

矿山废弃地植被自然恢复技术规程

Technical specification for natural vegetation restoration of mine wasteland

(报批稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

辽宁省市场监督管理局

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 基本原则	3
5 自然恢复区判定与评估	3
5.1 评估范围	3
5.2 评估流程	3
5.3 资料搜集	4
5.4 野外调查	5
5.5 问题识别与综合分析	5
5.6 自然恢复区评估	6
5.7 评估报告编制	6
6 自然恢复技术措施	6
7 自然恢复监测、管护	6
7.1 监测	6
7.2 管护	7
8 自然恢复成效评价	7
附录 A （规范性） 自然恢复评估区生态环境状况调查	8
附录 B （规范性） 自然恢复评估区生态样地调查	9
附录 C （规范性） 自然恢复区综合判定	10
附录 D （规范性） 矿山废弃地植被自然恢复评估报告编制提纲	10
附录 E （规范性） 自然恢复区成效评价	12

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020 《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。

本文件由辽宁省自然资源厅提出并归口。

本文件起草单位：辽宁省地矿集团生态修复有限责任公司、辽宁省地质学会、自然资源部老矿山地质灾害防治与生态修复工程技术创新中心、中国科学院沈阳应用生态研究所、沈阳农业大学、辽宁省自然资源事务服务中心、辽宁省林业发展服务中心。

本文件主要起草人：杨辉、朱筱宇、王文清、刘淼、杨占兴、綦巍、方运霆、侯永莉、刘鸣达、杨丹、宁方舟、赵楠、刘丽颖、黄略、赵丰、吴斌、李超阳、于用博、王超、刘涵宇、王鹏翔。

本文件发布实施后，任何单位和个人如有问题和意见建议，均可以通过来电来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通讯地址：辽宁省沈阳市皇姑区北陵大街29号，联系电话：024—62789175。

文件起草单位通讯地址：辽宁省沈阳市皇姑区北陵大街29号，联系电话：024—86239985。

矿山废弃地植被自然恢复技术规程

1 范围

本文件规定了矿山废弃地自然恢复工作的相关术语和定义、基本原则、自然恢复区判定与评估、自然恢复技术措施、监测与管护和成效评价等内容。

本文件适用于辽宁省行政区域内的废弃矿山生态恢复，闭坑矿山、建设项目临时用地等的自然恢复判定和修复可参照执行。

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 3838 地表水环境质量标准
- GB/T 14848 地下水质量标准
- GB/T 15163 封山（沙）育林技术规程
- GB/T 15776 造林技术规程
- GB/T 26424 森林资源规划设计调查技术规程
- 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/T 38360 裸露坡面植被恢复技术规范
- GB/T 40112 地质灾害危险性评估规范
- DZ/T 0287 矿山地质环境监测技术规程
- HJ 91.2 地表水环境质量监测技术规范
- HJ/T 166 土壤环境监测技术规范
- HJ 1172 全国生态状况调查评估技术规范-生态系统质量评估
- LY/T 2356 矿山废弃地植被恢复技术规范
- TD/T 1031.1 土地复垦方案编制规程第一部分：通则
- TD/T 1068 国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程
- TD/T 1070.1 矿山生态修复技术规范 第1部分：通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿山废弃地 mining wasteland

因采矿工程活动挖损、塌陷、压占、污染等原因造成的非经治理而无法使用的土地。

[来源：LY/T 2356-2014，3.1，有修改]

3.2

自然恢复 natural restoration

对生态系统停止人为干扰，以减轻负荷压力，依靠生态系统的自我调节能力和自组织能力使其向有序的方向自然演替和更新恢复。

[来源：TD/T 1070.1-2022，3.3]

3.3

辅助再生 assisted restoration

充分利用生态系统的自我恢复能力，辅以人工促进措施，使退化、受损的生态系统逐步恢复并进入良性循环。

[来源：TD/T 1070.1-2022，3.4]

3.4

生态重建 ecological reconstruction

因自然灾害或人为破坏导致生态功能受损、生态系统自我恢复能力丧失或发生不可逆变化，以人工措施为主，通过生物、物理、化学、生态或工程技术方法，围绕修复生境、恢复植被、生物多样性重组等过程，重构生态系统并使生态系统进入良性循环。

[来源：TD/T 1070.1-2022，3.5]

