

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50421 - 2007

---

## 有色金属矿山排土场设计规范

Code for waste dump design of nonferrous metal mines

2007 - 06 - 22 发布

2007 - 10 - 01 实施

---

中华人民共和国建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

有色金属矿山排土场设计规范

Code for waste dump design of nonferrous metal mines

**GB 50421 - 2007**

主编部门：中国有色金属工业协会

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2007年10月1日

中国计划出版社

2007 北 京

# 中华人民共和国建设部公告

第 664 号

## 建设部关于发布国家标准 《有色金属矿山排土场设计规范》的公告

现批准《有色金属矿山排土场设计规范》为国家标准，编号为 GB 50421—2007，自 2007 年 10 月 1 日起实施。其中，第 3.2.3、3.2.8、4.0.3、4.0.6、7.0.4、7.0.7、8.0.1、9.0.6 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部  
二〇〇七年六月二十二日

## 前 言

根据建设部建标函〔2005〕124号文《关于印发“2005年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)”的通知》的要求,本规范由长沙有色冶金设计研究院编制完成。

本规范共分10章。主要内容有总则、术语、场址选择、安全与卫生防护距离、排土场分类及适用条件、堆置要素、病害防治与稳定性措施、排土场复垦、环境保护、设计所需基础资料等。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国有色金属工业协会中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常管理工作,由长沙有色冶金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,请各单位注意总结经验,积累资料,如发现有需要修改和补充之处,请将意见反馈给长沙有色冶金设计研究院(地址:长沙市解放中路199号;邮政编码:410011),以便今后修订时参考。

本规范主编单位和主要起草人:

主 编 单 位: 长沙有色冶金设计研究院

主要起草人: 袁义高 梁 勇 高守民 吴庆国 李永红  
李 立 殷碧文

## 目 次

1	总 则 .....	( 1 )
2	术 语 .....	( 2 )
3	场址选择 .....	( 4 )
3.1	一般规定 .....	( 4 )
3.2	外部排土场场址选择 .....	( 5 )
3.3	内部排土场场址选择 .....	( 6 )
4	安全与卫生防护距离 .....	( 7 )
5	排土场分类及适用条件 .....	(10)
6	堆置要素 .....	(14)
7	病害防治与稳定性措施 .....	(19)
8	排土场复垦 .....	(24)
9	环境保护 .....	(26)
10	设计所需基础资料 .....	(27)
	本规范用词说明 .....	(28)
	附:条文说明 .....	(29)

# 1 总 则

**1.0.1** 为了规范有色金属矿山排土场设计的技术要求,贯彻国家技术经济政策,达到安全堆存矿山剥离物和保护环境的要求,制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于新建、改扩建有色金属露天开采矿山、地下开采矿山排土场设计。

**1.0.3** 排土场设计应符合下列要求:

1 符合矿山建设的总体规划;拟建场址和排土工艺必须做到安全可靠、技术先进、经济合理。

2 排土场场址的选择应经多方案技术经济比较,最优方案的经济准则应是在矿山开采的服务年限内,折算到单位矿石成本中的废石运输、排弃、环境污染的整治、复垦等费用的现值最小。

3 排土场规划应满足服务年限的全部容量,排土场的设置应远近期结合,排土场用地可根据排土计划分期征用。

4 排土场设计时应通过现场查勘,确定环境影响和水土流失防治责任范围,因地制宜,坚持以防为主、防治结合的原则,全面贯彻保护耕地、保护环境和防治水土流失、土地复垦及可持续发展的国策。

**1.0.4** 排土场设计除应遵守本规范外,尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

## 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

剥离物堆放在采空区或塌陷区的排土场。

### 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

剥离出的覆盖岩土、围岩和目前尚无利用价值的矿石及开采损失的矿石,也称废石或岩土。

### 2.0.5 排土 waste disposal

将剥离物排入堆存场地的作业。

### 2.0.6 排土场下沉系数 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 土地复垦 land reclamation

排土场在排土堆置过程中,将破坏了的土地进行处理,恢复和改造到可利用状态的工作。

### 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,也称阶段。

### 2.0.9 陷落带(移动带) caving zone

采空区以上直至地表一定范围内可能引起地表裂缝、沉陷的范围。

**2.0.10 眉线 browline**

排土场边坡面与台阶顶面的交线。

**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及破坏而进行的综合评价。

**2.0.12 台阶高 bench height**

排土台阶坡顶线至坡底线间的垂直距离,也称阶段高。

**2.0.13 堆置高度 heap height**

各台阶高度的总和。

**2.0.14 安全系数 safety factor**

抗滑力与滑动力之比,或抗滑力矩与滑动力矩之比。

**2.0.15 排土场复垦周期 reclamation period of waste dump**

排土终了至复垦完毕的时间段。



## 3 场址选择

### 3.1 一般规定

3.1.1 排土场场址的选择必须与采矿设计同步进行。选址时应考虑采掘和剥离物的分布,采掘顺序,剥离量大小,场址宜靠近采矿场。

3.1.2 排土场的容量应能容纳矿山服务年限内所排弃的全部岩土;排土地可为一个或多个。在占地多、占用先后时间不一时,则宜一次规划,分期征用或租用。初期征用土地时,大型矿山不宜小于10年的容量,中型矿山不宜小于7年的容量,小型矿山不宜小于5年的容量。

3.1.3 有回收利用价值的岩土和耕植土的排土场应按要求分排、分堆,并应为其回收利用创造有利的条件。

3.1.4 可行性研究、初步设计文件应对排土场设计方案优缺点和设计技术经济进行论证比较,并应包括以下内容:

- 1 排弃土、石数量;
- 2 排弃工艺、运距;
- 3 排土场场址方案;
- 4 原地貌特征,环境因素,占用土地概况;
- 5 压占耕地和损坏林木面积;
- 6 安全措施及防护带技术保证;
- 7 可能造成的环保问题和水土流失危害;
- 8 复垦安排。

3.1.5 排土场场址方案的比较应包括以下内容:

- 1 场址的地形、工程地质及水文地质;
- 2 建设的自然条件;

- 3 排弃物的运输方式、运距、容量、用地；
- 4 对暂不能利用的资源日后利用回收的条件；
- 5 安全与卫生防护距离。

### 3.2 外部排土场场址选择

3.2.1 外部排土场场址的选择应根据剥离物的运输方式,在保证开拓运输便捷通畅的前提下,因地制宜地利用地形,适当提高堆置高度,并应合理确定排土场各排土平台设计标高。

3.2.2 外部排土场应充分利用沟谷、洼地、荒坡、劣地,不占良田,少占耕地;应避开城镇生活区。

3.2.3 严禁将水源保护区、江河、湖泊作为排土场;严禁侵占名胜古迹、自然保护区。

3.2.4 外部排土场场址宜选择在水文地质条件相对简单,原地形坡度相对平缓的沟谷;不宜设在工程地质与水文地质不良地带;不宜设在汇水面积大,沟谷纵坡陡,出口又不易拦截的山谷中;也不宜设在主要工业厂房、居住区及交通干线临近处。当无法避开时,必须采取有效措施,防止泥石流灾害的发生。

3.2.5 外部排土场不应设在居民区或工业场地的主导风向的上风侧和生活水源的上游,并不应设在废弃物扬散、流失的场所以及饮用水源的近旁。废石中的污染物必须按照现行国家标准《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599—2001 堆放、处置。对有可能造成水土流失或泥石流的排土场,必须采取有效的拦截措施,防止水土流失,预防灾害的发生。

3.2.6 宜利用山岗、山丘、竹木林地等有利地形地貌作为排土场的卫生防护带,无地形利用时,在排土场与居住区之间应按卫生、安全、防灾、环保等要求建设防护绿地。

3.2.7 建于沟谷的外部排土场,设计时应设排洪设施,避免因排土场的设置而影响山洪的排泄及农田灌溉。

3.2.8 外部排土场的复垦规划必须与排土规划同时进行,设计文

件中应有包括土地复垦和恢复良好生态系统的工程措施。

### 3.3 内部排土场场址选择

3.3.1 有采空区或塌陷区的矿山,在条件允许时,应将其采空区或塌陷区开辟为内部排土场。

3.3.2 采用充填法开采的矿山,宜将剥离物用作充填料。

3.3.3 一个采场内有两个不同标高底平面的矿山,应考虑采用内部排土场。

3.3.4 露天矿群和分区分段开采的矿山,应合理安排采掘顺序,选择易采矿体先行强化开采,腾出采空区用作内部排土场。

3.3.5 分期开采的矿山,可在远期开采境界内设置临时的内部排土场,但应与外部排土场进行技术经济比较后确定。

## 4 安全与卫生防护距离

4.0.1 排土场最终坡底线与其相邻的铁路、道路、工业场地、村镇等之间应有安全防护距离,并应根据下列因素确定:

- 1 剥离物的颗粒组成及其性质,运输排土方式,堆置台阶高度及其边坡坡度;
- 2 排土地基的稳定性和相邻建筑物及设施的性质;
- 3 安全防护地带的原地面坡度,植被情况和工程地质;
- 4 安全防护对象的地面与排土场最终堆置高度的相对高差;
- 5 气象条件。

4.0.2 剥离物堆置整体稳定、排水良好、原地面坡度不大于  $24^\circ$  的排土场,其设计最终坡底线与主要建、构筑物等的安全防护距离按下列要求确定:

- 1 当采取防护工程措施时,应根据所采取工程措施的不同由设计确定;
- 2 当未采取防护工程措施时,应按表 4.0.2 的规定确定。

表 4.0.2 排土场最终坡底线与保护对象间的安全距离

序号	保护对象名称	安全距离
1	国家铁(公)路干线、航道、高压输电线路铁塔等重要设施	$1.00H \sim 1.50H$
2	矿山铁(道)路干线(不包括露天采矿场内部生产线路)	不宜小于 $0.75H$

续表 4.0.2

序号	保护对象名称	安全距离
3	露天采矿场开采终了境界线	根据边坡稳定状况及坡底线外地面坡度确定,但应大于或等于 30m
4	矿山居住区、村镇、工业场地等	$\geq 2.00H$

- 注:1 安全防护距离;航道由设计水位岸边线算起;铁路、公路、道路由其设施边缘算起;建、构筑物由其边缘算起;工业场地由其边缘或围墙算起。  
 2 规模较大的(0.7 万人口以上)矿山居住区、有建制的镇,应按表列数值适当加大。  
 3 排土场采取分层堆置,各层间留有宽 20~30m 安全平台时,序号 1、2 可取表列距离的 75%;零星建、构筑物及分散的个别农舍,可取表列序号 4 距离的 75%;20~30m 安全平台系指各台阶最终平台的宽度。  
 4 序号 1 排土场坡底线外地面坡度不大于 24°时,取下限值;大于 24°时,应根据需要设置防滚石危害的措施,并在滚石区加设醒目的安全警示标志。  
 5 表中  $H$  值为排土场设计最终堆置高度。

**4.0.3 剥离物堆置整体稳定性较差、排水不良且具有形成泥石流条件的排土场,严禁布置在有可能危及工业场地、村镇、居民区及交通干线的上游。**

**4.0.4 具有本规范第 4.0.3 条情况的排土场,有特殊要求需要在其下方布置一般性建、构筑物而又无法满足安全距离要求时,必须采取可靠的安全防护工程措施,并征得有关部门同意后方可布置。**

**4.0.5 排土场的设计等级应根据使用期内排土总容量、排土场的地形、排弃物堆置高度、场地地基强度和失事后的危害程度按表 4.0.5 的规定划分确定。**

表 4.0.5 排土场的设计等级

等别	单个排土场总容量 $V(10^4 m^3)$	堆置高度 $H(m)$
一	$V \geq 1000$	$H \geq 150$
二	$500 \leq V < 1000$	$100 \leq H < 150$
三	$100 \leq V < 500$	$50 \leq H < 100$
四	$V < 100$	$H < 50$

- 注:1 剥离物堆置整体稳定性较差,排水不良,且具备形成泥石流条件的排土场,其设计等级可提高一等。  
 2 排土场失事将使下游居民区、工矿或交通干线遭受严重灾害者,其设计等级可提高一等。

**4.0.6 排土场周围必须设置完整的排水系统。**

**4.0.7 排土场排洪设施设计频率对于大、中型矿山宜为 1/25,对于小型矿山宜为 1/15,设计流量应采用调查并结合地区经验公式或推理公式确定。排土场构筑物防洪级别根据排土场的等级及其在工程中的作用和重要性可按表 4.0.7 的规定划分确定。**

**表 4.0.7 排土场防洪构筑物的级别**

排土场等级	构筑物的级别		
	主要构筑物	次要构筑物	临时构筑物
一	1	3	4
二	2	3	4
三	3	4	4
四	4	4	—

注:1 主要构筑物系指失事后使村镇、主要工业场地遭受严重灾害或主要交通干线运输中断的构筑物,如整治滑坡、泥石流的主体构筑物。

2 次要构筑物系指失事后不致造成人员伤亡或经济损失不大的构筑物,如护坡、谷坊、地表排水设施。

3 临时构筑物系指防洪工程施工期使用的构筑物。

**4.0.8 排土线应整体均衡推进,卸载平台边缘必须设置安全车挡。安全车挡的高度不应小于轮胎直径的 2/5,车挡顶部和底部宽度分别不应小于轮胎直径的 1/3 和 1.3 倍。**

**4.0.9 排土场与村镇、居住区及其他设施的卫生防护距离,应符合国家有关规定和标准要求。**

**4.0.10 排土场的排土作业区宜设夜间照明,照明灯塔与安全车挡距离宜为 15~25m。**

## 5 排土场分类及适用条件

5.0.1 排土场可按设置地点、台阶数量、投资阶段等特征进行分类,并符合表 5.0.1 的要求。

表 5.0.1 排土场分类

分 类	特 征	适用条件	
按设置地点划分	内部排土场	在露天采场或地下开采境界内,不另征地,剥离物运距较近	一个采场内有两个不同标高底平面的矿山;露天矿群或分区开采的矿山,合理安排开采顺序,可实现部分内部排弃
	外部排土场	剥离物堆放在采场境界以外	无采用内部排土场条件的矿山
按地形划分	山坡排土场	初始沿山坡堆放,逐步向外扩大堆放	地形起伏较大的山区和重丘区
	山沟排土场	剥离物在山沟堆放	优先选择沟底平缓、肚大口小沟谷
	平地排土场	在平缓的地面修筑较低的初始路堤,然后交替排弃	地形平缓的地区
按台阶划分	单台阶排土场	在同一场地单层排弃,有利于尽早复垦	剥离量少、采场出口仅一个、运距短的矿山
	多台阶排土场	在同一场地有两层以上同时排弃,能充分利用空间	多台阶同时剥离的山坡露天矿;需充分利用排弃空间的矿山
按时间划分	临时性排土场	剥离物需要二次搬运	有综合利用的岩土;剥离物堆置在采场周边或以后开采矿体上;可复垦的表土层
	永久性排土场	剥离物长期堆存	排弃不再回收的岩土
按投资划分	基建排土场	基建剥离期间堆置剥离物的场地	堆置费用列入基建投资
	生产排土场	矿山生产期间堆置剥离物的场地	堆置费用计入生产成本
按排土方式划分	见表 5.0.2		

