

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 51119 – 2015

冶金矿山排土场设计规范

Code for waste dump design of metal mine

2015 – 08 – 27 发布

2016 – 05 – 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

冶金矿山排土场设计规范

Code for waste dump design of metal mine

GB 51119 - 2015

主编部门：中 国 冶 金 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 6 年 5 月 1 日

中国计划出版社

2015 北 京

中华人民共和国国家标准
冶金矿山排土场设计规范
GB 51119-2015



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 3.5 印张 86 千字

2016 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 1 次印刷



统一书号: 1580242·832

定价: 21.00 元

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 889 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《冶金矿山排土场设计规范》的公告

现批准《冶金矿山排土场设计规范》为国家标准,编号为 GB 51119—2015,自 2016 年 5 月 1 日起实施。其中,第 7.3.5 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 8 月 27 日

前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2009〕88 号)的要求,由中冶北方工程技术有限公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,规范编制组进行了全面的调查分析,认真总结了我国冶金矿山排土场的设计和生产经验,广泛征求了设计、科研、高等院校、生产单位等多方面的意见,经多次讨论、反复修改,最后经审查定稿。

本规范共分 11 章和 1 个附录,主要内容包括总则,术语,基本规定,场址选择,排土工艺,排土场安全稳定性,排土场安全防护,排土场病害防治,排土场复垦,排土场关闭,综合利用与环境保护等。

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,由中国冶金建设协会负责日常管理,由中冶北方工程技术有限公司负责具体技术内容的解释。在执行本规范过程中,如有意见和建议,请寄中冶北方工程技术有限公司(地址:辽宁省大连市经济技术开发区同汇路 16 号,邮政编码:116622,E-mail:netckjb@netcgroup.com,传真:0411-65891412)。

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:中冶北方工程技术有限公司

参 编 单 位:中国科学院武汉岩土力学研究所

中冶长天国际工程有限责任公司

中冶京诚(秦皇岛)工程技术有限公司

中钢集团马鞍山矿山研究院

太原钢铁(集团)有限公司矿业分公司
攀钢集团矿业有限公司
密云冶金矿山公司

主要起草人:刘召胜 周 育 王少泉 韩 波 汪海滨
陆 锋 李小春 滑本领 车 群 冯先德
冯百裕 刘建峰 赵阳囤 程崇强 巴家泓
白 俊 杨忠林 陈光富 黄礼富 白逢义
王宇宙 史章良 邵志明 项宏海 文孝廉
王 鹏 石 露 蒋胜文 杨礼元 曹 阳
田春秋 东龙宾

主要审查人:王洪俊 邵安林 董 涛 高 烈 马法成
米子军 谢琪春 石 伟 王文潇 李旭东
范长森 王运敏 梁 勇 唐绍辉 王成华
孙世国 李向明

目 次

1 总 则 (1)

2 术 语 (2)

3 基本规定 (4)

 3.1 排土场设计原则 (4)

 3.2 排土场等级划分 (4)

 3.3 排土场设计内容 (5)

 3.4 设计基础资料 (6)

 3.5 排土场区工程地质、水文地质勘查 (6)

 3.6 排土场稳定性与安全措施 (7)

4 场址选择 (8)

 4.1 一般规定 (8)

 4.2 排土场场址 (8)

 4.3 内部排土场场址 (8)

5 排土工艺 (10)

 5.1 排土方式 (10)

 5.2 堆置要素 (12)

 5.3 排土计划 (13)

 5.4 防护距离 (14)

 5.5 排土场用地 (15)

 5.6 排土场辅助设施 (15)

6 排土场安全稳定性 (16)

 6.1 一般规定 (16)

 6.2 计算方法 (16)

 6.3 计算模型与参数 (17)

6.4 安全稳定性标准 (17)

7 排土场安全防护 (19)

7.1 主动防护 (19)

7.2 防排洪 (20)

7.3 排土场灾害防治 (20)

8 排土场病害防治 (22)

9 排土场复垦 (24)

10 排土场关闭 (25)

11 综合利用与环境保护 (26)

附录 A 排土场分类与说明 (27)

本规范用词说明 (29)

引用标准名录 (30)

附:条文说明 (31)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(4)
3.1	Design principles of waste dump	(4)
3.2	Grade of waste dump	(4)
3.3	Design content of waste dump	(5)
3.4	Basic design data	(6)
3.5	Engineering geological, hydrogeological investigation of waste dump	(6)
3.6	Stability and safety measures of waste dump	(7)
4	Site selection	(8)
4.1	General requirements	(8)
4.2	External dump site	(8)
4.3	Internal dump site	(8)
5	Dump process	(10)
5.1	Dump mode	(10)
5.2	Stacking elements	(12)
5.3	Dump plan	(13)
5.4	Protection distance	(14)
5.5	Waste dump land	(15)
5.6	Ancillary facilities of waste dump	(15)
6	Security and stability of waste dump	(16)
6.1	General requirements	(16)
6.2	Calculation method	(16)

6.3	Calculation model and parameters	(17)
6.4	Safety and stability standards	(17)
7	Safety protection of waste dump	(19)
7.1	Active protection	(19)
7.2	Anti-flood drainage	(20)
7.3	Disaster prevention of waste dump	(20)
8	Disease prevention of waste dump	(22)
9	Reclamation of waste dump	(24)
10	Closing waste dump	(25)
11	Comprehensive utilization and environmental protection	(26)
Appendix A	Classification and description of waste dump	(27)
	Explanation of wording in this code	(29)
	List of quoted standards	(30)
	Addition: Explanation of provisions	(31)

1 总 则

1.0.1 为规范冶金矿山排土场设计,贯彻国家技术经济政策,达到冶金矿山排土场安全和环境保护的目的,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建的冶金矿山排土场设计。

1.0.3 冶金矿山排土场的设计应贯彻执行节约用地、水土保持、地质灾害防治、土地复垦及环境保护等方针政策。

1.0.4 冶金矿山排土场设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 排土场 waste dump, spoil dump

堆放剥离物的场所,也称废石场,是指矿山采矿排弃物集中排放的场所。

2.0.2 内部排土场 internal waste dump

剥离物堆放在露天采场内。

2.0.3 外部排土场 external waste dump

剥离物堆放在露天采场境界以外的排土场。

2.0.4 剥离物 overburden

剥离出的覆盖表土、岩石,也称废石。

2.0.5 排土 waste disposal

将剥离物排入堆存场地的作业过程。

2.0.6 排土场沉降系数 subsidence factor of waste dump

排土场经过一段时间后下沉的高度与排土场下沉前高度的比值。

2.0.7 排土场复垦 reclamation of waste dump

将排土场恢复和改造到可以利用的状态。

2.0.8 台阶 bench

排土场内的剥离物,通常划分为一定高度分层进行排土堆置,称为台阶。

2.0.9 台阶高度 bench height

排土台阶坡顶线至坡底线间的垂直距离。

2.0.10 堆置高度 heap height

各台阶高度的总和。

2.0.11 稳定性分析 stability analysis

对与工程相关的岩土是否会发生过量变形或破坏而进行的综合评价。

2.0.12 排土计划 dump plan

安排逐年排弃的剥离物数量、排土地点以及排土方式等相关工作的总称。

2.0.13 排土场关闭 closing waste dump

排土场在服务年限结束后,应根据实际堆排状况和相关资料进行关闭设计。

2.0.14 安全防护距离 safety protective distance

为保护排土场周边应保护对象而留有一定的安全距离。

3 基本规定

3.1 排土场设计原则

- 3.1.1 排土场设计应符合矿山建设的总体规划,并应与当地土地利用总体规划、农田水利规划、交通运输规划相协调。
- 3.1.2 场址选择应在满足安全可靠的前提下考虑排土工艺、征地动迁、安全措施等因素进行方案论证。
- 3.1.3 排土场设计应满足矿山生产服务年限的全部容量,排土场用地可根据排土计划分期征用。
- 3.1.4 排土场设计应进行现场勘查或工程地质、水文地质勘查工作。
- 3.1.5 排土场结束后应进行关闭设计。

3.2 排土场等级划分

- 3.2.1 排土场的等级应根据场地条件、排土场堆置高度及排土容积按照表 3.2.1 的规定划分为四级。

表 3.2.1 排土场等级分级表

等级	场地条件	堆置高度 $H(m)$	排土容积 $V(10^4 m^3)$
一	不良	$H>180$	$V>20000$
二	复杂	$120<H\leq 180$	$5000<V\leq 20000$
三	一般	$60<H\leq 120$	$1000<V\leq 5000$
四	良好	$H\leq 60$	$V\leq 1000$

- 注：1 排土场分级应按场地条件进行分级,然后按照排土场堆置高度和排土容积进行等级调整。
- 2 当排土场场地条件为不良时,排土场等级为一级;当排土场场地条件为复杂、一般和良好时,应按照排土场堆置高度和容积进行等级调整。
 - 3 当按照场地条件划分,排土场等级低于排土场堆置高度和容积划分的排土场等级时,应按照排土场的堆置高度与容积进行划分。排土场堆置高度和

容积划分等级两者的等差为一级时,采用高标准;两者的等差大于一级时,采用高标准降低一级使用。

4 场地条件可分为下列四类:

不良场地:地形坡度 $\geq 24^\circ$ 、场地内存在大范围软弱地基土或湿陷性黄土、易发生泥石流灾害;

复杂场地: $12^\circ \leq$ 地形坡度 $< 24^\circ$ 、场地内部分存在软弱地基土或湿陷性黄土、低易发生泥石流灾害;

一般场地: $6^\circ \leq$ 地形坡度 $< 12^\circ$ 、场地内部不存在软弱地基土或湿陷性黄土、非易发生泥石流灾害;

良好场地:地形坡度 $< 6^\circ$,场地地基良好。

3.2.2 排土场防洪设施设计洪水频率,一、二级排土场洪水重现期不应小于 50 年,三、四级排土场洪水重现期不应小于 20 年,临时性排洪工程可降低标准,但洪水重现期不应小于 10 年。

3.2.3 排土场安全防护距离应根据保护对象和排土场等级综合确定。

3.2.4 排土场可按照地形条件、堆置方式、运输方式、地基土特征、周边环境、排土场容积等方式及因素进行分类,分类应符合本规范附录 A 的要求。

3.3 排土场设计内容

3.3.1 排土场设计应符合矿山开采设计总体要求,包括选址、工艺设计、安全稳定性分析、安全对策措施、安全防护距离、复垦规划、环境保护等内容。

3.3.2 排土场设计应说明场址选择的合理性、可靠性,以及土地占用状况、周边设施与环境状况。

3.3.3 工艺设计应包括排土方式、堆置方式、堆积要素、服务年限、排土计划、容积、安全防护距离、运输系统、设备选择。

3.3.4 排土场设计应对不同堆积状态条件下的排土场进行安全稳定性计算分析,并应对参数选取、资料的可靠性等方面进行说明。

3.3.5 排土场设计应根据排土工艺、安全稳定性和周边环境提出

安全对策措施。

3.3.6 排土场设计应提出排土场复垦规划。

3.4 设计基础资料

3.4.1 地形图资料应包括下列内容：

1 现状地形图(1:1000~1:2000),或与采矿场相同比例尺的地形图。

2 区域地形图(1:5000~1:10000)。

3 工程地质和水文地质勘查资料。

4 排弃物料的物理性质、化学性质、粒度级配及力学性质资料。

5 气象、气候、环境、地形、地貌等自然条件及地质灾害评估、地震等资料。

3.4.2 排土场周边地区有关规划情况应包括当地土地利用总体规划、农田水利规划、交通运输规划以及排土场现状资料和既有设施状况。

3.5 排土场区工程地质、水文地质勘查

3.5.1 排土场应按照可行性研究、初步设计、施工图设计阶段进行相应的勘查,工程地质、水文地质勘查工作。

3.5.2 可行性研究阶段应以地质勘查报告等资料为基础,根据矿区地形地貌、工程地质及水文地质特征,通过现场地质勘查工作进行。

3.5.3 初步设计阶段勘察应以工程地质及水文地质测绘为基础,并应针对场地特征选用物探、钻探、槽(井)探等方法进行。

3.5.4 初步设计阶段勘察应包括下列内容：

1 排土场区自然地理特征、气象特征、水文地质特征、地形地貌特征、自然灾害特征。

2 排土场区地基土特征、软弱地基土分布范围及特征。

3 排土场区地下水,地表水系特征,补给、径流特征。

4 排土场地基土的物理力学性质参数。

3.5.5 施工图阶段应对防排水设施、堆石坝设施等防护工程进行勘察。

3.6 排土场稳定性与安全措施

3.6.1 新建排土场应进行排土场稳定性分析与安全措施设计,改、扩建矿山应进行排土场稳定性论证。

3.6.2 排土场关闭应进行稳定性论证,并应根据稳定性状况提出安全措施。

3.6.3 生产矿山宜进行定期的排土场稳定性分析与评价。

4 场 址 选 择

4.1 一 般 规 定

- 4.1.1 排土场场址应满足与采矿场、工业场地(厂区)、居民点、铁路、公路、输电及通信干线、水域、隧洞等设施的安全防护距离的要求。
- 4.1.2 排土场不宜设在工程地质和水文地质不良地带。
- 4.1.3 不得将排土场选在水源保护区、江河、湖泊、水库上,排土场不得侵占名胜古迹保护区和自然保护区。
- 4.1.4 排土场宜充分利用山坡、沟谷的荒地。
- 4.1.5 排土场场址不宜设于居民区和工业厂区常年主导风向的上风侧和生活水源的上游。
- 4.1.6 排土场的容量应满足矿山服务期内所排弃的全部岩土量。
- 4.1.7 排土场应一次规划,分期实施。
- 4.1.8 有回收利用价值的岩土和表土应单独堆存。

4.2 排土场场址

- 4.2.1 排土场不应布置在具有形成泥石流条件、排水不良、可能危及露天采矿场、井(硐)口、工业场地、居住区、村镇、交通干线等重要建(构)筑物的上游。
- 4.2.2 排土场场址宜设置在原地形坡度不大于 12° 、场地条件简单的沟谷,不宜设置在汇水面积大、沟谷纵坡陡、出口不易拦截的山谷中。当无法避开时,应采取截排水及安全防护措施。
- 4.2.3 排土场应靠近采场。

4.3 内部排土场场址

- 4.3.1 具有多个露天采场的矿山,可按采场开采顺序,将开采结

束后的采场作为内部排土场；露天采场进行分期开采，并有两个以上不同标高露天底时，具备内排条件的可利用已靠最终帮的露天采场作为内部排土场。

4.3.2 露天开采缓倾斜矿床矿山，可通过合理安排开采顺序实现内部排弃。

4.3.3 分期开采露天矿山，经过技术经济比较确定后，可在远期开采境界内布置临时排土场。

4.3.4 地下开采的矿山，可将地表错动区域作为内部排土场，但应充分考虑错动区域塌陷可能对排土作业造成的安全影响，并应根据塌陷范围安排排土计划和排土工艺。

4.3.5 露天转地下开采矿山，可利用靠最终帮的露天采场作为地下开采阶段的排土场。

5 排 土 工 艺

5.1 排 土 方 式

5.1.1 排土方式应根据矿山开拓运输方式、岩土性质、运输量、运输距离,并结合排土场地形、地质条件等因素比较后确定。

5.1.2 排土方式宜符合表 5.1.2 的要求。

表 5.1.2 排土方式

序号	排 土 方 式	作 业 程 序	适用条件及特点
1	汽车-推土机	采用汽车运输,推土机排土	工艺简单,机动性大,各类型矿山都适用
2	铁路-装载挖掘机	采用铁路运输,装载挖掘机转排	运量大,运距长、运输高差小的大型矿山
3	胶带-排土机	采用胶带运输,排土机排土	运量大,运距长、运输高差大的大型矿山
4	铲运机	铲运机装载、运输、排土	运量小,运距短的小型矿山
5	小型机具	窄轨机车牵引(或人力推或自溜),手工机具整平、移道	运输量小的小型矿山

5.1.3 汽车-推土机排土应符合下列规定:

- 1 排土卸载平台边缘应有固定或移动的挡车设施,其高度不应小于轮胎直径的 1/2。
- 2 排土场平台应平整,排土线应整体均衡推进,排土工作面向坡顶线方向应有 2%~5%的反坡。
- 3 道路应符合现行国家标准《厂矿道路设计规范》GBJ 22 的有关规定。

5.1.4 铁路-装载挖掘机排土时,排土线的设置应符合下列规定:

- 1 铁路排土线应设备用线,备用线数量应为生产线数量的 20%。当排土场为两处以上时,每处排土场至少应设一条备用排

土线。

2 装载挖掘机排土,一条排土线宜配一台装载挖掘机。排土线的通过能力应比装载挖掘机生产能力高 15%~20%。

3 在独头卸载线端部应设置车挡。车挡应有完好的挡栏指示和灯光示警。独头线的起点和终点应设置铁路障碍指示器。

4 排土线长度可按表 5.1.4 选取。

表 5.1.4 排土线长度 单位:列车长度

排土设备	条 件	准 轨	窄 轨
装载挖掘机	一般	5~6	----
	困难	3	----
推土机	一般		4~5
	困难	-	3
前装机	一般	2~3	-
	困难	1~2	-

5 铁路运输线路应符合现行国家标准《冶金露天矿准轨铁路设计规范》GB 50512、《钢铁企业总图运输设计规范》GB 50603 的有关规定。

5.1.5 胶带-排土机排土应符合下列规定：

1 排土线长度宜满足 2~3 个月的移设周期要求。

2 上排台阶高度应根据排料臂长度、倾角、排弃物料抛出水平距离、排土机中心线至排土台阶坡底线安全距离,以及排土台阶坡面角等因素确定。

3 下排台阶高度应根据排料臂水平投影长度、排土机中心线至排土台阶坡顶线安全距离和稳定性计算综合确定。

4 排土机排土前应修筑初始路堤。初始路堤宽度应根据移置胶带机中心线至路堤边缘距离、移置胶带机中心线至排土机中心线距离、排土机中心线至路堤边缘距离综合确定。

5 胶带-排土机应设置初始排土机组装场地,场地面积不宜小于 100m×50m,并应进行碾压。

6 采用排土机排土,应进行不均匀沉降计算,并应提出反坡坡度。

7 排土机距坡顶线应留有安全距离,安全距离应根据排土台阶高度、堆排物料性质和设备荷载确定。

8 胶带机应符合现行国家标准《带式输送机工程设计规范》GB 50431 的有关规定。

5.1.6 山坡露天矿多台阶排土时,宜采取高土高排,低土低排的方式。

5.1.7 多台阶同时作业排土场的下部排土台阶应与上部排土台阶保持超前堆置宽度。

5.2 堆置要素

5.2.1 排土场主要设计堆置要素应包括堆置总高度、台阶高度、平台宽度、排土场边坡角度、容积、占地面积。

5.2.2 排土场台阶高度、总堆置高度、边坡角度、平台宽度应按照排土工艺、剥离物的物理力学性质、地形、水文地质及工程地质、气候条件等因素通过排土场稳定性计算分析确定。

