

## 前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2016年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标函〔2015〕274号)的要求,标准编制组经过广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要技术内容是:总则,术语,基本规定,土壤重构工程,植被重建工程,配套工程,监测与管护工程等。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国有色金属标准规范管理处负责日常管理,由昆明有色冶金设计研究院股份公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送昆明有色冶金设计研究院股份公司(地址:云南省昆明市五华区小康大道399号,邮编:650224)。

本标准主编单位:昆明有色冶金设计研究院股份公司  
中国有色工程有限公司

本标准参编单位:中国恩菲工程技术有限公司  
中国矿业大学(北京)  
中国农业大学  
北京矿冶科技集团有限公司  
国家林业和草原局调查规划设计院  
云南农业大学  
中钢集团马鞍山矿山研究院有限公司  
中国铝业股份有限公司广西分公司  
北京轩昂环保科技股份有限公司  
北京高能时代环境技术股份有限公司

本标准主要起草人员:李桃见 黄元仿 周洁敏 胡振琪  
朱瑞军 周连碧 余建新 蓝 蓉  
鲁 强 王树勋 赵艳玲 王 琼  
张世文 张耿杰 项大学 原海红  
黄 洁 陈 建 吴将有 张 川  
杨永生 郑中华 张文江 沈玉明  
朱素梅 朱 兢 梁英勇 赵 跃  
霍成立

本标准主要审查人员:余新晓 寿震宇 谭荣建 曹学新  
金凌霄 李明阳 李成厚 刘积红  
刘 康 徐世光

住房城乡建设部信息中心  
浏览专用

## 目 次

1	总 则	( 1 )
2	术 语	( 2 )
3	基本规定	( 4 )
3.1	设计原则	( 4 )
3.2	复垦方向	( 4 )
3.3	复垦质量控制标准	( 4 )
3.4	复垦工程类型划分	( 5 )
4	土壤重构工程	( 6 )
4.1	一般规定	( 6 )
4.2	充填工程	( 6 )
4.3	土壤剥覆工程	( 7 )
4.4	平整工程	( 8 )
4.5	坡面工程	( 9 )
4.6	清理工程	( 10 )
4.7	生物化学工程	( 10 )
5	植被重建工程	( 12 )
5.1	一般规定	( 12 )
5.2	林草恢复工程	( 12 )
5.3	农田防护工程	( 14 )
6	配套工程	( 15 )
6.1	灌排工程	( 15 )
6.2	机井工程	( 16 )
6.3	水工建筑物	( 16 )
6.4	集雨工程	( 18 )

6.5	疏排水工程	(19)
6.6	输电线路工程	(20)
6.7	道路工程	(20)
6.8	苗圃工程	(20)
7	监测与管护工程	(21)
7.1	监测工程	(21)
7.2	管护工程	(23)
附录 A	金属矿山植被恢复模式类型	(26)
	本标准用词说明	(28)
	引用标准名录	(29)



# Contents

1	General provisions	( 1 )
2	Terms	( 2 )
3	Basic requirements	( 4 )
3.1	Design principles	( 4 )
3.2	Use for reclaimed land	( 4 )
3.3	Quality control specification of land reclamation	( 4 )
3.4	Classification of land reclamation engineering	( 5 )
4	Soil reconstruction works	( 6 )
4.1	General requirements	( 6 )
4.2	Backfill	( 6 )
4.3	Topsoil stripping and using	( 7 )
4.4	Land levelling	( 8 )
4.5	Slope treatment	( 9 )
4.6	Waste disposal	( 10 )
4.7	Biochemical techniques for soil fertilization and pollution control	( 10 )
5	Revegetation works	( 12 )
5.1	General requirements	( 12 )
5.2	Vegetation restoration	( 12 )
5.3	Farmland protection	( 14 )
6	Auxiliary works	( 15 )
6.1	Irrigation and drainage project	( 15 )
6.2	Pumped well	( 16 )
6.3	Hydraulic structure	( 16 )

6.4	Rainwater collection project	( 18 )
6.5	Drainage project	( 19 )
6.6	Power transmission line	( 20 )
6.7	Road	( 20 )
6.8	Nursery garden	( 20 )
7	Monitoring and management project	( 21 )
7.1	Monitoring project	( 21 )
7.2	Management project	( 23 )
Appendix A	Types of vegetation restoration pattern in metal mine	( 26 )
	Explanation of wording in this standard	( 28 )
	List of quoted standards	( 29 )

# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻执行国家土地复垦相关法律、法规和方针、政策,统一金属矿山土地复垦工程设计,节约、集约利用土地与绿色发展,制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于金属矿山土地复垦项目工程设计,不适用于铀矿。

**1.0.3** 金属矿山土地复垦工程设计除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

住房和城乡建设部  
浏览专用

## 2 术 语

### 2.0.1 金属矿山 metal mine

黑色金属、有色金属、稀有及分散金属、贵金属等矿山的统称。

### 2.0.2 土地复垦 land reclamation

对生产建设活动损毁的土地,采取整治措施,使其达到可供利用状态的活动。

### 2.0.3 土地复垦质量 land reclamation quality

生产建设活动损毁的土地经整治后,在地表形态、土壤质量、配套设施和生产水平方面达到可供持续利用状态的程度。

### 2.0.4 土地挖损 land excavation

金属矿山生产建设活动致使原地表形态、土壤结构、地表生物等直接损毁,土地原有功能丧失的过程。

### 2.0.5 土地塌陷 land subsidence

金属矿山地下开采导致地表沉降、变形,造成土地原有功能部分或全部丧失的过程。

### 2.0.6 土地压占 land occupancy

金属矿山堆放剥离物、废石、矿渣、表土和施工材料等,造成土地原有功能丧失的过程。

### 2.0.7 土地污染 land pollution

金属矿山生产建设过程中排放的污染物,造成土壤原有理化性状恶化、土地原有功能部分或全部丧失的过程。

### 2.0.8 表土 topsoil

能够进行剥离的、有利于快速恢复地力和植物生长的表层土壤或岩石风化物,包括但不限于耕地的耕作层以及园地、林地、草地的腐殖质层,表土剥离厚度根据原土壤表土层厚度、复垦土地利

