

Research on Selection and Application of Automation Instrument in Chemical Industry

Youming Wang

Sinochem Quanzhou Petrochemical Co., Ltd., Quanzhou, Fujian, 362141, China

Abstract

Chemical production is characterized by continuous processes, stringent operational environments, and high safety standards. Automation detection equipment serves dual roles as both “visual” and “action” systems in production. The rationality of equipment selection and implementation standards directly impact production efficiency, product quality, and operational safety. This paper examines the practical operational context of chemical production sites, focusing on core elements of automation instrumentation selection. It comprehensively analyzes selection criteria for common instruments such as temperature, pressure, flow, and level sensors. Based on field implementation cases, the study explores critical aspects of instrument installation and maintenance, identifies common issues, and proposes targeted solutions. The findings provide actionable guidelines for precise selection and standardized implementation of automation instrumentation in chemical enterprises, supporting cost reduction, enhanced production stability, and prevention of potential safety hazards.

Keywords

chemical production; automation instrumentation; selection criteria; application practice

化工生产中自动化仪表的选型与应用实践研究

汪友明

中化泉州石化有限公司, 中国·福建 泉州 362141

摘要

化工生产连续性强, 操作环境严格, 安全标准亦高, 自动化检测设备在生产环节扮演着“视觉”与“行动”的双重角色, 其选型合理性及执行标准对生产效率、产品质量及作业安全产生直接影响。本文结合化工生产现场的现实操作背景, 聚焦自动化仪表选型的核心要素, 全面剖析温度、压力、流量、物位等普通仪表的选型要素, 基于现场实施案例, 剖析仪表安装与维护的关键环节及常见问题类型, 实施有针对性的处理办法, 为化工企业自动化仪表的精准选型与规范实施提供切实可行的实践指南, 支持企业降低生产投入、提升生产稳定性, 预防潜在的安全隐患。

关键词

化工生产; 自动化仪表; 选型要点; 应用实践

1 引言

化工界正逐步向规模化与精细化迈进, 生产全流程中, 自动化检测设备普及率极高, 原料投入、反应调控至成品产出、品质检验阶段, 每一阶段均需仪表进行精确的监测与控制^[1]。与一般工业制造相比, 化工生产涉及的介质普遍具有侵蚀性及毒性, 工况多在高温高压中维持, 对自动化仪表的稳固性、适应性及安全性设定了更高级别的要求, 一些化工企业在仪表选用上盲目、应用上不规范, 仪表故障频发, 测量误差明显, 对生产流程的连贯性造成破坏性干扰, 存在安全事故隐患。结合化工生产现场操作经验, 系统探讨自动化仪表的挑选与运用关键点, 承载着深远的现实意义。

【作者简介】汪友明(1978-), 男, 中国安徽怀宁人, 本科, 中级, 从事石油化工自动化仪表研究。

2 化工生产自动化仪表选型的核心原则

化工仪表自动化是指在化工生产中, 利用先进的仪表仪器及计算机技术来实现化工生产过程控制、检测、测量、数据处理和质量分析。先进的仪表技术和计算机技术进行化工生产过程的实时监测、控制和管理, 能提高化工生产的自动化、信息化、智能化水平, 减少操作人员的劳动强度, 提高化工产品的质量和增加经济效益。

仪表选择的首要条件是工艺的匹配性, 力求仪表性能与化工生产介质特性、工况要求高度一致, 这也是防止仪表过早损坏、读数失真的核心要素。在化工生产领域里, 各工艺阶段, 介质的种类、温压、黏度差异显著, 仪表挑选需有针对性。针对腐蚀性明显的酸碱环境, 仪表部件与介质接触部分宜采用耐腐蚀材质, 防止材料不匹配引发的仪表锈蚀与泄漏; 针对高温作业背景, 须采用耐高温检测元件及防护套

具,减少高温对仪表老化和损坏的威胁;探讨固体颗粒及粘稠介质的处理技术,应挑选具有抗堵塞和抗结垢特性的仪表结构,防止介质附着或堵塞,保障测量结果真实可靠^[2]。

3 化工生产中常用自动化仪表的选型要点

3.1 温度仪表的选型要点

就测量范畴而言,需参照实际工况的温度区间挑选仪表,防止量程过大或过小,以免测量精度降低。在常温作业环境下,适宜采用双金属构造的温度计,其检测精度符合一般工艺质量要求,结构简单、成本低廉,便于现场显示;中高温区间,可采用热电探测器,其耐高温性能优异,适用范围广泛,适宜远距离监控实施;针对-20℃以下的低温环境,适宜采用热敏电阻元件,其测量精度高,能敏锐洞察气温细微变动^[3]。从检测元件与保护套材质的角度分析,需结合介质特性进行筛选,针对腐蚀性介质,采用耐腐蚀的不锈钢、哈氏合金等材料制作保护套,阻隔腐蚀性破坏;对于含有固体颗粒的介质,建议采用耐磨性好的保护套,防止检测元件磨损;面对高温高压环境,保护套用料需与设备、管道材料

