

ICS 73.080
CCS Q 69

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T 2861—2024

石棉矿山修复技术规范

Technical specifications for restoration of asbestos mines

2024-10-24 发布

2025-05-01 实施



中华人民共和国工业和信息化部 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 总体原则	2
5 总体目标	2
6 工作程序	2
7 基础调查与问题识别	3
8 修复方案编制	5
9 方案实施	6
10 监测与管护	6
11 成效评估	7



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。

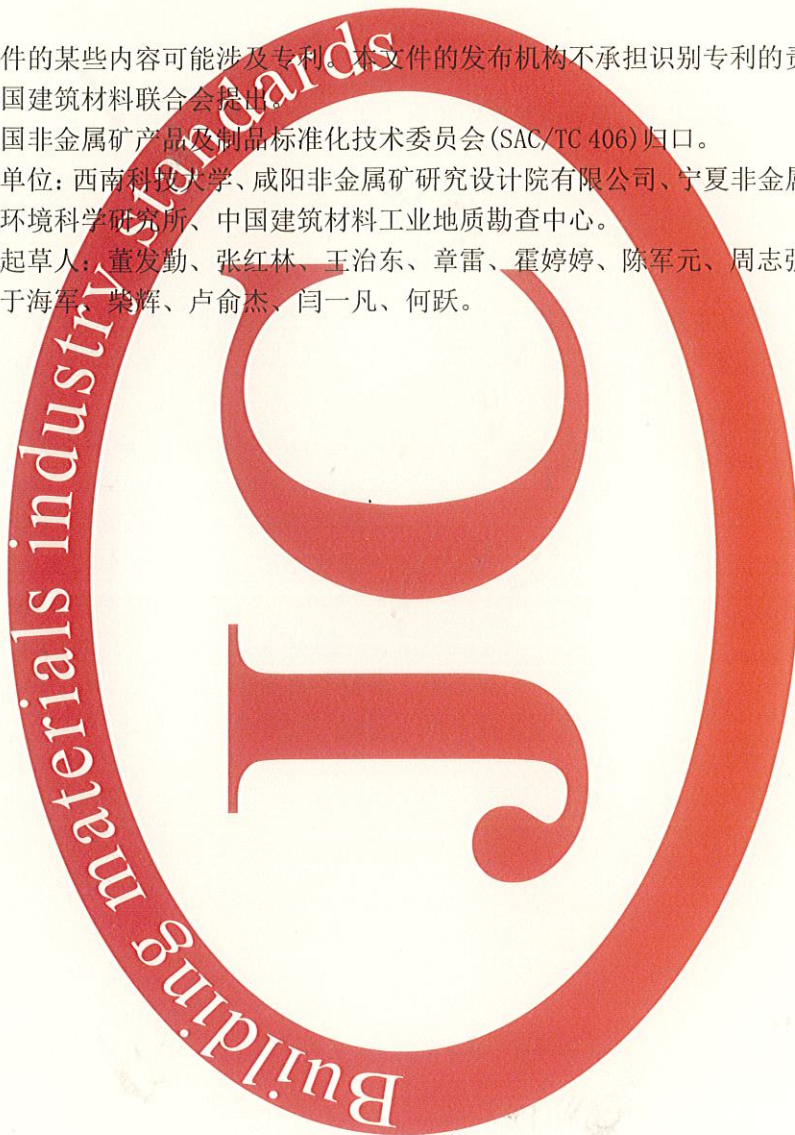
请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国非金属矿产品及制品标准化技术委员会(SAC/TC 406)归口。

本文件起草单位：西南科技大学、咸阳非金属矿研究设计院有限公司、宁夏非金属矿工业有限公司、生态环境部南京环境科学研究所、中国建筑材料工业地质勘查中心。

本文件主要起草人：董发勤、张红林、王治东、章雷、霍婷婷、陈军元、周志强、王祯祯、关强、程明、曹俊才、于海军、柴辉、卢俞杰、闫一凡、何跃。



石棉矿山修复技术规范

1 范围

本文件规定了石棉矿山修复的总体原则、总体目标、工作程序、基础调查与问题识别、修复方案编制、方案实施、监测与管护以及成效评估。

本文件适用于开采、选矿活动结束后的废旧石棉矿山修复，开采、选矿过程中开展石棉矿山修复工作可参照执行。

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。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/T 32864 滑坡防治工程勘查规范
- DZ/T 0220 泥石流灾害防治工程勘查规范
- DZ/T 0266 矿产资源开发遥感监测技术规范
- DZ/T 0282 水文地质调查规范(1:50 000)
- DZ/T 0284 地质灾害排查规范
- DZ/T 0287 矿山地质环境监测技术规程
- TD/T 1070.1—2022 矿山生态修复技术规范 第1部分：通则
- TD/T 1070.4—2022 矿山生态修复技术规范 第4部分：建材矿山

