

DB3710

威海市地方标准

DB 3710/T 205—2023

岩质边坡飘台生态修复技术导则

Rocky slope floating platform ecological restoration technical guidelines

2023 - 10 - 09 发布

2023 - 11 - 09 实施

威海市市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 设计 2

 4.1 设计原则 2

 4.2 基本要求 2

 4.3 截排水与灌溉设施设计 3

 4.4 飘台设计 3

 4.5 种植设计 4

5 施工 5

 5.1 基本要求 5

 5.2 人员要求 5

 5.3 施工准备 5

 5.4 边坡治理 6

 5.5 搭设施工脚手架 7

 5.6 测量放线 8

 5.7 飘台基础工程 8

 5.8 植物种植 10

6 维护管理 11

 6.1 追踪监测 11

 6.2 植物养护 11

 6.3 设施维护 12

附录 A（资料性） 威海地区矿山生态修复常用适地植物物种 13

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由威海市自然资源和规划局提出、归口并组织实施和评估。

本文件起草单位：山东省地质矿产勘查开发局第六地质大队（山东省第六地质矿产勘查院）、山东鲁地建设发展有限公司、威海市自然资源综合服务中心、荣成市国土空间生态修复中心。

本文件主要起草人：丁正江、代正兵、杨明爽、张淑军、刘旭垒、尹坤、孙玉龙、初志杰、王伟全、牟京东、李江北、姜宇阳、陆召、高振鹏、林鹏、苏豪家、李鹏程。

岩质边坡飘台生态修复技术导则

1 范围

本文件规定了岩质边坡飘台生态修复技术规范的术语和定义、设计、施工和维护管理。

本文件适用于废弃采石矿山、废弃采场的坡度不小于70°，坡体高、坡壁光滑的硬质岩边坡飘台生态修复技术。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 6142 禾本科草种子质量分级
- GB 6722 爆破安全规程
- GB 7908 林木种子质量分级
- GB 15618 土壤环境质量标准
- GB/T 32864 滑坡防治工程勘查规范
- GB 50026 工程测量规范
- GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
- GB 50330 建筑边坡工程技术规范
- DZ/T 0219 滑坡防治工程设计与施工技术规范
- DZ/T 0287 矿山地质环境监测技术规程
- JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

岩质边坡 rockslope

自然或人为形成的具有倾斜面的岩体。

3.2

飘台 floating platform

在坡面上安装的种植槽。

3.3

客土 borrowed soil

非种植区原生、由别处移来用于置换原生土的外部土壤。

3.4

截排水系统 Intercepting drainage system

在坡顶、坡间平台及坡面上设置具有拦截、汇流和排出降雨或边坡渗水的横向和纵向水沟及附属设施。

3.5

锚杆 anchor (anchorage)

将拉力传至稳定岩土层的构件或系统。

3.6

植生袋 vegetation bag

由化学纤维网、无纺布、植物种子、木浆纸四层叠加而成，并填充种植土用于边坡绿化的袋状物件。

4 设计

4.1 设计原则

4.1.1 岩质边坡飘台生态修复工程施工应坚持统筹兼顾、综合治理、整体施策的原则，最大限度地减少对生态环境的再次扰动，防止对生态系统造成新的破坏或导致逆向生态演替，宜采用低碳环保的先进技术和工艺，综合考虑固土、建植及养护等植被修复的应用，实现节能、节水、节地、节材和生态修复的目的。

4.1.2 岩质边坡飘台生态修复应遵循生态优先、因地制宜、适地适绿、综合协调、系统布局、同步实施、经济实用和安全可靠的原则，材料和工艺均应符合生态环保要求。

4.1.3 根据岩质边坡特点因地制宜采用不同的飘台规划形式，设计风格应与周围环境相协调。

4.1.4 灌溉、截排水设计应采取节水、节能措施，并考虑边坡周边情况。

4.1.5 根据边坡坡度、土质及土层厚度等设计植物配置类型，以乡土植物为主，构建与环境融合的边坡绿化景观。

4.1.6 选择适宜的材料及技术措施，坚持“建、养、管”并重，降低施工及维护成本。

4.2 基本要求

4.2.1 工程设计在编制完成矿山生态修复方案的基础上进行，遵守相关法律法规和政策文件，并与相关规划衔接。

4.2.2 了解飘台所处岩质边坡所在地工程地质、基本水文条件，应详细调查枯水期和丰水期水文特征，核查质地、结构、有机质、土壤肥力和 pH 值等，根据数据分析制定合理的规划设计方案。

4.2.3 熟悉飘台所在岩质边坡的地质安全和覆绿工程有关的安全因素，应对所依附的岩质边坡进行荷载、支撑能力验算。

4.2.4 设计前应勘察现场，对飘台位置的朝向、光照、土壤、雨水截留、立面条件等状况进行调查，综合考虑后期维护管理等因素，选择适宜的植物材料和恰当的施工工艺，满足抗风和防火要求。

