

跨南水北调转体桥工程浮桥施工强化路径研究

张云景 靳宏伟 程七星

中建七局安装工程有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i10.5049

[摘要] 南水北调工程作为我国重大战略性水资源配置工程,跨渠桥梁建设安全直接关系到工程整体功能与运营安全。转体桥因对既有设施干扰小的优势广泛应用于跨渠工程,但合拢段浮桥施工工艺复杂、技术要求高,且直接影响水质安全,现场安全管理面临诸多挑战。本文以平顶山集中供热管网项目跨南水北调转体桥工程为研究对象,结合“先建后转”施工特性,分析浮桥施工安全及管理现存问题,从人、材、机、法、环五大要素出发,提出针对性强化策略,构建全流程安全管控体系,为同类跨水利工程桥梁施工安全管理提供参考。

[关键词] 南水北调; 转体桥; 浮桥施工; 安全管理; 强化路径

中图分类号: U445.4 文献标识码: A

Research on Strengthening Strategies for Pontoon Bridge Construction in a Swing Bridge Project Crossing the South-to-North Water Diversion Canal

Yunjing Zhang Hongwei Jin Qixing Cheng

China Construction Seventh Engineering Division Installation Engineering Co., Ltd.

[Abstract] As a major national strategic water resources allocation project, the South-to-North Water Diversion Project requires a high level of safety in the construction of canal-crossing bridges, which is directly related to the overall functionality and operational safety of the project. Swing bridges are widely used in canal-crossing projects due to their minimal interference with existing facilities. However, the pontoon bridge construction process for closure segments is technically complex, requires high construction standards, and directly affects water quality safety, posing significant challenges to on-site safety management. Taking the swing bridge project crossing the South-to-North Water Diversion Canal in the Pingdingshan Central Heating Pipeline Network Project as the research object, this paper analyzes the existing safety and management issues in pontoon bridge construction based on the construction characteristics of the “build first, rotate later” method. From the five key elements of personnel, materials, machinery, methods, and environment, targeted strengthening strategies are proposed, and a full-process safety management and control system is established to provide references for safety management in similar bridge construction projects crossing water conservancy facilities.

[Key words] South-to-North Water Diversion Project; Swing Bridge; Pontoon Bridge Construction; Safety Management; Strengthening Strategies.

引言

南水北调工程贯通南北水系,有效缓解北方水资源短缺问题,跨渠桥梁作为连接沿线交通、保障工程运维的关键设施,建设安全至关重要。转体桥合拢段浮桥施工因不影响渠道开挖及输水功能,成为南水北调跨渠工程主流方案,中线河南、河北段多个项目均采用该工艺。

平顶山集中供热管网项目转体桥工程横跨南水北调干渠,是打通热源输送“最后一公里”的关键环节,对提升城市供热能

力、保障市民过冬、推动绿色低碳发展具有重要战略意义。该工程转体桥合拢段施工涉及多道关键工序,作业环境复杂,受地质、气候、交叉作业等多重影响,对干渠水质影响较大,浮桥施工安全管理难度远超常规工程。

当前部分跨南水北调转体桥浮桥施工存在管控体系不健全、关键工序监管缺位、风险预判不足等问题,易引发浮桥结构隐患,威胁干渠安全运行及水质。基于此,本文结合平顶山项目实践,研究浮桥施工安全管理强化路径,构建科学管控机制,为

同类工程提供理论与实践支撑。

1 跨南水北调转体桥工程现场施工特性及安全管理难点

1.1 转体桥合拢段浮桥施工核心特性

平顶山热管网项目跨南水北调转体桥采用三跨连续梁体系,跨径组合80+140+80m,总长300m,单幅桥宽9m,上部为预应力混凝土变截面连续箱梁,采用满堂支架现浇后转体施工,下部为板式墩、承台及钻孔灌注桩基础。

工程采用全封闭防护体系:挂篮由防护平台、防护网及排水系统组成,对梁体全封闭防护;已浇梁段临边设置临时挡水坎及防护护栏。为保障干渠水质安全,浮桥采用高分子聚乙烯直边浮筒组装而成,平台铺装竹胶板与防水土工布,四角设集水槽收集污水并外运处理;防渗土工布选用400g/m²两布一膜型,膜厚0.3mm,各项性能指标满足水利工程要求,破损后及时修补。

浮桥长30m(适配干渠水面宽度)、宽25m(满足高处作业坠落半径要求),四周设聚乙烯护栏及救生圈,采用岸边打桩固定+钢丝绳牵引方式锚定,浮桥与堤岸通过活动引桥衔接,引桥铺装竹胶板、设栏杆及防护门,保障通行安全。

1.2 浮桥现场安全管理核心难点

其一,关键工序控制难度大。浮桥需通过混凝土现浇块锚定钢丝绳以抵御水流冲击,锚定位置需避开渠堤土工膜关键区域,需提前探测土工膜分布并优化施工措施,确保锚定有效性及土工膜完整性。