相匹配,保障结构牢固。在易燃易爆区域,现场温度计应采用防爆规格,预防事故发生,保障安全无虞。

3.2 压力仪表的选型要点

介质特性匹配为关键,以一般洁净介质为分析对象,可选用典型弹簧压力计,结构简单、性价比高;探讨稀硝酸、醋酸等腐蚀性化学成分的化学行为时,宜采用耐酸压力计或不锈钢膜片压力表;对于腐蚀性明显、含有固体颗粒和黏稠物质的稀盐酸、重油等介质,宜采用膜片压力计或隔膜压力计进行监控,依据介质特性挑选膜片及隔膜材料,确保其耐腐蚀、防堵效果出色;涉及氨气、液氨、氧气、氢气等关键工业气体,应采用专用的压力计,避免介质与仪表材料产生不相容的物理化学反应。合理设定压力区间是核心,在恒定压力下,正常数值应在仪表量程的1/3至2/3范围内,防止因量程过宽而降低测量精度,仪表损坏是由量程限制引起的,工艺要求是精度等级选择的基础,一般工业测量可选用1.5级或2.5级精度等级的仪表,精密测量宜采用高精度等级的测量工具^[4]。

表1 液体流量计选用及安装要点表

介质类型	推荐流量计	核心优势	安装/使用要求
清亮液体、大流量高压	压差式	构造成熟、测量稳定	匹配仪表工况,配节水设施,保证管道前后直段等长
少量低黏性流体	旋转式	便于现场观察显示	按需选用,适配小流量工况
颗粒状介质	适配型流量计	防堵稳定	加装冲洗配件,保障测量精度

3.3 流量仪表的选型要点

论及清亮液体,流量计中可选压差式,其构造成熟、测量结果恒定,在大流量、高压工况下,需探讨仪表的匹配性,同时添置节水设施,安装作业时须保证管道前后直段长度一致,防止测量精度出现误差;对少量、低黏性流体进行测量时,选用旋转流量计,且便于现场观察,便于现场显示,测量颗粒状介质时,可安装冲洗配件。

3.4 物位仪表的选型要点

论无杂质的流体,选用浮标液位监测器,精度表现上乘,中小型储液容器液位检测技术要点综述与实施;涉及黏稠、凝固或易黏附的介质,雷达液位探测器任选,非接触检测技术途径,不受介质黏附与结晶作用干扰,高温高压工况匹配性,天线设计需与介质特性相契合,消除介质黏附对测量精度的干扰隐患。对固态颗粒状材料进行探讨,音叉型水位探测开关可选,构造简便、不易堵塞,料仓物料高度检测系统适宜性分析,能迅速触发物料存量警报,杜绝物料溢出与仓库空置;对高温高压及腐蚀性介质实施物料水平检测,核辐射物料位检测器任选,非接触检测技术途径,不受工作环境波动干扰,精确度测量出色,必须实施辐射防护要求。

防止插入过于浅显或过深的情况,必须保证插入深度,以便触及被测介质的核心层,避免紧贴设备侧壁,降低墙面温度对测量精度的误差干扰;对高温高压管道而言,安装阶段须安装防护套管,套管固定需稳固无懈可击,防止振动引发检测部件的损坏。压力仪表的装配阶段,选取压力测量点,宜选介质流动稳定、无涡流、无死角的位置,请勿在弯管、阀门附近实施压力测量,减轻压力波动对测量结果的不利干扰;腐蚀性及黏稠性介质的处理技术探讨动态,安装压力管,需添置隔离装置,防止介质引起仪表的堵塞与腐蚀。流量计安装阶段,确保直线段长度符合尺寸规定要求,管道前端直段长度至少为管径的10倍,管道后端长度至少为管径的5倍,减轻流体波动对测量精度的干扰;电磁流量计的安装实施步骤剖析,维持装置与管道同轴,管道内介质已满管,规避空气及气泡对测量的干扰;实施超声波流量计的安装作业,探头与管道外层需紧密贴合,降低信号因缝隙减弱的威胁,在物位仪表的安装阶段,应防止设置于容器进料、出料端邻近区域,抑制介质冲击引起的测量偏差;雷达液位计的安装步骤剖析,应避免与容器内搅拌器、传送带等障碍相冲突,减少信号反射对信号传输的干扰。

4.2 仪表调试与运维的关键措施

仪表调试阶段,需对应工艺参数,规范仪器的测量范围及精度级别,保证设备对工艺参数的调整实现精确跟踪;智能计量仪器剖析,需校对通讯模块的运行状态,务必实现

4 化工生产中自动化仪表的应用实践要点

4.1 仪表安装的核心要点

温度计安装阶段,元件检测需沿垂直或斜角置入介质,

与DCS系统的顺畅连接,实施远距离监控及操作;调试阶段实施中,须仿照实际操作场景,研究仪表的响应速度与稳定性水平,及时捕捉偏差并调整路径。温控设备校准阶段,可凭标准温度计实施校准,维持测量误差在容许限度内;压力计调整阶段,以压力测试仪为手段实施增压作业,测定仪表显示的精确度及反应灵敏度,日常运维必须构建周期性巡查体系,定时对仪表实施检验,细致审视仪表的读数、连接状况、密封效果,迅速对仪表表面进行灰尘与黏附物的清理工作,防止对仪表运作造成干扰;对易损部件(诸如膜片、密封圈)的审视,宜周期性更换,杜绝易损件老化引起的仪表系统故障隐患;对长期作业的计量监测工具,宜定期校对,维持测量的精确标准,每年实施校准程序,核心测量工具每半年实施校准程序。

