

住房和城乡建设部备案号：J14787—2019

DB64

宁夏回族自治区地方标准

DB 64 / T 1646—2019

岩土工程勘察标准

2019-08-02 发布

2019-10-23 实施

宁夏回族自治区住房和城乡建设厅
宁夏回族自治区市场监督管理厅

发布

住房和城乡建设部备案号：J14787—2019

DB64

宁夏回族自治区地方标准

DB 64 / T 1646—2019

岩土工程勘察标准

2019-08-02 发布

2019-10-23 实施

宁夏回族自治区住房和城乡建设厅
宁夏回族自治区市场监督管理厅

发布

图书在版编目(CIP)数据

宁夏回族自治区地方标准 DB 64T 1646—2019 岩土工程勘察标准 / 宁夏建筑设计研究院有限公司主编. -- 银川: 阳光出版社, 2019.12
ISBN 978-7-5525-5213-3

I. ①宁… II. ①宁… III. ①岩土工程—地质勘察—地方标准—宁夏 IV. ①TU412-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 291074 号

宁夏回族自治区地方标准 DB 64T
1646—2019 岩土工程勘察标准

宁夏建筑设计研究院有限公司 主编

责任编辑 马 晖

责任印制 岳建宁



黄河出版传媒集团 出版发行
阳光出版社

出版人 薛文斌

地 址 宁夏银川市北京东路 139 号出版大厦(750001)

网 址 <http://www.ygchbs.com>

网上书店 <http://shop129132959.taobao.com>

电子信箱 yangguangchubanshe@163.com

邮购电话 0951-5014139

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏银报智能印刷科技有限公司

印刷委托书号 (宁)0016140

地图审图号 宁 S[2019]第 022 号

开 本 889mm×1194mm 1/16

印 张 6.75

字 数 150 千字

版 次 2019 年 12 月第 1 版

印 次 2019 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5525-5213-3

定 价 98.00 元

版权所有 翻印必究

宁夏回族自治区 住房和城乡建设厅文件

宁建（科）发〔2019〕19号

自治区住房和城乡建设厅关于批准发布 《城市综合管廊工程技术标准》等 3项地方标准的通知

各市、县(区)住房城乡建设局，宁东管委会规划建设土地局，海兴开发区规划国土建设局，各有关单位：

由宁夏工程建设标准管理中心组织编制的《城市综合管廊工程技术标准》《岩土工程勘察标准》《回弹法检测高强混凝土抗压强度技术规程》，已经自治区住房和城乡建设厅、自治区市场监督管理局组织专家审查通过，批准为宁夏回族自治区地方标准。标准编号为《城市综合管廊工程技术标准》(DB64/T 1645—2019)、《岩土工程勘察标准》(DB64/T 1646—2019)、《回弹法检测高强混凝土抗压强度技术规程》(DB64/T 1647—2019)。

以上3项标准自2019年10月23日起实施。各地在执行过程中发现问题，请及时反馈宁夏工程建设标准管理中心。

联系电话：0951-5025460

宁夏回族自治区住房和城乡建设厅

2019年8月2日

目 次

前言

1 总则	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和符号	2
3.1 术语	2
3.2 符号	3
4 基本规定	4
4.1 岩土工程勘察分级	4
4.2 前期工作	7
5 各类工程勘察基本要求	8
5.1 工业与民用建筑	8
5.2 边坡工程	11
5.3 基坑工程	12
5.4 桩基础	13
5.5 市政工程	15
5.6 废弃物处理工程	15
5.7 地基处理	18
5.8 既有建筑物的增载和保护	19
5.9 新能源电场工程	21
6 不良地质作用和地质灾害	23
6.1 滑坡	23
6.2 危岩和崩塌	24
6.3 泥石流	25
6.4 采空区	26
6.5 场地和地基的地震效应	28
7 特殊性岩土	32
7.1 湿陷性黄土和湿陷性土	32
7.2 软土	37
7.3 混合土	38
7.4 填土	38
7.5 膨胀岩土	39
7.6 盐渍岩土	40
7.7 风化岩和残积土	42
7.8 污染土	42

8	地下水	44
8.1	一般规定	44
8.2	水文地质参数确定	45
8.3	地下水作用的评价	46
8.4	抗浮设防水位	47
9	工程地质测绘和调查	47
9.1	一般规定	47
9.2	工程地质调查	47
9.3	工程地质测绘	48
10	勘探和取样	49
10.1	一般规定	49
10.2	勘探点的定位与测量	49
10.3	钻探	50
10.4	井探、槽探和洞探	51
10.5	岩土试样的采取	51
10.6	地球物理勘探	52
11	原位测试	52
11.1	一般规定	52
11.2	载荷试验	52
11.3	圆锥动力触探试验	54
11.4	标准贯入试验	54
11.5	旁压试验	55
11.6	波速测试	56
12	室内试验	56
12.1	一般规定	56
12.2	土的物理性质试验	56
12.3	土的压缩-固结试验	57
12.4	土的抗剪强度试验	57
12.5	土的动力性质试验	58
12.6	岩石试验	58
13	水和土腐蚀性的评价	58
13.1	取样和测试	58
13.2	腐蚀性评价	59
14	现场检验和监测	62
14.1	一般规定	62
14.2	地基基础的检验和监测	62
15	岩土工程分析评价和成果报告	62
15.1	一般规定	62
15.2	岩土工程分析评价	62

15.3	岩土参数的分析和选定	63
15.4	成果报告的要求	64
15.5	图表及附件	65
附录 A(规范性附录)	地基承载力修正系数	67
附录 B(规范性附录)	地基土承载力特征值	68
附录 C(规范性附录)	银川平原地区粉细砂土压缩模量和地区沉降计算经验系数	69
附录 D(资料性附录)	宁夏湿陷性黄土工程地质分区图	71
附录 E(资料性附录)	宁夏及临区大地构造图	72
附录 F(资料性附录)	宁夏地貌分区图	74
宁夏回族自治区地方标准	岩土工程勘察标准 DB64/T 1646—2019 条文说明	75

前 言

本标准的编写格式符合 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》的要求。

本标准由宁夏回族自治区住房和城乡建设厅提出并归口。

主编单位：宁夏建筑设计研究院有限公司。

参编单位：银川市规划建筑设计研究院有限公司，宁夏回族自治区电力设计院有限公司，宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司，宁夏地质工程勘察院，宁夏施工图建设工程技术审查咨询有限公司，宁夏大学。

主要起草人员：王社选、韩自刚、高海宁、刘玉荣、赵建国、王卫兵、李兆戎、史亚宁、张卫兵。

主要审查人员：徐张建、朱武卫、黄雪峰、周载阳、张拥军、崔自治、王红雨、张树德、李云川。

岩土工程勘察标准

1 总则

1.1 为贯彻执行国家和宁夏回族自治区有关的技术经济政策，使岩土工程勘察更好地服务于工程建设的全过程，做到技术先进，经济合理，确保工程质量和安全，加强环境保护，节约能源，提高投资综合效益，特制定本标准。

1.2 本标准适用于宁夏回族自治区内工业与民用建筑、市政工程、地下工程、边坡工程等岩土工程勘察。

1.3 岩土工程勘察应按工程建设各勘察阶段的要求，正确反映工程地质条件，查明不良地质作用和地质灾害，精心勘察、精心分析，提出资料完整、真实、评价正确的勘察报告。

1.4 在宁夏回族自治区境内进行岩土工程勘察活动时，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家、行业和本地区现行的有关规范、标准、规程的规定。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 15618 土壤环境质量标准
- GB 18306 中国地震动参数区划图
- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB 50025 湿陷性黄土地区建筑规范
- GB 50046 工业建筑防腐设计规范
- GB 50223 建筑工程抗震设防分类标准
- GB 50330 建筑边坡工程技术规范
- GB/T 14848 地下水质量标准
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- GB/T 50266 工程岩体试验方法标准
- GBJ 112 膨胀土地区建筑技术规范
- JGJ 87 建筑工程地质钻探技术标准
- JGJ 120 建筑基坑支护技术规程
- JGJ 167 湿陷性黄土地区建筑基坑工程安全技术规程
- JGJ/T 8 建筑变形测量规程
- JGJ/T 72 高层建筑岩土工程勘察标准
- CJJ 56 市政工程勘察规范

房屋建筑和市政基础设施工程勘察文件编制深度规定

3 术语和符号

3.1 术语

3.1.1 岩土工程勘察

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

3.1.2 工程地质测绘

采用搜集资料、调查访问、地质测量、遥感解译等方法，查明场地的工程地质要素，并绘制相应的工程地质图件。

3.1.3 岩土工程勘探

岩土工程勘察的一种手段，包括钻探、井探、槽探、坑探、洞探以及物探、触探等。

3.1.4 原位测试

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

3.1.5 岩土工程勘察报告

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

3.1.6 勘察场地

勘察工程单体或群体所在地，具有相似的反应谱特征。其范围相当于厂区、居民小区。

3.1.7 地基

位于建筑物下面支撑基础的土体或岩体，包括持力层和下卧层，以及桩侧阻力影响较大的地层。

3.1.8 现场检验

在施工现场采用一定手段，对勘察成果或设计、施工措施的效果进行核查。

3.1.9 现场监测

针对因工程建设而发生的岩土性状和地下水变化，岩土体和结构物的应力、位移进行系统的监视和观测。

3.1.10 岩石质量指标 (RQD)

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

3.1.11 土试样质量等级

按土试样受扰动程度不同划分的等级。

3.1.12 不良地质作用

由地球内力或外力产生的对工程可能造成危害的地质作用。

3.1.13 地质灾害

由不良地质作用引发的，危及人身、财产、工程或环境安全的事件。

3.1.14 岩土参数标准值

岩土参数的基本代表值，通常取概率分布的 0.05 分位数。

3.1.15 地基承载力特征值

由载荷试验测定的地基土压力变形曲线线性变形段内规定的变形所对应的压力值，其最大值为比例界限值。

3.1.16 标准冻结深度

在地面平坦、裸露、城市之外的空旷场地中不少于 10 年的实测最大冻结深度的平均值。

3.1.17 抗浮设防水位

为保证地下结构抗浮设防安全和技术经济合理，根据场地水文地质条件和地下水长期观测资料，预测地下结构在施工期间和使用年限内可能遭遇到的地下水最高水位。

3.2 符号

3.2.1 岩土物理性质和颗粒组成

- e —— 孔隙比；
- I_L —— 液性指数；
- I_p —— 塑性指数；
- n —— 孔隙度，孔隙率；
- S_r —— 饱和度；
- w —— 含水量，含水率；
- w_L —— 液限；
- w_p —— 塑限；
- w_u —— 有机质含量；
- γ —— 重力密度（重度）；
- ρ —— 质量密度（密度）；
- ρ_d —— 干密度。

3.2.2 岩土变形参数

- a —— 压缩系数；
- C_c —— 压缩指数；
- C_e —— 再压缩指数；
- C_s —— 回弹指数；
- C_h —— 水平向固结系数；
- C_v —— 垂直向固结系数；
- E_o —— 变形模量；
- E_D —— 侧胀模量；
- E_m —— 旁压模量；
- E_s —— 压缩模量；
- G —— 剪切模量；
- p_c —— 先期固结压力。

3.2.3 岩土强度参数

- τ —— 抗剪强度；
- c —— 黏聚力；
- φ —— 内摩擦角；
- p_o —— 载荷试验比例界限压力，旁压试验初始压力；
- p_f —— 旁压试验临塑压力；
- p_L —— 旁压试验极限压力；

p_u —— 载荷试验极限压力；

q_u —— 无侧限抗压强度。

3.2.4 触探及标准贯入试验指标

N —— 标准贯入试验锤击数；

N' —— 修正标准贯入试验锤击数；

N_{10} —— 轻型圆锥动力触探锤击数；

$N_{63.5}$ —— 重型圆锥动力触探锤击数；

N_{120} —— 超重型圆锥动力触探锤击数。

3.2.5 水文地质参数

B —— 越流系数；

k —— 渗透系数；

Q —— 流量，涌水量；

R —— 影响半径；

S —— 释水系数；

T —— 导水系数；

u —— 孔隙水压力。

3.2.6 其他符号

F_s —— 边坡稳定系数；

I_D —— 侧胀土性指数；

K_D —— 侧胀水平应力指数；

p_e —— 膨胀力；

U_D —— 侧胀孔压指数；

s —— 基础沉降量，载荷试验沉降量；

S_t —— 灵敏度；

v_p —— 压缩波波速；

v_s —— 剪切波波速；

δ —— 变异系数；

σ —— 标准差；

Δ_s —— 湿陷量的计算值；

Δ_{zs} —— 自重湿陷量的计算值；

Δ'_{zs} —— 自重湿陷量的实测值；

β_0 —— 因地区土质而异的修正系数；

ΔF_s —— 附加湿陷量；

μ —— 泊松比；

ψ_s —— 沉降计算经验系数。

4 基本规定

4.1 岩土工程勘察分级

4.1.1 工业与民用建筑

4.1.1.1 根据工程的规模和特征，以及由于岩土工程问题造成工程破坏或影响正常使用的后果，可

分为三个工程重要性等级：

- a) 一级工程：重要工程，后果很严重；
- b) 二级工程：一般工程，后果严重；
- c) 三级工程：次要工程，后果不严重。

4.1.1.2 根据场地的复杂程度，可按下列规定分为三个场地的等级：

- a) 符合下列条件之一者为一级场地（复杂场地）：
 - 1) 对建筑抗震危险的地段；
 - 2) 不良地质作用强烈发育；
 - 3) 地质环境已经或可能受到强烈破坏；
 - 4) 地形地貌复杂；
 - 5) 有影响工程的多层地下水或其他水文地质条件复杂，需专门研究的场地。
- b) 符合下列条件之一者为二级场地（中等复杂场地）：
 - 1) 对建筑抗震不利的地段；
 - 2) 不良地质作用一般发育；
 - 3) 地质环境已经或可能受到一般破坏；
 - 4) 地形地貌较复杂；
 - 5) 基础位于地下水以下的场地。
- c) 符合下列条件者为三级场地（简单场地）：
 - 1) 抗震设防烈度等于或小于 6 度，或对建筑抗震有利的地段；
 - 2) 不良地质作用不发育；
 - 3) 地质环境基本未受破坏；
 - 4) 地形地貌简单；
 - 5) 地下水对工程无影响。

注：从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足为准，第 4.1.1.3 条亦按本方法确定地基等级；对建筑抗震有利、不利和危险地段的划分，应参考本标准第 6.5.4 条的规定确定。

4.1.1.3 根据地基的复杂程度，可按下列规定分为三个地基等级：

- a) 符合下列条件之一者为一级地基（复杂地基）：
 - 1) 岩土种类多，很不均匀，性质变化大，需要特殊处理；
 - 2) 严重湿陷、膨胀、盐渍、污染的特殊性岩土，以及其他情况复杂，需作专门处理的岩土。
- b) 符合下列条件之一者为二级地基（中等复杂地基）：
 - 1) 岩土种类较多，不均匀，性质变化较大；
 - 2) 除本条第 1 款规定以外的特殊性岩土。
- c) 符合下列条件者为三级地基（简单地基）：
 - 1) 岩土种类单一，均匀，性质变化不大；
 - 2) 无特殊性岩土。

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

- a) 特级：在工程重要性等级为一级的建筑中，高度 $H \geq 250$ m 的超高层建筑、高度 $H \geq 300$ m 的高耸结构、基坑周边环境特别复杂或对基坑变形有特殊要求的高层建筑；

b) 甲级：在工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级中，有一项或多项为一级，且不属于勘察等级为特级的勘察项目；

c) 乙级：除勘察等级为特级、甲级和丙级以外的勘察项目；

d) 丙级：工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级均为三级的勘察项目。

4.1.1.5 在宁夏地区从事岩土工程勘察时，岩、土的分类、鉴定标准和描述内容，按 GB 50021 及 GB 50025 的规定执行。

4.1.2 市政工程

4.1.2.1 市政工程勘察应根据市政工程的重要性、场地复杂程度和岩土条件复杂程度进行等级划分，并应符合下列规定：

a) 市政工程的重要性等级应结合项目特点，按表 1 划分：

表 1 市政工程重要性等级划分

工程类别		一级	二级	三级
道路工程		快速路和主干路	次干路	支路、公交场站和城市广场的道路与地面工程
桥涵工程		特大桥、大桥	除一级、三级之外的城市桥涵	小桥、涵洞及人行地下通道
隧道工程		均按一级	—	—
室外管道工程	顶管或定向钻方法施工	均按一级	—	—
	明挖法施工	$z > 8\text{ m}$	$5\text{ m} \leq z \leq 8\text{ m}$	$z < 5\text{ m}$
给排水厂站工程		大型、中型厂站	小型厂站	—
堤岸工程		桩式堤岸和桩基加固的混合式堤岸	圪工结构或钢筋混凝土结构的天然地基堤岸	土堤
注 1：根据设计路面标高与原地面标高的相对关系，道路工程可分为一般路基、高路堤、陡坡路堤和路堑。高路堤、陡坡路堤和路堑的工程重要性等级宜在表 1 基础上提高一级；				
注 2： z 为管道工程基坑开挖深度。				

b) 市政工程的场地复杂程度等级宜按表 2 划分：

表 2 场地复杂程度等级

等级	场地复杂程度	划分依据
一级	复杂	地形地貌复杂；抗震危险地段；不良地质作用强烈发育；地质环境已经或可能受到强烈破坏；地下水对工程的影响大；周边环境条件复杂。
二级	中等复杂	地形地貌较复杂；抗震不利地段；不良地质作用一般发育；地质环境已经或可能受到一般破坏；地下水对工程的影响一般；周边环境条件中等复杂。
三级	简单	地形地貌较简单；抗震一般或有利地段；不良地质作用不发育；地质环境基本未受破坏；地下水对工程无影响；周边环境条件简单。
注 1：等级划分只需满足划分依据中任何一个条件即可；		
注 2：从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足的为准。		

c) 市政工程的岩土条件复杂程度等级宜按表 3 划分：

表3 岩土条件复杂程度等级

等级	岩土条件复杂程度	划分依据
一级	复杂	岩土种类多，很不均匀；围岩或地基、边坡的岩土性质变化大；存在需进行专门治理的特殊性岩土。
二级	中等复杂	岩土种类较多，不均匀；围岩或地基、边坡的岩土性质变化较大；特殊性岩土不需要专门治理。
三级	简单	岩土种类单一，均匀；围岩或地基、边坡的岩土性质变化不大；无特殊性岩土。
注1：等级划分只需满足划分依据中任何一个条件即可； 注2：从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足的为准。		

d) 市政工程的勘察等级可按表4划分：

表4 市政工程的勘察等级

等级	划分依据
甲级	在工程重要性等级、场地复杂程度等级、岩土条件复杂程度等级中有一项或多项为一级的。
乙级	除甲级和丙级以外的勘察项目。
丙级	工程重要性等级、场地复杂程度等级、岩土条件复杂程度等级均为三级。

e) 其他基本要求按CJJ 56执行。

4.2 前期工作

4.2.1 工程勘察前期工作应根据建设工程的性质和特点，搜集拟建场地的工程地质、水文地质、环境地质、地质灾害并结合已有的工程经验，有针对性地制订工程勘察工作方案，编制勘察纲要。

工程勘察前期工作包括：搜集资料、现场踏勘和编制勘察纲要。

4.2.2 资料搜集

- a) 本项目执行的相关技术规范及标准；
- b) 收集附有坐标和地形的建筑总平面图，场区的地面整平标高，建筑物的性质、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；
- c) 场地所在地区的区域地质、地形地貌、地震等资料；
- d) 邻近地区已有的勘察资料、本场地前期的勘察成果；
- e) 对委托方提供的设计条件进行校核、核对红线范围，建筑物平面尺寸、坐标及放线条件的正确性；
- f) 建设单位提供的地下管线、地下构筑物及地下障碍物等基础资料；
- g) 建筑场地的地形图、钻孔的放样及高程测量依据。

4.2.3 现场踏勘，应根据场地复杂程度和工程经验调查了解以下内容：

- a) 拟建场地的地形、地貌、地物、作业条件及场地已有建筑物的地基情况；
- b) 古河道、湖泊、沟渠、坑穴、坟墓的位置及范围；
- c) 了解地下水的历史情况及现状地表水状况；
- d) 了解各类不良地质作用及地质灾害情况；
- e) 了解已有建筑及各类设施的使用状况；
- f) 了解邻近建筑物及地下设施的建造时间位置、埋深及走向；
- g) 空中障碍物（如高压线、通讯设施等）对勘探作业的影响及其处理；
- h) 对化工等严重污染的场地，应了解水土污染的历史、性状等。

4.2.4 勘察纲要应根据勘察等级、阶段、拟建建筑物的特点和设计的技术要求，结合现场踏勘情况及当地地质条件进行编制；勘察纲要应内容完整、勘察方案合理可行，并满足工程需求。当合同、协议有特殊要求时，应满足约定的技术标准。

4.2.5 勘察纲要的编制应包括以下内容：

- a) 工程概况；
- b) 概述已经了解或掌握的拟建场地环境、工程地质、水文地质条件；
- c) 勘察目的和任务，划分岩土工程勘察等级；
- d) 执行的技术标准；
- e) 勘察方法及拟定完成的工作量和主要技术措施（勘察手段、原位测试项目、仪器设备）；
- f) 勘探点平面布置图；
- g) 勘察组织施工及勘察进度计划；
- h) 预期提交的成果文件（文字、图表及其他附件）。

5 各类工程勘察基本要求

5.1 工业与民用建筑

5.1.1 建筑物的岩土工程勘察宜分阶段进行，可分为：

- a) 可行性研究勘察阶段应符合选择场址方案的要求；
- b) 初步勘察阶段应符合初步设计的要求；
- c) 详细勘察阶段应符合施工图设计要求；
- d) 施工勘察：
 - 1) 场地条件复杂或有特殊要求的工程；
 - 2) 经施工验槽与勘察成果报告不符的工程。

5.1.2 场地范围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。

5.1.3 可行性研究勘察应符合下列规定：

- a) 应对拟建场地的稳定性和适宜性作出评价；
- b) 搜集区域地质、地形地貌、地震、矿产、当地的工程地质、岩土工程和建筑经验等资料；
- c) 在充分搜集和分析已有资料的基础上，通过踏勘了解场地的地层、构造、岩性、不良地质作用和地下水等工程地质条件；
- d) 当拟建场地工程地质条件复杂，已有资料不能满足要求时，应根据具体情况进行工程地质测绘和必要的勘探工作；
- e) 当有两个或两个以上拟选场地时，应进行比选分析。

5.1.4 初步勘察阶段应符合下列规定：

- a) 初步勘察应对场地内拟建建筑地段的稳定性做出评价，并进行下列主要工作：
 - 1) 搜集拟建工程的有关文件、工程地质和岩土工程资料以及工程场地范围的地形图；
 - 2) 初步查明地质构造、地层结构、岩土工程特性、地下水埋藏条件；
 - 3) 查明场地不良地质作用的成因、分布、规模、发展趋势，并对场地的稳定性做出评价；
 - 4) 对抗震设防烈度等于或大于 6 度的场地，应对场地和地基的地震效应做出初步评价；
 - 5) 季节性冻土地区，应调查场地土的标准冻结深度；
 - 6) 初步判定水和土对建筑材料的腐蚀性；

- 7) 对可能采取的地基基础类型、基坑开挖与支护、工程降水方案进行初步分析评价。
- b) 初步勘察的勘探工作应符合下列要求：
- 1) 勘探线应垂直地貌单元、地质构造和地层界线布置；
 - 2) 每个地貌单元均应布置勘探点，在地貌单元交接部位和地层变化较大的地段，勘探点应予加密；
 - 3) 在地形平坦地区，可按网格布置勘探点。
- c) 初步勘察勘探线、勘探点间距可按表 5 确定，局部异常地段应予加密。

表 5 初步勘察勘探线、勘探点间距

单位：m

地基复杂程度等级	勘探线间距	勘探点间距
一级(复杂)	50 ~ 100	30 ~ 50
二级(中等复杂)	75 ~ 150	40 ~ 100
三级(简单)	150 ~ 300	75 ~ 200

注 1：表中间距不适用于地球物理勘探；
注 2：控制性勘探点宜占勘探点总数的 1/5 ~ 1/3，每个地貌单元均应有控制性勘探点。

- d) 初步勘察勘探孔的深度可按表 6 确定：

表 6 初步勘察勘探孔深度

单位：m

工程重要性等级	一般性勘探孔	控制性勘探孔
一级(重要工程)	≥15	≥30
二级(一般工程)	10 ~ 15	15 ~ 30
三级(次要工程)	6 ~ 10	10 ~ 20

注 1：勘探孔包括钻孔、探井和原位测试孔等；
注 2：特殊用途的钻孔除外。

- e) 初步勘察采取土试样和进行原位测试，其数量可占勘探点总数 1/4 ~ 1/2，主要土层采取土试样和进行原位测试数量不宜少于 6 个；

- f) 水文地质的调查包括测量地下水位、主要含水层及场地地下水、土腐蚀性评价等内容。

5.1.5 详细勘察阶段应符合下列规定：

- a) 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) 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) 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) 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) 查明埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物；
- 6) 查明地下水的埋藏条件，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。

b) 对抗震设防烈度等于或大于 6 度的场地，勘察工程应按本标准第 6.5 节执行；当建筑采用桩基础时，应按本标准第 5.4 节执行；当需进行基坑开挖、支护和降水设计时，应按本标准第 5.3 节执行；

c) 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进一步确定抗浮防水位时，应进行专门研究；

d) 详细勘察探点布置和勘探孔深度，应根据建筑物特性和岩土工程条件确定。其中控制性钻孔不应少于总孔数的 1/3；对于岩质地基一般性钻孔深度可适当减小，但最小深度需达到基础底面以下。对于土质地基，尚应符合本节第 e~g 款的规定。

e) 详细勘察勘探点的间距可按表 7 确定：

表 7 详细勘察勘探点的间距

单位：m

地基复杂程度等级	勘探点间距
一级(复 杂)	10 ~ 15
二级(中等复杂)	15 ~ 30
三级(简 单)	30 ~ 50

f) 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) 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；

4) 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；

5) 对层数为 1~2 层，长度 $L \leq 30$ m 且跨度 $B \leq 12$ m 的一般单体建筑工程，根据场地地层结构、地形、地貌特征等可接单排布置勘探点；当上述建筑长度 $L > 30$ m 时，可按“之”字形布置勘探点。

g) 详细勘察的勘探深度自基础底面算起，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 5 m 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，对单独柱基础不应小于 1.5 倍，且不应小于 5 m；

2) 对高层建筑和需要作变形验算的地基，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，当不能满足抗浮设计要求，需设置抗浮桩或锚杆时，勘探孔深度应满足抗拔承载力评价的要求；

4) 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整；

6) 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；

7) 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少于基底下 0.5 ~ 1.0 倍基础宽度；

8) 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；

9) 当需确定场地抗震类别而邻近无可靠的覆盖层厚度资料时，应布置波速测试孔，其深度应满足确定覆盖层厚度的要求；

10) 大型设备基础勘探孔深度不宜小于基础底面宽度的 2 倍；

11) 当需进行地基处理时，勘探孔的深度应满足地基处理设计与施工要求；当采用桩基时，勘探孔的深度应满足本标准第 5.4 节要求。

h) 详细勘察采取土试样（Ⅰ、Ⅱ级原状样）和进行原位测试应满足岩土工程评价要求，并符合下列要求：

1) 采取原状土试样的勘探孔应在场区内均匀分布，数量不少于控制性勘探孔总数的 1/3；

2) 每个场地每一主要土层的原状土试样不应少于 6 件，且不应少于 3 个孔；

3) 钻孔内采取原状土试样后应连续进行原位测试（标准贯入 N ）；

4) 每个场地全部勘探孔均应进行标准贯入（ N ）或动力触探（ $N_{63.5}$ ）测试；

5) 控制性钻孔内进行原位测试时，地基主要受力层测试间距不应大于 1.0 m，其下及密实土层可适当放大；

6) 在地基主要受力层内，对厚度大于 0.5 m 的夹层或透镜体，应采取原状土试样或进行原位测试；

7) 当土层性质不均匀时，应增加原状土取土试样数量或加密原位测试。对低洼地段且上部土层可利用时，第一个取土试样位置或原位测试起始位置距原始地面距离不应大于 0.5 m；

8) 当场地内地层均为砂土时，以原位测试为主，遇有特殊类岩土（湿陷性、膨胀性）应布置适当探井采取原状土试样。

5.1.6 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。

5.1.7 室内土工试验应符合本标准第 12 章的规定，为基坑工程设计进行的土的抗剪强度试验，应满足本标准第 5.3.2 条 d 款的规定。

5.1.8 地基变形计算应按 GB 50007 或其他有关标准的规定执行。

5.1.9 地基承载力应结合地区经验按本标准有关规定综合确定。有不良地质作用的场地，建在坡上或坡顶的建筑物，以及基础侧旁开挖的建筑物，应评价其稳定性。

5.1.10 高层建筑岩土工程勘察除应满足本节以上条款外，尚应符合 JGJ/T 72 的规定。

5.2 边坡工程

5.2.1 边坡工程勘察应查明下列内容：

a) 地貌形态，当存在滑坡、危岩和崩塌、泥石流等不良地质作用时，应符合本标准第 6 章的要求；

b) 岩土的类型、成因、工程特性、覆盖层厚度，基岩面的形态和坡度；

c) 岩体主要结构面的类型、产状、延展情况、闭合程度、充填状况、充水状况、力学属性和组合关系，主要结构面与临空面关系，是否存在外倾结构面；

d) 地下水的类型、水位、水压、水量、补给和动态变化，岩土的透水性和地下水的出露情况；

e) 地区气象条件（特别是雨期、暴雨强度）、汇水面积、坡面植被，地表水对坡面、坡脚的冲刷情况；

f) 岩土的物理力学性质和软弱结构面的抗剪强度。

5.2.2 大型边坡勘察宜分阶段进行，各阶段应符合下列要求：

a) 初步勘察应搜集地质资料，进行工程地质测绘和少量的勘探和室内试验，初步评价边坡的稳定性；

b) 详细勘察应对可能失稳的边坡及相邻地段进行工程地质测绘、勘探、试验、观测和分析计算，做出稳定性评价；

c) 施工勘察应配合施工开挖进行地质编录，核对、补充前阶段的勘察资料，必要时，进行施工安全预报，提出修改设计的建议。

5.2.3 边坡工程地质测绘除应符合本标准第 9 章的要求外，尚应着重查明天然边坡的形态和坡角，软弱结构面的产状和性质；测绘范围应包括可能对边坡稳定有影响的地段。

5.2.4 勘探线应垂直边坡走向布置，勘探点间距应根据地质条件确定。当遇有软弱夹层或不利结构面时，应适当加密。勘探孔深度应穿过潜在滑动面并深入稳定层 2~5 m。除常规钻探外，可根据需要，采用洞探、槽探、井探等勘探方法。

5.2.5 主要岩土层和软弱层应采取试样。每层的试样对土层不应少于 6 件，对岩层不应少于 9 件，软弱层宜连续取样。

5.2.6 三轴剪切试验的最高围压和直剪试验的最大法向压力的选择，应与试样在坡体中的实际受力情况相近。对控制边坡稳定的软弱结构面，宜进行原位剪切试验。对大型边坡，必要时可进行岩体应力测试、波速测试、动力测试、孔隙水压力测试和模型试验。

抗剪强度指标，应根据实测结果结合当地经验确定，并宜采用反分析方法验证。对永久性边坡，尚应考虑强度随时间降低的效应。

5.2.7 边坡的稳定性评价，应在确定边坡破坏模式的基础上进行，可采用工程地质类比法、图解分析法、极限平衡法、有限单元法进行综合评价。各区段条件不一致时，应分区段分析。

5.2.8 大型边坡应进行监测，监测内容根据具体情况可包括边坡变形、地下水动态和易风化岩体的风化速度等。

5.2.9 边坡岩土工程勘察报告除应符合本标准第 15 章的规定外，尚应论述下列内容：

a) 边坡的工程地质条件和岩土工程计算参数；

b) 分析边坡和建在坡顶、坡上建筑物的稳定性，对坡下建筑物的影响；

c) 提出最优坡形和坡角的建议；

d) 提出不稳定边坡整治措施和监测方案的建议。

5.2.10 边坡工程勘察尚应满足 GB 50330 有关规定要求。

5.3 基坑工程

5.3.1 本节适用于地下工程土质基坑的勘察。对主体建筑工程涉及的基坑工程宜与主体工程勘察同步进行。

5.3.2 基坑工程的岩土勘察应符合下列规定：

a) 勘探点范围应根据基坑开挖深度及场地的岩土条件确定；基坑外宜布置勘探点，其范围不宜小于基坑深度的 1 倍；当需要采用锚杆时，基坑外勘探点的范围不宜小于基坑深度的 2 倍；当基坑外无法布置勘探点时，应通过调查取得相关勘察资料并结合场地内的勘察资料进行综合分析；

b) 勘探点应沿基坑边布置，其间距宜取 15 ~ 25 m；当场地存在软弱土层、暗沟等复杂地质条件时，应加密勘探点并查明其分布和工程特性；

c) 基坑周边勘探孔的深度不宜小于基坑深度的 2 ~ 3 倍；并应满足基坑支护设计和地下水控制的要求；

d) 应按 GB 50021 的规定进行原位测试和室内试验并提出各层土的物理性质指标和力学指标；对主要土层和厚度大于 3 m 的素填土，应按 JGJ 120 的规定进行抗剪强度试验并提出相应的抗剪强度指标；

e) 当有地下水时，应查明各含水层的埋深、厚度和分布，判断地下水类型、补给和排泄条件；有承压水时，应分层测量其水头高度；

f) 应对基坑开挖与支护结构使用期内地下水位的变化幅度进行分析；

g) 当基坑需要降水时，各含水层的水文地质参数宜通过现场试验测定；勘察报告中应提出各含水层的渗透系数；

h) 当建筑地基勘察资料不能满足基坑支护设计与施工要求时，应进行专项勘察。

5.3.3 在特殊性岩土分布区进行基坑工程勘察时，对软土的蠕变和长期强度，膨胀土的膨胀性和长期强度，软岩和极软岩的失水崩解，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；对湿陷性黄土地区基坑工程的勘察，应符合 JGJ 167 的相关要求。

