

煤化工自动化仪表的选型分析

王 明

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司烯烃二分公司 宁夏 银川 750000

摘 要: 在煤化工产业蓬勃发展的当下, 自动化仪表扮演着极为关键的角色。本文先是阐述了煤化工生产具备工艺复杂、条件苛刻、物料危险及连续性强等特点, 凸显自动化仪表对其生产安全、稳定及高效运行的关键作用。接着剖析选型需考量的关键性能指标, 涵盖测量精度、稳定性、可靠性与防腐防爆性能等。还详细探讨了温度、压力、流量、液位等常见自动化仪表的选型要点, 同时涉及仪表通信功能、兼容性及成本因素对选型的影响, 旨在助力煤化工行业合理选型仪表, 保障生产顺利开展。

关键词: 煤化工; 自动化仪表; 选型分析

引言: 在煤化工这一重要工业领域中, 生产过程复杂且极具特殊性。它包含气化、液化、干馏等多样工艺, 常处于高温、高压环境, 原料与产品多易燃易爆、有毒有害, 并且各环节紧密相连, 生产连续性要求高。面对如此复杂且危险的工况, 自动化仪表的合理应用至关重要。其不仅能实时监测各类生产参数, 为操作人员提供精准决策依据, 保障生产稳定在最佳状态, 更是实现自动化控制、预防安全事故、提升生产效率的关键所在, 所以对其选型分析意义重大。

1 煤化工生产特点与自动化仪表的重要性

1.1 煤化工生产特点

煤化工生产工艺涵盖多个复杂环节, 如煤的气化、液化与干馏等。气化过程多在高温(1000℃-1600℃)、高压(2.5MPa-8.5MPa)条件下进行, 对设备和工艺控制要求极高。其原料煤以及生产过程中产生的一氧化碳、氢气等产品或中间产物, 具有易燃易爆、有毒有害的特性, 一旦泄漏可能引发严重的安全事故与环境污染。而且, 煤化工生产是一个连续不间断的过程, 各工序之间相互依存、相互影响, 像气化产生的合成气作为后续合成工艺的原料, 一个环节的波动就可能在整个生产系统中产生连锁反应, 导致生产效率下降、产品质量不稳定甚至停车等后果, 这也使得煤化工生产在操作控制和安全保障方面面临巨大挑战。

1.2 自动化仪表的重要性

自动化仪表在煤化工生产中起着不可或缺的作用。它能够精确测量生产过程中的各类关键参数, 如温度、压力、流量和液位等, 为操作人员呈现清晰准确的生产状态信息, 使其能及时察觉参数的异常变化并做出调整, 从而保障生产过程稳定高效地运行在理想状态。在安全方面, 自动化仪表可对潜在的危险状况进行及时预

警, 例如可燃气体泄漏检测仪表能够快速检测到微量泄漏并发出警报, 有效预防爆炸等灾难性事故的发生。此外, 自动化仪表还是实现生产自动化控制的核心要素, 通过与控制系统相连, 依据预设的控制逻辑自动调节各种工艺参数, 减少了人工操作的不确定性和误差, 提高了生产的精准度和效率, 降低了人力成本与劳动强度, 从多方面确保了煤化工生产的安全性、稳定性与经济性^[1]。

2 自动化仪表选型的关键性能指标

2.1 测量精度

在煤化工生产中, 诸多工艺参数的细微偏差都可能引发截然不同的结果。例如在甲醇合成环节, 温度和压力的精准控制直接关系到甲醇的产量与纯度, 微小的测量误差可能导致产品质量不达标或副产物增多。仪表的测量精度通常用误差范围来表征, 对于压力仪表, 高精度的可达0.075%-0.1%的误差率, 温度仪表则能达到0.1℃-0.5℃的精度水平。为确保满足生产需求, 选型时必须依据工艺要求的参数控制范围与允许的误差区间, 挑选具备相应测量精度的仪表, 同时还要考虑仪表在全量程范围内的精度一致性, 以保障在不同工况下都能为生产提供可靠、准确的数据支持, 避免因测量偏差而造成的生产损失与质量问题。

2.2 稳定性

煤化工生产周期长, 连续运行数月乃至更久, 期间仪表需在高温、高压、强电磁干扰等恶劣环境下持续工作。稳定性良好的仪表能够在长时间内维持测量数据的准确性, 减少因环境变化或自身性能漂移带来的测量误差。例如基于先进微处理器与优质传感器元件的智能仪表, 运用了多重抗干扰技术与自动校准功能, 可有效抵御外界干扰并补偿自身性能变化。在选型时, 需参考仪表在类似工况下的稳定性表现, 考察其长时间运行的

