

广西废弃石灰岩露天矿山 生态修复指南（试行）

桂林市自然资源局

二〇二三年十一月

目 次

前 言	i
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 总则	3
4.1 基本原则	3
4.2 总体要求	3
4.3 工作流程与内容	4
5 生态问题调查、识别与诊断	6
5.1 一般规定	6
5.2 生态问题调查	6
5.3 专项调查	7
5.4 问题识别与诊断	7
6 生态修复适宜性评价	8
6.1 一般规定	8
6.2 生态修复方向评价	9
6.3 生态修复类型评价	10
6.4 生态修复技术	11
6.5 高陡边坡生态修复	13
7 生态修复方案与实施	14
7.1 生态修复目标	14
7.2 生态修复时序	14
7.3 生态修复方案编制	14
7.4 生态修复实施一般要求	15
7.5 生态修复工程施工	15
7.6 生态修复施工安全	15
7.7 生态修复工程监测	16
7.8 生态修复工程监理	16
7.9 生态修复工程验收	16
8 移交与管护	17

8.1 资料归档	17
8.2 工程移交	17
8.3 工程管护	17
8.4 监测管理	18
9 修复成效评估	19
9.1 评估时间	19
9.2 评估内容	19
附 录	20
附录 A 矿山生态修复工程重要程度与生态影响危害程度分级	20
附录 B 废弃石灰岩露天矿山生态修复主要优选植物物种	23
附录 C 边坡危岩调查与稳定性评估	29
附录 D 废弃石灰岩露天矿山高陡边坡地质环境问题消除技术	37
附录 E 广西废弃矿山生态修复工程实施方案编制大纲（试行）	45
附录 F 广西废弃矿山生态修复工程设计编制大纲（试行）	57
附录 G 废弃石灰岩露天矿山生态修复验收细则	70
附录 H 废弃石灰岩露天矿山生态修复工程验收申请书和验收书格式	78

前 言

本指南按照 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。

本指南由广西壮族自治区自然资源厅提出并归口管理，桂林市自然资源局组织制定。

本指南起草单位：中国地质科学院岩溶地质研究所、广西壮族自治区自然资源生态修复中心、桂林理工大学、南方石山地区矿山地质环境修复工程技术创新中心。

本指南主要起草人：

广西废弃石灰岩露天矿山生态修复指南（试行）

1 范围

本指南适用于广西壮族自治区行政区域内废弃石灰岩露天矿山的生态问题调查，生态修复方案编制，生态修复工程实施、监理、验收、移交管护和成效评估等。广西壮族自治区行政区域内白云岩、大理岩、砂石、方解石、花岗岩等露天开采形成的废弃矿山，在开展生态修复过程中也可参照执行。

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指南必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本指南。不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

GB 614	豆科草种子质量分级
GB/T 15776	造林技术规程
GB/T 16453.2-2008	水土保持综合治理技术规范 荒地治理技术
GB/T 21010-2017	土地利用现状分类
GB/T 22490-2008	开发建设项目水土保持设施验收技术规程
GB/T 38360-2019	裸露坡面植被恢复技术规范
GB/T 38509-2020	滑坡防治设计规范
GB 50021	岩土工程勘察规范
GB/T 50085-2007	喷灌工程技术规范
GB 50086-2015	岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范
GB 50203-2011	砌体结构工程施工质量验收规范
GB 50288-2018	灌溉与排水工程设计规范
GB 50319-2013	建设工程监理规范
GB 50330-2013	建筑边坡工程技术规范
GB 50433-2018	生产建设项目水土保持技术标准
GB/T 50485	微灌工程技术规范
GB/T 51178-2016	建材矿山工程测量技术规范
CJJ/T 287-2018	园林绿化养护标准
DZ/T 0190-2015	区域环境地质勘查遥感技术规定（1:50000）
DZ/T 0219-2006	滑坡防治工程设计与施工技术规范
DZ/T 0221-2006	崩塌、滑坡、泥石流监测规范
DZ/T 0222-2006	地质灾害防治工程监理规范
DZ/T 0223-2011	矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范
DZ/T 0227-2004	滑坡、崩塌监测测量规范
DZ 0238-2004	地质灾害分类分级（试行）
DZ/T 0282-2015	水文地质调查规范（1:50000）
DZ/T 0284-2015	地质灾害排查规范

DZ/T 0286-2015	地质灾害危险性评估规范
DZ/T 0287-2015	矿山地质环境监测技术规程
JT/T 1328-2020	边坡柔性防护网系统
LY/T 1607-2003	造林作业设计规程
LY/T 2356-2014	矿山废弃地植被恢复技术规程
NY/T 1342-2007	人工草地建设技术规程
SL 461-2009	岩溶地区水土流失综合治理技术标准
SL 703-2015	灌溉与排水工程施工质量评定规程
TD/T 1012-2016	土地整治项目规划设计规范
TD/T 1031-2011	土地复垦方案编制规程
TD/T 1036-2013	土地复垦质量控制标准
TD/T 1041-2013	土地整治工程质量检验与评定规程
TD/T 1049-2016	矿山土地复垦基础信息调查规程
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
DBJ/T 45 066-2018	广西壮族自治区岩土工程勘察规范
DB45/T 701-2010	矿山地质环境治理恢复要求与验收规范
DB 45/T 892-2012	土地复垦技术要求与验收规范
DB 45/T 1625-2017	地质灾害危险性评估规程
DB 45/T 1696-2018	危岩防治工程技术规范
CECS 22:2005	岩土锚杆（索）技术规程
CECS 238: 2008	工程地质测绘标准

3 术语和定义

3.1 石灰岩露天矿山 **limestone mine**

指以露天方式进行开采的建筑石料用灰岩、饰面用石灰岩、水泥用灰岩、制灰用灰岩、熔剂用灰岩、玻璃用灰岩、电石用灰岩、化肥用灰岩、制碱用灰岩等各类石灰岩矿山。

3.2 历史遗留废弃矿山 **abandoned mines left over from history**

因采矿权灭失或政策性关闭等原因，现状废弃且已停止或未实施开采活动，无法确定修复责任人或责任人灭失，由政府承担治理恢复责任，并纳入自然资源部历史遗留矿山核查成果库中的废弃矿山（图斑）。

3.3 高陡边坡 **high steep slopes**

石灰岩露天矿山开采过程中形成的高陡倾斜面与基准面呈一定坡度的岩体或岩土混合物，其垂直高度一般大于 30 m，坡面角一般大于 60°。

3.4 矿山生态问题 **mine ecological problems**

因矿山开发利用活动，破坏矿区及周边原有地形地貌及生态环境，引发的地质安全隐患、土地损毁、植被破坏、水源涵养功能减弱、水土流失、生物多样性

退化等生态问题。

3.5 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）；或生态恢复后，重新构建的稳定生态系统。

3.6 生态系统功能 ecological system function

指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，且这种作用随着能量、物质等的不断交流，生态系统亦产生不断变化和动态调整。

3.7 矿山生态修复 mine ecological restoration

指依靠自然力量或通过人工措施干预，对因矿产资源开采活动造成的地质安全隐患、土地损毁和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。

3.8 废弃矿山生态修复适宜性评价 evaluation on suitability of abandoned mine ecological restoration

根据废弃矿山所在区域的生态特征及功能，综合考虑地质环境条件、技术经济可行性和矿山生态问题及其危害等，采用类比法、因子分析法等进行定性或半定量评估矿山生态修复的适宜性，按照因地制宜、分类施策等原则，合理确定矿山生态修复类型、方法的过程。

4 总则

4.1 基本原则

4.1.1 尊重自然，顺应自然，保护自然。尊重生态系统演替规律，结合广西自然地理条件，坚持自然恢复为主，人工修复为辅，最大限度发挥自然恢复能力，避免过度工程治理。

4.1.2 因地制宜，分区治理，分类施策。统筹考虑历史遗留废弃矿山地形地貌破坏、土地损毁以及所处区域生态功能定位，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，按照“宜林则林、宜耕则耕、宜水则水、宜草则草、宜留则留”的原则，因地制宜，因矿施策，统筹应用各种修复措施进行综合修复。

4.1.3 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，科学评估废弃矿山生态修复适宜性，合理确定生态修复方向和措施，提高投入产出效率，避免过度修复，最大限度发挥废弃矿山生态修复后的长期效益。

4.2 总体要求

4.2.1 废弃石灰岩露天矿山生态修复应符合 TD/T 1070.1-2022 中 4.2 的要求外，还应符合本文件 4.2.2 至 4.2.3 要求。

4.2.2 以高陡边坡、危岩、采场底部、工业场地、矿山道路、弃渣场等场地为重

点，合理选择修复类型，优化修复措施，植被复绿应选择乡土树种、草种，采取乔、灌、草、藤、蔓立体种植，林、草种植成活率和覆盖度符合 DB 45/T 892-2012 相关规定。

4.2.3 废弃石灰岩露天矿山生态修复应以周边参照生态系统为依据，消除地质安全隐患，提高水土保持能力，生态系统功能得到恢复或改善，与周边环境相协调，损毁土地得到利用。

4.3 工作流程与内容

4.3.1 工作流程

生态修复工作应遵循以下流程：前期准备→问题调查、识别与诊断→修复方案→工程设计→工程实施→工程验收→移交与管护→成效评估。按规程设计，按设计施工，按项目组织管理，按技术标准进行检查验收，竣工验收后及时移交工程和落实管护措施，并在管护期结束后开展成效评估。工作流程详见图 1。

4.3.2 工作内容

- 1) 前期准备。收集并处理废弃石灰岩露天矿山相关基本信息，包括废弃矿山所处区域的自然地理和地质环境背景、土地利用状况、相关自然资源权益信息，所处区域的国土空间规划、生态保护修复规划等信息。
- 2) 问题识别与诊断。开展废弃石灰岩露天矿山生态及地质环境问题调查，识别、诊断和评估废弃矿山存在的生态及地质环境问题的类型及程度。
- 3) 矿山生态修复适应性评价。确定修复方向、修复类型，明确修复目标，制定修复方案。
- 4) 工程勘查和设计。在废弃石灰岩露天矿山生态问题及地质环境调查、识别、诊断及评估基础上，进行工程勘查，明确修复范围和治理分区，确定生态修复方向和技术措施，开展工程设计，并根据设计审查意见修改、补充、完善，提交工程设计成果等。
- 5) 工程实施。包括施工准备，工程施工质量、安全，环境与自然资源保护，工程维护与养护，工程监测等。
- 6) 工程监理。包括工程施工、管护的全过程监管。
- 7) 工程验收。包括初步验收、竣工验收。
- 8) 移交与管护。包括工程资料整理、归档，工程移交管护和监测管理等。
- 9) 成效评估。包括绩效评估的内容和完成时间。

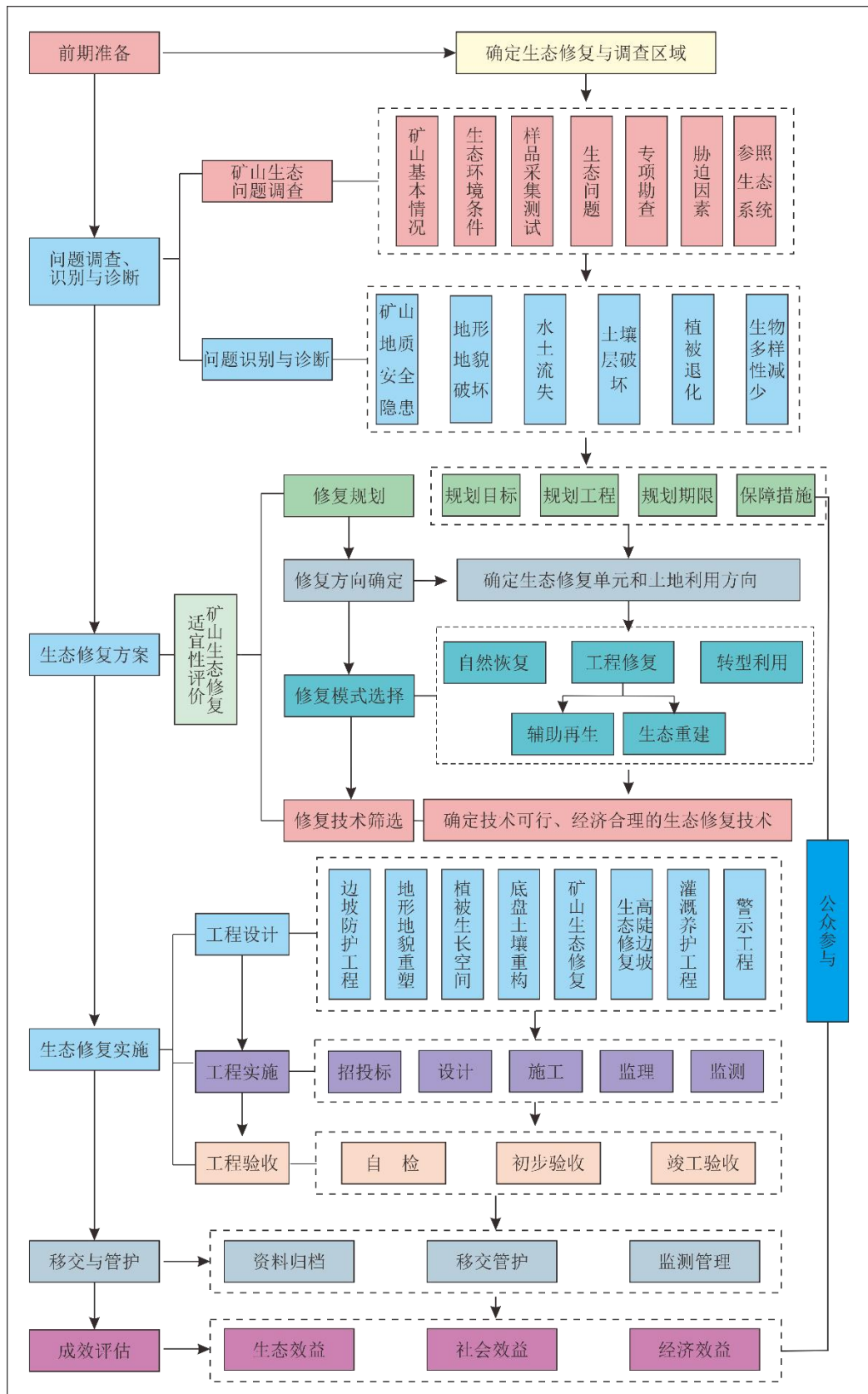


图 1 废弃石灰岩露天矿山生态修复工程工作流程

5 生态问题调查、识别与诊断

5.1 一般规定

5.1.1 生态问题调查应识别采用内外业相结合的方式，包括资料收集、实地调查等。

5.1.2 应明确识别范围和识别对象，在分区域、分尺度调查的基础上，识别每座废弃石灰岩露天矿山主要生态问题及其危害性，诊断生态系统受损类型、受损程度、生态修复难易等。

5.1.3 根据初步识别废弃石灰岩露天矿山主要生态问题，分阶段实施废弃矿山生态环境调查、勘查，合理确定生态修复方向。

5.2 生态问题调查

5.2.1 调查范围

以区内露天开采形成的历史遗留废弃矿山核查成果数据库图斑范围为主。

5.2.2 调查内容

5.2.2.1 废弃石灰岩露天矿山基本情况调查

资料收集与废弃石灰岩露天矿山基本情况调查主要包括：

- 1) 自然状态调查，符合 TD/T 1070.1-2022 中 5.1.2.1 的要求。
- 2) 废弃石灰岩露天矿山基本信息，包括废弃矿山名称、采区范围、地理位置、矿区面积、建矿时间、闭坑或废弃时间、开采矿种、开采深度、层位、方式、规模、土地利用现状、土地权属人、废弃矿山周边已实施修复工程等情况。
- 3) 废弃石灰岩露天矿山所处区域的自然地理条件、社会经济、地质环境、土地利用现状、自然资源权益情况及国土调查中地类变化情况、生物环境特征等。
- 4) 相关政策文件和规划。
- 5) 废弃石灰岩露天矿山周边人类工程活动、已实施的生态修复治理工程情况等。

5.2.2.2 废弃石灰岩露天矿山生态问题调查

- 1) 地质安全隐患：危岩体、不稳定边坡、崩塌、滑坡等地质安全隐患类型的位置、规模、影响范围、成因、威胁对象、处置情况等。
- 2) 土地损毁：矿区及矿区外土地挖损、压占、损毁的土地地类、面积、分布、损毁程度。
- 3) 地形地貌破坏包括采场、工业场地、办公生活区、废渣场、排土场、矿山道路等影响破坏的空间分布、面积、方式、程度等。
- 4) 固体废弃物调查：重点调查采场边坡位置、长度、高度、坡度、坡面台阶、危岩体、采场底部积水。调查采场活动排放的废石、废渣、废土堆放的位置、规模、占地面积、危害对象、影响范围、可利用潜力等。

- 5) 水资源破坏：采矿破坏地表水、地下水的空间分布、水质水量变化等。
- 6) 植被破坏：采矿活动导致植被损毁的类型、面积和分布。
- 7) 土地权属人意愿调查：调查项目区的土地权属情况及权属人意见，并形成书面支撑材料作为附件，包括废弃矿山范围、地理位置、土地权属性质、权属人名称、权属人意见等内容。
- 8) 生态修复所需水源、土源调查：开展生态修复的水源、土壤供需平衡调查。

5.2.3 调查方法：采用路线穿越与追索相结合的方法开展废弃石灰岩露天矿山生态问题补充调查和核查，必要时可实施专项调查。

5.2.4 调查成果

废弃石灰岩露天矿山生态环境调查主要成果包括调查文字资料、相关的调查数据表、测试分析数据、调查照片、音频视频、实际材料图、生态问题图等。

5.3 专项调查

对于地质环境复杂、地质安全隐患多、生态环境问题突出的废弃石灰岩露天矿山，可进行专项调查；对于可能存在水土污染的废弃石灰岩露天矿山，应先按相关规范完成水土污染调查。

5.3.1 遥感专项调查

5.3.1.1 在一般调查基础上，可开展高精度遥感专项调查，采用空间分辨率优于2m的多光谱卫星遥感影像数据或航片，成果精度不低于1:1000。

5.3.1.2 通过遥感影像初步解译废弃石灰岩露天矿山生态状况和生态问题，具体遥感调查流程、方法、精度要求参照DZ/T 0190规范。

5.3.1.3 废弃石灰岩露天矿山高陡边坡宜采用无人机航拍调查，航拍成果精度需达到1:500以上，精度不满足条件或问题较特殊的应辅以人工精细验证调查。

5.3.2 工程测量

根据废弃石灰岩露天矿山的规模大小、地质条件复杂程度及工程需要，选用适合的测绘比例尺。

5.3.3 地面调查

野外调查工作手图应采用不小于1:1000的地形图；根据实际工作需要可采用已配准的大比例尺遥感解译影像图作为野外工作辅助图件。调查范围为废弃矿山生态问题分布区域，且应大于生态修复工程范围。

5.4 问题识别与诊断

5.4.1 建立矿山生态修复参照生态系统

采用历史调查数据分析、历史遥感影像对比及对照周边相似且未受到干扰系统对比等方法，以废弃石灰岩露天矿山所在区域未受干扰的或自然状况相似的本

地原生生态系统或类似生态系统建立矿山生态修复参照生态系统。

5.4.2 主要生态问题识别与诊断

5.4.2.1 地质安全隐患

重点识别废弃石灰岩露天矿山危岩、崩塌、岩体滑坡等地质安全隐患类型、位置、规模、影响范围、威胁对象、处置情况等。

5.4.2.2 土地损毁

识别采矿活动造成挖损、压占损毁土地资源类型、位置、范围、面积、损毁程度等。

5.4.2.3 地形地貌破坏

重点对自治区级以上自然保护区，自治区级以上风景名胜区，县级以上城市规划区等重要居民集中区周边，高速铁路、高速公路、国道、省道等重要交通沿线，以及河流湖泊直观可视范围内的废弃矿山开采破坏地形地貌类型及特征，特别是桂北岩溶旅游风景区范围、漓江流域漓江两岸岸线内的废弃矿山地形地貌破坏情况进行识别。