5.3.4 基坑工程勘察，应根据开挖深度、岩土和地下水条件以及环境要求，对基坑边坡的处理方式提出建议。

5.3.5 基坑工程勘察应针对以下内容进行分析，提供有关计算参数和建议：

- a) 边坡的局部稳定性、整体稳定性和坑底抗隆起稳定性；
- b) 坑底和侧壁的渗透稳定性；
- c) 挡土结构和边坡可能发生的变形；
- d) 降水效果和降水对环境的影响；
- e) 开挖和降水对邻近建筑物和地下设施的影响。

5.3.6 岩土工程勘察报告中与基坑工程有关的部分应包括下列内容：

- a) 与基坑开挖有关的场地条件、土质条件和工程条件；
- b) 提出处理方式、计算参数和支护结构选型的建议；
- c) 提出地下水控制方法、计算参数和施工控制的建议；
- d) 提出施工方法和施工中可能遇到的问题的防治措施的建议；
- e) 对施工阶段的环境保护和监测工作的建议。

5.4 桩基础

5.4.1 桩基岩土工程勘察应包括下列内容：

- a) 查明场地各层岩土的 type、深度、分布、工程特性和变化规律；
- b) 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；
- c) 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、土对建筑材料的腐蚀性；
- d) 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，并提出防治措施的建议；
- e) 评价成桩可能性，论证桩的施工条件及其对环境的影响；

f) 在湿陷性黄土地区桩基岩土工程勘察应符合 GB 50025 的规定。

5.4.2 土质地基勘探点间距应符合下列规定：

a) 对端承桩宜为 12~24 m，相邻勘探孔揭露的持力层层面高差宜控制为 1~2 m；

b) 对摩擦桩宜为 20~30 m，当地层条件复杂，影响成桩或设计有特殊要求时，勘探点应适当加密；

c) 复杂地基的一柱一桩工程，宜每柱设置勘探点。

5.4.3 勘探孔的深度应符合下列规定：

a) 一般性勘探孔的深度应超过到预计桩长以下 $3\sim 5d$ (d 为桩径)，且不得小于 3 m；对大直径桩，不得小于 5 m；

b) 控制性勘探孔深度应满足下卧层验算要求；对需验算沉降的桩基，应超过地基变形计算深度；对高层建筑，控制性勘探孔的深度应达到群桩桩基（假想的实体基础）沉降计算深度以下 1~2 m，群桩桩基沉降计算深度宜取桩端平面以下附加应力为上覆土有效自重压力 20% 的深度，或按桩端平面以下 $(1\sim 1.5)b$ (b 为假想实体基础宽度) 的深度考虑；

c) 钻至预计深度遇软弱层时，应予加深；在预计勘探孔深度内遇稳定坚实岩土时，可适当减小；

d) 对嵌岩桩，应钻入预计嵌岩面以下 $3\sim 5d$ ，并穿过破碎带，到达稳定地层；

e) 对可能有多种桩长方案时，应根据最长桩方案确定。

5.4.4 岩土室内试验应满足下列要求：

a) 当需估算桩的侧阻力、端阻力和验算下卧层强度时，宜进行三轴剪切试验或无侧限抗压强度试验；三轴试验的受力条件应模拟工程的实际情况；

b) 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；

c) 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，必要时尚应进行软化试验；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。

5.4.5 桩基工程的岩土工程勘察报告除应符合本标准第 15 章的要求，尚应包括下列内容：

a) 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；

b) 对欠固结土和有大量堆载的工程，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，并提供负摩阻力系数和减少负摩阻力措施的建议；

c) 分析成桩的可能性，成桩和挤土效应的影响，并提出保护措施的建议；

d) 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，并提出处理措施的建议。

5.4.6 桩基勘察的岩（土）试样采取及原位测试工作应符合下列规定：

a) 对桩基勘探深度范围内的每一主要土层，应采取土试样，并根据土质情况选择适当的原位测试，取土数量或测试次数不应少于 6 组（次）；

b) 对嵌岩桩桩端持力层段岩层，应采取不少于 6 组的岩样进行天然和饱和单轴极限抗压强度试验；

c) 以不同风化带作桩端持力层的桩基工程，勘察等级为甲级及以上勘察等级的高层建筑勘察时控制性钻孔宜进行压缩波波速测试，按完整性指数或波速比定量划分岩体完整度和风化程度；划分标准应符合 GB 50021 的规定。

5.5 市政工程

5.5.1 本节适用于城市道路、桥涵、室外管道建设项目的岩土工程勘察。

5.5.2 市政工程应搜集、分析、利用已有资料和建设经验，针对市政工程特点、各勘察阶段的任务要求和岩土工程条件，提出资料完整、评价正确的勘察报告。

5.5.3 市政工程勘察除应符合本节规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

5.5.4 市政道路、桥涵、给排水、燃气、供热管线均属于线型工程，勘探点宜相互共用。共用勘探点应符合下列规定：

- a) 市政道路与室外管线共用勘探点时，其勘探点间距以室外管线要求布置；
- b) 市政道路两侧均有室外管线时，勘探点应沿两侧室外管线中线交错布置，并编制剖面图，并按勘探点交错位置编制供道路工程设计使用的剖面图；
- c) 对市政道路中的桥涵工程共用勘察点深度及间距按要求高的分项工程执行；
- d) 当市政道路中心与室外管线中心位置有偏离时，应以管线中心布置勘探点，对道路使用成果报告应注明进行详细验槽，必要时进行施工勘察；
- e) 勘察的取样以市政道路工程规定为准，一般路基的钻孔应采取土试样和原位测试（指全部钻孔）；高路堤、陡坡路堤、路堑、支挡结构采取土试样勘探点不应少于勘探点总数的 1/2，场地内布置的全部勘探孔均应进行原位测试，控制性勘探点的比例不应少于勘探点总数 1/3；
- f) 线型工程地层、物理力学性质统计不宜综合叙述评价，应按路段、地层、地质特征分别统计评价并提供处理建议。

5.5.5 市政工程中有给排水厂站、隧道、堤岸等建设项目，对岩土工程勘察均有特殊要求，勘察时应按有关规范标准执行。

5.6 废弃物处理工程

5.6.1 一般规定

5.6.1.1 本节适用于工业废渣堆场、垃圾填埋场等固体废弃物处理工程的岩土工程勘察。核废料处理场地的勘察尚应满足有关规范的要求。

5.6.1.2 废弃物处理工程的岩土工程勘察，应着重查明下列内容：

- a) 地形地貌特征和气象水文条件；
- b) 地质构造、岩土分布和不良地质作用；
- c) 岩土的物理力学性质；
- d) 水文地质条件、岩土和废弃物的渗透性；
- e) 场地、地基和边坡的稳定性；
- f) 污染物的运移，对水源和岩土的污染，对环境的影响；
- g) 筑坝材料和防渗覆盖用黏土的调查；
- h) 全新活动断裂、场地地基和堆积体的地震效应。

5.6.1.3 废弃物处理工程勘察的范围，应包括堆填场（库区）、初期坝、相关的管线、隧洞等构筑物 and 建筑物，以及邻近相关地段，并应进行地方建筑材料的勘察。

5.6.1.4 废弃物处理工程的勘察应配合工程建设分阶段进行。勘察工作可分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察，应符合有关标准的规定。

可行性研究勘察应主要采用踏勘调查，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。

初步勘察应以工程地质测绘为主，辅以勘探、原位测试、室内试验，对拟建工程的总平面布置、场地的稳定性、废弃物对环境的影响等进行初步评价，并提出建议。

详细勘察应采用勘探、原位测试和室内试验等手段进行，地质条件复杂地段应进行工程地质测绘，获取工程设计所需的参数，提出设计施工和监测工作的建议，并对不稳定地段和环境影响进行评价，提出治理建议。

5.6.1.5 废弃物处理工程勘察前，应搜集下列技术资料：

- a) 废弃物的成分、粒度、物理和化学性质，废弃物的日处理量、输送和排放方式；
- b) 堆场或填埋场的总容量、有效容量和使用年限；
- c) 山谷型堆填场的流域面积、降水量、径流量、多年一遇洪峰流量；
- d) 初期坝的坝长和坝顶标高，加高坝的最终坝顶标高；
- e) 活动断裂和抗震设防烈度；
- f) 邻近的水源地保护带、水源开采情况和环境保护要求。

5.6.1.6 废弃物处理工程的工程地质测绘应包括场地的全部范围及其邻近有关地段，其比例尺，初步勘察宜为 1:2 000 ~ 1:5 000，详细勘察的复杂地段不应小于 1:1 000，除应按本标准第 9 章的要求执行外，尚应着重调查下列内容：

- a) 地貌形态、地形条件和居民区的分布；
- b) 洪水、滑坡、泥石流、岩溶、断裂等与场地稳定性有关的不良地质作用；
- c) 有价值的自然景观、文物和矿产的分布，矿产的开采和采空情况；
- d) 与渗漏有关的水文地质问题；
- e) 生态环境。

5.6.1.7 废弃物处理工程应按 GB 50021 “地下水” 章节的要求，进行专门的水文地质勘察。

5.6.1.8 初期坝的筑坝材料勘察及防渗覆盖用黏土材料的勘察，应包括材料的产地、储量、性能指标、开采和运输条件。可行性勘察时应确定产地，初步勘察时应基本完成。

5.6.2 工业废渣堆场

5.6.2.1 工业废渣堆场详细勘察时，勘探工作应符合下列规定：

- a) 勘探线宜平行于堆填场、坝、隧洞、管线等构筑物的轴线布置，勘探点间距应根据地质条件复杂程度参考本标准 5.6.3.3 条规定确定；
- b) 对初期坝，勘探孔的深度应能满足分析稳定、变形和渗漏的要求；
- c) 与稳定、渗漏有关的关键性地段，应加密、加深勘探孔或专门布置勘探工作；
- d) 可采用有效的物探方法辅助钻探、井探或槽探；
- e) 隧洞勘察应符合 CJJ 56 有关规定。

5.6.2.2 废渣材料加高坝的勘察，应采用勘探、原位测试和室内试验的方法进行，并应着重查明下列内容：

- a) 已有堆积体的成分、颗粒组成、密实程度、堆积规律；
- b) 堆积材料的工程特性和化学性质；
- c) 堆积体内浸润线位置及其变化规律；
- d) 已运行坝体的稳定性，继续堆积至设计高度的适宜性和稳定性；
- e) 废渣堆积坝在地震作用下的稳定性和废渣材料的地震液化可能性；
- f) 加高坝运行可能产生的环境影响。

5.6.2.3 废渣材料加高坝的勘察，可按堆积规模垂直坝轴线布设不少于3条勘探线，勘探点间距在堆场内可适当增大；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。

5.6.2.4 工业废渣堆场的岩土工程评价应包括下列内容：

- a) 洪水、滑坡、泥石流、岩溶、断裂等不良地质作用对工程的影响；
- b) 坝基、坝肩和库岸的稳定性，地震对稳定性的影响；
- c) 坝址和库区的渗漏及建库对环境的影响；
- d) 对地方建筑材料的质量、储量、开采和运输条件，进行技术经济分析。

5.6.2.5 工业废渣堆场的勘察报告，除应符合本标准第15章的规定外，尚应满足下列要求：

- a) 按本节第5.6.2.4条的要求，进行岩土工程分析评价，并提出防治措施的建议；
- b) 对废渣加高坝的勘察，应分析评价现状和达到最终高度时的稳定性，提出堆积方式和应采取的措施的建议；
- c) 提出边坡稳定、地下水位、库区渗漏等方面监测工作的建议。

5.6.3 垃圾填埋场

5.6.3.1 垃圾填埋场分类与分级见表8。

表8 垃圾填埋场分类分级

分级	建设规模分类	分级	日处理能力分级
I级	总容量 > 1 200 万 m ³	I级	日处理量 > 1 200 t/d
II级	总容量 500 万 ~ 1 200 万 m ³	II级	日处理量 500 ~ 1 200 t/d
III级	总容量 200 万 ~ 500 万 m ³	III级	日处理量 200 ~ 500 t/d
IV级	总容量 100 万 ~ 200 万 m ³	IV级	日处理量 < 200 t/d

5.6.3.2 勘察工作的目的与内容

垃圾填埋场可根据选址需要及场地复杂程度分阶段勘察或一次性详勘。主要工作内容为：

- a) 收集城市建设规划、环境卫生规划及场址外围区域地质、水文气象和 1:5 000 ~ 1:1 000 城市地形图资料；
- b) 收集待处理垃圾总量，日处理能力，垃圾类型，填埋方式，防渗透与渗出液排导系统布置等设计资料和场地 1:500 ~ 1:2 000 地形图；
- c) 查明填埋场地基与边坡岩土分布，渗透性及工程性质，岩层产状，风化及裂隙发育程度；
- d) 查明场地地下水类型、流向与流速及排泄与补给关系，地下水位变化，含水层分布及渗透性；
- e) 调查场地外围民井分布及水位与水质，地表水体分布与水量，暴雨汇水面积及沟谷洪水流量；
- f) 查明可用于筑坝、防渗及覆盖封场所需土料的料场、储量、质量及开采运输条件；
- g) 查明垃圾拦挡坝坝基、坝肩的稳定性及渗漏条件；
- h) 必要时进行填埋物与渗出液的物理力学和化学性质试验。

5.6.3.3 勘察方案

a) 勘探工作量应根据工程规模、地形地貌和场地复杂程度及需要解决的重点技术问题确定。一般应在场底平行轴线布置 1 ~ 3 条勘探剖面线，坝基、地形地貌及地层变化处加密勘探点。填埋场一般可按表 9 布置勘探工作量；

表9 勘探线点间距

单位：m

场地类型	勘探线间距	勘探点间距
Ⅲ类场地	70 ~ 100	70 ~ 100
Ⅱ类场地	50 ~ 70	50 ~ 70
Ⅰ类复杂场地	30 ~ 50	30 ~ 50

b) 场底勘探点深度应满足场地稳定、变形和渗漏分析要求，一般性勘探点应达到相对隔水层以下 3~5 m，控制性勘探点应达到稳定地层一定深度。地形起伏较大时根据设计整平标高调整深度；

c) 除常规岩土试验项目外，重点进行渗透性和击实土性质试验，试验与测试项目按表 10 进行。必要时应进行现场渗水、注水、压水或抽水试验。

表 10 垃圾填埋场重点土工试验项目

项目内容	土样要求	目的
颗粒分析	场底土，坝体土料	土样定名
击实试验	场底土，坝体土料	压实标准设计
渗透试验	场底土、击实土	基底防渗设计
压缩试验	场底土、天然及饱和状态	沉降及不均匀变形分析
剪切试验	场底及边坡土，天然及饱和状态	场地及边坡稳定性分析

5.6.3.4 勘察成果分析与评价

a) 根据岩土分布特征，层面、坡度及软弱结构的抗剪强度等工程性质，分析填埋场地施工及运行过程中的整体稳定性和边坡稳定性；

b) 根据沟谷汇水面积及最大暴雨流量或临近地表水体最高洪水位等情况，提出场地应采取的截水、防洪及排水措施建议；

c) 根据场址水文地质条件、基底地形、岩土性质及填埋场自然防渗条件，提出基底整平及防渗处理建议；

d) 根据建筑材料调查及拦挡坝基勘察分析坝基、坝肩的稳定性和渗漏条件，提出坝址选择地基处理与坝体填筑建议；

e) 对填埋场边坡稳定性进行分析，提出防护措施建议；

f) 提出拟建附属建筑物及排导构筑物地基工程性质评价及处理建议。

5.7 地基处理

5.7.1 地基处理的岩土工程勘察应满足下列要求：

a) 针对可能采用的地基处理方案，提供地基处理设计和施工所需的岩土特性参数；

b) 预测所选地基处理方法对环境和邻近建筑物的影响；

c) 提出地基处理方案的建议；

d) 当场地条件复杂且缺乏成功经验时，应在施工现场对拟选方案进行试验或对比试验，检验方案的设计参数和处理效果。

5.7.2 换填垫层法的岩土工程勘察宜包括下列内容：

a) 查明待换填的不良土层的分布范围和埋深；

b) 测定换填材料的最优含水量、最大干密度；

- c) 评定垫层以下软弱下卧层的承载力和抗滑稳定性，估算建筑物的沉降；
- d) 评定换填材料对地下水的环境影响；
- e) 对换填施工过程中应注意的事项提出建议。

5.7.3 强夯法的岩土工程勘察宜包括下列内容：

- a) 查明强夯影响深度范围内土层的组成、分布、强度、压缩性、透水性和地下水条件；
- b) 查明施工场地和周围受影响范围内的地下管线和构筑物的位置、标高；查明有无对振动敏感的设施，是否需在强夯施工期间进行监测。

5.7.4 复合地基的岩土工程勘察宜包括下列内容：

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

5.8 既有建筑物的增载和保护

5.8.1 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：

- a) 搜集建筑物的荷载、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；
- b) 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；
- c) 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；
- d) 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；
- e) 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；
- f) 评价地下工程施工对既有建筑物的影响时，应分析伴随岩土体内的应力重分布出现的地面下沉、挠曲等变形或破裂，施工降水的环境效应，过大的围岩变形或坍塌等对既有建筑物的影响。

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

- a) 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；
- b) 勘探点应紧靠基础外侧布置，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；

c) 勘探方法除钻探外，宜包括探井或探槽；取土和进行原位测试的间距，在基底以下 1 倍基宽的深度范围内宜为 0.5 m，超过该深度时可为 1 m；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；

d) 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，应做载荷试验，提供主要受力层的承载力特征值、承载力极限值、变形模量等；

e) 岩土工程勘察报告应对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。

5.8.3 建筑物接建、邻建的岩土工程勘察应符合下列要求：

a) 除本标准第 5.1 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 1 m；

b) 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；

c) 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。

5.8.4 评价地下水抽降影响的岩土工程勘察应符合下列要求：

a) 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；

b) 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；

c) 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；

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

5.8.5 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：

a) 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；

b) 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；

c) 岩土工程勘察报告除应符合本标准第 5.3 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。

5.8.6 评价地下开挖对建筑物影响的岩土勘察应符合下列要求：

a) 分析已有勘察资料，必要时应做补充勘探测试工作；

b) 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；

c) 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。

5.9 新能源电场工程

5.9.1 一般规定

5.9.1.1 本节适用于并网型风电场、光伏电场等新能源电场的岩土工程勘察。

5.9.1.2 新能源电场工程勘察的范围包括场区、升压站、集电线路、场内道路等建构筑物，并应进行天然建筑材料的勘察。除按本节规定外，不同的建构筑物还应执行本规范相应章节规定或相关行业标准。

5.9.1.3 新能源电场工程的岩土工程勘察分为规划、预可行性研究、可行性研究、招标设计和施工设计五个阶段。视具体情况可将预可行性研究和可行性研究两阶段合并，直接进行可行性研究阶段的岩土工程勘察。

5.9.1.4 规划阶段的岩土工程勘察应了解规划区域的基本岩土工程条件，对近期开发工程进行岩土分析，提供岩土工程资料。应符合下列规定：

- a) 收集区域地质和地震资料；收集地震区划及当地研究资料，按 GB 18306 区划图确定地震动参数；选择场址，宜选在有利地段，避开不利和危险地段；
- b) 了解区域地形地貌形态、类型，地层分布，地质构造单元、褶皱和断裂展布特征；
- c) 了解规划区大型泥石流、滑坡、移动沙丘等地质灾害的发育和分布情况；
- d) 规划阶段地形图比例尺可选用 1:10 000 ~ 1:50 000。

5.9.1.5 预可行性研究阶段的岩土工程勘察应在规划确定的电场进行勘察和岩土工程初步评价，为选定场址提供岩土工程资料。包括区域地质、工程地质、天然建筑材料勘察，勘察应符合下列规定：

- a) 编绘区域地质构造纲要图，进行构造单元划分和地震区划分，并评价其区域构造稳定性。确定场址的地震动参数；
- b) 调查近场区大型泥石流、滑坡、移动沙丘等地质灾害的发育和分布情况，进行近场区地质灾害评价；
- c) 初步查明场址区的地层结构、提出岩土体的物理力学参数和地基承载力、初步查明地下水条件、评价水的腐蚀性。收集资料不能满足要求时，可进行工程地质测绘和必要的工程地质勘探工作；
- d) 了解天然建筑材料的分布情况；
- e) 预可行性研究阶段收集场址区 1:10 000 ~ 1:50 000 地形图，或利用航片、卫星照片编绘场址区 1:5 000 ~ 1:10 000 地形图。

5.9.1.6 规划、预可行性研究阶段主要采用收集资料、踏勘、调查、测绘方法，对场地的稳定性和适宜性做出评价。

5.9.2 风电场

5.9.2.1 可行性研究阶段的岩土工程勘察应查明场址区的岩土工程条件，进行岩土工程评价，为风电机组布置提供岩土工程资料。工作内容包括查明场区地层结构、提出岩土体的物理力学参数和地基承载力、特殊土的分布、地下水条件、评价水的腐蚀性、初查风电场地电阻率值、进行天然建筑材料初步勘察和储量、质量初步评价等。勘察应符合下列规定：

- a) 可实测或采用航空摄影测量，绘制场区 1:2 000 ~ 1:5 000 地形图；
- b) 采用电测试方法，实测场址区地层的电阻率；
- c) 每个地貌单元、不同地层、地质界限、不良地质作用处应布置勘探点，勘探点的间距不宜大于 2 500 m；
- d) 控制钻孔深度应查明塔位的覆盖层厚度，穿透湿陷性土层，穿透软弱土层，进入坚硬稳定土

层或基岩 5~10 m, 或桩端持力层以下 6~10 d , 一般性钻孔深度进入坚硬稳定土层或基岩 3~5 m, 或桩端持力层以下 3~5 d ;

e) 所有钻孔均进行原位测试, 采取土试样不宜少于勘探点总数的 1/3, 主要土层或持力层采取不扰动土试样的数量不少于 6 件; 对持力层段基岩层, 应采取不少于 6 组的岩样进行天然和饱和单轴极限抗压强度试验; 采取代表性的地下水和地表水应不少于 6 件。

5.9.2.2 招标设计阶段岩土工程勘察 (详细勘察) 查明风电场每台风电机组基础、升压站、集电线路及场内道路等建 (构) 筑物的岩土工程条件, 进行地基岩土工程评价, 为风电场招标文件编制和施工图设计提供岩土资料。包括各建构筑物的工程地质、天然建筑材料详细勘察, 勘察应符合下列规定:

a) 应测量电场地形图, 测图比例尺 1:2 000~1:5 000 地形图;

b) 根据风电机组布置坐标, 进行现场风电机组位位置测量放点;

c) 根据场址区的岩土工程条件和风电机组的总体布置, 进行风电机组机位微观选址;

d) 采用物探测试方法测定场地电阻率, 可按风电机组基础地基、不同工程地质地貌单元区域测试电阻率, 每个区域不得少于 6 个测点;

e) 根据微观选址确定的风电机组机位, 布置勘探点。每台机位应布置 1 个主孔 (控制性钻孔), 钻孔位置距离每台风电机组机位基础中心不宜大于 3 m; 必要时在风电机组基础对角线 10~12 m 处布设辅孔或坑槽;

f) 主孔 (控制钻孔) 深度应查明塔位的覆盖层厚度, 穿透湿陷性土层, 穿透软弱土层, 进入坚硬稳定土层或基岩 5~10 m, 或桩端持力层以下 6~10 d , 一般性钻孔深度进入坚硬稳定土层或基岩 3~5 m, 或桩端持力层以下 3~5 d ;

g) 所有钻孔均进行原位测试, 采取土试样不宜少于勘探点总数的 1/3, 主要土层或持力层采取不扰动土试样的数量不少于 6 件; 对持力层段基岩层, 应采取不少于 6 组的岩样进行天然和饱和单轴极限抗压强度试验; 采取代表性的地下水和地表水应不少于 6 件。

5.9.2.3 设计变更、详勘遗留问题、施工遇特殊地质问题宜进行施工设计阶段的岩土工程补充或专项勘察。

5.9.3 光伏电场

5.9.3.1 可行性研究阶段的岩土工程勘察应查明场址区的岩土工程条件, 进行岩土工程评价, 为光伏机组布置提供工程地质资料。工作内容包括查明场区地层结构、提出岩土体的物理力学参数和地基承载力、特殊土的分布、地下水条件、评价水的腐蚀性、初查光伏电场地电阻率值、进行天然建筑材料初步勘察和储量、质量初步评价等。勘察应符合下列规定:

a) 可实测或采用航空摄影测量, 绘制场区 1:2 000~1:5 000 地形图;

b) 采用电测试方法, 实测场址区地层的电阻率;

c) 每个地貌单元、不同地层、地质界限、不良地质作用处应布置勘探点, 勘探点的间距 100~200 m, 控制性钻孔数量不应少于总孔数的 1/3, 深度 15 m, 一般性钻孔深度 6~10 m;

d) 所有钻孔均进行原位测试, 采取土试样不宜少于勘探点总数的 1/3, 采取代表性的地下水和地表水应不少于 3 件。

5.9.3.2 招标设计阶段岩土工程勘察 (详细勘察) 查明每台光伏电板、电板矩阵、箱变、升压站、集电线路、场区道路等建构筑物的岩土工程条件, 进行岩土工程评价, 为招标文件编制和施工图设计提供岩土资料。包括各建构筑物的工程地质、天然建筑材料详细勘察, 勘察应符合下列规定:

a) 应测量电场地形图，测图比例尺 1:2 000 ~ 1:5 000 地形图；

b) 采用物探测试方法测定场地电阻率，可按电板矩阵、不同工程地质地貌单元区域测试电阻率，每个区域不得少于 6 个测点；

c) 电板矩阵、不同工程地质地貌单元、每个箱变处应布置勘探点，勘探点的间距 50 ~ 100 m，控制性钻孔数量不应少于总孔数的 1/3，深度 15 m，一般性钻孔深度 6 ~ 10 m；

d) 所有钻孔均进行原位测试，采取土试样不宜少于勘探点总数的 1/3，主要土层内采取不扰动土试样的数量、原位测试的次数不少于 6 件（次），采取代表性的地下水 and 地表水应不少于 6 件。

5.9.3.3 设计变更、详勘遗留问题、施工遇特殊地质问题宜进行施工设计阶段的工程地质补充或专项勘察。

6 不良地质作用和地质灾害

6.1 滑坡

6.1.1 拟建工程场地或其附近存在对工程安全有影响的滑坡或有滑坡可能时，应进行专门的滑坡勘察。

6.1.2 滑坡勘察应充分搜集遥感影像、地质、气象、水文、地震和人类活动等相关资料，采用工程地质测绘和调查、物探、钻探、槽探、井探等多种手段相结合的方法，查明产生滑坡的条件及其规模、类型、范围，对滑坡的稳定性进行综合评价，并提出治理滑坡方案的建议。

6.1.3 滑坡区的工程地质测绘和调查范围应包括滑坡及其邻近地段，根据滑坡规模大小，比例尺可选用 1:200 ~ 1:1 000。除应遵守本标准第 9 章的规定外，尚应调查下列内容：

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

6.1.4 滑坡勘探工作量的布置应根据工程地质条件、地下水情况和滑坡形态确定，并符合下列要求：

a) 控制性勘探线应按滑体中心的主滑方向布置，长度应超过滑坡影响范围，并满足治理工程的需要。在主滑方向两侧或滑坡体外，应根据滑坡的特征和规模布置辅助勘探线；

b) 勘探点间距不宜大于 40 m，各勘探点的布置应便于绘制横剖面。在滑坡体转折处和预计采取工程措施的地段，也应布置勘探点。控制性勘探线上的勘探点不少于 3 个（含探槽、探井等轻型山地工程）。稳定地段也应有勘探点；

c) 勘探方法除钻探和触探外，尚应有一定数量的探井；

d) 大型滑坡可选用适宜的物探方法，并进行地表或深层的位移观测。

6.1.5 勘探孔的深度应穿过最下一层滑面，进入稳定地层，控制性勘探孔应深入稳定地层一定深度，满足滑坡治理需要。

6.1.6 滑坡勘探除符合一般规定外，尚应符合下列要求：

a) 钻探应采用干钻或泡沫钻进，也可采用双重岩芯管或其他工艺；

b) 在滑坡体、滑动面（带）和稳定地层中采取土试样，查明岩土类型及分布，确定各层滑动面（带）的位置和特征；

c) 分层测定地下水水位，必要时测定流向和流量。

6.1.7 滑坡勘察时，土的强度试验应符合下列要求：

- a) 在地层岩性适合的条件下，尽量采用原位测试；
- b) 采用室内、野外滑面重合剪，滑带宜作重塑土或原状土多次剪试验，并求出多次剪和残余剪的抗剪强度；
- c) 采用与滑动受力条件相似的方法。

6.1.8 滑坡的稳定性分析应符合下列要求：

- a) 根据滑面（滑带）条件，按平面、圆弧或折线，选用正确的计算模型；
- b) 采用反分析方法检验滑动面的抗剪强度指标，根据测试成果、反分析和当地经验综合选用强度指标；
- c) 当遇有地下水时，应考虑浮托力和水压力；
- d) 对各剖面进行分析，正确划分各滑段；
- e) 当有局部滑动可能时，除验算整体稳定外，尚应验算局部稳定；
- f) 当有地震、冲刷、人类活动等影响因素时，应计及这些因素对稳定的影响。

6.1.9 滑坡稳定性的综合评价，应根据滑坡的规模、主导因素、滑坡前兆、滑坡区的工程地质和水文地质条件，以及稳定性验算结果进行，并应分析发展趋势和危害程度，提出治理方案的建议。

6.1.10 滑坡勘察报告，应符合本标准第 15 章的有关规定外，尚应包括下列内容：

- a) 滑坡的地质背景和形成条件；
- b) 滑坡的形态要素、性质和演化；
- c) 提供滑坡的平面图、剖面图和岩土工程特性指标；
- d) 滑坡稳定分析；
- e) 滑坡防治和监测建议。

6.2 危岩和崩塌

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

6.2.2 危岩和崩塌勘察宜在可行性研究或初步勘察阶段进行，应充分搜集相关资料，开展工程地质测绘和调查，必要时，采用物探、钻探、槽探、井探等方法。勘察应查明产生崩塌或危岩的条件及其规模、类型、范围、并对工程建设适宜性进行评价，提出防治方案的建议。

6.2.3 危岩和崩塌地区工程地质测绘的比例尺宜采用 1:500~1:1 000；崩塌方向主剖面的比例尺宜采用 1:200。调查和测绘方位宜超过危岩和崩塌以外 40 m。除应符合本标准第 9 章的规定外，尚应调查下列内容：

- a) 崩塌形成发育、活动历史、陡崖高度、长度、坡度，冲沟发育状况和植被覆盖程度等地形地貌特征；
- b) 崩塌和危岩的类型、分布范围、规模、崩落方向、各部位坡度变化，崩积块体的大小和固结程度、稳定状态；
- c) 陡崖岩性特征、基本质量等级、风化程度和地质构造；
- d) 岩体结构类型，结构面的产状、组合关系、闭合程度、力学属性、延展及贯穿情况；
- e) 气象（重点是大气降水）、水文、地震和地下水的活动；
- f) 崩塌前的迹象和崩塌原因；
- g) 当地防止崩塌的经验。

6.2.4 崩塌勘察工作应以地面调查为主，辅以少量勘探工作，勘探工作量的布置应根据工程地质条

件、地下水情况和崩塌形态确定。

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

b) 在主崩方向两侧或崩坍体外，应根据崩塌的特征和规模布置辅助勘探线。勘探点间距不宜大于 40 m，勘探线上的勘探点应视具体工程地质情况及崩塌体规模而定（含探槽、探井等轻型山地工程）。在预计采取工程措施的地段，应布置勘探点。

6.2.5 勘探深度宜至崩积体堆床以下 2 m，并应注意崩积体中岩块与原始地面或完整基岩的区别。

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

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

a) 规模大，破坏后果很严重，难于治理的，不宜作为工程建设场地；

b) 规模较大，破坏后果严重的，应对可能产生崩塌的危岩进行加固处理；

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

6.3 泥石流

6.3.1 拟建工程场地或其附近具备发生泥石流的条件并对工程安全有影响时，应进行专门的泥石流勘察。

6.3.2 泥石流勘察应在可行性研究或初步勘察阶段进行，应查明泥石流的形成条件和泥石流的类型、规模、发育阶段、活动规律，并对工程场地作出适宜性评价，提出防治方案的建议。

6.3.3 泥石流勘察应以工程地质测绘和调查为主。测绘范围应包括沟谷至分水岭的全部地段和可能受泥石流影响的地段。测绘比例尺，对全流域宜采用 1:10 000 ~ 1:50 000；对中下游可采用 1:2 000 ~ 1:10 000，泥石流工程地质测绘和调查应符合下列要求：

a) 宜采用遥感图像地质解译与地质调查相结合的方法进行地质调绘；

b) 地形地貌特征，包括沟谷的发育程度、切割情况、坡度、弯曲、粗糙程度，并划分泥石流的形成区、流通区和堆积区，圈绘整个沟谷的汇水面积。调查泥石流发育区的暴雨强度、一次最大降雨量，平均及最大流量，地下水活动等情况；

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

d) 流通区的沟床纵横坡度、跌水、急湾等特征；查明沟床两侧山坡坡度、稳定程度，沟床的冲淤变化和泥石流的痕迹；

e) 堆积区的堆积扇分布范围，表面形态，纵坡，植被，沟道变迁和冲淤情况；查明堆积物的性质、层次、厚度、一般粒径和最大粒径；判定堆积区的形成历史、堆积速度，估算一次最大堆积量；