4.2.5 边坡飘台灌溉和排水系统设计宜采用自动控制和节能措施，雨水收集等生态环保技术宜同步设计应用，并与项目相关系统相协调。

4.3 截排水与灌溉设施设计

4.3.1 截排水

截排水应遵循下列规定：

- a) 应以完整汇水区域为单元进行设计，坡面上部应设置截排水措施，坡面及坡面下部应设置排水消能措施；
- b) 截排水系统设计应综合考虑降雨情况、地形条件、地表径流量、坡面涌水量等因素，在满足截排水要求的前提下，宜优先采用生态型截排水措施；
- c) 有渗水现象的边坡应根据水文地质情况和地质条件进行排水设计，渗水处应设计引排设施，可采用排水沟、导水孔和泄水孔等；
- d) 在边坡坡顶线外 2m~3m 沿山顶坡面走势设置截水沟将雨水直接引至山底，沟内排水坡度不小于 0.5%，采用不低于 M10 的水泥砂浆挤浆法砌筑浆砌石；
- e) 坡面坡脚线外 2.5m 处建排水沟，排水沟深约 60cm、宽约 50cm，具体根据边坡坡面的迎水面大小调整排水沟尺寸，迎水面大、暴雨频率大的可适当加宽加深，浆砌块石厚不小于 25cm，由不低于 M10 的 M10 水泥砂浆挤。

4.3.2 灌溉

灌溉应遵循下列规定：

- a) 综合考虑雨水回收再利用，宜设计雨水收集系统；
- b) 岩质坡面灌溉方式宜采用喷灌、滴灌等高效、节水的灌溉方式；
- c) 灌溉设计应做到水源可靠、水质良好、供水均匀、系统防堵和管道承压；
- d) 灌溉设计应符合 GB 50288 的要求。

4.4 飘台设计

4.4.1 锚杆设计

4.4.1.1 锚杆/索杆体可使用普通钢材、精轧螺纹钢、钢绞线包括无粘结钢绞线和高强钢丝。

4.4.1.2 锚杆设计应符合下列规定：

- a) 当边坡工程采用锚固方案或包含有锚固措施时，应充分考虑锚杆的特性、锚杆与被锚固结构体系的稳定性、经济性以及施工可行性；
- b) 锚杆设计使用年限应与所服务的边坡工程设计使用年限相同，其防腐等级应达到相应的要求；
- c) 锚杆及钢筋的材质、结构等应采取永久性设计，并满足最不利工况的安全性要求；
- d) 锚杆的设计计算及构造设计应符合 GB 50330 的相关规定。

4.4.1.3 锚杆的钻孔直径应符合下列规定：

- a) 钻孔内的锚杆钢筋面积不超过钻孔面积的 20%；
- b) 钻孔内的锚杆钢筋保护层厚度：永久性锚杆应不小于 25mm，临时性锚杆应不小于 15mm；
- c) 锚杆的倾角宜采用 $10^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，并应避免对相邻构筑物产生不利影响。

4.4.1.4 永久性锚杆的防腐蚀处理应符合下列规定：

- a) 在锚杆设计使用年限内，保持其防腐性能和耐久性；
- b) 在规定的工作温度内或张拉过程中不得开裂、变脆或成为流体；
- c) 应具有化学稳定性和防水性，不得与相邻材料发生不良反应，不得对锚杆自由段的变形产生限

制和不良影响。

4.4.1.5 灌浆材料性能应符合下列规定：

- a) 水泥宜使用普通硅酸盐水泥，必要时可采用抗硫酸盐水泥；
- b) 砂的含泥量（以重量计）应不大于 3%，砂中云母、有机物、硫化物和硫酸盐等有害物质的含量（以重量计）应不大于 1%；
- c) 水中不应含有影响水泥正常凝结和硬化的有害物质，不得使用污水；
- d) 外加剂的品种和掺量应由试验确定；
- e) 浆体配制的灰砂比宜为 0.80~1.50，水灰比宜为 0.38~0.50；
- f) 浆体材料 28d 的无侧限抗压强度应不小于 25MPa。

4.4.2 板槽设计

4.4.2.1 板槽钢筋的强度标准值应具有不小于 95%的保证率。

4.4.2.2 作为主锚杆的受力钢筋应满足计算要求，配筋率不应小于 0.2%；钢筋直径不宜小于 16mm，锚入岩体的主筋间距不宜大于 250mm。

4.4.2.3 当按单向板设计时，应在垂直于受力的方向布置分布钢筋，单位宽度上的配筋不宜小于单位宽度上的受力钢筋的 15%，且配筋率不宜小于 0.15%；分布钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 250mm。

4.4.2.4 板槽的混凝土强度等级不宜小于 C30。

4.4.2.5 板槽宽度除满足承载力要求外，顶部宽度不宜小于 80mm，底部宽度不宜小于 150mm。

4.4.3 模板

4.4.3.1 模板及其支架应根据荷载大小、地基类别、施工设备等条件进行设计，应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，应能可靠地承受新浇混凝土的自重、侧压力和施工过程中所产生的荷载及风荷载。