3.5

自然恢复区 natural recovery area

无需人工干预或采取少量人工干预，依靠生态系统的自我调节能力和自组织能力能够恢复的地区。

3.6

适应性管理 adaptive management

基于生态系统的不确定性和对生态系统认识的时限性，通过监测评估过去采取的管理措施和实践措施来获得经验，并根据生态系统变化情况，修正、改进管理措施和实践措施的方法和过程。

[来源：TD/T 1068-2022，3.9]

3.7

植被覆盖度 fractional vegetation cover

植被（包括叶、茎、枝）在地面的垂直投影面积占统计区总面积的百分比，主要表征植被水平结构状况。

[来源：HJ1172-2021，3.5]

3.8

生态恢复参照系 reference system for ecological restoration

能够作为生态恢复目标或基准的生态系统。包括三个方面：（1）处于极小干扰状态的参照系统，是未因人类活动而退化的本地生态系统，生态系统最大程度地保留了完整性和稳定性；（2）历史条件参照系统，是在人类干扰破坏前的生态系统；（3）最佳可达状态的生

态系统，在某一特定地理和气候本底条件下，生态系统所能达到的最佳状态，是能够适应正在发生的或可预测的环境变化的生态系统。

4 基本原则

4.1 尊重科学，顺应自然。按照节约优先，保护优先，自然恢复为主的方针，遵循生态系统演替规律和内在机理，根据生态系统受损程度和恢复力，采取基于自然的解决方案，科学确定人工干预程度，最大限度发挥自然修复能力。

4.2 技术可行，注重成效。通过定量和定性相结合的方式开展评估，合理确定自然恢复范围，采取技术可行的方式选择矿山废弃地修复措施及监测管护内容。

4.3 因地制宜，统筹兼顾。根据矿山生态问题的多样性、复杂性、多因性和地域性特征，统筹考虑区域的自然地理条件和生态系统自然演替规律，确定本区域参照生态系统及适用于当地特点的自然恢复措施。

