

DB

川 渝 区 域 地 方 标 准

DB50/T 10010.2—2024
DB51/T 10010.2—2024

矿山生态修复技术规范
第2部分：建材矿山

2024-10-21 发布

2024-11-21 实施

重庆市市场监督管理局
四川省市场监督管理局

发 布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 总体要求	3
5 调查	3
6 设计	5
7 实施	11
8 管护	13
9 监测	14
10 数据管理与资料汇交	15
附录 A（资料性） 建材矿山调查内容	16
附录 B（规范性） 建材矿山生态问题分级	20
附录 C（资料性） 建材矿山生态修复措施参考	21
附录 D（资料性） 建材矿山生态修复植物参考	22
附录 E（规范性） 建材矿山生态修复措施施工技术要求	28
参考文献	37

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是川渝区域地方标准 DB50/T 10010、DB51/T 10010《矿山生态修复技术规范》的第2部分。DB50/T 10010、DB51/T 10010已经发布了以下部分：

——第1部分：通则。

——第2部分：建材矿山。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由重庆市规划和自然资源局、四川省自然资源厅提出、归口、解释并组织实施。

本文件起草单位：重庆地质矿产研究院，重庆华地资环科技有限公司，四川省地质调查研究院，重庆市规划和自然资源局，四川省国土科学技术研究院（四川省卫星应用技术中心），重庆市地质矿产勘查开发局107地质队，西南大学，重庆大学，重庆市地理遥感中心，中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所，四川省国土空间生态修复与地质灾害防治研究院。

本文件主要起草人：马磊、郑杰炳、杨赟、张律、李萍、蔡建军、王永峰、冯樊、蹇恒、朱冬雪、梁睿雨、司洪涛、程礼军、杨永川、高明、王素伟、王力、周佳荣、章旭、杨显华、胡骁、赵利、黄爱民、李满意、徐召雷、李惠敏、李春利、周川、谭利丽、王科、唐将、肖禾、杨宝佳、杨聪、刘莉、于慧、张新克、魏鹏、刘云、李鑫、黄盛、毛铮、何君。

引 言

为切实筑牢长江黄河上游生态屏障，加快推进川渝地区生态环境保护，对矿产资源开发造成的生态问题进行系统修复，规范矿山生态修复工作流程、技术方法和要求，制订川渝区域地方标准 DB50/T 10010、DB51/T 10010 《矿山生态修复技术规范》。

结合川渝地区矿山实际，为满足矿山生态修复技术的通用性并突出不同矿种的特点，《矿山生态修复技术规范》拟由六个部分构成。

- 第 1 部分：通则。目的在于确立矿山生态修复的技术流程、总体思路、工作方法等通用内容。
- 第 2 部分：建材矿山。目的在于给出对建材矿山及周边影响区域的生态修复技术措施。
- 第 3 部分：金属矿山。目的在于给出对金属矿山及周边影响区域的生态修复技术措施。
- 第 4 部分：化工矿山。目的在于给出对化工矿山及周边影响区域的生态修复技术措施。
- 第 5 部分：能源矿山。目的在于给出对能源矿山及周边影响区域的生态修复技术措施。
- 第 6 部分：水气矿山。目的在于给出对水气矿山及周边影响区域的生态修复技术措施。

矿山生态修复技术规范

第2部分：建材矿山

1 范围

本文件规定了建材矿山生态修复的总体要求、调查、设计、实施、管护、监测、数据管理与资料汇交等要求。

本文件适用于建材生产矿山和关闭矿山生态保护修复工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 14161 矿山安全标志
- GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB/T 15776 造林技术规程
- GB/T 21010 土地利用现状分类
- GB/T 26941.3 隔离栅 第3部分_焊接网
- GB/T 30600 高标准农田建设 通则
- GB/T 38360 裸露坡面植被恢复技术规范
- GB/T 38509 滑坡防治设计规范
- GB/T 40112 地质灾害危险性评估规范
- GB/T 43680 生态系统评估 陆地生态退化评估方法
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB/T 50085 喷灌工程技术规范
- GB 50086 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范
- GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收规范
- GB 50233 110kV~750kV架空输电线路施工及验收规范
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- GB/T 50485 微灌工程技术标准
- GB/T 51033 水利泵站施工及验收规范
- GB/T 51224 乡村道路工程技术规范
- GB 55007 砌体结构通用规范
- GB 55008 混凝土结构通用规范
- CJJ 1 城镇道路工程施工与质量验收规范
- CJJ/T 82 园林绿化工程施工及验收规范
- DD 2014-05 矿山地质环境调查评价规范
- DZ/T 0219 滑坡防治工程设计与施工技术规范
- DZ/T 0223 矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范
- DZ/T 0286 地质灾害危险性评估规范

DZ/T 0190 区域环境地质勘查遥感技术规定 (1: 50 000)
GA 991 爆破作业项目管理要求
JGJ 79 建筑地基处理规范
JGJ 147 建筑拆除工程安全技术规范
JGJ 180 建筑施工土石方工程安全技术规范
JGJ/T 188 施工现场临时建筑物技术规范
JGJ/T 299 建筑防水工程现场检测技术规范
JGJ/T 470 建筑防护栏杆技术标准
JTG/T 3671 公路交通安全设施施工技术规范
LY/T 1914 植物篱营造技术规程
SL 196 水文调查规范
SL 303 水利水电工程施工组织设计规范
SL 397 整装微型水轮发电机组
TD/T 1012 土地整治项目规划设计规范
TD/T 1036 土地复垦质量控制标准
DB50/T 10010.1, DB51/T 10010.1 矿山生态修复技术规范 第1部分: 通则

3 术语和定义

川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1, DB51/T 10010.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

建材矿山 building materials mine

开采建筑石料用灰岩、白云岩、花岗岩、安山岩、闪长岩、玄武岩, 以及建筑材料用水泥灰岩、饰面石材、砂岩、石英岩、页岩、建筑用砂、粘土类等矿山。

[来源: TD/T 1070.4—2022, 3.1, 有修改]

3.2

修复单元 repair unit

修复范围内, 根据生态问题识别及评价结果, 在相对完整、生态修复目标相对一致的地理单元内, 统筹考虑修复措施组织实施的便利性等划分的生态保护修复措施综合实施片区。

[来源: TD/T 1068—2022, 3.5, 有修改]

3.3

边坡 mine slope

矿产资源开采活动开挖、堆排等形成具有一定坡度的岩土体, 包括平台和坡面两部分。

[来源: GB/T 37573—2019, 3.1.1 和 3.1.2, 有修改]

3.4

平台 platform

边坡上用于阻截滑落岩石, 降低边坡坡度, 具备安全、清扫或运输等功能的区域。

3.5

坡面 slope surface

边坡上相邻平台之间的区域。

3.6

采场底盘 mine stope chassis

矿山露天开采结束后形成的地表底界面。

[来源: HJ 651—2013, 3.9, 有修改]

3.7

工业场地 mine industrial site

为矿山生产系统和辅助生产系统服务的地面建筑物、构筑物以及有关设施的场地, 包括工业广场、仓库、办公生活区、临时建筑及其他场地等。

[来源: HJ 651—2013, 3.12, 有修改]

3.8

排土场 soil disposal yard

指矿山剥离、掘进、开采排弃物集中排放的场所。

[来源: HJ 651—2013, 3.8, 有修改]

3.9

表土堆放场 topsoil storage yard

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堆放场所。

[来源: TD/T 1031.1—2011, 3.15, 有修改]

3.10

土石混合物 soil-rock mixture

由具有一定强度的碎石或块石、细粒土体及孔隙构成的不均匀松散岩土介质。

4 总体要求

4.1 建材矿山生态修复技术工作除应按照川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1, DB51/T 10010.1 的规定外, 还应根据建材矿山特点, 补充与本地区相适应的技术工作要求。

4.2 调查比例尺不应小于 1: 5 000, 专项调查比例尺不应小于 1: 1 000。

4.3 应在消除地质安全隐患基础上, 统筹各类要素, 确定生态修复重点:

- a) 川渝平原丘陵区应侧重废弃土地盘活利用和绿色产业发展;
- b) 川渝中低山区应侧重生态系统保护、水土保持、水源涵养和生物多样性保护;
- c) 川西南山区应侧重水土保持、生物多样性保护、植被重建及养护;
- d) 川西高原区应侧重生态系统保护、水源涵养和土地退化治理。

5 调查

5.1 调查范围

5.1.1 应在前期资料收集分析基础上确定调查范围。

5.1.2 应统筹考虑矿山采矿登记范围, 以矿业活动所造成的影响范围为主, 适当扩展到周边区域。

5.2 调查内容

5.2.1 矿山基本情况调查应符合下列要求, 填报内容见附录 A 中表 A.1:

- a) 生产矿山应结合开发利用方案、开采设计, 调查矿山名称、矿种、地理位置、矿区范围、开采规模、出让年限、开采历史、开采计划、生产状态、矿山功能分区等信息; 补充调查矿区生态修复义务履行情况等;
- b) 关闭矿山应结合开发利用方案、开采设计, 调查矿山名称、矿种、地理位置、矿区范围、开采历史、矿山功能分区、已开展生态修复情况等。

5.2.2 自然生态状况调查应包括矿山自然生态条件、地质环境条件、生态状况调查，填报内容见附录 A 中表 A.2：

- a) 矿山自然生态条件调查应包括气候、水文、土壤、植被、土地利用现状、区域特征等：
 - 1) 气候包括气候类型、常见气温范围、年日照时数、年降水量、年平均相对湿度等；
 - 2) 水文包括所在流域或水系、所处流域或水系位置、周边水源情况等；
 - 3) 土壤包括土壤类型、土壤质地、有效土层厚度、砾石含量等；
 - 4) 植被包括植被群落结构类型、乔木层/灌木层郁闭度、草本层地表覆盖度、优势植物、植物生物学特征等；
 - 5) 土地利用现状包括土地权属、土地利用地类、矿山与三区三线关系、周边产业情况等；
 - 6) 区域特征包括与周边人文景观、风景旅游区、城镇居住区、主要交通干线等的关系。
- b) 地质环境条件调查应包括地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、成土母质等，按照 DZ/T 0282 执行；
- c) 生态状况调查应包括生物多样性、生态系统服务功能等，重点调查主要生态系统类型、植被状况、物种丰富度、重点物种种群特征与分布等。

5.2.3 矿山生态问题调查应包括因矿业活动引起的矿山地质安全隐患、土地资源破坏、水资源破坏、生态退化，填表内容按附录 A 中表 A.3 执行：

- a) 矿山地质安全隐患调查应包括崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等地质安全隐患类型、规模、位置、影响范围、成因、威胁对象等；
- b) 土地资源破坏调查应包括矿山活动导致的地形地貌景观破坏，土地挖损、压占的空间分布、面积、方式等；
- c) 水资源破坏调查应包括采矿活动导致的地表水漏失位置、漏失量、漏失范围等，地表水排泄环境破坏后地表径流的分布、径流量，地表径流排泄通道情况，场地最低侵蚀基准面高程等，含水层破坏后井(泉)点位置、类型、流量变化、利用情况等；
- d) 生态退化调查应包括采矿活动导致的土壤侵蚀的类型、面积和分布情况，植被损毁的类型、面积和分布，动物栖息地破坏的空间分布、面积。

5.2.4 公众意愿调查应包括公众对矿山生态修复意愿、修复利用方向、修复地类、植物种类、配套设施的意见和建议。调查对象包括矿山所在地政府、村集体组织、矿山生态修复义务人、土地使用权人及周边居民等。填表内容按附录 A 中表 A.4 执行；

5.2.5 针对川渝地区不同分区，重点调查内容应按川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1, DB51/T 10010.1 中 5.2.6 条执行。

5.3 调查方法

5.3.1 基础调查包括资料收集、遥感解译、现场调查。

5.3.2 资料收集应符合下列要求：

- a) 收集资料类型包括基础资料、矿山资料、其他成果资料等；
- b) 基础资料包括但不限于区域地质、区域水文地质、区域工程地质、地质灾害等调查资料，国土空间规划等规划资料，不同期次的高分辨率遥感影像或无人机影像等资料，最新年度国土变更调查成果等；
- c) 矿山资料包括但不限于开发利用方案、开采设计；环境影响评价报告；水土保持方案等；
- d) 其他成果资料包括但不限于矿山监测，矿山地质环境专项调查、损毁土地调查等资料。

5.3.3 遥感解译应符合下列要求：

- a) 遥感影像解译内容包括区域地质环境条件、矿山生态问题。重点解译矿山地质安全隐患位置、范围和规模，土地损毁范围位置、范围等；

- b) 遥感解译应在内业解译基础上开展外业核查;
 - c) 遥感解译流程、方法、精度按照 DZ/T 0190 执行。
- 5.3.4 现场调查应符合下列要求:
- a) 在资料收集分析和遥感解译的基础上开展现场调查;
 - b) 自然生态状况调查采用路线穿越与追索法相结合的方法。矿山生态环境问题,宜采用路线追索法调查,圈定其范围和规模;
 - c) 矿山地质安全隐患调查应按照 GB/T 40112 执行;土地损毁调查应按照 DZ/T 0223、DD 2014-05 执行;水资源破坏调查应按照 DZ/T 0223、DD 2014-05、SL 196 执行;生态退化调查应按照 GB/T 43680 执行。
- 5.3.5 专项调查应在基础调查基础上,对重大地质安全隐患问题,应根据其危害程度及修复工程需要开展钻探工程、山地工程等专项调查;钻探工程、山地工程等专项调查应按照 GB 50021 执行。