4.4.3.2 模板及支架应保证混凝土结构和构件各部分形状、尺寸和位置准确。

4.4.3.3 模板及其支架的设计应符合下列规定：

- a) 构造应简单，装拆方便，便于钢筋的绑扎、安装和混凝土的浇筑、养护；
- b) 绘制配板设计图、支撑设计布置图、细部构造和异形模板大样图。

4.5 种植设计

4.5.1 材料选择

4.5.1.1 种植土壤

种植土壤应遵循下列规定：

- a) 种植土壤中污染物含量应不大于 GB 15618 中的相应风险筛选值；
- b) 每平方米覆盖面积的种植土体积宜为 $0.3\text{m}^3 \sim 0.8\text{m}^3$ ，种植土层的厚度根据选用的植物种类确定，具体见表 1。

表 1 土层厚度

植物类型	土层厚度/cm
灌木、藤本	≥45
草本	≥30

4.5.1.2 植物选择

植物选择应遵循下列规定：

- a) 植物设计应依据边坡立地条件、岩土性质、气候条件和维护管理方式等条件进行，以低矮灌木、地被植物和草本植物多年生植物为主，注重垂直层次，做到乔、灌、草、藤合理搭配；
- b) 根据立地条件选择抗旱、抗寒、抗病虫害等抗逆性强、根系发达、有效固持土壤，防止土壤松散流失、覆盖能力强的植物，应优先选择相对稳定的乡土植物，可选择蜜源植物，具体情况参见附录 A；
- c) 宜选择自然繁殖能力强、耐修剪、耐粗放管理、低维护管理的乔灌木型或灌木型植物；
- d) 草本植物种子质量符合 GB 6142 中的规定，木本植物种子质量符合 GB 7908 中的规定。

4.5.2 植物配置

4.5.2.1 植物配置宜体现多层次、多色彩、季相丰富的景观特点，应与周边环境相融合。

4.5.2.2 配置宜深根系植物与浅根系植物相结合，速生与慢生相结合，常绿与落叶相结合，灌木、藤本和草结合，营造立体生态。

5 施工

5.1 基本要求

5.1.1 施工前应进行现场调查，调查内容包括边坡周围环境、施工条件、电源、水源、道路交通等，确保边坡处于稳定状态，避免存在不稳定与落石等危险因素。

5.1.2 熟悉图纸及相关资料，审核施工图纸，参加技术交底和图纸会审，了解周边类似工程实施情况及效果、建设单位相关意见等。

5.1.3 工程施工严格按照工程设计及相关规范进行，加强施工安全、进度、质量控制，保证工程目标实现。

5.1.4 按照建设项目档案管理要求，及时整理项目资料。

5.1.5 施工过程中出现重大地质结构变化时，应及时通知建设单位，补充地质勘查，应遵守 GB/T 32864 的相关规定。

5.1.6 施工前应设立安全区域，应设置警示标志和隔离设施，安全标志应放置在显著位置，高空作业时，高处作业应符合 JGJ 80 的规定。

5.1.7 安全绳索、安全带应正确连接，且应缠绕结实。

5.2 人员要求

5.2.1 现场管理人员、施工作业人员上岗前应接受安全生产教育培训，考核合格后方准上岗作业。

5.2.2 施工人员操作工序前均应配带好安全防护设施。

5.2.3 特种作业人员必须按照国家相关规定，经专业机构培训，取得特种作业资格证，方可上岗。

5.3 施工准备

5.3.1 准备工作内容

施工准备工作包括：

- a) 收集资料、现场踏勘、技术交底、编制施工组织设计和施工方案、工程材料准备、施工工艺方法试验、开工资料编制及报验等；
- b) 施工现场布置、临时设施建设、施工道路修建、临时水电配置、人员组织、施工设备进场、施工围挡、临时排水以及文明施工与环境保护措施落实等；

- c) 测量基准点的移交、接受、复核、加固, 测量控制网布设、施工区地形图复核与修测, 工程范围、工程控制点及高程施测, 测量成果检查验收及报验。

5.3.2 施工组织

5.3.2.1 施工组织设计编制依据为项目勘察报告、工程设计书、合同文件及法律法规等, 主要包括工程基本情况、管理目标、施工总体部署、施工方案、进度计划、施工安全、现场管理、保障措施等。针对工程难点应制定相应的安全和技术保障措施; 对专业性较强及结构复杂、危险性较大的项目, 应编制专项安全施工方案, 且宜经过专家论证后方可实施。

5.3.2.2 施工期间按设计及相关规范要求进行现场施工质量检测, 检测方法和检测标准应满足相关要求。

5.3.2.3 按批准的总平面图布置生产、生活、临时水电线路等临时设施, 确定材料、设备和土方运输路线。

5.3.2.4 完成车辆、车轮冲洗沟槽设施及场地、道路硬化等场区的临时排浆排水工作。

5.4 边坡治理

5.4.1 削坡整形

削坡整形应遵循以下原则:

- a) 施工前应对坡面进行排险清坡及削方整形, 清除坡面不稳定的岩土体、边坡表面的浮石、大孤石, 并对边坡进行修整, 使坡面平顺;
- b) 削坡整形应逐级开挖, 逐级支护, 采取自上而下、分层分区分段施工, 及时支护, 同一坡面上下不应同时开挖, 严禁无序开挖和无序爆破作业;
- c) 施工中应采取保持坡体稳定的技术措施, 不应因施工降低坡体稳定性, 边坡防护工程停工期间, 应采取确保边坡安全的临时防护措施;
- d) 采用爆破方法对岩质边坡削方时, 应编制技术方案进行论证, 对周边环境进行专项调查, 评估爆破振动对坡体稳定性的影响和爆破飞石对周边环境的危害, 必要时应设置滚石拦挡结构, 爆破削方应遵守 GB 6722 的相关规定;
- e) 雨天不宜进行削坡与填坡施工, 开挖面应及时进行防护。雨期施工应及时排导坡面积水, 防止雨水冲刷并渗入坡体。坡顶、坡面、坡脚和安全平台应设置截排水系统, 坡面防护工程外围应设截水沟;
- f) 削坡整形的弃渣应及时运至指定地点堆放, 不应在边坡潜滑塌区堆载, 应优先考虑弃渣再利用, 如作为石料或坡面回填压脚、路基填筑及造地土源等。

5.4.2 加固支挡

5.4.2.1 在施工时可选用抗滑桩、锚杆和注浆加固等加固技术对边坡进行加固, 以避免因边坡变形导致安全事故。

5.4.2.2 对稳定性不满足施工需要的区域宜采用锚固技术进行加固, 对危石裂隙应采用注浆等封闭措施。

5.4.3 截排水工程

5.4.3.1 排水设施施工前, 宜先完成临时排水设施。施工期间, 应对临时排水设施进行经常维护, 保证排水畅通。

5.4.3.2 截水沟和排水沟施工应符合下列规定:

- a) 截排水系统施工应在边坡修整后进行；
- b) 截水沟应采用有效的防渗措施，出水口应引伸到坡面范围以外；
- c) 截水沟和排水沟采用浆砌石时，砂浆应饱满，沟底表面粗糙；
- d) 截水沟、排水沟的水沟线形应平顺，转弯处宜为弧线形；
- e) 截水沟、排水沟的施工应在绿化工程施工结束前完成；
- f) 排水设施应符合 DZ/T 0219 的要求。

5.4.3.3 飘台结构底部可采取预埋 PVC 管等方式设有排水孔，排水孔内部宜设置 1 层~2 层无纺土工布，防止堵塞。

5.5 搭设施工脚手架

5.5.1 安全防护

5.5.1.1 搭设和拆除脚手架作业应有相应的安全措施，操作人员穿防滑鞋并佩戴劳动防护用品。

5.5.1.2 在搭设和拆除脚手架作业时，应设置安全警戒线、警戒标志，并应由专人监护，严禁非作业人员入内。

5.5.1.3 当在脚手架上架设临时施工用电线路时，应有绝缘措施，操作人员应穿戴绝缘防滑鞋和绝缘手套；脚手架与架空输电线路之间应设有安全距离，并应设置接地、防雷设施。

5.5.2 搭设

5.5.2.1 作业脚手架连接岩质边坡安装应符合下列规定：

- a) 连接岩质边坡的安装应随作业脚手架搭设同步进行；
- b) 当作业脚手架操作层高出相邻岩质边坡 2 个步距及以上时，在上层连接岩质边坡安装完毕前，应采取临时拉结措施。

5.5.2.2 脚手架应按顺序搭设，并应符合下列规定：

- a) 搭设架管，一次搭设架管长度不超过 20m，搭设高度视边坡高度情况而确定，搭设宽度为 3m，架管间距 1000mm（沿总长方向）×1000mm（沿总宽方向）×1500mm（沿高度方向）；
- b) 剪刀撑、斜撑杆等加固杆件应随架体同步搭设；
- c) 应适当架设剪刀架以及斜撑，架管底部应垫木块加大受力面积，减少架管沉降，应按照规定要求搭设扫地杆；
- d) 架管底部不平处，应凿平后进行搭设；
- e) 坡顶钻孔应安制地锚杆，锚杆深度为 3m，沿总长方向间距为 10m，用 8#铁丝与架管连接，搭设的施工平台安全可靠，架管不倾斜；
- f) 严禁将脚手架直接与飘台的植筋连接，架管外侧应挂安全网，确保施工的安全；
- g) 构件组装类脚手架的搭设应自一端向另一端延伸，应自下而上按步逐层搭设，并应逐层改变搭设方向；
- h) 每搭设完一步距架体后，应及时校正立杆间距、步距、垂直度及水平杆的水平度。

