

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 51144 – 2015

煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范

Code for investigation of geotechnical engineering
of mine construction in coal industry

2015 – 12 – 03 发布

2016 – 08 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范

Code for investigation of geotechnical engineering
of mine construction in coal industry

GB 51144 - 2015

主编部门：中 国 煤 炭 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 6 年 8 月 1 日

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1001 号

关于发布国家标准 《煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范》的公告

现批准《煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范》为国家标准，编号为 GB 51144—2015，自 2016 年 8 月 1 日起实施。其中，第 3.3.5、4.1.4、11.3.3 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2015 年 12 月 3 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发 2013 年工程建设标准规范制订修订计划的通知》(建标〔2013〕6 号)的要求,由中煤邯郸设计工程有限公司会同有关单位共同编制完成。

本规范在编制过程中,编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,并与国内相关标准进行协调,在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本规范共分 13 章和 9 个附录。主要技术内容包括:总则,术语和符号,基本规定,地面建筑工程和管线类工程,边坡工程,基坑工程,特殊性岩土,不良地质作用和地质灾害,地下水,工程地质测绘,勘探、测试、取样与试验,水和土腐蚀性评价,岩土工程分析评价和成果报告等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,中国煤炭建设协会负责日常管理工作,中煤邯郸设计工程有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,请各单位结合设计、施工和生产实践,注意总结经验和积累资料,如发现需要修改和补充之处,请将意见和建议寄至中煤邯郸设计工程有限公司岩土规范编制组(地址:河北省邯郸市滏河北大街 114 号;邮政编码:056031),以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中煤邯郸设计工程有限公司

参 编 单 位:煤炭工业合肥设计研究院

煤炭工业太原设计研究院

煤炭工业济南设计研究院有限公司

中煤科工集团武汉设计研究院有限公司

中煤科工集团北京华宇工程有限公司

中煤科工集团重庆设计研究院有限公司

中煤西安设计工程有限责任公司

大地工程开发(集团)有限公司

主要起草人:张国欢 丁曰和 王宗祥 付小敏 冯冠学

石春宇 朱杰利 刘利民 刘树才 孙 宏

孙维中 李凤奇 李杨秋 李俊山 杨永玉

林杜军 赵伦东 徐杨青 唐耿琛 曹三华

董完毛

主要审查人:王步云 范士凯 梁金国 王志杰 韩洪德

王亚伟 吴 影

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(4)
3	基本规定	(6)
3.1	勘察等级划分	(6)
3.2	岩土定名与野外鉴别	(10)
3.3	现场安全要求	(14)
4	地面建筑工程和管线类工程	(17)
4.1	一般规定	(17)
4.2	各阶段勘察技术要求	(18)
4.3	原煤生产系统详细勘察	(24)
4.4	洗选系统详细勘察	(26)
4.5	储装运系统详细勘察	(27)
4.6	辅助生产系统详细勘察	(28)
4.7	行政公共建筑详细勘察	(31)
5	边坡工程	(33)
5.1	一般规定	(33)
5.2	岩质边坡	(34)
5.3	黄土边坡	(35)
5.4	填土边坡	(37)
5.5	强度参数与稳定性评价	(38)
6	基坑工程	(42)
6.1	一般规定	(42)

6.2	勘察方法与工作量布置	(42)
6.3	试验方法、参数选取与分析评价	(44)
7	特殊性岩土	(46)
7.1	湿陷性土	(46)
7.2	矸石填土	(48)
7.3	人工冻融土	(49)
7.4	红黏土	(51)
8	不良地质作用和地质灾害	(54)
8.1	滑坡	(54)
8.2	岩溶	(56)
8.3	地裂缝	(59)
8.4	采空区	(60)
8.5	场地和地基的地震效应	(61)
9	地下水	(65)
9.1	地下水勘察要求	(65)
9.2	水文地质参数的测定	(65)
9.3	地下水作用的评价	(66)
10	工程地质测绘	(68)
10.1	一般规定	(68)
10.2	测绘内容与测绘范围	(68)
10.3	测绘方法与精度要求	(72)
10.4	测绘资料的成果整理	(74)
11	勘探、测试、取样与试验	(75)
11.1	一般规定	(75)
11.2	钻探	(75)
11.3	槽探、井探和洞探	(77)
11.4	工程物探	(78)
11.5	原位测试	(78)
11.6	岩土试样的采集	(78)

11.7 室内试验	(80)
12 水和土腐蚀性评价	(82)
12.1 取样和测试	(82)
12.2 腐蚀性评价	(83)
13 岩土工程分析评价和成果报告	(87)
13.1 一般规定	(87)
13.2 参数统计与应用	(87)
13.3 岩土分析与承载力确定方法	(89)
13.4 勘察报告主要内容	(90)
附录 A 边坡岩体类型划分	(95)
附录 B 土石等级划分	(97)
附录 C 隧道围岩级别	(99)
附录 D 滑坡稳定系数与滑坡推力计算	(100)
附录 E 地裂缝的工程分类	(102)
附录 F 主要物探方法与适用范围	(104)
附录 G 工程勘察主要原位测试	(107)
附录 H 不同等级土试样的取样工具和方法	(110)
附录 J 场地环境类型划分	(111)
本规范用词说明	(112)
引用标准名录	(113)
附:条文说明	(115)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(4)
3	Basic requirement	(6)
3.1	Division of investigation grade	(6)
3.2	Geotechnical name and field identification	(10)
3.3	Site safety requirements	(14)
4	Ground construction and pipeline engineering	(17)
4.1	General requirement	(17)
4.2	Technical requirements of each investigation stage	(18)
4.3	Detailed investigation of raw coal production system	(24)
4.4	Detailed investigation of coal-washing system	(26)
4.5	Detailed investigation of storage, loading and transportation systems	(27)
4.6	Detailed investigation of auxiliary production system	(28)
4.7	Detailed investigation of administrative public construction	(31)
5	Slope engineering	(33)
5.1	General requirement	(33)
5.2	Rock slope	(34)
5.3	Loess slope	(35)
5.4	Filled soil slope	(37)
5.5	Strength parameters and stability evaluation	(38)

6	Excavation engineering	(42)
6.1	General requirement	(42)
6.2	Investigation method and workload arrangement	(42)
6.3	Test method,parameter selection, analysis and evaluation	(44)
7	Special rock and soil	(46)
7.1	Collapsible soil	(46)
7.2	Gangue fill	(48)
7.3	Artificially frost-thawed soil	(49)
7.4	Red clay	(51)
8	Adverse geologic actions and geological disaster	(54)
8.1	Slippery slope	(54)
8.2	Karst	(56)
8.3	Ground fissure	(59)
8.4	Gwag	(60)
8.5	The seismic effect of site and foundation	(61)
9	Ground water	(65)
9.1	Requirement for groundwater investigation	(65)
9.2	Determination of hydrogeological parameters	(65)
9.3	Evaluation of groundwater function	(66)
10	Engineering geological mapping	(68)
10.1	General requirement	(68)
10.2	Content and scope of surveying and mapping	(68)
10.3	Methods and accuracy requirements of surveying and mapping	(72)
10.4	Organization of surveying and mapping results	(74)
11	Exploration, in-situ tests,sampling and testing	(75)
11.1	General requirement	(75)
11.2	Drill out	(75)

11.3	Exploration of trenching, well and hole	(77)
11.4	Engineering geophysical prospecting	(78)
11.5	In-situ tests	(78)
11.6	The acquisition of rock and soil samples	(78)
11.7	Laboratory tests	(80)
12	Water and soil corrosion evaluation	(82)
12.1	Sampling and testing	(82)
12.2	Corrosion evaluation	(83)
13	Analysis of geotechnical engineering and establish report	(87)
13.1	General requirement	(87)
13.2	Statistical parameters and application	(87)
13.3	Geotechnical engineering analysis and determining bearing capacity	(89)
13.4	Main contents of the investigation report	(90)
Appendix A	Classification of slope rock mass	(95)
Appendix B	Classification of earth-rock	(97)
Appendix C	Level of tunnel surrounding rock	(99)
Appendix D	Calculation of landslide stability coefficient and thrust	(100)
Appendix E	Engineering classification of ground fissures	(102)
Appendix F	Main geophysical prospecting methods and using range	(104)
Appendix G	Mainly in-situ testing on engineering investigation	(107)
Appendix H	The samplers and methods for different levels soil samples	(110)
Appendix J	Classification of site environment	(111)

Explanation of wording in this code	(112)
List of quoted standards	(113)
Addition;Explanation of provisions	(115)

1 总 则

1.0.1 为了在煤炭工业矿井建设工程勘察中,贯彻执行国家有关技术经济政策,做到技术先进、经济合理、保护环境,确保质量和统一技术要求,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于下列建设工程的勘察:

1 煤矿矿井原煤生产系统与选煤厂洗选系统中的地面建筑工程;

2 煤矿矿井与选煤厂储装运系统及辅助生产系统中的地面建筑工程和管线类工程;

3 煤矿矿井与选煤厂中的行政公共建筑工程;

4 本条第 1~3 款建设工程中所涉及的自然边坡、人工边坡、基坑工程及地下水勘察;

5 特殊性岩土、不良地质作用和地质灾害勘察。

1.0.3 各类建设工程在设计和施工前,应按基本建设程序进行岩土工程勘察,并应坚持先勘察、后设计、再施工的原则。

1.0.4 岩土工程勘察应正确反映建设场地工程地质和水文地质条件,并应进行岩土工程分析与评价。

1.0.5 岩煤炭工业矿井建设岩土工程勘察,除应符合本规范外,还应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 岩土工程勘察 geotechnical investigation

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

2.1.2 地面建筑工程 ground construction engineering

指煤矿矿井与选煤厂建设中的各类地面建(构)筑物、半地下储仓、输煤地道与受煤坑等地下建(构)筑物、地面变电站(所)及行政公共建筑工程的总称。

2.1.3 管线类工程 pipeline engineering

指附属或服务于煤矿矿井与选煤厂的送电线路、管道和隧道工程,包括架空与地下送电线路、各类输气、输水、输煤管道与隧道等。

2.1.4 边坡工程 slope engineering

为保证边坡及其环境的安全,对边坡所采取的维护、支挡、加固及截排水等措施的总称。

2.1.5 基坑工程 excavation engineering

为保证地面向下开挖形成的地下空间,在地下结构施工期间的安全稳定所需的支挡结构及地下水控制与环境保护等措施的总称。

2.1.6 重要工程 important engineering

勘察等级为甲级的煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程、管线类工程、边坡工程及基坑工程。

2.1.7 建设场地 construction site

进行岩土工程勘察的煤矿矿井与选煤厂工业场地、地面变电

站(所)场址、行政公共建筑建设场址、送电线路、管道、隧道、运输栈桥或地道等建设工程所经过的勘察区段及边坡与基坑工程的勘察范围,简称场地。

2.1.8 一般性勘探点 exploratory hole

为查明地基主要受力层性质,满足地基(包括复合地基或桩基等)承载力评价等一般常规性要求而布设的勘探点。

2.1.9 控制性勘探点 control exploratory hole

为控制场地的地层结构,满足场地和地基基础的稳定性及变形评价等要求而布设的取样或测试勘探点。

2.1.10 特殊性岩土 special rock and soil

具有特殊的物质成分、结构和工程特性的岩土的统称,本规范包括湿陷性土、矸石填土、人工冻融土及红黏土。

2.1.11 湿陷性土 collapsible soil

除湿陷性黄土以外的湿陷性碎石土、湿陷性砂土、湿陷性填土、软质岩屑及其他湿陷性土的总称。

2.1.12 矸石填土 gangue fill

由矸石组成,不含或含少量的碎石、砂土、粉土和黏性土等一种或几种岩土混杂而成的填土。当矸石成分主要为煤矸石时也称为煤矸石填土。

2.1.13 人工冻融土 artificially frost-thawed soil

由人工冻结后经自然或人工方法解冻的岩土。

2.1.14 红黏土 red clay

碳酸盐岩类岩石经红土化作用而形成的高塑性黏土。

2.1.15 不良地质作用 adverse geologic actions

由地球内力或外力产生的对建设工程可能造成危害的地质作用,本规范包括滑坡、岩溶、地裂缝及采空区。

2.1.16 煤矿采空区 mined-out area

地下煤层开采后的空间,及其上覆岩发生位移、开裂或垮落,从而造成的地表沉降变形或地表开裂的范围,简称采空区。

2.1.17 工程地质测绘 engineering geological mapping

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,并绘制相应图件的活动。

2.1.18 地质类比法 geologic analogy method

以勘探程度较高的建设场地或成熟安全的工程实例作为类比的标准,通过对关键参数的遴选与比较,或进行归类分析,或通过其他多元统计分析,对新的建设场地进行评价的方法。

2.1.19 勘探 geotechnical exploration

岩土工程勘察的基本手段,包括钻探、触探、井探、洞探及物探等。

2.1.20 简易勘探 simple exploration

勘探基本手段的补充,包括洛阳铲、钎探、轻便触探、手摇静力触探、手摇螺纹钻以及槽探与坑探等。

2.1.21 土的灵敏度 soil sensitivity

原状土试样与其重塑土的无侧限抗压强度之比,反映土体结构受扰动影响的程度。

2.2 符 号

- b ——基础宽度;
- c ——黏聚力;
- d ——桩径,土颗粒粒径;
- d_0 ——基础埋置深度;
- d_z ——勘探点深度;
- e ——孔隙比;
- f_{ak} ——承载力特征值;
- f_r ——饱和单轴抗压强度;
- F_s ——边坡稳定系数,滑坡稳定系数;
- F_{st} ——边坡稳定安全系数,滑坡稳定安全系数;
- h ——基坑深度,岩层厚度;

H ——边坡高度；
 I_L ——液性指数；
 I_P ——塑性指数；
 N ——标准贯入试验锤击数；
 N_{10} ——轻型圆锥动力触探锤击数；
 $N_{63.5}$ ——重型圆锥动力触探锤击数；
 N_{120} ——超重型圆锥动力触探锤击数；
 P_s ——静力触探比贯入阻力；
 q_c ——静力触探锥尖阻力；
 f_s ——静力触探侧阻力；
 RQD ——岩石质量指标；
 S_r ——饱和度；
 S_t ——土的灵敏度；
 w ——含水量，含水率；
 w_L ——液限；
 w_P ——塑限；
 γ ——重力密度；
 δ ——变异系数；
 δ_s ——湿陷系数；
 ρ ——质量密度；
 ρ_d ——干密度；
 φ ——内摩擦角；
 Δ_s ——湿陷量计算值。

3 基本规定

3.1 勘察等级划分

3.1.1 煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程重要性等级可根据建(构)筑物性质与规模,按表 3.1.1 划分。

表 3.1.1 地面建筑工程重要性等级划分

序号	工艺系统	主要建(构)筑物名称	重要性等级
I	原煤生产系统	井塔,高度大于或等于 30m 的井架	一级
		高度小于 30m 的井架	二级
		提升机房、通风机房、井口房、风井井口房; 抽采瓦斯泵房、制氮室、灌浆站房、消防材料库	三级
II	洗选系统	高度大于或等于 30m 的选煤厂主厂房	一级
		高度小于 30m 的选煤厂主厂房; 其他厂房	二级
		原煤准备车间、浮选车间、压滤车间、浓缩车间、干燥车间; 沉淀塔、煤泥沉淀池	三级
III	储装运系统	直径大于或等于 25m 的筒仓; 宽度大于或等于 50m,且容量大于或等于 0.1Mt 的半地下储仓; 直径大于或等于 120m 或跨度大于或等于 90m 的储煤场; 埋深大于或等于 12m 的受煤坑、地道及翻车机房; 高度大于或等于 50m 的转载点、装车站(仓)及栈桥支架	一级
		除上格以外的筒仓、半地下储仓及储煤场; 深度小于 12m,但大于或等于 7m 的受煤坑、地道及翻车机房; 高度小于 50m,但大于或等于 20m 的转载点、装车站(仓)及栈桥支架	二级
		容量小于 0.01Mt 的地面储煤场挡煤墙; 深度小于 7m 的受煤坑、地道及翻车机房; 转运站,高度小于 20m 的转载点、装车站(仓)及栈桥支架; 爬车机房、选矸楼、地磅房、地磅沟	三级
		管道工程	
		隧道工程	

续表 3.1.1

序号	工艺系统	主要建(构)筑物名称	重要性等级
IV	辅助生产系统	高度大于或等于 100m 的烟囱	一级
		高度小于 100m 的烟囱, 锅炉房, 水塔; 吊车吨位大于或等于 20t 的单层厂房; 地面变电站(所)	二级
		吊车吨位小于 20t 的单层厂房; 污水处理站房、水池, 泵房; 压缩空气站房、空气加热室; 爆炸材料库、雷管库、油脂库、设备库(棚)、材料库(棚)、木材加工房、电(内燃)机车库; 煤样室、化验室、介质制备车间、浮选药剂库; 汽车库、汽修间、推土机库; 配电室	三级
		送电线路工程	
V	行政公共建筑	层数大于或等于 22 层的行政办公楼、综合楼	一级
		层数小于 22 层的行政办公楼、综合楼; 矿井通信楼、指挥调度中心; 食堂, 联合建筑	二级

注: 1 其他厂房指结构上独立于主厂房之外的大型原煤准备车间、破碎车间和压滤车间;

2 管道与隧道工程视为储装运系统的一部分, 不进行重要性等级的划分;

3 送电线路工程视为辅助生产系统的一部分, 不进行重要性等级的划分。

3.1.2 边坡工程安全等级可根据边坡高度及破坏后果的严重程度, 按表 3.1.2 划分。

表 3.1.2 边坡工程安全等级划分

边坡类型		边坡高度(m)	破坏后果	安全等级
岩质边坡	不分类型	$H > 30$	很严重	一级
	岩体类型为 I 或 II 类	$H \leq 30$	很严重	一级
			严重	二级
			不严重	三级
	岩体类型为 III 或 IV 类	$15 < H \leq 30$	很严重	一级
			严重	二级
		$H \leq 15$	很严重	一级
			严重	二级
			不严重	三级
			不严重	三级

续表 3.1.2

边坡类型	边坡高度(m)	破坏后果	安全等级
一般土质边坡	$H > 15$	很严重	一级
	$10 < H \leq 15$	很严重	一级
		严重	二级
	$H \leq 10$	严重	二级
		不严重	三级

注:1 岩体类型应按本规范附录 A 确定;

2 一个边坡的各段,可根据岩土条件等实际情况划分不同的安全等级;

3 坡顶或坡底 1 倍坡高范围内有建设工程时,宜提高其安全等级,当建设工程的重要性等级为一级或二级时,其边坡工程安全等级宜定为一;

4 特殊性岩土边坡的安全等级可根据特殊性岩土的质及坡高等实际条件确定。

3.1.3 基坑工程安全等级可根据基坑深度及破坏后果的严重程度,按表 3.1.3 划分。

表 3.1.3 基坑工程安全等级划分

基 坑 类 型		基坑深度(m)	破坏后果	安全等级
岩质基坑	不分类型	$h>20$	很严重	一级
	岩体类型为Ⅰ或Ⅱ类	$h\leqslant 20$	很严重	一级
			严重	二级
			不严重	三级
	岩体类型为Ⅲ或Ⅳ类	$12<h\leqslant 20$	很严重	一级
			严重	二级
		$h\leqslant 12$	很严重	一级
			严重	二级
			不严重	三级
		一般土质基坑		$h>12$
$7<h\leqslant 12$	很严重			一级
	严重			二级
$h\leqslant 7$	严重			二级
	不严重			三级

注:1 岩体类型应按本规范附录 A 确定;

2 基坑周边的各段,可根据周边环境条件及工程地质与水文地质条件划分不同的安全等级;

3 基坑坡顶 1 倍基坑深度范围内有建设工程时宜提高其安全等级,当建设工程的重要性等级为一级或二级时,其基坑工程安全等级宜定为一;

4 特殊性岩土基坑的安全等级可根据特殊性岩土的质及基坑深度等实际条件确定。

3.1.4 场地等级可根据场地条件按表 3.1.4 划分。

表 3.1.4 场地等级划分

场 地 条 件	场地等级
建设工程处于抗震危险地段； 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； 地形地貌复杂； 有影响工程的多层地下水、岩溶裂隙水或其他水文地质条件复杂，需专门研究的场地	一级
建设工程处于抗震不利地段； 不良地质作用发育一般； 地质环境已经或可能受到一般性破坏； 地形地貌较复杂； 建设工程位于地下水位以下	二级
抗震设防烈度等于或小于 6 度，或建设工程处于抗震一般或有利地段； 不良地质作用不发育； 地质环境基本未受到破坏； 地形地貌简单； 地下水对建设工程无影响	三级

- 注：1 场地条件中符合所列条件之一时，可定为对应的场地等级；
 2 场地等级从一级开始，向二、三级推定，应以最先满足者确定；
 3 场地等级中一、二、三级所对应的场地复杂程度分别为复杂、中等复杂、简单。

3.1.5 地基等级可根据地基条件按表 3.1.5 划分。

表 3.1.5 地基等级划分

地 基 条 件	地基等级
岩土种类多，很不均匀，性质变化大，需特殊处理； 严重湿陷、膨胀、盐渍、污染的特殊性岩土，以及其他情况复杂，需做专门处理的岩土	一级
岩土种类较多，不均匀，性质变化较大； 除上格规定以外的特殊性岩土	二级
岩土种类单一，均匀，性质变化不大； 无特殊性岩土	三级

- 注：1 地基条件中符合所列条件之一时，可定为对应的地基等级；
 2 地基等级从一级开始，向二、三级推定，应以最先满足者确定；
 3 地基等级中一、二、三级所对应的地基复杂程度分别为复杂、中等复杂、简单。

3.1.6 煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程可按下列规定划分岩土工程勘察等级：

1 重要性等级为一级时岩土工程勘察等级可定为甲级；重要性等级虽为二级，但场地或地基等级中有一个为一级时，亦可定为甲级；

2 除甲级和丙级以外的地面建筑工程勘察等级，可定为乙级；

3 重要性等级、场地和地基等级均为三级的岩土工程勘察等级，可定为丙级；

4 地面变电站(所)与配电室可分别按其重要性等级二、三级对应划分为乙、丙级两个岩土工程勘察等级。

3.1.7 管道工程可按下列规定划分岩土工程勘察等级：

1 管道穿(跨)越江河、湖泊时的穿(跨)越工程勘察等级可定为甲级；

2 场地等级为一级、地基等级为一级或二级的管道线路工程及除甲级以外的穿(跨)越工程勘察等级，可定为乙级；

3 除甲级、乙级以外的管道线路工程勘察等级可定为丙级。

3.1.8 隧道工程可分为甲、乙岩土工程勘察等级。平坦区隧道，当场地和地基等级均为三级时可定为乙级，其他可定为甲级。

3.1.9 送电线路工程可按下列规定划分岩土工程勘察等级：

1 送电线路通过采空塌陷区或滑坡、泥石流等不良地质作用发育区时，岩土工程勘察等级可定为甲级；

2 除甲级和丙级以外的送电线路工程勘察等级可定为乙级；

3 场地等级为三级的送电线路工程勘察等级可定为丙级。

3.1.10 边坡与基坑工程的岩土工程勘察等级可分别按其安全等级一、二、三级对应划分为甲、乙、丙级岩土工程勘察等级。

3.2 岩土定名与野外鉴别

3.2.1 对岩石的性质应进行鉴别与鉴定，并应确定其地质名称。

岩石应按下列规定划分其坚硬程度与风化程度、岩体的完整程度及岩层的厚度类型：

1 岩石应按表 3.2.1-1 划分其坚硬程度；

表 3.2.1-1 岩石坚硬程度划分

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

注：1 泥质岩可采用天然状态下的单轴抗压强度；

2 对极破碎的岩体，可不进行坚硬程度的划分。

2 岩石可按表 3.2.1-2 划分其风化程度；

表 3.2.1-2 岩石风化程度划分

风化程度	未风化	微风化	中等风化	强风化	全风化	残积土
波速比 K_v	1.0~0.9	0.9~0.8	0.8~0.6	0.6~0.4	0.4~0.2	<0.2
风化系数 K_f	1.0~0.9	0.9~0.8	0.8~0.4	<0.4	—	—

注：1 波速比为风化岩石与其新鲜岩石压缩波速度之比；

2 风化系数为风化岩石与其新鲜岩石饱和单轴抗压强度之比；

3 泥岩和半成岩可不进行风化程度的划分。

3 岩体可按表 3.2.1-3 划分其完整程度；

表 3.2.1-3 岩体完整程度划分

完整程度	完 整	较完整	较破碎	破 碎	极破碎
完整性指数	>0.75	0.75~0.55	0.55~0.35	0.35~0.15	<0.15

注：完整性指数是岩体压缩波速与其岩块压缩波速之比的平方。

4 岩层应按表 3.2.1-4 划分其厚度类型。

表 3.2.1-4 岩层厚度类型划分

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

3.2.2 岩石的野外鉴别可通过对岩芯的锤击断面，观察其颜色、矿物成分、胶结物及胶结性质，可采用锤击、划刻、手掰等方法，鉴别岩石的坚硬程度、完整性、裂隙发育程度及风化程度等内容，并

应目测其结构构造,确定岩石的地质名称。

3.2.3 碎石土应为粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土。碎石土应按表 3.2.3 的规定进一步分类。

表 3.2.3 碎石土的分类

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

注:定名时,应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。

3.2.4 碎石土的野外鉴别可通过钻进的难易程度或原位测试数据、井壁稳定性、充填物性质及碎石接触关系等判别其密实程度,并应根据碎石的成分与形状、颗粒大小与碎石含量确定碎石名称。野外鉴别时亦可根据其骨架颗粒的构成比例按下列规定细分级配类型:

1 粒径大小相差悬殊,颗粒不均匀,且存在一定量的中间尺寸颗粒,可定为级配良好;

2 介于本条第 1、3 款之间时可定为级配一般;

3 粒径大小相差不多,颗粒较均匀,可定为级配不良。

3.2.5 砂土应为粒径大于 2mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%,而粒径大于 0.075mm 的颗粒质量却超过总质量 50% 的土。砂土应按表 3.2.5 的规定进一步分类。

表 3.2.5 砂土的分类

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

注:定名时,应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。

3.2.6 砂土的野外鉴别可通过钻进的难易程度、原位测试数据及井壁稳定性判别其密实程度。采用循环水钻进时应随时捞取砂样进行鉴别,并应将标准贯入器中的砂样混合均匀后摊开,通过目测其颗粒比例和手的触摸感受按下列规定确定砂土的名称:

- 1 有 1/4 以上颗粒比高粱粒大时可初定为砾砂;
- 2 有 1/2 以上颗粒比小米粒大时可初定为粗砂;
- 3 有 1/2 以上颗粒比砂糖粒大时可初定为中砂;
- 4 手触摸有明显砂感时可初定为细砂,无明显砂感时可初定为粉砂。

3.2.7 粉土应为粒径大于 0.075mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%,且塑性指数等于或小于 10 的土。

3.2.8 粉土的野外鉴别可采用手捻、搓条及刀切等方法,具备下列特征时可初定为粉土:

- 1 湿土不能搓成直径小于 2mm 的土条,且易断裂;
- 2 手触摸时有细颗粒存在感或有粗糙感,有时有轻微黏滞感;
- 3 一般不黏着于物体,如果黏着于物体上,干燥后一碰即掉;
- 4 湿润土刀切时无光滑面,切面较粗糙。

3.2.9 黏性土应为塑性指数大于 10 的土。黏性土又可根据塑性指数按下列规定划分:

- 1 塑性指数大于 10,且小于或等于 17 的土,应定名为粉质黏土;
- 2 塑性指数大于 17 的土应定名为黏土。

3.2.10 黏性土的野外鉴别可采用手捻、搓条及刀切等方法,具备下列特征时可定为黏性土:

- 1 湿土能搓成直径小于 2mm 的土条,且不易断裂;
- 2 手摸时有黏滞感,且能黏着于物体;
- 3 湿润土刀切时有较光滑或光滑的切面。

3.2.11 砂土、粉土、黏性土的野外鉴别应包括颜色、密度或状态、

湿度及包含物等,并可根据包含物的含量及分布状态,按下列规定对土质的均匀性进行分类:

1 土质成分单一,不含其他成分,可描述为土质均匀;

2 土质中含有包含物时,应描述包含物的成分、质量百分比及其分布状态;

3 土质中包含物含量少于 10%时可描述为土质较均匀,超过 10%时宜定为土质不均匀;

4 当土中含有砖瓦碎块或陶瓷碎片等人类活动遗迹时,应重点鉴别和记录。

3.2.12 黄土的野外鉴别应包括成因、年代、名称、颜色、状态、湿度及包含物等,并应鉴别与描述黄土的下列特征:

1 鉴别大孔隙直径及其分布密度,描述大孔隙的发育程度;

2 鉴别垂直节理的发育程度,描述节理面上是否有充填物及充填物成分;

3 鉴别黄土中钙质结核的含量及分布均匀性,描述其一般粒径、最大粒径及孔隙中菌丝状白色钙质条纹的多少。

3.2.13 填土的野外鉴别应注重了解填土的堆填方式、堆积时间、物质组成、均匀性及压实性等,对矸石填土还应描述矸石成分、粒径大小、易燃矿物成分的含量及有害气体,并应记录矸石的风化情况及施工漏水等内容。

3.2.14 红黏土的野外鉴别应包括颜色、状态及湿度等,并应注重下列特征:

1 具有表面收缩性、上硬下软、裂隙发育;

2 颜色多为棕红或褐黄色。

3.3 现场安全要求

3.3.1 勘察单位应对勘察从业人员进行安全生产教育及安全操作技能的培训,未经培训考核或考试不合格的人员,不得上岗;未按规定配备和使用劳动防护用品的勘察作业人员,不得上岗。

- 3.3.2** 工程地质测绘的现场作业人员不应少于两人,并应配备通信或定位设备,不得单人作业。
- 3.3.3** 现场踏勘应调查与搜集场地及其附近与勘探安全有关的各类地上、地下管线和建(构)筑物及水文气象资料等。
- 3.3.4** 在危及人身安全的勘察作业区,应设置隔离带和安全标志,夜间应设置安全警示灯,现场作业人员应穿反光背心。
- 3.3.5** 在井、洞内作业时,应先进行有毒、有害气体的探测,并应采取通风措施。当井深超过 5m 时,应设置安全升降装置,并应在井口处设专人看守。
- 3.3.6** 在有毒或有害环境中勘察作业时,应配备相应的安全防护设施与设备,并应在确保现场作业人员与设备安全的前提下开展工作。
- 3.3.7** 在架空送电线路附近勘察作业时,导电物体外缘与架空送电线路之间的最小安全距离应符合表 3.3.7 的规定,并应设置醒目的安全标志。

表 3.3.7 导电物体外缘与架空送电线路之间的最小安全距离

电压(kV)	<1	1~10	35~110	154~330	550
最小安全距离(m)	4	5	10	15	20

- 3.3.8** 勘察现场接驳供电线路、拆装和维修用电设备应由持证电工完成,不得带电作业。
- 3.3.9** 钻探作业应根据其钻探设备使用说明书的要求正确安装、使用、维护和保养,不得使用安全防护装置不完整或有故障的钻探设备,不得违反钻探作业规程。单班单机钻探作业人员不得少于 3 人,钻机移位时钻塔应落下。
- 3.3.10** 遇暴雨、雷电、冰雹、浓雾、台风、沙尘暴、暴风雪等气象灾害及超过 40℃ 的高温天气时,应停止现场勘察作业,并应做好勘察设备和作业人员的安全防护工作。
- 3.3.11** 勘察纲要中除应包括相应的勘察技术要求外,还应包括下列安全防护内容:

