构面的力学属性、产状、延伸长度、结合程度、充填物状态、充水状况、组合特征与临空面关系等；

8.3.3 本条主要强调在勘察纲要编写及勘探点布置时，对不同的基坑形状，挖深、安全等级，地基土条件，地下水位及与地表水系的水力联系和可能采取的围护结构类型，尤其是地面上无建筑荷载的地下室部位，要有针对性地布置勘察方案。

8.3.4 基坑工程勘察一般不单独进行，其内容包含在主体建筑地基勘察中。基坑工程勘察范围应执行浙江省标准《建筑基坑工程技术规程》（DB33/T1096-2014）。本标准提出勘察区范围宜达到基坑边线以外2~3倍基坑深度，意思是指勘察范围不能太小，也不能太大；工作方法是指以调查或搜集资料为主。对于重大工程深大复杂基坑，宜在坑边线以外布置勘探点，并提出了勘探点、线布置的一般要求。当遇暗塘、暗浜或填土厚度变化很大时，应加密勘探点。

8.3.5 本条对勘探孔及控制性勘探孔数量与深度等作出了规定，主要是根据近年的工程实践作出的。对于软土基坑的悬臂桩，插入深度一般要大于一倍基坑深度；《建筑基坑工程规程》（DB33/T1096）规定勘探孔深度不宜少于基坑深度的2.5~3.0倍，因此将勘探孔深度由原“不宜小于基坑深度的两倍”改为“不宜小于基坑深度的2.5倍”。当基坑设置抗浮桩时，勘探孔深度还要满足抗浮验算深度要求。

8.3.6 本条对基坑勘察中原位测试技术和手段作出了规定，尤其对软土地基的基坑宜进行电测十字板剪切试验，真实准确反映原状淤泥质软土的抗剪强度和灵敏度，这是由于室内试验的抗剪强度 c 、 φ 值由于应力状态改变和受取土、封样、运输及室内制备试样等扰动因素影响，很难准确反映实际情况，而 c 、 φ 值却是基坑支护计算的重要岩土参数。

8.3.7 当场地地下水位较高时，查明场地的水文地质条件是至关重要的，对于基坑工程除执行本标准第13章规定外，又作了3款要求。其中第3款强调进行现场抽（注）水试验取得真实的水文地质参数。这是因为在高水位的粉土、粉砂地基进行基坑支护设计与施工中，工程降水措施的成功与否是基坑开挖与支护安全的关键，但勘察报告所提的渗透系数 K_h 、 K_v 值大多是室内土工试验值，与实际出入较大；而基坑支护设计方案中大多未作工程降水计算，仅凭工程

经验在作降排水设计，盲目性较大，不是过于保守就是过于浪费，甚至会造成工程事故。

8.4 边坡工程

8.4.1 本条列出了边坡工程勘察需要收集的基本资料。

8.4.2 本条说明了边坡工程勘察的基本内容和主要要求。不同的边坡有不同的功能、地质条件，但查明边坡的工程地质条件是边坡工程勘察最基本的任务。

8.4.3 边坡工程安全等级是边坡设计、治理的重要标准，为与现行国家标准匹配，边坡工程安全等级按《建筑边坡工程技术规范》（GB50330）分类执行；但是，因对坡高大于 30m 的岩质边坡与坡高大于 15m 的土质边坡的安全等级未作规定，而实际工作中这类边坡还是会遇到的，故其安全等级需视破坏后果相应提高。

由外倾软弱结构面控制的边坡，危岩、滑坡地段的边坡工程，坡高大于 30m 土质边坡和坡高大于 100m 的岩质边坡破坏后果一般均较严重，安全等级应定为一級。如其破坏后果确实不严重的，则安全等级可定为二級。

符合下列条件之一的，破坏后果严重的建筑边坡工程，安全等级应定为一級：

- 1 由外倾软弱结构面控制的边坡；
- 2 危岩、滑坡地段的边坡工程；
- 3 边坡滑塌区内或边坡滑塌影响区内有重要建筑物、构筑物的边坡。

8.4.5 为给边坡治理提供充分的依据，达到安全、合理的整治目的，对高边坡或破坏后果严重的边坡进行专门性的勘察是十分必要的。

在实际操作中，对作为建筑物环境条件的所有边坡进行专门的勘察往往不太现实，此时对于二、三級边坡也可结合主体建筑场地勘察一并进行。

8.4.6 由于地质条件的复杂性和岩土体的差异性，对于大型边坡和地质环境条件复杂的边坡很难在一次勘察中就将主要的岩土工程问题查清楚，而且对于一些大型边坡的治理设计一般也是分阶段深入的，故对这些边坡分阶段勘察符合人们对客观事物的认识过程和工程实际。

1 对于分阶段勘察的大型边坡和地质环境条件复杂的边坡，首先需对该边坡有宏观的认识和初步评价，故初勘阶段勘察工作以收集资料和地质测绘为主，适当投入少量勘探工作量；

2 经初勘，对可能存在稳定问题的边坡应进行详细勘察，此时应通过各种勘探手段，查明边坡的边界条件和物理力学性质，评价其稳定性；

3 对于边坡工程，勘察设计阶段往往不可能把所有岩土工程问题全部查清楚，此时进行施工勘察就很重要了。

8.4.7 对于岩质边坡，工程地质测绘是最基本的勘察工作，而边坡的形态、坡角、软弱结构面的产状和性质对于确定边坡类型、分析控制边坡稳定的主要因素有十分重要的意义。边坡稳定的影响范围不仅仅限于边坡本身，所以应扩大测绘范围。剖面测绘可以直观反映地质体在空间的变化情况，但由于其受地表覆盖、地形条件等限制，要求每个边坡都进行剖面测绘也是不现实的，可视现场条件选择有代表性的部位进行。

8.4.8 边坡勘察的重点是查明边坡岩土体的性状和可能失稳边坡的边界条件，单一手段往往难以达到目的，应采用多种手段。

8.4.9 边坡勘察不同于一般的建筑场地勘察，其勘察范围不能仅限于边坡本身，还应包括对边坡稳定和建筑物安全有潜在影响的区域。

边坡失稳主要是重力作用下产生的，故勘探线应垂直边坡走向布置，勘探点、线的间距以能满足查明边坡地质环境条件和稳定分析需要而确定。

8.4.10 由于钻探是边坡勘察中最常用的勘探方法，为保证钻探取得预期的目的，本条在常规钻探工作基础上提出了更进一步的要求。

8.4.12 岩土物理力学性质指标是边坡稳定计算的基本参数，本条根据统计要求对取样数量作了最低规定，由于岩体的力学性质指标变异性大于土体，故要求岩样不少于 9 件。

8.4.13 正确确定岩土体和结构面的强度指标，是边坡稳定分析和设计的关键。本条强调以下几点：

1 室内试验的应力条件应尽量与试样在坡体中的实际受力条件一致；

2 对控制边坡稳定的软弱结构面，尽可能进行原位剪切试验；

3 对大型边坡，为分析各种受力条件、多种工况下的稳定性，可根据需要开展其他测试工作。

8.4.14 水文地质条件对边坡稳定的影响极大，通过边坡工程勘察，应提供必要的水文地质参数，但为获取水文地质参数而进行的现场试验必须在确保边坡稳定的前提下进行。

8.4.15 对控制边坡稳定的软弱结构面，宜进行原位剪切试验。室内试验难以获得岩体和结构面的抗剪强度指标，故应根据现场原位试验结果确定，同时由于岩体和结构面的不均一性以及原位试验数量限制，采用反分析方法验证是十分必要的。由于一般工程受各种条件限制，难以开展现场原位试验，而我国已有大量的工程经验和资料，故对二、三级边坡工程，可以结合当地情况通过类法比利用这些资料。

8.4.16 由于岩体中或多或少存在裂隙，其强度要低于岩石强度，如无实测资料时，可参照表 8.4.16 取值。

8.4.17 不同的边坡有不同的破坏模式，如果破坏模式选错，具体计算失去基础，必然得不到正确结果。破坏模式有平面滑动、圆弧滑动、楔形体滑落、倾倒、剥落等，平面滑动又有沿固定平面滑动和沿 $(45^\circ + \varphi/2)$ 倾角滑动等。已有专家将边坡分为若干类型，按类型确定破坏模式，并列入了地方标准。但我省对边坡的研究程度不及我国西部省区，有待继续积累数据和资料。

鉴于影响边坡稳定的不确定因素很多，故建议用多种方法进行综合评价。其中，工程地质类比法具有经验性和地区性的特点，应用时必须全面分析已有边坡与新研究边坡的工程地质条件的相似性和差异性，同时还应考虑工程的规模、类型及其对边坡的特殊要求。可用于地质条件简单的中、小型边坡。

图解分析法需在大量的节理裂隙调查统计的基础上进行。将结构面调查统计结果绘成等密度图，得出结构面的优势方位。在赤平极射投影图上，根据优势方位结构面的产状和坡面投影关系分析边坡的稳定性。

本条还对稳定性评价的内容作了阐述，强调了从定性到定量、从已知到未知的研究思路。

对永久性边坡，尚应考虑强度可能随时间降低的效应。

8.4.18 岩质边坡稳定性计算时，对发育 3 组以上结构面，且不存在优势外倾结构面组的条件下，可以认为岩体为各向同性介质，在斜坡规模相对较大时，其破坏通常接近似圆弧滑面发生，

宜采用圆弧滑动面条分法计算。对边坡规模较小、结构面组合关系较复杂的块体滑动破坏，采用赤平极射投影法及实体比例投影法较为方便。

8.5 城市道路工程

8.5.1 城市道路岩土工程详细勘察应根据地形、地貌、设计要求，勘察重点工作在条文中已明确规定。由于城市道路工程是线路工程，应注意建设场地的各路段不良地质作用及地质灾害，并对路基稳定性进行分析、评价。

8.5.2、8.5.3 对重大的城市道路工程宜进行可行性阶段和初步勘察阶段勘察。当线路已确定，也可进行一次详细勘察。

8.5.4 表 8.5.4 初步勘察勘探点间距参照了《市政工程勘察规范》（CJJ56）3.0.2 条款。

8.5.5 表 8.5.5 详细勘察勘探点间距参照了《市政工程勘察规范》（CJJ56）5.4.2 条款。详勘阶段勘探，一般孔深 5m~15m 或满足稳定验算要求；控制性钻孔深度应控制在 25m~30m。当线路通过含有机质的废弃物、疏松的杂填土、近期回填土及软土分布地段时，应布置一定量螺旋纹钻，查明其范围和深度。

一般路基是指修筑在良好的地质、水文、气候条件下的路基。通常认为一般路基可以结合当地的地形、地质情况，直接选用典型横断面图或设计规定。高填方路基一般指经过水稻田或长年积水地带，用细料填筑路堤高度在 6 米以上，其它地带填土或填石路堤高度在 20 米以上的路基。

8.6 桥涵工程

8.6.2 桥涵工程勘察应重点查明建设场地的地层岩性、地质构造特征；不良地质作用的成因类型、性质、分布范围及规模，评价其稳定性；提出岩土设计参数。

8.6.2、8.6.3 可行性阶段、初步勘察阶段桥涵工程的岩土工程勘察应为设计方案的比选提供所需地质资料和岩土设计参数。同时强调了为评价特大桥、大桥等桥涵场地的稳定性和工程建设适宜性而宜布置适当的勘探工作量。

8.6.4 详细勘察阶段的勘探，应注意对建设场地特殊的工程地质条件的勘察如涌砂、大漂石、老桥基等；当岩溶发育或有人工洞穴分布时，当桩基穿过溶洞、洞穴至完整基岩时，宜逐桩钻探；对可能产生的潜蚀、流沙、管涌、地震液化土层和断层破碎带的影响时，应详细查明。

8.6.5 详细勘察勘探孔深度应根据场地工程地质条件，结合基础设计参数、施工方法综合确定。当遇不良地质作用及特殊性岩土孔深应视情况加深。

8.6.6 取样和原位测试应符合本标准规定和有关国家及行业规范。

8.6.7 室内岩土工试验方法，包括土分类与岩土定名，应按现行行业标准《公路土工试验规程》（JTJ0510）的有关规定执行。对软土还需做无侧限抗压强度、有机物含量试验；对细粒土和粗粒土应做渗透系数。

8.6.8 对抗震验算的特大桥和大桥，应根据抗震设计要求，提供岩土层的动剪切模量、阻尼比等动力参数。

8.7 洞室工程

8.7.1 洞室工程勘察应重点查明建设场地的断裂构造和破碎带、软弱结构面、软弱夹层的性质，水文地质条件。对洞室围岩进行质量分级，对洞室围岩和洞室地基稳定性进行评价，提供洞室围岩支护所需的岩土设计参数，提出洞室开挖支护方案的建议，对周边环境可能产生的影响，提出防护措施。虽然正文规定洞室围岩的质量分级可按现行国家标准《工程岩体分级标准》（GB50218）执行，又因为国标围岩分级标准有好几个，各有用途，因此围岩分级采用的标准应与设计采用的围岩分级标准相一致，以利设计使用，同时要在勘察报告中说明。

8.7.4、8.7.5 详细勘察阶段勘探应根据场地类别及洞室工程设计参数，综合确定。对构造裂隙发育的地段，应增加勘探孔深度。

8.7.6 取样和原位测试应符合本标准的有关章节的规定。

8.7.7 室内试验除常规试验提供土的物理力学参数指标外，尚应根据设计要求，提供有关土的热力学参数及有关指标。

8.7.8 原位测试除常规测试外，还应根据洞室工程设计要求，测定岩体弹性波参数、地基基床系数和水文地质参数。

8.7.9 洞室围岩的稳定性评价可采用工程地质分析与理论计算相结合的综合方法，或采用数值法或弹性有限元图谱法计算。

8.8 综合管廊工程

8.8.1 综合管廊是建于城市地下，能容纳三种及以上工程管线的构筑物，有现浇混凝土综合管廊与预制拼装混凝土综合管廊。工程管线如给水、电力、通信、雨水、污水、天然气、供冷供热、再生水等均可纳入综合管廊；管廊断面设计常用“三舱四室”或者“三舱三室”，外包尺寸宽达11m、高达4.4m，一般覆土2m~3m，埋深7m~11m，穿越工程深一些；杭州、宁波等城市已开始大规模建设综合管廊，已有了勘察经验。

8.8.2 对本条作如下说明：

1 当综合管廊平面布置已经确定，且已基本掌握场地或其附近岩土工程资料时，可直接进行详细勘察。

2 由于设计方案调整或施工过程中发现地质条件异常等原因，应根据设计、施工要求进行施工阶段勘察。

3 在各个勘察阶段过程中出现对工程有重大影响的工程地质条件或特殊问题，应根据设计、施工要求进行专项勘察。

8.8.3 工程勘察前应根据不同勘察工作阶段的要求取得相关的图纸和资料：

1 附有坐标和现状地形的综合管廊总平面布置图、横断面图及纵断面图；

- 2 综合管廊埋置深度、荷载、基础类型及地基允许变形等资料；
- 3 综合管廊材料类别及可能采取的施工方法；
- 4 综合管廊周边环境状况，包含但不限于既有建（构）筑物和道路、桥梁等市政设施的基础类型、尺寸、埋置深度及其与拟建综合管廊外边线的净距离，既有管线的类型、材质、几何尺寸、埋置深度。

