

水利枢纽工程压力钢管吊装施工工艺及监理安全管控体系研究

冯玉梅

新疆昆仑工程咨询管理集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：压力钢管是水利枢纽及灌区工程的核心输水构件，其吊装施工的安全性、规范性直接决定工程施工质量与后期运行稳定性。本文结合该工程实际，系统阐述水利枢纽工程压力钢管吊装施工的核心工艺，包括吊装准备、吊装设备选型、吊装作业实施、吊装后调整固定等关键环节技术要点，分析吊装施工中的主要安全风险及成因，重点构建科学完善的监理安全管控体系，明确监理管控流程、核心要点及针对性管控措施。

关键词：水利枢纽工程；压力钢管吊装；施工工艺；监理安全管控体系

引言：水利枢纽及灌区续建配套工程对农业灌溉、水资源调配和生态环境改善意义重大，压力钢管是其中承担高压输水的核心构件。阿勒泰地区吉木乃县拉斯特灌区续建配套与节水改造施工一标段，负责灌区输水通道升级。此地冬季严寒多风少雨，场地狭窄，压力钢管吊装施工安全挑战大。结合实际研究吊装工艺，构建适配的监理安全管控体系，解决安全问题，对保障施工安全与质量意义非凡。

1 工程概况

阿勒泰地区吉木乃县拉斯特灌区续建配套与节水改造建设项目-施工一标段，位于吉木乃县拉斯特乡境内，属于严寒地区灌区改造工程，工程核心任务是完善灌区输水系统，提升灌溉保证率和水资源利用效率。本标段压力钢管主要应用于灌区引水枢纽输水段及分支管道连接部位，钢管材质为Q355B，单节钢管长度6-12m，直径1.2-1.8m，单节重量2.5-5.8t，总计吊装钢管42节，总重量约156t。工程施工区域地形复杂，吊装作业场地狭窄，周边存在既有灌溉渠道和农田设施，施工空间受限；区域冬季最低气温可达-35℃，多西北风，风力常达5-8级，对吊装设备性能、吊装作业稳定性及施工人员操作均提出较高要求。结合工程实际条件，合理制定吊装施工工艺，构建严格的监理安全管控体系，成为保障本标段压力钢管吊装施工安全、高效完成的关键。

2 水利枢纽工程压力钢管吊装施工核心工艺

2.1 吊装施工准备

吊装施工准备是保障吊装作业安全、顺利开展的前提，结合拉斯特灌区施工一标段实际，重点做好技术、设备、场地、人员四大方面准备工作。（1）技术准备方面，组织施工技术人员熟悉施工图纸、地质勘察报告

及工程现场条件，明确压力钢管吊装的位置、标高、精度要求，结合钢管重量、尺寸及施工环境，编制专项吊装施工方案，明确吊装流程、设备选型、安全措施及应急预案，方案经监理单位审核、建设单位批准后实施，同时开展技术交底，确保施工人员熟练掌握吊装工艺要点及安全注意事项^[1]。（2）设备准备方面，根据钢管重量、尺寸及施工场地条件，选型适配的吊装设备，本标段选用25t汽车起重机作为主吊装设备，搭配16t汽车起重机辅助吊装，同时配备钢丝绳、卸扣、溜绳、千斤顶等辅助设备。所有吊装设备进场前，核查产品合格证、检测报告，进场后进行全面检修、调试，重点检查起重机的起升、变幅、行走机构及制动系统，确保设备性能稳定，检测合格后投入使用；辅助设备进行载荷试验，不合格设备严禁使用。（3）场地准备方面，清理吊装作业区域的杂物、障碍物，平整作业场地，对吊装设备停放区域进行夯实处理，铺设钢板或碎石，增强场地承载力，防止吊装过程中设备倾覆；结合工程多风特点，在吊装作业区域搭建临时防风防护设施，划定吊装警戒区域，设置警示标志、防护围栏，禁止无关人员进入作业区域。

2.2 吊装设备选型与布置

吊装设备选型需遵循“适配性、安全性、经济性”原则，结合拉斯特灌区施工一标段压力钢管的重量（2.5-5.8t）、尺寸（6-12m）及施工场地狭窄、多风的特点，经核算，主吊装设备选用25t汽车起重机，其额定起重量、作业半径均能满足吊装要求，且机动性强，适配狭窄场地作业；辅助吊装设备选用16t汽车起重机，主要用于钢管的转运、调整及辅助起吊，确保吊装作业平稳。根据吊装作业场地条件、钢管吊装位置，合理确定起重

机的停放位置,主起重机停放于吊装区域主导风向的上风侧,避开既有渠道及障碍物,确保作业半径覆盖吊装范围,且设备停放平稳、地基承载力满足要求;辅助起重机停放于主起重机一侧,配合主起重机完成钢管的转运、起吊及调整,两台起重机的间距控制在8-10m,避免作业过程中相互干扰。同时,合理布置钢丝绳、溜绳的位置,溜绳一端固定于钢管两端,另一端由操作人员控制,用于调整钢管吊装过程中的姿态,防止钢管摆动,适配多风天气吊装需求。

