

宁夏回族自治区地方标准

DB 64/T 2091—2024

砂石土矿矿山生态修复技术规程

Technical regulations for ecological restoration of stone and claystone mine

2024 - 11 - 19 发布

2025 - 02 - 18 实施

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
4.1 安全稳定, 兼顾景观	2
4.2 因地制宜, 统筹协调	3
4.3 经济合理, 技术可行	3
4.4 生态优先, 绿色发展	3
5 工作流程	3
6 现状调查	3
6.1 地形测量	3
6.2 矿山概况调查	3
6.3 矿山生态问题调查	3
6.4 问题识别及修复方式	4
7 方案编制	4
7.1 地貌重塑	4
7.2 土地复垦	5
7.3 植被重建	5
8 方案实施	6
9 监测与管护	6
9.1 跟踪监测	6
9.2 后期管护	6
10 成效评估	6
10.1 评估时间	6
10.2 评估内容	6
11 资料管理	7
11.1 主要内容	7
11.2 管理要求	7
附录 A (资料性) 矿山概况调查表	8
附录 B (资料性) 矿山生态环境问题调查表	9
附录 C (资料性) 矿山生态修复参考方向	10
附录 D (资料性) 矿山生态修复常用适地乡土植物物种	11
参考文献	12

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。

本文件由宁夏回族自治区自然资源厅提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：宁夏回族自治区国土资源调查监测院、北方民族大学。

本文件主要起草人：胡志瑞、刘秉儒、张玲燕、罗小平、李鹏、白建军、尤洋、苏宁、刘建利、张媛、肖兆龙、范朝霞、吴学华、崔保国、程亚青、何开军、马蕾、海龙、赵万伏、姚舜、马贵林、李晓慧、康鹏、吕纯青、张芬、杨睿青、吴磊、宋晨、杨朔鹏、马蓁、张桐、雷庆。

砂石土矿矿山生态修复技术规程

1 范围

本文件规定了砂石土矿矿山生态修复的总体原则、工作流程、现状调查、方案编制、方案实施、监测与管护、成效评估和资料管理等内容。

本文件适用于建筑用砂、建筑石料用灰岩、建筑用砂岩、建筑用白云岩、建筑用花岗岩、砖瓦用粘土、砖瓦用页岩等砂石土矿开采活动结束后的矿山生态修复，开采过程中开展的矿山生态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 15776 造林技术规程
GB 16423 金属非金属矿山安全规程
GB 51018 水土保持工程设计规范
DZ/T 0287 矿山地质环境监测技术规程
NY/T 1342 人工草地建设技术规程
TD/T 1011 土地开发整理规划编制规程
TD/T 1012 土地整治项目规划设计规范
TD/T 1013 土地开发整理项目项目验收规程
TD/T 1036 土地复垦质量控制标准
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 矿山生态修复技术规范 第4部分：建材矿山
DB64/T 1750 宁夏砂石土矿绿色矿山建设规范
DB64/T 1999.2 国土空间生态修复工程建设标准 第2部分：矿山生态修复

3 术语和定义

TD/T 1070.1—2022界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿山生态修复 mine ecological restoration

依靠自然或者通过人工干预，对因矿产资源开采活动造成的地质安全隐患、土地损毁、植被破坏等矿山生态问题进行修复，使矿山地质环境达到稳定、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复和改善。

[来源：TD/T 1070.1—2022, 3.1]

3.2

砂石土 stone and claystone

自然形成的砂、卵石、粘土、粘土岩，以及可加工成不同粒级的碎石、机制砂、块石等建筑用的天然岩石。

3.3

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, 3.2]

3.4

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, 3.3]

3.5

生态重建 ecological reconstruction

对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, 3.4]

3.6

参照生态系统 reference ecosystem

能够作为生态恢复基准的本地生态系统，常代表生态系统的非退化状态，包括其植物群、动物群（和其他生物群）、非生物成分、功能、过程和演替状态（未发生退化前的演替状态）。

[来源：TD/T 1070.1—2022, 3.9]

3.7

采场边坡 mine slope

由一个或多个采掘台阶、坡面组成的倾斜坡面。

[来源：TD/T 1070.4—2022, 3.2]

3.8

植被养护 vegetative conservative

对矿区植被采取的抚育、管护、病虫害防治、火灾防控等措施。

3.9

土地复垦单元 land reclamation unit

复垦方向、标准、措施基本一致的待复垦土地单元。

[来源：TD/T 1031.1—2011, 3.17]