5.2.3 多台阶排土场的总体边坡角应满足排土场整体稳定性要求。

5.2.4 排土场的容积应根据岩土剥离总量、体重、松散系数和沉降系数确定。

1 排土场有效容积计算应按下式计算,其中剥离岩土的松散系数(K_s)的取值应符合表 5.2.4-1 的规定,剥离岩土的沉降系数(K_c)的取值应符合表 5.2.4-2 的规定:

$$V_y = V_s \times K_s / (1 + K_c) \quad (5.2.4-1)$$

式中: V_y ——排土场设计的有效容积(m^3);

V_s ——剥离岩土的实方数(m^3);

K_s ——剥离岩土的松散系数;

K_c ——剥离岩土的沉降系数。

2 排土场的设计总容积应按下式计算：

$$V = K_1 \times V_y \tag{5.2.4-2}$$

式中： V ——排土场设计总容积(m^3)；

K_1 ——容积富余系数，取 1.02~1.05；

V_y ——排土场设计的有效容积(m^3)。

表 5.2.4-1 岩土松散系数

种类	砂	砂质黏土	黏土	带夹石的黏土岩	块度不大的岩石	大块岩石
岩土类别	I	II	III	IV	V	VI
初始松散系数	1.10~1.20	1.20~1.30	1.24~1.30	1.35~1.45	1.40~1.60	1.45~1.80
终止松散系数	1.01~1.03	1.03~1.04	1.04~1.07	1.10~1.20	1.20~1.30	1.25~1.35

表 5.2.4-2 排土场沉降系数参考值

岩土种类	沉降系数(%)	岩土种类	沉降系数(%)
砂质岩土	7~9	硬黏土	24~28
砂质黏土	11~15	泥夹石	21~25
黏土质	13~15	粉质黏土	18~21
黏土夹石	16~19	砂和砾石	9~13
小块度岩石	17~18	软岩	10~12
大块度岩石	10~20	硬岩	5~7

注：服务年限短的排土场可不考虑下沉率。

5.3 排 土 计 划

5.3.1 排土计划应根据逐年岩土量、排土方式、运排设备能力、排土场总容积及排土顺序进行编制。

5.3.2 排土计划编制应符合下列规定：

- 1 排土计划编制应考虑岩土流向，并应避免出现短期排弃高峰、反向运输；
- 2 基建期排岩应与生产期排岩衔接；
- 3 排弃能力应满足岩土量增长需要，并应留有余量。

5.3.3 排土计划应编制岩土逐年排弃计划表。

- 5.3.4 排土计划应绘制矿山排土场终了平面图。
- 5.3.5 1级、2级、3级排土场宜绘制前5年年末图及后期关键年份或状态排土场年末图。

5.4 防 护 距 离

- 5.4.1 不具有形成泥石流条件、基底工程地质或水文地质条件良好的排土场,设计最终坡底线与主要设施、场地、居住区等的安全距离应满足下列规定:

1 当不设置防护工程时,排土场设计安全防护距离应按表5.4.1确定;

2 当设置防护工程时,应按采取工程措施要求确定。

表 5.4.1 排土场设计安全防护距离

序号	名 称	排土场等级			
		一	二	三	四
1	国家铁(公)路、航道、 高压线路铁塔等重要设施	$\geq 1.5H$	$\geq 1.5H$	$\geq 1.25H$	$\geq 1.0H$
2	矿山铁(公)路干线(不包括 露天采场生产道路)等	$\geq 1.0H$	$\geq 1.0H$	$\geq 0.75H$	$\geq 0.75H$
3	露天采场开采终了境界线	应根据边坡稳定性及坡底线外地面坡度情况确定,当地面坡度逆坡时,不应小于30m;当地面坡度顺坡时,不应小于1.0H			
4	村庄、居住区、工业场地等	$\geq 2.0H$	$\geq 2.0H$	$\geq 2.0H$	$\geq 2.0H$

注:1 表中 H 值为排土场设计最终堆置高度。
2 安全防护距离,航道应由设计水位的水位线算起;铁路、公路由其设施边缘算起;建(构)筑物应由其边缘算起;工业场地应由其边缘或围墙算起。

- 5.4.2 复杂及不良场地条件的排土场,其设计最终坡底线与主要设施、场地、居住区等的安全距离应根据所采取的安全措施论证确定,一般场地排土场设计安全防护距离应满足本规范表 5.4.1 的要求。
- 5.4.3 设置在露天开采境界周边排土场应分析对露天采场边坡

稳定性的影响。

5.5 排土场用地

5.5.1 排土场用地宜根据矿山总体设计需要,一次规划,分期征用。

5.5.2 排土场的用地面积应按总容积计算出占地面积、排土场防排洪设施及其他安全防护措施等工程用地,还应包括排土场最外坡脚的滚石防护距离。

5.6 排土场辅助设施

5.6.1 排土场应设置防排水系统。

5.6.2 排土作业区应设置照明系统。

5.6.3 排土作业区应设置醒目的安全警示标志。

5.6.4 铁路运输排土场辅助设施设计应符合现行国家标准《冶金露天矿准轨铁路设计规范》GB 50512 的有关规定。

6 排土场安全稳定性

6.1 一般规定

6.1.1 可行性研究阶段应进行排土场灾害可能性分析,初步设计阶段应进行排土场稳定性分析。改、扩建矿山应对现状排土场进行稳定性论证。

6.1.2 排土场稳定性分析应依据下列基础资料:

- 1 工程地质及水文地质勘查资料。
- 2 排弃物料颗粒级配筛分及物理力学性质试验报告。
- 3 原始地形地质图(比例尺大于 1:2000)、现状地形图(比例尺大于 1:2000)。
- 4 年末图及堆置要素。

6.1.3 排土场稳定性分析应包括下列内容:

- 1 工程地质、水文地质分析。
- 2 排弃物料物理力学性质分析。
- 3 堆置要素与计算方案。
- 4 稳定性计算分析。
- 5 安全稳定性对策措施。
- 6 稳定性分析结论及建议。

6.1.4 改、扩建矿山排土场安全稳定性论证应包括排土场堆置要素与排土工艺分析。

6.2 计算方法

6.2.1 排土场稳定性计算方法应根据排土工艺、堆置要素和潜在的破坏模式选取。

6.2.2 计算方法应包括定性分析和定量计算。

- 6.2.3 采用工程地质类比法时应结合排土场破坏机理、主要影响因素判别破坏模式。
- 6.2.4 定量计算方法应包括极限平衡法或数值分析方法。采用极限平衡法计算时,应根据破坏模式选择计算方法。
- 6.2.5 排土场稳定性论证应采取极限平衡法与数值计算法综合分析。

6.3 计算模型与参数

- 6.3.1 排土场稳定性计算模型应综合地形地貌、地基特征、水文地质特征、物料特征、排土场堆置要素、堆积过程等因素确定。
- 6.3.2 排土场稳定性计算参数选取应符合下列规定：
- 1 排土场地基力学指标应按照排土场工程地质勘查试验成果,并结合地层结构特征综合确定；
 - 2 排弃物料力学指标宜根据筛分试验和三轴试验成果确定；
 - 3 新建矿山排土场,可根据岩体特征和开采工艺、排土工艺,通过工程类比选取。
- 6.3.3 排土场稳定性计算工况应符合下列规定：
- 1 排土场稳定性计算工况应根据重力、降雨及地下水、地震或爆破震动影响确定为自然工况、降雨及地下水工况、地震或爆破震动工况三种。
 - 2 当排土场影响范围内存在重要设施时,荷载也应考虑在内。

6.4 安全稳定性标准

- 6.4.1 安全稳定性标准应根据排土场等级和计算工况确定。
- 6.4.2 自然工况条件下,排土场整体安全稳定性标准应符合表 6.4.2 的规定。

表 6.4.2 排土场安全稳定性标准

排土场等级	安全标准
—	1.25~1.30

续表 6.4.2

排土场等级	安全标准
二	1.20~1.25
三	1.15~1.20
四	1.15

注：1 自然工况条件指重力、稳定地下水位、正常施工荷载的组合。
2 排土场下游存在村庄、居民区、工业场地等设施时，相应区域排土场安全标准应取上限值。

6.4.3 排土场的整体稳定性应校核降雨工况。降雨工况，整体排土场安全标准可在表 6.4.2 规定的基础上降低 0.05，最低安全系数不得低于 1.10。

6.4.4 地震基本烈度为 7 度及 7 度以上地区的排土场，整体稳定性应校核地震工况。地震工况作用下，排土场整体安全标准可在本规范表 6.4.2 规定的基础上降低 0.05~0.10，但最低安全系数不得低于 1.10。

6.4.5 排土场台阶安全稳定性宜根据物料特性、地基条件、排土方式，通过控制阶段高度和排弃强度保证。

7 排土场安全防护

7.1 主动防护

7.1.1 软弱地基排土场应控制第一台阶高度,对地基堆载预压,提高地基承载力。台阶最大堆高可按下式计算:

$$H = 10^{-1} C \cot \varphi \gamma^{-1} [\tan^2 (45 + \varphi/2) e^{\pi \tan \varphi} - 1] \quad (7.1.1)$$

式中: C ——粘聚力;

φ ——内摩擦角;

H ——第一台阶最大堆高。

7.1.2 复杂地形条件软弱地基排土场应通过合理使用排土空间,调整排土场形成过程,确保排土场的过程安全稳定性,并应符合下列规定:

1 同一排弃点存在不同高差关系时,宜采取自下而上的多台阶覆盖式排土场;

2 多条沟谷型排土推进顺序宜由远及近、对称、均匀堆置。

7.1.3 不同岩性岩石料应采取分区、跳跃、点式排弃,软弱岩石不应集中排放。

7.1.4 排土场推进速度应根据单位时间、单位排土线长度的岩石流量确定。

7.1.5 排土场堆石坝设置应符合下列规定:

1 地形坡度较大的排土场,可根据材料来源选取堆石坝、拦石坝、碾压土石坝等结构防护形式。

2 服务年限较长的沟谷型排土场宜分期设置多级堆石坝。

3 堆石坝结构设计应符合现行行业标准《碾压式土石坝设计规范》DL/T 5395 的有关规定。

7.2 防 排 洪

7.2.1 排土场外围汇水面积较大时,应设置防排洪系统。

7.2.2 排土场防洪设施设计洪水频率应满足本规范第 3.2.2 条的规定。

7.2.3 截、排洪沟洪峰流量应根据当地水文站的实测资料计算,缺乏当地水文站的实测资料时,可采用下列方法之一进行计算:

- 1 形态调查法;
- 2 公路科学研究所简化公式法;
- 3 当地经验公式法。

7.2.4 排土场平台应有 2%~5% 的反坡,场内的地表水应有组织排至场外。

7.2.5 排土场坡脚处宜采用大块石填筑高 5m~10m 的渗水层。

7.2.6 山坡或沟谷与排土场发生交叉时,应设置防洪设施,并应符合下列规定:

- 1 当排土场上游洪水量较小时,可采用截洪沟;
- 2 当排土场上游洪水量较大时,应在上游设置导流堤,并应根据地形条件,沿山坡设置防洪渠或在排土场底部设置暗涵。

7.2.7 排土场内的地下水和滞留水,宜采用盲沟,透水管或涵洞形式将水引出场外。

7.2.8 沟谷型排土场可在山谷间利用岩性坚硬、耐水性较好的大块岩石先行填筑,形成排渗盲沟或泄流基底。

7.3 排土场灾害防治

7.3.1 排土场泥石流防治措施应符合下列规定:

- 1 排土场的上游区域或周边区域应设置截、排洪沟;
- 2 排土场区应设置多级坝体控制主沟谷纵坡降;
- 3 排土场区宜采取排渗盲沟、泄流基底等控制排土场物料含水量的措施。

7.3.2 排土场滑坡防治措施应符合下列规定：

- 1** 排土场区应清理地表植被层及软弱地基；
- 2** 地形坡度较大的地段应改造成为阶梯状；
- 3** 在底部应排弃大块岩石；
- 4** 排土场设计应安排排土顺序和设置排土高度；
- 5** 排土场的上游区域或周边区域应设置截、排洪沟；
- 6** 沟谷型排土场应设置压坡脚排土方式；
- 7** 排土场滑坡防止措施应设置重力式挡土墙、中立式抗滑挡土墙、抗滑片石垛或抗滑桩等抗滑支挡构筑物。

7.3.3 排土场坍塌与沉陷防治措施应符合下列规定：

- 1** 应避免含土量大的岩石同一时间段、同一部位排弃；
- 2** 应增加排土线长度,控制排土强度,并应采用间歇式排土；
- 3** 应进行排土过程的动态和连续性监测。

7.3.4 距离排土场底部设计边界 20m 应停止排土。

7.3.5 堆置高度大于 120m 的沟谷型排土场必须在底部设置挡石坝。

8 排土场病害防治

8.0.1 对排土场可能出现的病害,应分析原因,以防为主,防治结合。

8.0.2 根据排土场稳定性、堆排特征、地形特征、地基土特征、外部环境等因素,排土场可划分为危险级、病级、正常级。

8.0.3 危险级排土场应符合下列特征之一:

- 1 经验算,整体安全系数小于 1.0 的;
- 2 下游有采矿场,工业场地,居民点、永久性建筑等设施,山坡汇水面积大而未修筑排水沟或排水沟被严重堵塞,易发生泥石流的排土场,未采取切实有效防治措施的;
- 3 在大于 24° 山坡地基上顺坡排土或在软地基上排土,未采取措施,经常发生滑坡的。

8.0.4 病级排土场应符合下列特征之一:

- 1 经验算,整体安全系数大于 1.05 而小于表 6.4.2 的规定值;
- 2 经分析有发生泥石流可能的山谷型排土场,下游有山地、沙漠或农田,未采取有效的防治措施;
- 3 场地条件不良,未采取相应安全措施或未按设计要求实施。

8.0.5 对于危险级、病级排土场应进行排土场稳定性论证,提出安全对策措施。

8.0.6 危险级土场应及时整治,并应采取下列措施:

- 1 应处理不良地基;
- 2 应调整堆置参数及排土工艺;
- 3 有泥石流灾害发生可能的排土场,应建立泥石流拦挡

措施；

4 应处理排土场重大危险源；

5 应采取疏通、加固、修复排洪工程。

8.0.7 病级土场应及时整治，并应采取下列措施：

1 应采取控制不良地基的措施；

2 应调整排土参数和排土工艺；

3 应按照本规范第 7.3 节排土场灾害防治规定采取措施。

9 排土场复垦

9.0.1 复垦规划内容应包括复垦的基本原则和目标,并应明确复垦方向、复垦措施、复垦率、复垦工作计划。

9.0.2 复垦应本着“因地制宜”的方针,宜农则农,宜林则林。条件允许的地方,应优先复垦为耕地。

9.0.3 应根据当地自然环境条件和复垦方向制订工程技术措施和生物化学措施。

9.0.4 排土场复垦应贯穿于矿山开发的全过程,应合理安排岩石、土排放次序。

9.0.5 应根据排土计划合理安排复垦工作计划。

9.0.6 排土场最终坡度、土壤质量、生产力水平和配套设施应与复垦方向相适应。

9.0.7 复垦配套设施应包括道路设施、排水设施和控制水土流失措施。

10 排土场关闭

10.0.1 排土场关闭设计基础资料应包括下列内容：

- 1 排土场设计文件；
- 2 排土场实际堆排状态图；
- 3 排土场相关工程地质、水文地质勘查资料；
- 4 排土场已采取的安全对策措施设计资料及相关竣工资料；
- 5 排土场周边实际状况资料；
- 6 排土场土地复垦规划设计资料及实施方案；
- 7 排土场堆排物料的特征及力学性质试验报告；
- 8 排土场相关稳定性论证及监测报告；
- 9 其他相关资料。

10.0.2 排土场关闭设计应提出排土场长期安全稳定性措施及
理方案。

10.0.3 排土场关闭设计应符合下列规定：

- 1 应进行排土场稳定性分析；
- 2 应进行周边设施的安全影响分析；
- 3 应提出排土场安全及综合治理措施；
- 4 应提出安全管理对策；
- 5 应提出安全监测方案。

10.0.4 关闭后排土场进行开挖、综合利用应进行详细的设计与
安全论证。

10.0.5 关闭后排土场重新启用或改作他用时,应进行可行性
论证。

11 综合利用与环境保护

11.0.1 排土场设计应在保证排土场安全的条件下,通过排土工艺调整、充分利用空间及采取安全防护工程措施的方法达到排土场少占土地的目的。

11.0.2 有条件的露天开采矿山及多采区的露天开采矿山可考虑内排。

11.0.3 有采空区和塌陷区的矿山,以及采用充填法开采的地下矿山,可将废石充填采空区在保证安全的条件下在塌陷区内排。

11.0.4 露天转地下开采矿山在经济合理及安全的前提下,可将废石回填露天采场。

11.0.5 在严禁采砂、采石以及有岩石原料需求的地区可根据废石的力学性质试验报告,在满足安全和环境保护要求的前提下进行废石综合利用。

11.0.6 排土场环境保护设计应与主体工程设计同步进行。

11.0.7 排土场设计应对排土作业区和道路采取洒水等抑尘措施。

11.0.8 排土场设计应选用低噪声工艺和设备。

附录 A 排土场分类与说明

表 A 排土场分类与说明

分类条件	分 类	说 明
地形条件	1. 山坡型排土场; 2. 沟谷型排土场; 3. 平地型土场	前两种较为常见,大多数冶金矿山排土场都包含这两种类型。平地排土场一般常见于西北戈壁滩上和草原等宽广平坦地区,国外很多
排土堆置方式	1. 单台阶排土场; 2. 压坡脚式排土场; 3. 护堤式排土场; 4. 覆盖式排土场	过去第 1 种与第 4 种较为常见。随着安全要求的提高,排土场逐渐开始采用以安全为前提的第 2 种和第 3 种方式
运输与排土方式	1. 汽车-推土机排土场; 2. 铁路-装载机排土场; 3. 胶带-排土机排土场	汽车直排土场对排土场分级有利,但存在排土安全问题,要求采用汽车-推土机联合排土工艺。装载机排土主要用于铁路排土场,排土段高不大。排土机排土,大型矿山采用较多,排土高度大
地基土特征	1. 不良地基土; 2. 复杂条件地基土; 3. 一般地基土; 4. 良好地基土	在戈壁滩或基岩出露地区(第四系覆盖层较薄)应属于良好的地基土条件。第四系土层较厚,在湿陷性黄土和软弱土层地区,排土场应属于软弱地基土。很多情况下,排土场地基土属于既有软弱土层,又有良好的地基土条件,需要根据勘察资料进行分析

续表 A

分类条件	分 类	说 明
周边环境	1. 独立排土场; 2. 周边存在建(构)筑物设施; 3. 与尾矿库在一起	独立排土场一般周围不存在村庄、工业设施、采场等,安全要求较低。大多数排土场不属于此类。与尾矿库在一起的排土场越来越多,有时尾矿库在排土场上游,也有在排土场下游的
排土场容积	大于 20000 万 m ³ ; 5000 万 m ³ ~20000 万 m ³ ; 1000 万 m ³ ~5000 万 m ³ ; 小于 1000 万 m ³	依据冶金矿山规模标准提出
排土场高度	180m; 120m~180m; 60m~120m; 小于 60m	参考排土场等级划分
其他分类	按照设置地点分为内部排土场和外部排土场,按照时间分为永久排土场和临时排土场,按照排弃物料特征分为表土堆场、基岩堆场(不分粒级)、胶带排岩堆场等。按照投资分为基建土场和生产土场	

