

宁夏回族自治区地方标准

DB 64/T XXXX—XXXX

煤矸石山生态修复治理技术规范

Technical specifications for ecological restoration treatment of coal gangue mountain

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

# 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。

本文件由宁夏回族自治区自然资源厅提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：宁夏回族自治区国土资源调查监测院、太原理工大学、北方民族大学。

本文件主要起草人：罗小平、张玲燕、胡志瑞、李晓姣、崔奇鹏、苏宁、张凡、肖兆龙、范朝霞、李韞玲、刘秉儒、李鹏、王小龙、杨朔鹏、张桐、金学强、李奇、雷庆、马蓁、张芬、李银冰、黄树渊、刘启航、罗永通、崔保国、程亚青、何开军、马蕾、马贵林

# 煤矸石山生态修复治理技术规范

## 1 范围

本文件规定了煤矸石山生态修复治理的治理原则、现场调查评估、设计、施工与验收、后期管理与维护方面的基本要求。

本文件适用于新建、改扩建和生产煤矿煤矸石山的生态修复治理。正在实施生态修复治理的历史遗留煤矸石山治理可参照执行。

## 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。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。

- GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准
- GB 15562.2 环境保护图形标志—固体废物贮存（处置）场
- GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB 20426 煤炭工业污染物排放标准
- GB 3095 环境空气质量标准
- GB 36600 土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
- GB 50330 建筑边坡工程技术规范
- GB 50433 开发建设项目水土保持技术规范
- GB 51018 水土保持工程设计规范
- GB 51214 煤炭工业露天矿边坡工程监测规范
- GB/T 32864 滑坡防治工程勘察规范
- GB/T 34230 煤和煤矸石淋溶试验方法
- GB/T 38509 滑坡防治设计规范
- GB/T 50326 建设工程项目管理规范
- HJ 25.2 场地环境监测技术导则
- HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范
- HJ/T 164 地下水环境监测技术规范
- DZ/T 0287 矿山地质环境监测技术规程
- HJ 651 矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）
- TD/T 1036 土地复垦质量控制标准
- TD/T 1070 矿山生态修复技术规范
- LY/T 2991 煤矸石山生态修复综合技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**煤矸石山** coal gangue mountain

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** brine

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** brine extraction with wells

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

**煤矸石自燃** coal gangue spontaneous combustion

煤矸石中可燃成分在自然条件下氧化发热达到燃点发生燃烧的现象。

3.5

**非自燃煤矸石山** Non-spontaneous combustion coal gangue

未发生自燃且无自燃倾向性的煤矸石山。

3.6

**自燃煤矸石山** spontaneous coal gangue

发生自燃或具有自燃倾向性的煤矸石山。

3.7

**层间覆土** interlayer covering soil

为了防止煤矸石自燃，回填区分层堆矸采取的中间层覆土。

3.8

**生态修复治理** ecological restoration and control

指依靠自然力量或通过人工措施干预，对因矿产资源开采活动造成的地质安全隐患、土地损毁和植被破坏等矿山生态问题进行修复，使矿山地质环境达到稳定、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复和改善。

4 总体原则

4.1 基本原则

4.1.1 安全优先，生态协调

消除煤矸石山地质安全隐患后，各类场地须安全、稳定，对人居、生命、财产、水土、动植物等不造成威胁。在此基础上开展生态修复工作，构建修复实施区域与周边环境相融合的生态景观。

4.1.2 科学规划、系统修复

科学布局煤矸石山生态修复工程，从自然生态系统演替规律和内在机理出发，统筹兼顾、整体实施，着力提高生态系统自我修复能力，促进矿山自然生态系统质量的整体改善。

4.1.3 因地制宜，统筹协调

生态修复应统筹考虑煤矸石的开采特征、影响因素、主要生态问题，结合地域、场地条件，消除地质安全隐患、改善水土环境，恢复土地功能。

4.1.4 经济合理，技术可行

采用适宜的生态修复模式，修复技术方法应科学先进，降低修复成本。辅助再生、生态重建尽量缩短修复和管护时间，后期以自然恢复为主。

4.2 基本要求

- 4.2.1 总体生态修复原则符合 TD/T 1070 的要求。
- 4.2.2 科学开展调查评估、规范实施恢复治理，严格后期管理和维护，防控水土流失，避免二次污染。
- 4.2.3 煤矸石山生态恢复治理工作内容包括调查评估、治理工程、验收、后期管理及维护。

