

DB 32

江 苏 省 地 方 标 准

DB 32/T XXXX—XXXX

采煤塌陷地生态修复基础环境治理  
技术规范

Technical specification of basic environment for ecological restoration  
of coal mining subsidence

2021 - XX - XX 发布

2021 - XX - XX 实施

江苏省市场监督管理局

发布

## 目次

### 前言

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 文件的类别.....	2
5 要求和程序.....	2
5.1 基本要求.....	2
5.2 程序.....	3
6 调查.....	3
6.1 调查内容.....	3
6.2 调查方法.....	3
7 评估.....	4
7.1 塌陷稳定性评估.....	4
7.2 污染物及有害物质限量评估.....	4
7.3 地形地貌评估.....	4
7.4 水资源评估.....	4
8 规划.....	5
8.1 规划内容.....	5
8.2 规划要求.....	5
8.3 规划分区.....	5
8.4 规划用途.....	5
9 治理措施.....	5
9.1 内容.....	5
9.2 地质安全隐患防治.....	5
9.3 污染物治理.....	5
9.4 地形地貌整理.....	6
9.5 水体水系整治.....	7
10 工程监测与验收.....	8
10.1 监测.....	8
10.2 验收.....	8
附录 A（资料性） 煤矸石降酸和减酸参考技术.....	9
附录 B（资料性） 矸石山（场）地形修整和土壤重构参考技术.....	10
附录 C（资料性） 主要生态护坡（堤）技术与适应范围.....	11

## 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。

本文件由徐州市市场监督管理局提出，由江苏省生态学会归口。

本文件起草单位：徐州市徐派园林研究院、徐州市贾汪区市场监督管理局、南京林业大学、中国城市建设研究院有限公司、徐州市园林建设管理中心、徐州市九州生态园林股份有限公司、徐州市彭祖园管理处。

本文件主要起草人：单春生、言华、董彬、李旭冉、刘禹彤、种宁利、刘晓露、杨龙、王香春、何付川、刘景元、秦飞、俞元春、关庆伟、邵桂芳、李海娇、余瑛、孙昌举、张亚红、申晨。

# 采煤塌陷地生态修复基础环境治理技术规范

## 1 范围

本文件规定了采煤塌陷地规划用途为林地、草地、公园绿地、耕地、园地、以及水域及水利用地等生态修复基础环境治理的基本要求、程序、调查、评估、规划、治理措施、工程监测与验收等技术要求。

本文件适用于江苏省采煤塌陷地生态修复中地质安全隐患防治、污染物治理、矸石处理与矸石山（场）生态治理、污染水体和土壤治理、地形地貌整理、水体水系整治等基础环境治理工程。

## 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 3838 地表水环境质量标准
- 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、处置场污染控制标准
- GB 50201 防洪标准
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- 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 51044 煤矿采空区岩土工程勘察规范
- GB 51180 煤矿采空区建（构）筑物地基处理技术规范
- GB/T 14848 地下水质量标准
- GB/T 17296 中国土壤分类与代码
- CJJ 82 园林绿化工程施工及验收规范
- DD 2006 1:50000 区域地质调查技术要求
- DD 2014-06 污染物场地土壤和地下水调查与风险评价规范
- DZ/T 0001 区域地质调查总则（1:50000）
- DZ/T 0282 水文地质调查规范
- DZ/T 0287 矿山地质环境监测技术规程
- TD/T 1044 生产项目土地复垦验收规程
- SL 196 水文调查规范
- SL/T 238 水资源评估导则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