5.0.2 排土场根据矿山所采用的排土设施,按排土方式进行分类,并符合表 5.0.2 的要求。

表 5.0.2 排土场按排土方式分类

序号	类别	作业程序	适用条件
1	人工排土	窄轨铁路运输机车牵引(或人力推或自溜),人工翻车,平整,移道	1.单台阶排土场堆置高度高; 2.矿车容量小; 3.运输量小
2	推土机排土	窄轨铁路运输,推土机转排	1.排土宽度 $\leq 25\text{m}$ ; 2.块度大于0.5m的岩石不超过1/3; 3.排土线有效长度宜为1~3倍列车长
3	推土机排土	汽车运输自卸,推土机配合	1.工序简单,排放设备机动性大,各类型矿山都适用; 2.岩土受雨水冲刷后能确保汽车安全正常作业或影响作业时间不长
4	铲运机排土	铲运机装、运、排土	1.被剥离的岩土质松层厚,含水量 $\leq 20\%$ ; 2.铲斗容积为4.5~40 $\text{m}^3$ ,运距为100~1000m; 3.运行坡度:空车上坡 $\leq 18^\circ$ ,重车上坡 $\leq 11^\circ$
5	电铲(或推土犁)排土	准轨铁路运输,电铲或推土犁排土 <sup>③④</sup>	1.排土场基底稳定,其平均原地面坡度 $\leq 24^\circ$ ;① 2.所排岩土力学性质较差; 3.排土段高:电铲 $\leq 50\text{m}$ ,推土犁 $\leq 30\text{m}$ ;② 4.排土线有效长度 $\geq 3$ 倍列车长
6	装载机转排	准轨铁路运输,装载机排土 <sup>③④</sup>	1.排土场基底工程地质情况复杂,原地面坡度 $> 24^\circ$ ; 2.所排岩土力学性质较差; 3.排土台阶高度大于50m; 4.排土线有效长度宜为1~3倍列车长
7	排土机排土	胶带机运输,排土机排土	1.排土场基底稳定,其平均原地面坡度 $\leq 24^\circ$ ;① 2.所排岩土力学性质较好,排土工艺需有破碎-胶带机配合; 3.排土机下分台阶的阶段高度小于或等于排料臂长度的0.5倍;② 4.排土线的有效长度能使移道周期控制在2~3个月内



续表 5.0.2

序号	类别	作业程序	适用条件
8	架空索道排土	架空索道运输	适用于小型露天矿或地下开采窄轨运输的矿山
9	斜坡道排土	1. 斜坡道提升翻车架卸排; 2. 转运仓箕斗提升, 卸载架排土	矿车沿斜坡道逐步向上排土形成锥形废石山, 适于 1000t/d 以下废石排放企业
10	水力排土	水力剥离自流或压力管道输送排放	1. 采矿场采用水力剥离; 2. 有适宜的水力排土场
11	高强胶带输送机排土	胶带机运输, 排土机转排	运量大, 需扩大堆置容量而用地受限的排土场, 胶带坡度 $16^{\circ} \sim 18^{\circ}$ , 适于大型矿山

注: 1 表中①~⑤说明如下:

- ① 适合单台阶排土场和多台阶排土场下部台阶的地形坡度。
- ② 当推土犁作为电铲或装载机的辅助排土设备时, 不受此限。
- ③ 排土电铲和装载机的斗容, 不得小于剥离电铲的斗容。
- ④ 序号 5、6 排土方式的主要技术条件, 亦适用于窄轨铁路。
- ⑤ 有可靠的安全措施时不受此限。

2 水力排土场的技术条件同尾矿库。

**5.0.3 人工排土宜采用单台阶排土方式。**

**5.0.4 汽车或铁路运输的矿山宜采用推土机排土。**

推土机的推送距离宜为 10~50m, 推刀的偏角宜在  $20^{\circ}$  以内。当推送含水量大的粘性土或块度大而硬的岩石, 且坚硬岩石粒径在 0.5m 以上, 大块率超过 30% 时, 宜选用功率较大的推土机。

采用汽车运输—推土机排土工艺的排土场堆置高度可适当加高, 各台阶堆置顺序宜根据采矿场出口标高合理安排。

1 采矿场运输出口标高低于排土最低台阶顶面标高时, 宜先低后高, 分台堆排;

2 采矿场运输出口标高等于或高于排土台阶顶面标高时, 宜采用单台阶堆排;

3 采矿场运输出口标高随开拓运输台阶变动时,排土台阶顶面标高亦应与其相适应。

5.0.5 铲运机可用于采剥、运输、排土,也可与松土机配合使用,合理的平均运距为 100~1000m。

5.0.6 力学性质较差的岩土转排及南方多雨地区大型露天矿排土作业宜采用准轨铁路运输—电铲排土;大中型矿山松散岩土或挖掘机作业危险的排土作业宜采用准轨铁路运输—推土犁排土。准轨铁路运输—移道机移道的矿山,可采用推土犁排土;在剥离物稳定性较差的排土场,台阶高度应小于 30m。

5.0.7 自然条件和岩土物理力学性质较差地点排土,可采用装载机排土。

5.0.8 采用架空索道、斜坡道或胶带运输机排土的排土场,应提高堆高,减少占地及其对环境的污染。

5.0.9 各种排放方式的排土场,都应根据其各自特点和以下要求确定。

1 初始路基宽度;

2 多台阶同时作业时,相邻上、下两台阶必须保持足够的排土作业及其安全防护要求的宽度;

3 多台阶排土场,下台阶的初始路基可在上台阶的排土边坡上修建,但必须在上台阶边坡完全稳定后进行。

5.0.10 山坡露天矿多台阶排土,应高土高排,低土低排。

## 6 堆置要素

6.0.1 排土场的主要堆置要素应包括堆置总高度与台阶高度;岩土自然安息角与边坡角;最小平台宽度;有效容积和占地面积等。

6.0.2 排土场堆置高度与各台阶高度应根据剥离物的物理力学性质、排土机械设备类型、地形、工程地质、气象及水文等条件确定。

1 排土场在排土初期基底压实到最大的承载能力时,排土场的堆置高度可按式(6.0.2-1)计算。

$$H_1 = 10^{-4} \pi C \cot \varphi \left[ \gamma \left( \cot \varphi + \frac{\pi \varphi}{180} - \frac{\pi}{2} \right) \right]^{-1} \quad (6.0.2-1)$$

式中  $H_1$ ——排土场的堆置高度(m);

$C$ ——基底岩土的粘结力(Pa);

$\varphi$ ——基底岩土的内摩擦角(°);

$\gamma$ ——排土场物料的容重( $t/m^3$ )。

2 在基底处于极限状态,失去承载能力,产生塑性变形和移动时,排土场的极限堆置高度可按式(6.0.2-2)计算。

$$H_2 = \frac{10^{-4} C \cot \varphi}{\gamma} \left[ \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \tan \varphi} - 1 \right] \quad (6.0.2-2)$$

式中  $H_2$ ——排土场的极限堆置高度(m)。

3 当无工程地质资料时,堆置的台阶高度可按表 6.0.2 确定。

表 6.0.2 剥离物堆置台阶高度(m)

排土方式 岩土类别	铁路运输					汽车运输	斜坡卷扬
	人工 排土	推土机 排土	推土犁 排土	电铲 排土	装载机 排土	推土机 排土	废石山
坚硬块石	40~60 (30~40)	40~50 (20~30)	20~30 (15~20)	40~50 (20~30)	$\leq 200$	$\leq 200$	<150

续表 6.0.2

岩土类别	铁路运输					汽车运输	
	人工排土	推土机排土	推土犁排土	电铲排土	装载机排土	推土机排土	废石山
混合土石	30~40 (20~30)	30~40 (20~30)	15~20 (10~15)	30~40 (20~30)	≤100	≤100	<150
松散硬质粘土	15~20 (12~15)	15~20 (10~15)	10~15 (10~12)	15~20 (10~15)	15~30 (15~20)	15~30 (15~20)	70~80
松散软质粘土	12~15 (10~12)	12~15 (10~12)	10~12 (8~10)	12~15 (10~12)	12~15 (10~12)	12~15 (10~12)	50~60
砂质土	—	—	7~10	10~15	—	—	—

- 注:1 括号内数值系工程地质及气象条件差时参考值。  
 2 当采用窄轨铁路运输时,表列数值可略为提高。  
 3 地基土壤(粘土类或淤泥类软土)含水量大,排土堆置后可能不稳定的排土场,初始台阶高度可适当减少。  
 4 排土地基(原地面)坡度平缓,剥离物为坚硬岩石或利用狭窄山沟、谷地堆置的排土场,可不受此表限制。  
 5 剥离物运来时土石类别明显的,排土时的台阶高度可根据其不同的土石类别,分别采用各自不同的台阶高度。当基底稳定,台阶高度可作如下估算:堆置坚硬岩石时宜为 30~60m(山坡型排土场高度不限);堆置砂土时宜为 15~20m;堆置松软岩土时宜为 10~20m。  
 6 多台阶排土的总高度可经过验算确定,在相邻台阶之间应留安全平台。基底第一台阶的高度宜为 10~25m。

6.0.3 剥离物堆置的自然安息角应根据其物理力学性质和含水量,可按表 6.0.3 规定选取。多台阶排土场剥离物堆置的总边坡角应小于剥离物堆置自然安息角。

表 6.0.3 剥离物堆置安息角

类别	自然安息角(°)	平均安息角(°)
砂质片岩(角砾、碎石)与砂粘土	25~42	35
砂岩(块石、碎石、角砾)	26~40	32
砂岩(砾石、碎石)	27~39	33
片岩(角砾、碎石)与砂粘土	36~43	38
页岩(片岩)	29~43	38
石灰岩(碎石)与砂粘土	27~45	34
花岗岩	35~40	37

续表 6.0.3

类别	自然安息角(°)	平均安息角(°)
钙质砂岩	—	34.5
致密石灰岩	32~36	35
片麻岩	—	34
云母片岩	—	30
各种块度的坚硬岩石	30~48	32~45

6.0.4 排土场工作平台最小宽度应根据剥离物的物理力学性质、上一台阶的高度、大块石滚动距离、运排设备的工作宽度、平台上最外运输线至眉线间的安全距离等确定,并应满足上下两相邻台阶互不影响的要求。

1 公路运输平台宽度(图 6.0.4-1),可按表 6.0.4-1 和式(6.0.4-1)计算确定。

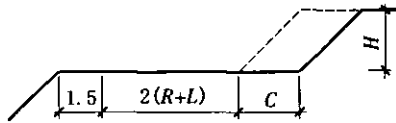


图 6.0.4-1 公路运输平台宽度示意

注:  $H$  为上下两平台间的高差(m)。

$$A = 1.5 + 2(R + L) + C \quad (6.0.4-1)$$

式中  $A$ ——公路运输工作平台宽度(m);

$R$ ——汽车转弯半径(m);

$L$ ——汽车长度(m);

$C$ ——超前堆置宽度(m),可按表 6.0.4-1 选取。

表 6.0.4-1 超前堆置宽度取值

堆排方式	超前堆置宽度 $C$ (m)
推土机	视作业条件而定
装载机	不小于装载和卸载半径之和
电铲	不小于一次移渣步距,宜取 18~24m

2 铁路运输平台宽度(见图 6.0.4-2),可按表 6.0.4-2 和式(6.0.4-2)计算确定。

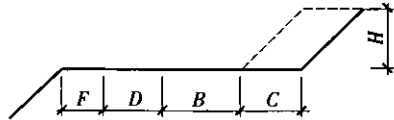


图 6.0.4-2 铁路运输平台宽度示意

$$A = F + D + B + C \quad (6.0.4-2)$$

式中 A——铁路运输工作平台宽度(m);  
 F——外侧线路中心至台阶边坡顶的最小距离(m):准轨 1.6~1.7m,窄轨 1.0~1.2m;  
 D——线间距(m);  
 B——上台阶坡脚线至线路中心的安全距离(m),宜大于大块石滚落距离加轨道架线式电杆至线路中心距离(m)。大块石滚落距离见表 6.0.4-2。

表 6.0.4-2 大块石滚落距离

台阶高度(m)	10	12	16	20	25	30	40
大块石滚落距离(m)	15	16	18	20	22	24	27

3 排土场工作平台宽度可按表 6.0.4-3 确定。

表 6.0.4-3 工作平台宽度参考值

运排方式	段 高(m)		
	15	15~25	30~40
汽车推土机	40~55	45~60	50~65
窄轨推土机	20~25	25~30	30~40
准轨装载机	30~40	40~50	50~60
准轨电铲	40~50	45~55	50~60
准轨推土犁	30~35	35~40	40~45

6.0.5 多台阶排土场,各台阶最终平台宽度不应小于 5m。

6.0.6 排土场需要的有效容积按式(6.0.6)计算。

$$V=V_0K \quad (6.0.6)$$

式中  $V$ ——有效容量( $m^3$ );

$V_0$ ——剥离岩土的实际方量( $m^3$ );

$K$ ——剥离岩土经下沉后的松散系数。

各类剥离物的松散系数宜按表 6.0.6 选取。

表 6.0.6 剥离物的松散系数

类 别	松 散 系 数
砂	1.01~1.03
带夹石的粘土岩	1.10~1.20
砂质粘土	1.03~1.04
块度不大的岩石	1.20~1.30
粘土	1.04~1.07
大块岩石	1.25~1.35

6.0.7 排土场的用地面积,除应按有效容积结合实际地形和剥离物堆置要素计算用地外,尚应增加排水设施、稳定性措施等工程用地,且应适当增加堆场最外坡脚线至用地边界的防护距离。

## 7 病害防治与稳定性措施

**7.0.1** 排土场设计应根据其所在地区的地形、工程地质、水文地质、气象和剥离物的物理力学性质以及排土方式、台阶高度等因素,对有可能招致病害(滑坡、坍塌、泥石流、沉陷、裂缝、水土流失、污染环境等)的原因认真分析,贯彻以防为主、防治结合的方针。

**7.0.2** 在排土场设计时应配备病害监测所需的人员和配套仪器与设备。

**7.0.3** 对有可能出现滑坡、坍塌的排土场,应采取下列措施防治:

1 正确处理场址地基,必要时应根据工程、水文地质勘察资料、堆置高度分析验算边坡稳定性,对稳定性较差的土质山坡,宜采用推土机将原坡推成台阶状,以增加稳定性;对松软潮湿土宜在堆排土之前挖渗沟疏干基底,倾填块碎石作垫层,以利排水;高填区,可采用自上而下逐层放缓折线形边坡或层间留出小平台。

2 合理安排排土顺序,应将大块石堆置在最底层以稳定基底或把大块石堆在最低一个台阶;应合理确定台阶排土高度和最终堆置高度,并应符合下列要求:

- 1)对结构松散、粒径小的土质边坡,两台阶高差宜为 6~12m,宜设置宽度不小于 1.5~2m 的平台;
- 2)对干旱、半干旱地区,两台阶高差可大些;湿润、半湿润地区,两台阶高差可小些;
- 3)当混合的碎(砾)石土高度大于 30m,或在 8 度以上高烈度地震区,土坡高度大于 12m 时,应设置宽 4m 以上的大平台。

3 消除水害。

4 采用适宜的坡脚防护,包括沿排土场外侧堆置路堤或干砌



(或浆砌)拦石堤。

5 合理确定台阶的排土高度。

**7.0.4** 排土场必须有可靠的截流、防洪、排水设施。防止水土流失,淤塞河道,淹没农田,影响周边环境。

**7.0.5** 沿山谷或山坡堆置的排土场,应在场外周边设置截水沟或排洪渠。沟渠类型可根据沟渠坡降及流速大小分别采用土质、三合土、浆砌石、预制块等形式。

**7.0.6** 排土场分台阶排弃时,其平台应有 2%~3% 的逆坡,场内的地表水应有组织排至场外。有条件时,在排土场坡脚处宜采用大块石填筑高 5~10m 的渗水层。

**7.0.7** 对有大量松散物质排放的陡坡场地,或具有丰富水源的排土场,必须采取坡脚防护或拦碴工程,防止水土流失。

**7.0.8** 坡脚防护及拦碴工程可采取以下措施:

1 当坡面砂石对山沟下方可能造成危害时,应设置一级或多级挡砂堤(或坝),用地紧张时可采用坡脚挡碴墙。

2 当小规模泥石流对山沟下方可能造成危害时,应在沟谷的收口部位设置拦碴坝等拦蓄、排导、防治构筑物。

3 当滚石对山沟下方可能造成危害时,应设置拦石堤或沟渠,并应留有足够的安全距离。拦石堤可使用当地土(或干砌片石)筑成,宜采用梯形,其内坡陡于外坡;当拦石堤后的落石沟或落石平台有较宽的用地时,亦可采用较缓的内侧边坡,堤顶高出计算撞点的安全高度应为 1m。