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

g) 开矿弃渣、修路切坡、砍伐森林、陡坡开荒和过度放牧等人类活动情况；

h) 当地防治泥石流的规划措施和经验。

6.3.4 根据泥石流的流域形态、固体物质成分、规模、流体性质及爆发频率进行分类。根据泥石流特

性及流域的特征、面积、严重程度、流量、发生频率等，可对泥石流进行工程分类，其分类见表 11。

表 11 泥石流的工程分类和特征

类别	亚类	严重程度	流域面积 /km ²	固体物质一次冲出量 / $\times 10^4\text{m}^3$	流量 /($\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)	堆积区面积 /km ²	泥石流特征	流域特征
高频率泥石流沟谷 I	I ₁	严重	>5	>5	>100	>1	基本上每年均有泥石流发生。固体物质主要来源于沟谷的滑坡、崩塌。暴发雨强度小于 2 mm/10 min ~ 4 mm/10 min 除岩性因素外，滑坡、崩塌严重的沟谷多发生黏土性泥石流，规模大，反之多发生稀性泥石流，规模小。	多位于强烈抬升区，岩层破碎，风化强烈，山体稳定性差，泥石流堆积新鲜，无植被或仅有稀疏草丛。黏性泥石流中下游沟床坡度大于 4%。
	I ₂	中等	1~5	1~5	30~100	<1		
	I ₃	轻微	<1	<1	<30	—		
低频率泥石流沟谷 II	II ₁	严重	>5	>5	>100	>1	暴发周期一般在 10 年以上。固体物质主要来源于沟床，泥石流发生时“揭床”现象明显。暴雨时坡面产生的浅层滑坡往往是激发泥石流形成的重要因素。暴发雨强，一般大于 4 mm/10 min。规模一般较大，性质有黏有稀。	山体稳定性相对较好，无大型活动性滑坡、崩塌。沟床和扇面地上巨砾遍布。植被较好，沟床内灌木丛密布，扇形地多已辟为农田。黏性泥石流沟中下游沟床坡度小于 4%。
	II ₂	中等	1~5	1~5	30~100	<1		
	II ₃	轻微	<1	<1	<30	—		

注 1：泥石流的工程分类宜采用野外特征与定量指标相结合的原则，定量指标满足其中一项即可。
注 2：表中流量对高频率泥石流沟指百年一遇流量，对低频率泥石流沟指历史最大流量。

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

6.3.6 泥石流地区工程建设适宜性的评价，应符合下列要求：

- a) I₁ 与 II₁ 类泥石流沟谷不应作为工程场地，各类线路宜避开；
- b) I₂ 与 II₂ 类泥石流沟谷不宜作为工程场地，当必须利用时应采取治理措施，线路应避开直穿堆积扇，可在沟口设桥（墩）通过；
- c) I₃ 与 II₃ 类泥石流沟谷可利用其堆积区作为工程场地，但应避开沟口；线路可在堆积扇通过，可分段设桥和采取排洪、导流措施，不宜改沟、并沟；
- d) 当上游大量弃渣或进行工程建设，改变了原有供排平衡条件时，应重新判定产生新的泥石流的可能性。

6.3.7 泥石流岩土工程勘察报告，除应符合本标准第 15 章的有关规定外，尚应包括下列内容：

- a) 泥石流的地质背景和形成条件；
- b) 形成区、流通区、堆积区的分布和特征，绘制专门工程地质图；
- c) 划分泥石流类型，评价其对工程建设的适宜性；
- d) 泥石流防治和监测的建议。

6.4 采空区

6.4.1 本节规定适用于老采空区、现采空区和未来采空区的岩土工程勘察。其勘察应分别查明老采空区上覆岩层的稳定性，预测现采空区和未来采空区地表移动、变形的特征和规律性；并判定其作为建筑场地的适宜性和对工程建设的危害程度。

6.4.2 采空区的勘察宜以搜集资料、调查访问为主，并应查明下列内容：

- a) 场地的矿层分布、层数、厚度、深度、埋藏特征和上覆岩层岩性、构造等；

b) 场地矿层开采的范围、深度、厚度、时间、方法、顶板管理,采空区的塌落、密实程度、空隙和积水等;

c) 场地的地表变形特征和分布规律,包括地表陷坑、台阶、裂缝位置、形状、大小、深度、延伸方向及其与地质构造、开采边界、工作面推进方向等的关系;

d) 场地地表移动盆地的特征,划分中间区、内边缘区和外边缘区,确定地表移动和变形的特征值;

e) 采空区附近的抽、排水情况及对采空区稳定的影响;

f) 搜集场地内和附近建筑物变形和防治措施的经验。

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

6.4.4 对现采空区和未来采空区,应通过计算预测地表移动和变形的特征值,计算方法可按有关国家现行标准执行。

6.4.5 现采空区地表移动和建筑物变形观测布置应符合下列规定:

a) 基准点应布置在不受影响的稳定区域内;

b) 观测线宜平行或垂直工作面走向布置,走向观测线宜设在移动盆地主断面位置,长度应大于地表移动变形预计范围;

c) 观测点宜采用等间距布置,其间距应根据开采深度确定;

d) 观测周期宜根据地表变形速度或开采深度确定。

6.4.6 根据采空区地表移动盆地特征和变形大小划分为不宜建筑的地段和相对稳定地段:

a) 下列地段不宜作为建筑场地:

1) 地表可能出现塌坑、台阶状开裂缝等非连续变形地段;

2) 地表移动变形活跃且不满足要求的地段;

3) 特厚矿层和倾角大于 55°的厚矿层露头地段;

4) 由于地表移动和变形引起边坡失稳和山崖崩塌的地段;

5) 地表倾斜大于 10 mm/m,地表曲率大于 0.6 mm/m²或地表水平变形大于 6 mm/m 的地段;

6) 地下水位深度小于建筑物可能下沉量与基础埋深之和的地段;

7) 采空塌陷抽水、排水或地下水位下降引起的可能地面塌陷地段。

b) 下列地段作为建筑场地时,应评价其适宜性:

1) 采空区采深采厚比小于 30 的地段;

2) 采深小,上覆岩层极坚硬并采用非正规开采方法的地段;

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

6.4.7 对采深小,地表变形剧烈且为非连续变形的小窑采空区,应通过搜集资料、调查、物探和钻探等工作,查明采空区和巷道的位置、大小、埋藏深度、开采时间、开采方式、回填塌落和充水等情况;并查明地表裂缝、陷坑的位置、形状、大小、深度、延伸方向及其与采空区的关系。

6.4.8 小窑采空区场地的建筑物地基稳定性评价应符合下列要求:

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

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

$$H_0 = \frac{B\gamma + \sqrt{B^2\gamma^2 + 4B\gamma P_0 \tan\phi \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})}}{2\gamma \tan\phi \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

B —— 巷道宽度 (m)；

γ —— 巷道顶板上覆岩体重力密度 (kN/m^3)；

P_0 —— 建筑物基底压力 (kPa)；

φ —— 巷道顶板上的岩体内摩擦角 ($^\circ$)，由岩土样剪切试验求得。

当采深 $H < H_0$ ，地基不稳定；

$H_0 \leq H < 1.5H_0$ 时，地基稳定性差；

$H \geq 1.5H_0$ 时，地基稳定。

6.5 场地和地基的地震效应

6.5.1 在本地区进行场地与地基地震效应评价的岩土工程勘察，应根据 GB 18306 和 GB 50011，提出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、设计特征周期，并对场地的地震破坏效应进行评价。

6.5.2 建筑物应根据其使用功能的重要性分甲类、乙类、丙类、丁类四个抗震设防类别，设防标准按 GB 50223 和 GB 50011 的有关规定执行。

6.5.3 场地、地基抗震评价，应根据实际需要划分对建筑有利、一般、不利和危险地段，提供建筑的场地类别，进行岩土地震稳定性（如滑坡、崩塌、液化和震陷特性等）评价。

6.5.4 建筑场地应按表 12 划分对建筑有利、一般、不利和危险地段。

表 12 有利、一般、不利和危险地段的划分

地段类型	地质、地形、地貌
有利地段	稳定基岩，坚硬土，开阔、平坦、密实、均匀的中硬土等。
一般地段	不属于有利、不利、危险的地段。
不利地段	软弱土，液化土，条形突出的山嘴，高耸孤立的山丘，陡坡，陡坎，河岸和边坡的边缘，平面分布上成因、岩性、状态明显不均匀的土层（含古河道、疏松的断层破碎带、暗埋的塘滨沟谷和半填半挖地基），高含水量的可塑黄土，地表存在结构性裂缝等。
危险地段	地震时可能发生滑坡、崩塌、地陷、地裂、泥石流等及发震断裂带上可能发生地表错位的部位。

6.5.5 建筑的场地类别，应根据土层的等效剪切波速和场地覆盖层厚度按表 13 划分为四类，其中 I 类分为 I_0 、 I_1 两个亚类。当有可靠的剪切波速和覆盖层厚度且其值处于表 13 所列场地类别的分界线附近时，应允许按插值方法确定地震作用计算所用的特征周期。

表 13 各类建筑场地的覆盖层厚度

单位：m

岩石的剪切波速或土的等效剪切波速/ $(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	场地类别				
	I_0	I_1	II	III	IV
$v_s > 800$	0	—			
$800 \geq v_s > 500$		0			
$500 \geq v_s > 250$		< 5	≥ 5		
$250 \geq v_s > 150$		< 3	3 ~ 50	> 50	
$v_s \leq 150$		< 3	3 ~ 15	15 ~ 80	> 80

注：表中 v_s 为岩石剪切波速、 v_{sc} 为土层等效剪切波速。

6.5.6 土层剪切波速的测量，应符合下列要求

- 在场地初步勘察阶段，对大面积的同一地质单元，测试土层剪切波速的钻孔数量不宜少于 3 个；
- 在场地详细勘察阶段，对单幢建筑，测试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；对小区中处于同一地质单元内的密集建筑群，测试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径空间结构的钻孔数量不得少于 1 个；
- 对丁类建筑及丙类建筑中层数不超过 10 层、高度不超过 24 m 的多层建筑，当无实测剪切波速时，可根据岩土名称和性状，按表 14 划分土的类型，再利用当地经验在表 14 的剪切波速范围内估算各土层的剪切波速。

表 14 土的类型划分和剪切波速范围

土的类型	岩土名称和性状	土层剪切波速范围/(m·s ⁻¹)
岩石	坚硬、较硬且完整的岩石。	$v_s > 800$
坚硬土或软质岩石	破碎和较破碎的岩石或软和较软的岩石，密实的碎石土。	$800 \geq v_s > 500$
中硬土	中密、稍密的碎石土，密实、中密的砾、粗、中砂， $f_{ak} > 150$ kPa 的黏性土和粉土，坚硬的黄土。	$500 \geq v_{sc} > 250$
中软土	稍密的砾、粗、中砂，除松散外的细、粉砂， $f_{ak} \leq 150$ kPa 的黏性土和粉土， $f_{ak} > 130$ kPa 的填土，可塑新黄土。	$250 \geq v_{sc} > 150$
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， $f_{ak} \leq 130$ kPa 的填土，流塑黄土。	$v_{sc} \leq 150$

注： f_{ak} 为由荷载试验等方法得到的地基承载力特征值 (kPa)， v_s 为岩土剪切波速。

6.5.7 土层的等效剪切波速，应按下列公式计算：

$$v_{sc} = d_0 / t \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$t = \sum_{i=1}^n (d_i / v_{si}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- v_{sc} —— 土层等效剪切波速 (m/s)；
- d_0 —— 计算深度 (m)，取覆盖层厚度和 20 m 二者的较小值；
- t —— 剪切波在地面至计算深度之间的传播时间；
- d_i —— 计算深度范围内第 i 土层的厚度 (m)；
- v_{si} —— 计算深度范围内第 i 土层的剪切波速 (m/s)；
- n —— 计算深度范围内土层的分层数。

6.5.8 建筑场地覆盖层厚度的确定，应符合下列要求：

- 一般情况下，应按地面至剪切波速大于 500 m/s 且其下卧各层岩土的剪切波速均不小于 500 m/s 的土层顶面的距离确定；
- 当地面 5 m 以下存在剪切波速大于其上部各土层剪切波速 2.5 倍的土层，且该层及其下卧各层岩土的剪切波速均不小于 400 m/s 时，可按地面至该土层顶面的距离确定；
- 剪切波速大于 500 m/s 的孤石、透镜体，应视同周围土层；
- 土层中的火山岩硬夹层，应视为刚体，其厚度应从覆盖土层中扣除。

6.5.9 地面下存在饱和砂土和粉土时，除抗震设防烈度为 6° 的盐池县花马池镇的一般建筑外，其他

地区均应进行液化判别；存在液化土层的地基，应根据建筑的抗震设防类别、地基的液化指数和液化等级，结合具体情况采取相应的措施。

注：本条饱和土液化判别要求不含黄土、粉质黏土。

6.5.10 液化判别所布置的勘探点不应少于 3 个，勘探孔深度应大于液化判别深度。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，试验点的竖向间距宜为 1.0~1.5 m，每层土的试验点数不宜少于 6 个。

6.5.11 饱和的砂土或粉土（不含黄土），当符合下列条件之一时，可初步判别为不液化或不考虑液化影响：

a) 地质年代为第四纪晚更新世（Q₃）及其以前时，7、8 度时可判为不液化；

d) 粉土的黏粒（粒径小于 0.005 mm 的颗粒）含量百分率，7 度、8 度和 9 度分别不小于 10、13 和 16 时，可判为不液化土；

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

e) 浅埋天然地基的建筑，当上覆非液化土层厚度和地下水位深度符合下列条件之一时，可不考虑液化影响：

$$d_u > d_0 + d_b - 2 \dots\dots\dots (4)$$

$$d_w > d_0 + d_b - 3 \dots\dots\dots (5)$$

$$d_u + d_w > 1.5d_0 + 2d_b - 4.5 \dots\dots\dots (6)$$

式中：

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

d_u —— 上覆盖非液化土层厚度（m），计算时宜将淤泥和淤泥质土层扣除；

d_0 —— 基础埋置深度（m），不超过 2 m 时采用 2 m；

d_b —— 液化土特征深度（m），可按表 15 采用。

表 15 液化土特征深度

单位：m

饱和土类型	7 度	8 度	9 度
粉土	6	7	8
砂土	7	8	9

注：当区域的地下水位处于变动状态时，应按不利的情况考虑。

6.5.12 当饱和砂土、粉土的初步判别认为需进一步进行液化判别时，应采用标准贯入试验判别法判别地面以下 20 m 范围内土的液化；但对 GB 50011 规定可不进行天然地基及基础的抗震承载力验算的各类建筑，可只判别地面下 15 m 范围内土的液化。当饱和标准贯入试验锤击数（未经杆长修正）小于或等于液化判别标准贯入试验锤击数的临界值时，应判为液化土。当有成熟经验时，尚可采用其他判别方法。

在地面下 20 m 深度范围内，液化判别标准贯入锤击数临界值可按下列式计算：

$$N_{cr} = N_0 \beta [\ln(0.6d_s + 1.5) - 0.1d_w] \sqrt{3\rho_c} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

N_{cr} —— 液化判别标准贯入试验锤击数临界值；

- N_0 —— 液化判别标准贯入试验锤击数基准值，应按表 16 采用；
 d_s —— 饱和土标准贯入点深度 (m)；
 d_w —— 地下水位 (m)；
 ρ_c —— 黏粒含量百分率，当小于 3 或为砂土时，应采用 3；
 β —— 调整系数，设计地震第一组取 0.80，第二组取 0.95，第三组取 1.05。

表 16 液化判别标准贯入锤击数基准值

设计基本地震动加速度/g	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40
液化判别标准贯入锤击数基准值	7	10	12	16	19

6.5.13 对存在液化砂土层、粉土层的地基，应探明各液化土层的深度和厚度，按下式计算每个钻孔的液化指数，并按表 17 综合划分地基的液化等级：

$$I_{IE} = \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{N_i}{N_{ci}} \right) d_i W_i \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- I_{IE} —— 液化指数；
 n —— 在判别深度范围内每一个钻孔标准贯入试验点的总数；
 N_i 、 N_{ci} —— 分别为 i 点标准贯入锤击数的实测值和临界值，当实测值大于临界值时应取临界值；当只需要判别 15 m 范围以内的液化时，15 m 以下的实测值可按临界值采用；
 d_i —— i 点所代表的土层厚度 (m)，可采用与该标准贯入试验点相邻的上、下两标准贯入试验点深度差的一半，但上界不高于地下水位，下界不深于液化深度；
 W_i —— i 土层单位土层厚度的层位影响权函数值 (m^{-1})。当该层中点深度不大于 5 m 时应采用 10，等于 20 m 时应采用零值，5~20 m 时应按线性内插法取值。

表 17 液化等级与液化指数的对应关系

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

6.5.14 抗震设防烈度等于或大于 7 度的厚层软弱黏性土分布区，应判别软土震陷的可能性和估算震陷量。震陷判别可采用下列方法：饱和粉质黏土震陷的危害性和抗震措施应根据沉降和横向变形大小等因素综合研究确定，8 度 (0.30 g) 和 9 度时，当塑性指数小于 15 且符合下列规定的饱和粉质黏土可判为震陷性软土。

注：软弱黏性土层指 7 度、8 度和 9 度时，地基承载力特征值分别小于 80、100 和 120 kPa 的土层。

$$W_s \geq 0.9 W_L \dots\dots\dots (9)$$

$$I_L \geq 0.75 \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- W_s —— 天然含水量；
 W_L —— 液限含水量，采用液、塑限联合测定法测定；
 I_L —— 液性指数。

7 特殊性岩土

7.1 湿陷性黄土和湿陷性土

7.1.1 湿陷性黄土

7.1.1.1 湿陷性黄土场地的岩土工程勘察应查明或试验确定下列岩土参数，应对场地、地基作出岩土工程评价，并应对地基处理措施提出建议。

- a) 建筑类别为甲类、乙类时，场地湿陷性黄土层的厚度、下限深度；
- b) 自重湿陷系数、湿陷系数及湿陷起始压力随深度的变化；
- c) 不同湿陷类型场地、不同湿陷等级地基的平面分布。

7.1.1.2 湿陷性黄土场地的岩土工程勘察，除应符合本节第 7.1.1.1 条规定外，尚应符合下列规定：

- a) 查明工程场地及其周边的地形地貌等工程地质条件；
- b) 查明地下水及河、沟、湖、库、雨水等地面水的汇聚与排泄；
- c) 查明黄土地层的时代、成因；
- d) 查明地基土垂直向和水平向的渗透性；
- e) 场地存在大面积挖填方时，应查清挖填方的范围、厚度、原始地面高程和初始的地形地貌等，评估填挖方对水环境的影响、湿陷性的变化和形成的边坡及隐形边坡等；
- f) 评估地下水上升、侧向水渗入和地面水汇聚、排泄、下渗对建筑物的影响，并提出工程建议。

7.1.1.3 宁夏湿陷性黄土工程地质分区，按本标准附录 D 划分。

7.1.1.4 评价湿陷性采用的不扰动土样应为 I 级土样，且必须保持其天然的结构、密度和湿度。

7.1.1.5 不扰动土样应在探井中采取并应符合下列规定：

- a) 取土勘探点中，应有足够数量的探井，其数量应为勘探点总数的 1/3 ~ 1/2，并不宜少于 3 个；
- b) 探井的深度，宜穿透湿陷性黄土层；
- c) 探井中取样，竖向间距宜为 1 m，土样直径不宜小于 120 mm。

7.1.1.6 穿透大厚度湿陷性黄土层确有困难，无法判断湿陷性黄土层下限深度时，基础底面下人工取样探井深度应符合以下规定：

- a) 丙类建筑物应大于 15 m；
- b) 乙类建筑物应大于 20 m；
- c) 甲类建筑物应大于 25 m。

7.1.1.7 勘探点使用完毕后，应及时用原土分层夯实回填，且密实度不应小于该场地天然黄土的密度。

7.1.1.8 黄土工程性质评价，宜采用室内土工试验和现场原位试验成果相结合的方法。

7.1.1.9 对地下水位变化幅度较大或变化趋势不利的地段，应从初步勘察阶段开始进行地下水位动态的长期观测。

7.1.1.10 场址选择或可行性研究勘察阶段，应包括下列工作内容：

- a) 搜集并分析与建设场地相关的工程地质、水文地质资料及地区建筑经验；
- b) 调查了解黄土层的地质时代、成因、厚度、地下水位以及分布特点；
- c) 调查影响场地稳定性的不良地质作用和地质环境问题；
- d) 初步分析黄土湿陷类型、湿陷等级和湿陷下限、评估可能的地基基础类型及优缺点；当已有资料不足时，应开展满足本勘察阶段要求的工程地质测绘、勘探、测试工作；

e) 评价场地的稳定性和适宜性，对各拟选场址提出明确比选意见。

7.1.1.11 初步勘察阶段应包括下列工作内容：

a) 初步查明场地地层结构、各土层的物理力学性质、场地湿陷类型、地基湿陷等级、湿陷下限及其在不同区段内的差异；

b) 初步查明场地地下水的类型与埋深、场地及周边范围内地表水汇集和排泄情况，分析地下水与地表自然水体（系）的联系特点，预估地下水位季节性变化幅度和升降可能性；

c) 查明场地内不良地质作用的类型、成因、分布范围和危害程度；

d) 结合岩土工程条件分析建筑总平面布置的合理性，对不同类型建筑的地基基础方案和地质环境防治作出分析建议，提出岩土设计参数初步取值意见。

7.1.1.12 初步勘察应符合下列规定：

a) 场地工程地质条件复杂时应进行工程地质测绘，其比例尺可采用 1:1 000 ~ 1:5 000；

b) 勘探点应沿地貌单元的纵、横剖面线方向或分界线及其垂直线方向布置，且每个地貌单元上均应有勘探点。

c) 勘探点的间距应采用 50 ~ 150 m，勘探点的深度应根据湿陷性黄土层的厚度和地基压缩层深度的预估值确定，控制性勘探点应有一定数量的取土勘探点穿透湿陷性黄土层；

d) 每主要土层取不扰动土样进行湿陷性试验不应少于 6 组；

e) 当根据地区建筑经验难以确定湿陷类型时，甲类建筑和乙类中的重要建筑应进行现场试坑浸水试验。

7.1.1.13 详细勘察阶段应包括下列工作内容：

a) 详细查明各建筑地段的地层结构、场地湿陷类型、地基湿陷等级，甲类和乙类建筑地段尚应查明湿陷下限；

b) 查明各建筑地段土层的物理力学性质指标，对每层湿陷性土层选取典型土样测试不同压力下的湿陷系数，绘制该层的压力-湿陷系数 ($p-\delta_s$) 曲线；分析湿陷起始压力、强度与变形指标沿深度的变化特点；

c) 根据地下水类型、埋深，结合上部结构物特性和周边环境条件，分析地基浸水湿陷的可能性和程度；

d) 提出适宜的地基处理或基础方案并进行分析，对处理深度和主要技术参数提出建议；

e) 进一步查明场地内不良地质作用类型、成因、分布范围和危害程度，提出防治措施建议；

f) 有深基坑和降水施工时，尚应分析评估坑壁稳定性以及对邻近建筑物的影响，并提供相关计算参数；场地条件复杂时，应进行专项研究。

7.1.1.14 详细勘察应符合下列规定：

a) 勘探点应沿建筑轮廓或基础中心位置布设；

b) 勘探点的间距，甲类建筑物不应大于 20 m，其他建筑物不应大于 30 m；

c) 单体建筑勘探点数量，甲类、乙类建筑不宜少于 5 个，丙类建筑不应少于 3 个，丁类建筑不应少于 2 个，杆塔式构筑物不应少于 1 个；

d) 勘探点深度应大于地基压缩层深度且满足评价湿陷等级的深度需要，甲类、乙类建筑物应穿透湿陷性黄土层，丙、丁类建筑物应符合表 18 的规定，对桩基工程尚应满足验算沉降的要求。

表 18 详细勘察丙、丁类建筑物勘探点的深度

单位：m

湿陷类型	非自重湿陷性黄土地	自重湿陷性黄土地	
		I 区、II 区	其他地区
勘探的深度（自基础底面算起）	> 10	> 15	> 10

7.1.1.15 测定黄土湿陷性的试验（室内压缩试验、现场静载荷试验、现场试坑浸水试验）应按照 GB 50025 的规定执行。

7.1.1.16 黄土的湿陷性和湿陷程度，应按室内浸水（饱和）压缩试验，在一定压力下测定的湿陷系数判定，并应符合下列规定：

- a) 当 $\delta_s \geq 0.015$ 时，应定为湿陷性黄土；当 $\delta_s < 0.015$ 时，应定为非湿陷性黄土。
- b) 湿陷性黄土的湿陷程度划分，应符合下列规定：
 - 1) 当 $0.015 \leq \delta_s \leq 0.030$ 时，湿陷性轻微；
 - 2) 当 $0.030 < \delta_s \leq 0.070$ 时，湿陷性中等；
 - 3) 当 $\delta_s > 0.070$ 时，湿陷性强烈。

7.1.1.17 湿陷性黄土场地的湿陷类型，应按自重湿陷量的实测值 Δ'_{zs} 或计算值 Δ_{zs} 判定，并应符合下列规定：

- a) 自重湿陷量的实测值 Δ'_{zs} 或计算值 Δ_{zs} 小于或等于 70 mm 时，应定为非自重湿陷性黄土地；
- b) 自重湿陷量的实测值 Δ'_{zs} 或计算值 Δ_{zs} 大于 70 mm 时，应定为自重湿陷性黄土地；
- c) 按自重湿陷量的实测值和计算值判定出现矛盾时，应按自重湿陷量的实测值判定。

7.1.1.18 湿陷性黄土地自重湿陷量计算值应按下列式计算：

$$\Delta_{zs} = \beta_0 \sum_{i=1}^n \delta_{zs_i} h_i \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

- Δ_{zs} —— 自重湿陷量计算值（mm）；应自天然地面（挖、填方场地应自设计地面）算起，计算至其下非湿陷性黄土层的顶面止；勘探点未穿透湿陷性黄土层时计算至控制性勘探点深度止，其中自重湿陷系数值小于 0.015 的土层不累计；
- δ_{zs_i} —— 第 i 层土的自重湿陷系数；
- h_i —— 第 i 层土的厚度（mm）；
- β_0 —— 因地区土质而异的修正系数，缺乏实测资料时，可按表 19 取值，详见附录 D。

表 19 因地区土质而异的修正系数

湿陷性黄土工程地质分区	β_0
I 类区（西吉、海原局部、隆德）	1.5
II 类区（同心、固原、海原局部）	1.2
III 类区（宁东、红寺堡、太阳山、盐池）	1.0
IV 类区（中宁石空、永宁、陶乐）	0.5

7.1.1.19 湿陷性黄土地基受水浸湿饱和，其湿陷量计算值应按下列式计算：

$$\Delta_s = \sum_{i=1}^n \alpha \beta \delta_{s_i} h_i \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

- Δ_s —— 湿陷量计算值 (mm)；应自基础底面 (基底标高不确定时，自地面下 1.5 m) 算起。在非自重湿陷性黄土场地，累计至基底下 10 m 深度止，当地基压缩层深度大于 10 m 时累计至压缩层深度。在自重湿陷性黄土场地，累计至非湿陷性黄土层的顶面止，控制性勘探点未穿透湿陷性黄土层时累计至控制性勘探点深度止。其中湿陷系数值小于 0.015 的土层不累计；
- δ_{si} —— 第 i 层土的湿陷系数，按 GB 50025 规定取值；基础尺寸和基底压力已知时，可采用 $p-\delta_s$ 曲线上按基础附加压力和上覆土饱和自重压力之和对应的 δ_s 值；
- h_i —— 第 i 层土的厚度 (mm)；
- β —— 考虑基底下地基土的受力状态及地区等因素的修正系数，缺乏实测资料时，可按表 20 规定取值；
- α —— 不同深度地基土浸水机率系数，按地区经验取值。无地区经验时可按表 21 取值。对地下水有可能上升至湿陷性土层内，或侧向浸水影响不可避免的区段，取 $\alpha=1.0$ 。

表 20 修正系数

位置及深度		β
基底下 0~5 m		1.5
基底下 5~10 m	非自重湿陷性黄土场地	1.0
	自重湿陷性黄土场地	所在地区的值、且不小于 1.0
基底下 10 m 以下至非湿陷性黄土层顶面或控制性勘探孔深度	非自重湿陷性黄土场地	I 区、II 区取 1.0，其余地区取工程所在地区的 β_0 值
	自重湿陷性黄土场地	取工程所在地区的 β_0 值

表 21 浸水机率系数 α

基础底面下深度 z/m	α
$0 \leq z \leq 10$	1.0
$10 < z \leq 20$	0.9
$20 < z \leq 25$	0.6
$z > 25$	0.5

7.1.1.20 湿陷性黄土的湿陷起始压力 p_{sh} 值可按下列方法确定：

a) 当按现场静载荷试验结果确定时，应在压力与浸水下沉量 ($p-S_s$) 曲线上，取转折点所对应的压力作为湿陷起始压力值。曲线上的转折点不明显时，可取浸水下沉量 (S_s) 与承压板直径 (d) 或宽度 (b) 之比值等于 0.017 所对应的压力作为湿陷起始压力值；

b) 当按室内压缩试验结果确定时，在 $p-S_s$ 曲线上宜取 $\delta_s=0.015$ 所对应的压力作为湿陷起始压力值。

7.1.1.21 湿陷性黄土地基的湿陷等级，应根据自重湿陷量计算值或实测值和湿陷量计算值，按表 22 判定。

表 22 湿陷性黄土地基的湿陷等级

Δ_s /mm	场地湿陷类型 Δ_{zs} /mm	自重湿陷性场地	
		非自重湿陷性场地	
		$\Delta_{zs} \leq 70$	$70 < \Delta_{zs} \leq 350$
			$\Delta_{zs} > 300$
$50 < \Delta_s \leq 100$	I(轻微)	I(轻微)	I(轻微)
$100 < \Delta_s \leq 300$			II(中等)
$300 < \Delta_s \leq 700$	II(中等)	II(中等)或 III(严重)	III(严重)
$\Delta_s > 700$	II(中等)	III(严重)	IV(很严重)

注：对 $70 < \Delta_{zs} \leq 350$ 、 $300 < \Delta_{zs} \leq 700$ 一档划分，当湿陷量的计算值 $\Delta_s > 600$ 、自重湿陷量的计算值 $\Delta_{zs} > 300$ 时，可判为 III 级，其他情况可判为 II 级。

7.1.2 湿陷性土

7.1.2.1 本节适用于除黄土以外的湿陷性碎石土、湿陷性砂土和其他湿陷性土的岩土工程勘察。

7.1.2.2 当不能取试样做室内湿陷性试验时，应采用现场载荷试验确定湿陷性。在 200 kPa 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，应判定为湿陷性土。

7.1.2.3 湿陷性土地勘，除应遵守本标准第 5 章的规定外，尚应符合下列要求：

a) 勘探点的间距应按本标准第 5 章的规定取小值，对湿陷性土分布极不均匀的场地应加密勘探点；

b) 控制性勘探孔深应穿透湿陷性土层；

c) 应查明湿陷土的年代、成因、分布和其中的夹层、包含物、胶结物的成分和性质；

d) 湿陷性碎石土和砂土，宜采用动力触探试验和标准贯入试验确定力学特性；

e) 不扰动试样应在探井中采取；

f) 不扰动土试验除测定一般物理力学性质外，尚应作土的湿陷性和湿化试验；

g) 对不能取得不扰动土试样的湿陷性土，应在探井中采用大体积法测定密度和含水量；

h) 对于厚度超过 2 m 的湿陷性土，应在不同深度处分别进行浸水载荷试验，并应不受相邻试验的浸水影响。

7.1.2.4 湿陷性土的岩土工程评价应符合下列规定：

a) 湿陷性土的湿陷程度划分应符合表 23 的规定；

b) 湿陷性土的地基承载力宜采用载荷试验或其他原位测试确定；

c) 对湿陷性土边坡，当浸水因素引起湿陷性土本身或其与下伏地层接触面的强度降低时，应进行稳定性评价。

表 23 湿陷程度分类

湿陷程度	试验条件	附加湿陷量 ΔF_s /cm	
		承压板面积为 0.50 m ²	承压板面积为 0.25 m ²
轻微		$1.6 < \Delta F_s \leq 3.2$	$1.1 < \Delta F_s \leq 2.3$
中等		$3.2 < \Delta F_s \leq 7.4$	$2.3 < \Delta F_s \leq 5.3$
强烈		$\Delta F_s > 7.4$	$\Delta F_s > 5.3$

注：对能用取土器取得不扰动试样的湿陷性粉砂，其试验方法和评定标准按湿陷性黄土的规定执行。

7.1.2.5 湿陷性土的地基受水浸湿至下沉稳定为止的总湿陷量，应按下列公式计算：

$$\Delta_s = \sum_{i=1}^n \beta \Delta F_{si} h_i \dots\dots\dots (13)$$

式中：

ΔF_{si} —— 第 i 层土浸水载荷试验的附加湿陷量 (cm)；

h_{si} —— 第 i 层土的厚度 (cm)，从基础底面 (初步勘察时自地面下 1.5 m) 算起； $\Delta F_{si}/b < 0.023$ 的不计入；

β —— 修正系数 (cm^{-1})。承压板面积为 0.50 m^2 时， $\beta=0.014$ ；承压板面积为 0.25 m^2 时， $\beta=0.020$ 。