5 自然恢复区判定与评估

5.1 评估范围

在综合分析已有资料的基础上确定评估区范围，不限于评估图斑（判定区）面积，应视原矿山开采影响范围和周边生态环境特点适当外扩。

5.2 评估流程

5.2.1 通过搜集有关资料进行评估区分析，初步确定恢复区评估范围。

5.2.2 开展野外现场调查，对评估区区域生境条件、地质环境条件及自然生态状况等进行调查，收集或采集各类数据和样品，进行问题识别与分析。

5.2.3 通过综合分析和指标研判，确定或划定评估图斑（判定区）的自然恢复区，并明确自然恢复范围和面积。

5.2.4 编制自然恢复评估报告。通过自然力量或采取尽量少的人工干预措施实施自然恢复；对不符合自然恢复的区域，提出采用辅助再生、生态重建等生态修复建议。

5.2.5 确定为自然恢复区的区域，应进行监测、管护和成效评价。具体工作流程如图 1 所示。

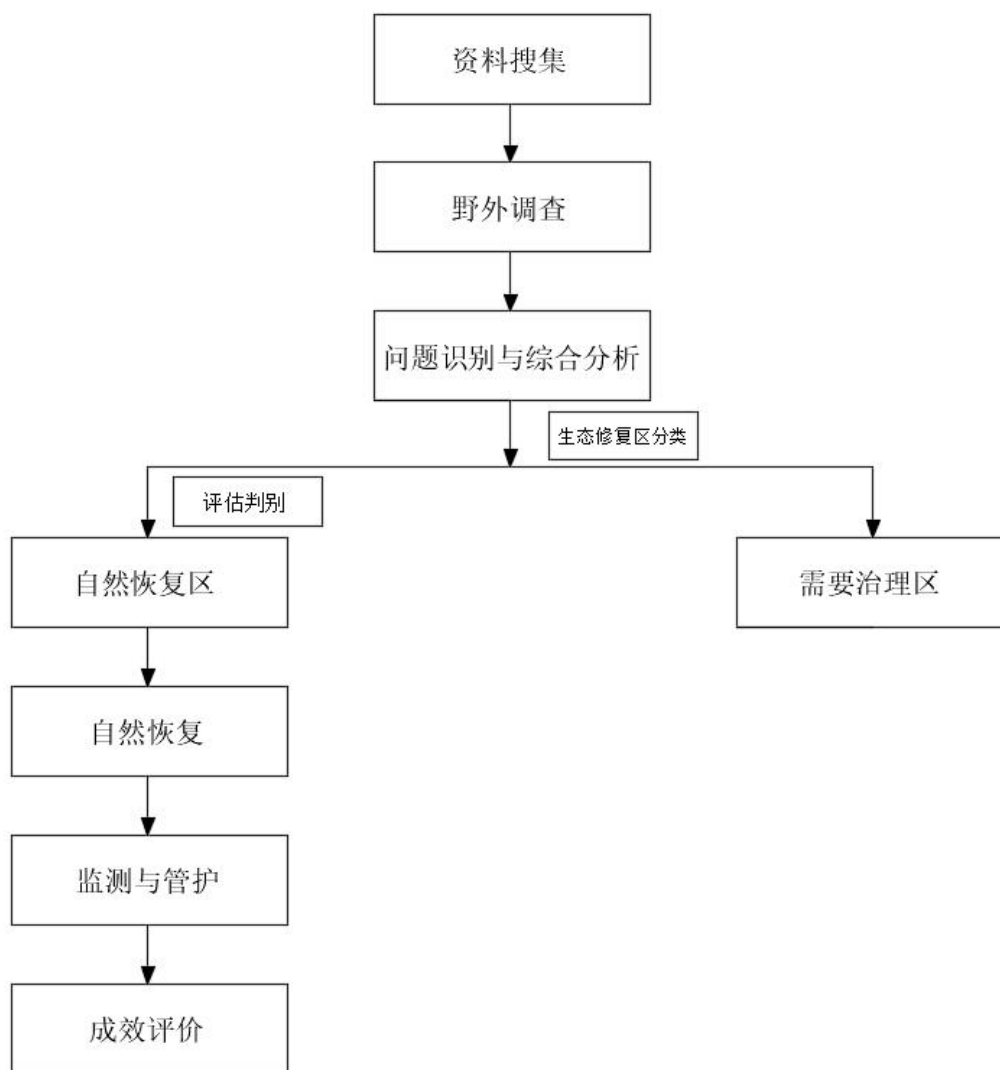


图 1 矿山废弃地植被自然恢复评估工作程序框图

5.3 资料搜集

5.3.1 地质环境资料搜集

搜集地形地貌、地质结构、岩土类型、水文地质、工程地质、环境地质及地质灾害现状与防治、人类活动等资料。

5.3.2 生态环境资料搜集

搜集气象、水文、土壤、植被、动物等资料。

5.3.3 矿山资料搜集

搜集矿山开采时的名称、建矿时间、闭坑或废弃时间、矿区面积、采区范围、开采矿种、开采深度、开采方式、选矿方法、生产规模以及已实施的修复治理情况等资料。

5.3.4 其它资料搜集

搜集评估区所在区域有关人口社会经济、土地利用现状、权属情况、“三区三线”及各类保护地分布、地质灾害防治规划、矿山地质环境保护与土地复垦方案及实施效果等资料。

5.4 野外调查

5.4.1 调查内容

5.4.1.1 区域生境条件调查:概要调查评估区周边区域气候、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、自然保护地等。概要调查评估区周边乔、灌、藤蔓、草本植物种类及生态恢复参照系群落构成平均高度、盖度等参数。

5.4.1.2 评估区地质环境调查:调查评估区地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、风化层、包气带、成土母质、土地及土壤类型等。

5.4.1.3 评估区生态状况调查:调查评估区水体、土体、植被、生物群落等。

a) 水体: 水体类型、空间分布、环境质量,地下水水位标高及其动态变化,水资源利用情况等;可按照 GB3838 和 GB/T 14848 执行。

b) 土体: 土壤类型、分布、土层厚度、面积、土壤容重、土壤机械组成、土壤结构、有机质、pH、重金属、可溶性盐分等;可按照 GB36600 执行。

c) 植被: 植被群落构成,乔、灌、藤蔓、草本植物种类、面积,植被覆盖度,优势树(草)种、树(草)种组成、龄组,每公顷株数、平均株高、平均胸径等;可按照 GB/T 26424 执行。

d) 生物群落: 物种的多样性、群落结构、优势种、相对丰度、营养结构、丰富度等。

5.4.2 调查方法

5.4.2.1 根据不同区域和调查对象,参照相应调查技术标准进行,按附录 A、B 填写调查表。

5.4.2.2 基础调查可通过遥感影像判读、无人机航飞、大比例尺地形测量等方法进行,为野外调查工作布置和综合整理提供底图,提取信息、计算植被覆盖度等相关参数,掌握评估区及周边地质环境概况。

