



中 华 人 民 共 和 国 林 业 行 业 标 准

LY/T 2991—2018

煤矸石山生态修复综合技术规范

Technical regulations for ecological restoration of coal gangue dumps

(发布稿)

2018-12-29 发布

2019-05-01 实施

国家林业和草原局 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 煤矸石山基本概况调查.....	2
4.1 自然概况和形成历史.....	2
4.2 煤矸石山类型划分.....	2
4.3 煤矸石山温度测量.....	2
5 煤矸石山自燃治理.....	3
5.1 材料.....	3
5.2 浅层喷射注浆防控火.....	3
5.3 深孔注浆灭火.....	3
6 煤矸石山稳定性治理.....	3
6.1 削坡分阶.....	3
6.2 砌筑挡墙.....	3
6.3 排水系统.....	3
6.4 道路建设.....	3
7 煤矸石山表层土壤构建.....	4
7.1 基材.....	4
7.2 客土.....	4
8 煤矸石山植被恢复.....	4
8.1 植物种选择.....	4
8.2 植被恢复技术.....	4
9 植被养护.....	5
9.1 初期养护.....	5
9.2 后期养护.....	5
10 煤矸石山治理验收.....	5
10.1 稳定性验收.....	5
10.2 温度验收.....	5
10.3 植被恢复验收.....	5

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则编写。

本标准由国家林业和草原局提出并归口。

本标准起草单位：中国林业科学研究院荒漠化研究所、北京林业大学、山西潞安矿业（集团）有限责任公司、中国水利水电科学研究院、云南省林业科学院、西施生态科技股份有限公司、水利部水土保持生态工程技术研究中心。

本标准主要起草人：崔明、周金星、冯国宝、秦伟、李海波、李贵祥、张卫、刘玉国、赵平、闫鉴、杨亚平、王彪、单志杰、赵廷宁、安永兴、李峰、郭伟、贾霁群、王勇坚、刘加力。

煤矸石山生态修复综合技术规范

1 范围

本标准规定了煤矸石山生态修复综合治理的基本概况调查、自燃防治、稳定性治理、表层土壤构建、植被恢复、植被养护等技术措施及验收标准。

本标准适用于煤矸石山生态恢复综合治理工程，其他类型的矿山生态综合治理工程可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

MT/T 702 煤矿注浆防灭火技术规范

GB 50433 开发建设项目水土保持技术规范

SL 386 水利水电工程边坡设计规范

GB 50330 建筑边坡工程技术规范

GB-T16453.4 水土保持综合治理技术规范-小型蓄排引水工程

GB/T 23486 城镇污水处理厂污泥处置 土地改良用泥质

GB 6142 禾本科草种子质量分级

GB 7908 林木种子质量分级

GB/T 15776 造林技术规程

GB/T 15781 森林抚育规程

3 术语和定义

3.1

煤矸石山 coal gangue dump

煤矿集中堆置废弃煤矸石的场所，常由绞车提升、翻矸机倾倒，自然成山，多呈锥形或脊形。

3.2

米测温法 one metre thermometry

在距地表一米范围内测取山体温度折算表面山体温度，降低环境影响误差的测温方法。

3.3

十字交叉测温法 cross thermometry

沿测温点水平方向，以1m为间距布置热电偶测温，找到最高温度点，再以此点为中心，沿竖直方向，以1m为间距布置热电偶测温，根据各点的温度值，确定火点纵深核心位置和火点范围的测温方法。

3.4

碱性纤维胶体泥浆 fireproof alkaline fibrous colloidal slurry

采用传统注浆灭火惰性材料配方中的碱性物质，添加增稠物质和纤维物质组分配制而成的泥浆。

3.5

浅层喷射注浆 shallow jet grouting

在矸石山表面采用机械设备高压喷射防火泥浆，使泥浆注入矸石缝隙的施工方法。

3.6

深孔注浆 deep boring grouting

向煤矸石山深层开导流孔，再通过注浆管向矸石山深部注入防火泥浆的施工方法。

4 煤矸石山基本概况调查

4.1 自然概况和形成历史

对煤矸石山的地理位置、气候条件（年均降水量、年均温、主要风向、年均风速、无霜期）、地形地貌、堆积方式（单点延续推移翻倒堆积、多点叠加翻倒堆积、分层碾压隔离堆积）、堆积高度、开始排矸时间、停止排矸年限以及煤矸石山周边自然植被（群落结构、种类组成、优势草本、灌木分布格局）等进行调查。