其二,风险诱因复杂。浮桥周边设25cm高挡水板形成封闭排水系统,防水土工膜反包固定,需严防施工杂物、污水入渠,挡水板与浮筒衔接密封、土工膜固定质量直接影响风险防控效果,受施工精度、材料性能等多重因素制约。

其三,管控协同性不足。施工涉及设计、施工、监理、检测多主体,部分环节存在设计交底不充分、施工自检流于形式、监理旁站不到位等问题,形成安全管理“断层”。

其四,环保要求严苛。浮桥长期承受荷载及水汽侵蚀,需兼顾结构安全与环保性能,如何平衡浮桥耐久性、稳定性与干渠水质保护,是现场管理的核心课题。

2 跨南水北调转体桥合拢段浮桥施工安全管理现存问题

2.1 安全管控体系不完善,责任落实不到位

部分施工单位套用常规桥梁安全管理体系,未结合浮桥施工及南水北调环保特性制定专项方案,管控重点不突出。安全责任划分模糊,关键工序无专属责任岗位,问题出现后易推诿责任;责任追溯机制缺失,工序验收记录不规范,存在“先施工后补签”现象。各参建单位协同机制不健全,设计交底针对性不足,监理旁站未覆盖关键工序,建设单位巡检频次不足,形成管控盲区。

2.2 关键工序安全控制存在短板

浮桥锚定工序管控流于表面,部分项目未精准探测土工膜分布,现浇块位置不合理易破坏土工膜,钢丝绳张力调节缺乏科

学依据,水流冲击下易出现浮桥位移、晃动。挡水板与土工膜施工质量不达标,衔接缝隙未密封、土工膜固定不牢,存在渗漏与杂物入渠风险。浮筒拼接精度、竹胶板及土工布铺装质量管控不足,空鼓、破损问题未整改即进入下道工序;转体牵引与合拢衔接时,未实时监测浮桥承载变化,易因荷载不均导致结构变形。

2.3 人材机及工艺管控存在薄弱环节

人员方面,施工人员缺乏浮桥施工与南水北调环保专项培训,特种作业人员存在无证上岗、违规操作现象。材料方面,浮筒、土工布等核心材料进场检验不严,未按标准抽样检测,存储防护措施不足,土工布易老化破损。机械方面,牵引设备、检测仪器等未定期校验维护,精度不足、运行不稳定,无法准确监测关键指标。工艺方面,未结合水文气候优化方案,强风、暴雨天气违规施工现象时有发生,增加安全风险。

2.4 安全检查与信息化管控水平不足

安全检查形式化严重,以定期全面检查为主,缺乏关键工序专项检查与动态巡查,水下固定部位、隐蔽工程检查不到位。检查记录不详细,隐患成因分析不深入,整改措施缺乏针对性,部分隐患整改后未复核,屡改屡犯。信息化手段滞后,关键指标依赖人工监测,数据准确性与实时性不足,各参建单位数据不互通,难以形成全流程管控闭环。

3 南水北调转体桥浮桥工程现场安全管理强化策略

3.1 压实安全责任,构建专项安全管控体系

构建“专项方案+分级管控+责任追溯”管控体系。施工前编制专项安全方案,明确关键工序安全标准、检验方法及验收流程,同步制定环保管控细则。建立施工自检、监理抽检、建设巡检、第三方专检四级机制,施工单位组建专项小组配备专职安全员,监理对关键工序实行24小时旁站,建设单位每周巡查、每月组织联合检查,第三方对关键指标平行检测。建立责任追溯制度,工序实行全流程签字确认,责任落实到人,安全绩效与薪酬、评优挂钩,强化责任意识。

3.2 筑牢安全防线,强化关键工序安全管控

实行“一工序一方案”精细化管控。锚定工序前用地质雷达探测土工膜分布,避开关键区域布设现浇块,养护达标后通过张力检测仪调节钢丝绳张力,设置水文监测点,汛期加密监测频次。挡水板选用精准配套产品,衔接处用密封胶密封并做注水试验;土工膜反包长度不小于50cm,用不锈钢卡扣固定,间距控制在20cm内,破损处及时修补。浮桥组装时清理接口杂质,检测拼接强度与平整度,竹胶板铺装固定牢固,土工布搭接宽度不小于30cm并压实防渗。转体牵引时实时监测承载压力,分级加载避免荷载突变,专人巡查及时处置异常。

3.3 夯实安全基础,完善人材机法环全要素管控

人员管控实行“岗前培训+考核上岗+定期复训”,邀请专家开展专项授课与实操指导,特种作业人员持证上岗,每月开展针对性复训。材料管控建立全流程机制,核心材料进场核查资质并抽样检测,存储时采取遮阳防雨措施,做好领用追溯记录。机械

管控制定定期校验维护制度,设备每月检修、每季度第三方校验。工艺与环境管控方面,避开恶劣天气施工,确需施工时制定专项防护措施,优化污水处理工艺,废弃物分类清运,严守环保底线。

