CS 74.100.01

D 04

**中国煤炭学会团体标准**

T/CCS 0XX—2023

高寒、高海拔地区植被修复技术规范

Technical specification for vegetation restoration in alpine and high altitude areas

**（讨论稿）**

20□□-□□-□□发布 20□□-□□-□□实施

中国煤炭学会 发 布

目录

[**1 前言 3**](#_Toc104043682)

[**2 范围 4**](#_Toc104043683)

[**3 术语和定义 5**](#_Toc104043684)

[**4 总体原则 5**](#_Toc104043692)

[4.1 环境协调原则 5](#_Toc104043693)

[4.2 规划统一原则 6](#_Toc104043694)

[4.3 因地制宜原则 6](#_Toc104043695)

[4.3 经济合理原则 6](#_Toc104043696)

[**5 前期准备** 6](#_Toc104043697)

[5.1 现场调查 6](#_Toc104043698)

[5.2 修复前准备 6](#_Toc104043699)

[**6 地形重塑技术要求** 7](#_Toc104043700)

[6.1 一般要求 7](#_Toc104043701)

[6.2 渣山边坡地形技术要求 7](#_Toc104043702)

[6.3 采场底盘地形技术要求 7](#_Toc104043703)

[**7 土壤重构技术要求** 7](#_Toc104043704)

[7.1 一般要求 7](#_Toc104043705)

[7.2 土壤微生物再造技术要求 8](#_Toc104043706)

[**8 采场植被重建技术要求** 8](#_Toc104043707)

[8.1 植物选择一般要求 8](#_Toc104043708)

[8.2 植物配置要求 9](#_Toc104043709)

[**9 植被修复技术** 9](#_Toc104043710)

[9.1 播种方案 9](#_Toc104043711)

[9.2 播种时间及密度 10](#_Toc104043712)

[**10 后期管控与监测** 10](#_Toc104043713)

[10.1 植被养护技术 10](#_Toc104043714)

[10.2 病虫害防治技术 10](#_Toc104043715)

[10.3 后期监测技术 10](#_Toc104043716)

[10.4 风险防范及应急处置 11](#_Toc104043717)

[**11 植被重建效果评估** 11](#_Toc104043718)

[11.1 重建过程效果评价 11](#_Toc104043719)

[11.2 植被重建后效果评估 18](#_Toc104043720)

# **前言**

本标准规定了按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国煤炭地质总局提出。

本标准由中国煤炭学会归口。

本标准主要起草单位：中国煤炭地质总局、中煤地质集团有限公司。

本标准主要起草人：王佟、高超、刘亚然、郭衍游、韩孝忠、刘帅

本标准为首次发布。

本标准由中国煤炭工业协会负责解释。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

1 范围

本标准规定了高寒、高海拔地区植被重建的总体原则与要求、前期环境调查、地形重塑技术要求、土壤重构技术要求、植被重建技术要求、给排水系统等方面内容和要求。

本标准适用于高寒、高海拔地区已退役或终止开采的露天煤矿，已完成地质灾害为主体的地形地貌整治工程、具备绿化条件的采场植被重建，其他高寒、高海拔地区露天矿山采场的植被重建可参照执行。

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 6141 | 豆科草种子质量分级 |
| GB/T 16453.2 | 水土保持综合治理 技术规范 荒地治理技术 |
| GB/T 16453.4 | 水土保持综合治理 技术规范 小型蓄排引水工程 |
| GB/T 38360 | 裸露坡面植被恢复技术规程 |
| GB 50330 | 建筑边坡工程技术规范 |
| GB 50197 | 煤炭工业露天矿设计规范 |
| DZ/T 223 | 矿山环境保护与综合治理方案编制规范 |
| CJ/T 340 | 绿化种植土壤 |
| CJJ 82 | 园林绿化工程施工及验收规范 |
| HJ 651 | 矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行） |
| HJ 652 | 矿山生态环境保护与恢复理方案（规划）编制规范 |
| TD/T 1036 | 土地复垦质量控制标准 |
| DB11/T 1690 | 矿山植被生态修复技术规范 |
| DB21/T 2019 | 矿山及其他工程破损山体植被恢复技术 |
| DB21/T 2230 | 矿山及其他工程破损山体植被恢复治理验收规范 |