5.4.2.4 植被损坏

识别遭受破坏的地表植被种类、空间分布、面积、程度，以及生态系统功能受损情况等。

5.4.2.5 生态敏感区生物多样性

在自然保护区、生物多样性保护区等特殊敏感区应重点识别矿山开发利用活动对珍稀保护动植物、生态多样性的破坏，诊断评估其生态环境影响。

5.4.3 矿山生态修复工程重要程度与生态影响危害程度分级

5.4.3.1 参照自治区、市（县）国土空间规划结果确定拟修复废弃矿山的定位，划分城镇空间、农业空间、生态空间。

5.4.3.2 根据集中居民地、重要工程设施分布情况及生态保护红线来确定矿山生态修复工程重要程度分级，参考附录 A。

5.4.3.3 根据废弃矿山地质环境破坏、地形地貌破坏和土地损毁情况，评价矿山生态影响危害程度和生态修复的紧迫性，并划分为 I 级、II 级、III 级 3 个级别，参考附录 A。

5.4.3.4 根据附录 A 确定的矿山生态修复工程重要程度分级和影响危害程度分级，结合国土空间规划，综合评价确定生态修复的紧迫性和必要性。

6 生态修复适宜性评价

6.1 一般规定

6.1.1 评价目的：矿山生态修复适宜性评价是为确定废弃矿山生态修复方向、修复类型、修复技术提供依据。

6.1.2 评价原则

- 1) 坚持“节约优先、保护优先、自然恢复为主”的方针。
- 2) 政策允许、经济合理、技术可行。
- 3) 符合国土空间总体规划、国土空间生态修复规划，并与其他规划相协调。
- 4) 符合节约集约利用资源、可持续发展要求。

6.1.3 评价依据

6.1.3.1 国家、地方与行业发布的相关矿山生态修复、矿山地质环境保护、土地复垦的法律法规、政策性文件、规范标准。

6.1.3.2 自治区、设区市、县（市）编制的相关规划、专项规划。

6.1.4 评价内容与范围

6.1.4.1 矿山生态修复方向、修复类型和技术措施适宜性评价，依据 5.4.3 中矿山生态修复的必要性、紧迫性评价，分析生态修复生态效益、社会效益的可持续性，经济合理性，技术可行性。

6.1.4.2 遵循最小评价单元原则，评价范围为采矿活动所影响的范围，并根据废弃矿山地形地貌破坏、地质环境问题和土地损毁现状及初步拟定的生态修复方向，分区域进行评价。

6.1.5 评价方法：采用类比法、因子分析法、极限条件法等方法进行定性或半定量评价。

6.2 生态修复方向评价

6.2.1 矿山生态修复方向优先考虑自然恢复。生态修复应综合考虑各类场地生态修复的地质安全性、技术经济可行性、生态环境协调性，依据矿山在国土空间总体规划中所处空间类型，合理确定生态修复方向，避免大投入、低产出，防止后期管护成本过高，修复效果缺乏持续性。

6.2.2 空间区域生态修复方向

- 1) 农业空间：废弃石灰岩露天矿山位于国土空间规划的农业空间区域，消除安全隐患后，生态修复方向应优先考虑恢复农业生产功能，宜耕则耕、宜草则草、宜园则园、宜林则林、宜水则水；无法恢复农业生产功能的应恢复生态系统功能。
- 2) 城镇空间：废弃石灰岩露天矿山位于国土空间规划的城镇空间区域，生态修复方向应优先考虑恢复城镇开发利用条件，转型利用为工矿用地、建设用地，盘活工矿废弃地、存量采矿用地；废弃矿山及周边自然环境良好或拥有悠久矿业开发历史、珍贵矿业遗迹，可考虑创建矿山遗迹主题公园，提升城市生态品质；无法恢复城镇开发利用条件的，可恢复生态系统功能，提升生态质量。

- 3) 生态空间：废弃石灰岩露天矿山位于国土空间规划的生态空间区域，生态修复方向应优先考虑恢复生态系统功能。生态保护红线内，应恢复生态系统功能，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，可考虑在符合生态保护红线管控规则的前提下适度利用，但严格限制建设占用等不可逆变化。
- 4) 位于农业空间、城镇空间的废弃石灰岩露天矿山，生态修复后可引入农业、农旅结合等产业，提升生态修复综合效益。

6.3 生态修复类型评价

6.3.1 根据废弃石灰岩露天矿山所处的地理位置、气象水文条件、地形地貌特征、土地利用现状等情况，其生态修复类型可选择为自然恢复、工程修复和转型利用，其中工程修复又可分为辅助再生、生态重建。

6.3.2 针对废弃石灰岩露天矿山所处区域的国土空间规划、矿山地质环境条件复杂程度、矿山生态影响危害程度综合评价确定生态修复方向、修复类型和修复技术措施，除废弃矿山高陡边坡外，不同矿山生态修复类型的适用条件见表 1，修复类型推荐按表 2 确定。

表 1 矿山生态修复类型适用条件

修复类型	适用条件
自然恢复	<p>自然恢复模式适用于依靠生态系统自我调节能力能够逐步得到恢复的，主要采取物理阻隔与封育技术等，加强保护措施，促进生态系统自然恢复。采用自然恢复原则上须同时满足以下条件：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 现状无地质安全隐患或局部存在地质安全隐患但无直接威胁对象；地貌形态比较完整；无含水层破坏与水土污染； 2) 修复场地内的生产设施已完成拆除清理，或者不需再拆除清理； 3) 位置较偏远，人为扰动较少区域的矿山； 4) 具备自然恢复的气候，岩石裂隙较发育，周边植被生长较好，预期高陡边坡和裸露岩体经长时间淋滤作用后，未来可与周边环境相协调。
工程修复	<p>对于中度受损的生态系统，损毁土地表土不适合植被生长，需要进行土地平整、表土覆盖和培肥才能使受损生态修复逐步恢复的，在消除地质环境破坏的基础上，采取改善物理环境，参照本地生态系统引入适宜物种，移除导致生态系统退化的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。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 现状无地质环境破坏或局部存在地质环境破坏； 2) 废弃矿山采场底盘裸露的地区废石堆积，土层较薄或基本无土层，表土环境不适合植被生长； 3) 气候条件适合植被生长。
	<p>对于严重受损的生态系统，采取工程措施消除地质环境隐患，围绕地貌重塑、土壤重构、植被重建、生物多样性重组等方面开展生态重建。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 采矿损毁土地存在地质环境破坏，并且具有威胁对象； 2) 地形地貌严重破坏，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，应由专业部门治理污染后进行生态修复；

	3) 裸露地区无地表土或土壤不适合植物生长; 4) 难以依靠自然恢复改善废弃矿山生态, 必须采取人类工程措施才能达到生态修复目的。
转型利用	对于位于农业空间、城镇空间, 综合利用价值大的废弃矿山, 优先采用转型利用进行生态修复。 1) 废弃矿山区位条件、历史人文、地质风貌条件较好; 2) 修复后的土地符合市场需求; 3) 转型利用能带来较大的生态效益或经济效益; 4) 废弃矿山采场底盘的低洼地段, 可选择修复为水塘(湖)。

表 2 废弃石灰岩矿山生态修复类型

国土空间规划	修复区重要程度	生态影响及危害程度		
		I级	II级	III级
生态空间	重要区	生态重建	生态重建	辅助再生
	较重要区	辅助再生	辅助再生	自然恢复
	一般区	以自然恢复、辅助再生为主	以自然恢复、辅助再生为主	自然恢复
农业空间	重要区	生态重建	生态重建	辅助再生
	较重要区	辅助再生	辅助再生	自然恢复
	一般区	以自然恢复、辅助再生为主	以自然恢复、辅助再生为主	自然恢复
城镇空间	重要区	消除地质安全隐患后, 以生态重建为主	消除地质环境问题后, 以生态重建为主	消除地质环境问题后, 以辅助再生为主
	较重要区			消除地质环境问题后, 以自然恢复为主
	一般区	消除地质安全隐患后, 以自然恢复、辅助再生为主	消除地质环境问题后, 以自然恢复、辅助再生为主	

6.3.3 位于农业空间、生态空间的废弃石灰岩露天矿山高陡边坡, 在消除地质安全隐患后, 如果生态影响危害程度较弱, 同时受现阶段经济条件、技术水平所限, 生态修复难度大、效益不显著, 所采取的工程措施后期管护成本高, 宜实行自然恢复。

6.4 生态修复技术

6.4.1 废弃石灰岩露天矿山采场高陡边坡可分为采场坡面和采场底盘两部分进行生态修复。主要修复技术表 3 所示, 主要生态修复措施如表 4 所示。

表 3 生态修复类型主要修复技术选择

生态修复类型	物理阻隔与封育	地形地貌重塑	土壤重构	植被重建	生物多样性恢复与保护
自然恢复	★				★

工程 修复	辅助 再生	★		★	★	★
	生态 重建		★	★	★	★
转型利用			★	★	★	★

注：★表示可选的生态修复技术。

表 4 废弃石灰岩矿山生态修复主要修复措施

生态修复技术	主要修复措施
物理阻隔与封育	修建绿化隔离带、围挡等，可根据实际情况在隔离区域内撒播草籽或种植树木
地形地貌重塑	边坡修整、坡面整形、岩壁地貌建造、场地平整、地表水域构建等
土壤重构	覆土再造、土壤改良等
植被重建	底盘树木种植，撒播草籽；低矮边坡采用植生袋、喷播，高陡边坡采用边坡修整、挂网等
生物多样性恢复与保护	关键物种、优势物种、乡土物种选择及植物群落构建

6.4.2 物理阻隔与封育

采用修建绿化隔离带、围挡等形式，避免人群进入危岩、崩塌、滑坡等地质灾害安全隐患威胁区域。可根据实际情况在隔离区域内撒播草籽或种植树木。

6.4.3 地形地貌重塑

6.4.3.1 边坡修整与坡面整形

边坡条件允许时可采用修坡等方式对开采坡面进行修整，为后续植被重建创造条件。边坡修整应统筹边坡台阶再造、边坡护坡等工程。

6.4.3.2 台阶再造

边坡修坡按一定宽度、高度沿坡面等高线再造若干级台阶平台，形成植被重建条件。

6.4.3.3 植被生长空间

- 1) 植被生长空间应充分利用废弃矿山原有的构造节理裂隙、溶蚀裂隙，采用点播法或穴槽法定植。
- 2) 植被生长空间应做好覆土防冲刷和生态保水措施。

6.4.4 土壤重构

- 1) 尽可能利用矿山开采过程中收集的废弃土和表土。当原有剥离的土壤不能满足植被种植需求时，应就近选择客土补充，避免使用强酸性土壤和还原性有害物质的土壤。严禁使用含有毒有害成分的土壤。
- 2) 采场底盘覆土的土壤质量、厚度及管护要求参照 DB 45/T 892-2012 执行。

6.4.5 植被重建

高陡边坡生态修复，应根据边坡立地条件、坡向（向阳、背阴）、坡度、岩性及风化程度、植物习性等，采取适宜的植被重建方法及养护措施。生态修复植被群落应遵循植物群落的自然演替规律，以培育乔、灌、藤、草型群落为目标，目标植物群落应符合下列要求：

- 1) 植物生理学、生态学特性适应于高陡边坡所在地的自然环境。
- 2) 植物群落所具有的功能与自然融合度高。
- 3) 景观与自然生态协调。
- 4) 适合当地的乡土物种，可参照附录 B。

6.5 高陡边坡生态修复

6.5.1 边坡防护

6.5.1.1 高陡边坡植被恢复工程施工图设计阶段，应按 GB 50021、GB 50330、GB/T 38509 和附录 C 进行边坡稳定性评价，并应符合下列要求：

- 1) 未达到稳定状态的边坡应先进行治理。
- 2) 边坡治理工程应为植被重建设计、施工及植物生长创造有利条件。

6.5.1.2 边坡防护工程应根据边坡生态条件、岩体物理力学性质、坡体结构特征及结构面发育情况、边坡高度、边坡坡度、岩层产状等因素选择边坡防护类型，确定边坡防护工程等级。

6.5.1.3 高陡边坡地质安全隐患消除参考附录 D 执行。

6.5.2 高陡边坡生态修复技术措施

1) 开采面中上部为 70° 以上的裸露陡崖区域，施工难度大，在确保无地质安全隐患或地质安全隐患无威胁对象的情况下实施自然恢复，经自然风化作用等形成生物结皮或星点植被，尽可能达到与周边山体环境相协调的效果，避免不计成本的过度人工景观化。

2) 开采面 35° ~70° 坡度区，可根据需求采用喷播法、台阶法、穴槽法等必要的工程修复技术，改良植物立地环境，留出植被根系发育的空间，采用常规植树种草等技术，达到恢复和改善自然地貌的目的。

3) 开采坡面 35° 以下区域不属高陡边坡，宜根据国土空间规划要求采取转型利用等生态修复措施。

6.5.3 坡脚生态修复技术措施

1) 在开采面的坡脚平台、废石堆放场中水土积聚条件较好的区域，进行土地平整、土壤重构后，选择适合本地的乔、灌、草物种，实施一定程度国土绿化，也可采用经济林种植等植被营建技术。

2) 采场凹坑在辅以必要的修复措施后，如长期积水，可留作水塘，作为矿

山生态管护的灌溉水源，条件允许的，可引入渔业养殖。

6.5.4 高陡边坡植被重建方法

- 1) 高陡边坡修复：地形地貌较好的地段宜作为矿山遗迹保留原貌，可通过人工措施引种苔藓类藤蔓类植被，实现复绿后与周边山体近似效果。
- 2) 溶沟、溶槽法修复：就地利用岩溶区碳酸盐岩构造节理裂隙、溶沟、溶槽和内部溶腔种植植被。
- 3) 微地形修复：直接在坡面微凹处用水泥砂浆砌石建造种植槽穴，覆土后进行植被重建。
- 4) 光滑石壁修复：在平整光滑石壁上，打入锚杆，用水泥砂浆或混凝土浇筑种植槽穴，覆土后进行植被重建。
- 5) 藤本植物攀附法：利用吸附类及攀缘类藤本植物，通过其自身植物组织具有的吸盘或气根攀附坡面生长，或是沿坡面设置牵引设施牵引藤蔓生长，恢复坡面植被。

7 生态修复方案与实施

7.1 生态修复目标

遵循自然恢复为主，工程恢复为辅原则，可采取有效的物理阻隔与封育、工程措施、植物措施和监测管护等措施，通过地貌重塑、土壤重构、损毁土地复垦、植被重建及生物多样性恢复等方法，达到生态修复效果。

7.2 生态修复时序

7.2.1 根据区域矿山生态修复总体规划，统筹考虑各废弃矿山现状生态问题的严重程度和紧迫性，按照轻、重、缓、急次序进行生态修复规划和安排年度修复计划。位于自治区级以上自然保护区，自治区级以上风景名胜区，县级以上城市规划区等重要居民集中区周边，高速铁路、高速公路沿线，以及河流湖泊直观可视范围内的废弃矿山应优先纳入生态修复计划。

7.2.2 石灰岩露天矿山优先修复矿山底盘和较缓边坡。高陡边坡优先采用自然恢复，确需工程修复的，须编制专项修复方案并经专家论证通过后实施。

7.3 生态修复方案编制

7.3.1 在完成废弃石灰岩露天矿山生态问题调查、识别与诊断及生态修复适宜性分析后，采用工程修复的应编制生态修复方案，采用自然恢复的可不编制专项方案。

7.3.2 生态修复方案报告包括文本、相关图表、必要的影像资料及废弃矿山图斑等，编制内容、格式与成果要求可参照广西废弃矿山生态修复工程实施方案编制大纲（试行）（附录 E）、广西废弃矿山生态修复工程设计编制大纲（试行）（附录 F）执行。

7.3.3 生态修复方案中的工程设计应结合生态修复区生态环境条件及自然资源保护要求，做到技术先进、安全稳定、经济合理、资源节约、生态环保、管护便捷。生态修复方案应与当地国土空间、经济发展、生态修复、生态环境保护、地质灾害防治、水土保持等相关规划衔接。

7.3.4 生态修复方案可根据实际情况的变化进行变更，实施动态跟踪。

7.4 生态修复实施一般要求

7.4.1 生态修复宜以项目形式组织实施，按资金渠道可分为财政出资和非财政出资项目。

7.4.2 财政出资项目应由指定机构或部门组织实施，非财政出资项目（市场化项目）可采取招投标或协议等方式确定项目实施主体。

7.4.3 项目实施主体对项目实施、工程进度、工程质量、资金使用及项目实施效果等负责。

7.4.4 项目监管责任主体应按照“双随机、一公开”方式对项目实施过程、效果进行监督检查，必要时，可委托第三方机构开展实施效果评估。

7.5 生态修复工程施工

7.5.1 工程施工应做到技术可行、因地制宜、安全可靠、经济合理。

7.5.2 应依据现场调查与勘查及工程设计文件，编制施工组织设计。危险性较大的分部分项工程及爆破工程应编制专项施工方案，并组织专家审查论证。

7.5.3 应严格按照设计及相关规范要求加强各分部分项工程质量控制，确保工程质量合格。

7.5.4 施工过程中应做好噪声污染、振动污染、水污染、大气污染等环境污染防护工作。

7.5.5 施工过程中植被养护应依据修复区植被种植规模、种植品种规格、地形特点、水源、植被养护目标等设置养护浇灌系统。养护工程应根据绿化养护需要、地形条件和水源条件选择采用蓄水池、自来水、机井工程，确定工程设计参数和技术要求。工程设置应充分利用自然气象水文条件，避免出现只追求短期效果而不可持续的情况。

7.5.6 施工过程中、施工完成后，宜在边坡、废石堆放场，以及蓄水池、坑塘等场地的显著位置，设置安全警示标志（牌、碑）。警示标志的设置符合 GB 2894 的要求。警示牌的规格、形状、颜色符合 GB/T 13306 的要求。

7.6 生态修复施工安全

7.6.1 工程施工应遵守国家安全生产有关法律法规，符合安全生产条件，建立安全生产责任制，健全安全生产管理制度，设立安全生产管理机构，足额配备具备相应资格的安全生产管理机构和合格的安全防护用品。

7.6.2 应对从业人员进行安全生产教育培训，未经培训不得上岗。特殊作业人员应按相关规定经过专门培训，取得相应资格证书，持证上岗。施工前应逐级进行安全技术交底，包括安全技术要求、风险状况、应急处置措施等。

7.6.3 施工前应全面检查施工现场、机具设备及安全防护设施等，施工条件应符合安全生产要求。施工前应进行现场调查和危岩崩塌识别，对于在危岩治理过程中脚手架超过 40m 高度的，应编制专项施工方案，并组织专家审查论证。

7.6.4 施工过程中应设置警示标识，施工人员应配备劳动保护用品。

7.7 生态修复工程监测

7.7.1 生态修复工程施工中及竣工验收后，应对生态环境及修复工程实施效果进行监测，为生态修复工程施工、竣工验收和工程交付提供依据。

7.7.2 工程监测对象包括废弃矿山生态环境及修复工程。监测内容包括矿山生态环境状况及其变化趋势和修复工程稳定性及修复效果。

7.7.3 工程监测前应编制工程监测方案，提出监测工作方法与技术要求，说明监测对象、监测要素、监测级别、监测点密度、监测频率、监测方法、监测仪器型号及精度，说明监测标识埋设和监测设施施工要求及注意事项。

7.8 生态修复工程监理

7.8.1 监理单位应依据生态修复方案和有关法律、法规、规章和技术标准要求，加强对生态修复工程施工监理活动的管理，规范监理工作，提高监理服务水平。

7.8.2 在工程监理工作范围内，建设单位与施工单位之间涉及施工合同的联系活动，应通过监理单位或监理项目部进行。

7.8.3 监理单位应采用先进、成熟的技术和手段开展监理工作。实施标准化、信息化管理，建立信息管理平台，促进工程参与各方基于信息平台协同工作。

7.8.4 监理内容、程序和成果资料参照工程监理相关规范执行。

7.9 生态修复工程验收

7.9.1 验收依据

- 1) 国家、相关行业、广西壮族自治区现行的规范、标准和规定。
- 2) 设区市或县（市）自然资源主管部门批准的生态修复方案。
- 3) 设区市或县（市）自然资源主管部门批准的设计文件、施工图纸、设计变更等文件。
- 4) 工程承发包合同中采用的技术标准。
- 5) 工程施工过程中的试验和监测成果。
- 6) 工程施工过程中形成各种与质量有关的文件和材料。