4.2 煤矸石山类型划分

4.2.1 按稳定状况划分

宜分为：完整堆积陈旧矸石山、挖铲扰动矸石山、自燃矸石山。

4.2.2 按燃烧状况划分

宜分为：处于燃烧孕育期的矸石山、处于燃烧发展期的矸石山、处于燃烧衰退期的矸石山。

4.3 煤矸石山温度测量

4.3.1 测温程序

矸石山测温应在山体整形前、后分两次完成。整形前测温工作程序依次为表面温度测量、米测温法确定高温点、十字交叉法确定火点。整形后，对矸石山地表温度和深层温度定期进行监测。

4.3.2 表面温度测量

在煤矸石山表面布置测温网，采用十字网格交叉的形式布置节点，节点间距宜为 5m-10m。利用手持式红外测温仪测量节点表面温度，对比环境基准温度得出表面温度相对值，以划定矸石山表面温度异常区域和异动区域。

4.3.3 米测温法确定高温点

对表面温度异常区域的测温节点进行米测温。在测温点打 1m 深圆孔，将热电偶探头放入孔底，数

据显示稳定后开始观测，取两次读数的平均值，为该点的米测温值，进而对比确定高温点。

4.3.4 十字交叉法确定火点

对米测温高温区域，采用十字交叉法测量煤矸石山深层温度，以确定火点核心位置和火点范围。温度达到 90℃ 以上，该点已经进入加速增温阶段；温度超过 300℃ 的测温点，判定存在实质性燃烧。测温结果作为深孔注浆布置注浆点的依据。

5 煤矸石山自燃治理

5.1 材料

将石灰、粉煤灰、玻璃纤维等材料和本地土壤，参照 MT/T702 相关规定，加水按适宜比例放入泥浆喷射机进行搅拌，并加入阻燃剂。

5.2 浅层喷射注浆防控火

应采用自下而上等高线环带施工方式。浅层喷射注浆覆盖厚度宜 1cm~5cm；泥浆覆盖层应能适应山体轻微沉降变形，达到不断层、不开裂效果。

5.3 深孔注浆灭火

深孔注浆钻孔深度宜为 250cm 以上，自流注浆孔距宜为 100cm，压力注浆孔距宜为 200cm，呈品字形分布；留出相应数量钻孔作为排气孔；注浆量应以注浆孔间距和矸石孔隙率为依据，或出现防火浆溢流现象时停止注浆。注浆完成后应待热蒸汽逐步消散汽压减弱后封堵管孔，回填土层压实。参照 MT/T702 相关规定执行。

6 煤矸石山稳定性治理

6.1 削坡分阶

应自上而下对矸石山进行削坡分阶，坡顶应设平台。每级坡高宜小于 10m；坡度应小于矸石山自然堆积安息角，一般不超过 30°。参照 GB 50433 的有关规定执行。

6.2 砌筑挡墙

应采用重力式挡墙。设计与施工参考 GB 50330 有关规定执行。浆砌石挡墙，块石、条石的强度等级应不低于 MU30；挡墙墙顶不宜小于 400mm；挡墙基础埋深，北方应深于冻土层深度；挡墙之间应留有伸缩缝，间距 20m~25m；设置排水孔，孔径不宜小于 100mm，间距宜为 2m~3m，倾角宜为 5°~10°。

6.3 排水系统

排水系统应参考 GB/T16453.4 和 SL 386 中的有关规定执行。

排水沟可选择梯形或矩形断面，宜采用柔性建设技术。

6.4 道路建设

煤矸石山应设置一条主路，各级边坡间应设置马道。主路的最小宽度不宜小于 4m。马道的最小宽度不宜小于 2m。

7 煤矸石山表层土壤构建

7.1 基材

7.1.1 木纤维

应满足以下条件：长度小于12mm，含水率 $12\pm 3.0\%$ ，持水率 $\geq 8\text{g/g}$ 。

7.1.2 保水剂

应满足以下条件：保水剂的使用寿命为2年以上；保水剂颗粒一般为60-80目，初始吸水倍率在300倍以上。

7.1.3 植物胶

应满足以下条件：粘度4000~6000mPa.s；水分 $\leq 12\%$ ；pH值5.5~7.0。与保水剂相互配合而不削弱各自功能，且能自动降解，不对环境造成危害。