勘察前必须取得的图纸和资料是勘察任务书的主要内容，勘察任务书应由建设单位或委托设计单位提出并盖章。

8.8.5 初步勘察的取样及测试工作应符合下列规定：

- 4 初步勘察的常规指标及其它岩土参数宜参照下表 8.8.5 提供：

表 8.8.5 初步勘察选择提供的岩土参数

开挖方法	明挖施工	非开挖施工
常规指标	含水率、密度、土粒比重、颗粒分析、界限含水率、直接固结快剪、直接快剪、400kPa 压力以下的固结试验、岩石单轴抗压强度（含天然和饱和状态）试验直接测定的和由这些试验计算求得的指标	
其它岩土参数	渗透系数、静止侧压力系数、无侧限抗压强度、三轴 CU 抗剪强度、三轴 UU 抗剪强度、桩基设计参数、岩土体波速、土层电阻率、有机质含量	渗透系数、无侧限抗压强度、灵敏度、三轴 UU 抗剪强度、岩土体波速、有害气体成分、压力、流量

注：具体需提供岩土参数可由设计根据工程实际需要酌情增减，在岩土工程勘察任务书中明确。

8.8.6 主要搜集区域地质、地形地貌、地震、不良地质作用和地质灾害、矿产、气象水文、收集场地既有建、构筑物、地下埋藏物、当地工程经验、岩土工程和建筑经验等资料。

8.8.9、8.8.10 初步勘察勘探点的平面布置及深度要求，主要参照行业标准《市政工程勘察规范》CJJ56、浙江省标准《工程建设岩土勘察规范》DB33/1065、《建筑基坑技术规程》DB33/T 1096、浙江省《城市轨道交通岩土工程勘察规范》DB33/T 1126 的相关规定，按明挖与非开挖法分别规定。考虑初勘点位较少并尽量能在详勘阶段利用，勘探点孔深建议均按控制性孔考虑。

8.8.11 本条规定了初步勘察需提供的岩土参数，主要参照《建筑基坑技术规程》DB33/T 1096、浙江省《城市轨道交通岩土工程勘察规范》DB33/T 1126 的相关规定，按明挖与非开挖法分别规定。

- 6 详细勘察的常规指标及其它岩土参数宜参照下表 8.8.11 提供：

表 8.8.11 详细勘察需提供的岩土参数

开挖方法	明挖施工	非开挖施工
常规指标	含水率、密度、土粒比重、颗粒分析、界限含水率、直接固结快剪、直接快剪、400kPa 压力以下的固结试验、岩石单轴抗压强度（含天然和饱和状态）试验直接测定的和由这些试验计算求得的指标	
其它岩土参数	渗透系数、静止侧压力系数、三轴 CU 抗剪强度、三轴 UU 抗剪强度、先期固结压力、基床系数、无侧限抗压强度、灵敏度、十字板抗剪强度、回弹模量、回弹指数、岩土体波速、桩基设计参数、土层电阻率、单井涌水量、影响半径、有机质含量	渗透系数、静止侧压力系数、无侧限抗压强度、灵敏度、三轴 CU 抗剪强度、三轴 UU 抗剪强度、先期固结压力、次固结系数、基床系数、不均匀系数及 d70、土层电阻率及热物理指标、岩土体波速、砂卵石地层及硬质岩石的石英含量、有害气体成分、压力、流量

注：具体需提供岩土参数可由设计根据工程实际需要酌情增减，在岩土工程勘察任务书中明确。

8.9 管道工程

8.9.1 给水管道一般具有内压，常用钢管、铸铁管、预应力混凝土管及预制钢筋混凝土（或现浇）管敷设，小口径管道也有采用石棉水泥管或塑料管敷设的。排水管道均为无压重力流，以采用混凝土管、钢筋混凝土管居多。大口径（或断面尺寸）的排水管道通常采用砖石砌体、钢筋混凝土矩形管道敷设。煤气、热力和长距离输油、输气管道均具有内压，多用钢管、铸铁管材敷设。各种管道的直径大多在1400mm以下，干管及重要管道的综合管道（在大城市内，有时将某些重要干线管放在综合管道内），有的断面尺寸达到2000mm×2000mm以上。管基的埋设深度，除排水管道及大型管道超过3m者外，其它多为浅埋管道。由于管道工程具有上述特点，对地基基础的强度要求不高，一般地基土的容许承载力均能满足强度要求，常采用直埋管道敷设，或采用不厚的混凝土基础或钢筋混凝土基础。管道工程通常采用顶管法或明挖施工。管道通过河谷地段时常采用修建管架桥的方式；越岭地段（指丘陵城市和山城）常采用架空线路形式通过。

8.9.6 管道工程是线状，沿线会遇到暗塘、抛石等不良地质体或障碍物，会给设计施工带来困难，如杭州钱塘江边之江路下存在抛石，给顶管、基坑支护设计施工带来困难，勘察时加密勘探点，查清抛石分布范围。

8.9.7 由于古河道范围内往往沉积有新近软弱地层，一些暗埋的河、塘、沟浜分布范围内的上部覆盖层常分布有厚度不等、很不均匀的杂填土，其下可能存在淤泥、淤泥质土等软弱土层。在这些暗埋的河、塘、沟浜分布范围的边缘地带，也往往是软硬地层的交界部位。考虑到管道震害分布特征，本标准要求在管道穿越暗埋的河、塘、沟浜地段，勘探孔应适当加密”。

8.9.8 对勘探孔深度符合规定的说明如下：

1 管道基础应避免可液化土层作持力层，当基底为可能产生流砂或震动液化土层时，孔深予以钻穿，主要是考虑对所液化土层进行处理或采用桩基等抗震措施。

2 主要是考虑到对软弱地基进行处理与加固的需要。

3 主要是采取人工降低地下水位施工措施时，为降水方法的选择和降水设计提供必要的工程地质依据和计算参数的需要。

8.10 给排水工程

8.10.3 详细阶段勘察的勘探孔布置应符合的规定作如下说明：

1 贮水构筑物的建造规模越来越大，埋深也越来越深。此类构筑物承受往复荷载，排空时存在抗浮问题，充满水则要考虑抗压；在新近冲积的粉砂土地需考虑抗液化问题；另外，尚需考虑差异沉降的问题。

2 应根据工程规模、管道数量、基础型式来确定勘探工作量。取水头部有可能布在岸边或伸入江中，勘探孔布置应根据工程特点及采用的基础型式而定。

8.11 堤岸和岸边工程

8.11.1 本节堤岸与岸边工程指新建堤岸工程、已建堤岸工程加固以及岸边工程的岩土工程勘察。

8.11.2、8.11.3 可行性研究阶段勘察、初步勘察阶段应以搜集资料、测绘与调查为主。重点调查和了解场地的水文条件，对已建加固堤岸应根据隐患与险情的特征，查明堤身、堤岸地基的各种病害险情，并应进行专门性工程地质测绘。

8.11.7 详细阶段勘察工作除根据工程规模、设计要求和岩土条件确定，提供岩土物理力学参数外，还应重点查明地下水的性质。

8.11.10 岸边市政工程勘察一般可进行一次性详细勘察，对大型或重要的岸边市政工程应分阶段勘察。

8.11.12 详细勘察应查明河岸与河床的冲刷、淤积以及变迁的水文条件，河水与地下水的补给关系，应分析和评价岸坡稳定性。应根据不同的施工方法，提供地基土物理力学指标。

8.12 废弃物填埋场工程

8.12.1 本条主要针对我省废弃物填埋场的特点制定。勘察阶段的划分既考虑现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB50021)，又考虑废弃物填埋场特殊的抗渗要求。划分勘察阶段对不断发现和揭露地质问题和确定场址非常必要。

8.12.2~8.12.5 场区地质的勘察内容主要是根据威胁场区的重大问题而提出的，不良地质作用及严重的场区渗漏，常常影响场区安全及造成环境污染。在本阶段需进行初步调查，阐明其危害程度，分析场区的适宜性。

本阶段勘察内容侧重于基本地质情况的了解。勘察方法主要采用工程地质测绘和工程物探方法。物探方法可解决第四纪覆盖层厚度、基岩风化程度、断裂构造和岩溶等地质问题。本阶段钻探工作量布置较少，以验证为主，钻孔深度确定影响因素较多，如覆盖层厚度、基岩风化程度、完整性及透水性等，各处情况可能千差万别，存在不确定因素较多。

8.12.6 可行性阶段对场区渗漏已做出评价，本阶段勘察的重点是对产生渗漏的地质因素如可溶岩、强透水性岩土层、断裂破碎带、古河道以及单薄分水岭等进行初步查明并对渗漏量进行估算。采用综合物探方法比单一物探方法可提供更多的地质信息，取得更好的勘察效果。坝址及分水岭应进行水文地质钻探及测试工作，可根据不同地层、不同深度分别选择有代表性的钻孔进行水文地质参数的测试工作，如采用注水试验、抽水试验及压水试验，以初步估算渗漏量，必要时布置长期监测孔进行观测。当有多个含水层时，各可能渗漏岩层应至少有2个钻孔予以控制，初步取得各个含水层，特别是可能渗漏层的地下水位及有关水文地质参数。

8.12.7 本阶段要求查明场址、场区、主要及附属建筑物和天然建筑材料的工程地质条件，对主要的工程地质问题做出评价和结论。地下水动态的研究是本阶段勘察的重要内容之一，特别是在可溶岩、断裂构造发育地段就更显得重要。

8.12.8 废弃物堆积体的稳定性近来越来越受到人们的关注。随着城市建设的发展，废弃物填埋场越建越高、越建越大，如果不注意堆积体的稳定性，一旦堆积体滑塌，则会造成严重的环境污染问题。由于废弃物成分的复杂，成熟度不一，堆积体内地下水位的非连续性，滑动面难以确定性等因素，虽然近几年来，很多单位和个人对堆积体的稳定性进行了研究，但未能得出有效的方法和手段来准确评价堆积体的稳定性。本条文规定了一般地基勘察内容及方法。

8.13 地基处理工程

8.13.1 本条在现行岩土工程勘察规范（GB50021）的基础上增加了第1~4款；对地基处理的勘探方法、勘察范围、点线布置及勘探点的调查深度作了相应的规定。

8.13.2 本条针对吹填场地的工程勘察，提出相应要求。近年来，在浙江省沿海的舟山、温州及台州等地区围海造陆工程较多；一般采用吹淤回填或吹砂回填；吹淤回填工程较多，吹砂回填工程相对较少，在舟山市有部分采用吹砂回填的项目。根据不同的吹填土性质及地基处理要求，勘察要求应有所区别。

8.13.4 预压法是在建筑物建造前，在建筑场地进行加载预压，使地基的固结沉降提前基本完成，从而提高地基承载力。预压法适用于深厚的饱和软黏土，预压方法有堆载预压、真空预压和真空堆载联合预压。

预压法的关键是使荷载的增加与土的承载力增长率相适应。为加速土的固结速率，预压法一般结合排水板以增加土的排水途径。

8.13.5 强夯法适用于从碎石土到黏性土的各种土类，但对饱和软黏土使用效果较差，应慎用。

强夯施工前，应在施工现场进行试夯，通过试验确定强夯的设计参数——单点夯击能、最佳夯击能、夯击遍数和夯击间歇时间等。

强夯法由于振动和噪声对周围环境影响较大，在城市使用有一定的局限性，在浙江省境内，一般用于山区或丘陵边的回填场地。

9 不良地质作用和地质灾害

9.1 滑 坡

9.1.2 我省是滑坡多发地区，因此，对山区拟建工程场地及可能产生滑坡的地段应进行滑坡勘察。滑坡勘察方法和手段，应充分搜集附近的已有资料，宜采用多种手段相结合的方法，查明产生滑坡的条件及其性质，对滑坡的稳定性进行综合评价。

9.1.4、9.1.5 滑坡勘探工作量的布置应根据工程地质条件、滑坡的特征和规模合理布置工作量。对大型滑坡宜选用物探方法，并应设立地表或深层的位移观测点，其勘探孔深度，应满足滑坡治理需要。

9.1.7 室内土工试验除常规试验外，对滑带土样宜作重塑土或原状土多次剪试验，提供多次剪和残余剪的抗剪强度，为滑坡治理提供所需参数。

9.1.9 滑坡的稳定性分析，应注意当有地下水时，应计入浮托力和水压力。

9.1.10 滑坡稳定性的综合评价，应根据稳定性验算结果进行，对发展趋势和危害程度，提出治理方案的建议。

9.2 危岩和崩塌

9.2.2、9.2.3 规模大的危岩和崩塌勘察宜分阶段勘察。对危岩和崩塌的规模及类型可按本标准附录 C 表 C.0.2 及表 C.0.3 划分。

9.2.4、9.2.5 崩塌勘探工作量的布置应根据工程地质条件、地下水情况、危岩和崩塌形态综合确定。

9.2.6 必要时，对有较大危害的大型危岩，应设立长期监测点。

9.3 泥石流

9.3.1 泥石流是山区汛期常见的一种严重水土流失现象，它是泥沙失稳集中运移的自然演变过程之一，呈突发性、运动速度快等特点，具有严重的灾害性，因此，场地或其附近有发生泥石流的条件并对工程安全有影响时，必须进行专门的泥石流勘察。

9.3.2 对于浙江省泥石流勘察来说，核心问题是对泥石流沟的正确识别。从防灾减灾角度考虑，一条沟只要具备两个条件的任何一个，都应将其作为泥石流沟处理，在有关工程建设时应考虑灾害防治问题。

必要条件中：

松散固体物质指山坡上有易风化的基岩（如花岗岩），或存在较厚的残坡积物、人工弃渣等；以及沟道内老泥石流堆积物或崩塌物等。

地形地貌是指流域形态呈漏斗形、条形，相对高差 300m 以上；沟床平均纵比降在 10‰以上，起动段沟床比降达 260‰以上，35° 以上的山坡达 40% 以上。

泥石流分类除标准表 9.3.2 外，还可依据流域性质、危害程度进行划分，它们主要影响泥

石流防治措施的选择，且尚无公认的定量标准，故未收录表内。

危险区划分只考虑泥石流流动过程因沟岸滑坍和大河堵塞而形成的危险区域。危险区的划分主要便于防洪抗洪，进行科学管理，有效实施紧急避险，保证人身安全，减少灾害损失。

9.3.3 泥石流勘察在一般情况下，不进行勘探或测试，重点是进行工程地质调查和测绘。调查和测绘的范围应包括沟口至分水岭的全部地段，即包括泥石流的形成区、流通区和堆积区。

现将工程地质调查和测绘中的几个主要问题说明如下：

1 泥石流沟谷在地形地貌和流域形态上往往有其独特反映，典型的泥石流沟谷，形成区多为高山环抱的山间盆地；流通区则多为峡谷，沟谷两侧山坡陡峻，沟床顺直，纵坡梯度大；堆积区则多呈扇形或锥形分布，沟道摆动频繁，大小石块混杂堆积，垄岗起伏不平；对于典型的泥石流沟谷，这些区段均能明显划分，但对不典型的泥石流沟谷，则无明显的流通区，形成区与堆积区直接相连；研究泥石流沟谷的地形地貌特征，可从宏观上判定沟谷是否属泥石流沟谷，并进一步划分区段；

2 形成区应详细调查各种松散碎屑物的分布范围和数量；对各种岩层的构造破碎情况、风化层厚度、滑坡、崩塌、岩堆等现象均应调查清楚，正确划分各种固体物质的稳定程度，以估算一次供给的可能数量；

