

矿山生态修复技术规范

第 2 部分：煤炭矿山

（报批稿）

编制说明

中煤科工集团唐山研究院

中国自然资源经济研究院

中国地质环境监测院

中煤科工生态环境科技有限公司

中煤科工集团北京土地生态修复研究院

中国地质大学（北京）

2021 年 12 月 31 日

目 录

一、工作简介	1
(一) 任务来源.....	1
(二) 标准起草单位和主要起草人.....	1
(三) 工作过程.....	2
(四) 标准主要起草人所做工作.....	6
二、标准编制原则和确定主要内容的论据	7
(一) 标准编制原则.....	7
(二) 标准主要内容.....	8
(三) 标准确定主要内容论据.....	10
三、主要试验的分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果	13
(一) 矿山生态修复是建设人与自然和谐共生美丽中国的生动实践.....	13
(二) 矿山生态修复面临的形势严峻.....	15
(三) 煤炭矿山生态修复任务重、形势迫切.....	16
(四) 我国煤炭矿山生态修复技术现状.....	17
(五) 急需建立规范的矿山生态修复标准体系.....	22
四、采用国际和国外先进标准程度及与国际、国外同类标准水平对比	25
五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系	26
六、重大分歧意见的处理经过和依据	27
七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议	28
八、贯彻标准的要求和措施建议	29
九、废止现行有关标准的建议	30
十、其他应予说明的事项	31

一、工作简况

（一）任务来源

为贯彻落实生态文明建设的总体要求，加快推进国土空间生态修复工作，规范矿山生态修复工作流程、技术方法和要求，2018年7月，自然资源部开始组织编制《矿山生态修复技术规范》行业标准。2019年11月自然资源部办公厅印发2019年度自然资源标准制修订工作计划的通知，该通知中《矿山生态修复技术规范》被列为制订计划。

该标准由7部分组成（简称“矿山生态修复1+6规范”），分别为通则、煤炭矿山、金属矿山、建材矿山、化工矿山、稀土矿山和油气矿山。《矿山生态修复技术规范第2部分：煤炭矿山》（计划号：201917007）作为《矿山生态修复技术规范》的重要组成部分，主要适用于煤炭资源开采活动结束后的矿山生态修复等技术工作。牵头单位是中煤科工集团唐山研究院有限公司，计划实施年限为2018年~2021年。

（二）标准起草单位和主要起草人

标准起草单位：中煤科工集团唐山研究院有限公司、中国自然资源经济研究院、中国地质环境监测院、中煤科工生态环境科技有限公司、中煤科工集团北京土地整治与生态修复科技研究院有限公司、中国地质大学（北京）。

以上六家单位共同组建了标准编制组，根据《矿山地质环境保护规定》、《地质灾害防治条例》、《土地复垦条例》和有关的法律法

规，起草制定了《矿山生态修复技术规范第2部分：煤炭矿山》行业标准。

主要起草人：李树志、方军、王大为、李学良、余振国、张进德、白雪华、李杏茹、白中科、曹新款、李伟、赵千秋、门雷雷、赵晗博、郭孝理。

（三）工作过程

1、调查研究阶段（2018年7月~2019年5月）

（1）资料收集情况

2018年7月~2018年9月，接受自然资源部委托编制任务后，根据编制煤炭矿山生态环境修复技术规范的需要，收集了有关法律法規、政策文件、标准规范、矿山报告等资料，并对煤炭矿山生态恢复治理项目点进行现场调研和收集相关资料，所获取的资料可满足编制《矿山生态修复技术规范第2部分：煤炭矿山》的需要。

（2）现场调研情况

2018年10月~2019年5月，编制组成员采用实地调研、类比分析、案例分析、趋势外推等相结合的方法，先后去山东兖州矿区、济宁矿区、枣庄矿区、新汶矿区、内蒙伊敏矿区、宝日希勒矿区、胜利矿区、山西平朔矿区、西山矿区、阳泉矿区、陕西榆神矿区、铜川矿区、甘肃石嘴山矿区、河北开滦矿区、峰峰矿区、河南平顶山矿区、焦作矿区、安徽淮北矿区、淮南矿区、辽宁铁法矿区、抚顺矿区等近30个矿山进行实地调查研究，探讨和总结了露天矿、井工矿、露井联采矿（从开采工艺上划分）等不同类型的煤矿区生态修复的共性问题

和个性问题。

2、规范编写阶段（2019年6月~2019年10月）

本规范按照标准编制规范和《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》的要求，并结合煤炭矿山生态环境修复具体情况进行编制，编制组经多次开会讨论研究，基本确定了规范的适用范围、基本章节、主要技术条款等内容，形成了规范初稿。初稿完成后多次组织专家对规范初稿进行研究讨论，并根据专家意见和建议，对规范初稿进行全面、细致、深入的修改和完善，形成规范征求意见稿，编写有关附件。