4 总体原则

4.1 安全稳定，兼顾景观

合理选择修复措施，实现最优化修复。消除矿山地质安全隐患后，各类场地须安全、稳定，对人居、生命、财产、水土、动植物等无威胁，并构建修复实施区域与周边环境相协调，达到相互融合的生态景观。

4.2 因地制宜，统筹协调

因地制宜，因矿施策，宜耕则耕、宜林则林、宜草则草、宜荒则荒。统筹考虑矿山各生态要素相互关系，实施系统修复、综合治理。

4.3 经济合理，技术可行

与国土空间规划衔接，按照财力可能、技术可行的原则选择适宜的矿山生态修复模式。辅助再生、生态重建尽量缩短修复和管护时间，后期以自然恢复为主。

4.4 生态优先，绿色发展

坚持人与自然和谐共生，尊重自然，贯彻绿色发展理念，结合所属区域生态功能定位，对农产品主产区、重点生态功能区、城市化地区实施有侧重点的生态修复。

5 工作流程

矿山生态修复工作流程分为现状调查、方案编制、方案实施、监测与管护、成效评估、资料管理等六个阶段：

- 现状调查阶段：包括地形测量、矿山概况调查、矿山生态问题调查，进行问题识别，选择修复方式；
- 方案编制阶段：包括地貌重塑、土地复垦、植被重建的设计；
- 方案实施阶段：包括工程设计、工程施工、工程监理；
- 监测与管护阶段：监测包括地质稳定性、植被、地貌景观、土壤的监测，管护包括工程设施管护和植被管护；
- 成效评估阶段：包括生态效益、社会效益、经济效益；
- 资料管理阶段：包括对原始资料的管理和对成果资料的管理。

6 现状调查

6.1 地形测量

- 6.1.1 地形图采用 2000 国家大地坐标系统。
- 6.1.2 实测能反映矿区现状地形地物的地形图，比例尺不小于 1:1000。
- 6.1.3 实测典型剖面，比例尺范围在 1:200~1:500。

6.2 矿山概况调查

- 6.2.1 调查矿区地理位置、坐标、地形地貌、矿类、矿种等情况。
- 6.2.2 调查土地权属、矿区面积、土地质量、土地利用类型等情况，参见附录 A。

6.3 矿山生态问题调查

- 6.3.1 调查参照生态系统地形地貌、土壤类型、植被类型、地层岩性、气象水文等情况。
- 6.3.2 调查矿山土壤、水文、植被、气象及水文地质、工程地质和环境地质等地质环境条件。
- 6.3.3 调查生态退化、土地损毁及地形地貌破坏、地质安全隐患、污染状况的分布、影响因素、发育

程度等情况。

6.3.4 调查矿区交通、水源、土源、电力、植被等施工条件。

6.3.5 调查矿区是否在交通干线可视范围、周围人类活动等区位情况，参见附录 B。

6.4 问题识别及修复方式

6.4.1 问题识别

在矿山概况调查和生态问题调查的基础上，进行矿山生态问题识别。矿山生态问题分级按照 TD/T 1070.4 的规定执行。

6.4.2 自然恢复

适用于现状条件下无崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等地质灾害，引发和遭受地质灾害的可能性、危险性小；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，受损地形地貌与周边基本协调一致。

6.4.3 辅助再生

适用于现状条件下无崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等地质灾害，引发和遭受地质灾害的可能性、危险性中等；破坏区表层土壤和碎石欠稳定，植被生长缺少稳定的立地条件，受损地形地貌与周边存在差异。

6.4.4 生态重建

适用于现状条件下有崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等地质灾害，引发和遭受地质灾害的可能性、危险性大；破坏区表层土壤和碎石不稳定，植被生长无稳定的立地条件，受损地形地貌与周边差异显著。

7 方案编制

7.1 地貌重塑

7.1.1 露天采场

首先进行危岩浮石清除、削坡、降坡和护坡等措施消除地质安全隐患。削坡卸荷应统筹边坡台阶再造、边坡护坡、截排水、挡土墙、坡脚蓄坡和填筑台阶等工程。土质边坡、软质岩石边坡、硬质岩石边坡修复后稳定的安息角、边坡高度应符合 DB64/T 1999.2 的要求。根据矿山所处区域生态功能、边坡高度及坡度等情况，沿斜坡等高线自上而下内切外垫，修筑成外高内低的台面，台面稍向内倾斜形成反坡，外壁及边坡、反坡条带外边坡等裸露地都要适时种草，以便固土护坡防治斜坡表层冲刷。边坡修复技术还应符合 TD/T 1070.4 的要求，结合矿山开采工艺采用“一矿一策”治理方案。

