

RTK 技术在高标准农田高杆蝶阀施工中的应用

徐磊 杨凯 韦宇 马兵*

新疆塔建三五九建工有限责任公司, 新疆 阿克苏 843000

[摘要]随着农业现代化的推进,高标准农田建设成为提升农业综合生产能力的关键。在农田水利设施建设中,高杆蝶阀作为重要的灌溉控制设备,其安装精度对灌溉系统的高效运行至关重要。传统施工方法存在定位偏差大、地形适应性弱等问题,难以满足现代农业精准灌溉的需求。文章详细阐述了 RTK 技术在高标准农田高杆蝶阀施工中的应用,分析其工艺原理、施工流程、质量控制、安全保障及效益,为类似工程提供参考作用。

[关键词]RTK; 技术; 高标准农田; 高杆蝶阀; 施工应用

DOI: 10.33142/aem.v7i7.17390

中图分类号: TH134

文献标识码: A

Application of RTK Technology in the Construction of High Standard Farmland High Stem Butterfly Valves

XU Lei, YANG Kai, WEI Yu, MA Bing*

Xinjiang Tajian 359 Construction Engineering Co., Ltd., Aksu, Xinjiang, 843300, China

Abstract: With the advancement of agricultural modernization, the construction of high standard farmland has become the key to improving the comprehensive production capacity of agriculture. In the construction of agricultural water conservancy facilities, high stem butterfly valves are important irrigation control equipment, and their installation accuracy is crucial for the efficient operation of the irrigation system. Traditional construction methods have problems such as large positioning deviations and weak terrain adaptability, making it difficult to meet the needs of modern agricultural precision irrigation. The article elaborates on the application of RTK technology in the construction of high standard farmland high stem butterfly valves, analyzes its process principles, construction procedures, quality control, safety assurance, and benefits, and provides reference for similar projects.

Keywords: RTK; technology; high standard farmland; high stem butterfly valve; construction application

引言

随着我国农业现代化进程的加速,高标准农田建设成为落实“藏粮于地、藏粮于技”战略的关键举措。农田水利设施作为农业生产的重要基础,其建设质量直接关系到农业综合生产能力的提升。高杆蝶阀作为农田灌溉系统中的关键控制设备,其安装精度决定了灌溉过程中的水肥调控效果、设施使用寿命以及农作物的产量与质量。传统的高杆蝶阀施工主要依赖人工水准放样和机械调平,这种方式不仅定位偏差较大(误差常超 $\pm 7\text{cm}$),而且在复杂地形条件下适应性差,施工周期长且操作繁琐。这些问题严重制约了现代农业对节水高效和数字化管理的需求^[1]。

RTK(实时动态差分定位)技术作为一种先进的测量手段,具有高精度、高效率等优势。将其应用于高标准农田高杆蝶阀施工中,能够实现安装点位的厘米级精度控制($\pm 1\sim 2\text{cm}$),有效降低人为误差,提高施工质量和效率。本文结合实际工程案例,深入探讨 RTK 技术在高标准农田高杆蝶阀施工中的具体应用,重点阐述质量和安全管控措施,为推动农田水利建设的现代化发展提供参考^[2]。

1 工程概况

1.1 项目基本情况

2024 年新疆生产建设兵团第一师高标准农田建设项

目(施工三标段)十二团,建设内容丰富多彩。在土壤改良方面,增施有机肥面积达 24688 亩,以提升土壤肥力,为农作物生长创造良好条件。水利设施建设上,防渗改建渠道 1 条,长度为 1.149km,有效减少水资源渗漏损失。滴灌工程是该项目的重点,新建高标准高杆蝶阀滴灌面积共 21897 亩,包含 10 个首部,对应 19 个系统。其中,采用小流量内镶贴片式滴灌带面积 1305 亩,配备 1 个首部,对应 1 个系统。在基础设施配套方面,田间道路工程新建 8 条,总长度 17.899km,路面宽度在 3~6m 之间,铺设 30cm 厚的砂砾石,方便农业机械通行;输配电工程建设 10kV 输电线路 12.850km,安装变压器 10 台,保障农业生产用电需求。

