

石油天然气长输管道仪表自动化施工管理研究

潘 宇 张文康 梁远长

国家管网集团西气东输公司合肥分公司 安徽 滁州 239000

摘 要：石油天然气长输管道仪表自动化施工管理对保障能源输送安全高效意义重大。施工准备阶段需严格把控技术交底与设备选型，施工过程中强化质量、安全及进度管控。面对复杂施工环境、快速技术迭代与严苛质量要求，通过环境适应性管理、技术创新及质量体系完善等策略应对。研究成果可为优化长输管道仪表自动化施工管理流程、提升工程综合效益提供理论与实践参考。

关键词：石油天然气；长输管道；仪表自动化；施工管理

引言

随着能源需求攀升，石油天然气长输管道建设规模持续扩大，仪表自动化施工管理的重要性日益凸显。复杂多变的施工环境、日新月异的技术发展及高标准的质量要求，给长输管道仪表自动化施工带来诸多挑战。本文聚焦施工准备、过程控制等关键环节，系统分析施工管理要点，深入探讨面临的挑战与应对策略，旨在为提高长输管道仪表自动化施工管理水平、保障能源输送稳定运行提供科学指导。

1 石油天然气长输管道仪表自动化概述

石油天然气长输管道承担着将资源从开采地输送至消费地的重要任务，其仪表自动化系统是保障管道安全、高效运行的关键技术支撑。仪表自动化系统通过各类传感器、执行机构及控制装置，实现对管道运行参数的实时监测、精确控制和智能分析，贯穿管道生产、输送、存储的全流程。压力、温度、流量、液位等参数的准确测量是管道自动化控制的基础。压力传感器安装于管道沿线关键节点，实时感知管内压力变化，为防止超压引发泄漏或爆炸提供数据依据；温度传感器监测介质温度，确保石油天然气在适宜温度下流动，避免因温度过低导致介质凝固或粘度增加，影响输送效率。流量测量仪表则精确计量输送量，为生产调度和贸易结算提供可靠数据。自动化控制在长输管道中发挥核心作用。以站场控制为例，电动阀门执行机构接收控制系统指令，自动调节阀门开度，实现对管道流量、压力的精准控制。当管道某处出现异常工况时，分布式控制系统（DCS）迅速分析处理传感器采集的数据，联动控制相关设备动作，如紧急切断阀自动关闭，隔离故障区域，同时启动备用流程维持管道运行。基于可编程逻辑控制器（PLC）的本地控制系统，可在通信中断等极端情况下，独立完成站场设备的基本控制功能，保障系统稳定

性。随着信息技术的发展，仪表自动化系统逐步向智能化方向演进。先进的数据分析算法与机器学习技术被应用于管道运行数据处理，能够预测设备故障、优化运行参数。例如，通过对历史数据的深度挖掘，建立管道泄漏检测模型，及时发现微小泄漏，减少资源损失和环境污染。远程监控技术使运维人员无需亲临现场，即可掌握管道运行状态，实现高效管理与快速响应，进一步提升石油天然气长输管道的运行安全性和经济性。

2 石油天然气长输管道仪表自动化施工管理要点

2.1 施工准备阶段要点

（1）深入开展技术准备工作，这是保障石油天然气长输管道仪表自动化项目顺利推进的关键环节。组织专业技术人员组成精干会审小组，对施工图纸展开全面且细致的会审工作。大家逐字逐句研读，充分理解设计意图，精准明确各仪表安装位置、参数及自动化系统的功能要求。针对图纸中存在的疑问或不合理之处，及时与设计方沟通解决，为施工提供准确的技术依据。（2）精准完成物资筹备，依据施工图纸和施工方案，详细计算所需仪表设备、材料的规格、型号及数量，选择信誉良好、产品质量可靠的供应商采购物资。对进场的仪表设备进行严格的质量检验，包括外观检查、性能测试等，确保设备符合施工要求，避免因设备质量问题影响施工进度和质量。（3）合理调配施工资源，根据施工规模和进度计划，组建专业的施工队伍，明确各岗位人员的职责和分工，对施工人员进行有针对性的技术培训，使其熟悉施工工艺和技术要求。配备齐全施工所需的机械设备，并对设备进行调试和维护，保证设备性能良好，能够满足施工需求^[1]。