7.1.2 采场底盘

平整场地的表面坡度向排水沟方向的坡度不小于 0.2%。

7.1.3 工业场地

工业场地不再使用的的厂房、堆料场、沉淀池、用电设施等各项建（构）筑物和基础设施应全部拆除。转为商住等其他用途的，应开展污染场地调查、风险评估与修复治理。

7.1.4 排渣（土）场

根据挖损面积、深度、土层厚度、表土资源等情况结合所处区域生态功能进行修复。

7.1.5 矿山道路

其他修复工程完成后，对矿山碎石路面或硬化路面予以拆除，清理固体废弃物并规范处置。

7.2 土地复垦

7.2.1 复垦原则

7.2.1.1 方向选择

综合考虑所处区域生态功能、土层厚度、表土资源、水源情况、现场条件等因素选择合适的生态修复方向，修复方向参见附录C。

7.2.1.2 地类选择

土地复垦充分利用采矿过程中留存的剥离表土。底盘、排渣场、排土场、取土场，视修复条件优先修复为耕地。露天采场、工业场地、矿山道路等其他用地的修复方向原则上不低于原地类的标准进行修复。

7.2.1.3 土壤改良

为满足各修复场地植被重建需要，可采用工程措施、生物措施、农艺措施改良土壤。

7.2.2 复垦质量

7.2.3 复垦为耕地时，应符合 TD/T 1011、TD/T 1012、TD/T 1013 的要求。

7.2.4 复垦为林地时，应符合 GB/T 15776 的要求。

7.2.5 复垦为草地时，应符合 NY/T 1342 的要求。

7.2.6 复垦为园地时，应符合 TD/T 1036 的要求。

7.2.7 复垦为其他用途时，土地建设标准应符合 TD/T 1036 的要求。

7.3 植被重建

7.3.1 选择原则

7.3.1.1 以适应当地气候、立地条件的乡土植物为主。

7.3.1.2 优先选择抗干旱耐贫瘠等抗逆性强，生长迅速、水土保持能力强、土壤改良效果好的植物。

7.3.1.3 选择多植物，防止植被单一化，因地制宜确定植物分配比例。

7.3.2 选择种类

复绿乡土植物物种参见附录D。

7.3.3 边采边复设计

7.3.3.1 开采工艺与修复工艺充分结合、同步进行，提高土地恢复率及生态修复效率。

7.3.3.2 选择种类采用“一阶一复”方式进行修复，即一级台阶开采完、下一级台阶尚未开采时，对已开采完的台阶进行修复。

7.3.3.3 开采过程中生态环境保护应符合 DB64/T 1750 的要求。

7.3.4 水土保持设计

按GB 51018的规定执行。

8 方案实施

工程设计、施工、监理等，符合TD/T 1070.1的要求，工程实施过程中的安全符合GB 16423的要求。

9 监测与管护

9.1 跟踪监测

在生态修复工程实施结束后，应对其开展跟踪监测。以矿山生态修复实施区域为主，适当扩展到矿山资源开采活动影响到的周边区域或地貌单元。主要监测内容包括：地质稳定性、植被群落、地貌景观、土壤等。具体监测内容、监测方法、监测周期、监测点布设按照DZ/T 0287执行。

9.2 后期管护

9.2.1 工程设施管护主要对危岩体加固、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、按照工程设计和运行要求进行定期检查和维护，发现工程设施运行不正常或损毁，及时修复或替换。

