

皖自然资修〔2022〕9号

## 安徽省自然资源厅关于印发《安徽省矿山生态 修复工作导则（试行）》的通知

各市、县（市、区）自然资源和规划局：

为加强矿山生态修复工作指导，规范矿山生态修复管理流程和技术标准等，省自然资源厅研究制订了《安徽省矿山生态修复导则（试行）》。现印发给你们，请遵照执行。执行中的意见和建议请及时反馈省厅国土空间生态修复处。

2022年8月26日

# 安徽省矿山生态修复工作导则(试行)

安徽省自然资源厅

2022年8月



## 前 言

为贯彻《矿山地质环境保护规定》，规范安徽省矿山生态修复工作，消除矿山地质安全隐患，修复矿山生态环境，制定本导则。

本导则规定了安徽省矿山生态修复工作的一般性原则、工作流程、内容、修复模式、修复方向、修复技术等。

本导则于 2022 年首次发布。

本导则由安徽省自然资源厅国土空间生态修复处组织制定。

本导则主要起草单位：安徽省公益性地质调查管理中心。

# 目 录

1.目的.....	1
2.适用范围.....	1
3.规范性引用文件.....	1
4.矿山生态修复的含义.....	3
5.原则.....	3
6.工作流程.....	4
7.矿山生态问题识别与诊断.....	6
7.1 矿山生态问题识别.....	6
7.2 问题诊断.....	6
8.生态修复方向确定.....	6
9.矿山生态修复模式.....	6
9.1 废弃矿山生态修复模式.....	6
9.2 在建与生产矿山生态修复模式.....	8
10.矿山生态修复技术.....	8
10.1 地貌重塑.....	8
10.2 土壤重构.....	10
10.3 植被重建.....	121
10.4 生物多样性保护.....	13
10.5 附属工程.....	13
11.矿山生态监测.....	14
12.修复效果评价.....	154
13.绩效评估.....	155
14.工程验收.....	165
15.工程后期管护.....	166
16.信息化监管与资料归档.....	177
16.1 信息化监管.....	177
16.2 资料归档.....	177
17.公众参与.....	187

## 1.目的

深入贯彻落实习近平生态文明思想,牢固树立"绿水青山就是金山银山"的理念,坚持山水林田湖草沙系统修复,落实中央及省生态环境保护督察反馈问题整改要求,为全省实施矿山生态修复提供规范、科学、简明的工作标准和技术依据,在遵循自然生态规律的基础上,依据相关规范规程,并结合我省实际,特制定本工作导则。

## 2.适用范围

本导则适用于全省范围内废弃矿山、在建与生产矿山的生态修复工作。

## 3.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 3838-2002 地表水环境质量标准

GB 5084-2021 农田灌溉水质标准

GB 11607-1989 渔业水质标准

GB 15618-2018 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准  
(试行)

GB/T 15776-2016 造林技术规程

GB/T 30600-2014 高标准农田建设通则

GB 36600-2018 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准

(试行)

GB 38360-2019 裸露坡面植被恢复技术规范

GB/T 38509-2020 滑坡防治工程设计规范

GB 50288-2018 灌溉与排水工程设计标准

GB 50330-2013 建筑边坡工程技术规范

GB/T 50817-2013 农田防护林工程技术规范

DZ/T 0219-2006 滑坡防治工程设计与施工技术规范

TD/T 1036-2013 土地复垦质量控制标准

CJJ/T 292-2018 边坡喷播绿化工程技术标准

TD/T 1068-2022 国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程

国务院办公厅关于科学绿化的指导意见(国办发〔2021〕19号)

国务院办公厅关于进一步加强生物多样性保护的意见

国务院办公厅关于鼓励和支持社会资本参与生态保护修复的意

见

自然资源部、财政部、生态环境部《山水林田湖草生态保护修复工程指南(试行)》(自然资办发〔2020〕38号)

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

安徽省自然资源厅关于规范废弃露天矿山采取自然恢复方式进行治理的通知(皖自然资修函〔2020〕34号)

安徽省自然资源厅关于印发探索利用市场化方式推进废弃矿山

生态修复实施意见的通知（皖自然资规〔2020〕2号）

安徽省在建与生产矿山生态修复管理暂行办法（皖自然资规〔2020〕4号）

安徽省废弃矿山生态修复管理办法（暂行）（皖自然资规〔2021〕5号）

安徽省自然资源厅关于加强矿山生态修复监管工作的通知（皖自然资修〔2022〕7号）

安徽省自然资源厅关于加强废弃矿山生态修复项目后期管护工作的通知（皖自然资修〔2022〕8号）

#### **4.矿山生态修复的含义**

矿山生态修复是指针对矿产资源开发造成地灾隐患、占用和损毁土地、生态破坏等问题，通过预防控制、保护恢复和综合整治措施，使矿山生态环境达到稳定、损毁的土地达到可供利用状态及生态功能恢复的活动。

