

广东省矿山生态修复技术指南（试行）

（发布稿）

广东省地质环境监测总站

二〇二一年十月

前 言

本《技术指南（试行）》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，并将根据实际操作反馈情况适时修订。

本《技术指南（试行）》共包括主要内容与适用范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、矿山生态环境调查与问题识别、矿山生态环境调查与勘查、矿山生态修复工程设计、矿山生态修复工程施工、竣工验收、生态修复监测与管护 10 章，以及附录 1～附录 21。

本《技术指南（试行）》由广东省自然资源厅提出并归口。

本《技术指南（试行）》起草单位：广东省地质环境监测总站、广东省有色地质勘查院、仲恺农业工程学院。

本《技术指南（试行）》起草人：肖琳、柯小兵、卿展晖、龙文华、李勇、邱彪、邱慧玲、张超男、温嘉铭、温锦昌。

目 录

1	主要内容与适用范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	4
4	总则	10
5	矿山生态调查与问题识别	13
6	矿山生态调查与勘查	21
7	矿山生态修复工程设计	37
8	矿山生态修复工程施工	94
9	竣工验收	162
10	生态修复监测与管护	172
附录 1	野外调查表	185
附录 2	遥感解译表	202
附录 3	矿山生态环境调查报告提纲	204
附录 4	矿山生态修复定位与修复方向	206
附录 5	矿山生态修复方式参考依据	207
附录 6	矿山生态修复方案提纲	208
附录 7	施工程设计编制提纲和格式要求	210
附录 8	施工组织设计编制提纲和格式要求	215
附录 9	施工现场质量管理检查记录	229
附录 10	竣工初步验收申请	230
附录 11	竣工初步验收意见	231
附录 12	竣工验收申请	236
附录 13	竣工验收意见	237
附录 14	矿山生态修复工程勘查总结报告	243
附录 15	矿山生态修复工程设计总结报告	245
附录 16	矿山生态修复工程竣工总结报告	247
附录 17	矿山生态修复工程监理总结报告	250
附录 18	矿山生态修复工程监测总结报告	252

附录 19	治理工程一览表	254
附录 20	矿山生态修复工程的分部（子分部）、分项工程划分表	255
附录 21	矿山生态修复工程图例符号表（适用于 MapGIS）	256

1 主要内容与适用范围

本文件规定了广东省矿山生态修复工程的相关术语和定义、总则、调查与勘查、工程设计、工程施工、工程验收等基本要求。

本文件适用于广东省行政区域内矿山生态修复工程调查与勘查、工程设计、工程施工、工程监测等。地质灾害防治、国土空间生态修复、山水林田湖草沙生态保护修复、全域土地综合整治、土地复垦、水土保持、植被恢复等工程中涉及与本文件相关工程技术的，可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 16889 生活垃圾填埋污染控制标准
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 18598 危险废物填埋污染控制标准
- GB 50021 岩土工程勘察规范（2009 年版）
- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 5084 农田灌溉水质标准
- GB 5749 生活饮用水卫生标准
- GB 50433 开发建设项目水土保持方案技术规范
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB 2893 安全色
- GB 50011 建筑抗震设计规范（2016 年版）
- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50201 土方与爆破工程施工及验收规范
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- GB 50330 建筑边坡工程技术规范

- GB 50254 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范
- GB 50288 灌溉与排水工程设计规范
- GB 15618 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）
- 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 12719 矿区水文地质工程地质勘探规范
- GB/T 14175 林木引种
- GB/T 18337.2 生态公益林建设规划设计通则
- GB/T 16453 水土保持综合治理技术规范
- GB/T 18337.4 生态公益林建设检查验收规程
- GB/T 18920 城市污水再生利用 城市杂用水水质
- GB/T 50600 渠道防渗工程技术规范
- GB/T 15776 造林技术规范
- GB/T 14848 地下水质量标准
- GB/T 38864 滑坡防治工程勘查规范
- GB/T 38509 滑坡防治设计规范
- GBJ22-87 厂矿道路设计规范
- CECS 238 工程地质测绘标准
- CJ/T 24 城市绿化和园林绿地用植物材料木本苗
- CJJT 292 边坡喷播绿化工程技术标准
- DB 13/T1246 主要矿山废弃地植被恢复技术规范
- DB 21/T 2753 植生毯与植生袋应用技术规程
- DB 11/T 1690 矿山植被生态修复技术规范
- DB 4401/T 102.1 建设用地土壤污染防治（第 1 部分 污染状况调查技术规范）
- DD 2008-01 地下水污染地质调查评价规范
- DD 2014-05 矿山地质环境调查评价规范
- DZ/T 0239 泥石流灾害防治工程设计规范
- DZ/T 0222 地质灾害防治工程监理规范
- DZ/T 0221 滑坡崩塌泥石流监测规范

- DZ/T 0223 矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范
- DZ/T 0285 矿山帷幕注浆规范
- DZ/T0287 矿山地质环境监测技术规程
- HJ/T 166 土壤环境监测技术规范
- HJ 2015 水污染治理工程技术导则
- HJ 651 矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）
- HJ 652 矿山生态环境保护与恢复治理方案（规划）编制规范（试行）
- HJ 2035 固体废物处理处置工程技术导则
- HJ 192 生态环境状况评价技术规范
- HJ 25.1 建设用地土壤污染状况调查技术导则
- HJ 25.2 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则
- HJ 25.3 建设用地土壤污染风险评估技术导则
- HJ 25.4 建设用地土壤修复技术导则
- HJ 25.4 建设用地土壤修复技术导则
- HJ 682 建设用地土壤污染风险管控和修复术语
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准
- JTG/T D31-03 采空区公路设计与施工技术细则
- LY/T 1880 木本植物种子催芽技术
- LY/T 2356 矿山废弃地植被恢复规程
- LY/T 2242 自然保护区生物多样性影响评价技术规范（试行）
- LY/T 2770 南方有色金属矿区废弃地植被生态修复技术规程
- NYT 1120 耕地质量验收技术规范
- NY/T 1342 人工草地建设技术规程
- SL 256 机井技术规范
- SL 176 水利水电工程施工质量检验与评定规程
- TD/T 1012 土地开发整理项目规划设计规范
- TD/T 1036 土地复垦质量控制标准
- TD/T 1012 土地整治项目规划设计规范

T/CAGHP 027 坡面防护工程设计规范（试行）

T/CAGHP 028 坡面防护工程施工技术规程（试行）

T/CAGHP 0036 抗滑桩治理工程设计规范（试行）

T/CAGHP 001 地质灾害分类分级标准

T/CAGHP 005 采空塌陷勘查规范（试行）

T/CAGHP 012 采空塌陷防治工程设计规范（试行）

T/CAGHP 020 地质灾害治理工程施工组织设计规范（试行）

T/CAGHP 032 崩塌防治工程设计规范（试行）

T/CAGHP 021 泥石流防治工程设计规范

T/GBMA 001 露天采石矿山高陡台阶边坡生态修复工程技术规范

《广东省地质灾害治理工程生态修复指引（试行）》（粤自然资函【2020】262号）

《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）（广东省地质灾害防治协会）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 矿山生态环境

矿山及其周围地区矿业活动影响到的人类生存与发展的水资源、土地资源、生物资源以及气候资源数量与质量的总称。

3.2 矿山生态问题

人类为其自身生存和发展，在矿山资源开发利用的过程中，对生态环境破坏和污染所产生的危害人类生存的各种负反馈效应。包括因矿山开采造成的地质安全隐患、土地损毁、水资源破坏、生态退化以及矿区水土环境污染等问题。

3.3 矿山生态修复

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。

3.4 矿山地质安全隐患

指由采矿活动引发或加剧地对人居、生命、财产安全构成威胁的危岩体、不稳定边坡、废弃矿井、地面塌陷、地表开裂等地质安全问题。

3.5 自然恢复

指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我组织能力使其向有序的方向自然演替和更新恢复。

3.6 辅助再生

指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。

3.7 生态重建

指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、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。

3.8 地貌重塑

根据矿山地形地貌破坏方式与损毁程度，结合原有地形地貌特点，在消除地质安全隐患和水土流失隐患基础上，通过有序排弃和土地整形等措施，形成与周边地貌景观相协调的新地貌。

3.9 土壤重构

指对矿山损毁土地采用工程、物理、化学、生物等改良措施，重新构造土壤基质，形成适宜植被生长的土壤剖面结构与肥力等条件。

3.10 植被重建

指综合考虑气候、海拔、坡度、坡向、地表物质组成和有效土层厚度等条件，选择先锋、适生植物物种，实施植被配置、栽植及管护，重新构建持续稳定的植物群落。

3.11 参照生态系统

指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），该参照生态系统可根据已改变的或预期的环境条件进行调整。

3.12 矿山生态环境影响评估

按照一定的指标要求和技术方法，定性或定量地评价和估算采矿活动对生态环境的影响程度。

3.13 矿山土地复垦

对采矿活动过程中因挖损、塌陷、压占与污染等造成破坏的土地采取整治措施，使其恢复可供利用状态的活动。

3.14 矿山生态修复方案

为消除矿山建设、采矿活动与环境之间相互作用和影响而产生的矿山生态环境问题所编制的技术方案，称为矿山生态修复方案。

3.15 适地适树

使造林树（草）种的特性尤其是生态学特性与造林地的立地条件相适应、相统一。

3.16 乡土树种

指自然分布区内的树种，是树木长期适应该地区自然环境而分布和生长的树种。

3.17 生态适应性

植物对外界环境条件的适应能力或要求。

3.18 生物多样性

在一定空间范围内多种活有机体有规律地结合在一起的总称，包括所有植物、动物、微生物以及其所构成的生态系统。包括遗传物质、物种和生态系统的多样性。

3.19 土壤质地

土壤中各粒级的含量及其组合比例所表现出来的粗、细和疏松、黏重的性质。不同质地土壤的孔隙度及大、小孔隙比例不同，水、气、热及养分状况也有很大差异。

3.20 基质

供植物根系固着、提供植物营养的人工土壤。基质通常包括泥炭、草纤维、木纤维、谷壳、秸秆、木屑、蛭石及其他矿物、肥料、保水剂、黏合剂及部分自然土等组成的混合物，一般借助于机器喷播吹附到坡面上。

3.21 郁闭度

乔木树冠在阳光直射下在地面的总投影面积（冠幅）与此林地（林分）总面积的比，它反映林分的密度。

3.22 隐蔽工程验收

隐蔽工程验收是指对项目建成后无法进行复查的工程部位所做的验收。

3.23 中间验收

对工程质量是否符合技术标准及设计要求、是否可以移交下一阶段施工的评价活动。

3.24 竣工验收

对工程质量、参建单位和建设项目的综合评价活动。

3.25 单位（子单位）工程

具备独立施工条件并能形成独立使用功能的建筑物及构筑物。

3.26 分部（子分部）工程

按工程的种类或主要部位将单位工程划分为分部工程。

3.27 分项工程

按照不同的施工方法、不同的材料及构件规格，将分部工程分解为一些简单的施工过程。

3.28 检验批

按同一生产条件或按规定方式汇总的一定数量样本组成的检验体。

3.29 主控项目

治理工程中对矿山安全隐患的消除、环境保护及治理效果起决定性作用的检验项目。

3.30 一般项目

除主控项目以外的检验项目。

3.31 观感质量

通过察看和必要的量测所反映的工程外在质量。

3.32 关键工序

与矿山安全、环境保护直接相关的分项工程。

3.33 表土剥离

将矿山用地所涉及的表土剥离出来用于原地或异地土地复垦、土壤改良、造地及其他用途的剥离、存放、搬运等一系列相关活动。

3.34 客土

非当地原生的、由别处移来用于置换原生土的外地土壤，通常是指质地好的壤土（沙壤土）或人工土壤。

3.35 三区两线

省级以上自然保护区，省级以上风景名胜区，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、省道等重要交通干线，海岸线直观可视范围。

4 总则

4.1 基本原则

4.1.1 尊重科学，顺应自然，保护自然。

尊重生态系统自然演替规律，改变单纯工程修复思维，坚持自然恢复为主，人工修复为辅，最大限度发挥自然修复能力。

4.1.2 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。

4.1.3 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，充分发挥国土空间规划引领作用，依据规划确定的土地用途，宜林则林、宜耕则耕、宜水则水、宜建则建、宜荒则荒。

4.1.4 经济合理，技术可行，注重成效。

按照财力可能、技术可行的原则，合理确定生态修复方向、方式和措施，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。

4.2 总体目标

把因矿产资源开采而破坏的生态系统作为一个整体，依据矿山周边区域生态系统功能重要性、人居环境与经济社会发展状况，综合考虑自然条件、地形地貌条件、矿山生态问题及其危害程度等，坚持山水林田湖草沙冰一体化保护修复的理念，结合新农村建设、美丽乡村建设、乡村振兴规划，依靠自然恢复能力，结合必要的人工修复措施，对矿产资源开发造成的生态破坏进行生态修复与综合治理，消除地质安全隐患，改善水土环境，有效恢复生态功能，使因采矿活动而破坏的区域地质环境达到稳定、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复或改善。

4.3 工作流程

矿山生态修复工作程序和内容包括：现场调查与问题识别（基础资料的搜集、实地调查、修复工程测量、矿山生态环境问题、样品采集等）；方案编制（总体规划设计、勘查及修复工程施工图设计方案编制）；矿山生态修复工程施工（边坡治理、矿业废弃地治理、矿山植被恢复、土壤修复等）、竣工验收、维护与管理，矿山生态修复工作流程详见图 4-1。

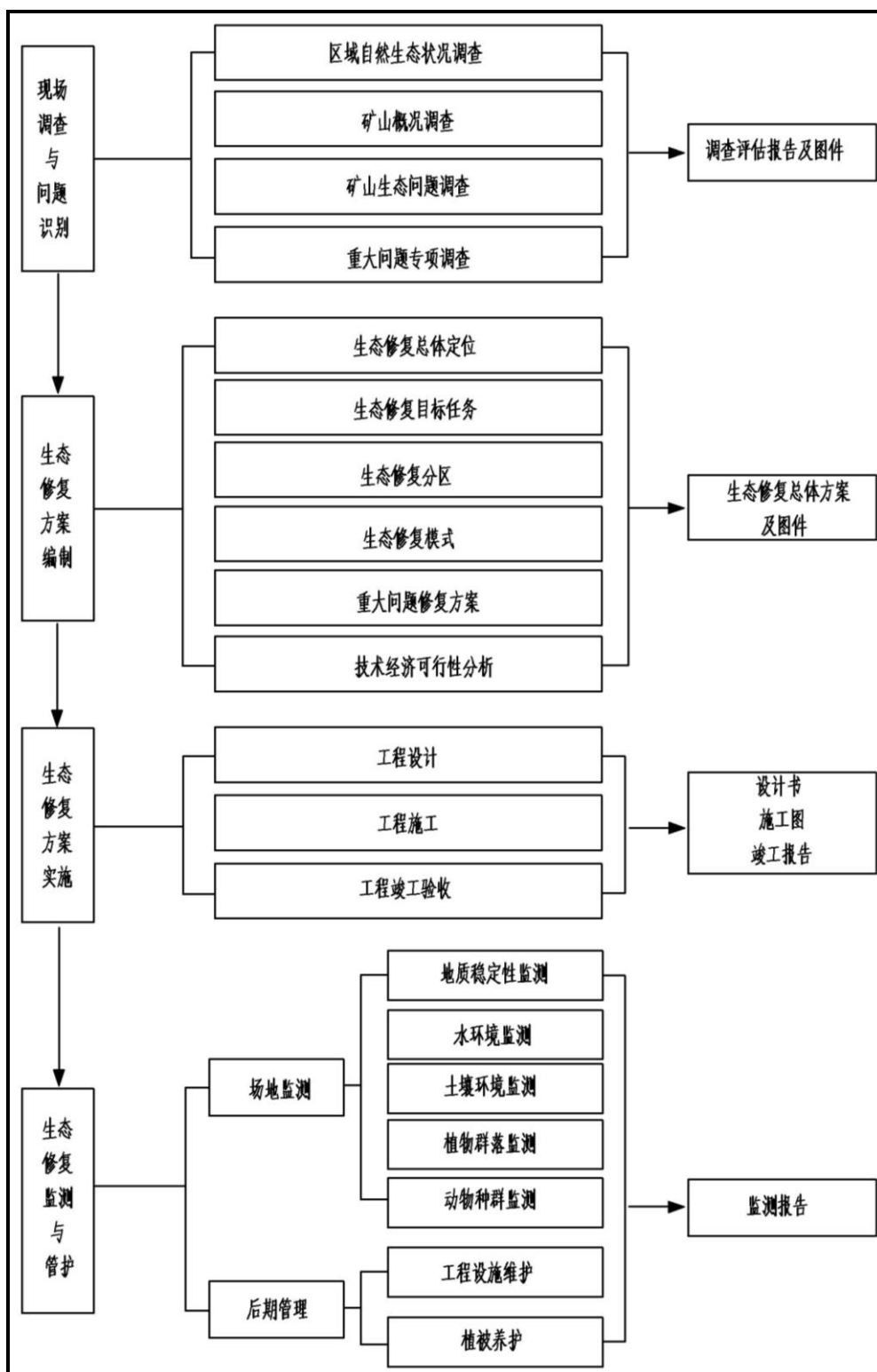


图 4-1 矿山生态修复工作流程图

4.4 审查及备案

由属地县/区自然资源主管部门申报，市一级自然资源主管部门组织审查，报省自然资源厅备案。

5 矿山生态调查与问题识别

5.1 矿山基本情况调查

主要包括矿山名称、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。

矿山基本情况调查表详见附录 1。

5.2 矿山生态状况调查

5.2.1 气象与水文

调查区的气象和水文特征，包括气温、大气降水、主要河（湖）及其他地表水体的类型、空间分布、面积，水体的环境质量和水温，水体的水位标高及其动态变化，水资源利用情况等等。

5.2.2 地形地貌

调查区的天然地貌特征，包括平原、丘陵、山地、高原和盆地五大形态类型，以及可进一步细分的微地貌类型特征。

5.2.3 地层岩性与地质构造

调查区的地层时代与层序、厚度、岩性组合特征与相变趋势，矿床类型与赋存特征；地质构造发育程度与特征、新构造运动和地震等。

5.2.4 水文地质

调查区的水文地质单元及其特征，地下水类型，主要含水岩组的分布、富水性、透水性、地下水位、地下水化学特征，地下水补给、径流和排泄条件，地下水与地表水之间的关系等。

5.2.5 工程地质

调查区的岩体结构及风化特征、岩体强度及形变特征、岩体抗风化及易溶蚀性特征；土体岩性类型及结构特征等。

5.2.6 地质灾害

调查区已发生和潜在的地质灾害（非矿业活动原因诱发的）类型、规模、分布、危害对象、危险性和危害程度等。

5.2.7 土地

调查区的土地现状，包括土地类型、空间分布、面积、土地利用现状，土壤类型、分布、厚度、面积，土壤容重、粒度、结构，土壤含水量、有机质、pH、重金属、易溶盐等。

5.2.8 植被

调查区的植被群落构成，乔、灌、藤蔓、草本植物种类、分布、面积，植被覆盖率，植被根系分布和发育深度等。

5.2.9 动物

动物种群类型、数量等。

5.2.10 废弃物

排放固体废弃物的类型、堆放位置及场地条件、排放量、综合利用量、综合利用方式、已采取的防治措施以及水土流失状况等；排放废水类型、排放去向、年排放量、年综合利用量、综合利用方式、已采取的防治措施等。

5.2.11 污染概况

土壤及地下水污染记录, 矿区有毒有害物料及废弃物堆存记录以及矿区与自然保护区和水源地保护区等周边敏感点的位置关系、矿区内水域的分布情况(如有)、矿区与周边污染源的位置关系等。

5.2.12 矿山生态环境综合治理情况

调查区已实施治理的内容、治理时间、资金投入渠道、治理资金数额、综合治理面积、主要治理措施、治理成效等。

5.2.13 其他人类工程活动

调查区内除采矿活动之外的人类工程活动, 如: 自然保护区、城市、乡村、工业与民用建设工程、水利电力工程、交通工程、供水工程等。

5.3 矿山生态问题识别与调查

分析矿山所在区域自然生态状况, 建立矿山恢复参照生态系统, 将矿山生态现状与参照生态系统进行对比, 识别矿山生态问题。

矿山生态问题调查主要包括因矿山开采造成的地质安全隐患、土地损毁与破坏、水资源破坏和生态退化。涉及矿区水土环境污染问题, 应依照污染防治相关规范开展调查。

5.3.1 矿山地质安全隐患调查

5.3.1.1 崩塌(危岩)及隐患调查

(1) 矿业活动直接产生或加剧的崩塌发生的时间、地点、规模、致灾程度, 形成原因, 处置情况等。

(2) 高陡的矿山工业场地边坡、山区道路边坡、露天采矿场边坡、采空区山体边部等可能产生崩塌的危岩体特征、致灾范围、威胁对象、潜在危害及防治措施等。

5.3.1.2 滑坡及隐患调查

(1) 矿业活动已造成的滑坡发生的时间、地点、规模、致灾程度、形成原因、处置情况等。

(2) 高陡的矿山工业场地边坡、山区道路边坡、露天采矿场边坡、采空区山体边部、高陡废渣石堆及排土场等，可能产生滑坡的斜坡体特征、致灾范围、威胁对象、潜在危害程度及防治措施等。

5.3.1.3 泥石流及隐患调查

(1) 矿业活动导致的泥石流的发生时间、地点、规模、致灾程度、触发因素、处置情况等。

(2) 潜在泥石流物源的类型、规模、形态特征及占据行洪通道程度等，泥石流沟的沟谷形态特征，可能致灾范围、威胁对象、潜在危害程度及防治措施等。

5.3.1.4 地面塌陷及隐患调查

(1) 岩溶地面塌陷调查

①了解区域性岩溶发育及其分布规律、岩溶水环境条件等。

②调查岩溶地面塌陷的成因、形态、规模、分布密度、土层厚度与下伏基岩岩溶特征。

③调查地表、地下水动态及其与自然和人为因素的关系。

④调查岩溶地面塌陷对已有建筑物的破坏损失情况，圈定可能发生岩溶地面塌陷的区段。

(2) 采空区地面塌陷调查

①调查矿层的分布、层数、厚度、深度、埋藏特征和开采层的岩性、结构等，矿层开采的深度、厚度、时间、方法、顶板支撑及采空区的塌落、密实程度、空隙和积水等。

②调查地表变形特征和分布规律，包括地表塌陷坑、台阶、裂缝位置、形状、大小、深度、延伸方向及其与采空区、地质构造、开采边界、工作面推进方向等的关系。

③调查地表移动盆地的特征，划分中间层、内边缘和外边缘区，确定地表移动和变形的特征值。

④调查采空区附近的抽、排水情况及对采空区稳定的影响情况。

⑤了解建筑物变形及其处理措施等。

5.3.1.5 地裂缝及隐患调查

- (1) 调查单缝发育规模与特征、群缝分布特征与范围。
- (2) 形成的地形地貌、地层岩性、地质构造等。
- (3) 地裂缝成因类型和诱发因素（地下水开采等）。
- (4) 现有防治措施和效果。

5.3.1.6 不稳定斜坡调查

- (1) 调查范围内可能发生滑坡、崩塌等潜在隐患的斜坡地段。
- (2) 调查构成斜坡的地层岩性、风化程度、厚度、软弱夹层岩性及产状；断裂、节理、裂隙发育特征及产状；风化残坡积层岩性、厚度及工程性质等基本特征。
- (3) 调查斜坡的坡形、坡度、坡向、坡高、坡面平整程度、临空情况、地层倾向与斜坡坡向的组合关系等。
- (4) 调查斜坡周围暴雨、地下水渗入或者地下水对斜坡的影响，坡脚地带渗水特征、冲刷侵蚀特征，已有变形破坏特征，如裂缝发育程度、表土松软程度等。
- (5) 调查不稳定斜坡临近（坡顶、坡上和坡脚）建（构）筑物情况，包括潜在威胁对象的种类与数量、建筑物的结构和基础形式、建筑物内或附近活动的人员与车辆及其与坡体的距离等。
- (6) 调查人类工程活动对斜坡的影响，例如开挖坡脚、坡顶加载、爆破震动等，并留意斜坡或周边已有的边坡支挡措施。
- (7) 对可能构成崩塌、滑坡的结构面的边界条件、坡体异常情况等进行调查分析，以此判断斜坡发生崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的可能影响范围，危害性和危险性。

5.3.2 土地损毁和破坏调查

- (1) 调查土地类型、分布及利用状况。
- (2) 固体废弃物堆场占用、露天采场、地面塌陷（地裂缝）、崩塌滑坡泥石流堆积物破坏的土地类型、位置、面积、时间等。
- (3) 调查废弃土地复垦的面积、范围、措施及成效。

5.3.3 水资源破坏调查

- (1) 调查矿山水文地质类型、特征、空间分布等。
- (2) 矿山开采对主要含水层影响的范围、方式、程度等。
- (3) 含水层破坏范围内地下水位、泉水流量、水源地供水变化情况等。
- (4) 矿坑排水量、疏排水去向及综合利用量等。
- (5) 含水层破坏的防治措施及成效。

5.3.4 地形地貌景观破坏调查

- (1) 调查地形地貌景观类型及特征，重要的地质遗迹类型及其分布，县级以上的风景旅游区及其范围。
- (2) 露天开采、矿山固体废弃物堆场、地面塌陷等造成矿区地形地貌改变与破坏的位置、方式、范围及程度。
- (3) 地形地貌景观破坏对城市、自然保护区、重要地质遗迹、人文景观及主要交通干线的影响。
- (4) 地形地貌景观恢复治理的措施及成效。

5.3.5 生态退化调查

遭受破坏的土壤基质层、地表植被、动物栖息地等空间分布、面积、程度，以及由此造成生态系统结构多样性降低和生态系统功能受损情况等。

5.3.6 水土污染调查

5.3.6.1 对金属、煤、盐、石油等矿山开采可能造成的水土污染，应进行水土污染状况调查。调查范围为疑似污染场地的边界范围，可根据实际情况扩大到疑似污染场地边界以外。

5.3.6.2 污染场地调查应查明疑似污染场地土层结构及分布、地下水位、地下水垂向水力梯度、地下水水平流速及流向等，查明污染场地土壤和地下水中主要污染物种类、浓度（程度）、时空分布、存在状态和迁移、转化、富集规律，明确主要污染源，为污染场地修复提供依据。

5.3.6.3 污染状况调查可分三个阶段进行

(1) 第一阶段污染状况调查为以资料搜集、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别阶段，原则上不进行现场采样分析。若第一阶段调查确认地块内及周围区

域当前和历史上均无可能的污染源，则认为地块的环境状况可以接受，调查活动可以结束。

（2）第二阶段污染状况调查为以采样与分析为主的污染证实阶段。

若第一阶段污染状况调查表明地块内或周围区域存在可能的污染源，或由于资料缺失等原因造成无法排除修复区内外存在污染源时，进行第二阶段污染状况调查，确定污染物种类、浓度（程度）和空间分布。

第二阶段污染状况调查通常可以分为初步采样分析和详细采样分析两步进行，每步均包括制定工作计划、现场采样、数据评估和结果分析等步骤。初步采样分析和详细采样分析均可根据实际情况分批次实施，逐步减少调查的不确定性。

根据初步采样分析结果，如果污染物浓度均未超过《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB 15618-2018）或《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）等国家和地方相关标准以及清洁对照点浓度（有土壤环境背景的无机物），并且经过不确定性分析确认不需要进一步调查后，第二阶段土壤污染状况调查工作可以结束；否则认为可能存在环境风险，须进行详细调查。标准中没有涉及的污染物，可根据专业知识和经验综合判断。详细采样分析是在初步采样分析的基础上，进一步采样和分析，确定土壤污染程度和范围。

（3）第三阶段污染状况调查以补充采样和测试为主，获得满足风险评估及土壤和地下水修复所需的参数。本阶段的调查工作可单独进行，也可在第二阶段调查过程中同时开展。

5.3.6.4 根据矿山所采矿石的有用、伴生、有害组分及洗、选、冶使用试剂，确定矿山相应的水土样测试项目（参照表 5-1）。

5.3.6.5 各阶段调查工作内容、方法和要求参照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）执行。

表 5-1 各类矿山水土样测试项目参考表

矿类	主要矿种	水样测试项目	土样测试项目
能源矿产	煤	pH、Cd、Hg、As、Pb、Cr、Cr ⁶⁺ 、Zn、Fe、Mn、S、F	pH、Cd、Hg、As、Pb、Cr、Zn、Fe、Mn、F
金属矿产	金矿、锌矿、铅矿、铜矿	pH、Cd、Hg、As、Cu、Pb、Cr、Cr ⁶⁺ 、Zn、Ni、S	pH、Cd、Hg、As、Cu、Pb、Cr、Zn、Ni
	银矿、铁矿	pH、Cd、Hg、As、Cu、Pb、Cr、Cr ⁶⁺ 、Zn、Ni、S、P	pH、Cd、Hg、As、Cu、Pb、Cr、Zn、Ni、Mn、P
冶金辅料 非金属矿产	熔剂用灰岩、冶金用白云岩、熔剂用蛇纹岩等	pH、Cd、Hg、As、Pb、Cr、Cr ⁶⁺ 、Zn、Fe、Mn、S、F	pH、Cd、Hg、As、Pb、Cr、Zn、Fe、Mn、F
化工原料 非金属矿产	硫铁矿、磷矿	pH、Cd、Hg、As、Cu、Pb、Cr、Cr ⁶⁺ 、Zn、Ni、Mn、S、P	pH、Cd、Hg、As、Cu、Pb、Cr、Zn、Ni、Mn、P
	岩盐	pH、Cd、Hg、As、Cu、Pb、Cr、Zn、Ni、Mn、P、	pH、Cd、Hg、As、Cu、Pb、Cr、Zn、Ni、Mn、易溶盐
建材及其他 非金属矿产	水泥灰岩、粘土矿等	pH、Cd、Hg、As、Cu、Pb、Cr、Zn、Ni、F	pH、Cd、Hg、As、Cu、Pb、Cr、Zn、Ni
注：水土样测试项目可根据矿山开采矿种选择污染可能超标项目。			

5.3.7 重大问题专项调查

地下采空区、地面塌陷、露天矿坑边坡、含水层破坏等对矿山生态系统产生重大影响的地质环境问题，应参照相关调查、勘查规范开展详细专项调查。

5.3.8 矿山生态问题调查内容按照附录 1 填写。

5.4 编制调查与勘查工作方案

5.4.1 调查与勘查工作开展前，应编写调查与勘查工作方案，作为矿山生态环境调查与勘查工作依据。

5.4.2 调查与勘查工作方案应在充分搜集、整理和分析已有资料和对修复区进行现场踏勘的基础上，按照相关标准要求进行编制。

5.4.3 调查与勘查工作方案应内容全面、方法得当、措施完善，具有较强的针对性和可操作性。调查与勘查工作方案编制内容包括：

- (1) 工程概况：工程来源、矿山基本情况、调查面积、精度要求、工作起止时间等。
- (2) 目标任务。
- (3) 矿山生态环境概况。
- (4) 技术路线和工作方法。

(5) 总体工作部署：明确调查与勘查工作内容、程序和相关要求、拟定调查与勘查工作计划。

(6) 拟定实物工作量（测绘、调查与勘查、取样、测试等）及预算。

(7) 机械、设备、仪器仪表及人员安排。

(8) 保障措施（组织、技术与质量、安全与环保、进度、资金等）。

(9) 工作部署图。反映本次工作的内容、方式方法、调查路线及工作部署等。

5.4.4 调查与勘查工作方案应经项目技术负责人审核、单位技术负责人审定。工程等级为一级、地质灾害规模为大型及以上的工程，调查与勘查工作方案应由所在地的自然资源部门组织专家论证。

5.4.5 调查与勘查工作方案应作为矿山生态环境调查与勘查成果报告附件。

6 矿山生态调查与勘查

6.1 生态问题调查与勘查方法

6.1.1 调查范围

包括生态问题发生区域及其影响区域。

6.1.2 调查方法

6.1.2.1 资料搜集与分析

(1) 资料搜集工作应在矿山野外调查之前有针对性地开展，并贯穿调查工作的始终。

(2) 通过分析前人资料，了解本地区不同矿产类型的分布特点及赋存条件，矿山企业的数量、类型及开采方式，存在的主要矿山生态问题，为确定下一步需要重点调查的区域及矿山生态问题奠定基础。

(3) 主要搜集以下背景资料：

① 矿山自然地理背景资料：地形地貌、气候条件、区位优势、居民状况、交通及经济概况、土地资源等。

②区域地质环境条件资料：区域地质、矿产地质、水文地质、工程地质、环境地质等。

③矿产资源及其开发状况资料，包括开采企业的采矿许可证。

④矿业活动对地质环境影响资料。

⑤矿产资源储量核实报告、矿山开发利用方案、矿山地质环境保护与恢复治理方案以及矿山地质环境恢复治理资料等。

⑥已破坏土地现状和土地复垦情况。

⑦土地利用总体规划、土地复垦专项规划等资料。

⑧矿产资源规划及地质灾害防治规划。

⑨遥感影像图、土地利用现状和土地利用总体规划图。

⑩1：10000 地形图、1：50000 区域地质图。

⑪国土空间生态修复规划、乡村振兴规划、美丽乡村建设和新农村建设规划。

⑫已开展的矿山地质环境监测工作资料。

⑬矿山边坡及采矿场周边植物群落类型、乡土植物种类和常见植物种类等。

⑭坡面及周边土壤类型、质地、结构、有机质、肥力和 pH 值等指标，采矿场占压及扰动区的耕植土。

⑮矿区生态环境现状图片及影像资料。

⑯其他资料。

6.1.2.2 工程测量

（1）根据工程的设计阶段、规模大小、地质条件复杂程度及工程需要，可按表 6-1 选用。

（2）地形图测量时，应重视对修复区域已有资料的搜集、整理和分析，研究其可利用程度和仍需解决的问题。

表 6-1 测图比例尺的选用

比例尺	用 途
1：2000	可行性方案、总体规划、初步设计等
1：1000	
1：1000	初步设计、施工图设计、工程竣工图等
1：500	

(3) 矿山生态环境修复地形图测量，除利用已有资料外，还应结合工作方案和治理目标，进行场地踏勘，了解整治区域地质情况和生态环境问题，合理布置观测路线，拟订野外工作方法，编制工程测量工作计划。

(4) 地形图测量的范围应包括工程场地及其附近地段，尤其是因矿山开采生态环境受到严重影响和破坏的周边区域，一般扩至治理区域外 300 米。对工程有重要影响的地质体和地质现象，可采用大比例尺表示。当需追溯地质问题、地质构造、地质界线及高陡露采边坡区域，应根据工程需要扩大测绘范围。

(5) 地形图测量必须对矿山进行实地核实和边界勘定。依据矿山的地形地貌、临空面特征、存在的矿山生态环境问题，剖面图测量比例尺要求不小于 1:200，对不同阶段发生变化的地形和地质现象进行修测，重点是开采区范围地形及地质界线的修测。

(6) 测量坐标系统应采用 2000 国家大地坐标系，高程系统宜采用 1985 年黄海高程系。对联测困难的山区也可采用独立坐标系和假设高程。

(7) 对于治理区内存在的重要地质现象（点）、水文点、不同的地形地貌及其结合部（地形突变点），图面上观测点间距以不大于 3m 为宜。

(8) 详细设计阶段的地形图测绘应提供治理区纵、横剖面图，包括地形、坡度、岩（土）体结构等，剖面间距不宜大于 20m，对不同的治理单元或转折地段应有剖面控制。

(9) 岩溶等不良地质作用及地质灾害等的测绘技术要求依据《工程地质测绘标准》（CECS 238-2008）相关规定。

(10) 测量的精度及其他要求参照《工程测量规范》（GB 50026-2007）等国家现行相关的规范标准。

(11) 测量资料整理与成果验收。

工程测量外业结束后，应立即进行资料整理，并编制工程测量报告。工程测量报告应包含下列内容：

- ①任务要求；
- ②项目概况；
- ③工作内容；
- ④工作依据；

⑤测量方法；

⑥数据处理及面积（体积）计算；

⑦成果图件。

资料整理过程中，对存在的问题应进行野外复查。

经过整理和检查的资料，应准确、可靠，并按有关制度的规定进行审签、验收。成果验收工作应根据工程设计和相关标准的要求进行。

成果验收时应评定下列主要内容：

①测绘采用地形图的精度；

②测点和控制点布置的合理性；

③检查部分重要测点，检验测量成果的真实性和全面性；

④图件内容的准确性、完整性和合理性；

⑤测量报告的文字、结构及结论的正确性。

6.1.2.3 遥感解译

（1）遥感解译工作的范围一般应大于调查区范围。解译内容包括矿山生态环境背景、矿山生产布局、矿山生态环境问题等。重点解译露天采场、选矿厂、冶炼厂、废石渣堆、排土场、煤矸石堆、尾矿库、水体污染区、地貌景观及植被破坏区、矿山崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷（地裂缝）等矿山生态环境问题。

（2）遥感数据源应尽可能地选择项目实施期间最新的卫星或航空遥感影像数据，地面分辨率应优于 2.5m；矿山生态环境问题集中发育区、危害较严重区以上程度的区域，地面分辨率宜优于 1m。最好选择植被茂盛时节的遥感数据，便于解译土地与植被破坏的范围。遥感解译应参照《矿产资源开发遥感监测技术要求》（DD 2011-06）执行。

（3）结合地面调查，对室内初步解译结果及所有的不确定及疑问点进行野外实地验证。

①应按附录 2 逐一填写解译结果及野外实地验证情况。

②对于危及矿山设施、城镇、重要建筑物、交通、村庄等矿山地质灾害及其隐患，应进行 100%的野外验证。其他矿山生态环境问题初步解译结果的野外验证率应不低于 60%。

③对于开采时间较长的大中型矿山、矿产资源集中开采区或矿山生态环境严重且变化显著的矿山，可采用一定年份间隔的两期遥感影像进行矿山生态环境变化对比解译。

6.1.2.4 地面调查

(1) 野外调查工作手图应采用不小于 1:2000 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。

(2) 地面调查应采用路线穿越法与追踪法相结合的方法。对于重要的调查对象，宜采用路线追踪法调查、圈定其范围。条件许可的情况可利用无人机开展调查。

(3) 调查路线间距及控制点密度应依据调查区生态环境条件复杂程度、矿山生态环境问题类型确定。控制性调查点数不少于 5 点/km²，且每个矿山调查点数不少于 5 个，不得漏查重要的矿山生态环境问题。

(4) 野外调查应仔细填写矿山生态环境调查表（附录 1），并采用野外记录本补充描述。对于同一地点存在多种类型的矿山生态环境问题，应围绕主要矿山生态环境问题调查填表，同时做好其他类型矿山生态环境问题的记录。

(5) 野外调查表应按规定格式填写，不得遗漏主要调查要素，并附必要的示意性平面图、剖面图或素描图，标记现场照片和影像编号。每座矿山照片应不少于 3 张，照片上应显示照相时间，照片内容包括矿山全貌、地下开采矿山的主井口、露天开采矿山的采场及典型矿山生态环境问题等。

(6) 野外调查时，工作手图上现场标定调查对象时应符合下列要求：

①野外定点采用 GPS 和显著地物标志相结合的方式进行，图面定位误差应小于 1mm。

②在工作手图上标记调查对象的位置、调查路线、矿山位置、矿山生态环境问题的类型和分布等，现场勾绘出形态及范围。

③崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害调查点的标绘参照《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范》（DZ/T 0261-2014）。

(7) 对废石堆及各种地质灾害的规模、井（泉）流量等需定量描述的数据，应采用相关的测量工具实测获得，不能目估确定。

(8) 对于矿区存在的重大和典型的矿山生态环境问题可进行详细的专项调查。

(9) 对于重要的调查对象和需要深化研究的内容，如泥石流堆积扇特征、滑坡滑动面、地下水位变化情况等，可辅以槽探和浅井等山地工程进行调查。槽探、浅井揭露的地质现象，应及时进行详细编录、拍照或录像，并绘制比例尺 1:20~1:200 的平面图或剖面图。完工后应及时回填复原地貌。

6.1.2.5 地球物理勘探

(1) 充分收集利用以往的物探成果资料，在遥感图像解译和野外调查的基础上进行，与其他方法合理配合使用，采用适当的地球物理方法，开展重要生态环境问题调查。

(2) 物探的技术工作应符合下列要求：

依据调查内容的需要，可合理选择物探方法及其组合进行调查。如需探测 200m 内的采空区，可采用电测深法、瞬变电磁法及其组合。物探成果应包括工作方法、调查对象的地球物理特征、资料解释推断、结论与建议，并附相关图件。对于物性前提不明、地质效果有争议的地区，在布置物探之前，应开展使用的试验工作；物探剖面应沿生态地质条件变化最大的方向布置；当发生难解、多解或解释成果有争议时，应采用多种方法或其他勘探手段综合判断；重点地段可进行高精度的物探工作，采用钻探等手段对物探结果进行验证。

(3) 物探成果与其他地质成果要进行综合编录、综合解译。应编制物探推断的地质图件或综合物探，地质两方面成果的地质图件。

(4) 应提交的物探成果有：

物探报告，附图，附表等，作为附件或单独归档；物探实际材料图；各种物探方法的柱状、剖面、平面成果图及地质推断解释成果图。

6.1.2.6 钻探

(1) 钻探工作主要布置在生态环境问题分布区，主要查明生态环境问题的发育条件、规模等。

(2) 钻探参照《水文水井地质钻探规程（DZ/T 0148）》执行，还应符合下列要求：

钻探要求全取芯，泥质层岩芯采取率应达到 90%，砂质层岩芯采取率应达到 75%；孔深误差不得大于 1‰，孔斜误差不得大于 2°；进尺 50m 以上及终孔时，都要进行孔深、孔斜校正；钻探过程中采取土样、岩样宜能正确反映原有地层的粒径组成；样品采集应重点布置在不同岩性、构造发育处；采取鉴别地层的岩、土样，非含水层宜每 3~5m 取一个，含水层宜每 2~3m 取一个，变层时，应加取一个；钻探过程中，应对水位、水温、岩层变层深度、含水构造和溶洞的起止深度等进行观测和记录；钻探结束时，应对所揭露的地层进行准确分层，并根据含水层的水头、水质情况分别进行回填或隔离封孔；需要最终成井的钻孔应充分洗井，适当开展水文地质试验，确定含水层及包气带渗透性参数。

(3) 应提交的钻探成果：

钻孔设计书及钻孔质量验收书；岩芯记录表（岩芯的照片或录像），岩溶及裂隙统计表，样品（植被、土壤、地下水）采集记录表；钻孔柱状图；原位测试结果；钻探施工总结报告。

6.1.2.7 动态监测

充分利用现有的监测资料，根据需要在典型地段布设动态监测站。

(1) 气象监测

可设立全自动小型气象站点获取数据，实时监测温度、湿度、风速、风向、雨量、气压、光和辐射、蒸发等多种气象参数，亦可根据需要增加观测要素。

(2) 植物监测

可设立建议植物生理生态监测仪，连续监测作物生长过程中的生理参数和所处的环境参数。

(3) 土壤监测

采用自动化仪器开展土壤监测，监测内容为土壤含水量、温度、土壤肥力、土壤污染元素等参数，亦可根据需要增加盐度、负压等参数。

(4) 地下水监测

采用自动化监测设备监测内容为水位、水温等参数。

6.3.2.8 样品采集

(1) 制定布点采样方案，包括采样点的布设、样品数量、样品的采集方法，现场快速检测方法、样品收集、保存、运输和储存等要求。

(2) 制定样品分析方案，根据调查确定的区域内外潜在污染源和污染物，依据国家和地方相关标准中的基本项目要求，同时考虑污染物的迁移转化，判断样品的测试分析项目；对不能确定的项目，可选取潜在典型污染样品进行筛选分析。检测项目有：重金属、pH 值、溶解性总固体、总大肠菌群等。

(3) 采样点位布设应以尽可能捕获污染为原则，布设在区域内的关键疑似位置，也可将点位适当调整到尽可能接近污染源的位置，但与污染源距离不得大于 5 米。

(4) 土壤采样点数量应满足：场地面积 ≤ 5000 平方米，土壤采样点位数不少于 3 个；场地面积 > 5000 平方米，土壤采样点位数不少于 6 个。受污染地下水影响的区域、污染物储存堆存区域应采用分区布点法划分采样单元（单个采样单元面积不超过 1600 平方米）布设采样点，其他未发生污染的生活和办公区域等可采取系统随机布点法和分布布点法，布置少量采样点位（单个采样单元面积不超过 10000 平方米）。采样深度应到达第一饱和含水层并穿透填土层，采集 0~0.5 米表层土壤样品，0.5 米以下深层土壤样品根据判断布点法采集；若对矿山地层信息了解不足，难以合理判断采样深度，可按 0.5~2 米等间距设置采样位置；不同性质土层至少采集一个土壤样品，地下水位线附近应至少设置一个土壤采样点；同一性质土层厚度较大或者出现明显污染痕迹时，根据实际情况在该层位增加采样点。在矿山外部区域设置土壤对照监测点位。土壤对照点宜设置在矿山及周边具相同土壤类型、未经扰动、周边没有污染源的地方。对照点数量根据实际需要确定，原则上不少于 2 个。若在矿山及周边已有符合要求的历史检测数据，可以引用。

(5) 水样采样点数量应满足：根据矿区地下水流场图，在矿区、污染源、环境敏感点的上游和下游分别设置采样点，若污染已扩散至矿区下游区域的，应在下游污染区域设置采样点，原则上每个矿区水样采样点数量不得少于 5 个，若污染严重或扩散范围较远的矿区应视污染情况适当增加采样点数量。取样点深度应在地下水位以下 1m 左右。应掌握矿区地下水的背景值数据，以及近三年内丰、平、枯三期的水质检测数据，若矿区已有符合要求的历史检测数据，可以引用。

6.2 矿山生态影响评估

6.2.1 在综合分析整理前人资料和调查资料的基础上，通过深入研究与分析，采用一定的标准和方法，评价矿业活动对生态环境的影响程度。

6.2.2 评价范围为矿山生态问题分布区域，应大于修复工程范围；评估级别的确定依据修复区重要程度、治理工程规模、矿山地质环境条件复杂程度。评估级别分为一级、二级、三级，见表 6-2。修复区重要程度按表 6-3 划分，矿山地质环境条件复杂程度按表 6-4、6-5 划分，修复工程规模按表 6-6 划分，矿山生态影响及危害程度分级按表 6-7 划分。

表 6-2 矿山生态影响评估分级表

修复区重要程度	治理工程规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

表 6-3 修复区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有 500 人以上的居民集中居住区	分布有 200 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 200 人以下
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
矿区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、风景名胜区分等）或重要旅游景区（点）	紧邻省级、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）
分布有重要水源地或大型水源地	分布有较重要水源地或中型水源地	无重要或较重要水源地或有小型水源地
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其他类型土地
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		

表 6-4 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大。矿坑正常涌水量大于 10000 m ³ /d。地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏	主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等。矿坑正常涌水量 3000 m ³ /d~10000 m ³ /d。地下采矿和疏干排水较容易造成矿区周围主要充水含水层破坏	主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单。充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切。矿坑正常涌水量小于 3000 m ³ /d。地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10 m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，工程场地地基稳定性差	矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5m~10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，工程场地地基稳定性中等	矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主。蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5 m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，工程场地地基稳定性好
地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂。含水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下施工安全影响巨大	地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下施工安全影响较大	地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对工程活动影响小
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题类型多，危害大	现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大	现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小
采空区面积和空间大，地面地下采空区开采深厚比<120。多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈	采空区面积和空间较大，120≤地下采空区开采深厚比<200。重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈	采空区面积和空间小，地下采空区开采深厚比>200。无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大。地面倾向与岩层倾向基本一致	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为 20°~35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交
注 1：开采深厚比指矿层的埋深与矿层厚度的比值。 注 2：采取就上原则，只要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

表 6-5 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
采场矿层（体）位于地下水位以下，采场汇水面积大，采场进水边界条件复杂，与区域含水层或地表水联系密切，地下水补给、径流条件好。采场正常涌水量大于 10000 m ³ /d。采矿和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏	采场矿层（体）局部位于地下水位以下，采场汇水面积较大，与区域含水层或地表水联系较密切。采场正常涌水量 3000 m ³ /d~10000 m ³ /d。采矿和疏干排水比较容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏	采场矿层（体）位于地下水位以上，采场汇水面积小，与区域含水层或地表水联系不密切。采场正常涌水量小于 3000 m ³ /d。采矿和疏干排水不易导致矿区周围主要含水层的影响或破坏

(续表)

复杂	中等	简单
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主, 软弱结构面、不良工程地质层发育, 存在饱水软弱岩层或松散软弱岩层, 含水砂层多, 分布广, 残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10 m、稳固性差, 采场岩石边坡风化破碎或土层松软, 边坡外倾软弱结构面或危岩发育, 易导致边坡失稳	矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主, 软弱结构面、不良工程地质层发育中等, 存在饱水软弱岩层和含水砂层, 残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5 m~10 m、稳固性较差, 采场边坡岩石风化较破碎, 边坡存在外倾软弱结构面或危岩, 局部可能产生边坡失稳	矿床围岩岩体结构以巨厚层状-块状整体结构为主, 软弱结构面、不良工程地质层不发育, 残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5 m。稳固性较好, 采场边坡岩石较完整到完整, 土层薄, 边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩, 边坡较稳定
地质构造复杂。矿床围岩岩层产状变化大, 断裂构造发育或有全新世活动断裂, 导水断裂切割矿层(体)围岩、覆岩和主要含水层(带)或沟通地表水体, 导水性强, 对采场充水影响大	地质构造较复杂。矿床围岩岩层产状变化较大, 断裂构造较发育, 切割矿层(体)围岩、覆岩和含水层(带), 导水性差, 对采场充水影响较大	地质构造较简单。矿床围岩岩层产状变化小, 断裂构造较不发育, 断裂未切割矿层(体)围岩、覆岩, 对采场充水影响小
现状条件下原生地质灾害发育, 或矿山地质环境问题的类型多、危害大	现状条件下, 矿山地质环境问题的类型较多、危害较大	现状条件下, 矿山地质环境问题的类型少、危害小
采场面积及采坑深度大, 开挖边坡高度>30 m, 边坡岩体结构类型为 IV、V 类, 边坡岩体类型为 III、IV 类, 边坡不稳定, 易产生地质灾害	采场面积及采坑深度较大, 15 m<地面开挖边坡高度≤30 m, 边坡岩体结构类型为 II、III 类, 边坡岩体类型为 II 类, 边坡较不稳定, 较易产生地质灾害	采场面积及采坑深度小, 地面开挖边坡高度≤15 m, 边坡岩体结构类型为 I 类, 边坡岩体类型为 I 类, 边坡较稳定, 不易产生地质灾害
地貌单元类型多, 微地貌形态复杂, 地形起伏变化大, 不利于自然排水, 地形坡度一般大于 35°, 相对高差大。岩层倾向与采坑边坡多为同向	地貌单元类型较多, 微地貌形态较复杂, 地形起伏变化中等, 自然排水条件一般, 地形坡度一般 20°~35°, 相对高差较大, 岩层倾向与采坑边坡多为斜交	地貌单元类型单一, 微地貌形态简单, 地形较平缓, 有利于自然排水, 地形坡度一般小于 20°, 相对高差较小, 岩层倾向与采坑边坡多为反向坡
注: 采取就上原则, 只要有一条满足某一级别, 应定为该级别。		

表 6-6 矿山生态修复工程规模等级

划分因素	工程规模		
	大型	中型	小型
修复面积 (m ²)	≥100 000	100 000~10 000	<10 000
地质灾害规模	大型及以上	中型	小型
边坡高度 (m)	H≥100	50≤H<100	H<50
工程总投资 (万元)	≥3000	3000~300	<300
注: 采取就上原则, 只要有一条满足某一级别, 应定为该级别。			