2.2 施工过程控制要点

（1）严格把控仪表安装质量，在石油天然气长输管道仪表自动化施工过程中，按照设计要求和施工规范进

行仪表安装。确保仪表安装位置准确,安装牢固,与管道连接紧密,避免出现泄漏等问题。对于温度、压力、流量等各类仪表,要严格按照安装标准进行接线和调试,保证仪表测量准确、运行稳定。(2)加强自动化系统布线管理,自动化系统布线的合理性和规范性直接影响系统的运行性能。在布线过程中,要根据信号类型和强弱进行分类敷设,避免信号干扰。对电缆、光缆等进行标识和固定,防止因外力拉扯导致线路损坏。要做好线路的绝缘和接地处理,确保系统安全可靠运行。(3)强化施工过程质量检验,建立健全施工质量检验制度,对每道施工工序进行严格的质量检查。施工人员在完成每道工序后,要进行自检,合格后报专职质检员进行专检。对于隐蔽工程,要在隐蔽前进行验收,验收合格后方可进行下道工序施工。通过层层把关,及时发现和纠正施工过程中存在的质量问题,确保施工质量符合要求。

2.3 安全管理要点

(1)做好施工现场安全防护,在石油天然气长输管道仪表自动化施工现场,设置明显的安全警示标志和防护设施,如围栏、警示灯等,防止无关人员进入施工现场。为施工人员配备必要的个人防护用品,如安全帽、安全带、防护手套等,并确保施工人员正确佩戴和使用。对施工现场的危险区域进行隔离和防护,避免发生安全事故。(2)加强施工设备安全管理,施工设备的安全运行是保障施工安全的重要环节。对施工过程中使用的机械设备进行定期检查和维修,及时发现和排除设备故障和安全隐患。在设备操作过程中,要求操作人员严格按照操作规程进行操作,禁止违规操作。对特种设备,要定期进行检验和校准,确保设备性能符合安全要求。(3)重视施工用电安全,施工现场用电具有临时性和多样性的特点,容易引发安全事故。在施工用电管理中,要严格按照用电规范进行配电和布线,设置漏电保护装置和接地系统,确保用电安全。对施工现场的电气设备进行定期检查和维修,禁止私拉乱接电线,避免因电气故障引发火灾和触电事故^[2]。

2.4 进度管理要点

(1)科学编制施工进度计划,在充分考虑石油天然气长输管道仪表自动化施工特点、施工条件和资源配置等因素的基础上,制定详细的施工进度计划。将整个施工过程划分为若干个施工阶段和施工工序,明确各阶段和工序的开始时间、结束时间和持续时间,合理安排施工顺序和施工进度,确保施工有序进行。(2)动态监控施工进度,在施工过程中,建立施工进度监控机制,定期对施工进度进行检查和分析。通过对比实际施工进度

与计划进度,及时发现进度偏差,并分析偏差产生的原因。针对进度滞后的情况,采取有效的纠偏措施,如增加施工人员、调整施工工序、延长工作时间等,确保施工进度满足合同要求。(3)加强施工协调与沟通,石油天然气长输管道仪表自动化施工涉及多个专业和多个施工单位,加强施工协调与沟通至关重要。建立健全施工协调机制,定期组织召开施工协调会议,及时解决施工过程中出现的问题和矛盾。加强各专业之间、各施工单位之间的沟通与协作,确保施工进度同步推进,避免因施工交叉作业等问题影响施工进度。

3 石油天然气长输管道仪表自动化施工管理面临的挑战与应对策略

3.1 面临的挑战

3.1.1 施工环境复杂

石油天然气长输管道穿越广袤地域,途经高山峻岭、荒漠戈壁、沼泽湿地等多种地形地貌,这些复杂地形不仅增加了施工的难度,还可能引发一系列安全问题。在高山地区,地势起伏大,设备运输和安装极为困难,施工人员需要克服高空作业的风险;在荒漠戈壁,高温、风沙等恶劣气候条件会对施工设备和仪表造成严重的侵蚀,影响设备的正常运行和使用寿命;在沼泽湿地,地基松软,施工基础处理难度大,容易导致管道沉降和仪表安装不稳定。长输管道沿线还可能面临地震、洪水等自然灾害的威胁,以及人口密集区、交通要道等特殊环境的限制,这些都给仪表自动化施工带来了巨大的挑战,需要在施工过程中充分考虑各种环境因素,采取相应的措施来确保施工的安全和质量。

3.1.2 技术更新换代快

石油天然气行业的快速发展,推动着仪表自动化技术不断创新和进步。新的传感器技术、通信技术、控制系统等不断涌现,对施工人员的技术水平和施工工艺提出了更高的要求。先进的智能传感器能够实现更精准的参数测量和数据采集,但需要施工人员掌握新的安装和调试方法;高速通信技术的应用,要求施工过程中确保通信线路的稳定性和抗干扰能力,这涉及到复杂的布线和信号处理技术;智能化控制系统的集成,需要施工人员具备系统集成和编程调试的能力。如果施工团队不能及时跟上技术发展的步伐,就难以保证施工质量和效率,可能导致施工完成的仪表自动化系统无法满足实际生产需求,影响石油天然气长输管道的安全稳定运行^[3]。

