

ICS  
CCS

# DB65

新疆维吾尔自治区地方标准

J00000—2024

DB65/T 8XXX—2024

## 新疆地区岩土工程勘察标准

Standards for investigation of geotechnical engineering in Xinjiang

(征求意见稿)

2024-00-00 发布

2024-00-00 实施

新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅  
新疆维吾尔自治区市场监督管理局

发布

新疆维吾尔自治区地方标准

# 新疆地区岩土工程勘察标准

Standards for investigation of geotechnical engineering in Xinjiang

J 00000—2024

DB/T 8XXX—2024

主编部门：新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅

批准部门：新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅

新疆维吾尔自治区市场监督管理局

实施日期：2024年00月00日

中国建材工业出版社

2024 北京

# 前 言

根据新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅、新疆维吾尔自治区市场监督管理局《关于发布 2022 年第一批自治区工程建设地方标准制（修）订计划的公告》（2022 年第 9 号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内其他省区先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分 15 章和 6 个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、建筑工程勘察、市政工程勘察、水文地质、特殊性岩土、不良地质作用、勘探和取样、原位测试、室内试验、水和土腐蚀性评价、现场检测和监测、岩土工程分析评价和成果报告、数字化记录、附录等。

本标准由新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅负责管理，由新疆建筑设计研究院股份有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送新疆建筑设计研究院股份有限公司（地址：乌鲁木齐市天山区光明路 125 号，邮编：830002，联系电话：0991-8809063，邮箱：[1051273580@qq.com](mailto:1051273580@qq.com)）。

主编单位：新疆建筑设计研究院股份有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

# 目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
3 基本规定	3
3.1 岩土分类	3
3.2 工程地质测绘和调查	10
3.3 勘察纲要	10
3.4 勘察质量管理	12
4 建筑工程勘察	13
4.1 一般规定	13
4.2 房屋建筑	15
4.3 既有建筑物改造	20
4.4 桩基础	23
4.5 基坑工程	25
4.6 边坡工程	28
5 市政工程勘察	32
5.1 一般规定	32
5.2 道路工程	36
5.3 桥涵工程	39
5.4 隧道、地下洞室	45
5.5 管线工程	50
5.6 给排水厂站工程	53
5.7 城市固体废弃物处理工程	58
5.8 综合管廊	64
6 水文地质	70

6.1	一般规定	70
6.2	地表水	72
6.3	量测地下水位	72
6.4	水文地质参数的确定	73
6.5	抗浮设防水位	75
7	特殊性岩土	76
7.1	湿陷性土	76
7.2	盐渍岩土	78
7.3	污染土	80
7.4	多年冻土	82
7.5	软土	86
7.6	膨胀岩土	88
7.7	填土	91
7.8	混合土	93
8	不良地质作用	95
8.1	采空区	95
8.2	崩塌	98
8.3	地震效应	100
8.4	风雪	102
9	勘探和取样	104
9.1	一般规定	104
9.2	钻探、井探	104
9.3	地球物理勘探	106
9.4	岩土、水试样的采取	107
9.5	钻孔电视	111
10	原位测试	112
10.1	一般规定	112
10.2	原位测试项目	112

11 室内试验	116
11.1 一般规定	116
11.2 土的物理力学性质试验要求	116
11.3 岩石试验	119
11.4 水和土的腐蚀性试验方法	120
12 水和土腐蚀性评价	122
12.1 一般规定	122
12.2 试验方法和测试项目	123
12.3 腐蚀性评价	124
13 现场检测和监测	129
13.1 一般规定	129
13.2 验槽	129
13.3 建筑变形测量	130
13.4 地下水监测	132
14 岩土工程分析评价和成果报告	134
14.1 一般规定	134
14.2 岩土参数的分析和选定	135
14.3 岩土工程分析评价	138
14.4 勘察成果报告基本内容与要求	140
15 数字化记录	144
15.1 一般规定	144
15.2 数字化文本记录	144
15.3 数字化影像记录	144
附录 A 岩土分类和鉴定	146
附录 B 圆锥动力触探锤击数修正	151
附录 C 静载试验-地锚反力法	154
附录 D 验槽及相关处理方法	156
附录 E 乌鲁木齐地质分区图	158

附录 F 新疆地区黄土分布图 .....	160
用词说明 .....	161
引用标准名录 .....	162
附：条文说明 .....	163

# 1 总 则

1.0.1 为保证建设工程安全及工程勘察质量，符合环境保护和高质量发展需求，提高投资效益，做到因地制宜、技术先进、经济合理，根据新疆地区的工程地质特点，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于房屋建筑和市政基础设施等建设工程项目的岩土工程勘察。

1.0.3 建设工程应根据不同阶段的要求进行工程勘察，勘察单位应提供资料真实、结构完整、评价合理、结论可靠、建议可行的勘察成果。

1.0.4 新疆地区岩土工程勘察，除应符合本标准外，尚应符合国家《工程勘察通用规范》(GB55017)及现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.0.1 勘察纲要 investigation project

根据拟建工程特点和场地工程地质条件，通过搜集、分析已有资料和现场踏勘，为指导工程勘察工作编制的大纲、方案。

### 2.0.2 黄土状粉土 loess-like silt

具有湿陷性黄土的大孔隙、湿陷性等特征，在一定压力下受水浸湿，产生显著附加下沉的粉土。

### 2.0.3 盐渍土 saline soil

易溶盐含量大于或等于 0.3%且小于 20%，并具有溶陷或盐胀工程特性的土。

### 2.0.4 盐渍土地基 saline soil foundation

地基受力层主要由盐渍土组成的地基。

### 2.0.5 盐渍土场地 saline soil field

由盐渍土地基和周边的盐渍土环境组成的建筑场地。

### 3 基本规定

#### 3.1 岩土分类

3.1.1 作为地基的岩土可分为岩石和土两大类。

3.1.2 岩石的分类和鉴定

1 岩石可按下列因素分类和分级

- 1) 按成因分为岩浆岩、沉积岩和变质岩。
- 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，应分别按表 3.1.2-1~表 3.1.2-3 执行。

表 3.1.2-1 岩石坚硬程度分类

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

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 当岩体完整程度为极破碎时，可不进行坚硬程度分类。

表 3.1.2-2 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：完整性指数为岩体弹性纵波速度与岩石弹性纵波速度之比的平方。

表 3.1.2-3 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
	I	II	III	IV	V

续表 3.1.2-3

完整程度 坚硬程度	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎
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

2 岩体基本质量应由岩石坚硬程度和岩体完整程度两个因素确定，可按本规范附录 A 表 A.0.1 和表 A.0.2 划分岩石的坚硬程度和岩体的完整程度。岩石的风化程度的划分可按本规范附录 A 表 A.0.3 执行。

3 按软化系数分为不软化岩石和软化岩石。当软化系数等于或小于 0.75 时，应定为软化岩石；当软化系数大于 0.75 时，应定为不软化岩石。

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、盐渍化岩石等。

4 岩石的描述应包括地质年代、地质名称、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结晶大小和结晶程度。

根据岩石质量指标 RQD，可分为好的（RQD>90）、较好的（RQD=75~90）、较差的（RQD=50~75）、差的（RQD=25~50）和极差的（RQD≤25）。

5 岩体的描述应包括结构面、结构体、岩层厚度和结构类型，并宜符合下列规定：

- 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、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 3.1.2-4 执行。

表 3.1.2-4 岩层厚度分类

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

6 对地下洞室和边坡工程，尚应确定岩体的结构类型。岩体结构类型的划分应按本规范附录 A 表 A.0.4 执行。

7 对岩体基本质量等级为 IV 级和 V 级的岩体，鉴定和描述除按本规范第 3.1.2-3 条～第 3.1.2-6 条执行外，应符合下列规定：

- 1) 对软岩和极软岩，应注意其可软化性、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，如断层、全风化等；
- 3) 应注意其开挖后进一步风化的特性。

### 3.1.3 土的分类和鉴定

1 晚更新世  $Q_3$  及其以前沉积的土，应定为老沉积土；第四纪全新世中近期沉积的土，应定为新近沉积土。根据地质成因，可划分为残积土、坡积土、洪积土、冲积土、淤积土、冰积土、冰碛土、多年冻土、风积土和人工填土等。土根据有机质含量分类，应按本规范附录 A 表 A.0.5 执行。

2 粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土，应定名为碎石土，并按表 3.1.3-1 进一步分类。

3 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 3.1.3-2 进一步分类。

表 3.1.3-1 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。

表 3.1.3-2 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。

4 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。

5 塑性指数大于 10 的土应定名为黏性土。

黏性土应根据塑性指数分为粉质黏土和黏土。塑性指数大于 10，且小于或等于 17 的土，应定名为粉质黏土；塑性指数大于 17 的土应定名为黏土。

6 除按颗粒级配或塑性指数定名外，土的综合定名应符合下

列规定：

- 1) 对特殊成因和年代的土类应结合其成因和年代特征定名；
- 2) 对特殊性土，应结合颗粒级配或塑性指数定名；
- 3) 对混合土，应冠以主要含有的土类定名；
- 4) 对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，宜定为“互层”；厚度比为  $1/10\sim 1/3$  时，宜定为“夹层”；厚度比小于  $1/10$  的土层，且多次出现时，宜定为“夹薄层”；
- 5) 当土层厚度大于  $0.5\text{m}$  时，宜单独分层。

7 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) 碎石土宜描述颗粒级配、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) 砂土宜描述颜色、矿物组成、颗粒级配、颗粒形状、细粒含量、湿度、密实度等；
- 3) 粉土宜描述颜色、包含物、湿度、密实度等；
- 4) 黏性土宜描述颜色、状态、包含物、土的结构等；
- 5) 特殊性土除描述上述相应土类规定的内容外，尚应描述其特殊成分和特殊性质，如对淤泥尚应描述嗅味，对填土尚应描述物质成分、堆积年代、密实度和均匀性等；
- 6) 对具有互层、夹层、夹薄层特征的土，尚应描述各层的厚度和层理特征；
- 7) 需要时可用目力鉴别描述土的光泽反应、摇振反应、干强度和韧性，按表 3.1.3-3 区分粉土和黏性土。

表 3.1.3-3 目力鉴别粉土和黏性土

鉴别项目	摇振反应	光泽反应	干强度	韧性
粉土	迅速、中等	无光泽反应	低	低
黏性土	无	有光泽、稍有光泽	高、中等	高、中等

8 碎石土的密实度可根据圆锥动力触探锤击数按表 3.1.3-4 或表 3.1.3-5 确定，表中的  $N_{63.5}$  和  $N_{120}$  应按本规范附录 B 修正。定性描述可按本规范附录 A 表 A.0.6 的规定执行。

表 3.1.3-4 碎石土密实度按  $N_{63.5}$  分类

重型动力触探锤击数 $N_{63.5}$ (修正值)	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
$N_{63.5} > 20$	密 实

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

表 3.1.3.-5 碎石土密实度按  $N_{120}$  分类

超重型动力触探锤击数 $N_{120}$ (修正值)	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
$N_{120} > 14$	很 密

9 砂土的密实度应根据标准贯入试验锤击数实测值  $N$  划分为密实、中密、稍密和松散，并应符合表 3.1.3-6 的规定。当用静力触探探头阻力划分砂土密实度时，可根据当地经验确定。

表 3.1.3-6 砂土密实度分类

标准贯入锤击数 N (实测值)	密实度	标准贯入锤击数 N (实测值)	密实度
$N \leq 10$	松 散	$15 < N \leq 30$	中 密
$10 < N \leq 15$	稍 密	$N > 30$	密 实

10 粉土的密实度应根据孔隙比  $e$  划分为密实、中密和稍密；其湿度应根据含水量  $w$  (%) 划分为稍湿、湿、很湿。密实度和湿度的划分应分别符合表 3.1.3-7 和表 3.1.3-8 的规定。

表 3.1.3-7 粉土密实度的分类

孔 隙 比 $e$	密 实 度
$e < 0.75$	密 实
$0.75 \leq e \leq 0.90$	中 密
$e > 0.9$	稍 密

注：当有经验时，也可用原位测试或其他方法划分粉土的密实度。

表 3.1.3-8 粉土湿度的分类

含 水 量 $w$ (%)	湿 度
$w < 20$	稍 湿
$20 \leq w \leq 30$	湿
$w > 30$	很 湿

11 黏性土的状态应根据液性指数  $I_L$  划分为坚硬、硬塑、可塑、软塑和流塑，并应符合表 3.1.3-9 的规定。

表 3.1.3-9 黏性土状态的分类

液 性 指 数	状 态	液 性 指 数	状 态
$I_L \leq 0$	坚 硬	$0.75 < I_L \leq 1$	软 塑
$0 < I_L \leq 0.25$	硬 塑	$I_L > 1$	流 塑
$0.25 < I_L \leq 0.75$	可 塑		

## 3.2 工程地质测绘和调查

3.2.1 工程地质测绘和调查宜在工程建设新区的可行性研究或初步勘察阶段进行。

3.2.2 工程地质测绘和调查，宜包括下列内容：

- 1 搜集场地地形图、地质图和卫星影像等；
- 2 调查场地地貌特征，划分地貌单元；
- 3 调查因自然或人为活动形成的滑坡、崩塌、采空区、填土等不良地质作用和特殊岩土，并进行实地测绘；
- 4 调查地表水及地下水的类型、补给来源、排泄条件等；
- 5 周边工程建设经验。

## 3.3 勘察纲要

3.3.1 工程勘察应在搜集、分析已有资料和现场踏勘的基础上，根据勘察目的、任务和现行相应技术标准的要求，针对拟建工程特点和场地工程地质条件编制勘察纲要，当合同、协议、招标文件及勘察任务委托书有明确要求时，应满足约定的技术要求。

3.3.2 详细勘察阶段勘察纲要编制前宜收集以下资料：

- 1 项目合同文件或委托书；
- 2 执行的相关技术标准；
- 3 现场踏勘，取得建设场地的条件，包括地理位置、地貌单元、场地现状以及交通、用水、用电等勘察施工条件；
- 4 场地周边已有工程地质资料；
- 5 设计提供的拟建项目的平面布置图、竖向设计、结构型式、荷载、变形要求、基础埋深等参数；
- 6 项目的地形图、坐标及高程测量依据。工程勘察项目测绘宜采用 2000 国家大地坐标系和 1985 国家高程基准，亦可采用项

目所在城市使用的平面坐标系统及高程基准，也可采用独立的平面坐标系统及高程基准。

### 3.3.3 勘察纲要应包括下列内容：

- 1 工程概况；
- 2 概述拟建场地环境、工程地质条件、附近参考地质资料(如有)；
- 3 勘察目的、任务要求及需解决的主要技术问题；
- 4 执行的技术标准；
- 5 选用的勘探方法；
- 6 勘察工作布置；
- 7 勘探完成后的现场处理；
- 8 拟采取的质量控制、安全保证和环境保护措施；
- 9 拟投入的仪器设备、人员安排、勘察进度计划等；
- 10 勘察安全、技术交底及验槽等后期服务；
- 11 拟建工程勘探点平面布置图。

### 3.3.4 勘察纲要中勘察工作布置应包括下列内容：

- 1 需要进行工程地质测绘和调查时，应明确测绘范围、比例尺、测绘方法；
- 2 钻探(井探、槽探、洞探)布置；
- 3 地球物理勘探、原位测试的方法和布置；
- 4 取样方法和取样器选择，采取岩样、土样和水样，样品的存储、保护和运输要求；
- 5 室内岩、土、水试验内容、方法与数量。

3.3.5 当勘察纲要中拟定的勘察工作不能满足任务要求时，应及时调整勘察纲要或编制补充勘察纲要。

3.3.6 勘察纲要及其变更应由勘察项目负责人签字。

### 3.4 勘察质量管理

- 3.4.1 勘察企业应在资质等级许可的范围内从事勘察业务。
- 3.4.2 勘察工作应当满足勘察质量管理体系和质量责任制度要求，建立勘察工作质量责任可追溯措施。
- 3.4.3 勘察项目负责人、审核人、审定人及有关技术人员应当具有相应的注册执业资格或者技术职称。
- 3.4.4 钻探、取样的机具设备、原位测试、室内试验及测量仪器等应当符合有关规范、规程和计量标准的要求。
- 3.4.5 外业记录、原位测试、土工试验等必须真实、准确，勘察文件应当符合国家规定的勘察深度要求。
- 3.4.6 工程勘察文件和勘探、试验、测试原始记录及成果等应归档保存，保存期限应当不少于工程的设计使用年限。
- 3.4.7 勘察文件必须经施工图审查机构审查合格后，方可用于工程建设。

## 4 建筑工程勘察

### 4.1 一般规定

4.1.1 本章适用于各类房屋建筑、构筑物以及相关的既有建筑物改造、桩基工程、基坑工程和地基处理等。

4.1.2 勘察工作应按不同勘察阶段的要求，搜集拟建建筑物和场地相关资料，在充分搜集分析利用已有勘察资料、现场踏勘的基础上，综合确定勘察工作量，编制勘察纲要，以取得符合建筑工程勘察要求的勘察成果。

4.1.3 岩土工程勘察方法与手段包括踏勘、工程地质测绘与调查、勘探与取样、原位测试及室内试验等。应根据勘察目的和任务，考虑场地实际，结合以上各种方法的应用范围和使用条件，采取优势互补的原则，采用综合勘察方法，准确查明场地工程地质条件。

4.1.4 建筑工程勘察应根据工程的重要性、场地复杂程度和岩土条件复杂程度进行勘察等级划分，并应符合下列规定：

1 建筑工程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，可分为三个工程重要性等级：

表 4.1.4-1 工程的重要性等级

工程重要性等级	一级	二级	三级
工程类别	重要工程	一般工程	次要工程
破坏后果	很严重	严重	不严重

2 根据场地的复杂程度，可按下列规定分为三个场地等级：

表 4.1.4-2 场地的复杂程度等级

场地等级	抗震地段	不良地质作用	地质环境	地形地貌	地下水
一级（复杂场地）	危险	强烈发育	强烈破坏	复杂	复杂

续表 4.1.4-2

场地等级	抗震地段	不良地质作用	地质环境	地形地貌	地下水
二级（中等复杂场地）	不利	一般发育	一般破坏	较复杂	简单
三级（简单场地）	一般、有利	不发育	未受破坏	简单	无

注：1 从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足的为准；

2 对建筑抗震危险、不利、一般和有利地段的划分，应按《建筑抗震设计规范》（GB50011）的规定确定；

3 地下水复杂是指对工程有影响的多层地下水、岩溶裂隙水或其他水文地质条件复杂，需专门研究的场地；简单是指基础位于地下水水位以上；无是指地下水对工程无影响。

3 根据地基的复杂程度，可按下列规定分为三个地基等级：

表 4.1.4-3 地基等级

地基等级		一级(复杂地基)	二级(中等复杂地基)	三级(简单地基)
非特殊性岩土	岩土种类	多	较多	单一
	岩土均匀性、岩土工程性质	很不均匀、性质变化大	不均匀、性质变化较大	均匀、性质变化不大
	是否需要特殊处理	需要	否	否
特殊性岩土	湿陷性土	自重湿陷土、III级非自重湿陷土	I级、II级非自重湿陷性	否
	膨胀岩土	III级	I级、II级	否
	盐渍土	强、超强	弱、中	否
	污染土（工程特性影响程度）	大	轻微、中等	否
	多年冻土	是	否	否
	专门处理的岩土（存在多种不同的特殊性岩土）	是	否	否

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

甲级 在工程重要性、场地复杂性和地基复杂性等级中，有一项或多项为一级；

乙级 除甲级和丙级以外的勘察项目；

丙级 工程重要性、场地复杂性和地基复杂性等级均为三级。

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

## 4.2 房屋建筑

4.2.1 房屋建筑和构筑物(以下简称建筑物)的岩土工程勘察，应在搜集建筑物上部荷载、功能特点、结构类型、基础形式、埋置深度和变形限制等方面资料的基础上进行。其主要工作内容应符合下列规定：

1 查明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以及不良地质作用等；

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 对于抗震设防烈度等于或大于 6 度的场地，进行场地与地基的地震效应评价。

4.2.2 建筑物的岩土工程勘察宜分阶段进行，可行性研究勘察应符合选择场址方案的要求；初步勘察应符合初步设计的要求；详细勘察应符合施工图设计的要求；场地条件复杂或有特殊要求的工程，宜进行施工勘察。

场地较小且无特殊要求的工程可合并勘察阶段。当建筑物平

面布置已经确定，且场地或其附近已有岩土工程资料时，可根据实际情况，直接进行详细勘察。

4.2.3 可行性研究勘察，应对拟建场地的稳定性和适宜性作出评价；初步勘察应对场地内拟建建筑地段的稳定性作出评价。其工作内容应符合现行国家规范《岩土工程勘察规范》（GB 50021）的要求。

4.2.4 详细勘察应按单体建筑物或建筑群提出详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数；对建筑地基作出岩土工程评价，并对地基类型、基础形式、地基处理、基坑支护、工程降水和不良地质作用的防治等提出建议。主要应进行下列工作：

1 工程勘察之前应向建设单位搜集附有坐标和地形的建筑总平面图，场区的地面整平标高，建筑物的性质、规模、荷载、结构特点、基础形式、埋置深度，地基允许变形等资料；

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

3 应查明建筑范围内岩土层的类型、深度、分布、工程特性，分析和评价地基的稳定性、均匀性和承载力；

4 对需进行沉降计算的建筑物，提供地基变形计算参数，预测建筑物的变形特征；

5 应查明埋藏的河道、沟浜、洞穴、孤石等对工程不利的埋藏物；

6 应查明地下水的类型、埋藏条件、补给、径流及排泄条件，提供地下水位及其变化幅度；

7 在季节性冻土地区，提供场地土的标准冻结深度；

8 判定水和土对建筑材料的腐蚀性；

9 应详细分析评价场地和地基的地震效应；

10 解决初步勘察中遗留的问题，并提出针对性的意见；

11 应分析地质条件可能造成的工程风险，提出防治措施的建议。

议。

4.2.5 详细勘察应论证地下水在施工期间对工程和环境的影响。对情况复杂的重要工程，需论证使用期间水位变化和需提出抗浮设防水位时，应进行专门研究。

4.2.6 对勘察期间勘探深度范围内未见地下水的场地，宜根据场地地形地貌及地层岩性的分布特征，分析水文地质条件变化对工程建设和使用的影响，提出预防措施建议。

4.2.7 详细勘察勘探点的间距宜根据建筑地基的复杂程度按表 4.2.7 确定。

表 4.2.7 详细勘察勘探点的间距 (m)

地基复杂程度	一级 (复杂)	二级 (中等复杂)	三级 (简单)
勘探点间距	10 ~15	15 ~30	30~ 50

注：在有充分地区经验时，对丙级岩土工程勘察项目，勘探点间距可以适当放宽，但最大间距不得超过 70m。

4.2.8 详细勘察的勘探点布置，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建筑物或建筑群的范围布置；

2 同一建筑范围内的主要受力层或有影响的下卧层起伏较大时，应加密勘探点，查明其变化；

3 建筑物范围内的各地貌单元，地形变化及地貌单元交界处，应有勘探点控制；

4 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；

5 控制性勘探孔不应少于勘探孔总数的 1/3；

6 勘探手段宜采用钻探与触探相配合，在复杂地质条件、湿陷性土、膨胀岩土、风化岩和残积土地区，宜布置适量探井。

4.2.9 详细勘察的单栋高层建筑勘探点的布置，应满足对地基均匀性评价的要求；对勘察等级为甲级的勘探点数量不应少于 5 个，

乙级不应少于 4 个；控制性勘探点的数量，对勘察等级为甲级的不应少于 3 个，乙级不应少于 2 个。对高层建筑群每栋建筑物至少应有 1 个控制性勘探点；高层建筑群可按建筑物并结合方格网布设勘探点，相邻的高层建筑，勘探点可互相共用，控制性勘探点的数量不应少于勘探点总数的 1/2。

4.2.10 详细勘察的勘探深度自设计基础底面算起。控制性勘探孔深度应满足场地和地基稳定性分析、变形计算的要求；一般性勘探孔深度应满足承载力评价的要求。具体应符合下列规定：

1 勘探孔深度应能控制地基主要受力层；当基础底面宽度不大于 5m 时，勘探孔的深度对条形基础不应小于基础底面宽度的 3 倍，对单独柱基不应小于 1.5 倍，且不应小于 5m；

2 对高层建筑和需作变形验算的地基，控制性勘探孔的深度应超过地基变形计算深度；高层建筑的一般性勘探孔应达到基底下 0.5~1.0 倍的基础宽度，并深入稳定分布的地层；

3 对仅有地下室的建筑或高层建筑的裙房，当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 当有大面积地面堆载或软弱下卧层时，应适当加深控制性勘探孔的深度；

5 在上述规定深度范围内遇基岩或厚层碎石土等稳定地层时，勘探孔深度可适当调减。

4.2.11 详细勘察的勘探孔深度，除应符合第 4.2.10 条的要求外，尚应符合下列规定：

1 地基变形计算深度，对中、低压缩性土可取附加压力等于上覆土层有效自重压力 20% 的深度；对于高压缩性土层可取附加压力等于上覆土层有效自重压力 10% 的深度；

2 建筑总平面内的裙房或仅有地下室部分（或当基底附加压力  $p_0 \leq 0$  时）的控制性勘探孔的深度可适当减小，但应深入稳定分布地层，且根据荷载和土质条件不宜小于基底下（0.5~1.0）倍

基础宽度；

3 当需进行地基整体稳定性验算时，控制性勘探孔深度应根据具体条件满足验算要求；

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 当采用桩基时，勘探孔的深度应满足本规范第 4.4 节的要求；评价场地地震效应的勘探孔的深度应符合本规范第 8.5 节的规定。

4.2.12 地基处理勘察工作内容应根据拟采用的地基处理方法、工程地质条件和荷载条件等综合确定，勘探孔深度应满足地基承载力、变形计算和稳定性分析评价要求。

4.2.13 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，并符合下列规定：

1 采取土试样和进行原位测试的勘探孔的数量，应根据地层结构、地基土的均匀性和工程特点确定，且不应少于勘探孔总数的 1/2，钻探取土试样孔的数量不应少于勘探孔总数的 1/3；

2 单栋高层建筑采取不扰动土试样和原位测试勘探点的数量不宜少于全部勘探点总数的 2/3，对勘察等级甲级不宜少于 4 个，对乙级不宜少于 3 个；同一建筑场地当有多栋高层建筑时，每栋建筑的数量可适当减少；

3 每个场地每一主要土层的原状土试样数量或原位测试数据不应少于 6 件（组），当采用连续记录的静力触探或动力触探为主要勘察手段时，每个场地不应少于 3 个孔；

4 在地基主要受力层内，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；

5 当土层性质不均匀时，应增加取土试样或原位测试数量。

4.2.14 室内试验应根据工程具体要求和岩土工程分析评价的需要确定，并符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定。

4.2.15 基坑或基槽开挖后,岩土条件与勘察资料不符或发现必须查明的异常情况时,应进行施工勘察;在工程施工或使用期间,当地基土、边坡体、地下水等发生未曾估计到的变化时,应进行监测,并对工程和环境的影响进行分析评价。

### 4.3 既有建筑物改造

4.3.1 既有建筑物的增载和保护的岩土工程勘察应符合下列要求:

1 收集原始岩土工程勘察报告,建筑物的荷载、结构特点、功能特点和完好程度资料,基础类型、埋深、平面位置,基底压力和变形观测资料;场地及其所在地区的地下水开采历史,水位降深、降速,地面沉降、形变,地裂缝的发生、发展等资料;

2 评价建筑物的增层、增载和邻近场地大面积堆载对建筑物的影响时,应查明地基土的承载力,增载后可能产生的附加沉降和沉降差;对建造在斜坡上的建筑物尚应进行稳定性验算;

3 对建筑物接建或在其紧邻新建建筑物,应分析新建建筑物在既有建筑物地基土中引起的应力状态改变及其影响;

4 评价地下水抽降对建筑物的影响时,应分析抽降引起地基土的固结作用和地面下沉、倾斜、挠曲或破裂对既有建筑物的影响,并预测其发展趋势;

5 评价基坑开挖对邻近既有建筑物的影响时,应分析开挖卸载导致的基坑底部剪切隆起,因坑内外水头差引发管涌,坑壁土体的变形与位移、失稳等危险;同时还应分析基坑降水引起的地面不均匀沉降的不良环境效应;

6 评价基坑开挖对邻近既有建筑物的影响时,应分析开挖卸载导致的基坑底部剪切隆起,因坑内外水头差引发管涌,坑壁土体的变形与位移、失稳等危险;同时还应分析基坑降水引起的地面不均匀沉降的不良环境效应。

4.3.2 建筑物的增层、增载和邻近场地大面积堆载的近位岩土工程勘察应包括下列内容：

1 分析地基土的实际受荷程度和既有建筑物结构、材料状况及其适应新增荷载和附加沉降的能力；

2 勘探点应紧靠基础外侧近位布置，有条件时宜在基础中心线布置，每栋单独建筑物的勘探点不宜少于3个；在基础外侧适当距离处，宜布置一定数量勘探点；

3 勘探点布设前应明确周边管网布置情况，如有管网渗漏水或其他异常点，应增设勘探点；

4 勘探方法以适宜探明地基的岩土性能和地基承载力为主，并应核查地基土在原有建筑荷载与“新增临近建筑”（条文说明）荷载的综合作用下的变形情况。可采用或综合采用探井、钻探、静力触探、旁压试验等方法；

5 勘探点取土和旁压试验的间距，在基底以下一倍基宽的深度范围内宜为0.5m，超过该深度时可为1m；必要时，应专门布置探井查明基础类型、尺寸、材料和地基处理等情况；

6 采用探井方法时，地下水位宜在基础底面以下。主揭露面应包括基础侧面及部分地基土，明确基础与地基土的同时，探明基础与地基土的接触情况，必要时可在探井内做深层载荷试验或其他原位测试；

7 压缩试验成果中应有 $e-\lg p$ 曲线，并提供先期固结压力、压缩指数、回弹指数和与增荷后土中垂直有效压力相应的固结系数，以及三轴不固结不排水剪切试验成果；当拟增层数较多或增载量较大时，应作载荷试验，提供主要受力层的比例界限荷载、极限荷载、变形模量和回弹模量；

8 岩土工程勘察报告应着重对增载后的地基土承载力进行分析评价，预测可能的附加沉降和差异沉降，提出关于设计方案、施工措施和变形监测的建议。

#### 4.3.3 建筑物接建、邻建的岩土工程勘察应符合下列要求：

1 除应符合本规范第 4.3.2 条第 1 款的要求外，尚应评价建筑物的结构和材料适应局部挠曲的能力；

2 除按本规范第 4.1 节的有关要求对新建建筑物布置勘探点外，尚应为研究接建、邻建部位的地基土、基础结构和材料现状布置近位勘探点，其中应有探井或静力触探孔，其数量不宜少于 3 个，取土间距宜为 1m；

3 压缩试验成果中应有  $e$ - $\lg p$  曲线，并提供先期固结压力、压缩指数、回弹指数和与增荷后土中垂直有效压力相应的固结系数，以及三轴不固结不排水剪切试验成果；

4 岩土工程勘察报告应评价由新建部分的荷载在既有建筑物地基土中引起的新的压缩和相应的沉降差；评价新基坑的开挖、降水、设桩等对既有建筑物的影响，提出设计方案、施工措施和变形监测的建议。

#### 4.3.4 评价地下水抽降影响的岩土工程勘察应符合下列要求：

1 研究地下水抽降与含水层埋藏条件、可压缩土层厚度、土的压缩性和应力历史等的关系，作出评价和预测；

2 勘探孔深度应超过可压缩地层的下限，并应取土试验或进行原位测试；

3 压缩试验成果中应有  $e$ - $\lg p$  曲线，并提供先期固结压力、压缩指数、回弹指数和与增荷后土中垂直有效压力相应的固结系数，以及三轴不固结不排水剪切试验成果；

4 岩土工程勘察报告应分析预测场地可能产生地面沉降、变形、破裂及其影响，提出保护既有建筑物的措施。

#### 4.3.5 评价基坑开挖对邻近建筑物影响的岩土工程勘察应符合下列要求：

1 搜集分析既有建筑物适应附加沉降和差异沉降的能力，与拟挖基坑在平面与深度上的位置关系和可能采用的降水、开挖与

支护措施等资料；

2 查明降水、开挖等影响所及范围内的地层结构，含水层的性质、水位和渗透系数，土的抗剪强度、变形参数等工程特性；

3 岩土工程勘察报告除应符合本规范第 4.8 节的要求外，尚应着重分析预测坑底和坑外地面的卸荷回弹，坑周土体的变形位移和坑底发生剪切隆起或管涌的危险，分析施工降水导致的地面沉降的幅度、范围和对邻近建筑物的影响，并就安全合理的开挖、支护、降水方案和监测工作提出建议。

4.3.6 评价地下开挖对建筑物影响的岩土工程勘察应符合下列要求：

1 分析已有勘察资料，必要时应做补充勘探测试工作；

2 分析沿地下工程主轴线出现槽形地面沉降和在其两侧或四周的地面倾斜、挠曲的可能性及其对两侧既有建筑物的影响，并就安全合理的施工方案和保护既有建筑物的措施提出建议；

3 提出对施工过程中地面变形、围岩应力状态、围岩或建筑物地基失稳的前兆现象等进行监测的建议。

## 4.4 桩基础

4.4.1 桩基岩土工程勘察应包括下列内容：

1 查明场地各层岩土的分布、物理力学性质和变化规律；

2 当采用基岩作为桩的持力层时，应查明基岩的岩性、构造、岩面变化、风化程度，确定其坚硬程度、完整程度和基本质量等级，判定有无洞穴，临空面、破碎岩体或软弱岩层；

3 查明水文地质条件，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；

4 查明不良地质作用，可液化土层和特殊性岩土的分布及其对桩基的危害程度，并提出防治措施建议；

5 评价成（沉）桩可能性，论证桩的施工条件及其对环境的

影响。

#### 4.4.2 勘探点间距应符合下列规定：

1 对端承桩宜为 12m~24m，对摩擦桩宜为 20m~35m，当岩土条件，持力层顶面坡度大于 10%且影响桩基方案选择或成桩时，勘探点应适当加密；

2 复杂地基的一柱一桩工程，宜每柱设置勘探点。

4.4.3 桩基工程勘察宜采用钻探、触探以及其他原位测试相结合的方式，对软土、粘性土、粉土和砂土，宜采用静力触探和标准贯入试验；对碎石土宜采用重型或超重型圆锥动力触探；对岩溶发育场地，宜辅以有效的地球物理勘探手段。

#### 4.4.4 勘探孔的深度应符合下列规定：

1 一般性勘探孔的深度应达到预计桩长以下 3~5d（d 为桩径），且不得小于 3m；对直径大于 800 mm 的桩，不得小于 5m；

2 控制性勘探孔深度应满足下卧层验算要求；需要验算沉降时，孔深尚应满足地基变形验算要求；

3 钻至预计深度遇软弱层时，应予加深并穿过软弱层；在预计勘探孔深度内遇稳定密实岩土时，可适当减小；

4 对嵌岩桩，一般性勘探孔应钻入预计嵌岩面以下 1 d~3d 且不小于 3m，控制性勘探孔应钻入预计嵌岩面以下 3 d~5d（d 为桩径）且不小于 5m。对岩溶及岩体破碎带地区，勘探孔应穿过溶洞、破碎带进入稳定岩层，进入深度应满足上述要求；

5 对可能涉及多种桩长方案时，孔深应满足不同桩基方案比选的要求。

#### 4.4.5 岩土室内试验应满足下列要求：

1 对需估算桩的侧阻力、端阻力和验算下卧层强度时，可进行三轴剪切试验或无侧限抗压强度试验；

2 对需估算沉降的桩基工程，应进行压缩试验，试验最大压力应大于上覆自重压力与附加压力之和；

3 当桩端持力层为基岩时，应采取岩样进行饱和单轴抗压强度试验，必要时应进行软化试验；对软岩和极软岩，可进行天然湿度的单轴抗压强度试验。对无法取样的破碎和极破碎的岩石，宜进行原位测试。

4.4.6 应根据岩土性质、原位测试成果并结合当地经验综合确定桩基岩土参数。对重要的建（构）筑物、地基条件复杂的工程和缺乏经验的地区，应建议进行现场竖向静载荷试验。对承受较大水平荷载的桩，应建议进行桩的水平载荷试验；对承受上拔力的桩，应建议进行抗拔试验。

4.4.7 桩基工程的岩土工程勘察报告除应符合本规范第 14 章的要求，尚应包括下列内容：

1 提供可选的桩基类型和桩端持力层；提出桩长、桩径方案的建议；

2 提供岩土的基桩侧阻力、端阻力和单桩竖向承载力。必要时估算水平承载力和抗拔承载力；

3 当有软弱下卧层时，验算软弱下卧层强度；

4 对需要进行沉降计算的工程，应提供压缩层范围内各层岩土的变形参数；必要时，应进行桩基沉降量估算；

5 对填土、湿陷性土、液化土，应分析桩侧产生负摩阻力的可能性及其对桩基承载力的影响，并提出相关建议；

6 分析成（沉）桩的可能性，成桩和挤土效应的影响，并提出预处理的建议；

7 持力层为倾斜地层，基岩面凹凸不平或岩土中有洞穴时，应评价桩的稳定性，并提出处理措施。

## 4.5 基坑工程

4.5.1 当基坑工程安全等级为一级时应进行基坑工程专项勘察。在初步勘察阶段，应根据基坑开挖深度、岩土工程条件、周边环境

境条件，初步判定开挖可能发生的问题，提出与基坑支护、地下水控制相关的勘察分析评价内容和初步建议；在详细勘察阶段，应根据开挖深度、岩土和地下水条件以及环境要求，分析评价可能的岩土工程问题和环境影响，提出相关岩土参数、基坑侧壁加固支护、地下水控制及环境保护的建议和安全监控的要求。应针对基坑工程设计的要求进行勘察；在施工阶段，必要时尚应进行补充勘察。

4.5.2 基坑工程勘察前，应取得委托方提供的下列资料：

- 1 拟勘察项目基坑的外轮廓线，开挖深度；
- 2 周边道路和各类地下管线的资料；
- 3 邻近地下工程的基本情况；
- 4 邻近建（构）筑物的结构类型、层数、地基与基础类型、埋深、持力层等资料；
- 5 周边地表水汇集、排泄以及地下管网渗漏情况。

4.5.3 基坑工程勘察，应进行环境状况的调查，查明邻近建筑物和地下设施的现状、结构特点以及对开挖变形的承受能力。在城市地下管网密集分布区，可通过地理信息系统或其他档案资料了解管线的类别、平面位置、埋深和规模，必要时应采用有效方法进行地下管线探测。

4.5.4 基坑工程勘察的范围、深度以及勘探点间距的布设应根据场地岩土工程条件和基坑开挖深度结合基坑设计要求确定。并应符合下列规定：

- 1 勘察的平面范围宜超出开挖边界外开挖深度的2倍。在深厚软土区，勘察深度和范围尚应适当扩大。在开挖边界外，勘察手段以调查研究、搜集已有资料为主，复杂场地和斜坡场地应布置适量的勘探点；

- 2 勘察深度不宜小于开挖深度的2倍，并应穿过软弱土层和饱和松散砂层。若在此深度内遇到坚硬粘性土、碎石土和岩层，

可根据岩土类别和支护设计要求适当减少深度；

3 勘探点的间距宜为 15 米-30 米，且每一侧边的剖面线勘探点不宜少于 3 个。当场地存在深厚填土、软土、暗沟、暗塘等特殊地段，应适当加密勘察点，查明其分布和工程特性。

4.5.5 在受基坑开挖影响和可能设置支护结构的范围内，应查明岩土分布，分层提供支护设计所需的抗剪强度指标。土的抗剪强度试验方法，应与基坑工程设计要求一致，符合设计采用的标准，并应在勘察报告中说明。

4.5.6 当场地水文地质条件复杂，在基坑开挖过程中需要对地下水进行控制（降水或阻隔），且已有资料不能满足要求时，应进行专门的水文地质勘察。

4.5.7 当基坑开挖可能产生流砂、流土、管涌等渗透性破坏时，应有针对性地进行勘察，分析评价其产生的可能性及对工程的影响。当基坑开挖过程中有渗流时，地下水的渗流作用宜通过渗流计算确定。

4.5.8 在特殊性岩土分布区进行基坑工程勘察时，可参照本标准第 7 章的规定进行勘察，对软土的蠕变和长期强度，软岩和极软岩的失水崩解，膨胀土的膨胀性和裂隙性以及非饱和土增湿软化等对基坑的影响进行分析评价。

4.5.9 在特殊性岩土分布区进行基坑工程勘察时，可参照本标准第 7 章的规定进行勘察，对软土的蠕变和长期强度，软岩和极软岩的失水崩解，膨胀土的膨胀性和裂隙性以及非饱和土增湿软化等对基坑的影响进行分析评价。

4.5.10 基坑工程勘察应提供有关岩土参数和勘察分析建议：

- 1 基坑侧壁的局部稳定性、整体稳定性和坑底抗隆起稳定性；
- 2 坑底和侧壁的渗透稳定性；
- 3 挡土结构和基坑可能发生的变形；
- 4 降水效果和降水对环境的影响；

5 开挖和降水对邻近建筑物和地下设施的影响。

4.5.11 基坑工程岩土工程勘察报告应包括下列内容：

1 与基坑开挖有关的场地条件、基坑工程特点、地层与岩土条件、地下水条件和环境条件；

2 提出与基坑支护结构选型、安全稳定性计算分析和设计的相关岩土参数和建议；

3 提出地下水控制方法，与控制方法相关的水文地质参数和建议；

4 提出在基坑开挖、支护和使用期间，防治施工岩土工程问题、防控环境风险的产生与发展的建议；

5 提出施工阶段的基坑工程及其周边环境安全风险监控的建议；

6 评价地质条件可能造成的工程风险；

7 根据地层条件对肥槽回填材料和施工方法提出建议。

## 4.6 边坡工程

4.6.1 当拟建场地附近存在边坡或工程建设中形成边坡且对建（构）筑物存在安全影响时，应进行边坡工程勘察。

4.6.2 边坡工程按其破坏后造成后果的严重性、边坡类型和坡高等因素，按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330)，工程安全等级划分为一级、二级和三级。

4.6.3 边坡岩土工程勘察前应取得下列资料：

1 附有坐标和地形的拟建工程的总平面布置图；

2 与边坡有关建（构）筑物底层（地下室）平、剖面图及基底标高、基础形式、荷载、持力层；

3 拟建场地的整平标高和挖方、填方情况；

4 边坡高度、坡底高程和边坡平面尺寸；

5 场地及其附近已有的勘察资料和边坡支护型式与参数；

6 边坡及其周边地区的场地条件、环境条件及地震资料；

7 收集相关气象资料、最大降雨（雪）强度和十年一遇的最大降雨量，研究降雨及春季融雪水对边坡稳定性的影响；

8 收集历史最高水位资料，调查可能影响边坡水文地质条件的工业和市政管线、水库、江河等水源因素以及相关水库的水位调度方案资料等。

#### 4.6.4 边坡的工程地质测绘与调查应符合下列要求：

1 调查边坡的整体稳定情况，其范围应包括可能对场地稳定性有影响的全部边坡地段。地形图比例尺需根据场地大小及复杂程度采用 1:500~1:2000；

2 调查在边坡稳定影响范围内的建（构）筑物、道路、各类管线分布、类别、埋深、管径大小等基本情况，将其绘制到工程地质平（断）面图中；

3 调查边坡的形态特征。查明有无滑坡、错落、崩塌和危岩等不良地质作用，研究其形成条件，并确定其对建设场地的影响程度；

4 调查边坡的岩土成因、类型、分布、形状，覆盖层的厚度，基岩面形态和坡度，岩石风化程度，岩体完整程度等；

5 调查岩体结构面（含软弱夹层）的类型、产状、延伸分布、组合情况、粗糙程度及充填物的成分与厚度等，并分析其力学属性及与临空面的稳定关系；

6 调查边坡地下水类型、分布和结构面的充水情况；调查坡体植被发育和水对坡体稳定性的影响；

7 调查对边坡工程产生重大影响的汇水面积、排水坡度、长度和植被等情况；

8 调查边坡周围山洪、冲沟和河流冲淤等情况；

9 调查当地边坡的防治经验。

#### 4.6.5 边坡工程勘探宜采用钻探、坑（井）探、槽探等方法，必

要时可辅以洞探和物探方法。

#### 4.6.6 边坡工程勘探应符合下列要求：

1 勘探范围应包括不小于 1 倍岩质边坡高度或 1.5 倍土质边坡高度，以及可能对建（构）筑物有潜在安全影响的区域。外倾结构面控制的岩质边坡，应根据组成边坡的岩土性质及可能破坏模式确定。

2 勘探线应垂直边坡走向布置，在可能布置支挡工程的纵轴线，必须布置勘探线，且勘探点应适当加密。勘探线、勘探点间距可参照表 8.2.6 确定，地质情况复杂的地段，宜适当加密。

表 8.2.6 勘探线、点间距

边坡工程安全等级	线间距 (m)	点间距 (m)
一级	≤15	≤12
二级	15~25	12~15
三级	25~35	15~20

3 勘探点的深度宜进入最下层潜在滑动面 2m~5m，支挡位置的勘探点深度应根据可能选择的支护结构形式确定。对于重力式挡墙、扶壁式挡墙和锚杆挡墙可进入持力层不小于 2m；对于悬臂桩进入嵌固段的深度，土质边坡不宜小于悬臂长度的 1.0 倍，岩质边坡不宜小于悬臂长度的 0.7 倍。

4 主要岩土层和软弱层应采取试样进行物理力学性质试验；每层岩土主要指标试样的数量土层不应少于 6 件，岩层不应少于 9 件，软弱层宜连续取样。

5 岩土的物理力学试验应着重测试岩土层的抗剪强度；抗剪强度指标应根据实测结果结合当地经验确定，并宜采用反分析法验证；室内试验条件应与试样在边坡体内的实际受荷情况及水文地质条件相近，应合理采用三轴试验或直剪试验成果，并与稳定性分析时所采用的计算方法相适应；对控制边坡稳定性的软弱结构面或软弱夹层，宜进行现场原位剪切试验；对大型边坡，必要

时可进行岩体应力、波速、动力测试及模型试验；对有特殊要求的永久边坡，尚应考虑岩石（体）强度随时间降低的蠕变效应，并宜作岩体流变试验。

6 边坡工程勘探工作中的钻孔、探井、探坑和探槽等，在野外工作完成后应及时封填密实。当需要时，可选部分钻孔埋设地下水和边坡的变形监测设备，其余钻孔应及时封堵。

4.6.7 边坡稳定性评价应在充分查明工程地质条件的基础上，根据边坡岩土类型和结构，在确定边坡可能的破坏模式后，综合采用工程地质类比法、图解分析法、极限平衡法、有限单元法等进行。各区段条件不一致时，应分区段计算分析。

## 5 市政工程勘察

### 5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于城市规划区内的道路、桥涵、洞室与隧道、管线、水处理厂（含给、排水）、废弃物处理、综合管廊工程等建设项目的岩土工程勘察。

5.1.2 市政工程勘察应根据市政工程的重要性、场地的复杂程度和岩土条件复杂程度进行等级划分，应符合现行中华人民共和国行业标准《市政工程勘察规范》（CJJ 56）的规定。

5.1.3 市政工程勘察宜按可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察三个阶段开展工作，并可根据施工阶段的需要进行施工勘察。

5.1.4 市政工程的工程地质调查和测绘、岩土分类、勘探、取样、原位测试、现场检验与监测应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021）的相关规定。

5.1.5 市政工程的岩土室内试验的试验方法、操作和采用的仪器设备应符合国家现行有关标准的规定。

5.1.6 市政工程的岩土试验项目可按国家现行有关标准的规定并结合设计施工条件、工程地质与水文地质条件和岩土条件综合确定。

5.1.7 市政工程场地地震效应评价应符合国家现行抗震设计标准的规定。

5.1.8 市政工程勘察应在充分搜集、整理、分析利用已有勘察资料的基础上，根据不同勘察阶段、市政工程的类型及等级综合确定勘察工作量，以取得符合各类市政工程勘察要求的勘察成果。

5.1.9 市政工程勘察实施前，应取得地形图以及地下管线、设施和障碍物等现状资料，并经现场确认，方可进行勘察作业，必要时应开展工程周边环境及地下设施的专项调查。

5.1.10 既有市政基础设施的改扩建工程，应针对工程特点和新的

工程设计要求，在利用原勘察资料基础上进行勘察。

5.1.11 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。

5.1.12 可行性研究勘察应符合下列要求：

1 工程位于抗震危险地段，应分析评价地震诱发产生地质灾害的可能性以及对工程的不利影响，提出避让或防治的建议。

2 工程场地或邻近涉及不良地质作用时，应初步了解其类型、分布范围、危害程度，提出规避或防治的建议。

3 工程场地涉及特殊性岩土时，应初步了解其工程地质特征、成因、分布范围，提出避让或防治的建议。

4 工程场地或附近涉及影响工程方案的周边环境，应了解、分析其与工程的相应影响，提出避让、保护的初步建议。

5.1.13 初步勘察除应符合下列要求：

1 初步查明场地内或其邻近对工程有影响的不良地质作用类型、规模，分析、评价其对工程建设的危害程度，对场地工程建设的适宜性作出正确评价。

2 初步查明特殊性岩土的工程地质特性、成因、分布范围，分析、评价其对工程建设的影响，提出防治的建议。

3 对可能采用地基基础方案、围岩及边坡设计方案进行初步分析评价。

5.1.14 市政工程详细勘察应针对工程特点和场地岩土条件，进行岩土工程分析与评价，提供设计和施工所需的岩土参数及有关结论和建议。

5.1.15 详细勘察应符合下列要求：

1 详细查明场地内或其邻近对工程有影响的不良地质作用类型、规模，分析、评价其危害程度，提出防治建议和相关设计参数，必要时应进行专项勘察。

2 详细查明场地地层结构及其物理、力学性质；

3 详细查明特殊性岩土的工程地质特征、成因、分布范围，分析评价其对工程建设的影响，提出处理相关建议和处理设计所需的岩土参数。

4 工程地质、水文地质条件变化较大时，应进行分区评价；根据需要，对地基工程性质、围岩分级及稳定性、边坡稳定性等进行分析与评价。

5 详细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。

6 详细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。

7 判定水、土对工程材料的腐蚀性；

8 对场地和地基的地震效应进行评价，提供抗震设计所需的有关参数；

9 根据需要，对地基工程性质、围岩分级及稳定性、边坡稳定性等进行分析与评价；

10 对设计与施工中的岩土工程问题进行分析评价，提供岩土工程技术建议和相关岩土参数。

5.1.16 符合下列情况时，应进行专项勘察工作：

1 对工程周边重要建（构）筑物或对工程建设有重要影响的地下设施，应进行专项调查，并应探明其埋藏、分布情况，分析其与拟建市政工程之间的相互影响。

2 对重要工程，当水文地质条件对工程评价或工程降水有重大影响或需论证工程使用期间水位变化和抗浮设计水位建议值时，应进行专门的水文地质勘察。

3 对既有市政基础设施的改扩建工程，当需评估既有地基基础的工程状态、分析其再利用性能时，应进行专项勘察。

5.1.17 施工勘察应在详细勘察的基础上,针对施工方法、施工措施的特殊要求或施工过程中出现的工程地质或岩土工程问题,开展施工阶段勘察工作,其勘察工作内容和成果应当满足施工阶段设计和施工的相关要求。