- 1 安全组织机构及安全职责；
- 2 作业人员的上岗要求及安全教育要求；
- 3 对勘探作业现场的危险源辨识,以及针对危险源的安全防护措施；
- 4 作业人员和勘察设备的安全防护措施；
- 5 应对危险的应急预案。

4 地面建筑工程和管线类工程

4.1 一般规定

4.1.1 岩土工程勘察应按可研勘察、初步勘察、详细勘察的顺序分阶段进行,地质条件简单或有经验的地区可合并勘察阶段,但应包括相应阶段的勘察内容。对勘察等级为丙级的建设工程,当初、详勘阶段无法实施现场勘察时,可在前期测绘的基础上直接进行施工勘察。

4.1.2 建设工程位于湿陷性土或对膨胀岩土、填土、风化岩及残积土等有特殊要求的场地时,岩土工程勘察应布置适量的探井。

4.1.3 饱和砂土和粉土地基应进行液化判别,其勘探点深度应满足液化判别与评价的要求,当需进行地基处理时,勘探点深度还应满足地基处理设计的要求。

4.1.4 场地或其附近存在对建设工程安全有影响的不良地质作用和地质灾害时,应对其不良地质作用和地质灾害进行专门勘察。

4.1.5 详细勘察结束后遇下列情况之一或建设工程需要时,应进行施工勘察:

1 现场实际岩土条件与原勘察报告不符,并有可能影响施工或建设工程质量;

2 建设工程的结构性质、基础形式或施工方案发生重大调整,原有勘察成果不再满足设计与施工要求;

3 岩基持力层的岩性复杂、岩面起伏大、风化带厚度变化大;

4 地基、边坡、基坑工程持续变形或失稳,需进行加固处理;

5 地基中存在可能塌陷的溶洞或土洞及复杂的石芽或石林;

6 地基中发现空洞或破碎带等,需要进一步查明其分布与性质;

7 特殊施工要求需要补充勘察。

4.2 各阶段勘察技术要求

4.2.1 可研勘察应以搜集资料、现场踏勘与工程地质测绘为主，必要时可辅以简易勘探，并应符合下列规定：

- 1 应了解当地煤矿矿井与选煤厂的建设及当地建筑经验；
- 2 应了解当地矿产资源的分布与开采，并应初步查明当地建筑材料、采购运输及工程用水水源；
- 3 应搜集区域地质构造、地形地貌、山川水系及水文气象资料，并应初步查明场地地质构造及地形地貌特征；
- 4 应了解地震活动史及地震引发的灾害，并应初步查明场地内及其附近活动断裂的位置、走向及规模；
- 5 应初步查明不良地质作用的类型及发育程度。

4.2.2 可研勘察应初步评价场地稳定性与适宜性，并应根据建设工程特点和工程地质条件，按下列因素对两个或两个以上的拟选场地进行经济技术方案的分析与比选：

- 1 场地稳定性；
- 2 不良地质作用的危害程度及其避让的可能性或治理的难易程度；
- 3 地震动参数分区及工程地质条件对建设工程的抗震影响；
- 4 地基岩土特征及可能采用的地基基础类型，地基处理的难易程度；
- 5 场地地形变化及场地整平、加固与利用的难易程度。

4.2.3 可研勘察应提出选址或选线的建议，选址或选线应避开下列场地或地段：

- 1 不良地质作用发育且对场地稳定性有严重影响，或建设工程位于斜坡上，在其施工及使用期间斜坡将出现整体失稳；
- 2 洪水位淹没场地、河水冲蚀岸边严重威胁场地稳定性；
- 3 地下有可开采的矿藏或矿藏正在开采中；

4 本规范第 8.5.2 条第 4 款所列危险地段。

4.2.4 初步勘察应在收集资料的基础上以勘探、测试为主,必要时可辅以工程地质测绘,并应符合下列规定:

- 1 应取得建设场地范围、场地地形图及相关设计资料;
- 2 应初步查明岩土层性质、分布、时代及成因,并应划分地貌单元;
- 3 应初步查明地下水的埋藏条件与性质,并应分析地下水对设计与施工的影响,评价水和土对建筑材料的腐蚀性;
- 4 应初步查明液化土层的深度与厚度,并应计算地基的液化等级;
- 5 应查明与建设工程有关的地质构造、活动断裂及地震区划资料;
- 6 应查明不良地质作用的成因、类型、范围、性质、发展趋势及危害程度。

4.2.5 初步勘察应明确场地的稳定性与适宜性,应分析场地各区段的工程地质与水文地质条件,应推荐建设地段和基础持力层,并应初步评价可能采取的基础类型、地基处理及地下水控制方案,同时应符合下列规定:

- 1 对煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程,应为确定工业场地的总平面布置、建设工程的地基基础方案选型及基础设计、地基处理或桩基工程方案提供资料;
- 2 对管道工程,应为确定管道线路走向、位置与埋深、穿(跨)越地点与穿(跨)越方式、施工方法及基础形式提供资料,并应按本规范附录 B 初步确定土石等级;
- 3 对隧道工程,应为确定隧道走向与位置提供工程地质与水文地质资料,应按本规范附录 C 初步确定隧道围岩级别;并应推荐隧道进、出口位置,同时应初步评价其稳定性;
- 4 对架空送电线路工程,应为确定线路走向与塔(杆)基础位置及选择塔(杆)基础形式或地基处理方案提供资料;对地下送电

线路工程,应为确定线路走向、位置与埋深提供工程地质与水文地质资料。

4.2.6 煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程初步勘察应按建设场地布置勘探工作量,勘探线、点的布置宜符合下列规定:

1 初步勘察勘探线、点间距宜符合表 4.2.6 的规定;

表 4.2.6 初步勘察勘探线、点间距(m)

地基等级 (地基复杂程度)	勘探线间距	勘探点间距
一级(复杂)	50~100	30~60
二级(中等复杂)	80~150	50~100
三级(简单)	130~300	80~200

2 勘探线宜垂直地貌单元、地质构造及地层界线布置;

3 勘探点宜布置在勘探线上,每一地貌单元均应布置勘探点,在地貌单元交接部位、地层变化大或陡倾岩层处宜布置勘探点;

4 控制性勘探点宜结合地貌单元、场地条件及重要工程的所在区域布置,其数量不宜少于勘探点总数的 1/5;

5 对地质条件简单的平坦场地宜按方格网布置勘探点;

6 对岩质地基宜结合其地质构造、岩体特性及风化程度等因素布置勘探点或测绘点。

4.2.7 煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程初步勘察,勘探点深度应符合表 4.2.7 的规定。

表 4.2.7 初步勘察勘探点深度(m)

地面建筑工程 重要性等级	一般性勘探点	控制性勘探点
一级	≥ 20	≥ 40
二级	15~20	30~40
三级	10~15	20~30

注:1 表中勘探点深度只适用于土质地基;

2 岩质地基可根据岩石性质及风化程度确定勘探点深度。

4.2.8 初步勘察应按下列规定对本规范表 4.2.7 的勘探点深度进行调整：

1 勘探点地面标高与设计平场标高相差较大时，应按其差值调整勘探点深度；

2 勘探深度内有分布均匀、厚度超过 3m 的坚硬土层，且其下又无软弱下卧层时，一般性勘探点深度可减小；

3 勘探深度内遇软弱地层时，勘探点深度应加深，其中控制性勘探点应穿透软弱地层；

4 遇人工冻融土地基，勘探点深度应加深；

5 对可能采用人工地基或桩基础的建设工程，勘探点深度应满足相应设计与评价要求；

6 土质地基下遇基岩时，一般性勘探点应钻入基岩，并应准确鉴别其岩性及风化程度；控制性勘探点应钻入强风化层不少于 5m，必要时可穿透强风化层，当基岩为中等风化或微风化时，可进入基岩适当深度。

4.2.9 初步勘察采取原状土试样和进行原位测试的工作，应符合下列规定：

1 采取原状土试样和进行原位测试的勘探点不应少于勘探点总数的 1/4，且宜结合地貌单元及地层结构均匀分布；

2 每一主要土层的原状土试样数量或原位测试数据不应少于 6 件(组)，对连续的静力触探或动力触探不应少于 3 个孔；

3 对影响地基稳定和变形的软弱夹层或透镜体应取土试样或进行原位测试；

4 对液化地基，液化判别的勘探点数量不应少于勘探点总数的 1/8，且不应少于 3 个。

4.2.10 初勘报告应明确本勘察阶段未查明的岩土工程问题或遗留问题，提出详勘阶段应对其继续勘察的要求，并宜提出对影响建设工程的地下水或泉等进行长期监测的建议。

4.2.11 详细勘察应根据建设工程特点及场地岩土条件，采用多

种勘探与测试手段,对特别复杂的岩土工程问题可进行专项测试与试验。详细勘察应符合下列规定:

1 应取得附有坐标和地形的地面建筑工程总平面图,掌握平场标高、建设工程性质、规模、结构特点、荷载大小、基础形式及埋深、变形要求等资料;

2 应进一步查明不良地质作用的分布范围、发展趋势和危害程度;

3 应查明岩土类型、分布及工程特性,分析和评价地基的稳定性、均匀性及承载力;

4 对需进行沉降计算的地面建筑工程,应提供地基变形计算参数,并应预测其变形特征;

5 应查明埋藏的河道、沟谷、墓穴、孤石等对建设工程不利的埋藏物;

6 应查明地下水埋藏条件、地下水水位及其变化幅度;

7 应查明液化土层的深度分布及液化指数的平面分布,并应评价地基的液化等级及危害程度;

8 应判定水和土对建筑材料的腐蚀性;

9 在季节性冻土地区,应给出场地土的标准冻结深度。

4.2.12 详细勘察应进行岩土工程分析与评价,并应符合下列规定:

1 对煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程,应根据其工程性质及工程地质条件,进行地基类型、基础形式、承载力、地基稳定性与均匀性、地基处理、桩基方案及地基变形等的分析与评价,并应提供对不良地质作用整治的建议措施;

2 对管道工程,应查明管道线路及管道穿(跨)越地段的岩土工程条件,确定土石等级;应给出管道施工开挖与沟槽支护方式、基础形式与穿(跨)越方式的建议,并应提供对不良地质作用整治的建议措施;

3 对隧道工程,应查明隧道沿线的工程地质及水文地质条件,确定隧道围岩级别,并应给出掘进方式及支护方式的建议;应

预测施工中可能出现的岩土工程问题,并应提供预防措施的建议;
应评价隧道进、出口的稳定性,并应提供治理与预防措施的建议;

4 对架空送电线路工程,应提供塔基的工程地质条件,并应给出塔(杆)基础设计选型或地基处理的建议;应评价沟、坎、河岸边或不良地质作用对塔(杆)基础稳定性的影响,并应提供整治的建议措施。对地下送电线路工程,应提供沿线工程地质、水文地质条件及沟槽开挖或穿越的建议措施。

4.2.13 煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程详细勘察,应根据建设工程性质、结构特点、基础形式及岩土条件,按下列规定布置勘探点:

1 勘探点宜按地面建筑工程的外轮廓线和角点布置,重要性等级为三级的建设工程群体可采用网格状布置;

2 地基等级为一级,且荷载大的一柱一桩工程,宜每柱(桩)布置勘探点;

3 端承桩工程的勘探点间距宜为 12m~24m,其相邻勘探点揭露的持力层层顶高差宜控制在 2m 以内;摩擦桩工程的勘探点间距宜为 24m~36m;

4 对岩质地基,应根据地质构造、岩体特性及风化程度,并结合建设工程对地基及稳定性的要求布置勘探点;

5 控制性勘探点宜结合工程性质及其平面形状布置,其数量应满足地基变形计算与评价的要求;

6 建设工程主要受力层或有影响的软弱下卧层面坡度超过 20%、临坡且外倾层面坡度超过 10%时,宜加密勘探点;

7 车间或厂房内的重大设备基础、重大动力机器基础,应单独布置勘探点。

4.2.14 详细勘察采取原状土试样和进行原位测试与试验的工作,应符合下列规定:

1 采取原状土试样和进行原位测试的勘探点数量,应根据地层结构、地基及勘察等级确定,且不应少于勘探点总数的 1/3,其中取样孔不应少于勘探点总数的 1/5;

2 勘探孔中采取原状土试样或进行原位测试的竖向间距,在主要受力层内宜为 1m~2m,主要受力层以下宜为 2m~3m,且每层土均宜有原状土试样或原位测试数据;

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

4 每一主要土层的原状土试样数量或原位测试数据不应少于 6 件(组),对连续的静力触探或动力触探不应少于 3 个孔;当土层性质不均匀时,还应增加取土试样或原位测试的数量;

5 对影响沉(成)桩或地基处理的薄夹层或透镜体宜单独划分,并应取样或测试;

6 对高灵敏性粉土或高灵敏性黄土状粉土应取样测定其灵敏度;

7 对含大量黏性土的碎石土或含碎石、卵石的黏性土,不能采取原状试样时应进行原位测试,同时应采取Ⅲ级土试样测定其天然含水量和可塑性指标;

8 对难以取样测定或用原位测试确定其力学性质的岩土,可采用载荷试验确定地基承载力和变形参数,同一试验土层不应少于 3 组;

9 对液化地基,液化判别的勘探点数量不应少于勘探点总数的 1/6,且不应少于 3 个;单个地面建筑工程勘察时不应少于 2 个液化判别勘探点;

10 对液化的饱和砂土和粉土应从贯入器内取样,并应测定其颗粒组成与黏粒含量;

11 当设计需要提供地基土动力参数时,应进行相应的动力测试与试验,数量不应少于 2 处。

4.3 原煤生产系统详细勘察

4.3.1 原煤生产系统地面建筑工程详细勘察,勘探点的布置应符合下列规定:

1 井塔及井架的勘探点数量不应少于 4 个,控制性勘探点数量不应少于 2 个;

2 提升机房、通风机房、井口房及风井井口房的勘探点数量宜为 2 个~4 个;

3 抽采瓦斯泵房等重要性等级为三级的其他地面建筑工程,勘探点数量不宜少于 2 个。

4.3.2 原煤生产系统地面建筑工程详细勘察,勘探点深度应自基础底面算起,并应符合下列规定:

1 对需进行变形验算的地基,控制性勘探孔深度应超过地基变形计算深度,一般性勘探孔深度不应小于 1 倍的基础宽度,并应进入稳定分布的地层;

2 对中、低压缩性土地基,变形计算深度应取附加压力等于上覆土层有效自重压力 20% 的深度作为控制性勘探孔深度,对高压缩性土地基可按 10% 估算控制性勘探孔深度;

3 对按承载力计算的地基,勘探点深度应能控制地基主要受力层,当基础底面宽度不大于 5m 时,勘探点深度对条形基础不应小于基础宽度的 3 倍,对独立基础不应小于基础宽度的 1.5 倍,且不应小于 5m;

4 在土质地基下有分布稳定的基岩时,可根据其岩体特征、风化程度及地面建筑工程的性质减小勘探孔深度;

5 对填土地基,勘探孔深度应穿透填土层进入下伏稳定的地层,当需进行地基处理时,勘探孔深度还应满足地基处理设计的要求;

6 当采用桩基础或刚性桩复合地基时,一般性勘探孔深度应达到预计桩端以下桩径的 3 倍~5 倍,且不应小于 3m,大直径桩不应小于 5m;

7 对嵌岩桩,勘探孔深度应达到预计嵌岩面以下桩径的 3 倍~5 倍,并应穿过溶洞或破碎带等达到稳定岩层;

8 地下工程或低矮建设工程,当需设置抗拔桩或抗拔锚杆

时,勘探孔深度应满足抗拔承载力计算的要求;

9 在勘探深度内遇分布稳定、厚度超过 3m 的坚硬土层,其下又无软弱下卧层时,一般性勘探点深度可减小,控制性勘探点应达到预定深度;

10 在勘探深度内遇软弱下卧层时,应增加勘探点深度;

11 有大面积地面堆载时,应增加勘探点深度;

12 对需进行整体稳定性验算的地基,控制性勘探点深度应满足稳定性验算的要求;

13 人工冻融土地基的勘探孔深度,应满足深部人工冻融土完全解冻后对地基影响评价的要求。

4.4 洗选系统详细勘察

4.4.1 洗选系统地面建筑工程详细勘察,勘探点的布置应符合下列规定:

1 主厂房的勘探点应沿柱列线走向布置,勘探点间距应符合表 4.4.1 的规定;

2 其他厂房的勘探点宜沿柱列线走向布置,勘探点间距应符合表 4.4.1 的规定;

表 4.4.1 详细勘察勘探点间距(m)

地基等级 (地基复杂程度)		一级 (复 杂)	二级 (中等复杂)	三级 (简 单)
勘探点 间 距	主厂房	9~18	18~36	36~42
	其他厂房	12~24	24~42	42~54

3 本条第 1、2 款中的控制性勘探点宜结合工程性质及其平面形状布置,其数量应满足地基变形计算与评价的要求;

4 重要性等级为三级的车间,勘探点数量宜为 2 个~4 个;

5 沉淀塔、煤泥沉淀池的勘探点数量不宜少于 2 个。

4.4.2 洗选系统地面建筑工程详细勘察,勘探点深度应按本规范第 4.3.2 条的规定执行。

4.5 储装运系统详细勘察

4.5.1 储装运系统地面建筑工程详细勘察,勘探点的布置应符合下列规定:

1 每个单独筒仓的勘探点数量不应少于 4 个,控制性勘探点数量不应少于 2 个;对直径大于 35m 的筒仓,当为筏板基础时中心部位宜布置勘探点;

2 宽度大于或等于 50m,且容量大于或等于 0.1Mt 的半地下储仓,应沿两侧柱列线及中间地下输煤通道布置勘探线,勘探点间距宜为 24m~42m;

3 储煤场应沿其柱列线布置勘探点,间距宜为 24m~42m;对地面储煤场挡煤墙可沿其挡煤墙布置勘探点,间距宜为 30m~60m;

4 受煤坑、翻车机房、转载点及装车站(仓)的勘探点数量宜为 2 个~4 个,控制性勘探点数量宜为 1 个~2 个;对多个连排的长受煤坑宜在其两侧轴线外 5m~15m 的范围布置勘探线,勘探点间距宜为 20m~50m;

5 地道、栈桥支架的勘探点间距宜为 20m~50m,其中栈桥应结合其支架位置布置勘探点;

6 爬车机房等重要性等级为三级的单个地面建筑工程,勘探点数量宜为 1 个~2 个。

4.5.2 管道工程详细勘察,勘探点应沿其轴线布置,并应符合下列规定:

1 管道线路工程的勘探点间距宜为 200m~500m,当管道材料为铸铁或钢材时应同时进行地电阻率的测试;

2 管道穿(跨)越地段应布置勘探点;

3 管道穿越湖泊或较宽大的河流时宜在水中布置勘探点,且勘探点位置宜避开管道轴线 10m~15m;

4 管道跨越湖泊或较宽大的河流,且水中设有支架时,应在

支架位置布置勘探点。

4.5.3 隧道工程详细勘察,勘探孔应沿其轴线布置,并应符合下列规定:

1 长度大于 2000m 的隧道,其勘探孔间距宜为 300m~500m,且勘探孔数量不应少于 3 个;

2 长度小于 2000m 且地质条件简单的隧道,勘探孔数量不应少于 1 个;

3 隧道进、出口处应单独布置勘探孔或测绘点;

4 勘探孔宜布置在隧道两侧 6m~10m 的范围,对岩溶地区和水下隧道,勘探孔宜左右交错于隧道两侧 10m~15m 的范围。

4.5.4 储装运系统地面建筑工程详细勘察,勘探点深度应按本规范第 4.3.2 条的规定执行;管线类工程详细勘察,勘探点深度应符合表 4.5.4 的规定。

表 4.5.4 管线类工程详细勘察的勘探点深度

工程类别	一般性勘探点	控制性勘探点
管道线路工程	6m~8m	10m~15m
管道穿越工程	管道底以下不应小于 6m; 管道穿越河流时不应小于冲刷深度以下 2m	管道底以下不应小于 10m,遇软弱下卧层时还应加深;管道穿越河流时不应小于冲刷深度以下 5m,且应满足稳定性评价要求
管道跨越工程	10m~15m	不应小于 20m,且应穿透软弱下卧层进入下伏稳定地层不小于 6m;桩基时应达到桩端下 5 倍桩径,且不应小于 5m
隧道工程	岩质隧道底以下不应小于 3m,土质隧道底以下不应小于 8m	岩质隧道底以下不应小于 6m,土质隧道底以下不应小于 15m,且应满足稳定性评价要求

4.6 辅助生产系统详细勘察

4.6.1 辅助生产系统地面建筑工程详细勘察,勘探点的布置应符合

合下列规定：

1 烟囱、水塔的勘探点数量宜为 3 个~4 个,控制性勘探点数量不宜少于 2 个；

2 锅炉房的勘探点数量不宜少于 4 个,控制性勘探点数量不宜少于 2 个;对总容量大于 20t/h 的锅炉房可按其柱列线布置勘探点,间距宜为 18m~36m；

3 吊车吨位大于或等于 20t 的单层厂房应按柱列线布置勘探点,间距宜为 18m~36m,其他单层厂房的勘探点数量不宜少于 4 个;单层厂房的控制性勘探点数量不宜少于 2 个；

4 泵房、污水处理站房及水池的勘探点数量可为 1 个~3 个；

5 压缩空气站房与空气加热室的勘探点数量宜为 3 个~4 个,地质条件简单时可布置 1 个~2 个勘探点；

6 重要性等级为三级的其他地面建筑工程,勘探点数量不宜少于 1 个;当为群体布置时,可按网格状布置勘探点,间距宜为 40m~60m。

4.6.2 辅助生产系统地面建筑工程详细勘察,勘探点深度应按本规范第 4.3.2 条的规定执行。

4.6.3 地面变电站(所)详细勘察,勘探点数量及深度应符合下列规定：

1 配电房应根据其平面布置与范围大小布置勘探点,且不宜少于 4 个,勘探点深度宜为 10m~20m,并应进入下伏稳定地层。

2 每个主变压器均应布置勘探点,深度宜为 10m~15m,并应进入下伏稳定地层。

3 变电架构区可结合架构群布置勘探点,间距宜为 30m~60m;勘探点深度宜为 8m~12m,并应进入下伏稳定地层。

4 基岩出露场地的测绘点可作为勘探点。

4.6.4 架空送电线路工程详细勘察,勘探点应布置在塔(杆)基础范围内,并应根据塔(杆)地基的岩土条件及塔(杆)性质按下列规

定布置：

1 地质条件简单的区段可间隔 3 个~5 个塔(杆)基础布置 1 个勘探点,中等复杂区段可间隔 1 个~3 个塔(杆)基础布置 1 个勘探点,复杂区段每个塔(杆)基础均宜布置勘探点;

2 耐张、转角、临坡、跨越及终端塔基础处应布置勘探点,必要时每个塔(杆)基础范围可布置 2 个~4 个勘探点;

3 岩石出露的山岳地段的测绘点可作为勘探点,必要时可采取岩样测试。

4.6.5 架空送电线路工程塔(杆)基础详细勘察,勘探点深度应根据岩土条件、塔(杆)性质、塔(杆)基础埋深及载荷大小确定,并应符合下列规定:

1 勘探点深度可按下列公式计算确定:

$$d_z = d_0 + \eta b \quad (4.6.5)$$

式中: d_z ——勘探点深度(m);

d_0 ——基础埋置深度(m);

η ——深度调整系数,可取 0.5~1.0;

b ——基础宽度(m)。

2 坚硬土地基的勘探点的深度可小于公式(4.6.5)的计算值,软土地基应大于公式(4.6.5)的计算值;

3 对耐张、转角、临坡、跨越和终端塔(杆),勘探点深度应大于公式(4.6.5)的计算值,临坡塔(杆)的勘探点深度还应满足稳定性评价要求;

4 进行地基处理或采用桩基础的塔(杆)地基,勘探点深度应满足相应设计要求;

5 对基岩出露的稳定岩层区段,可采用测绘点或探槽等形式查明地层。

4.6.6 地下送电线路工程详细勘察,勘探点宜沿线路轴线布置,间距宜为 100m~500m;勘探点深度不宜小于线路(或基础)底以下 3m~6m,遇软弱下卧层时应增加勘探点深度,需进行地基处理

时勘探点深度还应满足相应设计要求。

4.6.7 地面变电站(所)及送电线路工程详细勘察,其地电阻率的测试间距可按本规范第 4.6.3、4.6.4、4.6.6 条的勘探点间距执行。

4.7 行政公共建筑详细勘察

4.7.1 行政公共建筑详细勘察,勘探点间距宜符合表 4.7.1 的规定。

表 4.7.1 详细勘察勘探点间距(m)

地基等级(地基复杂程度)	间 距
一级(复杂)	10~15
二级(中等复杂)	15~30
三级(简单)	30~50

4.7.2 行政公共建筑详细勘察,勘探点布置除应符合本规范第 4.2.13 条第 2 款~6 款外,还应符合下列规定:

1 勘探点应沿建筑工程周边布置,对平面上呈不规则的异形体宜在拐角或凸出部位布置勘探点,当建筑工程宽度大于 35m 时,宜在中心区域布置勘探点;

2 高层建筑与其裙房、地下车库一并勘察时,其勘探点的布置可兼顾,但应满足高层建筑的布孔要求,同时应满足基坑工程的设计要求。

4.7.3 行政公共建筑详细勘察,勘探点深度应按本规范第 4.3.2 条的规定执行。

4.7.4 行政公共建筑详细勘察,采取原状土试样和进行原位测试与试验的工作,除应符合本规范第 4.2.14 条第 2 款~第 10 款外,还应符合下列规定:

1 采取原状土试样和进行原位测试的勘探点数量,应根据地层结构及勘察等级确定,数量不应少于勘探点总数的 1/2,其中取样孔的数量不应少于勘探点总数的 1/3;

2 对高灵敏性粉土及淤泥、淤泥质土或流塑状态的黏性土宜采用静力触探等原位测试,原状土试样宜使用薄壁取土器静力连续压入法取样,并宜在现场进行试验。

5 边坡工程

5.1 一般规定

5.1.1 边坡工程初步勘察应以工程地质测绘与地质钻探为主,并应符合下列规定:

- 1 应取得场地地形图及相关设计资料,并应确定边坡的高度与范围;
- 2 应调查边坡上游区域的地形地貌特征及汇水面积,并应初步查明水文地质条件对边坡稳定性的影响;
- 3 应初步查明边坡岩土及软弱面或软弱夹层的分布、岩性、成因、时代、产状及其物理力学性质;
- 4 应查明场地地质构造及地应力场分布特征,并应初步分析边坡的稳定性及可能的失稳破坏形式;
- 5 应查明不良地质作用的分布、成因、发展趋势及对边坡稳定性的影响;
- 6 应搜集区域地震资料,了解与边坡工程有关的活动断裂,并应初步分析地震对边坡稳定性的影响。

5.1.2 边坡工程详细勘察应在初步勘察的基础上以地质钻探、岩土测试及水文地质试验为主,并应符合下列规定:

- 1 对高应力场地区,应查明应力场的作用方向,并应分析构造应力对边坡稳定性的影响;
- 2 对规模大、地质条件复杂的边坡宜进行工程地质测绘及物探,并应查明岩土层及软弱结构面的特征、分布、产状及物理力学性质;
- 3 应查明上游的汇水面积及场地水文地质条件,必要时还应进行专门的水文地质勘察工作;
- 4 应分区(或分层)确定边坡可能的失稳破坏形式,并应建议

合理的开挖坡角；

5 应评价边坡的稳定性,并应提供边坡治理设计及维护管理的建议措施；

6 应提出对水压、边坡或支挡结构位移变形的监测建议。

5.1.3 边坡工程详细勘察,勘探线应垂直于边坡走向和沿支挡结构布置,勘探线间距及勘探线上的勘探点数量宜符合表 5.1.3 的规定。

表 5.1.3 勘探线间距与勘探点数量

安全等级	勘探线间距(m)	勘探点数量(个)
一级	20~35	≥ 3
二级	35~50	2~3
三级	50~70	不宜少于 2

注:1 地质条件复杂时宜缩小勘探线间距；

2 勘探线上勘探点数量可结合地貌特征及岩土性质进行调整；

3 边坡工程存在软弱夹层或不利结构面时,宜增加勘探点数量；

4 岩石出露地区的测绘点可作为勘探点。

5.1.4 高度大于 50m 的岩质边坡或高度大于 30m 的土质边坡,应制定专门的勘察方案,并应采用综合勘察手段进行专门勘察。

5.2 岩质边坡

5.2.1 边坡岩体类型应根据结构面产状、结构面结合程度及岩体完整程度,按本规范附录 A 确定。对软、硬岩互层结构且每层厚度均小于 5m 的岩质边坡,宜视为由相对软弱岩石组成的边坡;对边坡岩体由两层及两层以上,且单层厚度均大于 5m 的岩质边坡,可分层确定边坡岩体类型。

5.2.2 岩质边坡工程地质调查与测绘内容除应符合本规范第 10.2.3 条外,还应符合下列规定:

1 应了解地形地貌特征及边坡岩体特征、风化程度与完整性,并应调查附近天然岩质边坡的稳定状态及稳定坡角；

2 应调查了解岩石的物理力学性质和软弱结构面的抗剪强度,并应分析边坡变形特征及可能的失稳破坏形式；

3 应调查岩体主要结构面的类型、产状、延展情况、闭合程度、充填状况、充水状态及力学属性,并应初步查明结构面的组合关系及主要结构面与临空面的关系;

4 应调查地质构造类型,并应分析构造应力场对边坡稳定性的影响。

5.2.3 岩质边坡工程地质测绘,应在坡顶、坡底、构造界线与岩性分界线、软弱夹层等位置布置测绘点,并应利用天然和已有的人工露头,必要时可采用槽探或坑探揭露岩层。

5.2.4 岩质边坡的勘探范围应包括坡面区域及坡顶线以上不小于1倍的坡高区域,必要时还应包括可能对边坡工程安全有潜在威胁的区域。

5.2.5 岩质边坡的勘探孔深度应穿透最深潜在滑动面以下不小于2m,坡脚处的勘探孔深度应达到支挡结构基底以下不小于5m,进行抗滑桩设计时勘探孔深度还应满足抗滑桩设计及稳定性评价的要求。

5.2.6 岩质边坡应在其边坡岩体及软弱夹层中采集试样,并应进行物理力学性质试验。每一岩层的试样数量不应少于9件,软弱夹层宜连续取样。对控制边坡稳定的软弱结构面宜进行原位剪切试验,对安全等级为一级的特大型边坡,还宜进行结构面软化试验及岩体应力测试。

5.3 黄土边坡

5.3.1 黄土边坡工程地质调查与测绘内容除应符合本规范第10.2.3条外,还应符合下列规定:

1 应了解地形地貌特征,并应调查附近天然黄土边坡的稳定状态及稳定坡角;

2 应调查区域地质构造特征及黄土的成因、年代与湿陷性特征;

3 应搜集水文气象资料,并应调查洪水位标高,同时应分析边坡与坡脚浸水的可能性;

4 应搜集边坡设计资料及拟采用的加固处理与支挡、维护措施。

5.3.2 黄土边坡岩土工程勘察宜采用钻探、井(坑)探及测试等勘察手段,勘探测试点的数量和位置应根据其安全等级、地形地貌特征及黄土的湿陷等级确定,在坡顶、坡脚及其支挡结构物区域应布置探井(坑)。

5.3.3 黄土边坡的勘探线间距宜取本规范表 5.1.3 中的大值,坡脚或支挡结构基础处及坡顶线以上 10m 范围应布置勘探点,采用多级放坡形式的高大黄土边坡,其中间区域应增加勘探点。在坡底以上遇到强风化岩层或存在与边坡倾向一致的软弱结构面时,应增加勘探点。

