

水利工程沟道型弃渣场设计与思考

何红军

云南省滇中引水工程有限公司, 云南昆明, 650000;

摘要: 滇中引水工程丽江段地处横断山脉区域, 弃渣场多为沟道型布局, 受复杂地形条件制约, 普遍存在水土保持难度大、堆渣效率低等突出问题。本文以滇中引水工程丽江段多处沟道型弃渣场的现场建设与多年运行管理实践为基础, 聚焦弃渣场布局优化、清表管控、堆渣工艺改进三个易引发现场管理混乱、造成经济损耗的关键环节, 结合工程实例阐述施工管理要点及优化措施, 以期对同类工程有所借鉴。

关键词: 滇中引水工程; 沟道型弃渣场; 布局优化; 动态清表; 堆渣方案

DOI: 10.69979/3060-8767.26.04.050

引言

滇中引水工程作为我国西南地区规模最大、投资最多、技术难度最高的跨流域调水工程, 总投资超1200亿元, 横跨金沙江、澜沧江、怒江三大流域, 串联丽江、大理、楚雄、昆明、玉溪、红河6个州市36个县(市、区), 是支撑云南省高质量发展的战略性工程^[1]。

滇中引水工程穿越横断山脉, 沿线山体陡峭、沟谷纵横, 工程建设过程中产生了大量弃渣^[2], 规划设置233处弃渣场^[3], 多为沟道型渣场。此类弃渣场普遍存在进场通行受限、施工工序衔接要求高、堆渣空间利用率低等问题, 管理不当, 极易引发渣土侵占、坡面冲刷、堆渣混乱等问题, 影响工程整体施工进度与生态保护要求。

1 研究区概况

滇中引水工程丽江段包含水源工程与输水工程, 工程设计为尽可能控制弃渣运距^[3], 减少弃渣因运输而产生的水土流失, 将渣场布置在各施工支洞附近的沟谷中, 共设置沟道型弃渣场14个, 弃渣容量为16.9~272.5万m³。其中, 二级渣场6个、三级渣场5个、四级渣场3个, 工程总弃渣量1365.83万m³。

工程建设前期, 受限于设计深度不足, 部分弃渣场选址与布局存在一定不合理性。加之施工单位普遍重主体、轻附属, 水土保持意识薄弱, 对弃渣场重视程度不够, 导致现场乱堆乱弃现象突出。为妥善治理前期遗留问题, 现场产生大量二次搬运与返工, 不仅延误施工进度, 还大幅增加了工程施工成本。

通过在现场建设和运行管理多年的思考, 在选址布局、清表管控、堆渣方案等方面形成了一系列适配沟道型弃渣场的施工管理措施, 有效提升了弃渣场施工效率

与管理水平, 保障了工程施工与生态保护的协同推进。

2 沟道型渣场设计和管理思路

2.1 选址布局

弃渣场选址应根据弃渣场容量、占地类型与面积、弃渣运距及道路建设、弃渣组成及排放方式、防护整治工程量及弃渣场后期利用等情况, 经综合分析后确定^[1-2]。弃渣场选址的核心是确保弃渣场安全和防止渣土流失, 同时减少对原生生态系统的扰动破坏。因此, 渣场一般应设置在自然保护区、风景名胜区、水源保护区、河道管理范围和已建成水库之外, 并优先选用少占耕地和少搬迁居民的场地, 众多条件制约导致高山峡谷区域弃渣场选址困难问题较突出^[6]。

2.1.1 现有布局问题分析

原设计方案进场道路仅规划至渣场底部, 受沟道狭窄、山体陡峭等地形限制, 底部进场道路无法满足盲沟、截水沟、排洪沟等前期水土保持措施施工及中后期多层级堆渣的通行需求, 运输效率极低, 造成后续堆渣施工困难, 成为制约渣场利用效率的第一个难题。

2.1.2 布局优化

针对该问题, 对各渣场开展“一场一策”渣场治理方案, 进行专项优化与施工方案调整, 核心措施为结合渣场沟道地形与堆渣规划, 规划两条及以上分层分级进场道路, 形成多层级通道的布局, 从源头提升堆渣组织与运行管理水平。

(1) 原道路布局优化

滇中引水工程丽江段水磨坊渣场、螳螂河南弃渣场等少数渣场, 纵断面较平缓、横断面开阔, 在不新增征地的前提下, 采用沿渣场较平缓一侧布设主进场道路至

渣场顶端,并依托主道路向内延伸多级内部路网,有效改善场内运输条件,实现渣土分层、有序、规范堆存。

(2) 新增征地补设进场通道

望城坡南弃渣场,设计弃渣容量 151.88 万 m^3 ,通过现场重新征地新增进场道路,打破原设计单一底部道路的布局模式,在渣场中上部位置增设层级进场道路,实现渣场多层次通行。