5 调查与评估

5.1 基础调查

5.1.1 调查范围

拟实施生态恢复治理的煤矸石山均应开展调查。以煤矸石山区域为主要调查对象，必要时可延伸至堆场可能影响的外延区域。

5.1.2 调查方法

应采用资料收集、现场踏勘、工程勘查、分析监测等综合方法开展调查工作。按照附录 A 执行。

5.1.3 调查内容

包括但不限于：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）、已采取措施的有效性以及对环境造成的影响等。

5.2 矸石山评估

5.2.1 稳定状况评估

完整堆积陈旧矸石山、挖铲扰动矸石山、自燃矸石山。

5.2.2 自燃倾向性评估

- 5.2.2.1 拟实施生态恢复治理的煤矸石山均应开展自燃倾向性评估，将自燃煤矸石山划分为防控区、临界区、蓄热区和发火区。经评估具有自燃倾向性的堆场应按照自燃煤矸石山开展生态恢复治理和管理。
- 5.2.2.2 自燃倾向性评估应采取定性判断和定量分析相结合的方法。
- 5.2.2.3 历史或现状发生过自燃现象，或者堆体内部温度超过环境温度且呈持续上升趋势的堆场，可判定具有自燃倾向性。

5.2.3 安全稳定性评估

- 5.2.3.1 基本要求。存在不良地质作用或工程地质类比判断存在不稳定因素的堆场，应委托第三方专业机构开展安全稳定性评估，为场址适宜性评估和后续针对性治理提供依据。
- 5.2.3.2 场地稳定性评估包括：活动断裂、地裂缝、滑坡、泥石流、崩塌、岩溶、采空区、土洞塌陷等不良地质作用对煤矸石山整体稳定性的评估，应按照 GB/T 32864、GB 50021 开展评估。

### 5.2.3.3 堆体边坡稳定性评估：

a) 应在模拟煤矸石堆体边坡破坏形式的基础上开展堆体边坡稳定性评估。可选择工程地质类比法、极限平衡法、图解分析法、有限单元法等进行综合评估。当堆场边界条件不一致时，应分区段分别评估。

b) 煤矸石堆体边坡稳定性可划分为：稳定、基本稳定、欠稳定和不稳定四种状态。划分依据按照附录 B 执行。

5.2.3.4 防洪排水可行性评估。按照 GB 51018 相关规定开展煤矸石山现有防洪排水措施可行性评估。

## 5.2.4 场址适宜性评估

5.2.4.1 应根据堆场调查和安全稳定性评估结果，综合分析评估堆场场址是否适宜。以下情形场址应判定为不适宜：

- a) 位于生活饮用水水源保护区内；
- b) 位于生态保护红线范围内，且无法通过生态恢复治理满足相应红线保护要求；
- c) 位于行洪河道内妨碍行洪，且无法通过工程措施泄洪；
- d) 经堆场安全稳定性评估，无法通过工程措施消除安全隐患；
- e) 堆场现状监测已造成地表水、地下水和土壤环境中重金属和多环芳烃等有毒有害物质超标，且无法通过工程措施消除环境污染。经评估场址不适宜的煤矸石山，应实施煤矸石异地处置。异地处置应满足 GB 18599、GB 20426 和 HJ 651 的要求。

## 6 治理工程

### 6.1 自燃煤矸石山防灭火治理

#### 6.1.1 基本要求

自燃煤矸石山应实施综合治理，将系统灭火防复燃、堆体整形截排水、分层压实覆土、生态恢复等各环节紧密联结，将隔氧、降温落实到治理全过程，加强治理前、治理中和治理后自燃情况监测监控，实施动态设计、信息化施工的工程管理方法。消除煤矸石山地质环境破坏问题，恢复土地基本功能，保护和恢复区域整体生态功能。

