

浅谈生产建设项目弃渣场水土保持措施设计

顾 新

杭州大地科技有限公司 浙江 杭州 310004

摘 要：本文针对生产建设项目弃渣场因地形与渣体特性引发的水土流失、地质灾害等难题，系统分析了弃渣场的类型、特性及潜在风险，提出了包括工程措施、植物措施及临时措施在内的综合防治体系。通过技术经济性评估、监测与维护机制的建立，为弃渣场水土保持措施的优化设计与实施提供了科学依据，以实现生态环境保护与工程安全的双赢目标。

关键词：弃渣场；水土保持；工程措施；植物恢复；监测与维护

引言：在生产建设项目中，弃渣场因地形与渣体特性，易引发水土流失、地质灾害等问题，对生态环境和工程安全构成威胁。为有效应对这些挑战，系统研究弃渣场类型、特性及潜在风险，设计科学合理的水土保持措施体系至关重要。这不仅关乎生态环境的保护，也影响着工程建设的可持续发展，需予以高度重视。

1 弃渣场类型与特性分析

1.1 弃渣场分类

弃渣场依据地形可分为沟道（山谷）型、临河型、坡地型、平地型和库区型五种。沟道（山谷）型弃渣场多位于自然沟道或山谷地带，借助天然地形堆放废渣，容量较大。但因沟道易汇集雨水形成径流，若防护不到位，易

引发冲刷、滑坡，水土流失风险高。临河型弃渣场紧邻河流，选址需考虑河流特性与防洪要求。它可能受河水冲刷影响，且废渣若管理不善，易随水流进入河道，造成水体污染，施工和运营中要严格做好防护与监测。坡地型弃渣场处于有坡度的地表，常见于山区或丘陵。坡度大时，废渣易沿坡面滑动，引发环境污染与安全隐患，设计和施工务必重视边坡稳定性与排水系统建设。平地型弃渣场多在开阔平坦区域，如平原或高原开阔地带。虽便于管理，但缺乏天然屏障，对周边环境影响大，雨季排水系统设计不当，易致水土流失。库区型弃渣场一般设置在水库周边或特定库区范围内，选址要兼顾水库运行安全与环境保护，防止对水库水质、库容等造成不良影响，如表1所示。

表1

弃渣场类型	选址位置	主要特点	潜在风险	应对重点
沟道（山谷）型	自然沟道或山谷地带	借助天然地形，容量大	汇水冲刷、滑坡，水土流失风险高	加强防护措施，完善排水系统
临河型	紧邻河流	需考虑河流特性与防洪要求	河水冲刷，废渣入河道污染水体	严格做好防护与监测，遵循防洪标准
坡地型	山区或丘陵有坡度地表	常见于地形起伏区域	坡度大时废渣易滑动，环境安全隐患	重视边坡稳定，建设排水系统
平地型	开阔平坦区域，如平原、高原开阔地	便于管理，但无天然屏障	对周边环境影响大，雨季易水土流失	合理设计排水系统，加强周边防护
库区型	水库周边或特定库区范围内	需兼顾水库运行安全与环保	可能影响水库水质、库容	科学选址，做好环保与安全防护

1.2 弃渣特性与潜在风险

1.2.1 弃渣成分与稳定性

弃渣成分对弃渣场的稳定性和安全性具有重要影响。弃渣通常由土、石及建筑垃圾等多种材料组成。其中，土质弃渣颗粒较细，遇水易软化，承载力下降，若堆放不当可能引发滑坡或沉降；石质弃渣多为块状或碎石，虽不易风化，但堆积不稳时易造成局部塌陷。建筑垃圾中常含有木材、塑料等轻质材料，抗冲刷能力差，

受雨水冲刷或风吹易流失，增加水土流失风险。此外，部分特殊成分如含金属化合物的废渣，在潮湿环境下可能发生氧化反应，释放热量并产生有害气体，对环境和人员安全构成威胁。在选址和堆放设计时，应充分考虑弃渣的具体成分及其潜在风险，采取相应防护措施，确保弃渣场安全稳定。

1.2.2 水土流失风险

无论是哪种地形条件下的弃渣场，都不可避免地会

遇到降雨、径流等因素的影响。特别是在暴雨季节,大量降水形成的径流会对弃渣场表面造成强烈冲刷,带走细颗粒物质,形成泥石流或滑坡等灾害。为了减少水土流失风险,必须采取一系列有效的防护措施。首先在弃渣场周围设置挡土墙、排水沟等设施,引导雨水有序排放,避免集中冲刷。采用植被覆盖技术,在弃渣场上种植草本植物或灌木,通过根系固定土壤,增加地表粗糙度,降低径流速度,从而有效减少水土流失^[1]。还需要定期监测弃渣场的稳定性状况,及时发现并处理可能出现的问题。

