

仪表自动化选型设计总结

孙红英 王跃芹

(济南石油化工设计院 山东济南 250100)

摘要 简要介绍各种常用过程测量仪表工作性能、特点及各种仪表适应的工况。对于不同应用场合的具体情况,要遵循各种仪表的特点去选择和设计,发挥仪表的最佳测量效果,正确指导生产。

关键词 温度 压力 流量 液位 仪表选型

Design summary of instrument automation selection

SUN Hong-ying WANG Yue-qin

(Ji'nan Petrochemical Design Institute, Ji'nan 250100, Shandong Province)

Abstract The paper briefly introduces working performance, features and adaptive working condition of all kinds of process measurement instrument in common. We should follow characteristics of instruments to choose and design to different application occasion, give full play to best measure effect and guide production correctly.

Keywords temperature; pressure; flow; liquid level; instrument selection

仪表是生产的眼睛,眼睛的好坏直接关系到生产能否安全、稳定、连续运行和产品的质量。因此搞好仪表的选型设计,对正确指导生产尤为重要。现就设计中对化工过程常用测量仪表选型方面进行总结。

1 知晓工艺,了解工艺过程中介质特性

设计人员在接到设计任务后首先对整个工艺流程要有个大概的了解,再对照工艺包或工艺流程叙述对重要控制参数做到心中有数。查找资料知晓工艺过程中各种介质的物性,以便做出正确选型。

2 仪表选型

对于不同的化工工艺过程,所涉及到的仪表种类也不尽相同,一般常用的过程测量仪表有温度仪表、压力仪表、流量仪表和液位仪表等。

2.1 温度仪表

温度仪表根据是否远传分为就地温度仪表和远传温度仪表。就地温度仪表常用的是双金属温度计;远传的温度仪表常用的有热电阻、热电偶、热电阻温度变送器和热电偶温度变送器。

2.1.1 热电阻和热电偶

热电阻和热电偶在结构型式上又分为装配

式和铠装式。一般场合采用装配式热电阻或热电偶即可。铠装热电阻(偶)易弯曲,抗震性好,且具有良好的机械强度,更适合在恶劣环境中使用,比如压缩机进出口、高塔等振动场合。

2.1.2 温度变送器

热电阻(偶)温度变送器是将温度转变成与热电阻(偶)信号成正比的4~20mA的统一输出信号。现场多采用一体化温度变送器,一体化温度变送器可省去昂贵的补偿导线,并且信号抗干扰能力强,传输距离远。化工生产过程中的反应釜、蒸馏釜等釜内温度测量多采用带现场指示的一体化温度变送器,既可以满足现场人员观看温度又可以远传至控制室显示。

热电阻一般常用于测量-200~400℃的介质,热电偶根据热电偶丝材质及直径的不同可测量-200~1600℃的介质(以上所说的温度范围是长期使用时的温度范围)。选用检测元件时可根据介质的温度及环境条件选用合适的测温元件。

2.2 压力仪表

压力仪表分为就地压力仪表和远传压力仪表。弹性就地压力仪表根据弹性敏感元件的不同分为弹簧管、膜盒、膜片、波纹管 and 专用压力表。

2.2.1 压力表

在压力 $>40\text{kPa}$ 时宜选用弹簧管或波纹管压力表;压力在 $-40\sim 40\text{kPa}$ 时宜选用膜盒压力表;压力在 $-100\text{kPa}\sim 0\text{kPa}$ 及 $0\sim 2\,400\text{kPa}$ 时宜分别选用真空表及压力表;压力在 $-100\sim 0\text{kPa}$ 时宜选用弹簧管真空表。在把握上述原则的基础上根据介质的腐蚀情况选用合适材质的压力表。

专用压力表的技术特性与一般压力表一样,但具有特殊的设计结构及材料,使压力表更适合于各种特殊场合及用途。例如氨用压力表,检测元件、接液元件材质就不能采用铜及铜合金,这是因为氨与铜发生反应,材质腐蚀较快。

