

气动调节阀常见故障研究

蔡央尔

宁波佳明金属制口有限公司 浙江慈溪 315300

摘要: 气动调节阀在工业生产中应用广泛,其故障会影响生产效率与安全。常见故障类型包括调节阀不动作、动作异常卡顿、泄漏超标以及振动与噪音故障。不动作故障可能源于气源、信号等问题;卡顿故障多与机械部件、介质有关;泄漏超标常因阀芯磨损、异物等导致;振动与噪音故障和支撑、选型等因素相关。针对这些故障,可采用不动作故障排查修复、卡顿故障润滑清理、泄漏故障密封修复以及振动噪音故障减震降噪等解决方法,保障气动调节阀稳定运行。

关键词: 气动调节阀; 常见故障; 解决方法

引言

在工业自动化生产进程中,气动调节阀作为核心控制设备,发挥着至关重要的作用。它以压缩空气为动力源,能够精准调节介质的流量、压力等参数,广泛应用于石油、化工、电力等众多领域。随着工业生产规模的不断扩大和工艺要求的日益提高,气动调节阀的稳定运行显得尤为关键。其运行状况直接关系到生产过程的稳定性、产品质量的可靠性以及能源利用的高效性。因此,深入研究气动调节阀具有重要的现实意义。

一、气动调节阀概述

气动调节阀作为工业过程控制仪表中的关键设备,在石油、化工、电力、冶金等众多工业领域发挥着不可或缺的作用,宛如工业自动化系统中的“灵动之手”,精准地操控着生产过程。从工作原理上看,气动调节阀以压缩空气为动力源,以气缸为执行器,借助电气阀门定位器、转换器、电磁阀、保位阀等附件驱动阀门。它接收工业自动化控制系统的控制信号,实现开关量或比例式调节,从而对管道介质的流量、压力、温度等工艺参数进行精确调控。这种以压缩空气为动力的方式,使得气动调节阀具有控制简单、反应快速且本质安全的特点,无需额外采取防爆措施,在众多工业环境中得到广泛应用。在结构组成方面,气动调节阀通常由气动执行机构和调节阀连接安装调试而成。气动执行机构可分为单作用式和双作用式。单作用执行器内有复位弹簧,在失去气源或出现突然故障时,能自动归位到阀门初始设置的开启或关闭状态;双作用执行器内则没有复位弹簧^[1]。

根据动作形式,气动调节阀又可分为气开型和气关型,即常开型和常闭型,这两种类型通过执行机构的正反作用和阀态结构的不同组装方式实现。在应用场景上,气动调节阀的身影遍布各个工业角落。在化工生产中,它精确控制着各种化学反应所需的物料流量和压力,确保反应的顺利进行;在电力行业,它对蒸汽、水等介质的参数进行调节,保障发电设备的稳定运行;在冶金领域,它参与金属冶炼过程中的温度、气体流量等控制,提高产品质量。

二、气动调节阀常见故障类型

(一) 调节阀不动作故障

调节阀不动作故障严重影响气动调节阀对介质参数的调控功能,其成因复杂多样。(1) 无气源或气源压力不足:气源未开启、气源含水在低温下结冰堵塞管道、过滤器或减压阀故障、压缩机异常以及气源总管泄漏等,都会使调节阀因缺乏足够动力而无法动作。(2) 有气源但无信号输入:调节器出现故障无法输出信号、信号管发生泄漏、定位器波纹管破损漏气或者调节网膜片损坏,导致信号无法正常传递至调节阀,使其不能响应动作指令。(3) 定位器无气源供应:过滤器堵塞、减压阀失效或者管道存在泄漏、堵塞问题,造成定位器得不到气源,无法对调节阀进行有效控制。(4) 定位器有气源却无输出:定位器的节流孔被堵塞,阻碍了气源压力的正常转换和输出,致使调节阀接收不到动作信号。(5) 有信号但调节阀仍不动作:阀芯脱落、阀芯与阀座卡死、阀杆弯曲或折断、阀座阀芯冻结或被焦块污物卡住,以及执行机构弹簧生锈卡死等机械故障,使调节阀即使接收到

信号也无法正常动作。

（二）调节阀动作异常卡顿故障

调节阀动作异常卡顿故障会严重影响气动调节阀的调节精度和响应速度，降低工业生产过程的稳定性和效率。（1）密封填料问题：密封填料老化、干枯，会增大阀杆与填料间的摩擦力，使得阀杆在运动过程中受到较大阻力，从而导致调节阀动作卡顿。（2）阀内异物堵塞：阀体内含有粘性大的污物、结焦，或者有其他异物进入，会阻碍阀芯的正常移动，使调节阀在动作时出现卡顿现象。（3）膜片及密封件泄漏：气动调节阀膜片及O形密封圈等处发生泄漏，会导致气压不稳定，无法为调节阀动作提供稳定的动力，进而造成动作卡顿。（4）阀杆弯曲或变形：阀杆弯曲会使阀杆在运动过程中与其他部件产生额外的摩擦和干涉，增加运动阻力，导致调节阀动作不顺畅，出现卡顿。（5）定位器故障：定位器工作不正常，如输出信号不准确、反馈不及时等，会使调节阀不能按照预期的指令动作，表现出卡顿的情况。

