

矩形槽施工工艺优化与实践研究

刘彦哲

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050400

摘要：本文聚焦水利河道施工中的矩形槽，深入探讨其施工工艺的优化与实践。矩形槽作为水利工程关键基础结构，在河道整治、灌溉输水等领域发挥重要作用，但面临复杂地质、水文条件及严苛质量要求。本文通过选用新型模板体系、改良混凝土材料、优化施工设备配置及完善质量控制体系等措施，对施工工艺流程、材料设备及质量控制进行优化。研究成果为水利河道矩形槽施工提供理论与技术支撑，助力推动该领域施工技术的发展。

关键词：矩形槽；施工工艺；优化；实践研究

1 矩形槽施工工艺概述

1.1 矩形槽工程的基本特点

矩形槽在水利工程中，尤其在河道整治与农田灌溉项目中，扮演着重要角色。与圆形管道相比，其在相同截面积下能提供更大的过水断面和有效容积，非常适合大流量水体输送。在农田灌溉系统中，矩形槽能快速高效地将水源送达农田，满足灌溉需求；在河道整治中，则可有效疏导洪水，保护周边安全。然而，矩形槽工程的施工环境复杂多变，施工线路常沿河道延伸，穿越不同地质区域，这对基础处理和施工工艺提出了不同要求。在淤泥质软土地基上，需采取换填、排水固结等措施；在岩石地层，则需进行爆破或机械破碎作业。此外，河道水位变化和水流速度对施工安全和进度有显著影响，尤其在汛期，高涨的水位和湍急的水流构成严重威胁，因此需合理安排工期，或采取导流、截流措施确保施工顺利。矩形槽施工还涉及多工种协同作业，包括土方开挖、模板支护、钢筋加工、混凝土浇筑等，这要求施工组织管理具备高度协调能力。总之，矩形槽工程虽在水利建设中发挥重要作用，但其施工面临地质条件复杂、水文影响显著及多工种协同等多重挑战，需施工单位综合考虑，精心组织，以确保工程质量和进度。

1.2 传统施工工艺介绍

水利河道矩形槽传统施工工艺分为现浇与预制两种。现浇工艺在现场直接浇筑混凝土，流程涵盖基坑开挖、模板搭建、钢筋绑扎和混凝土浇筑。基坑开挖采用机械配合人工，确保尺寸和深度符合设计要求，并对地基进行处理，以达设计标准。模板搭建采用木模或钢模，需保证平整度、垂直度和密封性。钢筋绑扎依据设计图纸，形成稳定钢筋骨架。混凝土浇筑则分层分段进行，振捣密实，达到设计强度后拆模养护。预制工艺则在预制厂内制作矩形槽构件，实现标准化、工业化生

产，保证构件质量稳定一致。预制构件完成制作并养护达到设计强度后，运输至现场安装。安装前需清理验收基坑，确保尺寸和地基条件符合要求。利用吊装设备将预制构件就位，通过预埋件、螺栓连接或湿接缝等方式连接构件，并进行接缝防水处理，防止渗漏。现浇工艺优势在于结构整体连续性好，适应复杂工程环境，但施工周期长，受天气影响大。预制工艺则施工速度快，现场作业量少，但对运输和安装精度要求高，且构件拼接处易成为防水薄弱环节^[1]。两种工艺各有千秋，选择需根据工程实际情况和需求进行权衡。在确保工程质量和安全的前提下，合理选择施工工艺，可有效提高施工效率和工程质量，满足水利河道矩形槽的建设需求。

2 矩形槽施工工艺现存问题分析

2.1 施工质量问题

在河道施工环境下，混凝土浇筑后，水泥水化过程中释放大量热量，导致混凝土内部温度急剧升高，而河道周边空气流通较快，混凝土表面散热迅速，形成较大的内外温差。当温差应力超过混凝土的抗拉强度时，便会产生温度裂缝。此外，混凝土自身的收缩变形，包括塑性收缩、干燥收缩和碳化收缩等，也是裂缝产生的重要原因。在某大型水利河道矩形槽工程中，因夏季高温时段浇筑混凝土，未采取有效的温控措施，导致混凝土内部最高温度达到75℃，表面温度仅为30℃，最终在矩形槽侧壁产生大量贯穿性裂缝，严重影响结构的防渗性能和使用寿命，导致水体渗漏，降低了矩形槽的输水效率，甚至可能引发结构安全隐患。在水利河道环境中，长期接触水和潮湿空气，当混凝土保护层厚度不足，或者在施工过程中振捣不密实、存在蜂窝麻面等缺陷时，外界的水分、氧气和腐蚀性介质容易侵入混凝土内部，与钢筋发生化学反应，导致钢筋锈蚀。钢筋锈蚀后，体积膨胀，会对周围混凝土产生拉应力，进一步引发混