7.9.2 验收步骤

- 1) 自检：施工单位在完成生态修复工程后，工程建设单位进行自检。

2) 初步验收：自检合格后施工单位向当地县级自然资源主管部门申请初步验收。

3) 竣工验收：初步验收合格后由设区市或自治区自然资源主管部门会同相关部门组织专家进行竣工验收，并上报上级自然资源主管部门备案，自治区自然资源主管部门对各市验收通过的项目进行抽查。

7.9.3 验收内容

- 1) 立项依据（可行性研究报告、项目批复文件、项目合同等）。
- 2) 勘查文件和总结报告。
- 3) 设计文件和总结报告。
- 4) 施工文件和总结报告。
- 5) 施工监理文件和总结报告。
- 6) 监测文件和总结报告。
- 7) 工程竣工验收申请。
- 8) 工程结算报告、审计报告。

7.9.4 验收结论与成果

7.9.4.1 工程验收后，应出具验收意见，给出通过或不通过的结论。

7.9.4.2 验收意见为不通过的，验收组应在意见中列明需整改的事项及完成时限，整改完成后再开展验收。

7.9.4.3 验收成果主要包括验收意见、验收报告。附件包括资金结算报告和审计报告等。

8 移交与管护

8.1 资料归档

工程项目竣工验收完成后，建设单位应组织项目设计、施工、监理、管护等相关单位在规定时间内按项目档案管理的有关要求做好纸质档案归档工作，财政出资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，汇交至自然资源主管部门。

8.2 工程移交

8.2.1 建立项目移交和后期管护制度。工程竣工验收合格后，由项目所在地县(区)级以上人民政府落实具体维护和管理单位，明确管护责任主体和管护要求。

8.2.2 移交对象包括矿山生态修复范围（耕地、林地、草地、园地、建设用地等）、修复工程、监测工程和管护职责等。

8.3 工程管护

8.3.1 工程管护内容主要包括修复工程维护和植被养护。

8.3.2 工程管护

工程管护内容包括危岩体加固、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修，发现工程设施运行不正常或损毁及时修复或替换。

8.3.3 植被养护

植被养护主要采取定期或不定期喷水、追肥、清除有害植物、防治病虫害、补植、补种等措施，对复绿植被进行养护，使林木成活率及草本覆盖度达标。

8.3.4 管护时间

管护时间根据废弃石灰岩露天矿山所处的自然生态条件和修复成效确定，一般管护时间为3年，生态脆弱区管护时间为3~5年。

8.3.5 鼓励积极探索建立规模化、专业化、社会化管护运营机制，实现废弃石灰岩露天矿山生态修复工程长效、持续、稳定。

8.4 监测管理

8.4.1 依据废弃石灰岩露天矿山生态修复目标和绩效指标，开展生态修复工程全过程动态监测，掌握废弃矿山生态修复实施效果，建立生态监测动态更新数据库，为后期管护和成效评估提供依据。

8.4.2 通过监测评估修复类型和修复措施的效果，并根据实施区域生态系统变化情况，可对所选修复类型和修复措施进行改进。

8.4.3 监测周期

宜在生态修复工作开始时，同步开展监测工作。生态修复工程完成后地质安全监测周期可参照 DZ/T 0287 的规定。地形地貌、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。

8.4.4 监测范围与内容

- 1) 监测范围以废弃石灰岩露天矿山生态修复实施区域为主，适当扩展到矿产资源开采活动影响到的周边区域或地貌单元。
- 2) 监测内容包括景观格局、生态系统质量、植被覆盖度、水源涵养、水土保持、生物多样性、水土环境等。监测指标可参照《自然资源调查监测体系构建总体方案》执行。
- 3) 其他监测内容：
 - a) 地质安全监测：重点监测采场边坡的稳定性。
 - b) 地形地貌监测：重点监测修复实施区域与周边环境的协调性等。
 - c) 土壤监测：主要包括土壤类型、分布、面积、肥力和理化性质等。
 - d) 植被监测：主要包括植被种类、分布、面积、成活率和覆盖度等。

8.4.5 监测方法

主要有以下监测方法：

1) 地质安全监测方法主要有现场调查、工程位移测量等。

2) 地形地貌监测方法主要有现场调查、摄影与摄像、遥感监测法（包括遥感影像、无人机航空摄影）等。

3) 土壤环境监测方法主要有现场测量法、采样送检测试法，土壤肥力监测方法主要有综合判断法。

4) 植被监测方法主要有遥感监测法（包括遥感影像、无人机航空摄影）、现场调查法等。

8.4.6 监测点布设

监测点布设应结合监测目标任务、监测内容科学确定，重点布设在已修复的采场（包括采场边坡、底盘）、废石堆放场、石料加工场地、矿山道路、植被重建等区域。

9 修复成效评估

9.1 评估时间

废弃石灰岩露天矿山生态修复工作完成后，应根据监测结果，对生态修复成效进行评估。评估时间一般在竣工验收且结束养护工作一年后进行。

9.2 评估内容

主要评估产出（数量、质量、时效、成效）、效益（生态、社会、经济）、满意度等指标完成或执行情况。评估废弃矿山地质安全性、生态修复系统性和稳定性。

9.2.1 生态效益评估。主要包括废弃矿山地质安全评估、地形地貌评估、土壤评估、生物多样性评估等内容，评估指标有生态修复面积、灾害隐患清除比率、地形地貌土地复垦率、植被恢复率、森林覆盖率提高、水土流失面积减少等指标。

9.2.2 社会效益评估。主要包括废弃矿山生态修复后生态环境改善、防灾减灾能力提升、群众满意度上升等方面。

9.2.3 经济效益评估。主要包括废弃矿山生态修复工程投入产出比，以及废弃矿山生态修复后带来的其他方面的增益，如土地增值、居民收入增长、旅游收入增长等方面。

附 录

附录 A 矿山生态修复工程重要程度与生态影响危害程度分级

(资料性附录)

A.1 按照废弃石灰岩露天矿山所处功能区内居民集中居住情况、重要工程设施和自然保护区分布情况等确定废弃矿山修复区重要程度，划分为重要区、较重要区和一般区三级，分级标准见附表 A.1。

附表 A.1 废弃石灰岩露天矿山生态修复工程重要程度分级表

分级	重要区	较重要区	一般区
集中居民地分布情况	分布有500人以上的居民集中居住区	分布有100人~500人的居民集中居住区	居民居住分散，居民集中居住区人口在100以下
重要工程设施分布情况	分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施
生态保护红线	废弃矿区位于或紧邻国家级自然保护区(含国家级地质公园、矿山公园、森林公园、风景名胜区等)或重要旅游景区(点)、漓江流域两岸	紧邻自治区级、县级自然保护区或较重要旅游景区(点)	远离各级自然保护区及旅游景区(点)

注：工程重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。

A.2 根据废弃石灰岩露天矿山地质环境破坏、含水层、地形地貌、土地损毁、生物多样性损害情况，分析评估废弃矿山生态影响及危害程度和生态修复的紧迫程度，依次划分为 I 级、II 级、III 级 3 个级别，分级标准见附表 A.2。

I 级：场地存在重大地质环境破坏，地质条件不稳定，或存在严重土地损毁、水资源破坏，地表植被生境受到严重影响，生态退化严重。

II 级：场地存在一定的地质环境破坏，地质条件稳定性较差，存在一定程度土地损毁、水资源破坏，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。

III 级：场地不存在地质环境破坏，地质条件稳定性与水土质量良好，地表仅存在少量土地损毁或水资源破坏，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。

附表 A.2 废弃矿山生态影响及危害程度分级表

影响及危害程度	地质环境破坏	含水层	地形地貌	土地损毁	生物多样性损害情况
I级	<p>1.地质环境破坏规模大,发生地质灾害的可能性大</p> <p>2.影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全</p> <p>3.造成或可能造成直接经济损失大于500 万元</p> <p>4.受威胁人数大于 100 人</p>	<p>1.矿床充水主要含水层结构破坏,产生导水通道</p> <p>2.区域地下水水位下降矿区周围主要含水层(带)水位大幅下降,或呈疏干状态,地表水体漏失严重</p> <p>3.不同含水层(组)串通,水质恶化</p> <p>4.影响集中水源地供水,矿区及周围生产、生活供水困难</p>	<p>1.对原生地形地貌影响和破坏程度大</p> <p>2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌影响严重</p>	<p>1.压占基本农田</p> <p>2.耕地、园地损毁>2 hm²</p> <p>3.破坏林地或草地>4 hm²</p> <p>4.破坏荒地或未开发利用土地>20 hm²</p>	<p>生态系统面积显著减少、质量显著下降或服务功能显著降低;被覆盖度或生物量显著降低;目标物种的种群数量或密度显著降低、种群结构显著改变;物种多样性指数显著降低。</p>
II级	<p>1.地质环境破坏规模中等,发生地质灾害可能性较大</p> <p>2.影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全</p> <p>3.造成或可能造成直接经济损失100~500万元</p> <p>4.受威胁人数10 ~100 人</p>	<p>1.矿区及周围主要含水层(带)水位下降幅度较大,地下水呈半疏干状态</p> <p>2.矿区及周围地表水体漏失较严重</p> <p>3.影响矿区及周围部分生产生活供水</p>	<p>1.对原生地形地貌影响和破坏程度较大</p> <p>2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌影响较严重</p>	<p>1.耕地、园地损毁≤2 hm²</p> <p>2.破坏林地或草地2~4 hm²</p> <p>3.破坏荒山或未开发利用土地10~20 hm²</p>	<p>生态系统面积减少、质量下降或服务功能降低;植被覆盖度或生物量降低;目标物种的种群数量或密度降低、种群结构改变;物种多样性指数降低。</p>

影响及危害程度	地质环境破坏	含水层	地形地貌	土地损毁	生物多样性损害情况
III级	1.地质环境破坏规模小,发生地质灾害的可能性小 2.影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施 3.造成或可能造成直接经济损失小于100万元 4.受威胁人数小于10人	1.矿区及周围主要含水层水位下降幅度小 2.矿区及周围地表水体未漏失 3.未影响到矿区及周围生产生活供水	1.对原生地形地貌影响和破坏程度小 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌影响较轻	1.破坏林地或草地 $\leq 2 \text{ hm}^2$ 2.破坏荒山或未开发利用土地 $\leq 10 \text{ hm}^2$	生物多样性损害情况不明显
注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，应定为该级别。					

附录 B 废弃石灰岩露天矿山生态修复主要优选植物物种

(资料性附录)

B.1 废弃石灰岩露天矿山生态修复主要优选植物物种应符合附表 B.1 的规定。

附表 B.1 废弃石灰岩露天矿山生态修复优选物种推荐表

植物类型	序号	植物名称	拉丁名	科	生态习性	生长速度	根系特点	建植方式
常绿乔木	01	香樟	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl	樟科	喜光稍耐荫,耐寒性不强,较耐水湿,抗有毒气体及粉尘	中等偏慢	深根系	人工栽植
	02	醉香含笑	<i>Michelia macclurei</i> Dandy	木兰科	耐旱耐贫瘠,耐寒性较强,有一定的耐荫性和抗风能力	快	浅根系	人工栽植
	03	深山含笑	<i>Michelia maudiae</i> Dunn	木兰科	耐干旱,有一定耐寒能力,对二氧化硫抗性较强,病虫害少	较快	深根系	人工栽植
	04	石楠	<i>Photinia serrulata</i> Lindl.	蔷薇科	耐干旱贫瘠、稍耐寒,不耐水湿	较慢	深根系	人工栽植
	05	苦槠	<i>Castanopsis sclerophylla</i> (Lindl.et Paxton) Schottky	壳斗科	喜阳光充足,耐旱,耐贫瘠,耐火,对土壤适应性强	中等	深根系	人工栽植
	06	柞木	<i>Xylosma racemosum</i> (Sieb. et Zucc.) Miq.	大风子科	喜光,耐旱性强,不甚耐寒,对土壤要求不严	中等偏慢	深根系	人工撒播
	07	冬青	<i>Ilex chinensis</i> Sims	忍冬科	喜光稍耐荫,对土壤要求不严,对有毒气体抗性强	中等偏慢	深根系	人工栽植
	08	小叶女贞	<i>Ligustrum quihoui</i> Carr.	木犀科	喜光,对土壤要求不严,侧根广展,抗风能力强	较慢	深根系	人工栽植
	09	青冈栎	<i>Cyclobalanopsis glauca</i>	壳斗科	喜温暖,较耐荫,抗污染性强	中等	深根系	人工撒播

植物类型	序号	植物名称	拉丁名	科	生态习性	生长速度	根系特点	建植方式
	10	榕树	<i>Ficus microcarpa</i> Linn. f.	桑科	喜疏松肥沃的酸性土，不耐旱，较耐水湿，怕烈日曝晒	较快	深根系	人工栽植
落叶乔木	01	重阳木	<i>Bischofia polycarpa</i> (Levl.) Airy Shaw	大戟科	耐旱耐寒耐贫瘠，也耐水湿，抗风力强	快	深根系	人工栽植
	02	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia</i> Linn.	豆科	喜阳，耐干旱贫瘠，耐寒，对土壤的适应性强	快	浅根系	机械喷播
	03	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (Linn.) L'Hér. ex Vent.	桑科	喜光，耐干旱贫瘠，适应性强，抗污染性强	快	浅根系	人工栽植
	04	乌桕	<i>Sapium sebiferum</i> (Linn.) Roxb.	大戟科	喜光不耐阴，较耐干旱，不甚耐寒，不择土壤，主根发达，抗风力强，耐水湿	快	深根系	人工栽植
	05	栾树	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	无患子科	喜光稍耐荫，耐干旱贫瘠，耐寒，对环境适应能力强	中等	深根系	人工栽植
	06	无患子	<i>Sapindus mukurossi</i> Gaertn.	无患子科	喜光，稍耐荫，耐干旱，耐寒能力较强，不耐水湿，抗风力强，抗污染性较强，对土壤要求不严	快	深根系	人工栽植
	07	盐肤木	<i>Rhus chinensis</i> Mill.	漆树科	喜光，耐寒，适应性强，对土壤要求不严	快	浅根系	人工栽植
	08	梓树	<i>Catalpa ovata</i> G. Don	紫葳科	喜温暖也能耐寒，抗污能力强，适应性强，不耐干旱贫瘠	较快	深根系	人工栽植
	09	喜树	<i>Camptotheca acuminata</i> Decne.	蓝果树科	喜温暖湿润气候，较耐水湿，不耐严寒和干旱，对土壤要求不严	快	深根系	人工栽植
	10	香椿	<i>Toona sinensis</i> (A. Juss.) Roem.	楝科	喜光，喜温暖湿润气候，较耐水湿，不耐严寒	中等	深根系	人工栽植

植物类型	序号	植物名称	拉丁名	科	生态习性	生长速度	根系特点	建植方式
	11	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	苦木科	喜光, 耐寒耐旱, 抗毒气抗病性强, 对土壤要求不严	快	深根系	人工栽植
	12	马褂木	<i>Liriodendron chinense</i> (Hemsl.) Sarg.	木兰科	喜阳, 耐寒, 耐旱不强, 对病虫害抗性极强	快	深根系	人工栽植
	13	檫木	<i>Sassafras tzumu</i> (Hemsl.) Hemsl.	樟科	喜温暖湿润不择土壤	快	深根系	人工栽植
常绿灌木	01	夹竹桃	<i>Nerium indicum</i> Mill.	夹竹桃科	喜光, 耐旱, 不耐寒, 抗污染能力强	较快	/	人工栽植
	02	蚊母树	<i>Distylium racemosum</i> Sieb.et Zucc.	金缕梅科	喜阳, 耐荫, 较耐寒, 抗污能力强, 对土壤要求不严	中等偏慢	/	人工栽植
	03	火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i> (Maxim.) Li	蔷薇科	喜光, 稍耐荫, 耐干旱贫瘠, 较耐寒, 对土壤要求不严	较慢	/	人工栽植
	04	红叶石楠	<i>Photinia × fraseri</i> Dress	蔷薇科	喜光耐荫, 耐干旱耐寒性好, 抗污能力强, 对土壤要求不严	快	深根系	人工栽植
	05	杜鹃	<i>Rhododendron simsii</i> Planch.	杜鹃花科	喜冷凉湿润气候, 耐半荫, 较耐寒	较快	/	人工栽植
	06	黄杨	<i>Buxus sinica</i> (Rehd. et Wils.) Cheng	黄杨科	喜光, 耐荫, 耐寒暑, 对土壤要求不严	较快	/	人工栽植
	07	胡颓子	<i>Elaeagnus pungens</i> Thunb.	胡颓子科	较耐荫, 耐干旱贫瘠, 耐寒, 抗风强, 对土壤要求不严	中等偏慢	/	人工栽植
	08	枸骨	<i>Ilex centrochinensis</i> S. Y. Hu	冬青科	喜光, 也耐荫, 耐干旱, 较耐寒, 不耐盐碱	中等偏慢	/	人工栽植
	09	金樱子	<i>Rosa laevigata</i> Michx	蔷薇科	喜光, 也耐荫, 耐寒暑, 生态适应性强	较快	/	人工撒播
	10	鸭脚木	<i>Schefflera heptaphylla</i> (Linnaeus)	五加科	喜湿怕干, 生态适应性强	较快	/	人工栽植、

植物类型	序号	植物名称	拉丁名	科	生态习性	生长速度	根系特点	建植方式
			Frodin					撒播
落叶灌木	01	木槿	<i>Hibiscus syriacus</i> Linn.	锦葵科	喜光，稍耐荫，耐寒暑，对土壤要求不严，生态适应性很强	较快	/	人工栽植
	02	腊梅	<i>Chimonanthus praecox</i> (L.)Link	腊梅科	喜光，能耐荫，耐寒暑，怕涝	中等偏慢	深根系	人工栽植
	03	双荚决明	<i>Cassia bicapsularis</i> Linn.	豆科	喜光，耐寒，耐干旱贫瘠，抗风抗污染，生态适应性较广	较快	/	机械喷播
	04	马甲子	<i>Paliurus ramosissimus</i> (Lour.) Poir.	鼠李科	耐寒，耐旱耐贫瘠，病虫害少，生态适应性强	较快	/	人工栽植
	05	胡枝子	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz	豆科	耐旱耐贫瘠，耐寒性很强，对土壤适应性较强	较快	深根系	人工栽植
	06	石榴	<i>Punica granatum</i> Linn.	石榴科	喜光，耐寒暑，耐贫瘠，对土壤要求不严	中等偏慢	/	人工栽植
	07	山胡椒	<i>Lindera glauca</i> (Sieb. et Zucc.) Bl	樟科	喜光，稍耐荫，耐干旱贫瘠，抗寒力强，对土壤适应性广	较快	深根系	人工栽植
	08	多花木兰	<i>Magnolia multiflora</i> M. C. Wang et C. L. Min	豆科	喜湿，耐旱，抗逆性强，不耐水泽，对土壤适应性强	快	深根系	机械喷播
草本植物	01	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	禾本科	暖季型多年生草，具发达的根状茎和细长的匍匐茎，较耐践踏，抗恶劣环境能力强	较快	深根系	机械喷播
	02	百喜草	<i>Paspalum notatum</i> Flugge	禾本科	暖季型多年生草，耐旱耐贫瘠，根系发达，较耐践踏，抗恶劣环境能力强，植高可达80cm，冬季无霜冻地区，可以保持终年常绿	快	深根系	机械喷播

植物类型	序号	植物名称	拉丁名	科	生态习性	生长速度	根系特点	建植方式	
	03	假俭草	<i>Eremochloa ophiuroides</i> (Munro) Hack	禾本科	暖季型多年生草,喜光,耐阴,耐干旱,耐践踏,具强壮的匍匐茎,抗SO ₂ ,吸尘,滞尘	较快	深根系	人工栽植	
	04	香根草	<i>Vetiveria zizanioides</i> (Linn.) Vach	禾本科	多年丛生,根系发达,株高可达1.5m,耐寒暑,耐酸,较好适应各种土质环境	快	深根系	人工栽植	
	05	冬茅草	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beauv.	禾本科	多年生乡土观赏草,株高可达2~3m,相当理想的水土保持效果抗旱性好,抗寒性强,生态适应性强,繁殖能力强,管理粗放	快	深根系	人工栽植	
	06	丝茅草	<i>Imperata koenigii</i> (Retz.) Beauv.	禾本科	多年生乡土观赏草,株高可达80cm,耐寒暑,生态适应性强	较快	深根系	人工栽植	
	07	蒲葦草	<i>Cortaderia selloana</i>	禾本科	多年生常绿观赏草,株高可达120cm,大型银白色花絮,喜光,耐寒暑,生态适应性较强	快	深根系	人工栽植	
	08	高羊茅	<i>Festuca elata</i> Keng ex E. Alexeev	禾本科	多年生冷季型草,株高可达120cm,不耐高温,抗逆性强,耐酸,耐贫瘠	快	深根系	机械喷播	
	09	紫花苜蓿	<i>Medicago sativa</i> Linn.	豆科	多年生草本,株高可达100cm,抗寒性强	快	深根系	机械喷播	
	藤本植物	01	爬山虎	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (S. Et Z.) Planch.	葡萄科	多年生落叶吸附类木质藤本,喜光也耐荫,耐贫瘠,耐寒暑,攀爬能力很强	快	/	人工栽植
		02	凌霄	<i>Campsis grandiflora</i> (Thunb.) Schum.	紫葳科	多年生落叶吸附类木质藤本,喜温暖,好阳光,耐贫瘠,耐寒暑,攀爬	较快	深根系	人工栽植

