

化工制药智能仪表及自控系统的选型与维护管理分析

孙浩宇

联邦制药(内蒙古)有限公司 内蒙古巴彦淖尔 015000

摘要: 在化工制药行业,智能仪表及自控系统的选型与维护管理至关重要。本文详细阐述了化工制药智能仪表及自控系统的选型原则与要点,包括温度、压力、流量、液位仪表的选型依据。提出维护管理策略,涵盖日常巡检与状态监测、故障诊断与处理、备件管理与质量保障等方面。通过合理选型与科学维护管理,可保障化工制药生产的安全、稳定、高效运行,提升产品质量与生产效率,增强企业竞争力。

关键词: 化工制药;智能仪表;自控系统;选型与维护管理

引言

化工制药行业工艺复杂,对生产过程的精准控制要求极高。智能仪表及自控系统作为生产的关键设备,其选型是否合理、维护管理是否到位,直接关系到生产的安全、质量与效率。选型不当可能引发生产事故,维护管理不善会导致设备故障频发,影响正常生产。因此,深入研究化工制药智能仪表及自控系统的选型与维护管理,对于提升化工制药企业生产水平、保障产品质量具有重要意义。

一、化工制药智能仪表及自控系统选型原则

化工制药工艺繁杂,各生产环节对仪表和自控系统要求大不相同。在反应釜温度控制环节,温度仪表需具备高精度与快速响应能力,以此精准维持适宜反应温度,防止因温度波动损害产品质量。涉及易燃易爆物质的生产区域,仪表的防爆性能不可或缺,这是保障生产安全的关键防线。自控系统要精准实现工艺流程自动化,涵盖自动投料、搅拌、分离等操作,提升生产效率与产品一致性^[1]。化工制药生产连续性强,仪表或自控系统故障可能致使生产线停产,带来重大经济损失。选型时,应优先挑选质量可靠、性能稳定的产品,可参考行业内知名品牌及经长期实践验证的型号,其可靠性经过大量用户检验与优化。要考虑仪表和自控系统的抗干扰能力。化工制药车间存在电磁干扰、化学腐蚀等恶劣环境,只有抗干扰能力强,才能正常运行。选型还需兼顾兼容性与扩展性。新仪表要与现有自控系统无缝对接,实现数据准确传输共享;自控系统要具备开放架构与接口,便于后续添加功能模块或与其他系统集成,如与ERP、

MES系统交互,推动生产管理信息化与智能化。

二、化工制药智能仪表及自控系统选型要点

(一) 温度仪表选型要点

在化工制药生产中,温度仪表选型需综合多方面因素。首先,依据温度测量范围选型。热电偶适用于一般场景;热电阻适合无振动环境,如平稳反应釜的温度测量;热敏电阻则用于对测量反应速度要求快的场合,像反应温度变化快需快速响应时。其次,考虑测量对象对响应速度的要求。热电偶时间常数有600s、100s和20s三级,热电阻有90-180s、30-90s、10-30s和<10s四级,热敏电阻<1s。对于快速加热或冷却等对温度响应要求高的工艺,要选时间常数小的检出元件,以准确及时反映温度变化。再者,根据使用环境条件选择线盒。普通式用于条件好的场所;防溅式、防水式用于潮湿或露天场所;化工制药中易燃易爆区域,应选隔爆式确保安全;插座式仅用于特殊场合。最后,结合特殊场合需求选型。温度高于870℃等特殊气体环境,选钨铼热电偶或吹气热电偶;设备、管道外壁等测温,选表面或铠装热电偶、热电阻;含坚硬固体颗粒介质,选耐磨热电偶;多点测温选多点热电偶;特殊安装需求可考虑铠装热电偶。

(二) 压力仪表选型要点

在化工制药生产中,压力仪表选型需综合多方面因素。使用环境与测量介质性质是首要考量。在恶劣环境,如大气腐蚀强、多粉尘、易喷淋液体处,密闭式全塑压力表可有效防侵蚀。针对不同介质,稀硝酸等一般腐蚀性介质,选耐酸、氨压力表或不锈钢膜片压力表;稀盐酸等强腐蚀且含固体颗粒、粘稠介质,要用膜片或隔膜压力表,材质依介质确定;结晶、结疤及高粘度介质,