3、标准内部讨论和汇总修改阶段（2019年10月~2021年8月）

2019年12月22~24日，编制组代表在北京裕龙大酒店会议室参加“矿山地质环境综合调查与生态修复编写交流会”。与会专家听取了各编制组代表的汇报，同时针对规范编制的章节内容等方面提出了建议，根据会议建议对规范初稿进行了修改和完善。

2020年4月规范编制组将初稿发送一些单位和专家内部征求意见，编制组对反馈的意见进行了汇总，认真分析研究了相关意见并对初稿进行了修改完善和补充。

2020年5月22日，《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》在疫情期间做了较大修改，并组织2次专家研讨和1次汇报，编制组在接到《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》的修改稿之后，立即组织对《矿山生态修复技术规范第2部分：煤炭矿山》进行对照完善和修改。

2020年7月3日，根据生态修复司的要求，召开了矿山生态修

复技术规范研讨会，邀请生态环境专家对已形成的《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》进行了讨论，随即编制组对其进行了2次修改，分别于2020年8月15日、2020年9月20日形成《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》的修改稿。编制组在接到其修改稿之后，立即组织召开内部研讨会，对《矿山生态修复技术规范第2部分：煤炭矿山》进行了修改。

2020年11月4~5日，编制组代表在北京裕龙大酒店会议室参加“标准规范研讨会”。与会专家听取了编制组对《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》编写修改的介绍，并对《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》的内容与格式进行确定，形成了修改大纲，依据修改大纲，对《矿山生态修复技术规范第2部分：煤炭矿山》进行了全面修改补充。

2021年2月23日，编制组代表在北京部机关参加《矿山生态修复技术规范》研讨会，研讨决定《矿山生态修复技术规范》7个部分均需进一步修改完善。主要修改要求：一是按照生态的逻辑突出生态修复的内容（按照基质（地质环境）稳定、土壤恢复、先锋物种及适生物种植及生态服务功能恢复、群落及生态景观形成的逻辑层次展开）。二是突出矿种矿山的特点。三是增加各矿种特色的调查要求。四是增加各矿种生态修复的技术要求。五是每个矿种都要有突出各个矿种特点的修复方案编制要求。

2021年6月8日，编制组成员在北京湖北大厦会议室召开了矿山生态修复技术规范编写讨论会，汇报并研讨了前段各标准的修改情

况，重点和集中研究讨论并确定了《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》的章节设置与具体内容，形成了《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》的定稿内容，确定各矿山规范按照其体例结构和内容进一步修改完善。

2021年7月19~20日，根据部对标准编制进度的要求和各矿山规范的修改情况，编制组成员在北京湖北大厦会议室召开了各矿山生态修复技术规范集体编写修改会议，在会上对每个矿山标准进行了逐条讨论和修改完善，并提出了每个矿山标准进一步修改完善的意见。

2021年8月~9日，根据会议修改建议和个别专家和单位的建议，编制组对《矿山生态修复技术规范第2部分：煤炭矿山》规范进行了全面系统的修改和完善。

4、标准送审稿形成阶段（2021年9月~2021年10月）

全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会2021年9月30日至10月29日，在自然资源标准化信息服务平台公开征求了意见，同期，标准牵头单位中煤科工集团唐山研究院有限公司也同时向中国煤炭工业协会、全国主要煤炭企业、省市级采煤塌陷区治理中心及国内知名土地复垦与生态修复专家征求了意见。根据反馈的意见编制组对《矿山生态修复技术规范第2部分：煤炭矿山》规范进行了针对性的修改和完善，形成了送审稿。

5、标准审查、评审、报批稿形成阶段（2021年11月~2021年12月）

全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会 2021 年 12 月 10 日召开了标准审查会，30 名参会委员中 25 名具有投票权，25 名投票委员中 20 名同意通过、5 名修改后通过。

根据评审专家意见编制组进行了认真修改形成了报批稿初稿，“矿山生态修复 1+6 规范”各编制组成员又召开会议集体讨论修改，会后编制组又进行了认真修改和统稿，形成了报批稿。

（四）标准主要起草人所做工作

编制负责人李树志，长期从事煤炭矿山生态修复的科学研究、调查评估、规划设计、工程实践等工作，熟知煤炭矿山地质环境问题，有着丰富的采煤沉陷地治理、土地复垦相关工作的经验；其他人员大部分具有副高以上职称，人员结构合理。

