

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 51099 – 2015

有色金属工业岩土工程勘察规范

Code for investigation of geotechnical engineering
for nonferrous metals industry

2015 – 04 – 08 发布

2015 – 12 – 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

有色金属工业岩土工程勘察规范

Code for investigation of geotechnical engineering
for nonferrous metals industry

GB 51099 - 2015

主编部门:中国有色金属工业协会

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2015年12月1日

中国计划出版社

2015 北 京

中华人民共和国国家标准
有色金属工业岩土工程勘察规范

GB 51099-2015

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

北京市科星印刷有限责任公司印刷

850mm×1168mm 1/32 6.75 印张 171 千字

2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 1580242·757

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 799 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《有色金属工业岩土工程勘察规范》的公告

现批准《有色金属工业岩土工程勘察规范》为国家标准,编号为 GB 51099—2015,自 2015 年 12 月 1 日起实施。其中,第 3.0.8 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 4 月 8 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2011 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2011〕17 号)的要求,由中国有色金属工业西安勘察设计研究院会同有关单位共同编制而成。

本规范在编制过程中,编制组进行了广泛的调查研究,认真总结了我国的实践经验,并在广泛征求意见的基础上,通过反复讨论、修改和完善,最终经审查定稿。

本规范共分 14 章和 8 个附录,主要技术内容包括:总则,术语和符号,基本规定,岩土分类,各类工程勘察,不良地质作用,地下水,工程地质测绘,钻探、挖探、取样与记录,地球物理勘探,原位测试,室内试验,水和土腐蚀性评价,岩土工程分析评价与勘察报告等。

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,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常管理,由中国有色金属工业西安勘察设计研究院负责具体内容的解释。本规范执行过程中,如有意见和建议请寄交中国有色金属工业西安勘察设计研究院(地址:西安市西影路 46 号,邮政编码:710054),以供今后修订时参考。

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:中国有色工程有限公司

中国有色金属工业西安勘察设计研究院

参 编 单 位:中国有色金属工业昆明勘察设计研究院

中国有色金属长沙勘察设计研究院有限公司

浙江山川有色勘察设计有限公司

辽宁有色勘察研究院

华东有色南京勘察工程公司

甘肃土木工程科学研究院

广东省冶金建筑设计研究院

主要起草人:林颂恩 曾昭建 李珍英 王勤生 刘文连
许崇华 闫鼎熠 李仲秋 李焕新 张晓鹏
张栋材 张大中 陈殿强 赵军营 程方方
程知言 龚宪伟 黄连明 鲁海涛 董 荣
滕文川

主要审查人:武 威 顾宝和 项 勃 徐张建 李计发
蓝 蓉 易文新 李鸿翔 于行海

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	基本规定	(5)
4	岩土分类	(8)
4.1	岩石工程分类	(8)
4.2	土的工程分类	(10)
5	各类工程勘察	(14)
5.1	冶炼、加工工业建筑工程	(14)
5.2	采矿、选矿工业建筑工程	(20)
5.3	井巷工程	(25)
5.4	尾矿工程	(30)
5.5	排土场工程	(36)
5.6	线路工程	(40)
5.7	岸边取水工程	(44)
5.8	边坡工程	(48)
6	不良地质作用	(52)
6.1	岩溶	(52)
6.2	滑坡	(57)
6.3	崩塌	(59)
6.4	泥石流	(60)
7	地下水	(62)
7.1	勘察要求	(62)

7.2	水文地质试验	(63)
7.3	地下水作用	(64)
8	工程地质测绘	(66)
9	钻探、挖探、取样与记录	(69)
9.1	钻探	(69)
9.2	挖探	(70)
9.3	取样	(71)
9.4	记录	(73)
10	地球物理勘探	(76)
10.1	一般规定	(76)
10.2	电阻率法	(77)
10.3	电磁法	(77)
10.4	浅层地震法	(78)
10.5	测井	(79)
11	原位测试	(81)
11.1	一般规定	(81)
11.2	载荷试验	(81)
11.3	大面积剪切试验	(82)
11.4	标准贯入试验	(84)
11.5	圆锥动力触探试验	(85)
11.6	静力触探试验	(86)
11.7	十字板剪切试验	(87)
11.8	旁压试验	(89)
11.9	波速测试	(91)
11.10	激振法测试	(92)
12	室内试验	(94)
12.1	一般规定	(94)
12.2	岩石试验	(94)
12.3	土的物理性质试验	(95)

12.4	土的压缩-固结试验	(96)
12.5	土的抗剪强度试验	(96)
13	水和土腐蚀性评价	(98)
14	岩土工程分析评价与勘察报告	(100)
14.1	一般规定	(100)
14.2	数据处理及分析	(101)
14.3	岩土工程分析评价	(102)
14.4	岩土工程勘察报告的要求	(104)
附录 A	各类工程岩土工程勘察任务委托书	(108)
附录 B	岩石风化程度分类	(113)
附录 C	井巷工程围岩分级	(115)
附录 D	滑坡的分类	(123)
附录 E	泥石流的工程分类	(125)
附录 F	取样工具适用的土类及土试样等级	(126)
附录 G	圆锥动力触探锤击数修正	(127)
附录 H	孔隙水压力测定方法及适用条件	(129)
本规范用词说明		(130)
引用标准名录		(131)
附:条文说明		(133)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(5)
4	Classification of rock and soil	(8)
4.1	Engineering classification of rock	(8)
4.2	Engineering classification of soil	(10)
5	Investigation of various engineering	(14)
5.1	Metallurgical and processing industrial construction engineering	(14)
5.2	Mining and dressing industrial construction engineering ...	(20)
5.3	Shaft and adit engineering	(25)
5.4	Tailings engineering	(30)
5.5	Waste dump engineering	(36)
5.6	Line engineering	(40)
5.7	Quayside engineering	(44)
5.8	Slope engineering	(48)
6	Adverse geological actions	(52)
6.1	Karst	(52)
6.2	Landslide	(57)
6.3	Collapse	(59)
6.4	Debris flow	(60)
7	Underground water	(62)

7.1	Investigation requirement	(62)
7.2	Hydrogeological test	(63)
7.3	Action of underground water	(64)
8	Engineering geological mapping	(66)
9	Drilling, excavate exploration, sampling and record	(69)
9.1	Drilling	(69)
9.2	Excavate exploration	(70)
9.3	Sampling	(71)
9.4	Record	(73)
10	Geophysical exploration	(76)
10.1	General requirements	(76)
10.2	Resistivity method	(77)
10.3	Electromagnetic method	(77)
10.4	Shallow seismic method	(78)
10.5	Logging	(79)
11	In-situ test	(81)
11.1	General requirements	(81)
11.2	Loding test	(81)
11.3	Large scare direct shear test	(82)
11.4	Standard penetration test	(84)
11.5	Cone dynamic penetration test	(85)
11.6	Static cone penetration test	(86)
11.7	Vane shear test	(87)
11.8	Pressuremeter test	(89)
11.9	Wave velocity test	(91)
11.10	Shock excitation test	(92)
12	Laboratory test	(94)
12.1	General requirements	(94)
12.2	Rock test	(94)

12.3	Tests of physical properties of soil	(95)
12.4	Compression-consolidation test of soil	(96)
12.5	Shear strength test of soil	(96)
13	Causticity evaluation of soil and water	(98)
14	Analysis,evaluation and investigation report	(100)
14.1	General requirements	(100)
14.2	Data processing and analysis	(101)
14.3	Geotechnical engineering analysis and evaluation	(102)
14.4	The requirement of geotechnical investigation report	(104)
Appendix A	Form of power of attorney for various geotechnical investigation	(108)
Appendix B	Weathering degree classification of rocks	(113)
Appendix C	Surrounding rock classification of shaft and adit	(115)
Appendix D	Classification of landslide	(123)
Appendix E	Engineering classification of debris flow	(125)
Appendix F	The applicability of sampling tools and classification of soil samples	(126)
Appendix G	Correction of cone dynamic penetration test	(127)
Appendix H	Measurment method and suitable conditions of pore water pressure	(129)
	Explanation of wording in this code	(130)
	List of quoted standards	(131)
	Addition;Explanation of provisions	(133)

1 总 则

1.0.1 为了在有色金属工业岩土工程勘察中,贯彻执行国家有关的技术经济政策,做到技术先进、经济合理、安全适用,确保质量和保护环境,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于有色金属工业岩土工程勘察。

1.0.3 有色金属工业岩土工程勘察,应根据有色金属工业的特点和工程要求,全面、正确反映工程地质和水文地质条件,提出资料完整、评价正确的勘察报告。

1.0.4 有色金属工业岩土工程勘察,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 采矿工业建筑工程 mining industrial construction engineering

为在地下或地表开采有用矿产资源而建设的各类建(构)筑物及其附属设施,如竖井井架、卷扬机房、机修间、实验室、办公用房等。

2.1.2 选矿工业建筑工程 dressing industrial construction engineering

为在矿石中选别和分离出有用矿物原料或组分而建设的各类建(构)筑物,包括碎矿、磨矿、筛分、选别、浓缩等各工序的车间、皮带廊、浓缩池、矿仓等。

2.1.3 冶炼工业建筑工程 metallurgical industrial construction engineering

用各种物理或化学手段和方法将金属或有用组分从精矿、矿石或其他原料中提取出来所需建设的各类建(构)筑物,如各类焙烧、熔炼、电解、堆浸、萃取等厂房和构筑物及辅助生产建筑。本规范还包括用物理或化学方法生产氟化盐、碳素、半导体硅等原料的工业建筑工程。

2.1.4 加工工业建筑工程 processing industrial construction engineering

将金属原料通过熔铸和不同方式的变形加工,以及精整、热处理等手段制成不同型式、规格的材料所需建设的各类建(构)筑物及辅助生产建筑,如熔铸、热轧、冷轧、挤压、表面处理等各工序厂房。

2.1.5 井巷工程 shaft and adit engineering

为开采矿产,在地下开凿各类竖向、斜向或水平的通道和硐室的工程。本规范中还包括矿山窄轨铁路隧道、排水隧洞等地下工程。

2.1.6 尾矿工程 tailings engineering

与矿山尾矿堆存处理有关的工程总称。包括尾矿库库区、初期坝、尾矿输送系统、回水系统、水处理系统等各项设施。本规范不包含尾矿堆积坝。

2.1.7 排土场 waste dump

矿山采矿排弃物(矿山露天剥离和井巷掘进产生的废弃岩土)集中堆放的场所。

2.1.8 岸边取水工程 quayside engineering

在地表水体及岸上开采和利用水资源的建(构)筑物。

2.1.9 线路工程 line engineering

在地面上呈线形伸展的用于输送矿石、尾矿、水等物料的工程,如索道、胶带输送设施、窄轨铁路、尾矿管槽、输水管道等。

2.1.10 尾矿 tailings

选矿生产中形成的细粒或粗粒,在当前技术经济条件下尚不宜利用其有用组分的,可用土的特征描述的固体物质。本规范中还包括铝土矿提取氧化铝后的固体废弃物赤泥。

2.1.11 初期坝 starter dam

用土、石材料筑成的,作为堆积坝的排渗体或支撑体的坝。

2.1.12 尾矿库 tailings pond

用以贮存金属和非金属矿山进行矿石选别后排出尾矿的场所。本规范中还包括氧化铝厂堆存赤泥的堆场。

2.2 符 号

B_q ——静力触探孔隙水压力系数;

c_u ——十字板试验原状土峰值抗剪强度;

c_u ——十字板试验重塑土抗剪强度；
 c ——黏聚力；
 E_m ——旁压模量；
 E ——似弹性模量、变形模量；
 f_s ——静力触探侧壁阻力；
 f_k ——岩土参数的标准值；
 f_m ——岩土参数的平均值；
 G ——剪切模量；
 H ——尾矿坝高，排土场堆置高度；
 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；
 n ——岩土参数样本数；
 p_o ——载荷试验比例界限压力；
 p_u ——载荷试验极限压力；
 q_c ——静力触探锥头阻力；
 R_f ——摩阻比；
 S_t ——灵敏度；
 u_i ——孔压探头贯入土中量测的孔隙水压力；
 V ——尾矿库全库容，单个排土场总容量；
 γ_s ——统计修正参数；
 δ ——岩土参数的变异系数；
 φ ——内摩擦角；
 μ ——泊松比。

3 基本规定

3.0.1 岩土工程勘察等级,应根据工程重要性、场地复杂程度和场地岩土条件复杂程度等级,按下列规定确定:

1 在工程重要性、场地复杂程度和场地岩土条件复杂程度等级中,有一项或多项为一级者,应为甲级。

2 除甲级和丙级以外的勘察项目,应为乙级。

3 工程重要性、场地复杂程度和场地岩土条件复杂程度等级均为三级者,应为丙级。

3.0.2 工程重要性可按工程规模和特征,以及由于场地岩土工程问题而引起工程损坏或影响正常使用的后果划分等级,并应符合下列规定:

1 重要工程,后果很严重,应为一级工程。

2 一般工程,后果严重,应为二级工程。

3 次要工程,后果不严重,应为三级工程。

3.0.3 场地复杂程度可根据场地的地形、地貌及其他条件,按表 3.0.3 分级。

表 3.0.3 场地复杂程度分级

级别 场地条件	一级	二级	三级
场地对建(构)筑物 抗震影响	处于抗震危险 地段	处于抗震不利 地段	处于抗震有利 地段或一般地段
不良地质作用发育程度	强烈	较强烈	较轻或不发育
地质环境破坏程度	强烈破坏	较强烈破坏	较轻或基本未破坏
地形、地貌	复杂	较复杂	简单

续表 3.0.3

级别 场地条件	一级	二级	三级
水文地质条件	水文地质条件复杂	基础或结构位于地下水水位以下	对工程无影响

注:1 对建(构)筑物抗震影响的地段划分按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定确定。

2 级别按符合场地条件之一者自一级向三级推定,以最先满足确定。

3.0.4 场地岩土条件的复杂程度,可根据场地岩土类别、性质的变化等按表 3.0.4 分级。

表 3.0.4 场地岩土条件复杂程度分级

场地岩土条件	一级	二级	三级
岩土类别	类别多、很不均匀	类别较多、不均匀	类别单一
岩土性质	变异性大	变异性较大	变异性不大
特殊性岩土	存在严重的湿陷、膨胀、盐渍、污染的特殊性岩土	除一级所包含的特殊土以外的其他特殊性岩土	无特殊性岩土

注:级别按符合场地岩土条件之一者自一级向三级推定,以最先满足确定。

3.0.5 岩土工程勘察工作应取得勘察任务书。勘察任务书应包括该项目的性质、规模、结构类型等设计基本数据、资料和对勘察工作的技术要求。其格式可采用本规范附录 A。

3.0.6 岩土工程勘察阶段宜根据设计阶段确定。勘察阶段可分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察,各阶段勘察成果应满足相应的设计阶段要求。对岩土工程条件复杂或需在工程施工中进一步查明地质条件时,尚宜进行施工勘察;对岩土工程地质条件简单的或已获得较多相关资料,或已有工程经验的场地,可简化勘察阶段。

3.0.7 各阶段的勘察在工作前应广泛搜集区域和场地已有的岩土工程资料,并应在综合分析的基础上编制勘察纲要。

3.0.8 拟建场地或其附近存在不良地质作用时,必须进行专门的勘察,并应查明不良地质作用的分布范围、性质、形成条件及对工程建设的影响,同时应根据工程条件提出治理措施建议和治理要求。

3.0.9 拟建场地内存在特殊性岩土时,应查明其分布范围、岩土的特殊物理力学性质,应分析其对工程建设的影响,并应提出治理措施建议。

4 岩土分类

4.1 岩石工程分类

4.1.1 在进行岩土工程勘察时,应鉴定岩石的地质名称和风化程度,并应根据岩石坚硬程度和岩体完整程度确定岩体基本质量等级。

4.1.2 岩石坚硬程度、岩体完整程度和岩体基本质量等级,可分别按表 4.1.2-1~表 4.1.2-3 确定。

表 4.1.2-1 岩石坚硬程度分类

坚硬程度		饱和单轴抗压强度(MPa)	定性鉴定
硬 质 岩	坚硬岩	$f_r > 60$	锤击声清脆,有回弹,震手,难击碎;浸水后大多无吸水反应
	较硬岩	$60 \geq f_r > 30$	锤击声较清脆,有轻微回弹,稍震手,较难击碎;浸水后有轻微吸水反应
软 质 岩	较软岩	$30 \geq f_r > 15$	锤击声不清脆,无回弹,较易击碎;浸水后指甲可刻出印痕
	软岩	$15 \geq f_r > 5$	锤击声哑,无回弹,有凹痕,易击碎;浸水后手可掰开
极软岩		$f_r \leq 5$	锤击声哑,无回弹,有较深的凹痕,手可捏碎;浸水后可捏成团

表 4.1.2-2 岩体完整程度分类

完整程度	完整性指数	结构面发育程度		主要结构面结合程度	主要结构面类型	相应结构类型
		组数	平均间距(m)			
完整	>0.75	1~2	>1.0	结合好或结合一般	节理、裂隙、层面	整体状或巨厚层状结构
较完整	0.75~0.55	1~2	>1.0	结合差	节理、裂隙、层面	块状或厚层状结构
		2~3	1.0~0.4	结合好或结合一般		块状结构
较破碎	0.55~0.35	2~3	1.0~0.4	结合差	节理、裂隙、层面、小断层	次块状或中厚层状结构
		≥ 3	0.4~0.2	结合好		镶嵌或碎裂结构
				结合一般		中、薄层状结构
破碎	0.35~0.15	≥ 3	0.4~0.2	结合差	各种类型结构面	镶嵌或碎裂结构
			≤ 0.2	结合一般或结合差		碎裂状结构
极破碎	<0.15	无序	—	结合很差	—	散体状结构

注:1 完整性指数为岩体压缩波速度与岩块压缩波速度之比的平方,选择岩体和岩块测定波速时,应具有代表性。

2 平均间距指主要结构面(1组~2组)间距的平均值。

表 4.1.2-3 岩体基本质量等级分类

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

续表 4.1.2-3

完整程度 坚硬程度	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎
较软岩	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅴ
软 岩	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ
极软岩	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ	Ⅴ

4.1.3 岩石的风化程度可分为未风化、微风化、中等风化、强风化和全风化。各类岩石的风化程度可按本规范附录 B 确定。

4.1.4 岩石按软化系数可分为软化岩石和不软化岩石。当软化系数小于或等于 0.75 时,可定为软化岩石;软化系数大于 0.75 时,可定为不软化岩石。

4.1.5 当岩石具有特殊成分,特殊结构和特殊性质时,应定为特殊性岩石。

4.2 土的工程分类

4.2.1 土按颗粒级配和塑性指数可分为碎石土、砂土、粉土和黏性土。

4.2.2 粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土,应定名为碎石土,并按表 4.2.2 分类。

表 4.2.2 碎石土分类

土的名称	颗粒形状	颗粒级配
漂 石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 200mm 的颗粒质量超过总质量 50%
块 石	棱角形为主	
卵 石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20mm 的颗粒质量超过总质量 50%
碎 石	棱角形为主	
圆 砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量 50%
角 砾	棱角形为主	

注:定名时,应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。

4.2.3 粒径大于 2mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%，且粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土，应定名为砂土，并按表 4.2.3 分类。

表 4.2.3 砂土分类

土的名称	颗粒级配
砾 砂	粒径大于 2mm 的颗粒质量占总质量 25%~50%
粗 砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒质量超过总质量 50%
中 砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒质量超过总质量 50%
细 砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 85%
粉 砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 50%

注：1 定名时应根据颗粒级配由大到小以最符合者确定。

2 当砂土中粒径小于 0.075mm 的土的塑性指数大于 10 时，应冠以“含黏性土”再定名。

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

4.2.5 塑性指数大于 10 的土，应定名为黏性土。黏性土可根据塑性指数按表 4.2.5 分类。

表 4.2.5 黏性土分类

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

注：塑性指数应由相应于 76g 圆锥仪沉入土中深度 10mm 时测定的液限计算确定。

4.2.6 根据土中有机质含量可按表 4.2.6 分类。

表 4.2.6 土按有机质含量分类

分类名称	有机质土	泥炭质土	泥 炭
有机物含量 W_u	$5\% \leq W_u \leq 10\%$	$10\% < W_u \leq 60\%$	$W_u > 60\%$

注：有机质含量 W_u 按灼失量试验确定。

4.2.7 有一定分布区域或工程意义,且具有特殊成分、状态和结构特征的土,应判定为特殊性岩土。常见特殊性岩土的判定,应符合下列规定:

1 在一定压力下浸水后产生显著附加沉降的土,应判定为湿陷性土。湿陷性土可包括湿陷性黄土及干旱、半干旱地区的湿陷性碎石土、湿陷性砂土和其他湿陷性土。

2 颜色为棕红或褐黄,覆盖于碳酸盐岩系之上,其液限大于或等于 50% 的高塑性黏土,应判定为原生红黏土。原生红黏土经搬运、沉积后仍保留其基本特征,且其液限大于 45% 的黏土,可判定为次生红黏土。

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

4 由细粒土和粗粒土混杂且缺乏中间粒径的土应定名为混合土。当碎石土中粒径小于 0.075mm 的细粒土质量超过总质量的 25% 时,应定名为粗粒混合土;当粉土或黏性土中粒径大于 2mm 的粗粒土质量超过总质量的 25% 时,应定名为细粒混合土。

5 由人类活动而堆积的土可定名为填土,并可根据其物质组成和堆填方式,按下列规定分类:

- 1) 由碎石土、砂土、粉土和黏性土等一种或几种材料组成,不含杂物或含杂物很少的土,应为素填土;
- 2) 含有大量建筑垃圾、工业废料或生活垃圾等杂物的土,应为杂填土;
- 3) 由水力冲填泥沙形成的土应为冲填土;
- 4) 按一定标准控制材料成分、密度、含水量,分层压实或夯实而成的土,应为压实填土。

6 温度等于或低于摄氏零度且含有冰的各类土,应判定为冻土。含有固态水,且冻结状态持续 2 年或 2 年以上的土,应判定为多年冻土。

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

8 岩土中易溶盐含量大于 0.3%,且具有溶陷、盐胀、腐蚀等工程特征,应判定为盐渍岩土。对具有吸湿、松胀或溶陷等特性的土可称盐渍土;对含有较多的石膏、芒硝、岩盐等硫酸盐或氯化物的岩层,可称盐渍岩。

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

10 由于致污物质侵入,使土的成分、结构和性质发生显著变异的土,应判定为污染土。污染土的定名可在原分类名称前冠以“污染”二字。

5 各类工程勘察

5.1 冶炼、加工工业建筑工程

5.1.1 本节适用于位于平坦场地的冶炼、加工工业建筑工程的岩土工程勘察。位于斜坡场地及高挖深填整平场地的冶炼、加工工业建筑工程的岩土工程勘察,除应符合本节的规定外,尚应符合本规范第5.2节的有关规定。

5.1.2 可行性研究阶段勘察应对拟选场地的稳定性和建设适宜性做出评价,并提出选址建议,同时应符合下列规定:

1 初步查明有无影响场地稳定性的不良地质作用及其危害程度。

2 了解场地地质构造、地层结构和成因类型,以及岩土的物理力学性质和水文地质条件。

3 搜集场地地震地质资料,并初步分析场地地震效应。

5.1.3 可行性研究阶段勘察应符合下列规定:

1 搜集区域内已有的地质、地形地貌、地震、矿产、水文、气象,以及当地工程地质、岩土工程和建筑施工经验等资料。

2 在充分搜集和分析已有资料的基础上,宜通过工程地质调查了解场地地形、地貌、地质构造、地层与岩性、不良地质作用和地下水等工程地质条件。

3 当拟建场地工程地质条件复杂,且已有资料不能满足时,宜进行工程地质测绘和少量的勘探工作。工程地质测绘应研究场地存在的主要工程地质和水文地质问题,测绘比例尺宜采用1:5000~1:10000;勘探工作宜以物探为主、钻探、井探为辅。

5.1.4 选择厂址时,宜避开下列场地或地段:

1 不良地质作用强烈发育且对场地稳定性有严重影响。

- 2 洪水或水流岸边冲蚀对场地有严重威胁。
 - 3 建筑抗震危险地段。
- 5.1.5** 初步勘察应对拟建建筑地段的稳定性和建筑适宜性作出评价,应对主要建(构)筑物的地基基础类型及不良地质作用的防治工程方案提出初步建议,并应符合下列规定:
- 1 查明场地及周围地段的地质构造,并评价其对建筑场地的影响。
 - 2 查明场地内不良地质作用分布、规模、工程地质和水文地质条件、发展趋势,以及对场地稳定性和工程建设的影响;对需整治地段应提供整治方案建议和所需岩土工程参数。
 - 3 初步查明场地的岩土种类、分布及物理力学性质。
 - 4 初步查明场地水文地质条件及其对工程建设的影响。
 - 5 初步判定场地水、土对建筑材料的腐蚀性。
 - 6 初步评价场地地震效应,并应提供抗震设计参数。
 - 7 对拟建工程的岩土工程问题进行初步分析评价,并应提出地基基础方案初步建议。
- 5.1.6** 初步勘察时宜进行工程地质测绘、物探、勘探和原位测试等工作。
- 5.1.7** 初步勘察的工程地质测绘工作应在充分搜集、分析当地已有资料及建筑经验的基础上进行,测绘的比例尺可采用 1:2000~1:5000;场地地质条件复杂时,比例尺可放大。
- 5.1.8** 初步勘察的物探工作可根据场地条件和勘察目的选用适用的物探手段。
- 5.1.9** 初步勘察时勘探线、勘探点的布置、间距,应符合下列规定:
- 1 勘探线应垂直地貌单元界线、地质构造线和地层走向布置。
 - 2 勘探线、点可按网格状布置,每个地貌单元均应布置勘探点。

3 勘探线和勘探点的间距可按表 5.1.9 确定,在地貌单元交接地段、地层变化较大地段及其他地质异常地段应加密。

表 5.1.9 勘探线、勘探点间距(m)

场地复杂程度等级	勘探线间距	勘探点间距
一级	50~100	30~50
二级	75~150	40~100
三级	150~300	75~200

5.1.10 初步勘察的勘探深度可按表 5.1.10 确定,控制性勘探点数量不宜少于勘探点总数的 1/2,当遇到下列情况之一时,应增减勘探深度:

1 当勘探点地面高程与预计整平地面高程相差较大时,应按其高差调整勘探深度。

2 在预定有大荷载的建(构)筑物位置,勘探深度应按拟采用的基础尺寸和埋深确定。

3 在预定深度内揭露基岩时,控制性钻孔应进入基岩中等风化层不小于 1m,其余勘探点的勘探深度应进入基岩面不小于 1m。

4 在预定深度内遇见厚度较大且层位稳定的坚实土层时,除控制性钻孔应达到预定深度外,一般性勘探孔的深度可在进入该层后终孔。

5 当预定深度内有软弱土层时,勘探深度应增加,控制性勘探孔应穿透并进入下卧坚实地层不少于 3m。

6 勘探孔深度除应满足本条第 1~5 款的要求外,还应满足抗震评价要求。

表 5.1.10 勘探孔深度(m)

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

5.1.11 初步勘察时取样和原位测试应符合下列规定：

1 取样和进行原位测试勘探点的位置应在平面上均匀分布，其数量不应少于勘探点总数的 $2/3$ ，且每一场地或每一地貌单元不应少于 3 个。

2 取样和原位测试的间距应按地层的均匀程度和厚度确定。每一主要土层的取样或原位测试数量不应少于 6 件(组)。

5.1.12 初步勘察阶段的水文地质工作应符合下列规定：

1 应调查地下水的类型及埋藏、补给、径流、排泄条件，并应实测地下水位高程，同时应调查水位变化幅度及最高水位。当缺乏资料时，应设置长期观测孔进行地下水长期观测工作。

2 当存在多层地下水时，除应分层量测地下水位外，还应调查各含水层类型及特点、各层地下水的水力联系及补给条件。

5.1.13 初步勘察时应采取水、土试样，并应进行水、土对建筑材料的腐蚀性试验。

5.1.14 详细勘察应在搜集和了解场地拟建建(构)筑物布置和主要设备的配置、各建(构)筑物和设备的性质、规模、结构类型和特点、基础形式及埋置深度、地基变形限值要求等资料的基础上进行。详细勘察应为建(构)筑物的施工图设计提供详细的工程地质资料和设计、施工所需的岩土参数，并应对工程的基础设计、地基处理、基坑支护、工程降水及不良地质作用的防治措施等提出建议。

5.1.15 详细勘察工作应符合下列规定：

1 应详细查明各建(构)筑物范围内地基的地层结构及岩土的物理力学性质，并应分析评价地基的稳定性、均匀性和承载力，同时应提出地基和基础的设计、施工方案建议；对需要进行地基变形计算的建(构)筑物，应提供地基变形参数，并预测其变形特征。

2 应查明工程地段的不良地质作用分布范围，并取得整治不良地质作用所需资料，以及提出整治方案建议和相关的岩土工程参数。

3 应查明地下水的埋藏条件,并提供地下水位及其变化幅度,同时应预测地下水在建筑物施工和生产期间产生的变化及对建筑物的影响。

4 应判定场地水、土对建筑材料的腐蚀性。

5 当工程需要进行地下水控制时,应提供控制措施和方案建议及有关水文地质参数。

6 应评价场地和地基的地震效应,并提供抗震设计参数。

5.1.16 详细勘察工作应以勘探和测试为主,当存在不良地质作用需进一步分析评价时,应进行补充工程地质测绘,测绘比例尺宜采用 1:500~1:1000。

5.1.17 详细勘察勘探点的布置应根据建(构)筑物的结构和荷载特征,并结合地形地貌和工程地质条件确定,并应符合下列规定:

1 场地复杂程度和岩土介质复杂程度等级为一、二级的建(构)筑物,应按建(构)筑物的周边线或柱列线布置勘探点;对场地及岩土介质的复杂程度均为三级的建(构)筑物,可按建筑物中线或建筑群布置勘探点。

2 单独高耸构筑物 and 重大设备基础宜按周边线布置勘探点,且不宜少于 3 个。

3 建筑物范围内的地貌单元界线和地形变化处应有勘探点控制;相邻勘探点之间的地层变化大,或土的压缩性显著不均匀时,应加密勘探点或按各柱基和设备基础布置。

4 详细勘察勘探点的间距可按表 5.1.17 确定。

表 5.1.17 详细勘察勘探点间距

场地岩土条件复杂程度	勘探点间距(m)
一级	12~18
二级	18~30
三级	30~48

5.1.18 详细勘察的勘探深度应符合下列规定:

1 对按地基变形设计的建(构)筑物,控制性勘探孔深度应大于地基压缩层深度,一般性勘探孔应大于主要受力层深度,且控制性勘探点不应少于勘探点总数的 $1/2$ 。

2 对按承载力设计的建(构)筑物,应有部分控制性勘探孔的深度大于地基压缩层深度,一般性勘探孔应能控制地基的主要受力层。

3 当地基压缩层深度内有厚度较大且埋藏稳定的碎石土时,一般性勘探孔应进入该层不少于 1m 。

4 勘探深度内揭露基岩时,控制性勘探孔应进入基岩中等风化层不少于 1m ,其余勘探孔应进入基岩后终止。

5 当拟建工程有深基坑时,除勘探深度内揭露坚硬土层或基岩外,勘探孔深度不得小于基坑深度 2 倍。

6 当场地拟用于大面积堆载时,控制性勘探孔深度应大于堆载的地基压缩层深度。

7 当在勘探深度内遇到软弱土层时,控制性勘探孔深度应穿透并进入下卧坚实地层不少于 3m 。

5.1.19 详细勘察采取岩土试样和原位测试应符合下列规定:

1 采取岩土试样或进行原位测试的勘探点数量,应根据地层结构、地基土的均匀性、建(构)筑物的重要性和设计的要求确定,其数量宜为勘探点总数的 $1/2 \sim 2/3$,且取试样勘探点数量不应少于勘探点总数的 $1/2$;勘察等级为甲级的建(构)筑物每个子项不应少于 3 个点。

2 采取土试样和原位测试的竖向间距,在主要受力层宜为 $1\text{m} \sim 2\text{m}$,主要受力层以下可增大;基础底面以上的土层也应采取土试样或进行原位测试。每个场地每一主要土层的不扰动土试样或原位测试数量不应少于 6 件(组)。

3 在主要受力层内对厚度大于 0.5m 的夹层应采取土试样或进行原位测试。

4 对含大量黏性土的碎石土或含碎石的黏性土(混合土),或

含多层黏性土薄夹层的砂土层,应采用原位测试。

5 当土层性质不均匀时,应增加取土样或原位测试数量。

6 对勘察等级为甲级的建(构)筑物地基或用一般方法尚难测定其力学性质的特殊土,应进行载荷试验确定地基承载力和变形参数。

7 当需要为动力机器基础提供地基动力参数时,应采用激振法测定地基动力特性。

5.1.20 详细勘察应进行下列水文地质工作:

1 应查明场地地下水类型、埋藏条件,并应量测各含水层的水位,同时应调查场地近年和历史的最高地下水位。

2 当地下室、深基坑或其他地下建(构)筑物位于地下水位以下时,宜进行现场水文地质试验测定含水层的渗透系数,并应预估基坑涌水量,同时应提出地下水控制措施建议及参数。

3 对地下水位以下的粉砂、细砂、粉土层,应分析基坑开挖时产生流土、管涌或突涌等渗透变形可能性,并应提出相应处理措施建议。

4 应分析评价地下水位变化对工程和环境可能产生的影响,并应提出相应的防治措施建议。

5.1.21 施工期间,当岩土条件与勘察资料不符或发现未查明的异常地质条件时,应进行施工勘察。在工程施工或使用期间,当场地工程地质或水文地质条件发生变化时,应进行监测,并应重新对工程 and 环境影响进行分析评价。

5.2 采矿、选矿工业建筑工程

5.2.1 本节适用于位于山坡或斜坡场地的采矿、选矿工业建(构)筑物的岩土工程勘察,也适用于在高挖深填场地上的冶炼、加工工业建筑工程的勘察。位于平坦场地的采矿、选矿工程建(构)筑物的岩土工程勘察尚应符合本规范第5.1节的有关规定。

5.2.2 可行性研究阶段的岩土工程勘察应对拟选场地的稳定性

和建设适宜性做出评价,并应提出拟选场址建议。

5.2.3 可行性研究阶段勘察工作应符合下列规定:

1 初步查明有无影响场地稳定性的不良地质作用及其危害程度。

2 了解场地地质构造、地层结构及其成因类型、岩土的物理力学性质以及场地水文地质条件。

3 搜集场地地震地质资料,并应进行场地地震效应初步评价。

5.2.4 可行性研究阶段勘察应以搜集资料为主,并应符合下列规定:

1 搜集区域地质、地形地貌、地震、矿产、场地及附近地区工程地质和水文地质等资料,以及当地建筑经验等。

2 在搜集分析已有资料的基础上,应通过现场踏勘,了解场地的地层、构造、岩性、不良地质作用及地下水等工程地质条件。

3 对工程地质条件复杂,已有资料不能满足要求的场地,宜根据具体情况进行工程地质测绘及勘探工作。工程地质测绘应着重研究场地存在的不良地质作用,测绘比例尺宜采用 1:5000~1:10000;勘探工作宜以物探为主,并可辅以钻探、井探。

5.2.5 选择场址时,宜避开下列场地或地段:

1 建筑抗震危险地段。

2 不良地质作用发育且对场地稳定性有严重影响,或在施工及使用过程中,可能出现整体不稳定的斜坡场地。

3 洪水、水流岸边冲刷或地下水作用有严重不良影响的场地。

4 地下有可开采的矿藏,且开采对场地稳定性有影响的,或存在对场地稳定性有影响的地下采空区。

5.2.6 初步勘察应对场地内建筑地段的稳定性和建筑适宜性做出评价,并应为主要建(构)筑物地基基础类型及不良地质作用的防治方案提供资料,以及提出初步建议。

5.2.7 初步勘察工作应符合下列规定：

1 应查明场地内及周围地段的地质构造，并评价其对场地的影响。

2 应查明场地不良地质作用的成因、分布、发展趋势及对场地稳定性的影响，并应提出防治措施建议和所需岩土工程参数。

3 初步查明地层岩性、埋藏条件及其物理力学性质。

4 初步查明地下水埋藏条件。

5 初步判定场地土、水对建筑材料的腐蚀性。

6 初步评价场地地震效应及提供抗震设计参数。

7 对拟建工程的岩土工程问题和工程可能引起的环境问题，应进行初步分析评价，并应提出地基基础方案的初步建议。

8 对大面积高挖深填场地，应初步提出挖填方可能产生的岩土工程问题及处理意见。

5.2.8 初步勘察时宜进行工程地质测绘或调查，以及勘探、原位测试和物探工作。

5.2.9 初步勘察工程地质测绘或调查工作应在搜集、分析当地已有资料及建筑经验的基础上进行，测绘比例尺可采用 1 : 2000 ~ 1 : 5000；场地工程地质条件复杂时，比例尺可采用 1 : 1000 ~ 1 : 2000。

5.2.10 初步勘察工作的勘探线，勘探点布置应符合下列规定：

1 勘探线应按垂直斜坡走向或沿斜坡可能滑动的方向或垂直地貌单元界线布置。

2 勘探线数量应根据勘察范围及场地工程地质条件的复杂程度确定，每个拟建场地应布置不少于 1 条主勘探线，并可根据地质条件在其两侧布置适量的辅助勘探线。

3 主勘探线上的勘探点间距不应大于 50m，且不应少于 3 个勘探点；除应布置在可能设置建(构)筑物的地段外，还应布置在可能产生失稳的部位；每个地貌单元均应布置勘探点；当遇有软弱夹层或不利结构面时，应加密勘探点。

4 辅助勘探线的勘探点布置应符合本规范第 5.1.9 条的规定。

5.2.11 初步勘察的勘探孔深度应符合本规范第 5.1.10 条的规定,并应根据岩土结构、有无可能引起斜坡失稳的软弱夹层或不利结构面及工程特点确定,同时应符合下列规定:

1 控制性勘探孔深度不应少于预计基底下 10m,且穿过最深的可能滑动面下不应少于 3m,或至稳定地层内不少于 3m;控制性勘探孔的数量不应少于勘探孔总数的 1/2。

2 一般性勘探孔深度可为 10m~15m,且应进入预计基底下不少于 5m,当该深度内遇中等风化基岩时,可进入该层内 1m~2m。

5.2.12 初步勘察采取土试样、原位测试和土工试验工作应符合下列规定:

1 采取土试样或进行原位测试的勘探孔数量,应根据地形地貌,地层岩性、地基土的均匀性和工程特点等确定,宜为勘探孔总数的 1/2,且取土试样的勘探孔数量不应少于勘探孔总数的 1/2。

2 采取土试样或原位测试的数量和竖向间距,应根据地层特点和土的均匀程度确定。每一主要地层取土试样或原位测试数量不得少于 6 件(组),在地基主要受力层内,对厚度大于 0.5m 的夹层,应采取土试样或进行原位测试;取土试样竖向间距宜为 1m~2m,对可能形成滑动面的软弱夹层取土试样应增加,且间距不宜大于 0.5m。

3 土试样除应进行一般物理、力学性质的试验外,尚应测定天然和饱水状态下的抗剪强度;对于一般黏性土,可采用直剪试验或三轴试验,对于软黏性土,宜采用三轴试验;抗剪强度试验的剪切方向宜与斜坡可能的变形方向一致,试验的最大垂直压力应大于或等于试样在坡体中实际受荷情况;岩石试样应进行干燥和饱和状态下单轴抗压强度试验,并提供软化系数,工程有要求时,

尚应测定岩石的弹性模量和泊松比;软岩、极软岩可做天然状态下的力学试验。

4 对岩土体中可能影响场地或建(构)筑物稳定性的软弱带,宜进行大面积剪切试验,且试验数量不应少于3组。

5.2.13 初步勘察阶段的水文地质工作应符合本规范第5.1.12条的规定,并应符合下列规定:

1 应调查地下水在弱透水层、软弱结构面及岩层面的聚积情况和水量变化。

2 应查明裂隙、断裂带水体出露性质、来源、出水点与地层结构的水力联系及水的排泄情况。

5.2.14 初步勘察时应采取水、土试样,进行水、土对建筑材料的腐蚀性试验。

5.2.15 初步勘察的物探工作应根据场地地形和地质条件,以及拟探查不良地质作用或地质体的规模、产状、埋深及其与周边介质的物性差异,选择适用的物探手段和方法进行探查。对探查发现的异常,应采用钻探或其他有效手段进行验证和查明。

5.2.16 详细勘察阶段的勘察工作应符合本规范第5.1.14~5.1.20条的规定,并应符合下列规定:

1 对高挖方的地段,应符合本规范第5.5节的规定,并应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330的有关规定;其地基勘察的勘探深度应满足从挖方整平场地起算的要求。

2 对大面积深填方场地,应根据拟填厚度提出填方施工建议,并应预测填方层及其下卧层的变形特征;其勘探深度应满足评价堆载地基变形的要求。

3 勘探点除应按建筑物周边线和柱列线布置外,还应沿斜坡场地倾斜方向或斜坡可能滑动方向布置不少于1条主剖面。主剖面的两端应根据具体条件扩展延伸。主剖面线上勘探孔的深度应符合本规范第5.2.11条的规定。

4 应评价斜坡场地,特别是高挖方场地,在工程施工中和建

成后的稳定性,并应提出相应的处理措施建议。

5 对大面积深填方斜坡场地,应评价大厚度填土的地基变形问题,工程需要时宜采用数值分析方法进行分析评价。

6 对水文及水文地质条件发生改变的场地,应评价水文及水文地质条件改变对场地和工程建设的影响,并提出防治措施建议。

7 对局部存在的不良地质作用,应进行专项勘察,作出相应的专项评价,并提出防治和处理措施的建议。

5.3 井巷工程

5.3.1 本节适用于竖井、主溜井、斜井、平巷、隧道、硐室等地下工程的岩土工程勘察。

5.3.2 可行性研究勘察应对拟选井巷工程场地的稳定性和建设适宜性做出评价,并应符合下列规定:

1 应了解选址地区的区域地质构造和拟选场地地形地貌、地质构造、岩土种类及分布,初步判定其对工程的有利和不利条件。

2 应了解不良地质作用的分布和发育程度。

3 应了解场地水文条件、环境条件及水文地质条件。

5.3.3 可行性研究勘察宜采用搜集资料、现场踏勘、调查、工程类比等方法进行。

5.3.4 井巷工程的场址选择宜避开下列地段:

1 地质构造复杂地段或断裂构造破碎带。

2 岩溶发育地段。

3 井口、洞口处于滑坡、崩塌等不良地质作用发育地段或受洪水淹没地段。

4 地下水富集地段。

5 矿床开采的移动边界范围内。

5.3.5 初步勘察应对拟建井巷工程场址的工程地质条件、环境工程条件、水文地质条件做出初步评价,并应符合下列规定:

1 查明场地地理环境、地貌特征。

- 2 查明场地地质构造,并评价其对井巷工程的影响。
- 3 初步查明井巷工程通过地段岩土体分布及其工程特性,并初步确定围岩类别。
- 4 查明场地内不良地质作用的类型、规模、分布,发展趋势。
- 5 初步查明工程的水文地质条件,以及地下水类型及动态变化。
- 6 查明地表水体的分布并初步评价地表水体与地下水的关系。
- 7 初步评价场地地震效应及提供抗震设计参数。
- 8 初步查明废石堆场的环境工程地质条件。

5.3.6 初步勘察的工作手段应以工程地质测绘为主,并辅以钻探、测试和工程物探等,同时应符合下列规定:

1 工程地质测绘的比例尺宜采用 1:2000~1:5000,对井口、洞口地段宜采用 1:500~1:1000。

2 平巷、斜井、隧道宜布置钻探工作,对硬质岩钻孔深度应达到设计巷道底面标高以下大于或等于 3m,对较软岩及软质岩钻孔深度应达到设计巷道底面标高以下大于或等于 5m,对极软岩钻孔深度应根据实际情况确定。

3 宜采用物探方法,探查基岩面埋深、断裂构造的位置和规模,并宜采用声波测井判定围岩完整性和基本质量等级。

4 每一主要岩层和土层均应采取试样,当有地下水时应采取水试样;应测定围岩的物理力学性质,力学指标应包括饱和单轴抗压强度、抗剪断强度,以及弹性模量等参数。

5 在可能存在有害气体或地温异常的场地,应进行有害气体成分、含量或地温测定。

6 应进行水文地质试验确定围岩的渗透系数和预估井巷工程涌水量。

5.3.7 详细勘察应为井巷工程的施工图设计提供工程地质和水文地质等资料,并对工程设计、施工提出建议,同时应符合下列

规定:

1 查明工程通过地段的地质构造,特别是断层、节理等各种不连续面的位置、规模、产状和力学属性,并应评价其对工程的影响。

2 查明工程通过地段的岩石种类及其分布,并应分段查明其岩性、物理力学性质、风化程度、完整性,同时应评定围岩基本质量等级,以及按本规范附录 C 划分围岩级别。

3 查明对工程有影响的不良地质作用的类型、性质、分布,并提出防治措施建议。

4 查明工程通过地段的水文地质条件,包括含水层分布、层位、类型、围岩的渗透性、地下水补给,径流、排泄条件等,并提出地下水控制措施建议及所需的水文地质参数,同时应预测工程施工期间出水状态和涌水量,以及工程建设对场地水文地质条件的影响。

5 查明地下水对建筑材料的腐蚀性。

6 评价围岩的稳定性,并预测工程施工中可能出现的问题,同时应对井巷工程的施工方法、支护型式等提出建议。

7 评价井口和洞口的稳定性,并提出防治措施建议。

8 评价场地和地基的地震效应,并提供抗震设计参数。

9 评价废石场对环境的影响,并提出防治措施建议。

10 当工程需要时,在高地应力地区尚应评价地应力对工程的影响,并提出应对措施建议。

11 对工程结构、围岩加固、工程周边环境、岩土体变形、地下水等问题,应提出工程检测和监测建议。

5.3.8 详细勘察工作应以勘探、测试为主,在地质条件复杂地段以及井口、洞口,应进行补充工程地质测绘,比例尺宜采用 1:200~1:500。

5.3.9 竖井、主溜井的勘探孔布置应符合下列规定:

1 勘探孔应按拟建井位布置在井筒范围内,其深度应达到设

计井底深度以下大于或等于 5m;拟采用冻结法施工的井筒,勘探孔不得布置在井筒范围内,其深度应达到设计井底深度以下不小于 5m,且应进入不透水的稳定岩层不小于 10m。

2 当可能遇到地下有害气体或特大含水层时,勘探孔应布置在井筒范围以外,与井筒中心的间距宜为 10m~25m。

3 当地质条件复杂时,可在井筒周围增加勘探孔。

4 勘探孔不得布置在井底车场巷道上方。

5.3.10 斜井、平巷、隧道的勘探孔应在洞口及巷道中心线两侧 20m 范围内布设,单个工程勘探孔不宜少于 3 个。勘探孔间距宜为 100m~200m,对深埋长巷道可增大到 300m~400m。洞口处宜布置探井、探槽。勘探孔深度应达到设计巷道底板标高以下大于或等于 3m,遇不良地质作用或软弱地层时尚应加深。

5.3.11 硐室的勘探工作宜与竖井、主溜井、斜井、平巷、隧洞的勘探孔相结合,但勘探孔深度应同时满足查明硐室地质条件的要求;对地下破碎硐室等重要工程,勘探孔间距不宜大于 50m,勘察孔深度应达到设计硐底标高以下大于或等于 5m,遇不良地质作用或软弱地层时尚应加深。

5.3.12 勘探孔宜采用金刚石钻进,其孔径应满足测试工作和取样尺寸的要求,终孔孔径不应小于 75mm。勘探孔应全孔取芯,岩芯采取率在基岩和黏性土中不应低于 80%,在破碎带、软弱夹层和粗颗粒土层不应低于 65%。钻探的各项工艺参数应满足设计要求。

5.3.13 勘探工作结束时,除井巷施工需利用的钻孔外,所有钻孔均应使用强度等级不低于 M10 的水泥砂浆封堵,并应作出明显的、适于长期保存的标志。当地下水质具腐蚀性时,封孔材料尚应采取防腐措施。

5.3.14 各勘探孔均应采取不扰动岩土试样,采样数量应为每个工程地质单元不少于 6 组(件);对斜井、平巷、隧道的高于设计顶板标高以上 15m 的勘探孔段,可减少取样数量。

5.3.15 岩土试样的室内试验项目应符合下列规定：

1 土试样应测定天然含水量、天然密度、比重、液限、塑限、压缩性指标、抗剪强度、颗粒级配等指标，抗剪强度的试验方法应根据评价计算的要求确定。

2 岩石试样应测定其密度、干燥和饱和状态下单轴抗压强度、抗剪断强度、抗拉强度、点荷载强度、弹性模量、声波波速等，对主溜井尚应进行耐磨试验、抗冲切试验。

3 对特殊性岩土尚应测定其特殊性指标。

4 当施工工艺有特殊要求时，应进行设计要求的其他试验。

5.3.16 在钻孔中应同时配合进行工程物探和原位测试，并应符合下列规定：

1 竖井、主溜井的钻孔内应全孔进行声波测试，孔内竖向测点间距不宜大于 5m，在复杂孔段宜为 1m~2m。斜井、平巷、隧道的钻孔内声波测井宜在设计洞顶标高以上 15m 至孔底的范围内进行，在复杂地段尚应向上延伸测试范围。

2 在岩溶地区的井巷工程，宜采用钻孔电磁波法探查岩溶分布和规模。

3 在高地应力地区或工程有要求时，应进行地应力测试。

4 对 300m 以上深孔或已有资料显示属高地温区的钻孔，应进行孔内温度测量。

5.3.17 详细勘察时的水文地质工作，应符合下列规定：

1 所有钻孔均应进行简易水文地质观测。

2 竖井、主溜井工程应在钻孔完成后进行抽水试验或压水试验，当有多层地下水时应分段封堵进行试验。其他井巷工程应根据工程需要在工程通过地段进行抽水试验或压水试验。

3 钻孔内尚宜配合水文地质试验进行电法测井或井中测流。

4 工程需要时应进行地下水长期观测。

5.3.18 对有水压的排水隧洞，当工程需要时应进行岩体原位变

形测试,并应测定围岩的弹性抗力系数及其他变形指标。

5.3.19 当井巷、硐室可能产生偏压、膨胀压力、岩爆和其他特殊情况时,应进行专门研究。

5.3.20 当斜井、平巷或隧道的地质条件复杂,或详细勘察的勘探精度尚不能控制巷道各段时,应进行施工勘察,并符合下列规定:

1 应划分围岩类别,并评价围岩稳定性。

2 应超前预报施工中可能出现的工程地质和水文地质问题,包括断裂构造、不稳定岩体、富含水层和突水可能性、岩爆可能性等。

3 应提出施工建议。

5.3.21 施工勘察宜配合施工进行,并宜进行下列工作:

1 巷道地质测绘及编录。

2 水平钻探或斜孔钻探。

3 岩石的物理力学性质试验。

4 涌水量观测。

5 岩体应力和变形监测。

6 电测井或电视测井以及物探方法超前预报。

5.4 尾矿工程

5.4.1 本节适用于尾矿工程的初期坝、库区、排水井或斜槽、排水涵管等的岩土工程勘察和初期坝筑坝材料的勘察,对尾矿输送管道、回水泵站、排水隧洞等勘察应分别按本规范第 5.2 节、第 5.3 节、第 5.6 节的规定执行。

5.4.2 尾矿工程勘察可根据尾矿库设计等别确定勘察等级,一等至三等尾矿库的尾矿工程勘察等级宜定为甲级,其余可定为乙级。

5.4.3 尾矿库各使用期的设计等别,应根据该期的全库容和坝高按表 5.4.3 确定。

表 5.4.3 尾矿库各使用期的设计等别

等别	全库容 $V(\times 10^6 \text{ m}^3)$	坝高 $H(\text{m})$
一	$V \geq 500$	$H \geq 200$
二	$100 \leq V < 500$	$100 \leq H < 200$
三	$10 \leq V < 100$	$60 \leq H < 100$
四	$1 \leq V < 10$	$30 \leq H < 60$
五	$V < 1$	$H < 30$

注:1 当库容与坝高指标分属不同等别时,按高的等别;当等别相差大于 1 时,按高等别降低 1 等。

2 除一等库外,当尾矿库失事将使下游的重要城镇、工矿企业、铁路干线或高速公路等遭受严重灾害者,经充分论证后可按本表确定的等别提高 1 等。

5.4.4 可行性研究勘察应对拟选尾矿工程场地的稳定性及适宜性做出评价,并应为场址的比选提供下列资料:

- 1 区域地质构造、地震地质资料。
- 2 场区的地形地貌特征、地质构造、地层岩性、不良地质作用等工程地质条件。
- 3 场区的汇水面积、洪水流量及地表水文资料。
- 4 场址范围及其附近的矿产资源分布、埋藏条件等资料。
- 5 场址邻近的水源地保护带、水源开发情况和环境保护要求等资料。
- 6 筑坝材料的就近产地状况。

5.4.5 尾矿工程宜选择具备下列条件的场地:

- 1 地质条件简单,无断裂破碎带通过,坝肩和坝基无渗漏地层和软弱地层。
- 2 无不良地质作用发育或影响小。
- 3 地下无压覆具有开采价值的矿产。
- 4 汇水面积小,有足够的库容和库长,筑坝工作量小,便于生产管理。
- 5 下游和最大频率风向的下方无大的工矿企业、重要铁路和

公路、大居民区、水源地,不移民或少移民。

6 场址及其周围无重点名胜古迹、自然保护区、军事要地和风景区。

5.4.6 可行性研究勘察工作应以收集资料、现场踏勘、工程类比为主,当资料不足时,可进行 $1:5000\sim 1:10000$ 工程地质测绘和调查;测绘和调查的重点应为影响库区渗漏和坝址稳定性的工程地质条件和水文地质条件;测绘范围宜至分水岭以外渗漏可能影响的地区。资料不足时,可进行少量勘探工作。

5.4.7 初步勘察工作应根据拟建尾矿工程的总平面规划图,对工程地段的场地稳定性和适宜性及其对环境的影响做出评价,并应符合下列规定:

1 应初步查明坝址、坝肩、库岸的工程地质和水文地质条件,并评价其稳定性和渗漏性,分析渗漏可能产生的环境影响。

2 应查明不良地质作用的分布、规模、发展趋势及其可能产生的危害,并提出治理方案初步建议。

3 应初步评价场地的地震效应及提供抗震设计参数。

4 对尾矿工程建设的各种岩土工程问题,应提出初步的评价和设计建议。

5 应确定筑坝材料的产地,并查明筑坝材料的性质和储量。

5.4.8 初步勘察的工作手段应以工程地质测绘为主,并结合钻探、井探、物探、原位测试、室内试验进行。工程地质测绘的比例尺宜采用 $1:2000\sim 1:5000$,并应查明下列内容:

1 工程场地的地形地貌特征及有无永久性渗漏。

2 不良地质作用的分布范围、发展趋势及危害程度。

3 断裂构造性质、展布范围及其对工程的影响程度。

4 初步查明工程区的水文地质条件。

5.4.9 坝址区初步勘察时的勘探工作量应符合下列规定:

1 勘探线宜平行或沿坝轴线布置,其数量不得少于 1 条;勘

探点间距宜为 40m~100m,平地围堰型尾矿库宜为 100m~200m;每条勘探线上的勘探点数量不宜少于 3 个。

2 控制性勘探点宜布置在坝轴线上,其深度应满足查明坝基或坝肩的软弱地层、潜在的发生渗漏或潜蚀的地层的分布,且不宜小于设计最终堆积坝高的 1.0 倍~1.5 倍;一般性勘探点深度宜为 10m~15m;当在规定深度内遇见稳定的弱透水坚实土层或基岩时,可在进入该层 5m~8m 后终孔。

3 控制性勘探点的数量不宜小于勘探点总数的 1/3。

5.4.10 库区初步勘察时的勘探工作应符合下列规定:

1 勘探线宜在库底布置,并沿拟建排水管及排水井的位置布置。

2 勘探点间距宜为 100m~200m,当排水井井位已定时,应与井位的勘探点相结合。

3 勘探点深度宜为 5m~8m,当与排水管、排水井勘探点相结合时,勘探点深度应满足其地基评价的要求。

4 研究沟谷两侧坡体的稳定性和渗漏性时,宜布置垂直沟谷的辅助勘探线;勘探线数量、间距和勘探点深度,应根据所需要研究的问题和地层条件决定。

5.4.11 初步勘察的测试、试验应符合下列规定:

1 采取岩、土试样或进行原位测试时,各主要岩土层样品数不应少于 6 件(组)。

2 因渗漏对周围环境和工程设施有影响时,宜进行抽水、压水或注水试验。

5.4.12 初步勘察时可根据场地条件和勘察要求,采用下列物探、化探方法:

1 探查覆盖层厚度、埋藏的岩溶洼地、槽谷、较大的暗河通道以及洞穴分布和深度等,可采用高密度电阻率法。

2 探查断裂构造、岩溶等地质问题,可采用浅层地震、高密度电阻率法、微重力法或电磁法。

3 探查洞穴通道、暗河和岩溶水补给来源等,可采用岩溶水的示踪试验。

5.4.13 初步勘察时应对筑坝材料场地进行勘探,并应符合下列规定:

1 应查明筑坝材料赋存条件、规模、产状以及覆盖层、无用夹层的厚度。

2 应查明开采场地的工程地质和水文地质条件。

3 应查明材料的物理力学性质。

4 应评定材料的质量,并计算有用层储量。

5 应评价材料的开采和运输条件。

6 应评价筑坝材料开采对环境的影响。

5.4.14 详细勘察工作应符合下列规定:

1 应详细查明坝基、坝肩以及各拟建构筑物地段的岩土组成、分布特征、工程特性,并提供岩土的强度和变形参数。

2 应分析和评价坝基、坝肩、库岸、溢洪道等的稳定性,并对潜在的不稳定因素提出治理措施建议。

3 应分析和评价坝基、坝肩、库区的渗漏及其对环境的影响,并提出防治渗漏的措施建议。

4 应查明场地内的潜在不良地质作用,并提出治理措施建议。

5 应分析和评价排水井和排水管地基的压缩性和变形特征,当地基不均匀或存在软弱地基时,应提出地基处理措施建议。

6 应判定水和土对建筑材料的腐蚀性。

5.4.15 详细勘察应采用勘探、原位测试和室内试验等手段进行。当地质条件复杂时,应对坝址区、需整治的不良地质作用和潜在渗漏地段等进行补充工程地质测绘,其比例尺不宜小于 1:1000。

5.4.16 坝址区详细勘察的勘探工作应符合下列规定:

1 勘探线应沿坝轴线及其上下游平行坝轴线布置,勘探线数

量不应少于 3 条;对坝址地质条件简单的四、五等库,可沿坝轴线及沟底垂直坝轴线方向各布置一条勘探线;每条勘探线上的勘探点不应少于 3 个。

2 勘探点间距宜为 25m~50m,地形平坦、开阔地段宜为 50m~100m。

3 控制性勘探点宜布置在坝轴线上,其深度不宜小于最终堆积坝高的 1.0 倍;一般性勘探点深度宜为初期坝高的 0.6 倍~1.0 倍。当地层性能良好,且透水性小时,勘探深度可取小值;在岩溶地区,或有强渗漏性地层或抗滑稳定性差的地层时,勘探深度应取大值,并应满足查明该不良地层的分布深度。在预定深度内遇见基岩或分布稳定的弱渗透性岩土层时,除部分勘探点应进入基岩中风化层外,其余各勘探点可减小深度。

4 控制性勘探点不宜少于勘探点总数的 1/3,且每个地貌单元均应有控制性勘探点。

5.4.17 库区详细勘察工作应符合下列规定:

1 当库区存在岩溶、断裂构造、裂隙发育带或其他强渗漏性地层时,应进行勘探、测试和物探工作;勘探点的数量和深度应能查明其分布、规模。

2 当库岸存在滑坡、崩塌或其他不良地质作用,且可能影响尾矿工程正常和有效运行时,应布置勘探和测试工作,其手段、数量和深度应能查明其规模、失稳条件。

3 排水构筑物的勘探点宜沿排水井、槽和排水管布置,勘探点间距宜为 50m~100m,每个排水井应布设不少于 1 个勘探点,在排水管转角位置应布设勘探点;勘探点深度宜为 12m~20m,并应根据排水管埋置深度、尾矿最终堆积高度、地基岩土性能和地面超载条件进行调整。

5.4.18 当采用溢洪道排洪时,应在初步勘察工程地质测绘的基础上沿溢洪道及其岸坡布置勘探工作,其工作量应满足查明通过地段的地层分布、岩土工程性能、渗透性和岸坡稳定性的要求。

5.4.19 详细勘察时各工程地段主要岩土层的岩土试样或原位测试的数量,不应少于6件(组)。

5.4.20 详细勘察时应应对坝基、坝肩及库底、库岸等地段的各岩土层进行压水、注水或抽水试验,并应测定各岩土层的水文地质参数,同时应确定渗透范围和估算渗漏量。

5.4.21 上游拦洪坝勘察应符合初期坝勘察的相关要求,并应符合现行国家标准《水利水电工程地质勘察规范》GB 50487的有关规定。

5.5 排土场工程

5.5.1 本节适用于外部排土场工程的拦挡构筑物、堆存区、防洪及排水构筑物等的岩土工程勘察。

5.5.2 排土场的勘察等级可根据排土场的设计等别确定,I、II等排土场的勘察等级可定为一级,III、IV等排土场可定为二级。

5.5.3 排土场的设计等别应根据使用期内排土总容量、排弃物堆置高度、失事后的危害程度按表5.5.3确定。

表 5.5.3 排土场设计等别

等别	单个排土场总容量 $V(\times 10^6 \text{ m}^3)$	堆置高度 $H(\text{m})$
I	$V \geq 10$	$H \geq 150$
II	$5 \leq V < 10$	$100 \leq H < 150$
III	$1 \leq V < 5$	$50 \leq H < 100$
IV	$V < 1$	$H < 50$

注:1 当总容量与堆置高度指标分属不同等别时,按高的等别;当等别相差大于1时,按高等别降低一等。

2 剥离物堆置整体稳定性较差,排水不良,且具备形成泥石流条件的排土场,其设计等别应提高一等。

3 排土场失事将使下游居民区、工矿或交通干线遭受严重灾难者,其设计等别可提高一等。

5.5.4 排土场宜选择具备下列条件的场地：

1 地质条件简单,无断裂破碎带通过,无强渗漏地层和深厚软弱地层。

2 自然斜坡稳定,无不良地质作用发育或影响小,不具备产生泥石流的地形及地质条件。

3 水文地质条件相对简单,沟谷纵坡较缓,汇水面积不大,有足够的库容,设置各类构筑物的工程地质条件较好。

4 下游和最大频率风向的下方无大的工矿企业、居民区、水源保护区、交通干线及重点名胜古迹和风景区,移民少。

5.5.5 可行性研究勘察应对拟选排土场场址的稳定性及适宜性做出评价,并应符合下列规定：

1 了解排土场类型、排土总容量、堆置高度及使用年限。

2 了解排弃物的采掘方式、成分、粒度、物理和化学性质,排弃物的日处理量、运输方式和排土堆填方式。

3 搜集场区的区域地质构造及地震地质资料。

4 了解场区的地形地貌特征、地质构造、地层岩性、不良地质作用等工程地质条件。

5 了解场区的汇水面积、洪水流量及地表水文和气象资料。

6 搜集场址周边自然环境、人文环境、生态环境及其附近的矿产资源分布、埋藏条件等资料。

7 搜集场地水文地质资料及邻近的水源地保护带、水源开发情况和环境保护要求等资料。

5.5.6 可行性研究勘察工作应以收集资料、现场踏勘、工程类比为主,宜进行 1:5000~1:10000 工程地质测绘和调查,重点应为影响堆存区和构筑物位置稳定性的工程地质条件和水文地质条件,测绘范围宜为排土场及其周边外延 2 倍~3 倍排土设计堆置高度的范围。

5.5.7 初步勘察工作应根据拟建排土场的总平面规划图,对场地

的稳定性及其对环境的影响作出评价,并应符合下列规定:

1 应查明排土场及其周围的地质构造,并评价其对排土场建设的影响。

2 应初步查明排土场的地形、地貌以及工程地质和水文地质条件。

3 应查明不良地质作用的分布、规模、发展趋势及其可能产生的危害,并提出治理方案初步建议。

4 应评价场地的地震效应,并提供抗震设计参数。

5 应调查排土场的汇水面积、地表径流、洪水流量等水文条件。

6 应对排土场建设的各种岩土工程问题提出初步的评价和设计建议。

5.5.8 初步勘察宜以工程地质测绘为主,并结合钻探、井探、物探、原位测试、室内试验进行。工程地质测绘的比例尺宜采用 1:2000~1:5000,测绘范围宜为排土场场址及其外围可能产生影响的地段。

5.5.9 初步勘察时的勘探工作量应符合下列规定:

1 拦挡构筑物 and 截排水设施的勘探线应沿其轴线布置,勘探点间距宜为 100m~200m。

2 堆存区勘探线可按网格状布置,勘探线、点间距可根据地形、地质条件及排土场等级确定,宜为 100m~200m;软弱土分布地段勘探点宜加密。

3 勘探孔深度应满足查明排土场基底结构地层及排土场稳定性评价的要求,控制性钻孔应进入稳定坚硬地层或中等风化基岩不小于 5m,一般性勘探孔深度应进入稳定坚硬地层或基岩;控制性钻孔数量不宜少于勘探点总数的 1/3。

4 当堆存区沟谷两侧坡体对排土场稳定有影响时,宜布置垂直沟谷的辅助勘探线;勘探线数量、间距和勘探点深度,可根据所需要研究的问题和地层条件确定。

5.5.10 初步勘察的采样及测试应符合下列规定：

1 采取岩、土试样或进行原位测试时，每个主要岩土层不应少于 6 件(组)。

2 对软弱岩层及存在不利结构面时，应增加取样数量或进行大面积剪切试验。

5.5.11 详细勘察工作应符合下列规定：

1 查明场区内地质构造的类型、分布、组合及其工程地质特征，并评价其对排土场建设的影响。

2 查明各工程地段地形、地貌、地层的分布、地质年代、成因、产状、岩性及其工程性质，并提供设计所需各项岩土参数。

3 查明各工程地段软弱地层的分布、厚度及其工程地质特征。

4 对于硬地基排土场，应查明排土场基底岩层层面的倾向、倾角、节理发育情况，并确定其对排土场稳定性影响。

5 对于软弱地基排土场，应分析软弱土层滑动、侧向挤出的可能性。

6 查明影响排土场建设和运行的不良地质作用的分布、成因、发展趋势和对排土场稳定性的影响，并提出防治措施建议和设计所需岩土参数。

7 分析和评价拦挡构筑物和截、排水设施地基的岩土工程性能，并提出地基处理措施建议。

8 对排土场设计、施工等提出工程措施建议。

5.5.12 详细勘察应采用勘探、原位测试和室内试验等手段进行。当地质条件复杂时，应对复杂地段及需整治的不良地质作用进行补充工程地质测绘，其比例尺宜采用 1：500～1：1000。

5.5.13 详细勘察的勘探工作应符合下列规定：

1 拦挡构筑物勘探线应沿轴线或平行轴线布置，勘探线数量可根据拦挡构筑物宽度确定，勘探线、点间距宜为 50m～100m。勘探孔深度应进入稳定坚硬地层或基岩，其中控制性勘探孔应进

入稳定坚硬地层或中等风化基岩不少于 5m,且数量不宜少于勘探点总数的 1/2。

2 堆存区及截、排水设施等构筑物的勘探工作应符合本规范第 5.4 节同类工程的有关规定。

5.5.14 详细勘察时各工程地段采取岩土样及原位测试,应符合下列规定:

1 主要岩土层和软弱层均应采取岩土试样或进行原位测试,其数量不应少于 6 件(组)。

2 对堆存区内软弱地层的抗剪强度,宜进行现场大面积剪切试验确定。

5.5.15 当存在下列情况时,应进行专项勘察研究工作:

1 场区存在断裂构造、裂隙发育带或其他强渗漏性地层。

2 场区存在滑坡、崩塌、泥石流及岩溶等不良地质作用。

3 场区存在可能影响排土场安全的采空区。

5.6 线路工程

5.6.1 本节适用于输水管道、尾矿输送管槽、索道工程、带式输送线路、窄轨铁路路基与桥、涵等工程的勘察。线路工程中的装(卸)矿站、泵房和机房等,应按本规范第 5.1 节、第 5.2 节的有关规定进行勘察。

5.6.2 线路工程可行性研究阶段的岩土工程勘察,应对拟选线路通过地段的场地稳定性和建设适宜性做出评价;勘察工作应以搜集资料和调查为主,并应符合下列规定:

1 了解沿线的地形地貌、地质构造、岩土分布、水文地质条件等,并推荐线路比选方案。

2 了解沿线不良地质作用的分布、规模和各类特殊岩土的分布,同时应分析其对线路的影响。

3 分析线路通过河流等地表水体地段的岸坡稳定性及洪水

对工程的影响,并提出穿、跨越方案的比选建议。

4 了解沿线矿产分布、开采等对工程的影响。

5 搜集沿线区域地震资料。

5.6.3 线路工程宜避开全新活动断裂带、抗震危险地段,以及不良地质作用多发地段。

5.6.4 初步勘察应对拟建线路沿线的场地稳定性和不良地质作用做出评价,并应对沿线的岩土工程条件做出初步评价。

5.6.5 初步勘察应符合下列规定:

1 查明工程沿线地质构造,并评价其对工程的影响。

2 初步查明工程沿线地层分布、岩性特征及其工程性能。

3 查明工程沿线不良地质作用,并评价其对工程的影响,同时应提出防治措施建议。

4 初步评价场地地震效应及提供抗震设计参数。

5.6.6 初步勘察时,对线路工程地段及有影响范围内的不良地质作用,应进行专门的勘察,其工作应符合本规范第6章的有关规定。

5.6.7 初步勘察工作手段应以搜集资料和工程地质测绘为主,并宜布置少量勘探、测试和试验工作。工程地质测绘的比例尺宜采用1:2000~1:5000;测绘的范围宜为沿线路两侧150m~200m,当存在不良地质作用时应扩大到它可能存在影响的范围。

5.6.8 初步勘察时,应根据工程规模、场地和岩土条件布置勘探、试验工作,并应符合下列规定:

1 采用桥梁通过河谷地段时,宜按桥的规模布置1个~3个勘探点。

2 高挖深填地段,不应少于2个勘探点。

3 对构筑物或支架,宜间隔布置勘探点。

4 勘探点的勘探深度应满足可能采用基础的地基评价或边坡稳定性评价的要求。

5 不良地质作用地段,勘探点间距与勘探深度应符合本规范

第 6 章的有关规定。

6 应选取场地岩土试样、水试样,进行物理、力学性试验和水、土对建筑材料的腐蚀性分析。

5.6.9 详细勘察应为线路工程的施工图设计提供岩土工程资料,并应对工程中的岩土工程问题提出处置建议,同时应符合下列规定:

1 应查明地层结构、工程地质和水文地质条件、岩土工程性能,并提出工程所需的岩土工程参数。

2 应查明不良地质作用和特殊性岩土分布范围、性质,并分析评价其对工程的影响,同时应提出治理方案建议及所需的岩土参数。

3 应查明线路工程所通过地段的水、土对建筑材料的腐蚀性。

4 对河谷区敷设或埋设的线路工程,尚应评价河流改道的可能性并确定洪水淹没的范围。

5 应评价场地和地基的地震效应,并提供抗震设计参数。

5.6.10 详细勘察的工作布置应符合下列规定:

1 应根据工程需要在初勘资料基础上进行补充工程地质测绘,比例尺宜采用 1:500~1:1000。

2 在线路通过的各地貌单元或工程地质分区,均应布置勘探工作,勘探点的间距、数量和勘探深度应符合表 5.6.10 的规定;对存在不良地质作用的地段,应按本规范第 6 章的规定布置勘探工作。

表 5.6.10 勘探点间距与勘探深度

线路工程类别	勘探点间距	勘探深度(自基础底面起算)
高度大于 6m 的路堤	20m~30m	不小于路堤宽度的 1 倍,查明软弱地层或结构面产状、分布

续表 5.6.10

线路工程类别	勘探点间距	勘探深度(自基础底面起算)
深度大于 10m 的路堑	20m~30m	查明路堑边坡的结构面、软弱层,满足边坡和路基评价要求
架空索道	每个塔基不少于 1 个勘探点	根据荷载性质和基础形式确定,无软弱地基时可为 8m~12m,并满足抗倾覆验算要求
带式输送线路	勘探点间距不大于 30m,各地貌单元及高填深挖地段应布置勘探点	
架空输电线路	直线塔每 3 个~4 个塔或每个地貌单元布置一个勘探点,转角及其他类型塔基和重要塔基,每个塔基至少布置一个勘探点	
管道	200m~400m	支墩基底或管沟底下不少于 5m
槽渠	100m~200m	渠底下不少于 5m
小桥、涵	不少于 1 个勘探点	根据地基岩土条件确定,无软弱地基时可为 12m~20m
大中桥	按桥墩、桥台布置,每个墩台 1 个~2 个勘探点,特殊情况下加密	根据地层、基础类型、尺寸、埋置深度、荷载大小等情况决定,应进入基础持力层不少于基础宽度的 2 倍;采用桩基时,应进入桩端持力层不少于 5m

3 应采取岩、土试样或进行原位测试,取样或测试的数量应满足岩土工程分析评价的要求。

4 应按不同地貌单元采取水、土试样进行腐蚀性试验;对埋入式管道工程,应进行土对钢结构的腐蚀性试验。

5.7 岸边取水工程

5.7.1 本节适用于河流岸边取水设施场地包括河床区、岸边区和净化区的岩土工程勘察,其他湖岸、海岸及人工水体等取水设施的岩土工程勘察可根据场地条件按本节规定执行。

5.7.2 可行性研究阶段的岩土工程勘察,应对场地的稳定性和建筑的适宜性做出评价,并提出场址比选意见,同时应符合下列规定:

1 了解选址区的地形地貌和地质构造、地层结构及其成因类型、岩土物理力学性质。

2 了解岸坡、河床稳定状态,研究崩塌、冲刷、淘蚀、淤积和推移泥沙等不良地质作用的发育状况及发展趋势。

3 了解地表水体动态和地下水埋藏情况及对工程的影响。

5.7.3 可行性研究阶段的勘察宜采用搜集资料、现场踏勘及调查等方法进行,资料不足时可进行工程地质测绘和少量勘探工作,并应符合下列规定:

1 应搜集场区的地质、地形、地貌及建筑经验等资料,并应了解河床的最大冲刷深度、最小宽度以及河水的最高和最低水位。

2 应调查上游地区有无排放工业废水、废渣及其对场地和水源的影响程度。

3 应搜集场地地震地质资料。

4 工程地质测绘比例尺宜为 1:5000~1:10000。

5.7.4 场地宜选择下列建设有利的地段:

1 河床稳定和岸坡稳定地段。

2 河床抗冲刷能力强或基岩埋藏浅的河段。

3 河床宽展水流平稳地段。

5.7.5 初步勘察应为确定岸边工程的总平面布置、地基基础类型及不良地质作用的防治措施提供依据,并应符合下列规定:

1 查明不良地质作用的性质、分布、发展趋势及其危害程度,对拟建场地的稳定性做出评价。

2 初步查明场地的地形地貌、地质构造、地层结构及特殊性岩土分布,并初步查明场地岩土的物理、水理、力学性质。

3 初步查明场地的水文条件及水文地质条件。

4 初步评价场地地震效应,并提供抗震设计参数。

5 初步判定场地水、土对建筑材料的腐蚀性。

5.7.6 初步勘察工作宜采用工程地质测绘、物探及勘探测试等多种手段相结合进行。

5.7.7 初步勘察的工程地质测绘和物探工作应符合下列规定:

