

石油化工储运工程自动化仪表设计及安装调试的措施探讨

吴淑刚 (中石化石油工程设计有限公司, 山东 东营 257026)

摘要: 本文旨在探讨石油化工储运工程自动化仪表设计及安装调试的有效措施。研究对石油化工储运工程自动化仪表进行概述, 明确其在工程中的关键作用。接着提出具体措施, 在设计方面, 遵循科学原则确保仪表功能与工艺需求适配; 安装时把握关键要点保障仪表正常运行; 调试过程规范步骤以保证仪表性能达标; 同时强调加强人员培训与管理来提升整体技术水平。通过这些措施, 可构建高效、可靠的自动化仪表系统, 为石油化工储运工程的安全稳定运行提供有力支撑, 推动行业持续发展。

关键词: 石油化工; 储运工程; 自动化; 仪表设计; 安装调试

中图分类号: TE89 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2025) 034-0109-03

Discussion on Measures for the Design, Installation and Commissioning of Automation Instruments in Petrochemical Storage and Transportation Engineering

Wu Shugang (Sinopec Petroleum Engineering Design Co., Ltd, Dongying Shandong 257026, China)

Abstract: This paper aims to explore effective measures for the design, installation and commissioning of automation instruments in petrochemical storage and transportation engineering. This study provides an overview of the automation instruments in petrochemical storage and transportation engineering and clarifies their key roles in the project. Then specific measures are proposed. In terms of design, scientific principles should be followed to ensure that the functions of the instruments are compatible with the process requirements. When installing, grasp the key points to ensure the normal operation of the instrument. Standardize the debugging process steps to ensure that the instrument performance meets the standards. At the same time, it is emphasized to strengthen personnel training and management to enhance the overall technical level. Through these measures, an efficient and reliable automated instrument system can be constructed, providing strong support for the safe and stable operation of petrochemical storage and transportation projects and promoting the continuous development of the industry.

Key words: Petrochemical industry; Storage and transportation engineering; Automation; Instrument design; Installation and commissioning

石油化工储运工程在能源与化工领域占据着关键地位, 其安全且高效地运行有着极其关键的意义, 自动化仪表作为这个工程的核心“感知器官”, 可精确地监测以及控制各类工艺参数, 这对于保障储运过程的稳定有着重大意义, 不过自动化仪表的设计、安装以及调试环节较为复杂, 任何一点疏漏都有可能影响其性能, 对工程安全构成威胁。深入剖析石油化工储运工程自动化仪表设计及安装调试的有效措施, 对于提高工程质量、保障安全生产有着迫切的现实需求以及关键的实践价值。

1 石油化工储运工程自动化仪表概述

石油化工储运工程自动化仪表对于油品、化工原料以及成品在储存和运输期间的安全、高效且稳定运行起着关键的技术支撑作用, 这类仪表被广泛运用在储罐液位、压力、温度、流量等关键工艺参数的实时监测以及自动控制方面, 主要涉及雷达液位计、伺服液位计、磁致伸缩液位计、压力变送器、热电阻、质量流量计以及可燃气体检测报警仪等。在储运系统里, 自动化仪表达成对储罐进料、出料、调和、倒罐等操

作的精准控制, 还可借助与分布式控制系统、安全仪表系统以及火灾气体报警系统的集成, 构建起多层次的安全防护体系, 比如说, 当储罐液位出现异常超高或者可燃气体浓度超出标准时, 仪表信号会触发联锁动作, 自动切断阀门或者启动应急泄放装置, 有效预防溢罐、泄漏、火灾乃至爆炸等重大事故。随着工业物联网和数字孪生技术的发展, 现代储运工程中的自动化仪表正朝着智能化、无线化、高精度以及自诊断的方向发展, 可远程传输数据、实现状态预测性维护, 还可以为智慧仓储与智能调度提供可靠的数据基础, 自动化仪表不只是石化储运过程的“感官神经”, 是达成本质安全与数字化转型的核心要素^[1]。

2 石油化工储运工程自动化仪表设计及安装调试的措施

2.1 遵循科学设计原则, 确保仪表功能适配性

石油化工储运工程所有的工艺流程呈现出复杂且多样的特点, 其中涉及到不同种类以及特性各异的介质, 像易燃易爆的油品、有腐蚀性的化工原料等, 自动化仪表的设计需要严格依据工艺需求来进行, 以此

保证可精准测量以及控制和工艺相关的关键参数，比如温度、压力、流量、液位等。举例来说，在储存易挥发油品的储罐区域，需要设计出可精确监测液位与温度的仪表，避免油品挥发过量而引发安全事故，在输送管道当中，要安装适宜的流量仪表，准确把握介质的输送量，保证生产计划得以顺利执行，只有充分考量工艺特点，才可以设计出功能适配且性能可靠的自动化仪表系统^[2]。