5.3.4 黄土边坡的勘探点深度应满足边坡治理设计的要求,并应符合下列规定:

1 对非自重湿陷性黄土,勘探点深度应穿透最深潜在滑动面以下不小于 5m;

2 陇西、陇东、陕北及晋西地区的自重湿陷性黄土,勘探点深度应穿透最深潜在滑动面以下不小于 15m,其他地区应穿透最深潜在滑动面以下不小于 10m;其中控制性勘探点深度还应达到非湿陷性土层顶面以下不小于 5m;

3 坡脚及坡脚以上支挡处的勘探点深度,除应符合本条第 1、2 款外,还应满足支挡设计的要求;

4 在坡底以上遇到基岩时,勘探孔宜钻透强风化岩进入微风化岩层,应查明岩层产状、节理与裂隙发育程度及软弱结构面的性质与产状,并应查明强风化岩顶面坡度、倾向及其与黄土接触面(或带)的水文地质条件。

5.3.5 黄土边坡岩土工程勘察采取原状土试样和进行原位测试的勘探点数量,不应少于勘探点总数的 $2/3$,其中采取原状土试样的勘探点数量不应少于勘探点总数的 $1/2$ 。土试样竖向间距宜为 1.0m,直径不宜小于 120mm。

5.3.6 原状土试样应根据边坡安全等级及边坡浸水的可能性,选择与实际受力条件和计算模型相匹配的剪切试验方法。剪切指标的选

取可按本规范第 6.3 节的有关规定执行,当有成熟的地区经验时,也可采用天然状态下直接固结快剪试验或三轴试验的峰值指标。

5.3.7 原状土试样除做剪切试验外,还应进行一般物理力学性质及湿陷性试验,也可采用标准贯入试验、静力触探、扁铲侧胀试验等原位测试方法评价黄土的工程性质。

5.3.8 对自重湿陷性或中~强湿陷性的非自重湿陷性黄土边坡,应对边坡和坡脚浸水的可能性及浸水后的稳定性进行分析,并提供整治的建议措施。

5.4 填土边坡

5.4.1 填土边坡工程地质调查与测绘内容除应符合本规范第 10.2.3 条的要求外,还应符合下列规定:

1 应搜集填方前的原始地形图,了解原始地形地貌特征,并应初步查明填土的分布范围、厚度、物质成分与颗粒级配;

2 应调查填土的物质来源、堆填时间与堆填方式,了解填土的均匀性、压实性与湿陷性;

3 应调查水文地质资料,了解填土对原地表水径流与排泄条件的影响;

4 应调查填土边坡的稳定坡角及边坡设计与加固治理经验。

5.4.2 填土边坡岩土工程勘察应以工程地质钻探为主,必要时可辅以工程物探。勘探线间距宜取本规范表 5.1.3 中的较小值,勘探测试点的布置及数量应根据边坡高度、填土类型及边坡安全等级确定。

5.4.3 勘探线宜垂直于填土边坡线布置,在原始地形为冲沟或沟谷的区域,宜增加平行于冲沟或沟谷的勘探线,并应加密勘探点、扩大对沟谷上游的勘探范围。

5.4.4 填土边坡岩土工程勘察,勘探点深度应穿透填土层进入下伏稳定岩层不小于 2m 或稳定土层不小于 5m,坡脚处的勘探点深度应满足边坡稳定性评价及治理设计的要求,且宜低于坡底标高以下不小于 10m,当在勘探深度内遇到基岩时,可根据岩体特征与

风化程度减小勘探点深度。

5.4.5 素填土边坡岩土工程勘察应以钻探及原位测试为主,并应采取素填土试样进行室内常规试验、湿陷性试验和抗剪强度试验,必要时可进行现场试坑浸水试验。

5.4.6 杂填土边坡岩土工程勘察应以原位测试为主,粗颗粒填土的均匀性及密实度宜采用动力触探测定,细颗粒填土可采用标准贯入试验和静力触探试验测定。杂填土的密度宜采用现场大容积密度试验测定,剪切指标宜根据物质组成按地区经验确定,必要时可进行现场大面积剪切试验。

5.4.7 矸石填土边坡岩土工程勘察,应查明矸石的耐风化性、自燃性及膨胀性等特殊工程性质,并应符合本规范第 7.2 节的规定。

5.5 强度参数与稳定性评价

5.5.1 岩体结构面的抗剪强度指标宜通过现场原位试验确定,当无试验资料时,对安全等级为二、三级的边坡工程可结合工程类比及反算分析,按表 5.5.1 确定。

表 5.5.1 结构面抗剪强度指标标准值

类型	结构面结合程度	黏聚力 c (kPa)	内摩擦角 $\varphi(^{\circ})$
硬性 结构面	结合好	>130	>35
	结合一般	$130\sim90$	$35\sim27$
	结合差	$90\sim50$	$27\sim18$
软弱 结构面	结合很差	$50\sim20$	$18\sim12$
	结合极差(泥化层)	<20	<12

注:1 无经验时应取表中的低值;

2 极软岩、软岩应取表中的较低值;

3 岩体结构面连通性差时可取表中的高值;

4 岩体结构面浸水时应取表中的较低值;

5 临时性边坡工程可取表中的高值;

6 表中数值已计及结构面的时间效应,但未计及在施工和营运期间受其他因素的影响,当影响为不利因素时应对表中数值进行折减。

5.5.2 岩体结构面的结合程度可按表 5.5.2 确定。

表 5.5.2 岩体结构面的结合程度

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

5.5.3 岩体内摩擦角可由岩块内摩擦角标准值按岩体完整程度乘以表 5.5.3 所列的折减系数确定。

表 5.5.3 边坡岩体内摩擦角折减系数

边坡岩体完整程度	折减系数
完整	0.95~0.90
较完整	0.90~0.85
较破碎	0.85~0.80

5.5.4 边坡岩体等效内摩擦角的标准值可按表 5.5.4 确定。

表 5.5.4 边坡岩体等效内摩擦角的标准值

边坡岩体类型	I	II	III	IV
等效内摩擦角 $\varphi_e(^{\circ})$	>72	$72\sim 62$	$62\sim 52$	$52\sim 42$

注:1 表中数据适用于高度 5m~30m 的岩质边坡;边坡高度大时可取低值,小时可取高值;坚硬岩、较硬岩、较软岩和完整性好的岩体可取高值,软岩、极软岩和完整性差的岩体可取低值;

2 当边坡高度大于 30m 时,宜取低于表中的数值使用;当边坡高度大于 50m 时,其岩体等效内摩擦角应通过专门研究确定;

3 临时性边坡可取表中的高值;

4 表中数值已计及时间效应因素。

5.5.5 土质边坡稳定性计算时,其抗剪强度指标应采用标准值,剪切试验方法可按本规范第 6.3.3 条的规定执行。

5.5.6 在进行边坡稳定性计算前,应根据地质条件分析影响边坡稳定的各种因素,并应按下列规定进行稳定状态的定性判断:

1 岩质边坡的稳定性主要取决于结构面的性质及其空间组合,结构体的性质及其立体形态;

2 一般土质边坡的稳定性主要取决于土层的状态、湿化性、抗剪强度、地下水及地表水的活动;

3 黄土边坡的稳定性主要取决于土层的密实度,地层年代、成因及不同时期的黄土接触情况,地形地貌和水文地质条件,黄土本身陷穴及裂隙发育程度;

4 填土边坡的稳定性主要取决于填料粒径大小和形状,密实程度和胶结情况;当填土与基岩接触构成边坡时,其稳定性取决于接触面产状、坡度大小、地下水在接触面的活动以及下伏基岩面的风化程度。

5.5.7 边坡工程的稳定性评价应符合下列规定:

1 评价方法可采用工程地质类比法、极限平衡法、坡率法、赤平极射投影、有限元等定性或定量方法进行综合分析与评价;

2 对于 III、IV 类岩质边坡及有贯通性较好外倾结构面的边

坡,应进行稳定性定量评价;

3 当边坡长度较大时,宜分段选取强度参数,并宜分段进行稳定性评价。

5.5.8 潜在滑面位置和形态应根据边坡类型和可能的失稳破坏形式确定,并应符合下列规定:

1 对土质边坡和强度较低的岩层、散体结构或破碎结构的岩质边坡,可采用圆弧滑动面,边坡稳定性计算宜采用简化毕肖普法;

2 对沿基岩面、原始地面、层面、裂隙面和断层面滑动的稳定性计算时,可采用平面或折线型滑动面,边坡稳定性计算可采用传递系数法;

3 采用刚体极限平衡法进行稳定性计算时,对结构复杂的岩质边坡,可配合采用赤平投影法和实体比例投影法分析;当边坡破坏机制复杂时,宜结合数值极限分析法进行分析;

4 当边坡存在多个可能的滑动面时,对各滑动面均应进行稳定性计算。

5.5.9 边坡稳定安全系数不应小于表 5.5.9 的规定。

表 5.5.9 边坡稳定安全系数 F_{st}

边 坡 类 型	边坡工程安全等级		
	一 级	二 级	三 级
永久边坡	1.35	1.30	1.25
临时边坡	1.25	1.20	1.15

注:1 地质条件特别复杂或破坏后果极严重的边坡工程,宜在表中数值基础上增加 0.05 的安全系数;

2 高度大于 50m 的岩质边坡或高度大于 30m 的土质边坡,稳定安全系数应经专门论证后确定。

6 基坑工程

6.1 一般规定

6.1.1 基坑岩土工程勘察可在详细勘察阶段与拟建工程一并进行,并应取得下列资料:

- 1 附有地形、坐标及拟建工程的总平面图及基础轮廓线图;
- 2 拟建工程的结构类型、荷载情况、拟采用的基础形式及埋置深度、地面及基坑底设计高程;
- 3 场地及周边地下管网、地上与地下建(构)筑物的分布图;
- 4 场地及基坑附近已有的勘察资料、当地常用的基坑支护方式及地下水控制方法。

6.1.2 基坑岩土工程勘察应符合下列规定:

- 1 应查明基坑及周边岩土成因类型、岩性、分布规律及其物理力学性质;
- 2 应查明岩体结构类型,软弱结构面(带)的力学性质、分布特征及其与基坑开挖临空面的组合关系;
- 3 应分析基坑可能的失稳破坏形式,并提供支护设计方案与开挖方式的建议措施;
- 4 应查明地下含水层与隔水层的埋藏深度与厚度分布、地下水性质与水量大小、各含水层间的水力联系及其补给、排泄关系;
- 5 应评价降水对周边环境的影响,并提供地下水控制的建议措施。

6.2 勘察方法与工作量布置

6.2.1 基坑工程应根据其安全等级和地层复杂程度,以地质钻

探、岩土试验及水文地质测试为主进行岩土工程勘察,除应符合本规范第 6.1.2 条的要求外,还应符合下列规定:

1 对规模大、地质条件复杂的基坑,宜进行工程地质测绘及物探;

2 当场地水文地质条件复杂,在基坑开挖过程中需对地下水进行降水或隔渗控制,且已有资料不能满足设计要求时,应进行专门的水文地质勘察;

3 对深度大于 30m 的岩质基坑或深度大于 20m 的土质基坑,应制定专门的勘察方案。

6.2.2 基坑工程勘察范围、勘探点布置和勘探点深度,应根据场地条件和设计要求确定,并应符合下列规定:

1 勘探剖面线应垂直于基坑边线布置,剖面线间距宜为 20m~35m,且每条剖面线上不宜少于 2 个勘探点;当存在软弱土层、暗沟或岩溶等复杂地质条件时,应增加勘探点数量,并应查明其地层分布及工程特性;

2 工程地质条件及水文地质条件简单,且安全等级为三级的基坑,可沿基坑周边布置一条勘探线,勘探点间距宜为 35m~50m;

3 基坑外应布置勘探点,岩质基坑勘察宜控制到基坑深度 1 倍以上,并应超出内倾结构面的影响范围;土质基坑勘察宜控制到基坑深度的 1 倍~2 倍,在深厚软土地区宜大于 2 倍;当基坑外无法布置勘探点时,应通过调查或其他方法取得相关地层资料,并结合场地内的勘察资料进行综合分析;

4 当基坑底部以下存在承压含水层,且有突涌可能性时,应在基坑范围内的区域布置勘探点,并应查明承压含水层的顶板分布状态及承压水头的高度;

5 岩质基坑勘探孔深度应达到支挡结构基础底面以下不小于 5m;土质基坑勘探孔深度不宜小于基坑深度的 2 倍,且应穿过软弱下卧层底板不小于 5m 的深度。

6.3 试验方法、参数选取与分析评价

6.3.1 剪切试验方法和试验条件应与其实际受力状态和计算模型相匹配,每一岩土层(体)及结构面(带)的剪切指标数量,应根据基坑工程安全等级及岩土体复杂程度确定,其标准值或使用值应具有代表性。

6.3.2 对深度大于 30m 的岩质基坑或深度大于 20m 的土质基坑,应选择不少于两种的试验与测试方法,测定岩土体及结构面(带)的抗剪强度参数。安全等级为二、三级的岩质基坑,可按本规范表 5.5.1~表 5.5.4 确定其设计参数。

6.3.3 土质基坑工程剪切试验方法应符合下列规定:

1 基坑土体存在较好的固结条件时,可采用三轴固结不排水剪试验或直剪固结快剪试验;

2 正常固结的饱和黏性土及欠固结土,宜采用在土的有效应力下预固结的三轴不固结不排水剪切试验;

3 淤泥、淤泥质土和高灵敏性粉土宜采用十字板剪切试验,当采用直接固结快剪试验的 c 、 φ 指标时,宜折减后使用;

4 红黏土及膨胀土宜测定饱水剪切、重复剪切及无侧限抗压强度试验指标,并结合地区经验及工程类比分析后确定 c 、 φ 使用值;

5 对安全等级为一级的黄土基坑,应采用三轴固结不排水试验;对浸水可能性大的一级基坑或自重湿陷性黄土场地的基坑,宜测定饱和状态或一定含水量下的 c 、 φ 指标;对不受水影响的非饱和黄土,当有经验时也可选择天然状态下的直接固结快剪试验,并宜结合工程类比分析后确定 c 、 φ 使用值。

6.3.4 土质基坑剪切指标的选取、稳定性及土压力的计算,应符合下列规定:

1 当黏性土、粉土、粉砂互层时,可取其互层中最小 c 、 φ 标准值,有经验时,也可根据互层中各土层所起的作用和厚度比例综合

分析后取值或选用厚度加权平均值；

2 对老黏性土应根据基坑开挖暴露后的强度衰减程度,按室内试验所确定的黏聚力标准值乘以 0.3~0.6 的折减系数,且 c 值不宜大于 50kPa;

3 对比较纯净的砂土, c 值可提供小于 5kPa 的数值, φ 值可根据标准贯入击数标准值按相关公式计算确定;

4 对砂土和粉土宜按水土分算的原则计算,对粉土、黏性土可根据场地条件及计算模型按水土分算或水土合算的原则计算;

5 水土合算时地下水位以下的土,宜采用土的自重固结不排水 c 、 φ 指标,水土分算时,地下水位以下的土宜采用土的有效 c 、 φ 指标。

6.3.5 基坑工程岩土工程分析与评价,应包括下列内容:

- 1 基坑的稳定状况及可能的失稳破坏形式;
- 2 基坑的局部稳定性、整体稳定性及坑底抗隆起稳定性;
- 3 坑底和侧壁的抗渗透稳定性;
- 4 支护结构、基坑及邻近建设工程可能发生的变形;
- 5 降水方法、降水效果及基坑降水对邻近建设工程的影响;
- 6 提供基坑支护方式、计算参数、地下水控制方法及基坑施工工艺与施工方法的建议;
- 7 提供基坑土方开挖、监测及环境保护的建议。

7 特殊性岩土

7.1 湿陷性土

7.1.1 对不能采取原状土试样做室内湿陷性试验的湿陷性土,应采用现场浸水载荷试验确定其湿陷性。在 200kPa 压力下浸水载荷试验的附加湿陷量与承压板宽度之比等于或大于 0.023 的土,应判定为湿陷性土。

7.1.2 湿陷性土岩土工程勘察,除应符合本规范第 4 章~第 6 章的规定外,还应符合下列规定:

1 勘探线、点间距应按本规范第 4 章~第 6 章的规定取小值,对湿陷性土分布极不均匀的场地还应加密勘探线、点间距;

2 采取原状土试样和进行原位测试的勘探点,应按地貌单元和控制性地段布置,其数量不应少于勘探点总数的 2/3,其中取样勘探点数量不宜少于勘探点总数的 1/2;探井数量不宜少于取样勘探点总数的 1/3,且不应少于 3 个;

3 控制性勘探点深度应穿透湿陷性土层,并应满足地基处理设计的要求;

4 应查明湿陷性土的年代、成因、类型、分布和其中的夹层、包含物及胶结物的成分与性质;

5 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其力学特性;

6 I 级土试样应在探井中人工刻取,土试样竖向间距宜为 1m,直径不宜小于 120mm;在钻孔中取样,应按现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 执行;

7 I 级土试样除应测定一般物理力学性质外,还应进行湿陷性测试;

8 对不能取得 I 级土试样的湿陷性土,应在探井(或探坑)中采用大体积法测定其密度和含水量;

9 对厚度大于 3m 且需进行浸水载荷试验的湿陷性土,应选择在不同深度进行浸水载荷试验,各试验点间不应受相邻试坑浸水的影响。

7.1.3 湿陷性土应按表 7.1.3 划分其湿陷程度。

表 7.1.3 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 0.50m ²	承压板面积 0.25m 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 I 级土试样的湿陷性粉砂、素填土,其试验方法和评定标准可按现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 执行。

7.1.4 湿陷性土地基受水浸湿至下沉稳定为止的总湿陷量 Δ_s (cm),应按式计算:

$$\Delta_s = \sum_{i=1}^n \beta \Delta F_{si} h_i \quad (7.1.4)$$

式中: ΔF_{si} ——第 i 层土浸水载荷试验的附加湿陷量(cm);

h_i ——第 i 层土的厚度(cm),从基础底面算起,初勘时自地面下 1.5m 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 0.50m² 时,取 0.014;承压板面积为 0.25m² 时,取 0.020。

7.1.5 湿陷性土地基的湿陷等级应按表 7.1.5 判定。

表 7.1.5 湿陷性土地基的湿陷等级

总湿陷量 Δ_s (cm)	湿陷性土总厚度(m)	湿陷等级
$5 < \Delta_s \leq 30$	> 3	I
	≤ 3	II
$30 < \Delta_s \leq 60$	> 3	
	≤ 3	III
$\Delta_s > 60$	> 3	
	≤ 3	IV

7.1.6 湿陷性土岩土工程分析与评价,应包括下列内容:

- 1 湿陷性土的性质、成因、范围及厚度;**
- 2 湿陷程度的划分及湿陷等级的判定;**
- 3 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;**
- 4 根据湿陷性土的特征、湿陷等级和当地建筑经验,提出消除地基湿陷性的建议措施;**
- 5 对湿陷性土边坡或基坑,当存在浸水可能时应计及湿陷性土本身及其下伏基岩接触面强度降低的因素。**

7.2 矸石填土

7.2.1 矸石填土岩土工程勘察应符合下列规定:

- 1 应了解地形和地貌变迁及矸石填土的来源,并应查明堆填方式与堆积时间;**
- 2 应查明矸石填土的分布、厚度、颗粒级配、均匀性、压实性和湿陷性;**
- 3 应查明矸石填土中煤块、煤粉和煤矸石的含量;**
- 4 应了解煤矸石的自燃与风化情况,并应查明煤矸石自燃后的烧结物性质。**

7.2.2 矸石填土岩土工程勘察应在工程地质调查的基础上,按本规范第4章~第6章的有关规定加密勘探线、点间距,并应查明矸石填土下的坑、塘或沟谷形态与范围及其下伏岩土体的性质与水文地质条件。

7.2.3 矸石填土岩土工程勘察宜采用钻探、物探及动力触探等综合勘察手段,并应符合下列规定:

- 1 对分布范围小且厚度小的矸石填土,在确保安全的前提下可采用坑探或井探;**
- 2 对分布范围大且厚度大的矸石填土,宜采用工程物探,并进行钻孔波速测试;**

3 勘探孔深度应穿透矸石填土,进入下伏原始地层 2m~5m,当需对矸石填土下部的原始地层进行勘察时,其勘探孔深度应满足分析与评价的要求。

7.2.4 矸石填土的承载力可采用原位测试方法,并结合当地经验确定;煤矸石填土的长期稳定性可通过含煤成分与含量分析及燃烧试验等方法确定;对自燃的煤矸石填土应进行温度及有害气体的专门测试。

7.2.5 矸石填土岩土工程分析与评价应符合下列规定:

1 应确定矸石填土的物质组成、分布和堆填时间,并应判定其均匀性、压实性及风化程度;

2 对大面积分布的矸石填土,宜按其水平与垂直方向上强度与变形的差异进行分区与分层;

3 应根据工程需要,对矸石填土作为天然地基的适宜性与稳定性进行评价,必要时提出加固处理的建议;

4 对煤矸石填土,应分析煤矸石的自燃性及长期稳定性;

5 应评价矸石填土及地下水的腐蚀性,并应分析矸石填土对原地表水径流与排泄的影响;

6 当矸石填土底面的天然坡度大于 20%,且存在自由活动的空间时,应验算其整体稳定性。

7.3 人工冻融土

7.3.1 人工冻融土勘察前应收集冻结法设计及施工资料,应包括冻结起止时间、冻结孔的平面布置、间距、深度、温度测量及冻结孔的回填等。

7.3.2 冻结法施工试验的勘察工作可采用温度测量或钻探取芯法,宜在冻结孔(或区)垂直方向的两侧布置两条勘探线,温测或勘探孔的水平间距宜为 1.0m。可采取单孔不同深度间断测温或连续取芯工艺判别各深度段及各岩土层的冻结效果。

7.3.3 冻结效果的勘察可在冻结区内、外布置测温孔,应量测地

层的温度,并应鉴别其冻结效果。

7.3.4 人工冻融土岩土工程勘察应查明冻融区范围及冻融土性质,除应符合本规范第4章的规定外,还应符合下列规定:

1 宜采用钻探取样、静力触探、标准贯入、旁压试验及波速测试等多种勘察、测试手段进行勘察,同时应在非冻结区布置勘探、测试孔进行对比;

2 井筒冻融区的勘探点宜以井筒为中心呈辐射状对称布置,间距宜为5m~10m,且不宜少于8个;

3 控制性勘探孔深度应满足地面建筑工程地基基础稳定性及变形验算的要求;对深厚岩土层,当勘察等级为甲级时,宜穿透冻结层进入下伏稳定岩土层;

4 冻融区内每一主要土层的原状土试样数量和原位测试数据,均不应少于8件(组),对连续的静力触探或动力触探均不应少于4个孔;经冻融的风化岩宜进行旁压或载荷试验,试验点数量不应少于3个,采取岩样的数量不应少于10件;

5 岩土试样应及时封装,应采取保温及防止水分流失的措施,并应及时试验;

6 勘察过程中应随时量测冻融区岩土试样的温度,并应判定岩土层的融化程度。

7.3.5 井筒非冻结区的勘察除应符合本规范第4章外,在冻融区与非冻结区的邻近区段,还宜按本规范第7.3.4条第1款的规定布置对比勘探工作,并应避免冻融区与非冻结区的分界线。

7.3.6 勘察成果应分别提供冻融区和非冻结区各土层的物理力学性质指标和原位测试资料,并应采用对比的方法评价人工冻融土的性质。当有特殊要求时,可对人工冻融土进行不同时间段的多次勘察。

7.3.7 当完全解冻的人工冻融土作为天然地基持力层时,宜进行载荷试验,且勘察报告提供的地基承载力建议值宜低于载荷试验结果;对未完全解冻的人工冻融土,承载力的确定应计及人工冻融

土完全解冻后对强度及变形的影响。

7.4 红 黏 土

7.4.1 红黏土岩土工程勘察应收集当地水文气象及区域红黏土资料,并应了解红黏土的工程建设经验,还应查明其分布状态、裂隙发育特征及地基的稳定性与均匀性。

7.4.2 红黏土的状态除应按液性指数判别外,也可按表 7.4.2 中的含水比划分,含水比 α_w 应按下式计算:

$$\alpha_w = w/w_L \tag{7.4.2}$$

式中: w ——含水量,含水率;
 w_L ——液限。

表 7.4.2 红黏土状态划分

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

7.4.3 红黏土的结构可按表 7.4.3 划分。

表 7.4.3 红黏土结构划分

土体结构	裂隙发育特征
致密状	裂隙不发育(<1 条/m)
巨块状	裂隙较发育(1 条/m~5 条/m)
碎块状	裂隙发育(>5 条/m)

7.4.4 红黏土的复浸水特性可按表 7.4.4 划分,液塑比 I_r 和界限液塑比 I_r' 应按下列公式计算:

$$I_r = w_L/w_P \tag{7.4.4-1}$$

$$I_r' = 1.4 + 0.0066w_L \tag{7.4.4-2}$$

式中: w_P ——液限。

表 7.4.4 红黏土的复浸水特性划分

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

7.4.5 红黏土岩土工程勘察除应符合一般黏性土的勘察要求外，还应符合下列规定：

- 1 应查明红黏土的类型、分布、厚度、物质组成、土性特征及其差异性；
- 2 应查明岩溶发育程度及与红黏土厚度、状态的变化关系；
- 3 应查明红黏土的物理力学性质、膨胀与收缩性及地基承载力；
- 4 应了解地表水渗漏情况，并应查明地下水类型、分布及水位变化情况；
- 5 应查明滑坡、土洞、岩溶等不良地质作用的发育情况；
- 6 应查明下伏基岩面的坡度变化，并应分析红黏土的稳定性。

7.4.6 红黏土地区工程地质调查与测绘除应符合本规范第 10 章外，还应符合下列规定：

- 1 调查与测绘范围宜超出建设工程 100m~200m 的范围，并应满足建设工程分析与评价的要求；
- 2 应调查母岩性质、岩溶发育情况、区域红黏土分布状态、红黏土滑坡或工程事故处理经验；
- 3 在岩石露头、地层界线、地下水露头、原生红黏土与次生红黏土的界线、裂隙发育的代表性地段、滑坡、土洞等位置，应布置测绘点。

7.4.7 红黏土地区岩土工程勘察，应符合下列规定：

- 1 应采用挖探、钻探、物探、触探等多种勘察手段，红黏土的钻探宜采用干钻，红黏土地裂缝的勘探应采用挖探；
- 2 红黏土地基应根据本规范第 4 章~第 6 章的规定，按复杂地基布置勘探点，当采用端承桩或下伏基岩面变化大时，应加密勘探点；
- 3 一般性勘探孔深度应钻透红黏土层，控制性勘探孔应进入中等风化岩层或稳定土层，勘察等级为甲级的建设工程，其勘探孔

均应进入中等风化岩层或稳定土层；

4 基岩顶面起伏变化大或有土洞发育的地段，宜进行工程物探；

5 采取原状土试样和进行原位测试的勘探点数量不应少于勘探点总数的 $2/3$ ，其中取样勘探点数量不应少于勘探点总数的 $1/2$ ，竖向取样间距宜为 $1.0\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 。

7.4.8 原位测试和室内试验方法，应根据红黏土分布及建设工程类型确定，并应符合下列规定：

1 现场可进行旁压试验、标准贯入试验、扁铲侧胀试验等原位测试；

2 确定地基承载力时应计及土体裂隙发育特征及复浸水后对土体强度的影响，并结合地区经验；

3 对裂隙发育的红黏土应进行三轴剪切或无侧限抗压强度试验，必要时还应进行收缩试验和复浸水试验；

4 建设工程需要时应进行水文地质测试与试验。

8 不良地质作用和地质灾害

8.1 滑 坡

8.1.1 滑坡勘察应在工程地质测绘的基础上以钻探为主,宜分阶段进行初步勘察和详细勘察,并应查明下列工程内容:

- 1 地形地貌特征及水文气象条件;
- 2 岩土类型、成因、基岩面形态与坡度、岩石风化及岩体完整程度;
- 3 岩、土体的物理力学性质;
- 4 滑坡类型、规模、范围、发育规律、滑坡成因及诱发因素;
- 5 滑坡体、滑坡周界、滑坡轴(主滑线)、滑坡壁、滑坡洼地、滑坡台阶、滑坡舌、滑坡鼓丘、滑坡裂缝、滑坡擦痕等滑坡要素的分布位置和发育程度;
- 6 滑坡床的位置分布、形态特征及物质组成;
- 7 滑动面(带)位置、厚度、层数、充水状态、物质组成及物理力学性质;
- 8 含水层的层数,地下水类型、流向、流速及水压等水文地质条件;
- 9 滑坡体的稳定性,滑坡发展趋势及危害程度。

8.1.2 详细勘察应根据工程地质条件、滑坡形态和地下水等因素布置勘探工作量,并应符合下列规定:

- 1 主滑方向及其两侧滑体上应布置勘探线,勘探线间距宜为40m,且不应少于3条;
- 2 勘探点宜布置在勘探线上,间距宜为20m~40m;在滑坡床转折处及预计设置的支挡地段应布置勘探点;
- 3 勘探点深度应穿透最深滑动面(带),进入下伏稳定地层;

控制性勘探点进入下伏稳定地层的深度,应满足滑坡治理的要求;

4 在滑坡体、滑动面(带)及下伏稳定地层中应采取岩土试样,遇地下水时应采取水试样;

5 在滑动面(带)及地下水位附近,钻探工艺和方法应根据地层情况采用干钻、无泵反循环或双层岩芯管钻进,岩芯采取率应大于 90%;

6 勘探方法除钻探、触探外,还应布置探槽、探井或竖井;

7 对规模大的滑坡,宜进行工程物探;

8 对滑坡的重点部位宜拍照或录像。

8.1.3 滑坡勘察时抗剪强度试验应符合下列规定:

1 剪切试验方法应根据滑坡现状及滑动面(带)的性质,选择与滑动受力条件相近似的试验方法;

2 采用室内或野外滑动面(带)重合剪时,滑动面(带)宜做重塑土或原状土多次重复剪切试验,并应求出多次剪和残余剪的抗剪强度;

3 采用反分析方法检验滑动面(带)的抗剪强度指标时,应采用滑动后实测的主滑断面进行计算;对正在滑动的滑坡,滑坡稳定系数 F_s 可取 0.95~1.00;对处于暂时稳定的滑坡,滑坡稳定系数 F_s 可取 1.00~1.05;计算时宜根据抗剪强度的试验结果及经验数据,给定黏聚力 c 或内摩擦角 φ 二者中的一个值,反求另一个值。

8.1.4 滑坡稳定性计算应符合下列规定:

1 选择的分析断面应有代表性,并应划分牵引段、主滑段和抗滑段;

2 应判断滑动面(带)的形态,并应按本规范附录 D 计算滑坡稳定系数与滑坡推力;

3 滑坡体存在局部滑动可能时,除应验算整体稳定性外,还应验算局部稳定性;

4 应计及地震、冲刷、人类活动等因素对稳定性的影响。

8.1.5 滑坡稳定安全系数不应小于表 8.1.5 的规定。

表 8.1.5 滑坡稳定安全系数

受滑坡影响的 建设工程重要性等级	一级	二级	三级
稳定安全系数(F_{st})	1.30	1.20	1.15

注:对滑坡现状研究程度低及资料可靠性差或规模及危害程度特别大的滑坡,宜在表中数值基础上增加 0.05 的安全系数。

8.1.6 滑坡勘察应提出监测的建议,并应包括下列内容:

- 1 滑动带的孔隙水压力;
- 2 滑坡及其各区段的移动方向、速度及裂缝的发生与发展;
- 3 滑动体内外地下水位、水温、水质、流向以及地下水露头的流量;
- 4 支挡结构承受的压力及位移,相关建设工程的位移、变形、裂缝的发生与发展。