1 工程地质测绘应调查岸线变迁及不良地质作用对岸线变迁的影响,并应调查埋藏的河、湖、沟谷的分布及对工程的影响,采用的比例尺宜为 1:2000。

2 物探工作宜用于查明隐伏构造断裂的位置、规模。

5.7.8 初步勘察的勘探测试工作应符合下列规定:

1 河床区宜垂直岸边线布置 2 条~3 条勘探线,间距宜为 50m~70m。勘探点间距宜为 30m~50m,每条勘探线的勘探点数量不应少于 2 个。勘探深度对卵石层不宜少于 8m,对砂层不宜少于 10m,对黏性土层不宜少于 15m,且均应达到最大冲刷深度以下不少于 3m,对基岩应进入中等风化层不少于 1m。

2 岸边区勘探线宜垂直岸边线。勘探线、勘探点间距和深度应满足能查明工程地质条件并验算岸坡稳定性。勘探线、勘探点间距可按表 5.7.8-1 确定,勘探点深度可按表 5.7.8-2 确定。

表 5.7.8-1 勘探线、勘探点间距(m)

场地复杂程度等级	勘探线间距	勘探点间距
一、二	50~70	20~30
三	70~100	30~50

表 5.7.8-2 勘探点深度(m)

岩土种类	勘探点深度
黏性土层	10~30
砂、卵石层	10~20
基岩	应进入中等风化层

3 净化区可按网格状布置勘探点,勘探线、勘探点间距宜为 50m~100m,勘探深度宜为 10m~20m。

4 采取不扰动岩土试样或进行原位测试的勘探点数量不应少于勘探点总数的 1/2,且每一场地和每一地貌单元不应少于 3 个,每一主要岩土层的取试样或原位测试不应少于 6 件(组)。

5.7.9 详细勘察应在搜集和了解取水设施的平面布置、建(构)筑物的性质、结构特点、荷载、基础形式、埋置深度等资料的基础上进行,并应为取水设施的地基基础设计、地基处理与加固、深基坑开挖,以及不良地质作用的防治措施提供依据。

5.7.10 详细勘察应符合下列规定:

1 查明取水设施地基的地层结构、岩土的工程特性及地基稳定性;对深基坑的工程应提供基坑支护所需参数。

2 查明建筑地段不良地质作用的类型、规模和发展趋势,并提供整治措施建议和所需岩土工程参数;岸边区尚应查明由于场地整平和结构荷载作用下的岸坡稳定性。

3 查明地下水类型、埋藏条件及其对建筑材料的腐蚀性。净化区水池底部存在强透水层时,应查明其分布范围和评价其渗透

稳定性;需进行工程降水时,应提供岩土层的渗透系数和预测基坑涌水量;对拟用沉井法施工的构筑物,应提供井壁与岩土摩擦系数,并应预测沉井施工中的问题。

4 评价场地和地基的地震效应,并提供抗震设计参数。

5.7.11 详细勘察工作应以勘探、测试和水文地质试验为主,在地质条件复杂地段宜进行补充工程地质测绘工作,测绘的比例尺宜采用 $1:500 \sim 1:1000$ 。

5.7.12 勘探测试工作的布置应根据河床区、岸边区、净化区的不同建(构)筑物的工程性质,各区段的地形、地貌和工程地质条件确定。

5.7.13 河床区详细勘察工作布置应符合下列规定:

1 取水设施构筑物地基的勘探点间距不宜大于 20m ,每个主要构筑物不得少于 2 个勘探点;勘探深度应达到基础底面以下不少于 10m ,在预定深度内遇见基岩时,勘探深度应进入中等风化层不少于 3m ;当采用桩基或沉井基础时,应按桩位或沉井位置布置勘探点,深度应达到预计桩长或井深以下不少于桩(井)径的 3 倍,且不得少于 3m ;对大直径桩,不得少于 5m ;对需验算沉降的桩(井)基础,其深度应超过地基变形计算深度。

2 对水平集水管式取水构筑物,勘探点宜按浅而密的原则布置,其间距不宜大于 15m ,或一个集水系统不宜少于 3 个勘探点。勘探深度宜为基底以下 $6\text{m} \sim 8\text{m}$,并应达到预估的最大冲刷深度以下不少于 5m 。

3 深基坑的勘探深度宜为开挖深度的 2 倍~3 倍,遇坚硬地层时,可根据支护设计要求减小勘探深度。深基坑的勘察范围宜超出开挖边界外开挖深度的 2 倍~3 倍,在深厚软土区,勘察范围尚宜扩大。当基坑范围外无法布置勘探工作时,应搜集相关资料和进行工程地质调查。

5.7.14 岸边区详细勘察工作布置应符合下列规定:

1 勘探工作量应按单体构筑物布置,主要构筑物不宜少于 3

个勘探点。控制性勘探点深度应达到岸边最低点以下不少于 10m 或至基岩中等风化层内不少于 2m,其余勘探点深度可按工程规模、设计要求及场地岩土条件确定。

2 勘探工作量和勘探深度,尚应满足坡体开挖和支护结构计算、岸坡稳定性评价等要求。

5.7.15 净化区详细勘察阶段的勘探工作量,应符合本规范第 5.1.17~5.1.19 条的规定。对深埋的构筑物,勘察工作应符合本规范第 5.7.13 条第 3 款的要求。

5.7.16 详细勘察阶段的原位测试和采取不扰动岩土试样的勘探点的数量,宜为勘探点总数的 $1/2 \sim 2/3$,每一主要岩、土层的原位测试、取样不应少于 6 件(组)。

5.7.17 对需进行工程降水的工程,应按本规范第 5.1.20 条进行水文地质工作。

5.7.18 水域勘探和测试应根据水域条件、地质条件和勘察技术要求选用能在水域稳定作业且保障获取可靠成果的设备 and 器具。

5.8 边坡工程

5.8.1 本节适用于建(构)筑物场地和井巷、尾矿、线路、排土场等工程开挖边坡或堆积边坡的岩土工程勘察。

5.8.2 可行性研究勘察应对边坡的稳定性作出初步评价,并应符合下列规定:

- 1 应了解场地工程地质条件和水文地质条件。
- 2 应对边坡的总体稳定性进行定性评价。
- 3 应对边坡的处理提出初步建议。
- 4 应初步评价边坡对周边环境的影响。

5.8.3 边坡工程可行性研究勘察应以收集资料、现场踏勘、工程地质调查为主,资料不足时,可进行少量的勘探和物探工作。调查比例尺宜采用 $1:5000 \sim 1:10000$,调查范围宜包括场区及其周

边相邻地段。

5.8.4 初步勘察应对边坡的稳定性做出评价,并应符合下列规定:

- 1 查明场地岩土岩性、分布、成因及其物理力学性质。
- 2 查明场地的地质构造及结构面的类型、产状,并查明控制边坡变形破坏的结构面的发育特征。
- 3 查明软弱结构面、软弱夹层的分布特征及抗剪强度。
- 4 查明场地地下水类型、赋存条件及含水层的特征、渗透性等水文地质条件。
- 5 查明不良地质作用的分布范围、性状及其对边坡稳定的影响。
- 6 收集和分析区域地震资料,并分析其对边坡稳定性的影响。
- 7 对边坡进行稳定性分区。
- 8 对稳定性不满足要求的边坡地段应提出治理措施建议。
- 9 应对边坡的监测提出建议。

5.8.5 初步勘察应采用工程地质测绘、勘探及室内试验、原位测试、物探等综合手段进行,并应符合下列规定:

1 工程地质测绘比例尺宜采用 1:1000~1:2000,测绘范围应包括可能对边坡稳定性有影响的地段。

2 勘探线应垂直边坡走向布置,勘探线间距应根据地形地貌、地质构造、地层岩性等地质条件确定,土质边坡宜为 25m~100m,岩质边坡宜为 50m~200m。

3 每一边坡的勘探线不宜少于 2 条,每条勘探线上的勘探点不应少于 3 个,且坡顶、坡腰、坡脚均应有勘探点控制。

4 勘探孔深度应进入潜在滑移面(破坏面)以下稳定层一定深度内,一般性钻孔宜进入 2m~3m;控制性钻孔宜进入 5m~10m。

5 各岩土层的室内试验试样应在钻孔、探井、探槽、探洞中采

取,样品数不得少于6件(组)。

6 对控制边坡稳定的软弱结构面,宜进行大面积剪切试验,并不得小于3组;其他原位测试数据不得少于6个。

7 当需探查隐蔽的结构面位置、分布时,宜采用物探方法。

8 对较松散和堆积物粒径较大的堆积边坡,宜采用重型圆锥动力触探等原位测试为主的勘探手段。

5.8.6 详细勘察应对需进行治理的边坡地段进行专门性勘察,并应符合下列规定:

1 查明该地段的工程地质和水文地质条件。

2 查明潜在滑移面和外倾结构面的性状及其抗剪强度,并提供设计所需岩土参数值。

3 对潜在滑移体进行稳定性分析,并提出治理措施建议。

4 判定水和土对建筑材料的腐蚀性。

5.8.7 详细勘察应采用工程地质测绘、勘探、测试等手段;对大型边坡或场地复杂程度为一级的边坡,尚可进行室内模拟试验。

5.8.8 工程地质测绘比例尺宜采用1:500~1:1000;对边坡稳定性有重要影响的复杂地段宜采用1:200~1:500。

5.8.9 详细勘察的勘探线、点的布置应在初勘的基础上加密,增加的数量应满足确定边坡失稳和可能失稳的边界条件的要求,勘探点深度应进入潜在滑移面(破坏面)以下稳定层深度不小于2m。

5.8.10 详细勘察阶段宜对存在的软弱结构面(带)进行大面积剪切试验,每一层软弱结构面(带)的试验数不应少于3组。

5.8.11 工程需要时可对局部地段进行施工勘察,并应符合下列规定:

1 查明设计、施工提出的局部地段的工程地质和水文地质条件,并分析其与边坡稳定性的关系。

2 按设计或施工要求进行岩土工程分析及边坡稳定性评价,

并提出设计所需的岩土参数。

5.8.12 施工勘察的手段宜以工程地质测绘为主,也可进行钻探、测试或物探工作,并可根据需要进行取样、测试工作。

6 不良地质作用

6.1 岩 溶

6.1.1 岩溶地基勘察可分为可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察和施工勘察四个阶段。

6.1.2 岩溶勘察宜采用工程地质测绘和调查、物探、钻探、井探、洞探等多种手段结合的方法进行,各勘察阶段应根据不同勘察要求选择勘察手段。

6.1.3 可行性研究勘察应查明岩溶洞隙、土洞的发育环境及发育条件,并应对其发展趋势和危害程度作出判断,同时应对场地的稳定性及工程建设的适宜性和可行性做出初步评价。

6.1.4 可行性研究勘察应以搜集场地工程地质资料及工程地质测绘为主,工程地质测绘比例尺宜选用 $1:2000 \sim 1:10000$;尚可采用综合物探方法,并应对物探异常地段及初步划定的规模较大的岩溶洞隙地段布置钻孔进行验证核实;钻孔应穿过表层岩溶发育带,但深度不宜超过 30m。

6.1.5 初步勘察应符合下列规定:

1 应初步查明岩溶的发育程度、基本形态、规模大小、分布规律及其与地层岩性、地质构造、地表及地下水之间的关系。

2 应初步查明岩溶水的埋藏特点、富水程度、补给、径流、排泄条件及地下水位特征。

3 应初步查明土洞及塌陷的发育程度、分布规律和规模大小。

4 应对场地的稳定性和适宜性进行分区和评价。

6.1.6 初步勘察工作应符合下列规定:

1 工程地质测绘与调查宜与航片、卫片的判释同时进行,工

程地质测绘比例尺宜选用 1 : 500~1 : 2000。

2 物探宜采用不少于 2 种方法,对物探发现的异常,应选择代表性部位布置钻探验证。

3 勘探孔的间距不应大于本规范第 5.1 节、第 5.2 节的有关规定。对初步圈定的岩溶发育区及规模较大的地下洞隙地段应增加勘探孔;勘探孔深度应穿过表层岩溶发育带。

6.1.7 详细勘察应符合下列规定:

1 查明影响拟建工程建筑物及相关地段稳定及安全的岩溶洞隙和土洞的形态、位置、规模、埋深、洞隙顶板厚度、洞隙充填物性状。

2 查明岩溶水的埋藏特点、水动力特征、水位及其变化幅度。

3 对地基基础的设计和岩溶的治理提出建议。

6.1.8 详细勘察宜对复杂地段补充工程地质测绘和物探工作。测绘比例尺宜选用 1 : 500~1 : 1000。

6.1.9 详细勘察的勘探线应沿建(构)筑物柱列线布置,规模较小的可按边线布置;勘探孔间距应按本规范表 5.1.17 中规定的较小值采用。在下列地段应加密布设勘探孔:

1 地面塌陷、地表水消失的地段及地下水活动强烈的地段。

2 构造破碎带、褶皱轴部、可溶岩与非可溶岩接触的地段。

3 基岩埋藏较浅且起伏较大的石芽发育的地段。

4 软弱土层分布不均的地段。

5 物探异常带及异常点。

6 对一柱一桩的基础,宜逐柱布置勘探孔。

7 对独立基础均应布置勘探孔;对大型设备基础,不应少于 3 个勘探孔。

8 对断层、岩组分界、洞隙和土洞、塌陷等,应布置探槽或探井。

9 在土洞和塌陷发育地段,可采用静力触探、轻型动力触探、小口径钻探等手段。

6.1.10 详细勘察的勘探孔深度除应符合本规范第5章的相关规定外,尚应符合下列规定:

1 当基底下的土层厚度不足独立基础宽度的3倍或条形基础的6倍时,应钻入基岩。

2 当在预定深度内遇见洞隙时,应穿过洞隙,进入完整基岩不应少于3m。

3 当采用桩基时,勘探孔深度应进入完整基岩大于桩径的3倍,并不应少于5m。

6.1.11 对特别复杂地段或尚有不明岩溶等问题时,应进行施工勘察。施工勘察工作应根据岩溶地基设计和施工要求或针对专门问题布置。当采用大直径嵌岩桩时,尚应进行专项的桩基勘察。

6.1.12 岩溶场地的工程地质测绘和调查应符合本规范第8章的规定,并应包括下列内容:

1 可溶岩与非可溶岩的分布与接触关系,可溶性岩层的成分、结构和溶解性,第四系土层的成因类型和分布等。

2 场地构造类型,断裂带的位置、规模、性质、主要节理裂隙的延伸方向及新构造运动的性质、特点等及其与岩溶发育的关系,划分岩溶发育带。

3 岩溶地下水的埋藏、补给、径流和排泄情况,水位动态及水力连通情况,场地受岩溶地下水的影响和程度。

4 岩溶形态的类型、位置、规模、分布规律、形成原因及其与地表水、地下水的联系,以及地表岩溶形态与地下岩溶形态的联系。

5 土洞和塌陷的分布、形态、规模、地下水条件、发育规律及其成因与发展趋势,调查其与人类活动及环境影响的关系。

6.1.13 岩溶勘察采取水、土、岩石试样的位置、数量,应根据勘察阶段、建筑物类型、基础位置以及不同岩溶形态确定,并应符合本规范第5章的有关规定,其试样分析应符合下列规定:

1 地表、地下水试样除应进行常规试验项目外,尚应进行游

离二氧化碳和侵蚀性二氧化碳含量分析。

2 土试样应进行一般物理力学性质、膨胀性和渗透性试验,并可进行矿物分析或化学分析;岩溶洞隙充填物试样应进行物理力学性质试验,并可进行黏土矿物成分分析。

3 岩石试样应进行物理力学性质试验,并可进行镜下鉴定及化学分析和溶蚀试验。

6.1.14 岩溶勘察的测试与监测应符合下列规定:

1 评价洞隙稳定时,应采取洞体顶板岩样和充填物土样做物理力学试验,工程需要时可进行洞体顶板的载荷试验。

2 需查明土的性状与土洞形成的关系时,可进行胀缩、可溶性、颗粒分析和剪切试验。

3 当岩溶发育且需查明其分布规律、主发育方向以及追索隐伏洞隙的联系时,应进行连通试验,并应符合下列规定:

1)宜选择与建筑场地有关的暗河、天窗、竖井、落水洞进行;

2)无水洞隙可选用烟熏、水灌、放烟雾等方法;

3)有水洞隙宜在丰水或平水季节进行,并宜两个季节均进行;

4)连通试验应记录示踪剂投放和接收的各项要素;

5)连通试验报告应包括试验全过程、分析试验成果、洞隙连通性评价、地下水流向及岩溶主发育方向的确定以及地下水流速的定量评价。

6.1.15 水文地质条件复杂的岩溶场地应进行岩溶水动态观测,并应符合下列规定:

1 观测时间不应少于1个水文年。

2 观测对象宜选择井、泉、暗河、天窗、钻孔及场地附近的地表水体。

3 各观测点水位观测应在同一时间进行,旱季可每3日~5日1次,雨季宜每日1次,近河地表水点应增加观测次数。

4 各观测井的井深测量每月不应少于1次。

5 泉、暗河、河流的流量观测应与水位观测同步。

6 观测报告应包括观测全过程、分析观测成果、各地下水点间的水力联系、地下水与地表水、大气降水的关系,以及动态观测成果评价,并应给出相关水文地质参数。

6.1.16 岩溶场地应进行岩溶地基稳定性评价,并应符合下列规定:

1 当基础底面以下土层厚度大于独立基础宽度的3倍或条形基础宽度的6倍,且不具备形成土洞或其他地面变形的条件时,对二级和三级工程可不计入岩溶稳定性的不利影响。

2 当洞体顶板完整岩石厚度大于或等于洞跨,或洞体较小而基础具足够的支承长度与面积时,对二级和三级工程可不计入岩溶稳定性不利影响。

3 有工程经验的地区,可按类比法进行稳定性评价。

4 顶板不稳定,但洞内为密实堆积物充填且无流水活动时,可按堆填物受力的不均匀地基进行评价。

5 溶沟、溶槽发育,浅埋的基岩面高低不平时,可按岩土组合地基进行评价。

6 当能取得计算参数时,可将洞体顶板视为结构自重体系进行力学分析。

7 当地基为石膏、岩盐等易溶岩时,应计入溶蚀继续作用的不利影响。

8 在基础近旁有洞隙和临空面时,应验算向临空面倾覆或沿裂隙面滑移的可能。

9 对不稳定的岩溶洞隙应提出地基处理措施或桩基础的建议,并宜进行相应的稳定性分析。

6.1.17 当场地存在下列情况之一时,可判定为对工程不利的地段:

1 浅层洞体和溶洞群,其洞径大,顶板破碎且可见变形迹象,洞底有新近塌落物。

2 隐伏的漏斗、洼地、槽谷等规模较大的浅埋岩溶形态,其间或上覆为软弱土体,且地面已出现明显变形。

3 地表水沿土体中裂隙下渗或地下水自然升降变化使上覆土层被冲蚀,并出现成片(带)土洞塌陷。

4 抽水降落漏斗中最低动水位高于岩土交界面的覆盖土地段。

5 岩溶通道排泄不畅,导致暂时淹没的地段。

6.1.18 岩溶勘察报告除应符合本规范第 14 章的规定外,尚应包括下列内容:

1 岩溶发育的地质背景和形成条件。

2 洞隙、土洞、塌陷的形态,平面位置和顶底标高。

3 岩溶稳定性分析。

4 岩溶治理和监测的建议。

6.2 滑 坡

6.2.1 拟建工程场地或其附近存在对工程安全有影响的滑坡或有滑坡可能时,应进行专门的滑坡勘察。滑坡勘察应符合下列规定:

1 查明滑坡区的地形地貌、地层岩性、地质构造。

2 查明滑坡体的分布范围、边界条件、物质组成、厚度和体积。

3 查明滑动面(带)的形态、物质组成和物理力学性质。

4 查明滑床的岩性及完整程度。

5 查明滑坡引起的变形、破坏形迹。

6 查明滑坡区的水文地质条件。

7 查明滑坡的成因类型及诱发因素。

8 评价滑坡对拟建工程的影响,并提供滑坡防治措施建议。

6.2.2 滑坡可根据滑坡体物质成分、滑动体厚度、滑体体积、滑坡形成原因及滑动性质等按本规范附录 D 进行分类。

6.2.3 滑坡勘察的工程地质测绘和调查应包括滑坡及其邻近地段,比例尺可选用 1:200~1:1000,用于整治设计时比例尺应选用 1:200~1:500。工程地质测绘和调查除应符合本规范第 8 章的规定外,还应包括下列内容:

- 1 搜集当地地震和人类活动等相关资料。
- 2 滑坡的形态要素,圈定滑坡周界。
- 3 地表水、地下水和湿地的分布及发展变化的规律。
- 4 树木的异态、工程设施的变形等。
- 5 当地治理滑坡的经验。

6.2.4 滑坡勘探工作布置应在地质测绘工作基础上进行。勘探手段应以钻探、洞(井、槽)探为主,并可辅以物探手段。

6.2.5 勘探工作布置及勘探深度应符合下列规定:

- 1 勘探线和勘探点的布置,应根据工程地质条件、水文地质条件和滑坡形态确定,勘探线应按主滑方向布置,勘探线间距宜为 30m~50m;应有一定数量勘探线延伸到滑坡后缘和前舌以外;在滑坡体两侧也可布置勘探线。

- 2 勘探点间距不宜大于 40m,每勘探线上不应少于 3 个勘探点;在滑坡体转折处和拟采取工程措施的地段,也应布置勘探点。

- 3 勘探点深度应穿透滑动面以下不少于 3m,并应满足治理设计的要求。

6.2.6 当采用钻探时,在预计滑动面上下应采用干钻,对碎石土可采用无泵反循环钻进,也可采用双重岩芯管或其他工艺,不得遗漏滑动面或改变滑动面的性状。

6.2.7 滑动带、软弱夹层及滑动面上下土层应逐层取样。每层取样数不应少于 6 组。

6.2.8 滑坡勘察的岩土试样除应进行一般的物理力学试验外,尚应进行滑体天然重度、饱和重度、滑带土天然和饱和的峰值以及残余抗剪强度等试验。

6.2.9 滑坡计算应选择与滑面形态相适应的计算分析模型,并应

选取合理的计算参数。滑动面的强度参数应通过反演分析、工程类比并结合室内试验结果经综合分析确定。

6.2.10 滑坡稳定性评价应根据滑坡的规模、形成原因、滑坡前兆、滑坡区的工程地质和水文地质条件,以及稳定性计算结果进行,并应分析发展趋势和危害程度,同时应提出治理和监测方案的建议。

6.3 崩 塌

6.3.1 拟建工程场地或其附近存在崩塌时,应进行崩塌勘察。崩塌勘察应符合下列规定:

- 1 应查明地形地貌类型及形态特征。
- 2 应收集调查降水、冻融、地震和地下水的活动情况,并查明其与崩塌的关系。
- 3 应查明地层岩性、岩层结构、岩石风化程度。
- 4 应查明地质构造,岩体结构面的产状、组合关系、闭合程度、力学属性、延展及贯穿情况、岩体基本质量等级。
- 5 应查明崩塌类型、规模、范围、崩塌体的大小和崩落方向。
- 6 应查明危岩的分布、规模及稳定性。
- 7 应调查崩塌前的迹象,查明崩塌原因。
- 8 应搜集当地防治崩塌的经验。

6.3.2 崩塌勘察的手段应以工程地质测绘和调查为主,可辅以槽探等。测绘范围应包括崩塌区及相邻影响范围;工程地质测绘的比例尺宜采用 1:500~1:1000;崩塌方向主剖面的比例尺宜采用 1:200,条件复杂时或重要地质单元体可扩大比例尺表示。工程地质测绘和调查的内容应符合本规范第 8 章的规定。

6.3.3 当需判定危岩的稳定性时,宜对张裂缝进行监测。对有较大危害的大型危岩,应结合监测结果对可能发生崩塌的时间、规模、滚落方向、途径、危害范围等做出预报。被覆盖危岩体宜采用挖探查明其节理裂隙发育和充填特征。

6.3.4 崩塌勘察应评价场地的建设适宜性,并应符合下列规定:

1 崩塌规模大,且治理难度大,破坏后果严重时,不宜作为工程建设场地。

2 崩塌规模较大,破坏后果较严重,但治理后可消除其危害性时,可在治理后作为工程建设场地。

3 崩塌规模较小,可能产生的破坏后果不严重时,可作为工程建设场地,但应对不稳定危岩采取治理措施。

6.4 泥 石 流

6.4.1 拟建工程场地及其附近存在泥石流或有发生泥石流的条件下,应进行专门的泥石流勘察,并应查明下列问题:

1 场地的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件、地震、气象和水文条件,特别是沟谷的地形、地貌特征,滑坡或崩塌等不良地质作用发育程度等。

2 历次泥石流的类型、分布、规模、成因、发生的时间及频率。

3 泥石流沟谷的纵横断面形态、沟槽宽度、粗糙程度和汇水面积。

4 泥石流形成区、流通区不良地质的发育情况及固体物质的来源和储量。

5 泥石流的冲淤情况、流动痕迹、沟谷转弯及沟道狭窄处最高泥痕的位置。

6 泥石流堆积物的分布范围、物质成分、数量和粒径组成。

6.4.2 泥石流可根据其流域特征和泥石流发生的特征,按本规范附录 E 进行分类。

6.4.3 泥石流勘察手段应以工程地质测绘和调查为主,测绘范围应包括沟谷至分水岭的全部地段和可能受泥石流影响的地段。测绘比例尺,对全流域宜采用 1:10000~1:50000;对中下游可采用 1:2000~1:10000,条件复杂时或重要地质单元体,可扩大比例尺表示。

6.4.4 泥石流区的工程地质测绘和调查应符合本规范第8章的规定,并应划分泥石流的形成区、流通区和堆积区;调查还应包括下列内容:

1 沟谷及其周边毁林、开荒、挖方切坡、堆弃弃渣等人类破坏自然环境情况。

2 当地防治泥石流的工程经验。

6.4.5 当需要对泥石流采取防治措施时,应进行勘探测试,并查明泥石流堆积物的性质、结构、厚度、固体物质含量、最大粒径、流速、流量、冲出量和淤积量等。在拟建拦挡、疏导等设施的位置,应按工程结构和设计要求进行地基或其他方面的勘察。

6.4.6 泥石流地区工程建设适宜性的评价,应符合下列规定;

1 I_1 类和 II_1 类泥石流沟谷不应作为工程场地。

2 I_2 类和 II_2 类泥石流沟谷不宜作为工程场地,当需利用时,应采取治理措施。

3 I_3 类和 II_3 类泥石流沟谷可利用其堆积区作为工程场地,但应避开沟口;线路可在堆积扇通过,可分段设桥,采取排洪、导流措施,不宜改沟、并沟。

6.4.7 当拟建工程场地上游存在矿山的排土场、尾矿库或其他废弃物堆置场地时,应根据场地地形地貌、堆置状态,结合气象、水文等条件,判定形成泥石流的可能性,并应提出防治措施建议。

7 地 下 水

7.1 勘 察 要 求

7.1.1 岩土工程勘察应根据工程要求,通过搜集资料和勘察工作,掌握下列水文地质条件:

1 工程所在区域的气象资料,应包括年降水量、蒸发量及其变化和对地下水位的影响等。

2 地下水的类型和赋存状态,主要含水层的分布规律。

3 地下水的补给、径流、排泄条件,地表水与地下水的补排关系及其对地下水位的影响。

4 勘察期间场地的地下水位,历史最高地下水位,近年来最高地下水位,水位变化趋势和主要影响因素。

5 对地表水和地下水可能存在的污染源及污染程度。

7.1.2 对井巷工程、深基坑工程、库岸类工程、边坡工程等特殊工程,当水文地质条件对井巷涌水量、地基评价、基础抗浮、工程降水、坝体、边坡稳定等有重大影响时,宜进行专门的水文地质勘查。

7.1.3 岩土工程勘察中应对所有遇见地下水的勘探点量测初见地下水位和稳定水位,水位量测误差不得大于 $\pm 2\text{cm}$ 。稳定水位应在现场工作结束后统一量测。对多层含水层的水位量测,应采取阻隔被测含水层与其他含水层连通的措施。

7.1.4 地下水动态观测应符合下列规定:

1 对无常年地下水位监测资料的地区,在一级工程初步勘察时,宜对相关层位的地下水设置观测孔和进行长期观测。

2 对坝库类工程、边坡工程,宜建立长期的地下水监测系统。

3 矿区应根据水文地质动态观测资料,结合气象、水文等,对各种人为因素造成的影响进行观察。

4 当需要研究地下水的潜蚀作用时,应进行不少于 1 个水文年的地下水位长期观测。

7.1.5 水试样的采取应符合下列规定:

1 岩土工程勘察时,遇有地下水的场地应采取水试样。取水试样的数量可根据场地大小和水文地质复杂程度确定。

2 水试样应能代表天然条件下的水质情况。

3 水试样的采取尚应符合本规范第 13 章的规定。

7.2 水文地质试验

7.2.1 岩土工程勘察中应按工程要求和所需水文地质参数选择进行地下水位测定、地下水流速流向测定,以及抽水试验、压水试验、渗水试验、注水试验及孔隙水压力测定等水文地质试验。

7.2.2 地下水流向测定可采用几何法,同一含水层量测点不应少于 3 个,且应呈三角形分布,测点间距宜为 50m~100m。各测点应同时量测各孔(井)内水位,并绘制等水位线图 and 确定地下水的流向。地下水的流速测定可采用指示剂法或充电法。

7.2.3 岩土层的渗透性、富水性以及有关水文地质参数,可采用抽水试验查明和测定,并可根据工程要求进行稳定流抽水试验或非稳定流抽水试验。

7.2.4 稳定流抽水试验应符合下列规定:

1 试验宜进行 3 次降深,最大降深应接近工程设计所需的地下水位降深。

2 试验应在单一含水层中进行,并应采取避免其他含水层干扰的措施。

3 水位量测应采用同一方法和仪器,抽水孔水位读数单位应为厘米,观测孔读数单位应为毫米。

4 当涌水量与时间关系曲线或动水位与时间的关系曲线,在一定范围内波动,且无持续上升和下降时,可视为已稳定。

5 试验结束后应测量恢复水位。

6 应根据试验结果选择适用的方法计算影响半径和渗透系数。

7.2.5 非稳定流抽水试验除应符合本规范第 7.2.4 条的有关要求外,尚应符合下列规定:

- 1 抽水孔的出水量应保持常量。
- 2 抽水试验的延续时间应按水位下降与时间关系曲线确定。
- 3 试验时应按规定时间同步量测动水位和出水量。

7.2.6 岩体的裂隙性和渗透性可采用压水试验探查。压水试验应根据工程要求,结合已有资料,确定试验孔位。试验应按岩层的渗透性划分试验段,确定试验的起始压力、最大压力和压力级数。试验后应绘制压力与压入水量的关系曲线,计算试验段的透水率。

7.2.7 对地下水位以上的包气带非饱和岩土可采用试坑渗水试验测定渗透系数。对砂土和卵砾石土等强渗透性岩土层宜采用单环法,对粉土和黏性土等弱渗透性岩土层宜采用双环法。

7.2.8 对地下水位埋藏较深不便进行抽水试验或无地下水的岩土层等条件,可采用钻孔注水试验测定岩土的渗透系数,并可根据岩土的渗透性选择降水头注水试验或常水头注水试验。

7.2.9 孔隙水压力的测定可采用埋测压计法或用孔压静力触探仪,具体方法可按本规范附录 H 选用。

7.3 地下水作用

7.3.1 岩土工程勘察应根据工程性质和要求,分析地下水位、水质及动态变化对岩土体及拟建工程的影响,并应提出防治措施的建议。

7.3.2 地下水对工程作用和影响的评价应符合下列规定。

- 1 对基础、地下构筑物 and 挡土墙,应计入在最不利组合情况下地下水对结构物的上浮作用,并按计算浮力和工程要求提供抗浮设计水位。

- 2 计算边坡与坝的稳定性时,应评价地下水的渗漏和潜蚀的

可能性。

3 对井巷和隧道工程,应预测井巷涌水量和分析突涌的可能性。

4 应分析工程降水可能产生的地面沉降及其对工程的危害;当地下水位回升时,应分析可能引起的回弹和附加浮托力等。

5 在有水头压差的粉细砂、粉土地层中,应评价产生流土、管涌、突涌的可能性。

6 当验算墙背填土为粉砂、粉土或黏性土的支挡结构物的稳定性时,应根据不同排水条件评价静水压力、动水压力对支挡结构物的作用。

7.3.3 在地下水位以下开挖基坑或地下工程时,应根据岩土的可渗透性、地下水补给条件,分析评价降水和隔水措施的可行性及其对基坑稳定和相邻工程的影响。当需要进行工程降水时,应根据各含水层的埋藏条件、渗透性、涌水量、降深要求及对周边环境的影响,提出适宜的降水方法建议,并提供所需技术参数。当几种降水方法有互补性时,也可建议组合使用。

7.3.4 当工程需要时,地下水作用和影响的评价还应包括下列内容:

1 对可能引起地下水流场或地下水位改变的工程,应评价其对环境的影响。

2 对工程建设和运行中存在的影响环境的水文地质问题,应提出防治措施建议。

3 在地下水受污染地区,应查明污染源、污染程度及其影响范围。

8 工程地质测绘

8.0.1 工程地质测绘宜在可行性研究阶段或初步勘察阶段进行。在详细勘察阶段可对复杂地段进行大比例尺的测绘,也可对某些专题研究进行补充工程地质测绘。

8.0.2 工程地质测绘应在收集工程场地地震、水文、地质等已有资料基础上进行。在可行性研究阶段搜集资料时,宜包括航空照片、卫星照片的解译结果。

8.0.3 工程地质测绘应包括下列内容:

1 地形、地貌特征和地貌单元及其与地层、构造、不良地质作用的关系。

2 岩土的年代、成因、性质、厚度和分布。

3 岩体结构类型,各类结构面的产状和性质,岩、土接触面和软弱夹层的特性,新构造活动的迹象及其与地震活动的关系。

4 地下水类型及其补给、径流、排泄条件,井泉位置,含水层的岩性特征、埋藏深度,地下水位变化、污染情况及其与地表水体的关系。

5 气象、水文、植被、土的标准冻结深度等资料,最高洪水位及其发生时间、淹没范围。

6 各种不良地质作用的形成、分布、形态、规模、发育程度及其对工程建设的影响。

7 人类活动对场地稳定性的影响。

8 已建(构)筑物的变形和地区工程经验。

8.0.4 工程地质测绘的范围除应包括工程建设场地及相邻不小于100m的范围外,还应包括影响工程建设的不良地质作用发育

地段和特殊性岩土分布地段,以及对查明测区地层、地质构造、地貌单元等问题有关的邻近地段。

8.0.5 工程地质测绘的比例尺和精度应符合下列规定:

1 工程地质测绘用图比例尺不得小于最终成图比例尺。

2 在可行性勘察阶段可采用 $1:5000 \sim 1:25000$;初步勘察阶段可采用 $1:2000 \sim 1:5000$;详细勘察阶段可采用 $1:500 \sim 1:2000$;当工程地质条件复杂或需要解决某一特殊问题时,比例尺宜放大。

3 按工程地质测绘比例尺,在图上宽度不小于 2mm 的地质单元体应测绘;对工程有特殊意义的地质单元体在图上不足 2mm 时,应扩大比例尺表示,并注示其实际数据。

4 工程地段的地质界线和地质观测点的测绘精度不得低于在图上 3mm ,其他地段不得超过 5mm 。

8.0.6 地质观测点的布置应符合下列规定:

1 地质构造形迹、地貌单元界线、地质界线、岩性界线,以及不良地质体周界等每个地质单元体边界和特征点,应设置地质观测点。

2 地质观测点应利用现有露头,当露头较少时,可根据具体情况布置探坑或探槽。

3 地质观测点的密度应根据勘察要求、场地工程地质条件和成图比例尺等因素综合确定,每 0.01m^2 成图面积内不宜少于 4 个观测点。

4 与工程关系较大的地质单元体的观测点,应采用仪器法定位,其余观测点可用半仪器法定位。

5 利用遥感影像等资料解译进行工程地质测绘时,应进行现场检验,检验的地质观测点数量宜为工程地质测绘点数的 $30\% \sim 50\%$ 。

8.0.7 工程地质测绘的成果资料应纳入勘察报告,工程有要求时,还可单独提交工程地质测绘报告。工程地质测绘成果及报告

应包括图件及相关文字说明；图件可包括实际材料图、综合工程地质图或工程地质分区图、工程地质剖面图和综合工程地质柱状图等，还可包括各种素描图及照片。

9 钻探、挖探、取样与记录

9.1 钻 探

9.1.1 钻探方法可根据钻进地层适用性、直观鉴别适用性、取土试样质量要求按表 9.1.1 确定。

表 9.1.1 钻探方法的适用范围

钻探方法		钻进地层适用性					直观鉴别适用性	取土试样质量等级
		黏性土	粉土	砂土	碎石土	岩石		
回 转	螺旋钻探	++	+	+	-	-	++	I ~ IV
	岩芯钻探	++	++	++	+	++	++	I ~ IV
冲 击	冲击钻探	-	+	++	++	+	-	-
	锤击钻探	++	++	++	+	-	++	III ~ IV
振动钻探		++	++	+	+	-	+	III ~ IV

注:1 ++表示适用;+表示部分适用;-表示不适用。

2 浅部土层可采用小直径麻花钻(或提土钻)、小直径勺形钻、洛阳铲钻探鉴别孔。

3 螺旋钻探不适用于地下水位以下的松散粉土和饱和砂土。

9.1.2 钻探时,应根据工程要求、场地地质条件、采用的钻探设备和方法选择钻进工艺和钻进技术参数。

9.1.3 钻孔直径除应符合钻探工艺的要求外,尚应符合下列规定:

1 一般性钻孔直径应符合岩芯鉴定要求,在第四系地层中钻孔直径不得小于 36mm,在基岩中钻孔直径不得小于 59mm。

2 技术性钻孔直径应大于测试探头直径或取样器直径。

3 取 I、II 级土样钻孔直径不应小于 91mm,冻土地层中不宜小于 130mm,湿陷性黄土地层中不宜小于 150mm。

4 取岩样钻孔直径不宜小于 75mm。

5 测定 RQD 指标的钻孔应采用直径 75mm 的金刚石钻头 and 双层岩芯管。

9.1.4 钻孔孔深、孔斜的偏差除应符合工程对钻探质量的要求外,尚应符合下列规定:

1 深孔钻探的孔深应为每 100m 允许偏差 $\pm 0.2\%$,地基勘察钻孔应为每 100m 允许偏差 $\pm 0.1\%$ 。

2 垂直孔的钻孔弯曲度在每 100m 孔深(段)内顶角不得大于 1.5° ,斜孔不得大于 3.0° 。

3 定向钻进的钻孔应分段进行钻孔方位角和倾角测量。

9.1.5 钻探的回次进尺和岩芯采取率,应符合下列规定:

1 土层中的回次进尺不宜大于 1.0m,且应满足鉴别厚度不大于 20cm 土层的要求;岩层中的回次进尺不得大于岩芯管长度,软岩中不得大于 2m。

2 黏性土岩芯采取率不应低于 90%,完整或较完整岩石不应低于 80%,粗粒土和较破碎、破碎岩体不应低于 65%。

3 对工程重点研究地段,岩芯采取率应满足工程特殊要求。

4 采用定向取芯时,定向段岩芯采取率应达到 100%。

9.2 挖 探

9.2.1 挖探可按操作方式分为井探、槽探和洞探。

9.2.2 钻探方法不易实施或不易查明地质条件时,宜采用井探。需要详细查明浅部地质条件时,可采用浅井探,其深度不宜超过 20m。需要详细查明深部地质条件时,可采用竖井,其深度可为 20m~50m。需要详细查明水平及垂直方向地质条件时,可采用

斜井。探井截面的尺寸应便于操作、取样。

9.2.3 覆盖层厚度较小时,可采用槽探。探槽方向应与拟查地质体的走向垂直,探槽的长度应满足需查明的地质条件,宽度和深度应根据覆盖层性质和厚度确定。

9.2.4 覆盖层厚度较大,或需详细查明水平方向地质条件时,可采用洞探。平硐的深度及断面应按工程需要确定。

9.2.5 挖探时应根据作业条件采取通风、降水、放坡或支护等措施。

9.3 取 样

9.3.1 岩土试样可按下列方式在钻孔、探井、探槽、竖井或平硐中采取:

1 钻孔中可采用回转式、贯入式取样,探井、探槽、竖井和平硐中可采用刻取法取样;

2 取岩样方法应采用回转式或刻取法;

3 取土样方法应采用回转式、贯入式或刻取法。

9.3.2 土试样质量等级应根据试样扰动程度和试验目的,按表 9.3.2 划分。

表 9.3.2 土试样质量等级

级别	扰动程度	适用试验项目
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、密度和含水量变化很小,能满足室内试验各项要求。

2 除工程重要性等级为一级的工程外,在工程技术要求允许的情况下可用 II 级土试样进行强度和固结试验,但宜先对土试样受扰动程度作抽样鉴定,判定用于试验的适宜性,并结合地区经验使用试验成果。

9.3.3 在钻孔内采取软岩、极软岩或土试样时,应根据对试样的质量等级要求按本规范附录 F 选择取样工具;采取坚硬岩、较硬岩或较软岩试样时,可选用岩芯钻具、二重管或三重管回转式取样器。

9.3.4 在钻孔中采取 I、II 级土样时,应符合下列规定:

1 在软土、砂土中宜采用泥浆护壁;使用套管时,应保持管内水位等于或稍高于地下水位,取样位置应低于套管底不小于 3 倍孔径。

2 采用冲洗、冲击、振动等方式钻进时,应在预计取样位置 1m 以上改用回转钻进。

3 取土器置入钻孔前应仔细清孔,除活塞取土器外,孔底残留浮土厚度不应大于取土器废土段长度。

4 采取湿陷性黄土和软土试样应采用快速静力连续压入法,其他土试样宜采用快速静力连续压入法。对较硬土质,有地区经验时,可采取重锤少击法取样。

9.3.5 I、II、III 级土试样应密封,并应采取防冻和防晒措施;在搬运时应采取防震措施;保存时间不宜超过 3 周。对易于振动液化和水土离析的土试样宜就近进行试验;必要时可采取试样冷冻等防扰动措施。

9.3.6 岩石试样应符合下列规定:

1 采取的试样尺寸应满足试块加工的要求,其数量应符合试验目的要求;

2 岩石试样应采用防撞击或挤压的包装,对软岩和极软岩,宜按土样封装;

3 试验方法有要求时,试样形状、尺寸和方向应按试验要求确定。

9.3.7 水试样的采取应符合下列规定:

1 水试样容器应使用无色玻璃瓶或聚乙烯小口瓶;当水中可能含有机质污染成分时,应采用玻璃瓶。

2 水试样容器应洗净,采样前应用水源水洗涤采样容器及瓶

塞不少于 3 次。采样时应将水缓慢注入采样容器中。

3 水样采出后应立即用瓶塞盖严,并用胶带或蜡封固。

9.3.8 每件岩、土、水试样均应有清晰、牢固的标识。

9.4 记 录

9.4.1 每个钻孔、探井、探槽、探洞、露头 etc 勘探点或地质点,均应进行详细的记录,并应符合下列规定:

1 记录可选择文字、图像、磁带、磁盘(光盘)等适用的信息记录手段进行。

2 记录应包括所揭露岩体、岩石、土、水的描述、各种地质事件形迹等,以及勘探点编号、位置或坐标、时间、天气状况、操作方法、进度、事故等内容。

3 记录的工具应具备防水浸、日晒而模糊、褪色、破损的功能;

4 记录的格式应清晰、整洁,用词应准确、规范。

9.4.2 勘探现场的岩土描述应符合下列规定:

1 现场岩土描述鉴定可采用肉眼和手触鉴别方法,并可采用微型贯入仪等鉴别方法。

2 钻探应按回次逐次描述。

3 挖探的描述宜在单项挖探完成时逐项进行,应根据地质条件复杂程度描述部分或全部挖探工程的壁和底,同时应绘制展示图或素描图。

9.4.3 钻探成果宜采用现场记录或柱状图表示,并可根据工程要求拍摄影像资料;挖探成果宜采用描述记录和各方位的素描图、展示图、影像资料表示。

9.4.4 岩石的描述内容应包括:地质年代、地质名称、颜色、主要矿物、胶结物、结构、构造、风化程度、坚硬程度等,钻孔岩芯还应描述采取率和岩石质量指标(RQD)。对沉积岩应着重描述沉积物的颗粒大小、形状、胶结物成分和胶结程度;对岩浆岩和变质岩应着重描述矿物结晶大小和结晶程度。对软岩和极软岩还应描述是

否具软化性、膨胀性或崩解等特殊性质。

9.4.5 岩体的描述内容应包括结构面、结构体、岩层厚度、结构类型和完整程度等,并应符合下列规定:

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

2 结构体的描述应包括类型、形状、大小和结构体在围岩中的受力情况等。

9.4.6 土的描述应符合下列规定:

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

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

3 粉土应描述颜色、包含物、湿度、密实度等。

4 黏性土应描述颜色、状态、包含物、土的结构等。

5 各类土均应描述其地质成因、形成年代、层位和层理特征。

6 特殊性土除应描述本条第1~5款相应土类规定的内容外,尚应描述其特殊成分和特殊性质。

7 砂土、粉土和黏性土还可描述其目测和手感特征。

9.4.7 地下水、地表水的描述内容应包括颜色、气味、浑浊度、水位、是否受污染及污染程度等;地下水还应描述其类型、含水层位及赋存状态。

9.4.8 钻进及取样过程的记录应包括下列内容:

1 使用的钻进方法、钻具名称、规格、护壁方式。

2 钻进的难易程度、进尺速度、操作手感、钻进参数的变化情况。

3 掉钻、缩径、回淤、地下水位或冲洗液位及其变化等孔内异常情况。

4 取样及原位测试的编号、深度位置、取样方法、取样工具名称规格、原位测试类型及其结果。

5 事故等其他异常情况。

10 地球物理勘探

10.1 一般规定

10.1.1 地球物理勘探可用于查明场地隐伏断裂构造、岩溶及地下洞穴、第四系覆盖层厚度、基岩面起伏形态、水文地质条件等。

10.1.2 地球物理勘探方法的选择应符合下列规定：

1 探测对象宜具有一定规模，并宜与相邻介质存在较明显的物性差异；

2 选择的方法应能适应地形变化条件或能对地形条件产生的异常进行校正；

3 被探测对象激发的异常应能从探测场地内的外界干扰中被区分；

4 对复杂地质条件或重要工程，宜采用不少于 2 种综合方法。

10.1.3 地球物理勘探应选择适用的仪器，工作开始前和完成后应对使用的仪器进行检查、标定，并应确保仪器使用的正常。

10.1.4 物探测线布置宜垂直或大角度相交于拟探查地质体，测线长度应有足够的正常背景长度和能反映完整的异常范围。测网密度应满足追索异常范围。

10.1.5 物探资料的解释应符合从已知到未知，先易后难，点面结合，反复认识，定性指导定量的原则，并应分析其多解性，同时应正确区分有用信息与干扰信号；采用两种以上物探方法时，其成果及解释应相互印证，解释结果有差异时应分析其原因。对确定的异常宜采用钻探或其他手段验证。

10.1.6 地球物理勘探应提交专项成果报告，其内容应包括物探工作条件、方法选择原则和采取的技术措施、工作布置和数据采

集、数据处理和分析解释、工作质量评述、结论和建议等；报告还应包括各项工作图件和成果图表。

10.2 电 阻 率 法

10.2.1 电阻率法可用于探测不同岩性的界面、断层破碎带、地下洞穴、滑坡的滑带等。采用电阻率法时宜选择高密度电阻率法，也可根据工程条件选择电测深法或电剖面法。

10.2.2 选用电阻率法应符合下列规定：

1 拟测地质体电性宜较稳定且与周围介质有较显著的电性差异。

2 采用高密度电阻率法时，拟测地质体上方应无极高阻或低阻屏蔽层，覆盖层宜较薄；采用电测深法时，拟测地质体宜有较大厚度和较小倾角；采用电剖面法时，拟测地质体宜有较大长度和宽度，且宜有较大倾角。

3 测试场地地形宜较平坦。

10.2.3 采用高密度电阻率应符合下列规定：

1 应根据已有地质资料选用观测装置，也可采用几种不同类型装置进行组合观测。

2 应根据已有地形、地质资料及拟测地质体规模和埋深，确定装置长度和极距。

3 极距的每次移动距离应保证勘探深度内数据的连续。

4 采用多种装置时，不得以相互换算的数据为观测数据。

10.2.4 高密度电阻率法的探测成果，应包括视电阻率等值线剖面图和地质解释剖面图。

10.3 电 磁 法

10.3.1 电磁法可用于探测断裂构造、基岩起伏、地下洞穴，以及松散堆积体、地下埋设物等。

10.3.2 采用电磁法可根据工程要求和场地条件，选择甚低频电

磁法、音频大地电磁法、瞬变电磁法、探地雷达法、电磁波层析成像等方法；采用各种方法时应选择适用的仪器和装置。

10.3.3 选用电磁法应符合下列规定：

- 1 拟测地质体相对其周围介质宜为低阻，且埋深不大。
- 2 周围环境应电磁波干扰小。
- 3 拟测地质体上方应无极低阻屏蔽层。

10.3.4 电磁法勘探的成果应符合下列规定：

- 1 对探测资料应进行定性解释和定量解释，并判释异常的空间分布、平面形态和埋深。
- 2 应提供工作布置图和各种实测记录剖面，并按采用的探测方法分别提供视电阻率等值线剖面图、瞬变测深曲线、层析图像、推断地质剖面等。

10.4 浅层地震法

10.4.1 浅层地震法可用于探测断裂构造、不同岩性界面、地下洞穴、地下埋设物等，并应根据场地条件选用反射波法、折射波法或瑞雷波法。

10.4.2 采用浅层地震法应符合下列规定：

- 1 地形宜起伏小，地表介质宜均一。
- 2 拟测地质体与上覆介质应有波阻抗差异。
- 3 采用折射法时，拟测地质体的波速应大于上覆介质波速。
- 4 采用瑞雷波探测时，拟测地质体埋深宜较小。
- 5 探测场地应无其他振动干扰。

10.4.3 浅震地震勘探应采用不低于 12 道的地震仪，作业前应根据工作目的和场地条件布置测线，宜通过试验确定采样间隔、最小和最大炮检距、道距和最大偏移距等参数。采用反射波法时覆盖次数不宜少于 6 次。采用折射波法时重叠道不应少于 2 道。

10.4.4 当需要较高精度探测断裂构造、地下洞穴、复杂形态地质体时，宜采用钻孔间或地面与钻孔间地震波层析成像，并应符合下

列规定:

1 测试的钻孔孔距不宜大于 40m, 孔深应大于孔间距 1.5 倍。

2 两孔的测试孔段高差不宜大于井间距的 1/10。

3 孔内不得采用金属材料的护壁管, 孔径应符合激发和接受装置的工作要求。

4 测试孔段应有井液, 且无沉渣。

10.4.5 浅层地震法勘探的成果应符合下列规定:

1 采集的数据应采用适宜的数据处理程序进行处理。

2 反射波法应提供时间剖面 and 地质解释剖面; 折射波法应提供时距曲线和地质解释剖面; 瑞雷波法应提供频散曲线、波速深度曲线和波速影像图; 层析成像应提供层析图像和地质解释剖面。

10.5 测 井

10.5.1 测井可用于划分地层、探查含水层、评价岩体完整性、测定围岩松动圈, 以及测定岩土의 力学参数及其他物性参数等。测井可根据探测目标采用电测井、声波测井、电视测井等手段。对采用不同的手段应根据测试条件选用仪器和装置。

10.5.2 测井钻孔应符合下列规定:

1 孔深应达到拟测深度下不少于 5m, 孔底沉渣厚度不得大于 2m。

2 孔壁应完整或采用非金属护壁管。

3 孔内应按测井手段要求设置井液或无井液。

10.5.3 电测井宜采用视电阻率测井, 并应根据测井条件选用适宜的电极系。视电阻率测井成果应包括视电阻率-深度曲线、岩性界线、含水层层位、破碎带位置等。

10.5.4 声波测井可采用单孔法或跨孔法进行。测试应选择适宜的换能器和耦合剂。声波测井成果应包括声速、声速-孔深曲线和岩性划分, 以及声速测试的其他地质解释等。

10.5.5 电视测井的成果应包括岩性界线、软弱层形态、各种不连续结构面产状及频数、地下洞穴形态及尺寸等,以及相应的影像资料。

11 原位测试

11.1 一般规定

11.1.1 原位测试方法应根据设计要求、岩土条件和测试方法的适用性,并结合地区经验综合选用。

11.1.2 各种测试仪器设备应按规定的时间进行检验和标定。

11.1.3 对获得的各项试验数据进行统计分析前,应结合岩土性质和工程经验分析数据的合理性和可靠性,并分析试验设备、试验条件、试验方法、试验过程和人为因素等对成果的影响,同时应分析异常数据的原因和剔除异常数据。

11.1.4 应用测试成果时,应确定数据是否修正或如何修正。

11.1.5 根据测试成果,利用地区经验估算岩土参数或对岩土工程问题进行评价时,应与室内试验和工程反算成果进行对比;采用的经验关系应符合其使用条件。

11.2 载荷试验

11.2.1 载荷试验可用于测定承压板下应力主要影响范围内岩土的承载能力和变形特性。载荷试验可按试验深度不同分为浅层平板载荷试验、深层平板载荷试验和螺旋板载荷试验;也可按试验岩土的不同分为土载荷试验与岩基载荷试验。

11.2.2 浅层平板载荷试验可用于浅层地基土;深层平板载荷试验可用于深层地基土和大直径桩的桩端土;螺旋板载荷试验可用于深层地基土或地下水位以下的地基土。岩基载荷试验可用于完整、较完整、较破碎、破碎岩石地基。

11.2.3 载荷试验应布置在有代表性的地点,每个场地同一地貌单元、同一岩土层位不应少于3处。当场地内岩土体分布和性质

不均匀时,宜增加不同深度、层位的试验。

11.2.4 载荷试验应符合下列规定:

1 载荷试验宜采用圆形刚性承压板,土的浅层平板载荷试验承压板面积宜为 $0.25\text{m}^2 \sim 0.50\text{m}^2$;对软黏性土和松散或稍密砂土不应小于 0.50m^2 ;对碎石土的承压板直径宜为土的最大粒径的 10 倍~20 倍;土的深层平板载荷试验承压板面积宜选用 0.50m^2 ;岩基载荷试验承压板的面积不宜小于 0.07m^2 。

2 承压板的沉降可采用百分表或电测位移计量测,其精度不应低于 $\pm 0.01\text{mm}$;荷载量测精度不应低于最大荷载的 $\pm 1\%$ 。

3 浅层平板载荷试验的试坑宽度或直径不应小于承压板宽度或直径的 3 倍;深层平板载荷试验的试井直径应等于承压板直径。当试井直径大于承压板直径时,在承压板深度以上不小于承压板直径 1 倍的高度范围内,试井直径应等于承压板直径。

4 载荷试验加荷方式应采用分级维持荷载沉降相对稳定法(常规慢速法);有地区经验时,可采用分级加荷沉降非稳定法(快速法)或等沉降速率法;加荷等级宜取 10 级~12 级,并不应少于 8 级。

11.2.5 载荷试验应提供荷载(p)-沉降(s)曲线,并可提供沉降(s)-时间对数($\lg t$)曲线等。试验还应提供比例界限压力和极限压力;当荷载-沉降曲线呈缓变曲线时,地基土承载力可由对应于某一相对沉降值的压力确定。

11.2.6 土的变形模量应根据载荷试验荷载(p)-沉降(s)曲线的初始直线段,按均质各向同性半无限弹性介质的弹性理论计算。载荷试验也可用于测定地基土的基床系数。

11.3 大面积剪切试验

11.3.1 大面积剪切试验可用于岩土体本身、岩土体沿软弱结构面和岩体与其他材料接触面的剪切试验。同一组试验体的岩性应相同,受力状态应与岩土体在工程中的实际受力状态相近。

11.3.2 同一地质单元的大面积剪切试验不得少于 3 组。每组岩体试验不宜少于 5 件试体,试体剪切面积不得小于 0.25m^2 ,试体最小边长不应小于 50cm,高度不宜小于最小边长的 0.5 倍;每组土体试验不应少于 3 件试体,剪切面积不宜小于 0.3m^2 ,高度不宜小于 20cm,或宜为土的最大粒径的 4 倍~8 倍,剪切面开缝应为最小粒径的 $1/3 \sim 1/4$ 。试体之间的距离应大于最小边长的 1.5 倍。

11.3.3 大面积剪切试验可在试洞、试坑内进行。当剪切面水平或近于水平时,可采用平推法或斜推法;当剪切面倾斜时,可采用楔形体法。

11.3.4 大面积剪切试验应符合下列规定:

1 施加的法向荷载、剪切荷载应位于剪切面、剪切缝的中心,或应使法向荷载与剪切荷载的合力通过剪切面的中心,并保持法向荷载不变。荷载精度应为试验最大荷载的 $\pm 2\%$ 。

2 最大法向荷载应大于预定法向应力,加荷可按 4 级~5 级等量施加。施加剪切荷载应在法向变形达到相对稳定后开始。

3 每级剪切荷载可按预估最大荷载分 8 级~12 级等量施加,岩体可按每 5min 施加一级剪切荷载,土体可按每 30s 施加一级剪切荷载。

4 当剪切变形急剧增长或剪切变形达到试体尺寸的 $1/10$ 时,可终止试验。可根据剪切位移大于 10mm 时的试验成果确定残余抗剪强度,需要时可沿剪切面继续进行摩擦试验。

5 试验前应对试件进行描述,试验结束后应对剪切面进行描述。

11.3.5 大面积剪切试验应绘制各法向应力下剪切应力与剪切位移关系曲线、剪应力与法向位移关系曲线,并可确定比例强度、屈服强度、峰值强度、剪胀点和剪胀强度等。

11.3.6 试验还可绘制各阶段的剪应力和法向应力的关系曲线,并可确定相应的抗剪强度参数。

11.4 标准贯入试验

11.4.1 标准贯入试验可用于砂土、粉土和一般黏性土,有经验时也可用于残积土和极软岩。

11.4.2 标准贯入试验的装置应符合表 11.4.2 的规定。

表 11.4.2 标准贯入试验装置规格

落 锤		锤的质量(kg)	63.5
		落 距(cm)	76
贯 入 器	对开管	长 度(mm)	>500
		外 径(mm)	51
		内 径(mm)	35
	管 靴	长 度(mm)	50~76
		刃口角度(°)	18~20
		刃口单刃厚度(mm)	1.6
钻 杆		直 径(mm)	42
		相对弯曲	<1/1000

11.4.3 标准贯入试验应符合下列规定:

1 标准贯入试验孔应采用回转钻进,并保持孔内水位略高于地下水位。当孔壁不稳定时,可用泥浆护壁。钻具钻至试验深度以上 15cm 时,应清除孔底残土后再进行试验。

2 应采用自动脱钩的自由落锤法进行锤击,并减小导向杆与锤间的摩阻力,同时应避免锤击时的偏心和侧向晃动,以及保持贯入器、探杆、导向杆连接后的垂直度;锤击速率应小于 30 击/min。

3 贯入器打入土中 15cm 后,应开始记录每打入 10cm 的锤击数;打入 30cm 后的累计锤击数应记录为 1 次标准贯入试验锤击数 N 。当锤击数已达 50 击而贯入深度未达 30cm 时,可记录 50 击的实际贯入深度,并可按下式换算成相当于 30cm 的标准贯入试验锤击数 N ,并终止试验:

$$N = 30 \times 50 / \Delta S \quad (11.4.3)$$

式中： ΔS ——50 击时的贯入度(cm)。

11.4.4 标准贯入试验成果应提供标准贯入试验锤击数。

11.4.5 标准贯入试验成果可用于判断土层均匀性和划分土层，并可用于确定砂土、粉土、黏性土的状态或密实度，以及估算土的强度、变形参数、地基承载力、单桩承载力，还可用于判别饱和砂土和粉土的液化可能性。

11.5 圆锥动力触探试验

11.5.1 圆锥动力触探试验可用于素填土、砂土、碎石土和软岩、极软岩；可根据岩土的不同类别分别采用轻型、重型、超重型试验类型。

11.5.2 圆锥动力触探试验装置应符合表 11.5.2 的规定。

表 11.5.2 圆锥动力触探类型

类 型		轻 型	重 型	超重型
落 锤	锤的质量(kg)	10	63.5	120
	落距(cm)	50	76	100
探 头	直径(mm)	40	74	74
	锥角(°)	60	60	60
探杆直径(mm)		25	42	50~60
主要适用岩土		浅部的填土、砂土、粉土、黏性土	砂土、中密以下的碎石土、极软岩	密实和很密的碎石土、软岩、极软岩

11.5.3 圆锥动力触探试验应符合下列规定：

1 应采用自动落锤装置，触探杆最大偏斜度不得超过 2%，锤击贯入应连续进行，并保持探杆垂直度，防止锤击偏心、探杆倾斜和侧向晃动；锤击速率宜为 15 击/min~30 击/min。

2 锤击间隙时应转动探杆，每贯入 1m 宜将探杆转动 1.5 圈；当贯入深度超过 10m 后，宜每贯入 20cm 转动探杆 1 圈。

3 轻型动力触探应每贯入 30cm 为 1 次试验,并记录锤击数为 N_{10} ;重型和超重型动力触探应每贯入 10cm 为 1 次试验,并记录锤击数为 $N_{63.5}$ 或 N_{120} 。

11.5.4 对轻型动力触探,当 $N_{10} > 100$ 或贯入 15cm 的锤击数超过 50 时,可停止试验;对重型动力触探,当连续 3 次 $N_{63.5} > 50$ 时,可停止试验,宜改用超重型动力触探。

11.5.5 圆锥动力触探试验应提供锤击数与贯入深度关系曲线。

11.5.6 圆锥动力触探试验成果可用于划分地基土层,确定砂土的孔隙比、相对密实度和粉土、黏性土的状态,估算土的强度、变形参数、地基土承载力和单桩承载力,评定场地的均匀性。应用试验成果时,应按使用要求确定是否修正或如何修正。当采用杆长修正时,应符合本规范附录 G 的规定。

11.6 静力触探试验

11.6.1 静力触探试验可用于软土、一般黏性土、粉土、砂土和含少量碎石的土。

11.6.2 静力触探试验设备的贯入装置和反力装置,应满足场地地层条件和试验贯入深度的要求;探测系统可根据工程需要选用单桥探头、双桥探头或带孔隙水压力量测的单、双桥探头。

11.6.3 静力触探试验应符合下列规定:

1 探头圆锥锥底截面积应采用 10cm^2 或 15cm^2 ,单桥探头侧壁高度应采用 57mm 或 70mm,双桥探头侧壁面积应采用 $150\text{cm}^2 \sim 300\text{cm}^2$,锥尖锥角应为 60° 。

2 探头应匀速垂直压入土中,贯入速率应为 $1.2\text{m}/\text{min} \pm 0.3\text{m}/\text{min}$ 。

3 探头测力传感器应连同仪器、电缆进行定期标定;室内探头标定测力传感器的非线性误差、重复性误差、滞后误差、温度漂移、归零误差均应小于满量程的 1%,现场试验归零误差应小于满量程的 3%,绝缘电阻不应小于 $500\text{M}\Omega$ 。

4 深度记录的误差不应大于触探深度的 $\pm 1\%$ 。

5 当贯入深度超过 30m 或穿过厚层软土后再贯入硬土层时,宜采取防止孔斜或断杆的措施;也可配置具有测斜功能的探头和量测触探孔的偏斜角,并可校正土层界线的深度。

6 孔压探头在贯入前,应在室内保证探头应变腔为已排除气泡的液体所饱和,并应在现场采取保持探头饱和状态的措施;保持饱和状态应直至探头进入地下水位以下的土层为止;在孔压静探试验过程中不得上提探头。

7 当在预定深度进行孔压消散试验时,应量测停止贯入后不同时间的孔压值,其计时间隔应由密而疏控制;试验过程中不得松动探杆。

11.6.4 静力触探试验可测定比贯入阻力(p_s)、锥尖阻力(q_c)、侧壁摩阻力(f_s)和贯入时的孔隙水压力(u)。静力触探试验成果应符合下列规定:

1 可绘制 p_s 、 q_c 、 f_s 、 u 等测定参数与深度关系曲线,以及摩阻比 $R_f(f_s/q_c)$ 等其他参数与深度关系曲线。

2 可根据贯入曲线的线型特征,结合相邻钻孔资料和地区经验,判定土类和划分土层,并可计算各土层静力触探试验数据的平均值。

11.6.5 静力触探试验成果可用于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,还可用于力学分层、液化判别;孔压消散曲线可用于估算土的固结系数和渗透系数。

11.7 十字板剪切试验

11.7.1 十字板剪切试验可用于测定饱和软黏性土($\varphi \approx 0$)的不排水抗剪强度和灵敏度。

11.7.2 十字板剪切试验设备应由十字板头、加压及施加扭力系统、量测系统等组成,十字板板头规格应符合表 11.7.2 的规定,且

板面粗糙度不应大于 $6.3\mu\text{m}$ 。试验用的仪器设备应完好无损,探杆应平直,机械部分应转动灵活,仪器灵敏度应符合精度要求。

表 11.7.2 十字板头规格

型号	板高 H (mm)	板宽 D (mm)	板厚 t (mm)	板下端 刃角 α (°)	轴 杆		面积比 A_r (%)
					直径 ϕ (mm)	长度 l (mm)	
I	100	50	2	60	13	50	≤ 14
II	150	75	3	60	16	50	≤ 14

11.7.3 十字板剪切试验应符合下列规定:

1 十字板头插入钻孔底的深度不宜小于钻孔或套管直径的 3 倍~5 倍。

2 均质土中试验点竖向间距可为 1m; 对非均质或夹薄层粉细砂的软黏性土, 宜进行静力触探, 再根据土层变化选择适宜深度进行试验。十字板头插入至试验深度后应静止不少于 2min 后开始试验。

3 扭转剪切速率宜采用 $1^\circ/10\text{s} \sim 2^\circ/10\text{s}$ 匀速进行, 测得峰值强度后尚应继续测记 1min。

4 在峰值强度或稳定值测试完成后, 应顺扭转方向连续转动探杆 6 圈, 再测定重塑土的不排水抗剪强度。

5 对开口钢环十字板剪切仪, 应修正轴杆与土间的摩阻力的影响。

11.7.4 十字板剪切试验成果整理内容应符合下列规定:

1 应计算各试验点土的不排水抗剪强度(c_u)、残余强度、重塑土强度(c'_u)和灵敏度(S_t)。

2 应绘制单孔十字板剪切试验的不排水抗剪强度、残余强度、重塑土强度和灵敏度随深度的变化曲线, 并可绘制抗剪强度与扭转角度的关系曲线。

3 应根据土层条件和地区经验, 对实测的十字板不排水抗剪

强度进行修正。

11.7.5 十字板剪切试验成果,可按地区经验用于确定地基承载力、单桩承载力,并可用于计算边坡稳定及判定软黏性土的固结历史。

11.8 旁压试验

11.8.1 旁压试验可用于黏性土、粉土、砂土、碎石土、软质岩石、风化岩等。

11.8.2 旁压试验仪器宜采用预钻式旁压仪,也可采用自钻式旁压仪。

11.8.3 旁压试验数量应根据工程需要确定,每一场地同一地貌单元不宜少于 3 个试验孔,每一个主要地层不应少于 6 个试验段。试验孔与相邻钻孔或原位测试孔的水平距离不应小于 1m。

11.8.4 旁压试验应在有代表性的位置和深度进行,旁压器的三腔应在同一地层内。同一试验孔中的相邻试验段的间距不应小于 1m。

11.8.5 旁压试验应符合下列规定:

1 旁压试验应与钻探配合交替进行,应每钻进一段进行一次试验,不得一次成孔多次试验。

2 旁压试验孔应根据岩土类型和状态选择合适的成孔工艺,孔壁应完整,自钻式旁压仪应控制钻进参数,钻孔直径应与旁压器直径匹配。

3 试验压力每级增量可采用预期临塑压力的 $1/7 \sim 1/5$ 或预期极限压力的 $1/14 \sim 1/10$,初始阶段试验压力增量可取小值;必要时,可做卸荷再加荷试验。

4 旁压试验的加荷方式应采取快速法,各级压力应在 15s 内完成,并应在持续 1min 或 2min 后再施加下一级压力。持续 1min 时,加荷后应按 30s、60s 观测体积变形量;持续 2min 时,加荷后应按 30s、60s、120s 观测体积变形量。

5 当试验符合下列条件之一时,应终止试验:

- 1) 实测体积变形量达到量测腔的固有体积;
- 2) 被测土体达到极限压力;
- 3) 试验压力达到仪器的额定压力。

11.8.6 旁压试验成果分析应符合下列规定:

1 资料整理前,应对试验记录进行各级压力下的弹性膜约束力和仪器综合体积变形进行修正。

2 应根据修正结果绘制压力与体积曲线,也可绘制压力与蠕变量关系曲线。

3 可根据压力与体积曲线,结合压力与蠕变量曲线确定静止水平总压力 P_0 、临塑压力 P_l 和极限压力 P_l 等旁压试验成果。

4 旁压模量 E_m 、似弹性模量 E 、剪切模量 G ,可按下列公式计算:

$$E_m = 2(1 + \mu)(V_c + V_m)\Delta P / \Delta V \quad (11.8.6-1)$$

$$E = 2(1 + \mu)(V_c + V_0)\Delta P / \Delta V \quad (11.8.6-2)$$

$$G = E(1 + \mu) \quad (11.8.6-3)$$

式中: E_m ——旁压模量(MPa);

E ——似弹性模量(MPa);

G ——剪切模量(MPa);

ΔP —— P - V 曲线上直线变形段压力增量(MPa);

ΔV ——与 ΔP 相对应的体积变形增量(cm^3);

V_c ——测试腔固有体积(cm^3);

V_m ——平均体积变形量(cm^3),取 P - V 曲线直线段两端所对应的体积变形量之和的 $1/2$;

V_0 ——静止水平总压力 P_0 所对应的体积变形量(cm^3);

μ ——泊松比,可取 0.33。

11.8.7 旁压试验应提交旁压试验综合成果图,内容应包括各相关试验段的静止水平总压力、临塑压力、极限压力、旁压模量、似弹性模量和剪切模量等成果;还可按工程需要提出各相关试验段成

果随深度的变化图。

11.8.8 旁压试验成果可用于评定地基承载力和变形参数,也可测求岩土的原位水平应力、静止侧压力系数和不排水抗剪强度等。旁压试验成果应结合地区经验应用。

11.9 波速测试

11.9.1 波速测试可用于测定弹性波在各类岩土介质中的传播速度,可根据工程要求测定岩土介质中的压缩波速和剪切波速。测试方法可选用单孔法或跨孔法。

11.9.2 波速测试应选用适宜的激振装置、接收装置和记录仪,并应符合下列规定:

1 激振装置应能产生需测的优势波,应具有可重复性和可反向性。

2 孔内接收装置宜采用三分量检波器。

3 记录仪应采用工程地震仪或多通道信号采集分析仪。

4 测试时激振装置和接收装置均应紧贴被测岩土体。

11.9.3 单孔法宜用于测定岩土体的压缩波速和剪切波速,并应符合下列规定:

1 测试孔应竖直。

2 测定浅层岩土体波速宜采用地面激振,孔内接收;测定深层岩土体波速宜采用孔内激振、孔内接收。

3 采用地面击板法激振时,木板中垂线应通过孔口。

4 测点间距宜为 1m~3m,层位变化处宜加密。

11.9.4 跨孔法宜用于测定深度较大的多元结构岩土体的压缩波速和剪切波速,并应符合下列规定:

1 钻孔应按直线排列,接收孔数量不宜少于 2 个;土体中的孔间距宜为 2m~6m,岩体中的孔间距宜为 8m~12m。

2 钻孔均应竖直;孔深大于 15m 时,应测定钻孔的倾斜和方位。

3 钻孔内宜下入塑料套管,套管与孔壁间应采用与被测岩土体密度相似的材料充填密实;测试宜在充填 3d~6d 后进行。

4 自孔口向下第 1 个测点的孔深不宜小于孔间距的 0.4 倍;每次测试时,激振装置中心和接收装置中心应处于同一高程。

11.9.5 波速测试的成果整理应符合下列规定:

1 单孔法应判读波形,并应分层计算波速和绘制时距曲线。

2 跨孔法应判读波形,并应根据钻孔测斜结果修正孔间距,以及计算各测试深度的波速和分层波速。

3 工程需要时,可计算被测岩土体的动力参数。

11.10 激振法测试

11.10.1 激振法测试可用于测定动力机器基础的地基动力特性参数。对周期性振动的机器基础,应采用强迫振动测试;对非周期性振动的机器基础,宜采用自由振动测试。

11.10.2 激振法测试前,应搜集机器的功率、转速、基础形式和基底高程、场地的岩土性质、邻近的干扰振源和地下埋设物等资料。

11.10.3 测试场地宜邻近设计基础位置,测试应分别按明置基础和埋置基础进行。激振设备和测试基础应符合下列规定:

1 机械式激振的最低工作频率宜为 3Hz,最高工作频率不宜低于 60Hz;电磁式激振的扰力不宜小于 600N。自由式激振时,竖向激振可采用质量为基础质量的 1/100~1/150 的铁球,水平回转向振动可采用木锤或橡胶锤。

2 块体基础的尺寸宜为 2.0m×1.5m×1.0m,其数量不宜少于 2 个;桩基础应采用 2 根桩加 1 个桩台为测试基础,桩间距应与设计桩间距相同,桩台边缘至桩中心距离应为桩间距的 1/2,桩台高度不宜小于 1.60m。测试基础的混凝土强度等级不应低于 C15。

3 制作基础和安装激振设备时,应控制基础重心、基础底面形心与竖向激振力位于同一垂线上。

11.10.4 测试采用的拾振器、放大器、数据采集、记录和数据分析装置等仪器设备的精度和安装要求,以及测试方法和操作要求等,均应符合现行国家标准《地基动力特性测试规范》GB 50269 的规定。

11.10.5 强迫振动测试应按测试方式分别提供下列测试结果:

1 竖向振动测试应绘制基础竖向振幅随频率变化的幅频响应曲线,并应计算地基竖向阻尼比、基础竖向振动参振总质量、地基抗压刚度和抗压刚度系数、单桩抗压刚度和桩基抗弯刚度。

2 水平回转耦合振动测试应绘制基础顶面测试点沿 X 轴的水平振幅和回转振动产生的竖向振幅分别随频率变化的幅频响应曲线,并应计算地基水平回转向第一振型阻尼比、基础水平回转耦合振动的参振总质量、地基的抗剪刚度和抗剪刚度系数、地基抗弯刚度和抗弯刚度系数。

3 扭转振动测试应绘制扭转扰力矩作用下的水平振幅随频率变化的幅频响应曲线,并应计算地基扭转向阻尼比、基础扭转振动的参振总质量、地基的抗扭刚度和抗扭刚度系数。

11.10.6 自由振动测试应按测试方式分别提供下列测试结果:

1 竖向振动测试应绘制振动波形图,并计算地基竖向阻尼比、基础竖向振动的参振总质量、地基的抗压刚度和抗压刚度系数、单桩抗压刚度和抗压刚度系数。

2 水平回转耦合振动测试应绘制振动波形图,并计算地基水平回转向第一振型阻尼比、地基抗弯刚度和抗弯刚度系数。

12 室内试验

12.1 一般规定

12.1.1 岩土的物理、力学性质的室内试验,应符合现行国家标准《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266 和《土工试验方法标准》GB/T 50123 的有关规定。