4 当小规模滑坡对山沟下方可能造成危害时,应设置如重力式抗滑挡土墙、抗滑片石垛或抗滑桩等抗滑支挡构筑物。

**7.0.9** 建于陡坡场地的排土场应进行稳定性验算。当地面横坡大于 24° 时,除应保证排土场边坡的稳定外,还应预防整个场地沿陡山坡下滑。排土场稳定性验算方法应根据边坡的类型和可能的破坏形式,可按下列原则确定:

1 土质边坡和较大规模的碎裂结构岩质边坡,宜采用圆弧滑

动法验算。边坡稳定性系数可按式计算：

$$K_s = \frac{\sum R_i}{\sum T_i} \quad (7.0.9-1)$$

$$R_i = N_i \tan \varphi_i + C_i l_i \quad (7.0.9-2)$$

$$N_i = (G_i + G_{bi}) \cos \theta_i + P_{wi} \sin(\alpha_i - \theta_i) \quad (7.0.9-3)$$

$$T_i = (G_i + G_{bi}) \sin \theta_i + P_{wi} \cos(\alpha_i - \theta_i) \quad (7.0.9-4)$$

式中  $K_s$ ——边坡稳定性系数；

$R_i$ ——第  $i$  计算条块滑动面上的抗滑力(kN/m)；

$T_i$ ——第  $i$  计算条块滑体在滑动面切线上的反力(kN/m)；

$N_i$ ——第  $i$  计算条块滑体在滑动面法线上的反力(kN/m)；

$C_i$ ——第  $i$  计算条块滑动面上岩土体的粘结强度标准值(kPa)；

$\varphi_i$ ——第  $i$  计算条块滑动面上岩土体的内摩擦角标准值(°)；

$l_i$ ——第  $i$  计算条块滑动面长度(m)；

$\theta_i, \alpha_i$ ——第  $i$  计算条块底面倾角和地下水位面倾角(°)；

$G_i$ ——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)。

2 对可能产生平面滑动的边坡宜采用平面滑动法计算。边坡稳定性系数可按式计算：

$$K_s = \frac{\text{抗滑力}}{\text{下滑力}} = \frac{\gamma V \cos \alpha \tan \varphi + AC}{\gamma V \sin \alpha} \quad (7.0.9-5)$$

式中  $A$ ——结构面的面积(m<sup>2</sup>)；

$\gamma$ ——岩土体的重度(kN/m<sup>3</sup>)；

$V$ ——岩体的体积(m<sup>3</sup>)；

- $\alpha$ ——滑动面的倾角(°);
- $\varphi$ ——滑动面的内摩擦角(°);
- $C$ ——排土场基底接触面间的粘聚力(kPa);亦称结构面的粘聚力。

3 对可能产生折线滑动的边坡宜采用折线滑动法计算。边坡稳定性系数可按下式计算:

$$K_s = \frac{\sum R_i \Psi_i \Psi_{i+1} \cdots \Psi_{n-1} + R_n}{\sum T_i \Psi_i \Psi_{i+1} \cdots \Psi_{n-1} + T_n} \quad (7.0.9-6)$$

$$\Psi_i = \cos(\theta_i - \theta_{i+1}) - \sin(\theta_i - \theta_{i+1}) \tan \varphi_i \quad (7.0.9-7)$$

式中  $\Psi_i$ ——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。

上述三种滑动法计算出的边坡稳定系数  $K_s$  取值,宜取 1.15~1.3,并应根据被保护对象的等级而定。当被保护对象为失事后使村镇或集中居民区遭受严重灾害时, $K_s$  应取 1.3;当被保护对象为失事后不致造成人员伤亡或者造成经济损失不大的次要建构筑物时, $K_s$  应取 1.2;当被保护对象为失事后损失轻微时, $K_s$  应取 1.15。

**7.0.10** 当山坡或沟渠与排土场发生交叉时,必须设置相应排洪设施。

1 排土场上游洪水较小,可采用截水沟或排洪渠导排。

2 排土场上游洪水较大,应在上游加修拦截上游洪水的挡水坝,或视其地形特征,沿山坡修排洪渠或在排土场底部修暗涵将其排出场外。挡水坝的安全超高不应小于 1m。

3 兼顾挡碴与防洪功能的拦碴坝,应有一定的拦泥库容。

**7.0.11** 排土场内的地下水和滞留水,在排弃物透水性弱、对稳定性不利情况下,应根据潜水大小,采用盲沟、透水管或涵洞形式将水引出场外。

**7.0.12** 排土场在排弃作业过程中所形成的边坡,可根据边坡高度和坡度等不同条件,分别采取下列措施:

1 对于弃石不易风化的边坡,当块径较大,或粒径虽小但土石能自然胶结、坡脚无水流淘刷的边坡,可不予加固。

2 对于坡比小于 1 : 1.5、土层较薄的土质或砂质坡面,可采取种草护坡。种草护坡应先将坡面进行整治,宜选用生长快的低矮匍伏型草种。

3 对于坡比缓于 1 : 2、土层较厚的土质或砂质坡面,在南方坡面土层厚 15cm 以上和北方坡面土层厚 40cm 以上的地方可采用造林护坡。造林护坡应采用根深与根浅相结合的乔灌混交方式,同时宜选用适合当地速生的乔灌木树种。坡面采用植苗造林,宜带土栽植。

4 在路旁或景观要求较高的土质或砂土质坡面,可采用浆砌块石格构或钢筋混凝土格构,在坡面上做成网格状。网格内种植草皮。

## 8 排土场复垦

**8.0.1 排土场必须进行复垦。**

**8.0.2 排土场复垦规划应与排土规划同时编制,复垦规划内容应包括复垦的基本原则和目标,并应明确复垦类型、复垦工艺、复垦率、复垦周期,落实设备及资金渠道、组织机构。**

**8.0.3 排土场的复垦规划应做到技术可行、经济合理、因地制宜,并应符合下列要求:**

1 复垦类型应因地制宜,宜农则农、宜林则林、宜牧则牧,条件允许时,应优先复垦为耕地或农用地。

2 复垦规划宜满足开发复垦耕地与占用耕地动态平衡。

3 复垦后地形地貌应与当地自然环境和景观相协调,其植被的覆盖率不应低于原有覆盖率。

4 坚持经济效益、生态效益和社会效益相统一。

5 排土场复垦应贯穿于矿山开发的全过程,并应充分利用采矿设备,推行采矿、排土、复垦一体化。

**8.0.4 排土场应通过对排弃物的合理调配,整治成为复垦场地,并应符合下列要求:**

1 合理安排岩土排弃次序,尽量将废石排放至底部,品质适宜的土层(包括风化石)安排在上部。

2 排土场边坡应适当放缓,宜有利于场地的稳定和开发利用。

3 快速地恢复植被,控制水土流失。

4 为复垦场留下必需的进场道路。

**8.0.5 复垦类型的选择应根据排土场形态、土源、区域自然环境等因地制宜确定,并应符合下列要求:**

1 复垦场地用作农业用地,经整治后的地面坡度宜为小于 $15^{\circ}$ 的平缓坡地,土质较好,气候适宜,有一定水利条件,铺土厚度宜为 $0.8\sim 1.0\text{m}$ 。

2 复垦场地用作林业和牧业用地,经整治后地面坡度不宜大于 $25^{\circ}$ ;  $25^{\circ}$ 以内坡度可用于果园和其他经济林;超过 $25^{\circ}$ 坡度的复垦场地,可种植草、灌木,植被固土封坡。铺土厚度林业用地宜大于 $0.5\text{m}$ ;牧业用地宜大于 $0.3\text{m}$ 。在土源缺乏的地方,可铺一层风化碎屑。

#### **8.0.6 复垦工艺可分为工程复垦和生物复垦。**

1 工程复垦可根据规划复垦类型,对其地表加工处理,进行适当压实,然后将收集的表土覆盖于表层,整治、改造为平整用地。

2 生物复垦应对复垦场地进行生态恢复、土地熟化,其过程应精耕细作,培肥、浇灌。可组织综合技术研究,通过试验后再全面推广。

**8.0.7 排土场复垦应在停排以后3年内完成,其中工程复垦1年,生物复垦2年。生产期内,对排土已到位的平台宜在生产过程中先进行复垦。**

## 9 环境保护

**9.0.1** 排土场设计时,必须贯彻“防治并重,治管结合,因地制宜,全面规划,综合治理,除害兴利”的水土保持工作方针。

**9.0.2** 排土场设计应采取相应措施,防止废渣、粉尘、水污染对环境的影响,使污染物排放达到国家有关规定。

**9.0.3** 排土场周边的原有植被应加以保护。没有植被时,应结合水土保持在排土场四周进行环行带状绿化;带状布设可采用乔灌混交,隔行种植。长江以南,绿化应以常绿树种为主。建于北方风沙林区的排土场,在防治工程布设上,应择重考虑排弃物为散粒状砂土所带来的风沙危害,在其四周,特别是风口上,应以营造防风固沙林带为主。沙障固沙的有关技术,可按现行国家标准《水土保持综合治理技术规范 风沙治理技术》GB/T 16453.5—1996 第四章的要求执行。

**9.0.4** 排土作业区和进场运输道路应采用洒水车洒水或其他抑尘措施,减少粉尘散发。排土场周围有工业场地或居民村时,宜增设喷水抑尘设施。在主导风向下风侧有居民村和基本农田保护区的,应结合绿化工程营造卫生防护林带。

**9.0.5** 属砂尘矿山的排土场应有防止二次扬尘设施,其排土场应布置在农田和水库主导风向的下风侧及远离要求空气清洁的场所。

**9.0.6** 凡堆置含汞、镉、砷、六价铬、铅、氰化物、有机磷、硫化物及其他毒性大的可溶性废渣的排土场,必须专门设置有防水、防渗措施的存放场所及防护工程,必须制定事故处理措施,必须确保废水中的有害物质经处理达到排放标准后方可排放,确保对相邻区域及附近农田、水体不产生污染。

## 10 设计所需基础资料

10.0.1 排土场设计所需基础资料应包括以下内容：

- 1 与采矿场相同比例的现状地形图。
- 2 采矿工艺与开拓运输方式,剥离物的数量、块度和物理、化学性质。
- 3 排土场附近的气象、气候及自然条件,地震设防烈度,环境现状资料。
- 4 排土场及其周边地区的土地类别及利用现状,农田水利规划,场区内拆迁工程资料。
- 5 排土场场址的工程地质和水文地质勘察资料。
- 6 现有排土场及其排土设施资料。



## 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,非这样做不可的用词:

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用词:

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用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

有色金属矿山排土场设计规范

**GB 50421 - 2007**

条文说明

## 目 次

1	总 则 .....	( 33 )
3	场址选择 .....	( 36 )
3.1	一般规定 .....	( 36 )
3.2	外部排土场场址选择 .....	( 37 )
3.3	内部排土场场址选择 .....	( 41 )
4	安全与卫生防护距离 .....	( 42 )
5	排土场分类及适用条件 .....	( 51 )
6	堆置要素 .....	( 56 )
7	病害防治与稳定性措施 .....	( 61 )
8	排土场复垦 .....	( 68 )
9	环境保护 .....	( 73 )
10	设计所需基础资料 .....	( 78 )

# 1 总 则

**1.0.1** 20世纪80、90年代出版的有色冶金企业参考资料及采矿和总图设计规范,对排土场场址选择和设计提出了一些技术要求和规定,但在内容、范围和深度上,与现有土地管理、环境保护、可持续发展的国策还有一定差距。在露天开采矿量日趋渐长的今天,排土工程仍然是露天矿生产的薄弱环节,排土场占地及其与环境保护的矛盾日趋突出,为弥补其不足,提高设计水平,达到安全堆存矿山剥离物和保护环境的目,并使矿山排土场的设计规范化,使其符合安全性、合理性、经济性、可操作性要求,特制定本规范。

**1.0.2** 本条规定本规范的适用范围,即适用于有色行业露天开采、地下开采的排土场设计,以露天开采的排土场设计为主。

**1.0.3** 本条强调了排土场选址的原则,以及排土场设计应关注和研究的问题。这些内容主要是理清思路,通过对矿山开拓工艺、排弃岩土属性、规模、附近自然地理环境等多方面的调查分析,寻求适用、经济和合理的空间构思,为排土场设计扬长避短创造有利条件。

**1** 本款是原则性要求,强调矿山的建设开发必须符合矿山建设的总体规划,必须符合安全可靠、技术先进、经济合理三个基本条件。

**2** 本款提出了排土场最优场址方案的选定原则,首先应经多方案技术经济比较,比较的内容如下:

- 1)矿山的总体规划;
- 2)矿山的开拓及原矿、排弃物的运输方式、运距;
- 3)需排弃的岩土数量、性质及分布情况;

4)露天采矿场堑沟口、地下开采窿口(或井口)附近地形特征、水文条件、用地状况、拟建场址排土条件;

5)建设地区的自然条件;

6)排土场的稳定性和安全条件;

7)排土终止后场地的开发利用及可持续发展的可行性。

上述诸多内容都是方案研究中要探讨和关注的问题。为使露天矿岩土排弃合理,必须进行排土规划。当采场的开拓运输系统确定后,排土场最优场址方案选定的目的就是要达到经济合理的运输距离,以及在矿山开采的服务年限内,使折算到单位矿石成本中的废石运输、排弃、环境污染的整治、复垦等费用的现值最小。

3 本款是排土场用地规划制定和分期征用原则。因排土场占地多,有不少矿山因排土场不落实而造成采剥失调,延误了生产,为确保矿山的正常运转,条文规定排土场用地规划应满足矿山服务年限的全部容量,排土场的设置应远近结合,而用地可根据排土计划分期征用。作此规定,既避免一次性征用全部土地带来大量土地征而不用、长期闲置的现象,又降低了征地的前期投资。

4 本款强调了排土场场址选择与设计在土地使用、环境影响和水土流失方面的要求。排土场是矿山采掘业的一个主要场地,矿山采掘期间排土量大,占地多,剥离物(废石)的运输与排放费用占矿山成本比重大,不仅关系到矿山的经济效益,同时会产生对生态环境的影响,也可能造成水土流失及其他危害。据采矿研究资料,露天矿的剥采比一般在2~8之间,其中露天排土场占地面积占矿山总用地面积的30%~50%。排土场排弃物料都是松散体,本身就是一个污染源,细颗粒尘埃随风飘扬,污染大气,同时水土流失无疑是一个难以回避的现实。据有关资料介绍,1998年特大洪灾波及29个省市,3亿多亩土地受到了危害,直接经济损失1666亿元。水土流失后果极其严重,排土场仅是其中一小部分,年复一年的水土流失使有限的土地资源遭受严重破坏。为控制排土场给周围环境所造成的污染和危害,条文中强调了设计时应通

过现场查勘,落实环境影响和水土流失防治责任范围,因地制宜,坚持以防为主、防治结合的原则,目的就是贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水土保持法》。根据现行基本建设强制性法规,有土地预审、安全评估、环境评价、水土保持等专项审查。因排土场设计涉及建设工程安全、环境保护、水土保持、生态还原等技术要求,故要求设计时全面贯彻保护耕地、保护环境和水土保持,包括复垦和可持续发展的国策。