3 流通区应详细调查沟床纵坡，因为典型的泥石流沟谷，流通区没有冲淤现象，其纵坡梯度是确定“不冲淤坡度”（设计疏导工程所必需的参数）的重要计算参数；沟谷的急弯、基岩跌水陡坎往往可减弱泥石流的流通，是抑制泥石流的活动有利条件；沟谷的阻塞情况可说明泥石流的活动强度，阻塞严重者为破坏性较强的黏性泥石流，反之则为破坏性较弱的稀性泥石流；固体物质的供给主要来源于形成区，但流通区两侧山坡及沟床内仍可能有固体物质供给，调查时应予注意；

泥石流痕迹是了解沟谷在历史上是否发生过泥石流及其强度的重要依据，并可了解历史上泥石流的形成过程、规模，判定目前的稳定程度，预测今后的发展趋势；

4 堆积区应调查堆积区范围、最新堆积物分布特点等；分析历次泥石流活动规律，判定其活动程度、危害性，说明并取得一次最大堆积量等重要数据。

一般地说，堆积扇范围大，说明以往的泥石流规模也较大，堆积区目前的河道如已形成了较固定的河槽，说明近期泥石流活动已不强烈。从堆积物质的粒径大小、堆积的韵律，亦可分析以往泥石流的规模和暴发的频繁程度，并估算一次最大堆积量。

9.3.4 勘探线按十字形布置，纵向勘探线沿堆积扇脊背布置，并伸入到流通区沟谷内部，达到能表示流通区平均纵坡为止。而横向勘探线沿总体地形等高线延伸方向布置，达到堆积扇的边缘。纵、横勘探线交点宜在堆积扇重心位置。一次淤积范围的勘探线比照上述方法布置。

泥石流堆积物的性质、结构、厚度、固体物质含量百分比，最大粒径、流速、流量、冲积量和淤积量等指标，是判定泥石流类型、规模、强度、频繁程度、危害程度的重要标志，同时也是工程设计的重要参数。如年平均冲出量、淤积总量是拦淤设计和预测排导沟沟口可能淤积高度的依据。

9.3.5 泥石流的工程分类是要解决泥石流沟谷作为工程场地的适宜性问题。本分类首先根据泥石流特征和流域特征，把泥石流分为高频率泥石流沟谷和低频率泥石流沟谷两类；每类又根据流域面积，固体物质一次冲出量、流量、堆积区面积和严重程度分为三个亚类。定量指标的具

体数据是参照了《公路路线、路基设计手册》和原中国科学院成都地理研究所 1979 年资料，并经修改而成的，其中浙江省高频率泥石流沟谷基本不存在。

泥石流地区工程建设适宜性评价，一方面应考虑到泥石流的危害性，确保工程安全，不能轻率地将工程建设在有泥石流影响的地段；另一方面也不能认为凡属泥石流沟谷均不能兴建工程，而应根据泥石流的规模、危害程度等区别对待。因此，本条根据泥石流的工程分类，分别考虑建筑的适宜性。

1 考虑到 I_1 类和 II_1 类泥石流沟谷规模大，危害性大，防治工作困难且不经济，故不能作为各类工程的建设场地；

2 对于 I_2 类和 II_2 类泥石流沟谷，一般地说，以避免为好，故作了不宜作为工程建设场地的规定，当必须作为建设场地时，应提出综合防治措施的建议；对线路工程（包括公路、铁路和穿越线路工程）宜在流通区或沟口选择沟床固定、沟形顺直、沟道纵坡比较一致、冲淤变化较小的地段设桥或墩通过，并尽量选择沟道比较狭窄的地段以一孔跨越通过，当不可能一孔跨越时，应采用大跨径，以减少桥墩数量；

3 对于 I_3 类和 II_3 类泥石流沟谷，由于其规模及危害性均较小，防治也较容易和经济，堆积扇可作为工程建设场地；线路工程可以在堆积扇通过，但宜用一沟一桥，不宜任意改沟、并沟，根据具体情况做好排洪、导流等防治措施。

9.4 岩 溶

9.4.1 岩溶在我省比较发育，是一种比较突出的不良地质作用，主要分布在绍兴—诸暨—金华—江山一带及其以西地区，在一定条件下可能发生岩溶地面塌陷地质灾害，尤其在杭州、江山等地已对工程安全构成威胁。特别是在大量抽取地下水，使水位急剧下降，引发土洞的发展和地面塌陷的发生，我省已有很多实例。故本条强调“拟建工程场地或其附近存在对工程安全有影响的岩溶时，应进行岩溶勘察”。

9.4.2 本条规定了岩溶的勘察阶段划分及其相应的工作内容和要求。

1 强调可行性研究或选址勘察的重要性。在岩溶区进行工程建设，会带来严重的工程稳定性问题；故在场址比选中，应加深研究，预测其危害，做出正确抉择；

2 强调施工阶段勘察的必要性；岩溶土洞是一种形态奇特、分布复杂的自然现象，宏观上虽有发育规律，但在具体场地上，其分布和形态则难以查明；因此，进行施工勘察专门查明地基的稳定性非常必要。

岩溶勘察的工作方法和程序强调以下各点：

1 重视工程地质研究，在工作程序上必须坚持以工程地质调查和测绘为先导；

2 岩溶规律研究和勘察应遵循从面到点、先地表后地下、先定性后定量、先控制后一般以及先疏后密的工作原则；

3 应有针对性的选择勘探手段，如为查明浅层岩溶，可采用槽探，为查明浅层土洞可用钎探，为查明深埋土洞可用静力触探与钻探等；

4 采用综合物探，用多种方法相互印证，但不应以未经验证的物探成果作为施工图设计和

地基处理的依据。

当岩溶区有大片非可溶性岩石存在时，勘察工作应与岩溶区段有所区别，可按一般岩质地基进行勘察。

9.4.3 本条规定了岩溶场地工程地质测绘应着重查明的内容，共 7 项，均与岩土工程分析评价密切相关。岩溶洞隙、土洞和塌陷的形成发展，与岩性、构造、土质、地下水等条件有密切关系。因此，在工程地质测绘时，不仅要查明形态和分布，更要注意研究机制和规律。只有做好了工程地质测绘，才能有的放矢地进行勘探测试，为分析评价打下基础。

9.4.4 岩溶地区可行性研究勘察和初步勘察的目的，是查明拟建场地岩溶发育规律和岩溶形态的分布规律，宜采用工程地质测绘和多种物探方法进行综合判释。勘探点间距宜适当加密；勘探孔深度揭穿对工程有影响的表层发育带即可。

9.4.5 详勘阶段，勘探点应沿建筑物轴线布置。对地质条件复杂或荷载较大的独立基础应布置一定深度的钻孔。对一柱一桩的基础，应一柱一孔予以控制。当基底以下土层厚度不符合第 9.4.10 条第 1 款的规定时，应根据荷载情况，将部分或全部钻孔钻入基岩；当在预定深度内遇见洞体时，应将部分钻孔钻入洞底以下。

对荷载大或一柱多桩时，即使一柱一孔，有时还难以完全控制，有些问题可留到施工勘察去解决。

9.4.6 施工勘察阶段，应在已开挖的基槽内，布置触探、钎探或钻探，判断土洞的存在。

9.4.7 土洞与塌陷对工程的危害远大于岩体中的洞隙，查明其分布尤为重要。但是，对单个土洞一一查明，难度及工作量都较大。土洞和塌陷的形成和发展，是有规律的。本条根据实践经验，提出在岩溶发育区中，土洞可能密集分布的地段，在这些地段上重点勘探，使勘察工作有的放矢。

9.4.8 工程需要时，应积极创造条件，更多地进行一些洞体顶板试验，积累资料。

9.4.9 当前岩溶评价仍处于经验多于理论、宏观多于微观、定性多于定量阶段。本条根据已有经验，提出几种对工程不利的情况。当遇到所列情况时，建议绕避或舍弃，否则将会增大处理的工程量，在经济上是不合理的。

9.4.10 第 9.4.9 条从不利和否定角度，归纳出了一些条件，本条从有利和肯定的角度提出当符合所列条件时，可不考虑岩溶稳定影响的几种情况。综合两者，力图从两个相反的侧面，在稳定性评价中，从定性上划去了一大块，而余下的就只能给定量评价去解决了。本条所列内容与《建筑地基基础设计规范》（GB50007）有关部分一致。

9.4.11 本条提出了如不符合第 9.4.10 条规定的条件需定量评价稳定性时，需考虑的因素和方法。在解决这一问题时，关键在于查明岩溶的形态和计算参数的确定。当岩溶体隐伏于地下，无法测量时，只能在施工阶段，边揭露边处理。

9.5 采空区

9.5.1 由于不同采空区的勘察和评价方法不同，所以本标准把采空区划分为老采空区、现采空区和未来采空区三类。对老采空区主要应查明采空区的分布范围、埋深、充填情况和密实程度等，评价其上覆岩层的稳定性；对现采空区和未来采空区应预测地表移动的规律，计算变形特

征值。通过上述工作判定其作为建筑场地的适宜性和对建筑物的危害程度。

9.5.2、9.5.3 采空区勘察主要通过搜集资料和调查访问，必要时辅以物探、勘探和地表移动的观测，以查明采空区的特征和地表移动的基本参数。其具体内容如第 9.5.2 条 1~6 项所列，其中第 4 项主要适用于现采空区和未来采空区。

9.5.4 由地下采煤引起的地表移动有下沉和水平移动两种类型，由于地表各点的移动量不相等，又由此产生三种变形：倾斜、曲率和水平变形。这两种移动和三种变形将引起其上建筑物基础和建筑物本身产生移动和变形。地表呈平缓而均匀的下沉和水平移动，建筑物不会变形，没有破坏的危险，但过大的不均匀下沉和水平移动，就会造成建筑物严重破坏。

地表倾斜将引起建筑物附加压力的重分配。建筑的均匀荷重将会变成非均匀荷重，导致建筑结构内应力发生变化而引起破坏。

地表曲率对建筑物也有较大的影响。在负曲率（地表下凹）作用下，使建筑物中央部分悬空。如果建筑物长度过大，则在其重力作用下从底部断裂，使建筑物破坏。在正曲率（地表上凸）作用下，建筑物两端将会悬空，也能使建筑物开裂破坏。

地表水平变形也会造成建筑物的开裂破坏。

《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》（煤航管制字（2000 第 81 号））附录四列出了地表移动与变形的三种计算方法：典型曲线法、负指数函数法（剖面函数法）和概率积分法。岩土工程师可根据需要选用。

9.5.5 观测点的间距取值宜按下表确定：

表 9.5.5-1 采空区观测点间距表

开采深度 (m)	观测点间距 (m)	开采深度 (m)	观测点间距 (m)
<50	5	200~300	20
50~100	10	300~400	25
100~200	15	>400	30

观测周期根据地表变形速度宜按下式计算确定：

$$t = \frac{Kn\sqrt{2}}{S} \quad (9.5.5)$$

式中 t —观测周期（月）；

n —水准测量平均误差（mm）；

S —地表变形月下沉量（mm/mon）；

K —系数（一般为 2~3）。

观测周期根据开采深度宜按下表确定：

表 9.5.5-2 采空区观测周期表

开采深度 (m)	观测周期	开采深度 (m)	观测周期	开采深度 (m)	观测周期
<50	10 天	150~250	1 个月	400~600	3 个月
50~150	15 天	250~400	2 个月	>600	4 个月

9.5.6 根据地表移动特征、地表移动所处阶段和地表移动、变形值的大小等进行采空区场地的建筑适宜性评价。下列场地不宜作为建筑场地：

1 在开采过程中可能出现非连续变形的地段，当采深采厚比大于 25~30，无地质构造破坏

和采用正规采矿方法的条件下,地表一般出现连续变形;连续变形的分布是有规律的,其基本指标可用数学方法或图解方法表示;在采深采厚比小于 25~30,或虽大于 25~30 但地表覆盖层很薄,且采用高落式等非正规开采方法或上覆岩层有地质构造破坏时,易出现非连续变形,地表将出现大的裂缝或陷坑;非连续变形是没有规律的、突变的,其基本指标目前尚无严密的数学公式表示;非连续变形对地面建筑的危害要比连续变形大的多;采深采厚比是指矿层埋深与厚度之比。

2 处于地表移动活跃阶段的地段,在开采影响下的地表移动是一个连续的时间过程,对于地表每一个点的移动速度是有规律的,亦即地表移动都是由小逐渐增大到最大值,随后又逐渐减小直至零。在地表移动的总时间中,可划分为起始阶段、活跃阶段和衰退阶段;其中对地表建筑物危害最大的是地表移动的活跃阶段,是一个危险变形期;

3 地表倾斜大于 10mm/m 或地表曲率大于 $0.6\text{mm}/\text{m}^2$ 或地表水平变形大于 6mm/m 的地段;这些地段对砖石结构建筑物破坏等级已达 IV 级,建筑物将严重破坏甚至倒塌;对工业构筑物,此值也已超过容许变形值,有的已超过极限变形值,因此本条作了相应的规定。

应该说明的是,如果采取严格的抗变形结构措施,则即使是处于主要影响范围内,可能出现非连续变形的地段或水平变形值较大 ($\epsilon=10\text{mm}/\text{m}\sim 17\text{mm}/\text{m}$) 的地段,也可以作为建筑场地。

9.5.7 小窑一般是手工开挖,采空范围较窄,开采深度较浅,一般多在 50m 深度范围内,但最深也可达 200 m~300m,平面延伸达 100 m~200m,以巷道采掘为主,向两边开挖支巷道,一般呈网格状分布或无规律,单层或 2 层~3 层重叠交错,巷道的高宽一般为 2 m~3m,大多不支撑或临时支撑,任其自由垮落。因此,地表变形的特征是:

1 由于采空范围较窄,地表不会产生移动盆地。但由于开采深度小,又任其垮落,因此地表变形剧烈,大多产生较大的裂缝和陷坑;

2 地表裂缝的分布常与开采工作面的前进方向平行;随开采工作面的推进,裂缝也不断向前发展,形成互相平行的裂缝。裂缝一般上宽下窄,两边无显著高差出现。

小窑开采区一般不进行地质勘探,搜集资料的工作方法主要是向有关方面调查访问,并进行测绘、物探和勘探工作。

9.5.8 临界深度 H_0 的计算公式中的 ϕ 值确定,在有经验的地区可采用经验值;在无经验的地区由岩土样剪切试验求得。

9.5.9 小窑采空区的治理应根据实际情况和已有的工程经验采用合理的方法。

9.6 浅层气

9.6.1 浅层气的探测目前没有专用仪器。本条提出采用钻探、物探、静探结合可燃气体检测报警仪的综合勘探方法是通过宁波、杭州轨道交通工程勘察实践的基础上得出的一种有效的方法,但该方法还有待于进一步完善。

9.6.2 气源层是指能产生大量有害气体的地层;储气层是指能储存有害气体的地层;因此本节特别强调调查明气源层和储气层的物理化学特征,如有机质含量、孔隙率等。

浅层气的成分、气体压力、储量是勘察的难点之一,勘察单位在浅层气勘察前必须对勘察工艺进行规划和设计。

9.6.3 浅层气的生成机理、条件及储存环境比较复杂,目前国内还没有对浅层气勘察的详细规定,勘探点的布置只作了原则上的规定,其数量及位置应根据工程负责人的经验布置,但对场地可能产生浅层气的地段及对工程建设有影响的地段应布置勘探孔,确保工程的施工和运营的安全。

