

黑 龙 江 省 地 方 标 准

DB 23/T XXXX—XXXX

寒温带及中温带矿山边坡绿化技术规范

(征求意见稿)

起草单位：黑龙江省第五地质勘查院
联系人：王卓
联系电话：13946097462
邮箱：wangzhuo1979@126.com

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

黑龙江省市场监督管理局 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 矿山边坡类型	2
5 栽植时间	3
6 植物选配	3
7 栽植密度	4
8 树种苗木质量标准	4
9 绿化技术	4
10 植被养护	9
附 录 A (资料性) 寒温带及中温带矿山边坡绿化常用适地植物参考表	13
参 考 文 献	14

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。

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。

本文件由黑龙江省自然资源厅提出并归口、负责组织实施和解释。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

寒温带及中温带矿山边坡绿化技术规范

1 范围

本文件规定了寒温带及中温带矿山边坡绿化工作中的植被选配、栽植季节、栽植密度、树种苗木质量标准、绿化技术和植被养护等方面的要求和内容。

本文件适用于黑龙江省（含加格达奇区、松岭区）范围内的矿山边坡绿化。

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 6000—1999 主要造林树种苗木质量分级
- GB 7908—1999 林木种子质量分级
- GB/T 15776—2023 造林技术规程
- GB/T 15783—1995 主要造林树种林地化学除草技术规程
- GB/T 18337.3—2001 生态公益林建设 技术规程
- GB/T 18744—2002 土工合成材料 塑料三维土工网垫
- GB/T 19274—2024 土工合成材料 塑料土工格室
- GB/T 38360—2019 裸露坡面植被恢复技术规范
- GB/T 43933—2024 金属矿土地复垦与生态修复技术规范
- GB 50330—2013 建筑边坡工程技术规范
- GB 50666—2011 混凝土结构工程施工规范
- GB 51016—2014 非煤露天矿边坡工程技术规范
- CJJ 82—2012 园林绿化工程施工及验收规范
- CJJ/T 236—2015 垂直绿化工程技术规程
- CJJ/T 292—2018 边坡喷播绿化工程技术标准
- CJJ/T 340—2016 绿化种植土壤
- LY/T 1000—2013 容器育苗技术
- LY/T 2356—2014 矿山废弃地植被恢复技术规程
- LY/T 2771—2016 北方地区裸露边坡植被恢复技术规范
- NY/T 1342—2007 人工草地建设技术规程
- TD/T 1036—2013 土地复垦质量控制标准

3 术语和定义

3.1

寒温带

按中国气候区划划分的温度带之一。其气候特征为冬季严寒漫长，夏季短促凉爽，日平均气温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间的活动积温一般低于 1600°C ，该期间天数（生长期）通常不足100天。

注1：本规范中寒温带范围参照中国气候区划，在黑龙江省主要分布于大兴安岭北部等地。

注2：气候带的低温、短生长期及强烈冻融作用，是决定边坡绿化中植物选择、施工时机与防寒养护措施的首要因素。

3.2

中温带

按中国气候区划划分的温度带之一。其气候特征为四季分明，冬季寒冷干燥，夏季温暖湿润，日平均气温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间的活动积温一般为 1600°C 至 3400°C ，该期间天数（生长期）一般为100天至170天。

注1：本规范中中温带的范围参照中国气候区划，在黑龙江省广泛分布于大兴安岭中南部、小兴安岭、松嫩平原、三江平原、张广才岭老爷岭等地。

注2：该气候带的季节性干旱、冬季低温及集中降雨，是边坡绿化中需重点考虑的关键气候因子。

3.3

矿山边坡

在矿山开采过程中，由采矿或堆置形成的具有一定倾斜角度的岩土体斜面。

注：包括露天采场边坡、排土场边坡、尾矿库坝面边坡、堆浸场边坡、运输道路边坡等类型。

3.4

矿山边坡绿化

在矿山边坡上，通过人工栽植适宜的植物，恢复植被覆盖，以实现生态修复、水土保持和景观改善目的的技术措施。

注：本规范中，矿山边坡绿化特指适用于寒温带及中温带气候条件（年平均气温 -3°C ~ 12°C ，极端低温 -35°C 以下）的边坡植被恢复技术。

3.5

防寒毡

用于覆盖植被表面，防止低温冻害、维持土壤温度的保温覆盖材料。

3.6

绑草把

使用稻草、秸秆等材料包裹绑缚树木主干，以防寒越冬的临时性保护措施。

4 矿山边坡类型

矿山因采矿作业或堆置形成的边坡为：露天采场边坡、排土场边坡、尾矿库坝面边坡、堆浸场边坡、运输道路边坡等类型。矿山边坡按照坡面坡度将边坡分为平缓坡（坡度 $\leq 35^{\circ}$ ）、陡坡（ $35^{\circ} < \text{坡度} \leq 65^{\circ}$ ）、陡立坡（坡度 $> 65^{\circ}$ ）。按照矿种分为能源矿产（煤、铀、油页岩等）、金属矿产、非金属矿产等矿山边坡。

