

Review of Control Valve Technology

Zhili Wu

Zhejiang Kstar Automation Valve Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325102, China

Abstract

With the development of the times, China's control valve technology has also made considerable progress. However, according to data from the Valve Branch of the China Machinery Industry Association, the annual transaction volume of China's valve market is as high as 50 billion, of which more than 10 billion of the market is occupied by international regulating valve companies. If enterprises want to change this situation, must optimize the process to improve the quality of the valve. Based on this, the paper takes the research summary of control valve technology as the topic, briefly describes the components of valve trim, and proposes control valve technology optimization measures, aiming to lay the foundation for the advancement of China's valve technology.

Keywords

control valve technology; valve trim; review

调节阀技术研究综述

吴志理

浙江科士达自控阀门有限公司, 中国 · 浙江 温州 325102

摘要

随着时代的发展, 中国调节阀技术也取得了长足的进步。但据中国机械工业协会阀门分会资料显示, 每年中国阀门市场交易金额度高达 500 亿左右, 其中 100 多亿的市场都被国际上的调节阀企业所占据。如果想改变这一现状, 就必须通过优化工艺, 提高阀门质量。基于此, 论文以调节阀技术研究综述为题, 简述阀内件的组成要素, 提出调节阀技术优化措施, 旨在为推动中国阀门技术的进步打下基础。

关键词

调节阀技术; 阀内件; 综述

1 引言

调节阀技术优化工艺关键点在于“阀内件”技术优化, 阀内件是与流体直接接触的阀内可拆卸的改变流通截面积和截流件导向等作用的零部件总称。其中包括典型截流件的阀芯 (Plug) 和阀座 (Seat), 还包括套筒 (Cage)、阀杆 (Stem) 以及减噪器 (Flow divider)、抗空化气蚀部件 (AC-trim)、导向 (Guide)、密封件、固定件等。阀内件可以实现流通截面积规则变化, 进而改变调节阀的流通能力, 并且优化其与阀芯、阀杆行程之间的相互关系。在一定程度上可提高其运行的精准度。不仅如此, 阀内件还可确保阀门紧密关闭, 严格控制其泄漏率, 使调节阀技术符合相关标准。

【作者简介】吴志理, 男, 阀门工程师, 总经理, 从事公司管理和自控阀门技术研究。

2 调节阀的主要组成要素

2.1 阀芯

阀芯是阀内件中最为关键的部件, 同时是控制阀的 movable 部件。例如, 在实际工作时, 阀芯可实现与阀座配合使用, 可紧密关闭切断流体, 可通过改变节流截面积来调节流体通过量, 进而达到过程控制的目的。

阀芯是通过其形状、尺寸、结构设计对调节阀工艺起作用^[1]。其一, 阀芯的形状 (或笼式阀的套筒开口形状) 决定着控制阀的流量特性, 如常见的线性、等百分比、快开特性和抛物线特性等。其二, 阀芯的尺寸以及阀内流路决定着控制阀的最大流通能力, 以此实现过程控制。其三, 阀芯的结构设计影响着阀门特性, 为了使阀芯满足实际的操作需求, 通常会以多样化阀芯结构设计呈现不一样的阀门性质。一般分直行程和角行程两大类。这两种大类型的阀芯设置分别用

于不同的控制阀之中。

早期调节阀技术采用的是单座阀控制阀,这类型控制阀一般都是顶部导向的直行程控制阀,采用最多的是柱塞型阀芯、套筒型阀芯、针形或圆柱铣槽阀芯(用于小流量)、抗空化气蚀的多级阀芯、特殊设计阀芯。其中,柱塞型阀芯运用于单座控制阀之中,存在平衡力不足、流通能力差、噪声大等问题。由此,20世纪60年代,国际上有些厂家开始研发平衡力好、流通能力较大、低噪声和便于拆装阀内件的套筒型控制阀,但此类阀芯与前一类阀芯相比,其紧密关闭切断功能、泄漏等级要差一些。在工业应用中,套筒易磨损,更会关闭不严和使泄漏量增大,造成安全功能不足。除了以上直行程阀芯,目前角行程阀芯也在生产过程中得到了应用,其与直行程阀芯存在差异,是通过旋转运动来改变它与阀座间的流通面积。

2.2 阀座

阀座也是调节阀技术中重要的一部分,其影响整个工艺的密闭性,对其流通量、运行效能产生影响。阀座也称作阀座环(seat ring),装配在阀体上,用于提供阀关闭状态时完全啮合的密封面^[2]。阀座密封面一般都做堆焊或涂复钨铬钴等硬质合金加硬处理。据相关资料显示,阀座有螺纹式和压紧式之分。其中,螺纹式阀座结构简洁,用螺纹拧入阀体,但使用时需要借助专用工具,依据厂家规定的扭力矩,才能高效完成操作。另外,在操作时,必须要考虑到螺纹有间隙连接的密封问题,并做好技术处理。例如,在传统操作之中,采用的方式是加座环密封平垫片,有的厂家不采用垫片密封,而是座环上部外斜面与阀体实现金属-金属密封。