用方向及土方需要量等确定。

**2.0.9 植被恢复**      vegetation restoration

在经过土地整理后的金属矿山复垦区,综合当地自然植被类型、整理后的土地条件、工程经济技术等因素,人工栽(种)植、培育以木本植物为主体的植物群落的过程。

**2.0.10 露天采场**      surpace working open-pit

金属矿山进行露天采剥作业的场所。

**2.0.11 排土场**      waste dump, spoil dump

金属矿山集中堆放露天开采剥离物或地下开采废石的场所,也称废石场。

**2.0.12 尾矿库**      tailings pond

用以贮存金属矿山进行矿石选别后排出尾矿的场所。

住房城乡建设部信息中心  
浏览专用

## 3 基本规定

### 3.1 设计原则

**3.1.1** 金属矿山土地复垦工程设计必须保障生产安全、农牧林产品安全和人居环境健康,必须保护和改善矿山生态环境质量。

**3.1.2** 金属矿山土地复垦工程设计应贯彻“预防为主、防治结合”的原则。

**3.1.3** 金属矿山土地复垦工程设计应坚持“因地制宜、综合治理、安全可靠、注重效益”的原则。

**3.1.4** 金属矿山土地复垦工程设计应分析矿山土地挖损、土地塌陷、土地压占和土地污染等损毁类型,应涵盖矿山损毁土地。

**3.1.5** 金属矿山土地复垦工程设计应具备完整可靠的基础资料。

**3.1.6** 金属矿山土地复垦应根据矿山工程设计,与生产建设活动统一规划、统筹实施,可采取工程技术措施、生物和化学措施、监测与管护措施,宜采用新技术、新材料和新工艺。

### 3.2 复垦方向

**3.2.1** 金属矿山土地复垦方向应遵循生态功能区划、水土保持区划、土地利用总体规划和土地整治规划,依据技术经济水平和社会经济发展需要,以及待复垦土地资源的适宜用途确定。

**3.2.2** 复垦方向宜包括耕地、林地、草地、水利及水利设施用地、其他用地等。

### 3.3 复垦质量控制标准

**3.3.1** 不同土地复垦类型区、不同复垦方向的复垦质量控制标准,应符合现行行业标准《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036 的

有关规定。

**3.3.2** 尾矿、废石为危险废物时,尾矿库、排土场应按现行国家标准《危险废物填埋污染控制标准》GB 18598 的有关规定实施覆盖隔离工程,隔离层结构、层厚、材质等应根据有毒有害物质含量水平确定,宜深度覆盖,并不应复垦为耕地和园地。

**3.3.3** 尾矿、废石为第Ⅱ类一般工业固体废物时,尾矿库、排土场应按现行国家标准《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599 的有关规定实施覆盖隔离工程,隔离层结构、层厚、材质等应根据有毒有害物质含量水平确定,宜深度覆盖,并不应复垦为与食物链相关的耕地和园地。

### 3.4 复垦工程类型划分

**3.4.1** 土地复垦工程应根据不同损毁类型的土地复垦工程建设工艺、建设程序等进行工程类型划分。

**3.4.2** 土地复垦工程类型划分应符合现行行业标准《土地复垦方案编制规程 第1部分:通则》TD/T 1031.1的有关规定。

## 4 土壤重构工程

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 土壤重构工程必须遵循因地制宜和生态保护的原则,必须珍惜和保护矿山土壤资源,对于预测损毁区域涉及表土,特别是耕地耕作层和园地、林地、草地腐殖质层损毁的,必须剥离利用;严禁将重金属污染物或者有毒有害物质用作回填或者充填材料。

**4.1.2** 土壤重构工程应在矿山工程设计的基础上,根据复垦条件及复垦方向应用充填工程、土壤剥覆工程、平整工程、坡面工程、生物化学工程及清理工程。

### 4.2 充填工程

**4.2.1** 金属矿山开采产生的地裂缝、塌陷地,应根据产生原因、分布范围、稳定状态及危害程度的分析结果,依照复垦方向进行充填。

**4.2.2** 对于宽度小于 10cm 的地裂缝,宜就近取土填埋、整平;对于宽度大于或等于 10cm 的地裂缝,宜先用土石方充填裂缝。地裂缝充填后,应保证自然排水通畅。

**4.2.3** 塌陷地充填应符合下列规定:

1 对未达到沉陷稳定状态的塌陷地,宜采取监测、预警及围挡封闭等措施;

2 处于沉陷稳定状态的塌陷地,应按现行行业标准《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036 的有关规定,确定复垦方向,并进行充填;

3 充填前应进行表土剥离,充填后应进行碾压,压实程度应根据复垦场地用途确定;



- 4 宜采取分层充填、分层碾压,充填压实后场地必须稳定;
- 5 填充物可根据充填场地的用途,选择利用矿山已有的废石、尾矿、废渣、建筑垃圾等。

### 4.3 土壤剥覆工程

**4.3.1** 土壤剥覆前,应完成复垦区土壤调查和评价工作。调查和评价工作可按现行行业标准《耕作层土壤剥离利用技术规范》TD/T 1048 的有关规定执行。

**4.3.2** 土壤剥覆方案应根据矿山工程设计和土地复垦规划制定,宜做到“应剥尽剥、即剥即用、分层剥离、分区堆放、分层回填”。

**4.3.3** 土壤剥覆方案应根据生态环境安全要求确定剥离、运输、储存和回覆等。

**4.3.4** 表土剥离应符合下列规定:

- 1 应根据待剥离土源的肥力、质地和土源量等情况,分区和分层剥离;

