

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50778 – 2012

露天煤矿岩土工程勘察规范

Code for investigation of geotechnical engineering
of open pit coal mine

2012 – 05 – 28 发布

2012 – 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

露天煤矿岩土工程勘察规范

Code for investigation of geotechnical engineering
of open pit coal mine

GB 50778 - 2012

主编部门：中 国 煤 炭 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 2 年 1 2 月 1 日

中国计划出版社

2012 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1407 号

关于发布国家标准 《露天煤矿岩土工程勘察规范》的公告

现批准《露天煤矿岩土工程勘察规范》为国家标准,编号为 GB 50778—2012,自 2012 年 12 月 1 日起实施。其中,第 1.0.3、10.3.1 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

二〇一二年五月二十八日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2006〕136 号)的要求,由中煤国际工程集团沈阳设计研究院会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组广泛搜集资料,认真总结了我国露天煤矿岩土工程勘察方面的经验,参考了国内外有关标准规范的内容,并在广泛征求意见的基础上,经反复讨论、修改,最后经审查定稿。

本规范共分 12 章和 5 个附录。主要内容包括:总则,术语和符号,基本规定,边坡岩土工程勘察,排土场岩土工程勘察,采掘场岩土工程勘察,工程地质测绘与调查,勘探与取样,岩土水试验与原位测试,现场监测,边坡稳定性评价,岩土工程评价和勘察成果等。

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,由中煤国际工程集团沈阳设计研究院负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,并将意见和有关资料寄交中煤国际工程集团沈阳设计研究院国家标准《露天煤矿岩土工程勘察规范》管理组(地址:辽宁省沈阳市沈河区先农坛路 12 号,邮政编码:110015,传真:024-24810245),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:中煤国际工程集团沈阳设计研究院

参 编 单 位:中煤国际工程集团武汉设计研究院

中国煤炭科工集团沈阳研究院

中国矿业大学

主要起草人: 韩洪德 张楠 高世华 申力 王勇
刘树杰 徐扬清 徐贵娃 高巨明 舒继森
甄学武

主要审查人: 王步云 范士凯 刘毅 刘志军 毕孔耜
张国欢 杨茂生 林杜军 曹国献

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	(4)
4	边坡岩土工程勘察	(7)
4.1	一般规定	(7)
4.2	可行性研究阶段边坡岩土工程勘察	(7)
4.3	初步设计阶段边坡岩土工程勘察	(8)
4.4	施工图设计阶段边坡岩土工程勘察	(9)
4.5	开采阶段边坡岩土工程勘察	(10)
5	排土场岩土工程勘察	(12)
5.1	一般规定	(12)
5.2	排土场岩土工程勘察	(12)
6	采掘场岩土工程勘察	(15)
6.1	一般规定	(15)
6.2	剥离物强度	(15)
6.3	剥离物与煤的切割阻力	(16)
6.4	基底承载力	(16)
7	工程地质测绘与调查	(17)
7.1	一般规定	(17)
7.2	工作方法	(17)
7.3	工作内容	(18)
7.4	工程地质图的编制	(20)

8	勘探与取样	(22)
8.1	一般规定	(22)
8.2	钻探与取芯技术要求	(22)
8.3	井探、槽探、硐探	(24)
8.4	地球物理勘探	(24)
8.5	岩土水取样	(24)
9	岩土水试验与原位测试	(27)
9.1	一般规定	(27)
9.2	土工试验与测试	(27)
9.3	岩石试验与测试	(28)
9.4	排弃物料试验与测试	(29)
9.5	水的试验与测试	(29)
10	现场监测	(30)
10.1	一般规定	(30)
10.2	地下水压监测	(30)
10.3	位移监测	(31)
11	边坡稳定性评价	(34)
11.1	一般规定	(34)
11.2	边坡稳定性分析	(34)
11.3	边坡稳定性评价	(35)
11.4	排土场边坡稳定性评价	(36)
12	岩土工程评价和勘察成果	(37)
12.1	一般规定	(37)
12.2	岩土参数的分析与选取	(37)
12.3	岩土工程勘察报告	(38)
附录 A	露天煤矿边坡与剥离物的分类及勘察工作 布置	(40)
附录 B	岩石分类和鉴定	(42)
附录 C	边坡稳定性分析的计算方法与计算公式	(46)

附录 D 排土场稳定性分析模式图	(52)
附录 E 岩土基本变量参数的统计与确定方法	(53)
本规范用词说明	(57)
引用标准名录	(58)
附:条文说明	(59)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirement	(4)
4	Geotechnical investigation of open-pit slope	(7)
4.1	General requirement	(7)
4.2	Geotechnical investigation of open-pit slope in the feasibility study stage	(7)
4.3	Geotechnical investigation of open-pit slope in the primary design stage	(8)
4.4	Geotechnical investigation of open-pit slope in the construction documents design phase	(9)
4.5	Geotechnical investigation of open-pit slope in the open-pit mining stage	(10)
5	Geotechnical investigation of waste dump	(12)
5.1	General requirement	(12)
5.2	Geotechnical investigation of waste dump	(12)
6	Investigation of geotechnical engineering for open-pit workings	(15)
6.1	General requirement	(15)
6.2	To determine overburden strength	(15)
6.3	To determine cutting resisting force of overburden and coal	(16)

6.4	To determine bearing capacity	(16)
7	Engineering geological mapping	(17)
7.1	General requirement	(17)
7.2	Working methods	(17)
7.3	Working contents	(18)
7.4	Formulation of the engineering geological map	(20)
8	Geotechnical exploration and sampling	(22)
8.1	General requirement	(22)
8.2	Technological require of drilling and sampling	(22)
8.3	Well exploration, groove exploration, room exploration	(24)
8.4	Geophysical prospecting	(24)
8.5	Sampling for rock, soil and water	(24)
9	The laboratory tests and in-situ tests for rock, soil and water	(27)
9.1	General requirement	(27)
9.2	The laboratory tests and in-situ tests for soil	(27)
9.3	The laboratory tests and in-situ tests for rock	(28)
9.4	The laboratory tests and in-situ tests for overburden	(29)
9.5	The laboratory tests and in-situ tests for water	(29)
10	In-situ inspection	(30)
10.1	General requirement	(30)
10.2	Groundwater press monitoring	(30)
10.3	Displacement inspection	(31)
11	Stability assessment of slopes	(34)
11.1	General requirement	(34)
11.2	Stability analysis of slopes	(34)
11.3	Stability assessment of slopes	(35)
11.4	Stability assessment of the dumping site slopes	(36)
12	Achievements of geotechnical investigation	

and assessment	(37)
12.1 General requirement	(37)
12.2 Geotechnical parameter analysis and select	(37)
12.3 Geotechnical investigation report	(38)
Appendix A Classification and assign investigation quantities for open-pit slope and overburden	(40)
Appendix B Classify and identify of rock	(42)
Appendix C Computational method and formula of the stability analysis for slope	(46)
Appendix D Stability analysis model chart of waste dump	(52)
Appendix E Statistics and determine method for geotechnical basic variable parameter	(53)
Explanation of wording in this code	(57)
List of quoted standards	(58)
Addition; Explanation of provisions	(59)

1 总 则

1.0.1 为在露天煤矿岩土工程勘察中执行国家的技术经济政策,做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建露天煤矿边坡和内、外排土场,以及采掘场内的岩土工程勘察。

1.0.3 露天煤矿工程建设在设计和施工前,必须按基本建设程序进行岩土工程勘察。

1.0.4 露天煤矿岩土工程勘察应按阶段并遵循一定的程序进行,应结合露天煤矿设计任务的要求,并根据露天煤矿的具体特点,因地制宜,选择运用适宜的勘察手段,提供符合露天煤矿设计与施工要求的勘察成果。在勘察工作中应积极采用新技术、新方法和岩土工程新理论。

1.0.5 露天煤矿岩土工程勘察,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 露天煤矿** open-pit mine
从事露天开采的煤矿企业。
- 2.1.2 露天开采** open-pit mining
直接从地表揭露出矿物并将其采出的作业。
- 2.1.3 露天采场** open-pit workings
进行露天开采的场所。
- 2.1.4 首采区** initial area
露天矿预先划分的若干个区段中首先开采的区段。
- 2.1.5 剥离物** opencast
露天采场内的表土、岩层和不进行回收的矿物。
- 2.1.6 边帮** pit slope
露天采场内由台阶平盘和台阶坡面组成的总体。
- 2.1.7 工作帮** working slope
由正在开采的台阶组成的边帮。
- 2.1.8 非工作帮** non-working slope
由已结束开采的台阶部分组成的边帮。
- 2.1.9 边帮(坡)角** slope angle
边帮坡面与水平面的夹角。
- 2.1.10 端帮** end slope
位于露天采场端部的边帮。
- 2.1.11 排土场** dumping site
堆放剥离物的场所。
- 2.1.12 排土** dumping

向排土场排卸剥离物的作业。

2.2 符 号

RQD——岩石质量指标；

F ——地震力；

k ——地震系数；

m ——滑体的质量；

a ——地震加速度；

g ——重力加速度。

3 基本规定

3.0.1 露天煤矿岩土工程勘察应依据勘察类别、勘察规模及复杂程度等划分阶段,并提供不同勘察阶段的勘察成果。

3.0.2 露天煤矿岩土工程勘察阶段的划分应与建设阶段相适应,可分为下列阶段:

- 1 可行性研究阶段岩土工程勘察;
- 2 初步设计阶段岩土工程勘察;
- 3 施工图设计阶段岩土工程勘察;
- 4 开采阶段岩土工程勘察。

3.0.3 露天煤矿岩土工程勘察的工作内容、工作方法和工作量,应根据下列因素综合确定:

- 1 勘察类别;
- 2 勘察阶段;
- 3 勘察区工程地质条件的研究程度与复杂程度;
- 4 勘察规模;
- 5 工程设计的要求。

3.0.4 勘察区工程地质条件研究程度可按表 3.0.4 划分。

表 3.0.4 场地研究程度分类

类别	详细研究过场地	初步研究过场地	未专门研究过场地
划分条件	1. 前人所做研究较多,可利用资料较多; 2. 对边坡进行过详细勘察;对边坡(排土场或采掘场)进行过专门岩土工程勘察,勘察工作内容较全;	1. 前人所做研究较少,可利用资料较少; 2. 对边坡进行过初步勘察;对边坡(排土场或采掘场)虽进行过专门岩土工程勘察,但勘察工作内容不全;	1. 可利用资料极少;

续表 3.0.4

类别	详细研究过场地	初步研究过场地	未专门研究过场地
划分条件	3. 场区基岩出露条件好; 4. 具有深部勘察、试验资料,且勘察成果准确可靠	3. 场区基岩出露条件较好; 4. 缺少深部勘察、试验资料,且勘察成果可靠度较低	2. 仅在资源勘探阶段做过少量工程地质工作,未对边坡(排土场或采掘场)进行过专门岩土工程勘察

3.0.5 勘察区工程地质条件复杂程度可按表 3.0.5 划分。

表 3.0.5 工程地质条件复杂程度分类

类别	复杂场地	中等复杂场地	简单场地
划分条件	1. 对抗震危险的地段; 2. 不良地质作用强烈发育; 3. 地质环境已经或可能受到强烈破坏; 4. 地形地貌复杂; 5. 地质构造复杂,岩土种类多,性质变化大; 6. 坚硬岩层与软岩互层,软弱结构层(面)发育; 7. 地下水丰富,对工程影响大; 8. 具有小窑空巷与采空区	1. 对抗震不利的地段; 2. 不良地质作用一般发育; 3. 地质环境已经或可能受到一般破坏; 4. 地形地貌较复杂; 5. 地质构造较复杂,岩土种类较多,性质变化较大; 6. 坚硬岩层与软岩互层,有软弱结构层(面); 7. 含水性中等,对工程具有一定影响	1. 对抗震有利的地段; 2. 不良地质作用不发育; 3. 地质环境基本未受破坏; 4. 地形地貌简单; 5. 地质构造简单,岩土种类单一,性质变化不大; 6. 坚硬岩层为主,岩性变化不大,岩层产状稳定,软弱结构层(面)不发育; 7. 含水性差,对工程影响不大

3.0.6 对抗震有利、不利和危险地段的划分应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定执行。

3.0.7 边坡类型划分应符合下列规定:

1 按最终边坡高度划分时,应符合下列规定:

- 1)高度大于 300m 为高边坡;
 - 2)高度为 100m~300m 为中高边坡;
 - 3)高度小于 100m 为低边坡。
- 2 按各边帮上部境界长度划分时,宜符合下列规定:
- 1)长度大于 3000m 为长边坡;
 - 2)长度为 1000m~3000m 为中长边坡;
 - 3)长度小于 1000m 为短边坡。

4 边坡岩土工程勘察

4.1 一般规定

4.1.1 边坡岩土工程勘察工作应紧密结合露天开拓方案并围绕露天矿各边帮进行。重点应查明非工作帮、工作帮、端帮可能引起滑落的地质因素,主要应查明露天开采的最下一个煤层或潜在滑动面以下 50m(垂直厚度)范围内软弱层(面)、结构层(面)、构造层(面)的层位、层数、厚度、岩性、分布范围,以及物理力学性质等;并应在设计部门正式划定露天矿境界和首采区位置后,再进行专门的边坡工程岩土工程勘察工作。

4.1.2 边坡工程岩土工程勘察,应包括下列内容:

- 1 查明露天煤矿边坡的工程地质、水文地质条件;
- 2 对影响边坡稳定性的诸因素进行分析并评价其影响程度;
- 3 提出边坡稳定性计算参数;
- 4 确定边坡角和可能的失稳模式;
- 5 对边坡提出合理的治理措施与监测方案。

4.1.3 边坡工程岩土工程勘察工作布置应符合本规范附录 A 第 A.1 节的规定。

4.1.4 当需采取岩土试样时,土层采样间距宜为 2m~5m,基岩可根据需要选取。但每个不同区段的主要层位试样数量,土样不得少于 6 件,岩样不得少于 9 件。

4.2 可行性研究阶段边坡岩土工程勘察

4.2.1 可行性研究阶段边坡岩土工程勘察,应为矿山开发的可行性研究和方案设计提供工程地质资料,并应满足初步确定采掘场境界几何形状的要求。

4.2.2 可行性研究阶段边坡岩土工程勘察工作应以搜集、分析和研究已有资料为主。搜集和研究的资料应包括下列内容：

- 1 区域地质资料；
- 2 矿区资源勘探报告及有关的工程地质、水文地质资料；
- 3 与采掘场工程地质、水文地质条件相似的自然边坡和人工边坡等资料。

4.2.3 在工程地质条件复杂的勘察场区，所搜集到的资料不能满足其要求时，可对勘察区适当进行外业勘察工作；外业勘察工作应以工程地质测绘与调查为主，必要时可进行勘探与试验工作。

4.3 初步设计阶段边坡岩土工程勘察

4.3.1 初步设计阶段边坡岩土工程勘察，应为初步确定采掘场各边帮坡角、地表境界和边坡管理工作提供工程地质资料。

4.3.2 初步设计阶段边坡岩土工程勘察，应符合下列规定：

1 应初步查明勘察区地层、岩性分布、产状及其物理力学性质，并应初步查明土层空间分布、成因、时代及物理力学性质；

2 应初步查明勘察区基岩的构造特征，并应确定断层、褶皱、节理、裂隙等的分布、组合特点等；

3 应初步查明勘察区基岩软弱面及软弱夹层的赋存条件、分布、产状、厚度及其物理力学性质；

4 应初步查明勘察区的水文地质条件；

5 应初步查明勘察区不良地质作用及采空区的分布、成因、发展趋势和对边坡稳定性的影响；

6 对抗震设防烈度大于或等于7度的勘察区，应搜集区域地震资料，并应分析其对边坡稳定性的影响；

7 对勘察区应进行工程地质分区，应初步确定各分区边坡破坏模式，并应进行边坡稳定计算，同时应推荐各边帮（坡）角的范围值；

8 应对边坡的监测工作提出建议。

4.3.3 初步设计阶段边坡岩土工程勘察,应包括下列工作内容:

- 1 收集和研究与勘察区有关区域的、矿区的工程地质、水文地质资料;
- 2 工程地质测绘、调查工作;
- 3 工程地质勘探;
- 4 岩、土物理力学性质的室内试验和原位测试;
- 5 水文地质试验和地下水长期观测工作。

4.4 施工图设计阶段边坡岩土工程勘察

4.4.1 施工图设计阶段边坡岩土工程勘察,应满足施工图设计所需的工程地质资料、各边帮(坡)角的确定、维护管理及治理监测的要求。

4.4.2 施工图设计阶段边坡岩土工程勘察,应符合下列规定:

- 1 应查明勘察区地层、岩性、产状;
- 2 应查明岩、土层空间分布、成因、时代,地下水埋藏特点和土岩接合面特点,并应查明勘察区断层、褶皱、节理、裂隙等构造类型分布、组合及其工程地质特征;
- 3 应查明勘察区软弱结构层(面)及分布、厚度及其工程地质特征;
- 4 应查明勘察区水文地质条件;
- 5 应确定岩、土物理力学性质,并应重点研究可能滑动面的抗剪强度;
- 6 应查明勘察区不良地质作用的分布、成因、发展趋势和对边坡稳定性的影响;
- 7 对位于高应力区的高边坡,宜进行岩石原位地应力的测量与分析;
- 8 在地震基本烈度大于或等于 7 度的勘察区,应搜集和分析区域地震资料;
- 9 对勘察区应进行工程地质分区,并按分区进行稳定性计