5.4 问题识别及评价

- 5.4.1 应采取与历史资料或与周边同类型矿山对比分析、综合调查等方法,建立矿山生态修复参照生态系统。
- 5.4.2 应对矿山地质安全隐患、土地资源破坏、水资源破坏、生态退化开展评价。
- 5.4.3 矿山地质安全隐患评价应对崩塌、滑坡、泥石流、矿山边坡失稳等矿山地质安全隐患危险性进行评价,评价方法和要求应按照 GB/T 40112 执行。
- 5.4.4 土地资源破坏评价方法和要求应按照 DZ/T 0223、DD 2014-05 执行。
- 5.4.5 水资源破坏评价应对地表水和含水层破坏程度进行评价,评价方法和要求应按照 DZ/T 0223、DD 2014-05 执行。
- 5.4.6 生态退化评价应对土壤侵蚀、植被损毁、动物栖息地破坏等生态退化问题进行评价,评价方法和要求应按照 GB/T 43680 执行。
- 5.4.7 应采用定量和定性相结合的方法进行生态问题分级,分为严重、较严重、较轻,按附录 B 执行。

5.5 调查成果

调查成果按照川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1, DB51/T 10010.1 中 5.5 执行。

6 设计

6.1 修复范围

应在调查成果基础上,根据矿山生态问题,综合确定矿山生态修复范围。

6.2 修复利用方向

- 6.2.1 应在矿山生态问题分级基础上,结合国土空间规划、区位条件、自然环境条件、基础设施条件、周边产业发展情况以及公众意愿等,根据“宜耕则耕、宜园则园、宜林则林、宜草则草、宜水则水、宜建则建”的原则,选择矿山修复利用的主要方向。
- 6.2.2 修复利用方向包括但不限于农业生产、生态服务、科普教育、旅游度假、工业仓储、养老福利设施、殡葬设施、森林消防、环卫设施。

6.3 修复单元

- 6.3.1 根据开采功能合理划分评价单元,可分为边坡、采场底盘、工业场地、排土场和矿山道路等。

6.3.2 按照川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1, DB51/T 10010.1 中 6.2 和本文件 6.2 的规定,合理确定修复单元。

6.3.3 边坡平台宜修复为林地;坡面宜结合坡度和坡质修复为林地、草地。矿山边坡分类见表 1。

表1 矿山边坡分类

坡度 ^a α	坡质		
	土质	土石质	岩质
$\alpha \leq 25^\circ$	缓坡	缓坡	缓坡
$25^\circ < \alpha \leq 55^\circ$	陡坡	陡坡	陡坡
$\alpha > 55^\circ$	崖坡	崖坡	崖坡
^a 指坡面的角度。			

6.3.4 采场底盘不积水的宜修复为农用地等;具备蓄水条件、地质安全稳定,且水质符合相应用途标准的,可修复为水库水面或坑塘水面;蓄水量小或季节性积水的,可修复为森林沼泽、灌丛沼泽或沼泽草地等。

6.3.5 工业场地宜修复为农用地等。

6.3.6 排土场宜修复为林地或草地;满足地形坡度、耕种条件的,可修复为耕地或园地。

6.3.7 矿山道路宜结合交通、生产、养护等功能,根据修复利用方向和周边地类进行修复。

6.4 修复措施

6.4.1 应根据矿山生态问题分级确定修复模式:

- a) 严重区应以生态重建为主,辅助再生为辅;
- b) 较严重区宜以辅助再生为主,生态重建为辅;
- c) 较轻区宜以自然恢复为主,辅助再生为辅。

6.4.2 应结合川渝地区矿山修复分区特征、修复利用方向、修复地类、修复模式等确定修复措施,包括但不限于提前防护、地质安全隐患消除、地貌重塑、土壤重构、植被重建、配套设施。建材矿山生态修复措施参考见附录 C。

6.4.3 修复措施设计除应按照川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1, DB51/T 10010.1 中 6.3 规定外,还应按照本文件 6.4.4 至 6.4.9 的规定。

6.4.4 提前防护包括但不限于表土剥离、防排水:

- a) 表土剥离的要求包括:
 - 1) 矿山挖损及压占前,应开展表土剥离,应剥尽剥,建立表土堆放场,表层土壤和岩石风化物分区堆放;
 - 2) 表土堆放场位置应综合考虑堆放安全、排水条件好、运输成本低等因素,选择在相对封闭、独立、地势较高的位置,禁止选择在土壤污染区、地质灾害频发或隐患区、水源保护区,不宜设置在冲沟中;
 - 3) 表土堆放场四周应设计围挡设施和防排水措施;
 - 4) 表土堆放场堆放应符合堆体稳定性设计要求;
 - 5) 岩石风化物可进行砾石清理、风化物破碎,用于耕地或园地修复。
- b) 防排水的要求包括:
 - 1) 应根据矿山开发利用方案或开采设计做好采场、排土场、表土堆放场等外围防排水措施;
 - 2) 宜与蓄水措施相连接,充分利用水资源;
 - 3) 其他设计应按照 GB/T 38509 中排水执行。

6.4.5 存在地质安全隐患且有直接威胁对象的,宜采取边坡清危、支挡防护等措施;存在地质安全隐患但无直接威胁对象的,宜采取隔离防护、安全警示等方式实现有效规避或降险;地质安全隐患消除包括但不限于危岩浮石清除、削方减载、支挡防护、隔离防护、安全警示:

- a) 危岩浮石清除、削方减载设计要求应按照 TD/T 1070.4 执行;
- b) 支挡防护措施设计要求应按照 GB/T 38509 执行;
- c) 隔离防护的要求包括:
 - 1) 存在地质安全隐患以及其他有安全防护需求的区域,应布设隔离措施,包括隔离网、隔离墙和隔离绿篱等;
 - 2) 隔离防护措施高度不应低于 1.8 m,隔离网设计应按照 GB/T 26941.3 执行,隔离墙设计应按照 JGJ/T 188 执行,隔离绿篱设计应按照 LY/T 1914 执行。
- d) 安全警示的要求包括:
 - 1) 存在地质安全隐患的区域应设置警示牌;
 - 2) 应确保图形符号、文字标志颜色和衬底色之间具有足够的对比度;
 - 3) 其他设计应按照 GB/T 14161 执行。

6.4.6 应结合修复利用方向及修复地类进行地貌重塑,包括但不限于拆除、坡脚蓄坡、挖填平整:

- a) 拆除的要求包括:
 - 1) 拆除包括建(构)筑物拆除、设备设施拆除和废渣处理;
 - 2) 建(构)筑物拆除拆除方式包括人工拆除、机械拆除、爆破拆除和静力破碎等;
 - 3) 设备设施拆除方式包括人工拆除、人机结合拆除、切割或机械拆除;
 - 4) 无污染、无害废渣破碎后宜填埋至低洼深坑并碾压平整;金属和其他废渣应外运处理,应按照规定装载、运输、处理;
 - 5) 其他设计应按照 JGJ 147 执行。
- b) 坡脚蓄坡的要求包括:
 - 1) 采场底盘场地条件满足要求,可在坡脚回填无污染、无害的土石混合物,降低生态修复难度;
 - 2) 其他设计应按照 TD/T 1070.4 执行。
- c) 挖填平整的要求包括:
 - 1) 不同修复地类的地面坡度应按照 TD/T 1036 执行;
 - 2) 土石方调配应按照 TD/T 1012 执行;
 - 3) 挖方过程中不应破坏现有生态环境,应保障周边已有建(构)筑物、道路、管线等安全;
 - 4) 填方应按照 TD/T 1070.4 中 7.2.3.3.1.3 执行。

6.4.7 土壤重构包括但不限于埂坎、表土回填、垦造耕地、风化物破碎、砾石清理、土壤质地改良、地力培肥:

- a) 埂坎的要求包括:
 - 1) 表土回填前宜根据需要布设埂坎措施,包括但不限于土坎、石坎、植生袋坎;
 - 2) 土壤粘性较好、用于田块分隔的低矮埂坎宜采用土坎;稳定性较差、易水土流失的位置,宜采用石坎;施工条件较差、施工作业面窄的位置,宜采用植生袋坎;
 - 3) 土坎、石坎设计应按 TD/T 1012 执行,植生袋坎设计应按 GB/T 38360 执行。
- b) 表土回填的要求包括:
 - 1) 表土回填前,岩质矿山宜增加土石混合物作为回填基层,回填区域应进行碾压;
 - 2) 表土回填时,宜先回填岩石风化物,再回填表层土壤;外部客土优先利用周边房屋建设、道路建设、坑塘及河道清淤等产生的无污染、无害土壤;

- 3) 土壤瘠薄区域,宜采取砾石清理等措施对排土场的土石混合物进行处理,分离的土壤可用于表土回填;
- 4) 回填后宜使用荷重较低的小型机械或耙犁铺摊均匀;修复为耕地或园地的区域,宜进行土地翻耕或田面细部平整,清除耕作层以内的杂物;
- 5) 回填后的有效土层厚度应符合修复地类要求;
- 6) 表土回填的工程量应考虑表土松方损耗以及地面坡度;
- 7) 回填土壤应进行土壤检测,其质量指标应符合 GB 15618 规定。

c) 垦造耕地的要求包括:

- 1) 地形坡度在 25° 以下,可垦造为旱地;
- 2) 地质构造简单、岩溶不发育,地形坡度在 10° 以下,邻近具有可利用的水源,规模不小于 400m^2 ,可垦造为水田。应通过夯实、打浆和泥浆静置构筑稳定的犁底层,达到防渗要求。新筑田坎采取“搭田边、糊田坎”处理,田坎内侧新糊泥浆厚度不宜低于 5cm ;应进行细部平整,保证田面平整度达到 $\pm 3\text{cm}$;
- 3) 单个耕作田块规模应根据地形条件、耕作方式等综合确定,田块布置应符合农业生产需求,横向坡降应尽量小,纵向坡降应根据土壤条件和灌溉方式确定;
- 4) 宜对耕作层进行土壤质量改良和地力培肥;
- 5) 宜配套与农业生产需求相适应的沟、渠、路、涵、涵等配套设施。

d) 风化物破碎的要求包括:

- 1) 可利用设备对岩石风化物进行破碎,使其粒径小于 2mm ;
- 2) 破碎后的岩石风化物宜进行土壤质地改良和地力培肥。

e) 砾石清理的要求包括:

- 1) 应根据修复地类土壤质量指标中砾石含量规定,采用机械筛分、人工挑拣等方法对土石混合物、表土进行砾石清理;
- 2) 筛分、挑拣后的土壤宜进行土壤质地改良和地力培肥。

f) 土壤质地改良的要求包括:

- 1) 砂土、砂质壤土可添加粘土、木纤维、保水剂、植物胶、腐殖质、农家肥等基材;粘土、粘质壤土可添加砂、木纤维、腐殖质、农家肥等基材;基材宜就地取材,改良后的土壤质地应符合修复地类要求;
- 2) 板结土壤可采取增施腐植酸肥料或生物有机肥、种植绿肥、施用土壤调理剂、测土配方施肥等措施,改善土壤团粒结构。

g) 地力培肥的要求包括:

- 1) 地力培肥包括施农家肥或有机肥、种植绿肥等;
- 2) 应根据修复地类、土壤质地、植物种类、植物建植方式、肥料性质等选择施肥方法。

6.4.8 植被重建包括但不限于固土措施和植物配置、植物选择、植物建植;

a) 应结合矿山坡度、坡质、位置等确定固土措施和植物配置:

- 1) 生产矿山、本文件施行后新认定的历史遗留矿山固土措施及植物配置推荐见表 2;
- 2) 埂坎设计应按本文件 6.4.6 中 a 执行,其他措施设计应按 GB/T 38360 执行;
- 3) 植物配置宜根据植物生物学特性和立地条件,选择适应性、抗逆性和种间相协调的种类混交。宜乔灌藤草混交,宜针叶与阔叶、落叶与常绿、喜阳与耐阴、固氮与非固氮、深根性与浅根性混交。