12.1.2 岩石试验和土工试验的试样应具有地质代表性,试验项目、试验方法、技术条件等应符合工程建设勘察、设计、施工的要求。

12.1.3 岩石试验和土工试验的试样数量和规格应符合相关试验要求。

12.1.4 试验资料的整理,应通过对样本的研究来估计岩土体单元特征及其变化的规律,并为工程设计和施工提供准确可靠的成果。

12.1.5 土工试验所用的仪器、设备,应符合现行国家标准《土工仪器的基本参数与通用技术条件》GB/T 15406 的有关规定,并应按规定进行检定和校准。

12.2 岩石试验

12.2.1 岩石试验应根据工程需要选择下列项目:

1 物理性质试验可进行颗粒密度和块体密度测定、吸水率和饱和吸水率测定、崩解试验、膨胀试验及冻融试验等。

2 力学性质试验可进行单轴抗压强度试验、单轴压缩变形试验、三轴压缩试验、直接剪切试验、轴向拉伸试验和点荷载强度试验等。

3 对软岩和极软岩可取天然状态下的不扰动试样按土工试

验方法进行物理力学试验。

12.2.2 岩石单轴抗压强度应分别测定干燥和饱和状态下的强度,并应提供相应单轴抗压强度,计算软化系数。

12.2.3 岩石单轴压缩变形试验,应绘制应力与纵向应变及横向应变的关系曲线,并提供岩石平均弹性模量、平均泊松比,同时应提供岩石单轴抗压强度。

12.2.4 岩石三轴压缩试验围压可按等差级数或等比级数进行选择,样品不应少于4个,并根据不同围压相应的轴向应力绘制莫尔应力圆及抗剪强度包络线,同时应确定岩石三轴应力状态下的强度参数 c 、 φ 值。

12.2.5 岩石直剪试验可用于测定岩块、岩石结构面及混凝土与岩石结合面的抗剪强度指标 c 、 φ 值,应绘制各法向应力下的剪应力和剪切位移及法向位移关系曲线,确定各剪切阶段特征点的剪应力。

12.2.6 岩石点荷载强度试验可用于测定岩块的点荷载强度,同一含水状态下每组岩块圆柱体试件数量宜为5件~10件,方块体或不规则体试件数量宜为每组15件~20件。

12.3 土的物理性质试验

12.3.1 土的物理性质试验项目应按土的类别和工程要求确定,并应符合下列规定:

1 砂土应测定颗粒级配、比重、天然含水率、天然密度、最大和最小密度;当无法取得Ⅰ级、Ⅱ级土试样时,可只进行颗粒级配和天然含水率试验。

2 粉土应测定颗粒级配、比重、天然含水率、天然密度、液限、塑限和有机质含量。

3 黏性土应测定比重、天然含水率、天然密度、液限、塑限和有机质含量。

4 目测鉴定不含有机物时,可不测定有机质含量。

5 在有经验地区,比重可根据经验确定。

12.3.2 当需要对土方回填或坝体心墙填筑等工程进行质量控制时,应进行击实试验测定土的干密度与含水量的关系,并应提供最大干密度和最优含水率。

12.3.3 工程要求提供土的渗透性参数时,宜结合现场试验进行室内渗透试验测定土的渗透系数。

12.4 土的压缩-固结试验

12.4.1 土的固结试验的最大压力应大于工程建成和使用后实际的土的有效自重压力与附加压力之和。

12.4.2 当采用压缩模量进行沉降计算时,应提供 $e-p$ 曲线及各压力段的压缩系数和压缩模量;当计入基坑开挖卸荷和再加荷影响时,应进行回弹试验,提供回弹指数。

12.4.3 当按土的应力历史进行沉降计算时,应提供 $e-\lg p$ 曲线,并应计算土的先期固结压力、压缩指数和回弹指数。

12.4.4 当需进行沉降历时关系分析时,应测定固结系数;工程需要时,还应提供次固结系数。

12.5 土的抗剪强度试验

12.5.1 土的三轴剪切试验应根据工程要求按不同排水条件进行试验。当计算地基承载力时,应采用自重压力下预固结的不固结不排水剪。在稳定性分析中,当计算采用总应力法计算时,应采用固结不排水剪;当以有效应力法计算时,砂性和粉性土应采用固结排水剪,黏性土应采用固结不排水剪测孔隙水压力。试验围压应根据工程实际确定。

12.5.2 对于斜坡稳定性评价、基坑支护等工程,在有工程经验时可采用直接剪切试验,其试验方法应根据荷载类型、加荷速率、地基土的排水条件和计算模型的要求确定。

12.5.3 对于内摩擦角 $\varphi \approx 0$ 软黏土,可采用 I 级土试样的无侧限

抗压强度代替自重压力下预固结的不固结不排水三轴剪切试验。

12.5.4 测定滑坡带已存在剪切破裂面的抗剪强度时,应进行残余强度试验。

13 水和土腐蚀性评价

13.0.1 岩土工程勘察时,应进行场地水(地下水和地表水)水质分析和土化学成分分析,并评价场地水和土对混凝土结构及钢筋混凝土中的钢筋的腐蚀性;当工程有要求时,尚应评价场地土对钢结构的腐蚀性。当有足够经验或资料可认定工程场地及其附近的水或土对建筑材料为微腐蚀时,可不取样试验。

13.0.2 采取水试样和土试样应符合下列规定:

1 工程结构处于地下水位以上时,应取土试样作土的腐蚀性的化学分析。

2 工程结构部分处于地下水位以上,部分处于地下水位以下时,应分别取土试样和水试样做腐蚀性的化学分析。

3 工程结构处于地表水或地下水中时,应取水试样做水的腐蚀性的化学分析。

4 水试样和土试样应在工程结构所在的位置采取,每个场地每个地貌单元各不应少于 2 件。当土中盐类成分和含量不均匀时,应分区、层取样,且每区、每层不应少于 2 件。

5 水试样的采取和试验的时间间隔不得超过 72h。

13.0.3 水、土腐蚀性的分析项目和分析方法,应符合表 13.0.3 的规定。

表 13.0.3 水、土腐蚀性的分析项目和分析方法

序号	分析项目	分析方法
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

续表 13.0.3

序号	分析项目	分析方法
4	Cl^-	摩尔法
5	SO_4^{2-}	EDTA 容量法或质量法
6	HCO_3^-	酸滴定法
7	CO_3^{2-}	酸滴定法
8	侵蚀性 CO_2	盖耶尔法
9	游离 CO_2	碱滴定法
10	NH_4^+	纳氏试剂比色法
11	OH^-	酸滴定法
12	总矿化度	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

注:1 序号 1~7 为判定土腐蚀性应分析的项目,序号 1~12 为判定水腐蚀性应分析的项目。

2 序号 1 和序号 13~16 为判定土对钢结构腐蚀性应分析的项目。

13.0.4 场地水、土对混凝土结构、钢筋混凝土结构中的钢筋及钢结构的腐蚀性,应根据工程类别按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 等的有关规定分别进行评价。

14 岩土工程分析评价与勘察报告

14.1 一般规定

14.1.1 岩土工程分析应在全面收集和汇总资料的基础上,并结合工程特点和要求以及相关的工程经验进行。

14.1.2 岩土工程分析所依据的资料应全面、真实、准确、完整。

14.1.3 岩土工程分析应符合下列规定:

1 应掌握工程结构的类型、特点、荷载及变形和渗漏控制要求等条件。

2 应分析场地地质构造、地貌单元、地层岩性等条件,并确定和划分场地的工程地质分区。

3 应通过岩土材料的非均质性和随时间变化等的不确定性的分析,确定计算采用的岩土参数值。

4 对尚缺乏理论依据和实践经验的岩土工程问题,宜依据现场模型试验或足尺试验,获取实测数据进行分析,并应建议进行专门的监测来优化设计或获取施工方案的数据。

5 应对工程建设过程中和建成运营中可能出现的岩土工程问题 and 环境问题做出预测分析。

6 应利用已有类似工程的经验。

14.1.4 岩土工程分析应在定性分析的基础上进行定量分析。对拟建场地的稳定性和适宜性可进行定性分析;对岩土의强度和变形,以及边坡稳定性、围岩稳定性、坝基稳定性和岸坡稳定性等应进行定量分析;对影响拟建场地的不良地质作用应进行定量分析或半定量分析。在可行性研究勘察和初步勘察时,对岩土工程问题可只进行定性分析或半定量分析。

14.1.5 岩土工程分析应选用适宜的计算分析模型,并按所选用

模型的要求确定计算参数值。

14.1.6 岩土的物理力学参数应按划分的工程地质单元或层位按最小二乘法分别进行统计,并提供各项参数的平均值、最大值、最小值、标准差、变异系数;工程有要求时还应提供大值平均值、小值平均值或其他统计值;对按承载能力极限状态计算或稳定性计算的参数应提供标准值。

14.1.7 岩土工程勘察报告应在完成现场勘察工作和各项资料的整理、归纳、检查、分析的基础上进行编制。报告书应保证资料真实准确、图表齐全、计算正确、分析合理、结论明确,给出的建议应切实可行。

14.2 数据处理及分析

14.2.1 对试验和测试获得的岩土参数值应按下列因素确定其可靠性和适用性,不可靠和不适用的数据不得用于岩土工程分析计算。

- 1 取样方法或其他因素对试样的影响。
- 2 试验方法和取值标准。
- 3 不同试验和测试方法所得数据的对比分析。
- 4 试验、测试方法与分析评价方法的相符性。

14.2.2 岩土物理力学参数的数据统计应在剔除不可靠或不适用数据后,按划分的工程地质单元或层位进行,统计时还应舍弃异常值,说明舍弃方法。主要工程地质单元或层位的数据在剔除不可靠和舍弃异常值后不应少于6个(组)。

14.2.3 岩土参数的标准值可按下列公式计算:

$$f_k = \gamma_s \cdot f_m \quad (14.2.3-1)$$

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

式中: f_k ——岩土参数的标准值;

γ_s ——统计修正系数;

f_m ——岩土参数的平均值；

n ——岩土参数样本数；

δ ——岩土参数的变异系数；

±——按不利组合取用，计算强度指标修正系数时取减号。

14.2.4 大型原位测试获得的岩土参数值的数据不应少于3个(组)，当数据的极差不大于平均值的30%时应计算其平均值。

14.2.5 用于岩土工程分析计算的岩土参数值应以数理统计获得的平均值或标准值为基础，并应视岩土体的不均一性、试样代表性、实际工况与试验条件的差异等因素，结合工程经验综合确定。对滑坡或斜坡稳定性评价，宜通过反演分析提出分析计算采用的参数值。

14.3 岩土工程分析评价

14.3.1 有色金属工业各类工程的岩土工程分析评价应包括下列内容，并按工程类别分别符合本规范第14.3.2~14.3.7条的规定：

1 地质构造，特别是活动断裂对场地的影响，建设场地的稳定性和适宜性。

2 场地内及场地附近的不良地质作用与工程建设的相互影响及其治理措施建议。

3 场地地震动参数及场地和地基的地震效应分析评价。

4 特殊性岩土对工程建设的影响及治理措施建议。

5 天然地基的可行性分析，地基处理方案的选用和可行性分析，桩基础的选用和分析。

6 基坑工程的稳定性及支护措施和设计参数值建议。

7 场地的水文地质条件及其与工程建设的相互影响，岩土体的渗透性，降水工程的方法和参数建议。

8 场地水、土对建筑材料的腐蚀性评价。

9 工程与地质环境的相互影响的分析及地质环境的保护、治

理措施建议。

10 场地处于不同地貌单元时,按地貌单元或工程地质分区进行的分析评价。

14.3.2 采矿、选矿工业建筑工程的分析评价,应包括下列内容:

1 自然斜坡稳定性。

2 人工边坡稳定性、挖方或填方的地基稳定性及治理措施建议。

14.3.3 井巷工程的分析评价应包括下列内容:

1 井口、硐口场地的适宜性及治理措施建议。

2 各种不连续面与工程的空间关系分析及其对工程的影响。

3 围岩的工程性能分析及围岩分类,围岩稳定性分析,井巷工程的支护和衬砌措施建议。

4 围岩的渗透性和坑道涌水量预测。

14.3.4 尾矿工程的分析评价应包括下列内容:

1 库区、坝址区场地的适宜性,库岸、坝肩、坝基的稳定性及治理建议。

2 库区、坝址区岩土体的渗透性,必要时进行的渗流分析。

14.3.5 排土场工程的分析评价应包括下列内容:

1 排土场建设场地的适宜性和稳定性。

2 大面积堆载和截排水、拦挡构筑物的地基条件。

3 排土场排弃、堆置的工程措施建议。

4 排土场的环境地质问题。

14.3.6 线路工程的分析评价应包括下列内容:

1 沿线挖填方地段的边坡稳定性和地基稳定性。

2 线路通过不良地质作用地段的稳定性分析和防治措施建议。

14.3.7 岸边工程的分析评价应包括下列内容:

1 岸坡稳定性分析。

2 地表水侧蚀和河床冲淤作用对工程的影响及防治建议。

3 地下水渗流作用对工程的影响。

14.3.8 边坡工程的分析评价应包括下列内容：

- 1 边坡的分类及安全等级、边坡分区。
- 2 边坡稳定性分析的岩土参数选值。
- 3 边坡稳定性分析模型和稳定性评价。
- 4 边坡工程设计建议和施工建议。

14.4 岩土工程勘察报告的要求

14.4.1 岩土工程勘察报告应根据各勘察阶段的勘察技术要求编制；当合并勘察阶段时，勘察报告应包括前期勘察阶段要求的内容。

14.4.2 岩土工程勘察报告应包括正文、图表和附件。正文部分应结构严谨、概念清晰、用词准确，术语符号和计量单位等均应符合规定。图表应清晰、直观，图文应相符。

14.4.3 岩土工程勘察报告基本内容应包括：前言、场地工程地质和水文地质条件、不良地质作用及分析评价、场地岩土物理力学性质及评价、场地稳定性和适宜性分析评价、各类工程的岩土工程分析评价、场地和地基的地震效应分析、边坡和基坑工程的分析评价，以及工程涉及的环境工程地质问题分析评价等；报告书还应包括各类图表，以及说明工作要求和各种附件。

14.4.4 报告书前言可包括下列内容：

- 1 项目的业主、委托单位、设计单位、勘察单位、勘察日期。
- 2 拟建工程概况和有关的设计参数、工程的安全等级或设计等级、岩土工程勘察等级。
- 3 勘察阶段和勘察技术要求。
- 4 勘察工作执行的技术标准。
- 5 勘察方案及完成情况。
- 6 勘察采用的地理坐标系统及测量方法。
- 7 勘察工作中有关事宜的说明。

14.4.5 报告书对场地工程地质条件和水文地质条件的叙述,宜包括下列内容:

1 场地的地理位置、地貌单元、地形条件。

2 场地的水文条件和气象条件。

3 区域地质条件,包括褶皱和断裂构造(特别是活动断裂构造)、各类岩土分布、产状等。

4 场地的地质构造和岩土分布、产状、岩性以及场地工程地质分区。

5 场地地下水的分布、类型及补给、径流、排泄条件,地下水埋藏深度及其变化规律,各含水层的水文地质参数。

6 场地及周围不良地质作用的类型、分布、规模及其对工程的影响。

7 场地水、土对建筑材料的腐蚀性。

14.4.6 报告书应根据工程性质和场地条件在下列方面分析评价拟建场地稳定性和建设适宜性,并应提出避让或防治建议。

1 断裂构造,特别是全新活动断裂,与场地或工程的关系及其影响。

2 松散或软弱岩土层(体)对工程的影响。

3 地形地貌条件对工程的影响。

4 不良地质作用对工程的影响。

14.4.7 报告书对不良地质作用的分析评价内容应按其类别分别符合本规范第6章的规定。工程需要时,应对不良地质作用提供专项勘察报告。

14.4.8 报告书对岩土物理力学性质的叙述和分析,应包括下列内容:

1 各类岩土的物理力学参数的室内试验和原位测试数据的统计值、标准值、建议值。

2 各类岩土的工程性能分析和评述。

3 工程需要时通过反演分析获得的岩土参数值。

14.4.9 报告书对建(构)筑物地基基础工程的分析评价,应包括下列内容:

- 1 地基的均匀性、地基承载力和变形参数。
- 2 人工地基的可行性分析和处理手段、方法选择以及处理范围要求。
- 3 桩基础的持力层选择、桩型和桩的几何尺寸建议、单桩竖向承载力估算。
- 4 建(构)筑物沉降变形特征和按工程需要估算的变形值。
- 5 地基与地基工程的施工建议和应注意问题。

14.4.10 报告书对建(构)筑物基坑工程的分析评价,应包括下列内容:

- 1 基坑工程设计的岩土参数值。
- 2 基坑边坡的稳定性分析。
- 3 基坑支护方法的选择和施工建议。
- 4 地下水对基坑工程的影响和降水方法建议。

14.4.11 报告书对采矿和选矿工业建筑工程、井巷工程、尾矿工程、排土场工程、线路工程、岸边工程、边坡工程的分析评价,应符合本规范第 14.3.2~14.3.8 条的规定。

14.4.12 报告书对工程建设中和工程建成后与周边工程地质环境的相互影响的分析,应包括下列内容:

- 1 工程与地下水环境的相互影响。
- 2 工程与地表水环境的相互影响。
- 3 工程与场地岩土体稳定性的相互影响。
- 4 工程可能诱发不良地质作用分析。
- 5 对可能引发的环境地质问题的防治措施建议。

14.4.13 报告书应附下列图表:

- 1 勘探点主要数据一览表。
- 2 勘探点平面布置图。
- 3 工程地质图。

- 4 工程地质剖面图。
- 5 工程地质柱状图。
- 6 原位测试成果图表。
- 7 土工试验成果图表。
- 8 显示场地条件的影像资料。

14.4.14 报告书可按工程要求附下列图表：

- 1 反映场地地质构造、水文地质条件或其他内容的平面图。
- 2 表示场地基岩面高程、地下水位高程或其他参数的平面或剖面等值线图。
- 3 不连续结构面的统计分析图表。
- 4 岩土工程分析计算图表。
- 5 工程所需的有关场地条件或分析评价的其他图表和影像资料。

14.4.15 报告书应附下列附件：

- 1 含拟建项目基本设计参数和勘察技术要求的勘察任务委托书。
- 2 与本项勘察相关的会议纪要、函电。
- 3 与工程相关的试验、监测、调查等专题报告。

表 A.0.1-2 竖井工程岩土工程勘察任务书

建设单位							
工程名称							
随任务书附		图纸： 张 份； 附件： 页 份					
要求提交资料日期				要求提交资料份数		份	
设计概况	井口位置	坐标： X= Y=					
	井口高程(m)		井底高程(m)				
	井筒尺寸(m)		井壁厚度(m)		井壁材料		
	井架(塔)高度(m)		井架(塔)基础形式及尺寸		井架(塔)基础底面压力(kN)		
拟采用的施工方法							
勘察技术要求							

建设单位：(盖章)

联系人：(签字)

电话：

设计单位：(盖章)

设计负责人：(签字)

电话：

表 A.0.1-3 尾矿设施岩土工程勘察任务书

建设单位							
工程名称					设计阶段		
随任务书附		图纸： 张 份； 附件： 页 份					
要求提交资料日期					要求提交资料份数		份
一、初期坝							
初期坝	坝高(m)			坝 型			
	坝顶宽度(m)			坝顶长度(m)			
	坝底宽度(m)			坝基埋深(m)			
二、尾矿库							
最终堆积标高(m)				堆积坡率			使用年限
三、排水系统							
编号	结构类型	外径(m)	内径(m)	基 础			
				形状	尺寸(m)	埋深(m)	总荷载(kN)
1	排水井						
2	排水管						
四、筑坝材料							
勘察区位置及最大运距(m)							
种 类		需要量($\times 10^4 \text{ m}^3$)		质 量 要 求			
五、勘察技术要求							

建设单位:(盖章)

设计单位:(盖章)

联系人:(签字)

设计负责人:(签字)

电话:

电话:

表 A.0.1-4 排土场勘察任务书

建设单位							
工程名称					设计阶段		
一、排土场							
总库容 $V(\times 10^4 \text{ m}^3)$			堆置高度 $H(\text{m})$			使用年限	
二、拦挡构筑物							
高度(m)			类型				
顶宽(m)			长度(m)				
底宽(m)			基础埋深(m)				
三、截排水构筑物							
编号	结构类型	外径(m)	内径(m)	基础情况			
				形状	尺寸(m)	埋深(m)	总荷载(kN)
勘察技术要求							
要求提交资料的内容							
提交资料日期					提交资料份数		
随任务书附资料		图纸: 张 份; 附件: 页 份					

建设单位:(盖章)

设计单位:(盖章)

联系人:(签字)

设计负责人:(签字)

电话:

电话:

表 A.0.1-5 线路工程岩土工程勘察任务书

建设单位			
工程名称			
随任务书附资料	图纸： 张 份； 附件： 页 份		
要求提交资料日期		要求提交资料份数	份
线路位置和长度			
线路设计参数			
勘察技术要求			

建设单位:(盖章)
联系人:(签字)
电话:

设计单位:(盖章)
设计负责人:(签字)
电话:

附录 B 岩石风化程度分类

表 B 岩石风化程度分类

岩石类别	风化程度	野外特征	风化程度参数指标	
			波速比 K_v	风化系数 K_f
硬质岩石	未风化	岩质新鲜, 未见风化痕迹	0.9~1.0	0.9~1.0
	微风化	组织结构基本未变, 仅节理面有铁锰质渲染或矿物略有变色, 有少量风化裂隙	0.8~0.9	0.8~0.9
	中等风化	组织结构部分破坏, 矿物成分基本未变化, 仅沿节理面出现次生矿物。风化裂隙发育, 岩体被切割成 20cm~50cm 的岩块, 锤击声脆, 且不易击碎; 不能用镐挖掘, 岩芯钻可钻进	0.6~0.8	0.4~0.8
	强风化	组织结构已大部分破坏, 矿物成分已显著变化; 长石、云母已风化成次生矿物; 裂隙很发育, 岩体破碎; 岩体被切割成 2cm~20cm 的岩块, 可用手折断; 用镐可挖掘, 干钻不易钻进	0.4~0.6	<0.4
	全风化	组织结构已基本破坏, 但尚可辨认, 且有微弱的残余结构强度, 可用镐挖, 干钻可钻进	0.2~0.4	—

续表 B

岩石类别	风化程度	野外特征	风化程度参数指标	
			波速比 K_v	风化系数 K_f
软质岩石	未风化	岩质新鲜,未见风化痕迹	0.9~1.0	0.9~1.0
	微风化	组织结构基本未变,仅节理面有铁锰质渲染或矿物略有变色;有少量风化裂隙	0.8~0.9	0.8~0.9
	中等风化	组织结构部分破坏;矿物成分发生变化,节理面附近的矿物已风化成土状;风化裂隙发育;岩体被切割成 20cm~50cm 的岩块,锤击易碎,用镐难挖掘;岩芯钻可钻进	0.5~0.8	0.3~0.8
	强风化	组织结构已大部分破坏,矿物成分已显著变化,含大量黏土质黏土矿物;风化裂隙很发育,岩体破碎,岩体被切割成碎块,干时可用手折断或捏碎,浸水或干湿交替时可较迅速地软化或崩解;用镐或锹可挖掘,干钻可钻进	0.3~0.5	<0.3
	全风化	组织结构已基本破坏,但尚可辨认,且有微弱残余结构强度,可用镐挖,干钻可钻进	0.1~0.3	—

注:1 波速比 K_v 为风化岩石与新鲜岩石压缩波速度之比。

2 风化系数 K_f 为风化岩石与新鲜岩石饱和单轴抗压强度之比。

3 岩石风化程度,除按表列野外特征和定量指标划分外,也可根据地区经验按点荷载试验资料划分。

4 花岗岩类的强风化与全风化及残积土的划分,宜采用标准贯入试验,其划分标准为: $N \geq 50$ 为强风化, $50 > N \geq 30$ 为全风化, $N < 30$ 为残积土。

附录 C 井巷工程围岩分级

表 C 井巷工程围岩分级

围岩级别	主要工程地质特征						
	岩体结构	构造影响程度、结构面发育情况及组合状态	岩石强度指标		岩石质量指标 RQD (%)	岩体声波指标	
			单轴饱和抗压强度 (MPa)	点荷载强度 (MPa)		岩体纵波速度 (km/s)	岩体完整性指数
I	整体状及层间结合良好的厚层状结构	构造影响轻微,偶有小断层;节理不发育,仅有 2 组 ~ 3 组,平均间距大于 0.8m,以原生构造节理为主,多呈闭合状,无泥质充填,不贯通;无软弱夹层;层间结合良好,一般不出现不稳定块体	>60	>2.50	>90	>5.0	>0.75
							—
							岩体及土体坚固性系数 f
							岩体强度应力比
							毛洞跨度 5m ~ 10m 时,长期稳定,一般无碎块掉落,可能产生岩爆

续表 C

围岩级别	主要工程地质特征							
	岩石结构	构造影响程度、结构面发育情况及组合状态	岩石强度指标		岩石质量指标 RQD (%)	岩石声波指标		岩体及土体坚固性系数 f
			单轴饱和抗压强度 (MPa)	点荷载强度 (MPa)		岩体纵波速度 (km/s)	岩体完整性指数	
II	同 I 类围岩结构	同 I 类围岩	30~60	1.25~2.50			>0.75	8~15
	块状结构和层间结合较好的中厚层或厚层状结构	构造影响较重,有少量断层;节理较发育,一般 3 组,平均间距 0.4m~0.8m,以原生和构造节理为主,多呈闭合状,偶有泥质充填,贯通性较差,有少量软弱结构面;层间结合较好,偶有层间错动和层面张开现象	>60	>2.50	75~90	3.7~5.2	>0.50	6~8
								毛洞跨度 5m~10m 时,围岩能较长时间(数月甚至数年)维持稳定,仅出现局部小块掉落

续表 C

围岩级别	主要工程地质特征							毛洞稳定情况
	岩体结构	构造影响程度、结构面发育情况及组合状态	岩石强度指标		岩石质量指标 RQD (%)	岩石声波指标		岩体及土体坚固性系数 f
			单轴饱和抗压强度 (MPa)	点荷载强度 (MPa)		岩体纵波速度 (km/s)	岩体完整性指数	
III	同 I 类围岩结构	同 I 类围岩	20~30	0.85~1.25			>0.75	
	同 II 类围岩块状结构和层间结合较好的中厚或厚层状结构	同 II 类围岩块状结构和层间结合较好的中厚层或厚层状结构	30~60	1.25~2.50	75~90	3.0~4.5	0.50~0.75	5~6
	层间结合良好的薄层和软硬岩互层结构	构造影响较重; 节理发育, 一般为 3 组, 平均间距 0.2m~0.4m, 以构造节理为主, 节理面多呈闭合状, 少有泥质充填, 岩层为薄层或硬岩为主的软硬互层, 层间结合良好, 少见软弱夹层、层间错动和层面张开现象	>60 (软岩大于 20)	>2.50	50~75	3.0~4.5	0.30~0.50	4~5

毛洞跨度
5m ~ 10m
时, 围岩能
维持 1 个
月以上的
稳定, 主要
出现局部
掉块塌落

续表 C

主要工程地质特征									
围岩级别	岩体结构	构造影响程度、结构面发育情况及组合状态	岩石强度指标			岩石质量指标 RQD (%)	岩体声波指标		
			单轴抗压强度 (MPa)	点荷载强度 (MPa)	岩石质量指标 RQD (%)		岩体纵波速度 (km/s)	岩体完整性指数	岩体及土体坚固性系数 f
III	碎裂镶嵌结构	构造影响较重, 节理发育, 一般为 3 组以上, 平均间距 0.2m ~ 0.4m, 以构造节理为主, 节理面多呈闭合状, 少数有泥质充填, 块体间牢固咬合	>60	>2.50	25~50	3.0~4.5	0.30~0.50	>2	3~4
IV	同 II 类围岩块状结构和层间结合较好的中厚或厚层状结构	同 II 类围岩块状结构和层间结合较好的中厚或厚层状结构	10~30	0.42~1.25	25~50	2.0~3.5	0.50~0.75	>1	3~4
									毛洞跨度过大时, 围岩能维持数月到 1 个月的稳定, 主要失稳形式为冒落或片帮

续表 C

围岩级别	主要工程地质特征						
	岩体结构	构造影响程度、结构面发育情况及组合状态	岩石强度指标		岩石质量指标 RQD (%)	岩石声波指标	
			单轴饱和抗压强度 (MPa)	点荷载强度 (MPa)		岩石纵波速度 (km/s)	岩石完整性指数
IV	散块状结构	构造影响严重,一般为风化卸荷带;节理发育,一般为3组,平均间距0.4m~0.8m,以构造节理、卸荷、风化裂隙为主,贯通性好,多数张开、夹泥,夹泥厚度一般大于结构面的起伏高度,咬合力弱,构成较多的不稳定块体	>30	>1.25	<25	>2.0	>0.15
	层间结合不良的薄层、中厚层和软硬岩互层结构	构造影响较重;节理发育,一般为3组以上,平均间距0.2m~0.4m,以构造、风化节理为主,大部分微张(0.5mm~1.0mm)部分张开(>1.0mm),有泥质充填,层间结合不良,多数夹泥,层间错动明显	>30(软岩大于10)	>1.25	<25	2.0~3.5	0.20~0.40
						>1	2~3
							毛洞跨度5m时,围岩能维持数日到1个月的稳定,主要失稳形式为冒落或片帮

续表 C

主要工程地质特征										
围岩级别	岩体结构	构造影响程度、结构面发育情况及组合状态	岩石强度指标		岩石质量指标 RQD (%)	岩体声波指标		岩体强度应力比	岩体及土体坚固性系数 f	毛洞稳定情况
			单轴饱和抗压强度 (MPa)	点荷载强度 (MPa)		岩体纵波速度 (km/s)	岩体完整性指数			
IV	碎裂状结构	构造影响较重,多数为断层影响带或强风化带;节理发育,一般为3组以上,平均间距 0.2m~0.4m,大部分微张(0.5mm~1.0mm),部分张开(>1.0mm),有泥质充填,形成许多碎块体	>30	>1.25	<25	2.0~3.5	0.20~0.40	>1	1.5~2.0	毛洞跨度5m时,围岩能维持数日到1个月的稳定,主要失稳形式为冒落或片帮
	松散结构	土体:具压密或成岩作用的黏性土、粉土及碎石土;黄土(Q_1 、 Q_2);大块石	—	—	—	1.5~2.0	—	—	1.0~1.5	稳定时间短,易坍塌,侧壁有时会失去稳定

续表 C

围岩级别	主要工程地质特征							
	岩体结构	构造影响程度、结构面发育情况及组合状态	岩石强度指标		岩石质量指标 RQD (%)	岩体声波指标		岩体及土体坚固性系数 f
			单轴抗压强度 (MPa)	点荷载强度 (MPa)		岩体纵波速度 (km/s)	岩体完整性指数	
V	散块状结构	构造影响很严重,多数为破碎带、全强风化带、破碎带交汇部位,构造及风化节理密集,节理面及其组合杂乱,形成大量碎块体;块体间多数为泥质充填,甚至呈石夹土状或土夹石状	—	—	<25	<2.0	—	1.0~1.5
	松散结构	土体:坚硬、硬塑的黏性土;稍密及以上,稍湿或湿的碎石、卵石、圆砾、角砾、粉土及黄土 (Q_1, Q_2)	—	—	—	1.5~2.0	—	1.0~1.5
								毛洞跨度 5m 时,围岩稳定时间短,约数小时至数日
								易坍塌,处理不当会出现大坍塌,浅埋时易出现地表下沉至地表

续表 C

主要工程地质特征										
围岩级别	岩体结构	构造影响程度、结构面发育情况及组合状态	岩石强度指标		岩石质量指标 RQD (%)	岩体声波指标			岩体及土体坚固性系数 f	毛洞稳定情况
			单轴饱和抗压强度 (MPa)	点荷载强度 (MPa)		岩体纵波速度 (km/s)	岩体完整性指数			
V	松软或松散结构	可塑的黏性土、黄土 (Q_3 、 Q_4) 及稍湿至湿的非黏性土 (包括一般碎石、卵石、砾石)	—	—	—	1.0~1.5	—	—	0.6~1.0	极不稳定,极易坍塌,有水时土、砂常与水一起涌出,浅埋时易坍塌至地表
		软塑黏性土及湿至很湿的粉、细砂等	—	—	—	<1.0 (饱和状态土小于 1.5)	—	—	<0.6	

注:1 围岩定性分类与定量指标分类有差别时,应以低者为准。

2 层状岩体按单层厚度可划分为厚层,大于 0.5m;中厚层,0.1m~0.5m;薄层,小于 0.1m。

3 确定围岩类别时,应以岩石饱和单轴抗压强度为准;当洞跨小于 5m,服务年限小于 10 年的工程,确定围岩类别时,可用点荷载强度指标代替岩石饱和单轴抗压强度指标,可不做岩体声波指标测试。

4 测定岩石强度,做单轴抗压强度后,可不做点荷载强度。

5 岩体完整性指数为岩体实测纵波速度与岩块实测纵波速度之比的平方。

6 岩体强度应力比应按现行国家标准《岩石锚固与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086 的有关规定计算。

7 对 III、IV 类围岩,当地下水发育时,应根据地下水类型、水量大小、软弱结构面多少,及其危害程度降级。

8 对 II、III、IV 类围岩,当洞轴线与主要断层或软弱夹层的夹角小于 30° 时,应降 1 级。

附录 D 滑坡的分类

表 D 滑坡分类

划分依据	名称类型	特 征 说 明
按组成物质	黏性土滑坡	常见于风化剥蚀残丘和低缓丘陵的堆积斜坡中，常沿下伏基岩顶面或土体中的软弱夹层滑动
	黄土滑坡	各时期和各种成因黄土中的滑坡，常见于黄土塬和梁的前缘，或黄土高阶地前缘斜坡上，或黄土层沿下伏第三系岩层滑动
	碎(砾)石土滑坡	第四系砾石土、碎石土、碎块石土等各种成因的堆积物中的滑坡，广泛分布于山区斜坡上，滑坡规模较大，滑动速度较慢，常沿下伏基岩顶面滑动
	岩体滑坡	软弱岩层组合物的滑坡，或沿同类岩层面，或沿不同岩层接触面，或岩体结构面(断层面、卸荷裂隙面等)滑动
	填土滑坡	路堤或人工弃土堆中的滑坡，多沿老地面或基底以下松软层滑动
按滑动体厚度	浅层滑坡	滑坡体厚度小于 6m
	中层滑坡	滑坡体厚度为 6m~20m
	深层滑坡	滑坡体厚度大于 20m
按滑体体积	小型滑坡	滑坡体积小于 5000m ³
	中型滑坡	滑坡体积约为 5000m ³ ~50000m ³
	大型滑坡	滑坡体积 50000m ³ ~100000m ³
	巨型滑坡	滑坡体积大于 100000m ³

续表 D

划分依据	名称类型	特 征 说 明
按形成原因	工程滑坡	由于施工开挖山体引起的滑坡,包括: 1 工程新滑坡:由于开挖山体所形成的滑坡 2 工程复活古滑坡:久已存在的滑坡,由于开挖山体引起重新活动的滑坡
	自然滑坡	由于自然地质作用产生的滑坡
滑动性质	推移式滑坡	上部滑体挤压推动前缘段产生滑动形成的滑坡
	牵引式滑坡	前缘段滑动后牵引后部滑体形成的滑坡

附录 E 泥石流的工程分类

表 E 泥石流的工程分类和特征

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

注:1 表中流量对高频率泥石流沟指百年一遇流量;对低频率泥石流沟指历史最大流量。

2 泥石流的工程分类宜采用野外特征与定量指标相结合的原则,定量指标满足其中一项即可。

附录 F 取样工具适用的土类及土试样等级

表 F 取样工具适用的土类及土试样等级

土试样 质量 等级	取 样 工 具		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	薄壁 取土器	固定活塞	++	++	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
		水压固定 活塞	++	++	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
		自由活塞	-	+	++	-	-	+	+	-	-	-	-	-
		敞口	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
	回转 取土器	单动 三重管	-	+	++	++	+	++	++	++	-	-	-	-
		双动 三重管	-	-	-	+	++	-	-	-	++	++	-	-
	取砂器							+	++	++	++	++	++	-
探井(槽)中 刻取块状土样		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
II	薄壁 取土器	水压固定 活塞	++	++	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-
		自由活塞	+	++	++	-	-	+	+	-	-	-	-	-
		敞口	++	++	++	-	-	+	+	-	-	-	-	-
	回转 取土器	单动 三重管	-	+	++	++	+	++	++	++	-	-	-	-
		双动 三重管	-	-	-	+	++	-	-	-	++	++	++	++
	取砂器							+	++	++	++	++	++	-
III	厚壁敞口取土器		++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	-	-
	标准贯入器		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	-	-
	螺纹钻头		++	++	++	++	++	+	-	-	-	-	-	-
	岩芯钻头		++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+
IV	标准贯入器		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	-	-
	螺纹钻头		++	++	++	++	++	+	-	-	-	-	-	-
	岩芯钻头		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

注 1 ++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补充措施;

3 有经验时,可用束节式取土器代替薄壁取土器。

附录 G 圆锥动力触探锤击数修正

G.0.1 当采用重型圆锥动力触探确定碎石土密实度时,锤击数 $N_{63.5}$ 应按下式修正:

$$N_{63.5} = \alpha_1 \cdot N'_{36.5} \quad (\text{G.0.1})$$

式中: $N_{63.5}$ ——修正后的重型圆锥动力触探锤击数;

α_1 ——修正系数,按表 G.0.1 取值;