6.2.3 评价方法

6.2.3.1 矿山生态影响评价任务与内容、评估方法、评估精度可参照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》(试行)等相关规范要求。评价采用定量——半定量分析法。

6.2.3.2 矿山生态影响评价分为地质灾害危险性评价、含水层破坏评价、地形地貌景观破坏评价、土地资源占用与破坏评价、水土环境污染评价、生态环境评价等单项评价及矿山生态环境影响综合评价，矿山生态影响及危害程度等级可分为严重、较严重、较轻三个等级，见表 6-7。

表 6-7 矿山生态影响及危害程度分级表

影响危害程度	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地损毁	水土环境污染
严重	1.地质灾害规模大，发生的可能性大 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 3.造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元 4.受威胁人数大于 100 人	1.矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道 2.矿井正常涌水量大于 10000 m ³ /d 3.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 4.不同含水层（组）串通，水质恶化 5.影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难	1.对原生地形地貌景观影响和破坏程度大 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景观影响严重	1.破坏永久基本农田 2.破坏耕地>2 hm ² 3.破坏林地或草地>4 hm ² 4.破坏荒地或未开发利用土地>20 hm ²	水、土壤污染等级为重度污染
较严重	1.地质灾害规模中等，发生可能性较大 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 3.造成或可能造成直接经济损失 100~500 万元 4.受威胁人数 10~100 人	1.矿井正常涌水量 3000 m ³ /d~10000 m ³ /d 2.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 3.矿区及周围地表水体漏失较严重 4.影响矿区及周围部分生产生活供水	1.对原生地形地貌景观影响和破坏程度较大 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景观影响较重	1.破坏耕地≤2 hm ² 2.破坏林地或草地 2 hm ² ~4 hm ² 破坏荒山或未开发利用土地 10 hm ² ~20 hm ²	水、土壤污染等级为中度污染
较轻	1.地质灾害规模小，发生的可能性小 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.矿井正常涌水量小于 3000m ³ /d 2.矿区及周围主要含水层水位下降幅度小 3.矿区及周围地表水体未漏失 4.未影响到矿区及周围生产生活供水	1.对原生地形地貌景观影响和破坏程度小 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景观影响较轻	1.破坏林地或草地≤2 hm ² 2.破坏荒山或未开发利用土地≤10 hm ²	水、土壤污染等级为轻度污染以下
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。					

6.2.3.3 地质灾害危险性评价可参照《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2021 年修订版）执行。

6.2.3.4 含水层结构破坏评价、地形地貌景观破坏评价、土地资源破坏评价参照《矿山地质环境调查评价规范》（DD2014-05）的第 8.3.1 条、8.4 条及 8.5.1 条执行。

6.2.3.5 水土环境污染评价可根据水土样品测试结果对比《地面水环境质量标准》（GB 3838）、《地下水质量标准》（GB/T 14848）中常规指标及限值进行地表水与地下水质量分类，并根据相关标准要求对水污染程度进行计算与评价。

6.2.3.6 土壤环境污染评价通过土壤样品采集测试，分析采矿活动对矿山及周边土壤的理化性质和污染状况。土壤环境污染按用地类型依据《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618）或《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600）等标准要求进行土壤环境质量评定，根据采集土壤样品测试结果对比相应的土壤污染筛选值和管制值进行污染程度计算与评价。

6.2.3.7 位于自然保护区内的矿山，还应进行生物多样性影响评价，评价参照《自然保护区生物多样性影响评价技术规范（试行）》（LY/T2242-2014）执行。

6.2.3.8 根据矿山生态影响综合评价结果，提出矿山生态修复的对策建议。

6.3 矿山生态环境调查成果编制

调查报告内容包括文本、附图、附件三部分。

6.3.1 文本

文本内容：调查工作概述；区域概况；矿山基本情况；矿山生态环境；矿山生态环境影响评价；已实施的修复工程概况；结论与建议。

6.3.2 图件

（1）图件编制应以矿山生态环境问题为导向，全面反映矿山生态环境调查成果内容，充分发挥各图件应用功能。

（2）成果图件应在充分利用已有资料与最新调查资料，深入分析和综合研究的基础上编制。图件编制人员应到现场进行调查，取得最新的调查资料。

(3) 图件结构、图层设置和图面配置要求体现调查工作的系统性、规范性和完整性，保持地理底图、标示方法与整饰方式的统一性。

(4) 成果图件比例尺宜大于工程地质调查与测绘比例尺；当修复区范围较大时，成图比例尺不应小于 1:1000，重要地段的成图比例尺（包括平面图和剖面图）不应小于 1:500。

(5) 工作底图应采用最新的地理底图或地形地质图、基岩地质图。如果收集到的工作底图地形地物变化较大，则应进行实测、修编；如果地形地质图是由小比例尺放大的，应进行修编。

(6) 图件表示方法合理，层次清楚，清晰直观，图式、图例、注记齐全，读图方便，符合有关要求。

(7) 图件应数字化成图，以 AutoCAD、MapGis（6.6 或 6.7 以上版本）软件制作，以*.dwg 和*.shape 格式编制，图形数据文件命名清晰，并与工程文件一起存储。

6.3.2.1 矿山生态环境现状图主要反映矿山生态环境条件及存在的矿山生态环境问题。编制要求包括：

(1) 采用新测地形图（符合相关质量检查与验收标准，下同）作为底图编制，地形发生变化时应重新修测。

(2) 地理要素——包括行政区界线、地形等高线、边坡等高线、高程点、控制点；地表水系分布；重要城镇、村庄、工程设施，重要交通与管线；人文景观、地质遗迹、保护区、风景区、水源地及各类保护设施。说明地形底图测绘日期、采用坐标与高程系统及测量基准点位置、坐标、高程等信息。

(3) 生态环境条件要素——包括地貌、地层岩性、地质界线、地层、产状、地质构造、水文地质要素、水土取样点位置、固体废弃物堆放位置、土地类别、矿山生态环境问题分布区（点）等。对地质安全隐患区（点）进行分类编号。

(4) 现状说明应参照本文件要求简要说明修复区地质概况、土地类型及现状、存在的生态环境问题类型及危害。分区描述各区生态环境现状及存在问题。

(5) 嵌表。对修复区内存在的矿山生态环境问题按类型、编号、成因、规模、特征、危害等列表说明。

(6) 嵌图。根据地形地貌特征，在平面图上截取具有典型或代表性的纵向和横向剖面。绘制纵、横剖面图，剖面图应包括高程、地形线、地理标志及地层、构造、产状、水土取样点等要素，纵横比例尺与平面图一致，剖面线及编号应在平面图上标注，图例、图签规范齐全。

(7) 各分区应界线清晰，采用不同色块充填，色块应设置在图层底层。

6.3.2.2 矿山土地利用现状及损毁图主要反映矿山土地利用现状、土地权属及土地损毁情况等。编制要求包括：

(1) 地理要素（同 6.3.2.1）。

(2) 土地利用现状：根据土地利用现状图套合、归并，将矿山土地类型进行分类编号标示，并根据矿山生态环境现状标示损毁区位置、范围。

(3) 土地权属：标示确认的土地权属。

(4) 镶表：对矿山土地利用现状、土地权属、已损毁区的土地类型、面积以及水土流失、水土污染类型及程度等进行详细说明。

6.3.3 附件

应对所有资料进行整理，统一编号，统一封面格式、单独装订成册，包含：

- (1) 原始手图及调查表
- (2) 照片集
- (3) 水土样品测试结果表
- (4) 项目审批文件
- (5) 其他

调查报告编制提纲参照附录 3。

6.4 矿山生态修复方案编制

矿山生态修复方案应在完成基础调查与问题识别的基础上编制，并与相关规划衔接。编制内容主要包括矿山基本情况、总体定位与目标任务、工作部署、投资估算、跟踪监测与成效评估、保障措施。

6.4.1 矿山基本情况

6.4.1.1 区域自然生态状况

主要阐述区域自然生态条件、矿山地质环境条件和矿山生态状况。

6.4.1.2 矿山概况

主要阐述矿山的地理位置、交通状况、矿山范围、开采矿种、矿山规模、开采方式、开采层位、开采历史等。

6.4.1.3 矿山生态问题

主要阐述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，划分矿山场地生态问题严重程度等级。

6.4.2 总体定位与目标任务

6.4.2.1 矿山生态修复总体定位

应根据国土空间规划确定的生态空间、农业空间、城镇空间布局，结合矿山未来用地规划、开发利用方式和土地用途，以及新农村建设、美丽乡村建设、乡村振兴规划等综合确定。矿山生态修复总体定位参见附录 4。

6.4.2.2 矿山生态修复总体目标

主要从地质安全隐患消除、生态环境改善、损毁土地利用等方面，定性或定量给出约束性指标和引导性指标。

6.4.2.3 矿山生态修复主要任务

主要包括地质安全隐患消除、土地整治、水体治理、植被恢复、跟踪监测与成效评估等。

6.4.3 工作部署

6.4.3.1 依据矿山生态修复总体定位和国土空间用地用海分类指南，结合修复场地地质安全、水土环境、水资源平衡等场地条件，确定地面塌陷区、露天采场、工业广场、废料场、排土场、废石堆等矿山场地的修复用途。

6.4.3.2 根据已确定的矿山场地修复用途，统筹考虑生态问题的严重程度、现有技术经济条件等，确定矿山生态修复方式。修复方式选择可参见附录 5。

6.4.3.3 根据矿山场地的生态修复方式，结合场地条件提出适宜的修复措施。对于矿山重大生态问题，应单独给出生态修复专项工程技术方案，明确工程措施。

6.4.3.4 按照轻重缓急、分阶段实施的原则，提出工程总体部署和分年度实施计划，测算工程量。

6.4.3.5 综合考虑本地经济发展水平和修复技术、成本、周期、民众可接受程度等因素，分析生态修复技术经济可行性。

6.4.4 经费估算

根据矿山生态修复技术措施和所部署的工程量，测算所需经费，明确经费筹措渠道。

6.4.5 跟踪监测与成效评估

6.4.5.1 明确监测的目的、范围、内容、方法，以及监测期限和监测周期等。

6.4.5.2 评估矿山生态修复后的生态效益、社会效益和经济效益。

6.4.6 保障措施

制定保障矿山生态修复工作顺利实施的组织管理、技术保障、资金保障、后期管护等措施。

矿山生态修复方案编制提纲可参见附录 6。

7 矿山生态修复工程设计

7.1 基本要求

7.1.1 矿山生态修复的区域范围，包括开采区和矿业活动的影响区。

7.1.2 矿山生态修复施工图设计编制应体现“宜耕则耕、宜林则林、宜水则水、宜园则园、宜建则建、宜景则景”因地制宜原则，为科学、有效修复矿山生态环境提供依据。

7.1.3 施工图设计除应符合本技术要求外，还应符合国家、相关行业和现行的规范和标准的规定。

7.1.4 秉持开发式治理以及分类、分质治理理念，结合当地规划和矿产资源等实际情况，合理确定设计思路。

7.1.5 在消除地质安全隐患、恢复矿山生态环境的基础上，应与周边环境相协调。以科学的态度，实事求是、切合实际的思想，全面、细致地编制矿山生态修复工程施工图设计。

7.1.6 施工图设计应与矿产资源规划、国土空间规划、新农村建设、乡村振兴规划等相衔接，与当地社会、经济、环境相适应，且符合相关政策。

7.1.7 施工图设计应根据矿山类型、规模，并结合治理区环境地质问题和工程地质、水文地质、气候和季节等条件，采用地质灾害隐患治理、边坡治理、渣堆治理、土地复垦、植被修复、截排水、灌溉工程等多种措施进行综合治理，应确保修复区消除地质安全隐患，达到不同季节均与周边自然环境相协调的目的和效果，能最大限度地恢复可利用土地资源，修复效果长期稳定。

7.1.8 以单个矿山为单位编制施工图设计，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，汇总表见表7-1。

7.1.9 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。

表 7-1 XXX 区域各矿山生态修复工程设计情况汇总表

序号	矿山名称	矿山位置	坐标	治理区面积/km ²	设计工作量	治理费用
1						
2						
3						
...						
...						
合计						

7.2 消除地质安全隐患工程

消除地质安全隐患一般包括地质灾害、危岩体、不稳定边坡和废弃矿井的治理。

7.2.1 地质灾害治理工程

7.2.1.1 设计原则

(1) 消除地质灾害隐患工程施工图设计应以较少的投资、较短的工期，彻底消除地质灾害隐患。

(2) 应在充分收集地形地貌、气象水文、地层岩性、地质构造、水文地质条件、工程地质条件、矿山开发等资料的基础上进行。同时，应充分考虑到矿区可能发生的自然灾害（如暴雨、洪水等）和矿山生态修复工程可能引起的新的地质灾害，并采取有效的防治措施。

(3) 消除地质灾害工程设计参数的选取应在室内和野外试验的基础上进行统计分析，同时结合周边类似工程的经验参数，进行综合分析后合理选取。

(4) 应与当地社会、经济和环境发展相适应，与当地规划、环境保护、土地管理和开发利用相结合，并在安全、经济、适用的前提下尽量做到美观。

(5) 根据防治目标，在调查和勘察报告的基础上编制施工图设计，提出具体工程实施步骤和有关工程参数，并进行工程结构、施工组织和安全措施等方面的详细设计。

7.2.1.2 崩塌治理工程

崩塌治理工程主要有：排水工程、危岩治理工程、遮挡工程、拦截工程、支撑与嵌补工程。其主要采用的治理工程手段有疏通地表水和地下水、清除、支撑、嵌补、锚固、抗滑桩、挂网喷锚、主动防护网、被动防护网、拦石墙、落石槽和棚洞等多种形式，也可多种手段结合使用。

具体设计可参照《崩塌防治工程设计规范（试行）》（T/CAGHP 032-2018）。

7.2.1.3 滑坡治理工程

滑坡治理工程主要有：排水工程、抗滑桩工程、预应力锚索、格构锚固、重力式挡墙、削方减载、前缘回填压脚、植物防护等。

具体设计可参照《滑坡防治设计规范》（GB/T 38509-2020）。

7.2.1.4 泥石流治理工程

矿山地质灾害中泥石流物源主要由矿山废渣、废石、沟谷松散堆积物、弃土等组成。一般分为沟谷型泥石流和坡面型泥石流两类。沟谷型泥石流的防治可在

泥石流的形成区、流通区、堆积区内，采取清理废渣、废石、弃土和植被恢复、排水、拦挡、排导工程，控制泥石流的发生和危害。坡面型泥石流的防治可在泥石流的形成区内采取清理废渣、废石、弃土，修筑坡面排水、拦挡和护坡等工程，并进行植被修复。

具体设计可参照《泥石流灾害防治工程设计规范》（DZ/T 0239-2004）、《泥石流防治工程设计规范》（T/CAGHP 021-2018）。

7.2.1.5 地面塌陷治理工程

（1）岩溶地面塌陷

以填充和注浆为主，辅以地下水和地表水控制。

（2）采空区地面塌陷

充填、注浆和地表裂缝封堵等。

具体设计可参照《岩溶地面塌陷防治工程勘察规范(试行)》（T/CAGHP 076-2020）、《地质灾害治理工程设计技术规范》（DB37/T 3657-2019）。

7.2.1.6 地裂缝治理工程

规模和危害程度较小的，可采取土石填充并夯实、防渗处理等措施；规模和危害较大的，可采取土石填充并夯实、固结灌浆等工程措施。具体设计可按相关规范执行。

7.2.2 边坡治理工程

7.2.2.1 设计原则

（1）边坡治理的对象主要指采场边坡、采矿平台间边坡、受开采活动影响破坏边坡、废石堆等。

（2）高陡岩坡生态修复技术可归纳为工程治理、植被绿化、文化造景三类，即采用工程措施、生物措施、景观措施进行裸露坡面生态修复。

（3）边坡治理工程施工图设计应与地质灾害隐患治理相结合，支挡工程主要有挡墙、抗滑桩，主要消除边坡地质灾害隐患。

（4）对于有剩余土石料的矿山，应结合相关政策，编制《废弃矿山土石料利用方案》，对土石料数量和价值进行计算、复核。

(5) 削坡减荷等工程措施的选择, 应在综合考虑矿山边界、外围生态保护红线和土地权属等因素的基础上确定, 不能越界。

(6) 高陡岩质边坡治理充分利用已有台阶覆土绿化。

(7) 为保证植被长期生长质量, 高陡边坡台阶覆土厚度不小于 1.0m。应设挡土墙对覆土进行拦挡。

7.2.2.2 削坡工程

主要是消除高陡边坡的地质灾害隐患, 同时为后续的植被绿化和文化造景提供施工条件。主要有直线形削坡、台阶式削坡等形式, 采用人工或机械方式削坡减荷、清除危岩、降低坡度, 消除崩塌、滑坡等地质灾害隐患; 也可将超过一定高度的边坡削坡分级, 设置一定宽度的台阶。削坡工程一般规定如下:

(1) 削坡后的边坡应达到稳定状态, 斜坡的坡角、长度、形态应与周围环境相协调, 并与当地降水条件、土壤类型和植被覆盖情况和谐。

(2) 削坡后的边坡应达到稳定状态, 一般情况下, 削坡后岩质边坡最终边坡角宜小于 60° , 其他边坡坡度宜应小于 45° 。可根据实际情况进行调整。

(3) 台阶高度根据岩质边坡高度确定: 岩坡高度小于 50m 时, 台阶高度 8~15m; 岩坡高度 50~100m 时, 台阶高度 12~20m; 岩坡高度大于 100m 时, 台阶高度大于 20m。台阶宽度一般 1.5~3m, 台阶坡面角宜小于 60° , 坡面台阶数一般 2~5 级。特殊条件下, 台阶高度和宽度可根据实际情况进行调整。

(4) 土质边坡高度超过 10m 时宜分段设置台阶, 台阶高度 5~8m, 宽度 4~6m, 台阶边坡坡度应根据边坡高度、土的密实程度、地下水和地表水情况、土的成因及生成时代等因素确定。

(5) 边坡削坡后覆土及绿化工程技术要求参照本技术指南“7.3.3.4 边坡植被恢复技术”章节执行。

(6) 其他技术要求参照相关规范执行。

7.2.2.3 挡土墙工程

挡土墙工程一般规定如下:

(1) 重力式挡墙高度: 土质边坡不宜大于 10m、岩质边坡不宜大于 12m。

(2) 对变形有严格要求或开挖石方可能危及稳定的边坡不宜采用重力式挡墙，开挖土石方危及相邻构筑物安全的边坡不应采用重力式挡墙。

(3) 重力式挡墙类型应根据使用要求、地形、地质和施工条件等综合考虑确定，对岩质边坡和挖方形成的土质边坡宜优先采用仰斜式挡墙，高度较大的土质边坡宜采用衡重式或仰斜式挡墙。

(4) 设计计算要求参照《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330-2013)执行。

(5) 重力式挡墙材料可使用浆砌块石、条石、毛石混凝土或素混凝土。块石、条石的强度等级不应低于 MU30，砂浆强度等级不应低于 M5.0；混凝土强度等级不应低于 C15。

(6) 重力式挡墙基底可做成逆坡。对土质地基，基底逆坡坡度不宜大于 1:10；对岩质地基，基底逆坡坡度不宜大于 1:5。

(7) 挡墙地基表面纵坡大于 5%时，应将基底设计为台阶式，其最下一级台阶底宽不宜小于 1.00m。

(8) 块石或条石挡墙的墙顶宽度不宜小于 400mm，毛石混凝土、素混凝土挡墙的墙顶宽度不宜小于 200mm。

(9) 重力式挡墙的基础埋置深度，应根据地基稳定性、地基承载力、水流冲刷情况以及岩石风化程度等因素确定。在土质地基中，基础最小埋置深度不宜小于 0.50m；在岩质地基中，基础最小埋置深度不宜小于 0.30m（采场边坡台阶用于挡土的除外）。基础埋置深度应从坡脚排水沟底算起。受水流冲刷时，埋深应从预计最低冲刷底面算起。

(10) 位于稳定斜坡地面的重力式挡墙，其墙趾最小埋入深度和距斜坡面的最小水平距离应符合表 7-2 的规定。

表 7-2 斜坡地面墙趾最小埋入深度和距斜坡地面的最小水平距离

地基情况	最小埋入深度/m	距斜坡地面的最小水平距离/m
硬质岩石	0.60	0.60~1.50
软质岩石	1.00	1.50~3.00
土质	1.00	3.00

(11) 重力式挡墙的伸缩缝间距，条石、块石挡墙宜为 20~25m，混凝土挡墙宜为 10~15m 在挡墙高度突变处及与其他建（构）筑物连接处应设置伸缩缝，

在地基岩土性状变化处应设置沉降缝。沉降缝、伸缩缝的缝宽宜为 20~30mm，缝中应填塞沥青麻筋或其他有弹性的防水材料，填塞深度不应小于 150mm。

(12) 挡墙后面的填土，应优先选择抗剪强度高和透水性较强的填料。当采用黏性土做填料时，宜掺入适量的沙砾或碎石。不应采用淤泥质土、耕植土、膨胀性黏土等软弱有害的岩土体作为填料。

(13) 挡墙的防渗透与泄水布置应根据地形、地质、环境、水体来源及填料等因素确定。

(14) 挡墙后填土地表应设置排水良好的地表排水系统。

7.2.2.4 护坡工程

护坡工程主要包括框格护坡、注浆加固及喷混护坡、浆砌石护坡、锚杆（索）支护、格构锚固护坡等。主要针对比较破碎的不稳定岩质边坡。具体要求参照《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）执行。

7.2.3 截排水工程

7.2.3.1 设计原则

排水系统的设置应与灌溉渠道系统相结合，根据排水区的形状和面积大小以及负担的任务，沟道的设计参数应适当增减。

排水系统的布置应符合下列规定：

- (1) 排水沟宜布置在低洼地带，并尽量利用天然河沟。
- (2) 排水线路宜短而直，避免深挖、高填。
- (3) 排水沟之间及其与承泄河道之间的交角宜为 30°~60°。
- (4) 排水沟可与其他形式的田间排水设施相结合布置。
- (5) 排水沟（截流沟）应沿傍山渠道一侧及灌区边界布置，并就近汇入排水干沟，交汇处应设防冲蚀护面。
- (6) 排水系统和灌溉系统的布置应协调一致，满足排涝和灌溉要求，有效地控制地下水位，防止土壤盐碱化或沼泽化。
- (7) 排水方式应根据涝、渍、碱的成因，结合地形、土壤、水文地质等条件，经分析论证确定。

(8) 排水工程设计，必须认真执行国家有关技术经济政策，根据流域水利规划和区域水土资源平衡的要求，全面搜集分析所需资料，进行必要的勘察、观测和实验，积极采用新技术、新工艺、新材料，做到因地制宜，综合治理，经济实用，方便管理。

(9) 针对治理工程不同区域应采取不同的设计：耕地修复区排水设计应保证布设合理，防止水土流失，保护周边耕地，保证其正常使用；平台修复区可布设在平台边缘，防止雨水或水涝对下方治理工程进行冲刷；边坡修复区设计应考虑边坡修复工程、边坡高度、坡度、边坡岩性等因素，合理选择布设位置。边坡修复工程比较重要、边坡较高、坡度较大、易对坡面修复工程或下方修复工程产生影响或破坏的部位，截排水工程宜布设在边坡上方，保护下方修复工程。

排水工程设计应符合《地质灾害排水治理工程设计规范》（T/CAGHP 035-2018）的规定。

7.2.3.2 技术标准

(1) 地表截排水

截排水工程应根据矿区实际情况合理地选定设计标准。

截排水工程具体参数计算详见《地质灾害排水治理工程设计规范》（T/CAGHP 035-2018）

(2) 土地平整区截排水工程

土地平整区排水工程应根据治理后的用地要求，满足截水、排水的要求。

①沟系布置

根据土地平整工程规模，治理区内宜布置 2~3 级固定排水明沟，各级排水明沟宜相互垂直布置，排水线路宜短而直。

排水沟宜布置在低洼地带，并尽量利用天然河沟和原有排水沟作为骨干排水沟，以减少工程量，并维护生态系统的稳定。

排水沟出口应尽量采用自排方式。治理区内高差较大、部分地块具备自流条件时，应考虑分片排水。

排水明沟应与边坡或截水沟结合布置。

②间距与深度

排水沟的间距与深度应满足排涝要求，按相应的排水标准设计并经综合分析确定。

③纵横断面

土质排水沟宜采用梯形或复式断面，石质排水沟可采用矩形断面。

排水沟应保证设计排水能力，设计水位距地面（或堤顶）不少于 0.2m。

土质排水沟边坡系数应满足稳定性要求。最小边坡系数宜符合表 7-3 的标准。

排水沟沟底比降应满足上下级水位衔接及不冲不淤要求，宜与沟道沿线地面坡度接近。

表 7-3 土质排水沟最小边坡系数

土质	排水沟开挖深度 /m		
	≤1.50	1.50~2.50	>2.50
黏土	1.00	1.25~1.50	1.50~2.00
粉质黏土	1.50	1.75~2.00	2.00~2.50
粉土	1.75	2.00~2.50	2.50~3.00
砂土	2.00	2.50~3.00	5.50~4.00

（3）斜坡坡面截排水工程

坡面排水工程设计应结合工程地质、水文地质条件及降雨条件等因素。

坡面排水的合理布置应有利于将水流直接引离边坡，并通过截排水设施截走水流。在边坡坡顶、坡面、坡脚和水平台阶处设排水系统。可根据工程需要在坡顶设置截水沟，保证上部集水面积的汇流不对边坡形成冲刷。另外，在边坡平台上也应设置截水沟。坡面排水还应在坡面上设置横向或纵向排水沟、为避免水流方向突然改变，在坡面上设置急流槽。为使边坡具有防冲蚀能力，可设置多级跌水等。

排水沟渠纵坡坡度和出水口间距的设计应使沟内水流的流速不超过沟渠最大允许流速，超过时应对沟壁采取冲刷防护措施。

为防止沟渠淤塞，沟底纵坡坡度一般不宜小于 0.50%。

沟渠的顶面高度应高出设计水位 0.1~0.2m。

布置排水设施时应考虑将来维修的方便。

7.2.4 警示、标识工程

7.2.4.1 设置原则

- (1) 在采坑、坡脚、高陡边坡顶部等存在安全隐患的位置按照相关要求设置。
- (2) 在道路或其他非施工人员经常路过的地方施工时，应当依照相关交通法规设置恰当的安全警示标识。
- (3) 临时用电的标准设置应符合用电有关规范的标准。
- (4) 所有机械的标志设置应符合有关专门机械的规定。
- (5) 其他有必要设置安全标志的地方。

7.2.4.2 设置场所

- (1) 线路施工时在土方开挖四周设置警戒线，设置警示标识牌，晚间挂警示灯，施工点在道路上时，应根据交通法规在距离施工点一定距离的地方设置警示标志或派人进行交通疏导。
- (2) 场地施工时在施工现场入口处、脚手架、高陡边坡边沿设置安全警示标志。
- (3) 在高压线路、高压电线杆、高压设备、雷击高危区、爆破物及有害危险气体和液体存放处等危险部位设置明显的安全警示标志。
- (4) 其他设置安全标志的场所。
- (5) 安全警示标志必须符合国家标准《安全标志及其使用导则》（GB 2894-2008）与（安全色）（GB 2893-2008）的要求。

7.2.4.3 设置要求

- (1) 安全标志应设在与安全有关的醒目的位置。标志的正面或其邻近不得有妨碍公共视线的障碍物。道路上施工设置警示标识时，必须考虑道路拐弯和晚间的光线等因素。
- (2) 除必须外，标志一般不应设置在门、窗、架等可移动的物体上，也不应设置在经常被其他物体遮挡的地方。
- (3) 设置安全标志时，应避免出现内容相互矛盾、重复的现象。尽量用最少的标志把必需的信息表达清楚。

(4) 方向辅助标志应设置在公众选择方向的通道处，并接通向目标的最短路线设置。

(5) 设置的安全标志应使大多数观察者的观察角接近 90° 。

(6) 安全标志的尺寸应符合标志相关标准的要求。

(7) 室内及其出入口的安全标志应符合设置要求。

7.2.4.4 设置方法

(1) 方式

①附着式：安全标志牌可以采用钉挂粘贴、镶嵌等方式连接附着在建筑物等设施上。

②悬挂式：用吊杆、拉链等将标志牌悬挂在相应位置上。

③柱式：把标志牌固定在标志杆上竖立于其指示物附近。

(2) 间隙

①两个或更多的正方形安全标志一起设置时，各标志之间至少应留有标志公称尺寸的 $1/5$ 间隙。

②两个相反方向的正方形标志并列设置时，为避免混淆，在两个标志之间至少应留有一个标志的间隙。

③两个以上标志牌可以设置在一根标志杆上。但最多不能超过 4 个。

④应按照警告标志（三角形）、禁止标志（圆环加斜线）、提示标志（正方形）的顺序先上后下、先左后右地排列。

⑤根据设置地点，标志的设置应符合标准的要求。

⑥正方形和其他形状的标志牌共同设置时，正方形标志牌与标志杆之间的间隙不应小于标志公称尺寸的 $1/5$ ，其他形状的标志牌与标志杆之间的间隙应不小于 5cm。

7.3 生态重建工程

7.3.1 地貌重塑工程

7.3.1.1 地形整治工程

(1) 挖方工程

①挖方可采取机械结合爆破方法进行。在确保消除地质灾害隐患的基础上，矿山废弃地生态修复应进行挖方量、填方量平衡计算，综合考虑土方运距最短、运程合理和堆放场地合适、施工顺序得当等综合因素，做好土方平衡调配，减少重复挖运。同时应构建完整的排水系统。在土方平衡调配中，应综合考虑土的可松性系数、压缩率等因素。

②挖方工程应防止临近建（构）筑物、道路、管线等发生位移或变形。必要时采取防护措施，开展沉降和位移监测。

③挖方前应对未受破坏和污染的剥离表土予以收集并充分用于土地复垦与绿化种植。挖方产生的土石方应妥善处置和综合利用，不应危害周围环境或产生次生地质灾害。应优先用于回填压脚、路基填筑、排水沟与挡墙及造地工程等。不应随意侵占土地，减少对植被破坏。对永久性弃土堆场，坡脚应修筑拦挡工程和排水系统，边坡应进行砌石或植草护坡；临时堆场视地形条件设置必要的临时拦挡设施和排水系统。

④挖方应自上而下分层分段依次进行，控制边坡坡度，在表面设置流水坡度。开挖过程中发现特殊类岩土、顺向坡岩土层、构造破碎带等不良地质体，应调整挖方坡度或采取加固措施，防止岩土体滑坡。

⑤临时截水沟设置应符合下列规定：

临时截水沟至挖方边坡上缘的距离应根据施工区域内的土质确定，不宜小于3m。

排水沟底宜低于开挖面 300mm~500mm。

⑥滑坡、崩塌地段挖方应符合下列规定：

施工前应熟悉地质灾害勘查资料，了解现场地形地貌及滑坡、崩塌特征等情况。

不宜在雨期施工。应预先制定完善的排水方案，做好地面和地下排水设施，上边坡设置截水沟，防止地表水渗入滑坡、崩塌体，开挖应处于干作业状态。

设置位移观测点，定时观测滑坡、崩塌体变形与位移。

严禁在滑坡、崩塌体上部弃土或堆放材料。

按由上至下的开挖顺序施工，严禁先切除坡脚。

爆破施工时应采取控制措施，防止因爆破施工影响边坡稳定。

⑦临时性挖方边坡坡度应根据工程地质和开挖边坡高度要求,结合当地同类土体的稳定坡度确定。在坡体地质条件良好、整体稳定、土(岩)质均匀的条件下,高度在 3m 以内的临时性挖方边坡坡度宜符合表 7-4 的规定。

表 7-4 临时性挖方边坡坡度值

土的种类		边坡坡度	土的种类		边坡坡度
砂土	不包括细砂、粉砂	1:1.25~1:1.50	碎石类土	密实、中密	1:0.50~1:1.00
一般黏性土	坚硬	1:0.75~1:1.00		稍密	1:1.00~1:1.50
	硬塑	1:1.00~1:1.25			

⑧在坡地开挖时,挖方上侧不宜堆土;临时性堆土应视挖方边坡的土质情况、边坡坡度和高度,确定堆放的安全距离,确保边坡稳定。在挖方下侧堆土时,应将土堆表面平整,其高程应低于相邻挖方场地设计标高,保持排水畅通,堆土边坡坡率不宜大于 1:1.5;在河岸处堆土时,不得影响河堤安全和排水,不得阻塞和污染河道。

(2) 填方工程

①填方工程包括对矿区废弃地低洼区及采坑等进行回填与压实等。

②填方前应对场地进行预处理,包括排水疏干、压实处理、地下水引排、表层清理、基底处理等。

③填方时应由低到高逐层填筑。采用分层回填时,应在下层填土的压实度检验合格后,才能进行上层施工。

④填方基底的处理应符合下列规定:

应清除低洼区淤泥和杂物等。软土场地应经加固处理,并应满足 JGJ 79 的要求。

坡率陡于 1:5 时,应将基底挖成阶梯形,阶宽不小于 1m,高度不大于 0.5m。

当填方基底为耕植土或松土时,应将基底碾压密实。

积水区填方前应排水疏干、挖除淤泥或抛填块石、沙砾、矿渣等。

⑤填料应符合下列规定:

严禁采用污染填料进行回填。应根据回填后的土地用途对回填土进行环境质量检测,土壤环境质量应符合相应的土壤污染风险管控标准要求。

不同土类应分别经过击实试验测定填料的最大干密度和最佳含水率，填料含水率与最佳含水率的偏差应控制在 $\pm 2\%$ 范围内。

碎石类土和爆破石渣可用作表层以下的填料。填料为碎石类土（充填物为砂土）时，碾压前宜充分洒水湿透，以提高压实效果；填料为爆破石渣时，应通过碾压试验确定含水率的控制范围。

采用分层碾压时，分层厚度应根据压实机具通过试验确定，一般不宜超过500mm，最大粒径不得超过每层厚度的 $3/4$ ；采用强夯法施工时，填筑厚度和最大粒径应根据夯击能量大小和施工条件通过试验确定。为保证填料的均匀性，粒径一般不宜大于1m，大块填料不应集中，且不宜填在分段接头处或回填体与山坡连接处。

两种透水性不同的填料分层填筑时，上层宜填透水性较小的填料，填方基土表面应做成适当的排水坡度。

碎块草皮和有机质含量大于8%的土，不应用于有压实要求的回填区域。

淤泥和淤泥质土不宜用作填料，在软土或沼泽地区，经过处理含水率符合压实要求后，可用于回填次要部位或无压实要求的区域。

填料为黏性土时，回填前应检验其含水率是否在控制范围内，当含水率偏高，可采用翻松晾晒或均匀掺入干土或生石灰等措施；当含水率偏低，可采用预先洒水湿润、增加压实遍数或使用大功能压实机械等措施。

⑥应根据工程特点和施工条件确定填料种类、压实系数、填料含水率控制范围、铺土厚度和压实遍数等参数。填方每层的铺土厚度和压实遍数可按照表7-5选用，碾压时，轮（夯）迹应相互搭接，防止漏压。

表 7-5 分层厚度与压实遍数参考值

压实机具	每层铺土厚度/mm	每层压实遍数	压实机具	每层铺土厚度/mm	每层压实遍数
平碾（8t~12t）	200~300	6~8	履带式推土机	200~300	6~8
羊足碾（5t~16t）	200~350	8~16	铲运机	250~300	8~16
振动碾（8t~15t）	300~500	6~8	加载气胎碾	250~400	6~8

⑦采用机械填方时，应保证边缘部位的压实质量，宜将填方边缘宽填0.50m。

⑧分段填筑时，每层接缝处应作成坡形，碾迹重叠 0.50m~1.00m。上、下层错缝距离不应小于 1m。

⑨填方应预留沉降量，可根据工程性质、填方高度、填料种类、压实系数和地基情况等因素确定，沉降量一般不超过填方高度的 3%。

⑩填方基土表面应作成适当的排水坡度，边坡应采用透水性较小的填料封闭。如上层必须填筑透水性较大的填料时，应将下层透水性较小的土层表面作成适当的排水坡度或设置盲沟。

⑪回填工程应规定回填后场地的地面高程和坡度。

（3）场地平整工程

①场地平整范围包括采场、废弃地、塌陷地和排土场（固体废弃物土、石、渣堆放场地）以及生产加工、运输、矿山生产生活用地等。工程内容包括场地清理、平整。

②应根据矿山《废弃矿山土石料利用方案》，结合矿山现状，按照《总体规划》中对矿山生态修复工程治理后的土地利用方向，制定符合治理区特点的治理方案，对废石（渣）堆进行综合治理。废石（渣）要充分利用，能够清除的原则上一律清除。具体要求参照《固体废物处理处置工程技术导则》（HJ 2035-2013）执行。

首先应考虑将废石（渣）堆等土石料用于矿山生态修复工程，例如矿坑的回填、平台的整平、坡脚堆坡和台阶填筑等治理工程。

对于修复治理工程后确有剩余的土石料，可对外进行销售，由当地县级人民政府纳入公共资源交易平台，销售收益全部用于本地区生态修复。

③用于修复工程的，应根据修复工程特点，综合利用、治理渣堆。

将废石（渣）堆用于矿坑的回填、平台的整平等工程，并按照不同的用途，对回填、整平的渣料进行压实，且满足相应用途的规范要求的压实度及压实系数等指标。

原本堆放于陡立岩面的高大废石（渣）坡，应根据废石（渣）坡体积、高度、粒径等条件设计合理的治理手段，以保证治理后的废石（渣）坡安全、稳定、规范且易于绿化修复。

将废石（渣）堆用于其他适合的治理工程，如混凝土的搅拌、碎石路的铺设、道路路基的铺设等。

④场地平整应与土地综合整治相结合，平整后的场地高程宜以现有地面高差平均值为基准进行平整，确定平整后的场地标高及坡度。

⑤平整场地的地表坡度应向排水沟方向作成不小于 2‰的缓坡。

⑥废弃地生活垃圾处置如采用焚烧与卫生填埋工艺，其技术要求与控制标准参照《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB 18485）及《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》（GB 50869）等规定。

7.3.2 土壤重构工程

7.3.2.1 在矿山地貌重塑基础上，依靠本地的岩土条件、水热与温湿条件等，充分利用采矿剥离的表土和采矿遗留的废石（渣）、尾矿砂（渣）、粉煤灰等固体废弃物，通过培肥改良、土层置换、表土覆盖、土层翻转、化学改良、生物修复等措施，重构土壤剖面结构与土壤肥力条件。土壤改良常用方法可参见表 7-6。

表 7-6 土壤改良常用方法

改良方式	常用方法
土壤结构改良	①原土过筛：将场地的表土刨出并经过人工或机械筛土，去除粗颗粒石块、瓦砾、杂物等，改善土质结构，原土过筛后再重新摊平。 ②基质调配：向土壤中添加黏结材料、保水材料、轻质颗粒（珍珠岩、陶粒、蛭石类）、有机纤维、腐殖肥等物料，改善土质结构；当土壤过砂或过黏时，可采用砂土与黏土相互掺混的办法。 ③化学改良：使用石灰、石膏、磷石膏、氯化钙、硫酸亚铁、腐殖酸钙等化学改良剂，调节土壤酸碱度至中性。
土壤肥力改良	①添加肥料：向表土层中施加有机肥、无机肥、复合肥料、复混肥料等，提高土壤肥力。 ②原地沤肥：采集场地附近的野生杂草、树叶、农作物秸秆等，采用原地翻压、堆土、施水等措施沤制绿色肥料，改善土壤肥力。 ③客土覆盖：采取异地肥力较好的客土摊铺到场地表土之上，覆土厚度根据复垦方向确定。
土壤活力改良	①生物改良：向表土层中添加微生物菌剂、微生物肥料、生物有机肥、土壤调理剂等改善土壤活力。 ②封育养护：封闭场地，将有机物料铺覆于场地之上，通过喷灌、滴灌、微灌等施水措施改善土壤水分条件。

7.3.2.2 对于土壤污染的场地可先参照相关技术规范治理，再根据场地修复用途进行土壤重构。

(1) 隔离处理。对重金属、有机物或放射性污染的矿山废弃地，结合回填，隔离处理。采用压实的黏土、高密聚乙烯膜或粗石砾等措施，将有害废物与基质隔离。

(2) 植物修复。对重金属、有机物或放射性污染的废弃地土壤及水体，种植超积累植物，以超量吸收和积累重金属，转移、容纳或转化污染物使其对环境无害。污染矿类植被恢复适宜树（草）种参照表 7-7。

(3) 微生物分解。施用微生物菌肥，降解或者转化废弃地中有毒污染物。

表 7-7 污染矿类植被恢复适宜树（草）种

矿种类型		适宜树（草）种		
		乔木	（花）灌木	草本
非金属类	硫、磷、砷等化工及化肥原料	杉木、银杏、漆树	胡枝子、紫穗槐	苜蓿、草木犀、蜈蚣蕨、黑莎草、灯芯草、龙葵、地锦
	石膏等建材及水泥原料	马尾松、臭椿		
	重晶石、石油化工材料	马尾松		美国燕麦草、三叶草
	高岭土等陶瓷及玻璃原料	马尾松、枫香、尾巨桉	白背叶、牡荆	类芦、蟛蜞菊、葛藤、爬山虎、五节芒、铁芒萁、龙舌兰
金属类	金等贵金属	香樟、臭椿、泡桐、乌桕、枫香、天竺桂、杜英、小叶榕、深山含笑	罗汉松、杜鹃、扶桑、冬青、海桐球、胡枝子、枸杞、荆条、红千层、女贞、垂榕	狗牙根、五节芒、类芦、香根草、马鞭草、苜蓿、白三叶、狗尾草
	稀土金属	马尾松、板栗、黄檀	胡枝子	糖蜜草、象草、马唐草、狗尾草
	铁、锰等黑色金属	湿地松、马尾松、侧柏、栎树、臭椿、桃树、紫荆、棕榈、荷花玉兰、桂花、细叶桉、大叶桉、木荷、毛竹	悬钩子、紫穗槐、海桐	紫云英、商陆、白茅、马唐、水蓼、飞蓬、耳草
	铜、铝等有色金属	湿地松、马尾松、侧柏、黄檀、泡桐、合欢	胡枝子、紫穗槐、田菁、金银花、山毛豆、夹竹桃、荆条、酸枣、蔷薇	草木犀、苜蓿、三叶草、画眉草、假俭草、象草、芒草、水蜡烛、狗牙根、猪屎豆、菊花、苦苣菜、紫葛藤
金属类	镉、铅、锌等重金属	泡桐、臭椿、银合欢、苦楝树、山榕、樟树、木荷、水杨梅、槐树	女贞	紫花苜蓿、假俭草、香根草、马鞭草、黑莎草、狗牙根、五节芒、东南景天、芦竹、蜈蚣蕨、白茅、棕叶芦、宽叶香蒲、芦苇、荭苳、雀稗、鸡矢藤、剑麻

7.3.3 植被重建工程

7.3.3.1 一般规定

(1) 在地貌重塑和土壤重构基础上, 依据参照生态系统的生物种群特点, 考虑矿山生态重建的植被适宜性、结构布局合理性和物种多样性, 合理配置植物种群组成和结构, 借助人工支持和诱导, 重建与周边生态系统相协调的生态系统, 保障植物群落持续稳定。

(2) 依据重塑的地貌形态和重构的土壤条件, 充分考虑植被配置的多样性、适应性、先锋性和抗逆性, 合理配置矿山植被重建空间。

(3) 根据场地条件, 应筛选出根系发达、固氮能力强、生长速度快、播种栽植容易、成活率高、病虫害少、抗水土流失能力强、易管护的适生植物和先锋植物, 通过林、草、花、卉、乔、灌种植结合, 合理部署植被疏密和覆盖区域。

(4) 植被重建应在消除修复区地质安全隐患的基础上因地制宜、经济合理、生态环保、景观协调, 在最短的时间内最大限度地恢复生态环境。

(5) 对区内原有林木在不影响整体修复效果的前提下, 最大限度地予以原地保留。

(6) 植被重建工程的附属设施(护栏、花池挡墙及亭、廊、花架等)应和周边环境相协调, 其占地面积应控制在绿化总面积的 2%以下。

(7) 植被重建技术措施可参照表 7-8。植被恢复密度应依据气候区、矿山废弃地类型、破坏程度及植被恢复目标等确定, 可参照《矿山废弃地植被恢复技术规程》(LY/T 2356-2014) 附录 F 规定执行。

表 7-8 植被重建技术措施

复垦对象及条件				工程措施	基质和土壤处理	生物措施
排土场	平台		土质	平整, 排蓄水	提前整地、熟化土壤, 种植绿肥、微生物培肥、施肥	乡土树种为主, 培育乔灌木混交林
			石质	局部平整、客土整地、排水	覆土种草、秋翻压青, 施肥或施用菌根制剂。改良基质	客土种植、封育耐旱、耐瘠薄灌草
			砂粒质	筑坝护坡、平整压实、覆土排水	客土整地, 种植绿肥或施有机肥, 改良基质	客土造林种草, 封育恢复林草
	边坡		土质	削坡、草袋或预制框格等护坡	种植绿肥、秋翻压青, 微生物培肥、施肥, 改良基质	客土造林种草, 培育乔灌木混交林
			石质	削坡、框格梁等护坡, 覆土排水	覆土、间作绿肥、施肥或菌根制剂。改良基质	客土种植深根性灌草
			砂粒质	削坡、修筑挡墙、液力喷播法护坡, 覆土排水	覆土或掺细砂、黏土, 种植豆科植物或牧草, 施有机肥等, 培肥地力, 改良基质	深根性灌木为主, 乔灌草结合恢复植被
尾矿库	库面	金属污染		疏干排水。铺设隔离层, 覆土、施肥	施用有机肥或有机废弃物、化学药剂、生石灰或硫黄、菌根真菌, 种植可吸收、累积污染物植物或耐金属植物	客土种植能耐、吸收有毒金属灌木和牧草

(续表)

复垦对象及条件			工程措施	基质和土壤处理	生物措施
尾矿库	库面	金属 无污染	截流、疏干排水，覆土压埋、施肥	覆盖植物残体、施用有机肥或有机废弃物、种植绿肥、压青肥田	客土种植农作物或者经济林木
		非金属 污染	疏干排水，覆土	施生石灰、有机肥、生活垃圾、污泥等调节酸碱度，种植可吸收、累积污染物植物，种植固氮植物或接种根瘤菌	客土种植耐污染灌草
		非金属 无污染	引水灌溉，覆土	施肥、灌溉，种植绿肥植物、秋翻压青、培肥地力	乡土植物为主，乔、灌、草结合，大苗或容器苗造林
	坝周	金属 污染	截流排水，防渗埋压隔离	施用有机肥或有机废弃物，种植可吸收、累积污染物的植物，种植绿肥、压青肥田	选择超积累或耐污染的乔灌草，人工造林种草，封育保护
		金属 无污染	修筑挡渣工程，截排水或水保工程	种植豆科植物，改良土壤	种植经济林木或农作物
		非金属 污染	疏干排水、拦截除污隔离	施生石灰、有机肥改良基质，种植可吸收、累积污染物植物，种植固氮植物	选择抗污染能力强的乡土乔灌草，人工造林种草，封育保护
		非金属 无污染	修筑挡渣墙、疏通渠道	施生石灰、有机肥、生活垃圾、污泥等中和基质酸碱度，绿肥植物、秋翻压青、培肥地力	农业耕作、人工造林
	采空塌陷	季节性积水区		排除积水、客土充填	
常年积水区		深水区	发挥积水优势，继续挖低		水产养殖为主，多业并举
		浅水区	挖深垫浅，兴修水利设施		垦复农田为主，兼顾林果种植
非积水区		堵漏、填埋、平整，重塑地貌、再造土体	土壤熟化，种植豆科植物，增施有机肥	乔灌草结合、恢复植被，农林牧结合、多业并举	
注：浅水区指下沉地表向盆地中心倾斜，常年积水深度在 1 m~3 m；深水区指地表下沉最深部分，常年积水深度大于 3 m。					

7.3.3.2 土壤与肥料

(1) 土壤

土壤环境质量分类和标准分级依据《土壤环境质量标准农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）。

覆土（种植土）土壤的选用与处理应符合以下规定：

①用于矿山植被恢复的种植土，在使用前应按照不同分区植被生长的需要，按照相应的土壤环境质量分类和标准分级进行检测，对不合格的种植土予以降级使用，并进行改良或更换处理。

②种植土应尽可能选施工区周边含腐殖质及物理性能良好的表土，避免使用强酸性土壤和湿地中的含还原性有害物质的土壤。

③酸性土壤改良可直接使用 Ca^{2+} 进行酸性矫正，中和剂有 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ （69%~70%）、 CaCO_3 （53%）和 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 。

④碱性土的改良主要通过排灌水、防止蒸发、增加腐殖质和酸性肥料等措施解决，对含有 CaCO_3 的土壤，加入石膏进行中和矫正。

（2）肥料

①矿山植被恢复工程中，应利用施肥和客土等进行土壤改良。

②各类植物对养分元素的需求不一，为了使草本、木本植物混播并顺利生长，应通过肥料的配比施肥来促成混播的成功，并根据混合植物种类的生物生理特性进行生长基础和后期施肥的肥料设计。

7.3.3.3 植被选型与种植技术

（1）植被选型原则

因地制宜，根据整治的需要，明确植被恢复工程植物群落的发展方向，合理建立植物群落，确定适宜的治理目标。

选择植物生物学、生态学特性与立地条件相适应，适应当地的气候条件，适应当地的土壤条件（水分、pH、土壤性质等），稳定性好、抗性强的植物。

适地适树（草），以地带性植被、乡土植物为主，适当引进外来植物。需要引进外来树种时，应选择经引种试验并达到《林木引种》（GB/T 14175-1993）标准的树种。

乔、灌、藤、草相结合，丰富生物多样性，构建立体生态防护体系，更贴近自然景色。

（2）种植技术

植物种植包括苗木运输、种前修剪、穴槽开挖、种植等。

①苗木运输和假植

苗木运输量应根据种植量确定。苗木运到现场后应及时栽植。

裸根苗木必须当天种植。裸根苗木自起苗开始，暴露时间不宜超过 8h。当天不能种植的苗木，应进行假植。

带土球小型花灌木运至施工现场后，应排码整齐，当天不能种植时，应喷水保持土球湿润。

珍贵树种和非种植季节所需苗木应在合适的季节起苗，并用容器假植。

②苗木种植前的修剪

种植前应进行苗木根系修剪，宜将劈裂根、病虫根、过长根剪除，并对树冠进行修剪，保持地上地下平衡。

1) 对乔木类修剪的规定

具有明显主干的高大落叶乔木应保持原有树形，适当疏枝，对保留的主侧枝应在健壮芽上短截，可剪去枝条的 $1/5 \sim 1/3$ 。

无明显主干、枝条茂密的落叶乔木，对干径 0.10m 以上树木，可疏枝保持原树形；对干径为 $0.05 \sim 0.10\text{m}$ 的苗木，可选留主干上的几个侧枝，保持原有树形进行短截。

枝条茂密具圆头形树冠的常绿乔木可适量疏枝。枝叶集生树干顶部的苗木可不修剪。具轮生侧枝的常绿乔木用作行道树时，可剪除基部 $2 \sim 3$ 层轮生侧枝。

常绿针叶树不宜修剪，只剪除病虫枝、枯死枝、生长衰弱枝、过密的轮生枝和下垂枝。

珍贵树种的树冠宜做少量疏剪。

2) 对灌木及藤蔓类修剪的规定

带土球或湿润地区带宿土裸根苗木及上年花芽分化的开花灌木不宜修剪，当有枯枝、病虫枝时应予剪除。

枝条茂密的大灌木可适量疏枝。

分枝明显、新枝着生花芽的小灌木应顺其树势适当强剪，促生新枝，更新老枝。

攀缘类和蔓性苗木可剪除过长部分。攀缘上架苗木可剪除交错枝、横向生长枝。

3) 对苗木修剪质量的规定

剪口应平滑，不得劈裂。

枝条短截时应留外芽，剪口应在留芽位置以上至少 10mm 。

修剪直径 20mm 纵上大枝及粗根时，截口必须削平并涂防腐剂。

穴槽开挖：种植穴、槽的大小，应根据苗木根系、土球直径和土壤情况而定。穴、槽必须垂直下挖，上口下底相等，规格应符合表 7-9、表 7-10 的规定。

表 7-9 常绿乔木类种植穴规格

树高/m	土球直径/m	种植穴深度/m	种植穴直径/m
1.5	0.4~0.5	0.5~0.6	0.8~0.9
1.5~2.5	0.7~0.9	0.8~0.9	1.0~1.1
2.5~4.0	0.8~1.0	0.9~1.0	1.2~1.3