1.2 施工难点与应对措施

在滴灌工程埋管安装施工期间,面临着天气寒冷的不利条件,混凝土施工无法正常开展。为确保项目顺利推进,设计与施工单位经过深入讨论,决定采用基于 RTK 精准定位的高标准农田高杆蝶阀施工工法。该工法通过定点定位、精准开挖安装,有效克服了天气带来的困难,大大缩短了工期,成功满足了项目计划要求^[3]。

2 RTK 技术与高杆蝶阀概述

2.1 RTK 技术原理

RTK 技术是一种利用卫星定位系统进行实时高精度

定位的测量技术。其工作原理基于基准站和流动站的协同作业^[4]。基准站固定在已知坐标点上,持续接收卫星信号,并实时计算自身的定位误差,这些误差主要来源于大气延迟、钟差、多径效应等因素。基准站将计算得到的差分修正数据通过无线数据链传输给流动站。流动站安装在施工设备上,它在接收卫星信号的同时,接收来自基准站的差分修正数据。通过将自身观测值与修正值相结合,流动站能够消除各种误差的影响,从而实现 $\pm 1\sim 2\text{cm}$ 的高精度定位。

2.2 高杆蝶阀工作原理

高杆蝶阀主要由阀体、蝶板(圆盘形阀板)、阀杆、密封装置及驱动机构组成。蝶板通过阀杆与执行机构(如手轮、电动装置等)相连,借助蜗轮蜗杆传动,可实现阀门开度在 $0^\circ\sim 90^\circ$ 范围内的精准调节,以满足不同的流量控制需求^[5]。其独特的垂直高杆结构(高度 $1.5\sim 2.5\text{m}$)设计,方便田间机械通行,避免了农作物生长期间对阀门操作的遮挡,提高了灌溉系统的便捷性和实用性。

2.3 融合施工原理

本技术将 RTK 技术与高杆蝶阀创新性融合,并结合高杆蝶阀定位与数字化管理平台,构建了“精准定位-智能对位-动态纠偏-数据闭环”的全流程施工体系。施工前,将设计图纸中的高杆蝶阀坐标输入 RTK 测距仪。施工过程中,流动站依据卫星信号和基准站的差分修正数据,引导施工设备直接到达目标点位。同时,利用 RTK 的高程测量数据,精准计算土方开挖与回填量,确保蝶阀安装后的位置、高程等参数完全符合设计要求。在施工过程中,若出现偏差,系统能够实时监测并进行动态纠偏,保证施工进度。施工完成后,相关数据实时上传至数字化管理平台,形成数据闭环,便于后续的运维管理。

3 RTK 技术在高杆蝶阀施工中的应用

3.1 施工工艺流程

施工工艺流程依次为:施工准备→管沟开挖→管道黏结→高杆蝶阀定位及安装→高杆蝶阀密封性检测→管沟回填及定位复测。

3.2 施工准备

施工前,根据设计图纸确定高杆蝶阀的安装位置和数量,收集项目区的地形数据,建立数字地形模型。同时,对 RTK 设备进行校准和测试,确保设备精度满足施工要求。准备施工所需的管材、管件、高杆蝶阀及其他辅助材料,并对材料进行质量检验,确保其符合设计标准。对施工人员进行技术交底和安全培训,使其熟悉施工流程、技术要求和安全注意事项。

3.3 管沟开挖

利用 RTK 工具,根据设计图纸进行定点放样轴线,精确标出高杆蝶阀的大致位置。在各桩点之间撒白灰线,以此明确管沟开挖边界,确保管沟开挖位置准确无误,且保持顺直。管沟开挖深度和底宽根据管径确定,开挖坡比为 $1:0$ 。当管径 $>250\text{mm}$ 时,底宽为 1m ;管径 $\leq 200\text{mm}$ 时,底宽为 0.8m 。管沟挖深计算公式为(管径 $+0.8+0.1$)

m 。在开挖过程中,需密切关注地下情况,如遇障碍物或异常地质条件,及时采取相应措施进行处理。

3.4 管网黏结与高杆蝶阀定位安装

管沟开挖完成并达到设计标准后,向业主、监理单位报验。在管沟验收合格后,进行管道安装。将预制好的管道按照设计要求放入管沟内,使用 RTK 技术对管道的中心线和高程进行精确测量和调整,确保管道安装顺直、坡度符合设计要求。管道安装完成后,进行高杆蝶阀的定位安装。将 RTK 流动站安装在蝶阀安装设备上,通过卫星定位找到蝶阀的设计安装位置,调整蝶阀的水平度和垂直度,使其与管道中心线重合。在安装过程中,使用 RTK 技术实时监测蝶阀的位置和姿态,确保安装精度控制在 $\pm 1\sim 2\text{cm}$ 范围内。蝶阀安装完成后,对其进行固定和连接,确保连接牢固、密封良好^[6]。