算,同时应提供各分区边坡角;

10 对稳定程度较低的边坡,应提出治理措施和对水压、位移监测的建议。

4.4.3 施工图设计阶段边坡岩土工程勘察,应在充分利用已有工程地质资料基础上进行下列工作:

1 工程地质测绘;

2 工程地质勘探;

3 水文地质试验和地下水长期观测;

4 采取岩土试样,进行室内物理力学性质试验。对可能成为滑动面的软弱结构层(面)及其相应的岩、土体应进行原位抗剪强度试验。

4.5 开采阶段边坡岩土工程勘察

4.5.1 开采阶段的边坡岩土工程勘察,应充分利用剥离露头对以前勘察成果进行验证、校正、补充完善,并应对边坡岩土体稳定类型进一步划分,对各边帮岩土体的稳定性应进行评价。开采阶段岩土工程勘察应满足修改边坡设计或边坡治理所需工程地质资料的要求。

4.5.2 开采阶段边坡岩土工程勘察工作,应充分利用岩体已被揭露的有利条件和已有的工程地质资料,进行仔细地分析研究,并应根据工程的具体情况,具有针对性地布置工程地质测绘、勘探和试验工作。

4.5.3 开采阶段边坡岩土工程勘察,应包括下列内容:

1 利用已形成的边帮和采掘所揭露的岩体,进行有针对性的工程地质测绘和调查;对各类结构面进行测量、统计和组合类型划分;

2 对边坡改(扩)建地段或稳定条件较差的边坡需确定滑动面时,应进行适量的工程地质钻探、井探和槽探;

3 利用边帮对崩塌等各种失稳现象进行详细的调查,分析失

稳原因和类型及破坏模式,并对不稳定边坡进行位移监测和采取治理措施;

4 进行物探工作,确定岩体风化程度及因采掘爆破致使岩体松动的范围;

5 利用地下水监测资料和适当进行水文地质试验工作,核定水文地质特征,以便确定或修改疏、降水设计;

6 利用边帮采取岩土试样,进行室内物理力学性质试验;利用台阶进行原位抗剪强度试验,确定控制性不利结构面的力学参数。

5 排土场岩土工程勘察

5.1 一般规定

5.1.1 露天煤矿排土场岩土工程勘察,应满足排土场设计所需工程地质资料的要求。

5.1.2 露天煤矿排土场场地,可按工程地质条件分为简单、中等复杂和复杂场地。

5.1.3 露天煤矿排土场按位置不同可分为内排土场与外排土场;外排土场按基底构成可分为软弱基底排土场与硬基底排土场。

5.1.4 露天煤矿排土场岩土工程勘察,应对下列影响露天煤矿排土场稳定性因素的内容进行评价:

- 1 地形、地貌、基底岩土埋藏特征;
- 2 水文地质条件;
- 3 采掘工艺;
- 4 排弃物料及基底岩、土物理力学性质;
- 5 排土场场地条件的变化对环境的影响。

5.2 排土场岩土工程勘察

5.2.1 露天煤矿排土场岩土工程勘察,应包括下列内容:

- 1 查明内外排土场基底地层岩性及其分布、成因、产状、物理力学性质;
- 2 查明基底软弱结构层(面)的分布、厚度及其特性;
- 3 查明水文地质条件;
- 4 查明排土场勘察范围内的不良地质作用及采空区的分布、发育,以及对排土场基底稳定的影响;
- 5 分析排土场边坡和基底的稳定性。

5.2.2 对于露天煤矿内排土场与硬基底排土场,应重点查明排土场基底岩层层面的倾斜方向、倾角大小、节理发育密度、节理连续情况,以及沿节理面破坏的可能;并应分析排弃物沿基底面滑动的可能性。

5.2.3 对于软弱基底排土场,应重点研究地基土的极限承载力,并应重点分析排土场基底土层承载力与排土高度的密切关系,同时应预测由基底承载力不足而引起沿基底内部土层滑动的可能性及滑动类型。

5.2.4 露天煤矿排土场岩土工程勘察,应包括工程地质测绘、工程地质勘探、工程地质测试,并应符合下列规定:

1 工程地质测绘,其比例尺宜为 1:1000~1:2000,测绘范围应为排土场场地及其周边外延 2 倍~3 倍排土高度范围地段;

2 工程地质勘探应包括钻探、坑(井)探、槽探和物探;

3 工程地质测试应包括岩石的室内试验和原位测试。

5.2.5 工程地质钻探工作量布置应根据排土场场地大小和场地工程地质条件的复杂程度确定,并应符合下列规定:

1 勘探线、勘探点间距可按表 5.2.5 确定;

表 5.2.5 勘探线、勘探点间距

场地复杂程度	勘探线距(m)	勘探点距(m)
简单	400~600	200~400
中等复杂	200~400	100~200
复杂	100~200	<100

2 勘探点布置范围宜超出排土场设计边界 1 倍~1.5 倍排土高度。勘探点布置时,应根据场地条件分区段疏密布置,勘探剖面线应垂直于排土场边界线布置,每条剖面不得少于 3 个钻孔;

3 对于软弱基底排土场,勘探点布置重点应为排土场周边,范围应包括排土场顶界向内 1 倍排土高度至排土场底界向外 1 倍~1.5 倍排土要求高度;

4 钻孔深度应控制在坚硬土层或基岩下 5m~10m。

5.2.6 岩土试样的采取,土层采样间距宜为 2m~5m,基岩可根据需要选取。每个不同区段的主要层位试样数量,土样不得少于 6 件,岩样不得少于 9 件。

6 采掘场岩土工程勘察

6.1 一般规定

6.1.1 采掘场岩土工程勘察,应对剥离物强度、剥离物与煤的切割阻力,以及各台阶基底承载力进行试验、测定与评价。

6.1.2 剥离物强度、剥离物与煤的切割阻力,以及各台阶基底承载力的试验、测定与评价方法,应根据开采设备选型确定。

6.2 剥离物强度

6.2.1 剥离物强度勘察,应查明岩(矿)石强度的空间分布规律。

6.2.2 岩(矿)层对比应运用地质方法、物探测井配合岩石物理学试验进行,并应查明剖面上岩(矿)层层序、岩性、厚度、结构;岩(矿)石强度变化,岩石强度分类应符合表 6.2.2 的规定;岩(矿)石裂隙发育程度、规模、密度、产状、充填胶结情况,应建立完整的地质柱状及其对比剖面,并应查明硬岩的层位、岩性、厚度、分布及其在剥离物中所占的比例。

表 6.2.2 岩石强度分类

岩石强度	第一类 松散软岩类	第二类 中硬岩类	第三类 硬岩类
岩石抗压强度(MPa)	<6	6~15	>15

6.2.3 剥离物强度勘察,应符合下列规定:

1 重点应为首采区,同时应对全区作适当控制;

2 勘探线应沿岩石强度变化的主导方向布置,其线距应根据岩石强度均匀程度、勘探面积大小确定;

3 剥离物强度勘察工作布置应符合本规范附录 A 第 A.2 节的规定。

6.3 剥离物与煤的切割阻力

6.3.1 露天煤矿开采工艺应按剥离物与煤的切割阻力确定。

6.3.2 剥离物与煤的切割阻力试验与测定方法,应符合现行行业标准《煤和岩石切割阻力的测定方法》MT/T 796 的有关规定。

6.4 基底承载力

6.4.1 露天煤矿开采中,挖掘机械和运输机械对地比压应按基底承载力确定。

6.4.2 基底承载力的确定方法,应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定。

7 工程地质测绘与调查

7.1 一般规定

7.1.1 工程地质测绘与调查,宜在可行性研究阶段或初步勘察阶段进行。其任务应为调查研究勘察区的地形、地貌、地层岩性、构造、水文地质条件、各种不良地质作用;划分工程地质单元体、进行工程地质分区;研究不良地质作用对场地的影响;分析场地工程地质条件和问题;对场地的稳定性和适宜性作出初步评价;为边坡、排土场、采掘场等的设计、所要采取的防治措施和进一步勘探、试验和专门性的勘察工作提供依据,并应符合下列规定:

1 对岩石出露或地貌、地质条件较复杂的场地应进行工程地质测绘;对地质条件简单的场地,可偏重采用地质调查;

2 在可行性研究阶段搜集资料时,宜包括航空相片、卫星相片的解译结果;

3 在详勘和开采阶段应主要对某些专门地质问题作补充性的测绘与调查。

7.1.2 工程地质测绘与调查的范围,应包括勘察区及其以外有关的地段,测绘的比例尺和精度应符合下列规定:

1 可行性研究阶段应为 $1:5000 \sim 1:50000$;

2 初勘阶段应为 $1:2000 \sim 1:10000$;

3 详勘阶段应为 $1:1000 \sim 1:2000$;

4 开采阶段应为 $1:500 \sim 1:1000$;

5 当工程地质条件复杂或解决某一特殊地质问题时,比例尺可适当放大。

7.2 工作方法

7.2.1 工程地质测绘与调查应包括搜集、分析、利用场区已有资

料与进行实地踏勘、调查、测绘工作。实地测绘可根据实际情况采用下列方法：

1 测线测绘法。适用于控制全场区的测绘。测线应按垂直于岩层走向线或主要构造线布置，并宜与矿区原有的勘探线结合。测线间距宜为 100m~300m，应根据场区地质复杂程度确定。对于复杂的场区，测线间距可小于 100m。测点间距应根据地质条件的复杂程度确定，测点应为工程地质上有关键意义的点；

2 界线追踪法。应沿重要的地质界线和结构面进行追踪，应布置观测点；

3 露头标绘法。岩石出露不好、露头所占面积较小时，应进行露头的全面标绘；

4 路线穿越法。应垂直穿越地貌单元、边帮走向布点测绘。

7.2.2 地质点布置应符合下列要求：

1 每个地质单元体均应有观测点，观测点应布置在地质构造线、不同地层接触线、岩性分界线、标准层、天然及人工剖面、地下水的天然和人工露头、岩溶洞穴、地貌变化处，以及不良地质作用分布区；

2 观测点的密度应根据场区的地形地貌、地质条件、成图比例尺等确定，观测点应具有代表性，在图上的距离应控制在 20mm~50mm；

3 观测点应充分利用天然和人工露头，当露头不佳时，可根据具体情况布置少量的勘探工作，并应选取少量试样进行试验。条件适宜时，可配合进行物探工作。

7.3 工 作 内 容

7.3.1 地形地貌调查应包括下列内容：

1 划分勘察区所处的地貌单元；

2 调查各地貌单元的成因类型、地层时代、岩性组合及地下水特点；

3 调查微地貌形态、特征,查明其与岩性、构造、不良地质作用及第四系堆积物的关系;

4 调查地形的形态及其变化情况。

7.3.2 地层岩性的调查应包括下列内容:

1 综合分层并确定填图单元;

2 确定勘察区各地质单元内地层岩性、厚度、产状、结构、时代和成因,进行工程地质岩组划分,确定岩组分布界线、岩组间的接触关系、岩石的风化程度;

3 确定软弱夹层的岩性、产状、厚度、胶结和充填物情况及其特征。

7.3.3 地质构造的调查应包括下列内容:

1 测定岩层产状,判定褶皱类型及其特征;

2 确定断层的位置、类型、产状、规模和断层带宽度、充填物质及胶结程度;

3 测量节理、裂隙的产状,观察记录节理裂隙面的形态特征、宽度、充填物及其性质;应选择代表性地段进行节理裂隙统计,统计结果用裂隙极点图及裂隙等密度图表示,并确定优势发展方向;

4 确定岩体结构类型,分析地质构造对边坡稳定性的影响。

7.3.4 地表水及地下水应调查下列内容:

1 调查勘察区及附近河流水文观测资料,分析勘察区遭受淹没的可能性;

2 了解勘察区的汇水面积、地表径流系数,估计地表水对勘察区的充水影响;

3 调查含水层的岩性特征、埋藏深度、分布情况、含水性及渗透性;

4 调查地下水类型、埋藏深度、变化幅度、补给及排泄条件、化学成分及其与地表水的联系;

5 调查泉的出露位置、类型、流量及其动态变化;

6 分析水文地质条件与地形、岩性、构造之间的联系。

7.3.5 自然边坡和人工边坡应调查下列内容：

1 调查勘察区及其附近地质条件相似的自然边坡，分析稳定坡角与边坡高度、地层岩性、水文地质条件的关系；

2 调查人工边坡的类型、坡面岩性的类型、坡面岩体破碎情况、节理裂隙的统计、有无危岩及潜在滑体、已滑边坡类型及其形成机制、稳定边坡与不稳定边坡所形成的台阶坡面角等。

7.3.6 不良地质作用应调查下列内容：

1 对滑坡地段应重点测绘与调查。调查滑动前的地质条件；调查测定滑坡体边界、滑动面位置及其他滑坡要素；确定滑动的外因，推断滑坡的发展趋势；

2 勘察区内存在采空区时，应搜集采矿历史资料，调查采空区的空间分布、规模、形成时间、充填情况、坍塌状况、岩性和岩体结构、地面变形等；进行地表调查测绘，查明地表移动范围和破坏现状；分析采空区对边坡稳定性的影响；

3 对勘察区及其周围的崩塌、岩堆、泥石流等不良地质作用，应调查其形成条件、规模、性质、分布范围及预测其发展趋势。

7.3.7 当勘察区抗震设防烈度大于或等于 7 度时，应调查当地由地震造成的地质现象、宏观震害和烈度异常区(带)的范围。

7.4 工程地质图的编制

7.4.1 在工程地质测绘与调查的基础上，应根据勘察区工程地质条件进行分区，初步判定各分区边坡的稳定程度、发展趋势和可能破坏模式。

7.4.2 工程地质图的比例尺不应大于工程地质测绘与调查的比例尺，精度不应小于工程地质测绘与调查的精度，宜在矿区地形地质图和矿山采剥计划图的工作底图上进行。

7.4.3 工程地质图的种类可按本规范第 12.3.2 条执行，可将下列内容反映在本规范第 12.3.2 条各种图件中：

1 地貌单元及第四纪不同时代土层的分布，并对土体稳定

性进行划分；

2 地质构造要素、地层岩性分布、工程地质岩组、岩体结构类型及稳定性分类；

3 岩、土物理力学试验与分析成果；

4 不良地质作用；

5 采空区分布及地表移动和变形范围；

6 第四纪土体及基岩的水文地质特征；

7 边坡类型及其稳定类别。

8 勘探与取样

8.1 一般规定

8.1.1 当需查明岩土的性质和分布,采取岩土试样或进行原位测试时,可采取钻探、井探、槽探、硐探和地球物理勘探等。勘探方法的选取应符合勘察目的及岩土的特性。

8.1.2 布置勘探工作量时,应评价勘探对工程及自然环境的影响。钻孔、探井、探槽及探硐完工宜妥善回填。进行边坡岩土工程勘察时,其钻孔应根据其是否与露天坑或邻井有水力联系、是否影响露天坑或邻井的安全、是否危及边坡稳定等确定是否对钻孔进行密封。

8.2 钻探与取芯技术要求

8.2.1 钻探方法可根据地层类别及勘察要求按表 8.2.1 选择。

表 8.2.1 钻探方法

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

注:++表示适用,+表示部分适用,×表示不适用。

8.2.2 钻孔口径及钻具规格应符合现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87 的有关规定,成孔口径应满足取样、测试、监测以及钻进工艺的要求。测试孔终孔孔径宜为108mm~200mm,取原状岩、土样钻孔终孔孔径不宜小于89mm。

8.2.3 钻探与取芯应符合下列规定:

1 钻进深度、岩土分层深度的量测误差范围应为 $\pm 0.05\text{m}$;

2 对鉴别地层天然湿度的钻孔,在地下水位以上的土层应进行干钻。当必须加水或使用循环液时,应采用双层岩芯管钻进;

3 所有钻孔应全部取芯,按不同岩性分层采取岩、土样,特别是软弱夹层的试样。取芯率对于土层和软弱夹层不应低于90%,对完整和较完整岩体不应低于80%,对破碎岩石不应低于65%;达不到要求时应采取补救措施,并应测定RQD值。当需确定岩石质量指标RQD时,应采用75mm口径(N型)双层岩芯管,且宜采用金刚石钻头。对需重点查明的部位应采用双层岩芯管连续取芯;

4 定向钻进的钻孔应分段进行孔斜测量。倾角及方位的量测精度应分别为 $\pm 0.1^\circ$ 、 $\pm 0.3^\circ$ 。定向取芯确定构造带和岩层的产状时,岩芯采取率不应低于90%,定向成功率应大于95%。

8.2.4 钻孔的记录和编录应符合下列要求:

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

2 钻探现场描述可采用肉眼鉴别、手触方法,有条件或勘察工作有明确要求时,可采用标准化、定量化的方法;

3 岩芯应按规定的内容进行详细描述和编录,并按顺序摆放在岩芯箱中,用正交摄影法进行彩色拍照。芯样可根据工程要求保存一定期限或长期保存,亦可拍摄岩、土芯彩照纳入勘察成果资料;

4 钻探过程中遇到地下水时,应准确测量、记录地下水位;