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

石棉 asbestos

天然纤维状或能劈分成纤维状的矿物集合体的总称。

注：根据化学成分、晶体结构的不同，石棉可分为蛇纹石石棉、角闪石石棉、水镁石石棉、坡缕石石棉、海泡石石棉、叶蜡石石棉等。

3.2

地质环境 geologic environment

采矿活动所影响到的岩石圈、水圈、生物圈相互作用的客观地质体。

3.3

生态系统功能 ecosystem function

生态系统整体在其内部和外部的联系中表现出的作用和能力。

注：随着能量、物质等的不断交流，生态系统产生不断变化和动态调整的过程。

3.4

排土场 waste dump

集中堆放矿山剥离和掘进中产生的腐殖表土、风化岩土、坚硬岩石及其混合物和贫矿等的场所。

3.5

生态重建 ecological reconstruction

通过生物、物理、化学、生态、工程技术等方法，实施生态环境修复、植被恢复、重组生物多样性等修复措施，实现重构生态系统并使生态系统进入良性循环的过程。

4 总体原则

4.1 尊重科学，顺应自然，保护自然。尊重生态系统演替规律，自然恢复与人工修复相结合，人工修复为自然修复创造条件，最大限度地发挥自然修复能力，避免过度工程治理。

4.2 整体保护，系统修复，综合治理。矿山修复应统筹考虑矿山所处区域生态功能以及各生态要素相互依存、相互影响、相互制约等特点，统筹兼顾，系统设计，逐步修复。

4.3 因地制宜，分类施策，兴利除弊。统筹考虑废旧石棉矿山问题的多样性、复杂性、多因性和地域性特征，充分发挥国土空间规划引领作用，依据规划确定的土地用途，宜林则林、宜耕则耕、宜水则水、宜建则建、宜荒则荒。

4.4 经济合理，技术可行，注重成效。按照财力可能、技术可行的原则，合理确定石棉矿山修复方向、方式和措施，提高投入产出率，最大限度发挥废旧石棉矿山修复后的长期效益。

4.5 统筹兼顾，先入为主，避免重复。企业已编制、发布矿山地质环境保护与土地复垦方案等文件的，可参照执行。

5 总体目标

5.1 把因矿产资源开采而破坏的生态系统作为一个整体，依据矿山周边区域生态系统功能重要性、人居环境及经济社会发展状况，综合考虑自然条件、地形地貌条件、矿山生态问题及其危害程度等，坚持山水林田湖草沙一体化保护修复的理念，依靠自然恢复能力，结合必要的人工修复措施，对矿产资源开发造成的生态破坏进行生态修复与综合治理，消除矿山地质环境破坏问题，改善水土环境、有效恢复生态功能，使因采矿等活动而破坏的区域地质环境达到稳定、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复或改善。

5.2 以废旧石棉矿山、工业场地、排土场、露天采场、石棉尾矿堆场、污染场地等场地为重点，合理选择修复措施，实现最优化修复。植被重建应优先选择乡土植物物种，积极推进乔、灌、草、攀缘植物立体种植，防止生态群落退化，增强生态系统稳定性。不应使用对当地生物多样性造成威胁的外来入侵物种。