#### 6.1.2 火源探测

实施治理前，应采用测温法、同位素测氡法和气体测量法等综合性探测方法开展煤矸石山火源探测。经综合探测分析，绘制煤矸石山温度等值线图，按照防控区、临界区、蓄热区和发火区，绘制煤矸石山自燃分区图。当堆体内温度超过环境温度，且呈上升态势时，应持续关注；防控区和临界区应纳入重点监控范围；蓄热区和发火区应纳入灭火治理范围。应根据煤矸石山的地区环境，选择一种或多种结合的适宜灭火方法。适用范围及技术要求见附录 C。

#### 6.1.3 灭火效果检测

灭火治理工程竣工 3 个月后，应根据实际情况采用钻孔抽检法、综合物探法或其他安全有效的一种或多种方法进行灭火效果检测。

#### 6.1.4 补充灭火

通过灭火效果检测情况，综合评价煤矸石山的灭火效果，对灭火不充分的地段应重点采用补充注浆、分层碾压覆土等措施防止复燃。

### 6.2 堆体整形及边坡治理

### 6.2.1 治理原则

煤矸石堆体应根据区域地形地质、水文条件、施工方式、景观要求等因素，采取削坡分阶、砌筑挡墙、坡面固定、滑坡防治等整形及边坡治理措施。治理后的边坡应达到稳定状态。

### 6.2.2 削坡分阶

应优先选用削坡开级治理煤矸石山边坡。应采用自上而下对矸石山进行削坡分阶，坡顶应设平台，每级坡高宜为 5.0m~8.0m，坡率不宜大于 1:1.5。台阶设置为 5%坡度的反坡形式，宽度不宜小于 3.0m。

### 6.2.3 砌筑挡墙

应采用重力式挡墙。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，应深于各地冻土层深度；挡墙之间应留有伸缩缝，间距20-25m，设置排水孔，孔径不宜小于100mm，间距宜为2-3m，倾角宜为5°-10°。照GB 50330的有关规定执行。回填区的煤矸石填埋厚度每达到1.0m应摊铺、平整、碾压。

### 6.2.4 坡面固定

在渗流作用下易产生塌陷、滑坡等不良地质作用的坡段，应采取渗流疏导措施，确保边坡的稳定性。无削坡及挡护条件时，可采取锚索支护等措施固定坡面。对易发生滑坡的坡体，应根据堆体的岩性、潜在滑动层、地下水径流条件、人为开挖情况等滑坡要素，采取削坡反压、拦排地表水、控制地下水、抗滑桩等滑坡防治措施。边坡挡护措施的适用条件与设计应执行 GB 50330的要求。

## 6.3 防洪与疏排水

### 6.3.1 治理原则

根据堆场现状和周围地形情况，可采用排水涵洞、挡水坝、截洪沟、防洪堤、溢流道和必要的泄洪通道等防洪工程措施。

### 6.3.2 主要任务与工作部署

堆场边坡坡顶、坡面、坡脚和台阶均应设排水沟，并做好坡脚防护。当堆场阻碍上游排洪时，应采取有效排洪措施，上游不得产生积水。当堆场出现地下水渗出或露头现象时，应根据实际情况采取疏水措施。应在堆场拦矸坝或挡墙下游设置煤矸石淋溶液收集设施，收集的淋溶液可回用于堆场抑尘或绿化。自燃煤矸石山酸性淋溶液应进行中和处理。工程防洪标准、级别及排水构筑物设计按照 GB 51018 相关规定执行。

## 6.4 覆土

### 6.4.1 技术要求

#### 6.4.1.1 回填区层间覆土

自燃煤矸石山回填区填矸应采取隔层填埋。当矸石填埋厚度达到3.0m，应上覆压实土层，厚度应为0.3m~0.5m，压实系数不小于0.85，形成覆土阻燃系统。

#### 6.4.1.2 封场平台及边坡覆土

平台和边坡覆土厚度应根据植被恢复类型和场地用途确定。排矸场整形后应覆盖表土，林草地土层厚度不宜小于50cm。恢复为建筑及景观用地的，根据使用功能确定覆土厚度。排矸场矸石一般通透性较好，降水可渗入地下，当矸石较软渗水性差存在严重水土流失时应建设截排水沟。

