

化工仪表设备安全问题探析

李亚洲 乔 成

陕西延长石油榆林煤化有限公司 陕西 榆林 719000

摘 要: 化工行业作为国民经济的支柱产业之一,在生产过程中涉及大量复杂、危险的工艺环节。化工仪表设备作为监测、控制化工生产过程的关键工具,其安全稳定运行对于保障化工企业的安全生产、人员生命财产安全以及环境保护至关重要。本文深入剖析化工仪表设备在化工生产中的重要地位,详细探讨化工仪表常见的安全问题,分析问题产生的原因,并针对性地提出解决对策,结合实际案例展示有效应对仪表安全问题后的显著成效,旨在为化工企业提升仪表设备安全性、实现安全生产提供全面的理论依据与实践指导。

关键词: 化工仪表; 设备安全; 安全生产; 故障诊断

引言: 化工生产具有高温、高压、易燃、易爆、有毒、有害等显著特点,稍有不慎便可能引发严重的安全事故,给企业、社会和环境带来灾难性后果。化工仪表设备犹如化工生产的“眼睛”与“大脑”,实时监测生产过程中的温度、压力、流量、液位等关键参数,精准控制各类化学反应与物料输送,确保生产流程按照预定工艺稳定运行。一旦化工仪表出现故障,将导致生产失控,可能引发火灾、爆炸、泄漏等恶性事故,筑牢安全生产防线,是化工行业实现可持续发展的迫切需求。

1 化工仪表设备在化工生产中的重要地位

1.1 过程监测与控制

化工仪表通过各类传感器将物理量转换为电信号或数字信号,对化工生产的全过程进行实时监测。例如,在合成氨生产工艺中,温度仪表精确测量反应炉内温度,压力仪表监测管道与容器压力,流量仪表调控原料气进气量,液位仪表掌控反应釜内液位高度。操作人员依据仪表反馈数据,及时调整操作参数,确保合成氨反应在最佳条件下进行,保证产品质量稳定、产量达标,避免因反应条件失控引发氨气泄漏、爆炸等危险。

1.2 保障生产连续性

现代化化工生产多为连续化流水线作业,各生产环节紧密相连。化工仪表的可靠运行是维持生产连续性的关键。以石油炼制为例,从原油蒸馏、催化裂化到产品精制,每一道工序都依赖大量仪表协同工作。若某一仪表突发故障,如原油输送管道上的流量仪表失灵,无法准确计量流量,可能导致后续反应单元原料供应不足或过载,引发连锁反应,使整个生产线被迫停产,造成巨大经济损失,还可能因停产期间设备维护不当引发次生安全隐患^[1]。

1.3 安全预警与防护

化工仪表具备报警功能,当监测参数超出预设安全阈值时,立即发出声光报警信号,为操作人员提供应急处理时间。在危险化学品储存区,可燃气体检测仪表实时监测空气中可燃气体浓度,一旦浓度逼近爆炸下限,迅速报警,促使工作人员启动通风设备、排查泄漏源,防止火灾爆炸事故发生;压力安全阀作为一种特殊仪表,当容器内压力异常升高突破设定值时,自动开启泄压,保护设备与人员安全,是化工生产最后一道关键的安全防线。

2 化工仪表常见安全问题

2.1 仪表选型与安装问题

(1) 选型不当。部分化工企业在仪表选型时,未充分考虑化工工艺特殊性、介质腐蚀性、环境温湿度等因素。例如,在含有强酸性介质的工艺流程中,选用普通材质的压力仪表,仪表接触酸液后迅速腐蚀损坏,导致压力监测失效;在高温高压且存在易燃易爆气体的环境下,若选用的防爆等级不足的温度仪表,极易因电气火花引发爆炸事故,给安全生产埋下重大隐患。(2) 安装不规范。仪表安装过程若违反操作规程,也会引发诸多问题。如安装位置不合理,流量仪表安装在管道弯头、阀门附近,流体流态紊乱,测量精度大幅下降,使操作人员无法获取准确流量数据,进而影响物料配比控制;液位仪表安装时,未进行垂直度校准或与容器连接不紧密,出现液位指示偏差,可能造成容器溢流或空罐运行,危及生产安全。此外,仪表接线错误,正负极接反、信号线短路等,会导致仪表信号传输异常,甚至损坏仪表内部电路。

2.2 仪表日常维护问题

(1) 维护计划不完善。一些化工企业缺乏科学合理的仪表维护计划,未根据仪表类型、使用频率、重要程

度制定差异化维护方案。对关键控制仪表维护周期过长,长时间运行未进行校准、清洁、检查等维护工作,仪表性能逐渐下降,测量误差增大;而对部分辅助仪表又过度维护,造成人力、物力浪费,且频繁拆卸安装易引入人为故障因素,降低仪表可靠性。(2)维护人员技能不足。化工仪表技术不断更新换代,新型智能仪表广泛应用,对维护人员专业素养提出更高要求。部分维护人员未能及时跟上技术发展步伐,对复杂仪表故障排查、维修能力欠缺。例如,面对基于微处理器的智能压力变送器故障,无法熟练运用专业软件进行参数读取、诊断,只能简单更换整机,不仅增加维修成本,还可能因未找准故障根源导致新仪表安装后再次出现问题,影响生产连续性。