5.5.2.3 脚手架安全防护网和防护栏杆等防护设施应随架体搭设同步安装到位。

5.5.2.4 脚手架搭设达到设计高度或安装就位后，应进行验收。

5.5.3 使用

5.5.3.1 脚手架作业层上的荷载不得超过荷载设计值。

5.5.3.2 雷雨天气、6 级及以上大风天气应停止架上作业；雨、雪、雾天气应停止脚手架的搭设和拆除作业，雨、雪、霜后上架作业应采取有效的防滑措施，雪天应清除积雪。

5.5.3.3 脚手架在使用过程中，应定期进行检查并保存记录，脚手架工作状态应符合下列规定：

- a) 主要受力杆件、剪刀撑等加固杆件和连墙件应无缺失、无松动，架体应无明显变形；
- b) 场地应无积水，立杆底端应无松动、无悬空；
- c) 安全防护设施应齐全、有效，应无损坏缺失。

5.5.3.4 脚手架使用期间，严禁在脚手架立杆基础下方及附近实施挖掘作业。

5.5.3.5 严禁将支撑脚手架、缆风绳、混凝土输送泵管、卸料平台及大型设备的支承件等固定在作业脚手架上，严禁在作业脚手架上悬挂起重设备。

5.5.4 拆除

5.5.4.1 脚手架拆除前，应清除作业层上的堆放物。

5.5.4.2 脚手架的拆除作业应符合下列规定：

- a) 架体拆除应按自上而下的顺序按步逐层进行，不应上下同时作业；
- b) 同层杆件和构配件应按先外后内的顺序拆除，剪刀撑、斜撑杆等加固杆件应在拆卸至该部位杆件时拆除；
- c) 作业脚手架连墙件应随架体逐层、同步拆除，不应先将连墙件整层或数层拆除后再拆架体；
- d) 作业脚手架拆除作业过程中，当架体悬臂段高度超过 2 步时，应加设临时拉结。

5.5.4.3 作业脚手架分段拆除时，应先对未拆除部分采取加固处理措施后再进行架体拆除。

5.5.4.4 架体拆除作业应统一组织，并应设专人指挥，不得交叉作业。

5.5.4.5 严禁高空抛掷拆除后的脚手架材料与构配件。

5.6 测量放线

依据设计文件做好放线定孔工作，测量放线应符合GB 50026的要求。

5.7 飘台基础工程

5.7.1 锚杆材料选择

5.7.1.1 制作锚杆钢材的型号、规格应符合设计要求。

5.7.1.2 施工现场应将不同型号的钢筋、钢绞线标明并分别堆放，以便明确识别。

5.7.1.3 钢筋、钢绞线等材料应保持清洁并应无锈蚀、无变形、无污染。

5.7.2 锚杆施工

5.7.2.1 锚杆的钢筋焊接须满足规范和设计要求。

5.7.2.2 锚杆施工前应掌握锚杆施工区基础情况。

5.7.2.3 钻孔机械应根据岩土类型、锚杆孔径、成孔条件、锚固类型、锚杆长度及施工场地条件等因素选择。

5.7.2.4 当在严重破碎、易塌孔或存在空腔、洞穴的地层中钻孔时，可先进行预灌浆处理，或采用跟管钻进成孔。

5.7.2.5 钻孔作业宜采用加强钻机固定、确保开孔精度、增加钻杆冲击器刚度和增设扶正器等方式，并控制钻孔偏斜。

5.7.2.6 锚孔施工应符合下列规定：

- a) 锚孔定位偏差不宜大于 20mm；
- b) 锚孔偏斜度应不大于 2%；
- c) 钻孔深度超过锚杆设计长度应不小于 0.5m。

5.7.2.7 锚杆的灌浆应符合下列规定：

- a) 灌浆前应清孔，排放孔内积水；
- b) 注浆管宜与锚杆同时放入孔内。向水平孔或下倾孔内注浆时，注浆管出浆口应插入距孔底100mm~300mm处，浆液自下而上连续灌注；向上倾斜的钻孔内注浆时，应在孔口设置密封装置；
- c) 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；
- d) 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；
- e) 注浆压力、注浆数量和注浆时间根据锚固体的体积及锚固地层情况确定；
- f) 锚杆安装注浆后，严禁随意敲击，3d内不得悬挂重物。

5.7.2.8 根据规范要求，大直径锚杆应进行抗拉拔试验，抗拔数量为5%。

5.7.2.9 试验报告应包括各种图表、锚杆所处岩层情况、所用锚杆及张拉设备情况、锚杆孔的技术指标、锚杆安装方法和时间、试验结果。

5.7.3 钢筋工程

钢筋绑扎应符合下列规定：

- a) 打孔后插入主筋，绑扎横向分布筋，钢筋接头应错开，同一截面钢筋接头数不得超过钢筋总根数的1/2，且有焊接头的截面之间的距离应不小于1m；
- b) 钢筋的绑扎搭接接头应在接头中心和两端用铁丝扎牢。

5.7.4 模板工程

5.7.4.1 安装模板应正确保证工程结构和构件各部分形状、尺寸和相互位置，防止漏浆，构造应符合模板设计要求。

5.7.4.2 模板应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，应能可靠承受新浇混凝土自重和侧压力以及施工过程中所产生的荷载。

