

石油化工电气仪表安装调试要点分析

王海元

湖南省工业设备安装有限公司 湖南 长沙 410000

摘要：石油化工行业作为国民经济支柱产业，其生产过程对安全、效率与精准控制要求极高。本文探讨了仪表分类与功能、安装前准备、关键安装技术及调试要点。通过分析检测、控制、执行及辅助仪表的安装调试细节，提出针对温度、压力、流量、液位与分析仪表的精准安装方法与调试策略。研究成果可为提升石油化工生产自动化水平、保障设备安全稳定运行提供理论依据与实践指导。

关键词：石油化工；电气仪表；安装技术要点；调试要点

引言：电气仪表作为监测与调控生产参数的核心设备，其安装调试质量直接影响工艺稳定性与经济效益。当前行业面临复杂工况、高风险环境及智能化升级的多重挑战，亟需系统化、标准化的安装调试技术规范。本文从仪表分类与功能出发，结合工程实践需求，深入探讨安装调试关键技术，旨在为石油化工电气仪表全生命周期管理提供科学参考，推动行业技术进步与安全生产水平提升。

1 石油化工电气仪表的分类与功能

在石油化工生产中，电气仪表是监测与控制生产流程的核心设备，通过精准测量、传输和调控各类参数，保障生产安全、稳定与高效。按功能特性可分为四大类：（1）检测仪表：实时监测温度、压力、流量等关键参数。如温度仪表通过热电偶等元件转化温度信号；压力仪表利用应变片传感器测量压力；流量仪表（电磁/涡街流量计）计量物料输送量；物位仪表连续监测储罐内物料高度。（2）控制仪表：分析处理检测数据并发出控制指令。主流设备包括PLC和DCS：PLC适用于电机启停等逻辑控制；DCS通过分布式架构实现大规模数据采集与集中控制，支持复杂算法以稳定生产参数。（3）执行器：根据控制指令调节生产流程。电动/气动调节阀通过改变阀芯开度控制流量；变频器调节电机转速实现节能与精准控制；电磁阀可快速切断流体，保障应急安全。（4）辅助仪表：保障系统稳定运行。信号隔离器消除信号干扰；安全栅在危险区实现电气隔离，防止爆炸；不间断电源在断电时维持仪表供电，避免数据丢失^[1]。

2 石油化工电气仪表安装前的准备工作

石油化工电气仪表安装前的准备工作关乎安装质量与后续运行，需从图纸审核、设备选型、现场勘察三方面扎实推进。（1）施工图纸审核与技术交底方面，仔细核查仪表布置图、接线图等，确保图纸与现场实际相

符。重点检查仪表盘柜安装空间是否充足，电缆桥架走向是否与工艺管道冲突。审核后，组织设计、施工、监理方开展技术交底，明确安装技术要求、质量标准，特别是防爆区域的特殊规范，保障施工精准。（2）仪表设备选型与材料检验环节，依工艺参数、使用环境选适配仪表。危险区用防爆仪表，且等级适配区域危险性；恶劣环境选高防护等级仪表。设备进场后，对照合同、技术协议，查验设备型号、参数及防爆合格证、检定证书等文件，保证设备合规。（3）施工现场勘察与方案设计时，全面了解现场地形、建筑结构、管道布局，评估干扰因素，如针对电磁干扰做好屏蔽，应对震动设计防震方案^[2]。基于勘察，规划布线，兼顾电缆走向、路径等，预留备用线路；设计接地系统，防爆区采用独立接地，确保接地电阻达标，保障仪表电气安全与信号稳定。

3 石油化工电气仪表的安装技术要点

3.1 仪表盘（箱、操作台）的安装

仪表盘（箱、操作台）是石油化工生产中电气仪表数据集中显示与控制的关键设备，其安装需从位置规划、固定方式、精度校准三方面精细化施工：（1）安装位置选择：需兼顾操作便利性、环境安全性与维护可行性。应选通风干燥、远离强电磁干扰的区域，避开高温、高湿及强腐蚀环境。基于人体工程学，盘面中心高度宜设为1.2-1.5米，便于操作；检修空间需满足前后间距 ≥ 1.5 米、侧面与墙体间距 ≥ 0.8 米，确保维护便捷。（2）固定方式：常用预埋件固定与膨胀螺栓固定。预埋件固定需在土建阶段同步预埋，通过焊接或螺栓连接基础槽钢与预埋件，保证承载能力；膨胀螺栓固定适用于后期加装，钻孔需匹配螺栓规格，固定后通过扭矩检测防松动。在防爆区域，必须采用防爆型紧固件并密封箱体，杜绝爆炸性气体侵入。（3）水平度与垂直度调整：借助水平仪与经纬仪校准，要求水平度偏差 ≤ 1 毫米/米

(整体 ≤ 3 毫米), 垂直度偏差 ≤ 1.5 毫米/米。通过在基础槽钢与设备底座间增减 ≤ 3 毫米的垫片微调, 确保垫片分布均匀、受力均衡。调整后需二次紧固, 防止设备运行中位移, 保障安装精度长期稳定。