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

《厂矿道路设计规范》GBJ 22

《带式输送机工程设计规范》GB 50431

《冶金露天矿准轨铁路设计规范》GB 50512

《钢铁企业总图运输设计规范》GB 50603

《碾压式土石坝设计规范》DL/T 5395

中华人民共和国国家标准

冶金矿山排土场设计规范

GB 51119 - 2015

条文说明

制 订 说 明

《冶金矿山排土场设计规范》GB 51119—2015,经住房和城乡建设部 2015 年 8 月 27 日以第 889 号公告批准发布。

本规范在制订过程中,编制组对我国冶金矿山排土场设计现状及发展趋势进行了调查研究,同时参考了相关安全规程、标准、设计手册以及国内外有关排土场设计、生产的先进经验,总结了几十年来我国冶金矿山在排土场设计、建设、安全生产和灾害方面的实际状况,取得了矿山排土场在工艺设计、安全标准、安全防护、病害分析、工程地质勘查以及排土场复垦等方面的重要技术参数,奠定了本规范的编制基础。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员正确理解和执行条文规定,《冶金矿山排土场设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了条文说明,对本规范的编制目的、依据以及在执行过程中需要注意的有关事项进行了说明,还着重对规范的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条文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(37)
3	基本规定	(38)
3.1	排土场设计原则	(38)
3.2	排土场等级划分	(39)
3.3	排土场设计内容	(42)
3.4	设计基础资料	(43)
3.5	排土场区工程地质、水文地质勘查	(45)
3.6	排土场稳定性与安全措施	(46)
4	场址选择	(49)
4.1	一般规定	(49)
4.2	排土场场址	(52)
4.3	内部排土场场址	(53)
5	排土工艺	(55)
5.1	排土方式	(55)
5.2	堆置要素	(56)
5.3	排土计划	(57)
5.4	防护距离	(58)
5.5	排土场用地	(63)
5.6	排土场辅助设施	(63)
6	排土场安全稳定性	(65)
6.1	一般规定	(65)
6.2	计算方法	(66)
6.3	计算模型与参数	(70)
6.4	安全稳定性标准	(72)

7	排土场安全防护	(76)
7.1	主动防护	(76)
7.2	防排洪	(80)
7.3	排土场灾害防治	(83)
8	排土场病害防治	(89)
9	排土场复垦	(92)
10	排土场关闭	(94)
11	综合利用与环境保护	(97)

1 总 则

1.0.1 冶金矿山排土场设计包含在采矿设计中,一般由总图专业与采矿专业共同完成。随着冶金矿山露天开采规模的加大,特别是排土场规模和占地范围的扩大,排土场安全要求的提高,排土场设计已从传统的工艺设计为主体,向排土场工艺设计与安全稳定性论证、排土场复垦、排土场关闭与环境保护等综合设计方向发展,为统一冶金矿山排土场设计原则,满足国家相关法律法规要求,达到冶金矿山排土场安全与环境保护的目的,制定本规范。

1.0.2 本条规定本规范适用于冶金矿山排土场设计,主要适用于铁矿山露天开采排土场设计。其他极贫矿堆场、暂不利用矿石堆场、废石综合利用后粗物料堆场、废石临时堆场、表土堆场等可参照本规范执行。

1.0.3 本条是排土场设计的基本原则,重点是落实国家的相关政策要求与灾害防治原则等,符合国家建设和谐经济、环境友好型企业和绿色矿山的思路,应严格落实与执行。

3 基本规定

3.1 排土场设计原则

3.1.1 本节是根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国职业病防治法》等法律法规的有关规定制定的。强调了排土场的设计原则、考虑因素、选址、基本要求等。

本条强调排土场的设计原则,即排土场设计应符合矿山报批的总体规划要求,同时要考虑周边潜在资源的开发,并与开采设计相协调,符合技术先进、安全可靠、经济合理的基本条件。特别是要与矿山周边环境相协调。

3.1.2 本条提出了排土场场址选择的基本原则,即应在矿山总体规划的前提下,考虑影响排土场运输、征地动迁、安全措施方案、水土保持以及后期的排土场复垦等因素,最重要的是在上述经济比较的前提下,考虑排土场和周边环境条件与安全稳定性要求等,这是本规范编制突出要考虑的问题。

3.1.3 本条是针对排土场用地规划制订和分期征用的基本原则。矿山排土场占地面积较大,许多矿山排土场占地达到矿山总占地面积的一半以上。实际设计过程中应遵循排土场的总体规划与矿山开采过程相适应,并能满足矿山生产过程中全部废石排弃的需要。同时,由于矿山生产周期较长,大型矿山的服役年限可达20年以上,如果一次征用大量土地,会造成土地闲置,并增加了初期投资的费用,因此排土场设计宜一次规划,分期实施。需要说明的是,由于目前我国土地使用量巨大,分期征用困难,因此大型及特大型矿山排土场首期征地不宜小于10年的排土场使用面积,中、小型矿山排土场宜一次性征地。

3.1.4 本条主要依据国家现行标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 5.7.3 条和《金属非金属矿山排土场安全生产规则》AQ 2005—2005 第 5.3 条的规定制定。目的是为排土场选址的合理性论证、排土场安全稳定性计算分析、安全对策措施设计等提供基础资料。排土场的安全对策措施应以防为主,防治结合的原则执行。排土场的安全稳定性不仅与排土场物料的性质有关,更主要的是与排土场区的工程地质、水文地质条件相关。排土场选址时应避免选择在工程地质条件复杂、软弱地基条件和自然条件下存在泥石流灾害发生的区域。无法避开时,应根据排土场工程地质勘查资料进行排土场稳定性分析,提出相应的安全对策。因此排土场工程地质、水文地质勘查工作是排土场设计过程中不可缺少的环节。

3.1.5 本条是依据国家现行标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 5.7.21 条和《金属非金属矿山排土场安全生产规则》AQ 2005—2005 第 8.1 条的规定制定。矿山排土场在服务年限结束后,在不进行综合利用的条件下,应首先进行关闭设计,同时按照编制的复垦方案进行复垦。排土场关闭设计的内涵应体现出其永久存在的安全可靠性的保证。设计内容包括排土场现状稳定性评价,永久存在的安全对策措施,复垦方案,安全管理要求等。

3.2 排土场等级划分

3.2.1 排土场的等级划分是排土场安全标准、防排洪及安全距离等确定的重要依据。本规范排土场的等级划分除按照传统的排土场容积和排土场堆排高度划分以外,重要的是加入了场地条件的因素。场地条件是排土场安全稳定性的关键因素。排土场分级步骤如下:

(1)应按照排土场的场地条件(含地形、地基土特征及泥石流灾害易发性因素)进行分级,当排土场场地条件为不良时,无论按照排土场堆置高度和排土容积划分为几级,其排土场的等级均按照一级排土场考虑。

(2)当排土场场地条件为复杂、一般和良好时,且等级低于按照排土场的堆置高度和容积确定的等级时,要按照排土场堆置高度和容积进行调整。排土场堆置高度和容积划分等级两者的等差为一级时,采用高标准;两者的等差大于一级时,采用高标准降低一级使用。

例如:当排土场的场地条件为复杂时,应按照排土场的堆置高度和容积进行调整,当堆置高度和容积划分等级为一级时,排土场等级为一级;当堆置高度和容积划分等级为二级时,排土场的等级为二级;当堆置高度和容积划分等级为三级或四级时,排土场的等级为二级。

其他条件下可按表 1 进行划分,某排土场按场地条件划分等级为四级,按堆置总高度划分为三级,按排土总容积划分为一级,则该排土场最终等级为二级。

表 1 排土场等级划分参考表

按场地条件划分	按堆置高度划分	按排土容积划分	最终该排土场等级
一级(不良)	四级	四级	一级
二级(复杂)	一级	一级	一级
三级(一般)	一级	二级	一级
四级(良好)	一级	三级	二级

排土场容积的划分参考现行国家标准《冶金矿山采矿设计规范》GB 5083 关于矿山规模的划分,主要参考露天矿山规模和服务年限。

现行国家标准《有色金属矿山排土场设计规范》GB 50421 按照排土场的容积和高度划分为四个等级。由于有色金属矿山的规模大多小于铁矿山的规模,因此本规范关于排土场规模和容积的划分远大于现行国家标准《有色金属矿山排土场设计规范》GB 50421 的分类标准。在排土场堆排高度方面,由于我们国家土地资源有限,排土场占地面积巨大,因此许多矿山在满足排岩经济合理的条件下,不断加大排土场的堆排高度,充分利用排土场上部空间,为此本规范在制订过程中将一级排土场的堆排高度设定为

180m。需要说明的是,排土场的堆排高度为总高度。

排土场分级是一个复杂的过程,需要综合考虑各方面因素,特别是需要考虑周边环境因素及排土场堆排前自然条件下的灾害发生可能性。现行国家标准《有色金属矿山排土场设计规范》GB 50421在分级中规定:“剥离物堆置整体稳定性较差,排水不良,具备形成泥石流条件的排土场,其设计等级可提高一级;排土场失事将使下游居民区、厂况或交通干线遭受严重灾害者,其设计等级可提高一级。”本规范在编制过程中经过研讨认为,目前国家在安全方面的要求十分严格,新建矿山排土场设计应严格杜绝设计稳定性差、存在重大危险隐患的排土场。自然条件较差和环境条件复杂的矿山,应在工艺设计过程中按照安全可靠的标准进行设计,并提出排土场不同堆排状态条件下的安全稳定性对策措施。这是对设计本身负责,也是对企业 and 主管部门负责。

已建的排土场应逐步按照国家相关标准进行调整和病害分析,同时按照排土场堆排状况定期进行排土场稳定性评估,保证排土场安全运行。

3.2.2 现行国家标准《冶金矿山采矿设计规范》GB 50830—2013第5.6.3条根据矿山的规模、服务年限等因素规定了截(排)水沟防洪设计标准,详见表1。本规范在排土场防排洪设计标准规定方面参考了上述标准,基本原则是一致的。考虑到排土场等级与矿山规模相关,具体执行过程中应同时满足两个规范的规定。

表2 冶金矿山防洪设计标准

截(排)水沟		洪水重现期(年)	
露天矿	地下矿	设计	校核
	特大型	50~100	200
特大型	大型	50	100
大型	中型	20	50
中、小型	小型	10	20

注:1 表中数值是冶金矿山常用的设计标准,设计中可根据企业性质,失事后造成的损失程度等具体情况确定。

2 防洪水位标高应高于或等于校核水位,但岸边防护以设计水位为准。

3.2.3 本条可参考本规范第 5.4.1 条的条文说明。

3.2.4 排土场受各种因素影响,依据不同的条件可分为不同类型的排土场。排土场分类的目的是规范排土场设计名称,并说明其适用条件。本规范分类主要从地形条件、堆置方式、运输方式、地基土特征、周边环境、排土场容积等进行,其他相关因素的分类未做具体规定。

3.3 排土场设计内容

3.3.1 本条主要说明冶金矿山排土场的设计步骤与设计内容。一般矿山开采设计中排土场设计包含在露天开采设计文件中,主要以工艺设计为主导,同时按照安全规程的要求提出了安全要求。现在矿山排土场的安全要求提高,按照各级安全监督部门的要求,对排土场的设计内容要完善和对排土场的安全稳定性进行分析。很多矿山排土场设计逐步转向单项设计。本规范主要结合安全和工艺要求提出了排土场的设计内容。规范编制的章节也是按照上述内容安排。

3.3.2 排土场的选址是排土场设计最核心的环节,直接关系到工艺设计、排土场稳定性等。同时排土场选址也是一个综合分析的过程,本规范第 4 章全面说明选址的基本要求。排土场的选址在经济合理的条件下,必须从安全角度、土地利用角度、环境保护角度考虑。

3.3.3 本条概括说明排土场关于设计的主要内容,详细的说明可见本规范第 5 章。

3.3.4 本条内容属于排土场设计的一个重要环节。设计过程中对排土场的稳定性论证除了要进行最终堆排状态的稳定性计算分析外,还应该按照排土场堆排的关键年份和特征状态进行稳定性分析与论证,特别是排土场堆排初期的稳定性状态进行计算分析。设计过程中由于资料的获取不尽完善,因此应对参数的选择和依据资料的可靠性进行评述,特别是对影响排土场稳定性的排土场

区水文地质、工程地质资料的可靠性进行分析和评述。排土场的安全稳定性已经成为排土场设计的重要环节。2008年8月尖山铁矿排土场滑坡事故和2011年2月攀枝花地区排土场滑坡事故,已经引起各级政府、安监部门和矿山企业重视,也体现出排土场设计中安全稳定性设计的必要性。

3.3.5 排土场的安全对策措施是排土场安全稳定和工艺实施的保证。排土场安全对策措施主要依据排土场的堆排状况、排土场区的工程地质和水文地质特征采取。对于沟谷型排土场,一般应考虑上游的截排洪工程和下游的堆石坝工程等;对于软弱地基条件和渗透性差的排土场,应考虑清除软弱地基土或采取预固结的措施进行处理,同时对于沟谷中应考虑设置排渗盲沟等;对于原始的自然沟谷中,存在泥石流灾害可能性的条件下,应首先进行自然沟谷的泥石流灾害防治,然后提出排土场堆排后的泥石流灾害防治措施,包括拦挡、谷坊、截排洪等措施。个别地区原始地形坡度较大,应在合理的排岩工艺条件下,在考虑防排水设施实施的前提下,可在一个封闭的环境下进行废石排弃,并制订有效的灾害预防措施。

3.3.6 排土场设计文件中应根据排土场的堆排计划制订排土场的复垦方案规划,复垦方案规划应与矿山总体复垦规划一致。复垦规划应考虑后期排土场的综合利用和环境因素。开采初期有表土的矿山,在建立表土堆场的同时,考虑后期复垦的要求。改、扩建矿山和已有排土场应在制订排土场稳定性综合措施的基础上,进行排土场的复垦方案编制。

3.4 设计基础资料

3.4.1 地形图是排土场设计的基础资料。矿山排土场设计与露天采场设计(含地下开采矿山)相互衔接,特别是运输道路的衔接,对于胶带机排岩和铁路运输同样,因此排土场设计需要与矿山采场设计相一致的地形图。1:1000~1:2000 主要用于矿山排土

场工艺设计(含运输系统设计)的图纸前期要求,在后期,对于排土场的相关安全措施设计需要根据安全对策措施设计提出相应的图纸要求,如截排洪系统的带状地形图和堆石坝等的大比例地形图等。区域地形图(1:5000~1:10000)是为了满足排土场周边汇水面积的圈定要求。

矿山排土场也称为废石场,对于露天开采矿山而言,其排土场物料组成较为复杂,有表土堆场(含耕植土堆场、表土与风化岩混合堆场)和原岩废石堆场等,同时受工艺影响有胶带机排岩堆场,其粒度一般小于或等于350mm;干选废石堆场,粒度级别变化较大;汽车排岩的废石堆场,粒度较大,可达1000mm以上;等等。排土场的岩石性质变化较大,对于冶金矿山而言,一般以硬岩为主,个别矿山存在性质较差的岩石,排土场的稳定性受排弃物料的影响极大,主要体现在物理性质——重度(与湿度、粒度界别松散系数等相关),化学性质——软化指标方面,粒度组成——与工艺和岩石性质相关,力学性质——包括内聚力 C 值、内摩擦角 φ 值。排土场的稳定性和堆排状态特征与上述指标密切相关。

新建矿山排土场设计时,可根据临近矿山资料和类似矿山资料进行类比,提出相关参数用于排土场工艺设计和安全稳定性分析。改、扩建矿山可对原有矿山排土场进行调查和试验分析,提出设计相关资料。

事实上,排土场土体是含有块石、矿石碎屑、砂砾、粉细砂和黏土物质的砾石土综合体。现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的分类主要针对岩土工程地基基础条件划分,对于冶金矿山排土场的物料性质分类未能包含,目前关于排土场物料级别的划分还在研究阶段,一般条件下根据上述指标,并结合工艺过程进行概率划分。排土场稳定性分析需要上述资料。

长江科学院土工室以粗粒土所含细粒土塑性指数的大小对砾石土进行分类和命名,塑性指数 $I_p > 17$ 命名为黏性砾石土,相反为砂性砾石土。原黄委会地质处曾对砂卵石按粒径 $d < 2\text{mm}$ 的

颗粒含量的多少进行分类和命名。

《粗粒土的工程特性及应用》(郭庆国,2007)将粗粒土中粒径 $d > 5\text{mm}$ 的颗粒称为粗料,并根据 $d > 5\text{mm}$ 的粗料的含量(P5)将粗粒土分为砾石土、砂砾(碎)石和砾(碎)石三类,并将这三类粗粒土再根据 $d < 0.1\text{mm}$ 的粒组含量进行细分。现行行业标准《土工试验规程》SL 237 基于室内试验对粗粒土也进行了分类和命名方面的描述和规定。根据级配曲线、P5 含量以及郭庆国粗粒土分类,定名排土场土体为含巨粒砂砾石土。

本条所指的气象、气候、地震等资料主要是矿山及所在地区的资料,包括降雨、降雪、地震烈度、主导风向、环境特征、地形地貌特征,排土场区自然条件及原有发生自然地质灾害的资料等。

3.4.2 矿山排土场设计应符合矿山总体规划要求。在设计过程中,实际征地(土地利用规划)与排土场安全距离要求不完全一致,因此在设计过程要收集本地区的土地利用总体规划、农田水利规划、交通运输规划等基础资料,同时考虑排土场现状资料和既有设施状况,是为了使排土场设计避免与上述规划与设施相互影响。

3.5 排土场区工程地质、水文地质勘查

3.5.1 排土场设计阶段与矿山开采设计阶段一致,由于目前相关勘察规范没有针对排土场的工程地质、水文地质勘查深度要求,所以一般排土场勘察可分为选址阶段调查、踏勘,设计阶段排土场勘察,安全设施详细勘察。

3.5.2 本条主要表述的是选址阶段工程地质、水文地质勘查的方法和内容,重要的是说明选址阶段相关工程地质和水文地质条件的获取方法,为排土场的场址选择、排土场稳定性的初步论证提供基础资料。本阶段勘察可由设计部门联合矿山企业、勘察部门等共同完成。

3.5.3 本条说明了排土场初步设计阶段应进行的勘察工作。一

般参考现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 初步勘察要求进行。但需要说明的是：初步设计阶段对于排土场的设计需要进行方案比较，排土场的勘察工作应针对确定的排土场区进行，勘察深度应满足排土场稳定性计算分析的要求。大型和特大型矿山排土场，由于服务年限较长，前后期的勘察深度可略有不同，前期勘察深度要高于后期。排土场区工程地质条件简单的区域可简化勘察要求，地形条件复杂、勘察工作难以实施的地区可针对性进行相关勘察工作。勘察的深度和勘察精度应满足排土场稳定性分析的要求。目前相关规范没有明确标准，具体勘察深度要求可由设计单位提出勘察建议和基本要求，由具备排土场稳定性计算分析能力的设计或科研部门根据排土场勘察成果进行相应的计算分析，成果应纳入排土场设计中。