- 2 剥离厚度应根据原土壤表土层厚度、污染情况、复垦土地利用方向及土方需要量等确定;

- 3 不宜在雨季剥离表土。

**4.3.5** 表土运输过程中应采取防护措施。

**4.3.6** 表土堆存应符合下列规定:

- 1 堆存场地可就近选择拟剥离区域、未复垦场地或裸地,不宜占用耕地、林地、草地等;

- 2 分层剥离的土壤应分区堆存,表土堆存场地安全防护和安全稳定性设计应符合现行国家标准《冶金矿山排土场设计规范》GB 51119 的有关规定;

- 3 堆存期应采取临时围护措施或播种草本植物;

- 4 若堆存的是剥离耕地耕作层或园地、林地、草地腐殖质层以下的底土,可在堆存期间进行培肥熟化处理。

**4.3.7** 表土回覆应符合下列规定:

1 剥离的表土应分层回覆。

2 覆土厚度应符合下列规定：

1)覆土厚度应根据复垦方向、气候条件、污染状况以及土源情况确定；

2)覆土厚度应符合现行行业标准《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036 的有关规定；

3)存在重金属污染时,若复垦为农用地,应在铺设隔离层后再覆土,覆土厚度大于 50cm。

3 回覆土源的土壤质量应符合现行行业标准《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036 的有关规定。

**4.3.8 客土应符合下列规定：**

1 矿区内剥离土源不足或当地土源受到污染不能使用时,可采用客土,客土宜就近获取；

2 应根据当地自然条件、土地利用状况选择取土场位置,取土场设置应满足回覆土源数量、质量的要求,且不得影响土地取土后的复垦再利用；

3 取土场取土后应复垦,并应符合现行行业标准《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036 的有关规定。

**4.3.9** 当矿区内剥离土源不足且无客土条件时,复垦可采用穴植坑法、充填复垦、格构覆土、带状覆土、客土喷播、生态袋等新型工艺和方法,也可采用经过论证无毒无害的采矿排弃的较细碎屑物,或当地易风化的坡积物等物料覆盖,物料中污染物含量应符合现行国家标准《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》GB 15618 和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》GB 36600 的有关规定。

## 4.4 平整工程

**4.4.1** 平整工程设计前应完成平整场地的调查和评价工作,调查和评价工作应符合现行行业标准《土地整治项目规划设计规范》

TD/T 1012 的有关规定。

**4.4.2** 平整工程设计应通过优化格田布置减少挖填量。

**4.4.3** 田面平整应符合下列规定：

1 田面平整的规模应根据复垦区的地形条件、规划的耕作方式、作物种类和种植习惯等因素确定。

2 复垦区的田面宜采用水平田面，横坡宜小，纵坡应根据地形条件和灌溉方式确定；坡度大的复垦区田面应按梯田方式整地后，进行田面平整。

3 田面平整相关参数、田面质量应符合国家现行标准《水土保持工程设计规范》GB 51018 和《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036 的有关规定。

**4.4.4** 田埂(坎)设计应符合下列规定：

1 田埂设计应根据复垦区建筑材料确定，可采用土质田埂(坎)、石质田埂(坎)、空心砖田埂(坎)等，田埂(坎)应配置田埂植物，田埂植物应选用具有经济价值、胁地小的植物；

2 田埂(坎)设计应符合现行国家标准《水土保持工程设计规范》GB 51018 的有关规定。

**4.4.5** 场地平整应在清理地表临时建筑和建筑垃圾的基础上，根据损毁情况及土地复垦方向确定。

## 4.5 坡面工程

**4.5.1** 复垦区边坡应根据复垦方向采用坡面工程进行整治。

**4.5.2** 整体稳定的岩石边坡，当坡面岩石存在易风化、剥落或有浅层崩塌、滑落及掉块等情况时，应实施坡面工程。

**4.5.3** 土质、沙质边坡或物料堆积体边坡，应实施坡面工程。

**4.5.4** 坡面工程不得造成边坡失稳。

**4.5.5** 梯田应符合下列规定：

1 露天矿山采坑、塌陷区边坡和经自然沉降的排土场，可实施梯田工程；

2 水田不宜修建于物料堆积体的边坡上；

3 梯田设计可按现行国家标准《水土保持工程设计规范》GB 51018 执行。

#### 4.5.6 坡面防护应符合下列规定：

1 坡面防护工程应根据地形、地质、水文和气象等条件、复垦区降雨量、坡面防渗防淘刷等需要，以及冻胀干裂程度、坡面风化强弱、植物生长条件等因素，经技术经济比较后确定采取的工程防护、植物防护措施；

2 坡面防护应结合排水措施综合设计。

4.5.7 工程防护可采用砌体护坡、护面墙防护、喷射砂浆防护、锚喷支护及削坡减载等措施，并应符合现行国家标准《生产建设项目水土保持技术标准》GB 50433 的有关规定。

4.5.8 植物防护可采用植草、铺草皮、湿法喷播、客土喷播、骨架植物防护、混凝土空心块植物防护、锚杆钢筋混凝土格构植物等植物防护形式。

### 4.6 清理工程

4.6.1 对不再留续使用的工业及设施场地、施工生产区、生活区和施工道路等废弃土地、临时损毁土地等，应根据复垦方向采取清理工程清理不再留续使用的建(构)筑物、废旧设备、设施、硬化地面及建筑垃圾、生活垃圾、草皮、树根及其他废料等影响后期平整工程的物料。