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

## 3.1

挖损地 damaged land

在露天采矿过程中由于剥离上覆岩土层所形成的破损、下凹地面。

## 3.2

塌陷地 subsided land

由于地下采矿所形成的块状、带状的塌陷地面。

## 3.3

露天采场 open-pit stope

因采矿活动在地表形成的“空场”或“空洞”，也称露天采空区，包括边坡、道路及平台、底盘。

## 3.4

压占地 Occupied land

堆放采矿过程中形成的剥岩废料和选矿剩余物的场地，包括排土场、尾矿库和矸石山。

## 3.5

地形地貌整治 topography reconstruction

根据露天采场周边景观环境及采场立地条件情况，对采场进行修整、挖填、防护，使采场安全稳定并与周边景观环境协调的过程。

## 3.6

土壤重构 soil reconstruction

以矿区破坏土地的土壤恢复或重建为目的，通过采用适当的技术工艺，重新构造适合植被生长的土壤剖面和肥力因素，在较短的时间内恢复和提高土壤的生产力的过程。

## 3.7

植被重建 re-vegetation

通过人工、人工与天然结合等方法创建植物长期生长发育的基础条件，使植被得到有效恢复的过程。

4 总体原则

## 4.1 环境协调原则

根据采场立地条件特点和自然系统演替规律，科学开展高寒、高海拔地区植被重建并与周边植被类型协调统一。

## 4.2 规划统一原则

坚持规划引领、顶层谋划、综合施策、合理布局，统筹采场及周边现有植被保护和破损环境植被重建工作的一体化推进。

## 4.3 因地制宜原则

充分考虑高寒高海拔地区采场生态环境背景、环境承载力和生态风险，宜草则草，既满足生物多样性要求，又使植物群落健康稳定。

## 4.3 经济合理原则

统筹考虑露天采场植被重建的合理性和经济可行性。

5 前期准备

## 5.1 现场调查

5.1.1 调查采坑、渣山周边植物种类及分布、植物生存的生态环境、植物资源储量及利用现状。

5.1.2 采用现场调查、路线调查和访问调查等方法，记录矿区所在地周边植物的分布地点、生长环境、优势植物种类、建群植物种类等。

5.1.3 植物样方调查表的内容应包括：样地地理坐标、样方号、样方面积、调查时间、群落类型，以及样方内植物高度、盖度、密度、生物量、生活型等。

5.1.4 调查矿区周边地区的植物种苗供应情况及当地种子库情况。

## 5.2 修复前准备

## 5.2.1 渣土改良土壤基质层

对渣土进行就地翻耕捡石或对不具备渣土就地翻耕区域采用细渣土转运摊铺，改良成为一定厚度的人工再造土壤基质层，其中直径＞5cm的块石比例不超过10%。

## 5.2.2 排水系统布设

沿渣山坡面30-50间距内修建排水沟，与采坑边坡平台区修建的的拦水坝共同形成排水系统，以便排除多余的地面水和地下水，使人工牧草免遭涝、渍之害，改善土壤通气性、调节土壤温度和促进有机质释放养分的作用；

5.2.3 人工再造土壤

在土壤基质层中伴入羊板粪、有机肥。将羊板粪和颗粒有机肥按照一定比例摊铺于土壤基质层表面，采用圆盘耙或者人工方法，均匀拌入土壤基质层中，达到一定深度。

5.2.4 播撒有机肥

将一定量的颗粒有机肥通过人工或机械方式播撒在人工再造土壤表面。

6 地形重塑技术要求

## 6.1 一般要求

6.1.1 地形重塑应符合 CJJ82 相关要求，同时应避开拟保留现状物，并满足蓄排水要求。

6.1.2 采场高边坡应沿等高线方向设置水平台阶，台阶应有 2%～3%向内侧的横坡。

6.1.3 边坡及顶部应有排水及控制水土流失的工程措施。排水沟断面应能及时排泄山坡洪（雨）水，并应与生态治理排水系统相结合。

6.1.4 边坡上应无浮石、滚石以及松动坡体，平台阶面应平整，坡面应自然平顺、相对稳定。

## 6.2 渣山边坡地形技术要求

渣山边坡坡度宜小于40°，坡度大于 40°且有一定危险度时，应设置护坡。渣山边坡垂直高度超过 10m 时应分段设置台阶，台阶高度 5m～10m，宽度4m～8m。

## 6.3 采场底盘地形技术要求

6.3.1 采场底盘经整治后应形成一个整面或多个台地。

6.3.2 底盘地面应朝一个方向或多个方向倾斜，并在最低处设置雨水收集池或蓄水池。

7 土壤重构技术要求

## 7.1 一般要求

7.1.1 种植土壤的相关理化技术要求，应按 CT/T 340 相关规定执行。

7.1.2 一般情况下，种植土有效土层厚度不应小于15cm，亦可根据选用的植物种类来决定种植土壤的厚度，见表1。

表1 不同植物的土壤厚度要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 植物类型 | 一年生草本 | 多年生草本 | 乔木 |
| 土壤厚度(cm) | 25 | 45 | 80 |