**1.0.4** 排土场设计涉及国家和地方许多法律法规和标准规范,仅执行本规范的规定是不够的。故本条规定在排土场设计中除必须遵守本规范外,还必须符合国家和地方、行业现行的安全、卫生、土地管理、环境保护等有关法律文件和强制性标准规范的要求。

## 3 场址选择

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 露天矿山排弃剥离物、地下开采矿山排弃废石都是采矿的第一道工序,排土场是矿山开采的一个重要组成部分,因此,场址的选择,必须与采矿场和选矿厂厂址选择同时进行。在露天矿中,运输成本约占岩石剥离成本的40%左右,而运距长短又是运输成本高低的主要因素,岩土运输距离越近,生产成本越低。从矿山经济效益方面出发,就近选址,缩短岩土运输距离,对提高企业的经济效益有着极为重要的意义。场址的选择,应着重考虑剥离岩土的分布状况,采掘顺序,剥离量的大小,在采矿场附近选择一个或多个排土场。在不妨碍采场生产发展前提下就近选址,可降低运输成本,但必须注意场址的整体稳定。

**3.1.2** 本条是排土场土地征用的具体规定。排土场的用地依据主要是用地大小应满足设计服务年限露天矿的基建剥离岩土和生产期废石量的全部容量;至于排土场选择一个或多个,要根据废弃物的流向、流量和有无适宜场地等因素确定。原总图运输设计手册规定:大型企业的渣场一般满足25年的容量,中小型企业满足15年的容量。考虑市场经济下经营方式的变化,土地使用多以有偿出让方式授权经营,为减少企业建设前期的资金压力,避免土地长期闲置,在土地使用上为压缩租用年限的矿山采用了灵活的租地方式,在执行本条规定时,也不受此限。

**3.1.3** 本条从资源保护与建设节约型社会出发,规定有回收利用价值的岩土和耕植土的排土场应按要求分排、分堆。有回收利用价值的岩土是指:

- 1 有价值矿物和采富弃贫的低品位矿石、副产矿石;

2 可作建筑材料或复垦用的剥离表土。

对那些暂不能利用的资源,今后需要二次回收,不能混堆。在需运出时,要有外运条件,故本条提出分堆时要为其回收利用创造有利的条件。

3.1.4 本条规定提出了排土场高阶设计的内容与深度要求。为使设计方案做到积极稳妥、符合国情,方案比较内容列出了技术经济、环境、社会三个方面共八款内容,其中1~3款着重于技术经济比较,4~8款着重于环境、社会效益方面比较。按照国家基本建设有关法规,项目建议书或可行性研究报告应包括环保要求、土地利用、安全评价内容和采取的相应措施方案,在方案审查阶段,上述要求都是必不可少的内容。

3.1.5 本条围绕排土场设计布点和设计方案的选定应关注和研究的问题做了提示。提示中五项内容可认为是排土场场址方案比较中的基础内容。

1、2 强调了场址的地形、工程地质、水文地质与自然条件,主要是从排土场的稳定性考虑。

3 强调了方案比较内容应包括排弃物的运输方式、运距、容量、用地。矿山采掘期间排土量大、占地多,剥离物(废石)的运输与排放费用占矿山成本比重大,在排土场方案比较中,优先选择运距近、容积率高、占地少的场地,经济效益是不言而喻的。

4 强调了方案比较内容应包括对暂不能利用的资源日后利用回收的条件。

5 强调了安全与卫生防护距离,为避免意外的滚石、坍塌给周边生产厂房、居住区、主要交通干线带来安全危害,本条把排土场对外安全与卫生防护距离作为场址方案比较的重要内容之一。

### 3.2 外部排土场场址选择

3.2.1 排土场场址的选择是根据采矿开拓剥离物运输方式,综合地形地质、环境因素进行堆存场地方案比较。剥离物运输方式主



要有汽车运输和铁路运输,其他方式详见本规范表 5.0.2。不同的运输方案,运输线有不同的技术要求,排土场选址一方面应考虑运输线的技术标准,使采矿场与排土场高程上合理衔接,在沿采场或排土场边缘布置运输线时,其边坡应稳定,以适应排土作业技术安全上的要求。另一方面要因地制宜利用地形,适当提高堆置高度,以增加排土场容积,使相同面积场地有更大容积。

合理确定排土场各台阶的标高,其出发点一是与矿山采剥进度计划相适应,通过高土高排、低土低排,缩短岩土运距,降低运输功,保证开拓运输线便捷通畅;二是有利于排土场边坡稳定。

**3.2.2** 本条规定了排土场的用地原则。矿山排土场建设需要占用大量土地。俄罗斯、美国的矿山,排土场的占地面积分别为矿山总占地面积的 50%和 56%。根据对我国冶金露天矿的调查,排土场的占地面积为矿山总占地面积的 30%~50%,矿业的发展导致排土场占用大量土地的问题日趋突出。我国人口众多,人均耕地 1.4 亩,只有世界水平的 1/3,保护耕地是我国基本国策。根据节约用地的原则,应妥善考虑排土场用地,防止多征少用,或造成土地利用不当,本条规定可以利用荒地的,不得占用耕地,可以占用劣地的,不得占用好地。排土场场址选择应避开城镇生活区,水源保护区,主要是为了避免造成损害群众利益的环境问题。

**3.2.3** 《中华人民共和国环境保护法》第十八条规定:在人民政府规定的风景名胜区、自然保护区和其他需要特别保护的区域内,不得建设污染环境的工业生产设施。故本条规定严禁侵占名胜古迹、自然保护区。《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第十七条规定: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。将剥离岩土直接排入江河、湖泊,不仅造成水体严重污染,还淤塞河道,影响排洪。故条文中规定了严禁将水源保护区、江河、湖泊作为排土场;严禁侵占名胜古迹、自然保护区的强制性规定。

**3.2.4** 从排土场的稳定性考虑,排土场场址宜选择在水文地质条件相对简单,原地形坡度相对平缓的沟谷,不宜设在工程地质与水文地质不良地带。因为地质不良排土场基底承载力不足容易产生变形破坏而影响安全。排土场若设在汇水面积大、纵坡陡的沟谷处,极易诱发泥石流。从泥石流形成的条件来看,排弃松散土石是泥石流形成的基础,大量降水汇集和陡峭的纵坡又是产生泥石流的动力条件,为避免重大安全事故发生,排土场的场址不宜选择在上述地点,也不宜设在河沟纵坡陡的交叉口,最好是选择在葫芦状沟谷,肚大口小,土地利用率高,出口防护工程小的地方。为避免意外的滚石、坍塌给周边生产厂房、居住区、主要交通干线带来安全影响,本条又规定了排土场不宜设在主要工业厂房、居住区及交通干线临近处;当无法避开时,必须有可靠措施防止灾害的发生。

**3.2.5** 《建设工程质量管理条例》已于2000年1月30日由国务院第279号令发布实施,条例规定要建立健全各级责任单位质量责任制,确保建筑工程的使用安全和环境质量。本条强调贯彻安全生产、环境保护的有关法规,意在执行《工程建设质量管理条例》。

排土场的使用安全,首先应满足不发生危及人民生命财产安全的垮塌事故。要做到这一点,认识自然规律、正确选择场址、采取必要防护措施是不可缺少的。因为排土场工程不同于其他基础设施建设工程,在基础处理、堆载压实、边坡防护上不可能有过多的要求,只能从场址选择上消除重大安全隐患。

一要建设,二要保护环境。采矿必须丢废,排土作业有粉尘污染,水土流失又将带来水污染。许多排土场在生产过程中或终止排弃后,细颗粒尘埃随风飘扬,污染大气。如某矿地处城市附近,每遇刮风,排土场和尾矿库的粉尘飞扬,造成了严重的粉尘污染,直接影响当地居民的身心健康,环境治理一度成为全市关注的一个焦点;又如某铜矿由于排土场防尘治理不到位,一度陷入旱季汽车不能行驶,工人无法操作的困境。为了避免类似粉尘污染现象

的发生,条文中规定了排土场不应设在居民区或工业场地的主导风向上风侧。为避免水污染,条文中规定了排土场不应设在水源的上游。

2002年发布的《工业企业设计卫生标准》GBZ 1—2002第4.1.5条规定:固体废弃物堆放和填埋场必须避免选在废弃物扬散、流失的场所以及饮用水源的近旁。含有硫化矿物的废石经氧化或水蚀,会产生含金属离子的酸性水,这种水的无序排放可能对农田和民用水造成严重污染。

废石中的污染物要按照《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18559—2001堆放、处置。排土过程可能造成大范围的地表扰动,为尽量减少其对自然生态系统的摧残,对可能造成大量水土流失的排土场,或可能诱发泥石流的排土场,应积极做好有效拦截工程,预防灾害的发生。

2000年10月,广西南丹县一座废砂堆积而成的拦污坝突然坍塌,污水和泥石流冲起2m多高,坝附近上百座民房顷刻间毁于一旦,死15人,伤50多人,失踪100多人。

血的教训警告人们:选址的使用安全应是第一位的,环境污染的潜在危害也切记不可掉以轻心。

**3.2.6** 本条规定了如何在场址选择中利用山丘交错等有利地形地貌作为卫生防护带来减轻排弃岩土对周围生态环境的影响。排土场边缘凸起山岗、竹木林地具有防灾功能,本身就是天然拦截屏障,设计时应充分利用。无地形利用时,在排土场与居住区之间应按卫生、安全、防灾、环保等要求建设公害防护绿地。

**3.2.7** 建于沟谷的排土场,南方多雨季节易引发山洪,设计时应采取措施,结合自然分水线和河、沟将雨水引出场外,确保排水通畅,预防灾害发生。

**3.2.8** 《中华人民共和国土地管理法》第四十二条规定:“因挖损、塌陷、压占等造成土地破坏,用地单位和个人应当按照国家有关规定负责复垦”;第十九条“土地利用总体规划编制原则”第(五)款规

定：“占用耕地要与开发复垦耕地相平衡”。

矿山排土场建设占用大量土地，严重地破坏山林和自然界的生态平衡。设计应对建设破坏的土地同时进行复垦规划设计，保障土地可持续发展利用。如永平铜矿，自 1983 年以来，排土场绿化植树总面积已达 200 余亩；平果铝土矿自 1994 年投产后，便把采矿、复垦密切结合，基本上做到征地、采矿、复垦之间互相平衡，现已复垦耕地 1911.2 亩。

### 3.3 内部排土场场址选择

**3.3.1** 利用采空区或塌陷区作为排土地，不新征地，既节约基建投资，还可缩短运距，降低剥离成本。有条件的矿山应与采矿矿岩开采顺序配合，充分利用上述区域作为排土场。如中铝矿业分公司小关铝矿，通过有计划安排采掘进度，把采空区开辟为内部排土场。2005 年又将闭坑多年的内部排土场整平为 140 万吨铝矿堆置场。

**3.3.2** 采用充填法开采的矿山，废石、废渣是充填料的重要组成部分，将剥离物用作充填料，综合利用效益是显而易见的。

**3.3.3、3.3.4** 一个采场内有两个不同标高底平面、露天矿群同时有几个采区采矿，可通过有计划安排采掘进度，先行强化部分采区的采掘工作，利用提前结束的采空区实行内排土。如白银露天矿 1 号露天采场已经闭坑，位于附近的 2 号露天采场便就近向 1 号采空区排弃岩土，汽车运输距离缩短了 0.8km。三年多来共排土 100 多万立方米，既减少了排土场占地，又降低了成本。

**3.3.5** 对分期开采的矿山，为节约用地，将近期剥离岩土堆放在远期开采境界内，减少了运距，但增加了后期二次转运作业，有利有弊。方案是否可行、合理，还需经过技术经济比较后方能确定。

## 4 安全与卫生防护距离

**4.0.1** 排土场的安全至关重要,因为新堆置的排土台阶岩土松散,场地的沉降变形频繁,容易造成安全事故。本条所提排土场安全防护距离包含两方面内容:一是为满足不发生危及人民生命财产安全对被保护对象所采取的防护距离;二是避开意外的质量隐患而采取的防护距离。排土场最终坡底线与其相邻的铁路、道路、场地、村镇等之间的安全防护距离与排弃物的性质、堆置高度、气候和地理因素等都有关系,理论上防护距离大小应根据被保护对象的保护级别分别确定,实际上由于地形、地质、气象条件千变万化,很难提出一个万无一失的标准,本条仅就安全防护距离确定因素列出 5 条,供设计时分析论证。

**4.0.2** 排土场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。《金属非金属露天矿山安全规程》GB 16423—1996 第 9.1 条规定:排土场应保证不致威胁采矿场、工业场地(厂区)、居民点、铁路、道路、耕种区、水域、隧道等的安全,其设计距离在设计中规定。为保证排弃岩土时不致因大块滚石、塌滑等危及工业场地、居民点、铁路、道路、高压输电线等设施的安全,表 4.0.2 内容参照了《钢铁企业总图运输设计规范》YBJ 52—88 规定,本表的安全防护距离考虑边坡局部失稳所引起的变形和大块滚石的滚动距离。

1 边坡局部失稳(坍塌、滑移、少量底鼓等)引起的边坡变形与位移而设置的安全防护距离。

在平缓地形坡上排土场的变形主要是松散岩土在自重力和外载荷作用下逐渐压实和沉降,其变形主要是沉降压缩变形。据矿山观测资料,排土场沉降系数变化在 1.1~1.2 之间,沉降过程可

延续数年。当排土场基底有软弱层或排出物料含有较多的土壤及风化石,受大气降雨或地表水的浸润作用,可能造成边坡局部失稳或小型滑坡,此种变形所带来的危害不大。

根据国内外大量调研资料表明:排土场高度 30~200m,排土场基底原地面坡度小于 24°的情况下,其稳定性良好。当原地面坡度超过 24°时,需在坡脚处采取防护工程措施;当原地面坡度超过 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。

我国铁(公)路路基设计时,通常把原地面横坡 1:2.5 作为区分一般路基与陡坡路基进行个别设计的界限。这个坡度大体上也是在 20°~24°,说明把地面坡度不超过 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。

按上述条件分析,本规范表 4.0.2 仅限于在原地面坡度不大于 24°时采用。

2 为防止滚石危害而设置的安全防护距离。

要防止滚石危害,首先要摸清滚动距离及规律。以下引用了辽宁某露天煤矿排土场与张家沟铁矿采矿场 245m 平台进行滚石规律实测结果,参见表 1、表 2。

表 1 辽宁某露天煤矿排土场大块滚石的滚动距离

次数	排土台阶高度(m)	大块滚石滚动距离(m)	位置	备注
1	21	10.70	△240-1	辽宁某露天煤矿(一)
2	27	15.3	△260-4	
3	18	8.45	△200-4	
4	20	8.95	△220-1	
1	23	23.80	△260-3	辽宁某露天煤矿(二)
2	18	9.30	△270	
1	14	20.00	—	辽宁某露天煤矿(三)

煤矿排土场坡脚原地面坡度小于 20°,滚石规律实测结果:滚

动距离大多在  $0.75H$  范围内,个别为  $1.5H$ 。

表 2 张家沟铁矿采矿场 245m 平台大块(0.3~1.5m)滚石的滚动距离

序号	滚动距离(m)	大块滚石数量(个)	大于 1.0m 大块滚石数量(%)	大块滚石量比例(%)	大块滚石量累计比例(%)
1	0~4	2770	20	84.5	84.5
2	4~8	385	7	8.7	93.2
3	8~10	95	4	3.2	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

铁矿采场坡脚原地面坡度平缓,大块滚石从相对高 55~100m 的坡顶沿坡面滚动,其实测结果:大部滚石滚动距离在 14~16m 内。

两矿实测结果的分析:

煤炭系统实测资料表明:排土场堆置坡脚处原地面坡度不大(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,滚动距离一般在  $0.75H$  范围内,个别为  $1.5H$ 。

冶金系统实测资料表明:当坡脚处系采矿场自然状态下的开采平台,大块滚石从高度 55~100m 沿坡面滚落,累计约 95.4% 落在 10m 以内,14m 以内的约 98.4%,16m 以内的约 99.1%,而在 16~20m 范围内的仅占 0.9%,可见大部分滚石在 14~16m 范围内均可以停止滚动。

综合两矿实测结果,可得出排土场边坡滚石运动的一般规律,即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。随着堆高的增加,滚石距离对安全影响不是主要因素,而是随着堆高的增加,排土场边坡下部的应力集中区产生位移变形或边坡鼓出,然后牵动上部边坡开裂和滑动。

本规范表 4.0.2 所列排土场最终坡底线与保护对象间的安全距离虽从被保护对象重要性出发,考虑了边坡失稳(坍塌、滑移、少量底鼓等)引起的边坡变形滑移与滚石危害因素,但随着地形与自然条件的变化,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,规定了其安全防护距离值为最终堆置高度的 0.75~2.00 倍。

表 4.0.2 中的第 2 项规定矿山铁路(道路)干线安全距离不宜小于 0.75 倍的最终堆置高度,这是根据设施重要性等级较国家交通干线为小的具体情况而定。减小后的取值通常还受矿山地形因素的制约(布置困难、用地限制等),其规定仍难以实施。为给设计留有余地,此处按一般设计要求,规定不宜小于 0.75 倍的最终堆置高度。

表 4.0.2 中的第 3 项规定了排土场至露天开采终了境界线的安全距离应大于或等于 30m,是出于在非工作帮外就近堆置岩土,由于地面坡度坡向不同,边坡稳定情况各异,因素比较复杂,参照《苏联有色金属矿床开采技术操作规程》中有关规定,眉线外只留 15m 过小,故本条规定不小于 30m。

表 4.0.2 中的第 4 项规定了至矿山居住区、村镇及工业场地等的距离应大于 2 倍的最终堆置高度,其原因是矿山居住区、村镇及工业场地等是大量人群生产及生活的场所,必须具有更大的安全度。至排土场的安全距离,不论排土场坡底线外地面坡度如何,均取不小于其最终堆置高度的 2 倍。目前国内的排土场,一般堆置高度为 60~80m,个别可超过 150m(汽车或窄轨运输排土场),其安全防护距离将达 200~300m。从目前各矿山实际情况看是可以保证安全的。

排土场最终坡底线与保护对象间安全距离表下注的说明:

注 2 当人口相当于城市居住小区级的矿山居住区及有建制的镇,因人口数量较大,其安全防护距离亦应适当加大。

注 3 关于分层堆置的排土场,在排土作业过程中,各台阶间



均按现有操作规程,留有 20~30m 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,并危及下面设施的安全,其安全防护距离可根据最下层台阶高度计算即可。但考虑多层排土场最终形成的安全平台经多年变化,大部形成抛物线的边坡面,即上部陡、下部缓的综合边坡角(通常为  $25^{\circ}\sim 32^{\circ}$ )。根据这一特点,安全防护距离的确定,仍以最终堆置高度为基础进行计算。但对本条表 4.0.2 中序号 1、2 设计取值,取用表列规定值的 75%。

注 4 考虑排土场坡脚外原地面坡度对滚石滚动距离的影响,故规定当原地面坡度不大于  $24^{\circ}$  时,取下限值;坡度大于  $24^{\circ}$  时,取上限值。根据调查资料及计算结果,当坡底线外原地面坡度大于  $24^{\circ}$  时,滚动距离明显加大,为安全起见,应根据需要设置防山坡滚石危害的措施。

**4.0.3** 剥离物堆置整体稳定性较差、排水不良且具备形成泥石流条件的排土场,其地形地质条件相对复杂,在暴雨季节易发生突发性较大的变形,如滑坡、泥石流等,其影响范围大至几百米或更远。为避免发生危及人民生命财产安全的灾难性事故,条文中提出了严禁将排土场布置在有可能危及采、选工业场地,村镇,居民区及交通干线等重要建、构筑物安全的上方的强制性规定。

排土场的稳定性首先要分析基底岩层构造、地形坡度及其承载能力。当基底坡度较陡或基底为软弱层时易导致排土场滑坡,如果再加上丰富的水源及松散的岩土,则易诱发成泥石流。1978 年雨季,广西南丹县六卡至大厂公路隧道出口堆置在原地表  $30^{\circ}$  坡上约上万立方的弃渣被连续降雨浸泡后沿坡下滑,顺沟流至断高 30m、倾角约  $70^{\circ}$  陡坎处倾泻而下形成泥石洪流,越过了 350m 平缓灌木地,冲进了下游塘马村 10 多户房舍(全村 30 多户),严重危及人民生命财产安全,后只有集体搬迁。

根据《露天矿排土场技术调查总结报告》提供以下几处排土场变形实例:

1 辽宁某铁矿黄泥岗排土场老龙沟地段,1979 年发生一次

滑坡,下滑体由坡脚算起,滑移距离为最终堆置高度的1倍(平均堆置高度为50m)。

2 辽宁某铁矿排土场,因原地面有几米厚的淤泥层,在堆置剥离物后产生底鼓,土体被推出40m远(排土场最终堆置高度40m,平均堆置高度为30m),滑移距离为最终堆置高度的0.75~1.0倍,淤泥隆起高3.5m。

3 辽宁某露天煤矿,1982年7月在排土场边缘产生滑坡,坡脚滑移最大距离近50m(每台阶高12~20m,最终堆置高度60~80m),为最终堆置高度的0.6~0.8倍。

4 1983年辽宁某铁矿二道沟排土场,由于地基下卧软弱层,受剥离物堆置后压缩变形,产生底鼓滑移,使设计的最终坡底线滑移约200m(段高52m),滑移距离为最终堆置高度的4倍。

5 1979年,兰尖铁矿1510m水平排土场发生滑坡,滑坡量达200万 $m^3$ 。其原因是基底坡度陡( $40^\circ$ )、排弃的表土和风化石在排土场形成软弱夹层,滑坡冲垮了运输主平峒50m,开裂破坏了104m,造成停产半年。

上述5处排土场变形实例产生原因不尽相同,影响场地稳定危害程度有别,针对有可能发生滑坡、泥石流的排土场,必须贯彻以防为主、防治结合、综合治理的方针。

**4.0.4** 本条规定是针对在地形地质复杂条件下有特殊需要布置建、构筑物时所做的补充规定。有些矿山,因条件限制,少量建、构筑物上方便是整体稳定性较差的排土场,又不能移开,只有采取可靠的安全防护措施。栾川洛钼集团2005年所建万吨选厂1.2km原矿运输地下通道横穿110m天窗,其中有两处40m沟谷天窗和30m明挖堑沟,该段运输线路,正处在断高127m排土场的坡底填充物上,沟谷纵坡上陡( $40^\circ$ )下缓( $20^\circ$ ),排水不良且具备形成泥石流条件,在2005年雨季地表水冲刷边坡,有上千方泥砂滞留坡上,厚度达4m,由于条件限制,运输线只有建在废石堆上,上方便是整体稳定性较差的排土场,为防止滚石和泥石流对原矿运输线的危

害,设计防护措施:在清理坡面泥砂基础上,修筑两道长40m、高出运输线6~8m、顶宽3m砌石拦截坝和四条排洪沟,同时对坐落在废石堆上的运输线地基进行注浆处理,并为保证原矿运输线的安全,停排上方排土场的生产废石。

**4.0.5** 排土场的等级是根据有色行业采剥规模和堆置高度划分的,一般来说单个排土场容量超出 $3000 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的并不多,我国德兴特大型铜矿开采期内总废石量估计约 $11 \times 10^8 \text{ t}$ ,占地 $5 \text{ km}^2$ ,现在每年排弃废石为 $3000 \times 10^4 \text{ t}$ 。采用145t汽车运4~10km。

**4.0.6、4.0.7** “完整的排水系统”是指不论采用何种(包括两种以上排水方式的组合)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。本条规定的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。完整的排水系统内容包括靠山侧的截水沟,场外的排洪隧道,场内排洪设施,场底处的渗水层或排水涵、管等人工构筑物和最终坡底线与保护对象间的沟道拦洪坝。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、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。

《开发建设项目水土保持方案技术规范》SL 204—98第6章规定:对沟道拦洪坝防洪标准按拦洪坝的总库容确定,拦洪坝的总库容包括拦泥库容和滞洪库容两部分。拦泥库容和滞洪库容防洪标准又有区别,参见表3至表5。

表3 沟道拦洪坝防洪标准

工程等级		五	四
总库容( $10^4 \text{ m}^3$ )		50~100	100~500
洪水重现期(年)	设计	20	30
	校核	200	300
设计淤积年限(年)		10~20	20~30

表 4 城市防洪标准

城市等级	防洪标准(重现期:年)		
	河(江)洪、海潮	山洪	泥石流
特别重要城市	>200	100~50	>100
重要城市	200~100	50~20	100~50
中等城市	100~50	20~10	50~20
小城市	50~20	10~5	20

表 5 矿山采、选企业设计洪水频率

企业性质及规模		洪水频率
采、选企业	大型	1/100
	中型	1/50
	小型	1/25

在困难条件下,场地设计标高可根据企业性质、受淹损失、修复难易等因素,适当降低次要的辅助设施场地和堆场的标高。考虑排土场非平基场地,只有铁路运输排土线与洪水设计频率关系甚密,本规范取用设计洪水频率:对于大、中型矿山为 1/25,小型矿山为 1/15。主要是参照沟道拦洪坝防洪标准和小城市防洪标准,当洪水有可能直接威胁到排土场下方而做的一般性规定;设计流量一般采用调查并结合地区经验公式确定。

排土场防洪构筑物的级别是根据在工程中的作用和重要性,参照《城市防洪工程设计规范》CJJ 50—92 中防洪建筑物级别表而划分的。

**4.0.8** 排土线应整体均衡推进,卸载平台边缘必须设置安全车挡,是为了保护汽车卸载时的安全。岩石车挡是由推土机就地堆置岩土而成。车挡的宽度是根据汽车及推土机等外载作用下,坡顶产生局部滑动楔形体而确定的。对于国内通用的载重 20~30t 汽车,车挡的底宽为 1~1.5m,高为 0.6~0.8m;对于 100~108t 车挡底宽为 2.5m,高为 1m;对于 180t 车挡底宽为 2.6m。

**4.0.9** 由于矿山排土场有扬尘和渣污染,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,要求排土场与村镇、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、排弃物的性质以及当地的地形、气象条件等因素有关。

1986年,有色总公司(86)基字第506号文《有色金属工业环境保护设计规定》第25~28条规定:入风井的卫生防护距离不小于200m;露天采场、废石场、露天矿山防护带距离应满足下列要求:距矿山办公楼最小间距500m,距矿山居住区最小间距大于500m。《工业企业设计卫生标准》GBZ 1—2002第4.1.7条要求“工业企业和居住区之间必须设置足够宽度的卫生防护距离”。

**4.0.10** 本条主要是从作业安全与照明角度出发而做的规定。如1976年11月凡洞铁矿在949层面排土,在无照明、无人指挥的情况下违章作业,克拉斯司机连人带车翻下排土场262m处,造成车毁人亡,汽车全部解体,部件散落多处。

## 5 排土场分类及适用条件

**5.0.1** 排土场的分类方法,可按设置地点、台阶数量、投资阶段不同进行划分。本条将繁多的分类方法以列表方式细分,可方便设计时按实际需要选用。

排土场占地是矿山开采的一大突出问题,特别是露天开采,约占矿山总用地的 35%~50%。改善排土工艺和增大排土场堆置高度,合理选择各项参数,科学地组织并有计划进行排土,是提高矿山经济效益的有效途径。

**内部排土场:**从改革工艺入手,通过采掘计划的调整,先强化开采部分采场或分区开采,将采空区作为内部排土场,是节约用地、缩短岩土运距、减少对周围环境影响的一种非常有效的途径。因此,在条件允许的矿山,应优先采用内部排土工艺。

**山坡排土场:**应充分利用山区、丘陵区的地面起伏、相对高差大的特点,利用山丘、树木、杂草等自然屏障,减少排土作业对周围环境的影响。

**山沟排土场:**便于布置排土线,有较大的容积率,应优先选用,特别是大肚形山沟排土场优于一般长方形、三角形、椅圈形排土场。但应注意防止山坡坡度较大,山沟纵坡较陡,易产生滑坡、泥石流、土石流失等的危害。

**单台阶排土场:**一般排土高度大,在地下开采和凹陷露天开采的矿山,附近又有比采场运出口标高高低的地形,其容量又能满足矿山排土堆置需要,一般采用单台阶排土场。

**5.0.2** 排土方式系根据矿山的开拓运输方案确定,而转排设备的选择又与地形、工程地质和气象等条件密切相关。

排土方式的确定,有一定的灵活性。对某些特定条件下的排

土场,可能有几种排土方式可供选择(参见表 5.0.2 的规定),因为不同的排土方式有它一定的适用条件,在设计中应充分注意,确保选定的排土方式合理。

**5.0.3** 人工排土受人力卸载条件限制,废石车载重小(一般为  $0.7\sim 1.2\text{m}^3$  矿车),仅适用于排土工作量少的小型地采矿山,开拓运输一般为窄轨铁路、小型矿车、电机车牵引或自溜运输,以人工翻车、平整、移道,排土场一般为一个台阶。

**5.0.4** 推土机排土工艺适用于露采矿山单一汽车开拓运输和地采的铁路运输。

单一汽车运输,推土机排土工艺。这是我国有色企业多数露天矿采用的一种排土方式,该工艺工序简单,适应性广,机动性大,堆置高度高。推土机用于推排岩土,平整场地,堆置安全车挡。推土机的推送距离一般为  $10\sim 50\text{m}$ , $73.5\text{kW}$  的推土机当推送距离为  $10\text{m}$  时,台班推送量:块岩为  $400\text{m}^3$ ,混合岩土为  $500\text{m}^3$ (松方)。德兴铜矿露采规模  $10.5\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ ,采用汽车—推土机排土工艺,排岩汽车为  $154\text{t}$  自卸矿车,配套的转排设施为  $419\text{kW}$  推土机。

推土机排土工艺在岩石风化强烈、饱水泥泞条件下应慎重采用,因为泥泞条件易使汽车轮胎陷入困境。广东、湖北的一些矿山选用这种排土工艺曾有深刻的教训,每年雨季有  $2\sim 3$  个月不能正常生产;北方矿山也出现过类似情况。

窄轨铁路运输,推土机排土工艺。此种排土方式经济灵活,排土宽度较大,对排土场的自然条件和岩土的物理力学性质未提出严格要求。根据一些矿山的使用经验,仅对岩石块度和排土宽度加以规定。

排土线以选用 3 倍列车长度为宜。当排土场原地面坡度过陡,排土线不够稳定时,宜选用 1 倍列车长,以便排土线一旦失稳时,推土机能及时退出,列车能迅速避险。

**5.0.5** 铲运机排土方式要求岩土的含水量不能太大,一般小于

20%，其经济运距与铲斗容积关系很大。

1 根据《筑路机械技术运用》一书提供的资料，铲运机合理的平均运距见表 6。

表 6 铲运机合理的平均运距

铲运机铲斗容量(m <sup>3</sup> )	同一方向运土距离(m)
0.75~1.00	25~150
3.00~3.50	50~150
4.50~6.00	50~250
8.50~13.00	100~250
14.00~18.00	150~500