(3) 强化后续设计

滇中引水工程丽江段后续设计的松坪子渣场、四华道班渣场,以及香炉山工期保障措施新增的各登里渣场、新峰弃渣场,均在设计阶段就确定了两条进场道路的布置:一条通至渣场底部,主要用于渣场底部挡渣墙、盲沟、截排水、消力池等水保设施施工及前期施工通道;另一条道路通至弃渣场中上部的位置,主要承担中上部水保设施施工及中后期运渣通道。两条施工通道的布设,实现了渣土运输的就近卸料、分层堆存,大幅减少了场内二次搬运量,显著提升了堆渣施工效率;同时为后续堆渣、支护、绿化等工序的同步推进提供了坚实保障。上述四个渣场在设计之初,就有效解决了沟道型弃渣场堆渣施工通道布局的基础性难题,为渣场规范化施工奠定了基础。

2.2 清表管控

弃渣场选址优化完成后,进场施工的第一道工序为清表作业,清表工作直接影响渣场后续渣场形象面貌、水土保持效果及施工成本控制。

丽江段螳螂河南弃渣场属沟道型渣场,主要用于堆存香炉山扩大勘察试验 5#施工支洞及对应主洞控制段开挖产生的洞渣,渣场等级为 4 级,设计最终堆渣顶高程 2555m,弃渣边坡坡比 1:3.0,总设计弃渣容量 60.4 万 m^3 。该渣场于 2017 年 10 月正式启用,为滇中引水工程全线首个投用的弃渣场。工程建设初期,施工单位完成进场放线后,随即开展用地范围内林木采伐及全场表土剥离作业,并严格遵循“先拦后弃”的水土保持施工原则^[2],依次完成挡渣墙、盲沟、截排水沟等水土保持配套设施建设,后续按设计方案实施分台堆渣作业。

香炉山扩大勘察试验 5#施工支洞地质条件复杂、施工难度极大,工程推进缓慢,截至 2025 年底,支洞开挖作业仍未完成,导致螳螂河南弃渣场堆渣进度严重滞后,实际堆渣量仅为渣场底部小范围区域,堆渣面以上已完成清表的坡面,长期处于裸露状态,给后续渣场运行管理带来极大挑战。

上部裸露坡面,如果不处理,雨季坡面极易被冲刷,产生侵蚀沟,造成水土流失。施工单位初期采用密目网进行临时覆盖防护,但受自然环境影响,密目网快速老化破损,临时防护措施难以长效维持。后续施工单位转为撒播草籽进行生态修复,然而因坡面表土及营养土层已先期剥离,土壤肥力不足^[6],草苗生长状况极差;加之丽江区域气候干旱、降雨量少,植被存活率进一步降低。为维持坡面防护效果,施工单位每年需投入数十万元资金进行专项维护,造成了较大的经济损失。

结合螳螂河南弃渣场坡面长期裸露、植被恢复困难、后期管护成本高昂的实践教训,对于工期较长或堆渣容量较大的沟道型弃渣场,应实施科学清表、按需清表、分区清表,从源头防范水土流失风险与不必要的经济损失。

2.2.1 科学采伐林木

丽江段沟道型弃渣场用地多为灌木、乔木相结合的植被类型,若对植被进行全面扰动采伐,易造成渣场初期水土保持能力丧失,引发坡面冲刷。对此,施工中明确林木采伐原则:(1)对于截排水沟开挖线外围区域,需保留原有乔木及灌木,尽量减少扰动;(2)对于截排水沟内侧区域,仅对乔木进行选择性的采伐,保留原地灌木植被,最大限度保护渣场原有水土保持能力,减少人为扰动对生态环境的影响。

2.2.2 动态清表

滇中引水工程丽江段隧洞施工周期较长^[7],单条隧洞施工周期达 5~10 年,加上主洞控制段开挖,施工期更长,若在施工初期将渣场进行一次性清表,会出现“清表面积大、堆渣量少”的问题,导致渣场大面积区域裸露,缺乏植被覆盖,遇降雨极易引发坡面冲刷。后期需投入大量成本,采取补救措施做好水土流失控制、林草植被建设、水土保持生态修复等水土保持工作^[6]。

针对此问题,提出“动态清表”施工模式:根据隧洞开挖进度与洞渣产生量,分阶段、分区域、分高程实施清表作业,确保清表面积、清表高程与堆渣需求动态匹配。

具体实施如下:

(1)初期严格按照弃渣规划,由下至上先行清表出满足半年堆渣量的施工区域,完成该区域清表后及时开展堆渣作业;(2)待该区域堆渣接近清表线时,再向上清表 5~10 米高度,形成新的堆渣作业面;(3)后续依此逐级向上清表、逐级堆渣、逐级跟进堆渣坡面