石油化工储运工程对于安全性以及连续性有着极高要求，任何仪表出现故障都有可能引发严重后果，在设计自动化仪表之时，务必要着重关注其可靠性与稳定性，挑选质量可靠且技术成熟的仪表设备，优先选用经过实践检验并且具有良好口碑的产品，合理设计仪表的冗余配置，针对关键参数的测量，可采用双仪表或者多仪表并联的方式，一旦其中一个仪表出现故障，其他仪表依旧可以正常工作，以此保障系统的稳定运行。

还需要考虑仪表的抗干扰能力，采取有效的屏蔽、接地等举措，减少外界电磁干扰对仪表测量所产生的影响，在设计自动化仪表的时候，要在契合工艺需求以及保证质量的基础上，充分考量经济性，合理挑选仪表的类型与规格，防止过度追求高端设备而造成不必要的成本增加，要考虑到石油化工储运工程未来的发展与变化，设计有可扩展性的仪表系统。比如在仪表接口和通信协议的选择方面，要遵循通用标准，方便后续增添新的仪表设备或者与其他系统进行集成，如此能契合当下的生产需求，又能为未来的升级改造预留空间，降低长期运营成本^[3]。

2.2 把握安装关键要点，保障仪表正常运行

自动化仪表开展安装工作时，务必要严格依据相关标准与规范来开展操作，不同类型的仪表，有着不一样的安装要求，像压力仪表在取压点的选择方面、温度仪表于插入深度方面、流量仪表对直管段的要求方面等，安装人员需要熟悉并且掌握这些规范，以此保证仪表的安装位置、方向以及方式可契合设计要求。举例来说，压力变送器进行安装时，应当保证取压点和变送器处于同一水平高度，避免因高度差而引发测量误差，温度热电偶的插入深度要充足，保证可以准确测量介质的温度，唯有严格依照规范实施安装，才可保证仪表的测量精度以及可靠性。

石油化工储运工程里有着数量众多的易燃易爆介质，自动化仪表开展安装工作时一定要做好防爆举措，需挑选契合防爆要求的仪表设备，依照防爆规范来开展安装以及接线操作，于安装进程中，要保证防爆密封处于良好状态，避免可燃气体或者粉尘进入仪表内

部引发爆炸，也要对仪表的防护措施给予考量，像是防尘、防水以及防腐等方面。

对于安装在户外的仪表而言，要设置防护罩或者采取别的防护办法，防止仪表遭受日晒、雨淋以及风沙等自然因素的侵扰，对于接触腐蚀性介质的仪表，要选用耐腐蚀的材料或者实施防腐处理，以此延长仪表的使用期限^[4]。

自动化仪表所安装的环境对于其性能以及寿命而言有着较为重大的影响，应当挑选通风状况良好、温度处于适宜范围、湿度保持适中程度的安装位置，防止仪表于高温环境、高湿环境、强腐蚀环境或者强电磁干扰环境中开展工作，举例来说，不适宜把仪表安装在靠近热源或者蒸汽管道的区域，否则会因为温度过高对仪表的精度以及稳定性造成影响，需要规避将仪表安装在存在强振动或者冲击的部位，避免仪表由于振动而出现损坏的情况。除此之外，还需要保证仪表安装的空间足够充裕，便于进行操作、维护以及检修工作。

同时，对于安装在户外的自动化仪表，要搭建专门的防护棚，为其遮风挡雨，防止长期经受日晒雨淋加速仪表外壳及内部元件的老化^[5]。若处于多尘环境，要增加防尘装置，减少灰尘进入仪表内部影响其灵敏度。在具有腐蚀性气体的场所，需选用耐腐蚀材质的仪表，或对仪表进行特殊的防腐处理，以此全方位保障自动化仪表在适宜环境中稳定运行，延长其使用寿命。

2.3 规范调试步骤，保证仪表性能达标

在石油化工储运工程中，自动化仪表的规范调试是确保其长期稳定运行、测量精准及系统安全可靠的关键环节。调试工作必须严格遵循“准备充分、步骤清晰、标准明确、记录完整”的原则。

调试之前要做好全面准备工作，检查仪表本体及其安装情况，看是否符合设计规范与施工标准，像仪表支架是否稳固、引压管路是否通畅、电缆接线是否正确、防爆密封是否严密等，同时要准备好调试所需的标准仪器设备，比如高精度万用表、过程校验仪、标准压力源、温度校准器等，还要保证这些设备都在有效校准周期内，以此保障测试数据的权威性与准确性。调试人员要认真研读仪表的技术说明书、工艺PID图以及相关行业标准，像GB/T、SH/T、IEC等，掌握仪表的工作原理、量程范围、输出信号类型以及环境适应性要求，然后据此制定详尽且可操作的调试方案^[6]。

调试进程一般会划分成单体调试以及系统联调这两个阶段，单体调试指的是针对每一台仪表单独开展

功能验证以及性能校准，比如说，对于雷达液位计而言，要确认其空高设置、回波曲线质量以及干扰抑制能力，对于压力变送器，要借助标准压力源施加多个校验点，对比其输出电流是否符合线性误差要求，对于温度传感器，要使用恒温油槽或者干井炉进行多点比对校准。