2.3 仪表故障诊断与应急处理问题

(1)故障诊断手段落后。目前,仍有不少化工企业在仪表故障诊断方面依赖传统经验判断与简单的万用表测量,缺乏先进的故障诊断设备与技术手段。对于仪表内部电子元件老化、软件系统故障等隐性问题,难以快速、精准定位,往往耗费大量时间排查,延误生产恢复。如自动化控制系统中的调节阀出现动作迟缓现象,仅靠人工观察、手动调试,无法深入分析是电动执行机构故障、控制信号干扰还是阀芯机械卡涩,导致问题长时间悬而未决。(2)应急处理预案不健全。化工仪表一旦发生重大故障,若企业没有完善的应急处理预案,现场操作人员将陷入慌乱,无法迅速采取有效措施控制局面。例如,当化工车间的可燃气体报警仪表大面积报警时,由于缺乏明确应急流程指引,工作人员不知先启动哪些应急设备、如何组织人员疏散,极易错失最佳抢险时机,使事故危害扩大化^[2]。

3 化工仪表安全问题产生的原因

3.1 仪表质量参差不齐

当前,化工仪表市场鱼龙混杂,部分小型仪表生产厂家为降低成本,在原材料采购、生产工艺、质量检测等环节偷工减料。采用劣质传感器材料,导致仪表灵敏度、稳定性差;生产过程中装配精度不达标,密封性能不佳,使仪表易受外界环境干扰,缩短使用寿命,这些低质量仪表流入化工企业,成为安全隐患源头。

3.2 操作人员技能不足

化工仪表操作与维护涉及电子、自动化、化工等多学科知识,要求操作人员具备扎实专业基础与丰富实践经验。但现实中,部分化工企业一线操作人员入职门槛较低,岗前培训简单粗放,仅掌握基本操作流程,对仪表原理、故障处理知之甚少;且后续继续教育缺失,未能及时

学习新仪表知识,难以应对复杂多变的生产状况,在操作与维护过程中因人为失误引发仪表安全问题。

3.3 维护管理体系不完善

许多化工企业尚未建立完善的仪表维护管理体系,制度执行不严格。在仪表采购环节,未进行严格供应商资质审核与产品质量抽检;日常维护工作缺乏监督考核机制,维护人员责任心不强,随意简化维护步骤;故障维修记录不完整,未对同类故障进行归纳总结、分析原因,无法为后续预防维护提供数据支持,使得仪表安全问题频发且难以根治^[3]。

4 解决化工仪表设备安全问题的对策

4.1 强化选型安装规范

(1)科学选型。化工企业应组建由工艺工程师、仪表工程师等专业人员构成的选型团队,依据化工工艺流程图、物料特性、操作条件等详细资料,结合仪表性能参数、材质兼容性、防爆等级等技术要求,精准选型。对于关键仪表,开展技术可行性与经济合理性论证,优先选用知名品牌、质量可靠、技术成熟的产品,并要求供应商提供详细产品质量证明文件与售后服务承诺。

(2)规范安装。制定严格的仪表安装操作规程,明确安装流程、位置精度要求、接线规范等细节。安装人员需经过专业培训,考核合格后方可上岗作业。在安装前,对仪表安装位置周边环境进行详细勘查,确保符合仪表正常工作条件;安装过程中,严格执行校准、调试步骤,利用标准源对仪表进行精度校验,保证安装质量,安装完成后,整理归档安装记录,为后续维护检修提供参考。

4.2 加强人员培训

(1)入职培训强化。新员工入职时,开展系统全面的化工仪表培训课程,涵盖仪表基础知识、各类常见仪表原理结构、操作规范、日常维护要点等内容,培训形式采用理论授课、实验室实操、现场观摩相结合,使新员工对化工仪表有初步完整认识,掌握基本操作与维护技能,经严格考核合格后分配至岗位。(2)继续教育常态化。针对在职员工,定期组织继续教育培训班,邀请仪表厂家技术专家、行业资深学者授课,及时更新员工知识体系,介绍新型仪表技术、故障诊断新方法、行业最新安全规范等内容;鼓励员工参加专业技能竞赛、学术交流等活动,拓宽视野,提升实践能力;建立员工技能成长档案,将培训成绩、竞赛表现与绩效挂钩,激励员工主动学习,打造高素质仪表操作与维护团队^[4]。