编制负责人李树志，主要负责任务下达、进度安排、标准编写、技术把关和成稿审定，同时负责主持项目研究、调研及研讨；主要研究人员方军、王大为、李学良负责标准的起草和编制工作，并参与调研及研讨；主要研究人员余振国、张进德、白雪华、李杏茹、白中科参与课题指导和调研研讨，并对标准进行了系统校核；主要研究人员曹新款、李伟、赵千秋参与调研和方法对比分析研究；主要研究人员门雷雷、赵晗博、郭孝理参与调研和日常协助工作等。

二、标准编制原则和确定主要内容的论据

（一）标准编制原则

1、遵循生态逻辑原则。

按照基质（地质环境）稳定、仿自然地貌整形、土壤与土地功能恢复、先锋及适生物种植被、生态服务功能恢复、群落及生态景观形成的生态逻辑层次设置标准结构、编写相关要求。

2、发挥自修复功能原则。

强调尊重生态系统演替规律，自然修复与人工修复相结合，人工修复为自然修复创造条件，最大限度发挥自然修复能力，避免过度工程治理。煤炭矿山生态修复发挥自然恢复功能，采取辅助人工修复、生态重建等措施，因地制宜、分区施策、分类治理、统筹兼顾，进行整体保护、系统修复、综合治理。

3、体现煤炭矿山特点原则。

煤炭资源开采引发的生态环境问题一般规模大、类型多、程度重、持续时间长，体现保护与修复结合、整体与系统修复、地上与地下修复、分区与分类修复、土地功能修复、产业融合修复、因地制宜保障地质安全等要求。

4、贯穿修复工程全过程原则。

矿山生态修复工程包括基础调查与问题识别、方案编制、方案实施、监测与管护、成效评估五个阶段，核心阶段和内容是方案实施，重点内容是技术措施，加强基础调查与问题识别要求。

（二）标准主要内容

规范（标准）的主要内容是在反映规范指导的一般性、煤炭矿山生态修复的发展趋势和特点，以简要和实用等为原则，结合以往我国开展煤炭矿山修复的实践经验，并在多次专家讨论、课题研究、全国范围内征求意见的基础上确定的，能够有效指导现阶段我国煤炭矿山生态修复工作。

《煤炭矿山生态修复技术规范》主要包括：

1、范围。

本文件主要适用于煤炭资源开采活动结束后的矿山生态修复等技术工作，煤炭资源开采过程中的矿山生态修复工作可参照执行。

2、规范性引用文件。

规范性引用文件 13 个，其中国标 9 个，行标 4 个。

3、术语和定义。

定义了开采塌陷、塌陷地、排矸场、排土场、露天采场、工业场地 6 个术语。

4、总体原则与要求。

基本原则除坚持通则的原则外，煤炭矿山还要坚持发挥自修功能、分区分类施策，整体系统布局、融合产业治理，保障地质安全、恢复土地功能的原则。

总体要求针对煤炭矿山特点从总体上提出了要求，还分别从山地区区和生态脆弱区采煤塌陷地、平原和丘陵地区采煤塌陷地、采场和排土场 3 个区域提出了具体要求。

5、基础调查与问题识别。

明确了煤炭矿山基础调查调查的范围、内容、方法以及从哪些方面进行生态问题识别与分级。

6、方案编制。

从矿山基本情况、总体定位与目标、主要任务与工作部署、跟踪监测、投资估算与保障措施等方面明确和强调了煤炭矿山生态修复方案编制内容和要求。

7、方案实施。

从修复工程设计、工程施工、施工监理等方面提出了煤炭矿山生态修复工程施工要求。

从自然恢复措施、辅助再生措施、生态重建措施 3 个方面提出了煤炭矿山生态修复技术要求，并按照塌陷地、排矸场、排土场、露天采场、工业场地 5 个方面，从消除地质安全隐患、地貌重塑、土壤重构、植被重建 4 方面对生态重建提出了具体要求。

8、监测与管护。

分区提出了煤炭矿山应突出和加强跟踪监测与管护要求。

9、成效评估。

明确从生态、社会和经济 3 方面进行矿山生态修复成效评估，并分区提出了煤炭矿山应加强生态评估内容。

10、生态修复信息管理。

明确了从原始资料、过程资料、成果资料等方面加强煤炭矿山生态修复信息资料的归档保存。

11、附录。

本文件有 3 个附录，均为资料性附录。附录 A 为采煤塌陷地生态问题严重程度分级、附录 B 为煤炭矿山及其生态破坏与生态修复特征、附录 C 为煤炭矿山生态重建工程分类。