10 特殊性岩土

10.1 软土

10.1.1 我省的沿海平原地区广泛分布有海相沉积的软土，包括淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土等。软土是指天然孔隙比大于或等于 1.0，且天然含水率大于液限的细粒土，包括淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土等。软土的工程特性是高压缩、低强度、高灵敏度和低透水性，在较大的地震力作用下易出现震陷，在施工开挖或沉桩等外力作用下会出现触变性。软土地层往往具有良好的水平层理，互层中常伴有薄层粉土韵律结构或薄透镜体，成为软土层中的变异土层。勘察中应仔细判别与测试，充分反映其特性和对工程的影响。

在内陆低洼积水的静水或缓慢流水环境中，经生物化学作用形成的沉积物称内陆软土。

本条提出了软土地基勘察中应查明的内容和要求。随着省内工程建设规模的发展，常出现大底盘地下室、地下空间开采利用的深大基坑和地下通道以及预制钢筋混凝土方桩、管桩、沉管灌注桩等挤土型工程桩，在软土地基中常会出现边坡失稳、挤土效应、坑底土回弹隆起等现象，需要采取工程措施来解决。

10.1.2 本条强调了对软土的勘察宜采用钻探取样与原位测试相结合的方法。这是由于钻探取样与原位测试各有优点和不足之处，两者相结合可以取长补短，弥补单一勘察方法的不足，提高勘察的质量。

适宜软土的原位测试方法很多，如静力触探试验、十字板剪切试验、旁压试验、扁铲侧胀试验和深层载荷螺旋压板试验等，采用哪几种原位测试要根据工程特点和要求进行。其中静力触探试验是连续性贯入试验，试验的同时可以进行力学分层，在我省软土地区应用最为广泛，积累了丰富的经验。

10.1.3 本条强调了对软土地区的勘察间距应针对不同成因类型的软土和地基复杂程度采用不同布置的原则。

10.1.4 软土取样应采用薄壁取土器，这是国标《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）提出的要求，主要目的是为了保证软土的取土质量并减少扰动。

10.1.5 软土的室内土工试验应密切结合工程要求进行，软土由于沉积的时代不同，其应力史和固结度也不同，因此不同时代的软土性质差异较大，故应确定软土的先期固结压力，压缩指数，回弹指数与固结系数等。对于抗剪强度指标，国标《建筑地基基础设计规范》（GB50007）规定“应选择三轴压缩试验中的不固结不排水试验。经过预压固结的地基可采用固结不排水试验。每层土的试验数量不得少于六组”。但鉴于目前省内各勘察单位的实际现状，大多仍在采用直剪试验进行，故条文中提出“抗剪强度指标宜采用三轴试验，无侧限抗剪强度试验确定”；当进行直接剪切试验时，对各级垂直荷载的施加和剪切速率应尽量模拟工程实际情况。

10.1.6 对软土的岩土工程评价有其特殊性，当采用天然地基浅埋基础时，应判定地基失稳和建筑物下卧软弱层的不均匀性造成过大沉降差的可能；当砌筑河滨驳坎挡墙或采用浅埋基础的建筑物、构筑物位于河、塘岸边时，应评价其边坡稳定性；当基坑（槽）壁面或坑底为软土时，应评价坑壁软土层由于上覆压力过大产生挤出或坑底软土超过其允许强度而引起坑底软土隆起滑移的可能性。

对软土地基承载力特征值的确定，不应是个定值，应综合考虑应力应变关系和固结度，软土的成层条件、应力史、结构性、灵敏度、触变性等力学特性和地下水位及其升降变化条件；上部建筑物、构筑物型式、整体结构刚度和平面荷载分布、上部建筑地基基础共同作用的协调性、施工流程和加荷速率等，根据室内试验结果，原位测试数据和当地成熟经验来综合确定。

当建筑区内出现以下情况：相邻荷载相差较大，既有建筑相邻太近，建筑场地上有大厚度新、松回填土，邻近有大面积堆载，既有建筑边开挖基坑基槽，基坑周边有地下构筑物或管线须作保护；应分析软土地基的不利影响，作出评价并提请设计重点关注，采取相应措施。

对于深厚软土地区的浅埋基础，当上部有“硬壳层”，应分析其性质、厚度、埋藏与分布均匀性，判析作为浅基持力层的可能性，提出基础埋深建议，并提出按双层地基验算软弱下卧层强度，且应按分层总和法验算沉降，结合当地经验进行系数修正。

10.2 填 土

10.2.1 本条界定了人工填土的定义与分类。根据省内情况，将普遍存在的填土分为四类。

本条明确了填土的勘察内容。人工填土往往覆盖在地表，随着人类活动历史变迁会多次无序堆填，成分杂乱，均匀性差，性质松散，未经改良处理一般不宜直接作为基础持力层，但其又与房屋、道路、基坑开挖与围护、地下空间开发利用等工程建设关系密切，所以勘察时应作为重点对待。首先着重搜集古地形图和地形、地物、地史的调查访问，如暗塘、暗浜、古河道、老基础、废弃管道、地下构筑物、古墓等。除正常布置勘探孔外，必要时为查明分布范围应用小钻加密查明。尤其是原为农田、低洼荒地，后辟为建筑场地后，往往堆填有大面积、大厚度、杂乱无序的新松填土，一般规定黏性土在 10 年以内、粉（砂）性土在 5 年以内其在自重条件下尚未固结，不但不能当地基土对待，而且要当作大面积堆载考虑，验算下卧层强度与沉降和边坡稳定；当位于地下水位以上的新松填土还会有浸水湿陷的特征。因此本条列出了 6 个方面的内容，对于污染土的存在且由于环境污染导致污染土日渐扩大的趋势，勘察时应针对场地具体情况区别对待。

10.2.2 当在被填土掩埋的暗塘、暗浜河道、古墓、废旧基础、地下各种障碍物的场地上建造多层建筑浅基、地下室基坑的桩墙围护体、地下通道洞室等时，应加密勘探点，用小螺钻查明其边界范围，深度与成份性质尤其重要，勘探深度应打穿填土层。

10.2.4 本条列出了填土的工程特性和岩土参数的测试方法共 5 项，具有可操作性。现在普遍存在的问题是由于填土的松散性、非均质性，勘察时对填土的重度，抗剪强度 c 、 φ 值较难测定，而这又是在基坑围护设计计算时所必需的岩土参数，因此，应根据已有工程经验合理确定 c 、 φ 值。

10.2.5 人工填土的岩土工程评价和建筑适宜性评价应以填土的成分、均匀性和堆填年代、固结度、密实度及与底部的岩土层接触面坡度等而异，当填土层较厚，竖向变化大或由新老填土组合时应分区、分层进行评价作为基础持力层的可能性或各类桩型沉桩的可能性。当在山区地基填土底下原始地貌岩土坡面大于 20% 时，应提出并验算坡面的稳定性；当处于地下水位以上的填土层应提出浸水湿陷的可能性。填土地基承载力特征值的评价，应以静载荷试验为准或结合当地地区经验，采用原位测试手段实测综合确定。

10.2.6 由于填土的复杂性，当采用浅基或基槽（坑）开挖到位时应由勘察人员到场会同有关方验槽，必要时进行施工勘察，当老素填土与原始土层较难区分时应由勘察人员仔细鉴别；对于经换填的压实填土施工时或完成后，其地基承载力特征值应通过平板载荷试验，有经验的地区也可通过原位测试确定。

10.3 红黏土

10.3.1 碳酸盐岩类岩石在亚热带温湿气候条件下经风化、红土化后形成的颜色为棕红、褐红或褐黄色的残坡积黏土，直接覆盖于碳酸盐岩之上，液限大于或等于 50% 的高塑性黏土，应判定为原生红黏土。原生红黏土经搬运、沉积后仍保留其基本特征，且其液限大于 45% 的黏土，可判定为次生红黏土。

红黏土是我国红土的一个亚类，即母岩为碳酸盐岩类岩石（包括间夹其间的非碳酸盐岩类岩石），经湿热条件下的红土化作用形成的特殊土类。本条明确了红黏土包括原生与次生红黏土，境内红黏土主要以原生红黏土为主。以下各条规定均适用于这两类红黏土。按照本条的定义，原生红黏土比较易于判定，次生红黏土则可能具备某种程度的过渡性质。勘察中应通过第四纪地质、地貌的研究，根据红黏土特征保留的程度判定是否为次生红黏土。

本条着重指出红黏土作为特殊性土有别于其他土类的主要特征是：上硬下软、表面收缩、裂隙发育。地基是否均匀也是红黏土分布区的重要问题。本节以后各条的规定均针对这些特征作出。至于与其他土类具有共性的勘察内容，可按有关章节的规定执行，本节不予重复。为了反映上硬下软的特征，勘察中应详细划分土的状态。红黏土状态的划分可采用一般黏性土的液性指数划分法，也可采用红黏土特有含水比划分法。为反映红黏土裂隙发育的特征，应根据野外观测的裂隙密度对土体结构进行分类。红黏土的网状裂隙分布，与地貌有一定联系，如坡度、朝向等，且具由浅而深呈递减之势。红黏土中的裂隙会影响土的整体强度，降低其承载力，是土体稳定的不利因素。

红黏土天然状态膨胀率仅 0.1%~2.0%，其胀缩性主要表现为收缩，线缩率一般为 2.5%~8%，最大达 14%。但在缩后复水，不同的红黏土有明显的不同表现，根据统计分析提出了经验方程 $I'_{r}=1.4+0.0066WL$ 以此对红黏土进行复水特性划分。划属 I 类者，复水后随含水量增大而解体，胀缩循环呈现胀势，缩后土样高大于原始高，胀量逐次积累以崩解告终；风干复水，土的分散性、塑性恢复、表现出凝聚与胶溶的可逆性。划属 II 类者，复水土的含水量增量微小，外形完好，胀缩循环呈现缩势，缩量逐次积累，缩后土样高小于原始高；风干复水，干缩后形成的团粒不完全分离，土的分散性、塑性及 I'_r 值降低，表现出胶体的不可逆性。这两类红黏土表现出不同的水稳性和工程性能。

红黏土地区地基的均匀性差别很大。如地基压缩层范围均为红黏土，则为均匀地基；否则，如上覆硬塑红黏土较薄，红黏土与岩石组成的土岩组合地基，是很严重的不均匀地基。

10.3.2 本条着重指出红黏土作为特殊性土有别于其他土类的主要特征是：上硬下软、表面收缩、裂隙发育。地基是否均匀也是红黏土分布区的重要问题。本节以后各条的规定均针对这些特征作出。至于与其他土类具有共性的勘察内容，可按有关章节的规定执行，本节不予重复。为了反映上硬下软的特征，勘察中应详细划分土的状态。红黏土状态的划分可采用一般黏性土

的液性指数划分法，也可采用红黏土特有含水比划分法。为反映红黏土裂隙发育的特征，应根据野外观测的裂隙密度对土体结构进行分类。红黏土的网状裂隙分布，与地貌有一定联系，如坡度、朝向等，且具由浅而深呈递减之势。红黏土中的裂隙会影响土的整体强度，降低其承载力，是土体稳定的不利因素。

红黏土天然状态膨胀率仅 0.1%~2.0%，其胀缩性主要表现为收缩，线缩率一般为 2.5%~8%，最大达 14%。但在缩后复水，不同的红黏土有明显的不同表现，根据统计分析提出了经验方程 $I_r = 1.4 + 0.0066w_L$ 以此对红黏土进行复水特性划分。划属 I 类者，复水后随含水量增大而解体，胀缩循环呈现胀势，缩后土样高大于原始高，胀量逐次积累以崩解告终；风干复水，土的分散性、塑性恢复、表现出凝聚与胶溶的可逆性。划属 II 类者，复水土的含水量增量微小，外形完好，胀缩循环呈现缩势，缩量逐次积累，缩后土样高小于原始高；风干复水，干缩后形成的团粒不完全分离，土的分散性、塑性及 I_r 值降低，表现出胶体的不可逆性。这两类红黏土表现出不同的水稳性和工程性能。

红黏土地区地基的均匀性差别很大。如地基压缩层范围均为红黏土，则为均匀地基；否则，如上覆硬塑红黏土较薄，红黏土与岩石组成的土岩组合地基，是很严重的不均匀地基。

10.3.3 红黏土地区的工程地质调查和测绘，是在一般性的工程地质测绘基础上进行的。其内容与要求可根据工程和现场的实际情况确定。条文中提及的五个方面，工作中可以灵活掌握，有所侧重，或有所简略。

10.3.4 由于红黏土具有垂直方向状态变化大、水平方向厚度变化大的特点，故勘探工作应采用较密的点距，特别是土岩组合的不均匀地基。红黏土底部常有软弱土层，基岩面的起伏也很大，故勘探孔的深度不宜单纯根据地基变形计算深度来确定，以免漏掉对场地与地基评价至关重要的信息。对于土岩组合的不均匀地基，勘探孔深度应达到基岩，以便获得完整的地层剖面。

物探方法有其速度快、覆盖面广的优点，当有钻探资料参考时，其成果亦较可靠，故宜充分利用。

基岩面上土层特别软弱，有土洞发育时，详细勘察阶段不一定能查明所有情况，为确保安全，在施工阶段补充进行施工勘察是必要的，也是现实可行的。基岩面高低不平，基岩面倾斜或有临空面时，嵌岩桩容易失稳，进行施工勘察是必要的。

10.3.5 水文地质条件对红黏土评价是非常重要的因素。仅仅通过地面的测绘调查往往难以满足岩土工程评价的需要。此时补充进行水文地质勘察、试验、观测工作是十分必要的。

10.3.6 裂隙发育是红黏土的重要特性，故红黏土的抗剪强度应采用三轴剪切试验或无侧限抗压强度试验。红黏土具有收缩特性，收缩再浸水（复水）时又有不同的性质，故必要时可进行收缩试验和复浸水试验。进行边坡稳定性评价时，需考虑其残余强度，故宜进行重复剪切试验。

10.3.7 红黏土的地基承载力原则上与一般土并无不同。应特别注意的是红黏土裂隙的影响以及裂隙发展和复浸水可能使其承载力下降。考虑到各种不利的临空边界条件，尽可能选用符合实际的测试方法。过去积累的确定红黏土承载力的地区性成熟经验，应予以充分利用。

10.3.8 地裂是红黏土地区的一种特有的现象。地裂规模不等，长可达数百米，深可延伸至地表下数米，所经之处地面建筑无一不受损坏。故评价时应建议建筑物绕避地裂。红黏土中基础埋深的确定可能面临矛盾，从充分利用硬层、减轻下卧软弱层的压力而言，宜尽量浅埋；但从避免地面不利因素影响而言，又必须深于大气影响急剧层的深度。评价时应充分权衡利弊，提出适当的建议。

10.4 膨胀土

10.4.1 对膨胀土初判主要根据地貌形态、土的外观特征和自由膨胀率；终判是在初判的基础上结合各种室内试验及邻近工程损坏原因分析进行，这里需说明 5 点：

- 1 自由膨胀率是一个很有用的指标，但不能作为唯一依据，否则易造成误判；
- 2 从实用出发，应以是否造成工程的损害为最直接的标准；但对于新建工程，不一定有已有工程的经验可借鉴，此时仍可通过各种室内试验指标结合现场特征判定；
- 3 初判和终判不是互相分割的，应互相结合，综合分析，工作的次序是从初判到终判，但终判时仍应结合现场特征，不宜只凭个别试验指标确定。

4 据浙江省浙中地质工程勘察院提供的《杭金衢高速公路（衢州段）初步设计工程地质勘察报告》（1995.12），龙游盈川一带膨胀土自由膨胀率 20~37%之间，试验成果如下：

