

王屋水库增容工程建设经验与做法

张茂海¹, 梁琦², 范跃振²

(1. 龙口市水库管理中心, 山东 龙口 265721; 2. 龙口市水务局, 山东 龙口 265701)

【摘要】王屋水库是国家重要饮用水水源地,保障着龙口市 30 万人的饮用水安全。随着社会的发展,水库供水能力与当地生产、生活用水增长之间的矛盾日益突出,实施增容工程能够有效缓解当地水资源短缺的困境。增容工程具有线长面广、临水作业、大面积连锁块护坡、建设管理难度大的特点,为了高标准、高质量完成建设任务,水库管理部门在建设管理方面组建了完整的管理体系,在工程建设重要环节成立了攻关小组,并优化提升了混凝土预制块预制工艺,保证了工程顺利推进。

【关键词】水库增容工程; BIM 模块化应用; 连锁块预制工艺

【中图分类号】TV697

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2025)-03-0020-03

Practice and Experience of Wangwu Reservoir Capacity Increase Project

ZHANG Maohai¹, LIANG Qi², FAN Yuezhen²

(1. Reservoir Management Center of Longkou City, Longkou, Shandong 265719, China;

2. Water Affairs Bureau of Longkou City, Longkou, Shandong 265701, China)

Abstract: Wangwu Reservoir is an important national drinking water source, which ensures the drinking water safety of 300,000 people in Longkou City. With the development of society, the contradiction between the water supply capacity of reservoirs and the growth of local production and domestic water use is becoming increasingly prominent. The implementation of capacity increase project can effectively alleviate the dilemma of local water resources shortage. The capacity increase project has the characteristics of long distance and wide scale, water-related operation, large-scale chain block slope protection, and difficult construction management. In order to complete the construction task with high standards and quality, the reservoir management department has set up a complete management system, with a research team in the important link of the project construction, which optimized and improved the process of concrete precast block to ensure the smooth progress of the project.

Key words: Reservoir capacity increase project; BIM modular application; Interlocking block prefabrication process

1 工程概况

1.1 工程建设内容

王屋水库位于山东省龙口市的王屋村东黄水河上,控制流域面积 320 km²,总库容 1.35 亿 m³,是一座以防洪、城乡居民生活供水为主,兼顾工业用水、农业灌溉、生态环境用水等综合利用的大型水库,是南水北调工程的调蓄水库。根据水库控制运用资料统计,王屋水库 1960—2020 年多年平均弃水量 2 655 万 m³,其中 2013 年达 8 600 万 m³,大量丰水年汛期径流得不到充分利用。王屋水库增容工程的任务是在保证水库防

洪安全的前提下,通过库区抬田和加高溢洪闸闸门高度,抬高水库兴利水位,扩大兴利库容,增强水库调蓄能力,有效利用当地雨洪资源,相机调蓄客水,提高水库的供水能力和保障程度,工程实施后可增加库容近 1 000 万 m³,缓解龙口市水资源供需矛盾。

王屋水库增容工程主要建设内容有溢洪闸工作闸门加高 0.5 m,对增容工程影响范围 112.87 hm²进行抬田,管理道路建设共计 3.04 km,以及交叉建筑物及水库管理信息化工程建设。

收稿日期:2025-01-02

作者简介:张茂海(1975—),男,高级工程师

1.2 工程等别及设计标准

王屋水库增容工程等别为Ⅱ等,大坝、溢洪道和东、西放水洞等主要建筑物级别为2级,次要建筑物为3级;库周抬田工程级别为4级,库区道路路堤为4级,新建水库管理道路为四级公路,生产桥设计荷载等级采用公路Ⅱ级,增容工程临时建筑物为5级。增容后王屋水库设计洪水标准为100年一遇,校核洪水标准为10 000年一遇,水库规模仍为大(2)型。

1.3 工程建设中的难点

该项目的主要工程为抬田和预制块护坡,分布在水库沿岸,长60 km。施工区域狭长零碎,在工程管理和调度上,存在难点;施工环境复杂,汛期施工受频繁降雨影响,现场内涝严重,土壤含水率高,运输难度大、效率低,施工困难。