采煤塌陷地 coal mining subsidence area

煤矿井工开采活动导致地表产生一定规模范围的塌陷及塌陷造成的变形或位移的区域。

### 3.2

**生态修复 ecological restoration**

协助退化或受损，包括完全破坏的生态系统恢复、重建和改善的过程。

### 3.3

**基础环境 basic environment**

指与生态系统修复有关的地质环境，植物等生物生长发育繁殖需要的土壤环境、水环境的综合。

### 3.4

**地形整理 landform reshaping**

运用工程技术手段改变目标区域原有地形地貌，呈现新的外形特征的活动。

### 3.5

**煤矿固体废弃物 solid waste in coal mines**

煤炭生产活动中产生的不再需要或暂时没有利用价值而被遗弃的固态或半固态物质，包括煤矸石、粉煤灰等。

### 3.6

**煤矿有害物 hazardous substances in coal mines**

煤炭生产活动中产生的有毒有害物质，包括存在于煤矿固体废弃物中以及渗入周边土壤、水体中的硫化物、重金属等污染物。

## 4 要求和程序

### 4.1 基本要求

#### 4.1.1 安全优先

采煤塌陷地生态修复基础环境治理应建立在地质、生态与环境安全的基础上，并且在治理过程不再产生新的安全和环境问题。

#### 4.1.2 系统治理

采煤塌陷地生态修复基础环境治理应统筹局部与整体、经济合理性与技术可行性的关系，采用绿色发展措施协同治理。

#### 4.1.3 因地制宜

采煤塌陷地生态修复基础环境治理应尊重原有地形地貌，因地制宜制定切实可行的治理措施，可根据采煤塌陷地特征进行合理分区治理。

#### 4.1.4 经济适用

采煤塌陷地生态修复基础环境治理应与当地的产业经济结构相适应，促进社会经济可持续发展。开发利用浅层塌陷土地，进行内部挖潜，提高土地利用率。

### 4.2 程序

采煤塌陷地生态修复治理基础环境治理应按照调查——评估——规划——治理——监测与验收的

步骤实施。

## 5 调查

### 5.1 调查内容

#### 5.1.1 塌陷稳定性调查内容

采煤塌陷地塌陷稳定性调查内容应符合表 1 的规定。

表 1 调查内容

项目	内容
地质环境	影响采煤塌陷地地质安全的地质构造、结构、发育史、覆岩厚度和硬度等状况等。
采矿史与采矿技术	采煤史，闭矿时间，塌陷史，开采方法、开采厚度、开采深度、采空区位置和规模以及影响地表稳定性的其他因素如地表工程活动、地下水作用等。
地形地貌	采煤塌陷地范围、地形、地貌，土地塌陷趋势等。

#### 5.1.2 煤矿固体废弃物及有害物质限量调查内容

采煤塌陷地煤矿固体废弃物调查应调查塌陷区内煤矸石及粉煤灰等煤矿固体废弃物的数量和分布特征。有害物质限量调查应调查煤矸石地土壤中的硫化物、重金属等污染物含量及分布特征。

#### 5.1.3 地形地貌调查内容

地形地貌调查应说明土地塌陷前的地形地貌，及土地塌陷后形成的地形地貌及其变化趋势。包括土地塌陷的类型、范围、程度、塌陷坑塘、地裂缝等分布、规模、基本特征以及对生态环境的影响等。