土开裂剥落,降低钢筋与混凝土之间的粘结力,削弱结构的承载能力。据统计,因钢筋锈蚀导致的结构安全问题,可使矩形槽的使用寿命缩短30%-50%。

2.2 施工效率问题

施工工序繁琐是制约矩形槽施工效率的主要因素,以现浇矩形槽施工为例,从基坑开挖到混凝土浇筑完成,需依次完成测量放线、土方开挖、地基处理、模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑、养护等多个环节,各环节之间相互关联,且需满足一定的时间间隔要求,如混凝土浇筑前需等待钢筋隐蔽工程验收合格,拆模前需达到规定的混凝土强度,导致施工周期大幅延长。此外,水利河道施工受自然环境因素影响更为显著,雨天会导致基坑积水、地基软化,无法进行土方开挖和混凝土浇筑作业;河道水位上涨时,会淹没施工区域,迫使施工暂停。部分施工企业在设备配置方面缺乏科学规划,存在设备型号不匹配、数量不足或闲置等问题。例如,在土方开挖阶段,挖掘机与运输车辆的数量不匹配,导致挖掘机等待装车时间过长,降低了设备使用效率。同时,施工人员的技能水平参差不齐,缺乏有效的培训和管理,在施工过程中容易出现操作不熟练、工序衔接不畅等问题,进一步影响施工进度。

2.3 施工成本问题

在材料采购环节,由于缺乏精准的材料需求计算和市场调研,容易出现材料过量采购或采购价格偏高的情况。在材料使用过程中,管理不善也会造成大量浪费。例如,在钢筋加工过程中,由于下料尺寸不准确,导致大量短料、废料产生;模板拼接不严密,混凝土浇筑时漏浆严重,造成混凝土浪费。在传统矩形槽施工中,钢筋废料率可达8%-10%,混凝土浪费率约为10%-15%,显著增加了工程成本^[2]。部分施工企业为追求施工进度,盲目购置或租赁大量施工设备,但在实际施工过程中,由于施工计划安排不合理,设备使用频率低,造成设备长时间闲置。设备闲置期间,不仅需要支付设备折旧费、维护保养费,还占用了大量的资金和场地资源,增加了工程的间接成本。

3 矩形槽施工工艺优化策略

3.1 施工工艺流程优化

在基坑开挖环节,采用先进的测量技术和设备,提高测量精度和效率。使用高精度全站仪进行测量放线,确保基坑开挖的位置和尺寸准确无误。同时,根据不同的地质条件,选择合适的开挖方式和设备。对于软土地基,采用分层分段开挖,并及时进行地基处理,如换填砂卵石、铺设土工格栅等,增强地基承载力;对于岩石

地层,采用爆破与机械破碎相结合的方式,提高开挖效率。在开挖过程中,加强对基坑边坡的监测,防止边坡坍塌,确保施工安全。模板施工方面,推广使用新型模板体系,如塑料模板或玻璃钢模板。这些模板具有重量轻、强度高、耐水性好、拼装速度快、周转次数多等优点。与传统木模板相比,塑料模板和玻璃钢模板重量更轻,工人可轻松搬运和安装,大幅缩短模板搭建时间。同时,其表面光滑,脱模后混凝土表面平整度高,可减少后续抹灰等工序,进一步提高施工效率。另外,采用早拆支撑体系,可在混凝土强度达到设计强度的50%-70%时拆除模板,加快模板周转速度,缩短施工周期;混凝土浇筑环节,优化浇筑方式和设备。采用混凝土泵车结合布料机的浇筑方式,实现混凝土的连续、均匀浇筑,减少人工布料的时间和劳动强度。同时,合理安排浇筑顺序和分层厚度,避免出现冷缝和漏振现象。在夏季高温施工时,采取降低混凝土浇筑温度的措施,如对骨料进行遮阳降温、采用低温水搅拌混凝土等;在冬季低温施工时,采取保温养护措施,如覆盖保温棉被、搭建暖棚等,确保混凝土的浇筑质量。

3.2 施工材料与设备优化

高性能混凝土具有良好的工作性能、力学性能和耐久性能,通过优化配合比设计,掺加粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料和高效减水剂,可有效降低水泥水化热,减少混凝土收缩变形,提高混凝土的抗裂性和抗渗性。同时,采用环氧涂层钢筋或不锈钢钢筋,增强钢筋的防腐性能。环氧涂层钢筋在钢筋表面涂覆一层环氧树脂涂层,形成致密的保护膜,有效阻止水分和腐蚀性介质与钢筋接触,延长钢筋的使用寿命,尤其适用于水利河道潮湿的施工环境。施工设备配置智能化、自动化程度高的施工机械^[3]。例如,采用智能混凝土搅拌站,通过计算机控制系统精确计量原材料,保证混凝土配合比的准确性和稳定性;使用数控钢筋加工设备,实现钢筋的自动化调直、切断、弯曲和焊接,提高钢筋加工精度和效率。此外,引入先进的土方施工设备,如智能挖掘机,配备自动找平系统和定位装置,可提高土方开挖的精度和效率。建立设备管理信息化平台,运用物联网技术对施工设备进行实时监控和管理,通过传感器采集设备运行数据,如工作时长、油耗、故障信息等,实现设备的智能调度和维护保养,提高设备利用率,降低设备闲置成本。