8.2 岩 溶

8.2.1 岩溶勘察应在工程地质测绘的基础上以物探、钻探为主,宜分阶段进行可研勘察、初步勘察和详细勘察,必要时还应进行施工勘察。

8.2.2 岩溶勘察应符合下列规定:

1 地面建筑工程应查明基岩面起伏变化及上覆土层性质;各种岩溶洞隙和土洞的位置、形态、规模及埋深;溶洞顶板的厚度及破碎情况,洞壁岩体的结构及强度;洞隙内堆填物的性状及地下水的埋藏特征;

2 隧道等地下建设工程应查明溶洞及地下河的发育与分布;溶洞或地下河与上覆土层的关系;上部岩溶裂隙或土洞与地下水的补给、排泄关系;岩溶水量的大小与突水的可能性。

8.2.3 岩溶勘察除应符合本规范第 8.2.2 条外,还应重点探查下列地段土洞的发育情况,并应分析其形成原因及土洞顶板坍塌的可能性:

1 场地上覆土层的厚度较小,土中裂隙及其下伏岩体洞隙发育的地段;

2 无充填的溶隙或裂隙发育的岩体与土体相交接的部位;

3 在构造带或宽大裂隙带上,以及两组构造裂隙带交汇处;

4 隐伏浅埋的溶沟、溶槽及漏斗上有软弱土体分布的地段;

5 抽排地下水时,地下水位升降剧烈的变动范围,尤其在地下水频繁活动的岩、土交界处;

6 地势低洼的碟形地及靠近地表水体的地段,或地表水经常积聚下渗的活动地带。

8.2.4 岩溶场地的地面建筑工程详细勘察,勘探孔布置应符合下列规定:

1 重要性等级为一级或二级时,应按其柱列线、基础轴线或基础周边线布置勘探孔,重要性等级为三级时,可按其轮廓线布置勘探孔;

2 重要性等级为一级或二级且为框、排架柱独立基础或大直径桩基础,当岩溶微发育时,可隔基或隔柱钻探;当岩溶为中等或强发育时,应逐基或逐柱钻探;重要性等级为一级或二级且为筏板基础时,应在筏板基础内及其周边布置勘探孔;对大型环形基础,应沿环基内、外边线布置勘探孔;

3 岩溶中等或强发育区段,勘探点间距不应大于 12m;对于条基或岩溶微发育区段,勘探孔间距不应大于 24m;

4 岩溶强发育区应进行工程物探,其勘探范围应大于地面建筑工程的周边线;

5 当基础底面以下或其近旁发现有岩溶洞穴或物探异常时,应加密勘探点,必要时还可采用综合物探进行探查。

8.2.5 岩溶场地的地面建筑工程详细勘察,勘探孔深度应符合下列规定:

1 重要性等级为一级或二级且基础位于硬质岩石表面时,勘探孔进入基础底面(或洞底)以下完整岩体不应小于 5m,重要性等

级为三级时不应小于 3m；

2 采用大直径嵌岩桩或一柱一桩时，勘探孔应进入桩端以下完整岩体不小于 3 倍桩径的深度，且不应小于 5m；

3 当基础位于土层上，且不存在洞穴塌陷可能时，对重要性等级为二级或三级的地面建筑工程，其勘探孔深度不应小于基础底面以下 3 倍独立基础或 6 倍条形基础宽度，控制性勘探孔宜进入下伏稳定基岩；对重要性等级为一级的地面建筑工程，其所有勘探孔均宜进入到稳定的基岩。

8.2.6 岩溶发育程度可按表 8.2.6 确定。

表 8.2.6 岩溶发育程度划分

发育程度	岩溶发育条件
岩溶强发育	地表有较多岩溶塌陷、漏斗、洼地及泉眼分布； 溶沟、溶槽及石芽密布，基岩面相对高差大于 5m； 地下有暗河或伏流分布； 钻孔见洞隙率大于 30%或线岩溶率大于 20%； 溶槽或串珠状竖向溶洞发育深度超过 20m
岩溶中等发育	除岩溶强发育和岩溶微发育之外者
岩溶微发育	除溶沟、溶槽较发育外，地表无岩溶塌陷与漏斗； 基岩面相对高差小于 2m； 钻孔见洞隙率小于 10%或线岩溶率小于 5%

注：符合表中所列岩溶发育条件之一，可认定为对应的发育程度。

8.2.7 岩溶勘察可根据地质条件和工程需要，选择下列测试与观测工作：

1 为查明浅埋的岩溶洞隙顶板及洞内堆填物的岩土性质，应采取岩土试样进行试验，对洞内堆填物可进行原位测试；

2 为判断土洞发生塌陷的可能性，可采取土试样做湿化、胀缩性与可溶盐含量、剪切等试验；

3 当需查明洞内充填物或上覆土的性质时，可采取土试样做物理力学性质试验及进行原位测试；

4 当需研究地下水的变化和潜蚀作用时，应进行不少于一个

水文年的地下水位、流速、流向和水质的长期观测；

5 当需确定地下各岩溶洞穴的连通性时,宜进行抽水、注水或荧光素、盐类等示踪连通性试验；

6 当溶洞顶板为易风化岩石或软弱岩石时,可进行抗风化观测与测试；

7 当需评价浅埋洞穴的稳定性时,可采取洞体顶板和侧壁岩样,做力学试验,必要时还可做顶板岩体的载荷试验。

8.3 地 裂 缝

8.3.1 地裂缝勘察宜在可研或初步设计阶段进行,并应查明下列工程内容：

1 了解地震历史,查明地裂缝与地震或全新活动断裂的关系；

2 了解地裂缝发育地段的地形地貌特征,区域地质构造及活动性；

3 了解特殊性岩土与工程活动对地裂缝的影响；

4 了解地下水的赋存状态,查明地下水抽采与地裂缝的关系及其周期变化情况；

5 查明地裂缝的类型、延展方向、长度、深度、倾向、倾角,水平及竖向位移,分析其发展趋势和危害程度；

6 查明地裂缝两侧岩土层的性质、成因。

8.3.2 地裂缝的工程分类可按本规范附录 E 确定,地裂缝勘察应符合下列规定：

1 应以搜集资料及工程地质测绘为主,物探及钻探为辅的勘察方法,并宜布置探槽、探井和触探；

2 勘探线宜平行于地裂缝走向,勘探点间距应能查明地裂缝的产状,探槽应垂直于地裂缝布置；

3 勘探孔的深度宜查明地裂缝的下界,但不宜超过 50m；

4 应查明地下含水层的层数、性质、水位变化幅度及升降规

律,并应查明地下水的流向、流速及地下水的补给来源、径流方向;

5 对影响重要工程的地裂缝应进行变形监测。

8.3.3 不稳定型和相对稳定型的地裂缝的划分,应符合下列规定:

1 受全新活动断裂控制,地面活动速率大于 1mm/a ,历史地震震级大于或等于 7 级,地表破裂与活动断裂关联性较强的构造式地裂缝及受地下水过量抽采而处于活动期的重力式地裂缝,应为不稳定型地裂缝;

2 除本条第 1 款之外的地裂缝,应为相对稳定型地裂缝。

8.3.4 不稳定型地裂缝建设场地,不宜建设重要性等级为一级的地面建筑工程。当地面建筑工程重要性等级为二级、三级时,其最小避让距离不宜小于地裂缝深度的 2 倍,且不宜小于 25m ;当构造式地裂缝与发震断裂相关联时,其最小避让距离不宜小于 100m 。

8.4 采 空 区

8.4.1 采空区的勘探孔布置应在搜集已有采空区资料及现场调查与工程地质测绘的基础上,采用地质钻探、物探或孔内成像等技术,并应符合下列规定:

1 应取得附有坐标和地形的总平面图,并应掌握建设工程的类型、荷载分布、结构特点、基础形式与埋深、地基允许变形资料及地基处理方案;

2 应搜集煤层采区设计与开采资料,并应核实实际采掘区的范围与深度;

3 应核实拟建建设工程与采空区的平面位置关系;

4 应了解拟采取的采空区治理措施,并应搜集已有建设工程的变形资料及治理经验;

5 应查明采空区的覆岩性质及垮塌类型、“三带”发育情况、空洞分布、岩性组合及地基岩土의 扰动情况;

6 应查明地下水的赋存状态及补给、排泄条件,并应评价地

下水对采空区稳定性的影响；

7 应查明有害气体的分布及危害程度。

8.4.2 采空区勘察范围除应包括地面建筑工程外,还应在工程地质调查与测绘的基础上,按采空区加固处理的设计要求及其影响范围确定。

8.4.3 采空区勘察应进行稳定性评价。当有矿区经验且地质条件简单时,可按下列规定进行评价:

1 当采深采厚比小于 30 时,可根据地面建筑工程基底压力、采空区的埋深、范围、上覆岩层的性质、顶板管理方式及矿区经验等评价场地和地基的稳定性,必要时应提出处理建议;

2 对采深采厚比大于 30 时或已稳定的老采空区,当抗震设防烈度为 7 度及以上时,宜根据采深采厚比、停采时间长短、顶板管理方式及地面建筑工程重要性等级评价场地和地基的稳定性;当抗震设防烈度大于 9 度时,其采空区的稳定性应进行专门研究。

8.5 场地和地基的地震效应

8.5.1 对抗震设防烈度大于或等于 7 度的场地,应进行地震效应的分析与评价;当本规范第 8.5.3 条所列地面建筑工程处于 6 度区时,应提高至 7 度进行液化判别。

8.5.2 对建设场地抗震有利、一般、不利或危险地段的划分,应符合下列规定:

1 稳定基岩,坚硬土,开阔、平坦、密实、均匀的中硬土区段,应划分为有利地段;

2 不属于本条第 1、3、4 款的地段,应划分为一般地段;

3 软弱土、液化土、条状突出的山嘴,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、暗埋的塘浜或沟谷和半填半挖的地基),软塑黄土及高含水量的可塑黄土,对建设工程安全有较大影响的

岩溶中等发育区段,存在不稳定型地裂缝的区段,采空塌陷边缘及地表移动尚未稳定的采空塌陷中间区段,应划分为不利地段;

4 地震时可能发生滑坡、崩塌、泥石流、地陷、地裂等,全新活动断裂和发震断裂带及其临近区段,严重影响建设工程安全的岩溶强发育区段,处于地表移动活跃期的采空塌陷区,地下储水或储毒气的掩覆老采空区等应划分为危险地段。

8.5.3 符合下列条件的煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程所在场地,勘察时宜实测覆盖层厚度:

- 1 高度大于或等于 30m 的井架,高度大于或等于 60m 的井塔;
- 2 高度大于或等于 100m 的烟囱;
- 3 直径大于或等于 25m 的筒仓或容量大于或等于 0.1Mt 的半地下储仓;
- 4 直径大于或等于 120m 或跨度大于或等于 90m 的大型储煤场;
- 5 高度大于或等于 30m 的选煤厂主厂房,跨度大于或等于 30m 且起重机吨位大于或等于 50t 的单层厂房。

8.5.4 覆盖层厚度可根据孔内剪切波速测试确定,并宜符合下列规定:

1 覆盖层厚度应以岩土层剪切波速大于 500m/s 的深度确定;当场地覆盖层厚度大难以实测时,也可按本规范表 8.5.5 规定的覆盖层厚度指标确定波速测试孔的深度;

2 坚硬或较坚硬岩石、新鲜的软质岩石及厚层密实的碎石土,可认定为剪切波速大于 500m/s;

3 同一地貌单元内,波速测试孔不应少于 2 个;

4 本规范第 8.5.3 条所列单体地面建筑工程不宜少于 2 个波速测试孔,群体时测试孔数量可减少,但每个单体地面建筑工程的波速测试孔不宜少于 1 个。

8.5.5 建设工程的场地类别,应根据岩土层的剪切波速或等效剪切波速和场地覆盖层厚度按表 8.5.5 确定。

表 8.5.5 建设场地类别划分

剪切波速 (m/s)	场 地 类 别				
	I ₀	I ₁	II	III	IV
$v_s > 800$	0m	—	—	—	—
$800 \geq v_s > 500$	—	0m	—	—	—
$500 \geq v_{se} > 250$	—	<5m	$\geq 5m$	—	—
$250 \geq v_{se} > 150$	—	<3m	3~50m	>50m	—
$v_{se} \leq 150$	—	<3m	3~15m	15~80m	>80m

注：表中 v_s 为岩石的剪切波速， v_{se} 为土层等效剪切波速。

8.5.6 详细勘察阶段液化判别的方法及勘探点数量，应符合下列规定：

1 本规范重要性等级为一级的煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程和安全等级为一级的边坡工程，应采用标准贯入试验及其他有效的方法进行综合评价；

2 液化判别的勘探点数量应符合本规范第 4.2.14 条第 9 款的规定；

3 同一土层中同一种测试方法的测试数量，非连续的测试数据不应少于 6 个，连续的测试数据不应少于 3 个。

8.5.7 送电线路、管道线路工程初步勘察与详细勘察合并进行时，应对可能的液化区段进行地震效应的勘察，并应判别至地面下 15m 深度内的可液化土层。每个可能液化区段不应少于 2 个液化判别勘探点；架空送电线路工程的重要塔基不宜少于 1 个液化判别勘探点。

8.5.8 地质时代为第四纪晚更新世(Q_3)及其以后时，且符合表 8.5.8 所列条件的饱和黄土，可初步判别为具有液化潜势的土层。

表 8.5.8 饱和黄土液化初判条件

实测标准贯入锤击数(击)		≤ 4
土的灵敏度		≥ 4
粉粒含量(%)	设防烈度为 7 度 0.10g(0.15g)	$\geq 85(80)$
	设防烈度为 8 度 0.20g(0.30g)	$\geq 75(60)$
	设防烈度为 9 度 0.40g	≥ 50

注：表中粉粒为 $d=0.05\text{mm}\sim 0.005\text{mm}$ 。

8.5.9 进一步判别饱和黄土液化可采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中的标准贯入试验法,对其计算出的液化指数应先增大 20%,之后再按增大后的液化指数评价地基的液化等级。当采用其他液化判别方法时,亦应结合具体公式来源对计算出的液化指数或液化等级进行相应提高。

8.5.10 当黄土的自重湿陷系数大于 0.07 或干密度小于 $1.25\text{g}/\text{cm}^3$ 时,可判别为具有震陷的土层,必要时应估算其震陷量。

9 地 下 水

9.1 地下水勘察要求

9.1.1 岩土工程勘察应根据建设工程特点及水文气象条件,分析地下水位、水质与其动态变化对岩土体及建设工程的影响,并应提出预防措施的建议。

9.1.2 岩土工程勘察应根据资料搜集和现场勘探,掌握下列水文地质条件:

- 1 年降水量、蒸发量及其变化和对地下水位的影响等区域性气候资料;
- 2 地下水的类型及其特征;
- 3 主要含水层及上层滞水的分布规律;
- 4 地表水与地下水的补给、排泄关系及其对地下水位的影响;
- 5 历史最高地下水位、勘察时的地下水位、水位变化趋势及主要影响因素;
- 6 是否存在对地下水和地表水的污染源及其可能的污染程度。

9.2 水文地质参数的测定

9.2.1 岩土工程勘察应根据调查、量测与试验,查明各含水层及其性质、厚度分布、补给、排泄与径流等基本水文地质条件。

9.2.2 地下水位的量测应符合下列规定:

- 1 遇地下水时应量测地下水水位;
- 2 遇对建设工程有影响的多层含水层时,应采取隔水措施,并应分别量测其水位。

9.2.3 初见水位和稳定水位可在钻孔、探井或测压管内直接量测,其中稳定水位宜在勘察结束后统一量测,其时间间隔应按地层的渗透性确定,对砂土和碎石土不应少于 0.5h,对粉土和黏性土不应少于 8h。量测应读数至厘米,精度不应低于 $\pm 2\text{cm}$ 。

9.2.4 地下水涌水量、含水层渗透系数及流速与流向等水文地质参数,宜根据抽水试验确定。当水文地质条件复杂、影响基坑降水与隔渗设计或对建设工程设计与施工有重大影响时,应建议进行专门的水文地质勘察。

9.2.5 对进行抗浮设计的地面建筑工程,应给出抗浮设计水位。抗浮设计水位应根据地下水长期观测资料及水位变化的影响因素综合分析后确定,对水文地质条件复杂的场地宜通过专门的评审论证确定抗浮设计水位。

9.3 地下水作用的评价

9.3.1 地下水对建设工程力学作用的评价应符合下列规定:

1 应在最不利组合下评价地下水对地下建设工程的上浮作用,当存在渗流时地下水的水头和作用时,还宜通过渗流计算进行分析评价;

2 验算边坡与挡矸坝等的稳定性时,应计及地下水的不利影响;

3 应评价因地下水位下降而引起的地面沉降及其对建设工程的影响,当地下水位回升时应计及可能引起的回弹和浮力作用;

4 当墙背填土为粉砂、粉土或黏性土,验算支挡结构物的稳定性时,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;

5 存在因水头压差而产生自下向上的渗流时,应评价产生潜蚀、流土、管(突)涌的可能性;

6 在地下水位下开挖基坑及施工地下建设工程时,应根据岩土体的渗透性、地下水补给条件,分析控制地下水技术措施的可行性

及其对基坑稳定性和邻近建设工程的影响。

9.3.2 地下水的物理、化学作用的评价应符合下列规定：

1 对软质岩石、强风化岩石、残积土、湿陷性土、膨胀性岩土和盐渍岩土，应评价地下水的聚集和散失所产生的软化、崩解、湿陷、胀缩和溶陷等有害作用；

2 在冻土地区，应评价地下水对岩土冻胀与融沉的影响。

10 工程地质测绘

10.1 一般规定

10.1.1 工程地质测绘宜在可研勘察或初步勘察阶段进行,应查明测区内存在的主要岩土工程问题,并应进行工程地质填图。

10.1.2 测绘工作应利用天然露头,在地质条件复杂、露头差的区段,可采用简易勘探揭露地层。测绘内容应包括地形地貌、地质构造、地层岩性、工程地质与水文地质条件、不良地质作用的性质与类型、特殊性岩土的类型与分布。

10.2 测绘内容与测绘范围

10.2.1 煤矿矿井与选煤厂工业场地工程地质调查与测绘,应包括下列内容:

- 1** 搜集区域矿藏的分布与开采,了解场地采空区的分布;
- 2** 调查地质构造的类型与分布形态,了解断层及节理裂隙的分布规律与成因;
- 3** 调查地貌单元的成因类型及微地貌形态与特征,了解岩土组合、工程特征、地层时代及第四系堆积物性质与分布;
- 4** 调查搜集洪水位标高与淹没范围;
- 5** 调查不良地质作用的类型与分布范围;
- 6** 调查工业场地及临近地区的工程建设经验。

10.2.2 送电线路、管道、隧道工程地质调查与测绘,应包括下列内容:

- 1** 搜集上游水库的设计与使用情况,了解河流与河岸边的冲刷情况;
- 2** 调查活动断裂与线路类工程的位置关系,了解活动断裂的

走向、产状、破碎带的宽度与充填胶结性质；

3 调查不良地质作用的类型与分布及沿线沟壑与边坡的稳定状态；

4 调查沿线地形、地貌特征及其与地质构造的关系，划分地貌单元；

5 调查各地貌单元的地层岩性、年代、成因及工程性质；

6 调查管道穿(跨)越地段的环境条件，分析穿(跨)越的可行性；

7 调查地下水的埋藏条件及地基土可能发生液化的区段。

10.2.3 边坡工程地质调查与测绘，应包括下列内容：

1 搜集水文气象资料，了解水文地质条件；

2 调查人工边坡的维护与加固设计资料，了解坡面的岩性特征、坡面岩体破碎程度以及有无危岩及潜在滑面等；

3 调查测区附近地质条件相似的自然边坡，分析稳定坡角与边坡高度、岩性组合与水文地质条件的关系；

4 调查已滑边坡的形成机制、稳定状态、后缘稳定边坡与不稳定边坡间所形成的台阶坡面角；

5 测定边坡岩层产状，确定软弱夹层的岩性、产状、厚度、胶结和充填物特征；

6 测量边坡节理、裂隙的产状，观察记录节理裂隙面的形态特征、宽度、充填物及其性质，并应选择代表性地段进行节理裂隙的统计，绘制裂隙极点图及裂隙等密度图，确定优势面的发展方向。

10.2.4 滑坡工程地质调查与测绘，应包括下列内容：

1 搜集地质、水文、气象、地震和人类活动等相关资料；

2 了解洼地、陡坎、沟谷等微地貌形态特征，分析其演变过程；

3 调查地表水、地下水、泉和湿地的分布及变迁；

4 调查滑坡的形态要素和演化过程，圈定滑坡周界；

5 调查滑坡体内、外建设工程的变形、位移与其破坏情况及植被的发育情况与树木的异态特征；

6 调查当地滑坡史及易滑地层的分布与当地治理滑坡的经验。

10.2.5 岩溶工程地质调查与测绘,应包括下列内容:

1 调查岩溶水的类型、标高,所在的层位、流向和流量的季节变化,以及与地表水体的联系;了解周围有无显著改变地下水动态的因素,并应分析其对场地的影响;

2 调查岩溶所处的阶地情况,进而了解岩溶发育与地层岩性、地质构造和地形地貌的关系,并应根据岩溶发育程度的差异性,进行岩溶类型与岩溶发育程度的垂直分带和水平分区;

3 调查岩溶的形态类型、规模、埋藏情况与延伸方向,顶底板形状与坡度、围岩结构及洞内的充填情况,洞体的稳定程度、土洞塌陷时间与形成因素等;

4 调查土洞、塌陷和碟形洼地等地面变形的位臵、形态、规模和分布密度,分析其产生原因,并应对土洞发育程度进行分区;

5 调查当地岩溶地基的勘察、设计与施工经验。

10.2.6 地裂缝工程地质调查与测绘,应包括下列内容:

1 搜集区域水文、气象资料,并应了解地下水的开采与利用,地下水性质及水位变化幅度与速率,地下水补给、径流与排泄条件及与地裂缝的关系;

2 搜集区域构造体系图、地质图、主要构造带或活动构造分布图、地震带分布图、地震地质报告、地震历史记载,地震、活动构造与地裂缝的联系;

3 调查地裂缝产生的时间、发展过程及活动规律,了解地裂缝的性质、形态、变形特征及规模;

4 调查地面建设工程的变形、倾斜、裂缝的发生时间与发展

过程,了解地面建设工程的破坏与地表水漏失的关系;

5 调查当地防治地裂缝危害的建设经验。

10.2.7 采空区工程地质调查与测绘,应包括下列内容:

1 了解煤层的分布、层数、厚度、埋藏深度及上覆岩层的岩性;

2 调查煤层开采的范围、深度、厚度、时间、采掘方法与顶板管理方式,了解采空区的塌落、密实程度、残留空隙和积水等;

3 调查地表变形特征与分布,包括地表陷坑、台阶、裂缝的位置、形状、大小、深度、延伸方向及其与地质构造、开采边界与工作面推进方向的关系;

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

5 调查采空区附近的抽水和排水情况及其对采空区稳定性的影响;

6 调查采空区建设工程的变形和防治措施的经验。

10.2.8 水文地质条件的调查与测绘,应包括下列内容:

1 搜集区域水文、气象资料,了解气候条件及冻土资料,并应初步判别岩土冻胀类别,给出标准冻结深度;

2 调查地表水的汇水面积及水量大小,了解最高洪水位及发生时间与淹没范围;

3 调查井、泉的分布与出露位置,了解泉水的类型、流量及其动态变化,分析水文地质条件与地形、岩性及地质构造的联系;

4 调查地下水类型、埋藏深度、变化幅度、补给与排泄条件,了解含水层的岩性特征与渗透性;

5 调查河床及两岸的地层岩性,并应初步评价河岸边坡的稳定性。

10.2.9 工程地质测绘范围的确定宜符合下列规定:

1 工业场地的测绘范围宜大于工业场地的规划布置范围,当

工业场地处于边坡地段时,其测绘范围宜扩大到对工程有影响及受工程影响的区域;

2 管线类工程的测绘范围不宜小于沿线两侧 50m~100m;

3 边坡工程的测绘范围应按边坡走向与倾向分别控制,沿边坡走向两端各不宜小于 50m,坡顶以上不宜小于坡高的 3 倍,坡脚以下不宜小于坡高的 2 倍;

4 不良地质作用的调查与测绘范围应覆盖整个不良地质作用的范围,必要时可扩大至不良地质作用的影响范围及临近稳定的地段。

10.2.10 当场地抗震设防烈度等于或大于 7 度时,宜调查地震造成的地质现象和宏观震害等情况。

10.3 测绘方法与精度要求

10.3.1 工程地质测绘方法可采用线路法、布点法或追索法,通过目测或使用半仪器、仪器等进行,并应及时标注与记录测绘点、线的相关内容,必要时可进行拍照或录像。

10.3.2 测绘点的布置应符合下列规定:

1 测绘点的密度应根据测区地质条件的复杂程度和成图比例尺确定,测绘点应具有代表性,在图上的距离应控制在 2cm~5cm;

2 测绘点应利用天然露头,当露头不佳时可布置简易勘探,必要时可采取少量试样进行试验;

3 每个工程地质单元体均应有测绘点,测绘点宜布置在地质构造线、不同地层接触线、岩性分界线、天然及人工剖面、地下水的天然和人工露头、地表水体、地貌变化处及不良地质作用分布区。

10.3.3 在完成现场测绘后,对工业场地宜选择附近的高点地形,进行全景拍照,对于线路类工程可对重要工点进行拍照。

10.3.4 工程地质测绘的比例尺可按表 10.3.4 确定。

表 10.3.4 测绘工作比例尺选择

测绘类型	勘察阶段	比例尺
矿井、选煤厂 工业场地	可研勘察	1 : 5000~1 : 20000
	初步勘察	1 : 2000~1 : 5000
送电线路、 管 道	可研勘察	1 : 10000~1 : 25000
	初步勘察	1 : 5000~1 : 10000
	详细勘察	1 : 500~1 : 2000
隧 道	可研勘察	1 : 2000~1 : 5000
	初步勘察	1 : 500~1 : 1000
	详细勘察	1 : 200~1 : 500
边 坡	初步勘察	1 : 2000~1 : 5000
	详细勘察	1 : 500~1 : 1000
滑 坡	初步勘察	1 : 500~1 : 1000
	详细勘察	1 : 200~1 : 500
岩 溶	可研勘察	1 : 5000
	初步勘察	1 : 2000~1 : 5000
地裂缝	可研勘察	1 : 2000~1 : 10000
	初步勘察	1 : 1000~1 : 2000
采空区	可研勘察	1 : 2000~1 : 5000
	初步勘察	1 : 500~1 : 1000
	详细勘察	1 : 200~1 : 500

注:1 初步勘察阶段对工程影响重大的工点或工程地质条件复杂的区段,可放大测绘比例尺;

2 详细勘察阶段对地形陡峭、难以施钻的复杂地貌区段,可补充大比例尺的测绘。

10.3.5 测绘点与地质界线的测绘精度应符合下列规定:

1 测绘点在地形图 10cm×10cm 的每个方格中不宜少于 2 个,地质界线和测绘点在测绘图上的位置误差不应大于 2mm;

2 当地质单元体在图上的宽度大于或等于 2mm 时,应标注在工程地质图上;对有特殊意义或对工程有重大影响的地质单元体,当小于 2mm 时,也应扩大比例尺加以标注。

10.4 测绘资料的成果整理

10.4.1 工程地质调查与测绘的资料应准确可靠、图文一致。复杂区段的工程地质调查与测绘成果宜单独成册,并应附文字说明;当地质条件简单时也可合并到相应阶段的岩土工程勘察报告中。

10.4.2 工程地质图的比例尺和精度应与工程地质调查与测绘的比例尺和精度相适应,有特殊意义或对工程有重大影响的地质单元体应单独标注与说明。

10.4.3 工程地质测绘成果应包括下列图表和内容:

- 1 工程地质调查实际材料图;
- 2 工程地质综合平面图,内容包括工程地质分区、典型照片、地质素描、地层柱状及相关图表说明;
- 3 工程地质剖面图、柱状图及槽探展示图;
- 4 人工边坡、自然边坡、滑坡、岩溶、地裂缝及采空区等调查资料及图件;
- 5 边坡稳定性分析剖面图,滑坡稳定性分析剖面图;
- 6 建设工程现状及工程建设经验调查资料;
- 7 岩、土物理力学性质试验资料及相关图表;
- 8 其他有关的图表及资料。

11 勘探、测试、取样与试验

11.1 一般规定

11.1.1 现场勘探、测试与取样应选择合格的设备及适宜的工艺技术,并应按操作规程及本规范要求实施现场勘察工作。

11.1.2 现场勘探前应调查、了解现场的施工作业条件,应查明地上及地下管线的分布,同时应了解有毒或有害气体及受到严重污染或有严重腐蚀的土体分布情况,并应制定安全施工方案。

11.1.3 现场勘探施工应注重保护环境,勘探孔、井等验收完成后,应使用原土进行回填。当设计要求或工程需要、存在承压水或存在多层含水层时,应进行有效的回填封孔或隔水封堵等处理措施。

11.1.4 同一建设工程的现场描述记录格式应统一,记录应使用铅笔书写,各类试样标签或回次卡可使用圆珠笔或钢笔填写。

11.1.5 勘探、测试及取样应在现场及时描述与记录,不得事后追记或誊录转抄。岩性鉴别与描述应符合本规范第 3.2 节的规定,记录内容应翔实、齐全。

11.1.6 钻探岩芯应摆放整齐,宜每米一段,宜按从左到右、自上而下的顺序排列,在回次岩芯的底端宜放置回次卡。终孔后宜对全部样品进行拍照和验收,照片与描述记录应一并作为原始资料归档保存。

11.2 钻 探

11.2.1 工程钻探应符合下列规定:

1 应分层准确,不应遗漏标志层与软弱夹层,对地层复杂的大型建设工程宜单独编制现场勘探施工方案;

2 钻进深度和岩土分层的深度误差不应超过 $\pm 5\text{cm}$;

3 对非连续取芯的钻进应控制回次进尺,回次深度宜为 $1.0\text{m}\sim 2.0\text{m}$;

4 对鉴别地层天然湿度的钻孔,在地下水位以上应采用干钻,当必须加水或使用循环液时,应采用双层岩芯管钻进;

5 对滑动带、软弱夹层等重点部位不应加水钻进,并宜采用双层岩芯管连续取芯;

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

11.2.2 钻探方法可根据岩土性质及勘察要求,按表 11.2.2 选择。

表 11.2.2 钻探方法的适用地层

钻 探 方 法		钻 进 地 层				
		黏性土	粉 土	砂 土	碎石土	岩 石
回 转	螺旋钻探	++	+	+	—	—
	无岩芯钻探	++	++	++	+	++
	岩芯钻探	++	++	++	+	++
冲 击	冲击钻探	—	+	++	++	+
	锤击钻探	++	++	++	+	—
振 动 钻 探		++	++	+	+	—
冲 洗 钻 探		+	++	++	—	—

注:++ 为适用;+ 为部分适用;— 为不适用。

11.2.3 岩芯采取率应逐回次计算,并应符合表 11.2.3 的规定。对于破碎带、滑动带等重点层位,宜定向连续取芯,并应做好文字标注与拍照。

表 11.2.3 不同地层岩芯采取率

岩 土 类 别		岩芯采取率(%)
黏性土层		≥90
粉土、砂土层	地下水位以上	≥80
	地下水位以下	≥70
碎 石 土 层		≥50
完 整 岩 层		≥80
破 碎 岩 层		≥65