$N'_{36.5}$ ——实测重型圆锥动力触探锤击数。

表 G.0.1 重型圆锥动力触探锤击数修正系数

$N'_{36.5}$ $L(\text{m})$	5	10	15	20	25	30	35	40	≥ 50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
4	0.96	0.95	0.93	0.92	0.90	0.89	0.87	0.86	0.84
6	0.93	0.90	0.88	0.85	0.83	0.81	0.79	0.78	0.75
8	0.90	0.86	0.83	0.80	0.77	0.75	0.73	0.71	0.67
10	0.88	0.83	0.79	0.75	0.72	0.69	0.67	0.64	0.61
12	0.85	0.79	0.75	0.70	0.67	0.64	0.61	0.59	0.55
14	0.82	0.76	0.71	0.66	0.62	0.58	0.56	0.53	0.50
16	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.54	0.51	0.48	0.45
18	0.77	0.70	0.63	0.57	0.53	0.49	0.46	0.43	0.40
20	0.75	0.67	0.59	0.53	0.48	0.44	0.41	0.39	0.36

注:表中 L 为触探杆长,表中未列出的实测锤击数采用线性内插法计算。

G.0.2 当采用超重型圆锥动力触探确定碎石土密实度时,锤击数 N_{120} 应按下式修正:

$$N_{120} = \alpha_2 \cdot N'_{120} \quad (\text{G.0.2})$$

式中: N_{120} ——修正后的超重型圆锥动力触探锤击数;

α_2 ——修正系数,按表 G.0.2 取值;

N'_{120} ——实测超重型圆锥动力触探锤击数。

表 G.0.2 超重型圆锥动力触探锤击数修正系数

N'_{120} $L(m)$	1	3	5	7	9	10	15	20	25	30	35	40
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	0.96	0.92	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.89	0.89	0.88	0.88	0.88
3	0.94	0.88	0.86	0.85	0.84	0.84	0.84	0.83	0.82	0.82	0.81	0.81
5	0.92	0.82	0.79	0.78	0.77	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.72
7	0.90	0.78	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.68	0.68	0.67	0.66
9	0.88	0.75	0.72	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.64	0.63	0.62	0.62
11	0.87	0.73	0.69	0.67	0.66	0.66	0.64	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58
13	0.86	0.71	0.67	0.65	0.64	0.63	0.61	0.60	0.58	0.57	0.56	0.55
15	0.86	0.69	0.65	0.63	0.62	0.61	0.59	0.58	0.56	0.55	0.54	0.53
17	0.85	0.68	0.63	0.61	0.60	0.60	0.57	0.56	0.54	0.53	0.52	0.50
19	0.84	0.66	0.62	0.60	0.58	0.58	0.56	0.54	0.52	0.51	0.50	0.48

注：表中 L 为触探杆长，表中未列出的实测锤击数采用线性内插法计算。

附录 H 孔隙水压力测定方法及适用条件

表 H 孔隙水压力测定方法和适用条件

仪器类型		适用条件	测定方法
测压计式	立管式测水计	渗透系数大于 10^{-4} cm/s 的均匀空隙含水层	将带有过滤器的测压管打入土层,直接在管内量测
	水压式测压计	渗透系数低的土层,量测由潮汐涨落、挖方引起的压力变化	用装在孔壁的小型测压计探头,地下水压力通过塑料管传导至水银压力计测定
	电测试测压计 (电阻应变式、钢弦应变式)	各种土层	孔压通过透水石传导至膜片,引起挠度变化,诱发电阻片(或钢弦)变化,用接收仪测定
	气动测压计	各种土层	利用两根排气管使压力为常数,传来的孔压在透水元件中的水压阀产生压差测定
孔压静力触探仪		各种土层	在探头上装有多孔透水过滤器、压力传感器,在贯入过程中测定

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

- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 《岩土锚固与喷射混凝土支护工程技术规范》GB 50086
- 《土工试验方法标准》GB/T 50123
- 《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266
- 《地基动力特性测试规范》GB 50269
- 《建筑边坡工程技术规范》GB 50330
- 《水利水电工程地质勘察规范》GB 50487
- 《岩土工程仪器基本参数及通用技术条件》GB/T 15406

中华人民共和国国家标准

有色金属工业岩土工程勘察规范

GB 51099 - 2015

条文说明

制 订 说 明

《有色金属工业岩土工程勘察规范》GB 51099—2015,经住房和城乡建设部 2015 年 4 月 8 日以第 799 号公告批准发布。

本规范编制过程中,编制组总结了有色金属工业岩土工程勘察的工程经验和教训,在已有通用标准和有关行业标准的基础上,根据有色金属工业特点,对岩土工程勘察的各项工作,提出了更为科学的、先进的、具体的规定。并在全国范围内,向有关单位和专家征求意见,最后召开专家审查会议,共同审查定稿。

为便于广大勘察、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,《有色金属工业岩土工程勘察规范》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作了解释。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	(141)
2	术语和符号	(142)
2.1	术语	(142)
3	基本规定	(143)
4	岩土分类	(145)
4.1	岩石工程分类	(145)
4.2	土的工程分类	(146)
5	各类工程勘察	(148)
5.1	冶炼、加工工业建筑工程	(148)
5.2	采矿、选矿工业建筑工程	(150)
5.3	井巷工程	(153)
5.4	尾矿工程	(155)
5.5	排土场工程	(157)
5.6	线路工程	(159)
5.7	岸边取水工程	(160)
5.8	边坡工程	(162)
6	不良地质作用	(165)
6.1	岩溶	(165)
6.2	滑坡	(166)
6.3	崩塌	(167)
6.4	泥石流	(168)
7	地下水	(172)
7.1	勘察要求	(172)
7.2	水文地质试验	(173)

7.3	地下水作用	(175)
8	工程地质测绘	(178)
9	钻探、挖探、取样与记录	(180)
9.1	钻探	(180)
9.2	挖探	(181)
9.3	取样	(181)
9.4	记录	(182)
10	地球物理勘探	(184)
10.1	一般规定	(184)
10.2	电阻率法	(184)
10.3	电磁法	(185)
10.4	浅层地震法	(185)
10.5	测井	(185)
11	原位测试	(186)
11.1	一般规定	(186)
11.2	载荷试验	(186)
11.3	大面积剪切试验	(188)
11.4	标准贯入试验	(189)
11.5	圆锥动力触探试验	(189)
11.6	静力触探试验	(190)
11.7	十字板剪切试验	(191)
11.8	旁压试验	(192)
11.9	波速测试	(197)
11.10	激振法测试	(198)
12	室内试验	(199)
12.1	一般规定	(199)
12.2	岩石试验	(199)
12.3	土的物理性质试验	(200)
12.4	土的压缩-固结试验	(200)

12.5	土的抗剪强度试验	(201)
13	水和土腐蚀性评价	(202)
14	岩土工程分析评价与勘察报告	(203)
14.1	一般规定	(203)
14.2	数据处理及分析	(203)
14.3	岩土工程分析评价	(204)
14.4	岩土工程勘察报告的要求	(204)

1 总 则

1.0.1 有色金属工业的岩土工程勘察工作以往执行的工作标准是现行相关的国家标准和有色金属行业标准。为提高有色金属工业工程建设前期工作的水平,适应有色金属工业的工程勘察的需要,制订本规范。

1.0.2 本规范属于标准系列中的专用标准,适用的工程建设项目包含了有色金属工业工程建设的主要工程项目。

1.0.3 本条规定是对有色金属工业建设岩土工程勘察基本的、原则的要求。

1.0.4 在有色金属工业建设工程的岩土工程勘察工作应执行本规范,对本规范未规定或未涉及的,应执行国家现行有关标准。

2 术语和符号

2.1 术 语

本节共列入术语 12 条。均为有色金属工业建设项目类别的术语。有些术语的解释还对其在本规范中特定意义作了说明。

3 基本规定

3.0.1~3.0.4 自国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021—1994 发布,岩土工程勘察工作开始实行分级。为什么要实行勘察工作的分级,在国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001 的条文说明中作了解释:“岩土工程勘察分级,目的是突出重点,区别对待,以利管理。”

本规范规定的岩土工程勘察等级划分的原则和方法与现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 基本一致,仅对第 3 个因素“地基”的复杂程度调整为“场地岩土条件”的复杂程度。这是因为有色金属工业建设项目涉及的工程类别较多,不完全是地基的问题。

工程重要性的确定,对岩土工程师来说,往往只能简单地从工程规模上考虑,而工程规模的划分也不是岩土工程师都掌握的。因此在难以确定工程重要性时,建议请教设计工程师。

场地复杂程度和场地岩土条件复杂程度两个因素中,除了场地的地震影响可以按相关规范确定外,其他条件只能定性地划分等级。本规范在条文中对场地复杂程度和场地岩土复杂程度均为一级的通称为“复杂地质条件”或“工程地质条件复杂”。

3.0.5 在勘察工作开始前就获得由设计单位提出的关于建设项目的基设计数据和对勘察工作的技术要求,这是我国各工业部门的勘察单位历来的工作方式。这对于勘察工作有的放矢地进行并全面取得设计单位所需的各种资料是很重要的,因此本规范这一要求列入基本规定。附录 A 给出几种主要工程类别的勘察任务书的格式,是有色金属工业建设项目在勘察时常用的,使用时可在此格式上增加所需内容 and 要求。

3.0.6 有色金属工业岩土工程勘察工作应配合设计阶段进行。对于在已有充分资料的地区,或是在已建工程附近的改扩建项目,诸如此类,往往不需进行可行性研究勘察,甚至可能直接进行详细勘察。这种情况下,详细勘察的要求应该包含前期勘察工作的要求,如场地稳定性和建设适宜性的评价、不良地质作用的勘察等。

3.0.7 勘察纲要或勘察大纲是每一项勘察工作的计划和指导书,是一项勘察工作顺利进行和完成所必需的。有些工程往往为了抢项目,抢进度,没有制订纲要就进现场开钻,可能造成工程浪费甚至事故,是绝不可取的。

3.0.8 本条是强制性条文,必须严格执行。有色金属工业的建设场地,由于原材料产地位置和场地选择条件的限制,往往存在大小、强弱不等的不良地质作用。没有查明或没有治理的不良地质作用必将对工程产生不同严重程度的影响,可能造成不同程度的人员伤亡和财产损失,甚至是不可挽回的损失。因此,在一个工程项目勘察时必须先调查场地及其周围是否存在不良地质作用。当不得已选择了存在不良地质作用的场地时,则必须先进行专门的勘察工作,查明它的分布范围、性质、工程地质和水文地质条件、不良地质作用形成的环境和诱发因素,分析它对工程的影响,提出治理的建议和提供治理设计所需的各项参数值。这是保证工程能安全地建成和使用运行,以及人员、财产免遭损失所必需的。

3.0.9 当建设场地内存在本规范第 4.2.7 条列举的或其他未列入的具有特殊物理力学性质和工程特性的岩土时,应在勘察时进行专门的勘探、测试、试验和分析评价。

4 岩土分类

4.1 岩石工程分类

4.1.1、4.1.2 自然界中岩石的种类繁多,工程性质多种多样,差异很大。因此,准确地进行工程分类非常重要。

岩石的分类可分为地质分类和工程分类。地质分类主要根据其地质成因、矿物成分、结构构造和风化程度,可以用地质名称和风化程度来表达,如强风化花岗岩、微风化砂岩等。工程分类是根据岩石的坚硬程度和岩体完整程度等工程性状,在地质分类的基础上进行。

本规范按照现行国家标准《工程岩体分级标准》GB 50218 给出了“岩石坚硬程度”,“岩体完整程度”和“基本质量等级”的定性和定量的划分标准和方法。岩石的坚硬程度直接反映了地基的承载能力和变形性质,十分重要。而岩体的完整程度反映了它的裂隙性和结构面结合程度,是岩体十分重要的特性。

划分出极软岩十分重要,因为这类岩石不仅极软,而且常有特殊的工程性质,如,某些泥岩的膨胀性;泥质砂岩、全风化花岗岩的软化性;第三纪砂岩遇水崩解,有流沙性;片岩的各向异性等等。对于岩石地基,特别应注意软岩、极软岩,破碎和极破碎的岩石,除做原位测试外,对可取原状样的,可用土工试验方法测定其性状和物理力学性质。

4.1.3 岩石风化程度分为五级,与国际通用标准和习惯一致。风化带是逐渐过渡的,没有明确的界线,很多岩石不能划分出五个完全的等级,如石英岩、石灰岩、泥岩等。

全风化岩与残积土在实践中很难区分,其关键是能否辨认岩石残余的组织结构。残积土虽然未经搬运,但已无岩石的结构,已

不属于岩石范畴。

4.1.4 软化岩石浸水后,承载力显著降低,变形加大,对工程危害较大,应引起重视。

4.1.5 在工程中常见的特殊性岩石有石膏、岩盐等易溶性岩石、膨胀性泥岩及具崩解性或盐渍化的岩石等,性质特殊,对工程有较大危害,应作专门勘察研究。

4.2 土的工程分类

4.2.1 土的工程分类,碎石土和砂土按颗粒级配划分,黏性土按塑性指数划分,粉土是介于其间,即要考虑颗粒级配,又要考虑塑性指数。

4.2.2、4.2.3 碎石类土和砂土是以不同粒径颗粒质量占总质量的百分比来划分,划分原则是根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。

4.2.4 粉土的性质介于砂土和黏性土之间,较粗的接近砂土而较细的又接近于黏性土,属过渡性土类。

4.2.5 黏性土按塑性指数分类,但塑性指数必须按标准试验方法求得。

4.2.7 特殊性岩土其工程性质特殊,其含有特殊成分,状态和结构特征,对工程的破坏性较大。定名时要满足条文要求,现场描述时一定要反映其本质特征,定量评价时要有参数指标。

本条第1款湿陷性土包括了湿陷性黄土和除黄土外的其他湿陷性土。按现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025,湿陷性黄土的判定标准是室内试验在一定压力下测定的湿陷系数大于或等于0.015。按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021,干旱和半干旱地区湿陷性碎石土、湿陷性砂土和其他湿陷性土的判定标准是在200kPa压力下浸水载荷试验的附加湿陷量与承压板宽度之比大于或等于0.023。

本条第3款软土中,泥炭和泥炭质土的判定标准已列于本规

范第 4.2.6 条。淤泥和淤泥质土是在静水或缓慢流水环境中沉积,并经生物化学作用形成的土。其天然含水量大于液限,天然孔隙比大于或等于 1.5 的黏性土定名为淤泥。其天然含水量大于液限,天然孔隙比小于 1.5,但大于或等于 1.0 的黏性土或粉土定名为淤泥质土。

当特殊岩土在场地出露较多时,要进行专门勘察,勘察标准要满足现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和其他有关规范对特殊性岩土的勘察要求。

5 各类工程勘察

5.1 冶炼、加工工业建筑工程

5.1.1 有色金属工业的冶炼、加工工业建筑要求建筑场地相对较平坦,或较平缓,这也是选择厂址的要求。本节的规定是针对这类场地的。由于土地的紧缺和现代施工手段的发展,有些厂址已选在高差较大、起伏不平的斜坡场地,进行挖填整平后进行建设。对后者,除了按本节规定进行勘察外,还应按第 5.2、5.5 节的相关规定,对斜坡的稳定性、挖方形成的边坡和填方形成的变形等问题进行勘察和评价。

5.1.2~5.1.4 可行性研究阶段的勘察需要解决的就是为建设项目寻找一个稳定性较好,工程地质和水文地质条件较好,适宜建厂的场地。这 3 条的规定给出了选址的勘察工作要求。工作中特别应重视的是对区域资料的搜集、分析和对拟选场地内不良地质作用的调查、判别和定性分析。当资料不足时宜进行必要的工程地质测绘和勘探工作。

5.1.5 初步勘察是在已选定的场地内为确定拟建项目的总平面布置提供依据,因此本条的第 1、2 款对工作程度规定为“查明”。特别是对不良地质作用,要达到能进行治理工作的程度。

5.1.9、5.1.10 这两条是对初步勘察时布置勘探工作的要求。勘探线和勘探点的间距应按场地复杂程度确定。在遇到第 5.1.10 条第 1~6 款的情况时,勘探孔深度应调整。特别是对第 3~5 款规定的情况,往往是在勘探实施时才发现的,应在工作现场即行调整。规范中任何一项规定范围值的要求,都是对一般的、无特殊情况时的规定。有色金属工业建设项目多在场地条件和地质条件复杂地区,勘察时都应按具体条件确定勘探工作的布置。

5.1.12 初勘时的水文地质工作是针对整个工程项目的场地的,应初步查明场地所在一定范围内的水文地质条件。在缺乏资料时,应在初勘时就安排不少于1个水文年的地下水长期观测工作。

5.1.14 详细勘察是针对每个单项工程,每个建(构)筑物进行的,必须结合它们的结构类型、基础形式、荷载大小等设计参数和设计要求逐个分项、子项地进行勘察。详勘应为每个单项工程查明工程地质和水文地质条件,提供设计所需的各项岩土物理力学参数值,提出各项岩土工程的建议,满足施工图设计的需要。

5.1.15 除冶炼、加工工业建筑工程外,本规范第5.2.16条规定了采矿、选矿工业建筑工程的岩土工程勘察也应符合本条规定。

本条规定是针对工程项目在详细勘察阶段应达到的基本要求,本条6款规定包括了6个不同方面的要求。第1款是保障工程在地基基础方面的资料真实可靠且安全适用,第2款是为治理不良地质作用获取全面可靠的数据,第3款和第5款是为消除地下水对工程建设和运行的不利影响,第4款是防止场地内可能存在的具腐蚀性的水或土对工程的危害,第6款是为工程的抗震设防提供依据。这些要求都是一个工程建设项目在施工图设计阶段必须获得的资料,也是一项工程的详细勘察工作必须要完成的任务。资料的不可靠,不完整或不真实都可能导致投资的失控和浪费,或是工程的失误,失效,甚至失败。后者将造成对人员和建设工程的不可估量的损失。

5.1.17、5.1.18 详细勘察的勘探点布置和勘探深度应根据每个单项工程的设计参数考虑和确定。表5.1.17所列出的勘探点间距是出于对建(构)筑物柱距的考虑。有色金属工业建筑工程大多采用排架、框架结构,柱距按我国对建筑模数的规定多采用300mm的整倍数,往往采用6m的柱距。在实际工程中也常见柱距不是6m的,则可以按柱距的倍数确定勘探点间距。

第5.1.18条的规定与国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001第5.1.18条相似,但本规范没有对可能采用桩基础

和复合地基时的勘探深度制订专门的条文。确定勘探深度的原则一是查明能用作地基持力层的岩土条件；二是查明持力层以下岩土条件，是否存在软弱岩土；三是查明地基压缩变形深度内的岩土条件。本条对勘探深度的要求不仅是针对天然地基，也应按此确定采用桩基础或复合地基时的勘探深度，确定原则是相同的。对桩基础或复合地基而言，只是需事先预估桩的长度，再估算一下变形深度而已。

5.1.19 本条第2款对取样和原位测试规定的数量是出于对数据统计的有效性而规定的最低要求，实际工作中可能都大于这个数量。但这个最低要求还可能不满足本规范第14.2.2条的规定。这可能是由于取样和试验的操作问题引起的，也可能是岩土本身的不均匀性产生的。对前者，需要采用适用的手段、方法、工具，并严格执行工作标准来消除或减少；对后者，应执行本条第5款的规定，增加样本数量。这些都需要事先进行控制。

5.1.20 详细勘察阶段对水文地质工作的要求是针对每一单项工程的，要研究地下水及其变化对工程的影响，如上浮问题、改变岩土性状问题、工程降水问题、环境问题等。所有的分析评价都需要准确可靠的各种水文地质参数。

5.2 采矿、选矿工业建筑工程

5.2.1 本节主要是适用于位于斜坡地段，需进行斜坡稳定性评价的场地。本节还适用于大面积高挖深填整平后进行工程建设的场地，这类场地的原始地形是斜坡或沟梁交互分布的，整平后地面下分布着厚度相差可达数十米的密实度不等的填土，覆盖在原斜坡地面下的可能是分布均匀的或分布不均匀的土层或岩石，填土可能覆盖了整条沟谷，也可能只覆盖部分低洼地段，各种不同情况可能形成复杂的场地条件和岩土条件。

5.2.2~5.2.4 可行性研究勘察阶段，一般要对两个或两个以上场地进行勘察研究，主要进行定性评价，并对比选场地进行综合分

析,对比评价并确定条件相对优越的场地并推荐其相应的场地。可行性研究勘察阶段,以搜集研究已有资料为主,故一般不宜做过多的勘探与测试工作。

可行性研究勘察阶段,主要是研究搜集到的已有资料,分析研究与场地特别是与斜坡稳定性及厂址安全性有关的内容。当场地没有资料或搜集的资料不完整时,也仅考虑进行工程地质测绘和槽探等简单的勘察工作;当场地条件复杂,对其稳定性有较大影响时,应根据具体情况进行必要的勘探工作。

5.2.5 本条的出发点是对安全性方面的考虑。当存在某种原因无法避开不宜建设的场地时,应对相关问题进行专门的勘察和研究,评价其稳定性及对工程安全的影响,并提出防治和处理建议。

5.2.6、5.2.7 采矿、选矿工业建筑工程场地的初步勘察工作突出的问题是评价斜坡稳定性,其他与冶炼、加工工业建筑工程场地一致。

斜坡稳定性的分析与评价应特别注意下列情况:

(1)斜坡及其场地的邻近地段是否存在滑坡、崩塌等不良地质作用。

(2)组成斜坡的岩体为易风化、软化岩层或软硬交互的不利岩层组合。

(3)斜坡上的土体网状裂隙发育,有软弱夹层或由膨胀岩土组成。

(4)存在不利稳定的软弱结构面或构造带。

(5)斜坡受地下水或地表水作用有明显的软化岩土体、下渗、冲刷、产生水压力等现象。

(6)地震动峰值加速度大于或等于 $0.10g$ 的场地或附近地段有可能采用大爆破施工。

5.2.8、5.2.9 采矿、选矿工业建筑工程场地初步勘察阶段的岩土工程勘察工作,主要围绕场地斜坡(边坡)的稳定性而展开工作,同时也要考虑场地地基勘察特点。

5.2.10 初步勘察阶段的勘探线布置的目的在于使斜坡场地勘察与场地地基勘察能够协调一致,勘探线数量应根据勘察范围及场地岩土工程条件的复杂程度确定,对简单场地可布置 1 条勘探线,复杂场地的勘探线不应少于 2 条。

勘探线上的勘探孔的布置,一般按斜坡工程的特点考虑,勘探孔应分别布置在斜坡(或可能产生的滑坡)坡顶、坡腰、坡脚部位,同时还应注意布置在可能设置建筑物的地段;每一主勘探线上的勘探孔不应少于 3 个,当遇有软弱夹层或不利结构面时,应视其具体情况加密勘探孔。

5.2.11 初步勘察阶段的勘探孔的深度,主要应以能控制场地最深的潜在滑移面为原则,终孔的深度应特别慎重。

5.2.12 取岩(土)试样原位测试的数量均不应少于 6 件(组),这既是统计要求,也是根据国家工程建设标准强制性条文的要求,而制定的这是最低的保底要求,必须严格执行。当场地存在软弱带特别是当软弱带为岩土层的接触面,并对场地稳定性可能构成影响时,应进行现场大面积剪切试验,且试验数量不得少于 3 组。

5.2.13 地下水对斜坡的稳定性的影响是显而易见的,当斜坡的坡体处于地下水位以下时,除受到浮托力和静水压力的作用,地下水的渗流将对坡体产生动水压力;另外,水对岩土体产生软化作用也是不容忽视的,因此,水文地质勘查方面的工作尤为重要,必须按本条要求进行勘察研究与分析评价。

5.2.15 地球物理勘探技术发展很快,不断有新技术方法出现,在选择物探的方法时,应根据场地的工程地质条件及研究的对象决定。物探方法具体方案的制定及实施,应执行现行工程地球物理勘探规程的有关规定。

5.2.16 采矿、选矿工业建筑工程的详细勘察要解决的地基基础、地下水、不良地质作用、地震效应评价等岩土工程问题均与冶炼、加工工业建筑工程相同。因此,有关工作要求、工作方法、分析评价等均应与冶炼、加工工业建筑工程执行同一标准。采矿、选矿工

业建筑工程场地与冶炼、加工工业建筑物场地不同的仅是斜坡场地的的问题,因此,详细勘察除执行本规范第 5.1 节相关规定外,本条规定了针对斜坡场地条件需要增加的工作内容的要求。

本规范规定了对大面积深挖高填场地的勘察要求,这是近十余年见到较多的场地条件,如有些大型的电解铝车间场地。在斜坡场地上高填方,既有填土自身的变形问题,还有原地面下土层在上覆填土作用下的变形问题,且填土还是不等厚的,是一个很复杂的地基问题。本规范提出了用数值分析方法进行分析,目前使用较多的是三维有限元法,已经有较成熟的分析软件,在输入数据符合实际条件时,可以获得可信的分析结果。对这类工程的地基条件的评价,在初勘时应该有初步的分析,主要的工作需要在详勘阶段进行。

斜坡场地的工程建设往往会改变场地的水文和水文地质条件,斜坡场地的勘察应特别注意这种情况。

5.3 井巷工程

5.3.2~5.3.4 井巷工程的可行性研究阶段勘察主要是选择一个较稳定的、工程量较少且有利于生产的工程通过的山体。矿山开拓巷道的布置往往偏重于生产运营的有利,这时需进行技术经济比较,分析因处理不良地质作用而增加的费用与增加生产运营费用的关系。作为井巷工程的选址,重点是分析重大断裂构造的资料和不良地质现象,为设计提供比选意见。对于宜避开的场地和地段,主要是从工程安全性考虑。当不得已选择不利条件场地时,则应另进行专门研究和采取对策。

5.3.5、5.3.6 井巷工程的初步勘察主要通过地质测绘和物探,配合少量钻探工作。在矿区地质勘探已有较大范围较详细的资料时,本阶段也可简化,可通过较大比例尺的工程地质测绘进行初步分析。

5.3.7 由于废弃堆石处理不当,在暴雨作用下而引发的环境地质

灾害时有发生,因此井巷工程的废石场应防止此类问题发生。

随着矿床向深部开采,井下地应力问题将越来越多,因此在高地应力地区,地应力对工程的影响也是勘察评价内容之一。

本规范对围岩稳定性的评价没有确定具体方法,因为各地区的实际条件不同。根据不同地质条件和工作程度,建议选用不连续面组合关系分析、弹塑性理论或黏弹性理论分析、散体理论或块体理论分析等数值计算分析方法。

5.3.9 本条第1、2、4款的规定是根据现行国家标准《有色金属矿山井巷工程设计规范》GB 50915 的相关规定制订的。

在特殊情况下(存在地下有害气体或特大地下水等),钻孔不应布置在井筒中心;在井筒外时也不应距井筒中心太近或太远。太近时,若钻孔封堵不严,可能对井筒的施工造成不良影响;太远时,钻孔又难以准确反映竖井的工程地质和水文地质条件。因此在井筒外围布置勘探点时,一般距井筒中心 10m~25m。

有色金属矿山的地质构造、地层岩性和水文地质等条件较复杂,根据以往工程经验,地质条件相对简单时,距井筒中心 25m 范围内布置勘探孔可以满足设计与施工的需要。当遇到复杂地质条件时,与井筒中心间距宜取小值。条件特别复杂时,还宜在井筒周围适当增加勘探孔。

5.3.11 对于一般硐室,硐室空间不大,其勘探工作与竖井、主溜井、斜井、平巷、隧道的勘探孔相结合,并搜集矿区地质资料综合分析,可满足设计要求,无须专门布置勘探孔;对地下破碎硐室等重要工程,应进行工程地质和水文地质工作,其目的,在于保证生产工艺要求的前提下,将这些工程布置在坚硬、稳定的围岩中,尽可能避开断层、破碎带、溶洞、老窿、含水带等不良围岩区。

5.3.12 根据目前国内钻探技术水平,金刚石钻进已普及,为提高岩芯采取率,建议优先采用金刚石钻进。

5.3.16 随着深矿床的开发,高地应力、高地温等工程问题显得越来越突出,勘察工作应引起重视。

5.3.17 简易水文地质观测内容一般包括地下水水位、水温、冲洗液消耗量、涌水和漏水现象等。竖井工程观测一般在全孔段进行,对平硐、隧洞工程也可在工程地段上下一定范围内进行。

5.3.18 在有色金属行业,有水压的排水隧洞一般在尾矿工程中,这种原位岩体变形测试等在水利水电工程勘察中有较多经验,工作中可参照国家和水利水电行业现行有关标准。

5.3.19 井巷、硐室工程的偏压、膨胀压力、岩爆等其他特殊的工程问题,非常规勘察力所能及,应进行专门研究。

5.4 尾矿工程

5.4.1 本节不适用于有色金属工业矿山尾矿堆积坝,尾矿堆积坝的勘察应执行现行国家标准《尾矿堆积坝岩土工程技术规范》GB 50547。

5.4.2 尾矿库和尾矿坝是尾矿工程的主体,其规模、坝高和安全性要求是确定勘察等级的主要因素。

5.4.3 本条源自现行国家标准《选矿厂尾矿设施设计规范》GB 50563,本规范在表注中文字略作修改。

5.4.4 可行性研究勘察是尾矿工程可行性研究的重要内容,规定中要求提供的资料是尾矿工程建设对环境影响评价的重要因素,是场址比选的重要依据。

5.4.5 尾矿工程是重大的安全危险源及环境污染源,因此,在选址阶段应充分考虑地质环境及人文环境,将可能造成的危害尽可能地控制在源头。

5.4.6 规定测绘范围是为评价环境影响范围及其发展趋势提供依据。

5.4.7 初步勘察的目的是为尾矿工程的初步设计及地基处理、防渗措施的采用等提供依据,条款中要求提供的内容是对坝址、库区的稳定性、渗漏影响做出评价的必不可少的内容。

5.4.8 初步勘察确定以工程地质测绘为主的工作方法是为了使

钻探、物探等工作的布置更具有针对性,要求着重查明的内容体现了对环境问题的重视。

5.4.9 初期坝位于狭窄山谷区时,勘探点间距宜取小值;位于宽缓地段或平原区时,宜取大值。规定坝址的勘探深度不宜小于最终堆积坝高的1倍,是在总结平原地区尾矿工程的经验上提出的,对于处于山区的初期坝,稳定基岩埋深一般较浅,其孔深可根据稳定基岩的埋深相应减小。

5.4.10 库区初步勘察工作布置是围绕库区防渗方案设计及稳定性治理提出的。

5.4.13 筑坝材料是影响初期坝造价的关键因素,筑坝材料的详细勘察应在尾矿工程初步勘察时即完成。

5.4.14~5.4.18 详细勘察是在初步勘察的基础上针对尾矿工程的布置进行的,是为施工图设计及施工方案设计提供依据,因此,勘察工作量都是围绕着具体的工程布置及对不良地质作用治理和防渗措施的实施而进行的。当地层具有岩性简单、层位稳定、厚度较大且力学强度高、压缩性低等良好性能时,勘探深度取小值。

5.4.19 要求对各工程地段的每一主要岩土层的样品数或原位测试数不少于6件是为了满足对各工程进行单独评价的需要,因尾矿工程的各构筑物具有独立性,其分布地段的微地貌、地层岩性岩相、厚度、空间展布常存在较大差异,地层的物理力学性质也存在较大差异。

5.4.20 尾矿工程中工程区的渗漏是详细勘察应查明的重要问题。而库底、坝基、坝肩是最易发生渗漏的地段,在上述位置进行压水试验是尾矿工程的稳定性及环境保护要求的需要。

5.4.21 上游拦洪坝一般情况下采用土石坝,可按初期坝的要求进行勘察,但在拦洪坝地段不可能有深厚的尾矿堆积,所以勘探深度可以按设计土石坝的高度控制。如拦洪坝采用混凝土重力坝或拱坝等形式,应按水利工程的勘察规范进行勘察。

5.5 排土场工程

5.5.1 排土场工程是一个系统工程,包括选择排土场位置、排土工艺技术、排土场稳定性及其病害治理和排土场占用土地、环境污染及其复垦等主要内容。而本节适用于有色金属工业矿山中新建外部排土场场地勘察,为排土设计提供必需的地质依据,含拦挡构筑物、堆放区及其辅助设施,不含排弃物堆积体。

5.5.2 排土场和排弃堆积体是排土场工程的主体,其规模、堆置高度和安全性要求是确定勘察等级的主要因素。

5.5.3 本条是根据现行国家标准《有色金属矿山排土场设计规范》GB 50421 的规定编制的。排土场可按设置地点、地形、地基构成、台阶数量等特征按下表进行分类。

表 1 排土场分类

分 类		特 征
按设置地点划分	内部排土场	在露天采矿或地下开采境界内,不另征地,剥离物运距较近
	外部排土场	剥离物堆放在采矿境界以外
按地形划分	山坡排土场	初始沿山坡堆放,逐步向外扩大堆放
	山沟排土场	剥离物在山沟堆放
	平地排土场	在平缓的地面修筑较低的初始路堤,然后交替排弃
按地基构成划分	硬地基排土场	地基主要由坚实土层或岩层构成
	软弱地基排土场	地基主要由较弱土层构成
按台阶划分	单台阶排土场	在同一场地单层排弃,有利于尽早复垦
	多台阶排土场	在同一场地有两层以上同时排弃,能充分利用空间

5.5.4 对排土场场地选择条件的出发点是场地的稳定性、使用后堆载地基的稳定性、水文和水文地质条件对场地堆载的影响以及堆载的废弃岩土对周边环境的影响等方面,与尾矿堆置场地的要求有相似性。

5.5.5、5.5.6 可行性研究阶段勘察的目的是选择适宜的场地。对几个拟选场址,按 5.5.4 条的要求以及设计对本项目的其他要求进行比选,选定一个相对最适宜的场址,工作要求应环绕这一目的。工作手段主要是搜集相关各方面的资料,进行现场踏勘、调查,在资料不足时宜进行小比例尺的工程地质测绘。工作范围的规定是考虑到覆盖周边所有可能对拟选场址有影响的地段。

5.5.7 初步勘察的目的是为排土场地工程的初步设计提供依据,条款中要求提供的内容是对拦挡构筑物、堆存区的稳定性、堆存区基底地层结构及其工程特性等影响做出评价的必不可少的内容。

5.5.8 初步勘察以工程地质测绘为主是为了使钻探、物探等工作量的布置具有针对性,要求着重查明的内容体现了对环境问题的重视。同时强调测绘范围应满足稳定性和适宜性评价的要求。

5.5.9 为评价排土场排土运营中的稳定状况,勘察必须提供满足稳定性评价的拦挡构筑物及堆存区的工程地质剖面图,剖面线应垂直拦挡构筑物轴线及排土场堆存区边界。排土场勘探剖面布设时应兼顾拦挡构筑物和堆存区,故二者勘探线、点间距取值控制范围一致。场址区位于狭窄山谷区时,勘探点间距宜取小值;位于宽缓地段或平原区时,宜取大值。勘探点深度规定以满足查明排土场基底结构地层及排土场稳定性评价的要求为原则,对于处于山区的排土场,稳定基岩埋深一般较浅,其孔深可根据稳定基岩的埋深相应减小。

5.5.11 详细勘察工作是在初步勘察的基础上针对排土场工程的布置进行的,是为施工图设计及施工方案设计提供依据,因此,对勘察工作内容进行了具体而详细的要求。本条根据现行国家标准《有色金属工业排土场设计规范》GB 50421 中的相关内容制订,强调了对硬地基排土场和软弱地基排土场的工作重点。

第 4 款是对硬地基排土场,基底坚硬,制约这类排土场稳定的因素主要是排弃物本身与基底岩层层面的分布形态,当基底层面平缓时,对排土场稳定影响小,若是基底岩层倾角与排土场坡面相

近时,则可能影响排土场地稳定性。

第5款是对软弱地基排土场,其基底的岩土强度较低。当软弱基底较厚时,则可能产生圆弧滑动破坏;如基底中软弱层较薄,则滑动面可能沿软硬接触带产生;若坚硬基底中有软弱夹层,则滑动面可能沿此层产生。

5.5.12 本条规定详细勘察必须采取的手段,具体手段应根据排土场条件选用。当条件复杂时应进行补充工程地质测绘。原位测试手段是为确定基底极限承载力、变形模量和软弱岩层的抗剪强度而进行载荷试验、现场直接剪切试验等。

5.5.13 详细勘察具体勘探工作都是围绕着具体的工程布置及不同工程设施而进行的。本条规定了拦挡构筑物区、堆存区及排洪设施等工程设施具体勘探工作量的要求,并根据经验给出了勘探点间距、深度要求,但具体布置应结合场地实际情况。为了满足稳定性评价要求,勘探线布设时也应贯穿整个拦挡构筑物区和堆存区,故二者的勘探线、点间距取值控制范围一致。对于软弱地基排土场,则应把重点放在滑动影响最大的四周,其范围是排土场顶部向内1倍排土高度至排土场底部向外1倍~1.5倍排土高度。实施中应结合设计部门的要求执行,以查明整个排土场岩土工程条件及其周围可能影响因素、满足排土场工程设计要求为原则。

5.5.15 堆存区和库岸遇到有影响排土场运营安全或造成环境负面影响不良地质问题或因素时应进行专门勘察评价。

5.6 线路工程

5.6.1 本节适用于有色金属工业特有的,不同于铁路、交通、石油和市政等行业的线路工程。准轨铁路、公路、长距离大型管道等工程可按现行的相关国家标准、行业标准执行。

5.6.2、5.6.3 选线工作在有色金属工业新厂矿选址时是不可缺少的环节,线路工程的选线不同于厂矿选址,线路工程通过范围的一些不利条件是难以避开的,应对相关问题进行专门勘察和研究,

并进行技术经济比较后确定。

5.6.4、5.6.5 线路工程的特点是长,除塔架外,一般荷载不大,因此初步勘察的重点是针对沿线的不良地质作用、特殊性岩土和工程挖、填方的稳定性问题,做出初步评价。

5.6.8 线路初步勘察的工作量布置,应当注意下列问题:

(1)当露头条件差,不能判明覆盖层下的地质条件时,应进行适量的工程地质勘探工作。

(2)勘探工作应在地质调查与测绘的基础上,合理布置。重点是对线路工程有影响的不良地质作用及特殊性岩土地段;对地质条件简单的线路勘探点间距可增大。

5.6.9、5.6.10 详细勘察工作只列出勘察要求和工作布置原则。因为线路工程特点是长,荷载则不同,如管道支架荷载较大,且性质较复杂、管墩基础荷载较小,影响深度也浅,因此只提出控制勘探孔深度的原则,可据此原则按实际情况确定。对取样测试数量也不作具体规定,原则上不少于6件,但有的情况勘探深度较浅,数量应按工程条件掌握。

本规范规定了带式输送线路工程的勘探工作量布置,带式输送设施构筑物与架空索道区别较大,且勘察工作开展时,往往带式输送设施的支架(塔基)位置尚未确定,因此带式线路的勘探点宜按线路布置,但须确保各地貌单元和高填深挖地段均有勘探点控制。

考虑到道路荷载越来越大,本规范对小桥、涵的钻孔深度较现行有关行业标准有增加。

5.7 岸边取水工程

5.7.1 有色金属工业建设项目,特别是采矿、选矿项目,多需要寻找水源地,建设供水工程。在取用地表水时,河床区有进水管、集水井和泵站等,岸边区有与河床区水泵连接的管道及岸边的泵站、水池等,净化区有水池类的构筑物、泵站及办公建筑物等。在湖岸

或其他人工水体岸边,可根据水流对水岸的侵蚀或堆积条件按本节规定进行相应勘察工作。

5.7.2~5.7.4 岸边取水工程是单独的在水源地附近建设的,它的位置可能远离主体建设项目的场地,场地条件可能迥然不同。岸边取水工程的建设场地宜由设计工程师和勘察工程师共同在现场调查、踏勘,确定几个拟选场地,再进一步进行可行性研究阶段的勘察。勘察时特别要注意河岸、河床的稳定性、河床的宽度和深度以及场地附近有无不良地质作用发育等。

5.7.5 一个岸边工程项目场地往往会横跨岸边多个地貌单元,如河床、漫滩和高漫滩、阶地等,其中又可划分次级地貌单元,不同地貌单元又有不同的地层组合。岸边工程场地周边可能存在不良地质作用,有的可能对项目的建设存在影响。在选定场地以后,初步勘察阶段就是要把这些问题初步查明,特别是不良地质作用和河流冲淤等水文条件,是初步勘察阶段的重点。

5.7.6~5.7.8 初步勘察时工程地质测绘的目的就是搞清楚河床变迁、河流冲淤及场地附近有无不良地质作用等影响场地稳定性的问题。

河床区的勘探深度应根据初步确定的构筑物结构类型和拟采用的基础形式等条件确定,故第 5.7.8 条第 1 款只给出最少的要求,应根据具体条件确定。

5.7.9、5.7.10 详细勘察阶段针对的是每一单项建(构)筑物,在岸边取水工程中多为深埋的水池类构筑物。除一般地基问题外,在详勘中特别应注意解决的问题有:

(1)河床的变化对取水构筑物地基的影响;

(2)各构筑物地基的渗透性和渗透稳定性,进行工程降水的方法、措施;

(3)地基土的液化判别。

5.7.13~5.7.15 河床区、岸边区和净化区的工作方法各不相同,各有其针对性。第 5.7.13 条第 1 款是指水域区的水泵房构筑物,

第2款是指周围有水平集水管的大口径井,应根据设计单位提供的设计参数考虑勘探孔的间距和深度。第5.7.13条第3款规定对河床区和净化区的深基坑都适用。岸边工程场地地层分布较复杂,深基坑工程必须把周边地质条件查清楚。特别是可能存在软弱土层的场地,应查明软弱土层分布的空间范围;当存在深厚软土层时,勘察范围一般比基坑深度的2倍~3倍更大些,具体应根据软土层的厚度和性质确定。

5.8 边坡工程

5.8.1 本节适用于新建、改建、扩建的各类有色金属工业工程建设中开挖或堆积边坡的岩土工程勘察,不含露天矿边坡的勘察,但包括对在已有露天边坡上设置的运输平台、运输斜坡道、转运站等建(构)筑物地段的边坡勘察。

5.8.2 可行性研究阶段主要进行定性评价,要求对边坡的稳定性及环境影响进行宏观上的初判。稳定性及环境影响的初步评价在本阶段提出,是强调工程勘察必须重视场地的稳定性和环境保护问题,否则会增加投资、贻误工期。

5.8.3 可行性研究勘察一般要对两个以上场地进行勘察研究,进行综合分析、对比,确定综合条件相对较为优越的场地,不宜做大量的勘探、测试工作,因而,收集研究已有资料的工作就显得尤为重要,必须侧重于分析研究与边坡稳定有关的内容。当场地没有资料或资料不足时,应进行工程地质调查,调查的内容应包括场地附近的自然边坡及工程边坡的形态、稳定状况,为场地的定性分析和边坡角的选择提供参考。

5.8.4 在边坡工程勘察中,选择恰当的开挖坡形和坡度,使边坡在不需要进行人工加固的情况就能稳定,这是充分利用岩土体自承能力的具体体现。只有局部地段当其自承能力达不到工程要求时,才能考虑进行人工加固。本阶段的勘察工作,大量的工作是围绕边坡形态进行勘察研究,并以此进行边坡分区。

对于岩质边坡,其岩体稳定性很大程度上取决于岩体结构面的产状和空间分布,岩体结构面的产状、性质、延展情况、充填情况、充水情况等特征是分析岩体稳定性的重要因素。

5.8.5 工程地质测绘、勘探、测试是边坡勘察的重要手段,测绘成果是边坡勘探、测试工作布置的基础。

第1款规定的工程地质测绘比例尺是在总结已有工程实践的基础上所确定的,并与设计使用的比例尺基本一致。比例尺过小,图幅往往不能满足工程地质条件评价;比例尺过大,则使用不便。

第2款的勘探线间距是根据本规范第5.1、5.2节的相关规定确定的,目的在于使场地的岩土工程勘察与边坡勘察能协调一致。

第3款规定每一边坡工程的勘察不应少于2条勘探线,原因是一条勘探线代表性较差,可能遗漏重要信息;规定在坡脚、坡腰、坡顶布置勘探点是为了确定边坡破坏的基本形态,是对边坡勘察的基本要求;对于一些地形复杂、地貌多变及地层岩性较多、地质构造复杂的边坡应在坡腰增加勘探点,以便较好的确定边坡破坏形态和进行边坡稳定计算分析。

第4款规定勘探孔深度以能控制最低的潜在滑移面为原则,对稳定层的鉴别一定要准确无误,终孔的深度要十分慎重,对采取支挡部分的勘探点要考虑支挡结构的影响深度;勘探手段可根据地层结构、潜在滑移面的埋藏深度采取钻探、槽探、井探、硐探方法。

第6款要求大面积剪切试验应选择具有代表性的地点进行试验,剪切面积一般为 $0.25\text{m}^2 \sim 0.75\text{m}^2$,应分别测定峰值强度和残余强度,受现场条件及设备限制,原位剪切试验数不宜过多。

第7款要求的物探方法应与工程地质测绘和钻探配合使用,常用方法有电法、地震声波测试等方法,并宜采用多种方法进行综合探测。

5.8.7~5.8.10 详细勘察阶段主要是对可能失稳地段进行勘察工作,为设置防护加固结构的设计提供依据。这种情况一般属于

局部地段的问题,工程边坡一般是在初勘的基础上,由设计提出加固设计方案,由勘察单位对可能失稳地段进一步准确圈定失稳边界,为加固构筑物提供设计资料。

对大型边坡和复杂场地内的一级边坡,当边坡变形机理、影响范围等尚不明确时,可进行大比例尺室内模拟试验,研究和确定有关参数。

详勘工作的范围仅限于可能失稳地段,工作内容要与影响失稳的主要因素相对应。对可能失稳地段的加固需要耗费大量的投资,因此应在初勘已查明的基础上,根据失稳体的规模、性质,有的放矢地布置勘探测试工作,获取可靠数据。

5.8.11、5.8.12 施工补充勘察是对施工过程中出现局部变形的边坡及边坡处理后的效果检验评价而进行的勘察,视设计和施工的要求而定,不作为一个固定的勘察阶段。

6 不良地质作用

6.1 岩 溶

6.1.1 岩溶在我国是一种常见的、相当普遍发育的不良地质作用,在一定条件下可能产生地质灾害,甚至严重的威胁工程安全。故应进行分阶段的岩溶勘察。

6.1.2 岩溶勘察应重视工程地质研究,坚持以工程地质测绘和调查为先导;勘探工作应遵循从面到点、先地表后地下、先定性后定量、先控制后一般以及先疏后密的工作原则;应有针对性地选择勘察手段。

6.1.5 本条规定了岩溶初步勘察阶段工作内容和要求,初步勘察在岩溶勘察中是相当重要的,在岩溶区进行工程建设,不仅存在场地稳定性问题,往往会带来较为严重的工程安全性问题,故在场地稳定性和适宜性的评价中,应加深研究,预测其危害,做出客观的评价。

6.1.6 岩溶地区进行初步勘察的目的,是查明拟建场地岩溶发育规律和岩溶形的分布特征,宜采用工程地质测绘和多种物探方法进行综合判释;勘探孔间距宜适当加密;勘探孔深度以揭露表层岩溶发育带即可。

6.1.7 本条规定了岩溶详细勘察阶段工作内容和要求,详细勘察主要是针对拟建工程建筑物及其相关地段进行研究,重点是地基基础设计及岩溶治理。

6.1.8~6.1.10 这三条规定了详细勘察阶段的勘察工作量。详细勘察的勘探孔应沿建筑物轴线布置,勘探孔间距应取本规范第5章规定的较小值,并根据场地情况适当加密勘探点;勘探点孔深应根据荷载情况,部分或全部钻孔钻入基岩,当在预定深度内遇见

岩溶时,应穿过洞隙进入洞底以下。

6.1.11 施工勘察是一种补充勘察,岩溶地区的施工勘察是非常必要的,岩溶及土洞均是形态奇特、分布复杂的自然现象,宏观上虽有一定的发育规律,但是在具体的场地上,其分布和形态是无常的,故应进行查明专门问题的施工勘察,对于大直径嵌岩桩也应进行专门的桩基勘察。

施工勘察可在已开挖的基槽内进行,宜根据现场实际情况选用适用的勘察手段进行专项勘察与评价。

6.1.12 本条规定了岩溶地区的工程地质测绘与调查除满足本规范第8章的规定外,还规定了岩溶场地工程地质测绘应重点查明的内容。在工程地质测绘时,对于岩溶和土洞不仅要查明其形态和分布,更要注重研究其机制和规律。做好工程地质测绘,勘探测试才能有的放矢,分析评价才能有根有据。

6.1.15 观测点的布置应放在与工程及场地有关的可能存在岩溶水的井、泉、暗河、天窗及地表水体等位置上。

6.1.16 当前岩溶评价的现状仍然处于经验多于理论、宏观多于微观、定性多于定量、抽象多于具体的阶段。本条不仅从肯定的角度提出当符合所列条件时可不考虑岩溶稳定性影响的情况外,还就稳定性评价的问题,从几种相关的条件及环境,给出了评价的基本要求及方法,但仍停留在定性上。

6.1.17 为结合工程对场地评价提供一定的依据,本条根据已有经验,提出了几种应当避让或舍弃的对建筑不利的情况。

6.2 滑 坡

6.2.3 工程地质测绘和调查对滑坡勘察具有重要的作用,应尽量扩大调查范围,包括滑坡地段和邻近地段。调查内容要详细,尤其是地下水的分布及发展变化的规律。对滑坡的重点部位宜摄影或录像。

6.2.4 勘探工作应结合多种手段进行。滑坡勘察布置适量的探

并以直接观测滑动面,并采取包括滑面的土样,是非常必要的。

滑动面一般为软弱面,富含地下水,其勘探宜采用多种物探方法,结合其他方法进行验证,以获得较为准确的滑动面位置。

6.2.5 勘探线上的勘探点不得少于 3 个,其中勘探点包括钻探点、挖探、露头等。

6.2.9 滑坡计算首先应根据勘察查明的条件选择适宜的计算模型,其次是确定合理的计算参数。本规范推崇反演分析获得滑动面的强度指标,但分析时必须对滑坡现状有恰当的估计。当采用反演分析时,应采用滑动后实测主断面计算。对正在滑动的滑坡,稳定系数 F_s 可取 0.95~1.00,对处在暂时稳定的滑坡,稳定系数 F_s 可取 1.00~1.05。滑坡计算还需要多次反算调整参数试算,才能获得较真实反映滑坡状态的结果。

6.2.10 由于影响滑坡稳定的因素较多,计算参数难以选定,故不宜依据单纯的计算结果进行评价,应综合评价。

6.3 崩 塌

6.3.1 在山区选择厂址和考虑总平面图时应查明是否存在崩塌,并对工程建设适宜性进行评价,提出防治方案的建议。崩塌勘察一般在选择厂址或初步勘察阶段进行。

6.3.2 崩塌勘察的主要方法是进行工程地质测绘和调查,着重分析研究形成崩塌的基本条件,这些条件包括:

(1)地形条件:斜坡高陡是形成崩塌的必要条件,规模较大的崩塌,一般产生在高度大于 30m,坡度大于 45°的陡峻斜坡上;而斜坡的外部形状,对崩塌的形成也有一定的影响;一般在上陡下缓的凸坡和凹凸不平的陡坡上易发生崩塌。

(2)岩性条件:坚硬岩石具有较大的抗剪强度和抗风化能力,能形成陡峻的斜坡,当岩层节理裂隙发育,岩石破碎时易产生崩塌;软硬岩石互层,由于风化差异,形成锯齿状坡面,当岩层上硬下软时,上陡下缓或上凸下凹的坡面亦易产生崩塌。

(3)构造条件:岩层的各种结构面,包括层面、裂隙面、断层面等都是抗剪性较低的、对边坡稳定不利的软弱结构面。当这些不利结构面倾向临空面时,被切割的不稳定岩块易沿结构面发生崩塌。

(4)其他条件:如昼夜温差变化、暴雨、地震、不合理的采矿或开挖边坡,都能促使岩体产生崩塌。

崩塌勘察的任务就是要从上述形成崩塌的基本条件着手,分析产生崩塌的可能性及其类型、规模、范围,提出防治方案的建议,预测发展趋势,为评价场地建设的适宜性提供依据。

6.3.3 危岩的监测可在岩体裂隙主要部位设置伸缩仪,记录其水平位移量和垂直位移量。必要时可在伸缩仪上连接警报器,当位移量达到一定值或位移突然增大时,即可发出警报。

6.3.4 崩塌区的岩土工程评价应在查明形成崩塌的基本条件的基础上,圈出可能产生崩塌的范围和危险区,根据崩塌区的规模、一旦破坏的后果严重性和治理条件,评价作为工程场地的适宜性,并提出相应的防治对策和方案的建议。崩塌的规模和破坏后治理难度是难以用数字定量划分的,它与工程的性质也有关系,本规范未给出定量标准。勘察时可根据崩塌可能对工程产生的破坏程度确定其建设适宜性。崩塌体的形成机理各异,条件各不相同,目前难以对崩塌稳定性的定量分析进行规定。因此崩塌的评价以定性分析为主,其治理以各种清除、支挡、拦截等措施为主。

6.4 泥 石 流

6.4.1 泥石流对工程威胁很大。泥石流问题若不在前期发现和解决,会给以后工作造成被动或在经济上造成损失,故泥石流勘察应在可行性研究或初步勘察阶段完成。

泥石流虽然有其危害性,但并不是所有泥石流沟谷都不能作为工程场地。勘察工作应认真做好调查研究,做出确切的评价,正确判定作为工程场地的适宜性和危害程度,并提出防治方案的

建议。

6.4.2 泥石流的工程分类主要是要解决泥石流沟谷作为工程场地的适宜性问题。国内对泥石流的分类有按规模、固体物质成分、流体性质、流域特征、发生频率等多种分类方法,本标准采用的是现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 中的根据泥石流特征和流域特征按爆发频率及危害程度、流域面积、流量等多因素进行的适用于工程建设场地的综合分类。

6.4.3、6.4.4 泥石流勘察在一般情况下,不进行勘探或测试,重点是进行工程地质测绘和调查。测绘和调查的范围应包括沟谷至分水岭的全部地段,即包括泥石流的形成区、流通区和堆积区。

工程地质测绘和调查应注意下列问题:

(1)泥石流沟谷在地形地貌和流域形态上往往有其独特反映,典型的泥石流沟谷,形成区多为高山环抱的山间盆地。流通区多为峡谷,沟谷两侧山坡陡峻,沟床顺直,纵坡梯度大;堆积区则多呈扇形或锥形分布,沟道摆动频繁,大小石块混杂堆积,垄岗起伏不平。对于典型的泥石流沟谷,这些区段均能明显划分,但对不典型的泥石流沟谷,则无明显的流通区,形成区与堆积区直接相连。研究泥石流沟谷的地形地貌特征,可从宏观上判定沟谷是否属泥石流沟谷,并进一步划分区段。

(2)形成区应详细调查各种松散碎屑物质的分布范围和数量,对各种岩层的构造破碎情况、风化层厚度、滑坡、崩塌、岩堆等现象均应调查清楚,正确划分各种固体物质的稳定程度,以估算一次供给的可能数量。

(3)流通区应详细调查沟床纵坡,因为典型的泥石流沟谷,流通区没有冲淤现象,其纵坡梯度是确定“不冲淤坡度”(设计疏导工程所必需的参数)的重要计算参数。沟谷的急湾、基岩跌水陡坎往往可减弱泥石流的流通,是抑制泥石流活动的有利条件;沟谷的阻塞情况可说明泥石流的活动强度,阻塞严重者多为破坏性较强的黏性泥石流,反之则为破坏性较弱的稀性泥石流。固体物质的供

给主要来源于形成区,但流通区两侧山坡及沟床内仍可能有固体物质供给,调查时应予注意。

泥石流痕迹是了解沟谷在历史上是否发生过泥石流及其强度的重要依据,并可了解历史上泥石流的形成过程、规模,判定目前的稳定程度,预测今后的发展趋势。

(4)堆积区应调查堆积区范围、最新堆积物分布特点等,以分析历次泥石流活动规律,判定其活动程度、危害性,说明并取得一次最大堆积量等重要数据。一般地说,堆积扇范围大,说明以往的泥石流规模也较大;堆积区目前的河道如已形成了较固定的河槽,说明近期泥石流活动已不强烈。从堆积物质的粒径大小、堆积的韵律,亦可分析以往泥石流的规模和暴发的频繁程度,并估算一次最大堆积量。

泥石流在非活动期,植被已经恢复,很难辨认,需要采用遥感图像地质解译等方法与野外地质调绘相结合进行调查研究。

6.4.5 泥石流堆积物的性质、结构、厚度、固体物质含量百分比、最大粒径、流速、流量、冲积量和淤积量等指标,是判定泥石流类型、规模、强度、频繁程度、危害程度的重要标志,同时也是工程设计的重要参数。如年平均冲出量、淤积总量是拦淤设计和预测排导沟沟口可能淤积高度的依据。

6.4.6 泥石流地区工程建设适宜性评价,一方面应考虑到泥石流的危害性,确保工程安全,不能轻率地将工程设在有泥石流影响的地段;另一方面也不能认为凡属泥石流沟谷均不能兴建工程,而应根据泥石流的规模、危害程度等区别对待。因此,本条根据泥石流的工程分类,分别考虑建筑的适宜性。

第1款考虑到Ⅰ₁类和Ⅱ₁类泥石流沟谷规模大,危害性大,防治工作困难且不经济,故不能作为各类工程的建设场地。

第2款是针对Ⅰ₂类和Ⅱ₂类泥石流沟谷,一般地说,以避开为好,故作了不宜作为工程建设场地的规定;当必须作为建设场地时,应提出综合防治措施的建议。对线路工程宜在流通区或沟口

选择沟床固定、沟形顺直、沟道纵坡比较一致、冲淤变化较小的地段设桥或墩通过,并尽量选择在沟道比较狭窄的地段以一孔跨越通过,当不可能一孔跨越时,应采用大跨径,以减少桥墩数量。

第3款是针对Ⅰ₃类和Ⅱ₃类泥石流沟谷,由于其规模及危害性均较小,防治也较容易和经济,堆积扇可作为工程建设场地。线路工程可以在堆积扇通过,但宜用一沟一桥,不宜任意改沟、并沟,根据具体情况做好排洪、导流等防治措施。

6.4.7 如果拟建工程场地上游存在任何一类废弃物堆置场地,它就成为潜在的泥石流物质来源,因此必须按泥石流勘察的要求进行工作。

7 地 下 水

7.1 勘 察 要 求

7.1.1 在岩土工程勘察、设计、施工过程中,地下水始终是一个极其重要的问题。地下水既是岩土体的组成部分,又直接影响了岩土性质。在工程设计时,必须充分考虑地下水对岩土和建筑物的作用。施工时,地下水问题尤为重要,十次事故九因水,都是因水文地质条件的改变而发生沉降、开裂、坍塌和位移。所以在岩土工程勘察时,应着眼于设计和施工的需要,提供地下水的完整资料,并评价水的作用对可能出现的后果进行预测和警示,提出工程措施。

条文中所规定的有关资料,是指自然状态下的水文地质资料和人类工程活动中的水文及水文地质资料。收集资料应从工程角度出发,重点是对工程有作用和影响的地下水资料。

7.1.2 当岩土工程勘察工作不能满足与水文地质条件有关的岩土工程分析评价时,需要进行专门的水文地质勘查。专门水文地质勘查是为各种专门目的而进行的水文地质勘查。所做工作必须有针对性,采取手段和工作布置都不同,其要求也有各自的特点。

7.1.3 初见水位要随钻探工程量测。稳定水位可以在一个勘查现场外业工作完成后统一量测;如外业工作周期较长,也可按单位工程或分区进行量测;如单孔量测,可在钻孔完成 24h 以后进行。一定要注明量测日期。当有多个含水层,要测量对工程有影响的含水层时一定要采取止水措施,以保证准确度。

7.1.4 建立地下水监测系统,对地下水动态进行观测是查清场地水文地质条件,评价地下水对工程影响的重要手段。

水文地质动态观测点应选择有代表性的地下水露头点,如构

造破碎带,岩溶发育处、不同岩层交界处、含水层和隔水层的接触带以及不同地貌单元的分界处等。

气象、水文及地下水观测项目包括气温、降雨量、蒸发量、水位、流量、静止水位、人工降水动水位、水温等。可依据不同目的选择观测项目,观测时间一般不少于1个水文年。

地下水的潜蚀作用是通过地下水位的变化来实现的,所以应观察地下水升降的速度、幅度和各个时期的水力坡度,结合岩性分析地下水潜蚀作用的强度。

7.1.5 采取水样应注意以下几点:

(1)水样数量需满足分析要求,分析侵蚀性二氧化碳的水样应分装并加大理石粉。

(2)取样容器要洗净。

(3)应立即封装,贴好标签,及时送化验室,并在规定时间内进行分析。

7.2 水文地质试验

7.2.1 测定水文地质参数的试验方法有多种,应根据地层渗透性能的大小、工程的重要性、对参数的要求,合理地选择。

7.2.2 用几何法测定地下水流向时,钻孔应布置在同一水文地质单元,三点成锐角三角形,最小的夹角不宜小于 40° ,孔距宜为50m~100m,是为了保证量测精度。

用指示剂法测定地下水流速,试验孔与观测孔的距离由含水层的条件确定,一般中细砂层为2m~5m,含砾粗砂层为5m~15m,裂隙岩层为10m~15m,岩溶水可大于50m。指示剂可采用各种盐类、着色颜料等,其用量决定于地层的透水性和渗透距离。

用充电法测定地下水流速适用于埋深不大于5m的潜水。

7.2.3 抽水试验是求取水文地质参数的有效方法,岩土工程勘察一般用稳定流抽水试验即可满足要求,可结合工程特点、勘察阶段及对水文地质参数精度的要求选择合适的试验方法。

7.2.4 稳定流抽水试验对于要求比较高的工程,应进行3次水位降深,最大降深应接近工程需要的水位标高,以便得到符合实际的数据。一般工程可进行1次~2次水位降深。

正常情况下,抽水试验应在同一含水层中进行。若工程要求不高时,也可做混层抽水试验。

统一量测方法和器具,可以减少其间的相对误差。对观测孔的水位量测读至毫米,是为了提高水文地质参数计算的精度。

动水位的稳定与否,单看水位的波动范围是不够的,更主要是考虑有无持续上升或下降的趋势。所谓“在一定范围内波动”,是指不同的抽水设备,可能出现的水位上下波动值。在执行时,必须注意自然水位的变化及其对抽水时动水位的影响;稳定延续时间,可根据工程要求和含水层的渗透性确定。

恢复水位的变化反映了自然状态下天然流场的变化和渗透性能,是计算水文地质参数的有效方法,因此一定要量测好。

7.2.5 非稳定流抽水试验出水量保持常量是必要的,它不仅计算方便,试验方法也操作简单。该方法应用广泛,资料丰富,经验成熟,有利于保证成果质量。变流量的方法也可行,事实上有的非稳定流计算公式,出水量也可以不保持常量,或是阶梯流量进行。但通常总是以流量 Q 不变的解作为整理抽水试验资料方法的基础。

观测时间是根据尽量能满足非稳定流公式“瞬时现象”的要求,考虑目前测试技术的水平,使观测数据在 $S \sim \lg t$ 曲线上达到均匀分布即可。

7.2.6 压水试验的试验段长度一般采用5m,要根据地层的单层厚度、裂隙发育程度及工程要求等因素确定。

按工程需要确定试验最大压力,压力分级及起始压力,一般采用三级压力五个阶段进行,压力施加方法应由小到大,逐渐增加到最大压力后,再由大到小逐渐减少到起始压力,并逐级测量相应的压入水量,及时绘制压力与压入水量的相关图表,其目的是了解岩层裂隙在各种压力下的特性,如高压堵塞、成孔填塞、裂隙张闭、周

围井泉等因素的影响。

$P-Q$ 曲线可分为五种类型,按现行行业标准《水利水电工程钻孔压水试验规程》SL 25 执行。

7.2.7 注水试验方法是测定饱和松散土渗透性能的常用方法。试坑单环法只能近似地测得水的渗透系数,试坑双环法因排除侧向渗透的影响,测试精度较高。试坑试验时坑内注水水层厚度常用 10cm。

7.2.8 当水位埋藏较深或无地下水的岩土层要评价渗透性能时,可对钻孔进行注水试验,可根据具体条件选用降水头法和常水头法。

7.2.9 孔隙水压力试验点的布置,应考虑地层性质、工程要求、基础形式等,包括测量地基土在荷载不断增加过程中,新建筑物对邻近建筑物的影响、深基坑施工和地基处理引起孔隙水压力的变化;对圆形基础一般以圆心为基点按径向布孔,其水平及垂直方向的孔距多为 5m~10m。

测压计埋设前必须经过标定。安装时将测压计探头放置在预定深度,其上用 30cm 砂均匀充填,并投放膨润土球,经压实注入泥浆封闭;泥浆中膨润土、水和水泥的配合比为 4 : (8~12) : 1,地表部分应有保护罩以防灌入。

应提供同一深度孔隙水压力与时间变化的曲线图和剖面图,以及孔隙水压力与深度变化曲线图。

7.3 地下水作用

7.3.1 在岩土工程的勘察、设计、施工过程中,地下水的影响始终是一个极其重要的问题,因此,在工程勘察时应当对其作用进行预测和评估,提出评价的结论和防治措施建议。

地下水对岩土体和建筑物的作用,按机制可划分为力学作用和物理、化学作用两类。力学作用可以定量计算,通过力学模型的建立和参数的测定,用解析法和数值法得到合理的评价结果。很

多情况下,还可以通过简化计算,得到满足工程要求的结果。由于岩土特征的复杂性,物理、化学作用有时难以定量计算,但可以通过分析,得出合理的评价。

7.3.2 地下水对基础的浮力作用,在静水环境中,可以用阿基米德原理计算。计算结果即等于作用在基底的浮力;在渗流条件下,浮力应通过渗流分析得到。当建筑物位于节理、裂隙不发育的岩石地基或黏土地基上,且具备地方经验或实测数据时,可根据经验确定。

无论用何种条分极限平衡方法验算边坡稳定性,孔隙水压力都会对各分条底部的有效应力条件产生重大影响,从而影响最后的分析结果。渗流作用直接影响到孔隙水压力的变化和分布,可能产生潜蚀、流沙、流土或管涌现象,造成破坏。因此,当存在渗流作用时,首先要把地下水的分布和特征搞清楚,并考虑渗流对水压力的影响。

从土质条件来判断,不均匀系数小于 10 的均匀砂土,或不均匀系数虽大于 10,但含细粒量超过 35% 的砂砾石,其表现形式为流沙或流土;正常级配的砂砾石,当其不均匀系数大于 10,但细粒含量小于 35% 时,其表现形式为管涌;缺乏中间粒径的砂砾石,当细砂含量小于 20% 时为管涌,大于 30% 时为流土。以上经验可供分析评价时参考。

工程降水要根据地层条件、地下水特征,合理选择降水方法,隔水及回灌措施等,以保护支挡结构、边坡土体和相邻建(构)筑物的安全。

验算支挡结构的稳定性,不管是采用水土合算还是水土分算的方法,都需要首先把地下水的分布、特征查清楚,才能比较合理地确定作用在支挡结构上的水土压力。

7.3.3 深基坑开挖或地下工程所遇的地下水问题,往往是个动态问题。深基坑工程涉及施工降水、施工隔水和必要时的回灌措施等;地下工程涉及疏干排水、堵水等工程措施,如果设计不当,有可

能造成地面沉降、开裂甚至坍塌或水土流失等问题。

7.3.4 保护生态环境是工程建设的前提,本条强调工程建设与地下水环境的关系。出现地下水环境变化或地下水污染,应评价其对生态环境产生的影响和危害,并提出治理、保护措施建议。

8 工程地质测绘

8.0.1 工程地质测绘宜在可行性研究或初步勘察阶段进行。详细勘察时,可在初步勘察测绘的基础上对复杂地段提高一级地图比例尺测绘;对某些专门地质问题(如滑坡、泥石流、断裂带、岩溶发育等不良地质作用地段)可作必要的补充调查。

8.0.3 对工程地质测绘的内容,特别强调应与岩土(水文)工程紧密结合,加强地区工程经验的搜集,应着重针对岩土工程的实际问题,其目的是为了在工程建设中有利于对岩土体的整治、利用和改造。

8.0.4 工程地质测绘的范围,具体到每一个工程,尚应结合工程的重要性、特殊性以及地质构造条件的复杂性,对工程的稳定性、适宜性产生直接或潜在危害的地段进行测绘。对于地质条件复杂地区,如有相邻不良地质作用影响,需追索的大型断裂构造等,一般应当适当扩大工程地质测绘范围。

8.0.5 工程地质测绘比例尺的选择和精度,应与工程设计的需要及工程地质条件的复杂程度相对应,同时宜与本地区在城区规划、勘察、设计、施工等常用比例尺和精度的要求相一致,以利于使用。为了达到精度要求,通常要求在测绘填图中,宜采用比提交成图比例尺大一级的地形图作为填图的底图;如进行 1:10000 比例尺测绘时,常采用 1:5000 的地形图作为外业填图底图,外业填图完成后缩成 1:10000 的成图,以提高测绘的精度。

工程地质测绘的精度,在同一张工程地质图应统一,并指出图上宽度不小于 2mm 的地质单元体应测绘;对工程有特殊意义的地质单元体在图上不足 2mm 时,应扩大比例尺表示,以便更好地解决岩土工程的实际问题。对工程地段的一般地质界线和地质观

测点的测绘精度,在图上不应低于 3mm,其他地段不宜超过 5mm。

8.0.6 地质观测点应充分利用岩石露头,例如采石场、路堑、基坑、基槽、地下水露头泉等。通过岩石露头可以观测地层岩性、地质构造、岩石风化程度、物质成分及其力学性质、地下水出露情况等。当天然露头不足时,应根据场地的具体情况布置一定数量的勘探工作量。条件适宜时,还可配合进行物探工作,探测地层、岩性、构造、不良地质作用等问题。

地质观测点的定位标测,对成图的质量影响很大,应根据精度要求选用适当的方法,如半仪器法、仪器法以及卫星定位系统(GPS)等。对于有特殊意义的地质观测点,如地质构造线、地质界线、岩性界线、软弱夹层、地下水露头以及不良地质作用等,均采用仪器法进行精确定位。

8.0.7 对于工程地质测绘成果的整理,本条仅作了一般性的规定,如果是为解决某一专门的岩土工程问题,也可编绘专门的图件。应当指出在成果资料整理中应重视对各种素描图及照片资料的分析整理工作。

9 钻探、挖探、取样与记录

9.1 钻 探

9.1.1 钻头钻入地层或其他介质形成钻孔的过程称钻进;以探明地下资源及地质情况的钻进称钻探,岩土工程勘察钻探以探明工程地质情况为目的。

选择钻探方法应考虑地层特点及钻探方法的有效性,能保证以一定的精度鉴别地层,能够了解地下水的情况,尽量避免或减轻对取样段的扰动影响,避免实际工作中重视钻探有效性而不太重视如何满足勘察取土试样质量要求的倾向。

要考虑所采用的钻探方法对取土试样质量等级的影响,土试样质量等级除与取样方法有关外,还与采用的钻探方法有密切关系,同样的取样工具,在不同的钻探方法后取样,土试样质量等级可能不同。采用冲击、振动方式钻进时,对取样段的扰动影响大,不易取得Ⅰ、Ⅱ级土试样,若在预计取样位置1m以上改用回转钻进可取Ⅰ、Ⅱ级土试样。在结构性敏感土层和较疏松土层中采用回转钻进,不采用对取样段的扰动影响大的冲击钻进。

9.1.3 本条是在不同条件下为达到钻探目的而需采用的最小钻孔直径的规定。其考虑的因素是:①满足目测鉴别岩芯;②能采取满足室内试验要求的岩土试样;③不小于进行原位测试或物探探测的探头尺寸;④符合测定RQD指标的规定。

9.1.4 本条对钻孔弯曲度作了较高的规定,因为在竖井勘察时钻孔可能将用作井筒反掘法作业时的吊罐孔。在勘察时,设计单位可能对这一类钻孔提出更高的弯曲度要求,勘察单位应满足设计要求。

9.1.5 控制钻探回次进尺是目测鉴别及保证分层精度的需要,根据岩土物理力学性质、地层结构特点等合理选用钻探方法、取芯钻

进工艺及技术参数以提高取芯质量。

9.2 挖 探

9.2.2 本规范将浅井、竖井称为井探。井探在鉴别地层,调查不良地质作用和采取不扰动土样等方面具有钻探不可替代的优越性,除了为取样和钻机不能就位的原因外,在不良地质作用的调查中也宜采用。探井尺寸不作明确规定,以操作者能控制的最小尺寸为宜,需鉴别某种地质作用时要适当扩大尺寸。

9.2.3 探槽的断面有矩形、梯形、阶梯形,应按槽深、地层的稳定性及掘进方法选择断面形状。

9.2.4 平硐的断面有拱形、梯形,应按地层的稳定性选择断面形状。平硐的断面尺寸应根据掘进长度、掘进方式确定。

9.3 取 样

9.3.1 取样的目的是通过对样品的鉴定或试验判断岩土的性质,获取岩土的计算参数,工程中通过有限数量的取样获取岩土的真实性状,因此取样方法对获取岩土的真实性状至关重要。

9.3.2 影响取样质量的因素有多种,样品在原位围压条件下被取出要经受一个卸荷过程,从而产生一定程度的膨胀量,在试坑处采集的土样由于取土管或其他采集装置打入时体积变化而受到扰动,土层中有砾石时会加重土样的扰动程度,无黏性土容易受到扰动,土样在采取过程中,取土器侧壁与土样之间的摩擦会使土样受压。

不扰动样是指取样时已采取了一些预防措施,使取样的扰动减至最小能满足室内试验各项要求,而非真正意义上的原始状态样品。

9.3.3 取土器的技术标准应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 及现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87 的规定。

不同的勘探取样方法采用不同的取样工具,同一种勘探取样

方法中也有不同的取样工具,取样需根据岩土性质、环境条件采用不同的取样方法。由于取样的方法不同,导致取样的质量差别很大。土体的结构性遭到破坏,会导致室内试验值与现场值产生过大差异。取样方法的不同会导致土样含水率有一定的变化,应注意在取土装置上及时加装套管,避免地下水对原状土的影响。

9.3.4 本条规定了在钻孔中采取I、II级样特别是尾矿砂样的要求。只要能压入的要优先采用连续静力压入法。压入法分为慢速压入法和快速压入法,慢速压入法取样对土试样有一定程度的扰动,但扰动程度比轻锤多击法轻,快速压入法对土试样的扰动程度最小。对于压入困难的土质,有地区经验时,可采取重锤(120kg)少击取样。不建议采用锤击法连续取样,锤击法对孔底有扰动影响。

9.3.5 已取得的试样在搬运过程中易受扰动,应有专门的工作要求。需长距离运输,或对试样不受扰动有严格要求时,宜采取特殊措施。国内已有将试样冷冻后保温运输的成功实例。

9.3.6 软质岩石具有失水易干裂,风化速率快的特点,采取软质岩石试样时要及时密封,防止其失水干裂。软质和极软岩可用天然状态的试样按岩石试样或土试样做力学试验。

9.4 记 录

9.4.1 在野外现场,专业人员用适当的手段,保留下来的宏观和微观地质现象及工作过程和结果的信息称为记录。岩土工程勘察记录应包括所揭露岩体、岩石、土、水的描述和勘探起止时间、操作方法、进度、事故及处理等内容。岩土工程勘察过程中,野外记录是一项重要的基础工作,也是一项具有一定难度的技术工作,因此应配备具有足够专业知识和经验的人来承担。工程勘察注重及时记录岩土的颜色、湿度、状态等,严禁事后追记。注重岩、土、水的描述的同时也要加强对现场勘探过程的记录。记录可采用现行有关标准提出的表式或自行设计的表式。项目负责人应在现场及时对记录进行检查验收和签字,加强过程控制,提高质量。