#### 6.4.1.3 回填区层间覆土

可采用任何不超过GB 15618和GB 36600土壤污染风险筛选值的天然土壤及符合相关标准的替代材料。

#### 6.4.1.4 封场平台及边坡覆土

优先使用堆放前剥离的表土，当无剥离土或者剥离土达不到要求时，可采用客土；覆土土壤pH值应为5.0~8.5，土粒密度宜保持在 $1.1\text{g}/\text{cm}^3 \sim 1.3\text{g}/\text{cm}^3$ ；覆土土壤可溶性盐含量一般小于0.2%；当采用含砾土壤时，砾石体积含量应小于15%，砾石直径应小于7cm。

### 6.5 配套工程

煤矸石山的配套工程主要包括：道路工程、供水工程、供电工程等，均按照各相关行业标准执行。

### 6.6 植被重建

6.6.1 煤矸石山植被恢复应采用宜农则农、宜林则林、宜草则草的原则，恢复后的植被覆盖度应不低于当地同类土地植被覆盖度，植被类型要与原有类型相适应、与周边自然景观相协调。种植植物的种类和数量应根据煤矸石山可供水量和覆土状况确定，严禁使用外来入侵有害物种进行植被恢复。

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

6.6.3 煤矸石山封场后如用于建筑场地等用途，应符合国家相关政策要求。

## 7 施工与验收

### 7.1 施工

7.1.1 工程施工应符合国家和行业相应专项工程施工规范、施工程序及管理文件的要求。

7.1.2 工程质量监督管理应符合GB/T 50326的规定。

7.1.3 工程施工中使用的设备、材料、器件等应符合相关国家标准，并取得供货商的产品合格证后方可使用。

7.1.4 施工单位应制定并落实环境监测计划，并接受地方生态环境行政主管部门监督检查。

7.1.5 施工期大气污染物排放应符合GB 20426规定要求，噪声排放应执行GB 12523规定要求。

### 7.2 验收

7.2.1 竣工验收应按照《建设项目（工程）竣工验收办法》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和本文件有关规定执行。

7.2.2 验收内容及标准包括以下方面：

a) 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 $20^{\circ}\text{C}$ ；煤矸石山深层温度应小于 $80^{\circ}\text{C}$ ，测量深度宜100cm。

b) 堆体整形及边坡治理、防洪及疏排水、覆土、配套工程、生态恢复等各项工程均按照设计完成，煤矸石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；

c) 植被恢复验收见附录D。

d) 治理后土地质量满足TD/T 1036要求；

e) 项目勘察、设计、施工、监理、管理等全过程的技术资料和档案齐全；

f) 建立后期管理和维护制度，并落实资金保障。

7.2.3 验收完成后，责任主体应向当地自然资源主管部门备案。

## 8 后期监测与维护



8.1 设置标志

煤矸石山治理封场后，应设置标志牌和边界标志物，注明封场时间、坐标范围、责任单位以及使用该土地时应注意的事项。图形标志应符合GB 15562.2规定要求，并对标志定期检查和维修。

8.2 建立档案

煤矸石山封场后期管理与维护期间，应建立记录制度，主要记录管护情况和监测数据等。

8.3 跟踪监测

8.3.1 自燃监测

应对生态治理后的煤矸石山的内部温度进行监测，每半年至少监测一次。

8.3.2 边坡稳定性监测

对治理后煤矸石山的坡体和坝体进行变形监测。封场后连续监测不少于三年，每个季度监测不少于一次。三年以后每年应监测一次。变形监测应按照GB 51214有关要求执行。

8.3.3 环境监测

自燃煤矸石山生态恢复治理完成后，应对地下水和土壤环境进行连续三年跟踪监测，监测点位、频次、因子、采样及分析方法等参考附录A执行，如地下水和土壤环境质量恶化，应分析原因，制定治理方案，开展针对性治理。

