

# 工业化计量仪表的选型及实际运用

陈志杰

新疆东方希望新能源有限公司 新疆 昌吉 831100

**摘要:** 随着工业化进程的迅猛推进,生产规模持续扩大且工艺愈发复杂。本文聚焦工业化计量仪表的选型及实际运用。首先阐述选型原则,涵盖满足工艺需求、适应介质特性、考量环境因素等多方面要点。接着详细介绍不同类型计量仪表的选型要点,包括温度、压力、流量、物位测量仪表的具体类型及特点。最后探讨工业化计量仪表在石油化工、电力行业、医药制造、精细化工等不同行业的实际运用情况,旨在为相关领域在计量仪表的选型与应用方面提供全面且实用的参考。

**关键词:** 工业化; 计量仪表; 选型; 实际运用

引言: 在工业生产领域, 计量仪表扮演着至关重要的角色, 它如同工业生产的“眼睛”, 精准测量各类参数, 为生产过程的控制、质量保障和安全运行提供关键数据支持。随着工业技术的不断发展, 工业化计量仪表的种类日益繁多, 性能也各有差异。如何根据不同的工业场景和需求, 科学合理地选型计量仪表, 并实现其在实际生产中的有效运用, 成为工业领域面临的重要课题。

## 1 工业化计量仪表选型原则

### 1.1 满足工艺需求

工业化计量仪表选型, 满足工艺需求是首要原则。不同的工业生产工艺对测量参数有着特定要求, 如化工生产中反应釜的温度、压力控制需精确到特定范围, 选型仪表的量程、测量范围必须与之匹配。若量程过小, 无法覆盖工艺波动范围, 会导致测量失效; 量程过大, 则测量精度难以保证。同时, 工艺的连续性、稳定性也影响仪表选型, 对于连续生产流程, 需选择可靠性高、故障率低的仪表, 以确保工艺稳定运行, 避免因仪表故障引发生产中断。

### 1.2 适应介质特性

介质特性是选型的关键考量因素。不同介质在物理和化学性质上差异巨大, 如腐蚀性介质会侵蚀仪表元件, 要求选用耐腐蚀材料制成的仪表, 像哈氏合金适用于强腐蚀环境。对于粘性介质, 易在仪表内部附着, 影响测量准确性, 需选择具有自清洁功能或大口径的仪表。此外, 介质的温度、压力、密度等参数也会影响仪表选型, 高温介质需选用耐高温的传感器, 高密度介质可能需特殊设计的流量计, 以确保仪表能准确测量介质参数。

### 1.3 考量环境因素

工业化计量仪表常处于复杂恶劣的环境中, 环境因素对仪表性能和寿命影响显著。在高温环境, 如冶金行

业的炉窑附近, 仪表需具备良好的耐高温性能, 防止元件因过热损坏。在潮湿环境, 同时, 还要考虑防尘、防爆、抗震等要求, 在粉尘较大的矿山环境, 需选用密封性好的仪表; 在易燃易爆场所, 要选择防爆型仪表, 确保仪表在各种环境下都能稳定可靠地工作。

### 1.4 确保测量精度

测量精度直接关系到工业生产的质量和效益。选型时需根据工艺对测量参数的精度要求, 选择合适精度的仪表。精度过高虽测量准确, 但会增加成本; 精度过低则无法满足工艺需求, 影响产品质量。同时, 要考虑仪表的长期稳定性, 一些仪表在长期使用后精度会下降, 应选择稳定性好、漂移小的仪表, 并定期进行校准和维护, 以保证测量精度。

### 1.5 兼顾可靠性与维护成本

可靠性是仪表选型的重要指标, 高可靠性的仪表能减少故障发生频率, 保障生产的连续性。在选型时, 要选择质量可靠、品牌信誉好的产品, 查看其过往的使用记录和用户评价。同时, 维护成本也不容忽视, 包括仪表的安装调试费用、日常维护费用、备件更换费用等。一些仪表虽然购置成本较低, 但维护成本高, 长期来看并不经济。应综合考虑仪表的可靠性和维护成本, 选择性价比高的产品, 在保证生产可靠运行的同时, 降低企业的运营成本。

### 1.6 注重信号输出与通信兼容性

在现代工业自动化生产中, 计量仪表的信号输出与通信兼容性至关重要。仪表输出的信号需与后续的控制设备、数据采集系统等相匹配, 常见的信号类型有模拟信号(如4-20mA)和数字信号(如RS485、以太网等)。选型时要根据现有系统的接口类型和通信协议, 选择兼容性好的仪表, 确保数据能够准确、稳定地传

