

团体标准
《黄土丘陵沉陷区重力侵蚀防治技术规范》
编制说明

征求意见稿专用

标准起草组

2026 年 8 月

目 录

1 工作简况	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 起草人员及所在单位.....	1
1.3 主要工作过程.....	1
2 标准制定的必要性和意义	2
3 标准制定原则与依据	3
3.1 标准制定的基本原则.....	3
3.2 标准制定的主要依据.....	3
4 标准主要内容的制定说明	4
4.1 标准名称.....	4
4.2 适用范围.....	4
4.3 规范性引用文件.....	4
5 主要内容制定依据	4
5.1 总则.....	4
5.2 调查与评估.....	5
5.3 总体布置.....	7
5.4 防治措施.....	7
5.5 监测与效果评价.....	8
5.6 管理与维护.....	9
6 与有关法律、行政法规和其他强制性标准的关系、配套推荐性标准的制定情况.....	9
7 与国际标准化组织、其他国家或者地区有关法律法规和标准的对比分析	9
8 重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据	10
9 对团体标准自发布日期至实施日期之间的过渡期	10
10 与实施团体标准有关的措施	10
11 是否需要对外通报的建议及理由.....	10
12 废止现行有关标准的建议	10
13 涉及专利的有关说明	10
14 团体标准所涉及的产品	11
15 其他应当予以说明的事项	11

1 工作简况

1.1 任务来源

黄土丘陵区是我国典型的生态脆弱区，也是黄河中游煤炭资源富集区。采煤沉陷及其伴生地表变形可改变原有地形、汇水条件和土体结构，进而诱发或加剧崩塌、滑坡、泥石流等重力侵蚀过程。当前，针对“开采沉陷-重力侵蚀”复合型灾害，尚缺乏系统、可操作的技术规范，导致防治措施碎片化、治理效果难以持续。

为贯彻落实《中华人民共和国水土保持法》《矿山地质环境保护规定》《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》等法律法规及国家战略要求，满足黄土丘陵沉陷区重力侵蚀防治技术标准化需求，中国煤炭加工利用协会根据国能神东煤炭集团有限责任公司、中国矿业大学（北京）、应急管理大学等单位提出的立项申请，下达了《黄土丘陵沉陷区重力侵蚀防治技术规范》（计划编号：2026001）团体标准制定任务。

本文件由中国煤炭加工利用协会归口管理，由国能神东煤炭集团有限责任公司、中国矿业大学（北京）、应急管理大学等单位负责标准的起草工作。本标准的编制立足于黄土丘陵区典型沉陷区的实际情况，充分考虑了区域地形破碎、土体疏松、采煤沉陷与重力侵蚀复合作用等特点。

1.2 起草人员及所在单位

本文件起草单位：国能神东煤炭集团有限责任公司、中国矿业大学（北京）、应急管理大学。

本文件主要起草人：张凯、张晓博、王顺洁、张薇。

1.3 主要工作过程

《黄土丘陵沉陷区重力侵蚀防治技术规范》的编制采用了分工明确、阶段推进的工作机制。主要工作过程如下：

（1）标准工作组的建立

2026年5月，由国能神东煤炭集团有限责任公司联合中国矿业大学（北京）、应急管理大学等单位，成立标准编制工作组，明确分工与进度安排。

（2）国内外调研与资料收集

工作组系统收集了国内外关于采煤沉陷区治理、重力侵蚀防治、水土保持、地质灾害防治等方面的政策法规、技术规范和研究文献。重点调研了 SL 190-2007《土壤侵蚀分类分级标准》、GB/T 40112-2021《地质灾害危险性评估规范》、GB 51018《水土保持工程设计规范》、DZ/T 0261-2014《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范》等标准文件。同时，实地考察了黄土丘陵区典型煤炭矿区（如神东矿区、陕北矿区等）的沉陷区重力侵蚀现状及防治工程，获取了大量第一手数据和实践经验。