表2 固土措施及植物配置推荐

坡度 α	坡质	位置	固土措施	植物配置
$\alpha \leq 25^{\circ}$	土质/土石质/岩质	平台/坡面	埂坎/植生袋	农作物/乔灌草/乔草/灌草/藤灌草/水湿生植物
$25^{\circ} < \alpha \leq 55^{\circ}$	土质/土石质	平台	埂坎/植生袋	乔灌草/乔草/灌草/藤灌草
		坡面	挂网/喷播/土工格室/植生毯/ 植生袋	乔灌草/乔草/灌草/藤灌草/藤草
	岩质	平台	埂坎/植生袋	乔灌草/乔草/灌草/藤灌草
		坡面	挂网/喷播/土工格室/植生毯/ 植生袋	乔灌草/乔草/灌草/藤灌草/藤草/藤本 /草本
$\alpha > 55^{\circ}$	土质/土石质	平台	埂坎/植生袋	乔灌草/乔草/灌草/藤灌草
		坡面	挂网	灌木/藤草/藤本/草本
	岩质	平台	埂坎/植生袋	乔灌草/乔草/灌草/藤灌草
		坡面	挂网/喷播/植生袋/植生槽/植 生盆	灌草/藤灌草/藤草/藤本/草本
注1：川西高原区边坡平台可配置藤草/藤本/草本； 注2： $\alpha > 55^{\circ}$ 时，应根据平台宽度选择冠幅适宜的植物种类。				

b) 应结合川渝地区生态修复分区特征、坡向、土壤质量，以及植物根系类型、植物生物学特性等，综合选择适宜的植物：

- 1) 应选择抗逆性强、根系发达、成活率高、易管护的乡土适生植物，不应引入对当地生物多样性造成威胁的外来物种，建材矿山生态修复植物选择可参考附录 D；
- 2) 矿山边坡阳坡、半阳坡宜选择喜阳、耐旱的品种，阴坡、半阴坡宜选择耐阴种类；迎风坡宜选择抗风性强的种类；
- 3) 砂土、砂质壤土宜择耐旱种类，粘土、粘质壤土宜择耐水湿种类；砾石含量高、地力差的土壤宜选择耐瘠薄种类；宜根据土壤酸碱度选择适宜种类；
- 4) 岩质矿山宜选择浅根性且根系发达的种类，或回填土石混合物后选择深根性植物。

c) 应根据固土措施和植物生物学特性选择适宜的建植方式，包括但不限于栽植、播种、地下茎埋植、扦插：

- 1) 乔木、灌木、藤本、草本栽植和播种设计应按照 GB/T 38360 执行，地下茎埋植、扦插等其他建植设计应按照 GB/T 15776 执行；
- 2) 水湿生植物建植设计应按照 CJJ/T 82 执行。

6.4.9 配套设施包括但不限于塘堰、蓄水池、泵站、输配电、管道、喷灌、微灌、截排水沟、灌溉渠、田间道、生产路等：

a) 塘堰的要求包括：

- 1) 应根据实际情况布置塘坝、溢洪道、放水管（涵）等；
- 2) 塘坝挡水建筑物采用墙式防护的，所采用的挡土墙抗滑稳定性验算、抗倾稳定性验算、应按照 SL 397 执行；坝脚应设置排水设施，排水设施应具备相应的排水能力；
- 3) 宜综合技术、经济、生态、地形条件及地质环境，择优采用植被土石坡、木桩、抛石、石笼、生态袋、土工复合材料、块石、卵石等材料；
- 4) 其他设计应按照 TD/T 1012 执行。

b) 蓄水池的要求包括：

- 1) 蓄水池宜修建在地质条件稳定、易于拦截地表径流的区域，并与截排水沟、沉沙凼配套布置；
 - 2) 无地表径流汇集水源的蓄水池，应与泵站、输配电、管道配套布置；
 - 3) 蓄水池宜根据防渗需求选择建筑材料和修建技术；
 - 4) 其他设计应按照 TD/T 1012 执行。
- c) 泵站的要求包括：
- 1) 应根据地形条件、供水条件、供电条件、管理条件等因素，结合生产生活需要，综合确定泵站布置方案；
 - 2) 自流灌溉困难、面积较小的修复区域宜采用移动式抽水方式，应设置抽水平台和蓄水池，并配套安装连接管，做好蓄水池与管道的连接；
 - 3) 其他设计应按照 TD/T 1012 执行。
- d) 输配电的要求包括：
- 1) 输配电分高压输电线路、低压输电线路。高压输电线路应采用架空线路，低压输电线路可采用架空或地埋式；
 - 2) 其他设计应按照 TD/T 1012 执行。
- e) 管道的要求包括：
- 1) 管道应避开可能发生滑坡或受山洪威胁的地带；
 - 2) 其他设计应按照 TD/T 1012 执行。
- f) 喷灌的要求包括：
- 1) 灌溉养护面积大，或不便人工浇水的区域，宜结合高位水源布设喷灌；
 - 2) 其他设计应按照 TD/T 1012 执行。
- g) 微灌的要求包括：
- 1) 水源匮乏、蒸发量大的修复区域，宜布设微灌；
 - 2) 其他设计应按照 TD/T 1012 执行。
- h) 截排水沟的要求包括：
- 1) 应根据地形地貌、工程地质、水文地质、降水量等条件布局截排水系统；
 - 2) 应根据截排水区汇水面积大小以及负担的排水任务，合理确定沟渠尺寸和防御暴雨标准；
 - 3) 排水承泄区应充分利用江河湖泊、水库、坑塘、天然冲沟，并应与矿区内排水系统布置相协调；
 - 4) 宜择优选择植被土石坡、木桩、抛石、石笼、生态袋、土工复合材料、砖、块石、卵石等材料；
 - 5) 其他设计应按照 TD/T 1012 执行。
- i) 灌溉渠的要求包括：
- 1) 渠线应避开风化破碎的岩层、可能产生滑坡及其他地质条件不良的地段；
 - 2) 其他设计应按照 TD/T 1012 执行。
- j) 田间道的要求包括：
- 1) 应充分利用现有道路，与地形地貌、修复单元、截排水沟、灌溉渠及其他道路有机结合；
 - 2) 田间道布置应与田块布局相协调，避免或者减少道路跨越沟渠等。田间道与其他道路相交时，宜采用正交；
 - 3) 田间道面层可选用泥结碎石、沥青混凝土、水泥混凝土等，其表面应满足平整、抗滑和排水的要求；
 - 4) 在陡坡、急弯、漫水桥、过水路面等危险路段和水源工程附近应设置必要的安全设施、指示牌和警告标志等；

- 5) 其他设计应按照 TD/T 1012 执行。
- k) 生产路的要求包括：
 - 1) 生产路宜与公路、田间道相连接并形成网状，宜布设在田块长边，宜沿沟渠布置；
 - 2) 生产路面层宜选用泥结碎石、砂石、块石、石板、生态砖等，其表面应满足平整、抗滑和排水的要求；
 - 3) 其他设计应按照 TD/T 1012 执行。

6.5 设计成果

设计成果按照川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1，DB51/T 10010.1 中 6.4 执行。

7 实施

7.1 概述

7.1.1 实施包括施工、监理和验收，其中监理和验收按照川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1，DB51/T 10010.1 中第 8 章执行。

7.1.2 施工包括组织设计、施工准备和施工，其中组织设计、施工准备按照川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1，DB51/T 10010.1 中第 8 章执行。

7.2 施工技术要求

7.2.1 提前防护

施工应符合下列要求：

- a) 表土剥离应按照 TD/T 1048 执行；
- b) 防排水应按照 DZ/T 0219 中排水工程执行。

7.2.2 地质安全隐患消除

施工应符合下列要求：

- a) 危岩浮石清除、削方减载、回填反压、防护网应按照附录 E 中 E.1 至 E.4 执行；
- b) 挡墙、抗滑桩、锚索、格构锚固应按照 DZ/T 0219 执行；
- c) 喷锚护坡应按照 GB 50086 执行；
- d) 隔离网应按照 JTG/T 3671 执行；
- e) 隔离墙应按照 JGJ/T 188 执行。
- f) 隔离绿篱的要求包括：
 - 1) 隔离绿篱工艺主要包括定位放线、植穴植槽开挖、植物栽植；
 - 2) 根据设计成果定位放线，确定栽植绿篱的位置，并确保栽植点之间的距离均匀；
 - 3) 植穴植槽开挖、植物栽植应按照 CJJ/T 82 执行。
- g) 警示牌的要求包括：
 - 1) 警示牌工艺主要包括定位放线、基坑开挖、安装立柱、固定警示牌；
 - 2) 根据设计成果定位放线，确定警示牌安装点位；
 - 3) 根据点位进行基坑开挖，基坑的位置和几何尺寸应满足设计文件的要求；
 - 4) 将立柱安装在基坑中，并回填夯实，确保立柱牢固可靠；
 - 5) 将警示牌固定在立柱上，确保牌面平整、牢固。

7.2.3 地貌重塑

施工应符合下列要求：

- a) 建构筑物拆除、设备设施拆除、废渣处理应按照 JGJ 147 执行；
- b) 坡脚蓄坡应按照附录 E 中 E.3 执行；
- c) 挖填平整的要求包括：
 - 1) 挖填平整工序主要包括定位放线、挖填、找平；
 - 2) 根据设计成果定位放线，确定施工范围；
 - 3) 综合考虑土石方运距进行土石方挖填；
 - 4) 按设计要求校核平面位置、水平标高和地面坡度；
 - 5) 其他要求应按照附录 E 中 E.3 执行。

7.2.4 土壤重构

施工应符合下列要求：

- a) 埂坎修筑的要求包括：
 - 1) 埂坎修筑工序主要包括定位放线、基槽开挖、主体修筑、土方回填；
 - 2) 根据设计成果定位放线，确定施工范围；
 - 3) 根据设计成果开挖埂坎底部基槽；
 - 4) 土坎应利用粘土分层修筑，石坎砌筑应按照 GB 55007 执行，植生袋坎应按照 GB/T 38360 执行；
 - 5) 土方回填应按照 GB 50202 执行。
- b) 表土回填工艺应按照 TD/T 1048 执行。
- c) 垦造耕地的要求包括：
 - 1) 垦造耕地工序主要包括定位放线、挖填平整、埂坎砌筑，垦造为水田时应增加构建犁底层、构建表土层、田埂防渗、翻耕耙田等工艺；
 - 2) 根据设计成果定位放线，确定施工范围；
 - 3) 挖填平整应按照本文件 7.2.3 中 c 执行；
 - 4) 埂坎砌筑应按照本文件 7.2.4 中 a 执行；
 - 5) 构建犁底层应按照 JGJ 79 执行；
 - 6) 构建表土层应按照 TD/T 1048 执行；
 - 7) 沿田块边缘砌筑田埂，其渗漏强度不应大于 10 mm/d；
 - 8) 引水至田块内，使土壤处于浸润状态（水深 2 cm~3 cm），再分别采用旋耕机等进行翻耕耙田。
- d) 风化物破碎的要求包括：
 - 1) 利用圆锥式、锤式、反击式破碎机等机械初步破碎风化物；
 - 2) 利用旋耕机等机械进一步破碎风化物，使其粒径小于 2 mm。
- e) 砾石清理的要求包括：
 - 1) 利用挖掘机等机械剔除直径大于 40 cm 的石块，再利用土石分离机筛分土石料；
 - 2) 直径小于 6 cm 的石块宜采用人工挑拣。
- f) 土壤质地改良和地力培肥应按照 GB/T 30600 执行。

7.2.5 植被重建

施工应符合下列要求：

- a) 挂网、喷播、土工格室、植生毯、植生袋、植生槽、植生盆应按照 GB/T 38360 执行;
- b) 栽植、播种应按照 GB/T 15776、GB/T 38360、CJJ/T 82 执行。

7.2.6 配套设施

施工应符合下列要求:

- a) 塘堰应按照 SL 303 执行;
- b) 蓄水池:
 - 1) 蓄水池工序主要包括定位放线、基坑开挖、地基处理、混凝土浇筑或砌筑、安全护栏、蓄水实验;
 - 2) 根据设计成果定位放线, 确定施工范围;
 - 3) 基坑开挖应按照 JGJ 180 执行;
 - 4) 地基处理应按照 JGJ 79 执行;
 - 5) 混凝土浇筑应按照 GB 55008 执行, 砌体应按照 GB 55007 执行;
 - 6) 安全护栏应按照 JGJ/T 470 执行;
 - 7) 蓄水实验应按照 JGJ/T 299 执行。
- c) 泵站应按照 GB/T 51033 执行;
- d) 输配电应按照 GB 50233 执行;
- e) 管道应按照 GB 50268 执行;
- f) 喷灌应按照 GB/T 50085 执行;
- g) 微灌应按照 GB/T 50485 执行;
- h) 截排水沟应按照 DZ/T 0219 中排水工程执行;
- i) 灌溉渠应按照 DZ/T 0219 中排水工程执行;
- j) 田间道应按照 GB/T 51224 执行;
- k) 生产路应按照 CJJ 1 执行。

8 管护

8.1 植被管护

8.1.1 应符合川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1, DB51/T 10010.1 中 8.1 规定。

8.1.2 应根据川渝地区生态修复分区特征、坡面立地条件和植物种类等, 选用相应的管护措施, 包括但不限于光热调控、水肥调控、种群调控、动物防护。

8.1.3 光热调控应符合以下要求:

- a) 气温 $>35^{\circ}\text{C}$ 的区域, 植物幼苗期宜采取遮阳、降温措施; 气温 $<5^{\circ}\text{C}$ 的区域, 植物幼苗期宜采取保温措施; 边坡播种后宜根据需要进行遮盖;
- b) 遮盖材料宜为生态环保可降解材料, 材料选择包括:
 - 1) 以保湿为主的遮盖材料宜选用草帘、无纺布等;
 - 2) 以遮阳、防冲刷为主的遮盖材料宜选用无纺布、遮阳网等;
 - 3) 以保温为主的遮盖材料宜选用无纺布、草绳、草垫、椰丝毯等。
- c) 定期观测植物发芽和生长情况, 视情况及时揭除遮盖物。可降解的遮盖材料, 在不影响植物生长及周边环境的情况下可保留。

8.1.4 水肥调控应符合以下要求:

- a) 应根据当地的气候情况及土壤墒情及时补水, 坡面灌溉应避开日光曝晒及高温时段;

b) 宜根据植物生长情况适时、适度、适量追肥。

8.1.5 种群调控应符合以下要求：

- a) 种群调控主要包括修剪、补播（栽）等；
- b) 应及时修剪和处理影响坡面稳定性的植株；
- c) 当植被成活率低于设计值，应进行补播（栽）。

8.1.6 放牧牲畜的区域，应对植被重建区采取隔离、驱逐动物的措施，包括但不限于假人、反光板、隔离网、具有驱逐动物功能的植物隔离带等。

8.2 工程管护

8.2.1 工程管护应按照川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1，DB51/T 10010.1 中 8.2 执行。

8.2.2 应定期排查和维护坡面设施，清理坡面截排水设施，确保其正常运行。

8.3 管护主体

管护主体应按照川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1，DB51/T 10010.1 中 8.3 执行。

9 监测

9.1 监测内容

9.1.1 监测范围和监测周期应符合川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1，DB51/T 10010.1 中 9.1 规定。

9.1.2 开采前监测内容应按照本文件 5.2 执行，可将调查结果作为开采前生态本底监测值。

9.1.3 开采中监测内容应包括矿山生态问题、矿山生态修复效果。

a) 矿山生态问题监测包括地质安全隐患与生态环境破坏：

- 1) 对矿山开采区、排土场等区域开展地表形变、地裂缝、岩体倾斜监测，植物种类、植被覆盖度等植被破坏监测；
- 2) 对矿山开采区、排土场等区域开展土地利用类型和损毁面积等土地损毁监测；
- 3) 对矿山开采区开展井（泉）水位、矿井涌水量等含水层破坏监测；
- 4) 对矿山开采区、排土场等区域开展地表水排泄通畅度等排泄环境破坏监测。

b) 矿山生态修复效果监测包括：

- 1) 对修复区域开展岩土体稳定性等矿山地质环境恢复监测，对修复地类、面积及分布，土壤质量等开展土地修复质量监测，对排泄通畅度等开展地表水恢复监测，对植物种类、植被覆盖度、林木成活率等开展植被恢复监测；
- 2) 对矿山开采区井（泉）水位、矿井排水量等开展含水层恢复监测。

9.1.4 开采后监测内容应与开采中矿山生态修复效果监测内容一致。

9.1.5 监测工作随管护主体变化进行移交。

9.2 监测方法

应符合川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1，DB51/T 10010.1 中 9.2 规定。

9.3 监测评价

9.3.1 矿山生态问题监测评价要求包括：

- a) 以监测数据为基础，对矿山岩土稳定性监测评价按照 DZ/T 0286 执行；

- b) 以监测数据为基础, 结合“矿区生态修复方案”, 对土地损毁、地表水排泄环境破坏、植被破坏程度与生态退化进行评价, 评价方法按照 GB/T 43680、DZ/T 0223 执行。

9.3.2 矿山生态修复效果监测评价要求包括:

- a) 分析修复区域地类、面积及分布, 按照 GB/T 21010 执行;
- b) 分析修复区域土壤质量等数据, 按照 GB 15618、GB 36600 执行;
- c) 分析修复区域草地和林地植被覆盖度, 按照 HJ 1168 执行; 分析林木成活率等数据, 按照 GB/T 15776 执行。

9.4 监测成果

监测成果应按照川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1, DB51/T 10010.1 中 9.4 执行。

10 数据管理与资料汇交

应按照川渝区域地方标准 DB50/T 10010.1, DB51/T 10010.1 中第 10 章执行。

附 录 A
(资料性)
建材矿山调查内容

建材矿山基本情况调查内容、所在地自然生态状况调查内容、生态问题调查内容、公众意愿见表A.1~A.4。

表A.1 建材矿山基本情况调查样表

矿山名称						
采矿许可证号/ 矿山图斑编号						
矿山位置	省（市）	区（县）	镇（街道）	村	社（组）	
矿 种			矿山面积	km ²		
矿山类型	☐ 生产矿山 ☐ 关闭矿山 ☐ 其他：		关闭类型	☐ 自行关闭 ☐ 政策关闭 ☐ 历史遗留		
开采规模	☐ 大型 ☐ 中型 ☐ 小型		开采方式	☐ 露天 ☐ 地下 ☐ 混合		
建矿时间			闭坑或废弃时间			
出让年限			设计生产能力			
土地权属情况						
已开展修复措施及 修复成效	修复时间		修复面积	hm ²	修复资金	万元
	资金来源					
	修复措施					
	修复成效					

调查人： 记录人： 审核人： 填表日期：

表A.2 建材矿山所在地自然生态状况调查样表

矿山名称										
矿山所在地										
自然生态条件	气候类型		海拔高度		年日照时数					
	年降水量		年平均相对湿度		坡向	☐ 阳坡 ☐ 阴坡 ☐ 迎风坡	☐ 半阳坡 ☐ 半阴坡 ☐ 背风坡			
	所在流域或水系：					所处流域或水系位置： ☐ 源头 ☐ 上游 ☐ 中游 ☐ 下游				
	可利用水源情况：									
	土壤类型		土壤质地		有效土层厚度					
	砾石含量		土壤 pH 值		成土母质					
	植被群落结构类型		☐ 乔木层 ☐ 灌木层 ☐ 草本层 ☐ 其它（ ）							
	乔木层/灌木层郁闭度			草本层地表覆盖度						
	优势植物名称： 生活型： ☐ 乔木 ☐ 灌木 ☐ 藤本 ☐ 草本									
	植物特征： ☐ 针叶 ☐ 阔叶 ☐ 常绿 ☐ 落叶									
	☐ 喜阳 ☐ 耐阴 ☐ 耐旱 ☐ 耐水湿 ☐ 抗风 ☐ 耐瘠薄 ☐ 其他_____									
	土地利用地类									
	矿山与三区三线关系： ☐ 城镇开发边界 ☐ 永久基本农田保护红线 ☐ 生态保护红线									
	周边产业情况：									
	人文景观		风景旅游区		城镇村					
重要交通干线		重要工程设施								
地质环境条件	地形地貌	☐ 平原 ☐ 丘陵 ☐ 山地（ ☐ 低山 ☐ 中山 ☐ 高山 ☐ 极高山） ☐ 高原 ☐ 盆地								
	水文地质		地层岩性		地质构造					
	工程地质		风化程度	☐ 强风化 ☐ 中风化 ☐ 弱风化	产状	° ∠ °				
生态状况	主要生态系统									
	植被状况		☐ 健康 ☐ 病虫害 ☐ 有害植物 ☐ 入侵植物 ☐ 其他_____							
	物种丰富度		☐ 丰富 ☐ 较丰富 ☐ 一般 ☐ 较低 ☐ 单一							
	重点物种									

调查人：

记录人：

审核人：

填表日期：

表A.3 建材矿山生态问题调查样表

矿山名称								
矿山安全 隐患	种类	发生时间	位置	规模	影响范围/m ²	威胁对象	成因	防治情况
	崩塌							
	滑坡							
	泥石流							
								
土地资 源破坏	采场底盘	面积： 积水情况： 其他_____						
	边 坡	边坡分级情况： 平台宽度： 标高： 坡面坡角： 坡向：						
		坡面高度： 坡面长度： 坡面宽度： 物质组成： 其他_____						
	工业广场	面积： 建（构）筑物情况：						
	排 土 场	面积： 容量： 高度： 边坡坡角： 物质组成： 其他_____						
	矿山道路	长度： 宽度： 材质： 其他_____						
	地面塌陷	位置： 面积： 深度： 其他_____						
	地 裂 缝	位置： 长度： 宽度： 深度： 其他_____						
水资源 破坏	地表水破坏	地表水类型： 位置： 面积或径流量：						
		场地最低侵蚀基准面高程： 地表水漏失范围： 其他_____						
	地下水破坏	地下水出露方式： 位置：						
生态退 化	植被损毁	损毁类型： 面积： 分布：						
	土壤侵蚀	侵蚀类型： 面积： 分布：						
								
照片及照片说明：								

调查人：

记录人：

审核人：

填表日期：

表A. 4 建材矿山公众意愿调查样表

矿山名称	
矿山位置	
代表意见： 代表签字： 村，社（组）意见： 村，社（组）（签章）： 乡（镇）意见： 乡（镇）政府（签章）： 矿山企业意见： 矿山企业（签章）： 备注：公众意愿调查应包括公众对矿山生态修复意愿、修复利用方向、修复地类、植物种类、配套设施的意见和建议。	

附 录 B
(规范性)
建材矿山生态问题分级

建材矿山生态问题分级见表 B. 1。

表B. 1 建材矿山生态问题分级表

矿山地质安全隐患	土地损毁	水资源破坏	生态退化	生态问题分级
存在重大地质安全隐患,发生的可能性大,威胁到人员、重要交通干线、重要工程设施等安全。	1. 对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大; 2. 占用与破坏土地面积大于 4 hm ² ; 3. 位于自然保护区,或人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。	1. 矿井正常涌水量大于 10 000 m ³ /d; 2. 调查区内主要含水层(带)水位大幅下降,或呈疏干状态; 3. 调查区内地表水体漏失严重。原有地表径流排泄通道破坏严重; 4. 影响集中水源地供水,矿区及周围生产、生活供水困难。	1. 水土流失程度强度~剧烈; 2. 土地沙化程度重度~极重度; 3. 石漠化程度重度~极重度; 4. 森林退化程度重度~极重度; 5. 草地退化程度重度~极重度。	严重
存在一定的地质安全隐患,发生可能性较大,无直接威胁对象。	1. 对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大; 2. 占用与破坏土地面积 2 hm ² ~4 hm ² 。	1. 矿井正常涌水量 3 000 m ³ /d~10 000 m ³ /d; 2. 调查区内主要含水层(带)水位下降幅度较大,地下水呈半疏干状态; 3. 调查区内地表水体漏失较严重。原有地表径流排泄通道破坏较严重; 4. 影响矿区及周围部分生产生活供水。	1. 水土流失程度中度; 2. 土地沙化程度中度; 3. 石漠化程度中度; 4. 森林退化程度中度; 5. 草地退化程度中度。	较严重
不存在地质安全隐患,发生的可能性小。	1. 对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小; 2. 占用与破坏土地面积小于 2 hm ² 。	1. 矿井正常涌水量小于 3 000 m ³ /d; 2. 调查区内主要含水层水位下降幅度小; 3. 调查区内地表水体未漏失。地表径流未遭到破坏; 4. 未影响到矿区及周围生产生活供水。	1. 水土流失程度微度~轻度; 2. 土地沙化程度无~轻度; 3. 石漠化程度无~轻度; 4. 森林退化程度无~轻度; 5. 草地退化程度无~轻度。	较轻
注1: 土地损毁占用与破坏土地面积指当前处于损毁状态的面积; 注2: 问题分级确定采取上一级别优先原则,只要有一条符合者即为该级别。				

附 录 C
(资料性)
建材矿山生态修复措施参考

建材矿山生态修复常用措施见表C. 1。

表C. 1 建材矿山生态修复常用措施表

修复措施	单项措施	分项措施
提前防护	表土保护	表土剥离
	防排水	截水沟、排水沟
地质安全隐患消除	边坡清危	危岩浮石清除、削方减载
	支挡防护	回填反压、挡墙、抗滑桩、锚索、格构锚固、喷锚、防护网
	隔离防护	隔离网、隔离墙、隔离绿篱
	安全警示	警示牌
地貌重塑	拆除	建（构）筑物拆除、设备设施拆除、废渣处理
	地貌塑造	坡脚蓄坡、挖填平整
土壤重构	土层构建	埂坎、表土回填、垦造耕地
	土壤促成	风化物破碎、砾石清理
	土壤复配	土壤质地改良
	土壤培肥	地力培肥
植被重建	固土	埂坎、挂网、喷播、土工格室、植生毯、植生袋、植生槽、植生盆
	植物建植	栽植、播种
配套设施	蓄水	塘堰、蓄水池
	输水	泵站、输配电、管道、喷灌、微灌
	沟渠	截排水沟、灌溉渠
	道路	田间道、生产路
	其他	其他设施

附 录 D

(资料性)