5.1.18 对原有道路的拓宽、加固工程,应充分利用已有勘察资料;当已有资料不能满足设计要求时,可参照本节规定进行勘察;工程需要时,宜进行原有道路状况和路面结构的专项调查,分析路基病害原因,并提出防治措施的建议。

5.1.19 燃气与热力厂(场)站的勘察应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)及其他有关标准的规定。

5.1.20 根据工程类型、地貌单元、岩土性质和勘察阶段,选用适当的勘探测试手段。控制性和一般性勘探孔应为取岩土试样钻孔、标准贯入试验孔、静力触探试验孔及其他原位测试孔。控制性勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/3,采取土试样的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/2。

5.1.21 取土试样或原位测试点的竖向间距宜为 1.0~2.0m,每孔每层不应少于 1 件(组);当土层厚度大于 5m,取样间距可适当放宽,并宜分别在上、中、下部位各取代表性试样 1 件;主要地层应适当加密。当存在对工程有影响的地表水、地下水时,应分别采取水试样进行水质分析,每个场地各不少于 2 件;有多层地下水时,应分层采取地下水试样。

5.1.22 室内岩土试验应包含下列内容:

1 土的含水率、密度、黏性土和粉土的液塑限、砂土和粉土颗粒组成等物理性质试验。

2 土的压缩性、强度试验。

3 土的渗透试验。

4 岩石宜做块体密度及单轴抗压强度试验。

5 水、土腐蚀性试验。

## 5.2 道路工程

5.2.1 本节适用于城市道路、广场、停车场等工程的岩土工程勘察。

5.2.2 城市道路勘察应对沿线路基的稳定性和岩土条件作出工程评价，并为路基设计、不良地质作用的防治、特殊性岩土的治理等提供必要的岩土参数和建议。

5.2.3 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。

5.2.4 初步勘察阶段应初步查明道路工程沿线各区段地基土湿度状况，初步划分路基干湿类型。

5.2.5 初步勘察阶段勘探点布置应符合下列要求：

1 路基工程宜根据道路分类、场地及岩土条件的复杂程度按下表确定。当条件受限制时，勘探点可偏离路线中线布设，但不宜超出路基范围。

表 5.2.5 初步勘察阶段勘探点间距

场地及岩土条件 复杂程度	一般路基 (m)	高路堤、陡坡路堤 (m)	路堑、支挡结构 (m)
一级	150~300	100~150	100~150
二级	300~500	150~300	150~250
三级	400~600	300~500	250~400

2 城市广场和停车场勘探点宜按网格状布置，勘探点间距宜为 100~200m。

3 对场地及沿途条件特别复杂的区段，可加密勘探点，并应布置控制性横剖面。

5.2.6 初步勘察阶段勘探孔深度应符合下列要求：

1 满足路基地基稳定性分析、变形计算、地基处理方案比选的要求。

2 满足地震效应评价的要求。

5.2.7 详细勘察阶段应根据确定的道路设计方案、设计对勘察的技术要求，为道路设计、路基处理、道路施工等提供详细的岩土参数，并作出分析、评价，提出相关建议。

5.2.8 详细勘察的勘探点布置应符合下列规定：

1 勘探点宜沿道路中线布设，当一般路基的道路宽度大于50m、其他路基形式的道路宽度大于30m时，宜在道路两侧交错布置勘探点；因受条件限制，勘探点不能在原设定的点位施工时，可作适当移位，但不宜超出路基范围。

2 勘探点间距可根据道路分类、场地和地基条件的复杂程度按下表确定。广场和停车场可按网格状布置勘探点，其间距宜为50~100m。

表 5.2.8 详细勘察阶段勘探点间距

场地及岩土条件 复杂程度	一般路基 (m)	高路堤、陡坡路堤 (m)	路堑、支挡结构 (m)
一级	50~100	30~50	30~50
二级	100~200	50~100	50~75
三级	200~300	100~200	75~150

3 每个地貌单元、不同地貌单元交界部位、相同地貌内的不同工程地质单元均应布置勘探点，当勘探点之间地质条件变化较大时应适当加密。

4 一般路基宽度大于30m的道路工程以及路堑、陡坡路堤和支挡工程，应在代表性的区段布设工程地质横断面，每条横断面上的勘探点数量不宜少于3个。

5 宜采用搜集资料、现场踏勘等方法调查道路沿线是否存在暗浜、厚层填土等不良地质条件，应采用有效方法探查其分布范围，控制边界的勘探点间距不宜大于5m。

6 沿线穿越的明浜，宜测量河床断面，并探明河底的淤泥厚

度。

#### 5.2.9 详细勘察阶段勘探孔深度应符合下列规定：

1 一般路基、广场和停车场的勘探孔深度不应小于原地面下5m, 挖方路基应达到路面设计标高以下3~5m; 当分布有软土时, 勘探孔应适当加深。

2 高路堤、陡坡路堤、路堑和支挡工程, 孔深应结合设计方案的需要确定, 勘探深度应能满足稳定性分析、变形计算和地基处理的要求。

3 应满足地震效应评价的要求。

4 暗浜、厚层填土分布区, 勘探孔应进入正常沉积土层不少于0.5m。

5 在预定的勘探深度范围内遇到基岩, 应有少量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。

#### 5.2.10 详细勘察阶段取样和测试工作应符合下列规定：

在原地面或路面设计标高以下1.5m和软土地区原地面或路面设计标高以下3m的深度范围内, 其取样间距为0.5m; 高路堤、陡坡路堤、路堑和支挡工程遇岩体时应取岩样。

#### 5.2.11 室内岩土试验应符合下列要求：

1 软土地区应做无侧限抗压强度试验、有机质含量试验, 固结试验还需提供固结系数。

2 高路堤宜进行承载比试验, 对填筑土料进行击实试验。

3 必要时进行岩石抗剪强度试验、变形指标试验, 有条件时应进行结构面的抗剪强度试验。

#### 5.2.12 所有钻孔应实测地下水初见水位和稳定水位。

#### 5.2.13 详细勘察应重点分析评价下列内容：

1 岩土分布特征、路基干湿类型, 提供道路设计所需的岩土

参数；

2 地下水的分布、变化规律和地表水情况，分析评价对工程的不利影响；

3 工程地质、水文地质条件变化较大时，应进行分区评价；

4 不良地质作用的分布及其对工程的影响，提出针对性处理建议；

5 分析评价高路堤的地基承载力、稳定性，提供地基沉降计算参数，提出地基处理方法的建议，工程需要时应通过专项分析预测路基沉降；（行标）

6 评价挖方路堑段岩土条件、地下水对支挡结构的影响，提供边坡稳定性验算、支挡结构设计与施工所需岩土参数；

7 路堑、下沉广场等挖方工程，工程需要时，应进行专项工作，分析评价地下水在施工和使用期间的变化及其对工程的影响，提出防治措施，提供抗浮设计建议；

8 路堤及路堑设置支挡结构时，应分析评价地基的均匀性、稳定性、承载力，提供地基处理方法的建议；

9 对路桥接驳过渡段，应分析桥台与路堤的变形差异特征，提出接驳段沉降协调控制的地基处理措施等相关建议；

10 据公交场站、城市广场的道路与地面工程特点，分析地基的均匀性、承载力及变形特性，提供设计所需的参数，工程需要时尚应提供地基处理、挖填方或支挡措施的建议。

11 设计与施工中的岩土工程问题进行分析评价，提供岩土工程技术建议和相关岩土参数。

## 5.3 桥涵工程

5.3.1 本章适用于城市桥梁、人行天桥、涵洞及人行地下通道等工程的岩土工程勘察。

5.3.2 桥涵工程类别可依据现行《城市桥梁设计规范》(CJJ 11)第3.0.2条的相关内容划分。

5.3.3 桥涵工程勘察前应收集以下资料:

1 附有坐标和地形、地物的拟建桥涵工程设计总平面图、桥型布置图和设计纵、横断面图;

2 桥涵工程规模、等级、结构形式,拟采用的基础形式、尺寸、预计砌置深度和荷载等设计条件;

3 拟建工程场地的管网、涵洞、地下洞室等地下埋藏物分布资料。

5.3.4 可行性研究勘察:

1 可行性研究勘察应以收集资料、工程地质调查和测绘为主,在地形复杂的特大桥、大桥主要墩台部位宜进行适当的勘探工作;

2 初步调查桥涵墩台的工程地质条件、不良地质作用及特殊性岩土的发展情况,场地的稳定性及适宜性。

5.3.5 初步勘察:

1 初步勘察应初步查明拟建场地的区域地质、工程地质、水文地质条件,桥涵场地的不良地质作用及特殊性岩土的发展及性质,评价桥涵场地的稳定性、适宜性。

2 初步勘察勘探点布置应符合下列规定:

1) 初步勘察的勘探线应与桥涵轴线方向一致,勘探点宜布置于桥涵轴线两侧可能建造墩台的位置;

2) 单跨超过40m的特大桥、大桥,每个主桥墩台勘探点不宜少于1个,小于40m跨径的特大桥、大桥墩台,可采取隔墩台或隔墩台交叉布设勘探点;

3) 特大桥、大桥以外的其他桥梁(中桥、小桥、人行天桥、涵洞或地下通道),场地等级和地基等级为一级或二级的工程场地,可采取隔墩台或隔墩台交叉布设勘探点;场

地等级和地基等级均为三级的工程场地，勘探点数量不应少于表 5.3-1 要求：

表 5.3-1 场地等级和地基等级均为三级的工程场地勘探点布置要求

桥梁类型	勘探点数量
中桥	2
人行天桥	2
小桥、涵洞	1
地下通道	1

- 4) 基础施工有可能诱发滑坡等地质灾害的边坡，应结合桥梁墩台布置和边坡稳定性分析进行勘探；
  - 5) 当桥位基岩裸露、岩体完整、岩质新鲜，无不良地质发育时，可通过工程地质调绘基本查明工程地质条件；
  - 6) 桥梁工程场地土层剪切波速应依据《城市桥梁抗震设计规范》(CJJ 166-2011) 第 4.1.3 条的规定实测或查表确定。
- 3 初步勘察勘探孔深度应符合下列规定：
- 1) 当采用天然地基时，勘探孔深度应能控制地基主要受力层，应超过地基变形计算深度且不小于基底以下 10m。对覆盖层较薄的岩质地基，勘探孔深度应达到可能的持力层（或埋置深度）以下 5m~8m。
  - 2) 当采用桩基时，勘探孔应穿透桩端平面以下压缩层深度且进入桩端以下 5~8 倍桩径，且不小于 5m。嵌岩桩的勘探孔应进入预计嵌岩面以下不小于 5 倍桩径，并穿过裂隙密集带、破碎带，达到稳定地层。
  - 3) 当采用复合地基时，勘探孔深度应满足地基处理承载力及变形计算的要求。
- 4 初步勘察采取土试样和进行原位测试的勘探孔数量宜占勘

探孔总数的  $1/3 \sim 1/2$ 。

5 初步勘察应重点分析评价下列内容：

- 1) 初步分析地基稳定性、地基变形特征，对可能采用的地基方案进行比选分析；
- 2) 拟采用桩基时，分析备选桩端持力层的分布变化规律，提出桩型、施工方法的初步建议，提供桩基设计参数（包括桩侧摩阻力、端阻力）；
- 3) 当存在不良地质作用和特殊性岩土时，分析其工程特征，并评价其对桥涵工程产生的不利影响。
- 4) 分析评价场地水、土对建筑材料的腐蚀性。
- 5) 分析评价周边环境与拟建桥涵工程的相互影响，提出防治措施初步建议。
- 6) 分析评价桥梁墩台边坡及岸坡的稳定性及初步处治建议。
- 7) 提供抗震设计的有关参数、液化判定。

5.3.6 详细勘察：

1 详细勘察应查明地基的岩土工程条件、提供地基基础设计、地基处理与加固、不良地质作用防治与特殊性岩土治理的建议和提供相关岩土技术参数。

2 详细勘察勘探点的布置应符合下列规定：

- 1) 单跨超过 40m 的特大桥、大桥，每个主桥墩台勘探点依据地形、地层变化情况布置 1~2 个钻孔；小于 40m 跨径的特大桥、大桥墩台，每个墩台勘探点不应少于 1 个。
- 2) 特大桥、大桥以外的其他桥梁，应采取逐墩布设勘探点，勘探点数量每个墩台不应少于 1 个。
- 3) 对人行天桥主桥可逐墩台布点，梯道可隔墩台布点，梯脚部位应布置勘探点。
- 4) 城市涵洞和人行地下通道的勘探点间距宜为 20m~35m。单个涵洞、人行地下通道的勘探点不应少于 2 个，当场

地或地基复杂程度为一级时应加密勘探点。

5) 相邻勘探点揭示的地层变化较大且影响基础设计和施工方案的选择时，应加密勘探点。

3 详细勘察勘探孔深度应符合下列规定：

1) 当采用天然地基时，勘探孔深度应能控制地基主要受力层。控制性勘探孔的深度应超过地基变形计算深度；一般性勘探孔应达到基底下 0.5~1.0 倍的基础宽度，且不应小于 5m。对覆盖层较薄的岩质地基，勘探孔深度应达到可能的持力层（或埋置深度）以下 3m~5m。

2) 当采用桩基时，控制性勘探孔应穿透桩端平面以下压缩层；一般性勘探孔深度宜达到预计的桩端以下 3~5 倍桩径且不应小于 3m，对于大直径桩（大于 800mm）不应小于 5m。嵌岩桩的控制性勘探孔应进入预计嵌岩面以下 3~5 倍桩径，一般性勘探孔应进入预计嵌岩面以下 1~3 倍桩径，并穿过裂隙密集带、破碎带，达到稳定地层。

3) 当采用复合地基时，勘探孔深度应满足地基处理承载力及变形计算的要求。

4 详细勘察控制性勘探孔数量应不少于勘探孔总数的 1/3；采取岩土试样和进行原位测试的勘探孔数量应不少于勘探孔总数的 1/2；当勘探孔总数少于 3 个时，每个勘探孔均应取样或进行原位测试。

5 详细勘察取土数量应根据钻孔数量、地基土层的厚度和均匀性等确定。每一主要土层原状土试样或原位测试数据不应少于 6 个。

6 详细勘察应重点分析评价下列内容：

1) 对地基基础方案进行分析评价，提供岩土参数，对设计与施工中的岩土工程问题提出建议。

2) 当拟采用桩基时，分析备选桩端持力层及下卧层的分布

规律、成桩的可行性，提出桩端持力层、适宜桩型及施工方法的建议。

- 3) 提供计算单桩承载力、桩基变形验算的岩土参数，论证桩的施工条件及其对周边环境的影响。
- 4) 分段评价场地的地震效应，进行场地抗震地段划分，当场地存在液化土层时，应评价液化土层对基础设计的影响，提供相应参数。
- 5) 当桩身周围存在可能产生负摩阻力的土层时，应分析其对基桩承载力的影响。
- 6) 分析评价地下水对工程的影响，对人行地下通道等工程应提供抗浮设计的建议。
- 7) 评价场地水、土对建筑材料的腐蚀性。
- 8) 对在河床中设墩台的桥梁，应提供抗冲刷计算所需的岩土参数。
- 9) 分析评价桥梁墩台边坡及岸坡的稳定性及处治建议。
- 10) 遇厚层填土时，应评价其对拟建桥涵地基基础的影响，提出加固处理建议。
- 11) 当存在采空区时，应根据采空区的埋深、范围和上覆岩层的性质等评价桥涵工程地基的稳定性，并提出处理措施的建议。
- 12) 湿陷性土地区，应根据土层的湿陷等级、地下水条件、分析评价湿陷性土对桥涵的危害程度并提出地基处治建议。
- 13) 软土地区，应根据软土的分布范围、分布规律和物理力学性质，评价桥涵地基的稳定性和变形特征，并提出地基处治建议。
- 14) 多年冻土地区，应根据多年冻土类型、工程地质条件及采用的设计原则，综合评价多年冻土的地基强度、

变形特征，并提出地基处治建议。

## 5.4 隧道、地下洞室

5.4.1 本节适用于市政工程中暗挖施工的山岭隧道、地（水）下隧道等人工开挖地下洞室的岩土工程勘察，不包括城市轨道交通隧道的岩土工程勘察。

5.4.2 城市隧道、地下洞室工程勘察前应根据不同勘察工作阶段的要求，取得下列图纸和资料：

1 附有隧道里程号、地下洞室结构范围及进出洞口位置的水平布置图及隧道纵断面图；

2 工程所在位置的区域地质图；

3 地形地貌资料、工程周边环境资料；

4 水下隧道工程，应搜集地表水体情况、水下地形等相关资料。

5.4.3 城市隧道、地下洞室勘察应根据设计阶段的任务、目的和要求，采用综合勘察方法，评价围岩地质条件、围岩稳定性以及进出洞口、竖（斜）井、横洞、风道等特殊部位的工程地质条件，提供设计、施工相关的岩土参数。

5.4.4 对煤层、矿体、膨胀岩土、黄土、采空区等不良地质作用发育区和特殊性岩土分布地段，应查明其类型、性质、范围及其发生和发展情况，评价其对隧道影响程度，并提出防治建议。

5.4.5 城市隧道、地下洞室工程的重要性等级均为一级。

5.4.6 陆域段的勘探点应布置在隧道边线外侧 3m~5m，水域段的勘探点应布置在隧道外侧 6m~10m，勘探点宜交错布置。

5.4.7 钻孔完成后应及时妥善回填封孔，并记录回填方法、材料和过程；回填质量应满足工程施工要求，避免对工程施工造成不利影响。所有钻孔应保留岩芯照片留档，进尺大于 100m 的深孔、重要不良地质及特殊岩土地段钻孔应保留岩芯至工程竣工。

5.4.8 隧道围岩分级应采用定性和定量相结合的方法判定，并可按《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GB 50307)的有关规定划分。

5.4.9 对地质条件或岩土条件特别复杂的地段，应在详勘工作基础上，针对隧道施工方法的专门要求，进行施工勘察。

5.4.10 工程周边及其影响范围内有重要建(构)筑物、地下管网、地下建(构)筑物，应进行专项调查工作，并分析工程建设与相邻重要建(构)筑物、地下设施之间的相互影响。

5.4.11 可行性研究勘察应以搜集资料、现场调查为主，辅以必要的勘探、测试工作，了解拟选方案的工程地质及水文地质条件，尤其是地质构造、不良地质作用、特殊性岩土的发育情况，做出可行性评价，选择合适的隧址和洞口。

5.4.12 可行性研究勘察工作布置应符合下列要求：

1 工程地质测绘比例尺宜为 1:2000~1:5000。陆域段的测绘范围宜为线位两侧各 200~300m，水域段的测绘范围宜为线位两侧 300~500m。

2 勘探点间距宜为 400~500m，越岭深埋隧道可放宽至 1000~1500m。

3 在松散地层中，勘探孔深度应达到拟建隧道结构底板下 2.5 倍隧道高度，且不应小于 20m。在微风化~中等风化岩石中，勘探孔深度应达到拟建隧道结构底板下，且不应小于 8m。遇构造破碎带、土洞、暗河等，应穿透并根据需要加深。

5.4.13 可行性研究勘察应重点分析评价下列内容：

1 拟建场地的稳定性及适宜性；

2 初步分析评价围岩分级、水文地质条件、洞口稳定条件、越岭深埋段地应力分布及隧道施工对环境的影响等，提出适宜的隧址和洞口位置建议；

3 存在不良地质作用、特殊性岩土时，初步分析其对隧道建

设的影响。

5.4.14 初步勘察应为初步设计和施工方法的选择提供岩土参数和相关建议。

5.4.15 初步勘察方法以地质调查和测绘为主，辅以代表性勘探、测试工作。城市山岭隧道，应采用以地质调查和测绘及物探为主的勘探方法。

5.4.16 初步勘察工作布置应符合下列要求：

1 工程地质测绘比例尺洞身段宜为 1:1000~1:2000，隧洞口边坡影响范围宜为 1:500，断面图宜为 1:100~1:200。

2 物探方法的选择和物探测线的布置应根据隧道的地质条件、地形、地貌及周边环境条件综合确定，宜采用两种及以上的方法相互验证。分离式隧道应沿隧道轴线布置不少于 1 条测线；洞口处应布置不少于 3 条横测线；不同的地质体或构造类型，应布置 2~3 条测线。

3 勘探点的数量和位置应根据区域地质资料分析、地质调查和测绘及物探结果确定。

4 初步勘察的勘探点间距应符合下列规定：

- 1) 勘探点间距宜为 100~200m，隧洞口应布置勘探点；
- 2) 对于地质条件复杂的隧道，勘探点数量不应少于 5 个；
- 3) 长、特长隧道勘探点间距宜为 200m~300m；
- 4) 山岭隧道主要地质界线和断层，重要不良地质、特殊岩土地段，可能产生突泥、突水地段宜布置勘探点，勘探点间距不宜大于 1000m。

5 初步勘察的勘探孔深度应符合下列规定：

- 1) 在松散地层中，一般性勘探孔应进入隧道底板以下不小于 1.5 倍隧道高度，控制性勘探孔应进入隧道底板以下不小于 2.5 倍隧道高度；
- 2) 在微风化及中等风化岩石中，应进入隧道底板以下，且

不宜小于 1.0 倍隧道高度；

3) 遇构造破碎带、土洞、暗河等，应穿透并根据需要加深；

4) 控制性勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/3。

6 初步勘察的取样及测试工作应符合下列规定：

1) 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 2/3；

2) 山岭隧道钻孔均应进行波速测试；

3) 当水文地质条件复杂时，应进行水文地质试验；

4) 深埋山岭隧道应进行地应力测试。

5.4.17 初步勘察应重点分析评价下列内容：

1 初步查明沿线区域地质、构造、地貌、地层、水文地质条件，调查地下有害气体情况；

2 初步查明不良地质作用和地质灾害、特殊性岩土的类型、分布、性质及对隧道工程的影响，提出防治措施的建议；

3 初步查明沿线的地表水、地下水条件，评价对隧道施工的影响；

4 初步确定沿线岩土施工工程分级、围岩分级，提出围岩的物理力学性质参数，评价洞室围岩的稳定性；

5 初步评价进出洞口、竖（斜）井、导坑、横洞等位置的工程地质条件以及岩土体稳定性，提出工程防护措施的建议。

6 初步评价隧道施工对城市地质环境及相邻建、构筑物的影响。

5.4.18 详细勘察应针对工程特点和场地岩土条件开展工作，为施工图设计和施工提供所需的岩土参数及相关建议。

5.4.19 详细勘察应以钻探、坑探、槽探和井探为主，并辅以必要的物探工作。

5.4.20 详细勘察工作布置应符合下列要求：

1 详细勘察的勘探点布置应符合下列规定：

- 1) 地下洞室主体勘探点宜沿结构轮廓线布置，区间勘探点宜在隧道结构外侧交叉布置；
  - 2) 竖（斜）井、导坑、横洞等辅助通道应布置勘探点；
  - 3) 隧道洞口及纵断面最低部位应布置勘探点；
  - 4) 地质构造复杂地段、岩体破碎带应布置勘探点；
  - 5) 地下水丰富、水文地质条件复杂的地段应布置勘探点。
- 2 详细勘察的勘探点间距应符合下列规定：
- 1) 对于松散地层中隧道，场地及岩土条件复杂时，勘探点间距应小于 25m；场地及岩土条件中等复杂时，勘探点间距应为 25m~40m；场地及岩土条件简单时，勘探点间距应为 40m~50m。
  - 2) 对于浅埋山岭隧道，在地质条件简单、岩性单一、无构造影响的洞身段，勘探点间距宜为 100m~150m；岩土条件复杂的洞身段，勘探点间距宜为 50m~100m；对于深埋山岭隧道勘探点间距宜为 150~500m；隧道口应根据岩土条件复杂程度布置横断面。
- 3 详细勘察的勘探孔深度应符合下列规定：
- 1) 在松散地层中的一般性勘探孔宜进入隧道底板以下不小于 1.5 倍隧道高度，控制性勘探孔宜进入隧道底板以下不小于 2.5 倍隧道高度；
  - 2) 在微风化及中等风化岩石中勘探孔深度应进入隧道底板以下 0.5 倍隧道高度且不小于 5m；
  - 3) 遇构造破碎带、土洞、暗河等，应穿透并根据需要加深；
  - 4) 控制性勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/3。
- 4 详细勘察的取样及测试工作应符合下列规定：
- 1) 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；
  - 2) 山岭隧道应选取代表性钻孔进行波速测试；

3) 当水文地质条件复杂时, 应进行专门水文地质试验。

#### 5.4.21 详细勘察应重点分析评价下列内容:

1 分析评价拟建场地的不良地质作用、特殊性岩土分布情况及其对隧道的影响, 提供相应处理措施的建议;

2 分析评价围岩的稳定性和山岭隧道洞口斜坡的稳定性;

3 分析评价地质构造复杂地段及不利地形对隧道工程的影响;

4 提供隧道影响深度范围内地下水、有害气体分布情况, 分段预测隧道涌水量, 并分析评价其对隧道设计和施工可能产生的影响, 提出处理措施;

5 对可能产生的流砂、管涌等, 提出防治建议;

6 根据沿线工程地质条件、水文地质条件、环境地质条件, 评价施工工法的适用性; 对工程地质、水文地质条件特别复杂地段, 提出超前地质预报的建议与要求;

7 分析评价进出洞口、竖(斜)井、导坑、横洞等辅助通道的工程地质条件及岩土稳定性;

8 根据沿线地下设施及障碍物专项调查报告, 分析评价其对隧道设计和施工的不利影响, 以及隧道施工对环境的不利影响, 并提出处理建议。

## 5.5 管线工程

5.5.1 本章适用于采用明挖法及顶管、定向钻施工的给水、排水、热力、燃气、电力、通讯等城市地下管道工程的岩土工程勘察。

5.5.2 根据勘察工作阶段的要求, 取得相关图纸和资料, 包括: 管道总平面布置图; 管道类型、管底控制高程、管径(或断面尺寸)、管材和可能采取的施工工法; 周边既有地下埋设物分布情况。

5.5.3 可行性研究勘察应以搜集资料、现场踏勘、调查为主, 辅以必要的勘探测试工作。

5.5.4 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。

5.5.5 初步勘察应以钻探、坑探、槽探和井探为主，辅以必要的工程地质测绘和调查、物探等勘察方法，初步查明工程场地的工程地质及水文地质条件，评价拟建地段的稳定性。

5.5.6 初步勘察的勘探点间距应符合表 5.5.6 的规定。地质条件复杂的地段，应进行钻探，每个穿越、跨越方案宜布置勘探点(1~3)个。

表 5.5.6 初步勘察勘探点间距 (m)

场地和岩土条件复杂程度	埋深小于 5m, 明挖施工	深 5m~8m, 明挖施工	埋深大于 8m, 明挖施工	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

注：表中埋深均指管底埋置深度。

5.5.7 明挖管道勘探深度应满足开挖地下水控制、支护设计及施工的要求，且不应小于管底设计高程以下 5m；当预定深度内有软弱夹层时，勘探孔深度应适当增加。采用顶管、定向钻施工敷设的管道勘探孔深度应进入管底设计高程以下 5m~10m。

5.5.8 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 2/3。

5.5.9 初步勘察应重点分析评价下列内容：

1 根据沿线的地貌单元、岩土条件，分析对管道敷设的影响，分区进行各地段的稳定性评价。

2 根据沿线不良地质作用及特殊性岩土分布范围、性质、发展趋势,初步分析其对管道的影响,提出防治措施的初步建议。

3 初步提供管线敷设计算、管道防腐设计所需的有关设计参数。

5.5.10 详细勘察应按管道设计方案、施工工法、设计对勘察的技术要求,为施工图设计和施工提供所需的岩土参数及相关建议。

5.5.11 详细勘察的勘探点布置应符合下列规定:

1 明挖管道勘探点宜沿管道中线布置;因现场条件需移位调整时,勘探点位置不宜偏离管道外边线 3m;顶管、定向钻施工管道的勘探点宜沿管道外侧交叉布置,并应满足设计、施工要求;

2 管道走向转角处、工作井(室)宜布置勘探点;

3 管道穿越河流时,河床及两岸均应布置勘探点;穿越铁路、公路时,铁路和公路两侧应布置勘探点;

4 详细勘察勘探点间距宜符合表 5.5.11 的规定。

表 5.5.11 详细勘察勘探点间距 (m)

场地和岩土条件复杂程度	埋深小于 5m, 明挖施工	深 5m~8m, 明挖施工	埋深大于 8m, 明挖施工	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

5.5.12 详细勘察的勘探孔深度应符合下列规定:

1 明挖管道勘探孔深度应满足开挖、地下水控制、支护设计及施工的要求,且应达到管底设计高程以下不少于 3m;非开挖敷设管道,勘探孔深度应达到管底设计高程以下 5m~10m。

2 当基底存在松软土层、厚层填土和可液化土层时,勘探孔深度应适当加深。

5.5.13 详细勘察深度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。应在管顶和管底部位采取土、水试

样进行腐蚀性分析试验。对钢、铸铁金属管道，尚应对管道埋设深度范围内各岩土层进行电阻率测试。

#### 5.5.14 详细勘察应重点分析评价下列内容：

1 分析评价拟建场地的不良地质作用、特殊性岩土分布情况及其对管道的影响，管道通过基岩埋藏较浅的地段时，应查明对设计和施工方案有影响的基岩埋深及其风化、破碎程度，提供相应处理措施的建议；

2 对拟采用明挖施工方案的管道及工作竖井勘察，应为明挖法管道地基基础及顶管、定向钻施工的设计、地基处理与加固、管道基槽开挖和支护、排水设计等提供必要的岩土参数和相关建议。

3 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，并评价地下水控制方案对工程周边环境的影响；

4 当采用顶管、定向钻敷设管道时，应提供相应工法设计、施工所需参数；对于稳定性较差地层及可能产生流砂、管涌等地质层，应提出预加固处理的建议；

5 管道穿越堤岸时，应分析破堤对堤岸稳定性的影响和堤岸变形对管道的影响，提供相关建议。

### 5.6 给排水厂站工程

5.6.1 本节适用于给排水工程厂区水处理构筑物、泵房以及取水头部（排放口）等主要构筑物的勘察，厂区建筑工程的勘察宜按本规范第4章有关规定执行，厂区和进出厂管道的勘察宜按本章第5.5节相关规定执行。

5.6.2 给排水厂站工程重要性等级，可根据厂站与泵站的建设规模按表5.6.2确定。

表 5.6.2 给排水厂站工程重要性等级

工程类型及 工程重要性等级		工程规模		
		大型 (万 m <sup>3</sup> / d)	中型 (万 m <sup>3</sup> / d)	小型 (万 m <sup>3</sup> / d)
给水厂站 工程	净水厂	≥10	10~5	<5
	工程重要性等级	一级	二级	三级
	泵站	≥20	20~5	<5
	工程重要性等级	一级	二级	三级
排水厂站 工程	处理厂	≥8	8~4	<4
	工程重要性等级	一级	二级	三级
	泵站	≥10	10~5	<5
	工程重要性等级	一级	二级	三级

注：给水工程为城镇生命线工程，排水工程与城镇运行密切相关。可根据服务城镇大小、范围、人口等，对小型规模厂站工程的工程重要性等级进行调整。

5.6.3 给排水厂站工程勘察宜分阶段进行勘察，可分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察三个阶段进行；当场址唯一且工程地质条件简单时可直接进行详细勘察。

5.6.4 可行性研究勘察除应符合本章第 5.1.12 条相关要求外，尚应符合以下规定：

1 应以搜集资料、现场调查为主，辅以必要的勘探测试手段，当存在两个或以上场址时应进行可行性比选；

2 可行性研究勘察应重点分析评价拟建场地的稳定性和适宜性，当场地分布有不良地质作用和地质灾害时，应初步分析评价其对工程场地稳定性的影响；

3 场地分布有特殊性岩土时，初步分析评价其对工程可能造成的影响。

5.6.5 初步勘察阶段勘察，应符合下列规定：

1 初步勘察阶段厂区内的水处理构筑物勘探点可按方格网状布置，间距 100~200；厂区外的单独构筑物、泵站和取排水构筑

物等应单独布置勘探点。当地貌单元变化和地层起伏大应加密勘探点，且每个地貌单元均应有控制性勘探点；地下式厂站应加密勘探点。

2 采取岩土试样及进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 2/3；控制性勘探孔数量应不少于勘探孔总数的 1/2。

3 初步勘察的勘探孔深度应根据拟建建（构）筑物规模特征、可能采用的基础形式、拟定基础埋深、施工方法等结合场地的地基岩土条件确定。勘探深度不小于地基变形受力层深度，且应满足基坑工程、抗浮设计、地基基础设计方案比选的要求。

4 勘探点的取样、原位测试及试验要求，应符合本章第 5.1.20、5.1.21 条要求；分布有特殊土场地且应符合相应特殊土规范要求。

5.6.6 初步勘察应重点分析评价下列内容：

- 1 分析拟建场地的不良地质作用，提出防治措施建议；
- 2 初步分析评价地基土工程特性；
- 3 初步查明拟建场区的地下水类型、埋藏条件，初步分析评价地下水对工程建设和运行的影响；
- 4 初步分析评价不同地基基础方案的可行性，提出技术建议和相关岩土技术参数。

5.6.7 详细勘察阶段的勘探点布置应符合下列规定：

1 勘探点宜沿构（建）筑物周边布置，主要的转角处宜有勘探孔控制；对于大面积水处理构筑物，宜基础范围按地基基础方案布置勘探孔。厂区水处理构筑物勘探点间距可根据基础类型按表 5.6.7 确定；

表 5.6.7 厂区水处理构筑物详细勘察勘探点间距

拟采用的地基基础方案	勘探点间距 (m)		
	场地及岩土条件	场地及岩土条件	场地及岩土条件
天然地基或地基处理	复杂	中等复杂	简单

		10~15	15~30	30~50
桩基	端承桩	12~24。相邻勘探点揭露的持力层层面坡度宜控制为 10%		
	摩擦桩	20~35。当地层条件复杂、影响成桩或设计有特殊要求时，勘探点间距宜适当加密。		

2 取水头部（排放口）勘探点布置应根据建筑面积和场地条件确定，点距宜为 20m~35m，且不应少于 2 个；

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 200m<sup>2</sup> 的泵房，勘探点可为 1~2 个，建筑面积大于 200m<sup>2</sup> 的泵房，勘探点不宜少于 2 个；泵房与管道接头处宜布置勘探点。

4 重大设备基础应单独布置勘探点，且勘探点不宜少于 3 个。

5 详细勘察阶段控制性勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/3；采取土试样及进行原位测试的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/2。

#### 5.6.8 详细勘察阶段勘探孔深度应满足下列要求：

1 控制性勘探孔深度应大于地基变形验算深度。厂区水处理构筑物尚应考虑变形计算、空载期的抗浮以及地基处理等要求；天然地基一般性勘探孔深度宜取 0.6 倍~1.0 倍基础宽度，且不应小于基础底面下 5m；桩基一般性勘探孔深度深入预定桩端下（3~5）倍桩端直径，且不应小于 3m；

2 取水头部（排放口）采用排架桩时，勘探孔深度不宜小于桩端下 3m；采用其他基础形式时，勘探孔深度满足岸坡、地基稳定性验算要求，且不应小于基础底面下 5m；

3 开槽式泵房勘探孔深度不宜小于开挖深度的 2.0 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，勘探孔深度应根据沉井刃脚埋深和地质条件确定，宜达到沉井刃脚以下 0.5 倍~1.0 倍沉井直径（宽度），且不小于 5m；勘探孔深度尚应同时满足不同基础类型及施工工法对孔深的要求；

4 对地下式厂站或构筑物，尚应满足基坑支护、地下水控制及抗浮设计要求。

5 在预计勘探深度内遇基岩或厚层碎石土时，勘探孔深度可适当减小。

#### 5.6.9 详细勘察应重点分析评价以下内容：

1 分析场地的不良地质作用、特殊性岩土分布，评价其对工程的影响，并提供相应处理建议；

2 为地基基础设计、地基处理、建(构)筑物抗浮、基坑工程等提供必要的岩土参数和相应的建议，工程需要时应提供动力基础设计所需参数；

3 根据特殊性岩土的工程特性，结合新疆地区经验提出相应处理措施的建议，分析评价拟建场地的不良地质作用及其对工程的影响，提出相应防治措施的建议；

4 分析对工程建设有影响的各含水层地下水的埋藏条件、水位变化幅度，提供基坑施工所需地下水控制的设计参数；对可能产生的流砂、管涌、坑底突涌等进行分析评价、提出相应处理措施的建议；

5 对荷载较轻的储水构筑物，分析评价地下水对工程运营及其在空载状态时的不利影响，提出抗浮设计的相关建议；

6 对厂区水处理构筑物，需要时应通过专项工作评价不均匀沉降，提出措施和建议；取水头部（排放口）应分析评价地基的稳定性、承载力，提出防冲刷措施的建议；泵房部位应针对施工工法（明挖、沉井）进行分析评价。

5.6.10 场地分布有地下水且对工程有潜在影响时，应在厂区布设地下水长期观测孔，对地下水位进行观测并分析评价地下水对工程运营及其在空载状态（放空检修）时的不利影响，提出工程运行抗浮措施的相关建议。

## 5.7 城市固体废弃物处理工程

5.7.1 本节适用于新建、改(扩)建垃圾填埋场、工业废渣堆场的岩土工程勘察,不适用于核废料填埋场和垃圾焚烧厂的勘察。

5.7.2 城市固体废弃物处理工程重要性等级可按表 5.7.2 确定。

表 5.7.2 城市固体废弃物处理工程重要性等级

工程重要性等级	工程规模	
	填埋处理能力 (t/d)	垃圾坝(污水坝)高度 (m)
一级	>1200	>15
二级	1200~200	15~8
三级	<200	<8

注: 填埋处理能力和垃圾坝(污水坝)高度首先满足一项者,即为该等级。

5.7.3 城市固体废弃物处理工程的岩土工程勘察宜包括下列内容:

1 搜集场地及附近已有的气象、水文及工程水文地质资料;搜集废弃物类型、成分、日处理量、堆填方式与要求;搜集废弃物堆填容量和使用年限;搜集场地及周围的环境保护要求;

2 分析评价洪水、滑坡、泥石流、断裂等不良地质作用对工程的影响;

3 分析评价场地的区域构造稳定性,评价场地和地基的地震效应;

4 分析评价坝基、坝肩、库岸的稳定性,分析地震对稳定性的影响;

5 查明场地工程地质条件和水文地质条件,分析评价地基土的强度、变形、渗透特征;

6 分析评价坝址区、库区渗漏及建库对环境的影响;

7 新建项目应进行建设场地地基土和水环境(背景值)调查;扩建或改建工程,应根据原有环境资料和调查资料,判断场地地基土和水是否受污染、污染种类及污染程度,并提出预防建议;

5.7.4 城市固体废弃物处理工程的勘察可分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察。工程需要时,可进行选址勘察。

5.7.5 选址勘察以收集资料和踏勘为主,对拟选场址的稳定性和适宜性进行初步比较,提出推荐场址的建议。

5.7.6 可行性研究勘察宜采取踏勘、调查手段,必要时辅以少量勘探工作,对拟选场地的稳定性和适宜性作出评价。可行性研究勘察应包括下列内容:

1 场区可行性研究勘察主要了解场区的地质和水文地质条件;了解可能威胁场区的不良地质作用的类型及分布范围;了解场区产生渗漏的可能性;

2 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。

5.7.7 可行性研究勘察应符合下列规定:

1 场区可行性研究勘察工程地质测绘比例尺宜选用 1:10000~1:50000;

2 坝址可行性研究勘察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;

3 坝址勘探剖面线上沟谷部位宜布置 1 个~2 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;

4 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;

5 坝区主要岩土、地表水和地下水应取样测试。

5.7.8 初步勘察应在充分搜集、利用场地及附近已有资料的基础上进行,对拟建工程场地的稳定性、废弃物对环境的影响进行评价,

包括下列内容：

- 1 初步查明并评价库、坝区的主要工程地质问题；
- 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 初步查明场区地下水的埋藏分布，地下水补径排条件和地下水的腐蚀性等水文地质条件；
- 4 初步查明库、坝区对工程建筑物有影响的滑坡、崩塌和其他不良地质作用，评价其对库、坝区的影响及提出防治措施；
- 5 初步查明影响场区建设的其他环境地质问题。

5.7.9 废弃物处理工程的库区初步勘察应根据填埋范围及影响范围布置勘探工作量，勘察工作应符合下列要求：

- 1 工程地质测绘比例尺宜选用 1：2000~1:5000；若存在威胁工程安全的滑坡和潜在不稳定边坡时应采用更大的比例尺。
- 2 废弃物处理库区勘探线、勘探点间距宜按表 5.7.9-1 确定。

表 5.7.9 -1 初步勘察阶段库区勘探线、勘探点间距

场地及岩土条件复杂程度等	勘探点间距 (m)	勘探点间距 (m)
复杂	50~70	30~50
中等复杂	70~150	50~70
简单	150~300	50~70

3 废弃物处理库区初步勘察勘探孔深度应满足初步评价要求，当荷载尚不明确时，应符合表 5.7.9-2 要求。

表 5.7.9-2 初步勘察阶段库区勘探孔深度

工程重要性等级	一般性勘探孔 (m)	控制性勘探孔 (m)
一级	≥20	≥30
二级	15~20	20~30
三级	10~15	15~20

5.7.11 废弃物处理工程的坝址初步勘察工作应符合下列要求：

- 1 工程地质测绘比例尺可选用 1:1000~1:2000;
- 2 坝址区应沿坝轴线布置勘探线,勘探点间距小于 100m 且不少于 2 个,坝基和坝肩部位应布置钻孔;
- 3 坝址区勘探孔深度应进入坝基底高程以下  $1/3\sim 1/2$  坝高,帷幕线上的勘探孔深度可采用 1 倍坝高或进入相对隔水层不小于 10m;
- 4 当遇下列情形之一时,应适当增加或减少勘探孔深度:
  - 1) 预计勘探深度内有软弱土层时,应适当增大勘探深度,需要时,应穿透软弱土层;
  - 2) 预计勘探深度内遇基岩或厚层碎石土层时,勘探孔深度可适当减少;

5.7.12 废弃物处理工程的详细勘察应符合下列规定:

- 1 查明库、坝区场地地基土的结构、厚度、物理力学性质等;
- 2 查明库、坝区的地下水位及动态,相对隔水层的厚度及埋藏条件;
- 3 查明库区渗漏地段的位置、形态和规模,提出防渗处理的建议;
- 4 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;
- 5 查明库、坝区的滑坡、崩塌等不良地质作用,提供防治设计所需的岩土参数;
- 6 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;
- 7 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;
- 8 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。

5.7.13 废弃物处理工程的库区详细勘察应符合下列要求：

- 1 库区工程地质测绘场区可选用 1:1000~1:2000；
- 2 库区勘探孔间距宜根据场地及岩土条件复杂程度等级和工程重要性等级综合确定，勘探点间距宜按表 5.7.13 确定，与稳定、渗漏有关的关键性地段可适当加密勘探孔；

表 5.7.13 库区详细勘察阶段勘探点间距 (m)

工程重要性 场地及岩土条件复杂程度	一级	二级	三级
复杂	10~15	15~25	25~35
中等复杂	15~30	25~40	35~50
简单	30~50	40~60	50~70

3 库区勘探孔深度应满足 5.7.9-2 条要求，对地下水较丰富地区，应适当增加勘探孔深度。

5.7.14 废弃物处理工程的坝址详细勘察应符合下列要求：

- 1 坝址区工程地质测绘可选用 1:500~1:1000；
- 2 坝址区应沿坝轴线或防渗线布置主勘探剖面线，必要时，应布置一定数量的横剖面。当坝基为基岩时：土石坝勘探点间距采用 50~100m，混凝土重力坝勘探点间距采用 20~50m；当坝基为土质地基时，勘探点间距宜按表 5.7.9 确定；

3 土石坝坝址区：土石坝勘探孔深度宜为坝高的 1/3~1/2，防渗线上的勘探孔深度应不小于 1 倍坝高或深入相对隔水层不少于 10m；

4 平原型坝址区：当下伏基岩埋深小于坝高时，勘探孔进入基岩深度不宜小于 10m，防渗线上勘探孔深度可根据防渗需要确定；当下伏基岩埋深大于坝高时，勘探孔深度宜根据透水层与相对隔水层的具体情况确定。

5 详细勘察勘探孔的深度应能满足稳定、变形、渗漏分析计算要求，当采用地基处理或垂直防渗帷幕时，勘探深度还应符合

相关要求；有软弱下卧层时，应适当增加勘探深度。

#### 5.7.15 改扩建项目勘察工作布置应符合下列要求：

1 应在充分收集、分析已有勘察、设计、施工、监测资料及已有经验的基础上开展针对性的工作。

2 库区勘探线宜平行于堆体边坡走向、扩建堆体及关键库区设施的轴线布置，勘探线、勘探点间距可按表 5.7.15 确定。

3 加高坝址区的勘探线不宜少于 3 条，按堆积规模垂直坝轴线布设，每条勘探线不少于 3 个勘探点，勘探点间距可按 5.7.14 条的规定执行，堆场内可适当增大；一般勘探孔深度应进入自然地面以下一定深度，控制性勘探孔深度应能查明可能存在的软弱层。

表 5.7.15 改扩建项目勘察勘探线、勘探点间距

堆积体复杂程度 等级	初步勘察阶段		详细勘察阶段
	勘探线间距	勘探点间距	勘探点间距
复杂	100	50~100	30~50
中等复杂	200	100~200	50~100
简单	不少于 5 个勘探点		≥100

注：堆积体复杂程度等级分为三级。复杂堆积体是指填埋物种类较多，除单一废弃物以外还有污水污泥等废弃物，或填埋过程大量采用低渗透性的中间覆土；简单堆积体是指填埋物比较单一且其组分变化不显著的；中等复杂堆积体是除复杂、简单以外的堆积体。

4 勘探孔数量应根据工程特点及岩土分析评价要求确定；孔深应满足稳定、变形和渗漏分析的要求。布置于堆场内勘探孔深度应结合已有勘察资料、施工资料及设计要求综合确定，一般应揭穿堆体并进入基底不小于 3m。

5 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，测定垃圾渗出液的化学成分。

6 堆场内勘探孔一般不宜穿透场底衬垫系统；当原有资料不能满足分析评价要求而钻孔必须穿透场底衬垫系统时，应有有效

封孔、防渗、防污染措施。

5.7.16 垃圾填埋场的岩土工程评价除满足 5.7.4 条要求外,尚应包含下列内容:

- 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 新建工程应评价工程场地的整体稳定性,改扩建分析评价废弃物堆积体的变形和稳定;
- 5 分析评价地基和废弃物变形导致防渗衬层封盖层及其它设施失效的可能性。

6 已受到污染场地的勘察,其勘察工作量尚应满足本规范相关章节(污染土)的相关要求。分析评价污染物的运移及其对水源农业岩土和生态环境的影响。

5.7.17 对废弃物堆体应进行监测工作,监测内容包括堆体安全监测、废弃物设施及不良地质作用安全监测、环境影响监测和本底值监测等。用反分析方法获取参数,分析堆积体的稳定性。

5.7.18 工程需要时,根据任务委托可开展专项勘察或提出专题研究的建议,内容宜包括:

- 1 调查污染物的运移,评价污染对环境的影响;
- 2 分析预测暴雨和地质灾害对垃圾堆体、坝体的影响,预测垃圾堆体和垃圾坝发生垮塌、滑坡、沼气爆炸、污水泄漏等突发事件可能造成的影响,提出对策或建议。

## 5.8 综合管廊

5.8.1 综合管廊勘察宜按可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察三阶段进行。施工阶段可根据需要进行施工勘察。各阶段勘察应结合施工方法、敷设方式等工程条件开展勘察工作。

5.8.2 可行性研究勘察以搜集、分析已有地质资料和工程地质调查与测绘为主,当不能满足要求时,应根据具体情况进行必要的

勘探、测试及试验。

5.8.3 可行性研究勘察应包括下列内容：

1 搜集场地沿线的区域地质、构造、地震、地形地貌、气象、水文、工程地质、岩土工程和相关工程建筑经验；

2 了解场地沿线的地层、岩性、地下水类型、不良地质作用和特殊性岩土分布及发育规律；

3 调查场地沿线的周边环境条件，分析其与线路方案的相互影响，提出规避和防治的初步建议；

4 评价场地稳定性和工程建设适宜性；

5 当有两个或两个以上拟选场地时，提出线路方案比选建议；

6 提出初步勘察工作建议。

5.8.4 初步勘察宜在可行性研究勘察的基础上，初步查明拟建场地的岩土工程条件，提出岩土参数及建议，满足初步设计的要求。

5.8.5 初步勘察应包括下列内容：

1 初步查明场地岩土层地质年代、成因、分布及工程性质，提供相关物理力学参数；

2 初步查明地下水埋藏条件，补给、径流、排泄关系，地表水与地下水的水力联系，评价对工程施工的影响；

3 初步查明不良地质作用的类型、成因、分布范围及发展趋势，提出防治措施建议，并整体或分段进行稳定性评价；

4 初步查明特殊性岩土的工程性质，评价其对工程建设的影响；

5 初步判别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；

7 对岩土工程问题进行初步分析评价，并提出设计与施工的建议。

5.8.6 初步勘察阶段，明挖法勘探点宜沿管廊结构外侧 3m 以内交叉布置，非开挖法勘探点宜沿管廊结构外侧 3m~5m 交叉布置，勘探点间距可按表 5.8.6 确定。