（3）标准草案的编制

2026 年 5 月至 6 月，工作组在调研基础上确定了标准的技术框架，重点围绕黄土丘陵沉陷区重力侵蚀防治的总则、调查与评估、总体布置、防治措施、监测与效果评价、管理与维护等内容进行条文编写，形成标准草案初稿。

（4）专家研讨会

2026 年 6 月 17 日，针对草案初稿，工作组召开专家研讨会。会议上专家建议补充和更新规范性引用文件、完善土壤调查的相关内容。

（5）标准征求意见稿的编制

2026 年 7 月，针对专家提出的意见，工作组根据审查意见进行了全面修改。主要修改内容包括：在“总则”中新增了“多规衔接，协同治理”的指导原则；第五章增加了土壤本底状况、土壤剖面调查、土壤侵蚀基线评估、水土侵蚀与植被调查等内容；第 6 章中增加了优先防治方向的确定原则；第 8 章增加了分级监测配置体系；补充规范性引用文件（GB/T 40112-2021），形成了征求意见稿。

2 标准制定的必要性和意义

（1）填补黄土丘陵沉陷区重力侵蚀防治技术的标准空白

黄土丘陵区是我国水土流失最严重的地区之一，煤炭开采引发的地表沉陷、地裂缝进一步加剧了崩塌、滑坡、泻溜等重力侵蚀的发生。然而，现行技术标准多侧重于常规水土保持或地质灾害防治，未能针对“采煤沉陷—重力侵蚀”复合过程提出系统性规范。本标准结合矿区沉陷区实际，提出重力侵蚀强度分级、裂缝发育阶段识别、差异化防治布置等关键技术要求，建立沉陷区调查、侵蚀评价、防治分区和综合治理的技术体系。

（2）协同解决煤炭开采与生态保护的突出矛盾

黄河中游地区是国家能源基地与生态屏障的重叠区，煤炭开采与生态保护的矛盾尤为突出。《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》明确提出加强水土流失综合治理。本标准聚焦黄土丘陵沉陷区重力侵蚀这一核心问题，构建“调查与评估 → 总体布置 → 防治措施实施 → 监测与效果评估 → 管理与维护”防治体系，为构筑黄河流域能源绿色走廊、提升区域水土保持水平提供技术支撑。

(3) 推动矿区重力侵蚀防治工作的规范化和系统化

目前，矿区重力侵蚀治理多以局部工程措施为主，缺乏从调查评估、分区布置、措施选择到监测管护的全流程统筹。本标准建立了综合调查与详细调查相结合的调查体系，明确了不同侵蚀强度分区下的差异化防治布置，集成排水工程、拦挡防护、土地整治与植物恢复等技术措施，实现防治工作的系统性与可持续性，为企业履行环境保护责任、推动绿色矿山建设提供技术依据。

3 标准制定原则与依据

3.1 标准制定的基本原则

本标准制定的基本原则包括：

(1) 预防为主，防治结合：在矿产资源开发规划阶段，评价地质环境影响，预测沉陷区重力侵蚀风险，对潜在危险区预先采取防范措施。

(2) 因地制宜，分区防治：根据沉陷区的发展阶段、重力侵蚀类型、危害度及当地自然社会经济条件，选择技术可行、经济合理的防治技术措施。

(3) 统筹兼顾，综合治理：将重力侵蚀防治与水土保持、土地复垦及生态环境修复紧密结合，采取工程措施与生物措施相结合的系统治理方案。

(4) 安全经济，动态调整：确保防治工程安全，力求技术方案生态友好、经济合理，加强对沉陷区重力侵蚀的动态监测，并根据监测结果动态调整和优化防治方案。

(5) 多规衔接，协同治理：与现行 SL 190、GB/T 40112、GB 51018、DZ/T 0261 等国家、行业标准协调配套，引用其成熟的技术规定，确保标准体系的统一性。