5.3 矿山生态修复后，将因矿产资源采选活动而破坏的生态系统恢复到或接近于采选前的自然生态系统，或重建成符合人民特定用途的生态空间。

6 工作程序

石棉矿山修复的工作程序应包括基础调查与问题识别、修复方案编制、方案实施、监测与管护、成效评估，石棉矿山修复工作程序应按图 1 进行。

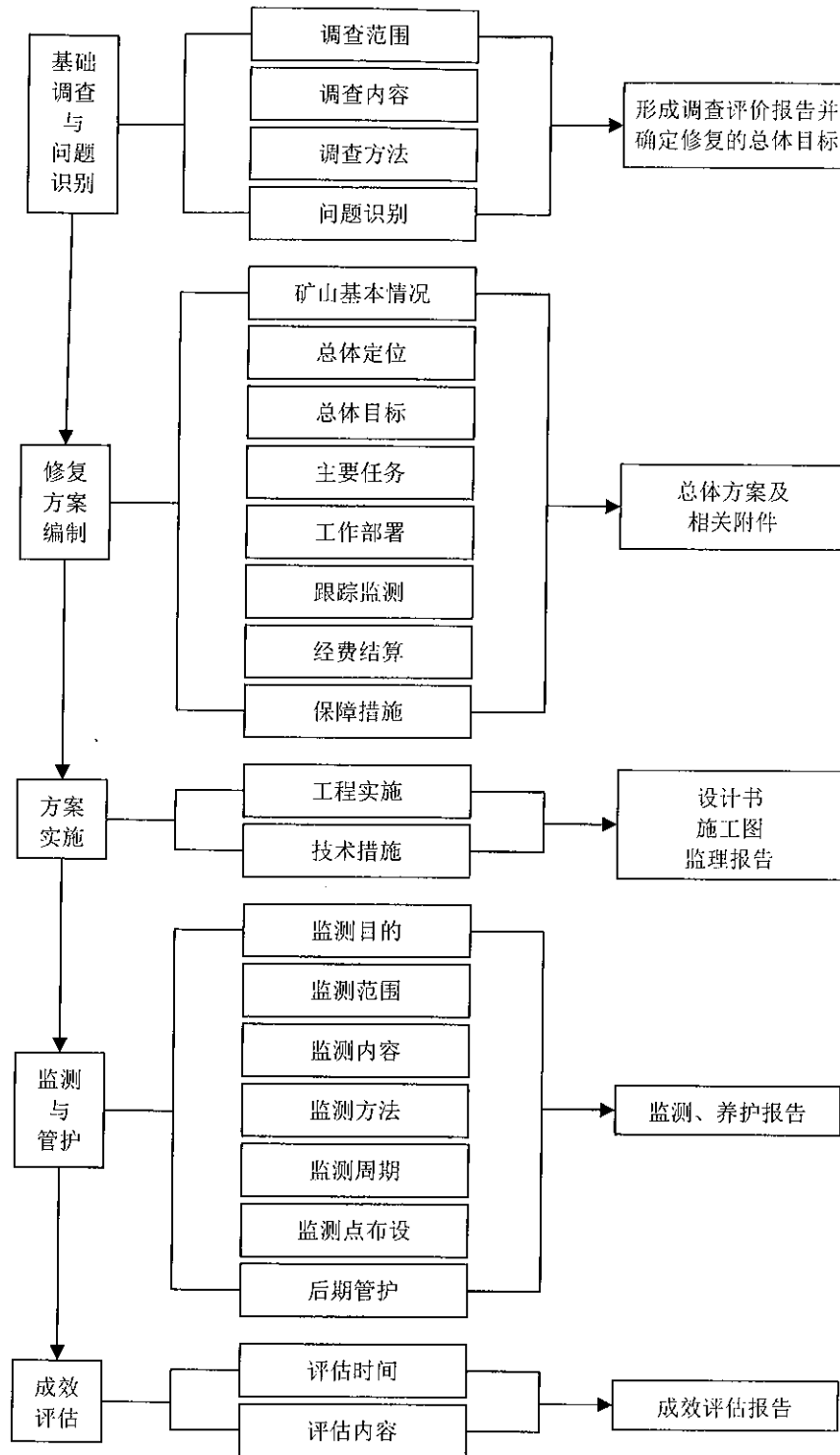


图1 石棉矿山修复工作程序

7 基础调查与问题识别

7.1 调查范围

石棉矿山地质环境调查的范围应包括废旧采选矿场历史和现行采矿活动登记的范围和可能影响到的范围。

7.2 调查内容

7.2.1 石棉矿山概况调查内容应包括矿山企业名称、地理位置、矿山面积、矿产资源储量、矿床类型与赋存特征、建矿时间、闭坑或废弃时间、采矿区范围、开采深度、开采层位、开采方式、开采规模、基础设施分布及矿山周边已实施的修复工程情况。