表 5.8.6 初步勘察勘探点间距 (m)

场地或地基复杂程度等级	明挖施工	非开挖施工
一级	50~100	30~60
二级	100~200	60~100
三级	200~300	100~150

注：上述规定的勘探点间距为勘探点在管廊中心线的投影间距。

#### 5.8.7 初步勘察阶段勘探孔深度应符合下列规定：

1 明挖法勘探孔深度不宜小于 2.5 倍开挖深度，非开挖法勘探孔深度不宜小于综合管廊结构底板以下 2.5 倍管廊直径或宽度。

2 当预定深度内遇软弱土层时，勘探孔深度应适当增加，部分勘探孔应穿透软弱土层或达到预计控制深度；遇溶洞、土洞、人为坑洞等，应穿透并根据需要加深；

3 当预定深度内遇厚层碎石土、基岩等稳定地层时，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。

#### 5.8.8 初步勘察阶段的取样及测试工作应符合下列规定：

1 采取土试样和进行原位测试的勘探孔数量可占勘探孔总数的 1/3~2/3；

2 主要岩土层应采取土试样或进行原位测试，其数量不宜少于 6 个；

3 当水文地质条件复杂且对工程有重要影响时，应进行水文地质试验。

5.8.9 详细勘察应在初步勘察的基础上，针对工程特点和场地岩土条件，进行岩土工程分析与评价，提供详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数及相关结论和建议。

#### 5.8.10 详细勘察应包括下列内容：

1 查明场地地层结构及其物理、力学性质，分析评价地基工程性质、围岩分级及稳定性；

2 查明不良地质作用的类型、分布、规模、成因及发展趋势，

评价其对工程建设的影响，提出防治措施的建议；

3 查明特殊性岩土分布范围、工程性质，评价其对设计、施工的影响；

4 查明地下水埋藏条件及其和地表水的补排关系，分析评价其对工程的影响，提供地下水位动态变化规律、地下水控制所需有关参数及控制措施建议；

5 对明挖施工综合管廊，提出基坑边坡的处理方式、计算参数和支护结构选型的建议；

6 对非开挖施工综合管廊，提供相应工法设计、施工所需参数，对于稳定性较差的地层及可能产生渗透性破坏的地层，应提出预加固处理的建议；

7 分析评价既有地下设施、障碍物等周边环境条件与工程设计、施工之间的相互影响，提出处理措施的建议；

8 判定水和土对建筑材料的腐蚀性；

9 评价场地和地基的地震效应，提供抗震设计所需的有关参数；

10 评价地质条件可能造成的工程风险，提出防治措施的建议；

11 对设计、施工中的岩土工程问题进行分析评价，提供相关岩土参数及建议。

5.8.11 详细勘察阶段的勘探点布置应符合下列规定：

1 明挖法勘探点宜沿管廊结构外侧 3m 以内交叉布置，非开挖法勘探点宜沿管廊结构外侧 3m~5m 交叉布置，勘探点间距可按表 5.8.11 确定；当综合管廊宽度大于 15m 时，宜在两侧并排布置勘探点；

2 综合管廊出入口、纵断面最低部位、工法变换处、转角处、水文地质条件复杂地段应布置勘探点；

3 综合管廊工作井及地质条件复杂的地段应布置横断面，横

断面孔数不宜少于 2 个；

4 综合管廊穿越河流、道路、铁路等时，应在其两侧布置勘探点；

5 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；

6 综合管廊通过人工填土、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。

表 5.8.11 详细勘察勘探点间距 (m)

场地或地基复杂程度等级	明挖施工	非开挖施工
一级	15~30	15~25
二级	30~50	25~40
三级	50~80	40~60

注：上述规定的勘探点间距为勘探点在管廊中心线的投影间距。

5.8.12 详细勘察阶段勘探孔深度应满足地基基础设计、变形计算、地下水控制、抗浮设计、支护设计及施工要求，并应符合下列规定：

1 明挖法一般性勘探孔深度不应小于基坑开挖深度的 2 倍，控制性勘探孔深度不应小于基坑开挖深度的 2.5 倍；

2 非开挖法一般性勘探孔深度不应小于综合管廊结构底板以下 1.5 倍管廊直径或宽度，且不应小于 5m；控制性勘探孔深度不应小于综合管廊结构底板以下 2.5 倍管廊直径或宽度，且不应小于 10m；

3 当预定深度内遇软弱土层时，勘探孔深度应适当增加，部分控制性勘探孔应穿透软弱土层或达到预计控制深度；遇溶洞、土洞、人为坑洞等，应穿透并根据需要加深；

4 当预定深度内遇厚层碎石土、基岩等稳定地层时，勘探孔深度可适当减少，控制性勘探孔进入结构底板以下不应小于 8m，

一般性勘探孔不应小于 5m。

**5.8.13** 详细勘察阶段的取样及测试工作应符合本规范第 4.2.13 条规定。

**5.8.14** 对独立建设的控制中心等地面建（构）筑物的岩土工程勘察评价，应按本标准第 4 章的有关规定执行。

## 6 水文地质

### 6.1 一般规定

6.1.1 岩土工程勘察应收集场地所在地的水文资料、气象资料、场地周边的水系及水利工程分布情况等，必要时开展专项水文地质勘察。

6.1.2 岩土工程勘察应根据场地特点和工程要求，通过搜集资料和勘察工作，掌握下列水文地质条件：

1 地下水的类型和赋存状态；

2 主要含水层的分布规律，含水层的渗透系数；

3 区域性气候资料，如年降水量、蒸发量及其变化规律和对地下水水位的影响；

4 地下水的补给、径流、排泄条件，地表水与地下水的水力联系及其对地下水水位的影响；

5 地下水的水位、水质情况及其变化趋势，地下水的出露情况，如泉、湿地等的分布；

6 场地所在区域有地下水水位动态监测工作以来的最高地下水水位、近3~5年最高地下水水位、水位变化趋势和主要影响因素；

7 是否存在污染地表水和地下水的污染源及可能的污染程度；

8 地下水对基础及隐蔽工程的腐蚀性；

9 当地下水水位高于地下建（构）筑物基础底板时，提出抗浮设防水位及需要采取的抗浮措施建议。

6.1.3 在遇到地下水时，应量测地下水水位；对工程有影响的多层含水层的水位量测，应采取分层隔水措施，将被测含水层与其他含水层隔开。

6.1.4 在缺乏常年地下水水位监测资料的地区，在高层建筑或重大

工程勘察过程中，当地下水对工程有重要影响时，初步勘察阶段宜提出设置长期观测孔的要求，建议对有关层位的地下水进行长期观测，必要时开展专门水文地质勘察。

6.1.5 污染场地应设置监测井进行地下水水质监测，监测井主要针对易受污染的主要含水层进行布设，监测井数量应能反映场地的污染特征。

6.1.6 当场地水文地质条件复杂，且地下水对地基评价、基础抗浮或工程降水有重大影响时，应由工程建设方另行委托有相应资质的勘察单位进行专门的水文地质勘察。

6.1.7 专门的水文地质勘察应符合下列要求：

1 查明含水层和隔水层的岩性、埋藏条件，地下水类型、水位及其变化幅度。当场地有多层对工程有影响的地下水时，应分层量测地下水位，并查明互相之间的补给关系；

2 查明场地所处的水文地质单元、含水层特征及富水性；

3 必要时应设置观测孔，或在不同深度处理设孔隙水压力计，量测压力水头随深度的变化；

4 通过现场试验，测定地层渗透系数、给水度、弱透水层越流系数等水文地质参数；

5 提出场区建筑工程抗浮设防水位建议值，并宜进行抗浮稳定性评价；

6 计算预测基坑涌水量，提出基坑开挖施工中地下水控制方案的建议。

6.1.8 在冻土、盐渍岩土、湿陷性土、膨胀岩土等特殊岩土地区，应根据工程需要和地质因素，重点查明地表水与地下水的水力联系，地下水位的季节变化趋势，分析评价地下水对特殊性岩土的影响。具体评价要求参照相关的特殊性岩土勘察规范执行。

6.1.9 在塌陷、滑坡等不良地质作用发育地区，应分析评价地下水对不良地质作用的影响。

6.1.10 水试样的采取和试验应符合下列规定：

- 1 水试样应能代表天然条件下的水质情况；
- 2 水试样的采取和试验项目应符合本标准第 12 章的规定；
- 3 水试样宜在混凝土基础结构所在的深度处采取，每个场地不应少于 2 件；当地下构筑物穿过多层地下水时应分层采取地下水试样。

- 4 水试样应及时测试，水样放置时间常规样不宜超过 72h，可能受污染的水不宜超过 12h。

- 5 污染场地地下水样品的采取应满足现行标准《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164) 的要求。

## 6.2 地表水

6.2.1 搜集场地所在地气象要素数据资料，如气温、降水量、暴雨强度及冰雪融化规律分析成果。当数据资料不齐全或气象要素对场地影响较大时，应开展地表水专题研究工作，提交专题评价成果，提供建设、设计、施工等各方制定必要的防范措施。

6.2.2 查明近场区水系和水利工程分布状况，搜集工程区河流、沟溪、渠道、供排水管道、水库等的流量、流速、水量、水位、水质及动态。当地表水可能造成地质灾害时，应开展专题研究工作，分析评估因地表水引发的地质灾害的范围及程度，提出预防及处理措施建议。

6.2.3 搜集当地政府已批准发布的防洪规划成果，阐明对工程场地的影响并提出预防措施建议。

## 6.3 量测地下水位

6.3.1 当勘探过程中遇到地下水时，应量测初见水位与稳定水位。量测读数至厘米，精度不得低于 $\pm 2\text{cm}$ 。

6.3.2 探井（坑）和钻孔施工时应量测初见水位。稳定水位量测间隔时间按地层的渗透性确定，砂土和碎石土不宜小于 0.5h，粉

土和粘性土不宜小于 8h。

6.3.3 当地有多层对地下工程有影响的地下水时，被测含水层与其他含水层之间须做好止水措施，将被测含水层与其他含水层隔开后进行测量。

6.3.4 当在泥浆护壁钻孔中量测地下水位时，应下滤水管，清水循环冲洗彻底后量测。

## 6.4 水文地质参数的确定

6.4.1 根据工程需要，岩土工程勘察可提供地下水水位、承压水水头、渗透系数、导水系数、影响半径和渗透率等水文地质参数。可按表 6.4.1 选用。

表 6.4.1 水文地质参数测定方法

参 数	测 定 方 法
水 位	钻孔、探井（坑）或测压管观测
渗透系数	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	潜水含水层的给水度和承压水含水层的释水系数，可利用单孔非稳定流抽水试验观测孔的水位下降资料计算确定，或采用野外试验和室内试验的方法确定。
越流系数、越流因数	多孔抽水试验(稳定流或非稳定流)
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

注：除水位外，当对数据精度要求不高时，可采用当地同类场地经验数值。

6.4.2 岩土工程勘察应对影响岩土工程设计、施工的各含水层进行抽水试验、渗水试验、压水试验等水文地质试验，水文地质试验的方法、数量可根据工程需要、场地的大小和水文地质条件的复杂程度确定。

6.4.3 对多层含水层，需分层研究时，应进行分层（段）抽水试

验。

6.4.4 量测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个点。测点间距按岩土渗透性、水力梯度和地形坡度确定。应同时量测各孔(井)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。

6.4.5 抽水试验应符合下列规定:

1 抽水试验方法可按表6.4.5选用,具体可按现行国家标准《供水水文地质勘察规范》(GB 50027)执行。

表 6.4.5 抽水试验方法和应用范围

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

2 抽水试验宜三次降深,最大降深应接近工程设计所需的地下水水位降深,其余两次降深分别为最大降深的2/3、1/3左右。

3 现场试验中应及时绘制涌水量、降深和时间的关系曲线,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,而没有持续上升或下降时,可认为已经稳定。

4 抽水结束后应量测恢复水位。

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

6.4.7 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。应及时绘制压力与压入水量的关系曲线(P-Q),计算试验段的透水率,确定P-Q曲线的类型。

6.4.8 水文地质参数计算应根据不同试验方法选择正确的计算公

式。

## 6.5 抗浮设防水位

6.5.1 当地下水位高于地下建（构）筑物基础底板时，应对地下建（构）筑物的抗浮作用进行评价。岩质基坑当周边环境形成汇水条件时，应评价建（构）筑物抗浮作用。

6.5.2 一般工程，当有长期水位观测资料时，应根据多年实测最高水位、近年水位变化动态及变化趋势确定抗浮设防水位；当无长期水位观测资料时，应根据场地所在区域水位多年变化趋势的最高值来确定。重要工程应进行抗浮水位专项研究。

6.5.3 抗浮设防水位的评价应考虑工程建设对水文地质条件的改变，以及由此带来的影响；还应考虑河流、湖泊的改造及人工蓄、排水等对工程产生的影响。当场地地下水受地表水直接影响时，可将场地、线路附近地表水的历史最高洪水位作为抗浮水位。对于大面积填方场地，应按填方后上升的地下水水位来评价抗浮水位。

6.5.4 抗浮设计等级为甲级的工程、场地水文地质条件复杂的乙级工程，或资料缺乏、当地工程经验不足或工程对抗浮设防要求较高时，应进行专项勘察。

6.5.5 当建设场地范围较大、地下水水力坡度较大或线路工程应分区、分段提供抗浮设防水位。

6.5.6 当场地有承压水且与上部潜水有密切水力联系时，应按承压水和潜水的混合最高水位确定。

6.5.7 当地下建（构）筑物自重小于地下水浮力时，应对抗浮设计提出建议。

## 7 特殊性岩土

### 7.1 湿陷性土

7.1.1 湿陷性土包括黄土状粉质黏土、黄土状粉土、湿陷性砂土和湿陷性碎石土。

7.1.2 在湿陷性场地进行岩土工程勘察应查明下列内容：

- 1 查明湿陷性土层的平面范围、分布厚度、湿陷深度；
- 2 查明湿陷系数、自重湿陷系数及湿陷起始压力随深度的变化；
- 3 判定场地湿陷类型和地基湿陷等级；
- 4 查明地下水水文地质条件、地表水的汇聚与排泄。
- 5 丁类建（构）筑物可根据场地环境、结构特点、受水浸湿可能性等查明受力层范围内的湿陷性特征及水文条件。

7.1.3 湿陷性场地的建设工程设计，应根据场地湿陷类型、地基湿陷等级和技术要求等，结合当地建筑经验和施工条件等因素，综合确定采取的地基处理方案、结构措施和防水措施。

7.1.4 湿陷性场地地基的地基处理应根据岩土特性、湿陷类型、湿陷等级、建（构）筑物、场坪道路等特点，结合当地工程经验进行。

7.1.5 建筑（构）物及管道设施使用期间应定期检查和及时维护，并做好记录。

#### I 黄土状粉质黏土、黄土状粉土

7.1.6 黄土状粉质黏土、黄土状粉土地区工程建设执行《湿陷性黄土地区建筑标准》（GB 50025）的技术规定。

7.1.7 用室内浸水（饱和）压缩试验确定黄土的湿陷性。黄土试样在一定压力下测定的湿陷系数大于或等于 0.015 时，应判定为湿陷性黄土。

7.1.8 评价湿陷性计算的不扰动土样应为 I 级土样，其采取应符合下列要求：

1 采取不扰动土样的勘探点不宜少于勘探点总数的 1/3，并不少于 3 个；

2 采取 I 级土样，竖向宜穿透湿陷性黄土层，间距宜为 1m，土样直径不宜小于 120mm；

3 采取 I 级土样，必须保持其天然的结构、密度和湿度。

7.1.9 湿陷性黄土地基受水浸湿饱和，计算湿陷量时，根据不同深度，地基土浸水机率系数 $\alpha$ 取值宜按表 7.1.9 进行内插计算取值。当地下水可能上升至湿陷性土层内，或受侧向浸水影响的区段，浸水机率系数 $\alpha$ 取值为 1.0。

表 7.1.9 浸水机率系数  $\alpha$

基础底面下深度 $z$ (m)	浸水机率系数 $\alpha$
$0 \leq z \leq 10$	$\alpha = 1.0$
$10 < z \leq 20$	$1.0 > \alpha \geq 0.9$
$20 < z \leq 25$	$0.9 > \alpha \geq 0.6$
$z > 25$	$\alpha = 0.5$

## II 湿陷性砂土、湿陷性碎石土

7.1.10 湿陷性砂土、湿陷性碎石土地区工程建设执行《岩土工程勘察规范》GB 50021 中“湿陷性土”的技术规定。

7.1.11 采用现场载荷试验确定砂土、碎石土的湿陷性。在 200kPa 压力下浸水载荷试验的附加湿陷量与承压板宽度之比等于或大于 0.023 的土，应判定为湿陷性砂土、湿陷性碎石土。

7.1.12 湿陷性砂土、湿陷性碎石土除应符合第 7.1.2 条，尚应查明下列内容：

1 湿陷性场地的环境特点、水文条件；

2 湿陷性土层的成因和组成成分，包括其中的夹层、胶结物、

包含物等。

7.1.13 地基浸水至下沉稳定为止的总湿陷量 $\Delta s$ 应根据现场浸水载荷试验确定。

7.1.14 湿陷性砂土、湿陷性碎石土地基的湿陷等级应按表 7.1.14 判定。

表 7.1.14 湿陷性砂土、湿陷性碎石土地基的湿陷等级

总湿陷量 $\Delta s$ (mm)	湿陷性土层厚度 (m)	湿陷等级
$50 < \Delta s \leq 300$	$>3$	I
	$\leq 3$	II
$300 < \Delta s \leq 600$	$>3$	
	$\leq 3$	III
$\Delta s > 600$	$>3$	
	$\leq 3$	IV

## 7.2 盐渍岩土

7.2.1 易溶盐含量大于或等于 0.3%且小于 20% ,并具有溶陷或盐胀等工程特性的土, 应判定为盐渍土。

7.2.2 盐渍岩土分为盐渍岩和盐渍土。

1 盐渍岩按主要含盐矿物成分可分为石膏盐渍岩、石盐岩和钾镁质岩等三类。

2 盐渍土根据颗粒粒径分为粗颗粒盐渍土和细颗粒盐渍土。粗颗粒盐渍土包括碎石土、砂土, 细颗粒盐渍土包括粉土和黏土。

7.2.3 盐渍岩土勘察与调查工作应包括下列内容:

1 调查盐渍岩土场地及周围地形、地貌, 当地气象和水文资料, 植物生长情况等;

2 调查当地工程建设经验等;

3 查明盐渍岩土的成因、分布和特点;

4 确定盐渍岩土中含盐类型、含盐量，确定盐渍岩的矿物成分或化学成分；

5 查明地表水、地下水条件，毛细水上升高度等；

6 判定盐渍岩土的溶陷性、盐胀性和腐蚀性；

7 分析盐渍岩土对建设项目的影晌，提出防治措施的建议。

7.2.4 勘探点布置应满足查明盐渍岩土分布特征的要求，包括平面分布范围、竖向分布深度。

7.2.5 采取盐渍岩土试样应按岩土层分层采取，不得跨层采取土样。

7.2.6 盐渍岩土含盐量试验要求如下：

1 盐渍岩应测定易溶盐和中溶盐的含量；

2 盐渍土应测定易溶盐的含量，粗颗粒盐渍土中碎石土盐渍土的易溶盐的测定应采用通过 5mm 筛孔的风干土样；粗颗粒盐渍土中砂土、细颗粒盐渍土的易溶盐的测定应采用通过 2mm 筛孔的风干土样；

3 当市政道路采用公路勘察设计技术标准时，宜按公路工程行业标准 (JTG) 进行勘察取样工作。

7.2.7 盐渍岩土的工程评价应包括下列内容：

1 盐渍岩土分布范围。

2 盐渍岩土含盐量、含盐类型等

3 盐渍岩土的溶陷性、盐胀性和腐蚀性等特性评价

4 场地工程建设的适宜性。工程建设选址阶段宜避开超、强盐渍岩土场地。在盐渍岩土场地建设时，重要建设项目宜布置在含盐量较低、地下水水位较深、地势较高、排水通畅的地段。

7.2.8 工程建设竣工运营期间，应进行监测与巡视，应加强给排水、热力管网、地面排水等设施的维护。

## 7.3 污染土

7.3.1 由于致污物质的侵入，使土的成分、结构和性质发生了显著变异的土，应判定为污染土。

7.3.2 本节适用于工业污染土、尾矿污染土和垃圾填埋场渗滤液污染土的勘察，不适用于核污染土的勘察。污染土对环境影响的评价可根据任务要求进行。

7.3.3 污染土地和地基可分为下列类型，不同类型场地和地基勘察应突出重点。

- 1 已受污染的已建场地和地基；
- 2 已受污染的拟建场地和地基；
- 3 可能受污染的已建场地和地基；
- 4 可能受污染的拟建场地和地基。

7.3.4 污染土地和地基的勘察应包括下列内容：

- 1 调查污染源的位置、成分、性质；
- 2 查明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 评价污染程度；
- 4 评价污染土和水对建筑材料的腐蚀性及其对工程建设及环境的影响；
- 5 提出污染土、水处置建议。

7.3.5 污染土地和地基的勘察，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 以现场调查为主，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分，了解选矿所采用工艺、添加剂及其化学性质和成分等。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和深度。

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在规定时间内运送试验室。

4 对需要确定地基土工程性能的污染土，宜采用以原位测试为主的多种手段；当需要确定污染土地基承载力时，宜进行载荷试验，必要时应进行污染土与未污染土的对比分析。

7.3.6 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。查明污染土分布的勘探孔深度应穿透污染土，并查明污染物在地下水中的空间分布。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。

7.3.7 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分析。

2 污染土的物理力学试验，力学试验项目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。

3 污染与未污染和不同污染程度的对比试验。

4 对建筑材料腐蚀性的评价指标。

5 对环境的影响评价指标。

6 必要时进行专门的试验研究。

7.3.8 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、污染程度、地下水受污染的空间范围；
- 3 污染土的物理力学性质，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 评价污染土作为拟建工程场地和地基的适宜性，提出防治污染与污染土处理的建议。

7.3.9 污染对土的工程特性的影响程度可按《岩土工程勘察规范》(GB 50021)划分。污染土的处置与修复应根据污染程度、分布范围、土的性质、修复标准、处理工期和处理成本等综合考虑。

## 7.4 多年冻土

7.4.1 含有固态水，且冻结状态持续二年或二年以上的土，应判定为多年冻土。多年冻土区冬季冻结、暖季融化的层位称为季节融化层。冰层厚度大于 25mm，且其中不含土时，定名为纯冰层。

7.4.2 根据融化下沉系数  $\delta_0$  的大小，多年冻土的融沉性可分为不融沉、弱融沉、融沉、强融沉和融陷五级，按《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324)划分。融化下沉系数  $\delta_0$  可按下式计算：

$$\delta_0 = \frac{h_1 - h_2}{h_1} = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \times 100(\%) \quad (7.4.2)$$

式中  $h_1$ 、 $e_1$ —冻土试样融化前的高度和孔隙比；

$h_2$ 、 $e_2$ —冻土试样融化后的高度和孔隙比。

7.4.3 季节融化层土的冻胀性分级，应根据土层的平均冻胀率  $\eta$  的大小划分为不冻胀、弱冻胀、冻胀、强冻胀和特强冻胀五级，

按《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324)划分。冻土层的平均冻胀率  $\eta$  应按照式 7.4-2 计算:

$$\eta = \frac{\Delta_s}{h - \Delta_s} \times 100(\%) \quad (7.4.3)$$

式中:  $\Delta_s$ ——地表冻胀量(mm);

$h$ ——冻结层厚度(mm)。

7.4.4 多年冻土地带温带的划分可按表 7.4.4 的规定:

表 7.4.4 多年冻土地带划分

多年冻土地带温带	多年冻土平均地温 $T_{cp}$ (°C)
稳定带	$T_{cp} < -2.0$
基本稳定带	$-2.0 \leq T_{cp} < -1.0$
不稳定带	$-1.0 \leq T_{cp} < -0.5$
极不稳定带	$T_{cp} \geq -0.5$

7.4.5 多年冻土勘察应根据多年冻土地基的设计原则、多年冻土的类型和特征进行, 并应查明下列内容:

- 1 查明多年冻土的分布范围、类型、厚度、总含水率、特征;
- 2 查明多年冻土层上水、层间水和层下水的赋存形式、相互关系及其对工程的影响;
- 3 查明多年冻土的融沉性分级和季节融化层土的冻胀性分级;
- 4 查明多年冻土的形态特征、形成条件、分布范围及其对工程的危害程度;
- 5 提供多年冻土特殊的物理力学和热学性质指标;
- 6 提供多年冻土的地基类型和地基承载力。
- 7 对多年冻土工程地质条件作出评价, 预测工程建设及其运营期间冻土~工程~环境条件的变化和相互影响, 提出合理的措施与建议。

7.4.6 多年冻土区工程地质调绘内容:

- 1 危害工程的冰锥、冻胀丘、厚层地下冰、融冻泥流、热融滑塌、热融湖塘、热融洼地、冻土沼泽、冻土湿地等冻土现象的

类型、分布、发生和发展规律及对工程建设和运营的影响；

2 多年冻土及活动层的岩性成分；

3 地表植被的类型、分布特点及覆盖层；

4 地表水的类型、分布及补给、排泄条件；

5 地下水的类型、水位埋深、补给、径流、排泄条件；

6 融区的类型、规模、分布及其对工程建设和运营的影响；

7 多年冻土环境的特点、变化特征；

8 收集气温、降水量等工程设计所需的气象资料、评价建筑场地的地表排水条件；

9 收集冻土工程建筑经验的冻土地基类型、建筑基础形式、人为上限、工程措施及有效性、环境保护措施等相关资料。

#### 7.4.7 多年冻土区工程地质勘探：

1 多年冻土勘探宜根据工程规模、冻土分布情况和特征采用钻探、井探、槽探和地球物理勘探、冻土取样、原位测试等多种方法。

2 查明由冻土融化引起的不良地质作用时，调查和勘探工作宜在二、三月份进行；查明由冻土冻结引起的不良地质作用时，调查和勘探工作宜在七、八、九月份进行；查明多年冻土上限深度和工程特性的勘探宜在九、十月份进行。

3 勘探点的布设：多年冻土区勘探点间距、勘探线间距，勘探孔深度除应满足本规范相关章节的要求外，还应符合《冻土工程地质勘察规范》（GB 50324-2014）第 8.3 节和第 8.4 节的相关规定。

#### 7.4.8 冻土的钻探、取样与试验：

1 当冻土为第四系松散地层时，宜采取低速干钻工艺，回次进尺宜为 0.2m~0.5 m；对于高含冰量的冻结粘性土层，应采取快速干钻工艺，回次进尺不宜大于 0.8m；对于冻结的碎石土和基岩，宜采用低温冲洗液钻进。

2 钻探时宜缩短施工时间，宜设置护孔管或套管，严禁地表水或地下水流入孔中，终孔直径不应小于 91mm，并应避免在钻孔周围造成人工融区或孔内冻结。

3 测定冻土基本物理指标的土样应由地表下 0.5m 开始逐层采取，当土层厚度小于 1.0m 时必须取一组样，当土层厚度大于 1.0m 时每米取一组样，冻土上限附近和含冰量变化大时应加密取样。对于测定冻土天然含水率的土样，宜在原状岩芯、探井或探槽上采用刻槽法采取。试样在采取、搬运、贮存和试验过程中应避免融化。

4 保持冻结状态设计地段的钻孔，勘探和孔内测试工作结束后应及时回填。

5 试验项目除按常规要求外，尚应根据需要，进行颗粒分析、总含水率、液限、塑限、天然密度、融沉系数、融化土的压缩系数、抗剪强度、水质分析等项目的试验；对盐渍化多年冻土和泥炭化多年冻土，尚应分别测定易溶盐含量和有机质含量。

6 对地基基础设计等级为甲级或乙级的建筑物，其所在多年冻土场区宜进行地温观测等原位试验。

#### 7.4.9 冻土工程地质勘察报告包括下列内容：

1 气象资料：年平均气温、融化指数(冻结指数)、冬季月平均风速、年平均降水量；

2 地温资料：年平均地温、标准融深(标准冻深)、秋末冬初地温沿深度的分布；

3 冻土物理参数：天然密度、总含水率、盐渍度、泥炭化程度、冻土构造、冰夹层厚度；

4 冻土与未冻土的热物理参数：导热系数、导温系数、容积热容量；

5 冻土强度指标：冻结强度、抗剪强度、承载力特征值、体积压缩系数、压缩系数；

6 冻土融化指标：融化下沉系数、融土体积压缩系数、融土承载力特征值；

7 土的冻胀指标：冻胀率、冻切力、水平冻胀力；

8 地下水分布的资料及特征，不良冻土现象的分布及特征。

## 7.5 软土

7.5.1 天然孔隙比大于或等于 1.0，且天然含水量大于液限的细粒土应判定为软土，包括淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土等。

7.5.2 软土勘察除应符合常规要求外，尚应查明下列内容：

1 软土的成因类型、分布规律、地层结构、砂土夹层分布和均匀性；

2 软土层的强度与变形特征指标，固结情况和土体结构扰动对强度和变形的影响；

3 地表硬壳层的分布与厚度、盐渍化程度分析，下伏硬土层或基岩的埋深和起伏状况；

4 微地貌形态和暗埋的塘、浜、沟、坑、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、沉井等对软土应力状态、强度和压缩性的影响；

6 当地的工程经验。

7.5.3 软土地区勘察宜采用钻探取样与静力触探结合的手段。勘探点布置应根据土的成因类型和地基复杂程度确定。当土层变化较大或有暗埋的塘、浜、沟、坑、穴时应予加密。软土取样应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)的要求。

7.5.4 软土原位测试宜采用静力触探试验、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。

7.5.5 对于软土常规固结试验，第一级压力应根据土的有效自重压力确定，并宜用 12.5kPa、25kPa 或 50kPa，最后一级压力应大

于土的有效自重压力与附加压力之和。试验报告中的压缩系数 ( $a_{1-2}$ ) 应为相应于垂直压力为 100kPa~200kPa 的值, 并按下列规定评价地基土的压缩性:

1 当  $a_{1-2}$  小于  $0.1\text{MPa}^{-1}$  时, 应确定为低压缩性土;

2 当  $a_{1-2}$  大于等于  $0.1\text{MPa}^{-1}$  且小于  $0.5\text{MPa}^{-1}$  时, 应确定为中压缩性土;

3 当  $a_{1-2}$  大于等于  $0.5\text{MPa}^{-1}$  时, 应确定为高压缩性土。

7.5.6 软土的力学参数宜采用室内试验、原位测试, 结合当地经验确定。有条件时, 可根据堆载试验、原型监测反分析确定。抗剪强度指标室内宜采用三轴试验, 原位测试宜采用十字板剪切试验。压缩系数、先期固结压力、压缩指数、回弹指数、固结系数、可分别采用常规固结试验、高压固结试验等方法确定。

7.5.7 对一级工程或有特殊要求的工程, 应采用三轴剪切试验测定黏性土的抗剪强度。三轴剪切试验的试验方法应按下列条件确定:

1 对饱和软土试样应在有效自重压力下预固结后再进行试验;

2 对经预压处理的地基、排水条件好的地基、加荷速率不高的工程, 可采用固结不排水 (CU) 试验; 当需提供有效应力抗剪强度指标时, 应采用固结不排水试验测定孔隙水压力。

7.5.8 软土的结构性分类宜采用现场十字板剪切试验, 也可采用无侧限抗压强度的试验方法测定其灵敏度 ( $St$ ), 并按表 7.5.8 的规定进行判定。

表 7.5.8 软土的结构性分类

灵敏度 $St$	结构性分类
$2 < St \leq 4$	中灵敏性
灵敏度 $St$	结构性分类
$4 < St \leq 8$	高灵敏性

$8 < St \leq 16$	极灵敏性
$St > 16$	流性

注:无侧限抗压强度试验土样,应采用薄壁取土器取样。

7.5.9 设防烈度等于或大于 7 度时,对厚层软土分布区,当临界等效剪切波速大于表 7.5.9 的数值时,可不考虑震陷影响。

表 7.5.9 临界等效剪切波速

抗震设防烈度	7 度	8 度	9 度
临界等效剪切波速 $V_{se}(m/s)$	90	140	200

7.5.10 软土的岩土工程评价应包括下列内容:

1 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,应验算其稳定性;

2 软土地基承载力应根据室内试验,原位测试和当地经验综合确定;

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;当地面有大面积堆载时,应分析对相邻建筑物的不利影响;

4 提出基础形式和持力层的建议;对于上为硬层,下为软土的双层土地基应进行下卧层验算。

## 7.6 膨胀岩土

7.6.1 含有大量亲水矿物,湿度变化时有较大体积变化,变形受约束时产生较大内应力的岩土,应判定为膨胀岩土。

7.6.2 膨胀岩土的初判应符合下列特征:

1 多分布在二级或二级以上阶地、山前丘陵和盆地边缘;

2 地形平缓,无明显自然陡坎;

3 常见浅层滑坡、地裂,新开挖的路堑、边坡、基槽易发生坍塌;

4 裂缝发育，方向不规则，常有光滑面和擦痕，裂缝中常充填灰白、灰绿色黏土；

5 干时坚硬，遇水软化，自然条件下呈坚硬或硬塑状态；

6 自由膨胀率一般大于 40%；

7 未经处理的建筑物成群破坏，低层较多层严重，刚性结构较柔性结构严重；

8 建筑物开裂多发生在旱季，多呈“倒八字”、“X”或水平裂缝，裂缝随气候变化而张开和闭合。

终判应在初判的基础上按本节 7.6.8 条进行。

7.6.3 膨胀岩土场地，按地形地貌条件可分为平坦场地和坡地场地。符合下列条件之一者应划为平坦场地。

1 地形坡度小于 5 度，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 度小于 14 度，与坡肩水平距离大于 10m 的坡顶地带。

不符合以上条件的应划为坡地场地。

7.6.4 膨胀岩土地区的勘察应包括下列内容；

1 查明膨胀岩土的地质年代、岩性、矿物成分、成因、产状、分布以及颜色、裂隙发育情况和充填物等特征；

2 划分地形、地貌单元和场地类型；

3 调查地表水的排泄和积聚情况、地下水的类型、水位及其变化规律；

4 搜集当地降水量、干湿季节、干旱持续时间等气象资料、大气影响深度；

5 测定自由膨胀率、一定压力下的膨胀率、收缩系数、膨胀力等指标；

6 确定膨胀潜势、地基的膨胀变形量、收缩变形量、胀缩变形量、胀缩等级；

7 提供膨胀岩土预防措施及地基处理方案的建议。

8 调查当地建筑经验，调查既有建筑物变形和破坏情况。

#### 7.6.5 膨胀岩土的勘察应遵守下列规定：

1 勘探点宜结合地貌单元和微地貌形态布置；其数量应比非膨胀岩土地区适当增加，其中采取试样的勘探点不宜少于全部勘探点的 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 1.5~2.0m；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，测定天然含水量。

7.6.6 膨胀岩土的室内试验，除进行常规物理力学性质试验外，尚应测定下列指标：

- 1 自由膨胀率；
- 2 一定压力下的膨胀率；
- 3 收缩系数；
- 4 膨胀力。

7.6.7 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。对膨胀岩应进行粘土矿物成分、体膨胀量和无侧限抗压强度试验。对各向异性的膨胀岩土，应测定其不同方向的膨胀率、膨胀力和收缩系数。

7.6.8 对初判为膨胀土的地区，应进行终判。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》GBJ 112 的规定。有地区经验时，亦可根据地区经验分级。

当拟建场地或其邻近有膨胀岩土损坏的工程时，应按照膨胀

岩土场地进行详细调查，分析膨胀岩土对工程的破坏机制、膨胀力的大小和胀缩等级。

7.6.9 膨胀岩土的岩土工程评价应符合下列规定：

1 对建在膨胀岩土上的建筑物，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》(GBJ 112)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；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法，有软弱夹层及层状膨胀岩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。

## 7.7 填土

7.7.1 填土根据物质组成和堆填方式进行分类，根据物质组成可划分为素填土、杂填土；根据堆填方式可划分为冲填土、压实填土和非压实填土。

7.7.2 填土勘察应包括下列内容：

1 搜集资料，调查地形和地物的变迁、填土的来源、堆积年限和堆积方式；

2 查明填土的类型、分布、厚度、物质成分、颗粒级配、均匀性、密实度、固结程度、压缩性和湿陷性；

3 调查地下水与填土分布的关系及地下水的动态；

4 当填土区为废弃采砂场时，应查明洗砂池的分布范围、池底滞水的可能性及赋存状态；

5 判定不同填土对建筑材料的腐蚀性。

7.7.3 填土场地勘探点布置应满足本标准相关条文规定，并根据

需要加密勘探点。勘探孔的深度应穿透填土层，并应满足地基处理或桩基设计的需要。

7.7.4 填土的工程特性指标宜采用下列测试方法确定：

- 1 填土的均匀性和密实度宜采用触探法，并辅以室内试验；
- 2 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；
- 4 对压实填土，应测定填料的最优含水量和最大干密度以及压实后的干密度，计算压实系数。

7.7.5 填土的岩土工程评价应符合下列要求：

- 1 查明填土的成分、分布和堆积年代，判定地基的均匀性、压缩性和密实度；必要时应按厚度、强度和变形特性分层或分区评价；

- 2 对压实填土和堆积年限较长的素填土、冲填土、由建筑垃圾或性能稳定的工业废料组成的杂填土，当较均匀、较密实且厚度不大时，经验证合格可作为地基使用；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，不宜作为地基使用；

- 3 对于位于斜坡地段存临空面的场地，当填土底面的天然坡度大于 20%时，应验算其稳定性；

- 4 对于欠固结或增湿后变形较大的厚层填土采用桩基础时应考虑负摩阻力的影响；

- 5 应分析厚层填土的变形情况及地下水位变化对填土地基的影响；

- 6 填土地基承载力应满足建筑物对地基土强度和变形的要求，可通过室内试验和原位测试，结合地区经验按有关标准综合确定。对于未完成自重固结的各类填土，不宜提供承载力及变形强度指标。

## 7.8 混合土

7.8.1 由细粒土和粗粒土混杂且缺乏中间粒径的土定名为混合土。

碎石土中粒径小于 0.075mm 的细粒土质量超过总质量的 25% 时，定名为粗粒混合土；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，定名为细粒混合土。

7.8.2 混合土勘察应充分重视工程地质调查测绘，采取适宜的勘探及原位测试方法，采取土试样进行有针对性的室内试验，提出对混合土的评价及建议。

7.8.3 混合土的工程地质调查和测绘应重点进行以下内容：

1 调查测绘地形地貌特征，混合土的成因、分布、下卧地层的埋藏条件、坡向、坡度；

2 查明混合土的组成、物质来源、均匀性及其在水平方向和垂直方向的变化规律；

3 调查混合土中粗大颗粒的风化情况，细颗粒的成分和状态；

4 查明混合土是否具有湿陷性、膨胀性；

5 查明混合土场地是否存在崩塌、滑坡、潜蚀和洞穴等不良地质作用；

6 查明地表及地下水的流向、入渗等情况；

7 搜集当地混合土地区的工程建设经验及地基处理措施。

7.8.4 混合土的勘探与取样工作应满足本标准第 4、第 5 章要求外，尚应满足下列要求：

1 应采取多种勘探手段和测试方法，综合分析判断；

2 勘探点间距应适当加密；

3 勘探点深度应适当加深，宜穿透混合土；

4 应有一定数量探井，以便直接对混合土的结构进行观察，探井数量不宜少于勘探点总数的三分之一；

5 应在探井中采取大体积土试样进行颗粒分析和物理力学性质试验；

6 应在有代表性地段采取扰动土样。

7.8.5 混合土勘察中的原位测试，除满足本标准第 4、第 5 章要求外，尚应满足以下要求：

1 粗粒混合土宜采用动力触探，细粒混合土可采用动力触探、标准贯入和静力触探；

2 现场载荷试验的承压板直径应大于试验土层最大粒径的 5 倍，承压板面积不应小于  $0.5\text{m}^2$ ；

3 对于有湿陷性的混合土，应进行现场浸水载荷试验；

4 现场直剪试验的剪切面直径应大于试验土层最大粒径的 5 倍，剪切面面积不宜小于  $0.25\text{m}^2$ 。

7.8.6 混合土勘察中的试验测试工作，除满足本标准第 4、第 5 章要求外，尚应满足以下要求：

1 为混合土定名而进行的颗粒分析试验，应采用水洗筛分试验进行；

2 现场密度测试，对于细粒混合土，一般可采用大环刀法进行取样试验，对于粗粒混合土，可采用灌砂法或灌水法测定其密度；

3 压缩试验，可采取混合土中细粒集中部分的土样进行试验。

7.8.7 混合土的岩土工程评价应符合以下要求：

1 混合土的承载力和变形指标，应根据载荷试验、原位测试结果，结合当地经验确定；

2 对于混合土地基，应评价其地基的稳定性，并根据评价结果，提出处理建议；

3 对于具有膨胀性、湿陷性、溶陷性的混合土，应根据现行相关标准要求进行评价；

4 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。对重要工程应进行专门试验研究。

## 8 不良地质作用

### 8.1 采空区

8.1.1 本节适用于新疆地区采空区的治理、在采空区影响范围内新建、改建或扩建等工程建设的岩土工程勘察。

8.1.2 采空区按照矿层倾角可分为：水平(缓倾斜)采空区、倾斜采空区、急倾斜采空区。

8.1.3 采空区岩土工程勘察应在查明采空区特征的基础上，分析评价采空区场地的稳定性、适宜性及拟建建（构）筑物的地基稳定性，并提出采空区治理措施建议。

8.1.4 采空区岩土工程勘察应根据基本建设程序分阶段进行，可分为可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察和施工勘察。当采空区场地稳定，且采空区对拟建工程影响小时，可合并勘察阶段。

8.1.5 采空区岩土工程勘察工作应包括下列内容：

- 1 查明拟建场地范围内矿层分布及其厚度、埋深、产状等；
- 2 查明开采矿层上覆岩层和地基土的地层岩性、区域地质构造等工程地质条件；
- 3 查明采空区开采历史、开采现状和开采规划；
- 4 查明采空区的开采范围、深度、井巷分布、断面尺寸及相应的地表对应位置，采掘方式和顶板管理方法；
- 5 查明地下水的赋存类型、分布、补给排泄条件及其变化幅度，分析评价地下水对采空区场地稳定性的影响；
- 6 查明采空区地表移动特征和分布，裂缝、台阶、塌陷分布特征和规律；
- 7 评价采空区场地的稳定性，划分稳定区和不稳定区界限；
- 8 评价采空区场地作为工程建设场地的适宜性；

9 根据采空区与拟建工程及建（构）筑物的位置关系等，提出采空区治理和地基处理建议。

8.1.6 采空区勘察应采用综合勘察方法，其主要方法为：资料收集，工程地质调查与测绘、地球物理勘探、现场勘探、原位测试和取样测试等。

8.1.7 采空区资料收集，重点收集以下资料，对所收集资料进行综合分析，搜集资料如下：

1 拟建场地基础地质资料，包括：地形地质图、区域地质报告、区域水文地质报告。

2 拟建场地矿产地质资料，包括矿产资源详查地质报告、勘探报告、矿井生产地质报告。

3 矿产开采资料，包括：矿井平面分布、开采深度、预留安全煤柱位置和宽度、采煤方法、顶底板处理方案等。

4 开采后地表变形观测资料，包括采空区顶、底板、走向边界的破坏角、变形破裂角和稳定角，采空区地表变形特征等。

5 工程技术资料，包括：拟建场地附近已有工程的地质灾害评估、勘察、设计、施工等资料。

6 其他资料，包括：拟建场地交通、气象、地震资料。

8.1.8 采空区工程地质调查与测绘应包括采矿调查、采空区踏勘测量、地表变形观测、地面建筑物破坏情况调查等，包括下列内容：

1 调查场地内及周边矿区的开采起始时间、开采方式、规模、开采煤层、产状、开采深度、回采率、煤（岩）柱留设情况和盘区划分等。搜集矿区井上、井下对照图、采掘工程平面图、煤层底板等值线图等等与开采有关的图件。

2 采空区地表移动范围、破坏现状、发展轨迹，确定破坏区、移动区、变形区。

3 采空区破坏区塌陷深度、范围、采空区充填情况及密实状态。

4 采空区地下水赋存、水质和补给状况。

5 已有建（构）筑物的类型、地基基础形式、变形破坏情况及其原因。

6 通过现场测绘、必要的勘探手段，对矿井口、巷道口及地表陷坑、台阶和裂缝的性状、走向、密度、深度等变形要素进行核定和编录，确定地表变形范围、程度及其与地质结构、采矿方式的关系。

7 有条件的地区宜结合巷道和采空区内部测绘，描述巷道的断面及其支护衬砌情况和采空区顶板的垮落状况。

8.1.9 采空区地球物理勘探应根据现场地形、地质条件、采空区埋深及分布情况、干扰因素、勘探目的和要求等，选择适宜的方法，应采用两种以上物探方法进行对比分析。

8.1.10 采空区勘探工作应在工程地质调查测绘和地球物理勘探成果的基础上，验证采空区的分布范围、塌陷破坏类型和移动变形情况。根据地层、采空区特点、地表裂缝及场地现状，确定钻探、井探、槽探、原位测试和试验等工作方法，确定稳定性评价计算参数。

8.1.11 采空区场地稳定性评价，应根据采空区类型、开采方法及顶板管理方式、终采时间、采深、顶板岩性及松散层厚度、煤（岩）柱稳定性等，宜采用定性与定量评价相结合的方法划分为稳定、基本稳定和不稳定。

8.1.12 采空区场地工程建设适宜性，应根据采空区场地稳定性、采空区与拟建工程的相互影响程度、拟采取的抗采动影响技术措施的难易程度、工程造价等，按表 8.1.12 划分。

表 8.1.12 采空区场地工程建设适宜性评价分级

级别	分级说明
适宜	拟建场地处于稳定区内，采取一般工程防护措施（限于规划、建筑、结构措施）可以建设。
基本适宜	拟建场地处于基本稳定区内，拟建工程重要性等级低，采取规划、建筑、结构、地基处理等措施可以控制采空区对拟建工程的影响，或虽需进行采空区地基处理，但处理难度小，且造价低。
适宜性差	拟建场地处于不稳定区内，存在地面发生非连续变形的可能，采空区剩余变形对拟建工程的影响大，需规划、建筑、结构、采空区治理和地基处理等的综合设计，处理难度大且造价高。

## 8.2 崩塌

8.2.1 崩塌勘察工作宜在可行性研究或初步勘察阶段进行。对于规模大、条件复杂的崩塌宜分为初步勘察和详细勘察两个阶段，对其他情况的崩塌可直接进行详细勘察。施工过程中，地质条件与原勘察资料不符并有可能影响防治工程质量时可进行施工勘察。

8.2.2 崩塌勘察应查明崩塌作用类型、成因、规模及危害程度，包括以下内容：

1 勘察区自然地理条件，包括位置与交通状况、气象、水文和植被概况等；

2 地质环境条件，包括地形地貌、地层、岩性、地震、水文地质特征、地质构造特征等；

3 陡崖或陡坡基本特征，包括演示风化程度、裂隙发育程度、人类工程活动及分布特征，陡崖卸荷带分布范围；

4 崩塌体的特征，包括破坏模式、崩落的方向和影响范围等；

5 崩塌堆积体情况；

6 分析崩塌产生原因，评价其在最不利条件下的规模及危害

程度；

8 提供防治工程设计所需要的地质资料及防治建议等。

### 8.2.3 崩塌勘探

1 崩塌勘探应满足确定危岩形态，评价危岩、陡崖及崩塌堆积体稳定性，布设治理工程的要求；

2 崩塌勘探可采用槽探、钻探或物探等勘探方法；

3 崩塌勘探线的布设应满足下列要求：

1) 初步勘察阶段主要布置控制性勘探线；详细勘察阶段控制性勘探线与一般勘探线相结合；取样及现场测试应布置在控制性勘探线上；

2) 工程布置可采用主-辅剖面法。宜沿失稳方向布置由钻探、井探与物探点构成的主勘察线，在其两侧布置由物探、井探、槽探点构成的辅助勘察线。勘探线间距不应该大于 100m。主勘察线上的勘察点不得少于 3 个。

4 崩塌勘探深度应满足下列要求：

1) 初步勘察阶段控制性钻孔深度的确定以探明危岩深部崩滑面或潜在崩滑面为原则。

2) 详细勘察阶段控制性钻孔深度应探明危岩基座和周边岩土体，倾斜钻孔应探明锚固段地质体，垂直钻孔应探明桩、键、支撑墙持力层，且进入相应地层不应小于 5m。危岩底部有空洞或采空区时，控制性勘探孔穿过空洞或采空区进入稳定基岩的深度不少于 3m。

3) 一般勘探孔穿过最底层危岩崩滑面，进入稳定岩土体的深度不少于 3m，倾斜钻孔穿过危岩后缘裂缝进入稳定岩体的深度不少于锚固深度要求。

4) 平硐深度应穿过最底层崩滑带进入稳定岩土层。

8.2.4 崩塌勘察应对软弱夹层、破碎带或结构面、母岩和基座岩体、地下水和地表水等进行测试试验。测试试验应符合《工程岩

体试验方法标准》GB/T 50266 与《土工试验方法标准》GB/T 50123 及其他有关标准的规定。崩塌勘察中的测试宜现场试验与室内试验相配合。

8.2.5 崩塌勘察期间宜对崩塌体及周边环境进行监测。监测内容应包括水平位移、垂直沉降、裂缝充水情况等。

8.2.6 崩塌评价应包括崩塌影响范围分析和稳定性评价。崩塌稳定性评价的对象应包括陡崖、危岩和既有崩塌堆积体。陡崖稳定性可根据陡崖形态、结构面组合、岩体结构特征、变形特征等进行地质类比和赤平投影分析定性评价。崩塌堆积体稳定性应同时进行定性评价和定量评价。崩塌堆积体稳定性评价应根据相关规范进行。评价时，应考虑上方崩塌冲击或加载的作用，分析在暴雨等条件下向泥石流转化的条件和可能性。