2.3 吊装作业实施

吊装作业实施严格按照专项施工方案及技术交底要求进行,分钢管转运、试吊、正式吊装、就位调整四个步骤开展,全程规避严寒、大风天气(风力超过6级严禁吊装作业)。钢管转运方面,采用辅助起重机将钢管从存放场地转运至吊装作业区域,转运过程中,钢管两端用软吊带捆绑牢固,避免碰撞、划伤钢管表面,转运速度缓慢、平稳,防止钢管滑落。试吊环节,钢管转运至吊装位置后,主、辅起重机配合,将钢丝绳、卸扣与钢管捆绑牢固,捆绑位置选用钢管重心对称位置,做好防滑、防坠措施;随后进行试吊,试吊高度控制在0.3-0.5m,停留10-15分钟,检查起重机的制动系统、起升机构,钢丝绳、卸扣的受力情况,以及钢管的捆绑稳定性,无异常情况,方可进行正式吊装;正式吊装环节,信号工统一指挥,操作人员严格按照信号指令操作,缓慢提升起重机吊钩,将钢管提升至预定高度,提升过程中,控制提升速度均匀,避免急升、急降,操作人员通过溜绳调整钢管姿态,防止钢管在风力作用下摆动,碰撞周边设施或施工人员;当钢管提升至安装位置上方0.5-1.0m时,停止提升,调整钢管的位置、标高,确保钢管安装精度符合设计要求;就位调整环节,钢管调整至符合要求后,缓慢下放钢管,将钢管准确就位至安装支座上,随后用千斤顶、楔块固定钢管,调整钢管的水平度、垂直度,确保钢管接口对齐、缝隙均匀,符合设计标准;就位完成后,临时固定钢管,拆除吊装钢丝绳、卸扣等辅助设备,进入下一节钢管吊装作业,直至所有钢管吊装完成^[2]。

2.4 吊装后检查与收尾

每节钢管吊装完成后,及时对吊装质量及安全情况进行检查,重点检查钢管的就位精度、临时固定稳定性,钢管接口的对齐情况,以及吊装设备的运行状态,发现问题及时整改,确保吊装质量及施工安全。所有钢管吊装完成后,对吊装作业区域进行全面清理,拆除临时防护设施、警戒标志,整理吊装设备及辅助材料,将

设备检修、保养后退场;同时,对压力钢管的安装质量进行全面复核,确保符合设计要求,为后续管道连接、防腐施工奠定基础。

3 压力钢管吊装施工主要安全风险及成因分析

3.1 主要安全风险

结合拉斯特灌区施工一标段压力钢管吊装实践,水利枢纽工程此类吊装施工主要面临四大安全风险。起重机可能出现制动失灵、起升机构故障,钢丝绳可能断裂,卸扣可能损坏,这些易引发设备倾覆、钢管坠落等事故;施工人员若操作不规范、违规作业,或缺乏严寒天气操作经验,像信号指挥失误、司索捆绑不当、违规起吊等,都可能导致人员伤亡;工程区域严寒多风,风力大易使钢管摆动、设备失稳,低温影响设备性能和人员操作灵活性,狭窄场地还易造成设备碰撞、人员避让不及;吊装作业现场安全管控不力,警戒区域设置不当,无关人员进入,应急预案不完善、处置不及时,会加重安全事故损失。

3.2 风险成因分析

针对上述安全风险,结合工程实际剖析成因。吊装设备进场前审核检测不严格,进场后未定期检修保养,设备老化、故障难以及时发现,辅助设备质量不达标,埋下设备安全风险隐患;部分施工人员无相应专业资质,岗前培训不充分,未熟练掌握吊装工艺、安全操作规范及严寒天气应急处置技巧,导致操作不规范、违规作业频发^[3]。施工环境管控上,对严寒、大风等恶劣天气预警、防控不足,未严格执行恶劣天气停工规定,吊装作业场地清理、夯实不到位,场地承载力不够,加剧环境安全风险;施工单位未健全吊装施工安全管理制度,安全责任未落实,现场巡检不到位,对违规行为未及时制止整改,应急预案缺乏针对性,应急物资不足,应急处置能力弱。

4 水利枢纽工程压力钢管吊装监理安全管控体系构建

4.1 监理安全管控体系构建原则

结合拉斯特灌区施工一标段实际,构建压力钢管吊装监理安全管控体系,遵循“安全第一、预防为主、综合治理”的核心原则,同时兼顾适配性、全面性、可操作性三大原则。适配性原则,结合工程严寒多风、场地狭窄的特点,针对性制定管控措施,适配工程吊装施工实际需求;全面性原则,覆盖吊装施工全流程,包括施工准备、设备选型、作业实施、吊装后收尾等各个环节,无管控盲区;可操作性原则,管控流程、管控要点清晰明确,监理人员易执行,管控措施具体可行,能有效规避安全风险,保障施工安全。

