



岷江龙溪口航电枢纽工程弃渣减量优化

王 伟¹, 张 平², 陈锦文¹, 赵日升¹, 李春阳¹, 王 晓¹

(1. 四川锦美环保(集团)股份有限公司, 四川成都 610000;

2. 四川岷江港航电开发有限责任公司, 四川乐山 614000)

摘要: 大型水利水电开发建设项目施工期具有占地大、施工作业面积广、土石方开挖量大的特点, 建设过程中不可避免对生态造成影响, 如何减少施工期弃渣带来的生态环境的不利影响成为一种挑战。为此, 以岷江龙溪口航道枢纽工程施工期采取的生态保护措施为例, 研究表明: 在施工期优化施工工艺、施工区布置、施工工序等可有效减少弃渣产生量。在此基础上, 提出了弃渣减量和弃渣资源化利用途径, 可为国内其他规划和航电枢纽在建项目的生态措施提供借鉴。

关键词: 航电枢纽; 临时占地; 土石方开挖; 弃渣减量

中图分类号: TV61; U641

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)10-0070-04

Waste slag reduction of Minjiang Longxikou Navigation-power Junction project

WANG Wei¹, ZHANG Ping², CHEN Jinwen¹, ZHAO Risheng¹, LI Chunyang¹, WANG Xiao¹

(1. Sichuan Jinmei Environmental Protection (Group) Co., Ltd., Chengdu 610000, China;

2. Sichuan Minjiang Port & Shipping & Electricity Power Development Co., Ltd., Leshan 614000, China)

Abstract: Large-scale water conservancy and hydropower development and construction projects have the characteristics of large land occupation, wide construction area, and large excavation volume of earth-rock, which will inevitably cause ecological impact during construction. How to reduce the adverse ecological impact caused by waste slag during construction is a challenge. With the ecological protection measures taken during the construction period of Mingjiang Longxikou Navigation Junction project as an example, the practical results indicate that measures including optimizing construction techniques, layout of construction areas, and construction processes during the construction period can effectively reduce the amount of waste slag. On this basis, this paper proposes ways for reducing and recycling waste slag, which can provide a reference for the ecological measures that should be taken during the construction period of other planned and under-construction navigation power junction projects in China.

Keywords: navigation-power junction; temporary land occupation; earth-rock excavation; waste slag reduction

1 工程概况

岷江龙溪口航电枢纽工程位于四川犍为县上游约 0.8 km 处, 是以航运为主, 航电结合, 兼顾防洪、供水、环保的水资源综合利用工程, 等级为二等大(2)型。水库总容量 3.24 亿 m³, 正常蓄水位 317.00 m, 最大闸高 43.0 m; 船闸等级为Ⅲ级; 枢纽渠化Ⅲ级航道 31.8 km; 装机容量 480 MW, 发电厂房内安装 9 台 53.33 MW 大型灯泡贯流式水

轮发电机组; 在库区沿岸对 10 个区域进行防护, 防护堤总长 47.41 km, 防护总面积约 26.7 km²。

工程投资高达 155.29 亿元。工程涉及 1 个枢纽, 水坝轴线长 948.87 m, 10 个库区防护工程, 沿江防护堤长达 47.41 km, 排涝泵站 12 座, 混凝土浇筑量 393 万 m³, 施工期度汛标准最高流量达 3.83 万 m³/s, 且在施工期不断航, 施工难度大。

工程可行性研究阶段设计土石方开挖总量达

收稿日期: 2023-06-07

作者简介: 王伟 (1986—), 男, 高级工程师, 从事环境污染防治相关咨询。

2 339.06 万 m^3 , 土石方回填总量 1 145.77 万 m^3 , 外借总量 179.91 万 m^3 , 弃方总量 1 373.21 万 m^3 。左岸设置永久弃渣场 1 个, 临时堆料场 1 个; 右岸设置永久弃渣场 1 个, 工程占地 3 174.88 万 m^2 , 施工期占地面积共计 1 414.23 万 m^2 , 其中施工工程永久用地 872.58 万 m^2 , 临时用地 541.65 万 m^2 (图 1)。

