

态环境。将工程建设产生的“负资产”（弃渣）转化为生态修复的“正资源”，不仅解决了自身弃渣出路，更主动承担了区域生态修复的社会责任，实现了“开发一处、治理一片”的共赢目标，为工程的社会许可提供了强大支撑。

4 弃渣场水土流失综合防治体系

永久弃渣场：本工程共设置3处永久弃渣场，其中，1#、2#永久弃渣场为回填废弃采坑，弃渣场级别均为5级，回填后均与原地面齐平，无需实施斜坡防护工程。3#永久弃渣场（料坑）为回填C1料场料坑，弃渣场级别为3级，回填后略低于原地面，无需实施斜坡防护工程。

临时堆渣场：本工程共设置1处临时堆渣场，临时堆渣场堆渣量小于500万 m^3 ，大于100万 m^3 ，最大堆渣高度小于100m，渣场潜在事故对主体工程或环境造成危害的程度属于3级（不严重），斜坡防护工程级别为5级。由于项目区无法避让国家级水土流失重点预防区，确定临时堆渣场斜坡防护工程级别提高一级为4级。

表2 弃渣场防护工程建筑物级别

渣场名称	渣场类型	弃渣场级别	拦挡工程级别	斜坡防护工程级别	临时性拦挡防护工程防洪标准
1#永久弃渣场	废弃采坑	5	-	-	-
2#永久弃渣场	废弃采坑	5	-	-	-
3#永久弃渣场 (料坑)	C1料场料坑	3	-	-	-
临时堆渣场	坡地型	3	3	3	10年一遇

4.1 工程措施

土地平整：施工结束后，对1#、2#、3#永久弃渣场（料坑）、临时弃渣场迹地进行土地平。

土质排水沟：为有效拦截临时堆渣场上游及周边汇水并防止冲刷渣场，在临时堆渣场范围四周修建排水沟，上游汇水沿排水沟排入天然沟道。排水沟采用倒梯形断面，设计沟底宽0.7m，设计水深0.6m，设计渠深0.7m，沟边坡1:1，土质排水沟，坡面进行压实。

4.2 临时措施

袋装土拦挡（方案新增）：为减少临时堆渣场临时堆渣的流失量，需在施工期实施临时拦挡措施。在临时堆渣场周边设置袋装土拦挡措施，填充土料可利用临时堆渣场弃渣。袋装土拦挡高度1m，顶宽1m，内侧直立，外边坡1:1，底宽2m，临时堆渣场拦挡防护的总长度估算为2280m，总

方量为3420 m^3 。

5 效益分析与结论

5.1 生态效益

弃渣综合利用通过源头控制与资源化利用，构建了“挖方-弃方-利用”的闭环系统，显著减少松散堆积体数量和土地扰动，从根本上降低水土流失风险。该模式最大限度保护干旱区原生地貌，通过回填料坑、修复迹地消除“生态伤疤”，恢复土地生态功能，同时减少泥沙下泄，减轻对下游河道和农田的生态威胁。

5.2 经济效益

该技术通过弃渣就地回填和内部消纳，大幅降低外运处置成本和专用渣场用地费用，减少土地征用与补偿支出。同时，弃渣量减少直接降低了拦挡、排水等防护设施的建设规模与投资，实现水土保持工程成本的集约化控制。通过优化土石方平衡和施工组织，有效提升物料利用效率，缩短工期，形成显著的全周期经济效益。

5.3 社会效益

弃渣综合利用实践了绿色工程建设理念，为干旱地区资源开发与生态保护协调推进提供了可复制范例，提升了行业可持续发展水平^[2]。该模式增强了公众对工程环保措施的认同感，推动形成社会共建共治的水土保持氛围，为类似地区重大工程实施创造了良好的社会环境^[3]。

6 小结

本文通过对新疆瓦石峡水库工程弃渣综合利用技术的系统研究，表明通过科学规划与系统统筹，可实现弃渣从传统“外弃处置”向“资源化内消”模式的根本转变。该技术体系不仅显著降低了水土流失风险，节约了工程建设成本，更在生态修复、资源节约和社会示范方面展现出多重效益，成功实现了环境治理与工程效益的协同提升，为干旱地区基础设施建设与生态环境保护协调发展提供了可靠路径，具有重要的推广价值。

参考文献

- [1] 熊盼盼.五一水库工程平地型弃渣场水土保持措施设计[J].陕西水利,2020,(02):86-87+96.
- [2] 蒋静.贵州省水利水电工程弃渣场水土保持防护措施探究[J].陕西水利,2021,(05):161-162+167.
- [3] 赵芹,梁宸.循环经济模式下重大水利工程弃渣资源化利用研究[J].四川水利,2025,46(S1):146-150.