8.2.7 崩塌防治工程建议，包括变形破坏发展趋势与危险性分析、防治工程设计参数、防治工程方案建议。附图包括：勘察区工程地质图，防治方案布置图，典型钻孔综合地质柱状图，物探剖面图，竖井、坑探剖面图，稳定性计算剖面图等。附件包括：照片集；试验成果汇总表，动态观测成果表，稳定性计算参数及计算结果表等。

### 8.3 地震效应

8.3.1 抗震设防烈度等于或大于 6 度的地区，应进行场地和地基地震效应的岩土工程勘察。根据国家批准的地震动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。在非建城区进行勘察工作，应在勘察成果中标明场地中心地理坐标。

8.3.2 对需要采用时程分析的工程，应根据设计要求，提供土层剖面、覆盖层厚度和剪切波速度等有关参数。必要时，可进行地震安全性评估或抗震设防区划。

8.3.3 为划分场地类别布置的勘探孔，当缺乏资料时，其深度应大于覆盖层厚度。当覆盖层厚度大于 80m 时，勘探孔深度应大于 80m，并分层测定剪切波速。10 层和高度 30m 以下的丙类和丁类建筑，无实测剪切波速时，可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011) 的规定，按土的名称和性状估算土的剪切波速。

8.3.4 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。甲类建筑应进行专门的液化勘察。

8.3.5 场地地震液化判别应先进行初步判别，当初步判别认为有液化可能时，应再作进一步判别。液化的判别宜采用多种方法，综合判定液化可能性和液化等级。

8.3.6 液化初步判别除按现行国家有关抗震规范进行外，尚宜包括下列内容进行综合判别：

1 分析场地地形、地貌、地层、地下水等与液化有关的场地条件；

2 当场地及其附近存在历史地震液化遗迹时，宜分析液化重复发生的可能性；

3 倾斜场地或液化层倾向水面或临空面时，应评价液化引起土体滑移的可能性。

8.3.7 地震液化的进一步判别，除应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011) 的规定执行外，尚可采用其他成熟方法进行综合判别。

当采用标准贯入试验判别液化时，应按每个试验孔的实测击数进行。在需作判定的土层中，试验点的竖向间距宜为 1.0m。

8.3.8 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和估算震陷量。

8.3.9 场地或场地附近有滑坡、滑移、崩塌、塌陷、泥石流、采空区等不良地质作用时，应进行专门勘察，分析评价在地震作用

时的稳定性。

## 8.4 风雪

### 8.4.1 风雪灾害包括风包括下列内容：

1 风吹雪指降雪时或降雪后，风力达到一定强度时，风吹扬雪粒形成风雪流，从风雪流的形成到积雪的全过程（雪粒子的蠕移、跃移、悬移、沉积）；

2 雪崩指在降雪丰富的山岭区，在重力等因素作用下山坡上积雪的崩塌现象。

### 8.4.2 风吹雪、雪崩易发区市政道路选线及房屋建筑选址的一般规定：

1 道路走向应与当地主导风向平行或垂直；避免路线走向与当地积雪期主导风向呈  $30^{\circ}$  ~  $60^{\circ}$  角相交；

2 道路一般应设置在阳坡和迎风侧；

3 道路一般宜通过开阔地。当道路下风侧地形起伏较大时，应尽量远离山坡坡脚；

4 道路应尽量远离雪源丰富区，选择不宜积雪地带；

5 当道路必须要穿越中、重度风吹雪区域时，应优先选择雪害里程最短的位置，同时要有利于雪害防治设施的设置；

6 房屋建筑应避免布设于低洼地带或地形起伏较大区域的背风侧。

7 房屋建筑布设应尽量远离易发生雪崩的沟槽或山坡下部。

### 8.4.3 风吹雪易发区市政道路及房屋建筑勘察包括下列内容：

1 风吹雪路段的地形地貌、气流活动规律、植被生长情况；

2 道路走向与冬季主导风向的交角；

3 积雪深度、风吹雪来源、移雪量、积雪原因；

4 积雪路段所处的地貌部位、地形特征和坡向；

5 道路因风吹雪或能见度不足造成道路中断的养护记录；

6 当地防治积雪的工程措施和经验。

### 8.4.4 雪崩易发区市政道路及房屋建筑勘察包括下列内容：

1 雪崩的分布、类型、规模、频率、时间、雪源、雪崩量及形成规律；

2 集雪区的地貌形态、面积、高差、储雪条件、积雪厚度和

冬季储雪量；

3 雪崩运动区的地貌形态、坡度、基岩岩性、地质构造、坡面植被情况；

4 雪崩分布的坡向、坡度、运动形式、发生规律、最大雪崩量和雪崩裂点位置；

5 雪崩堆积区的形态、面积、位置、雪崩堆积的特征；

6 冬季各月平均气温、最高气温、最低气温、雪崩消融时间；

7 冬季主导风向、风速；

8 冬季各月降水量、降雪量、积雪深度、最大雪深、积雪起止日期、连续降雪天数、最大降雪强度；

9 当地防治雪崩的方法和经验。

8.4.5 风吹雪勘察评价应符合下列要求：

1 结合风吹雪的类型、分布、厚度、形成条件及发育规律等就其对道路或房屋建筑的影响作出评价。

2 预测竣工后迎风积雪、背风积雪、弯道绕流、路堤积雪等积雪类型。

3 结合当地防治风吹雪经验，对工程的设计方案提出工程地质意见与建议。

8.4.6 雪崩勘察评价应符合下列要求：

1 结合雪崩形成的地形、地貌、气象、植被条件和雪崩的类型、分布、规模及发育规律，就其对道路和建筑物的影响作出评价。

2 结合当地防治雪崩的经验，对工程的设计方案提出意见和建议。

## 9 勘探和取样

### 9.1 一般规定

9.1.1 勘探方法的选取应符合勘察目的、岩土特性、地区经验，可采用钻探、井探、槽探、洞探和地球物理勘探等多种勘探手段相结合的方式。

9.1.2 钻孔、探井和探槽施工完毕后应进行回填封孔。

9.1.3 进行勘探工作时，应严格执行国家安全施工的法规，采取有效措施，确保施工安全。

9.1.4 勘探和取样方法应根据岩土样质量级别和岩土层性质确定。

### 9.2 钻探、井探

9.2.1 钻探方法可根据岩土类别和勘察要求按表 9.2.1 选用。

表 9.2.1 钻探方法的适用范围

钻探方法		钻进地层					勘察要求	
		粘性土	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	++	++	++	+	++	++	++
冲击钻探		+	+	++	++	+	-	-
锤击钻探		++	++	++	+	-	++	++
振动钻探		++	++	++	+	-	+	++
冲洗钻探		+	++	++	-	-	-	-

注：1 ++：适用；+：部分适用；-：不适用。

2 螺旋钻进不适用于地下水位以下的松散粉土和饱和砂土。

9.2.2 钻探口径和钻具规格应符合现行国家标准的规定。成孔口径应满足取样、测试和钻进工艺的要求。

9.2.3 钻探应符合下列规定：

1 钻进深度和岩土分层深度的量测精度，不应低于 $\pm 5\text{cm}$ ；

2 应严格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 岩芯钻探的岩芯采取率，对完整和较完整岩体不应低于80%，较破碎和破碎岩体不应低于65%；对需重点查明的部位（滑动带、软弱夹层等）应采用双层岩芯管连续取芯；

5 当需确定岩石质量指标RQD时，应采用75mm口径双层岩芯管和金刚石钻头。

9.2.4 钻探操作的具体方法，应按现行标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ/T 87）执行。

9.2.5 钻孔的记录和编录应符合下列要求：

1 野外记录应由经过专业训练的人员承担；记录应真实及时，按钻进回次逐段填写，严禁事后追记；

2 钻探现场可采用肉眼鉴别和手触方法，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 钻探成果可用钻孔野外柱状图或分层记录表示；岩土芯样可根据工程要求保存一定期限或长期保存，亦可拍摄岩芯、土芯彩照纳入勘察成果资料。

9.2.6 井探、槽探和洞探应符合下列规定：

1 当钻探方法难以准确查明地下情况时，可采用探井、探槽进行勘探。在地下工程、大型边坡等勘察中，当需详细查明深部岩层性质、构造特征时，可采用竖井或平洞。

2 探井的深度不宜超过地下水位。竖井和平洞的深度、长度、

断面按工程要求确定。

3 对探井、探槽和探洞除文字描述记录外，尚应以剖面图、展示图等反映井、槽、洞壁和底部的岩性、地层分界、构造特征、取样和原位试验位置，并辅以代表性部位的彩色照片。

### 9.3 地球物理勘探

9.3.1 岩土工程勘察中可在下列方面采用地球物理勘探：

1 作为勘探的先行手段，了解隐蔽的地质界限、截面或异常点；

2 在钻孔之间增加地球物理勘探点，为钻探成果的内插、外推提供依据；

3 作为原位测试手段，测定岩土体的波速、动弹性模量、动剪切模量、卓越周期、电阻率等；

9.3.2 应用工程物探应具备下列条件：

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，现有物探仪器设备能可靠的观测到其异常分布；

3 物探仪器能抑制干扰，区分有用信号和干扰信号；

9.3.3 开展工程物探前应通过有代表性地段进行方法的有效性试验，或在同类勘察实践中已证实该方法的有效性。

9.3.4 物探方法的选择应遵循以下原则：

1 明确勘察目的，通过现场踏勘和资料收集，已基本掌握工区地形、地质、工程状况的前提下，根据探测对象的埋深、规模及其与周围介质的物性差异，选择有效的物探方法。

2 通过现场已知点试验、或借鉴以往同类勘察任务和相近场地条件的实践基础上，选择有效的物探方法；

3 单一物探推断存在多解性时，可采用综合物探方法；

4 对于地质条件复杂的情况下，应选择两种及两种以上的物

探方法进行综合异常解释, 并应有已知物性参数或一定数量的钻孔验证。

9.3.5 工程物探测线布置应符合下列规定:

1 物探测线布置范围要略大于设定的探测范围, 一般要求测线以直线方式分布, 相邻线尽量平行;

2 物探测线宜避开地形起伏、建筑物和干扰源(振动噪声, 电磁干扰)影响;

3 测线与探测目标体走向垂直, 要有2~3条物探测线穿过探测目标体的异常分布区, 每条测线上至少有3~5个以上的异常测点, 地质条件复杂时可适当加密。

9.3.7 一般情况下, 工程物探配合工程勘察同时进行。特殊情况或必要时, 工程物探工作需要单独进行, 物探工作的成果宜包括下列内容:

- 1 物探工作设计书;
- 2 物探成果报告;
- 3 物探成果图件和有意义的定性图件;
- 4 物探各种现场原始记录。

## 9.4 岩土、水试样的采取

9.4.1 岩土试样和水试样的采取, 应符合勘察目的、工程地质和水文地质条件。

9.4.2 土样质量等级划分和试验内容应符合表9.4.2的规定。

表9.4.2 土试样质量等级

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

注: 1. 不扰动是指原位应力状态虽有改变, 但土的结构、密度和含水量变化很小, 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级土试样进行强度和固结试验, 但宜先对土试样受扰动程度作抽样鉴定, 评定用于试验的适宜性, 并结合地区经验使用试验成果。

9.4.3 岩土试样采取后应及时密封, 并应贴标签, 岩土试样应注明上下方向。

9.4.4 岩土试样密封后, 防止湿度变化, 严防曝晒或冰冻, 保存期不宜超过两周。对易于振动液化和水分离析的土样, 应就近进行试验。

9.4.5 运输岩土试样时, 应将试样直立放入箱内, 严禁倒置或平放, 并用柔软缓冲材料填实, 避免振动。

9.4.6 试样采取的工具和方法可按表 9.4.6 选择。

表 9.4.6 不同等级土试样的取样工具和方法

土试样质量等级	取样工具和方法		适用土类										
			粘性土					粉土	砂土				砾砂、碎石土、软岩
			流塑	软塑	可塑	硬塑	坚硬		粉砂	细砂	中砂	粗砂	
I	薄壁取土器	固定活塞	++	++	+	-	-	+	+	-	-	-	-
		水压固定活塞	++	++	+	-	-	+	+	-	-	-	-
	回转取土器	自由活塞	-	+	++	-	-	+	+	-	-	-	-
		敞口	+	+	+			+	+	-	-	-	-
	探井(槽)中刻取块状土样		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
I~II	束节式取土器		+	++	++	-	-	+	+	-	-	-	-
	黄土取土器												
II	原状取砂器		-	-	-	-	-	++	++	++	++	++	+
	薄壁取土器	水压固定活塞	++	++	+	-	-	+	+	-	-	-	-
		自由活塞	+	++	++	-	-	+	+	-	-	-	-
	回转取土器	敞口	++	++	++	-	-	+	+	-	-	-	-
		单动三重管	-	+	++	++	+	++	++	++	-	-	-
双动三重管	-	-	-	+	++	-	-	-	++	++	++		
厚壁敞口取土器		+	++	++	++	++	+	+	+	+	+	-	
III	厚壁敞口取土器		++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	-
	标准贯入器		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	-
	螺纹钻头		++	++	++	++	++	+	-	-	-	-	-
	岩芯钻头		++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+
IV	标准贯入器		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	-
	螺纹钻头		++	++		++	++	++	-	-	-	-	-
	岩芯钻头		++	++		++	++	++	++	++	++	++	++

注：1 ++：适用；+：部分适用；-：不适用。

- 2 采取砂土试样应有防止试样失落的补充措施。
- 3 有经验时，可用束节式取土器代替薄壁取土器。
- 4 黄土取土器是专门在黄土中取样的工具，适用于湿陷性土、黄土、黄土类土，在严格操作方法下可以取得 I 级土样。
- 5 三重管回转取土器的内管超前长度应根据土类不同予以调整，也可以用有自动调整装置的取土器，如皮切尔（Pitcher）取土器。

9.4.7 在钻孔中采取砂土的 I、II 级砂样，应采用原状取砂器，并按相应的现行标准执行。

9.4.8 岩石试样可在探井、探槽、平洞中采集，也可利用钻孔岩芯采集，采样应符合下列基本要求：

- 1 采样位置及样品数量应满足技术规定；
- 2 同一组试样应在同一风化程度、岩层、岩性中采取；
- 3 钻孔直径不宜小于 90mm，试样规格应满足制作测试项目的试件尺寸要求，单块芯样长度应大于 100mm，单块方样尺寸不小于 150mm×150mm×150mm；
- 4 采样后应及时密封，送试验室试验。

9.4.10 水样可在探井或钻孔中采集，也可在已有的井（泉）中采集。采样应符合下列规定：

- 1 水试样应能代表天然条件下的水质情况；
- 2 混凝土结构处于地下水或地表水中时；混凝土结构部分处于地下水位以下时；当地下水位上升，可能浸没混凝土结构时；均应采取水试样进行水的腐蚀性测试。

3 水试样应在混凝土结构所在的深度采取，每个场地同一层水体取样不应少于 2 件，对建筑群水不应少于 3 件。水文地质单元不同、地下水受污染或水质变化较大时，应分区、分层各采取水样，采样数量应满足分区、分层评价的要求。

4 筒分析水样取 1000ml，分析侵蚀性二氧化碳的水样取 500ml，并加大理石粉 2~3g，全分析水样取 3000ml；

5 取水容器要洗净，取样前应用水试样的水对水样瓶反复冲

洗三次；

6 采取水样时应将水样瓶沉入水中预定深度缓慢将水注入瓶中，严防杂物混入，水面与瓶塞之间要留 1cm 左右的孔隙；

7 水样采取后要立即封好瓶口，贴好水样标签，及时送化验室。

8 水试样应及时试验，清洁水放置时间不宜超过 72 小时，稍受污染的水不宜超过 48 小时，受污染的水不宜超过 12 小时。

## 9.5 钻孔电视

9.5.1 钻孔电视适用于垂直孔、水平孔和倾斜孔（俯角、仰角），观测钻孔中地质体的各种特征及细微构造，包括：岩土体特性、岩石结构、断层、裂隙（孔隙）、夹层、岩溶等，编录地质柱状图。

9.5.2 用于钻孔电视的勘探孔应符合下列规定：

1 勘探孔内径应大于探头的外径，一般不应小于 90mm，垂直度偏差不宜大于 0.2%；

2 勘探孔应保持合理钻进压力，孔洞侧壁保持平直，不得出现台阶；

3 成孔后应采用高压气或水将孔冲洗干净，待孔中水澄清或雾气消失后进行探测，保证探测效果。

9.5.3 钻孔电视现场操作应符合下列规定：

1 摄像头应通过测深装置置于勘探孔中进行探测；

2 摄像头应缓慢匀速上升或下降，移动速率根据探测目的和要求确定，获取勘探孔孔内全面、清晰的影像数据。

## 10 原位测试

### 10.1 一般规定

10.1.1 原位测试方法应根据岩土条件、设计对参数的要求、地区经验和测试方法的适用性等因素选用。

10.1.2 原位测试操作应遵照国家、行业相关技术标准、测试手册执行。

10.1.3 原位测试的仪器设备应定期检验和标定。

10.1.4 分析原位测试成果资料时，应注意仪器设备、试验条件、试验方法等对试验的影响，结合地层条件、室内试验成果及地区经验进行综合分析，剔除异常数据，为设计、施工提供准确、合理的岩土参数。

10.1.5 根据原位测试成果，利用地区性经验估算岩土工程特性参数和对岩土工程问题做出评价时，应与室内试验和工程反算参数作对比，检验其可靠性。

### 10.2 原位测试项目

10.2.1 原位测试的项目、方法和依据的技术标准应根据勘察目的、工程性质、场地地质情况、设计要求、任务书或项目合同综合确定，按表 10.2.1 选用。

表 10.2.1 岩土工程勘察常用原位测试项目

试验项目	测定参数	主要用途	适用条件
浅层平板载荷试验	加荷-沉降曲线、比例界限压力 $p_0$ (kPa)、极限压力 $p_u$ (kPa) 和变形模量	1 确定浅层土的承载力； 2 确定浅层天然地基的变形模量； 3 计算浅层土的基床系数。	地下水位以上浅层地基土

续表 10.2.1

试验项目	测定参数	主要用途	适用条件
深层平板载荷试验	加荷-沉降曲线、比例界限压力 $p_0$ (kPa)、极限压力 $p_u$ (kPa) 和变形模量	1 确定深层土的承载力; 2 确定深层天然地基的变形模量; 3 计算深层土的基床系数。	地下水位以上深层地基土
螺旋板载荷试验	加荷-沉降曲线、比例界限压力 $p_0$ (kPa)、极限压力 $p_u$ (kPa) 和变形模量	1 确定深层或地下水位以下的岩土承载力; 2 确定深层或地下水位以下天然地基的变形模量; 3 计算深层或地下水位以下岩土的基床系数。	深层地基土或地下水位以下的地基土
岩石基载荷试验	加荷-沉降曲线、比例界限压力 $p_0$ (kPa)、极限压力 $p_u$ (kPa) 和变形模量	1 确定岩石地基承载力; 2 确定岩石地基的变形模量; 3 计算岩石地基的基床系数。	完整、较完整、较破碎岩石地基
静力触探试验	单桥比贯入阻力 $p_s$ (MPa)、双桥锥尖阻力 $q_c$ (MPa)、侧壁摩阻力 $f_s$ (kPa)、摩阻比 $R_f$ (%)、孔压静力触探的孔隙水压力 $u$ (kPa)	1 判别土层均匀性、密实度和划分土层; 2 估算地基土承载力、压缩模量和变形模量等物理力学参数; 3 选择桩基持力层、估算单桩承载力、判断沉桩可能性; 4 判定地基土液化的可能性。	软土、一般黏性土、粉土、砂土和含少量碎石的土
标准贯入试验	标准贯入实测锤击数 $N$ (击)	1 判别土的均匀性、密实度、状态、强度、变形参数、地基承载力; 2 评价全风化、强风化岩层的风化程度; 3 评价砂土、粉土液化可能性及液化等级; 4 选择桩基持力层、估算单桩承载力。	黏性土、粉土、砂土、残积土和全风化、部分强风化岩层

续表 10.2.1

试验项目	测定参数	主要用途	适用条件
圆锥动力触探试验	动力触探实测锤击数 $N_{10}$ 、 $N_{63.5}$ 、 $N_{120}$ (击)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 评价土的密实度、状态、强度、变形参数、地基承载力；</li> <li>2 选择桩基持力层、估算单桩承载力；</li> </ol>	黏性土、粉土、砂土、碎石土、极软岩和软岩、全风化和强风化岩层
十字板剪切试验	不排水抗剪强度峰值 $C_u$ (kPa)、残余值 $C_u'$ (kPa)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 测试饱和和软黏土的不排水抗剪强度和灵敏度；</li> <li>2 计算软土地基土承载力；</li> <li>3 计算基坑、边坡的土压力和稳定性；</li> </ol>	饱和软黏性土
旁压试验	初始压力 $P_0$ (kPa)、临塑压力 $P_f$ (kPa)、极限压力 $P_L$ (kPa) 和旁压模量 $E_m$ (kPa)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 测求地基土的临塑荷载和极限荷载强度，估算地基土的承载力；</li> <li>2 估算地基土的变形模量，估算沉降量；</li> <li>3 估算桩基承载力；</li> <li>4 计算土的侧向基床系数；</li> <li>5 自钻式旁压试验可确定土的原位水平应力和静止侧压力系数</li> </ol>	黏性土、粉土、砂土、碎石土、残积土、极软岩、软岩和全风化、强风化岩层
扁铲侧胀试验	侧胀模量 $E_D$ (kPa)、侧胀土性指数 $I_D$ 、侧胀水平应力指数 $K_D$ 、侧胀孔压指数 $U_D$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 确定黏性土的塑性状态；</li> <li>2 计算饱和和黏性土的静止侧压力系数；</li> <li>3 计算土的水平基床系数</li> </ol>	软土、一般黏性土、粉土、黄土和松散~中密的砂土
现场直接剪切试验	抗剪强度参数：黏聚力 $c$ (kPa)、内摩擦角 ( $^\circ$ )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 确定岩土抗剪强度；</li> <li>2 计算岩土承载力；</li> <li>3 计算评价边坡稳定性；</li> <li>4 计算主动和被动土压力</li> </ol>	各类岩土
波速测试	剪切波速 $V_s$ (m/s)、压缩波速 $V_p$ (m/s)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 划分场地类别；</li> <li>2 划分岩石风化带；</li> <li>3 提供地震反应分析所需的场地土动力参数；</li> <li>4 评价岩体完整性；</li> <li>5 估算场地卓越周期</li> </ol>	各类岩土

续表 10.2.1

试验项目	测定参数	主要用途	适用条件
现场抽(注)水试验	地下水位、单孔(井)涌水量和岩土层渗透系数 $k$ (m/d), 群孔(井)抽水试验可测求影响半径、释水系数、给水度、越流系数等参数	为基础抗浮设计和地下水控制提供水文地质参数	各类岩土
场地微振动测试	场地卓越周期 $T$ (s) 和脉动幅值	确定场地卓越周期	各类岩土
地电参数测试	岩土体视电阻率 $\rho$ ( $\Omega$ )	1 测定场地地下不同深度岩土层视电阻率参数; 2 划分地层, 探查地下断层、裂隙发育带、岩溶、采空区和富水区	各类岩土

# 11 室内试验

## 11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于本规范所涉及的岩土体试样的物理、化学和力学性质试验。

11.1.2 试验项目结合地区特点，并满足设计、施工需要。

11.1.3 试验方法应符合《土工试验方法标准》GB/T 50123、《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266 和现行相关行业标准。制备试样前，应对岩土试样的重要性状做鉴定描述，或拍照记录。

11.1.4 土工试验所用的仪器、设备应符合《岩土工程仪器基本参数及通用技术条件》GB/T 15406 的规定，并按现行有关规定进行定期检定和校准，并应符合有关规范的精度要求。

11.1.5 对特种试验项目，应制定专项试验方案。

## 11.2 土的物理力学性质试验要求

11.2.1 土的物理力学性质试验项目和测定参数见表 11.2.1，试验项目应根据工程需要确定。

表 11.2.1 土的物理力学性质试验项目和测定参数

试验项目	测定参数	试验方法	适用条件或用途
颗粒分析试验	颗粒级配曲线 不均匀系数 $C_u$ 曲率系数 $C_c$	1 筛分法； 2 密度计法； 3 移液管法	土的定名；计算不均匀系数、曲率系数；液化判别；降水工程及渗透变形评价
相对密度试验	最大干密度 $\rho_{\max}$ 最小干密度 $\rho_{\min}$ 相对密度 $D_r$	最大干密度：振动锤击法， 最小干密度：漏斗法或量筒法	划分砂土密度度； 估算内摩擦角
界限含水率试验	液限 $W_L$ 塑限 $W_p$	1 液、塑限联合测定法； 2 碟式仪液限试验； 3 滚搓法塑限试验	计算液限指数 $I_L$ 、塑性指数 $I_p$ ；评价土的状态；评价地基承载力、桩基承载力
比重试验	比重 $G_s$	1 比重瓶法； 2 浮称法； 3 虹吸筒法	换算各项物理指标
密度试验	天然密度 $\rho$	1 环刀法； 2 蜡封法； 3 灌水法； 4 灌砂法； 5 大容积法	换算各项物理指标；计算土压力、荷载；大容积法适用于碎石土、杂填土等

续表 11.2.1

试验项目	测定参数	试验方法	适用条件或用途
三轴压缩不固结不排水剪 (UU) 试验	粘聚力 $c_{uu}$ 内摩擦角 $\varphi_{uu}$		加荷速率较快的饱和黏性土 (包括软土)
三轴压缩固结不排水剪 (CU) 试验	总应力粘聚力 $c_{cu}$ 总应力内摩擦角 $\varphi_{cu}$ 有效应力粘聚力 $c'$ 有效应力内摩擦角 $\varphi'$		对经预压处理的 (软土) 地基、排水条件好的地基、加荷速率慢的工程; 加荷速率较快但土的超固结程度较高的工程; 需验算水位迅速下降时的土坡稳定性
三轴压缩固结排水剪 (CD) 试验	粘聚力 $c_{cd}$ 内摩擦角 $\varphi_{cd}$		施工速度缓慢、排水条件良好的地基长期稳定性验算
无侧限抗压强度试验	原状土无侧限抗压强度 $q_u$ 重塑土无侧限抗压强度 $q'_u$		计算土的无侧限抗压强度; 计算灵敏度 $S_t$
无黏性土休止角试验	风干状态下休止角 $\alpha_c$ 水下休止角 $\alpha_m$		推算砂土内摩擦角
直接剪切快剪试验	粘聚力 $c_q$ 内摩擦角 $\varphi_q$	直接剪切试验	土压力及边坡稳定性计算可采用固结快剪指标; 地基长期稳定性验算采用慢剪试验指标
直接剪切固结快剪试验	粘聚力 $c_{cq}$ 内摩擦角 $\varphi_{cq}$		
直接剪切慢剪试验	粘聚力 $c_s$ 内摩擦角 $\varphi_s$		
反复直接剪切试验	残余粘聚力 $c_r$ 残余内摩擦角 $\varphi_r$	反复直接剪切强度试验	确定滑动带或潜在滑动带的强度
固结试验	压缩系数 $a_v$ 压缩模量 $E_s$	标准固结试验 快速固结试验	评价土的压缩性; 提供 $e-p$ 曲线, 进行沉降计算。
	压缩指数 $C_c$ 回弹指数 $C_s$ 体积压缩系数 $m_v$ 先期固结压力 $P_c$		计算超固结比 $OCR$ , 评价土的应力历史考虑应力历史的沉降计算
	回弹再压缩模量 $E_c$		开挖土体回弹量估算
	固结系数 $C_v$ 、 $C_h$ 次固结系数 $C_a$		黏性土沉降速率和固结度的计算
基床系数	基床系数 ( $K_h$ 、 $K_v$ )	固结试验 三轴压缩试验	竖向基床系数用于弹性地基梁、板计算; 水平向基床系数用于桩、墩台基础及地下结构的横向受力和变位计算
土的静止侧压力系数试验	静止侧压力系数 $K_0$		计算泊松比 $\mu$ 土压力计算
土的动力性质试验	动弹性模量 $E_d$ 动剪变模量 $G_d$ 阻尼比 $\zeta_I$ 动强度 $\sigma_d$	动三轴试验 动单剪试验 动扭转试验 共振柱试验	动力反应分析; 地基液化分析

续表 11.2.1

试验项目	测定参数	试验方法	适用条件或用途
渗透试验	渗透系数 $k_h$ 、 $k_v$	1.变水头法； 2.常水头法。	透水性评价； 降水方案评价； 涌水量计算； 地基处理的评价
有机质含量试验	有机质含量 $W_u$	1.重铬酸钾容量法； 2.烧灼失重法。	土的分类； 软土处理方法的评价
承载比试验	承载比 $CBR_{2.5}$ 承载比 $CBR_{5.0}$	贯入试验法	路面基层和底层材料以及各种土料的强度 检测
击实试验	最大干密度 $\rho_{dmax}$ 最优含水率 $w_{opt}$	1.轻型击实法； 2.重型击实法。	回填土压实度控制。
胀缩试验	膨胀力 $P_e$	膨胀力试验	膨胀土分析、计算
热物理性质试验	导热系数 $\alpha$ 导热系数 $\lambda$ 比热容 $C$	1.面热源法； 2.热线法 3.热平衡法	地下工程分析计算
胀缩性质试验	自由膨胀率 $\delta_{ef}$	自由膨胀率试验	膨胀土分析、计算
	有荷膨胀率 $\delta_{ep}$	有荷膨胀率试验	
	无荷膨胀率 $\delta_e$	无荷膨胀率试验	
	线收缩率 $\delta_{si}$ 体缩率 $\delta_v$ 收缩系数 $\lambda_n$	收缩试验	
湿陷试验	湿陷系数 $\delta_s$ 自重湿陷系数 $\delta_{zs}$	湿陷系数试验 自重湿陷系数试验	可用于评价土的湿陷性

注： 1 快速固结试验仅适用于渗透性较大的细粒土；

2 静止侧压力系数  $K_0$ 也可由固结试验设备、三轴压缩仪结合试验得到。

### 11.2.2 各类工程均应根据需要测定下列土的分类指标和物理性质指标：

砂土：颗粒级配、比重、天然含水率、天然密度、最大和最小密度。

粉土：颗粒级配、液限、塑限、比重、天然含水率、天然密度和有机质含量。

黏性土：液限、塑限、比重、天然含水率、天然密度和有机

质含量。

注：1 对砂土，如无法取得 I 级、II 级、III 级土试样时，可只进行颗粒分析试验；

2 目测定不含有机质时，可不进行有机质含量试验。

11.2.3 测定液限、塑限时，应根据分类评价要求，选用现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 规定的方法，并应在试验报告上注明。

11.2.4 室内渗透试验砂土采用常水头试验，粉土和黏性土采用变水头试验。

### 11.3 岩石试验

11.3.1 岩石的物理力学性质试验项目和测定参数见表 11.3.1，试验项目应根据工程需要确定。

表 11.3.1 岩石的物理力学性质试验项目和测定参数

指标	试验项目	测定参数	试验方法	适用条件或用途
物理指标	岩矿鉴定	矿物成份	综合测定	定名
	块体密度试验	块体密度 $\rho$	量积法、水中称量法或蜡封法	
	吸水性试验	吸水率 $\omega_a$	自由浸水法	
	饱和吸水率试验	饱和吸水率 $\omega_{sa}$	煮沸法、真空抽气法	
	耐崩解性试验	耐崩解指数 $I_{d2}$	干燥、浸水称重	黏土类岩石、风化岩
	膨胀性试验	岩石轴向自由膨胀率 $V_H$ 岩石径向自由膨胀率 $V_D$ 岩石侧向约束膨胀率 $V_{HP}$ 膨胀压力 $p_e$		膨胀岩

续表 11.3.1

指标	试验项目	测定参数	试验方法	适用条件或用途
力学指标	单轴抗压强度试验	天然单轴抗压强度 $R$ 饱和单轴抗压强度 $R_w$ 烘干单轴抗压强度 $R_d$	无侧限轴向受压	确定岩石的强度，一般进行饱和单轴抗压强度试验，黏土质岩和极软岩可采用天然单轴抗压强度试验，当需考虑岩体软化时，需进行干燥单轴抗压强度试验，计算软化系数
	点荷载试验	点荷载强度 $I_s$		确定岩石的强度，一般用于破碎岩石
	直接剪切试验	岩石内聚力 $C$ 岩石内摩擦角 $\phi$ 结构面内聚力 $C$ 结构面内摩擦角 $\phi$	直接剪切 三轴压缩 扭转试验	用于洞室（体）、岩质边坡的稳定评价等；结构面直接剪切强度应采用室内结构面（重合）直接剪切试验。
	变形试验	弹性模量 $E$ 变形模量 $E_0$ 泊松比 $\mu$	单轴压缩	变形特性评价
	岩石抗拉强度试验	岩石抗拉强度 $\sigma_t$	劈裂法	

## 11.4 水和土的腐蚀性试验方法

11.4.1 水和土腐蚀性的试验项目的试验方法见表 11.4.1。

表 11.4.1 腐蚀性试验

序号	试验参数	试验方法	用途
1	pH 值	电位法或锥形玻璃电极法	混凝土结构、钢结构腐蚀
2	Ca <sup>2+</sup>	EDTA 容量法	
3	Mg <sup>2+</sup>	EDTA 容量法	混凝土结构腐蚀
4	Cl <sup>-</sup>	摩尔法	混凝土结构中的钢筋腐蚀
5	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	EDTA 容量法或质量法	混凝土结构腐蚀
6	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	酸滴定法	混凝土结构腐蚀
7	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	酸滴定法	
8	侵蚀性 CO <sub>2</sub>	盖耶尔法	混凝土结构腐蚀
9	游离 CO <sub>2</sub>	碱滴定法	
10	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	钠氏试剂比色法	混凝土结构腐蚀
11	OH <sup>-</sup>	酸滴定法	混凝土结构腐蚀
12	总矿化度	计算法	混凝土结构腐蚀
13	氧化还原电位	铂电极法	钢结构腐蚀
14	极化电流密度	原位极化法	钢结构腐蚀
15	电阻率	四极法	钢结构腐蚀
16	质量损失	管罐法	钢结构腐蚀

## 12 水和土腐蚀性评价

### 12.1 一般规定

12.1.1 各类建设工程在进行工程勘察时均应评价场地水和土的腐蚀性，并符合下列规定：

1 应结合场地工程地质条件、挖填方设计要求、基础型式及埋置深度等布置取样和试验工作量，正确判别环境类型并评价水和土的腐蚀性；

2 当地层或地下水的含盐特征在平面分布上存在显著变化时，应划分腐蚀性特征分区，分别进行腐蚀性评价；

3 腐蚀性评价深度范围内分布的主要地层，应按地层分别进行腐蚀性评价；

4 对处于不同水土接触条件的建（构）筑物，应分别进行腐蚀性评价；

5 当工程需要时，应分析工程建成之后环境类型、水土接触条件可能发生的变化，并进行腐蚀性评价，提出防护措施的建议。

12.1.2 用于腐蚀性评价的水、土试样采取应符合下列规定：

1 当混凝土结构处于地下水位以上时，应取土试样做土的腐蚀性测试；

2 当混凝土结构处于地下水（含毛细带）或地表水中时，应取水试样做水的腐蚀性测试；

3 当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做腐蚀性测试；

4 按腐蚀性条件分区评价时，每个分区应分别取土、水试样做腐蚀性测试；

5 土试样应在混凝土结构所在的深度采取，取样勘探点中每个主要土层的取样数量不应少于 3 件，当土中含盐成分和含盐量分布不均匀时，应加密取样。位于盐渍土场地时，取样位置与数量应符合本标准 7.2 节的规定；

6 对岩石浅埋场地，可结合岩性特点和地区经验，必要时应采取岩样进行腐蚀性评价；

7 对拟进行挖方或填方的场地，应结合工程实际布置取样工作量，当需要外借土方回填时，尚应提出对回填土料场进行专项勘察和腐蚀性评价的建议。

12.1.3 水和土对建筑材料的腐蚀程度划分为微、弱、中等、强四个等级，可按本标准 12.3 节进行评价。

12.1.4 水和土对建筑材料腐蚀的防护，应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB 50046 的规定。

## 12.2 试验方法和测试项目

12.2.1 水、土化学分析及各项指标的测试所用的仪器设备应符合现行国家标准《岩土工程仪器基本参数及通用技术条件》GB/T 15406 的规定。

12.2.2 水对混凝土结构腐蚀性测试项目的测定方法可按现行《铁路工程水质分析规程》TB 10104 执行。

12.2.3 碎石土易溶盐测定时，浸出液制取应按现行《盐渍土地区建筑技术规范》GB/T 50942 执行，采用通过 5mm 筛孔的风干土样不少于 300g，土水比例为 1:5，测试项目的测定方法应按现行《土工试验方法标准》GB/T 50123 执行。

12.2.4 除碎石土以外，其它土类易溶盐测定应按现行《土工试验方法标准》GB/T 50123 执行。

12.2.5 水和土腐蚀性的测试项目应符合下列规定：

1 水对混凝土结构腐蚀性的测试项目包括：pH 值、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、侵蚀性 $\text{CO}_2$ 、游离 $\text{CO}_2$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、总矿化度；

2 土对混凝土结构腐蚀性的测试项目包括：pH 值、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、易溶盐总量；

3 土对钢结构的腐蚀性测试项目包括：pH 值、氧化还原电位、极化电流密度、电阻率、质量损失。

### 12.3 腐蚀性评价

12.3.1 场地环境类型的分类，应符合表 12.3.1 的规定。

表 12.3.1 环境类型分类

环境类型	高寒区、干旱区场地环境地质条件
I	直接临水；强透水层中的地下水；结构物单侧临水、另一侧蒸发
II	弱透水层中的地下水；地下水位以上湿润的土层
III	地下水位以上稍湿或干燥的土层

注：1 表中“单侧临水、另一侧蒸发”是指当混凝土结构一侧接触地面水、地下水或很湿的含盐土层，另一侧暴露在大气中，水可以通过渗透或毛细作用在暴露大气中的一侧蒸发的情况；

2 含水量 $\omega < 3\%$ 的土层可视为干燥土层， $\omega \geq 20\%$ 的粉土、可塑~流塑的黏性土为湿润的土层，尚应考虑工程建设过程中及使用后环境水对地层湿度变化的影响；

3 当腐蚀性评价深度范围内分布有多层地层时，应以相对不利的主要地层作为分类地层。

4 强透水层是指碎石土和砂土，弱透水层是指粉土和黏性土。岩石根据其岩石类型、裂隙发育程度等综合判定。

12.3.2 受环境类型影响，水对混凝土结构的腐蚀性评价应符合表

12.3.2 的规定。

表 12.3.2 按环境类型水对混凝土结构的腐蚀性评价

腐蚀等级	腐蚀介质及含量 (mg/L)	环境类型		
		I	II	III
微	硫酸盐含量 $\text{SO}_4^{2-}$	<200 (<260)	<300 (<390)	—
弱		200~500 (260~650)	300~1500(390~1950)	—
中等		500~1500 (650~1950)	1500~3000 (1950~3900)	—
强		>1500 (>1950)	>3000 (>3900)	—
微	镁盐含量 $\text{Mg}^{2+}$	<1000	<2000	—
弱		1000~2000	2000~3000	—
中等		2000~3000	3000~4000	—
强		>3000	>4000	—
微	铵盐含量 $\text{NH}_4^+$	<100	<500	—
弱		100~500	500~800	—
中等		500~800	800~1000	—
强		>800	>1000	—
微	苛性碱含量 $\text{OH}^-$	<35000	<43000	—
弱		35000~43000	43000~57000	—
中等		43000~57000	57000~70000	—
强		>57000	>70000	—
微	总矿化度	<10000	<20000	—
弱		10000~20000	20000~50000	—
中等		20000~50000	50000~60000	—

腐蚀等级	腐蚀介质及含量 (mg/L)	环境类型		
		I	II	III
强		>50000	>60000	—

注：1 表中数值适用于有干湿交替作用的情况，括号（）中的数值用于无干湿交替作用时；

2 表中苛性碱（OH<sup>-</sup>）含量（mg/L）应为 NaOH 和 KOH 中 OH<sup>-</sup> 含量（mg/L）。

### 12.3.3 受环境类型影响，土对混凝土结构的腐蚀性评价应符合表 12.3.3 的规定。

表 12.3.3 按环境类型土对混凝土结构的腐蚀性评价

腐蚀等级	腐蚀介质及含量 (mg/Kg)	环境类型		
		I	II	III
微	硫酸盐含量 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<300 (<390)	<450 (<585)	<750
弱		300~750 (390~975)	450~2250 (585~2925)	750~4500
中等		750~2250 (975~2925)	2250~4500 (2925~5850)	4500~9000
强		>2250 (>2925)	>4500 (>5850)	>9000
微	镁盐含量 Mg <sup>2+</sup>	<1500	<3000	<4500
弱		1500~3000	3000~4500	4500~6000
中等		3000~4500	4500~6000	6000~7500
强		>4500	>6000	>7500

注：表中数值适用于有干湿交替作用的情况，括号（）中的数值用于无干湿交替作用时。

12.3.4 按地层渗透性水对混凝土结构的腐蚀性评价应符合表 12.3.4 的规定。

表 12.3.4 按地层渗透性不同环境类型水对混凝土结构的腐蚀性评价

腐蚀等级	pH 值		侵蚀性CO <sub>2</sub> (mmol/L)		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)
	环境类型	环境类型	环境类型	环境类型	环境类型 I
微	>6.5	>5.0	<15	<30	>1.0
弱	6.5~5.0	5.0~4.0	15~30	30~60	1.0~0.5
中等	5.0~4.0	4.0~3.5	30~60	60~100	<0.5
强	<4.0	<3.5	>60	—	—

注：HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>含量是指水的矿化度低于 0.1g/L 的软水时，该类水质HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>的腐蚀性。

12.3.5 按地层渗透性土对混凝土结构的腐蚀性评价只考虑土层的 pH 值，应符合表 12.3.5 的规定。

表 12.3.5 按地层渗透性土对混凝土结构的腐蚀性评价

pH 值	>6.5	6.5~5.0	5.0~4.0	<4.0
腐蚀等级	微	弱	中等	强

12.3.6 腐蚀性等级应按下列规定综合评定：

1 腐蚀等级当中，只出现弱腐蚀，无中等腐蚀或强腐蚀时，应综合评价为弱腐蚀；

2 腐蚀等级当中，无强腐蚀；最高为中等腐蚀时，应综合评价为中等腐蚀；

3 腐蚀等级当中，有一个或一个以上为强腐蚀，应综合评价为强腐蚀。

12.3.7 水对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价，应符合表 12.3.7 的规定。

表 12.3.7 水对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价

腐蚀等级	水中 Cl <sup>-</sup> 含量 (mg/L)	
	长期浸水	干湿交替
微	<10000	<100
弱	10000~20000	100~500
中等	—	500~5000
强	—	>5000

12.3.8 土对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价，应符合表 12.3.8 的规定。

表 12.3.8 土对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价

腐蚀等级	土中 Cl <sup>-</sup> 含量 (mg/kg)	
	碎石土、砂土；稍湿的粉土；坚硬、硬塑的黏性土	湿、很湿的粉土；可塑~流塑的黏性土
微	<400	<250
弱	400~750	250~500
中等	750~7500	500~5000
强	>7500	>5000

12.3.9 土对钢结构的腐蚀性评价，应符合表 12.3.9 的规定。

表 12.3.9 土对钢结构的腐蚀性评价

腐蚀等级	pH 值	氧化还原电位 (mV)	视电阻率 (Ω·m)	极化电流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	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
中等	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，取各指标当中腐蚀等级最高者。

## 13 现场检测和监测

### 13.1 一般规定

13.1.1 现场检测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，在试用期内继续进行。

13.1.2 现场检测和监测的记录、数据和图件，应保持完整，并按工程要求整理分析。

13.1.3 现场检测和监测的资料，应及时向有关方面报送。当监测的数据接近危机工程的临界值时，必须加密监测，并及时报告。

13.1.4 现场检测和监测完成后，应提交成果报告，报告中应附有相关曲线和图表，并进行分析评价，提出建议。

13.1.5 地基处理检测、桩基检测、基坑监测应满足相关规范要求。

### 13.2 验槽

13.2.1 基槽（坑）开挖后，应由建设单位组织勘察、设计、监理及施工单位共同对基槽（坑）及时进行检查验收。验槽合格后，方可进行下道工序。

13.2.2 天然地基、桩基础验槽工作应在基础施工之前进行。人工处理地基的验槽工作应分为两阶段进行，第一阶段在基坑开挖至地基处理设计底标高且在地基处理施工前进行；第二阶段在地基处理结束、基础施工之前进行。

13.2.3 天然地基验槽、人工处理地基第一阶段验槽主要采用直接观察法，当需要探查坑穴、软弱夹层、地下埋藏物及填土时，可辅以轻型动力触探、钎探或者直接挖探等方法完成。桩基础验槽主要采用直接观察法或钻孔电视观测法。人工处理地基第二阶段验槽主要采用查阅地基处理检测报告并辅以直接观察法进行。

#### 13.2.4 天然地基验槽应包括以下内容：

1 应根据施工图检查基槽的开挖平面位置、尺寸、槽底深度，是否与施工图相符，开挖深度是否符合设计要求。

2 观察槽壁、槽底土质类型、均匀程度和有关异常土质是否存在，核对基坑土质及地下水情况是否与勘察报告相符，判断地基质量能否达到设计要求。

3 检查基槽之中是否有旧建筑物基础、古井、古墓、洞穴、地下掩埋物及地下人防工程等。

#### 13.2.5 人工地基验槽应满足以下规定：

1 人工处理地基第一阶段验槽应按照天然地基验槽的要求执行。

2 人工处理地基验槽合格与否应以处理后的地基检测报告结论为准，尚应复核地基检测工作是否符合技术标准的规定，检测结论是否明确。

3 人工处理地基第二阶段验槽的主要内容应包括：对于换填地基、强夯地基，应重点检查均匀性、密实度、承载力指标；对于特殊土地基，应现场检查处理后地基湿陷性、地震液化等处理效果的检测资料；对于复合地基，应重点检查增强体、桩间土及复合地基整体质量是否符合设计要求。

13.2.6 桩基础验槽应包括核验桩端持力层及进入深度、沉渣情况；当考虑桩承台与桩间土共同作用时，应对桩间土进行检验。

13.2.7 验槽完成后勘察人员应现场签署验槽记录，并对验槽是否合格，给出明确结论。

### 13.3 建筑变形测量

#### 13.3.1 下列建筑在施工期间和使用期间应进行变形测量：

1 地基基础设计等级为甲级的建筑物；

- 2 软弱地基上的地基基础设计等级为乙级的建筑物；
- 3 加层、扩建建筑物或处理地基上的建筑物；
- 4 受临近施工影响或受场地地下水等环境因素变化影响的建筑物；
- 5 采用新型基础或新型结构的建筑物；
- 6 大型城市基础设施；
- 7 体型狭长且地基土变化明显的建筑。

13.3.2 建筑变形测量作业前应进行方案设计，方案设计宜包括工程概况、任务要求、技术依据、变形测量方法、精度等级要求、变形测量基准及基准点位布设、观测频率及周期、变形预警值及预警方式、使用的仪器设备、数据处理方法和成果质量检验等内容。

13.3.3 建筑变形测量可采用独立的平面坐标系统及高程基准，对大型或有特殊要求的项目，宜采用 2000 国家大地坐标系及 1985 国家高程基准，也可采用项目所在城市使用的平面坐标系统及高程基准。

13.3.4 建筑变形测量应以中误差作为衡量精度的指标，并以二倍中误差作为极限误差。

13.3.5 建筑变形测量等级分为特等、一等、二等、三等、四等，根据建筑类型、变形测量类型以及项目勘察、设计、施工、使用或委托方的要求，按现行规范《建筑变形测量规范》JGJ 8 选择适宜的观测精度等级。

13.3.6 应设置沉降观测基准点、位移观测基准点。基准点数对特等、一等不应少于 4 个，对其他等级不应少于 3 个。当基准点与所测建筑距离较远致使观测作业不方便时，宜设置工作基点。

13.3.7 变形监测点的布设应能反映建筑变形特征，并应顾及建筑结构和地质结构特点，当建筑结构和地质结构复杂时，应加密布

点。

13.3.8 变形观测方法、内容和技术要求、仪器、频次等应符合现行规范《建筑变形测量规范》JGJ 8 的相关规定。

13.3.9 变形分析宜包括：观测成果的可靠性；监测体的累计变形量和两相邻观测周期的相对变形量和变形速率；相关影响因素（荷载、气象和地质等）的作用分析等。

13.3.10 变形测量技术报告应包括下列主要内容：项目概况；作业过程及技术方法；成果质量检验情况；过程中出现的异常、预警及其他特殊情况；变形分析方法、结论及建议；项目成果清单；图、表等附件。

13.3.11 变形测量观测记录、计算资料和技术成果均应有相关责任人签字，技术成果应加盖技术成果章，并进行归档。

## 13.4 地下水监测

13.4.1 下列情况应进行地下水监测：

- 1 地下水位变化可能影响岩土工程性质或岩土稳定时；
- 2 地下水位变化对建筑物抗浮或地下室外墙水压力有较大影响时；
- 3 地下水位变化对拟建工程的施工产生较大影响时；
- 4 施工排水对临近工程设施和周边环境有较大影响时；
- 5 由于施工或环境条件改变造成孔隙水压力、地下水压力变化，且对工程设计或施工有较大影响时。

13.4.2 地下水监测方案应根据监测目的、水文地质条件、场地条件、工程需要确定。

13.4.3 地下水位的观测应设置专门的观测孔，当工程受多层地下水影响时应分层进行观测。

13.4.4 水位观测孔的布置应根据水文地质条件和工程需要进行。

观测孔的深度应满足监测目的的需要。观测孔的数量，对于平原地区的潜水和层间水，应根据场地条件和工程需要确定，且每个场地不宜少于 3 个；对于上层滞水和裂隙水，应按具体情况加密，且观测孔间距不宜大于 30m。孔隙水压力、地下水压力监测应根据工程需要确定，并可采用孔隙水压力计、测压计进行。