3.2 标准制定的主要依据

本标准制定的主要依据包括：

(1) 法律法规与政策文件：《中华人民共和国水土保持法》《中华人民共和国环境保护法》《矿山地质环境保护规定》《地质灾害防治条例》《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》等。

(2) 国家标准与行业规范：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》、SL 190-2007《土壤侵蚀分类分级标准》、GB/T 40112-2021《地质灾害危险性评估规范》、GB 51018《水土保持工程设计规范》、DZ/T 0261-2014《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范》、GB/T 16453.1~3《水土保持综合治理 技术规范》、GB/T 15776《造林技术规程》、SL/T 804《淤地坝技术规范》等。

(3) 行业实践数据：神东矿区、陕北矿区等黄土丘陵区典型煤炭矿区的沉陷区重力侵蚀调查数据、防治工程实践经验和效果监测数据。

4 标准主要内容的制定说明

4.1 标准名称

《黄土丘陵沉陷区重力侵蚀防治技术规范》

4.2 适用范围

本标准规定了黄土丘陵沉陷区重力侵蚀防治的总则、调查与评估、总体布置、防治措施、监测与效果评价、管理与维护等方面的技术要求。适用于黄土丘陵地区因煤炭地下开采引起的地表沉陷及其伴生的地裂缝、崩塌、滑坡、沟道重力侵蚀等防治与生态修复。

4.3 规范性引用文件

主要引用了水土保持、地质灾害调查与评估、工程设计、植物措施等领域的国家及行业标准，共计9个国家/行业标准。其中，SL 190-2007、GB/T 40112-2021、GB 51018等为核心引用文件，保证了标准间的协调性和技术成熟度。

5 主要内容制定依据

5.1 总则

本文件总则主要规定了黄土丘陵沉陷区重力侵蚀防治的基本原则、总体目标和工作程序。制定过程中，在充分考虑黄土丘陵区地形地貌、土壤侵蚀、煤炭地

下开采沉陷及其伴生地表变形等特点的基础上，结合水土保持、矿山生态修复和地质灾害防治等相关技术要求，构建沉陷区重力侵蚀防治的总体技术框架。

基本原则主要依据我国水土保持、矿山环境保护和土地复垦等相关法律法规及技术标准确定，并结合沉陷区重力侵蚀防治实际需求，提出“预防为主，防治结合”“因地制宜，分区防治”“统筹兼顾，综合治理”“安全经济，动态调整”和“多规衔接，协同治理”等原则。其中，预防为主主要强调在煤炭开采及沉陷发展过程中加强风险识别和源头控制；因地制宜、分区防治主要强调根据沉陷区不同部位、重力侵蚀类型和危险性采取差异化防治措施；统筹兼顾、综合治理强调工程措施与植物措施相结合，并与水土保持、土地整治和生态修复相协调；安全经济、动态调整强调在保证工程安全和治理效果的基础上合理控制治理成本，并根据监测结果及时调整防治措施；多规衔接、协同治理则强调本文件与水土保持、矿山地质环境保护与土地复垦等相关规划和技术要求相衔接。

总体目标主要围绕控制重力侵蚀发展、降低地质灾害风险、改善沉陷区生态环境和保障土地资源合理利用等方面确定。工作程序按照“调查与评估—总体布置—防治措施实施—监测与效果评估—管理与维护”的顺序设置，形成从基础调查、综合评价到治理实施和长期管护的全过程技术体系。

5.2 调查与评估

（1）一般要求

调查与评估是开展黄土丘陵沉陷区重力侵蚀防治的基础。本文件结合沉陷区空间差异明显、侵蚀类型多样以及采动影响动态变化等特点，提出根据地形地貌、地质条件、沉陷特征、土地利用类型及重力侵蚀类型划分调查单元，并根据调查目的和区域实际确定调查范围、调查内容及调查方法。

调查资料主要来源于已有资料收集、遥感与测绘资料分析、现场调查及必要的专项调查。调查过程中注重沉陷特征与重力侵蚀发育情况之间的联系，为后续侵蚀评价、防治分区和工程措施布置提供基础资料。