表 7-10 落叶乔木类种植穴规格

胸径/mm	种植穴深度/m	种植穴直径/m	胸径/mm	种植穴深度/m	种植穴直径/m
20~30	0.3~0.4	0.4~0.6	50~60	0.6~0.7	0.8~0.9
30~40	0.4~0.5	0.6~0.7	60~80	0.7~0.8	0.9~1.0
40~50	0.5~0.6	0.7~0.8	80~100	0.8~0.9	1.0~1.1

④种植

1) 种植设计

包括造林种草方式方法与作业要求，乔灌木树种与草本、藤本植物的栽植配置（结构、密度、株行距、行带的走向等），整地方式与规格，整地与栽植（直播）的时间。

进行种苗需求量计算，根据树种配置与结构、株行距及造林作业区面积计算各树种的需苗（种）量，落实种苗来源。

2) 质量要求

种植材料应根系发达、生长茁壮、无病虫害，规格及形态应符合设计要求。

苗木挖掘、包装应符合现行行业标准《城市绿化和园林绿地用植物材料木本苗》(CJ/T 24-1999)等的规定。

乔木的质量标准：树干挺直，不应有明显弯曲，小弯曲也不得超出两处，无蛀干害虫和未愈合的机械损伤，树冠丰满，枝条分布均匀，无严重病虫害危害，常绿树叶色泽正常。根系发育良好，无严重病虫害危害，移植时根系或土球大小应为苗木胸径的 8~10 倍。

灌木的质量标准：根系发达，生长茁壮，无严重病虫害危害，灌丛匀称，枝条分布合理，丛生灌木枝条至少 4~5 根以上，有主干的灌木应明显。

播种用的草坪、草花、地被植物种子均应注明品种、品系、产地、生产单位、采收年份、纯净度及发芽率，不得有病虫害。外地引进种子应有检疫合格证。发芽率达 90%以上方可使用。

矿区废弃地植树造林树种选择、树种配置、栽植密度等技术要求参照《造林技术规程》(GB/T 15776-2016)。

3) 种植前土壤处理

种植或播种前应对该地区的土壤理化性质进行化验分析，采取相应的消毒、掩肥和客土等措施。

植物生长所必需的适宜种植土层厚度应符合表 7-11 的规定。在偏远山区等非重点修复治理区，种植土层厚度可适当减小。

表 7-11 植物生长必需的适宜种植土层厚度

植被类型	草本花卉	草坪	小灌木	大灌木	浅根乔木	深根乔木
土层厚度 / m	0.4	0.3	0.5	0.8	1.0	1.5

种植地的土壤含有建筑废土及其他有害成分，以及强酸性土、强碱性土、盐土、盐碱土、重黏土、砂土等，均应根据设计规定，采用客土或采取改良土壤的技术措施。

绿地应按设计要求构筑地形。对草坪种植地、花卉种植地、播种地应施足基肥，翻耕 0.25~0.30m，耢平耙细，去除杂物，平整度和坡度应符合设计要求。

4) 播种要求

播种量设计：

对于播种绿化，播种量随土壤及种子的性质不同而不同，不同的植物种子的发芽率与成活率不同，在不同的地质气候条件下，种子的发芽率与成活率也可能不同，应给予适当的修正，以达到期望的绿化效果。植物种子的播种量按公式(7.1)计算：

$$W=G(1+Q)/S \cdot P \cdot B \quad (7.1)$$

式中：W 为每平方米经发芽障凝修正后的播种量，g/m²；G 为期望成活株数，株/m²；S 为平均粒数，粒/g；P 为种子纯度，%；B 为发芽率（播种前应自行鉴定），%；Q 为发芽障凝修正值，%，参考表 7-12 取用。

表 7-12 同地质条件下发芽障碍修正值

地质条件	修正值 Q/%	地质条件	修正值 Q/%
砂砾石土壤	20	特别潮湿地	10
干旱地	10	缓坡地	-10
特别干旱地	20	高边坡	20

混播设计：

护坡植物种采用多种种子混播，更易于形成稳定的植物群落，混播的不同植物种必须考虑植物种间的生态生物型的搭配是否合理。对于护坡所用的外来植物种，一般混播 4~6 种牧草就可满足要求。

据植物种的多样性理论和种群的生态位原理，确定混播植物种的选型原则如下：

每种植物种须满足坡面植物种的选型原则：一般应包括禾草本、灌木及小乔木的植物种；植物种的生物生态型要互相搭配，以便减少生存竞争的矛盾，如浅根与深根的配合、根茎与丛生型的搭配等；不同植物种的发芽天数应尽可能相近，否则有可能造成发芽缓慢的植物种很快被淘汰；植物种的选择应结合坡面朝向（阴、阳面）及坡面的坡度；一年后，坡面植被应以乔、灌木为主，根据植被种类，以 8~12 株/m² 为宜，并根据生长和发育情况进行适当间伐；坡面植被的常绿品种应占总数的 1/3 以上，以与周边自然环境相协调。

种子预处理技术：

大部分植物种子一般可直接播种使用且发芽率高，不需要进行处理，但对一些发芽困难的，则必须在喷播前进行种子预处理。

7.3.3.4 边坡植被恢复技术

根据技术特点和适用条件，边坡植被恢复技术主要有：挂网客土喷播、普通喷播、植生毯、植生袋、植生槽、鱼鳞坑、植生孔、喷砣飘台、台阶复绿等，各技术方法适用条件见表 7-13。

表 7-13 坡植被恢复技术常用方法及适用条件

常用方法	一般适用条件			
	适宜的边坡类型	适宜坡度/ (°)	适应高度/m	边坡稳定性
挂网客土喷播	岩质边坡	<55	<15	稳定
普通客土喷播	土石混合边坡	<35	不限	稳定
植生毯	土质、土石质边坡	<25	<30	稳定
植生袋	各类边坡	<45	<10	稳定
植生槽	岩质边坡	<75	不限	稳定
植生孔	岩质边坡或硬土质边坡	>55	不限	稳定
喷砼飘台	岩质边坡	>55	<100	稳定
鱼鳞坑	岩质边坡或土质边坡	25~55	<50	稳定
台阶复绿	岩质边坡或土质边坡	>25	不限	稳定

(1) 挂网客土喷播

坡面要求：坡面的凹凸度平均为 $\pm 10\text{cm}$ ，最大不超过 $+30\text{cm}$ 。

①挂网

1) 网材质规格

挂网采用 12 号或 14 号镀锌铁丝，网眼直径 4~5cm，网片搭接宽度不小于 10cm。

2) 锚固参数

锚杆间距 1.0m，材质规格： $\Phi 10$ 、 $\Phi 18$ 螺纹钢，长度 80~100cm，锚孔直径 8~10cm，水泥砂浆强度 M15 以上。最终参数应根据边坡岩土性质及坡度计算确定。

②喷混材料技术要求

1) 基质材料包括：土壤、有机质、化学肥料、保水材料、黏合剂、pH 缓冲剂等。

2) 土壤：因地制宜，可选用就近的沙土、沙壤土或黄土，为提高肥力，可用园土或其他肥土 1:1 配合使用，土宜保持干燥，并去掉大颗粒和杂物后方可用于喷播。

3) 有机质：常用的有机质有堆肥、糠壳、锯木屑等。

4) 化学肥料：加入一定量的缓释氮肥，有利于植物生长后期肥料的持续供应。

5) 保水材料：岩面绿化用保水剂可选用丙烯酰胺—丙烯酸盐共聚交联物类的较大颗粒产品。这些产品吸水倍率相对较低，吸水重复性好且使用寿命长。

6) 黏合剂与 pH 缓冲剂：每立方混合料，普通硅酸盐水泥 50~80kg，碱性中和因子如磷酸等缓冲剂，调节基质 pH。

7) 用水：根据实际情况而定。

8) 植物种子：植物选择配置，考虑气候、土壤、生态、方便管理等，满足护坡的同时，兼顾景观效果。应该以当地植物为主，适当引进适合当地生长的外地植物构建乔、灌相结合的立体生态模式。

9) 喷混原料配比：根据岩面坡度、母岩类型、气候条件及原材料质量进行配比。

10) 土与物料混合：准确选取各种物料，把有机质、复合肥料、黏合剂、保水剂等倒入土壤中进行干混拌，可用机械搅拌均匀。

11) 灌草种配比：根据当地气候及岩质坡面特点，以水土保持为主，建立灌草立体生态模式。

③喷播

1) 设备：喷播机。

2) 平均喷播厚度 8~10cm，分两次进行，先喷射不含种子混合料，厚度 7~8cm，接着喷射含有种子混合料，厚度 2~3cm。

④盖无纺布

喷播后覆盖无纺布，顺坡从上而下直盖，布与布之间重叠 10~15cm。并用木签或竹签固定。在种子损失严重的情况下，实施补播。

⑤喷播透水

水应喷透，但不能产生水土流失或坡面径流，防止基底材料被破坏。

(2) 普通客土喷播

①坡面平整要求

在边坡土壤硬度较大（非坚硬岩石）或坡面太光滑时，实行挖水平沟，间距 5cm，深度 5cm，坡面极为不平整或有废渣的地方，宜进行表面清理、平整。

②喷播材料及搅拌

材料：种子、黏合剂、保水剂、纤维材料、土壤改良剂、稳定剂及适量腐殖土。

时间：充分搅拌 20min 以上。

无纺布苫盖要求：喷射后覆盖无纺布，防止雨水冲刷和阳光暴晒，顺坡自上而下，布与布之间重叠 10~15cm，用木签固定。在种子损失情况下，实施补播。

（3）植生袋

①坡面平整要求

清除坡面杂草和大块石以及其他杂物，坡面基本平整。

②铺植生袋

制作好的植生袋覆盖在边坡表面，垛完一层后，植生袋与基面及植生袋之间的缝隙用土填严，在岩质或土石边坡及基面施工，应从底部开始，高度每 1m 放置一排 PVC 管，管子规格：直径 3~4cm，长度 45cm。每排 PVC 管横向间距 1m，以排出基面或基面内部的水，避免因水长时间浸泡种子造成塌方。

在垂直或接近垂直堆放时，每堆高 1m，应该在基面上用木钉或金属钉固牢植生袋，防止倒塌。

③浇水

水适量，确保植物生长所需水分。

（4）植生毯

①坡面平整要求

清除坡面块石以及其他杂物，坡面基本平整。

②挖沟

为了固定植生毯，需沿坡面挖沟，沟规格一般为宽 30cm、深 50cm，长度根据坡面而定。

③草毯铺设

植生毯展开，一端置入沟内用“U”形钉或钢筋固定，并填土压实，两毯搭接要保持整齐一致，坡脚处植生毯用土填压。

④覆土

铺设完植生毯后，用人工或机械覆盖 1~2cm 厚壤土，起到保证草种发芽率和固定作用。

⑤养护

边坡铺设植生毯完成后,应及时进行养护,周期一般 45d,前期浇水每天早晚各一次,早上养护应在 10 点以前完成,下午应在 4 点以后开始,避免在强烈阳光下养护,发芽期 15d 湿润深在 2cm 左右,幼苗期依植物根系发展加大到 5cm 以上,在高温干旱季节,应增加 1~2 次养护。

(5) 鱼鳞坑

鱼鳞坑技术是利用坡面凹处或小平台空间,采用混凝土或石块向上垒砌,或向下挖成坑,形成鱼鳞状的种植穴,在穴内客土栽植乔木和藤本植物或经济林木。

优点:在有凹处、起伏的非高陡边坡修筑,简单易行,具有保水抗旱的特点。

缺点:在高陡边坡,平滑的岩质边坡不宜采用,绿化效果受坡面状况影响较大。

(6) 台阶复绿

台阶复绿是将一定坡度的坡面修筑成多级台阶形式,形成一定宽度的绿化平台,并在平台外围砌挡土墙,然后覆土栽植乔木、灌木和藤本植物绿化的技术,该技术主要治理对生态环境有重要影响的高陡岩质边坡等。

①台阶宽度

台阶一般 4~6m 宽。

②台阶高度

台阶高度与治理设计绿化率以及工程治理投资有关,一般情况下,岩质边坡高度小于 50m 时,台阶高度 8~15m;边坡高度 50~100m 时,台阶高度 10~20m;边坡高度大于 100m 时,台阶高度大于 20m。土石质边坡修筑台阶时,台阶高度一般 5~10m。

③台阶外围挡墙参数

距边坡外缘 0.5m,挡墙顶宽 0.5m,底宽 0.7m,挡墙高度与覆土厚度有关,挡墙高出覆土 5~10m。根据要求,合理设置排泄水孔。

④台阶覆土绿化

边坡削坡开级后,为保证乔灌木长期生长质量,台阶覆土厚度不小于 1m。宜乔、灌、攀爬倒垂植被结合,视情况种植观赏树种。

7.3.3.5 绿化工程管护

对绿化工程的管护主要包括成活期和生长期两个阶段。成活期管护包括施肥、防治病虫害、树桩绑扎、加土扶正、灌溉浇水等。生长期管护包括修枝、密度调控、林木更新、病虫害防治等，其中对草本植物管护包括土壤破除表土板结、病虫害善防治等。

（1）管护期限

木本植物群落型（乔灌木和灌木型）管理期限宜为 3 年。

草本植物群落类型（草本及灌木型）管理期限宜为 2 年。

（2）浇水

岩质边坡根据天气状况及时进行浇水，确保苗木成活。岩质边坡复绿宜采用喷灌、滴灌或高压喷雾方式进行灌溉，具体方案可参照本技术要求“7.3.4 灌溉工程”进行工程设计。

（3）松土除草

每年进行 2~3 次松土除草，结合松土，除去植穴中以及苗木周边影响苗木生长发育的杂灌木，对有冲蚀发生的地段进行培土，并压实，恢复原有平整坡面。

（4）补植

栽植后应及时进行成活率检查，成活率达不到要求的，应进行补植，对于造林失败的，应进行重造，补植苗木的规格应与存活苗木的规格一致。

（5）施肥

对于经济林，在栽植后，每年施适量的有机肥或复合肥。

7.3.3.6 植被恢复标准

（1）露天采场

①恢复为林地应满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）的要求。成活率应达到 80%以上，三年以后郁闭度应达到 0.20~0.30。

②恢复为草地应满足《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342）要求，覆盖度应达到 30%~40%。

③农田防护林建设应满足当地土地开发整理工程建设标准的要求，受防护的农田面积占建设区面积的比例应不低于 80%。

（2）取土场、排土场

①恢复为林地应满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）的要求。成活率应达到 80%以上，三年以后郁闭度应达到 0.20~0.30。

②恢复为草地应满足《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342）要求，覆盖度应达到 30%~40%。

③农田防护林建设应满足当地土地开发整理工程建设标准的要求，受保护的农田面积占建设区面积的比例应不低于 90%。

④造林方法及养护可参照《水土保持综合治理 技术规范 荒地治理技术》（GB/T 16453.2）执行。

（3）塌陷地

①恢复为林地应满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）的要求。成活率应达到 90%以上，定植密度应大于 2000 株/hm²，三年以后郁闭度应达到 0.30~0.40。

②恢复为草地应满足《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342）要求，覆盖度应达到 30%~40%。

③农田防护林建设应满足当地土地开发整理工程建设标准的要求，受保护的农田面积占建设区面积的比例应不低于 90%。

（4）尾矿库

①恢复为林地应满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）的要求。成活率应达到 80%以上，定植密度应大于 4500 株/hm²，三年以后郁闭度应达到 0.20~0.30。

②恢复为草地应满足《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342）要求，覆盖度应达到 30%~40%。

③选择不覆土直接种植参与食物链循环的植物，应进行种植试验，满足《食品安全国家标准 粮食》（GB 2715）的要求。

④农田防护林建设应满足当地土地开发整理工程建设标准的要求，受保护的农田面积占建设区面积的比例应不低于 80%。

（5）工业场地

①恢复为林地应满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）的要求。成活率应达到 85%以上，定植密度应大于 3000 株/hm²，三年以后郁闭度应达到 0.30～0.40。

②恢复为草地应满足《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342）要求，覆盖度应达到 40%～50%。

③农田防护林建设应满足当地土地开发整理工程建设标准的要求，受防护的农田面积占建设区面积的比例应不低于 85%。

7.3.4 灌溉工程

7.3.4.1 水源工程

（1）机井工程

①设计原则

机井设计应根据机井规划、建井用途、需水量、水质要求和水文地质条件进行设计。

根据国务院颁布的《取水许可制度实施办法》，应经水行政主管部门审批建井方案，进行机井设计。

滤水结构应满足下列要求：有足够的强度；有足够的进水面积；有效防止涌沙；避免堵塞，防止腐蚀。

②机井设计出水量的确定

机井设计出水量与降深，应采用抽水试验资料确定。

资料不足时，可采用探采结合的实测资料或根据附近同类条件的机井资料确定，也可选用经验公式或理论公式计算。

成井后均应进行试验抽水，予以校正。

③技术要求

管井轴线垂直度，井孔必须保证井管的安装，井管必须保证抽水设备的正常工作。

管井深度设计应根据需水量和拟开采含水层（组、段）的埋深、厚度、水质、富水性及其出水能力等因素综合确定。

井孔和井管直径等设计规格应按照《机井技术规范》(SL 256-2000)中相关标准进行计算。

(2) 蓄水工程

蓄水工程主要包括利用采坑修建的蓄水池、蓄水坑以及高位水池。

①蓄水量的确定

计算地表径流：一般可采用降雨径流来推算地表径流，可查当地《水文计算手册》。

计算坑塘集水面积：对其周边进行实地调查，参照矿山开采境界、所在的局部地形分水岭（线）划定确定坑塘的集水面积。

确定坑塘来水量和坑塘有效容量按照相关技术标准进行计算。

②灌溉保证率、灌溉面积、灌溉定额确定

灌溉保证率应根据水文气象、水土资源、作物组成、灌区规模、灌水方法及经济效益等因素确定，可参照《灌溉与排水工程设计标准》(GB 50288-2018)确定。

灌溉面积应根据坑塘的有效容量和农作物灌溉定额确定。

灌溉定额应根据灌溉试验资料、水量平衡原理和总结群众灌溉经验等确定。

7.3.4.2 输配水工程

(1) 灌溉渠道

①设计原则

渠道级数应根据灌区面积大小和地形条件而定；

灌溉渠道系统不宜越级设置渠道；

渠线宜短而直，并应有利于机耕，避免深挖、高填；

渠道设计应满足作物需水要求，促进农业发展；

如有需要，应修建相应的排水系统，灌排统一规划。

②渠道设计流量

渠道设计流量必须满足典型年内灌水期间渠道需要通过的最大流量。

根据渠道的配水方式设计流量的计算方法。

③渠道断面设计

渠道的纵断面设计和横断面设计应符合以下要求：

保证设计输水能力、边坡稳定和水流安全通畅。

各级渠道之间和渠道各分段之间平顺衔接。

末级渠道放水口的水位高出平整后田面进水端不少于 10cm。

渗漏损失量较小。

占地较小，工程量较小。

施工、运用和管理方便。

（2）灌溉管道

①设计原则

管道应短而直、水头损失小、总费用省、管理运用方便。

各用水单位应设置独立的配水口。配水口的位置、给水栓的形式和规格尺寸必须与相应的灌溉方法和移动管道连接方式一致。

地形复杂处可采用变管坡布置。

管网压力分布差异较大时，可结合地形条件进行压力分区，采用不同压力等级的管材和不同的灌溉方式。

如管道纵向拐弯处可能产生真空，应留出 2~3m 水头的余压。

固定管道宜埋在地下，易损管材必须埋在地下。埋深应不小于 60cm。

各级管道进口必须设置截止阀，分水门较多的输配水管道每隔 3~5 个分水口应设置 1 个截止阀；管道最低处应设置排水阀。

应根据水力特性，在相应位置设进、排气阀或水锤防护装置。

应设置压力、流量计量装置。

②设计要求

系统进口设计流量应根据全系统同时工作的各配水口所需设计流量之和确定，设计压力应经技术经济比较确定。

管道技术参数设计参照《灌溉与排水工程设计标准》(GB 50288-2018)相关内容。

管材的选择应符合相应标准、规范的规定。

7.3.4.3 喷灌、微灌工程

（1）设计原则

水资源紧缺或经济作物地区应根据灌区水源、地形、土壤、作物和经济等条件，选用喷灌、微灌（包括微喷灌、滴灌）或其组合系统。

喷灌系统宜与农业适度规模经营协调一致，有条件时，喷灌、微灌系统可与乡镇供水相结合。

喷灌和微灌系统设计应符合现行国家标准《喷灌工程技术规范》（GB/T 50085-2007）和《微灌工程技术规范》（GB/T 50485-2009）的规定。

（2）喷灌工程

①管道式喷灌系统的用户系统设计

应符合下列规定：

各用户系统的喷灌面积必须集中连片，系统内各点工作压力差应在喷头允许压差范围内。

用户系统配水点位置的确定，应有利于缩短输配水管网长度及田间喷灌设备的布置和运行。

配水点应设置调节流量、压力的给水栓和量测设备。取水口的尺寸和供水流量应标准化、系列化。

喷灌支管应平行耕作方向布置。地形高差较大时，支管也可垂直等高线布置，必要时支管上各个喷头应按设计工作压力分别安装消能装置。

喷灌支管的流量、直径和长度应由支管上任意两喷头工作压力差不大于设计压力的 20%，以及地块形状和喷头组合要求等因素确定。

用户系统范围内应实行轮灌。

轮灌编组应以避免支管以上管道流量过分集中，且各组管路沿程水头损失基本一致，并方便操作为原则。

用户系统设计流量应为同时工作的支管设计流量之和。支管设计流量应为喷头数与喷头额定流量的乘积。

用户系统配水点设计工作压力可根据最不利轮灌组所需工作压力推算确定。

②管道式喷灌系统的输配水系统设计

应符合下列规定：

输配水系统可分为总干管、干管和分干管 3 级，形成树枝状管网。

输配水系统的布置，应连接每一个配水点，并使管道总长度最短。

输配水系统的设计流量、设计压力应满足全部用户系统设计流量和大部分用户系统设计压力的需要。少数用户系统需要压力较高，而提高整个输配水系统压力又不经济时，应另建增压泵站。

输配水系统各节点的设计流量和管径配比按相关公式计算。

③机组式喷灌系统的用户系统设计

应符合下列要求：

配水点位置和控制面积的安排，应有利于连接管和喷灌机的布置和运行。

配水点设计流量、设计压力应满足工作机组的需要。同一用户系统提供的机组工作压力应基本一致。

中心支轴式喷灌机所造成的未喷地角，应进行补喷或加以利用。

井灌地区可利用机井作为配水点，直接向机组供水。

（2）微灌工程

微灌系统设计应符合下列规定：

微灌用水必须经过净化处理，不得含有泥沙、杂草种子、鱼卵、藻类及其他有可能堵塞管道和灌水器的物质。

支管布置应有利于毛管沿等高线、作物种植方向或果树行间设置。

微灌用户与喷灌用户共用同一输配水系统时，从输配水管路节点上引出的微灌用户系统仍应由干管、支管、毛管组成，并应在干管首部设置水质净化装置。

由集中排列的多条毛管组成的微灌小区应设阀门控制。微灌小区之间宜按轮灌进行设计。同一微灌小区内灌水器的平均流应与各灌水器的设计流基本一致，微灌均匀系数不应低于 0.8。

7.3.5 土地复垦工程

7.3.5.1 设计原则

（1）土地复垦时要与周围自然景观相协调，并与当地降水条件、土壤类型和植被覆盖情况和谐。

（2）地形地貌景观恢复治理时，尽量恢复为原地形地貌；无法恢复为原地形地貌的，则需尽量与周围地形地貌相协调，且避免整治后发生次生灾害或不良影响。

(3) 土地平整应合理调配土石方，尽量避免土石方量的重复搬运。

(4) 土地复垦质量原则上不低于原土地（或周围土地）利用类型的土壤质量与生产力水平。

(5) 复垦为耕地的地块需要根据耕地质量因子设计复垦标准，符合《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）及其他相关规范要求。

(6) 复垦为其他土地的质量应符合相关行业标准。

(7) 覆土厚度可根据分质治理原则进行确定，在交通廊道等重点地段，覆土厚度可适当加厚，提高治理标准；在偏僻地区，覆土厚度可适当薄一些。因地制宜。

7.3.5.2 土地复垦设计

根据确定的土地复垦方向和质量要求，针对不同的土地复垦单元、不同的复垦措施进行土地复垦工程设计，包括工程技术措施、生物和化学措施等，根据矿山特点，复垦单元主要包括：采场平台（含工业广场、办公生活区、场内道路等）、岩坡、废石（渣）堆（含排土场）。各复垦单元设计要求如下。

(1) 采场平台（含工业广场、办公生活区、场内道路等）

露天采场平台复垦方向与周围未破坏地类相一致，根据采场面积、平整度以及其他土地利用条件可优先复垦为耕地和建设用地，其他可复垦为林地等。

①耕地设计

主要包括：清理工程、土地平整、土壤重构、生物化学工程等。

清理工程：包括工业广场和办公生活区建构筑物、场内道路等拆除清运。

土地平整：对拆除清运干净的工业广场和办公生活区场地、道路以及其他平台场地进行平整，具体要求可参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）、《土地整治项目规划设计规范》（TD/T 1012-2016）和其他相关规范。

土壤重构：A 覆土：平台平整后覆土，把矿区内表土均匀铺覆在最上层，满足耕地的种植需求，覆土标准见“7.3.2 土壤重构工程”；B 覆土土源：矿区内表土量不能满足覆土需求时，需外运土方。土源土壤质量需符合设计要求，土壤质量控制标准见本技术要求“7.3.2 土壤重构工程”。

生物化学工程：A 土壤改良：对于复垦区旱地复垦后土壤肥力比较低的状况，需增加土壤有机质和养分含量，改良土壤性状，提高土壤肥力，改土措施可采用

土壤培肥的方法，如施用有机肥、复合肥等来涵养土壤；B 土地翻耕：旱地施肥后，进行土地翻耕，翻耕一遍，旋耕两遍，每年一次。

②林地设计

主要包括：清理工程、土地平整、土壤重构、植被重建工程等。

清理工程和平整工程可参照耕地设计。

土壤重构包括覆土、挡土墙砌筑等。为了满足林地的种植需求，对复垦的林地覆土、覆土土源、土壤质量、覆土厚度可参照本技术要求“7.3.2 土壤重构工程”。

覆土后的林地进行乔冠草相结合的植被重建。

(2) 岩坡

岩坡复垦方向与周围未破坏土地类型一致，根据土地利用现状及其他土地利用条件，尽可能复垦为林地或草地。

①林地设计

主要包括：土地平整、平台土壤重构、植被重建工程等。

土地平整：对台阶式削坡形成的平台进行平整，平整要求符合“7.3.2 土壤重构工程”中林地质量控制标准。

台阶土壤重构：A 挡土墙：为防止水土流失，在采场边坡台阶设置挡土墙，参数：距边坡外缘 0.5m，挡墙顶宽 0.5m，底宽 0.7m，挡墙高度与覆土厚度有关，台阶覆土厚度不小于 1.0m，挡墙高度出覆土厚度 5~10cm；坡底设落石挡墙，坡底挡土墙距坡底一般 10~30m，挡墙设计可参照采场边坡台阶挡土墙；B 为了满足林地的种植需求，对复垦后的林地覆土，土壤质量可参照本技术要求“7.3.2 土壤重构工程”。

植被重建工程:采场边坡平台植被重建要乔、灌、草结合，适合种植的乔灌木及草种可咨询当地林业主管部门意见或进行现场调查后确定。

②草地设计

土地平整、平台土壤重构可参照林地设计；平台植被重建工程要灌草结合，边坡植被重建工程见本技术要求“7.3.3 植被重建工程”。

(3) 废石（渣）堆（含排土场）

废石（渣）堆（含排土场）复垦方向与周围未破坏土地地类相一致，根据土地利用现状及其他土地利用条件，渣堆平台可复垦为林地，边坡可复垦为草地。

①林地设计

废石（渣）堆平台采取场地平整、土壤重构、植被重建的复垦工程，可参照平台林地设计。

②草地设计

废石（渣）堆边坡复垦边坡平整、土壤重构、植被重建等工程，植被重建可参照本技术要求“7.3.3 植被重建工程”。

7.3.6 道路工程

7.3.6.1 设计原则

道路的技术指标应满足场内各种施工车辆、机械及重大件运输的要求。

道路设计应符合总体规划或总平面布置的要求，并应根据道路性质和使用要求，合理利用地形，统筹兼顾，合理布设。

道路等级及其主要技术指标的采用，应根据受纳场规模、道路性质、使用要求、交通量、车种和车型，并综合考虑将来的利用确定。

场内道路设计应为道路建成后的经常性维修、养护和绿化工作创造有利条件。

道路设计除应符合本规范的规定外，还应符合现行的有关标准规范的规定。

7.3.6.2 路基

（1）设计原则

路基设计，应根据道路性质、使用要求、材料供应、自然条件（包括气候、地质、水文）等，结合施工方法和当地经验提出技术先进、经济合理的设计。

设计的路基，应具有足够的强度和良好的稳定性。对影响路基强度和稳定性的地表水和地下水，必须采取相应的排水措施，并应综合考虑附近农田排灌的需要。

（2）技术标准

路基高度的设计，应使路肩边缘高出地面积水，并考虑地表水、地下水对路基强度和稳定性的影响。

路基高度的设计可参照现行的有关道路的设计规范。

路基横断面的各部尺寸，除路基宽度应按相关道路规范的规定采用外，应根据气候、土质、水文、地形等确定。

路堑边坡坡度应根据自然条件、土石类别及其结构、边坡高度、施工方法等确定。

路堤边坡坡度应根据自然条件、填料类别、边坡高度、施工方法等确定。

应根据地形、地质和使用要求，对路基采用挡墙、护坡、锚固等方式进行加固和防护。

路基具体参数设计可参照《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）或其他有关规定。

7.3.6.3 路面

（1）设计要求

矿山修复工程道路常用路面类型包括水泥混凝土路面、泥结碎石路面、级配碎（砾）石路面及其他路面。

设计的路面，应具有足够的强度和良好的稳定性，其表面应平整、密实和粗糙度适当。

路面为泥结碎（砾）石或级配砾（碎）石，厚度应为 15~30cm，基层和底基层宜铺设工业废渣或混铺块碎石，厚度应根据压实度和用料材质等因素进行计算，来确定厚度，且应加强养护。

关于道路设计的相关计算，参考《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）。

（2）水泥混凝土路面

水泥混凝土路面宜以作用于道路上的最大轴载为设计荷载，按混凝土疲劳强度理论进行设计。

水泥混凝土路面板及基层厚度设计参照相关规定。

路面基层厚度不应小于 20cm，宽度应较混凝土面板每侧至少宽出 25cm。在透水性路基或膨胀土路基上的基层，宽度应与路基相同。岩石路基上不需设置基层，但应根据需要设置砂或碎石平整层，平整层厚可为 3~5cm，采用碎石时其粒径应小于 20mm。

在水泥混凝土路面纵向接缝、横向接缝中设置的拉杆、传力杆尺寸及间距参照相关规定。

(3) 泥结碎石路面和级配碎（砾）石路面

泥结碎石路面和级配碎（砾）石路面宜按后轴重最大的主要重型自卸汽车为标准车，采用柔性路面典型结构与弯沉计算相结合的方法进行设计。

泥结碎石路面和级配碎（砾）石路面面层厚度可为 15~30cm。

土质路基上，底基层和基层的厚度可按相关规定计算确定。

岩石路基上不需设置底基层和基层，但应根据需要设置沙砾石或碎石调平层，调平层厚度宜为 6~8cm。

7.4 文化造景工程

对于工程治理难度大、费用高、不易绿化的岩坡，尤其是位于“三区两线”范围内的重点治理区的高陡岩坡，可以采用文化造景技术进行改造。

7.4.1 一般原则

(1) 结合当地新农村建设、美丽乡村建设等规划和要求。

(2) 充分考虑岩面地层岩性、风化程度、完整程度，应首先清除危岩，彻底消除崩塌、滑坡等地质灾害。

(3) 为保证岩面稳定、美观，可对坡面进行水泥喷浆处理。

(4) 要充分利用当地民俗、历史、文物、神话、传说、典故等文化素材，并结合当地经济特产和自然风光合理造景，也可把国家政策、标语口号、标志图案等以字画形式雕刻或锚固在岩面上。既美化了环境，又有宣传效果，对当地社会经济也能起到广告效应。

(5) 建筑场地应尽量选取地理位置合适、施工方便且观赏角度佳的地点。

(6) 景观造型大小比例合适，整体与周边环境协调。

7.4.2 石雕造景

适用于岩面稳定、平整的高陡岩坡，将文字、画面雕刻在岩壁上，包括文物、神话、传说、标语口号等。

应依据山体岩石性质与地质结构，设计石刻开凿方向、顺序、力度，预防并排除不安全因素。

7.4.3 锚固造景

高陡岩面往往是不平整的，可利用锚杆将文字、图案固定在岩壁上，包括标语口号、标志图案、人物、特产等。

调节锚杆的长短，使文字或图案尽量在一个平面上。

文字或图案要提前预制好，按照要求制作 1:1 足尺规格实物，按需求尺寸分割，生产制作完成后进行试拼装，并编号标记，注意保护，按编号存放，妥善保管以防变形。

锚固时要充分考虑风力和暴雨的影响，防止发生次生灾害，

7.4.4 坡顶造景

残山山顶、高陡岩坡坡顶若有施工条件，可在其上修建凉亭、栽植迎客松、锚固标语、建造标志图案等，使残山、断壁焕发生机，起到遮挡效果、

7.5 自然恢复工程

采取封闭修复场地、拆除废弃设施等措施，消除影响自然修复的生态胁迫因子，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。在不需要重新引种林草植被的前提下，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。

7.6 新技术新方法

除上述生态修复技术和方法外的新技术和新方法，例如：仿自然地貌修复技术、植物与微生物修复技术等。

7.7 其他工程

本技术要求未涉及内容请参照其他有关标准及规范。

7.8 成果编制

7.8.1 工程设计编制提纲

工程设计编制提纲见附录 7。

7.8.2 工程设计编制内容和要求

7.8.2.1 前言

（1）项目背景及来源

简述工程项目立项政策背景。对工程项目立项及资金来源作简要说明。

（2）矿山基本情况

简述矿产类型，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。

（3）设计编制工作概况

简述矿山生态环境调查、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、工作质量及设计审查等情况。

7.8.2.2 工程概况

（1）自然地理

①地理位置及交通

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气象水文

1) 气象。说明工程所在地降水、蒸发、日照、温度、积温、最大冻土深度、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。

③地形地貌

说明修复区所处的地貌单元，修复区及周边地形（地势）、高程等。

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。

⑤土壤类型及土地利用

1) 土壤类型

2) 土地利用。简要说明修复区土地规划、土地利用类型、土地利用现状、土地权属等情况。

(2) 地质概况

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，地层产状等，并列表说明。插地质平面图和柱状图。

②地质构造

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。

(3) 水文与工程地质条件

①水文地质条件

1) 地表水。与修复区相关的地表水汇集规模、汇入与流出路径、汇水量及其对工程的影响。

2) 地下水。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；孔隙水特别是裂隙水的渗透压力，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）；地下水的补结、径流和排泄条件及其水质和侵蚀性等。

②工程地质条件

根据修复区地形地貌、地层岩性及其物理力学性质（结合调查与勘查成果或经验数据定量描述）、地质构造、工程地质层划分，评价各工程地质层对工程建设的影响。

(4) 施工条件

①交通

说明修复区内外道路分布、等级、类型、路况等，能否满足施工人员、机械设备与材料运输、工程施工等要求，提出需要采取的措施。

②水源

说明修复区及周边水源分布、类型、水量、水质，是否满足生产、生活及工程养护与维护等需要，提出需要采取的措施。

③施工动力

说明修复区及周边供电线路的分布、可用容量，能否满足生产、生活及工程养护与维护等需要，提出需要采取的措施。

④施工材料

说明可用于工程的地材名称、分布，能否满足工程要求。说明对工程施工产生资源的使用和管理。

⑤施工场地

说明施工场地的“三通一平”状况，施工场地所处的自然环境和地质环境条件及其制约因素，提出施工现场总体布置（临时设施、临时道路等）建议。

7.8.2.3 矿山生态环境

（1）矿山生态环境现状

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。

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、岩石风化、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、风化程度、充填状况、充水状况、组合关系、力学属性以及与临空面的关系）、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。

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、堆积物分布、规模及特征。

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以及矸石山、赤泥堆等堆放位置、高度、规模、边坡特征等（附各区现状照片）。

（2）矿山生态环境问题

概述修复区存在的矿山生态环境问题类型及其危害性。

① 地质安全隐患

描述修复区存在的地质安全隐患类型、数量、规模、特征、危害对象等（附地质灾害现状照片），根据地质安全隐患类型分别进行编号。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，分别描述各类地质安全隐患类型、分布、规模、特征，描述内容根据调查与勘查内容参照本文件相关规定。

a) 滑坡地质灾害

b) 崩塌地质灾害

……

② 水环境破坏

包括地下水含水层破坏及水环境污染。

a) 含水层破坏。根据调查与勘查内容参照本文件相关规定，分析其发展趋势。

b) 水污染。对存在水污染的修复区，结合现场调查、采样与试验检测结果，说明污染物种类、来源、对生态环境（水、土壤、大气）和人体的危害，分析其发展趋势。

③地形地貌景观破坏

a) 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。

b) 植被破坏。描述遭到破坏的植被种类、位置、面积、数量、破坏方式、影响程度等，分析其发展趋势。

④土地资源占用及破坏

a) 土地资源占用。按照本文件相关规定说明占用对象、占用土地类型、数量、权属等。

b) 土地资源破坏。包括挖损、土壤污染、水土流失等引起的土地资源破坏。按照本文件规定，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。土壤污染应结合现场调查、采样与试验检测结果，说明污染物种类、来源、对生态环境（水、大气、土壤）和人体的危害。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）稳定性分析与评价

按照本文件规定，说明地质安全隐患成因、形成机理，结合计算对地质灾害、边坡或采空区稳定性进行分析和评价。

a) 滑坡地质灾害稳定性分析与评价

b) 崩塌地质灾害稳定性分析与评价

c) 边坡稳定性分析与评价

.....

（4）设计原则、依据和目标

①设计原则

1) 结合国土空间生态修复，融入全域综合整治理念，适应新形势下生态文明建设要求，保护自然资源和生态环境。

2) 坚持以人为本, 生命至上。消除地质灾害隐患, 防灾减灾, 保障人民群众生命财产安全。

3) 依据修复区现状, 结合自然条件、土地利用与生态修复要求, 通过技术经济方案比较, 选择合理的修复技术和工程措施; 坚持因地制宜、宜耕则耕、宜林则林、宜渔则渔、宜工则工、综合治理的原则; 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。

4) 合理利用矿山废弃地, 最大限度地恢复可利用土地资源, 保护自然资源, 突出生态效益和社会效益, 兼顾经济效益, 着力改善人居环境, 促进社会和谐和地方经济的可持续发展。

5) 采取动态设计原则。应结合预测预报、施工地质和监测数据反馈信息, 及时对设计进行修改、补充和完善。

②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、可研报告、调查或勘察报告、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。

③修复目标

彻底消除地质安全隐患, 确保人民群众的生命财产安全。

按照相关的政策法规和质量标准, 修复被破坏的地下含水层及由于矿业活动造成的水、土与空气污染, 改善人民群众的生产生活条件及生态环境。

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。

按照国土空间规划和土地利用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、水土污染修复、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）修复工程概述

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（废弃地面积+边坡表面积）、边坡修复面积（占地面积和表面积）、废弃地修复面积（占地面积）。

②修复分区及工程措施

修复分区应与现状分区一致，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、修复面积（边坡修复区为表面积）、主要工程措施。对各区及全区占地面积、修复面积进行小计和合计。例表见表 7-14。

表 7-14 各区规模及主要工程措施汇总表（示例）

分区			占地面积/m ²	修复面积/m ²	主要工程措施
A	A1	A1-1			
		A1-2			
					
	A2	A2-1			
		A2-2			
					
					

（6）修复工程设计

- ①地质安全隐患治理设计；
- ②生态重建工程设计；
- ③文化造景工程设计；
- ④监测工程设计；
- ⑤自然恢复工程；
- ⑥新技术新方法。

（7）工程安全

- ①主要内容包括本工程施工安全总体要求和各分部分项工程安全技术要求。

②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）生态环境保护

主要内容包括本工程环境保护总体要求和生态环境保护、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。

（10）工程维护与植被养护

工程维护与植被养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“7.3.4 灌溉工程”及相关规范要求，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。依据绿化工程内容说明养护对象、养护规模或数量、养护目标其相应的养护期。

（11）工期

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。绘制工程施工进度计划横道图或网络图。

（12）工程量与工程预算

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省市相关文件要求。

②工程量计算方法

1) 边坡削坡工程量可采用剖面法或 DTM 法计算。剖面法计算应说明参与计算剖面数量、剖面间距（不宜超过 20m，地形复杂区可适当加密）。边坡削坡工程量宜考虑系数 1.05~1.10 的增加量。根据相邻两剖面平均面积与剖面间距之积，采用相应的体积计算公式，求出各块段体积。相应计算方法及公式列示如下：

a) 柱体公式： $V = S \times H$ ，块段顶面积=底面积（ S ）时采用。 H 为剖面间距（下同）；

b) 棱柱体公式： $V = \frac{1}{2}(S_1 + S_2) \times H$ ，块段顶面积（ S_1 ）与底面积（ S_2 ）之差 $\leq 40\%$ 时采用；

c) 截锥体公式： $V = \frac{1}{3}[(S_1 + S_2) + \sqrt{S_1 S_2}] \times H$ ，块段顶面积（ S_1 ）与底面积（ S_2 ）之差 $> 40\%$ 时采用；

d) 楔形体或锥体公式： $V = \frac{1}{3}S \times H$ ，块段为线型尖灭时采用。 S 为顶或底面积。

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。各分项工程宜采用以下计量单位。

a) 削坡、回填压脚、挡土墙、土方、石方、种植土、排水沟、石笼（格宾）、拦石墙、支撑与嵌补、注浆加固、灌注充填、蓄水池、混凝土、砌（石、砖）体等工程一般以立方米为计量单位，以“ m^3 ”表示。

b) 清坡、喷播、喷射混凝土、柔性防护网、草皮铺植、场地平整、生态袋、植生袋、高性能植物垫、三维植被网、安全防护网、植被养护等一般以平方米为计量单位，以“ m^2 ”表示。

c) 道路、锚杆（索）、种植槽、土沟、安全栏杆等一般以米为计量单位，以“m”表示。

d) 鱼鳞坑一般以“穴”为计量单位。

e) 苗木一般以“株”为计量单位。

f) 撒播草种一般依据播种量“ g/m^2 ”，以“kg”为计量单位。

g) 养护浇灌系统一般以“套”为计量单位。

h) 宣传牌、宣传碑、警示牌等一般以“块”为计量单位。

④工程预算编制说明

a) 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。

b) 分部分项工程费中的综合单价应依据《中央地质勘查基金项目预算标准》、《广东省矿山生态修复工程取费指导价格》和广东省相关定额标准、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。

c) 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。

d) 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工程预算编制依据

预算编制可选择采用以下收费标准：

a) 《广东省建设工程计价依据(2018)》、《工程勘察设计收费标准》(2002年修订本)、《地质调查项目预算标准(2020年试用)》(中国地质调查局)、《土地开发整理项目预算定额(2011)》、《广东省地质灾害治理工程勘查取费指导价格》、《广东省地质灾害治理工程设计取费指导价格》、《广东省地质灾害治理工程施工取费指导价格》以及《广东省矿山生态修复工程取费指导价格》。

b) 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。

c) 其他参照目前省内市场价或类似工程结算价计价。

⑥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。工程预算表中项目特征栏应描述的内容:

a) 涉及正确计量的内容;

b) 涉及结构要求的内容;

c) 涉及材质要求的内容;

d) 涉及安装方式的内容。

(13) 修复成果分析与评价

①最终境界要素

分区说明边坡、废弃地或采空塌陷区修复后最终境界要素,并列表汇总。

a) 边坡最终境界要素

应分区并汇总说明修复后的坡高、坡度、坡面修复面积、坡面绿化面积、实施的工程措施等。台阶应注明或说明台阶高度、高程、数量、宽度等,排水沟应注明或说明类型、长度、位置、高程、工程量、排水路径等。

b) 废弃地或采空塌陷区最终境界要素

应分区并汇总说明修复面积、修复后的场地高程、地面坡度、绿化面积、保留水面面积及水面高程、复垦土地类型及面积、实施的工程措施等。

②最终稳定性分析评价

依据设计采用的工程措施,对修复后的边坡、废弃地或采空塌陷区进行稳定性分析评价。

③预期效益分析

a) 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（包括绿化、水土保持、水土污染治理等，宜用数据说明）。

b) 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。

c) 经济效益

直接经济效益。结合数据着重说明修复后工程带来的土地资源、林业资源及工程产生的矿产等自然资源与利用等。进行土地成效分析。

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。

（14）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。

（15）附表

①表 1 修复区及各分区边界控制点坐标及高程（修复前、后）汇总表

②表 2 工程量计算统计（图）表

a) 采用新测地形图作为底图编制，比例尺与底图一致。

b) 边坡削坡土石方计算按地形图合理布设边坡剖面线，边坡剖面线间距原则上每 20m 布设一条，地形条件复杂处可减小间距，确保工程量计算的准确度。绘制工程量计算剖面图，剖面图上应包括高程、地形、削坡区域等要素。图上应标明计算剖面线及编号（与附图 2（矿山生态修复工程设计平面图）一致）。

c) 废弃地挖填方工程量计算可分区采用 DTM 法。说明计算精度, 标明计算区最大高程、最小高程、平均高程、最终标高、面积等。DTM 法计算分区编号与附图 2 (矿山生态修复工程设计平面图) 中废弃地分区编号对应。

(16) 附图

工程竣工图编制应以工程竣工测量成果图为底图, 注明竣工测量单位、测量日期、比例尺、坐标及高程系统等, 并符合下列要求:

①所有工程内容均应在图上以不同色块或线条标示, 标明分项工程名称。工程范围和界线应与工程竣工测量实测的范围一致。

②图中应对工程实施情况作简要说明。说明应包括下列内容。

- a) 工程开工、竣工日期;
- b) 完成的主要工程内容;
- c) 质量检查验收情况;
- d) 工程监测情况;
- e) 工程检测情况;
- f) 工程竣工验收情况。

③应能反映工程实施后的最终境界要素。包括各区的范围、地面高程、坡度等。

④图例应齐全, 完成的所有工程内容均有图例表示。

⑤抗滑桩、锚杆(索)应有编号, 格构梁应有行、列号, 并与施工验收记录中的编号一致。

⑥完成工程量以嵌表形式表示, 工程量应与经审查的竣工测量核准的工程量一致。

⑦工程竣工图应包括所完成工程的大样图, 大样图的绘制应依据现场实测或第三方竣工测量成果。工程大样图可在工程竣工图中嵌入或另附。

⑧图签内容应包括工程名称、工程参建单位(建设、设计、监理、施工等)名称及其对应的项目负责人和验收日期。参与单位应对工程竣工图进行确认、盖章和签字。图签样式参照表 7-15。

表 7-15 竣工图图签样式

××××××××××工程竣工图					
工程名称				图号	
建设单位	(公章)			项目负责人	
设计单位	(公章)			项目负责人	
监理单位	(公章)			总监理工程师	
施工单位	(公章)			项目负责人	
编制		审核		编制日期	

⑨所有附图均采用 CAD 或 Mapgis 格式，比例尺不小于 1：1000，按照标准分幅，注明比例尺并用黑白线段标注线性比例尺，用指北针标明方向。附图图例参照附录 21、《区域地质图图例》（GBT 958）及相关测量技术规范，图例内容全面，并与图面内容一致。文字编辑要求如下：

a) 字高。图面字高应采用 2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm 等七类字高；汉字字高应不小于 3.5mm，英文字符与数字高度应不小于 2.5mm；一般情况下 A0、A1 号图纸的图签中图名采用 10mm 字高，A2、A3 号图纸的图签中图名采用 7mm 字高；图纸中图面表达部分的图名宜采用 7mm 及以上字高，设计说明采用 5mm 字高，图中文字标注或引注采用 3.5mm 字高，尺寸标注采用 3.0mm 字高。

b) 字间距宜使用标准字间距，行距宜采用 1.5 倍行距。

c) 字体通常选用 MARCH2 和方正兰亭黑简体（该字体放置于系统文件夹字体中）。小字体高宽比设定为 0.8，符合字体间距要求。字体应尽可能统一，字体类型不应超过 3 种。

⑩附图 1 ×××矿山生态环境现状图

a) 采用新测地形图（符合相关质量检查与验收标准，下同）作为底图编制。

b) 标明修复区范围及控制点编号，控制点编号为阿拉伯数字，从 1 开始顺时针编排。修复区及各分区控制点坐标及现状高程应在文本中插表或作为附表。

c) 地理要素——包括行政区界线、地形等高线、边坡等高线、高程点、控制点；地表水系的分布；重要城镇、村庄、工程设施，重要交通与管线；生态红线；人文景观、地质遗迹、保护区、风景区、水源地及各类保护设施。

d) 生态环境条件要素——包括地质界线、地层、产状、地质构造、矿山生态环境问题分布区（点）等。

e) 现状说明应简要说明修复区地质概况、土地类型及现状、修复区规模、存在的生态环境问题类型及危害。

f) 嵌表。对修复区内存在的矿山生态环境问题（含地质灾害）按序号、类型、编号、成因、规模、特征、危害等列表说明。

g) 嵌图。根据地形地貌特征，在平面图上截取具有体表性的纵向和横向典型现状剖面图。剖面图应包括高程、地形线、地理标志及地层、构造、产状等地质要素，纵横比例尺宜与平面图一致，剖面线位置及编号应在平面图上对应标注。

h) 各分区应界线清晰，采用不同色块充填，色块图层应设置在底层。

⑪附图 2 ×××矿山生态修复工程设计平面图

a) 采用附图 1 作为底图编制，并对部分地理标志适当删减。

b) 修复分区应与附图 1 分区保持一致，边界范围可根据设计修复后的最终边界进行调整，并可根据设计需要进一步细分。修复区及各分区控制点坐标及修复后高程应在文本中插表或作为设计附表。

c) 图上应采用文字标注修复区及各分区设计分部分项工程，内容全面、界线清晰，各（分）区采用不同的色块，并与图例一致，色块图层应设置在底层。

d) 设计说明。应说明工程修复范围及分区，采取的工程措施，分区说明各区采取的分部分项工程及设计要求（可结合嵌表）。

e) 嵌表。表头内容包括序号、分区、分项工程名称、项目特征、单位、工程量、备注等。

f) 嵌图（可另附）。包括设计剖面图、设计立面图、施工大样图，为更详细显示工程设计内容和要求，可放大比例尺（加注）。

剖面图或立面图应具有典型性和代表性，能全面、准确反映各修复（分）区工程内容与特征，应包括高程、地形线（修复前后）、工程内容及地层、构造、产状等地质要素，纵横比例尺宜与平面图一致，剖面线及编号应在平面图上标注并对应一致，图例完整准确。