11.3 槽探、井探和洞探

11.3.1 槽探、井探或洞探应根据工程性质及地质条件选择,其深度、长度和宽度(或直径)等断面尺寸应符合下列规定:

1 探槽挖掘深度不宜大于 3m,槽底宽度不宜小于 0.6m;探槽两壁的坡度应根据开挖深度及岩土性质确定,当槽壁深度大于 3m 时,应进行内支撑;

2 探井深度不宜超过 20m,且井底不宜低于地下水位;当掘进深度超过 7m 时应向井内通风、照明,遇地下水时应采取排水和降水措施;

3 探井断面可采用矩形或圆形,矩形探井断面不宜小于 1.0m×1.2m,圆形探井直径不宜小于 0.9m;

4 探洞断面可采用梯形、矩形或拱形,洞宽不宜小于 1.2m,洞高不宜小于 1.8m;

5 探井的井口、探洞的洞口位置宜选择在坚固、稳定的部位,并应满足现场勘探与施工安全的要求。

11.3.2 当地层破碎或岩土层不稳定、易坍塌又不允许放坡或分级开挖时,应对槽、井、洞壁设支撑保护。当采取Ⅰ、Ⅱ级岩土试样时,应采取减少对槽、井、洞壁取样点附近岩土层扰动的措施。

11.3.3 探槽和探井开挖出来的土石方应堆放在距离槽、井口边

缘 1.5m 以外,堆土坡率应小于 1 : 2.0。雨期施工时应在槽、井或洞口边设置挡水墙,并应架设防雨篷。

11.3.4 遇大块孤石或基岩,人工开挖难以掘进时,可采用控制爆破或动力机械方式掘进,但应采取防止槽、井、洞壁坍塌的技术措施。

11.3.5 对于槽探、井探、洞探,除应文字描述记录外,还应以剖面图、展开图等反映槽、井、洞壁和底部的岩性、地层分界、构造特征和取样位置,并宜对代表性部位进行彩色拍照。

11.4 工程物探

11.4.1 物探方法可根据物探目的及被探测的地质体性质,按本规范附录 F 选择。

11.4.2 工程物探应符合下列规定:

1 被探测对象与周围介质之间应具有明显的物理性质差异,对埋藏于深部的被探测对象还应具有一定的规模;

2 仪器设备应具有抗干扰能力,并应区分有用信号与干扰信号。

11.4.3 对物探成果的解释应注意其多解性,并应选择代表性地段对物探方法的有效性进行验证。

11.5 原位测试

11.5.1 原位测试可根据岩土条件、勘察等级、测试方法的适用范围及设计要求等因素按本规范附录 G 选用。

11.5.2 原位测试仪器与设备应定期检验和标定,应分析并剔除异常测试数据,并宜结合室内试验和工程反算检验其可靠性。

11.6 岩土试样的采集

11.6.1 采集岩土试样应符合下列规定:

1 采用套管护壁时,套管底端深度与取样位置之间应保留 3

倍管径以上的距离;采用振动、冲击或锤击等钻进方法时,应在预计取样位置 1m 以上改用回转钻进;

2 下放取土器前应清孔,除活塞取土器取样外,孔底残留浮土厚度不应大于取土器废土段长度;

3 土试样的采取宜采用快速连续静力压入法,有地区经验时也可采用重锤少击法取样。对于较硬土宜采用三重管回转取土器钻进取样;

4 在饱和砂土层中采取 I、II 级砂样时可采用原状取砂器;

5 岩石试样可利用钻探岩芯制作,采取的毛样尺寸应满足试块加工的要求;有特殊要求时,试样形状、尺寸和方向应按岩体力学试验要求确定;

6 扰动土试样可从岩芯或取土器中选取,扰动砂样可从岩芯或贯入器中选取。

11.6.2 取样工具与方法应根据勘察要求及土层条件,按本规范附录 H 选择,必要时可进行土试样的扰动性分析与评价。

11.6.3 不同级别的土试样应按表 11.6.3 的规定测试相应的试验内容。

表 11.6.3 不同级别土试样对应的试验内容

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 不扰动指原位应力状态虽已改变,但土的结构、含水量、密度变化很小,能满足室内试验的各项要求;

2 勘察等级为乙、丙级的建设工程,对于可塑、硬塑黏性土及非饱和的中密、密实粉土,可采用 II 级土试样进行强度和固结试验,但宜先对土试样受扰动程度作抽样鉴定,判断其用于试验的适宜性,并结合地区经验使用其试验成果。

11.7 室内试验

11.7.1 室内试验项目应根据建设工程性质与类别、勘察阶段与勘察等级及要解决的技术问题进行选择,对重要工程宜进行土试样的扰动性分析,岩土评价所选用的参数宜与相应的原位测试成果进行比较与修正。

11.7.2 土的试验项目应包括颗粒级配、比重、密度、天然含水量、塑限、液限(10mm)、有机质含量、渗透系数、最优含水量、承载比、固结试验及剪切试验等,其试验方法应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的规定。

11.7.3 当工程无特殊要求时,可只对扰动砂土试样做颗粒级配试验;目测鉴定不含有机质时,可不做有机质含量测定;现场调查、鉴定或地区经验证实岩土不具腐蚀性时,可不进行土试样的腐蚀性测定。

11.7.4 地基持力层为高灵敏性粉土时,应测定土的灵敏度与持水性;边坡或基坑土体为高灵敏性粉土或软土时,应测定土的灵敏度及蠕变性;地基处理设计或边坡、基坑工程需进行渗流分析时,应进行土层的渗透性试验;对土方回填或填筑工程要求控制施工质量时,应进行击实试验。

11.7.5 当工程需要测定土的动力特性时,应进行动三轴、动单轴或共振柱试验,在选择试验方法和仪器时,应注意动应变的适用范围。

11.7.6 土试样的剪切试验方法应与土试样实际受力状态相一致。边坡或基坑工程的剪切试验应符合本规范第 5、6 章的规定;用于地基强度计算时,可进行自重压力下的不固结不排水剪切试验,对排水条件差、施工速度快的建设工程,可进行三轴不固结不排水剪切试验;对高灵敏性粉土和软土等,可进行直接固结剪切试验;对砂类土,可进行有效应力下的剪切试验。

11.7.7 岩石的试验项目应包括含水率、颗粒密度、块体密度、吸

水性、膨胀性、耐崩解性、软化性、单轴抗压强度及抗剪强度等,其试验方法应符合现行国家标准《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266 的规定。

12 水和土腐蚀性评价

12.1 取样和测试

12.1.1 地下水(或地表水)和土对建设工程有影响时,应采集水(土)试样,水(土)试样的采集应符合下列规定:

1 建设工程处在地下水位以上时,应采集代表性土试样做腐蚀性测试;

2 建设工程处在地下水或地表水中时,应采集水试样做腐蚀性测试;

3 当存在多层含水层时,应做好分层隔水措施,并应分层采集水试样;

4 采集水试样前应洗净盛水容器,容器中不得残留其他杂质;

5 采集水试样的盛水容器应及时封口,需测定不稳定成分的水试样应及时加入稳定剂。

12.1.2 水(土)试样的采集数量应根据场地或水文地质单元确定,每个场地或水文地质单元均应采集水(土)试样,且不应少于2件。

12.1.3 水试样应及时试验,清洁水试样放置时间不宜超过72h,稍受污染的水试样不宜超过48h,受污染的水试样不宜超过12h。

12.1.4 水(土)腐蚀性测试项目应符合下列规定:

1 水对混凝土结构腐蚀性测试项目应包括 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;

2 土对混凝土结构腐蚀性测试项目应包括 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;

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

12.1.5 水(土)腐蚀性测试项目和试验方法,应符合表 12.1.5 的规定。

表 12.1.5 腐蚀性测试项目和试验方法

序号	测试项目	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

12.2 腐蚀性评价

12.2.1 受环境类型影响,水和土对混凝土结构的腐蚀性评价,应符合表 12.2.1 的规定。

表 12.2.1 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-} (mg/L)	<200	<300	<500
弱		200~500	300~1500	500~3000
中		500~1500	1500~3000	3000~6000
强		>1500	>3000	>6000
微	镁盐含量 Mg^{2+} (mg/L)	<1000	<2000	<3000
弱		1000~2000	2000~3000	3000~4000
中		2000~3000	3000~4000	4000~5000
强		>3000	>4000	>5000
微	铵盐含量 NH_4^+ (mg/L)	<100	<500	<800
弱		100~500	500~800	800~1000
中		500~800	800~1000	1000~1500
强		>800	>1000	>1500
微	苛性碱含量 OH^- (mg/L)	<35000	<43000	<57000
弱		35000~43000	43000~57000	57000~70000
中		43000~57000	57000~70000	70000~100000
强		>57000	>70000	>100000
微	总矿化度 (mg/L)	<10000	<20000	<50000
弱		10000~20000	20000~50000	50000~60000
中		20000~50000	50000~60000	60000~70000
强		>50000	>60000	>70000

注：1 场地环境类型应按本规范附录 J 确定；

2 表中数值适用于有干湿交替的环境条件，I、II 类环境无干湿交替时，表中硫酸盐含量数值应乘以 1.3 的系数；

3 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，单位为 mg/kg；

4 表中苛性碱(OH^-)的含量(mg/L)应为 NaOH 和 KOH 中的 OH^- 含量(mg/L)。

12.2.2 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 12.2.2 的规定。

表 12.2.2 按地层渗透影响水和土对混凝土结构的腐蚀性评价

腐蚀等级	pH 值		侵蚀性 CO ₂ (mg/L)		HCO ₃ ⁻ (mmol/L)
	A	B	A	B	A
微	>6.5	>5.0	<15	<30	>1.0
弱	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 指直接临水或强透水层中的地下水,强透水层指碎石土和砂土;表中 B 指弱透水层中的地下水,弱透水层指粉土和黏性土;

2 土的腐蚀性评价只采用 pH 值指标,表中 A 指强透水土层,B 指弱透水土层;

3 HCO₃⁻ 含量指水中矿化度低于 0.1g/L 的软水时,该类水质的 HCO₃⁻ 的腐蚀性。

12.2.3 当按本规范表 12.2.1 和表 12.2.2 评价的腐蚀等级不同时,应按其出现的最高腐蚀性等级确定其对混凝土结构的腐蚀性。

12.2.4 水和土对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价,应符合表 12.2.4 的规定。

表 12.2.4 水和土对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价

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

注:1 表中 C 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;

2 表中 D 指湿、很湿的粉土,可塑、软塑、流塑的黏性土。

12.2.5 土对钢结构的腐蚀性评价,应符合表 12.2.5 的规定。

表 12.2.5 土对钢结构的腐蚀性评价

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

续表 12.2.5

腐蚀等级	pH	氧化还原电位 (mV)	视电阻率 ($\Omega \cdot m$)	极化电流密度 (mA/cm ²)	质量损失 (g)
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,应取各指标中腐蚀等级最高者。

13 岩土工程分析评价和成果报告

13.1 一般规定

13.1.1 岩土工程分析与评价应根据不同勘察阶段、建设工程特点及设计方案对勘察的要求,在工程地质测绘、勘探、取样、测试与试验的基础上进行,并应提供相应的岩土技术成果。

13.1.2 外业资料应经审查合格后再转入内业,对各类试验、测试数据的取舍应进行定性分析与评价。

13.2 参数统计与应用

13.2.1 岩土参数应按工程地质单元和层位分别进行统计,其统计应符合下列规定:

1 平均值、标准差和变异系数,应分别按下列公式进行计算;

$$\phi_m = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i}{n} \quad (13.2.1-1)$$

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n \phi_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n \phi_i \right)^2}{n} \right]} \quad (13.2.1-2)$$

$$\delta = \frac{\sigma_f}{\phi_m} \quad (13.2.1-3)$$

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。

2 应对数据的分布状态进行分析,并应说明其取舍标准。

13.2.2 主要岩土参数宜通过其沿深度的变化特点划分为相关型或非相关型,相关型参数宜结合岩土参数与深度的经验关系,按下

列公式计算剩余标准差和变异系数：

$$\sigma_r = \sigma_f \sqrt{1 - r^2} \quad (13.2.2-1)$$

$$\delta = \frac{\sigma_r}{\phi_m} \quad (13.2.2-2)$$

式中： σ_r ——剩余标准差；

r ——相关系数；对于非相关型， $r=0$ 。

13.2.3 岩土参数的标准值可按下列公式计算，岩土参数不利组合“±”号可按表 13.2.3 选取：

$$\phi_k = \gamma_s \phi_m \quad (13.2.3-1)$$

$$\gamma_s = 1 \pm \left(\frac{1.704}{\sqrt{n}} + \frac{4.678}{n^2} \right) \delta \quad (13.2.3-2)$$

式中： ϕ_k ——标准值；

γ_s ——统计修正系数。也可按建设工程的重要性、参数的变异性和统计数据的个数根据经验选用。

表 13.2.3 岩土参数不利组合“±”号选取

指标名称	单位	“±”号
含水量 w	%	+
孔隙比 e		+
液性指数 I_L		+
含水比 α_w		+
内摩擦角 φ	度	—
黏聚力 c	kPa	—
无侧限抗压强度 q_u	kPa	—
不排水抗剪强度 c_u	kPa	—
标贯击数 N	击	—
重力密度 γ	kN/m ³	±

注：土的重力密度 γ 用于土压力或滑坡推力计算时应选“+”号，其他情况应选“—”号。

13.2.4 岩土参数应根据建设工程特点和地质条件选用，并应根据下列因素评价其可靠性和适用性：

- 1 取样方法与其他因素对试验结果的影响；
- 2 采用的试验方法和取值标准；
- 3 不同测试方法所得结果的分析比较情况；
- 4 测试结果的离散程度；
- 5 测试方法同实际受力状态的匹配性。

13.2.5 岩土工程勘察报告应根据不同工程性质与需要提供相应的岩土技术参数,其参数选取可按下列规定执行:

- 1 一般情况应提供岩土参数的数据分布范围、统计个数、平均值、标准差及变异系数；
- 2 地基土工程特性指标的代表值应分别为标准值、平均值、特征值;抗剪强度指标应取标准值,压缩性指标应取平均值,地基承载力应取特征值；
- 3 承载能力极限状态的计算应采用岩土参数标准值,当符合本规范第 6.3.3 条第 4、5 款规定时,也可采用使用值；
- 4 正常使用极限状态的验算可采用参数平均值。

13.3 岩土分析与承载力确定方法

13.3.1 岩土工程分析与评价应符合下列规定:

- 1 应了解建设工程的结构类型、特点、荷载大小及变形控制指标；
- 2 应结合岩土材料的非均质性、各向异性和随时间变化的特征,评估岩土参数的不确定性,并应给出其合理估值；
- 3 应结合地区经验和类似工程经验进行评价；
- 4 对理论不足、实践经验不多的岩土体,可通过现场原型试验的实测数据进行分析与评价；
- 5 应根据勘察阶段和工程性质的不同,分别采用经验类比、定性与定量分析等方法进行评价,内容应包括稳定性与适宜性、不良地质作用、地震效应、水和土的腐蚀性、地基承载力及变形等。

13.3.2 岩土工程勘察应提供与勘察等级相一致的勘察成果,并

应按下列规定确定地基承载力特征值：

1 丙级岩土工程勘察可根据邻近工程经验和触探、钻探取样与试验资料进行评价，并可结合地基土层的组合状态及物理力学性质指标、地区经验或临近勘察资料确定地基土层的承载力；

2 乙级岩土工程勘察应在详细勘探、测试基础上，结合邻近工程经验进行评价，并提供岩土体的强度和变形指标；地基承载力应根据剪切指标按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 中公式计算，并结合原位测试成果资料及当地建筑经验综合确定地基土层的承载力；

3 甲级岩土工程勘察除应提供乙级岩土工程勘察要求的资料外，还宜提供载荷试验资料，必要时可对其中复杂岩土工程问题进行专门研究，并可结合监测资料对评价结论进行检验；对于岩质地基应采取岩石试样进行单轴抗压强度试验，并结合裂隙发育程度等确定岩质地基的承载力。

13.3.3 对天然地基及地基处理方案应进行分析与评价，对可能采用的桩基础或桩土复合地基方案应推荐桩端持力层，提供桩基设计参数，并应对其沉（成）桩的可能性及对环境的影响进行分析与评价。

13.4 勘察报告主要内容

13.4.1 岩土工程勘察报告应资料完整，基础资料和基本数据应真实可靠，结论与建议应合理有据。

13.4.2 勘察报告应结合勘察任务要求、工程特点、勘察阶段及场地条件进行编写，内容应满足建设工程相应勘察阶段的设计要求。

13.4.3 勘察报告应进行岩土工程分析与评价，应包括对岩土利用、整治和改造的建议，并应通过对不同经济技术方案的论证，提出对设计、施工和现场监测要求的建议。报告文字宜包括下列主要内容：

1 建设工程概况及勘察等级；

- 2 勘察目的、任务要求及依据的技术标准、规范；
- 3 勘察工作量布置原则及完成情况的说明；
- 4 勘察方法与设备及钻探、取样、测试的工艺介绍，液限测定方法与仪器及黏粒含量测定方法与仪器的介绍，特殊性试验的介绍；
- 5 地形地貌、水文气象及地质构造条件的介绍，地层岩性描述及地基均匀性分析；
- 6 各项岩土性质指标、强度指标、变形参数、地基承载力的建议值；
- 7 地下水类型、性质、水位埋深及其变化幅度的说明；
- 8 水和土对建筑材料的腐蚀性评价，冻土性质及冻土深度说明；
- 9 地震动参数及地震效应的评价；
- 10 可能影响场地稳定性的不良地质作用的描述和其对建设工程危害程度的评价，以及治理的建议措施；
- 11 场地类别与地段划分及稳定性与适宜性评价；
- 12 天然地基、复合地基或桩基础的分析与评价；
- 13 结论和建议。

13.4.4 勘察成果资料应附相应的图表，应主要包括下列内容：

- 1 附有地形图的勘探点平面位置图；
- 2 工程地质柱状图；
- 3 工程地质剖面图；
- 4 原位测试成果图表；
- 5 室内试验成果图表。

13.4.5 丙级岩土工程勘察报告的内容可简化，也可采用图表形式，并辅以必要的文字说明。甲级岩土工程勘察报告除应符合本规范第 13.4.3、13.4.4 条外，对专门的岩土工程问题也可提交专项试验报告、研究报告或监测报告。

13.4.6 送电线路工程勘察报告除应符合本规范第 13.4.3、

13.4.4 条外,还应包括下列内容:

1 介绍线路起讫地点、途径地区,沿途矿区分布、矿产种类、开采方式及可能对线路工程产生的影响;

2 提供附有带状地形图的线路走向、塔(杆)基础位置平面图;

3 提供附有里程标的纵断面图,标出各塔(杆)基础的位置、地形线、地层柱状;

4 提出塔基的地质条件、基础选型、地基处理或避让的建议;

5 推荐跨河方案、评价岸边稳定性及立塔建议;

6 给出塔(杆)地基的抗剪强度指标及上拔角,给出沿线的地电阻率。

13.4.7 管道、隧道工程勘察报告除应符合本规范第 13.4.3、13.4.4 条外,还应包括下列内容:

1 提出管道、隧道走向或轴线位置的建议;

2 给出管道沿线的地电阻率;

3 提出管道工程的土石分级及穿(跨)越的建议,对拟选穿(跨)越河段的稳定性和适宜性做出评价;

4 划分隧道工程的围岩级别;

5 对隧道进、出口的稳定性进行评价,提出支护方案及施工方法的建议;

6 提出施工过程中对地下水的控制措施;

7 根据隧道的掘进施工方法,分析对地面变形和既有建设工程的影响;

8 对通过含有有害气体或有害矿体的岩土层时,应预测和评价其对设计、施工和工程使用的影响,并应提出防治的建议措施。

13.4.8 边坡工程勘察报告除应符合本规范第 13.4.3、13.4.4 条外,还应包括下列内容:

1 介绍边坡工程概况、高度与范围及安全等级;

2 明确边坡工程地质条件,给出边坡工程计算参数;

3 评价边坡的稳定性,分析边坡工程对坡顶上和坡脚下建设工程的安全影响;

4 提出最优的坡形方案及坡脚处理建议;

5 分析边坡可能的失稳破坏形式,给出对不稳定边坡的整治措施和监测建议。

13.4.9 基坑工程勘察报告除应符合本规范第 13.4.3、13.4.4 条外,还应包括下列内容:

1 介绍建设工程概况、基坑开挖深度与范围及安全等级;

2 论述与基坑开挖有关的周边环境条件、场地及地层条件;

3 分析基坑可能的失稳破坏形式,给出基坑支护计算参数及支护方式的建议;

4 提出地下水控制计算参数及控制方法的建议;

5 推荐适宜的施工设备与工艺方法,预测施工过程中可能出现的工程地质问题,提出处理的建议措施;

6 提出基坑监测方法及内容的建议。

13.4.10 不良地质作用和地质灾害勘察报告除应符合本规范第 13.4.3、13.4.4 条外,还应包括下列内容:

1 阐述不良地质作用和地质灾害的类型、性质、范围与规模;

2 分析不良地质作用和地质灾害形成的地质背景及原因;

3 介绍水文气象资料及水文地质条件,测算汇水面积,预测降水对不良地质作用和地质灾害的影响;

4 分析地下水开采和地下水降落漏斗的形成和发展过程;

5 给出稳定性分析计算模型,分析不良地质作用的发生条件与发展趋势;

6 评价不良地质作用和地质灾害对建设工程的影响程度,提出避让或治理的建议措施;

7 提出变形监测的建议;

8 提供不良地质作用和地质灾害的专业图件。

13.4.11 工程地质测绘成果可作为岩土工程勘察报告的附件,单

独的测绘报告应包括下列内容：

- 1 介绍工程地质调查与测绘的目的、范围及工作量布置；
- 2 介绍调查与测绘的方法及使用的设备与精度；
- 3 附实际材料图、综合工程地质图、工程地质分区图及综合工程地质柱状图；
- 4 附素描图或照片等资料；
- 5 测绘成果说明及存在的问题与建议。

13.4.12 物探成果可作为岩土工程勘察报告的附件，单独的物探报告应包括下列内容：

- 1 物探目的、工作量布置及要解决的技术问题；
- 2 物探方法、基本原理、仪器设备及主要性能指标的介绍；
- 3 测试成果的分析与利用及存在的问题与建议；
- 4 附测试成果图、表等。

13.4.13 专项测试、试验报告或专题研究报告可作为岩土工程勘察报告的附件，单独提供时应包括下列内容：

- 1 目的、任务及要解决的技术问题；
- 2 工作方法、工作内容及仪器性能的介绍；
- 3 结果的可靠性分析及利用价值；
- 4 附测试成果图、表或调研报告。

附录 A 边坡岩体类型划分

表 A 边坡岩体类型分类一览表

边坡 岩体 类型	判 定 条 件			
	岩体完 整程度	结构面 结合程度	结构面产状	直立边坡 自稳能力
I	完整	结构面结合 良好或一般	外倾结构面或外倾不同结 构面的组合线倾角大于 75° 或 小于 27°	30m 高的边坡长 期稳定, 偶有掉块
II	完整	结构面结合 良好或一般	外倾结构面或外倾不同结构 面的组合线倾角 $27^{\circ} \sim 75^{\circ}$	15m 高的边坡稳 定, 15m~30m 欠稳定
	完整	结构面 结合差	外倾结构面或外倾不同结构面 的组合线倾角大于 75° 或小于 27°	15m 高的边坡稳 定, 15m~30m 欠稳定
	较完整	结构面结合 良好或一般	外倾结构面或外倾不同结构面 的组合线倾角大于 75° 或小于 27°	边坡出现局部掉块
III	完整	结构面 结合差	外倾结构面或外倾不同结构 面的组合线倾角 $27^{\circ} \sim 75^{\circ}$	8m 高的边坡稳定, 15m 高的边坡欠稳定
	较完整	结构面结合 良好或一般	外倾结构面或外倾不同结构 面的组合线倾角 $27^{\circ} \sim 75^{\circ}$	8m 高的边坡稳定, 15m 高的边坡欠稳定
	较完整	结构面 结合差	外倾结构面或外倾不同结构面 的组合线倾角大于 75° 或小于 27°	8m 高的边坡稳定, 15m 高的边坡欠稳定
	较破碎	结构面结合 良好或一般	外倾结构面或外倾不同结构面 的组合线倾角大于 75° 或小于 27°	8m 高的边坡稳定, 15m 高的边坡欠稳定
	较破碎 (碎裂 镶嵌)	结构面结合 良好或一般	结构面无明显规律	8m 高的边坡稳定, 15m 高的边坡欠稳定

续表 A

边坡 岩体 类型	判 定 条 件			
	岩体完 整程度	结构面 结合程度	结构面产状	直立边坡 自稳能力
IV	较完整	结构面结合 差或很差	外倾结构面以层面为主,倾角 多为 $27^{\circ}\sim 75^{\circ}$	8m 高的边坡不 稳定
	较破碎	结构面结合 一般或差	外倾结构面或外倾不同结构 面的组合线倾角 $27^{\circ}\sim 75^{\circ}$	8m 高的边坡不 稳定
	破碎或 极破碎	碎块间 结合很差	结构面无明显规律	8m 高的边坡不 稳定

注:1 结构面指原生结构面和构造结构面,不包括风化裂隙面;

2 外倾结构面指倾向与坡向的夹角小于 30° 的结构面;

3 当有贯通性较好的外倾结构面时,应验算沿该结构面破坏的稳定性;

4 当边坡岩体较完整、结构面结合差或很差、外倾结构面或外倾不同结构面的组合线倾角 $27^{\circ}\sim 75^{\circ}$,结构面贯通性差时,可划为Ⅲ类;

5 无外倾结构面及外倾的不同结构面组合时,完整、较完整的坚硬岩、较硬岩宜划为Ⅰ类,较破碎的坚硬岩、较硬岩宜划为Ⅱ类;完整、较完整的较软岩、软岩宜划为Ⅱ类,较破碎的较软岩、软岩可划为Ⅲ类;

6 Ⅰ类岩体为软岩时,应降为Ⅱ类岩体,Ⅰ类岩体为较软岩且边坡高度大于 15m 时,可降为Ⅱ类;

7 当地下水发育时,Ⅱ、Ⅲ类岩体可根据具体情况降低一档;

8 强风化岩应划为Ⅳ类,完整的极软岩可划为Ⅲ类或Ⅳ类。

附录 B 土石等级划分

表 B 土石开挖等级分级一览表

土石等级	土 石 名 称	天然单轴极限抗压强度 $R(\text{MPa})$	开挖方法及工具
I	流塑~软塑的黏性土、稍密的粉土或砂土、耕植土、淤泥质土、淤泥、泥炭质土、泥炭及未经压密的素填土	—	用铁锹开挖
II	可塑~硬塑的黏性土、中密~密实的粉土或砂土、新黄土、松散~稍密的圆砾(或角砾)及卵石(碎石)、压实的素填土	—	用锹开挖并少数用镐开挖
III	坚硬的黏性土、老黄土、含块石或漂石30%~50%的土、中密~密实的圆砾(或角砾)及卵石(碎石)、各种岩石的强风化土、压实的杂填土	—	用尖锹并同时用镐开挖
IV	块石土、漂石土、含有重量达50kg以内的巨粒含量为总体积10%以内的冰碛土、极软岩	$R \leq 5$	用尖锹并同时用镐和撬棍开挖
V	含有重量在50kg以内的巨粒含量为总体积的10%以上的冰碛土、白垩岩、胶结力弱的砾岩、粒径400mm~800mm的碎石土	$5 < R \leq 20$	部分用手凿工具,部分用爆破开挖
VI	凝灰岩和浮石、裂隙发育的石灰岩、中硬的片岩、中硬的泥灰岩	$20 < R \leq 40$	用风镐和爆破开挖
VII	钙质胶结的砾岩、泥质砂岩、坚实的泥质板岩、坚实的泥灰岩	$40 < R \leq 60$	用爆破方法开挖
VIII	砾质花岗岩、泥灰质石灰岩、砂质云母片岩、硬石膏	$60 < R \leq 80$	

续表 B

土石等级	土 石 名 称	天然单轴极限抗压强度 $R(\text{MPa})$	开挖方法及工具
IX	滑石化的蛇纹岩、致密的石灰岩、硅质胶结的砾岩和砂岩	$80 < R \leq 100$	用爆破方法 开挖
X	白云岩、硬质的石灰岩、大理岩、石灰质胶结的砾岩、坚硬的砂质片岩	$100 < R \leq 120$	
XI	粗粒花岗岩、坚硬的白云岩、蛇纹岩、硅质胶结的砂岩、粗粒正长岩	$120 < R \leq 140$	
XII	风化的安山岩及玄武岩、片麻岩、硅质胶结的砾岩	$140 < R \leq 160$	
XIII	中粒花岗岩、坚硬的片麻岩、辉绿岩、玢岩、中粒正长岩	$160 < R \leq 180$	
XIV	坚硬的细粒花岗岩、花岗片麻岩、闪长岩	$180 < R \leq 200$	
XV	安山岩、玄武岩、高硬度的辉绿岩和闪长岩、坚硬的辉长岩和石英岩	$200 < R \leq 250$	
XVI	拉长玄武岩、橄榄玄武岩、特别坚硬的辉长岩、辉绿岩和石英岩及玢岩	$R > 250$	

附录 C 隧道围岩级别

表 C 隧道围岩分级一览表

围岩级别	岩、土体特征	围岩基本质量指标 BQ
I	坚硬岩,岩体完整,整体状或巨厚层状结构	>550
II	坚硬岩,岩体较完整,块状或厚层状结构; 较坚硬岩,岩体完整,块状整体结构	$550\sim451$
III	坚硬岩,岩体较破碎,巨块(石)碎(石)状镶嵌结构; 较硬岩或较软硬岩层,岩体较完整,块体状或中厚层结构	$450\sim351$
IV	坚硬岩,岩体破碎,碎裂结构; 较坚硬岩,岩体较破碎~破碎,镶嵌碎裂结构; 较软岩或软硬岩互层,且以软岩为主,岩体较完整~较破碎,中薄层结构	$350\sim251$
	压密或成岩作用的黏性土及砂类土; 黄土(Q_1 、 Q_2); 钙质、铁质胶结的碎石土(碎石、卵石、块石)	—
V	较软岩,岩体破碎; 软岩,岩体较破碎~破碎; 极破碎各类岩体,碎裂状松散结构	≤ 250
	半坚硬~硬塑状黏性土及稍湿~潮湿的碎石土; 黄土(Q_3 、 Q_4); 非黏性土呈松散结构,黏性土及黄土呈松软结构	—
VI	软塑状黏性土及潮湿饱和的粉细砂、软土等	—

注:1 本表不适用于膨胀性岩土及多年冻土等特殊条件下的围岩分级;

2 当围岩为风化层时,应按风化层的围岩进行分级;

3 当经常有水且水量大时,应降低围岩级别;

4 应分析围岩的初始地应力状态,对高应力区应降低围岩级别。

附录 D 滑坡稳定系数与滑坡推力计算

D.0.1 当滑动面为圆弧形或单一平面时, 滑坡稳定系数 F_s 可按下列公式计算:

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{\sum_{i=1}^n T_i} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \tan \varphi_i + \sum_{i=1}^n c_i l_i}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (\text{D.0.1-1})$$

$$N_i = (W_i + W_{Gi}) \cos \theta_i + P_{wi} \sin(\alpha_i - \theta_i) \quad (\text{D.0.1-2})$$

$$T_i = (W_i + W_{Gi}) \sin \theta_i + P_{wi} \cos(\alpha_i - \theta_i) \quad (\text{D.0.1-3})$$

式中: F_s ——滑坡稳定系数;

R_i ——第 i 计算条块滑体滑动面上的抗滑力(kN/m);