输。此外,随着工业物联网的发展,仪表还需具备与上位机软件、云平台等进行通信的能力,实现远程监控和数据分析,提高生产管理的智能化水平<sup>[1]</sup>。

## 2 不同类型计量仪表的选型要点

### 2.1 温度测量仪表

(1) 热电偶。选型时,先依据测量温度范围确定类型,如K型适用于-200°C-1200°C的一般工业场景。考虑测量精度,高精度需求可选B型等。环境方面,腐蚀性环境选耐腐蚀保护套管;振动大场合选抗振性能好的。还要根据安装位置和方式,选合适长度与形状的热电偶,保证安装便利与测量准确。(2) 热电阻。测量精度是关键,铂热电阻精度高、稳定性好,用于对精度要求严的场合;铜热电阻价格低,适用于低温测量。根据温度范围选型,确保在测量范围内正常工作。外护套材质要适配环境,腐蚀性介质选不锈钢等耐腐蚀材质,易磨损环境选耐磨外护套。同时考虑响应时间,快速变化温度测量选响应快的热电阻。(3) 温度变送器输入信号类型要与热电偶或热电阻匹配,保证准确接收温度信号。输出信号根据后续控制系统要求,选4-20mA模拟信号或数字信号。精度和稳定性影响测量结果准确性,应选精度高、稳定性好的产品。工作温度范围要涵盖实际环境温度,防护等级在恶劣环境要选高的,确保长期稳定运行。

### 2.2 压力测量仪表

(1) 压力变送器。选型先看测量范围,要贴合实际工作压力,量程不当会影响精度与寿命。精度方面,高精度工艺选高精度变送器,一般工业可适当降低要求。介质特性很关键,腐蚀性介质选耐腐蚀材质,粘性介质选自清洁功能好的。输出信号要与控制系统兼容,同时关注其稳定性与可靠性,保障长期稳定运行。(2) 压力表。准确度等级依使用场合定,一般工业选1.6级或2.5级,高精度需求选1.0级。量程要让被测压力处于1/3-2/3之间,表盘直径便于观察,空间小选小表盘,远距离观察选大表盘。介质有腐蚀性时,选不锈钢外壳和膜片,高温介质选带散热装置的,确保准确显示压力。(3) 压力开关。设定精度决定动作准确性,安全关键系统要选精度高的。重复性影响动作可靠性,切换差根据实际控制需求选。介质兼容性上,依介质选合适压力接口和密封材料防泄漏。防护等级在恶劣环境要选高的,保证压力开关在各种条件下正常工作,及时准确地实现压力控制与保护。

### 2.3 流量测量仪表

(1) 电磁流量计。选型先看被测流体电导率,需大于5 $\mu$ S/cm,像酸碱溶液、水等适用。测量管口径依管道

尺寸和流量范围定,保证测量精度。衬里和电极材料要根据流体腐蚀性、温度选,如氯丁橡胶衬里用于一般水溶液。同时,安装环境要避开强磁场,防止干扰影响测量准确性。(2) 涡轮流量计。流量范围是选型关键,要根据实际工况确定最大、最小流量,选合适量程。其适用于低粘度流体,如汽油、天然气,高粘度流体需特殊处理。流体清洁度也很重要,含杂质多会磨损涡轮叶片,必要时装过滤器。而且安装时要有足够直管段,消除流体漩涡和流速不均影响。(3) 涡街流量计。依据流体工况确定公称直径,使流速在0.5-10m/s合适范围。考虑介质温度和压力,选能适应实际工况的产品,测量蒸汽等可压缩流体要密度补偿。它对振动敏感,安装应避开振动源或采取减振措施,确保准确检测流体振动频率,实现流量精确测量。(4) 质量流量计。测量精度和稳定性是首要考量,食品、制药等高精度要求行业要选优质产品。被测介质密度和粘度会影响结果,需依特性选型,部分可自动补偿。安装方式有在线和离线,根据需求选择。还要关注输出信号和通信接口,确保与控制系统兼容,实现数据准确传输处理。

### 2.4 物位测量仪表

(1) 雷达物位计。雷达物位计利用电磁波反射原理测量,不受介质温度、压力、密度等影响,适用于高温、高压、强腐蚀、易挥发等恶劣工况。测量精度高、稳定性好,可实现非接触测量,安装维护方便。但价格相对较高,在测量低介电常数介质时,需选特殊天线以增强信号。(2) 超声波物位计。超声波物位计通过发射和接收超声波来测量物位,结构简单、成本较低。适用于测量液体和固体物料,对介质颜色、透明度无要求。不过,它易受环境温度、湿度、粉尘等因素影响,测量精度和可靠性在恶劣环境下会降低,且不能用于有蒸汽或泡沫的场合。(3) 磁翻板液位计。磁翻板液位计基于浮力原理和磁耦合作用工作,能直观显示液位高度,还可输出信号实现远传和自动控制。它适用于各种储罐、槽池等容器,对介质清洁度要求不高,安装方便。但测量精度相对较低,且磁性材料在强磁场环境中可能受干扰,影响测量准确性。(4) 差压式液位计。差压式液位计通过测量容器底部与顶部的压差来计算液位,原理简单、成本较低。适用于敞口或密闭容器内液位的测量,测量范围广。但介质密度变化会直接影响测量结果,需进行密度补偿,且安装时需保证正负压侧引压管畅通,避免堵塞影响测量<sup>[2]</sup>。