4.3 构建完善维护体系

(1)优化维护计划。依据仪表类型、运行工况、历

史故障数据等因素,运用可靠性工程理论,制定个性化维护计划。将仪表分为关键、重要、一般三个级别,关键仪表采用预防性维护为主,缩短维护周期,定期进行全面校准、深度检测;重要仪表实施状态监测与定期维护相结合,利用在线监测技术实时跟踪仪表运行状态,根据状态变化适时调整维护策略;一般仪表进行常规定期维护,合理安排人力、物力资源,提高维护效率与经济性。(2)健全管理制度。建立健全仪表维护管理制度,涵盖采购、验收、使用、维护、报废全生命周期。在采购环节,严格筛选供应商,进行产品质量抽检与试用;验收时,按照技术标准逐项检验,不合格产品坚决退回;使用过程中,明确操作流程与安全注意事项,严禁违规操作;维护工作实行标准化作业,制定详细维护步骤与记录表格,加强监督考核,确保制度落实;报废仪表妥善处理,防止环境污染与数据泄露,通过完善制度体系,保障化工仪表安全、稳定运行^[5]。

5 化工仪表设备安全问题解决案例分析

5.1 案例一:某大型化工企业仪表改造

某大型化工企业生产多种危险化学品,原化工仪表系统运行多年,存在选型老旧、维护困难等诸多问题,安全事故时有发生。为扭转局面,企业实施全面仪表改造工程:选型安装方面,重新评估工艺需求,选用具备高耐腐蚀、高防爆性能的新型智能仪表,如采用陶瓷膜片的压力仪表应对强腐蚀性介质,安装过程严格遵循规范,利用激光定位技术确保液位仪表安装精度在毫米级,有效提高仪表测量精度与可靠性。人员培训上,组织全体仪表相关人员参加为期三个月的集中培训,包括新仪表原理、操作技巧、故障诊断软件使用等内容,培训后进行理论与实操考核,考核通过率达95%,显著提升员工技能水平。维护体系构建,建立基于大数据分析的仪表维护管理平台,实时采集仪表运行数据,运用机器学习算法预测仪表故障,对关键仪表维护周期从原来一年缩短至半年,一般仪表维护效率提高30%。经改造,该企业化工仪表故障率从每年20起降至5起以下,因仪表故障引发的生产中断次数减少80%,安全生产形势得到根本好转,年经济效益因减少事故损失与提高生产效率增加500余万元。

5.2 案例二:某精细化工车间应急处理优化

某精细化工车间在生产过程中,曾因可燃气体检测仪表误报警,且现场无应急处理预案,导致车间混乱,停工停产一天,损失惨重。吸取教训后,车间进行针对性整改:故障诊断方面,配备专业气体分析仪、示波器等先进诊断设备,对仪表信号进行深度剖析,培训维修人员掌握复杂故障排查技巧,此后类似误报警问题能在半小时内查明原因并解决。应急处理预案制定,明确报警分级响应机制,当单一仪表报警时,操作人员现场检查确认,双人复核;当多个仪表同时报警,立即启动车间紧急停车程序,疏散人员,启动通风、灭火等应急设备,各环节责任到人,定期演练。经优化,车间后续再未发生因仪表故障引发的重大混乱事件,在面对突发仪表问题时,应急响应迅速、处置得当,保障了生产安全有序进行,生产效率稳步提升,产品合格率提高5%,企业竞争力显著增强。

结论:化工仪表设备安全问题是化工企业实现安全生产的核心关注点,贯穿于仪表选型安装、日常维护、故障诊断与应急处理等各个环节。通过深入剖析常见安全问题及其产生原因,针对性提出强化选型安装规范、加强人员培训、构建完善维护体系等解决对策,并结合实际案例验证了这些措施的有效性,能够显著提升化工仪表安全性与可靠性,保障化工生产连续稳定运行,减少安全事故发生。在未来化工行业发展中,随着科技进步与安全理念深化,化工仪表技术将持续创新,安全管理水平将不断提高,为化工企业可持续发展保驾护航,助力化工产业迈向绿色、安全、高效新阶段。

参考文献

- [1]李明,张华.化工仪表设备故障智能诊断技术研究[J].化工自动化及仪表,2024,51(6):72-76.
- [2]王悦,陈刚.基于风险评估的化工仪表选型优化策略[J].石油化工自动化,2024,50(5):65-68.
- [3]刘辉,周峰.化工仪表安装过程中的质量控制要点[J].仪器仪表用户,2024,31(4):48-51.
- [4]吴迪,郑浩.化工仪表日常维护的精细化管理方法[J].自动化仪表,2024,35(3):32-35.
- [5]孙晓琳,赵刚.化工仪表应急处理预案的编制与实战应用[J].化工安全与环境,2024,37(2):68-71.