建材矿山生态修复植物参考

建材矿山生态修复推荐植物见表D. 1。

表 D. 1 建材矿山生态修复植物推荐表

种类	植物	拉丁名	分区	坡向	土壤质量	根系	生物学特性	备注
乔木	刺桐	<i>Erythrina variegata</i>	I / II	阳坡、半阳坡； 背风坡	酸性土壤	浅根性	耐高温、不耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄	落叶、生长快
	侧柏/圆柏	<i>Platycladus orientalis/Juniperus chinensis</i>	I / II	所有坡向	通适	浅根性	耐高温、稍耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄	常绿、生长慢
	香樟	<i>Cinnamomum camphora</i>	I / II	阳坡至半阴坡； 迎风坡、背风坡	壤土至中粘土	深根性	耐高温、不耐寒；喜阳、稍耐阴；不耐旱、耐水湿；不耐瘠薄；抗风性较强	常绿、生长较快
	银杏	<i>Ginkgo biloba</i>	I / II	阳坡、半阳坡； 迎风坡、背风坡	通适	深根性	耐高温、稍耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	落叶、生长较慢
	桂花	<i>Osmanthus fragrans</i>	I / II	半阳坡、半阴坡； 迎风坡、背风坡	微酸至中性砾质土至轻粘土	深根性	耐高温、耐寒；忌烈日、稍耐阴；较耐旱、耐湿不耐水；不耐瘠薄；抗风性较强	常绿、生长较慢
	枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i>	I / II	阳坡、半阳坡； 迎风坡、背风坡	通适	深根性	耐高温、稍耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、喜水湿；耐瘠薄；抗风性较强	落叶、生长很快
	黄连木	<i>Pistacia chinensis</i>	I / II	阳坡至半阴坡； 迎风坡、背风坡	通适	深根性	耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	落叶、生长较慢
	皂荚	<i>Gleditsia sinensis</i>	I / II	阳坡、半阳坡； 迎风坡、背风坡	通适	深根性	耐高温、稍耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	落叶、生长较快
	黄葛树	<i>Ficus virens</i>	I / II / III	所有坡向	通适	深根性	耐高温、不耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	落叶、生长快
	楝树	<i>Melia azedarach</i>	I / II / III	阳坡、半阳坡； 迎风坡、背风坡	通适	深根性	耐高温、不耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性很强	落叶、生长快
	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i>	I / II / III	阳坡、半阳坡； 背风坡	砾石土至壤土	浅根性	耐高温、不耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、忌水湿；耐瘠薄	落叶、生长快
	栾树	<i>Koelreuteria paniculata</i>	I / II / III	阳坡至半阴坡； 迎风坡、背风坡	砾石土至壤土	深根性	耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄；抗风性较强	落叶、生长较快
	小叶榕	<i>Ficus concinna</i>	I / III	阳坡至半阴坡； 迎风坡、背风坡	微酸至中性土壤	深根性	耐高温、不耐寒；喜阳、耐半阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性较强	常绿、生长快
	羊蹄甲	<i>Bauhinia purpurea</i>	I / III	阳坡至半阴坡； 迎风坡、背风坡	酸性砾质土至轻粘土	深根性	耐高温、不耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、喜湿不耐水；稍耐瘠薄；抗风性稍强	常绿/落叶、生长快

表 D. 1 (续)

种类	植物	拉丁名	分区	坡向	土壤质量	根系	生物学特性	备注
乔木	旱柳	<i>Salix matsudana</i>	I / II / III / IV	阳坡、半阳坡；迎风坡、背风坡	酸性土壤	深根性	耐高温、耐严寒；喜阳、不耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	落叶、生长很快
	红豆杉	<i>Taxus wallichiana</i> var. <i>chinensis</i>	II	半阴坡、阴坡；背风坡	微酸至中性土壤	浅根性	稍耐高温、稍耐寒；忌烈日、喜半阴；耐旱、喜微湿不耐水湿；耐瘠薄	常绿、生长慢
	青冈	<i>Quercus glauca</i>	II	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	通适	深根性	稍耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性较强	常绿、生长较快
	盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	II / III	阳坡、半阳坡；迎风坡、背风坡	砾石土至壤土	深根性	稍耐高温、耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	落叶、生长较快
	桤木	<i>Alnus cremastogyne</i>	II / III	半阳坡、半阴坡；迎风坡、背风坡	酸性土壤	浅根性	稍耐高温、稍耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、喜湿耐水；耐瘠薄	落叶、生长很快
	柳杉	<i>Cryptomeria japonica</i> var. <i>sinensis</i>	II / IV	半阳坡至阴坡；背风坡	砾质土至轻粘土	浅根性	稍耐高温、耐寒；中等喜阳、耐阴；稍耐旱、稍耐湿不耐水；不耐瘠薄	常绿、生长较慢
	木麻黄	<i>Casuarina equisetifolia</i>	III	阳坡、半阳坡；迎风坡、背风坡	通适	深根性	耐高温、不耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性较强	常绿、生长快
	木棉	<i>Bombax ceiba</i>	III	阳坡、半阳坡；迎风坡、背风坡	砾石土至轻粘土	深根性	耐高温、不耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、稍耐湿不耐水；耐瘠薄；抗风性较强	落叶、生长快
	凤凰木	<i>Delonix regia</i>	III	阳坡、半阳坡；迎风坡、背风坡	酸性砾石土至轻粘土	浅根性	耐高温、不耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、喜湿不耐水；耐瘠薄；抗风性较强	落叶、生长快
	清香木	<i>Pistacia weinmanniifolia</i>	III	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	砾石土至壤土	浅根性	稍耐高温、稍耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、喜微湿不耐水湿；耐瘠薄；抗风性稍强	常绿、生长较慢
	高山榕	<i>Ficus altissima</i>	IV	阳坡、半阳坡；迎风坡、背风坡	砾石土至轻粘土	深根性	稍耐高温、不耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、喜湿不耐水；耐瘠薄；抗风性强	常绿/半落叶、生长快
	云杉	<i>Picea asperata</i>	IV	所有坡向	微酸至中性土壤	浅根性	喜凉爽、耐严寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄	常绿、生长慢
	冷杉	<i>Abies fabri</i>	IV	所有坡向	酸性土壤	浅根性	喜凉爽、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐湿不耐水；耐瘠薄	常绿、生长较慢
	四川红杉	<i>Larix mastersiana</i>	IV	所有坡向	酸性土壤	浅根性	喜凉爽、耐严寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄	常绿、生长慢
	藏川杨	<i>Populus szechuanica</i>	IV	阳坡至半阴坡；背风坡	通适	浅根性	喜凉爽、耐严寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、耐湿不耐水；耐瘠薄	常绿、生长较快
	高山柳	<i>Salix takasagoalpina</i>	IV	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	通适	浅根性	喜凉爽、耐严寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、稍耐湿不耐水；耐瘠薄	落叶、生长较慢

表 D. 1 (续)

种类	植物	拉丁名	分区	坡向	土壤质量	根系	生物学特性	备注
灌木	白背枫	<i>Buddleja asiatica</i>	I / II	阳坡至阴坡皆可；迎风坡、背风坡	通适	浅根性	耐高温、不耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、稍耐湿不耐水；耐瘠薄	常绿，生长较快
	木槿	<i>Hibiscus syriacus</i>	I / II	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	通适	浅根性	耐高温、耐寒；喜阳，稍耐阴；耐旱、稍耐湿不耐水；耐瘠薄	落叶、生长较快
	女贞	<i>Ligustrum lucidum</i>	I / II	所有坡向	通适	深根性	耐高温、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐湿不耐水；不耐瘠薄；抗风性稍强	常绿、生长慢
	刺莓	<i>Rubus taiwanianus</i>	I / II	半阳坡至阴坡；迎风坡、背风坡	酸性土壤	浅根性	稍耐高温、稍耐寒；喜阳、耐阴；耐旱，耐水湿；耐瘠薄	落叶、生长快
	丁香	<i>Syringa oblata</i>	I / II	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	通适	深根性	稍耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、稍耐湿不耐水；耐瘠薄；抗风性稍强	落叶、生长快
	黄荆	<i>Vitex negundo</i>	I / II	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	通适	浅根性	耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄	落叶、生长较快
	夹竹桃	<i>Nerium oleander</i>	I / II / III	阳坡至半阴坡；背风坡	通适	浅根性	耐高温、不耐寒；喜阳、耐半阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄；抗风性较强	常绿、生长快
	三角梅	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	I / II / III	阳坡、半阳坡；背风坡	砾石土至壤土	浅根性	耐高温、不耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄	常绿、生长较快
	黄花槐	<i>Sophora xanthantha</i>	I / II / III	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	通适	浅根性	耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄	落叶、生长快
	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i>	I / II / III	所有坡向	通适	深根性	耐高温、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性很强	落叶、生长快
	火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i>	I / II / III	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	砾石土至壤土	深根性	耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄；抗风性较强	常绿、生长快
	胡枝子	<i>Lespedeza bicolor</i>	I / II / III	所有坡向	通适	深根性	耐高温、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	落叶、生长快
	桑树	<i>Morus alba</i>	I / II / III / IV	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	通适	深根性	耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	落叶、生长快
	马桑	<i>Coriaria nepalensis</i>	I / II / III / IV	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	砾石土至轻粘土	深根性	耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、稍耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	落叶、生长较快
	多花木蓝	<i>Indigofera amblyantha</i>	II	阳坡至阴坡皆可；迎风坡、背风坡	砾石土至轻粘土	浅根性	耐高温、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、较耐湿不耐水；耐瘠薄	落叶、生长较快
	牡丹	<i>Paeonia × suffruticosa</i>	II / III / IV	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	通适	深根性	不耐高温、耐严寒；喜阳、耐半阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄；抗风性较强	落叶、生长较慢
	水栒子	<i>Cotoneaster multiflorus</i>	II / III / IV	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	通适	深根性	不耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄；抗风性较强	落叶、生长很快

表 D. 1 (续)

种类	植物	拉丁名	分区	坡向	土壤质量	根系	生物学特性	备注
灌木	花叶海棠	<i>Malus transitoria</i>	II/III/IV	阳坡至半阴坡；背风坡	通适	浅根性	不耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄	落叶、生长较快
	刺梨	<i>Ribes burejense</i>	II/III/IV	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	通适	浅根性	耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、稍耐湿不耐水；耐瘠薄	落叶、生长较快
	酸枣	<i>Ziziphus jujuba var. spinosa</i>	II/III/IV	所有坡向	酸性土壤	浅根性	耐高温、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	落叶、生长较快
	杜鹃	<i>Rhododendron simsii</i>	II/IV	半阴坡、阴坡；迎风坡、背风坡	酸性砂土至壤土	浅根性	喜凉爽、耐严寒；忌烈日、耐阴；不耐旱、不耐水湿；耐瘠薄	落叶、初期生长较快，品种多
	木豆	<i>Cajanus cajan</i>	III	所有坡向	砾石土至轻粘土	深根性	耐高温、不耐寒；喜阳、耐阴；耐旱，稍耐湿不耐水；耐瘠薄；抗风性较强	常绿、幼苗期生长较慢
	车桑子	<i>Dodonaea viscosa</i>	III	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	通适	深根性	耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄；抗风性较强	常绿、生长快
	高山绣线菊	<i>Spiraea alpina</i>	IV	所有坡向	微酸至中性土壤	深根性	耐高温、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性较强	落叶、生长较快
	白刺	<i>Nitraria tangutorum</i>	IV	阳坡、半阳坡；迎风坡、背风坡	通适	深根性	耐高温、耐严寒；喜阳、不耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	落叶、生长快
	柠条	<i>Caragana intermedia</i>	IV	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	通适	深根性	耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、耐湿不耐水；耐瘠薄；抗风性强	落叶、生长较快
藤本	枸杞	<i>Lycium chinense</i>	IV	所有坡向	通适	深根性	喜凉爽、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄；抗风性较强	落叶、生长快
	络石	<i>Trachelospermum jasminoides</i>	I/II	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	微酸至中性砾石土至轻粘土	—	耐高温、耐寒；喜阳、耐半阴；耐旱、稍耐湿；耐瘠薄	常绿、生长较快
	紫藤	<i>Wisteria sinensis</i>	I/II	阳坡至半阴坡；背风坡	砾质土至轻粘土	—	耐高温、较耐寒；喜阳、较耐阴；耐旱、较耐水湿；耐瘠薄	落叶、生长较快
	凌霄	<i>Campsis grandiflora</i>	I/II	阳坡至阴坡皆可；迎风坡、背风坡	通适	—	耐高温、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐湿；耐瘠薄	落叶、生长快
	地果	<i>Ficus tikoua</i>	I/II	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	微酸至中性土壤	—	耐高温、不耐寒；喜阳、耐半阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄	常绿、生长快
	迎春	<i>Jasminum nudiflorum</i>	I/II	半阳坡、半阴坡；迎风坡、背风坡	微酸至中性土壤	—	稍耐高温、耐寒；喜阳，稍耐阴；耐旱、喜微湿不耐水；耐瘠薄	落叶、生长较快
	油麻藤	<i>Mucuna sempervirens</i>	I/II/III	半阳坡至阴坡；迎风坡、背风坡	微酸至中性土壤	—	耐高温、不耐寒；喜阳、耐阴，忌忌长时间强日照；耐旱、耐湿；耐瘠薄	常绿、生长较快
	爬山虎	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	I/II/III	半阴坡、阴坡；迎风坡、背风坡	微酸至中性土壤	—	耐高温、耐寒；喜阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄	落叶、生长较快，需注重管护