2.2.2 压力变送器

远传压力测量常用的仪表为压力或差压变送器,压力(差压)变送器根据测量原理不同分为电感式、电容式、电阻式等。根据对仪表精度要求不同可选用相应精度的变送器。选用变送器时注意介质的腐蚀性,根据介质的腐蚀性不同,接液部件选用适合介质的材质。常用压力变送器有导压管安装、直接短安装和法兰(法兰+毛细管)安装三种。导压管安装的压力变送器是最常用的一种安装方式;短安装压力变送器适合环境好,检修方便,容易观察场所;(法兰+毛细管)安装的压力变送器适合介质腐蚀性大、易结晶的介质。

压力变送器还可以用来测量常压罐的液位,根据公式 $P=\rho gh$,知道介质密度、重力加速度,就可测出液位的高度。

2.3 流量仪表

近年来随着科学技术的发展,流量仪表品种越来越多,设计人员需在众多品种中扬长避短,选择最适宜的仪表是非常重要的。目前常用的流量仪表主要有节流装置配差压变送器、速度式流量计、容积式流量计、转子流量计、电磁流量计和质量流量计。

流量仪表在选用时应从仪表性能、流体特性、安装条件、环境条件和经济因素考虑。

2.3.1 节流装置

节流装置做为传统的流量测量装置,经济适用,其应用占有很大份额。一般洁净流体的流量测量应优先选用标准节流装置,但是标准节流装置——孔板对安装直管段要求比较高,量程比较小,且永久压损较大。近几年发展起来的V型锥、

平衡流量计也是基于差压工作原理,对直管段要求比孔板低,压损也小,测量精度要高,但价格要比同口径的孔板流量计要高。合成氨装置的氨合成工段、高压醇烷化工段的高压气体压力高,流量测量应选用高压透镜垫孔板。脏污介质及颗粒纤维浆料就不能选用节流装置进行流量测量。

2.3.2 速度式流量计

速度式流量计中应用最广泛的是涡街流量计。涡街流量计是利用卡门涡街原理进行工作的,可用来测量蒸汽、洁净气体、液体的大、中体积流量。涡街流量计结构简单,内部没有可动部件,可靠性高,维护工作量小,压力损失小,量程范围大,精度高。高粘度、低流速脉动流的介质不适合使用此种类型仪表,仪表安装时避开管道有振动、泵的出口及电磁干扰大的场所,测量液体介质时管道内液体需满管。

2.3.3 容积式流量计

容积式流量计是全部流量计中属于最准确的一类流量计,可用于测量贵重介质及对外贸易计量和经济核算的场所。容积式流量计在油品流量测量方面用途最广。常用的流量计有椭圆齿轮、腰轮、双转子流量计。该类型仪表对直管段没有要求,可就地显示、累计,也可远传至控制室,可测量高粘度介质。但是容积式流量计结构复杂且笨重,价格较高,日常维护工作量大,测量无润滑作用的介质时,齿轮磨损大,且容易卡。

2.3.4 转子流量计

转子流量计又名可变面积式流量计,主要用于中、小口径管道内介质流量测量,适用介质广,品种齐全,现场应用广泛。转子流量计分为玻璃管和金属管流量计,玻璃管转子流量计一般用于低压,温度低于 100°C ,无毒、无燃烧、透明且不粘附的介质。金属管转子流量计相比玻璃管转子流量计耐压、耐温高,常用于易燃、易爆、有毒等介质的中小流量测量,其品种较多,有多种安装方式。但转子流量计测量精度低,误差一般不高于 1.5% ,且受介质密度、粘度影响。

2.3.5 电磁流量计

电磁流量计的测量原理是基于法拉第电磁感应定律,是一种测量导电性液体或均匀的固液两相介质体积流量的仪表,可测量强酸、强碱、含盐液体、氨水、泥浆、矿浆、纸浆等介质的流量。它