植物类型	序号	植物名称	拉丁名	科	生态习性	生长速度	根系特点	建植方式
					能力强			
	03	常春藤	<i>Hedera nepalensis</i> var. <i>sinensis</i> (Tobl.) Rehd	五加科	性极耐荫，一定耐寒性	中等	/	人工栽植
	04	扶芳藤	<i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz.	卫矛科	性耐荫，能耐干旱贫瘠，耐寒性不强	偏慢	/	人工栽植
	05	地枇杷	<i>Ficus tikoua</i> Bur.	桑科	多年生常绿吸附类木质藤本，喜温暖湿润气候，耐半荫，耐贫瘠，抗旱性较好，耐寒性稍差	中等	/	人工栽植
	06	铺地榕	<i>Ficustikoua</i>	桑科	耐贫瘠，耐寒暑，生态适宜性很强	较快		人工栽植
	07	龙须藤	<i>Phanera championii</i> Benth.	豆科	喜光照，较耐阴，适应性强，耐干旱瘠薄	较快		撒播栽植

附录 C 边坡危岩调查与稳定性评估

(资料性附录)

C.1 边坡危岩分类与破坏形式

C.1.1 危岩体规模等级划分、危岩体类型，参照 DB45/T 1696-2018。

C.1.2 危岩体的破坏形式依据成因机理将危岩体破坏形式分为四类，即：倾倒式、滑移式、坠落式、剥离式。

C.2 边坡危岩调查

C.2.1 调查范围

危岩的调查范围应包括废弃矿山危岩及其影响区域，应达到控制性结构面之外稳定地带，并包括危岩可能崩落堆积区。

C.2.2 调查内容

包括但不限于以下：

- 1) 危岩体位置、形态、分布高程、规模和范围；
- 2) 调查危岩体及周边的地质构造、地层岩性、地形地貌、斜坡结构类型和水文地质条件以及构造结构面、原生结构面和风化卸荷结构面的产状、形态、规模、性质、密度及其相互切割关系和稳定性；
- 3) 根据危岩崩落的距离和危岩发育宽度初步划定危岩隐患点的危险区，查明威胁对象，进行险情的分析和预测；
- 4) 施工条件调查：主要查明危岩区可利用的道路系统，结合拟采取的防护工程方案，查明拟建施工便道、施工索道选线和搭设位置，脚手架和安全防护排架搭设位置，材料堆场选址、道路交通管制路段和管制方案并分析其实施可行性，施工用水用电来源，施工临时占地和工程永久占地范围、施工影响范围等。

C.3 边坡危岩勘查

C.3.1 应将监测作为勘查的组成部分，采用信息法进行全过程的勘查。

C.3.2 勘查应在充分分析已有资料及现场地质调查的基础上开展，同时应考虑危岩体稳定性评价及拟采取防治措施的要求。

C.3.3 当勘查工作受危岩体所处地形地貌等条件的限制，调查、地质测绘及勘探工作不能满足要求时，宜利用无人机影像测绘、SRT 单绳技术、三维激光扫描测量或其他有效勘查手段查明危岩发育特征，或在施工期借助脚手架等手段开展施工勘查，进一步补充完善防治工程设计。

C.4 边坡危岩稳定性评价

C.4.1 危岩稳定性评价应给出危岩在设计工况下的稳定系数和稳定状态。

C.4.2 危岩稳定性计算所采用的荷载可分为危岩自重、裂隙水压力和地震力。

C.4.3 危岩稳定性计算所采用的工况可分为现状工况（工况 1）、暴雨工况（工况 2）和地震工况（校核工况）。

C.4.4 危岩稳定性计算中各工况考虑的荷载组合应符合下列规定：

- 1) 对工况 1，考虑自重，同时对滑移式危岩和倾倒式危岩应考虑现状裂隙水压力；
- 2) 对工况 2，考虑自重，同时对滑移式危岩和倾倒式危岩应考虑暴雨时裂隙水压力；
- 3) 对校核工况，考虑自重和地震力，同时对滑移式危岩和倾倒式危岩应考虑暴雨时裂隙水压力。

C.4.5 裂隙水压力计算时，裂隙充水高度对现状裂隙水压力应根据调查资料确定，对暴雨时裂隙水压力应根据汇水面积、裂隙蓄水能力和降雨情况确定；当汇水面积和蓄水能力较大时，可取裂隙深度的 1/3~2/3。

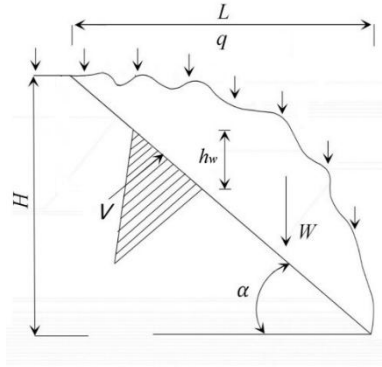
C.4.6 考虑降雨对危岩稳定性的影响时，除应计算暴雨时裂隙水压力外，还应分析降雨引起的土体物质的迁移及上覆土层重度的增加。

C.4.7 在进行危岩稳定性计算之前，应根据危岩范围、规模、地质条件，危岩破坏模式及已经出现的变形破坏迹象，采用地质类比法对危岩的稳定性作出定性判断。

C.4.8 危岩计算剖面应通过危岩块体重心。

C.4.9 滑移式危岩稳定性计算应符合下列规定：

- a) 后缘无陡倾裂隙时按下式计算：



附图 C1.1 滑移式危岩稳定性计算（后缘无陡倾裂隙）

$$F = \frac{[(W+qL) \cos \alpha - Q \sin \alpha - V] \cdot \tan \phi + \frac{cH}{\sin \alpha}}{(W+qL) \sin \alpha + Q \cos \alpha} \quad (1)$$

式中：V——裂隙水压力（kN/m）， $V = \frac{1}{2} \gamma_w h_w^2$ ；

Q——地震力（kN/m），按公式 $Q = \zeta_e W$ 确定，地震水平系数，岩质滑坡取 0.05；

F——危岩稳定性系数；

c——后缘裂隙粘聚力标准值（kPa）；当裂隙未贯通时，取贯通段和未贯通段粘聚力标准值按长度加权的平均值，未贯通段粘聚力标准值取岩石粘聚力标准值的 0.4 倍；

ϕ ——后缘裂隙内摩擦角标准值（°）；当裂隙未贯通时，取贯通段和未贯通段内摩擦角标准值按长度加权的平均值，未贯通段内摩擦角标准值取岩石内摩擦角标准值的 0.95 倍；

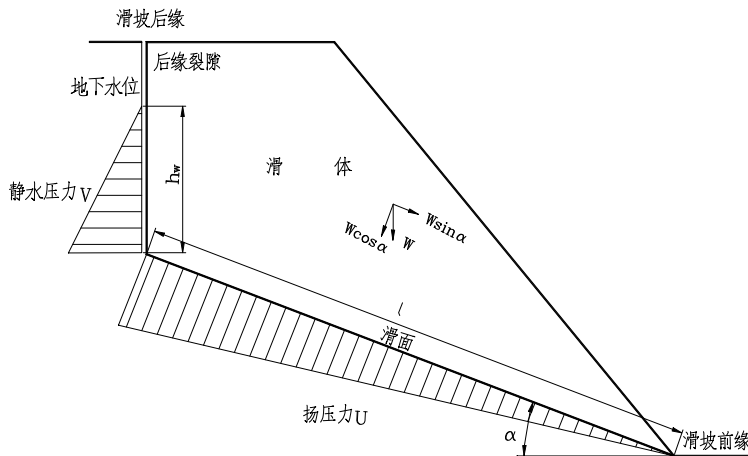
α ——滑面倾角（°）；

W——危岩体自重（kN/m）；

q——降雨转化的静荷载（kPa），暴雨取值 30kPa，大雨取值 15kPa，中雨取值 8kPa，小雨取值 2kPa；

L——危岩整体宽度（m）。

b) 后缘有陡倾裂隙、滑面缓倾时，滑移式危岩稳定性计算。



附图 C1.2 后缘裂隙水压力和滑面水压力

对岩体完整或较完整的岩质滑坡按下式计算：

$$R = (W \cos \alpha - Q \sin \alpha - V \sin \alpha - U) \operatorname{tg} \phi + cl \quad (2)$$

$$T = W \sin \alpha + Q \cos \alpha + V \cos \alpha \quad (3)$$

$$F = \frac{R}{T} = \frac{(W \cos \alpha - Q \sin \alpha - V \sin \alpha - U) \cdot \operatorname{tg} \phi + cl}{W \sin \alpha + Q \cos \alpha + V \cos \alpha} \quad (4)$$

C.4.10 倾倒式危岩稳定性计算应符合下列规定：

a) 由后缘岩体抗拉强度控制时，按下式计算：

$$F = \frac{\frac{1}{2} f_{lk} \cdot \frac{H-h}{\sin \beta} \left(\frac{2H-h}{3 \sin \beta} + \frac{b}{\cos \alpha} \cos (\beta - \alpha) \right)}{(W + qL) \cdot a + Q \cdot h_0 + V \left(\frac{H-h}{\sin \beta} + \frac{h_w}{3 \sin \beta} + \frac{b}{\cos \alpha} \cos (\beta - \alpha) \right)} \quad (5)$$

（危岩体重心在倾覆点之外时）

$$F = \frac{\frac{1}{2} f_{lk} \cdot \frac{H-h}{\sin \beta} \left(\frac{2H-h}{3 \sin \beta} + \frac{b}{\cos \alpha} \cos (\beta - \alpha) \right) + (W + qL) \cdot a}{Q \cdot h_0 + V \left(\frac{H-h}{\sin \beta} + \frac{h_w}{3 \sin \beta} + \frac{b}{\cos \alpha} \cos (\beta - \alpha) \right)} \quad (6)$$

（危岩体重心在倾覆点之内时）

式中： h ——后缘裂隙深度（m）；

h_w ——后缘裂隙充水高度（m）；

H ——后缘裂隙上端到未贯通段下端的垂直距离（m）；

a ——危岩体重心到倾覆点的水平距离（m）；

b ——后缘裂隙未贯通段下端到倾覆点之间的水平距离（m）；

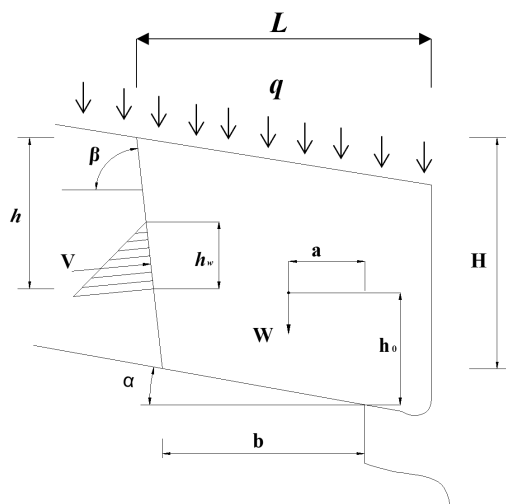
h_0 ——危岩体重心到倾覆点的垂直距离（m）；

f_{lk} ——危岩体抗拉强度标准值（kPa），根据岩石抗拉强度标准值乘以 0.4 的折减系数确定；

α ——危岩体与基座接触面倾角（°），外倾时取正值，内倾时取负值；

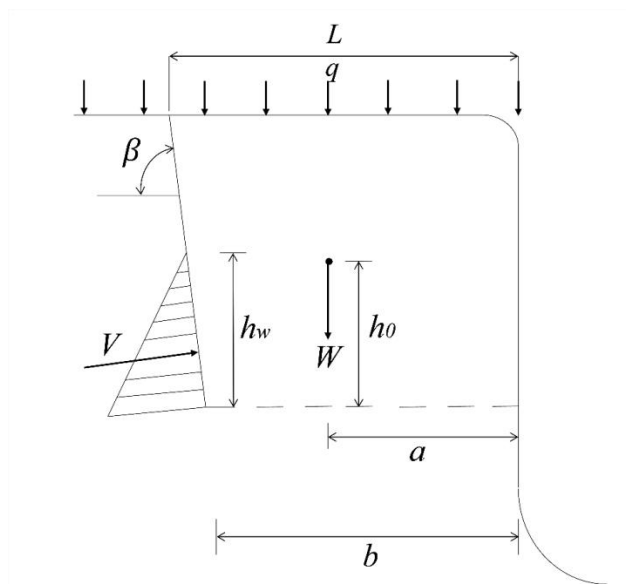
β ——后缘裂隙倾角（°）。

其它符号意义同前。



附图 C1.3 倾倒式危岩稳定性计算（由后缘岩体抗拉强度控制）

b) 由底部岩体抗拉强度控制时，按下式计算：



附图 C1.4 倾倒式危岩稳定性计算（由底部岩体抗拉强度控制）

$$F = \frac{\frac{1}{3}f_{lk} \cdot b^2 + (W + qL) \cdot a}{Q \cdot h_0 + V \left(\frac{1}{3} \frac{h_w}{\sin \beta} + b \cos \beta \right)} \quad (7)$$

式中各符号意义同前。

C.4.11 坠落式危岩稳定性计算应符合下列规定：

a) 对后缘有陡倾裂隙的悬挑式危岩按下列二式计算，稳定性系数取两种计算结果中的较小值：

$$F = \frac{c(H-b) - Q \cdot \tan \phi}{W + qL} \quad (8)$$

$$F = \frac{\zeta \cdot f_{lk} \cdot (H-h)^2}{(W+qL) \cdot a_0 + Qb_0} \quad (9)$$

式中： ζ ——危岩抗弯力矩计算系数，依据潜在破坏面形态取值，一般可取 1/12~1/6，当潜在破坏面为矩形时可取 1/6；

a_0 ——危岩体重心到潜在破坏面的水平距离（m）；

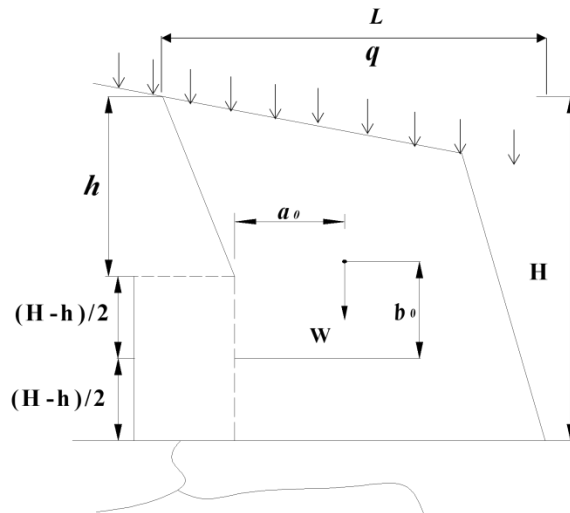
b_0 ——危岩体重心到过潜在破坏面形心的铅垂距离（m）；

f_{lk} ——危岩体抗拉强度标准值（kPa），根据岩石抗拉强度标准值乘以 0.20 的折减系数确定；

c ——危岩体粘聚力标准值（kPa）；

φ ——危岩体内摩擦角标准值（°）。

其它符号意义同前。

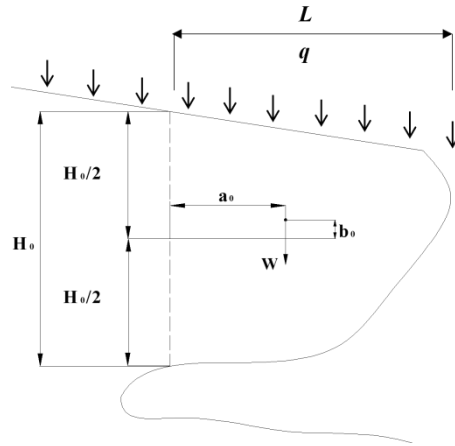


附图 C1.5 坠落式危岩稳定性计算（后缘有陡倾裂隙）

b) 对后缘无陡倾裂隙的悬挑式危岩按下列二式计算，稳定性系数取两种计算结果的较小值：

$$F = \frac{c \cdot H_0 - Q \cdot \tan \phi}{W + qL} \quad (10)$$

$$F = \frac{\zeta \cdot f_{lk} \cdot H_0^2}{(W+qL) \cdot a_0 + Q \cdot b_0} \quad (11)$$



附图 C1.6 坠落式危岩稳定性计算（后缘无陡倾裂隙）

式中： H_0 ——危岩体后缘潜在破坏面高度（m）；

f_{lk} ——危岩体抗拉强度标准值（kPa），根据岩石抗拉强度标准值乘以 0.30 的折减系数确定；

其它符号意义同前。

C.4.12 按危岩稳定系数判断危岩稳定状态时，应符合附表 C.1 的规定。

附表 C.1 危岩稳定状态

危岩类型	危岩稳定状态			
	不稳定	欠稳定	基本稳定	稳定
滑动式危岩	$F < 1.0$	$1.00 \leq F < 1.15$	$1.15 \leq F < F_t$	$F \geq F_t$
倾倒式危岩	$F < 1.0$	$1.00 \leq F < 1.25$	$1.25 \leq F < F_t$	$F \geq F_t$
坠落式危岩	$F < 1.0$	$1.00 \leq F < 1.35$	$1.35 \leq F < F_t$	$F \geq F_t$

C.4.13 危岩稳定状态应根据定性分析和危岩稳定性计算结果综合判定。

C.4.14 危岩稳定性安全系数应根据危岩崩塌防治工程等级和危岩类型按附表 C.2 确定。

附表 C.2 危岩稳定性安全系数

危岩类型	危岩崩塌防治工程等级					
	一级		二级		三级	
	非校核 工况	校核 工况	非校核 工况	校核 工况	非校核 工况	校核 工况
滑动式危岩	1.40	1.15	1.30	1.10	1.20	1.05
倾倒式危岩	1.50	1.20	1.40	1.15	1.30	1.10
坠落式危岩	1.60	1.25	1.50	1.20	1.40	1.15

附录 D 废弃石灰岩露天矿山高陡边坡地质环境问题消除技术

(资料性附录)

D.1 边坡工程防护

D.1.1 边坡防护结构形式设计应依据边坡类型及边坡破坏特征确定。主要边坡防护形式有：静态爆破清除、锚固、主（被）动防护网、混凝土裂缝封填原地固化、混凝土喷浆护坡、混凝土托垫、物理阻隔、人工清除等。

D.1.2 边坡防护工程结构选型应考虑各种作用因素，可采用单一或不同防护结构组合形式。

D.2 边坡危岩清除工程

D.2.1 基本规定

- 1) 应综合考虑环境、安全及经济等因素，慎重选择清除方法治理危岩。
- 2) 清除过程中应加强危岩位移监测。

D.2.2 人力锤击楔裂法

1) 设计

- a) 浮石、孤石等体积较小的危岩宜采用人力锤击楔裂法。
- b) 钻孔宜呈方形分布，钻孔排距宜与孔距相等，利于岩石沿钻孔连线呈直线胀裂。边缘钻孔与危岩边界距离不宜超过 0.3m，孔距不宜大于 0.3m，使开裂的岩块适宜人工清除、搬运以及减轻不慎掉落的岩块对工作平台、防护架的冲击力。
- c) 钻孔深度应不小于危岩高度的 0.6~0.8 倍，宜采用垂直孔。