#### 5.1.4 水文调查内容

水文调查应调查所在流域的水文状况。重点调查采煤塌陷地及所在流域的降水、蒸发、地表水、地下水资源的总量、时空分布特征、可利用水资源情况。

#### 5.1.5 土壤调查内容

土壤调查包括采煤塌陷地区土壤的类型、分布、质量状况等。并应符合 GB/T 17926 的有关规定。

## 5.2 调查方法

### 5.2.1 塌陷稳定性调查方法

调查应用资料收集、现场调查相结合的方法，并符合下列规定：

- 地质环境调查应符合 DZ/T 0001 和 DD 2006 的要求。
- 采矿史调查应以采矿单位的技术部门、档案部门的技术档案记录为依据。

### 5.2.2 污染物及有害物质限量调查方法

调查方法以及污染源访问、污染源测绘、污染源样品采集与检测等方法，应按 DD 2014-06 的有关规定执行。

### 5.2.3 地形地貌调查方法

调查应采用资料收集、现场调查相结合的方法；现场调查时应根据调查需要进行踏勘普查、样地详查或勘探调查等。

## 5.2.4 水文调查方法

调查应采用资料收集、现场调查相结合的方法；水文条件调查应按 SL 196 的规定执行。水质条件调查应按 GB 3838 和 DZ/T 0282 的规定执行。

## 5.2.5 土壤调查方法

调查应根据需要采用踏勘普查、样地详查或勘探调查等相结合的方法。

# 6 评估

## 6.1 塌陷稳定性评估

### 6.1.1 评估方法

按 GB 51044 的有关规定，评估采煤塌陷地土地塌陷稳定状态与发展趋势。当采煤塌陷地规模大、塌陷情况复杂时，宜分区进行评估。

### 6.1.2 塌陷稳定性分级

土地塌陷稳定性宜分为稳定、基本稳定（残余塌陷中）和不稳定（塌陷发展中）3级。

## 6.2 污染物及有害物质限量评估

采煤塌陷地污染场地水体和土壤污染治理应按环境质量目标、污染物类型、技术条件、经济成本等分别进行评估。

## 6.3 地形地貌评估

根据塌陷稳定性评估结果，以及地形地貌调查结果，将采煤塌陷地分为常年积水区地形地貌、季节性积水区地形地貌及非积水区地形地貌进行评估。

## 6.4 水资源评估

水资源评估应对降水、蒸发、地表水、地下水资源的转化和平衡关系进行分析，在取得可利用总水资源量估算值的基础上，遵循生态良性循环、资源永续利用、经济可持续发展的原则，对水资源时空分布特征、湿地用水的协调程度进行综合评估，并提出维持、扩大或缩小塌陷区湿地规模及水平衡的评估建议。水资源评估具体方法按 SL/T 238 的规定执行。

# 7 规划

## 7.1 规划内容

采煤塌陷地生态修复规划应根据塌陷稳定性、资源环境和经济社会评估结果制定，综合确定生态修复区域、修复及再利用目标、工程技术方案、投资估算和保障措施等。

## 7.2 规划要求

采煤塌陷地生态修复目标与再利用应与当地城市总体规划、土地利用规划、国土生态修复规划、产业发展规划等相协调，可分为远期目标和近期目标、总体目标和分区目标、目标层和指标层。目标层可分为土地利用目标、环境质量目标、生态系统多样性目标、资源利用目标等，指标层应按照目标层进行细化。

### 7.3 规划分区

采煤塌陷地应按塌陷稳定性评估结果划分为3类生态修复区：塌陷稳定的区域为生态修复适宜区，塌陷基本稳定的区域为基本适宜生态修复区，不稳定塌陷的区域为暂不适宜生态修复区。每一类生态修复区，宜按照规划用途的需要进行二级分区。

### 7.4 规划用途

采煤塌陷地生态修复的治理应根据规划土地用途进行分类治理。规划用途一般可分为耕地、园地、林地、草地、公共服务公园绿地、以及水域及水利用地等。

## 8 治理措施

### 8.1 内容

采煤塌陷地生态修复基础环境治理内容应根据规划用途确定，包括地质安全隐患防治、煤矿固体废弃物及有害物质限量治理、地形地貌整理、水体水系整治等，根据不同的规划用途选择适合的治理措施。

### 8.2 地质安全隐患防治

#### 8.2.1 内容要求

采煤塌陷地生态修复工程中的新建、改建和扩建工程施工前，应进行煤矿采矿区岩土工程勘察，识别采空地质安全隐患并进行合理防治。

#### 8.2.2 地质安全隐患治理

根据工程需要分别采取灌注充填法、穿越/跨越法、砌筑法、剥挖回填法、强夯法、堆载预压法、采动边坡防治等地质安全隐患防治措施。采空区生态修复工程的建筑、构造物的地基处理应按现行国家标准 GB 51180 的有关规定。

### 8.3 污染物治理

#### 8.3.1 内容

污染物治理应包括煤矿固体废弃物、煤矿有害物、域内其它工业污染物、居民生活污染物的处理处置。污染物治理应遵循立足源头控制、实施分类治理原则，严防污染发生。

#### 8.3.2 煤矿固体废弃物治理

煤矸石等煤矿固体废弃物应就地或就近处理处置，宜优先资源化利用。

煤矸石充填利用前应进行硫化物、重金属等污染物监测，超过标准规定的应治理后再利用。对硫化物含量高的矸石应进行降酸或减酸的处理，具体技术见附录 A。重金属含量高的矸石可采用固化/稳定化处理法，用粘土矿物混合钝化被淋溶析出的重金属离子。