#### **5.原则**

5.1 坚持属地管理、分级负责的原则；

5.2 坚持“谁破坏，谁治理”的原则；

5.3 坚持生态优先、绿色发展的原则；

5.4 坚持全面统筹、系统修复的原则；

5.5 坚持因地制宜、以用定治的原则；

5.6 坚持政策引导、社会参与的原则。

## 6. 工作流程

矿山生态修复工作流程包括矿山生态问题识别与诊断、修复方向确定、修复模式选择、工程设计、工程实施、竣工验收、后期管护、绩效评估等内容。工作流程见下图：



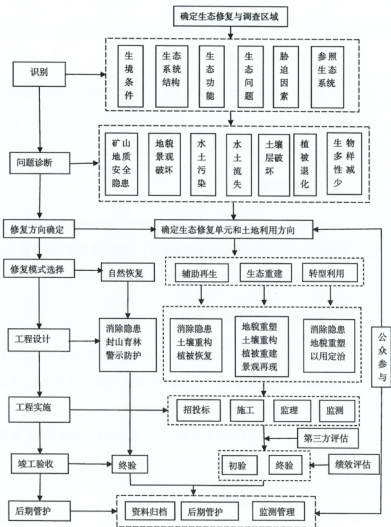


图1 矿山生态修复工作流程图

## **7.矿山生态问题识别与诊断**

### **7.1 矿山生态问题识别**

通过资料收集、实地调查等方式，识别矿山主要存在或可能产生的地貌景观破坏、土壤层破坏、水土污染、矿山地质安全隐患、植被退化、水土流失等生态问题。

### **7.2 问题诊断**

采用类比法、层次分析法、综合评判法、标准指数法、数值法等诊断矿山生态环境问题的严重程度等级，一般分为严重、较严重、一般。诊断结果作为确定修复模式和修复技术选择的依据。

## **8.生态修复方向确定**

8.1按照宜耕则耕、宜林则林、宜水则水、宜建则建等方式，充分考虑各类场地生态修复的矿山地质安全性、技术经济可行性、生态系统的协调性和整体性，合理确定生态修复方向。

8.2修复后的地类应符合相关规划，并经所在地政府同意；涉及农村集体土地的，应征得土地权益人同意。

## **9.矿山生态修复模式**

### **9.1 废弃矿山生态修复模式**

废弃矿山生态修复模式依据适宜的条件可分为自然恢复、辅助再生、生态重建、转型利用，修复模式适宜条件见下表：

表1 废弃矿山生态修复模式适宜条件

修复模式	受损程度	适宜条件
自然恢复	轻度	1.现状无危险地质体或局部存在危险地质体但无直接威胁对象； 2.无重金属污染物或其他有毒有害物质，不会对周边水土环境造成污染； 3.具备自然恢复的气候、水土环境条件，周边植被生长较好，自然恢复趋势明显。
辅助再生	中度	1.现状无危险地质体或局部存在危险地质体； 2.无重金属污染物或其他有毒有害物质，不会对周边水土环境造成污染； 3.裸露的地区废石堆积，表土环境不适合植被生长； 4.气候条件适合植被生长。
生态重建	重度	1.采矿损毁土地存在危险地质体，并且具有威胁对象； 2.地形地貌景观严重破坏，重金属或其他有毒有害物质，可能对周边水土环境造成污染； 3.裸露地区无地表土或土壤不适合植物生长； 4.很难依靠自然修复改善矿山生态，必须采取工程措施才能达到生态修复目的。
转型利用	根据实际	1.矿山区位条件、自然资源、地质风貌条件较好；

	情况确定	2.修复后的地类、工程适合市场转型需求； 3.转型利用能带来较好的生态效益、经济效益和社会效益。
--	------	---

### 9.1.1 自然恢复

对于轻度受损、无明显矿山地质安全问题且恢复能力较强的生态系统，主要采取封育保育、消除隐患、警示防护等方式，加强保护措施，促进生态系统自然恢复。

### 9.1.2 辅助再生

对于中度受损的生态系统，结合自然恢复，在消除矿山地质安全等隐患的基础上，采取改善物理环境，参照本地生态系统引入适宜物种等中小强度的人工辅助措施，引导和促进生态系统逐步恢复。