5 栽植时间

选择水热条件好的雨季前进行播种或栽植。春季：寒温带一般在5月上旬，中温带在4月下旬；秋季：宜在霜降后至土壤封冻前进行。

6 植物选配

6.1 植物种类选配原则

6.1.1 生态适应性原则

应依据寒温带及中温带当地的气候特征（包括年均温度、降水量、无霜期等）、土壤特征（包括pH值、有机质含量、保水性等）及乡土植物资源，优先选用乡土植物；外来植物种类应经适应性试验和生态风险评估后选用，确保其与目标群落的生态兼容性及生物安全性。禁止引入对当地生物多样性造成威胁的外来物种。寒温带植物种类按附录A中表A.1，中温带植物种类按附录A中表A.2选取。

6.1.2 边坡稳定原则

对于岩质边坡或坡度大于30°的土质、土石质边坡，尤其是上坡面，应优先选择根系发达、分生能力强、生命周期长、低矮的灌木、草本及地被植物；避免选择树干高大、生长迅速的乔木。

6.1.3 先锋性原则

边坡绿化初期需要选择生长迅速的先锋植物尽快实现坡面植被覆盖并发挥固土作用。

6.1.4 抗逆性强原则

由于寒温带低温、短生长期及强烈冻融，中温带季节性干旱、冬季低温及集中降雨的特点，选择的植物种类要具有抗寒、抗旱、耐贫瘠等特性。

6.1.5 生物多样性原则

配置乔木、灌木、草本、地被植物的多物种综合群落，保障生物多样性。配置时应结合速生与慢生植物、根系深浅特性，并利用地被植物与小灌木构架立体植被群落，充分发挥攀缘植物在垂直空间的绿化作用。所选植物品种应具有较长的绿色期或开花特性，在满足护坡的功能的前提下，兼顾景观观赏价值。

6.1.6 污染风险矿山适配原则

存在重金属污染风险的金属（镍、铅、锌、铜、镉、锑、锰等）矿山，宜选取相应的重金属富集植物或耐性植物；存在酸性水污染风险的硫化矿床矿山（如铁、铜、铅、锌等金属矿山和煤矿矿山），宜选取耐酸性植物。

6.2 植物种类配比

6.2.1 通过对矿区周边的植物种类和组成状况进行详细调查分析，植物配置模式根据不同生物气候带矿区的气候条件、坡向、坡度、土壤特征、地表植被组成等，选择乔灌混交、灌草混交、乔草混交、乔灌草混交等不同模式，按照LY/T 2356的相关要求执行。

6.2.2 植物种类配比要考虑长短结合，保证植物群落结构的合理稳定；不同植物种类要有共生性。

7 栽植密度

7.1 根据各类植物苗木所占营养空间大小,配置乔灌草的合理密度,确定初始密度和定植密度,按照GB/T 15776、GB/T 18337.3、NY/T 1342和LY/T 2356的相关要求执行。

7.1.1 寒温带区域应降低乔灌配置密度,保障单株生长空间与越冬存活率。

7.1.2 中温带区域在满足水土保持功能的前提下应提高草本与浅根灌木密度,以应对雨季冲刷和春季干旱。

7.2 用种量根据合理密度条件下单位面积的苗木株数、种子千粒重、发芽率、种子纯度、施工季节等条件确定。

7.2.1 寒温带区域需选用高活力种子,增加补种余量,以应对短生长期和冻害风险。

7.2.2 中温带区域预留补种余量,以应对春季干旱和集中降雨导致的出苗不均。

8 树种苗木质量标准

8.1 种子质量

植物(林木)种子的净度、发芽率、生活力、优良率和含水量等指标应达到GB 7908的规定。

8.2 苗木质量

苗木的综合控制条件、根系、地径和苗高等应达到GB 6000规定的苗木等级和综合控制指标要求。寒温带区域应优先选用经过低温锻炼、枝条充分木质化、芽充实饱满的I级或II级苗木;针叶苗木应具有饱满的顶芽,一年生枝木质化程度高。中温带区域应选用根系发达、主根能深入土体,地径和苗高大于标准规定下限的健壮苗木。

8.3 树种容器苗质量

应符合LY/T 1000合格苗的规定和要求。寒温带区域应选用在生长季末期停止施肥、适度控水以促进木质化的容器苗。中温带区域应选用在育苗过程中经过周期性干旱锻炼、根系充满容器的容器苗。

9 绿化技术

不同类型的边坡采用的植被恢复技术方法不同。施工要点按照LY/T 2771的相关要求执行,植被恢复质量控制标准应符合TD/T 1036的标准和要求。

9.1 平缓边坡绿化

平缓边坡以露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场、运输道路的土质、土石质、岩质边坡为主。边坡坡度小,坡面无土、少土或有厚土层,植被无法立根或能够稳固扎根;寒温带及中温带区域水热安全性能差、坡面温度变化幅度大。主要技术方法包括施工工艺简单、绿化成本较低的直接种植、覆土种植、生态植被毯铺植;或施工工艺较高、绿化成本较高喷播绿化技术。