3.3 施工质量控制优化

建立完善的质量管理制度,明确各部门和岗位的质量职责,制定详细的质量控制流程和标准。在原材料进

场检验环节,严格执行材料检验制度,对钢筋、水泥、砂石、外加剂等主要材料进行进场检验和复试,确保材料质量符合设计和规范要求。采用先进的检测设备,如钢筋扫描仪、混凝土强度回弹仪、超声波探伤仪等,对施工过程进行实时质量检测。例如,利用钢筋扫描仪检测钢筋的位置、间距和保护层厚度,及时发现和纠正钢筋绑扎过程中的偏差;通过混凝土强度回弹仪和超声波探伤仪,对混凝土强度和内部缺陷进行无损检测,确保混凝土质量满足设计要求。加强施工人员的质量意识教育和技能培训,定期组织质量培训和技术交底活动,提高施工人员的操作技能和质量责任意识。针对水利河道施工的特点,开展专项培训,如河道基坑施工安全培训、混凝土温控技术培训等。建立质量奖惩制度,对施工质量优秀的班组和个人进行奖励,对违反质量规定的行为进行处罚,形成全员参与质量控制的良好氛围。另外,引入第三方质量检测机构,对工程质量进行独立检测和评估,确保工程质量符合相关标准和规范要求。

4 矩形槽施工工艺优化效果评估

4.1 质量提升

以某水利河道矩形槽工程为例,在采用优化后的施工工艺后,混凝土裂缝控制效果显著。通过优化混凝土配合比,掺加矿物掺合料和高效减水剂,降低水泥水化热,并采取有效的温控措施,如在混凝土内部预埋冷却水管,对混凝土浇筑温度进行实时监测和调控,将混凝土内外温差控制在 20°C 以内,有效预防了温度裂缝的产生。与传统工艺施工的相邻标段相比,该工程混凝土裂缝发生率从15%降低至3%,且裂缝宽度均控制在 0.2mm 以内,满足设计和规范要求,大幅提高了矩形槽的防渗性能和结构耐久性,减少了水体渗漏,保证了输水效率。在钢筋防腐方面,采用环氧涂层钢筋和严格控制混凝土保护层厚度,经检测,钢筋锈蚀率几乎为零,有效保证矩形槽的结构安全,延长工程使用寿命^[4]。

4.2 效率提高

同样在该水利河道工程中,施工效率得到了显著提升。基坑开挖采用高精度全站仪测量和合理的开挖方式

后,开挖精度提高,减少因超挖、欠挖导致的返工时间,开挖效率提高30%。新型模板体系的应用使模板搭建时间从原来的15天缩短至8天,模板周转次数从传统木模板的5~8次提高到50~80次,降低模板采购和租赁成本。自动化混凝土浇筑设备的使用,使混凝土浇筑速度提高40%,整个矩形槽施工工期从原来的90天缩短至60天,工期缩短33%,有效满足工程进度要求,为后续河道整治工程的顺利开展奠定了基础。

4.3 成本降低

通过材料优化和精细化管理,材料浪费现象得到有效控制。在钢筋加工方面,采用数控钢筋加工设备,钢筋下料精度提高,废料率从原来的8%降低至3%,节约了大量钢筋材料。高性能混凝土的应用,虽然材料单价略有提高,但由于其良好的工作性能和耐久性能,减少混凝土的浪费和后期维护成本,综合成本降低。设备管理信息化平台的建立,使设备利用率提高25%,设备租赁费用减少15%。经统计,采用优化后的施工工艺,该工程总成本降低约12%,取得良好的经济效益。

结束语

综上所述,水利河道矩形槽施工工艺的优化对于提高工程质量、效率和降低成本具有重要意义。随着水利工程建设要求的日益提高,矩形槽施工工艺的优化将继续深入,未来可进一步探索新材料、新技术的应用,结合水利河道施工的特点,不断完善施工工艺,为水利基础设施建设提供更加高效、可靠的技术支持。

参考文献

- [1]程国栋,刘明忠,王丽,等.永圣渡槽预制矩形槽身吊装施工实践[J].工程技术研究,2018(4):9-11.
- [2]高秋艳.特大型装配式矩形渡槽绿色施工技术[J].安装,2019(9):23-24,27.
- [3]徐君诚.弧角矩形薄壁渡槽移动模架法施工关键技术[J].国防交通工程与技术,2020,18(2):30-33.
- [4]王行威.矩形顶管施工对周边环境的影响及防控措施研究[J].工程技术研究,2025,10(3):161-163.