5.4.2.3 土层调查: 选取不同微地貌的代表性地段,测量土层厚度、碎石含量、理化性质、肥力和污染物等特征。

5.4.2.4 生态测量: 采用样方法开展野外生态调查,了解评估区与周边自然生态系统植物群落的数量特征和优势树(草)种。包括五点法、等距法、对角线法、网格法、蛇形法等方法进行样方的布设和选取,样方面积通常为乔木 20m×20m、灌木 5m×5m、草本 1m×1m,完成数据调查和记录后计算单位面积的平均株数、平均株高、平均胸径、植被覆盖度、优势度、频度和重要值等。

5.4.2.5 样品采集与分析测试: 通过资料收集或现场采集岩石样品、土壤样品、水体样品、植被样品,确定有益有害组分和水土污染程度。样品采集要具有代表性,取样介质、加工、包装、运输和分析测试方法按相关规范执行。

5.5 问题识别与综合分析

在现状调查的基础上,开展问题识别与综合分析。主要包含以下几方面:

a) 地质灾害危害: 崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等类型,规模、位置、影响范围、成因、威胁对象及稳定性等;可按照 GB/T 40112 标准规范;

b) 土地损毁: 土地挖损、压占、沉陷、污染、占用、地形地貌破坏的空间分布、面积、程度等;可按照 TD/T 1031.1 标准规范;

c) 水资源破坏：采矿活动影响的含水层类型、层位、范围，水质、水位变化，地表水空间分布、水量变化等；

d) 生态退化：表层土壤质地破坏、土壤侵蚀等的类型、面积和分布情况；植被损毁的类型、面积和分布；动物栖息地破坏的空间分布、面积、程度；以及由此造成生态系统结构破坏、功能衰退、生物多样性减少、生物生产力降低等；从生态系统的格局、质量、服务功能，分析和评价生态系统退化程度。评估方法可参考 HJ 1172 等标准规范。

5.6 自然恢复区评估

5.6.1 自然恢复的判别指标

5.6.1.1 必要条件具体包括：

a) 无地质灾害或遭受地质灾害可能性小

现状条件下无崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面塌陷等地质灾害，预测未来引发和遭受地质灾害的可能性、危险性小。

b) 水土污染环境满足相应标准

通过资料搜集或现场取样测试，确定评估区水土污染环境满足相应标准。按照 GB36600 和 GB3838 标准规范，其中建设用地土壤污染风险筛选值应满足第二类用地指标；地表水环境质量标准限值应满足 V 类要求。

c) 表层土壤和碎石已沉稳，地貌形态与周边协调

破坏区表层土壤和碎石已稳定，植被生长有稳定的立地条件。原有的地貌形态破损后，经风化剥蚀或植被自然生长，地形地貌与周边协调一致。

d) 植被覆盖度 (FVC)

计算植被覆盖所占像元比例即为该像元的植被覆盖度。植被覆盖度 (FVC) $\geq 50\%$ 。

5.6.1.2 充分条件具体包括：

a) 评估区植被平均高度或平均盖度或平均群落物种多样性与生态恢复参照系相差小于 20%。

b) 群种包含生态恢复参照系建群树种至少 2 种以上。

5.6.2 自然恢复综合判定

根据定性和定量指标进行综合判定。必要条件须全部满足，充分条件需满足 1 个指标以上者，判定为自然恢复区，否则不能判定为自然恢复区。自然恢复综合判定见附录 C。

5.7 评估报告编制

自然恢复评估报告包括文本、相关图表、必要的影像和照片资料，编制提纲见附录 D。

6 自然恢复技术措施

采取封闭修复场地、拆除废弃设施等措施，消除影响自然恢复的生态胁迫因子，封林恢复和封育恢复可按照 GB/T 15163 标准规范。采用补植、补种和飞播等方式增加植被种类和覆盖度，减少与生态恢复参照系的差距，使其协调一致，补种补植及植被诱导措施可按照 GB/T 15776、GB/T 38360 标准规范。

7 自然恢复监测、管护

7.1 监测

- 7.1.1 监测目的是掌握自然恢复实施效果，为后期管护和成效评价提供依据。
- 7.1.2 确定为自然恢复的区域，要适时监测和管护，一般监测与管护期为2-3年，生态脆弱区为3-5年，在消除人为活动干扰的基础上关注生态系统的演替和变化动态，确保区域生态系统恢复自我更新能力及生态服务功能。
- 7.1.3 监测范围以自然恢复实施区域为主，与矿山整体生态修复紧密结合，可适当扩展到周边地区。
- 7.1.4 监测内容主要包括地质环境稳定性、水环境、土壤环境、植物群落和动物群落等。可按照GB/T 14848、DZ/T 0287、HJ91.2、HJ/T 166、TD/T 1070.1等标准规范。