3.2 温度仪表的安装

在石油化工复杂的生产环境中, 温度仪表的正确安装是获取精准数据的前提。安装过程需从以下安装方式选择到细节防护进行全流程把控, 确保仪表稳定运行。

(1) 安装方式。温度仪表主要采用螺纹连接、法兰连接和焊接连接三种安装方式。螺纹连接适用于低压、非腐蚀性介质场景, 安装时需在螺纹处均匀填充密封填料, 如聚四氟乙烯生料带, 防止介质泄漏; 法兰连接凭借其拆装便捷性, 广泛应用于各类工况, 尤其便于仪表检修与更换; 焊接连接则适用于高温、高压、强腐蚀的严苛环境, 焊接时需严格控制工艺参数, 避免因应力集中导致测温元件损坏。(2) 插入深度。在管道安装时, 应确保测温元件工作端位于管道中心流速最大处, 常规插入深度为管道直径的 $1/3-1/2$; 在设备容器内安装时, 需规避介质流动死角与涡流区域, 保证测温元件充分接触主流介质。针对大管径管道, 可采用斜插或弯头安装方式, 使测温元件与介质实现更高效的热交换。(3) 安装注意事项。安装过程中需重点防范测温元件受损与数据偏差。为避免高温介质直接冲击, 可加装耐高温、耐腐蚀的保护套管, 且套管插入深度需大于测温元件, 形成有效防护。杜绝机械损伤, 铠装热电偶、热电阻的弯曲半径不得小于其外径的5倍, 防止内部线路断裂。

3.3 压力仪表的安装

在石油化工生产流程中, 压力仪表的安装从以下安装高度、取压点的科学选择, 到引压管的合理敷设, 每个环节均需精细操作。(1) 安装高度与取压点选择。压力仪表的安装高度直接影响测量精度, 原则上需与取压点保持同一水平高度, 若存在高度差, 必须依据介质密度、高度差值进行修正计算, 消除静压力带来的测量误差。取压点的位置应优先设置在介质流动稳定、无涡流扰动的直管段区域, 规避阀门、弯头、三通等部件附近因流体紊乱导致的压力波动。要根据介质类型差异化选择取压点: 气体介质取压点宜位于管道上方, 防止冷凝液积聚; 液体介质取压点应在管道下半部与水平中心线呈 $0-45^\circ$ 夹角范围, 避免气体混入; 蒸汽介质取压点则设置在管道上半部及水平中心线以下 $0-45^\circ$ 夹角区域, 防止冷凝水干扰, 以此确保测量结果真实反映工况压力。(2) 引压管的敷设。引压管长度不宜超过50米, 内径不小于6米, 材质需与被测介质兼容, 防止腐蚀或堵塞。敷

设时应保持 $1:10-1:20$ 的坡度, 确保气体或液体能顺利排出。针对气体介质引压管, 需在最高点安装排气阀; 液体介质引压管则在最低点设置排液阀。引压管穿越墙体或楼板时, 必须加装保护套管并做好密封处理, 避免外界因素干扰。

3.4 流量仪表的安装

在石油化工生产过程中, 流量的精准测量直接关系到生产效率、物料平衡及成本控制, 其安装要点如下:

(1) 差压式流量计安装。差压式流量计依靠节流元件前后的压力差计算流量, 安装时对前后直管段长度要求严苛。上游直管段长度不得小于10倍管道直径, 下游直管段需达到5倍管道直径, 以确保流体在流经节流元件前充分稳定, 避免紊流影响测量准确性。孔板、喷嘴等节流元件的安装方向必须与介质流向一致, 且其中心线与管道中心线偏差需控制在 0.5% 以内, 防止偏心导致压力分布不均。取压口位置需根据介质特性精准选择, 同时保证安装过程中密封严密, 任何泄漏都可能造成压力差测量失准, 最终影响流量计算结果。(2) 电磁流量计安装。电磁流量计基于电磁感应原理工作, 要求介质完全充满管道, 因此优先安装于水平管道的较低位置或垂直管道自下而上的流动段, 规避管道顶部气泡积聚干扰测量。其上游直管段长度不小于5倍管道直径, 下游不小于3倍管道直径即可满足流体稳定要求。传感器外壳、测量导管及管道法兰需进行可靠接地, 接地电阻控制在 10Ω 以内, 以消除电磁干扰对信号采集的影响, 确保测量数据稳定可靠。(3) 涡街流量计安装。涡街流量计通过检测漩涡频率计算流量, 对上游直管段要求更高, 需保证20倍管道直径的长度, 下游直管段长度不小于5倍管道直径, 以保证流体均匀稳定。安装时必须确保传感器与介质流向一致, 严禁倒装或斜装, 同时保证传感器与管道同心, 防止偏心导致漩涡发生体产生异常信号。