8.4 维护管护

生态治理竣工的煤矸石山应制定管护制度体系，制度中应包括：定期巡视、植被维护和补植等主要内容。

9 生态修复成效评估

9.1 评估要求

成效评估应符合TD/T 1070的要求。

9.2 评估内容

9.2.1 生态效益评估

主要包括矿山地质稳定性、水体、土壤、植物群落、动物种群、土地恢复类型及有效性、生态系统协调性等评估。

9.2.2 社会效益评估

主要包括矿山生态修复后人居环境改善、防灾减灾能力提升、群众满意度上升，以及依托矿山生态修复后带来的促进地方经济发展、就业渠道拓宽、环保意识提高等方面。

9.2.3 经济效益评估

主要包括矿山生态修复工程投入产出比，以及矿山生态修复后带来的土地收益、土地增值、居民增收、旅游收益、产业带动等。

10 信息管理

10.1 管理类型

10.1.1 原始资料数据

主要包括工作底图、调查、监测、评估、测试、过程分析等数据，以及照片、影像资料。

10.1.2 成果资料数据

主要包括可行性研究报告、调查报告、实施方案及图件、工程施工阶段资料、监理资料、验收阶段资料、成效评估报告等。

10.2 管理要求

10.2.1 生态修复参与单位按照相关法律法规、标准规范要求，对数据资料进行分级分类建库和管理，对本单位产生的数据质量负责，数据的传输、共享和应用符合国家安全保密要求。

10.2.2 对各阶段工作产生的各类数据及时分类整理、编目、存档。除保存原始纸介质资料外，建立数据库，进行信息化管理。

10.2.3 数据库涵盖生态修复各阶段数据内容，数据质量符合相关要求。

10.2.4 建立信息系统的，建设符合国家网络安全和数据安全相关要求。

附录 A  
煤矸石山调查内容

A.1 资料收集

A.1.1 煤矸石山基本情况

基本情况包括但不限于如下信息：

- a) 煤矸石山名称、地理位置、占地面积、矸石主要来源、堆矸企业、堆矸时间、堆矸量、堆放方式、最大堆矸高度；
- b) 煤矸石成分及淋溶试验结果；
- c) 煤矸石山已采取的工程治理措施及相关方案、设计资料；
- d) 煤矸石山是否发生过自燃或其他环境污染事件及相关记录资料；
- e) 煤矸石山是否发生过滑坡、泥石流、溃坝等安全事故及相关记录资料；
- f) 煤矸石山历史变迁情况。

A.1.2 自然环境概况

自然环境概况包括但不限于如下信息：

- a) 煤矸石山所在区域气温、年积温、降水、风向、风速、冻土深度和无霜期等气象气候资料；
- b) 煤矸石山地形地貌、地质及构造，活动断裂、地裂缝、滑坡、崩塌、岩溶、采空区、土洞塌陷等不良地质作用资料；
- c) 煤矸石山及其所在区域地表水及地下水分布资料；
- d) 煤矸石山土地利用现状、规划及土壤理化性质等资料；
- e) 当地农作物及植物群落、物种等资料。

A.1.3 社会环境概况

社会环境概况包括但不限于如下信息：

- a) 煤矸石山所在地的经济现状和发展规划、人口密度和分布；
- b) 周边敏感目标分布，包括名称、与煤矸石山的相对位置关系、规模、所在环境功能区及保护内容等。

A.2 现场踏勘

A.2.1 应对煤矸石堆放工艺过程及现状存在的问题、堆场及周边生态环境状况、自然环境及人文景观、社会经济状况进行全面踏勘。

A.2.2 对人员进行访谈，访谈对象包括地方政府行政人员、堆场周边居民、堆场土地不同阶段使用者、以及熟悉当地情况或矿山的第三方等。访谈内容主要包括堆场生态破坏、环境污染的历史及现状、社会经济状况等。

A.3 工程勘察

应根据设计需要，开展地形测量、工程及水文地质勘察、火区勘察、安全稳定性勘察等。

A.4 分析监测

A.4.1 煤矸石成分鉴定

应对堆存的煤矸石物理化学成分进行分析，按照GB/T 34230开展煤矸石淋溶试验。

A.4.2 环境质量监测

A.4.2.1 环境空气质量监测

自燃煤矸石山应开展环境空气质量监测，监测项目应包括： $\text{PM}_{2.5}$ 、 $\text{SO}_2$ 、CO、 $\text{H}_2\text{S}$ 等四项指标。至少布设3个监测点位，分别位于煤矸石山当日上风向50m处、中心区域、下风向50m处，监测点位距地面高1.5~2.0m。采样和分析方法按照GB 3095相关规定执行。至少连续监测3天。

#### A.4.2.2 地表水环境质量监测

可能影响地表水体的煤矸石山，应开展地表水环境质量监测。监测项目应包括：pH值、COD、氨氮、总磷、氟化物、硫化物、砷、镍、铅、汞、镉、六价铬、铜、锌等十四项指标。监测点位、采样及分析方法按照HJ/T 91执行。至少连续监测2天。