3.5 高杆蝶阀验收和检测

高杆蝶阀安装完成后,进行密封性检测。采用压力测试或闭水试验的方法,对蝶阀的密封性能进行检测。在测试过程中,逐渐增加管道内的压力或水位,观察蝶阀是否有渗漏现象。若发现渗漏,及时查找原因并进行修复,直至蝶阀密封性能符合要求。密封性检测合格后,对蝶阀进行调试,检查驱动机构是否灵活可靠。

3.6 管沟回填及定位复验

(1)管沟回填前,对管道和蝶阀进行检查,确保无损坏和位移。采用原土回填,要求回填土质均匀,靠近管壁 10cm 范围内的土层中,不允许含有粒径大于 2cm 的砾石或粒径大于 5.0cm 的土块,防止对管材造成损坏。在回填过程中,要分层夯实,确保回填土的密实度符合设计要求。

(2)回填完成后,使用 RTK 技术对高杆蝶阀的位置和高程进行复测,与设计坐标进行对比,若发现偏差超出允许范围,及时进行调整,确保蝶阀安装精度满足要求。回填完成后,再次对高杆蝶阀的定位进行复测,利用 RTK 技术采集数据,并将数据导入系统,与设计坐标进行对比分析。若发现偏差,及时进行调整,确保高杆蝶阀安装的精准性,为后续灌溉系统的正常运行提供保障。

4 质量安全与环保管控

4.1 材料进场质量控制

(1)UPVC 管、高杆蝶阀、管件等材料进场时,供应商必须提供质保单、检验报告、合格证等完整的质量证明文件。施工单位管理人员要严格按照相关标准进行验收,仔细核对材料的规格、型号、数量等信息,确保与设计要求一致。

(2)对进场材料进行外观检查,UPVC 管、高杆蝶阀、管件等表面应无破损、无明显变形、无裂缝等质量缺陷。对于存在质量问题的材料,坚决不予接收,从源头上保证工程质量。

4.2 施工过程质量控制

(1)管沟开挖过程中,利用 RTK 技术严格控制开挖位置、深度和坡度,确保符合设计要求。开挖完成后,及时对管沟进行验收,如有偏差,及时整改。

(2)管网黏结时,严格按照操作规程使用 PVC 胶水,

确保黏结牢固,无渗漏。高杆蝶阀安装过程中,重点控制安装位置、标高、水平度和垂直度,利用 RTK 技术进行实时监测和调整。安装完成后,对蝶阀的密封性进行严格检测,确保满足灌溉系统的运行要求。

(3) 在施工过程中,建立质量检验制度,实行“三检制”,即施工班组自检、施工队复检、项目部终检。每道工序完成后,必须经检验合格后方可进入下一道工序,确保整个施工过程的质量处于可控状态。

4.3 质量控制标准

本工法严格执行相关国家标准和行业规范。其中,埋管施工按照《低压输水灌溉用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》(GB/T13664—2006)执行,高杆蝶阀施工执行《通用阀门法》(GB/T12238—2008),灌溉与排水工程整体遵循《灌溉与排水工程设计标准》GB50288—2018 的主要技术规范。在施工过程中,严格按照这些标准进行质量控制,确保工程质量达到合格标准。

4.4 安全管控

4.4.1 人员安全管理

a.所有作业人员在施工现场必须佩戴安全帽、反光服等个人防护用品,减少工作过程中的意外伤害风险。对于从事高处作业、电气作业等危险作业的人员,还需配备相应的防护用具,如安全带、绝缘手套等。

b.定期组织施工人员进行安全教育培训,培训内容包括安全法规、安全操作规程、事故案例分析等,提高施工人员的安全意识和自我保护能力。新入职员工必须接受全面的三级安全教育培训,并通过考核后方可上岗作业。特种作业人员,如挖掘机驾驶员、电工等,必须持有相应的特种作业操作证,做到持证上岗。