3.5 液位仪表的安装

液位仪表的安装其要点如下:(1) 浮球液位计。浮球液位计安装时, 需保证测量筒垂直, 垂直度偏差不得超过 1° , 避免浮球卡顿。测量筒与容器之间的连接管道应安装切断阀, 便于检修。对于带远传装置的浮球液位计, 需校准浮球位置与输出信号的对应关系, 确保液位测量准确。安装过程中, 要防止杂物进入测量筒, 影响浮球正常运行。(2) 超声波液位计。超声波液位计安装需避开进料口、搅拌器等干扰源, 确保测量波束范围内无障碍物。安装高度要根据量程合理设置, 探头与最高液位之间需预留足够空间, 防止液体溅射到探头上。安装角度应垂直于液面, 偏差不得超过 $\pm 2^\circ$, 以保证声波信号准确

反射。(3) 雷达液位计。雷达液位计安装时, 天线与容器壁距离应不小于200毫米, 避免波束反射干扰。对于拱形或锥形罐顶, 天线需安装在罐顶中心位置, 确保波束覆盖整个液面。

3.6 分析仪表的安装

分析仪表的安装其要点具体如下:(1) 安装环境要求。分析仪表需安装在温度、湿度、振动等环境条件符合设备要求的区域。环境温度一般控制在5-40℃, 相对湿度不超过85%, 避免阳光直射与强电磁干扰。对于防爆型分析仪表, 安装区域需符合相应的防爆等级要求, 确保设备与接线符合防爆规范。(2) 取样点的选择。取样点应选择介质成分均匀、流动稳定的位置, 避免在死角、涡流区域取样。对于气体分析, 取样点宜位于管道上方; 对于液体分析, 取样点应在管道下半部。取样管材质需与被测介质兼容, 防止腐蚀或吸附影响样品成分。取样管长度不宜过长, 一般不超过10米, 内径不小于4毫米, 确保样品能快速、准确传输至分析仪表。

(3) 预处理装置的安装。安装时需严格按照设计要求连接气路、液路与电路, 确保密封良好, 无泄漏。过滤器、冷凝器、干燥器等部件需按顺序正确安装, 定期维护的部件应预留足够的操作空间^[3]。

4 石油化工电气仪表的调试要点

4.1 调试前准备工作

在正式开展电气仪表调试前, 需对安装工作进行全面复查, 核对仪表设备型号、规格是否与设计一致, 检查接线是否牢固、正确, 确保接地系统可靠连接且接地电阻符合标准。同时, 准备好调试所需的专业工具和仪器, 如高精度万用表、校准器、信号发生器等, 并确保其处于良好的校准状态。组织调试人员进行技术交底, 明确调试流程、安全规范及各仪表调试的重点要求。

4.2 不同类型仪表调试要点

不同类型的石油化工电气仪表功能各异, 调试方法也各有侧重。下面将针对检测、控制、执行及辅助仪表, 分别阐述其具体的调试要点。(1) 检测仪表调试

时, 需借助专业设备校准测量精度。温度仪表通过标准温度源, 将仪表测量值与标准值对比, 若误差超范围则及时调整; 压力仪表依靠压力校验台施加标准压力, 核查输出信号与压力值对应关系; 流量仪表利用标准流量装置模拟不同工况, 验证测量精度。(2) 控制仪表着重功能测试。PLC需模拟运行控制程序, 检查逻辑控制是否正常; DCS系统要测试数据采集、显示、存储及远程控制功能, 并验证与执行器间信号传输和指令执行的准确性, 确保系统稳定可靠。(3) 执行器调试聚焦动作准确性与灵活性。电动、气动调节阀开展全行程动作试验, 观察阀芯开度与控制信号关联, 测试响应时间和稳定性; 变频器调试电机转速调节功能, 验证节能与控制效果; 电磁阀测试通断动作可靠性, 保障应急响应能力。(4) 辅助仪表调试依据各自功能进行。信号隔离器检查输入输出信号是否受干扰; 安全栅验证防爆性能与电气隔离效果; 不间断电源进行充放电试验, 测试供电时长和切换功能, 保障断电时仪表电力稳定^[4]。

结束语: 本文通过系统梳理石油化工电气仪表的分类、安装调试流程及技术要点, 明确了从前期准备到后期调试的全链条质量控制方法。研究表明, 科学规划安装位置、严格把控材料选型、精细化调试参数是保障仪表可靠运行的关键。随着工业物联网与智能仪表技术的发展, 需进一步探索远程监控、故障诊断等智能化运维模式, 以适应石油化工行业数字化转型需求。

参考文献

- [1] 吴国建. 石油化工电气安装及调试处理技术分析[J]. 电脑爱好者(普及版)(电子刊), 2020(7):3651-3652.
- [2] 王沿利. 化工电气仪表工程安装和调试要点的探索[J]. 电脑爱好者(普及版)(电子刊), 2020(8):331-332.
- [3] 王湘. 电气仪表工程安装与调试探讨[J]. 电力系统装备, 2019(1):140-141.
- [4] 谢澜. 浅谈化工工程中电气仪表安装和调试要点[J]. 智能建筑与工程机械, 2021, 3(11):71-73.