7.1.2.6 湿陷性土地基的湿陷等级应按表 24 判定。

表 24 湿陷性土地基的湿陷等级

总湿陷量 /cm	湿陷性土总厚度 /m	湿陷等级
5<	>3	I
	≤3	II
30<	>3	
	≤3	
>60	>3	IV
	≤3	

7.1.2.7 湿陷性土地基的处理应根据土质特征、湿陷等级和当地建筑经验等因素综合确定。

7.2 软土

7.2.1 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。

7.2.2 软土勘察除应符合常规要求外，尚应查明下列内容：

- 成因类型、成层条件、分布规律、层理特征、水平向和垂直向的均匀性；
- 地表硬壳层的分布与厚度、下伏硬土层或基岩的埋深和起伏；
- 固结历史、应力水平和结构破坏对强度和变形的影响；
- 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；
- 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；
- 当地的工程经验。

7.2.3 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。

7.2.4 软土取样应采用薄壁取土器，其规格应符合本标准第 10 章的要求。

7.2.5 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。

7.2.6 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。

7.2.7 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。

7.2.8 软土的岩土工程评价应包括下列内容：

a) 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；

b) 软土地基承载力应根据室内试验、原位测试和当地经验，并结合下列因素综合确定：

1) 软土成层条件、应力历史、结构性、灵敏度等力学特性和排水条件；

2) 上部结构的类型、刚度、荷载性质和分布、对不均匀沉降的敏感性；

3) 基础的类型、尺寸、埋深和刚度等；

4) 施工方法和程序。

c) 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；

d) 地基沉降计算可采用分层总和法或土的应力历史法，并应根据当地经验进行修正，必要时，应考虑软土的次固结效应；

e) 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。

7.3 混合土

7.3.1 由细粒土和粗粒土混杂且缺乏中间粒径的土应定名为混合土。

当碎石土中粒径小于 0.075 mm 的细粒土质量超过总质量的 25% 时，应定名为粗粒混合土，当粉土或黏性土中粒径大于 2 mm 的粗粒土质量超过总质量的 25% 时，应定名为细粒混合土。

7.3.2 混合土的勘察应符合下列要求：

a) 查明地形和地貌特征，混合土的成因、分布、下卧土层或基岩的埋藏条件；

b) 查明混合土的组成、均匀性及其在水平方向和垂直方向的变化规律；

c) 勘探点的间距和勘探孔的深度除应满足本标准第 5 章的要求外，尚应适当加密加深；

d) 应有一定数量的探井，并应采取大体积土试样进行颗粒分析和物理力学性质测定；

e) 对粗粒混合土宜采用动力触探试验，并应有一定数量的钻孔或探井检验；

f) 现场载荷试验的承压板直径和现场直剪试验的剪切面直径都应大于试验土层最大粒径的 5 倍，载荷试验的承压板面积不应小于 0.5 m²，直剪试验的剪切面面积不宜小于 0.25 m²。

7.3.3 混合土的岩土工程评价应包括下列内容：

a) 混合土的承载力应采用载荷试验、动力触探试验并结合当地经验确定；

b) 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。

7.4 填土

7.4.1 填土根据物质组成和堆填方式，可分为下列 4 类：

a) 素填土：由碎石土、砂土、粉土和黏性土等一种或几种材料组成，不含杂物或含杂物很少；

b) 杂填土：含有大量建筑垃圾、工业废料或生活垃圾等杂物；

c) 冲填土：由水力冲填泥砂形成；

d) 压实填土：按一定标准控制材料成分、密度、含水量，分层压实或夯实而成。

7.4.2 填土勘察应包括下列内容：

a) 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；

b) 查明填土的分布、厚度、物质成分、颗粒级配、均匀性、密实性、压缩性和湿陷性；

c) 判定地下水对建筑材料的腐蚀性。

7.4.3 填土勘察应在本标准第 5 章规定的基础上加密勘探点，确定暗埋的塘、浜、坑的范围。勘探孔的深度应穿透填土层。

勘探方法应根据填土性质确定，对由粉土或黏性土组成的素填土，可采用钻探取样、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，并应有一定数量的探井。

7.4.4 填土的工程特性指标宜采用下列测试方法确定：

- a) 填土的均匀性和密实度宜采用触探法，并辅以室内试验；
- b) 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；
- c) 杂填土的密度试验宜采用大容积法；
- d) 对压实填土，在压实前应测定填料的最优含水量和最大干密度，压实后应测定其干密度，计算压实系数。

7.4.5 填土的岩土工程评价应符合下列要求

- a) 阐明填土的成分、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；
- b) 对堆积年限较长的素填土、冲填土和由建筑垃圾或性能稳定的工业废料组成的杂填土，当较均匀和较密实时可作为天然地基；由有机质含量较高的生活垃圾和对基础有腐蚀性的工业废料组成的杂填土，不宜作为天然地基；
- c) 填土地基承载力应根据地区经验并参考本标准附录 B 的规定综合确定；
- d) 当填土底面的天然坡度大于 20% 时，应验算其稳定性；
- e) 填土的堆填土料为湿陷性土或湿陷性黄土的，尚应对场地的湿陷性作出评价。

7.4.6 填土地基基坑开挖后应进行施工验槽。处理后的填土地基应进行质量检验。对复合地基，宜进行大面积载荷试验。

7.5 膨胀岩土

7.5.1 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。膨胀土的初判应符合 GB 50021 的规定，终判应在初判的基础上按本节第 7.5.7 条进行。

7.5.2 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：

- a) 地形坡度小于 5°，且同一建筑物范围内局部高差不超过 1 m；
- b) 地形坡度大于 5° 小于 14°，与坡肩水平距离大于 10 m 的坡顶地带。

不符合以上条件的应划为坡地场地。

7.5.3 膨胀岩土地区的工程地质测绘的调查应包括下列内容：

- a) 查明膨胀岩土的岩性、地质年代、成因、产状、分布以及颜色、节理、裂隙等外观特征；
- b) 划分地貌单元和场地类型；查明有无浅层滑坡、地裂、冲沟以及微地貌形态和植被情况；
- c) 调查地表水的排泄和积聚情况以及地下水类型、水位和变化规律；
- d) 搜集当地降水量、蒸发力、气温、地温、干湿季节、干旱持续时间等气象资料，查明大气影响深度；
- e) 调查当地建筑经验。

7.5.4 膨胀岩土的勘察应遵守下列规定：

- a) 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应少于全部勘探点的 1/3；

b) 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 8 m，一般性勘探孔不应小于 5 m；

c) 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 1.0 m，在大气影响深度以下，取样间距可为 1.5~2.0 m；一般性勘探孔从地表下 1 m 开始至 5 m 深度内，可取 III 级土试样，测定天然含水量。

7.5.5 膨胀岩土室内试验，除应遵守本标准第 12 章的规定外，尚应测定下列指标：

- a) 自由膨胀率；
- b) 一定压力下的膨胀率；
- c) 收缩系数；
- d) 膨胀力。

7.5.6 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。对膨胀岩应进行黏土矿物成分、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。

7.5.7 对初判为膨胀土的地区，应计算土的膨胀变形量、收缩变形量和胀缩变形量，并划分胀缩等级。计算和划分方法应符合 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，应判定为膨胀岩土，并进行详细调查，分析膨胀岩土对工程的破坏机制，估计膨胀力的大小和胀缩等级。

7.5.8 膨胀岩土的岩土工程评价应符合下列规定：

a) 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 GBJ 112 的规定；

b) 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；

c) 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。

7.6 盐渍岩土

7.6.1 岩土中易溶盐含量大于 0.3%，并具有溶陷、盐胀、腐蚀等工程特性时，应判定为盐渍岩土。

7.6.2 盐渍岩按主要含盐矿物成分可分为石膏盐渍岩、芒硝盐渍岩等。盐渍土根据其含盐化学成分和含盐量可按表 25 和表 26 分类。

表 25 盐渍土按含盐化学成分分类

盐渍土名称	$\frac{c(\text{Cl}^-)}{2c(\text{SO}_4^{2-})}$	$\frac{2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})}$
氯盐渍土	>2	—
亚氯盐渍土	2-1	—
亚硫酸盐渍土	1-0.3	—
硫酸盐渍土	<0.3	—
碱性盐渍土	—	>0.3

注：表中 C (Cl⁻) 为氯离子在 100 g 土中所含毫摩数，其他离子同。

表 26 盐渍土按含盐量分类

盐渍土名称	平均含盐量 /%		
	氯及亚氯盐	硫酸及亚硫酸盐	碱性盐
弱盐渍土	0.3 ~ 1.0	—	—
中盐渍土	1 ~ 5	0.3 ~ 2.0	0.3 ~ 1.0
强盐渍土	5 ~ 8	2 ~ 5	1 ~ 2
超盐渍土	>8	>5	>2

7.6.3 盐渍岩土地区的调查工作，应包括下列内容：

- 盐渍岩石的成因、分布和特点；
- 含盐化学成分、含盐量及其在岩土中的分布；
- 溶蚀洞穴发育程度和分布；
- 搜集气象和水文资料；
- 地下水的类型、埋藏条件、水质、水位及其季节变化；
- 植物生长状况；
- 含石膏为主的盐渍岩石膏的水化深度，含芒硝较多的盐渍岩，在隧道通过地段的地温情况；
- 调查当地工程经验。

7.6.4 盐渍岩石的勘探测试应符合下列规定：

- 除应遵守本规范第 5 章规定外，勘探点布置尚应满足查明盐渍岩石分布特征的要求；
- 采取岩土试样宜在干旱季节进行，对用于测定含盐离子的扰动土取样，应符合表 27 的规定：

表 27 盐渍土扰动土试样取样要求

勘察阶段	深度范围 /m	取土试样间距 /m	取样孔占勘探孔总数的百分数 /%
初步勘察	<5	1.0	100
	5 ~ 10	2.0	50
	>10	3.0 ~ 5.0	20
详细勘察	<5	0.5	100
	5 ~ 10	1.0	50
	>10	2.0 ~ 3.0	30

注：浅基取样深度到 10 m 即可。

- 工程需要时，应测定有害毛细水上升的高度；
- 应根据盐渍土的岩性特征，选用载荷试验等适宜的原位测试方法，对于溶陷性盐渍土尚应进行浸水载荷试验确定其溶陷性；
- 对盐胀性盐渍土宜现场测定有效盐胀厚度和总盐胀量，当土中硫酸钠含量不超过 1% 时，可不考虑盐胀性；
- 除进行常规室内试验外，尚应进行溶陷性试验和化学成分分析，必要时可对岩土的结构进行显微结构鉴定；
- 溶陷性指标的测定可按湿陷性土的湿陷试验方法进行。

7.6.5 盐渍岩石的岩土工程评价应包括下列内容：

- 岩土中含盐类型、含盐量及主要含盐矿物对岩土工程特性的影响；
- 岩土的溶陷性、盐胀性、腐蚀性和场地工程建设的适宜性；

c) 盐渍土地基的承载力宜采用载荷试验确定，当采用其他原位测试方法时，应与载荷试验结果进行对比；

d) 确定盐渍岩地基的承载力时，应考虑盐渍岩的水溶性影响；

e) 盐渍岩边坡的坡度宜比非盐渍岩的软质岩石边坡适当放缓，对软弱夹层、破碎带应部分或全部加以防护；

f) 盐渍岩土对建筑材料的腐蚀性评价应按本标准第 13 章执行。

7.7 风化岩和残积土

7.7.1 岩石在风化营力作用下，其结构、成分和性质已产生不同程度的变异，应定名为风化岩。已完全风化成土而未经搬运的应定名为残积土。

7.7.2 风化岩和残积土的勘察应着重查明下列内容：

a) 母岩地质年代和岩石名称；

b) 按 GB 50021 划分风化程度；

c) 岩土的均匀性、破碎带和软弱夹层的分布；

d) 地下水赋存条件。

7.7.3 风化岩和残积土的勘探测试应符合下列要求：

a) 勘探点间距应取本标准第 5 章规定的小值；

b) 应有一定数量的探井；

c) 宜在探井中或用双重管、三重管采取试样，每一风化带不应少于 3 组；

d) 宜采用原位测试与室内试验相结合，原位测试可采用圆锥动力触探、标准贯入试验、波速测试和载荷试验；

e) 室内试验除应按本标准第 12 章的规定执行外，对相当于极软岩和极破碎的岩体，可按土工试验要求进行，对残积土，必要时应进行湿陷性和湿化试验。

7.7.4 风化岩和残积土的岩土工程评价应符合下列要求：

a) 对于厚层的强风化和全风化岩石，宜结合当地经验进一步划分为碎块状、碎屑状和土状；厚层残积土可进一步划分为硬塑残积土和可塑残积土，也可据含砾或含砂量划分为黏性土、砂质黏性土和砾质黏性土；

b) 建在软硬互层或风化程度不同地基上的工程，应分析不均匀沉降对工程的影响；

c) 基坑开挖后应及时检验，对于易风化的岩类，应及时砌筑基础或采取其他措施，防止风化发展。

7.8 污染土

7.8.1 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。污染土的定名可在原分类名称前冠以“污染”二字。

7.8.2 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。污染土对环境影响评价可根据任务要求进行。

7.8.3 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。

a) 已受污染的已建场地和地基；

b) 已受污染的拟建场地和地基；

c) 可能受污染的已建场地和地基；

d) 可能受污染的拟建场地和地基。

7.8.4 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：

a) 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；

b) 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；

c) 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；

d) 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。

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

7.8.6 拟建场地污染土勘察宜分为初步勘察和详细勘察两个阶段。条件简单时，可直接进行详细勘察。

初步勘察应以现场调查为主，配合少量勘探测试，查明污染源性质、污染途径，并初步查明污染土分布和污染程度；详细勘察应在初步勘察的基础上，结合工程特点、可能采用的处理措施，有针对性地布置勘察工作量，查明污染土的分布范围、污染程度、物理力学和化学指标，为污染土处理提供参数。

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

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

7.8.9 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：

a) 污染土和水的化学成分；

b) 污染土的物理力学性质；

c) 对建筑材料腐蚀性的评价指标；

d) 对环境影响的评价指标；

e) 力学试验项目和试验方法应充分考虑污染土的特殊性质，进行相应的试验，如膨胀、湿化、湿陷性试验等；

f) 必要时进行专门的试验研究。

7.8.10 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：

a) 污染源的位置、成分、性质、污染史及对周边的影响；

b) 污染土分布的平面范围和深度、地下水受污染的空间范围；

c) 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；

- d) 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;
- e) 污染土和水对建筑材料的腐蚀性;
- f) 污染土和水对环境的影响;
- g) 分析污染发展趋势;
- h) 对已建项目的危害性或拟建项目适宜性的综合评价。

7.8.11 污染土和水对建筑材料的腐蚀性评价和腐蚀等级的划分, 应符合本标准第 13 章的有关规定。

7.8.12 污染对土的工程特性的影响程度可按表 28 划分。根据工程具体情况, 可采用强度、变形、渗透等工程特性指标进行综合评价。

表28 污染对土的工程特性的影响程度

影响程度	轻微	中等	大
工程特性指标变化率 /%	<10	10 ~ 30	>30
注: “工程特性指标变化率”是指污染前后工程特性指标的差值与污染前指标之百分比。			

7.8.13 污染土和水对环境影响评价的评价应结合工程具体要求进行, 无明确要求时可按 GB 15618、GB/T 14848 和 GB 3838 进行评价。

7.8.14 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。

8 地下水

8.1 一般规定

8.1.1 岩土工程勘察应根据场地特点和工程要求, 通过搜集资料和勘探工作, 查明下列水文地质条件, 并提出相应的工程建议:

- a) 地下水的类型和赋存状态;
- b) 主要含水层的分布和岩性特征;
- c) 区域性气象资料, 如年降水量、蒸发量及其变化规律和对地下水的影响;
- d) 地下水的补给排泄条件、地下水与地表水的补排关系及其对地下水的影响;
- e) 勘察时的地下水位、近 3 ~ 5 年最高地下水位、历年最高地下水位、水位变化趋势和主要影响因素;

f) 当场区存在对工程有影响的多层地下水时, 应分别查明每层地下水的类型、水位和年变化规律, 以及地下水分布特征对地基评价和基础施工可能造成的影响;

g) 当地下水可能对基坑开挖造成影响时, 应对地下水控制措施提出建议;

h) 当地下水位可能高于基础埋深时, 应提出建筑设防水位建议; 当可能存在基础抗浮问题时, 应提出与建筑抗浮有关的建议;

i) 查明场区是否存在对地下水和地表水的污染及其可能的污染程度, 提出相应的工程措施建议。

8.1.2 对高层建筑、重大工程或深基坑工程, 当场地水文地质条件复杂, 且对地基评价、基础抗浮和施工中地下水的控制有重大影响时, 宜进行专门的水文地质勘察。

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

8.1.4 专门的水文地质勘察除应按照 8.1.1 条执行外, 尚应符合下列要求:

- a) 查明含水层和隔水层的埋藏条件, 地下水类型、流向、水位、水质及其变化幅度, 当场地存

在对工程有影响的多层地下水时，应分层量测地下水位，并查明相互之间的补给关系；

b) 查明场地地质条件对地下水赋存和渗流状态的影响，必要时应设置观测孔，或在不同深度埋设孔隙水压力计，量测压力水头随深度的变化；

c) 通过现场试验，测定地层渗透系数等水文地质参数；

d) 进行定量分析计算，提出场区建筑抗渗设防水位，建筑抗浮设防水位和地下室外墙水压力分布建议值；

e) 进行建筑抗浮问题分析时，应分析场区地下水位的动态变化及其影响因素，并预测各因素对场区未来地下水位变化的影响；

f) 提出基坑开挖施工过程中地下水控制方案建议。应注意最大限度地减少抽取地下水资源，避免地下水污染。

8.1.5 水试样的采取和试验应符合下列规定：

a) 水试样应能代表天然条件下的水质情况；

b) 水试样的采取和试验项目应符合本规范水的腐蚀性评价；

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

8.2 水文地质参数确定

8.2.1 地下水位的量测应符合下列规定：

a) 遇地下水时应量测初见水位；

b) 稳定水位应在初见水位后经一定的稳定时间后量测；

c) 当场地存在多层对工程有影响的地下水时，应采取止水措施，分层量测地下水水位。

8.2.2 水文地质参数的测定方法应符合表 29 的规定。

表 29 水文地质参数测定方法

参 数	测定方法
水位	钻孔、探井或测压管观测
渗透系数、导水系数	抽水试验、注水试验、压水试验、室内渗透试验
给水度、释水系数	单孔抽水试验、非稳定流抽水试验、地下水位长期观测、室内试验
越流系数、越流因数	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，对数据要求不高时，可采用经验值。	

8.2.3 测定地下水流向可用几何法，量测点不应少于呈三角形分布的 3 个测孔（井）。测点间距按岩石的渗透性、水力梯度和地形坡度确定，宜为 50~100 m。应同时量测各孔（井）内水位，确定地下水的流向。地下水流速的测定可采用指示剂法或充电法。

8.2.4 初见水位和稳定水位可在钻孔、探井或测压管内直接量测，稳定水位距初见水位量测的时间间隔按地层的渗透性确定，对砂土和碎石土不得少于 0.5 h，对粉土不得少于 8 h，对黏性土不得少于 24 h，并宜在勘察结束后统一量测稳定水位，量测允许误差为±20 mm。

8.2.5 抽水试验应符合下列规定：

a) 抽水试验方法可按表 30 选用；

- b) 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位降深的标高；
- c) 水量测应采用同一方法和仪器，读数单位对抽水孔为厘米，对观测孔为毫米；
- d) 当涌水量与时间关系曲线和动水位与时间的关系曲线，在一定范围内波动，而没有持续上升和下降时，可认为已经稳定；
- e) 抽水结束后应量测恢复水位。

表 30 抽水试验方法和适用范围

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

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

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

8.2.8 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。

8.2.9 孔隙水压力的测定应符合下列规定：

- a) 测定方法可按 GB 50021 确定；
- b) 测试点应根据地质条件和分析需要布置；
- c) 测压计的安装和埋设应符合有关安装技术规定；
- d) 测试数据应及时分析整理，出现异常时应分析原因，并采取相应措施。

8.3 地下水作用的评价

8.3.1 岩土工程勘察应评价地下水对建（构）筑物地下结构的作用和影响，预估可能产生的危害，提出预防和施工控制的建议。

8.3.2 地下水力学作用的评价应包括下列内容：

- a) 对基础、地下结构物和挡土墙，应考虑在最不利组合情况下，地下水对结构物的上浮作用；对节理不发育的岩石和黏土且有地方经验或实测数据时，可根据经验确定；有渗流时，地下水的水头和作用宜通过渗流计算进行分析评价；
- b) 验算边坡稳定时，应考虑地下水对边坡稳定的不利影响；
- c) 在地下水位下降的影响范围内，应考虑地面沉降及其对工程的影响；当地下水位上升时，应考虑可能引起的承载力降低和附加的浮托力，必要时应提出预防措施；
- d) 当墙背填土为粉砂、粉土或黏性土，验算支挡结构物的稳定性时，应根据不同排水条件评价地下水压力对支挡结构物的作用；
- e) 因水头差而产生自下向上的渗流时，应评价产生潜蚀、流土、管涌等渗透性破坏的可能性，评价其对工程的影响；
- f) 在地下水位以下开挖基坑或地下工程时，应根据岩土的渗透性、地下水补给条件，分析评价降水或隔水措施的可行性，以及其对基坑稳定、邻近建筑物和地下水设施等的影响；
- g) 评价地下水对桩基施工的影响。

8.3.3 地下水的物理、化学作用的评价应包括下列内容：

- a) 对地下水位以下的工程结构，应评价地下水对混凝土、金属材料的腐蚀性；
- b) 对软质岩石、强风化岩石、残积土、湿陷性土、膨胀岩土和盐渍岩土，应评价地下水的聚集和散失所产生的软化、崩解、湿陷、胀缩和潜蚀等有害作用。

8.3.4 对采取降低地下水水位措施的工程，应符合下列规定：

- a) 施工过程中地下水位应保持在基坑底面以下 0.5 ~ 1.5 m；
- b) 评价降水过程中可能对周边邻近建筑和地下管线等环境造成的不良作用和影响，并提出有效防止措施建议；
- c) 对深基坑工程，存在承压水影响时，应评价承压水可能引起的突涌破坏；并要求基坑开挖至设计标高后坑内地基土抗承压水头的稳定性应满足下式：

$$P_{cz} / P_{wy} \geq K \dots\dots\dots (14)$$

式中：

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

P_{wy} —— 含水层顶板的水头压力 (kPa)；

K —— 安全系数； K 值应根据土的渗透性取 1.05 ~ 1.10。

- d) 评价抽水造成的地下水资源损失量，必要时提出地下水的综合控制方案和建议。

8.3.5 当需要进行工程降水时，应根据含水层渗透性和降深要求，选用适当的降水方案。

8.4 抗浮设防水位

8.4.1 抗浮设防水位的确定应符合下列规定：

- a) 当场地地下水类型为潜水，并有地下水位长期观测资料，场地抗浮设防水位，可采用实测最高水位；如缺乏地下水位长期观测资料时，可按勘察期间实测最高稳定水位并结合场地地形地貌特征，地下水补给、径流及排泄条件等因素综合确定；
- b) 当场地有承压水且与潜水发生水力联系时，应实测承压水水头并考虑其对抗浮设防水位的影响；
- c) 当只考虑施工期间的抗浮设防时，抗浮设防水位可按一个水文年的最高值水位确定；
- d) 当地下水与地表水发生水力联系时，应考虑地表水的最高洪水位作为抗浮设防水位。

8.4.2 当地下建（构）筑物位于斜坡地段产生明显水头差的场地时，进行抗浮设计应考虑地下水渗流作用对地下建（构）筑物底板产生非均布载荷的影响，并应考虑地下建（构）筑物施工期间各种不利载荷组合的临时抗浮措施。

8.4.3 当地下水位呈稳定状态时，地下建（构）筑物所受的浮力可按静水压力设计。对临时高水位作用下所受的浮力，黏性土地基可根据当地经验适当折减。

9 工程地质测绘和调查

9.1 一般规定

9.1.1 宁夏地区主要地貌单元可划分为七个区。有关大地构造分区和地貌单元分区详见附录 E 和附录 F。

9.1.2 工程地质测绘和调查一般在选址、规划、可行性研究或初步勘察阶段进行。在详细勘察阶段可对某些专门地质问题作补充调查。

9.1.3 工程地质测绘和调查的范围，应包括场地及其附近相关地段。

9.2 工程地质调查

9.2.1 工程地质调查宜包括下列内容：

- a) 类似工程和相邻工程的建筑经验；
- b) 应充分搜集、研究已有的地质资料并进行踏勘，包括查阅各类地质图、不同时期的地形图、河流的水文图集、附近工程的勘察资料等；
- c) 杂填土、素填土、冲填土的分布范围、回填年代和方法以及物质来源等；
- d) 有机质土、软土等的分布范围、深度；
- e) 已堆填的河、湖、塘等的分布范围、深度、所填物质及堆填年代；
- f) 地下管线、井、墓穴、地下工程等分布范围、深度；
- g) 地下水的类型、埋藏条件、补给来源、排泄条件，水位变化幅度、抗浮设计水位，含水层的岩性特征、埋藏深度、污染情况及其与地表水体的关系；
- h) 搜集气象、水文、植被、土的标准冻结深度等资料；调查最高洪水位及其发生时间、淹没范围等与工程相关的环境条件；
- i) 调查人类活动对场地稳定性的影响，包括人工洞穴、地下采空、大挖大填、抽水排水等；
- j) 建筑物的变形和工程经验。

9.2.2 工程地质调查的成果宜包括综合工程地质图、工程地质分区图以及各种素描图、照片和文字说明等。

9.3 工程地质测绘

9.3.1 工程地质测绘，宜包括下列内容：

- a) 查明地形、地貌特征及其与地层、构造、不良地质作用的关系、划分地貌单元；
- b) 岩土的年代、成因、性质、厚度和分布；对岩层应鉴定其风化程度，对土层应区分新近沉积土、各种特殊性土；
- c) 查明岩体结构类型，各类结构面（尤其是软弱结构面）的产状和性质，岩、土接触面和软弱夹层的特性等，新构造活动的形迹及其与地震活动的关系；
- d) 查明地下水的类型、补给来源、排泄条件，井泉位置，含水层的岩性特征、埋藏深度、水位变化、污染情况及其与地表水体的关系；
- e) 查明土洞、滑坡、崩塌、泥石流、冲沟、断裂、地震震害、岸边冲刷等不良地质作用的形成、分布、形态、规模、发育程度及其对工程建设的影响。

9.3.2 湿陷性黄土区的工程地质测绘，除应符合一般要求外，还应包括下列内容：

- a) 研究地形的起伏和地面水的积聚、排泄条件，调查洪水淹没范围及其发生规律，评估地面水下渗和侧向浸水的可能和程度；
- b) 划分不同的地貌单元，确定其与黄土分布的关系，查明湿陷凹地、黄土溶洞、滑坡、崩塌、冲沟、泥石流及地裂缝等不良地质现象的分布、规模、发展趋势及其对建设的影响；
- c) 划分黄土地层或判别新近堆积黄土，应符合 GB 50025 的规定；
- d) 调查地下水位的深度，季节性变化幅度、升降趋势及其与地表水体、灌溉情况和开采地下水强度的关系，查明地下水类型（上层滞水、潜水、承压水）和来源，评估地下水上升的可能和程度；
- e) 调查既有建筑物的现状；
- f) 了解场地内有无地下坑穴，如古墓、井、坑、穴、地道、砂井和砂巷等；
- g) 调查地震活动断裂的时代、位置、方向和性质。评估地震效应的放大作用和产生地基震陷、场地失稳的影响和程度。

9.3.3 工程地质测绘的比例尺和精度应符合下列要求：

a) 测绘填图宜选用比最终成图比例大一级的地形图作底图，并根据不同勘察阶段选择相应比例尺。可行性研究勘察可选用 1:5 000 ~ 1:50 000；初步勘察可选用 1:2 000 ~ 1:10 000；详细勘察可选用 1:500 ~ 1:2 000；条件复杂时，比例尺可适当放大；

b) 对工程有重要影响的地质单元体（滑坡、断层、软弱夹层、洞穴等），可采用扩大比例尺放大表示；

c) 地质界线和地质观测点的测绘精度，在图上不应低于 3 mm。

9.3.4 地质观测点的布置、密度和定位应满足下列要求：

a) 在地质构造线、地层接触线、岩性分界线、标准层位和每个地质单元体应设置地质观测点；

b) 地质观测点应充分利用天然和已有的人工露头，当露头少时，应根据具体情况布置一定数量的探坑或探槽；

c) 地质观测点的密度应根据场地的地貌、地质条件、成图比例尺和工程要求等确定，并应具有代表性，以保证控制不同类型地质界线和地质单元体的变化；

d) 地质观测点的定位应根据精度要求选用适当方法；地质构造线、地层接触线、岩性分界线、软弱夹层、地下水露头和不良地质作用等特殊地质观测点，宜用仪器定位。

9.3.5 工程地质测绘的成果资料宜包括综合工程地质图、工程地质分区图、综合地质柱状图、工程地质剖面图以及各种素描图、照片和文字说明等。

9.3.6 利用遥感影像资料解译进行工程地质测绘时，现场检验地质观测点数宜为工程地质测绘点数的 30% ~ 50%。野外工作应包括下列内容：

a) 检查解译标志；

b) 检查解译结果；

c) 检查外推结果；

d) 对室内解译难以获得的资料进行野外补充。

10 勘探和取样

10.1 一般规定

10.1.1 勘探方法的选取应按勘察目的、地区岩土的特性，配合取样、原位测试综合确定，可采用钻探、井探、槽探、洞探和地球物理勘探等。

10.1.2 布置勘探工作时应考虑防止对地下管线、地下工程和自然环境的破坏，钻孔、探井和探槽完工待地下水位稳定后，量测静止水位，妥善回填。

10.2 勘探点的定位与测量

10.2.1 在城镇宜采用国家地理坐标系统与黄海高程。勘探点的定位与高程测量应根据现场已有的测量控制点进行，精度应符合工程要求或有关测量规范要求，并提供定位与高程测量成果。

可行性研究勘察阶段：可利用适当比例尺的地形图，依据地形、地物特征点定位放样；

初步勘察阶段：应利用坐标放样，其平面位置允许偏差 ± 0.5 m，高程允许偏差 ± 0.5 cm；

详细勘察阶段：应利用坐标和高程控制点进行放样，平面位置允许偏差 ± 0.25 m，高程允许偏差 ± 0.5 cm。

10.2.2 当现场无测量控制点，应专门设立固定的测量控制点，暂时根据其假设的坐标和高程定位与测量，待具备条件后联测转换。

10.2.3 勘探点的定位与高程测量应符合下列要求：

a) 现场有测量控制点，定位宜用 GPS、全站仪或经纬仪，高程测量宜用全站仪、水准仪或

GPS;

b) 现场无测量控制点,应根据临时设立固定的测量控制点,定位宜用全站仪或经纬仪,高程测量宜用全站仪、水准仪;

c) 工程重要性等级为三级的工程,场地附近有明显的地形、地物固定参照物时,可依据既有的地形、地物丈量定位。高程应根据所设临时水准点,用全站仪、水准仪量测。

10.3 钻探

10.3.1 钻探方法可根据岩土类别和勘察要求按表 31 选用。在黏性土中可采用螺旋回转钻探,粉土、砂土、碎石土中可用泥浆回转钻探,碎石土、基岩可用岩芯管钻进。

10.3.2 勘探浅部土层可采用下列钻探方法:

a) 洛阳铲钻进,一般适用于地下水位以上土层;

b) 小口径勺形钻钻进,一般适用于 5 m 深度以内的杂填土、素填土、含砾土层。

10.3.3 钻具规格的选取应符合现行国家标准的规定。取土孔孔径应大于取土器规格,钻探口径应满足取样、测试和钻进工艺的要求。钻探操作的具体方法应按 JGJ/T 87 执行。

表 31 钻探方法的适用范围

钻探方法		钻进地层					勘察要求	
		黏性土	粉土	砂土	碎石土	岩石	直观鉴别	采取土试样
回转	螺旋钻探	++	+	+	-	-	++	++
	无岩芯钻探	++	++	++	+	++	+	++
	岩芯钻探	++	++	++	+	++	++	++
冲击钻探		-	+	++	++	-	++	+

注: ++ 为适用; + 为部分适用; - 为不适用。

10.3.4 钻探应符合下列规定:

a) 钻进过程中的各项深度量测误差不宜超过 ± 5 cm;

b) 为保证分层精度,准确测试受力层和压缩层,应严格控制非连续取芯钻进的回次进尺,在基础下 5 m 范围内不应大于 1 m, 5 ~ 10 m 范围内不应大于 2 m, 10 m 以下不应大于 3 m,并在相应深度进行取样或原位测试;遇坚实稳定土层,回次进尺间距可适当放宽;

c) 对需查明初见水位、采取水位以上不扰动样的钻孔,在地下水位以上应进行干钻;

d) 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;

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

10.3.5 钻孔的记录和编录应符合下列要求:

a) 野外记录应由经过专业训练的人员承担;记录应真实、及时、详细,按钻进回次逐段填写,不得将若干回次合并记录,严禁事后追记;

b) 钻探现场可采用肉眼鉴别和手触方法,对土层名称、状态、结构、包含物等地质特征进行详细描述,也可辅以素描图或彩色照片;

c) 有特殊要求时,可选择代表性钻孔的岩土芯样分段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。

10.4 井探、槽探和洞探

10.4.1 在黄土区、料场等勘察中，应采用探井采取不扰动样；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。

10.4.2 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，勘探结束后应及时妥善回填。

10.4.3 井探、槽探和洞探除应进行记录和编录外，并辅以剖面图、展示图反映井、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，可辅以代表性部位的彩色照片。

10.5 岩土试样的采取

10.5.1 土试样质量应根据试验目的按表 32 分为四个等级。

表 32 土试样质量等级

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

注 1：不扰动是指原位应力状态虽已改变，但土的结构、密度和含水量变化很小能满足室内试验各项要求；
注 2：因无法取得 I 级土样而必须使用 II 级土试样进行强度和固结试验时，应结合地区经验慎重使用试验结果。