（三）调节阀泄漏超标故障

调节阀泄漏超标故障是气动调节阀运行中危害较大的问题，会造成介质浪费、环境污染，甚至引发安全事故，其成因具有多样性。阀芯与阀座磨损是导致泄漏的常见原因，长期使用后，二者频繁接触、摩擦，密封面受损，导致密封性能下降，介质容易泄漏。生产过程中，管道内的焊渣、铁锈、杂物等可能进入调节阀，卡在阀芯与阀座之间，破坏密封面的贴合度，致使介质泄漏^[2]。介质压差过大也会引发泄漏，当介质压差超出执行机构的设计承载能力，执行机构无法提供足够的关闭力，阀芯难以与阀座紧密贴合，造成泄漏。密封件老化、损坏也不容忽视，密封件长期受介质腐蚀、温度变化等影响，会出现老化、变形、破裂等情况，失去密封作用，导致调节阀泄漏超标。

（四）调节阀振动与噪音故障

调节阀振动与噪音故障不仅会影响气动调节阀自身的使用寿命，还可能对周围环境和操作人员造成不良影响，其产生原因较为复杂。支撑不稳是导致振动的一个原因，如果调节阀的支撑结构松动或刚度不足，在介质流动和阀门动作时，调节阀会因缺乏稳定支撑而产生振动，进而引发噪音。附近存在振动源也有影响，当调节阀周围有其他设备产生振动时，这些振动会通过管道或空气传递到调节阀上，使调节阀随之振动并产生噪音。阀芯与衬套磨损严重也不容忽视，长期使用后，阀芯与

衬套之间的间隙增大，在介质流动的作用下，阀芯会发生不规则运动，导致调节阀振动和噪音的产生。调节阀选型不当也可能引发此类故障，若调节阀的口径过大，在实际运行中常处于小开度状态，介质流动状态不稳定，会引起调节阀振动和噪音。

三、气动调节阀常见故障的解决方法

（一）不动作故障排查修复法

气动调节阀出现不动作故障时，需全面细致地排查并采取有效修复方法，以保障其正常运行。（1）气源检查与修复：气源是气动调节阀正常工作的基础。首先要确认气源是否开启，检查气源压力是否符合标准要求。若发现气源压力过低，可能是气源含水在寒冷天气下结冰，导致管道堵塞，此时需对管道进行解冻处理；若过滤器或减压阀堵塞，会影响供气的稳定性，应及时清理或更换这些部件，确保气源正常供应。（2）信号系统排查：信号系统的正常运行对于调节阀接收控制指令至关重要。检查信号传输线路是否有破损、短路等情况，若发现线路问题，需及时修复或更换。若调节器出现故障，会导致信号输出异常，需对其进行维修或更换；若信号管泄漏，会造成信号衰减，要及时修复泄漏处，保证信号准确传输。（3）定位器检修：定位器是调节阀的重要控制部件。查看定位器的供气是否中断，空气压力是否过低。若定位器的波纹管泄漏，会导致输出压力异常，需更换波纹管；若节流孔堵塞，会影响定位器的正常工作，可使用专业工具进行清理疏通，恢复定位器的功能。（4）执行机构检查：执行机构是调节阀动作的动力来源。检查执行机构的弹簧是否因长期使用而生锈卡死，膜片是否损坏。若弹簧锈死，可采用除锈剂进行除锈处理，严重时需更换弹簧；若膜片损坏，会导致执行机构无法正常工作，需及时更换新膜片。（5）阀芯与阀座检查：阀芯与阀座的配合精度直接影响调节阀的调节性能。查看阀芯是否脱落、与阀座是否卡死。若有异物卡住，可尝试通过介质冲刷的方式将异物冲走；若冲刷无效，则需对调节阀进行拆卸清理。若阀芯或阀座损坏严重，无法修复，需及时进行更换，确保调节阀能够正常动作。

（二）卡顿故障润滑清理法

气动调节阀出现卡顿故障会严重影响其调节性能，润滑清理法是解决该问题的有效手段。针对密封填料导致的卡顿，需先对填料进行检查。若聚四氟乙烯填料变质硬化或石墨-石棉填料润滑油干燥，应及时更换填料，