表 D. 1 (续)

种类	植物	拉丁名	分区	坡向	土壤质量	根系	生物学特性	备注
藤本	扶芳藤	<i>Euonymus fortunei</i>	I / II / III	所有坡向	砾质土至轻粘土	—	耐高温、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、稍耐湿；耐瘠薄	常绿、生长快
	金银花	<i>Lonicera japonica</i>	I / II / III	所有坡向	砾质土至轻粘土	—	耐高温、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、稍耐湿；耐瘠薄	常绿或落叶、生长较快
	常春藤	<i>Hedera nepalensis sinensis</i>	I / II / III / IV	所有坡向	微酸至中性砾质土至轻粘土	—	耐高温、较耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、稍耐湿；耐瘠薄	常绿、生长快
	蔷薇	<i>Rosa</i>	I / II / III / IV	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	微酸至中性砾质土至壤土	—	耐高温、耐寒；喜阳、耐半阴；耐旱、不耐湿；耐瘠薄	落叶，品种多、需选择适宜品种
	南蛇藤	<i>Celastrus orbiculatus</i>	II / III / IV	阳坡至阴坡；背风坡	微酸至中性土壤	—	稍耐高温、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、喜湿；耐瘠薄	落叶、生长快
草本	野菊花	<i>Chrysanthemum indicum</i>	I	阳坡至阴坡皆可；迎风坡、背风坡	微酸至中性土壤	—	稍耐高温、稍耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐湿；耐瘠薄	常绿草本、生长快
	芦竹	<i>Arundo donax</i>	I / II	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	微酸至中性土壤	—	耐高温、稍耐寒；喜阳、耐半阴；耐旱、耐湿；耐瘠薄	常绿、生长较快
	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i>	I / II / III	阳坡、半阳坡；迎风坡、背风坡	通适	—	耐高温、不耐寒；喜阳、不耐阴；耐旱、耐湿；耐瘠薄	低温变黄、生长快
	车前草	<i>Plantago asiatica</i>	I / II / III	所有坡向	微酸至中性土壤	—	耐高温、稍耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄	常绿、生长较快
	香根草	<i>Chrysopogon zizanioides</i>	I / II / III	所有坡向	通适	—	耐高温、稍耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄	常绿、生长快
	假俭草	<i>Eremochloa ophiuroides</i>	I / II / III	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	微酸至中性土壤	—	耐高温、稍耐寒；喜阳、耐半阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；较耐踩踏	有枯萎期、生长快
	扁竹兰	<i>Iris confusa</i> Sealy	II	阳坡至阴坡皆可；迎风坡、背风坡	通适	—	稍耐高温、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐湿；耐瘠薄	常绿、春季生长较快、夏季生长缓慢
	三叶草	<i>Trifolium repens</i>	II	所有坡向	微酸至中性土壤	—	稍耐高温、耐寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄	常绿、生长快
	波斯菊	<i>Cosmos bipinnatus</i>	II / III	阳坡至半阴坡；迎风坡、背风坡	微酸至中性土壤	—	稍耐高温、不耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄	落叶、生长较快
	草地早熟禾	<i>Poa pratensis</i>	II / III / IV	所有坡向	通适	—	喜凉爽、耐寒；喜阳、耐阴；较耐旱、稍耐水湿；耐瘠薄；耐踩踏	常绿、生长快
	披碱草	<i>Elymus dahuricus</i>	II / III / IV	所有坡向	通适	—	喜凉爽、耐严寒；喜阳、耐阴；耐旱、不耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	常绿、生长较快

表 D.1 (续)

种类	植物	拉丁名	分区	坡向	土壤质量	根系	生物学特性	备注
草本	川贝母	<i>Fritillaria cirrhosa</i>	II/III/IV	半阴坡、阴坡； 迎风坡、背风坡	微酸至中性土壤	—	喜凉爽、耐严寒；耐阳、喜阴；耐旱、喜湿不耐水；稍耐瘠薄	落叶、生长慢
	胡黄连	<i>Neopicrorhiza scrophulariiflora</i>	II/III/IV	半阳坡至阴坡； 迎风坡、背风坡	通适	—	喜凉爽、耐严寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐湿不耐水；耐瘠薄	常绿、生长慢
	苜蓿	<i>Medicago sativa</i>	II/III/IV	阳坡至半阴坡； 迎风坡、背风坡	通适	—	稍耐高温、耐寒；喜阳、稍耐阴；耐旱、耐湿；耐瘠薄	常绿、生长快
	沙蒿	<i>Artemisia desertorum</i>	II/III/IV	阳坡、半阳坡； 迎风坡、背风坡	中性至微碱土壤	—	耐高温、耐严寒；喜阳、不耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；抗风性强	低温枯萎、生长快
	老芒麦	<i>Elymus sibiricus</i>	III/IV	所有坡向	通适	—	耐高温、耐严寒；喜阳、耐阴；稍耐旱、耐水湿；耐瘠薄	有枯萎期、生长较快
	羊茅	<i>Festuca ovina</i>	III/IV	所有坡向	通适	—	耐高温、耐严寒；喜阳、耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄；耐踩踏	常绿、生长快
	白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	IV	阳坡、半阳坡； 迎风坡、背风坡	微酸至中性土壤	—	耐高温、耐严寒；喜阳、不耐阴；耐旱、耐湿；耐瘠薄	低温变黄、生长较快、根系发达
	蜀葵	<i>Alcea rosea</i>	IV	阳坡至半阴坡； 迎风坡、背风坡	微酸至中性土壤	—	耐高温、耐严寒；喜阳、耐半阴；耐旱、喜湿不耐水；耐瘠薄	落叶、生长较快
	高原蒿	<i>Artemisia youngii</i>	IV	阳坡、半阳坡； 迎风坡、背风坡	通适	—	耐高温、耐严寒；喜阳、不耐阴；耐旱、耐水湿；耐瘠薄	低温枯萎、生长较慢

注1：分区 I、II、III、IV 指川渝平原丘陵区、川渝中低山区、川西南山地区和川西高原区；

注2：土壤质量未注明酸碱度的 pH 值范围为 5.5~8.5，酸性的 pH 值范围为 4.5~6.5，微酸至中性的 pH 值范围为 5.5~7.5，中性至微碱的 pH 值范围为 6.5~8.5。

附录 E

(规范性)

建材矿山生态修复措施施工技术要求

E.1 危岩浮石清除

E.1.1 危岩清除应遵循“先清植被后调查，先防护后施工，先监测后施工，先清浮石后除危岩，先上后下，分层分块”的一般原则，现场调查、植被和浮土清除应编制专项作业方案。

E.1.2 危岩清除不应在夜间、雨天和极端天气条件下进行施工作业。

E.1.3 危岩清除施工主要工艺包括施工准备、安全警戒设置、现场踏勘、测量放线、修筑外围截排水沟、开挖临时道路、搭设操作平台、布置安全监测、安装安全防护、清除危岩、解除警戒和环境恢复。

E.1.4 危岩清除施工前，应完成的工作主要包括：

- a) 踏勘现场及周边环境，调查地面上附着物，空中架设的线缆，地下管网的类型、位置、分布和走向，测量相互位置距离，并绘制在施工平面布置图上；
- b) 根据调查成果和设计成果，编写危岩清除施工技术方案；方案中应明确作业风险与预防、清除方法和施工机械、清除步序和每次清除的数量等内容；
- c) 根据现场实际，修建危岩崩落岩块的落石拦挡工程；
- d) 修筑施工临时便道或搭设施工作业平台；
- e) 设置危险源公示牌，安装安全防护系统，埋设安全绳固定桩（墩）；
- f) 划分施工安全警戒区域，并设置警示标志；
- g) 布置控制测量点，开展安全监测监控；
- h) 开展全员生产技术和质量安全培训教育与技术交底。

E.1.5 危岩清除方式应根据设计成果，结合危岩的类型、规模、风化程度、裂隙张开大小、节理发育程度、地形地貌环境、崩落运动轨迹、影响对象特点和施工条件等因素综合考虑，既可化整为零、逐层剥离，也可整体一次或多次爆破解体，清除危岩的方法主要有：

- a) 人工凿打劈块（施加钢楔）分解滚落；
- b) 轻便钻机钻孔，液压劈裂机挤压破岩；
- c) 长臂挖掘机挖斗或大钩或液压破碎锤破岩；
- d) 化学药剂静力膨胀挤压（或静力破碎）劈岩；
- e) 钻孔装药爆法控制爆破碎岩；
- f) 其他方法，如水力切割、撬除。

E.1.6 危岩体崩落下方阻拦方式应根据设计成果，综合考虑破碎岩块体的大小、落石高差、地形坡度、滚落方式、被保护对象特性、临时便道、机械设备性能及施工条件等因素进行选择：

- a) 利用地貌自然植被环境阻挡；
- b) 利用地形坡度及长度阻挡或接受岩块的滚落；
- c) 开挖拦接石块滚落的落石沟或落石槽；
- d) 修筑拦截石块滚落的拦石槽、拦石墙、拦石坝、拦石柱和拦石墩；
- e) 安装柔性被动防护网系统。

E.1.7 危岩清除施工区域作业人员应设置专用便道，施工临时便道包括人行道和车行道，现场修建时应遵守以下规定：

- a) 人行便道修筑时，应依山就势，避开危岩崩塌的影响，并安装护栏；
- b) 车行便道开挖路基时，不应诱发边坡失稳；

E. 1. 8 危岩清除施工操作平台应根据地形地貌特点、清危工程量、材料组织、架体类型、施工场地和使用需求等编制施工技术方案。

E. 1. 9 人工凿岩、机械碎岩、机械劈岩或钻凿打眼解体危岩施工应遵守以下规定：

- a) 施工人员严禁悬空操作；
- b) 施工人员个体防护应设两种及以上的安全保障措施；
- c) 不应将钻凿和劈岩机具的主要动力部分放置在作业面上；
- d) 作业面上方及母岩上方无影响施工安全的危石和障碍物；
- e) 解除块体自然坠落时，严禁超过 3 人同时站在母岩上操作；
- f) 劈裂法或膨胀法竖向解体岩石时，严禁有人在坠落岩块一侧的作业面上。

E. 1. 10 长臂挖掘机械解体危岩施工时，应遵守以下规定：

- a) 挖掘机械占位应布置在危岩滚落路径影响区域之外；
- b) 挖掘机平台宽度和地基承载力应满足其技术指标的要求；
- c) 挖掘机械操作全过程应有专职施工技术人员进行指挥。

E. 1. 11 控制爆破方法解体危岩施工应遵守以下规定：

- a) 爆破设计、爆破施工、爆破安全监理、爆破安全评估单位的资质应与危岩爆破的类别相应一致，并遵守 GA 991 的相关规定；
- b) 爆破施工方案应有明确的钻爆参数、爆破有害效应校核及相关防护措施、爆破质点振动速度和飞石控制距离；
- c) 爆破施工操作人员应持有效的爆破作业人员许可证并经培训教育合格后上岗；
- d) 爆破物品的仓库设置、存放（含临时存放）、管理、运输、加工和使用应符合《民用爆炸物品安全管理条例》（国务院令 466 号）等要求；
- e) 爆破监测方案应明确监测对象、内容、频率、仪器、方法和预警值；
- f) 爆破现场管理应明确指挥人员、专职安全人员、警戒范围、警戒时间、信号标志、通信联络和安全防护措施；
- g) 编制爆破作业伤害事故应急救援处置方案和危岩爆破清除次生灾害应急预案。并进行安全技术交底，对辨识出的危险源进行公告。

E. 1. 12 危岩解体后，离开母岩方式主要选择类型有：

- a) 岩碴块在重力作用下，顺坡面向下自然滚落；
- b) 通过施工便道或操作平台，人力搬运至指定位置；
- c) 采用起重机械设备，通过装桶（斗）或捆绑吊离现场；
- d) 采用溜槽、溜管和滑槽，依靠重力作用堆积在指定位置；
- e) 其他方式。