2 强化建设管理

2.1 健全组织机构

王屋水库增容工程建设局成立了以“争进度、赛质量、比担当”为主题的决胜攻坚领导小组。要求各参建单位要高度重视,成立强有力的组织领导机构,认真谋划部署,结合工程 and 单位的实际,合理配备人员设备,确保工程施工管理全覆盖,从施工到验收各个环节紧密配合,不断提高工作效率。始终把质量管理放在工程建设的重要位置,落实好质量责任、标准和规范,强化全过程质量管理,促进精品样板打造。提高单元工程优良率,杜绝各类质量事故发生,打造优质工程、精品工程、样板工程。开展质量管理QC小组活动,推广工程建设标准作业方案和先进经验。

2.2 强化措施促进度

组织各单位技术力量,优化目标任务,参照合同工期、工程设计规划要求,科学合理安排进度,采取分解目标、倒排工期、挂图作战、压茬交叉施工等措施,促进工程进度。组织施工单位开展多种形式的“短、平、快”的突击赛、争先赛等,提高建设效率。对工程进度主要制约因素,及时预估报警并制定推进措施。

2.3 比创新、提效率

深入开展群众性技术创新活动,组织动员参建职工积极提供合理化建议,开展技术攻关、技术革新、发明创造等活动,为实现工程建设质量

优、进度快、成本低贡献力量。对取得突出竞赛成绩的先进集体和个人及时进行奖励激励,及时总结推广涌现的好经验、好做法。大力弘扬“劳模精神”“工匠精神”,激励工程在建人员争先创优。

3 科学运用技术措施

3.1 优化施工组织,提高作业效率

结合水库增容工程特点,根据水库历年来水情况,制定跨年度施工计划。工程于2021年7月开工,水库低水位运行,料场取土条件好,适合抬田作业。因此将抬田工程作为首要目标,多个工作面同步进行,合理规划调运路线,适时调配作业机械,以村为班组进行管理,采取“大片连片优先、小片零星机动”的施工方法,有效地保障了工程稳步推进。

3.2 多措并举,解决工程难点

汛期施工因降雨频繁,造成施工场地道路泥泞,交通不便,严重影响工程进度。为了解决工程卡点难点,经研讨制定了综合工程措施,主要包括:一是采取“上截下排”方式,将施工场地上游来水通过开挖导流沟截流,下游疏通排水渠系,保证施工场地无积水,创造干地施工条件;二是因地制宜采用透水率高、造价低的酥石,加固临时路,降雨停止后,可短时间恢复运输;三是科学规划取土料场空间布局,采取自然晾晒、分层开挖、降低土壤含水率等措施,减少土料含水率。

3.3 精细比选实验,优化施工工艺

抬田工程在兴利水位以上采用库内砂料或风化料填筑,有效减小土的毛细作用,将地下水浸没埋深临界值由1.5 m降低至1.0 m;再将提前剥离的土层,倒运回填至表层,保证表层有0.5 m厚复耕土层,便于耕地复耕、林地复种。在抬田剥离回填工序上,作业面宽度是提高施工效率的关键,现场分别选取4 m、6 m、8 m宽度,进行剥离回填实验,在合理安排施工机械的基础上,根据现场情况分析得出6 m为最佳作业面宽度。以整个施工片区短边划分工作段,将原土剥离至相邻作业面,回填库区砂土,达到高程后,回填原土,进行下一作业面施工。该工序可多个作业面同时进行,有效地提高了施工机械作业效率。

3.4 混凝土连锁块预制工艺的优化与提升

预制混凝土连锁块护坡是工程的重要施工

内容,连锁块护坡面积广、需求量大,在预制数量和质量方面存在时间紧、任务重的难点和原材料紧缺的矛盾。针对以上问题,采取了以下解决方案:

1)倒角工艺优化设计。护坡连锁块为 C30、F150 预制混凝土连锁块,其 4 个侧面呈“S”型,原工艺咬合部位为斜角,在安装过程中,边角密实度差,容易缺边掉角。通过采用倒角工艺后,块与块之间在平面剪切力作用下砌合稳固不错位,同时有效地解决了掉角现象。