4.6.2 清理工程产生的临时堆土(石、渣)应采取临时防护措施。

4.6.3 对废弃土地的边坡应进行边坡整治。

4.6.4 场地清理后应达到复垦工程实施条件。

### 4.7 生物化学工程

4.7.1 矿山复垦设计应采取生物化学措施对复垦土地进行土壤培肥和污染防治处理。

#### 4.7.2 土壤培肥应符合下列规定：

1 不得因土壤培肥造成对土壤的污染；

2 复垦后应进行土壤肥力调查和评价，土壤肥力调查和评价可按现行行业标准《耕作层土壤剥离利用技术规范》TD/T 1048的有关规定执行；

3 应根据土壤肥力调查和评价结果，确定土壤培肥改良途径，可包括绿肥种植法、肥料培肥改良法；

4 对尾矿库、排土场等，可选择耐旱耐贫瘠的绿肥品种，绿肥播种量应根据品种、地势、土壤条件和播种日期确定。

#### 4.7.3 土壤污染防治应符合下列规定：

1 矿山复垦设计前，应按现行行业标准《建设用地土壤污染状况调查技术导则》HJ 25.1的有关规定进行建设用地土壤污染状况调查；应按现行行业标准《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》HJ 25.2的有关规定进行建设用地土壤污染风险管控和修复监测；应按现行行业标准《建设用地土壤污染风险评估技术导则》HJ 25.3的有关规定进行建设用地土壤污染风险评估；

2 矿山复垦设计应按现行行业标准《建设用地土壤修复技术导则》HJ 25.4的有关规定制订修复方案；

3 污染阻隔应符合国家现行标准《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597、《危险废物填埋污染控制标准》GB 18598、《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599、《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB 51220和《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176的有关规定；

4 污染场地土壤修复后，应符合现行国家标准《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》GB 15618和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》GB 36600的有关规定。

## 5 植被重建工程

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 植被重建工程应贯彻生态优先原则。
- 5.1.2 植被重建工程应选择乡土植物,并应满足景观要求,恢复的植被景观效果应与周边环境相协调。
- 5.1.3 在确保生态功能的前提下,植被重建工程可兼顾经济效益。

### 5.2 林草恢复工程

#### 5.2.1 挖损地林草恢复工程应符合下列规定:

1 平地 and 缓坡地应以生态效益和景观效益为主,以具有经济效益的乔木林或乔灌混交林为辅;边坡(陡坡)应以灌木林为主,以灌草结合的森林植被为辅。植被配置模式可按本标准附录 A 的规定执行。

#### 2 整地应符合下列规定:

- 1) 平地宜采用穴状整地;
- 2) 土质坡面宜采用水平带状整地、穴状或鱼鳞坑整地;
- 3) 岩质坡面宜采用穴状或鱼鳞坑整地;
- 4) 整地规格应根据气候、立地条件、树种、苗木规格确定。

3 平地宜先种植牧草或者绿肥植物,应在改良土壤后,选择乡土树种,并应辅以草本;边坡宜种植根系发达、耐干旱瘠薄、易成活、适应环境能力强的树种、草种。

4 种植密度应根据气候区、土地类型、破坏程度、植被恢复目标及树(草)种特性等确定;

5 平地栽植技术苗木规格和处理、栽植方法等,应按现行国

家标准《造林技术规程》GB/T 15776、《生态公益林建设 技术规程》GB/T 18337.3 的规定执行,边坡栽植技术可采用直接种植灌木、穴植灌木和藤本植物、普通喷播、植生带技术、草棒栽培技术、挂网客土喷播、草包技术、平台外缘绿化技术等。

#### 5.2.2 塌陷地林草恢复工程应符合下列规定:

1 平(台)地宜为具有生态效益的经济林或农田防护林,坡面宜为乔灌木结合的水土保持林,植被配置模式可按本标准附录 A 的规定执行;

2 平(台)地宜采用穴状整地,坡面宜沿等高线进行带状整地;对于地形破碎、土层薄、不能采取带状整地的坡面,宜采用穴状或鱼鳞坑整地,整地规格应根据树种、苗木规格确定;

3 平(台)地宜选择以生态效益为主、兼顾经济效益的树种,应包括适宜当地生长的经济树种或农田防护林树种;坡面宜选择根系发达、生长快的乡土树种;

4 塌陷地种植密度应符合本标准第 5.2.1 条第 4 款的规定;

5 塌陷地栽植技术应符合本标准第 5.2.1 条第 5 款的规定。

#### 5.2.3 压占地林草恢复工程应符合下列规定:

1 平地应配置以乔木为主的乔灌木混交林或经济林,边坡应配置以灌木为主的乔灌木混交林,植被配置模式可按本标准附录 A 的规定执行;

2 平地宜采用穴状或水平沟整地方式,边坡宜采用水平阶或穴状整地方式,整地规格应根据树种、苗木规格确定;

3 平地宜选用耐瘠薄、耐干旱、抗污染能力强的乡土树种,边坡宜选择生长迅速、根系发达、耐干旱瘠薄、抗污染能力强的豆科植物;

4 压占地种植密度应符合本标准第 5.2.1 条第 4 款的规定;