5 岩石的分类与鉴定标准应符合本规范附录 B 的规定。

8.3 井探、槽探、硐探

8.3.1 当钻探方法难以准确查明地下情况时,可采用井探、槽探进行勘探。在大中型边坡勘察中,当需详细调查深部岩层性质及其构造特征时,可采用竖井或平硐。

8.3.2 探井的深度不宜超过地下水位。竖井和平硐的深度、长度、断面应按工程要求确定。

8.3.3 对井探、槽探、硐探除应文字描述记录外,尚应以剖面图、展开图等反应井、槽、硐壁及底部的岩性、地层分界、构造特征、取样及原位试验位置,并应辅以代表性部位的彩色照片。

8.4 地球物理勘探

8.4.1 地球物理勘探应与工程地质测绘和钻探配合使用。岩土工程勘察中可在下列情况采用地球物理勘探:

1 作为钻探的先行手段,了解隐蔽的地质界线、界面或异常点;

2 作为钻探的辅助手段,在钻孔之间增加地球物理勘探点,为钻探成果的内插、外推提供依据;

3 探测采空区及空巷范围;

4 对边坡勘探钻孔,进行地球物理测井;

5 作为原位测试手段,测定岩土体的波速、动弹性模量等。

8.4.2 选择地球物理勘探方法,应根据工程任务要求、地质条件和岩土物理特性等因素确定,可选用电法、地震波法、声波探测、物理测井法等。

8.5 岩土水取样

8.5.1 土试样质量可根据试验目的按表 8.5.1 划分。

表 8.5.1 土试样质量等级划分

级别	扰动程度	试 验 内 容
I	不扰动	土类定名、含水率、密度、强度试验、固结试验
II	轻微扰动	土类定名、含水率、密度
III	显著扰动	土类定名、含水率
IV	完全扰动	土类定名

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

2 如确无条件采取 I 级土试样，在工程技术要求允许的情况下可以 II 级土试样代用，但宜先对土试样受扰动程度做抽样鉴定，判定用于试验的适宜性，并结合地区经验使用试验成果。

8.5.2 取样工具或方法应按土层类别、技术要求的不同选择。

8.5.3 取样器的技术规格应符合现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87 的有关规定。

8.5.4 在钻孔中采取 I、II 级土试样时，应符合下列要求：

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孔径 3 倍以上的距离；

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

4 采取土试样宜用快速静力连续压入法，也可采用重锤少击方法，但应有导向装置；

5 取样的具体操作方法应按现行行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87 的有关规定执行。

8.5.5 I、II、III 级土试样应妥善密封，并应避免暴晒或冰冻。在运输中应避免振动，保存时间不宜超过 3 周。对易于振动液化和水分离析的土试样宜就近进行试验。

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

8.5.7 湿陷性黄土的取样应按现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 的有关规定执行;其他湿陷性土应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定执行。

8.5.8 钻探过程中遇到地下水时,应采取水试样。

9 岩土水试验与原位测试

9.1 一般规定

9.1.1 岩土水的室内试验与原位测试项目和试验测试方法,其具体操作和试验仪器设备应符合现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123、《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266 和《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定。

9.1.2 岩土工程评价时所选用的参数值,应由室内试验、原位测试或原型观测反分析成果相互比较,经修正后确定。

9.1.3 试验测试项目和试验测试方法,应根据工程要求、岩土条件、地区经验和试验测试方法的适用性等因素综合确定。试验测试条件宜与现场工况相适应;并应注意岩土的非均质性、非等向性和不连续性,以及由此产生的岩土体与岩土试样在工程性状的差别。

9.1.4 试验测试制备试样前,应对岩土的重要性状作肉眼鉴定和简要描述。

9.1.5 对特种试验与原位测试项目,应制订专门的试验与测试方案。

9.1.6 室内试验与原位测试的仪器设备应定期进行检验和标定。

9.2 土工试验与测试

9.2.1 土工试验项目应符合下列规定:

1 物理性质试验应包括下列内容:

- 1)黏性土:密度、比重等;
- 2)粉土:颗粒分析、密度、比重等;
- 3)砂类土:颗粒分析、密度、相对密度、含水率等;

4) 碎石类土: 颗粒分析, 必要时可进行现场大体积密度试验; 含黏性土较多时, 宜测定黏性土的含水率等。

2 水理性质试验应包括下列内容:

1) 黏性土、粉土: 含水率、液限、塑限等;

2) 特殊性土应根据特殊性土的性质测定其特殊性指标; 对于湿陷性黄土, 除进行饱和状态与天然状态下的强度试验外, 尚应做增湿条件下强度变化。

3 力学性质试验应测定土的压缩系数、压缩模量、黏聚力、内摩擦角、软黏土的残余抗剪强度等。

9.2.2 土层的原位测试应根据实际工程需要与工程地质条件选择适宜的测试方法。

9.3 岩石试验与测试

9.3.1 岩石试验项目应符合下列规定:

1 物理性质试验应包括含水率、颗粒密度、块体密度等。

2 水理性质试验应包括吸水性试验、软化系数等。

3 完整岩石力学性质试验应包括单轴和三轴抗压强度、抗拉强度、抗剪断强度、弹性模量、泊松比、纵波速度、横波速度等。

4 断层破碎岩、不连续面、软弱结构层(面)及强风化泥岩等力学性质试验, 应包括下列内容:

1) 残余抗剪强度;

2) 蠕变试验。

5 对软质岩石, 应进行下列试验:

1) 抗水性试验;

2) 对具有膨胀性的岩石, 应进行崩解性、膨胀量及膨胀力试验;

3) 对抗水性弱或经常处于湿润状态下的岩石, 应进行不同含水率条件下的力学试验。

9.3.2 岩层的原位测试应根据实际工程需要与岩层的岩性、风化

程度,以及其他因素选择适宜的测试方法。

9.4 排弃物料试验与测试

9.4.1 排弃物料由岩块、碎石类土、砂类土、粉土、黏性土等一种或数种材料组成。

9.4.2 对排弃物料应进行筛分,确定其岩土比例,必要时应对所含砂类土、粉土、黏性土进行颗粒分析;应测定排弃物料的体密度、比重、含水率,必要时应进行现场大体积密度试验。

9.4.3 排弃物料以黏性土、粉土为主时,应重点测定其密度、液限、塑限、含水率等。

9.4.4 排弃物料的力学试验应主要测定其压缩系数、压缩模量与抗剪强度指标。

9.4.5 不同配比与不同含水条件下的排弃物料,应分别进行室内试验与现场原位模拟测试。

9.5 水的试验与测试

9.5.1 水的试验与测试工作应主要包括地下水水质分析与水文地质参数的试验与测试。

9.5.2 地下水水质分析宜进行水质简易分析。

9.5.3 水文地质参数的试验与测试应包括下列内容:

- 1 室内试验主要用于测试渗透系数;
- 2 结合水文钻探工作,测定地下水的水位、流向及流速;
- 3 根据工程实际的水文地质条件,选取抽水试验、压水试验或注水(渗水)试验,以计算渗透系数、影响半径等水文地质参数。

9.5.4 当需要对水和土的腐蚀性进行评价时,应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定执行。

10 现场监测

10.1 一般规定

10.1.1 露天煤矿的现场监测应包括地下水压监测与位移监测。

10.1.2 现场监测的记录、数据和图件,应保持真实完整,并按工程要求及时整理分析。

10.1.3 现场监测资料,应及时向有关方面报送。当检测数据接近危及边坡稳定的临近值或变形速率有加快趋势时,应加密监测,并应及时报告。

10.1.4 现场监测应分阶段提交成果报告。报告中应附有相关曲线和图纸,并应进行分析评价,同时应提出相应的建议与措施。

10.2 地下水压监测

10.2.1 地下水压监测应包括下列工作内容:

1 测定岩土体内部地下水压力及其变化值,结合边坡渗流场的分析,用于确定边坡稳定性分析和地下水控制所需的地下水;

2 通过地下水压监测数据评估地下水控制效果。

10.2.2 地下水压监测应建立水压计网络进行监测。测线布置应在采掘场周围选择有代表性的剖面。水压监测孔数量及布置方法应包括下列内容:

1 地下水对边坡稳定性的相对重要性;

2 地质条件的复杂性;

3 勘察阶段;

4 露天采掘场规模及滑坡规模;

5 含水层的数量等;

6 应贯彻一孔多用的原则。

10.2.3 采用地下水控制措施的边坡,应在工程实施时设置水压计。

10.2.4 水压计的选择,应符合下列规定:

1 小于或等于 50m 的浅孔,宜用竖管式水压计;

2 当孔深大于 50m 或边坡活动已进入Ⅱ级监测时,宜采用电器式水压计;

3 必要时,可采用遥测式水压计。

10.2.5 地下水监测技术应符合下列规定:

1 钻孔应清水钻进,并应确定准确的含水层及滑面位置;

2 水压计应满足测试深度和精度的要求。安装过程中应进行监视;

3 水压测量频率应定期进行。水压计正常运行后宜每月一次,当季节变化或数据变化较大时,应加密观测频率。

10.2.6 观测资料应及时整理分析,并应绘制地下水压、降水量的历时曲线,同时应结合勘探资料分析监测成果,并应提交监测报告。

10.3 位移监测

10.3.1 在开采阶段,应结合大地测量基本控制网,设置全球定位系统(GPS)监控站,对采掘场、排土场的边坡进行位移监测。

10.3.2 位移监测应包括地表位移监测和地下位移监测。

地表位移监测应分为大地测量技术和位移计监测技术。

地下位移监测应分为水平位移监测、垂直位移监测、大地位移监测。水平监测位移应采用钻孔倾斜仪、应变式传感器、伸长计等;垂直位移监测采用沉降仪、卧式水平孔倾斜仪等;大地位移监测应采用固设式倾斜仪、位移计等。地下位移监测应主要用于确定滑面位置、滑坡规模、变形特征等。

位移监测程序应分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三级。当监测进入Ⅱ级监测后期时,可采用遥测装置。

10.3.3 在露天煤矿地表最终境界线以外 200m 范围以内,应建立地表位移和地下位移的永久观测线。其监测线、孔布置数量,应根据露天煤矿的走向长度、边坡区段的重要性和可能实现的情况确定。但观测线不应少于 3 条,每条观测线上不应少于 3 个观测点。每个监测分区不应少于 5 个孔。孔深应达到预想滑面下 5m~10m,孔径应为 108mm~200mm。

10.3.4 位移监测周期与监测深度应根据地表位移和地下位移的具体情况确定,并应符合下列规定:

1 地表位移监测周期应根据监测程序等综合确定。Ⅰ级监测期应每年两次,Ⅱ级监测期应每月一次或与其他观测同步进行。采掘与整治过程前后均应观测。当位移变化加速时应增加观测次数,但每年观测不得少于 4 次。每年应提交监测分析报告;

2 当野外地质调查或地表位移监测发现局部地段有不稳定迹象时,则应进行地下位移监测。监测周期可根据位移速度和季节变化确定;

3 地下位移的监测深度,应在预计滑动层(面)以下 10m~20m。对观测数据及岩体稳定状况,应及时进行整理和分析。

10.3.5 测量观测网应在矿山开采初期开始建立。对采掘场边坡进行观测,当觇标距离小于 400m 时,应采用三等三角网和三等水准网进行控制;当觇标距离大于 400m 时,应采用角边测量法。

监测工作可用光电测距仪和水准仪进行,应定期观测和进行数据整理。

当边坡处于Ⅱ级监测程序时,在关键地区应增加观测站,并应增加观测次数。

10.3.6 在到界边坡上,应建立永久观测点。其间距应为 200m~400m;观测线上的观测点间距应为 30m~50m,监测周期应根据地表位移和地下位移的情况确定。在降雨期间或当位移速度加快时,应增加观测次数,并应及时提交监测报告。

10.3.7 对出现地表和地下位移或地质构造复杂、稳定性较差的

重要边坡,应建立地表和地下位移的监测系统。地表和地下观测线的数量,应根据地表和地下位移区的走向长度确定,但不应少于2条,每条线上不应少于3个观测点。

当边坡出现裂缝或地鼓等迹象时,应采用位移计、伸长计来测量滑体位移,必要时可采用遥测装置。

10.3.8 监测资料应定期、及时整理,并提供有关图表。图表应包括位移矢量图、钻孔位移曲线图、位移与时间曲线图等。

11 边坡稳定性评价

11.1 一般规定

11.1.1 采掘场边坡稳定性评价,应根据不同勘察阶段提出的勘察成果进行,其评价精度应与勘察阶段相适应,在充分利用勘察成果的基础上提出相应的评价结论和防治措施建议。

11.1.2 采掘场边坡稳定性评价应按工程地质分区分别进行,对所划分的各边帮分段作出整体稳定性评价和局部稳定性评价,并应对各段边坡坡率、各级坡高及减载平台宽度等提出建议参考值。

11.1.3 边坡稳定性评价,应对已存在的不良地质作用的现状稳定性和对采场边坡稳定性的影响作出评价。

11.1.4 在采场边坡体内或坡底以下存在采空区时,应对采空区对边坡稳定性的影响进行专门研究。

11.1.5 在进行采掘场边坡稳定性评价时,应分别对覆盖土体和岩体边坡的稳定性作出评价。

11.2 边坡稳定性分析

11.2.1 在进行土体和岩体边坡稳定性分析时,应根据所判定的破坏类型和破坏模式进行分析计算。边坡稳定性分析的计算方法与计算公式应符合本规范附录 C 的规定。

11.2.2 边坡稳定性计算方法,可按下列规定确定:

1 均质土体或较大规模碎裂结构岩体边坡可采用圆弧滑动法计算;但当土体或岩体中存在对边坡稳定性不利的软弱结构面时,宜采用以软弱结构面为滑动面进行计算;

2 对较厚的层状土体边坡,宜对含水量较大的软弱层面或土岩结合面采用平面滑动或折线滑动法进行计算;

3 对可能产生平面滑动的岩(土)体边坡,宜采用平面滑动法进行计算;

4 对可能产生折线滑动面的岩(土)体边坡,宜采用折线滑动法进行计算;

5 对结构复杂的岩体边坡,可采用赤平投影对优势结构面进行分析计算,也可采用实体比例投影法进行计算;

6 对可能产生倾倒的岩体,宜进行倾倒稳定性分析;

7 对边坡破坏机制复杂的岩体边坡,宜结合数值分析法进行分析。

11.3 边坡稳定性评价

11.3.1 边坡稳定系数,可按表 11.3.1 采用。

表 11.3.1 边坡稳定系数

边 坡 类 型	服务年限(a)	稳定系数
边坡上部有特别重要的建筑物或边坡滑落会造成生命财产重大损失的	>20	>1.50
采掘场最终边坡	>20	1.30~1.50
非工作帮边坡	<10	1.10~1.20
	10~20	1.20~1.30
	>20	1.30~1.50
工作帮边坡	临时	1.05~1.20
外排土场边坡	>20	1.20~1.50
内排土场边坡	<10	1.20
	≥10	1.30

11.3.2 对地震基本烈度大于或等于 7 度的矿区进行边坡稳定性分析时,应评价地震力对边坡稳定的影响。滑体承受的地震力 F 应按下式计算:

$$F = mk \quad (11.3.2)$$

式中: m ——滑体的质量(kg);

k ——地震系数, $k=a/g$;

a ——地震加速度(m/s^2);

g ——重力加速度(m/s^2)。

11.3.3 当边坡坡面有动水流存在时,应评价其对边坡稳定性的影响,并提出相应的处理措施。

当采取地下水控制措施后,在边坡体内仍有残余水存在时,应分析评价静水压力对边坡稳定的影响,对其影响程度不能进行定量分析时可作敏感性分析。

11.3.4 在边坡体内或边坡的下部有采空区分布时,则应注意研究和估计对边坡变形和稳定性的影响,并提出处理建议。

11.4 排土场边坡稳定性评价

11.4.1 排土场的边坡稳定,除排土场本身的稳定性之外,尚应对排土场基底的极限承载能力、基底变形范围、最大排弃高度进行评价,并提出保持边坡稳定性的安全措施。

11.4.2 评价排土场边坡稳定性时,应根据不同排弃物料组成和基底的岩土性质选择合理的计算参数。

11.4.3 评价排土场边坡稳定性时,应按排弃物料及基底的岩土性质,确定适宜的边坡破坏模式。可按本规范附录 D 选取适宜的破坏模式。

11.4.4 排土场的边坡稳定性分析,应以极限平衡法为主,并应以稳定系数表示其稳定程度,稳定系数可按表 11.3.1 采用。

11.4.5 当有地表水、地下水、地震、爆破等外在因素影响排土场边坡时,应评价其对边坡稳定性的影响。

12 岩土工程评价和勘察成果

12.1 一般规定

12.1.1 露天煤矿岩土工程勘察,应按不同勘察阶段要求分别提出相应的勘察成果。

12.1.2 岩土工程分析与评价应在工程地质测绘、勘探、测试和搜集已有资料的基础上,结合露天煤矿的工程特点和具体要求进行。

12.1.3 在评价勘察区的工程地质条件时,应根据岩性、构造、水文地质条件等进行工程地质分区和边坡分区,凡工程地质条件、边坡形状、坡面角等基本相同的地段可划为同一区段,并可选用一典型的工程地质剖面及计算参数参与分析。