9.2.2 植被管护应确保植被稳定存活，主要采取浇水、松土、追肥、清除杂草、病虫害防治、补植补种等措施，并做好防火工作。

9.2.3 管护时间根据矿山所处的自然生态条件和修复成效确定，乔木一般为3年~5年，其它植被一般为2年~3年。

10 成效评估

10.1 评估时间

矿山生态修复工作完成后，应根据监测结果，对矿山生态修复成效进行评估。评估时间一般在竣工验收结束后进行，具体时间可根据实际情况确定。

10.2 评估内容

10.2.1 生态效益评估。主要包括矿山地质安全评估、地形地貌评估、土壤评估、植物群落评估、动物种群、土地恢复类型及有效性、生态系统协调性等评估。

10.2.2 社会效益评估。主要包括矿山生态修复后人居环境改善、防灾减灾能力提升、群众满意度上升，以及依托矿山生态修复后带来的就业渠道拓宽、环保意识提高等方面。

10.2.3 经济效益评估。主要包括矿山生态修复工程投入产出比，以及矿山生态修复后转型利用带来的

其他方面的增益。

11 资料管理

11.1 主要内容

11.1.1 原始资料数据。主要包括调查、监测、评估、测试、过程分析等数据，以及照片、影像资料。

11.1.2 成果资料数据。主要包括调查报告、实施方案及图件、工程设计及图件、工程施工阶段资料、监理资料、验收阶段资料、成效评估报告等。

11.2 管理要求

11.2.1 矿山生态修复参与单位对数据资料进行分级分类建库和管理，对本单位产生的数据质量负责，数据的传输、共享和应用符合国家安全保密要求。

11.2.2 对各阶段工作产生的各类数据及时分类整理、编目、存档。除保存原始纸介质资料外，建立数据库，进行信息化管理，数据库涵盖矿山生态修复各阶段数据内容，数据质量符合相关要求。

11.2.3 资料归档的管理职责、档案用语、归档范围及保管期限、电子档案等可参照 DA/T 28 执行。

附 录 A
(资料性)
矿山概况调查表

矿山概况调查见表A. 1。

表A. 1 矿山概况调查表

矿山名称 (1)	采矿证编号 (2)		
地理位置 (3)			
中心点坐标 (4)	北纬: ° ' "	东经: ° ' "	高程: m
地形地貌 (5)	☐ 平原; ☐ 山脚; ☐ 斜坡; ☐ 河谷; ☐ 阶地; ☐ 冲沟; ☐ 洪积扇; ☐ 残丘; ☐ 洼地; ☐ 其他		
矿类 (6)	修复原因 (7)	☐ 采矿证到期 ☐ 其他	
矿种 (8)	开采方式 (9)	☐ 井工 ☐ 露天 ☐ 复合 ☐ 其他	
废弃矿井 (10)	是否封堵 (11)	已封堵 个 未封堵 个	
土地利用现状			
土地权属 (12)	坡度 (13) °		
矿区面积 (14)	hm ² 损毁时间 (15)		
土地利用类型 (16)	耕地 hm ² ; 园地 hm ² ; 林地 hm ² ; 草地 hm ² ; 商服用地 hm ² ; 工矿仓储用地 hm ² ; 住宅用地 hm ² ; 公共管理与公共服务用地 hm ² ; 特殊用地 hm ² ; 交通运输用地 hm ² ; 水域及水利设施用地 hm ² ; 其他土地 hm ² 。		

土地利用现状图
及照片 (17)

注1: 矿山概况调查根据实际情况包括但不限于表中所列内容。
注2: (12)土地权属、(16)土地利用类型按照最新年度国土变更调查结果填写。
注3: (17)土地利用现状图可用无人机航测数字正射影像制作。

调查人: 记录人: 审核人: 调查日期: 年 月 日

附 录 B
(资料性)
矿山生态环境问题调查表

矿山生态环境问题调查见表B. 1。

表B. 1 矿山生态环境问题调查表

参照生态系统	景观地貌	土壤类型						
	植被类型	土壤质量						
	生物量	年均降水量						
	地层岩性	地下水水位						
	矿床类型	地下水水质						
生态状况调查	水	水体类型	水体面积 (m²)	水资源 利用情况				
	土	土壤类型	土层厚度 (cm)	周边污 染源情况				
	植被	群落构成	主要植物种类	植被覆盖率 (%)				
	地质环境	矿山微地貌	岩性及产状	降水量				
	...	...	...	...				
主要生态问题 调查	生态退化	植被破坏□	hm²；水土流失□	hm²；栖息地破坏□	hm²；其他□	hm²		
	土地损毁及地	挖损□ 塌陷□ 压占□ 积水□ 其他□						
	形地貌破坏	破坏山体高度	m，面积	hm²；采坑深度	m，面积	hm²；地表堆体高度	m，面积	hm²
	地质安全隐患							
	污染状况							
	...							
矿区施工条件	交通便利性	可直达□		需修建施工便道□				
	周边水源情况	周边电力情况		通讯情况				
	表土剥离条件	土石方资源		矿区植被资源				
所处区位	交通干线两侧	是否位于重要交通干线可视范围内：是□ 否□						
	城镇村周边	是否位于城镇村周边：是□ 否□						