是继差压、浮子及容积式流量计之后用量较大的流量测量仪表。传感器由测量管、励磁系统、电极、壳体组成。测量管内衬绝缘材料使介质与金属管隔离,内衬应采用耐磨、耐腐蚀材料,多采用陶瓷、PFA、PTFE、聚氨酯等。电极安装在与磁场垂直的测量管的两侧管壁上。电极把被测介质切割磁力线所产生的流量信号引出,电极的材质必须是非磁性导电材料,常用耐酸钢、哈氏合金、钽、钛等。由于电磁流量计的感应信号电压很小,容易受噪声的影响,这就要求传感器、转换器和放大器的基准电位都与被测介质相同,而液体电位又应与地电位相同。因此流量计配有接地环,其作用是通过与介质接触,建立介质接地,同时保护内衬。接地环材质可以与电极材质一致,一般可选与管道材料耐腐蚀性相同的材料。选择流量表时一般情况考虑安装方便不选择异径管,但管内流速应在一定范围内,也可选择口径与工艺管道不相同的,管道介质流速低的可选用口径较小的流量计。电磁流量计必须在满管条件下工作,也要防止管道振动,尽量避开电磁干扰大的环境,测量的介质必须是导电介质。

2.3.6 质量流量计

质量流量计是国内近几年推行的流量测量仪表,仪表测量精度高,一般用于需精确测量介质质量流量和对外贸易结算。在化工行业、油库油品计量、油品充装等领域使用较多。流量计不受流体物性影响,无上下游直管段要求,但价格高,体积和质量大。

对于大口径的流量测量仪表尽量选用插入式流量计,可减少仪表造价,并且仪表质量和体积也减少很多,安装和维护费用低。

总之,流量仪表种类繁多,各种流量计适应的场合和介质也不相同,熟悉各种流量计的工作性能及适用范围,才能选出合适的仪表。

2.4 液位仪表

液位仪表分为就地显示仪表和远传仪表。就地显示仪表一般采用磁翻板液位计,磁翻板液位计有多种安装型式,根据介质的腐蚀性选择合适的测量管、浮子和安装方式,可适应于各种储罐、塔、釜的就地液位显示。过程远传液位测量仪表常用的有差压液位变送器、电动浮筒液位计、电容液位计。

2.4.1 差压液位计

差压液位计是过程液位测量中常用仪表,有单法兰差压液位计、双法兰差压液位计、普通差压液位计,适用于各种塔、釜、槽、罐介质密度比较稳定的液位测量(介质密度变化大的不适用)。双法兰差压液位计安装简单,且不需要保温伴热,对于易结晶、粘稠介质有更好的适用性,但价格比单法兰和普通差压液位计高。对于高温、高压设备的液位测量差压液位计不适用。

2.4.2 电动浮筒液位计

电动浮筒液位计作为一种传统的液位测量仪表,历史悠久,广泛应用于石化、化肥装置。电动浮筒液位计基于浮力原理工作的,当液位在零位时,扭力管受到浮筒质量产生扭力矩(这时扭力最大)、扭力管转角处于“零”度;当液位逐渐上升时,浮筒在液体浮力的作用下,也随着上升,扭力管产生的扭力矩逐渐减小,此时将其产生的转角多由变送器转换成4~20mA DC信号,此信号正比于被测量液位。电动浮筒液位计可用来测量高温高压设备液位,常用于0~3.0m范围液位测量。但对介质要求很高,介质为洁净介质,另外电动浮筒液位计体积大,浮筒、扭力管很脆弱,后期维护量大。由于电动浮筒的上述缺点,在某些领域渐渐被新型的磁致伸缩液位计取代。

2.4.3 电容式液位计

电容式液位计在化肥、化工及污水处理行业应用广泛,可用于水池、水库、有腐蚀、有毒、导电或非导电、负压、高压介质的液位测量。高压电容式液位计在合成氨联醇装置的氨冷凝器、氨分离器及烷化塔、醇化塔液位测量中被广泛采用。对于粘稠及易结垢的介质由于电容电极容易结垢挂料,使用一段时间后会附加电容和电阻,出现测量误差,因此出现了它的升级产品——射频导纳液位计。射频导纳液位计是在电容式液位计基础上改进了电路,增加了补偿电路技术,克服了挂料引起的误差。

罐区常用液位检测仪表型式较多,有差压液位计、雷达液位计、磁致伸缩液位计、伺服液位计。伺服液位计是目前精度最高,性能最可靠,价格最贵的仪表(多为进口产品)。根据介质情况、储罐型式、测量精度选择合适的液位计。

3 结束语

通过以上对常用过程测量仪表选型的简单论述,可知每种仪表都有自己的工作原理、特点、优势和适用范围,因此对于不同的应用场合,要根据具体情况遵循各种仪表的特点去选择和设计,做到从技术上要可行,经济上要合理,管理上要方便。

参考文献

- [1] 陆德民,张振基,黄步余.《石油化工自动控制设计手册》第三版.
- [2] 《自动化仪表选型设计规定》HG/T 20507-2000.

