

# 气动调节阀常见故障研究

刘 备

山东能源集团兖矿国宏化工有限责任公司 山东 邹城 273500

**摘 要:** 在化工生产中, 气动调节阀作为其中一项比较重要的仪表设备, 确保其运行处于正常状态, 对整个生产作业而言具有重要意义。本文深入探讨了气动调节阀在工业自动化系统中的常见故障及其处理策略。通过对气动调节阀的工作原理、常见故障类型的详细分析, 提出了包括定期检修、控制优化、预防性维护、巡检工作加强以及不稳定现象专项处理在内的综合解决方案, 旨在提高气动调节阀的运行稳定性和可靠性, 保障生产过程的顺利进行。

**关键词:** 气动调节阀; 常见故障; 研究

引言: 气动调节阀作为工业自动化控制系统中的重要组成部分, 其性能直接影响到生产过程的控制精度和效率。然而, 在实际应用中, 气动调节阀常因各种原因出现故障, 如泄漏、动作不稳定、振动、迟钝甚至不动作等, 这些问题不仅影响生产质量, 还可能引发安全事故。因此, 深入研究气动调节阀的常见故障及其处理策略, 对于提升工业自动化水平具有重要意义。

## 1 气动调节阀概述

### 1.1 工作原理

气动控制阀的工作原理精妙而高效, 它集成了气动执行机构与精密控制器, 通过复杂的联接、精密配置与动态调整, 实现了对流体介质的精确控制。作为核心部件的促动器, 犹如调节阀的心脏, 直接负责产生必要的推力或拉力, 以驱动阀门的开启与关闭。在接收到4-20mA的标准控制信号后, 控制器随即激活, 利用24V电压驱动仪表空气进入执行机构的气缸内, 推动阀轴旋转, 进而控制阀门的开度。整个过程中, 定位器扮演了关键角色, 它实时监测阀门的实际位置, 并与预设位置进行比较。一旦达到所需开度, 定位器便通过精密的反馈机制停止进一步的位置调整, 确保阀门稳定在设定位置。若需关闭阀门, 定位器接收到关闭信号, 迅速切断电磁控制阀的供气, 利用气缸内弹簧的自然反作用力实现阀门的快速、平稳关闭<sup>[1]</sup>。

### 1.2 气动

气动是指通过压缩的空气为动力源, 推动机械膨胀或转动。由于吸收了大量气体, 并被排除体外, 不产生基本类型污染空气。另外, 由于空气与液体之间的黏度比较小, 因此流速也更快, 对空气更无害。气动技术优势: 气动设备构造简洁、方便使用、便于安装与维修。较低水平的机械安装系统, 比传统液压装置更可靠。他的工作支持总是看起来筋疲力尽, 但是免费的废物处理

很简单, 没有污染环境。改变输出力的作用速率非常简单。通过进行空气压缩, 可储存电能并得到集中的压缩空气系统。能够在极短距离内产生动能, 并在间歇操作时进行反应。可缓冲。因此非常适合于冲击负荷和过载。在特定状态下, 气动装置能够自我维护。全面气动控制系统还具备了耐火、防爆和防潮等功能。和传统液压方式一样, 气动模式也可适用于高温环境。

## 2 气动调节阀的常见故障

### 2.1 气动调节阀的泄漏量增大

气动调节阀的泄漏率也和阀门开关有着密切联系。一是在阀体内的阀芯如果由于使用时间比较久而损坏了, 或者阀门关不严也会造成泄漏量的增加; 二是在阀体内部如果夹有异物或内部的壳壳烧结之后, 或调节了不同介质间的压力, 如果介质压力差很大, 也会使刚性小, 进而造成调节阀无法完全封闭, 这二个因素也会造成气动调节阀的泄露量增加。

### 2.2 气动调节阀的动作不稳定

气动调节阀的动作不稳定, 往往源于多个复杂因素的交织影响。信号压力的波动, 如同指挥交响乐的指挥棒节奏紊乱, 直接导致调节器的输出指令失去精准性, 使得气动调节阀的每一次动作都显得犹豫不决, 难以稳定地维持在设定状态。而气源压力的不平衡, 则如同乐队的乐器音准不一, 特别是当压气机容积设计不足时, 减压阀的效能大打折扣, 进一步加剧了气动系统内部的不稳定。

### 2.3 气动调节阀振动

气动调节阀的振动问题, 其根源往往深植于多种环境因素与结构设计的细微之处。除了衬套与阀芯间因磨损或设计不当产生的间隙, 导致摩擦不均引发的局部振动外, 调节阀的整体布局也是关键因素。当调节阀的布置未能充分考虑流体动力学的平衡原理, 如进出口管