4.4.2 施工过程安全管理

a.在运输埋管等材料过程中,驾驶员要严格遵守交通规则,不疲劳驾驶、不超速行驶、不超载运输,确保运输过程中的人身安全和材料安全。

b.在高杆蝶阀安装和管道铺设过程中,施工人员要熟悉设备性能和操作规程,严禁违规操作。使用机械设备时,要确保设备处于良好的运行状态,定期进行检查和维护。在设备运行过程中,设置警示标志,严禁无关人员靠近。

c.管道铺设与挖掘作业时,施工前要详细了解地下管线分布情况,避开地下管线进行施工,防止损坏地下管线引发安全事故。挖掘沟槽时,应设专人监护,密切观察沟槽壁的稳定性。当挖深较大时,必须按照设计要求采取支护措施,如安装钢板桩、灌注桩等,防止沟槽坍塌。

4.4.3 安全监督与检查

建立健全安全监督检查机制,定期对施工现场进行安全检查。检查内容包括安全防护设施是否完好、施工人员是否遵守安全操作规程、机械设备是否正常运行等。对检查中发现的安全隐患,要及时下达整改通知书,明确整改责任人、整改期限和整改要求,确保安全隐患得到及时消除,保障施工安全。

4.5 环保措施

(1) 施工完毕后,及时将施工现场清理干净,做到“工完料净场地清”。对施工过程中产生的废弃材料、包装材料等进行分类收集,统一运至指定的垃圾处理场进行处理,避免对环境造成污染。

(2) 施工现场的埋管等材料要堆放整齐,设置明显的标识牌,注明材料名称、规格、型号等信息,便于管理和取用。材料堆放场要进行硬化处理,防止雨水冲刷造成水土流失。

(3) 尽量减少施工机械噪声危害,定期对施工机械进行保养和维护,确保机械处于良好的运行状态,降低机械噪声。合理安排施工时间,避免在居民休息时间进行高噪声作业,如确需夜间施工,必须提前办理相关手续,并向周边居民公示。

(4) 采取有效措施减少材料运输、装卸等过程中产生的扬尘。如对运输车辆进行覆盖,在施工现场设置洗车池,对进出车辆进行清洗,在易产生扬尘的作业区域设置洒水降尘设施,定期进行洒水降尘等,防止扬尘对大气环境造成污染。

5 结语

通过对基于 RTK 精准定位的高标准农田高杆蝶阀施工技术应用,实现了高杆蝶阀安装的厘米级精度($\pm 1\sim 2\text{cm}$),大大减少了因定位偏差导致的返工和材料损耗。通过流动站直接引导机械定位,单日放样效率提升 2~3 倍,有效缩短了施工工期,降低了施工成本。该技术减少了阀门安装的占地面积,节约了安装时间,操作简便,阀门经久耐用,为农田灌溉系统的稳定运行提供了有力保障,促进了农业生产的高效发展和为传统农田水利建设树立了新的标杆。推动了农业从“经验驱动”向“数据驱动”的转型,实现了成本节约、施工高效、环境友好与性能可靠等多重目标,对提升我国农田水利建设的现代化水平具有重要的示范意义。

[参考文献]

- [1]田国良,杨玲波,武昊,等.全球定位系统(GPS)测量原理与应用[M].北京:测绘出版社,2001.
- [2]刘经南,刘晖.GNSS 测量技术与应用[M].武汉:武汉大学出版社,2010.
- [3]中华人民共和国水利部.GB 50288-2018 灌溉与排水工程设计标准[S].北京:中国计划出版社,2018.
- [4]蔡仁良.蝶阀的设计与应用[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [5]李明,张华.RTK 技术在市政管道工程施工中的应用研究[J].市政技术,2018,36(3):152-154.
- [6]王强,赵刚.高标准农田建设中智能化灌溉设备的应用与效益分析[J].节水灌溉,2020(5):121-124.

作者简介: *通讯作者: 马兵(1980.8—)男,水利水电工程一级建造师,工学学士,副总工程师,主要从事水利水电及土木工程施工、质量安全管理、工程技术创新、科学研究及项目管理等工作。