3.5.4 本条主要依据现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021初步勘察要求制订。

3.5.5 排土场设计文件中的安全对策措施设计是保证排土场安全的重要内容，相关安全设施设计可根据排土场服务年限分阶段进行，相关勘察工作也可分阶段进行。由于一般设计文件仅对基建期的相关工程进行施工图设计，对于排土场安全对策措施设计可不同，应至少考虑 5 年以上排土场服务期的安全对策措施设计，一般可考虑 10 年的服务期，中、小型矿山和简单条件的矿山可针对最终状态进行设计。相应的安全对策措施详细勘察应根据设计内容进行。

3.6 排土场稳定性与安全措施

3.6.1 露天矿生产剥离的以矿山开采废石为主的松散颗粒体经汽车、铁路或胶带机运输，通过推土机或排岩机倾倒堆积在沟谷或坡地上形成排土场。由于生产力水平及价值观念的差异，欧美国家基于环境保护和复土造田出发，通过限定排土场坡度和高度保证排土场稳定性满足要求。而我国矿山将经济因素放在首位，设

计上追求“最少征地,最大容量,尽可能离露天采场近”,形成了目前排土场高度大、坡度陡(接近安息角)的局面,导致了部分排土场稳定性不够,滑坡事故日益严重。从海南铁矿6号土场滑坡(1973年,30万 m^3),永平铜矿(1978年,10万 m^3),兰尖铁矿(1979年,200万 m^3 ;1988年,100万 m^3),到1984年后的云浮流铁矿、德兴铜矿、泸沽铁矿、安太堡矿、朱家包包铁矿……尖山铁矿(2008,寺沟排土场109万 m^3 滑坡,45人死亡,直接损失3080万元),四川攀枝花米易地区排土场(2011年滑坡,6人死亡),排土场失稳、滑坡和泥石流灾害发生多起,已构成矿山和周边设施的重大危险源,威胁到矿山安全生产。排土场运营过程的安全性管理,尤其是基于历史分析和预测滑坡孕育演化机制,进而制订具有普适性的调控措施,是矿山可持续发展的关键科学问题。因此对新建冶金矿山排土场,规定应进行排土场的稳定性分析,确保整体安全的前提下开展矿山排土场的设计,并基于具体工程条件和排土工艺研究安全措施,给出对矿山建设时的预案;对于改、扩建矿山,由于地质资料积累较多,因而规定应进行排土场稳定性论证,以提请排土工艺设计中考虑,并规避相应的灾害风险。

需要强调的是,排土场的稳定性分析深度是为满足设计需求,主要考虑排土场场地的适宜性和工艺特征,并根据设定的安全标准判定设计能否保证安全需求。排土场稳定性论证主要是对业已形成的排土场检测实际工程特征参数是否符合要求,并基于工程地质测绘及勘察成果、室内外岩土力学试验,对其稳定性判定,确定是否需要进行地质灾害治理,并提出排土工艺参数的限制和要求。

3.6.2 区别于矿山边坡工程,冶金矿山排土场会作为永久边坡存在,并影响周边环境及建(构)筑物的安全。因此排土场关闭应进行专项稳定性论证,并根据稳定性状况提出相应的安全治理措施,确保安全。

3.6.3 排土场的形成是一个动态的变化过程,特别是生产矿山,

会因为开拓运输系统配置随工程实际需求的变化,往往不能严格执行设计要求的工艺参数。受爆破、地震、降雨等外界因素影响,在排土场自身物料和地基基础性质作用下,排土场的安全稳定性会出现较大的变化。规范编制过程中,对典型矿山排土场失稳或滑坡历史数据统计、分析的调研表明:排土场的滑坡主要发生在生产矿山的在用土场,涉及安全问题的基本都发生在排土场形成过程中,对最终状态排土场,其风险概率较低。根据设计文件计算分析获得的排土场整体稳定性不低,但使用过程中往往出现较多的破坏或失稳,其主要原因一是排土场局部区域存在软弱地基,二是排土强度(单位时间、排土线长度和高度范围内的排岩量)过大。排土场局部区域软弱地基对整体的稳定性并不会有多大影响,但过程稳定性却得不到保证,导致牵引式滑坡;而排土强度过大则导致排土料自身来不及固结,发生大的沉降变形而发生作业台阶的自体滑坡。因此排土场宜定期(现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423 规定为每隔 5 年)由相关设计或研究部门根据实际工程特征参数和排土工艺,进行检测与稳定性分析,以保证过程的稳定性。

4 场 址 选 择

4.1 一 般 规 定

4.1.1 矿山排土场一旦形成即可能成为一种特殊的人工堆积边坡的永久地物,但新堆置的排土场岩土松散,基底处于沉降变形频发期,稳定性较差,会成为矿山一个潜在的安全隐患。排土场一旦失稳不仅会严重影响矿山生产,亦会对其周边的工业场地、居民点、公路、铁路、输电及通讯设施及线路、水域及其他公共设施的安全运行造成破坏或威胁,因此安全防护距离是为保证人民生命财产和生产、生活及公共设施不受侵害,保证正常生产秩序不受侵扰而设置的。

排土作业是扬尘较重的过程,从环境保护角度出发,为降低排土作业期间及平时空气对流等气象因素使排土场造成的扬尘对工业厂区及矿山生活区,特别是居民区的影响,要求排土场根据地形、气象等实际情况,与周边相关设施保持一定的防护距离,既是安全防护距离的考虑,也是卫生防护距离的需要。

确定排土场与相邻采矿场、工业厂区、居民点、铁路、公路、输电及通讯干线、水域、隧洞等设施的安全防护距离需考虑的因素有:

- (1)排土场基底及安全防护地带的工程地质、水文地质条件;
- (2)排土场基底及安全防护地带的自然地面坡度、植被及汇水面积情况;
- (3)降雨、风频、风向等气象条件;
- (4)堆置岩土的性质、粒径组成;
- (5)运输、堆排方式,堆置台阶高度、平台宽度及边坡坡度;
- (6)被防护设施的性质等。

排土场的具体安全防护距离详见本规范第 5.4 节。

4.1.2 本条规定的目的就是保证安全。多年来,由于排土场区工程地质、水文地质等自然条件勘察工作不足,加之排土作业管理和相应的防范措施不到位而导致的排土场失稳情况时有发生,个别矿山产生较大的灾害事故,而排土场产生的滑坡失稳以及泥石流等灾害必将给矿山安全生产和环境保护带来严重的社会影响。

不良工程地质和水文地质条件是影响排土场稳定的因素之一,排土场基底土体或岩层的承载力亦是决定排土场高度和稳定的外在条件,所以不良工程地质、水文地质条件,如软弱土地基、基底淤泥层、不稳定山体、地下水系发育复杂、地表水汇水面积大等,均会对排土场稳定及安全构成威胁,也会增大地基处理、坡脚防护设施工程量。

太钢集团有限公司尖山铁矿地处吕梁山区,大部为湿陷性黄土覆盖,该矿吸取排土场滑坡失稳的教训,为保证排土过程及终了排土场的稳定性,在南部排土场建设中,除不断优化设计(降低排土阶段高度、加大安全平台宽度、减缓边坡终了坡度等)、制订可行的排土场管理制度、建立监控预警体系外,还委托具有工程勘察甲级资质的勘察部门进行了排土场岩土工程勘察。勘察报告对排土场进行了场地稳定性分析评价,对不良地质作用、自然边坡稳定性及形成泥石流可能性等进行了详尽的分析,认为该区域适宜进行与地质环境相适应的排土场建设。为保证排土场的稳定,设计采取了自下而上由外向里分阶段后退式覆盖排土工艺,并根据工程地质和水文地质的实际情况,在排土场的主要沟谷内设置排水盲沟,形成地下渗流通道;在沟谷征地线内侧建设拦截坝;在沟谷处排土场坡趾线内 10m~15m 设置“预埋碾压拦石坝”等措施,所有这些都是特定的地质条件下为排土场的长期安全稳定所做的安全储备,也说明了工程地质和水文地质条件对排土场选址和建设的重要性。

4.1.3 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定:禁止任

何单位或者个人向江河、湖泊、运河、渠道、水库及其最高水位线以下的滩地和岸坡等法律、法规规定禁止倾倒、堆放废弃物的地点倾倒、堆放固体废物。冶金矿山排土场可按固体废弃物的排放要求,由于其堆场排量巨大,因此从环境保护和国家安全生产监管要求方面单独要求,应严格执行。

4.1.4 本条主要是从国土资源保护、节约用地的角度出发作出的规定。近年来,国家不断加大土地资源保护和管理力度,提高土地资源支撑经济社会发展的能力,节约用地也是矿山建设者义不容辞的责任和义务,特别是对耕地的保护更是重中之重,国家也颁布实施了《中华人民共和国基础农田保护法》。

排土场在矿山建设用地中所占比重较大,根据不完全统计,我国冶金露天矿山排土场占地可达矿山建设用地的30%~50%,为节约用地,保护农田,选址时提倡少占或不占耕地、林地,充分利用沟谷和荒地,节约及合理利用土地是排土场设计的原则。

4.1.5 排土场排弃过程产生粉尘较多,因此不宜选在居民区和工业厂区常年主导风向的上风侧,以减少尘土污染;同时不应设在水源的上游,避免排土场产生的废水、粉尘等污染生活水源。

4.1.6 排土场的设计容量应满足矿山服务年限内的全部岩土,同时排土场还应考虑2%~5%的富余量,正文中未对富余系数进行规定,主要是考虑矿山服务年限长,土地规划等原则,因此未明确规定。实际设计中基于地形、地质及设计计算误差以及采剥计划调整对排土场容积的影响,应予以适当考虑。

4.1.7 排土场是露天开采矿山的一个重要组成部分,要占用大量土地满足废石堆置需要,根据调查,有不少矿山因为排土场不落实而造成采剥失调,影响矿山正常生产。因此排土场容积在总体规划中应该满足容纳矿山所排弃全部岩土的需要。由于排土场占地很大,为避免过早地征用土地,造成土地长期闲置、浪费,排土场可按排土进度计划安排分期征用土地。

4.1.8 《中华人民共和国矿产资源法》要求,对暂不利用的低品位

矿石、建筑材料应单独堆放。某些露天铁矿除铁矿石外,还含有其他有用矿物,因此对这些有用矿物和暂不能利用的低品位矿应单独堆放,待今后条件成熟时加以利用;根据环境保护和土地复垦规划要求,排土场及露天开采结束后的采场需要覆土造田,因此作为复垦材料的表土不能随便排弃,要单独堆放,留待后期复垦使用。

4.2 排土场场址

4.2.1 矿山泥石流是在岩土排弃的沟谷或场地上发生的一种排土场整体失稳现象。它是一种包含大量泥沙、石块和巨砾的固液相混合流体,呈黏性层流或稀释性紊流状态,在各种自然(地质、地貌、水文、气候)和人为因素综合作用下,快速运动,所流经处,给自然环境和人们生产、生活均造成很大危害。

根据国内部分重点矿山排土场调查:降雨量大(年平均降雨量在800mm~1000mm以上)、雨量集中(小时降雨量50mm~70mm以上)的地区,排土场上游有一定范围的汇水面积,排水条件不良的排土场,因土岩混排,又处于地形陡峻沟谷之中,沟床纵坡很大,遇水崩解的软弱岩土形成大量泥沙流失,常导致排土场整体失去稳定,形成矿山泥石流。这些因素,就是本条所指的是否具有发生泥石流的条件。

本条规定自然条件下具备产生泥石流灾害的区域和设计排土场后易产生泥石流灾害的地区,不宜选作排土场的场址。个别矿区受条件限制难以选址时,也应避免布置在露天采矿场、井(硐)口、工业场地、居住区、村镇、交通干线等重要建(构)筑物的上游,同时对这类排土场应设置有效的防排水、泥石流灾害防护及拦挡设施等,保证排土场安全。

4.2.2 工程地质和水文地质条件相对简单、沟底自然地形坡度较平缓(沟谷纵坡度小于 12°)的沟谷是较理想的排土场场址选择。而沟谷纵坡较陡、汇水面积大且地表水集中的沟谷易引发泥石流和排土场滑塌,松散岩土的堆置和坡陡水急条件同时构成了泥石

流形成的基础和动因。

当场址选择无法避开不利的地形、地质条件时,设置切实可行的防护措施是必需的,包括排土场上部设置截洪沟、主要沟谷中设置排水盲沟或渗水层、坡脚设置拦石坝、清理基底软弱土层、基底修筑台阶、合理设计排土高度和安全平台等。

4.2.3 排土场尽可能靠近采场,其主要用意就是缩短排土运距,降低排岩成本和运输成本。在露天矿生产中,运输成本占很大比重,而运输距离亦是决定运输成本的重要因素,若有条件在采场周围就近布置排土场,即可通过降低排岩运输成本来提高矿山经济效益。

另外,排土场靠近采场选址,也可使露天矿山生产过程中采场和排土场所致的扬尘、渣污染、噪声污染等污染源相对集中,缩小污染影响范围,减小安全和卫生防护地带的设置区域。

4.3 内部排土场场址

4.3.1 充分利用先期开采结束的露天采坑作为后期开采的内部排土场,可以少占地、少征地,就近排土也可起到缩短运距,降低运输成本的作用。同时,利用闭坑的深凹露天采坑作为排土场,其排土场的安全稳定性相对于山坡堆置的排土场会更好些,也是减少生态环境破坏程度的可行措施。总之,内部排土场的设置有助于经济效益和社会效益的提高。

设置内部排土场时要考虑与相邻露天作业区的安全距离与生产安全,同时要考虑露天深部资源挂帮矿的回收。

4.3.2 根据缓倾斜矿床开采作业面比较大、开采顺序调整相对灵活的特点,矿山设计和生产过程中,应该有目的地编排采剥顺序,尽早腾出采场内的排土空间,创造岩土内排的条件。上面已经提到,岩土内排是节约用地、缩短运距、减低采剥及运输成本的有效措施。

4.3.3 对于分期开采的矿山,为降低初期投资和运营费,取得较

好的经济效益,将近期开采的剥离物堆放在远期开采境界内,后期进行二次倒运,但应经过技术经济比较,确定合理时方可采用。

4.3.4 利用采空区或塌陷区排弃剥离物,主要目的是为了减少排土场占地,而且还可缩短运输距离,降低成本。因此有条件的矿山应通过有计划地安排采掘进度,充分利用上述区域作为排土场。实际设计中应考虑发生塌陷、崩塌时可能对排土作业造成的隐患。

4.3.5 露天转地下开采的矿山,利用闭坑的露天采场作为地下开采阶段的排土场是实现节约用地的很好措施,需要注意的是,要充分估计地表排土作业和排土场自重对井下的井巷工程的安全影响,并采取相应的对策。

5 排 土 工 艺

5.1 排 土 方 式

5.1.1 排土方式一般与开拓运输系统相关联,大多为联合排土方式。特别是大型和特大型露天开采矿山存在多种排土方式。目前出于安全方面的考虑,不推荐汽车直排,而推荐为汽车-推土机联合排土;铁路土场一般推荐铁路-装载挖掘机排土,胶带运输与排土机联合排土等排土方式。

5.1.2 传统的排土方式还有很多种,但对于冶金矿山主要归纳了上述5种排土场方式。一般条件下前3种最为常见,小型机具排土除一些小型地下开采矿山外,已不推荐。

5.1.3 推土机的推送距离宜为10m~25m,推送方向以直线推送为好,一般推导的偏角宜为20°以内。

5.1.4 本条规定了铁路-装载挖掘机排土时,排土线的设置。

1 铁路运输的排土线会随着排土宽度的增加停产移设,日常工作时线路需要进行垫道、换轨枕、维修等作业,有时还需要处理诸如掉道、扣斗、挂弓等事故。为保证排土场的正常生产,要求有一定数量的备用线。根据一些矿山的实际经验,备用线数量取生产线数量的20%为宜,当排土场为两处以上时,20%备用线难以分散布置,因此规定每处排土场最少应有一条备用排土线。

5.1.5 本条对胶带-排土机排土作出规定。

1 排土线长度宜满足2~3个月的移设周期要求,宜取1000m~2000m。主要是考虑矿山生产的连续性,以避免过于频繁的移设。

4 初始路堤宽度由三部分组成,即移动胶带机中心线至路堤边缘距离、移动胶带机中心线至排土机中心线距离、排土机中心线

至路堤边缘距离。

5.1.6、5.1.7 山坡露天开采矿山,排土场一般为多台阶排土,在排土过程中,为保证作业安全,下部排土台阶应有足够的超前宽度,其超前工作平台宽度与排土方式、排土设备及台阶高度有关,一般由计算确定。

排土场平台宽度(B),按图 1 及式(1)或式(2)计算。

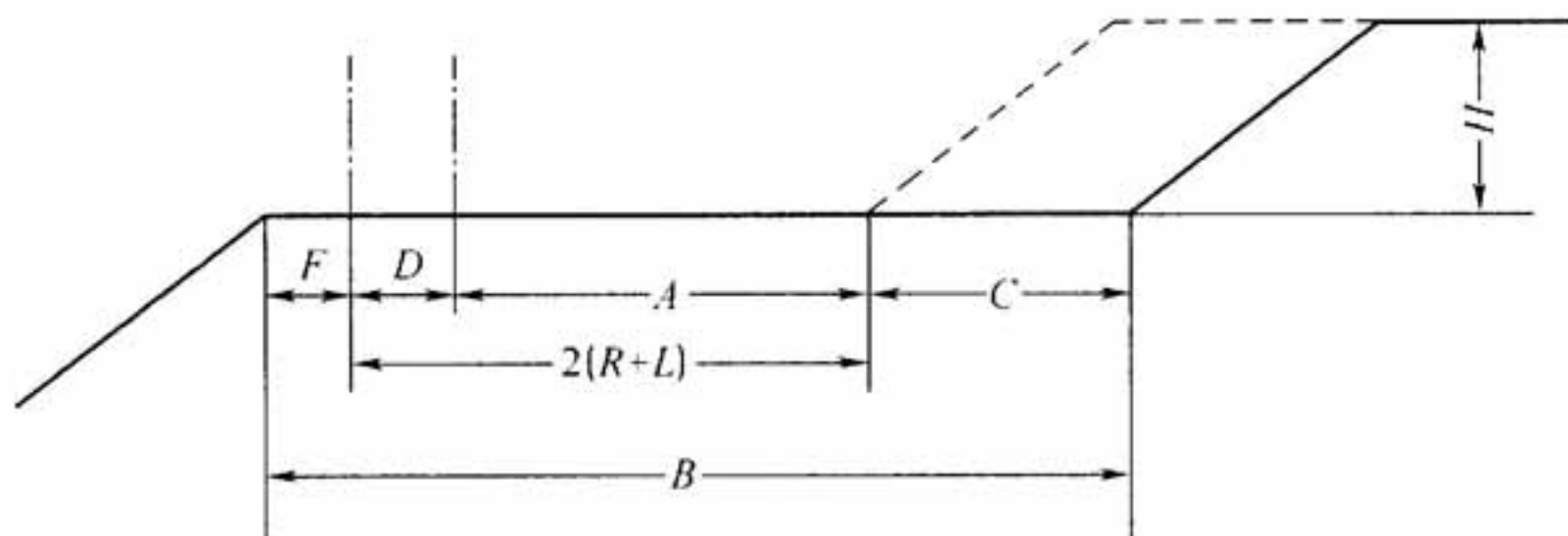


图 1 排土场工作平台宽度

采用铁路运输时:

$$B = A + C + D + F \quad (1)$$

采用汽车运输时:

$$B = C + 2(R + L) + F \quad (2)$$

式中: A ——上台阶坡底至铁路中心线距离,一般大于大块石滚动距离加摩电线杆至铁路中心线距离(m);

C ——超前堆置宽度(m);

D ——线间距离(m);

F ——外侧铁路中心线至台阶坡顶最小距离(m);

R ——汽车转弯半径(m);

L ——汽车长度(m)。

5.2 堆置要素

5.2.2 排土场各台阶的终了安全平台宽度首先应满足排土场整体

安全要求,其次应考虑后期排土场复垦时满足小型卡车的通行要求。

5.3 排 土 计 划

5.3.1 露天矿的剥离物一般包括表土、风化岩土、混合岩土以及坚硬岩石,部分矿山还有暂不回收的表外矿和贫矿等。排岩计划应根据剥离物性质和数量、排土场总容积进行合理安排。应将可以复垦用的腐殖土、表土单独堆存,以备将来使用。为了满足排土场稳定性要求,切不可将表土排弃在沟谷型排土场底部。

5.3.2 在排土场设计中,应着重考虑岩土运输合理流向,尽量减少岩土特别是前期岩土运输距离,做到高土高排、低土低排,以求得最佳的经济效益。

1 我国冶金露天矿山生产剥采比较高,一般在 $2t/t \sim 4t/t$,岩土运输费用在整个矿山开采成本中占有一定的比例。因此在排土场设计中,应着重考虑岩土运输合理流向,尽量减少岩土特别是前期岩土的运输距离,以求得最佳的经济效益。

5.3.3 剥离物逐年排弃计划表要反映出各年度不同排土方式的运输量(如胶带、汽车或铁路),以及排弃到土场的某一台阶的岩量,如多于一个土场,要反映出运往不同土场的排弃量。逐年剥离物排弃计划表可参照表 3。

表 3 逐年剥离物排弃计划表

年度	岩石量 (万 t 或万 m ³)	1 号排土场(万 t 或万 m ³)				表土堆场 (万 t 或万 m ³)		暂不利用矿石堆场 (万 t 或万 m ³)		小计
		汽车排土		胶带排土						
	总量	标高 1	标高 2	标高 1	标高 2	标高 1	标高 2	标高 1	标高 2	
1										
2										
3										
4										
5										
...										