9.1.1 直接种植

9.1.1.1 在有一定厚度土层的坡面可直接种植植物。

9.1.1.2 适用于坡度小于35°的土质边坡。

9.1.1.3 绿化类型:乔灌型、灌木型、灌草型、草本型、草花型。

9.1.1.4 施工方法:播种,栽植,追施底肥。

9.1.2 覆土种植

- 9.1.2.1 在土壤贫瘠的边坡上覆盖耕植土并种植植被的技术。
- 9.1.2.2 可用于不适用于植物根系生长的土质、土石质、岩质等坡度小于30°坡面。
- 9.1.2.3 绿化类型：乔灌型、灌木型、灌草型、草本型、草花型。
- 9.1.2.4 施工方法：平整坡面并覆土，播种，追施底肥。
- 9.1.2.5 注意事项：宜优先使用矿山开采过程中剥离保存的表层土壤进行覆土，或经过测定能够提供足够养分的客土进行覆土。寒温带及中温带地区边坡绿化覆盖种植土以砂质壤土和砂质黏土为佳。土壤质量（土层厚度、土壤容重、土壤质地、砾石含量等）应符合CJ/T 340和TD/T 1036的标准和要求。基于冻深与坡向的差异化有效覆土厚度标准，阳坡≥30 cm、阴坡≥40 cm。

9.1.3 生态植被毯铺植

- 9.1.3.1 以秸秆等天然纤维为基底，连同草籽、营养剂、专用纸、定型网等多种材料，将毯铺于坡面的快速植被恢复技术。
- 9.1.3.2 可用于不适用于植物根系生长的土质、土石质、岩质等坡度小于30°坡面，适宜修复高度小于30 m的边坡。
- 9.1.3.3 绿化类型：灌草型、草本型、草花型。
- 9.1.3.4 根据适用需要可以采用两种结构形式，一种结构分上网、植物纤维层、种子层、木浆纸层、下网5层；另一种结构分为上网、植物纤维层、下网3层。
- 9.1.3.5 施工地点相对集中、立地条件相似，可提前设计定量加工的项目，可以采用五层结构的生态植被毯；施工地点分散且立地条件差异大、运输保存条件不好的项目，可以先播种后再覆盖三层结构的生态植被毯。
- 9.1.3.6 施工方法：平整坡面，坡面排水，截排水沟施工，在坡面铺设并固定含种子的五层结构生态植被垫，或先播种、添加肥料和保水剂等材料再覆盖并固定三层结构生态植被毯。
- 9.1.3.7 注意事项：生态植被垫应随用随运至现场，尤其要做好含种子的五层结构生态植被毯的现场保管工作。生态植被毯铺设时应与坡面充分接触并用U形钉或木桩固定。毯之间要重叠搭接，搭接宽度10 cm。

9.1.4 液力喷播

- 9.1.4.1 将配制好的适生灌木和草本种子、肥料、木质纤维、胶液或合成树脂乳液黏合混合物、土壤稳定剂等与水充分混合后，用高压喷枪均匀地喷射到边坡面，形成小于或等于3 cm的膜状结构。
- 9.1.4.2 适用于坡度小于35°的土质、土石质边坡。
- 9.1.4.3 绿化类型：灌草型、草本型。
- 9.1.4.4 施工方法：平整坡面，喷播混合材料。
- 9.1.4.5 注意事项：混合材料中水的比例不宜过大。在坡脚设置围堰拦挡措施，避免泥浆溢流。喷播实施后，表面采用无纺布或植被毯覆盖。
- 9.1.4.6 液力喷播工程设计、施工、养护、质量验收等按照CJJ/T 292的相关规定执行。

9.1.5 客土喷播

- 9.1.5.1 将过筛细土为主的基材和草炭、纤维材料、肥料、保水剂、合成树脂及先锋乔、灌、草种子配制成混合浆，用泵或液压喷播机均匀地喷附于坡面，形成5 cm~12 cm的膜状结构。
- 9.1.5.2 适用于坡度小于35°的土质、土石质、岩质边坡。
- 9.1.5.3 绿化类型：乔灌型、灌木型、灌草型、草本型、草花型。
- 9.1.5.4 施工方法：平整坡面，截排水沟施工，喷播客土混合浆。

9.1.5.5 注意事项：在坡脚设置围堰拦挡措施，避免泥浆溢流。喷播实施后，表面采用无纺布或植被毯覆盖。

9.1.5.6 客土喷播工程设计、施工、养护、质量验收等按照 CJJ/T 292 的相关规定执行。

9.2 陡坡绿化

陡坡以露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场、运输道路的土质、土石质、岩质边坡为主。边坡坡度较大，坡面无土或少土，植被无法立根；寒温带及中温带区域水热安全性能差、坡面温度变化幅度大。主要技术方法包括植生栽植、坑穴栽植、土工格室栽植、三维网栽植、工程框架结构栽植、生态喷播。