7.2.2 区域自然生态条件调查内容应包括气候、水文、土壤、植被，生态系统类型、结构、功能，以及生态功能定位、生态保护红线、重要生态敏感区、自然保护地。

7.2.3 石棉矿山地质环境条件调查内容应包括地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、地壳表层基岩、风化壳、包气带、不良地质现象、人类工程活动，按 DZ/T 0282 进行。

7.2.4 石棉矿山生态状况调查内容应包括水体类型、分布、面积、温度、水位及水资源利用情况、土地类型、空间分布、面积、土壤类型、厚度、土壤容重、粒度、结构、含水量、有机质、植被群落构成、分布、面积、覆盖率、动物种群类型、数量等。

7.2.5 石棉矿山地质环境破坏调查内容应包括矿山各类场地地质环境破坏的类型、位置、规模、影响范围、威胁对象、处置情况。

7.2.6 地形地貌破坏调查内容应包括矿业活动(采场、工业场地、办公生活区、建设工程、排土场、矿山道路等)影响破坏的空间分布、面积、方式等。重点调查采场边坡位置、长度、宽度、顶底高差、坡向、坡度、坡面台阶、坡面危岩体，采场底盘面积、长度、宽度、深度、积水情况，残山的分布、面积、顶底高差。

7.2.7 土地损毁调查内容应包括矿业活动损毁的土地资源类型、位置、范围、面积、破坏方式(挖损、压占)。

7.2.8 矿区含水层破坏调查内容应包括矿业活动引起的含水层破坏范围、规模、程度及对生产生活用水的影响。

7.2.9 固体废弃物调查内容应包括矿业活动产生的排土场、石棉尾矿等固体废弃物的占地面积、排放量、危害、影响范围、利用情况。

7.2.10 矿山修复可利用条件调查内容应包括石棉矿山周边适用于矿山生态修复需要的土源分布、储量、运输条件、相关权利人意愿以及取用后对土源地生态系统影响，结合收集资料和实验室分析，查明土壤质地、容重、有机质、易溶盐、pH 值。还应调查石棉矿山生态修复可利用的水源(井、泉、河流、水库等)、灌排设施、电力设施以及矿山内外道路，修复工程所需材料市场供应价格、当地用工状况、劳务信息。

7.3 调查方法

7.3.1 资料收集。应收集石棉矿山概况、区域自然生态条件、地质环境条件、社会经济、有关规划及设计、方案。引用资料应进行现场校验。

7.3.2 现场调查。矿山地质环境破坏调查中涉及崩塌调查内容、方法应按 DZ/T 0284 的规定执行，滑坡、不稳定斜坡调查内容、方法应按 GB/T 32864 的规定执行，泥石流调查内容、方法应按 DZ/T 0220 的规定执行。矿山地形地貌破坏、土地损毁、含水层、固体废弃物、植被等破坏的调查，应在收集资料基础上进行现场核实。

7.3.3 专家和公众咨询。应咨询专家、公众和相关部门对修复工作的意见，补充现场调查遗漏的矿山生态问题。

7.3.4 遥感调查。应采用遥感方法调查矿山生态状况和生态问题，其工作流程、信息提取、实地调查、综合研究、成果编制应按 DZ/T 0266 的规定执行。

7.4 问题识别

7.4.1 建立参照生态系统。应对比分析历史资料，综合调查石棉矿山周围同类型地区，建立石棉矿山生态修复参照生态系统。

7.4.2 问题级别划分。石棉矿山修复问题应分为三个等级：

- a) I级为存在严重矿山地质环境破坏问题，地质条件不稳定，或场地存在地形地貌破坏、土地损毁，地表植被生境受到严重影响，生态退化严重；
- b) II级为存在一定的矿山地质环境破坏问题，地质条件稳定性较差，或场地存在一定程度地形地貌破坏、土地损毁，局部植被盖度与质量受到影响，物种生境条件较为稳定，生态系统结构与功能较为完好；
- c) III级为不存在矿山地质环境破坏问题，地质条件稳定性良好，地形地貌破坏轻微、少量土地损毁，仅局部植被盖度与质量受到影响，物种生境条件稳定，生态系统结构与功能完好。