2 根据《铁路路基施工规范》TBJ 202—86 中规定，铲运机宜在长于 100m 的路基上施工，其适宜运距为：

拖式铲运机：100~700m，纵向移挖作业时 1000m；

自行式铲运机：700~1500m；

铲运推土机：100~500m。

运距较远的宜选用斗容量较大的铲运机。铲装坡度一般为 5%~15%，最陡不宜大于 30%。铲运机运土道路重载上坡不宜大于 8%，困难时最大 15%。本条综合上述资料确定其铲运机的合理运距为 100~1000m。

5.0.6 准轨铁路运输排土适用于大型露天矿，因为排弃规模大，运输能力大。我国有色企业矿山采用准轨铁路排土工艺不多，而黑色冶金行业大型露天矿过半的排土量采用了铁路运输。

准轨铁路运输排土适用于大型露天矿，铁路运输排土需其他移动设备进行转排，如电铲、挖掘机、推土犁、装载机等，以下分述各种移动转排设备使用条件，供设计参考。

1 大型露天矿准轨铁路运输—电铲排土。采用电铲排土具有效率高，移道工作量少，移道步距较大，移道工作周期 1.5 月左右，堆置高度大的优点。如 4m<sup>3</sup> 电铲，其宽度可达 23m 左右，有利于排土线路的安全，但电铲本身行动迟缓，避险能力差，相应的技



术条件又要求比较严格。其主要原因:

1)为了防止排土场产生整体滑坡影响机械作业,要求排土场基底稳定,原地面坡度一般小于或等于下滑临界坡度 $24^{\circ}$ 。广东、四川某些铁矿由于不符合上述要求,电铲下滑和倾覆事故多次发生。

2)岩土在浸水后大量吸水崩解、摩擦力降低时,容易产生局部滑坡和下沉。如广东某铜矿、辽宁某铁矿,都出现过这类问题,故要求岩土水稳性好。

3)岩土在浸水后物理性质较好时,台阶高可达 $40\sim 60\text{m}$ 。四川某铁矿投产十余年来,台阶高一直采用 $40\text{m}$ ,实践证明是成功的,但台阶高超过 $60\text{m}$ ,生产正常的矿山不多(目前克里活罗格铁矿的硬岩排土场在场底设 $15\sim 20\text{m}$ 低台阶排土层基础,其上部台阶高已达 $60\text{m}$ ,生产正常),故电铲排土台阶高度一般不大于 $50\text{m}$ 。

4)电铲排土需定点卸车,要有2倍的列车长度才能保证卸车作业顺利进行。由于电铲排土后移道步距约为 $20\text{m}$ ,故其移道周期长,排土线短,将使线路移道频繁,作业率大幅度下降,排土的高效率优点难以发挥。根据一些矿山的经验,以不小于3倍列车长度较为合适(一般 $3\sim 6$ 倍列车长度)。

**2 大型露天矿准轨铁路运输—推土犁排土。**此排土方式与电铲排土相比,转排设备的重量和工作的灵活性较电铲为优,但推土犁转排宽度一般为 $2\sim 3\text{m}$ ,排土场的不稳定性对线路有较大威胁。如在原地面坡度较陡和地质不良地区,可能使排土线不稳,广东某铁矿曾因排土线不稳深受其害,致使采剥失调。因此,推土犁转排时,台阶高度应小于 $30\text{m}$ 。

采用推土犁排土,移道步距小,移道次数频繁,因此,排土线的有效长度,根据一些矿山经验,不宜小于3倍列车长度。

**5.0.7 铁路运输—装载机排土:**装、运、卸轻便灵活,排土宽度大,可不定点卸车,对排土场的自然条件和岩土的物理力学性质适应性较强,排土线的有效长度可以缩短,排土段高不受严格限制。本排土工艺在广东某铁矿的排土实践中已得到验证,但由于成本高,轮

胎消耗大,设备维修难,因此,这种排土方式只在特定条件下采用。

根据《铁路路基施工规范》TBJ 202—86 规定,装载机的合理运距约 20m。

**5.0.8** 本条列出废石山堆置的几种排土方式,其共同特点是堆置高度高,容量大,可减少占地面积,降低环境污染。

1 架空索道排土堆置是从装载站将废石装入索道挂斗运至废石场,再经斜坡栈桥运至顶部卸载。斜坡栈桥随废石堆置逐步延伸。装载、运输、卸载、回斗均可自动化。架空索道排土是连续性运输,能力较大,但对废石有一定的粒度要求。

2 斜坡卷扬排土堆置分侧卸式和前倾式两种。前者采用“V”型矿车或双边侧卸式矿车,废石经倒装转载在矿车上,提升至顶部卸载;后者则需经倒装转载到箕斗上再提升至顶部卸载。

3 胶带机运输排土机排土是参考国外情况,结合我国现有的排土经验而制定的。排土机与电铲相比,在重量上更重,与运输线路胶带的衔接要求更高,设备造价更贵。如排土机被损坏或被迫中断生产,造成的影响也更大(通常一个大型矿山排土场,只有 1~2 台排土机)。因此,其主要技术条件,应不低于电铲的要求。排土机的上、下分台阶的高度,以排土机的排料臂长及其仰角的大小来确定。下分台阶的高度,按照排土机制造厂家所提供的数据,不宜大于排料臂长的 0.5 倍,以保证排土机作业的安全,但这一要求在地形起伏较大的排土场难以做到。现在已有一些措施,可以提高排土场最底层下台阶的高度,故在本规范第 5.0.2 条排土场按排土方式分类表 5.0.2 中加注⑤,使之具有一定的灵活性。

**5.0.9** 排土场刚开始排土堆置前就需要建设一个运输排土的作业场地。该场地位于排土场边缘,需占用排土场部分土地,其大小需按所采用的运输方式和排土设备类型确定。如单台阶 30t 汽车排土,初始路堤汽车卸车和调车平台不小于 50m×40m。

**5.0.10** 本条规定主要是为了尽量缩短岩土运距,节省能耗及降低排土成本。

## 6 堆置要素

6.0.1 本条提出排土场设计中需要研究的几个主要堆置要素。这些要素是排土容量计算的依据,也涉及排土场的稳定与安全,应认真处理。

6.0.2 影响排土场堆置高度和各台阶高度的因素较多,剥离物的物理力学性质、排土机械设备类型、地形、工程地质、气象及水文等条件。其中场址原地表坡度和地基承载力为主要因素,如果场址地形平缓,地基承载力不限,堆高可以加大,如地基系土质,排土场在排土初期基底压实到最大的承载能力时排土场的高度需要控制,堆置高度可按式(6.0.2-1)计算,极限堆置高度按式(6.0.2-2)计算;该计算式是1981年苏式公式,在1991年出版的《采矿手册》第3卷第12章“露天排土工程”下属排土场的稳定性及其治理计算式(12-127)中被采用。由于排土场基底压实到最大的承载能力时有少量变形和沉降,只要不产生滑移关系不大,运用公式计算的高度往往偏于保守。

单台阶排土场一般堆置高度大,沉降变形也大,它适合于堆置坚硬岩石,排土场基底不含软弱层。多台阶排土场堆置高度要根据排土参数和基底承载能力分析计算,条文中提供了排土初期基底压实到最大的承载能力时排土场高度的计算式。采用多台阶排土,原则上要控制第一台阶高度不超过20~25m为宜。当地基为倾斜的砂质土时,第一台阶高度尚不应大于15m,因为第一台阶的变形和破坏,可能引起整个排土场的松动和破坏。

1991年5月出版发行的《采矿手册》第3卷第12章“露天开采”中引用露天矿技术调查报告,对部分露天矿汽车运输排土机排土的排土场和部分露天矿铁路运输排土场的参数摘录于表7

和表 8。

表 7 我国部分露天矿汽车运输推土机排土的排土场参数

序号	矿山名称	排土场岩性	基底坡度(°)	台阶数(个)	堆置高度(m)		边坡角(°)	
					台阶高	总高度	台阶坡角	总坡角
1	南芬铁矿	石英片岩、混合岩	22~30	—	80~180	106~295	31~35	20~28
2	南尖铁矿	辉长岩、大理岩	34~38	—	15	180~200	35	35~36
3	大石河铁矿	混合片麻岩	30~60	1	30~105	30~105	34~37	34~37
4	峨口铁矿	云母石英片岩	27~39	1	60~120	60~120	40	40
5	石人沟铁矿	片麻岩	20~30	1	40~75	40~75	37.7	37.7
6	潘洛铁矿	石英片岩、凝灰岩	33~45	1	200	200	32~35	32~35
7	大宝山多金属矿	页岩、流纹斑岩	30~50	1	—	280~440	—	—
8	云溪流铁矿	变质粉砂岩	30~40	3	20~40	150~200	40	35
9	德兴铜矿	千枚岩、闪长玢岩	—	—	20~60	220	—	—
10	永平铜矿	混合岩	28~33	3	24~36	144~160	38	33
11	石录铜矿	石英闪长岩、黄泥	2~28	4	10~30	45~55	25~30	—
12	金堆城铜矿	安山玢岩	—	1	35~90	35~90	34~36	34~36
13	白银铜矿	凝灰岩、片岩	30~50	—	6~15	30~80	37~40	—
14	东川汤丹铜矿	白云岩、板岩	35~40	1	300~420	300~420	38	—

表 8 我国部分露天矿铁路运输排土场参数

序号	矿山名称	排土场岩性	基底坡度(°)	台阶数(个)	堆置高度(m)		边坡角(°)	
					台阶高	总高度	台阶坡角	总坡角
1	眼前山铁矿	千枚岩、混合岩	15~25	3	20~25	78	34	24.5
2	齐大山铁矿	石英片岩、千枚岩、混合岩	—	3	14~30	50	38~43	25~35
3	大孤山铁矿	石英片岩、千枚岩、混合岩	50	3	15~25	67	35~37	32
4	东鞍山铁矿	千枚岩、混合岩	—	3	15~20	45~50	36	33

续表 8

序号	矿山名称	排土场岩性	基底坡度(°)	台阶数(个)	堆置高度(m)		边坡角(°)	
					台阶高	总高度	台阶坡角	总坡角
5	歪头山铁矿	角闪片岩、石英岩	10~15	2	20~34	64	34	—
6	甘井子石灰石矿	石灰岩、页岩	30~55	1	15~16	20	38	30
7	大冶铁矿	闪长岩、大理岩	—	—	12~20	70~110	35~42	28~35
8	朱家包包铁矿	辉长岩、大理岩	25~45	4	40	168	—	28~37
9	白云鄂博铁矿	白云岩、板岩	20~17	2	15~30	35~45	43	30~36
10	水厂铁矿	片麻岩、花岗岩	15~30	2	35~80	115	—	36~40
11	海南铁矿	透闪石灰岩、绢云母片岩	28~43	1	30~40 最大 90~110	40~130	36~38	36~38
12	南山铁矿	闪长岩、安山岩	5~10	3	15	80	31~40	10~17

6.0.3 各种剥离物的堆置自然安息角与含水量有一定关系,含水量大,自然安息角小。本规范表 6.0.3 提供了剥离物的堆置自然安息角的参考数据。

6.0.4 本条提出确定排土场最小平台宽度的主要因素及其公路与铁路运输平台宽度的计算方法,是引用了 1976 年出版的《黑色金属矿山企业总图运输设计资料汇编》第五编废石场中平台计算式内容。

6.0.5 多台阶排土场的各台阶最终平台宽度,原《采矿手册》规定为 15~20m,为节约用地,本条规定为不应小于 5m。

6.0.6 条文中的“剥离岩土经下沉后的松散系数  $K$  值”是引用了 1981 年 5 月出版的《有色冶金企业总图运输设计参考资料》中的数据。

在 1991 年 5 月出版发行的《采矿手册》第 3 卷第 12 章“露天开采”排土工程中引用排土场的有效容积的计算公式为:

$$V = \frac{V_0 K_s}{K_c} \quad (1)$$

式中  $V$ ——有效容量( $m^3$ )；  
 $V_0$ ——剥离岩土的实际方量( $m^3$ )；  
 $K_s$ ——初始剥离岩土的碎胀系数；  
 $K_c$ ——排土场沉降系数。  
 岩土松散系数的参考值见表 9。

表 9 岩土松散系数

种 类	砂	砂质粘土	粘土	带夹石的粘土	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	1.1~1.2	1.2~1.3	1.24~1.3	1.35~1.45	1.4~1.6	1.45~1.8
终止松散系数	1.01~1.03	1.03~1.04	1.04~1.07	1.1~1.2	1.2~1.3	1.25~1.35

排土场沉降系数  $K_c$  参考值见表 10。

表 10 排土场沉降系数  $K_c$  参考值

岩土类别	沉降系数	岩土类别	沉降系数
砂质岩土	1.07~1.09	砂粘土	1.24~1.28
砂质粘土	1.11~1.15	泥夹石	1.21~1.25
粘土	1.13~1.19	亚粘土	1.18~1.21
粘土夹石	1.16~1.19	砂和砾石	1.09~1.13
小块度岩石	1.17~1.18	软岩	1.10~1.12
大块度岩石	1.10~1.12	硬岩	1.05~1.07

本规范排土场有效容积的计算公式(6.0.6)中的  $K$  值为剥离岩土经下沉后的松散系数,已包含了式(1)的初始剥离岩土的碎胀系数  $K_s$  和排土场沉降系数  $K_c$ ,故计算结果相近。为简化计算,本规范选用了式(6.0.6)计算公式。

例如上房沟钼露天矿,采矿提供的剥离岩土的实际方量为  $3915 \times 10^4 m^3$ ,按本规范式(6.0.6)计算,选用块度不大的岩石  $K$  值 1.25,则:

$$V=V_0K=3915\times 10^4\text{m}^3\times 1.25=4894\times 10^4\text{m}^3$$

但是按《采矿手册》中公式计算,选用块度不大的岩石初始膨胀系数  $K_0$  值 1.5,下沉率 18%,则:

$$V=\frac{V_0K_0}{K_c}=3915\times 10^4\text{m}^3\times \frac{1.5}{1.18}=4976\times 10^4\text{m}^3$$

**6.0.7** 本条提出了排土场用地计算原则。1979年12月出版发行的《有色冶金企业总图运输设计参考资料》第十一篇第三章废石场堆置要素占地面积计算公式提到安全距离一般不小于30m(即排土场设计最终坡底线外30m),主要是对防护距离的要求。《金属非金属露天矿山安全规程》GB 16423—1996第9.9条规定:排土场进行排弃作业时,必须圈定危险范围,并设立警戒标志,危险范围严禁人员进入。本规范考虑滚石距离与排土场边坡坡脚处原地面坡度息息相关,防护距离多少,应由坡脚处原地面坡度确定,故本条规定“排土场的用地面积,除应按有效容积结合实际地形和剥离物堆置要素计算用地外,尚应增加排水设施、稳定性措施等工程用地,且应适当增加堆场最外坡脚线至用地边界的防护距离”。

## 7 病害防治与稳定性措施

**7.0.1 排土场稳定性是设计排土场的关键。**排土场稳定条件较好,系指在排土过程仅产生局部沉陷、裂缝和变形,在这种情况下,堆场边坡虽有局部失稳滑移,但经一般处理后不会造成严重危害。排土场不稳定,即是在排土过程中或排土终了后有突发性较大规模的变形,如滑坡、泥石流等,其影响范围大至几百米或更远,有时甚至是灾难性的。泥石流发生常有一定的地域性,山洪暴发、地表植被破坏以及地震均可引发,只是排土场堆存的是松散土石,给泥石流发生提供了一定的物质条件。