2 水土保持措施体系设计

2.1 工程措施

2.1.1 挡渣墙与拦渣坝

挡渣墙与拦渣坝是针对不同弃渣场风险的核心工程措施,设计需契合地形与弃渣特性。挡渣墙用于稳定弃渣堆边缘,山谷型弃渣场地形狭窄、堆渣高度大,宜采用混凝土或钢筋混凝土重力式结构,通过增加墙体厚度与基础埋深提升抗滑稳定性;平地型弃渣场可选用锚杆挡土墙,以轻量化结构减少对周边土体的扰动。拦渣坝侧重拦截下游泥石流与洪水,坡地型弃渣场汇水面积大、流速快,坝体宜采用混凝土结构,加强基础锚固与排水孔设置,防止暴雨冲刷导致失稳;小型沟谷弃渣场可采用土石坝,结合堆石棱体与反滤层,实现经济有效的洪水拦截与泥沙沉淀。两类设施均以地形为基础,结合弃渣粒径、堆积高度等参数进行荷载验算,确保结构安全。

2.1.2 截排水系统

截排水系统针对不同弃渣场地形特征分级防控径流。平地型弃渣场采用“直线+集水井”排水沟布局,以短流程排水降低地表冲刷;山谷型弃渣场沿等高线布设弧形排水沟,通过缓坡设计减缓水流速度,沟体断面依据汇水面积与降雨强度计算,确保暴雨期排水能力。沉沙池串联于排水沟中下游,在山谷出口等泥沙富集区设置深于沟体0.5m的沉淀池,按年均泥沙淤积量设定清淤周期,避免池体堵塞失效。盲沟则针对坡脚地下水富集区域,以粒径20-40mm碎石填充形成渗透通道,埋深结合地下水位线确定,有效降低土体孔隙水压力,预防坡脚软化滑坡。三类设施联动,实现地表径流疏导、泥沙沉降与地下水调控的立体防护。

2.2 植物措施

2.2.1 植被选择原则

植被恢复是水土保持的重要组成部分,选择合适的植物种类至关重要。植被应具有较强的适应性,能够在

当地气候条件下生长良好^[2]。固土能力强的植物有助于增强土壤的稳定性,减少水土流失。植被还应具备一定的生态功能,如净化空气、调节气候等。例如,在干旱地区,可以选择耐旱性强的草本植物,如狗牙根、羊茅等;而在湿润地区,则可种植喜湿的灌木和乔木,如柳树、杨树等。这些植物不仅能快速覆盖地面,还能通过发达的根系固定土壤,防止土壤侵蚀。

2.2.2 植被配置模式

合理的植被配置模式可以提高整体生态效益。常见的配置模式包括乔灌草结合和本土物种优先两种。乔灌草结合是指在同一区域内同时种植乔木、灌木和草本植物,形成多层次的植被结构。这种模式不仅增加了植被覆盖率,还能充分利用不同层次的空间资源。乔木提供遮荫,灌木和草本植物则覆盖地表,共同起到固土保水的作用。本土物种优先则是指在植被恢复过程中优先选择本地原生植物。本土植物对当地环境具有天然的适应性,易于成活和繁殖。本土植物还能为本地的野生动物提供适宜的栖息地,促进生物多样性的恢复。例如,在山区弃渣场恢复过程中,优先种植当地的松树、柏树等乔木,搭配黄荆、胡枝子等灌木,再覆盖适量的狗牙根、羊茅等草本植物,可以形成一个完整的生态系统。

2.3 临时措施

2.3.1 临时覆盖材料

临时覆盖材料在施工期间起到保护土壤表面、减少水土流失的作用。常用的临时覆盖材料包括生态毯、稻草帘等。生态毯由天然纤维与可降解高分子材料交织而成,直接铺设在裸露地表后,既能形成物理屏障阻挡雨水冲刷,又能通过纤维间孔隙保持土壤透气性。其降解周期可控,施工结束后可自然分解为无害物质,不残留污染。稻草帘则以天然稻草为原料,通过编织工艺制成,质地柔韧且成本低廉。铺设时可有效缓冲雨滴冲击力,延缓地表径流速度,同时稻草腐烂后能转化为土壤有机质,改善土质。此外,稻草帘孔隙较大,便于草籽穿透生长,与草籽播撒结合使用,可在短期内形成植被覆盖,进一步增强固土效果。

2.3.2 施工期水土流失应急防控策略

在施工期间,尤其是雨季,水土流失风险较高,需要制定相应的应急防控策略。首先应在施工现场设置临时排水系统,确保雨水能够及时排出,避免积水导致土壤软化和滑坡。对于易发生水土流失的重点区域,如边坡和弃渣场边缘,应采取加固措施,如铺设防滑网、增加挡土墙等。还需要建立应急预案机制,一旦发现水土流失迹象,立即启动应急响应程序。例如,在暴雨预警