4.3 仪表联动控制的应用实践

在反应釜操控范畴,实现温度、压力、液位仪表与调节阀的协同控制,借助DCS系统设定工艺参数的临界值,若温度、压强越界,系统自主控制冷却剂及加热剂流量,对原料输入速度进行微调,维持工况反应的稳定状态;若液位突破最高点或跌至最低点,系统自发发出警报音,实施对进料阀及出料阀的开关操作,杜绝物料溢出及空釜作业。论及流量管控情形,实施流量计与调节阀的联动途径,依照生产配比规范,自动调节流量介质流动比例,精确掌握原料投入量,稳固产品质量,互动式控制技术实施,必须保证仪表信号的稳定传输,防止信号干扰引发调控失效;须定期核实联动原理,依据工艺对调控参数进行改良,保障联动调控的合理性及合规性,在化工反应阶段,若温度计量信号受干扰困扰,存在调节阀误操作的风险,引发反应失控连锁反应,实施仪表接线的屏蔽防护,消除信号干扰。

5 仪表选型与应用中的常见问题及解决对策

5.1 常见问题及原因分析

一些企业在选择时只看重仪表的售价或品牌知名度,未充分探讨介质腐蚀性、温度、压力等操作环境参数,导致仪表过早损坏,测量结果失真。常规压力计在腐蚀性介质监测中的应用,引发仪表损坏及渗漏;非导电介质中电磁流量计的应用,测量结果出现异常。

少数安装人员未细致执行安装细则,选取压力点失误、仪表插入过浅、接线不稳,未采取防护手段,仪表读数误差明显、信号丢失现象显现,或因环境条件造成仪表受损。若干企业尚未形成完备的运维管理体系,非定期对仪表实施校准、清理及易损件更换流程,仪表长期运作后,故障现象频现,影响生产线的连贯性。若干企业将仪表与数据采集系统

整合,控制逻辑需进一步优化,传输环节中,仪表信号遭遇干扰,引起调控机制反应迟缓及误操作,工艺稳定性保障存在缺陷。

5.2 针对性解决对策

应对挑选无目标的症候,企业应当设立完善的筛选机制,对工艺状况进行周密分析,严格掌握介质属性、温压流等核心参数,制定挑选准则,精心筛选仪表的款式与材质,警惕无目标挑选,可调集技术骨干融入现场实践,制定仪表设备挑选手册,明确各类工况仪表选型的规范要求,确立选型规范体系。应对安装不标准现象,必须提高安装人员的技术培训水平,让安装人员掌握仪表安装规范与工艺要点,严格依照安装要求实施;必须实施细致的调试与审核,确保仪表安装合格、测量精确度高,形成安装质量追踪流程,对安装过程实施全面监管,预防安装隐患的形成。针对运维缺陷进行整改,企业需打造一套周密的仪表运维管理架构,界定运维责任边界,持续进行仪表巡检、校准及易损部件的替换工作,构建仪表维护档案簿,记录仪表的运行状态、校准数据及故障处理流程,优化运维人员的专业培训体系,增强运维人员故障诊断与处理水平,保障仪表故障的迅速修复。

6 结语

化工生产领域,自动化监测仪器占据核心地位,其选型适宜性与应用标准与化工生产效率、品质及安全紧密相关,本文汲取化工生产现场经验,细致剖析了自动化仪表选择的关键准则及常见仪表挑选的要点,归纳了仪表布设、校准、维护及协同操控的关键环节,针对普遍性问题,提出精准解决途径,杜绝泛泛之谈与数据堆叠,力求内容接地气、深度剖析。化工界在自动化仪表的挑选与实施中的应用分析,需紧密贴合生产实际,恪守工艺适配、保障安全可靠、经济实用、统一通用的实施要求,确立选型规范体系,提升部署与运维水平,提高联动调控水平,全面挖掘自动化仪表的监控与调节潜力,降低生产成本投入,提升生产环节的稳定性水平,消除潜在的安全隐患。

参考文献

- [1] 田庆丰.化工生产中仪表自动化系统优化策略研究[J].流程工业,2026,(01):130-132+135.
- [2] 李毅.化工自动化仪表的应用现状与发展趋势[J].广东化工,2025,52(18):95-96+71.
- [3] 张青,王薇.浅谈石油化工仪器仪表自动化技术在生产过程中的应用[J].仪器仪表标准化与计量,2025,(02):23-25.
- [4] 姜蓉蓉.仪表及自动化在化工生产中的应用[J].内蒙古石油化工,2024,50(08):24-27.