A brief discussion on the design and application benefits of centralized slurry station for high and steep slopes in water conservancy and hydropower

Boji Chen

Sinohydro Bureau 7 Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 611130, China

Abstract

In the grouting construction of foundation pits and dam shoulders for water conservancy and hydropower projects, the traditional decentralized and temporary slurry station model suffers from issues such as low efficiency, prominent safety hazards, high costs, and significant environmental impacts. This paper aims to explore an innovative construction organization model: scientifically establishing centralized slurry stations on steep mountain slopes. The article systematically analyzes the core advantages of this model, elaborates on its site selection principles, key planning and design considerations (including platform development, structural design, pipeline layout, intelligent control, etc.), and comprehensive benefits achieved. Research findings indicate that centralized slurry stations, through resource integration, process optimization, and intelligent management, effectively address the shortcomings of traditional models, enabling safe, economical, environmentally friendly, and efficient standardized operations. This provides valuable reference for improving construction standards in high-steep slope areas for water conservancy and hydropower engineering.

Keywords

High-steep slopes; Centralized slurry stations; Grouting construction; Construction organization; Standardization

浅谈水利水电高陡边坡集中制浆站的设计与应用效益

陈波汲

中国水利水电第七工程局有限公司, 中国·四川成都 611130

摘要

在水利水电工程的基坑与坝肩灌浆施工中, 传统的分散、临时性制浆站模式存在效率低下、安全隐患突出、成本高昂及环境影响显著等问题。本文旨在探讨一种革新性的施工组织模式: 于山区高陡边坡上科学设置集中制浆站。文章系统分析了该模式的核心优势, 并深入阐述了其选址原则、规划设计关键点(包括平台开拓、结构设计、管路布设、智能控制等)以及取得的综合效益。研究结果表明, 集中制浆站通过资源整合、流程优化和智能管控, 能有效解决传统模式的弊病, 实现安全、经济、环保、高效的标准化作业, 对提升高陡边坡地区水利水电工程施工水平具有一定的参考价值。

关键词

高陡边坡; 集中制浆站; 灌浆施工; 施工组织; 标准化

1 引言

水利水电工程施工地点多位于地质条件复杂、山高谷深的西部地区。在此类地区进行的基坑开挖与坝肩加固处理中, 灌浆(如固结灌浆、帷幕灌浆)作为增强岩体完整性、防渗堵漏的关键工序, 其施工质量与效率直接关系到工程的整体安全与进度。传统的灌浆制浆模式通常采用“就近、零星、临时”的布置原则, 即在灌浆作业面附近边坡或坝体上下游的狭小空地上, 搭建简易制浆站。这种模式固然在短期内看似灵活, 但随着灌浆作业面的不断推移与高程的变化,

制浆站不得不面临频繁的搬迁、重建以及冗长的浆液输送管路反复拆装的困境。

此举不仅造成了大量的人工、机械和材料浪费, 显著增加了施工成本, 更带来了诸多棘手问题: (1) 安全风险剧增: 在高陡边坡上频繁进行场地平整、设备搬运和安装作业, 极大提高了机械伤害、高处坠落和边坡失稳的风险; (2) 质量控制困难: 零星站点管理水平参差不齐, 水泥等材料保管条件差, 配比计量易出现偏差, 导致浆液质量波动, 直接影响灌浆效果; (3) 环境影响突出: 多个站点的存在扩大了作业面, 加剧了对脆弱山区植被的破坏, 且水泥粉尘、废水污染源分散, 控制难度大; (4) 管理效率低下: 资源分散, 协同困难, 难以实现集约化和标准化管理^[1]。