道的布局不合理,就可能引发流体在阀内产生湍流或涡流,进而诱发振动。再者,选型错误同样是不可忽视的源头。若所选气动调节阀的型号与实际应用场景不匹配,如流量系数过大或过小,都将导致阀门在工作过程中频繁调整,增加振动风险。特别是单座阀,若其关闭方向与介质流向相悖,不仅会影响阀门的密封性能,还会加剧阀门的振动现象,对系统稳定性和设备寿命构成威胁<sup>[2]</sup>。

#### 2.4 气动调节阀动作迟钝

气动调节阀动作迟钝的问题,核心在于阀轴及其相关组件与环境的交互影响。阀轴的扭转效率直接关系到调节阀的响应速度,若阀轴因长期磨损或设计缺陷导致动作不顺畅,将显著扩大往返运动的阻力范围,进而影响调节阀的整体性能。此外,阀内填料的状况也是关键因素,石墨-石棉或聚四氟乙烯填料的老化、硬化或污染,会阻碍阀轴的灵活转动,增加摩擦力,使调节阀动作变得迟缓。同时,控制阀内部的清洁度亦不容忽视,杂质或沉积物的积累会进一步加剧阀轴的运动阻力。再者,若气动调节阀内配置了电气定位仪,其工作状态与阀轴线的相对位置调整不当,也可能通过影响电压信号传递,间接导致调节阀动作迟钝。

#### 2.5 气动调节阀不动作

气动调节阀不动作的问题复杂多样,核心在于信号与空气供应的故障。首先,定位仪若失去空气供应,换向阀易失效,空气滤清器管道可能堵塞,导致调节阀无法接收执行指令。其次,即便定位仪有气源却无输出,节流口堵塞是常见原因,阻碍了控制信号的传递。再者,若气源与输出同时缺失,极端气温、气源未开启等因素可能导致风机支架、减压阀等部件阻塞或失效,进而影响压机功能,使调节阀失去动力。

### 3 气动调节阀处理策略

#### 3.1 定期检修

在复杂多变的工作环境中,如高压差、强腐蚀性介质场合,定期检修不仅要关注阀体本身的抗压耐腐蚀性能,还需深入检查阀体与隔膜之间的密封状态,以防介质渗透导致的内部腐蚀加剧。此外,固定阀座上的剥肋现象及高压差条件下阀座密封面的冲蚀问题,同样不容忽视,它们直接关系到阀门的密封性和使用寿命。针对阀芯这一核心部件,由于其直接受到介质的高速冲击和持续腐蚀,定期检修时应采用高精度测量工具,细致检查其磨损程度和腐蚀状况,必要时进行更换或修复,以确保阀门的调节精度和稳定性。同时,密封元件如膜片、“O”型圈、密封垫等也是检修的重点对象。这些

部件的老化、裂纹或破损会直接导致系统泄漏,影响生产安全。因此,需采用专业检测设备对这些部件进行全面检查,及时更换老化或损坏的部件,并选用高质量的材料进行替换,以提高系统的整体密封性能。在仪表自动装置的分级保养中,通过明确不同设备的维修等级和保养要求,可以更加精准地制定保养计划,提高保养效率。同时,区域管理员应严格执行定期检查制度,将责任落实到人,确保每一台设备都能得到及时有效的维护。对于特殊重要的仪器,更应实施严格的分级管理,加强监控和检修力度,确保其始终处于最佳工作状态<sup>[1]</sup>。

#### 3.2 气动调节阀控制

第一,气动调节阀作为工业自动化控制系统中不可或缺的关键组件,其高效、可靠的性能对于维持生产过程的稳定性和精确性至关重要。这类调节阀以压缩气体(如空气或氮气)作为动力源,通过精密设计的气缸作为执行机构,能够精确控制阀门的开启与关闭程度,从而实现对管道内流体介质的流量、压力、温度及液位等关键工艺参数的精准调节。第二,在气动调节阀的控制系统中,阀门定位器扮演着至关重要的角色,它负责接收来自DCS(分布式控制系统)的精确控制信号,并将这些信号转换为气缸可识别的气压信号,确保阀门能够准确达到预定位置。此外,多路复用器、气动油门、电磁阀、调速阀等附件的协同作用,进一步提升了系统的灵活性和响应速度,使得调节过程更加平稳、精确。第三,特别值得一提的是,气动调节阀的故障安全设计,如“故障关”和“故障开”模式,为系统的安全运行提供了重要保障。在无气源或电磁阀失电等异常情况下,根据阀门的具体配置,阀门将自动关闭或打开,以防止介质泄漏或保障系统继续运行,有效降低了生产风险。第四,气动调节阀的执行机构还分为正作用和反作用两种类型,以适应不同的控制需求。正作用执行机构在信号压力增大时推动推杆向下移动,增加阀门开度;而反作用执行机构则相反,信号压力增大时推杆向上移动,减小阀门开度。