10.5.2 试样采取的工具和土样质量等级可按表 33 选择。

表 33 各种取土器具适用的土层及土样等级

岩土名称	取土器类					
	人工刻取土样	薄壁取土器	厚壁取土器	环刀取土器	岩芯管	标准贯入器
黏性土	I	I	I ~ II	—	II ~ III	III ~ IV
粉土	I	I ~ II	II ~ III	II	II ~ III	III ~ IV
砂土	I	—	—	II	II ~ III	III ~ IV
碎石土	I	—	—	—	IV	—
基岩	I	—	—	—	I ~ II	—

10.5.3 在钻孔中 I、II 级试样时，应满足下列要求：

a) 在软土、砂土中宜采用泥浆护壁，应保持孔内泥浆液面等于或稍高于地下水位；如使用套管，应保持管内水位等于或稍高于地下水位，取样位置应低于套管底三倍孔径的距离；

b) 取样孔应在预计取样位置 1 m 以上采用回转钻进；

c) 下放取土器前应仔细清孔，清除扰动土，孔底残留浮土厚度不应大于取土器废土段长度（活塞取土器除外）；

d) 采取土试样宜用快速静力连续压入法；

e) 具体操作方法应按 JGJ/T 87 执行。

10.5.4 I、II、III 级土试样应及时编号、填写封签、妥善密封，防止湿度变化，严防倒置、曝晒或冰冻。在运输中应避免振动，保存时间不宜超过三周。对易于振动液化和水分离析的土试样宜就近进行试验。

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

10.6 地球物理勘探

10.6.1 岩土工程勘察中可在下列方面采用地球物理勘探：

- a) 工程要求时，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、放射性辐射参数、土对金属的腐蚀性等；
- b) 工程要求时，作为钻探的先行手段，了解隐蔽的地质界线、界面或异常点；了解地下障碍物、旧基础分布范围；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；
- c) 遇漂石、卵石等坚硬岩土且钻探确有困难时，可采用物探方法，地球物理勘探点比例不超过勘探点总数的 1/2；
- d) 探查地下管线（包括给水、排水、燃气、工业、电力、电信等各类管道和电缆等）、地下爆炸物、基础裂缝。

10.6.2 应用地球物理勘探方法时，应具备下列条件：

- a) 被探测对象与周围介质之间有明显的物理性质差异；
- b) 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；
- c) 能抑制干扰，区分有用信号和干扰信号；
- d) 在有代表性地段进行方法的有效性试验。

10.6.3 地球物理勘探，应根据工程要求、探测对象的埋深、规模及其与周围介质的物性差异，选择有效的方法。

10.6.4 地球物理勘探成果判释时，应考虑其多解性，区分有用信息与干扰信号。需要时应采用多种方法探测，进行综合判释，并应有已知物探参数或一定数量的钻孔验证。

11 原位测试

11.1 一般规定

11.1.1 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。有下列情况之一时，应选用原位测试：

- a) 综合评定土性参数时，如评价等效剪切波速，评价以微、细层理互层形式埋藏的地层等；
- b) 无法或难以采取不扰动土样的土层时，如砂土，碎石土，混合土等；
- c) 对可能存在液化土层的场地进行勘察时。

11.1.2 各种原位测试均应遵照国家相应的测试规程、技术标准进行。

11.1.3 原位测试的仪器设备应定期检验和标定。

11.1.4 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作出评价时，应与室内试验和工程反算参数对比，检验其可靠性。

11.1.5 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，剔除异常数据。

11.2 载荷试验

11.2.1 载荷试验可用于测定承压板下应力主要影响范围内岩土的承载力和变形模量；当土层不能取试样做室内湿陷性试验时，载荷试验还可用于确定湿陷性；对重要工程或可靠性低的桩基础，载荷试验可用于确定单桩竖向抗压、抗拔、水平承载力；对复合地基，载荷试验可用于确定桩间土、单桩或多桩复合地基承载力及其变形模量。

11.2.2 平板载荷试验分为浅层平板载荷试验和深层平板载荷试验两种，其中浅层平板载荷试验适用于浅层地基土或深基坑内半无限空间条件下地基土，当采用降水条件下的载荷试验时，需分析降水

条件对试验结果的影响；深层平板载荷试验适用于有侧限的深层地基土和大直径桩的桩端土，深层平板载荷试验深度不应小于 5 m。

11.2.3 螺旋板载荷试验适用于深层地基土或地下水位以下的地基土。

11.2.4 载荷试验应布置在有代表性的地点，每个场地不宜少于 3 个，当场地内岩土体不均匀时，应适当增加试验数量。浅层平板载荷试验应布置在基础底面标高处。

11.2.5 载荷试验的技术要求应符合下列规定：

a) 浅层平板载荷试验的试坑宽度或直径不应小于承压板宽度或直径的 3 倍；深层平板载荷试验的试井直径应等于承压板直径；当试井上部直径大于承压板直径时，试井下部紧靠承压板周围土的高度不应小于承压板直径；

b) 试坑或试井底的岩土应避免扰动，保持其原状结构和天然湿度，并在承压板下铺设不超过 20 mm 的砂垫层找平，尽快安装试验设备；螺旋板头入土时，应按每转一圈下入一个螺距进行操作，减少对土的扰动；

c) 载荷试验宜采用圆形刚性承压板，根据土的软硬或岩体裂隙密度选用合适的尺寸；土的浅层平板载荷试验承压板面积不应小于 0.25 m²，对软土和粒径较大的填土不应小于 0.5 m²；土的深层平板载荷试验承压板面积宜选用 0.5 m²；岩石载荷试验承压板的面积不宜小于 0.07 m²；

d) 载荷试验加荷方式应采用分级维持荷载沉降相对稳定法（常规慢速法）；加荷等级宜取 10~12 级，并不应少于 8 级，荷载量测精度不应低于最大荷载的 ±1%；

e) 承压板的沉降可采用百分表或电测位移计量测，其精度不应低于 ±0.01 mm；

f) 对常规慢速法，当试验对象为土体时，每级荷载施加后，间隔 5 min、5 min、10 min、10 min、15 min、15 min 测读一次沉降，以后间隔 30 min 测读一次沉降，当连续两小时每小时沉降量小于等于 0.1 mm 时，可认为沉降已达相对稳定标准，施加下一级荷载；当试验对象是岩体时，间隔 1 min、2 min、2 min、5 min 测读一次沉降，以后间隔 10 min 测读一次沉降，当连续 3 次读数差小于等于 0.01 mm 时，可认为沉降已达相对稳定标准，施加下一级荷载；

g) 当出现下列情况之一时，可终止试验：

- 1) 承压板周边的土出现明显侧向挤出，周边岩土出现明显隆起或径向裂缝持续发展；
- 2) 本级荷载的沉降量大于前级荷载沉降量的 5 倍，荷载与沉降曲线出现明显陡降；
- 3) 在某级荷载下 24 h 沉降速率不能达到相对稳定标准；
- 4) 总沉降量与承压板直径（或宽度）之比超过 0.06。

11.2.6 根据载荷试验成果分析要求，应绘制荷载 (p) 与沉降 (s) 曲线，必要时绘制各级荷载下沉降 (s) 与时间 (t) 或时间对数 ($\lg t$) 曲线。

应根据 $p-s$ 曲线拐点，必要时结合 $s-\lg t$ 曲线特征，确定比例界限压力和极限压力。当 $p-s$ 曲线呈缓变曲线时，可取对应于某一相对沉降值（即 s/d ， d 为承压板直径）的压力评定地基土承载力。

11.2.7 土的变形模量应根据 $p-s$ 曲线的初始直线段，可按均质各向同性半无限弹性介质的弹性理论计算。

浅层平板载荷试验的变形模量 E_0 (MPa)，可按下式计算：

$$E_0 = I_0 (1 - \mu^2) pd / s \quad \dots\dots\dots (15)$$

深层平板载荷试验和螺旋板载荷试验的变形模量 E_0 (MPa)，可按下式计算：

$$E_0 = \omega pd / s \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中：

- I_0 —— 刚性承压板的形状系数，圆形承压板取 0.785；方形承压板取 0.886；
- μ —— 土的泊松比（碎石土取 0.27，砂土取 0.30，粉土取 0.35，粉质黏土取 0.38，黏土取 0.42）；
- d —— 承压板直径或边长（m）；
- p —— p - s 曲线线性段的压力（kPa）；
- s —— 与 p 对应的沉降（mm）；
- ω —— 与试验深度和土类有关的系数。

11.2.8 基准基床系数 K_v 可根据承压板边长为 30 cm 的平板载荷试验，按下式计算：

$$K_v = p/s \dots\dots\dots (17)$$

11.3 圆锥动力触探试验

11.3.1 圆锥动力触探试验的类型可分为轻型、重型和超重型三种，其规格和适用土类应符合 GB 50021 规定。

11.3.2 圆锥动力触探试验技术要求应符合下列规定：

- a) 采用自动落锤装置；
- b) 触探杆最大偏斜度不应超过 2%，锤击贯入应连续进行；
- c) 每贯入 1 m，宜将探杆转动一圈半；当贯入深度超过 10 m，每贯入 20 cm 宜转动探杆一次；
- d) 对轻型动力触探，当 $N_{10} > 100$ 或贯入 15 cm 锤击数超过 50 时，可停止试验；对重型动力触探，当连续三次 $N_{63.5} > 50$ 时，可停止试验或改用超重型动力触探。

11.3.3 圆锥动力触探试验成果分析应包括下列内容：

- a) 单孔连续圆锥动力触探试验应绘制锤击数与贯入深度关系曲线；
- b) 计算单孔分层贯入指标平均值时，应剔除临界深度以内的数值、超前和滞后影响范围内的异常值；
- c) 根据各孔分层的贯入指标平均值，用厚度加权平均法计算场地分层贯入指标平均值和变异系数。

11.3.4 根据圆锥动力触探试验指标和地区经验，可进行力学分层，评定土的均匀性和物理性质（状态、密实度）、土的强度、变形参数、地基承载力、单桩承载力，查明土洞、滑动面、软硬土层界面，检测地基处理效果等。应用试验成果时是否修正或如何修正，应根据建立统计关系时的具体情况确定。

11.4 标准贯入试验

11.4.1 标准贯入试验适用于砂土、粉土和一般黏性土。

11.4.2 标准贯入试验的设备应符合 GB 50021 规定。

11.4.3 标准贯入试验的技术要求应符合下列规定：

a) 标准贯入试验孔采用回转钻进，并保持孔内水位略高于地下水位。当孔壁不稳定时，可用泥浆护壁，钻至试验标高以上 15 cm 处，清除孔底残土后再进行试验；

b) 采用自动脱钩的自由落锤法进行锤击，并减小导向杆与锤间的摩阻力，避免锤击时的偏心和侧向晃动，保持贯入器、探杆、导向杆连接后的垂直度，锤击速率应小于 30 击/min；贯入器打入土中 15 cm 后，开始记录每打入 10 cm 的锤击数，累计打入 30 cm 的锤击数为标准贯入试验锤击数 N 。当锤击数已达 50 击，而贯入深度未达 30 cm 时，可记录 50 击的实际贯入深度，按下式换算成相当于 30 cm 的标准贯入试验锤击数 N ，并终止试验。

$$N=30 \times 50/\Delta S \dots\dots\dots (18)$$

式中：

ΔS —— 50 击时的贯入深度 (cm)。

11.4.4 标准贯入试验成果 N 可直接标在工程地质剖面图上，也可绘制单孔标准贯入击数 N 与深度关系曲线或直方图。统计分层标贯击数平均值时，应剔除异常值。

11.4.5 标准贯入试验成果 N 值，可对砂土、粉土、黏性土的物理状态，土的强度、变形参数、地基承载力、单桩承载力，砂土和粉土的液化，成桩的可能性等作出评价。应用 N 值时是否修正和如何修正，应根据建立统计关系时的具体情况确定。

11.4.6 进行标准贯入试验触探杆长度修正，当杆长不大于 75 m 时，可采用以下公式计算杆长修正系数：

$$\text{杆长 } L \leq 21 \text{ m 时, } a=1.18-0.1057L^{0.5} \dots\dots\dots (19)$$

$$\text{杆长 } L > 21 \text{ m 时, } a=0.924-0.049L^{0.5} \dots\dots\dots (20)$$

11.5 旁压试验

11.5.1 旁压试验适用于黏性土、粉土、砂土、碎石土、残积土、极软岩和软岩等。

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

11.5.3 旁压试验的技术要求应符合下列规定：

a) 预钻式旁压试验应保证成孔质量，钻孔直径与旁压器直径应良好配合，防止孔壁坍塌；自钻式旁压试验的自钻钻头、钻头转速、钻进速率、刃口距离、泥浆压力和流量应符合有关规定；

b) 加荷等级可采用预期临塑压力的 1/5 ~ 1/7，初始阶段加荷等级可取小值，必要时，可做卸荷再加荷试验，测定再加荷旁压模量；

c) 每级压力应维持 1 min 或 2 min 后再施加下一级压力，维持 1 min 时，加荷后 15 s、30 s、60 s 测读变形量，维持 2 min 时，加荷后 15 s、30 s、60 s、120 s 测读变形量；

d) 当量测腔的扩张体积相当于量测腔的固有体积时，或压力达到仪器的容许最大压力时，应终止试验。

11.5.4 旁压试验成果分析应包括下列内容：

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

b) 根据压力与体积曲线，结合蠕变曲线确定初始压力、临塑压力和极限压力；

c) 根据压力与体积曲线的直线段斜率，按下式计算旁压模量：

$$E_m=2(1+\mu)[V_c+(V_0+V_f)/2]\Delta p/\Delta V \dots\dots\dots (21)$$

式中：

E_m —— 旁压模量 (kPa)；

μ —— 泊松比（碎石土取 0.27，砂土取 0.30，粉土取 0.35，粉质黏土取 0.38，黏土取 0.42）；

V_c —— 旁压器量测腔初始固有体积 (cm³)；

V_0 —— 与初始压力 p_0 对应的体积 (cm³)；

V_f —— 与临塑压力 p_f 对应的体积 (cm³)；

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

11.5.5 根据初始压力、临塑压力、极限压力和旁压模量，结合地区经验可评定地基承载力和变形参

数。根据自钻式旁压试验的旁压曲线，还可测求土的原位水平应力、静止侧压力系数、不排水抗剪强度等。

11.6 波速测试

11.6.1 波速测试适用于测定各类岩土体的压缩波、剪切波或瑞利波的波速，可根据任务要求，采用单孔法、跨孔法或面波法。

11.6.2 单孔法波速测试的技术要求应符合下列规定：

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

11.6.3 跨孔法波速测试的技术要求应符合下列规定：

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

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

11.6.5 波速测试成果分析应包括下列内容：

- a) 在波形记录上识别压缩波和剪切波的初至时间；
- b) 计算由振源到达测点的距离；
- c) 根据波的传播时间和距离确定波速；
- d) 计算岩土小应变的动弹性模量、动剪切模量和动泊松比。

12 室内试验

12.1 一般规定

12.1.1 岩土试验操作方法应符合 GB/T 50266 和 GB/T 50123 的规定。

12.1.2 对特种试验项目，应制订专门的试验方案。

12.1.3 试验仪器应定期检验及标示，并符合规定的精度要求。

12.1.4 进行力学性参数测定的试验项目应采用 I~II 级土样。

12.1.5 试验报告中指标应真实、准确，物理力学性质指标关系宜匹配。

12.2 土的物理性质试验

12.2.1 各类工程均应测定下列土的各类指标和物理性质指标：

砂土：颗粒级配、比重、天然含水量、天然密度、最大和最小密度。如无法取得 I、II、III 级土试样时，可只进行颗粒级配试验。

粉土：颗粒分析试验、液限、塑限、比重、天然含水量、天然密度和有机质含量等。

黏性土：液限、塑限、比重、天然含水量、天然密度和有机质含量等，土的比重变化不大时可根据地区经验确定。

12.2.2 当需进行渗流分析，基坑降水设计等要求提供土的透水性参数时，可进行渗透试验。

12.2.3 当需对土方回填或填筑工程进行质量控制时，应进行击实试验，测定土的干密度与含水量关

系，确定最大干密度和最优含水量。

12.3 土的压缩-固结试验

12.3.1 当采用压缩模量进行沉降计算时，固结试验最大压力应大于土的有效自重压力与附加压力之和。试验成果可用 $e-p$ 曲线整理，压缩系数和压缩模量的计算应取自土的有效自重压力至土的有效自重压力与附加压力之和的压力段，当考虑基坑开挖卸荷和再加荷影响时，应进行回弹试验，其压力的施加应模拟实际的加、卸荷状态。

12.3.2 当考虑土的应力历史进行沉降计算时，试验成果应按 $e-\lg p$ 曲线整理，确定先期固结压力并计算压缩指数和回弹指数。施加的最大压力应满足绘制完整的 $e-\lg p$ 曲线。为计算回弹指数，应在估计的先期固结压力之后，进行一次卸荷回弹，再继续加荷，直至完成预定的最后一级压力。

12.3.3 当需进行沉降历时关系分析时，应选取部分土试样在土的有效自重压力与附加压力之和的压力下，做详细的固结历时记录，并计算固结系数。

12.3.4 对厚层高压缩性软土上的工程，任务需要时应取一定数量的土试样测定次固结系数，用以计算次固结沉降及其历时关系。

12.3.5 当需进行土的应力应变关系分析，为非线性弹性、弹塑性模型提供参数时，可进行三轴压缩试验，并宜符合下列要求：

a) 采用三个或三个以上不同的固定围压，分别使试样固结，然后逐级增加轴压，直至破坏；每个围压的试验宜进行一至三次回弹，并将试验结果整理成相应于各固定围压的轴向应力与轴向应变关系曲线；

b) 进行围压与轴压相等的等压固结试验，逐级加荷，取得围压与体积应变关系曲线。

12.4 土的抗剪强度试验

12.4.1 土的抗剪强度试验项目、参数及工程应用可按表 34 选用。

表 34 抗剪强度试验项目、参数及工程应用

试验项目	试验方法	测定参数	工程应用
直接剪切	快剪	内摩擦角 φ_q 黏聚力 c_q	黏性土地基骤然加荷时的稳定性验算
	固快	内摩擦角 φ_{cq} 黏聚力 c_{cq}	天然地基承载力计算，基坑及边坡稳定性验算
	慢剪	内摩擦角 φ_s 黏聚力 c_s	边坡长期稳定性验算
三轴剪切试验	不固结不排水剪 (UU)	内摩擦角 φ_u 黏聚力 c_u	地基承载力计算，施工速度较快，排水条件差的黏性土地基稳定性验算，桩周土极限侧阻力计算，桩端下软弱下卧层强度验算
	固结不排水剪 (CU)	总应力内摩擦角 φ_{cu} 总应力黏聚力 s 有效应力内摩擦角 φ' 有效应力黏聚力 c'	施工速度较慢，考虑上部荷载强起地基强度增长，固结后地基稳定性验算，一级基坑稳定性验算
	固结排水剪 (CD)	内摩擦角 φ_d 黏聚力 c_d	非常缓慢建造的地基稳定性验算
无侧限抗压强度试验		抗压强度 q_u 灵敏度 s_t	饱和软黏性土地基强度计算，施工期稳定性验算

12.4.2 三轴剪切试验的试验方法应按下列条件确定：

a) 对饱和黏性土，当加荷速率较快时宜采用不固结不排水 (UU) 试验；饱和软土应对试样在有效自重压力下预固结后再进行试验；

b) 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或加荷速率较快但土的超固结程度较高的工程，以及需验算水位迅速下降时的土坡稳定性时，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，应采用固结不排水测孔隙水压力（ $\bar{C}U$ ）试验。

12.4.3 直接剪切试验的试验方法，应根据荷载类型、加荷速率和地基土的排水条件确定。对内摩擦角的软黏土，可用 I 级土试样进行无侧限抗压强度试验。

12.4.4 测定滑坡带等已经存在剪切破裂面的抗剪强度时，应进行残余强度试验。在确定计算参数时，宜与现场观测反分析的成果比较后确定。

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

12.5 土的动力性质试验

12.5.1 当工程设计要求测定土的动力性质时，可采用动三轴试验、动单剪试验或共振柱试验。应按其动应变的适用范围选择试验方法和仪器。

12.5.2 动三轴和动单剪试验可用于测定土的下列动力性质：

- a) 动弹性模量、动阻尼比及其与动应变的关系；
- b) 既定循环周数下的动应力与动应变关系；
- c) 饱和土的液化剪应力与动应力循环周数关系。

12.6 岩石试验

12.6.1 岩石的成分和物理性质试验可根据工程需要选定下列项目：

- a) 岩矿鉴定；
- b) 颗粒密度和块体密度试验；
- c) 吸水率和饱和吸水率试验；
- d) 耐崩解性试验；
- e) 膨胀试验；
- f) 冻融试验。

12.6.2 单轴抗压强度试验应分别测定干燥和饱和状态下的强度，并提供极限抗压强度和软化系数。岩石的弹性模量和泊松比，可根据单轴压缩变形试验测定。对各向异性明显的岩石应分别测定平行和垂直层理面的强度。

12.6.3 岩石三轴压缩试验宜根据其应力状态选用四种围压，并提供不同围压下的主应力差与轴向应变关系、抗剪强度包络线和强度参数 c 、 φ 值。

12.6.4 岩石直接剪切试验可测定岩石以及节理面、滑动面、断层面或岩层层面等不连续面上的抗剪强度，并提供 c 、 φ 值和各法向应力下的剪应力与位移曲线。

12.6.5 岩石抗拉强度试验可在试件直径方向上，施加一对线性荷载，使试件沿直径方向破坏，间接测定岩石的抗拉强度。

12.6.6 当间接确定岩石的强度和模量时，可进行点荷载试验和声波速度测试。

13 水和土腐蚀性的评价

13.1 取样和测试

13.1.1 当有足够经验或充分资料，认定工程场地及其附近的土或水（地下水或地表水）对建筑材料为微腐蚀时，可不取样试验进行腐蚀性评价。否则，应取水试样或土试样进行试验，并按本章评定其对建筑材料的腐蚀性。

土对钢结构腐蚀性的评价可根据任务要求进行。

13.1.2 采取水试样和土试样应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 混凝土结构处于地下水或地表水中时，应取水试样做水的腐蚀性测试；
- c) 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；
- d) 水试样和土试样应在混凝土结构所在的深度采取，每个场地不应少于 2 件。当土中盐类成分和含量分布不均匀时，应分区、分层取样，每区、每层不应少于 2 件。

13.1.3 水和土腐蚀性的测试项目和试验方法应符合下列规定：

- a) 水对混凝土结构腐蚀性的测试项目包括：pH 值、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、侵蚀性 CO_2 、游离 CO_2 、 NH_4^+ 、 OH^- 、总矿化度；
- b) 土对混凝土结构腐蚀性的测试项目包括：pH 值、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 的易溶盐（土水比 1:5）分析；
- c) 土对钢结构的腐蚀性的测试项目包括：pH 值、氧化还原电位、极化电流密度、电阻率、质量损失；
- d) 腐蚀性测试项目的试验方法应符合表 35 的规定。

表 35 腐蚀性试验方法

序号	试验项目	试验方法
1	pH 值	电位法或锥形玻璃电极法
2	Ca^{2+}	EDTA 容量法
3	Mg^{2+}	EDTA 容量法
4	Cl^-	摩尔法
5	SO_4^{2-}	EDTA 容量法或质量法
6	HCO_3^-	酸滴定法
7	CO_3^{2-}	酸滴定法
8	侵蚀性 CO_2	盖耶尔法
9	游离 CO_2	碱滴定法
10	NH_4^+	钠氏试剂比色法
11	OH^-	酸滴定法
12	总矿化度	计算法
13	氧化还原电位	铂电极法
14	极化电流密度	原位极化法
15	电阻率	四极法
16	质量损失	管罐法

13.1.4 水和土对建筑材料的腐蚀性，可分为微、弱、中、强四个等级，并可按本标准第 13.2 节进行评价。

13.2 腐蚀性评价

13.2.1 受环境类型影响，水和土对混凝土结构的腐蚀性，应符合表 36 的规定；环境类型的划分按 GB 50021 附录执行。

表 36 按环境类型水和土对混凝土结构的腐蚀性评价

腐蚀等级	腐蚀介质	环境类型		
		I	II	III
微	硫酸盐含量 SO_4^{2-} / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	<200	<300	<500
弱		200 ~ 500	300 ~ 1 500	500 ~ 3 000
中		500 ~ 1 500	1 500 ~ 3 000	3 000 ~ 6 000
强		>1 500	>3 000	>6 000
微	镁盐含量 Mg^{2+} / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	<1 000	<2 000	<3 000
弱		1 000 ~ 2 000	2 000 ~ 3 000	3 000 ~ 4 000
中		2 000 ~ 3 000	3 000 ~ 4 000	4 000 ~ 5 000
强		>3 000	>4 000	>5 000
微	铵盐含量 NH_4^+ / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	<100	<500	<800
弱		100 ~ 500	500 ~ 800	800 ~ 1 000
中		500 ~ 800	800 ~ 1 000	1 000 ~ 1 500
强		>800	>1 000	>1 500
微	苛性碱含量 OH^- / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	<35 000	<43 000	<57 000
弱		35 000 ~ 43 000	43 000 ~ 57 000	57 000 ~ 70 000
中		43 000 ~ 57 000	57 000 ~ 70 000	70 000 ~ 100 000
强		>57 000	>70 000	>100 000
微	总矿化度 / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	<10 000	<20 000	<50 000
弱		10 000 ~ 20 000	20 000 ~ 50 000	50 000 ~ 60 000
中		20 000 ~ 50 000	50 000 ~ 60 000	60 000 ~ 70 000
强		>50 000	>60 000	>70 000

注 1: 表中的数值适用于有干湿交替作用的情况, I、II类腐蚀环境无干湿交替作用时, 表中硫酸盐含量数值应乘以 1.3 的系数;
注 2: 表中数值适用于水的腐蚀性评价, 对土的腐蚀性评价, 应乘以 1.5 的系数; 单位以 mg/kg 表示;
注 3: 表中苛性碱 (OH^-) 含量 (mg/L) 应为 NaOH 和 KOH 中的 OH^- 含量 (mg/L)。

13.2.2 受地层渗透性影响, 水和土对混凝土结构的腐蚀性评价, 应符合表 37 的规定。

表 37 按地层渗透性水和土对混凝土结构的腐蚀性评价

腐蚀等级	pH 值		侵蚀性 CO_2 / ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)		HCO_3^- / ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)
	A	B	A	B	A
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	5.0 ~ 4.0	4.0 ~ 3.5	30 ~ 60	60 ~ 100	<0.5
强	<4.0	<3.5	>60	—	—

注 1: 表中 A 是指直接临水或强透水层中的地下水; B 是指弱透水层中的地下水。强透水层是指碎石土和砂土; 弱透水层是指粉土和黏性土。
注 2: HCO_3^- 含量是指水的矿化度低于 0.1 g/L 的软水时, 该类水质 HCO_3^- 的腐蚀性。
注 3: 土的腐蚀性评价只考虑 pH 值指标; 评价其腐蚀性时, A 是指强透水土层; B 是指弱透水土层。

13.2.3 当按表 36 和表 37 评价的腐蚀等级不同时, 应按下列规定综合评定:

- a) 腐蚀等级中, 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;

b) 腐蚀等级中，无强腐蚀；最高为中等腐蚀时，应综合评价为中等腐蚀；

c) 腐蚀等级中，有一个或一个以上为强腐蚀，应综合评价为强腐蚀。

13.2.4 水和土对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价，应符合表 38 的规定。

表 38 对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价

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

注：土对钢结构的腐蚀性评价，取各指标中腐蚀等级最高者。

13.2.5 土对钢结构的腐蚀性评价，应符合表 39 的规定。

表 39 土对钢结构腐蚀性评价

腐蚀等级	水中的 Cl ⁻ 含量/(mg·L ⁻¹)		土中的 Cl ⁻ 含量/(mg·kg ⁻¹)	
	长期浸水	干湿交替	A	B
微	<10 000	<100	<400	<250
弱	10 000~20 000	100~500	400~750	250~500
中	—	500~5 000	750~7 500	500~5 000
强	—	>5 000	>7 500	>5 000

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

13.2.6 水、土对建筑材料腐蚀的防护，应符合 GB 50046 的规定。

14 现场检验和监测

14.1 一般规定

14.1.1 现场检验和监测应在工程施工期间进行。对有特殊要求的工程，应根据工程特点，确定必要的项目，在使用期内继续进行。

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

14.1.3 现场检验和监测资料，应及时向有关方面报送。当监测数据接近危及工程的临界值时，必须加密监测，并及时报告。

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

14.2 地基基础的检验和监测

14.2.1 对工程勘察成果和施工质量应进行的检查、复核，对出现的问题应提出处理意见，主要包括基槽检验、桩基持力层检验等。

14.2.2 基槽检验应在天然地基开挖或基坑开挖时进行，应检查其揭露的地基条件与勘察成果的相符性，包括不良地质体的位置、土层的分布、持力层的埋深和岩土性状等。如有异常情况，应提出处理措施或修改设计的建议。当与勘察报告出入较大时，应建议进行施工勘察。检验应包括下列内容：

a) 岩土分布及其性质；

- b) 地下水情况；
- c) 对土质地基，可采用轻型圆锥动力触探或其他机具进行检验。

14.2.3 桩基工程应通过试钻或试打检验岩土条件与勘察成果的相符性。如遇异常情况，应提出处理措施。当现场检验发现地质情况有异常时，应对出现的问题进行分析并提出解决意见，必要时可进行施工阶段补充勘察。

14.2.4 基坑工程监测方案，应根据场地条件和开挖支护的施工设计确定，并应包括下列内容：

- a) 支护结构的变形；
- b) 基坑周边的地面变形；
- c) 邻近工程和地下设施的变形；
- d) 地下水位；
- e) 渗漏、冒水、冲刷、管涌等情况。

14.2.5 下列工程应进行沉降观测：

- a) 地基基础设计等级为甲级的建筑物；
- b) 不均匀地基或软弱地基上的乙类建筑物；
- c) 加层、接建、邻近开挖、堆载等，使地基应力发生显著变化的工程；
- d) 因抽水等原因，地下水位发生急剧变化的工程；
- e) 其他有关规范规定需要做沉降观测的工程。

14.2.6 建筑物沉降观测应按 JGJ 8 的规定执行。

15 岩土工程分析评价和成果报告

15.1 一般规定

15.1.1 岩土工程勘察报告应根据工程与场地情况、设计要求确定执行的现行技术标准编制。同一部分内容涉及多个技术标准时，应在相应部分进一步明确依据的技术标准。

15.1.2 提交的原始资料应真实可靠、准确无误。

15.1.3 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。

15.1.4 勘察报告编制深度应符合现行《房屋建筑和市政基础设施工程勘察文件编制深度规定》。

15.2 岩土工程分析评价

15.2.1 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，结合工程特点和要求进行。各类工程，不良地质作用和地质灾害以及各种特殊性岩土的分析评价，应分别符合本标准第 5 章、第 6 章和第 7 章的规定。当建设场地工程地质条件复杂，且在平面上有显著差异时，应综合分析场地的工程地质要素（地形、岩土性质、地下水、不良地质现象与地质灾害等）的特性及其与工程建设的相互关系，进行岩土工程地质区（段）划分。

15.2.2 岩土工程分析评价应符合下列要求：

- a) 充分了解工程结构的类型、特点、荷载情况和变形控制要求；
- b) 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；
- c) 充分考虑当地经验和类似工程的经验；
- d) 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；

e) 必要时可建议通过施工监测, 调整设计和施工方案。

15.2.3 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, 可仅作定性分析。

15.2.4 岩土工程计算应符合下列要求:

a) 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、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容许值进行计算;

b) 按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;

c) 进行地基承载力宽、深修正时, 地基承载力修正系数详见附录 A;

d) 根据轻型动力触探试验、标准贯入试验和压缩模量确定地基承载力特征值时, 可按附录 B 查表确定;

e) 银川平原地区粉细砂土压缩模量 E_s 和地区沉降计算经验系数取值详见附录 C。

15.2.5 岩土工程的分析评价, 应根据岩土工程勘察等级区别进行。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。

15.2.6 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。

15.3 岩土参数的分析和选定

15.3.1 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。

a) 取样方法和其他因素对试验结果的影响;

b) 采用的试验方法和取值标准;

c) 不同测试方法所得结果的分析比较;

d) 测试结果的离散程度;

e) 测试方法与计算模型的配套性。

15.3.2 岩土参数统计应符合下列要求:

a) 岩土的物理力学指标, 应按场地的工程地质区(段)及层位分别统计, 当同层土指标差异较大时, 应进一步划分土质单元, 并分别进行统计;

b) 应按下列公式计算平均值、标准差和变异系数:

$$\phi_m = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i}{n} \dots\dots\dots (22)$$

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n \phi_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n \phi_i \right)^2}{n} \right]} \dots\dots\dots (23)$$

$$\delta = \frac{\sigma_f}{\phi_m} \dots\dots\dots (24)$$

式中：

- ϕ_m —— 岩土参数的平均值；
- σ_f —— 岩土参数的标准差；
- δ —— 岩土参数的变异系数。

c) 分析数据的分布情况并说明数据的取舍标准。

15.3.3 主要参数宜绘制沿深度变化的图件，并按变化特点划分为相关型和非相关型。需要时应分析参数在水平方向上的变异规律。

相关型参数宜结合岩土参数与深度的经验关系，按下式确定剩余标准差，并用剩余标准差计算变异系数。

$$\sigma_r = \sigma_f \sqrt{1-r^2} \quad \dots\dots\dots (25)$$

$$\delta = \frac{\sigma_r}{\phi_m} \quad \dots\dots\dots (26)$$

式中：

- σ_r —— 剩余标准差；
- r —— 相关系数；对非相关型， $r=0$ 。

15.3.4 岩土参数的标准值可按下列方法确定：

$$\phi_k = \gamma_s \phi_m \quad \dots\dots\dots (27)$$

$$\gamma_s = 1 \pm \left\{ \frac{1.704}{\sqrt{n}} + \frac{4.678}{n^2} \right\} \delta \quad \dots\dots\dots (28)$$