采空塌陷工程设计剖面图应绘出采空塌陷的形态及“三带”发育范围，标明底板高程、地下水位线、防治工程布置等。

施工大样图应明确工程结构、材质、规格及安装方式，尺寸标注完整、规范，辅以必要说明，图例完整准确。

g) 有工程监测要求时，应包括工程监测设计相关内容。工程监测设计图件可根据工程实际另附。

⑫附图 3 ×××矿山生态修复工程最终境界图

a) 采用附图 2 作为底图编制，并对部分设计标注及分区等内容予以删除，对修复后境界要素一致的分区合并采用同一色块，相连的予以合并，注明高程、坡度、面积，废弃地复垦的应注明复垦后的土地类型，植被恢复区注明绿化区域。

b) 图面内容包括最终境界线、控制点、土地复垦区、绿化区、平台、截排水沟、蓄水池、宣传碑、道路、保留水塘等及其相应的高程或坡度等。

c) 说明。

⑬附图 4 ×××矿山生态修复工程最终效果图

包括全景效果图和分区效果图。效果图可采用生态环境修复最终境界图结合工程设计平面图相关内容制作，用 3DMAX 建模做鸟瞰效果图。也可用全景和分区照片进行制作，并与原始照片对比。

⑭附件

矿山生态环境调查报告（含地质灾害勘查报告）及相关资料

⑮矿山生态修复数据库

建立广东省矿山生态修复数据库，并纳入省或市国土空间生态修复数据库。

7.9 设计审查

7.9.1 项目审查部门

矿山生态修复设计方案审查工作，按照项目主管部门分工，分别由县级以上自然资源主管部门和生态环境主管部门牵头负责审查。项目分级验收权限，按照各主管部门原有规定执行。

7.9.2 审查组成员

矿山生态修复设计方案审查牵头部门应当组织验收组进行现场审查。

审查组由相关主管部门人员和专家组成。矿山生态环境影响评估为一级的矿山生态修复方案，评审专家组人数不少于 7 人的单数；矿山生态环境影响评估为二级的矿山生态修复方案，评审专家组人数不少于 5 人的单数；矿山生态环境影响评估为三级的矿山生态修复方案，评审专家组人数不少于 3 人的单数。专业包括矿产（或地质勘查）、水工环、土地整治、环境保护以及林业等相关专业技术人员。

7.9.3 审查申请

矿山生态修复责任单位应当向负责牵头验收工作的主管部门提出审查申请，并按照要求提交相应的资料。

牵头部门应组织对申请人提交的申请资料进行认真审查，对提交资料不完整的，应当书面告知申请人限期补充提交。

7.9.4 审查程序

审查牵头部门收到验收申请后，应在 5 个工作日内组织开展设计方案审查工作。具体程序如下：

- （1）现场察看矿山生态环境现状和问题。
- （2）听取矿山生态修复设计方案汇报。
- （3）审查组对审查情况进行评分。
- （4）形成审查意见书。

设计方案通过审查结束 5 个工作日内，审查牵头部门应负责填写该项目的验收备案表报送项目所在地同级自然资源主管部门备案，并报送地级以上市自然资源主管部门汇总后报送省自然资源厅，涉及生态环境污染的还应报送省生态环境厅备案。

8 矿山生态修复工程施工

8.1 施工组织设计

8.1.1 一般规定

施工单位在进行工程施工之前，必须满足工程施工与管理需要的施工组织设计。应明确项目实施的组织结构，编制劳动力资源、机械设备和材料的使用计划，阐述质量、工期、安全和环保的各项保证措施。施工组织设计编制提纲见附录 8。

8.1.2 编制依据

施工单位组织设计的编制依据为项目勘查、设计成果资料及有关工程施工的国家行业技术规范、法律法规等。

8.1.3 编制内容

8.1.3.1 工程基本情况：工程特征、管理目标、编制依据。

8.1.3.2 施工总体部署：组织机构、职责分工、人员设备安排、施工准备。

8.1.3.3 施工一般程序、施工方法、技术要求和质量控制。

8.1.3.4 工程施工测量、施工顺序及进度计划。

8.1.3.5 现场管理：重要工程、隐蔽工程或工序的管理措施等。

8.1.3.6 保障措施：质量、工期、安全、环保保障措施。

8.1.4 审查

施工组织设计编制完成后应报项目业主单位、勘查设计单位、监理单位审查，同意实施后才能开展下一步工作。

8.2 技术要求

8.2.1 矿山地质安全隐患治理

8.2.1.1 边坡坡面整治工程施工

(1) 边坡填方工程

①施工工艺流程

边坡填方工程施工工序一般为：测量放线—填方区清表工作—填方区填方—坡脚等场地平整—检查验收。

②施工方法

1) 边坡填方工程施工机械一般为挖掘机、推土机、自卸汽车、打夯机等。

2) 填方边坡施工应自下而上分层进行, 每一层填土施工完成后应进行相应技术指标的检测, 质量检验合格后方可进行下一层填土施工。

3) 土方回填前应清除基底的垃圾、树根等杂物, 抽除坑穴积水、淤泥, 验收基底标高。

4) 如在耕植土或松土上填方, 基底按设计要求压实后再进行。

5) 填方施工过程中应检查排水措施, 每层填筑厚度、含水量控制、压实程度, 填筑厚度及压实遍数应符合设计要求。现场应取样做压实度或密实度检验。一般平碾的分层厚度为 250~300mm, 压实 6~8 遍; 振动压实机的分层厚度为 250~350mm, 压实 3~4 遍; 柴油打夯机的分层厚度为 200~250mm, 压实 3~4 遍; 人工打夯的分层厚度<200mm, 压实 3~4 遍。

6) 填方施工结束后, 应检查标高、边坡坡度、压实程度等。

7) 在雨期施工时应做好排导水和防护工作。

(2) 削方降坡工程

①人工及机械削方

1) 施工工艺流程

人工削方适用于作业面受限制、规模小、土石方量小的开挖; 机械开挖适用于场地开阔、方量大的土地、碎块石和软弱岩石的开挖。

削方施工流程一般为: 测量放线—铺设临时道路—表层清理—分层分段开挖—土方处置—边坡修正—检查验收。

2) 施工方法

人工削方的主要机具为空压机、风镐、铁锹、撬棍、钢钎、钢楔、手锤、手推车等。

机械削方常用的挖装设备有推土机、铲运机、挖掘机(正铲、反铲)、装载机。

削方工程施工前应根据设计文件及施工工期要求, 制定切实可行的施工方案, 确定开挖分区、分段和分层, 合理安排开挖顺序, 并做好施工机械选型配套等工作。

削方工程施工前应调查削方区外围岩土体工程地质条件, 不得引发后缘及两侧岩土体产生滑坡、崩塌等地质灾害。

削方开挖应从上至下分层逐段进行，严禁先挖坡脚。设计有护坡工程时，削方应与护坡工程施工密切配合，分层分段开挖，及时跟进护坡工程施工，裸露坡面不宜长期暴露。上层护坡结构体强度达到龄期要求后，方可进行下一层削坡施工。

削方施工时应防止超挖、欠挖，应采取措施保护设计坡面以下的岩土体不受扰动和破坏。

削方施工时应按设计要求留置马道，设置临时性挖方边坡。

削方施工过程中，应定期测量和校核其平面位置、标高和边坡坡度是否符合设计要求。

平面控制桩和水准控制点应采取可靠措施加以保护，定期检查和复测。

削方施工过程中做好施工地质记录，当揭露的工程地质条件与勘查设计文件不相符，需修改设计方案或采取加固措施时，应立即停止施工，防止岩土体下滑，并及时通知勘查设计单位进行确认。

削方的坡面应利于排水，临时坡面不得形成反坡或凹坑凹槽，避免造成地表积水下渗。

削方过程中自上而下每开挖 3~4m 检查一次开挖坡面，对于异形坡面应加密检查，并根据检查结果及时调整改进施工工艺。

削方过程中应及时对临时垮塌采取措施，保护相邻非削方区坡体的稳定。顺向坡开挖应及时做好支护加固，预先清除稳定性差的危岩体、楔形体。

危险地段施工时，设置安全护栏和明显警示标志。夜间施工时，现场照明条件应满足施工需要。

在雨期施工时应做好排导水和防护工作。

②爆破削方

1) 施工工艺流程

爆破削方施工流程一般为：爆破试验—测量定位清表—炮孔定位与钻孔—装药填塞—起爆—爆后检查、盲炮处置—边坡修正—检查验收。

2) 施工方法

爆破削方施工应综合考虑危岩体的空间形态、规模、地形地质条件和周边环境条件，选择安全可靠、适用有效的爆破方法。矿山削坡降坡爆破法一般采用松动爆破结合光面爆破及预裂爆破施工工艺。

爆破作业必须由具有相应资质的爆破施工单位承担，并由经过专业培训、取得爆破证书的专业人员施爆。

爆破工程应满足《土方与爆破工程施工及验收规范》(GB50201-2012)等现行有关标准的规定。

施工前应复核危岩体规模、岩石类别、风化程度、节理裂隙发育程度、现场外线路平面位置和高度、地下管网平面位置和埋深，周边建筑物或道路设施结构类型、完好程度、距清除边界距离等。

爆破削方施工前，施工单位应编制爆破试验大纲并进行爆破试验，试验区的选择应在爆破削方区内或与之相似区处，根据爆破试验成果修改并制定削方区的爆破方案或爆破设计。爆破实验时收集爆破安全有关数据和资料，指导工程削方爆破。

炮孔钻孔施工前，应对施爆区先进进行表层清理工作，用机械或人工清除施爆区覆盖层和强风化层。

应按爆破设计准确测放炮孔孔位，炮孔孔深、孔径、间排距及偏斜度应符合要求，发现不合格钻孔应及时进行处理，未达验收标准不得装药。

爆破作业人员应按爆破设计进行装药，当需调整时，应征得现场技术负责人同意并做好变更记录。装药和填塞过程中，应保护好爆破网线。当发现装药阻塞，严禁用金属杆（管）捣捅药包。爆前应进行网路检查，在确认无误的情况下再起爆。

起爆前应撤离爆区和飞石、强地震波影响区的人、畜，在设计的警戒范围设立明显标志，执行警戒任务的人员应到达指令指定地点坚守工作岗位。

爆破后应进行安全检查，爆破后超过 10min 方准许检查人员进入爆破作业地点。如不能确认有无盲炮，应经 15min 后才能进入爆区检查。发现盲炮及其他险情立即上报，根据实际情况按规定处理。

爆破施工须严格加强爆破器材管理，爆破器材临时储存必须得到当地相关行政主管部门的许可。爆破施工单位必须按规定处置不合格及剩余的爆破器材，未经许可，工地不得存放爆破器材，剩余爆破器材及时退库。

当遇浓雾、大雨、大风、雷电等情况均不得起爆，在视距不足或夜间不得起爆。

爆破施工中需要设置爆破作业平台时，平台宽度和相邻平台高度应满足设计要求。

爆破削方后应进行边坡修整和土石方处置，最终坡度角应满足设计要求，土石方按设计要求进行回填、堆置或外运。

8.2.1.2 边坡防护工程施工

(1) 锚杆（索）

① 施工工艺流程

施工准备—施工成孔—锚杆制作安装—注浆、锚固—张拉—注浆封孔—外部保护—竣工交验。

② 施工方法

1) 施工成孔

根据设计所确定的锚杆孔位、孔径、长度、倾斜度进行钻孔。

钻孔需要护壁时，根据现场情况选择合适的护壁方式。采用套管护壁工艺成孔时，在拔出套管前将杆体插入孔内；采用非套管护壁成孔时，杆体应匀速推送至孔内。

当成孔过程中遇不明障碍物时，在查明其性质前不得钻进。

由于钻孔内要设置拉杆，并要求锚固段能发挥最大的锚固作用，因此钻孔时应保持孔壁顺直，锚固段孔壁的地层是新鲜面，孔壁不得坍塌或松动。钻孔过程中，偏离轴线的误差控制在设计要求的误差范围内。

锚孔定位偏差不宜大于 20.0mm，锚孔偏斜度不应大于 2%；钻孔深度超过锚杆设计长度不应小于 0.5m。

钻孔工序完成后，应及时清孔，如果为湿孔，用清水将孔清洗干净；若所钻的孔没有或极少有地下水，可采用空气压缩机风管清孔。

2) 锚杆制作及安装

锚杆（索）原材料性能满足设计要求，并符合国家现行标准的有关规定，方便施工，且材料之间不产生不良影响。

锚杆要求顺直，做好除锈、防锈处理。

锚杆的倾角满足设计和规范要求，并应避免对相邻构筑物产生不利影响，锚杆隔离架按照施工图要求沿锚杆轴线方向进行布置。

除锈后的锚杆应尽快放入钻孔并灌浆，以免再锈。

在裂隙发育以及富含地下水的岩层中进行锚杆施工时，应对钻孔周边孔壁进行渗水试验。当向钻孔内注入 0.2~0.4MPa 压力水 10min 后，锚固段钻孔周边渗水率超过 $0.01\text{m}^3/\text{min}$ 时，则应采用固结注浆或其他方法处理。

3) 灌浆

灌浆前先清孔，排放孔内积水。

注浆管宜与锚杆同时放入孔内，对水平或下倾的钻孔注浆时，注浆管出浆口应插入距孔底 100~300mm 处；对上倾的钻孔注浆时，应在孔口设置密封装置，并应将排气管内端设于孔底。

孔口溢出浆液或排气管停止排气并满足注浆要求时，可停止注浆。

根据工程条件和设计要求确定灌浆方法和压力，确保钻孔灌浆饱满和浆体密实。锚杆（索）孔注浆采用注浆机，注浆压力根据设计要求确定。

注浆所用砂浆应用搅拌机拌匀，使其达到规定指标，搅拌直至灌浆结束方可停止，在砂浆未完全固化前，不应拉拔和移动锚索，注浆完毕后，将一期灌浆管拔出。

4) 张拉

锚具底座顶面与钻孔轴线垂直，以确保锚索拉张时千斤顶出力与锚索在同一直线上。

施工时按设计要求的张拉值进行锚杆预张拉；锚杆张拉应平稳进行，加载速率按设计要求，定时分级加荷载进行；在张拉值下的锚杆位移和压力表压力应保持稳定。

锚杆张拉时由专人操纵机械、记录和观测数据，并随时画出锚杆荷载—变形曲线图，作为判断锚杆质量的依据。

当拉杆预应力没有明显衰减时，即可锁定锚杆，锚杆锁定后，若发现有明显预应力损失时，应进行补偿拉张。

（2）挡土墙

①施工工艺流程

施工准备—测量放线—基础开挖—基础施工—墙体施工—养护—墙背回填—竣工交验。

②施工工艺流程

基础开挖进行详细的测量定位，标出开挖线，分段跳槽开挖，边坡稳定性差或开挖较深时预先设置临时支护；基础开挖做好降、排水措施，确保基坑不受水的侵害。

挡土墙墙基嵌入岩层符合设计要求；挖基时遇到地质不符合、承载力不足时，即使报批处理合格后再施工。

基础施工前，土质基坑要保持干燥，受水浸泡的基底土全部清除，并用满足填筑要求的土体回填（或以砂、砾石夯填）至设计高程。

硬石基坑中的基础，宜紧靠坑壁砌筑。

雨季，在土质或风化软石基坑中砌筑基础，在基坑挖好后，立即铺砌一层。

采用台阶式基础时，台阶转折处不得砌成竖向通缝。

在岩体或土质松软、有水地段，应避开雨季，分段集中施工。

砌体工程所用砂浆的强度等级应符合设计及相关规范要求，拌制时间不宜过短或过长，以免影响砌筑质量；砂浆按施工配合比例配置且具有适当的流动性和良好的和易性。

砌筑前，将基地表面风化，表面泥土、水锈应清洗干净；根据铺砌的位置选择合适的块石，并进行试放。

浆砌片（块）石砌筑时应逐层收坡，内外线顺直。在砌筑过程中经常校正，以保证各部尺寸符合设计要求。

砌体分层坐浆砌筑，砌筑上层时，不应振动下一层，不得在已砌好的砌体上抛掷、滚动、翻转和敲击石块；砌体石块应互相咬接，砌缝砂浆应饱满，砌缝宽度一致，上下层错缝（竖缝），并应尽量使每层石料顶面自身形成一个较平整的水平面；砌筑完后，应及时进行勾缝。

混凝土挡土墙的浇筑应符合设计和规范要求，当进行分层浇筑时，连接处混凝土面凿毛并在浇筑前清洗干净。

挡土墙的泄水孔预先埋设，向排水方向倾斜，保证排水顺畅。

挡土墙砌筑完后，一般气温条件下在砌完后的 10~12h 以内，炎热天气在砌完后 2~3h 以内，一般需进行洒水养护，洒水养护期不少于 7d。

挡土墙墙后填筑时，分层填筑、分层厚度、压实度满足设计和规范文件的要求。填料顶面按设计要求设置横坡，在墙后 1m 范围内，无大型机械行驶或作业。

当填方挡墙墙后地面的横坡坡度大于 1:6 时，进行地面粗糙处理后再填土。

(3) 锚喷支护

①施工工艺流程

施工准备—坡面清理—锚杆孔成孔—锚杆制作、安装—灌浆—坡面挂网—喷射混凝土—养护—竣工交验。

②施工方法

边坡坡面处理宜尽量平缓、顺直，且应锤击密实，凹处填筑应稳定。

施工前对坡面虚渣、浮石及松动岩块进行轻撬清理，若发现新的夹层、断层、大裂隙，明显的地下水或危石悬体等要及时反馈，由监理、地质、设计根据实际情况现场决定处理方案。

依据施工图或单元划分图对锚杆孔的孔位进行放点及布孔，布孔时用红油漆标识清楚。

锚杆按照施工组织设计文件进行施工，其孔位、孔深、孔距、倾角满足设计及相关规范规程要求。

在造孔结束后，复检人员应及时督促清除孔内的石渣及岩粉，并对孔深、孔间距和孔倾角进行检查，对于不合格的孔应立即进行返工处理，合格的孔进行堵塞保护。

锚杆加工长度及杆体除锈去污情况应满足设计和相关规范要求。

砂浆锚杆若采用“先注浆后安装锚杆”的程序施工，锚杆孔径大于杆体直径 1.5cm 以上，注浆时，注浆管应插至距孔底 5~10cm，随砂浆的注入缓慢匀速拔出，杆体插入后，若孔口无砂浆溢出，及时补注；若采用“先安装锚杆后注浆”

的程序施工，锚杆孔径大于杆体直径 2.5cm 以上，杆体插入孔内长度不小于设计规定的 95%；孔口不能用砂浆封堵，及时对浆液未注满或沉降的孔进行补注。

钢筋网制作和安装按施工组织设计要求进行，在地质条件较好的情况下，可先挂钢筋网，且钢筋网必须紧贴岩面，并与边墙锚杆绑扎牢，在地质条件差的情况下，在短期内先素喷混凝土，然后挂网喷护，喷护之前钢筋网必须紧贴喷混凝土面，并与边墙锚杆绑扎牢固。钢筋网片之间采用搭接方式连接，搭接长度为 20cm，并相互绑扎牢靠。

喷射混凝土施工前，视围岩裂隙及渗漏水的情况，预先采用引排或注浆堵水。引排时，采用耐侵蚀、耐久性好的塑料盲沟、弹塑性软式导水管等柔性导水材料。

受喷面清洗前应清除受喷面所有浮土、松散的岩块和其他影响喷混凝土黏着力的污迹、脏物，必要时用高压风水冲，并按规定设置喷混凝土厚度标识。

喷射混凝土料若采用现场自拌，自拌料点要求悬挂配合比标示牌，计量器具齐全，水泥架空堆放，粗细骨料分开堆存并妥善保管，外加剂现场称量装袋备用。自拌料点搭设雨棚，拌制前应经质量办验收后方可施工。

在喷射混凝土过程中，根据生产能力和施工实际情况，分段分片依次进行，喷射顺序自下而上。作业时应连续向喷射机供料，保持工作风压稳定，控制喷距为 0.6~1.0m。

脱落的喷层或大量回弹物被钢筋网“架住”，及时清除，不得包裹在喷层内，喷射混凝土必须填满钢筋与喷面之间空隙，并与钢筋黏结好，喷射后，钢筋网上的喷层厚度腹满足保护层尺寸的要求。

清除射混凝土表面黏附的喷射溅落物；喷射混凝土终凝 2h 后，要定时洒水养护，达到设定强度。

（4）格构锚固

①施工工艺流程

施工准备—坡面修整—锚杆（索）施工—格构施工—护面施工—竣工验收。

②施工方法

1) 坡面修整

测量放线后，将开挖线范围内所有杂草、树木、杂填土、种植土清理干净，转运至弃土料场。

表土清理完成后,开始坡顶土方开挖,开挖时严格按照平面坐标和高程开挖,防止超挖,开挖将土方开挖至设计坡顶高程时,停止向下开挖,复测高程和平面坐标后,开始进行边坡修整。

边坡修整严格按照从上到下,逐层破碎土石方进行修整,第一层边坡修整完成后,即开始格构梁施工。

2) 格构施工

a) 浆砌块石格构

浆砌块石格构边坡应平整,坡度不宜大于 35° 。当边坡高度大于30m时,应按要求设置马道。

浆砌块石格构应嵌置于边坡中,嵌置深度应大于截面高度的 $2/3$ 。

浆砌块石格构边坡坡面应平整、密实,无表层滑溜体和蠕滑体。

伸缩缝设置和施工按施工图要求进行。

b) 钢筋混凝土格构

现浇钢筋混凝土格构边坡应平整,坡度不宜大于 70° ,当边坡高度大于30m时,按要求设置马道。

现浇钢筋混凝土格构可嵌置于边坡中或上覆在边坡上。

现浇钢筋混凝土格构坡面应平整、夯实,无溜滑体、蠕滑体和松动岩块。

格构钢筋应专门建库堆放,避免污染和锈蚀,水泥宜避免使用受潮或过期水泥。

应对边坡开挖的岩性及结构进行编录和综合分析,将开挖的岩性与设计对比。当存在较大差异时,应进行设计变更。

开挖的弃渣应按设计或建设单位的要求堆放,不得造成次生灾害。

钢筋可在现场进行制作与安装,但钢筋的数量、配置按设计确定。

混凝土的浇注架设模板,模板加支撑固定,与岩石接触处不架设模板,混凝土紧贴岩体浇注。

混凝土灌注过程中,当需留置施工缝时,留置在两相邻锚杆(管)作用的中心部位。

3) 锚杆施工

为保证浆砌块石格构的稳定性,可根据岩土体结构和强度在格构结点设置锚杆,锚杆长度满足设计要求,且不小于 4m,全黏结灌浆,注浆压力根据设计要求确定。

造孔采用锚杆工程钻机,按照设计要求,将钻机固定,调整方位角及倾角,校核钻孔位置,然后将所有紧固件拧紧,就绪后即可开孔作业。

钻孔结束后,拔出钻杆和钻具,用一根含标尺的聚乙烯管复核孔深,并以高压风吹孔,或高压水洗孔。待孔内粉尘吹洗净,且孔深达到要求时,拔出聚乙烯管,并将孔口盖住备用。

锚杆杆体在入孔前应清洗孔,应除锈、除油、平直,并按照设计、规范要求,在锚杆上设置对中支架。

砂浆配合比一般需满足设计和规范要求,且砂浆强度满足设计要求。

压力注浆应加止浆环,注浆后,应将注浆管拔出,注浆停止前稳定至少 10min,有漏浆时应补浆。

(5) 圬工防护

① 施工工艺流程

施工准备—坡面修整—坡面防护施工—养护—竣工验收。

② 施工方法

1) 坡面防护施工

根据开挖坡面地质、水文情况逐段核实边坡防护措施有效性,且应符合信息法施工要求。

挖方边坡防护工程开挖一级防护一级,并应及时进行养护。

施工前应对边坡进行修整,清除边坡上的危石及不密实的松土。

坡面防护层应与坡面密贴结合,不得留有空隙。

在多雨地区或地下水发育地段,边坡防护工程施工应采取有效截、排水措施。

2) 砌体护坡工程施工

砌体护坡施工前应将坡面整平。在铺设混凝土预制块前,对局部坑洞处应预先采混凝土或浆砌片石填补平整。

浆砌块石、片石、卵石护坡应采取坐浆法施工,预制块应错缝砌筑,护坡面应平顺,并与相邻坡面顺接。

砂浆初凝后应立即进行养护，砂浆终凝前砌块应覆盖。

砌体护坡根据设计要求设置伸缩缝和泄水孔，在地基性状和护坡高度变化处设沉降缝，沉降缝与伸缩缝宜合并设置，缝中应填塞沥青麻筋或其他有弹性的防水材料，填塞深度不应小于 150mm；在拐角处应采取适当地加强构造措施；沉降缝与伸缩缝的设置还应满足相关规范要求。

3) 护面墙施工

护面墙施工前，清除边坡风化层至新鲜岩面；对风化迅速的岩层，清挖到新鲜岩面后修筑护面墙。

护面墙背应与坡面密贴，边坡局部凹陷处，应挖成台阶后用混凝土填充或浆砌片石嵌补。

坡顶护面墙与坡面之间应按设计要求做好防渗处理。

(6) 防护网

①施工工艺流程

主动防护网一般包括以下施工工序：清表—锚杆定位及施工—支撑绳安装—格栅网铺设及缝合等。

被动防护网一般包括以下施工工序：清表—放线—基础施工—基座及锚杆安装—钢柱及拉锚绳的安装及调试—柔性网的铺挂与缝合、格栅铺挂等。

②施工方法

1) 主动防护网

施工前应清除浮土及浮石，对不利于安装施工和影响防护功能的局部地形进行适当修整或加固处理。

放线测量确定锚杆孔位，锚杆孔位宜选择在低凹处，对于起主要加固作用的主动防护系统，应按设计要求开凿凹坑。

按设计要求开凿锚孔并清孔，锚杆使用前应平直、除锈、除油，注浆并插入锚杆，杆体插入深度须满足设计要求。

锚杆施工安装完成后即可进行成品网片的安装、固定。成品网片直接采用吊车吊运到预定位置，从上向下铺挂，并利用网片上环孔等固定在钢结构上，钢结构与边坡锚杆间用钢丝绳锚杆连接固定。

2) 被动防护网

施工前对于坡面上的浮石和孤石，宜先进行清除或加固处理。

混凝土基础开挖，可采用人工手风钻开挖，人工出渣，并施打锚杆。

按照设计图纸或厂家产品说明要求，采用现浇混凝土预埋钢结构基础。

钢结构制作及安装：钢结构统一在钢筋加工厂加工成符合设计图纸或产品说明要求的成品，采用自卸车运至工作面。钢结构在现场拼装，相互之间焊接牢固可靠。安装时使用吊机辅助进行。

挂网及网片、钢结构固定成品网片直接采用吊机吊运到规定的位置，从上向下铺挂，并利用网片上环孔等固定在钢结构上。钢结构与边坡锚杆间用钢丝绳锚杆连接固定。

③其他要求

主被动防护网为定型产品，系统部件为标准化部件，应选购符合设计要求、规范和国家相关标准要求的产品。

主被动防护网施工工程中有关钢筋、混凝土、锚杆等材料，应满足设计及规范要求。

（7）喷播绿化

①施工工艺流程

a) 挂网客土喷播：坡面修整→铺网钉网→基质配制→喷射基质→初期养护→检查验收。

b) 液力喷播（湿喷）：坡面修整→基质配制（液态）→喷射基质→初期养护→检查验收。

c) 普通喷播：坡面修整→基质配制→喷射基质→初期养护→检查验收。

d) CBS 植被生态混凝土和高次团粒喷播施工工序参照挂网客土喷播。

②施工方法

施工前应调查边坡环境、施工条件、电源、水源、道路交通、材料堆放、临建设施布置等。

植物种子使用前应进行试验，测定发芽率，不易发芽的植物种子在喷播前应进行催芽处理。

其他材料应测定主要质量指标。

a) 边坡修正

坡面平整度较差以及存在软弱岩土层、渗水等不良地质条件的边坡，应制定边坡修整方案。

边坡修整应自上而下、分段施工，避免上、下交叉作业。

截排水系统施工应在边坡修整后进行。

边坡修整坡率、坡形及危岩体处理应符合设计要求。修整后边坡坡面应利于喷播基质附着。

坡面上存在的裂缝或溶洞等应按照设计要求采取封堵措施，确保其密实稳定。

坡面存在的渗流或泉水，应按设计要求采取引流措施，避免引起坡面冲刷。

坡面深凹或局部反坡处应按设计要求进行填充处理，保证边坡稳定。

坡度大于 50° 的边坡，应按设计要求采取防止喷播层滑落和利于植物生长措施。

边坡位于人、车活动频繁区域时，边坡修整施工应采取安全防护设施。

b) 铺网钉网

铺网钉网作业应自上而下进行，网应牢固固定于坡面。

横向和纵向相邻网安放及之间搭接和连接方式应符合设计要求。

网、网钉的品种、规格或型号应符合设计要求。

网钉间距、入岩（土）深度及与坡面垂直度或夹角应符合设计要求。

网钉加固水泥浆的水灰比及强度应符合设计要求。灌浆网钉应在浆体终凝 24h，并应符合设计强度后进行下一道工序。网钉的抗拔力应符合设计要求。

网面应与坡面保持间距，间距宜为喷播厚度设计值的 $2/3$ 。

铺网向坡顶上部延展宽度应符合设计要求。

抗滑加固坡面，网、网钉与支护结构间连接应符合设计要求。

c) 基质材料、种子及配比

喷播基质、种子的品种、规格或型号、技术参数等应符合设计要求。

喷播基质材料理化性能指标应符合设计要求。

基质材料与种子的配比应符合设计要求。

d) 基质材料喷播

喷播作业施工应符合下列规定：

喷播前应检查锚杆网片固定情况，清理坡面；应按照材料配比和顺序投放材料；喷播前坡面宜设喷播厚度控制标桩，根据设计喷播厚度分层喷播，先喷基层，后播种子层；当基层厚度超过 10cm 时应进行分层喷射，每层喷射厚度不宜超过 8cm，喷枪应与受喷面垂直，避免仰喷，凹凸部位及死角应满喷。控制风压风量，枪口风压控制在 4.5kPa~5.5kPa；混合种子层应喷播在表层，厚度符合设计要求；喷播顺序应先上后下、先难后易，喷播厚度应均匀，不应漏喷；喷播施工过程中，喷播基质不应有流失现象，发生基质流失、剥落，应重新喷播；CBS 植被生态混凝土和高次团粒喷播还应符合设计及相关标准要求。

喷播后应及时进行覆盖。

种子层喷播应保证植物发芽和安全越冬。

e) 初期养护管理

喷射后 24h 内按设计要求覆盖无纺布或草帘。

按照设计及规范要求及时进行浇水养护，保证种子萌发、幼苗生长期间水分供应。养护水质应符合 GB 5084 的有关规定。

对雨水冲刷等原因造成的喷播层损毁或基材、种子流失区段，应及时进行补喷。

病虫害防治宜采用对生态环境破坏较小的防治措施。

根据植物生长状况采取相应的施肥措施，肥料的使用应符合本文件及 HJ 555 的有关规定。

植物群落为乔灌草型、灌草型时，应控制草本类植物的过度生长。

整体出苗数量不足时，应查明原因，确定补种方案，采取相应补救措施。

对影响目标植物群落生长的侵入植物应及时进行控制或清除。

③质量检验

喷播绿化工程质量验收标准见表 8-1。

表 8-1 喷播绿化工程质量验收标准

项	序号	检查项目		规定值或允许偏差		检查方法	检查数量		
				单位	数值				
主控项目	1	边坡修整	边坡坡度		符合设计要求		坡度丈量	每 200 m ² 抽查一点，不少于 3 点	
	2		岩质坡面浮土（石）清理		无浮土（石）覆盖		现场检查		
	3		坡面特殊性土处置		符合设计及相关要求				
	4		坡面裂缝、溶洞或渗水处理		符合设计及相关要求				
	5		土质（碎石）边坡岩土密实度		符合设计要求		现场实测		按设计要求
	6	铺网钉网	网的质量及规格		符合设计要求		检查出厂合格证、质量检测报告。	每 5000 m ² 为一个检验批，不少于一个检验批	
	7		网钉质量及规格		符合设计要求		检查出厂合格证、质量检测报告，尺寸	每 10000 个为 1 个检验批，不少于 1 个检验批	
	8		网钉的入岩深度		mm	-5	尺量	每 200 m ² 检查 1 处	
	9		网钉与坡面夹角		°	±1			
	10		锚杆固定	浆体强度		符合设计要求		检测报告	
	11			浆体充填		饱满、密实		现场目测	抽查3%
	12		网钉抗拔力		符合设计要求		锚杆注浆7日后抗拔试验	选取2%的锚杆	
	13		抗滑加固网、网钉与支护结构间连接措施		符合设计要求		现场检查	每200 m ² 检查1处	
	14		基质材料、种子及配比	基质材料品种、规格或型号、技术参数		符合设计要求		合格证、检测报告	每次进场同批次为 1 个检验批
	15	种子品种及质量		符合设计要求		检测报告、发芽率以及检疫报告			
	16	基质配比		符合设计要求		现场抽查	每台班一次		
	17	种子配比		符合设计要求					
	18	喷播	喷播厚度		mm	－5，＋10	地测法，尺量	每 200 m ² 抽检 1 处	
			基材流失状况		符合设计要求		目测		
	19	初期养护	养护用水水质		符合设计要求		按GB 5084抽样检测		
20	肥料品种、质量		符合设计要求		出厂合格及质量检测报告	同批次、同品种为一检验批			
一般项目	1	边坡修整	坡面深凹或反坡填充处理		符合设计要求		现场检查	每 200 m ² 抽查一点，每点为 1 m ² ，但不少于 3 点	
	2		坡面凹凸度		mm	±100			
	3		石砾等杂物块径		mm	+50	观察或尺量		
	4		石砾等杂物含量（50 cm 以浅）		%	30%			
	5		陡立或光滑坡面抗滑处置		符合设计要求				
	6	铺网钉网	锚杆的密度		不少于设计要求		尺量	每 200 m ² 检查一处，每处检查 4 m ²	
	7		网片的搭接宽度		mm	-10	尺量	每 200 m ² 检查一处	
	8		网片与锚杆的连接		应绑扎牢固				
	9		网与坡面间距		mm	30～50			
	10		铺网向坡顶延展宽度		mm	-100	尺量	沿坡顶每 20 m 检查一处	
	11	基质材料理化性能	离析度		%	＜20		每台班抽检一次	
	12		容重		g/cm ³	0.8～1.2	环刀法、封蜡法	每台班抽检一次	

(续表)

项	序号	检查项目		规定值或允许偏差		检查方法	检查数量
				单位	数值		
一般项目	13	基 质 材 料 理 化 性 能	有效持水量（体积比）	%	≥30	按 GB 7835～7837 测定	每台班抽检一次
	14		有机质含量	%	30～50	土壤有机质测定法	每台班抽检一次
	15		含氮	g/kg	≥4.0	按 NY/T 297	每台班抽检一次
	16		含磷	g/kg	≥1.0	按 NY/T 298	每台班抽检一次
	17		含钾	g/kg	≥4.0	按 NY/T 299	每台班抽检一次
	18		pH 值	6.0～7.5		电极测定法	每台班抽检一次
	19		电导率（EC）	ms/cm	0.4～4.0	电导率测定仪	每台班抽检一次
	20		土壤阳离子交换量（CEC）	mmol/kg	≥150	EDTA-铵盐快速法	每台班抽检一次
	21		基质孔隙度	%	≥50	目测	每台班抽检一次
	22		碳含量	%	<50	按 ISO 10694	每台班抽检一次
	23		基材团粒结构	%	60～80	按GB 7847	每台班抽检一次
	24	喷播	龟裂（平均）宽	mm	≤5.00	地测法，尺量	每 200 m ² 抽检 1 处
			基质侵蚀面积	%	≤3	地测法，尺量	全面检查
	25	初期 养护	植被覆盖率	%	≥60	现场检测	每 1000 m ² 边坡 随机抽取 10 个 1 m×1 m 样地测试， 取其平均值
	26		常绿所占植物比例	设计要求			
注：基质材料理化性能检测指标、检查方法、检查数量可根据设计要求选择。							

(8) 抗滑桩

①施工工艺流程

测量定位→开口及锁口圈梁浇筑→分节开挖（土方外运）→护壁→滑带确认（实测、取样拍摄）→桩孔清底验收→钢筋笼制作安装→声测管安装（有设计要求时）→桩身混凝土浇筑→工程质量检测。

②施工方法

1) 人工挖孔桩成孔

a) 锁口圈梁

桩孔锁口圈梁宜高出地面 200mm，地面以上宽度不宜小于 400mm，孔口护壁厚度不宜小于 150mm；混凝土强度满足设计要求且不低于 C20。锁口圈梁应设置安全防护栏，雨季施工搭设防雨棚。

应测放锁口圈梁四个角点并做好标记，开挖后安装模板时，校正模板位置，校核桩中心点位置，锁口圈梁浇筑成型后在四边设对中十字控制点。

b) 护壁

护壁混凝土宜采用细石混凝土，混凝土的坍落度宜为 50mm~80mm。

应随挖随浇筑护壁混凝土。每节护壁高度不应大于 1.2m，上、下节护壁应按设计要求搭接。

护壁钢筋宜在地面制作成型后于孔内安装，钢筋安装在孔壁与模板中间。相邻节护壁竖向钢筋两端宜制成弯钩进行上下搭接，弯钩回弯长度应不小于 100mm。

采用组合式钢模板或木模板，模板采用“U”形卡连接，设十字支撑顶紧。模板定位应准确，支撑系统牢固，不应因浇筑护壁混凝土产生模板失稳变形。护壁模板应在混凝土强度达到 50%后方可拆除。

开挖过程中应控制桩的垂直度，每节模板安装时应依据桩中心点校正模板位置，每节护壁的中心应与桩的中心一致。

护壁混凝土采用小直径振捣棒配合钢钎振捣密实，确保与孔壁接触良好。护壁面应光滑平整，不应有残挂混凝土。

护壁厚度、强度以及配筋应满足设计及安全稳定要求，淤泥类软土、流沙、填土、膨胀土等易变形岩土层段，应根据岩土侧压力验算护壁结构稳定性，必要时采取加强措施。

淤泥类软土、流沙、填土、膨胀土等易变形土层开挖时，应减小分节护壁的高度，分节高度可为 0.5m~0.8m，也可采取临时支撑，设置短锚杆等措施，保证孔壁稳定。

孔壁为完整基岩，其节理裂隙不发育时，可减少护壁厚度，完整基岩孔壁稳定且无地下水渗流时可取消护壁。

基岩段可采用喷射混凝土施工方法进行护壁，开挖后及时挂网喷射混凝土。

在透水层孔段的护壁宜预设泄水孔，泄水孔的布置应根据地下水渗流情况确定，浇筑混凝土前堵塞泄水孔。

护壁后的桩孔净断面尺寸应不小于桩身设计断面尺寸。桩孔应保持垂直，其竖向垂直度允许偏差不大于 0.5%。

c) 土层开挖

土层由人工逐层开挖，先中间后周边。开挖面应保持均衡，开挖土方应及时提升至孔外。

下节桩孔开挖应在上节护壁混凝土浇筑完成 24 小时后进行。

当开挖过程中因流沙、淤泥、膨胀岩土、松散填土及地下水鼓冒造成孔壁坍塌、上节护壁破裂等突发事件时，应立即进行桩孔回填，回填高度应不低于破损护壁的顶面。

开挖后的桩孔尺寸应达到设计要求，孔壁应大面平整、横平竖直。

开挖时孔壁交接处的块石及孤石应人工凿除，不应在孔壁内形成影响护壁稳定的空腔。块石及孤石人工开挖困难或大块石无法装运时，可采用静态爆破或机械破碎，避免因振动和飞石造成护壁破坏及人员伤害。

d) 岩层开挖

岩层可采用人工、爆破及水磨钻等开挖方法，应根据节理裂隙发育程度、岩石强度、滑坡稳定状况及周边环境等选择开挖方法。

坚硬岩层或孤石采用风镐凿除困难时，可采用松动爆破。爆破开挖应符合下列规定：

基岩孔段爆破一般采用微振动钻孔控制爆破，爆破深度应控制在 0.3m～0.5m。爆破孔应采用 $\phi 42$ 的小直径钻孔，使用 $\phi 32$ 的管装乳化炸药。爆破钻孔呈梅花式布置。

爆破开始前在现场测试爆破振动，取得振动衰减参数，及时调整爆破工艺，降低爆破振动，确保爆破安全。

采用微差控制爆破技术，每段微差时间不应小于 25ms，单段最大药量和一次爆破规模应根据振动衰减规律和爆破分段数严格控制。

爆破孔口应采取安全防护覆盖措施，孔口加压沙包，爆区表面用竹笆覆盖。

雷雨天气时不宜进行桩孔爆破作业，周围有管线时，爆破前应测量杂散电流值，如杂散电流超标，则应采用抗杂散电流的特殊电雷管。爆破时应严格安全警戒，警戒信号要明显。

采用静态爆破时应制定静态爆破方案，爆破孔的间距、深度及装药量应由试验确定。

桩孔邻近既有建（构）筑物不能爆破开挖时，基岩段可采用水磨钻分层钻掘。

水磨钻钻孔布置：开槽形式有“回”字形和“田”字形，钻孔间距及排距可根据岩石强度及裂隙发育程度现场确定。水磨钻钻孔参数要求如下：

孔距：钻孔直径的 85%~90%。

孔径：130mm~160mm。

深度：根据选用的钻机单次进尺确定合理的单次钻进深度，一次钻深宜为 0.4m~0.6m。

水磨钻钻孔取芯完成后，应凿除孔间突出的齿状岩块，确保桩孔尺寸符合设计要求。凿除的石渣装入提升桶内并用提升机架吊出孔外。石渣不应露出桶外，且集中堆放于安全稳定的地段。

e) 桩孔地下水降排

根据开挖岩土层水文地质条件确定地下水降排方法，做好地下水出水点及渗流量记录。

地下水位较高、土层中有强渗透的砂卵石层或岩层中节理裂隙发育、水文地质条件复杂场地，应制定地下水降排方案。

开挖过程中渗水量较少时可采用提桶排水，将渗水与开挖土石提升至孔外；渗水量较大时，应在孔内开挖集水坑，使用具有漏电保护装置的水泵抽排至孔外，孔内作业人员应穿着绝缘筒靴。

应控制挖孔桩降排水对周边建（构）筑物的影响。桩孔抽排的地下水应引出至地表排水沟，不应回流到滑坡体内。

岩土层中的渗水可采用水泥添加水玻璃等堵水剂进行封堵，堵水前应先设置引水孔。桩身混凝土浇筑前应封堵所有的漏水点，排干孔底积水。

2) 人工挖孔桩钢筋制作安装

a) 钢筋制作

钢筋可采用机械或人工调直，宜采用机械调直。经调直后的钢筋不应有局部弯曲、死弯、小波浪形，表面伤痕不应使钢筋截面减少超过 5%。

水平箍筋或拉筋加工应按设计图纸和规范要求进行，箍筋末端应做成弯钩，弯钩的形状及平直部分的长度应符合规范要求。加工后的半成品宜分类码放，加强保护。堆置不宜过高，不应引起钢筋结构的变形，不应污染油污及泥浆。

型钢可采用工字钢、槽钢及角钢等，型钢材质及尺寸应符合设计要求，并现场制作成型。

预埋件应现场制作成型，其材质及尺寸应符合设计要求。

b) 钢筋安装

竖筋宜采用直螺纹套筒连接或闪光对焊连接,不应采用电渣压力焊连接,钢筋套筒连接、焊接或其他连接应按要求抽样送检,焊接施工应满足《钢筋焊接及验收规程》(JGJ 18)的规定。接头点应按规范要求错开。

直螺纹连接应符合《钢筋机械连接技术规程》(JGJ 107)的规定,接头等级宜为I级。

直螺纹连接的套筒尺寸及质量、钢筋端部螺纹加工质量应符合要求,钢筋端部螺纹加工完成后,应对螺纹加以保护。丝头在套筒中央并相互顶紧,采用专用扭矩扳手抽检。

竖筋接头应错开,同一截面竖筋接头数量不应超过 50%,其中抗弯面竖筋的接头数量不应超过 30%。

箍筋应与每根(束)主筋绑扎或焊接,箍筋的间距、肢数及布置应符合设计要求。

锚拉桩的锚垫基座应按设计要求配筋,基座定位应准确。

锚拉桩的锚孔应设预埋管,管体的材质、孔径及壁厚应符合设计要求,宜采用厚壁 PVC 管,也可采用钢管。预埋管应定位准确,其方位角与倾角应满足设计要求。

桩身钢筋在桩孔内安装时,要求定位准确,钢筋笼与护壁间用水泥砂浆垫块隔开,留出保护层厚度。受力钢筋的保护层厚度宜为 70mm,不应小于 50mm。

对于悬挂的竖筋,应有固定钢筋的措施,可采取上拉下撑的固定方法。

抗滑桩采用型钢时,型钢制作安装应满足受拉构件钢结构施工规范要求。

3) 人工挖孔桩混凝土浇筑

现场搅拌混凝土配合比应符合《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55)的要求,应在孔口取样做坍落度检验,料车输送混凝土坍落度宜为 5cm~8cm,泵送混凝土坍落度宜为 12cm~16cm。

现场搅拌混凝土时,搅拌时间不少于 2min。

混凝土外加剂应有质量证明书,符合《混凝土外加剂应用技术规范》(GB 50119)的规定。外加剂掺入量应符合要求,并做好配合比试验。

混凝土不应从孔口直接浇筑,应采用串筒浇筑,串筒下口与混凝土面距离宜为 1m~2m,串筒应固定可靠,最后一节串筒应倾斜。

桩孔深度超过 30m 时,不宜采用串筒浇筑,宜采用泵送混凝土至桩孔孔底。采用泵送混凝土浇筑时,布料管管口不应高于混凝土面 2.0m。

混凝土应连续浇筑,分层振捣。每浇筑 0.4m~0.6m 时,应插入振动棒振捣,振捣范围应覆盖桩孔全截面,混凝土保护层不得漏振。

混凝土应振捣密实,不应过振,振捣过程中应保护钢筋及预埋件,不应造成其位移及损坏。

在护壁上标注桩顶位置,连续浇筑混凝土至桩的顶面,待混凝土凝固后在桩顶作桩号标记。

桩顶高出地面的挖孔桩,应支设模板分层浇筑,模板定位及安装应符合混凝土施工规程。

浇筑混凝土前应排干孔底的积水,封堵地下水渗水点,清除孔底土石等沉渣。

疏干孔底积水困难时,应采用水下混凝土灌注,导管数量及混凝土坍落度等应满足水下混凝土灌注要求。桩截面面积大于 4m²时,灌注导管数量应不少于 2 根,混凝土坍落度宜为 18cm~22cm。

混凝土浇筑过程中应及时修复可能出现的钢筋位置错动或脱落。

混凝土的强度等级应符合设计要求。混凝土强度试件应在浇筑地点随机抽取。

取样与试件留置应符合下列规定:

每拌制 100 盘且不超过 100m³的同配合比混凝土,取样不应少于一次;

每工作班拌制的同配合比混凝土不足 100 盘时,取样不应少于一次;

一次连续浇筑超过 100m³时,同一配合比的混凝土每 200m³取样不应少于一次;

每次取样应至少留置一组标准养护试件,同条件养护试件留置组数应根据实际需要确定。

桩身混凝土取样还应符合下列规定:

每根桩桩身应取样；桩截面短边边长不大于 1.2m 时，取 1 组试块；桩截面短边边长为 1.2m~1.6m 时，取 2 组试块；桩截面短边边长为 1.6m~2m 时，取 3 组试块；桩截面短边边长大于 2m 时，试块数量不少于 4 组。

现场搅拌混凝土时，所用水泥批次发生变化及不同班组搅拌时，应相应增加试块数量。

挖孔桩桩头混凝土应及时覆盖并浇水养护，养护期不应少于 7d。冬季施工的混凝土不应受冻害，并编制混凝土专项施工方案。

大截面挖孔桩宜按照大体积混凝土工程的施工技术要求进行配合比设计和施工，防止产生混凝土开裂。

锚拉抗滑桩的锚索注浆体及抗滑桩强度达到设计要求后，方可进行张拉锁定及封锚，张拉锁定荷载应符合设计要求。

4) 桩间挡土板施工

挡土板制作分现浇和预制两种方法，挡土板施工应安排在挖孔桩成桩后进行。

现浇挡土板施工工序：基槽开挖→钢筋制作安装→模板安装→混凝土浇筑及养护→回填土→检查验收。

挡土板基槽开挖过程中应采取保证边坡稳定措施。开挖深度小于 5m 时可采取放坡开挖，开挖深度大于 5m 则应制定专项开挖支护方案。

现浇挡土板钢筋制作与安装、模板支撑、混凝土浇筑与养护等应满足混凝土施工技术规范要求，并按设计要求设置排水孔及反滤层。

现浇挡土板模板支撑应牢固，挡土板较高时应分层支模浇筑混凝土，每层浇筑高度不宜超过 4m。

挡土板钢筋与桩的连接可采用植筋连接或挖孔桩预埋筋连接，应保证挡土板与桩连接稳固。

现浇挡土板应凿除护壁混凝土，与桩身混凝土连接。

预制挡土板应安置在桩体后缘侧，挖孔桩应预留安装挡土板的构造。挡土板安装要求定位准确，两端与挖孔桩贴合紧密。

挡土板强度达到设计要求后进行板前板后土体回填，回填土应分层夯实，其土类及性质宜与周边土基本一致，压实度和密实度应满足设计要求。

5) 钻孔桩及微型桩成孔

a) 回转钻进成孔

成孔可根据孔径、孔深、岩土层特点、场地环境条件采用正循环或反循环钻进工艺。桩长及口径较大的桩孔，宜采用反循环钻进工艺。

桩位放样允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$ ；垂直度允许偏差 $<1\%$ ；桩位允许偏差为 $D/6$ (D 为钻孔桩直径)，且不大于 100mm 。

钻机就位后应调整水平位置及倾斜度，使钻杆中心与护筒中心重合，偏差不大于 20mm 。

钻进第四系土层、强风化岩层或软岩时，可采用笼式或刮刀式钻头。钻进硬质岩层时，可采用盘式合金钻头或牙轮钻头。

进入滑床遇硬质基岩时，应及时更换相应的嵌岩钻头钻进。滑床为倾斜岩层时，应采取轻压慢转钻进，直至钻头全部嵌入完整基岩时方可加压钻进。

设置深度控制标尺，在钻孔施工过程中进行观测记录，宜根据泥浆补给及钻机跳动情况合理控制钻进速度。当钻孔穿过潜在滑动面或滑带时，应降低钻速及钻压，穿过滑带时应留取渣样。

钻进过程中如发生桩孔偏斜、塌孔、缩径、护筒失稳或外围冒浆等情况，应停止钻进，待采取相应措施后方可继续钻进。

钻孔达到设计深度后，在灌注混凝土前应进行清孔，清孔后孔底沉渣厚度不大于 100mm 。清孔过程中应不断置换泥浆，直至泥浆重度和黏度符合要求。

灌注混凝土前，孔底 500mm 以内的泥浆相对密度应小于 1.25 ，含砂率不应大于 8% ，黏度不应大于 $28\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。

b) 冲击钻进成孔

冲击成孔设备应设置钻头自动转向装置，钻进过程中严禁钻头、钻杆及其他异物掉入孔内，经常检查钻头及钢丝绳的磨损情况。

冲孔桩应间隔成孔，相邻桩孔施工时不应造成孔壁变形及坍塌。

钻进土层、强风化岩层或软岩时可采用十字形钻头。钻进硬质岩层时可采用一字形钻头。

进入滑床遇硬质基岩时，应及时更换相应的嵌岩钻头钻进。如果滑床为倾斜岩层，应采取低频低冲程钻进或回填高硬度块石，直至钻头全部嵌入完整基岩面时，方可按正常的冲击方法钻进。