9.4.2 野外描述一般以目测及手触鉴别为主,结果往往因人而产生偏差。为实现岩土描述的标准化,除应遵守本条的原则外,有条件的可补充一些标准化定量化的鉴别方法。这类方法包括:用标准模块区分砂土类别,用色标比色法确定颜色,用微型贯入仪测定土的状态,用点荷载仪判断岩石风化程度和强度等。按回次逐次描述,所取土样记录栏应与取样时回次相对应,便于追索分析使用。

9.4.3 现场的勘探工作须通过一定的信息记录转化为成果供室内分析使用,文字、图像、磁带、磁盘(光盘)可作为成果的表现形式。按所使用的勘探手段选用恰当的形式表现成果,钻探成果常用现场记录或柱状图表示,槽探、井探、硐探成果宜以槽(井)壁(底)展示图、素描图、相片配合描述记录,两者结合使用能更全面地反映所揭示的地质现象。需要时可拍摄照片、视频,将其纳入勘察成果资料。

9.4.4~9.4.6 所揭露岩体、岩石、土的描述内容视采用的勘探手段而定,一种勘探手段能揭示的描述内容是有限的。对粉土和黏性土可通过摇晃反应、光泽反应、干强度和韧性的差异以及其他的目测或手感特征加以区分,也可记录。

9.4.7 根据地下水的埋藏条件,地下水可分为包气带水、潜水、承压水三大主要类型。每一类又可按地下水赋存介质孔洞形态和分布范围再分类。按地下水赋存介质孔洞形态分为孔隙水、裂隙水、岩溶水三个主要类型。水位是指对工程有影响的地下水初见水位、地下水稳定水位、地表水水位。

9.4.8 本条第1~3款是钻进过程的记录内容,第4款是取样过程的记录内容。

护壁方式有套管及泥浆两种。操作手感包括钻具平稳或跳动程度。遇有孔洞时钻具会突然下沉,产生掉钻。贯入式取样方法应记录所采用压入方式或锤击方式。事故记录包括埋钻深度或断钻深度、掉钻等异常情况。

10 地球物理勘探

10.1 一般规定

10.1.1 本章是关于在岩土工程勘察中应用地球物理勘探手段探查场地内隐伏地质体规模、埋深、赋存条件等的工作要求。本规范中只提出电阻率法、电磁法、浅层地震法和电测井、波速测井、声波测井、电视测井等在有色金属工业工程项目的勘察中常用的几种物探手段的应用条件、基本工作要求和应给出的成果等方面的规定。在勘察中采用某种物探手段工作时,尚应执行相应的规范和规程。

10.1.2~10.1.4 采用各种物探手段的通用工作原则和要求,涉及手段和方法的选择、仪器的选择和使用、测线的布设、资料的解释及应提交成果的内容等方面的规定。

10.1.5 物探成果由于其可能存在的多解性,宜采用多种手段的相互印证,确定异常的可靠性。对确定的异常还需采用钻探或其他手段验证。

10.2 电阻率法

10.2.1 电阻率法是电法勘探中依据电场性质的不同划分的一种方法,电阻率法又可按装置的不同分为电剖面法、电测深法和高密度电阻率法。其中高密度电阻率法集中了电剖面法和电测深法的特点,可提供地下一定深度范围内横向电性的变化情况和竖向电性的变化特征,是目前应用最多的电法勘探手段。因此本规范优先考虑采用高密度电阻率法。

10.2.2 选择采用电法勘探时,特别要注意场地条件和拟测地质体条件的适用性。只有各种条件都适合时,才能获得可靠的成果。

10.3 电 磁 法

10.3.1、10.3.2 电磁法也可列为电法勘探中的交流电法。电磁法是岩土工程勘察中经常采用的一种物探方法,最常用的是甚低频电磁法和地质雷达。电磁波层析成像也已有广泛使用,层析图像可清晰地显示拟探查地质体的异常,具备条件时可优先选用。

10.3.3 电磁法应用中最需要的条件是场地及其周围不能有电磁波干扰,测区附近的高压线、电线、钢轨等都可能是干扰源,形成干扰信号,都需要绕避。如无法避开时,则必须对信号进行识别,区分有用信号和干扰信号。

10.4 浅层地震法

10.4.1 浅层地震法是岩土工程勘察中常用的物探方法之一,特别是对查明两种有明显波阻抗差异的物体的界线是非常有效的手段。

10.4.3 本规范规定浅层地震勘探应使用不低于 12 道的地震仪,这是对仪器的最低的要求。目前国内的石油、煤炭、地质等部门的物探单位已装备 120 道、240 道的地震仪。因此在条件许可时应使用更多道数的地震仪,可以获得精度更高的资料。

10.5 测 井

10.5.1 地球物理测井是地下物探的一部分。测井既可用于划分地层,探查含水层,评价岩体完整性,测定围岩松动圈等探查工作,也可用于测定岩土的弹性波速或其他参数,再换算岩土的动弹性参数或其他参数。后者也可列入原位测试,本规范第 11.9 节波速测试即属此列。

10.5.2~10.5.5 仅对测井的钻孔应符合的要求,电测井、波速测井、声波测井和电视测井等 4 种测井方法应注意的主要问题,以及这些方法应获得的成果资料作了规定。

11 原位测试

11.1 一般规定

11.1.1 原位测试能够在保持土体的原有结构、天然含水量以及应力状态的条件下,测试土的工程力学性质指标,在研究地基土变形和强度规律方面具有不可替代的地位。在选择原位测试方法时,应考虑的因素包括岩土条件、设备要求、设计对参数的要求、所处的勘察阶段以及地区经验的成熟程度。

原位测试评定岩土的工程参数主要建立在统计经验的基础上,有很强的地区性和土类的局限性。在重要工程场地或缺乏使用经验的地区,原位测试工作应与室内试验等其他岩土工程勘察方法相结合。

11.1.4、11.1.5 目前我国使用的一些原位测试成果与岩土物理力学参数关系的经验式是按规定的方法进行数据修正后建立的,因此在使用这些关系确定岩土参数时必须按规定的方法对数据进行修正处理。我国各地的土层条件、岩性特点有很大的区别,因此需注意经验关系的适用性。原位测试成果的应用主要以地区性经验和积累为依据,这种经验关系必须经过工程实践的验证。

11.2 载荷试验

11.2.2 浅层平板载荷试验用于确定地基浅部土体或岩体的承载性能,应布置在基础底面高程处,测定在其影响深度范围内岩土体的承载能力和变形特性,基础设计时可根据情况进行深度、宽度修正。深层平板载荷试验的试井深度不应小于5m,试井直径应与承压板直径相同,试验考虑了侧向超载对地基岩土承载能力的影响,基础设计时可根据情况进行宽度修正,不得进行深度修正。

在破碎岩石地基上做岩基载荷试验时宜根据岩石破碎程度选择试验位置和考虑承压板尺寸。

11.2.3 试验地层要按设计要求选择,在影响范围的试验土层应属于同一土层,当持力层深度范围内存在多层土时,可进行不同试验深度或不同压板尺寸,以及不同层位的试验,并对试验成果进行分析,以减少试验影响深度内下卧地层的影响。

11.2.5 载荷试验成果分析包括以下几个方面:

(1) 试验中因各种因素的影响,使 $p-s$ 曲线偏离坐标原点,因此不论 $p-s$ 曲线形态如何,应按 $p-s$ 曲线前段呈线性关系用图解法或最小二乘法进行校正,再绘制 $s-t$ 曲线及 $s-\lg t$ 曲线。

(2) 当 $p-s$ 曲线具有明显的直线段及转折点时,可直接用转折点确定比例极限压力。为便于确定转折点,可从 $s-\lg t$ 曲线等其他辅助曲线中寻找。土层的极限压力应根据其破坏极限状态来确定。

(3) 变形模量的计算是在地基土可侧向变形的条件下,由弹性理论求得。因此试验地层应该属于同一均质层,但实际上地基土体的应力应变关系为非线性,将来用割线模量、切线模量计算地基变形值得探索。

(4) 对于浅层平板载荷试验,变形模量 E_0 按公式 1 进行计算; 深层平板载荷试验,变形模量 E_0 按公式 2 计算:

$$E_0 = I_0 (1 - \mu^2) \frac{pd}{s} \quad (1)$$

$$E_0 = I_0 I_1 I_2 (1 - \mu^2) \frac{pd}{s} \quad (2)$$

$$I_1 = 0.5 + 0.23 \frac{d}{z} \quad (3)$$

$$I_2 = 1 + 2\mu^2 + 2\mu^4 \quad (4)$$

式中: I_0 ——刚性承压板的形状系数,方形承压板取 0.886,圆形承压板取 0.785;

I_1 ——与承压板埋深有关的系数;

I_2 ——与土的泊松比有关的系数；

μ ——土的泊松比；

p —— p - s 曲线线性段的压力(kPa)，取 $s/d=0.01$ 对应的荷载值；

d ——承压板的直径(m)；

z ——承压板底面深度(m)。

11.3 大面积剪切试验

11.3.1 大面积剪切试验由于试验的岩土体比室内试样大，能包含宏观结构的变化，更具有实用意义，故应选择工程场地内具代表性的地段作为试验位置，试验条件应接近工程实际情况。当需确定岩土体本身沿剪切面破坏的抗剪强度时，采用的大面积剪切试验称为抗剪断试验或抗切试验（法向应力为零）；当需要确定两块试体接触面（软弱结构面）上的抗剪强度时，采用的大面积剪切试验称为抗剪试验（或称摩擦试验，或抗滑试验）；当需确定岩土体与混凝土接触面的抗剪强度时，采用的大面积剪切试验称为抗滑试验。

11.3.5 剪应力与剪切位移关系曲线，即 τ - $u(\tau)$ 曲线，是根据同一组试验结果，以剪应力 τ 为纵轴，剪切位移 $u(\tau)$ 为横轴，在一个正交平面坐标系内绘制的 τ 与 $u(\tau)$ 的关系曲线。比例强度、屈服强度、峰值强度、残余强度可利用 τ - $u(\tau)$ 曲线确定。

τ - $u(\tau)$ 曲线直线段的末端对应的剪应力即为比例强度，如果 τ - $u(\tau)$ 曲线直线段不明显，可采用一些辅助手段确定。 τ - $u(\tau)$ 曲线直线段后，随应力增大，应变增大较快，试体体积由压缩变为膨胀，此时对应的剪应力为屈服强度。 τ - $u(\tau)$ 曲线上斜率为零，应力达到最大值，对应的剪应力即为峰值强度。试体在峰值强度后，并不是完全失去承载能力，而是保持较小的数值，即 τ - $u(\tau)$ 末段对应的剪应力，为残余强度。验算岩土体的抗滑稳定性，可以采用残余强度参数。因为在滑动面上破坏的发展是累进的，发生峰值强

度破坏后,破坏部分的强度降为残余强度。

剪胀强度相当于整个试样由于剪切带发生体积变大而发生相对的剪应力。剪胀强度可通过绘制剪应力 τ 与法向位移 $u(\sigma)$ 的关系曲线确定。

11.3.6 各阶段的抗剪强度参数可通过绘制法向应力与不同的强度(比例强度、屈服强度、峰值强度、残余强度)的 τ - σ 曲线,确定相应的强度参数。

11.4 标准贯入试验

11.4.1 标准贯入试验对砂土、粉土和一般黏性土较为适用。目前,国内一些地方在残积土及强风化软岩中也采用标准贯入试验,并取得了这方面的经验,故本规范将残积土及强风化软岩也列入其中。

11.4.2 本条规定的试验装置规格尺寸与现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定一致。

11.4.4 标准贯入试验成果在勘察报告中提供不做杆长修正的 N 值,实际应用时再根据情况考虑是否需要修正和如何修正。

11.4.5 根据标准贯入试验 N 值提供定量的设计参数,应结合当地经验和其他试验成果。通常 N 值离散型较大,单孔统计数据不能作为提供设计参数的依据,应综合统计同一土层的多孔数据,同时,对离散性较大的个别异常值应予以剔除。

11.5 圆锥动力触探试验

11.5.5 圆锥动力触探试验在地层中可以从上至下连续贯入,每个触探点的试验曲线可以反映出地层在竖向上的变化规律。利用多个触探点的试验曲线,可分析地层在水平向的变化规律,评价地基的均匀性。

11.5.6 在整理圆锥动力触探试验资料时,若存在异常值时应予以剔除;在计算土层的动触指标平均值时,超前、滞后范围内的值

不反映土性的变化,所以不应参加统计。

对均质土,动力触探试验数据离散型不大时,可取用厚度加权法计算的各孔分层平均动触值。当动力触探试验数据离散型较大时,可采用多孔资料与地质钻探资料及其他原位测试资料综合分析。动力触探试验由于不能采取土样对土进行直接鉴别描述,试验误差较大,再现性差,因此,在使用试验成果时,应该结合地区经验并与其他方法相配合使用。

11.6 静力触探试验

11.6.1 静力触探试验是用静力匀速将标准规格的探头压入土中,同时量测探头阻力,测定土的力学特性,具有勘探和测试的双重功能。静力触探对地层的适用性要求较高,适用于黏性土类和砂土类,当土中含有大量的砾石、卵石、碎石、砖瓦和贝壳时,探头难以贯入,并使贯入阻力严重失真。

11.6.2 国内常用的静力触探探头以单桥和双桥居多,但双桥静探和孔压静探的优点十分明显,是推广和提倡的方向。为保证静力触探试验数据的准确性,应定期检查探头的几何形状及尺寸。

11.6.3 对静力触探试验的技术要求作如下说明:

(1)贯入速率要求匀速,贯入速率 $(1.2 \pm 0.3)\text{m/min}$ 。

(2)探头传感器室内率定误差不应超过 $\pm 1.0\% \text{FS}$,现场试验当探头返回地面时归零误差不应超过 3% ,并记录归零误差。探头的绝缘度在3个工程大气压下保持2h不应小于 $500\text{M}\Omega$ 。

(3)贯入读数间隔一般采用 0.1m ,不超过 0.2m ,深度记录误差不超过 $\pm 1\%$;当贯入深度超过 30m 或穿过软土层贯入硬土层时宜采用套管防止孔斜或断杆。

(4)当静力触探孔与取土试样技术孔比时,一般与钻孔距离宜大于 2.0m 。静力触探孔宜先于钻孔进行,以免钻孔对贯入阻力和静力触探孔的垂直度等造成影响。

11.6.4、11.6.5 静力触探试验成果应用与分析包括下列内容:

(1)绘制各种静探曲线,应选择适当的比例尺。一般各参数 h 、 $q_c(P_s)$ 、 f_s 、 $\mu_{(\Delta p)}$ 和 R_f 可选用一个长度单位(0.5cm 或 1cm),分别相当于 1m、2MPa、0.2MPa、0.05MPa 和 1,也可根据需要自行确定。

(2)利用静力触探贯入曲线划分土层时,可根据 $q_c(P_s)$ 、 R_f 贯入曲线的线性特征, μ 和 $\Delta\mu$ 等曲线,结合邻近钻孔的分层资料划分土层。利用孔隙水压力试验曲线,可以提高土层划分的精度,并能分辨薄夹层的存在。

(3)利用静力触探资料,结合地区经验可估算土的强度、浅基或桩基的承载力、变形参数、判别土的液化势;根据孔压曲线估算土的固结系数和渗透系数等。由于经验关系有地区的局限性,当经验关系经检验证实是可靠的时,则根据静力触探指标可以提供有关设计参数。对于根据静探资料估算的土的变形参数和根据孔压消散曲线估算的固结系数和渗透系数时,则应慎重考虑其可靠性。

11.7 十字板剪切试验

11.7.1 十字板剪切试验是用插入土中的标准十字板探头,以一定的速率扭转,量测土破坏时的抵抗力矩,测定土的不排水抗剪强度。十字板剪切试验有机械式和电测式,宜采用电测式十字板剪切试验。

11.7.2、11.7.3 对十字板剪切试验的技术要求作如下说明:

(1)矩形十字板头的宽高比为 1:2。十字板的面积比影响插入板头时对土的挤压扰动,一般要求面积比小于 15%,十字板的板宽为 50mm 和 75mm,对应板厚分别为 2mm 和 3mm。

(2)十字板头插入孔底的深度影响测试成果,取(3~5) b , b 为钻孔直径。

(3)试验点竖向间距规定为 1m,以便均匀绘制不排水抗剪强度。对于层状非均质地基的试验,宜根据附近的静力触探试验成

果,选择合适的深度进行。

(4)剪切速率 $1^{\circ}/10s \sim 2^{\circ}/10s$ 的规定目的是为满足饱和软黏土在基本不排水条件下进行剪切。

(5)机械式十字板剪切仪由于轴杆与土层间存在摩阻力,因此应进行轴杆校正。由于原状土与重塑土的摩阻力是不同的,为使轴杆与土间的摩阻力减到最小,使进行原状土与扰动土不排水抗剪强度试验时有同样的摩阻力值,在进行十字板试验前,应将轴杆先快速旋转十余圈。电测式十字板直接测量出施加于板头的扭矩,因此不必进行轴杆摩擦力的校正。

11.7.4、11.7.5 十字板剪切试验成果应用与分析包括以下内容:

(1)根据原状土与重塑土不排水剪切强度的比值可以计算灵敏度,它可以对软黏土分类和评价土的触变性。

(2)为了解土体受剪时的破坏过程,可以绘制抗剪强度与扭转角的关系曲线,并由此确定软土的不排水强度峰值、残余值及不排水剪切模量。

(3)正常固结的天然饱和软黏土的不排水剪切强度是随深度增加的,因取土样扰动等因素影响,室内抗剪试验往往是不能很好地反映这一变化规律,利用十字板剪切试验可以较好地反映不排水抗剪强度随深度的变化规律。

(4)十字板剪切试验所测得的不排水抗剪强度峰值,一般认为是偏高的,土的长期强度只有峰值强度的 $60\% \sim 70\%$ 。因此,在工程中,需根据土质条件和当地经验对十字板测定的值作必要的修正,以供设计采用。

11.8 旁压试验

11.8.1 旁压试验包括预钻式旁压试验、自钻式旁压试验和压入式旁压试验。预钻式旁压试验适用于易成孔的土层,如黏性土、粉土、砂类土、软质岩石及风化岩;自钻式旁压试验适用于软黏性土、松散~稍密的粉土或砂土,但含碎石的土不适用;压入式旁压试验

适用于一般粉性土、粉土和软土,但硬土和密实土不适用。国内目前以预钻式旁压试验为主,本节规定也是针对预钻式旁压试验的。

11.8.2 国内使用的旁压仪以进口的梅纳(Menard)型旁压仪和国产PY型旁压仪为主,但只要是同类的三腔预钻式旁压仪同样可采用。

11.8.4 旁压试验必须保证旁压器的三腔在同一地层中进行。若旁压器放在两种或两种以上岩土层上时,将会因土质条件差异,使弹性膜发生破裂;即使不破裂,加压后,较软的岩土体会产生低模量的较陡斜率,继后的膨胀则由较硬的岩土体抵抗,于是又会获得较大模量的缓平斜率,这样的试验曲线也将无法应用。另外,旁压器总长度接近1m,若最小试验深度小于1m,则旁压器就不能放置到预定的深度。再者,由于横向扩张的影响,旁压仪压入及操作引起土体的扰动不大,土的径向位移为圆柱体半径的0.5%,但当旁压仪在钻进过程中压入土中时,在圆柱体周围有一环状扰动区(剪切位移区),这对土的影响是不能忽视的。根据实践经验及理论推算,其应力影响范围的影响半径在水平方向约为60cm,垂直方向约为40cm(上、下两旁压器的端点起算)。基于上述原因,规定同一个试验孔中的相邻试验段间距或试验孔与相邻钻孔和测试孔的水平距离都不应小于1m。

11.8.5 本条规定是基于下列原因:

(1)用预钻式旁压仪进行试验,应与钻探配合进行。本条规定,每钻进一段进行一次试验,这是因为一次性成孔,实践证明岩土体结构会受到扰动,影响测试成果质量,因此在同一孔中进行不同深度的试验时,孔深必须按预定的试验深度逐次加深。

(2)对于不同的岩土层要选择不同的钻探机具和施工工艺成孔,需要时可采用泥浆护壁。因为孔壁垂直、光滑、呈完整的圆柱形可使试验在接近轴对称的平面应变条件下进行。如果孔壁岩土体受到扰动,则在旁压器与未扰动土的岩土体之间存在扰动带或有坍孔、缩孔情况,这将会影响旁压试验曲线的形态和最终成果质

量,试验段孔径过大或过小,都将会影响其成果的判释。因此钻孔试验段的孔径应与旁压器的直径相配套,试验段的孔径一般比旁压器外径大 2mm~8mm 时旁压试验质量较好。

(3) 试验压力增量等级过多,相当于延长在各级压力下的观测时间;而过少则满足不了曲线精度,不易确定较精确的静止水平总压力 P_0 与旁压临塑压力 P_L 值。选择压力增量等级是一个很重要的问题,必须要满足一个原则,即 $P-V$ 曲线要有足够的试验点,同时旁压临塑压力以前的直线段也必须有一定量的点才能说明问题。目前国外按旁压极限压力 P_L 考虑如法国的资料介绍按 10 个压力增量等级,即 P_L 的 1/10,最少 8 个,最多不超过 14 个;前苏联的资料介绍要求曲线上有 15 个~16 个点,即 P_L 的 1/15~1/16。国内一般按 P_L 考虑,压力增量等级可根据预估土的 P_L 值大小而定,每级为 P_L 的 1/5,每处试验一般加 10 级,每级加压 50kPa 左右;《工程地质手册》(第四版)也规定按 P_L 值的不同条件取值。

(4) 各级压力施加后的观测时间是旁压试验一个重要研究课题,可分为快法与慢法两大类。

快法规定每级压力稳定时间为 1min 或 3min,以法国梅纳方法为代表。《工程地质手册》(第四版)也规定采用快法。其基本概念是:旁压变形是剪切变形,属于畸变,相当于不排水快剪,考虑到旁压试验成果主要用来评价建筑物地基变形和提供承载力,加荷速率对变形模量能产生较大影响,因而不能直接利用旁压试验确定变形模量,不像荷载-变形关系那样有线性部分的斜率,也不像材料力学那样确定地基的荷载与变形关系简单。国内在计算变形模量时要根据各地经验用一个旁压系数 m 修正,法国采用旁压模量在计算基础沉降时也要引进一个流变系数(即将旁压模量换算成变形模量),这些类似的经验修正系数除含有流变的意义外,还有变形机理、加荷方向等因素,因此不必要求每级荷载的变形都达到足够的稳定程度。

慢法规定每级加压稳定时间为 5min 或 10min,或加压后达到

某种稳定后才施加下一级压力,以前苏联规范方法为代表。国内也有少数单位采用慢法,考虑到旁压试验成果判释问题,因不同的加压速率将反映不同的应力-应变机制,倾向于旁压是以塑性变形为主,要求加压速率和相对稳定时间就较长。

综合各类研究与实测资料,旁压试验加荷速率采用快法是比较适合的。试验证明在 1min~3min 之内已完成绝大部分变形,因此,本规范推荐采用快法,由于进口与国产旁压仪有些差异,相对稳定时间一般按下述采取:

梅纳型旁压仪稳定时间为 1min 按 30s、60s 记录实测体积变形量 V' ; PY 型旁压仪稳定时间根据土性等具体条件采用 1min 或 2min,按 30s、60s 或 30s、60s、120s 记录实测测管水位下降值 S' 。

(5)旁压试验的终止试验条件,原则上是基于试验段四周土体的应力应变状态由弹性阶段过渡到塑性极限平衡状态终止。因此,既要使土体受力接近或达到极限应力状态,又要使弹性膜和土体变形达到一定限度并保证弹性膜不致胀破。所以,终止条件与旁压仪的测管容积、调压阀的工作压力及弹性膜的耐压力程度有关。

11.8.6 旁压试验成果分析应注意下列问题:

(1)旁压试验原始记录的各级压力和体积包含有弹性膜约束力和仪器综合体变的影响因素,因此在资料整理时,必须对此进行修正。一般情况,梅纳型旁压仪当试验压力小于或等于 2.5MPa 时,只进行压力修正,不做体积修正,因为该仪器额定压力为 10.0MPa,在低压条件下,体变系数很小,对整个试验基本无影响;当试验压力大于 2.5MPa 时,两项均须进行修正。PY 型旁压仪两项均须进行修正,因为这种仪器额定压力为 1.6MPa 或 2.5MPa,本身极限压力不高,加上构造、材质等因素,即使在低压试验条件下,仪器的综合体变对体积影响也不可忽视。

(2)旁压试验成果主要以曲线图表示,因此旁压试验综合成果图的比例、图幅、画法和精度应有统一规定。

(3)确定旁压试验成果(P_0 、 P_f 、 P_l),国内外的确定方法较多。

静止水平总压力 P_0 值的确定。 P_0 的物理含义及其在旁压试验中如何确定,目前尚有争议。过去采用旁压试验直线段起点对应的压力 P_{0m} 值作为 P_0 值,在理论上应是相等的,但实际上很难精确地确定 P_{0m} 值;加拿大 Tevanes 提出的简捷方法求 P_0 值,求取的 P_0 值考虑了扰动带再压缩力的影响, P_0 值要小一些,更接近实际值;梅纳理论采用蠕变曲线确定 P_{0m} 值,此值比较接近于 P_0 值。因此,在确定 P_0 值时,不能以一种方法为标准,应将几种方法同时应用,互相参考,对比确定。

旁压临塑压力 P_f 值的确定。 P_f 值的确定方法比较统一,其物理意义也比较明确,相当于岩土临塑荷载,当压力大于 P_f 时,土体将产生塑性变形。正常的旁压试验曲线其直线段的线性关系是很好的,因而表现为拐点明显,比较容易确定。采用直接法在旁压曲线上找出直线段的终点即拐点(或称为切点)所对应的压力为 P_f ;另一种方法是按照梅纳理论, P_f 值由蠕变曲线图确定。

旁压极限压力 P_l 值的确定。 P_l 值是旁压试验曲线过 P_f 点后曲线部分的渐近线趋于与纵轴平行时的压力值,其大小相当于 $V_c + 2V_0$ (V_c 为测试腔固有体积)时所对应的压力。试验的最大压力只能加到接近 P_l 值或有些还不能接近 P_l 值就结束试验,一般不大可能从试验中直接加到理论的 P_l 值,故求取 P_l 值一般只能辅助其他方法。

目前国内外求 P_l 值的方法很多,有外推法、倒数曲线法、半对数曲线法、双对数曲线法和数解法等。

P_l 值指标是确定地基承载力的主要依据,故一般要求每处试验都应求得,有些单位过去不定 P_l 值,资料缺乏完整性。在求 P_l 时,外推法显然含主观因素。当外推的距离增大时,半对数曲线法比其他方法较快地降低精确度,倒数曲线法是唯—偏低估计 P_l 的方法,产生误差偏于安全,因此,求 P_l 方法要选择,或者综合确定。当不能用上述方法求 P_l 值时,应根据 E_m 和 P_f 以及 P_f 和 P_l 之间的

经验关系估算。

(4)旁压试验要求提供旁压模量 E_m 、似弹性模量 E 、剪切模量 G 。这三个模量都是建立在弹性理论基础上的,基本理论认为土体大致是弹性材料,其旁压曲线有很好的线性段。两式在计算中,泊松比 μ 值的选用是按梅纳旁压仪规定取 $\mu=0.33$ 。由于影响模量的因素很多,各地区、各类土的 E_m 、 E 与 E_s 、 E_0 还建立不起完整的相关关系,这与我国现行的地基规范利用 E_s 求沉降有矛盾。各地区需要时可根据不同土类进行对比试验以确立经验公式,以 E_m 与载荷试验确定的 E_0 ,以 E_m 与室内试验确定的 E_s 建立关系为妥。从发展看,利用旁压试验资料提供变形参数,按相应办法计算地基沉降是可行和合理的。

11.8.7 旁压试验的基本资料除试验文字说明外,还应有旁压试验综合成果图,当一个试验孔的次数较多且能够反映随深度 h 的变化,或任务书有要求时,应提供静止水平总压力 P_0 、旁压临塑压力 P_L 、旁压极限压力 P_L 、旁压模量 E_m 、似弹性模量 E 、剪切模量 G 等随深度 h 变化图。

11.8.8 利用旁压试验结果,确定工程所需的设计参数时,对于地基承载力应根据当地经验选取相关系数;其他方面的应用,以参考国外经验为主,但不能完全照搬,有待结合具体工程总结自己的经验。

11.9 波速测试

11.9.1 波速测试是目前岩土工程勘察中应用最多的原位测试手段之一,是利用地球物理勘探方法测定岩土参数的一种手段,最常用的是用其测试成果按相关规范确定场地类别,还可用波速测试成果计算确定岩土的动参数。本节仅规定在钻孔内进行的单孔法和跨孔法测试的基本要求。

11.9.2 目前可供波速测试选用的仪器、装置很多,在工程中可选择质量好、可操作性好的装置。特别应注意的是激振装置和接收

装置应与被测岩土体紧密选贴,才能获得准确的测试数据。

11.9.3、11.9.4 在钻孔中进行波速测试,必须严格控制钻孔的垂直度,这是准确确定弹性波在岩土体中传播距离的关键。

11.10 激振法测试

11.10.1、11.10.2 有色金属工业企业装备的动力机器种类很多。动力机器基础设计时如缺乏场地的地基动力参数,则需进行模拟基础的地基动力特性测试,为设计提供地基动力特性参数。测试前应搜集动力机器和场地条件的有关资料,以保证提供符合设计需要的试验资料。

11.10.3 本条是关于试验时的激振设备和测试基础的最基本的规定,有关激振的频率和基础尺寸等的要求是获得完整试验数据所需要的,测试还应按国家现行有关规范的规定做好各项准备。

第3款规定应控制基础重心、基础底面形心和竖向激振力三者位于同一垂线上,是获得准确可靠的测试结果所必需的条件。

11.10.5、11.10.6 这两条规定是激振法测试应提供的成果。对测试的操作和数据处理的要求应符合国家现行有关规范的规定。

12 室内试验

12.1 一般规定

12.1.1~12.1.3 规定了岩土试验项目和试验方法的选取以及一些原则性问题,至于试验的具体操作和试验仪器设备的规格,应依据现行相关标准及章程进行。室内试验工作的内容应根据岩土类型、工程类型、工程分析计算的要求和需要提供的计算参数来确定。

12.1.4 试验资料的整理、分析,对提供可靠、准确的试验指标十分重要。对不合理的数据要分析原因,必要时,进行一定的补充试验,以便决定对可疑数据的取舍、更正。

12.2 岩石试验

12.2.1 岩石试验的目的,主要是测定岩石本身的性质,为岩土工程和天然建筑材料评价提供依据。在岩石试验中,要特别重视岩样的采取工作,使之具有足够的代表性。岩石试验内容、试验方法、技术条件等应结合工程自身特点并符合勘察、设计的基本要求。具体试验方法按现行国家标准《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266 的规定执行。

软岩和极软岩是很难制成试验的岩样的,用环刀制成试样按土进行试验是获得其物理力学参数的一个方法。

12.2.5 岩石直剪试验是将同一类型的一组岩石试件,在不同的法向荷载下进行剪切,根据库伦表达式确定岩石的抗剪强度参数。本条所指是应力控制式的平推法直剪试验。在确定法向应力时,还应考虑岩石的强度、应力状态以及设备的精度和出力。

当剪位移量不大时,剪切面积可直接采用试件剪切面积,当剪

位移量过大而影响计算精度时,应采用最终的重叠剪切面积;确定剪切阶段特征点时,按现在常用的有比例极限、屈服极限、峰值强度,在提供抗剪强度参数时,必须提供抗剪断的峰值强度参数值。

12.2.6 岩石点荷载强度试验是将试件置于上下一对球端圆锥之间,施加集中荷载直至破坏,据此求得岩石点荷载强度和其各向异性指数。点荷载强度试验是间接试验方法,利用试验关系确定岩石的强度参数。

点荷载强度试验,适用于各类岩石,可作为岩石强度分类及岩体风化分类的指标,也可用于预估与之相关的其他强度,如单轴抗压强度和抗拉强度等指标。

12.3 土的物理性质试验

12.3.3 渗透试验的目的是测定地层岩土渗透系数,按其原理分为两大类:常水头法和变水头法。常水头法适用于渗透系数较大的砂类土和碎石土;变水头法适用于渗透系数较小的黏性土和粉土。

由于影响渗透的因素十分复杂,目前室内可测定的渗透系数,仍然是一个比较粗略的数值,所以土的渗透系数的取值宜与原位试验的结果比较确定。

12.4 土的压缩-固结试验

12.4.1 该条关于最大固结压力的要求,是考虑到采用压缩模量进行沉降计算时,压缩系数、压缩模量应选取有效自重压力至有效自重压力与附加压力之和的压力段,才能使计算结果更接近工程实际情况。

12.4.3 考虑土的应力历史进行沉降计算时,按 $e-\lg p$ 曲线整理固结试验成果,并与现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 的相关规定一致。

12.4.4 沉降计算一般只考虑主固结,不考虑次固结。但对于厚

层高压缩性软土,次固结沉降可能占相当分量,不应忽视。

12.5 土的抗剪强度试验

12.5.1 鉴于三轴剪切试验力学概念明确,能够控制排水状态,故土的抗剪强度试验应优先考虑三轴试验方法。排水状态对三轴试验成果影响极大,不同的排水状态求得的抗剪强度指标 c 、 φ 值差别很大,故本条在这方面作了一些具体的规定,目的在于使试验时的排水状态尽量和工程实际一致,以便客观的反映工程现状。直剪试验虽然存在受力条件复杂、排水条件不能控制等缺点,但其仪器及试验操作都比较简单,而且各地区相关单位都有大量的实践经验,故在一定条件下可加以有条件的利用。

12.5.4 滑坡带土的抗剪强度直接影响滑坡稳定性验算和防治,因此测定滑坡蠕动面土体的 c 、 φ 值应根据滑坡的性质、组成滑带土的岩性、结构和现状选择尽量符合实际的试验方法。一般采用滑带土做重塑土和原状土的多次剪,求出多次剪和残余抗剪强度指标,试验采用与滑动受力相似的方法;为检验其抗剪强度指标的代表性,可采用反演分析法进行比较。

13 水和土腐蚀性评价

13.0.1 场地水、土对建筑材料的腐蚀性可能对工程造成严重危害,只有在有足够经验和充分资料的地区可以不进行水、土腐蚀性评价外,其他条件下均应采取水、土试样,进行腐蚀性分析。

13.0.2 地下水位以上的建(构)筑物,规定只取土样,不取水样,但实际工作中应注意地下水位的季节变化幅度,当地下水位上升,可能浸没建(构)筑物时,仍应取水样进行水的腐蚀性测试。

13.0.3、13.0.4 水和土对建筑材料的腐蚀性评价问题较复杂。本章对场地水、土试验项目和试验方法的要求和规定是对水或土的化学分析的通用的标准;对腐蚀性的评价则规定了应根据工程项目的性质,如建筑工程、线路工程等,分别按国家现行相关规范的规定进行。

14 岩土工程分析评价与勘察报告

14.1 一般规定

14.1.1、14.1.2 这两条是岩土工程分析的最基本的要求。岩土工程分析评价是岩土工程勘察的灵魂,因此规定了对搜集汇总资料的要求,不满足这些要求,则分析可能是片面的,甚至是错误的。本条要求岩土工程分析除了应结合工程特点和要求外还应结合相关工程经验,因为岩土工程分析的对象是各类不同地质构造、地形地貌、各类岩土分布及其不同工程性质条件下的地基、边坡、围岩等的不同问题,存在许多不均匀性和不确定性,即使是三维的数值分析,也未必都能获得能全面、准确、符合实际的结果。因此在岩土工程分析中相关工程经验是不可或缺的。

14.1.3~14.1.5 这三条规定是具体进行岩土工程分析的要求,其根本点是应根据工程的实际条件和可能发生的时空变化切实地分析,满足工程的需要。

14.2 数据处理及分析

14.2.1、14.2.2 对岩土工程勘察中获得的各种试验、测试数据进行处理分析的要求。第 14.2.2 条规定了在数据统计时应两次筛选剔除不可靠和不适用数据,即由岩土工程师根据自身的工程经验分析判断,在统计前先按第 14.2.1 条的规定筛选出不可靠或不适用的数据并将其剔除在参与统计的数据以外,再在统计时按规定的舍弃方法舍弃异常值。这样做是为了使统计结果更可靠和符合实际。统计的舍弃方法常采用三倍标准差法,也可采用 Grubbs 法或 Chauvenet 法。

14.2.5 本条规定是要求分析计算采用的岩土参数值不宜简单地

采用平均值或标准值,而应综合考虑各种因素后确定。对滑坡检算等,宜进行反演分析确定计算参数的取值。

14.3 岩土工程分析评价

14.3.1 本节和本条规定都是针对各勘察阶段的岩土工程分析评价,本条列出的 9 款是各类工程都应评价的内容,但每阶段对此 9 款的分析评价的程度要求是不同的,应按照第 5 章各节相应条款的要求进行。在可行性研究阶段多为定性或半定量的分析,而对第 5、6 两款的内容可能都不涉及;在详细勘察阶段则多数为定量的、准确的评价。对不同的场地条件和不同类别的工程,这 9 款所列方面的内容是应各有侧重的,岩土工程师应准确地把握。

14.3.2~14.3.8 针对本规范第 5 章各节不同类别工程的基本的分析评价内容,但分析评价不限于各条的规定。各类工程所处条件不同,分析评价可以包括更多方面。

14.4 岩土工程勘察报告的要求

14.4.1~14.4.3 这三条是对岩土工程勘察报告应包括的内容的基本要求,但并不限于这些要求,不同类别工程尚应各有侧重。本节以下各条的规定是针对详细勘察阶段的,其他勘察阶段的报告可按此要求和各工程项目具体情况简化。

S/N:1580242·757



9 158024 275704



统一书号: 1580242·757