7.1.4 复合肥

复合肥使用应按照GB/T 23486的规定执行。

7.2 客土

7.2.1 客土类型

分为中性客土、种植客土、种子泥浆客土。

7.2.2 客土配制

中性客土，以当地土壤作基土，在配置客土前应过筛，石块、杂质含量应不超过1%，含水量应小于15%，加入木纤维并搅拌均匀。

种植客土，将当地土壤和各种改良基材按适宜比例放入固体材料搅拌机搅拌均匀后装袋。

种子泥浆客土，将种子与当地土壤及各种改良基材按不同类型客土配方比例放入喷播机中加水搅拌，制成具有一定粘稠度的悬浊液进行喷播施工。

8 煤矸石山植被恢复

8.1 植物种选择

8.1.1 选择原则

选择植物品种应符合：生态适生原则；边坡稳定原则；抗逆性原则；草本与乡土灌木相结合原则；生物多样性与景观多样性原则以及不同地貌部位种植品种和密度不同原则。

8.1.2 质量要求

草本植物种子质量不应低于GB 6142中所规定的二级质量标准；木本植物种子质量不应低于GB 7908中所规定的二级质量标准。

8.2 植被恢复技术

8.2.1 客土喷播植被恢复技术

对于面积大、坡度小的煤矸石山坡面，应按照中性客土层、种植客土层、种子泥浆层的先后工序施工。中性客土层应在矸石层表面或在防火泥浆层之上，采用喷播技术或人工覆土压实措施实施覆盖，厚度宜 5cm 以上；种植客土层采用喷播技术施工，厚度宜 10cm 以上；种子泥浆层应采用喷播技术施工，厚度 2cm。

8.2.2 植生袋植被恢复技术

对于煤矸石山坡脚部位，应按照中性客土层、植生袋、种子泥浆层（植生袋不含种子层）的先后工序施工。中性客土层应在矸石层表面或在防火泥浆层之上，可采用喷播技术或人工覆土压实措施实施覆盖，厚度宜 10cm 以上。植生袋应在中性客土层上进行堆码，12 个/m²；植生袋中可附种子层，也可在植生袋堆码施工完成后，在其上喷播种子泥浆层，厚度 2cm。

8.2.3 植物纤维毯植被恢复技术

对于煤矸石山高陡边坡，应按照中性客土层、种植客土层、植物纤维毯铺设、种子泥浆层的先后工序施工。中性客土层应在矸石层表面或在防火泥浆层之上，可采用喷播技术或人工覆土压实措施实施覆盖，厚度宜 5cm；种植客土层应在采用喷播技术施工，厚度宜 10cm；植物纤维毯应铺设在种植客土层之上，毯与毯搭接宽度宜 10cm，应用“U”型钢钉固定；植物纤维毯中可附种子层，也可在植物纤维毯铺设施工完成后，在其上喷播种子泥浆层，厚度 2cm。

8.2.4 植苗造林植被恢复技术

参照 GB/T 15776 规定执行。

9 植被养护

9.1 初期养护

坡面植被恢复施工完成后，当天应用无纺布完全覆盖，用“U”型钢钉固定接缝和周边。降雨或喷灌开始后应始终保持种植客土/土壤湿润，直至展叶，应及时揭除无纺布。

9.2 后期养护

揭除无纺布后的养护应按照 GB/T 15781 规定执行。

10 煤矸石山治理验收

10.1 稳定性验收

煤矸石山边坡应无明显变形和失稳现象发生，各项工程措施完好，无明显垮塌、开裂。

10.2 温度验收

温度验收指标应包括：煤矸石山地表温度和矸石山深层温度。煤矸石山地表温度应接近正常环境地表温度，温度差应小于 20℃；煤矸石山深层温度应小于 80℃，测量深度宜 100cm。

10.3 植被恢复验收

植被恢复验收指标应包括：盖度、成活率、保存率，验收标准见下表。

验收标准	工程质量		
	不合格	合格	优良
盖度	<60%	60%~80%	>80%
成活率	>30%	20%~30%	<20%
保存率	单一	丰富	灌、草错落