冲孔宜根据岩土性质，采取不同的冲程频率。大直径桩孔可采取分级成孔，第一级成孔为设计桩径的 60%~80%，并符合《建筑桩基技术规范》（JGJ 94）规定。

冲击成孔质量控制应符合下列规定：

开孔时应低锤密击，地表土层松软时，可在护筒内加黏土混合，并加入一定数量的小片石反复冲击挤实，确保孔壁稳定；冲击过程应经常验孔，包括孔径及倾斜度，更换钻头前及容易缩径处应加强验孔；冲击过程中宜勤出渣清孔并取渣样，同时应及时记录渣样特征。出渣后及时向孔内补浆，保持泥浆面稳定。

冲孔终孔后应进行清孔，清孔宜按下列规定进行：

不易塌孔的桩孔可采取气举反循环的方式清孔；稳定性差的孔壁应采取正循环或抽渣筒排渣；灌注混凝土前孔底沉渣厚度应符合规范要求。

c) 旋挖钻进成孔

旋挖钻进成孔应根据不同岩土层及地下水位埋深，采用泥浆、钢护筒护壁或干作业成孔工艺，无地下水时宜优先采用干作业成孔。

成孔前应配制成孔和清孔用的泥浆，单台套钻机泥浆配制量应大于钻孔时的需求量，并应储备不少于单桩体积的泥浆量。

钻进土层、强风化岩层或软岩时可采用旋挖钻头。钻进硬质岩层时可采用短螺旋钻头或牙轮筒式环状钻头。

应根据岩土层强度及可钻性选择合适的旋挖钻机，钻机的扭矩不宜小于 200kN·m。

旋挖钻孔施工时应保证机械稳定及安全作业，必要时可在场地垫钢板或铺垫层。严禁在虚土地面上就位旋挖。

应检查钻头、钻斗门、钻杆的连接情况及钢丝绳的磨损状况，清除钻头上的渣土。

旋挖钻进成孔过程中，随着钻进深度的增加应及时向孔内补充泥浆，使泥浆液面始终保持不低于护筒面 0.5m。

旋挖钻进至滑带时，应采用钻斗钻进，取滑带土样，做好记录、描述及拍照。

钻孔达到设计深度后，应采用清孔钻头进行清孔。钢筋笼安装到位后应进行第二次清孔。可采用灌浆导管进行泵吸式或气举反循环清孔。孔径较小或孔深较浅时，亦可采用正循环清孔。

桩位、垂直度允许偏差及泥浆性能指标要求参照本节“回转钻进成孔”规定。

d) 微型桩成孔

微型桩成孔宜采用风动潜孔锤钻进成孔。当采用回转钻进成孔时，应采用优质泥浆，不应采用清水。

滑坡应急治理宜采用小型轻便钻机，不宜采用重型钻机成孔。

桩位偏差为 $\pm 100\text{mm}$ ；垂直度偏差 $< 1\%$ ；孔深和孔径 $\geq$ 设计值。

采用倾斜孔钻进时，其垂直度偏差及方位角应满足设计要求。

采用泥浆护壁时，注浆前应进行清孔，清孔后孔底沉渣厚度不大于 100mm 。

穿过潜在滑动面或滑带时，应留取芯样并及时记录。

钻机不宜集中钻孔施工，应分区段跳钻施工。

6) 钻孔桩及微型桩成桩

a) 钻孔桩钢筋笼制作安装

钢筋加工应按设计图纸和规范要求进行，加工后的钢筋笼宜分类码放并加强保护，防止污染和变形。

钢筋笼制作安装应严格按设计图施工，钢筋强度等级、配置数量及尺寸应符合设计及规范要求。

钢筋笼在地面制作成型后，分段在孔口焊接安装。钢筋应力计、声测管及其他预埋件应按设计要求同步安装。

分段制作的钢筋笼，其接头宜采用焊接或机械连接。接头点应按规范要求错开，竖筋的搭接不应放在岩土界面和滑动面附近。

桩的加劲筋布置在主筋内侧，箍筋布置在主筋外侧，加劲筋与箍筋应与主筋焊接。钢筋外侧绑扎预制混凝土保护块或焊接导正钢筋。

搬运和吊装钢筋笼时应防止变形，避免碰撞孔壁和自由落下，就位后应立即固定，要求定位准确牢固，钢筋笼主筋保护层厚度不应小于 50mm 。

对于非对称的钢筋笼，主筋的抗弯抗剪方向应与主滑方向一致。下笼时应分别在护筒和钢筋笼上做好标记，钢筋笼下放时不应转动钢筋笼。

悬挂主筋的钢筋笼，纵向上应与箍筋和加强筋固定，横向上每间隔 3m~5m 采用“井”字形扁担筋固定，“井”字形扁担筋应与加强箍筋焊接在一起。

钢筋笼宜采用 HRB 400 及以上等级的钢筋，采用型钢时应满足钢结构施工技术要求。

b) 钻孔桩混凝土灌注

水下灌注前应对桩孔质量、沉渣厚度、泥浆指标、桩底标高进行检查，验收合格后立即灌注混凝土。

水下混凝土应具有良好的和易性，宜适当掺加外加剂，配合比应通过试验确定。其坍落度宜为 18cm~22cm，水泥用量不宜少于 360kg/m³，含砂率宜为 40%~50%，宜选用中粗砂。

混凝土强度应符合设计要求，混凝土试块取样组数：桩直径<1.2m 时取 1 组；桩直径为 1.2m~2.0m 时取 2 组；桩直径>2.0m 时取 3 组。

灌注导管构造和使用应符合下列规定：

导管管壁厚度不宜小于 3mm，直径 200mm~250mm，接头处外径应比钢筋笼的内径小 100mm 以上，直径偏差小于 2mm；导管逐节拼接，节长 2m~4m，长度可视工艺要求设定，但底管长度不宜小于 4m；接头宜采用双螺纹方扣快速接头，连接应密封、牢固、方便；导管使用前应进行试拼装和压水试验，试水压力可取 0.6MPa~1.0MPa，试验合格后方可使用，严禁导管漏水或底口进水。

开始灌注时，导管底部至孔底距离宜为 300mm~500mm。

首次灌注的混凝土量应保证导管埋入混凝土面以下的深度不小于 0.8m；末次灌注的混凝土量应保证超灌高度不小于 0.3m。

灌注过程中导管埋入混凝土深度不宜小于 2.0m，严禁将导管拔出混凝土面。

及时拆除或提升导管，控制导管提拔速度，应测量导管埋深及导管内外混凝土灌注面的高差，及时详细填写灌注记录。

使用的隔水栓应有良好的隔水性能，隔水栓宜采用球胆或与桩身混凝土相同强度等级的细石混凝土预制件。

水下混凝土应连续灌注，单桩灌注时间按初盘混凝土的初凝时间控制，灌注过程中出现故障应及时排除，记录备案。

c) 钻孔桩后压浆

经滑坡勘查或滑坡深部位移监测确定滑带位置，依据滑带位置、滑带滑体岩土渗透系数及物理力学性质，确定压浆器数量及布置、压浆压力、压浆材料及压浆量等参数。

压浆器应布置在滑带底部，如存在多个滑带，应设多组压浆器，间距宜为 3m~5m。每个滑带不少于一组压浆器。压浆器应与钢筋笼同步安装，注浆管和压浆器置于钢筋笼外侧。

注浆管宜采用直径 25mm~38mm 的钢管，在拟定的注浆段设置压浆器。注浆管下端与压浆器相连接，上端高出地面 0.5m。

压浆器由具有逆止功能的单向阀组成，宜采用直径 $\phi 25$ 的 PVC 钢丝管或钢管制作成环状。在环状压浆器上间隔均匀布置多组出浆孔，出浆孔沿桩孔圆周的环状间距不宜小于 500mm，且不宜超过 1.0m。每组出浆孔为 2 个~3 个，直径为 $\phi 5 \sim \phi 8$ ，沿 PVC 钢丝管或钢管圆周均匀布置。出浆孔内应设置具有单向阀功能的止浆塞，外面采用橡胶包裹，橡胶边缘与出浆孔的净距离不少于 60mm。

压浆器及注浆管连接处应密封，并能承受大于设置深度的静水压力，随钢筋笼下放时应加强保护，不应撞击及扭曲。

浆液宜为 PO 42.5 水泥浆，也可采用化学注浆材料；浆液水灰比宜为 0.6~1.0，低水灰比浆液宜采用减水剂。

注浆流量和压力应根据试验确定，注浆流量宜控制在 20L/min~50L/min 之间，注浆压力宜控制在 2MPa~20MPa 之间，松软土取低值，密实土及风化岩取高值。可采取先稀后浓进行注浆，初始注浆的浆液水灰比可控制在 1.0 左右。

当注浆时的吸浆量低于 5L/min 或憋泵时，或注浆总量已达设计值的 75%，且注浆压力超过设计值时，可停止注浆。

当注浆压力长时间低于正常值或地面出现冒浆、串浆时，应采用间歇注浆，间歇时间宜为 30min~60min，或者调低水灰比、加入速凝剂。

压浆过程中，应经常检查各项压浆参数，发现异常应及时采取相应措施。

压浆管路压水开环作业应在桩身灌注成桩 48h 后立即进行,后压浆工作宜在压水开环作业后的 10d 以内完成。

注浆时宜按桩位由外而内,先两边后中间的顺序进行。

注浆时要加强对滑坡体位移变形监测,出现位移变形持续加大时,应立即停止注浆。

d) 微型桩成桩

采用单根钢筋时应设定位环,定位环间距宜为 3m。采用 2 根或 3 根钢筋时,应采用箍筋绑扎,箍筋间距及直径应符合设计要求。

主筋宜采用直螺纹机械连接,接头位置应避开滑带。

用钢管或型钢替代钢筋笼时,宜采用抗剪及抗弯强度高的型钢,钢管可采用无缝钢管或焊缝钢管,不宜采用卷焊管。钢管接头可采用丝扣连接,避免在滑带范围内设置接头。

微型桩采用的碎石粒径宜小于 20mm,且不宜超过桩径的 1/10。

微型桩成桩宜选用在孔内投入细石后压注水泥浆或水泥砂浆成桩,或直接压注水泥砂浆或水泥浆。

成孔质量经验收合格后,应尽快投放石料和注浆,石料投入量与计算量偏差不应大于 20%。

注浆管宜选用硬质 PVC 塑料管或钢管,内径不应小于 25mm,宜与钢筋笼或钢管同时下入孔内,且注浆管应置于钢筋笼或钢管内侧。

水泥浆应搅拌均匀,随拌随用。宜用高速搅拌机制浆后转入低速搅拌储浆桶,边搅边注浆。

水泥浆或水泥砂浆应按设计要求配制,水灰比宜 ≤ 0.6 ,按桩身设计强度要求进行配合比试验。

低压充填注浆的注浆压力宜通过注浆试验确定。

注浆持续时间不宜超过 2h,可采取多次注浆提高注浆效果。二次注浆应待初次注浆的浆液达到初凝后开始。

孔内注浆自下而上进行,边注浆边拔注浆管,注浆管埋入浆液深度不小于 3m,注浆至孔口返浆为止。

注浆过程中如发生串浆、冒浆等情况,应采取间歇注浆、添加速凝剂等措施。

桩孔无水时，可灌注流态混凝土成桩，混凝土应振捣密实。

微型桩后压浆器宜采用 $\phi 20 \sim \phi 25$ 的钢管制作，压浆器长度宜为 600mm~1000mm，沿压浆器纵向布置不少于 3 排的出浆孔，出浆孔孔径宜为 $\phi 5 \sim \phi 8$ ，孔间距宜为 80mm~120mm。

浆液宜为 PO 42.5 水泥浆，浆液的水灰比宜为 0.5~1.0，也可采用化学注浆材料，低水灰比浆液宜采用减水剂。

注浆流量宜控制在 10L/min~35L/min，注浆压力宜控制在 2MPa~20MPa，松软土取低值，密实土及风化岩取高值；可采取先稀后浓进行注浆，初始注浆的浆液水灰比可控制在 1.0 左右。

8.2.1.3 采空塌陷治理工程施工

（1）施工工艺流程

现场试验—施工准备—制浆—钻孔—止浆—洗孔与压水试验—浆液（骨料）灌注—封孔。

（2）施工方法

应根据采空区埋深、覆岩厚度及其完整性、冒落带和裂隙带的发育程度、裂隙的连通性等特征，选择合适的成孔和灌注施工工艺。

施工前应进行成孔和灌注工艺试验，获取相关技术参数，为工程施工提供依据。

灌注（骨料）材料品种、质量、规格（型号）及浆液性能指标等应符合设计及相关规范要求。

单层采空区可采用全孔一次性灌注；地质条件复杂、岩土层破碎的单层采空区宜采用下行式灌注或分段上行式灌注；多层采空区可采用下行式灌注或分段上行式灌注。

采空区灌注站平面位置、数量及制浆能力应根据工程实际、工程规模及工期要求确定。

a) 现场试验

试验内容包括灌注材料、浆液配合比、浆液性能及灌注（骨料）充填施工。

试验室应设在灌注站附近，具备试块养护池、试验工作台和浆液性能、试块性能测试仪器。

施工前应在试验室根据设计要求进行灌注材料、浆液配比试验及每方浆液中干料的含量、浆液密度、黏度、结石率、初终凝时间及试块强度等指标试验，保证各项指标满足设计要求。

浆液试块宜参考采空区实际进行养护。采空区无水时，应在采空区的温度及无水条件下养护，脱模后 1~2 天洒水 1 次，使其保持湿润。采空区充水时，试块应在采空区温度和养护池中养护。

灌注施工前应选择代表性区域进行现场灌注试验，包括钻探成孔工艺、止浆工艺、浆液配比、施工设备、灌注工艺等，为优化设计参数及施工工艺提供依据。

b) 灌注（骨料）材料及浆液性能

灌注充填材料应无污染，且黏结性、耐久性，浆液结石体强度满足设计要求。

灌注材料品种、规格、材质等应符合设计要求。

灌注浆液应满足设计要求的密度、流动度、稳定性、初终凝时间、结石率及结石体抗压强度等多种性能指标。浆液搅拌均匀制浆完成后方可进行测定。

施工过程中，应按设计规定频次测定浆液性能指标，确保工程质量。

c) 灌注施工设备

灌注设备有钻机、灌注泵、搅拌机、测斜仪、止浆塞、压力表、流量计、输浆（水）管等。

钻机选型应根据采空区岩层结构、岩性、注浆孔或帷幕孔结构、止浆技术等要求。取芯钻孔宜采用绳索钻机，保证取芯率，根据取芯情况调整注浆设计；钻探过程中应采取措施防止孔壁坍塌及浓稠泥浆封堵采空裂隙，影响灌注效果。

灌注泵应根据灌注压力和泵量进行选型。灌注泵数量不少于 2 台，最大排浆量应满足采空区灌注和施工需要，最大泵压应大于灌注最大设计压力的 1.5 倍，且不宜小于 4MPa。

搅拌机选型和数量应满足灌注量要求，搅拌机转速应与所搅拌浆液类型相适应，搅拌能力与注浆泵最大排量相适应。

钻孔测斜仪精度应满足设计要求。

止浆设备应可靠、简单、方便，具有良好的膨胀和耐压性能，易于安装和拆卸。法兰盘止浆器直径与灌注孔孔径一致。

抗震压力表最大量程应为灌注压力的 1.5 倍。灌注泵及孔口处压力宜在压力表最大标值的 $1/4 \sim 3/4$ 之间。压力表应进行标定，压力表与管路之间设隔浆装置。

流量计选型遵循简单、操作方便、计量可靠原则，测量范围及精度应满足灌注设计要求，可显示瞬时流量和累计流量。

输浆管宜选择无缝钢管，输水管宜选择高压胶管。管路应能承受最大设计灌注压力的 $1.5 \sim 2.0$ 倍，不宜变径，在弯曲处不应变径，以防堵塞；接头应具有良好的密封性并便于拆卸，接头处和灌注管外径应相同。管路宜少设置弯头，设备及管路排列紧凑，便于操作和管理。

d) 制浆

制浆材料应按设计规定的浆液配比计量。水泥等固相材料计量采用质量称量法，水采用体积法，计量误差应满足设计要求。

制浆材料用量应符合设计要求。

加料顺序应先加入水，在搅拌状态下依次加入水泥、粉煤灰等固相材料搅拌均匀，或在一搅中分别设置水泥浆、粉煤灰（或其他固体废弃物）浆搅拌桶，搅拌均匀后放入二搅，根据注浆情况灌注前在二搅中或孔口按设计要求加入外加剂。

搅拌时间控制以分散、拌匀灌注材料，获得流动性与稳定性合格的稳定浆液为原则。一般情况下，转速为 60 转/min $\sim$ 80 转/min 时，搅拌时间不少于 6min。采用高速搅拌机时，搅拌时间参照《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》（DL/T 5148-2017）执行。

制浆采用两级搅拌，一级搅拌完成后，浆液通过筛网过滤进入二级搅拌池。浆液从开始制备至用完的时间不应超过 4h。

e) 钻孔

施工前应根据现场环境、地形地势、采空区情况，按设计意图编制灌注孔施工工序次，按孔位坐标实地放样；孔位偏差应小于设计注浆钻孔间距的 0.1 倍，且不大于 1.0m；后序次孔位应根据前序次施工揭露的采空区情况及时进行调整，按调整后的孔位实地放样，特殊孔位应遵循设计要求。

宜采用回转钻机。采用冲击钻进时应加强钻孔裂隙的冲洗。检查孔应采用取芯率高的钻机。

钻孔开孔及终孔孔径应按照设计要求。终孔标准为钻至采空区底板 1.0m。遇岩体破碎钻进困难时，宜采用预灌注再钻进的施工方法。

第四系松散层中钻进采用泥浆护壁，基岩中采用清水钻进。钻进过程应做好原始记录及岩芯编录，详细记录漏水、吸风、掉钻、塌孔、埋钻等现象及其出现深度、层位和耗水量及采空区充水的变化，为采空区导水裂缝带、垮落带发育判断提供依据。所有芯样排放整齐有序，装箱后拍照记录，每个钻孔应提交现场钻探记录、地质编录表、钻孔柱状图和取芯孔的岩芯照片。

钻孔孔斜应满足设计要求，钻进过程中可采用钻铤或其他导向装置，防止孔斜偏大。按设计要求的频次进行孔斜测量，当孔斜超过设计要求时，应及时纠正。

钻孔作业暂时中止及钻孔终孔未注浆前，孔口应加盖保护。除硬质围岩采空区外，钻孔终孔超过 48 小时未注浆的，灌注前应重新扫孔。

钻孔施工顺序应符合下列要求：

先施工边缘帷幕孔，后施工中间灌注孔，形成有效的止浆帷幕，阻挡浆液外流。对存在积水的采空区，灌注孔施工顺序应满足灌注浆液挤压排水要求。分序次间隔进行。宜分 2~3 个序次成孔，一序次成孔对采空塌陷起到补勘的作用，根据实际地层、采空特征及塌陷情况对后序孔的孔位、孔距、孔数进行适当调整。倾斜煤层采空塌陷应先从倾向施工深部采空塌陷边缘孔开始，采取从深至浅的施工顺序。

f) 止浆

单层采空区，灌注钻孔止浆可一次完成。可采用法兰盘、套管或止浆塞等方法止浆。法兰盘止浆法采用直径不小于 50mm 的灌注管，在下段 3m 处焊接直径与开孔孔径相接近的法兰盘，下入灌注孔变径处，孔内放入少量黏土碎石，将法兰盘与孔壁之间的空隙封堵后，灌入 1:1.5 或 1:2 的水泥浆，将灌注管与孔壁胶结在一起。

多层采空区，下行式灌注宜选用套管止浆，上行式灌注宜选用止浆塞止浆。下行式分段灌注方法：开孔孔径进入稳定基岩 8m，灌注 1:2 水泥浆（加水玻璃），接着下入孔口管，待水泥终凝或 24h 后再变径钻至第一层采空区设计深度，在孔口管上安装灌注用的三通管进行灌注。灌注结束待水泥终凝后扫孔至第二个灌注段深度，仍用三通管灌注直至结束。重复以上步骤，直至最下一层采空区。

g) 洗孔与压水试验

全孔一次灌注法和上行式灌注法可在灌注前全孔进行一次空隙、裂隙冲洗；下行式分段灌注法每段灌注前应采用压力水进行空隙、裂隙冲洗。钻探过程中漏水不返水钻孔可不进行冲洗。

冲洗压力宜为灌注压力的 80%，且不大于 1MPa，冲洗时间为 5min~10min。漏水量大于 100L/min 时，可停止冲洗。

岩层遇水易软化或钻进过程漏浆严重时钻孔不宜进行压水冲洗。

结束压水是在灌注孔达到结束标准、准备起拔套管前，防止堵管和提管后的喷浆而进行的工序。宜压入灌注管路容积 1~2 倍的水量。压水困难时应先关闭孔口阀门，冲洗输浆管路，待孔内压力消失后方可打开。

h) 浆液（骨料）灌注

灌注施工流程：制浆→浆液性能检测→泵送灌注（或添加骨料）→泵量、孔口压力定时观察记录→满足单孔结束标准→关闭孔口阀、拆洗灌注管路→封孔→终孔报验→提交灌注成果资料。

灌注过程中对灌注泵压、孔口压力、吸浆量、浆液浓度等应进行全程监测，每 1h~2h 记录 1 次。

当钻进过程出现下列情况时，应在灌注的同时进行骨料充填：

钻孔出现 0.5m 以上掉钻或裂隙发育；采空区存在动水条件，浆液被流水冲走不能在孔内有效堆积；对掉钻大于 1m 的钻孔，宜先注入粗骨料，后注入浓浆，采取添加速凝剂、间歇灌注等措施，速凝剂掺量宜为水泥质量的 3%~5%。

采空区充水时，应根据地下水条件按下列要求处理：

动水条件可采取灌注粗骨料或采用低压浓浆灌注、添加速凝剂、间歇灌注及疏排水等措施保障灌注效果，并对施工方案进行专项论证；静水条件可采取低压浓浆、添加速凝剂或间歇灌注等措施保障灌注效果；充水采空区灌注管底端应贴近采空区积水底部，宜采用低压浓浆灌注。

骨料灌注施工要求如下：

骨料可选用砂、砾石、矿渣、碎石、砖块等；骨料与浆液可采用孔内混合与孔外搅拌混合两种方式。场地条件许可时可采用骨料在孔口加入，在浆液作用下孔内混合灌入；地形起伏大、施工条件差且存在大量空洞的采空塌陷，宜采用孔

外搅拌，浆液与骨料膏状混合物可采用泵送的方式进行输送；浆液与骨料混合物的强度指标应符合设计要求。

灌注施工顺序：

灌注施工应防止浆液无序扩散，遵循“分序间隔灌注”的原则；灌注应间隔式分序次进行，一序次孔浆液可能扩散的范围较大，二、三序次孔灌注将使前序次未充填的空洞得到充填。

对帷幕灌注孔和灌注浆液可能扩散至修复边界外的灌注孔，应控制单孔灌注量，当灌注量达到设计灌注量的 10%~20%、灌注压力和单位吸浆量均无明显改变时，应调浓一级或两级灌浆，采取间歇灌注。对于周围无浆液扩散空间的采空区场地，第一序次孔应尽可能不限量灌注。

当单孔灌注量达到设计平均单孔灌注量的 0.8~1.2 倍，灌注压力和单位吸浆量均无明显改变，或单位吸浆量大于 250L/min 时，应在分析原因的基础上采用低压浓浆灌注、添加速凝剂、间歇灌注及疏排水等措施保障灌注效果。

灌注过程中发生冒浆、串浆时，应采用低压、浓浆、小泵量、间歇灌注等方法进行处理。

单孔灌注量超过 3 倍设计平均单孔灌注量时，应由建设、设计、监理及施工单位共同协商处理方案，进行必要论证。

特殊情况处理遵循《采空区公路设计与施工技术细则》(JTG/T D31-03-2011) 相关规定。

采空区邻近正在使用的地下井巷时，应在井巷内砌筑止浆墙。

i) 灌注结束与封孔

灌注结束标准：在设计规定结束压力下，灌注量小于 50L/min，稳定 10min~15min 时，可灌注终止。

出现地表裂隙大量跑浆，可采取间歇灌注工艺，当达到 7.1.11.1 条标准时，灌注结束。

全孔灌注结束后起拔止浆设施，用浓水泥浆从孔口灌入孔内，浆液达到孔口后封孔结束。

8.2.1.4 注浆防渗帷幕工程

(1) 施工工艺流程

物探测试孔—抬动观测孔—先导孔—帷幕灌浆孔—质量检查孔—检查验收。

(2) 施工方法

① 灌浆材料、设备和制浆

A、灌浆材料和浆液

a) 灌浆工程所采用的水泥品种，应根据灌浆目的和环境水的侵蚀作用等由设计确定。一般情况下，可采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。当有抗侵蚀或其他要求时应使用特种水泥。

使用矿渣硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥灌浆时应得到设计许可，浆液水灰比不宜低于 1。

b) 灌浆用水泥的品质必须符合《通用硅酸盐水泥》（GB175-2007）或所采用的其他水泥的标准以及本条文的规定。

回填灌浆、固结灌浆和帷幕灌浆所用水泥的强度等级可为 32.5 或以上，坝体接缝灌浆所用水泥的强度等级可为 42.5 或以上。帷幕灌浆和坝体接缝灌浆所用水泥的细度宜为通过 80 μ m 方孔筛的筛余量不大于 5%。钢衬接触灌浆和岸坡接触灌浆所用水泥的强度等级和细度可参照坝体接缝灌浆的要求。

c) 灌浆水泥应妥善保管，严格防潮并缩短存放时间。不得使用受潮结块的水泥。

d) 灌浆用水应符合拌制水工混凝土用水的要求。

e) 水泥灌浆一般使用纯水泥浆液。在特殊地质条件下或有特殊要求时，需要通过现场灌浆试验论证，可使用下列类型浆液：

细水泥浆液，系指干磨细水泥浆液、超细水泥浆液和湿磨水泥浆液；

稳定浆液，系指掺有稳定剂，2h 吸水率不大于 5% 的水泥浆液；

混合浆液，系指掺有掺合料的水泥浆液；

膏状浆液，系指塑性屈服强度大于 20Pa 的混合浆液。

f) 根据灌浆需要，可在水泥浆液中加入下列掺合料：

沙，质地坚硬的天然沙或人工沙，粒径不大于 2.5mm，细度模数不宜大于 2.0，SO₃ 含量不宜大于 1%（以重量计，下同），含泥量不宜大于 3%，有机物含量不宜大于 3%；

膨润土或黏性土，黏性土的塑性指数不宜小于 14，黏粒（粒径小于 0.005mm）含量不宜低于 25%，含沙量不宜大于 5%，有机物含量不宜大于 3%；

粉煤灰，可选用I、II或III级粉煤灰。各级粉煤灰的品质指标应符合《水工混凝土掺用粉煤灰技术规范》（DL/T 5055—2007）；

水玻璃，模数宜为 2.4~3.0，浓度宜为（30~40）波美度；

其他掺合料。

对掺合料品质指标的具体要求，应根据工程的情况和灌浆的目的确定。

g) 根据灌浆要求，可在水泥浆液中加入下列外加剂：

速凝剂，水玻璃、氯化钙等；

减水剂，萘系高效减水剂、木质素磺酸盐类减水剂等；

稳定剂，膨润土及其他高塑性黏土等；

其他外加剂。

所有外加剂凡能溶于水的应以水的溶液状态加入。

h) 各类浆液中掺合料和外加剂的种类及数量，应通过室内浆材试验和现场灌浆试验确定。

i) 纯水泥浆液可不进行室内试验。其他类型浆液应根据工程需要，有选择地进行下列型试验：

掺合料的细度和颗粒分曲线；

浆液的流动性或流变参数；

浆液的沉降稳定性；

浆液的凝结时间；

结石的密度、强度、弹性模量和渗透性；

其他。

B、灌浆设备和机具

a) 搅拌机的转速和拌和能力应分别与搅拌浆液的类型和灌浆泵的排浆量相适应，保证能均匀、连续地拌制浆液。高速搅拌机转速应不小于 1200r/min。

b) 灌浆泵的技术性能与所灌注的浆液的类型、浓度应相适应。额定工作压力应大于最大灌浆压力的 1.5 倍，压力波动范围宜小于灌浆压力的 20%，排浆量能满足灌浆最大注入率的要求。

- c) 灌浆管路应保证浆液流动畅通，并应能承受 1.5 倍的最大灌浆压力。
- d) 灌浆泵和灌浆孔处均应安设压力表。使用压力宜在压力表最大标值的 $1/4 \sim 3/4$ 之间。压力表与管路之间应设有隔浆装置。
- e) 灌浆塞应与所采用的灌浆方式、方法、灌浆压力及地质条件相适应，应有良好的膨胀和耐压性能，在最大灌浆压力下能可靠地封闭灌浆孔段，并且易于安装和拆卸。
- f) 高压灌浆施工应采用下列设备和机具：
 - 高压灌浆泵；
 - 耐蚀灌浆阀门；
 - 钢丝编织胶管；
 - 大量程压力表，其最大标值宜为最大压力的 2.0~2.5 倍；
 - 孔口封闭器或高压灌浆塞。
- g) 集中制浆站的制浆能力应满足高峰期所有机组用浆需要，并应配备防尘、除尘设施。当浆液中需加入掺合料或外加剂时，应增设相应的设备。
- h) 所有灌浆设备应注意维护保养，保证其正常工作状态，并应有备用量。
- i) 钻孔灌浆的计量机具，如测斜仪、压力表、流量计、密度计、自动记录仪等，应定期进行校验或检定，保持、量值准确。

C、制浆

- a) 制浆材料必须按规定的浆液配比计量，计量误差应小于 5%。水泥等固相材料宜采用质量（重量）称量法计量。
- b) 各类浆液必须搅拌均匀并测定浆液密度。
- c) 纯水泥浆液的搅拌时间，使用高速搅拌机时应大于 30s；使用普通搅拌机时应大于 3min。浆液在使用前应过筛，浆液自制备至用完的时间不宜大于 4h。
- d) 拌制细水泥浆液和稳定浆液应使用高速搅拌机并加入减水剂。搅拌时间宜通过试验确定。细水泥浆液自制备至用完的时间宜少于 2h。
- e) 集中制浆站宜制备水灰比为 0.5 的纯水泥浆输送浆液的管道流速宜为 $1.4\text{m/s} \sim 2.0\text{m/s}$ 。各灌浆地点应测定从制浆站或输浆站送来的浆液密度，然后调制使用。

f) 寒冷季节施工应做好机房和灌浆管路的防寒保温工作。炎热季节施工应采取防晒和降温措施。浆液温度应保持在 $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。若用热水制浆, 水温不得超过 40°C 。

8.2.1.5 排水工程施工

(1) 施工工艺流程

测量放样—基槽开挖—夯实基槽—砌体(混凝土)施工—砌体勾缝、抹面—养护。

(2) 施工方法

地表排水工程施工, 首先应按设计要求选定位置, 确定轴线, 然后按设计图尺寸、高程量定开挖基础范围, 准确放出基脚大样尺寸, 进行土方开挖与沟体砌(浇)筑。宜根据土质结构进行放坡。

开挖土方基坑时, 应留够稳定边坡, 以防滑塌。对淤泥质土、软黏土、淤泥等松软土层, 应尽量挖除。重要的大落差跌水、陡坡地基, 还可夯压加固处理。

填方基础, 应按规定尺寸分层夯实, 达到设计要求, 并做必要的土样检测实验。

石方开挖中, 打炮眼、装炸药和爆破等工序, 应按照有关爆破操作规程进行, 以杜绝工伤事故。

开挖出的沟基, 如地基承载力达不到设计要求时, 应进行地基处理加固, 如除泥换土、抹沙砾石料, 扰动土夯实、灰土夯实, 打木桩、混凝土桩等。

排水沟地板和边墙砌筑为人工操作, 质量不易均匀。砌筑工艺总的要求为: 平(砌筑层面大体平整)、稳(块石大面向下, 安放稳实)、紧(石块间应靠紧)、满(石缝要以砂浆填满不留空隙)。

砌砖宜用坐浆法, 砌片石用坐浆法或灌浆法; 石料或砖使用前应洗刷干净。

砌石时, 基础应敷设 $50\sim 80\text{mm}$ 砂浆垫层。第一层宜选用较大片石; 分层砌筑, 每层厚度约 $250\sim 300\text{mm}$, 由外向里, 先砌面石, 再灌浆塞实; 铺灰坐浆要牢实。

砌片石或砖时, 应注意纵、横缝相互错开, 每层原横缝厚度保持均匀, 未凝固的砌层避免震动。

应勾缝的砌石面在砂浆初凝后，应将勾缝抠深 30~50mm，清净湿润，然后填浆勾阴缝。

8.2.1.6 警示、标识工程施工

(1) 施工工艺流程

标志牌的生产—测量放样—基础施工—标识系统安装—清洁—维修与检查验收。

(2) 施工方法

a) 一般要求

标志牌的平面与视线夹角应接近 90°，观察者位于最大观察距离时，最小夹角不低于 7°。

标志牌应设置在明亮的环境中，多个标志牌在一起设置时，应按警告、禁止、指令、提示类型的顺序，先左后右、先上后下的排列。

所有运往工地的标志构件的质量均应符合有关的技术标准，并经监理工程师认可后才能采用。

严格按照施工图纸的要求测定标志的设置位置。

基础位置测定后，按照设计图规定的尺寸，于指定的地点进行基础开挖，并按规定进行处理后立模板、扎钢筋、浇筑混凝土，地脚螺栓和底座法兰盘位置正确并达到规定标高。

标志支撑结构的架设应在基础混凝土强度达到要求并得到监理工程师的批准后进行。

安装好标志板后应对标志板的垂直度、高度等进行检查、调整，使之达到规定的要求。

标志牌安装完毕后，应对所有的标志板进行清扫、保持版面清洁。

b) 标志的生产

标志基础预埋件、标志杆件和标志版面均在工厂内集中生产并经检验合格后，再运至施工现场。选用连续多年经检测中心抽检合格并颁发了批量生产合格证的生产厂家，质量及规格保证符合国家有关标准及设计文件的具体要求，需提供原料使用说明书、证明文件、验证报告等文件。

c) 标识系统安装要求

根据不同的产品施工工艺分为悬挂、粘贴、镶嵌、钉挂、螺钉紧固、柱式埋地等安装方式。

①悬挂

采用悬挂工艺时，应符合下列要求：

连接方式应为吊杆连接方式，吊杆外部应配有与标识系统相同材料制成的装饰套管；固定方式的构造应符合设计要求及国家相关标准的要求。

吊杆固定在楼板底面的混凝土层，如有其他设备而无法在楼板面固定，则考虑在吊顶龙骨或设备共同吊挂系统上。

②粘贴

采用粘贴工艺时，应符合下列要求：

基层应达到相关规范规定的强度要求，并要干燥透彻，基面必须平整、稳定并清理干净。

应在标识背面均匀涂覆胶贴剂固定牢固。

③镶嵌

采用镶嵌工艺应符合下列要求：

应在镶嵌面预留出基槽。

基槽镶嵌面基层要处理成粗糙面。

基层内部必须清理干净并要充分湿润，但不得积水。

④钉挂

采用钉挂工艺时，应符合下列要求：

保证标识与固定面间距不超过 5mm。

对于圆形、三角形标志，不应少于 3 个固定点，对于正方形和长方形标志，不应少于 4 个固定点。

固定点宜选在边缘衬底色部位。

⑤螺钉紧固

3mm 螺钉紧固式工艺时，必须保持标识后背附件与固定面紧密接触，螺钉间隙不应超过 0.3mm。

⑥柱式埋地

采用柱式安装，应符合下列要求：

发光标识的出线孔应配有橡胶扩套。

支柱底部应焊接固定法兰盘，法兰盘的厚度 $\geq 10\text{mm}$ ；法兰盘与杆体之间应有加强筋。

支柱杆应采用地锚混凝土式安装，不能采用直埋式安装。

⑦安装注意事项

标识系统所有发光标识及导向牌的安装应牢固、拆装方便。

防止金属构件在运输、装卸和存储过程中变形。

防止裸露出来的表面被损坏而产生毛刺、凹凸等。

不要与泥浆、灰土、石屑和水泥相接触。

尽可能保留覆盖层并保持干燥。

在油漆期间要防止污染玻璃和有机板。

标志系统需妥善密封，防止灰尘进入。

d) 维修

安全标志牌至少每半年检查一次，如发现现有破损、变形、褪色等不符合要求，应及时修整或更换。

8.2.2 生态重建工程

8.2.2.1 地形整治工程

(1) 施工工艺流程

测量放线定位—排水—挖方—填方—场地平整—质量检查。

(2) 施工方法

施工前应完成修复区工程测量放线定位工作，按设计要求标出挖填高度、施工区边线。

施工前应进行工程量核实和土方平衡调配验算，综合考虑土的可松性系数、压缩率等因素。

填方和挖方工程量可采用横断面、方格网等方法分别验算。土方的平衡调配应符合下列规定：

a) 挖方与填方宜达到平衡。

b) 填方（或挖方）宜就近取土（或弃土）。

c) 分区调配应与全场调配相协调。

d) 有地下设施的填土应留土备填。

施工中应根据需要测量和校核工程平面位置、底板标高、边坡坡度。平面控制点应定期复测。

夜间施工时应设置满足施工要求的照明设备。

施工现场应按照《矿山安全标志》（GB 14161）有关规定设置安全警示标志及防护设施。

①排水

施工前应根据当地水文及气象资料，结合场地地形，做好排水系统的规划设计，并应符合下列要求：

a) 应阻止场外水流进入施工区，区内的地表水、污水应能顺利排出场外。

b) 临时排水设施宜与永久排水设施相结合。

c) 临时排水不应影响临近建（构）筑物地基和挖方（或填方）边坡，避免截排水对农田、道路、河道、环境等造成不良影响，引发次生灾害。

地形平坦地区，排水系统的排水总能力应大于场区内的汇水量与外来水量之和。

临时截排水沟施工应符合下列规定：

a) 排水沟的纵向坡度应根据地形确定，不应小于 0.5%。

b) 土沟边坡应根据土质和深度确定，宜为 1：0.7~1：1.5。

c) 水沟横断面应为梯形，截面尺寸应根据可能遇到的最大流量确定，沟底宽、深不应小于 0.4m。

d) 临时截水沟距挖方边坡坡顶线的距离不应小于 3m。

在流速较快、土质松软、可能遭受水流冲刷地段、跌水处、出水口处和地面水汇集流入沟内部位，宜对沟底和边坡采取干砌块石（或浆砌块石）、石笼等临时加固措施。

②挖方

土方开挖应控制好挖方区边坡坡度、顶底标高。采取合理的开挖顺序和方法。

永久性开挖边坡应符合设计要求。当工程地质与设计不符时,应根据工程需要对设计进行修改或调整。

使用时间较长的临时性边坡的坡度应根据工程地质、边坡高度,结合当地同类土体的稳定坡度经验值确定。高度超过 10m 的边坡可做成折线型或台阶型。

土方施工应按挖土、运土、填土、弃土工序进行,各作业区应设相互联系的运行线路。

土方的开挖可采用平面开挖法、拉槽开挖法、分层开挖法。应从上而下分层、分段依次进行,做成一定坡势,以利泄水,不应从底部掏挖。

滑坡地段施工时,应符合下列规定:

- a) 遵循先整治后开挖程序和从上到下、分层分段开挖顺序,做好截排水。
- b) 避免破坏挖方区上方自然植被和排水系统,施工作业不宜在雨期进行。
- c) 不应在滑坡体上部弃土或堆放材料,加固措施应与土方开挖同步进行。

③填方

填方区基底处理除应符合设计要求外,还应满足下列要求:

- a) 清除基底杂物及坑穴积水、淤泥,分层回填夯实。
- b) 坡度大于 1:5 时,应将基底挖成台阶型,台阶宽不应小于 1m。
- c) 填方基底为耕植土或松土时,应将基底碾压密实。

填筑前应对填方基底和已完隐蔽工程进行检查和验收。

对人工坑洞和自然洞穴,查明情况后进行充填加固处理。

填料应符合设计要求,无设计要求时应符合下列规定:

- a) 基层填料可用碎石类土、砂土和爆破石渣,分层填筑夯实。
- b) 黏土作填料时,含水率应符合压实度要求。
- c) 淤泥和淤泥质土不宜用作填料,盐渍土用作填料应进行选择,粉砂、细砂土用作填料时,应征得设计单位同意。

d) 有机物含量大于 8%的土壤、碎块草皮等,可用于无压实要求和需要植被恢复的表土填方。

填方施工前,应根据工程特点、填料种类、压实度、施工条件等因素选择压实机具,确定填料含水率的控制范围、铺土厚度和压实遍数等。

土方填筑应考虑不同地形和土质，从基底由下到上填筑夯实，采用水平分层或横向填筑法。

碎石类土或爆破石渣用作填料时，石块最大粒径不应大于每层铺填厚度的 $\frac{2}{3}$ ，且不应集中铺填，不应填筑在分段接头处或填方区与山坡接合处。

用碎石类土掺混砂土进行铺填时，在碾压前应洒水压实。

两种不同透水性土用作填料时，下层宜填筑透水性较好的填料。

回填土密实度检验应采用标准击实试验方法，求出填料的最佳含水率和最大干容重，计算出设计要求的密实度，作为分层填土施工含水率控制的依据。

填土前应检验回填土的含水率，符合含水率要求时方可进行碾压。

铲运机、推土机、汽车进行土层填筑和碾压时，应分层填筑，分层厚度不宜大于 30cm，碾压行驶路线应均匀分布。

使用机械碾压时，应先从场边向场中进行排压，再从场中向外顺次碾压，碾压面应平整。前后两次轨迹应重叠 15cm~20cm，机械碾压不到之处采用人工补夯。

碎石类土、杂填土宜用振动碾压，压实度应达到设计要求。

碾压施工中应控制碾压机械的行驶速度，平碾或振动碾的行驶速度不宜大于 2km/h。

机械施工时应保证填方区或边坡边缘部位的密实度。若设计要求边坡整平拍实，边缘填宽可为 0.2m；若设计无要求，可不进行边坡修整，宜将边缘填宽 0.5m。

分层分段填筑时，每层接缝处应做成斜坡。轨迹应重叠 0.5m~1.0m，上下层错缝距离不应小于 1m。

填方应按要求预留沉降量。设计无要求时，可根据工程性质、填方高度、土料种类、压实系数确定。

地形、工程地质复杂地区，填方压实度要求大于 90%时，应采取防止填方土粒流失、不均匀下沉和坍滑措施。

④场地平整

场地平整范围应符合设计要求。

场地平整后的地表高程、平整度和地表坡度应符合设计要求。

⑤质量检验

地形整治工程质量检验标准见表 8-2。

表 8-2 地形整治工程质量检验标准

项	序	检查项目		规定值或允许偏差		检查方法	检查数量
				单位	数值		
主控项目	1	标高	人工	mm	±30	水准仪	每 400m ² 测 1 点，至少 5 点
			机械	mm	±50		
	2	长度、宽度	人工	mm	+300, -100	经纬仪或全站仪	沿轴线每 20m 量 1 处，垂直轴线向两边量
			机械	mm	+500, -100		
	3	回填土料		符合设计要求		直观鉴别、现场量测或取样检测	按设计及相关规范要求
一般项目	4	地面坡度		符合设计要求		坡度尺结合 2 m 靠尺或用全站仪	每 200m ² 检查 1 点，至少 3 点
	5	分层压实系数		不小于设计值		环刀法、灌水法、灌浆法	每层按 400m ² 取样 1 组，不少于 1 组，在每层压实后的下半部取样
	1	回填分层厚度		设计值		水准测量	每层按 200m ² 检查 1 点，至少 3 点
	2	回填土料含水率		最优含水率±2%		烘干法	每层至少 1 点
	3	有机质含量		%	≤5	灼烧减量法	同类同批次土抽测 1 组，每组 3 个土样
	4	辗迹重叠长度（宽度）		mm	500~1000	用钢尺量	每层按 200m ² 检查 1 点，至少 3 点
	5	表面平整度	人工	mm	±20	用 2m 靠尺和钢尺检查	每 400m ² 测 1 点，至少 5 点
			机械	mm	±50		

8.2.2.2 土壤重构工程施工

（1）施工工艺流程

拆除—场地平整—翻耕。

（2）施工方法

地表构筑物中的办公、宿舍、机房等临时房屋需要进行拆除。地表残留的地基、木桩等拆除。

场地平整后的地表高程、平整度和地表坡度应符合设计要求。

对表土进行深翻，满足种植苗木和农作物的土层厚度。

土壤环境质量标准应符合相关规范中耕地、园地和林地的土壤污染物含量限制要求。

8.2.2.3 植被重建工程施工

（1）施工工艺流程

测放样—覆土、施肥—植被选型—植被种植—植被养护。

（2）施工方法

a) 植被土壤选定及肥料的运用

土壤选定：种植土应尽可能选用施工区周边的含腐殖质及物理性能良好的表土，避免使用强酸性土壤和含还原性有害物质的土壤。

肥料的运用：据施工区具体情况，选择相应的措施。

科学施肥措施：根据土壤养分状况、肥料种类及植物需肥特性，做到配方施肥，以施用有机肥为主，合理配施氮磷钾肥，化学肥料做基肥时要深施并与有机肥混合，做追肥要“少量多次”，并避免长期施用同一种肥料，特别是含氮肥料。科学选肥，注意生理酸性肥料与生理碱性肥料的交替搭配。当土壤已经酸化或必须施用酸性肥料时，可在肥料中掺入生石灰来调节；当土壤酸化严重并想迅速增加 pH 时，可施加熟石灰，但用量为生石灰的 $1/3 \sim 1/2$ ，且不可对正在生长植物的土壤施用。

提倡根外追肥，根外追肥不会造成土壤破坏。

慎施微肥，一般情况下，要用有机肥来提供微量元素，如施用微肥，一定不要过量。

b) 植被选型

严格按照设计要求物种及规格进行选购植物，应优先选用当地植物，保证植物适应当地气候条件。

进入施工场地的苗木应有配套的苗木“两证一签”：即苗木检验证、苗木检疫证、苗木产地标签。

乔木的质量标准：树干挺直，不应有明显弯曲，小弯曲也不得超出两处，无蛀干害虫和未愈合的机械损伤。分枝点高度满足设计要求。树冠丰满，枝条分布均匀、无严重病虫害危害，常绿树叶色正常。根系发育良好、无严重病虫害危害，移植时根系或土球大小应为苗木胸径的 $8 \sim 10$ 倍。

灌木的质量标准：根系发达，生长茁壮，无严重病虫害危害，地径测量的部位出现膨大或干形不圆，则测量其上部苗干起始正常处，藤长自地径沿苗干量至顶芽基部。

草籽的质量标准：应注明品种、品系、产地、生产单位、采收年份、纯净度及发芽率，不得有病虫害。外地引进种子应有检疫合格证。注意要进行苗木成批检验。检验工作在原苗圃进行。苗木检验允许范围，同一批苗木中低于该等级的

苗木数量不得超过 5%。起苗前要充分浇水，补充苗木本身水分。运输途中，必须对苗木采取保湿、降温、通风、防日晒等措施；苗木运达目的地后，立即开包造林或假植暂存。起苗后苗木不能立即外运或栽植时，要迅速进行假植。秋季起苗、翌春栽植的苗木，应进行越冬性假植处理。

c) 植被播种

根据施工场地特点，做好植物栽种顺序的统筹规划，避免新移栽的植物由于后续栽植物对其造成破坏。优先考虑边坡植被恢复。

做好符合要求物种的筛选工作，按照进场顺序、数量、种类等需求，做到随时选苗随时栽种，避免植物长时间堆放。

种植穴、槽挖掘前，应向有关单位了解地下管线和隐蔽物埋设情况。

种植穴、槽的定点放线：栽植穴、槽定点放线应符合设计图纸要求，位置应准确，标记明显。栽植穴定点时应标明中心点位置。栽植槽应标明边线。定点标志应标明树种名称（或代号）、规格。植物定点遇有障碍物时，应与设计单位取得联系，进行适当调整。

栽植穴、槽挖出的表层土和底土应分别堆放，底部应施基肥并回填表土或改良土。

栽植穴、槽底部遇有不透水层及重黏土层时，应进行疏松或采取排水措施。

土壤干燥时应于栽植前灌水浸穴、槽。

边坡挖种植穴（槽）与削坡工程相结合。

挂网客土喷播见“8.2.1.2 边坡防护工程施工”章节。

植生带技术：清除坡面杂草和大块石以及其他杂物，坡面基本平整。制作好的植生带覆盖在边坡表面并用木钉加以固定。

d) 播种期的选择

结合工期，根据当地气候特点及实践经验确定最佳播种期。

e) 植被养护

根据植物习性和墒情及时浇水。

结合中耕除草，平整树台。

加强病虫害观测，控制突发性病虫害发生，主要病虫害防治应及时。

根据植物生长情况应及时追肥、施肥。

树木应及时剥芽、去蘖、疏枝整形。草坪应适时进行修剪。

花坛、花境应及时清除残花败叶，植株生长健壮。

绿地应保持整洁，做好维护管理工作，及时清理枯枝、落叶、杂草、垃圾。

对树木应加强支撑、绑扎及裹干措施，做好防强风、干热、洪涝、越冬防寒等工作。

8.2.2.4 灌溉工程施工

(1) 施工工艺流程

灌溉水源及蓄水、选择材料—工程施工及检验—渠道防渗输水灌溉工程、管道输水灌溉工程、喷灌工程、微灌工程。

(2) 施工方法

a) 测量放线

在熟悉设计图纸、资料及现场情况的基础上，了解设计灌溉系统沿途已有的平面及高程控制点分布情况。根据管道平面和已有控制点，并结合实际地形，做好实测数据整理，绘制实测草图，进场后对设计单位交接的水准点和导线点进行复核，以满足灌溉高程、设备安装、线型控制的精度。

b) 灌溉水源及蓄水

根据设计要求，选择相应的水源及蓄水工程。

c) 灌溉工程材料选择

对进场材料进行检查，满足设计施工要求，有正规生产厂家出具的配货单，需要抽样检验的检验合格。

d) 渠道防渗输水灌溉工程施工方法

参照本技术要求“排水工程施工”内容。

防渗渠道在经过村庄或人口密集区的渠段，应设置安全警示标志或必要的防护及救生设施。

渠道防渗输水灌溉工程应符合现行国家标准《渠道防渗工程技术规范》（GB/T 50600-2012）的规定。

e) 管道输水灌溉工程施工方法

①沟槽开挖

沟槽采用机械开挖成形、人工清底。按照设计断面进行水准测量，沿线增设临时水准点，并用水准导线同固定水准点连接，固定水准点的精度不低于 4 级；使用全站仪准确测距，其精度必须满足设计要求。沟槽开挖时，严格控制轴线及高程，沟底严禁欠挖，并做到不超挖，如局部超挖，使用中粗砂料填补并夯实。挖出的土应尽量堆在沟边的一侧，以便另一侧进行安装作业，堆土一侧的沟边应留出 0.5~1.0m 的通道。

②基槽槽底处理

槽底用人工清理，严禁挖至沟底设计标高以下，沟底埋有不易清除的块石等坚硬物体或地基为岩石、半岩石或砾石时，应铲除至设计标高以下 0.15~0.20m，然后铺上砂土整平夯实。

③管道敷设

管道敷设在沟底标高和管道基础质量检查合格后进行，敷设管道前要管材、管件等重新做一次外观检查，发现有问题的管材、管件不得采用。

敷设时将管材沿管线方向排放在沟槽边上，使用可靠的软带吊具吊运、放入沟内，平稳下沟，不得与沟壁或沟底激烈碰撞，插扣插入方向与水流方向一致，管道在沟槽内连接，接头处基底挖深部分应就地现挖，以使连接位置正确，且挖深部分必须用垫层料回填密实。