我国地域辽阔,南北方地形、地质、水文、气象条件各异。南方地区多雨,排土场所在沟谷能长期保持清水流的不多见,在不利地形地质条件下,一旦下暴雨,水流挟带大量泥砂石块,顺沟而下,堵塞沟床,使水流改道又形成新的冲刷,这样冲堵交替,水土流失,使有限的土地资源遭受严重破坏。长江上游是我国泥石流集中分布的地区,该区有滑坡 15 万处,泥石流沟道万余条,分布面积达 10 万多  $\text{km}^2$ ,滑坡泥石流作为水土流失的一种特殊形式,分布广,危害大,突发性强,给人民生命财产造成严重危害,并导致泥砂进入江河,加剧洪涝灾害。1998 年特大洪灾波及 29 个省,全国 1/6 的人口地区一度成泽国,数千人死亡,3 亿多亩土地遭灾,直接经济损失 1666 亿元。

2000 年 3、4 月间,北方大部分地区多次发生大风扬尘和沙尘暴天气,从反面提出了北方排土场设计应注重防沙治沙。虽说特大洪灾和沙尘暴与矿山开发没有直接关系,但我们也可从中分析出:采掘业所带来生态环境的破坏和排土场不稳定也是不容忽视的。



排土场设计,应综合场址所在地区的地形、地质、水文、气象及排弃土石物理力学性质做深入分析,必要时到现场勘查,了解地表水的“来龙去脉”,有针对性采取以防为主、防治结合的措施。防治工作做得好,堆置要素确定的合理,就可以不做或少做整治病害的大工程,为矿山安全生产和综合经济效益提供技术保障。

**7.0.2** 影响排土场稳定性的因素很多,除场址天然地形地质因素外,降雨、降雪、刮风、温度变化都能促使排土场不断变形。为摸清病害发生和发展规律,找出有效的预防和整治措施,在生产过程中随时进行观测研究,才能避免工作中的盲目性。为此,设计中应配备工程勘查必要的人员、仪器、设备,发挥人的主观能动性,采取积极措施,从而有效地预防和整治各种病害。

**7.0.3** 条文中提到的“有可能出现滑坡、坍塌的排土场”是指在复杂的地形和自然条件下,对场地稳定性有影响且可能引起不良后果(滑坡、坍塌),应采取适当的工程措施,才能保证安全使用的排土场。

在矿山常遇到排土场设在斜坡上或沟谷中,在雨季,其上游有大的汇水冲下来,如果不采取适当的排水措施将水引开,就会浸泡斜坡地表层,造成堆积松散岩土有大量积水而滑动,严重的可引发泥石流。对那些能引起不良后果的原因,本条提示性列出了五条防治措施:

**1** 正确处理场址地基,改善基底状况,增大摩擦力。遇下列情况应做特殊处理:

- 1) 建于软土地基上的排土场;
- 2) 建于陡坡(等于或大于 1:2.5)上的排土场;
- 3) 基底有地下水及复杂条件下有季节性浸水的排土场。

处理办法:清除软弱层、植被层;横向开挖台阶,拦引地下水;当排土场底部有出水点时,可在底部排弃大块岩石,以形成渗流通道。必要时,尚需分析验算基底和边坡的稳定性,其滑动稳定验算方法可按本规范稳定性验算公式(7.0.9-1)进行。

2 合理安排排土顺序。当排土场用作排弃土石时,排土顺序需根据排弃物的不同性质作人为控制,禁止在外侧边采用粘土(除草皮护坡薄层粘土外)或其他不透水材料堆置。对于可能引起滑坡崩塌场地,其排土台阶高度和平台设置可依据滑坡预防原理采用削头减载、反压护道措施分析确定。

3 消除水害。采取地面排水系统,地表防渗,疏干土体,以消除可使排土场湿度增加的不利因素。

4 采用适宜的坡脚防护。在坡脚处设置支挡结构物,按下滑力或主动土压力确定结构物的截面尺寸。通过有计划排土,组织剥离出大块岩石( $\geq 25\text{cm}$ )封锁排土场下游沟口或在坡脚处砌筑简单支撑建筑物,如片石垛、支护墙等;在缺乏大块片石的排土场,可用小片石或卵石筑成御土墙。

5 合理确定台阶排土高度,以减少滑动力。采用阶梯形排土是保持排土场安全的重要技术措施之一。国内大多数矿山在选择排土台阶高度时,主要考虑的是排土的安全性。因排土弃石过程中形成的高陡边坡是岩土临界安息角形成的自然坡,而稳定边坡是削缓后的边坡,该边坡角值为稳定安息角,稳定安息角比临界安息角小。平台的宽度是根据两平台的高差、土石性质和当地暴雨径流情况研究确定的。对土质边坡两台阶高差:一般 6~12m 设置宽 1.5~2m 小平台;土坡高度大于 12m,土石混合堆放高度大于 30m,应设置 4m 以上大平台;对稳定性较差、高填区,排土高度需分析验算边坡稳定性。气候条件不同,台阶高差也不尽相同。干旱、半干旱地区,两台阶高差可大些;湿润、半湿润地区,两台阶高差可小些。

7.0.4~7.0.6 排土场的修建,人为改变了所在场区的原有排水系统,排土堆置与山坡间形成了积水洼地,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排洪设施,该设施主要是阻挡地面水进入排土场,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5~10m外修置绕山截水沟或排洪渠以引导洪水排流至场外;在场内修建纵、横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,可在水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。如地下水量大要采用暗涵。

**7.0.7** 本条规定了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、崩塌,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,条文中规定了此类情况必须采取坡脚防护或拦碴工程。

**7.0.8** 本条中提到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。拦碴坝其结构形式有土坝、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,只许水流过坝。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:(1)拦蓄泥砂、石块;(2)防止沟床下切和谷坡坍塌;(3)平缓纵坡,减小泥石流流速。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3~5m。坝间距离按下式计算:

$$L = \frac{H}{I_0 - I} \quad (2)$$

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淌物,而是形成具有一定坡度的台阶,为有效沉积创造可靠条件,使水土流失减小到最低限度。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。

1967年,江西德兴铜矿南山露天基建剥离,将上百万方岩土弃至西南侧山坡(上陡下缓,坡度在 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 间),沟谷呈扇形堆放,岭谷高差达200多m,沟床纵坡 $20\%\sim 40\%$ 。当年发生暴雨,山上弃土大规模下滑,冲毁涵洞7座,桥1座。1970年夏季暴雨时,排土场成为了矿山泥石流重大的危险源,经雨水淘刷弃土下滑,在废石场主河沟山洪流作用下,下泻岩土相互碰撞自行搅拌,大量砂石滑入下游大坞河,导致5km长河道受阻,冲毁农田200多亩。在整治泥石流过程中,设计上采取了全面拦截措施,在多向沟谷出口处,先后修建19座拦石坝,此后多级坝是逐年淤满,逐年加高,经多年考验,拦截措施收到了分段截拦沉积物的良好效果。

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( $\gamma$ )、土体粘聚力( $C$ )与内摩擦角( $\varphi$ )。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置于滑动面以下 $1\sim 2$ m。

**7.0.9** 建于陡坡场地的排土场滑动面稳定性验算,要根据边坡类型和可能的破坏形式分析确定采用何种计算公式。条文中列出了圆弧滑动法、平面滑动法、折线滑动法三种验算方法,式(7.0.9-1~7),

是参照现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330—2002 第 5 章的要求而提出的。

**7.0.10** 当排土场上游洪水较大时,排水是排土场设计亟待解决的问题。江西德兴铜矿南山废石场,原设计没有完善的排水工程,生产中用大块石锁住了下部沟口,相当于筑起一座拦石坝,因汇水面积大,即使干旱季节,沟谷里仍有积水,到雨季则变成了水库,对废石场的安全造成了威胁,后规划了一条几百米长排水隧道,将主沟内的水往祝家桥方向引出,才消除了后患。

湖南瑶岗仙钨矿位于宜章县,处于距东江水库上游 3km 远地形崎岖的山区,是 20 世纪 50 年代建成的矿山,山坡废石场堆高 150m,水土流失严重。为拦截废石场流失下来的泥砂,1973 年钨矿在离废石场 1km 远的垅下,用大块石锁住了流向东江水库的主沟谷口,筑起一座长 138m、高近 20m 的拦石坝,坝顶留出宽 5m、深 10m 的溢洪道。建成后,上游大量废石和细泥冲入坝内,致使坝内形成沉积区,沉积区逐年淤塞增高,泥水混浊又不能起沉淀作用,对下游农业生产和东江水库带来危害,后将原坝增高 10m,至 2000 年又泥满为患,矿方再次提出治理问题,经设计核算上游汇水面积 3km<sup>2</sup>,洪水流量大,为解决排洪与环保存在问题,计划修几百米长、孔径为 5m 排洪隧道。

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排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排洪隧道引出排土场外。至于防洪标准、水文计算可参照本规范第 4.0.7 条及水工建筑物有关规范执行。

**7.0.11** 排土场内的地下水和滞留水是影响排土场稳定的根源,是产生滑坡的主要原因,在排弃物透水性弱的情况下,应酌情采用盲沟、通透管或涵洞形式的聚水工程,将地下水收集引出。为疏引地下水,在沟内填充质硬片石,上面加设反滤层是疏干土体中水分的常用方法。当地下水充沛且层数较多时,在排土场内,宜在坡上

垂直地下水流做环形盲沟,但应注意地下水的下游方向的沟身应修建在稳定地段,沟壁为不透水层,只容许上游透水集于沟底排出场外。排水孔可用石砌、钢筋混凝土方涵、圆管或毛竹。为便于检修,必要时每隔 30~50m 及盲沟转弯处加设检查井,井的四周加设泄水孔。

**7.0.12** 本条 1~4 款列出了排土场边坡防护的措施。这里所指边坡防护应是排土场终了形成的不稳定边坡,究竟采用何种形式的护坡工程,应该根据边坡的高度、坡度和土质因地制宜地选用。

1 对于弃石边坡,渗水性能好,水土流失小,可以不加防护措施,如石质坡面过陡,有潜在危险时可采用削坡错台。

2 本款列出植物护坡条件。对坡比小于 1:1.5、土质较薄的沙质或土质坡面可采用种草护坡工程,其目的是防止水土流失。对于一般土质坡面的种草护坡采用直接播种法,密实的土质边坡采用坑植法,种草时机一般在雨季。

3 本款列出造林护坡条件。造林护坡要求坡度比前款要缓,地层要厚,立地条件较好。

4 有景观要求处的工程护坡,因投资较大,只有在路旁、景观要求较高坡面采用浆砌块石格构或钢筋混凝土格构护坡。浆砌块石格构应嵌入边坡中,嵌入深度大于截面高度的 2/3,水泥砂浆强度 M7.5~M10,格构横向间距宜小于 3m,其平面布置形式有方形、菱形、人字形、弧形。在易受洪水淘刷的地方宜采用抛石护坡。

## 8 排土场复垦

**8.0.1** 排土场对矿区的土地资源和生态资源产生很大影响,改变了原有土地使用性质。据统计,露天开采时破坏土地面积为露天采场本身面积的2~11倍,露天矿破坏的土地中排土场占到总面积的40%~60%。这些数字表明,采矿对环境的破坏,只有通过复垦工程,才能得以缓和、改善。从贯彻可持续发展的国策出发,保护环境就是保护生产力,改善环境就是发展生产力,因此,排土场设计在占用了大量土地资源的同时,要认真分析利弊及所在地区的气象和自然条件,开展排弃物综合利用的研究,提出排土场利用的方向、原则,使矿山开发过程成为“无废料生产过程”。

**8.0.2** 本条简述了复垦规划编制的基本原则、内容和复垦中几项主要技术经济指标。复垦的目的是整治、恢复、再利用矿山开采过程中所破坏的土地,重建矿区生态环境。复垦的主要内容包括:

**1 复垦类型。**主要是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,按其整治位置、土质、坡度、水利条件,确定用于农、林、牧和其他用途。

**2 复垦工艺。**按拟定好的复垦类型之要求来安排剥离和排土顺序,这是复垦成功与否与降低复垦费用的关键。

**3 复垦率。**表示一个矿山土地复垦的程度,指已复垦土地面积与被破坏的面积之比。即:

$$L = \frac{Y_0}{P} \times 100\% \quad (3)$$

式中  $L$ ——土地复垦率(%);

$Y_0$ ——已复垦土地面积( $\text{hm}^2$ );

$P$ ——被破坏的土地面积( $\text{hm}^2$ )。

20 世纪 60 年代以来,部分矿山的复垦周期一般为 8~10 年,山西孝义铝矿于 1991~1994 年进行了“剥离—采矿—复垦”一体化新工艺试验,使该矿的土地复垦率达到 74%,复垦周期缩短为 3~5 年。平果铝土矿矿体赋存在洼地、谷地、陡坡和缓坡耕地中,一期工程 1994 年投产,采矿已征用土地 2533 亩,到 2005 年已复垦 2304 亩,其中耕地 1911 亩。在生产复垦中,除进行工程复垦外,还建设田间试验区,应用生物及微生物技术成果进行生物复垦,使被破坏的土地恢复到邻近地区生物生存条件,复垦率达 90.9%,复垦周期为 3~4 年。在工程复垦中,为解决表土层薄而带来的复垦土源不足,将尾矿压滤、脱水后的滤饼采用汽车运输回填到采空区。

#### 8.0.3 本条为排土场的复垦原则。

《土地复垦规定》第四条:土地复垦,实行“谁破坏、谁复垦”的原则。

土地复垦工程是一项政策性强、涉及面广的工作。我国人口多,人均耕地少,为贯彻“一要吃饭,二要建设”的方针,国家颁布了《中华人民共和国土地管理法》和《土地复垦规定》,为贯彻有关法律法规,又不会给企业增加过重的负担,复垦规划应坚持“技术可行,经济合理,因地制宜”的原则。

1 本款要求复垦类型要因地制宜,既要解决岩土排放,又要满足复垦要求,有条件的应优先复垦农业用地。我国南北水土、气候差别大,在选择复垦类型时要考虑地区差别。

2、3 复垦规划宜满足占用耕地与开发复垦耕地的动态平衡,植被覆盖率不应低于原有覆盖率,是根据《土地管理法》中“占多少,垦多少”的原则,由占用耕地单位负责开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地。没有条件开垦或者开垦耕地不符合要求的,应按省市规定缴纳耕地开垦费,专款用于新开垦的耕地。由省市人民政府监督开垦并进行验收。

4、5 强调复垦工作应贯穿于矿山开发的全过程,推行先进的



复垦工艺,要充分利用矿山已有采掘设备,使剥离、排土和复垦工作紧密衔接,以降低复垦成本,缩短周期,坚持经济效益、生态效益和社会效益相统一,以满足创建资源节约型和环境友好型社会要求。

**8.0.4** 本条规定了对复垦场整治的要求。

**1** 本款是合理安排岩土排弃顺序的要求。多数的复垦场由岩石和表土排放整治而成。复垦场地除包含排土场堆置要素外,还应有复土工作面和一定复土厚度。因此在复垦设计中首先要对剥离土及复垦所需表土进行总体平衡,合理安排岩土排弃次序,尽量将废石排放至底部。品质适宜土层包括风化石安排在上部,使有限土量满足复土工作面的要求。按废弃物料粒径,一般是大块岩石在下,小块及细粒径在上;酸性、碱性岩土在下,中性岩土在上;贫瘠土在下,肥沃土在上。在总体平衡时,应有计划保留表土,尤其是耕植土,以便今后利用,应尽量避免借土来满足复垦要求,否则会增加复垦工程费用。