注：生态状况调查和主要生态问题调查根据实际情况包括但不限于表中内容。

调查人： 记录人： 审核人： 调查日期： 年 月 日

附录 C
(资料性)
矿山生态修复参考方向

矿山生态修复参考方向见表C. 1。

表C. 1 矿山生态修复参考方向

矿山所在国土空间	矿山生态修复方向
农业空间	矿山位于国土空间规划的农业空间区域，修复方向优先考虑恢复农业生产功能，宜耕则耕、宜园则园、宜林则林、宜草则草；无法恢复农业生产功能的应恢复生态系统功能。
城镇空间	矿山位于国土空间规划的城镇空间区域，修复方向优先考虑恢复城镇开发利用条件，盘活工矿废弃地利用；矿山及周边自然生态景观良好或矿山拥有悠久矿业开发历史、珍贵矿业遗迹和丰富矿业文化，可考虑创建矿山主体公园，提升城市生态品质；无法恢复城镇开发利用条件的，应恢复生态系统功能，提升生态质量。
生态空间	矿山位于国土空间规划的生态空间区域，修复方向优先考虑恢复生态系统。生态保护红线内，必须修复生态系统，禁止任何开发活动或改变生态用地的用途；生态保护红线外，可考虑在不妨碍现有生态功能的前提下，适度开展国土开发、资源和景观利用，但严格限制建设占用等不可逆变化。

附录 D
(资料性)

矿山生态修复常用适地乡土植物物种

矿山生态修复常用适地乡土植物物种见表D. 1。

表D. 1 矿山生态修复常用适地乡土植物物种

矿山所在区域	乔木型	灌木型	草本型	攀缘型
宁夏北部干旱平原生态区	新疆杨、银白杨、箭杆杨、旱柳、白榆、灰榆、沙枣、紫穗槐、火炬树、灰榆	柽柳、柠条、蒙古扁桃、罗布麻、侧柏、长柄扁桃、酸枣、沙木蓼、珍珠猪毛菜、丁香	碱蓬、骆驼蓬、苦豆子、白茎盐生草、沙蒿、芨芨草、沙生冰草、沙打旺	中国地锦、山葡萄、铁线莲、野葛、金银花、杠柳、鹅绒藤
		梭梭、枸杞、柠条、怪柳、花棒、沙棘、沙拐枣、酸枣、骆驼刺、花棒、沙冬青、沙地柏、小叶杨、小青杨、河北杨、木槿	沙蒿、草木犀、草木樨状黄芪、牛枝子、短花针茅、沙生针茅、甘草、骆驼蓬、黄花补血草、苦豆子、蒙古冰草、沙生冰草、白茎盐生草、芨芨草、野豌豆、马兰、沙打旺	中国地锦、山葡萄、铁线莲、野葛、金银花、杠柳、鹅绒藤
宁夏中部半干旱台地、山地、平原、干旱风沙生态区	子松、油松、沙枣、山杏、旱柳、白榆、小叶杨、小青杨、河北杨、木槿	枣、酸枣、骆驼刺、花棒、沙冬青、沙地柏、罗布麻、驼绒藜、杨柴、沙拐枣、蒙古莠、沙木蓼、珍珠猪毛菜	针茅、沙生针茅、甘草、骆驼蓬、黄花补血草、苦豆子、蒙古冰草、沙生冰草、白茎盐生草、芨芨草、野豌豆、马兰、沙打旺	中国地锦、山葡萄、铁线莲、野葛、金银花、杠柳、鹅绒藤
		刺槐、白桦、白榆、辽东栎、核桃、楸、杨树、沙棘、枸杞、柽柳、杞柳、柠条、黄刺玫、银露梅、丁香、紫穗槐、梨、合欢	长芒草、冰草、黄花苜蓿、红豆草、紫花苜蓿、小冠花、披碱草、沙打旺、黑麦草、无芒雀麦、碱茅、野豌豆、黄花菜	中国地锦、山葡萄、铁线莲、野葛、金银花、杠柳、鹅绒藤、山莽麦
宁夏南部半干旱半湿润黄土丘陵生态区				

参 考 文 献

- [1] DA/T 28—2018 建设项目档案管理规范
 - [2] TD/T 1031—2011 土地复垦方案编制规程
-