T_i ——第 i 计算条块滑体重量在滑动面的切向分力(kN/m);

N_i ——第 i 计算条块滑体重量在滑动面的法向分力(kN/m);

c_i ——第 i 计算条块滑动面上岩土体的黏聚力(kPa);

φ_i ——第 i 计算条块滑动面上岩土体的内摩擦角($^\circ$);

l_i ——第 i 计算条块滑动面的长度(m);

W_i ——第 i 计算条块滑体的重量(kN/m);

W_{Gi} ——第 i 计算条块滑体上地表建(构)筑物的单位宽度重量(kN/m);

P_{wi} ——第 i 计算条块单位宽度的动水压力(kN/m);

θ_i ——第 i 计算条块滑动面切线方向与水平面的夹角($^\circ$);

α_i ——第 i 计算条块地下水位面与水平面的夹角($^\circ$)。

D.0.2 当滑动面为折线形时, 滑坡稳定系数 F_s 可按下列公式计算:

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left(R_i \prod_{j=i}^{n-1} \psi_j \right) + R_n}{\sum_{i=1}^{n-1} \left(T_i \prod_{j=i}^{n-1} \psi_j \right) + T_n} \quad (\text{D. 0. 2-1})$$

$$R_i = N_i \tan \varphi_i + c_i l_i \quad (\text{D. 0. 2-2})$$

$$\psi_j = \cos(\theta_i - \theta_{i+1}) - \sin(\theta_i - \theta_{i+1}) \tan \varphi_{i+1} \quad (\text{D. 0. 2-3})$$

$$\prod_{j=i}^{n-1} \psi_j = \psi_i \psi_{i+1} \psi_{i+2} + \cdots + \psi_{n-1} \quad (\text{D. 0. 2-4})$$

D. 0. 3 当滑坡体内地下水已形成统一水面时,可按下式计入浮托力和动水压力:

$$P_{wi} = \gamma_w V_i \sin \frac{1}{2}(\alpha_i + \theta_i) \quad (\text{D. 0. 3})$$

式中: γ_w ——水的重度(kN/m^3);

V_i ——第 i 计算条块单位宽度岩土体的水下体积(m^3/m)。

D. 0. 4 当滑动面为折线形时,滑坡推力可按下式进行计算:

$$P_i = P_{i-1} \cdot \psi + F_{st} \cdot T_i - R_i \quad (\text{D. 0. 4})$$

式中: P_i 、 P_{i-1} ——分别为第 i 条块、第 $i-1$ 条块滑体的剩余下滑力(kN/m);

F_{st} ——滑坡稳定安全系数,应根据滑坡现状研究程度及其对建设工程的影响等因素确定,建设工程重要性等级为一级时宜取 1. 30,二级时宜取 1. 20,三级时可取 1. 15。

D. 0. 5 滑坡推力的作用点宜取滑体厚度的 1/2 处。

D. 0. 6 当在排水条件下进行滑带验算时,水压力应作为滑面上的作用力。

附录 E 地裂缝的工程分类

表 E 地裂缝工程分类一览表

类型	成因	类别	裂缝基本特征	产生部位
构造式地裂缝	内动力地质作用 (地震作用、活动断裂作用)	地震地裂缝	地震时产生,规模受地震强度控制; 裂缝延伸长达数公里~数百公里,裂缝深度大; 裂缝两侧有明显的水平、垂直位移; 裂缝倾角陡立,裂面倾角 $70^{\circ}\sim 85^{\circ}$	强地震区
		构造地裂缝	裂缝长达数公里~数十公里,裂缝带宽数米~数十米; 裂缝是断层活动在地表的表现,与断层活动方式、速度一致; 当为共轭裂缝时,常呈网格状; 裂缝倾角陡立,裂面倾角 $60^{\circ}\sim 85^{\circ}$	活动断裂发育区
重力式地裂缝	外动力地质营力作用(重力作用、环境地质作用或人类工程活动)	地下水抽采地裂缝	主裂缝绕沉降中心直线形、弧形近似平行分布,边缘部位存在雁形剪切裂缝; 裂缝长达数百米~数公里,裂缝深度较大; 裂缝两侧存在明显的竖向位移,地面呈台阶状; 裂缝运动方式为蠕动	地下水过量抽采区
		洞室开挖地裂缝	裂缝有直线状、折线状、弧状、分叉状; 规模受人工洞室规模和洞室上覆岩土厚度及性质等控制,一般长达十几米~几十米	人工洞室、隧道、基坑开挖区
		岩溶地裂缝	裂缝形态为弧形、直线形、同心圆形; 裂缝较宽,深度较大,裂缝两侧常见大幅度的垂直位移,而水平位移少见; 裂面倾角陡,一般在 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$	岩溶发育区

续表 E

类型	成因	类别	裂缝基本特征	产生部位
重力式地裂缝	外动力地质营力作用(重力作用、环境地质作用或人类工程活动)	采空区地裂缝	裂缝多呈直线状、折线状,裂缝长数米~上千米,小窑采空区可见圆弧形裂缝; 裂缝宽、深度大,裂面倾角 $45^{\circ}\sim 75^{\circ}$	采空区
		滑坡地裂缝	滑坡体上部弧形,中下部折线形、放射状,滑坡体两侧呈雁列形	滑坡区
		湿陷土地裂缝	围绕着湿陷部位呈向心环状分布,延伸短,无一定方向; 裂面粗糙、直立,上宽下窄,深度小	湿陷性土分布区
		胀缩土地裂缝	数量多,网格状,以竖向开裂为主,深度浅	膨胀土分布区
		填土地裂缝	裂缝上大下小,深度浅,多位于填土区边缘	厚填土分布区
		冻土地裂缝	裂缝呈放射状、块状或雁形斜列式,单条裂缝长数米,宽度几厘米,深度数十米	冻土分布区

附录 F 主要物探方法与适用范围

表 F 主要物探方法与适用范围一览表

方法名称		适用范围
电 法	自然电场法	探测隐伏断层、破碎带； 测定地下水流速、流向及地下水与地表水的补给关系； 检查水库渗漏通道
	电阻率测深	测定基岩埋深,划分松散沉积层序和基岩风化带； 探测隐伏断层、破碎带； 探测地下洞穴； 测定潜水面深度和含水层分布； 探测地下或水下隐埋物体
	电阻率剖面法	测定基岩埋深； 探测隐伏断层、破碎带； 探测地下洞穴； 探测地下或水下隐埋物体
	高密度电阻率法	测定潜水面位置及含水层分布； 探测废矿巷道、采空、岩溶等地下洞穴； 坝基及桥墩选址； 采空区及地裂缝探测
	激发极化法	探查有色金属矿产资源； 探查各种类型的地下水资源,在同一水文地质单元内预测涌水量大小； 探测地层的含水性

续表 F

方法名称		适 用 范 围
电 磁 法	电磁感应法	测定基岩埋深； 探测隐伏断层、破碎带； 探测地下洞穴； 探测地下或水下隐埋物体； 探测地下管线
	地质雷达	测定基岩埋深，划分松散沉积层序和基岩风化带； 探测隐伏断层、破碎带； 探测地下洞穴； 测定潜水面深度和含水层分布； 探测河床水深及沉积泥砂厚度； 探测地下或水下隐埋物体； 探测地下管线
	地下电磁波法 (无线电波透视法)	探测隐伏断层、破碎带； 探测地下洞穴； 探测渗流导水通道、探测渗滤液的扩散区域
地 震 波 法 和 声 波 法	折射波法	测定基岩埋深，划分松散沉积层序和基岩风化带； 测定潜水面深度和含水层分布； 探测河床水深及沉积泥砂厚度
	反射波法	测定基岩埋深，划分松散沉积层序和基岩风化带； 探测隐伏断层、破碎带； 探测地下洞穴； 测定潜水面深度和含水层分布； 探测河床水深及沉积泥砂厚度； 探测地下或水下隐埋物体； 探测地下管线
	直达波法 (单孔法和跨孔法)	划分松散沉积层序和基岩风化带

续表 F

方法名称		适 用 范 围
地震波法和声波法	瑞雷波法	测定基岩埋深,划分松散沉积层序和基岩风化带; 探测隐伏断层、破碎带; 探测地下洞穴; 探测地下隐埋物体; 探测地下管线
地球物理测井 (放射性测井、电测井、电视测井)		探测地下洞穴; 划分松散沉积层序及基岩风化带; 测定潜水面深度和含水层分布; 探测地下或水下隐埋物体

附录 G 工程勘察主要原位测试

表 G 主要原位测试方法及适用地层一览表

序号	方法名称	类型	基本原理	适用地层	测试参数
1	载荷试验	浅层平板载荷试验	利用 $P \sim S$ 关系曲线确定各种特性指标	适用于各类岩土体	确定地基承载力、桩的端阻力、变形模量、基准基床系数
		深层平板载荷试验			
2	静力触探试验	静力触探试验	用静力将标准探头匀速压入土中,利用探头内传感器,通过电子量测仪器测定 P_s (单桥)或 q_c 和 f_s (双桥)	适用于软土、一般黏性土、粉土、砂土和含少量砾石的土	根据地区经验,进行力学分层,估算土的塑性状态或密实度、强度、压缩性、地基承载力、单桩承载力、沉桩阻力、液化判别等。根据孔压消散曲线可估算土的固结系数和渗透系数
3	动力触探试验	轻型 (锤质量 10kg)	利用一定锤击动能,将标准规格的圆锥探头贯入砂土、角(圆)砾、卵石中一定距离,根据贯入击数判定土的力学特性	浅部的填土、砂土、粉土、黏性土	根据地区经验,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
		重型 (锤质量 63.5kg)		砂土、中密以下的碎石土、极软岩	
		超重型 (锤质量 120kg)		密实的碎石土、软岩、极软岩	

续表 G

序号	方法名称	类型	基本原理	适用地层	测试参数
4	标准贯入试验	标准贯入试验	用质量为 63.5kg 的穿心锤,以 76cm 的落距,将标准规格的贯入器,自钻孔底部预打 15cm,记录再打入 30cm 的锤击数,判定土的力学特性	适用于砂土、粉土和一般黏性土	根据试验锤击数 N 值,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,成桩的可能性做出评价
5	十字板剪切试验	十字板剪切试验	插入软土的十字板探头,以一定速率旋转,测量土破坏时的抵抗力矩,换算其抗剪强度指标	适用于饱和软黏性土	测定饱和软黏性土的不排水抗剪强度和灵敏度;根据地区经验,确定地基承载力、单桩承载力、计算边坡稳定,判定软黏性土的固结历史
6	旁压试验	预钻式 自钻式 压入式	在钻孔内利用可测向膨胀的旁压器对孔壁施加压力,量测孔壁的变形,通过压力与变形关系计算土的模量及强度	适用于黏性土、粉土、砂土、碎石土、残积土、极软岩和软岩	据初始压力、临塑压力、极限压力和旁压模量,结合地区经验评定地基承载力和变形参数
7	扁铲侧胀试验	扁铲侧胀试验	用静力将带有膜片扁铲贯入土中预定深度,利用气压使膜片向孔壁土中侧面扩张,量测不同侧胀位移时的侧向压力	适用于软土、一般黏性土、粉土、黄土和松散~中密的砂土	根据试验指标和地区经验,判别土类,确定黏性土的状态,静止侧压力系数、水平基床系数

续表 G

序号	方法名称	类型	基本原理	适用地层	测试参数
8	波速试验	单孔法	根据波的传播原理测定岩土体的压缩波、剪切波或瑞利波的波速	适用于各类岩土体	测定各类岩土体的压缩波、剪切波或瑞利波的波速,划分场地类别,计算岩土小应变的动弹性模量、动剪切模量和动泊松比
		跨孔法			
		面波法			

附录 H 不同等级土试样的取样工具和方法

表 H 不同等级土试样的取样工具和方法一览表

土样 质量 等级	取样工具 和方法	适用土类										
		黏性土					粉 土	砂土				砾砂 碎石土 软岩
		流 塑	软 塑	可 塑	硬 塑	坚 硬		粉 砂	细 砂	中 砂	粗 砂	
I	固定活塞	++	++	+	—	—	+	+	—	—	—	—
	水压固定活塞	++	++	+	—	—	+	+	—	—	—	—
	自由活塞	—	+	++	—	—	+	+	—	—	—	—
	敞口	+	+	+	—	—	+	+	—	—	—	—
	单动三重管	—	+	++	++	+	++	++	++	—	—	—
II	双动三重管	—	—	—	+	++	—	—	—	++	++	+
	探井(槽)中 刻取块状土试样	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	水压固定活塞	++	++	+	—	—	+	+	—	—	—	—
	自由活塞	+	++	++	—	—	+	+	—	—	—	—
	敞口	++	++	++	—	—	+	+	—	—	—	—
III	单动三重管	—	+	++	++	+	++	++	++	—	—	—
	双动三重管	—	—	—	+	++	—	—	—	++	++	++
	厚壁敞口取土器	+	++	++	++	++	+	+	+	+	+	—
	标准贯入器	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	—
	螺纹钻头	++	++	++	++	++	+	—	—	—	—	—
IV	岩芯钻头	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+
	标准贯入器	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	—
	螺纹钻头	++	++	++	++	++	+	—	—	—	—	—
	岩芯钻头	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

注:1 ++表示适用;+表示部分适用;—表示不适用;

2 采取砂土试样应有防止试样失落的措施;

3 有经验时,可采用束节式取土器代替薄壁取土器。

附录 J 场地环境类型划分

表 J 场地环境类型分类表

环境类型	场地环境地质条件
I	高寒区、干旱区直接临水；高寒区干旱区强透水层中的地下水
II	高寒区、干旱区弱透水层中的地下水；各气候区湿、很湿的弱透水层；湿润区直接临水；湿润区强透水层中的地下水
III	各气候区稍湿的弱透水层；各气候区地下水位以上的强透水层

- 注：1 高寒区指海拔高度等于或大于 3000m 的地区；干旱区指海拔高度小于 3000m，干燥度指数 K 值等于或大于 1.5 的地区；湿润区指干燥度指数 K 值小于 1.5 的地区；
- 2 我国干燥度大于 1.5 的地区有新疆（除局部）、西藏（除东部）、甘肃（除局部）、青海（除局部）、宁夏、内蒙（除局部）、陕西北部、山西北部、河北北部、辽宁西部、吉林西部；
- 3 强透水层指碎石土和砂土；弱透水层指粉土和黏性土；
- 4 含水量 w 小于 3% 的土层，可视为干燥土层，不具有水的腐蚀环境条件；当混凝土结构一边接触地表水或地下水，一边暴露在大气中，水可以通过渗透或毛细作用在暴露大气中的一边蒸发时，应定为 I 类；
- 5 当有地区经验时，环境类型可根据地区经验划分；当同一场地出现两种环境类型时，应根据具体情况选定。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《建筑地基基础设计规范》GB 50007

《建筑抗震设计规范》GB 50011

《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025

《土工试验方法标准》GB/T 50123

《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266

中华人民共和国国家标准

煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范

GB 51144 - 2015

条文说明

制 订 说 明

《煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范》GB 51144—2015,经住房和城乡建设部 2015 年 12 月 3 日以第 1001 号公告批准、发布。

本规范在编制过程中,编制组经广泛调查研究,认真总结了我国煤炭工业建设以及岩土工程勘察的实践经验,并与国内相关标准进行协调,在广泛征求意见的基础上,编制而成。

为了便于广大勘察、设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(121)
2	术语和符号	(123)
2.1	术语	(123)
3	基本规定	(125)
3.1	勘察等级划分	(125)
3.2	岩土定名与野外鉴别	(126)
3.3	现场安全要求	(127)
4	地面建筑工程和管线类工程	(130)
4.1	一般规定	(130)
4.2	各阶段勘察技术要求	(131)
4.3	原煤生产系统详细勘察	(134)
4.4	洗选系统详细勘察	(135)
4.5	储装运系统详细勘察	(135)
4.6	辅助生产系统详细勘察	(136)
4.7	行政公共建筑详细勘察	(137)
5	边坡工程	(138)
5.1	一般规定	(138)
5.2	岩质边坡	(138)
5.3	黄土边坡	(139)
5.4	填土边坡	(139)
5.5	强度参数与稳定性评价	(140)
6	基坑工程	(142)
6.1	一般规定	(142)
6.2	勘察方法与工作量布置	(142)

6.3	试验方法、参数选取与分析评价	(143)
7	特殊性岩土	(144)
7.1	湿陷性土	(144)
7.2	矸石填土	(144)
7.3	人工冻融土	(145)
8	不良地质作用和地质灾害	(148)
8.1	滑坡	(148)
8.2	岩溶	(149)
8.3	地裂缝	(150)
8.4	采空区	(151)
8.5	场地和地基的地震效应	(152)
9	地下水	(158)
9.2	水文地质参数的测定	(158)
10	工程地质测绘	(160)
10.2	测绘内容与测绘范围	(160)
10.3	测绘方法与精度要求	(160)
11	勘探、测试、取样与试验	(162)
11.1	一般规定	(162)
11.3	槽探、井探和洞探	(162)
13	岩土工程分析评价和成果报告	(163)
13.2	参数统计与应用	(163)
13.3	岩土分析与承载力确定方法	(163)
13.4	勘察报告主要内容	(163)
附录 G	工程勘察主要原位测试	(167)

1 总 则

1.0.1 煤炭工业矿井与选煤厂建设工程勘察一直沿用国家现行标准《岩土工程勘察规范》GB 50021、《高层建筑岩土工程勘察规程》JGJ 72、《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 等规范,这些规范对煤炭建设工程勘察起到了重要作用。但由于引用规范多、对煤炭建设工程针对性不强,造成勘察成果的技术标准不一致,为此根据住房和城乡建设部《关于印发〈2013 年工程建设标准规范制订修订计划〉的通知》(建标〔2013〕6 号)编制了《煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范》(以下简称“本规范”),目的是统一煤炭勘察技术要求,规范煤炭建设工程的勘察工作,做到技术先进、经济合理、保护环境、确保质量和提高经济效益等目的。

1.0.2 本规范适用范围为煤矿矿井与选煤厂建设中所有地面建(构)筑物及管线类工程的勘察,包括井塔、井架,筒仓、半地下储仓,输煤地道,地下输煤、输气、输水等管道,运输隧道,变电站、架空(或地下)送电线路,以及煤矿矿井与选煤厂中的行政公共建筑工程;同时包括上述建设工程所涉及的自然边坡、人工边坡、基坑工程及地下水勘察;特殊性岩土、不良地质作用和地质灾害等的勘察。本规范基本涵盖了煤矿矿井与选煤厂建设中的全部勘察工作,满足正常勘察内容的要求。

本规范不包括井下建(构)筑物及井筒检查孔的勘察与要求,也不包括矿井道路与桥梁的勘察。

1.0.3 先勘察、后设计、再施工是煤炭工程建设必须遵守的程序,是国家一再强调的重要基本政策。过去由于违反建设程序,在设

计、施工前未先进行勘察,致使地质资料不清,从而造成工程返工、浪费,甚至存在安全隐患或造成事故的例子很多(实例略),因此必须严格按建设程序办事。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.3 本条的管线类工程是指附属或服务于煤矿矿井与选煤厂储装运和辅助生产系统的管道、隧道和线路工程,包括架空送电线路、地下送电线路、各类输气、输水、输煤等的管道及地下隧道工程,但不包括长输管道工程,对单独的长输管道工程应按相应规范进行勘察。

2.1.7 本规范中的建设场地不仅包括其勘察钻探范围,也包括勘察钻探范围以外的一定区域,如本规范第 10.2.9 条的测绘范围及第 4.1.4 条影响场地稳定性或安全性的不良地质作用的范围。

建设场地一般应具有一定的规模(如一个自然村、一个工业场地的场址),且此区域具有相同或相似的地震效应。而本规范中单个矿井建设工程勘察时也可将其视为一个场地,但应对周边地质条件进行调查了解,以确定其稳定性及对地震效应的正确评价。

2.1.12 矸石填土形成于矿井建设及采掘过程,主要由矸石组成,不含或含少量的碎石、砂土、粉土和黏性土等。当矸石成分主要为煤矸石时则称为煤矸石填土,是煤矿建设中特有的一种填土。

煤矸石多为泥岩、泥质砂岩类岩石,其耐风化性差且往往具有自燃性及膨胀性等特殊工程性质。当煤矸石填土中煤块和煤粉的含量达到一定程度时,则可能形成自燃,且伴随有烟雾及毒气等。

2.1.16 本规范中的“煤矿采空区”术语定义是广义的,既包括地下煤层开采后的空间,也包括地下煤层开采后,其上覆岩发生位移、开裂或垮落,从而造成的地表沉降变形或地表开裂破坏的平面范围。而狭义的“煤矿采空区”定义为:煤矿采掘过程中,将地下煤炭或煤矸石等开采后留下的空洞或空腔投影到地面的范围。

2.1.21 本规范中的土的灵敏度术语为：原状土试样与其重塑土的无侧限抗压强度之比，反映土体结构受扰动影响的程度。对黏性土，土的灵敏度也可采用原状黏性土与其含水量不变时的重塑土的强度之比，也可反映出黏性土土体结构受扰动影响的程度。

3 基本规定

3.1 勘察等级划分

3.1.1 煤矿矿井与选煤厂整体上属综合性工程,煤矿矿井与选煤厂既有独立性又相互关联,为此本规范以“煤流”为主线将煤矿矿井与选煤厂建设工程划分为“四大系统”,即Ⅰ原煤生产系统;Ⅱ洗选系统;Ⅲ储装运系统;Ⅳ辅助生产系统;这体现了煤炭工业矿井建设的特点。为了便于对照使用,本规范把近年来常见的煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程(建构筑物)列于本规范表 3.1.1 中,把管道、隧道、送电线路也包括了进来,其中管道、隧道工程划归到了储装运系统中,送电线路工程划归到了辅助生产系统中。本规范编制大纲时曾把管道、隧道、送电线路工程分别作为本规范的一章或一节单独编制,但在编制过程中发现其与储装运系统内容具有一致性,故做此调整。

选煤厂中的“其他厂房”是指结构上独立于主厂房之外的大型原煤准备车间、破碎车间和压滤车间,现实中也常见主厂房与原煤准备车间、破碎车间和压滤车间的一体化设计,这时应按主厂房的勘察要求布置勘探工作量。

受煤坑、地道及翻车机房由于其开挖范围一般都不大,相对于一般意义上基坑的受力条件与变形特征也有差别,支护措施也要相对简单一些,故勘察布点、基坑支护设计与评价可考虑这些因素适当简化。

本规范中的管道线路工程主要是指地下管道线路,规范中也包括了管道穿(跨)越的勘察技术要求,对全部或相当规模为地上的架空管道可按“栈桥”类工程的勘察要求进行勘察。

行政公共建筑中没有包括住宅楼等建筑工程,其勘察也可参照本规范执行,但应满足国家现行标准《岩土工程勘察规范》

GB 50021、《高层建筑岩土工程勘察规程》JGJ 72、《建筑地基基础设计规范》GB 50007 等规范及城市建设工程勘察、设计管理的相关要求。目前很多地方都对城市建筑工程(有的也包括矿井建设中的住宅楼)实行“施工图审查”制度,而审查单位又是执行国家现行城建系统的标准,且各地区行政主管部门还有一些专门的管理要求,故本规范未包括住宅楼等建筑的勘察。

3.1.2、3.1.3 本规范表 3.1.2、表 3.1.3 没有规定上限,即只要高度大于 30m 的岩质边坡(不分类型)或高度大于 15m 的一般土质边坡均定为安全等级为一级的边坡,只要深度大于 20m 的岩质基坑(不分类型)或深度大于 12m 的一般土质基坑均定为安全等级为一级的基坑。但对高度大于 50m 的岩质边坡及高度大于 30m 的一般土质边坡或深度大于 30m 的岩质基坑及深度大于 20m 的一般土质基坑,在相应的设计类规范中没有此内容,主要是涉及问题多且设计技术复杂,目前尚没有成熟的经验与编制规范的基础资料。本规范包括了此内容,主要是勘察与设计不同,另外煤矿建设中此类情况又比较普遍,本规范若不包括这些内容,勘察单位就无勘察根据,不便实施。当然凡涉及此类工程,勘察单位在勘察前应充分搜集地区资料,并制定专门的勘察方案,必要时也可进行专家论证。

另外,当工程地质、水文地质条件特别复杂时,虽然高度或深度小于上述规定,也可制定专门的勘察方案。

3.1.6 本规范中的煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程包括了行政公共建筑工程和地面变电站(所)与配电室等,规范规定:重要性等级为一级时,岩土工程勘察等级可定为甲级;重要性等级虽为二级,但场地或地基等级有一个为一级时亦可定为甲级。这样就排除了重要性等级为三级,而勘察等级可能成为甲级的情况,我们认为这样规定更符合勘察工作的实际。

3.2 岩土定名与野外鉴别

3.2.1 本条表 3.2.1-1 注 1 中规定“泥质岩可采用天然状态下的

单轴抗压强度”，这主要是因为很多泥质岩饱水处理后会发 生岩样的崩解或泥化，故可进行天然状态下抗压强度试验。在使用或评价其坚硬程度时可适当考虑此因素，以避免其强度指标被高估，从而降低了其安全性。

3.2.8~3.2.10 粉土、粉质黏土、黏土在现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001(2009 年版)中有相应的鉴别要求，如表 1 所列项目与特征。

表 1 目力鉴别项目与特征

鉴别项目	摇振反应	光泽反应	干强度	韧性
粉土	迅速~中等	无光泽反应	低	低
粉质黏土	摇振反应弱	稍有光泽	干强度中等	韧性中等
黏土	无摇振反应	有光泽	干强度高	韧性高

表中目力鉴别项目与特征主要是供现场鉴别与区分岩性使用，当然将这些特征写到勘察报告岩性描述中也未尝不可。但近年来却出现了较大偏差，远离了原规范的指导思想。勘察报告中整个岩性描述只有摇振反应、光泽反应、干强度和韧性的特征描述（如只要是粉土，就写成：摇振反应迅速，无光泽反应，干强度低，韧性低；只要是粉质黏土，就写成：摇振反应弱，稍有光泽，干强度中等，韧性中等；只要是黏土，就写成：无摇振反应，有光泽，干强度高，韧性高），岩性鉴别与描述中的其他重要内容却被忽略了，形成了岩性描述的“八股文”，这种舍本求末的做法值得勘察技术人员的警觉与重视。

3.3 现场安全要求

3.3.1 《安全生产法》第四条规定：各生产单位必须建立、健全安全生产责任制；第五条规定，生产经营单位的主要负责人对本单位的安全生产工作全面负责，勘察单位必须完备各项规章管理制度，做到安全生产有章可循。

《劳动法》第六十八条规定：用人单位应当建立职业培训制度，

按照国家规定提取和使用职业培训经费,根据本单位实际,有计划地对劳动者进行职业培训。从事技术工种的劳动者,上岗前必须经过培训。一般要求对新从业人员的安全生产教育培训时间不得少于 24 学时,危险性较大的岗位不得少于 48 学时。

《安全生产法》第二十三条规定:生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训,取得特种作业操作资格证书,方可上岗作业。一般取得《特种作业操作资格证书》的人员,每 2 年进行一次复审,连续从事本工种 10 年以上的,经用人单位进行知识更新后,每 4 年进行一次复审,未按期复审或复审不合格者,其操作资格证自动失效。

《安全生产法》第四十九条规定:从业人员在作业过程中,应当严格遵守本单位的安全生产规章制度和操作规程,服从管理,正确佩戴和使用劳动防护用品,这是保障从业人员人身安全、保障勘察单位安全生产的需要。

3.3.5 本条为强制性条文,现场井探、洞探时应严格执行。某工地在地下煤气管道边挖探井时,由于煤气泄漏到土层中,造成探井内人员死亡;某工地为填土地基,局部为生活垃圾,先进行了强夯施工,在挖探井时由于强夯造成的毒气汇集,致使探井内人员死亡。本条中“在井、洞内作业时,应先进行有毒、有害气体的探测,并应采取通风措施”指不论井、洞深度大小,只要存在有毒、有害气体,就应采取通风措施;本条中“当井深超过 5m 时,应设置安全升降装置,并应在井口处设专人看守”的规定,主要是考虑到在深井内作业时,人员上下安全的要求,即不能再采用绳梯和井壁设置脚蹬等简易方式上下井。

3.3.7 本条规定的是在架空送电线路附近勘察作业时,导电物体外缘与架空送电线路之间的最小安全距离,当不满足本规范表 3.3.7 的最小安全距离要求时,应采取必要措施,如停电、绝缘隔离、迁移线路或改变勘察手段。

3.3.11 所有勘察工程在勘察前均应编制勘察纲要,勘察纲要除

应包括相应的技术要求外,还应包括下列安全防护方面的内容,这是《劳动法》和《安全生产法》在勘察工程中的具体体现。

1 单位应设置安全保障体系,明确其安全职责。大型勘察项目应制定和明确相应的安全机构、安全职责及责任人,小型勘察作业班组也应明确主要人员的安全职责。

2 单位应制定和规范勘察作业人员的上岗要求,目前一些省(市)已经由省建设协会统一实施考试,并颁发上岗证的做法,有些单位自己也制订了一些具体的上岗要求与岗位管理办法。总之各单位应经常组织学习、进行安全教育,每次现场勘察前也应进行安全教育。

3 搜集资料,了解并查看场地内地上、地下的各种管网或建(构)筑物情况,必要时可先对地下各种管网或建(构)筑物进行专门的勘探(或物探)。认真识别现场的各种危险源,并制定相应的安全防护措施和可行的勘察方案。

4 在有毒或有害环境中勘察作业时,应配备相应的防护设施与设备,并在确保人员与设备安全的前提下开展工作,做好相应的安全防护工作。

5 针对不同的危险源,制定相应、具体的应急预案。应急预案应完备,具有可操作性及可实施性。

4 地面建筑工程和管线类工程

4.1 一般规定

4.1.4 场地或其附近存在对建设工程安全有影响的不良地质作用和地质灾害,如滑坡、岩溶、地裂缝及采空区,应对其不良地质作用和地质灾害进行专项勘察工作,以便查明其类型、规模、范围、大小、危害程度及治理措施的难易程度等。本规范未包括泥石流、崩塌、危岩等不良地质作用和地质灾害,主要是煤矿建设中不多见,勘察遇到时也应进行专项勘察。

本条中的“附近”指的是不良地质作用和地质灾害(如滑坡、崩塌、泥石流等),虽然位置处在建设场地范围以外,但一旦发生(向场地方向发生),就可能影响到场地安全,此不良地质作用和地质灾害不论距离建设场地有多远,均属于本条款所说的“附近”;反之如果这些不良地质作用和地质灾害即便发生,但不影响建设场地安全(向远离场地方向发生),即使其距离建设场地再近,也不属于本条款所说的“附近”。

一般情况下建设方和设计方在可行性研究阶段就初步拟选了建设场地,但由于受专业知识的限制,建设和设计人员对备选场地的稳定性、滑坡、泥石流等其他不良地质作用的现场认知可能存在不足或偏差,有时难以发现存在的安全隐患。给建设场地的使用带来了巨大麻烦,处理不良地质作用和地质灾害花费巨大,且大大延长建设周期,有时不得不重新选择建设场址。为避免此类情况发生,本条款要求当场地或其附近存在对建设工程安全有影响的不良地质作用和地质灾害时进行专门的勘察,这十分必要,应严格遵守。同时广大勘察技术人员也应积极参与选址工作,必要时可进行专门的选址勘察。

4.2 各阶段勘察技术要求

4.2.5 对本条第 2、3 款说明如下：

2 本规范附录 B 的内容与现行国家标准《油气田及管道岩土工程勘察规范》GB 50568 的规定基本一致，当设计或施工对“土石开挖等级”有特殊要求时应按相应的规范或标准执行。