**2、3** 为了减少复垦场的水土流失,要求适当放缓排土场边坡,尽快恢复植被。

**4** 本款要求为复垦场留下必需的进场通道,主要是为重建矿区生态和土地开发提供必要的交通条件。

**8.0.5** 复垦类型的选择:

主要是确定土地利用的方向,其原则是技术经济合理,兼顾自然条件与排土场的土源、土质,整治改造后的立地条件,选择复垦土地的用途。

用作农业用地,一般应为平地或缓坡地,土质较好,有水源。

用作林业和牧业的,整治改造后立地条件较差,一般是复垦场坡度较陡,土层较薄。覆土厚度应为自然沉实厚。在国外,复垦工作较好的美国、波兰、苏联、澳大利亚等其覆土厚度,多在 1m 以上。我国土地学会复垦分会组织编写的《土地复垦》一书中推荐的覆土厚度见表 11。

表 11 废弃地种类和覆土厚度

废弃地种类	露天矿排土场	黑色有色矿山	垃圾回填凹陷区	有毒物矿山	无毒物质回填矿坑	粉煤灰	煤矿新排石
覆土厚度(m)	0.4~0.8	0.4~0.6	>0.6	>0.5	>0.5	>0.3	>0.3

本条提及的坡度条件的限制,是为防止水土流失,做到蓄水保肥。根据全国土肥部站在《耕地地力等级及中低产田土壤改良基础研究》一书中的推荐,中等地力的坡度一般小于 $5^{\circ}\sim 6^{\circ}$ ,用作水田时,坡度严格要求在 $2^{\circ}\sim 3^{\circ}$ ,基本为平地。考虑排土场复垦条件受地形、土源、水利制约等因素,用作农业用地时,经整治后地面坡度放宽到 $15^{\circ}$ 以下,覆土厚度 $0.8\sim 1.0\text{m}$ ;用作林业和牧业用地,经整治后地面坡度以不大于 $25^{\circ}$ 为宜,超过 $25^{\circ}$ 坡度复垦难度增大。覆土厚度分别选用 $0.5\text{m}$ 、 $0.3\text{m}$ 以上。在实际操作中,应灵活运用,在条件好的地区,可依据具体情况,减缓复垦场地面坡度,增加其覆土厚度,有利于获得更好的地力资源。

**8.0.6 复垦工艺**,条文中分为两个阶段。第一阶段是工程复垦,依据设计中的复垦类型,对复垦场进行整治,包括覆土面积、覆土厚度、坡度、平整度、防水防洪与道路设施。第二阶段是生物复垦,主要任务是初步生态恢复,土地熟化,生产力的恢复。检验的内容为:农业测试其作物长势,土壤有机质,pH值,作物有毒有害物质含量,单位产值(一般要求不低于原有土地产量);林业测试生长势,种植密度,成活率,郁闭度;牧业测试生长势,覆盖度,产草量。

根据《有色金属》第6期《内生(VA)菌根用于矿山复垦的田间试验研究》介绍,目前我国矿区复垦工作存在诸多问题,如复垦率低(10%),复垦周期长。究其原因,主要是矿区复垦缺乏熟化土壤,所用复垦材料大多为生土,只有少量剥离表土,经大型机械设备人为扰动,其微生物活性已微乎其微,真菌含量则更低。作为土地熟化恢复农业生产潜力的一项重要指标,就是土壤中微生物活性的增加。

北京矿冶研究院总院选择广西平果和山西孝义铝矿作为我国

南北方两大土壤类型地区的代表矿山,在其采空区和排土场复垦地上建设田间试验区,依照上述两矿复垦地的贫瘠土壤和生态环境条件,进行生物及微生物复垦技术试验与成果推广,经 VA 真菌处理后农业作物长势好,产量高,对促进植物生长效果显著。

**8.0.7 复垦周期要根据排土场的使用年限确定,有的矿山在使用期内便开始了复垦。**中铝矿业分公司下属洛阳铝矿贾沟 2 号排土场设在冲沟之中,为防止水土流失,耗资 150 万元,在沟口加设了拦石坝,沟侧增设了排洪隧道。在排土先到位的地方先复垦,现玉米长势良好。该矿自 1966 年建矿至今,利用剥离的岩土填筑山谷,改造坡地,已完成覆土造田 800 多亩,其复垦率和复垦质量得到了国家土地管理部门及当地群众的认可。

## 9 环境保护

**9.0.1、9.0.2** 矿山排土场对环境的影响涉及水、气、渣、声等环境要素,其污染主要是扬尘、水污染、渣污染。生态环境评价侧重于对生态环境的破坏。《水污染防治法》第十三条明确规定:必须对建设项目可能产生的水污染和对生态环境的影响作出评价,规定防治的措施。《固体废物污染环境防治法》第三章第二节“工业固体废物污染环境的防治”中提到:环保部门应对工业固体废物对环境的污染作出界定,对未处置的工业固体废物做出妥善处置,防止污染环境。

当排土场中堆置含有硫化物的废石时,硫化物在空气、水的作用下生成硫酸和氧化物,前者造成酸水污染,酸水可使农作物枯死,生物中毒;后者形成毒气而严重地污染空气。近几年,矿业废水污染事故频现,各地因养殖污染而荒废的鱼塘、水井、稻田时有发生,最严重的松花江特大水污染事件发生后,有专家建议两个月内不要食用松花江的鱼类,环保总局向石化下发了罚款 100 万元《松花江水污染事故处罚决定书》,为此应急措施,国家还投入了大量的物力人力对水质实施监测,足见水污染的危害程度。要治理水污染,时刻保持强烈的忧患意识和责任意识,增强工作的主动性、前瞻性,重点抓好污染源的治理应刻不容缓。

《水污染防治法》第二十八条规定:排污单位发生事故或者突发性事件,排放污染物超过正常排放量,造成或者可能造成水污染事故的,必须立即采取应急措施,通报可能受到水污染危害和损害的单位,并向当地环境保护部门报告。

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,设计时应具有前瞻性。粉尘污染主要来自岩土排弃过程的运输与卸载,飞扬的尘土悬浮于大气中,使大气的透明度降低,不但危害现场人员,也危害家畜和其他生物的安全。防治粉尘,要从气象影响条件分析,采取抑尘措施进行治理,使其粉尘排放的小时落地浓度满足区域内大气环境的质量要求。大多数矿山处在山区,由于山谷特殊地形,主导风向多顺山谷方向,粉尘扩散条件较好,在缓坡平原地区,应注意排土场成为风沙策源地。避免风沙对环境的危害,选址要求排土场不设在居住区的主导风向的上风向。

在多雨地区,排土场的水土流失和水污染是突出问题,悬浮泥浆使水质变差,携带矿物中有害成分的渣污染对水资源破坏应严格控制,设计时应采取积极治理措施,有效控制水土流失和渣污染,使其废水排放不超过规定的排放标准。

规定的排放标准可参照:

《中华人民共和国大气污染防治法》,2000年4月29日实施;

《中华人民共和国水污染防治法》,1996年5月15日实施;

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》,1996年4月1日实施;

《开发建设项目水土保持方案技术规范》SL 204—98,1998年5月1日实施。

德兴铜露天矿开发于20世纪50、60年代,是我国最大的铜矿山,为了一方青山绿水,江铜集团在生态治理和环境保护方面的投资不遗余力。在德兴铜矿二期、三期工程建设中,该集团在环保工程中投资达1143.5万元和2167万元,占工程总投资比例分别为4.53%和9.67%。从90年代开始,德兴铜矿与国家环保总局南京环科所、江西省生态学会等单位合作,在露天采矿场边坡、废石场等地开展生态恢复实验,建立植被生态恢复示范基地。仅2005年,德兴铜矿就种植树木20000多株,复垦面积50000多m<sup>2</sup>。2006年又对多个排土场、边坡面进行生态恢复,种植画眉草、百喜

草 6000 多  $\text{m}^2$ , 马尾松 5000 多株。德铜在生态治理工作上先抓好污染源的治理, 有效控制水土流失和渣污染。

到 2006 年为止, 该矿已完成水龙山废石场生态复垦工程、富家坞采矿场及联络道的绿化工程, 铜厂采矿场堆浸厂绿化工程, 1 号尾矿库生态恢复工程等。经过 20 多年的奋斗, 全矿绿化面积达 1110.83 万  $\text{m}^2$ , 绿化率 96.80%, 覆盖率达 30.28%, 职工人均占有绿地面积 897 $\text{m}^2$ , 建成了一座世界级的绿色环保矿山。1997 年, 德兴铜矿曾评为全国造林绿化 400 佳。

**9.0.3 排土场周边植被有防治水土流失和风沙危害的双重作用,**对在排土作业过程形成的粉尘、噪声, 植被有抑尘、减噪效果。设计排土场, 应充分利用原有植被作为生态平衡的安全屏障和卫生防护带; 没有植被时, 应按水土保持与防护林带要求布设, 结合水土保持进行绿化。绿化林带布设采用乔灌混交, 隔行种植。

植被主要分为自然植被和人工植被。各地自然条件不同, 自然植被也因地而异, 人工植被主要是种植松、杉、竹子等。

我国南北自然条件不同, 自然植被也就有别。对水土保持造林、营造防风固土(沙)林工程, 现行国家标准《水土保持综合治理技术规范 荒地治理技术》GB/T 16453.2—1996 和《水土保持综合治理技术规范 风沙治理技术》GB/T 16453.5—1996 中已作了有关技术规定。昆明钢铁公司罗次铁矿是高原露天矿, 该矿排土场位于采场南部, 这里大部分时间为西南风, 正好排土场的粉尘影响到采场。粉尘浓度通常在 79.3 $\text{mg}/\text{m}^3$ (1984 年 1 月测定), 给工人作业带来一定危害。为此, 该矿在 2# 排土场上部和斜坡上栽种 4 万株桉树, 在露天采场西部停止使用的边坡上撒播大量落地松树籽。次年测定: 桉树成活率 60%, 落地松成活率 40%, 桉树高度一般达 1m 以上, 初步起到了防风降尘的作用。经测定, 粉尘浓度最大为 33.3 $\text{mg}/\text{m}^3$ (1985 年测定), 最低 1.3 $\text{mg}/\text{m}^3$ 。该铁矿地表覆盖的表土层仅 50cm 厚, 岩石为沉积的砂板岩和少量的白云岩, 经过剥离和运输过程的自然混合, 卸到排土场的岩石中含表土

已不到 5%，然而桉树苗却能在这种条件下成活、生长，说明在 95% 为岩石的排土场上造林是完全可能的。

**9.0.4** 排土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。锡铁山矿喷雾增湿采用高压水枪，喷射范围达 40~50m。德兴铜矿在采场建立了路面防尘站，采用了配方先进，吸湿、保湿性好，抑尘效果显著的 MPS-2 型抑尘剂，使采场粉尘浓度降低 80%。国外还发明了一种粘性聚合物代替水进行喷雾降尘，取得了良好的效果。

**9.0.5** 二氧化硅粉尘会导致人患矽肺病，“矽肺病”是人体吸入大量含游离二氧化硅的粉尘所引起的职业病。它常在空气中硅尘浓度较高的采矿、凿岩等工种中发生。病状是使人出现咳嗽、胸闷、气急等症状，并易诱发肺结核，轻者使人伤残，重者致人死亡。陕西某金矿，矿工装药放炮在粉尘弥漫矿井里打钻，被刺鼻的粉尘呛得无法呼吸，因无防护措施，两年时间竟有多位山里人被金矿粉尘夺走了生命，40 多位民工患上了重度矽肺病。本条提出属矽尘矿山应有防止二次扬尘设施，其排土场布置在农田和水库主导风向的下风侧及远离要求空气清洁的场所，主要是防止细粒尘埃对大气的污染。

**9.0.6** 《水污染防治法》第三十一条规定：禁止将含有汞、镉、砷、铬、氰化物、黄磷等的可溶性剧毒废渣向水体排放、倾倒或者直接埋入地下。存放可溶性剧毒废渣的场所，必须采取防水、防渗漏、防流失的措施。为落实水污染防治法，本条规定：凡堆置含汞、镉、砷、六价铬、铅、氰化物、有机磷、硫化物及其他毒性大的可溶性废渣的排土场，必须专门设置有防水、防渗措施的存放场所及防护工程。这里有两个方面的问题在设计中需要重点考虑：

一是排弃物(指废石、废土)中如含有易溶性的有毒有害物质，

则应将废石堆与地下水和地表水隔离,还必须采取切实可行的水治理措施使其排放指标达到国家规定的标准。

二是采取治理措施,对毒性大的可溶性废渣排土场基底要探明工程地质条件,对断隔地块和溶沟溶槽分别做防渗处理,底层设斜坡通过排水层将废水回收,然后集中处理。

德兴铜矿从祝家废石场  $7000 \times 10^4$  t 废石中,利用细菌浸出一萃取—电积工艺回收难选低品位废石中的铜,采用堆场清浊分流和部分萃液循环使用,使废石场酸性水减少了 50%,较好地保护了生态环境。2002 年,该矿又与加拿大 PRA 公司就低成本治理矿山废水达成协议,将工业废水一分为三,三分之一的废水用于喷淋浸出铜,每年回收铜金属 1500 多吨;三分之一进入尾矿库与库中碱性水“酸碱大中和”后返回选厂作为生产用水;三分之一进入废水处理站处理达标后排放。该矿酸性废水处理的成功经验,大大改善了人居环境及下游的生态环境。



## 10 设计所需基础资料

10.0.1 本条规定了排土场设计所需基础资料应包括的内容。

1 排土场设计必须取得附有坐标及地形地物的原始地形资料,由于排土运输与采矿剥离紧密相联,设计运输线路需要与采矿场相同比例的1:2000或1:1000地形图。

2 矿山的排土方式与采矿工艺和开拓运输方案密切相关,不同开拓运输方案有不同排土方式。剥离物的数量与性质对场地的稳定性也至关重要,剥离物的性质不同,堆置要素选用有别,详见本规范第6章的规定。

3 本款所提排土场附近的气象、气候及自然条件,主要是指降水、山洪、风、水源分布、地震等级等。环境现状主要是指场地四周居民的生活环境。由于排土场经常处在不断变形过程,影响场地稳定的因素是错综复杂的,掌握足够的原始资料,探讨变形的因果关系便于有效预防和整治病害,以期达到保证公民生命财产安全及经济目标。

4 本款所提排土场及其周边土地利用现状,主要是指建设范围及其影响范围内农用耕地的数量、产量、原始植被现状,调查的目的在于贯彻落实保护耕地国策,为今后重建矿区生态提供依据。

5 排土场不稳定多出现在基底坡度较陡、地基承载能力差、水文条件复杂的场区。为避免滑坡、泥石流的危害,条文中提出了在排土场位置选定后,应按有关规范对场地工程地质与水文地质进行稳定性勘察与研究,判定地基承载力极限状态及可能产生的变形,从而对场地整体稳定性、适宜性作出论证,对有大面积堆存和降水引起的地基软化、坡体失稳而导致周围环境安全问题进行预测和评价,对可能出现的滑坡、泥石流等危害提出预防措施。由

于排土场占地多,要大面积去做地质工作又势必增大工作量,若充分利用矿山已有矿样资料并根据需要进行必要的工程地质和水文地质勘察,则可减少工作量。在条件不复杂,现场目测地基承载力高,场底足以承受上部岩土荷载时,也无需再做工程地质工作。但对条件复杂有可能危及四周建构筑物安全造成社会影响的场地,必须按《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001、《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2002 的要求,对复杂和不利地段查清其地层分布和工程特性,布置勘探点,提供排土场计算有关岩土参数,宜包含下述内容:

- 1)含水量及重度;
- 2)抗剪强度指标:粘聚力  $C$ ,内摩擦角  $\varphi$ ;
- 3)含水层的水文地质参数。

6 现有排土场及其排土设施资料是排土场扩建设计堆置要素的借鉴,其设施可综合利用,能减少不必要的资金投入。