膜片压力表可避免堵塞；机械振动强时，耐震或船用压力表能稳定运行；易燃易爆场合若需电接点讯号，得用防爆电接点压力表，特殊介质也有对应专业压力表^[2]。测量精度要求影响选型。一般测量用1.5级或2.5级压力表即可；精密测量和校验则需0.4级、0.25级或0.16级，像反应釜压力等关键工艺参数，要选高精度表。安装位置和观测方便程度决定公称直径，管道和设备上选 $\phi 100\text{mm}$ 或 $\phi 150\text{mm}$ ；仪表气动管路等选 $\phi 60\text{mm}$ ；照度低、位置高、不易观测处选 $\phi 200\text{mm}$ 或 $\phi 250\text{mm}$ 。要合理确定测量范围，使用法定计量单位，涉外项目按相关标准，信号传输可选用变送器，特殊场合有对应特殊变送器可选。

（三）流量仪表选型要点

根据介质特性选择流量计类型。对于清洁液体，可选用涡轮流量计、电磁流量计等；对于含有固体颗粒的液体，可选用冲板流量计、刮板流量计等；对于气体，可选用涡街流量计、孔板流量计等。在化工制药生产中，对于纯净的水或有机溶剂的流量测量，可选用电磁流量计，其具有测量精度高、不受介质粘度影响等优点；对于含有固体颗粒的料浆流量测量，可选用冲板流量计，其能适应恶劣的介质条件。考虑流量计的测量精度和量程范围。根据生产工艺对流量测量的精度要求，选择合适精度的流量计。要确保流量计的量程范围能覆盖实际流量变化范围，避免出现流量超出量程或测量不准确的情况。在关键反应步骤中，对流量精度要求较高，应选用高精度流量计；对于一般辅助系统的流量测量，可选用精度相对较低的流量计。注意流量计的安装要求。不同类型流量计对安装位置、前后直管段长度等有不同要求。涡轮流量计要求前后直管段长度较长，以保证流体流动状态稳定，提高测量精度；电磁流量计对安装位置要求相对较低，但需确保电极轴线与水平面垂直，以避免产生气泡影响测量。在选型时，要充分考虑现场安装条件，确保流量计能正确安装和正常运行。

（四）液位仪表选型要点

根据测量介质和工况选择液位计类型。对于一般储罐液位测量，磁翻板液位计是常用选择，其具有直观、可靠、价格低等优点；对于高温、高压、腐蚀性等恶劣环境，雷达液位计具有非接触式测量、不受介质特性影响等优势，能准确测量液位高度；对于粘性介质，浮筒液位计可较好地适应，但需注意浮筒的防粘设计^[3]。考虑液位计的测量精度和量程范围。根据生产工艺对液位测量的精度要求，选择合适精度的液位计。要确保液位

计的量程范围能满足实际液位变化范围。在需要精确控制液位的反应釜中，应选用高精度液位计；对于一般储罐的液位监测，可选用精度相对较低的液位计。注意液位计的安装和维护便利性。选择安装方便、易于维护的液位计，可降低安装和维护成本。磁翻板液位计安装简单，维护时只需定期清洗浮子和翻板；雷达液位计无需接触介质，减少了维护工作量，但需注意天线部分的清洁。

（五）分析仪表选型要点

化工制药生产中，分析仪表选型需紧密结合分析目的与介质特性。若要快速剖析气体成分，气相色谱仪是上佳之选。它凭借先进的分离技术，能精准地将多种气体组分分离并测定，为生产过程提供关键的气体数据，助力工艺精准调控。针对液体中特定离子浓度的分析，离子选择电极分析仪优势明显。其操作简便，无需复杂前处理，且响应迅速，能及时反馈离子浓度变化，适用于对实时性要求高的生产环节。在药品纯度分析方面，高效液相色谱仪表现卓越。它能以高精度检测出药品中的微量杂质，为药品质量严格把关，确保符合高标准要求。分析仪表的稳定性、重复性以及与自控系统的兼容性也不容忽视。稳定的仪表能保证分析数据的可靠性，减少误差；良好的重复性确保多次测量结果一致；而与自控系统兼容，可实现分析数据准确、及时传输，为生产自动化控制提供有力支撑，提升整体生产效率和产品质量。

（六）自控系统选型要点

化工制药生产规模与复杂程度不同，自控系统选型各异。小型生产装置适合选用可编程逻辑控制器（PLC）系统，其编程灵活，能快速适应不同工艺需求，且可靠性高，保障生产稳定运行。大型复杂生产流程则更适合分布式控制系统（DCS），可实现集中管理与分散控制，有效应对复杂工况。要考虑系统的扩展性与兼容性，以便后续升级。而且，系统安全性和稳定性至关重要，能确保在安全要求极高的化工制药环境中稳定运行，降低故障和停机风险。