#### 13.4.5 地下水监测时间应满足下列要求：

1 系统动态观测的时间不应少于 1 个水文年，宜每 5~10 天观测 1 次，雨季应加密；

2 为工程需要进行的地下水位监测，其开始时间、终止条件、观测周期等，应根据工程需要确定；

3 孔隙水压力的监测应在孔隙水压力降至安全值后方可停止监测；

4 对受地下水浮托力作用的工程，地下水压力监测应进行至工程荷载大于浮托力时方可停止监测。

13.4.6 监测数据应逐次整理，绘成图表，并及时分析原因提出处理意见。

## 14 岩土工程分析评价和成果报告

### 14.1 一般规定

14.1.1 岩土工程分析评价应在工程地质测绘、勘探、测试和搜集已有资料的基础上，结合拟建工程特点、平面及竖向设计、施工条件、周边环境及保护要求进行技术论证和分析评价，评价应针对拟建场地和地基基础进行，提供设计所需的岩土参数，评价场地稳定性和工程建设适宜性，提出防治工程地质问题措施的建议，以及地质条件可能造成的工程风险。

14.1.2 岩土工程分析评价应符合下列要求：

- 1 充分了解工程结构的类型、结构特点、竖向设计、荷载情况、变形控制和环境条件要求；
- 2 掌握场地的地质背景，考虑岩土材料的非均质性、各向异性和随时间的变化，评估岩土参数的不确定性，确定其最佳估值；
- 3 充分考虑当地经验和类似工程经验；
- 4 对于理论依据不足、实践经验不多的岩土工程问题，可通过现场模型试验或足尺试验取得实测数据进行分析评价；
- 5 必要时可建议通过施工监测，调整设计和施工方案。

14.1.3 岩土工程分析评价应在定性分析的基础上进行定量分析。岩土体的变形、强度和稳定应定量分析；场地的适宜性、场地地质条件的稳定性，可定性分析。

14.1.4 岩土工程计算应符合下列要求：

- 1 按承载能力极限状态计算，可用于评价岩土地基承载力和边坡、基坑支护结构与稳定性、挡墙、地基稳定性等问题，可根据有关设计规范规定，用分项系数或总安全系数方法计算，有经验时也可用隐含安全系数的抗力允许值进行计算；

2 接正常使用极限状态要求进行验算控制，可用于评价岩土体的变形、动力反应、透水性和涌水量等。

14.1.5 岩土工程的分析评价，应根据岩土工程勘察的阶段和等级区别进行。对丙级岩土工程勘察，可根据邻近工程经验，结合触探和钻探取样试验资料进行；对乙级岩土工程勘察，应在详细勘探、测试的基础上，结合邻近工程经验进行，并提供岩土体的强度和变形指标；对甲级岩土工程勘察，除按乙级要求进行外，尚宜提供载荷试验资料，必要时应对其中的复杂问题进行专门研究，并结合监测对评价结论进行检验。

14.1.6 任务需要时，可根据工程原型或足尺试验岩土体性状的量测结果，用反分析的方法反求岩土参数，验证设计计算，查验工程效果或事故原因。

## 14.2 岩土参数的分析和选定

14.2.1 岩土的设计参数应在室内试验、原位测试数据分析统计的基础上，结合本地区类似工程经验综合确定。

14.2.2 岩土参数应根据工程特点和地质条件选用，并按下列内容评价其可靠性和适用性。

- 1 取样方法和其他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。

14.2.3 通过室内试验和原位测试获得的岩土参数统计应符合下列要求：

- 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 参数值的取舍应先分析产生偏差的原因，后考虑数据的离散程度和已有的工程经验；

3 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；

4 应按下列公式计算平均值、标准差和变异系数：

$$\phi_m = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i}{n} \quad (14.2.3-1)$$

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n \phi_i^2 - \frac{\left( \sum_{i=1}^n \phi_i \right)^2}{n} \right]} \quad (14.2.3-2)$$

$$\delta = \frac{\sigma_f}{\phi_m} \quad (14.2.3-3)$$

式中  $\phi_m$  — 岩土参数的平均值；

$\sigma_f$  — 岩土参数的标准差；

$\delta$  — 岩土参数的变异系数；

5 岩土参数的标准值  $\phi_k$  可按下列方法确定：

$$\phi_k = \gamma_s \phi_m \quad (14.2.3-4)$$

$$\gamma_s = 1 \pm \left\{ \frac{1.704}{\sqrt{n}} + \frac{4.678}{n^2} \right\} \delta \quad (14.2.3-5)$$

式中  $\gamma_s$  —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值。

统计修正系数 $\gamma_s$ 也可按岩土工程的类型和重要性、参数的变异性  
和统计数据个数，根据经验选用。

14.2.4 在岩土工程勘察成果报告中，应按下列不同情况提供岩土  
参数值：

1 一般情况下，应提供岩土参数的范围值、平均值、标准差、  
变异系数、数据分布范围和数据的数量；

2 承载力极限状态计算所需要的岩土参数标准值，应按式  
(14.2.3-4) 计算；当设计规范另有专门规定的标准值取值方法  
时，可按有关规范执行。

14.2.5 岩土参数的选用应符合下列规定：

1 土的物理性质指标：天然密度、重度、含水率、饱和度、  
孔隙比、塑限、液限、塑性指数、液性指数、颗粒级配等取平均  
值；

2 正常使用极限状态所需土参数指标：压缩系数、压缩模量、  
固结系数、渗透系数等取平均值；

3 承载力极限状态所需土的抗剪强度指标应取标准值；

4 静载荷试验确定的承载力应取特征值；旁压试验确定的承  
载力取标准值；静力触探阻力、剪切波速取平均值；标准贯入以  
及重型（超重型）圆锥动力触探锤击数取平均值；

5 岩石物理性质指标：密度、吸水率等取平均值；岩石的变  
形类指标取平均值；岩石的强度指标取标准值；

6 室内试验渗透系数用于评价渗透性时取平均值，用于降水  
设计时宜取最大值；

7 热物理参数、电阻率可取平均值；基床系数、静止侧压力  
系数一般可取平均值，当用于承载力分析时，按不利组合考虑，

可取最大平均值或最小平均值。

### 14.3 岩土工程分析评价

14.3.1 岩土工程分析评价应包括下列内容：

- 1 岩土参数的分析与选用；
- 2 土和水对建筑材料的腐蚀性评价；
- 3 场地地震效应评价；
- 4 特殊性岩土分析评价；
- 5 不良地质作用评价；
- 6 场地稳定性、适宜性评价；
- 7 地基基础分析评价；
- 8 基坑工程分析评价（如有）；
- 9 地质条件可能造成的工程风险评价。

14.3.2 岩土参数包含岩土的变形、强度等工程特性参数，场地地基岩土参数应根据岩土测试指标统计成果结合地区性工程经验确定。对于主要地基持力层，当测试数据统计成果代表性差时应提供建议值。

14.3.3 场地地震效应评价应包括下列内容：

1 应明确评价依据，提供勘察场地的抗震设防烈度、设计基本地震加速度、设计地震分组。

2 应划分场地类别，及划分对建筑抗震有利、一般、不利和危险的地段；

3 存在饱和砂土或饱和粉土的场地，当场地抗震设防烈度为7度及7度以上时应进行液化判别；对可液化场地应评价液化等级和危害程度，提出抗液化措施的建议；

4 当场地类别、液化程度差异较大时，应进行分区并分别评价。

14.3.4 场地稳定性、适宜性评价应包括下列内容：

- 1 评价场地稳定性；
- 2 通过综合分析评价场地适宜性；
- 3 对存在影响场地稳定的不良地质作用提出防治措施的建议。

14.3.5 地基基础方案分析评价应根据拟建工程的设计条件、拟建场地工程地质条件、地下水情况、拟采用施工方法和周边环境因素，结合工程经验进行，并应符合下列规定：

- 1 应分析评价地基均匀性；
- 2 应对拟采用地基基础方案进行评价；
- 3 应提出安全可靠、技术可行的地基基础方案建议，并提供设计所需岩土参数；
- 4 应分析施工可能遇到的地质问题及工程与周围环境的相互影响，并提出防治措施和监测的建议。

14.3.6 地基基础方案为天然地基时，评价应包括下列内容：

- 1 采用天然地基的可行性；
- 2 地基均匀性评价；
- 3 提出天然地基持力层建议；
- 4 提出地基承载力建议值，挡土墙应提供基底摩擦系数；
- 5 存在软弱下卧层时，提供验算软弱下卧层计算参数，必要时进行下卧层强度验算；
- 6 需进行地基变形计算时，提供变形计算参数。

14.3.7 地基基础方案为桩基础时，评价应包括下列内容：

- 1 提供桩基设计及施工所需的岩土参数；
- 2 提出可选的桩基类型和施工方法、建议桩端持力层；
- 3 对存在欠固结土及有大面积堆载、回填土、自重湿陷性黄土的项目，分析桩侧产生负摩阻力的可能性及其对桩基承载力的影响并提出相应防治措施的建议；

4 评价成桩可能遇到的风险以及桩基施工对环境的影响，提出设计、施工应注意的问题；

5 提出桩基础检测建议。

14.3.8 地基基础方案建议采用地基处理时，评价应包括下列内容：

1 地基处理的必要性、处理方法的适宜性；

2 提出地基处理方法、范围建议，提供地基处理设计和施工所需的岩土参数；

3 提出地基处理设计施工可能遇到的风险及对环境的影响；

4 提出应注意的问题、地基处理试验和检测的建议。

14.3.9 基坑工程分析评价应包括下列内容：

1 说明基坑工程地基岩土、地下水以及周围环境概况，分析基坑施工与周围环境的相互影响；

2 提供岩土的重度和抗剪强度指标，并说明抗剪强度的试验方法，提供锚固体与地层摩阻力等岩土参数；

3 提出基坑开挖与支护方法的建议；

4 当基坑开挖需进行地下水控制时，应提出地下水控制所需水文地质参数及防治措施建议；

5 存在抗浮问题时进行抗浮评价，提出抗浮设防水位、抗浮措施建议，提供抗浮设计所需参数；

6 场地内或附近存在地表水体时，评价地表水与地下水的相互作用，施工和使用期间可能产生的变化及其对工程和环境的影响，提出地下水监测的建议。

7 评价地质条件可能造成的工程风险；

8 提出施工阶段的环境保护和监测建议。

14.3.10 市政工程岩土工程分析评价应符合本规范第5章的有关规定。

#### 14.4 勘察成果报告基本内容 with 要求

14.4.1 岩土工程勘察报告所依据的原始资料，应进行整理、检查、分析，确认无误后方可使用。

14.4.2 岩土工程勘察报告应资料完整、真实准确、数据无误、图表清晰、结论有据、建议合理、便于使用和适宜长期保存，并应因地制宜，重点突出，有明确的工程针对性，各阶段的勘察报告应满足各设计阶段的要求。

14.4.3 岩土工程勘察报告应包括文字部分、表格、图件和重要的支持性资料组成的附件。

14.4.4 岩土工程勘察报告的文字、术语、代号、符号、数字、计量单位、标点，均应符合国家有关标准的规定。

14.4.5 岩土工程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编制，并包括下列内容：

- 1 拟建工程概况；
- 2 勘察目的、任务要求和依据的技术标准；
- 3 勘察方法和勘察工作布置及完成情况；
- 4 场地地形、地貌、地层、地质构造、岩土性质及其均匀性；
- 5 各项岩土性质指标，提出岩土的强度和变形参数、地基承载力的建议值；
- 6 地下水埋藏情况、类型、水位及其变化规律、抗浮设计水位分析与建议；
- 7 土和水对建筑材料的腐蚀性评价；
- 8 可能影响工程稳定的不良地质作用、地质灾害、特殊性岩土的描述和对工程危害程度的评价；
- 9 场地和地基地震效应评价；
- 10 场地稳定性和适宜性的评价；
- 11 在季节性冻土地区，提供场地土的标准冻结深度；
- 12 按照本标准第 14.3 节的要求进行岩土工程分析评价，并

提出相应建议；

13 工程施工和使用期间可能发生的岩土工程问题的预测和建议；

14 地基基础分析评价；

15 结论与建议。

14.4.6 岩土工程勘察报告应附下列图表：

1 建筑物与勘探点平面位置图；

2 工程地质剖面图；

3 室内试验成果汇总统计表；

4 原位测试成果汇总统计表；

5 勘探点主要数据一览表；

6 其它相关计算分析表格。

14.4.7 岩土工程勘察报告可根据工程需要附下列图表：

1 岩土工程勘察任务委托书和勘察技术要求；

2 现场工作照片及岩土芯照片；

3 工程地质柱状图、综合工程地质图；

4 工程地质分区图；

5 地下水等水位线图；

6 关键地层层面等值线图；

7 综合地质柱状图；

8 勘察影像资料（场地现状、历史照片、勘探、测试、岩芯照片）；

9 其它相关图件及附件。

14.4.8 岩土工程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 工程物探专题报告；

- 4 专门水文地质勘察报告；
- 5 岩土工程测试、检验或检测报告；
- 6 专门性试验或专题研究报告；
- 7 重要的审查报告或审查（鉴定）会议纪要；
- 8 专门岩土工程问题的技术咨询报告；
- 9 工程周边环境专项调查报告。

14.4.9 对岩土の利用、整治和改造的建议，宜进行不同方案的技术经济论证，并提出对设计、施工和现场监测要求的建议。

## 15 数字化记录

### 15.1 一般规定

- 15.1.1 岩土描述数字化记录,应采用合法的电子签名或登录账号。
- 15.1.2 岩土描述数字化记录应附加地理坐标和时间信息。
- 15.1.3 岩土描述数字化记录的修改内容应留有记录,具追溯性。
- 15.1.4 岩土描述数字化记录不应经过加密、压缩等处理后进行存储,应采用数据库形式保存。
- 15.1.5 岩土描述数字化记录应备份,存储介质应安全可靠,并应定期检测存档数字化记录的有效性和可读性。
- 15.1.6 岩土描述数字化记录的保管期限按照国家纸质文件保存期限的有关规定执行。
- 15.1.7 岩土描述数字化记录的内容应符合《岩土工程勘察规范》(GB 50021)的规定。

### 15.2 数字化文本记录

- 15.2.1 岩土描述数字化记录应采用通用数据格式,并可按照现有数据交换标准导出数据文件。
- 15.2.2 由专有软件形成的数字化记录,导出的数据文件中应注明采用软件的名称和版本。
- 15.2.3 岩土描述数字化记录输出可采用电子形式和纸质记录。输出为电子形式,记录人应进行电子签名确认;输出为纸质记录,记录人应签字确认。

### 15.3 数字化影像记录

- 15.3.1 数字化影像记录宜包括下列内容:地形地貌、周边环境、

地层、岩芯、现场取样、原位测试、工作人员和设备等。

15.3.2 岩土工程勘察现场的摄（影）像宜确定拍摄方向，配置语音说明。摄（影）像宜镜头平视、顺光、连续拍摄，图像应色彩还原正确，构图完整，画面清楚。

15.3.3 岩芯拍照时照相机的光轴宜垂直于岩芯，并设置拍照岩芯说明板和比例参照物。岩芯说明板应包括项目名称、勘探点编号、深度、岩芯定名等。

15.3.4 现场采取试样时宜拍摄取样过程，记录采样人员、采样设备及样品等。

15.3.5 现场原位测试宜拍摄测试过程，记录测试操作人员、测试设备及仪器仪表等。

## 附录 A 岩土分类和鉴定

A. 0. 1 岩石坚硬程度等级可按表 A. 0. 1 定性划分。

表 A. 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，基本无吸水反应	未风化~微风化的花岗岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英岩、石英砂岩、硅质砾岩、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，有轻微吸水反应	1 微风化的坚硬岩； 2 未风化~微风化的大理岩、板岩、石灰岩、白云岩、钙质砂岩等
软 质 岩	较软岩	锤击声不清脆，无回弹、震手，较易击碎，浸水后指甲可刻出印痕	中等风化~强风化的坚硬岩或较硬岩； 2 未风化~微风化的凝灰岩、千枚岩、泥灰岩、砂质泥岩等
	软岩	锤击声哑，无回弹，有凹痕，易击碎，浸水后手可掰开	1 强风化的坚硬岩或较硬岩； 2 中等风化~强风化的较软岩； 3 未风化~微风化的页岩、泥岩、泥质砂岩等
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 各种半成岩

A. 0. 2 岩体完整程度等级可按表 A. 0. 2 定性划分。

表 A.0.2 岩体完整程度的定性分类

名称	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	裂隙、层面	整体状或巨厚层状结构
较完整	1~2	>1.0	结合差	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	裂隙、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		中、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（1~2组）间距的平均值。

A.0.3 岩石风化程度可按表 A.0.3 划分。

表 A.0.3 岩石按风化程度分类

风化程度	野外特征	风化程度参数指标	
		波速比 $K_v$	风化系数 $K_f$
未风化	岩质新鲜，偶见风化痕迹	0.9~1.0	0.9~1.0
微风化	结构基本未变，仅节理面有渲染或略有变色，有少量风化裂隙	0.8~0.9	0.8~0.9
中等风化	结构部分破坏，沿节理面有次生矿物，风化裂隙发育，岩体被切割成岩块。用镐难挖，岩芯钻方可钻进	0.6~0.8	0.4~0.8

续表 A.0.3

风化程度	野外特征	风化程度参数指标	
		波速比 $K_v$	风化系数 $K_f$
强风化	结构大部分破坏, 矿物成分显著变化, 风化裂隙很发育, 岩体破碎, 用镐可挖, 干钻不易钻进	0.4~0.6	<0.4
全风化	结构基本破坏, 但尚可辨认, 有残余结构强度, 可用镐挖, 干钻可钻进	0.2~0.4	—
残积土	组织结构全部破坏, 已风化成土状, 锹镐易挖掘, 干钻易钻进, 具可塑性	<0.2	—

注: 1 波速比  $K_v$  为风化岩石与新鲜岩石压缩波速度之比;

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 岩石风化程度, 除按表列野外特征和定量指标划分外, 也可根据当地经验划分;

4 泥岩和半成岩, 可不进行风化程度划分。

#### A.0.4 岩体根据结构类型可按表 A.0.4 划分:

表 A.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 1~2 组, 无危险结构	岩体稳定, 可视均为均质弹性各向同性体	局部滑动或坍塌, 深埋洞室的岩爆

续表 A. 0. 4

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
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 0.7~1.5m。一般为 2~3 组, 有少量分离体	结构面互相牵制, 岩体基本稳定, 接近弹性各向同性体	
层状结构	多韵律薄层、中厚层状沉积岩, 副变质岩	层状板状	有层理、片理、节理, 常有层间错动	变形和强度受层面控制, 可视各向异性弹塑性体, 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 0.25~0.50m, 一般 3 组以上, 由许多分离体	整体强度很低, 并受软弱结构面控制, 呈弹塑性体, 稳定性很差	易发生规模较大的岩体失稳, 地下水加剧失稳。
散体状结构	断层破碎带, 强风化及全风化带	碎屑状	构造和风化裂隙密集, 结构面错综复杂, 多充填粘土, 形成无序小块和碎屑	完整性遭极大破坏, 稳定性极差, 接近松散体介质	易发生规模较大的岩体失稳, 地下水加剧失稳

A. 0. 5 土根据有机质含量可按表 A. 0. 5 分类。

表 A. 0. 5 土按有机质含量分类

分类名称	有机质含量 $w_o$ (%)	现场鉴别特征	说明
有机质土	$5\% \leq w_o \leq 10\%$	深灰色, 有光泽, 味臭, 除腐植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 $w > w_s$ , $1.0 \leq e < 1.5$ 时称淤泥质土 3 当 $w > w_s$ , $e \geq 1.5$ 时称淤泥

续表 A. 0. 5

分类名称	有机质含量 $w_o$ (%)	现场鉴别特征	说明
泥炭质土	$10\% < w_o \leq 60\%$	深灰或黑色，有腥臭味，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 $w_o$ 细分为： 弱泥炭质土（ $10\% < w_o \leq 25\%$ ） 中泥炭质土（ $25\% < w_o \leq 40\%$ ） 强泥炭质土（ $40\% < w_o \leq 60\%$ ）
泥炭	$w_o > 60\%$	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	

注：有机质含量  $w_o$  按灼失量试验确定。

### A. 0. 6 碎石土密实度野外鉴别可按表 A. 0. 6 执行。

表 A. 0. 6 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，大部分不接触	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，大部分接触	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、吊锤跳动剧烈，孔壁较稳定

注：密实度应按表列各项特征综合确定。

## 附录 B 圆锥动力触探锤击数修正

**B.0.1** 当采用重型圆锥动力触探确定碎石土密实度时，锤击数  $N_{63.5}$  应按下式修正：

$$N_{63.5} = \alpha_1 \cdot N_{63.5}' \quad (\text{B.0.1})$$

式中  $N_{63.5}$ —修正后的重型圆锥动力触探锤击数；

$\alpha_1$ —修正系数，按表 B.0.2 取值；

$N_{63.5}'$ —实测重型圆锥动力触探锤击数。

**B.0.2** 重型圆锥动力触探锤击数修正系数应符合表 B.0.2 的规定

**表 B.0.2 重型圆锥动力触探锤击数修正系数**

$N_{63.5}'$ L (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	$\geq 50$
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
4	0.96	0.95	0.93	0.92	0.90	0.89	0.87	0.86	0.84
6	0.93	0.90	0.88	0.85	0.83	0.81	0.79	0.78	0.75
8	0.90	0.86	0.83	0.80	0.77	0.75	0.73	0.71	0.67
10	0.88	0.83	0.79	0.75	0.72	0.69	0.67	0.64	0.61
12	0.85	0.79	0.75	0.70	0.67	0.64	0.61	0.59	0.55
14	0.82	0.76	0.71	0.66	0.62	0.58	0.56	0.53	0.50
16	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.54	0.51	0.48	0.45
18	0.77	0.70	0.63	0.57	0.53	0.49	0.46	0.43	0.40
20	0.75	0.67	0.59	0.53	0.48	0.44	0.41	0.39	0.36

注：表中 L 为杆长。

**B.0.3** 当采用超重型圆锥动力触探确定碎石土密实度时，锤击数

$N_{120}$  应按下列式修正：

$$N_{120} = \alpha_2 \cdot N_{120}' \quad (\text{B. 0. 3})$$

式中  $N_{120}$  —修正后的超重型圆锥动力触探锤击数；

$\alpha_2$  —修正系数，按表 B. 0. 4 取值；

$N_{120}'$  —实测超重型圆锥动力触探锤击数。

B.0.4 超重型圆锥动力触探锤击数修正系数应符合表 B.0.4 的规定

表 B.0.4 超重型圆锥动力触探锤击数修正系数

$N_{120}'$ $L$ (m)	1	3	5	7	9	10	15	20	25	30	35	40
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	0.96	0.92	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.89	0.89	0.88	0.88	0.88
3	0.94	0.88	0.86	0.85	0.84	0.84	0.84	0.83	0.82	0.82	0.81	0.81
5	0.92	0.82	0.79	0.78	0.77	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.72
7	0.90	0.78	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.68	0.67	0.66
9	0.88	0.75	0.72	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.64	0.63	0.62	0.62
11	0.87	0.73	0.69	0.67	0.66	0.66	0.64	0.62	0.61	0.60	0.59	0.53
13	0.86	0.71	0.67	0.65	0.64	0.63	0.61	0.60	0.58	0.57	0.56	0.55
15	0.84	0.69	0.65	0.63	0.62	0.61	0.59	0.58	0.56	0.55	0.54	0.53
17	0.85	0.68	0.63	0.61	0.60	0.60	0.57	0.56	0.54	0.53	0.52	0.50
19	0.84	0.66	0.62	0.60	0.58	0.58	0.56	0.54	0.52	0.51	0.50	0.48

注：表中 L 为杆长。

## 附录 C 静载试验-地锚反力法

C.0.1 静载试验-地锚反力法适用于地基土承载力特征值不小于 60kPa 的人工填土、黏性土、粉土、砂土等地层条件的各类地基、基桩及复合地基静载试验。

C.0.2 地锚反力装置主要分为：地锚、拉杆、联接件、主梁、次梁等，各杆件受力和传力应均匀。

C.0.3 地锚分为锚杆和锚头，锚杆直径宜为 50mm，长度宜不小于 1.8m，应具有足够的刚度。锚头宜采用螺旋叶片结构，上大下小，叶片直径不宜小于 320mm，长度宜为 0.5m。

C.0.4 联接件包括联接套、锚具、挑梁，为各杆件提供可靠联接，确保整体稳定。

C.0.5 本方法静载试验最大加载量不应大于 2400kN。

C.0.6 试验前应估算地锚反力，以便确定合理的设备组合方式。单锚抗拔力的计算应符合下列公式：

$$N_K = K \cdot N$$

$$N = \sum_{i=1}^n 2\pi r_0 h_i q_{sik} N_k - \text{单锚抗拔力 (kN);}$$

$N$ —半径  $r_0$  的摩擦桩的抗拔力 (kN);

$K$ —修正系数，见表 C.0.7;

$r_0$ —锚头半径 (m);

$h_i$ —第  $i$  层土的厚度 (m);

$q_{sik}$ —第  $i$  层土的极限侧阻力标准值。

C.0.7 地锚抗拔力修正系数应符合表 C.0.7 的规定：

表 C.0.7 地锚抗拔力修正系数 K

锚入深度(m) 土性	1.5	2.0	2.5
黏性土	0.35~0.40	0.38~0.43	0.41~0.47
粉土	0.32~0.37	0.34~0.40	0.38~0.44
砂土	0.29~0.35	0.32~0.37	0.35~0.41

C.0.7 试验前准备应包括下列内容：

- 1 搜集与试验相关的建筑物或构筑物结构及地基基础等有关资料。
- 2 搜集试验土层物理、力学性质指标及土质组成等有关资料。
- 3 依据地质条件及工程特性，编制试验方案，确定试验总加载量，选择合理的拉锚组合型式。
- 4 试验开始前应进行技术交底。
- 5 对进场的地锚及构配件进行检查验收，不合格构件不得使用。

C.0.8 静载试验的试验方法应参考相关规范、标准。

## 附录 D 验槽及相关处理方法

D.0.1 基坑开挖后，为防止地基土的松动或软化，应采取下列保护措施：

1 严防基坑积水；

2 用机械开挖时，应在设计基坑底标高以上保留 20cm~30cm 厚的保护层，保护层采用人工清土，基底扰动土须清除干净，严禁局部超挖后用虚土回填；

3 地基土为干砂时，在基础垫层施工前应适当洒水夯实；

4 很湿的黏性土不宜拍打或反复碾压，不宜将砖石、混凝土块等建筑垃圾直接抛入基坑，如地基土因践踏、积水而软化，应将软化和扰动部分清除；

5 当气温低于 0℃ 以下时，应对地基土采取保温措施，严防地基土受冻。

D.0.2 基坑内有坑穴、古墓、古井或局部分布填土等松软土时，应予妥善处理，处理方法一般为：

1 清除填土等松软土，用与持力层土质相近的材料回填夯实，砂土地基可用砂石回填，坚硬黏性土地基可用 3:7 灰土回填，可塑黏性土地基用 2:8 或 1:9 灰土回填；

2 基坑底有小于 50cm 厚的薄层软土时，如因水位高不易清除，可铺夯大卵石，将软土挤密；

3 基础形式为条形基础，基坑内松软土所占面积较大时，如不致发生不均匀沉降，可将基础局部加深，并做 1:2 的台阶，与两端基础连接。

4 基础形式为独立基础，如松软土所占的面积大于基坑面积的 1/3，宜将单个独立基础加深，但与相邻柱基底面的标高差，不宜大于两柱净距的 1/2；

5 局部换土有困难时，可用短桩基处理，并适当加强基础和

上部结构的整体刚度；

6 当基坑内的坑穴、古墓、古井埋深较大，难以把填土完全清除时，可在主要压缩层深度范围内采用换填处理，并且对换填范围下部软土采用抛石挤密，结构可采用过梁跨过。

**D.0.3** 基坑内有房基、压实路面（基）等局部硬土时，应全部挖除，当厚度很大，全部挖除有困难时，一般情况下可挖除 0.60m 后设置褥垫层。

**D.0.4** 基坑内原有的给排水或热力管道，宜进行拆除或改线处理，防止因漏水而浸湿地基。

# 附录 E 乌鲁木齐地质分区图

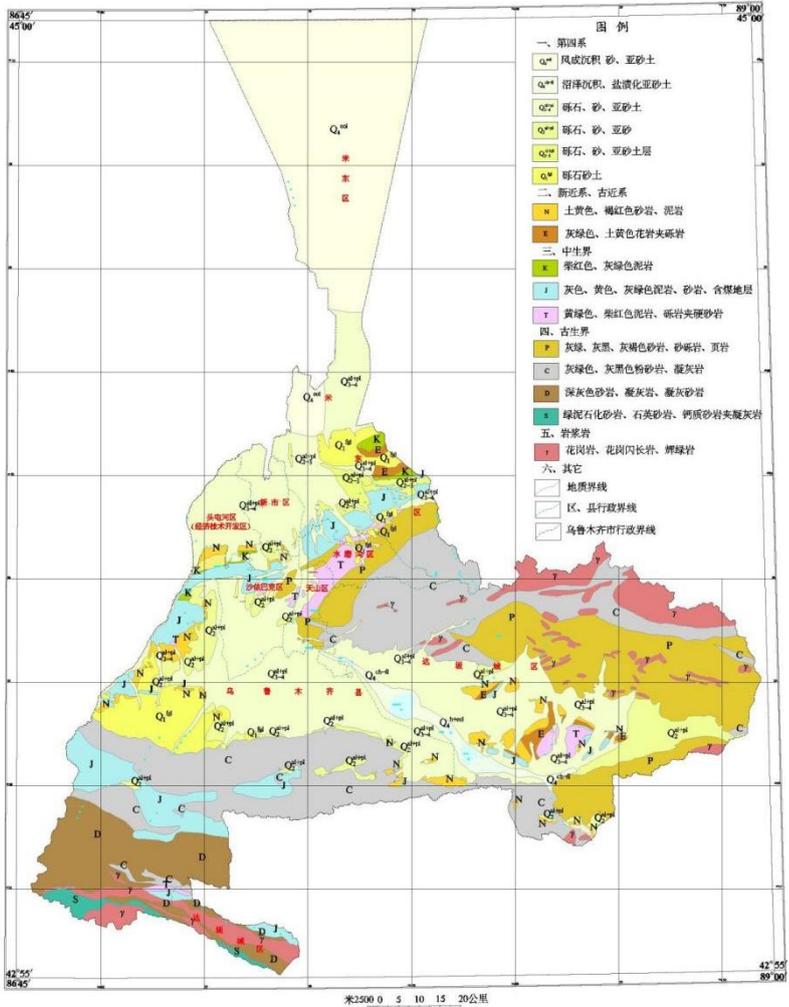


图 E.0.1 乌鲁木齐地质分区图

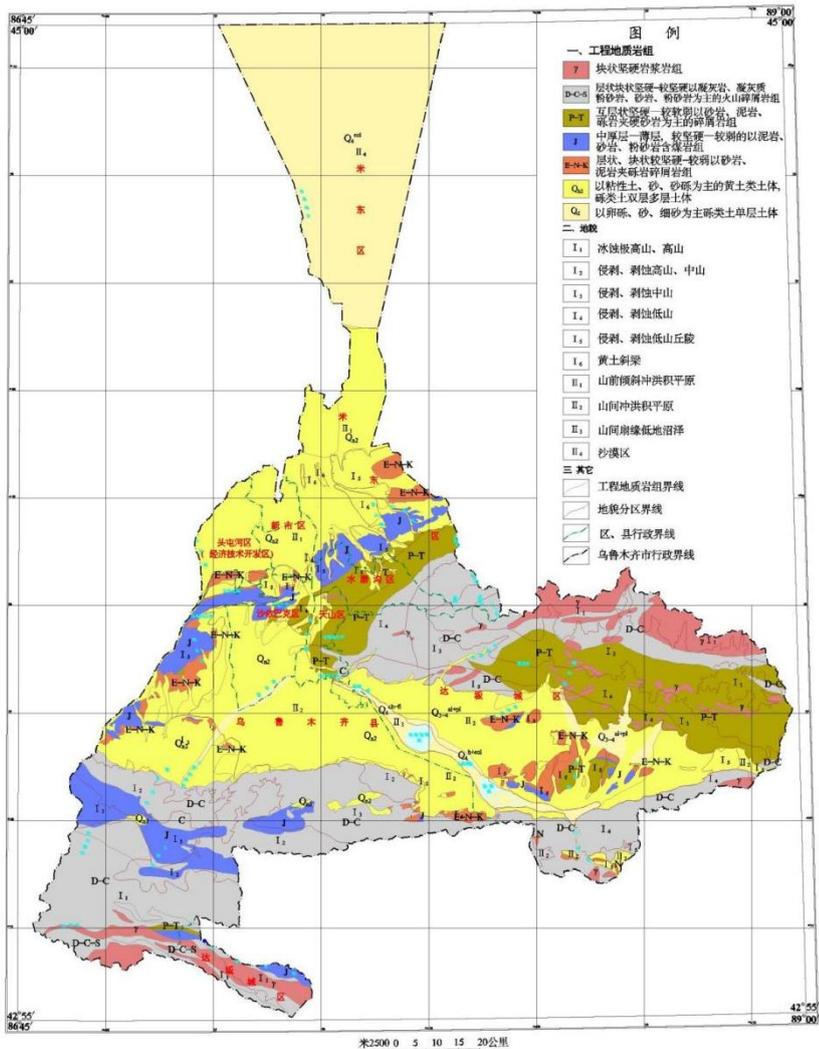
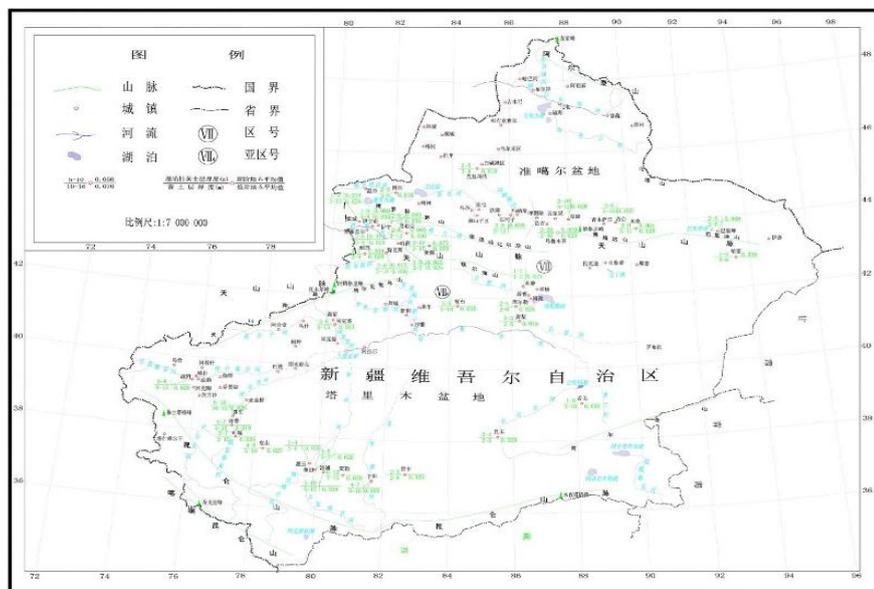


图 E.0.2 乌鲁木齐地质分区图

## 附录 F 新疆地区黄土分布图



F.0.1 新疆地区黄土分布图

# 用词说明

为了便于在执行本规范条文时区别对待，对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”；反面词采用“不宜”。
- 4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词：  
正面词采用“可”；反面词采用“不可”。

## 引用标准名录

- 《工程勘察通用规范》 GB 55017
- 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB 55002
- 《建筑与市政地基基础通用规范》 GB 55003
- 《工程测量通用规范》 GB 55018
- 《岩土工程勘察规范》 GB 50021
- 《市政工程勘察规范》 CJJ 56
- 《城市轨道交通岩土工程勘察规范》 GB 50307
- 《供水水文地质勘察规范》 GB 50027
- 《湿陷性黄土地区建筑规范》 GB 50025
- 《膨胀土地区建筑技术规范》 GB 50112
- 《盐渍土地区建筑技术规范》 GB/T 50942
- 《冻土工程地质勘察规范》 GB 50324
- 《软土地区工程地质勘察规范》 JGJ 83
- 《建筑工程地质勘探与取样技术规程》 JGJ/T 87
- 《土工试验方法标准》 GB/T 50123
- 《工程岩体试验方法标准》 GB/T 50266
- 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- 《建筑地基处理技术规范》 JGJ 79
- 《建筑桩基技术规范》 JGJ 94
- 《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330
- 《工程岩体分级标准》 GB/T 50218
- 《工业建筑防腐蚀设计标准》 GB 50046
- 《建筑变形测量规范》 JGJ 8

# 新疆维吾尔自治区地方建标准

## 新疆地区岩土工程勘察标准

DB65/T 8000-2024  
J00000—2024

条文说明

# 目 次

1 总则 .....	167
3 基本规定 .....	168
3.1 岩土分类 .....	168
3.2 工程地质测绘和调查 .....	171
3.3 勘察纲要 .....	171
3.4 勘察质量管理 .....	172
4 建筑工程勘察 .....	173
4.1 一般规定 .....	173
4.2 房屋建筑 .....	174
4.3 既有建筑物改造 .....	178
4.4 桩基础 .....	182
4.5 基坑工程 .....	183
4.6 边坡工程 .....	184
5 市政工程勘察 .....	189
5.1 一般规定 .....	189
5.2 道路工程 .....	192
5.3 桥涵工程 .....	194
5.4 隧道、地下洞室 .....	197
5.5 管线工程 .....	203
5.6 给排水厂站工程 .....	204
5.7 城市固体废弃物处理工程 .....	206
5.8 综合管廊 .....	208
6 水文地质 .....	210
6.1 一般规定 .....	210
6.2 地表水 .....	212
6.3 量测地下水位 .....	214

6.4	水文地质参数的确定	214
6.5	抗浮设防水位	218
7	特殊性岩土	220
7.1	湿陷性土	220
7.2	盐渍岩土	222
7.3	污染土	223
7.4	多年冻土	227
7.5	软土	230
7.6	膨胀岩土	232
7.7	填土	235
7.8	混合土	236
8	不良地质作用	238
8.1	采空区	238
8.2	崩塌	244
8.3	地震效应	245
8.4	风雪	249
9	勘探和取样	258
9.1	一般规定	258
9.2	钻探、井探	258
9.4	岩土、水试样的采取	259
9.5	钻孔电视	259
10	原位测试	260
10.1	一般规定	260
10.2	原位测试项目	260
11	室内试验	262
11.1	一般规定	262
11.2	土的物理力学性质试验要求	262
12	水和土腐蚀性评价	264

12.1	一般规定 .....	264
12.3	腐蚀性评价 .....	265
13	现场检测和监测 .....	267
13.2	验槽 .....	267
13.3	建筑变形测量 .....	267
13.4	地下水监测 .....	268

# 1 总 则

- 1.0.1 制定本标准的理由和依据。
- 1.0.2 适用范围与国家住房和城乡建设部的管理范围吻合。公路、铁路、民航、水利工程等可根据建设项目特点参照执行。
- 1.0.3 建设工程根据建设程序规定，必须进行工程勘察工作。规定勘察单位提供勘察成果的质量原则要求。
- 1.0.4 根据国家《工程勘察通用规范》(GB55017-2021)第 1.0.2 条规定“工程勘察必须执行本规范”。

## 3 基本规定

### 3.1 岩土分类

3.1.1 岩石和土，十分复杂，物理、化学、力学性质和工程特性千变万化。为了了解它们的共同点与差异，有必要对它们进行分类认识。针对不同的工程对象，区分为性质相近的类别，对它们的工程特性进行综合评价，为工程选址和设计施工提供定量的资料。因此岩石和土分类具有重要的实际意义。

3.1.2 应针对不同的工程地质岩组或岩性段，选择有代表性的测段，测试岩体弹性纵波速度，并应在同一岩体中取样，测试岩石弹性纵波速度。对于岩浆岩，岩体弹性纵波速度测试宜覆盖岩体内各裂隙组发育区域；对沉积岩和沉积变质岩层，弹性波测试方向宜垂直于或大角度相交于岩层层面。

3.1.3 近年来新疆的基础建设加速，一些基建项目从地质条件较好平原地区进入到人迹罕至的山区。对于一些公路基建项目因穿越多种地形地貌，其中对工程易造成泥石流的冰碛土也在新疆的高山区域广泛分布，冰碛土也成为近年来新疆工程建设中重点研究的领域。

冰碛土是在漫长的地质年代过程中，通过冰川的刨蚀、搬运和沉积作用而形成的一种沉积土。在冰期冰川对岩体产生刨蚀，并将产生的岩体碎屑包含在冰川中随冰川而搬运，在间冰期冰川所携带的碎屑颗粒由于气温上升冰川消融而未经任何筛选和分离缓慢沉积下来的。冰碛土中混杂各类土体，精细不均且成因复杂，无分选、无层理，其结构相较于一般土体要复杂很多，层次多变，分布不均，主要碎屑沉积物的物理力学特性差异明显，以砾石、粉细砂为主，黏土含量很小，水稳定性差，遇水易软化崩解，受到季节变换气候的影响，使得不断地循环冻融，导致频发泥石流

灾害。

人工填土是由人类活动堆填而成，除压实填土外，一般均匀性差、强度低、压缩性高，常具湿陷性，据其组成成分又可分为：素填土（含级配较差的筛分料）、杂填土。

在新疆常见的筛分料堆积情况通常指原先的一些砂石料场通过单层或多层筛子将其所需的粒度级别的集料筛分出来后废弃的砂石料，因其缺少相应的填充材料、颗粒间黏结性差，自身稳定性较差，在振动和水浸的情况下会发生较大的沉降，因此在勘察过程中对于这种粒径缺失或粒径单一的填料，需要特别注意。

现将鉴别项目的具体内容进行说明：

摇振反应：把土放在手中摇动或振动，看其形状变化和析水情况。间接反映土的颗粒成分、黏结力和亲水性等。

现场鉴别：应将软塑或流动的小土块捏成土球，放在手掌上反复摇晃，并以另一手掌振击此手掌，土中自由水将渗出，球面呈现光泽，用二手指捏土球，放松后水又被吸入，光泽消失，根据上述渗水和吸水反应快慢。

摇振反应鉴别表

描述等级	鉴别特征	土的分类
迅速	形状迅速改变，有水析出，多次摇动后呈现饼状立即渗水和吸水-----反应快	粉土
中等	摇（振）动后形状有变化，湿度较大时会有水析出渗水和吸水中等-----反应中等	粉土或塑性较低的粉质黏土
无反应	用力摇振，土块形状无变化渗水和吸水慢及不吸不渗者-----反应慢或无反应	黏性土

光泽反应：用取土刀切开土块，观察切面处的光泽程度，主要反映土中黏粒含量多少。

光泽反应鉴别表

描述等级	鉴别特征	土的分类
光滑	切面细腻光滑，可显示油质光泽或蜡质光泽	黏土
稍有光滑	切面略显光泽但不够细腻均匀	粉质黏土
无光泽	切面粗糙，刀切时土块易碎裂	粉土

干强度：手捏干燥后的土块，根据易碎程度进行判别，主要反映土的颗粒成分以及亲水性等。

干强度鉴别表

描述等级	鉴别特征	土的分类
高	手用力捏很难捏碎	黏土或塑性较高的粉质黏土
中等	适度加力即可以捏碎	粉质黏土
低	稍微用力土块即碎	粉土

韧性：把土搓成土条，手掰观察柔性变形还是脆性变形，反映土的可塑性、颗粒成分构成以及水理性质等。

现场：应将含水量略大于塑限的土块在手中揉捏均匀，然后在手中搓成直径为 3mm 的土条，再搓揉成土团，根据再次搓条的可能性区分为。

韧性鉴别表

描述等级	鉴别特征	土的分类
高	可将土搓成 2mm 的土条，土块(条)掰成任意形状不断裂能揉成土团，再搓成条，捏而不碎---现场	黏土或塑性较高的粉质黏土
中等	土块可捏成任意形状，但搓成条后手掰容易断裂可再揉成团，捏而不易碎者---现场	粉质黏土
低	手掰土块即刻碎裂勉强或不能揉成团，稍捏或不捏即碎者---现场	粉土

粉土最典型的就是有摇晃反应。在野外，把取上来的土放在手里摇一下，如果是粉土，水很快从土的孔隙中渗出来；在野外，把取上来的土放在手上搓土条，搓得越细且不易断的就是黏土，不易搓成条且断的就是粉土；介于两者之间的就是粉质黏土了；还有粉质黏土的刀切面相对于黏土较粗糙。

粉土与黏土的现场鉴别

现场经验	体现	本质
稍湿的粉土	在手心搓一下，拍手后基本不沾手	这个比较简明，反映了土体粒径的差别
黏土	搓后，沾手，拍手后残留，水洗才掉	
摇振反应现场区分粒径或者搓条法也可以借鉴，简单的说，用搓条法最好。粉土一搓就散了。不散的，就是含有一定比例的黏粒成分了。粉质黏土可以搓条，而且搓条情况不错。刀切断面效果不是很好，除非是标准的粉土，才会显得很粗。粉土不粘手，粉质黏土粘手的。		

### 3.2 工程地质测绘和调查

3.2.1 建设新区指没有建设工程经验的场地，如：新的城市住宅区、工业园区、经济技术开发区、市政道路延伸等。

3.2.2 本条根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021)，结合新疆地区工程建设需求，对工程地质测绘和调查进行了调整，更加注重于调查内容。

### 3.3 勘察纲要

3.3.1 勘察纲要是工程勘察工作的指导性文件，通过技术交底等形式贯彻于勘察工作全过程。我国《建设工程勘察设计质量管理条例》《工程勘察通用规范》对勘察纲要的编制均提出了相应的要求，根据勘察工作的实际需要，明确勘察纲要的编制和编制要求

很有必要，各勘察阶段均需编制相应阶段的勘察纲要。

**3.3.2** 工程勘察项目中测量工作所采用的测绘基准包括平面坐标系统和高程系统，平面坐标系统宜采用 2000 国家大地坐标系或项目所在城市使用的平面坐标系统；工程规模较小或有专项工程需求的可采用独立坐标系统。高程系统宜采用 1985 国家高程基准，在已有高程控制网的地区测量时，可沿用原有的高程系统；工程规模较小不具备联测条件时，也可采用假定高程系统。

**3.3.3** 勘察纲要包括的内容及详细程度应视具体情况及勘察要求确定。拟建工程相关资料详细程度对下一步工作影响较大，需重点叙述。勘察等级为丙级的工程，勘察纲要可适当简化。

**3.3.5** 当实际勘探揭示的岩土条件与预测情况差异较大，或者设计变更导致原勘察工作量不能满足设计要求时，应及时调整勘察纲要或编制补充勘察纲要。

### **3.4 勘察质量管理**

2002 年 12 月 4 日建设部令第 115 号首次发布《建设工程勘察质量管理办法》，2007 年 11 月 22 日建设部令第 163 号进行修订，2021 年 4 月 1 日住房和城乡建设部令第 53 号再次修订。本节内容根据管理办法的要求，从企业资质、从业人员资格、设备仪器有效性、资料成果保存等方面提出原则性要求。

**3.4.7** 首先，依据《建设工程质量管理条例》第十一条“施工图设计文件审查的具体办法，由国务院建设行政主管部门、国务院其他有关部门制定。施工图设计文件未经审查批准的，不得使用”，该条例是由中华人民共和国国务院令公布的，属于行政法规，具有强制执行力，相关单位和个人必须遵守。其次，依据《建设工程勘察质量管理办法》第五条“建设单位应当依法将工程勘察文件送施工图审查机构审查”的规定。

## 4 建筑工程勘察

### 4.1 一般规定

4.1.1 本条规定了建筑工程勘察的适用范围。本条所提及的工程类型都是我区比较常见的，其它未涉及工程类型的勘察可按《岩土工程勘察规范》(GB 50021) 要求执行。

4.1.2 本条是建筑工程勘察的总体要求，强调应根据不同勘察阶段、工程性质、场地与地基土的特点确定勘察工作量。强调勘察前搜集资料的重要性，对应不同的勘察阶段，应尽可能搜集各类资料，分析可能的工程地质问题，有针对性的编制勘察纲要。

4.1.3 各种勘察方法都有各自的优势及不可替代的功能，也有其应用范围和限制条件。所以，勘察时，应根据勘察目的及工程地质条件，有针对性的选择勘察方法。选择的原则是：在考虑技术适用的条件下兼顾经济性。在实际勘察工作中，往往采用单一手段不能完全查明场地工程地质条件，所以，应根据各种勘察方法的功能互补性，综合利用。

新疆北有阿尔泰山，中为天山，南有昆仑山，大都近于东西走向，其间形成两个巨大的内陆盆地，即准噶尔盆地和塔里木盆地，人类的工程经济活动主要集中在盆地边缘及腹地的绿洲地带，而这几条山脉自第四纪以来一直处于上升阶段，这就决定了粗颗粒碎屑沉积物在新疆第四系沉积中占很大比例。

在上述盆地的边缘地带，大多属于冲积洪积扇的中上部，沉积巨厚的卵砾石层，其上往往有厚度不等的细粒土（黏性土、粉土）且部分细粒土属于黄土状土；山麓地带分布有风化基岩、碎石、角砾层等。卵砾石层、角砾层、基岩等一般都是良好的天然地基。在冲积洪积扇下部、盆地腹地及大河湖滨地区（如焉耆、博湖、阿拉尔、五家渠等）地下水位较高，地层以砂土、粉土、黏

性土为主，且局部存在软土、盐渍土等特殊岩土。

根据我区区域工程地质条件特点及勘察单位的实际装备水平，除采用探井、钻孔、动力触探、标准贯入、载荷试验等较为常用的勘察手段外，应创造条件，结合建设场地地貌、地层特点，进一步推广使用静力触探、旁压试验、面波测试等其它原位测试方法，以期能够准确查明场地工程地质条件。

4.1.4 不良地质作用是指采空区、泥石流、崩塌、滑坡、风雪等作用现象。强烈发育是指这些不良地质作用直接威胁着工程安全；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。强烈破坏是指已有或工程建设将对工程的安全构成直接威胁；一般破坏是指已有或工程建设将有上述现象，但不强烈，对工程安全的影响不严重。