### 9.1.3 生态重建

对于严重受损的生态系统，在消除矿山地质安全等隐患的基础上，采取地貌重塑、土壤重构、植被重建等措施重建生态系统。

### 9.1.4 转型利用

依据矿山所处区位、土地利用现状、权属、生态环境状况，结合当地经济社会条件，对具备综合利用潜力、适合社会资本投入的废弃矿山，在符合相关规划和产权政策的条件下，鼓励市场化方式推进转型利用。

## 9.2 在建与生产矿山生态修复模式

在建与生产矿山按照《安徽省在建与生产矿山生态修复管理暂行办法》（皖自然资规〔2020〕4号）要求选择修复模式，落实“矿山地质环境保护与土地复垦方案”，有序实施修复。

## 10. 矿山生态修复技术

生态修复工程设计技术应针对矿山生态系统面临的生态问题，选择因地制宜、经济合理、生态环保、景观协调和较快恢复生态的修复工程技术或技术组合，主要包括地貌重塑、土壤重构、植被重建及其附属工程等。

### 10.1 地貌重塑

根据修复区域地形特征，综合考虑修复区域地貌景观破坏程度，选择有效的工程技术措施，塑造一个与周边环境相协调的地貌形态。地貌重塑工程包括削坡工程、护坡工程、支挡工程、充填工程、水域工程、水源工程和场地整理工程等。

#### 10.1.1 削坡工程

场地地质条件简单的不稳定岩土体，宜采用削坡工程进行治理。削坡工程主要包括危岩清除、浅表层变形体清除、削方减载、分台阶放坡等。削坡减载工程应结合排水、防冲刷、植被恢复等措施进行设计。参照GB 50330-2013、GB 38360、GB/T 38509、DZ/T 0219执行。

#### 10.1.2 护坡工程

坡面岩土体易风化、剥落或存在浅层崩塌、滑落及掉块等状况的

整体稳定边坡,应进行护坡。对于欠稳定的或存在不良地质因素的边坡,应在治理后护坡。护坡工程类型包括砌体护坡、骨架护坡、锚喷护坡、柔性防护网护坡、注浆护坡等。

### 10.1.3 支挡工程

支挡工程应综合考虑边坡稳定性、防护对象重要性、施工环境等进行设计,并与削坡、护坡、截排水等工程措施相结合,支挡工程主要类型包括挡墙、抗滑桩和预应力锚索等。工程设计时应进行抗倾覆、抗滑移、地基承载力等验算。

### 10.1.4 充填工程

充填工程适用于地下采空区、溶洞、土洞等的治理。充填工程应综合考虑地下空区特征、地质条件、施工条件等因素进行设计。充填方法主要包括注浆充填法、开挖回填法。

### 10.1.5 水域工程

水域工程主要是对面积 $1.0\text{ hm}^2$ 以上、水深 $3.0\text{ m}$ 以上的常年积水采坑或面积 $10\text{ hm}^2$ 以上、水深 $2.0\text{ m}$ 以上的沉陷地进行修复治理。积水深度 $3\text{ m}$ 以上的,宜修复治理为渔业(含水产养殖)或人工水域和公园。

### 10.1.6 水源工程

水源工程为灌溉所修建的地表水拦蓄水、河湖库引提水、地下取水等工程的总称,主要包括塘堰(坝)、蓄水池、农用井等。水源工程设置尽可能利用周边自然水源,水量和水质应能满足植被养护用水要求。

### 10.1.7 场地整理工程

场地整理工程适用于工业广场、露采底盘、沉陷地、排土场、废石堆场等的整理。整平标高宜以现有地面高差平均值为基准，整平后的场地标高及坡度应与生态修复方向相结合。耕地地面坡度不宜超过 $15^{\circ}$ ，其中水田不宜超过 $6^{\circ}$ ，园地地面坡度不宜超过 $20^{\circ}$ ，草地地面坡度不宜超过 $20^{\circ}$ 。

## 10.2 土壤重构

根据生态修复方向，结合物料来源、土壤特性和场地岩土、水热、温湿条件等重构有效土层，恢复或重建一个与原土壤（或参照生态条件）相当或更加合理的土壤剖面土层。土壤重构包括污染修复、覆土再造和土壤改良。

### 10.2.1 污染修复

土壤污染修复应在当地生态环境部门指导下，采用客土、换土、深耕翻土、隔离与防渗、植（生）物修复方法等。污染修复方法宜参照GB 15618或GB 36600中规定执行。