7.5 成果资料

应包括调查数据表、测试分析数据、调查照片、音频视频、实际材料图、生态问题图。

8 修复方案编制

8.1 方案编制要求及大纲

石棉矿山修复方案应在完成基础调查与问题识别的基础上编制，并与相关规划衔接。石棉矿山修复方案编制大纲应按 TD/T 1070.1—2022 的附录 A 编制。

8.2 矿山基本情况

8.2.1 矿山概况应包括石棉矿山位置、范围、交通状况、建矿时间、矿山规模、开采层位、开采标高、采矿方法、责任主体。

8.2.2 自然生态状况应包括石棉矿山所在地的区域自然生态条件、地质环境条件和生态状况，并附相关插图、照片。

8.2.3 矿山生态问题应包括矿业活动引起的及已治理的地质环境破坏、地形地貌破坏、土地损毁、植被破坏、生态系统破坏或功能退化等问题的分布、规模、特征，分析矿山生态问题的严重程度和危害，划分石棉矿山生态问题严重程度等级，并附相关插图、照片。

8.3 总体定位

根据国土空间规划对矿业活动场地农业空间、城镇空间、生态空间的功能定位，合理确定修复方向。石棉矿山修复定位和方向应符合 TD/T 1070.1—2022。

8.4 总体目标

石棉矿山修复总体目标应在地质环境破坏治理、地貌重塑、土壤重构、损毁土地利用、植被重建等方面，达到修复预期目标。

8.5 主要任务

应依据石棉矿山修复总体定位、总体目标，结合修复场地地质安全、地形地貌等条件，合理确定采场、工业场地、排土场、矿山道路等矿业活动场地修复用途，提出石棉矿山修复主要任务。

8.6 工作部署

8.6.1 应根据确定的矿业活动场地修复用途和主要任务，统筹考虑石棉矿山生态问题的严重程度、现有技术经济条件，确定修复方式。石棉矿山修复方式应符合 TD/T 1070.1—2022 的要求。

8.6.2 应根据确定的石棉矿山修复方式，结合场地条件提出采场、底盘、工业场地、排土场、矿山道路等场地适宜的修复措施。应附上修复工程相关的专门图件、附表，详细说明修复方法、注意事项。

8.6.3 应根据矿山地质环境破坏治理、地貌重塑、土壤重构、植被重建、配套工程等任务，提出工程总体部署和实施计划，测算工程量。

8.6.4 应综合考虑当地经济发展水平和修复技术、周期、资金、社会可接受性等因素，分析石棉矿山修复技术经济可行性。

8.7 跟踪监测

应明确监测目的、范围、内容、方法，以及监测期限和周期。重点监测石棉矿山修复后采场、排土场边坡稳定性，土壤肥力、理化性质，植被重建后植物种类、分布、面积、成活率、覆盖度，回归动物种类、数量、分布等。

8.8 经费估算

应根据石棉矿山修复技术措施和部署的工程量，测算所需经费，明确经费来源。估算内容包括估算依据、估算方法、估算过程、估算结果等。

8.9 保障措施

应制定石棉矿山修复工作实施的组织管理、技术、资金、后期管护等保障措施。

9 方案实施

9.1 工程实施

应按 TD/T 1070.1—2022 执行工程设计、工程施工、施工准备、施工组织、施工监理。

9.2 技术措施

应按 TD/T 1070.4—2022 执行自然恢复措施、辅助再生措施、生态重建措施。

10 监测与管护

10.1 监测目的

掌握废旧石棉矿山地质环境、生态修复实施效果，为后期管护和成效评估提供依据。

10.2 监测范围

应以石棉矿山修复实施区域为主，宜扩展到矿产资源开采、加工活动影响到的周边区域或地貌单元。

10.3 监测内容

10.3.1 地质安全监测应重点监测采场、排土场、蓄坡与填筑台阶，以及保留的建(构)筑物、矿山道路等边坡的稳定性。

- 10.3.2 地形地貌监测应重点监测修复实施区域消除视觉污染、与周边环境的协调性。
- 10.3.3 空气及水污染监测应重点监测空气中粉尘、石棉纤维浓度，地表水及地下水中石棉及相关污染因子。
- 10.3.4 土壤监测应重点监测土壤类型、分布、面积、肥力和理化性质。
- 10.3.5 植被群落监测应重点监测植被种类、分布、面积、成活率、覆盖度。
- 10.3.6 动物种群监测应重点监测回归的动物类型、数量和分布。