12、参考文献。

本文件共列出 10 个参考文献。

（三）标准确定主要内容论据

1、立足于我国煤炭矿山生态修复现状

我国对煤炭矿山废弃地生态修复的研究起步较晚，开始于二十世纪八十年代，九十年代以后才初步形成规模，研究领域主要集中在采煤塌陷区等。近年来，国内对煤矿废弃地的恢复治理工作研究和探索的实践不断涌现，主要是根据实际情况将煤矿废弃地开发改造成工业用地、耕地、旅游景观和旅游用地、仓储用地、养殖用地等。如：唐山南湖生态公园及其周边塌陷地城市建设、徐州潘安湖湿地公园与周围塌陷地建设开发、淮北“串湖”湿地公园与城市中心区建设、平顶山采煤沉陷区建设、济宁、菏泽、淮南等地的生态农业建设等，都是因矿施策、因势利导，积极探索生态修复与产业发展、富民兴业相结合，整体谋划、系统实施，形成因产业导入而带动周边区域的土地增值、因盘活土地利用而带动产业发展、因产业发展而带动生态就业的良性循环，最终实现生态、经济和社会效益统一，生动地实践了“两山”理论。我国积极开展矿山生态修复研发，完善相关管理制度，研究制定鼓励和引导社会资本投入矿区生态修复的政策措施，部署开展

重点区域历史遗留矿山生态修复工作。各地通过规划、标准、政策的制定实施，全面推进绿色矿山与和谐矿区建设工作。我国煤炭矿山生态修复案例、相关规划和政策为本标准的主要内容确定提供了论据。

2、相关法律法规与近几年国家相关规划和指导意见

编写过程中参考了《中华人民共和国土地管理法》、《中华人民共和国矿产资源法》、《矿山地质环境保护规定》、《土地复垦条例》、《土地复垦条例实施办法》等法律法规；参考了中共中央、国务院印发的《生态文明体制改革总体方案》推进山水林田湖生态修复工程要求以及《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》推动绿色发展，促进人与自然和谐共生，建设美丽中国等要求；参考了2016年国务院办公厅《关于加快推进采煤沉陷区综合治理的意见》（国办发〔2016〕102号），2016年国土部等5部委《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资发63号）、2017年国土部等6部委《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规4号）、2016年财政部、国土资源部、环境保护部《关于推进山水林田湖生态保护修复工作的通知》（财建725号）、国家发展改革委、自然资源部联合印发的《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》等文件。标准的制定符合现阶段我国煤炭矿山的特点，满足对煤炭矿山进行生态修复的要求，为政府管理部门对煤炭矿山生态修复提供依据。标准具有系统性、科学性和可操作性。

3、依据相关标准和规范进行编写

本标准依据 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写规则》的要求和规定以及有关的政策法规进行编写。编写过程中参考和引用了4个强制国家标准、5个推荐国家标准、4个行业标准，参考和引用了9个国家文件和地方标准等。本标准属于技术标准，源于对实践经验的总结和国家相关政策规定及标准要求，发布后可用于指导实践。标准修订中考虑尽量与我国煤炭矿山生态修复的实践相符以提高标准的可操作性。

4、吸纳了行业专家、企业和管理单位等意见建议。

煤炭矿山生态修复技术规范的修订听取各方意见，确定了矿山修复的框架、程序以及主要内容，同时，在编写过程中也征求了行业专家、企业和管理单位等意见建议。

5、与国际主流标准可对比。

为适应经济全球化，作为技术标准体系的龙头标准——我国的分类标准有必要与国际主流标准互联互通，提升我国标准的国际影响力和话语权。

三、主要试验(或验证)的分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果

(一)矿山生态修复是建设人与自然和谐共生美丽中国的生动实践

目前生态文明建设在我国被提到了前所未有的高度。生态环境保护是生态文明建设的一项重要基础性工作，其中，生态保护和修复又是反复强调的一个重点。党的十九大报告中，多次强调要“坚持人与自然和谐共生”、“统筹山水林田湖草系统治理”、“推进资源全面节约和循环利用”、“加强地质灾害防治”、“严格保护耕地”、“实施重要生态系统保护和修复重大工程”等，这是从科学发展观出发，建设和谐社会的重要核心和组成部分，是对生态重建的极大重视和肯定。