注:本表可根据设计实际情况进行调整。

5.3.4 排土场终了状态图要包括台阶组成、运输道路等要素,如有排水工程、拦石坝等设施也应表示。排土场终了平面图中需标示排土场名称、排土场容积、排土标高、开拓系统线路布置。

5.3.5 本条规定了初步设计文件中应附的矿山排土场年末状态图要求。对于1、2、3级排土场应有前5年年末图是为了保证矿山生产前期排土场的堆排和相应的安全对策措施满足安全生产的要求。对应排土场前期的堆排状态,有相应的安全措施。对于简单类型的排土场,可根据条件和堆排状态附相应的年末状态图。后期关键年份和状态,一般指胶带排土机变换台阶排土、排土方式发生变化、覆盖式排土场台阶排土结束等,也应附图。年末图中应包括道路系统、防排洪系统等。一般条件下为满足5年一次的排土场稳定性检测分析,可附第5年、第10年、第15年等年份状态图。

5.4 防护距离

5.4.1 排土场整体稳定性好,不具有产生泥石流的条件,不可能发生整体失稳情况下,其最终坡底线与保护对象间的安全距离表是指无防护工程时的安全防护距离,现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第5.7.2条中规定:排土场应保证排弃土岩时不致因滚石、滑坡、塌方等威胁采矿场、工业场地(厂区)、居民点、铁路、道路、输电网线和通讯干线、耕种区、水域、隧道涵洞、旅游景区、固定标志及永久建筑物的安全,其安全距离在设计中规定。表5.4.1内容参照了现行国家标准《钢铁企业总图运输设计规范》GB 50603的规定,表中的安全距离考虑了边坡局部失稳所引起的变形和大块滚石的滚动距离。

(1)排土场边坡局部失稳,边坡局部失稳而产生的滑移。

1)产生的主要原因有:排土场堆置高度超过岩土边坡稳定高度,岩、土混排后形成软弱面,边坡渗水透水的动水压力的影响,地表雨水冲刷与浸泡破坏坡角。

2)根据《露天矿排土场技术调查总结报告》提供的实例:辽宁

某铁矿黄泥岗排土场老龙沟地段,1979 年发生一次滑坡,下滑体由山坡脚算起,滑移几十米远(平均堆高为 50m),滑移距离为最终堆置高度的 1 倍;辽宁某铁矿排土场,因原地面有几米厚的淤泥层,受排土场土体荷载堆积作用后产生底鼓,土体被推出 40m 远(排土场最终堆置高度为 40m,平均堆置高度为 30m),滑移距离为最终堆置高度的 75%~100%,淤积物隆起高度达 3.5m;辽宁某露天煤矿,1982 年 7 月在排土场西南部边缘产生滑坡后,坡角滑移最大距离近 50m(每层段高 12m~20m,最终堆置高度 60m~80m),为最终堆置高度的 60%~80%;1983 年辽宁某铁矿二道沟排土场,由于地基下卧,软弱层面受土体荷载后,基底压缩变形,产生底鼓滑移,使设计的最终片底线滑移约 200m(段高 52m),滑移距离为最终堆置高度的 4 倍。

上述几例,除辽宁某铁矿(例 4)系 10 多次累计滑移值大于最终堆置高度 1 倍以外,其他多数实例均在 1 倍范围之内。

关于排土场整体失稳滑动距离,2008 年尖山铁矿排土场滑坡超出 2 倍排土场堆排高度;2011 年四川米易排土场整体滑坡远超出 2 倍排土场高度,因此存在软弱地基土并且未及时清除的条件下,排土场整体失稳距离难以控制在 2 倍排土场高度范围内,不应按表 5.4.1 确定安全防护距离,需要通过专题论证确定。

(2)关于大块滚石的滚动距离。

1)现行国家标准《煤炭工业露天矿设计规范》GB 50197 中关于大块岩石滚动距离的实测记录见表 4。

表 4 大块岩石滚动距离(m)

矿 名	排土台阶高度 (m)	大块滚石距离 (m)	位置	备 注
阜新海州露天矿	16	9.13	220-1	1969 年事故记录
	18	8.46	200-4	
	20	8.95	220-1	
	21	10.70	240-1	

续表 4

矿 名	排土台阶高度 (m)	大块滚石距离 (m)	位置	备 注
阜新海州露天矿	23	23.80	260-3	1971 年事故记录
	27	15.30	260-4	
抚顺西露天矿	14	20.00		1969 年事故记录,其地面为顺坡
霍林河露天矿	15	14.50		1980 年实测
		16.70		1980 年实测

辽宁某露天铁矿张家沟采矿场 245m 平台进行实测的结果,大块(0.3m~1.5m)滚石的滚动距离见表 5。

表 5 大块(0.3m~1.5m)滚石的滚动距离

序号	滚动距离 (m)	大块滚石 数量	对于 1m 大块 滚石数量(个)	大块滚石量 比例(%)	大块滚石 累计比例(%)
1	0~4	3770	20	84.5	84.5
2	4~8	385	7	8.7	93.2
3	8~10	95	4	2.2	95.4
4	10~12	80	2	1.8	97.2
5	12~14	55	4	1.2	98.4
6	14~16	33	3	0.7	99.1
7	16~18	27	1	0.6	99.7
8	18~20	15	1	0.3	100.0

2)煤炭系统实测资料结果表明:排土场堆置高度 $H \leq 20\text{m}$ 时,大块岩石的滚动距离 $L_{\text{滚}} = (1 \sim 1.5)H(\text{m})$;当 $20\text{m} < H \leq 40\text{m}$ 时, $L_{\text{滚}} = (1 \sim 0.7)H(\text{m})$;当堆置高度 H 值超过 20m,坡脚处地面平台坡度小(一般 $\alpha \leq 20^\circ$)时,大块岩石滚动距离与堆置高度呈线性变化规律,滚动距离呈逐渐减小的趋势。

张家沟采矿场实测资料结果表明,大块滚石从高度 55m~100m 处沿坡面滚落,落在 10m 以内的约占 95.4%,在 14m 以内的约占 98.4%,在 16m 以内的约占 99.3%,在 16m~20m 范围内仅为 0.9%,可见大部分滚石在 14m~20m 范围内均可停止滚动

(测定时坡脚外系采矿场自然状态下的开采平台)。

以上虽是在露天采矿场边坡上进行实际测定的结果,但同样可以反映排土场边坡滚石运动的一般规律,即滚石的滚动距离与边坡高度(即堆置高度)呈线性变化规律,随堆高的加大,滚石距离呈减小的趋势。

从两矿实测结果可以看出,排土场边坡的滚石距离与堆置高度之比均未超出 0.75。

考虑到边坡失稳、大块滚石的运动与变化规律远非人们观察、测定、计算所能完全概括的,为安全起见,本条规定根据防护对象的重要性,考虑了 K 等于 1 倍至 3 倍的安全系数,规定安全防护距离值为 $(0.75 \sim 2.0)H$ 。

(3)关于表 5.4.1 中序号 2 的规定。

矿山铁路干线(露天采矿场内部线路除外)的重要性比国家交通干线小,可适当减小其安全防护距离,故本条规定不宜小于 75% 的最终堆置高度。

人口相当于城市居住组团级(1000 人~3000 人、300 户~700 户)的矿山居住区、村镇及工业场地等,因有大量人群从事经常性生产及生活,安全防护距离应适当加大。

(4)关于分层堆置的排土场。

分层堆置排土场在排土作业过程中各台阶间均按有关操作规程留有 30m~50m 的安全平台,一般可以认为大块滚石不再越过各自台阶滚下危及下面设施的安全,安全防护距离可根据最下层台阶高度计算即可。但考虑到多层排土场最终形成的安全平台以最终堆置高度为基础进行计算,但对表 5.4.1 中序号 1、2 中的设施,可取表列规定值的 0.75。

考虑到排土场坡脚外地面坡度值对滚石滚动距离的影响,当地面坡度不大于 24° 时取下限值,坡度等于 24° 时,取上限值。当坡度线外地面坡度大于 24° 时,滚动距离值明显加大,为了安全起见,此时应根据需要设置防滚石危害的措施。

(5)由于矿山排土场具有扬尘和渣污染,对村镇居民区环境会带来不同程度的危害,为减少污染,提高生活区环境质量,要求排土场距村镇、居民区及其他设施间应保持一定的卫生防护距离,卫生防护距离的大小与国情、废弃物的性质及当地的地形、气象条件等因素有关。

(6)滚石防护距离的计算。

边坡滚石的运动状态有滑动、自由落体、弹跳和滚动。滚石运动轨迹往往是这四种运动状态的组合,对于每一种运动状态均可通过物理定律及简单的方程进行描述。

滚石从坡体上部向下滚落主要包括两个过程,即滚石的空中运动过程和滚石与坡面相互作用过程。目前对于滚石运动状态的计算理论大多集中于滑动、自由落体、弹跳、滚动这四种运动状态下的某一状态的描述,确定滚石参与了哪几种运动,及各种运动何时转换是非常困难的问题。

滚石运动轨迹的估算问题是边坡滚石问题研究的一个重要方面。现场试验、模型试验和数值模拟是目前滚石运动轨迹研究应用最多的三种方法。现场滚石试验受影响因素较多,开展难度较大,模型试验是一种有效的手段,但模型制作过程复杂,成本高。目前随着计算机技术的发展,数值模拟已经成为主流的滚石轨迹研究的手段。

目前模拟滚石运动的软件有十余种,主要有 STONE、CRSP、RocFall 等。通过预先输入一些控制参数,滚石模拟软件可以得出指定区域累计滚石数量,滚石最大速度及最大弹跳高度等数据。

由于滚石运动特征受滚石启动方式,斜坡覆盖层和植被特征、斜坡坡度、坡面长度、滚石形状和滚石质量等多个因素影响,因此准确估算滚石滚落状态是不可能的,现行国家标准《有色金属矿山排土场设计规范》GB 50421 中安全与卫生防护距离条文说明中指出大块滚石的运动与变化规律远非人们观察、测定、计算所能完全概括,为安全计,按被保护对象的重要性不同,分别乘以 $K=1\sim 2$

的安全系数。

5.4.2 复杂及不良场地条件的排土场,由于具有潜在的整体滑坡趋势,在处理软弱地基的条件下,其整体滑动距离难以控制在2倍排土场高度范围内,因此需要进行论证分析以确定排土场的安全防护距离与对策措施。一般及良好场地排土场产生的排土场滑坡属于排土场内部堆排物料滑坡,根据资料统计,其滑动距离有限,因此可以参考本规范表5.4.1确定防护距离。

5.4.3 设置在露天矿周边的排土场,除应根据与露天采场之间的关系确定安全距离外,还应该考虑排土场附加堆载对露天采场边坡稳定性的影响,一般应通过计算分析确定。确有影响,一般应调整排土场的选址,尽可能避免调整设计边坡角。

5.5 排土场用地

5.5.1 矿山建设中排土场占地为矿山总占地的50%左右,由于土场占地面积大,使用时间长,故其用地应满足矿山总体规划需要,一次规划,分期征用,避免土地资源的闲置和浪费。

5.5.2 排土场用地除考虑排土场终了坡脚内实际占用土地面积外,尚应根据排土场的最终堆置高度,排土场的物料性质及结合排土场坡脚处的自然地形条件等因素把废石滚动距离内的占用土地作为排土场的终了用地。目前条件下,对于大型排土场的征地范围一般按照排土场设计前缘(或堆石坝坡脚)外扩50m范围考虑。小型排土场或地形坡度平缓、段高小的排土场,征地面积可适当减小,但应满足滚石防护的要求。

5.6 排土场辅助设施

5.6.1 本条主要目的是为消除水害,确保土场使用安全,防止水土流失危害环境,完善的排水系统包括排土场上部靠山侧排水设施,排土场下游的排水设施,排土场内的排水设施。

其中排土场上游的排水设施主要以截洪沟为主,防止上游汇

水对排土场造成危害。排土场下游排水设施主要是排洪道及排土场坡脚与被保护设施间的拦洪坝等设施。排土场内的排水设施主要为排土场内部的排水沟、排水涵洞及必要时的排土场底部渗流设施等。

排洪设施的设计洪水频率应综合排土场的汇水面积、地形条件、排土场的排岩量、岩石的物理力学性质、岩石粒级组成及排土场下游是否有无直接受威胁的居民区或其他设施等因素确定。

5.6.2 本条主要是从作业安全与照明角度出发而作的规定。无作业指挥和照明条件,禁止排土作业。

5.6.3 无论采用何种排土方式,在排土作业区应设置醒目的警示标志,非工作人员不得擅自进入该区域,防止排土作业时的滚石及土场局部坍塌失稳等造成的安全事故。

现行国家标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006第5.7.7条规定:排土场进行排土作业时,应圈定危险范围,并设立警戒标志,无关人员不应进入危险范围内。而排土场安全范围同排土场边坡坡脚处原地形坡度息息相关,因此排土场警戒标志范围应设定在征地范围边缘,并应加强观测。

6 排土场安全稳定性

6.1 一般规定

6.1.1 选址阶段应根据实际的场址地貌和水文地质、工程地质特征,分析判定排土场发生泥石流、液化或湿陷灾害的可能性;对陡倾地基,则应考虑形成稳定台阶的可能性;对软弱地基,则应考虑地基蠕滑的可能性;因此本规范强调了初步设计阶段应进行排土场稳定性分析,并在工程经济分析的基础上,判断排土场场址的适宜性。同时,改、扩建矿山必须基于现状排土场稳定性的论证结果和排土工艺,判断原有排土场场址扩容的可能性,并结合开拓系统调整优化排土工艺。

6.1.2 排土场工程地质勘查采用钻探和槽探为主,地质踏勘及地质测绘为辅,结合室内试验和原位测试等手段,完成包括排土场地基工程地质及水文地质调查、原始地形、现状地形、关键代表性地质剖面、排土物料及地基的物理力学性质试验等内容。工程地质及水文地质勘查报告内容主要应包括:

- (1)地理环境及其危害性影响;
- (2)地形地貌、气候;
- (3)区域地质环境、水文地质条件、地震活动特征;
- (4)排土场地基及排土物料特征;
- (5)排土场物料粒度分布规律;
- (6)排土场岩土物理力学性质试验分析或参数建议;
- (7)排土场区泥石流的可能性评估。

对既有排土场,应综合采用钻探、物探手段掌握排土料分层性质、地基岩土性质和地基地形。对新设计的矿山排土场,排弃物料物理力学性质可采用工程类比方法进行确定。类比项目主要根据

物料岩性相似性、破碎方式(爆破堆料、二次破碎)相似性确定其颗粒级配,并根据排土方式(单台阶式、多台阶覆盖式、多台阶压坡脚式等)相似性,结合规划年末图、堆置要素等,确定排土场模型的分层性。必要时,宜从相邻矿山采取物料进行排弃物料颗粒级配筛分及物理力学性质试验。

6.1.3 排土场选址应保证排弃岩、土时不致因滚石、滑坡、塌方等威胁采矿场、工业场地(厂区)、居民点、铁路、道路、输电网线和通讯干线、耕种区、水域、隧道涵洞、旅游景区、固定标志及永久性建筑等的安全。

排土场安全稳定性分析应在排土场区水文地质、工程地质分析基础上,分析判断场地适宜性、环境特征与灾害可能性;并综合排弃物料物理力学性质,基于排土场堆置要素选取典型代表性剖面,进行排土场稳定性计算分析,根据计算结果提出相关安全对策措施。

6.1.4 排土场向前推进和形成的过程,也是其模型和参数在时间和空间上的演化过程。形成排土场过程的动态变化特征决定了排土场堆置要素的不确定性和变化性。因此,安全稳定性论证应在稳定性分析基础上增加排土场堆排和堆置要素的论证,保证生产过程的安全可靠。同时还应增加现场的检测及分析,重点是安全距离、最终境界和底层材料、平台形状、安全车挡、排水设施、变形特征(主要包括坡顶裂缝、斜坡面和坡脚隆起)、眉线和段高等关键参数的检测及分析。并依托检测及分析数据反演分析模型,确保分析结果能有效解释现场相关变形和破坏特征。

6.2 计算方法

6.2.1 露天矿生产剥离的松散颗粒体经汽车、铁路或胶带机运输,通过推土机、装载挖掘机或排岩机倾倒堆积在沟谷或坡地上形成排土场,属边坡工程范畴,因此排土场稳定性分析可以借鉴岩(土)边坡工程的计算方法。稳定性分析中,基本模型的概化和力