E. 1. 13 危岩清除施工过程中，应对危岩结构面组数、产状、组合形式、宽度和充填物等进行地质编录，并留设实时影像资料。

E. 2 削方减载

E. 2. 1 削方减载施工主要工艺应包括施工准备、测量放线、便道修筑、地面截排水沟、土石方开挖、松土铲运、渣土装载及外运。

E. 2. 2 削方减载前，首先应清除坡面上树墩、草皮、垃圾和危石，对坑穴、水田、沟渠或池塘的积水进行疏干，将场内淤泥挖除运走。

E. 2. 3 在滑坡体及斜坡体上进行削方减载施工前，应按设计完成地面系统性的截排水沟，同时，布置好施工安全监测系统，并实测和完善初始数据。

E. 2. 4 削方减载的土石方渣场（含临时堆场）应设置在滑坡或斜坡变形体治理区域外部。

- E. 2.5 削方减载的边界应布置定位桩，坡顶开挖的起始线（俗称“开口线”）应通过测量放线确认。
- E. 2.6 削方减载主要有手工开挖、机械开挖、爆破开挖及其组合等施工方式，现场选择开挖方法时应考虑治理工程的水文地质、岩土物理性状、场地施工机械布置和环境条件等因素，结合设计文件的要求进行选择，且应符合以下规定：
- a) 开挖土层及强风化层岩石，应优先采用挖掘机械开挖；
 - b) 开挖中等风化完整岩石层时，宜优先采用控制爆破开挖；
 - c) 清除场内孤石，应优先采用机械破碎法或化学药剂膨胀法开挖。
- E. 2.7 削方减载开挖分区（块）和分层应遵守以下规定：
- a) 沿坡面横向（坡面两侧展开方向）分块，至少包括主滑线区域及其左右两侧区域三个施工区块，每个区块的宽度不宜超过 20.0 m；
 - b) 沿坡面竖向（坡面高度方向）分阶或分层，应结合削方减载后的治理措施及施工机械的性能，按设计成果规定执行，每阶或每层的高度不宜超过 3.0 m。
- E. 2.8 削方减载开挖施工顺序应遵守以下规定：
- a) 沿斜坡展开面应先开挖主变形区，后开挖其两侧；
 - b) 对开挖完成的块段应及时跟进后续工程措施。
- E. 2.9 削方减载施工机械设备及其行进路线应遵守以下规定：
- a) 场外运输道路宜布置在治理区域的外侧，道路入口可在设置治理区域的上部；
 - b) 场内运输道路应布置在左右区块内，不得横向穿过变形体的坡面，严禁在主变形区内设置“之”字形折返运输道路、会车道及临时停车区；
 - c) 开挖施工时，候运车辆应停置在不变形或弱变形区或治理区域外侧；
 - d) 削方减载铲运操作时，应从主变形区向两侧推进，严禁向主变形区的下方推进。
- E. 2.10 开挖过程中的施工作业面边坡应符合设计要求，在坡体整体稳定的条件下，应遵守以下规定：
- a) 施工现场设置多个开挖作业面时，其作业面的距离不宜小于 40.0 m；
 - b) 为预防超挖或减少开挖对边坡的扰动，最终坡面可留置厚 0.3m~0.5mm 的人工或机械清除层；
 - c) 因开挖作业步序安排或临时停工时，作业面应留设临时边坡，岩石边坡按设计规定执行，粘性土和碎石土作业面临时边坡的坡度值按表 E. 1 的规定执行：

表 E. 1 作业面临时性土质挖方边坡坡度值

土的种类	状态	边坡允许值（高:宽）	
		坡高小于 5.0 m	坡高 5.0 m~10.0 m
粘性土	坚硬	1:0.75~1:1.00	1:1.00~1:1.25
	硬塑	1:1.00~1:1.25	1:1.25~1:1.50
	可塑	1:1.25~1:1.50	1:1.50~1:1.75
碎石土	密实	1:0.35~1:0.50	1:0.50~1:0.75
	中密	1:0.50~1:0.75	1:0.75~1:1.00
	稍密	1:0.75~1:1.00	1:1.00~1:1.25

- d) 作业面的坡顶、坡脚和场内马道外侧应设置符合安全规定的安全防护设施和警戒标志。
- E. 2.11 削方减载施工过程中出现以下工况时，应由业主、勘察、设计、监理和施工等人员到现场进行

共同处理。

- a) 治理区内外的地裂缝变形加剧, 甚至出现局部滑移或坍塌;
- b) 现场揭露的地质条件与地质勘察报告严重不符, 或土体呈现饱水状态;
- c) 安全监测变形值达到预警控制规定的要求。

E. 2. 12 削方减载施工过程中出现暴雨或强降雨天气时, 应立即停止作业, 并做好防雨水下渗措施。

E. 3 回填反压

E. 3. 1 回填反压施工主要工艺包括施工准备、现场测量放线、修筑外围截排水沟、客土填料选择、修筑运输道路、坡面清理、填料摊铺、分层碾压夯实和坡面防护等。

E. 3. 2 回填反压施工前, 应完成以下工作:

- a) 实测或收集现状地形图, 由专业测量人员定位放线, 做好控制桩;
- b) 修筑治理区域外系统性的截排水沟;
- c) 搬迁治理区域受影响的建(构)筑物、管网和管线, 保护文物古迹及名贵树木;
- d) 疏干治理区地面水田、沟渠或池塘等水体的积水, 挖除淤泥, 抛填块石、砂砾、矿渣和灰土等方式对软土或松土进行处理;
- e) 清除治理区域的危石、树木、树根、草皮、农作物、表土、垃圾和杂物;
- f) 填平并夯实治理区域的坑穴、沟渠、墓穴和枯井等;
- g) 根据工程特点、填料种类、压实系数、含水量控制范围、铺土厚度、压实遍数和施工条件等合理选择压实机具和其他工程机械设备;
- h) 清理后的地面坡度应符合设计要求。基底开挖成阶梯状时, 台阶高度宜小于 0. 5 m, 每阶宽度宜大于 1. 0 m。

E. 3. 3 进入治理区域的自行式机械及填料运输车辆的临时道路宽度、坡度、转弯半径应满足场内机动车安全技术规范的要求。

E. 3. 4 回填反压土石方料场应根据设计成果的要求及现行技术规范的规定, 综合考虑: 填料的来源及规格品种、填料的含水量及压实系数、施工机械设备的性能和数量、施工质量现场检测条件等因素, 并通过室内室外实验进行确定和选择, 且应符合以下要求:

- a) 填料宜采用碎石土, 其碎石含量应选用连续级配, 粒径大于 20 mm 的碎石含量应超过 50 %。碎石土最优含水量应由现场碾压试验确定, 含水量与最优含水量误差应小于 5 %;
- b) 粘性土填料施工含水量的控制范围, 应在填料的最大干密度—含水量关系曲线中, 根据施工方案中最大干密度确定:
 - 1) 遇含水量偏高时, 可采用翻松、晾晒、均匀掺入干土等措施进行处理;
 - 2) 遇含水量偏低时, 可采用预先洒水润湿措施进行处理。
- c) 淤泥和淤泥质类土不能用作填料, 草皮和有机质含量大于 8% 的土, 仅用于无压实要求的填方;
- d) 块石类土或石碴用作填料的粒径不应超过每层铺填厚度的 2/3。

E. 3. 5 回填反压施工应按“纵向分区、水平分层”, 由低到高、逐层施工的顺序进行填筑压实, 并符合以下规定:

- a) 现场作业面分区应根据填料来源、规格品种、设备数量、运输和施工条件进行现场确定, 分块的幅面最小宽度应大于 20. 0 m;
- b) 填料分层厚度应根据填料规格品种、粒径大小、含水量、碾压夯实方式、压实系数、设备性能和施工条件现场确定, 最大分层厚度不应超过 1. 0 m, 或按表 E. 2 进行选用。

表 E.2 填方每层的铺土厚度

序号	压实机具	每层铺土厚度 (mm)
1	中型、重型、特重型平碾	500~800
2	羊脚夯	200~350
3	蛙式打夯机	200~250
4	人工打夯	不大于200
注：使用振动平碾压实爆破石碴或块碎石类土时，分层厚度应小于 1 000 mm。		

E.3.6 填料运至施工作业面后，碾压作业面摊铺的主要方式有以下几种：

- 自卸翻斗汽车沿作业现场倾倒，人工找平；
- 推土机或铲运机摊铺推平；
- 挖掘机或装载机找平；
- 人工推车转运找平。

E.3.7 填料为爆破石碴和块碎石类土的大型填方，宜选用振动平碾；填料为粉质粘土或粘土时，宜选用羊脚夯；对现状稳定性差的滑坡或不稳定斜坡治理工程或临近建（构）筑物，未经设计许可，不应使用振动碾压。选择碾压夯实机械时，可考虑以下方式：

- 特重型压路机，适用于大块石；
- 重型压路机，适用于砾（碎）石；
- 中型压路机，适用于砾石、碎石与土层；
- 轻型压路机，适用于土层；
- 羊脚夯，适用于场区局部土层。

E.3.8 回填料碾压施工过程控制应遵守“先压边缘、后压中间，先低后高，先轻后重，先慢后快，先静压、后振动，由弱振至强振，轮迹重叠”的操作原则，并应符合以下要求：

- 作业面应有专人指挥，推土机、压路机临边作业时下方不应有作业人员；压路机碾压临边时，应按照与路线成 45° 角斜向推进作业，选择全液压系统机械时，碾压应交错半轮以上；
- 填筑边坡的防护作业应与填料施工同步进行，铺料一层填筑一层，不应从边坡上方向下倾卸土石方。填筑边坡时，严禁辅助人员与机械碾压在上下层同时作业；
- 在陡坡上修筑机械行驶便道时，应有保证机械的自身安全的措施；
- 分段填筑时，接缝处应留成斜坡面，且不得使用大块石堆码，碾迹重叠应大于 0.5 m，上、下层接缝错开应大于 1.0 m；
- 碾压机械压实填料时，轮（夯）迹应相互搭接，机械行驶速度和压实遍数宜执行表 E.3 的规定；
- 采用两种透水性不同的填料分层填筑时，上层宜填筑透水性较小的填料，下层宜填筑透水性较大的填料，填方基层面应做成合理的排水坡度，边坡不应用透水性较小的填料封闭；因施工条件限制，上层填筑透水性较大的填料时，应在下层透水性较小的土层表面设置排水盲沟；
- 填方预留沉降量除满足施工设计要求外，还考虑工程性质、填方总高度、填料种类和压实度等因素；
- 填土边缘部位的填料宜加宽填 0.2 m~0.5 m，并按设计成果要求拍实和修整边坡；
- 填方施工中因工序布置、工期调整需要停置时，应对作业面边坡进行严格管理：
 - 作业面边坡高度不超过 8.0 m，可采用 1 :1.5 放坡；

- 2) 作业面边坡高度超过 8.0 m (含 8.0 m), 可按“折线形”多级断面进行处理, 并设置平台或马道, 上部宜采用 1:1.5 放坡, 下部宜按 1:1.75 进行放坡。

表 E.3 填方机械行驶速度和每层压实遍数

序号	压实机具	行驶速度 (km/h)	每层压实遍数 (遍)
1	中型、重型、特重型平碾	2.0	6~8
2	羊脚夯	3.0	8~16
3	蛙式打夯机	--	3~4
4	人工打夯	--	3~4

E.4 防护网

E.4.1 防护网施工前, 应做好以下准备:

- 根据设计成果与现场调查成果资料, 编制施工技术方案;
- 编制施工安全监测方案, 确定监测负责人, 开展现场施工安全监测;
- 清除防护坡面区域危石、孤石和浮石或按设计要求进行处理;
- 修筑施工便道, 或搭设施工操作平台, 完善截排水沟和临边防护设施;
- 对钢筋混凝土和砂浆原材料进行有见证取样送检;
- 混凝土和砂浆的配合比, 由有资质的单位进行试配确定;
- 收集供应商提供的拦石网产品质量检测检验及合格证明材料。

E.4.2 防护网工程安装施工过程中, 出现以下情况时应立即停工处理:

- 危岩变形监测成果显示出预警;
- 危岩或斜坡局部变形加剧;
- 桩基础、钢丝绳紧线张拉等施工诱发边坡岩体滑移或斜坡变形。

E.4.3 主动柔性防护网安装施工应符合以下要求:

- 主动防护网施工主要工艺包括施工准备、修筑施工便道、搭设操作平台、坡面清理、测量定位、安全监测、砂浆锚杆 (包括钢索或钢丝绳) 施工、纵向横向支撑绳安装、格栅网及钢丝绳网铺设安装。
- 主动防护网施工前, 应根据设计成果核实治理区域范围, 反馈现场调查信息, 充分发挥地形优势:
 - 利用地形低凹和坑穴位置选定或调整锚杆孔位;
 - 利用局部堆积体和凸起地形位置时, 应贴紧防护网面;
 - 因地层松散或岩体破碎不能钻成锚孔, 应考虑改变孔位;
 - 对砂浆锚杆、锚杆外露套环、纵向支撑绳、横向支撑绳、格栅网、钢丝绳网、缝合绳和绳卡等施工材料进行同步调整。
- 钢绳 (索) 锚杆施工应遵守以下规定:
 - 钻凿锚孔前, 应在孔位周围凿一深度不小于锚杆外露环套长度的凹坑。设计无规定时, 可选参考尺寸为: 口径 200 mm、深度 200 mm;
 - 锚孔深度应根据钢索锚杆长度要求进行钻凿, 实钻孔深应比设计要求大 0.5 m 以上;