9.2.1 生态棒栽植

9.2.1.1 采用聚丙烯等材料制成长条形袋状容器，内部填充种植土、种子、营养物质和保水剂等，可以在较短时间内实现坡面的快速绿化和固土防蚀的工程技术。

9.2.1.2 适用于坡度小于 65° 各类型边坡，适宜修复高度小于 10 m 的边坡。坡面较陡、坡长大于 10 m 的边坡，应进行分级处理。

9.2.1.3 绿化类型：灌木型、灌草型、草本型、草花型。

9.2.1.4 施工方法：平整坡面，坡面铺设镀锌铁丝网或土工网，通过锚杆固定，棒体内装填植生基质材料，在防护网上横向固定生态棒形成网状支撑结构。

9.2.1.5 注意事项：生态棒栽植技术可结合客土喷播、植生混凝土喷播进行绿化施工。

9.2.2 植生袋栽植

9.2.2.1 采用内附种子层的土工材料袋，通过袋内装入种植土，在坡面或坡脚以不同方式码放，起到拦挡防护、防止土壤侵蚀、恢复植被的工程技术。

9.2.2.2 适用于坡度小于 65° 各类型边坡，适宜修复高度小于 10 m 的边坡。坡面较陡、坡长大于 10 m 的边坡，应进行分级处理。

9.2.2.3 绿化类型：灌木型、灌草型、草本型、草花型。

9.2.2.4 施工方法：平整坡面，袋内装填种植土，错缝水平呈“品”字形堆码植生袋，植生袋与边坡间填土，逐层夯实，袋间用连接板连接，按一定网度利用长度不小于 1 m 的锚杆将植生袋固定在坡面上，同时外覆柔性防护网固定于锚杆上。

9.2.2.5 注意事项：植生袋应随用随运至现场，要做好现场保管工作，注意防潮保护，保证种子的活性。

9.2.3 坑穴（鱼鳞坑）栽植

9.2.3.1 结合工程措施沿边坡等高线以一定密度，开凿或用混凝土浇筑、块石垒砌修建种植坑，回填种植土后种植乔、灌、草、攀缘植物。

9.2.3.2 适用于岩体裂隙较多、坡面平整度差的边坡，适宜坡度范围 30° ~55° 的土质、土石质、岩质边坡。

9.2.3.3 绿化类型：乔灌型、灌木型、灌草型、草本型、草花型。

9.2.3.4 施工方法：清理坡面，用块石、混凝土向上垒砌或向下挖成坑穴，石堰顶处用细石混凝土抹面，坑穴内回填种植土，栽植植物。

9.2.3.5 注意事项：坑穴多为外高内低的近半月形鱼鳞坑，长径沿等高线方向展开，呈“品”字型排列，长径 0.5 m~1 m，短径略小于长径，深度不小于 0.5 m。

9.2.4 土工格室栽植

- 9.2.4.1 将土工格室固定在坡面，在格室内填种植土，种植植物。
- 9.2.4.2 适用于坡面缺少植物生长土壤条件的稳定边坡，适宜坡度小于45°的土质、土石质、岩质边坡，坡长超过10m应进行分级处理。
- 9.2.4.3 绿化类型：乔灌型、灌木型、灌草型、草本型、草花型。
- 9.2.4.4 施工方法：平整坡面，先在坡顶固定土工格室，再按设计要求展开，按设计要求将土工格室单元与坡面之间进行固定，格室内回填种植土，栽植植物。
- 9.2.4.5 注意事项：格室充填时要使用振动板使之密实，且高出格室面1cm~2cm。土工格室材料、规格、性能等按照GB/T 19274的相关规定执行。

9.2.5 三维网栽植

- 9.2.5.1 在裸露坡面通过铺设三维网，结合播种、喷播、铺草皮进行坡面植被恢复。
- 9.2.5.2 适宜坡度小于45°的土质、土石质边坡，坡长超过10m应进行分级处理。
- 9.2.5.3 绿化类型：灌木型、灌草型、草本型、草花型。
- 9.2.5.4 施工方法：平整坡面。沿坡面由上至下铺设三维网，铺于坡顶时应延伸40cm~80cm，埋于土中压实，应让网尽量与坡面保持平顺贴合，网之间要重叠搭接，搭接长度大于10cm；采用“U”形钉在坡面上固定三维网，钉长20cm~45cm为宜，松土用长钉，钉间距一般为90cm~150cm，接头处应加密一倍，在沟槽内应按75cm的间距设钉。覆土播种，可采用客土喷播；或采用覆土播种，将改良客土均匀覆盖于三维网上，土粒小于5mm，至网包层不外露为止，确保三维网上土层厚度不小于12mm，采用撒播或液力喷播灌草种。
- 9.2.5.5 注意事项：三维网裁剪长度应比坡面长130cm。应随铺随填或采取保护措施，避免长期受阳光直接照射。三维网材料、规格、性能等按照GB/T 18744的相关规定执行。

9.2.6 钢筋混凝土框架栽植

- 9.2.6.1 在边坡现浇钢筋混凝土框架，框架内回填客土，种植植物。
- 9.2.6.2 适宜坡度小于45°的各类边坡，在浅层稳定性差的高陡岩质边坡和贫瘠土质边坡效果显著。
- 9.2.6.3 绿化类型：乔灌型、藤本型、灌木型、灌草型、草本型、草花型。
- 9.2.6.4 施工方法：平整坡面，锚杆施工，钢筋混凝土框架浇筑施工。覆土填充，在框架内满铺并浆砌预制的六棱花式砖，砖内填土，播种、栽植植物；或在框架内固定土工格室，并在格室内填土，播种、栽植植物。
- 9.2.6.5 注意事项：钢筋混凝土护坡工程设计、施工、养护，材料规格和性能、结构形式等按照GB 50330和GB 50666的相关规定执行。