所有的调整都要逐步推进，防止因为粗暴操作而损坏敏感元件，在单体调试合格以后，就进入到系统联调阶段，也就是把仪表接入 DCS、SIS 或者 PLC 控制系统，模拟真实的工况，验证信号采集、逻辑控制、报警联锁以及人机界面显示等功能是否可协调一致、响应及时，特别要着重测试安全仪表系统的 SIL 等级功能，保证在超压、超温、泄漏等异常状况下可准确触发保护动作。

调试工作结束之后，需要组织严谨的验收流程，业主、监理、施工方以及仪表厂商等多方共同参与，根据合同技术协议以及国家或行业验收规范，对仪表的精度、重复性、稳定性、防护等级以及系统整体性能展开综合评定，要是发现存在偏差或者缺陷，要马上进行整改并且重新测量，一直到完全符合标准^[7]。要同步完成完整的调试记录文档，覆盖仪表位号、型号、校验数据、调整参数、测试曲线、参与人员以及日期等信息，这些资料是项目竣工移交的关键构成部分，是日后进行运维、故障诊断、预防性维护以及系统升级的宝贵参考依据，借助规范且严谨的调试流程，可最大程度发挥自动化仪表的技术效能，为石化储运工程的本质安全与智能化运行筑牢坚实基础。

2.4 加强人员培训与管理，提升整体技术水平

在石油化工储运工程中，自动化仪表系统的高效、安全运行高度依赖于技术人员的专业素养与综合能力。因此，加强人员培训与管理是提升企业整体技术水平、保障生产本质安全的关键举措。

企业需要构建起完善且系统、常态化的培训机制，按照一定周期组织覆盖自动化仪表整个生命周期的专题培训课程，课程内容包含仪表工作原理、选型原则、安装规范、调试方法、故障诊断以及预防性维护等核心知识模块，培训形式要兼顾理论与实践，除了邀请行业专家、设计院工程师或者知名仪表厂商技术代表前来授课之外，还应当设置模拟操作平台或者现场实训环节，让技术人员在真实或者仿真的工况环境下动手操作压力变送器校准、液位计参数整定、HART 通信配置等关键技能，以此切实提升他们解决复杂现场问题的能力。借助设立技术论坛、定期举办仪表专题研讨会、开展典型故障案例复盘分析会等举措，鼓励一线工程师分享安装偏差处理、信号干扰排除、联锁

逻辑优化等实战经验，促使隐性知识显性化、个体经验组织化，积极拓展外部合作渠道，参与行业协会技术交流、对标先进石化企业考察学习，引入智能化仪表应用、数字孪生诊断、无线传感网络等前沿理念与技术成果，持续拓宽技术人员视野，推动技术迭代升级^[8]。

另外要完善人员管理制度体系，明确各岗位在仪表设计审查、施工验收、调试投运及运维管理中的职责边界与权限划分，实现“事有人管、责有人担”，建立科学的绩效考核机制，把仪表投用率、故障响应时效、校验合格率、技术创新贡献等指标纳入量化考评，与薪酬激励、职称晋升相挂钩，激发技术人员的主动性和创造力。还要强化职业道德与责任意识教育，引导技术人员树立“安全第一、质量为本”的职业理念，培养严谨细致的工作作风和高度的敬业精神。

3 结束语

石油化工储运工程自动化仪表的设计及安装调试是一个系统工程，涉及多个环节和方面。通过遵循科学的设计原则，能够确保仪表功能与工艺需求高度适配；把握安装关键要点，可以为仪表的正常运行提供保障；规范调试步骤，能够保证仪表性能达标；加强人员培训与管理，可以提升整体技术水平。只有做好这几个方面的工作，才能构建出高效、可靠的自动化仪表系统，为石油化工储运工程的安全、稳定运行提供有力支持，推动石油化工行业的持续发展。

参考文献：

- [1] 黄佳佳. 自动化控制在石油化工安全生产中的应用研究 [J]. 中国轮胎资源综合利用, 2025(09):159-161.
- [2] 成立, 蒋宗洲. 化工自动化仪表的预防性维修管理系统研究 [J]. 设备管理与维修, 2025(17):9-11.
- [3] 郭志晓, 侯慧颖. 石油化工类机械仪表自动化设备故障维护探讨 [J]. 化工设计通讯, 2025, 51(08):35-37.
- [4] 施洋. 石油化工电气仪表自动化计量与通信的集成控制系统研究 [J]. 化工管理, 2025(23):63-65.
- [5] 宋诗杰, 周舒越. 人工智能在石油化工检验检测流程自动化中的应用 [J]. 化学工程与装备, 2025(07):117-119.
- [6] 符万圆. 石油化工仪表自动化控制系统的节能优化策略研究 [J]. 石化技术, 2025, 32(07):333-335.
- [7] 王旭杰, 高斌, 王以平. 石油化工自动化仪表的常见故障及维护技术研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(12):10-12.
- [8] 张华莎. 石油化工油品储罐自动化仪表及工程设计 [J]. 石油化工自动化, 2015(6):6-13.