7.2 管护

- 7.2.1 矿山废弃地确定为自然恢复区后，应做好后期管护工作，管护内容主要包括工程设施维护及监测设施维护。
- 7.2.2 主要对围栏、警示牌和相关监测设施进行定期检查和维修，发现损毁，应及时修复或替换。
- 7.2.3 除必要的人工干预措施外，禁止在修复场地内翻土、取石、搬运、垦殖等人类活动，排除外界干扰，减少对场地的扰动。依赖场地和周边生态系统自我愈合能力，促进植被再生和生物种群恢复。

8 自然恢复成效评价

监测管护期后，矿山废弃地自然恢复可单独成效评价，也可与矿山整体修复工作一起进行评价，可从生态效益、社会效益和经济效益三个方面进行评价。各项自然恢复判定指标应保持稳定或有所提高，如成效不好，应进行适应性管理，采取辅助再生和生态重建等治理措施。自然恢复成效评价见附录E。

附录 A
(规范性)
自然恢复评估区生态环境状况调查

自然恢复评估区生态环境状况调查内容见表 A.1。

表 A.1 自然恢复评估区生态环境状况调查表

项目名称			调查点编号				
地理位置	县(市)		镇(乡)	村		组	
评估区面积	中心点坐标 (2000 坐 标系统)	经度: ° ' " 纬度: ° ' "					
原矿山名称			开采矿种		开采方式		选矿方法
矿山闭坑时间		评估区所处 原矿山位置	<input type="checkbox"/> 废弃采场 <input type="checkbox"/> 废弃工业广场 <input type="checkbox"/> 废弃井口 <input type="checkbox"/> 破损山体 <input type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 废渣堆 <input type="checkbox"/> 矸石山 <input type="checkbox"/> 周边影响区				
地形地貌	①评估区地貌形态、成因、类型及微地貌组合特征；②人工地貌形态、规模、坡度及其稳定性等						
地质体特征	①评估区地层、岩石类型、赋矿岩石及产状；②褶皱、断裂及节理裂隙发育程度等。软弱层等						
土地特征	①评估区及周边地类，土壤特征，表层土壤和碎石是否沉稳；②人工地貌土层厚度、成分及结构特征，地貌形态与周边是否协调；③土壤污染环境质量是否满足相应标准。						
水体特征	①评估区及周边水体，地下水类型；②人工地貌水体及补径排情况；③水体污染环境质量是否满足相应标准。						
地质灾害及风险	①有无地质灾害；②地质灾害类型、规模及分布；③岩土体稳定性及安全风险；						
生态环境现状小结							
调查人员:			调查日期:				

附录 B
(规范性)
自然恢复评估区生态样地调查

自然恢复评估区生态样地调查内容见表 B.1。

表 B.1 自然恢复评估区生态样地调查表

地点	县(区) 镇(乡) 村 组						
植被类型							
样地名称				样地编码			
样地面积 (m×m)			中心点坐标 (2000 坐标系统)	经度: ° ' "			
				纬度: ° ' "			
海拔 (m)			坡向坡度			坡位	
地类			群落高度			覆盖度	
野外植物调查—乔木层记录表							
样地			样地编码		样方号		
序号	植物名称	胸径 (cm)	高度(m)	冠幅 X (m)	冠幅 Y (m)	枝下高(m)	备注
野外植物调查—灌木层记录表							
样地			样地编码	样方号		层盖度	
序号	植物名称	株(丛)数	平均高度(cm)	平均基径(cm)		盖度%	备注
野外植物调查—草本层记录表							
样地			样地编码	样方号		层盖度	
序号	植物名称	株(丛)数	平均高度(cm)	盖度(%)		备注	
植被及生态群落现状小结							
调查人员:				调查日期:			