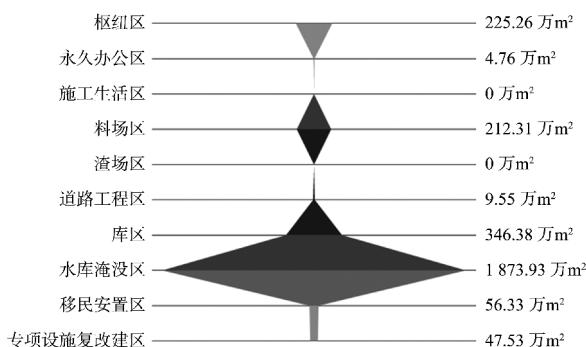


图 1 占地分布

2 工程弃渣来源及对环境的影响

2.1 弃渣来源

根据工程特点, 土石方作业施工面大, 开挖土石方量大, 尤其是枢纽工程和堤防疏浚工程产生大量土石方^[1], 按照工程设计, 难以利用的土石就近弃置, 从而形成弃渣^[2](图 2)。

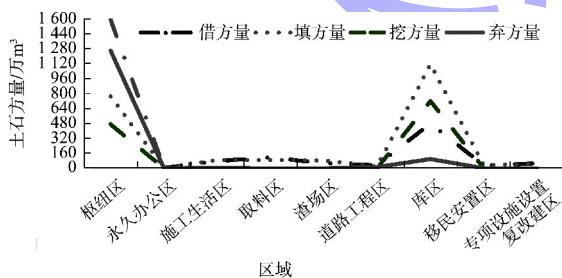


图 2 开挖土石方分布

2.2 弃渣带来的环境影响

工程土石开挖、堆放、运输和处理过程中, 不仅扰动地形地貌, 造成地表植被破坏, 降低植被的蓄水固土能力^[3]; 而且土石弃渣弃置过程中, 占用大量土地; 弃渣过程产生车辆噪声及运输扬尘等对沿线的生态环境造成影响。弃渣堆放中易受雨水冲刷影响, 尤其是在暴雨冲刷及重力作用下极易造成水土流失, 对下游河道水质造成不利影响。若控制措施不当, 在暴雨季节溃坝形成泥

石流, 不仅对周边设施及道路造成破坏, 甚至导致下游居民生活财产损失, 给周边生态环境带来不可逆的影响。

鉴于工程弃渣将产生诸多不利的生态环境影响, 国内对相似工程弃渣综合利用途径进行了研究, 但缺乏弃渣从产生源到后期处置全过程的措施总结。工程结合实际情况, 提出若干减少弃渣的措施, 并对取得效果进行归纳总结, 提炼可操作性、可推广的减量化措施, 旨在为同类工程提供借鉴。

3 减少弃渣的优化措施

3.1 优化施工区布置

在实际施工期, 根据工程建设实际优先考虑租用现有场地, 通过租借键为枢纽业主营地 4 个, 总包施工现场实际只建设 1 个营地。减少 1.76 万 m^2 占地面积, 减少土石方开挖 16.22 万 m^3 。

由于工程施工周期长、施工范围广、参建人数达 4 400 人, 原计划布置 48 座施工营地, 但是通过后期整合营地, 合理集中规划营地位置, 经优化实际建设 15 座施工营地。据初步估计, 减少占地面积 21.18 万 m^2 , 土石方开挖减少 231 万 m^3 。

3.2 优化施工工艺

根据实际施工条件, 回填土采取优先考虑各个工区内部调剂, 合理安排各个工区施工工序, 平衡各工区内部土石方的措施。施工期间, 合理调配各实施单位施工点位^[4], 从工程整体角度考虑开挖土石方平衡, 土石方优先考虑用作回填, 减少弃渣运输量, 回填土优先考虑其他施工区开挖土石方^[5]。

前期工程船闸和厂房开挖土方以及航道疏浚土暂存于施工区临时堆场中, 这些土优先用于工程回填土, 基本全部使用, 未向取土场取土, 减少了土石方开挖以及弃渣和取土场占地, 有效减少对生态环境的影响。

3.3 优化施工工序

左岸三期围堰施工之初, 提出二期围堰拆除与三期围堰填筑应考虑同时进行, 三期围堰填筑用土尽可能利用二期拆除的土方, 对于剩余弃渣

应及时运往弃渣场，防止或减少弃渣流失，有效减少了施工挖填方量和借方量，节省施工费用。

3.4 提高弃渣资源化利用率

库区主要包括防洪堤、抬填等防护措施，防护堤总长 47.41 km，采用混凝土全封闭式防渗墙结构防渗将消耗大量的砂石料，借鉴了上游犍为库区胶凝砂砾石的施工经验，就近利用工程区内的砂砾(卵)石料修建胶凝砂砾石堤防替代混凝土面板坝，可直接利用疏浚工程弃渣 214.7 万 m³。