3 本规范附录 C 的内容与现行行业标准《公路工程地质勘察规范》JTG C20 的规定基本一致，当设计或施工对“隧道围岩级别”有特殊要求时应按相应的规范或标准执行。

4.2.9 本条是针对煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程勘察而规定的技术要求，对线路类工程不适用。线路类工程应针对实际情况（设计要求与地质条件的复杂程度等）确定采取原状土试样和进行原位测试的勘探点数量，必要时每个勘探点均应采取原状土试样或进行原位测试。

初步勘察阶段液化判别时可只采用标准贯入试验法或其他的有效方法，勘探点的数量以能总体判别及总体评价为原则。

4.2.10 初步勘察应完成初步勘察阶段所要完成的所有内容要求，但有时由于场地条件太复杂或受现场条件的限制，致使初勘报告未能包括所有初勘内容（或应完成的所有内容），此时应对初步勘察未完成的内容进行说明，并提出补充勘察或在下一阶段继续勘察的要求。同时应对影响建设工程的地下水或泉等宜提出长期监测的建议，以便为详勘或施工图设计与后期维护管理、调整或补强原设计提供第一手资料。

4.2.11 本条共包括有 9 款，是对一般情况的基本要求，下面对本条第 1～7 款说明如下：

1 取得附有坐标和地形的建设工程总平面图，掌握平场标高、建设工程性质、规模、荷载大小、基础埋深、变形要求等设计资料是勘察的前提，也是十分必要的。如荷载大小决定了勘察深度、勘察方法及地基评价、地基处理等内容，基础埋深决定了勘察深

度、基坑围护设计与围护方式、剪切试验方法等。需要说明的是,不是本条款中所列内容都必须清楚才能勘察,应以能满足勘察方案制定与不影响勘察工程评价为原则。

2 详勘要求对不良地质作用提出整治的方案建议,故初勘未查明不良地质作用的分布范围、发展趋势和危害程度时,应进一步查明;另外为满足整治设计的要求,也需要进一步探查,为整治设计提供翔实、准确的资料。

3 地基均匀性评价是勘察报告的基本内容之一,现行行业标准《高层建筑岩土工程勘察规程》JGJ 72 对地基均匀性作了如下规定:

符合下列情况之一者为不均匀地基:

(1)地基持力层跨越不同地貌单元或工程地质单元,工程特性差异显著。

(2)地基持力层虽属于同一地貌单元或工程地质单元,但遇下列情况之一:

1) 中~高压缩性地基,持力层底面或相邻基底标高的坡度大于 10%;

2) 中~高压缩性地基,持力层及其下卧层在基础宽度方向上的厚度差值大于 0.05 倍的基础宽度。

(3)同一高层建筑虽处于同一地貌单元或同一工程地质单元,但各处地基土的压缩性有较大差异时,可在计算各钻孔地基变形计算深度范围内当量模量的基础上,根据当量模量最大值 E_{smax} 和当量模量最小值 E_{smin} 的比值判定地基均匀性。

当量模量最大值 E_{smax} 和当量模量最小值 E_{smin} 的比值大于地基不均匀系数界限值 K 时,可按不均匀地基考虑。 K 见表 2。

表 2 地基不均匀系数界限值 K

同一建筑物下各钻孔压缩模量 当量值 $\bar{E}_s$ 的平均值(MPa)	≤ 4	7.5	15	> 20
不均匀系数界限值 K	1.3	1.5	1.8	2.5

表 2 中在地基变形计算深度范围内,某一个钻孔的压缩模量当量值 $\bar{E}_s$ 应根据平均附加应力系数在各层土的层位深度内积分值 A 和各土层压缩模量 E_s 按下式计算:

$$\bar{E}_s = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{E_{si}}} \quad (1)$$

上述第 3 款中的第(3)项是地基均匀性评价的重点,也可采用建筑物短边方向或相邻柱距的压缩模量进行比较,当条件允许时直接估算不均匀沉降或沉降差更直截了当。

4 提供地基变形计算参数是勘察基本要求之一,预测变形特征首先要估算变形,对均匀荷载下的均匀地基可以估算平均沉降量(如矩形基础可选择一角点、一个长边中点、一个短边中点和矩形中心点的 4 个估算点的平均值),对不均匀地基除应估算平均沉降量外,还应估算倾斜值。

5 对工程不利的埋藏物不仅要看勘探点是否遇到或揭露,也要通过现场调查与分析等来评价。

6 地下水位变化幅度应通过搜集资料和调查分析确定。

7 见本规范第 8.5.6 条条文明。

4.2.14 本条是对采取原状土试样和进行原位测试的工作提出的技术要求,与现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的要求基本一致,只是对第 1 款进行了调整,并增加了第 5 款~第 11 款等 7 款内容,对本条第 1、5、6、9 款说明如下:

1 取原状土试样和进行原位测试的勘探点数量及取样孔数量均少于现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 第 4.1.20 条第 1 款的数量要求(《岩土工程勘察规范》分别为 1/2 和 1/3)。我们认为原状土试样和原位测试的质量和代表性更主要,当然现场钻探时应对岩性进行严格鉴别,发现异常时应及时补取土试样或进行原位测试。

5 对影响沉桩或地基处理的薄夹层或透镜体应单独分层,并

取样、测试。在一些地区(如邯郸等地)深部存在胶结和半胶结的土层,厚度多在 30cm~80cm 间,呈薄层或透镜体状,勘察单位往往不重视,更未单独描述与分层,致使很多工程沉桩(如静压管桩)失败,造成大量截桩、补桩(引孔或改灌注桩)事例。

6 对高灵敏性粉土(或高灵敏性黄土状粉土)应取样测定其灵敏度。这些年勘察时对高灵敏性粉土(或高灵敏性黄土状粉土)的重视不够,勘察单位不测定其灵敏度,混为一般粉土对待,出现了不少工程问题。如山西某选煤厂基础施工完后就出现的不同程度的沉降,调查结果为边上回填土振动碾压,致使高灵敏性黄土状粉土触变、沉陷所致;再如邯郸某基坑工程,设计为排桩+锚索,采用坑内、坑外同时降水方案,但粉土仍从桩间流入基坑,无法下挖施工。分析后认为粉土具高灵敏性、持水性好,受周边施工运输影响产生触变、流动所致。

9 此款主要是对液化判别勘探点的数量做了规定,主要是针对目前勘察时对液化地基勘探点评价的数量严重偏少的实际情况而规定的,主要目的是避免勘察中的随意性以及确保勘察评价的可靠性。整个场地范围内的液化判别勘探点宜均匀分布,为液化的分区评价提供第一手数据。单个煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程(建构筑物)勘察时不少于 2 个的要求,也是考虑 1 个液化判别勘探点不具代表性,且标准贯入试验击数具有离散性的实际情况而规定的。对液化粉土地基应从贯入器内取样测定其黏粒含量,这是液化评价的要求,此黏粒含量和标准贯入试验击数相对应,不能用粉土层中其他土试样的黏粒含量来代表标准贯入试验点的黏粒含量,用做液化判别。

4.3 原煤生产系统详细勘察

4.3.2 对本条第 1、6 两款说明如下:

1 本款规定“一般性勘探孔不应小于 1 倍的基础宽度,并进入到稳定分布的地层”,这里的基础宽度是对筏板基础或环形基础

的直径而言的。

6 本款中的“刚性桩复合地基”是指采用钢筋混凝土桩、素混凝土桩、预应力管桩、大直径薄壁筒桩、水泥粉煤灰碎石桩(CFG)、二灰混凝土桩及钢管桩等的桩、土共同作用的地基,对深层搅拌桩及石灰桩等复合地基宜根据设计要求确定一般性勘探孔的深度。

4.4 洗选系统详细勘察

4.4.1 本条表 4.4.1 中勘探点间距(如 12m~24m 或 24m~42m 等)主要是考虑框架柱或排架柱的车间、厂房的常规设计柱距 6m、9m、12m 的情况而规定的。

4.5 储装运系统详细勘察

4.5.2 对本条第 1、3 款说明如下:

1 《油气田及管道岩土工程勘察规范》GB 50568—2010 第 4.2.20 条规定的勘探点间距见表 3,此勘探点间距主要是针对长输管道而规定的,间距较大。

表 3 详细勘察勘探点间距(m)

岩土工程勘察等级	间 距
甲级	200~300
乙级	300~500
丙级	500~1000

《市政工程勘察规范》CJJ 56—2012 第 8.4.2 条规定中的勘探点间距见表 4,可见表 4 的中勘探点间距较表 3 要小得多。

表 4 详细勘察勘探点间距(m)

场地或岩土条件复杂程度	埋深小于 5m,明挖施工	埋深小于 5m~8m,明挖施工
一级	50~100	40~75
二级	100~150	75~100
三级	150~200	100~200

考虑到煤矿矿井与选煤厂中的管道不是长输管道(本规范不

适用于长输管道和地质条件复杂的长隧道),且往往场地条件较复杂,故本规范规定“管道线路工程的勘探点间距宜为 200m~500m”。

第 3 款中的“管道穿越湖泊或较宽大的河流时宜在水中布置勘探点,其位置宜避开管道轴线 10m~15m”,这里的管道穿越是针对水平定向钻、顶管等非开挖穿越方式而定的。管道穿越湖泊或较宽大的河流时,一般不会采用挖沟埋设方式,而是采用非开挖穿越方式,本条款规定勘探点位置避开管道轴线一定距离,主要是防止施工时因钻孔封孔不严造成透水事故以及对今后穿越施工带来其他工程隐患。

4.5.3 对本条第 1、2、4 款说明如下:

本条第 1、2 款为正常隧道区段的勘探孔间距和数量要求,不包括隧道进、出口处的勘探孔。对于岩溶发育区的水下隧道,勘探孔间距可适当加密,以查清工程地质及水文地质条件。

第 4 款规定“勘探孔宜布置在隧道两侧 6m~10m 的范围,对岩溶地区和水下隧道,勘探孔宜左右交错于隧道两侧 10m~15m 的范围”,此规定主要是防止施工时因钻孔封孔不严造成透水事故以及对今后穿越施工带来其他工程隐患而定的。

4.6 辅助生产系统详细勘察

4.6.1 对本条第 2 款说明如下:

对蒸发式锅炉:单台(2t/h~4t/h),总容量小于 20 t/h 时为小型;单台(6t/h~10t/h),总容量为(20t/h~60t/h)时为中型;单台 20t/h 或 35t/h,总容量大于 60 t/h 时为大型。考虑到矿井多用蒸发式锅炉,目前最大的锅炉也仅在中型范围。但中型所需的建筑结构较大,4 个勘探点难以满足设计要求,故本款规定对总容量大于 20t/h 锅炉房可按其柱列线布置勘探点,间距宜为 18m~36m。

4.6.4 对本条第 1 款说明如下:

本款中“地质条件简单的区段可间隔 3 个~5 个塔(杆)基布

置 1 个勘探点,中等复杂区段可间隔 1 个~3 个塔(杆)基布置 1 个勘探点……”的规定是指 110kV 以下的普通架空送电线路塔(杆),不适用于高大、长距离的“铁塔”塔基勘察。对煤炭矿井工程的架空送电线路,一般出现较高大、较长距离的“铁塔”多为“耐张、转角、临坡、跨越及终端”的塔基,其勘探点布置可按本条第 2 款的规定执行,地基复杂时宜可一塔基布置 2 个或 2 个以上的勘探点。

4.7 行政公共建筑详细勘察

4.7.2 对本条第 2 款说明如下:

本款规定高层建筑与裙房、地下车库等一并勘察时,其勘探点的布设可适当兼顾,但应满足高层建筑的布点要求,同时满足基坑工程的设计要求。对“兼顾”理解作如下说明:

当车库超出高层建筑部分小于勘探点间距、地基条件简单,且勘探点间距合适时可以将勘探点布在地下车库外侧(高层角点的地层采用内插法确定),但当发现地层有较大变化时应补点查明建筑物周边的地层分布,为评价或估算不均匀沉降提供准确的地层资料;当地质条件复杂及车库范围较大时不宜“兼顾”,宜各自布置勘探点。

5 边坡工程

5.1 一般规定

5.1.3 本条规定了边坡详细勘察勘探线、点布置的一般原则,初步勘察时可增大勘探线间距,勘探线上的勘探点也可适当减少。对基岩出露区可用测绘点代替部分勘探点。

5.2 岩质边坡

5.2.1 岩体类型对岩质边坡稳定性至关重要,并决定边坡破坏形式。岩体类型划分中主要考虑岩体性质与完整程度、结构面结合程度、产状等因素,其中结构面倾角在 $27^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 之间是较危险的角度,当其临空时,边坡易滑移失稳,故将其作为主要因素之一。

边坡岩体类型可在横向和竖向上分段(或分层)划分,为兼顾边坡工程的安全和经济性,本规范按岩层厚度 5m 作为划分岩体类型指标之一。在沿边坡走向上出现不同的岩体或岩体组合时,可分段划分岩体类型;当沿边坡面垂直方向由坚硬程度不同岩石互层组成时,对厚度大于 5m 的岩层,可沿垂直方向单独划分岩体类型。划分岩体类型时应充分考虑相对软弱岩层的风化程度及完整程度等,如相对软弱的岩层位于硬岩层下部,且风化程度较严重、完整程度较差时,其上部的硬岩层的稳定性就可能会受到影响。

5.2.2 边坡工程地质测绘内容应按本规范第 10.2.3 条要求进行,本条款只是对岩质边坡的重点部位要求布置测绘点而已。岩质边坡的稳定性与区域构造应力场有很大关系,因此应通过搜集资料,分析确定主应力场的方向。

5.3 黄土边坡

5.3.3 目前黄土高边坡多采用多级放坡形式进行处理,这就要求查清坡顶、坡底之间的土层性质,故对多级放坡边坡应在本规范表 5.1.3 的基础上适当增加勘探孔数量。

在山西等地曾多次发现两类边坡失稳的情况,一类为坡脚土体强度不够而失稳;另一类为上部为黄土、下部为强风化岩层的边坡,此类边坡稳定与否取决于强风化岩层的强度(或浸水情况)和强风化岩层是否存在与边坡倾向一致的软弱结构面等,勘察时应引起注意,并适当增加勘探点,查明强风化岩的性质及可能的浸水情况。

5.3.6 由于黄土的特殊性致使黄土边坡的稳定性计算结果与实际情况相差较大(即实际稳定,而计算结果却不稳定),而目前也没有更好的计算模型与计算方法。通过调查,一些单位采用天然状态下土试样的直接剪切(固结快剪)试验或三轴试验的峰值指标进行计算与评价边坡稳定性,当然前提条件是边坡在使用期间不浸水且具有成熟的地方经验。

5.3.8 对自重湿陷性黄土组成的边坡,应进行边坡和坡脚浸水的可能性分析,尤其是坡脚浸水的可能性分析,因为一旦坡脚浸水就可能造成边坡失稳。

对中~强湿陷性的非自重湿陷性黄土边坡,一旦坡脚浸水也会造成坡脚强度大幅下降,进而造成边坡失稳。这里的湿陷性强烈程度划分应符合现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 的规定,即 $0.015 \leq \delta_s \leq 0.03$ 时为弱湿陷性; $0.03 < \delta_s \leq 0.07$ 时为中等湿陷性; $\delta_s > 0.07$ 时为强湿陷性。

5.4 填土边坡

5.4.3 填土下遇到冲沟时应增加平行于冲沟的勘探线,并加密勘探点,这很有必要。当然搜集原地形地貌资料,以查清填土下冲

沟的位置、形态、宽度、深度不失为更有效的方法,但有时搜集不到原地形地貌资料,这时就需要加密勘探点,以查清冲沟的分布。

5.4.7 矸石填土是煤矿巷道掘进与开采过程形成的一种常见填土类型,此类矸石多为泥岩、泥质岩、泥质砂岩等,其耐风化性差。由于含有煤矸石或煤块煤粉可能还有自燃性,由于泥岩、泥质岩成分常常具有膨胀性等特殊工程性质,这对边坡的影响很大,给设计与加固处理带来的很大难度,故提出了查明其耐风化性、自燃性及膨胀性等特殊工程性质的要求。

5.5 强度参数与稳定性评价

5.5.4 边坡岩体等效内摩擦角是考虑了黏聚力在内的假想内摩擦角,也称综合内摩擦角,是为了方便治理设计时计算岩石压力而提出来的,不适用于边坡稳定性评价。规范表 5.5.4 中的数值是通过大量边坡工程实践总结得出的经验值。本条注 2 中“当边坡高度大于 30m 时,宜取低于表中的数值使用;当边坡高度大于 50m 时,其岩体等效内摩擦角应通过专门研究确定”的规定主要是针对目前研究程度不够、经验不多的实际情况规定的。

5.5.6 边坡稳定性定量计算之前,应先进行稳定状态的定性判断,主要考虑岩质边坡结构面的性质及其空间组合、土质边坡状态、湿化性、抗剪强度及地表地下水的活动影响、黄土边坡土层的密实程度和地层年代、成因、不同时期黄土的接触情况、水文地质条件及主要力学指标的变化幅度、填土边坡填料粒径大小和形状,密实程度和胶结情况、接触面产状、坡度大小、地下水在接触面的活动以及基岩面的风化情况等因素。

5.5.7 边坡稳定性评价方法分为定性和定量两类,工程地质类比、坡率法、赤平极射投影等定性方法适用于初步判断和对工程影响一般的边坡;极限平衡法、有限元数值计算等定量方法用于安全等级高及对工程影响大的边坡。当岩质边坡存在贯通性较好外倾结构面或边坡类型为Ⅲ、Ⅳ类时应进行稳定性定量评价。另外,边

坡各段条件和稳定性可能不同,因此对长度大的边坡宜分段评价,并分段选取强度参数。

5.5.9 边坡工程稳定安全系数 F_{st} 根据其安全等级分别确定,重点考虑边坡失稳后所造成的后果,安全等级高的边坡稳定安全系数 F_{st} 也高。当定量稳定性计算得出的稳定性系数 F_s 小于 1 时应定为不稳定, F_s 处于 1~1.05 之间时为欠稳定, $1.05 < F_s < F_{st}$ 时定为基本稳定, $F_s \geq F_{st}$ 时为稳定边坡。原则上稳定性达不到安全系数 F_{st} 的边坡均应建议进行治理。

6 基坑工程

6.1 一般规定

6.1.1 基坑工程一般属煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程的一部分,往往是随矿井建设工程一次性勘察。勘察时先取得相关资料是勘察的必要前提与依据,应尽量收集,当然在基坑设计前也还可能发生设计情况的改变。

第3款中取得“场地及周边地下管网、地上与地下建(构)筑物的分布图”是安全要求,尤其是勘察范围内的地下管网、地上与地下建(构)筑物分布情况。此规定主要是对现场勘察而言的,不适用场地及周边地下管网特别复杂的情况,当场地内及周边地下管网特别复杂时应进行专门的调查与勘察;另外为基坑支护设计、土方开挖与支护施工提供地下管网、地上与地下建(构)筑物等资料时也宜进行专门的调查与勘察。

6.2 勘察方法与工作量布置

6.2.2 本条规定了基坑工程勘察范围、勘探点布置和勘探点深度的原则要求,此仅对本条第3、4两款说明如下:

3 根据理论分析和基坑工程实际监测资料,基坑影响范围一般在开挖深度的1倍~2倍(土质基坑),在深厚软土地区一般也不超过基坑深度的3倍。在周边环境条件复杂或有障碍物的情况下,有时无法在基坑外一定范围布置勘探点,满足不了上述要求,故应通过调查或其他方法取得相关地层资料,并结合场地内的勘察资料进行综合分析。

本条款中“基坑外应布置勘探点”,如:“土质基坑勘察宜控制到基坑深度的1倍~2倍”,此处“基坑深度的1倍~2倍”指的是

从基坑坡底线向外算起的距离。

4 本条第 1、2 款是对基坑工程勘察的布点要求,即正常情况下是沿基坑周边布置的,这对基坑四周的围护设计是必需的。但当基坑范围大,基坑底部以下存在承压水含水层,且有突涌的可能性时,增加了在基坑范围内的区域布置勘探点的技术要求,以查明承压水含水层的顶板分布情况。在邯郸某基坑工程,下部存在承压水含水层,但按基坑四周的地层剖面计算时不突涌,然而在基坑中部区域存在与承压含水层相联通的砂透水层(此为承压含水层上部的非透水层或弱透水层的夹层),而按此砂层顶板计算却突涌,故本条增加了此款要求。

6.3 试验方法、参数选取与分析评价

6.3.3、6.3.4 土质基坑的抗剪强度指标应提供统计标准值,以保证参数的代表性。本条规定了各类土和工程条件下的剪切试验方法及剪切指标取值原则,并对土质基坑抗剪强度参数选取、稳定性及土压力的计算做了专门规定。

稳定性计算时一般采用“标准值”,但本规范第 6.3.3 条第 4 款规定“红黏土及膨胀土宜测定饱水剪切、重复剪切及无侧限抗压强度试验指标,并应结合地区经验及工程类比分析后确定 c 、 φ 使用值”;第 5 款规定“对不受水影响的非饱和黄土,当有经验时也可选择天然状态下的直接固结快剪试验,并宜结合工程类比分析后确定 c 、 φ 使用值”。这里的“使用值”是根据地区经验及工程类比对分层统计的 c 、 φ “标准值”进行修正后给出的。

7 特殊性岩土

7.1 湿陷性土

7.1.2 对本条第 1 款说明如下：

第 1 款中“勘探线、点间距应按本规范第 4 章～第 6 章的规定取小值”的规定，是针对一般情况做出的规定；对第 4 章中地面建筑工程已明确勘探点数量规定的情况，可不进行调整，仍可按原条款的规定执行。

7.2 矸石填土

7.2.4 目前对煤矸石填土中含煤成分及含量进行分析是可以做到的，但“燃烧试验”目前无固定的模式与标准要求，本规范提出此方法供技术人员研究、试验，以便以后修订时增加相关内容；对自燃的煤矸石填土应进行温度及有害气体的专门测试，目前也无统一的方法与标准，尤其是有害气体的收集方法、测试方法与测试内容等需要进一步研究确定。

7.2.5 对本条第 1、2、5、6 款说明如下：

1、2 通过对煤矿矿井建设中的矸石来源进行分析，发现矸石成分并不单一，堆填也无规律，因此第 1、2 款规定对大面积分布的矸石填土，宜查明其在水平与垂直方向上的物质组成及密实度、强度与变形差异，进而进行分层与分区。

5 矸石填土，尤其是煤矸石填土往往具有腐蚀性，且涉及长期稳定性的问题；针对矸石往往堆填在沟谷等区域的实际情况，因此应分析矸石堆填后对地表水径流与排泄的影响。在多个工程中发现矸石堆填后，原沟谷中的地表水不能像以前那样自由流动与排泄，造成水位上升。从而造成矸石填土的强度降低，矸石边坡失

稳等。山西某矿井就因类似问题在矸石填土上游(以上仍为沟谷,雨季水流量较大)修建了拦水坝,并在西侧山体上开凿了输水隧道,将矸石填土上游的沟谷雨水排到场地(山脊)西侧的沟谷,减少或消除地表水对场地的影响。

6 在矸石填土的边缘区域,原坡底或沟谷底部的天然坡度大于 20%,应验算其整体稳定性。一是填土边坡稳定评价的要求,一是原沟谷底可能存在水流等不利影响,勘察评价时应注意。

7.3 人工冻融土

7.3.1 搜集冻结法设计、施工资料可根据每个冻结孔冻结影响范围初步确定冻融区大致范围,为合理布置勘察孔位置提供依据。

人工冻融土是采用冻结法施工,后经自然或人工解冻的特殊性岩土,其物理力学性质与未冻结的原状岩土相比发生了较大变化。煤矿冻结法施工主要用于主井、副井井筒等施工中。冻结法施工是利用人工制冷技术,即在冻结区布设冻结孔,采用低温盐水循环使地层中的水冻结,把天然岩土变成冻土,增加其强度和稳定性,隔绝地下水与地下工程的联系,以便在冻结壁的保护下进行竖井和地下工程开挖与衬砌施工的特殊施工技术。冻土的解冻方法有自然解冻法或人工解冻法,自然解冻法利用自然地温使冻土随时间慢慢解冻,自然解冻时间一般需要 2 年~3 年以上;人工解冻法为在地面设置水箱、用锅炉烧大量热水,利用原来冻结孔对冻结的地层进行热水循环,达到快速解冻的目的,一般快速解冻时间可缩减到 2 月~3 月。

7.3.4 对本条第 1、2、4、5、6 款说明如下:

1 分别在冻融区和非冻结区采用多种勘察手段,获取可对比的静力触探、标贯、波速等原位测试数据,以便更好了解冻融土与正常土性质的差别。

2 冻融土为特殊土应按复杂地基进行勘察。由于在煤矿建设中冻结法主要用于井筒的施工,井筒冻结区一般为一个环状冻结区,且范围不大,故勘探点可布置在四个互相垂直的方向,每个

剖面在冻融区和非冻结区各布置 2 个勘探孔。如勘探孔不能确定冻融区的范围,需加密勘探孔。

4.5 冻融土本身具有其复杂性,本着使数据量变得更充分,所以把取样及原位测试数量较一般土的要求进行了适当增加。同一地层冻融土含水量比非冻融土含水量要高,因此含水量是一个重要评价指标,所以岩土试样要严防水分流失,及时送检试验。

6 可以通过对试样温度的测量判断土层是否解冻融化,一般冻融土温度比正常土要低,融化时间不长的冻融土温度在零度以下,甚至含有冰块,由此可判断冻融区范围,亦可根据土层的温度估计融化时间的长短。

7.3.6 冻融土与正常土的性质一般差别较大,在不同的时间段勘察也有一定的变化。冻融的过程即是水的迁移过程,冻结过程水分向冻结面迁移产生冻胀,融化过程水分向周围排泄产生融沉。冻融土在其刚刚融化时其力学指标最差,随时间逐渐固结,强度会逐渐恢复。因此对冻融土进行第多次勘察,通过每次勘察成果资料与正常土指标对比,更好掌握冻融土恢复情况。

某矿井主井井筒采用冻结法施工,自 2004 年 3 月 28 日开始正式冻结,2004 年 10 月 26 日停止冻结,累计冻结 212 天,冻结深度为 307m。由于工期紧迫,2005 年 5 月初采用人工解冻,解冻深度为 60m。解冻利用原冻结孔,采用热水循环,解冻孔间隔布置,自 2005 年 5 月 15 日开始解冻,2005 年 7 月 31 日停止解冻,累计解冻时间为 76 天。本工程冻融土勘察共完成勘探点 28 个,总进尺 1011.80m,其中钻探孔 21 个,进尺 760.90m,静探孔 7 个,进尺 250.90m,采取原状土试样 314 件。综合分析结果如下:

(1)冻融前后土的物理力学性质指标有明显的差异(略)。

(2)冻融土分析:

1)冻结过程中有水分迁移现象,即地下水向冻结面迁移,会导致融化后土的含水量增大。

2)由于水分迁移的作用使融土含水量增大,对于排水不畅的

黏性冻融土层会导致其孔隙水压力的上升,使有效应力减小,导致土层力学强度降低。对于排水通畅的粉(砂)冻融土层,冻融过程使颗粒重新排列,导致土层力学强度降低。

3)冻融过程对土层的承载力影响:软~可塑状态黏性土下降40%~60%,硬塑状态黏性土下降25%~40%,坚硬状态黏性土下降8%~15%;稍密~中密状态粉(砂)土下降30%~50%,密实状态粉(砂)土下降15%~30%。

4)冻融土的固结与土层排水条件和应力状态有关,相同应力状态下排水好固结快,相同排水条件下应力大固结快,一般粉(砂)土的固结快于黏性土。

5)由于冻融过程对土的影响是多方面的,建议对冻融土勘察时采用多种方法互相对比,重视现场鉴别,多取土多试验,特别是要多采取原位测试,由于该过程与时间相关,不能只进行一次勘察,应根据实际情况进行多次勘察,并对比成果资料。

6)冻融过程对可塑的黏性土、稍密~中密粉(砂)土影响大,对硬塑的黏性土、密实粉(砂)土影响较大,对坚硬的黏性土影响小。

7)冻融过程对土层强度的影响见图1。

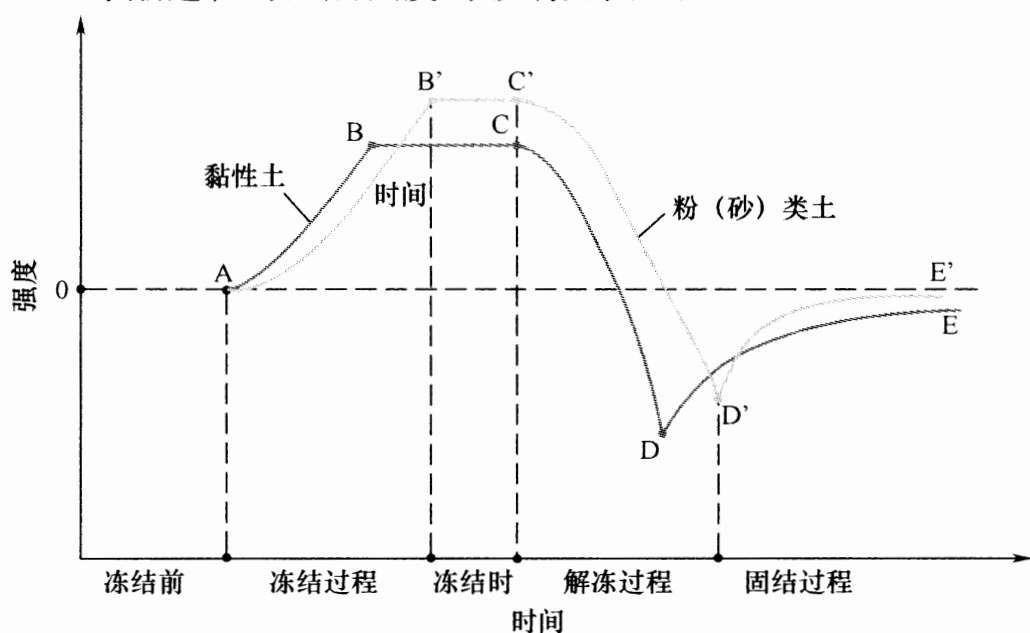


图1 强度变化趋势示意图

8 不良地质作用和地质灾害

8.1 滑 坡

8.1.1 根据我国国情和习惯做法,滑坡勘察阶段宜与设计阶段相适应。可行性研究勘察应评价滑坡对拟选场址的稳定性和适宜性影响,满足确定场地方案的要求;初步勘察应评价滑坡对拟建场地内的各建筑地段的稳定性影响,满足滑坡防治初步设计的要求;详细勘察应对滑坡的防治进行岩土工程计算和评价,满足滑坡治理施工图设计的要求。

对滑坡规模不大,岩土工程条件较简单,或有滑坡治理经验的地区,可以合并勘察阶段。

本条规定是对滑坡勘察工作的基本要求,各款内容均与滑坡稳定性分析评价密切相关。但由于滑坡的条件及滑坡的发育程度存在较大的差异,对各款的内容可结合滑坡具体工程的实际情况确定。

8.1.2 由于滑坡的规模不同,滑动面的形状不同,很难对滑坡勘察做出统一的工作量要求,故勘察人员可根据实际情况确定。本条第1款规定了详细勘察的勘探工作量布置要求,初勘时的勘探线和勘探线间距可结合场地条件布置,以基本查明滑坡体形态为原则,确定主滑方向且至少应有主滑方向的勘探剖面线。