3.1.3 质量要求高

石油天然气长输管道作为能源输送的关键基础设施,其仪表自动化系统的质量直接关系到管道的安全运

行和能源输送的可靠性。仪表自动化系统需要精确监测和控制管道内的压力、流量、温度等关键参数,一旦出现质量问题,可能引发管道泄漏、爆炸等严重事故,造成巨大的经济损失和环境污染。对仪表自动化施工的质量要求极高,从仪表设备的选型采购,到安装调试的每一个环节,都必须严格把控。施工过程中需要确保仪表安装位置准确,接线牢固,调试参数符合设计要求,系统运行稳定可靠。任何一个细微的质量缺陷都可能在长期运行过程中引发严重后果,这就要求施工管理必须采取严格的质量控制措施,确保仪表自动化系统的高质量建设。

3.2 应对策略

3.2.1 加强施工环境适应性管理

针对石油天然气长输管道仪表自动化施工环境复杂的特点,在施工前需要进行详细的环境勘察和评估。通过地质勘探、气象分析等手段,全面了解施工区域的地形地貌、气候条件、自然灾害风险等信息,为施工方案的制定提供依据。在施工过程中,根据不同的环境条件采取相应的防护和应对措施。在高山地区,采用特殊的吊装设备和安全防护措施,确保设备运输和安装的安全;在荒漠戈壁,对施工设备和仪表进行防风沙、耐高温处理,加强设备的维护保养;在沼泽湿地,采用特殊的地基处理技术,保证管道和仪表的稳定。建立环境监测预警机制,实时监测施工环境的变化,提前做好应对自然灾害等突发情况的准备,确保施工能够在复杂环境下顺利进行。

3.2.2 强化技术培训与创新

为应对仪表自动化技术更新换代快的挑战,施工企业应重视技术培训和创新工作。定期组织施工人员参加技术培训,邀请行业专家和设备厂家技术人员进行授课,讲解最新的仪表自动化技术和施工工艺,提高施工人员的技术水平和操作能力。鼓励施工人员在实际工作中进行技术创新和经验总结,针对施工过程中遇到的技术难题,开展技术攻关活动。通过引进和吸收先进的施工技术和管理经验,结合企业自身实际情况进行改进和

创新,形成具有企业特色的施工技术体系。建立技术创新激励机制,对在技术创新方面取得突出成绩的个人和团队给予奖励,激发施工人员的创新积极性,使施工团队始终保持对新技术的敏锐度和应用能力。

3.2.3 完善质量保障体系

为确保石油天然气长输管道仪表自动化施工的高质量,需要建立完善的质量保障体系。从施工前期的设备选型采购开始,严格筛选合格的供应商,对仪表设备进行严格的质量检验,确保设备性能符合设计要求。在施工过程中,制定详细的施工质量标准和操作规程,加强对每一个施工环节的质量监督和检查。采用先进的检测设备和技术手段,对仪表安装、接线、调试等工作进行全面检测,及时发现和纠正质量问题。建立质量追溯制度,对施工过程中的每一个环节进行记录,明确质量责任。通过定期开展质量评估和总结分析,不断改进施工质量控制方法,持续提升仪表自动化施工的质量水平,为石油天然气长输管道的安全稳定运行提供可靠保障^[4]。

结语

综上所述,石油天然气长输管道仪表自动化施工管理需贯穿施工全流程,从准备阶段的精细筹划,到过程中的严格控制,再到对各类挑战的积极应对,每一个环节都至关重要。通过落实管理要点、实施有效策略,可显著提升施工管理效能。未来,随着行业发展与技术进步,还需持续探索创新管理模式,进一步增强长输管道仪表自动化施工管理的科学性与适应性。

参考文献

- [1]王磊,王松岩,韩春华,等.石油天然气长输管道仪表自动化施工管理研究[J].百科论坛电子杂志,2021(10):1617.
- [2]马良.石油天然气长输管道仪表自动化施工管理浅析[J].科学与财富,2021(24):126-127.
- [3]张凯,牟晓栋.石油天然气长输管道仪表自动化施工管理浅析[J].文渊(中学版),2021(9):2936-2937.
- [4]刘海静.浅谈天然气长输管道场站自动化仪表系统的故障排查技术[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2021(10):445-446.