表 10.2.1 龙游盈川一带膨胀土的试验成果表

成因年代	岩性	自由膨胀率
a1-p1Q ₃	粉质黏土	20
d1-p1Q ₃	粉质黏土	23
p1Q ₃	含砾粉质黏土	37

5 膨胀岩作为地基时，可参照膨胀土的判定方法进行判定。

根据《浙江省区域地质志》（1989 年）介绍，以下岩石具有一定膨胀性。

1) 浙西北（临安平山）钠基膨润土矿，含较纯的蒙脱石，其他地区规模均较小，岩石组合往往是一套火山沉积碎屑岩，如玻屑凝灰岩、沉凝灰岩以及凝灰质粉砂岩、泥岩等。

2) 珍珠岩、松脂岩等非金属矿产，规模一般较小，产于九里坪组、朝川组。

本条的规定与现行国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》（GB50112）一致，只是在表述方式上作了改进。

10.4.2 工程地质调查和测绘规定的五项内容，是为了综合判定膨胀土的需要设定的。即从岩性条件、地形条件、水文地质条件、水文和气象条件以及当地建筑损坏情况和治理膨胀土的经验等诸方面判定膨胀土及其膨胀潜势，进行膨胀土评价，并为治理膨胀土提供资料。

10.4.3 勘探点的间距、勘探孔的深度和取土数量是根据膨胀土特殊情况规定的。大气影响深度是膨胀土的活动带，在活动带内，应适当增加试样数量。我国平坦场地的大气影响深度一般不超过 5m，故勘察孔深度要求超过这个深度。

采取试样要求从地表下 1m 开始，这是因为在计算含水量变化值 Δw 需要地表下 1m 处土的天然含水量和塑限含水量值。对于膨胀岩中的洞室，钻探深度应按洞室勘察要求考虑。

10.4.4 本条提出的四项指标是判定膨胀土、评价膨胀潜势、计算分级变形量和划分地基膨胀等级的主要依据，一般情况下都应测定。膨胀土的工程特性指标应符合下列规定：

1 自由膨胀率（ δ_{ef} ）

人工制备的烘干土，在水中增加的体积与原体积的比，按下式计算：

$$\delta_{ef} = \frac{V_w - V_0}{V_0} \times 100\% \quad (10.2.5-1)$$

式中 V_w —土样在水中膨胀稳定后的体积（ml）；

V_0 —土样原有体积（ml）。

2 膨胀率 (δ_{ep})

在一定压力下, 浸水膨胀稳定后, 土样增加的高度与原高度之比, 按下式计算:

$$\delta_{ep} = \frac{h_w - h_0}{h_0} \times 100\% \quad (10.2.5-2)$$

式中 h_w —土样浸水膨胀稳定后的高度 (mm);

h_0 —土样的原始高度 (mm)。

3 收缩系数 (λ_s)

原状土样在直线收缩阶段, 含水量减少 1% 时的竖向线缩率, 按下式计算:

$$\lambda_s = \frac{\Delta \delta_s}{\Delta w} \times 100\% \quad (10.2.5-3)$$

式中 $\Delta \delta_s$ —收缩过程中与两点含水量之差对应的竖向线缩率之差 (%);

Δw —收缩过程中直线变化阶段两点含水量之差 (%)。

4 膨胀力 (p_e)

原状土样在体积不变时, 由于浸水膨胀产生的最大内应力。

上述特性指标的试验, 应按现行国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》(GBJ112) 附录一的规定进行。

10.4.5 对膨胀土的测试和评价, 不宜采用单一方法, 宜在多种测试数据的基础上进行综合分析和综合评价。

膨胀土常具各向异性, 有时侧向膨胀力大于竖向膨胀力, 故规定应测定不同方向的胀缩性能, 从安全考虑, 可选用最大值。

10.4.6 本条规定的对建在膨胀土上的建筑物与构筑物应计算的三项重要指标和胀缩等级的划分, 与现行国家标准《膨胀土地区建筑技术规范》(GB50112) 的规定一致。不同地区膨胀土对建筑的影响是很不相同的, 有的以膨胀为主, 有的收缩为主, 有的交替变形, 因而设计措施也不同, 故本条强调要进行这方面的预测。

膨胀土是否可能造成工程的损害以及损害的方式和程序, 通过对已有工程的调查研究来确定, 是最直接最可靠的方法。

有地区经验时, 亦可根据地区经验分级。

10.4.7 膨胀土的承载力一般较高, 承载力问题不是主要矛盾, 但应注意承载力随含水量的增加而降低。膨胀土裂隙很多, 易沿裂隙面破坏, 故不应采用直剪试验确定强度, 应采用三轴试验方法。

膨胀土往往在坡度很小时就发生滑动, 故坡地场地应特别重视稳定性分析。本条根据膨胀土的特点对稳定分析的方法做了规定。其中考虑含水量变化的影响十分重要, 含水量变化的原因有:

- 1 挖方填方量较大时, 岩土体中含水状态将发生变化;
- 2 平整场地破坏了原有地貌、自然排水系统和植被, 改变了土体吸水和蒸发;
- 3 坡面受多向蒸发, 大气影响深度大于平坦地带;
- 4 坡地旱季出现裂缝, 雨季雨水灌入, 易产生浅层滑坡; 久旱降雨造成坡体滑动。

10.5 污染土

10.5.1 污染土定义参照国家标准《岩土工程勘察规范》(GB50021)的定义。

本条规定污染土的应用范围

工业生产废水废渣污染,因生产或储存中废水、废渣和油脂的泄漏,造成地下水和土中酸碱度的改变,重金属、油脂及其他有害物质含量增加,导致基础严重腐蚀,地基土强度急剧降低或产生过大变形,影响建筑物的安全及正常使用,或对人体健康和生态环境造成严重影响。尾矿堆积污染,主要体现在对地表水、地下水的污染以及周围土体的污染,与选矿方法、工艺及添加剂和堆存方式等密切相关。

垃圾填埋场渗滤液的污染,因许多生活垃圾未能进行卫生填埋或卫生填埋不达标,生活垃圾的渗滤液污染土体和地下水,改变了原状土和地下水的性质,对周围环境也造成不良影响。核污染主要是核废料污染,因其具有特殊性,故本节不包括核污染勘察。实际工程中如遇核污染问题时,应建议进行专题研究。

因人类活动所致的地基土污染一般在地表下一定深度范围内分布,部分地区地下潜水位高,地基土和地下水同时污染。因此在具体工程勘察时,污染土和地下水的调查应同步进行。污染土勘察包括:对建筑材料的腐蚀性评价、污染对土的工程特性指标的影响程度评价以及污染土对环境的影响程度评价。

考虑污染土对环境影响程度的评价需根据相关标准进行大量的室内试验,故应根据任务要求进行。

污染土地和地基的勘察可分为四种类型,不同类型的勘察重点有所不同。已受污染的已建场地和地基的勘察,主要针对污染土、水造成建筑物损坏的调查,是对污染土处理前的必要勘察,重点调查污染土强度和变形参数的变化、污染土和地下水对基础腐蚀程度等。对已受污染的拟建场地和地基的勘察,则在初步查明污染土和地下水空间分布特点的基础上,重点结合拟建建筑物基础型式及可能采用的处理措施,进行针对性勘察和评价。

对可能受污染的场地和地基的勘察,则重点调查污染源和污染物质的分布、污染途径,判定土、水可能受污染的程度,为已建工程的污染预防和拟建工程的设计措施提供依据。

10.5.3 本条列出污染土现场勘察的适用手段,其中现场调查和钻探(或坑探)取样分析是必要手段,强调污染土勘察以现场调查为主。根据已有工程经验,应先调查污染源位置及相关背景资料。

如不重视先期调查,按常规勘察盲目布置很多勘察工作量,则针对性差,有可能遗漏和淡化严重污染地段,造成土、水试样采取量不足,以致影响评价结论的可靠性。

用于不同测试目的及不同测试项目的样品,其保存的条件和保存的时间不同。国家环保总局发布的《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166—2004)中对新鲜样品的保存条件和保存的时间规定如表 10.5.4 所示。

表 10.5.4 新鲜样品的保存条件和保存时间

测试项目	容器材质	温度 (°C)	可保存时间 (d)	备注
金属(汞和六价铬除外)	聚乙烯、玻璃	<4	180	---
汞	玻璃	<4	28	---
砷	聚乙烯、玻璃	<4	180	---
六价铬	聚乙烯、玻璃	<4	1	---
氰化物	聚乙烯、玻璃	<4	2	---
挥发性有机物	玻璃(棕色)	<4	7	采样瓶装满装实并密封
半挥发性有机物	玻璃(棕色)	<4	10	采样瓶装满装实并密封
难挥发性有机物	玻璃(棕色)	<4	14	---

根据国外文献资料,多功能静力触探在环境岩土工程中应用已较为广泛;同时也可采用地球物理勘探方法,如电阻率法、电磁法等,配合钻探和其他原位测试方法查明污染土的分布。

10.5.4 污染土空间分布多具有不均匀分布、污染程度变化大的特点,勘察过程是一个从表面认知到逐步查明的过程,且勘察工作量与处理方法密切相关,因此污染土地勘察宜分阶段进行,实际工程勘察也大多如此。第一阶段在承接常规勘察任务时,通过现场污染源调查、采取少量土样和地下水样进行化学分析,初步判定场地地基土和地下水是否受污染、污染的程度、污染的大致范围。第二阶段则在第一阶段勘察的基础上,经与委托方、设计方交流,并结合可能采用的基础方案、处理措施,明确详细的勘察方法并予以实施。第二阶段的勘察工作应有很强的针对性。

10.5.5 考虑到各地污染物的侵入途径、污染土性质及处理方法差异均很大,勘察时需因地制宜,合理确定勘探点间距,不宜作统一规定。故本节对勘探点间距未作明确规定。

考虑污染土其污染的程度一般在深度方向变化较大,且处理方法也与污染土的深度密切相关,因此详细勘察时,划分污染土与非污染土界限时其取土试样的间距不宜过大。

10.5.6 为了查明污染物在地下水不同深度的分布情况,需要采取不同深度的地下水试样。不同深度的地下水试样可以通过布置不同深度的勘探孔采取;当在同一钻孔中采取不同深度的地下水样时,需要采取严格的隔离措施,否则所取水试样是混合水样,影响判定结论。

污染土和水的化学成分试验内容,应根据任务要求确定。无环境评价要求时,测试的内容主要满足地基土和地下水对建筑材料的腐蚀性评价;有环境评价要求时,则应根据相关标准与任务委托时的具体要求,确定需要测试的内容。

工程需要时,研究土在不同类型和浓度污染液作用下被污染的程度、强度与变形参数的变化以及污染物的迁移特征等。主要用于污染源未隔离或未完全隔离情况下的预测分析。

10.5.7 对污染土的评价,应根据污染土的物理、水理和力学性质,综合原位和室内试验结果,进行系统分析,用综合分析方法评价场地稳定性和地基适宜性。

考虑污染土和水对建筑材料的腐蚀程度、污染对土的工程特性(强度、变形、渗透性)指标的影响程度、污染土和水对环境的影响程度三方面的判别标准不同,污染等级划分标准不同,且后期处理方法也有差异,勘察报告中宜分别评价。

污染土的岩土工程评价应突出重点:对基岩地区,岩体裂隙和不良地质作用要重点评价。如有些垃圾填埋场建在山谷中,垃圾渗滤液是否沿岩体裂隙特别是构造裂隙扩散或岩体滑坡导

致污染扩散等；对松软土地地区，渗透性、土的力学性(强度和变形)评价则相对重要。

评价宜针对可能采用的处理方法突出重点，如挖除法处理，则主要查明污染土的分布范围；对需要提供污染土承载力的地基土，则其力学性质(强度和变形参数)评价应作为重点；对污染源未隔离或隔离效果差的场地，污染发展趋势的预测评价是重点。

10.5.8 除对建筑材料的腐蚀性外，污染土的强度、渗透等工程特性指标是地基基础设计中重要的岩土参数，需要有一个污染对土的工程特性影响程度的划分标准。但污染土性质复杂，化学成分多样，化学性质有极性和非极性，有的还含有有机质，工程要求也各不相同，很难用一个指标概括。本次修订按污染前后土的工程特性指标的变化率判别地基土受污染影响的程度。“变化率”是指污染前后工程特性指标的差值与污染前指标之比，具体选用哪种指标应根据工程具体情况确定。强度和变形指标可选用抗剪强度、压缩模量、变形模量等，也可用标贯锤击数、静力触探、动力触探指标，或载荷试验的地基承载力等。土被污染后一般对工程特性产生不利影响，但也有被胶结加固，产生有利影响，应在评价时说明。尤其应注意同一工程，经受同样程度的污染，当不同工程特性指标判别结果有差异时，宜在分别评价的基础上根据工程要求进行综合评价。

当场地地基土局部污染时，污染前工程特性指标(本底值)可依据未污染区的测试结果确定；当整个建设场地地基土均发生污染时，其污染前工程特性指标(本底值)可参考邻近未污染场地或该地区区域资料确定。

10.5.9 污染土和水对环境影响的评估标准，可参照国家环境质量标准《土壤环境质量标准》(GB15618)、《地下水质量标准》(GB/T14848)和《地表水环境质量标准》(GB 3838)。值得注意的是我国环境质量标准与发达国家的同类标准有较大的差距。因此对环境影响评价应结合工程具体要求进行。

《土壤环境质量标准》(GB15618—1995)中将土壤质量分为三类，分级标准分别为维持自然背景的土壤环境质量限制值、维持人体健康的土壤限制值、保障植物生长的土壤限制值。《地下水质量标准》(GB/T14848—93)中将地下水质量分为五类，分别反映地下水化学成分天然低背景值、天然背景值、以人体健康基准值为依据、以农业及工业用水要求为依据、不宜饮用。《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)将地表水环境质量标准分为五类，分别主要适用于源头水及国家自然保护区、集中式生活饮用水地表水源地一级保护区、集中式生活饮用水地表水源地二级保护区、一般工业用水区、农业用水区及一般景观要求水域。根据上述标准可判定污染土和水对人体健康及植物生长等是否有影响。

根据《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166—2004)，土壤环境质量评价一般以土壤单项污染指数、土壤污染超标率(倍数)等为主，也可用内梅罗污染指数划分污染等级(详见表 6.3)。其中：土壤单项污染指数=土壤污染实测值 / 土壤污染物质量标准；

土壤污染超标率(倍数)=(土壤某污染物实测值-某污染物质量标准) / 某污染物质量标准
内梅罗污染指数(PN)=[{pl 均 2)+(Pl 最大 2)] / 2} 1/2

式中 pl 均和 Pl 最大分别是平均单项污染指数和最大单项污染指数。

10.6 混合土

10.6.1 混合土是指由细粒土和粗粒土混杂且缺乏中间粒径的土。混合土可进一步划分：当碎石土中粒径小于 0.075mm 的细粒土质量超过总质量的 25% 时，应定名为粗粒混合土；当粉土或黏性土中粒径大于 2mm 的粗粒土质量超过总质量的 25% 时，应定名为细粒混合土。

浙江省混合土主要分布于山区洪积扇及山前坡地，浙江山区城镇比较常见，专门性的研究较少。混合土中的含水量及粗颗粒土的含量对地基土强度影响明显，只有当粗颗粒土超过总质量的 25% 或细粒土超过 25% 时才能影响其力学性质。

10.6.2 本条从混合土特点出发，提出了勘察时应重点注意的问题。混合土大小颗粒混杂，故应在水位较低时布置探井，以便直接观察与取样。现场荷载试验是测定混合土承载力的最佳方法，其次是动力触探。