无害化处理后留存的矸石山（场）应依次进行地形修整、土壤重构和重建植被的方法消除污染物；矸石山（场）地形修整和土壤重构技术措施见附录 B。

#### 8.3.3 煤矿有害物污染土壤治理

煤矿有害物污染的土壤治理可采用深耕翻土、换土、生物修复等方法：

——深耕翻土适用于轻度污染土壤治理，将底土与表土混匀稀释其污染物。

——换土适用于中度或重度污染土壤治理，采用非污染土壤替换部分或全部受污染的土壤，使用的非污染土壤属性宜与受污染土壤基本一致。

——生物修复技术方法包括微生物法、植物法和微生物—植物联合法等。生物修复应通过当地的实际修复试验确定最优方案。

#### 8.3.4 煤矿有害物污染水体治理

煤矿有害物污染的地表水体，可采取底泥疏浚、生态用水补给、生物法和化学法等措施综合治理；地下水可通过抽提后采用吸附法去除污染物或其他物理、化学和生物法处理。

#### 8.3.5 煤矿有害物污染治理目标

煤矿有害物污染治理制定的治理措施应能够满足治理后的环境质量符合 GB 15618、GB 3838、GB/T 14848 等的有关规定。

#### 8.3.6 其它工业污染物治理

采煤塌陷地内其它工业污染物应按污染物种类采取处理措施，确保达到现行国家排放标准要求后进入市政管网或接纳水体。

#### 8.3.7 居民生活污染物治理

采煤塌陷地居民生活污水宜纳入市政管网集中处理；未纳入市政管网的集中居民区生活污水应建立集中式污水处理设施进行达标处理；不适宜集中式污水处理设施处理的分散居民生活污水，可采取人工湿地等生态治污措施或小型分散式污水处理设施处理。居民生活垃圾等固体废弃物宜集中收集后进行无害化处理，或纳入城镇、村镇生活垃圾收运系统进行处理。

### 8.4 地形地貌整理

#### 8.4.1 常年积水塌陷地地形地貌整理

常年积水塌陷地根据塌陷深度，可以分别采用疏排法、挖深垫浅法、筑岛法等方法进行地形整理。形成水体或旱地。并应符合下列规定：

——疏排法应按疏排水方案的选择和排水系统的设计，确保开挖沟渠能有效排出采煤塌陷地积水；

——挖深垫浅法挖深时不应破坏塘底紧实粘土层，用挖出的泥土填充较浅的塌陷区域形成陆地，泥浆产生量多时可用泥浆泵抽排；

——筑岛法应选择稳定性较好的区域作为岛址，筑岛过程中应注意微地形的设计，依据地块位置与形状确定高点及排水系统。

#### 8.4.2 季节性积水塌陷地地形地貌整理

季节性积水塌陷地地形地貌整理宜根据容量及洪涝排除能力，采用基塘+干河床的方式整理地形，应根据塌陷区形态、坡度、土壤质地、丰水期降水量等因素设计蓄水位置、面积和深度，将塌陷区的盆地挖深成为基塘，基塘下游方向修建干河床（枯水期）并种耐水湿型护坡植物。

#### 8.4.3 非积水塌陷地地形地貌整理

非积水塌陷地地形地貌整理宜根据生态和景观重建的需要，采用填埋、堆土等方法，进行地形抬升和修坡等处理，形成连绵起伏、舒缓有致的平地、坡地、台地、山体等多样性地形。

### 8.5 水体水系整治

#### 8.5.1 内容要求

采煤塌陷地应合理控制水体与水系的规模和空间布局，保持生态需水量与水资源总量相协调，在条件允许范围内连通塌陷区外水系；塌陷区内防洪标准应符合 GB 50201 的规定。