中共中央国务院《关于加快推进生态文明建设的意见》的总体要求中特别提出“在生态建设和修复中以自然修复为主，与人工修复相结合”。然后，在具体措施中又把“保护和修复自然生态系统”“实施重大生态修复工程”作了内容的展开。在中共中央国务院印发的《生态文明体制改革总体方案》中又提出“树立山水林田湖是一个生命共同体的理念……进行整体保护，系统修复，综合治理，增强生态系统循环能力，维护生态平衡。”这包括城市生态系统中的园林绿化、城市（郊）林业、建筑立体绿化及庭院内部绿化。农田生态系统的土壤改良和修复，生态农业、农林复合经营、农田防护林建设等。工矿及交通用地的矿山废弃地修复、采空塌陷地修复、工厂废弃地修复、厂区绿化、交通建设损害地修复、绿道建设、油气管线、高压线路建设用

地的修复等。

生态修复具体措施必须根据生态文明建设的理念和要求来确定其行事准则。《生态文明体制改革总体方案》中明确指出：“以建设美丽中国为目标，以正确处理人与自然关系为核心，以解决生态环境领域突出问题为导向，保障国家生态安全，改善环境质量，提高资源利用效率，推动形成人与自然和谐发展的现代化建设新格局。”同时，要树立六大理念，即树立尊重自然、顺应自然、保护自然的理念；树立发展和保护相统一的理念；树立绿水青山就是金山银山的理念；树立自然价值和自然资本的理念；树立空间均衡的理念；树立山水林田湖是一个生命共同体的理念。

习近平总书记在党的十九大报告中提出了“加快生态文明体制改革，建设美丽中国”的战略部署，多次亲临采煤沉陷区考察治理情况，强调开展采煤沉陷区综合治理要本着科学的态度和精神，搞好评估论证，做好整合利用这篇大文章。习近平总书记主持十九届中央政治局第二十九次集体学习发表重要讲话时指出，要站在人与自然和谐共生的高度来谋划经济社会发展，坚持节约资源和保护环境的基本国策，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针，形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式、生活方式，统筹污染治理、生态保护、应对气候变化，促进生态环境持续改善，努力建设人与自然和谐共生的现代化美丽中国。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》专门用一个篇章阐释推动绿色发展，促进人

与自然和谐共生，强调坚持绿水青山就是金山银山理念，坚持尊重自然、顺应自然、保护自然，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主，实施可持续发展战略，完善生态文明领域统筹协调机制，构建生态文明体系，推动经济社会发展全面绿色转型，建设美丽中国。

（二）矿山生态修复面临的形势严峻

生态修复针对突出的生态问题采取行动，是为了保障生态安全，促进人和自然的和谐；生态修复要坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的基本方针。在《加快推进生态文明建设的意见》中，又专门加上了“在生态建设和修复中以自然修复为主，与人工修复相结合”这样较为全面的诠释，意义深远。

截至 2019 年底，全国共有探矿权 12294 个，勘查面积 315.2 万平方公里；采矿权 39799 个，矿区面积 25.5 万平方公里。2019 年全国新立探矿权 527 个，勘查面积 14429 平方公里；新立采矿权 1649 个，矿区面积 5235.48 平方公里。

我国矿产资源长期大规模粗放式开采对矿山生态环境造成严重影响，导致地面塌陷、植被破坏、土地损毁、水土流失等一系列生态环境问题。矿山生态修复历史欠账多、问题积累多、现实矛盾多，且面临“旧账”未还、“新账”又欠的问题。据相关资料，全国矿山开采占用损毁土地约 5400 多万亩。其中，正在开采的矿山占用损毁土地约 2000 多万亩，历史遗留矿山占用损毁约 3400 多万亩。所以，我国矿山生态修复目前面临的形势严峻。

我国对矿山废弃地生态修复的研究起步较晚，开始于二十世纪八

十年代，九十年代以后才初步形成规模，研究领域主要集中在煤矿塌陷区和有色金属尾矿库植被覆盖等。近年来，国内对废弃采石场的恢复治理工作研究和探索的实践不断涌现，主要是与土地开发、土地整理相结合，根据实际情况将废弃矿山开发改造成工业用地、耕地、旅游景观和旅游用地、仓储用地、养殖用地、军事用地等。如：黄石国家矿山公园、上海天马山世茂深坑酒店、上海辰山植物园矿坑花园、山东威海华夏城、浙江湖州龙之梦、唐山南湖生态公园、徐州潘安湖湿地公园、南京汤山矿坑公园等，都是因矿施策、因势利导，积极探索生态修复与产业发展、富民兴业相结合，整体谋划、系统实施，形成因产业导入而带动周边区域的土地增值、因盘活土地利用而带动产业发展、因产业发展而带动生态就业的良性循环，最终实现生态、经济和社会效益统一，生动地实践了“两山”理论。