5.7.4.3 安装悬挑结构模板时，应搭设脚手架或悬挑工作台，并应设置防护栏杆和安全网。作业处的下方不得有人通行或停留。

5.7.4.4 模板拆除应符合下列规定：

- a) 当混凝土未达到规定强度，需提前拆模或承受部分超设计荷载时，必须经过计算和技术主管确认其强度能足够承受此荷载后，方可拆除；
- b) 拆模前，应检查拆模场所范围内的安全措施、使用工具的有效性和可靠性，扳手等工具必须装人工具袋或系挂在身上；
- c) 拆模的顺序和方法应按模板的设计规定进行。当设计无规定时，可采取先支的后拆、后支的先拆、先拆非承重模板、后拆承重模板，并应从上而下进行拆除。拆下的模板不得抛扔，应按指定地点堆放；
- d) 多人同时操作时，应明确分工、统一信号或行动，应具有足够的操作面，人员应站在安全处；
- e) 在提前拆除互相搭连并涉及其他后拆模板的支撑时，应补设临时支撑。拆模时，应逐块拆卸，不得成片撬落或拉倒；
- f) 遇6级或6级以上大风时，应暂停室外的高处作业，雨、雪、霜后应先清扫施工现场，方可进行工作。

5.7.5 混凝土工程

5.7.5.1 混凝土制备与运输

5.7.5.1.1 混凝土运输、输送、浇筑过程中严禁加水；运输、输送、浇筑过程中散落的混凝土严禁用于结构浇筑。

5.7.5.1.2 应对结构混凝土强度等级进行检验评定，试件应在浇筑地点随机抽取。

5.7.5.1.3 结构混凝土浇筑应密实，浇筑后应及时进行养护。

5.7.5.1.4 大体积混凝土施工应采取混凝土内外温差控制措施。

5.7.5.2 浇筑及捣振

5.7.5.2.1 混凝土浇筑应连续进行，如果因故中止且超过允许时间，浇筑完成后飘槽板厚度不应小于设计值，浇注时严格按照设计图纸施工。

5.7.5.2.2 浇筑混凝土前，应清除模板内或垫层上的杂物。表面干燥的地基、垫层、模板上应洒水湿润；现场环境温度高于 35℃时，宜对金属模板进行洒水降温。洒水后不得留有积水。

5.7.5.2.3 混凝土浇筑后，在混凝土初凝前和终凝前，宜分别对混凝土裸露表面进行抹面处理。

5.7.5.2.4 混凝土振捣应能使模板内各个部位混凝土密实、均匀，不应漏振、欠振、过振。

5.7.5.3 混凝土养护

5.7.5.3.1 混凝土浇筑后应及时进行保湿养护，保湿养护可采用洒水、覆盖、喷涂养护剂等方式。养护方式应根据现场条件、环境温湿度、构件特点、技术要求、施工操作等因素确定。

5.7.5.3.2 采用商品混凝土时，养护不应少于 7d；采用其他品种水泥时，养护时间应根据水泥性能确定。

5.7.5.3.3 板槽混凝土强度达到设计强度后，方可回填土和拆除模板。

5.8 植物种植

5.8.1 种植土回填

5.8.1.1 选用优质种植土与复合肥等混合材料在坡底充分拌匀，运送回填在岩面与飘台之间，回填深度应符合设计要求。

5.8.1.2 回填深度条件超过最低回填厚度的地区，可在飘台底部增加一层厚度不小于 15 cm 级配碎石，然后铺设土工布，再将拌好的营养种植土填实并种植植物。

5.8.1.3 采用吊机或小型矿山卷扬机运送种植土时，30m 以下采取吊机吊运，30m 以上采取卷扬机吊运。

5.8.1.4 卷扬机组安装好后，应进行试吊，吊篮荷载取 2 倍装量，经检查没有安全隐患后正式工作。

5.8.2 植物材料

5.8.2.1 苗木宜选用 1 年～3 年生、生长健壮、顶芽饱满、根系发达和无林业有害生物的带土球苗。

5.8.2.2 植物材料外观质量要求应符合表 2 的规定。

表 2 植物材料外观质量要求

项次	项目	质量要求
1	乔灌木	植物选择符合设计要求，树冠较完整，分枝点分枝合理，生长势良好，无病虫害，土球完整，规格符合要求，包装牢固，根系完整，切口平整，规格符合要求
2	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
3	花苗、地被、绿篱	株型苗壮，根系基本良好，无伤苗，茎、叶无污染，无病虫害

5.8.3 苗木栽植

栽植前应定点放线，并对苗木进行必要的修根和剪枝处理；栽植后宜浇足透水，浇水时应避免冲刷坡面，并根据土壤墒情及时补水。凡用裸根苗造林有困难的树种和地区，宜采用容器苗，栽植时应去除包装物。