#### A.4.2.3 地下水环境质量监测

所在区域地下水埋藏深度小于15m的煤矸石山，应开展地下水环境质量监测。监测项目应包括：pH值、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、硫化物、氟化物、砷、镍、铅、汞、镉、六价铬、铜、锌等十四项指标。至少布设2个监测点位，分别位于煤矸石山地下水流向上游50m处，地下水流向下游50m处。采样和分析方法按照HJ/T 164相关规定执行。至少连续监测2天。

#### A.4.2.4 土壤环境质量监测

应开展煤矸石山周边区域土壤环境质量监测，监测项目应包括：pH值、氟化物、硫化物、砷、铅、汞、镉、总铬、六价铬、镍、铜、锌等十二项，自燃煤矸石山应增测苯并芘。至少布设3个土壤监测点位，分别在堆场地下水流向上游50m处、地下水流向下游50m处，共采集1次。采集深度、采样和分析方法按照HJ 25.2执行。

附录 B（规范性附录）  
煤矸石山边坡稳定性评估方法

煤矸石堆体边坡稳定状态根据堆体边坡稳定性系数 $F_s$ 按表B.1 确定。

表 B.1 边坡稳定性状态划分

边坡稳定性系数 $F_s$	$F_s < 1.00$	$1.00 \leq F_s < 1.05$	$1.05 \leq F_s < F_{st}$	$F_s \geq F_{st}$
边坡稳定性状态	不稳定	欠稳定	基本稳定	稳定

煤矸石堆体边坡稳定安全系数，应根据边坡安全等级（边坡高度、地质条件复杂程度）按表B.2 确定；地质条件复杂程度按表 B.3 确定。

表B.2 边坡稳定安全系数  $F_{st}$

边坡安全等级	边坡高度 $H$ (m)	地质条件复杂程度	边坡稳定安全系数 $F_{st}$
一级	$H > 100$	简单~复杂	1.35
	$100 \geq H > 50$	复杂	
二级	$100 \geq H > 50$	中等复杂	1.25
	$H \leq 50$	复杂	
三级	$100 \geq H > 50$	简单	1.20
	$H \leq 50$	简单~中等复杂	

表 B.3 地质条件复杂程度

地质条件复杂	地质条件中等复杂	地质条件简单
抗震危险地段	抗震不利地段	抗震有利地段
不良地质作用强烈发育	不良地质作用一般发育	不良地质作用不发育
地质环境已经或可能受到强烈破坏	地质环境已经或可能受到一般破坏	地质环境基本未受到破坏
基底地形坡度较陡	基底地形坡度中等平缓	基底地形坡度平缓
地质构造复杂	地质构造较复杂	地质构造简单
基底地层软弱，强度低	基底地层较软弱，强度较低	基底地层强度较高
地下水埋藏较浅，对地基影响大	地下水埋藏较深，对地基影响中等	地下水埋藏较深，对地基影响小
基底含特殊性土		
具有小窑空巷或采空区		

附 录 C（资料性附录）  
自燃煤矸石山区域划分及灭火方法

自燃煤矸石山区域划分见表 C.1。

表 C.1 自燃煤矸石山区域划分

区域名称	特征
自燃煤矸石山防控区	温度监测不大于 70℃ 的煤矸石集中堆放区域
自燃煤矸石山临界区	温度监测不小于 70℃ 且不大于 90℃ 的煤矸石集中堆放区域
自燃煤矸石山蓄热区	温度监测不小于 90℃ 且不大于 230℃ 的煤矸石集中堆放区域
自燃煤矸石山发火区	温度监测不小于 230℃ 的煤矸石集中堆放区域