5 压占地栽植技术应符合本标准第 5.2.1 条第 5 款的规定。

5.2.4 污染场地林草恢复工程应在实施污染防治工程的基础上,按挖损、塌陷、压占地进行设计。

### 5.3 农田防护工程

**5.3.1** 农田防护工程的工程类型、工程布置与形式、结构、走向、间距、宽度及造林整地等,应根据防护对象、防护功能需求,按现行国家标准《农田防护林工程设计规范》GB/T 50817 执行。

**5.3.2** 树种、草种选择应遵循适地适树、与当地农作物协调共生的原则。



## 6 配套工程

### 6.1 灌排工程

- 6.1.1 灌溉与排水工程设计应根据金属矿山供排水工程确定。
- 6.1.2 灌溉排水工程设计应符合国家现行标准《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288、《农田排水工程技术规范》SL 4 和《灌溉与排水渠系建筑物设计规范》SL 482 的有关规定。
- 6.1.3 灌溉水源宜采用满足灌溉水质要求的矿坑水、疏干水和生活污水或经处理后的矿坑水和生活污水。
- 6.1.4 当复垦方向为耕地时，灌溉水质应符合现行国家标准《农田灌溉水质标准》GB 5084 的规定，复垦方向为林、草地时，灌溉水质应符合现行国家标准《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920 中有关城市绿化用水水质标准的规定。
- 6.1.5 灌排设施布置应根据土地复垦方向、气候条件、地形、土壤、气象及水源等确定。
- 6.1.6 灌溉方式应根据灌溉水源、地形、植被和经济条件等确定，宜选用喷灌、微灌、滴灌；固定沟道应根据排水区形状、面积及任务，按干沟、支沟、斗沟、农沟的顺序设置。
- 6.1.7 喷灌工程设计应符合现行国家标准《喷灌工程技术规范》GB/T 50085 的有关规定，微灌工程设计应符合现行国家标准《微灌工程技术规范》GB/T 50485 的有关规定。
- 6.1.8 管(渠)道系统应根据水源、地形、作物分区及喷灌系统工作特性布置，滴灌系统干管、支管、毛管三级管道应相互垂直；管道排水系统的分级与管道类型、规格等，应根据排水规模、生产发展水平、地形、土质、管材来源、运输和敷设条件等因素分析后确定。

## 6.2 机井工程

6.2.1 机井工程设计应根据土地复垦方向、地下水资源评价、灌溉要求确定。

6.2.2 井型和布局应根据复垦区水文地质条件和需水量确定。

6.2.3 机井工程设计应符合现行国家标准《机井技术规范》GB/T 50625 的有关规定。

## 6.3 水工建筑物

6.3.1 倒虹吸应符合下列规定：

1 在渠道与道路、河流发生平面交叉或在渠道穿越山谷时，应采用倒虹吸；

2 倒虹吸应采用斜管式和竖井式；

3 输水含沙量多时，应在进水口前加设沉沙池。

6.3.2 渡槽应符合下列规定：

1 当输送渠道水流需跨越河渠、溪谷、洼地和道路时，应设置与渠道连接的渡槽；

2 渡槽布置宜根据地形条件选择长度短、易导入的位置；

3 渡槽宜选择单一类型的单跨或交叉渡槽；

4 当利用渡槽排洪时，应进行相关计算后确定渡槽结构尺寸。

6.3.3 蓄水池应符合下列规定：

1 蓄水池应选择在具有汇水条件，并可修建引水沟(渠、管)自流浇灌的地形上，不得选择在矿山松散体、滑坡体、裂隙发育的地带建池；

2 蓄水池容积可按灌溉要求计算后确定，宜选择开敞式的蓄水池形式；

3 蓄水池的配套设施应包括引水沟(渠)、沉沙池、拦污栅、进水管(渠)和防护栏。

**6.3.4 跌水应符合下列规定：**

- 1 在上游渠道等构筑物的落差集中处，应设置跌水；
- 2 跌水的设置不应影响上游水位，应能平顺进流，下游应能消能；
- 3 根据落差大小，跌水可分为单级跌水和多级跌水，落差为3m~5m时，应采用单级跌水，落差大于5m时，宜采用多级跌水。

**6.3.5 陡坡应符合下列规定：**

- 1 陡坡应设置在上游渠道等构筑物的落差集中处，渠道底坡坡度应大于临界底坡，底坡坡度宜为1:3~1:10；
- 2 陡坡的设置不应影响上游水位，应能平顺进流，下游应能消能；
- 3 根据地形、地质等条件和落差大小，可采用做成单级或多级陡坡。

**6.3.6 水闸应符合下列规定：**

- 1 水闸设计可按现行行业标准《水闸设计规范》SL 265 的规定执行，水闸的建材强度等级和结构计算应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 和现行行业标准《水工混凝土结构设计规范》SL 191 的有关规定；
- 2 闸址应根据规划确定的渠系布置、规模、使用功能、运行特点、地形地质、管理维修和环境保护等条件，经比较后选定；
- 3 水闸的闸室结构形式宜采用开敞式和穿越沟堤的涵洞式；
- 4 水闸应设置消能防冲设施；
- 5 严寒和寒冷地区水闸闸室及上、下游连接段的侧墙背后、底板下，应采取排水、保温和抗冻胀措施。

**6.3.7 涵洞应符合下列规定：**

- 1 当排水沟及渠道跨越沟溪、洼地、道路、渠道或其他设施时，可设置涵洞；
- 2 涵洞轴线宜短且直，涵洞走向应便于选择涵洞流态和形式，涵洞进出口应水流平顺或交通通畅，应与上下游排水沟、渠