三、化工制药智能仪表及自控系统维护管理策略

（一）日常巡检与状态监测

建立完善的日常巡检制度，制定详细的巡检路线和巡检内容。巡检人员应按照规定的时间和路线，对智能仪表及自控系统进行全面检查，包括仪表的外观、显示状态、连接线路等。检查仪表外壳是否有损坏、显示屏

显示是否正常、连接线路是否松动等。利用先进的监测技术，对仪表及系统的运行状态进行实时监测。采用计算机诊断技术，通过DCS系统（如CS3000系统）的操作站（HIS），对系统进行实时监控与过程操作。当自动控制系统发生故障时，系统会及时发出告警信息，并详细记录故障信息，为故障排查和解决提供依据。告警主要划分为过程告警、系统告警、操作指导三种类型，不同类型告警具备相应的显示窗口，维护人员可根据告警提示信息评估故障，及时采取措施消除故障。对重要仪表，如参与重点危险工艺或重要联锁的仪表，应重点监测和关注。增加巡检频次，实时掌握其运行状态，在必要时及时更换维修，尽量避免正常生产过程的故障。

（二）故障诊断与处理

当仪表及自控系统出现故障时，维修人员应迅速响应，及时进行故障诊断和处理。维修过程中要多与生产人员沟通，了解故障发生前的设备运行情况和操作过程，做好防范各种事故措施的准备，避免操作人员的恐慌和维修设备的误操作，确保人身和生产安全。根据故障现象，结合仪表及系统的原理和性能，初步判断故障可能的原因。对于智能仪表设备，其检测、输入输出单元的故障一般由系统诊断和修复，一旦发现故障，可先查看系统诊断信息，确定故障模块单元。若系统无法准确诊断故障，维修人员应根据设备表现的不同故障现象，如仪表无显示、显示异常、测量数据不准确等，初步判断可能出现故障的单元，如传感器、变送器、控制器等。采用合适的故障处理方法^[4]。对于一些常见的简单故障，如连接线路松动、仪表参数设置错误等，可直接进行紧固线路、重新设置参数等处理；对于较为复杂的故障，如传感器损坏、控制器故障等，通常采用替换法进行维修更换。在更换故障模块单元时，要确保更换的模块型号、规格与原模块一致，以保证系统的兼容性和稳定性。

（三）备件管理与质量保障

在化工制药生产中，完善的备件管理与质量保障至关重要。建立严谨的备件管理制度，对采购、存储、领用等环节严格把控。依据仪表及系统运行状况与历史故障数据，科学确定备件种类和数量，保证供应充足，防止因备件短缺延误设备维修。易损件如传感器、电池等，

适当增加库存；价格昂贵、使用频率低的备件，可与供应商签订应急供应协议，确保急需时及时供应。加强备件质量管理，确保质量可靠。采购时选择正规渠道和信誉好的供应商，保证备件为原厂正品或质量合格产品。入库前严格检验测试，检查外观、规格、性能等，不合格备件拒收入库。定期盘点和维护备件，使其处于良好备用状态。检查存储环境，如温度、湿度是否达标，防止备件因环境不佳损坏。对有保质期的备件，如电池，按保质期及时更换。做好仪表设备台账管理，将其作为仪表维修原始记录长期清晰保留。台账涵盖仪表型号、规格、安装位置、采购时间、维修记录等信息，对安全生产和维护意义重大^[5]。维修人员通过查阅台账，能了解仪表历史维修和使用情况，为故障诊断处理提供参考。

结语

化工制药智能仪表及自控系统的选型与维护管理是一项系统而复杂的工作。选型需综合考虑工艺要求、环境因素、兼容性等多方面，确保选用合适产品。维护管理要建立完善制度，加强日常巡检、故障处理与备件管理。只有做好选型与维护管理，才能保障智能仪表及自控系统稳定运行，为化工制药生产提供可靠支持，推动企业实现可持续发展，在激烈的市场竞争中占据优势。

参考文献

- [1] 谢腾腾, 闵祥红, 李德刚, 李华, 戴陈海, 贾玉明. 自控专业智能工厂设计技术初探[J]. 仪器仪表用户, 2020, 27(7): 97-98+35.
- [2] 王绪. 自动化控制系统在化工制药中的应用[J]. 大众标准化, 2025(2): 142-144.
- [3] 邝振英, 张秀娟, 刘冬梅. 化工制药工艺过程新型优化方式的研究[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2025(2): 135-138.
- [4] 刘冬梅, 邝振英. 自动化控制系统在化工制药中的应用研究[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2025(2): 049-052.
- [5] 陈智远. 化工制药工艺中存在的问题及优化措施[J]. 科技创新与生产力, 2024, 45(12): 31-33.