数据波动情况, 优先选择能够在复杂环境中保持稳定输出, 数据漂移极小的仪表, 从而确保生产过程中参数监测的连贯性与准确性, 为生产控制与优化提供坚实的数据基础。

2.3 可靠性

可靠性体现了仪表在规定条件与时间内完成预定功能的能力, 对于煤化工生产至关重要。由于生产过程不容许因仪表故障而频繁中断, 否则将导致巨大的经济损失甚至安全事故。可靠性高的仪表具有较长的平均无故障时间 (MTBF), 一些优质品牌的仪表MTBF可长达数年。在结构设计上, 应便于维护与快速修复, 例如采用模块化设计理念, 当某个功能模块出现故障时, 可迅速更换而不影响整体仪表的运行。在选型过程中, 要深入研究仪表的可靠性指标与实际使用案例, 了解其在复杂煤化工工艺中的故障发生频率与应对机制, 选择那些经过实践验证、可靠性有保障的仪表产品, 以降低生产过程中的故障风险, 保障生产活动的连续性与稳定性。

2.4 防腐防爆性能

鉴于煤化工生产环境中存在大量腐蚀性介质以及易燃易爆的气体或粉尘, 仪表的防腐防爆性能不可或缺。在有腐蚀性介质的场景中, 如测量酸性或碱性溶液的液位或流量时, 仪表的外壳与接触介质部件需采用耐腐蚀材料, 如不锈钢、哈氏合金等, 或者经过特殊的防腐涂层处理, 以防止仪表被腐蚀损坏, 影响测量精度与使用寿命。对于防爆要求, 依据不同的防爆区域等级, 仪表必须具备相应的防爆类型, 如本安型适用于0区, 隔爆型适用于1区和2区等, 并取得权威机构的防爆认证。在选型时, 要根据生产现场的具体防爆区域划分与介质特性, 精准确定仪表的防腐防爆规格, 确保仪表在危险环境中能够安全、稳定地运行, 为煤化工生产提供可靠的监测与控制保障, 避免因仪表自身问题引发安全事故^[2]。

3 常见自动化仪表选型分析

3.1 温度仪表

3.1.1 热电偶

热电偶是煤化工行业常用的温度测量元件。它由两种不同材质的导体组成闭合回路, 当两端存在温度差时, 回路中会产生热电势, 该热电势与温度差具有一定函数关系, 借此可测量温度。其测量范围宽广, 能从-200℃延伸至1800℃, 可适应如煤气化炉这类高温环境的温度监测。响应速度较快, 能及时反映温度变化情况。在选型时, 需依据实际测量温度范围挑选合适的热电偶分度号, 例如镍铬-镍硅 (K型) 热电偶适用于0℃-1300℃的测量场景, 铂铑10-铂 (S型) 热电偶常用于0℃-

1600℃的高温测量。此外, 保护套管材质的选择也至关重要, 对于高温且有腐蚀性气体的环境, 陶瓷保护套管或金属陶瓷保护套管能有效防止热电偶受损, 保障其稳定工作并提供准确的温度测量数据, 为煤化工生产过程的温度控制提供关键依据。

3.1.2 热电阻

热电阻主要基于金属导体电阻值随温度变化的特性来测量温度。在煤化工的中低温测量领域应用广泛且测量精度较高。铂热电阻的测量范围一般为-200℃-850℃, 其稳定性和复现性良好, 常用于对温度精度要求苛刻的场合, 如精细化工合成反应中的温度监测。铜热电阻的测量范围是-50℃-150℃, 成本相对较低, 适用于一些对精度要求不是特别高且温度范围适宜的场景。在选型过程中, 热电阻的引线形式对测量精度有较大影响。两线制结构简单但易受引线电阻干扰; 三线制可有效减小引线电阻带来的误差, 通过电桥平衡原理补偿部分引线电阻影响; 四线制则能完全消除引线电阻的干扰, 适用于高精度测量要求的场所。例如在高精度的恒温控制工艺中, 四线制热电阻可提供更精准的温度反馈, 从而保障煤化工生产过程中中低温环节的温度精准控制与工艺稳定运行。

3.2 压力仪表

3.2.1 压力变送器

压力变送器在煤化工压力测量里占据关键地位。它把压力信号精准转换为标准电信号 (如4-20mA) 输出, 广泛应用于各类压力监测场景, 像管道内压力监控等。在选型上, 量程确定极为关键, 一般测量压力应处于量程的1/3-2/3之间, 以此保障测量精度。例如在测量高压且具一定腐蚀性的合成气压力时, 就需选用高精度、耐高压且防腐的产品。同时, 其精度等级、稳定性以及防腐防爆性能等也是重要考量因素。优质的压力变送器采用先进的传感器技术, 具备良好的温度补偿与抗干扰能力, 能在复杂恶劣的煤化工环境中稳定工作, 为生产过程的压力控制提供可靠的数据依据, 确保系统安全稳定运行。