- 2) 人力锤击楔裂法施工，可以参照 DB45/T 1696-2018 第 8.2.2 条有关规定。

D.2.3 静态破碎法

1) 基本要求

静态破碎技术可对整个危岩体或危岩体的局部进行清除，清除危岩体时，采用静态爆破或控制爆破结合人工清除治理，可解体危岩体，化整为零、逐步清除。但危岩体清除过程中应加强施工监测，避免产生新的因素而造成不稳定。在危岩体实施清除处理前，应充分论证清除后对母岩的损伤程度。对治理区部分危岩采用自上而下台阶法静态爆破，在实施爆破前，须按有关规范做好安全防护工作。

清除过程中可采用 SRT 单绳技术进行边坡调查及排查清除坡面小碎岩块或滚石，同时对可能存在的较大的危岩进行调查，为危岩治理提供准确的资料。排查内容包括：危岩体边坡陡坡进行拉网式排查；对存在的危岩进行排查，一般对于较小的松动危岩、滚石状危岩可以现场进行清除。在排查范围内进行拉网式危

岩排查，并对危岩排查的范围要用喷漆进行标记，对于直径较大的危岩体，排查时要了解其大小规模、可能崩落方向、拍照、直接在危岩体上喷漆编号。

2) 设计

- a) 对于体积较大、人力清除较困难的危岩，宜采用静态破碎法。
- b) 根据岩石坚硬程度，确定抵抗线、孔间距、孔排距、孔径、孔深、破碎层次、爆破剂用药量和爆破剂膨胀力参数。
- c) 当单块危岩高度、厚度较大时，应分层分台阶进行清除，每层高度即台阶高度不宜超过 1.2m，利于人工撬动、二次破碎、搬运。
- d) 钻孔宜从危岩体临空面由外向内呈方形或梅花形布置，但应保持危岩体重心的稳定。
- e) 边缘钻孔最小抵抗线不宜大于 0.3m，孔距和排距宜相等，宜为最小抵抗线的 0.8~1.0 倍。孔径不宜大于 50 mm，一般为 36 mm~42 mm。
- f) 钻孔角度不宜小于 80°，宜采用垂直孔，各钻孔应平行。每层钻孔孔底标高应设计在一个水平上，保证下一循环作业工作面呈平面。
- g) 静态破碎剂浆体的水灰比应根据产品说明书、季节、气温和岩石强度进行选择，一般为 0.30~0.40。
- h) 对有裂隙渗漏的钻孔及吸水性强的岩石，应在配浆时适当提高水灰比，以免孔壁大量吸收浆体中的水份使浆体变干而影响破碎效果。
- i) 静态破碎技术参数以及静态破碎法施工，可以参照 DB45/T 1696-2018 有关规定。

3) 施工顺序

安全防护（山下住户撤离、行人游客车辆监控、山上行人游客监控、设置安全警示栏等）—设置拦护措施（临时防护网）—钻孔—安装爆破药物（静态爆破剂）—爆破—碎岩块清理—下一爆破工序—爆破完成—场地破碎岩块集中运出。

D.3 锚固工程

用于岩石边坡或危岩稳定性的锚固工程，主要有锚杆（索）加固、主动防护网加固等。

D.3.1 基本规定

1) 滑移式、倾倒式危岩体规模较大，主控结构面开度较宽时，宜采用锚固措施。当体结构面倾角很大而接近垂直时，应按岩体可能出现崩塌破坏进行设计，一般可采用锚杆支护防止岩体崩塌。

2) 当坠落式危岩体积较大，且后缘无裂隙，可使用锚固措施，也可使用混凝土支撑。

3) 对于整体性比较好的危岩体外锚头宜采用单根锚杆（单承台锚杆），对

于整体性较差的危岩体外锚头可采用主动防护网等形式以加强整体性。

4) 每层锚杆(索)宜向下倾斜,锚杆(索)轴线与水平面夹角一般在 $10\sim 25^\circ$ 之间,便于灌浆密实,也能防止过大的锚杆竖向分力与过小的水平分力。

5) 危岩体锚固深度按照伸入主控结构面计算。锚杆(索)的长度不应小于 3.0m ,且锚杆(索)的锚固段长宜为 $1.0\text{m}\sim 8.0\text{m}$ 。

6) 锚杆的布置间距应根据危岩体特征、所提供的总锚固力及单锚承载力设计值确定。对倾倒破坏的危岩体,预应力锚杆的设计安设角度宜与主控结构面垂直,对滑动破坏的危岩,预应力锚杆的安设角度应发挥锚杆的抗滑作用。

7) 锚固工程施工中,首先应根据相关技术规范搭设脚手架,详细计算、分析脚手架在工作状态下的稳定状态,确保施工过程安全。搭设高度 40m 及以上落地式钢管脚手架工程、架体高度 15m 及以上悬挑式脚手架等超过一定规模的脚手架工程应进行专家技术论证。

8) 钻孔根据需要可采用水钻或干钻,当水钻可能恶化危岩的稳定性态时,则应采用干钻。锚孔应用清水洗净,严格执行灌浆施工工艺要求,当用水冲洗影响锚索的抗拔能力时,可用高压风吹净。

D.3.2 锚杆设计

1) 锚杆锚筋的截面积计算

假设锚杆轴向设计荷载为 N_{ak} ,则可由下式初步计算出锚杆要达到设计荷载 N 所需的锚筋:

$$A_s \geq \frac{K_b N_{ak}}{f_y} \quad (12)$$

式中: A_s —由 N_{ak} 计算出的锚筋截面(mm^2);

K_b —安全系数,对于临时锚杆取 $1.4\sim 1.8$,对于永久性锚杆取 $1.8\sim 2.2$;

f_y —锚筋(钢筋、钢绞线)抗拉强度设计值(kPa)。

2) 锚筋的选用

根据锚筋截面计算值 A_s ,进行锚筋的配置,要求实际的锚筋配置截面要大于计算值。

对于长度较长、锚固力较大的锚筋(钢筋、钢绞线)可优先选用钢绞线、高强钢丝。在选用钢绞线时应当符合国家标准(GB/T5223—2014, GB/T5224-2014)要求,根据《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T0219-2006)表9和表10,国际7丝标准型钢绞线参数如附表D.1所示。ASTM A416—90a7丝标准钢绞线(270级)参数见附表D.2。

附表 D.1 国标 7 丝标准型钢绞线参数表

公称直径 (mm)	公称面积 (mm ²)	每1000m理论重量 (kg)	强度级别 (N/mm ²)	破坏荷载 (kN)	屈服荷载 (kN)	伸长率 (%)	70%破断荷载1000h低松弛 (%)
9.50	54.8	432	1860	102	86.6	3.5	2.5
11.10	74.2	580	1860	138	117	3.5	25
12.70	98.7	774	1860	184	156	3.5	2.5
15.20	139.0	1101	1860	259	220	3.5	2.5

附表 D.2 ASTMA416—90a7 丝标准型钢绞线参数表

公称直径 (mm)	公称面积 (mm ²)	每1000m理论重量 (kg)	强度级别 (N/mm ²)	破坏荷载 (kN)	屈服荷载 (kN)	伸长率 (%)	70%破断荷载1000h低松弛 (%)
9.53	54.84	432	1860	102.3	92.1	3.5	2.5
11.11	74.19	582	1860	137.9	124.1	3.5	25
12.70	98.71	775	1860	183.7	165.3	3.5	2.5
15.24	140.0	1102	1860	260.7	234.6	3.5	2.5

3) 按实际锚筋截面计算锚杆承载力设计值

假设实际锚筋配置截面为 A'_s ($A'_s \geq A_s$)，由下式按实际锚筋计算锚杆承载力设计值：

$$N_g \geq \frac{A'_s f_y}{K_b} \geq N_{ak} \quad (13)$$

式中： N_g —实际锚筋配置情况下锚杆的承载力设计值；

K_b —安全系数，对于临时锚杆取 1.4~1.8，对于永久性锚杆取 1.8~2.2；

f_y —锚筋（钢筋、钢绞线）抗拉强度设计值（kPa）。

4) 锚杆的锚固力计算与锚固体计算

锚杆的锚固力也可称为锚杆承载力。锚杆锚筋沿握裹砂浆或砂浆沿孔壁产生滑移破坏时所能承受的最大临界拉拔力是锚杆极限锚固力，其值确定根据破坏性拉拔试验。极限锚固力（极限承载力）除以相应的安全系数为锚杆容许锚固力（容许承载力）。在设计时，锚杆的设计荷载必须小于锚固力设计值。

锚固体形式不同其锚杆锚固力的计算方法也不同，圆柱型锚杆的锚固力由锚固体表面与周围地层的摩擦力提供；而端头扩大型锚杆的锚固力则由扩座端的面承力及与周围地层的摩擦力提供。

5) 锚杆（索）锚固体与岩体间的最小锚固长度计算

$$l_a \geq \frac{KN_{ak}}{\pi \cdot D \cdot f_{rbk}} \quad (14)$$

式中： l_a —锚索（杆）锚固段长度（m）；

K ——安全系数，具体取值如附表 D.3 所示；

f_{rbk} ——岩土层与锚固体极限粘结强度标准值 (kPa)，应通过试验确定；
当无试验资料时可参考附表 D.4 确定。

D ——锚固体直径 (mm)；

附表 D.3 安全系数 K 取值

工程安全等级	安全系数	
	临时锚杆	永久锚杆
一级	2.0	2.6
二级	1.8	2.4
三级	1.6	2.2

附表 D.4 锚固体与周围岩体间的粘结强度标准值 f_{rbk}

岩土类别	岩土状态	标准值 q_s (kPa)
淤泥质土		20~50
粘性土	坚硬	65~100
	硬塑	50~65
	可塑	40~50
	软塑	20~40
粉土	中密	80~120
砂性土	松散	50~100
	稍密	100~140
	中密	140~200
	密实	200~280
岩石	极软岩	270~360
	软质岩	360~1200
	硬质岩	1200~3500

注：(1) 表中 f_{rbk} 系一次常压灌浆工艺确定，适用于注浆标号 M30；当采用高压灌浆时，可适当提高。

(2) 岩石单轴饱和抗压强度 $f_r \leq 5\text{MPa}$ 为极软岩；岩石单轴饱和抗压强度 $5\text{MPa} \leq f_r \leq 30\text{MPa}$ 为软质岩；岩石单轴饱和抗压强度 $f_r \geq 30\text{MPa}$ 为硬质岩。

(3) 表中数据用作初步设计时计算，施工时宜通过实验检验。

(4) 岩体结构面发育时，取表中下限值。

6) 锚杆(索)与锚固砂浆间的最小握裹长度计算

$$l_a \geq \frac{KN_{ak}}{n \cdot \pi \cdot d \cdot f_b} \quad (15)$$

式中： l_a ——锚筋与砂浆间的锚固长度 (m)；

d—锚筋直径 (m);

n—杆体 (钢筋、钢绞线) 根数 (根);

f_b —钢筋或钢绞线与锚固砂浆间的粘结强度设计值 (kPa), 应由试验确定, 当缺乏试验资料时, 可由附表 D.5 确定。

附表 D.5 锚筋与锚固砂浆间的极限粘结强度设计值 f_b (kPa)

锚杆 (索) 类型	水泥砂浆强度等级			
	M25	M30	M35	M40
水泥砂浆与螺纹钢间的粘结强度设计值	1200	1400	1600	1800
水泥砂浆与钢绞线、普通钢筋间的粘结强度设计值	800	900	1000	1100

注: (1) 当采用两根钢筋点焊成束作法时, 粘结力应乘以 0.85 折减系数;

(2) 当采用三根钢筋点焊成束作法时, 粘结力应乘以 0.7 折减系数;

(3) 成束钢筋不应超过三根, 钢筋总截面积不应超过孔径面积的 20%, 以保证钢筋在砂浆中的锚固效果, 除非采用特殊的锚固段钢筋和注浆体设计, 并通过实验可适当增加钢筋数量。

7) 锚杆 (索) 的锚固长度取式 (14) 和式 (15) 两者计算中的大值。

D.4 被动防护网

危岩勘查难度较大, 且存在不定因素过多, 各危岩灾害地段多处于陡坡中, 采用清除或锚固施工难度大。采用被动网, 可形成一道人工的防护屏障。被动防护网的技术措施包括拦网、拦石栅栏、落石平台、落石槽等。当陡崖或斜坡上局部岩体数量较多、集中、破碎、零散, 且存在治理难度较大、不便于进行其他大范围的治理工作时, 宜采用被动防护网技术。

D.4.1 被动防护网布置原则如下:

- 1) 除主要用于将落石导入邻近的沟谷或者是需要跨越局部陡坎或沟槽外, 单道被动防护网宜沿同一高程附近直线延伸布置;
- 2) 除落石威胁区域两侧边界为陡壁或沟谷外, 被动防护网的走向两端应向所在高程落石威胁区域两侧边界外延伸至少 5m。安全等级为 I 级且预期落石频率很高 (年度落石次数 $n > 5$) 的防护工程, 则宜延伸至少 10m;
- 3) 当受地形条件限制而使单道被动防护网局部走向变化过大 (包括水平面和铅直面内的变化), 或需要留设维护通道、当地居民行人通道或便于动物迁徙的通道时, 宜沿同一高程附近分段设置相互交错的两道或两道以上的被动防护网, 其中相邻两道被动防护网间的重叠长度不应小于

5m。当相邻两道被动防护网的重叠段顺坡向间距较大时，尚应根据落石可能的运动方向增大重叠长度；

- 4) 为防止落石从被动防护网底部冲出，在设计时应在底部预留 1m 以上的反卷环形网和格栅网并采用碎块石压实；
- 5) 两张被动网间应采用环形网进行缝合，单纯的缝合绳串联时，在与高速的落石接触时，缝合绳易于破坏，这样使得整个系统失效。

D.4.2 被动防护网的设计、安装施工，参照 DB45/T 1696-2018 有关规定执行。

D.5 混凝土裂缝封填原地固化

对各危岩灾害点进行部分卸荷清除后，然后采用混凝土砂浆加固危岩，达到治理的目的。危岩体岩腔的形成和扩展是危岩体稳定性劣化的重要影响因素，为了防止地表水从裂隙下渗，对崩塌危岩体中软弱夹层产生浸泡、软化作用，采用混凝土裂缝封填的方法可以有效封闭软弱岩层，阻止风化作用下的岩腔扩展，防止软弱夹层风化产生新的危岩，并对岩腔顶部岩体提供支撑。裂缝充填采用粘土，并夯实，在裂缝顶部铺设现浇砼盖板。

1、危岩底面及侧面缝隙清理—水泥砂浆拌制—水泥砂浆填灌—后期养护。对危岩体上的裂缝进行充填，危岩体中破裂面较多、岩体较破碎时，宜进行有压灌浆处理确保危岩体的整体性。灌浆技术应在危岩体中、上部钻设灌浆孔。灌浆孔宜陡倾，灌浆孔应尽可能穿越较多的岩体裂隙面尤其是主控裂隙面。灌浆材料应具有一定的流动性、锚固力要强。对于危岩体四周的裂缝，可以采用灌浆技术进行加固。对于顶部出现显著裂缝，且稳定性差的危岩体，应谨慎采用灌浆技术，防止灌浆产生的静、动水压力造成危岩体的破坏失稳。若需采用灌浆技术，可采用分段无压灌浆，灌浆过程中注意检测危岩体的变形。通过灌浆处理的危岩体不仅整体性得到提高，而且也使主控裂隙面的力学强度参数得以提高、裂隙水压力减少。灌浆技术宜与其它技术共同使用。

2、对于岩体风化较强烈，岩石破碎，且大多发育有大量的裂缝，局部治理过程中不宜大面积和大量对危岩体做清除工作，对岩体的稳定很不利，因此要对危岩裂隙进行灌浆封闭，原地固化，从而保证危岩的稳定。

3、封填裂缝包括坡体内裂缝及坡面裂缝，补缝材料采用 M10 砂浆，采取人工自流注浆，注浆前应尽量清洁裂缝壁，浆体回缩后将缝顶补平，对岩腔封填护坡材料采用 C20 砼。先填充缝隙清理，注浆前对危岩倾向面底面或侧面进行清理，去除植物及积土等杂物，用水清洗，露出新鲜岩石面。水泥砂浆拌制：采用 32.5 级普通硅酸盐水泥、石粉现场拌制，砂浆强度 M10。水泥砂浆填灌：清缝处理后，对准缝口，根据不同入射角度插入注浆管，开始注浆；从下而上进行注浆；对大的裂缝直接将拌制完成的水泥砂浆及时灌入缝隙，灌入时需采用振捣器

振捣，确保缝隙充盈良好。在注浆过程中，水泥浆液沿土体孔隙往上串流冒出地面。冒浆处理时必须耐心细致，有时可能要多次反复处理；一般是在冒浆处用碎棉絮、麻絮或速凝水泥封堵，若封堵无效，则可采用降压、改变水灰比或孔隙灌浓水泥浆等办法进行处理。

D.6 混凝土喷浆护坡

对于表面岩体较为破碎、集中的部位；对崩塌危岩体不稳定岩体表面出露的泥灰岩分布区域采用混凝土喷浆护坡，防止崩塌危岩体表层软弱层经过长期风化作用及雨水的长期冲刷、浸泡影响危岩整体稳定。为了防止裂缝充水后静水压力增大，喷射混凝土面的坡面及所有裂缝处均设泄水孔，泄水孔呈梅花状布设。

对面状分布且边坡危岩破碎、岩体较易风化的危岩点，在进行危岩体局部清除后，表面采用混凝土喷浆护坡。在混凝土喷浆工程施工前，应做好混凝土试块制作和试验检测。

碎裂危岩的裂隙和易风化的岩面采用加筋喷射混凝土进行治理。喷射前应拆除作业面障碍物、清除漂石、强风化岩石；喷射前用高压风水冲洗受喷面，使喷射混凝土与受喷面粘结牢固；用钢筋埋设控制喷射混凝土厚度标志，控制好喷射混凝土厚度；在受喷面有明显出水点处理设导管排水。

附录 E 广西废弃矿山生态修复工程实施方案编制大纲（试行）

（资料性附录）

E.1 说明

《广西废弃矿山生态修复工程实施方案》是用于废弃矿山生态修复项目立项、投资决策、开展施工图设计的前置工作，也是后期项目考核与评估的重要依据，至少应达到可行性研究报告深度，自治区重大工程项目应参照自然资办（2022）305号文的相关要求达到初步设计深度。在方案编制过程中应符合相关规划，遵守相关法律法规和政策文件。

E.2 大纲内容：

一、前言

（一）项目背景及任务由来

项目背景：阐述国家、地方层面关于废弃矿山治理相关的政策导向与任务目标。

任务由来：主要根据有关政策规定或业主的委托书（或合同）要求而编制，并阐述主要工作内容及目标，包括工程范围和实施期限。

（二）方案编制工作概况

阐述矿山基本情况调查、矿山生态环境调查等情况，说明调查工作量；阐述方案编制过程、走访调研及公众参与（包括权属人意见、有关部门的意见等）情况。插工作量表、工作程序图。

（三）方案编制依据

1. 法律法规。
2. 部门规章。
3. 政策性文件。
4. 广西废弃矿山核查数据库。
5. 技术标准与规范。
6. 其他相关资料，包括土地利用现状图、土地利用总体规划图、永久基本农田分布图、生态保护红线分布图、矿山生态环境与矿山生态问题调查报告、方案编制委托（或协议）书、矿山开采相关资料（开发利用方案、矿产地质勘查报告、储量核实报告）、水文地质勘查报告、矿山地质环境恢复治理和土地复垦方案、水土保持方案、尾矿库设计、环境影响评价及验收报告、项目竣工环境保护验收调查报告等、当地《县（市、区）矿山地质环境调查报告》、《县（市、区）矿山地质环境保护与治理规划（2018-2025）》等其他与项目相关的资料。

二、项目概况

（一）区域概况

1. 地理位置

包括项目区行政区划、交通条件等，附项目区域位置图。

2. 社会经济概况

包括项目区主体功能定位、经济发展水平、产业发展等。

3. 矿产资源开发利用状况

包括项目区矿产资源的种类、分布范围、开发利用状况等。

（二）矿山基本情况

包括项目区废弃矿山名称、废弃类型（历史遗留矿山、有责任主体废弃矿山）、采矿许可证号、地理位置、矿山面积、建矿时间、闭坑时间、生产规模、生产能力、经济类型、开采矿类与矿种、采矿方式、生产状态、开采深度、采空区面积及体积、土地权属、土地性质、采矿许可证办理注销情况等。闭坑矿山按照原采矿证信息调查，废弃无主矿山以实地调查为准。阐述废弃矿山开展矿山地质环境治理与土地复垦项目的完成情况，包括项目的内容、时间、投入资金、治理和修复面积、取得的成效、问题与经验等。存在相邻矿山的，应说明相邻矿山分布、开采及生态修复情况。