（2）综合调查

综合调查主要用于掌握调查区自然环境、矿山开发、沉陷特征和生态环境的总体情况。本文件将综合调查内容划分为矿山开发及沉陷情况、自然地理与地形地貌、地质与水文地质、水土侵蚀状况、土壤本底状况和植被状况六个方面。

矿山开发及沉陷情况主要调查煤炭开采方式、开采范围、开采时序、沉陷范围、沉陷程度及地裂缝发育等情况；自然地理与地形地貌主要调查地形、地貌、气候、水文等基本条件；地质与水文地质主要调查地层岩性、地质构造、地下水及相关工程地质条件；水土侵蚀状况主要调查水土侵蚀类型、强度及空间分布；土壤本底状况主要调查土壤类型、土层厚度及理化特征；植被状况主要调查植被类型、覆盖状况及生态恢复情况。通过综合调查建立沉陷区基础资料，为详细调查和综合评价提供依据。

（3）详细调查

详细调查是在综合调查基础上，针对沉陷区重力侵蚀及其影响因素开展的专项调查。根据不同侵蚀类型的形成特点和调查需求，本文件将详细调查分为沉陷与地裂缝调查、崩塌滑坡和泥石流调查、土壤剖面调查以及水土侵蚀与植被调查四部分。

沉陷与地裂缝调查重点查明沉陷区范围、沉陷深度及地表变形特征，调查地裂缝的位置、长度、宽度、深度、走向及发育情况；崩塌、滑坡和泥石流调查主要查明灾害的位置、规模、发育特征、影响范围及发展趋势；土壤剖面调查主要掌握土壤类型、土层厚度、土壤发生层、土壤质地、土壤结构及根系分布等情况；水土侵蚀与植被调查主要掌握典型区域水土侵蚀特征及植被类型、覆盖度和生长状况。详细调查成果按照附录A相关调查表进行记录，为侵蚀评价和防治措施配置提供依据。

（4）侵蚀评估

侵蚀评估主要用于确定沉陷区水土侵蚀和重力侵蚀的发育程度及潜在风险。本文件综合考虑土壤侵蚀程度、重力侵蚀强度以及地质灾害危险性等因素，形成与沉陷区特点相适应的综合评估方法。

土壤侵蚀程度主要依据SL 190—2007《土壤侵蚀分类分级标准》进行评价；重力侵蚀强度按照SL 190的相关规定进行分级，对于标准未明确覆盖的特殊沉陷区重力侵蚀类型，可结合侵蚀规模、发育程度、影响范围及现场调查结果进行综合判定。对于沉陷区内崩塌、滑坡等地质灾害，应按照GB/T 40112—2021《地质灾害危险性评估规范》的相关要求开展发育程度、危害程度和危险性评价。

通过上述评价,明确不同区域的主要侵蚀问题及风险等级,为防治重点确定、分区布置和措施配置提供依据。

5.3 总体布置

总体布置是在调查与评估基础上,根据沉陷区重力侵蚀特点和防治目标确定防治重点、治理方向和措施配置。本文件主要参考水土保持工程总体布置、矿山生态修复和土地整治等相关技术要求,并结合黄土丘陵沉陷区地形起伏大、坡面破碎、沉陷及地裂缝发育等特点进行确定。

总体布置首先根据土壤侵蚀程度、重力侵蚀强度和地质灾害危险性等评价结果确定防治重点,并结合地形地貌、土地利用和生态功能划分防治区域。对于危险性较高、重力侵蚀强度较大的区域,以控制风险、稳定坡体和防止侵蚀进一步发展为重点;对于中等风险区域,以控制侵蚀发展、改善生态环境为重点;对于风险较低区域,以生态恢复和预防保护为重点。