9.2.7 预应力锚索框架地梁栽植

- 9.2.7.1 由钻孔穿过软弱岩层或滑动面，把锚索一端锚固在深层坚硬的岩层中，锚索露出地表的另一端与钢筋混凝土纵横框架地梁相连，形成坡面网格状主动加固体系，框架内回填客土，种植植物。
- 9.2.7.2 适宜坡度大于45°的稳定高陡岩质边坡。
- 9.2.7.3 绿化类型：灌木型、藤本型、灌草型、草本型、草花型。
- 9.2.7.4 施工方法：平整坡面，施工锚索，浇筑锚索反力座，拉张锚索达到设计值，将锚头埋入混凝土中，浇筑框架地梁，在框架内填土，播种、栽植植物。
- 9.2.7.5 注意事项：预应力锚索框架地梁工程设计、施工、养护，材料规格和性能、结构形式等按照GB 50330和GB 50666的相关规定执行。

9.2.8 浆砌石框架栽植

- 9.2.8.1 通过浆砌石形成坡面防护框架，框架内回填客土，种植植物。
- 9.2.8.2 适宜坡度小于 45° 的土质、土石质边坡，坡高每级不应超过 10 m。
- 9.2.8.3 绿化类型：乔灌型、藤本型、灌木型、灌草型、草本型、草花型。
- 9.2.8.4 施工方法：平整坡面，采用水泥砂浆就地砌筑片石，在框架内填土，播种、栽植植物。
- 9.2.8.5 注意事项：施工时应自下而上砌筑，并使框架与坡面紧贴，应先砌筑衔接处，再砌筑其他部分，同时要确保框架衔接处位于同一高度。
- 9.2.8.6 浆砌石框架工程设计、施工、养护，材料规格和性能、结构形式等按照 GB 50330 和 GB 50666 的相关规定执行。

9.2.9 团粒喷播

- 9.2.9.1 将配制好的富含有机质壤土、复合纤维、植物纤维、肥料、土壤稳定剂、保水剂、团粒剂、植物种子的喷播材料，用喷播设备均匀地喷附于坡面，形成 5 cm~10 cm 的膜状结构，喷播材料可瞬间发生团粒反应形成与自然界表土具有相同团粒结构的土壤培养基盘吸附于坡面。
- 9.2.9.2 适宜坡度小于 65° 的岩质边坡，坡长超过 15 m 应进行分级处理。
- 9.2.9.3 绿化类型：乔灌型、灌木型、灌草型、草本型、草花型。
- 9.2.9.4 施工方法：平整坡面，团粒喷播。
- 9.2.9.5 团粒喷播工程设计、施工、养护等按照 CJJ/T 292 的相关规定执行。

9.2.10 植生混凝土喷播

- 9.2.10.1 将配制好的富含有机质土壤、普通硅酸盐水泥、植生水泥土生态改良剂、有机物料、有机肥、复合肥、植物种子的喷射材料，用混凝土喷射机均匀地喷附于坡面上。
- 9.2.10.2 适用于坡度小于 65° 的各类边坡，坡高小于 80 m。
- 9.2.10.3 绿化类型：乔灌型、灌木型、灌草型、草本型、草花型。
- 9.2.10.4 施工方法：平整坡面，坡面预处理和坡面加筋施工，喷播植生混凝土。
- 9.2.10.5 注意事项：坡面加筋系统由锚固件、挂网、植生棒（板）组成。喷射采用干喷工艺，分基层和面层喷射。一般喷附基层厚度 5 cm~10 cm，面层厚度 2 cm。植生混凝土的技术要求按照 JC/T 2557 的相关规定执行。植生混凝土喷播工程设计、施工、养护等按照 CJJ/T 292 的相关规定执行。

9.3 陡立边坡绿化

陡立边坡以露天采场岩质边坡为主。边坡坡度大；一般无土壤，缺少植被存活的必要条件；边坡含水和持水能力较差；陡立坡面使雨雪等径流速度快。寒温带及中温带区域，冬季阳光直射阳坡的坡面时坡面温度高，夜晚温度低，坡面昼夜温差大；寒温带冬季冻融循环频繁，中温带春季干燥、夏季降雨集中。不适合施工方便、简单、安全性高的喷播绿化技术（南方地区广泛应用），需通过孔洞、槽穴结构蓄土绿化或是攀缘类植物向下进行绿化。

9.3.1 植生孔栽植

- 9.3.1.1 在稳定岩石坡面上打种植孔，孔内装填种植土后种植植物。
- 9.3.1.2 寒温带及中温带地区，由于岩体昼夜温差大，适宜在种植孔中补充保温储水式植生装置，可有效提升岩体稳定性，增强保水保温和透水性，减少水分蒸发，防止雨水冲刷，为植被提供稳定的生长环境。
- 9.3.1.3 适宜坡度大于 65° 的土质、岩质边坡，不受坡长限制。
- 9.3.1.4 绿化类型：灌木型、藤本型、灌草型、草本型、草花型。