## 8.5.2 构建湖泊水体

采煤塌陷地水体整治宜根据水资源评估和水安全保障的前提下构建湖泊型水体,减少塌陷形成的水坑(塘)、季节性积水洼地等水体之间的围圩,形成相互连通开放的湖泊。

## 8.5.3 沟通自然水系

采煤塌陷地内水体与外部水系的沟通应参照历史连通状况及河湖水文特征,因地制宜疏浚既有河、沟、渠,连通上、下游水系。河沟疏浚应保护和修复河道岸线自然形态,避免盲目裁弯取直。

## 8.5.4 构筑生态边坡

河湖水体堤岸及岛屿边坡宜采取生态护坡,包括植被护坡、土工材料固土种植基护坡、植被型生态混凝土护坡、浆砌片石骨架植草护坡、石笼驳岸、生态桩驳岸等。主要技术要点与适应范围见附录C。

## 8.5.5 恢复自然生境

采煤塌陷地河滩和湖滨生境恢复应优先保护乡土植物原生生境、乡土动物栖息地,优先利用乡土植物、适生植物,充分结合地形及水量分布特征实施原生生境和近自然植被群落重建,逐步恢复河湖湿地生态系统的结构和功能。

## 8.5.6 增强水体自净能力

塌陷区内水体净化可选择具有吸附、消减污染物的水生、湿生植物,造人工湿地,并放养底栖生物、滤食性鱼类等,构建完整的水生态系统,增强水体自净能力。

# 9 工程监测与验收

## 9.1 监测

### 9.1.1 内容

监测包括生态修复基础环境治理施工期的安全监测和环境治理完成后的效果监测:

——生态修复施工期监测主要是指在消除地质灾害隐患进行支护加固过程中的施工安全监测及消除有害物质限量监测。

——生态修复完成后的监测主要是指为消除地质灾害隐患而采取的支护加固措施的防治效果监测和动态长期监测,以施工安全监测和防治效果监测为主。

——对修复后的水体监测应对地表水和地下水水质进行实时或定期监测。

——对修复后的土壤治理监测在生态修复工程竣工后的前3年宜每年进行1次,3年后监测频率宜根据实际需要合理调整。

——地质安全动态监测的监测点分布与频率,应根据生态修复规划目标,修复再利用方式、修复强度等确定,人类活动影响小的区域宜为每年1次,人类活动影响大的区域宜为每年2次。

### 9.1.2 要求

监测工作由具有相应资质的单位进行实施,实施方案包括监测目的、监测项目、监测方法、监测点布置、监测项目预警值和信息反馈与共享机制等;监测应按照DZ/T 0287中的规定执行,监测数据的采集尽可能采用自动化的方式,建立监测数据库。

## 9.2 验收

### 9.2.1 内容

---

工程验收应包括施工中所有分项工程的数量、质量及工程整体状况。

### 9.2.2 要求

验收应根据施工项目，按 GB 50300 或 CJJ 82 或 TD/T 1044 的规定执行。

附 录 A  
(资料性)  
煤矸石降酸和减酸参考技术

表 A.1 给出了煤矸石降酸和减酸的主要参考技术。

表 A.1 煤矸石降酸和减酸参考技术

方法	技术路径	指标
抑制 硫氧化	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 投入氧化亚铁硫杆菌杀菌剂抑制生物氧化，控制酸性矿山废水产生。</li> <li>2. 用污水处理厂的污泥或堆肥覆盖在煤矸石的表面，通过微生物活性分解污泥或堆肥，消耗氧气抑制煤矸石中硫化物氧化。</li> </ol>	一般维持在弱酸至弱碱范围内，具体技术参数以植物及其土壤环境而定。
中和 法	用 NaOH、NaCO <sub>3</sub> 等对酸性矿山废水中和处理。	
矸石 脱硫	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 用脱硫细菌将矸石中的硫氧化为气体散失去除，或收集气体进一步利用</li> <li>2. 通气状态下高温燃烧氧化硫化物或单质硫成为 SO<sub>2</sub> 气体，再进一步收集 SO<sub>2</sub> 气体进行再利用。</li> </ol>	

## 附录 B

(资料性)