学参数的选择必须建立在现场地质调查形成的初步判断上。即使摒除了参数取值上的经验和主观因素,极限平衡分析所获取的安全系数也难以刻画滑体变形破坏过程、滑带流变性和非刚性特征(这恰恰也是排土场管理过程中最直观的现象),同时,由于引入了最小安全系数的搜索过程,其最终结果往往是一个小于真实解的、留有余地的安全系数。因此评价结果要真正服务和指导工程实践,还应构架以安全系数为核心,以失效概率(评价的确定性问题)和变形破坏机理(启动和形式、终止条件)为基本点的全面评价系统。采用允许变形和部分破坏的设计理念,关联安全等级与控制标准,考虑降雨及地震工况组合,建立了以安全系数为主,综合应力场、位移场、塑性区分布特征的综合评价方法,稳定性计算分析采用工程地质勘查、室内外试验、工程类比现场检测,并通过以极限平衡计算为主要手段的稳定状态评价(安全系数和破坏概率)和机理预测分析(启动机理、变形与破坏形式)。排土工艺(见本规范附录 A 排土场初步分类与说明)决定了排土场在废石颗粒的分层特征,堆置形状要素确定了整体几何形态。因此计算方法根据排土工艺、堆置形状要素和潜在的破坏方式不同而不同。

6.2.2 由于模型和参数的不确定性是岩土工程的固有特征,因此分析中宜采用定性分析与定量计算相结合,基于定性分析初步判定模型代表性和参数的合理性,并确保定量计算结果和现状拟合。

6.2.3 采用工程地质类比法时,应结合类似排土场破坏机理、主要影响因素等判别破坏方式。基于不同排土台阶即排弃点的既有滑坡的特性特征,遵循类似性、系统性、选择性、目标控制、可比度等工程类比条件,对工程条件(排土工艺、土场规模及堆置尺寸效应)和地质条件(地基及排土料物理力学性质、坡高、坡比和坡型,降雨和地震或爆破震动诱发)进行类比,获取潜在的破坏机制。

6.2.4 基于对国内外露天矿山排土场的综合调查分析表明,排土场潜在失稳模式有三种:沿排土体-原始山体表面接触带滑坡、排土本体(内部)近程滑动、排土场基础滑坡。

沿排土场堆置的基底表面-原始山体表面接触带产生的滑坡,主要控制因素是基底表面倾角及其与排弃物之间的强度指标差异。由于排土场形成初期全部排弃表土,强度低,结构疏松,大气降雨后必然形成排弃物与基底表土层的渗透差异,水易沿着基底表面滞流,浸润后容易软化,强度降低,当排土体和地基接触带抗剪强度小于排土场物料本身的抗剪强度,则构成堆石体滑体的滑动面,产生沿基底表层的顺坡向破坏。

因此,当破坏模式为沿表土-基岩界面或排土体-地基界面折线破坏时,可采用传递系数法、Janbu 法或强度折减法;当破坏模式为沿表土-基岩或排土体-地基的单一平面破坏时,可采用 Bishop 法、强度折减法或瑞典条分法。

排土本体(内部)近程滑动及排土场基础滑坡:本体滑动指地基岩层相对稳定,而散体岩石力学性质相对较差,排土堆高到一定程度后,外荷载作用(如继续堆载或排土设备加载)下,地基沉陷,诱使排弃物压密变形增大,处于极限平衡后,排土场后部一定范围内,由于自重先期压实沉陷而形成的主动楔形区,在其他外力及降雨等因素的诱发下,下部阻挡被动楔难以支撑,导致排弃物料内部滑坡。最常见的排土场内部滑坡引发因素有两个:一是内因,主要受物料特性自身影响,如排土料中黏土或细颗粒含量较高时,由于压实沉降,在边坡内部的孔隙压力增高,应力集中,降低了潜在滑动面的摩阻力;或者由于岩土混排,在排土场内形成软弱层,在雨水作用下,同样降低了潜在滑动面的摩阻力而形成滑坡;二是外因,主要受堆高、水浸润或爆破震动影响。排土场台阶高度超过散体岩石堆积极限高度,下部阻挡被动楔难以支撑而滑坡。水浸润或爆破震动是诱发和降低排土体自身性质导致。排土场内部滑坡一般为圆弧形滑面,滑坡面穿过边坡内部而出露于坡面。这种滑动一般距离不远,一次滑动后随即稳定,若继续排土,则再一次发生滑动。排土过程中一般都会发生。这类滑坡模式的第二潜在滑面一般平行于或略大于排弃物料的自然安息角,这个潜在滑面也

就是排弃物料内部弱面。形成这种弱面的原因在于：

(1)由于排土场堆置方式不当所造成的弱面,诸如在排土场由坚硬岩石组成的坡面上排放大面积薄薄一层黏土而形成的人工弱面;

(2)由于气候造成的弱面,当冬季寒冷时,坡面上存有较厚的冰雪层,若在其上排弃土岩,则形成冰雪夹层,当春天骤暖时,冰雪融化,沿冰雪夹层的、表面浸润的土岩形成气候弱面。排土场基础滑坡指排土场地基较为软弱,或地基含软弱层或正断层时,加上水、超载或边坡过陡等因素而导致,在上部土场作用下产生滑移和底鼓,进而牵引上部土场滑坡。在排土场形成过程中,随着排弃高度的不断增加,排弃物料的重力加大,基底土层持力层厚度亦随之加深,当排弃物达到一定水平时,基底持力层遇有连续性好的、强度低的黏土软弱带或软塑带,软弱带被挤压产生塑性流动挤出,下部基底隆起剪切而产生破坏。

排土本体(内部)近程滑动及排土场基础滑坡滑动面基本为圆弧状。因此,对这种破坏模式为圆弧破坏时,可采用 Morgenstern-price 法、Bishop 法、Spencer 法或强度折减法。当破坏模式为沿表土-基岩界面或排土体-地基界面折线破坏时,可采用传递系数法、Janbu 法或强度折减法;当破坏模式为沿表土-基岩或排土体-地基的单一平面破坏时,可采用传递系数法、强度折减法;当破坏模式为圆弧破坏时,可采用 Morgenstern-price 法、Bishop 法、Spencer 法或强度折减法。

6.2.5 工程实践中,为了减少征地,最大限度增加容量,往往利用凹形山谷的夹持效应形成了凸形排土场边坡,这是不可回避的现实。通过凹形地基转移承受排土体下部的水平力,阻止散体指向坡面的水平位移(最大值点也是潜在滑动面的出露点),有利于排土场的稳定。大量的工程实例表明,上宽下窄山谷形排土场自然安息角往往高于平地型或坡面堆积型,其根本原因正是由于排土场的空间效应使然。级配、岩性、粗粒含量相同的排土散体,即使

自然安息角一致,设计的排土场边坡角也会存在较大差异。分析中,必须根据地基地形,兼顾排土工艺(关键是推进方式)分别对待。仅用 2D 分析,必然导致较大的误差,甚至形成错误判断,无益于工程实践,其结果是安全性和经济性完全不能统一。因此排土场稳定性论证应采取极限平衡法与有限元、有限差分、离散元等数值算法综合进行分析。同时,规范编制过程中展开的专题研究成果表明,排土场堆置为空间谷堆型或曲率半径小于 2 倍的堆置高度时,应采用三维模型计算。计算方法可采用严格三维极限平衡方法或三维强度折减方法。考虑到国内各设计院技术水平和设计经验的差异,兼顾设计技术水平发展的需要,没有要求在设计阶段的稳定性计算采用数值方法,而限定在稳定性论证阶段,也是保证排土场安全稳定性论证的可靠性。

6.3 计算模型与参数

6.3.1 计算模型及剖面的典型性及代表性是保证分析成果的可靠性和可信性的关键。露天矿排土场用地约占矿山用地的 30%~50%,由于场址的不可选择性或征地难,只能采取加高覆盖排弃方案,空间效应越来越突出,从平面上的单一凸形(垂直于排土方向)将逐渐演化成“高谷堆型”,稳定性评价面临非 3D 模型不能解决的需求。过程安全性将日益彰显。岩土工程特点决定了排土场工程计算模型同样应综合地形地貌、地基特征、水文地质特征、物料特征、排土场堆置要素、堆积过程等确定。

6.3.2 排岩作业分阶段、分区域进行,地基和排土场堆排物料散体空间组合不断改变。排土场堆排物料散体结构特征(粒径、颗粒级配、密度、均匀性)决定了系统的力学行为是具有不同尺度、性状的碎块石在变化的排岩荷载下协调变形、相互作用的结果。从坡脚到排土平台坡顶,排土场堆积散体以固定的自然安息角存在,基底承受平行于排土场坡面的荷载,表现为沿坡顶到坡脚处逐渐减小,其结果是,排土层自身各部位固结应力基本线性增长,导致颗

粒相互滑移、充填、粗大颗粒棱角或者软弱颗粒破碎和重排,物理性质上主要表现为表观密度、密实度和孔隙率空间差异,力学特性呈现分层性(特别是 c 、 φ 、 E)。结合工程实践项目的专题研究表明,排土散体主要表现为非线性力学特性:

(1)空间变异性:初期剥岩时,表土散体岩体透水性差、黏土矿物含量高、摩擦强度低、风化严重;而后期则相反。另一方面,松散岩石自坡顶排弃,由于分选作用,大块岩石滚至排土场坡底,而小块岩石则大部分停留在排土场上部,筛分试验表明,粒度组成符合 Rosin-Rammler、Gaudin-Schuhmann、Gibrat 函数或分形特征。

(2)时间相关性:针对在排和终排取样进行室内大三轴试验表明,不同的时间段,因颗粒重排、充填和压缩、固结作用,同一分区在不同阶段具有迥异的强度和变形特性。

(3)有条件转化性:在不同阶段,颗粒破碎和湿化作用对剪胀性和抗剪强度指标产生明显影响,导致排土场边坡表现出稳定性有条件转化。

(4)相互作用性:不同于其他地基,排土场基底表土一般未清除。滚落至坡脚的大块废石撞、挤、压、推、剪、切入地基,废石料-表土相互作用,呈蜂窝状离散嵌在表土中。受表土性质与厚度影响,形成新组构及力学特征的极薄、薄、厚接触界面。

目前在排土场论证中很多未考虑排土料自身工程特征,将岩、土或尾矿料与排土料混淆,选取了不符合工程实际特征的力学参数,导致计算结果错误。因此,本规范对排弃物料的力学指标确定作出粗粒料根据室外初步筛分试验和室内重组样大三轴试验要求。对新建矿山排土场没有条件进行试验的,可基于岩体特征和开采工艺、排土工艺,根据物料岩性相似性、破碎方式相似性确定其颗粒级配,结合堆置要素等通过工程类比方法,确定排弃物料的力学指标。如无类似项目,宜从相邻矿山采取母岩相近粗粒料基于破碎方式进行排弃物料颗粒级配筛分及物理力学性质试验。同

时考虑数值模拟技术的发展,也可通过颗粒流或元胞自动机等数值分析方法进行虚拟试验选取。

地基岩土体及其弱面的抗剪强度是排土场边坡稳定性计算的重要力学参数,通常根据岩体不连续面强度对岩石材料力学参数的弱化及地下水对岩石材料力学参数的软化将岩石的力学参数换算成岩体的力学参数。一般应考虑岩体的分类、节理密度、边坡高度、结构面间距、地下水状况、应力特征等,也可根据地区资料采取直接折减法选取。对折线或平面破坏模式,当基底表土未清除,排土场地基表土-排土料接触面抗剪强度可通过原位剪切试验或室内相似模型试验,结合地层结构特征综合确定。

6.3.3 排土场的稳定性取决于其本身的地质结构、地基及堆积物料的力学性质以及地下水渗流场的分布、动力荷载的大小等多方面的因素。由于地震和降雨同时出现属极(小)概率事件,本规范在编制中再三讨论,由于在允许安全系数的设定时已经考虑,兼顾排土场破坏效果及严重性,认为地震和降雨工况不组合符合实际工程特征。同时,参考国内外研究成果,结合编制过程中展开的排土场介质的动力传递特征,地震烈度大于或等于 7 度时应展开地震工况计算;当露天采场边坡上部为排土场时,应进行爆破震动工况分析;排土场影响范围内如存在重要设施,荷载也应考虑在内。

6.4 安全稳定性标准

6.4.1、6.4.2 以破坏强度为根据,将抗滑力(矩) R 和滑动力(矩) S 比值 $F=R/S$ 定义为安全系数作为稳定与否的评价指标已广为工程界所熟悉。 $F=1$, 极限平衡; $F>1$ 时, 稳定; $F<1$, 处于失稳状态。此准则并不反映不同工程对边坡不同稳定性的要求。由此,不同性质的工程安全性评价标准不同。如国家现行标准《建筑边坡工程规范》GB 50330、《水电水利工程边坡设计规范》DL/T 5353、《水利水电工程边坡设计规范》SL 386、《滑坡防治

工程设计与施工技术规范》DZ/T 0219 等均在基于边坡等级的基础上作出了详细的要求。现行国家标准《有色金属矿山排土场设计规范》GB 50421 中虽然根据容量、堆置高度划分了设计等级,但后续的评价标准(允许安全系数)却笼统地基于影响后果和损失将准则取为 1.3,1.2,1.15。本规范编制过程中,经国内矿山大量调研后认为:以排土场地基坡度、基础力学性质、排土料岩性、混合体坡高和坡脚线距离比为基本因素,以人为本,区分作业台阶安全和整体稳定标准,经会议讨论后,提出根据排土场等级与计算工况。主要考虑如下因素:

(1)排土场安全主要以整体安全为主,依据排土场等级划分制订标准。研究表明:无论是地基还是排土料,其参数具有变异性。按照岩土体强度取概率分布曲线的 0.25、0.20、0.10 的分位值,假定 f 值的变异系数取 0.33,得到安全系数为 1.25 时,按岩土体强度平均值得到的安全系数将为 1.4~1.5,其年破坏概率为 10~4 级。因此,对一级排土场,将整体安全标准限制为 1.25~1.30,体现了安全性与经济的统一。

(2)考虑排土场空间效应,从地形上将山谷划分为敞口式(发散效应)和收口式(夹持效应);根据国内外大量调查统计资料表明,当排土场基底地面自然坡小于 24° ,排土场不会发生沿界面的整体下滑,其稳定性良好。我国铁(公)路路基设计时,通常把地面横坡限制在 1:2.5 以下,作为区分陡坡路基进行个别设计的范围。这个坡度大体上也是在 $20^{\circ}\sim 24^{\circ}$,说明以地面坡度不超过 24° 作为评判土工构筑物(含排土场)是否可能发生整体下滑的界限是符合设计现状的。排土料的自然安息角范围为 $30^{\circ}\sim 38^{\circ}$,当地面坡度超过 24° 时,极易发生整体沿接触面滑坡,需在坡脚处采取防护工程措施;当地面坡度再陡甚至超过 45° 时,除在坡脚处具有逆向地形,形成天然稳定基础外,将难以保持排土场的整体稳定。因此将地表坡度阈值设定在 24° 和 38° (坡脚具有逆向地形除外)。

(3)坡高增加导致排土场坡脚应力集中进而底鼓,在坡高大于150m时,失稳概率增高:一是要求基底承载力较高(达3MPa,对应于工程地质中的基岩裸露);二是自身固结变形过大(沉降20%达30m,不利于上部排土作业)。

(4)将经济损失(或人员死亡)概化为有影响和无影响,体现了工程科学的以人为本和可持续发展的要求。

(5)基于排土场滑坡历史统计分析表明,对坡脚地基较好的排土场,发生滑坡的距离为60%~100%的坡高;将坡脚线距离和坡高直接关联规划排土场等级,并基于排土场等级设定安全准则,体现了安全和经济的兼顾。

(6)降雨及地震耦合作用属小概率事件(概率极值问题),对冶金矿山排土场工程不考虑,主要基于废石料岩性中黏粒含量较低(小于0.05mm的黏粒含量不超过15%)。迥异于煤矿工程和尾矿库工程,排土本体基本不会发生流滑灾害问题。

(7)排土场下游是指主沟(坡)内废石堆积区潜在滑坡的影响区域。从国内外滑坡距离的调研数据表明,金属矿山排土场,滑坡距离最小为70%的堆积高度,最大可达到7倍,主要受失稳规模(高度及体积)、场址气候特征、废石堆积体下伏地基覆盖层(坡度及岩性)共同作用。其确定可基于工程类比,采用等效摩擦系数方法或数值分析确定。

6.4.3 排土场降雨工况对应的降雨强度,对一、二级排土场不应小于50年一遇;三、四级排土场不应小于20年一遇。

6.4.4 设计地震动加速度代表值的概率水准,应取基准期50年内超越概率 P_{50} 为0.05。场地设计基本地震加速度应按表6选用。

表6 场地设计基本地震加速度 a

地震烈度	6度	7度	8度	9度
水平加速度 a	0.05g	0.10g、0.15g	0.20g、0.30g	0.40g

6.4.5 排土场台阶的稳定性与其阶段高度和排弃强度密切相关。

对于在用的排土场,其坡面稳定性基本处于极限平衡状态。经过一定时间的自重固结和密实作用,其稳定性得以提高。因此排土台阶的过程稳定性控制关键是排弃过程中,根据物料特性(主要是颗粒级配特征及其分选、偏析特征)、地基条件(主要是废石-地基接触界面坡度和抗剪强度)、单位时间和单位排土线长度上的废石流量的控制来保证。对应于终了状态,可采用自重固结后的物理力学参数计算其稳定性。

7 排土场安全防护

7.1 主动防护

7.1.1 纵观排土场的治理乃至边坡工程的滑坡(已发生的和潜在的不稳定区)防治,基本思路或力学原理建立在减小滑动力或增大抗滑力。表现为调控方法归一为“砍头压脚”,或消减推动滑坡产生的物质(减载);或增加阻止滑坡产生区的物质(反压)和减缓坡区坡度(削方减载)。配套以防排水(地表截、排水沟)或支挡加固和改良(抗滑挡墙、抗滑桩、锚固、注浆改良)等。治理设计完全借鉴土(岩)边坡方法,归类于被动防护,属事后控制,不得已而为之(面临经济损失或生命安全)。由于没有找到一个安全和经济的平衡点,往往遭遇预案或对策措施不被接纳,或者措施实施后因没有终止滑坡的继续和根治潜在危害,而被矿山按自己的工程经验修改得面目全非,甚至宁可修改排土线和规划境界来规避调控方法的不确定性和结果未知性。

研究表明,排土场过程及终了状态下的稳定性与排土工艺(排弃方式、堆置分段、排土顺序)和地形(沟谷或坡地)及地基承载力密切相关。采用事先动态控制措施,遏制、终结变形与破坏的启动,确保全过程安全,归类于主动防护,属事前控制。

本规范的服务对象主要是排土场设计,同时亦具备对生产管理的指导和借鉴。因此,排土场设计规范编制中,为保证措施的适应性和有效性并考虑生产的可接纳度,将安全防护分为主动防护和被动防护。