3.2.2 差压变送器

差压变送器主要用于测量压力差, 在煤化工中有多方面应用, 如与孔板流量计配套测量流量, 依据液位与压力关系测量液位高度等。选型要点与压力变送器有相似之处, 但差压量程的确定独具特点, 需依据实际测量的差压范围精细选择。在高压差测量场合, 静压性能不容忽视, 因其可能对测量结果产生显著影响。例如在测量大型煤化工装置中不同压力区域的压力差时, 要综合

考虑差压量程、静压极限等参数。差压变送器凭借高灵敏度的传感器与精准的信号转换电路，将压力差准确转换为电信号，为流量、液位等参数的精确测量与控制提供有力支持，保障煤化工生产过程的高效与精准调控。

3.3 流量仪表

3.3.1 孔板流量计

孔板流量计在煤化工领域应用历史悠久且范围广泛。其基于伯努利方程原理工作，当流体流经管道中的孔板时，流速发生变化，进而产生压力差，通过测量该压力差就能推算出流量。这种流量计结构相对简单，成本较为低廉，对于一些对流量测量精度要求不是特别严苛的场合，如煤气输送管道中的流量测定，表现出良好的适用性。在选型过程中，需要重点考虑管道口径、流量范围以及介质特性等因素。比如，要依据管道内径大小来确定合适的孔板孔径，并且针对介质的粘度、腐蚀性等特点，合理选择孔板的材质，像不锈钢材质的孔板通常可用于一般腐蚀性介质的流量测量，从而确保其在煤化工复杂工况下能够稳定、可靠地运行，满足生产过程中基本的流量监测需求。

3.3.2 电磁流量计

电磁流量计在煤化工中是测量导电液体流量的得力工具。其突出优点在于测量精度高，在整个测量量程范围内都能保持较为稳定的精度；不存在压力损失，不会对流体的输送造成额外的阻力；量程比宽，能够适应较大范围的流量变化。例如在测量煤化工生产过程中的各种酸碱溶液、盐水等导电液体流量时发挥着重要作用。在选型时，被测液体的电导率、温度、压力等参数是关键考量因素。对于电导率较低的液体，必须选择具有高灵敏度传感器的电磁流量计，以保障测量的准确性。电磁流量计的内衬材料和电极材料也需要根据介质的腐蚀性要求精心挑选，比如采用聚四氟乙烯内衬可有效抵抗多种强腐蚀性介质的侵蚀，确保流量计在恶劣的化学环境中长期稳定运行，为煤化工生产提供精准的流量数据支持。

3.4 液位仪表

3.4.1 差压式液位计

差压式液位计在煤化工液位测量中应用普遍。它依据液位高度与压力差的对应关系来测定液位，即液位变化会导致液柱产生不同压力差，通过测量此压力差并结合介质密度就能得出液位高度。在煤化工的储罐、塔器

等设备液位测量方面发挥重要作用。选型关键在于差压量程的精准确定，需依据液位变化范围与介质密度准确计算差压值，进而选定合适量程的差压变送器。例如，对于密度相对稳定的介质，可按常规公式计算；而对于密度可能大幅波动的介质，就需采用带密度补偿功能的差压式液位计，以确保测量精度。其优势在于结构相对简单、成本适中，能满足多数常规液位测量需求，为煤化工生产过程中物料存储与反应液位监控提供可靠数据依据。

3.4.2 雷达液位计

雷达液位计利用微波反射原理实现液位测量，具有显著优势。它属于非接触式测量仪表，不与被测介质直接接触，有效避免了介质特性对测量的干扰。测量精度高，可精确到毫米级别，且不受介质密度和介电常数变化的影响，能在复杂工况下稳定工作。在煤化工的高温、高压、强腐蚀性以及有搅拌等恶劣环境的大型反应釜液位测量中表现卓越。选型时，要综合考虑测量范围、容器形状、介质特性等因素。如高频雷达液位计适用于短距离高精度测量，低频雷达液位计则在长距离测量且应对粉尘、蒸汽等干扰时有更好的抗干扰能力，从而为煤化工特殊液位测量场景提供精准、可靠的液位数据，保障生产安全与产品质量控制^[3]。

结束语

综上所述，煤化工自动化仪表选型是一项系统且关键的任务。需全面考量煤化工生产的高温、高压、易燃易爆等严苛特点，以及仪表的测量精度、稳定性、可靠性、防腐防爆等核心性能指标。在温度、压力、流量、液位等各类仪表选型时，结合工艺实际，权衡不同仪表的优劣。同时注重仪表通信功能与兼容性，并兼顾成本因素，平衡短期采购成本与长期运行维护成本。唯有如此，才能为煤化工生产选出适宜的自动化仪表，保障生产安全高效运行，推动煤化工产业的可持续发展。

参考文献

- [1]钱峰.关于石油化工自动化仪表的选型和施工技术探讨[J].化工管理,2021(12):38-39.
- [2]张付军.石油化工自动化仪表设计及安装调试[J].科技资讯,2021,19(02):59-61.
- [3]王建涛.基于化工自动化仪表及控制系统智能化分析[J].电子世界,2020(20):40-41.