5.8.4 浇水灌溉

种植后应当天完成1次浇水，根据土壤墒情第3天前完成第2次浇水，第10天前完成第3次浇水。浇水时应充分浇透，宜采用自动喷灌、滴灌设施进行浇灌养护。

6 维护管理

6.1 追踪监测

6.1.1 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。

6.1.2 监测内容包括地质稳定性、水体、土壤、植物群落等，具体内容如下：

- a) 地质稳定性地质的监测内容主要包括边坡及飘台稳定性、地面塌陷、裂缝等，消除安全隐患；
- b) 水体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；
- c) 土壤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；
- d) 植物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。

6.1.3 一般情况下，地质稳定性监测周期可按 DZ/T 0287 的规定进行；水体监测周期为 2 次/年，丰水期、枯水期各 1 次；土壤、植被群落和动物种群监测周期为 1 次/年。

6.1.4 监测方法根据监测内容和场地条件确定。

6.2 植物养护

6.2.1 灌溉

6.2.1.1 应及时观察土壤墒情，根据种植坡面的坡度和立地条件，选择适宜的灌溉方式，坡度较大和土壤粘性较大的坡面宜采用滴灌和微灌及时补水。

6.2.1.2 夏季高温季节，宜在早晚时间进行浇水。

6.2.2 病虫害防治

6.2.2.1 根据节气提前做好病虫害预防工作，加强病虫害观测，控制突发性病虫害发生。

6.2.2.2 病虫害防治宜采用人工防治、物理防治、生物防治、化学防治等各种有效方法。

6.2.2.3 喷施药剂应当均匀周到，并选择低污染农药，同时结合修剪技术剪除病虫枝，及时清理残花落叶和杂草，药剂喷施时间宜选择无风无雨天气进行。

6.2.3 施肥

6.2.3.1 应根据土壤肥力状况和植被的需肥特点适时、适量进行施肥。

6.2.3.2 应根据植物种类及栽植方式采用适宜的施肥方式。

6.2.4 修剪

6.2.4.1 修剪人员应做好安全防护措施。

6.2.4.2 应及时排查和处理影响坡体稳定性的植株，可在秋季通过平茬或修剪调控植株的地下与地上生物量。

6.2.4.3 对生长不良、损坏、丢失、枯死的苗木应及时更换或补栽，用于更换或补栽的植物材料应和原植株规格一致。

6.2.4.4 应根据飘台荷载能力，对植物生长量进行适当控制，防止增加过多荷载。

6.3 设施维护

6.3.1 设施维护主要对支护加固、灌溉和截排水、边坡治理和相关配套附属设施等，按照工程设计和运行要求进行定期检查和维修，发现设施运行不正常或损毁，应及时修复或替换。

6.3.2 灌溉和截排水设施的维护管理包括定期检修设备、防止上下水设施的老化和损坏、防止进排水口的堵塞。

6.3.3 强风、雨、雪前要加强排水、防风、防雪的安全检查，并做好植物、设施加固等防范措施。

6.3.4 应保持外露的给排水设施清洁、完整，冬期来临前应及时排空并采取防冻裂措施。

6.3.5 应做好坡面及周边区域保洁工作，及时清除杂物。

附 录 A
(资料性)
威海地区矿山生态修复常用适地植物物种

威海地区矿山生态修复常用适地植物物种见表A. 1。

表A. 1 威海地区矿山生态修复常用适地植物物种

类别	中文名	拉丁名	科名	生态习性
乔木	黑松	<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	松科	阳性稍耐阴，耐旱，耐海风海雾，忌积水
灌木	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	豆科	耐寒，耐干旱瘠薄，稍耐水湿，耐轻度盐碱土
	胡枝子	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.	豆科	喜光稍耐阴，耐寒，耐干旱瘠薄，耐盐碱，耐修剪
	小叶锦鸡儿	<i>Caragana microphylla</i> Lam.	豆科	喜光，耐寒，耐干旱瘠薄，性强健，忌积水
	金银忍冬	<i>Lonicera maackii</i> (Rupr.)Maxim.	忍冬科	性喜强光，喜温暖，亦较耐寒
	连翘	<i>Forsythia suspensa</i> (Thunb.)Vahl	木犀科	喜光稍耐阴，耐寒，耐干旱瘠薄，不择土壤
	迎春	<i>Jasminum nudiflorum</i> Lindl.	木犀科	喜光稍耐阴，耐寒，耐旱，忌积水
	酸枣	<i>Ziziphus jujube</i> var. <i>spinosa</i> (Bunge)HuexH. F. Chow.	鼠李科	喜温暖干燥
	荆条	<i>Vitex negundo</i> var. <i>heterophylla</i> (Franch.) Rehd.	唇形科	阳性亦耐阴，耐寒，耐旱，适应性强
	黄刺玫	<i>Rosa xanthina</i> Lindl.	蔷薇科	阳性稍耐阴，耐寒，耐干旱瘠薄，忌积水，少病虫害
	卫矛	<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.)Sieb.	卫矛科	喜光，耐干旱，耐瘠薄，耐寒冷
	白刺花	<i>Sophora davidii</i> (Franch.)Skeels	豆科	喜光，耐旱
	铺地柏	<i>Juniperus procumbens</i> (Endlich er) Siebold ex Miquel	柏科	阳性稍耐阴，耐寒，耐干旱瘠薄，抗盐碱，抗污染，忌积水
	枸杞	<i>Lycium chinense</i> Miller	茄科	阳性稍耐阴，耐寒，耐干旱瘠薄，耐盐碱，忌积水
	毛黄栌	<i>Cotinus coggygria</i> var. <i>pubescens</i> Engl.	漆树科	喜光，耐半荫，耐寒，耐干旱，耐瘠薄，耐盐碱
	紫荆	<i>Cercis chinensis</i> Bunge	豆科	阳性，耐寒，耐干旱瘠薄，耐修剪，忌积水
	女贞	<i>Ligustrum lucidum</i> Ait.	木犀科	耐寒，耐水湿，喜温暖湿润气候，喜光，耐荫
	紫丁香	<i>Syringa oblate</i> Lindl.	木犀科	喜光稍耐阴，耐寒，耐旱，忌积水
	山合欢	<i>Albizia kalkora</i> (Roxb.) Prain	豆科	耐干旱瘠薄，适应性强
	火棘	<i>Pyracantha fortuneana</i> (Maxim.) Li	蔷薇科	阳性，稍耐寒、耐干旱瘠薄
	华北绣线菊	<i>Spiraea fritschiana</i> Schneid.	蔷薇科	耐寒，耐旱，耐瘠薄