## 4.2 房屋建筑

4.2.1 岩土工程勘察应有明确的针对性，根据建筑物的上部荷载、功能特点、结构类型、基础形式、埋置深度和变形控制的要求进行勘察工作，从而提出岩土工程设计的参数和地基基础设计的建议。勘察阶段不同，相应的勘察工作也有所不同，岩土工程建议也不同。

4.2.3 各设计阶段对勘察成果有不同的要求，对于场区周边工程经验不足、勘察资料缺乏的情况，分阶段勘察是有必要的。可行性研究阶段勘察手段应以工程地质测绘和调查工作为主，辅以少量必要的勘探工作，对建设场地的适宜性作出评价；对稳定性作出初步评价和论证；对需要进行比选的场地，应进行比选分析。

对拟建场地的稳定性进行评价是初步勘察阶段的主要内容，该问题应在初勘勘察阶段解决，不应留给详勘阶段。对地基基础、

基坑支护、工程降水等工程技术问题应在本阶段进行初步评价，为详勘阶段的进一步工作提供基础。

在城市和成熟的工业区，已经积累了大量工程勘察资料，对于一般建筑物若平面布置已经确定时，可直接进行详勘，但对于高层建筑和其他重要工程，在短时间内不易查明复杂的岩土工程问题，并要作出明确评价的，仍宜分阶段进行。可行性研究勘察、初步勘察相关规定，《岩土工程勘察规范》（GB 50021）已有要求，本规范不再详述。

**4.2.4 岩土工程详细勘察是整个勘察的重点，详细勘察的目的、任务及内容是每个勘察工作者必须明确的。本条针对一般工业、民用建筑物提出勘察的基本要求，对特殊场地及有特殊要求的建筑物尚应满足相应的其他要求。**

根据新疆多年工程经验，本条第 5 款关于工程不利的埋藏物（含地下空洞、采空区地道）勘察，工程勘察单位不宜作肯定或否定的判别，原因在于目前尚无一种绝对可靠的判定地下空洞（含采空区地道）是否存在的勘探手段（如各种形式的物探方法），因此在勘察报告中，宜在对现场条件做充分调查研究的前提下，作如下建议：

1 大部分工程勘察单位都不具有勘查地下空洞的足够经验与设备，建设单位应委托有足够经验与设备的有关专业技术部门对地下空洞（含采空区地道）作专项勘察，勘察时应采用对现场调查访问、工程物探及钻探坑探相结合的方法。

2 对分布较浅的地下空洞，常通过验槽发现问题，再补充勘察。必要时，可以钎探、洛阳铲在槽底按梅花形布点探查。

3 不应轻易作“建筑场地不存在地下空洞（含采空区地道）”的结论。

本条第 11 款涉及到的地质条件可能造成的工程风险，对于房屋建筑工程，主要是指基坑土方开挖、支护、降水工程等分部分

项工程中因地质因素所引起的工程风险。详勘成果中应根据工程实际、周边环境资料结合场地地质条件说明以上可能的工程风险，并提出相应的防治措施的建议。

4.2.5 地下水可能对建筑的设计、施工、使用及工程造价造成很大影响，因此详细勘察阶段应充分调查地下水的类型、埋藏及补给和径流、排泄条件，准确确定地下水位的动态变化，并预测地下水对工程产生的危害，提出处理建议。对情况复杂的重要工程，应进行专门研究。

4.2.6 考虑到一般建筑物的使用周期至少为 50-70 年，同时地下水的有无和水位高低受气候、地形地貌、地表水系、水文地质条件、绿化、人类工程活动等多种复杂因素影响，具有很大的不确定性。本地区许多工程经验表明，勘察期间勘探深度范围内未见地下水的场地，随着上述地下水影响因素的改变很有可能诱使地水位上升，从而导致地下室灌水、上浮等工程事故。所以，本条的目的是强调对于在勘察期间未发现地下水的场地，应结合工程特点，对于一些附有地下空间的重要工程不要轻易下“不考虑地下水影响”的结论，而是要充分分析水文地质条件变化对工程建设和使用的影响，提出预防措施建议。

4.2.8 详勘阶段勘探点的布设或勘探点的数量应以查明建筑物范围内的地层为原则，并应根据地层的复杂程度，尤其是地层的水平变化程度来确定。当地层起伏大、厚度变化大或可能存在填土等特殊土时，勘探点应加密，可按小间距、高密度来控制，同时加密勘探点可为一般性勘探孔。

4.2.9 高层建筑的荷载大，重心高，基础和上部结构的刚度大，对局部的差异沉降有较好的适应能力，而整体倾斜是主要控制因素，尤其是横向倾斜。为此本条对高层建筑勘探点的布置作了明确规定。

4.2.11 勘探孔深度应根据建筑物结构特征、地层特点综合确定。

深度控制应当有针对性：控制性勘探孔主要针对满足场地和地基稳定性分析、满足地基变形计算要求、查明桩基持力层、查明和评价湿陷性黄土、查明场地覆盖层厚度等；一般性勘探孔则主要针对查明和评价地基主要受力层、地下水特征等。通常，在勘察工作中，布设不同深度的勘探点是恰当的，而且由浅到深应有一定的阶梯，各有其明确的用途。

4.2.12 每种地基处理方法都有各自的适用范围和特点，需要针对地质条件、地基处理方法、特点等开展勘察工作。新疆地区应用最广的地基处理方法主要为：换填垫层、强夯、复合地基。

换填垫层法勘察时，主要应查明拟换填的软弱土层分布范围，测试其相应强度与变形参数。

对湿陷性黄土场地进行强夯处理时，勘察应查明湿陷性黄土分布范围、场地湿陷性类型、地基湿陷等级，自重湿陷系数、湿陷系数及湿陷起始压力随深度的变化等内容。对深厚杂填土及素填土场地进行强夯处理时，勘察应查明填土的分布范围、回填时间、回填物和均匀程度，特别要注意分期回填的填土，每个时期的回填物可能不一样，有条件时应该调查回填方式。同时，影响强夯能否实施的关键因素是周围环境，因此在详勘阶段，对于可能采取强夯的工程项目，应进行强夯的可行性评价，包括对周围的工程环境、建筑结构概况、地下管线和地下构筑物进行调查，结合工程要求和可能采用的强夯参数进行分析，对强夯的可行性给出初步的结论等。

对特殊性岩土采用复合地基时，勘察应查明特殊性岩土的分布范围及强度、变形、湿陷、液化等工程特性，以及适宜作为桩端持力层的土层埋深、厚度及其桩端承载力等工程特性。

4.2.13 取土试样和原位测试的数量以及试验项目，应由岩土工程师根据具体情况，因地制宜。但从自治区目前勘察行业的实际情况来看，为了确保勘察质量，规范仍应控制取土试样和原位测试

勘探孔的最少数量。

本条文主要是根据详勘阶段所应进行的各种岩土工程分析、计算，提出室内土工试验和进行原位测试应达到的数量要求。每一主要岩土层原状土试样或进行原位测试不应少于6组（件），是一个最低标准，实际工作中应根据工程规模大小、场地岩土工程条件进行合理安排。当工程规模较大或土质不均时，应适时调整增加取样和测试数量，以提高岩土参数统计分析的精确度和代表性。当试验结果的离散性较大且无法满足数理统计要求时，应增加取土数量和试验数量。

4.2.14 室内试验应满足岩土工程勘察评价、岩土工程设计与地基基础设计、岩土工程施工的要求，现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)中已作了详细规定，应遵照执行。土的物理性质试验指标比较多，与工程无关的和关系不大的可以不测和少测。需要注意的是粉土涉及到承载力修正、液化判定时，应进行颗粒级配试验。

4.2.15 详细勘察期间，勘探点之间地层情况往往是推断得到，在验槽过程中，有时会出现岩土条件与勘察剖面不符或部分土层力学性质与原勘察报告不符情况，针对局部出现的特殊情况，若勘察单位能根据当地经验解决的，可不进行施工勘察；若出现的问题无法解决的，应进行施工勘察，进一步查明工程地质条件。

### 4.3 既有建筑物改造

4.3.1 条文所列举的既有建筑物的增载和保护的类型主要系指在大中城市的建筑密集区进行改建和新建时可能遇到的岩土工程问题。特别是在大城市，高层建筑的数量增加很快，高度也在增高，建筑物增层、增载的情况较多；不少大城市正在兴建或计划兴建地铁，城市道路的大型立交工程也在增多等。深基坑，地下掘进，较深、较大面积的施工降水，新建建筑物的荷载在既有建筑物地

基中引起的应力状态的改变等是这些工程的岩土工程特点，给我们提出了一些特殊的岩土工程问题。我们必须重视和解决好这些问题，以避免或减轻对既有建筑物可能造成的影响，在兴建建筑物的同时，保证既有建筑物的完好与安全。

本条逐一指出了各类增载和保护工程的岩土工程勘察的工作重点，注意搞清所指出的重点问题，就能使勘探、试验工作的针对性强，所获得的数据资料科学、适用，从而使岩土工程分析和评价建议，能抓住主要矛盾，符合实际情况。此外，系统的监测工作是重要手段之一，往往不能缺少。

4.3.2 为建筑物的增载或增层而进行的岩土工程勘察的目的，是查明地基土的实际承载能力(临塑荷载、极限荷载)，从而确定是否尚有潜力可以增层或增载。

1 增层、增载所需的地基承载力潜力是不宜通过查以往有关的承载力表的办法来衡量的；这是因为：

- 1) 地基土的承载力表是建立在数理统计基础上的；表中的承载力只是符合一定的安全保证概率的数值，并不直接反映地基土的承载力和变形特性，更不是承载力与变形关系上的特性点；
- 2) 地基土承载力表的使用是有条件的；岩土工程师应充分了解最终的控制与衡量条件是建筑物的容许变形(沉降、挠曲、倾斜)；因此，原位测试和室内试验方法的选择决定于测试成果能否比较直接地反映地基土的承载力和变形特性，能否直接显示土的应力—应变的变化、发展关系和有关的力学特性点。

2 尚应明确“新增临近建筑”所产生的附加应力是否对建筑物的地基土产生了额外的影响导致增层、增载潜力不足。

3 下列是比较明确的土的力学特性点：

- 1) 载荷试验  $s-p$  曲线上的比例界限和极限荷载；

- 2) 固结试验  $e-\lg p$  曲线上的先期固结压力和再压缩指数与压缩指数;
- 3) 旁压试验  $V-p$  曲线上的临塑压力  $p_f$  与极限压力  $p_L$  等。静力触探锥尖阻力亦能在相当接近的程度上反映土的原位不排水强度。

根据测试成果分析得出的地基土的承载力与计划增层、增载后地基将承受的压力进行比较,并结合必要的沉降历时关系预测,就可得出符合或接近实际的岩土工程结论。当然,在作出关于是否可以增层、增载和增层、增载的量值和方式、步骤的最后结论之前,还应考虑既有建筑物结构的承受能力。

4 条文所列“新增紧邻建筑”为既有建筑物建成后至其增载前,紧邻其修建的建筑物。应充分考虑、分析“新增紧邻建筑”对既有建筑物的增载带来的影响。查明“新增紧邻建筑”的建设年代,结构与基础形式、基础埋深及地基与基础处理的相关情况。并同时分析既有建筑物的增载或地基加固时对周边紧邻建筑物的影响。

4.3.3 建筑物的接建、邻建所带来的主要岩土工程问题,是新建建筑物的荷载引起的、在既有建筑物紧邻新建部分的地基中的应力叠加。这种应力叠加会导致既有建筑物地基土的不均匀附加压缩和建筑物的相对变形或挠曲,直至严重裂损。针对这一主要问题,需要在接建、邻建部位专门布置勘探点。原位测试和室内试验的重点,如同第 4.3.2 条所述,也应以获得地基土的承载力和变形特性参数为目的,以便分析研究接建、邻建部位的地基土在新的应力状态下的稳定程度,特别是预测地基土的不均匀附加沉降和既有建筑物将承受的局部性的相对变形或挠曲。

4.3.4 在国内外由于城市、工矿地区开采地下水或以疏干为目的的降低地下水位所引起的地面沉降、挠曲或破裂的例子日益增多。这种地下水抽降与伴随而来的地面形变严重时,可导致沿江沿海

城市的海水倒灌或扩大洪水淹没范围，成群成带的建筑物沉降、倾斜与裂损，或一些采空区、岩溶区的地面塌陷等。

由地下水抽降所引起的地面沉降与形变不仅发生在软黏性土地区，土的压缩性并不很高，但厚度巨大的土层也可能出现数值可观的地面沉降与挠曲。若一个地区或城市的土层巨厚、不均或存在有先期隐伏的构造断裂时，地下水抽降引起的地面沉降会以地面的显著倾斜、挠曲，以至有方向性的破裂为特征。

表现为地面沉降的土层压缩可以涉及很深处的土层，这是因为由地下水抽降造成的作用于土层上的有效压力的增加是大范围的。因此，岩土工程勘察需要勘探、取样和测试的深度很大，这样才能预测可能出现的土层累计压缩总量(地面沉降)。本条的第2款要求“勘探孔深度应超过可压缩地层的下限”和第3款关于试验工作的要求，就是这个目的。

4.3.5 深基坑开挖是高层建筑岩土工程问题之一。高层建筑物通常有多层地下室，需要进行深的开挖；有些大型工业厂房、高耸构筑物和生产设备等也要求将基础埋置很深，因而也有深基坑问题。深基坑开挖对相邻既有建筑物的影响主要有：

- 1 基坑边坡变形、位移，甚至失稳的影响；
- 2 由于基坑开挖、卸荷所引起的四邻地面的回弹、挠曲；

3 由于施工降水引起的邻近建筑物软基的压缩或地基土中部分颗粒的流失而造成的地面不均匀沉降、破裂；在岩溶、土洞地区施工降水还可能导致地面塌陷。

岩土工程勘察研究内容就是要分析上述影响产生的可能性和程度，从而决定采取何种预防、保护措施。本条还提出了关于基坑开挖过程中的监测工作的要求。对基坑开挖，这种信息法的施工方法可以弥补岩土工程分析和预测的不足，同时还可积累宝贵的科学数据，提高今后分析、预测水平。

4.3.6 地下开挖对建筑物的影响主要表现为：

1 由地下开挖引起的沿工程主轴线的地面下沉和轴线两侧地面的对倾与挠曲。这种地面变形会导致地面既有建筑物的倾斜、挠曲甚至破坏；为了防止这些破坏性后果的出现，岩土工程勘察的任务是在勘探测试的基础上，通过工程分析，提出合理的施工方法、步骤和最佳保护措施的建议，包括系统的监测；

2 地下工程施工降水，其可能的影响和分析研究方法同第4.3.5条的说明。

在地下工程的施工中，监测工作特别重要。通过系统的监测，不但可验证岩土工程分析预测和所采取的措施的正确与否，而且还能通过对岩土与支护工程性状及其变化的直接跟踪，判断问题的演变趋势，以便及时采取措施。系统的监测数据、资料还是进行科学总结，提高岩土工程学术水平的基础。

## 4.4 桩基础

4.4.1 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。

4.4.2 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。

4.4.3 岩溶发育场地，溶沟、溶槽、溶洞发育，显然属复杂场地，此时若以基岩作为桩端持力层，应按柱位布孔。但单纯钻探工作往往还难以查明其发育程度和发育规律，故应辅以有效地球物理勘探方法。近年来地球物理勘探技术发展很快，有效的方法有电法、地震法（浅层折射法或浅层反射法）及钻孔电磁波透视法等。

4.4.4 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。

4.4.7 对填土、湿陷性土、液化土易产生负摩阻力的桩基，应采用强夯、浸水等预处理措施。

## 4.5 基坑工程

4.5.1 基坑工程安全等级应根据周边环境、破坏后果严重程度、基坑深度、工程地质和地下水条件按下表的规定划分为一、二、三级。

表 4.5.1 基坑工程安全等级

基坑工程安全等级	周边环境、破坏后果严重程度、基坑深度、工程地质和地下水条件
一级	周边环境条件很复杂；破坏后果很严重；基坑深度 $h \geq 12$ 米，工程地质条件复杂；地下水水位很高、条件复杂；对施工影响严重；
二级	周边环境条件较复杂；破坏后果严重；基坑深度 $6 \leq h < 12$ 米；工程地质条件较复杂；地下水水位较高、条件较复杂；对施工影响较严重；
三级	周边环境条件简单；破坏后果不严重；基坑深度 $h < 6$ 米；工程地质条件简单；地下水水位低、条件简单；对施工影响轻微；

注：从一级开始，有二项（含二项）以上，最先符合该等级标准者，即可定为该等级。

4.5.2 周边环境是基坑工程的勘察、设计、施工中必须首先考虑的问题，在进行这些工作时应有“先人后己”的概念，周边环境的复杂程度是决定基坑工程设计等级、支护结构方案选型等最重要的因素之一，勘察最后的结论和建议亦必须充分考虑对周边环境影响而提出。

4.5.3 环境保护是深基坑工程的重要任务之一，在建筑物密集、交通流量大的城区尤其突出。由于对周边建（构）筑物和地下管线情况不了解，就盲目开挖造成损失的事例很多，有的后果十分

严重。所以一定要事先进行环境状况的调查，设计、施工才能有针对性地采取有效保护措施。对地面建筑物可通过观察访问和查阅档案资料进行了解，对地下管线可通过地面标志，档案资料进行了解。有的城市建立有地理信息系统，能提供更详细的资料。如确实搜集不到资料，应采用开挖、物探、专用仪器或其他有效方法进行探测。

4.5.4 深基坑工程的水文地质勘察不同于供水水文地质勘察工作，其目的应包括两个方面：一是满足降水设计需要，二是满足对环境影响评估的需要。降水对环境影响评估需要对基坑外围的渗流进行分析，研究流场优化的各种措施，考虑降水延续时间长短的影响。

4.5.11 当降雨、管道渗漏等因素可能引起基坑内地下水位超过抗浮设防水位时，基坑肥槽应采用弱透水性材料分层夯实回填。

## 4.6 边坡工程

4.6.1 本条阐述了本节的适用范围。边坡工程勘察等级应根据边坡工程安全等级和地质环境复杂程度按表 4.6.1 划分。

表 4.6.1 边坡工程勘察等级

边坡工程安全等级	边坡地质环境复杂程度		
	复杂	中等复杂	简单
一级	甲级	甲级	乙级
二级	甲级	乙级	丙级
三级	乙级	丙级	丙级

边坡地质环境复杂程度可按下列标准判别：1 地质环境复杂：组成边坡的岩土体种类多，强度变化大，均匀性差，土质边坡潜在滑面多，岩质边坡受外倾结构面或外倾不同结构面组合控制，水文地质条件复杂；2 地质环境中等复杂：介于地质环境复杂与地质环境简单之间；3 地质环境简单：组成边坡的岩土体种类少，

强度变化小，均匀性好，土质边坡潜在滑面少，岩质边坡受外倾结构面或外倾不同结构面组合控制，水文地质条件简单。

破坏后果很严重的下列建筑边坡工程，其安全等级应定为甲级；1 由外倾软弱结构面控制的边坡工程；2 危岩、滑坡地段的边坡工程；3 边坡滑塌区内或边坡塌方影响区内有重要建（构）筑物的边坡工程，破坏后果不严重的上述边坡工程安全等级应定为乙级。

4.6.2 边坡按成因划分为人工边坡和自然边坡，人工边坡主要指在人类工程建设过程中，由于挖、填施工形成的边坡。按边坡地层岩性划分为土质边坡和岩质边坡，当然现实中存在着大量部分土质、部分岩质的边坡，在此没有进一步划分，而是按主控因素划分为两类，在实际工作中应根据影响边坡稳定性的主要因素是土质还是岩质，开展勘察工作。破坏后果主要指危及人的生命、造成经济损失、产生社会不良影响等。

针对不同边坡工程安全等级，建议勘察要求如下：

- 1 一级建筑边坡工程应进行专门的岩土工程勘察；
- 2 二、三级建筑边坡工程可与主体建筑勘察一并进行，并应满足边坡勘察的深度和要求；
- 3 大型的和地质环境条件复杂的边坡宜分阶段勘察；
- 4 地质环境复杂的一级边坡工程尚应进行施工勘察；
- 5 当边坡成为建筑场地取舍与比选条件之一时，应对该边坡提前进行专门勘察。

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。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;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;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。

4.6.3 本条列出了边坡工程勘察需要收集的基本资料。考虑到水对边坡工程稳定性影响巨大,文中尽可能罗列了与水有关的因素,尤其是新疆部分地区冬季累计降雪量较大,春季融雪时短时间内会在低洼处汇集大量融雪水,对边坡工程影响巨大。

4.6.4 对于边坡工程,工程地质调绘甚至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,所以应扩大调绘、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调查也是不现实的,可视现场条件选择有代表性的部位进行。

4.6.5 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。边坡工程勘探应采用钻探(直孔、斜孔)、坑(井)探、槽探和物探等方法。对于复杂、重要的边坡工程可辅以洞探。重点地段可布置少量的探坑、探井或大口径钻孔,以取得直观地质资料 and 进行原位测试试验,探坑宜垂直坡面走向布置并略向坡外倾斜。当重要地质界面处有薄层覆盖层时,可布置探槽。物探可用于探查边坡的覆盖层厚度,岩石风化层,软弱层性质、厚度及地下水位等资料,常与其他勘探方法配合使用。

4.6.6 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,还应包括坡面区域和坡面外围一定的区域。通常到坡顶的水平距离一般不小于边坡高度;对于可能按土体内部圆

弧形破坏的土质边坡不小于 1.5 倍坡高；对可能沿岩土界面滑动的土质边坡，后部大于可能的后缘边界，前缘大于可能的剪出口位置。勘察范围尚应包括可能对建（构）筑物有潜在安全影响的区域。

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、线间距以能满足查明边坡地质环境条件和稳定性分析需要而确定。

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。

对试件进行试验，试验项目应包括物性、强度及变形指标，试样的含水状态应包括天然状态和饱和状态。用于稳定性计算时土的抗剪强度指标宜采用直接剪切试验获取，用于确定地基承载力时土的峰值抗剪强度指标宜采用三轴试验获取。填土边坡的力学参数宜根据试验并结合当地经验确定。试验方法应根据工程要求、填料的性质和施工质量等确定，试验条件应尽可能接近实际状况。对控制边坡稳定的软弱结构面，尽可能进行原位剪切试验；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。

对大型待填的填土边坡宜进行料源勘察，针对可能的取土地点，查明用于填筑的岩土的工程性质，为边坡填筑的设计和施工提供依据。

4.6.7 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。

对永久性边坡，尚应考虑强度可能随时间降低的效应。

边坡工程岩土勘察报告宜包括以下主要内容：

- 1 勘察目的、任务要求和执行的主要技术标准；
- 2 边坡安全等级和勘察等级；
- 3 边坡概况（含边坡要素、边坡组成、边坡类型、边坡性质等）；
- 4 勘察方法、工作量布置和质量评述；
- 5 自然地理概况；
- 6 地质环境；
- 7 边坡岩体类别划分和可能的破坏模式；
- 8 岩土体物理力学性质；
- 9 地震效应评价；
- 10 地下水影响评价；
- 11 水、土腐蚀性评价；
- 12 边坡稳定性评价（定性、定量评价，定量评价应包含计算模式、计算工况、计算参数、取值依据、稳定状态判定等）及支护建议；
- 13 结论与建议；
- 14 相关图件。

## 5 市政工程勘察

### 5.1 一般规定

5.1.2 现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068)将建筑结构分为三个安全等级,《建筑地基基础设计规范》(GB 50007)将地基基础设计分为三个等级,都是从设计角度考虑的。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。本条做了比较原则的规定。

1 各类市政工程有其自身的项目特点,其重要性等级划分方法也不相同。

1) 根据城市道路在路网中的地位、交通功能以及对沿线建筑物的服务功能,城市道路可分为四类(表1)。

表1 城市道路分类表

道路分类	道路功能
快速路	为城市中大流量、长距离、快速交通服务
主干路	连接城市各主要分区的干路,以交通功能为主
次干路	与主干路结合组成道路网,起集散交通作用,兼有服务功能
支路	为次干路与街坊路的连接线,解决局部地区交通,以服务功能为主

注:表中道路分类系引自《城市道路设计规范》(CJJ 37)。

2) 高路堤指拟建道路路面标高明显高于原地面,需要进行一定厚度填方的路段,规定填土高度大于2.5m时为高填土路基。路堑指道路路面标高低于原地面,需要进行挖方的路段。高路堤、陡坡路堤、路堑与一般路基相比,涉及的岩土工程问题相对复杂,高路堤、陡坡路堤与路堑的工程重要性等级可在一般路基的基础上提高一级考虑。

2 场地复杂程度主要指工程地质条件的复杂程度,包括地形地貌、不良地质作用、地震效应、地质环境、地下水以及周边环

境条件等。此处为了突出城市的特点，增加了周边环境条件。

3 城市市政工程类别众多，需要解决的岩土工程问题也不尽相同，既涉及地基承载力、地基变形，也涉及围岩稳定、边坡工程、地下水控制等，因此需要针对具体的市政工程特点，综合划分岩土条件复杂程度等级。等级划分考虑的因素包括岩土的种类、均匀性，围岩或地基、边坡的工程性质以及特殊性岩土等。

4 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改变。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，如果场地和岩土条件比较简单，勘察工作的难度是不大的。故即使是一级工程，场地和岩土条件为三级时，岩土工程勘察等级也可定为乙级。

5.1.3 市政工程勘察可按三个阶段划分，即可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察，以对应不同的设计阶段。在实际工作中，应根据工程的特定条件充分与建设方及设计方沟通，以确保勘察成果能够满足设计要求。对中小型市政工程，当场地及岩土条件简单或已有资料丰富时，可直接进行详细勘察。

5.1.4 城市道路、公交场站和城市广场工程的岩土分类定名及描述按现行行业标准《公路土工试验规程》(JTG 3430)执行；城市桥梁、涵洞及人行地下通道工程的岩土分类定名及描述按现行行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3364)执行；隧道、室外管道、给排水厂站、堤岸等工程的岩土分类定名及描述则按现行国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)中的相关内容执行。

5.1.7 市政工程勘察场地土分类、场地类别、地震液化判别等应按照行业标准《建筑与市政工程抗震通用规范》(GB 55002)和《公路工程抗震设计规范》(JTG 004)的相关内容执行；城市桥梁、涵洞及人行地下通道工程按行业标准《城市桥梁抗震设计规范》(CJJ

166) 和《公路桥梁抗震设计规范》(JTG/T 2231-01)的相关内容执行;室外管道工程则多按照现行国家标准《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》(GB 50032)中的相关内容执行;而给排水厂站等工程的场地地震效应一般执行现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011)。

5.1.9 市政工程处于复杂的城市环境中,因此进行现场勘察工作时,应充分考虑对工程环境的影响,防止对地下管线、地下工程和上部设施的破坏。

5.1.10 既有市政工程的改扩建,应搜集拟建场区的地质资料并进行分析研究,若现有资料不能满足设计要求时,应进行勘察工作。

5.1.11 可行性研究勘察的主要目的,即对拟建场地的稳定性和适宜性作出评价,提供建设工程选址所需的工程地质资料。一般情况下可以搜集资料和工程地质测绘为主,当上述工作不能满足要求时,可适当进行勘探。

5.1.12 根据工程特点和具体地质条件,可行性研究勘察可进行其他有针对性的分析评价。

5.1.13 根据工程特点和具体地质条件,初步勘察应包含有针对性的分析评价。

5.1.14 详细勘察时,拟建工程的平面位置已经确定,详细勘察的目的就是针对具体工程场地进行勘察,提供施工图设计所需的岩土工程资料和参数。

5.1.15 本条所列内容是详细勘察应包含的基本内容和任务,勘察工作中可根据不同市政工程特点和具体地质条件进行其他有针对性的分析评价。特殊性岩土对路基的稳定性、路基变形特别是工后沉降控制等影响很大,如果不重视特殊性岩土的性,或建议采取的地基处理措施不当,易引发路面沉陷、路面翻浆、路基边坡的塌方等病害。本条规定了道路涉及湿陷性土、冻土、膨胀土、软土、厚层填土、盐渍土时勘察成果报告评价的基本要求。

5.1.16 对于原有道路的改建（拓宽、补强、加固），道路的现状而结构的调查十分重要，是确定原有路和，对原道路曾发生病害的原因分析，是为使道路的改扩建中取的防治措施具有针对性与有效性。

5.1.17 施工勘察，包括几种情况：（1）对于场地及岩土条件特别复杂的项目。（2）地质因素往往是动态变化的，如地基土的含水量、地下水位等（3）原有的勘察资料不能满足变更后的施工图设计，尤其是隧道工程。（4）场地附近新建了对该场地产生显著影响的工程（如人工湖、水库等）。

## 5.2 道路工程

5.2.1 本条所述城市广场指城市地面广场，不包括城市地下广场。

5.2.2 路基是道路的重要组成部分，是路面的基础。路基的强度与稳定性与沿线工程地质条件密切相关。路基设计通常综合考虑路基的整体稳定性、边坡稳定性、水稳定性。路基的整体稳定性，与道路沿线的地质构造、不良地质有关；路基边坡的稳定与岩土的性、边坡高度与坡度等有关；岩石路堑边坡的稳定性，与岩层产状、结构特征、地质构造的软弱面等有关；软土路基，当路堤填土高度超过软土容许的临界高度时，如果不采取地基处理措施，路基易发生侧向滑动或较大的沉降；路基的水稳定性指构成路基的土、石材料在水、温度等自然条件变化过程中的强度稳定性。

5.2.3 在城市道路可行性研究勘察中，强调搜集资料、现场踏勘调查的重要性，在此基础上，再布置适量必要的勘探测试工作。

5.2.5 勘探点间距确定综合考虑下列因素：（1）道路工程在不同勘察阶段的勘探点间距差异大，对初步勘察、详细勘察阶段均采用表格形式规定了勘探点间距；可行性研究勘察，以搜集资料与现场踏勘为主。（2）勘探点间距与场地及岩土条件复杂程度密切

相关，将场地及岩土条件复杂程度等级分列为两个表，并规定两者复杂等级不同时，按高等级考虑。（3）将初步勘察、详细勘察均调整为按一般路基、高路堤、陡坡路堤、路堑分别确定勘探点间距。高路堤、陡坡路堤与路堑涉及的岩土工程问题相对一般路基复杂，因此勘探点间距相对一般路基小；路堑因涉及挖方，边坡稳定性问题是关键，通常工程地质条件相对复杂，因此勘探点间距相对高路堤小；考虑支挡结构的重要性，其勘探点间距参考路堑。（4）针对道路横断面方向岩土条件变化很大的情况，必要时可布置控制性横剖面。

5.2.6 初步勘察阶段，路基类型与路基处理方法等未确定，勘探孔深度仅作原则性要求，主要强调勘探孔深度应留有余地，以满足道路工程不同设计方案比选的需要。

#### 5.2.8

1 道路是线型工程，故大多数情况下勘探点沿道路中线布置；当道路宽度较大时，为控制道路横断面方向岩土条件的变化，采用在道路两侧“之”字形布点方法相对合理；当路基岩土条件复杂时，布置一定数量的横剖面是为了详细查明道路横断面方向路基的变化情况。

5 在含有有机质垃圾、疏松的杂填土、未经沉实的近期回填土以及软土分布地段应重视已有地质资料的搜集与现场踏勘工作，在此基础上布置勘探点更具针对性。

5.2.9 一般路基勘探孔深度宜达原地面以下 5m，对挖方地段考虑通常路基条件相对较好，勘探孔宜达路面设计标高以下 4m。涉及填土、软土和可液化土层时，勘探孔应适当加深。

5.2.10 对高路堤、陡坡路堤、路堑、支挡工程，为满足变形计算分析的要求，应有一定比例的控制性勘探点；对一般路基，可不再单独布置控制性勘探点。

#### 5.2.13

1 土基湿度是影响道路强度和稳定性的一个重要因素，是划分路基干湿类型的依据。地表水和地下水也是路基状态的主要影响因素。

2 详细勘察应阐述道路沿线与工程相关的地下水、地表水体的关系；滨河道路或穿越河流、沟谷的道路，宜分析浸泡冲刷作用对路堤稳定性的影响，并提出防治措施建议。

3 根据工程需要，道路工程应进行工程地质条件的合理分区与评价，包括分区提供岩土的物理力学参数、建议不同的地基处理措施等。

4 不良地质作用与特殊性岩土对路基稳定性影响很大，详细勘察阶段需要对各类涉及的不良地质进行分析评价，提出具体的处理建议。

5 本条规定当工程需要时宜预测路基的沉降性状。

7 当地下水浮力大于上覆荷重时，需要提出抗浮措施建议。

9 根据接驳过渡段填土的高度、路基性质、差异变形控制要求等提出地基处理建议。

### 5.3 桥涵工程

5.3.2 依据《城市桥梁设计规范（2019年版）》（CJJ 11-2011）第3.0.2条的规定：桥梁按其多孔跨径总长或单孔跨径的长度，可分为特大桥、大桥、中桥和小桥等四类，桥梁分类应符合下表：

桥梁分类	多孔跨径总长 L(m)	单孔跨径 L <sub>0</sub> (m)
特大桥	$L > 1000$	$L_0 > 150$
大桥	$1000 \geq L \geq 100$	$150 \geq L_0 \geq 40$
中桥	$100 > L > 30$	$40 > L_0 \geq 20$
小桥	$30 \geq L \geq 8$	$20 > L_0 \geq 5$

注：1 单孔跨径系指标准跨径。梁式桥、板式桥以两桥墩中线之间桥中心线长度或桥墩中线与桥台台前缘线之间桥中心线长度为标准跨径；拱式桥以净跨径为标准

跨径。

2 梁式桥、板式桥的多孔跨径总长为多孔标准跨径的总长；拱式桥为两岸桥台起拱线间的距离；其他形式的桥梁为桥面系行车道长度。

5.3.3 前期收集桥位的设计总平面图、桥型布置图和设计纵、横断面图及桥涵工程规模、等级、结构形式等资料，可以为制定勘察大纲和布设勘探点提供依据；收集拟建工程场地的管网、涵洞、地下洞室等地下埋藏物分布资料，可以为场地适宜性及稳定性评价及勘探点的布设提供依据。

5.3.5 单跨超过 40m 的特大桥、大桥，其结构和受力均较一般桥梁特殊，因此本节第 2-2 条规定初勘阶段每个主桥墩台勘探点不宜少于 1 个，小于 40m 跨径的大桥、特大桥墩台，可采取隔墩台或隔墩台交叉布设勘探点。新疆地区存在大范围的戈壁砾石地层，地层条件和场地条件均较为单一，地基承载力较高，因此规定场地等级和地基等级均为三级的桥涵场地，初勘阶段主要以控制性勘探为主，表 5.3-1 为最低规定。

本节第 2-6 条依据《城市桥梁抗震设计规范》(CJJ 166-2011) 第 3.1.1 条，城市桥梁抗震设防范围甲、乙、丙和丁四类：

桥梁抗震设防分类	桥梁类型
甲	悬索桥、斜拉桥以及大跨度拱桥
乙	除甲类桥梁以外的交通网络中枢纽位置的桥梁和城市快速路上的桥梁
丙	城市主干道和轨道交通桥梁
丁	除甲、乙和丙三类桥梁以外的桥梁

同时依据《城市桥梁抗震设计规范》(CJJ 166-2011) 第 4.1.3 条的规定：

桥梁工程场地土土层剪切波速应按下列要求确定：

- 1 甲类桥梁，应由工程场地地震安全性评价工作确定；
- 2 乙和丙类桥梁，可通过现场实测确定。现场实测时，钻孔

数量应为：中桥不少于 1 孔，大桥不少于 2 孔，特大桥宜适当增加；

3 丁类桥梁，当无实测剪切波速时，可根据岩土名称和性状按下表划分土的类型，并结合当地经验，在下表的范围内估计各土层剪切波速。

土的类型划分和剪切波速范围

土的类型	岩石名称或性状	土的剪切波速范围 (m/s)
坚硬土或岩石	稳定岩石、密实的碎石土	$V_s > 500$
中硬土	中密、稍密的碎石土，密实、中密的砾砂、粗砂、中砂， $f_t > 200\text{kPa}$ 的黏性土和粉土，坚硬黄土。	$500 \geq V_s > 250$
中软土	稍密的砾砂、粗砂、中砂，除松散外的细砂和粉砂， $f_t \leq 200\text{kPa}$ 的黏性土和粉土， $f_t \geq 130\text{kPa}$ 的填土和可塑黄土。	$250 \geq V_s > 140$
软弱土	淤泥和淤泥质土，松散的砂，新近沉积的黏性土和粉土， $f_t < 130\text{kPa}$ 的填土和新近堆积黄土和流塑黄土。	$V_s \leq 140$

注： $f_t$  为由载荷试验等方法得到的地基承载力特征值 (kPa)， $V_s$  为剪切波速。

5.3.6 本章节主要依据《市政工程勘察规范》(CJJ 56-2012) 第 6.4 节编写。其中第 2-1 条的“单跨超过 40m 的特大桥、大桥，每个主桥墩台勘探点依据地形、地层变化情况布置 1-2 个钻孔；小于 40m 跨径的特大桥、大桥墩台，每个墩台勘探点不应少于 1 个”，该规定主要考虑新疆地区存在大范围的戈壁砾石地层，地层条件和场地条件均较为单一，地基承载力较高，场地等级和地基等级均为三级场地，如果都采取每个墩台两个钻孔，既无必要又浪费，应以控制场地地层为目的，根据地形、地层变化情况酌情布置 1-2 个钻孔。

## 5.4 隧道、地下洞室

5.4.1 按隧道、地下洞室的施工工艺可分为明挖法和暗挖法，明挖法又分为放坡开挖、支护开挖、盖挖法，其相关内容可参照本规范基坑工程章节或其他相关规范执行。城市轨道交通工程也是重要的市政基础设施项目，《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GB 50307)对该类项目的勘察工作作出了具体的规定，因此未纳入本规范。

5.4.3 隧道、地下洞室勘察一个明显的特点是手段多样，每种手段都有其优缺点，本条强调隧道、地下洞室勘察应采取多种手段综合进行。

调查与测绘包含地质、工程地质、水文地质三个方面进行，对于山岭隧道、水下隧道由于所处地貌、地质、地面建筑环境等不一样，其调绘重点存在差异，对隧道线位区域地表测绘工作：

(1) 针对山岭隧道工程，一般地质地区的调查、测绘，主要是通过地表露头的勘查或采用简单的揭露手段（槽探、坑探），来查明隧道区地形、地貌、岩性、构造等以及它们之间的关系和变化规律，从而推断不完全显露或隐埋深部的地质情况。通过调绘主要应该查清对隧道有控制性的地质问题（如地层、岩性、构造），进而对隧道工程地质与水文地质作出定性的评价，为隧道的方案选定提供第一手资料；调查地表分水岭、隧道通过段水文地质单元、含水层和地下水富水性；不良地质地区的隧道调绘是指在有大的构造破碎带、滑坡、压矿区、采空区等地区进行地质调查、测绘。该区的调绘，应充分利用现有的地质资料，通过大量的野外露头调查或人工简易揭露等手段来发现、揭露不良地质存在，找出它们之间的关系以及变化规律。对控制隧道方案及路线方案影响大的不良地质作用、特殊性岩土问题，应作出定性、定量评价，并从地质角度提出优选方案，为隧道方案设计和路线走向、

工程造价等方案性问题提出指导性意见；(2)地(水)下隧道的调绘较陆上隧道困难。因地(水)下隧道位于地表水体以下，露头少，隐伏的地质构造和地层不易揭露，实地直接调绘难度较大，能搜集到的资料较少，所以，地(水)下隧道调绘应以调查、访问、搜集各类地质资料为主。如广泛搜集隧道区域桥址、大型水下建筑物勘察资料和河床断面资料，为隧道的选址提供有参考价值的地质资料。

地球物理勘探具有快速经济的特点，它所显示的是一条直线或一个面的综合情况。对隧道勘探，该方法能帮助探测基岩埋深起伏和隧道围岩分界面、地下洞穴和断裂构造带等，而不像钻孔那样只能反映某一点的有限的情况，所以，在隧道初勘中物探应广泛应用而且应较钻探先行一步。通过物探大面积的勘探来查明隧道区地层、岩性、构造等地质情况，再通过少量钻孔对不良地质、隧道区的地质重点或难点进行揭露，达到经济、快速、基本准确查明隧道区地质情况之目的。物理勘探手段多种多样，每一种物探手段都有它的适应条件及使用范围。同时，物理勘探方法是高度专业化的，每一种方法都要有经验的操作者和解释者。对于隧道的勘探采用哪种方法、怎样布线、测点多密等，一般没有很明确的标准，应根据隧道区地形、地质条件和被测体的规模等来选定。

钻探仍然是隧道勘察最为重要的手段，它除具有直观的特点外，多种原位测试及现场试验的工作需在钻孔中进行。岩质隧道围岩部位钻探必须采用不小于75mm的双层岩芯管，金刚石钻头钻进，求得围岩的RQD值。岩芯直径、长度应满足各项试验要求；对于风化岩层和土质隧道，围岩部位钻探必须保证岩芯采取率，每回次钻进深度一般不得大于2m。

原位测试尤其是动、静力触探是土质隧道勘察时不可或缺的手段，它可综合获取土层的力学性质；波速试验、钻孔内各种水文地质

试验是确定围岩类别，判断其涌水量的重要依据。

5.4.4 采空区及岩溶区地下水分布极不规律，隧道掘进时易发生涌水等灾害对施工安全危害极大，特殊性岩土由于岩性的特殊性，在隧道勘察时应特别关注。

隧道如在完整岩体中通过，条件比较简单，但在断层破碎带一般岩体破碎围岩类别较低；浅埋地段由于埋深浅，多为土层，支护不当易发生塌方、冒顶等险情；傍山地段一般隧道存在偏压；而在进出洞口为三面边坡，支护不当易于塌方。这些地段在勘察时均应特别关注。

5.4.5 城市人口及地面建构筑物密集，隧道、地下洞室工程建设安全隐患突出，破坏后果一般都很严重，因此规定其工程重要性等级均为一级。

5.4.6 隧道钻孔布置，一般要求在不影响隧道勘探精度的前提下把钻孔布置在隧道轴线两侧。

5.4.7 钻孔完成后，应根据地层情况分层回填，孔口宜采用黏性土等不透水材料封孔，并恢复原状，以免地上污水污染地下水。位于隧道结构线范围内的勘探点为回填的重点，若回填质量不好，将成为地下水涌入隧道的通道，可能对施工造成严重的影响，或在隧道衬砌背后注浆时，浆液通过钻孔喷出地面。

5.4.8 隧道围岩分级标准参考现行国家标准《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GB 50307)。山岭隧道围岩分级主要根据岩石强度及岩体的完整性进行划分。岩石的强度主要根据室内单轴饱和抗压强度试验或点荷载试验确定，岩体的完整性主要由波速测试及岩石的RQD值综合确定。波速测试是隧道勘察主要手段，可采用声波法、地震勘探法，通过波速测试可以确定围岩岩体、岩石纵、横波速，从而对围岩进行分级，同时求得围岩动弹性模量、静弹性模量、泊松比等物理、力学指标。

5.4.10 城市隧道、地下洞室多位于城区建成区，工程建设与相邻

重要建（构）筑物、地下设施之间的相互影响问题都很突出，工程周边及其影响范围内重要建（构）筑物的地基条件、基础类型、结构形式和使用状态等资料对设计、施工以及勘察评价是十分重要的，有时会影响隧道、地下洞室的线位或施工支护方案，必须加以高度重视。但要取得这些资料，需要耗费非常大的工作量，一般调查工作深度很难满足要求，需要具备与工程地质勘察工作不同的专业知识和经验，必要时还需要进行物探和专项勘探。而这项工作，通常应由业主作为专项工作进行委托。

5.4.11 在可行性研究勘察阶段，以搜集资料、现场调查为主，辅以必要的勘探、测试工作目的是了解隧址的地层结构及必需的岩土参数，当已有资料满足本款要求时，可不再布置勘探工作。

5.4.15 工程地质调查和测绘仍是本阶段勘察的主要手段，调绘的内容主要包括：

1 隧道通过地段的地形、地貌、地层、岩性、构造特征。对岩质隧道应查明岩层层理、片理、节理等软弱结构面的产状及组合关系与形式。隧道通过地段地层层序、成因、地质年代、接触关系、岩层风化破碎程度；土质隧道应查明土的类型、成因、地质年代、结构特征、物质成分、粒径大小、密实及饱和程度等；

2 各类构造的类型、产状、几何要素，岩层破碎风化的程度、规模及影响范围；

3 隧道的横向、平行导坑及斜井、竖井等工程的地质条件；

4 隧道是否通过煤层、矿体、膨胀岩、黄土、采空区等特殊地质及不良地质地段；

5 对隧道通过含可燃气体、有害气体、放射性物质等地区，应查明其含量、压力、性质，并判断其对施工、运营的影响；

6 项目区的井泉分布、含水层、隔水层的性质，判明地下水类型、补给、径流、排泄条件，地下水的侵蚀性和洞身各段涌水量的大小。

#### 5.4.16

1 对于隧道的物探采用哪种方法、怎样布线、测点间距等应根据隧道区地形、地质条件和被测体的规模等情况综合选定。一般提倡采用多种物探进行综合勘探，以便相互印证，确定勘察成果的准确性、可靠性；对于山岭隧道多采用浅层地震反射法、高密度电法等对线位纵断面进行探测；对于水下隧道，其勘探难度较大、勘探精度难保证，过去一般采用电法、浅层地震法进行勘探，但随着科技的发展，物探技术、手段亦在不断改进提高，提倡采用电火花法、声脉冲、旁侧声纳等高科技成果进行勘探。因为这些物探手段可在水深数十米或百米范围内探测水底地形、地物、地貌、地层、岩性，一般能达到中等分辨率，而且快速、经济；对于隧道明挖段多位于建成区，埋深较浅，一般不进行线位物探工作，如有特殊需要视情况而定。

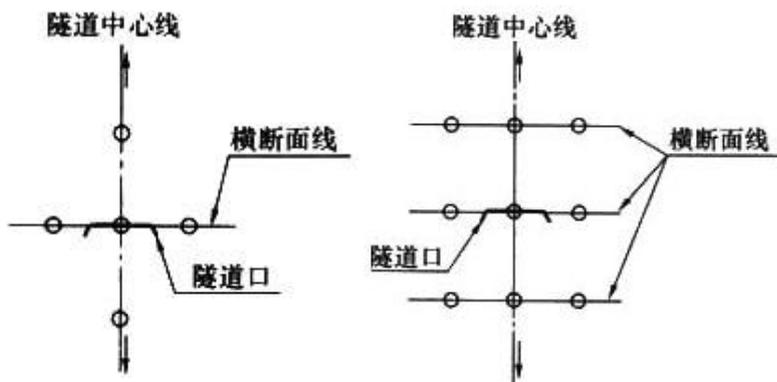
2 初勘阶段钻孔应少而精，重点是对物探发现的构造破碎带或其他不良地质地段，洞口是整个工程的关键，故要求在洞口必须有勘探孔控制。

3 对隧道及地下洞室的勘察应按照埋深合理布置勘探工作。根据相关工程经验，一般根据隧道围岩类别、压力拱高度以及宽度影响系数划分深、浅埋隧道深度，本规范深、浅埋隧道深度划分一般情况下取洞顶埋深为3倍隧道洞径或25m的大值为分界线。

4 初步勘察阶段方案仍有不确定性，隧道勘察的重点是洞身及洞顶上3倍洞径以内的地层性质。勘探孔深度应能兼顾各种方案，适当的深度可以防止出现方案调整时出现钻孔深度不足，避免后期充分钻探造成工作量的浪费。

#### 5.4.20

1 隧道洞口应根据地质条件复杂程度布置纵横断面，布置方式可以按图3布设。



(a) 地质条件简单隧道口布孔示意图 (b) 地质条件复杂隧道口布孔示意图

图 3 隧道口布孔平面示意图

2 对于隧道的勘探点间距为纵断面上的投影距离；  
 3 采用明挖法施工的工作井，其勘探工作量要求参考基坑工程。

4 连接通道（旁通道）勘探孔不宜少于 2 个。

5 隧道、地下洞室工程勘察根据其特点，可选择进行如下试验项目：

1) 在隧道工程影响范围内有承压含水层分布地段应测定承压水头，在粉性土、砂土分布地段宜进行现场渗透试验；

2) 无侧限抗压强度试验、三轴不固结不排水剪切试验、十字板剪切试验，提供软黏性土的不排水抗剪强度指标；

3) 颗粒分析试验，提供颗粒分析曲线、土的不均匀系数；

4) 水质分析，判别对混凝土有无腐蚀性；

5) 渗透试验，提供土层垂直向、水平向渗透系数；

6) 必要时，宜进行旁压试验、扁铲侧胀试验，以提供土的静止侧压力系数、水平基床系数；进行孔压试验、波速试验，以提供孔隙水压力系数及地震效应分析所需的场地土动力参数；

- 7) 孔内涌水量压测法试验;
- 8) 测定有害气体的含量、压力与性质;
- 9) 采取岩石样求取物理指标及进行抗压、抗切、抗拉强度力学试验指标;
- 10) 水下隧道或水文地质条件复杂的隧道, 应做钻孔抽水、注水或井中测流试验。
- 11) 根据施工工法的不同, 可参考《城市轨道交通岩土工程勘察规范》(GB 50307-2012)附录 J 进行工法勘察岩土参数选择。
- 12) 必要时须进行地温测试、抗浮水位专项研究。

## 5.5 管线工程

5.5.1 城市室外管道主要或优先采用地下埋设方式, 本章适用于地下埋设的管道, 包括明挖施工和非开挖(顶管、定向钻)施工。

5.5.2 勘察前必须取得的图纸和资料是勘察任务书的主要内容。

5.5.3 可行性研究勘察(选线勘察)主要是搜集和分析已有资料, 对线路主要的控制点进行踏勘调查, 一般不进行勘探工作。工程中事前不进行可行性研究勘察, 事后发现选定的线路方案有不少工程地质问题, 例如沿线的滑坡、泥石流等不良地质作用发育, 不易整治。因此加强可行性研究勘察是十分必要的。

5.5.5 初勘阶段要求初步查明管道埋设深度内的地层岩性、厚度和成因。

5.5.14 详细勘察重点评价内容中遇下列问题时的处理方法:

1 当管道通过可能产生流砂、潜蚀、管涌, 或有强透水层分布的地段采取降低地下水位疏干基坑时, 应在现场进行渗透或抽水试验;

2 管道工程对地基基础的强度要求不高, 一般地基土的承载力能够满足强度要求, 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。

3 在勘察、设计阶段，管道工程需解决的主要岩土工程问题归纳如下：

1) 当管道穿越软弱地基与坚实地基交界部位时，需判明由于地基土差异沉降导致管道损坏的可能性。

2) 软弱地基和振动液化地层适宜的处理和加固方案的选择。

3) 当管道通过河谷地段时，河床和岸坡稳定性分析及适宜的敷设方案的选择。

4) 当采用顶管法施工时，顶管顶力计算和土壁后背安全验算问题。

5) 深埋管道，当拟采用明挖法施工时，深槽边坡稳定性分析和适宜的支护方案的选择。

6) 在地下水位高、对工程有影响的地段，当需采取施工排水措施时，适宜的排水方式的选择和对可能产生流砂、潜蚀、管涌等现象防治措施的确定。

7) 管网震害与场地和地基土质、地下水条件密切相关。管道敷设宜避开地基软弱、土质不均匀地段，当无法避开时，应采取相应的防震措施，如采用柔性接口结构、改善管道与附件的连接、混凝土枕基等。在可能发生振动液化的地段，必要时可采用打桩补强措施。

8) 对越岭地段和管道通过河谷地段的管道工程，不良地质作用的危害应进行认真的调查和研究分析。

9) 判明环境水和土对管材的腐蚀性，采取相应的防腐措施，以加强管材的耐久性和耐震性。

## 5.6 给排水厂站工程

5.6.1 给排水工程一般包括以下五类工程：管道工程、厂区水处理构筑物、泵站（由泵房、管道及附属建筑物组成）、建筑物（厂区、泵站中的建筑物）和取排水构筑物（取水头部或者排放口），

本章主要是针对厂区水处理构筑物、泵房以及取水头部（排放口）等主要构筑物的勘察。

厂区水处理构（建）筑物根据用途及性质分为：生产性构（建）筑物、辅助生产性建筑物及附属建筑物等。生产性构筑物多为地下构筑物或半地下构（建）筑物，辅助生产性和附属建筑物为一般单层、多层建筑；根据设计工艺要求，各构（建）筑物基础埋深差异较大，平面形态与体量差异大。大型泵站以及取水头部的建（构）筑物具有同样特征。地下给排水厂站为地下整体箱式体，地表仅有附属建筑物或绿化、景观建筑等。

5.6.5 一般而言，初步勘察阶段给排水厂站工程的处理工艺、基础形式与埋深已基本确定，但其各构（建）筑物的平面布置未完全确定。

1 本条给出的初步勘察勘探点间距范围跨度较大，主要以初步查明场地地层结构特征、特殊土分布及地基土物理力学性质为目的；勘察时应采用的勘探点间距应根据场地条件及地基岩土复杂程度综合确定，条件简单的取小值，条件复杂的取大值。

2 勘探点类型应考虑特殊土（湿陷性土、盐渍土等）的勘察要求，布设相应探井等勘探手段；勘探点深度可按附加压力与自重压力比值确定主要受力层深度进行控制，但需考虑基坑支护、地下水控制、抗浮以及基础形式比选。

3 若场地在预定的勘探深度内遇基岩或厚层碎石土等稳定地层时，应适当减少勘探孔深度。

5.6.8 由于工艺技术要求，泵房的基坑开挖深度一般较深。根据工程经验围护体的插入深度通常为基坑开挖深度的1倍左右，因而确定勘探孔的测试深度为2.0倍的基坑开挖深度一般可以满足设计的要求。当在勘探深度范围内遇到密实的黏性土、碎石土和岩层时，可根据岩土类别和支护要求减少。考虑部分泵房上部可能会与主体建筑共建或基础可能采用桩基等形式，因此规定勘察

孔深度的确定要同时满足不同基础类型及施工工法对孔深的要求。

5.6.9 详细勘察的重点分析评价内容应满足设计要求，并按现行行业标准《市政工程勘察规范》(CJJ 56)的相关规定执行。

水文地质条件复杂且对设计及施工有重大影响时，应提出进行专项水文地质勘察工作的建议。

5.6.10 由于厂区水处理构筑物具有埋深和占地面积大、荷载小、变形敏感等特点，尤其是污水处理厂一般建于地势相对低洼地带。与地下水有关的抗浮、基坑支护和地基处理等问题突出。而勘察期间一般时间较短，监测工作不可能涵盖地下水枯、平、丰水期，勘察时应充分收集临近区域的长期观测资料。如果场地地下水对工程存在潜在危险，在勘察工作结束后尚应观测地下水位一段时间，并编制相关补充报告，为后期施工和运营（放空检修）提供相关依据。

## 5.7 城市固体废弃物处理工程

5.7.1 废弃物填埋场工程勘察包括城市生活及生产垃圾、工程建设固体废弃物填埋场（库区）、坝址区、相关管线、截水沟、污水调节池等建（构）筑物等勘察。核废料填埋场具有特殊性，本节不包括核废料的勘察。垃圾焚烧厂的勘察，与一般的建（构）筑物勘察类似，为避免重复，本节也未包括该项勘察内容。需要说明的是垃圾焚烧厂勘察需重点控制厂房、垃圾池、管道的差异变形，防止渗沥液对地基和建筑材料的不利影响，以及对地下水可能造成的污染。

### 5.7.3

3 稳定性评价包括场地整体稳定、坝基稳定性、堆体边坡及自然边坡的稳定性。

5 为了确保废弃物处理工程建设及运营期的安全，避免发生渗漏，需要正确评价地基土的强度、变形、渗透特征；地基土渗透

性指标是防渗设计的重要依据。

5.7.5 考虑废弃物处理工程一旦发生垮塌等事故，对周围生态环境特别是下游水源地影响极大，因此选址工作十分慎重，有时会进行单独的选址阶段勘察，对拟选的几个场址进行比较，提出推荐场址的建议。

5.7.7 可行性研究勘察阶段需查明威胁场区的重大问题。场区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。应进行初步调查，阐明其危害程度，分析场区的适宜性。

5.7.12 详细勘察阶段要求查明场区、坝址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。

#### 5.7.15

4 考虑到项目建设前已进行过详细的勘察工作，因此，改扩建项目勘察工作主要针对堆积体进行勘察，本条规定揭穿堆体并进入基底不小于 3m 是为了确保查明堆积体的相关性质，而不对堆体下部的岩土体进行勘探规定，工程中应根据已有勘察资料、扩建工程规模及实际需要决定是否增加勘察工作。

6 垃圾场内勘探点除为防渗加固、治理工程外，勘探点一般不宜穿过已有防渗层，确需穿透已有防渗层时，钻探完成后回填的材料渗透系数不要低于原防渗层的渗透系数。

当废弃物处理工程的原勘察报告不能满足治理及扩建工程设计要求时，应开展必要的补充勘察。

5.7.17 废弃物堆体监测内容包括垃圾堆体的渗出液水位、表面水平位移、深层水平位移、堆体表面沉降、填埋气压；设施安全监测对象主要包括垃圾坝、截洪沟、排水沟；不良地质作用安全监测包括边坡（岸坡）、滑坡、泥石流；环境影响监测内容包括地下水环境影响、垃圾渗出液影响、垃圾填埋气体影响和土

壤环境影响。

5.7.18 本条是针对大型废弃物处置工程(如大型生活垃圾填埋场等)开展专项勘察与专题研究的工作要求,常规勘察不包括此项内容。专项勘察与专题研究,由建设单位根据工程需要进行专项委托。

## 5.8 综合管廊

5.8.1 可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察三个勘察阶段分别与可行性研究设计、初步设计和施工图设计三个设计阶段相对应,满足不同阶段设计所需地质资料;由于设计方案或施工方案重大调整、施工阶段出现地质条件异常等原因,且已有地质资料不能满足要求时,施工阶段应开展施工勘察。

当综合管廊设计方案基本确定,且场地及岩土条件简单,或基本掌握场地及其附近岩土工程资料时,勘察阶段可适当超前。

各勘察阶段应结合综合管廊的工程特点及当地工程建设经验,收集分析已有勘察资料,判断存在的主要岩土工程问题,进而把握勘察工作的重点、难点,有针对性的开展工作。

5.8.2 本条明确了可行性研究勘察的主要手段,综合管廊一般位于城市市区内或近郊,可供参考的勘察资料较多,如搜集资料不能满足需求时,可通过必要勘探手段予以查明。

5.8.3 综合管廊属于长距离的线性工程,可行性研究勘察应重点研究影响线路方案的不良地质作用、特殊性岩土等关键工程地质条件,分析重要周边环境条件,为线路方案的比选提供依据,并对场地的稳定性和适宜性作出评价,具体工程也可根据其特点及地质条件进行其他有针对性的分析评价。

5.8.6、5.8.7 相同勘探工作量条件下,勘探点沿拟建综合管廊结构外侧交叉布设能更好地控制场地纵、横两个方向的地层变化。勘探点间距可根据拟建综合管廊的宽度和埋深条件予以适当调整,宽度或埋深大的情况下,勘探点间距宜取小值。考虑初步勘察阶

段勘探点数量较少且尽量能在详细勘察阶段利用，勘探孔深度均按控制性孔考虑。

5.8.8、5.8.13 具体需提供的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。

## 6 水文地质

### 6.1 一般规定

6.1.1 气候异常变化，对大气降水及地表水量有较大影响，一般情况下地表水与地下水联系密切，从而影响地下水的补给、径流、排泄，或将对地基造成损害，致使地基下沉、混凝土工程开裂等等。因此，在本次规范编制中，新增了地表水一节，对岩土工程勘察工作中地表水研究的内容做了相应规定。

6.1.2 本条归纳了近年来全国各地在岩土工程勘察，特别是高层建筑勘察中取得的一些经验。条文中的“主要含水层”，包括对建（构）筑物地基及基础有直接影响的浅层含水层。根据以往经验，在大规模的工程建设中，地下水的勘察评价将对工程的安全与造价产生极大影响。为适应这一客观需要，需加强岩土工程勘察过程对有关宏观资料的搜集工作，加重初步勘察阶段对地下水勘察的要求。

对于最高水位的数据的收集，应结合各地实际情况，尽可能收集到已知的历史最高水位，或收集当地水利部门或其他监测单位有地下水监测工作以来的最高水位；如果确实无以上数据，可从当地工程经验中取得。

6.1.3 多层地下水分层水位的观测，尤其是承压水位压力水头的观测，对基础设计和基坑设计都十分重要，但目前不少勘察人员忽视这项工作或者量测不规范，造成勘察资料的欠缺，因此本次规范编制对多层含水层水位量测作了明确的规定。

6.1.4 鉴于地下水的赋存状态是随时间变化的，不仅有年内变化，也有长期的动态规律，而且一般情况下勘察工作时间较短，只能了解勘察期的地下水状态，有时甚至没有足够的时间进行现场试验；因此，除要求加强对长期动态资料的搜集和分析工作外，提

出了在初勘阶段预设长期观测孔和进行专门的水文地质勘察的条文。

自 2017 年以来，水利部、自然资源部在各县市建设了大量的地下水动态自动监测站点，疆内主要城市也有原地矿部门观测序列超过 20 年以上的地下水动态监测数据资料，开展场地勘察工作中，应查询、收集加以利用，可减轻地下水动态观测工作量，提高分析精度。

6.1.5 污染场地地下水勘察评价，重点是受污染的水、土对地基础基础及隐蔽工程施工维护的不利影响，包括对基坑工程勘察设计施工带来的危害。因此，对污染场地地下水水质的监测，对拟建工程后期施工处置显得尤为必要。这里的主要含水层，通常指基础埋深以上容易受到污染的潜水含水层及已被开发利用的承压含水层。如遇场地污染严重，对工程可能造成较大影响时，需进行场地污染专项调查。

6.1.7 地下水对基础工程的影响，实质上是水压力或孔隙水压力场的分布状态对工程结构影响的问题，而不仅仅是水位问题；了解基础受压层范围内孔隙水压力场的分布，特别是在黏性土层中的分布，在高层建筑勘察与评价中是至关重要的。因此，在水文地质条件复杂的场地，且地下水对工程影响较大时，提出了有关了解各层地下水的补给关系、渗流状态，以及量测压力水头随深度变化的要求；有条件时宜进行渗流分析，详细评价地下水的影响。渗透系数等水文地质参数的测定，有现场试验和室内试验两种方法，室内试验一般误差较大，现场试验比较切合实际，故本条规定通过现场试验测定。

6.1.8 新疆地区冻土、盐渍岩土、湿陷性土、膨胀岩土等特殊性地基岩土均有发育。地下水位上升，可能产生土壤盐渍化、季节性冻土及湿陷性土地基破坏，对岩土体结构、岩土地基造成较大危害，还可能造成基坑充水、流沙等不良现象；场地地下水水位下降，

可能导致地基下沉，增加基坑及周边建筑物坍塌、裂缝损坏的危险性。因此，在上述特殊性岩土地区进行岩土工程勘察时，应特别重视地下水水位变化趋势以及不良影响的调查。

6.1.10 部分测试项目保存时间及采样量见表 6-1。当建设项目的基礎及隱蔽工程处于地下水或地表水中，或基礎及隱蔽工程部分处于地下水位以下时，应取水试样做水的腐蚀性测试。

表 6-1 水样测试项目（部分）对应的保存时间及采样量

测试项目	保存剂及用量	保存时间	采样量 (ml)
嗅和味		6h	200
pH		12h	200
总硬度		24h	250
氨氮	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , pH<2	24h	250
挥发性酚类		24h	1000
氰化物	NaOH, pH>12	12h	250
硝酸盐		24h	250
亚硝酸盐		24h	250
六价铬		24h	250
总大肠菌群	加入硫代硫酸钠至 0.2g/L-0.5g/L, 除去残余 氯	4h	150
石油类	加入 HCl, 至 pH<2	72h	500

## 6.2 地表水

6.2.1 《工程地质手册》第五版第二章第二节“测绘的准备工作”中，对气象、水文资料搜集和研究提出了要求。对工程勘察工作而言，宜更加关注最大月、日降水量、暴雨强度或融雪可能引发的暴雨洪流对场地、线路所造成的淹没、冲刷破坏、异常渗漏、冰冻等危害。在新疆，异常升温易引发融雪型洪水灾害，因此，

需收集当地历史气温、降水逐月数据和当年冬季降雪量资料以及灾害性气候预报成果，加以利用。

场地所在地气象观测数据资料一般指常设的县级气象站或专用气象站长期观测获得的并对社会大众公开发布的相关数据成果。

6.2.2 本款所述的近场区和工程区分别指距离勘察场地边线或线路中线1~5km、小于1km的范围。了解近场区的水系、水利工程的流量、流速、水量、水位及水质等资料和调查搜集工程区上述地表水（含供水、排水管道）数据资料，可确保掌握从周边到工程区内因地表水可能诱发的地质灾害。当场地存在湿陷性土等特殊岩土，或处于地势低洼、地形起伏较大的特殊地貌地带时，地表水及其渗漏所带来的不利影响尤其应予以重视。

如有需要时，分析地表水与地下水的水力联系、洪水淹没范围、地表径流可能引发的冲刷淹没破坏，地表水体直接渗入补给引起的地下水水位异常抬升所造成的危害以及对地下隐蔽工程的不利影响。

地表径流和暴雨洪流的分析评价，对观测站网、观测数据系列、频率计算等有严格的要求，各地有水文部门和水管单位专职此项工作。对近场区或工程区可能存在地表水危害或诱发地质灾害时，应提请建设方委托相关专业部门或单位，及时开展相关调查评价工作，将评价成果提供勘察、设计、施工单位参照利用。

6.2.3 我国大江大河及其主要支流、重要中等河流、跨省级行政区主要河流，全国、省级及地市级行政区域，疆内的大部分县城和中型以上河流已编制并颁布了当地的专项防洪规划，确定了防洪标准，并据此制定了防汛和抗旱相结合、治理与保护相结合的工程措施和非工程措施；铁路、公路及重要设施也同期设置了相应的防洪设施。工程建设方应在工程选址和规划批准阶段，搜集当地政府已批准发布的防洪规划成果，了解近场区和工程区防洪设施规划、建设及分布状况，掌握泄洪通道与场地的距离及可能

造成的危害，及时搜集上述资料成果提供勘察和设计单位利用，勘察单位据此分析评估地表水和暴雨洪流对近场区和工程区的不利影响，提出预防措施建议。

### 6.3 量测地下水位

6.3.4 地下水位的量测，着重说明下列几点：

1 遇见地下水必须量测水位，包括初见水位和稳定水位两种。稳定水位是指探井（坑）和钻探时的地下水位经过一定时间恢复到天然状态后的水位；当需要编制地下水等水位线图或工期较长时，在工程结束后宜统一量测一次稳定水位；采用泥浆钻进时，为避免孔内泥浆的影响，应进行洗井，冲洗效果采用透水灵敏度试验，当向井内注入灌水段 1m 井管容积的水量，水位复原时间超过 15min 时，应进行洗井，满足要求后方可进行测量。

2 地下水位恢复到天然状态的时间长短受含水层渗透性影响较大，根据含水层渗透性的差异，本条规定了量测稳定水位最少需要的时间；地下水位量测精度规定为 $\pm 2\text{cm}$ ，是指量测工具、观测等造成的总误差的限值。因此，量测工具应定期用标准钢尺校正。

3 地下水水位分层量测既可以采用钻探时的单孔分层止水后量测，必要时采用分层设立观测孔进行量测。对工程有影响的多层含水层的水位量测，要注意钻探过程中套管能否隔开上层水的影响，这需要在勘察现场进行判断，如果难以取得准确的各层水水位，应设置分层观测孔。

每次测量水位时，应记录钻孔是否曾抽过水或进行抽水试验，是否受到附近井抽水影响，以及外界短时地下水补给影响。

### 6.4 水文地质参数的确定

6.4.2 测定水文地质参数的方法有多种，应根据地层透水性能的大小和工程的重要性以及对参数的要求，按表 6.4.1 选用选择。水

文地质试验的数量,一般每个工程场地同一含水层 1 组即可。影响基础设计和施工的含水层为多个含水层时,水文地质试验应对涉及各个含水层进行试验。渗透系数和给水度经验值可参见下表 6.4.2, 6.4.3。

#### 6.4.2 渗透系数经验值

岩性	渗透系数 (m/d)
粉砂	0.2
细砂	5~10
中砂	10~25
粗砂	25~50
砂卵砾石	≥50

注:摘自《水文地质手册》,当颗粒不均匀系数大于 2-3 时,取小值。

#### 6.4.3 给水度经验值

岩性	给水度 (μ 值)	
	新疆水利厅	全国
粉土	0.04~0.06	0.035~0.06
粉砂	0.07~0.08	0.06~0.08
细砂	0.08~0.09	0.08~0.11
中砂	0.09~0.12	0.09~0.13
粗砂	0.12~0.18	0.11~0.15
砂卵砾石	0.18~0.24	0.13~0.20

注:摘自《全国地下水》、《新疆地下水资源》(2005)等。

#### 6.4.4 对地下水流向流速的测定作如下说明:

1 用几何法测定地下水流向的钻孔布置,除应在同一水文地质单元外,尚需考虑形成锐角三角形,其中最小的夹角不宜小于 40°;孔距宜为 50~100m,过大和过小都将影响量测精度。

2 用指示剂法测定地下水流速,试验孔与观测孔的距离由含水层条件确定,一般细砂层为 2~5m,含砾粗砂层为 5~15m,裂隙岩层为 10~15m。指示剂可采用各种盐类、着色颜料、碘 131 等,其用量决定于地层的透水性和渗透距离。

6.4.5 本条是对抽水试验的原则规定,具体说明下列几点:

1 抽水试验是求算含水层的水文地质参数较有效的方法,岩土工程勘察一般用稳定流抽水试验即可满足要求,表 6.4.5 所列的应用范围,可结合工程特点、勘察阶段及对水文地质参数精度的要求选择。

2 抽水量和水位降深应根据场地水文地质条件及工程性质、试验目的和要求确定,对于要求比较高的工程,宜进行 3 次水位降深,并使最大水位降深接近工程设计的水位标高,以便得到较符合实际的数据,一般工程可进行 1-2 次水位降深。

3 试验孔和观测孔的水位量测采用同一方法和器具,可以减少其间的相对误差。对观测孔的水位量测读数至毫米,是因其不受抽水泵和抽水时水面波动的影响,水位下降较小,且直接影响水文地质参数计算的精度。

4 抽水试验的稳定标准是当出水量和动水位与时间关系曲线均在一定范围内同步波动而没有持续上升或下降的趋势时即认为达到稳定。一般,间隔 4 次水位观测数值在 $\pm 2\text{cm}$ 内时,可视为稳定。稳定延续时间,可根据工程要求和含水地层的渗透性确定。

5 试验成果分析计算可参照现行国家标准《供水水文地质勘察规范》(GB 50027)进行。

6.4.6 本条所列注水试验的几种方法是国内外测定松散土渗透性能的常用方法。试坑法和试坑单环法只能近似地测得土的渗透系数。而试坑双环法因排除侧向渗透的影响,测试精度较高,试坑试验时坑内注水水层厚度为常数 10cm。

6.4.7 本条主要参照现行行业标准《水利水电工程钻孔压水试验

规程》(SL 31)制定,具体说明下列几点:

1 常规性的压水试验为吕荣试验,该方法是 1933 年吕荣(M Lugeon)首次提出,经多次修正完善,已为我国和大多数国家采用,成果表达采用透水率,单位为吕荣(Lu)。当试段压力为 1MPa,每米试段的压入流量为 1L/min 时,称为 1Lu。除了常规性的吕荣试验外,也可根据工程需要,进行专门性的压水试验。

2 压水试验的试验段长度宜为 5m。断层破碎带、裂隙密集带、岩溶洞穴等的孔段,应根据具体情况确定试段长度。相邻试段应互相衔接,可少量重叠,但不能漏段。残留岩芯可计入试段长度内。

3 按工程需要确定试验最大压力、压力施加的分级数及起始压力,一般采用 3 级压力 5 个阶段 [即 P1-P2-P3-P4(=P2)-P5(=P1),  $P_1 < P_2 < P_3$ ] 进行, P1、P2、P3 三级压力宜分别为 0.3MPa、0.6MPa 和 1MPa。每 1min~2min 记录压入水量,当连续 5 次读数的最大值和最小值与最终值之差,均小于最终值的 10%,或最大值与最小值之差小于 1L/min 时,为本级压力的最终压入水量,本阶段试验即可结束。这是为了更好地控制压入量的最终值接近极值,以控制试验精度。

4 将试段压力调整到新的预定值,重复上述试验过程,直到完成该试段的试验。试验过程中应及时绘制压力与压入水量的相关图表,其目的是了解岩层裂隙在各种压力下的特点,如高压堵塞、成孔填塞、裂隙张闭、周围井泉等因素的影响。

5 P-Q 曲线可分为 5 种类型:A 型(层流型)、B 型(紊流型)、C 型(扩张型)、D 型(冲蚀型)、E 型(充填型)。

6 试验时应经常观测工作管外的水位变化及附近可能受影响的坑、孔、井、泉的水位和水量变化。出现异常时应分析原因,并及时采取相应措施。

6.4.8 本条可参照《水文地质手册》(中国地质调查局版)进行计算。

## 6.5 抗浮设防水位

6.5.1 勘察期间遇到地下水，应根据地下水位与建（构）筑物基础的埋深关系，确定是否进行抗浮评价。岩质基坑（或微-弱透水层基坑）往往存在“盆聚效应”，建（构）筑物在长期使用过程中，可能存在环境水在基坑周边汇集及异常入渗情况，下渗到地基及基坑中的环境水对建（构）筑物基础存在上浮作用，对于这种特殊因素引发的抗浮问题，勘察过程中也应重视。

浮力计算对于第四纪松散沉积地层，当存在渗流时，浮力宜通过渗流计算确定；对于结构面不发育的岩体，浮力可根据经验或实测数据确定。其计算公式：

$$p=\gamma_w h$$

$p$ —地下水对建（构）筑物基础底板的浮力；

$\gamma_w$ —水的重度；

$h$ —地下水水面至建（构）筑物基础底板的高差。

6.5.2 地下水位是动态变化的，影响地下水位的因素很多，抗浮水位应综合考虑地下水动态变化及补给、排泄条件，从最不利的自然条件去考虑抗浮设防。地下水位动态变化，主要是指在自然因素（比如丰水年、枯水年、丰水季、枯水季等）作用下产生的变化。基坑肥槽回填不密实、或填筑材料不符合隔水要求、或回填不及时而致环境水异常流入，导致基坑抗浮水位异常升高，属于非自然因素。

6.5.3 场地周边的人类工程活动及河流、湖泊的分布，往往对地下水产生影响，导致地下水位发生变化，抗浮设防时应分析这些因素导致的水位变化，综合确定抗浮水位。以往的工程实例中，曾多次发生因基坑肥槽回填不密实及防渗措施不够，以致暴雨洪流或其它水源进入基坑，使地下水位异常抬升，导致抗浮措施失效。当可能存在此类风险时，勘察成果应予以提示，并提出预防

措施和建议。

6.5.4 关于建筑抗浮工程设计等级的划分，可参见《建筑工程抗浮技术标准》(JGJ 476-2019)表 3.0.1。

6.5.5 范围分布较大的场地，地下水位变化往往比较大，线路工程这一特点更加突出，考虑抗浮设防时，应根据具体情况进行分区、分段分析评价。

6.5.6 当地潜水含水层底板为弱透水层，或隔水层分布不连续时，可能存在下部承压水对上部潜水的越流补给，或通过由工程建设或其他原因造成的透水“天窗”，补给上部潜水含水层。此时，除分别观测潜水位和承压水头外，宜观测上、下含水层综合水位，作为评价抗浮水位的重要依据。当工程建设造成承压水对上部潜水层越流补给时，应综合考虑抗浮影响。

6.5.7 地下工程不能满足抗浮验算要求，可通过加大结构自重、覆土厚度也可建议设置抗浮锚杆或抗浮桩。

## 7 特殊性岩土

特殊土中湿陷性黄土、膨胀土、盐渍土、冻土和软土等国内外科研工作者和工程技术人员进行了大量的科研实践，已编制了相应的技术标准，为工程建设提供依据。本章根据新疆区域特点，补充和强调了特殊土勘察工作的内容。特殊性岩土勘察应严格执行《工程勘察通用规范》(GB 55017)，满足《岩土工程勘察规范》(GB 50021)、《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB 50025)、《膨胀土地区建筑技术规范》(GB 50112)、《盐渍土地区建筑技术规范》(GB/T 50942)、《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324)、《软土地区工程地质勘察规范》(JGJ 83)等相关技术规范的要求。

### 7.1 湿陷性土

7.1.1 新疆远离海洋，气候异常干燥，雨量少，风速大，风的地质作用盛行，发育着我国和世界上比较典型的风蚀地貌和大面积的风力堆积物，因其沉积形成的粉质黏土和粉土具有遇水湿陷的特性，但不具有黄土高原发育湿陷性黄土的全部特征，故岩土工程界定名为黄土状粉土和黄土状粉质黏土，统称为黄土，其分布受地理纬度、气候带及地貌环境的控制，新疆黄土主要分布于天山和昆仑山的北麓，大致可以划分为三个分区。北部分区：包括北天山的北麓，如乌鲁木齐、奇台、木垒等地及塔城一带的黄土，黄土(包括部分黄土状土，下同)分布面积约为45920平方公里；南部分区：主要指昆仑山北麓及塔克拉玛干沙漠南缘的弧形地带，如自西部的喀什往东经泽普到于田以东均有黄土分布，分布面积近69300平方公里；西部分区：该区黄土主要分布在西天山所构成的向西开口的半环状闭风区内，即伊犁河流域的伊宁及新源等地，面积约为27000平方公里。以上三个区域的新疆黄土总面积为142220平方公里左右。

新疆湿陷性碎石土主要分布山前冲洪积扇、坡洪积扇，离山前出水口距离近，经短时快速水流、泥流或冰水混合流搬运，同时受气候极度干燥等诸多因素的影响，快速失水，粗颗粒骨架尚未形成稳定状态、或骨架颗粒被泥层包裹处于非连续接触状态、或泥块快速失水固结作为骨架颗粒，充填物为泥质或盐分，局部快速堆积时形成空洞或后期冰块融化形成空洞，整体处于欠固结状态，受水产生沉降。

新疆湿陷性砂土主要分布山前冲洪积扇、坡洪积扇，局部地区砾石、砂粒多混于黏性土中，含土量大于 15%，透水性较差，在浸水状态，表现出可塑性。

填土因堆积时限短、欠压实，往往遇水发生沉陷，具有湿陷性特征，在本标准第 7.7 节论述。

7.1.2 考虑到有些场地湿陷性土层厚度大、下限深度很深，丁类建筑全部按此规定执行有不合理之处，故仅要求甲、乙、丙类建筑严格执行。

7.1.3 在湿陷性土地区进行工程建设，应遵循“地基处理为主，结合结构措施和防水措施”的原则。

7.1.5 湿陷性场地在前期勘察查明湿陷特点，设计措施合理，施工质量保障，则建设工程安全可靠。湿陷性场地的工程事故多见于使用期间的管道渗漏水、偶遇大雨地面排水不及时，雨水下渗入地基。近年来，加强运营期间的使用维护，使管道无渗漏水，或发现渗漏及时修理；地面排水顺畅，避免管道漏水、雨水湿润地基土，保障安全适用。陕西省延安新区管委会根据建设特点，工作重点聚焦安全运营，即房屋与市政基础设施的安全使用，杜绝给排水等跑冒滴漏，及时发现及时修补，效果显著。

## I 黄土状粉质黏土、黄土状粉土

7.1.8 根据现有人员、设备情况，可通过开挖探井、大直径钻孔

等揭露地层，然后人工方法采取 I 级土样。

《工程勘察通用规范》未将“取样勘探点数量不少于勘探点总数 1/3”列入条文，《湿陷性黄土地区建筑规范》仍保留最小取样勘探点的要求，我们结合新疆地区经验，将此改为“宜”，利于结合工程建设实际情况，发挥岩土工程技术人员的技术水平。

7.1.9 本条根据《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB 50025)，其地基土浸水机率系数  $\alpha$  为阶梯状取值，为更加符合地基土竖向浸水的特征，本标准建议内插计算取值。

## 7.2 盐渍岩土

7.2.1 关于盐渍土的定义，不同行业的定义存在差异。本次定义根据行业特点、岩土工程基本术语、盐渍土研究深度等，将易溶盐含量上限取值为 20%，因含盐量超过 20%，物理、化学作用复杂，失去了传统定义“岩土”的强度变形特征，需要进行专项研究。岩土规范对土的腐蚀性评价做出明确规定，最低腐蚀等级为微腐蚀，即岩土均具有腐蚀性，故本技术标准不再将腐蚀性作为盐渍土独有的特点纳入定义范畴，工程评价时仍须按标准评价腐蚀性。综前所述，本标准采纳《盐渍土地区建筑技术标准》(GB/T 50942)对盐渍土的定义。

7.2.3 第 6 款，溶陷性初判：1) 当碎石盐渍土、砂土盐渍土和粉土盐渍土处于饱和状态，粘性土盐渍土处于软塑、流塑状态时，通常不具有溶陷性。2) 冲洪积形成的碎石土，其骨架颗粒稳定接触，填充密实，且洗盐后粒径大于 2mm 的颗粒超过全重的 70%，可判定为不具有溶陷性。

盐胀性通常以硫酸钠含量作为初判依据：1) 当硫酸钠含量小于等于 0.5% 时，判定为非盐胀性。2) 当硫酸钠含量小于 1.0%，且使用环境条件不变时，可不计盐胀性对建（构）筑物的影响。硫酸钠含量可通过易溶盐成盐计算确定。

7.2.5 新疆地区的盐渍岩主要以沉积岩、花岗岩侵入体和以片麻岩为主的变质岩为主，具有一定的层状构造、块状构造或带状构造等。新疆冲洪积形成的盐渍土具有较好的分层沉积特点，各层的物源、水（洪水、泥石流等）、流经途径长短等各有差别，采取试样必须分层采取，不得跨层混合采取试样。

7.2.6 第1款，盐渍岩检测中溶盐含量，主要测定硫酸钙的含量，用于盐渍岩分类及评价。

第2款，新疆地区因盐渍土产生的工程建设质量问题和工程事故突出，大量的科研成果和工程实践证明，同类等量的盐分赋存于不同颗粒组成的土中时，盐渍土表现出不同的工程特性，对比粗颗粒盐渍土和细颗粒盐渍土，两者的溶陷、盐胀都存在很大差异。盐渍土易溶盐含量的测定按照《盐渍土地区建筑技术规范》(GB/T 50942)执行。

第3款，市政道路工程土方工程涉及清表、土方剥离等，土方量大，工程造价高，在地表范围应加密竖向取样间距，准确评价盐渍土分布范围和深度，可参照公路工程行业标准(JTG)执行。

## 7.3 污染土

7.3.1 污染土的定名一般在原土的名称前加“污染”。致污物质主要有酸、碱、煤焦油、石灰渣等。污染源主要有制造酸碱的工厂、石油化纤厂、煤气工厂、污水处理厂、垃圾填埋场以及燃料库和某些行业，如印染、造纸、制革、冶炼、铸造等行业。

地基土受污染作用的过程：

1 当地基土被污染时，首先是土颗粒间的胶结盐类被溶蚀，胶结强度被破坏，盐类在水的作用下溶解流失，土的孔隙比和压缩性增大，抗剪强度降低。

2 土颗粒被污染后，形成的新物质在土的孔隙中产生相变结晶而膨胀，并逐渐溶蚀或分裂成小颗粒，新生成含结晶水的盐类，

在干燥条件下，体积减小，浸水后体积膨胀，经反复作用土的结构受到破坏。

3 地基土遇酸碱等腐蚀性物质，与土中的盐类形成离子交换，从而改变土的性质。

7.3.2 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。

7.3.3 不同类型的污染土地和地基勘察重点有所不同。

1 对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。

2 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形

式及可能采用的处理措施，进行针对性勘察和评价。

3 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。

7.3.4 污染土性质包括地基土受污染前后的物理、力学性质，其指标主要有地基土的含水率、重度、干密度、孔隙比、饱和度、黏聚力、内摩擦角、压缩系数、压缩模量、承载力特征值等。

7.3.5 污染场地勘察存在对人身健康损害的风险，应采取保护人身健康的防护措施及设备。

污染土地和地基现场勘察的适用手段，其中现场调查和钻(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。根据现有工程经验，应先调查污染源位置及相关背景资料，否则会导致勘察工作量出现不足或造成浪费，且缺乏针对性，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，具体参见现行行业标准《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166)中的相关规定。

由于污染土空间分布一般具有不均匀、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。

7.3.6 由于污染场地的污染程度受污染源的性质、污染场地地基

土的特性控制，一般情况下，近污染源处一般污染严重，宜按复杂地基要求确定勘探点间距，远污染源处可按中等复杂地基要求确定勘探点间距。勘探点深度应穿透污染土，并满足设计对勘察深度的要求。

初步勘察时，污染源明确的场地在污染中央区或有明显污染的部位应布置采样勘探点；污染源不明确的场地宜采用网格布点法，场地面积较小或环境水文地质条件复杂时，勘探点间距宜取规范小值。详细勘察时，在初步划定的污染区边界附近勘探点间距应适当加密。

考虑污染土其污染的程度一般在深度方向上变化较大，且处理方法也与污染土的深度密切相关，因此划分污染土与非污染土界限时，其取土间距不宜过大。

**7.3.7 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。

**7.3.8 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。

根据现行行业标准《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166），污染场地污染程度划分，宜采用内梅罗污染指数进行评价。

污染土和水对环境影响的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》（GB 15618）、《地下水质量标准》（GB/T 14848）和《地表水环境质量标准》（GB 3838）进行评价。

## 7.4 多年冻土

7.4.1 多年冻土的定义一般指“冻结状态持续时间2年或2年以上的土（岩）”，在《冻土工程地质勘察规范》（GB 50324-2014）第2.1.4条、《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001：2009年版）第6.6.1条、《冻土地区建筑地基基础设计规范》（JGJ 118-2011）第2.1.7条、《多年冻土地区公路设计与施工技术规范》（JTG/T 3331）第2.1.1条、《铁路工程特殊性岩土勘察规程》（TB 10038-2012）第8.1.1条等，对多年冻土定义的描述基本一致，本规范也采用此描述定义多年冻土。

多年冻土根据不同要素可划分为不同类型：

1 根据多年冻土形成和存在的自然条件，冻土分布区域分为高纬度多年冻土区、高山多年冻土区和高原多年冻土区；

2 根据多年冻土分布的连续程度，分为大片多年冻土、岛状融区多年冻土和岛状多年冻土；

3 根据多年冻土的剖面分布特征，可分为衔接多年冻土和不衔接多年冻土；

4 根据多年冻土的年平均地温特征，可分为高温多年冻土和低温多年冻土；其中年平均地温高于或等于 $-1.0^{\circ}\text{C}$ 的应划分为高温多年冻土，年平均地温低于 $-1.0^{\circ}\text{C}$ 的应划分为低温多年冻土。

5 根据多年冻土含冰特征，多年冻土可分为少冰冻土、多冰冻土、富冰冻土、饱冰冻土和含土冰层；其中少冰冻土、多冰冻土应划分为低含冰量冻土；富冰冻土、饱冰冻土、含土冰层应划分为高含冰量冻土。

第1款依据《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324)和《多年冻土地区公路设计与施工技术规范》(JTG/T 3331)的相关规定，按照多年冻土的形成条件和自然条件，将冻土区域划分为高纬度多年冻土区和高海拔多年冻土区，高纬度多年冻土区主要为我国东北地区高纬度冻土区，高海拔多年冻土区主要指青藏高原多年冻土区。新疆地区的多年冻土主要分布于阿尔泰山区、天山山区和昆仑山区，尤其是阿尔泰山区和天山山区的多年冻土，其分布下界、地温等均与青藏高原和东北地区有着显著的差别，因此，结合新疆地区多年冻土特点及分布，本规范依据《多年冻土地区公路工程》(武愨民等，人民交通出版社，2005年11月)中的成果，将冻土区域划分为高纬度多年冻土区、高山多年冻土区和高原多年冻土区。阿尔泰山区、天山山区的多年冻土区划为高山多年冻土区，昆仑山区多年冻土区划为高原多年冻土区。

第2款、第3款主要依据《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324-2014) 3.1.1节的相关规定。

第4款：根据多年冻土的年平均地温特征，可分为高温多年冻土和低温多年冻土，对于高温多年冻土和低温多年冻土的地温

界限划分,不同行业规范略有不同:《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324-2014)第3.1.3条和《铁路工程特殊性岩土勘察规程》(TB 10038-2012)第8.5.4条规定:高温冻土年平均地温不低于 $-1.0^{\circ}\text{C}$ ,低温冻土年平均地温不高于 $-1.0^{\circ}\text{C}$ 。《多年冻土地区公路设计与施工技术规范》(JTG/T 3331)第4.5.3条规定:年平均地温高于或等于 $-1.5^{\circ}\text{C}$ 的应划分为高温多年冻土,年平均地温低于 $-1.5^{\circ}\text{C}$ 的应划分为低温多年冻土。《冻土地区建筑地基基础设计规范》(JGJ 118-2011)的第4章规定:多年冻土的年平均地温低于 $-1.0^{\circ}\text{C}$ 的场地,采取保持冻结状态的设计;多年冻土的年平均地温为 $-0.5^{\circ}\text{C}\sim-1.0^{\circ}\text{C}$ 的地基,采取逐渐融化状态的设计;多年冻土的年平均地温不低于 $-0.5^{\circ}\text{C}$ 的场地,采取预先融化状态的设计。为保持与《冻土地区建筑地基基础设计规范》(JGJ 118-2011)的一致性,本规范按照年平均地温 $-1.0^{\circ}\text{C}$ 作为高温多年冻土与低温多年冻土的地温界限。

7.4.4 多年冻土地温的观测方法和地温特征参数计算可分别依据《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324-2014)附录G和附录L。多年冻土的冻土地温带划分与《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324-2014)第4.3.3条、《铁路工程特殊性岩土勘察规程》(TB 10038-2012)第8.5.4条相关规定一致。

7.4.5 本条规定与《工程勘察通用规范》(GB 55017)的相关规定基本一致,第7款主要依据《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324-2014)第4.4.3条,增加预测工程建设及其运营期间冻土~工程~环境条件的变化和相互影响的评价内容。

7.4.6 本节多年冻土调绘内容主要依据《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324-2014)第5.2节相关内容编写。

7.4.7 多年冻土的勘察方法主要采用钻探、井探、槽探和地球物理勘探、冻土取样、原位测试等多种方法,在公路、铁路部门经多年应用,证明了勘察方法的有效性。勘察工作时间主要依据《多

年冻土地区公路设计与施工技术规范》(JTG/T 3331)第4.4节相关规定。多年冻土区场地复杂程度、地基复杂程度、勘察等级等,主要依据《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324)的相关规定为准,因此,勘探点间距、勘探线间距,勘探孔深度主要以《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324)的相关规定为准。

7.4.8 冻土的钻探、取样的规定主要依据《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324-2014)第6.2和第6.5节的相关规定。冻土的热学性质试验如导热系数、导温系数、容积热容量等都属于特殊的专业试验,新疆尚无能力开展,该参数可查《冻土工程地质勘察规范》(GB 50324-2014)的附录C的经验参数,本规范依据实际条件,规定进行颗粒分析、总含水率、液限、塑限、天然密度、融沉系数、融化土的压缩系数、抗剪强度、水质分析等项目的试验;对盐渍化多年冻土和泥炭化多年冻土,应分别测定易溶盐含量和有机质含量。

7.4.9 本节内容主要依据《冻土地区建筑地基基础设计规范》(JGJ 118-2011)第3.2.5条相关规定。

## 7.5 软土

7.5.1 软土具有高压缩性、低强度、低渗透性和不均匀性等工程特征。我区软土均属内陆型,常分布于湖泊水退后平缓陆岸、山间盆地低洼积水段或河谷一侧。

淤泥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,其天然含水量大于液限、天然孔隙比大于或等于1.5的黏性土。当天然含水量大于液限,天然孔隙比小于1.5但大于或等于1.0的黏性土或粉土为淤泥质土。

淤泥和淤泥质土有机质含量为5%~10%时的工程性质变化较大,应予以重视。

泥炭或泥炭质土是在湖相和沼泽静水、缓慢的流水环境中沉

积，经生物化学作用形成，含有大量的有机质，具有含水量高、压缩性高、孔隙比高和天然密度低、抗剪强度低、承载力低的工程特性。含有大量未分解的腐殖质，有机质含量大于 60%的土为泥炭，有机质含量大于或等于 10%且小于或等于 60%的土为泥炭质土。

软土进行有机质含量测定时可采用灼失量试验确定；当有机质含量不大于 15%时，宜采用重铬酸钾容量法测定。

#### 7.5.2 从岩土工程的技术要求出发，对软土勘察特别注意的要求：

我区软土地区地下水位浅，常因蒸腾作用使地表盐分汇集形成盐霜或盐渍（化）土，由于含盐量、盐渍化程度的不同常引起土体蓬松或板结，对易溶盐也应重点分析。

7.5.3 本条强调了软土地区原位测试工作，这是我国软土地区工程勘察经验的总结。现场原位测试，目前在国内一般勘察单位常用的手段，以载荷试验、静力触探试验、十字板剪切试验，标准贯入试验、旁压试验、波速试验等为主。这些试验标准与方法，可按有关的规程来执行，但应按软土的特性来选用。静力触探是软土地区十分有效的原位测试方法，能较准确地进行力学分层。旁压试验比较适宜测试软土的模量和强度。十字板剪切试验比较适宜测试内摩擦角近似为零的软土强度。扁铲侧胀试验虽然经验不多，但适用于软土也是公认的。标准贯入试验对软土测试并不适用，但可用于软土中砂土、粉土和较硬黏性土等测试。

7.5.6 现场原位测试能得到广泛的应用，原因在于地基土处在原位天然状态下，不受人造的扰动影响，测得其性能指标精确性优于室内试验。但是，由于原位测试所获得的土性指标较单一，不能作为全面评价地基土性能的依据，故而应与室内试验配合使用，应用中应当考虑本地区地基土的性质特点和工程实践经验。土工试验资料的分析整理，应以现场原位测试为主要依据。对明显不合理的数数据，应分析原因，并结合地区资料合理取值。

7.5.7 排水状态对三轴试验成果影响很大，不同的排水状态所测得的  $c$ 、 $\phi$  值差别很大，故本条在这方面作了一些具体的规定，使试验时的排水状态尽量与工程实际一致。不固结不排水剪得到的抗剪强度最小，用其进行计算结果偏于安全，但是饱和软黏土，的原始固结程度不高，而且取样等过程又难免有一定的扰动影响，为了不使试验结果过低，规定了在有效自重压力下进行预固结的要求。

7.5.8 由于工程的原因需要对土的结构性状进行了解，可测定软土的灵敏度  $S_t$ ，作出其分类和评价。

7.5.9 在相关规范条文说明中规定当设防烈度为 7 度区，地基土承载力特征值  $f_a > 80\text{kPa}$  或等效剪切波速  $V_{se} > 90\text{m/s}$ ，可不考虑震陷影响问题。考虑到原位测试成果较为真实可靠，本次条文中建议应以临界等效剪切波速值，作为软土震陷判别标准。

## 7.6 膨胀岩土

7.6.2 膨胀岩土包括膨胀岩和膨胀土。现有资料表明，本区的膨胀岩主要涉及白垩系、古近系~新近系地层；膨胀土多为第四系湖相及洼地沉积物。

膨胀土的终判是在以上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等进行的，这里还需说明以下几点：

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，但终判时仍应综合考虑现场特征，不宜只凭个别试验指标确定。

7.6.3 平坦场地和坡地场地处于不同的地形地貌单元上，具有各自的自然环境，自然环境不同，对土的含水率影响也随之而异，必然导致胀缩变形的显著区别，将其划分为两类场地是必要性。

7.6.5 勘探点的间距、勘探孔的深度和取土数量是根据膨胀土的特殊情况规定的。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率变化值 $\Delta \omega$ 需要地表下1m处土的天然含水率和塑限含水率值。对于膨胀岩中的洞室，钻探深度应按洞室勘察要求确定。

7.6.6 本条提出四项指标是判定膨胀岩土，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。

自由膨胀率是判定膨胀土时采用的指标，不能反映原状土的胀缩变形，也不能用来定量评价地基土的胀缩幅度。

不同压力下的膨胀率和收缩系数是膨胀土地区设计计算变形的两项主要指标。膨胀力较大的膨胀土，地基计算压力也可相应增大，在选择基础形式及基底压力时，膨胀力是很有用的指标。

7.6.7 膨胀岩土性质复杂，不少问题尚未搞清。因此对膨胀岩土的测试和评价，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。

必要时，尚应根据土的矿物成分、阳离子交换量等试验验证。进行矿物分析和化学分析时，应注重测定蒙脱石含量和阳离子交换量，蒙脱石含量和阳离子交换量与土的自由膨胀率的相关性可按表7.7确定。

表 7.6.7 自由膨胀率、蒙脱石含量、阳离子交换量与膨胀潜势的分类

自由膨胀率 $\delta_{ef}$ (%)	蒙脱石含量 (%)	阳离子交换量 CEC(NH <sup>4+</sup> ) (mmol/kg 土)	膨胀潜势
$40 \leq \delta_{ef} < 65$	7~14	170~260	弱膨胀
$65 \leq \delta_{ef} < 90$	14~22	260~340	中等膨胀
$\delta_{ef} \geq 90$	>22	>340	强膨胀

注：1 表中蒙脱石含量为干土全重含量的百分数，采用次甲基蓝吸附法测定；

2 对不含碳酸盐的土样，采用醋酸铵法测定其阳离子交换量；对含有碳酸盐的土样，采用氯化铵法测定其阳离子交换量。

7.6.8 对于膨胀岩的判定尚无统一指标，作为地基时，可参照膨胀土的判定方法进行判定。目前，膨胀岩作为其他环境介质时，其膨胀性的判定标准也不统一。例如，中国科学院地质研究所将钠蒙脱石含量 5%~6%，钙蒙脱石含量 11%~14% 作为判定标准。铁道部第一勘测设计院以蒙脱石含量 8%、或伊利石含量 20% 作为标准。此外，也有将黏粒含量作为判定指标的，例如铁道部第一勘测设计院以粒径小于 0.002mm 含量占 25% 或粒径小于 0.005mm 含量占 30% 作为判定标准。还有将干燥饱和吸水率 25% 作为膨胀岩和非膨胀岩的划分界线。但是，最终判定时岩石膨胀性的指标还是膨胀力和不同压力下的膨胀率，这一点与膨胀土相同。

对于膨胀岩，膨胀率与时间的关系曲线以及在一定压力下膨胀率与膨胀力的关系，对洞室的设计和施工具有重要的意义。

7.6.9 膨胀岩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率的增加而降低。膨胀岩土裂隙很多，易沿裂隙面破坏，以浅层滑动为主，有些地方并非圆弧滑移，对边坡的稳定性评价以现场调查为主，重点调查裂隙发育情况，抗剪强度可由稳定的自然边坡反演求得。室内试验采用三轴试验方法较合理，有条件时，应通过样品干湿循环后的抗剪强度试验确定

其强度指标。

膨胀岩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。本条根据膨胀岩土的特点对稳定分析的方法做了规定。其中考虑含水率变化的影响十分重要，含水率变化的原因有：

- 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，改变了岩土体吸水和蒸发；
- 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。

## 7.7 填土

7.7.2 填土场地容易发生地面沉陷以及建筑物沉降、倾斜、开裂等工程病害，查明填土体的成因、分布及工程性质对于评价填土的承载力和变形至关重要，是防治工程病害的基础工作。同时也要注意，工程性质不良的下卧层或工后填土含水量的增大往往导致严重的工程病害，应予以高度重视。