主动防护是排土场规划和施工图设计阶段提出的设计预案。被动防护则是生产阶段基于排土场病害特征提出的治理对策。本节主要讨论的是主动防护。归纳总结分析排土场破坏特

征机理,软弱地基、复杂地形、陡倾是滑坡和滚石等灾害的主要因素。

确保建(构)筑物变形(影响结构功能性)和应力(超过极限强度后的安全失稳)安全是工程结构可靠性设计的基本要求。这对土场上部有建(构)筑物时是适用的,但冶金矿山排土场工程安全威胁的对象是土场上部工程机械和坡脚影响范围内的村庄、交通设施及建(构)筑物。就排土场而言,自身散体结构及其功能上应允许变形和裂缝的出现,没必要也不可能限制,毕竟全过程变形历时多年才能完成,且沉降系数高达 1.1~1.2,并伴随裂缝产生。

因此区别于建筑边坡,基于对周边环境的影响后果(程度和范围),从排土场边坡与基底的相互作用机制出发,采用允许变形的设计原则和可终止破坏的理念,符合经济性与安全性兼顾的要求。稳定性调控应弱化功能性、安全性、适应性不强的被动措施,结合排土过程,采取料源控制、推进方式等事先主动调控——疏导界面排水,合理使用排土空间,调整土场生成过程的时空关系,控制排土速度,确保过程安全和终了状态稳定。

排土体荷载作用下,软弱地基由于压缩性大、孔隙比大、渗透性小、强度低,宏观上表现为竖向压缩变形,水平向挤出变形的剪切破坏。设计或既有规范要求清除或改良加固软弱地基或减小排土高度(减少容量),带来很大投资和牺牲排土空间,难以为矿山所接受。

堆载预压提高“地基承载力”的机理,一是排出土体中的孔隙水而固结,有效应力增加;一是密实土体减小孔隙率,土体颗粒重新排列和充填而提高骨架结构提高抗剪强度。因此控制排土场第一台阶高度,预压地基,提高“地基承载力”,并将第一台阶作为后续台阶的“基础”。

堆载预压后强度由太沙基固结强度确定:

$$\tau = \eta(\tau_0 + U \cdot m \cdot \Delta\sigma_1) \quad (3)$$

其中,

$$m = \frac{\sin\varphi \cdot \cos\varphi}{1 + \sin\varphi} \quad (4)$$

$$U = \frac{1}{t} \left[t - \frac{\alpha}{\beta} (1 - e^{\beta t}) \right] \quad (5)$$

$$\alpha = \frac{8}{\pi^2}, \beta = \frac{\pi^2 C_v}{4h^2} \quad (6)$$

式中: $\Delta\sigma_1$ ——在外压力 P 作用下,土层中某点的最大主应力增量 (kPa);

U ——土的固结度;

M ——有效摩擦角函数;

H ——剪力作用下,土强度衰减系数;

τ_0 ——即为 C_u ;

C_v ——土的固结系数;

h ——地基土厚度。

尖山铁矿南排土场地基湿陷性黄土下伏粉质黏土、粉土等,确定的第一台阶堆高为: $H_2 = 10^{-4} C \cot\varphi \gamma^{-1} [\tan^2(45 + \varphi/2) e^{\pi \tan\varphi} - 1] = 9.25(\text{m})$ 。

在分析滑坡特征后,改变排土工艺,以 9m 高废石作为预压荷载,堆放在黄土地基上,以密实土体改善黄土骨架结构,达到提高抗剪强度的目的。进一步,依次按 19m, 26m 分层预压。其显著的变化是,原来单台阶 50m [$< 9 + 19 + 26 = 54(\text{m})$] 就发生地基整体剪切破坏,牵引上部土场坐落滑移的现象基本消失。成功的关键在于:在这种软弱地基上,控制第一台阶高度,作为地基预压荷载,可提高地基强度,并将第一台阶作为后续台阶的“基础”,依次类推。

基于经验数据总结,为保证第一台阶的稳定性,避免其变形和破坏可能引起整个土场的松动和破坏,现行国家标准《有色金属矿山排土场设计规范》GB 50421—2007 规定“软土地基上第一台阶不超过 20m~25m。当基底为倾斜的砂质黏土,不应大于 15m”是

符合工程实际的。

控制第一台阶高度,以其预压地基提高强度的调控机制,是空间效应和太沙基 1936 年就提出的有效应力原理的完美结合。这也是“岩土力学来源于实践,服务于工程”所应走的技术路线。

7.1.2 排土场利用沟谷或坡地上形成。工程实践往往追求路线最短和就近原则,由近及远推进,形成了排土场的单台阶式、多台阶覆盖式和多台阶压坡脚式,也造就了随处可见的潜在危害,如黄土梁侧壁凌空,坡脚底鼓环境土无约束,牵引上部土场坐落滑移;或侧向挤压基础坡趾导致滑移底鼓。其结果是,排土作业终止,采取被动措施(削方减载)来调控安全,得不偿失。排土场形成过程中就合理使用排土空间,完全可以实现“无为而治”。

合理使用排土空间表现在三个方面:一是针对同一排弃点不同高差关系,自下而上,形成多台阶覆盖式;二是针对同一排弃点不同平面位置关系,由远及近。这两者利用岩土固结理论,前者是固结压力,后者是固结时差,目标是形成稳定坡脚。三是针对多个平面排弃点,对称、均匀推进,对称加载,避免偏压。

7.1.3 排土空间合理使用包括控制排弃顺序,调整自身组构分级、分层,避免因排土强度的不均衡性和排弃岩性的差异而形成水平或倾斜的软弱结构层。水平分层导致竖向渗透性改变,出现暂时饱和特征,导致上层滞水,兼之湿化和破碎协同作用后,孔隙率和渗透性降低,诱发弱层形成,这一点在安太堡排土场滑坡得以充分证实;受岩性和密度、形状和尺寸的影响,废石沿坡面滑、滚及分选导致的倾斜分层,是其自组织过程导致顺层的岩、土交错面,倾角大致等于自然安息角。局部滑坡明显的顺层擦痕倾角可充分证实这种倾斜分层的危害。因此宜对不同岩性废石料采取分区跳跃点排法,防止贯通的弱面形成。

7.1.4 由于排土方式和地形限制,实际的排土过程往往曲线推进。在追求最大容量时,其坡面以平面凸形体现;在排土速度过快时,垂直面往往突破常规的平直坡面而在中上部凸起。其结果是

导致平台沉降过快的局部坍塌随时发生。如峨口铁矿 1816m 排土台阶,其关键原因除了空间凸形的分散作用,也与作业面狭小(排土线长度过短)导致排土速度(强度)过快相关。因排弃强度过大造成平台沉降过大或直线形土场局部坍塌,因此控制排土线的推进速度(单位时间、单位排土线长度的废石流量)则是保证平台作业安全的关键。

推进速度根据单位时间、单位排土线长度的废石流量确定,确保排土料固结度能满足平台稳定。单段排土速度可通过现场监测统计分析,或由式(7)估算。

$$V = \frac{H}{t \tan \alpha} \quad (7)$$

式中: H ——排土段高(m);

α ——单段土场坡面角($^{\circ}$);

t ——固结时间。

其他符号同前。

7.1.5 沟谷型及地形坡度较大的排土场容易发生滑坡与滚石灾害,且具有沿接触面滑坡的潜在危害。一般需要考虑设置堆石坝,堆石坝坝基及坝体下部宜采用刚性设计,防止发生接触面滑坡危害。上部可采用钢筋笼护坡。

7.2 防 排 洪

7.2.1 “完整的防排洪系统”是指不论采用何种排水方式,场地所有部位的雨水均有去向,场区各排水(沟、涵、渗孔等)构筑物的综合能力与场地接受雨水量相匹配,且能处于随时工作状态。目的是为了消除水害,确保生产的安全,防止水土流失危害环境。完整的防排洪系统包括土场外围的截洪沟,排土场底部的渗水体或排洪涵(管),场外的新河道、防洪隧洞或防洪堤坝等。

7.2.2 排土场防洪设施的设计洪水标准应综合排土场的汇水面积、地形条件、堆积量以及排土场下方有无直接受威胁的居民区或

其他设施等因素确定。

排土场防洪设施的设计洪水标准参照现行国家标准《防洪标准》GB 50201、《冶金矿山采矿设计规范》GB 50830 和《有色金属矿山排土场设计规范》GB 50421 中的矿山设计中常用的防洪标准制订。

(1)现行国家标准《防洪标准》GB 50201 -2014 第 5 章规定,冶金、煤炭、石油、化工、电子、建材、机械、轻工、纺织、医药等工矿企业,应根据规模分为四个等级,各等级的防洪标准按表 7 的规定确定。

表 7 工矿企业的防护等级和防洪标准

防 护 等 级	工矿企业规模	防洪标准[重现期(年)]
I	特大型	200~100
II	大 型	100~50
III	中 型	50~20
IV	小 型	20~10

注:1 各类工矿企业的规模按国家现行规定划分。

(2)按照现行国家标准《冶金矿山采矿设计规范》GB 50830,冶金矿山采矿设计中常用防洪标准见表 8。

表 8 冶金矿山防洪设计标准

截(排)水沟		洪水重现期(年)	
露天矿	地下矿	设计	校核
	特大型	50~100	200
特大型	大型	50	100
大型	中型	20	50
中、小型	小型	10	20

注:1 表中数值是冶金矿山常用的设计标准,设计中可根据企业性质,失事后造成的损失程度等具体情况确定。

2 防洪水位标高应高于或等于校核水位,但岸边防护以设计水位为准。

(3)现行国家标准《有色金属矿山排土场设计规范》GB 50421 中采用的防洪标准为:大、中型矿山为 25 年,小型矿山为 15 年。

参照以上防洪标准,考虑到排土场一般非平基场地,且其渗透性较好,岩石土场的径流系数仅为 0.2,仅铁路运输排土线与洪水设计频率关系密切,本规范取用设计洪水频率:一、二级排土场应不小于 50 年,三、四级排土场应不小于 20 年,临时性排洪工程可降低标准,但不应小于 10 年。

7.2.3 形态调查法,对于当地河溪有较长期(至少要有 15 年~20 年以上)实测的流量,每年取一个最大值,用频率计算方法直接计算求得洪峰流量。地区经验公式,最小集水面积小于 15km^2 时,计算结果可能偏大。

7.2.5、7.2.6 排土场的修建,人为改变了所在场区的原有排水系统,排土堆置于山坡间形成积水洼地,坡脚长期被浸泡,使堆场下沉,边坡坍塌,严重时将引发泥石流等危害。为整治水害,条文规定排土场场区必须有可靠的防洪设施,该设施主要是阻挡地表水进入排土场,疏干场内地下水。水是造成排土场水土流失和滑坡、泥石流的动力条件,消除水害的首要条件是要阻止并排除来自排土场外围的水体。沿山谷和山坡堆置的排土场,在场外 $5\text{m}\sim 10\text{m}$ 外修筑绕山截洪沟引导洪水排流至场外;在场内修建排水系统汇集场内雨水,以减少雨水下渗机会,为疏干渍泉湿地,可在下层底部填筑大块石或采用类似盲沟的聚水工程,将地下水收集引出场外,如果地下水量大要采用暗涵。

7.2.7 鉴于排土场设计中原沟渠水路与排土场发生交叉的现象普遍存在,条文中提出了沿山坡加设防洪渠或在排土场底部修筑暗涵等人工构筑物的工程措施。当上游洪水较大,应加修挡土坝,所拦截的洪水通过涵渠或防洪隧道引出排土场外。

7.2.8 1980 年加拿大福丁煤炭有限公司堆筑斯威夫特河人工岩石泄流体排洪,是沟谷型排土场在山谷间利用大块岩石人工填筑形成排渗体的典型案例。目前我国一般不采用人工岩石泄流体,而是靠排土时由于岩石重力作用自然分选形成泄流基底。板石沟铁矿利用自然分选法在 2[#] 导流坝下游的排土场形成泄流基底,使

得雨季时排土场前的积水得以顺畅渗流排出。

7.3 排土场灾害防治

7.3.1 泥石流指斜坡上或沟谷中大量的松散固体料在水的作用下形成含有泥、砂、石的固、液相颗粒流体(流体的体积密度一般在 $1.2\text{L}/\text{m}^3 \sim 2.3\text{L}/\text{m}^3$),大规模向下游方向运动(滑移、流动)的现象。常在暴雨(或融雪、冰川、水体溃决)激发下产生。矿山泥石流是山地沟槽或河谷在暂时性急水流与流域内大量土石相互作用的洪流过程和现象。其特点是过程短暂、发生突然、结束迅速、复发频繁。根据其产生的成因,泥石流基本可划分为两种类型,即水力型和土石型。泥石流的形成必须同时具备三个条件:纵坡降较大而易于集水的沟谷地形地貌,丰富的可移动的松散固体物质,充足的降水。美国 Pata. M. 道格拉斯对美国 24 个露天矿排土场稳定性研究所得观测资料表明:排土场中小于 5mm 细颗粒超过 40% 时,易失稳;当小于 0.05mm 的黏粒含量超过 15%~20%,降水作用下排土场滑坡会转化为泥石流。因此本规范在排土场泥石流防治中规定了从纵坡降、细粒含量与料源含水量等方面的预防措施。

(1)设置多级坝体控制主沟谷纵坡降:在启动坡段坡脚选用大块废石设立拦截堤,运动停淤区域构筑多级平坝,增强沟库的阻抗因素,使泥石流态返回准泥石流态;

(2)表土剥离岩土宜分排,可减少排土过程中的粉化细粒含量,尤其是黏粒含量;

(3)排渗盲沟、泄流基底等措施调控疏导排土场和地基接触界面,可以防止松散体的饱和,并减少排弃物料的湿化及泥化作用;

(4)有丰富水源的排土场应采取的泥石流防治工程,因为有大量松散物质堆放的陡坡场地,如具有形成泥石流的水源和动力,容易出现滑塌、崩坍,控制工程措施不当将引发泥石流,从而破坏环境,危及人民生命财产安全。为贯彻“以防为主,防治结合”的方针,特规定了排土场类似情况必须采取坡脚防护或拦碴工程。

7.3.2 形成滑坡、坍塌、沉陷、泥石流等危险级土场的关键原因主要是软弱地基承载力较低、堆置参数或排土工艺不合理。病级土场危险性较大,不仅危及土场自身排土作业安全,还会严重危及坡脚范围的建(构)筑物及重要设施安全。因此设计中应分别予以处理防治:

(1)地基承载力较低时,上部堆载作用下,特别是土场废石荷载超过地基承载力,会发生地基地鼓进而牵引上部土场滑坡,应通过清理软土层或其他主动加固、地基改良等措施处理。

(2)排土场的形成是一个动态的过程,其稳定性随时间和空间变化,受堆置参数和排土工艺控制。工程实际中,排土场单台阶自然安息角受废石物料的自身组构控制,难以人为调整。设计中,应根据造成病害的关键原因,通过优化堆置参数,特别是排土段高来调整自身的固结变形,减少排土场对地基的作用荷载;通过调整排土平台宽度来控制排土场整体边坡角。确定排土工艺时,应以安全稳定为前提,兼顾排土经济的合理性,充分考虑采场开拓运输系统要求。在排土场稳定性不能得以保证,特别是场地的地形复杂及地基软弱时,宜采用由远及近或自下而上的排土工艺。

(3)对冶金矿山而言,排土场大规模滑坡、远距离流滑及泥石流是后果影响最大的病害类型,甚至是灾难性的。控制排土场出现大规模滑坡,特别是防止远距离流滑及泥石流发生是排土场病害防治的重点。由于排土场的永久存在特征,本规范强调了应建立泥石流拦挡措施,主要是考虑到排土场形成过程中的不可见因素等,在设计阶段对控制措施的预防性考虑。通过在建设阶段实施包括谷坊坝、格栅坝和堆石坝等泥石流拦挡措施,虽然不能从根本上改变泥石流的形成,但可以控制其危害范围。

(4)排土场重大危险源主要包括:排土平台顺坡、高度过大及排水措施不全。从设计角度而言,关键是高台阶、高强度排土导致的排土场过度沉降进而发生排土机械的侧翻及地表径流的下渗,以及平台顺坡兼之排水措施不配套导致排土场斜坡面冲刷产生坡

面型泥石流。因此对这些影响排土场稳定的因素关键在于水的控制,设计阶段应规定排土平台的反坡坡度、设置平台排水沟和平台表层防水措施、控制排土线推进速度等。

(5)地表降雨及地下渗流严重影响排土场的稳定性。随着基本条件(场地坡度、颗粒级配、废石岩性等)的不同,水的作用程度不同。通过对土场疏干、基底泄流通畅,加固、修复排洪工程,可以将土场的安全等级进行不同程度的改善。

本条中提到的拦碴工程有下述三种类型,其设置应按排土设防范围及落石弹跳轨迹选定,其中坡脚挡土墙与建筑工程挡土墙大同小异,修建在排土场坡脚处的砌石或混凝土挡墙,其结构形式有重力式、衡重式、折背式、悬臂式。拦碴坝的结构形式有土坝、堆石坝、浆砌石坝、竹笼坝。拦碴坝通常是一沟一坝,将疏松泥石全部拦入坝内,只许水流通过。对于携带大量泥石砂危害的沟谷,可以采用多级低矮拦挡坝(俗称谷坊坝)予以拦截。拦挡坝的作用有三:拦蓄泥砂、石块;防止沟床下切和谷坡坍塌;平缓纵坡,减少泥石流流速。拦挡坝高、坝间距离根据泥石流沉物多少和沟床地形条件而定,阶梯形拦挡坝高一般为 3m~5m。坝间距离按下式计算:

$$L = \frac{H}{I_0 - I} \quad (8)$$

式中: L ——坝与坝间距(m);

H ——坝高(m);

I_0 ——原河床坡度;

I ——回淤坡度。

多级拦挡坝主要功能并不是用坝拦截所有固体流涌物,而是形成具有一定坡度的台阶,为有效沉积创造可靠的条件,使水土流失减少到最低限度。在沉积量不多、人烟稀少的泥石流沟,亦可以考虑分批设坝,分期加高措施。

为防止小规模滑坡对山沟下方造成的危害,应设置抗滑支挡

构筑物,如重力式抗滑挡土墙、抗滑石垛等。在排土场使用中,若发现有滑动活动的迹象时,应立即进行位移、地下水动态观测,并结合其他有关资料一起综合分析,提出正确的整治方案。在进行滑坡推力或滑动面稳定性验算时,需要的计算指标有:滑坡体的土体容重(γ)、土体黏聚力(C)与内摩擦角(φ)。根据滑坡性质和材料来源,可以采用重力式抗滑挡土墙、干砌片石垛、钢筋混凝土抗滑桩等支挡建筑物。挡土墙墙型有仰斜式、俯斜式、直立式、折背式,采用何种墙型,宜根据滑坡稳定状态、地形地质条件、地方材料、土地利用等因素确定。抗滑挡土墙墙高不宜超过 8m,否则应采用特殊形式挡土墙,土质滑坡基础埋置深度应在滑动面以下 1m~2m。

7.3.3 排土场的坍塌与沉陷属于排土场运行过程中的正常现象。一般通过调整排土顺序、控制排土强度,降低排土场细粒土的混入,并通过监测手段进行控制。设计中应在安全管理要求中予以说明。但对于阶段高度大、场地条件复杂的排土场应按照滑坡防治措施进行防治。