9.3.1.5 施工方法: 选点放线, 清除坡面杂物和浮石, 在坡面上钻植生孔, 钻孔轴线与坡夹角一般为 $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$, 孔内装填种植土后, 放入植物种子或与植生孔内径契合的灌、草、攀缘植物的实体苗; 或在种植孔中装入植生装置, 在植生装置中装填种植土后, 放入植物种子或实体苗。

9.3.1.6 注意事项: 不适用严重风化或致密坚硬的岩质边坡; 寒温带及中温带地区高陡边坡适宜采用大孔栽植, 孔径 20 cm, 深 60 cm~120 cm 为宜, 适用于硬土质或风化程度中低的岩质边坡。阳坡的植生孔栽植加强遮阳、灌溉, 可提高植物成活率。

9.3.1.7 植生孔工程设计、施工、养护、技术要求按照 CJJ 82、CJJ/T 236 的相关规定执行。

9.3.2 植生槽栽植(飘台绿化)

9.3.2.1 植生槽(盆)又称飘台种植槽法。在稳定岩石坡面上利用微凹地形、小平台或坡脚, 用高强度砂浆砌石、砌砖, 筑成槽穴状承载物, 然后回填种植土种植植物。

9.3.2.2 适宜坡度大于 65° 的岩质边坡, 不受坡长限制。

9.3.2.3 绿化类型: 灌木型、藤本型、灌草型、草本型、草花型。

9.3.2.4 施工方法: 选点放线, 清除坡面杂物和浮石, 开挖或砌石, 回填客土, 种植灌、草、攀缘植物。

9.3.2.5 对不同类型的高陡石质坡面, 可采用不同的植生槽工程, 具体工程方法为以下几种:

- a) 利用微地形筑槽法: 直接在坡面微凹处用高强度水泥砂浆砌石建造种植槽(盆), 回填客土后种植植物;
- b) 微地形与锚杆结合法: 在表面光滑的坡面微凹处, 打入锚杆, 利用锚杆的支撑砌筑种植槽(盆), 回填客土后种植植物;
- c) 直接打锚杆筑槽法: 在平整光滑的石壁上, 直接呈一定夹角打入锚杆, 然后用高强度砂浆或砼浇筑种植槽(盆), 现浇种植槽(盆)使之与坡面呈“V”字形或“U”字形, 回填客土后种植植物。

9.3.2.6 植生槽工程设计、施工、养护、技术要求按照 CJJ 82、CJJ/T 236 的相关规定执行。

9.3.3 攀缘植物栽植

9.3.3.1 在边坡坡脚种植攀缘植物, 利用其攀爬、匍匐、垂吊的特性, 实现对边坡坡面的绿化覆盖。

9.3.3.2 适宜坡度大于 65° 、坡高小于 30 m 的各类边坡。

9.3.3.3 绿化类型: 藤本型。

9.3.3.4 施工方法: 清除坡面杂物和浮石, 在边坡坡脚种植攀缘植物。

9.3.3.5 注意事项: 一般选择粗枝大叶的大中型藤本植物, 种植槽及种植穴大小与深度均以大于 50 cm 为宜, 大型藤本植物土层厚度应大于 90 cm。

9.3.3.6 为使攀缘能力差的植物覆盖坡面, 可设置辅助攀缘设备:

- a) 顺坡每间隔 3 m~5 m 开一个小沟槽, 钉木桩, 以利攀附;
- b) 坡面安装条状或网状支架供植物攀附;
- c) 坡面挂网或悬垂绳索;
- d) 在坡面用钩钉、骑马钉供植物攀附。

9.3.3.7 攀缘植物栽植设计、施工、养护、技术要求按照 CJJ 82、CJJ/T 236 的相关规定执行。

10 植被养护

10.1 养护期限

10.1.1 根据矿山自然生态条件和绿化成效确定, 一般养护期限为 2 年~3 年。生态脆弱区管护时间

为3年~5年。

10.1.2 寒温带与中温带交界的过渡区域,即大兴安岭山地与草原接壤的过渡区域,为东北林草交错生态脆弱区,管护时间为3年~5年。

10.2 养护技术

边坡植被养护措施包括遮盖、防寒、灌溉、施肥、刈割、修剪平茬、间苗、补播(裁)、病虫害防治、灾害防治等。

10.2.1 遮盖

10.2.1.1 播种后应及时进行坡面遮盖,遮盖材料宜为生态环保可降解材料。

10.2.1.2 遮阳和防止坡面径流冲刷,宜选用无纺布、遮阳网等材料进行覆盖,保持表层湿润,促进植物发芽,当植物覆盖边坡时可视情况进行揭除。

10.2.1.3 不同矿种矿山边坡的遮盖措施:

- a) 煤炭矿山边坡基质为煤矸石或剥离物,保水保肥能力差,易发生酸化。遮盖应选择不易腐烂引发二次酸化、且能改善微环境的材料,如椰丝毯或新型环保型土工织物,慎用易发酵的鲜嫩植物秸秆;
- b) 金属矿山边坡基质可能含有特定重金属或化学物质。遮盖作业宜选用惰性强的人工材料(如无纺布)进行短期覆盖,以达到保苗目的即可,后期应揭除以避免影响土壤监测与改良。同时,应避免使用可能加速污染物迁移的覆盖材料;
- c) 非金属矿山土壤条件相对较好,可广泛选用各类经济、环保的可降解材料,如本地来源的植物秸秆、草苫等。

10.2.2 防寒

一般在入冬前,对幼苗幼树等易受冻伤的植物采取必要的防寒措施。寒温带区域防寒作业应在9月下旬至10月上旬完成;中温带区域防寒作业应在10月中旬至11月上旬完成。

10.2.2.1 铺设覆盖物

草本植物幼苗种植当年及第二年,使用晒干的农作物秸秆、无纺布等材料覆盖在植物和土壤上,当植物覆盖边坡时可视情况进行揭除。

10.2.2.2 缠绕防寒毡

苗木栽植当年及第二年,用宽15cm的防寒毡将主干缠绕包裹。从主干基部开始呈螺旋式向上缠绕,于次年萌芽前解除缠绕物。

10.2.2.3 绑草把

幼树采用树干绑草把法防寒,利用稻草秸秆将幼树主干包围并绑缚,第二年幼树萌芽前撤除。

10.2.2.4 涂(喷)白

寒温带在10月中下旬、中温带在11月上中旬,灌封冻水之前,用刷子(喷雾器)等工具在树干均匀涂(喷)涂白剂(生石灰、石硫合剂原液、食盐、植物油、水的混合液)。

10.2.3 灌溉

10.2.3.1 刚栽植完的苗木,应及时浇水,必须浇透淋根水,保持坡面湿润直至种子出苗。

10.2.3.2 应根据边坡的坡度和立地条件、选择适宜的灌溉方式，应避免浇大水，以免影响坡面稳定，坡度较大和土壤黏性较大的坡面宜采用滴灌和微灌。

10.2.3.3 坡面灌溉时应避开日光曝晒及高温时段，以不出现坡面径流为宜，避免水流直接冲刷边坡。

10.2.3.4 寒温带与中温带地区，栽植结束后两年内根据气候条件适时对植物浇灌封冻水和解冻水。

10.2.3.5 不同坡度边坡的灌溉方式：

- a) 平缓坡（如露天采场边坡、排土场边坡）：采用喷灌，结合寒温带及中温带春季干旱，春季适当增加灌溉频率与水量；
- b) 陡坡（如露天采场边坡、排土场边坡、尾矿库坝面边坡、堆浸场边坡、运输道路边坡）：采用滴灌或微灌，避免集中降雨期积水；
- c) 陡立坡（如露天采场边坡）：采用滴灌，防止雨季冲刷。

10.2.4 施肥

10.2.4.1 宜在施工后1年~2年内根据植物生长情况进行施肥。

10.2.4.2 施肥时间宜选择在植物生长旺季前进行，应根据植物生长情况选择肥料种类。

10.2.4.3 宜结合灌溉进行施肥；在降雨前或灌溉前也可进行人工撒施。

10.2.5 割割

当苗木生长发育受杂灌杂草抑制时，宜进行割灌除草、除蔓，除去苗木周边1m以内的杂灌杂草和藤蔓。采用化学药剂除草的，应按GB/T 15783的规定。

10.2.6 修剪平茬

10.2.6.1 应及时排查和处理影响坡面稳定性的植株。

10.2.6.2 疏剪乔灌木弱枝和病枯枝，短截陡长枝。

10.2.6.3 寒温带与中温带宜在秋季落叶后或春季发芽前，进行修剪或平茬调控地下与地上生物量。一般秋季落叶寒温带在9月上旬至中旬，中温带在9月中旬至10月中旬；春季发芽寒温带在5月中旬至下旬，中温带在4月上旬至5月上旬。

10.2.7 间苗

10.2.7.1 边坡植被密度过大时应间苗。

10.2.7.2 在不影响边坡安全稳定及边坡植被绿化效果的基础上，应按去劣留优、去弱留强、去小存大的原则进行均衡间苗，并及时清除入侵植物。

10.2.8 补播（栽）

10.2.8.1 待植物基本出苗后，及时检查，对植被稀疏区或乔灌木比例较低区域，应进行人工补播或补栽。

10.2.8.2 补播（栽）时间，寒温带宜在5月至9月，中温带宜在4月至8月。

10.2.8.3 补栽苗优先选用容器苗进行栽植。

10.2.9 病虫害防治

为确保幼苗正常生长发育，应定期监测，及时隔离、处理病虫危害的植被，减少病源，一旦发现检疫性病虫害，应及时伐除并销毁受害植被。病虫害防治措施，应按GB/T 15776的规定。

10.2.10 灾害防治

10.2.10.1 寒温带区域

寒温带区域为冬季低温、多雪、冻融循环频繁的气候特征。冬季遇恶劣天气（如暴雪、寒潮）应加强巡查频次，每3日1次，及时发现并消除边坡植被冻裂、雪压垮塌等隐患。雪害后，应立即对压伤折断的植被枝条进行修剪（保留健康芽点），并用波尔多液或石硫合剂涂刷伤口；冬季过后（3月中下旬），对受冻害的植被枝条进行修剪（剪除枯死部分），并适时移除防寒设施（如农作物秸秆、无纺布等），避免春季发芽期二次冻害。