滑坡勘察,布置适量的探井以直接观察滑动面,并采取滑面的土试样试验是非常必要的。动力触探、静力触探有助于发现和寻找滑动面,故适当布置动力触探、静力触探孔是有益的。

8.1.3 对本条第3款说明如下:

3 反演分析法计算滑动面抗剪强度时,滑坡稳定系数 F_s 值的选择非常重要, F_s 值的较少差异就会使反算结果相差很大,详

见表 5。

表 5 抗剪强度反演计算滑坡稳定系数 F_s 值的选择

F_s	假定 φ 值 (度)	反算求得 c 值 (kPa)	假定 c 值 (kPa)	反算求得 φ 值 (度)
0.95	7.5	2.0	5.0	7.3
1.00	7.5	4.8	5.0	12.63

反分析时,当滑动面上下土层以黏性土为主时,可以假定 φ 值,反求 c 值;当滑动面上下土层为砂土或碎石土时,可假定 c 值,反求 φ 值,这样比较容易判断反求的 c 、 φ 值的合理性和可靠性。

8.1.6 对滑坡进行监测应始于初步勘察,详细勘察期间也应进行相应的监测。滑坡整治工程结束后的监测工作应按设计要求及有关规定执行。

勘察期间的监测,对滑坡勘察及评价非常必要,勘察单位及勘察技术人员应注意这方面的工作,并选择适宜的监测内容与监测方法。滑坡整治工程结束后的监测则有利于了解处理效果、防止出现偶然的灾害性事故以及总结经验,监测的手段和方法很多,技术人员应根据滑坡的具体情况进行布置,监测的周期不宜少于一个水文年。

8.2 岩 溶

8.2.2 本条款对地面建筑工程和隧道等地下建设工程的勘察内容做了规定,一般情况下,地面类建筑工程处在地表或地下较浅的深度内,多受岩溶垂直发育带的影响;隧道等地下建设工程处在地下深部,多受岩溶水平发育带的影响,故这两类工程勘察内容及勘察重点有所不同。实际工作中,技术人员应根据具体的场地古地貌形态、地壳升降及侵蚀基岩面的历史变迁,结合现地形地貌特征、场地或区域河流的发育与位置分布等分析场地所处的岩溶垂直分带性,并根据其岩溶垂直分带性确定勘察重点和勘察内容。岩溶的垂直分带性类型可按图 2 划分。

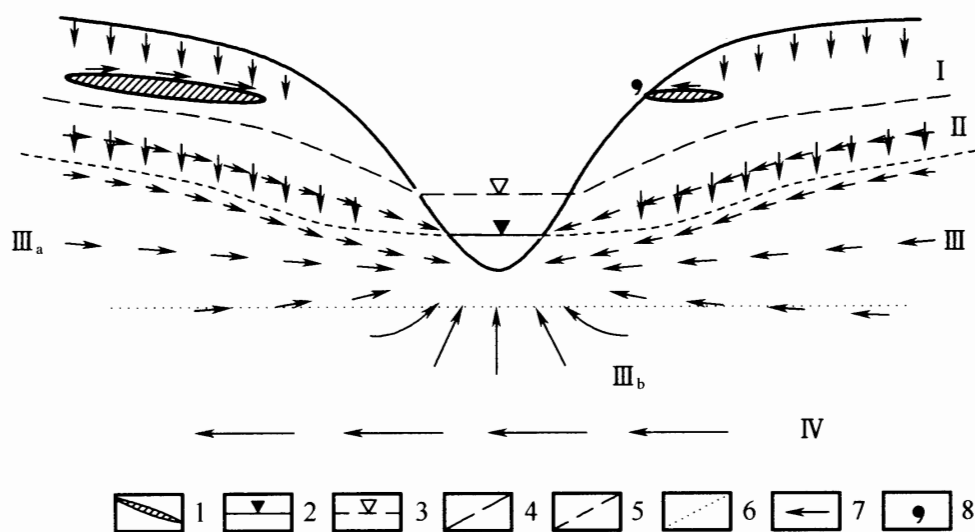


图 2 岩溶垂直分带示意图

1—隔水层;2—平水位;3—洪水位;4—最高岩溶水位;5—最低岩溶水位;
6—上层滞水;7—水流方向;8—悬挂泉;I—充气带;II—季节变化带;
III—全饱和带;III_a—水平循环亚带;III_b—虹吸管式循环亚带;IV—深循环带

1 高阶地垂向岩溶发育带:场地处于河流的高阶地区段,地下水以垂直渗透为主,表层易形成溶隙、岩溶漏斗、落水洞、溶沟及溶槽等垂向岩溶类型。

2 低阶地水平向岩溶发育带:场地处于河流的低阶地区段,地下水以水平运动为主,且呈现与河流互补的状态。岩溶类型以水平溶洞或地下河为主,当不存在较高的阶地时往往在表层形成深大的溶沟与溶槽。

8.2.3 土洞是岩溶勘察的主要内容之一,分析土洞的形成原因及土洞顶板坍塌的可能性是岩土工程评价的重要内容,常见的理论有:1. 潜蚀—土洞冒落机理;2. 渗流破坏—流土—漏失机理;3. 真空吸蚀(虹吸)破坏机理。

8.3 地 裂 缝

8.3.1 地裂缝是由内动力地质作用(地震、活动断裂)或外动力地质营力作用(重力作用、环境作用、人类工程活动)在第四系松散覆地层内产生错动,在地表面出现破裂行迹,是一种地质灾害现象。

特别是新构造运动活跃地区由于地震、全新活动断裂形成的构造式地裂缝或第四系厚松散层过量抽采地下水所产生的重力式地裂缝具有地域性、规模大特征,给工程建设造成了严重的危害。

8.3.2 本规范附录 E 的地裂缝的工程分类主要是按地裂缝形成的应力场类型进行的单一成因分类。工程实践中的地裂缝在成因主次、形成时效、继承性、伴生关系、单一或复合成因等方面较为复杂,往往是多成因的,岩土工程师应从区域地质构造、地震分区、地质灾害类型、特殊土类型、人类工程活动诸方面对地裂缝的工程类型作出综合判断。地裂缝形成原因按内、外地质营力作用情况分为两大类,即构造式地裂缝和重力式地裂缝。在大类中又按具体工程作用成因分成若干小类。由于我国疆土范围辽阔,到底以哪种成因的地裂缝最为发育、对工程影响最大,各地区均不相同。目前许多地区对裂缝的成因尚存在分歧。

总体上讲,对地区经济的可持续发展和城乡建设总体规划造成的影响最大且最为常见的地裂缝是新构造运动活跃地区由于地震、全新活动断裂形成的构造式地裂缝或第四系厚松散层过量抽采地下水所产生的重力式地裂缝,本规范所指地裂缝就是这两种类型,或二者的叠加。

由于构造式地裂缝与构造活动有关,对于隐伏活动断裂之上的覆盖层达到多厚,就可以不考虑下部活动断裂的错动对地面建筑的影响,按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 第 4.1.7 条的条文说明,本规范确定地裂缝场地勘察钻探孔深度宜不超过 50m。

8.4 采 空 区

8.4.1 查明垮落类型是采空区勘察主要内容之一,常见的垮塌类型有五种:“三带型”、“拱冒型”、“弯曲型”、“切冒型”、“抽冒型”。调查与勘探发现,自然界中更多是两种或几种的组合类型,技术人员在实际工作中应引起注意。

8.4.2 采空区的勘察范围应结合加固处理区外岩体塌落或沉降对建设工程及地基基础的影响确定。采空区勘察应查明采空区的范围、平面位置、开采深度、垮落类型及充填情况,判别采空区的稳定性,并根据建设工程的性质进一步评价采空区场地和地基的适宜性。

采空区的岩土工程分析与评价应在钻探资料验证的基础上进行,注意各验证钻孔中地层岩性、岩体破坏程度、岩土层扰动程度的差异性,以及与物探结果的不一致性,并应进行综合分析评价。

8.5 场地和地基的地震效应

8.5.2 本规范对抗震地段的划分沿用了现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的基本原则与内容要求,考虑到煤炭工业建设的特殊性增加了部分内容:

1 有利地段,与现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 一致。

2 不利地段增加了:一、对建设工程安全有较大影响的岩溶中等发育区段;二、存在不稳定型地裂缝的区段;三、采空塌陷边缘及地表移动尚未稳定的采空塌陷中间区段。

3 危险地段增加了:一、全新活动断裂和发震断裂带及其临近区段;二、严重影响建设工程安全的岩溶强发育区段;三、处于地表移动活跃期的采空塌陷区;四、地下储水或储毒气的掩覆老采空区。

全新活动断裂为在全新地质时期(约一万年)内有过地震活动或近期正在活动,在今后一百年可能继续活动的断裂;全新活动断裂中、近期(500 年来)发生过地震震级 $M \geq 5$ 级的断裂,或在今后 100 年内,可能发生 $M \geq 5$ 级的断裂,为发震断裂。

8.5.4 对本条第 1、2 款说明如下:

1 测试孔深度以土层剪切波速大于 500m/s 为原则,但在某

些情况下,不一定测到土层剪切波速大于 500m/s 的情况下也能准确确定场地类别,此时就不一定非要增加测试孔深度,找到剪切波速大于 500m/s 的土层(如等效剪切波速小于等于 250m/s,但大于 150m/s,此时覆盖层厚度只要大于 50m,场地类别就一定是Ⅲ类,即钻孔深度大于 50m 而土层剪切波速仍小于 500m/s 时也可终孔)。但是要注意,当进行“工程场地地震安全性评价”时,测试深度就应达到 500m/s 的土层剪切波速,否则应钻至 100m 深度。

2 根据大量实测剪切波速成果资料,坚硬与较坚硬岩石、新鲜的软质岩石及厚层的坚硬土层的剪切波速都大于 500m/s。这里需要说明的是厚层的坚硬土层是指从浅部开始,且其下无软弱土层的情况,这主要是因为地层剪切波速随着深度的增加而增加的实际情况确定的。

8.5.6 本条第 1 款规定:对液化危害程度大的重要建设工程应有两种或两种以上的地震液化判别测试方法,其中一种应为标准贯入试验法,以提高其可靠性。本规范第 8.5.3 条以外的其他地面建筑工程可只采用标准贯入试验法判别,对重要性等级为三级的建设工程,当有成熟经验时也可采用除标准贯入试验法判别以外的其他方法。

在工程实践中经常发现勘察单位在液化判别与计算时取现场勘察时的地面标高,这在初步勘察阶段尚可,但到了详细勘察阶段就应按设计平场标高计算标贯点深度及地下水位深度。现代矿山往往造成厚层填方区,对此应保证填土材料的性质及填土的处理质量,一般经过处理的填土可按有效覆盖压力考虑,对处理效果差或未经处理直接堆填的填土层可折减计算高程(平场标高)。

关于地下水位问题,目前尚无一致的意见,我们认为液化计算时是使用勘察期间的地下水位还是使用评估后的某个较高水位,是使用平场标高下的同一水位还是采用平场标高下的不同水位,应通过具体的分析确定。

场地地震液化危害程度的综合分析评价是液化评价的重要内容,这是一个较为复杂的技术问题,涉及多种因素的影响,而一些勘察单位却往往忽视此内容。综合分析评价应在单点、单孔液化计算的基础上注意下列三个层次的内容:

(1)对每个标准贯入试验点进行单独判别(俗称逐点判别),即分析单个计算点的液化情况(当标准贯入锤击数小于或等于液化判别标准贯入锤击数临界值时应判为液化),可采用图和表的形式列出各液化计算点的深度分布,进而确定液化土层的深度分布情况。

(2)按标准贯入试验孔计算液化指数,分析液化判别勘探孔及液化等级的平面分布情况,必要时进行液化等级的分区。

(3)对液化场地危害程度的综合评价是一项十分重要的内容,尤其对复杂或特殊的建设场地,不能简单地根据“液化等级”确定其液化危害程度,还应考虑各种不利因素的影响。如倾斜场地或液化土层临空时就有可能造成液化后的土层失稳或滑动,其危害程度远大于液化本身,勘察技术人员应给予高度重视。

8.5.7 在以往审查的架空送电线路、管道线路工程详细勘察报告中,经常出现所有勘探点深度均为地面下 6m,这在正常情况下满足了设计使用要求,但忽略了 6m 以下可能存在液化土层的情况。为此本规范强调:初步勘察与详细勘察合并进行时,应对可能的液化区段进行地震效应的勘察,即应进行土性与地下水的调查,对有可能存在液化的区段,勘探点深度应超过 6m,而液化判别深度则不超过地面下 15m。本规范第 4.1.3 条也是针对此情况而做的规定。

8.5.8 一般饱和砂土、粉土的液化在现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中有明确的要求及判别方法,煤炭建设工程勘察遇到时可按此规范执行。由于相当一部分煤矿矿井与选煤厂建在黄土分布区,而饱和黄土(粉土)的液化又是一个较为普遍的地震效应问题,因此本规范增加了饱和黄土(粉土)液化初步判别的

内容。

中国地震兰州地震研究所的张振中教授对此进行了深入研究,2001 年建筑出版社出版的《湿陷性黄土研究与工程》杂志中刊出了张教授“黄土动特性研究进展与展望”的论文中对黄土(粉土)液化的初步判别给出了表 6 的研究成果:

表 6 饱和黄土液化初判条件

无侧限抗压强度 q_u		$\leq 50\text{kPa}$
实测标准贯入锤击数 N		$\leq 4(\text{击})$
土的灵敏度		≥ 4
粉粒含量(%)	设防烈度为 7 度 0.10g(0.15g)	$\geq 85(80)$
	设防烈度为 8 度 0.20g(0.30g)	$\geq 75(60)$
	设防烈度为 9 度 0.40g	≥ 50

表 6 中粉粒为 $d=0.05\text{mm}\sim 0.005\text{mm}$ 。

本规范考虑到饱和黄土(粉土)无侧限抗压强度的取样、制样、试验测试都存在较大的扰动及不确定性,其无侧限抗压强度可信度不高,故正文中去掉了无侧限抗压强度的判别内容。

关于 Q_3 黄土的说明。一般情况下,第四纪晚更新世(距今约 1 万~15 万年) Q_3 黄土不液化,但具备下列条件时就有发生震动液化的可能:一是时代较新的 Q_3 黄土,二是有地貌较为平坦或缓斜坡的黄土完整土层,三是地下水位较浅或有其他水源补给。1920 年我国海原 8.5 级地震就引起了宁夏固原附近石碑塬液化移动的现象,石碑塬液化发生于清水河的二、三级阶地上,就是 Q_3 黄土液化的实例。

关于黄土的饱和度问题,一般是指饱和度大于或等于 75% 的情况,但考虑到液化产生危害需要喷水冒“砂”或产生严重不均匀沉降(震陷),故饱和黄土宜按饱和度 80% 考虑,同时应具备的条件为天然含水量大于 25% 及液性指数大于 0.75。

8.5.9 进一步判别饱和黄土(粉土)液化与否可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中的标准贯入试验法进行。之所

以这样规定是为了适合绝大多数勘察单位的习惯做法[调查发现,绝大多数勘察单位在对饱和黄土(粉土)的液化判别时都是采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的标准贯入法]。但研究表明饱和黄土的液化要比一般粉土液化程度严重得多,工程统计结果表明要严重 20%~30%。为了解决饱和黄土(粉土)的液化比一般粉土液化程度严重的问题,又考虑到各勘察单位的习惯及现有计算机软件使用情况,故本规范采用了直接将液化指数提高 20%后,再套用现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中的液化等级进行评价的方法,见表 7。

表 7 液化等级划分

液化等级	轻 微	中 等	严 重
液化指数 I_{IE}'	$0 < I_{IE}' \leq 6$	$6 < I_{IE}' \leq 18$	$I_{IE}' > 18$

表 7 中 $I_{IE}' = 1.2 I_{IE}$ 。 I_{IE} 是按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 计算的液化指数。

本规范第 8.5.3 条中的煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程,其液化判别深度应取 20m,其他建设工程的液化判别深度可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定执行。

8.5.10 黄土(粉土)的震陷也是一个较为普遍的地震效应问题,但目前的现行行业标准《软土地区岩土工程勘察规程》JGJ 83 未包括(黄土)这方面的内容,而煤炭矿井建设相当一部分处在黄土分布区,因此本规范列入了黄土(粉土)震陷初步判别的内容。

关于震陷量的估算方法,目前较为被大家认可的是“模量软化法”和“震陷系数总和法”,此两种方法的试验测试和计算都比较麻烦,一般的地基勘察工作中不多用[大多数勘察设计单位也不具备其设备(如动三轴)能力]。另外凡震陷的黄土(粉土)强度都很低、变形大,一般不能做建筑工程的天然地基(需要进行地基处理),故做大量的试验、计算工作没有实际意义。而能采用“天然地基”的建设工程,其荷载小、工程重要性等级低,故有经验时可按现行行业标准《软土地区岩土工程勘察规程》JGJ 83 的规定估算震陷量。

现行行业标准《软土地区岩土工程勘察规程》JGJ 83—2011第 6.3.4 条第 2 款给出了厚层软弱土震陷量估算值,详见表 8。

表 8 地震震陷量估算值(mm)

设防烈度 地基条件	7 度	8 度	9 度
	0.10~0.15g	0.20g	0.40g
①地基主要受力深度内软土厚度大于 3m; ②地基土层等效剪切波速值小于 90m/s	30~80	150	>350

当地基条件仅符合表 8 所列内容之一时,可适当减小震陷量;地基两个条件都不符时可不考虑震陷量对地面工程的影响。

9 地 下 水

9.2 水文地质参数的测定

9.2.2 条文中没有明确指出量测水位勘探孔的数量,但第 1 款“遇地下水时应量测水位”的原意就是指所有勘探孔均应量测水位,以准确确定水位变化及满足地下水流向的分析评价。

现行行业标准《软土地区岩土工程勘察规程》JGJ 83—2011 中规定量测水位的孔数不应少于钻探孔总数的 $1/2$,且为强制性条文,这主要是针对软土缩孔难以量测地下水位的要求而定的。对一般土层或能量测地下水位的勘探孔应每孔量测地下水位。

9.2.5 抗浮设计水位的确定是一个十分复杂的技术问题,调查发现很多事故各有其原因。邯郸某工程在 2011 年地下水位上升了 6.5m(一般年份水位升降幅度为 1.5m~2.5m),险些造成大的事故;邯郸市某工程勘察时未发现地下水,而地下工程建完又出现了地下水,造成地下室底板上浮、折断、水流入地下室;再如某工程为地下车库,存在两层地下水,深部为承压水,上部为上层滞水,在地下车库基础底板范围正好为黏土隔水层,设计采用天然地基(未设计抗浮桩或抗拔锚杆),基坑四周用 3:7 灰土隔离上层滞水。然而在地下车库施工完成后(基坑开挖时进行降水,基坑四周未完全回填及未用 3:7 灰土分层夯实),突降暴雨,地表水沿基坑四周进入基底、地下上层滞水也进入基底,造成车库上浮,构造柱断裂,损失惨重。分析原因为正常的上层滞水尚不能造成如此大的破坏,主要是地表水(雨水)灌入基槽四周(雨水水头高度达到与地表接近的程度)所致,可见水文地质条件和抗浮水位的复杂性。

规范中“抗浮设计水位应根据地下水长期观测资料及水位变化的影响因素综合分析后确定”的要求,这对勘察单位难度很大,故也可通过专门的评审论证确定抗浮设计水位。

10 工程地质测绘

10.2 测绘内容与测绘范围

10.2.9 对本条第 2、3 款说明如下：

2 管线类工程的测绘范围不宜小于沿线两侧外扩 50m～100m 的范围,当地形地貌复杂或可能存在线路走向变动的区域应取大值,反之可取小值;

3 坡顶以上不宜小于坡高的 3 倍是一个常规性的原则要求,当坡顶以上存在影响边坡安全的其他工程问题时,即使超过坡高的 3 倍也应进行调查与测绘,且调查与测绘的范围宜扩大到整体影响范围。

10.2.10 调查地震造成的地质现象和宏观震害是一项复杂的任务,这对岩土工程勘察单位有一定难度,且限于条件可能一时难以调查清楚。地震造成的地质现象和宏观震害首先应了解场地的抗震设防烈度、地层地质资料和地下水资料,搜集地震历史、区域地质构造,对进行了工程场地地震安全性评价的场地应充分利用此报告资料。

10.3 测绘方法与精度要求

10.3.4 本条列出了各类建设工程、通常可能实施的勘察阶段的测绘比例尺,对未包括的勘察阶段可根据实际需要选择合适的测绘比例尺。

初步勘察阶段对工程影响重大的工点或工程地质条件复杂区段可适当放大测绘比例尺;详细勘察阶段可对地形陡峭、难以施钻的复杂地貌区段,补充大比例尺的测绘工作。

10.3.5 本条说明如下：

1 一般地形图的方格网都是 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$, 对不是 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 的特殊的方格网, 应调整地质点的数量和地质界线与地质观测点在测绘图上的精度要求;

2 对有特殊意义或对工程有重大影响的地质单元体, 即使其在图上的宽度小于 2mm 也应在图上标注 (即适当扩大其比例尺), 并作出说明。

11 勘探、测试、取样与试验

11.1 一般规定

11.1.3 本规范规定当设计要求或工程需要、或存在承压水、或多层含水层时应采取有效的回填及隔水与封孔措施,这十分必要。邯郸某基坑工程开挖深度 12m,深部有承压水(不突涌),采用比计算涌水量大 1 倍的排水设备及抽水量仍不能排干坑内的地下水,只好又增加排水设施,等挖到坑底发现,深层承压水沿勘察时的钻孔向上涌水。在河流下、岩溶水下的隧道施工,地下水是一个严重威胁,故勘探钻孔结束后用水泥等有效方法封孔十分必要。

11.3 槽探、井探和洞探

11.3.1 对本条第 2 款说明如下:

2 本款规定“掘进深度超过 7m 时,应向井内通风、照明”,这是一般性要求,当地层内存在毒气时,即使掘进深度小于 7m 也应采取通风措施。详见本规范第 3.3.5 条的规定。

11.3.3 本条为强制性条文。探槽、探井开挖出来的土石方,应远离槽、井的边缘堆放,并应控制堆放高度,以避免土石滚落槽、井内,伤及下面的作业人员。本条规定“堆放距离应大于 1.5m”是为了保证施工作业人员的操作空间。经验证实压实填土高度小于 3m 时,坡率在 1:1.50 到 1:1.75 是安全的,考虑到槽、井堆土虽未经压实,但一般高度不会超过 3m,故本条规定的“堆土坡率应小于 1:2.0”是安全的。“雨期施工时应在槽、井或洞口边设挡水墙,并应架设防雨篷”的规定也是为了避免雨水流入槽、井或洞内,危及下面作业人员的安全。

13 岩土工程分析评价和成果报告

13.2 参数统计与应用

13.2.5 对本条第 3、4 款说明如下：

3 本款要求承载能力极限状态的计算应采用岩土参数标准值或使用值,如评价挡土墙压力、地基和边坡稳定性、滑坡推力等。本款中“使用值”的适用条件见本规范第 6.3.3 条第 4、5 款的条文说明。

4 本款要求正常使用极限状态的验算可采用参数平均值,如岩土变形、透水性和涌水量等。

13.3 岩土分析与承载力确定方法

13.3.2 对本条第 3 款说明如下：

3 本款中“甲级岩土工程勘察除应提供乙级岩土工程勘察要求的资料外,还宜提供载荷试验资料”的要求是针对煤矿矿井与选煤厂地面建筑工程而规定的,管道、隧道、送电线路、边坡及基坑工程的甲级岩土工程勘察可根据需要确定,一般不需要提供地基土的载荷试验资料。

13.4 勘察报告主要内容

13.4.1 资料完整、内容齐全是岩土工程勘察目的所决定的;确保基础资料和基本数据真实可靠是对勘察人员的基本要求,基础资料和基本数据是统计、分析与评价的根据,故应严格遵守职业道德、不编造资料;结论与建议的合理性和可实施性体现了勘察技术人员的素质,是报告的精华所在。

除本条文内容外,勘察报告所附图表、曲线也应清晰美观、大小适宜,且易于辨识与使用,这也是编制勘察报告的要求内容。

13.4.3 本条第 11 款要求评价场地稳定性和适宜性。按现行行业标准《城乡规划工程地质勘察规范》CJJ 57—2012 规定了场地稳定性与适宜性的评价方法,详见表 9、表 10。

表 9 场地稳定性的定性分级标准

级别	分级要素(场地条件)
不稳定	强烈全新活动断裂带; 对建筑抗震的危险地段; 不良地质作用强烈发育,地质灾害危险性大的地段
稳定性差	微弱或中等全新活动断裂带; 对建筑抗震的不利地段; 不良地质作用中等~较强烈发育,地质灾害危险性中等的地段
基本稳定	非全新活动断裂带; 对建筑抗震的一般地段; 不良地质作用弱发育,地质灾害危险性小地段
稳定	无活动断裂; 对建筑抗震的有利地段; 不良地质作用不发育

表 9 中划分每一级别的稳定性类别,符合表中各项划分条件中的一项即可;从不稳定开始,向稳定性差、基本稳定、稳定推定,以最先满足的为准。

表 10 场地适宜性的定性分级标准

级别	分 级 要 素	
	工程地质与水文地质条件	场地治理难易程度
不适宜	场地不稳定; 地形起伏大,地面坡度大于 50%; 岩土种类多,工程性质很差; 洪水或地下水对工程建设有严重威胁; 地下埋藏有待开采的矿藏资源	场地平整很困难,应采取大规模工程防护措施; 地基条件和施工条件差,地基专项处理及基础工程费用很高; 工程建设将诱发严重次生地质灾害,应采取大规模工程防护措施,当地缺乏治理经验和技術; 地质灾害治理难度很大,且费用很高

续表 10

级别	分 级 要 素	
	工程地质与水文地质条件	场地治理难易程度
适宜性差	场地稳定性差； 地形起伏较大，地面坡度大于或等于 25% 且小于 50%； 岩土种类多，分布很不均匀，工程性质差； 地下水对工程建设影响较大，地表易形成内涝	场地平整较困难，需采取工程防护措施； 地基条件和施工条件较差，地基处理及基础工程费用较高； 工程建设诱发次生地质灾害的概率较大，需采取较大规模工程防护措施； 地质灾害治理难度较大或费用较高
较适宜	场地基本稳定； 地形有一定起伏，地面坡度大于 10% 且小于 25%； 岩土种类较多，分布较不均匀，工程性质较差； 地下水对工程建设影响较小，地表排水条件尚可	场地平整较简单； 地基条件和施工条件一般，基础工程费用较低； 工程建设诱发次生地质灾害，采取一般工程防护措施可以解决； 地质灾害治理简单
适宜	场地稳定； 地形平坦，地貌简单，地面坡度小于或等于 10%； 岩土种类单一，分布均匀，工程性质良好； 地下水对工程建设影响无影响，地表排水条件良好	场地平整简单； 地基条件和施工条件优良，基础工程费用低廉； 工程建设不会诱发次生地质灾害

表 10 中未列条件，可按其场地工程建设的影响程度比照推定；划分每一级别的适宜性类别，符合表中各项划分条件中的一项即可；从不适宜开始，向适宜性差、较适宜、适宜推定，以最先满足的为准。

13.4.4 本条第 1 款～第 5 款说明如下：

1 勘探点平面布置图是必附图件，一般情况下应附附有地形

图的勘探点平面布置图,当平坦场地无地形图时也可附不含地形图的勘探点平面布置图;

2 工程地质柱状图可选择性提供,但探井柱状图应全部提供,且给出展示图;未在剖面线上的勘探点应单独附工程地质柱状图;控制性勘探点或进行专门测试工作的勘探点宜单独附工程地质柱状图;单孔静力触探、动力触探试验柱状图应全附;地层波速测试成果应附柱状图;

3 工程地质剖面图的剖面编号(顺序)宜从上到下、从左到右编排,剖面号指向编排顺序宜从左到右、从下到上;边坡工程剖面图、滑坡工程剖面图及路堤与路堑的横剖面图,其水平、垂直比例应一致;

4 原位测试成果图表主要有载荷试验、旁压试验、现场剪切试验等,应全附;

5 室内试验成果图表主要有综合成果表、土工试验分层汇总表及分层统计表、压缩试验曲线、三轴剪切曲线、最大干密度曲线等。

附录 G 工程勘察主要原位测试

G.0.1 深层、浅层平板载荷试验说明,载荷试验在地基基础工程检测中应用越来越广泛,浅层平板载荷试验和深层平板载荷试验区别须正确理解,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三倍;深层平板载荷试验的试坑直径等于承压板直径,当试坑直径大于承压板直径时,紧靠承压板周围土的高度不应小于承压板直径,深层载荷试验的试验深度不应小于 5m。浅层载荷试验和深层载荷试验的区别并不在于承压板所在位置的深浅,而主要在于承压板周围有没有边载,荷载作用于半无限体表面还是内部。深层载荷试验过浅,不符合变形模量计算假定荷载作用于半无限体内部的条件,深层载荷试验的条件与基础宽度、土的摩擦角等有关。例如:载荷试验在 10m 深的基坑底进行,这个深度虽然超过 5m,但试坑直径远大于承压板直径,故没有边载作用,仍然是浅层载荷试验;反之,如果试验深度超过 5m,试坑直径与承压板直径相同,有边载,则属于深层载荷试验。如图 3 所示。浅层载荷试验只用于确定地基(复合地基)承载力和土的变形模量,不能确定桩的端阻力;深层载荷试验可确定地基(复合地基)承载力,此承载力不必作深度修正,还能确定桩的端阻力。

G.0.2 深层、浅层平板载荷试验示意图 3。

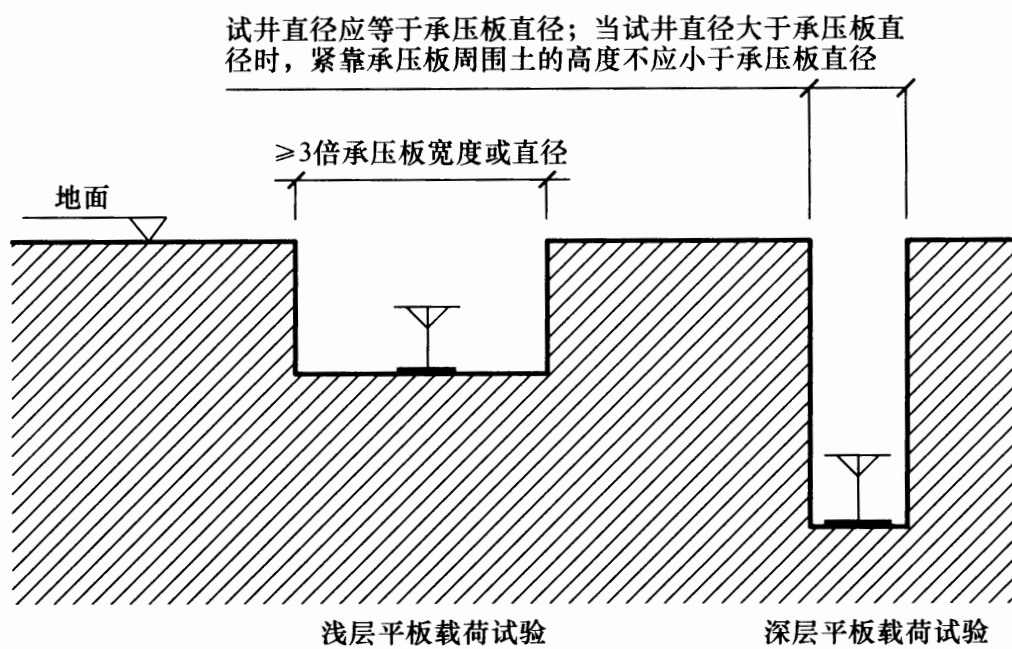


图 3 平板载荷试验示意图