附录 C
(规范性)
自然恢复区综合判定

自然恢复区综合判定条件及判定结果见表 C.1。

表 C.1 自然恢复区综合判定表

项目名称							
地理位置	县(区)	(镇)乡	村	组			
评估区面积		评估区范围 (2000 坐标系)	经度: ° ' "				纬度: ° ' "
原矿山名称		开采矿种		开采方式		选矿方法	
矿山闭坑时间		评估区所处原 矿山位置	<input type="checkbox"/> 废弃采场 <input type="checkbox"/> 废弃工业广场 <input type="checkbox"/> 废弃井口 <input type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 废渣堆 <input type="checkbox"/> 矸石山 <input type="checkbox"/> 周边影响区				
地质环境条件 概述							
生态条件概述							
修复治理情况							
自然恢复条件	必要条件	<input type="checkbox"/> 无地质灾害以及地质灾害引发的地质安全隐患					
		<input type="checkbox"/> 水土污染环境满足相应标准					
		<input type="checkbox"/> 表层土壤和碎石已沉稳,地貌形态与周边协调					
		<input type="checkbox"/> 植被覆盖度(FVC) _____ %					
	充分条件	评估区植被平均高度或平均盖度或平均群落物种多样性与生态恢复参照系相差值 _____ %					
群种包含生态恢复参照系建群树种数量 _____ 个							
判别结果							
生态恢复建议							
调查人员:	调查日期:						

注: 选项□打√

附录 D (规范性)

矿山废弃地植被自然恢复评估报告编制提纲

D.1 前言

D.1.1 任务来源

简述矿山废弃地植被自然恢复评估区任务来源。

D.1.2 目的任务和依据

简述矿山废弃地植被自然恢复评估工作目的任务及主要依据。

D.1.3 评估区范围

简述评估区地理位置、拐点坐标、图斑编号等。

D.1.4 本次工作情况

包括资料搜集、野外调查、采样测试和综合研究等工作，列出完成工作量表。

D.2 评估区概况

D.2.1 区域自然生态状况

简述区域生境条件、矿山地质环境条件和矿山生态状况等。

D.2.2 废弃矿山概况

简述矿山开采矿种、开采方式、规模、开采层位、开采历史、选矿方法等。

D.2.3 评估区生态问题

阐述评估区内因矿山开采造成的地质安全隐患、土地损毁、水资源破坏和生态退化等生态问题分布、规模、特征，分析矿山生态问题的严重程度和危害。

D.3 自然恢复评估

通过综合分析和指标研判，确定或划定评估图斑（判定区）的自然恢复区，并明确自然恢复范围和面积。

D.4 结论及建议

D.4.1 评估结论

根据自然恢复充分条件和必要条件判别指标，明确矿山废弃地是否属于自然恢复区。

D.4.2 管护措施及建议

阐明自然恢复区后期管护工作。

D.5 附表

附表包括下列表格：

- a) 自然恢复评估区生态环境状况调查表；
- b) 自然恢复评估区生态样地调查表；
- c) 自然恢复区综合判定表。

D.6 附图

附图包括下列图件：

- a) 矿山地质环境现状图；
- b) 评估区影像图；
- c) 评估区照片集。

附 录 E
(规范性)
自然恢复区成效评价

自然恢复区成效评价结果见表 E.1。

表 E.1 自然恢复区成效评价表

项目名称						
地理位置	县(区)		(镇)乡		村 组	
评估区面积		评估区范围 (2000 坐标系)	经度: ° ' "			
			纬度: ° ' "			
原矿山名称		开采矿种		开采方式		选矿方法
评估报告编写日期		评估区自然恢复时间				
是否为生态脆弱区						
自然恢复区判定条件前后对比	判定条件			认定条件		
	<input type="checkbox"/> 无地质灾害以及地质灾害引发的地质安全隐患			<input type="checkbox"/> 无地质灾害以及地质灾害引发的地质安全隐患		
	<input type="checkbox"/> 水土污染环境满足相应标准			<input type="checkbox"/> 水土污染环境满足相应标准		
	<input type="checkbox"/> 表层土壤和碎石已沉稳,地貌形态与周边协调			<input type="checkbox"/> 表层土壤和碎石已沉稳,地貌形态与周边协调		
	植被覆盖度(FVC) _____%			植被覆盖度(FVC) _____%		
	评估区植被平均高度或平均盖度或平均群落物种多样性与生态恢复参照系相差 _____ 个			评估区植被平均高度或平均盖度或平均群落物种多样性与生态恢复参照系相差 _____ 个		
	群种包含生态恢复参照系建群树种 _____ 种			群种包含生态恢复参照系建群树种 _____ 种		
评价结果						
建 议						
调查单位(盖章):		评价人员:		评价日期:		

注: 选项□打√, 如有需要可附详细说明