### 10.2.2 覆土再造

覆土应充分利用剥离表土，在原剥离表土不能满足厚度等要求时，可采用客土覆盖，覆土土壤质地宜为壤土，覆土后土壤环境质量应符合GB15618规定。覆土再造耕地有效土层厚度应达到50cm以上，旱地、水浇地耕作层厚度不小于25cm，水田不小于20cm；园地、林地、草地覆土有效土层厚度大于30cm。

### 10.2.3 土壤改良

土壤改良采用相应的物理、化学或生物等措施,改善土壤性状,增加土壤有机质和养分含量,提高土壤肥力。土壤改良后,耕地、园地、林地、草地不同区域土壤质量标准应符合 TD/T 1036中附录D.2、D.3、D.7规定。

### 10.3 植被重建

植被重建工程首先应根据矿山及周边生态环境特点、边坡立地条件、植被恢复的难易程度和植物的生态习性构建适宜的先鋒植物群落。植被重建技术主要包括植被种植、草皮铺设、植生袋、三维植被网、喷播绿化等。

#### 10.3.1 植被种植

植被种植适用于坡度适宜、立地条件较好的场地。场地内的土质、肥力、土层厚度等应满足植物生长需要。乔灌木树种宜以乡土、长寿、抗逆、食源为选择原则,优先选择具有固氮作用、生长迅速、耐干旱瘠薄、抗污染能力强的树种。针叶乔木胸径 $\geq 1\text{cm}$ ,种植密度110~167株/亩;阔叶乔木胸径 $\geq 4\text{cm}$ ,种植密度56~74株/亩;灌木冠幅 $\geq 50\text{cm}$ ,种植密度 $\geq 334$ 株/亩;藤本种植间距在30~50cm。养护期满后存活率应达80%以上。

#### 10.3.2 草皮铺设

草皮铺设一般适用于坡率小于1:1、立地条件较好的土质缓坡及平地或平台。草皮铺设完成后及时浇透水、浸湿土壤厚度应大于10cm。草皮成坪后覆盖度不低于80%。



### 10.3.3植生袋

植生袋一般适用于坡度 $1:2.75 \sim 1:0.75$ 的边坡，宜与框格梁、主动防护网、镀锌铁丝网、格栅网结合使用。选择适宜当地气候条件的草灌物种，种子用量在 $20\text{g}/\text{m}^2 \sim 25\text{g}/\text{m}^2$ 之间，缓释肥与保水剂的混合物不少于 $5\text{g}/\text{m}^2$ 。

### 10.3.4三维植被网

三维植被网适用于自身稳定、坡度 $1:1.5 \sim 1:1$ 、坡高小于 $10\text{m}$ 的土质、强风化软岩边坡。三维植被网应沿坡面由上至下铺设，网与坡面之间保持平顺、贴合；网垫在护坡顶端铺设时，应在纵向连接处设置 $60^\circ$ 夹角，埋入土中 $30\text{cm}$ 并压实。喷播完成后应覆盖无纺布，保持坡面水分，待植物长至 $5\text{cm}$ 左右时揭开无纺布。

### 10.3.5喷播绿化

喷播绿化一般适用于坡度 $1:0.5 \sim 1:1.73$ 的边坡，喷播的施工方法主要包括普通喷播、挂网客土喷播、液力喷播、团粒喷播和植生混凝土喷播等。参照CJJ/T 292执行。

## 10.4生物多样性保护

10.4.1生物多样性保护应注重栖息地、物种和基因多样性的保护，确保生态网络和保护自然生态系统、生态廊道的连通性完整。

10.4.2保护野生动物生活和迁移廊道，根据野生动物生活习性，合理安排修复时间。

10.4.3优先选择优良乡土物种，慎用外来物种。

## 10.5 附属工程

附属工程主要包括排水工程、灌溉工程、道路工程和防护栏与警示牌等。

10.5.1排水工程分为地表排水工程和地下排水工程。地表排水工程包括截水沟、排水沟、跌水与急流槽等，地下排水工程包括渗流沟、仰斜式排水孔和泄水孔等。排水工程防洪设计不应低于当地10a降雨强度重现期标准，灌溉工程设计保证率不小于70%。

10.5.2灌溉工程主要包括渠道灌溉工程、喷灌工程、微灌工程，应根据地形条件、水源条件、土壤条件、种植结构等进行设计。

10.5.3道路应依据现有道路、地表水系、交通运输、农业生产进行设计，包括骨干道路、简易道路、巡护步道、景观道路以及其他道路。骨干道路路基宽度宜为5~8m；简易道路路基宽度不宜超过4.0m；巡护步道宽度为0.8~2m。