12.1.4 工程地质勘察的全部原始记录、测试数据及搜集的有关资料,均应校对和检验后再作为勘察成果的素材使用。重要的岩、土物理力学性质试验数据还应附测试的原始资料。

12.2 岩土参数的分析与选取

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

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

12.2.2 在分析试验与测试的原始数据时,应注意试验测试仪器设备、试验测试条件、试验测试方法等对试验测试结果的影响,结合地层实际条件,剔除异常数据后进行统计分析。

12.2.3 岩土的物理力学指标,应按场地的工程地质单元体和层位采用数理统计方法分别进行统计与分析。

12.2.4 岩土参数的统计与选取应按本规范附录 E 的规定执行。当采用概率法评价边坡稳定性时,应绘制随机变量直方图,并应确定其概率密度函数。

12.3 岩土工程勘察报告

12.3.1 岩土工程勘察报告书应包括下列内容:

- 1** 勘察目的、任务要求和依据的技术标准。
- 2** 勘察工作概况。
- 3** 区域和矿区的气象、水文、地形、地貌、地层、岩性、构造、地震等自然和地质概况。
- 4** 采掘场工程地质条件,应包括下列内容:
 - 1)** 各岩组的工程性质、赋存条件、构造特征及影响边坡稳定的软弱结构层(面)的产状、性质和分布规律;
 - 2)** 水文地质条件;
 - 3)** 自然边坡和人工边坡的稳定状况;
 - 4)** 可能影响边坡稳定的不良地质作用和其他因素。
- 5** 阐明工程地质分区的原则和依据,各分区边坡的破坏模式,岩体及软弱结构层(面)的物理力学性质。
- 6** 阐明边坡稳定性计算的基本条件,所采用的计算参数,边坡稳定分析结果及其评价。
- 7** 内、外排土场的工程地质条件,应重点阐述排土场基底的岩土层结构特征、赋存条件、物理力学性质及其极限承载力。
- 8** 按采掘进度计划,确定排弃物料的不同岩性比例及其物理力学性质的计算参数。
- 9** 对需进行抗震设防的边坡应根据区划提供设防烈度或地震动参数。
- 10** 根据排土场基底与排弃物料的物理力学性质,论述排土

场最终边坡角与最大排弃高度之间的关系。

11 根据排土场边坡稳定分析成果与结论,评价排土场最大可能排弃高度。

12 提出维护采掘场与排土场边坡稳定的建议和所应采取的监测措施。

12.3.2 岩土工程勘察报告,应包括下列图表:

- 1 露天煤矿交通位置图;
- 2 矿区地质地形图;
- 3 工程地质勘察实际材料图;
- 4 工程地质综合平面图(包括工程地质分区、边坡分区等);
- 5 人工边坡、自然边坡、滑坡及地下采空区的调查资料及图件;
- 6 工程地质剖面图;
- 7 边坡稳定分析剖面图;
- 8 钻孔柱状图;
- 9 槽探、井探展开素描图;
- 10 节理、裂隙等结构面调查统计图表;
- 11 水文地质平面图;
- 12 水文地质断面图;
- 13 主要含水层等水位(水压)线图;
- 14 主要含水层地板等高线图;
- 15 岩、土物理力学性质试验资料及其图表;
- 16 其他有关的图表及资料。

附录 A 露天煤矿边坡与剥离物的 分类及勘察工作布置

A.1 露天煤矿边坡的分类及勘察工作布置

A.1.1 露天煤矿边坡按构成边坡岩层的岩性、物理力学性质和结构面的发育程度,可按下列规定分类:

1 第一类松散岩石类,可按下列分型:

- 1) 岩性比较单一,不含水或者虽含水但易于疏干,为一型;
- 2) 岩性组合比较复杂,各岩层的渗透性能差别较大,含水层不易疏干,泥岩遇水极易软化变形,为二型。

2 第二类半坚硬岩石类,可按下列分型:

- 1) 岩性比较单一,构造简单,岩层不含水,或者含水但易于疏干,软弱夹层不甚发育,为一型;
- 2) 岩性组合比较复杂,含多个软弱夹层,各类结构面发育,岩层含水,水压较高,为二型。

3 第三类坚硬岩石类,可按下列分型:

- 1) 岩层倾角平缓,各类结构面不发育,地下水位深,含水不丰富,软弱夹层(面)较少,为一型;
- 2) 岩层倾角较陡,各类结构面发育,含水层含水丰富,水压高,软弱夹层(面)发育,为二型。

A.1.2 露天煤矿边坡的勘察工程布置应根据边坡的不同类型确定,并应符合下列规定。

1 第一类松散岩石类及第二类半坚硬岩石类边坡地区,可垂直非工作帮走向布置勘察剖面,其中一型地区可布置 1 条~2 条剖面,二型地区可布置 2 条~3 条剖面,每条剖面上可布置 2 个~3 个钻孔;垂直于端帮可布置 1 条~2 条剖面,每条剖面上可布置

2 个~3 个钻孔。边坡勘察钻孔深度,应超过最下一个可采煤层底板或潜在滑动面以下 50m,并应有适量钻孔布置在地表边坡线以外;

2 第三类坚硬岩石类边坡地区,非工作帮可布置 1 条勘察剖面,或沿非工作帮布置 3 个钻孔,端帮应布置 2 个~3 个钻孔。

A.2 露天煤矿剥离物的分类及勘察工作布置

A.2.1 露天煤矿剥离物按岩层的岩性和物理力学性质,可按下列分类:

1 岩层的抗压强度均小于 6MPa,可采用连续开采工艺,应为第一类松散岩层及软岩类。

2 岩层的抗压强度为 6MPa~15MPa,应为第二类中硬岩类,可按下列分型:

1)剥离物强度比较均一,岩层(岩组)对比比较容易,岩石强度在平面上变化较小,或者具有明显的规律,为一型;

2)剥离物强度不均一,岩层(岩组)对比比较困难,岩石强度在平面上变化较大,且硬岩含量较高,为二型。

3 岩层的抗压强度均大于 15MPa,不能采用连续开采工艺,应为第三类硬岩类。

A.2.2 露天煤矿剥离物的勘察应按构成剥离物的岩层类别布置勘察工程量,并应符合下列规定:

1 勘察线应沿岩石强度变化的主导方向布置,勘察线距应根据岩石强度的均匀程度确定;

2 在先期开采地段内,第一类地区可选择少量地质、水文地质钻孔取芯,进行采样试验,必要时应组成工程地质剖面;

3 二类一型地区线距应为 800m~1200m,二类二型地区线距应为 400m~800m;

4 三类地区线距应为 2000m~3000m。

附录 B 岩石分类和鉴定

B.0.1 岩石坚硬程度等级可按表 B.0.1 定性划分。

表 B.0.1 岩石坚硬程度等级的定性分类

坚硬程度等级		定性鉴定	代表性岩石
硬 质 岩	坚硬岩	锤击声清脆,有回弹,震手,难击碎,基本无吸水反应	未风化~微风化的花岗岩、闪长岩、硅质石灰岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英岩、石英砂岩、硅质砾岩等
	较硬岩	锤击声较清脆,有轻微回弹,稍震手,较难击碎,有轻微吸水反应	1. 微风化的坚硬岩; 2. 未风化~微风化的大理岩、板岩、石灰岩、白灰岩、白云岩、钙质砂岩等
软 质 岩	较软岩	锤击声不清脆,无回弹,较易击碎,浸水后用指甲可刻出印痕	1. 中等风化~强风化的坚硬岩或较硬岩; 2. 未风化~微风化的凝灰岩、千枚岩、泥灰岩、砂质泥岩等
	软岩	锤击声哑,无回弹,有凹痕,易击碎,浸水后手可掰开	1. 强风化的坚硬岩石或较硬岩; 2. 中等风化~强风化的较软岩; 3. 未风化~微风化的页岩、泥岩、泥质砂岩等
极软岩		锤击声哑,无回弹,有较深凹痕,手可捏碎,浸水后可捏成团	1. 全风化的各种岩石; 2. 各种半成岩

B.0.2 岩体完整程度等级按表 B.0.2 定性划分。

表 B.0.2 岩体完整程度等级的定性分类

完整程度	结构面发育程度		主要结构面的结合程度	主要结构面类型	相应结构类型
	组数	平均间距(m)			
完整	1~2	>1.0	结合好或结合一般	裂隙、层面	整体状或巨厚层状结构
较完整	1~2	>1.0	结合差	裂隙、层面	块状或厚层状结构
	2~3	1.0~0.4	结合好或结合一般		块状结构
较破碎	2~3	1.0~0.4	结合差	裂隙、层面、小断层	裂隙块状或中厚层状结构
	≥3	0.4~0.2	结合好		镶嵌破碎结构
			结合一般		中、薄层状结构
	≥3	0.4~0.2	结合差		裂隙块状结构
破碎	≥3	≤0.2	结合一般或结合差	各种类型结合面	破碎状结构
		≤0.2	结合一般或结合差		破碎状结构
极破碎	无序	—	结合很差	—	散体状结构

注：平均间距指主要结构面(1~2)组间距的平均值。

B.0.3 岩体可根据结构类型按表 B.0.3 划分。

表 B.0.3 岩体按结构类型划分

结构类型	岩体地质类型	结构体形状	结构面发育情况	岩土工程特征	可能发生的岩土工程问题
整体状结构	巨块状岩浆岩和变质岩,巨厚层沉积岩	巨块状	以层面和原生、构造节理为主,多呈闭合型,间距大于1.5m,宜为1组~2组,无危险结构	岩体稳定,可视为均质弹性各向同性体	局部滑动面或坍塌,深埋洞室的岩爆

续表 B.0.3

结构类型	岩体地质类型	结构体形状	结构面发育情况	岩土工程特征	可能发生的岩土工程问题
块状结构	厚层状沉积岩,块状岩浆岩和变质岩	块状、柱状	有少量贯穿性节理裂隙,结构面间距 0.7m ~ 1.5m;宜为 2 组 ~ 3 组,有少量分离体	结构面互相牵制,岩体基本稳定,接近弹性各向同性体	局部滑动面或坍塌,深埋洞室的岩爆
层状结构	多韵律薄层、中厚层状沉积岩,副变质岩	层状、板状	有层理、片理、节理,常有层间错动	变形和强度受层面控制,可视为各向异性弹塑性体,稳定性较差	可沿结构面滑塌,软岩可产生塑性变形
破碎状结构	构造影响严重的破碎岩层	破块状	断层、节理、片理、层理发育,结构面间距 0.25m ~ 0.50m,宜为 3 组以上,有许多分离体	整体强度很低,并受软弱结构面控制,呈弹塑性体,稳定性很差	易发生规模较大的岩体失稳,地下水加剧失稳
散体状结构	断层破碎带,强风化及全风化带	碎屑状	构造和风化裂隙密集,结构面错综复杂,多充填黏性土,形成无序小块和碎屑	完整性遭极大破坏,稳定性极差,接近松散体介质	

B.0.4 岩石风化程度可按表 B.0.4 划分。

表 B.0.4 岩石风化程度分类

风化程度	野外特征	风化程度参数指标	
		波速比 K_v	风化系数 K_f
未风化	岩质新鲜,偶见风化痕迹	0.9~1.0	0.9~1.0
微风化	结构基本未变,仅节理面有渲染或略有变色,有少量风化裂隙	0.8~0.9	0.8~0.9

续表 B. 0. 4

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
中等风化	结构部分破坏,沿节理面有次生矿物,风化裂隙发育,岩体被切割成岩块;用镐难挖,用岩芯钻进	0.6~0.8	0.4~0.8
强风化	结构大部分破坏,矿物成分显著变化,风化裂隙很发育,岩体破碎,可用镐挖,干钻不易钻进	0.4~0.6	<0.4
全风化	结构基本破坏,但尚可辨认,有残余结构强度,可用镐挖,可以无水钻进	0.2~0.4	—
残积土	组织结构全部破坏,已风化成土状,锹镐易挖掘,可以无水钻进,具可塑性	<0.2	—

注:1 波速比 K_v 为风化岩石与新鲜岩石压缩波速度之比。

2 风化系数 K_f 为风化岩石与新鲜岩石饱和单轴抗压强度之比。

3 岩石风化程度,除按表列野外特征和定量指标划分外,也可根据当地经验划分。

4 花岗岩类岩石,可采用标准贯入试验击数划分, $N \geq 50$ 为强风化; $50 > N \geq 30$ 为全风化; $N < 30$ 为残积土。

5 泥岩和半成岩,可不进行风化程度划分。

附录 C 边坡稳定性分析的计算方法与计算公式

C. 0.1 当采用圆弧滑动法时,边坡稳定性系数可按下列公式计算:

$$K_s = \frac{\sum R_i}{\sum T_i} \quad (\text{C. 0. 1-1})$$

$$T_i = (G_i + G_{bi}) \sin \theta_i + P_{wi} \cos(\alpha_i - \theta_i) \quad (\text{C. 0. 1-2})$$

$$R_i = N_i \tan \phi_i + c_i l_i \quad (\text{C. 0. 1-3})$$

$$N_i = (G_i + G_{bi}) \cos \theta_i + P_{wi} \sin(\alpha_i - \theta_i) \quad (\text{C. 0. 1-4})$$

式中: K_s ——边坡稳定性系数;

c_i ——第 i 计算条块滑动面上岩土体的黏结强度标准值(kPa);

ϕ_i ——第 i 计算条块滑动面上岩土体的内摩擦角标准值($^{\circ}$);

l_i ——第 i 计算条块滑动面长度(m);

θ_i, α_i ——第 i 计算条块底面倾角和地下水位面倾角($^{\circ}$);

G_i ——第 i 计算条块单位宽度岩土体自重(kN/m);

G_{bi} ——第 i 计算条块滑体地表建筑物的单位宽度自重(kN/m);

P_{wi} ——第 i 计算条块单位宽度的动水压力(kN/m);

N_i ——第 i 计算条块滑体在滑动面法线上的反力(kN/m);

T_i ——第 i 计算条块滑体在滑动面切线上的反力(kN/m);

R_i ——第 i 计算条块滑动面上的抗滑力(kN/m)。

C. 0.2 当采用平面滑动法时,边坡稳定性系数可按下式计算:

$$K_s = \frac{\gamma V \cos \theta \tan \phi + Ac}{\gamma V \sin \theta} \quad (\text{C. 0. 2})$$

式中: γ ——岩土体的重度(kN/m³);

c ——结构面的黏聚力(kPa);

ϕ ——结构面的内摩擦角($^{\circ}$);

A ——结构面的面积(m^2);

V ——岩体的体积(m^3);

θ ——结构面的倾角($^\circ$)。

C. 0.3 当采用折线滑动法时,边坡稳定性系数可按下列方法计算:

$$K_s = \frac{\sum R_i \psi_i \psi_{i+1} \cdots \psi_{n-1} + R_n}{\sum T_i \psi_i \psi_{i+1} \cdots \psi_{n-1} + T_n} \quad (i=1, 2, 3, \cdots, n-1) \quad (\text{C. 0. 3-1})$$

$$\psi_i = \cos(\theta_i - \theta_{i+1}) - \sin(\theta_i - \theta_{i+1}) \tan \phi_i \quad (\text{C. 0. 3-2})$$

式中: ψ_i ——第 i 计算条块剩余下滑推力向第 $i+1$ 计算条块的传递系数。

对存在多个滑动面的边坡,应分别对各种可能的滑动面组合进行稳定性计算分析,并应取最小稳定性系数作为边坡稳定性系数。对多级滑动面的边坡,应分别对各级滑动面进行稳定性计算分析。