10.7 风化岩和残积土

10.7.1 岩石在风化营力的作用下，其结构、成分和性质已产生不同程度的改变，应判定为风化岩；已完全风化成土状且原岩结构破坏而未经搬运的应定名为残积土。

本条阐述风化岩和残积土的定义。不同气候和不同的岩类具有不同风化特征，湿润气候以化学风化为主，干燥气候以物理风化为主。花岗岩类多沿节理风化，风化厚度大，且以球状风化为主；层状岩风化多受岩性控制；火山岩风化受构造裂隙控制，构造发育强，风化厚度较大，反之风化厚度小；红层风化速度快，水浸泡或暴露地表就会立即风化，因此红层浅表风化厚度大，深部风化厚度小；可溶性岩以溶蚀为主，不具完整的风化带。

本条规定了风化岩和残积土勘察的任务，但对不同的工程应有所侧重。如作为建筑物天然地基时，应着重查明岩土的不均匀性及其物理力学性质，作为桩基础时应重点查明破碎带和软弱夹层的位置和厚度等。

10.7.2 勘察点布置除符合本标准的规定外，考虑层状岩具有软弱夹层的特点，应垂直走向布置。考虑到风化岩和残积土的不均匀性，宜采用原位测试与取样试验相结合的手段，取样可用双重管或三重管。可用标准贯入、单轴抗压强度和波速测试区分风化岩与残积土。

10.7.3 对于花岗岩残积土，为求得合理的液性指数，应确定其中细粒土（粒径小于 0.5mm）的天然含水量 w_f ，塑性指数 I_p ，液性指数 I_L ，试验应筛去粒径大于 0.5mm 粗粒径后再作。可用下式计算：

$$w_f = \frac{w - w_A 0.01 P_{0.5}}{1 - 0.01 P_{0.5}} \quad (10.7.4-1)$$

$$I_p = w_L - w_P \quad (10.7.4-2)$$

$$I_L = \frac{w_f - w_P}{I_P} \quad (10.7.4-3)$$

式中 w_f ——花岗岩残积土（包括粗、细粒土）的天然含水量（%）；
 w_A ——粒径大于 0.5mm 颗粒吸着水含水量（%），可取 5%；
 $P_{0.5}$ ——粒径大于 0.5mm 颗粒质量占总质量的百分比（%）；
 w_L ——粒径小于 0.5mm 颗粒的液限含水量（%）；
 w_P ——粒径小于 0.5mm 颗粒的塑限含水量（%）。

花岗岩类残积土的地基承载力和变形模量应采用载荷试验确定。对于地基基础设计等级为乙级、丙级的工程，变形模量可根据标准贯入试验等原位测试资料，用式（10.7.5-2）估算：

$$E_0=2.3N \quad (10.7.5-2)$$

式中 E_0 ——花岗岩残积土的变形模量（MPa）；
 N ——标准贯入试验实测击数。

花岗岩类的风化岩与残积土的划分，宜符合下列规定：

- （1）当标准贯入试验击数 $N \geq 70$ 时，为强风化； $70 > N \geq 40$ 为全风化； $N < 40$ 为残积土；
- （2）当风干试样的无侧限抗压强度 $q_u \geq 800\text{kPa}$ 时为强风化； $800\text{kPa} > q_u \geq 600\text{kPa}$ 为全风化； $q_u < 600\text{kPa}$ 为残积土；
- （3）当剪切波速 $v_s \geq 350\text{m/s}$ 时，为强风化； $350\text{m/s} > v_s \geq 250\text{m/s}$ 为全风化； $v_s < 250\text{m/s}$ 为残积土。

11 场地与地基地震效应

11.1 一般规定

11.1.1 本条为《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009年版）内容。对于建筑物应执行现行国家标准《建筑抗震设计规范》（GB50011）；对于构筑物应执行现行国家标准《构筑物抗震设计规范》（GB50191）。

11.1.2 本条参照的是《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）中的内容。市政基础设施工程确定地震效应参数时，可根据项目类型分别按《构筑物抗震设计规范》（GB50191）、《公路工程抗震规范》（JTG B02）、《城市桥梁抗震设计规范》（CJJ 166）等执行。

勘察报告中应明确建筑场地所在的行政区划细化至乡镇或街道。《建筑抗震设计规范》（GB50011）附录 A 给出了县级及县级以上城镇的中心地区（如城关地区）的抗震设防烈度、设计基本地震加速度和所属的设计地震分组。当建设场地位于非中心地区时，可按《中国地震动参数区划图》（GB18306）确定上述地震效应参数。

11.2 液化判别和软土震陷

11.2.1 对于场地抗震地段类别的划分，浙江沿海城市影响最大的软土分布地段的确定。目前《建筑抗震设计规范》（GB 50011）和《软土地区岩土工程勘察技术规程》（JGJ83）存在不明确和矛盾之处，《建筑抗震设计规范》（GB 50011）将软土定位不利地段，《软土地区岩土工程勘察技术规程》（JGJ83）又对抗震地段类别做了细分，规定软土抗震设防烈度为 7 度、8 度等效剪切波速值分别小于 90m/s、140m/s 时，可划分不利地段。对照《岩土工程勘察规范》（GB50021）条文说明，该等效剪切波速值是软土震陷的判断标准，即软土分布区判断为不利地段主要考虑的是软土震陷的影响。

11.2.3~11.2.4 饱和砂土地震液化经各国专家多年研究，从机理、判别方法及处理技术都已有了较为系统全面的认识。我国在现场震害调查基础上，进一步对影响饱和粉土液化的各种因素进行了研究，其中最主要的一点是揭示了土中由于黏土颗粒（粒径小于 0.005mm 的颗粒）的存在，标贯击数较低的地区不液化，而标贯击数高（黏土颗粒少）的地区反而液化的“错位”现象，说明黏土颗粒对液化有阻滞作用，不同于国外的“纯净”砂的通常液化特性。

参考上海市工程建设规范《岩土工程勘察规范》（DGJ08-37）规定：当土层为粉土或粉砂与黏土互层时，其黏性土合计厚度达到或超过土层总厚度的 1/3 时，可不考虑液化的影响；粉土或砂土的平均厚度不足 1m 或呈透镜体状时，可不考虑液化的影响。

11.2.6~11.2.8 目前国际上判别液化所使用的主要方法是标贯试验，而且积累了大量的资料，但是标贯试验在机具、操作方法上差异，容易造成试验数据的离散，而静探试验在反映土的原始

沉积特点和物理力学性质方面有独到的优点，应该说在反应土性方面比标准贯入试验更精确，缺陷是无法同步确定黏粒含量。通过大量资料积累对比，亦可采用双桥静力触探试验判别砂土液化。如使用其他方法，可参阅相关规范、规程。

参考上海市工程建设规范《岩土工程勘察规范》（DGJ08-37），当采用静力触探试验方法进行进一步判别液化时，若土的比贯入阻力或锥尖阻力实测值大于临界值，可判为不液化土。比贯入阻力临界值 P_{scr} 或临界锥尖阻力临界值 q_{scr} 可按下式确定：

$$p_{scr} = p_{s0} \left[1 - 0.06d_s + \frac{(d_s - d_w)}{a + b(d_s - d_w)} \right] \sqrt{\frac{3}{\rho_c}} \quad (9.7.9-1)$$

$$q_{scr} = q_{c0} \left[1 - 0.06d_s + \frac{(d_s - d_w)}{a + b(d_s - d_w)} \right] \sqrt{\frac{3}{\rho_c}} \quad (9.7.9-2)$$

式中 P_{s0} 、 q_{c0} ——分别为比贯入阻力基准值和锥尖阻力基准值（MPa）。设计地震第一组取 2.60 MPa 和 2.35 MPa；设计地震第二组取 3.20 MPa 和 2.90 MPa；

d_s ——静力触探试验点深度（m），当深度为 15m~20m 时，取 15m；

d_w ——地下水位深度（m）；

a 、 b ——系数，分别取 1.0 和 0.75；

ρ_c ——黏粒含量百分率，取邻近钻孔资料或场地平均值，且当小于 3 时或砂土时，应采用 3。

11.2.9 层位影响权函数值亦可通过查图表进行计算：

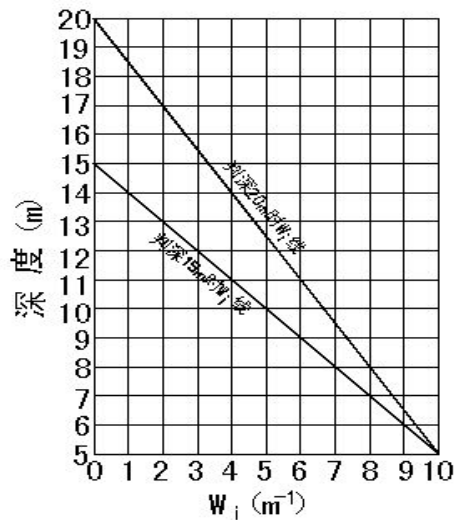


图 11.2.10 层位影响权函数值与深度关系图

表 11.2.10-1 当判别深度为 15m 时层位影响权函数值计算表

ds	≤5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
w _i	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

注：当判别深度为 15m 时， $w_i = 15 - ds$ 。

表 11.2.10-2 当判别深度为 20m 时层位影响权函数值计算表

ds	≤5	6.5	8	9.5	11	12.5	14	15.5	17	18.5	20
w _i	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

注：当判别深度为 20m 时， $w_i=13.3-0.6ds$ 。

11.2.10 地基主要受力层范围内存在软弱黏性土土层时，应结合具体情况综合考虑，采用桩基、地基加固处理或其他有效措施，也可根据软土震陷量的估计，采取相应措施。

强烈地震时软土发生震陷，不仅被科学实验和理论研究证实，而且在宏观震害调查中，也证明它的存在，但研究成果尚不够充分，较难进行预测和可靠的计算，《94 规范》主要根据唐山地震经验提出的标准，可作为参考。

11.3 场地地震效应参数

11.3.1 在工程抗震设计中确定场地地震动参数的方法主要有两种，一种是抗震设计规范相对应的统计经验方法给出场地自由表面上的设计地震动反应谱（按四个场地类别考虑）；另一种是针对一些特别不规则的建筑、甲类建筑和超限高层建筑（可按有关行政文件确定），需要采用考虑土与结构共同作用的时程分析法进行补充计算时，可根据场地实际土层条件进行场地地震反应分析确定。

11.3.2~11.3.3 地震反应分析的主要工作思路是：

1 利用地震危险性分析所给的自由基岩表面地震动相关反应谱相对应的地震动时程，确定场地反应计算中的计算基底输入地震波时程；

2 建立与工程场地相对应的计算力学模型；

3 可利用数值动力反应分析方法，求解工程场地对应的力学模型在已知基底入射波情况下的反应，并给出场地地表或任一深度处的地震反应时程及相关的（加速度）反应谱或其他有关反应量。

4 共振柱试验主要被用来测定小应变范围内的模量和阻尼比；动三轴试验可以测定土的各项动力参数。

12 地下水

12.1 一般规定

12.1.1 地下水的类型，按其埋藏条件可分为上层滞水、潜水和承压水，按其赋存状态可分为孔隙水、裂隙水和岩溶水。上层滞水是分布于包气带中局部隔水层之上的重力水，其含水层厚度一般不大，分布范围有限，勘察中应注意其与潜水的区别。

沿海平原区在确定地下水历史最高水位时，应考虑汛期地面积水的影响。

在不取样认定工程场地地下水对建筑材料不具腐蚀性时，应在报告中附有相应的水分析资料。在受污染的场地，应通过取样确定。

12.1.2、12.1.3 与《岩土工程勘察规范》（GB50021）规定基本一致，仅在文字上略有变动。

12.2 水文地质参数确定

12.2.1 本条与国标《岩土工程勘察规范》（GB50021）规定一致，为强制性条文，必须严格执行。

12.2.2 水文地质参数的测定应根据岩土层特性和工程需要，针对地基基础型式、基坑支护型式、施工方法等情况，选择测定方法。由不同试验条件得出的水文地质参数，其数值可能有所差异，勘察中宜采用现场钻孔或探井抽水试验、注水试验或压水试验测定。根据工程实践，我省平原区浅层黏性土的渗透系数，室内渗透试验往往比现场抽水试验结果小约一个数量级，在参数确定时应引起重视。

地下水对基础工程的影响，实质上是水压力或孔隙水压力对工程结构的作用，必要时，宜埋设孔隙水压力计或采用孔压静力触探进行孔隙水压力量测。

12.2.3 用指示剂法测定地下水流速时，试验孔与观测孔的距离由含水层的渗透性确定，一般细砂层为 2 m~5m，含砾粗砂层为 5 m~15m，裂隙岩层为 10 m~15m，岩溶含水层可大于 50m，指示剂可采用各种盐类、着色颜料等，其用量取决于地层的透水性和渗透距离，同时应考虑对生态环境的保护。

充电法测定地下水的流速适用于地下水位埋深不大于 5m 的潜水。

近年来人工放射性同位素稀释法确定地下水运动状态业已推广应用，可根据工程需要采用。

除水位外，对数据要求不高时，水文地质参数可采用经验值。

12.2.4 本条规定的稳定水位间隔时间是至少需要的时间。对临近地表水体的场地，应注意地下水位受地表水动态变化的影响，地下水、地表水水位应同步量测，并注明量测时间。

12.2.5 本条对抽水试验作了原则性规定，具体说明以下几点：

- 1 抽水孔的布置，应根据场地水文地质条件和工程特点等因素确定；
- 2 观测孔的布置应根据试验目的和所选计算公式的要求确定，一般宜以抽水孔为原点，布

置 1 条~2 条观测线, 每条观测线上的观测孔宜为 3 个。1 条观测线时, 宜垂直地下水流向布置; 2 条观测线时, 其中一条宜平行地下水流向布置;

3 距抽水孔近的第一个观测孔, 距离不宜大于含水层的厚度, 最远的观测孔距第一个观测孔的距离不宜太远, 各孔的过滤器长度宜相等, 并安置在同一含水层和同一深度;

4 采用稳定流抽水试验时, 稳定延续时间可根据工程要求和含水层的渗透性确定, 一般在卵石、圆砾和粗砂含水层宜为 8h, 中砂、细砂、粉砂和粉土宜为 16h, 基岩含水层(带)宜为 24h;

5 抽水试验时, 动水位和出水量观测的时间, 宜在抽水开始后的第 5min、10min、15min、20min、25min、30min 各测一次, 以后每隔 30min 或 60min 测一次;

6 试验成果的整理可参照《供水水文地质勘察规范》(GB50027) 进行, 计算公式的选用, 应注意所适用的水文地质边界条件。

12.2.6 注水试验可分为试坑和钻孔注水试验两种。试坑注水试验主要适用于地下水位以上、且地下水位埋藏深度大于 5m 的各类土层。钻孔注水试验主要适用于各类土层和结构较松散、软弱或透水性较差的岩层, 且不受水位和埋深的影响。

试坑注水试验分为单环法和双环法两种, 对于毛细力作用小的砂土、卵砾石层等可采用单环注水法。对于毛细力作用较大的黏性土, 宜采用双环注水法。

钻孔注水试验分为常水头和降水头两种, 常水头注水试验过程中水头保持不变, 一般适用于渗透性比较大的粉土、砂土和卵砾石层等。降水头注水试验过程中试验水头逐渐下降直至趋近于零, 主要适用于渗透性较小的岩土层。试验孔应清水钻进, 试验段可采用栓塞或套管塞隔离, 应确保止水效果。