（三）矿山生态环境状况

包括项目区气象、水文、地形地貌、土壤、植被，生态系统类型、结构功能以及生态功能定位、重要生态敏感区、自然保护地等。

（四）矿山地质环境概况

包括项目区地层岩性、地质构造与地震等级、岩溶发育特征、水文地质条件、工程地质特征及废弃矿山矿体（层）地质特征，以及矿山及周边人类工程活动情况。

（五）矿山土地利用现状

包括土地利用现状、空间分布、面积。附土地利用现状分类表和土地利用现状图，土地利用类型按照《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》执行。

（六）“三区三线”分布

说明项目区与“三区三线”划定成果中生态空间、农业空间、城镇空间的位置关系，明确区域内永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线的分布、面积等情况，说明项目是否符合相关管控要求。

（七）与相关规划衔接情况

介绍项目区国土空间规划、国土空间生态修复规划、发展规划、专项规划、区域规划、空间规划对项目区的定位、指引，为矿区修复治理方向提供指导。图斑较分散

的，可分区说明。

三、矿山生态问题诊断评价

(一) 矿山生态修复参照系统

主要包括如下内容：

1. 阐述参照生态系统的确定过程。
2. 说明参照生态系统的自然地理条件、物种组成、生态系统结构、生态系统服务功能等关键属性。

(二) 矿山生态问题识别

1. 矿山地质安全隐患

阐述矿业活动造成的地面塌陷（岩溶塌陷、采空塌陷）、崩塌、滑坡、危岩体、不稳定斜坡发生时间、地点、规模、威胁对象、致灾程度、形成原因和处置情况等内容。并说明对区域生态系统质量、人民群众生产生活、经济社会发展的影响等。

2. 土地损毁

说明项目区土地损毁情况及成因，包括土地挖损、压占、沉陷、积水、水土流失等，明确损毁位置、范围，损毁区域的土地利用现状分类、面积、分布，说明矿山土地利用方式，按照 TD/T1031.1 标准规范执行；水土流失应描述水土流失的情况及成因。涉及耕地、永久基本农田的，特别说明其面积、分布及现状。并说明对区域生态系统质量、人民群众生产生活、经济社会发展等的影响。附现场照片。

3. 水资源破坏

说明项目区及其影响范围内水资源破坏情况及成因。包括采矿活动造成的含水层类型、层位、范围、水质、水位变化（上升下降、含水层疏干、井（泉）水干涸、地表水漏失等），地表水空间分布、水质、水量变化等。并说明对区域生态系统质量、人民群众生产生活、经济社会发展等的影响。附现场照片。

4. 地形地貌破坏

说明矿山开采活动造成的矿区及周边地形地貌改变与破坏的位置、方式、范围及程度，对城镇、自然保护地、重点自然景观、重要地质遗迹及主要交通干线的影响情况，以及采取措施及治理成效。附现场照片。

5. 生态退化

说明项目区生态退化情况及成因。包括采矿活动导致的表层土壤质地破坏、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。并说明对区域生态系统质量、人民群众生产生活、经济社会发展等的影响，对涉及生态保护红线的，应特别说明情况。附现场照片。

（三）矿山生态问题分级

根据废弃矿山地质环境、土地资源、水资源、地形地貌、生态状况等方面对矿山生态现状进行评估，综合确定废弃矿山生态问题影响程度分级和范围，分级标准参考《矿山生态修复技术规范》（TD/T 1070-2022）。

四、必要性、重要性及可行性分析

（一）必要性分析

阐述工程项目实施的必要性，主要从矿区自身生态问题及对区域生态系统质量、人民群众生产生活、经济社会发展等的影响方面论述项目实施的必要性。

（二）重要性分析

阐述工程项目实施的重要性，主要从项目实施以后对保障国家和地区生态安全、改善区域生态系统质量、提升人居环境的重要性，以及与贯彻落实国家、自治区重大决策部署和国家、自治区重大战略、重大规划的关系等。

（三）可行性分析

阐述工程项目实施的可行性，可从政策可行性、技术可行性、经济可行性和生态环境协调性四方面展开论述。

五、生态修复总体方案

（一）总体思路

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，尊重自然、顺应自然、保护自然，是全面建设社会主义现代化国家的内在要求。牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，站在人与自然和谐共生的高度谋划发展，推进美丽中国建设，坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理。坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主，严格落实“优先保障安全、突出生态功能、兼顾生态景观”要求科学布局和组织实施废弃矿山生态修复，分区分级分类推进实施。结合矿山地质环境特点、生态系统功能结构特点与废弃矿山分布特点，综合考虑地理单元的完整性、生态系统的关联性、自然生态要素的综合性，划分子项目。附技术路线图。

（二）基本原则

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

整体保护，系统修复，综合治理。矿山生态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，逐步修复受损生态功能。

因地制宜，分类施策，兴利除弊。统筹考虑矿山生态问题的多样性、复杂性、多因性和地域性特征，充分发挥国土空间总体规划引领作用，依据规划确定的土地用途，

宜耕则耕、宜林则林、宜水则水、宜建则建、宜荒则荒。

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，合理确定生态修复方式、方法和措施，提高投入产出效率，最大限度发挥废弃矿山修复后的长期效益。

（三）土地利用及适宜性评价

依据国土空间规划及相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据原土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理、符合政策规定的前提条件下，综合确定矿山土地利用方式，并进行适宜性评价。涉及永久基本农田、生态保护红线、公益林、天然林、湿地、草原等，按相应管控要求进行生态修复。

（四）预期效果

从整体性与系统性描述矿山生态修复效果，明确矿山生态修复影响范围，对影响范围内生态功能质量和稳定性、矿区人居环境等方面论述预期效果。

（五）工程布局与时序安排

1. 工程布局

说明工程总体建设内容、子项目布局、实施周期、修复治理面积、土地利用方式及主要工程措施，附工程子项目清单，子项目布局图等。

工程布局应体现整体性、系统性、协调性。不同规模的生态修复项目，按实际情况及修复系统完整性进行分级布置。图斑是工程布局的基本单元，可按照“工程—子项目—图斑”3级进行布置，涉及工程子项目较多的大型项目，可按照流域、山体山脉等相对完整的自然地理单元、行政区划，将子项目划入若干修复单元，按照“工程—修复单元—子项目—图斑”4级进行布置。

2. 时序安排

说明工程的总体实施期限，一般不超过3年。

列表说明子项目的时序安排，包括项目工程期限和起止时间，年度工程建设项目、投资安排等。

（六）工作目标

1. 总体目标

总体目标主要围绕生态保护修复对象，针对识别出的矿山生态环境问题，坚持定性和定量描述相结合，从系统工程和全局角度，提出废弃矿山生态修复实施的总体目标，明确矿山生态修复治理总面积，提升区域生态功能稳定性，改善矿区人居环境。项目包含多个子项目的，要对每个子项目的总体目标进行描述。

2. 年度目标

根据项目实施周期，按年度说明项目和子项目的阶段性目标。阶段性目标描述要求定性和定量描述相结合。

3. 绩效目标

根据项目总体目标，确定项目预期实现的产出、效益、满意度等方面的定性和定量指标。若包含多个子项目，需一并列出每个子项目的绩效考核指标。若项目跨年度，还应说明年度绩效目标以及各子项目年底绩效目标。其中，效益指标包括生态效益、社会效益、经济效益、可持续影响指标等。对能够量化的目标应设定定量指标，如设定自然恢复面积，工程治理修复面积，土地复垦和综合利用面积等。

六、实施内容与进度安排

（一）主要实施内容

根据不同子项目矿山生态系统受损程度、恢复力，结合矿山土地利用方式，科学选取修复方式，提出矿山地质安全隐患治理、地形地貌重塑、土壤重构、植被重建、土地整治及监测与管护等生态修复方案。

结合矿山生态修复基本原则、矿山生态环境问题对生态修复方案进行比选，确保方案科学、合理、经济。

（二）工程设计

根据不同子项目矿山的修复方案，结合工程条件，开展相应工程设计。涉及修复为耕地的项目设计时须说明耕地水土资源平衡分析情况，涉及削坡治理工程的须说明土石方综合利用情况。

1. 地质安全隐患治理工程；
2. 地貌重塑工程；
3. 土壤重构工程；
4. 植被重建工程；

.....

X. 监测工程；

X. 管护工程。

（三）工程量

按子项目计算、汇总工程量表。

（四）进度安排

通过横道图说明子项目工作内容和工程进度安排，进度安排应细化到月。

七、土石料利用情况

根据项目具体情况，估算因削坡减荷、消除地质灾害隐患等修复工程新产生的土石料量及原地遗留的土石料资源量，并进一步说明土石料的利用与处理方式。

八、监测评估与适应性管理

（一）监测评估

阐述监测评估的对象、内容与方法，重点关注工程建设质量和进度、绩效指标完成情况，评估项目实施对生态系统质量、演替产生的正面及负面影响等，监测指标可参照 TD/T 1070.1 相关要求执行。根据设定的监测内容与指标，明确子项目的监测点布设，监测措施、手段，以及监测评估技术方法、频次等。

（二）适应性管理

通过对矿山生态修复工程及子项目的修复模式与措施运行情况进行监测，评估修复模式和修复措施效果，并根据实施区域生态系统变化情况，修正、改进修复模式与措施，可参照 GB/T 15776、LY/T 2356、TD/T 1070.1 相关要求执行。

（三）后期管护

阐述子项目竣工验收后后期管护的责任主体、管护与监测措施、管护周期、资产权属等。

九、工程概算及资金筹措

（一）工程概（估）算

包括项目工程概（估）算的编制依据、取费标准、计算方法及工程总投资汇总表等内容。划分子项目的，应按子项目单独计算工程投资。对于申请自治区专项资金支持的项目应按子项目单独计算工程投资并达到概算程度。

（二）资金筹措

明确项目资金的筹措方案，包括中央财政资金、地方财政资金、社会资金等；明确资金支出明细和年度资金使用安排计划。其中对于具有开发利用潜力的废弃矿山，测算其潜力规模及收益。

（三）资金平衡分析

1. 界定项目期限、投资回报机制等，说明项目预期产出，明确项目预期收益，包括废砂石料出让、新增耕地指标、建设用地指标、土地出让等。

（1）砂石土利用潜力。说明砂石土利用潜力的数量及分布，并计算其收益。

（2）建设用地复垦潜力。说明建设用地复垦潜力的数量及分布。可分原深度贫困县、国家乡村振兴重点帮扶县城乡建设用地增减挂钩节余指标跨省域调剂指标和自治区内建设用地复垦指标 2 类分别计算，并计算其收益。

（3）新增耕地指标潜力。说明新增耕地指标潜力的数量及分布。可分耕地数量、水田规模、粮食产能 3 类指标分别计算，并计算其收益。

（4）其他开发利用潜力。说明存量采矿用地复垦的潜力、产业开发潜力、土地出让等其他潜力的数量及分布，并估算其收益。

2. 说明项目支出内容，包括工程施工费、监理费、其他费用以及不可预见费等，分析项目资金平衡情况。

十、效益分析

分析评估项目预期成效，从修复理念、技术方法、投入产出比、参与机制等方面分析预期成效，全面评估项目预期产生的生态效益、社会效益和经济效益等。

十一、保障措施

要明确项目具体组织和实施的责任单位和部门，从组织保障、制度保障、技术保障、资金保障、后期管护、其他问题（包括涉及土地权属问题、采矿权纠纷、确权用地和拆迁安置等特殊问题）处置等方面阐述。

十二、公众参与

阐述矿山生态修复工程范围内相关利益方，落实全面参与制度的保障措施，阐明矿山生态修复实施方案编制各阶段信息公开方式。对公众意见的采纳与不采纳情况及其理由应做出说明。

E.3 附表

E.3.1 废弃矿山生态修复工程子项目清单

序号	子项目名称	行政地理位置	实施周期	治理区域面积（公顷）	项目估算（万元）	建设内容	资金筹措方式	备注

填表说明：

- (1) 项目名称：某一区域名称+废弃矿山生态修复工程。
- (2) 行政地理位置：XX市XX区（县）。
- (3) 实施周期按照XXXX年XX月至XXXX年XX月格式填写。
- (4) 资金筹措方式：中央财政、自治区、地方财政和社会资本的投入情况。

E.3.2 废弃矿山生态修复绩效目标指标表

项目名称			
所属专项			
省级主管部门		省级财政部门	
市级主管部门		具体实施单位	
资金情况（万元）	项目总投资		
	中央资金/自治区财政资金		
	地方/社会资金		
总体目标	<p>_____ 矿山生态修复工程位于 _____, 通过项目实施主要解决了实施区域存在的 _____、_____、_____ 等矿山生态问题, 完成生态修复总面积公顷 (具有项目特色的总结性指标可自行添加, 推荐性描述如: 边坡治理、采坑治理、塌陷地治理等的具体目标指标); 工程内容包括 _____、_____ (具有项目特色的总结性指标可自行添加, 推荐性描述如: 防治地质灾害点 _____ 处、修复矿山/点数量个); 工程实施后产生的效益包括: _____、_____、_____ (推荐性描述如: 实施区域人居环境改善程度, 修复后与周边生态状况适宜情况, 土</p>		

	地复垦利用率等)。			
绩效指标	一级指标	二级指标	三级指标	指标值
	产出指标	数量指标	废弃矿山生态修复面积 (公顷)	
			修复图斑数量 (个)	
			地质安全隐患治理 (处)	
			边坡治理面积 (公顷)	
			采坑治理面积 (公顷)	
			塌陷地治理面积 (公顷)	
			林地修复面积 (公顷)	
			草地修复面积 (公顷)	
			耕地修复面积 (公顷)	
			盘活建设用地面积 (公顷)	
			
	质量指标		工程质量合格率 (%)	$\geq xx\%$
			工程质量优良率 (%)	$\geq xx\%$
			
	时效指标		预算按时执行率 (%)	$\geq xx\%$
			项目按时完成率 (%)	$\geq xx\%$
			
	成本指标		单位成本控制数	$\geq xx\%$
			
效益指标	社会效益指标	人居环境改善	一般/较好/很好	
		防灾减灾能力	一般/较好/很好	
			

		生态效益	修复后周边生态状况适宜性	一般/较好/很好
			
		经济效益	居民收入增长率	xx%
			
		可持续影响指标	区域生态功能稳定可持续时间	≥xx 年
			后期管护持续时间	≥xx 年
满意度指标	服务对象满意度指标	项目实施满意度	≥xx%	

E.3.3 废弃矿山图斑信息表（图斑核查库信息）

序号	图斑编号	行政区（县）	地理位置	图斑下发面积（公顷）	备注

E.4 附图

附图可单独成册，包括封面、扉页、图纸目录及图纸等。

1. 子项目布局图
2. 工程范围（基期年）遥感影像图/正摄影像图
3. 矿山地质环境问题现状图
4. 土地利用现状图（包括三区三线范围）
5. 土地利用规划图
6. 工程平面布置图
7. 工程设计相关图件（部分子项目需要工程设计剖面图、工程结构大样图等）
8. 其他相关图件

E.5 附件

概算书、矿山基本情况调查表、矿山生态问题调查总结报告、权属所有人意见调查表、现场照片等；各类证明材料，包括相关评审论证意见、有关部门出具的证明文件、公示情况、利益相关者意见征集的相关证明材料等；涉及土地权属问题、采矿权纠纷、生态保护红线、自然保护地、确权用地和拆迁安置等利益相关者问题，要提供相关批复文件、协议书、说明材料或当地政府承诺书；编制方案的委托书或者合同书；矢量数据等。可单独作为附件提供。

附录 F 广西废弃矿山生态修复工程设计编制大纲（试行）

（资料性附录）

F.1 说明

《广西废弃矿山生态修复工程设计》是后期指导废弃矿山生态修复实施的重要依据，应达到施工图设计深度。在编制过程中应遵守相关法律法规和政策文件，并与生态修复规划、国土空间规划、村庄规划等相衔接，与当地社会、经济、环境相适应。

报告应符合国家、地区和行业现行的规范、标准等规定。在涉及特殊地质环境地区，如膨胀土地区、岩溶塌陷区等应重点进行治理方案设计。在涉及存在严重污染的废弃矿山应按其他部门要求进行编制环境治理方案。

报告原则上以单个矿山为单位开展工程设计，编制施工图，若一个区域或标段有多个矿山，应在“一矿一策”的基础上进行汇总，并编制汇总表及其汇总说明。若出现治理内容、治理工程量、治理费用等方面的变化，必要时可进行设计变更。

F.2 大纲内容

1 前言

1.1 项目背景及来源

简述工程项目立项政策背景、编制目的。对工程项目立项及资金来源作简要说明，明确工程实施起始时间、施工期、验收期、监管期的时间。

1.2 矿山基本情况

简述废弃矿山位置、矿产类型、矿山规模、开采历史与现状、开采方法方式、开采影响范围、废弃物处置情况、废弃物堆放与尾矿库位置和规模等。有责任主体矿山应插矿权范围与修复范围叠合图。

1.3 设计编制工作概况

简述废弃矿山生态环境调查、地形地质测绘、资料收集、设计编制工作概况。说明各项工作起止日期、工作量、工作质量、公众参与及设计审查等情况。

1.4 设计依据

（1）法律法规与政策文件。

（2）相关规划。

（3）技术标准。

（4）技术文件：收集的相关资料、实施方案、调查或勘查报告、地形地质测绘成果、试验与检测资料、造价资料、市场信息等。

（5）设计委托书（合同）。

(6) 其他。

2 工程概况

2.1 自然地理

2.1.1 地理位置及交通

阐述废弃矿山位于市(县)城的方向、距离,行政管辖的乡镇村组。说明工程所处地理位置、中心坐标、占地面积、交通条件等。插工程区交通位置图及相关图片。

2.1.2 气象水文

(1) 气象。说明工程所在地降水量(年、月、日平均及最大降水量)、蒸发、日照、温度、积温、无霜期、风向与风速等气象特征。

(2) 水文。说明修复区汇水、径流及周边水系、水体等分布、规模、水位、水深、水量等。插地表水系图。

2.1.3 地形地貌

阐述矿区地貌类型,山脉走向,山峰形态,海拔标高,地形相对高差,切割程度,谷地(洼地、平原)形态规模;区内地形起伏,地面坡度等。插或附典型照片。

2.1.4 植被条件

说明修复区及周边植物类型、分布、生长势、覆盖度(郁闭度)和品种、规格等。插或附不同类型植被典型照片。

2.1.5 土壤类型及土地利用

(1) 土壤类型。阐述矿区土壤类型、分布范围、特征、土层厚度和成分(特别注意表土场和取土场)。插土壤剖面图(标注土壤分层信息及理化性质)或照片。

(2) 土地利用。简要说明修复区国土空间规划、土地利用类型、土地利用现状、土地权属等情况。

2.1.6 “三区三线”分布

说明废弃矿山与“三区三线”划定成果中生态空间、农业空间、城镇空间的位置关系,明确区域内永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线的分布、面积等情况,说明项目是否符合相关管控要求。

2.2 地质概况

2.2.1 地层岩性

说明修复区及周边地层划分及名称、岩性特征、分布、厚度,地层产状,岩浆岩的岩性、分布及与围岩接触关系等,并列表说明。插或附地质平面图和剖面简图。

2.2.2 地质构造与地震

说明区域地质构造及修复区地质构造类型、特征、稳定性。修复区构造带、构造裂隙、节理、层间错动和破碎带、软岩蠕变与构造褶曲等的产状、规模及分布特征等。

说明区域地壳稳定性，地震动参数等相关情况。

2.2.3 矿体（层）地质特征

简述矿层或矿脉特征，矿体（层）层位编号、层间距、分布范围、赋存状态、走向和倾向、倾角、厚度、重要矿物组成、矿体夹石、伴生和共生矿物、矿体顶板和底板岩性及矿物组成，矿体和围岩夹石矿物成分和化学成分。