发布后,提前组织人员对施工现场进行巡查,检查排水系统的畅通情况,必要时暂停施工,确保安全。

3 设计优化与实施保障

3.1 技术经济性评估

3.1.1 措施成本效益分析

水土保持措施需在技术可行性与经济合理性间寻求平衡^[3]。成本效益分析需从全生命周期视角出发,涵盖建设期投资、运营期维护费用及潜在风险损失。工程措施(如挡渣墙、截排水系统)初期投入较高,可显著降低后期修复成本;植被恢复措施成本相对较低,需考虑物种选择与成活率对长期效益的影响。评估时需对比不同措施组合的性价比。例如,重力式挡渣墙虽结构稳定,但占地大、造价高,而悬臂式挡渣墙适用于软土地基,可节省基础处理费用。截排水系统需结合地形坡度优化设计,陡坡段采用明渠可减少开挖量,缓坡段则可通过盲沟降低造价。植被恢复中,本土物种适应性强、成本低,需搭配少量外来物种提升生态功能,形成互补效益。

3.1.2 材料选择与成本优化策略

材料选择需兼顾性能与成本。挡渣墙材料可选浆砌石、混凝土或生态格网,浆砌石耐久性好但人工成本高,混凝土施工便捷但易开裂,生态格网则兼顾稳定性与生态性,适用于景观要求高的区域。截排水系统管道材料需根据流量与埋深选择,PVC管适用于小流量场景,钢筋混凝土管适用于大流量场景,土工布反滤层则需根据粒径分布选择克重。成本优化可通过标准化设计、集中采购和施工工艺改进实现。例如,挡渣墙结构尺寸标准化可减少模板定制费用,植被恢复采用机械化播种可提高效率,临时覆盖材料选用可降解无纺布可降低二次清理成本。通过合理设计措施组合,可减少重复投资,提高整体效益。

3.2 监测与维护

3.2.1 定期监测与风险预警机制

监测是水土保持措施长期有效的保障。监测内容涵盖弃渣场稳定性、植被覆盖度、水土流失量及排水系统运行状况。稳定性监测可通过位移观测桩、沉降标点等设备,结合无人机航拍技术,实现高频次、高精度数据采集。植被覆盖度监测可采用遥感影像解译与实地抽样结合的方式,评估植被恢复效果。风险预警需建立分级响应机制^[4]。根据监测数据设定阈值,如位移速率超过1mm/d时启动黄色预警,连续降雨后水土流失量超过临界值时启动红色预警。预警信息需及时传递至管理部门,并触发应急响应程序。需建立监测数据共享平台,实现多部门协同管理,提升预警效率。

3.2.2 应急处理预案制定

应急预案需针对不同风险场景制定差异化应对措施。弃渣场滑坡时,需立即启动应急排水措施(如增设临时排水沟),并对滑坡体进行削坡减载,必要时采用锚杆、抗滑桩等加固措施。水土流失严重时,需紧急铺设无纺布或草帘覆盖裸露渣面,并启动临时截排水系统,防止泥沙外泄。植被恢复失败时,需分析原因并调整措施。如因干旱导致植被死亡,需增设灌溉设施或选用耐旱物种;如因病虫害导致植被退化,需采取生物防治或化学防治措施。应急处理需明确责任主体与响应时限,确保措施迅速落地。

3.2.3 长效维护机制

维护工作需贯穿弃渣场的全生命周期,确保其长期稳定与功能有效。工程措施方面,应定期检查结构完整性,包括修补挡渣墙裂缝和清理排水管道等。植被恢复同样需要持续养护,如补植死亡苗木、修剪过密枝条等,以维持生态平衡。临时覆盖材料应及时更换,防止因老化而失效。维护资金可通过多种渠道筹集:建设单位应预留专项维护基金,政府可通过生态补偿机制提供补贴,社会资本则可借助PPP模式参与维护。建立详细的维护档案,记录每次维护的时间、内容及效果,为后续优化提供依据。通过科学的技术经济性评估和动态监测,不断优化设计方案并保障措施的长效性,从而实现水土保持目标与经济效益的统一。

结束语

生产建设项目弃渣场的水土保持工作是一项系统工程,需要综合考虑地形、弃渣特性、潜在风险等多方面因素。通过科学合理地设计水土保持措施体系,加强技术经济性评估和监测维护机制建设,可以有效降低弃渣场的水土流失风险,保护生态环境安全。未来,应继续加强相关技术研究和实践探索,不断提升水土保持工作的科学性和有效性。

参考文献

- [1] 聂峰,史超.西南地区生产建设项目弃渣场水土保持现状[J].长江技术经济,2024,8(5):31-37.
- [2] 蔡万鹏.生产建设项目弃渣场水土保持变更问题分析[J].建筑·建材·装饰,2023(17):10-12.
- [3] 刘帅华.生产建设项目弃渣场水土保持变更问题探讨[J].水利技术监督,2021(12):220-223.
- [4] 张长伟,刘晨曦,王家乐.山区弃渣场场地空间利用及水土保持措施精准化研究[J].亚热带水土保持,2025,37(1):37-41.