（三）煤炭矿山生态修复任务重、形势迫切

截至 2020 年底，我国拥有煤矿数量约 4700 处，煤矿平均产能 110 万吨/年，总产能约 51.7 亿吨。其中年产 120 万吨/年以上大型现代化煤矿 1200 余处（千万吨级煤矿 52 处），年产 45~90 万吨/年的中型矿井 2500 处，年产 30 万吨/年以下小煤矿小于 1000 处。

我国煤炭开采塌陷、压占挖损等损毁土地面积累计约 250 万公顷，占全国矿山损毁土地面积的 70%，每年还以约 7 万公顷速度增加，目前复垦治理率仅 45%左右。我国东部采煤沉陷区面积约占全国的 60%，且靠近城市，采煤沉陷使 63 个地级矿业城市的周围工程建设难以正常开展，严重制约了城市的发展。

习近平总书记对采煤沉陷区治理进行了多次视察和重要指示：2013年11月24日至28日济宁、菏泽、济南等地考察时对山东省采煤沉陷区治理做出了重要指示；2017年12月12日考察徐州时指示“塌陷区要坚持走符合国情的转型发展之路，打造绿水青山，并把绿水青山变成金山银山”；2018年9月28日考察抚顺西露天矿时指示“开展采煤沉陷区综合治理，要本着科学的态度和精神，搞好评估论证，做好整合利用这篇大文章”。

（四）我国煤炭矿山生态修复技术现状

生态修复是指停止对生态系统的干扰和破坏，因地制宜、因矿施治，利用生态系统的自我修复功能，借助人工干预措施，使被毁坏的生态系统恢复到预期状态或使生态系统向良性循环方向发展，从而取得生态、经济、社会三者的综合效益。生态修复技术统筹了综合治理环境污染和修复生态系统两大策略。它以生态学原理为基础，融合了物理、化学工程和生物技术，旨在以低成本获取最佳效果。

近年来，矿山生态修复技术在我国逐渐引起关注。用客土法是目前我国使用较广、最有效的处理技术，植物修复是目前应用前景最好的技术之一，而使用微生物的技术仍处于实验室研究阶段。然而，采用单一方法无法轻易完全地恢复退化的矿山生态环境，综合利用多种修复技术可能是未来的趋势。

1、传统修复技术

传统治理技术在我国已经十分成熟，主要包括划方平整、挖深垫浅、预置填充、泥浆充填，生态治理等多种方法。

（1）划方平整

划方平整主要是消除附加坡度、地表裂缝以及波浪状下沉等损毁对土地利用的影响，主要用于中低潜水位塌陷地的非充填治理、高潜水位塌陷地的充填法治理以及与疏排法配合用于高潜水位塌陷地的非充填治理等。

进行塌陷地田面划方平整时一方面应设计好标高，使地面平整度符合规定要求，另一方面要把耕地、道路、防护林、排灌渠道、机井、抽水站、输电线路和村庄等结合起来考虑，全面规划，合理安排。要以村镇定路，以地形定渠，渠路搭架，划块定方，以干、支路与干、支、斗渠分大方，生产路与分、引渠分小方，大方套小方，各个方田形成网格。要先修渠、路，搭好骨架，然后平整土地，进行方内建设。平整后的田块应有利于作物的生长发育，有利于田间机械化作业，有利于水土保持，满足灌溉排水要求和防风要求，便于经营管理。

（2）挖深垫浅

挖深垫浅技术是将造地与挖塘相结合，即用挖掘机械将塌陷深的区域继续挖深，形成水（鱼）塘，取出的土方充填至塌陷浅的区域形成陆地，达到水陆并举的利用目标。这种技术主要应用在塌陷较深，有积水的高、中潜水位地区，同时，挖深区挖出的土方量大于或等于垫浅区充填所需土方量，使治理后的土地达到期望的高程。

施工工艺：首先确定“挖深区”的具体范围，然后将“挖深区”分成若干块段（可按机械多少和地块大小而定）多台机械同时进行挖掘回填；为了保证治理后的土地质量，剥离回填之前需要将“挖深区”

和“垫浅区”的熟土层剥离堆存起来。待回填到一定标高后，最后再将熟土回填到治理地上，使“垫浅区”达到设计标高。推平后，再使用农用耕作细耙机进行松土整理，建立治理区田间水利灌排系统，培肥后即可种植。而“挖深区”所形成的鱼塘用于水产养殖。

(3) 充填技术

充填技术是我国大量采用的一种技术，一般是利用煤矸石、粉煤灰、垃圾、湖泥等来充填塌陷地，使其恢复到设计地面高程。

1) 矸石充填

矸石充填是各矿区都可以采用的一种治理技术，利用矸石对塌陷地进行充填，既可以是采矿损毁的土地得到恢复，又可以减少矸石占地，消除矸石对环境的影响。矸石充填治理后的土地既可以作为农业用地，也可以作为建筑用地。