## 矸石山(场)地形修整和土壤重构参考技术

表 B.1 给出了矸石山(场)地形修整和土壤重构的主要参考技术。

表 B.1 矸石山(场)地形修整和土壤重构参考技术

阶段	工程措施
预处理	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 煤矸石堆放与处置应符合 GB 18599 要求。</li> <li>2. 进行削坡处理将矸石山坡度控制在 1.0:1.5 以下。</li> <li>3. 分层覆土压实, 每层矸石堆存厚度宜 &lt; 2m, 覆土厚度宜 ≥ 0.5 m。</li> <li>4. 坡顶截排水, 边坡进行横向截水及纵向排水, 横向截水沟的比降宜为 0.3%~0.5%; 截排水措施应符合 GB 50433、GB 51018 的相关规定。</li> <li>5. 建立环形道路直达山顶。</li> <li>6. 采取平缓陡坡、修筑梯田等方式整理地形。</li> <li>7. 建立排灌系统。</li> </ol>
土壤重构	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 重构土壤基体, 将适当比例页岩、泥岩等软岩矸石混合铺覆于地形整理后的矸石表层。</li> <li>2. 整地应至少提前一个雨季进行, 方法可根据栽植的植物种类分别选用水阶、水平梯田、反坡梯田或鱼鳞坑、穴状整地法。</li> <li>3. 反坡梯田的坡度分别为 20°、30°、40°时整地宽度依次宜为 1.5 m、1.0 m、0.8 m。</li> <li>4. 种植土覆盖应根据气候条件、矸石山风化程度高、种植植物不同而异。湿润、半湿润区, 或保证灌排条件下, 无自燃, 风化程度高的矸石山覆土厚度, 草本植物宜 ≥ 15 cm, 灌木林宜 ≥ 30 cm, 小乔木林宜 ≥ 45 cm, 高大乔木宜 ≥ 60 cm; 矸石山风化程度低或未风化的, 要根据试验结果适当增加覆土厚度。种植土覆盖应先覆底土, 再覆肥熟表土。</li> <li>5. 对混入种植土中的侵入体应剔除。</li> </ol>

## 附录 C

(资料性)

## 主要生态护坡(堤)技术与适应范围

表 C.1 给出了主要生态护坡(堤)技术与适应范围。

表 C.1 主要生态护坡(堤)技术与适应范围

方法		作用特点	适用条件
植被护坡	人工种草、平铺草皮、草毯护坡	优点：施工简单、造价低等。 缺点：养护管理要求高，易产生坡面冲沟、表土流失、坍塌等边坡灾害。	多用于边坡高度不高、坡度较缓的路堑和路堤边坡防护。
土工材料固土种植基护坡	土工网垫固土种植基、土工格栅固土种植基、土工单元固土种植基、土工布植生袋种植基	优点：贴合任何坡体的形状，施工简易。 缺点：造价较高，植物生长缓慢。	适合使用在岩面或硬质地块、滑坡山崩等应急工程。
浆砌片石骨架植草护坡	浆砌片石在坡面形成框架，在框架里种植植物护坡。	优点：片石嵌入坡面，能发挥分格截水作用。 缺点：石方工程量大，造价较高。	适用于边坡高度不高且坡度较缓的各种土质、强风化岩石边坡。
石笼驳岸	热镀锌钢丝等材料编织的网笼，内填石料等做成的工程防护结构。	优点：能进行自适应性微调，整体结构不会因不均匀塌陷而遭到破坏。 缺点：外露网笼容易被破坏。	主要用作以易遭水流风浪侵袭而破坏堤岸护坡。
生态桩驳岸	利用树桩、竹杆、水泥管等竖向并排压入灌、湖岸边，桩管两侧种植植物护坡。	优点：固坡作用强，阻止河、湖水冲刷。 缺点：排桩的施工难度较大，造价较高。	主要用于土壤质地偏砂性、水流风浪侵蚀破坏严重的堤岸护坡。
植被型生态混凝土护坡	利用多孔混凝土、保水材料、难溶性肥料和表层土，组合在一起形成。	优点：对水流具有较好的抗冲刷性。 缺点：后期植被生存条件受到限制，整体稳定性较差。	主要用于土壤质地偏砂性、水流风浪侵蚀破坏严重的堤岸护坡。