根据沉陷区空间位置和侵蚀特点,将防治措施重点落实到坡顶及沉陷边界区、不稳定边坡及坡面区、坡脚及沟道区等不同部位。坡顶及沉陷边界区重点控制地表水集中入渗、稳定沉陷边界;不稳定边坡及坡面区重点防止崩塌、滑坡等重力侵蚀;坡脚及沟道区重点控制沟道侵蚀、泥石流等风险。通过分区布置实现防治措施与沉陷区空间特征相协调。

5.4 防治措施

防治措施是在调查评价和总体布置基础上,根据不同区域的侵蚀类型、危险性和治理目标确定的。本文件综合参考GB 51018《水土保持工程设计规范》、GB/T 16453系列《水土保持综合治理 技术规范》、GB/T 42251《采矿沉陷区生态修复技术规程》以及SL/T 804《淤地坝技术规范》等相关标准,并结合黄土丘陵沉陷区重力侵蚀特点,对工程措施和植物措施进行统筹配置。

5.4.1 排水工程

排水工程主要用于控制地表径流和集中入渗,降低地表水对沉陷区裂缝、坡面和沟道的冲刷及入渗影响。根据地形条件、汇水面积和排水需求,可采用截水沟、排水沟、急流槽、消力池等措施。排水工程布置应与沉陷区地形、已有排水系统及其他防治工程相协调,并采取必要的防冲和消能措施。

5.4.2 拦挡与防护工程

拦挡与防护工程主要用于控制崩塌、滑坡、泥石流及沟道侵蚀等重力侵蚀风险。根据治理区域的地形、坡体稳定条件、沟道规模和灾害类型，可采用谷坊、拦沙坝、挡土墙、抗滑桩、拦渣坎、护坡和防护网等措施。工程类型及规模应根据风险等级和现场条件合理确定，并与排水、土地整治和植物措施协调布置。

5.4.3 土地整治工程

土地整治主要用于改善沉陷区地形条件、恢复土地利用功能和生态恢复条件。根据沉陷程度、地形坡度、土层厚度和坡体稳定条件，可采取场地平整、坡面整治、表土剥离与回覆、土地复垦等措施。土地整治应保护和合理利用表土资源，尽量恢复土壤生产力，为后续植被恢复创造适宜条件。

对于地裂缝等沉陷变形区域需要进行回填处理的，应根据裂缝规模、稳定情况和治理目的合理选择回填材料及施工方法。确需采用煤矸石等矿山固体废弃物作为充填材料时，应开展环境风险评价，并采取防渗、防淋溶等措施；治理完成后应恢复表层土壤条件，满足后续植被恢复要求。

5.4.4 植物措施

植物措施主要用于改善沉陷区生态环境、减少坡面侵蚀和提高土壤抗蚀能力。植物种类选择应根据当地气候、水分条件、土壤条件和生态功能确定，优先选用乡土、耐旱、低耗水植物。根据不同地形部位和治理目标，可采用乔灌木结合、灌木结合或草本恢复等配置方式。

植物措施应与工程措施相协调。对于存在较高重力侵蚀风险的区域，应先采取必要的工程措施控制风险，再实施植物恢复；对于风险较低且具备自然恢复条件的区域，可采取封育、补植等生态恢复措施，以提高治理的生态和经济效益。

5.5 监测与效果评价

监测与效果评价主要用于掌握沉陷区重力侵蚀动态、防治工程运行状态和生态恢复效果，为防治措施调整和长期管理提供依据。

本文件根据不同类型重力侵蚀的特点及危险性等级，提出相应的监测要求。监测内容包括重力侵蚀动态监测、防治工程运行状态监测和植物措施生长状况监测等。对于沉陷、地裂缝、崩塌和滑坡等具有明显动态变化特征的区域，可根据实际情况采用现场监测、遥感监测、无人机监测等技术手段；对于重点区域，可根据监测需求采用InSAR、三维激光扫描等现代化技术进行辅助监测。