道、沟溪及道路平顺衔接；

3 涵洞断面可采用圆形或矩形，小流量涵洞宜采用预制圆管涵；

4 当涵洞有控制灌排水位或挡御外水要求时，应在涵洞的进口或出口设置闸门。

**6.3.8 泵站应符合下列规定：**

1 泵站站址应根据矿山土地复垦后所需的排水(洪)及灌溉需求等总体规划和综合利用要求，以及地形、地质、环保及施工等条件，经技术经济比较后选定；

2 泵站建筑物的等级划分及抗震设防要求应符合现行国家标准《泵站设计规范》GB 50265 的有关规定，防洪标准不应低于50年一遇洪水重现期；

3 泵站布置应满足机电设备布置，安装、运行和检修的要求；

4 泵站布置应满足节能、劳动安全和职业卫生等技术规定。

## **6.4 集雨工程**

**6.4.1 集雨工程应根据疏排水工程布设，在汇水末端宜布设蓄水设施；对于部分工矿和生活场地水质不达标的汇水，应根据环境保护要求采取雨污分流措施。**

**6.4.2 在半干旱、半湿润或水资源不稳定的地区，应根据年均降雨量、地形、地质条件、土壤类型、灌溉设计保证率和需水量等，布设集雨设施。**

**6.4.3 在半干旱地区的集水池应采用封闭式，具有金属矿山旅游功能的集水池宜采用敞开式。**

**6.4.4 具有灌溉作用的集雨设施，泥沙粒径、水温和水质标准应符合现行国家标准《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288 和《农田灌溉水质标准》GB 5084 的有关规定。**

**6.4.5 具有人畜饮用水源和水产养殖作用的集雨设施，水质标准应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的有关规定。**

**6.4.6** 集雨设施的单体工程设计可按国家现行标准《雨水集蓄利用工程技术规范》GB/T 50596、《土地整治项目规划设计规范》TD/T 1012 和《水电水利工程沉沙池设计规范》DL/T 5107 执行。

## **6.5 疏排水工程**

**6.5.1** 疏排水工程应在矿山工程设计排水系统的基础上,在满足防洪排涝功能的前提下,根据实际需要,结合复垦方向进行规划、布设。

**6.5.2** 截流沟、排水沟和排洪沟的设计可按现行国家标准《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288 和《水土保持工程设计规范》GB 51018 执行。

**6.5.3** 截流沟应符合下列规定:

1 截流沟应在平行等高线或近于平行等高线的坡面上修筑,应与纵向布置的排水沟相连,径流应引至坡面蓄水工程或农田、林地及草地;

2 截流沟可根据地形条件、流量等采取消能措施;

3 截流沟宜采用梯形断面。

**6.5.4** 排水沟应符合下列规定:

1 坡面排水沟应与梯田、耕作道路和沉沙蓄水工程同时规划,并应以沟渠、道路为骨架,布设排水沟、蓄水沟、沉沙池、蓄水池等设施;

2 梯田排水沟布设宜拦蓄和利用当地雨水,在干旱缺水区的山坡或山洪汇流的槽冲地带,应布设蓄水灌溉和排洪防冲工程;

3 排水沟线路应根据地形条件,按高水高排、低水低排、就近排泄、自流原则选择;

4 排水沟进口处应设置顺接设施;

5 山坡排水沟宜采用梯形断面,岩质山坡可采用矩形断面。

**6.5.5** 排洪沟应符合下列规定:

1 排洪沟布置应利用天然沟道,并应根据地形、地质等因素选择位置,排洪沟应顺直,排洪沟纵坡设计应根据渠线、地形、地质以及与山洪沟连接条件等因素确定,高差大时,宜设置急流槽或跌水;

2 排洪沟断面变化时,应采用渐变段衔接,排洪沟出口处宜采用喇叭口或八字形导流翼墙;

3 排洪沟宜采用明渠,宜利用原有山洪沟。

## 6.6 输电线路工程

6.6.1 输电线路工程宜利用主体工程原有输电线路。

6.6.2 需新增输电线路工程时,应根据复垦工程区用电等级、自然条件和社会条件等确定。

## 6.7 道路工程

6.7.1 复垦区的道路宜依托主体工程道路布设。

6.7.2 道路工程应在满足交通、运输功能的前提下,根据复垦方向进行规划和布设。

6.7.3 道路工程设计应符合现行行业标准《土地整治项目规划设计规范》TD/T 1012 的有关规定。

## 6.8 苗圃工程

6.8.1 植被重建工程需苗量大时,可配套建设苗圃。

6.8.2 苗圃工程设计宜符合现行行业标准《林业苗圃工程设计规范》LYJ 128 的有关规定。

## 7 监测与管护工程

### 7.1 监测工程

7.1.1 监测工程应符合下列规定：

1 耕地监测项目内容应符合下列规定：

- 1) 地形监测应包括地形坡度和平整度；
- 2) 土壤质量监测应包括有效土层厚度、土壤物理性质、土壤化学成分；
- 3) 配套设施的监测内容应包括灌溉设施、排水设施、道路和林网的监测；
- 4) 生产力水平监测包括产量监测。

2 园地监测应符合下列规定：

- 1) 地形监测应包括地形坡度；
- 2) 土壤质量监测应包括有效土层厚度、土壤物理性质、土壤化学成分；
- 3) 配套设施的监测内容应包括灌溉设施、排水设施和道路的监测；
- 4) 生产力水平监测应包括产量监测。

3 林地监测应符合下列规定：

- 1) 土壤质量监测应包括有效土层厚度、土壤物理性质、土壤化学成分；
- 2) 配套设施的监测内容应包括道路的监测；
- 3) 生产力水平监测应包括定植密度和郁闭度。

4 草地监测应符合下列规定：

- 1) 地形监测应包括地形坡度；
- 2) 土壤质量监测应包括有效土层厚度、土壤物理性质、土壤

化学成分；

- 3) 配套设施的监测内容应包括灌溉设施、排水设施、道路的监测；
- 4) 生产力水平监测应包括覆盖度和牧草产量。
- 5 其他用途监测应符合下列规定：
  - 1) 用于渔业监测项目应包括塘(池)规格、水质、配套设施和生产力水平；
  - 2) 用于人工水域与公园监测项目应包括水质、配套设施；
  - 3) 用于建筑监测项目应包括平整度、地基承载力和配套设施；
  - 4) 其他用途测试指标应根据情况确定。