C. 0.4 当采用楔形体法(图 C. 0.4)时,滑动方向沿 CO 时,边坡稳定性系数可按下列方法计算:

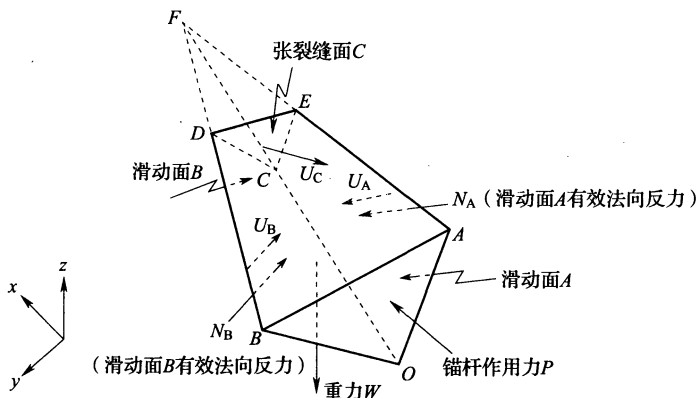


图 C. 0.4 楔形体法计算

$$K = \frac{c'_A A_A + c'_B A_B + (qW + rU_C + sP - U_A) \tan \phi'_A + (xW + yU_C + zP - U_B) \tan \phi'_B}{m_{WS}W + m_{CS}U_C + m_{RS}P} \quad (\text{C. 0. 4-1})$$

$$q = (m_{AB}m_{WB} - m_{WA}) / (1 - m_{AB}^2) \quad (\text{C. 0. 4-2})$$

$$r = (m_{AB}m_{CB} - m_{CA}) / (1 - m_{AB}^2) \quad (\text{C. 0. 4-3})$$

$$s = (m_{AB}m_{PB} - m_{PA}) / (1 - m_{AB}^2) \quad (\text{C. 0. 4-4})$$

$$x = (m_{AB}m_{WA} - m_{WB}) / (1 - m_{AB}^2) \quad (\text{C. 0. 4-5})$$

$$y = (m_{AB}m_{CA} - m_{CB}) / (1 - m_{AB}^2) \quad (\text{C. 0. 4-6})$$

$$z = (m_{AB}m_{PA} - m_{PB}) / (1 - m_{AB}^2) \quad (\text{C. 0. 4-7})$$

$$m_{AB} = \sin \psi_A \sin \psi_B \cos(\alpha_A - \alpha_B) + \cos \psi_A \cos \psi_B \quad (\text{C. 0. 4-8})$$

$$m_{WA} = -\cos \psi_A \quad (\text{C. 0. 4-9})$$

$$m_{WB} = -\cos \psi_B \quad (\text{C. 0. 4-10})$$

$$m_{CA} = \sin \psi_A \sin \psi_C \cos(\alpha_A - \alpha_C) + \cos \psi_A \cos \psi_C \quad (\text{C. 0. 4-11})$$

$$m_{CB} = \sin \psi_B \sin \psi_C \cos(\alpha_B - \alpha_C) + \cos \psi_B \cos \psi_C \quad (\text{C. 0. 4-12})$$

$$m_{PA} = \cos \psi_P \sin \psi_A \cos(\alpha_P - \alpha_A) - \sin \psi_P \cos \psi_A \quad (\text{C. 0. 4-13})$$

$$m_{PB} = \cos \psi_P \sin \psi_B \cos(\alpha_P - \alpha_B) - \sin \psi_P \cos \psi_B \quad (\text{C. 0. 4-14})$$

$$m_{WS} = \sin \psi_S \quad (\text{C. 0. 4-15})$$

$$m_{CS} = \cos \psi_S \sin \psi_C \cos(\alpha_S - \alpha_C) - \sin \psi_S \cos \psi_C \quad (\text{C. 0. 4-16})$$

$$m_{RS} = \cos \psi_S \cos \psi_P \cos(\alpha_S - \alpha_P) + \sin \psi_P \cos \psi_S \quad (\text{C. 0. 4-17})$$

式中: A_A 、 c'_A 、 ϕ'_A ——滑动面 A 的面积、有效凝聚力和内摩擦角;

A_B 、 c'_B 、 ϕ'_B ——滑动面 B 的面积、有效凝聚力和内摩擦角;

ψ_A, α_A ——滑动面 A 的倾角和倾向；
 ψ_B, α_B ——滑动面 B 的倾角和倾向；
 ψ_C, α_C ——张裂缝面 C 的倾角和倾向；
 ψ_P, α_P ——锚杆作用力 P 的倾角和倾向；
 ψ_S, α_S ——滑动面 A、B 交线 OC 的倾角和倾向；
 U_A ——滑动面 A 上的孔隙压力；
 U_B ——滑动面 B 上的孔隙压力；
 U_C ——张裂缝面 C 上的孔隙压力；
 W ——楔形体自重；
 P ——锚杆作用力。

C.0.5 使边坡处于极限平衡状态的临界水平力系数 K_c ，可按下列公式计算(图 C.0.5-1、图 C.0.5-2)：

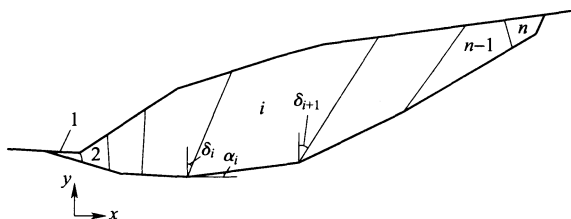


图 C.0.5-1 Sarma 法滑动面示意

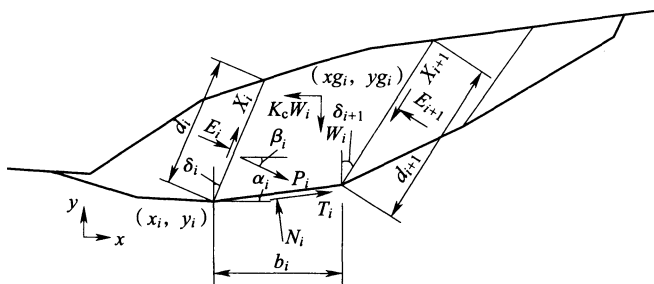


图 C.0.5-2 Sarma 法计算

$$K_c = \frac{a_n + a_{n-1}e_n + a_{n-2}e_ne_{n-1} + \dots + a_1e_ne_{n-1} \dots}{e_3e_2 + E_1e_ne_{n-1} \dots e_1 - E_{n+1}} \\ p_n + p_{n-1}e_n + p_{n-2}e_ne_{n-1} + \dots + p_1e_ne_{n-1} \dots e_3e_2 \quad (C. 0. 5-1)$$

$$a_i = \frac{R_i \cos \tilde{\phi}'_{bi} + W_i \sin(\tilde{\phi}'_{bi} - \alpha_i) + S_{i+1} \sin(\tilde{\phi}'_{bi} - \alpha_i - \delta_{i+1}) - S_i \sin(\tilde{\phi}'_{bi} - \alpha_i - \delta_i)}{\cos(\tilde{\phi}'_{bi} - \alpha_i + \tilde{\phi}'_{si+1} - \delta_{i+1}) \sec \tilde{\phi}'_{si+1}} \quad (C. 0. 5-2)$$

$$p_i = \frac{W_i \cos(\tilde{\phi}'_{bi} - \alpha_i)}{\cos(\tilde{\phi}'_{bi} - \alpha_i + \tilde{\phi}'_{si+1} - \delta_{i+1}) \sec \tilde{\phi}'_{si+1}} \quad (C. 0. 5-3)$$

$$e_i = \frac{\cos(\tilde{\phi}'_{bi} - \alpha_i + \tilde{\phi}'_{si} - \delta_i) \sec \tilde{\phi}'_{si}}{\cos(\tilde{\phi}'_{bi} - \alpha_i + \tilde{\phi}'_{si+1} - \delta_{i+1}) \sec \tilde{\phi}'_{si+1}} \quad (C. 0. 5-4)$$

$$R_i = \tilde{c}_i b_i \sec \alpha_i + P_i \cos(\alpha_i + \beta_i) + [P_i \sin(\alpha_i + \beta_i) - U_{bi}] \tan \tilde{\phi}'_{bi} \quad (C. 0. 5-5)$$

$$S_i = \tilde{c}'_{si} d_i - U_{si} \tan \tilde{\phi}'_{si} \quad (C. 0. 5-6)$$

$$S_{i+1} = \tilde{c}'_{si+1} d_{i+1} - U_{si+1} \tan \tilde{\phi}'_{si+1} \quad (C. 0. 5-7)$$

$$\tan \tilde{\phi}'_{bi} = \tan \phi'_{bi} / K \quad (C. 0. 5-8)$$

$$\tilde{c}'_{bi} = c'_{bi} / K \quad (C. 0. 5-9)$$

$$\tan \tilde{\phi}'_{si} = \tan \phi'_{si} / K \quad (C. 0. 5-10)$$

$$\tilde{c}'_{si} = c'_{si} / K \quad (C. 0. 5-11)$$

$$\tan \tilde{\phi}'_{si+1} = \tan \phi'_{si+1} / K \quad (C. 0. 5-12)$$

$$\tilde{c}'_{si+1} = c'_{si+1} / K \quad (C. 0. 5-13)$$

式中: c'_{bi} 、 ϕ'_{bi} ——第 i 条块底面上的有效凝聚力和内摩擦角;

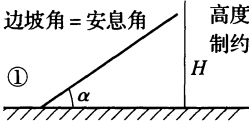
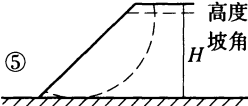
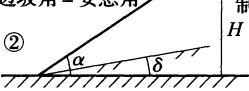
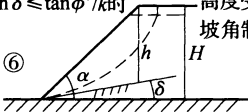
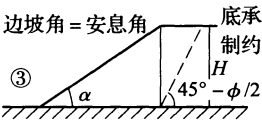
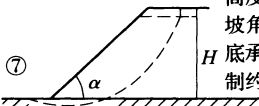
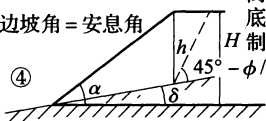
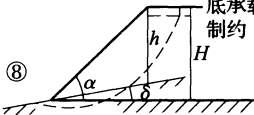
c'_{si} 、 ϕ'_{si} ——第 i 条块第 i 侧面上的有效凝聚力和内摩擦角;

c'_{si+1} 、 ϕ'_{si+1} ——第 i 条块第 $i+1$ 侧面上的有效凝聚力和内摩擦角;

- W_i ——第 i 条块的重量；
 $U_{si}、U_{si+1}$ ——第 i 条块第 i 侧面和第 $i+1$ 侧面上的孔隙压力；
 U_{bi} ——第 i 条块底面上的孔隙压力；
 P_i ——作用于第 i 条块上的加固力；
 $E_i、X_i$ ——第 i 条块侧面上的法向力及剪力；
 $N_i、T_i$ ——第 i 条块底面上的法向力及剪力；
 $\delta_i、\delta_{i+1}$ ——第 i 条块第 i 侧面和第 $i+1$ 侧面的倾角，以铅垂线为起始线，顺时针为正，逆时针为负；
 α_i ——第 i 条块底面与水平面的夹角；
 β_i ——第 i 条块上加固力与水平面的夹角；
 b_i ——第 i 条块底面水平投影长度；
 $d_i、d_{i+1}$ ——分别为第 i 条块第 i 侧面和第 $i+1$ 侧面的长度；
 K_c ——地震(水平方向)临界加速度系数；
 K ——安全系数，使 K_c 为零的相应值，可通过迭代求解。

附录 D 排土场稳定性分析模式图

表 D 排土场稳定性分析模式

物料条件		黏聚力 $c=0$	黏聚力 $c \neq 0$
基底条件			
坚硬基底	水平	边坡角 = 安息角 ①  高度不受制约	⑤  高度受边坡角制约
	倾斜	$\tan \delta \leq \tan \phi' / k$ 时 边坡角 = 安息角 ②  高度不受制约	$\tan \delta \leq \tan \phi' / k$ 时 ⑥  高度受边坡角制约
软弱基底	水平	边坡角 = 安息角 ③  高度受基底承载力制约	⑦  高度受边坡角与基底承载力制约
	倾斜	$\tan \delta \leq \tan \phi' / k$ 时 边坡角 = 安息角 ④  高度受基底承载力制约	$\tan \delta \leq \tan \phi' / k$ 时 ⑧  高度受边坡角与基底承载力制约

附录 E 岩土基本变量参数的统计与确定方法

E.1 一般规定

E.1.1 岩土基本变量应包括物理性质指标和力学指标。

E.1.2 基本变量的概率分布,应根据样本数据和估计的样本特征参数进行不同分布的拟合优度检验,并应得出合适的分布。除固结系数外,其余物理力学指标可选择为正态分布。黏聚力和内摩擦角应考虑互相关。

E.2 岩土基本变量统计参数的确定方法

E.2.1 除土的抗剪强度指标 c 、 ϕ 外,其余基本变量 x 的统计参数可根据其样本数据 $(x_1, x_2, \dots, x_n)$,按下列公式计算:

$$\mu_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (\text{E. 2. 1-1})$$

$$\sigma_x = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{E. 2. 1-2})$$

$$\delta_x = \frac{\sigma_x}{\mu_x} \quad (\text{E. 2. 1-3})$$

式中: μ_x ——平均值;

n ——样本试验件数;

x_i ——第 i 个样本数据 ($i=1 \sim n$);

σ_x ——标准差;

δ_x ——变异系数。

E.2.2 土的抗剪强度指标统计参数可按下列方法确定:

1 简化相关法:

$$\mu_{\tan\phi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tan\phi_i \quad (\text{E. 2. 2-1})$$

$$\mu_{\phi} = \arctan(\mu_{\tan\phi}) \quad (\text{E. 2. 2-2})$$

$$\tan\phi_i = \frac{\sum_{j=1}^k (p_j - \mu_p) \tau_{ij}}{\sum_{j=1}^k (p_j - \mu_p)^2} \quad (\text{E. 2. 2-3})$$

$$\phi_i = \arctan \frac{\sum_{j=1}^k (p_j - \mu_p) \tau_{ij}}{\sum_{j=1}^k (p_j - \mu_p)^2} \quad (\text{E. 2. 2-4})$$

$$\mu_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i \quad (\text{E. 2. 2-5})$$

$$c_i = \mu_{\tau i} - \mu_p \tan\phi_i \quad (\text{E. 2. 2-6})$$

$$\mu_p = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k p_j \quad (\text{E. 2. 2-7})$$

$$\mu_{\tau i} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \tau_{ij} \quad (\text{E. 2. 2-8})$$

$$\sigma_{\tan\phi} = \sqrt{\frac{1}{\Delta} \left[k \sum_{j=1}^k (p_j^2 \sigma_{\tau j}^2) - \sum_{j=1}^k p_j^2 \sum_{j=1}^k \sigma_{\tau j}^2 \right]} \quad (\text{E. 2. 2-9})$$

$$\Delta = k \sum_{j=1}^k p_j^4 - \left(\sum_{j=1}^k p_j^2 \right)^2 \quad (\text{E. 2. 2-10})$$

$$\sigma_{\tau j} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (c_i + p_j \tan\phi_i - \mu_c - p_j \mu_{\tan\phi})^2} \quad (\text{E. 2. 2-11})$$

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sigma_{\tau j}^2 - \frac{1}{k} \left(\sum_{j=1}^k p_j^2 \right) \sigma_{\tan\phi}^2} \quad (\text{E. 2. 2-12})$$

$$\sigma_{\phi} = \frac{180}{\pi} \sigma_{\tan\phi} \cos\mu_{\phi} \quad (\text{E. 2. 2-13})$$

式中: $\mu_{\tan\phi}$ —— $\tan\phi$ 的平均值;

n —— 试验组数;

ϕ_i —— 第 i 组 ($i=1\sim n$) 试验的内摩擦角 ϕ 的回归值($^\circ$);

$\tan\phi_i$ —— ϕ_i 的正切函数;

μ_ϕ —— 内摩擦角 ϕ 的平均值($^\circ$);

k —— 每一组试验的垂直压力级数 ($j=1\sim k$);

p_j —— 试验第 j 级垂直压力 ($j=1\sim k$) (kPa);

μ_p —— 第 i 组 ($i=1\sim n$) 试验的各级垂直压力 p_j ($j=1\sim k$) 的平均值 (kPa);

τ_{ij} —— 第 i 组试验 ($i=1\sim n$) 第 j 级压力 ($j=1\sim k$) 下的剪切强度 (kPa);

μ_c —— 黏聚力的平均值 (kPa);

c_i —— 第 i 组 ($i=1\sim n$) 试验的黏聚力的回归值 (kPa);

$\mu_{\tau i}$ —— 第 i 组试验 ($i=1\sim n$) 各级压力 ($j=1\sim k$) 下抗剪强度 τ_{ij} 的平均值 (kPa);

$\sigma_{\tan\phi}$ —— $\tan\phi_i$ 的标准差;

$\sigma_{\tau j}$ —— 对应于第 j 级垂直压力下的 $1\sim n$ 组抗剪强度试验值的标准差 (kPa);

σ_c —— 黏聚力 c 的标准差 (kPa);

σ_ϕ —— 内摩擦角 ϕ 的标准差($^\circ$)。

2 正交变换法:

$$c = c' + p_s \tan\phi \quad (\text{E. 2. 2-14})$$

$$p_s = \gamma \frac{\sigma_c}{\sigma_{\tan\phi}} \quad (\text{E. 2. 2-15})$$

$$c' = c - p_s \tan\phi \quad (\text{E. 2. 2-16})$$

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (c_i - \mu_c)^2} \quad (\text{E. 2. 2-17})$$

$$\sigma_{\tan\phi} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\tan\phi_i - \mu_{\tan\phi})^2} \quad (\text{E. 2. 2-18})$$

$$\gamma = \frac{\sigma_c \cdot \tan \phi}{\sigma_c \sigma_{\tan \phi}} \quad (\text{E. 2. 2-19})$$

$$\sigma_{c \cdot \tan \phi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (c_i - \mu_c)(\tan \phi_i - \mu_{\tan \phi}) \quad (\text{E. 2. 2-20})$$

$$\mu'_c = \mu_c - p_s \mu_{\tan \phi} \quad (\text{E. 2. 2-21})$$

$$\sigma'_c = \sigma_c \sqrt{1 - \gamma^2} \quad (\text{E. 2. 2-22})$$

式中： c ——黏聚力(kPa)；

ϕ ——内摩擦角($^\circ$)；

γ ——为 c 和 $\tan \phi$ 的相关系数；

σ_c ——用传统法求得的 c 的标准值；

$\sigma_{\tan \phi}$ ——用传统法求得的 $\tan \phi$ 的标准值；

c_i ——第 i 组($i=1 \sim n$)试验的黏聚力回归值；

μ_c ——黏聚力 c 的平均值(kPa)；

ϕ_i ——第 i 组($i=1 \sim n$)试验的内摩擦角回归值；

$\mu_{\tan \phi}$ —— $\tan \phi$ 的平均值；

$\sigma_{c \cdot \tan \phi}$ ——为 c 和 $\tan \phi$ 的协方差。

3 计算边坡稳定时, c 和 ϕ 的标准值 c_k 和 ϕ_k ：

$$c_k = \mu_c \quad (\text{E. 2. 2-23})$$

$$\phi_k = \mu_\phi \quad (\text{E. 2. 2-24})$$

式中： c_k ——黏聚力 c 的标准值(kPa)；

μ_c ——黏聚力 c 的均值(kPa)；

ϕ_k ——内摩擦角 ϕ 的标准值($^\circ$)；

μ_ϕ ——内摩擦角 ϕ 的均值($^\circ$)。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

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

引用标准名录

- 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025
- 《土工试验方法标准》GB/T 50123
- 《工程岩体试验方法标准》GB/T 50266
- 《建筑工程地质勘探与取样技术规程》JGJ/T 87
- 《煤和岩石切割阻力的测定方法》MT/T 796