3 调节阀技术优化举措

3.1 控制阀芯、阀座密封与泄漏

密封和泄漏是控制阀的重要指标,紧密关闭和降低泄漏率是控制阀功能安全的要求。其中,密封与阀芯、阀座的对准和接触及载荷有关,还与阀内件结构设计和金属精加工有关。泄漏与阀芯阀座密封面的用材有关,所以阀芯阀座密封面一般都作堆焊或涂复钨铬钴(司太莱合金)等硬质合金加硬处理,以抗重载接触和防冲刷磨损,提高泄漏等级。要想做好阀芯、阀座密封与泄漏的相关工作,优化调节阀技术,具体应从以下几个方面入手。

首先,要根据密封设计、参数和试验得出的泄漏量,标

准化组织规定的泄漏等级和严格的试验程序;确定阀芯、阀座泄漏标准。

其次,要结合不同类型的阀芯阀座,选择不同的密封材料,以做好泄漏等级控制。例如,可选择金属密封、经研磨的金属密封、弹性(软)密封。其中,金属密封将阀芯斜面和阀座接合面设计为不同角度,通常是阀芯密封的斜面角度为30°、阀座密封接合面角度为45°,金属-金属密封的泄漏等级可达Ⅳ级;若能将阀上经研磨的金属密封,泄漏等级可达Ⅴ级,提升一级。

最后,软密封一般选用有弹性的聚四氟乙烯PTFE作密封材料,嵌入在阀芯或阀座上,其泄漏等级可达Ⅵ级($\leq 3 \times 10^{-3} \times \Delta p \times$ 泄漏率系数)。其中值得注意的是,平衡型阀芯其泄漏等级,可依据不同的密封材料呈现不同,加石墨密封环的可达Ⅲ级($\leq 10^{-3}Kv$),加PTFE密封环的只可达Ⅳ级($\leq 10^{-4}Kv$)。

3.2 抗风化工腐蚀工艺

在调节阀中产生的冲刷、汽蚀空化现象,其根本原因即是由于阀前后的压差过大,流速过快。一般认为当 $\Delta p > 2.5MPa$ 时,流体介质通过阀内部时压力骤然下降,使通流截面面积最小处压力降至最低,当这一压力低于其饱和蒸汽压时,部分液体会出现汽化,形成大量微小的气泡,当流体流过节流口压力回升时,这些气泡又发生破裂回到液态,对阀体和阀芯等部件产生冲击并带来噪声、振动,对阀内件、阀体材质进行破坏^[3]。因此,现在控制阀厂家都致力于抗空气蚀的解决方案,旨在从选型计算上应用阻塞流方程,以避免产生闪蒸和空化的条件,还从阀内件结构、材料选用等方面入手特殊设计出各种不同的抗空气蚀阀芯。特殊设计的抗空气蚀阀芯,使流体在通过阀芯阀座时每一点的压力都高于该温度下的饱和蒸汽压,并提前破坏气泡而减小闪蒸效果,使空化难以产生,同时降低噪声。

3.3 做好密封面工作

密封面工艺通常与所选用的材料有关,其主要涉及软质材料、硬质材料。从摩擦学的角度来审视“密封面受力”有磨粒磨损、腐蚀磨损、表面疲劳磨损、冲蚀等不同类型、不同标准;应该根据不同的工作条件选择相适应的密封面材料。具体来看,以上几种密封面受力的表现和原因如下。

3.3.1 磨粒磨损

磨粒磨损是指粗糙的硬表面在软表面上滑动时出现的磨损。其是因为硬材料压入较软的材料表面，在接触表面就会划出一条微小的沟槽，此沟槽所脱落的材料以碎屑或疏松粒子的形式被推离物体的表面。

3.3.2 腐蚀磨损

金属表面腐蚀时产生一层氧化物，这层氧化物通常覆盖在受到腐蚀作用的部位上，这样也可能发生滑动，清除掉表面的氧化物，使裸露出来的金属表面受到进一步的腐蚀。由此，必须做好处理。

3.3.3 表面疲劳磨损

反复循环加载和卸载会使表面或表面下层产生疲劳裂纹，在表面形成碎片和凹坑，最终导致表面的破坏。

3.3.4 冲蚀

材料损坏是由锐利的粒子冲撞物体而产生的。它与磨粒磨损相似，但表面很粗糙。

3.3.5 擦伤

擦伤是指密封面相对运动的过程中，材料因摩擦引起的破坏。

由此，基于以上不良现状，理想的密封面要耐腐蚀、抗

擦伤、耐冲蚀、有足够的挤压强度、在高温下有足够的抗氧化性和抗热疲劳性，密封面材料与本体有相近似的线膨胀系数，有良好的焊接性能、加工性能。但在实际操作中不可能达到十全十美，因此选材时要视具体情况而定，以解决主要矛盾。

4 结语

简而言之，随着时代的发展，目前调节阀技术已经在中国得到广泛应用，并且在实践中也已取得相应成效。但要想推动调节阀技术的革新，相关学者亟需基于市场运行情况加强理论研究，以丰富的理论为实践提供支撑。相关企业也必须搭建实践平台，引领调节阀技术走入实践之中，在理论与实践的融合中推动其更优化。

参考文献

- [1] 师墨栋. 调节阀阀内件表面硬化处理工艺的分析[J]. 阀门, 2019(06):19-22.
- [2] 陈兴武, 狄海瑞, 于涛. 气动调节阀故障检测与诊断技术研究综述[J]. 电大理工, 2013(02):30-32.
- [3] 谢玉东, 王勇, 刘延俊. 调节阀技术研究综述[J]. 化工自动化及仪表, 2012(09):1111-1114.