自燃煤矸石山主要灭火方法见表 C.2。

表 C.2 主要灭火方法

灭火方法	适用范围	灭火材料	技术要求
覆盖法	火区深度较浅，一般小于 3.0m	黄土、土拌矸等	覆盖总厚度应不小于 2.0m。每覆盖 0.5m 应进行压实，压实系数不小于 0.85
挖除火源法	火区深度较浅，一般小于 3.0m，初燃煤矸石山	黄土、其他符合标准的替代材料	将燃烧煤矸石直接挖除，自然冷却至 70℃，稳定 10~15 天后，将煤矸石与黄土或其他灭火材料搅拌分层夯实回填
槽沟灌浆法	火区范围较小、深度小于 6.0m	黄土、水泥、石灰、高分子灭火材料等	在平台、坡面挖设沟槽灌浆，通过浆液下渗熄灭浅层火源。槽沟布置可采用网格状、梅花状、鱼鳞状等形式，具体尺寸可根据堆场实际情况和施工经验确定
钻孔注浆法	火区范围较大、深度大于 6.0m	黄土、水泥、石灰、高分子灭火材料等	钻孔间距：取决于浆液的渗透范围，由煤矸石的水平渗透系数、注浆压力、注浆孔深度、浆液重度等按柱状扩散理论的 Prison 公式确定，钻孔间距宜为 2.0m~5.0m 钻孔深度应控制在自燃煤矸石层下 1.0m；注浆段长度宜控制在自燃矸石层上 2.0m 至自燃矸石层的底部 单孔注浆量：浆液中水的体积不小于单孔扩散范围内矸石温度降至 70℃ 所需水体积的 1.2 倍；浆液中的固相材料体积应根据设计要求确定，浆液水固比宜控制在 1.0~1.5 之间 标定钻孔孔位：钻机就位前，测量人员应用全站仪准确确定钻孔位置，钻孔偏差不得超过 10cm 单孔注浆结束标准：全孔最高温度应小于 100℃；注浆压力达到设计压力后单孔注浆量小于 50L/min 且稳定 15min 以上

附 录 D（规范性附录）  
煤矸石山植被恢复验收标准

煤矸石山植被恢复验收标准见表 D. 1。

表 D.1 煤矸石山植被恢复验收标准

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%	<20%
保存率	单一	丰富	灌、草错落

附 录 E（资料性）  
煤矸石山生态修复常用适地植物物种

煤矸石山生态修复常用适地植物物种见表 E. 1。

表 E.1 煤矸石山生态修复常用适地植物物种

自然植被区域	行政区域	乔木型	灌木型	草本型	攀援型
温带干旱区域	宁夏北部	新疆杨、银白杨、箭杆杨、旱柳、白榆、灰榆、沙枣、酸枣、紫穗槐、火炬树、灰榆	怪柳、柠条、蒙古扁桃、罗布麻、侧柏、沙地柏、蒙古扁桃、沙木蓼、珍珠猪毛菜、丁香	碱蓬、骆驼蓬、苦豆子、碱蓬、白茎盐生草、沙蒿、芨芨草、沙生冰草	中国地锦、山葡萄、铁线莲、野葛、金银花、杠柳、鹅绒藤
温带干旱区域	宁夏中部	沙柳、黄柳、怪柳、樟子松、油松、沙枣、山杏、旱柳、白榆、小叶杨、小青杨、河北杨、胡杨、木槿、酸枣	梭梭、枸杞、柠条、怪柳、花棒、沙棘、沙拐枣、沙枣、骆驼刺、花棒、沙冬青、沙地柏、罗布麻、四翅滨藜、驼绒藜、杨柴、沙拐枣、蒙古莢、沙木蓼、珍珠猪毛菜、蒙古荻、沙木蓼	沙蒿、草木犀、草木樨状黄芪、胡枝子、短花针茅、沙生针茅、甘草、骆驼蓬、黄花补血草、苦豆子、蒙古冰草、沙生冰草、白茎盐生草、芨芨草、野豌豆、马兰	中国地锦、山葡萄、铁线莲、野葛、金银花、杠柳、鹅绒藤
温带半干旱区域	宁夏南部	刺槐、白桦、白榆、辽东栎、核桃、楸、杨树、臭椿、杞柳、樟子松、油松、桑、山杏、文冠果、紫穗槐、杜梨、合欢	沙棘、枸杞、怪柳、柠条、黄刺玫、银露梅	长芒草、冰草、黄花苜蓿、红豆草、紫花苜蓿、小冠花、披碱草、沙打旺、黑麦草、无芒雀麦、碱茅、野豌豆、黄花菜	中国地锦、山葡萄、铁线莲、野葛、金银花、杠柳、鹅绒藤、山芥麦