式中：

- γ_s —— 统计修正系数。

注：式中正负号按不利组合考虑，如抗剪强度指标的修正系数应取负值。

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

15.3.5 在岩土工程勘察报告中，应按下列不同情况提供岩土参数值：

- a) 一般情况下，应提供岩土参数的平均值、标准差、变异系数、数据分布范围和数据的数量；
- b) 承载能力极限状态计算所需要的岩土参数标准值，应按式 (27) 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。

15.4 成果报告的要求

15.4.1 岩土工程勘察报告所依据的全部原始资料，包括搜集到的已有资料和工程地质测绘与调查，以及勘探、测试所取得的资料，均应进行检查、整理、分析，鉴定，确认无误后方可使用。

15.4.2 岩土工程勘察报告应结合建筑的特点和主要岩土工程问题进行编写，做到资料完整、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。文字报告与图表部分应相互配合、相辅相成、前后呼应。

15.4.3 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写，应包括下列内容：

- a) 勘察目的、任务要求和依据的技术标准；
- b) 拟建工程概况；
- c) 勘察方法和勘察工作布置；

- d) 场地地形、地貌、地层、地质构造、岩土性质及其均匀性；
- e) 各项岩土性质指标，岩石的强度参数、变形参数、地基承载力的建议值；
- f) 地下水埋藏情况、类型、水位及其变化；
- g) 土和水对建筑材料的腐蚀性；
- h) 可能影响工程稳定的不良地质作用的描述和对工程危害程度的评价；
- i) 场地稳定性和适宜性的评价。

15.4.4 高层建筑岩土工程勘察详细勘察阶段报告，除应满足 15.4.1 ~ 15.4.3 条一般建筑详细勘察报告的基本要求外，尚应包括下列主要内容：

- a) 高层建筑的建筑、结构及荷载特点，地下室层数、基础埋深及形式等情况；
- b) 场地和地基的稳定性，不良地质作用、特殊性岩土和地震效应评价；
- c) 采用天然地基的可能性，地基均匀性评价；
- d) 复合地基和桩基的桩型和桩端持力层选择的建议；
- e) 地基变形特征预测；
- f) 地下水和地下室抗浮评价；
- g) 基坑开挖和支护的评价。

15.4.5 天然地基方案应对地基持力层及下卧层进行分析，提出地基承载力和沉降计算的参数，必要时应结合工程条件对地基变形进行分析评价。当采用岩石地基作地基持力层时，应根据地层、岩性及风化破碎程度划分不同的岩体质量单元，并提出各单元的地基承载力。天然地基评价应包括以下内容：采用天然地基的可行性、地基均匀性评价；建议天然地基的持力层及承载力，存在软弱下卧层时，提供软弱下卧层验算参数。

15.4.6 桩基方案应分析提出桩型、桩端持力层的建议，提供桩基承载力和桩基沉降计算的参数，必要时应进行不同情况下桩基承载力和桩基沉降量的分析与评价，对各种可能选用的桩基方案宜进行必要的分析比较，提出建议。

15.4.7 复合地基方案应根据高层建筑特征及场地条件建议一种或几种复合地基加固方案，并分析确定加固深度或桩端持力层。应提供复合地基承载力及变形分析计算所需的岩土参数。

15.4.8 高层建筑基坑工程应根据基坑的规模及场地条件，提出支护结构安全等级和支护方案的建议。应根据场地水文地质条件，对地下水控制方案提出建议。

15.4.9 应根据可能采用的地基基础方案、基坑支护方案及场地的工程地质、水文地质环境条件，对地基基础及基坑支护等施工中应注意的岩土工程问题及设计参数检测、现场检验、监测工作提出建议。

15.4.10 岩土工程勘察报告应对岩土利用、整治和改造的方案进行分析论证，提出建议；对工程施工和使用期间可能发生的岩土工程问题进行预测，提出监控和预防措施的建议。

15.4.11 对岩土利用、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。

15.4.12 对丙级岩土工程勘察的成果报告内容可适当简化，采用以图表为主，辅以必要的文字说明；对甲级、特级的岩土工程勘察的成果报告除应符合本节规定外，尚可对专门性的岩土工程问题提交专门的试验报告、研究报告或监测报告。

15.5 图表及附件

15.5.1 岩土工程勘察报告所附图件应体现勘察工作的主要内容，全面反映地层结构与性质的变化，

紧密结合工程特点及岩土工程性质，并应与报告书文字相互呼应。主要图件及附件应包括下列几种。

- a) 拟建建筑平面位置及勘探点平面布置图；
- b) 工程地质钻孔柱状图或综合工程地质柱状图；
- c) 工程地质剖面图；

当工程地质条件复杂或地基基础分析评价需要时，宜绘制下列图件：

- d) 关键地层层面等高线图和等厚度线图；
- e) 工程地质立体图；
- f) 工程地质分区图；
- g) 场区液化分区图；
- h) 剪切波速测试报告；
- i) 地下水等水位线图；
- j) 特殊土或特殊地质问题的专门性图件。

15.5.2 岩土工程勘察报告所附表格和曲线应全面反映勘察过程中所进行的各项室内试验和原位测试工作，为岩土工程分析评价和地基基础方案的计算分析与设计提供系统完整的参数和分析论证的数据。主要图表宜包括下列几类：

- a) 土工试验及水质分析成果表，需要时应提供压缩曲线、三轴压缩试验的摩尔圆及强度包线；
- b) 各种地基土原位测试试验曲线及数据表；
- c) 岩土层的强度和变形试验曲线。

附 录 A

(规范性附录)

地基承载力修正系数

A.1 当基础宽度大于 3 m 或埋置深度大于 0.5 m 时,从载荷试验或其他原位测试、经验值等方法确定的地基承载力特征值,尚应按式修正:

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (b - 3) + \eta_d \gamma_m (d - 0.5) \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- f_a —— 修正后的地基承载力特征值 (kPa);
- f_{ak} —— 地基承载力特征值 (kPa),可由载荷试验或其他原位测试、公式计算,并结合工程实践经验等方法综合确定;
- η_b 、 η_d —— 基础宽度和埋置深度的地基承载力修正系数,按基底下土的种类查表 A.1 取值;
- γ —— 基础底面以下土的重度 (kN/m^3),地下水位以下取浮重度;
- b —— 基础底面宽度 (m),当基础底面宽度小于 3 m 时按 3 m 取值,大于 6 m 时按 6 m 取值;
- γ_m —— 基础底面以上土的加权平均重度 (kN/m^3),位于地下水位以下的土层取有效重度;
- d —— 基础埋置深度 (m),宜自室外地面标高算起。在填方整平地区,可自填土地面标高算起,但填土在上部结构施工后完成时,应从天然地面标高算起。对于地下室,当采用箱形基础或筏基时,基础埋置深度自室外地面标高算起;当采用独立基础或条形基础时,应从室内地面标高算起。

表 A.1 承载力修正系数

土的种类		η_b	η_d
淤泥和淤泥质土		0	1.0
人工填土、 e 或 I_L 大于等于 0.85 的黏性土		0	1.0
e 或 I_L 均小于 0.85 的黏性土		0.3	1.6
大面积压实填土	压实系数大于 0.95,黏粒含量 $\rho_c \geq 10\%$ 的粉土	0	1.5
	最大干密度大于 $2\ 100\ \text{kg/m}^3$ 的级配砂石	0	2.0
粉土	黏粒含量 $\rho_c \geq 10\%$ 的粉土	0.3	1.5
	黏粒含量 $\rho_c < 10\%$ 的粉土	0.5	2.0
粉砂、细砂	松散状态时 $N \leq 10$ 击	0	1.0
	稍密状态时 $10\ \text{击} < N \leq 15$ 击	0.5	1.0
	中密、密实状态	2.0	3.0
中砂、粗砂、砾砂和碎石土		3.0	4.4
注 1: 强风化和全风化的岩石,可参照所风化成的相应土类取值,其他状态下的岩石不修正; 注 2: 地基承载力特征值按深层平板载荷试验确定时 η_d 取 0; 注 3: 含水比是指土的天然含水量与液限的比值; 注 4: 大面积压实填土是指填土范围大于两倍基础宽度的填土。			

附 录 B

(规范性附录)

地基土承载力特征值

B.1 按压缩模量和轻型动力触探击数取值。

表 B.1 新近沉积黏性土及粉土

压缩模量 E_{s1-2} /MPa	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
轻型动力触探击数 N_{10}	6	8	10	12	14	16	18	20	23	25
承载力特征值 f_{ak} /kPa	50	80	100	110	120	130	150	160	180	190

表 B.2 一般第四纪黏性土及粉土

压缩模量 E_{s1-2} /MPa	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
轻型动力触探击数 N_{10}	10	17	22	29	39	50	60	70	80	90	100
承载力特征值 f_{ak} /kPa	120	160	190	210	230	250	270	290	310	330	350

B.2 按标准贯入试验击数校正取值。

表 B.3 砂土承载力特征值 f_{ak}

单位: kPa

N'	5	10	15	30	50
粉、细砂	100	150	200	320	460
中、粗砂	130	180	250	340	500

表 B.4 粉土和黏性土承载力特征值 f_{ak}

单位: kPa

N'	2	3	4	5	7	9	12	15	20	30	40
粉土 ($\rho_c < 10\%$)	60	80	90	110	140	160	210	240	280	360	420
粉土 ($\rho_c \geq 10\%$)	70	90	100	120	160	190	240	270	320	410	480
黏性土	80	100	120	140	180	220	280	320	380	480	560

B.3 形成时间大于 5 年的砂土、粉土及形成时间大于 10 年的黏性土为主的素填土，其承载力特征值按主要成分参照以上各表，并综合考虑素填土的均匀性、干湿程度、包含物、形成时间等因素，折减 10%~30%后使用。

B.4 当按本附录所确定的承载力特征值取值较大且采用天然地基或换土垫层法地基处理方案时，对 18 层以上的高层建筑或重要建筑物需进行现场载荷试验进行验证。

B.5 本附录适用于银川平原、卫宁平原等冲积、洪积、湖积相土层；对测试时含水量较低或处于干、硬性状态的土层，当拟建物使用期间地基土含水量可能提高时，应按饱和状态考虑其承载力的折减；具体折减幅度可根据地区经验或通过室内、室外浸水饱和试验确定。

附 录 C (规范性附录)

银川平原地区粉细砂土压缩模量和地区沉降计算经验系数

C.1 在无室内试验数据时，银川平原地区粉细砂土压缩模量可按下表选用。压缩模量应取土的自重压力至土的自重压力与附加压力之和的压力段之数值。

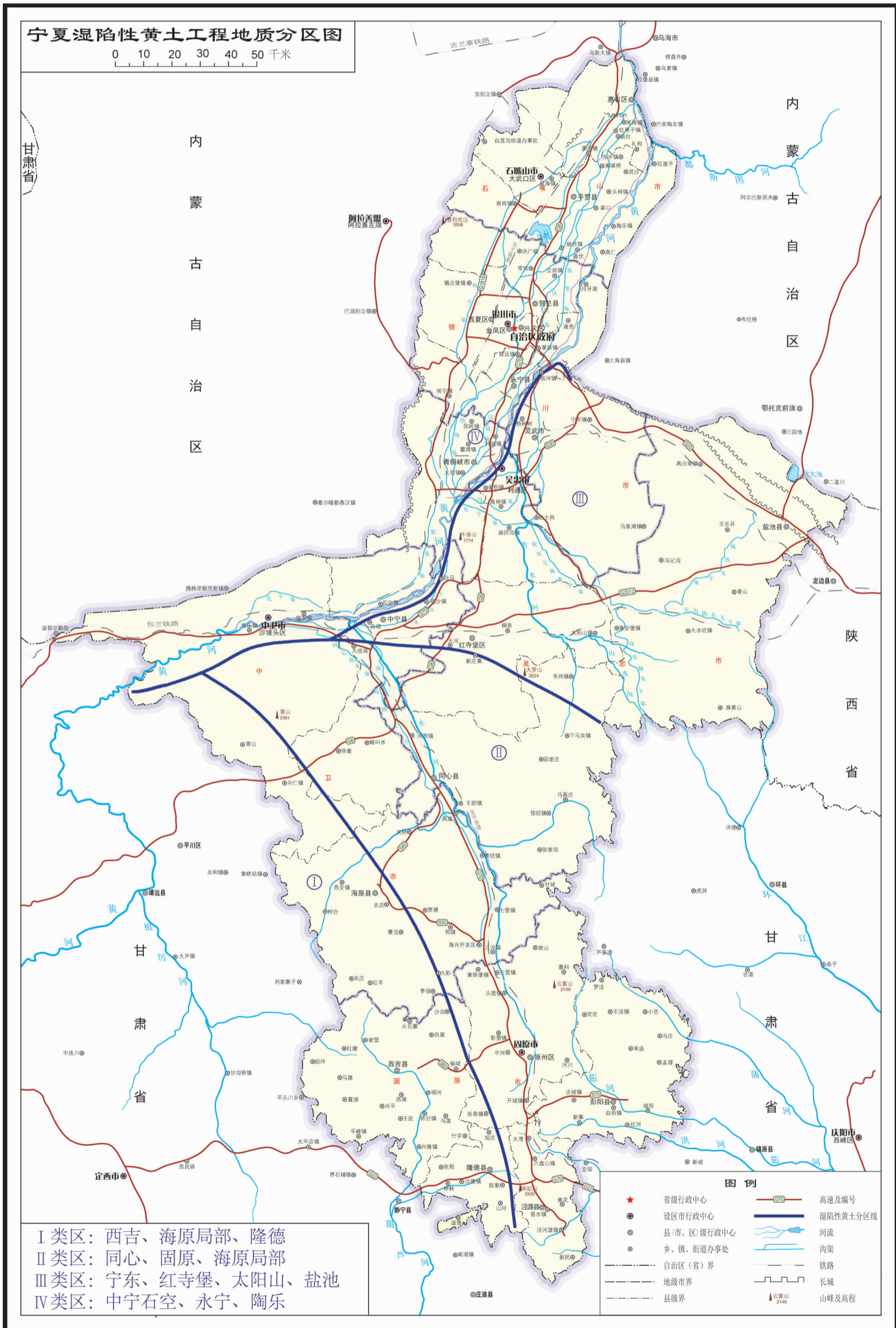
表 C.1 银川平原地区粉细砂土压缩模量

深度 /m	压缩模量 /MPa	标准贯入试验击数校正值					
		20	25	30	35	40	50
0 ~ 10	E_{s1-2}	13.6	14.1	14.5	14.9	15.3	16.1
	E_{s1-4}	19.0	19.6	20.2	20.7	21.3	22.6
	E_{s1-8}	26.0	26.6	27.4	28.1	28.7	30.1
10 ~ 20	N'	40	50	60	70	80	90
	E_{s1-2}	15.3	16.1	16.9	17.7	18.6	19.4
	E_{s1-4}	21.3	22.6	23.7	24.9	26.2	27.3
	E_{s1-8}	28.7	30.1	31.6	33.0	34.3	35.8
	E_{s2-4}	23.7	25.0	26.3	27.7	29.0	30.4
	E_{s2-8}	31.2	33.2	35.3	37.4	39.4	41.3
	E_{s2-16}	44.7	46.7	48.7	50.7	52.8	54.8
20 ~ 30	N'	80	90	100	110	120	130
	E_{s2-4}	29.0	30.4	31.8	33.4	35.2	37.1
	E_{s2-8}	39.4	41.3	42.3	44.1	46.5	48.9
	E_{s2-16}	52.8	54.8	56.8	58.8	60.8	62.8
	E_{s3-4}	34.2	35.3	36.3	37.4	38.4	39.5
	E_{s3-8}	40.5	41.6	42.7	43.8	44.9	46.0
	E_{s3-16}	58.2	60.2	62.2	64.2	66.2	68.1
> 30	N'	100	110	120	130	140	150
	E_{s3-4}	36.3	37.4	38.4	39.5	40.5	41.6
	E_{s3-8}	42.7	43.8	44.9	46.0	47.2	48.3
	E_{s3-16}	62.2	64.2	66.2	68.1	70.1	72.1
	E_{s4-8}	49.3	50.3	51.4	52.5	53.6	54.7
	E_{s4-16}	67.0	69.0	70.9	72.9	74.8	76.8
	E_{s8-16}	79.3	81.4	83.5	85.6	87.7	89.8

C.2 银川平原地区，变形计算深度范围内土层以粉细砂土为主，压缩模量的当量值 $E_s \geq 20$ MPa 时，地区沉降计算经验系数 $\psi_s = 0.15$ 。

附录 D (资料性附录)

宁夏湿陷性黄土工程地质分区图



附录 E
(资料性附录)
宁夏及临区大地构造图

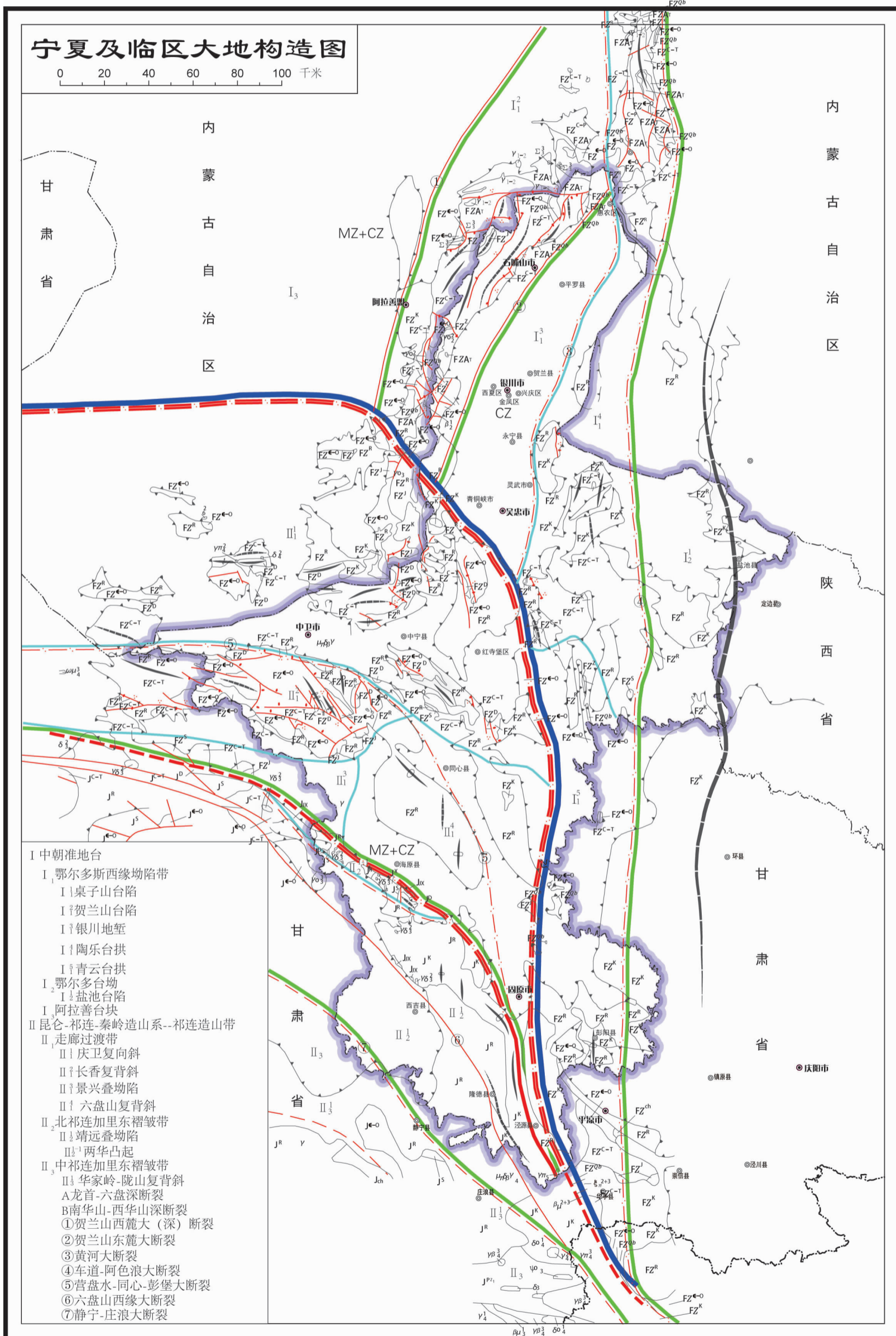


图 例

一、构造层

I 中朝准地台

1. 基底

阜平-中条旋回

FZA_T 新太古代变质岩建造

2. 盖底

晋宁旋回

FZ^{Qb} 青白口系构造层石英砂岩-碳酸盐建造

兴凯旋回

FZ^Z 震旦系构造冰碛岩建造层

加里东旋回

$FZ^{\epsilon-O}$ 寒武-奥陶系构造层碎屑岩-碳酸盐、复理石建造

华力西-印支旋回

FZ^{C-T} 石炭-三叠系构造层海陆交互相-陆相碎屑岩、含煤（油）建造

燕山旋回

FZ^J 侏罗系构造层陆相碎屑岩、含煤（油）建造

FZ^K 白垩系构造层陆相碎屑岩建造

喜马拉雅旋回

FZ^R 古近-新近系构造层陆相红色、膏盐建造

II 昆仑-祁连-秦岭造山系祁连造山带

II₁ 走廊过渡带

加里东回旋

$FZ^{\epsilon-O}$ 寒武-奥陶系构造层复理石-碳酸盐、基性火山建造

FZ^S 志留系构造层碳酸盐、碎屑岩

华力西-印支旋回

FZ^D 泥盆系构造层磨拉石建造

FZ^{C-J} 石炭-三叠系构造层海陆交互相、陆相碎屑岩、火山碎屑岩、碳酸盐、含盐、含煤建造

燕山旋回

FZ^J 侏罗系构造层陆相碎屑岩、含煤建造

FZ^K 白垩系构造层陆相碎屑岩、膏盐建造

喜马拉雅旋回

FZ^R 古近-新近系构造层红色、膏盐建造

II₂ 北祁连加里东褶皱带

1. 基底

晋宁旋回

JJX 蓟县纪变质岩建造

2. 盖层

加里东旋回

$J^{\epsilon-O}$ 寒武-奥陶系构造层海相中基性火山岩建造

J^S 志留系构造层碎屑岩建造

华力-印支旋回

J^D 泥盆系构造层磨拉石建造

J^{C-J} 石炭-三叠系构造层海陆交互相、陆相碎屑岩、火山碎屑岩、碳酸盐、含煤建造

燕山旋回

J^J 侏罗系构造层陆相碎屑岩、含煤建造

J^K 白垩系构造层陆相碎屑岩建造

喜马拉雅旋回

J^R 古近-新近系构造层陆相红色、膏盐建造

II₃ 中祁连加里东褶皱带

1. 基底

晋宁旋回

JCH 长城纪变质岩建造

2. 盖层

加里东旋回

J^{PZT} 下古生界构造层海相火山岩、碎屑岩-碳酸盐建造

$J^{\epsilon-O}$ 寒武-奥陶系构造层海相火山岩-碎屑岩建造

J^S 志留系构造层海相中-酸性火山碎屑-碎屑岩建造

喜马拉雅旋回

J^R 古近-新近系构造层陆相红色建造

二、岩浆岩

β_6^2 中喜马拉雅期玄武岩

$\epsilon\pi_5^{2+3}$ 早-中燕山期正长斑岩

$\beta\pi_5^{2+3}$ 早-中燕山期辉绿玢岩

$\gamma\pi_3$ 印支-燕山期花岗斑岩

ϵ_5 印支-燕山期霞石正长岩

$\gamma\pi_4$ 晚华力西期花岗斑岩

$\gamma\beta_3$ 晚华里西期黑云母花

$\omega\mu_4$ 晚华力西期苦橄玢岩

$\gamma\pi_4$ 中华力西期花岗斑岩

γ_4^2 中华力西期花岗岩

δ_4 中华力西期花长岩

δ_4 早华力西期花岗岩

δ_0 早华力西期石英闪长岩

γ_4 华力西期花岗岩

γ_0^3 晚加里东期斜长花岗岩

Σ_3 晚加里东期超基性岩

$\gamma_3^2\delta$ 中加里东期花岗闪长岩

δ_3 中加里东期闪长岩

γ_0^3 加里东期斜长花岗岩

δ_3 加里东期闪岗岩

$\beta_3\mu$ 加里东期变灰绿岩

Ψ_0^3 加里东期角闪岩

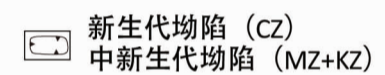
γ_0^2 晚中条期斜长花岗岩

γ_{1-3} 五台-中条期花岗岩、混合花岗岩

$\gamma_0\beta_3$ 五台-中条期黑云母斜长花岗岩

三、拗陷与隆起

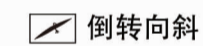
 隆起

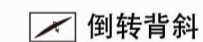
 新生代拗陷 (CZ)
中新生代拗陷 (MZ+KZ)

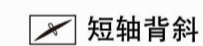
四、构造变形

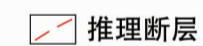
 向斜

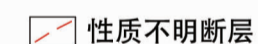
 背斜

 倒转向斜

 倒转背斜

 短轴背斜









 推理断层

 性质不明断层

 实测正断层

 实测逆断层

深断裂及大断裂

性质	可靠地		推断的	
	显露的	隐藏的	地质的	物探的
深断裂				
大断裂				

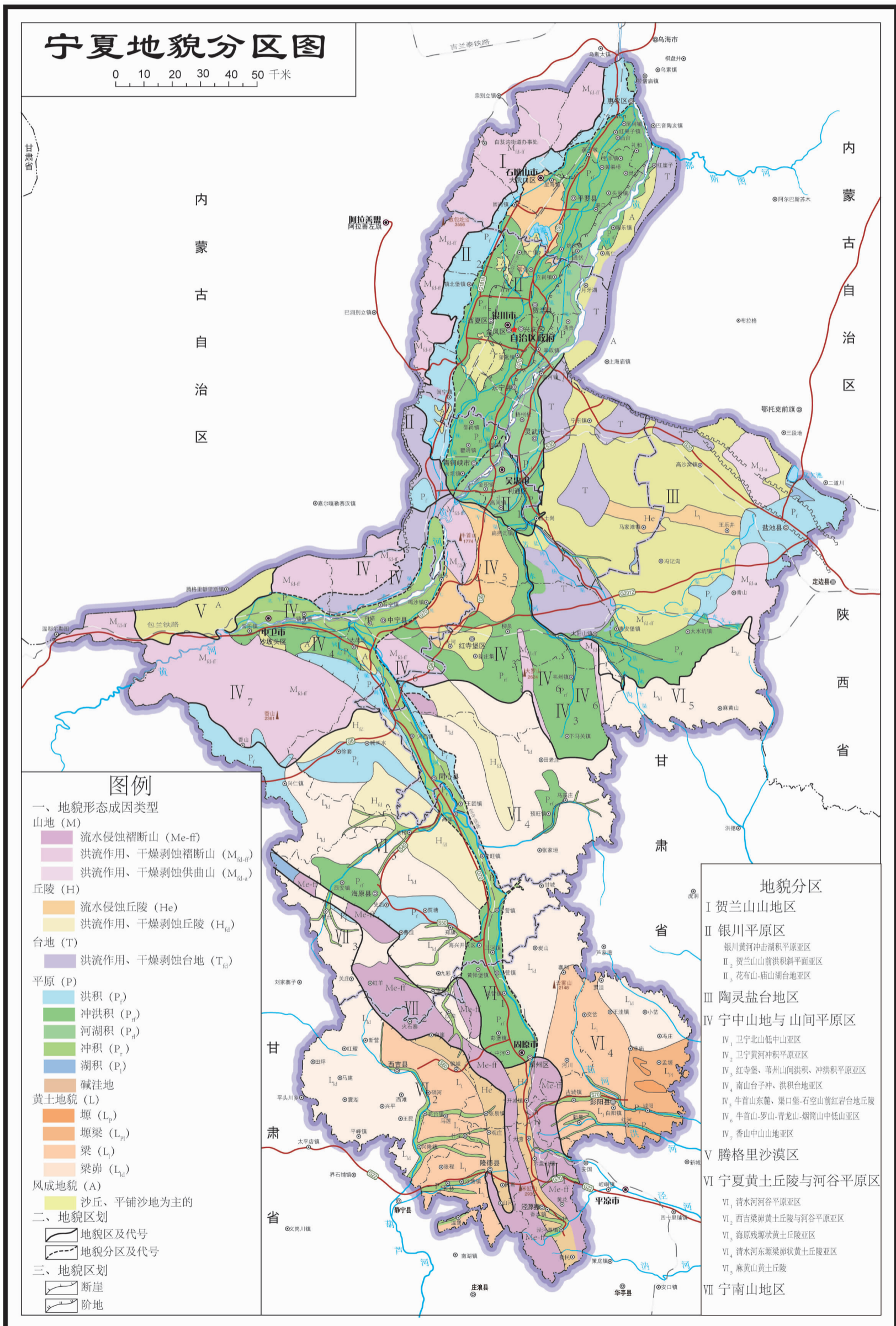
五、构造单元界线

 一级

 二级

 三级

附录 F
(资料性附录)
宁夏地貌分区图



宁夏回族自治区地方标准

岩土工程勘察标准

DB64/T 1646—2019

条文说明

制定说明

《岩土工程勘察标准》DB64/T 1646—2019，经宁夏回族自治区住房和城乡建设厅 2019 年 08 月 02 日以宁建（科）发〔2019〕19 号公告批准、发布。

标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国家标准和国内发达省区的先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准遵循科学性、实用性和可操作性的原则，在广泛调研，多次研讨、征求意见、认真总结、整理分析的基础上，最后经相关部门组织审查定稿。

请各单位在执行过程中，结合工程实践，不断总结经验，积累资料，并将意见和建议反馈到标准编制组，以供再次修订时参考。

本标准由宁夏建筑设计研究院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，请寄送宁夏建筑设计研究院有限公司（地址：宁夏银川市万寿路 136 号，邮政编码：750002，邮箱号：411702799@qq.com）。

为便于设计、施工、质量监督、工程监理、科研院校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，标准编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对部分条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了详细的解释和说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	79
4	基本规定	80
4.1	岩土工程勘察分级	80
4.2	前期工作	80
5	各类工程勘察基本要求	81
5.1	工业与民用建筑	81
5.5	市政工程	81
5.6	废弃物处理工程	81
5.9	新能源电场工程	82
6	不良地质作用和地质灾害	82
6.4	采空区	82
7	特殊性岩土	83
7.1	湿陷性黄土和湿陷性土	83
7.4	填土	83
7.5	膨胀岩土	83
7.6	盐渍岩土	83
8	地下水	84
8.3	地下水作用的评价	84
8.4	抗浮设防水位	84
9	工程地质测绘和调查	85
9.1	一般规定	85
9.2	工程地质调查	85
9.3	工程地质测绘	86
10	勘探和取样	86
10.1	一般规定	86
10.2	勘探点的定位与测量	86
10.3	钻探	87
10.4	井探、槽探和洞探	87
10.5	岩土试样的采取	87
10.6	地球物理勘探	88
11	原位测试	88
11.1	一般规定	88
11.2	载荷试验	88
11.3	圆锥动力触探试验	89

11.4	标准贯入试验	89
11.5	旁压试验	90
11.6	波速测试	90
12	室内试验	90
12.1	一般规定	90
12.2	土的物理性质试验	91
12.3	土的压缩—固结试验	91
12.4	土的抗剪强度试验	91
12.5	土的动力性质试验	92
12.6	岩石试验	92
13	水和土腐蚀性评价	92
13.1	取样和测试	92
13.2	腐蚀性评价	93
14	现场检验和监测	93
14.1	一般规定	93
14.2	地基基础的检验和监测	93
15	岩土工程分析评价和成果报告	94
15.1	一般规定	94
15.3	岩土参数的分析和选定	94
15.4	成果报告的要求	94
15.5	图表及附件	95
附录 A	地基承载力修正系数	95
附录 B	地基土承载力特征值	96
附录 C	银川平原地区粉细砂土压缩模量 E_s 和地区沉降计算经验系数 φ_s	97
附录 D	宁夏湿陷性黄土工程地质分区图	97
附录 E	宁夏及临区大地构造图	98
附录 F	宁夏地貌分区图	98

岩土工程勘察标准

1 总则

1.1 本标准的编制背景

宁夏回族自治区地域面积虽然不大，但是地形地貌、地质情况却较为复杂，岩土类别较多、性质变化较大，成因复杂，部分岩土性状与全国其他省区的岩土物理力学性质相比有着较为明显的差异，这些差异对工程建设的安全和经济性有着较大的影响。随着宁夏地区经济建设的高速发展，对这些差异的重新认识和研究越来越显得尤为重要了。

由于历史原因，宁夏的岩土工程勘察设计实践经验并未加以充分的总结，现行的国家规范、标准未充分反映到宁夏地区地基土层的特性，这已经是宁夏勘察设计行业从业者的共识。各勘察单位在依据现行国家规范从事生产实践时，所得出的结论及采取的常规处理措施并不能很好地解决实际问题，给基础工程设计或地基处理带来了许多困难，甚至影响到了建设工程的质量和安全，达不到良好的社会效益及经济效益。