#### 3.3 预防性维护

其核心在于“防患于未然”,通过前瞻性的管理和技术手段,有效降低设备故障率,提升整体生产效率与安全性。这一策略的实施,不仅要求维护人员具备深厚的专业知识和技能,能够深入理解设备的运行原理、性能特点及常见故障模式,还需具备高度的责任心与敏锐的洞察力,能够及时发现潜在问题并采取有效措施加以解决。为了实现这一目标,企业需建立健全的设备管理制度,明确设备操作的标准化流程,确保每位操作人员

都能按照既定规范执行,减少因人为因素导致的设备损坏或故障。同时,加强设备日常巡检与维护保养工作,定期对设备进行清洁、润滑、紧固等保养作业,及时发现并处理微小故障或隐患,防止其演变为更大的问题。此外,引入先进的监测与诊断技术是提升预防性维护效果的关键。通过安装传感器、数据采集系统等设备,实时监测仪表自动化设备的运行状态,利用大数据分析、人工智能等技术手段,对设备运行数据进行深度挖掘与分析,预测设备可能发生的故障类型及时间,为制定针对性的维护计划提供科学依据。

### 3.4 开展巡检工作

为了将这一工作做细做实,企业不仅需要制定详尽合理的巡检制度,还需在执行过程中注重细节与效率,确保巡检工作的全面性和有效性。(1)在规划巡检时间时,企业应充分考虑设备的运行特性、历史故障记录以及生产需求,科学设定巡检频次和时长。通过细化到小时的巡检计划,不仅能让巡检人员有明确的时间节点,还能促使他们形成固定的巡检习惯,减少遗漏和疏忽。同时,灵活调整巡检时间,如在高负荷运行时段增加巡检次数,能更有效地捕捉设备潜在问题,保障生产安全。(2)采用小组形式进行巡检,不仅提高了工作效率,还增强了团队协作与监督。每个小组内成员分工明确,各自承担特定的检查任务,如外观检查、功能测试、数据记录等,确保巡检工作的全面覆盖。同时,小组内的相互协作与监督,有助于及时发现并纠正巡检过程中的不规范行为,提升巡检质量。此外,明确的小组责任制还能有效避免在问题出现时责任不清、推诿扯皮的情况,促进问题的快速解决。(3)为了进一步提升巡检工作的效果,企业还可以引入信息化手段,如使用巡检管理系统记录巡检数据、生成巡检报告,通过数据分析发现设备运行的规律性和趋势性问题,为预防性维护提供有力支持。同时,加强对巡检人员的培训,提升其专业技能和责任心,也是确保巡检工作高质量开展的重要保障。

### 3.5 增强调节阀不稳定处理

针对调节阀在运行过程中出现的信号压力不稳定和气源压力波动问题,企业需采取一系列综合措施以增强其稳定性和可靠性,确保生产过程的平稳进行。第一,

针对信号压力不稳定的情况,核心在于确保电力网络系统的稳定运行。这要求企业定期检查和维修电力系统的各个环节,包括电源线路、变压器、配电柜等,及时发现并排除潜在故障。同时,引入冗余电源设计,确保在主电源出现故障时,备用电源能迅速接管,保障信号压力的稳定供应。此外,加强信号线路的屏蔽和防护,减少外部电磁干扰对信号传输的影响,也是提升信号稳定性的重要手段。第二,对于气源压力不稳的问题,首先应对气源系统进行全面检查,确认气源供应的稳定性和充足性。在此基础上,对定位器进行精细调整,通过重新整定参数、校准输出等方式,使其能够准确反映气源压力的变化,并输出稳定的控制信号。若定位器本身存在故障或性能下降,应及时更换,选用质量可靠、性能优越的新定位器。同时,优化气源管道布局,减少弯头、阀门等阻力元件,降低气源在传输过程中的压力损失。第三,针对阀杆摩擦大、运行不畅的问题,可通过重新安装阀杆、调整阀杆位置或添加适量润滑剂等方式来减小摩擦,提高阀杆运动的灵活性和平稳性。在操作过程中,应注意润滑剂的选择和使用量,避免过多或过少对阀杆运行造成不良影响<sup>[4]</sup>。

### 结束语

综上所述,气动调节阀作为工业自动化控制的关键元件,其稳定性和可靠性直接关系到生产过程的顺畅与安全。通过深入研究其常见故障类型及其成因,并针对性地提出一系列处理策略,我们不仅能够及时有效地解决现有问题,还能为未来的维护与管理提供宝贵经验。随着技术的不断进步,我们有理由相信,气动调节阀的性能将会更加优越,为工业自动化发展贡献更大的力量。

### 参考文献

- [1]杨波.典型气动调节阀故障分析[J].电力安全技术,2019,21(10):52-55.
- [2]王晓波.气动调节阀的安装常见故障分析及解决[J].设备管理与维修,2019(8):45-46.
- [3]熊磊.压水堆核电厂气动调节阀常见故障及维护[J].仪器仪表用户,2018,25(1):91-93,16.
- [4]王琪.气动薄膜式执行机构故障分析及处理[J].南方农机,2019,50(3):25-26.