10.2.10.2 中温带区域

中温带区域为冬季低温多雪、春季干燥少雨、夏季集中降雨的气候特征。冬季遇恶劣天气（如暴雪、冻雨）应加强巡查频次，每5日1次，重点排查雪压导致的边坡滑塌及春季干旱风险。雪害后，应立即对压伤折断的植被枝条进行修剪，并用波尔多液或石硫合剂涂刷伤口；冬季过后（3月底至4月），对受冻害的植被枝条进行修剪，同时结合季节性干旱特点加强灌溉，并针对集中降雨（5-7月）提前疏通排水沟，防止积水引发根系腐烂。

附录 A

(资料性)

寒温带及中温带矿山边坡绿化常用适地植物参考表

A.1 寒温带矿山边坡绿化常用适地植物选择参考表见表A.1。

表 A.1 寒温带矿山边坡绿化常用适地植物参考表

行政区域	植物类型			
	乔木植物	灌木植物	草本植物	攀缘植物
大兴安岭地区	樟子松、落叶松、红皮云杉、冷杉、旱柳、蒙古栎、榆树	松江柳、东北山梅花、珍珠梅、山刺玫、紫丁香、蓝果忍冬、红瑞木	线叶菊、冰草、冷蒿、草地早熟禾、赖草、沟叶羊草、羊茅、大叶章、乌拉草、大籽蒿	蛇白蔹、山葡萄、北五味子

A.2 中温带矿山边坡绿化常用适地植物选择参考表见表A.2。

表 A.2 中温带矿山边坡绿化常用适地植物参考表

行政区域	植物类型			
	乔木植物	灌木植物	草本植物	攀缘植物
哈尔滨市、齐齐哈尔市、牡丹江市、佳木斯市、大庆市、鸡西市、双鸭山市、伊春市、七台河市、鹤岗市、黑河市、绥化市	红皮云杉、樟子松、侧柏、圆柏、杜松、兴安落叶松、旱柳、榆树、刺槐、元宝枫、暴马丁香	忍冬、金银木、东北山梅花、珍珠梅、黄刺玫、榆叶梅、紫丁香、东北连翘、紫穗槐、胡枝子、文冠果、荆条、蚂蚱腿子、沙拐枣、山刺玫、黄刺玫、金银忍冬、长白忍冬、蓝果忍冬、黄花忍冬、松江柳、榛、毛榛、红瑞木、茶条槭、山杏、沙棘	大叶章、乌拉草、高原早熟禾、冷蒿、紫羊茅、大籽蒿、草木樨、黄芪、草地早熟禾、高羊茅、针茅、无芒雀麦、白草、冰草、龙须草、偃麦草、山葡萄、常草、冷蒿、赖草、羊草、马春藤、紫藤、南薰、紫苜蓿、绣球小冠花、沙打旺、白三叶、波斯菊、线叶菊、万寿菊、二月蓝、山野豌豆、异穗薹草	地锦、异叶蛇葡萄、山葡萄、常春藤、紫藤、南薰、蛇藤

参 考 文 献

- [1] GB/T 4399—2024 《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》
 - [2] TD/T 1070. 1—2022 矿山生态修复技术规范 第1部分：通则
 - [3] TD/T 1070. 2—2022 矿山生态修复技术规范 第2部分：煤炭矿山
 - [4] TD/T 1070. 3—2022 矿山生态修复技术规范 第3部分：金属矿山
 - [5] TD/T 1070. 4—2022 矿山生态修复技术规范 第4部分：建材矿山
 - [6] TD/T 1070. 5—2022 矿山生态修复技术规范 第5部分：化工矿山
 - [7] TD/T 1070. 6—2022 矿山生态修复技术规范 第6部分：稀土矿山
 - [8] TD/T 1070. 7—2022 矿山生态修复技术规范 第7部分：油气矿山
 - [9] LY/T 2770—2016 南方有色金属矿区废弃地植被生态修复技术规程
 - [10] DB13/T 6054—2025 露天矿山生态修复工程施工技术要求
 - [11] DB23/T 3965—2025 《寒区公路路域植物恢复技术规范》
 - [12] DB43/T 3179—2025 边坡生态修复技术规程
 - [13] DB3710/T 205—2023 岩质边坡飘台生态修复技术导则
 - [14] DB3711/T 128—2023 露天矿山生态修复绿化技术规范
 - [15] 孙伟. 矿山生态修复技术方法研究与应用 [M]. 北京. 地质出版社. 2024
 - [16] 赵方莹. 边坡绿化与生态防护技术 [M]. 北京. 中国林业出版社. 2009
 - [17] 赵方莹. 矿山生态植被修复技术 [M]. 北京. 中国林业出版社. 2009
 - [18] 贾琦飞. 矿山边坡绿色生态环境修复新型植生混凝土技术研究 [M]. 南京. 海河大学出版社. 2024
-