4.2 监理安全管控组织体系

建立分级监理安全管控组织体系,明确各级监理人员的职责,确保安全管控责任落实到人。监理项目部设立总监理工程师,全面负责吊装施工监理安全管控工作,审核专项吊装施工方案、应急预案,协调各方安全管理工作;设立专业监理工程师,负责吊装施工全过程的现场监理,重点检查施工准备、设备性能、作业操作及质量安全情况,发现问题及时督促整改;设立监理员,负责现场巡检、旁站监理,监督施工人员规范操作,排查安全隐患,做好监理记录。同时,明确监理单位与施工单位、建设单位的安全管理职责,形成协同管控机制,共同保障吊装施工安全。

4.3 监理安全管控核心流程与要点

4.3.1 施工准备阶段监管理控

施工准备阶段是监理安全管控的首要环节,需做好四项工作。一是方案审核,严格审查施工单位提交的专项吊装施工方案与应急预案,着重考量其科学性、合理性与安全性,结合工程实际审核吊装工艺、设备选型、安全及恶劣天气防控措施,不符要求的责令修改完善后重新审核。二是设备管控,核查吊装及辅助设备的合格证、检测报告,现场查验性能,对起重机做空载、载荷试验,检查钢丝绳、卸扣质量与受力,不合格设备禁止进场。三是人员管控,审核作业人员专业资质,检查培训与交底记录,确保其具备操作能力、熟悉安全规范。四是场地管控,检查场地清理、平整、夯实情况,核查防风防护与警戒区域设置,确保场地符合安全要求^[4]。

4.3.2 施工过程阶段监管理控

施工过程是监理安全管控核心,实行全过程旁站与巡检,管控吊装全流程。吊装前,监理旁站检查试吊,核查起重机制动、起升系统,钢丝绳、卸扣受力及钢管捆绑稳定性,无异常方可正式吊装。正式吊装时全程旁站,监督人员规范操作,控制速度与钢管姿态,严禁违规起吊,风力超6级立即停工;监督个人防护,加强巡检,定期检查设备运行,排查隐患,督促保养检修;检查钢管捆绑固定、警戒区域管理;严寒天气检查防寒防冻措施。发现隐患或违规,立即停工整改,下达通知单,整改验收合格后恢复作业。

4.3.3 吊装后收尾阶段监管理控

吊装后收尾阶段,重点做好验收、清理与隐患排查。

每节钢管吊装完,监理检查就位精度、临时固定稳定性与吊装质量,督促整改问题;全部吊装完,组织联合验收,全面检查质量安全,审核记录,合格后签署意见;检查作业区域清理,督促拆除临时设施、整理材料;排查遗留隐患,督促彻底整改,确保吊装施工全流程安全可控。

4.4 监理安全管控保障措施

其一,健全制度。制定吊装施工监理安全管控细则、巡检及旁站监理制度,明确管控流程、要点与责任分工,规范监理人员行为。其二,强化培训。提升监理人员专业素质、安全管理能力,尤其注重严寒天气监理技巧培训,使其能精准识别隐患、规范管控。其三,加强检查。加大现场巡检、旁站力度,恶劣天气增加巡检频次,及时制止违规作业,督促整改隐患。其四,完善沟通。定期召开安全管理会议,通报吊装施工安全状况,协调解决安全难题,加强与施工单位、建设单位的协同。其五,落实奖惩。对规范施工、安全管控好的班组给予肯定;对违规作业、隐患整改不力的,责令停工整改,情节严重者上报建设单位。

结束语

水利枢纽工程压力钢管吊装施工工艺复杂,安全风险多样,尤其在严寒、狭窄场地条件下挑战巨大。本文结合阿勒泰地区吉木乃县拉斯特灌区工程实际,系统阐述吊装施工工艺,深入分析安全风险及成因,针对性构建科学完善的监理安全管控体系,并提出具体保障措施。研究成果对提升压力钢管吊装施工安全与质量具有重要指导意义,可为类似工程提供有益参考,推动水利工程建设安全管理水平不断提高。

参考文献

- [1]李南,李磊,杨星.黄金峡水利枢纽超深竖井压力管道安装施工技术研究[J].陕西水利,2024(9):141-144.
- [2]韩会林,冯本贵,韩保太,等.漯河六安市城南水利枢纽工程(节制闸)闸门吊装技术研究[J].工程技术研究,2023,8(6):102-104.
- [3]曾文专.大藤峡水利枢纽工程右岸厂房进水口闸门一期直埋施工技术[J].价值工程,2023,42(22):87-89.
- [4]林海伟,李岩.黄金峡水利枢纽泄洪表孔弧形闸门安装技术[J].水利水电施工,2025(2):133-138.