7.3.4 正交试验分析表明,影响滚石运动加速度的因素依次为边坡坡度、滚石形状、边坡覆盖层特征、坡面长度、滚石质量及块体初始启动方式;边坡覆盖层和植被特征对滚石碰撞速度恢复系数有较为显著的影响。从排土场特征而言,散体坡面消能作用较大,滚石碰撞速度恢复系数影响显著。规范编制阶段,在峨口铁矿和昌盛铁矿完成滚石试验并进行长期滚石散落范围统计,综合锦屏一、二级电站 448 次滚石现场试验、冶金系统和煤炭系统的试验成果认为:滚石的影响距离与排土场边坡堆置高度呈线形变化规律,随堆高的加大,滚石距离减小。99.1%的滚石在排土场坡脚自然边坡上 16m~20m 范围内停止滚动。因此利用消能作用机理,设置坡脚防护(坡脚挡碴墙、拦碴坝)工程等措施,对高陡自然沟谷排土场设置一级或多级挡砂堤(坝),可有效减少滚石对下游的危害。

规范编制过程中,强调基于消能效应限制滚石散落(影响)范

围,因而规范中强调坡脚下应留有安全距离,挡碴墙或拦碴坝宜采用钢筋笼片石结构,确保变形和结构的柔性消能作用,且坝顶高出撞点的安全高度不小于 1m 以解决部分块体弹跳。

需要说明的是,钢筋混凝土结构的坡脚防护工程对陡倾地形下的排土场行之有效的基本原理在于其岩桥效应,将陡倾地基-排土体接触面的大规模的整体滑坡形态转化为只能发生小规模排土本体滑坡形态。因此规定当滑坡对山沟下方可能造成危害时,应设置如中立式抗滑挡土墙、抗滑片石垛或抗滑桩等抗滑支挡构筑物。

滚石在地面上的滚动距离——滚石在地面上停止时至排土场坡底线的距离,与排土场高度、坡面角、排土场坡面上的岩石块度、岩块形状及其物理力学性质(即坡面平均阻力系数)、地面地形倾角和地面平均运动阻力系数有关。即:

$$S = f(H, \alpha, D, j, u_1, q, u_2) \quad (9)$$

式中: S ——滚石的滚动距离(m);

H ——滚石降落的垂高,即土场段高(m);

α ——排土场坡面角($^{\circ}$);

D ——滚石块度;

j ——滚石形状系数;

u_1 ——坡面平均运动阻力系数;

θ ——地面地形倾角,度;

u_2 ——地面平均运动阻力系数。

滚石的滚动距离与排土场边坡坡脚处原地面坡度息息相关,而堆置高度影响并不明显。因此,从对周边影响的控制出发,本规范对于滚石出界给出了采取挡石坝的要求,规定挡石坝具有排、泄水功能。考虑矿山排土场坡脚大块废石较多,可就地取材,本规范推荐采用土石坝或钢筋笼片石墙。坝体材料要求选用质地致密,具有较高抗压强度、抗水性和抗风化能力的岩块。粒径小于 0.1mm 的颗粒含量不宜超过 5%。挡石坝的高度与宽度可根据地形条件,

参照现行行业标准《碾压式土石坝设计规范》DL/T 5395 由设计确定,并进行抗滑稳定、渗透稳定、应力和变形验算。

7.3.5 本条为强制条文。沟谷是指介于两个自然山梁之间的凹地,按沟谷的大小和发育形态可分为四种主要类型:细沟、切沟、冲沟、坳沟(干谷)。沟谷型排土场是矿山排土场最常见的形式,排土场堆置高度大于 120m 时,在强降雨条件下,极易产生泥石流和滑坡灾害,因此出于对下游设施的保护要求,必须在排土场底部(坡脚)设置堆石坝来提高排土场稳定性和降低泥石流灾害的风险。堆石坝的高度应取排土场最下部台阶高度的 $1/8 \sim 1/6$,但不得小于 10m,自然沟谷坡度大于 12° 的沟谷区(地形坡度大于 12° 沟谷属于复杂场地),其堆石坝的高度应取上限值。

对于堆置高度小于 120m 的排土场,可根据下游设施的安全要求等级、地形条件、地基条件按本条要求执行,其堆石坝高度应通过稳定性计算分析后确定。

8 排土场病害防治

8.0.1 排土场病害的滑坡特征可参见本规范第 6.2.4 条的条文说明。

排土场坍塌属于排土场变形破坏方式,排土场病害类型之一的坍塌是指单阶段高度大排土场内部滑坡破坏模式,一般来说,对于汽车-推土机排土场和胶带-装载挖掘机单阶段排土高度大于 100m,其前缘的滑坡破坏可视为坍塌,其影响范围大,大规模的坍塌破坏可影响排岩和排土机安全。

排土场沉陷属于排土场变形的主要特征。当排土场沉陷视为病害类型时,一般是产生大范围滑坡和单台阶大段高排土场滑坡的前兆。正常的排土场前缘沉降可通过回填的方式来处理,对于存在潜在滑动和整体滑动破坏的沉降型应引起高度重视,需要通过监测等手段进行预警。

排土场泥石流是复杂地形条件下,上游汇水面积较大的排土场可能产生的灾害类型。对于原有排土场区具备泥石流条件和排土场堆排物料粒度较小的沟谷型排土场应引起重视。

滚石出界一般是指排土场自然地形坡度较大,特别是山坡型排土场易产生的灾害现象。即正常作业时滚石滑动距离超出预警范围(一般按照 50m 考虑),可视为滚石出界。

上述病害类型需要分析后提出相应的对策措施,对于已有排土场,这些病害类型较为常见,个别排土场可能同时存在多种病害类型。这些病害常常是产生大规模排土场滑坡的前兆。排土场安全稳定性分析论证过程中应进行排土场病害特征分析。

8.0.2 本条关于排土场病害特征分析是依据国家现行标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423—2006 第 5.7.25 条和《金属非金

属矿山排土场安全生产规则》AQ 2005—2005 第 10 章的内容制订的。目的是强调生产矿山排土场的病害分级在排土场设计与安全措施设计中需要特别重视。排土场的设计不仅包含新建、改建和扩建排土场的总体设计,同时包含对病害排土场的安全对策措施设计。排土场的病害特征与排土场稳定性、堆排特征、地形特征、地基土特征、外部环境等密切相关。划分三个等级的目的是预警和预防,控制和防范。应杜绝排土场灾害发生,特别是下游设施复杂的排土场。排土场病害等级划分主要针对生产矿山,特别是针对自然条件较差的矿山排土场。同时对于新建矿山排土场应注意形成危险级排土场的基本条件,避免设计一个可能存在危险隐患的排土场。

8.0.3 符合下列特征之一的排土场应为危险级排土场。

1 排土场整体一般是指多台阶覆盖式排土场,如果受地基条件影响,其计算的排土场整体稳定性系数小于 1.0,应视为其安全储备不足,可能引起整体滑移;同时对于单台阶大段高排土场受地基条件影响的稳定性计算安全系数小于 1.0,均可视为危险级。

2 本款所划分为危险级的排土场主要是指基础条件差,按照排土场等级划分为一级或二级排土场,未采取有效的截排水、拦石坝和软弱地基处理等措施,并且其下游设施复杂,安全距离不足或者虽然有一定的安全距离,经论证产生滑坡后排土场滑坡距离较大。

3 一般条件下,地形坡度大于 24° ,难以形成稳定的排土场台阶,排土场会以滚石的方式滑落到下游谷底,这种排土场存在重大安全隐患,应视为危险级。同时在未经处理的软弱地基上排土极易产生排土场整体滑坡,因此这样条件下的排土场也应视为危险级,需要调整工艺和采取有效的对策措施。

8.0.4 符合下列特征之一的排土场为病级排土场。

1 本款可参照本规范第 8.0.3 条第 1 款的条文说明。排土场整体稳定性计算安全系数虽有一定储备,但不能满足设计规范

的安全要求,存在一定的隐患,因此这样的排土场可视为病级,应通过工艺调整和采取相应的安全措施来提高其整体稳定性。

2 本款与本规范第 8.0.3 条第 2 款最大的区别在于下游设施的重要性。

3 本款涵盖三个方面的内涵,其一是排土地基条件差或一般;其二是安全措施未采取或部分采取;其三是未按设计要求排岩,如加大排土段高度或减小排土场平台宽度,影响排土场整体稳定性和单阶段稳定性等。

8.0.5 排土场病害分析是排土场现状评价的基础。排土场评价应对危险级和病级排土场进行稳定性分析论证,特别是危险级排土场应立即进行整改和安全对策措施设计。改、扩建矿山在原有排土场继续排岩的,应首先进行现有排土场的稳定性评价和病害等级划分,做到先治理、后规划,再综合研究与论证。

8.0.6、8.0.7 可参考本规范第 7.3.1 条~第 7.3.4 条的条文说明。

9 排土场复垦

9.0.1 复垦方向主要指整治后土地利用方向,经整治后的土地应尽可能恢复其生产力。应依据技术经济合理的原则,兼顾自然条件和土地类型,选择复垦土地的用途,因地制宜,综合治理。

复垦措施包括预防控制措施、工程技术措施和生物化学措施。说明了在矿山建设和生产过程中为减少排土场破坏土地采用的预防与控制措施;根据复垦方向,说明了采用的工程技术措施和生物化学措施。

复垦率表示矿山土地复垦的程度,用已复垦土地面积与被破坏的土地面积之比的百分率来表示。

9.0.2 复垦工作是通过复垦使被破坏了的土地重新得到有效的利用。应依据当地自然环境、排土场地形、水资源及表土资源,合理确定耕地、林地、草地、建设用地等土地复垦方向。条件允许的地方,应优先复垦为耕地。

9.0.3 工程技术措施依据当地的自然环境条件和复垦区域土地利用方向,对复垦区域进行工程整治,包括清理工程、平整工程、剥离工程、灌排工程、疏排水工程、集雨工程、道路工程等。生物化学措施是根据复垦区域土地的利用方向来决定采区相应的生物化学措施以维持矿区的生态平衡,其实质是恢复损毁土地的肥力及生物生产效能,包括改良土壤、恢复植被等。

9.0.4 排土场复垦工作要贯穿于矿山开发的全过程,矿山的剥离、排土要和复垦工作紧密衔接。在矿山剥离、排土过程中要充分考虑复垦工作,合理安排岩土排放次序,尽量将含不良成分的岩土堆放在深部,品质适宜的土层(包括风化性岩层)可安排在上部,富含养分的土层宜安排在排土场顶部或表层。

9.0.5 应根据排土计划合理安排复垦工作,在生产期内,对已经排弃完毕,不再排土部分应提前进行复垦。目的是尽快恢复植被,稳定土壤和边坡、防止水土流失和减少尘埃,改善环境。

9.0.6 根据所在地区和复垦方向确定排土场复垦质量控制标准,参照现行行业标准《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036 执行。

9.0.7 通常情况下,排土场不仅占地大,又位于山谷处,复垦后无论用于什么用途,场地排水是必要的。因此应根据场地使用性质合理确定场地排水设施。排土场由岩石和表土堆放而成,因此属易产生水土流失区域,特别是边坡更为严重,无论用于什么用途,都应有控制水土流失的措施。

10 排土场关闭

10.0.1 排土场关闭设计需要依据大量排土场原设计及评价资料。

1 排土场设计文件主要指排土场原初步设计或施工图设计文件等。

2 排土场实际堆排状态图是指排土场现状图,同时建议了解排土场堆排过程,即收集不同年份的状态图,为了解和进行排土场稳定性分析提供参考。

3 排土场相关工程地质、水文地质勘查资料主要是指排土场区的原始状态下的工程地质、水文地质勘查资料,包括定期检查时的勘查资料,对于一些未进行工程地质和水文地质勘查的老矿山排土场,可收集相关地区资料和地形资料进行分析。

4 排土场已采取的安全对策措施设计资料及相关竣工资料主要是指矿山已经实施的排土场安全措施设计及施工资料,了解排土场安全对策措施的可靠性和效果,为最终关闭设计的安全措施采取提出依据,主要包括堆石坝设计资料、截排洪工程设计资料、底部防渗及软弱地基土清除方面资料等。

5 排土场周边实际状况资料主要是矿山周边设施的等级与类型资料,主要用于安全距离论证和环境影响分析等。包括排土场周边(特别是下游区域)的铁路、公路、村庄、工业实施、水源、湖泊、农田和其他设施等。

6 矿山排土场关闭的复垦方案制订应与矿山建设之初的土地复垦规划和已经实施的复垦工程相协调,充分考虑原有复垦方案,特别是实施方案,考虑连续性和有效性。

7 排土场堆排物料的特征及力学性质试验报告主要是指进

行排土场安全稳定性研究过程中的物料力学性质试验报告,物料粒度级配调查报告等,未进行相关论证研究的排土场应在关闭设计前进行补充。

8 排土场相关稳定性论证及监测报告,主要是指在关闭设计前,由具备条件的设计单位或研究单位进行排土场稳定性分析论证,为排土场关闭设计中安全设施设计提出依据。相关研究主要针对排土场堆排现状进行。

10.0.2 本条说明的是排土场关闭设计的内涵与原则。排土场关闭设计最重要的原则是保证排土场永久存在的安全可靠性,核心是安全稳定性。对于沟谷型排土场应完善其上游区域的排洪设施。排土场关闭设计的安全设计标准可按照本规范的规定有所提高。

10.0.3 排土场关闭设计应包含如下内容:

1 排土场稳定性分析应依据具备条件的设计单位或研究单位进行的排土场稳定性分析论证报告进行。具体内容包括排土场地基土特征分析,排土场堆排物料特征及力学性质分析,排土场台阶与总体稳定性计算分析,排土场是否存在病害及等级。

2 周边设施的安全影响分析。具体设计内容包括周边设施的类型与等级,安全距离,安全保证措施,环境保护要求等。

3 排土场安全及综合治理措施。具体设计内容是根据排土场稳定性分析结论和周边设施特征提出并设计满足排土场永久安全运行的措施工程,保证不对下游和周边设施造成环境与安全影响。综合治理措施应体现出技术合理性、安全可靠性和经济实用性,便于管理,并与后期的复垦方案相协调。同时为排土场的未来利用创造条件。

4 安全管理对策。设计内容应结合国家现行标准《金属非金属矿山安全规程》GB 16423、《金属非金属矿山排土场安全生产规则》AQ 2005 及相关法律、法规等提出。

5 由于矿山排土场关闭后,原矿山企业仍对排土场的安全管

理负责,但考虑在安全监测方面的可操作性,在关闭设计中主要是通过加强本质安全为设计原则,监测方案应选择简单、可行的方案。最重要的是提出针对极端天气条件下的安全监测要求。

10.0.4 本条所提出的排土场综合利用应严格按照相关规范要求执行。开挖与综合利用应依据矿山开采设计要求执行,特别是利用过程不应过早破坏排土场关闭设计中实施的安全对策措施。开挖与利用应有序开展,并按照管理与审批程序进行,应有详细设计。

10.0.5 本条与第 10.0.5 条的区别是地方或企业利用排土场空间实施相关的公用设施时,应按照相关审批程序进行,并进行充分论证。满足安全环保和土地复垦规划要求,同样要求是不能破坏排土场关闭设计中实施的安全对策措施。

11 综合利用与环境保护

11.0.1 本条主要说明的是现有排土场已征地区域土地的合理利用,即在保证排土场安全可靠或通过采取一定的安全措施保证排土场安全的前提下,在经济合理的条件下,调整排土工艺,利用排土场上部空间,增加排土场容积,减少土地占用量。

11.0.2 对于存在多个露天采场或一个露天采场不同区域结束时间不同的条件下,在工艺、经济、安全等满足规范要求的前提下可以考虑一定的内排。同一露天采场的内排一定要协调内排与露天开采之间的关系和制订相应的安全措施,如留设安全距离、控制排土高度、设置防护性护堤等。露天开采结束后,对于没有转地下开采条件的矿山,可考虑将废石回填至露天采坑,制订复垦方案,恢复露天采矿场原貌,形成一套小流域的综合治理区,即解决了露天采场的复垦要求,又可减少土地占用量。

11.0.3 本条说明的是两个方面的问题,也是节约土地的一项措施。其一是利用废石处理井下开采的空区,减少地面排弃量,这里包含采用废石进行充填开采;其二是在地下开采塌陷区内进行废石排弃。这里涉及的问题是排岩位置和排岩过程的安全可靠性问题。从安全角度考虑,废石向塌陷区内排弃会受到开采塌陷的影响。南方某铁矿曾发生过排岩车辆滑入塌陷区的事故。这就要求设计选择的排岩位置一定要位于开采塌陷区外。还需要说明的是,向正在生产的地下开采矿山的塌陷区排岩应严格限定排弃岩石的性质,严禁向塌陷区内排弃风化岩、易遇水软化的岩石,特别是不能排弃表土,否则会造成井下泥石流灾害。

11.0.4 一般条件下,露天转地下开采矿山出于防止大气降雨直接灌入井下、缓冲露天边坡破坏地压、防止漏风和北方防冻的要求

提出在露天采场形成一定厚度的覆盖层。这一措施既可以解决废石的综合排放问题,又可有效解决露天转地下开采的工艺与安全要求。同样对于井下采用崩落法等会产生地面塌陷的矿山,回填的废石性质与井下开采废石排弃露天采坑也应严格满足本章第11.0.3条的废石排弃要求。

11.0.5 我国有大批的冶金企业露天开采矿山,形成了大范围的排土场。过去由于铁矿石资源价格等原因,很多表外矿和低品位的贫矿排弃到排土场。近些年,随着铁矿石价格及环境保护要求的提高,很多地区在废石场周边进行废石干选和综合利用。从产业政策方面是合理的,但是无序的废石干选与废石加工造成了环境的破坏,最大的隐患是影响了排土场的安全。很多矿山排土场的滑坡与当地私人企业无序进行废石干选和加工直接相关。因此有序进行废石综合利用从节能减排的方面是提倡的,但要求有正规的设计、审批、矿山企业参与,保证安全和满足环境保护政策。

北京等地区由于环境与水土保持的要求,禁止建立各类采石场。当地的矿山企业严格按照政府的政策要求,合理有序地进行废石综合利用,即回收了部分资源,同时建立了各类碎石加工生产线,满足了当地的建材要求,符合了当地的产业政策。

11.0.6 排土场环境保护设计是排土场设计中所包含的一部分章节内容,应与主体工程设计同步进行,排土场污染物主要是扬尘、水污染、渣污染。排土场弃土、弃石压占了大量土地,破坏了生态平衡,作业过程中产生的粉尘、作业机械排放的废气、机械的噪声对周围环境均会产生一定影响,设计时应确保符合国家现行的相关标准要求。

11.0.7 排土场作业区和衔接道路采用抑尘措施是针对空气环境保护提出的。排土和公路扬尘使空气环境质量变差,控制对策是采取洒水抑尘、喷雾增湿措施,保护目标主要是排土场附近的居民点。在设计阶段,凡居住区主导风向上风向侧有粉尘污染时,应有

防尘措施。

11.0.8 排土作业过程中,作业工艺和作业机械的噪声对周围环境会产生影响,设计时应选取低噪声的工艺和设备。

S/N:1580242·832



统一书号: 1580242·832

定 价: 21.00 元