防护覆绿,循环推进,直至堆渣完毕。

实施过程中将渣场划分为多个功能分区,遵循“堆存一级、支护一级、绿化一级”原则,既保证堆渣施工连续高效,又有效避免大范围土体裸露引发的水土流失问题,实现弃渣堆放与生态保护协同推进。

2.3 堆渣方案优化

2.3.1 之字形堆渣法

针对狭窄沟道型弃渣场,在场地空间有限、征地困难的条件下,可采用“之字形堆渣法”。该方法通过在渣场内设置之字形运输道路,将单一的直线运输路径分解为多个折线段,既保障了渣场通行,又实现了渣土的分层、分区域堆填,提高了堆渣空间利用率。

2.3.2 典型案例

滇中引水工程丽江段吾都克沟弃渣场,地处玉龙县九河乡境内,弃渣场总体地势西高东低,大致呈东西走向,冲沟两侧山脊高程 2540~2650m,两侧地形较陡,坡角一般 30°~40°,冲沟狭窄,纵坡降 18%左右,属于典型的沟道型弃渣场。该弃渣场最终堆渣容量约 54.8 万 m³,规划最终顶面高程为 2516m,采用台阶式堆渣设计,弃渣边坡坡比为 1:3,每隔 10m 高差设置一级马道,马道宽度为 2m,其中 2494m 高程处马道宽度为 10m。该弃渣场前期由香炉山 2#施工支洞先期使用,已堆渣至高程约 2464m,主洞段施工标段将从该高程附近继续向上堆渣,最终达到规划的 2516m 堆渣高程。

该弃渣场前期施工过程中,施工单位因管理不到位,未对堆渣方案进行深入充分论证,导致前期堆渣过程中出现一系列乱堆乱弃问题。施工单位先在渣场内部沿左岸边坡修建了一条内部主道路用于弃渣运输,随着堆渣量不断增加、堆渣高程持续攀升,靠近主道路一侧的堆渣坡面越来越高,形成了极大的安全隐患。此外,随着堆渣量递增,上部堆渣作业难度加大,堆渣混乱,渣场利用率严重下降;渣场堆渣坡面的格构护坡、绿化等防护工程无法正常实施,严重违反了滇中引水工程“堆存一级、支护一级、绿化一级”的施工要求。

鉴于上述问题导致堆渣作业无法持续推进,经参建各方会议研究决定,在保障弃渣场综合坡比及堆渣高度前提下,将原台阶式堆渣调整为“之字形堆渣法”,即采用之字形道路堆渣方案。施工单位针对该渣场开展专项整改,整改工期长达四个多月,额外投入资金 40 余万元。

经吾都克沟渣场堆渣实践后,滇中引水工程丽江段四华道班渣场、箐口南渣场、汝南河东渣场等渣场都采取“之字形堆渣法”,不仅有效解决了渣场内部通行问题,还实现了堆渣坡面及时支护、覆绿的施工要求。

3 结语

沟道型弃渣场相较于其他类型渣场,在水土保持措施设计与运行维护方面难度更高、体系更为复杂。渣场长效运行与管护应坚持“综合治理、系统治理、源头治理”的理念^[8],有序推进工程水土保持工作和生态文明建设。

滇中引水工程丽江段沟道型弃渣场施工管理,是在历经复杂山区建设实践、吸取诸多经验教训的基础上,逐步探索形成的成熟做法。工程实践表明,通过选址布局优化、清表管控、堆渣工艺改进三项关键技术措施的应用,可有效解决山区沟道型弃渣场施工中的关键难题,三者结合实现了弃渣场施工的规范化、高效化与生态化。可为具有类似特征的沟道型渣场施工提供借鉴。

参考文献

- [1]中华人民共和国住房和城乡建设部.水土保持工程设计规范:GB51018-2014[S].中国计划出版社,2014.
- [2]水电建设项目水土保持技术规范:NB/T10509-2021[S].奔流电子音像出版(北京)有限公司,2021.
- [3]滇中引水工程初步设计报告[R].长江勘测规划设计研究有限责任公司,2018.
- [4]张颜,卢志明,王晓杰.亭子口灌区一期工程弃渣场选址及防护措施设计应用[J].水利水电工程设计,2024,43(01):57-60.
- [5]李坚,郭亚欣,杨刚.滇中引水工程四华道班弃渣场规划研究[J].水利水电快报,2023,44(S2):46-49+58.
- [6]崔磊,宋晓彦,任远,等.水电建设项目水土保持典型措施技术分析和展望[J].水力发电,2023,49(11):32-35.
- [7]陈涛,龚新.四方井水利枢纽工程弃渣场选址及水土保持措施设计要点[J].绿色科技,2017,(20):18-20.
- [8]郑冲泉.德泽水库枢纽水井渣场设计和管理思考[J].水利技术监督,2020,(06):237-240+275.

作者简介:何红军(1990.05—),男,云南丽江人,工程师,本科,主要从事水利水电工程建设管理工作。