④管道试压

试压管道的长度，对无阀门等中间连接的管道控制在 1.0km 之内，对有连接件的管道根据其位置分段进行试压。

强度试验：管道的强度试验采用水压试验法，试验压力应符合规范的规定。

严密性试验：管道按《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB 50268-2008）进行管道严密性试验时，不得有漏水现象。

⑤管道清洗

在施工期间和施工后，应采取措施，防止有害物质进入管道。在管道投产使用前，必须进行清洗，以清除管道内的焊渣等杂物，清洗应用清水。与分段试压一样分段清洗。清洗时，以系统内能达到的最大压力和流量进行，直到出口的水色和透明度与入口目测一致为合格。

⑥沟槽回填

管道按要求标高及中心线敷设后必须尽快回填。回填土料主要为开挖时堆放在沟边的土方，要保证管顶埋深不小于 1m，土料来源除开挖土方外，可使用装载机从相邻地段借土或在沟外采土运至填筑地段。回填土中不应含有砾石、土块其他杂硬物体。

回填时，先将管下支承角范围内的肋角部分回填密实，其高度不得小于 0.2DN（DN 为管道的公称直径），然后用符合要求的原土回填管道两侧。每层回填密实后的厚度为 100~200mm，且必须从管两侧同时回填，同时夯实后再回填上一层，直至回填到管顶以上 0.3m 处。在回填中，运土、倒土、夯土时均不得损伤管节及其接口，不得出现管道移位、转动等现象。

在管道试压前，管顶以上回填土高度要大于 0.5m，并留出管道接头处 0.2m 范围内不进行回填。管道试压合格后，在管道内充满水的情况下进行大面积回填。

回填使用人工铁夯及蛙式打夯机，机械不得在管道上方行驶。

注意：采用移动式地面软管灌溉时，应有可靠水源，机、泵、管道配套合理，软管长度不宜大于 200m。给水栓应结构合理、坚固耐用、密封性好、操作灵活、运行管理方便，水力性能好。

管道输水灌溉工程除应符合现行国家标准《管道输水灌溉工程技术规范》（GB/T 20203-2017）的规定。

f) 喷灌工程施工方法

① 泵站机组的基础施工要求

站机组的基础施工应符合下列要求：

基础必须浇筑在坚实的地基上。

基础轴线及需要预埋的地脚螺栓或二期混凝土预留孔的位置应正确无误。

基础浇筑完毕拆模后，应用水平尺校平，其顶面高程应正确无误。

② 管道工程的施工要求

管道工程参照“8.2.2.4 灌溉工程施工”要求进行。

③ 设备安装

喷灌系统设备安装人员应持证上岗；安装用的工具、材料应准备齐全，安装用的机具应经检查确认安全可靠；与设备安装有关的土建工程应验收合格。

待安装设备应按设计核对无误，并进行现场抽检，检验记录应归档。

机电设备安装应符合国家现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收规范》(GB50231-2009)和《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》(GB 50254-2014)的规定；水泵与动力机直联机组安装时，同轴度、联轴器的断面间隙应符合国家现行标准《水利泵站施工及验收规范》(GB/T 51033-2014)要求；非直联卧式机组安装时，动力机和水泵轴心线必须平行；柴油机排气管应通向室外，电动机外壳接地应符合要求；电器设备安装后应进行对线检查和试运行。

竖管和喷头：喷头安装前应进行检查，其转动部分应灵活，弹簧不得锈蚀，竖管外螺纹无碰伤；支管与竖管、竖管与喷头的连接应密封可靠；竖管安装应牢固、稳定。

喷灌机：喷灌机安装前，应对安装所需用的工具和设备进行检查。工具、设备应良好、备齐。喷灌机部件应按照顺序摆放在安装的位置上，各部件应齐全、完整无损。喷灌机的安装必须严格按照使用说明书的安装顺序和步骤进行，必须待各部件组装完毕检查无误后再进行总装。安装时接头处应用密封材料密封，防止漏水、漏油。滚移式喷灌机的轮轴应用轮轴夹板固定，防止滑脱；整条管线的喷头安装孔应对准在一条直线上。绞盘式喷灌机在试运行调整喷头小车的行走速度时，不得使喷洒水在地表产生径流。带移动管道的轻小型喷灌机的安装，应首先将喷灌机的进水管和供水管的供水阀连接好。喷灌机安装完毕后应先检查各部件连接状况，螺栓应紧固到位，各部件不得漏装、错装，电控系统接线应正确可靠。柴油机、发电机、水泵的安装均应符合要求。

④管道水压试验

管道安装完毕填土定位后，应进行管道水压试验并填写水压试验报告。对于面积大于等于 30hm^2 的喷灌工程，应分段进行管道水压试验。

管道水压试验包括耐水压试验和渗水量试验。若耐水压试验合格，即可认定为管道水压试验合格，不再进行渗水量试验。

渗水量试验：实际渗水量不大于允许渗水量即为合格；实际渗水量大于允许渗水量应修补后重测，直至合格为止。

g) 微灌工程施工方法

①管网施工

应按施工放样轴线和槽底设计高程开挖，干、支管槽宽不宜小于 50cm。

应清除管槽底部石块杂物，并一次整平。

管槽经过岩石、卵石等硬基础处，槽底超挖不应小于 10cm，清除砾石后再用细土回填夯实至设计高程。

开挖土料应堆置管槽一侧。

固定墩坑、阀门井开挖宜与管槽开挖同时进行。

管及管件安装过程中应在管段无接缝处先覆土固定，待安装完毕，经冲洗试压，全面检查质量合格后方可回填。

回填前应清除槽内一切杂物，排净积水，在管壁四周 10cm 内的覆土不应有直径大于 2.5cm 的砾石和直径大于 5cm 土块，回填应高于原地面以上 10cm，并应分层轻夯或踩实。

回填必须在管道两侧同时进行，严禁单侧回填。

②设备安装

微灌工程首部枢纽、输配水管网、灌水器等设备安装应具备以下条件：安装前工作人员应全面了解各种设备性能，熟练掌握施工安装技术要求和方法；安装用的各种工具、设备和测试仪表应准备齐全；计划安装设备的有关土建工程经检验已合格；待安装的设备应保持清洁。

对安装设备器材的要求：按设计文件要求，全面核对设备规格、型号、数量和质量；按标准规定抽检待安装的灌水器、管和管件，严禁使用不合格产品。

管道安装应符合以下要求：管道安装应按干、支、毛管顺序进行；按设计要求将管道平顺放入槽内，不得悬空和扭曲；塑料管不得抛摔、拖拉和暴晒，安装期宜集中；塑料管道与道路交叉处埋深不应小于 70cm，并应加保护管。

阀门、管件安装规定：法兰中心线应与管件轴线重合，紧固螺栓齐全，能自由穿入孔内，止水垫不得阻挡过水断面；干、支管上安装螺纹阀门时，一端应加装活接头；管件及连接处不得有污物、油迹和毛刺；不得使用老化和直径不合规的管件。

h) 其他要求

①工程现场应设置施工测量控制网，并应保留到施工完毕。放线从首部枢纽开始，定出建筑物主轴线、机房轮廓线及干、支管进水口位置，用经纬仪从干管出水口引出干管轴线后再放支、管线，并标明各建筑物设计标高。主干管直径段

宜：每隔 30m 设一标桩；分水、转弯、变径处应加设标桩；地形起伏变化较大地段，宜根据地形条件适当增设标桩。由于中心线桩在施工中要被挖掉，因此在不受施工干扰、施测方便、易于保护的地方测设施工控制桩，测设中心线方向控制桩采用延长线或导线法，测设附属构筑物位置控制桩采用交会法或平行线法。施工过程中的测量主要是槽底高程的确定，机械开挖后，采用跟机测量，随挖随测，杜绝超挖现象，确保槽底高程设计要求，管道安装前进行复核，发现问题及时处理，使管底高程控制允许偏差范围内，每天测量工作开始前，都要进行毗邻水准复核测量。

②水源工程、首部枢纽工程及管道工程的基础尺寸和高程应符合设计要求；预埋铁件和地脚螺栓的位置及深度，孔、洞、沟及沉陷缝、伸缩缝的位置和尺寸均应符合设计要求；地埋管道的沟槽及管基处理、施工安装质量应符合设计要求。

③基坑开挖、排水及基础处理开挖时必须保证基坑边坡稳定，若不能进行下道工序，应预留 15~30cm 土层不挖，待下道工序开始前再挖至设计标高，必要时可在基坑内设置明沟或井点排水系统，排走坑内积水。山丘地区开挖土石方，按《土方及爆破工程施工规范》（GBJ50201-2012）有关规定执行。基础处理应按设计要求进行。

④建筑物砌筑混凝土、砌石、砖石建筑物施工，可参照《给水排水构筑物施工及验收规范》（GBJ 50141-2008）有关规定执行。

⑤回填砌筑完毕应待砌体砂浆或混凝土凝固达到设计强度后再回填。回填土应干湿适宜、分层夯实，与砌体接触紧密。

⑥施工暂停时应采取下列保护措施：机泵、阀门等设备应放在室内，在室外存放必须置于高处，严禁暴晒、雨淋和积水浸泡；存放室外的塑料管及管件应加盖防护，正在施工安装的管道散开端应临时封闭；应切断施工电源，妥善保管安装工具。

⑦各项检验资料应全部归档保存。

⑧施工中应注意防洪、排水、保护农田和林草植被，做好弃土处理。

⑨应检查设备选择是否合理，安装质量是否达到本规范的规定并应对机电设备进行启动试验。

⑩应检查工程的试运行情况，并宜对各项技术参数进行实测。

8.2.2.5 土地复垦工程施工

(1) 农用地复垦工程施工

农用地复垦工程施工应依据周边地形地貌，结合其他施工工程进行。

a) 施工工艺流程

测量放样—地表清理—场地平整及检测—表土回复。

b) 施工方法

①测量放样

复核地面高程：施工单位进场后，测量人员在地块附近设置控制测量标桩，对地块高程进行复核，并与设计原地面高程进行对比是否符合，如存在较大差错时，应请示建设单位和监理单位进行复核。

施工放样：在施工前按设计图纸或建设单位要求进行放样，控制好每个地块的边界与高程。

②地表清理

施工单位进场做好施工准备工作后，先安排清除挖填区内沟底平面、坡面表层杂土、树木、树桩、废渣以及原地面以下的墓穴、井洞、树根等障碍物，拆除障碍后所留下的坑穴人工处理夯实原土基层，用现场土回填夯实，尽量保护施工区域以外的天然植被。参见《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)。

③地块平整及检测

详见《土地整治项目规划设计规范》(TD/T 1012-2016)。

(2) 建设用地复垦工程施工

建设用地复垦工程施工技术要求参考本技术要求“农用地复垦工程施工”，满足设计平整度、地基承载力、防洪等技术要求，通过整治施工达到建设用地复垦质量标准。

8.2.2.6 道路工程施工

(1) 施工工艺流程

施工前准备工作—挖方路基—填方路基—土方路基、石方路基、桥涵填土—手摆片石基层、级配碎石基层、泥结碎石路面、涵洞挡土墙和护坡的基底处理、砌体、圆管涵、盖板涵、拱涵。

（2）施工方法

a) 测量放样

线路施工的主要控制点应设置控制桩和护桩。中心桩的间距宜为 20m，曲线部分应为 10m，特殊地形可加密。

施工中应保护测量标志，当无法保留时，应设置保护桩，将测量点移至路基范围以外。

开工前应对盖板、墩台等构筑物的中线、平面位置和标高进行检查。

b) 挖方路基

路基土方开挖应符合下列规定：挖土不得从底部掏挖，应从上到下分层、分段依次进行，并应做成一定的坡势，以利泄水；根据工程特点，土方的开挖可采用平面开挖法、拉槽开挖法、分层开挖法三种方式；在含水量较大的地段挖路堑时，应采取换土、填块石、砾石、爆岩等方法进行处理。

石方路堑开挖应根据岩石性质、地形、工程量大小及施工条件选择合理的施工方法：松石可直接用机械开挖，其他类岩石应先爆破、后开挖；开挖高度大于 5m 时宜采用深孔爆破；开挖高度小于 5m 时宜采用浅孔爆破。

石方路堑上边坡应稳定，不得有危石；边坡宜采用光面爆破或预裂爆破。

c) 填方路基

1) 土方路基

填筑路基的土质应符合设计要求，宜利用挖方地段的土方。

路基的基底处理和填筑应符合以下规定：基底上的树墩及主根应拔除，坑穴应清除积水、淤泥和杂物，并应分层回填夯实。三类以上土质且地面坡度不大于 1:10 时填方可不清除基底上的草皮，但应割除长草。在稳定的斜坡上填方，当坡度为 1:10~1:5 时，应清除基底上的草皮；当坡度大 1:5 时，应将基底挖成台阶型，台阶宽不应小于 1m。

填方基底为耕植土或松土时，应将基底碾压密实。

2) 石方路基

不易风化的石块填筑时，路基顶面下 1.2m 内应分层填筑，其他部分可倾填，路基顶面下 30cm 内不得使用粒径大于 15cm 的石块填筑。

用易风化的石块填筑路堤时，应分层填筑并压实。

土石混合填筑时，每层厚度不应大于 50cm，并应整平后压实。当含石量小于 30%时，应按土方碾压方法压实；当含石量大于 30%时，应按石方碾压方法压实。

石方路基填筑后，可用 15t 振动压路机碾压 4~6 遍。

石方路基填筑不具备碾压条件的，应开放行车 1 年或 1 个雨季的自然沉降后方可进行结构面和面层施工。

①手摆片石（或块石）基层

片石（或块石）的石料应质地坚硬、无裂纹，宜有一对平行面。

施工前应检查下承层，并应符合下列规定：在直线段 20m、曲线段每 10m 应设一中线桩。应标出基底层设计高程。应标出片石（或块石）铺筑宽度，并应设置边线桩。

人工摆砌片石（或块石）时，应自路基边缘逐步向中心排砌，大石块宜铺在路基边缘，小石块宜铺在路基中部。

铺砌时，大面应朝下，小面应向上，石块应直立，彼此应摆砌紧密。石块的长边宜与中线垂直，并相互错缝。相邻石块高差不应超过 3cm。

石块铺完后，用碎石填嵌缝隙，将石块楔紧。铺砌与填嵌两个工序应相距 1~2m 平行进行；石块经填嵌后，若还有小的缝隙，可用石屑进行二次嵌缝。

②级配碎石（或砾石）基层

施工前应修整下承层，并应利用路基范围外的控制点恢复中线高程和路基宽度。

集料的松铺系数（混合料的干松密度与干压实密度之比）或压实系数应通过试验确定。

集料应均匀摊铺，表面应平整，并应具有规定的路拱。

摊铺后，应检查松铺集料的厚度是否符合设计要求，若未达到要求，应进行补集料（或减集料）工作。

未筛分碎石摊铺平整后，若环境较潮湿，应将石屑摊铺在已摊铺的集料上，用机械或人工撒布。

路基集料的摊铺与拌和应符合下列规定：平地机拌和时，作业段长度宜为 300~500m，宜拌和 5~6 遍；人工拌和时，应根据施工条件而定，作业段长度

宜为 50~100m；拌和时应用洒水车或人工洒水；混合料应拌和均匀，无粗细集料离析现象。

初平后的路段宜用推土机、平地机或轮胎式压路机快速碾压一遍。

搅拌均匀的混合料应按规定的路拱进行整平和整形，在整形过程中，任何车辆不得通行。

整形后当混合料的含水量等于或稍大于最佳含水量时，应立即用 12t 以上三轮压路机、轮胎式压路机或振动压路机进行碾压，碾压时应符合下列规定：直线段应由两侧路肩向路中心碾压；有超高的路段应由路内侧路肩向外侧路肩进行碾压；碾压时，后轮应重叠 1/2 轮宽，后轮应超过两段的接缝处，可碾压 6~8 遍，并应达到设计要求的密实度。

用 12t 以上三轮压路机碾压时，每层碾压厚度宜为 18~20cm；用重型振动压路机和轮胎压路机碾压时，每层厚度宜为 25~30cm。压路机不得在碾压路段上调头或急刹车。两段作业的衔接处应搭接拌和，第一段拌和后，应留 5m 不碾压，第二段施工时，应将前段留下未碾压的部分重新拌和，并应与第二段一起碾压。

③泥结碎石路面

路面所用碎石应石质坚硬、表面粗糙、有棱角、颗粒形状接近立方体，其中含扁平、条状颗粒不宜超过 20%。采用轧碎砾石时，应选用石质坚硬、强度相同且圆滑颗粒较少的材料。

黏土应选用黏性大、渗透性小、不含腐殖质或其他杂质的黏土，塑性指数宜为 15。黏土用量应根据碎石颗粒尺寸、碾压情况在现场通过试验确定，宜为碎石干重量的 8%~12%，最大不超过 15%。

灌浆法施工应符合下列规定：施工段长度宜为 10~20m，碎石应堆放在路基（或路槽）内，黏土堆放在路肩上；调制泥浆前应将黏土捣碎，泥浆的水土比应符合设计要求，并宜以 1:1~1:0.8 的体积比配制；泥浆中掺入石灰时，应将石灰消解石灰浆，然后石灰浆与泥浆选定的配比制备石灰黏土浆。石灰宜为土重的 8%~12%；碎石应铺撒均匀，不得局部含有过多细料。当使用一种规格的碎石时，应按规定的松铺厚度一次铺撒；当使用两种规格的碎石时，应将粒径大的碎石铺在下面；确定碎石的铺松厚度时，应满足压实系数为 1.2~1.3 的要求；应

先用轻型压路机初压，以压至碎石不松动为止；浇灌泥浆应均匀，泥浆应灌满碎石空隙，浆面应与碎石面一致，碎石棱角应暴露于浆面之上；灌浆1~2h后，当泥浆已完全灌满碎石空隙，且表面尚未干时，应立即均匀铺撒嵌缝料；嵌缝料铺撒后应用中型压路机碾压6~8遍，并应随扫随压；两作业段的衔接处应搭接拌和，第一段拌和后，留3~5m不碾压。第二段施工时，应与前段留下未压部分重新拌和后碾压，然后再灌浆。

拌和法施工应符合下列规定：施工段长度宜为10~20m，按该长度计算材料用量，并应将碎石放在路基上，黏土放在路肩上；碎石应均匀撒铺在路基或路槽上；黏土捣碎应均匀铺撒在碎石上，不得局部过多或过少；用耙齿、铁锹等工具将碎石和黏土均匀拌和并铺平，混合料的压实系数宜为1.2~1.3；用人工均匀洒水，洒水量应通过试验确定；洒水后应稍加整平，待表面稍干、土不粘滚筒时再进行碾压，直至密实为止。

④涵洞、挡土墙和护坡的基底处理

在未风化的岩层上砌筑基础时，应将岩面上的淤泥、苔藓及杂物清理干净，若发现裂缝，应用水泥砂浆灌注。

在风化的岩层上砌筑基础时，应在基础尺寸范围内凿除已风化的表面岩层，在砌筑完基础后，应立即将基坑填满、封闭。

当基底为黏土层时，应在基底修平、夯实后砌筑基础，不得暴露时间过长或浸水过久。

对于碎石类或砂性层基底，应将基础承重面修平，当基底渗水时，应将水排至坑外；在含水量稳定的土质中，可先在基底铺一层25cm的片石或碎石，再砌筑基础。

基础岩层若倾斜，应将岩面凿平或凿成台阶，使承重面与重力垂直。

当地基处于软弱层时，应采用换土、压实、打桩等方法处理后，方可砌筑。

⑤砌体

片石（或块石）应坚硬、均匀、无裂纹且不易风化。片石（或块石）在使用前应清除表面泥土等杂质，片石规格满足设计及规范要求，用作镶面的片石，应选择表面较平整的石块，并应稍加修凿；用作镶面的块石，外露面应稍加修凿。

石灰宜熟化成石灰粉或石灰膏，并均应通过网筛过滤。石灰膏应在沉淀池储存 14d 以上。

在砌筑基础时，应将基底表面浮土、杂物清除干净后再坐浆砌筑；基础为岩石时，应先湿润再砌筑。砌筑片石（或块石）基础的第一层时，石块应坐浆，大面向下。基础的扩大部分做成阶梯状时，上层的石块不应小于压砌下层石块的 1/2，相邻的石块应相互错缝搭砌。片石（或块石）应分层砌筑，若砌体较长时，可分段、分层砌筑，两相邻工作段的砌筑高差不宜超过 1.2m，分段位置应设置在沉降缝或伸缩缝处。各段水平缝应一致，各层竖缝应错开，不得上下贯通，错开距离不应小于 8cm。片石砌缝宽度不应大于 4cm；块石砌缝宽度不应大于 3cm。各砌筑层应先砌外圈（或外排）定位，然后再砌里层，外圈（或外排）应与里圈（或里排）石块交错连成一体，里圈（或里排）分层应与外圈（或外排）一致；外圈（或外排）定位和转角面应选择较为方正、尺寸较大的石块。各层石块应安放稳固，相互咬接，砌缝应砂浆饱满，黏结牢固，但不得直接贴靠或脱空。铺砌时，底浆应铺满，竖缝砂浆应先在已铺砌的石块侧面铺放，待石块安放好后填满捣实。较大的石块应置于砌体下层，每层石块的高度宜相同。

挡土墙宜每隔 10~15m 或在地质、地形发生变化处设置伸缩缝或沉降缝，沉降缝或伸缩缝宽度及缝中填料应符合设计要求，可灌填沥青或沥青麻丝板。缝内不得有其他杂物。

干砌护坡、锥坡应在坡面拍实整平后铺砌，外露面积及顶边口选用较平整并略加修凿的石块，铺砌应紧密、稳固、表面平整，但不得使用小石块塞垫或找平。干砌片石护坡，锥坡勾缝时，应待坡体土方稳定后再进行，可做成平缝。

八字墙、翼墙等砌体应平顺，坡度、垂直度均应符合设计要求。

片石（或块石）砌体勾缝宜采用凸缝或平缝。

浆砌片石（或块石）砌体应在砂浆初凝后，覆盖养护 7~14d，在此期间应避免承重、碰撞或振动。

⑥盖板涵

盖板的浇筑应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）的有关规定。

预制盖板时，应注意检查上下面的方向，斜交涵洞应注意斜交方向，避免发生反向错误。

安装盖板应满足下列要求：盖板的混凝土强度应达到 70% 时，方可搬运及安装；安装前应检查成品的尺寸是否符合要求；盖板安装后，吊装孔应以砂浆填塞，吊环应进行锯、割处理。

涵身应顺直，涵底铺砌应紧密平整，流水畅通。

进出水口应与上下游沟槽连接圆顺，无阻水现象。

帽石及八字墙应平直，坡度应符合设计要求，无翘曲现象。

（3）其他要求

施工过程中若发现坡体下滑迹象，应暂停施工，将人员、机械撤至安全地点，通知建设单位和设计单位协商处理；并应根据坡体下滑迹象设置监测点，随时监测坡体平面位移和沉降变形记录。

道路路基在荷载作用等不利因素影响下，应满足设计强度和稳定性。

路基边坡应稳定，需加固时应符合边坡加固相关技术要求及规定。

道路可沿设计路线贯通毛路，无临时上山道路时，路基施工宜采用半幅路宽的施工方法。

路基土石方完工后，应进行全线测量。

路基工程竣工后应检查：路基宽度、路基纵断面标高、路基的平面位置、边坡坡度、边沟的几何尺寸、土方路基的压实度、各类隐蔽工程。

8.2.3 生态环境保护工程

8.2.3.1 生态空间保护

（1）生物生境保护

①严格控制林、草地占用和砍伐范围，制定植被保护、恢复以及森林防火、隔离方案和措施。

②对珍稀、濒危和有重要经济价值的野生动物及其栖息地、繁殖地和迁移通道等进行重点保护。对野生保护动物迁徙活动产生影响时，可根据工程特点和受保护动物特性，选用平交式、跨越式或涵洞式等形式设置迁徙通道，确定通道数量、位置、结构形式和工程内容、工程量。

③保护修复区及影响范围内的林木，严格控制林木损毁数量，在不影响工程安全和治理效果的前提下，尽量予以保留。对珍稀、濒危、特有植物、古树名木、天然林等产生影响时，可根据影响范围和程度，采取以下就地或移植保护或避让等措施。

围栏或砌垒树池应综合考虑树冠垂直投影和树木根系延伸状况，确保工程施工和开发利用不会对其生长产生不良影响。

确定移栽种类、数量、时间、位置、工程量及栽培管理方案和措施。

围栏应确定位置、长度、形式、规模、工程量等。

④工程施工可能造成地下水漏失或对地表生态环境、居民生产生活用水产生严重影响时，应超前采取灌浆防渗等水资源保护和水污染防治措施。

（2）土地资源保护

①修复工程应尽量不占或少占用耕地，避让永久基本农田保护区和主要经济作物区，采取围挡、隔离等措施有效保护土地资源。

②修复工程占用耕地、园地、林地和草地等，应优先制定表土剥离、保存、利用方案和措施。施工结束后应按原土地性质恢复利用。

③修复工程应在技术经济比较的基础上，合理选择取、弃土场位置及取、弃土方式；通过土石方调配平衡计算，严格控制取、弃土（渣）场的规模和数量，保护土地资源。

④修复工程用地应永临结合，宜利用荒地、劣地。对工程临时用地（含施工道路）应进行复绿或复垦设计。临时占地恢复措施包括种植固氮植物、施肥、灌溉、土壤改良等。

（3）水土保持

①修复工程应选择植物防护或植物与工程防护相结合的措施进行水土流失防治。在保证工程安全稳定的前提下，优先选择植物防护措施。

②修复区排水系统应根据汇水面积、地形、地貌、降雨、水文、地质特征等因素确定设置位置、排水方向和过水能力，与具备排水能力的区外排水系统顺接，减少表土扰动和水土流失。

③施工产生的泥浆、钻渣应经沉淀池处理后运至指定场地处置。

④临时工程水土流失防治应符合下列规定：

临时工程场地周边应设置排水沟，在其下游出水口处设置沉淀池。

裸露地表和临时堆放渣土应有临时覆盖措施，防止大风扬尘和雨水冲刷造成水土流失。可采用土工布、塑料布、抑尘网或绿化覆盖等措施。

临时场地拆除后应采取土地整治和绿化措施进行恢复利用。占用耕地的应进行复耕。

⑤取土（石、料）场、弃土（石、渣）场水土流失防治应符合下列规定：

取、弃土前应先将表土集中堆存，取、弃土结束后，再将表土利用。

取土场形成的裸露边坡应结合工程防护采取恢复植被措施；坡脚易受水流冲刷区应采用工程护坡；边坡高度大于 4m，坡度大于 1：1.5 时，宜采取先削坡开级、后植被恢复措施。

取土场坡顶以外设挡水土埂或截水沟拦截来水；坡面和坡脚宜设置平台和坡脚排水沟，排除坡面径流；在取土场下游排水沟外侧设置临时拦渣带。

弃土（石、渣）应综合利用，确需废弃的应设置专用存放地并采取防护措施。

弃土（石、渣）场应结合地形、地质、水文等条件，修建拦渣工程。

取、弃土场坪、坡面应设计完善的排水系统，顺接引入当地排水沟、渠或管网。

取、弃土后的场坪、坡面应采取植物或植物与工程相结合的防护措施。宜根据其土地质量、灌溉条件、气候特征、生产功能及规划情况等合理确定土地利用方向，按照相应的技术指标和质量标准进行土地复垦。

⑥修复工程不应阻隔对湖泊、水库、湿地等地表径流汇水补给。

（4）生态功能提升

①修复工程采取植物工程措施恢复生态环境，与自然环境及周围景观相协调。宜选用常绿、落叶、阔叶、针叶复合混交植物进行绿化。栅栏和围（挡）墙宜采用藤本覆盖或高绿篱遮挡。提高植被覆盖率、生物质量和生态服务功能。

②取土（石、料）场、弃土（石、渣）场边坡和场坪具备绿化条件时应采用植草或灌、草结合的方式进行绿化与景观建设。

③遏制湿地资源退化，强化水质提升，保护生物多样性和珍稀动植物资源。

④开展水土污染综合防治，优化种植结构，提高土地生产力和生态承载力，保护自然景观，恢复原生植被和地形地貌景观，提高生态环境质量。

8.2.3.2 水污染防治

(1) 地表水污染防治

①工程施工、生活污水宜集中处理，有组织排放或循环使用。排放口的设置应符合相关规定。

②受有毒有害物质污染的地面及存储、堆放有毒有害物质场地的浸淋水、初期雨水和含有各种有毒有害物质的废水，应经具有防渗漏措施的收集系统收集和处理。

③砂石料加工、混凝土拌和产生的废水宜采取沉淀处理。根据加工或拌和位置结合地形布置沉淀池，根据废水量、泥浆负荷等参数确定沉淀池规模、容积、沉淀时间、泥浆量等。沉淀池大小约为日废水产生量的 2 倍，沉淀时间一般不小于 2h。对碱性废水应加酸性物质中和，提出选用的药剂、数量及搅拌方法。泥浆沉淀后应及时清理，宜采用自然干化或集中收集对泥浆进行处置。废水处理后的清液可回用，废、污水处理排放应符合国家标准和受纳水体水质目标要求。

④生活和施工产生的污水排放应符合《污水综合排放标准》（GB 8978）规定。严禁使用渗井、渗坑、裂隙、溶洞排放污水。用于农田灌溉时应符合《农田灌溉水质标准》（GB 5084）的规定。

⑤地表径流不应直接排入饮用水体和养殖水体。修复区与饮用水体应采取绿化带或其他隔离防护措施，拦截污染物直接进入水源保护区。

⑥地表水回收利用其水质应满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920）的要求。

(2) 地下水污染防治

①提高矿山废水综合利用率，减少有毒有害废水排放，防止水土环境污染；采取污染源阻断隔离工程，防止固体废物淋滤液污染地表水、地下水和土壤；采取堵漏、隔水、止水等措施防止地下水串层污染。

②将污染源从地下水防污能力较弱的区域内清理出去。可在污染矿山中建立污水(物)处理系统，或构建三废资源化系统，将废弃的有害、有毒物质回收或者再利用。

③清除土壤、包气带及地下水中的污染物。将富集的污染物连同土壤一起挖出运走另行处理，回填未污染的土壤或填充物。对于距离水源地较近或污染浓度

过高难以通过天然净化作用去除有害有毒组分的地下水，可考虑抽水净化的办法。在地下水径流强度较大地区，也可考虑利用淋滤冲洗法和化学处理法清除土壤包气带和地下水的污染物。

④改变污染物的迁移路径。可将现有污染源搬到地下水防污能力较强的地段，或者移至地下水局部流动系统的汇区以减小其扩散能力；也可以对现有污染源做好防渗漏处理，切断对地下水的污染途径。

⑤增强地区环境的净化能力。可设置反应性渗透墙，或者利用地表植物吸纳功能和坑塘、湿地的自净作用，使地表污染物在经过土壤或地表水体下渗途中被拦截、吸收。

8.2.3.3 固体废物污染防治

（1）固体废物污染防治应符合《环境保护法》、《固体废物污染环境防治法》等法律法规和有关技术标准的规定。遵循资源化、减量化与无害化的处理原则，对固体废物按生活垃圾、建筑垃圾和危险废物分别堆存和处置，做好垃圾分类。

（2）施工期生活垃圾处置措施应符合《生活垃圾填埋污染控制标准》（GB 16889）等法律法规和技术标准。工地应设置生活垃圾收集系统，统一收集运送。根据垃圾产生量和外运能力确定收集系统的容量、设施及处理方式。

（3）建筑垃圾应优先进行资源化利用，不能利用的废弃物宜按渣土、废砖瓦、废混凝土、废木材、废钢筋等分类处置或填埋。建筑垃圾填埋应符合相关规定。

（4）危险废物处置应根据危险废物种类、分布和数量，按《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597）、《危险废物填埋污染控制标准》（GB 18598）等有关危险废物处理规定，提出堆存方式和处置方案。

8.2.4 新技术新方法

鼓励采用新技术、新工艺、新材料和新设备。施工中采用的新技术、新工艺、新材料、新设备，应确定施工方法及质量控制要点，按有关规定进行试验、鉴定及评审、备案。对首次采用的新工艺进行评价，制订专项施工方案，报监理单位

核准。例如：仿自然地貌修复技术、植物与微生物修复技术等，可组织专家进行专项论证后开展施工。

8.3 成果编制

8.3.1 工程竣工图

应根据工程项目竣工后实测地形图进行编制。竣工图内容及编制要求如下：

- (1) 治理分区，并与原设计进行对比。
- (2) 工程竣工平面图与剖面图，在图上标明所有工程内容，说明其工程量，并与原设计进行对比。
- (3) 标明工程的开工、竣工日期。
- (4) 详述各区治理效果，并辅以照片加以说明。
- (5) 竣工图编制责任人与签章齐全。
- (6) 竣工图测量成果齐全。

8.3.2 竣工总结报告及附件资料

8.3.2.1 竣工总结报告

施工单位按如下编制的要求完成工程项目竣工总结报告。竣工总结报告应重点说明项目来源、组织建设程序、实际完成工作量、工程质量检验评定、工程档案、资金使用、初步验收意见等内容，经项目负责人签字、承担单位法定代表人审核、签字，并加盖单位公章。

竣工总结报告编写提纲：

1. 工程建设概况和合同履行情况

1.1 工程概况

1.1.1 各参建单位

1.1.2 工程治理方案

1.1.3 分部、分项工程数量及设计与实际工作量对比

1.1.4 工程施工进度

1.2 合同履行情况

1.2.1 合同主要内容

1.2.2 本工程主要合同履行情况

1.2.3 工程预算与实际完成投资的说明

2. 有关工程质量法律、法规和工程建设标准的执行情况

2.1 本次治理工程建设标准和执行的法律法规文件

2.2 工程验收执行的法律法规文件

3. 设计变更与实施情况

4. 施工过程中发生的质量问题、质量缺陷及其相应的处理措施，遗留的质量问题对工程质量的影响

5. 关键部位、重要工序、主要施工材料的质量控制措施落实及施工过程中的自检情况

5.1 对关键部位、重要工序质量控制措施落实情况

5.2 主要施工材料的质量控制落实情况

5.2.1 材料供应简述

5.2.2 材料送检情况

6. 工程资料的自检情况

7. 工程质量的总体评价

8.3.2.2 附件资料

(1) 竣工报告主要包括项目施工合同，工程施工进展情况及完成的主要实物工作量，工程施工资金使用、进度、质量控制情况，项目实施的效果，存在的问题及建议等。

(2) 工程项目概况表、工程立项批准文件和总体规划审查意见及批准文件等。

(3) 工程项目勘查、施工图设计（含变更设计）及其审查意见和批准意见（附专家签名表）。

(4) 工程项目中标通知书、项目合同。

(5) 工程项目单位资质证书与主要人员的职业资格证书复印件。

(6) 工程质量竣工验收评定资料，质量保证资料核查表、分部分项质量评定汇总表、单位工程质量验收汇总表。

(7) 施工单位的工程质量保证书（工程后期维护内容和范围、维护期、植被后期养护实施方案与保证措施）。

(8) 开、竣工报告，施工组织设计（实施方案），施工日志，工程施工技术管理资料（施工验收记录、工程材料及施工质量证明文件），工程量申报及批准资料，工程变更申请与批准资料。

(9) 重大质量事故处理资料。

(10) 与工程有关的影像图片资料（包括项目实施前后对比、分部分项工程、工序、隐蔽工程、现场检测试验及监理验收、工程验收影响图片资料等，制作影像图片说明，整理成册）。

9 竣工验收

9.1 基本规定

矿山生态修复方式包括人工修复、自然修复、转型利用三种。人工修复需要实施生态修复工程，是验收的重点。

矿山生态修复工程的验收分为初步验收和竣工验收（终验）；对自然修复和转型利用的矿山可简化阶段，只进行终验。

在矿山生态修复治理工程验收前，应完成施工现场质量管理应采用相应的施工技术标准，健全的质量管理体系、施工质量检验制度和综合施工质量水平评定考核制度。施工项目应有施工组织设计、施工技术方案和安全文明措施，并经审查批准。

施工现场质量管理可按本文件附录 9 的要求进行检查记录。

9.2 施工质量控制

矿山生态环境治理项目应按下列规定进行施工质量控制。

9.2.1 工程所用主要材料、产品、设施和设备应进行现场验收。对涉及矿山安全、环境保护的主要材料、产品、设施和设备应按相关专业工程质量验收规范进行复检，并经监理工程师检查认可。

9.2.2 各工序应按相应的施工技术标准进行质量控制，每道工序完成后，应进行检查，符合设计要求后再转入下一道工序。

9.2.3 相关各专业工程之间，应进行交接检验，并形成记录，未经监理工程师检查认可，不得进行下道工序施工。对关键工序的检验，应由总监理工程师、设计单位和项目承担单位项目负责人共同检查认可，并形成记录。

9.2.4 因现场因素改变，与原设计存在较大差异，并可能影响到工程质量，项目施工单位须向现场监理及时反映，并向设计单位提出设计变更要求，设计单位须及时做出设计变更。

9.3 质量验收程序

9.3.1 工程质量的验收与评定应包括竣工初步验收及竣工验收（终验）两个阶段。

竣工初步验收：由监理单位总监理工程师组织各专业监理工程师，依据有关法律、法规、工程建设强制标准、设计文件、施工合同，对施工单位报送的竣工资料进行审查，并对工程质量进行预验收。对存在的问题，应及时要求施工单位整改。整改完毕后，由总监理工程师签署工程竣工报验单，并在此基础上提出“工程施工质量评估报告”，报送建设单位。由建设单位报送自然资源主管部门进行初步验收。

竣工验收：建设单位收到工程竣工验收申请后，对符合竣工验收要求的工程，组织勘察、施工、设计、监理等单位和其他有关方面的专家组成验收组，制定验收方案。

9.3.2 工程施工质量应符合本文件和相关专业验收规范的规定。

9.3.3 工程施工应符合设计文件的要求。

9.3.4 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。

9.3.5 工程质量的验收均应在施工单位自行检查评定的基础上进行。

9.3.6 隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位及时通知有关单位进行验收，并形成验收文件。

9.3.7 涉及矿山安全、环境保护的产品及有关材料，应按规定进行见证取样检测。

9.3.8 检验批的质量应按主控项目和一般项目验收。

9.3.9 对涉及矿山安全、环境保护的重要分项、分部工程应进行抽样检测。

9.3.10 承担见证取样检测及有关工程安全检测、监测的单位应具有相应资质。

9.3.11 工程的观感质量应由验收人员通过现场检查，并应共同确认。

工程中出现检验不合格的项目时，应按以下规定处理：

原材料、中间产品一次抽样检验不合格时，应及时对同一取样批次另取两倍数量进行检验，如仍不合格，则该批次原材料或中间产品定为不合格，不得使用。

单元（工序）工程质量不合格时，应按合同要求进行处理或返工重做，并经重新检验且合格后方可进行后续工程施工。

混凝土（砂浆）时间取样检验不合格时，应委托具有相应资质等级的质量检测单位对相应工程部位进行检验，并提出处理意见。

工程完工后的质量抽检不合格，应委托具有相应资质等级的质量检测单位对相应工程部位进行检验，并提出处理意见。

工程完工后的质量抽检不合格，或其他检验不合格的工程，应按有关规定进行处理，合格后才能进行验收或后续工程施工。

对于不合格工程的返修（加固）与返工，应由原设计单位给出施工方案（包括施工图），若原设计单位不符合要求，应重新选定。对涉及矿山安全、环境保护的重要分项、分部工程应经专家审查通过后实施。

9.4 矿山生态修复工程验收阶段的划分

矿山生态修复工程质量验收阶段划分为竣工初步验收、竣工验收（终验）两个阶段，自然恢复和转型利用的矿山治理工程经组织竣工验收单位批准后可简化阶段，只进行终验。

9.4.1 竣工初步验收

治理工程完成后，施工单位应对工程质量进行全面自检和评定，自检合格后报监理单位（监理总工程师）检查和评定，在监理单位（监理总工程师）检查合格的基础上，报项目承担单位提出竣工初步验收申请（附录 10）。由项目承担

单位组织专家成立验收小组，施工、监理、设计等相关单位项目负责人参加成立验收组，共同参加检查验收，形成竣工初步验收意见（附录 11）。

竣工初步验收时，应提交以下资料：

- （1）项目立项批准文件；
- （2）经批准的项目设计文件，项目设计变更及批准文件；
- （3）项目招投标记录、中标通知书及有关合同；
- （4）工程参建单位相应的资质复印件（与原件一致）；
- （5）开工报告、施工组织设计、专项施工方案、施工日志、实验检验报告、隐蔽工程验收意见（或记录）、关键工序检验记录、重点工程的原始施工记录、工程竣工图、施工总结等；
- （6）项目监理方案、监理日记、监理总结报告；
- （7）工程施工质量评定报告及验收评定表；
- （8）重大质量事故处理资料；
- （9）工程进度款支付和费用调整依据，工程结算报告；
- （10）治理工程项目竣工总结报告；
- （11）与工程有关的影像、图片等多媒体资料和成果数据库；
- （12）其他必须提供的有关文件。

项目试运行达到一个水文年或管护期结束时，项目承担单位应及时向地级市及省自然资源主管部门提出竣工验收申请（附录 12）。

初步验收不合格的工程不得申报竣工验收。

9.4.2 竣工验收

在工程竣工初步验收合格并经整改后，且工程养护期满并试运行一个水文年，治理效果达到设计要求的基础上，依据国家和地方现行相关规定，由项目承担单位或上级主管部门组成（专家）验收组，结合工程保修质量和养护措施对工程进行竣工验收，形成竣工验收意见（附录 13）。

竣工初步验收时，应提交以下资料：

- （1）项目立项批准文件及任务书；
- （2）经批准的项目设计；
- （3）项目中标通知书及合同；

- (4) 工程参加单位相应的资质复印件；
- (5) 开工报告、施工日志、工程竣工图；
- (6) 施工质量评定及验收评定表；
- (7) 重大质量事故处理资料；
- (8) 工程进度付款凭证复印件及其汇总表，工程费用调整文件及其批准意见，工程决算及审计报告；
- (9) 矿山生态环境治理勘查总结报告、设计总结报告、竣工总结报告、施工总结报告、监理总结报告、监测总结报告（附录 14～附录 18）、财务结（决）算及审计报告；
- (10) 承担单位对工程的自验意见；
- (11) 项目成果数据库，包括治理工程一览表（附录 19）及与工程有关的影像图片资料；
- (12) 竣工初步验收整改报告；
- (13) 其他必须提供的有关文件。

9.4.3 验收意见

矿山生态环境治理恢复工程验收意见包括以下内容：

- (1) 验收情况；
- (2) 治理工程的管理及勘查、设计、施工、监理、监测工作评价；
- (3) 治理工程设计执行情况、完成的主要工程量；
- (4) 治理工程质量及治理恢复效果评价；
- (5) 治理工程项目资金使用情况；
- (6) 验收结论。

验收意见应附具验收人员名单。验收结论为不合格的，验收报告应附整改意见。

根据验收组的验收意见，由负责组织验收的主管部门确认，是否同意验收意见。对于验收不合格的项目，承担单位必须组织整改，并重新进行竣工验收申请与验收。

9.4.4 资料存档

验收合格的项目，项目承担单位应按本文件要求，做好项目工程档案归档工作（包括纸质文档和电子文档）。

项目文件档案保存在项目所在地自然资源主管部门，项目立项审批、勘查、设计、竣工图及竣工验收总结及工程资金管理等重要成果档案须汇交至省相关主管部门。

通过竣工验收的项目应按要求开展工程维护与监测。

9.5 矿山生态修复工程验收

9.5.1 工程质量验收划分

9.5.1.1 工程质量验收应划分为单位（子单位）工程、分部（子分部）工程、分项工程和检验批。

9.5.1.2 单位工程的划分应按下列原则确定。

（1）具备独立设计文件及施工条件的矿山生态环境整治项目为一个单位工程。

（2）整治规模较大的单位工程，可依据施工条件及地形地貌单位划分为若干个子单位工程。

9.5.1.3 分部工程的划分应按下列原则确定。

（1）分部工程的划分应按治理专业性质、整治部位确定。

（2）当分部工程较大或较复杂时，可按材料种类、施工特点、施工程序、专业系统及类别等划分为若干子分部工程。

9.5.1.4 分项工程应按主要工种、材料、施工工艺、设备类别等进行划分。

矿山生态修复工程的分部（子分部）、分项工程可按本文件附录 20 进行。

9.5.1.5 分项工程可由一个或若干检验批组成，检验批可根据施工质量控制和专业验收需要按面积、施工段、变形缝等进行划分。

9.5.2 工程质量等级评定

9.5.2.1 施工单位应在每道工序或分项工程完成后进行自检和验收，监理工程师必须参加，并做好隐蔽工程现场记录（包括文字记录、素描图、可视化影像

等），不合格时严禁进入下道工序施工。重要的中间工程和隐蔽工程检查验收，项目承担单位、勘察、设计单位代表和监理工程师共同参加。

9.5.2.2 施工单位应对各分项工程按本文件所列基本要求、实测项目、外观鉴定和质量保证资料进行自检，提交真实、完整的自检资料（包括可视化影像等资料），对工程质量进行自我评分。监理工程师应按规定要求，对工程质量进行检查，对施工单位自检资料进行签认和评分。

9.5.2.3 工程完成后，施工单位应对工程质量进行自检和评定，自检合格后，将竣工自检报告和有关资料提交项目承担单位。由项目承担单位组织监理单位、勘察和设计单位等进行检查、验收和质量评定。验收文件必须经以上各方签字认可。

9.5.2.4 治理工程质量检验评分，以分项工程为单元，质量等级分为优良、合格、不合格三个等级。在分项工程质量等级的基础上，逐级计算各相应分部工程、单位（子单位）工程质量等级。

（1）同时满足下列条件的定为优良级

①所含分部分项工程质量全部合格，其中 70%以上达到优良级别，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。

②治理工程无质量事故。

③分部工程外观质量检查合格率达到 85%以上。

④植被成活率达到设计要求，生态恢复效果良好，并与周边环境协调。

⑤单位工程施工质量检验与评定资料齐全。

⑥生态修复工程过程的试验和监测成果符合国家、行业标准和本文件要求。

⑦竣工、监理、监测、管理、结算资料基本齐全、准确。

（2）同时满足下列条件的定为合格级

①所含分部分项工程质量全部合格。

②质量事故已按要求进行处理。

③分部工程外观质量检查合格率达到 70%以上。

④植被成活率达到设计要求，生态恢复效果初步显现，与周边环境基本协调。

⑤单位工程施工质量检验与评定资料齐全。

⑥生态修复工程过程的试验和监测成果符合国家、行业标准和本文件要求。

⑦竣工、监理、监测、管理、结算资料齐全、准确。

(3) 不合格级

不符合优良级和合格级要求的，定为不合格级。

9.6 矿山地质安全隐患治理验收内容

9.6.1 边坡坡面整治工程

9.6.1.1 清危、削方位置，规模，坡度、高度。

9.6.1.2 清理后的边坡稳定、坚固性，有无不稳定体。

9.6.2 边坡防护工程验收

9.6.2.1 喷、锚、挡等结构物的位置、类型、规格、参数；喷、锚、挡等加固结构的观感质量；喷、锚、挡等加固结构的加固效果。

9.6.2.2 砌筑护坡的位置、类型、规格、参数；砌筑材料的类型、规格、砌筑方式、充填度；砌筑工程的观感质量；砌筑工程的加固效果。

9.6.2.3 挡土墙工程

(1) 干砌挡土墙工程：位置、布局、规格、坡度、弯度；干砌片（石）、砖的规格、质量、砌筑方法、叠压咬合效果；观感质量表现：墙体线条直顺，转弯段圆顺，墙前地形整修效果，墙后培土高度及密实度。

(2) 浆砌挡土墙工程：挡土墙工程位置、布局、规格、坡度、弯度；浆砌片（石）、砖的规格、质量、砌筑方法、砂浆饱和度；面层、勾缝的观感质量；伸缩缝的留置规范、填缝材料应符合设计要求；排水孔的留设和排水管材料应符合设计要求；观感质量表现：墙体线条直顺，转弯段圆顺，排水孔排水顺畅，出水口设置匀称、美观；砌体表面无通缝，勾缝美观或抹面砂浆光洁、美观；墙前地形整修效果；墙后培土高度及密实度。

(3) 混凝土挡土墙工程：挡土墙工程位置、布局、规格、坡度、弯度；混凝土材料规格和质量；伸缩缝的留置规范、填缝材料应符合设计要求；排水孔的留设和排水管材料应符合设计要求；观感质量表现：墙体线条直顺，转弯段圆顺，

排水孔排水顺畅，出水口设置匀称、美观；墙前地形整修效果；墙后培土高度及密实度。

9.6.3 排水工程验收

9.6.3.1 砌体工程

- (1) 截排水工程位置、布局、规格、坡度、弯度。
- (2) 浆砌片（块）石、砖的规格、质量、砌筑方法、砂浆饱满度。
- (3) 面层、勾缝的观感质量。
- (4) 伸缩缝的留置规范、填缝材料应符合设计要求。
- (5) 导渗孔的留设和导渗管材料应符合设计要求。
- (6) 防渗设计及防蒸发设计（如有）的符合性。
- (7) 相关安全设施的符合性。

(8) 观感质量表现：沟体线条直顺，转弯段圆顺，导渗孔排水通畅，出水口设置匀称、美观；砌体表面无通缝，勾缝美观或抹面砂浆光洁、美观；沟底排水通畅，无杂物；沟肩培土密实，利于降雨径流排入沟内。

9.6.3.2 混凝土工程

- (1) 截排水工程位置、布局、规格、坡度、弯度。
- (2) 混凝土材料质量和规格。
- (3) 伸缩缝的留置规范和填缝材料。
- (4) 导渗孔的留设和导渗管材料。

(5) 观感质量表现：沟体线条直顺，转弯段圆顺，导渗孔排水通畅，出水口设置匀称、美观；沟底排水通畅，无杂物；沟肩培土密实，利于降雨径流排入沟内。

- (6) 防渗设计的符合性。
- (7) 相关安全设施的符合性。

9.6.4 道路工程验收

- (1) 预保留道路的长、宽及路面质量。
- (2) 废弃道路修复后与设计地类一致。

- (3) 修复后的生态效果。
- (4) 路侧切坡、陡坎整治修复情况。

9.6.5 警示、标识工程验收

- (1) 警示、标识工程的位置、数量、规格、材质。
- (2) 警示、标识工程安装牢固、稳定，位置醒目。
- (3) 警示、标识工程语言规范、字体清晰、不易脱落。

9.7 矿山生态重建工程验收内容

9.7.1 土地复垦工程验收

9.7.1.1 耕地、园地验收内容

- (1) 土地类型与设计土地类型是否一致
- (2) 工程范围、地形坡度、平整度、有效土层厚度、密实度、土壤类型、土壤质量、肥力、排灌保障率。
- (3) 配套工程措施及管护措施。

9.7.1.2 林地、草地验收内容

- (1) 土地类型与设计土地类型是否一致。
- (2) 工程范围、地形坡度、平整度、有效土层厚度、密实度、土壤类型、土壤质量、排灌保障率。
- (3) 配套工程措施及管护措施。

9.7.1.3 建设用地验收内容

- (1) 土地类型与设计土地类型是否一致。
- (2) 工程范围、地形坡度、平整度、高程。
- (3) 场地稳定性、填土类型、密实度、防洪效果。
- (4) 周边地质安全隐患情况。