12.2.7 压水试验的目的是测定岩体的渗透特性, 可根据试验深度及工程要求, 确定试验最大压力、浅部试段压力和压力阶段数。压水试验的试段长度一般采用 5m, 相邻试段互相衔接, 对于地质构造条件特殊(如断层、裂隙密集带、岩溶洞穴等)的孔段, 可根据工程要求等具体情况确定。

压水试验钻孔最好采用金刚石或合金钻进, 并不使用泥浆、植物胶等护壁材料。为使钻进时冲洗液能在孔口返出, 减少岩粉堵塞裂隙的机会, 易于识别栓塞止水的有效性, 试验钻孔的套管脚必须止水。

具体试验和资料整理可参照《水利水电工程钻孔压水试验规程》(SL31) 进行。

12.2.8 孔隙水压力的测定具体说明以下几点:

1 孔隙水压力测试期大于 1 个月、测试深度大于 10m 或在一个观测孔中多点同时量测时, 宜选用电测式孔隙水压力计。水压式孔隙水压力计不宜在零摄氏度以下使用。选用的孔隙水压力计量程, 上限值宜大于静水压力与超静孔隙水压力之和 100kPa~200kPa。孔隙水压力计在使用前应经过系统标定, 其重复性误差应小于精度要求。

2 测试点的布置, 应考虑地层性质、工程要求、基础型式和分析需要等。每项工程测试孔的数量, 应不少于 3 个。不同测试目的测试孔和测点的布置宜按表 12.2 选用。

表12.2 测试孔、测试点间距 (m)

工程类别	测试孔间距	测试点垂直间距或位置
堆载预压	15~30	3~5
沉桩	20~30	3~5
强夯	5~10	2~3
工程降水	5~10	埋设于设计降水深度以下
边坡	5~20	埋设于潜在滑动面上下

3 埋设测压计的孔内应无沉降和稠浆。孔隙水压力计周围应回填透水填料，透水填料宜选用中粗砂、砾砂等透水性良好的材料，透水填料层厚度宜为 60 cm ~100cm。同一孔内上下两个孔隙水压力计之间应有不小于 100cm 的隔水填料分隔。测试孔口应用隔水填料填实封严，防止地表水渗入。埋设前，应排除孔隙水压力计内及管路中的空气。孔隙水压力计导线应有防潮、防水措施。

4 孔隙水压力初始值应取稳定后读数的平均值。孔隙水压力上升期间，应逐日定时测定；当上升值接近控制标准时，应进行跟踪观测。孔隙水压力消散期间，可根据工程要求和消散规律，隔日或多日观测。测试过程中应随时分析测试数据；出现异常时，应及时复测。

测试数据应及时分析整理，出现异常时应分析原因，并采取相应措施。测试成果分析应包括：计算孔隙水压力、孔隙水压力初始值、孔隙水压力的消散率，绘制孔隙水压力与荷载、位移、时间、降雨等关系曲线。

12.3 地下水作用的评价

12.3.1 地下水对基础工程施工和运营具有重要的影响，因此，本条规定了在岩土工程勘察中应做的工作。

12.3.2 地下水在透水性较好的岩土层中，确定浮托力的原理明确，计算方法较为统一，同时，在渗流条件下应考虑渗透压力的作用。地下水在透水性较差的岩土层中，浮托力的折减已在省内部分地区开始了专题研究，有充分经验时方可施行。

地下水对边坡稳定性的不利影响，主要可归纳为降低了边坡岩土的有效自重和抗剪强度；由裂缝中的水产生的静水压力、由渗流作用产生的动水压力等，边坡稳定验算时应予考虑。

渗流作用可能产生潜蚀、流砂、流土或管涌现象，造成地基破坏。从土质条件判断，不均匀系数小于 10 的均匀砂土，或不均匀系数虽大于 10，但细粒含量超过 35% 的砂砾石，其表现形式为流砂或流土；正常级配的砂砾石，当其不均匀系数大于 10，但细粒含量小于 35% 时，其表现形式为管涌；缺乏中间粒径的砂砾石，当细粒含量小于 20% 时管涌，大于 30% 时为流土。以上经验可供分析评价时参考。

12.3.3 软质岩石浸水后强度明显降低，可分别测定干燥、饱和状态下岩石的抗压强度，用软化系数评价岩石受地下水的软化作用。评价非饱和土受地下水的不良作用时，应对土试样进行饱和处理，以测定其最不利条件下的物理力学性质。评价岩石的崩解特性，可通过崩解试验测定其崩解量、崩解时间和状况，分析其对工程设施的危害程度。评价岩土胀缩性按 11.2 节执行。

12.3.4 本条文在施工应有的作业环境、保持基坑稳定和避免不良作用等方面，规定了采取降低地下水位的措施应满足的要求。降低地下水位的一般方法可参考表 12.3.4 选用。

当基坑下有承压含水层分布时，由于基坑开挖减少了坑底隔水层的厚度，在承压水头作用下，坑底地基土可能产生隆起、开裂和突涌。需评价不设围护墙时，承压水水压力引起基坑地基土隆起或产生突涌的可能性时，坑底不透水层厚度的安全系数 K 可按下式计算：

$$K = \frac{\gamma H}{\gamma_w h} \quad (12.3.4)$$

式中 H —— 基坑开挖后坑底不透水层厚度 (m)；
 γ —— 坑底不透水土的重度 (kN/m³)；
 h —— 承压水头高于含水层顶板的高度 (m)；
 γ_w —— 水的重度 (kN/m³)。

安全系数 K 的取值应根据工程经验确定，渗透系数大时取大值，渗透系数小时取小值，但不宜小于 1.05。

表 12.3.4 降低地下水位方法的适用条件

技术方法	适用地层	渗透系数 (m/d)	降水深度
明排井	黏性土、粉土、砂土	<0.5	<2m
真空井点	黏性土、粉土、砂土	0.1~20	单级<6m, 多级<20m
电渗井点	黏性土、粉土	<0.1	按井的类型确定
引渗井	黏性土、粉土、砂土	0.1~20	按含水层条件选用
管井	砂土、碎石土	1.0~200	>5m
大口井	砂土、碎石土	1.0~200	<20m

12.4 水和土腐蚀性评价

12.4.1 本条规定的目的是可减少一些不必要的工作量。水、土对建筑材料的腐蚀性非常大，因此除对有足够经验和充分资料的地区可以不进行水、土腐蚀性评价外，其他地区应采取水、土试样，进行腐蚀性分析。

12.4.2 地下水位以上的构筑物，规定只取土样，不取水样，但实际工作中应注意地下水位的变化幅度，当地下水位上升，可能浸没构筑物时，仍应取水样进行水的腐蚀性测试。

12.4.4 浙江省属于湿润地区，按国家标准划分为 II 类环境；局部弱透水土层可根据实际情况划分为 III 类环境。

12.5 抗浮水位

12.5.4 当地下建筑物、构筑物自重小于浮力时，建议采取抗浮措施。常用抗浮措施有配重、降水、坑底加固、打设抗拔桩及抗浮锚杆等，具体应根据工程实际采用一种或多种抗浮措施。

13 室内试验

13.1 一般规定

13.1.1 试验项目的选择应具有针对性，要根据建筑物的设计的特点和施工要求来设计，如土工试验中软土不排水剪强度的求取，应选用 *UU*、无侧限抗压强度试验、十字板剪切试验等。

13.1.2 条文中所列岩土试验国家标准，没有列水质分析标准，可参考下列行业标准：

- 1 地下水水质检验方法（原地矿部） DZ/T 0064 -1993
- 2 水利水电工程地质勘察水质分析规程 DL/T 5194-2004
- 3 公路工程水质分析操作规程 JTJ056-1984
- 4 水质分析规程（原有色总公司、冶金部） YS 5226-1994

13.1.3 选好合适准确度要求、状态完好的试验仪器，是保证试验数据准确的前提。岩、土、水分析试验仪器应定期校准，并作好标识，便于检查、管理。有条件的试验室可申请省级计量认证。

13.1.4 岩、土、水样品接收是试验工作最重要的环节之一，应当重视把好关。

13.1.5 岩土样品特征和重要性状做的肉眼鉴定描述，是分析试验数据的基础。土样保存时间不宜过长，否则会引起试验结果失真，如由于蒸发使天然含水量偏小等。

13.1.6 岩、土试样因没有标准样品可以检验试验质量，试验报告中指标的真实、准确和物理力学性指标间匹配关系，是审核岩、土试验报告的主要依据。

13.2 土的物理力学性试验

13.2.1、13.2.2 由于我省沿海软土中含有夹薄层、团块等，非均质土密度和含水率取样规定高于国家标准。

13.2.3 不同规范常出现不同的液限含水率，本条明确了我省各单位习惯在用的方法。塑性指数小于 12 的土，塑性指数不同操作人员间偏差较大，故作出用颗粒分析复测黏粒含量的规定。

13.2.4 需求判别砂土液化时，颗粒分析试验必须求取 0.005mm 黏粒含量。

13.2.5 土的比重变化区间不大，可用 I_p 来确定土的比重，具体规定可参见相关规范。

13.2.7 对于天然密度小于等于 1.75g/cm^3 的黏性土，属欠固结土，为防止过大荷载破坏土样结构，第一级压力宜为 25kPa。

有关规范没有原状土样回弹模量测定的方法，这里引用了龚晓南等主编的《土力学及基础工程实用名词词典》中的计算方法，用高压回弹试验中指标计算。

13.2.8 先期固结压力试验原状土样质量是关键，因此要求采用 I 级土样；

上海规范采用间隔 2h 逐级加荷的快速法，并按次固结增量法进行校正的方法已被广泛应用，因此列入本标准。

13.2.9 直剪固结快剪试验宜用于一般黏性土、粉土、砂土等土层。根据浙江省工程勘察院试

验研究表明：软黏土固结时间为 30 分钟时，总固结度达到 60~80%；固结时间为 1 小时，总固结度达到 90%以上；固结时间为 4 小时，总固结度达到 95%以上，因此，本标准对直剪固结快剪预固结分级加荷的时间间隔和预固结时间作出相应规定。

一个试样多级加荷三轴试验方法仅适用于无法切取多个试样、灵敏度较低的原状土。

13.2.10 三轴压缩试验对样品质量和数量都较高。在软土中，采用 I 级土样，土样直径不宜小于 108mm，以平行制备四个土质结构相同的试样，以排除土样不均匀的影响。

一个试样多级加荷三轴固快试验方法仅适用于无法切取多个试样、灵敏度较低的原状土，经浙江省工程勘察院对比试验研究表明，对灵敏度较高沿海地区软黏土不适用。

13.2.11 无侧限抗压强度试验仅适用于饱和黏性土，且宜采用 I 级土样，其他土均不适用。

13.2.12 对透水性很低的饱和黏性土，由于试验周期太长的原因，可通过固结试验测定固结系数 c_v 、 c_h ，计算渗透系数 k_v 、 k_h 。

13.2.13 根据浙江省抗震设防要求，对 6 度区以上的需要进行抗震设计的构筑物和需要地震安全性评价的场地，应提供土的动力特性参数；应根据抗震设计要求和地震安全性评价目的，合理选择；应根据动力性质试验，提供专项报告。

13.3 岩石的物理力学试验

13.3.1 本条有关岩样数量采取要求，作比较明确的规定，便于技术人员在工作中使用。

我省平原区岩土工程勘察工作中采取深部岩样较困难，所以抗压试验样品，在无法取到高径比 2:1 的试样时，允许按 1:1 取样，但试验结果要作高径比修正，具体修正可参照原地矿部《岩石物理力学性质试验规程》DY-16 试验说明执行。

抗剪试验由于试验较简单，对样品要求不高，本标准给予保留。

13.3.13 岩石声波测试，求取的纵波速度和横波速度有多方面可应用：

- 1 计算波速比，划分岩石风化程度；
- 2 计算岩体完整性指数，划分岩体完整程度；
- 3 按下列公式计算动弹性力学参数；

$$\mu_d = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2\left[\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1\right]} \quad (13.4.5-1)$$

$$E_d = 2V_s^2 \rho (1 + \mu_d) \quad (13.4.5-2)$$

$$G_d = V_s^2 \rho \quad (13.4.5-3)$$

$$K_d = V_s^2 \rho \frac{2(1 + \mu_d)}{3(1 - 2\mu_s)} \quad (13.4.5-4)$$

式中 μ_d —— 动泊桑比；

E_d —— 动弹性模量 (GPa)；

G_d —— 动剪切模量 (GPa)；

K_d —— 动体积压缩模量 (GPa)；

ρ —— 岩石密度 (g/cm^3)。

14 岩土工程参数

14.1 一般规定

14.1.1 本条规定岩土工程参数确定的基本原则。

14.1.3 本条规定了评价岩土工程参数的可靠性与适用性的各项依据内容。

14.2 岩土工程参数

14.2.1 本条规定岩土工程参数确定的基本原则。

14.2.3 本条给出了岩土参数标准值的计算公式。

14.2.4 本条规定不同岩土工程指标应根据具体参数含义分别提供平均值、标准值及特征值等；对于岩土抗剪强度指标，应注明其试验方法。

14.3 地基承载力

14.3.1 本条规定地基承载力的基本确定方法。

14.3.2 本条规定理论公式确定地基承载力。

14.3.3 本条规定采用静载荷试验确定地基承载力。

14.3.4 本条规定了何种情况下可根据原位测试指标确定地基承载力，根据浙江省的地方经验可采用双桥静力触探、标准贯入试验、重型动力触探试验确定地基承载力的经验公式。

14.4 桩基承载力

14.4.1 目前桩型主要包括灌注桩、预制桩、沉管灌注桩、竹节桩等。

14.4.2 目前预应力混凝土异型桩应用日益增多，且经过一定的总结，故本条条文说明中增加预应力混凝土异型桩单桩竖向承载力特征值估算公式。

当采用预应力混凝土异型桩时，单桩竖向抗压承载力特征值可按下式估算：

$$R_a = \beta_c u_p \sum q_{\text{sin}} l_i + q_{\text{pa}} A_p \quad (14.4.2-2)$$

式中： R_a ——单桩竖向抗压承载力特征值（kN）；

u_p ——桩身按最大外径或边长计算的周长（m）；

l_i ——桩身穿越第*i*层岩土的厚度（m）；

l ——桩身总长度（m）；

A_p ——桩端横截面面积（m²）；

β_c ——竖向抗压侧阻力截面影响系数，对于纵向不变截面异型桩 $\beta_c=1.0$ ；对于纵向变

截面异型桩， β_c 可按表 14.4.2-1 取值。

表 14.4.2-1 纵向变截面异型桩竖向抗压侧阻力截面影响系数

土层加权平均极限侧阻力标准值	$\bar{q}_{sk} \leq 14$	$14 < \bar{q}_{sk} \leq 54$	$\bar{q}_{sk} > 54$
β_c	1.10	$\beta_c = 0.005\bar{q}_{sk} + 1.03$	1.30

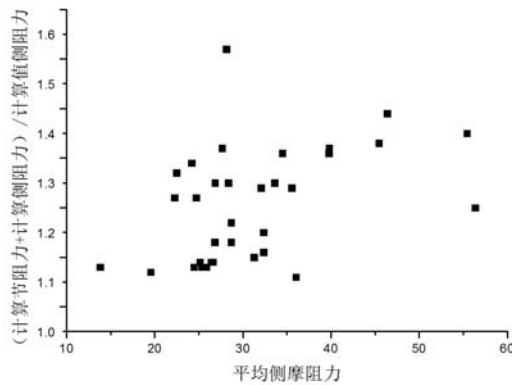
注： $\bar{q}_{sk} = \frac{2\sum q_{sia}l_i}{l}$ ；(l 为桩身总长度)。