7.1.3 种植土壤的厚度及理化指标应满足 7.1.1条和表4要求。当无法满足时，应采用客土措施。客土沉实后厚度应不低于0.3m。

7.1.4 种植土覆土后应有防止土壤被雨水冲刷的措施。

## 7.2 土壤微生物再造技术要求

7.2.1 应根据拟重建植被对微生物群落功能和稳定性的要求，外接微生物种群(筛菌或者工程菌），可选择性引入可增强植物抗逆和抗病虫害的微生物菌剂。微生物菌剂的选择和使用应满足HJ/T415相关要求。

7.2.2 添加外接菌种时应选择合适的时间、温度、湿度等气候条件，并根据土壤微生物分解枯枝落叶的情况确定外接菌种的频率和用量。

7.2.3 应通过评估营养物质对微生物群落组成的影响，决定是否添加适量水溶性或缓释型营养物质元素。添加营养物质时应注意确定施加时间、方法和频率等。

7.2.4 应通过评估土壤酸碱度、重金属浓度对微生物群落组成的影响，选择合适的方法和材料对微生物生长环境进行修复，相关方法和材料应符合 LY/T 1970 规定。

7.2.5 微生物群落再造后，应评估微生物群落组成能否有效提高土壤肥力，相关取样和分析方法应参考CJ/T340的相关规定。

8 采场植被重建技术要求

## 8.1 植物选择一般要求

8.1.1 应选择耐干旱、耐贫瘠、耐重金属、抗逆性强的植物。

8.1.2 应优先选择易获取、生长迅速、易形成覆盖层、根系发达的植物。

8.1.3 应按照 GB6141、GB6142、GB7908、GB/T 18248.4、GB/T 18247.7 规定，选择相应的植物种子。

8.1.4 应按照 GB6000、LY1000、CJ/T 24 规定，选择所栽植苗木。

8.1.5 应根据矿区自然地理条件与气候特点，选择处于同一气候带的植物品种。

## 8.2 植物配置要求

大规模的播撒草种之前，应模拟修复地现场环境，进行室内和户外局部做播种实验，选取最优化方案进行植被修复；同时草种选择上应实现多种草种混合。

8.2.1 边坡播种应加大草种及牧草肥的用量，并应能尽快形成覆盖面。

8.2.2 平台（含运输道路及建筑地）在相应条件下可减少草种及牧草肥用量。

9 植被修复技术

## 9.1 播种方案

## 9.1.1 草种播种

将若干种牧草种子与牧草专用肥按照相应量的混合，以不同数量通过机械撒播方式撒播播种于坡地与平地上的人工再造土壤层表面；播种选择无风或微风的添加进行，并在大规模播种前进行试播工作，确定播种速度和播种次数；平地用大型播种机播种，边角和坡地用小型播种机与人工播种的方式播种，沿坡地等高线或台阶，匀速播种。

## 9.1.2 耕耙镇压

对播种的地块，采用机械或人工耕耙镇压，以便于有利于草种发芽生长；

## 9.1.3 无纺布铺设

铺设无纺布，达到保水保温，防止水土流失。无纺布宜选用宽3m的无纺布( 重量为20g)，依据地形条件沿平面、坡面或平台顺铺，与地面贴实，相邻无纺重叠5cm左右，用石块间隔压紧压实，防止被风吹或雨水冲毁。