2.3 水文与工程地质条件

2.3.1 水文地质条件

地下水的类型，水位（埋深）及其变幅，单井涌水量；含水层和隔水层，分布及其岩性结构和厚度；岩土层的透水性和富水性；对岩土层的影响（泥化和软化造成坍塌、冒顶、涌水和泥沙流动）；地下水的补给、径流和排泄条件及其水质和侵蚀性等。

2.3.2 工程地质条件

简述岩组名称、分布，岩组内各岩性层的名称、成因、结构及主要物理力学性质，评价各工程地质层对工程建设的影响。

3 矿山生态环境

3.1 矿山生态环境现状

3.1.1 总体现状

说明修复区占地总面积、废弃地占地面积（其中采坑、塘占地面积）、边坡占地面积及表面积；修复区展布方向，最大长度及宽度；最高高程、最低高程、高差、地势等（附高精度全景照片）。对各区的生态环境现状列表汇总。

3.1.2 各分区现状

（1）现状分区原则和方法：

根据修复区地形地貌，将修复区分为边坡区、废弃地和采空塌陷地。

（2）分区按照从西到东、从北到南进行连续编号。

（3）现状分区及编号应与修复分区及编号相一致。

3.1.3 边坡区现状

分述边坡各区生态环境现状（附各区现状照片），包括：

（1）边坡形态：坡高、坡长、坡宽、坡度、坡向、坡脚高程、坡脚长度、坡顶高程、坡顶长度、边坡占地面积、边坡表面积。

（2）地质特征：地层岩性及产状、风化程度、完整性、地质构造（断裂、节理、裂隙、岩溶等）及其发育特征、覆盖层性质及厚度、软弱夹层或软弱结构面特征（岩性、产状、厚度、发育程度、延伸程度、闭合程度、充填状况、充水状况、组合关系、力学属性）、地层产状及结构面与边坡坡向的组合关系等。

（3）地形地貌现状。

(4) 植被现状。

3.1.4 废弃地现状

分述废弃地各区生态环境现状(附各区现状照片)。包括:废弃地占地面积、损毁情况、土地类型、地形(高程、高差及变化趋势)、覆盖层岩土性质及厚度、基岩岩性、地质构造,残丘、残埂、采坑、以及矸石山、赤泥堆等堆放位置、高度、规模、边坡特征。

3.1.5 采空塌陷地现状

描述塌陷地分布范围、位置、形状、大小、深度、延伸方向、发生时间、发展趋势、岩层产状、断裂、节理裂隙,中间区、内边缘和外边缘区的范围和大小等(附各区现状照片)。

3.2 矿山生态环境问题及分级

3.2.1 地质安全隐患

描述修复区存在的地质环境破坏形成的地质安全隐患类型、数量、规模、特征、危害对象等(附地质安全问题现状照片),根据地质环境破坏类型分别进行编号。编号采用地质安全隐患名称的首个拼音字母组合加阿拉伯数字,如滑坡代号为HP1、HP2……。列表汇总,分别描述各类地质隐患类型、分布、规模、特征,描述内容根据调查与勘查内容参照相关规定,并说明地质隐患成因、形成机理,根据勘查成果对岩石、边坡或采空区稳定性进行计算分析和评价。

(1) 滑坡

(2) 崩塌

(3) 危岩

……

3.2.2 土地资源占用及破坏

(1) 土地资源占用。按照相关规定说明占用对象、地类、数量、权属等。

(2) 土地资源破坏。包括挖损、水土流失等引起的土地资源破坏。按照相关规定,分别说明损毁的土地类型、权属、位置、面积、原因、程度等,分析其发展趋势。水土流失应描述水土流失类型、面积、强度、分布以及危害、成因等。

3.2.3 水土流失及水资源破坏

说明采矿活动造成的水土流失情况及影响的含水层类型、层位、范围、水质、水位变化,地表水质、水量变化,以及分析水资源的发展趋势。

3.2.4 地形地貌破坏

描述破坏的地形地貌类型、位置、面积、破坏方式、影响程度等,分析其发展趋势。以及对城镇、自然保护地、重点自然景观、重要地质遗迹及主要交通干线的影响

情况。

3.2.5 生态退化

描述采矿活动导致的表层土壤质地破坏、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。并说明对区域生态系统质量、人民群众生产生活、经济社会发展等的影响，对涉及生态保护红线的，应特别说明情况。附现场照片。

4 总体定位与目标

4.1 总体定位

依据修复区现状，结合自然条件、土地利用与生态修复要求，对比参照生态系统情况，坚持因地制宜、宜耕则耕、宜林则林、宜草则草、宜建则建、综合治理的原则，综合考虑修复区生态修复总体定位。

4.2 修复目标

彻底消除因矿山地质环境破坏形成的安全隐患，确保人民群众的生命财产安全。

保持水土，诱导植物群落演替，恢复被破坏的地形地貌和植被，提升自然环境生物多样性，建立山水林田湖草生命共同体，恢复和提升生态系统服务功能，与周边自然环境和景观相协调。

根据废弃矿山情况因地制宜确定修复区为生态空间、农业空间、城镇空间。按照国土空间规划确定的目标和用途，保护自然资源与地质遗迹。通过土地整理、复垦、水土保持、生态修复，实现全域土地综合整治，恢复土地基本功能，实现土地可持续利用，最大限度地恢复和利用水土资源。

结合本工程实际，提出针对性修复目标以及相应的数据或指标。

5 土地利用及适宜性评价

根据生态修复总体定位及目标，阐述土地利用适宜性评价的依据及过程，列表说明各评价单元修复后的利用方向（应明确至二级地类）、面积。

6 修复范围及分区

6.1 修复范围及规模

说明修复范围确定的依据，明确修复范围控制点坐标，说明修复总面积。

6.2 修复分区

修复分区应与土地利用适宜性评价中分区保持一致，可根据工程修复实际需要进一步细分。分别列表说明各区的边界控制点坐标、占地面积、土地利用方式、修复面积（边坡修复区为表面积）。对各分区及全区占地面积、修复面积进行小计和合计，例表见下。

各修复分区规模及主要工程措施汇总表（示例）

评价单元	修复分区		占地面积 /m ²	土地利用 方式	修复面积 /m ²
A	A1（图斑编号）	A1-1			
		A1-2			
				
		小计		/	
	A2	A2-1			
		A2-2			
				
		小计		/	
			
	合计			/	
.....			

7 工程设计

7.1 设计原则

为实现废弃矿山生态修复目标，通过技术经济方案比较，选择合理的修复技术和工程措施；鼓励采用成熟先进的修复技术和方法，引进国际、国内最新科技成果；在确保安全的前提下，采用最优方案，减少投资，缩短工期。

7.2 设计方案

设计方案应选用安全可靠的技术措施，应减少对环境的破坏，重视土地的保护和利用，考虑施工的便利性。

7.3 设计工况、参数和标准

详细说明使用到的工况、参数以及技术标准。

7.4 分部分项工程设计

按照治理方案，开展工程设计，如矿山地质环境破坏治理工程、地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程、土地整治工程和其他工程及土石方综合利用情况。

7.5 施工技术要求

说明施工技术、工艺、质量要求。

7.6 土石方利用与要求

详细估算因削坡减荷、消除地质灾害隐患等修复工程新产生的土石料量及原地遗留的土石料资源量，并进一步说明土石料的利用与处理方式与要求。

8 安全文明施工

8.1 工程安全

应明确涉及重大工程的重点部位和环节，要求施工单位编制安全专项方案。提出

保障工程周边环境安全和工程施工安全的意见与建议。

8.2 文明施工

主要包括本工程施工过程中的生态环境保护、水污染防治、固体废物污染防治等相关要求。

9 工程监测

详细说明监测对象、采取监测措施、工程量、工程预算等，绘制工程监测基准点、工作站点、监测点及监测线平面布置图，根据要求编制工程监测设计。工程监测设计可作为工程设计附件。

9.1 工作方法和技术要求

包括工作部署原则，监测对象、要素、级别、精度、预警值，监测周期、频次，监测技术要求、评估方法等。

9.2 监测系统建设、运行与维护

包括监测设施施工、安装，监测仪器及技术指标，监测系统运行与维护等内容。

9.3 监测工作量

统计监测工作量。

9.4 监测评估与适应性管理

通过对项目红线范围内的修复措施运行情况进行监测，评估修复措施效果，根据实施区域生态系统变化情况，施工后对生态问题识别变化情况进行修正、改进措施，并制定合适的管控方法。

10 工程维护与后期管护

工程维护与后期管护设计应根据工程特点编制。

(1) 养护浇灌系统。根据边坡植被恢复工程措施、规模及地形条件、水源条件，按照相关规范要求，设计养护浇灌系统。绘制设计平面图、大样图（或示意图），计算工程量。

(2) 工程维护。依据工程内容说明维护对象、维护规模或数量、质量要求及其相应的维护期。

(3) 植被养护。依据不同修复类型的绿化工程内容说明养护对象、养护规模或数量、养护目标及其相应的养护期，可参考林业相关技术规范执行。

(4) 土地复垦管护内容包括管护对象、管护年限、管护次数及管护方法，可按《土地复垦技术要求与验收规范》（DB45/T 892-2012）第8章的要求布置。

11 工程量与工程预算

11.1 工程量

(1) 工程量计算依据

工程量计算要依据工程内容、工程措施、工艺技术、项目特征综合计算，应符合《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500)和相关专业工程量计算规范及自治区、市相关文件要求。

(2) 工程量计算方法

1. 边坡削坡工程量可采用剖面法、DTM法、三维重建等技术计算。
2. 边坡削坡土石方工程量可列表计算，表头内容包括分区、剖面编号、截面面积(上截面面积、下截面面积)、截面间距、计算公式、体积。
3. 废弃地残丘削剥及土石方挖、填工程量计算可采用DTM法，说明参与计算块段数量、块段面积、最大高程、最小高程、平均高程、整治后最终场地高程。
4. 计算采用的地形图比例尺应不小于1:1000。
5. 线性工程量可在地形底图上直接读取，并应考虑坡度等影响因素。
6. 工程量计算图表应作为工程设计文件的附件。

(3) 工程量计量单位

计量单位的使用应符合国家及其引用的国际标准(SI)要求，并方便、准确工程计量。

11.2 工程预算

11.2.1 工程预算编制说明

(1) 工程预算为施工图预算，可作为工程招投标、工程结算与审计、工程决算审计的依据。工程预算费用组成包括分部分项工程费、总价措施项目费、规费与税金和其他费用。

(2) 分部分项工程费中的综合单价应依据广西壮族自治区相关定额标准、文件和相关规定。按实计算人工费、材料费和机械使用费，合理计取管理费和利润。

(3) 总价措施项目费的安全文明施工费中，除按规定费率计取安全文明施工基本费外，根据目前当地扬尘污染防治标准化工地建设要求和相关政策文件和建设标准，增项扬尘污染防治增加费，其费用可根据扬尘污染防治工程内容按分部分项工程费计算，也可按相关政策文件规定的费率计取。由于矿山生态环境修复工程施工条件复杂、施工难度大，其模板、脚手架等措施工程计价可在建设工程计价的基础上适当调增。

(4) 其他费用包括：工程监测费、技术工作费(前期调查与勘查、地形测量、设计及预算编制、专家审查等)、项目管理费(施工招投标、工程监理、现场管理、检验检测、工程监测、第三方竣工测量、工程验收、跟踪审计、工程结算审计、工程决算审计、财务决算等)。

(5) 本章节施工图预算可单独编制成册。

11.2.2 工程预算编制依据

预算编制可选择采用以下收费标准:

(1) 原则上以《广西地质灾害防治工程预算定额标准》(桂财资环[2020]6号)、《土地开发整理项目预算定额标准》(财综[2011]128号)编制,如部分工程中所选择的主要定额标准无定额标准的,则可参照其他定额标准作为依据,无定额标准的可参照同类或类似商品(服务)市场价,并作说明。

(2) 材料价格采用工程设计时的最新建设工程材料市场指导价,对于指导价中没有的材料价格参考市场询价计入。

(3) 其他参照目前自治区内市场价或类似工程结算价计价。

11.2.3 工程预算

根据各分区工程量编制各分区工程预算,在此基础上进行汇总,编制工程总预算。

12 施工组织设计

依据设计的工程内容、工程量和生产能力,综合考虑施工条件、流水作业条件、资源(人、财、物)条件、环境条件及其他影响工期因素合理制定。

12.1 施工条件

包括自然条件和工程条件。

12.2 施工总布置

施工总布置主要包括临时设施、施工道路、施工机械、用电系统、用水系统等。

12.3 施工顺序与进度

根据工程量,工期要求,材料、构件,机具和劳动力的供应情况,结合现场情况和施工设计要求明确施工顺序,绘制工程施工进度计划横道图或网络图。

12.4 施工方法及施工机械

施工方法应根据各分部分项工程的特点选择,着重于施工的机械化、专业化。

12.5 施工技术要求及注意事项

对新结构、新材料、新工艺和新技术,尚应说明其工艺流程。明确保证工程质量和安全的技术措施。

12.6 施工安全

做好安全教育,对施工期间可能发生的险情,应编制应急抢险预案。

12.7 质量管理

说明工程质量控制标准及管理要求。

13 保障措施

阐述项目的组织保障、技术保障、资金保障、监管保障、公众参与、廉政风险防控、安全生产保障等相关措施。

14 预期效益分析

14.1 生态效益

结合工程修复目标着重说明工程修复后解决的环境问题和生态环境改善的具体内容（包括矿山环境治理、植被修复、水土保持、生物多样性等，宜用数据说明）。

14.2 社会效益

着重说明工程修复后对社会的贡献。包括安全、稳定、社会和谐及对地方经济发展的促进作用。

14.3 经济效益

直接经济效益。结合数据说明修复后工程带来的土地、林业、工程产生的矿产等资源利用情况。

间接经济效益。说明修复后的生态环境改善带来周边土地获益、旅游资源利用，周边人民生活条件和生活质量提高、人文环境及居住环境改善以及投资环境优化等。

15 结论与建议

（1）结论

项目来源、总体目标、设计综述、主要工程内容、工程量及预算、工期、修复预期成果综述。

（2）建议

针对工程实施的重点、难点、安全生产、环境保护以及可能出现的问题提出建议或解决方案。

16 附表

（1）矿山生态环境现状调查表，见附录。

（2）修复分区边界控制点坐标及高程（修复前、后）汇总表。

（3）工程量计算统计（图）表。

17 附图

工程施工平面图编制应以工程施工测量成果图为底图，注明测量单位、测量日期、比例尺、坐标及高程系统等。主要附图包括：

（1）项目位置总体分布图

（2）矿山生态环境问题现状图

（3）矿山土地利用现状图

（4）矿山生态修复规划图

（5）矿山生态修复工程境界图（容缺，较为复杂、涉及削坡工程图斑，需要提供）

（6）矿山生态修复工程设计平面图

（7）剖面图及大样图

(8) 土石方资源量估算图

(9) 其他相关图件

18 附件

(1) 土地权属人意见书;

(2) 专家审查意见;

(3) 立项批复;

(4) 矿山生态修复数据库;

(5) 矿山地质灾害调查报告、勘查报告、土壤污染调查报告等其他相关附件;

(6) 矿山生态环境现状照片、影像、调查报告等。

F.3 附录

表 矿山生态环境现状调查表

矿山 基本 概况	图斑编号		矿山名称		地理位置	市(州)	县	镇(乡)	村			
	矿山类型	历史遗留矿山/有责任主体的废弃矿山	矿区面积(km ²)		中心坐标	经度:		纬度:				
	开采矿种		开采方式		闭坑时间							
	土地所有权		土地使用权		现状地类							
	未处置矿产情况	矿产资源矿种、类别、数量、现场堆存位置等										
	现状已复绿情况	人为或自然复绿情况简述,包括位置、面积等										
	现状已转型利用情况	位置、利用类型、面积等										
	其他											
采矿 破坏 土地	露采场		排土场		固体废弃物堆		地面塌陷		总计	已治理面积 (m ²)		
	数量(个)	面积(m ²)	数量(个)	面积(m ²)	数量(个)	面积(m ²)	数量/个	面积(m ²)	面积(m ²)			
	破坏土地情况(m ²)		破坏土地情况(m ²)		破坏土地情况(m ²)		破坏土地情况(m ²)					
	耕地	永久基本农田		耕地	永久基本农田		耕地	永久基本农田		耕地	永久基本农田	
		其它耕地			其它耕地			其它耕地			其它耕地	
		小计			小计			小计			小计	
	林地			林地			林地			林地		
	其它土地			其它土地			其它土地			其它土地		
	合计			合计			合计			合计		
采矿固	类型		年排放量/(10 ⁴ m ³ /a)		年综合利用量/(10 ⁴ m ³ /a)		累计积存量/(10 ⁴ m ³)		主要利用方式			

体废弃物排放	废石(土)														
	煤矸石														
	合计														
含水层破坏情况	影响含水层的类型		区域含水层遭受影响或破坏(包括水位及水质)的面积(km ²)			地下水位最大下降幅度(m)		含水层被疏干的面积(m ²)		受影响的对象					
地形地貌破坏	破坏的地形地貌类型		被破坏的面积(m ²)			破坏程度		修复的难易程度							
采矿引起的崩塌、滑坡、泥石流等情况	种类	发生时间	发生地点	规模	影响范围(m ²)	体积(m ³)	危 害					发生原因	防治情况	治理面积(m ²)	
							死亡人数(人)	受伤人数(人)	破坏房屋(间)	毁坏土地(m ²)	直接经济损失(万元)				
采矿引起的地面塌陷情况	发生时间	发生地点	规模	塌陷坑(个)	影响范围(m ²)	最大长度(m)	最大深度(m)	危 害					发生原因	防治情况	治理面积(m ²)
								死亡人数(人)	受伤人数(人)	破坏房屋(间)	毁坏土地(m ²)	直接经济损失(万元)			

填表人： 填表日期： 年 月 日

附录 G 废弃石灰岩露天矿山生态修复验收细则

(规范性附录)

G.1 自然恢复验收

参照《广西壮族自治区历史遗留矿山自然恢复技术指南(试行)》(桂自然资办〔2023〕174号)等要求进行验收销号。

G.2 工程治理应检查与验收项目

1) 坡面修整

- a) 用全站仪、经纬仪、水准仪和钢尺检测所削方的位置、厚度、边坡坡度、台阶高度和宽度,排水沟的位置和尺寸。
- b) 外观质量检查坡面平顺度。
- c) 其他必须检查的项目。

2) 锚杆(索)

- a) 锚孔深度、锚固段长度、孔径、锚固力、锁定荷载、使用预应力施加设备、锚索(杆)承载力检验。
- b) 用全站仪、经纬仪、水准仪和钢尺检测锚孔平面位置。
- c) 外观质量检查外锚墩混凝土表面的蜂窝麻面面积,锚头密封。
- d) 其他必须检查的项目。

3) 砌体边坡防护

- a) 护坡坡脚地基承载力。
- b) 用全站仪、经纬仪、水准仪和钢尺检测浆砌片石顶面高程、坡度、断面尺寸、垫、滤层厚度、表面平整度等。
- c) 外观质量检查砌缝内砂浆均匀饱满,勾缝密实度。
- d) 其他必须检查的项目。

4) 主动网防护

- a) 主动网、锚杆位置。
- b) 用全站仪、经纬仪和钢尺检测主动网面积、位置、钢筋网孔尺寸。
- c) 外观质量检查钢筋网及卡扣等有无松动,有无损伤、脱落和断裂等现象。
- d) 其他必须检查的项目。

G.3 工程质量评定

G.3.1 一般规定

竣工验收一般应在由参建及有关单位在分项工程、分部工程和单位工程完成验收并达到合格等级的基础上进行,工程质量等级分为优良、合格、不合格三个

等级。

G.3.2 分项工程质量评定

- 1) 同时满足下列条件的定为优良级：
 - a) 保证项目应全部符合设计规定；
 - b) 允许偏差项目抽查的点数中，90%以上的实测值应在规定的允许范围内，且最大偏差值不得超过允许偏差的两倍；
 - c) 外观质量检查合格率 80%以上。
- 2) 同时满足下列条件的定为合格级：
 - a) 保证项目应全部符合设计规定；
 - b) 允许偏差项目抽查的点数中，70%以上的实测值应规定的允许范围内；
 - c) 外观质量检查合格率 70%以上。
- 3) 不符合 1) 和 2) 要求，定为不合格级。