#### 7.1.2 监测期限与频率应符合下列规定：

1 监测内容可分为一次性监测内容与连续性监测内容，地形、有效土层厚度、土壤物理性质、地基承载力和配套设施的监测应为一次性监测内容；土壤化学成分、水质和生产力水平监测应为连续性监测内容。

2 一次性监测内容应在土地复垦工程完成后进行。

3 连续性监测内容的监测期限与频率应根据监测目的和监测区域环境状况等因素确定，监测频率应大于1次/a，监测期限宜为3a~5a。

#### 7.1.3 土地复垦监测应符合下列规定：

1 复垦后的土地质量监测，宜采用随机抽样法，样本量宜为5%~10%。

2 尾矿库复垦后的监测设施应利用原有的监测设施。

3 复垦过程中应保护尾矿库、高陡边坡等原有监测设施。

4 监测指标应符合下列规定：

- 1) 土壤质量和重金属含量监测指标应符合现行国家标准《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》GB 15618 和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管



- 控标准(试行)》GB 36600 的有关规定；
- 2) 灌溉、排水、道路及林网等配套设施监测指标,应符合国家现行标准《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288 和《高标准基本农田建设标准》TD/T 1033 的有关规定；
  - 3) 粮食及作物中有害成分含量监测指标应符合现行国家标准《食品安全国家标准 粮食》GB 2715 的有关规定；
  - 4) 水质监测应根据用途,按现行国家标准《渔业水质标准》GB 11607 或《地表水环境质量标准》GB 3838 的规定执行；
  - 5) 其他监测指标应符合现行行业标准《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036 的有关规定。

## 7.2 管护工程

- 7.2.1 在植被恢复后的 3a~5a 内应进行管护。
- 7.2.2 未成林抚育应符合下列规定：
  - 1) 间苗定株与补植措施应符合下列规定：
    - 1) 对于播种造林,在苗木出土后 1 个生长季或 1 年内可进行间苗,应在未成林期末完成定株；
    - 2) 对于植苗造林,造林后 1 个生长季或 1 年内应根据造林地上苗木成活状况补植,补植应在造林季节进行,补植苗木不应影响造林地上的苗木生长发育；
    - 3) 对具有萌芽能力的树种,因干旱、冻害、机械损伤以及病虫害危害造成生长不良的,可采用平茬措施复壮。
  - 2) 浇水应符合下列规定：
    - 1) 造林时应浇透定根水；
    - 2) 造林后浇水可根据天气、土壤墒情、苗木生长发育状况等确定；
    - 3) 应采用节水浇灌技术,不应采用漫灌方式；
    - 4) 造林作业时,可根据造林地面积和分布、地形地势、水资

源等状况,建设蓄水池、水窖、水渠、水井、提水设施、喷灌、滴灌等林地水利设施,可配备浇水车、移动喷灌等移动浇水设备。

**3** 当因土壤板结等严重影响苗木生长发育甚至成活时,宜松土,松土作业应在苗木周围 50cm 范围内进行,并应里浅外深,不得伤害苗木根系。

**4** 当杂灌杂草影响苗木生长发育时,宜割灌除草、除蔓,应除去苗木周边 1m 内的杂灌杂草和藤蔓,采用化学药剂除草作业的,应符合现行国家标准《主要造林树种林地化学除草技术规程》GB/T 15783 的有关规定。

**5** 抚育时间、抚育措施和抚育次数应符合下列规定:

- 1) 抚育时间、抚育措施和抚育次数应根据造林地苗木生长发育状况、立地条件、天气状况等确定,每年可抚育 1 次~3 次;
- 2) 用材林和经济林抚育次数可根据经营管理强度确定;
- 3) 实行林农间作的造林地,可根据间作作业抚育;
- 4) 有冻拔害地区的造林地,第一年可以除草为主,应减少松土次数。

**7.2.3** 未成林管护应符合下列规定:

**1** 新造林地的综合管护措施应符合下列规定:

- 1) 应采用专人专职、兼职或集中管护等方式;
- 2) 人畜干扰风险较高的地段,宜在造林地周边设置网围栏、篱墙和防护沟等;
- 3) 应设置明示造林地管护范围、面积、目标、责任人等信息的管护碑等标识;
- 4) 应保护森林防火通道,应按森林防火通道规划、建设要求维护和建设生物防火林带,林地清理的灌草、抚育采伐剩余物等宜清理;
- 5) 抚育作业不得在施工现场使用明火。

- 2 未成林有害生物的防控措施应符合下列规定：
    - 1)应进行造林地及周边林地有害生物预测预报,可设置定期监测病虫害的预测预报样地和测报点;
    - 2)应隔离和处理病虫害危害木,发现检疫性病虫害,应伐除并销毁受害木;
    - 3)病虫害发生后,宜采用物理、生物防治或综合防治方法,不宜采用单一的化学防治方法,大规模造林地宜配备诱虫灯、喷雾器及病防车等防治设备。
  - 3 兽害防控措施应符合下列规定：
    - 1)苗木基干部可采用涂(刷)白、涂抹泥沙等防护措施;
    - 2)可在苗木基干部捆扎塑料布、干草把、芦苇等材料,或设置硬质塑料管、金属管等管状物,或设置金属围网等防护物;
    - 3)苗木可采用施用防啃剂、驱避剂浸蘸根、茎等预防性处理措施。
  - 4 自然灾害防控措施应符合下列规定：
    - 1)宜采用地膜覆盖,栽后树盘盖石板或盖草保墒,喷洒塑料、树脂泡沫剂或成膜物质水乳液,铺撒地表后形成薄膜层等措施;
    - 2)洪涝灾害易发地段可设置排水沟;
    - 3)大风、干热风、严寒或冻拔害严重地区,冬季可采取覆土、盖草(秸秆)和包裹等防风防寒措施。
- 7.2.4** 对复垦工程设施应按时按计划进行巡查、维护和保养。
- 7.2.5** 对复垦区内的渠道、水库、塘坝、泵站、水厂、堤防、田间道路、简易桥梁、防护林和电网等主要建筑设施,应按计划进行维护和保养。
- 7.2.6** 污染场地环境监测应按现行行业标准《建设用土壤污染风险管控和修复监测技术导则》HJ 25.2 执行。
- 7.2.7** 金属矿山土地复垦后,应明确管护主体及管护责任。