## 9.2 播种时间及密度

## 9.2.1 播种时间

高寒、高海拔地区气候异常，草种播撒时间一般5月中旬到六月中旬为宜。温度以15℃以上为宜，气温过低时不宜种植。

## 9.2.2 播种密度

应根据种苗规格、质量、设计要求，确定种植密度。

10 后期管控与监测

## 10.1 植被养护技术

10.1.1 新播种场地应采用无污染、可降解的无纺布覆盖，并及时检查和补植、补播及追肥。

10.1.2 新播种场地应采取围栏封育，以免被野生动物或牛羊等牲畜踩踏破坏。

10.1.3 种植后1年～2年生长期内应结合降雨或浇水情况适量追肥。

10.1.4 在植物生长期应根据需要及时刈割，并处理利用。对不耐寒植物，冬季来临前应做好防冻措施或及时收割，降低负荷。

## 10.2 病虫害防治技术

10.2.1 种植前应对植物材料进行严格检疫，避免引进有病虫害的植物材料。

10.2.2 应加强日常病虫害的预测预报工作，发生病虫害后，应及时进行防治，化学农药的使用应满足GB4285规定。

## 10.3 后期监测技术

10.3.1 应开展植被生长动态监测工作，及时准确掌握植物多样性、植被覆盖度、生物量及土壤养分情况。

10.3.2 应采用地面调查及遥感影像解译相结合的监测方法，监测指标主要包括物种丰富度、植株高度、频度、盖度、地上生物量和地下生物量土壤测定。

10.3.3 应对土壤微生物再造群落的组成情况进行监测和评估，方法可参考 CJ/T 340 的相关规定。

10.3.4 应通过监测及时研判重建植被的群落稳定性以及演替方向。

10.3.5 应监测水域环境水质变化情况，并建立相应预警机制和换水措施。

10.3.6 应按照 GB/T51240 规定进行水土保持监测。

## 10.4 风险防范及应急处置

10.4.1 应对植被重建区植物的有害生物定期监测调查，发现林业有害生物发生与危害时，应及时预报预警、及早防治，减少灾害损失。

10.4.2 清理的外来物种应按规定消毒掩埋或送到指定地点销毁。

10.4.3 监测发现植被退化或出现群落负向演替时，应积极采用更换品种、强化抚育等措施。

11 植被重建效果评估

## 11.1 重建过程效果评价

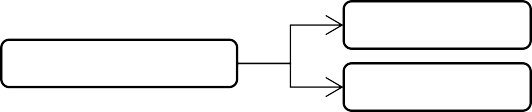
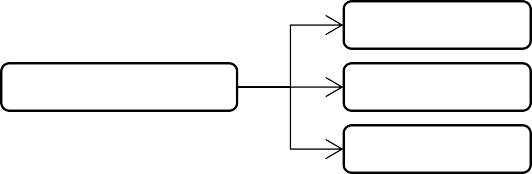
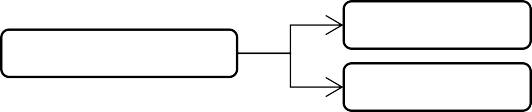
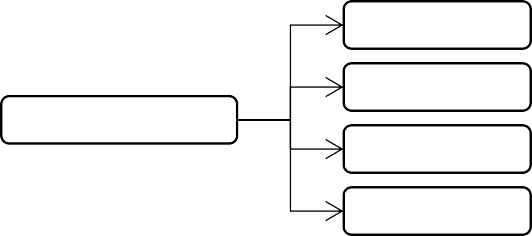
11.1.1 矿区植被重建过程的评估，应包括材料生产、运输、安装及施工、维护及回收等全生命周期效果评价，以及所引起的能源消耗、水资源消耗及碳排放等生态环境影响评估。

11.1.2 根据植被重建过程各环节建立碳足迹核算体系，定量分析过程能源和材料消耗，识别出能耗量大的方案、阶段、材料、过程等，并提出减少能源和材料消耗和减少碳排放的措施。

11.1.3 分析植被重建过程不同阶段的特点，识别植被重建阶段的节能、减排、降污、节材等方面的指标，建立节能减排核算指标体系，评价植被重建过程的节能减排效果。

## 11.2 植被重建后效果评估

煤矿露天采场植被重建后效果评估指标应包括 7 个类别 14 个评估指标，可参见图 4。根据重建技术所属类型及其服务功能特点，可选择相应的评估指标。



气候变化

固碳

释 氧 提供负离子

空气质量

吸收污染物

滞尘固土

水土保持

植物重建后

保肥

生态系统服务功

能评估质保体系

生物多样性保护

物种保育

固氮

营养元素积累

固磷

固钾 调节水量

水源涵养

净化水质

生物量

植物生物量

图 4 植被重建后评估指标体系