4 优化措施实施的效果

4.1 临时占地面积减少

采取优化施工措施后，经前后数据对比，占地减少 19.09%，工可阶段设计总占地 3 174.88 万 m²，工程实际占地 2 568.77 万 m²，其占地面积变化见图 3。

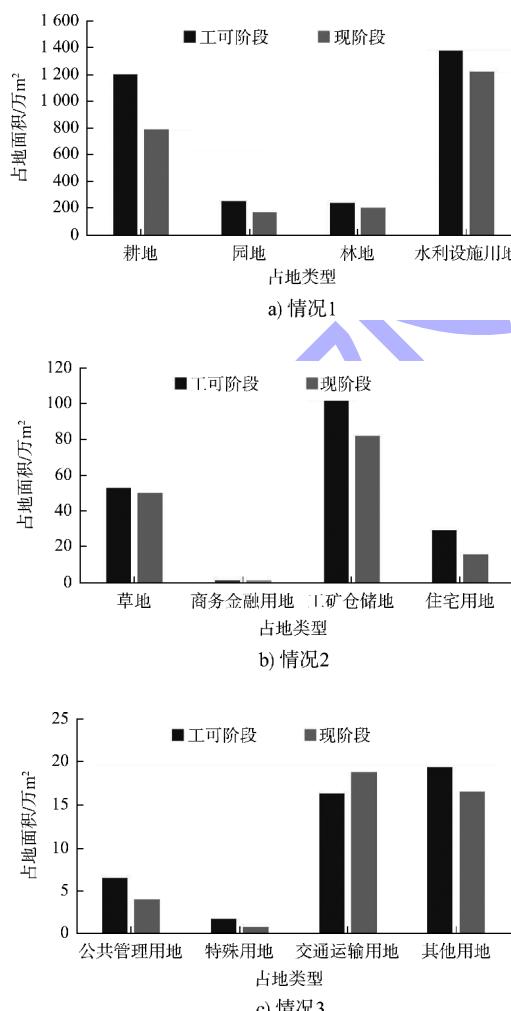


图 3 临时占地面积变化对比

4.2 开挖土石方量大大减少

采取优化施工措施后，经前后数据对比，开挖土石方量减少 5.62%，回填土石方量减少 15.14%，弃渣量减少 70.33%，工可阶段设计的取土场未启用，大大减少了土石方堆放、运输和处理过程中对环境的影响(图 4)。

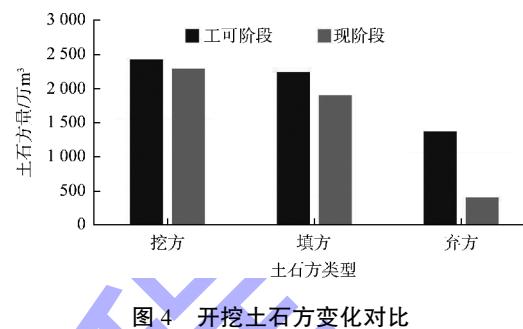


图 4 开挖土石方变化对比

5 工程弃渣减量途径

5.1 辅助工程集中优化设计

辅助工程主要包括施工人员生活营地、混凝土拌合场、施工便道、钢筋加工厂、弃渣场等。

由于施工参建单位和人员众多，施工营地应优先考虑集中就近布置，减少建设数量；施工生活营地优先考虑租用已有民房等生活设施，确有必要建设时优先选择地势平坦地段。

混凝土拌合场占地面积较大，如果位于丘陵地区，需要进行场地平整，土石方开挖量大，易形成弃渣。应结合地理条件、工程运输距离及技术要求尽量集中布置，减少拌合场数量。

施工便道是进出施工区域的交通要道，如施工区域位置偏远，则修筑便道的开挖量较大。因此辅助工程选址应尽量靠近已有交通道路，减少施工便道开挖工程量，从而减少弃渣量。

弃渣场选址应避开环境敏感区域，选择沟谷型弃渣场，且尽量布设在沟谷上游，减少汇水面积，降低水土流失带来的生态环境问题。

5.2 施工组织优化

需要合理调配多个施工点位的施工工序，通过合理调整各参建单位施工顺序，将挖出的弃渣用于填筑，通过施工区域内部调剂，避免产生大量弃渣。将上一期围堰拆除的土石方调配到下一期围堰填筑，有效提高了土石方利用率，减少弃