2)预制工艺提升。根据花岗岩骨料的物理性能,试验在不同设计工况下的混凝土用量、挤压力、振捣模数、高温养护时长等指标,形成了完整高效的高强度高冻融混凝土连锁块预制技术。预制工艺的提升,既保证了预制块各项指标满足设计要求,又提高了生产效率,促进了工程进度。

3)因地制宜,优选原材料。龙口市及周边的招远、蓬莱等县(市)黄金资源丰富,存有大量黄金矿石采选形成的尾矿库,尾矿的主要成分为花岗岩,形态为粉质和颗粒状。为了达到设计指标,有关技术人员先后到省、市多家专业机构咨询调研,并反复进行配合比试验,最终确定高强度、高冻融预制混凝土连锁块所用骨料为尾矿经过水洗、分级筛选后形成的坚硬花岗岩粒料。

4 BIM 技术的应用

4.1 BIM 模块化施工方案

1)BIM 模块创建。选取岸坡护砌两伸缩缝间 50 m 为标准段进行建模,该标准段内施工工序由施工班组独立完成。

2)BIM 模块内容。岸坡坝体护砌建模内容包括坝体、河床、齿墙、土工布、混凝土连锁块、混凝土封顶、安全护栏。

3)BIM 模块优化工序。模块优化工序包括齿墙开挖、齿墙浇筑、齿墙回填、清表、堤防填筑、设计坡面夯实整平、土工布铺设、中粗砂垫层、混凝土连锁块安装、混凝土压顶浇筑、混凝土路面浇筑、波形防护栏安装。

通过 BIM 模块应用,主要解决了各标准段内各工序衔接,以及相邻标准段平行施工时各工序及人员、机械联合调度。

4.2 BIM 模块化施工标准

1)岸坡填筑质量管控标准化,表层清基深度

不小于 0.5 m,压实后非黏性土相对密度不应小于 0.65,黏性土压实度不应小于 0.93。

2)机械削坡质量管控标准化,齿槽回填分层压实,机械削坡至设计坡面,预留 15 cm。

3)人工削坡质量管控标准化,人工削坡通过采取精确措施,网格按 10 m 间距挂线进行坡面精确整平,坡面 2 m,平整度小于 2 cm。

4)土工布铺设质量管控标准化,按伸缩缝为单元,整个护坡分两次铺设。

5)人工护砌连锁块质量管控标准化,坡面平整度小于 1 cm。

4.3 BIM 模块化施工创新特色

1)创新性。BIM 模块化在该项目岸坡护砌施工中进行了创新应用,其最大的优势就是在施工中引入了平行作业,从而加快施工进度。按照模块模式开展施工,减少窝工,交叉作业方便有序,有利于保证安全;每道工序可以减少作业时间,降低交叉管理难度等,使得每一道工序都在高度可控的范围内进行,作业环境大为改善,有利于保证质量,降低施工成本。

2)效益性。结合 BIM 模块化整个施工过程的模拟,对实际过程管理进行优化,使岸坡工程施工各个工序、工种实现了密切配合,缩短工期 3 个月,节约时间成本 30%,经济效益显著,于汛前完成防洪进度目标。BIM 技术与模块化施工在模块化施工中起到保驾护航作用,可广泛用于河道、渠道类工程施工,具有显著的推广价值。

5 结 语

王屋水库增容工程是山东省重点大型工程,工程规模大,建筑工程量多,建设管理方面的要求更加严格。在建设过程中,通过择优选拔了业务能力过硬、责任心强的专业技术人员担当重任,完善组织机构,健全规章制度,成立攻坚克难、技术创新项目组等一系列措施,及时解决了过程中发现的问题难点,攻克了高强度高冻融混凝土连锁块预制技术。并且将 BIM 模块化技术应用于线性工程施工,提高了施工效率,确保了工程质量,降低了工程成本,实现了经济效益和社会效益的双赢。

(责任编辑 崔亚男)