10.4 监测方法

- 10.4.1 地质安全监测方法包括土压力测量法、现场测试法、振弦测量法、光纤测量法、降雨量测量法、合成孔径雷达监测法(SAR)。
- 10.4.2 地形地貌监测方法包括现场调查法、摄影与摄像法、遥感监测法(包括遥感影像、无人机航空摄影)。
- 10.4.3 空气及水污染监测方法包括空气中石棉等污染物测量，水中石棉等污染因子测量。
- 10.4.4 土壤监测方法包括现场测量法、采样送检测试法、土壤肥力监测主要有综合判断法。
- 10.4.5 植被群落监测方法包括遥感监测法(包括遥感影像、无人机航空摄影)、现场调查法。
- 10.4.6 动物种群监测方法包括自动监测法、鸣声监测法、直观监测法、踪迹监测法。

10.5 监测周期

地质安全监测周期宜按 DZ/T 0287 进行。地形地貌、空气及水污染、土壤环境、植被群落和动物种群监测周期为 1 次/年。监测期限可根据后期管护要求确定。

10.6 监测点布设

应重点布设在已修复的采场(包括采场边坡、底盘)、排土场、工业场地、矿山道路、植被重建区域。

10.7 后期管护

10.7.1 工程管护

应对危岩体加固、边坡护坡、台阶再造、坡脚蓄坡与填筑台阶、截排水工程、土壤重构、配套工程等进行管护。按工程设计和运行要求进行定期检查和维修，发现工程设施运行不正常或损毁，应及时修复或替换。

10.7.2 植被养护

植被养护期包括成活期和生长期两个阶段。成活期养护内容包括苗木绑扎、培土、扶正，草帘、无纺布、遮阳网、农膜遮盖等；生长期养护内容包括松土、除草、灌溉、施肥、修剪、补植、补播、病虫害防治、有害或入侵植物清除等。宜采用喷灌、滴灌、微灌等灌溉方式，水源充沛可采用沟灌。

10.7.3 管护时间

应按矿山所处的自然生态条件和修复成效确定管护时间，管护时间宜为 2 年~3 年，生态脆弱区管护时间宜为 3 年~5 年。边坡植被养护年限应按 TD/T 1070.4—2022 中附录 G 进行。

11 成效评估

11.1 评估时间

矿山修复工作完成后,应根据监测结果,对矿山修复成效进行评估。矿山修复成效评估一般在竣工验收结束后进行,具体评估时间可根据实际情况确定。

11.2 评估内容

11.2.1 矿山修复成效评估内容包括生态效益评估、社会效益评估和经济效益评估。

11.2.2 生态效益评估包括:

- a) 矿山地质稳定性评估。重点针对地质环境破坏问题治理后的边坡、地面塌陷区、地裂缝等区域的地质稳定情况进行分析评估。
- b) 水体评估。重点针对修复后的地表水水质、地下水水质改善情况。
- c) 土壤评估。重点针对修复后的土壤质量改善情况进行分析评估。
- d) 植物群落评估。重点针对修复后的植被类型、分布、成活率、覆盖度的变化情况进行分析评估。
- e) 动物种群评估。重点针对修复后的动物类型、数量的变化情况进行分析评估。

11.2.3 社会效益评估包括矿山修复工程涉及的人居环境改善、防灾减灾能力提升、群众满意度上升,以及依托矿山修复工程实施带来的就业渠道拓宽、环保意识提高等。

11.2.4 经济效益评估包括石棉矿山修复工程投入产出比,以及由矿山修复带来的其他方面的潜在效益,如土地增值、居民收入增长、旅游收入增长等。

中华人民共和国
建材行业标准
石棉矿山修复技术规范

JC/T 2861—2024

*

中国建设科技出版社有限责任公司出版
建筑材料工业技术监督研究中心
(原国家建筑材料工业局标准化研究所)发行
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市青云兴业印刷有限公司

版权所有 不得翻印

*

开本 880mm×1230mm 1/16 印张 1 字数 22 千字

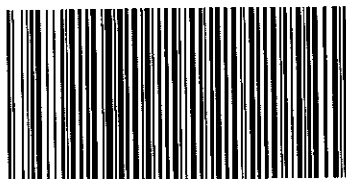
2025 年 3 月第一版 2025 年 3 月第一次印刷

印数：1—800 册 定价：26.00 元

书号：155160·5170

*

编号：1907



JC/T 2861—2024

网址：www.standardenjc.com 电话：(010)65755125, 51164708

地址：北京朝阳区管庄东里建材大院北楼 邮编：100024

本标准如出现印装质量问题，由发行部负责调换。