(收稿日期:2014-11-05)

(上接第25页)层温度低、煤气中的水分大,另一方面还会造成燃烧不完全、流生炭现象。入炉风压过高,会导致炉内燃料层吹翻、挂炉现象发生;入炉风压过低,会造成煤气中的二氧化碳和氧含量偏高,且出现炉发虚现象。故应根据炭层高度、炉温高低及气化层位置,调节适宜的风量、风压。

我公司造气炉所使用的鼓风机型号为C600-1.3型,设计风量36 000Nm³/h、风压32kPa。采用中块煤制气时,入炉风量为34 000~35 000 Nm³/h、风压为29~30kPa;采用中块煤掺烧小籽煤及型煤制气时,入炉风量为33 000~34 000 Nm³/h、风压为27~29kPa;采用小籽煤掺烧型煤制气时,入炉风量为33 000~35 000Nm³/h、风压为26~28kPa。

2.5 入炉蒸汽压力和温度的控制

入炉蒸汽压力过高,会导致气化反应的速度加快,但会缩短气化反应的时间,从而降低蒸汽分解率;入炉蒸汽压力过低,会造成气化反应的速度慢,虽然蒸汽分解率有所提高,但容易导致炉内局部过热,造成结疤、结块现象,影响煤气炉制气量的提高和炉况的稳定。入炉蒸汽温度过高,虽然炉温容易提高,但会造成炉顶、炉底温度偏高,导致煤气带走的显热增加;入炉蒸汽温度过低,会导致炉温下降,破坏炉内的热量平衡,从而造成气化效率低,还会使灰渣中的返焦率增大。

使用中块煤制气时,入炉蒸汽压力为0.075MPa、蒸汽温度控制在170~180℃之间;中块炭掺烧小籽煤和型煤制气时,入炉蒸汽压力控制在0.081~0.085MPa之间、蒸汽温度控制在(185±5)℃之间;小籽煤掺烧型煤制气时,入炉蒸汽压力控制在0.090~0.095MPa之间、蒸汽温度控制在

170~190℃之间较为适宜。

2.6 炉算的选型

炉算是煤气炉的关键部件之一,被称为煤气炉的心脏部件,其性能好坏对煤气炉产气量的多少、煤耗的高低起着重要作用。在选型时要求炉算符合下列要求:

- (1)能均匀地分布气化剂和火层;
- (2)能有效地承渣、降渣、破渣和排渣;
- (3)不仅能适应烧优质燃料,而且也能适应烧劣质燃料,还能在不同的负荷下保证炉渣中的含炭量较低。故要根据自身炉型及煤种,选用性能优良的专用炉算。

我公司造气炉采用块煤及块煤掺烧小籽煤和型煤制气时使用的炉算为七层六边型,为了适应小籽煤掺烧型煤的需要,我们于2013年3月将煤气炉的炉算由七层六边型更换成了通风面积大、破渣能力强、气化强度高、节能降耗显著、使用寿命长、结构新颖、煤种适应性强的八层六边型专用炉算。

3 结语

综上所述,我公司造气炉自原始开车至今已经历了中块煤、中块煤掺烧型煤、中块煤掺烧小籽煤和型煤以及小籽煤掺烧型煤四种类型煤的制气,且都经过了工艺调整和不断优化,均已摸索出了较为理想的操作方法。截至目前,所有造气炉全部采用了小籽煤掺烧型煤制气,正常情况下开11~12台炉供气,吨氨原料煤耗1 080kg,吨尿素原料煤耗650kg以下,已跃居全国同行业领先水平,为下一步争当全国合成氨、甲醇产品能效领跑者标杆企业奠定了坚实的基础。

(收稿日期:2014-09-15)