防治效果评价主要从水土流失控制、重力侵蚀控制、工程稳定性、生态效益和社会经济效益等方面开展。水土流失控制主要评价侵蚀程度变化；重力侵蚀控制主要评价崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝等变化情况；工程稳定性主要评价防治工程运行状况；生态效益主要评价植被恢复和生态环境改善情况；社会经济效益主要评价土地利用恢复和对周边生产生活的影响。通过监测和评价结果，及时发现问题并采取维护、修复或调整措施。

5.6 管理与维护

管理与维护是保证防治工程长期稳定运行和治理效果持续发挥的重要环节。本文件结合沉陷区重力侵蚀具有长期性和动态变化的特点，提出建立防治工程巡查、维护和修复制度。

管理与维护主要包括工程措施巡查维护、植物措施管护、监测资料管理以及异常情况处理等。工程措施应定期检查排水设施、拦挡工程、护坡及其他防护设施的完整性和运行状况，发现损坏、堵塞或失效时及时维修；植物措施应根据成活、生长和覆盖状况开展补植、抚育等管护；对于监测发现的沉陷加剧、地裂缝扩展、坡体变形或工程失稳等异常情况，应及时分析原因并采取相应处置措施。

通过建立调查、治理、监测和维护相互衔接的管理机制，实现沉陷区重力侵蚀防治工作的长期有效运行。

6 与有关法律、行政法规和其他强制性标准的关系、配套推荐性标准的制定情况

本文件为推荐性团体标准，与现行有关法律法规、国家标准和行业标准相协调。文件在术语、地质灾害调查与危险性评价、土壤侵蚀评价、水土保持工程设计、土地整治和植物措施等方面与相关标准衔接，未设置与现行标准相冲突的技术要求。

目前暂无需要同步制定的配套推荐性标准。

7 与国际标准化组织、其他国家或者地区有关法律法规和标准的对比分析

经检索，尚未发现ISO及美国、澳大利亚等国家针对黄土丘陵煤炭沉陷区重力侵蚀防治制定的专门技术标准。国外相关技术主要涉及矿山复垦、边坡稳定、

排水和植被恢复等方面。

本文件在技术体系上借鉴相关领域成熟的调查、评价、工程治理和生态修复方法，并结合我国黄土丘陵区地形地貌、煤炭地下开采沉陷及重力侵蚀特点，形成具有区域针对性的防治技术要求。

8 重大分歧意见的处理过程、处理意见及其依据

标准编制过程中通过现场调研、专家研讨等方式听取相关单位意见，并根据意见对标准内容进行了修改完善。截至目前，未形成重大分歧意见。

9 对团体标准自发布日期至实施日期之间的过渡期

本标准推荐为团体标准，建议发布后2-3个月实施，以便相关单位进行必要的宣贯培训、技术准备和工程方案调整。

10 与实施团体标准有关的措施

本标准推荐为团体标准，由团体成员约定采用或由社会自愿采用。中国煤炭加工利用协会将通过以下方式推动标准实施：

（1）加强宣贯培训：成立由标准主要起草单位组成的宣贯培训小组，面向黄土丘陵区主要煤炭企业、生态修复工程单位、设计单位和监管部门开展宣贯培训，提高标准认知度和应用能力。

（2）形成试点示范：采取以点带面、逐步推广的方式，选择典型黄土丘陵沉陷区（如神东矿区、陕北矿区等）开展试点应用，及时总结试点经验，宣传试点成果。

（3）建立和完善标准实施反馈机制：收集标准实施过程中出现的问题和改进建议，及时反馈至标准编制工作组，以便后期修订完善。

（4）推动标准升级为行业标准或国家标准。

11 是否需要对外通报的建议及理由

本标准不涉及国际贸易，不需要进行 WTO/TBT 通报。

12 废止现行有关标准的建议

本标准为首次制定，无废止现行标准。

13 涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利。

14 团体标准所涉及的产品

无。

15 其他应当予以说明的事项

无。

征求意见稿专用