渣数量。通过精细化、科学化的施工组织安排, 调整进度差异, 最大限度地利用并减少工程弃渣。

针对工程建设规模大、参建单位及施工标段多、交叉施工点多的现状, 制定详实、贴合实际的施工进度表, 施工中动态调整施工进度和关键节点, 确保弃渣内部调配方案有效实施。

5.3 拓宽资源化利用途径

工程开挖土石方可直接利用或再次加工用于其他建筑材料, 如疏浚渣中砂砾(卵)石料直接用于修筑堤防, 也可加工成砂石骨料、机制砂等^[6], 既可减少弃渣量、降低弃渣处置过程的生态环境影响, 又可提高资源利用效率变废为宝。同时, 可结合地方基础工程建设需求, 将工程弃渣用于市政工程平整和填筑, 有效地改善当地环境条件。

6 结语

1) 对施工布局的优化: 从源头控制可减少施工临时设施的占地, 从根本上减少施工土石方的开挖量, 有效减少对土壤的扰动以及对植被的破坏。

2) 对施工工艺的优化: 从过程控制合理调整施工方案, 减少开挖土石方量, 减少取土场占地, 有效防治水土流失, 提高土地利用率, 改善项目

建设区域生产生活条件, 降低工程施工期水土流失的风险, 从而减少对生态环境的破坏。

3) 对施工工序的优化: 从过程控制协调各方施工工序, 合理调配工区开挖土石方, 减少土石方占地对植被破坏带来的生态影响。

4) 提高弃渣资源化利用率: 从结果控制变废为宝, 节约工程投资, 更好地实现社会效益、环境效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 邓年生. 航道疏浚筑坝土石方计量的误差分析[J]. 水运工程, 2002(8): 47-48.
- [2] 方后春, 邹俊飞. 超大规模土石方工程施工组织与管理[J]. 水运工程, 2021(5): 56-60, 145.
- [3] 周卫军. 铁路建设项目弃渣减量化研究[J]. 铁路节能环保与安全卫生, 2020, 10(5): 1-3, 14.
- [4] 陈海斌. 优化土石方调配模型在某工程中的应用[J]. 水运工程, 2012(12): 225-229.
- [5] 季臣, 霍世坚, 张瑞芳, 等. 浅谈水利项目水保方案中取料、弃渣分析与评价[J]. 水土保持应用技术, 2014(6): 36-37.
- [6] 严志伟, 刘大刚, 赵大铭, 等. 铁路隧道弃渣的本地资源化利用[J]. 环境工程学报, 2022, 16(5): 1649-1656.

(本文编辑 赵娟)

(上接第 64 页)

参考文献:

- [1] 李顺超, 张有林, 何熙, 等. 岷江下段航道典型滩险整治技术[J]. 水运工程, 2020(4): 84-91.
- [2] 李家世, 刘晓帆. 梯级水库建设对岷江下游航道通航流量的影响[J]. 水运工程, 2021(6): 164-170, 193.
- [3] 杨洪波. 加强生态环境保护与修复建设美丽四川[J]. 环境保护, 2018, 46(11): 29-30.
- [4] 四川省水产局. 长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区[EB/OL]. (2016-02-05) [2023-01-16]. <http://www.sscscj.cn/a/baohuquguanli/jibenxinxi/20161103/1138.html>.
- [5] 四川省生态环境厅. 2021 年四川省生态环境状况公报[R]. 成都: 四川省生态环境厅, 2021.

- [6] 陈雨艳, 杨坪, 向秋实, 等. 岷江流域水质状况评价及变化趋势分析[J]. 中国环境监测, 2015, 31(6): 53-57.
- [7] 四川省农业科学院水产研究所. 岷江(龙溪口枢纽至宜宾合江门)航道整治工程一期工程对长江上游珍稀、特有鱼类国家级自然保护区水生生物及生境影响评价专题报告[R]. 成都: 四川省农业科学院水产研究所, 2019.
- [8] 国家环境保护总局科技标准司, 中国环境科学研究院. 地表水环境质量标准: GB 3838—2002[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.

(本文编辑 赵娟)