中华人民共和国国家标准

露天煤矿岩土工程勘察规范

GB 50778 - 2012

条文说明

制 定 说 明

《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778—2012,经住房和城乡建设部 2012 年 5 月 28 日以第 1407 号公告批准发布。

本规范制定过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了我国露天煤矿岩土工程勘察方面的经验,同时参考了国外先进技术标准。

为了便于从事露天煤矿勘察、设计、建设和生产管理等有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《露天煤矿岩土工程勘察规范》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。但是本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者参考。

目 次

1	总 则	(65)
2	术语和符号	(67)
2.1	术语	(67)
3	基本规定	(68)
4	边坡岩土工程勘察	(70)
4.1	一般规定	(70)
4.2	可行性研究阶段边坡岩土工程勘察	(70)
4.3	初步设计阶段边坡岩土工程勘察	(71)
4.4	施工图设计阶段边坡岩土工程勘察	(71)
4.5	开采阶段边坡岩土工程勘察	(72)
5	排土场岩土工程勘察	(73)
5.1	一般规定	(73)
5.2	排土场岩土工程勘察	(74)
6	采掘场岩土工程勘察	(76)
6.1	一般规定	(76)
6.2	剥离物强度	(76)
6.3	剥离物与煤的切割阻力	(76)
6.4	基底承载力	(76)
7	工程地质测绘与调查	(78)
7.1	一般规定	(78)
7.2	工作方法	(78)
7.3	工作内容	(79)
7.4	工程地质图的编制	(80)

8	勘探与取样	(81)
8.1	一般规定	(81)
8.2	钻探与取芯技术要求	(81)
8.3	井探、槽探、硐探	(82)
8.4	地球物理勘探	(82)
8.5	岩土水取样	(83)
9	岩土水试验与原位测试	(84)
9.1	一般规定	(84)
9.2	土工试验与测试	(84)
9.3	岩石试验与测试	(85)
9.4	排弃物料试验与测试	(85)
9.5	水的试验与测试	(86)
10	现场监测	(87)
10.1	一般规定	(87)
10.2	地下水压监测	(87)
10.3	位移监测	(88)
11	边坡稳定性评价	(91)
11.1	一般规定	(91)
11.2	边坡稳定性分析	(92)
11.3	边坡稳定性评价	(93)
11.4	排土场边坡稳定性评价	(94)
12	岩土工程评价和勘察成果	(96)
12.1	一般规定	(96)
12.2	岩土参数的分析与选取	(96)
12.3	岩土工程勘察报告	(97)

1 总 则

1.0.1 煤炭是我国的主要能源,煤炭工业是国民经济的基础工业。煤炭工业必须坚持改革、开放、搞活,以提高经济效益为中心,做到持续、稳定、健康地发展。根据《煤炭工业技术政策》确定的目标:“优先开发露天煤矿,首先集中力量以尽可能快的速度把资源条件好的露天矿建设起来。”20 世纪 80 年代以来,我国相继在中西部开发了霍林河、元宝山、伊敏河、平朔安太堡与安家岭、准格尔黑岱沟与哈尔乌素、神华北电胜利一号、大唐胜利东二号等特大型露天煤矿。在建设过程中,遇到了许多过去未曾遇到的岩土工程问题,为使露天煤矿岩土工程勘察工作能够更好地执行国家的技术经济政策,做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量,有规可循,制定本规范。

1.0.2 本条指出了规范的适用范围。由于露天煤矿不同于金属露天矿,主要由沉积岩为主的煤系地层构成,而金属矿则主要由火成岩构成,因此露天煤矿在边坡等方面有着独特的特点。

1 具有边坡高,走向长,揭露岩层多,地质条件复杂等特点;组成边坡的岩层主要是沉积岩,层理明显,软弱结构层(面)多,岩石强度低,边坡破坏的形式主要是滑坡,滑面主要沿层面、软弱结构层(面);边坡岩体较破碎,而且一般不加维护;边坡经常受爆破和运输设备等振动的影响;

2 排土场边坡是由排弃物堆积而成,具有随排土工程的推进而经常变化等特点。因此随着露天煤矿开采规模的不断扩大,延深速度不断加快,边坡稳定程度对露天煤矿的生产起着重要的作用。露天煤矿边坡勘察,我国过去没有规范可以遵循,依靠资源勘探阶段的部分工程地质资料,往往满足不了设计要求,从而造成边

坡和排土场失稳,会严重影响露天煤矿的正常生产,为此制定本规范以指导不同阶段的露天煤矿边坡、排土场、采掘场等岩土工程勘察工作。

1.0.3 先勘察、后设计、再施工,是工程建设必须遵守的程序,是国家一再强调的十分重要的基本政策。但是,近年来仍有一些工程,不进行岩土工程勘察就进行设计施工,造成工程安全事故或安全隐患。为此,本条规定为强制性条文,必须严格执行。

1.0.4 露天煤矿岩土工程勘察任务,主要是通过岩土工程勘察,提供采掘场各帮边坡角和边坡维护管理措施,并对所提供的资料负责。以本规范为勘察作业的大纲,在具体工作中应积极采用新的测试技术、新方法和岩土工程新理论。

1.0.5 本条明确露天煤矿其他地面建筑设施的岩土工程勘察除符合本规范要求外,还应执行国家有关现行标准、规范。例如,现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021、《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 等。

2 术语和符号

2.1 术 语

本节术语 2.1.1、2.1.4 条参考了现行国家标准《煤矿科学技术语 第四部分：露天开采》GB/T 15663.4—2008 的定义。2.1.2、2.1.3、2.1.5~2.1.12 条引自《煤矿科学技术语 第四部分：露天开采》GB/T 15663.4—2008。

3 基本规定

3.0.1 露天煤矿岩土工程勘察时,应考虑勘察类别、勘察规模、场地的复杂程度等因素;分阶段进行工作,并提供不同阶段的勘察成果。

设计单位或生产单位所提出的《露天煤矿边坡(排土场或采掘场)岩土工程勘察任务书》,是露天煤矿岩土工程勘察工作的依据。主要内容应包括工程名称、勘察阶段、采掘场或排土场范围、采掘工艺、主要技术参数、技术要求等,并附有带地形等高线的采掘场或排土场平面位置图。

勘察纲要要是勘察负责人在收集已有资料、了解采掘工艺和设计意图、明确任务和要求的条件下编制而成。纲要中应明确地规定工作方法、工作内容、工作量以及应提勘察成果等。勘察纲要是勘察工作的指南。

3.0.2 露天煤矿岩土工程勘察阶段的划分,原则上应与建设阶段相一致,但由于某些客观因素,造成勘察阶段缺失是难以避免的。当已有工程地质资料充分,并考虑经济合理时,可行性研究阶段和初步设计阶段岩土工程勘察(初勘)阶段不做或少做野外地质工作是允许的;初勘阶段和施工图阶段岩土工程勘察(详勘)根据工程具体情况合并为一次勘察也是可行的。开采阶段岩土工程勘察(施工勘察)可根据工程实际情况而定。

3.0.3 本条规定是露天煤矿岩土工程勘察工作方法、工作内容、工作量布置的主要依据和需要考虑的因素。

1 勘察类别包括边坡勘察、排土场勘察、采掘场勘察。

3.0.4 工程地质条件研究程度的划分,主要依据对边坡(排土场或采掘场)所做的工程地质工作确定。研究程度将直接影响到勘

察工作内容和工作量,这已体现在本规范各有关条文中。表 3.0.4 中各条件不需要同时满足,可根据表中要求综合判定,具备其中某一条件即可。

3.0.5 场区工程地质条件复杂程度的划分基本与国家及各行业规范划分一致,本规范主要强调与露天煤矿特点有关的诸因素。

表 3.0.5 中各条件不需要同时满足,只要具备其中某一条件即可。

3.0.7 边坡类型划分,是根据我国露天煤矿的边坡规模的实际,按高度和长度各分为三类,主要为布置工作量时参考,其界限无严格的科学依据,主要是结合目前我国露天煤矿边坡的实际特点提出的。

4 边坡岩土工程勘察

4.1 一般规定

4.1.1 露天煤矿边坡岩土工程勘察是边坡稳定性评价的重要基础工作。露天煤矿采掘场最终边坡角的大小和稳定程度对露天煤矿的剥离量、生产和安全影响极大,是影响露天开采经济效益的重要因素之一。可靠的工程地质参数是确定经济合理的边坡角的基础。

本条主要是强调边坡工程岩土工程勘察工作的重要性;强调边坡岩土工程勘察工作的重点区域与重点部位等。

4.1.2 本条明确了边坡工程岩土工程勘察工作的主要工作内容。

4.2 可行性研究阶段边坡岩土工程勘察

4.2.1 地表境界线是指采掘场边坡与地表面的交线,采掘场是地表境界线以内的场地。应根据边坡角确定采掘场地表境界线。

4.2.2 可行性研究阶段主要是通过收集、分析区域和矿区工程地质、水文地质资料,提出采掘场最终边坡角。

这一阶段的勘察工作,主要是以收集资料为主。该阶段,资源勘探工作往往仍在进行中,应根据所收集到资料内容和边坡设计的需要,要求资源勘探部门适当增加一些与边坡工程岩土工程勘察工作有关的内容。

4.2.3 可行性研究阶段一般不做野外地质工作,只有当工程地质条件复杂、所收集到的资料不能满足设计要求时,可适当进行地质调查工作和少量的勘探与试验工作。

4.3 初步设计阶段边坡岩土工程勘察

4.3.1 初步设计阶段边坡岩土工程勘察应满足初步设计要求,初步确定可推荐的边坡角的范围值。

4.3.2 初步设计阶段边坡岩土工程勘察应初步掌握勘察区工程地质、水文地质条件。重点是查清影响边坡稳定性诸因素及岩土、物理力学性质;初步进行工程地质分区、确定各分区边坡破坏模式、进行稳性分析与计算。

勘察(场)区是指比采掘场境界线稍大范围,即影响边坡稳定的范围。

4.3.3 初步设计阶段地质工作仍以收集资料为主,尽量少做野外地质勘察工作。

4.4 施工图设计阶段边坡岩土工程勘察

4.4.1 本条提出施工图设计阶段边坡工程岩土工程勘察工作的任务。

4.4.2 施工图设计阶段主要应查清影响边坡稳定性的工程地质、水文地质因素,尤其是对边坡稳定有制约作用的软弱结构层(面)的分布、厚度、产状及主要物理力学性质、结构规律等。

露天煤矿边坡滑坡的特点是沿层面滑落为主。本规范编制组曾经对平庄、阜新、抚顺等 10 大露天煤矿的 146 次滑坡进行过调查、分析。具体情况如下:

按滑动地点分:非工作帮 95 次,占 65.07%;工作帮 46 次,占 31.51%;端帮 5 次,占 3.42%。

按滑面产状分:顺层(包括:岩层层面、结构层面、软弱夹层面等)143 次,占 97.95%;切层 3 次,占 2.05%。

软弱结构层(面)是指一些软弱夹层、弱层与结构面,软弱夹层、弱层如泥岩、黏土岩、炭质页岩、薄层煤等。结构面如层面、节理、断层等。

工程地质分区原则有以下 3 点:

1 每个工程地质分区应具有同一的工程地质特点(地层岩性、岩组划分、构造特性、岩体结构特征、水文地质条件等);

2 每个工程地质分区,具有同一边坡破坏模式;

3 每个工程地质分区对设计和施工都有不同的要求。

4.4.3 在工程地质测绘的基础上,对勘察区进行工程地质分区,查清各分区工程地质、水文地质条件,着重进行岩、土体及软弱结构层(面)的室内和原位试验,特别是抗剪强度试验。

4.5 开采阶段边坡岩土工程勘察

4.5.1 开采阶段的岩土工程勘察是最有利、最主要阶段。该阶段拉沟开采实施后,对原有勘探报告的地层进行了实际揭露,形成了边坡露头,此时,可以充分利用采掘揭露的边坡做进一步的地质测绘调查与描述,并可选择适当的部位进行原位测试,对原有勘察成果进行进一步的验证、校验与补充完善。

在开采阶段的初期,往往会发生一些小型滑坡,更应该对实际发生的滑坡进行专门的勘察研究,反演滑坡的实际参数,作为重要的地区经验加以积累,并用于后期的滑坡设计与治理之中。

4.5.2 开采阶段边坡岩土工程勘察应根据《露天煤矿地质规程》(试行)([83]煤生字 1589 号)要求进行,根据工程的复杂程度进行适量的勘察工作,重点地段则应加密工程量。

4.5.3 开采阶段边坡岩土工程勘察应充分利用岩层已被揭露的有利条件,进行有针对性的原位直剪试验,取得准确的工程地质参数,对边坡稳定性作出预报和采取治理加固措施。

5 排土场岩土工程勘察

5.1 一般规定

5.1.1 露天煤矿排土场是存放排弃露天采掘场内剥离物的场地,包括排弃物本身及其基底两部分。排弃物可能是土、岩石或土岩混合物料,基底可为土层或岩层。排土场按其位置不同可分为内排土场和外排土场,内排土场位于采掘场境界内的采空区,外排土场位于采掘场境界之外。按排土场基底倾斜与否可分为倾斜基底排土场、水平或近水平基底排土场。排土场受采掘工艺所制约,无选择的余地,所以一般只需进行一次勘察即可。

5.1.2 简单场地:地形较平坦,地貌单一;地层结构简单,岩石和土的性质均一旦压缩性不大;基底倾向与排弃物边坡倾向相反;地下水埋藏较深,无不良地质作用。

中等复杂场地:地形起伏较大,地貌单元较多,地层种类较多且岩石和土的性质变化较大;基底有软弱夹层倾角较大;地下水埋藏较浅;不良地质作用较发育。

复杂场地:地形起伏大,地貌单元多,地层种类多且岩石和土的性质变化大;基底有软弱夹层倾角大且基底倾向与排弃物边坡倾向一致;地下水埋藏浅;不良地质作用发育。

5.1.3 露天煤矿排土场按照所处位置分为内部排土场与外部排土场。根据现行国家标准《露天煤矿工程设计规范》GB 50197—2005 规定,“排土场应首先选择内部排土场,当选择外部排土场时,应遵循下列原则:1. 宜位于无可采煤层及其他可采矿产资源的区域;2. 当必须压煤或位于露天开采境界内时,应经技术经济比较确定;3. 应与露天煤矿地面设施统一规划;4. 应根据地形条件合理确定场地标高,缩短运输距离;5. 不占或少占耕地、经济山林、草地

和村庄;6. 排土场基底稳定;7. 应符合环境保护要求。”

5.1.4 采掘工艺主要指不同岩种剥离台阶的开采程序与排土程序、排弃物料的块度、排土方法、排土带宽度与排土工作线的推进速度、排土台阶与排土场的高度等。

5.2 排土场岩土工程勘察

5.2.1 排土场岩土工程勘察主要是查清影响排土场稳定性的各种因素,以便确定合理的边坡角与高度,为排土场的防治提供依据。

5.2.2 由于露天煤矿内排土场位于露天坑内,是当露天矿开采达到一定时间,具备内排条件时才可以在内部进行排土,内排土场的基底必定是岩石,其承载力足以满足排土场的需求。制约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,对排土场稳定影响极小,若是基底岩层倾角较陡,且与排土场坡面一致时,对排土场稳定影响较大。

对于硬基底(外)排土场,基底坚硬,与内排土场性质接近。

5.2.3 露天煤矿软弱基底排土场,其基底的岩土强度较低。①当软弱基底较厚时,则基底中可产生完整的圆弧形滑动面;②如基底中软弱层较薄,则滑动面的底部可能沿坚硬层表面;③如果坚硬基底中有软弱夹层,则滑动面可能沿此层。

5.2.4 原位测试主要是指为确定基底的极限承载力、变形模量和软弱岩层的抗剪强度而进行载荷试验、大面积剪切试验等。

5.2.5 本条根据经验给出了勘探点的布置间距,但具体应结合场地实际情况,有重点地控制,如靠近工业场地、村庄及其他设施部分,勘探点则应加密。

对于软弱基底排土场,则应把重点放在滑动可能性最大的四周,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。

5.2.6 试样数量根据数理统计与概率分析,当试样数量少于 6 件时,其统计特征不明显。因此必须保证每层岩、土参加统计的数量不少于 6 件。现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 也是这样规定的。