在采空区上方，预计未来下沉区域，将表土取出堆放在四周，按预计的下沉深度和范围，用生产排矸设备预先排放矸石，矸石充填达到预计水平后，再将堆放在四周的表土覆盖在矸石层的上面，复土成田。用于农业的矸石充填土地，充填的矸石应下部密实，上部疏松，以便保墒、保肥，有利于植物生长。对于塌陷地治理作为建筑用地的治理土地，应根据建筑的要求进行矸石地基处理。塌陷地治理区设计标高应根据治理后土地用途、地下潜水位标高、洪位确定。

2) 粉煤灰充填

利用电厂粉煤灰充填塌陷区，既可解决电厂的贮灰问题，又可解决塌陷地治理问题，达到双重环境保护的目的。利用粉煤灰充填治理

塌陷地的工艺。

在计划治理的塌陷区内修筑贮灰场。用推土机、铲运机、汽车等施工机械，按设计用量取出塌陷区内表土，运到塌陷区周围，压实筑坝形成贮灰场。利用管道将电厂粉煤灰水力输送到塌陷区，排入贮灰场。灰场内的粉煤灰随着充灰不断地沉淀积累，水由贮灰场排水口流出，流入江河或循环利用。贮灰场沉积的粉煤灰达到设计标高后停止充灰，将水排净，然后破坝覆土成田。塌陷区贮灰场设计与一般贮灰场设计相比基本相同，但应考虑贮灰场建筑物、管道的抗变形能力和抗变形措施。

2、新的修复技术

(1) 边采边复技术

边采边复治理技术是在地表损毁发生之前或已发生但未稳定之前，采取合理的措施对未来将要形成的损毁土地进行治理。该方法已有成功实践，即利用煤矸石充填动态塌陷区治理成建设用地，用来进行村庄搬迁，取得了良好的效益。

该技术强调从矿山建井开始，就将塌陷地治理工作贯穿到采矿活动中，全盘考虑，统筹安排，可以避免在等待地面稳沉的过程中土地资源长时间的抛荒而导致土壤资源的损失和生态系统的退化，尤其是在塌陷地积水前将珍贵的表土剥离加以保护，待治理工程完成后再将表土层覆盖在最上面，稍加培肥改良，可以迅速的恢复土壤生产力，避免“水下作业”，可以更加灵活的选择施工机械和施工工艺，从而降低治理工程的难度和投资。

(2) 夹层式充填复垦技术

现有充填技术采用一次性充填方式，形成典型的“土壤层+充填层”双层土壤剖面构型。在覆盖土壤厚度不足的情况下，复垦土地的生产力低，为此，提出“土壤层+充填层+夹层+充填层…”的夹层式多层土壤剖面构型，并以黄河泥沙充填复垦采煤沉陷地为例，从夹层式充填复垦的原理和方法两个方面进行研究分析。结果表明：根据不同充填材料土壤质地情况，在充填材料层中设置与其质地相异的夹层，可以改善充填材料的水分和营养元素状况，改良了“土壤层+充填层”的双层土壤剖面构型存在的弊端，提高复垦耕地的质量。提出了一种充填复垦采煤沉陷地交替多层多次充填土壤重构方法，通过条带间交替充填工艺和多次充填与土壤回填，实现了夹层式土壤剖面结构重构的连续施工作业。在山东省邱集煤矿进行了实践，夹层式土壤剖面构型的小麦产量可以当年达到甚至高于对照农田。

(3) 湿地构建技术

我国煤矿城市有150余座，高潜水位地区采煤沉陷导致地表大面积积水，土地、生态水、植被等生态环境要素破坏严重，另外还有采矿和城市废物排放，采煤沉陷区生态环境问题突出，直接影响了矿业城市形象和市民的居住生息，将采煤沉陷积水区开发建设成具有城市服务功能的次生湿地是实现国家提出的生态宜居城市以及矿业城市经济社会可持续发展的重要举措。

(4) 农业生态景观构建技术

煤沉陷区复垦主要侧重沉陷区农业、林业、养殖业的复垦利用，

近几年才注重从生态修复和景观构建土地复垦利用问题。研究了矸石充填土壤剖面构建技术，解决了覆土厚度和耕作层土壤水分流失的技术难题。通过调配不同土壤层次、质地，优化了就地取土复垦土壤剖面结构和施工工艺，降低了二次土壤改良成本。