10.5.4防护栏高度不小于1.8m，防护栏杆一般由横杆、竖杆和立柱组成。

10.5.5警示牌设置的高度宜与人眼视线高度一致。悬挂式和柱式的警示牌的下缘距地面的高度不宜小于2m。

## 11. 矿山生态监测

11.1 应根据矿山生态问题、生态修复方向等综合确定生态修复监测的内容，建立监测指标体系。

11.2 生态监测应从准备阶段开始，并在施工期和竣工后运行期连

续进行。工程竣工后连续生态监测时间不少于3年。

11.3 依据监测指标体系,采取固定监测站点、临时性监测站点和周期性普查相结合的方式布设生态监测站网。

11.4 应针对监测内容和指标体系,选择合适监测手段与方法,明确监测精度、监测频次,制定具体的监测计划等。

## **12.修复效果评价**

矿山生态修复效果评价宜从以下六个方面开展评价:

12.1 生态环境明显改善

12.2 生态功能性进一步提升

12.3 生态胁迫因子得到遏制

12.4 植被覆盖度明显提高

12.5 生态系统的可持续性增强

12.6 生态景观的功能整合得到巩固

## **13.绩效评估**

13.1 绩效评估主要针对工程项目绩效目标实施评估。

13.2 工程项目绩效主要评估产出(数量、质量、时效、成效)、效益(经济、社会、生态)、满意度等指标完成或执行情况。

13.3 经济效益主要评估工程投入/产出比、项目带动相关产业增值等指标;社会效益主要评估人居环境改善受惠人数等指标;生态效益主要评估灾害隐患清除比率、森林覆盖率提高、水土流失面积减少

等指标。

## 14.工程验收

14.1 生态修复工程的验收分为分项工程、分部工程和整体工程（项目）验收。

14.2 分项、分部工程验收由项目实施责任单位或监理单位对已完工的工程进行质量检验与评定。

### 14.3 整体工程（项目）验收

14.3.1 整体工程竣工验收应在施工单位自评合格的基础上由项目建设单位组织开展。

14.3.2 矿山生态恢复项目验收按项目管理责任层级和财政事权划分为初步验收和最终验收两个阶段。

14.3.3 初步验收对已完成的工程量、工作质量、资金使用情况等进行评价和验收，出具初步验收意见。

14.3.4 通过初步验收后，由项目实施责任主体委托具有资质的第三方审计机构对项目财务决算报告进行决算审计；宜由项目实施责任主体进行绩效自我评价；宜委托第三方对矿山生态保护修复效果进行评估，并形成评估报告；明确日常管护责任单位。

14.3.5 最终验收对工程总体完成情况、修复效果、资金使用情况等进行综合评价，出具专家验收意见。

## 15.工程后期管护

15.1 建立工程项目后期管护制度。废弃矿生态修复项目最终验收合格后，由项目所在地县级人民政府落实管护责任单位，明确项目后期管护责任和管护要求，落实相关经费。在建与生产矿山生态修复工程最终验收后由实施责任单位负责管护。

15.2 管护对象包括项目的主体工程、复耕复绿工程、配套设施等。

15.3 管护内容包括：护坡、挡墙、截排水、道路等主体工程；复垦整理的耕地并组织种植；项目实施的绿植或喷播苗木、花草等复绿工程；项目设置的安全围栏、标识牌等相关配套设施。

## **16.信息化监管与资料归档**

### **16.1 信息化监管**

将矿山生态修复项目位置（四至坐标）、范围、立项、设计、实施、验收等信息及时上传全省矿山生态修复信息管理系统，综合运用遥感、大数据等技术手段进行比对核查，实现实时动态、可追踪的全程监测监管。

### **16.2 资料归档**

工程项目最终验收完成后，实施责任单位应组织项目设计、施工、监理、管护等相关单位在规定期间内按项目档案管理的有关要求做好纸质档案归档工作，项目档案资料按照项目管理、设计、施工、监理、财务等分类进行信息化集成，汇交至全省矿山生态修复信息管理系统。

## 17.公众参与

17.1 公众参与应遵循合法性、包容性、及时性、可达性、透明性、有责性、有效性、代表性等原则，参与人员宜包括公众、利益相关方及相关领域专家。

17.2 公众参与环节宜包括修复设计编制、工程实施，后期管护过程等。

17.3 公众参与可采取公示、听取意见、咨询、听证等形式，反馈意见应及时分类、整理、核实、筛选、处理和回应。



公开方式：主动公开

安徽省自然资源厅办公室

2022 年 8 月 26 日印发