6 采掘场岩土工程勘察

6.1 一般规定

6.1.1 本条指出了采掘场岩土工程勘察工作的主要任务。

6.1.2 剥离物强度、剥离物与煤的切割阻力及各台阶基底承载力是露天煤矿工艺设计的必备参数,主要是为开采设备选型的确提供基础数据。

6.2 剥离物强度

6.2.1~6.2.3 这几条规定引自现行国家标准《矿区水文地质工程地质勘探规范》GB 12719。对适宜建设特大型露天开采的煤炭矿床,应着重查明岩(矿)石强度的空间分布规律,为能否采用轮斗挖掘机、露天采矿机、拖拉铲运机等设备开采选型提供岩(矿)石的力学强度基础资料。

6.3 剥离物与煤的切割阻力

6.3.1、6.3.2 轮斗连续开采工艺是现代化大型露天煤矿先进开采工艺之一。物料的硬度是决定能否采用连续开采工艺的基本条件之一,也可能影响轮斗连续开采工艺的经济性。因此精确测定物料强度与切割阻力,对于露天煤矿的设计与开采是至关重要的。

6.4 基底承载力

6.4.1 在露天煤矿开采过程中,特别是剥离表土时,基底承载力往往会制约挖掘机械和运输机械的工作效率。因此有必要查清剥离物基底承载力,当基底承载力偏低时,以便采取适当措施。

6.4.2 确定基底承载力的方法有多种,可采用多种综合手段,包括室内试验与原位测试,原位测试则应根据土层选择合适的方法,主要包括载荷试验、旁压试验、标准贯入试验、动力触探试验、微型贯入试验等。

7 工程地质测绘与调查

7.1 一般规定

7.1.1 工程地质测绘与调查,在可行性研究阶段,以收集有关资料和必要的工程地质踏勘调查为主。初勘阶段开始应对勘察场区进行详细的工程地质测绘与调查。详勘阶段在初勘阶段测绘与调查基础上进行适当的补测,当初勘阶段未进行详细工程地质测绘时,则详勘阶段应进行详细的工程地质测绘与调查,开采阶段应充分利用采矿所揭露形成台阶的条件,针对具体工程问题,进行大比例尺或扩大比例尺的工程地质测绘与调查,以检查、修改和补充已有成果资料。

7.1.2 工程地质测绘与调查的范围,原则上应以查清勘察场区中按本规范第 7.1.1 条所列内容为准,一般从最终开采境界外延 $1/3 \sim 1/2$ 最终边坡高度的范围。工程地质测绘与调查所用地形图比例尺,应与工程地质勘察阶段相适应。各种地质界线的绘图精度应与测绘比例尺一致。

7.2 工作方法

7.2.1 本条主要是给出工程地质测绘与调查的工作方法,其方法主要是考虑勘察区工程地质水文地质条件的复杂程度和测绘比例尺精度要求。

1 对测线布置和测线间距的要求。对测线间的地质界线用内插法编连。对边坡稳定有重要影响的地质界线,应在两侧线间补插观察点。

2 主要对断层、岩脉、软弱结构层(面)、剪切破碎带等进行追踪调查。长度大于 30m 的构造形迹均应标绘在工程地质图上。

3 在第四系覆盖区,应将所有的露头(含岩层、结构层面)全部标绘在工程地质图上。

7.2.2 观测点应布置在条文所列地点,其数量不作明文规定,但在图上的距离要有基本要求,应根据不同的比例尺要求进行相应的计算。对于复杂场地,根据需要可加密观测点。

7.3 工作内容

7.3.1~7.3.6 分别给出了地形地貌、地层岩性、地质构造、地表水及地下水、自然边坡和人工边坡与不良地质作用的测绘与调查内容。

7.3.2 岩石是岩体结构的基本成分,它的物理力学性质及水理性质决定着结构体的特性。为便于综合进行工程地质分区,需在研究岩石的工程地质性质及岩石组合的基础上划分工程地质岩组。工程地质岩组由工程地质性质相似的岩层或岩石组成,具有相似的物质组成、相同的岩体结构类型的地质单元体。对岩石风化程度的研究,除用肉眼鉴定外,宜使用定性分类试验方法,如点荷载试验、回弹仪试验、浸水效应试验等进行研究分类,风化程度可分为强风化、中等风化和弱风化。软弱夹层是指存在于岩体中的、其强度相对于上下岩层较低的薄夹层,如薄层泥岩、页岩、断层和节理面等。

7.3.3 节理裂隙的调查中,对出露长度大于 20m 的节理需单独标绘,因为根据加拿大矿物和能源技术中心编制,由冶金工业出版社 1984 年出版的《边坡工程手册》(上册)较大不连续面(延伸长度大于 20m)特征(如位置、方位、起伏度、充填物和裂隙面强度、张闭性等)对总体边坡的稳定性有较大的影响。

根据统计学观点,同一母体的样品达 50 个即构成大子样,其统计参数即能代表母体参数。所以每个观察点节理统计条数不少于 50 条。所谓优势发育方向是指不连续面中较发育的方向。

岩体结构类型划分为四种类型:

1 块状结构类型。坚硬块状岩体,不存在较大结构面或是厚层状岩体,软弱层(面)间距较大,边坡稳定性一般较好。按岩层倾向与坡向关系划分为亚类。

2 层状结构类型。由坚硬层状岩体组成,有软硬相间的特点,结构面发育,边坡稳定性受控于层面的性质及层面与边坡的相对位置。按岩层倾向与坡向的关系划分为亚类。

3 碎裂结构类型。层状或块状岩体组成,结构面发育,岩体较为破碎,边坡稳定比较差,按岩层倾向与坡向关系划分为亚类。

4 散体结构类型。构造破碎带中的或经风化分解形成的碎块或泥质物质等,可按泥质物质的含量多少划分为亚类。

7.3.4 水是边坡稳定性的极为有害的外在因素,表现在软化岩石,降低岩石强度,产生静水压力与动水压力等,因此查清水的特征,对评价边坡稳定和边坡管理是至关重要的因素。

7.3.7 对于勘察区处于抗震设防烈度大于或等于7°的边坡进行稳定性分析时,应将地震力作为一种外力因素考虑。勘察区的抗震设防烈度应按照现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306 确定,再换算出地震地面运动加速度,计算出地震力;对于高边坡,宜进行地震危险性的概率分析,以提高此参数值准确性。

7.4 工程地质图的编制

7.4.1 在工程地质测绘与调查的基础上,对露天煤矿边坡进行工程地质分区时,由于目的、用途不同,分为单项指标和多指标综合性分区。单项指标分区是以单项工程地质因素(如岩性、构造、水文地质条件等)作为主要因素进行工程地质分区,作为研究的背景图或专题图;多指标综合性分区是综合考虑勘察区各项工程地质因素进行分区,初步判定各分区各类边坡的稳定程度、发展趋势等。

8 勘探与取样

8.1 一般规定

8.1.1 为达到理想的技术经济效益,宜将多种勘探手段配合使用,如钻探加地球物理勘探等。

8.1.2 勘探孔、井如不妥善回填,可能造成对自然环境的破坏,这种破坏往往在短期内或局部范围内不易察觉,但能引起严重后果。因此,一般情况下孔、井均应回填,且应分段回填击实。特别是边坡勘察孔、井,其钻孔往往会引起与其他水力的联系,从而危及边坡的安全与稳定。所以,更应该注重对孔、井的回填工作。

8.2 钻探与取芯技术要求

8.2.1 沃斯列夫(Hvorslev)提出的选择钻探方法应考虑的原则是:

- 1 钻进地层的特点及不同方法的有效性;
- 2 能保证以一定的精度鉴别地层,了解地下水的情况;
- 3 尽量避免或减轻对取样段的扰动影响。

表 8.2.1 就是按照这些原则编制的。现在国外的一些规范、标准中,都有关于不同钻探方法或工具的条款。我国在现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 中首次提出了钻探方法的条款。本规范就是借鉴该标准编写的。根据有关规定,今后在岩土工程勘察工作中,制订勘察工作纲要时,不仅要规定孔位、孔深,而且要规定钻探方法。承担钻探的单位一般均应按任务书指定的方法钻进,提交成果中也应包括钻进方法的说明。

8.2.2 取芯是钻探工作的重要目的,为此必须采用合理的钻进方法、符合规定的取样设备,才能保质保量满足试验要求。对边坡稳定起决定作用的软弱结构层,必须查清和采取试样,否则将采取补

救措施。本条对钻孔口径提出了明确的要求,以满足测试和取样要求为前提。

8.2.3 本条对钻探与取芯提出了具体要求。

3 由于露天煤矿岩土工程勘察,针对的工程主要是边坡,因此对钻探取芯要求严格,特提出此要求。

4 岩芯采取率 90% 以上才能构成岩芯首尾相接的条件,满足岩芯定向的要求。定向成功率达 95% 以上,才可以保证正确定向。

8.2.4 岩芯的编录内容应包括:

1 岩石名称、矿物成分、结构、构造、硬度、蚀变状态、风化程度等;

2 岩石的破碎状况、岩石质量指标 RQD、裂隙密度(条/m);

3 不连续面的类型、粗糙状况,充填情况;

4 点荷载试验成果等;

5 定向岩芯段不连续面的类型、粗糙度、间距、充填状况、岩石硬度、构造角和方位角等。

为长期保存岩芯资料,应将全部岩芯拍成彩色照片归档。

8.3 井探、槽探、硐探

8.3.1~8.3.3 井探、槽探、硐探是配合工程地质测绘与调查所进行的浅部勘探工程。由于经济可行在适宜条件下可多加利用。

8.4 地球物理勘探

8.4.1 为提高地球物理勘探成果的解释精度和地质效果,宜采用多种方法进行对比,并结合工程地质条件综合分析;提出物探成果和相应地质解释。地球物理勘探成果判释时应考虑多解性,区分有用信息与干扰信号。需要时应采用多种方法探测,进行综合判释,并应有已知物探参数或一定数量的钻孔验证。必要时应对地球物理勘探成果进行验证。

地球物理勘探是一种辅助的综合勘探方法,要配合工程地质测绘和钻探使用。主要用来测定覆盖层厚度,物理性质有显著差异的岩层界面,断层破碎带的位置和宽度,岩石破碎和风化状况,岩体物理性质,边坡岩体破坏范围等。

4 对于露天煤矿岩土工程勘察中的边坡勘探钻孔,进行地球物理测井非常必要。可进一步探讨地球物理测井曲线中各参数与组成边坡的岩石物理力学性质参数中某个指标的相关性,以做到相对定性或定量地确定边坡岩体的强度指标。

5 岩土体的密度、强度等均与岩土体的波速、动弹性模量有着线性关系。因此,用地球物理勘探作为原位测试手段,测定岩土体的波速、动弹性模量等,可以作为确定岩土体的密度、强度的手段之一。

实践证明,地球物理勘探与其他方法密切配合,互为补充与验证,综合分析评价,可以取得较好的技术效果。因此地球物理勘探在工程地质勘察中深受人们的重视。特别对工程地质条件复杂的场区,更是不可缺少的勘察手段。

8.4.2 本条概括提出了地球物理勘探方法和其选用依据,关于各种方法的应用范围、仪器设备、操作方法、技术要求及成果整理等,可参考有关规程规范。

8.5 岩土水取样

8.5.4 对边坡土体部分采取Ⅰ、Ⅱ级土试样,其取土器规格、类型应按国家有关规范规定采用,为保证取土质量,原则上宜以静压取土为主。

8.5.7 湿陷性土是一种特殊土,主要包括湿陷性黄土与湿陷性碎石土和砂土。湿陷性黄土按现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 执行;湿陷性碎石土和砂土则按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 有关规定执行。

9 岩土水试验与原位测试

9.1 一般规定

9.1.2 本条强调了用于岩土工程评价的参数,要经过室内试验、原位测试成果或原型观测反分析成果相互比较、验证后综合确定。

9.1.3 应考虑多种因素综合选择试验与测试项目与方法。其试验与测试条件要尽可能与工程实际相适应。

9.2 土工试验与测试

9.2.1 土工试验应根据土类别,进行相应指标的试验,充分反映土体的工程特征。

9.2.2 土层的抗剪强度指标是露天煤矿边坡勘察中最为重要的指标之一。原位测试项目也主要是围绕获得抗剪强度指标来选择适宜的方法。可根据不同土层条件进行选择:

1 对于软土:可选择静力触探试验、十字板剪切试验与扁铲侧胀试验等;

2 对于一般黏性土:可根据实际情况选择现场直接剪切试验、静力触探试验、波速测试、标准贯入试验、旁压试验与扁铲侧胀试验等;

3 对于粉土:可根据实际情况选择现场直接剪切试验、静力触探试验、波速测试、标准贯入试验、旁压试验与扁铲侧胀试验等;

4 对于砂土:可根据实际情况选择现场直接剪切试验、静力触探试验、波速测试、标准贯入试验、旁压试验与扁铲侧胀试验等;

5 对于碎石类土:可根据实际情况选择现场直接剪切试验、动力触探试验、波速测试与旁压试验等。

9.3 岩石试验与测试

9.3.1 岩石试验项目应根据岩石的性质、状态等选择合理的试验方法。

4 断层破碎岩、不连续面、软弱结构层(面)、强风化泥岩的残余抗剪强度,应通过试样在直剪仪上重复剪或在环剪仪上环剪测定。

5 对抗水性弱或经常处于湿润状态下的岩石,进行力学性质试验时,由于不同岩样含水率的不同,因此应将岩样的含水率适当地控制在3个~4个档次,进行力学性质试验。

9.3.2 岩层的原位测试应根据工程特点的需要与岩层的岩性、风化程度等条件进行选择:

1 对于全风化岩层:可根据实际情况选择现场直接剪切试验、波速测试、标准贯入试验与旁压试验等;

2 对于强风化岩层:可根据实际情况选择现场直接剪切试验、波速测试、标准贯入试验、动力触探试验与旁压试验等;

3 对于中等风化~微风化岩层:可根据实际情况选择现场直接剪切试验、岩体原位应力测试、波速测试与点载荷试验等。

原位试验往往更接近实际,试验资料相对更加精确。但原位剪切试验由于受试验设备、地点和经济所限,一般不提倡进行。当工程确实需要时,应选择理想地点,并要求同一岩层参加统计的试验数据不应少于3个。

对于原位试验试体的准备通常用钢丝锯或锯片机切槽,对于软质岩石,可用风镐直接切割出试体。如在巷道中试验,可在靠近试验附近的巷道部分采用光面爆破技术。

9.4 排弃物料试验与测试

9.4.1~9.4.5 排弃物料的试验资料准确与否,关键是试验样品的选取、制作,应根据排土工艺、排弃物料的岩性、颗粒组成等因素

综合模拟确定。

9.5 水的试验与测试

9.5.1 本条规定了水的试验与测试工作的主要内容。

9.5.2 地下水水质分析因目的不同,可分为简易分析、全分析、特殊分析和专门分析。对于露天煤矿的岩土工程勘察,结合煤田地地质勘察工作内容,一般选取水质简易分析即可满足工程需要。

水质简易分析项目见现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 第 3.2.7 条。

9.5.3 地下水对边坡的稳定性影响非常大,因此,选取合适的地下水试验与测试方法确定水文地质参数是非常必要的。

具体的试验与测试方法、参数选取按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 有关规定执行。

9.5.4 当边坡工程需要采取治理措施时,会涉及钢筋混凝土结构工程,需要对水和土对钢结构和混凝土结构的腐蚀性进行专门评价,其评价方法应按照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 有关规定执行。

10 现场监测

10.1 一般规定

10.1.1 露天煤矿的现场监测工作是一项长期持续的工作。主要是针对边坡、排土场等进行的,露天煤矿的边坡、排土场形成于整个的采矿生产过程之中;因此,针对边坡、排土场进行的监测工作是与采矿工程同步进行的也是长期持续的。

露天煤矿的现场监测工作主要包括地下水压监测与位移监测。

10.1.2 现场监测的记录、数据和图件,应保持真实完整,并按工程要求及时整理分析。

10.1.3 现场监测资料,应及时向有关方面报送。当检测数据接近危及工程临近值时,必须加密监测,并及时报告。

10.1.4 由于监测工作是长期持续的,因此,监测报告应分阶段提交。正常情况下应分阶段提交月报、季报与年报;当发生特殊情况时,应不定期的及时提交报告。报告中应附有相关曲线和图纸,并进行分析评价,提出相应的建议与措施。

10.2 地下水压监测

10.2.1 水压监测资料为边坡地下水控制提供依据,用于边坡稳定性评价和指导地下水控制工程的实施,评价其控制稳定性效果。

10.2.2 建立水压计网络,根据地下水在岩土体中流动所遵循的路线即流线与等势线所形成的流网,以获得岩层内部水压的分布。

10.2.3 在地下水控制工程实施之前设置水压计有利于评价其效果。

10.2.4 水压计种类繁多,如竖管式、气动式、液动式、电气式、遥测式等。选择适宜的水压计最重要的因素是整个装置的时间滞后

性,同时也需考虑其坚固性和长期可靠性。竖管式、压阻传感型电器式水压计对露天煤矿较为适宜。

Ⅱ级监测程序说明见本规范条文说明第 10.3.2 条。

时间滞后是指当水压变化后,系统内的压力达到新的平衡所需的时间,取决于地层的渗透系数和压力变化而产生的体积变化。

10.2.5 在钻孔内进行水压监测必须满足的技术要求:清水钻进,层面及滑面位置清楚,根据条件选择适宜的封孔方法,保证地下水层严格封闭,确保监测成功。

10.2.6 本条对水压监测资料的整理提出具体要求。

10.3 位 移 监 测

10.3.1 由于地质条件及岩土工程性质的复杂多变,仅凭以往各阶段的勘察工作是很难完全清楚了解它们的;而边坡的变形测量则是判定边坡体是否稳定的最直接的评价指标。所以,进行位移监测是十分必要的。这样可以及时掌握边坡的动态,以确保人员及设备安全,为煤矿的连续安全生产创造条件。因此,本条作为强制性条文必须严格执行。