7.7.3 勘探方法应根据填土性质确定。对由粉土或粘性土组成的素填土，可采用钻探取样、轻型钻具与原位测试相结合的方法；对含较多粗粒成分的素填土和杂填土宜采用动力触探、钻探及井探；对大面积填土，可结合地球物理勘探方法查明填土的分布。近年来，地球物理勘探方法发展很快，探地雷达、面波测试、剪切波速测试以及神经网络多参数非线性预测理论等方法均可定性的进行大面积填土的均匀性评价，采用钻探与地球物理勘探相结合的方法可提高勘察工作效率。

7.7.4 压实填土的最优含水率和最大干密度应通过击实试验取得。当填土高度不大于 3m 时可采用轻型击实试验；当填土高度大于

3m 或填土地层作为建构筑物地基、道路路基时宜采用重型击实试验。填土因其堆积时间短，欠压密，遇水容易发生沉陷，具有湿陷性特点，难以采取原状土样时，应进行现场载荷试验查明填土的湿陷性。

7.7.5 山区的填土往往因原始坡面较陡而产生滑动，此时查明填土所处原始地面的坡度尤为非常重要，当原始斜坡坡度大于 20% 时，应验算填土沿原始斜坡面滑动及原始斜坡因填土而产生滑动的可能性。填土的成分比较复杂，均匀性差，厚度变化大，利用填土作为天然地基应持谨慎态度。

## 7.8 混合土

7.8.1 混合土在颗粒分布曲线形态上反映出呈不连续状。主要成因有坡积、洪积、冰水沉积。

经验和专门研究表明：黏性土、粉土中的碎石部分的质量只有超过总质量的 25% 时，才能起到改善土的工程性质的作用；而在碎石土中，黏粒组分的质量大于总质量的 25% 时，则对碎石土的工程性质有明显的影响，特别是当含水量较大时。

在新疆地区，粗粒混合土分布较为广泛，主要分布在山前坡积裙、冲洪积扇、天山中部坡积与冰水沉积结合部位、吐鲁番盆地部分冲洪积扇上，主要特点是具有较强烈湿陷性、渗透变形剧烈、土层稳定性较差，带来较多工程事故，应引起足够重视。

7.8.3 工程地质调查与测绘是初步判断勘察场地是否有混合土分布的重要手段。勘察前，应通过工程地质调查与测绘，判断场地地形及地貌单元，根据现场条件，初步确定是否有混合土分布。如确定可能有混合土分布，则应按本条规定内容进行调查测绘，指导现场勘探工作。

7.8.4 混合土地基的勘察的目的主要是查明土体的构成成分、均匀性及其性状在平面上和垂直方向上的变化规律。在布设勘探工

作量时应注意以下几点：

1 宜采用多种勘探方法相结合，如探井、钻孔、物探、动力触探等；

2 勘探孔间距宜较一般土地区减小，勘探孔深度要比一般土地区加深；

3 混合土大小颗粒混杂，且须取样进行颗粒分析试验，因此应有一定数量的探井，以便直接观察、采取试样。

7.8.5 混合土的原位测试工作，应结合现场条件进行。

1 动力触探对粗粒混合土是很好的手段，但应有一定数量的钻孔和探井配合；

2 细粒混合土可采用动力触探、标准贯入试验，有条件的可使用静力触探；

3 浸水载荷试验应严格按照相关规范要求进行浸水，保证浸水深度和范围。

7.8.6 混合土的室内试验测试工作，应注意以下几点：

1 颗粒分析：取得的试样常不能代表实际土体。许多大的颗粒未能取到土试样中，使用颗粒分析资料时，应考虑这一点。另外，许多黏粒吸附成一团黏附于大颗粒上，筛分风干土试样常不能正确反映细粒的含量，因此要求采用水洗筛分进行试验分析；

2 天然密度：混合土中一般含有粗粒土颗粒，其天然密度试验一般宜用大块土进行，进行密度试验时，应特别注意土试样的代表性；

3 天然含水量：由于粗细颗粒的比表面积相差悬殊，在这一类土中，所测得的包含粗细颗粒土试样的平均含水量小于土中细粒土的含水量，因此不能代表细粒土含水量。

7.8.7 混合土地基的分析评价，应注意其稳定性评价，尤其注意在地下水影响下的渗流稳定性，评价其渗透变形类型及其对地基稳定性的影响。

## 8 不良地质作用

### 8.1 采空区

8.1.1 自然资源部门在采空区地质灾害问题上的管辖职责和范围涵盖了法律法规制定与监督、自然资源调查监测评价、地质灾害防治以及自然资源资产管理和利用等方面。对于采空区地质灾害问题，自然资源部门实施相关的调查和监测，查明灾害的分布、规模和发展趋势，通过履行这些职责，为采空区地质灾害的防治工作提供科学依据。

随着工程建设发展和外扩，土地资源越来越紧缺，原来的采空区可能成为未来的工程建设用地，建筑与市政基础设施建设已无法避让采空区。先勘察，后设计，再施工，是工程建设必须遵守的程序。岩土工程勘察的任务，除了应正确反映场地工程地质条件外，对于场地及其附近存在对工程安全和环境保护威胁很大的不良地质作用也必须精心勘察、精心分析评价，判定其作为工程场地的适宜性，并提出工程处理措施建议。

8.1.2 根据不同技术指标，采空区可分为多种类型，但对采空区稳定性影响最大的就是由矿层倾角引起的倾斜分类。按照矿产部门分类，采空区分为：

水平(缓倾斜)采空区：矿层水平或倾角小于 $15^\circ$ 的采空区。

倾斜采空区：矿层倾角介于 $15^\circ \sim 55^\circ$ 的采空区。

急倾斜采空区：矿层倾角大于 $55^\circ$ 的采空区。

在新疆地区，特别是乌鲁木齐地区，煤层倾角多大于 $60^\circ$ ，急倾斜煤层采空区对工程建设影响最大，应重点关注。

8.1.3 由于采空区不同，所掌握的采空区资料完整程度也不尽相同，因此，采空区稳定性评价应根据其特点和所掌握的资料，采用定性与定量相结合的方法进行。采空区场地的稳定性是建（构）

建筑物稳定的先决条件，应首先评价。在此基础上，根据拟建建（构）筑物的工程条件，分析采空区对拟建工程及拟建工程对采空区稳定性的影响程度，综合评价采空区场地的工程建设适宜性及拟建建（构）筑物的地基稳定性，并提出采空区治理措施建议。

**8.1.5** 本条规定了采空区岩土工程勘察所应达到的目的及工作内容。由于矿层的种类不同，其赋存条件、覆岩性质及其组合类型、采矿方法和顶板管理方法不同，其移动与破坏形式也不相同。在实际勘察工作中，应对上述内容进行重点工作。

**8.1.6** 本条对采空区岩土工程勘察综合方法进行了规定，该方法是经过二十多年来在新疆地区采空区勘察经验总结形成，实际应用时可根据工程条件采用适宜的勘察方法。

**8.1.7** 本条主要规定了搜集资料的内容，并强调对资料的完整性和可靠性应加以分析和验证。

**8.1.8** 采空区工程调查的任务是查明采空区分布、开采历史、计划、开采方法、开采边界、顶板管理方法、覆岩种类及其破坏类型和基本要素、地表移动变形特征及参数等，为定量评价采空区稳定性和建设适宜性提供资料，为布置物探和钻探工作量提供依据。在采空区勘察中，采空区工程地质调查做好了，可以起到事半功倍的效果。

地质观测点的布置是否具有代表性，对于成图的质量至关重要。观测点宜布置在移动盆地分区界线、地质构造线、不同地层接触线、岩性分界线、地下水的天然和人工露头、地表水体、地貌变化处及不良地质作用等分布处，并应充分利用天然和人工露头。

测绘内容包含了采空区的充填情况、坍塌状况。在不能保证工作人员的人身安全的情况下，禁止进入井下实地调查。

**8.1.9** 常用的地面物探方法主要有电法、电磁法、地震法、地质雷达等，井内（间）物探方法主要有 CT 成像、测井法、孔内成像、

孔内地质雷达等。常用的几种物探方法是根据相关规范、规程及采空区勘察经验综合而成，使用时应根据地形、地质、采矿等资料及勘探目的和要求选择。拟勘察采空区埋深大时，可优先采用大地电磁法；勘察区地表接地条件较差时，可采用不需要接地的瞬变电磁法；勘察区有高压电线干扰时，可采用高密度电阻率法。

每一种物探方法在应用时都不是万能的，都有其局限性。为了获得较好的探测效果，通常情况下，应采用两种方法组合进行，相互验证，排除其他原因引起的数据异常和多解性。

**8.1.10 勘探与取样是煤矿采空区岩土工程勘察最重要的手段之一**，在工程地质调查、测绘和地球物理勘探成果的基础上进行，其成果是验证拟建场地范围内采空区发育特征并进行采空区稳定性评价和处治设计、施工的基础资料。勘探和取样质量的高低对查明采空区覆岩破坏特征及勘察成果质量起至关重要的作用。

工程钻探是采空区勘察最直接、最可靠的方法，其最大优点可通过岩芯的观察和描述，直观反映岩土的基本特性，并可通过钻进速度、掉钻及漏水情况，反映出采空区的覆岩破坏特性。钻探作为主要勘探方法，在拟建场地重要建筑物地段应适当加密布置。

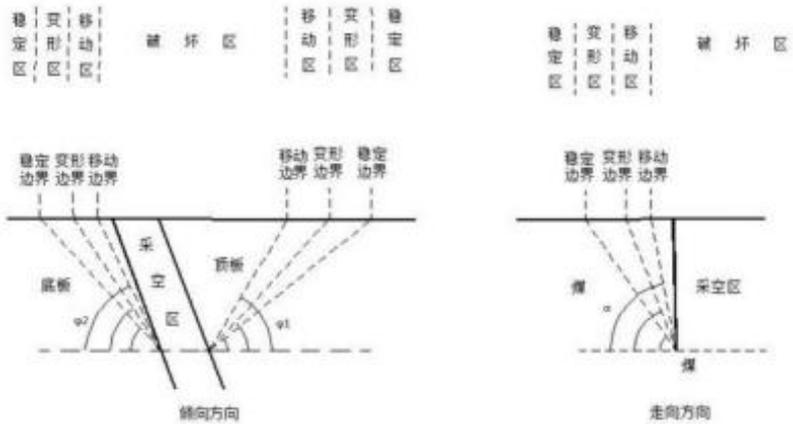
为查明浅埋急倾斜煤层采空区顶底板岩性、位置、煤层厚度等情况，可采用井探、槽探。探井深度不宜超过地下水位，竖井、平硐深度、宽度、长度、断面应按设计要求确定。掘进时，应根据实际情况，采取护壁和支护、送风及有害气体监测与防护等安全措施。

**8.1.11 建设于采空区场地的建（构）筑物**，无论其重要性如何，采空区场地本身的稳定性为先决条件，应首先评价。在此基础上，根据拟建建（构）筑物的工程条件，分析采空区对拟建工程及工程建设活动对采空区稳定性的影响程度，综合评价采空区拟建工程的工程建设适宜性和地基稳定性。

根据新疆地区急倾斜煤层采空区勘察经验，对于急倾斜煤层采空区稳定性评价，可采用以下 2 种模式进行评价：

### 1 稳定性评价模式一：

根据多年沉降观测资料，确定采空区影响范围，该观测资料表明，采空区破坏边界、变形边界、稳定边界取决于采空区顶、底板（走向边界煤层）的破坏角、变形破裂角和稳定角以及采空深度。



注：该模式适用于基岩基本裸露部位，对于上覆土层较厚部位，土层稳定范围应单独计算，并与岩体稳定，变形等指标汇总，综合评定地基整体稳定边界，计算方法同模式二。

根据以上图示即可划定采空区破坏、变形、稳定边界，确定破坏区、移动区、变形区、稳定区。

### 2 稳定性评价模式二：

#### ①采空区倾向变形边界

计算公式及图示如下：

$$B = (H - h) \cot(45^\circ + \frac{\varphi_1}{2}) + (H - h) \cot(45^\circ + \frac{\varphi_2}{2}) + 2h \cot(\varphi_3) + \frac{b}{\sin \alpha}$$

H: 采空区底面埋深

h: 第四纪土层厚度

$\varphi_1$ : 顶板岩体内摩擦角

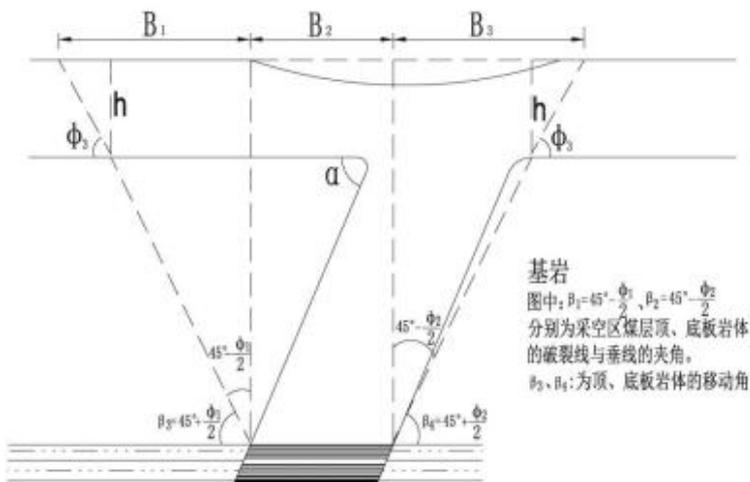
$\varphi_2$ : 采空区底板内摩擦角

$\varphi_3$ : 土层内摩擦角

b: 煤层真厚度

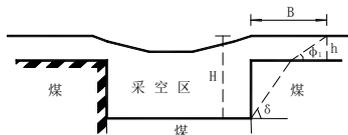
$\alpha$ : 煤层真倾角

B: 不稳定宽度



## ②走向方向变形边界

计算公式及图示如下:  $B = (H - h) \cot \delta + h \cdot \cot \varphi_1$



$\varphi_1$ : 土层内摩擦角

$\delta$ : 走向移动角

B: 采空区底面与采空区边界交点的平面投影至变形边界的距离

根据急倾斜煤层采空区稳定性评价模式确定的各分区稳定性评价见表 8. 1. 11

表 8. 1. 11 急倾斜煤层采空区场地稳定性评价表

稳定性分区	破坏区	移动区	变形区	稳定区
稳定性确定	不稳定	不稳定	基本稳定	稳定

采空区场地的稳定性与矿产种类、开采条件、停采时间、覆岩岩性、覆盖土层厚度、变形特征等因素有关。在评价时，应根据采空区勘察资料，选择适宜的评价方法。在可行性研究勘察阶段，受勘察手段及资料所限，难以取得全面的勘察资料，该阶段可采用定性方法对场地稳定性进行初判；在初步勘察设计阶段，应在可研阶段初判的基础上，根据本阶段所取得的物探、钻探及地表移动变形监测成果等基础资料，采用定性定量相结合的方法，对场地稳定性进行综合评价；因前期各勘察阶段工期一般较短，难以取得完整的监测数据，详细勘察设计阶段则应侧重于综合各勘察阶段的地表移动变形实际观测结果，进一步验证、评价采空区场地稳定性。

8. 1. 12 采空区场地工程建设适宜性评价，应以采空区场地的稳定性为主控因素，并考虑采空区与拟建工程间的相互影响程度、拟采取的处理措施的难易程度及工程造价等方面进行综合评价。

在采空区或不稳定场地修建建（构）筑物，需采取一定的采空区地基处理措施才能有效地保证建（构）筑物的安全和使用功能，这些技术措施的实施，必然导致建（构）筑物修建成本的增加。技术措施的难易程度，基本决定了投资增加程度。与通常情况相比，如采取的技术措施使建造建筑物的土建投资增加量不超过正常情况下投资额的 15%时，可认为拟建建（构）筑物“适宜”修建；超过正常情况下土建投资额的 15%，而不超过 30%时，则认为拟建建（构）筑物“基本适宜”修建；超过正常情况下土建投资额的 30%，则认为拟建建（构）筑物修建“适宜性差”。

## 8.2 崩塌

8.2.1 崩塌初步勘察应在充分收集分析以往地质资料的基础上,进行调查测绘、勘探和测试等工作,初步查明崩塌的基本特征、成因、形成机制,并对危岩在现状和规划状态下的稳定性做出初步分析评价。崩塌详细勘察应考虑现有和规划中的保护对象的需要,依据初步勘察的结果,结合可能采取的治理方案部署勘察工作,分析评价危岩在现状和规划状态下的稳定性和发生灾害的可能性,并提出防治方案建议。

8.2.3 崩塌堆积体勘探参照《滑坡防治工程勘查规范》(GB/T 32864)执行。

物探方法宜采用孔内弹性波、井下电视、孔间 TC 物探、高密度电法或地质雷达测试等手段;对土质崩塌,必要时可采用坑探或井探;对地质环境特别复杂、危害大的崩塌,必要时可布置硐探工程。勘察方法应根据勘察阶段及地质环境复杂程度等确定。当选用钻探和物探时,除孔内物探工作外,宜先地面物探后钻探。卸荷带特征、控制性裂隙分布及充填情况勘探宜采用槽探或物探;软弱基座分布范围勘探宜采用槽探和井探;当可能采取支撑方式时,在危岩软弱基座处布置钻孔或浅井;控制性结构面深部的特征勘探应采用水平或倾斜钻孔。

8.2.4 崩塌勘察中的测试项目应包括岩土的物理性质、力学性质、软弱夹层或结构面充填土的颗粒级配、物质成分试验,地下水和地表水的化学成分及其对建筑材料腐蚀性试验;力学性质试验应包括母岩及基座岩土抗压试验与变形试验;对受抗拉强度控制的倾倒式危岩,还应包括母岩岩石抗拉试验;对受抗剪强度控制的坠落式危岩及滑移式危岩,还应包括母岩和基座岩土抗剪试验;必要时应进行结构面现场抗剪试验。

8.2.5 崩塌监测线应尽量与勘察纵剖面一致。监测点重点布设于

主控结构面或其他变形敏感位置。地表位移监测点重点布设于危岩顶部，布点困难时布设于临空面中下部。裂缝监测点视主控裂缝发育情况进行布设。崩塌堆积体地形较陡区及已产生变形的区域。位移观测基准点应设置在危岩以外的稳定地质体上，并构成可以进行稳定性监测的简单网型；基准点还应满足对变形点进行位移监测的各种观测条件。监测频率，绝对位移监测为 24h/次，变形速率增大或出现异常变化时，为 2h/次。裂缝变化监测为 12h/次。人工巡视检查为 6h/次，发现异常应随时加密巡查。

8.2.6 在进行危岩稳定性计算之前，应根据危岩范围、规模、地质条件，危岩破坏模式及已有变形破坏迹象，采用地质类比法对危岩稳定性做出定性判断。危岩稳定性评价应给出危岩在设计工况下的稳定系数和稳定状态。

### 8.3 地震效应

8.3.1 本条规定在抗震设防烈度等于或大于 6 度的地区勘察时，应考虑地震效应问题，现作如下说明：

1 《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010) (2016 年版) 规定了设计基本地震加速度的取值，6 度为 0.05g，7 度为 0.10g (0.15g)，8 度为 0.20g (0.30g)，9 度为 0.40g；为了确定地震影响系数曲线上的特征周期值，通过勘察确定建筑场地类别是必须做的工作；

2 饱和砂土和粉土的液化判别，6 度时一般情况下可不考虑，但对液化沉陷敏感的乙类建筑应判别液化，并规定可按 7 度考虑；

3 对场地和地基地震效应，不同的烈度区有不同的考虑，所谓场地和地基的地震效应一般包括以下内容：

1) 相同的基底地震加速度，由于覆盖层厚度和土的剪切模量不同，会产生不同的地面运动；

2) 强烈的地面运动会造成场地和地基的失稳或失效，如地裂、

液化、震陷、崩塌、滑坡等；

3) 地表断裂造成的破坏

4) 局部地形、地质结构的变异引起地面异常波动造成的破坏。

4 勘察报告中拟建工程场地应提供场地中心地理坐标，利于在《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)、《建筑抗震设计规范(2016年版)》(GB 50011-2010)查询，为确保勘察成果中场地地震效应参数提供的正确性和后期审图过程中审查人对于所提供参数的可校核性，特提出此项要求。

5 抗震参数在遵照国标规范的同时，也应结合自治区内地州及新疆生产建设兵团的相关文件或标准，如《关于确定新疆生产建设兵团行政区域地震动参数的函》(中震防函[2016]50号)、《昌吉州各乡镇(街道)峰值加速度、反应谱特征周期参数值列表》等。

8.3.2、8.3.3 说明如下：

1 划分建筑场地类别，是岩土工程勘察在地震烈度等于或大于6度地区必须进行的工作，现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011)根据土层等效剪切波速和覆盖层厚度划分为四类，当有可靠的剪切波速和覆盖层厚度值而场地类别处于类别的分界线附近时，可按插值方法确定场地反应谱特征周期。

2 勘察时应有一定数量的勘探孔满足上述要求，其深度应大于覆盖层厚度，并分层测定土的剪切波速。

如果建筑场地类别处在两种类别的分界线附近，需要按插值方法确定场地反应谱特征周期时，勘察时应提供可靠的剪切波速和覆盖层厚度值。

3 测量剪切波速的勘探孔数量，《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010；2016年版)有下列规定：

“在场地初步勘察阶段，对大面积的同一地质单元，测量土层剪切波速的钻孔数量不宜少于3个；在场地详细勘察阶段，对

单幢建筑，测量土层剪切波速的钻孔数量不宜少于 2 个，测试数据变化较大时，可适量增加；对小区中处于同地质单元的密集高层建筑群，测量土层剪切波速的钻孔数量可适当减少，但每幢高层建筑和大跨空间结构的钻孔数量均不得少于 1 个”。

对于同场地内、地质构成相近的新增建筑物的勘察，可引用场地内的剪切波速成果，并应在勘察报告附件部分提供引用成果资料，其他情况不得引用邻近场地的相关测试成果。

4 划分对抗震有利、不利或危险的地段和对抗震不利的地形，《建筑抗震设计规范》(GB 50011)有明确规定，应遵照执行。

8.3.4 地震液化的岩土工程勘察，应包括三方面的内容，一是判定场地土有无液化的可能性；二是评价液化等级和危害程度；三是提出抗液化措施的建议。

地震害调查表明，6 度区液化对房屋结构和其他各类工程所造成的震害是比较轻的，故本条规定抗震设防烈度为 6 度时，一般情况下可不考虑液化的影响，但对液化沉陷敏感的乙类建筑(包括相当于乙类建筑的其他重要工程)，可按 7 度进行液化判别。

由于甲类建筑(包括相当于甲类建筑的其他特别重要工程)的地震作用要按本地区设防烈度提高一度计算，当为 8、9 度时应专门研究，所以本条相应地规定甲类建筑应进行专门的液化勘察。

本节所指的甲、乙、丙、丁类建筑，系按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》(GB 50233-2008)的规定划分。

8.3.5、8.3.6 主要强调三点：

1 液化判别应先进行初步判别，当初步判别认为有液化可能时，再作进一步判别；

2 液化判别宜用多种方法综合判定，这是因为地震液化是由多种内因(土的颗粒组成、密度、埋藏条件、地下水位、沉积环境和地质历史等)和外因(地震动强度、频谱特征和持续时间等)

综合作用的结果；例如，位于河曲凸岸新近沉积的粉细砂特别容易发生液化，历史上曾经发生过液化的场地容易再次发生液化等；目前各种判别液化的方法都是经验方法，都有一定的局限性和模糊性，故强调“综合判别”；

3 河岸和斜坡地带的液化，会导致滑移失稳，对工程的危害很大，应予特别注意：目前尚无简易的判别方法，应根据具体条件专门研究。

8.3.7 关于液化判别的深度问题，应遵照《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010；2016年版）相关章节的内容执行。

8.3.8 设防烈度等于或大于7度时，对于厚层软土分布区宜判别软土震陷的可能性，并应符合下列规定：

1 当临界等效剪切波速大于表 8.3.8-1 的数值时，可不考虑震陷影响。

表 8.3.8-1 临界等效剪切波速

抗震设防烈度	7 度	8 度	9 度
临界等效剪切波速 $v_{se}$ (m/s)	90	140	200

2 对于采用天然地基的建筑物，当临界等效剪切波速小于或等于表 8.4.8-1 的数值时，甲级建筑物和对沉降有严格要求的乙级建筑物应进行专门的震陷分析计算；对沉降无特殊要求的乙级建筑物和对沉降敏感的丙级建筑物，可按表 8.4.8-2 的建筑物震陷估算值或根据地区经验确定。

表 8.3.8-2 建筑物震陷估算值

震陷估算值 (mm)	设防烈度		
	7 (0.1g~0.15g)	8 (0.2g)	9 (0.4g)
地基条件			
地基主要受力层深度内软土厚度>3m 地基土等效剪切波速值<90m/s	30~80	150	>350

注：1 当地基土实际条件与表中的两项条件相比，只要有一项不符合时，应按实际条件变化的大小和建筑物性质及结构类型，适当地减小震陷值；当地基土实际条件与表中的两项条件均不相符时，可不考虑震陷对建筑物的影响；

2 当需要估算软土震陷量时，宜采用以静力计算代替动力分析的简化分层总和法。

## 8.4 风雪

8.4.1 冬季风雪灾害在新疆北部的伊犁、阿勒泰、塔城、天山山区及南疆昆仑山山区发育较普遍，市政道路及房屋建筑点，如选址不当、道路断面设计不合理等原因，常常会造成市政道路及房屋建筑被风积雪掩埋或遭受雪崩威胁，因此有必要在风雪灾害发育区域，对项目场地的风吹雪和雪崩条件进行勘察。

依据新疆交通科学研究院编写的《新疆公路雪害防治技术指南》，新疆地区的风吹雪雪害可按表 8.4.1 进行区划划分：

表 8.4.1 新疆风吹雪雪害分区

I 级区	II 级区	III 级区
新疆中温带亚干旱-干旱区	II <sub>1</sub> 新疆北部	III <sub>1-1</sub> 阿勒泰山常年重度危害区 III <sub>1-2</sub> 阿勒泰北部季节重度危害区 III <sub>1-3</sub> 塔城季节重度危害区 III <sub>1-4</sub> 克拉玛依季节中度危害区
	II <sub>2</sub> 天山	III <sub>2-5</sub> 博罗霍洛-依连哈比尔尕高山常年重度危害区 III <sub>2-6</sub> 比依克-那拉提高山常年重度危害区 III <sub>2-7</sub> 哈尔克他乌高山常年重度危害区 III <sub>2-8</sub> 博格达高山常年中度危害区 III <sub>2-9</sub> 巴里坤-哈尔里克山高山常年中度危害区 III <sub>2-10</sub> 巩乃斯-伊犁西部季节重度危害区 III <sub>2-11</sub> 昌吉南部-乌鲁木齐季节轻度危害区

续表 8.4.1

I 级区	II 级区	III 级区
	II <sub>3</sub> 新疆南部	III <sub>3-12</sub> 乌孜别里山常年中度危害区 III <sub>3-13</sub> 公格尔高山常年重度危害区 III <sub>3-14</sub> 慕士塔格高山常年重度危害区 III <sub>3-15</sub> 克孜勒苏柯尔克孜季节重度危害区 III <sub>3-16</sub> 阿克苏-巴音郭楞西北部季节中度危害区 III <sub>3-17</sub> 喀什-和田西南边缘季节轻度危害区

风吹雪的分类主要依据《新疆公路雪害防治技术指南》中的分类方法。

风吹雪的分类：

依据雪粒的吹扬高度、吹雪强度和对能见度的影响，风雪流可以分为低吹雪、高吹雪和暴风雪三类，各类风吹雪的特征见表 8.4.2；

表 8.4.2 风吹雪分类及特征表

分类名称	定义	风速 (m/s)	能见度 (km)	降雪有无	飞雪运动形态
低吹雪	在风力作用下，雪粒随风贴地运行，吹扬高度在 2m 以下。	5.5~7.9	>10	无	蠕动、滑动、跳跃
高吹雪	风力作用下，雪粒被卷起，吹扬高度在 2m 以上。	8.0~10.7	<10	无	蠕动、滑动、跳跃、浮游
暴风雪	大量雪粒被强风卷起随风运动，一般伴随降雪，天空不可辨，有时 1-2m 难以分清黑色目标物。	>10.8	<1	有	蠕动、滑动、跳跃、浮游

雪崩的分类主要依据《公路工程地质勘察规范》(JTG C20-2011)和《新疆公路雪害防治技术指南》中的分类。雪崩的分类:

1 按雪崩的运动路径分类:

1) 沟槽雪崩: 路径为沟槽, 雪崩沿着固定的沟槽运动, 运动速度快, 崩塌量多, 冲击力强, 破坏性强, 堆积物不易清除。

2) 坡面雪崩: 路径为山体坡面, 雪体顺整个坡面崩塌, 无固定运动线路, 堆积区域较长。

2 按雪崩的滑动面分类:

1) 表层雪崩: 雪崩滑动面在雪层中, 雪层一般为陈旧积雪的雪板、冰夹层或松散的深霜层。此类雪崩规模不大, 与降雪有直接关系。

2) 全层雪崩: 雪崩滑动面基本为坡面, 整个积雪层均发生运动, 规模大。此类雪崩与春季融雪和深霜层破坏有关。

3 按含水状况分类:

1) 干雪崩: 主要发生在冬季, 雪层干燥, 此类雪崩也与降雪有关, 经常与松散雪崩联系在一起。

2) 湿雪崩: 主要发生在春季融雪初期, 雪层含有大量水分, 一般湿雪崩都属于全层雪崩。

3) 雪流: 雪层中饱和融雪水, 在坡度较大时, 可发生雪流, 其运动特点与结构性泥石流相似。

8.4.2 随着新疆城市建设的扩大, 部分市政道路、房屋建筑常常会布设于易产生风吹雪和雪崩灾害的山岭区和丘陵区, 市政道路选线及房屋建筑选址应注意结合风向、地形等因素, 选择合理的线位及场地, 这方面在新疆公路及其附属设施建设中有诸多教训: 部分风吹雪严重地区的高速公路服务区, 因选址不当, 建设在风吹雪严重的低洼地带, 造成冬季服务区房屋被积雪掩埋, 无法发

挥服务功能，也给养护工作带来了极大困难。

8.4.3 风吹雪易发区详细勘察时，在线位和房屋建筑位置确定后，应重点勘察对比积雪融化前后地形地貌和植被情况。

8.4.5 影响风吹雪危险度评价的因素较多，主要因素是气象条件（包括吹雪量、主风向、积雪深度、能见度等），辅助因素是周边环境、道路结构、发生交通封闭或事故的次数等，新疆地方标准《公路雪害防治技术规范》(DB65/T 4185-2019)对风吹雪危险度的评价采用多因素赋值打分的方法，可参考使用。

### 1 要因

#### 1) 吹雪沉积危害

a) 表 8.4.5-1 为主要因素 $D_1$  (气象条件)

表 8.4.5-1 主要因素 $D_1$

项目	基准值	评分
吹雪量	20m <sup>3</sup> /m 以上	3
	30m <sup>3</sup> /m 以上	6
	40m <sup>3</sup> /m 以上	9
主风向与道路夹角	<30°	1
	30-60°	2
	>60°	3
最大积雪深度	50-100cm	2
	100-150cm	4
	>150cm	6
合计赋分值		$D_1$

b) 表 8.4.5-2 为辅助要因 $D_2$  (周边环境、道路结构)

表 8.4.5-2 辅助要因  $D_2$

项目	基准值	评分
上风向开阔地带长度	地形开阔	3
	100-300m	6
	>300m	9
挖方边坡	<1:3	3
合计赋分值		$D_2$

c) 表 8.4.5-3 为安全要因  $S_1$

表 8.4.5-3 安全要因  $S_1$

项目	基准值	评分
上风带存在林带、房屋 宽度	10-30m	4
	>30m	6
填方高度	大于 1.3 倍最大雪深	3
积雪平台	无	3
合计赋分值		$S_1$

吹雪沉积危害赋分计算：

①当  $D_1 - S_1 > 0$  时，取  $(D_1 - S_1) + D_2$

②当  $D_1 - S_1 \leq 0$  时，取  $D_1 - S_1$

2) 能见度危害

a) 表 8.4.5-4 为主要因素  $d_1$  (气象条件)

表 8.4.5-4 主要因素  $d_1$

项目	基准值	评分
吹雪频度	20-30 日/年	3
	30-40 日/年	6
	>40 日/年	9

续表 8.4.5-4

项目	基准值	评分
降雪量(最大积雪深度)	<2m (<0.8m)	3
	2-3m (0.8-1.4m)	6
	>3m (>1.4m)	9
合计赋分值		$d_1$

b) 表 8.4.5-5 为辅助要因 $d_2$  (周边环境、道路结构)

表 8.4.5-5 辅助要因  $d_2$ 

项目	基准值	评分
地形发生急变	程度较小	2
	程度较大	3
填方边坡	<1:2	3
道路曲率半径	有	1
	100-200m	2
	<100m	3
桥梁端部、交叉处	有	3
合计赋分值		$d_2$

c) 表 8.4.5-6 为安全要因 $s_1$

表 8.4.5-6 安全要因  $s_1$ 

项目	基准值	评分
上风带存在林带、房屋 宽度	零散	2
	10-30m	4
	>30m	6
中央分隔带	有	3
道路照明	有	3
合计赋分值		$s_1$

能见度危害赋分计算：

①当 $d_1 - s_1 > 0$  时，取 $(d_1 - s_1) + d_2$

②当 $d_1 - s_1 \leq 0$  时，取 $d_1 - s_1$

2 表 8.4.5-7 为经历赋分（道路封闭、交通事故、维护管理障碍等）

表 8.4.5-7 经历赋分

项目	基准值	评分
吹雪封闭交通次数	1 次/数年	3
	1 次/年	9
	数次/年	15
视距不良发生的事故 次数	1 次/数年	2
	1 次/年	6
	数次/年	10
维护管理障碍	1 次/数年	1
	1 次/年	3
	数次/年	5
合计赋分值		$C_1$

### 3 判定（要因+经历）

根据上述的吹雪沉积危害、能见度危害和经历的评价得分相加，可计算出风吹雪危险度评价的综合总分，并按照表 8.4.5-8 判定风吹雪障碍的危险性程度：

表 8.4.5-8 风吹雪障碍危险性评价表

级别	综合评分	判定
A	$\geq 44$	吹雪障碍危险性极高
B	21~43	吹雪障碍危险性较高
C	1~20	吹雪障碍危险性不高
D	$< 1$	不需要采取措施

8.4.6 影响公路雪崩发生的因素很多，包括积雪厚度含水率、深霜的厚度及类型、密度、雪晶大小与形状、雪层结构、硬度、雪温与温度梯度、坡度、植被类型与覆盖度、风、降雪与雪、稳定积雪期的长短、地形切割深度及其他外部因素（如人畜行走、滚石等）等等。一般来说，不可能利用所有因素来进行公路雪崩发生的危险度评价，而只能从中选取若干主导因素。依据新疆地方标准《公路雪害防治技术规范》（DB65/T 4185-2019），雪崩发生的危险度评价可以选取积雪厚度、坡度和植被类型与覆盖度作为雪崩危险度评价因素，表 8.4.6-1 为新疆地区山区雪崩发生危险度参评因素等级划分指标及评分值：

表 8.4.6-1 雪崩发生危险度评价参评因素等级划分指标及其评分值

参评因素	等级	划分指标	得分	发生危险度
坡度 $\alpha / ^\circ$	1	$\alpha < 30$	4	轻
	2	$30 \leq \alpha < 40$	7	中
	3	$\alpha \geq 40$	10	重

续表 8.4.6-1

植被状况 (树高 h/m, 植被覆盖 度 C/%)	1	$h \geq 8, C \geq 50$		4	轻	
	2	$4 \leq h < 8, C \geq 50; h \geq 8, 20 \leq C < 50$		7	中	
	3	$2 \leq h < 4, C \geq 20; 4 \leq h < 8, 20 \leq C < 50$		9	重	
	4	h < 2, C < 20 的树木及草地裸地等		10		
积雪厚度 H/cm	1	I	H < 100	$30 \leq H < 70$	0	轻
				$70 \leq H < 100$	3	
	2	II	$100 \leq H < 200$		6	中
	3	III	$200 \leq H < 300$		7	重
	4	IV	$H \geq 300$		9	

表 8.4.6-2 为依据表 8.4.6-1 的评分值对雪崩危险度进行的分级基准:

表 8.4.6-2 雪崩危险度的分级基准

危险度	得分	评价	备注
重度	$\geq 27$	很容易发生雪崩	处于具有一定的积雪厚度的斜面, 就很容易的发生雪崩(发生率 30%~50%以上)
中度	23~26	引发雪崩的起因一般	处于具有一定的积雪厚度的斜面, 容易的发生雪崩(发生率 10%~30%以上)
轻度	$\leq 22$	引发雪崩的可能性小	处于具有一定的积雪厚度的斜面引发雪崩的可能性小(发生率未满足 10%)

## 9 勘探和取样

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 为保障技术质量，宜配合使用多种勘察手段。
- 9.1.2 钻孔或探井不妥善回填，可能会破坏自然环境，在短期内或局部范围内不易察觉，但能引起严重后果。因此，钻孔、探井等勘察点均回填，且应分段回填。具体的回填要求可按照现行的《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T87)的相关要求执行。
- 9.1.3 通过现场安全技术、环境保护、职业健康教育和安全交底将项目工作意图传达、落实到每一个作业人员。
- 9.1.4 对于新疆地区广泛分布的湿陷性黄土，其勘探手段应以探井为主，采取 I 级土样，保证勘探和取样的基本要求。

### 9.2 钻探、井探

- 9.2.1 根据不同场地条件及地层情况选取适用的钻探方法。冲击钻探包括机械冲击钻探和潜孔冲击钻探，潜孔冲击钻探适用于工程经验丰富、地质条件简单、岩土种类较单一的地层，同时应采取分段取芯、钻孔电视等技术措施，保障地层鉴别正确。
- 9.2.2 勘探质量的基本要求。
- 9.2.4 严格执行操作规程，是勘探质量、安全的基本保障。
- 9.2.5 本条是有关钻探成果的标准化要求。钻探野外记录是一项重要的基础工作，也是一项有相当难度的技术工作，因此应配备有足够专业知识和经验的人员来承担。野外描述一般以目测手触鉴别为主，结果往往因人而异。由于岩土性质(颜色、湿度、强度等)会随时间发生变化，事后记录也会因时间间隔较长发生遗忘，错记等，因此要求现场及时记录。除了岩土描述外，钻探过程也是评价地基状况的一个重要方面。现场记录所描述的内容既要重

视岩土性质，又要重视钻进过程，包括钻进难易程度、孔内情况、进尺速度及其他钻探参数的记录。

9.2.6 井探、槽探直观反映地层情况，为达到理想的技术经济效益，宜配合使用多种勘察手段。

#### 9.4 岩土、水试样的采取

9.4.1 针对不同技术标准和任务要求，进行取样工作。

9.4.2 参照《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T 87)取样工具适宜性选择。

9.4.3 本条是岩土试样密封的要求，岩土试样不密封、倒置将对试验结果产生较大影响。随着信息化技术发展，鼓励采用二维码作为岩土、水试样的标识标签，实现试样信息的存储、处理、传递等。

#### 9.5 钻孔电视

9.5.1 钻孔电视主要由地面部分和井下部分组成。地面部分包括控制器、电脑、三脚架、绞车、滑轮和深度计数器；地下部分包括摄像探头和电缆，摄像探头由 CCD 摄像机、LED 灯、玻璃罩和锥形镜组成。

## 10 原位测试

### 10.1 一般规定

10.1.1 原位测试能更直接、客观、准确地获取工程设计和施工所需的有关参数，是岩土工程勘察十分重要的手段。

原位测试，从广义上讲，按机理可分为原位检测和原位试验两部分，狭义上讲，指利用一定的试验手段，在天然状态（天然应力、天然结构和天然含水率）下，测试岩土的反应，和一些特定的物理力学性质指标，进而依据理论分析或推演的经验公式评价岩土的工程性能和状态。

原位测试方法按力学机理可分为：原位荷载应变型或承压型，包括载荷试验、旁压试验、扁铲侧胀试验、十字板剪切试验等；刺入破坏型，包括静力触探试验、动力触探试验、标准贯入试验等；物理穿透型，包括波速测试、地电参数测试等。

10.1.3 对原位测试的仪器、设备按规定检定/校准是为了保证量值传递的可靠性。

10.1.4 造成原位测试数据误差的因素较为复杂，包括试验仪器、试验条件和方法、操作人员技能、土层的不均匀性等。因此，根据实际情况剔除异常数据，确保数据的可靠性。

10.1.5 由于新疆地区各地岩土特性的差别，原位测试成果的应用，应以地区经验的积累为主要依据，确保应用的可靠性。

### 10.2 原位测试项目

10.2.1 各种原位测试应依据《岩土工程勘察规范》(GB 50021)要求执行。表 10.2.1 列出了可供参考的其它相关技术标准。

表 10.2.1 原位测试的相关试验标准

试验项目	相关试验标准
载荷试验	国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007) 国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)
静力触探试验	团体标准《静力触探技术标准》(CECS 04) 行业标准《静力触探试验规程》(YS 5223) 行业标准《铁路工程地质原位测试规程》(TB 10018)
标准贯入试验	行业标准《标准贯入试验规程》(YS 5213) 行业标准《铁路工程地质原位测试规程》(TB 10018)
圆锥动力触探试验	行业标准《圆锥动力触探试验规程》(YS 5219) 行业标准《铁路工程地质原位测试规程》(TB 10018) 行业标准《建筑地基检测技术规范》(JGJ 340)
十字板剪切试验	行业标准《电测十字板剪切试验规程》(YS 5220) 行业标准《铁路工程地质原位测试规程》(TB 10018)
旁压试验	行业标准《旁压试验规程》(YS 5224) 行业标准《地基旁压试验技术标准》(JGJ/T 69) 行业标准《铁路工程地质原位测试规程》(TB 10018)
扁铲侧胀试验	行业标准《铁路工程地质原位测试规程》(TB 10018)
现场直接剪切试验	国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)
波速测试	国家标准《地基动力特性测试规范》(GB/T 50269) 行业标准《多道瞬态面波勘察技术规程》(JGJ/T 143)
现场抽(注)水试验	行业标准《注水试验规程》(YS 5214) 行业标准《抽水试验规程》(YS 5215)
场地微振动测试	团体标准《场地微振动测量技术规程》(CECS 74)
地电参数测试	行业标准《公路工程物探规程》(JGJ/T 3222) 行业标准《电阻率测深法技术规范》(DZ/T 0072)
钻孔电视	地方标准《工程孔内成像探测技术规程》(DBJ/T 45)

# 11 室内试验

## 11.1 一般规定

11.1.3 岩土重要性状的描述主要包括初步定名、颜色、气味、层理、夹杂物、裂缝、均匀性及土样的扰动情况等。当土样结构已受扰动时，不应制备力学性质试验的试样。

## 11.2 土的物理力学性质试验要求

11.2.1 三轴压缩试验的选用应与受荷工况相匹配，三轴压缩不固结不排水试验一般在自重压力下预固结后进行。

固结试验最大压力根据任务的要求来确定。由于标准固结试验需要数天到 10 多天才能完成，对 2cm 厚的一般黏性土试样，在荷重作用下 1h 的固结度可达 90%（以 24h 的固结度为 100%计），按 1h 稳定的速率进行试验，对试验结果的  $e \sim p$  曲线进行校正，可得到与标准固结试验近似的结果，又节省时间。因此，本标准中列有快速固结试验方法。快速固结试验方法应用说明：1) 适用于渗透性较大的细粒土；2) 快速法规定试样在各级压力下的固结时间为 1h，仅在最后一级压力下，除记 1h 的量表读数外，还应测读达压缩稳定时的量表读数；3) 稳定标准为量表读数每 h 变化不大于 0.005mm。

11.2.3 测定液限，根据《土工试验方法标准》(GB/T 50123) 规定可采用液塑限联合测定法、76g 瓦式圆锥仪方法和卡氏碟式仪方法，我国通常采用 76g 瓦式圆锥仪方法，国际上通常采用卡氏碟式仪方法。测定塑限，根据《土工试验方法标准》(GB/T 50123) 规定可采用液塑限联合测定法和搓滚塑限法。测定液限、塑限，由于采用测定方法的不同而试验成果有差异，故应在试验报告上注明。

根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007)规定,塑性指数由 76g 瓦式圆锥仪沉入土样深度为 10mm 时测定的液限计算而得。

## 12 水和土腐蚀性评价

### 12.1 一般规定

12.1.1 水、土对建筑材料的腐蚀危害是非常大的。地形地貌、气候条件、水文地质条件对水和土中盐的形成有很大的影响，新疆地域辽阔，各地区差异性较大，且均无成熟的地区经验，因此各类建设工程进行工程勘察时均应采取水、土试样，进行腐蚀性分析。

在某些中、大型工程中以整个项目为单元进行腐蚀性评价针对性不强，故建议根据地貌单元不同、环境类型不同等进行分段分区评价。

应充分考虑工程建成后的运行环境可能发生的变化，提出相应防护措施的建议。

12.1.2 根据大量调查资料统计及新疆的气候特点，盐分的转移、积聚具有由下而上、由内而外的特性，土体含盐量一般是靠近地表变化大，深层变化小，尤其是表层 2.0m 深度盐分比较富集，深部变化较小。因此，取土样间距应遵循“浅层较小，深部较大”的原则。

地下水水质分析与其上部土层中的盐应同时进行测定，进行相互验证。地下水的取样应根据勘察深度确定。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季节变化幅度，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。当有多层地下水时，应分层采取水试样。

取样数量应满足评价最基本需求，勘察时应根据基础形式、基础埋深、地层特点等因地制宜，确定最终取样数量。

在拟挖方场地应调查基础埋深、基底高程等指标，布置工作

量时应结合工程实际；当需要外借土方回填时，应注意回填土料可能存在的腐蚀性问题。

12.1.4 水、土对建筑材料腐蚀的防护，国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB 50046)和《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》(GB 50212)已有详细的规定。为了避免重复，本标准不再列入“防护措施”。当水、土对建筑材料有腐蚀性时，可按上述规范的规定，采取防护措施。

### 12.3 腐蚀性评价

12.3.1 场地环境类型对土、水的腐蚀性影响很大，不同的环境类型主要表现为气候所形成的干湿交替、冻融交替、日气温变化、大气湿度等。

本条针对新疆工程建设的具体情况对环境类型进行了归纳和分类划分。新疆除局部地区外，干燥度指数均大于 1.5。

新疆因地地理位置深居内陆、远离海洋，气候干燥、降水稀少、温差大等气候特点，划分为干旱区。新疆的高寒区主要分布在阿勒泰山脉、天山山脉和昆仑山脉的高山地区，这些地区海拔高、气候寒冷，分布多年冻土等。

混凝土结构单侧临水、另一侧蒸发，如隧洞、坑道、竖井、地下洞室、路堑护面等，渗入腐蚀轻微，而渗出面因盐分表聚作用腐蚀严重，这种情况对混凝土腐蚀是最严重的，故定为 I 类。

12.3.2 干湿交替是指地下水位变化和毛细水升降时，建筑材料的干湿变化情况。干湿交替和气候区与腐蚀性的关系十分密切。相同浓度的盐类，在干旱区和湿润区，其腐蚀程度是不同的。前者可能是强腐蚀，而后者可能是弱腐蚀或无腐蚀性。冻融交替也是影响腐蚀的重要因素。如盐的浓度相同，在不冻区尚达不到饱和状态，因而不会析出结晶，而在冰冻区，由于气温降低，盐分易析出结晶，从而破坏混凝土。

12.3.7 钢筋长期浸泡在水中，由于氧溶入较少，不易发生电化学反应，故钢筋不易被腐蚀；相反，处于干湿交替状态的钢筋，由于氧溶入较多，易发生电化学反应，钢筋易被腐蚀。

12.3.9 以上两表，在近几年的工程实践中，进行了多次检验，对不同土质、环境，效果较好。当有成熟地方经验时，可根据视电阻率的实测值，结合地方经验确定腐蚀等级。

## 13 现场检测和监测

### 13.2 验槽

13.2.1 验槽是工程建设的重要环节，主要目的是检验基坑开挖后地基与勘察报告是否一致，如果存在差异，应提出处理措施的建议，进行针对性处理。如地质条件复杂，可进行施工勘察。

13.2.2 天然地基、桩基础验槽主要查验原始地层是否满足勘察设计要求，人工地基验槽按照地基处理前后分两阶段进行。

### 13.3 建筑变形测量

13.3.1 建筑变形测量是对建筑物或构筑物的场地、地基、基础、上部结构及周边环境受荷载作用而产生的形状或位置变化进行观测，并对观测结果进行处理、表达和分析的工作。变形监测工作对保证工程安全有重要作用，目前疆内建筑变形监测资料不多，特别是高层建筑和大型城市基础设施，为保证建筑安全，应加强此项工作。

13.3.2 对建筑变形测量项目，应根据项目委托方要求、建筑类型、岩土工程勘察报告、地基基础和建筑结构设计资料、施工计划以及测区条件等进行方案设计。重要的工程建（构）筑物，在工程设计时，应对变形监测的内容和范围等做出要求。

13.3.6 建筑变形测量的基准点应设置在变形影响范围以外且位置稳定、易于长期保存的地方，宜避开高压线，应埋设标石或标志，且应在埋设达到稳定后方可开始进行变形测量。基准点应每期检测、定期复测，在建筑施工过程中宜1月~2月复测1次，施工结束后宜每季度或每半年复测1次。

13.3.9 当变形观测数据接近预警值时，必须加密监测，并迅速向有关方面报告，以便及时采取措施，保证工程和人员安全。

## 13.4 地下水监测

13.4.1 本条规定当地下水水位的升降以及施工排水对本工程和邻近工程有较大影响时，应进行地下水水位的监测。考虑到部分施工方法，如沉桩、强夯等，在其施工过程中引起的孔隙水压力变化对工程设计或施工有较大影响，故本条规定在这一类工法的施工中应进行孔隙水压力监测。当前，无地上结构的地下车库或其他类型的地下建筑越来越多，需要考虑地下水浮托力的作用，故有必要对地下水压力进行监测。

13.4.4 潜水和层间水的水位或水头，在一个建筑场地范围内一般变化不大，仅有一个很小的自然水力梯度，故观测孔数不必太多，规定每个场地不少于3个，是考虑到个别孔可能失效或受其他水源的补给而影响观测成果的真实性。