9.7.2 植被重建工程验收

9.7.2.1 种植工艺、范围、植物类型、规格、数量、形态及种植土质量。

9.7.2.2 种植穴、槽的数量、规格和间距。

9.7.2.3 乔灌木的成活率及修复效果。

9.7.2.4 植物健康状况、病虫害情况。

9.7.2.5 喷播工程、三维植被网、种植毯等面状绿化范围、规格、材料、数量、植被成活率、覆盖率及修复效果。

9.7.2.6 修复效果与周边生态环境协调性。

9.7.3 灌溉工程验收

9.7.3.1 喷灌、滴灌、渗灌等灌溉工程的位置、布局、材料、规格、数量。

9.7.3.2 管道的套箍、接口、阀门的紧密度、有无跑冒滴漏的现象。

9.7.3.3 灌溉工程效果。

9.7.4 矿山含水层破坏治理工程验收

注浆防渗帷幕工程：压水试验成果；帷幕中心线上的灌浆孔；岩石破碎、断层、大孔隙等地质条件复杂的部位、注入量大的孔段附近、钻孔偏斜过大的部位、灌浆情况不正常以及分析认为帷幕灌浆质量有问题的部位的灌浆孔；帷幕灌浆的封孔质量。

9.8 新技术新方法

采用体现了国际国内最新成果和水平的新技术和新方法可组织专家进行专项论证后开展验收工作。

10 生态修复监测与管护

10.1 跟踪监测

10.1.1 监测目的

掌握矿山生态修复实施效果，为后期管护和成效评估提供依据。

10.1.2 监测范围

以矿山生态修复实施区域为主，可适当扩展到矿山周边地区。

10.1.3 监测内容

包括地质稳定性、水环境、土壤环境、植物群落和动物种群等。

10.1.3.1 地质稳定性的监测内容主要包括边坡稳定性、地面塌陷、地裂缝等。

10.1.3.2 水环境的监测内容主要包括地表水分布、面积、水质和地下水水位、水质等。

10.1.3.3 土壤环境的监测内容主要包括土壤类型、分布、面积和土壤肥力、理化性质等。

10.1.3.4 植被群落的监测内容主要包括植被种类、分布、面积和植被成活率、覆盖度等。

10.1.3.5 动物种群的监测内容主要包括动物类型、数量和分布等。

10.1.4 监测方法

地质安全监测方法主要有土压力测量法、现场测试法、振弦测量法、光纤测量法、降雨量测量法、合成孔径雷达监测法(SAR)等。

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。

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。

植被群落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。

动物种群监测方法主要有自动监测法、鸣声监测法、直观监测法、踪迹监测法等。

10.1.5 监测周期

地质稳定性监测周期参照地质灾害监测相关规范；水环境监测周期为 2 次/年，丰水期、枯水期各 1 次；土壤环境、植被群落和动物种群监测周期为 1 次/年。监测期限可根据后期管护要求确定。

10.2 后期管护

10.2.1 工程维护

10.2.1.1 加强坡体变形监测和巡查，发现坡体出现裂缝、位移，分析原因，及时采取防护措施。对工程产生的崩塌、滑落、塌陷、水土流失等灾害应及时按相关要求整治。

10.2.1.2 混凝土工程发生破损时应清理至密实部位，将表面凿毛或打成沟槽，沟槽深度不宜小于 6mm，间距不宜大于箍筋间距或 200mm，混凝土棱角应凿除，同时除去浮渣并冲洗干净。补浇混凝土前，原混凝土表面应刷水泥浆。

10.2.1.3 边坡削坡、排水及防护工程维护应采取以下措施：

定期巡查和维护削坡区内的既有工程，及时维修边坡表面的缺陷，随时修复损坏的工程，保持边坡工程和设施的安全、完整与正常运用。

削坡坡面应进行检查，若发生坍塌应立即组织防护，避免扩大灾害范围。

削坡坡面出现局部松动、塌陷、隆起、底部掏空等现象时可采用填补翻筑措施。临水削坡后的边坡出现局部淘蚀破坏时，可增设防护结构。

加强削坡主体工程的变形监测和巡查，发现裂缝、位移时，应实测变形量，分析变形产生的原因，采取应急防护措施，由原设计单位提出最终处理方案，经审查论证后实施。

植被生态护坡应进行养护，定期洒水、施肥及防治病虫害。

定期检查排水沟直线段、转弯处、变坡点的断面状况。排水沟沟壁破损后应立即修复，及时清理落入沟内的障碍物，保持水流畅通。

10.2.1.4 锚固工程维护管理应采取以下措施：

定期对锚杆（索）和锚固结构进行检查和监测，按照设计条件和运行要求对锚固结构进行维护管理，锚杆（索）锚头、防腐保护系统应严加保护。出现问题时应及时采取针对性处治措施。

检查锚杆（索）承载力和防腐状况，被临时拆除的锚头混凝土和注浆体，应及时修复。

腐蚀环境中的预应力锚杆（索）或锚头混凝土出现开裂、剥落等异常情况时，应进行锚杆（索）腐蚀状况检查。锚杆（索）防腐保护体系存在缺陷或失效时，

应采取修补恢复措施，并根据锚杆（索）腐蚀情况进行补强处理。锚杆（索）腐蚀状况检查要求如下：

（1）检查数量和频率可根据锚杆（索）工作环境、锚头变形、锚杆（索）拉力变化情况确定。

（2）锚杆（索）腐蚀状况检查应着重于检查锚头及距锚头 1.0m 范围内自由段杆体的腐蚀状况。

（3）制定应急处理方案，根据监测结果及时对锚固结构采取修补和治理措施。

①当所监测的锚杆（索）初始预应力值变化大于锚杆（索）轴向拉力设计值的 $\pm 10\%$ 时，应采取重复张拉或适当卸荷措施；

②锚头或被锚固的结构物变形明显增大并接近变形预警值时，应增补锚杆（索）或采用其他措施予以补强。

10.2.1.5 抗滑桩工程维护应采取以下措施：

抗滑桩桩头应有明显标识，埋入式抗滑桩应设置标示，桩轴线的标志应永久保留。桩头、外立面及桩间挡板不应受机械碾压或碰撞受损，不应在桩上搭建建（构）筑物及安装设施、设备。

出露地表的桩头及挡土板不应受损。

测量基准点应予保留并做好标记。

桩顶连系梁上不应随意加载，不应破坏梁体结构的完整性和连续性。

抗滑桩区域不应堆放材料，不应进行夯锤冲击等施工作业。

抗滑桩以上的坡体不应加载，抗滑桩以下的坡体不应开挖坡脚。

加强桩体变形监测和巡查，发现桩体出现裂缝，应分析裂缝产生原因，及时采取措施。

如桩出现倾斜变形，应实测变形量，分析变形原因，由原设计单位提出处理方案，经审查论证后实施。

监测设施如监测墩、抗滑桩声测管、各类压力盒与应力计的引出线缆、地下水长观孔、深部测斜管等应长期保护。

10.2.1.6 柔性防护网工程维护内容包括防护效果检查与防护工程维修等。其工程维护要求如下：

日常检查应按下述要求进行：

（1）日常检查频次每年至少 6 次，工程等级为一级的修复工程每年至少 12 次。

（2）主动网防护工程日常检查内容应包括：防护结构是否发生锈蚀、坡面岩土体是否发生位移或变形、坡面植被分布及变化特征等。

（3）被动防护网和引导防护网防护工程的日常检查内容应包括：柔性网或支撑绳变形、钢柱变形、防护工程上坡侧的堆积物变化、防护工程底部是否有不同于以往的大块危岩落石等。

遇特殊气候、地震或日常检查中发现问题时，应进行专项检查。通过针对性的详细检查，评价相关构件是否保持其作用与功能，是否需要维修或更换。专项检查应按下述要求进行：

（1）防护网各构件是否遭受挤压变形、扭曲、弯曲、破断等机械性破损或腐蚀，评价破损程度，必要时提出换补方案。

（2）对于主动网系统，还应检查网内崩积物和边坡的滑动、开裂、掏空等现象，评价对防护系统的影响，必要时提出处理方案。

（3）对于被动网系统，还应检查和评价上坡侧堆积物及其对系统的影响、系统的有效防护高度、消能装置、钢柱、基座等的有效性，必要时提出处理方案。

（4）对于引导式和张口式引导防护网应检查和评价上坡侧堆积物及其对系统的影响，覆盖式引导防护网应检查网内堆积物和边坡的滑动、开裂、掏空等现象及其对防护系统的影响，必要时提出处理方案。

当出现下述情况时，柔性防护系统相关构件应进行修补或更换。

（1）当钢丝绳单股破断、整绳破断或严重扭曲、弯曲、挤压变形、磨蚀甚至断丝的钢丝数量达到 10%以上时，应更换钢丝绳。

（2）柔性网及格栅发生破裂或撕裂，且确实存在危害性落石，应对破损区域予以修补、重新铺挂或更换整张柔性网或格栅。

（3）单张钢丝绳网在不超过 3 个网孔的范围内有 2 根以上的断丝、影响其强度的严重扭曲现象或不超出 3 点以上的断绳现象，可用相同规格的钢丝绳股按交叉或环绕方式予以修补，当损伤现象超过了上述程度，可更换该张钢丝绳网。

(4) 当钢筋锚杆锚头段弯曲超过 15° 或有可见裂纹存在时, 则应更换; 当锚杆拔出超过 3cm, 或者因锚杆处岩土体垮塌、冲刷等引起锚固段暴露长度超过 10cm 时, 应更换锚杆。

(5) 当链式绞织网发生断丝、严重扭曲或弯曲、明显的机械损伤痕迹、端头打结分离时, 应更换整根波纹丝或绞线。

(6) 当环形网的网环钢丝发生严重扭曲、弯曲或断丝时, 应更换该网环, 当需要更换的网环数超过 10 个时, 宜考虑更换整张网片; 当网环内有钢丝从约束件中滑出或钢丝束的约束件脱落, 则应采用钢丝绳夹予以固定。

(7) 当钢丝绳网有 3 根或以上钢丝发生损伤或破坏时, 应考虑更换所在绳段; 当更换涉及 3 个或以上网孔时, 则应更换整张网片; 当十字卡扣脱落、破坏, 或 3 个及以上卡扣处钢丝绳发生超过 1cm 的滑动, 则应更换整张网片。

(8) 当发现销轴松动、脱落等现象时, 应重新拧紧或补足已缺失的卸扣。

(9) 当构件因锈蚀而有效承载断面减小达到 10% 时, 应更换相关构件。当一张钢丝绳网内有 5 个以上的十字卡扣出现明显锈蚀时, 应更换整张网片; 明显锈蚀的钢丝绳夹应更换; 消能装置的变形吸能主体发生明显锈蚀时, 应更换消能装置。

被动防护网系统的修补和维护还应符合下列规定:

(1) 当防护网上坡侧堆积物的高度超过防护网设计高度的 $1/4$ 时, 应予以清除。

(2) 当防护网有效防护高度减小达到 10% 时, 宜重新张拉支撑绳, 恢复其设计防护高度; 当有效防护高度减小达到 30% 以上时, 应重新张拉支撑绳或防护网。

(3) 当消能装置位移释放量达到其最大可释放量的 40% 以上时, 应更换该消能装置。

(4) 当钢柱弯曲变形角超过 15° 时, 应考虑更换; 当钢柱与基座之间的连接销发生严重弯曲, 并影响钢柱转动时应予以更换。

(5) 钢柱和基座固定的基础位移超过 5cm 时, 应根据所在位置的地形和地层条件进行加固。

(6) 应根据工程具体情况, 建立工程险情应急处置机制。接到预警报告应立即启动应急系统, 组织相关技术和管理人员赶赴现场, 勘察崩塌危岩落石发生情况、柔性防护网变形破坏情况, 对危岩落石及时组织清理, 对防护网及时修补、更换, 确保满足设计要求。必要时重新进行危岩落石柔性防护网工程的勘察、设计与施工。

10.2.1.7 喷射混凝土支护工程维护应贯穿工程施工阶段和工程使用阶段全过程。喷射混凝土支护工程应监测、检查下列项目:

- (1) 预应力锚杆(索)锚头与被锚固结构的变形。
- (2) 锚固与喷射混凝土支护地层及受开挖影响的建(构)筑物的变形。
- (3) 预应力锚杆(索)的预加力及其随时间的变化。
- (4) 预应力锚杆(索)锚头的腐蚀状况。
- (5) 喷射混凝土层的变形与腐蚀状况。
- (6) 地下水水位。

根据监测与检查结果, 对工程安全状态做出分析判断, 若发现有影响工程安全的异常变化, 应采取有效方法, 予以整治。

10.2.1.8 排水工程维护应符合下列要求:

排水工程维护的任务是维持通水能力, 修理沟道及其构筑物, 处理意外事故等。工程维护的目的是使排水系统始终保持良好和安全的运行状态, 发挥排水沟道的功能。

排水沟道系统维护内容包括:

- (1) 对雨水口、检查井清掏积泥、洗刷井壁、配齐或更改井盖、井座、盖板及踏步等;
- (2) 对排水管道定期疏通;
- (3) 对排水明渠定期整修边坡、清除污泥。排水沟沟壁破损后应进行修复, 及时清理落入沟内的障碍物, 保持水流畅通;
- (4) 对排放口应经常巡视, 及时制止向排放口倾倒垃圾和在其附近堆物占用。

10.2.1.9 挡土墙工程维护应符合下列要求:

经常检查墙身有无开裂、凸出或倾斜，有无勾缝脱落风化、石块松动变形，墙顶有无积水、开裂和下沉，趾前地面有无冲刷或挤出，墙后地面排水设备和墙身泄水孔有无堵塞，墙后有无积水，周围地基是否有错台、空隙等。每年应在春秋两季进行一次定期检查。反常气候、地震或重型车辆通过等特殊情况后应及时检查。发现上述情况，尽快查明原因，观察其发展趋势，做好记录，设立技术档案备查。

根据检查结果分轻重缓急安排维修计划。维修内容包括疏通泄水孔，墙身勾缝抹面修补，基础加固及冲刷防护，地基填注补缺，夯实裂缝，做好地面排水及裂缝和土压力的观测等，必要时对挡土墙进行全面修理、拆除、重建或增建。挡土墙维护要求如下：

（1）泄水孔应保持畅通。如有堵塞，应及时疏通。如无法疏通，应另行选择适当位置增设泄水孔，或在墙背后沿挡土墙增做墙后排水设施，一般可增设盲沟将水流引出，防止墙后积水引起土压力增加或冻胀。

（2）挡土墙表面出现风化剥落时，应将风化表层凿除，喷涂水泥砂浆保护层，防止剥落恶化。当风化剥落严重时，应将风化部分拆除重砌。

（3）锚杆、锚定板挡土墙及加筋挡土墙应做好顶面和墙外防水、排水，经常检查有无变形、倾斜或肋柱、挡土板断裂、损坏。如有损坏，应及时修理、加固或更换。对暴露的锚头、螺母、垫圈应定期涂刷防锈漆，经常检查锚头螺母有无松动、脱落，如有松动、脱落应及时紧固和补充。

（4）浸水挡土墙，除经常检查其有无损坏时，应在洪水期前后详细观察、检查。汛前检查的目的是确定其作用、效果和是否完整稳定，能否承受洪水的袭击以及应采取的防护、加固措施；汛后检查的目的是观察其有无损坏，如有损坏，应及时修理和加固。浸水挡土墙受洪水冲刷，出现基础被掏空，未危及挡土墙本身时，可采取抛石加固或用块石将淘空部分塞实并灌浆。当挡土墙本身出现损坏，如松动、下沉、倒塌、开裂等，应按原样修复。

挡土墙维修加固应在核对竣工图及计算参数，对薄弱断面和基底稳定性验算的基础上进行。挡土墙维修加固可采取以下措施：

(1) 挡土墙加高可采取老墙顶上加高(墙顶较宽,加高高度在 1.5m 以下时可采用)、挖除墙背填土,在墙背加厚加高或在墙面加厚加高(当场地条件允许、挖掉墙背填土不安全时可采用)。

(2) 挡土墙长度不足或两端衔接不良时,可采取加长措施。根据需要向两端或一端适当延长。接长部分应与线路相协调,尽量与原墙形式相同。挡土墙和路基或其他构造物衔接不良处均应在维修中加以改善,如墙两端没有锥坡时应加做锥坡。

(3) 挡土墙加固应根据其发生病害的原因,采取压力灌浆锚固、套墙加固、增加支撑墙(柱、梁)、部分拆除重建、墙背加固、改善墙后排水等方法。

10.2.2 植被养护

10.2.2.1 植被养护管理划分为成活期、生长期、管护期三个阶段。

成活期养护管理应符合以下要求:

(1) 养护管理时间一般为 6 个月,工作内容主要为补水、扶正、补植、松土、除草、防治病虫害、设施维护等。

(2) 依据当地气候环境变化及植物需水量,及时补水,满足植物成活期基本需水要求。

(3) 全面普查植被生长状况,对生长不良、病枯死植物及时更换或补植同规格树种。

(4) 病虫害防治以预防为主,一经发现受害症状,及时彻底治愈,定期做好喷药防治工作。

(5) 及时疏通、维修截排水设施及灌溉设备,确保排水畅通和养护灌溉系统运行完好。

(6) 成活期结束后,乔、灌成活率应 $>95\%$,藤蔓生长量达 1m~2m,草本覆盖率应 $>95\%$ 。

生长期养护管理应符合以下要求:

(1) 养护管理时间一般为 12 个月,主要工作内容为补水、补肥、修剪、病虫害防治、设施维护等。

(2) 养护管理期间应及时清除死株、枯枝等杂物。

(3) 应根据植被生长情况补水、补肥,适时修剪并注重病虫害防治。

(4) 生长期结束后, 乔、灌成活率 $>90\%$, 藤蔓生长量达 $2\text{m}\sim 3\text{m}$, 草本覆盖率 $>90\%$ 。

管护期养护管理应符合以下要求:

(1) 养护管理时间根据区域、立地条件等不同, 一般为 $12\sim 24$ 个月, 主要为补水、补肥、修剪、病虫害防治、设施维护等。

(2) 根据植被生长情况浇水和施肥, 主要靠自然降水养护, 若遇干旱应遵循“多量少次”的原则适时浇水。

(3) 视植被生长情况, 每年初春、夏末施复合肥一次, 确保植物生长健康、旺盛。

(4) 目标群落物种成活率 $>90\%$, 乔灌保存率 $>85\%$, 藤蔓垂直绿化覆盖率 $>60\%$, 草本覆盖率 $>85\%$ 。

10.2.2.2 浇灌与排水的原则、方法、时期应符合下列规定:

(1) 养护浇水宜根据不同阶段采用喷灌、滴灌、漫灌等方式。初期采用喷灌, 勤喷、少喷以保持地表土壤的湿润度; 旱季采用滴灌方式, 避免植物打蔫甚至枯萎; 秋季植物停止生长前和春季返青前采用漫灌方式各浇一次水, 浇足、浇透。

(2) 应根据树木栽培地区气候特点、土壤性质、植株需水等情况, 进行浇灌和排涝。

(3) 浇水量应以使土壤根系保持植物无萎蔫现象为标准。

(4) 水质应满足树木生长发育需求, 不应使用含融雪剂的积雪和洗涤液的冲洗液补充土壤水分。灌溉水源水质应符合《农田灌溉水质标准》(GB 5084 的规定)。

(5) 宜采用节水灌溉设备和措施, 根据季节与气温调整灌溉量与灌溉时间。

(6) 经常检查喷灌或滴灌系统, 确保运转正常。喷灌喷水有效范围应与植物种植范围一致。

(7) 采用喷淋方法淋水, 不应冲倒、冲歪植株及冲出树根。乔灌木淋水前宜先给树体洗尘。

(8) 用洒水车浇灌树木时, 应接软管, 进行缓流浇灌, 保证一次浇足浇透, 不应使用高压冲灌。

(9) 夏秋高温季节浇灌宜在 12 时之前或 16 时之后，冬季浇灌宜在 9 时之后至 16 时之前。

(10) 夏季干燥时，易受日灼的树种应进行叶面和枝干喷雾，必要时可对部分树种进行疏果、疏叶处理，降低蒸腾作用。

(11) 除地下穴外，浇水树堰高度不应低于 0.1m；树堰直径，有铺装地块的以预留池为准，无铺装地块的，乔木应以不小于树干胸径 10 倍，或树冠垂直投影的 1/2，且不小于 0.8m。树堰应紧实、不跑水、不漏水。树堰内宜选择环保性覆盖物掩盖裸露土地。

(12) 暴雨后应及时排除树木根部积水。可采用开沟、埋管、打孔等措施及时对绿地和树池排涝。

(13) 冬季寒冷地区，应适时浇灌返青水和封冻水，浇足浇透。

(14) 坡体植被养护应严格控制浇水量，以免诱发边坡失稳。

10.2.2.3 病虫害防治原则、方法应符合下列规定：

按照“预防为主，科学防控，依法治理，促进健康”的原则，做到安全、环保、经济、及时、有效。

采用生物防治手段，保护和利用天敌，推广生物农药。

及时有效地采取物理防治手段，剪除病虫枝。

采用化学防治应选择符合环保要求及对有益生物影响小的农药，宜不同药剂交替使用。

及时对因干旱、水涝、冷冻、高温、飓风、缺肥等所致生理性病害进行防治。

按照农药操作规程进行作业，喷洒药剂时应避开人流活动高峰期或在傍晚无风的天气进行。

采用化学农药喷施应设置安全警示标志，果蔬类喷施农药后应挂警示牌。

不应使用国家明令禁止的农药进行病虫害防治。

严格管控国家颁布的林木病虫害检疫对象。

10.2.2.4 施肥的原则、方法、时期应符合下列规定：

根据苗木生长需要和土壤肥力情况进行施肥。休眠期宜施有机肥，生长期宜施缓释型肥料。

养护期内每年应对苗木施肥 2 次~3 次。春秋两季宜为重点施肥时期。观花木本植物应分别在花芽分化前和花后各施肥一次。

应使用卫生、环保、长效的肥料，以有机肥料为主，无机肥料为辅；不宜长期在同一地块施用同一种肥料。

根据苗木种类采用沟施、撒施、穴施、孔施或叶面喷施等施肥方式。沟施、穴施均应少伤及地表根系，施肥后应及时撒浇 1 次透水。撒施应避免将肥料撒到叶片上。叶面喷肥宜在上午 10 时之前或傍晚后进行。

应根据肥料种类、施肥方式等确定施肥量（干施量），乔木宜为 250g/株·次，花、灌木宜为 150g/株·次，种植块为 30g/m²·次，草坪为 10g/m²·次。

10.2.2.5 每年应进行 2 次~3 次松土除草，结合松土，除去植穴中以及苗木周边影响苗木生长的杂灌杂草。对坡度大、土壤易受冲刷的坡面，应开展监测。对易受冲蚀发生的地段，应进行培土，并压实，平整坡面。

10.2.2.6 栽植后应及时进行成活率检查，成活率达不到要求的，应进行补植，造林失败的，应进行重造。补植苗木的品种、规格应与存活苗木的品种、规格一致。

10.3 质量检验

10.3.1 工程维护和植被养护期满后，应进行质量检验，作为工程最终验收或交付验收的依据。

10.3.2 工程维护和植被养护质量检验内容和要求如下：

10.3.2.1 防治工程及治理效果监测结论及成果资料符合设计及相关规范要求。

10.3.2.2 防治工程外观质量及工程稳定性现场检查符合设计及相关规范要求。

10.3.2.3 绿化工程苗木成活率、植被覆盖率（郁闭度）以及植物生长势、植株形态、外观效果等符合设计及相关规范要求。

（1）质量检验应针对不同的植物类型，包括常绿乔木、落叶乔木、常绿灌木、落叶灌木、草花、地被、攀缘植物、竹类、水生植物等。

(2) 成活率按种植总数抽查 10%，植被覆盖率（郁闭度）按 1000m² 边机抽取 10 个 1m×1m 样地进行检验。

(3) 植物生长势、植株形态、外观效果质量检验按表 10-1 规定执行。

表 10-1 植物材料外观质量检验标准

序	项目	规定值或允许偏差		检查方法	检查数量
		单位	数值		
1	乔木灌木	姿态和长势	树干符合设计要求，树冠较完整，分枝点和分枝合理，生长势良好	观察、量测	每 100 株检查 10 株，每株为 1 点，少于 20 株全数检查
		病虫害	危害程度不超过树体的 5%~10%		
		土球苗	土球完整，规格符合要求，包装牢固		
		裸根苗根系	根系完整，切口平整，规格符合要求		
		容器苗木	规格符合要求，容器完整、苗木不徒长、根系发育良好不外露		
2	棕榈类植物		主干挺直，树冠匀称，土球符合要求，根系完整		
3	草卷、草块、草束		草卷、草块长宽尺寸基本一致，厚度均匀，杂草不超过 5%，草高适度，根系好，草芯鲜活	观察	按面积抽查 10%，1 m ² 为 1 点，≥5 点。≤30 m ² 应全数检查
4	花苗、地被、绿篱及模纹色块植物		株型茁壮，根系基本良好，无伤苗，茎、叶无污染，病虫害危害程度不超过植株的 5%~10%	观察	按数量抽查 10%，10 株为 1 点，≥5 点。≤50 株应全数检查
5	整形景观树		姿态独特、曲虬苍劲、质朴古拙，株高不小于 150cm，多干式树景的叶片托盘不少于 7 个~9 个，土球完整	观察、尺量	每 100 株检查 10 株，每株为 1 点，少于 20 株全数检查
6	竹类植物		品种、规格符合设计要求，竹类材料应新鲜，节边（竿根结合处）无损伤，散生竹根应来边略短、去边略长，无病、虫、草害	观察、尺量	每 100 株检查 10 株，每株为 1 点，少于 20 株全数检查

附录1 野外调查表

表1-1 矿山基本情况调查表

矿山名称									
统一编号				野外编号					
采矿许可证号									
矿山地址		市 县 乡（镇） 村							
矿山中心坐标		N: ° ' " E: ° ' " H: m							
拐点坐标									
矿区面积				平方公里		生产现状		口在建 口生产 口闭坑 口政策性关闭 口废弃	
是否在自然保护区内		口是 口否							
矿 类				矿 种					
建矿时间		年 月		服务年限		年			
闭坑时间		年 月		采矿方式		口井工 口露天 口复合 口其他			
生产能力		万吨/年		矿山规模		口大型 口中型 口小型			
选矿能力				万吨/年		最大采深		米	
采厚						采空区面积		公顷	
经济类型						采出矿石量		万吨	
缴纳生态修复基金 数额		万元		恢复治理方案 审批		年 月			
矿山生态环境监测		内容				方法			
		投入(万元)				国家: 地方: 企业:			
矿山生态环境治理	治理内容	起止时间	资金投入				治理面积 (公顷)	主要治理措施	治理成效
			中央	地方	自筹	其他			
	地质灾害								
	土地占用及破坏								
	地形地貌破坏								
	含水层破坏								
	水土环境污染								
其 他									
调查人:		记录人:		审核人:		项目负责人:		填表日期: 年 月 日	

广东省矿山生态修复技术指南

表1-2 矿山崩塌及其隐患调查表

矿山名称:

编 号						发生时间	□已发生（ 年 月 日）□潜在崩塌					
坐 标		N: E:				高 程	坡顶: m; 坡底: m					
斜坡类型		□自然土质 □自然岩质 □人工岩质 □人工土质										
崩塌类型		□倾倒式 □滑移式 □鼓胀式 □拉裂式 □错断式										
崩塌环境	地质环境	地层岩性				地质构造			微地貌			
		时代	岩性	产状		构造部位		地震烈度	□陡崖 □陡坡			
									□缓坡 □平台			
土地利用		□耕地 □草地 □园地 □林地 □建筑 □其他										
危岩体特征	分布高程(m)		坡高(m)	坡长(m)	坡宽(m)	厚度 (m)	体积(m³)	规模等级		坡度 (°)	坡向(°)	
								□巨型 □大型 □中型 □小型				
	结构特征	岩质	结构类型		厚度(m)	裂隙组数(组)	块度(长×宽×高)(m)		全风化带深度(m)		卸荷裂缝深度(m)	
			□整体块状 □块裂 □碎裂 □散体									
		土质	土的名称及特征					下伏基岩特征				
	名称		密实度		稠度	岩性	时代	产状	埋深(m)			
			□密 □中 □稍 □松									
	现今变形破坏迹象	名 称		部 位	特 征						初现时间	
		□拉张裂缝										
		□剪切裂缝										
		□地面隆起										
		□地面沉降										
		□剥、坠落										
		□树木歪斜										
		□建筑变形										
□冒渗混水												
目前稳定程度			□稳定 □较稳定 □不稳定			今后变化趋势		□稳定 □较稳定 □不稳定				
特征堆积体	长度(m)	宽度(m)	厚度(m)	体积(m³)	坡度(°)	坡向(°)	坡面形态					
							□凸 □凹 □直 □阶					
	目前稳定程度		□稳定 □较稳定 □不稳定			今后变化趋势		□稳定 □较稳定 □不稳定				
崩塌危害	已造成危害	死亡人数		损坏房屋	毁路(m)	毁渠(m)	其他危害	直接损失(万元)		间接损失(万元)		
				户 间								
		灾情等级		□特大型 □大型 □中型 □小型								
		危害对象		□县城 □村镇 □居民点 □学校 □矿山 □工厂 □水库 □电站 □农田 □饮灌渠道 □森林 □公路 □河流 □铁路 □输电线路 □通讯设施 □国防设施 □其他:								
	潜在危害	威胁人数					威胁财产(万元)					
		险情等级		□特大型 □大型 □中型 □小型								
		威胁对象		□县城 □村镇 □居民点 □学校 □矿山 □工厂 □水库 □电站 □农田 □饮灌渠道 □森林 □公路 □河流 □铁路 □输电线路 □通讯设施 □国防设施 □其他:								
与矿业活动关系			□矿山修路 □工业场地边坡 □地下采矿山体开裂 □露天采矿场边坡 其他:									
触发降水量			24h m,		12h m,		2h m,		10min m			
已有的防治措施			□裂缝填埋 □削方减载 □锚固 □灌浆 □避让 □监测 其他:									
监测建议			□定期目视检查 □安装简易监测设施 □地面位移监测 □深部位移监测									
防治建议			□群测群防□专业监测□搬迁避让□工程治理□应急排危除险□立警示牌									
照片及影像编号												

调查人: 记录人: 审核人: 项目负责: 填表日期: 年 月 日

崩塌 及其 隐患 描述	
示意图	平面图
	剖面图

调查人： 记录人： 审核人： 项目负责： 填表日期： 年 月 日

广东省矿山生态修复技术指南

表1-3 矿山滑坡及其隐患调查表

矿山名称:

编 号					发生时间		已发生口 (年 月 日) 潜在滑坡口			
坐 标		N: E:			高 程		坡顶 m; 坡脚: m			
滑坡类型		☐ 推移式滑坡 ☐ 牵引式滑坡			滑体性质		☐ 岩质 ☐ 碎块石 ☐ 土质			
滑坡环境	地质环境	地层岩性			地质构造		微地貌		地下水类型	
		岩性	时代	产状	构造部位	地震烈度	☐ 陡崖 ☐ 陡坡 ☐ 缓坡 ☐ 平台	☐ 孔隙水 ☐ 裂隙水 ☐ 岩溶水	☐ 潜水 ☐ 承压水 ☐ 上层滞水	
	原始斜坡	坡高(m)	坡度(°)	控滑结构面						
		坡 形		类型	☐ 层理面 ☐ 层内错动带 ☐ 片理或壁理面 ☐ 构造错动带 ☐ 节理裂隙面 ☐ 断层 ☐ 覆盖层与基岩接触面 ☐ 老滑面				产状	
☐ 凸形 ☐ 平直 ☐ 凹形 ☐ 阶状										
滑坡基本特征	外形特征	长度(m)	宽度(m)	厚度(m)	面积(m ²)	体积(m ³)	规模等级		坡度(°)	坡向(°)
							☐ 巨型 ☐ 特大型 ☐ 大型 ☐ 中型 ☐ 小型			
		平面形态			☐ 半圆 ☐ 矩形 ☐ 舌形 ☐ 不规则					
	结构特征	滑体特征						滑床特征		
		岩性	结构	碎石含量(%)	块度(cm)		岩性	时代	产状	
			☐ 可辨层次 ☐ 零乱		☐ ≤5 ☐ 5~10 ☐ 10~50 ☐ ≥50				∠	
		滑面及滑带特征								
		形态	埋深(m)	倾向(°)	倾角(°)	厚度(m)	滑带土名称		滑带土性状	
		☐ 线形 ☐ 弧形 ☐ 阶形 ☐ 起伏					☐ 黏土 ☐ 粉质黏土 ☐ 含砾黏土			
	土地利用		☐ 耕地 ☐ 草地 ☐ 园地 ☐ 林地 ☐ 建筑 ☐ 其他							
变形活动特征	现今变形迹象	名 称		部 位		特 征		初现时间		
		☐ 拉张裂缝 ☐ 剥、坠落 ☐ 剪切裂缝 ☐ 树木歪斜 ☐ 地面隆起 ☐ 建筑变形 ☐ 地面沉降 ☐ 渗冒浑水								
	变形活动阶段		☐ 初始蠕变阶段 ☐ 加速变形阶段 ☐ 剧烈变形阶段 ☐ 破坏阶段 ☐ 休止阶段							
	目前稳定状况		☐ 稳定 ☐ 较稳定 ☐ 不稳定		发展趋势分析		☐ 稳定 ☐ 较稳定 ☐ 不稳定			
滑坡危害	已造成危害	死亡人数	损坏房屋	毁路(m)	毁渠(m)	其他危害		直接损失(万元)	间接损失(万元)	
			户 间							
		灾情等级	☐ 特大型 ☐ 大型 ☐ 中型 ☐ 小型							
	潜在危害	危害对象	☐ 县城 ☐ 村镇 ☐ 居民点 ☐ 学校 ☐ 矿山 ☐ 工厂 ☐ 水库 ☐ 电站 ☐ 农田 ☐ 饮灌渠道 ☐ 森林 ☐ 公路 ☐ 河流 ☐ 铁路 ☐ 输电线路 ☐ 通讯设施 ☐ 国防设施 ☐ 其他:							
		威胁人数			威胁财产(万元)					
与矿业活动关系										
监测建议		☐ 定期目视检查 ☐ 安装简易监测设施 ☐ 地面位移监测 ☐ 深部位移监测								
防治建议		☐ 群测群防 ☐ 专业监测 ☐ 搬迁避让 ☐ 工程治理 ☐ 应急排险除险 ☐ 立警示牌								
照片及影像编号										

滑 坡 及 其 隐 患 描 述	
示 意 图	平面图
	剖面图

调查人： 记录人： 审核人： 项目负责： 填表日期： 年 月 日

广东省矿山生态修复技术指南

表1-4 矿山泥石流及其隐患调查表

矿山名称:

编 号				发生时间		已发生口 (年 月 日) ; 潜在泥石流口											
沟口位置		N:						E:						高 程		m	
水力类型		☐ 暴雨 ☐ 冰川 ☐ 溃决 ☐ 地下水						沟口巨石大小(m)		Φ_a		Φ_b		Φ_c			
诱发降水量		24h		m,		12h		m,		2h		m,		10min		m	
补给途径		☐ 面蚀 ☐ 沟岸崩滑 ☐ 沟底再搬运						补给区位置		☐ 上游 ☐ 中游 ☐ 下游							
沟口扇形地特征		扇形地完整性(%)				扇面冲淤变幅		$\pm$		发展趋势		☐ 下切 ☐ 淤高					
		扇长(m)				扇宽(m)				扩散角($^{\circ}$)							
		挤压大河		☐ 河形弯曲主流偏移 ☐ 主流偏移 ☐ 主流只在高水位偏移 ☐ 主流不偏													
地质构造		☐ 顶沟断层 ☐ 过沟断层 ☐ 抬升区 ☐ 沉降区 ☐ 褶皱 ☐ 单斜										地震烈度(度)					
不良地质体情况		滑 坡		活动程度		☐ 严重 ☐ 中等 ☐ 轻微 ☐ 一般						规模		☐ 大 ☐ 中 ☐ 小			
		人工弃渣		活动程度		☐ 严重 ☐ 中等 ☐ 轻微 ☐ 一般						规模		☐ 大 ☐ 中 ☐ 小			
		自然堆积		活动程度		☐ 严重 ☐ 中等 ☐ 轻微 ☐ 一般						规模		☐ 大 ☐ 中 ☐ 小			
土地利用(%)		林地		园地		草地		耕地		建筑		其他:					
防治措施		☐ 有 ☐ 无		类型		☐ 稳拦 ☐ 排导 ☐ 避让 ☐ 生物工程											
监测措施		☐ 有 ☐ 无		类型		☐ 雨情 ☐ 泥位 ☐ 专人值守											
危害对象		☐ 县城 ☐ 村镇 ☐ 居民点 ☐ 学校 ☐ 矿山 ☐ 工厂 ☐ 水库 ☐ 电站 ☐ 农田 ☐ 饮灌渠道 ☐ 森林 ☐ 公路 ☐ 河流 ☐ 铁路 ☐ 输电线路 ☐ 通讯设施 ☐ 国防设施 ☐ 其他:															
造成危害		死亡人数(人)				直接经济损失(万元)				灾情等级		☐ 特大型 ☐ 大型 ☐ 中型 ☐ 小型					
泥石流特征		暴发频率(次/年)				泥石流类型		☐ 泥流 ☐ 泥石流 ☐ 水石流 ☐ 沟谷型 ☐ 山坡型									
		冲出方量(m^3)				规模等级		☐ 巨型 ☐ 大型 ☐ 中型 ☐ 小型						泥位(m)			
泥石流综合评判																	
1.不良地质现象		☐ 严重 ☐ 中等 ☐ 轻微 ☐ 一般										2.补给段长度比(%)					
3.沟口扇形地		☐ 大 ☐ 中 ☐ 小 ☐ 无										4.主沟纵坡($\%$)					
5.新构造影响		☐ 强烈上升区 ☐ 上升区 ☐ 相对稳定区 ☐ 沉降区										6.植被覆盖率(%)					
7.冲淤变幅(m)		$\pm$		8.岩性因素		☐ 土及软岩 ☐ 软硬相间 ☐ 风化和节理发育的硬岩 ☐ 硬岩											
9.松散物储量($10^4m^3/km^2$)				10.山坡坡度($^{\circ}$)				11.沟槽横断面		☐ V 型谷(谷中谷、U 型谷) ☐ 拓宽 U 型谷 ☐ 复式断面 ☐ 平坦型							
12.松散物平均厚(m)						13.流域面积(km^2)											
14.相对高差(m)						15.堵塞程度				☐ 严重 ☐ 中等 ☐ 轻微 ☐ 无							
评 分		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	总分
易发程度		☐ 高易发 ☐ 中易发 ☐ 低易发 ☐ 不易发															
发展阶段		☐ 发育期 ☐ 旺盛期 ☐ 衰退期 ☐ 停歇或终止期															
潜在危害		威胁人数(人)								威胁财产(万元)							
		险情等级		☐ 特大型 ☐ 大型 ☐ 中型 ☐ 小型													
		威胁对象		☐ 县城 ☐ 村镇 ☐ 居民点 ☐ 学校 ☐ 矿山 ☐ 工厂 ☐ 水库 ☐ 电站 ☐ 农田 ☐ 饮灌渠道 ☐ 森林 ☐ 公路 ☐ 河流 ☐ 铁路 ☐ 输电线路 ☐ 通讯设施 ☐ 国防设施 ☐ 其他:													
监测建议		☐ 雨情 ☐ 泥位 ☐ 专人值守															
防治建议		☐ 群测群防 ☐ 专业监测 ☐ 搬迁避让 ☐ 工程治理 ☐ 应急排危除险 ☐ 立警示牌															
照片及影像编号																	

泥 石 流 及 其 隐 患 描 述	
示 意 图	平面图
	剖面图

调查人： 记录人： 审核人： 项目负责： 填表日期： 年 月 日

表 1-5 矿山地面塌陷、地裂缝调查表

矿山名称：

编 号				坐标		N:		E:		H:		m	
塌 陷 区	单 坑	1	长轴 m; 短轴 m; 深度 m; 面积 m ²		□圆形 □方形 □长方形 □其他:								
		2	长轴 m; 短轴 m; 深度 m; 面积 m ²		□圆形 □方形 □长方形 □其他:								
		3	长轴 m; 短轴 m; 深度 m; 面积 m ²		□圆形 □方形 □长方形 □其他:								
	陷 坑 群 体	坑数	分布、发育及发生发展情况										
			分布面积 (km ²)	排列形式	长列方向	坑口口径(m)		坑的深度(m)					
				□群集式 □长列式		最小	最大	最小	最大				
			始发时间	盛发开始时间		盛发截止时间	停止时间	发展变化					
								□停止 □趋增强 □趋减弱					
	地 裂 缝	单缝特征	缝号	形态	延伸方向	倾向(°)	倾角(°)	长度(m)	宽度(m)	深度(m)	性质		
1			□直线 □折线 □弧线								□拉张 □平移 □下错		
2													
群缝特征		分布、发育及发生发展情况											
		缝数	分布面积 (km ²)	间距(m)	排列形式	产状	阶步指向	展布方向					
					□平行 □斜列 □环围 □杂乱无章			长(m)		宽(m)	深(m)		
								最小					
								最大					
地貌 特征		地貌区		山地区□ 丘陵区□ 台地区□ 平原区□ 其他:									
		土层时代				土性			厚度	m			
	岩层时代				岩性			厚度	m				
危 害	破坏农田 亩; 毁损房屋 间; 人员伤亡: 人						直接经	济损失 万元					
	破坏铁路口 公路口 通讯设施口 高压线路口						济损失						
	河 流	米 ³ /秒	现 流 量	米 ³ /秒	减少口 断流口 干枯口								
	泉现流量	米 ³ /秒	泉流量变化	变化不明显口 减少口 干枯口									
	井水水位	下降 米;		干枯时间:	变化不明显口								
	主要植物	生长状况		良好口 少量枯死口 部分枯死口 大部分枯死口									
潜在 威胁	威胁人数	人	威胁财产	万元	田地	亩	房屋	间					
	威胁对象	□县城 □村镇 □居民点 □学校 □矿山 □工厂 □水库 □电站 □农田 □饮灌渠道 □森林 □公路 □河流 □铁路 □输电线路 □通讯设施 □国防设施 □其他:											
已采取治理措施													
投入及成效		费用	万元, 来源:					治理面积	公顷				
防治工作建议		措施:					投入:	治理面积:					
照片及影像编号													

地面塌陷或地裂缝描述	
示意图	平面图
	剖面图

调查人： 记录人： 审核人： 项目负责： 填表日期： 年 月 日

表 1-6 矿山地下含水层影响破坏调查表

矿山名称：

矿床水文地质类型		☐ 孔隙充水矿床 ☐ 裂隙充水矿床 ☐ 岩溶充水矿床						采矿活动影响的含水层类型		☐ 孔隙含水层 ☐ 裂隙含水层 ☐ 岩溶含水层		
受影响的主要含水岩组水文地质特征								采矿活动对含水岩组的影响				
名称	岩性	厚度	埋深	富水性	渗透系数	矿化度	水化学类型	影响方式	结构	水位	水质	
								☐ 抽排 ☐ 污染 ☐ 串漏 ☐ 其他	☐ 揭穿 ☐ 压实 ☐ 其他	☐ 下降 米 ☐ 疏干 ☐ 其他	☐ 改变 ☐ 不改变	
								☐ 抽排 ☐ 污染 ☐ 串漏 ☐ 其他	☐ 揭穿 ☐ 压实 ☐ 其他	☐ 下降 米 ☐ 疏干 ☐ 其他	☐ 改变 ☐ 不改变	
								☐ 抽排 ☐ 污染 ☐ 串漏 ☐ 其他	☐ 揭穿 ☐ 压实 ☐ 其他	☐ 下降 米 ☐ 疏干 ☐ 其他	☐ 改变 ☐ 不改变	
								☐ 抽排 ☐ 污染 ☐ 串漏 ☐ 其他	☐ 揭穿 ☐ 压实 ☐ 其他	☐ 下降 m ☐ 疏干 ☐ 其他	☐ 改变 ☐ 不改变	
矿坑排水量	万吨/年				矿坑最低排水点高程		米	矿区地下水位下降区面积			公顷	
矿坑水来源	☐ 地下水 ☐ 大气降水 ☐ 地表水 ☐ 老窑或废弃矿井积水		矿坑充水途径		☐ 断裂构造 ☐ 岩溶塌陷 ☐ 底板突破 ☐ 顶板破坏 ☐ 采空裂缝 ☐ 其他							
周边井泉水位变化	☐ 井水位下降幅度： 米； ☐ 泉流量减少幅度： 米 ³ /秒； ☐ 变化不明显；											
地下水主要污染物			超标倍数					污染范围（公顷）				
地下水监测	监测井（点）数量		监测内容		监测层位			监测频率		监测结果		
			☐ 水位 ☐ 水质 ☐ 水量 ☐ 水温									

调查人：

记录人：

审核人：

项目负责：

调查日期：

年 月 日

表1-7 地形地貌及土地破坏野外调查表

矿山名称:

破坏地形地貌景观类型	☐ 平原; ☐ 山脚; ☐ 斜坡; ☐ 河谷; ☐ 阶地; ☐ 冲沟; ☐ 洪积扇; ☐ 残丘; ☐ 洼地; ☐ 其他;				
地形地貌景观破坏方式	☐ 露天采场; ☐ 工业广场; ☐ 废石(土、渣)堆场; ☐ 尾矿库; ☐ 煤矸石堆; ☐ 地面塌陷; ☐ 地裂缝; ☐ 崩塌; ☐ 滑坡; ☐ 泥石流; ☐ 其 它				
地形地貌破坏影响对象		影响程度			
破坏的地质遗迹类型	☐ 典型地层剖面; ☐ 重要的古生物化石点; ☐ 地质公园		☐ 严重	☐ 较严重 ☐ 轻微	
各种自然保护区	☐ 在核心区; ☐ 在保护区; ☐ 在缓冲区; ☐ 不在范围内		☐ 严重	☐ 较严重 ☐ 轻微	
城市周边	☐ 景观破坏明显, 距离城市周边 km; ☐ 不明显		☐ 严重	☐ 较严重 ☐ 轻微	
主要交通干线两侧	☐ 景观破坏明显, 距离交通干线 km; ☐ 不明显		☐ 严重	☐ 较严重 ☐ 轻微	
其他					
地形地貌景观防治措施及成效					
土地破坏类型及面积(hm ²)	破坏区域	破坏土地类型及面积		累计修复面积	未修复面积
	露天采场	耕地 ☐ ; 林地 ☐ ; 草地 ☐ ; 园地 ☐ ; 建设用地: 国有 ☐ 集体 ☐ ; 其他 ☐			
	工业广场	耕地 ☐ ; 林地 ☐ ; 草地 ☐ ; 园地 ☐ ; 建设用地: 国有 ☐ 集体 ☐ ; 其他 ☐			
	废石(土、渣)堆场	耕地 ☐ ; 林地 ☐ ; 草地 ☐ ; 园地 ☐ ; 建设用地: 国有 ☐ 集体 ☐ ; 其他 ☐			
	尾矿库	耕地 ☐ ; 林地 ☐ ; 草地 ☐ ; 园地 ☐ ; 建设用地: 国有 ☐ 集体 ☐ ; 其他 ☐			
	煤矸石堆	耕地 ☐ ; 林地 ☐ ; 草地 ☐ ; 园地 ☐ ; 建设用地: 国有 ☐ 集体 ☐ ; 其他 ☐			
	地面塌陷	耕地 ☐ ; 林地 ☐ ; 草地 ☐ ; 园地 ☐ ; 建设用地: 国有 ☐ 集体 ☐ ; 其他 ☐			
	地裂缝	耕地 ☐ ; 林地 ☐ ; 草地 ☐ ; 园地 ☐ ; 建设用地: 国有 ☐ 集体 ☐ ; 其他 ☐			
	崩塌	耕地 ☐ ; 林地 ☐ ; 草地 ☐ ; 园地 ☐ ; 建设用地: 国有 ☐ 集体 ☐ ; 其他 ☐			
	滑坡	耕地 ☐ ; 林地 ☐ ; 草地 ☐ ; 园地 ☐ ; 建设用地: 国有 ☐ 集体 ☐ ; 其他 ☐			
	泥石流	耕地 ☐ ; 林地 ☐ ; 草地 ☐ ; 园地 ☐ ; 建设用地: 国有 ☐ 集体 ☐ ; 其他 ☐			
	其 它	耕地 ☐ ; 林地 ☐ ; 草地 ☐ ; 园地 ☐ ; 建设用地: 国有 ☐ 集体 ☐ ; 其他 ☐			
	土地复垦措施及效果				
防治建议					
照片及影像编号					
文字描述及平、剖面图					

调查人:

记录人:

审核人:

项目负责:

调查日期: 年 月 日

废水废液							
类型	年产出量 (万 m ³)	有害物质	年排放量 (万 m ³)	排放水质 量等级	排放去 向	利用方式	影响对象
矿坑水						☐ 生活用水 ☐ 工业用水 ☐ 农牧业 ☐ 其他	☐ 农业灌溉 ☐ 人畜饮水 ☐ 泉水 ☐ 其他
选矿废水						☐ 生活用水 ☐ 工业用水 ☐ 农牧业 ☐ 其他	☐ 农业灌溉 ☐ 人畜饮水 ☐ 泉水 ☐ 其他
堆浸废水						☐ 生活用水 ☐ 工业用水 ☐ 农牧业 ☐ 其他	☐ 农业灌溉 ☐ 人畜饮水 ☐ 泉水 ☐ 其他
洗煤水						☐ 生活用水 ☐ 工业用水 ☐ 农牧业 ☐ 其他	☐ 农业灌溉 ☐ 人畜饮水 ☐ 泉水 ☐ 其他
生活废水						☐ 生活用水 ☐ 工业用水 ☐ 农牧业 ☐ 其他	☐ 农业灌溉 ☐ 人畜饮水 ☐ 泉水 ☐ 其他
合计							

类型	累计积存 (万吨)	年产出量(万吨)	年利用量 (万吨)	利用方式	有害物质	影响 对象	破坏面积 (公顷)
尾矿				☐ 筑路; ☐ 填料; ☐ 制砖; ☐ 其他;			
废石(土)渣				☐ 筑路; ☐ 填料; ☐ 制砖; ☐ 其他;			
煤矸石				☐ 筑路; ☐ 填料; ☐ 制砖; ☐ 其他;			
粉煤灰				☐ 筑路; ☐ 填料; ☐ 制砖; ☐ 其他;			
其他				☐ 筑路; ☐ 填料; ☐ 制砖; ☐ 其他;			
合计							

196

广东省矿山生态修复技术指南

表 1-9 矿山生态环境调查取样表

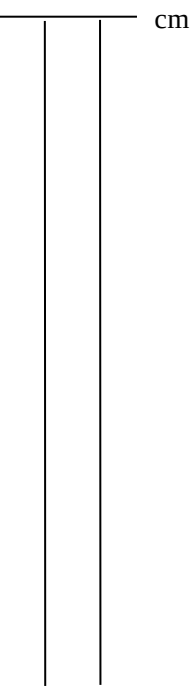
表 1-9-1 水质样品采集记录表

样品编号				天气						
水样类型		井□ 泉□ 地表水体□ 其他：								
取样位置						坐标	E	° ' "	高程	m
							N	° ' "		
井	水位埋深	m	井深	m	井径	m	是否完整井		是□ 否□	
	建井年代		井用途	农田灌溉□ 人畜饮用□ 工矿生产□ 其他：						
	井的类型	筒井□ 管井□		井壁结构	砖砌□ 片石砌□ 铁管□ 其他：					
	水质类型	潜水□ 承压水□		含水层岩性	松散沉积物□ 沉积岩□ 火成岩/变质岩□					
泉	类型	上升泉□ 下降泉□			流 量	m ³ /s				
	物理性状	颜色： 透明：			温度： (°C)	气温： (°C)		气味：		
地表 水体	地表水体									
	取样位置	源头□ 上游□ 中游□ 下游□ 其他：								
	物理性质	颜色： 透明：			温度： (°C)	气温： (°C)		气味：		
污染 源	污染源类型	矿坑水□ 选矿水□ 冶炼水□ 矿浆□ 尾矿废渣□ 其他：								
	污染源位置	河道外□ m, 河道边□ 河道中□								
水样现场测试		气温	°C	TDS	mg/l		Eh	mv		
		水温	°C	pH			Do	mg/L		
容器+体积+固定剂			玻璃瓶+(ml)+()酸 塑料瓶+(ml)+()碱							
分析项目										
照片编号										
周边环境描述及取样点示意图：										