10.3.2 地下位移监测有水平、垂直、大地位移之分。

水平位移监测的最理想设备是移动式加速度计倾斜仪,目前国内外均有产品,采用在钢轨或无缝钢管上贴电阻应变片的方法,即应变式传感器对于浅层滑坡的边坡地下位移监测较为理想,而且还能用于防治工程的监测。

垂直位移监测是以非接触式检层的沉降仪较为理想。宜钻孔使用,采用倾斜仪和沉降仪对钻孔地层进行全方位的位移监测,但当滑体位移较大时(指沿弱层平移),上述仪器不能移动,测试将中断。

大地位移测量可以采用钻孔伸长计、固设式倾斜仪等来进行,是Ⅱ级监测后期的主要监测方法。边坡监测程序可分为三级。

I级监测,是指从采矿初期至发现不稳边坡之前所进行的监

测工作。采用光学测量仪器进行定期的地表位移监测是其主要工作内容。地下水是影响边坡稳定性的重要因素时,必须进行水压监测。

Ⅱ级监测,是在Ⅰ级监测或用其他勘察手段圈定出不稳定边坡分区之后进行的监测工作。监测的重点放在不稳边坡分区,通常采用监测地表及地下位移的多种测试技术,以确定不稳边坡的滑面位置、活动范围、变形形态,掌握边坡动态。如有边坡防治工程,必须进行水压、荷载等项监测。

Ⅲ级监测,是指在一些开采年限很久,并已形成高陡边坡的矿山,当存在的不稳边坡对生产已构成威胁时,或者是设计选取了最优边坡角需进行强化开采时,为连续生产提供条件所进行的监测工作。此时,一般需采用全天候的遥测方式(有线或无线式),必须将一切物理量转换成电信号。监测内容主要是位移。如有防治工程则需进行荷载监测及水压监测等。监测资料结合滑坡模式进行边坡稳定性评价或作出滑坡预报。

10.3.3 地表位移监测,通常是采用光学测量仪器利用测量网和觇标探测边坡位移。当边坡出现不稳迹象时,方可在不稳边坡分区进行精细的地表位移监测和地下位移监测。

钻孔孔径根据封孔方式难易程度、监测设备的直径以及工程的实际需要来确定,在 $\phi 108\text{mm} \sim \phi 200\text{mm}$ 间选取。

10.3.4 本条对位移的监测周期与监测深度作出了明确规定。

10.3.5 大地测量技术能对全矿边坡进行监测。最常用的方法是经纬仪和光电测距仪等光学测量仪器,测量工作必须由测量专业人员进行。

三等测量测试精度可满足稳定性评价要求,仪器精度不能小于要求。当边坡处于Ⅱ级监测时,在不稳定边坡分区必须建立观测网,并加密观测。

10.3.6 一般来说,到界边坡是露天煤矿的非工作帮或端帮,边坡的工作时间较长,因此,到界边坡的稳定性至关重要。所以,对于

到界的边坡,要求设立永久观测点。该条对永久观测点的设立提出了具体的技术要求。

10.3.7 位移计等监测技术是在不稳定边坡确定之后,或边坡出现张裂缝或地鼓等迹象时才采用。采用位移计等监测技术观测滑体位移,一般是在Ⅱ级监测程序进行。必要时采用遥测方式是指当工作人员较难进入滑坡地段,或者因测试工作量太大,或者是在Ⅲ级监测程序需要连续监测的场所或时期。

10.3.8 对于稳定性极差的边坡,需要及时整理地表与地下位移资料及关键点位移时间曲线,位移时间曲线一般分为加速、匀速、减速三个阶段,根据加速曲线变陡的趋势可预测边坡破坏的发生时间。

11 边坡稳定性评价

11.1 一般规定

11.1.1 采掘场的边坡稳定性评价所依据的基础资料是针对不同勘察阶段所提出的勘察成果进行的,由于不同勘察阶段的工作内容和深度不同,因此对边坡稳定的评价深度亦不同,各阶段的评价深度应根据本规范的有关规定执行。

11.1.2 露天采掘场占地面积较大,工程地质条件差别也会较大;各边帮的功能不同,各边帮在设计时也存在差异。因此,在进行采掘场边坡稳定性分析时,应综合考虑工程地质条件、边帮特点等分区进行评价,并对下一阶段边帮设计提出合理化建议。

边坡工程地质分区,应根据露天煤矿边坡倾向、岩体赋存、岩性构造等工程地质条件综合因素进行划分。

露天煤矿边坡一般包括一个工作帮、一个非工作帮、两个端帮,由于每个帮的坡面倾向不同,从而造成边坡工程地质条件的变化,如果沿岩层走向发现岩性和赋存等条件有变异时,还应根据地质条件另行划分代表性区段。

11.1.3、11.1.4 影响露天煤矿边坡稳定性的因素甚多,且极为复杂,目前只能将这些因素统分为岩体本身所固有的和外部环境条件造成的两种,即直接因素和间接因素。

直接因素是由边坡岩体的内在条件所决定的因素,如岩体的矿物成分、断层、节理、裂隙等。

间接因素是指边坡岩体强度受外部环境条件的影响而变化的因素,如水、震动、人类工程活动、风化等,这些因素可由人工控制改变其环境条件。

特别是应对已经存在的不良地质作用(包括滑坡、崩塌及岩

堆、泥石流、地裂缝、采空区等)对边坡稳定性的影响进行专门论证与评价。

11.1.5 由于采掘场边坡分为土体边坡与岩体边坡,特别是当覆盖土体较厚时,应分别对覆盖土体边坡和岩体边坡部分进行稳定性评价。

土体边坡体构成相对均匀,一般按圆弧法进行分析评价。

露天煤矿的岩体边坡据统计,绝大多数的滑坡均为顺层滑坡,滑动层面(带)多为岩层层面、结构层面(节理、裂隙、断层面)等,在进行岩体边坡稳定性分析时,应充分考虑结构层面的影响。

11.2 边坡稳定性分析

11.2.1 常见的边坡滑动破坏模式有平面、圆弧、折面、非圆曲面、楔形等五种形式,各种形式的主要特征分别为:

1 平面破坏:

1)滑面走向与边坡走向平行或近于平行;

2)滑面出露在坡面上,滑面倾角 β 小于边坡角 α ;

3)滑体两侧有裂面,侧向阻力甚小、产生滑坡的原因多为在边坡体内存在着与边坡倾斜面一致的弱层、弱面或其他地质结构面。

当弱层或结构面在边坡底部出露则极易产生局部滑坡。

2 圆弧形破坏:

1)滑动面呈近似固定半径的圆弧形;

2)滑面顶部产生垂直张裂隙;

3)张裂隙的走向与滑体的滑落方向垂直,圆弧形滑动面主要发生在土体或产状为水平及与边坡面相反倾向的均质及类均质岩体中,此种滑坡多为切层旋转滑坡。

3 非圆曲面破坏:

1)整个滑动面并非由一个固定半径控制的非均一曲面;

2)整个滑动面由曲直相间所构成。

4 折面破坏:折形滑面是由两个或两个以上平面构成的整体滑动面。

5 楔形破坏:

- 1)常以三维四面楔体形式出现;
- 2)楔体滑动时具有左右两个地质结构面;
- 3)楔体滑落常在局部边坡地段发生。

6 倾倒变形破坏:

- 1)岩体倾角很陡且呈柱状节理;
- 2)变形破坏是以多米诺骨牌倾倒形式出现;
- 3)变形破坏规模一般都不大,且不以滑动形式出现。

11.2.2 用于边坡稳定计算的各种极限平衡计算公式,均系根据某种破坏模式推导而来,在考虑力的因素时也有所差异,因此各种方法均有其特定的适用条件,如毕肖普法适用于圆弧滑动面,简布法适用于非圆曲面,萨尔玛法适用于折线形滑面等。

由于实践中所出现的滑面不可能与上述理想滑面完全相同,因此在确定预想滑面之后,应选择与之相关建立的两种计算公式同时计算,以便选择和确定适宜的稳定系数。

边坡稳定性设计是以稳定系数来表征其稳定程度的,因此不论以何种方式进行分析,均应以稳定系数作为评价指标。

11.3 边坡稳定性评价

11.3.1 表 11.3.1 按现行国家标准《煤炭工业露天矿设计规范》GB 50197 表 6.0.8 进行局部调整,主要是将临时工作边帮的稳定系数 1.00~1.20 调整为 1.05~1.20。对于工作边帮的稳定系数,设计规范将最小稳定系数设置为 1.00,处于极限平衡的临界状态,缺少一定的安全储备;因此,在制定本规范时将工作边帮的最小稳定系数设定为 1.05。

在使用该表选取边坡稳定系数时,应考虑边坡的时空效应,即边坡施工速度快、服务年限短,可选取小值;反之,边坡施工速度

慢、服务年限长,则选取大值。

11.3.2 地震烈度为7度时能在山区偶尔形成小的滑坡,一些房屋可以造成轻微的破坏,因此对地震烈度大于或等于7度的矿区进行边坡稳定性评价时,应评价地震对边坡稳定性的影响。

11.3.3 在露天采掘场内通常不允许在边坡上有动水流存在,当有动水流存在时,应及时采取相应的疏干措施加以解决。

当边坡体内有静水压力存在时,必须考虑静水压力对边坡稳定性的影响,当缺少静水压力资料时应采用不同水压状态下对边坡稳定的敏感性分析。

11.3.4 露天采掘场边坡体内或下部有采空区分布时,在露天采掘以后破坏了原来的应力平衡状态,从而引起岩层移动和变形,对此应根据采空区的分布范围、影响距离来估计和评价它对露天采掘场边坡的影响,并提出改善边坡稳定性的建议措施。

11.4 排土场边坡稳定性评价

11.4.1 影响排土场边坡稳定性的重要因素,除排弃物料自身的强度以外,还有排土场基底的承载能力。尤其是软基底变形产生的影响,因此在评价排土场边坡稳定性时,不仅评价边坡角的大小,还应对最大排弃高度,基底能否产生变形或产生变形后的影响距离进行评价。

11.4.2 排土场的稳定性与排弃高度主要是受排土场基底的软弱程度与排弃物料的组成成分控制的。排土场基底分为坚硬基底与软弱基底,特别是软弱基底排土场,排土场基底的地基承载力是控制排土场稳定与排土高度的制约性因素;排弃物料是由不同岩土剥离量的比例确定的。一定时期内的各种岩土比例可按采掘计划确定,因此在确定其物理力学性质计算参数时应进行不同比例岩土的物理力学性质试验,以取得排弃物料的物理力学性质计算参数。

11.4.3 排土场边坡破坏模式图是根据国内外的理论与实践资料

绘制的,不仅考虑排弃物料的力学强度,同时还考虑了排土场基底工程地质条件对边坡稳定性的影响,由于其他影响因素较为复杂,在图中未加考虑,为此仅供在确定排土场滑坡破坏模式时参考。参见附录 D。

11.4.4 目前国际上通用并广泛被设计部门采用的均为极限平衡计算方法,并且以稳定系数表示边坡的稳定程度,稳定系数的选取范围是根据国内外有关资料与国内各矿山多年的生产实践综合确定的,一般以 1.20~1.50 为宜。

11.4.5 水对边坡稳定性的危害较大,如大量地表水渗入到排土场土体中会对排土场的稳定性产生严重的影响,如在排土场基底有承压水存在时,应注意基底产生变形后有无突水的危险,因此防止地表水与地下水对边坡稳定产生不利的影响,必须采取有效的防治水措施,以改善边坡稳定条件。

12 岩土工程评价和勘察成果

12.1 一般规定

12.1.1 露天煤矿边坡岩土工程勘察工作应遵循一定的程序进行,研究的问题应针对影响边坡稳定的工程地质条件由浅入深,由粗到细,分阶段逐步开展工作。各勘察阶段所要求的内容和深度,应根据不同设计阶段的具体要求按本规范的有关规定执行。

12.1.3 工程地质分区是以岩性、构造、水文地质条件等主要因素为依据进行划分的,在同一工程地质分区内,这些主要因素应基本相同或一致,各分区的边坡可用单一的剖面 and 相同的计算参数来表示。

12.1.4 重要的岩土物理力学试验数据,主要是指参与边坡稳定性分析与计算的抗剪强度,由于试验方法、条件和操作人员水平等因素,对确定内摩擦角和黏聚力有直接影响,因此原始剪切试验数据对正确选择合理的计算参数有重要参考价值,原始试验数据也应作为原始资料附在勘察报告中。

12.2 岩土参数的分析与选取

12.2.2 由于试验与测试仪器设备、条件、方法的差异以及地层不均匀性的影响,往往会出现一些异常数据,要对这些数据进行仔细分析,对于无代表性或过于离散、显著不合理的数据,要加以删除。

无代表性指标主要是指:

1 根据地区经验或钻孔与探井取样对比,利用容重、孔隙比、湿陷系数等指标判定土样在取样过程中已严重扰动;

2 土样密封失效或存放期过长(一般不宜超过3周),使土样中水分已散失或由于钻探工艺不当造成含水率增大;

- 3 有充分理由证明土样确已扰动；
- 4 由于测试仪器失灵、操作失误，造成数据失真；
- 5 从少量薄夹层或透镜体中获取的不属于同一土性的试验数据。

但当指标出现异常而又不能查明其原因时，应重新研究工程地质单元体划分的合理性，谨防软弱夹层的漏划。

12.2.3 划分工程地质单元体应在地质单元体(地质分层)基础上进行，并满足下列条件：

- 1 处于同一构造部位或地貌单元，并属相同的地质年代及成因类型；
- 2 具有基本相同的矿物及粒度组成、结构构造、物理力学性质和工程特性；
- 3 指标虽离散，但无明显的空间变化规律；
- 4 影响岩、土工程特性的因素基本相近。

12.2.4 岩土物理力学指标的统计与选取执行本规范附录 E。附录 E 的重点是抗剪强度黏聚力 c 、内摩擦角 ϕ 值应考虑互相关。当采用概率方法评价边坡稳定性，则需要对大量试验数据进行分析。绘制直方图的目的，是便于根据数据的分布形态确定分析和选取计算数据的方法。

12.3 岩土工程勘察报告

12.3.1 本条规定了岩土工程勘察报告包括的内容。

1 岩土工程勘察报告的内容与编制形式，应视解决的工程问题和勘察区域的工程地质条件而异。不同工程在同一勘察阶段，由于工程地质条件不同，其工作内容与任务要求也不尽相同；同时也要选择适宜的工程标准规范作为工作依据。因此在勘察报告中，必须阐明勘察目的、任务要求与依据的标准。

2 在叙述勘察工作完成的概况时，应对勘察工作的有关方面加以详细描述，主要包括：工作区域的交通、地理位置、工作量布置

与实际完成情况、工作质量、试验与测试方法、工作时间与参加人员情况等。

4 在阐述采掘场的工程地质、水文地质条件及影响边坡稳定性因素时,必须根据勘察区域的工程地质条件、水文地质条件及不同勘察阶段所要求的内容有针对性的加以说明。特别是各岩组的工程性质、赋存条件、构造特征及影响边坡稳定的软弱结构层(面)的产状、性质和分布规律以及可能影响边坡稳定的不良地质作用和其他因素等。

7 内、外排土场的工程地质条件,主要指排土场基底的工程地质条件;特别是软基底排土场,岩土层的结构特征、赋存条件、物理力学性质及其极限承载力是影响排土场边坡稳定性的重要因素,因此要求在报告中应重点加以阐述。

8 露天煤矿排土场的排弃物料一般均为岩土混排,不同比例的岩土性质又决定了不同的物理力学计算参数,这种参数可按采掘计划确定出不同的岩土比例,并取不同比例的岩土样按不同的含水率制作重塑样,进行物理力学性质试验取得。

10 坚硬基底排土场的边坡高度与边坡角度间呈 $H=f(\alpha)$ 函数关系;但软弱基底排土场边坡高度 H 既受到边坡角度的影响,又会受基底承载力的制约。因此,合理的边坡高度与角度,需要根据具体的场地条件进行综合分析,才能得出正确的结论性意见。

12 维护采掘场与排土场边坡稳定性的建议,应针对影响边坡稳定的各种因素,尤其是间接因素提出改善边坡稳定性的建议与改善边坡稳定性的措施,以及所应采取的监测手段等。

12.3.2 岩土工程勘察报告应包括条文中所规定的图表,但不局限于这些要求,可以根据实际情况加以调整,特别是当存在特殊类型的问题,应补充专门研究报告。

条文中图表的要求主要是结合露天煤矿的特点,按《露天煤矿地质规程》(试行)([83]煤生字 1589 号)提出的要求。