## 附录 A 金属矿山植被恢复模式类型

A.0.1 金属矿山植被恢复模式类型宜按表 A.0.1 的规定确定。

表 A.0.1 金属矿山植被恢复模式类型

类型	恢复对象及条件		主要恢复方向	宜采用恢复模式类型	
挖 损	露天 采场	平台	土质	农田、经济林	优先恢复生态经济树种,农林(经)复合经营
			石质	防护林、景观林	灌木为主,灌草结合,灌木混交林
			砂粒质	防护林、景观林	乔木为主,乔灌混交林
		土质	陡坡以上	防护林、景观林	灌木为主,灌草结合,灌木混交林
			斜坡	防护林、经济林	灌木为主,乔灌草结合,乔灌混交林
			缓坡	农田、经济林	优先恢复梯田,农(经)林复合经营
	边坡	石质	陡坡以上	景观林	草本为主,草藤结合,封育保护,自然演替
			斜坡	景观林	草本为主,草灌结合,封育保护,人工促进更新
			缓坡	景观林、防护林	灌木为主,灌草乔结合,封育保护,灌木混交林
		砂粒质	陡坡以上	景观林、防护林	草本为主,草灌结合,封育保护,灌木混交林
			斜坡	防护林、景观林	灌木为主,乔灌草结合,灌木、乔灌混交林
			缓坡	防护林、农田	优先保护生态,适度恢复梯田,农林复合经营

续表 A.0.1

类型	恢复对象及条件		主要恢复方向	宜采用恢复模式类型	
压占	排土场	平台	土质	防护林、农田	优先保护生态,兼顾恢复农地、园地,乔木为主,乔灌混交林
			石质	防护林、景观林	灌木为主,乔灌草结合,乔灌混交林
			砂粒质	防护林、经济林	乔木为主,乔灌草结合,乔灌混交林、纯林
		边坡	土质	防护林、经济林	乔木为主,乔灌、灌木混交林、纯林
			石质	防护林、景观林	灌木为主,乔灌草结合,灌木、乔灌混交林
			砂粒质	防护林、经济林	灌木为主,乔灌草结合,灌木、乔灌混交林、纯林
	尾矿库	库面		防护林、景观林	草本为主,灌草结合
		坝面		防护林、景观林	草本为主,灌草结合
	塌陷	积水区	季节性积水		防护林、农田
常年积水			深水区	湿地	保护生态、改造景观
			浅水区	湿地	保护生态、改造景观
非积水区		农田、经济林	优先恢复农地、园地,种植业为基础,多种经营		

注:1 土质指地表土层较厚,含岩石、碎屑、砂粒少,保水保肥力强;

2 石质指水蚀、风蚀严重,地表岩石裸露,土层浅薄,保水保肥力差;

3 砂粒质指地表含岩石、碎屑、砂粒多,无保水保肥力。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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

- 《砌体结构设计规范》GB 50003
- 《喷灌工程技术规范》GB/T 50085
- 《泵站设计规范》GB 50265
- 《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288
- 《生产建设项目水土保持技术标准》GB 50433
- 《微灌工程技术规范》GB/T 50485
- 《雨水集蓄利用工程技术规范》GB/T 50596
- 《机井技术规范》GB/T 50625
- 《农田防护林工程设计规范》GB/T 50817
- 《水土保持工程设计规范》GB 51018
- 《冶金矿山排土场设计规范》GB 51119
- 《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB 51220
- 《食品安全国家标准 粮食》GB 2715
- 《地表水环境质量标准》GB 3838
- 《农田灌溉水质标准》GB 5084
- 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
- 《渔业水质标准》GB 11607
- 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》GB 15618
- 《造林技术规程》GB/T 15776
- 《主要造林树种林地化学除草技术规程》GB/T 15783
- 《生态公益林建设 技术规程》GB/T 18337.3
- 《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597
- 《危险废物填埋污染控制标准》GB 18598
- 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》GB 18599

- 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920
- 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》  
GB 36600
- 《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》CJJ 176
- 《水电水利工程沉沙池设计规范》DL/T 5107
- 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》HJ 25.1
- 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》HJ 25.2
- 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》HJ 25.3
- 《建设用地土壤修复技术导则》HJ 25.4
- 《林业苗圃工程设计规范》LYJ 128
- 《农田排水工程技术规范》SL 4
- 《水工混凝土结构设计规范》SL 191
- 《水闸设计规范》SL 265
- 《灌溉与排水渠系建筑物设计规范》SL 482
- 《土地整治项目规划设计规范》TD/T 1012
- 《高标准基本农田建设标准》TD/T 1033
- 《土地复垦方案编制规程 第1部分:通则》TD/T 1031.1
- 《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036
- 《耕作层土壤剥离利用技术规范》TD/T 1048