1 当异型桩纵向不变截面时，异型桩在竖向荷载作用下的工作机理与普通管桩、方桩的工作机理相似，异型桩承担的荷载通过异型桩-土界面传递至桩侧土。所以对纵向不变截面异型桩其竖向极限承载力估算公式仍按现行行业标准《建筑桩基技术规范》(JGJ 94) 混凝土空心桩经验关系计算公式采用，侧阻力截面影响系数 β_c 取 1.0。

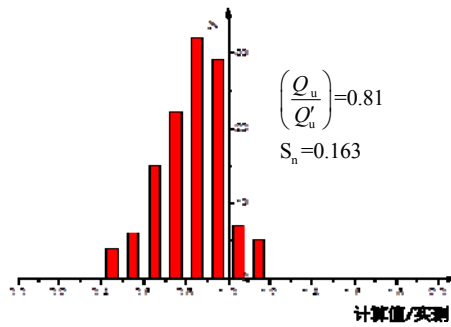
2 当异型桩纵向变截面时，异型桩在竖向荷载作用下的工作机理与普通管桩、方桩的工作机理有所不同，异型桩承担的竖向荷载一部分通过异型桩-土界面侧阻力传递至桩侧土，还有一部分通过截面凹凸处的端阻力传递至桩侧土（类似于嵌固作用）。由于土层厚度、凹凸面分布位置、桩长、桩径、土的物理性质等众多因素都对凹凸截面处的端阻力有影响，现有的试验条件和数据，难以进行准确计算。因此，本标准编制中对 23 个工程的 151 根试桩的工程检测资料进行统计分析，以现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 混凝土空心桩经验关系计算公式为标准进行对比，提出了平均侧摩阻力系数的概念，统计分析得到纵向变截面异型桩的侧阻力截面形状影响系数与平均侧摩阻力系数的关系（如附图 1）。对按公式 (5.2.3-1) 计算统计 151 个样本的极限承载力 Q_{uk} ，将 151 个试桩的极限承载力实测值 Q'_{uk} 与计算值 Q_{uk} 比较，

$\eta = \frac{Q'_{uk}}{Q_{uk}}$ ，将统计得到的 η 按 0.1 分位与其频数之间的关系， $\frac{Q'_{uk}}{Q_{uk}}$ 平均值及均方差 S_n 分别表示

于附图 2 中。



附图 1 异型桩平均侧摩阻力-截面形状影响系数关系



附图2 异型桩极限承载力计算/实测频数分布

对于不同土质条件土层，根据表 14.4.2-1 进行计算，并保守的取小值，纵向变截面预应力混凝土异型预制桩极限承载力截面影响系数可参考下表取值：

表 14.4.2-2 桩极限侧阻力标准值与提高系数

土的名称	土的状态		混凝土预制桩 (KPa)	截面影响系数
填土	—		22~30	1.14~1.18
淤泥	—		14~20	1.1~1.13
淤泥质土	—		22~30	1.14~1.18
黏性土	流塑	$I_L > 1$	24~40	1.15~1.23
	软塑	$0.75 < I_L \leq 1$	40~55	1.23~1.3
	可塑	$0.50 < I_L \leq 0.75$	55~70	1.3
	硬可塑	$0.25 < I_L \leq 0.50$	70~86	1.3
	硬塑	$0 < I_L \leq 0.25$	86~98	1.3
	坚硬	$I_L \leq 0$	98~105	1.3
红黏土	$0.7 < a_w \leq 1$		12~32	1.1~1.19
	$0.5 < a_w \leq 0.7$		32~74	1.19~1.3
粉土	稍密	$0.9 < e$	26~46	1.16~1.26
	中密	$0.75 \leq e \leq 0.9$	46~66	1.26~1.3
	密实	$e < 0.75$	66~88	1.3
粉细砂	稍密	$10 < N \leq 15$	24~48	1.15~1.27
	中密	$15 < N \leq 30$	48~66	1.27~1.3
	密实	$30 < N$	66~88	1.3
中砂	中密	$15 < N \leq 30$	54~74	1.3
	密实	$30 < N$	74~95	1.3
粗砂	中密	$15 < N \leq 30$	74~95	1.3
	密实	$30 < N$	95~116	1.3
砾砂	稍密	$5 < N_{63.5} \leq 15$	70~110	1.3
	中密(密实)	$15 < N_{63.5}$	116~138	1.3
圆砾、角砾	中密、密实	$10 < N_{63.5}$	160~200	1.3
碎石、卵石	中密、密实	$10 < N_{63.5}$	200~300	1.3
全风化软质岩	—	$30 < N \leq 50$	100~120	1.3
全风化硬质岩	—	$30 < N \leq 50$	140~160	1.3
强风化软质岩	—	$10 < N_{63.5}$	160~240	1.3
强风化硬质岩	—	$10 < N_{63.5}$	220~300	1.3

14.4.5 当采用预应力混凝土异型桩时，单桩竖向抗拔承载力特征值应符合下列规定：

- 1 工程重要性等级为一级工程应通过单桩竖向抗拔静载荷试验确定。
- 2 二、三级工程，如无当地经验时，可按下列式估算：

$$U_a = \beta_t \sum \lambda_i q_{\text{sin}} u_i l_i \quad (14.4.5)$$

式中： U_a ——单桩竖向抗拔承载力特征值（kN）；

β_t ——竖向抗压侧阻力截面影响系数，对于纵向不变截面异型桩 $\beta_t=1.0$ ；对于纵向变截面异型桩， β_t 可按本规范条文说明中表 14.4.2-1 取值。

15 岩土工程分析评价及勘察报告

15.1 一般规定

15.1.3 鉴于工程类别众多，各类工程所依据的技术标准各不相同，故岩土工程分析评价的内容和深度应符合所选标准的技术标准，以便评价具有针对性，利于设计等使用。

15.1.6 岩土工程勘察报告除满足设计和建设单位的要求外还应满足规范和标准的要求。

15.2 岩土工程分析评价

15.2.1 分析评价内容应根据工程类型与特点据实选用，有特殊要求时应增加相应的内容。必要时应对标准应用的范围加以说明。至于场地稳定性、适宜性评价主要是在前期勘察（可研、初勘）基础上进行，一次性详勘则应同时进行上述评价。地下水、地表水及其作用评价主要指其地下水、地表水本身赋存条件与相互作用，对岩土体和建构筑物的作用，按其机制可以划分为两类。一类是力学作用；另一类为物理化学作用。由于岩土条件的复杂性，物理化学作用有时难以定量计算，但通过分析，得出合理的评价。

15.2.2~ 15.2.17 各条列出了各类常见岩土工程评价内容要求，实际工程中注意根据工程特点和任务要求包含但并不限于所列内容。

15.3 岩土工程勘察报告

15.3.1 本条所列的内容是在一般情况下的要求，有特殊要求时应增加相应的内容。

1 拟建工程概况章节应写明工程名称、委托单位、勘察阶段、地理位置、工程结构类别与性质、工程结构规模、高度、地下室深度及控制线范围，拟采用的结构类型、基础型式和埋置深度等，以及大面积地面荷载、沉降及差异沉降的限制、振动荷载及振幅的限制等。当设计已明确勘察技术要求时，可引用其中相应条款；

2 勘察报告应包括勘察目的、任务要求和所依据的技术标准；

3 勘察方法、勘察工作量布置及实际完成情况可采用列表的形式加以说明，具体应包括下列内容：

1) 工程地质测绘或调查的范围、面积、比例尺，方法等；

2) 勘探点的布置原则、勘探方法及完成的工作量；

3) 原位测试和试验的种类、数量和方法；

4) 采用的取样器和取样方法，取样的数量和质量；

5) 岩、土、水、气的室内试验和完成情况；

6) 测量系统、引测依据及测量方法，测量系统包括坐标系统和高程系统；

4 场地工程地质条件章节应包括下列内容：

1) 场地地面高程、坡度、倾斜方向；

2) 场地地貌单元、微地貌形态及自然边坡稳定情况;

3) 在工程地质测绘与调查基础上, 结合外业勘探、原位测试和室内试验成果, 利用现行技术标准, 进行岩、土分层;

4) 对岩土名称、成因年代、物理力学特性、层理与结构特性的描述应符合标准要求, 特殊性岩土除描述相应土类规定的内容外, 应根据规定描述其特殊成分和特殊性质;

5) 岩石的坚硬程度、风化程度、结构构造, 岩体的起伏情况, 完整性、节理裂隙、产状、发育程度、延展性、粗糙度、闭合情况、充填物及透水性等;

5 场地埋藏的古河道、驳坎、抛石、浜沟、墓穴、古建筑遗址、地下人工洞室、地下管线、孤石等分布及对工程造成的影响, 并应提出处理建议;

6 在评述场地地下水埋藏、类型、水位及其变化、水和土对建筑材料的腐蚀性时应包括下列内容:

1) 地下水的类型, 勘察时的地下水位及变化趋势;

2) 当场地有多层含水层并对工程有影响时, 应分别提供各层的地下水位;

3) 必要时提供历史最高地下水位或近 3 年~5 年的最高地下水位, 说明地下水的补给、迳流和排泄条件, 地表水与地下水的水力联系, 地下水和地表水的污染源及其污染程度;

4) 判定土及地下水对建筑材料的腐蚀性;

5) 当水文地质条件对地基评价、基础抗浮和工程降水, 以及围岩稳定、边坡滑动等有重大影响时, 应建议进行专门的水文地质勘察;

7 勘察报告应分层提供各项物理力学性质指标, 并提出各项岩土参数;

15 场地浅部埋藏物对工程影响较大, 应探查清楚, 必要时建议安排施工勘察。

15.3.2 勘察报告应附的图表, 通常在勘察报告中不可缺少。

1 图件的比例尺选用要得当, 要保证最小的图件要素能表达清楚。如平面图图幅太大, 可用较小比例尺的全幅图加较大比例尺的分幅图表示;

2 各剖面图的比例尺宜一致, 如局部重要或欠清楚, 可用局部放大处理; 同一幅剖面图纵横方向比例尺宜一致, 如图幅受限制, 纵横方向比例尺之比不宜大于 2 或小于 0.5, 避免造成视觉失真而误判;

7 勘探点数据一览表中要注明坐标系统、高程系统; 说明测量基准点编号、坐标、高程的数值。

15.3.3~4 勘察报告可附的图表或附件可以根据具体需要选用或适当增减。

15.3.5 勘察文件中的图表如在浙江省《岩土工程勘察文件编制标准》中未作规定的, 可按其他有关规定执行, 并作相应的说明。

16 现场检验和监测

16.1 一般规定

16.1.1 所谓有特殊要求的工程，是指有特殊意义的，一旦损坏将造成生命财产重大损失，或产生重大社会影响的工程；对变形有严格限制的工程；采用新的设计施工方法，而又缺乏经验的工程。

16.1.2 监测工作对保证工程安全有重要作用，例如：建筑物的变形监测，基坑工程的监测，边坡和洞室稳定的监测，滑坡监测，崩塌监测，地下水监测等。当监测数据接近安全临界值时，必须加密监测，并迅速向有关方面报告，以便及时采取措施，保证工程和人身安全。

16.2 地基基础的检验和监测

16.2.1 天然地基的基坑(基槽)检验，是必须做的常规工作，通常由勘察人员会同建设、设计、施工、监理以及质量监督部门共同进行。下列情况应着重检验：

- 1 天然地基持力层的岩性、厚度变化较大时；桩基持力层顶面标高起伏较大时；
- 2 基础平面范围内存在两种或两种以上不同地层时；
- 3 基础平面范围内存在异常土质，或有坑穴、古墓、古遗址、古井、旧基础时；
- 4 场地存在破碎带、岩脉以及湮废河、湖、沟、浜时；
- 5 在雨期、冬期等不良气候条件下施工，土质可能受到影响时。

检验时，一般首先核对基础或基槽的位置、平面尺寸和坑底标高，是否与图纸相符。对土质地基，可用肉眼、微型贯入仪轻型动力触探等简易方法，检验土的密实度和均匀性，必要时可以在槽底普遍进行轻型动力触探。但坑底下埋有砂层，且承压水头高于坑底时，应特别慎重，以免造成冒水涌砂。当岩土条件与勘察报告出入较大或设计有较大变动时，可有针对性地进行补充勘察

16.2.2 桩长设计一般采用地层和标高双控制，并以勘察报告作为设计依据。但在工程实践中，实际地层情况与勘察报告不一致是常有的情况，故应通过试打试钻，检验岩土条件是否与设计时的一致，在工程桩施工时，也应密切注意是否有异常情况，以便及时采取必要的措施。

16.2.3 目前基坑工程的设计计算，还不能十分准确，无论计算模式还是计算参数，常常和实际情况不一致。为了保证工程安全，监测是非常必要的。通过对监测数据的分析，必要时可调整施工程序，调整支护设计。遇有紧急情况时，应及时分出警报以便采取应急措施。本条规定的5款是监测的基本内容，主要从保证基坑安全的角度提出的。为科研积累数据所需的检测项目，应根据需要另行考虑

监测数据应及时整理，及时报送，发现异常或趋于临界状态时，应立即向有关部门报告。

16.2.4 对于地下洞室，常需进行岩体内部的变形监测。可根据具体情况，在洞室顶部，洞壁水平部位，45°角部，采用机械钻孔埋设多点位移计，监测成洞时围岩的变形和成洞后围岩的

16.3 不良地质作用和地质灾害监测

16.3.3 岩溶对工程的最大危害是土洞和塌陷。而土洞和场院的下水的运动密切相关，特别是人工抽吸地下水，使地下水位急剧下降时，常常引发大面积的地面塌陷，故本条规定，岩溶土洞区监测工作的内容中，除了地面变形外，特别强调对地下水的监测。

16.3.4 滑坡体位移监测时，应建立平面和高程测量网，通过定期观测，确定位移边界，位移方向、位移速率和位移量。滑面未知的监测可采用钻孔测斜仪、单点或多点钻孔挠度计、钻孔伸长仪等进行，钻孔应穿过滑面、量测元件应穿过滑带。地下水对滑坡的活动极为重要，应根据滑坡体及其附近的水文条件精心布置，并应搜集当地的气象水文资料，以便对比分析。

对滑坡地点和规模的预报，应在搜集区域地质、地形地貌、气象水文、人类活动等资料的基础上，结合监测成果分析判定。对滑坡时间的预报，应在地点预报的基础上，根据滑坡要素的变化，结合地面位移和高程位移监测、地下水监测以及测斜仪、地音仪、测震仪、伸长计的监视进行分析判定

16.3.6 对采空区的地表移动和建筑物变形的观测工作，一般由矿产开采单位进行，勘察单位以收集资料为主。

16.4 地下水监测

16.4.1 地下水的动态变化，包括水位的季节变化和多年变化，人为因素造成的地下水的变化，水中化学成分的运移等，对工程的安全和环境的保护，常常是最重要最关键的因素，故本条作了相应的规定。

16.4.2 为工程建设进行的地下水监测，与区域性的地下水长期观测不同，监测要求随工程而异，不宜对监测工作的布置作具体而统一规定。

16.4.4 孔隙水压力和地下水压力的监测，应特别注意设备的埋设和保护，建立长期良好而稳定的工作状态。