在历次全国建设工程安全质量大检查中，建设部质量检查组的专家也多次指出，宁夏地区的地质情况比较特殊，应尽快编制适合宁夏的地方标准。这也是全国大部分省、自治区、直辖市的普遍做法，如北京、上海、广东、山东、湖南、湖北、四川、广西等十多个省、自治区、直辖市都有了本地区的地方性《岩土工程勘察规范》或《建筑地基基础勘察设计规范》，由于针对性很强，对当地的地基土层性质掌握充分，经验丰富，给当地建设带来了良好的经济效益和社会效益。

从宁夏回族自治区成立以来，宁夏地区已经积累了大量的岩土工程勘察设计地区性经验，这是多年来获得的宝贵财富，但大多局限在各单位的小范围内，没有广泛深入地进行交流、研讨和系统性地总结，从而影响了勘察技术的推广和利用。如果在建设主管部门的支持和帮助下，抽调相关专业的专家学者进行认真的总结研究，再作一些针对性的试验研究工作，就可以编制出一套符合宁夏本地情况的地方性技术标准。标准的编制成功将在宁夏工程建设中发挥更大的作用，在确保质量和安全的前提下，较大程度的节约投资，收到良好的经济效益和社会效益。

因此，宁夏回族自治区住房和城乡建设厅研究决定编制地方岩土工程勘察标准，根据宁夏回族自治区住房和城乡建设厅标发〔2012〕11号文件的要求，由宁夏建筑设计研究院有限公司等七家单位，认真总结宁夏岩土工程勘察设计的经验，在参照有关国家标准的基础上，制定宁夏回族自治区地方标准《岩土工程勘察标准》，从而，对宁夏地区50年来的地基基础勘察设计经验进行认真地、系统地总结；以规范宁夏范围内工业与民用建筑岩土工程勘察工作；推广应用安全可靠、经济合理的岩土工程勘察新技术；必将会大幅度减少宁夏境内因地基基础而产生的建筑质量安全事故，减少因过度保守而造成的浪费。

本标准特点主要有以下几点：

(1) 全面整合

岩土工程勘察相关规范标准的现状是，除国标《岩土工程勘察规范》以外，湿陷性黄土、市政工程、风电、光伏、道路与桥梁、垃圾填埋场、高层建筑等多种勘察规范和规程并存，行业条块分割，由于各个行业在勘察时的侧重点不同，具体规定有所差异，甚至有些标准之间存在矛盾或不协

调之处，不利于勘察、设计、施工以及图审工作的顺利开展。

本标准将市政工程勘察、新能源电场工程等勘察内容与工业与民用建筑工程勘察内容进行整合，以指导宁夏勘察人员在勘察工作中顺利进行相关工作并明确和细化相关内容。

(2) 因地制宜、符合区情

根据宁夏岩土工程勘察的特点和经验，结合勘察技术的发展，通过历次全国勘察设计质量大检查国内专家的指导，对宁夏勘察工作量布置、原位测试、原状土样取样和试验进行了多项调整，相对于国标规范，更适合宁夏地区岩土性状和从业技术人员通过传帮带所形成的工作习惯。

(3) 黄土评价更加准确

根据宁夏黄土地区的工作经验和教训，结合大型试坑浸水试验，对黄土区划中属于北部边缘地区的宁夏宁东、红寺堡以北地区湿陷性黄土的相关经验数据进行重大调整，对湿陷性黄土地区地基处理方法进行了优化。

(4) 高层建筑，变形验算更加符合实际

通过近 10 年来积累的大量的勘察、检测、监测数据，并结合具体工程对银川平原地区的密实砂土进行了专题研究，建立了冲积砂土承载力、压缩模量以及沉降估算等重要指标的数学关系，在砂土研究方面有了重大突破。

(5) 对非饱和土进行深入的研究，在承载力评价时提出按饱和强度进行适当折减的概念和方法。

4 基本规定

4.1 岩土工程勘察分级

4.1.1 工业与民用建筑

4.1.1.5 目前，由于国内各行业条块分割，在勘察时的侧重点不同，其岩土分类和描述具体规定有所差异，甚至有些标准之间存在矛盾或不协调之处，不利于勘察、设计、施工以及图审工作的顺利开展。本标准从大岩土的发展趋势出发，作出本条规定，具有一定的实用性、科学性和引领作用。

4.1.2 市政工程

4.1.2.1 市政工程涉及房屋建筑、道路工程、管道线路工程等，工程重要性等级的划分不同于工业与民用建筑工程。在确定市政工程勘察等级时，应按工程重要性等级、场地复杂程度等级和地基复杂程度等级综合划分岩土工程勘察等级，也可在同一份报告中出现两种不同的岩土工程勘察等级。

4.2 前期工作

4.2.1 工程勘察前期工作的目的是充分了解建设工程的性质和特点，搜集拟建场地的工程地质、水文地质资料，精心分析，并结合已有的工程经验。有针对性的采用各种勘察手段，制定勘察工作方案，编制勘察纲要。工程勘察应根据勘察纲要开展工作，并根据实际情况及出现的问题及时调整和补充，勘察纲要应明确依据的技术标准。

4.2.2 接受工程勘察委托前，应取得由委托方提供的工程勘察项目委托书及本条规定的相关资料。详细勘察阶段应在搜集已有资料的基础上，通过资料的了解和场地的基本情况，有针对性制订勘察方案。

分析资料时，应注意“点面结合”，既要看区域性资料，又要注意邻近已建项目的工作经验，所选用的数据资料必须保证其现状的有效性和可靠性。

4.2.3 勘察纲要是工程勘察的指导性文件，勘察纲要应在充分搜集分析已有资料和现场踏勘的基础上，针对拟建工程的性质和技术标准进行编写。

5 各类工程勘察基本要求

5.1 工业与民用建筑

5.1.1 勘察阶段的划分是与设计阶段相适应的，分选址或可行性研究勘察、初步勘察、详细或施工图设计勘察和施工勘察四个阶段，各阶段勘察的工作内容和任务要求，要结合岩土工程勘察等级和工程特性确定。

5.1.2 当根据实际情况直接进入详细勘察阶段勘察，其勘察工作量布置，应满足详细勘察工作要求，进行测试或专门论证评价。

5.1.3 可行性研究勘察阶段主要任务是分析场地的稳定性和适宜性；场地范围和应避免的地段，进行选址方案的对比，确定最佳场地方案。

5.1.4 初步勘察阶段，勘察的主要任务是论证建设场地的稳定性；建议总平面布置应注意的事项，提供基本岩土参数，场地地下水对工程建设影响评价等问题。

5.1.5 详细勘察工作主要任务是提供场地地基土的岩土设计参数；论证地基基础方案的合理性；提出地基处理方案，基坑开挖，工程降水及护坡预防安全措施的方案建议。

5.1.6 施工勘察阶段的主要任务是对设计变更后原勘察成果不能满足规范和设计要求；勘察区范围内增添新工程项目；对施工提出采取补救措施。

5.5 市政工程

5.5.1 市政工程是城市基础设施、公用设施建设工程的总称，市政工程主要包括：

城市道路、广场和停车场工程；

城市给水、排水、煤气、热力、输油、输气场站及室外管道工程；

城市防洪、防汛（波）堤岸工程；

城市桥涵、道路立交桥、人行地下通道、人行过街天桥和高架路工程；

各类水处理、煤制气、热电厂站构筑物工程。

5.5.4 市政工程勘察等级为甲级的勘察项目，其勘探点的布置、土试样的采集、勘探点深度应符合相关规范、标准要求，除道路中的桥涵、管线可共用勘探点外，其他均应单独布置工作量。不可共用。

当不同的市政工程使用相关的勘察成果时，应在勘察文件中注明详细验槽，必要时进行施工勘察建议。

在黄土地区进行市政道路、管线工程勘察、不宜采用钻探手段，均应宜人工探坑为主，因道路管线工程属线型工程，距离较长，钻探手段不利于黄土湿陷性等级的评价。

5.6 废弃物处理工程

5.6.1 垃圾填埋场

5.6.3.3 城市垃圾卫生填埋场主要填埋居民生活垃圾、商业垃圾、街道与公共场所生活垃圾等。严禁填埋有毒制品、有毒药物、有化学反应或腐蚀性物质、易燃易爆危险品、放射性物质、医疗垃圾及其他严重污染环境的物质。

填埋场按城市地形条件选址，可分为沟谷型、平原型和坑埋型。填埋场主体工程内容包括：场地整平与边坡整治，填埋物推铺碾压，坝体工程，场区道路，防渗工程，地表水及地下水导排系统，渗沥液和气体收集处理与排出系统，封场工程，办公、宿舍、机修、配电、给排水等附属建筑物工程，绿化隔离带及水土保持工程等。

勘探工作应根据工程规模、特征及填埋方式，采用坑探、槽探及钻探等多种手段。

5.9 新能源电场工程

5.9.1 本节依据中国能源行业标准《陆地和海上风电场工程地质勘察规范》NB/T 31030—2012 规定，收集大量资料，并结合当地风电场和光伏电场勘察经验编制，适用于宁夏地区并网型风电场、光伏电场等新能源电场的岩土工程勘察。

5.9.2 除场区勘察执行本节规定外，其他附属建构筑物还应执行相应行业标准和国家现行有关标准。

5.9.3 本地区新能源电场工程的勘察阶段根据中国能源行业标准 NB/T 31030—2012 的规定划分，与各阶段的设计工作深度相适应，规定了勘察的程序和工作深度，明确各阶段勘察工作的任务、内容和技术要求。

5.9.4 规划阶段勘察工作的任务是提供规划区域的岩土工程资料。内容包括区域地质勘察与规划区各比选场址的勘察，勘察手段主要采用收集资料、踏勘、调查方法，分析区域稳定性和电场建设的适宜性。对勘察技术要求，本节把区域地质勘察与比选场址的勘察做了合并规定。

5.9.5 预可行性研究阶段勘察工作的任务本节为选定的场址提供岩土工程资料。内容包括区域地质勘察与规划区选定场址的勘察，对区域稳定性初步评价，初步查明选定场址的工程地质条件，初步提出地基基础方案，了解天然建筑材料的分布情况。对勘察技术要求，本节把区域地质勘察与选定场址的勘察作了合并规定。

5.9.7~5.9.11 可行性研究阶段勘察工作的任务应查明已确定的场址区的岩土工程条件，进行岩土工程评价，为机组布置提供岩土工程资料。内容包括根据需要对区域地质勘察补充或复核，查明场区地层结构、提出岩土体的物理力学参数等，对升压站、场内道路和集电线路进行地质调查，进行天然建筑材料初步勘察和储量、质量初步评价等。对勘察技术要求，本节只针对确定的场址，提出了具体的勘察工作量布置、勘探深度、原位测试、取样、土工试验项目的规定。

招标设计阶段勘察工作的任务查明风电场每台机组基础、升压站、集电线路及场内道路等建(构)筑物的岩土工程条件，进行地基岩土工程评价，为招标文件编制和施工图设计提供岩土资料。内容包括查明每台机组及各建构筑物的工程地质条件，对天然建筑材料详细勘察。对勘察技术要求，本节对每台机组提出了具体的勘察工作量布置、勘探深度、原位测试、取样、土工试验项目的规定。

6 不良地质作用和地质灾害

6.4 采空区

6.4.6 根据地表移动特征、地表移动所处阶段和地表移动、变形值的大小等进行采空区场地的建筑适宜性评价。下列地段不宜作为建筑场地：

(1) 在开采过程中可能出现非连续变形的地段，当采深采厚比大于 25~30，无地质构造破坏和采用正规采矿方法的条件下，地表一般出现连续变形；连续变形的分布是有规律的，其基本指标可用数学方法或图解方法表示；在采深采厚比小于 25~30，或虽大于 25~30，但地表覆盖层很薄，且采用高落式等非正规开采方法或上覆岩层有地质构造破坏时，易出现非连续变形，地表将出现台阶状的裂缝或塌坑；非连续变形是没有规律的、突变的，其基本指标目前尚无严密的数学公式表示；非连续变形对地面建筑的危害要比连续变形大得多。

(2) 处于地表移动活跃阶段的地段，在开采影响下的地表移动是一个连续的时间过程，可大致分为起始阶段、活动阶段和衰退阶段，不论地表移动处于何阶段，当地表变形指标值如水平变形量或倾斜值或曲率值超过允许变形值或规范值时，都不宜作为建筑场地。

(3) 地表倾斜大于 10 mm/m、地表曲率大于 0.6 mm/m²、地表水平变形大于 6 mm/m 的地段，三项指标具备其一，按中国地质灾害防治工程行业协会团体标准《采空塌陷勘察规范》T/CAJHP005—

2018（试行）采空塌陷地表变形区等级划分标准（如下表），均处于地表变形Ⅳ级区，对砖混结构或工业构筑物而言，此值也已超过容许变形值，有的已超过极限变形值，其地基已处于不稳定状态。对于地表倾斜 ≤ 3.0 mm/m、地表曲率 ≤ 0.2 mm/m²、地表水平变形 ≤ 2.0 mm/m的地段，三项指标同时具备，处于地表变形Ⅰ级区，对于一般浅基础工程而言，其地基稳定性评价为稳定，上述三个指标中的地表倾斜3.0~10 mm/m、地表曲率0.2~0.6 mm/m²、地表水平变形2.0~6.0 mm/m处于该范围时，应根据具体数值大小，采用下表进行地表变形分区，在地表变形分区的基础上，按地基允许变形值要求或规范，分项研究进行地基稳定性评价。

表1 采空塌陷地表变形区等级划分标准

地表变形区	地表变形指标值			备注
	水平变形值/(mm·m ⁻¹)	倾斜值/(mm·m ⁻¹)	曲率值/(mm·m ⁻¹)	
Ⅰ区	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 0.2	三项指标同时具备
Ⅱ区	$2.0 < e \leq 4.0$	$3.0 < i \leq 6.0$	$0.2 < k \leq 0.4$	三项指标具备其一
Ⅲ区	$4.0 < e \leq 6.0$	$6.0 < i \leq 10.0$	$0.4 < k \leq 0.6$	三项指标具备其一
Ⅳ区	> 6.0	> 10.0	> 0.6	三项指标具备其一

7 特殊性岩土

7.1 湿陷性黄土和湿陷性土

7.1.1 湿陷性黄土

7.1.1.5 湿陷性黄土原状样的取样方法对土的力学指标特别是湿陷系数影响较大。宁夏地区黄土，特别是北部黄土状土，较之陕西及其他地区，土的含水量及黏粒含量低，砂粒含量高。在钻孔中即使使用专用的黄土薄壁取土器，采用1米3钻的方法，湿陷性指标与人工取样法依然偏差很大，偏差率可达20%~30%，极易产生误判，影响对场地湿陷性的评价。因此，要确保这两类指标的准确性，采用探井（坑）人工取Ⅰ级土样的方法是最为可靠的。

7.1.1.6 当穿透大厚度湿陷性黄土层确有困难，无法判断湿陷性黄土层下限深度时，本条规定了各类建筑基础底面下人工取样探井的深度要求，这与应有一定数量的探井穿透湿陷性土层并不矛盾。在宁夏地区，这样的取样深度要求能够确定场地的湿陷类型和湿陷等级并合理确定地基处理方案。

7.1.1.14 甲、乙类建筑物考虑其重要性和地基处理对消除湿陷性的要求，勘探点深度必须穿透湿陷性黄土层，这是基本原则，丙、丁类建筑物按表18的勘探深度能满足评价基底压缩层深度和剩余湿陷量的地基处理要求。

7.4 填土

7.4.5 填土的堆填土料为湿陷性土或湿陷性黄土，填筑时即使分层碾压，若压实度不够，土的湿陷性依然会存在。因此，对场地的湿陷性作出评价是必要的。

7.5 膨胀岩土

7.5.1 膨胀岩土的主要矿物成分是蒙脱石和伊利石。蒙脱石亲水性强，遇水膨胀强烈，伊利石次之。

宁夏的膨胀性岩土以第三系形成的泥岩为主，一般呈棕红色，多分布在盐池、中宁、红寺堡及固原地区，膨胀潜势多为弱至中等。膨胀岩土的初判很重要，若经初判自由膨胀率小于40%，则地基可按普通地基对待。

7.6 盐渍岩土

7.6.1 盐渍土对工程的危害较广泛。可以概括为三个方面：即溶陷性、盐胀性和腐蚀性。宁夏的盐

渍土属内陆盐渍土，三种危害都有。天然状态下的盐渍土是很好的建筑地基，但一旦水环境发生改变，盐渍土地基就可能产生严重溶陷、盐胀而危害建筑物的安全。

8 地下水

8.3 地下水作用的评价

8.3.4 要求施工中地下水位应降至开挖面以下一定距离（砂土应在 0.5 m 以下，黏性土和粉土应在 1.5 m 以下）是为了避免由于土体中毛细作用使槽底土质处于饱和状态，在施工活动中受到严重扰动，影响地基的承载力和压缩性。

在降水过程中如成井质量等不满足有关规范要求，带出土颗粒，有可能使基底土体受到扰动，严重时可能影响拟建建筑的安全和正常使用。

为防止由于深处承压水水压力而引起的基底隆起，产生突涌等破坏，需验算基坑底不透水层厚度产生的自重压力与承压水水头压力的平衡关系，并应有一定的安全系数。工程实践中，安全系数的具体取值应视工程重要性、实际工程经验等因素综合确定，规范给出 1.05 ~ 1.10 仅是一个建议值。

对于地下水位以下开挖基坑需采取降低地下水位措施时，需要考虑的问题主要有：一是能否疏干基坑内的地下水，得到便利安全的作业面；二是在造成水头差条件下，基坑侧壁和底部土体是否稳定；三是由于地下水的降低，是否会对邻近建筑、道路和地下设施造成不利影响。

8.4 抗浮设防水位

8.4.1 随着宁夏尤其是银川市高层建筑越来越多，高层建筑地下室抗浮问题已引起宁夏工程界的高度重视，已有的工程实例证明，如果勘察成果报告提供的抗浮设防水位不科学合理，对工程正常运行将产生严重危害，所涉及的工程处理费用和潜在的风险也越来越大。因此合理进行高层建筑的抗浮评价在勘察报告中显得比以往更加重要。

地下室抗浮设防水位的确定是高层建筑勘察的主要内容之一，由于地下室面积越来越大，基坑也越来越深，抗浮水位定得过高，工程费用可能浪费很大；定得过低，如果地下室发生上浮破坏，后果也很严重。由于抗浮设防水位是地下室使用期间可能遇到的最高水位，这个水位显然不是勘察期间实测到的场地最高水位，也不完全是历史上观测或记录到的历史最高水位，而是地下室使用期间可能遇到的最高水位，也就是说这个水位是岩土工程师根据场地条件和当地经验预测的、未来可能出现的一个水位，这个水位既反映了岩土工程师的经验水平，也与当地技术、经济发展水平有关；而地下室未来几十年使用期间，地下水位变化可能很大，这就给岩土工程师确定合理设防水位带来很大的困难。

地下室抗浮评价主要有三个问题：

(1) 提供抗浮设防水位。这是近年来的重点也是难点，经常引起争论，还发生有建设单位要求勘察人员有意降低抗浮水位以达到节省投资的目的等问题，这样做会给工程留下隐患；勘察人员宜按本节第 7.4 和有关规范要求给出场地地下室抗浮设防水位。

(2) 根据地下室埋深和上部结构自重，初步评估地下室抗浮稳定性。如果自重与浮力相差不大，一般建议采用配重或地面覆土等措施；如果抗浮水位与常年平均地下水位相差较大，使用期间达到抗浮水位的概率很小，或者场地处于山坡地带，有自流排泄条件，可以建议采用设置排水盲沟、集水井等排水设施进行抗浮设计；必要时应建议设置抗浮桩或抗浮锚杆。

(3) 如果抗浮压力较大，需要设置抗浮锚杆或抗拔桩时，应给出相应的设计参数，包括桩（锚杆）的侧阻力和抗拔系数 λ 的建议值。

本条第 a 款给出潜水条件时的取值原则，具体应由岩土工程师按场地条件和当地经验选取。当

有地下水长期观测资料时，可根据历史上最高水位，来推定和预测未来使用期间的地下水最高水位；当没有地下水长期观测资料，而对当地不同地貌单元地下水季节变化幅度有经验数据时，可按“勘察期间实测地下水位”+“地下水季节变化幅度”（旱季勘察时取变化幅度大值，雨季勘察时取变幅小值）+“意外补给可能带来的地下水升高值”，来预测和推定地下水抗浮设防水位。

本条第 b 款考虑场地存在上层滞水、潜水和多层承压水，各层地下水虽然具有各自的独立水位，但若相对隔水层已属饱和状态，说明各类地下水具有水力联系，且由于场地勘察孔打穿了所有含水层，桩基施工时也将场地可能存在的多个含水层连通起来，甚至地下室肥槽回填未处理好也可能引起各层地下水互相连通，因此地下室使用期间，各层地下水实际上是相互连通的，既要考虑各层水的混合最高水位，又要实测承压水的最高水头。

本条第 c 款规定施工期间临时抗浮稳定的设防水位选取办法，以引起地下室设计与施工人员重视，因为实际工程中确实发生过施工过程中地下室整体上浮的事故，岩土工程师在抗浮评价中有必要提醒设计和施工人员关注此类问题，并在施工过程中加强基坑抽排水，防止地下室发生上浮，特别是地下室埋置不太深，没有设置抗浮桩或抗浮锚杆的项目。

本条第 d 款规定了地表水和地下水有水力联系，地表水体一般都有系统的水文观测资料，可通过地表水体有观测纪录资料以来的最高洪水水位来推定地下水的最高水位，以此确定抗浮设防水位。

8.4.2 地下室若处于斜坡地段或施工降水等原因产生稳定渗流场时，渗透压力在地下室底板将产生非均布荷载，勘察报告中宜提请抗浮设计注意这种非均布荷载对地下室结构的影响。

8.4.3 地下室所受浮力应按静水压力计算，即地下室底板所受的浮力强度 $p = \gamma_w h$ ，式中 γ_w 为水的重度， h 为底板上作用点到地下室抗浮设防水位的距离。即使在黏性土地基或地下室底板直接与基岩接触的情况下也不宜折减，因为地下室底板所受浮力不因黏性土的渗透性差而减小，即使地下室底板直接与基岩接触，由于基岩总是存在节理和裂隙等，且混凝土与基岩接触面也存在微裂隙，水压力也不宜折减。如因暴雨等因素产生临时高水位，如果该水位持续时间较短，在黏性土中不能形成有效浮力，根据当地经验可以适当折减。

9 工程地质测绘和调查

9.1 一般规定

9.1.1 ~ 9.1.2 宁夏冲洪积平原、山间黄土高原，是主要的建筑场地，地貌较为简单，当地建筑经验丰富，一般不进行工程地质测绘，需要进行此项工作时，可只进行工程地质调查。山区、黄土丘陵沟壑区、沙漠区，基岩出露，不良地质作用发育，建筑经验少，在此区域建设时应进行工程地质测绘。

工程地质测绘和调查宜在选址、规划、可行性研究或初步设计阶段进行，此阶段主要任务是对场地的稳定性和适宜性作出评价，工程地质测绘和调查具有很重要的意义，详细勘察时，可在初步勘察测绘和调查的基础上，对某些专门地质问题（如滑坡、断裂等）作必要的补充调查。

9.1.2 工程地质测绘和调查的范围，应大于建筑场地范围，以解决实际工程问题为原则。附近相关地段是指对场地有较大影响的地段。

9.2 工程地质调查

9.2.1 工程地质调查内容除收集有关水文、工程地质、环境地质等自然条件方面的资料外，重点应调查与工程相关的岩土条件、地史演变方面的有关经验和教训。现场踏勘是在收集研究已有资料的基础上进行。应了解建筑场地地理交通、地形地貌、不良地质作用，并对周围环境、现场勘探施工条件等进行调查，做好勘探前期的准备工作。

9.3 工程地质测绘

9.3.1 工程地质测绘的内容应与岩土工程紧密结合，应针对岩土工程的实际问题。

9.3.2 湿陷性黄土区的工程地质测绘内容单独列出，主要侧重考虑地表水、地下水条件及对建筑地基基础浸水机率的特殊性。

9.3.3 工程地质测绘的比例尺和精度应符合下列要求：

(1) 为了达到精度要求，通常要求在测绘填图中，采用比提交成图比例尺大一级的地形图作为填图的底图；如进行 1:10 000 比例尺测绘时，常采用 1:5 000 的地形图作为外业填图底图；外业填图完成后再缩成 1:10 000 的成图，以提高测绘的精度；

(2) 对工程有特殊意义的地质单元体，如滑坡、断层、软弱夹层、洞穴、泉等，都应进行测绘，必要时可用扩大比例尺，以便更好地解决岩土工程的实际问题。

9.3.4 地质观测点的布置是否合理，是否具有代表性，对于成图的质量至关重要。地质观测点宜布置在地质构造线、地层接触线、岩性分界线、不整合面和不同地貌单元、微地貌单元的分界线和不良地质作用分布的地段。同时，地质观测点应充分利用天然和已有的人工露头，例如采石场路堑、井、泉等。当天然露头不足时，可根据场地的具体情况布置一定数量的探坑、探槽。条件适宜时，还可配合进行物探工作，探测地层、岩性、构造、不良地质作用等问题。地质观测点的定位标测，对成图的质量影响很大，常采用以下方法：

(1) 目测法，适用于小比例尺的工程地质测绘，该法系根据地形、地物以目估或步测距离标测；

(2) 半仪器法，适用于中等比例尺的工程地质测绘，它是借助于罗盘、手持 GPS 等简单的仪器测定方位和高度，使用步测或测绳量测距离；

(3) 仪器法，适用于大比例尺的工程地质测绘，即借助于全站仪、卫星定位系统（GPS）等较精密的仪器测定地质观测点的位置和高程；对于有特殊意义的地质观测点，如地质构造线、不同时代地层接触线、不同岩性分界线、软弱夹层、地下水露头以及有不良地质作用等，均宜采用仪器法。

9.3.5 测绘成果资料的整理，9.3.5 条只作了一般内容的规定，为解决某一专门的岩土工程问题，也可编绘专门的图件，应重视素描图和照片的分析整理工作。

9.3.6 搜集航空相片和卫星相片的数量，同一地区应有 2~3 套，一套制作镶嵌略图，一套用于野外调绘，一套用于室内清绘。在初步解译阶段，对航空相片或卫星相片进行系统的立体观测，对地貌和第四纪地质进行解译，划分松散沉积物与基岩的界线，进行初步构造解译等。第二阶段是野外踏勘和验证。核实各典型地质体在照片上的位置，并选择一些地段进行重点研究，做实测地质剖面 and 采集必要的标本。最后阶段是成图，将解译资料、野外验证资料和其他方法取得的资料，集中转绘到地形底图上，然后进行图面结构的分析。如有不合理现象要进行修正重新解译或到野外复验。

10 勘探和取样

10.1 一般规定

10.1.1 为达到勘察目的，宜将多种勘探手段配合使用，如钻探加井探，钻探加地球物理勘探等。

10.1.2 钻孔和探井如不妥善回填，可能造成对自然环境的破坏，这种破坏往往在短期内或局部范围内不易察觉，但能引起严重后果。因此，一般情况下钻孔、探井和探槽均应回填，特别是基坑内钻孔、探井应分段回填夯实。

10.2 勘探点的定位与测量

10.2.1~10.2.3 勘探点定位与高程测量成果宜说明坐标系统和高程系统，并列表标明各勘探点的编号、坐标、高程、控制点、所设临时控制点记号。临时设立的测量控制点、水准点应相对固定，最

好有一定的保护措施。可埋设水泥桩、道钉、也可在固定建筑物或地物上标定。

10.3 钻探

10.3.1 选择钻探方法应考虑的原则是：

- (1) 地层特点及钻探方法的有效性；
- (2) 能保证以一定的精度鉴别地层，了解地下水的情况；
- (3) 尽量避免或减轻对取样段的扰动影响。

正文表 31 就是按照这些原则编制的。制定勘察工作纲要时，不仅要规定孔位、孔深，而且要规定钻探方法。钻探单位应按任务书指定的方法钻进，提交成果中也应包括钻进方法的说明。

规定黏性土中采用螺旋提土器回转钻进，以便连续采取土样进行野外鉴别描述；地下水位以下，对于粉土和砂土用螺旋提土器难以带上土样，并易埋钻，因此可用泥浆护壁回转钻进，为保证分层精度，进行取样和标贯试验的间距，在基础下 5 m 范围内不应大于 1 m，5 ~ 10 m 范围内不应大于 2 m，10 m 以下不应大于 3 m。

10.3.2 国标岩土规范中的小麻花钻，口径太小和钻头结构上的缺陷，在宁夏地区钻进困难，带出土样少，不适用本地区。一般情况下，浅层钻探常用洛阳铲，遇杂填土或含砾土时可用小口径勺形钻。

10.3.3 钻探孔径应满足土工试验对土试样尺寸的要求，常用的取土器尺寸为 108 mm 和 89 mm，一般不大于 146 mm。

10.3.4 本条所列各项要求，是针对既要求直观鉴别地层，又要求采取不扰动土试样，又要对地基土进行原位测试的情况提出的，如果勘察要求降低，对钻探的要求也可相应地放宽。

10.4 井探、槽探和洞探

10.4.1 探井、探槽可采用机械和人工开挖，并采取相应的安全措施。

10.4.2 探井、探槽和平洞土石方量大，对场地的自然环境会造成不利影响，对此应有充分估计和处理措施。

10.5 岩土试样的采取

10.5.1 在实际工作中并不一定要求一个试样做所有的试验，而不同试验项目对土样扰动的敏感程度是不同的。因此，可以针对不同的试验目的来划分土试样的质量等级。按本条规定可根据试验内容选定试样等级。对土试样作质量分级的指导思想是强调事先的质量控制，即对采取某一级别土试样所必须使用的设备和操作条件作出严格的规定。

10.5.2 正文表 33 中所列各种取土器，按壁厚可分为薄壁和厚壁两类，按进入土层的方式可分为贯人和回转两类。

薄壁取土器壁厚仅 1.25 ~ 2.00 mm，取样扰动小，质量高，但因壁薄，不能在硬和密实的土层中使用，取 I 级土样，用标准薄壁取土器为宜。

厚壁敞口取土器，是宁夏目前大多数单位使用的内装镀锌铁皮衬管的对分式取土器。这种取土器与国际上惯用的取土器相比性能相差甚远，最理想的情况下，也只能取得 II 级土样，不能视为高质量的取土器。目前，厚壁敞口取土器中，大多使用镀锌铁皮衬管，其弊病甚多，对土样质量影响很大，应逐步予以淘汰，代之以塑料或酚醛层压纸管。目前仍允许使用镀锌铁皮衬管，但要特别注意保持其形状圆整，重复使用前应注意整形，清除内外壁黏附的蜡、土或锈斑。

10.5.3 关于贯入取土器的方法，本条规定宜用快速静力连续压入法，即只要能压入的要优先采用压入法，特别对软土必须采用压入法。压入应连续而不间断，如用钻机给进机构施压，则应配备有足够压入行程和压入速度的钻机。

10.6 地球物理勘探

10.6.1 ~ 10.6.4 本节内容仅涉及采用地球物理勘探方法的一般原则，目的在于指导非地球物理勘探专业的工程地质与岩土工程师结合工程特点选择地球物理勘探方法。强调工程地质、岩土工程与地球物理勘探的工程师密切配合，共同制订方案，分析判释成果。地球物理勘探方法具体方案的制订与实施，应执行现行工程地球物理勘探规程的有关规定。

11 原位测试

11.1 一般规定

11.1.1 ~ 11.1.5 在岩土工程勘察中，原位测试是十分重要的手段，在探测地层分布，测定岩土特性，确定地基承载力及变形参数等方面，有突出的优点，应与钻探取样和室内试验配合使用。在有经验的地区，可以原位测试为主。在选择原位测试方法时，应考虑的因素包括土类条件、设备要求、勘察阶段等，而地区经验的成熟程度最为重要。

布置原位测试，应注意配合钻探取样进行室内试验。一般应以原位测试为基础，在选定的代表性地点或有重要意义的地点采取少量试样，进行室内试验。这样安排，有助于缩短勘察周期，提高勘察质量。

在宁夏以冲洪积、湖积为主要地层的地区，原位测试手段以标准贯入试验为主，标准贯入试验在查明地层埋藏条件，确定地基土承载力特征值和变形指标、抗剪强度方面积累了丰富的工程实践经验。

随着地下水位的持续下降及勘察范围的不断扩展，标准贯入试验也在大量的干硬性土层中进行了应用，如含水量低于 20% 的以粉土、黏性土为主的素填土、粉土（包括黄土状粉土），硬塑—坚硬的黏性土（包括湿陷性黄土状粉质黏土）。除黄土地区的黄土状土存在湿陷性外，非湿陷性黄土地区的上述土层在较低的含水量下一般均存在较高的干强度，部分也存在湿陷性。其标准贯入试验击数与相关物理力学指标的对应关系超出了经验范围，需要结合土层（包括湿陷性黄土）的特点及勘察时含水量状态与使用状态时含水量的变化趋势综合考虑，需要全区勘察技术人员不断积累经验数据和对比资料，不可盲目使用。

在第三系泥岩、砂岩中进行标准贯入试验时，暂时可参考《岩土工程勘察规范》GB50021—2001（2009 年版）附录 A 中花岗岩类岩石的判定标准，即 $N < 30$ 击为残积土； $30 \leq N < 50$ 击为全风化； $N \geq 50$ 击为强风化；在宁夏，当 $N > 100$ 击时，一般定为中等风化。当然，工程实践中，风化程度的判定尚需结合标准贯入试验的入岩深度，岩层含水量、岩石单轴抗压强度、波速测试等综合判定。

各种原位测试所得的试验数据，由于测试仪器、试验条件、试验方法、操作技能、土层的不均匀性等，造成误差的因素较为复杂。除了人为因素和仪器因素等原因造成的数据需合理修正和剔除外，由于土层因素造成的数据误差也需要合理修正和剔除，如在软硬地层的界面上，超前和滞后效应较为明显；在半无限空间意义上的临界深度内，由于受测试土层侧限约束较小，数据多异常偏低；在河、湖相等微细层理发育的土层中，测试数据相应于单一土层也明显不同。对异常数据进行分析并合理修正或剔除后，通过数理统计确定具有代表性的土层原位测试数据。