3.4 实现精准管控,提升安全检测与信息化管控水平

构建“常规检测+专项检测”立体化体系,班组每日常规检查,第三方每月专项检测关键指标,隐患整改限期闭环。引入智能检测设备,安装位移、张力传感器实时监测并自动报警,用无人机巡查隐蔽部位,超声波检测仪提升检测精准度。搭建跨参建单位信息化平台,实现数据实时共享,隐患台账信息化管理,采用PDCA+TSR双循环模式闭环管控。运用BIM技术模拟施工工序预判风险,通过手机APP实时上报数据、传达指令,提升管控效率。

备注:PDCA循环模式中的P、D、C、A分别指计划(Plan)、执行(Do)、检查(Check)和处理(Action),追踪(Track)、销项(sales)、通报(report);

4 安全管理保障措施

4.1 组织保障

成立以建设单位为组长,施工、监理、设计、检测单位负责人为副组长,各单位技术骨干、安全管理人员为成员的转体桥合拢段浮桥施工安全领导小组。施工单位设立安全管理部,按施工人数配备足够数量的专职安全员,确保每个施工班组至少配备1名专职安全员,负责现场安全巡查、工序监督及隐患整改督促;监理单位成立专项监理组,实行项目经理负责制,明确监理工程师、旁站监理人员职责分工,确保监管工作全覆盖、无死角。建立应急救援组织体系,施工单位组建应急救援队伍,配备救生衣、救生圈、水泵、应急发电机、土工膜修补材料等应急物资,定期开展场景的应急演练,提升应急处置能力。

4.2 技术保障

建立“设计-施工-监管”技术协同机制,施工前组织设计交底会,设计单位详细说明桥梁结构、浮桥设计参数、土工膜防护要求等核心内容,解答各参建单位技术疑问;施工过程中若出现浮桥稳定控制、土工膜破损修复、转体精度调节等技术难题,及时组织四方会商,制定科学解决方案。引入BIM+GIS融合技术,构建转体桥、浮桥及周边环境三维模型,整合水文、地质、气象等数据,实现施工全过程可视化管控;运用数字孪生技术模拟浮桥在不同水流、荷载条件下的运行状态,提前预判风险。

4.3 制度保障

制定《转体桥合拢段浮桥施工安全奖惩制度》,对安全管控成效显著、未发生安全隐患的班组和个人给予评优优先激励;对出现安全问题、违规操作、隐患整改不到位的责任主体,视情节轻重给予经济处罚、通报批评、停工整顿等处理,情节严重的追

究相关人员责任。建立安全隐患排查治理制度,实行“日常排查+专项排查+联合排查”相结合,建立隐患台账,明确整改责任人、整改措施及整改期限,实行“销号”管理,整改完成后必须经监理单位复核验收合格方可销号,确保隐患及时整改到位。严格执行南水北调工程安全终身责任制,对参与工程建设的设计、施工、监理、检测等各方主体责任进行明确界定,签订安全责任承诺书,工程竣工后纳入安全信用档案,对存在违法违规行为的单位及个人,依法依规追究责任,确保工程安全长期可控。

5 结论

跨南水北调转体桥浮桥施工安全管理具有系统性与复杂性,需结合转体施工特性、浮桥动态承载特点及干渠环保要求多维发力。本文通过分析平顶山项目施工特性与管理难点,梳理出四大核心问题,提出构建专项管控体系、强化关键工序管控、完善全要素管控、提升信息化水平四大策略,配套组织、技术、制度保障措施,形成全流程管控机制。该模式有效解决了水质保护、结构稳定、多主体协同等核心问题,可为同类跨水利工程提供借鉴。

[参考文献]

- [1]中华人民共和国交通运输部.JTG/T3360-02-2020公路桥梁转体施工技术规范[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2020.
- [2]中华人民共和国住房和城乡建设部.JGJ80-2016建筑施工高处作业安全技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [3]中华人民共和国水利部.SL265-2001水利水电工程施工质量检验与评定规程[S].北京:中国水利水电出版社,2001.
- [4]王建华.大跨度转体桥施工安全控制技术[J].桥梁建设,2019,49(S1):123-128.
- [5]李强.跨南水北调干渠转体桥合拢段施工技术[J].水利与建筑工程学报,2020,18(3):189-193.
- [6]张伟.组装式浮桥在跨水利工程施工中的应用及安全管理[J].水运工程,2021(7):167-172.
- [7]刘洋.南水北调跨渠桥梁施工环保安全管控要点分析[J].人民黄河,2022,44(S2):201-203.
- [8]陈浩.基于BIM技术的转体桥施工全过程安全管控[J].施工技术,2020,49(12):98-101.
- [9]中华人民共和国交通运输部.JTGF80/1-2017公路工程质量检验评定标准第一册土建工程[S].北京:人民交通出版社股份有限公司,2017.
- [10]王鹏.跨水利渠道浮桥施工安全风险评估与防控措施[J].水利建设与管理,2023,43(5):78-83.