表 A.1 威海地区矿山生态修复常用适地植物物种(续)

类别	中文名	拉丁名	科名	生态习性
多年生草本	野菊花	<i>Chrysanthemum indicum</i> L.	菊科	喜光稍耐阴，耐寒，适应性强，忌积水
	大花金鸡菊	<i>Coreopsis grandiflora</i> Hogg.	菊科	喜光耐半阴，耐寒、耐干旱瘠薄，适应性强
	滨菊	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	菊科	阳性亦耐阴，耐寒，适应性强
	金鸡菊	<i>Coreopsis basalis</i> (A. Dietr.) S. F. Blake	菊科	耐寒，耐旱，喜光，耐半阴
	多变小冠花	<i>Coronilla varia</i> L.	豆科	抗旱，耐寒，耐瘠薄，耐盐碱
	高羊茅	<i>Festuca elata</i> Keng ex E. B. Alexeev	禾本科	喜光耐半阴，耐瘠薄，耐酸，耐踩踏，抗病性强
	早熟禾	<i>Poa annua</i> L.	禾本科	喜光亦耐阴，耐寒，耐干旱瘠薄，不耐水湿
	狼尾草	<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng.	禾本科	喜阳耐半阴，耐寒、耐旱、耐水湿，抗倒伏、无病虫害
	狗尾草	<i>Setaria viridis</i> (Linn.) Beauv.	禾本科	耐寒、耐干旱瘠薄，繁殖力强
	粉黛乱子草	<i>Muhlenbergia capillaris</i> Trin.	禾本科	喜光耐半阴，耐干旱瘠薄、耐水湿，耐盐碱
	狗牙根	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	禾本科	耐寒、耐干旱瘠薄，蔓延力强
	蓝羊茅	<i>Festuca glauca</i> Vill.	禾本科	喜光，耐寒、耐干旱瘠薄，稍耐盐碱，忌积水
	斑叶芒	<i>Miscanthus sinensis</i> 'Zebrinus'	禾本科	喜光耐半阴，耐寒、耐干旱贫瘠、耐涝，适应性强
	细叶芒	<i>Miscanthus sinensis</i> 'Gracillimus'	禾本科	喜光耐半阴，耐寒、耐旱、耐涝，适应性强
	老芒麦	<i>Elymus sibiricus</i> L.	禾本科	耐湿，较耐酸
	矮蒲苇	<i>Cortaderia selloana</i> 'Pumila'	禾本科	喜光，耐寒、耐旱、耐水湿，性强健
藤本	扶芳藤	<i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand. -Mazz.	卫矛科	耐阴，稍耐寒，耐干旱瘠薄，不择土壤，抗污染，忌阳光直射
	山葡萄	<i>Vitis amurensis</i> Rupr.	葡萄科	喜阳亦耐阴，耐寒，不择土壤
	地锦	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch.	葡萄科	喜阴湿，耐旱，耐寒
	凌霄	<i>Campsis grandiflora</i> (Thunb.) Schum.	紫葳科	喜光稍耐阴，稍耐寒，耐旱忌积水，喜微酸，中性土壤
	葛藤(野葛)	<i>Argyrea pierreana</i> Bois	旋花科	喜阳，耐寒，耐干旱瘠薄
	南蛇藤	<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	卫矛科	喜阳耐半阴，喜温暖，耐寒，耐干旱瘠薄
	爬山虎	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Sieb. et Zucc.) Planch.	葡萄科	喜阴但不畏阳光，耐寒，耐干旱瘠薄，适应性强，抗有害气体