调查人： 记录人： 审核人： 项目负责： 调查日期： 年 月 日

广东省矿山生态修复技术指南

表 1-9-2 土壤样品采集记录表

样品编号		GPS 坐标	N		高程	m
取样位置			E			
地貌地形	中低山地□ 低山丘陵□ 平原盆地□ 戈壁沙漠□ 河谷阶地□ 其他:					
土地类型	耕地□ 园地□ 林地□ 草地□ 建筑□ 其他:					
土壤质地	黏土□ 砂土□ 壤土□ 其他:					
农作物	小麦□ 玉米□ 水稻□ 菜地□ 果园□ 其他			耕作方式		
土壤颜色		样品容重	g/cm ³			
土壤 pH		剖面含水率	%			
采样深度	cm	层 位	耕作层□ 犁底层□ 淋溶层□ 母质层□			
测试项目						
灌溉水源	河湖□ 井□ 泉□ 矿坑排水□ 选矿废水□ 冶炼废水□ 生活污水□ 其他:					
主要污染源及距离	矿坑或矿井□ (m) 选矿厂□ (m) 冶炼厂□ (m) 废石废渣堆□ (m) 尾矿库□ (m) 其他:					
照片及录像编号						
采样剖面示意图	采样点描述					
0  cm						

调查人: 记录人: 审核人: 项目负责: 调查日期: 年 月 日

表 1-10 生物多样性调查表

表 1-10-1 动物物种多样性调查表

☐兽类☐鸟类☐爬行类☐两栖类样线样点调查法记录表 ☐样线法 ☐样点法

样线(样点)编号:

调查者:

地点:

日期:

对应航迹编号:

天气: ☐晴 ☐阴☐雾☐小雨 ☐晴转阴 ☐阴转晴 ☐其他

湿度(%):

温度(°C):

起始经纬度:

N:

E:

海拔:

起始—结束时间:

终点经纬度:

N:

E:

海拔:

样线长度:

中文名	数量	生境类型	飞行高度	集群性	备注

注: 生境类型: ①灌丛、②针叶林、③阔叶林、④针阔混交林、⑤溪流、⑥湖泊、⑦农田、⑧天空、⑨地面、⑩人工建筑、⑪洞穴。行为: A1 觅食、A2 飞行、A3 打斗、A4 鸣叫、A5 静止、A6 潜水、A7 移动、A8 理毛。体重: A:10-50g B:50-200g C: 200-400g D:400-1000g E:1000g 以上。居留型: 冬: 冬候鸟; 夏: 夏候鸟; 旅: 旅鸟; 留: 留鸟; 饲养: 人工饲养。

调查人:

记录人:

审核人:

项目负责:

调查日期:

年 月 日

表 1-10-2 植物物种多样性调查表

地点				样地名称				样地编号		
方号	灌木郁闭度:			乔木郁闭度						
木本植物(灌木)	数量	盖度	均高	冠径	健康状况				备注	
方内草本总盖度:	重复 1:				重复 2:			重复 3:		
草本植物	数量	盖度	均高	数量	盖度	均高	数量	盖度	均高	
方内草本总盖度:	重复 4:				重复 5:			重复 6:		
草本植物	数量	盖度	均高	数量	盖度	均高	数量	盖度	均高	

调查人: 记录人: 审核人: 项目负责: 调查日期: 年 月 日

[illegible]

调查人: 记录人: 审核人: 项目负责: 调查日期: 年 月 日

附录2 遥感解译表

表 2-1 遥感室内解译记录表

项目名称：

承担单位：

本表编号：

调查区名称				解译类型	
涉及行政区		省 市 县			
数据类型				接收时间	年 月 日
解译 编号	最终 编号	名称	中心点地理坐标	面 积 / 长 度 (km ² /km)	存在问题
			° ' "E ° ' "N		
			° ' "E ° ' "N		
			° ' "E ° ' "N		
本次 调 查	遥感影像：				
	存在问题及野外工作建议：				
	解译人： 日期： 年 月 日				
数据类型				接收时间	
复核意见：					
复核人： 日期： 年 月 日					

工作项目名称:

本表编号:

--	--	--	--

附录3 矿山生态环境调查报告提纲

1 调查工作概述

1.1 项目背景（项目由来、目的任务）

1.2 工作部署、工作方法及完成的主要工作量

1.3 主要成果及质量评述

2 区域概况

2.1 自然地理

2.2 社会经济概况

2.3 地质环境背景

2.3.1 气象水文

2.3.2 地形地貌

2.3.3 地层、地质构造

2.3.4 水文地质条件

2.3.5 工程地质条件

2.3.6 人为工程活动

2.4 土壤与植被

2.5 水土流失

2.6 生态环境

3 矿山基本情况

3.1 矿产资源概况：矿产资源类型、分布特点、规模、优势矿产资源量

3.2 矿产资源开发利用现状：开发现状、利用现状、开采规模、开采类型、开采范围、开采深度、开采高度等

4 矿山生态环境问题

4.1 矿山生态环境问题类型及分布特征

4.2 矿山生态环境问题及危害

4.2.1 矿山地质灾害

4.2.2 地形地貌景观破坏

- 4.2.3 含水层影响破坏
- 4.2.4 土地占用与损毁
- 4.2.5 水土流失
- 4.2.6 水土污染
- 5 矿山生态环境影响评价
 - 5.1 评价原则
 - 5.2 评价方法
 - 5.3 矿山生态环境影响评价
 - 5.3.1 矿山地质灾害影响评价
 - 5.3.2 地形地貌景观破坏影响评价
 - 5.3.3 含水层破坏影响评价
 - 5.3.4 土地损毁影响评价
 - 5.3.5 水土污染影响评价
 - 5.4 矿山生态环境问题发展趋势分析
- 6 结论与建议
 - 6.1 结论
 - 6.2 建议
- 7 附图
 - 7.1 矿山生态环境问题现状图
 - 7.2 矿山土地利用现状及损毁图
- 8 附件
 - 8.1 地形测绘成果报告及成果资料
 - 8.2 工程地质调查与测绘成果报告及成果资料（参照 CECS 238：2008）
 - 8.3 地质灾害勘查报告及成果资料
 - 8.4 调查表
 - 8.5 样品采集记录表
 - 8.6 影像资料

附录 4 矿山生态修复定位与修复方向

表 4.1 给出了矿山生态修复定位与修复方向参考依据。

表 4.1 矿山生态修复定位与修复方向

生态修复定位依据	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，修复方向应优先考虑恢复农业生产功能，宜耕则耕、宜园则园、宜林则林、宜水则水；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，修复方向应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，可考虑创建矿山主题公园，提升城市生态品质；无法恢复城镇开发利用条件，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，修复方向应优先考虑恢复生态系统功能。生态保护红线内，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，可考虑在不妨害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5 矿山生态修复方式参考依据

表 5.1 给出了确定矿山生态修复方式参考依据。

表 5.1 矿山生态修复方式参考依据

矿山生态修复方式	适宜的场地条件
自然恢复	场地不存在重大地质安全隐患和水土污染，地质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。
辅助再生	场地存在一定的地质安全隐患，地质稳定性较差，或场地局部存在水土污染，存在一定程度土地损毁、水资源破坏，部分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基本完好。
生态重建	场地存在重大地质安全隐患，地质条件不稳定，或场地存在具有影响环境安全的重大水土污染问题，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。

附录6 矿山生态修复方案提纲

1 矿山基本情况

1.1 区域自然生态状况

区域自然生态条件、矿山地质环境条件和矿山生态状况。

1.2 矿山概况

矿山的地理位置、交通状况、矿山范围、开采矿种、矿山规模、开采方式、开采层位、开采历史等。

1.3 矿山生态问题

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，划分矿山场地生态问题严重程度等级。

2 矿山生态修复总体定位与目标任务

2.1 总体定位

根据国土空间规划相关要求，结合矿山未来用地规划、开发利用方式和土地用途确定的生态修复方向。

2.2 总体目标

通过实施矿山生态修复，拟完成的生态修复总体目标，以及详细的绩效目标，包括：数量指标（地质安全隐患点治理数量、修复治理面积或长度等）和效益指标（生态质量改善、生态功能提升、水质改善、土地复垦、植被覆盖率提升、生物多样性保护等情况）等。

2.3 主要任务

围绕总体目标和具体绩效目标，需开展的重点工作任务。

3 矿山生态修复工作部署

3.1 修复方式

矿山场地修复用途，以及不同场地的生态修复方式。

3.2 修复措施

不同场地的主要生态修复措施。

3.3 修复工作部署

矿山生态修复工作总体部署和分项部署，工程实施的总工程量和分项工程量，工程实施年限和分年度实施计划。可附表、附图说明。

3.4 技术经济可行性分析

矿山生态修复技术经济可行性。

4 投资估算

4.1 估算依据

经费估算的依据、取费标准等。

4.2 经费估算

经费估算计算方法、过程和估算结果等，可详细列表说明。

5 跟踪监测与成效评估

5.1 跟踪监测

工程实施后跟踪监测内容与方法。

5.2 成效评估

工程实施后的成效评估内容与方法。

6 保障措施

6.1 组织保障

实施生态修复工程的组织管理方式。

6.2 技术保障

生态修复工程技术措施的先进性、可行性等。

6.3 资金保障

生态修复工程经费筹措和使用管理等。

6.4 后期管护

工程实施后的工程设施保修和植被养护措施。

7 附图

7.1 矿山生态问题现状图

7.2 矿山生态修复工程规划部署图

附录7 施工程设计编制提纲和格式要求

工程设计编制提纲

1 前言

- 1.1 项目背景及来源
- 1.2 矿山（工程）基本情况
- 1.3 工程设计编制工作概况

2 工程概况

- 2.1 自然地理概况
 - 2.1.1 地理位置及交通
 - 2.1.2 气象水文
 - 2.1.3 地形地貌
 - 2.1.4 植被条件
 - 2.1.5 土壤及土地利用
- 2.2 地质概况
 - 2.2.1 地层岩性
 - 2.2.2 地质构造
- 2.3 水文与工程地质条件
 - 2.3.1 水文地质条件
 - 2.3.2 工程地质条件
- 2.4 施工条件
 - 2.4.1 交通
 - 2.4.2 水源
 - 2.4.3 动力
 - 2.4.4 材料
 - 2.4.5 场地

3 矿山生态环境

- 3.1 矿山生态环境现状
 - 3.1.1 边坡生态环境现状

3.1.2 废弃地生态环境现状

3.1.3 塌陷地生态环境现状

3.2 矿山生态环境问题

3.2.1 地质安全隐患

3.2.2 地下含水层破坏

3.2.3 地形地貌景观破坏

3.2.4 土地资源占用及损毁

3.2.5 生物生境破坏

3.2.6 水土污染

3.3 稳定性分析与评价

4 设计原则、依据和目标任务

4.1 设计原则

4.2 设计依据

4.3 目标任务

5 修复范围及分区

5.1 修复工程范围

5.2 工程设计分区

6 工程设计

6.1 消除地质安全隐患工程设计

6.2 生态重建工程设计

6.3 附属工程设计

7 工程安全

7.1 总体要求

7.2 分部分项工程安全

8 环境保护

8.1 总体要求

8.2 生态环境保护

8.3 噪声污染防治

8.4 振动污染防治

8.5 水土污染防治

8.6 大气污染防治

8.7 固体废物污染防治

9 工程监测

9.1 工作方法和技术要求

9.1.1 工作部署原则

9.1.2 监测对象、监测要素、监测级别、监测精度、监测预警值。

9.1.3 监测技术要求。

9.2 监测系统建设、运行与维护

9.2.1 监测设施施工、安装。

9.2.2 监测仪器及技术指标。

9.2.3 监测系统运行与维护。

9.3 监测工作量及预算

10 工程维护与植被养护

10.1 养护浇灌系统

10.2 工程维护

10.3 植被养护

11 工期

12 工程量与工程预算

12.1 工程量

12.2 工程预算

13 修复成果分析与评价

13.1 最终境界要素

13.2 稳定性评价

13.3 预期效益分析

13.3.1 生态效益

13.3.2 社会效益

13.3.3 经济效益

14 结论与建议

14.1 工程来源

14.2 工程总体目标

14.3 工程设计综述

14.4 工程量及预算

14.5 工作部署与工期

14.6 预期成果综述

14.7 存在问题和建议

15 附表

附表 1: 修复区及各分区边界控制点坐标、高程汇总表

附表 2: 工程量计算统计(图)表(含土石方工程量计算图)

16 附图

附图 1: 矿山生态环境现状图

附图 2: 矿山生态修复工程设计平面图(含工程监测设计图)

附图 3: 矿山生态修复工程最终境界图

附图 4: 矿山生态修复工程最终效果图

17 附件

矿山生态环境调查报告及相关资料

设计文本封面与扉页格式及装订顺序

1 封面格式

×××矿山生态修复工程设计(二号黑体,居中)

建设单位(小三号黑体,居中)

设计单位(小三号黑体,居中)

二〇××年××月(小三号黑体,居中)

2 扉页格式

×××矿山生态修复工程设计（二号黑体，居中）

项目负责：×××（三号仿宋，缩进4字符，左边对齐）

设计编制：××× ×××
 ××× ×××

审 核：×××

总工程师：×××

法人代表：×××

建设单位（小三号黑体，居中）

设计单位（小三号黑体，居中。加盖编制单位公章）

二〇××年××月（小三号黑体，居中）

3 装订顺序

- （1）封面
- （2）扉页
- （3）资质证书
- （4）专家审查意见及专家签字表
- （5）目录
- （6）正文（宋体小四，1.5倍行间距）
- （7）附表
- （8）附图
- （9）附件（可另附）

附录 8 施工组织设计编制提纲和格式要求

编制提纲

1 工程概况

- 1.1 工程简介
- 1.2 矿山生态环境条件
- 1.3 工程设计概况
- 1.4 工程重点、难点及控制措施

2 编制原则和依据

- 2.1 编制原则
- 2.2 编制依据
 - 2.2.1 建设单位提供资料
 - 2.2.2 适用的规程、规范、标准
 - 2.2.3 当地的工程管理规定和办法
 - 2.2.4 现场踏勘资料
 - 2.2.5 施工单位能力水平

3 施工总体部署

- 3.1 工程管理目标
- 3.2 总体组织安排
- 3.3 总体施工安排
- 3.4 劳动力需求计划
- 3.5 机械设备配置计划
- 3.6 主要材料配置计划
- 3.7 主要周转材料和机具配置计划

4 现场平面布置

- 4.1 现场平面布置要求
- 4.2 临建设施
- 4.3 临时道路
- 4.4 加工场、堆场（仓库）、机械停放场

4.5 临时排水

4.6 临时用电

4.7 临时用水

4.8 现场消防设施

4.9 应急疏散线路

4.10 现场总平面布置图

5 施工准备

5.1 技术准备

5.2 现场准备

5.3 测量放线

6 施工技术方案

6.1 施工流程

6.2 施工工序操作要点

6.3 施工技术措施

6.4 施工检查及验收标准

7 施工监测方案

7.1 监测技术要求

7.2 施工监测手段

7.3 监测监控措施

7.4 巡视巡查要求、内容及反馈处理

8 施工管理与保障措施

8.1 质量管理与保障措施

8.2 进度管理与保障措施

8.3 安全管理与保障措施

8.4 环境保护及文明施工管理与保障措施

8.5 成本管理与保障措施

8.6 季节性施工与保障措施

8.7 交通组织与保障措施

8.8 已有设施、文物、自然资源保护与保障措施

9 附件

9.1 专项施工方案

9.2 工程设计及图纸

编制内容和要求

1 工程概况

1.1 工程简介

1.1.1 工程地理位置、范围

1.1.2 工程类型、修复目标

1.2 工程生态环境条件

1.2.1 气象水文、地形地貌、植被条件

1.2.2 地质概况

1.2.3 工程地质、水文地质条件

1.2.4 矿山生态环境问题

1.2.5 周边环境与施工条件

(1) 包括场地可利用情况、受影响居民区、建（构）筑物以及需要保护的地上地下各类管线、设施、设备等。

(2) 工程原材料、植物材料、中间产品、设备供应。

(3) 临水、临电、临时道路、排水、材料堆放、土源供应。

(4) 可利用资源。

(5) 其他。

1.3 工程设计概述

1.3.1 修复范围及规模

1.3.2 修复分区及工程措施

1.3.3 工程设计要求

1.3.4 工程主要内容和工程量

1.4 工程重点、难点及控制措施

1.4.1 重点、难点

结合现场条件，从施工组织、进度安排、施工工艺、质量、安全等方面综合分析修复工程的重点、难点。

1.4.2 控制措施

根据重点、难点，提出主要管理对策和控制措施。

2 编制原则和依据

2.1 编制原则

2.2 编制依据

2.2.1 合同及设计等文件

- (1) 招、投标文件。
- (2) 工程施工合同。
- (3) 工程勘查、设计文件（图纸）。
- (4) 周边建（构）筑物及管线资料。

2.2.2 技术标准

- (1) 与工程施工相关的技术标准。
- (2) 与工程质量验收相关的验收标准。

2.2.3 工程建设管理规定和办法

- (1) 相关法律、法规。
- (2) 相关安全、文明施工管理规定

2.2.4 现场踏勘资料

2.2.5 施工单位能力水平

- (1) 工艺技术、机械设备、人员、资金实力。
- (2) 类似工程经验及技术水平。
- (3) 内部管理制度和质量、环境与职业健康安全管理体系文件等。

3 施工总体部署

3.1 工程管理目标

工程质量、安全、进度、自然资源与生态环境保护和成本等管理目标。

3.2 总体组织安排

项目组织机构及管理层级，各层级职责分工，配备的施工技术、管理和作业人员及其工程经验与熟练程度。

3.3 总体施工安排

(1) 根据工程措施、工程特点、季节、气候条件，制订施工工序安排和总体施工流程。

(2) 对修复区域按照先易后难，先高后低、分片分区合理安排施工，明确施工顺序和施工流向。

(3) 对各修复区的主要人员及机械设备进行合理配置。

(4) 说明主要施工方法，对施工工序的衔接进行总体安排。

3.4 劳动力供应计划

3.4.1 各分部分项工程劳动力计划

根据各分部分项工程内容、工程量、项目特征、施工安排、进度计划、人工定额，编制各分部分项工程劳动力需求计划。

3.4.2 劳动力需求总计划

根据施工总体流程，充分利用平行施工、流水作业和工序搭接，确定工程施工过程各阶段、各工种劳动力配置计划以及各工种用工量及总用工量，编制劳动力需求计划表，绘制劳动力用工动态曲线，附相关说明。

3.4.3 保障措施

3.5 机械设备配置计划

3.5.1 各分部分项工程机械设备配置计划

根据工程设计中各分部分项工程内容、工程量、项目特征、施工安排、进度计划、所需的施工机械类型、机械台班定额，编制各分部分项工程施工机械设备配置计划。

3.5.2 施工机械设备配置总计划

根据施工总体流程，充分利用平行施工、流水作业和工序搭接，确定工程各阶段机械设备配置计划，明确施工机械型号、数量、进出场时间，列表汇总。

3.5.3 保障措施

3.6 主要材料配置计划

3.6.1 各分部分项工程主要材料配置计划

根据工程设计内容、工程量、项目特征，编制各分部分项工程主要材料备配置计划。

3.6.2 主要材料配置总计划

根据施工总体流程，充分利用平行施工、流水作业和工序搭接，确定工程主要材料配置计划，明确材料名称、规格、数量、进出场时间，列表汇总。

3.6.3 保障措施

4 现场平面布置

4.1 现场平面布置要求

- (1) 临建设施应避开可能存在地质安全隐患的区域，防止发生次生灾害。
- (2) 平面布置合理，占用面积少。
- (3) 合理组织运输，缩短工地搬运距离，尽量减少二次搬运。
- (4) 充分利用既有道路、建（构）筑物，降低临时设施建造费用。
- (5) 符合节能、安全、消防、文明施工、自然资源与环境保护及水土保持等相关要求。
- (6) 符合当地主管部门、建设单位及有关部门的相关规定。

4.2 临建设施

修复区、办公区、生活区等各类临时设施建设类型、施工方案、完成时间、使用期限及动态布置安排，划定用地和警戒范围。

4.3 临时道路

确定临时道路位置及结构形式，编制临时道路施工方案。说明与永久道路建设的利用程度、现场交通组织形式、内容和方法等。

4.4 加工场、堆场（仓库）、机械停放场

依据施工所需原材料、中间产品、工程设备种类、数量以及施工机械设备配置与进场计划，确定加工场、材料堆放场、设备仓库、机械停放场等辅助施工生产区域，划定用地和警戒范围，说明位置、面积、结构形式和运输路径。

4.5 临时排水

确定现场排水设施布置。包括临时排水方法和措施，排水量计算，排水沟、沉淀池、出水口类型、分布及施工方案，排水设备名称、型号、数量及安装方案，临时排水保障措施。

4.6 临时用电

4.6.1 临时用电方案编制依据

相关法律法规及技术规范、工程设计图纸、临时设施布置、施工机械使用计划等。

4.6.2 临时用电布置

(1) 临时用电量计算和说明。包括施工用电、生活用电、工程维护与植被养护用电等。

(2) 临时用电量计划。

(3) 临时用电部署。箱变供电系统、接零保护形式、低压配电室、总配电箱、二级分箱、三级分箱选择和布置，电缆敷设方式等。

(4) 配电电缆截面计算与选择。

(5) 电缆铺设和配电箱安装方案。

4.6.3 临时用电技术措施

4.7 临时用水

(1) 临时用水要求。

(2) 临时用水来源。说明可用的临时用水来源，采取的用水方式

(3) 临时用水用途及用量。

(4) 临时用水布置。说明临时用水线路布置，采用的设备及材料名称、型号、规格、数量等。

4.8 现场消防设施

现场消防设施配置。

4.9 应急疏散线路

现场施工安全紧急情况下疏散线路。

4.10 施工现场总平面布置图（附后或另附）

附总平面布置简要说明。

5 施工准备

5.1 技术准备

(1) 收集资料。资料名称，搜集方法和途径。

(2) 现场踏勘。人员组织，现场踏勘目的。

(3) 熟悉设计文件，参加设计与图纸会审。

(4) 施工组织设计编制、审核、提交与审批。

- (5) 技术交底。
- (6) 编制各分部分项工程检测和试验计划。
- (7) 编制开工资料并申报。

5.2 现场准备

- (1) 总平面布置和临时设施建设。
- (2) 施工道路修建。
- (3) 施工临时用水用电配置。
- (4) 组织劳动力进场、培训，办理相关保险。
- (5) 施工机械进场安装、调试。
- (6) 原材料、植物材料、中间产品进场验收、检验检测。工程设备进场验收与安装调试。
- (7) 工程试验。
- (8) 临时排水。

5.3 测量放线

- (1) 测量控制点接受与保护。
- (2) 工程测量放线方案。
- (3) 布设测量控制网点和监测系统。
- (4) 测量放线及成果报验。

6 施工技术方案

各分部分项工程通过技术、经济比较，优选施工技术方案。

6.1 施工流程

结合修复对象类型、修复手段、现行标准、施工图纸和现有资源，确定各分部分项工程施工工艺流程和施工总流程。

6.2 施工工序操作要点

确定各分部分项治理工程施工方法、操作要点、施工技术措施，结合设计平面图与剖面图、施工大样图、工程图表、照片等加以说明。

6.3 施工技术措施

结合修复工程特点，确定工程施工的重点和难点，制订相应的施工技术措施。

6.4 工程质量检查及验收标准

根据工程设计、本文件及相关规范要求，制定各分部分项工程质量检查及验收标准。

7 施工监测方案

制订治理期间的施工监测方案和全过程巡视巡查制度，明确巡视巡查内容，按时提交监测报告和巡视巡查记录。

7.1 监测技术要求

7.2 施工监测手段

7.3 监测监控措施

7.4 巡视巡查要求、内容及反馈处理

8 施工管理与保障措施

8.1 质量管理与保障措施

质量管理参照《国家质量管理体系》（GB/T 19001），结合施工单位质量管理体系编制。通过可靠的预防控制措施，保证质量目标的实现。

8.1.1 质量管理目标与组织

- （1）按照工程具体要求，确定质量目标并进行分解。
- （2）建立工程质量管理组织机构，落实主要管理人员，明确相应质量管理职责。

8.1.2 质量管理制度措施

- （1）建立相应的质量管理制度。
- （2）制订对材料供应商及分部（分项）工程专业施工队伍的质量管理措施等。

- （3）建立质量检查制度，制定相应的质量事故处理规定。

8.1.3 质量管理技术措施

- （1）施工测量误差控制措施。
- （2）工程原材料、植物材料、中间产品、设备进场检验、检测措施。
- （3）分部分项工程试验和检测计划、方案及质量保证措施。
- （4）施工质量检查和验收保障措施。
- （5）各分部（分项）工程的重点部位及关键工序的质量保障措施。
- （6）材料、中间产品、设备及成品（半成品）保护措施。

(7) 质量通病预防和控制措施。

8.2 进度管理与保障措施

按照施工技术要求和施工顺序,保证各工序在时间上和空间上顺利衔接,制订相应的工期控制目标和计划。

8.2.1 进度计划

编制施工进度计划。应在工程目标下划分施工阶段,确定施工进度节点,宜采用网络图或横道图等形式编制,附必要说明。

8.2.2 各分部分项工程进度计划

根据工程设计中各分部分项工程的工程量、项目特征、每日计划完成工程量,编制各分部分项工程进度计划,列表汇总。

8.2.3 工程总进度计划

根据施工总体流程,充分利用平行施工、流水作业和工序搭接,说明关键线路和关键工序,编制工程总进度计划。工程总进度计划应满足总工期要求。

8.2.4 进度管理措施

(1) 对施工进度计划进行逐级分解,分析影响施工进度的关键工作,制订关键节点控制措施。通过阶段性目标的实现保证最终工期目标的实现。

(2) 建立施工进度管理的组织机构并明确职责,制订相应进度管理制度。

(3) 针对不同施工阶段工程特点,制订进度管理的相应措施,包括管理措施、技术措施等。

(4) 建立施工进度动态管理机制,及时纠正施工过程中的进度偏差,制订特殊情况下的赶工措施。

(5) 根据项目周边环境特点,分析影响施工进度的各种因素,制订相应的协调措施,减少外部因素对施工进度的影响。

8.2.5 进度保证措施

(1) 资源保证措施。

(2) 资金保证措施。

(3) 沟通协调措施。

8.3 安全管理与保障措施

8.3.1 安全管理组织机构

安全生产管理组织机构，安全管理人员及其职责和权限。

8.3.2 安全管理控制措施

按工程内容和岗位职责对安全生产标进行分解，制订必要的控制措施。

8.3.3 安全专项方案

根据工程特点、施工方法及危险性程度，编制危险工程安全生产专项方案。

8.3.4 安全管理及保证措施

根据治理工程特点，制订相应的安全管理及保证措施：

- （1）建立相应的安全施工管理制度。
- （2）确定安全施工管理资源配置计划。
- （3）制订各分部（分项）工程的安全保证措施。
- （4）制订施工期间突发灾害事件应急措施。
- （5）根据季节、气候的变化，制订季节性安全施工措施。
- （6）建立施工人员三级教育和上岗培训制度。
- （7）建立现场安全检查制度，对安全事故处理做出相应规定。
- （8）施工监测、巡视巡查相应规定。

8.3.5 安全事故应急救援预案

针对施工过程中可能发生的安全事故，编制应急救援预案。

（1）建立应急救援组织机构，组建应急救援队伍，岗位落实到人，明确职责和权限。

（2）根据矿山生态修复工程特点，辨识重大危险源（高空坠落、崩塌、塌陷、物体打击、触电、机械伤害、火灾等），根据工程实际有针对性地制订预防控制措施和事故应急处理程序、现场应急处置措施、现场演练计划。

（3）配置相应的应急救援物资，明确应急救援联络人员与联系方式，确定应急救援线路等。

8.4 环境保护和文明施工管理与保障措施

8.4.1 环境保护及文明施工管理组织机构及其职责

应根据工程特点，按照文明工地标准化要求，建立环境保护及文明施工管理组织机构，明确职责和权限。

8.4.2 环境保护及文明施工管理检查制度

8.4.3 环境保护及文明施工资源配置计划

8.4.4 环境保护措施

(1) 节地节能节材措施：合理规划平面布置，少占地，资源再利用与循环利用，节能减排（碳达峰、碳中和），土地、矿产、水、土、植被等自然资源保护措施。

(2) 扬尘、烟尘控制措施：围挡、覆盖、洗车台、临时道路硬化、定期洒水或雾炮除尘，设置专用防烟罩等。

(3) 噪声控制措施：优选低噪声机械设备，合理布置场地，降低施工噪声干扰措施。

(4) 生活、生产污水排放控制措施：生活、生产区分开规划，设置雨污分流及排污净化系统，污废水排放应符合当地环境保护部门和相关标准的规定。

(5) 固体废弃物管理措施：集中有序堆放、净化处理、再利用，及时清运至指定位置；弃土不阻碍沟道，不堆填在江河水域，临时堆放设置挡土结构等。执行废弃物处置相关规定和标准。

(6) 水土流失防治措施：保护修复区岩土不受侵蚀流失，裸露区域采用覆盖或绿化等措施。

(7) 爆破控制措施：按规定时间进行，采用少药量、延时爆破作业技术。

(8) 生态环境保护及恢复措施：保护林木等自然资源，工完场清，按要求恢复原有生态环境。

8.4.5 文明施工管理制度与措施

(1) 项目公示制度。开工前标牌公示修复工程概况和项目负责人等内容。

(2) 封闭管理措施。对施工现场、生活区进行围挡封闭，符合相关规定要求。

(3) 办公、生活、生产及辅助设施等临时设施管理措施。

(4) 施工现场机具管理措施。

(4) 材料、构配件和设备管理措施。

(6) 现场卫生管理措施。

(7) 施工现场便民和减少扰民措施等。

8.5 成本管理与保障措施

8.5.1 成本管理计划

应以施工预算和施工进度计划为依据编制。

8.5.2 成本控制措施

(1) 根据工程施工预算，制订工程施工成本目标。

(2) 根据施工进度计划，对工程施工成本目标进行阶段分解。

(3) 建立施工成本管理的组织机构，明确职责，制订相应管理制度。

(4) 根据工程规模和特点进行技术经济分析，制订管理和技术保证措施，控制人工费、材料费、机械费、管理费等成本。

(5) 确定科学的成本分析方法，制订必要的纠偏措施和风险控制措施。

8.6 季节性施工保障措施

8.6.1 暴雨、台风期间施工保证措施

针对暴雨期、台风天气对工程施工的影响，制订暴雨、台风期间施工保证措施，编制资源配置计划。

8.6.2 低（高）温施工保证措施

针对低（高）温对工程施工的影响，制订低（高）温施工保证措施，编制资源配置计划。

8.6.3 其他季节性施工保证措施

8.7 交通组织与保障措施

针对施工环境条件、工艺复杂程度、不可预见因素等特点，结合作业区域内及周边交通情况编制交通组织计划，包括交通现状、交通组织安排等。

8.7.1 交通现状

施工作业区域内及周边的主要道路、交通流量、施工环境条件、施工工艺及其他影响因素。

8.7.2 交通组织安排

(1) 依据总体施工安排划分交通组织实施阶段，确定各阶段的交通组织形式及人员配置，绘制实施阶段交通组织平面示意图。

(2) 确定施工作业影响范围内主要通行路口及重点区域交通疏导方式和安全警示，绘制交通疏导示意图。

8.7.3 交通组织实施保障措施

8.8 已有设施、文物、自然资源保护与保障措施

8.8.1 建（构）筑物、文物分布情况调查

施工影响范围内的建（构）筑物、文物调查。调查情况宜采用文字、表格或平面分布图等形式说明。

8.8.2 工程对建（构）筑物及文物的影响及保护、监测和管理措施

分析工程对现场范围内的建（构）筑物及文物的影响，并应制订相应的保护、监测和管理措施。

8.8.3 建（构）筑物、文物意外情况应急保护措施

制订建（构）筑物、文物发生意外情况时的应急保护措施。针对施工过程中发现的文物，应制订现场保护措施。发现文物应立即停工，采取合理措施保护现场，及时上报建设单位和文物主管部门。

8.8.4 自然资源保护措施

根据工程及周边土地、矿产、生物等自然资源类型及分布，采取相应的自然资源保护措施。

9 附件

9.1 专项施工方案

9.2 工程设计及图纸

9.3 其他

附录 9 施工现场质量管理检查记录

工程名称	
项目承担单位	
设计单位	
监理单位	
施工单位	
项目经理	
技术负责人	
序号	内容
1	现场质量管理制度
2	质量责任制
3	主要专业工种操作上岗证书
4	分包方资质与对分包单位的管理制度
5	工程设计（方案）实施及其审查情况
6	施工组织设计、施工方案及审批
7	施工技术标准
8	物资采购管理制度
9	计量设备配置
10	检测试验管理制度
11	现场材料、设备存放与管理
12	工程质量检验制度
检查结论：	
总监理工程师：	
年 月 日	

附录 10 竣工初步验收申请

工程名称：

项目编号：

No：

致：_____（项目承担单位）

本工程已于____年____月____日施工完毕，并已完成了工程质量自验和评定，特申请组织竣工初步验收。工程情况报告如下：

1. 矿山生态修复项目情况简介
2. 工程质量检验评定结论
3. 竣工初步验收资料准备情况
4. 自验情况
5. 工程治理效果评价

施工单位：（盖章）

负 责 人：

年 月 日

监理单位审查意见：

监理单位：（盖章）

总监理工程师：

年 月 日

设计单位审查意见：

设计单位：（盖章）

负 责 人：

年 月 日

附录 11 竣工初步验收意见

广东省矿山生态修复项目 竣工初步验收意见书

项 目 名 称：_____

工 程 地 址：_____

项目承担单位：_____

开 工 日 期：_____年____月____日

竣 工 日 期：_____年____月____日

验收组织部门：_____

初步验收日期：_____年____月____日

项目批文编号：_____

项目资金来源：_____

一、工程基本情况

工程名称		工程地址	
工程类型		工程级别	
工程概算		工程结算	
参 建 单 位 及 资 质	单 位	名 称	资 质
	勘查单位		
	设计单位		
	施工单位		
	监理单位		
	监测单位		

二、验收所需文件及资料情况

序号	名 称	检查结果
1	施工单位的竣工初步验收申请	
2	工程质量检验评定报告和相关表格、资料	
3	项目承担单位的竣工总结报告	
4	勘查单位的勘查总结报告	
5	设计单位的设计总结报告	
6	施工单位的施工总结报告	
7	监理单位的监理总结报告	
8	监测单位的监测总结报告	
9 竣 工 初 步 验 收 文 件	(1) 项目管理文件	
	(2) 立项文件	
	(3) 勘测文件	
	(4) 可行性研究文件	
	(5) 设计文件	
	(6) 工程管理文件	
	(7) 监理文件	
	(8) 施工文件	
	(9) 监测资料	
	(10) 工程竣工文件	
	(11) 声像、电子档案及其他	

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
调查和勘查报告		
初步设计报告		
施工图设计报告		
设计重大变更文件		

四、工程参建单位选定情况

单位类别	名称	选定形式	招标代理机构	批准文件及文号、日期	检查结果
勘查单位					
设计单位					
施工单位					
监理单位					
监测单位					
其他单位					

注：选定形式：公开招标，邀请招标，择优委托

五、广东省矿山生态修复工程初步竣工验收评分表

项 目 名 称：_____	
项目承担单位：_____	
项目负责人：_____	
工程施工时间：_____	
施 工 单 位：_____	负责人：_____
监 理 单 位：_____	负责人：_____
工程检查项目及评级： （1）同时满足下列条件的定为优良级 ①所含分部分项工程质量全部合格，其中 70%以上达到优良级别，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。 ②治理工程无质量事故。 ③分部工程外观质量检查合格率达到 85%以上。 ④植被成活率达到设计要求，生态恢复效果良好，并与周边生态环境协调。 ⑤单位工程施工质量检验与评定资料齐全。 ⑥生态修复工程过程的试验和监测成果符合国家、行业标准和本文件要求。 ⑦竣工、监理、监测、管理、结算资料基本齐全、准确。 （2）同时满足下列条件的定为合格级 ①所含分部分项工程质量全部合格。 ②质量事故已按要求进行处理。 ③分部工程外观质量检查合格率达到 70%以上。	

④植被成活率达到设计要求，生态恢复效果初步显现，与周边生态环境基本协调。 ⑤单位工程施工质量检验与评定资料齐全。 ⑥生态修复工程过程的试验和监测成果符合国家、行业标准和本文件要求。 ⑦竣工、监理、监测、管理、结算资料基本齐全、准确。 （3）不合格级 不符合优良级和合格级要求的，定为不合格级。					
评级 检查验收专家组签名： 检查验收时间：					
对项目竣工初步验收的综合意见：					
要求进行整改的意见：					
项 目 竣 工 初 步 验 收 组 签 字	验收组职务	姓 名	职称、职务	单 位	签 名
	专家组组长				
	成员				
	成员				
	成员				
	成员				
	成员				
	成员				
	成员				

六、验收单位意见

项目承担单位意见:		勘查单位意见:	
负责人:		负责人:	
设计单位意见:		施工单位意见:	
负责人:		负责人:	
监测单位意见:		监理单位意见:	
负责人:		负责人:	
姓 名	单 位	职称与职务	签 名

时间: 年 月 日

附录 12 竣工验收申请

工程名称：

项目编号：

No：

致：_____（项目审批部门）

本工程已于____年____月____日施工完毕，并已完成了工程质量评定与自验，特申请组织竣工验收。工程情况报告如下：

1. 矿山生态修复工程情况简介
2. 工程质量检验评定结论
3. 竣工验收资料准备情况
4. 自验情况
5. 工程治理效果评价

项目承担单位：（盖章）

负 责 人：

年 月 日

所在地自然资源主管部门审查意见：

主管单位：（盖章）

负 责 人：

年 月 日

市级自然资源主管部门审查意见：

主管单位：（盖章）

负 责 人：

年 月 日

注：当所在地主管单位与承担单位相同时，相应栏目可以归并。

附录 13 竣工验收意见

广东省矿山生态修复项目 竣工验收意见书

项 目 名 称：_____

工 程 地 址：_____

项目承担单位：_____

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

项目批文编号：_____

项目资金来源：_____

一、治理工程基本情况

工程名称		工程地址	
工程类型		工程级别	
工程概算	元	工程结算	元
参建单位、资质及检查符合情况			
	单位名称	单位资质	检查符合情况
勘查单位			
设计单位			
施工单位			
监理单位			
监测单位			
检测单位			

二、竣工验收所需文件及资料检查情况

序号	名 称	检查结果
1	施工单位的竣工验收申请书	
2	建设单位的施工管理总结报告	
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	施工单位的竣工总结报告	
6	监理单位的工程监理报告	
7	监测单位的变形监测报告	
8	检测单位的检测报告	
9 竣工 验收 文件	(1) 项目管理文件	
	(2) 立项文件	
	(3) 勘测文件	
	(4) 可行性研究文件	
	(5) 设计文件	
	(6) 工程管理文件	
	(7) 监理文件	
	(8) 施工文件	
	(9) 工程监测资料	
	(10) 工程竣工验收文件	
	(11) 声像、电子档案及其他	

三、治理工程技术文件审查情况

技术文件名称	审查组织单位及日期	检查结果
勘查报告		
初步设计报告		
施工图设计报告		
设计重大变更文件		

四、工程参建单位选定情况

单位类别	名称	选定形式	招标代理机构	批准文件及文号、日期	检查结果
勘查单位					
设计单位					
施工单位					
监理单位					
监测单位					
检测单位					

注：选定形式：公开招标，邀请招标，比选，择优委托

五、工程竣工验收专家组意见

1. 执行基本建设程序的情况
2. 对工程管理的评价

3. 对工程施工的评价
4. 对工程监理的评价
5. 对工程监测的评价
6. 对工程检测的评价
7. 对工程质量（基本要求）的检查意见
8. 对工程实物的检查意见
9. 对工程外观的检查意见

10. 对文件资料的检查意见					
11. 对工程竣工初步验收的综合意见					
12. 要求进行整改的意见					
验收组	专家组 职 务	姓 名	职称/职务	单 位	签 名
	组长				
	副组长				
	成员				
	成员				
	成员				
	成员				
	成员				
	成员				
	成员				

六、验收单位意见

建设单位意见:		勘查单位意见:	
负责人签字:		负责人签字:	
设计单位意见:		施工单位意见:	
负责人签字:		负责人签字:	
监测单位意见:		监理单位意见:	
负责人签字:		负责人签字:	
参加验收的各参建单位人员签字栏			
签 名	单 位	职称/职务	日 期

附录 14 矿山生态修复工程勘查总结报告

广东省矿山生态修复工程 勘查总结报告

项 目 名 称：_____

承 担 单 位 名 称：_____

承担单位法定代表人：_____

项 目 批 文 编 号：_____

项目资金来源类型：_____

_____年____月____日

一、勘查执行标准及勘查成果、主要参数：

二、勘查工作中内部质量控制情况：

三、勘查文件变更情况及其对原设计的影响：

四、对设计、施工单位使用勘查成果的评价和对工程质量、效果的评价：

五、签章

项目负责人签字：

法定代表人签字：

承担单位公章：

_____年____月____日

附录 15 矿山生态修复工程设计总结报告

广东省矿山生态修复工程 设计总结报告

项 目 名 称：_____

承 担 单 位 名 称：_____

承担单位法定代表人：_____

项 目 批 文 编 号：_____

项目资金来源类型：_____

_____年_____月_____日

一、工程安全设计指标与设计标准符合强制性标准情况：

二、设计及设计变更过程中内部质量控制情况：

三、设计变更情况及其对原设计功能和安全的影响：

四、设计的复合型总体评价：

五、签章

项目负责人签字：

法定代表人签字：

承担单位公章：

_____年____月____日

附录 16 矿山生态修复工程竣工总结报告

广东省矿山生态修复工程 竣工验收报告

项 目 名 称：_____

承 担 单 位 名 称：_____

承担单位法定代表人：_____

项 目 批 文 编 号：_____

项目资金来源类型：_____

_____年_____月_____日

一、治理工程基本情况

项目名称		工程地址	
工程类型			
勘察报告 审批部门		设计报告 审批部门	
工程概算		工程决算	
参 建 单 位	单 位	名 称	资 质
	勘察单位		
	设计单位		
	施工单位		
	监理单位		
	监测单位		
一、工程概况：			
二、完成工程施工与合同约定内容情况：			
三、对工程施工（质量、进度等）的评价：			
四、对工程勘察、设计、监理、监测等的评价：			
五、工程资金使用情况：			
六、对工程竣工初步验收的意见：			
七、签章 项目负责人签字： 法定代表人签字： 承担单位公章：			
_____年____月____日			

二、治理工程参建各方情况汇总表

项目名称		工程地址	
工程类型		工程造价	
承担单位	单位名称		
	法人姓名	法人职务	
施工单位	单位名称	资质证书号	
	法人姓名	资质级别	
勘查单位	单位名称	资质证书号	
	法人姓名	资质级别	
设计单位	单位名称	资质证书号	
	法人姓名	资质级别	
监理单位	单位名称	资质证书号	
	法人姓名	资质级别	
监测单位	单位名称	资质证书号	
	法人姓名	资质级别	
备注			

附录 17 矿山生态修复工程监理总结报告

广东省矿山生态修复工程 监理总结报告

项 目 名 称：_____

承 担 单 位 名 称：_____

承担单位法定代表人：_____

项 目 批 文 编 号：_____

项目资金来源类型：_____

_____年____月____日

一、监理准入、现场监理组成及监理工作情况：
二、工程使用材料及监督取样情况：
三、勘查、设计变更情况：
四、重要工序及分项、分部工程质量认证情况：
五、工程质量缺陷、施工过程中质量问题的整改、复查情况：
六、对工程资料的审查意见：
七、对工程整体质量及重要部位的安全及使用功能的评价：
八、对施工单位竣工报告的审查意见：
九、 签章 项目负责人签字： 法定代表人签字： 承担单位公章： _____年____月____日

附录 18 矿山生态修复工程监测总结报告

广东省矿山生态修复工程 监测总结报告

项 目 名 称：_____

承 担 单 位 名 称：_____

承担单位法定代表人：_____

项 目 批 文 编 号：_____

项目资金来源类型：_____

_____年____月____日

一、变形监测执行标准及监测内容、方法与主要仪器设备：

二、变形监测过程中内部质量控制措施及执行情况：

三、变形监测成果和主要结论：

四、变形监测过程中发生的重大问题及其处理情况：

五、对变形监测最终成果质量和工程效果的评价：

六、签章

项目负责人签字：

法定代表人签字：

承担单位公章：

_____年____月____日

- 附：1. 变形监测点分布图（带有简单地质内容和工程位置的经缩小的简图，注明线画比例尺）
2. 变形监测主要成果图

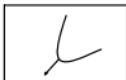
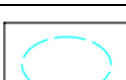
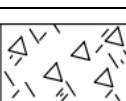
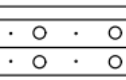
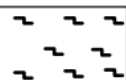
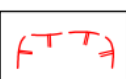
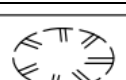
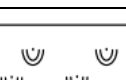
附录 19 治理工程一览表

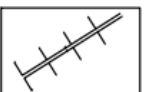
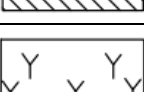
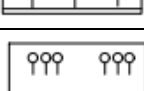
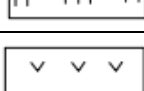
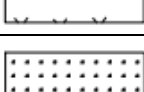
项目 基本 情况	项目名称				
	项目年度		批复资金（万元）		
	建设单位名称		任务书下达时间		
项目 设计	设计单位名称		设计审查时间		
	设计单位资质		设计批复时间		
项目 施工	施工单位名称	中标通知书		有□ 无□	
		施工合同		有□ 无□	
	施工单位资质	开工报告		有□ 无□	
		施工日志		有□ 无□	
	项目开工时间	施工总结报告		有□ 无□	
		项目区公示牌		有□ 无□	
项目 监理	监理单位名称	工程监理报告		有□ 无□	
	监理单位资质				
竣工 验收	组织验收单位	是否省厅验收		是□ 否□	
		省厅验收意见		有□ 无□	
	验收时间	工程竣工图		有□ 无□	
	施工质量评定	合格□ 不合格□	影像图片资料	有□ 无□	
竣工 结算	总投入资金（万元）		工程决算报告	有□ 无□	
	中央投入资金（万元）				
	地方投入资金（万元）		审计报告	有□ 无□	
	其他投入资金（万元）				
治理 成效	治理内容 及工作量	矿山地质灾害治理		面积（公顷）	
		矿山土地资源的占用与破坏治理		面积（公顷）	
				面积（公顷）	
	治理成果	治理总面积（公顷）			
		其中治理恢复土地面积（公顷）			

附录 20 矿山生态修复工程的分部（子分部）、分项工程划分表

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	
1	地质安全隐患治理工程	边坡坡面整治工程	土质边坡地形整治工程	
			岩质边坡地形整治工程	
		边坡防护工程	锚杆(索)	非预应力锚杆（索）工程
				预应力锚杆（索）工程
			砌石（块）挡土墙工程	
			砌体或混凝土挡土墙工程	
			锚杆、锚定板和加筋土挡土墙工程	
			抗滑桩工程	
			锚喷支护工程	
			格构锚固工程	
			注浆加固工程	
			回填压脚工程	
			拦石坝工程	
			拦石网	
		截（排）水工程	排水明沟工程	
		边坡变形监测	边坡变形监测	
		道路工程	路基工程	
			基层及底基层工程	
			水泥混凝土面层工程	
			铺砌式面层工程	
			路缘石安砌工程	
		警示、标识工程	警示工程	
			标识工程	
		注浆防渗帷幕	注浆防渗帷幕	
2	生态重建工程	地形整治工程	露采矿山地形整治工程	
			地下采空塌陷区地形整治工程	
		土壤重构	土壤质量	
		灌溉工程	输配水工程	
			喷灌工程	
			微灌工程	
		植被重建	乔灌木	
			藤本植物	
			草本植物	
		护栏工程	护栏工程	

附录 21 矿山生态修复工程图例符号表（适用于 MapGIS）

序 号	图例符号	名 称	说 明
1		崩塌	高*宽：5*5；旋转角度：315；颜色号：1
2		滑坡	高*宽：5*5；旋转角度：315；颜色号：1
3		泥石流	高*宽：5*5；旋转角度：0；颜色号：1
4		地裂缝	线型：7；线颜色：6；线宽：0.4；X 系数：2；Y 系数：3；辅助线型：0；辅助颜色：0
5		地面塌陷	线型：54；线颜色：3；线宽：0.3；X 系数：3；Y 系数：3；辅助线型：0；辅助颜色：0
6		地下水漏斗区	线型：2；线颜色：2；线宽：0.3；X 系数：2；Y 系数：2；辅助线型：0；辅助颜色：0
7		矿渣堆	填充颜色：9；填充图案：274；图案高度：10；图案宽度：10；图案颜色：1
8		剥离表土堆	填充颜色：9；填充图案：308；图案高度：10；图案宽度：10；图案颜色：1
9		尾矿砂	填充颜色：9；填充图案：270；图案高度：10；图案宽度：10；图案颜色：1
10		露采岩坡	线型：53；线颜色：6；线宽：0.3；X 系数：3；Y 系数：4；辅助线型：3；辅助颜色：0
11		采坑	线型：53；线颜色：1；线宽：0.3；X 系数：4；Y 系数：4；辅助线型：3；辅助颜色：0
12		堆料场	填充颜色：9；填充图案：137；图案高度：8；图案宽度：8；图案颜色：1
13		地质安全隐患监测点	高*宽：8*8；旋转角度：0；颜色号：6
14		地下水监测点	高*宽：8*8；旋转角度：0；颜色号：2

序 号	图例符号	名 称	说 明
15		护坡	填充颜色：9；填充图案：51；图案高度：7；图案宽度：7；图案颜色：1
16		挡土墙	线型：18；线颜色：1；线宽：0.1；X 系数：3；Y 系数：4；辅助线型：1；辅助颜色：0
17		拦水坝	线型：18；线颜色：1；线宽：0.1；X 系数：3；Y 系数：8；辅助线型：5；辅助颜色：0
18		拦沙坝	线型：18；线颜色：943；线宽：0.1；X 系数：3；Y 系数：4；辅助线型：1；辅助颜色：0
19		排水渠	线型：18；线颜色：1；线宽：0.1；X 系数：3；Y 系数：4；辅助线型：5；辅助颜色：0
20		蓄水池	填充颜色：2；填充图案：0；图案高度：0；图案宽度：0；图案颜色：0
21		防洪堤	线型：18；线颜色：1；线宽：0.3；X 系数：2；Y 系数：5；辅助线型：5；辅助颜色：0
22		设计道路	线型：51；线颜色：1；线宽：0.1；X 系数：1；Y 系数：5；辅助线型：0；辅助颜色：0
23		建筑用地	填充颜色：9；填充图案：8；图案高度：5；图案宽度：5；图案颜色：1
24		草地	填充颜色：9；填充图案：190；图案高度：6；图案宽度：6；图案颜色：1
25		林地	填充颜色：9；填充图案：73；图案高度：8；图案宽度：8；图案颜色：1
26		园地	填充颜色：9；填充图案：225；图案高度：7；图案宽度：7；图案颜色：1
27		耕地	填充颜色：9；填充图案：290；图案高度：6；图案宽度：6；图案颜色：1
28		苗圃及花圃	填充颜色：9；填充图案：186；图案高度：6；图案宽度：6；图案颜色：1