## 3 工业计量仪表在不同行业的实际运用

### 3.1 石油化工

在石油化工行业, 计量仪表是保障生产安全与效率的核心设备。以原油提炼为例, 电磁流量计被广泛应用于管道油品计量, 其非接触式测量特性可避免介质腐蚀对仪表的损害, 同时通过HART协议实现远程参数校准, 确保计量精度达 $\pm 0.5\%$ 。在储罐液位监测中, 雷达物位计凭借其穿透蒸汽和泡沫的能力, 成为高挥发性油品液位测量的首选, 其测量范围可达30米, 精度优于 $\pm 2\text{mm}$ 。此外, 差压式液位计通过双法兰设计, 有效解决了高温高压工况下介质密度变化对测量的干扰, 在乙烯裂解装置中实现液位-压力的闭环控制。上海物位UHZ-57系列磁翻板液位计通过本安型防爆认证, 可配置蒸汽夹套应对北方冬季低温工况, 其磁耦合传动机构寿命超过10万次, 在胜利油田储罐改造项目中实现零故障运行3年。

### 3.2 电力行业

电力行业对计量仪表的实时性与可靠性要求极高。安科瑞ADW400系列电力物联网仪表在智能电网建设中发挥关键作用, 其内置高精度计量芯片可同时监测电压、电流、功率因数等12项参数, 谐波测量精度达0.5级, 通过LoRa无线通信实现变电站数据秒级上传。在新能源并网场景中, 该仪表的需量统计功能可精准计算风电/光伏的最大出力, 为电网调度提供决策依据。对于工业用户侧, 苏州昌辰WHC510多功能电力仪表通过RS485总线连接200台设备, 实现能耗分项计量, 其CT变比自动识别功能将安装调试时间缩短60%, 在宝钢集团能源管理系统中帮助降低线损率1.2个百分点。此外, 电力物联网仪表的过压/欠压报警功能可提前30分钟预警设备故障, 避免非计划停机造成的经济损失。

### 3.3 医药制造

医药行业对计量仪表的洁净度与精度要求近乎苛刻。在无菌制剂生产中, 科氏力质量流量计采用316L不锈钢材质与电解抛光工艺, 表面粗糙度 $Ra \leq 0.2\mu\text{m}$ , 满足GMP认证要求, 其直接质量测量特性消除了温度、压力对流体密度的影响, 在疫苗原液配制中实现配比精度 $\pm 0.1\%$ 。对于高活性药物生产, 磁翻板液位计的隔离型设计可防止介质与电子元件接触, 其PTFE衬里耐受 $130^\circ\text{C}$ 高温蒸汽灭菌, 在华北制药青霉素发酵罐中连续运行5年

未出现泄漏。在实验室场景, 热式气体质量流量计通过恒温差原理实现微流量控制, 其量程比达 $1000:1$ , 在细胞培养箱 $\text{CO}_2$ 浓度调节中, 将控制波动范围从 $\pm 2\%$ 缩小至 $\pm 0.5\%$ , 显著提升实验重复性。

### 3.4 精细化工

精细化工行业对计量仪表的灵活性与抗腐蚀性提出特殊需求。在染料中间体生产中, 涡街流量计采用哈氏合金C-276湿件, 可耐受98%硫酸腐蚀, 其抗振结构通过优化涡街发生体形状, 将管道振动对测量的影响降低80%, 在浙江龙盛集团磺化反应釜进料控制中实现流量波动 $< 1\%$ 。对于高粘度介质, 涡轮流量计配备自润滑陶瓷轴承, 在聚酯切片生产中可稳定测量 $10000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 的熔体流量, 其脉冲输出信号通过PLC转换为 $4-20\text{mA}$ 电流, 驱动变频泵实现闭环控制。在香料合成环节, 雷达物位计的80GHz高频技术可穿透含固体颗粒的浆料, 其锥形天线设计避免物料粘附, 在奇华顿公司蒸馏塔液位监测中, 将维护周期从每月1次延长至每年1次, 显著降低运营成本<sup>[3]</sup>。

### 结束语

工业化计量仪表作为工业生产的“感知神经”, 其选型与运用直接关乎生产效率、质量控制与安全保障。从石油化工的高温高压到医药制造的洁净无菌, 从电力行业的实时监测到精细化工的抗腐蚀需求, 科学选型需深度融合工艺特性、介质参数与环境条件。实际应用中, 仪表的精度、稳定性与兼容性成为优化生产流程、降低能耗的关键支撑。未来, 随着物联网与人工智能技术的融合, 计量仪表将向智能化、自适应方向演进, 为工业数字化转型提供更精准的数据基石, 持续推动制造业向高效、绿色、可持续方向迈进。

### 参考文献

- [1]钱峰.关于化工自动化仪表的选型[J].化工管理, 2021(12):38-39.
- [2]张付军.化工自动化仪表设计[J].科技资讯, 2021, 19(02):59-61.
- [3]王建涛.基于化工自动化仪表[J].电子世界, 2020(20): 40-41.