11.2 载荷试验

11.2.1 ~ 11.2.8 深层载荷试验与浅层载荷试验的区别，在于所测试土层是否存在边载，荷载作用于半无限体的表面还是内部。深层载荷试验存在边载，荷载作用于半无限体的内部，这是基本定义。例如：深基坑内载荷试验深度为 6 m，但试坑宽度符合浅层载荷试验的条件，无边载，则属于浅层载荷试验；反之，假如载荷试验深度为 6 m，但试井直径与承压板直径相同，有边载，则属于深层

载荷试验。

浅层载荷试验只用于确定地基承载力和土的变形模量，深层载荷试验可用于确定地基承载力、桩的端阻力和土的变形模量（压缩模量为侧向无变形的有侧限条件值，深层载荷试验虽有边载且荷载作用于半无限体的内部，但土体仍有侧向变形，因此仍为变形模量）。

对载荷试验的认识上，需考虑载荷试验只是一种模拟，其工作状态与基础或桩基是有差别的，此外，还有试验土层的均匀性、代表性问题，扰动问题、影响深度问题、尺寸效应问题、试验操作误差和取值标准问题，应有足够的估计。

加荷方法，常规方法以沉降相对稳定法（即一般所谓的慢速法）为准；如试验目的是确定地基承载力，可以考虑采用沉降非稳定法（快速法）或等沉降速率法，但必须有对比的经验。如试验目的是确定土的变形特性，则快速法加荷的结果只反映不排水条件的变形特性，不反映排水条件的固结变形特性。

一般情况下，载荷试验应做到破坏，获得完整的 $p-s$ 曲线，以便确定承载力特征值；只有试验目的为检测性质时，加荷至设计要求的二倍时即可终止；发生明显的侧向挤出隆起或裂缝，表明受荷地层发生整体剪切破坏，这属于强度破坏极限状态；等速沉降或加速沉降，表明承压板下产生塑性破坏或刺入破坏，这是变形破坏极限状态；过大的沉降（承压板直径的 0.06 倍），属于超过限制变形的正常使用极限状态。

11.3 圆锥动力触探试验

11.3.3 不同土层的超前滞后量是不同的，上硬下软时，超前为 0.5~0.7 m，滞后为 0.2 m；上软下硬时，超前为 0.1~0.2 m，滞后为 0.3~0.5 m。

在整理触探资料时，应剔除异常值，在计算土层的触探指标平均值时，超前滞后范围内的值不反映真实土性；临界深度以内的锤击数偏小，不反映真实土性，故不应参加统计。动力触探本来是连续贯入的，但也有配合钻探，间断贯入的做法，间断贯入时临界深度以内的锤击数同样不应参加统计。

对于圆锥动力触探试验，临界深度的概念可以这样考虑，在相对均匀的土层中，在贯入的初始阶段，动探击数随着贯入深度的增加而增大，当贯入一定深度后，动探击数趋于稳定，这一深度为动力触探临界深度。根据有关资料，这临界深度为 0.50~1.00 m，当然，临界深度判定的依据仍为动探击数趋于稳定的深度，当地层稳定时，不能拘泥于上述研究资料。工程实践中，如砂夹石垫层检测，砂夹石垫层表面以下 0.30~0.50 m 内动探击数既已趋于稳定；当配合钻探，间断贯入时，对钻孔内的圆锥动力触探试验，其孔径较小，侧限约束较为明显，在清孔较好、孔壁未坍塌的情况下，边续贯入 0.20~0.30 m 左右时，动探击数既已趋于稳定。

11.4 标准贯入试验

11.4.5 关于标贯试验成果的分析整理，作如下说明：

(1) 修正问题。国外对 N 值的传统修正包括：饱和粉细砂的修正、地下水位的修正、土的上覆压力修正。国内长期以来并不考虑这些修正，而着重考虑杆长修正；杆长修正是依据牛顿碰撞理论，杆件系统质量不得超过锤重二倍，即制了标贯使用深度小于 21 m，但实际使用深度已远超过 21 m，在宁夏内最大深度已达 100 m 以上；通过实测杆件的锤击应力波，发现锤击传输给杆件的能量变化远大于杆长变化时能量的衰减，故建议不作杆长修正的 N 值是基本数值。但考虑到过去建立的 N 值与土性参数、承载力的经验关系，所用的 N 值均经杆长修正，而抗震规范评定砂土液化时， N 值又不作修正；故在实际应用 N 值时，应按具体岩土工程问题，参照在关规范考虑是否作杆长修正或其

他修正。勘察报告应提供不作杆长修正的 N 值，应用时再根据情况考虑修正或不修正，用何种方法修正。

(2) 由于 N 值离散性大，故在利用 N 值解决工程问题时，应持慎重态度，依据单孔标贯资料提供设计参数是不可信的。在分析整理时，与动力触探相同，应剔除个别异常的 N 值。

(3) 依据 N 值提供定量的设计参数时，应有当地的经验，否则只能提供定性的参数，供初步评定用。

11.4.6 进行杆长修正采用公式有利于电算， $N' = aN$ ，公式来源于《工程地质手册》（第四版）表 3-3-2，四舍五入至百分位；公式适用的最大杆长为 75 m，为表中所列最大值。

11.5 旁压试验

11.5.1 旁压试验（PMT）是用可侧向膨胀的旁压器，对钻孔孔壁周围的土体施加径向压力的原位测试，根据压力和变形关系，计算土的模量和强度。

旁压仪包括预钻式、自钻式和压入式三种。国内目前以预钻式为主，本节以下各条规定也是针对预钻式的。压入式目前尚无产品，故暂不列入。旁压器分单腔式和三腔式。当旁压器有效长径比大于 4 时，可认为属无限长圆柱扩张轴对称平面应变问题。单腔式和三腔式所得结果无明显差别。

11.5.2 旁压试验点的布置，应在了解地层剖面的基础上进行，最好先做其他原位测试以便合理地在有代表性的位置上布置试验。布置时要保证旁压器的量测腔在同一土层内。根据实践经验，旁压试验的影响范围，水平向约为 60 cm，上下方向约为 40 cm。为避免相邻试验点应力影响范围重叠，建议试验点的垂直间距至少为 1 m。

11.6 波速测试

11.6.2 单孔波速法，可沿孔向上或向下检层进行测试。主要检测水平的剪切波速，识别第一个剪切波的初至是关键。关于激振方法，通常的做法是：用锤水平敲击上压重物的木板或混凝土板，作为水平剪切波的振源。板也孔口距离取 1~3 m，板上压重大于 400 kg，板与地面紧密接触。沿板的纵轴从两个相反方向敲击两端，记录极性相反的两组剪切波形。除地面激振外，也可在孔内激振。

11.6.3 跨孔法以一孔为激振孔，宜布置 2 个钻孔作为检波孔，以便校核。钻孔应垂直，当孔深较大，应对钻孔的倾斜度和倾斜方位进行量测，量测精度应达到 0.10，以便对激振孔与检波孔的水平距离进行修正。在现场应及时对记录波形进行鉴别判断，确定是否可用；如不行，在现场可立即重做。钻孔如有倾斜，应作孔距的校正。

11.6.4 面波的传统测试方法为稳态法，近年来，瞬态多道面波法获得很大发展，并已在工程中大量应用，技术已经成熟，故列入了本标准。

12 室内试验

12.1 一般规定

12.1.1 ~ 12.1.2 本章只规定了岩土试验项目和试验方法的选取以及一些原则性问题，主要供岩土工程师所用。至于具体的操作和试验仪器规格，则应按有关的规范、标准执行。由于岩土试样和试验条件不可能完全代表现场的实际情况，故规定在岩土工程评价时，宜将试验结果与原位测试成果或原型观测反分析成果比较，并作必要的修正。

一般的岩土试验，可以按标准的、通用的方法进行。但是，岩土工程师必须注意到岩土性质和现场条件中存在的许多复杂情况，包括应力历史、应力场、边界条件、非均质性、非等向性、不连续性等等，使岩土体与岩土试样的性状之间存在不同程度的差别。试验时应尽可能模拟实际，使用试验成果时不要忽视这些差别。

12.2 土的物理性质试验

12.2.1 本条规定的都是最基本的试验项目，一般工程都应进行。

12.2.2 测定液限，我国通常用 76 g 瓦氏圆锥仪，但在国际上更通用卡氏碟式仪，故目前我国是两种方法并用，《土工试验方法标准》GB/T 50123—1999 也同时规定这两种方法和液塑限联合测定法。由于测定方法的试验成果有差别，故应在试验报告上注明。

土的比重变化幅度不大，有经验的地区可根据经验判定，误差不大，是可行的。但缺乏经验地区，仍应直接测定。

12.3 土的压缩—固结试验

12.3.1 采用常规固结试验求得的压缩模量和一维固结理论进行沉降计算，是目前广泛应用的方法。由于压缩系数和压缩模量的值随压力段而变，故本条作了明确的规定，并与现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 一致。

12.3.2 考虑土的应力历史，按 $e-\lg p$ 曲线整理固结试验成果，计算压缩指数、回弹指数，确定先期固结压力，并按不同的固结状态（正常固结、欠固结、超固结）进行沉降计算，是国际上通用的方法，故本条作了相应的规定，并与现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 一致。

12.3.4 沉降计算时一般只考虑主固结，不考虑次固结。但对于厚层高压缩性软土，次固结沉降可能占相当分量，不应忽视。故本条作了相应规定。

12.3.5 除常规的沉降计算外，有的工程需建立较复杂的土的力学模型进行应力应变分析，试验方法包括：

(1) 三轴试验，按需要采用若干不同围压，使土试样分别固结后逐级增加轴压，取得在各级围压下的轴向应力与应变关系，供非线性弹性模型的应力应变分析用；各级围压下的试验，宜进行 1~3 次回弹试验；

(2) 当需要时，除上述试验外，还要在三轴仪上进行等向固结试验，即保持围岩与轴压相等；逐级加荷，取得围压与体积应变关系，计算相应的体积模量，供弹性、非线性弹性、弹塑性等模型的应力应变分析用。

12.4 土的抗剪强度试验

12.4.1 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 、 ϕ 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，故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。

12.4.2 虽然直剪试验存在一些明显的缺点，受力条件比较复杂，排水条件不能控制等，但由于仪器和操作都比较简单，又有大量实践经验，故在一定条件下仍可利用，但对其应用范围应予限制。

12.4.3 无侧限抗压强度试验实际上是三轴试验的一个特例，适用于 $\phi \approx 0$ 的软黏土，国际上用得较多，故在本条作了相应的规定，但对土试样的质量等级作了严格的规定。

12.4.4 测滑坡带上土的残余强度，应首先考虑采用含有滑面的土样进行滑面重合剪试验。但有时取不到这种土样，此时可用取自滑面或滑带附近的原状土样或控制含水量和密度的重塑土样做多次剪切。试验可用直剪仪，必要时可用环剪仪。

12.4.5 本条规定的是一些非常规的特种试验，当岩土工程分析有专门需要时才做，主要包括两大类：

(1) 采用接近实际的固结应力比，试验方法包括 K_0 固结不排水 (CK_0U) 试验， K_0 固结不排水测孔压 ($CK_0\bar{U}$) 试验和特定应力比固结不排水 (CKU) 试验；

(2) 考虑到沿可能破坏面的大主应力方向的变化, 试验方法包括平面应变压缩 (PSC) 试验, 平面应变拉伸 (PSE) 试验等。

这些试验一般用于应力状态复杂的堤坝或深挖方的稳定性分析。

12.5 土的动力性质试验

12.5.1 动三轴、动单剪、共振柱是土的动力性质试验中目前比较常用的三种方法。其他方法或还不成熟, 或仅做专门研究之用。故不在本标准中规定。

不但土的动力参数值随动应变而变化, 而且不同仪器或试验方法有其应变值的有效范围。故在提出试验要求时, 应考虑动应变的范围和仪器的适应性。

12.5.2 用动三轴仪测定动弹性模量、动阻尼比及其与动应变的关系时, 在施加动荷载前, 宜在模拟原位应力条件下先使土样固结。动荷载的施加应从小应力开始, 连续观测若干循环周数, 然后逐渐加大动应力。

测定既定的循环周数下轴向应力与应变关系, 一般用于分析震陷和饱和砂土的液化。

12.6 岩石试验

本节规定了岩土工程勘察时, 对岩石试验的一般要求, 具体试验方法按现行国家标准《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266 执行。

12.6.5 由于岩石对于拉伸的抗力很小, 所以岩石的抗拉强度是岩石的重要特征之一。测定岩石抗拉强度的方法很多, 但比较常用的有劈裂法和直接拉伸法。本标准推荐的是劈裂法。

12.6.6 点荷载试验和声波速度试验都是间接试验方法, 利用试验关系确定岩石的强度参数, 在工程上是很实用的方法。

13 水和土腐蚀性评价

13.1 取样和测试

13.1.1 水、土对建筑材料的腐蚀危害是非常大的, 因此除对有足够经验和充分资料的地区可以不进行水、土腐蚀性评价外, 其他地区均采用水、土试样, 进行腐蚀性分析。

(1) 关于地方经验

混凝土和钢结构腐蚀的化学和电化学原理虽已比较清楚, 但所处的水土环境复杂多变, 目前还难以定量计算, 只能根据影响腐蚀的主要因素进行腐蚀性分级, 根据分级采取措施。在研究成果和数据积累尚不够的情况下, 当地工程结构的腐蚀情况和防腐蚀经验应予充分重视。本条中的“当有足够经验或充分资料, 认定场地的水或土对建筑材料为微腐蚀性时”, 指的是有专门研究论证, 并经地方主管部门组织审查认可, 或地方规范规定, 并非个别单位意见。

(2) 关于钢结构的腐蚀性

土对钢结构的腐蚀性, 并非每项工程勘察都有这个任务, 故规定可根据任务要求进行。钢结构在土中的腐蚀问题非常复杂, 涉及因素很多, 腐蚀途径多样, 任务需要时宜专门论证或研究。

13.1.2 地下水位以上的构筑物, 规定只取土样, 不取水样, 但实际工作中应注意地下水位的季节变化幅度, 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。

13.1.3 本条对取样部位和数量作了规定, 便于操作, 与原有规定基本一致, 但更加明确。本条 a、c 款中规定, 当混凝土结构处于地下水位以上和混凝土结构部分处于地下水位以上时, 应采用土试样进行腐蚀性测试, 但当地下水位很浅, 且其上的土长年处于毛细带时可不采取土样。

对盐类成分和含盐量分布不均匀的土类, 如盐渍土, 若仍按每个场区采取 2 件试样, 可能缺乏代表性, 故规定应分区、分层取样, 每区、每层不应少于 2 件。土中含盐量在水平方向上分布不均

匀时应分区，在垂直方向上分布不均匀时应分层。如分层不明显，呈渐变状，则应加密取样，查明变化规律。

当有多层地下水时，应分层采取水试样。

13.2 腐蚀性评价

13.2.1 ~ 13.2.2 在不同的环境类型中，腐蚀介质构成腐蚀的界限值是不同的。

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。

13.2.4 表 38 水、土对钢筋混凝土结构中的钢筋的腐蚀性判定标准，引自前苏联《建筑物防腐蚀设计规范》СНИП2-03-11。

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。

13.2.5 根据我国港口工程的经验，将长期浸水的条件下，Cl⁻对钢筋混凝土中钢筋的腐蚀定为：微腐蚀 < 10 000 mg/L，弱腐蚀 10 000 ~ 20 000 mg/L，大于 20 000 mg/L，因缺乏工程经验，应专门研究。

13.2.6 水、土对建筑材料腐蚀的防护，国家标准《工业建筑防腐设计规范》GB 50046 和《建筑防腐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。

14 现场检验和监测

14.1 一般规定

14.1.1 所谓有特殊要求的工程，是指有特殊意义的，一旦损坏将造成生命财产重大损失，或产生重大社会影响的工程；对变形有严格限制的工程；采用新的设计施工方法，而又缺乏经验的工程。

14.1.2 监测工作对保证工程安全有重要作用。例如：建筑物变形监测，基坑工程的监测，边坡和洞室稳定的监测，滑坡监测，崩塌监测等。当监测数据接近安全临界值时，必须加密监测，并迅速向有关方面报告，以便及时采取措施，保证工程和人身安全。

14.2 地基基础的检验和监测

14.2.1 天然地基的基槽（基坑）检验，是必须做的常规工作，通常由勘察人员会同建设、设计、施工、监理以及质量监督部门共同进行。下列情况应着重检验：

- (1) 天然地基持力层的岩性、厚度变化较大时；桩基持力层顶面标高起伏较大时；
- (2) 基础平面范围内存在两种或两种以上不同地层时；
- (3) 基础平面范围内存在异常土质，或有坑穴、古墓、古遗址、古井、旧基础时；
- (4) 场地存在破碎带、岩脉以及湮废河、湖、沟、浜时；
- (5) 在雨期、冬期等不良气候条件下施工，土质可能受到影响时。

检验时，一般首先核对基础或基槽的位置、平面尺寸和坑底标高，是否与图纸相符。对土质地基，可用肉眼、微型贯入仪、轻型动力触探等简易方法，检验土的密实度和均匀性，必要时可在槽底普遍进行轻型动力触探。但坑底下埋有砂层，且承压水头高于坑底时，应特别慎重，以免造成冒水涌砂。当岩土条件与勘察报告出入较大或设计有较大变动时，可有针对性地进行补充勘察。

14.2.2 桩长设计一般采用地层和标高双控制，并以勘察报告为设计依据。但在工程实践中，实际情

况与勘察报告不一致是常有的事，故应通过试打试钻，检验岩土条件是否与设计时预计的一致，在工程桩施工时，也应密切注意是否有异常情况，以便及时采取必要的措施。

14.2.4 目前基坑工程的设计计算，还不能十分准确，无论计算模式还是计算参数，常常和实际情况不一致。为了保证工程安全，监测是非常必要的。通过监测数据的分析，必要时可调整施工程序，调整支护设计。遇有紧急情况时，应及时发出警报，以便采取应急措施。本条规定的 e 款是监测的基本内容，主要从保证基坑工程的安全的角度提出的。为科研积累数据所需的监测项目，应根据需要另行考虑。

监测数据应及时整理，及时报送，发现异常或趋于临界状态时，应立即向有关部门报告。

15 岩土工程分析评价和成果报告

15.1 一般规定

15.1.1 本条主要提出了岩土工程分析评价的总要求，说明与本标准各章的关系。

15.3 岩土参数的分析和选定

15.3.3 岩土参数的标准差可以作为参数离散性的尺度，但由于标准差是有量纲的指标，不能用于不同参数离散性的比较。为了评价岩土参数的变异特点，引入了变异系数的概念。变异系数 δ 是无量纲系数，使用上比较方便，在国际上是一个通用的指标，许多学者给出了不同国家、不同土类、不同指标的变异系数经验值。在正确划分地质单元和标准试验方法的条件下，变异系数反映了岩土指标固有的变异性特征，例如，土的重度的变异系数一般小于 0.05，渗透系数的变异系数一般大于 0.4；对于同一个指标，不同的取样方法和试验方法得到的变异系数可能相差比较大，如用薄壁取土器取土测定的不排水强度的变异系数比常规厚壁取土器取土测定的结果小得多。

15.4 成果报告的要求

15.4.1 原始资料是岩土工程分析评价和编写成果报告的基础，加强原始资料的编录工作是保证成果报告质量的基本条件。这些年来，经常发现有些单位勘探测试工作做得不少，但由于对原始资料的检查、整理、分析、鉴定不够重视，因而不能如实反映实际情况，甚至造成假象，导致分析评价的失误。因此，本条强调，对岩土工程分析所依据的一切原始资料，均应进行整理、检查、分析、鉴定，认定无误后方可利用。

15.4.3 鉴于岩土工程的规模大小各不相同，目的要求、工程特点、自然条件等差别很大，要制订一个统一的适用于每个工程的报告内容和章节名称，显然是不切实际的。因此，本条只现定了岩土工程勘察报告的基本内容。

与传统的工程地质勘察报告比较，岩土工程勘察报告增加了下列内容：

- (1) 岩土利用、整治、改造方案的分析和论证；
- (2) 工程施工和运营期间可能发生的岩土工程问题的预测及监控、预防措施的建议。

15.4.4 本条强调了高层建筑岩土工程详细勘察报告与一般建筑详细勘察报告相比应突出的七方面内容，包括拟建高层建筑的基本情况、场地及地基的稳定性与地震效应、天然地基、桩基、复合地基、地下水、基坑工程等。

15.4.5 详勘报告书对天然地基方案的分析，首先应着眼于对地基持力层和下卧层的评价，在归纳了勘察成果及工程条件的基础上，提出地基承载力和沉降计算所需的有关参数供设计使用。

15.4.6 详勘报告对桩基方案的分析，首先应着眼于桩型及桩端持力层（桩长）的建议，提出桩基承载力和桩基沉降计算的有关参数供设计使用，对各种可能方案进行比选，推荐最佳方案。

15.4.7 详勘报告对复合地基方案的分析，应在分析建筑物要求及地基条件的基础上提出可能的复合

地基加固方案，确定加固深度，提出相关设计计算参数。

15.4.8 勘察报告要求，宜根据基坑规模及场地条件提出供设计计算使用的基坑各参数的建议，并建议基坑支护结构安全等级和支护方案。对地下水位高于基坑底面的基坑工程，还宜提出地下水控制方案的建议。

15.4.10 对高层建筑建设中遇到的一些特殊岩土工程问题，勘察期间高层建筑勘察有时难以解决，这些特殊问题主要包括：查明与工程有关的性质或规模不明的活动断裂及地裂缝、高边坡、地下采空区等不良作用，复杂水文地质条件下水文地质参数的确定或水文地质设计，特殊条件下的地下水动态分析及地下室抗浮设计，工程要求时的上部结构、地基与基础共同作用分析，地基基础方案优化分析及论证，地震时程分析及有关设计重要参数的最终检测、核定等。针对这些问题要单独进行专门的勘察测试或技术咨询，并单独提出专门的勘察测试或咨询报告。

15.5 图表及附件

15.5.1 勘察报告所附图件应与报告书内容紧密结合，具体分两个层次，首先是每份勘察报告书都应附图件及附件主要有三种；另一个层次是根据场地工程地质条件或工程分析需要而宜绘制的图件，它是根据不同场地及工程的情况来选择，实际工作还可以选择和补充。

15.5.2 勘察报告所附表格和曲线，一方面要全面反映勘察过程中测试和试验的结果，另一个方面要为岩土工程分析评价和地基基础设计计算提供数据，实际工作也可以进行选择和补充。

附录 A 地基承载力修正系数

A.1 基础埋置深度的确定较为复杂，除了本附录中说明的几种情况外，尚有以下一些较为复杂的基础侧限类型：

- (1) 基础两侧侧限土层高度不同时，采用较低一侧的侧限土层高度作为基础埋置深度；
- (2) 高层建筑采用箱型基础或筏基，当高层建筑周边存在裙房、地下室时，需根据周边建筑物的基础形式、分布位置、折算的等效埋深等因素按不利组合选用基础埋置深度；
- (3) 上述计算中，当抗浮水位高于高层建筑周边附属建筑物的地下室基础底标高时，折算等效土层厚度均应减去按抗浮水位净水头压力折算的等效土层厚度；
- (4) 上述计算中，折算等效土层厚度均按浮重度进行计算。

本标准对松散—稍密状态粉细砂的承载力修正系数进行了调整，主要有以下思考：

(1) 《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ11-501-2009 中，对新近沉积粉细砂给出 $\eta_b=0.3$ ， $\eta_d=1.5$ ，并未对含水量和密实程度进行要求；

(2) 《建筑地基基础设计规范》GB50007—2011 表 5.2.4 承载力修正系数表中，对很湿与饱和时松散与稍密状态的粉细砂未给出宽、深修正系数，且未做解释说明。从地震液化的角度，除了粉细砂存在地震液化问题外，中粗砂，以粉土和非黏性为主的人工填土均存在地震液化问题，因此《建筑地基基础设计规范》未给出很湿与饱和时松散与稍密状态粉细砂宽、深修正系数显然并非从地震液化的角度考虑的；

(3) 承载力修正的意义为考虑侧限约束的正面作用，承载力修正系数的取值仅与土层的抗剪强度指标有关，且主要受地基土的内摩擦角控制，与含水量无关。本次在表 A.1 中，对松散与稍密状态的粉细砂，按标准贯入试验击数实测值，不考虑含水量，分别给出了宽、深修正系数；

根据《工程地质手册》（第五版）国外砂 N 与 φ 的关系式，按最不利的均匀圆粒砂关系式 $\varphi = (12N)^{0.5} + 15$ ，当 $N=5$ 击时， $\varphi=22.7^\circ$ ；当 $N=10$ 击时， $\varphi=26^\circ$ ；当 $N=15$ 击时， $\varphi=28^\circ$ 。

根据住房和城乡建设部发布的《全国民用建筑工程设计技术措施——结构（地基与基础）》附录

D 岩土物理力学指标与地基承载力中 D.1 深度修正系数 η_d 和宽度修正系数 η_b 计算公式, 当砂土的 φ 值为 26° 时, 按上述公式计算, $\eta_b=1.3$, 而粉细砂土为稍密状态时, φ 值一般均大于 26° , 故本次取 10 击 $<N \leq 15$ 击时, 从安全角度考虑, 粉细砂土的 $\eta_b=0.5$; 对于松散状态的粉细砂, 从安全角度考虑, 取 $\eta_b=0$;

当砂土的 φ 值为 10° 时, 按上述公式计算, $\eta_d=1.04$, 而粉细砂土为松散状态时, φ 值一般也大于 10° , 故对松散 ~ 稍密状态时 $N \leq 15$ 击的砂土, 从安全角度考虑, 取 $\eta_d=1.0$ 。

附录 B 地基土承载力特征值

B.1 查表法确定地基土承载力特征值是较为方便的一种方式, 但使用中应结合土层沉积年代、含水量及其变化趋势、土层均匀性、拟建物使用期间的工况等有关条件, 并宜结合不同指标综合确定。

本条内容摘录于《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》DBJ11—501—2009, 未做变动。

北京市平原地区地表浅层以黏性土、粉土为主的地层条件与宁夏相似, 均为河湖相沉积, 沉积年代序列也相同; 同时鉴于我区未做系统研究, 而本次摘录的内容与宁夏岩土工程勘察的经验较为契合, 因此本条进行了摘录。

另外, 《工程地质手册》、住房和城乡建设部发布的《全国民用建筑工程设计技术措施——结构(地基与基础)》也对以上内容进行了摘录。

B.2 本条表中对中、粗砂的数据未做变动, 完全摘录于《工程地质手册》(第五版) 中附表。

根据宁夏地区岩土工程勘察的经验, 通过载荷试验确定的粉、细砂承载力特征值均大于《工程地质手册》(第五版) 中附表的数值。表 B.3 中对标准贯入试验击数校正值得在 5 ~ 15 击之间的承载力特征值提高幅度在 10% 左右或以内; 对标准贯入试验击数校正值得在 30 ~ 50 击之间的承载力特征值提高幅度在 28% ~ 35% 之间。

以下为宁夏建筑设计研究所做的部分工程项目数据:

表 2 载荷试验与标准贯入试验承载力特征值取值对照表

项目名称	N' 平均值	查表值 $f_{ak}/(\text{kPa})$	载荷试验值 $s/d=0.01$ $f_{ak}/(\text{kPa})$	载荷试验值 相对查表值提高幅度/%	对比试验 组数
金鹰集团国际村 多层住宅区及会所	6	100	142	42.0	1
	15	180	208	15.6	1
	7.5	115	148	28.7	1
	12	156	163	4.5	1
银川市邮件处理中心	18	194	250	28.8	3
工商银行宁夏分行营业办公大楼	60	385	565	46.8	3
石嘴山银行银川分行办公大楼	63	399	550	37.8	3

饱和状态的砂土内摩擦角比干燥状态的砂土减小 1 ~ 2 度, 按 2 度考虑, 根据《建筑地基基础设计规范》GB50007—2011 第 5.2.5 条由土的抗剪强度指标确定承载力特征值公式计算, 承载力特征值减小幅度在 12% ~ 17% 之间。宁夏位于干旱地区, 部分含水量较低的粉细砂土还存在易溶盐胶结和泥质胶结问题, 含水量越低, 干湿强度差别越大, 黏聚力减小 10 kPa 左右, 引起的承载力特征值减小幅度在 10% ~ 15% 之间。

表 B.4 中承载力特征值的取值均在全国各地经验范围内, 并参照《工程地质手册》(第五版) 中附表的数值对黏性土不同程度的进行了降低处理, 详见下表:

表 3 标准贯入试验查表确定黏性土承载力特征值对照表

N'	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
工程地质手册附表/kPa	105	145	190	235	280	325	370	430	515	600	680
本标准取值/kPa	100	140	180	220	260	298	320	344	368	390	410
降低幅度/%	4.8	3.4	5.3	6.3	7.1	8.3	13.5	20.0	28.5	35.0	39.7

随着标准贯入试验击数校正值的提高，尤其在 15 击以上，《工程地质手册》第五版附表中黏性土的承载力特征值开始大幅度提高，这与宁夏对于 15~23 击之间黏性土承载力特征值的经验不相符。

B.3 填土的形成和均匀性情况较为复杂，杂填土原则上不得作为基础持力层使用；素填土在没有湿陷性的条件下，可以按本条要求进行承载力评价。

B.4 按本附录进行承载力特征值取值，当承载力特征值取值较大时，需按要求对地基土进行载荷试验，在确保拟建物地基安全的前提下，进一步积累地区经验。

B.5 本附录适用于非湿陷性土层，按原位测试结果进行查表取值时，尚需考虑测试条件与建筑物使用条件的不同，其中影响最大的是含水量；室内天然含水量压缩试验和试样饱和条件下压缩试验可以得出两种含水量下压缩模量的对比关系，而这一对比关系与承载力特征值在干、湿条件下的对比关系呈正相关性，简单考虑时可按相同比例进行折减。

附录 C 银川平原地区粉细砂土压缩模量 E_s 和地区沉降计算经验系数 ψ_s

C.1 银川地平原地区粉细砂沉积厚度大，埋藏较浅，密实程度较高，为银川平原地区建筑物基础的主要持力层。

由于砂土采取原状土样较为困难，本标准参考《工程地质手册》第五版收录的《北京地区建筑地基基础勘察设计规范》(DBJ01—501—92)中“一般第四纪沉积砂土的压缩模量 E_s (MPa) 统计值”(详见《工程地质手册》(第五版)表 3-3-15)，制定了标准贯入试验击数校正与压缩模量的对照表。

表 C.1 中数据源于《银川地区粉细砂土的压缩指标及沉降计算经验系数研究报告》，该报告由宁夏回族自治区《岩土工程勘察标准》编制组提出课题要求，由宁夏建筑设计研究有限公司和宁夏大学组成课题组完成研究报告。

研究报告中，通过对银川市 3 个场地进行现场原位测试和取样，并经室内原状土样压缩试验，经相关分析后制定表 C.1。

按本表根据标准贯入试验击数校正进行压缩模量取值时，需按取样深度计算试样位置的自重应力和附加应力，并根据计算结果选取相应应力段的压缩模量。

表中自重应力在 100 kPa、200 kPa 时，总应力不大于 400 kPa 时，压缩模量值明显小于一般的经验公式，主要为取样中试样的应力释放造成土样松弛，压缩过程中存在回弹再压缩过程所致。工程实践中，在不考虑基坑回弹再压缩沉降量的情况下，总应力不大于 400 kPa 时，可按其他经验公式取值。

C.2 在《银川地区粉细砂土的压缩指标及沉降计算经验系数研究报告》中，通过对已有建筑物沉降观测数据的对比，得出沉降计算经验系数 ψ_s 的均值 95% 置信区间为 0.104~0.130，考虑到地区经验的积累，本标准取 $\psi_s=0.15$ 。

附录 D 宁夏湿陷性黄土工程地质分区图

《湿陷性黄土地区建筑规范》GB50025 将宁东、盐池、红寺堡、太阳山划入北部边缘地区， β_0 取 0.5。而这一地区的湿陷性黄土地基浸水产生的破坏程度与勘察评价的严重程度往往存在较大的偏

差。据 2013 年 10 月在宁东和郝家台做的两组现场浸水试验结果，自重湿陷量的实测值与计算值的比值为 1.0~1.2 之间。这些地区的黄土多属次生黄土即黄土状土，主要为冲洪积形成。考虑到成因及湿陷程度与同心、固原地区黄土的差异并结合试验成果， β_0 定为 1.0。中宁石空、永宁、陶乐地区湿陷性黄土多为冲洪积成因，厚度薄，湿陷敏感性差，湿陷等级低，且这一地区缺乏实验资料，因此 β_0 仍按 0.5 确定。

附录 E 宁夏及临区大地构造图

本图及《宁夏地貌分区图》均来自于宁夏回族自治区地质局。

附录 F 宁夏地貌分区图

宁夏地貌深受地质构造制约，山地与平原的分布形式与地质构造格局完全吻合。山地包括北部的贺兰山、中南部的四列弧形山地、弧形山地最终汇合成南部的六盘山。宁夏平原有银川、卫宁冲洪积平原、中南部山间、河谷黄土平原。宁夏平原东以黄河为界，有鄂尔多斯地块西缘的灵武、盐池、陶乐台地，还有中卫香山北麓、青铜峡西部覆盖层很薄的台地。另外，沙漠有中卫西北部的腾格里沙漠东南缘、灵盐陶台地上的毛乌素沙漠西南缘、还有南部黄土丘陵沟壑区。

ISBN 978-7-5525-5213-3



9 787552 552133 >

定价：98.00元