为解决上述难题, 推行集中制浆站的建设模式已成为

【作者简介】陈波汲(1988-), 男, 中国四川成都人, 工程师, 从事水利水电工程施工技术与管理研究。

行业发展的必然趋势。本文旨在结合山区高陡边坡的施工特点，浅谈如何科学合理的设计与应用集中制浆站，以服务于基坑底板与坝肩的大范围灌浆施工。



图 1-1 集中制浆站

2 集中制浆站的核心优势

与传统的零星、临时制浆站相比，在高陡边坡合适位置设置集中制浆站具有无可比拟的显著优势，其核心价值体现在以下几个方面：

1、提升经济效益，降低成本损耗：通过集约化建设，一次性投入完成站房、平台、大型储罐和固定管路的建设，避免了反复搬迁和重建产生的大量费用。集中采购和储存水泥等原材料，减少了损耗和仓储管理成本。统一的设备维护与管理也降低了运维费用^[2]。

2、保障施工安全，降低系统性风险：避免了在不稳定边坡上多次进行开挖和平整作业，从源头上减少了因扰动边坡而可能引发的地质灾害（如滑坡、崩塌）。设备固定安置降低了频繁吊装、搬运带来的机械伤害和高处坠落风险。同时，规范的站房设计可有效改善作业环境，保障操作人员职业健康。

3、强化质量控制，实现标准化作业：集中制浆便于建立标准化的质量保证体系。采用自动化、智能化的制浆设备，通过计算机精确控制水灰比、搅拌时间和浆液密度，确保每一批浆液的品质高度一致。集中管理也利于技术人员进行全程监控和数据采集，杜绝了人为因素导致的质量波动^[3]。

4、提高施工效率，缩短整体工期：设备固定化免去了拆装搬迁的等待时间，实现了连续不间断生产。强大的集中制浆能力和通过固定管路形成的“浆液供应链”，能够同时为多个远距离、不同高程的作业面稳定、高效地输送浆液，极大加快了灌浆施工的整体进度。

5、减少环境破坏，践行绿色施工：将施工活动集中在特定区域，最小化了对边坡植被的破坏范围。集中点便于部署高效的粉尘收集装置和废水处理系统（如三级沉淀池），实现对粉尘、废水的统一、达标处理和回用，显著降低了对周边环境的污染^[4]。

3 集中制浆站的选址与规划

科学选址是集中制浆站成功建设和运行的首要前提。对于山区高陡边坡环境，选址需进行多因素综合考量与精密规划。

3.1 选址原则

(1) 地质稳定性优先：站址必须避开滑坡体、崩塌区、泥石流冲沟等不良地质段。应选择基岩稳固、边坡整体稳定性好的区域，必要时须进行专业的地质勘察和边坡稳定性评价。

(2) 位置居中且交通相对便利：站址应尽可能位于整个灌浆作业区域的中心地带，或位于灌浆工程量的“重心”处，以缩短浆液输送的平均距离，减小管路阻力损失。同时，应有一定条件的交通便道或能够开辟施工便道与之相连，便于大型设备、材料的进场和运输。

(3) 具备合适的高程条件：理想的高程应介于灌浆区域的高点与低点之间，最好能略高于多数作业面，充分利用重力辅助输浆，降低对输送泵的功率需求和能耗。

(4) 满足必要的空间要求：所需场地应能容纳制浆机房、散装水泥灰罐、水箱、沉淀池、值班室等设施，并留有必要的设备安装、操作和物流周转空间。



图 3-1 集中制浆站选址

3.2 规划布局

在选定站址后，需进行细致的总体规划布局。通常采用功能分区的理念，划分为：原料仓储区（散装水泥罐、水箱）、制浆生产区（自动化制浆机、控制室）、污水处理区（多级沉淀池）、设备维护区及办公区。各区域应布局紧凑、流程顺畅，并充分考虑消防安全距离^[5]。

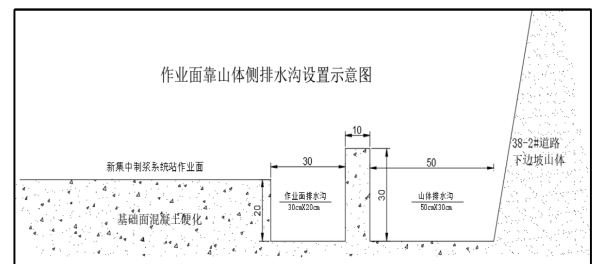


图 3-2 集中制浆站布局