并涂抹合适的润滑剂，以降低阀杆与填料间的摩擦力。同时，调整填料压盖的松紧度，避免过紧增加阻力。阀内异物堵塞是造成卡顿的常见原因，可采用冲洗的方法，利用合适的介质对调节阀进行冲洗，将卡在阀芯、阀座或其他部位的异物冲走。若冲洗效果不佳，需对调节阀进行拆卸，仔细清理阀腔内的杂质、焊渣、铁锈等。清理完成后，要对调节阀进行组装和调试，确保其正常运行。阀杆弯曲或变形也会引起卡顿，对于轻微弯曲的阀杆，可使用专业工具进行校正；若阀杆变形严重，则需更换新的阀杆。在安装阀杆时，要保证其安装位置正确，避免与其他部件产生干涉。定期对调节阀的活动部件进行润滑也是预防卡顿的重要措施，使用合适的润滑剂对阀芯、阀杆、执行机构等部位进行润滑，可减少部件间的摩擦，提高调节阀的动作灵活性。通过以上润滑清理方法，能有效解决气动调节阀的卡顿故障，保障其稳定运行。

（三）泄漏故障密封修复法

气动调节阀出现泄漏故障会影响系统的正常运行，密封修复法是解决此类问题的关键。（1）阀芯与阀座修复：阀芯与阀座的密封性能直接影响调节阀的防泄漏效果。若二者磨损较轻，可借助研磨工艺，选用适配的研磨剂，精心提高密封面的光洁度与贴合度；若磨损严重，为保证密封效果，需及时更换阀芯与阀座。（2）清除异物：阀内异物是导致泄漏的常见原因之一。一旦发现因异物造成泄漏，应迅速关闭调节阀，小心拆卸阀门，仔细清除卡在阀芯与阀座间的杂物，确保密封面畅通无阻。（3）调整执行机构：当介质压差过大时，执行机构的关闭力可能不足。此时可通过调整执行机构弹簧的预紧力，或者更换具备更大推力的执行机构，确保其能提供足够关闭力，让阀芯与阀座紧密贴合。（4）更换密封件：密封件老化、损坏会使密封性能下降。对于如O形圈、垫片这类密封件，要及时替换为规格相符、材质合适的新品。（5）检查法兰连接：法兰连接部位的状况也会影响密封效果。查看其是否松动、螺栓有无拧紧，若有松动，用合适工具拧紧螺栓；若密封面损坏，可修复密封面或更换法兰垫片。

（四）振动噪音故障减震降噪法

气动调节阀出现振动和噪音故障，会影响其正常运行和使用寿命，还可能对周围环境造成干扰。检查调节

阀的支撑是否牢固，对于松动的支撑，要及时进行加固。可以增加支撑的刚度，如采用更粗壮的支撑腿或增加支撑点，减少调节阀因支撑不稳而产生的振动。此外，在支撑与调节阀之间添加减震垫，能进一步吸收振动能量，降低振动传递。若调节阀附近存在其他振动设备，应采取隔离措施。例如，在管道与振动设备之间安装柔性连接管，如橡胶接头，以减少振动的传递。还可以在调节阀周围设置隔音屏障，降低噪音传播。针对阀芯与衬套磨损导致的振动和噪音，需及时进行修复或更换^[3]。对磨损不严重的部件，可以进行研磨修复；磨损严重时，则要更换新的阀芯和衬套，保证其配合精度，减少振动和噪音的产生。在选型阶段，要根据实际工况选择合适口径和类型的调节阀，避免因选型不当导致小开度运行产生振动。安装时，要确保调节阀的安装位置正确，管道连接顺畅，减少介质流动的阻力和不稳定因素，从而降低振动和噪音。通过以上减震降噪方法，可以有效解决气动调节阀的振动和噪音问题。

结语

未来，随着技术的持续发展，气动调节阀故障诊断与处理技术将迎来新的变革。人工智能、大数据分析等前沿技术的融入，能让故障诊断更智能、高效。通过对历史故障数据的深度挖掘与学习，系统可精准预测潜在故障并提前预警。传感器技术的升级也将提供更全面、精确的运行数据，助力快速定位故障。此外，远程监控与诊断系统的完善，使技术人员能实时掌握调节阀状态并及时处理。持续探索这些技术，可保障气动调节阀稳定运行，为工业生产的高效、安全与可持续发展注入强劲动力。

参考文献

- [1] 曹锡超. 气动调节阀故障原因分析及常见故障处理对策[J]. 石油化工技术与经济, 2024, 40(6): 38-42.
- [2] 卫红瑞. 气动调节阀常见故障及处理方法[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2024(5): 0025-0028.
- [3] 邹春寿. 气动调节阀的常见故障及处理对策[J]. 中国高新科技, 2021(21): 98-98+107.