（五）急需建立规范的矿山生态修复标准体系

1988年11月国务院颁布了《土地复垦规定》，并于1989年1月1日正式实施，由此确立了我国土地复垦制度。《土地复垦规定》是《中华人民共和国土地管理法》的实施配套法规，首次规定了土地复垦的含义以及“谁破坏，谁复垦”的原则，使我国土地复垦工作走上了法制化道路，成为我国土地复垦发展历程中的一个重要里程碑。2011年3月《土地复垦条例》由国务院公布施行，标志着我国土地复垦事业步入了制度化、规范化和法制化的新阶段。为贯彻落实《土地复垦条例》，原国土资源部还批准发布了《土地复垦条例实施办法》《土地复垦方案编制规程》、《土地复垦质量控制标准》、《矿山土地复垦基础信息调查规程》等行业标准规范。经过30多年的探索，我国煤矿区土地复垦与生态修复政策制定不断趋于成熟，管理手段与时俱进，相关工作也取得了较大进步。

1、关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见

为解决矿山生态修复历史欠账多、现实矛盾多、投入不足等突出问题，按照党的十九大“构建政府为主导、企业为主体、社会组织 and 公众共同参与的环境治理体系”的要求，坚持“谁破坏、谁治理”“谁修复、谁受益”原则，通过政策激励，吸引各方投入，推行市场化运作、

科学化治理的模式，加快推进矿山生态修复，2019年12月自然资源部制定了（《自然资源部关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》）。

2、关于加快建设绿色矿山的实施意见

为全面贯彻落实新发展理念和党中央国务院决策部署，加强矿业领域生态文明建设，加快矿业转型和绿色发展，2017年，原国土资源部、财政部、原环境保护部、国家质检总局、银监会、证监会联合印发《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（以下简称《意见》）要求，加大政策支持力度，加快绿色矿山建设进程，力争到2020年，形成符合生态文明建设要求的矿业发展新模式。

由以上可知，新一届政府已将资源、环境、生态问题纳入政府的重点管理工作，密集出台了相关政策和措施推进煤炭矿山生态治理与修复。矿区土地整治利用与生态环境修复已成为全国的热点、焦点和难点，煤炭矿山生态修复的投入将越来越大，对相应技术标准和验收规范的需求也越来越迫切。当前我国煤炭矿山的生态修复的技术标准体系尚处于不健全的状态，且矿区生态环境治理复杂，上至国务院相关部委，下至各生产建设单位，政出多门，因此，为规范煤炭矿山生态修复工作，提高煤炭矿山生态修复工程的实施质量，推进煤炭矿山生态修复管理的制度化、规范化建设，制定相应的技术标准和规范，已成为当务之急。

编制《煤炭矿山生态修复技术规范》对规范煤炭矿山生态修复工作，提高煤炭矿山生态修复工程的实施质量，推进煤炭矿山生态修复

管理的制度化、规范化建设具有重要意义，为煤炭矿山生态修复的实施管理、监督检查提供依据，从而促进煤炭矿山生态修复事业的发展。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际、国外同类标准水平的对比（或与测试的国外样品、样机的有关数据对比）

本规范没有采用国际标准。

2015年，根据党中央国务院《生态文明体制改革总体方案》精神和《国土资源部关于印发贯彻落实生态文明体制改革总体方案意见的通知》（国土资发〔2015〕41号）要求，结合工作实际，自然资源部地环司、耕地司着手编制《〈矿山地质环境治理恢复与土地复垦方案〉编制指南》。因此，国土资规〔2016〕21号国土资源部办公厅出台了《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》。当前正在按通则要求开展矿山地质环境保护与恢复治理与土地复垦相关工作。

目前，煤炭矿山生态修复领域缺乏整体、系统、生态逻辑的矿山生态修复标准体系，本标准基于煤矿生产工艺流程，按不同采矿方式、不同损毁类型提出煤炭矿山生态修复的原则、目标、技术体系、关键技术及要求。为煤矿生态修复工程的基础调查、问题识别、规划设计、工程实施、监测评估等活动提供技术支撑。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本规范不违背现有法律、法规、标准，是现有相关法律、法规和标准的延伸。

本标准引用了以下强制性标准：

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 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）；

GB 51044 煤矿采空区岩土工程勘察规范。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

标准是规范煤炭矿山生态修复的工作流程、技术方法和要求，具有系统性、全面性和技术指导性，与国家现行相关法律法规、政策、强制性标准和技术规范一起配套使用，对落实生态文明建设，推进国土空间生态修复工作有重要意义。

综上所述，建议作为推荐性标准。

八、贯彻标准的要求和措施建议

为贯彻新标准，建议新标准发布后，由自然资源部召开新闻发布会，利用各类新闻媒介，适时发布贯标通知，并委托起草单位组织培训，切实推动新标准的贯彻实施。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。