G.3.3 分部工程质量评定

- 1) 同时满足下列条件的定为优良级：
 - a) 所含分项工程质量全部合格，其中 70%以上达到优良，且未发生过较大质量事故；
 - b) 分项工程外观质量检查合格率达到 85%以上；
 - c) 混凝土（砂浆）试件质量、原材料质量合格。
- 2) 同时满足下列条件的定为合格级：
 - a) 所含分项工程的质量全部合格，质量事故及质量缺陷已按要求处理，并经检验合格；
 - b) 分项工程外观质量检查合格率达到 70%以上；
 - c) 混凝土（砂浆）试件质量、原材料质量合格。
- 3) 不符合 1) 和 2) 要求，定为不合格。

G.3.4 单位工程质量评定

- 1) 同时满足下列条件的定为优良级：
 - a) 所含分部工程质量全部合格，其中 70%以上达到优良等级，主要分部工程质量全部优良，且施工中未发生过较大质量事故；
 - b) 质量事故已按要求进行处理；
 - c) 分部工程外观质量检查合格率达到 85%以上；
 - d) 单位工程施工质量检验与评定资料齐全；
 - e) 治理恢复工程过程的试验和检测成果符合国家、行业技术标准和本指南要求；
 - f) 竣工档案资料齐全、准确。

- 2) 同时满足下列条件的定为合格级:
 - a) 所含分部工程质量全部合格;
 - b) 质量事故已按要求进行处理;
 - c) 分部工程外观质量检查合格率达到 70%以上;
 - d) 单位工程施工质量检验与评定资料齐全;
 - e) 治理恢复工程过程的试验和检测成果符合国家、行业技术标准和本指南要求;
 - f) 竣工档案资料齐全、准确。
- 3) 不符合 1) 和 2) 要求, 定为不合格。

G.3.5 工程竣工(总体工程)质量评定

- 1) 同时满足下列条件的定为优良级:
 - a) 满足本指南和设计要求;
 - b) 参建单位的资质、治理恢复工程程序、工程质量保证资料符合要求, 勘察与设计文件及设计变更经审批;
 - c) 主次要单位工程质量全部合格, 其中 70%以上单位工程质量为优良等级, 且主要单位工程质量全部优良;
 - d) 单位工程外观质量检查合格率达 70%以上。
- 2) 同时满足下列条件的定为合格级:
 - a) 满足本指南和设计要求;
 - b) 参建单位的资质、治理恢复工程程序、工程质量保证资料符合要求, 勘察与设计文件及设计变更经审批;
 - c) 主要单位工程质量全部合格;
 - d) 单位工程外观质量检查合格率 50%~70%。
- 3) 不符合 1) 和 2) 要求, 定为不合格。

G.4 工程竣工验收依据和条件

G.4.1 工程竣工验收依据

- 1) 工程施工合同文件。
- 2) 工程设计及变更文件。
- 3) 相关法律法规及政策文件。
- 4) 相关设计、施工、验收等技术标准、工程质量检验评定标准。
- 5) 工程竣工测量报告。
- 6) 工程监测成果。

G.4.2 工程初步验收条件

- 1) 完成工程设计和合同文件约定的全部工程内容和工程量。

2) 施工单位对工程质量自检合格, 确认工程质量符合设计和合同要求, 符合有关技术标准。

3) 监理单位对工程质量进行了全程跟踪和检查验收, 确认工程质量合格, 具有完整的监理资料。

4) 设计单位参与了重大分部分项工程的质量检查验收, 确认工程质量符合设计要求。

5) 工程监测符合设计及相关规范要求, 监测资料完整, 监测成果及评价结论正确, 工程稳定性及修复效果满足设计要求。

6) 工程通过了资质单位的第三方竣工测量核准, 竣工测量单位应同时具有工程设计和测绘乙级以上资质。竣工测量报告应由测绘单位技术负责人签字确认。竣工测量报告核查的工程量、工程施工大样、苗木种植品种规格和间距、修复边界范围、平整度、坡度、高程等最终境界要素应符合设计及变更要求。

7) 工程质量检查与验收资料真实、准确、完整、及时、规范、有效, 符合设计及相关规范要求。工程质量检查与验收资料包括:

- a) 各分项工程施工验收记录
- b) 施工现场质量管理检查验收记录。
- c) 工程原材料、中间产品、设备、植物材料质量合格证明材料。
- d) 检验批质量验收记录。
- e) 分项工程质量验收记录。
- f) 分部工程质量验收记录。
- g) 单位工程质量控制资料。
- h) 单位工程观感质量检查记录。
- i) 单位工程质量竣工验收记录。
- j) 工程试验与检验检测报告
- k) 工程监测成果资料 (有工程监测要求时)。

8) 建设单位已按施工合同约定支付了工程款。

9) 施工单位编制的工程结算报告已完成, 并经建设、监理等单位签字确认。

G.5 工程竣工验收条件

1) 工程通过了初步验收, 工程质量合格。初步验收提出的问题或建议已整改或落实, 并经初步验收专家组验收合格。

2) 工程结算审计已完成, 并经建设、施工等单位签字确认。

3) 工程维护与植被养护实施方案已通过监理或建设单位审查认可, 建设单位和施工单位签署的工程质量保修书。

4) 有工程监测要求时, 工程监测资料齐全, 监测结果符合设计要求。

5) 建设单位已按相关规定进行了效益评价和工程决算, 财务决算报告符合相关规定要求, 资金使用规范合理。

G.6 工程交付验收条件

- 1) 工程维护与植被养护期以及工程监测期已满。
- 2) 工程维护与植被养护目标任务已完成, 并通过了相关单位的共同验收和签字确认。
- 3) 工程质量及修复效果符合工程设计及工程质量保修书要求。

G.7 工程验收组织程序和要求

G.7.1 工程竣工后, 施工单位应组织有关人员对所完成的工程进行全面自检, 监理单位应依据施工单位的自检结果对所完成的工程进行全面检查, 建设单位应对所完成的工程组织专业单位进行工程检测、竣工测量和工程结算与审计, 工程监测单位应对截止验收前的工程监测情况进行总结评价。

G.7.2 总监理工程师应组织各专业监理工程师对工程质量进行竣工预验收。存在施工质量问题时, 应书面通知并督促施工单位整改。整改完毕、全部工程合格后, 由施工单位向建设单位提交工程竣工报告及相关工程资料, 申请工程初步验收。

G.7.3 工程初步验收由建设单位或主管部门组织专家会同工程参建、工程监测、工程检测、竣工测量等单位项目负责人或代表进行验收。工程初步验收程序如下:

- a) 工程竣工后, 施工单位向建设单位提交工程竣工报告, 申请工程竣工验收。工程竣工报告应经总监理工程师签署审核意见。
- b) 建设单位收到工程竣工报告后, 组织上述各单位和有关方面的专家、代表组成验收组。
- c) 建设单位组织、监理单位协助进行工程初步验收。
 - 1) 验收组现场查看, 实地查验工程质量。施工单位在现场对工程完成情况作简要汇报;
 - 2) 各单位分别汇报合同履行和法律法规、技术规范执行等情况;
 - 3) 专家组审阅相关单位提交的工程资料;
 - 4) 对工程质量作出评价, 形成经专家组签署的工程初步验收意见。
- d) 当参与验收的建设、设计、施工、监理等单位不能形成一致意见时, 应协商提出解决办法, 待意见一致后重新组织工程初步验收。必要时, 可以由建设单位组织专家进行论证或指定专业检测机构进行技术鉴定。

G.7.4 工程竣工验收由建设单位或主管部门组织专家及相关单位代表进行现场检查和验收。工程竣工验收程序如下:

- 1) 施工单位结合现场对工程完成情况向专家及相关单位代表进行简要汇报。现场检查内容和要求。

2) 工程项目实施情况汇报

- a) 建设单位——项目管理与实施概况，工程绩效评价；
 - b) 设计单位——工程设计总结；
 - c) 施工单位——工程竣工总结；
 - d) 监理单位——工程监理总结；
 - e) 监测单位——工程监测总结；
 - f) 工程质量检测单位——工程质量检验检测总结；
 - g) 竣工测量单位——工程竣工测量总结；
 - h) 审计单位（跟踪审计单位）——工程量及工程结算审计情况（跟踪审计单位汇报工程跟踪审计工作总结）。
- 3) 专家组查阅相关工程资料。
- 4) 针对工程质量、工程资料中的疑问，向相关单位质询。
- 5) 专家发表个人意见或建议。
- 6) 专家组讨论形成验收意见，根据工程质量、工期、资金使用及资料完整性等情况，确定工程质量等级，提出相关意见或建议。

G.7.5 中央及自治区级财政项目的验收还应符合国家及自治区级主管部门的相关规定。

G.8 信息化监管

建立信息化监管制度。将生态保护修复工程立项、实施、验收等环节的信息及时上图入库，明确项目位置、规模、类型、内容及建设进展与成效等。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、可视化、可追踪的全程全面监测监管。

G.8.1 工程移交内容应全程进行信息化监管。

G.8.2 贯彻落实国家的法律、行政法规、技术标准和相关要求。

G.8.3 组织信息系统规划与建设工作，制定相关管理规定。

G.8.4 组织制定信息化风险管理制度，建立风险识别、计量、监测和控制体系。

G.8.5 建立有效的信息系统安全保障体系并定期或者根据工作需要及时进行检查、评估、审计、改进、监控等工作。

G.8.6 对信息系统安全事件进行管理、处置和上报。

G.8.7 组织配备足够具有专业知识和技能的信息安全工作人员。

G.9 工程移交与管护

G.9.1 建立项目移交和后期管护制度。工程验收合格后，由项目所在地县（区）级以上人民政府落实具体维护和管理单位，明确管护责任主体和管护要求。

G.9.2 移交对象包括矿山生态修复面积、范围、恢复后地类（耕地、林地、草地、园地、建设用地等）、修复工程及边坡稳定性监测等。

G.9.3 维护和管理单位应根据管护要求定期管护修复工程，及时疏通截排水工程，做好道路等基础设施的运行和维护，做好植被的养护、追肥、病虫害防治、培土补植、修葺等工作。

G.9.4 复垦为耕地和其他地类的应按照相应规范做好后期养护工作。

G.10 监测管理

G.10.1 依据矿山生态修复项目的目标和绩效指标，可采用遥感、自动监测、实地查看等方式，开展生态修复工程全过程动态监测，建立生态监测动态更新数据库。

G.10.2 监测内容包括景观格局、生态系统质量、植被覆盖度、水源涵养、水土保持、生物多样性、水土环境等。监测指标来可参照《自然资源调查监测体系构建总体方案》执行。

1) 监测内容和项目、监测方法、监测频率、监测点网的布设应与设计或方案一致或基本一致为合格，否则，为不合格。

2) 监测仪器设备、量器应进行质量检验，标定和准确安装为合格，否则，为不合格。

3) 监测记录无涂改现象，监测采集的资料完整为合格，否则，为不合格。

4) 监测资料及时整理和建档，编制相应分析图件和监测报告为合格，否则，为不合格。

G.11 资料归档

工程项目竣工验收完成后，建设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，财政

出资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，汇交至自然资源管理部门。

- 1) 检查验收资料的齐全性、完整性。
- 2) 施工单位向监理单位提出验收申请，并提供下列文件：
 - a) 质量检测报告；
 - b) 工程中间验收记录；
 - c) 设计变更文件；
 - d) 竣工图和工程计量单；
 - e) 进口种子的检疫报告；
 - f) 建筑设施用材合格证或检验报告；
 - g) 施工日志和总结报告；
 - h) 基础加固工程施工原始记录；
 - i) 施工检测报告；
 - k) 工程结算书；
- 3) 竣工验收后，应签署竣工验收单；

附录 H 废弃石灰岩露天矿山生态修复工程验收申请书和验收书 格式

(规范性附录)

H.1 附表 H.1 给出了废弃石灰岩露天矿山生态修复项目工程竣工验收申请表。

附表 H.1 废弃石灰岩露天矿山生态修复项目工程初步验收申报表

工程名称: _____ 合同号: _____ NO: 施_____

致监理单位: 本申报工程项目已经按合同要求,于 _____ 年 _____ 月 _____ 日基本完工,零星未完工程及缺陷修补保证按预定计划或在工程验收前完成,验收文件也已准备就绪,特申报对本表所列工程项目进行验收。 施工单位(公章): 单位负责人: 申报日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日				
申报验收记录	验收阶段	验收工程项目或编码	申报验收日期	备注
	<input type="checkbox"/> 分项工程验收 <input type="checkbox"/> 分部工程验收 <input type="checkbox"/> 单位工程验收 <input type="checkbox"/> 工程竣工验收			
随同报送的主要验收文件目录	序号	文件名称		
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
.....				
监理单位意见	<input type="checkbox"/> 不具备验收条件,满足条件再报。 <input type="checkbox"/> 补充报送文件,内容专文通知。 <input type="checkbox"/> 已通过审核,并即时报告业主单位组织验收,具体事项专文通知。 <div style="text-align: center;"> 监理单位:(公章) 签证人: 签证日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日 </div>			

H.2 附表 H.2 给出了废弃石灰岩露天矿山生态修复项目工程竣工验收申请表,附图 H.1~附图 H.6 给出了废弃石灰岩露天矿山生态修复工程竣工验收书格式。

附表 H.2 废弃石灰岩露天矿山生态修复项目工程竣工验收申请表

工程名称		业 主 单 位	
工程地点		设计(勘察) 单 位	
治理投资 来 源		施工单位	
工程类型		监理单位	
工程规模		开工日期	年 月 日
工 程 造 价		竣工日期	年 月 日
合同编号		交工日期	年 月 日
报告书包括的工程			
<p>竣工验收申请:</p> <p>施工(业主)单位已按合同和设计图纸(或方案)完成了该工程,并进行了质量自检评定,竣工资料已汇集成册,请主管部门组织竣工验收。特此申请</p> <p style="text-align: center;">(业主)单位签章 施工单位签章</p> <p style="text-align: center;">_____年_____月_____日</p>			
<p>自然资源部门意见:</p> <p style="text-align: center;">经研究,定于_____年_____月_____日进行竣工验收,请你单位做好一切准备。</p> <p style="text-align: center;">自然资源部门签章</p> <p style="text-align: center;">_____年_____月_____日</p>			

废弃石灰岩露天矿山生态修复 竣工验收书

工 程 名 称 _____

矿 山 地 址 _____

业 主 单 位 _____

开 工 日 期 _____年 _____月 _____日

竣 工 日 期 _____年 _____月 _____日

验 收 组 织 部 门 _____

验 收 日 期 _____年 _____月 _____日

工 程 项 目 编 号 _____

附图 H.1 废弃石灰岩露天矿山生态修复工程竣工验收书封面格式

一、治理工程基本情况				
工程名称			矿山地址	
工程类型			工程级别	
工程预算			工程结算	
参 建 单 位 及 资 质	单 位	名 称	资 质	检查情况
	勘查单位			
	设计单位			
	施工单位			
	监理单位			
	检测单位			

附图 H.2 废弃石灰岩露天矿山生态修复工程竣工验收书正文第一部分格式

二、验收所需文件及资料情况		
序号	名 称	检查结果
1	业主单位申请书	
2	业主单位的施工管理报告	
3	勘查单位的勘查总结报告	
4	设计单位的设计总结报告	
5	施工单位的工程竣工报告	
6	监理单位的工程监理报告	
7	检测单位的检测报告	
8 竣工验收文件	(1) 项目管理文件	
	(2) 立项文件	
	(3) 勘查文件	
	(4) 可行性研究文件（生态修复方案）	
	(5) 设计文件	
	(6) 工程管理文件	
	(7) 监理文件	
	(8) 施工文件	
	(9) 检测资料	
	(10) 工程竣工文件	
	(11) 其他	

附图 H.3 废弃石灰岩露天矿山生态修复工程竣工验收书正文第二部分格式

三、治理工程勘查与设计文件审查（批）情况

项 目	审查机关及 文号、日期	检 查 结 果
勘查报告		
可行性研究报告（或矿山地质 环境保护与治理恢复方案）		
生态修复方案		
施工图设计报告		
设计重大变更文件		

附图 H.4 废弃石灰岩露天矿山生态修复工程竣工验收书正文第三部分格式

四、工程竣工施工质量验收专家组意见

执行基本治理恢复程序的情况：

对工程施工的评价：

对工程检测的评价：

对工程质量（基本要求）的检查意见：

对工程实物的检查意见：

对工程外观的检查意见：

对文件、资料的检查意见：

对工程竣工施工质量验收的综合意见：

要求进行整改的意见：

	专家组	姓 名	职称、职务	单 位	签 名
竣 工 验 收 专 家 签 字	组长				
	副组长				
	成员				
	成员				
	成员				
	成员				
	成员				

附图 H.5 废弃石灰岩露天矿山生态修复工程竣工验收书正文第四部分格式

五、被验收单位意见

业主单位意见： <p style="text-align: center;">负责人</p>		监理单位意见： <p style="text-align: center;">负责人</p>	
施工单位意见： <p style="text-align: center;">负责人</p>		设计单位意见： <p style="text-align: center;">负责人</p>	
勘查单位意见： <p style="text-align: center;">负责人</p>		检测单位意见： <p style="text-align: center;">负责人</p>	
姓 名	单 位	职称与职务	签 名

时间：_____年_____月_____日

附图 H.6 废弃石灰岩露天矿山生态修复工程竣工验收书正文第五部分格式

H.3 分项、分部、单位工程的划分及其质量评定表

附表 H.3~附表 H.6 分别给出了分项、分部、单位工程的划分及其质量评定表的格式。

附表 H.3 分项工程质量检验评定表

工程名称：_____ 单位工程名称：_____ 分部工程名称：_____

分项工程名称：_____ 施工单位：_____ 合同号：_____ NO：施_____

保 证 项 目	项 目		质 量 情 况				
	1						
	2						
	3						
外 观 项 目			质 量 情 况				等 级
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
允 许 偏 差 项 目	项 目		允许偏差 (mm)	实 测 值 (mm)			
检 查 结 构	保证项目						
	外观项目		检查	项, 其中合格	项, 合格率	%	
	允许偏差项目		实测	点, 其中合格	点, 合格率	%	
评 定 等 级				施工单位签字:			
				监理单位签字:			
				业主单位签字:			

年 月 日

附表 H.4 分部工程质量评定表

工程名称：_____ 合同号：_____ NO：施_____

序号	分项(工序)工程名称	分项工程质量 评定等级	外观质量 评定等级	备 注
汇 总		优良 分 项 优良率 % 合格 分 项 合格率 %	合格 分 项 合格率 %	
评 定 意 见	质检员： 技术负责人： 单位负责人： 年 月 日		评 定 等 级	
设计单位				
施工单位				
监理单位				
质量监督单位				
业主单位				

附表 H.5 单位工程质量保证资料核查

工程名称：_____ 合同号：_____

单位工程名称：_____ 施工单位：_____ NO：施

序号	项 目 名 称	份数	核查情况
1	钢材出厂合格证、试验报告		
2	焊接试(检)验报告、焊条(剂)合格证		
3	水泥出厂合格证或试验报告		
4	防水材料合格证、试验报告		
5	构件合格证		
6	混凝土试块试验报告		
7	砂浆试块试验报告		
8	土壤试验、打(试)桩记录		
9	地基验槽记录		
10	隐蔽工程检查记录		
11	结构吊装、结构验收记录		
12	锚索试验记录		
13	锚杆试验记录		
14			
15			
16			
检查结果	工程负责人： 技术负责人： (公章) _____年____月____日		

附表 H.6 单位工程质量综合评定表

工 程 名 称：_____ 施 工 单 位：_____

单 位 工 程 名 称：_____ 开 工 日 期：_____ 合 同 号：_____

单 位 工 程 规 模：_____ 竣 工 日 期：_____ NO：施_____

项次	项目	质量评定情况	质量核定情况
1	分部工程质量评定汇总	共 分部，其中优良 分部，优良率达 %，合格以上 分部，合格率达 % 主体分部质量等级： 隐蔽分部质量等级：	
2	质量保证资料评定	共核查 项 其中：符合要求 项 经鉴定符合要求 项	
3	外观质量评定汇总	合格 分部 不合格 分部 合格率 %	
4	施工单位评定等级： 工程负责人： 技术负责人： 公章： 年 月 日	监理单位意见： 项目监理负责人： 总监理工程师： 公章： 年 月 日	业主单位或受委托的质量监督单位核定： 负责人： 公章： 年 月 日