- 3) 构成锚杆的两股钢丝绳成“人”字型布置时，锚孔的直径不应小于 $\phi 35\text{ mm}$ ，且两钻孔轴线的夹角宜为 $15^\circ \sim 30^\circ$ ；
- 4) 锚孔钻凿和清孔、锚筋安装、砂浆材料和注浆施工应按 DZ/T 0219 的有关规定执行。
- d) 纵向和横向支撑钢丝绳安装应遵守以下规定：
 - 1) 纵向和横向支撑绳穿过锚杆外露套环，支撑绳两端绕过锚杆外露套环后，采用紧线器，按设计要求施加拉力，张拉紧后，在钢丝绳两端各用 2~4 个绳卡进行固定；
 - 2) 支撑绳长度小于 15.0 m 时应为 2 个，大于 30.0 m 时应为 4 个，其余应为 3 个；绳卡互相对向安装，间距 50~100 mm，固定后绳端应留长度不小于 200 mm 的自由尾绳。
- e) 格栅网安装应遵守以下规定：
 - 1) 对有土工格栅的系统，铁丝格栅可铺设在支撑绳的上方或下方；对无土工格栅的系统，铁丝格栅应位于系统底层；
 - 2) 从上向下铺挂格栅网，格栅网间重叠宽度不小于 50 mm，两张格栅网间的缝合以及格栅网与支撑绳间用不小于 $\phi 1.2\text{ mm}$ 铁丝按 1.0 m 间距进行扎结。地形坡度小于 45° 时，扎节点间距不得大于 2.0 m；地形坡度大于 45° 时，扎节点间距不得大于 1.0 m；
 - 3) 格栅底部应沿斜坡向上敷设 0.5 m 左右，并使下支撑绳与地面间不留缝隙。
- f) 钢绳网安装施工应遵守以下规定：
 - 1) 从上向下铺设钢绳网，并用直径不小于 $\phi 8\text{ mm}$ 的缝合钢绳进行缝合，每张钢绳网均用一根长约 31.0 m（或 27.0 m）的缝合绳与四周支撑绳进行缝合并拉紧，缝合绳两端各用 2 个绳卡与网绳进行固定联结；
 - 2) 采用双层钢绳网时，与上一项描述的同样方法铺挂第二层钢绳网。

E. 4. 4 被动柔性防护网安装施工应符合以下要求：

- a) 被动防护网安装主要工艺包括施工准备、修筑便道、搭设操作平台、坡面清理、安全监测、放线测量、浅基础或桩基施工（含预埋螺栓杆）、锚杆施工（钻孔、放筋和灌浆）、基座施工、型钢柱及锚拉绳（含减压环）安装与调试、支撑绳安装与调试、钢丝绳网的铺挂与缝合、格栅网的铺挂。
- b) 钢立柱的基座施工应符合以下规定：
 - 1) 浅基础和桩基础施工应执行现行有关规范的要求；
 - 2) 基座的顶面应平整，可预埋钢垫板，地脚螺栓杆应按基底螺孔间距尺寸进行埋设。
- c) 钢柱及上侧拉锚绳安装应符合以下规定：
 - 1) 将钢柱顺坡向放置，并使钢柱底部位于基座处；
 - 2) 将上拉锚绳的挂环挂于钢柱顶端挂座上（上拉锚绳上的减压环距钢柱顶宜为 0.5 m~1.0 m），然后将拉锚绳的另一端与对应的上拉锚杆环套连接并用绳卡暂时固定（设置中间加固和下拉锚绳时，同上拉锚绳一起安装或待上拉锚绳安装完后安装均可）；
 - 3) 将钢柱缓慢抬起并对准基座，然后将钢柱底部插入基座连接螺杆位置，并用螺帽拧紧；
 - 4) 侧拉锚绳的安装方法同上拉锚绳，宜在上拉锚绳安装好后进行；
 - 5) 通过上拉锚绳和侧拉锚索调整钢柱方位，拉紧锚绳，并用不少于 4 个绳卡进行固定。
- d) 上支撑绳安装应符合设计成果规定的系统，并遵守以下规定：
 - 1) 第一根上支撑绳的挂环端暂时固定于端柱（分段安装时为每一段的起始钢柱）的底部，然后沿平行于系统走向的方向上调直支撑绳并放置于基座的下侧，并将减压环调节就位（距钢柱约 0.5 m，同一根支撑绳上每一跨的减压环相对于钢柱对称布置）；
 - 2) 将该支撑绳的挂环挂于端柱的柱顶挂座上（对于单支撑绳系统的端部第一根支撑绳，挂环应挂于端柱基座的挂座上，顺钢柱绕过柱顶挂座这根支撑绳作为区分标志）；

- 3) 在后续所立钢柱位置，将支撑绳置于挂座内侧，直到本段最后一根钢柱并向下绕至该钢柱基座的挂座上，再用绳卡暂时固定；
 - 4) 再次调整减压环位置，减压环全部正确就位后，拉紧支撑绳并用绳卡固定；
 - 5) 第二根上支撑绳和第一根的安装方法相同，且从第一根支撑绳的最后一根钢柱向第一根钢柱的方向反向安装，且减压环位于同一跨的另一侧；
 - 6) 在距减压环约 0.4 m 处用一个绳卡将两根上部支撑绳相互并结（仅用 30 % 标准紧固力或手动拧紧即可）。
- e) 下支撑绳安装应符合设计规定的系统，并遵守以下规定：
- 1) 将第一根下支撑绳的挂环挂于端柱基座的挂座上，然后沿平行于系统走向的方向上，调直支撑绳并放置于基座的外侧，并将减压环调节就位；
 - 2) 在第二个基座处，用绳卡将支撑绳固定于挂座的外侧；在第三个基座处，将支撑绳放在挂座内下侧；如此相间安装支撑绳在基座挂座的外侧和内下侧，直到本段最后一个基座并将支撑绳缠绕在该基座的挂座上，再用绳卡暂时固定；
 - 3) 调整减压环位置，减压环全部正确就位后，拉紧支撑绳并用绳卡固定；
 - 4) 按上述步骤安装第二根支撑绳，应反向安装，且减压环位于同一跨的另一侧；
 - 5) 在距减压环约 0.4 m 处，用一个绳卡将两根支撑绳相互联结（仅用标准紧固力的 30 %），如此在同一挂座处，形成内下侧和外侧两根交错的双支撑绳结构。同时，钢柱至减压环外侧约 0.4 m 段的支撑绳不应穿入网块环孔。
- f) 环形网的安装应遵守以下规定：
- 1) 环形网的起吊就位方法宜根据现场施工场地、机具（起吊滑轮组、钢丝绳、粗麻绳、葫芦、梯子等）、人力条件以及施工经验而定。一般宜用一根起吊绳（钢丝绳或专门准备的粗麻绳）穿过环形网上缘第二排左右网孔（底排网孔一般有标志色），一端固定在临近钢柱的顶端，另一端穿过悬挂固定于上支撑绳上的起吊滑轮组或临近钢柱的柱顶挂座并使尾端垂落到地面附近；拉动起吊绳尾端，直到环形网上缘上升到上支撑绳水平为止，再用绳卡或卸扣将网与上支撑绳暂时进行松动连接，此后起吊绳可以松开抽出；同时宜用一根绳子穿过网的底排网孔并固定到基座上使网块底缘靠近钢柱，以便下支撑绳的安装，待下支撑绳安装好后即可抽出该绳；重复上述步骤直到全部网块暂时挂到上支撑绳上为止，并侧向移动网块使其处于正确位置；
 - 2) 缝合连接施工时，按单张网缝合边总长约 1.3 倍确定（截短、裁切）缝合绳长度，并在该段中点做上标志；从系统的一端开始，先将缝合绳中点固定在每一张网的上缘中点处支撑绳上。从中点开始各用一半缝合绳向两侧逐步将网与两根支撑绳缠绕在一起；对于朝向钢柱一侧的绳段，直到用绳卡将两根（单支撑绳时为一根）支撑绳并结在一起之后，用缝合绳将网与不带减压环的一根支撑绳缠绕在一起，当到达柱顶挂座时，将缝合绳从挂座的前侧穿过（不能缠绕到挂座上），转向下继续将网与相邻网边缘或支撑绳（上支撑绳的与钢柱平行的单绳段）缝合，直到网块侧边最下一个网孔处将绳端回转合并后用绳卡固定；对于朝向相邻网块一侧的绳段，当到达相邻网块时，将缝合绳转向下与相邻网边缘缝合，直到网块侧边最下一个网孔处将绳端回转合并后用绳卡固定；当支撑绳分段设置而使一段拦石网的部分中部钢柱有与其平行的单支撑绳段时，由于钢柱间距的非完全均匀布置，环形网边缘若未在该钢柱处，此时在缝合完毕后宜用绳卡先在该绳段柱顶处将支撑绳固定定位，然后松开该绳段尾端原固定绳卡，将该绳段顺钢柱交叉穿过网孔至基座挂座，再用绳卡重新将其固定，此后可拆下柱顶定位绳卡；

- 3) 用卸扣代替缝合绳时,应符合设计和防护网类型特点的要求;每一顶排边缘网孔与支撑绳间用一个卸扣连接;网块间横向连接时,顶、底排边缘网孔间用一个卸扣连接,其间每一网孔用两个卸扣与另一网块的两相邻网孔连接;
 - 4) 网块底排网孔由于采用了支撑绳直接穿过方式,其间不需要再采用任何连接方式。
- g) 铁丝格栅网铺挂应遵守以下规定:
- 1) 格栅网铺挂在钢绳网的内侧(靠山贴坡),覆盖钢绳网上缘并超过外侧 15 cm,用扎丝将钢绳网与格栅联结在一起;
 - 2) 格栅网底部应沿斜坡向上敷设 0.5 m 左右,为使下支撑绳与地面间不留缝隙,可用土钉将格栅网底部压紧;
 - 3) 每张格栅网之间重叠宽度应不小于 100 mm;
 - 4) 用扎丝将格栅网固定到钢绳上,每平方米固定点不宜少于 4 处。

E. 4. 5 引导防护网施工应符合以下要求:

- a) 引导防护网分为覆盖式引导防护网和张口式引导防护网。柔性金属网材料的抗顶破力和抗拉强度应符合设计要求;
- b) 覆盖式引导防护网施工主要工艺包括施工准备、脚手架搭设和拆除、锚杆施工、坡面清理和柔性金属网安装等工序,按照本文件 E. 4. 3 的有关规定执行;
- c) 张口式引导防护网施工主要工艺包括施工准备、脚手架搭设和拆除、锚杆施工、钢柱基底施工、坡面清理、钢柱安装和柔性金属网(含引导部分)安装等工序,按照本文件 E. 4. 3 和 E. 4. 4 的有关规定执行。

参 考 文 献

- [1] GB 16423—2020 金属非金属矿山安全规程
 - [2] GB/T 37573—2019 露天煤矿边坡稳定性年度评价技术规范
 - [3] GB/T 43935—2024 矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范
 - [4] HJ 651—2013 矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）
 - [5] TD/ T 1048—2016 耕作层土壤剥离利用技术规范
 - [6] TD/T 1068—2022 国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程
 - [7] TD/T 1070.1—2022 矿山生态修复技术规范第1部分：通则
 - [8] TD/T 1070.4—2022 矿山生态修复技术规范第4部分：建材矿山
 - [9] DB50/T 139—2016 地质灾害危险性评估技术规范
 - [10] DB50/T 143—2018 重庆地质灾害防治工程勘查规范
 - [11] DB50/T 910—2019 重庆市园林绿化种植工程技术规范
 - [12] DB50/T 989—2018 地质灾害治理工程施工技术规范
 - [13] DB50/T 1015—2020 重庆市土地整治项目规划设计规范
 - [14] DB50/T 1622—2024 采煤沉陷区矿山地质环境调查评价规范
 - [15] DBJ50/T-029—2019 地质灾害防治工程设计标准
 - [16] DB51/T 2633—2019 受损泥石流边坡植被恢复技术规程
 - [17] 重庆市规划和自然资源局关于规范编制矿山地质环境保护与土地复垦方案的通知（渝规资规范（2020）3号）
 - [18] 重庆市规划和自然资源局关于印发重庆市历史遗留和关闭矿山地质环境治理恢复与土地复垦管理办法的通知（渝规资规范（2021）6号）
 - [19] 重庆市规划和自然资源局关于印发重庆市露天矿山近自然植被恢复植物推荐指南（试行）的通知（渝规资发（2021）32号）
 - [20] 重庆市规划和自然资源局关于发布《重庆市矿山地质环境保护与土地复垦工程施工技术规范（试行）》的通知（渝规资发（2022）46号）
 - [21] 重庆市规划和自然资源局关于发布《重庆市矿山生态修复项目设计技术要求（试行）》的通知（渝规资发（2023）8号）
 - [22] 四川省自然资源厅关于印发《四川省土地整治项目规划设计导则（2022年版）》《土地整治项目规划设计成果审查要求》的通知（川自然资发（2022）29号）
 - [23] 四川省自然资源厅关于印发《四川省垦造水田工程技术指南》的通知（川自然资发（2022）31号）
-