

提高电力热工阀门调节精度的技术调试探讨

王星驰

天津蓝巢电力检修有限公司 天津 300000

摘要: 随着新能源并网规模扩大及电网调频需求提升,超临界机组对阀门动态响应、控制线性度的要求日益严格。本文聚焦电力热工阀门调节精度提升,探讨技术调试要点。先阐述调节精度技术调试的基本内涵,接着分析阀门选型安装、控制系统参数、介质特性与工况等影响因素,如类型选择不当、PID 参数不合理、介质腐蚀及工况波动等。然后从阀门特性测试优化、控制系统参数整定、智能控制技术应用及设备维护管理等方面,提出流量特性测试、PID 参数优化、物联网监控、定期维护等具体调试策略,为提高电力热工阀门调节精度提供技术参考。

关键词: 提高电力;热工阀门;调节精度;技术调试

引言: 在电力系统中,热工阀门作为关键控制元件,其调节精度直接影响系统运行的稳定性与经济性。随着电力行业自动化水平提升,对阀门精准调节的要求愈发严格。然而,实际应用中阀门调节精度常受选型安装、控制参数及工况变化等因素干扰,导致调节偏差,影响系统效率甚至引发安全隐患。因此,深入研究电力热工阀门调节精度的技术调试具有重要现实意义。将系统分析影响因素,探索有效的技术调试策略,以提升阀门调节性能,保障电力系统安全高效运行。

1 电力热工阀门调节精度技术调试的概述

电力热工阀门调节精度技术调试是保障电力系统稳定运行的关键环节。在电力生产过程中,热工阀门承担着调节介质流量、压力、温度等重要参数的功能,其调节精度直接影响机组的运行效率与安全性。技术调试围绕阀门全生命周期展开,涵盖从前期选型、安装到运行过程中的参数优化与故障诊断等一系列工作。通过科学合理的调试,能够使阀门在不同工况下准确执行控制指令,确保电力系统各项参数维持在理想区间。调试过程需要综合运用流体力学、自动控制等多学科知识,借助先进的测试设备与控制算法,对阀门的机械性能、控制特性进行精准检测与优化。同时,结合电力系统的实际运行需求,不断改进调试方法,提高阀门调节精度,从而降低能源损耗,减少设备故障发生概率,为电力系统的高效、稳定运行筑牢技术基础^[1]。

2 影响电力热工阀门调节精度的因素

2.1 阀门选型与安装

2.1.1 阀门类型选择不当

阀门类型多种多样,每种都有其适用工况。若选型不当,将严重影响调节精度。例如,在需要快速切断的工况下选用调节型阀门,其响应速度和密封性能无法满

足要求,难以实现精准控制;在高温、高压、强腐蚀的介质环境中,若未选用相应材质和结构的阀门,会因阀门过早损坏或性能下降,导致调节失准,进而影响电力系统整体运行的稳定性和可靠性。

2.1.2 阀门口径不合适

阀门口径直接关系到介质流量的调节能力。口径过大,在小流量调节时,阀门微小的开度变化就会引起流量大幅波动,难以实现精细调节;口径过小,则无法满足大流量工况需求,导致阀门长期处于极限开度,不仅影响阀门使用寿命,还会因节流损失过大,使系统能耗增加,同时也无法对介质参数进行有效调控,降低了电力热工阀门的调节精度^[2]。

2.1.3 安装位置与方式不合理

安装位置和方式对阀门性能影响显著。若阀门安装位置靠近管道弯头、变径处,介质流动状态紊乱,易产生涡流和压力波动,干扰阀门的正常调节;安装方式不当,如阀门与管道连接不垂直、同轴度偏差大,会增加阀门运动部件的摩擦阻力,导致阀门动作迟缓、卡涩,使阀门的实际开度与控制信号不匹配,从而降低调节精度,甚至引发安全事故。

2.2 控制系统参数

2.2.1 PID 参数设置不合理

PID 控制是电力热工阀门调节中常用的控制方式,其参数比例(P)、积分(I)、微分(D)的设置直接影响调节效果。比例系数过大,系统易产生超调,稳定性下降;过小则调节速度缓慢。积分时间过长,会导致系统响应滞后,无法及时消除静态误差;过短则可能引发系统振荡。微分时间设置不当,会使系统对干扰信号过于敏感或反应迟钝。若 PID 参数未根据阀门特性和工况精准调试,阀门调节过程中将出现调节过度、响应迟缓等

问题,严重影响调节精度。

2.2.2 控制算法落后

随着电力系统智能化发展,传统简单的控制算法难以满足复杂工况下对阀门调节精度的要求。落后的控制算法无法有效处理非线性、时变性强的系统特性,在面对工况突变或介质参数复杂变化时,不能及时调整控制策略。相比之下,先进控制算法能够更精准地预测和控制阀门动作,实现快速、稳定调节。而采用落后算法,会使阀门调节滞后于系统需求,导致参数波动大,调节精度难以保障,制约电力系统运行效率和稳定性的提升。

2.3 介质特性与工况

2.3.1 介质的粘度、腐蚀性等

介质的粘度和腐蚀性对电力热工阀门调节精度影响显著。高粘度介质流动阻力大,会增加阀门动作的负载,导致阀门执行机构响应延迟,难以快速、准确地达到目标开度,造成调节滞后;低粘度介质则可能因流速过快,使阀门控制难度增大,调节过程易产生振荡。同时,具有腐蚀性的介质会侵蚀阀门内部结构材料,导致密封面损坏、阀芯磨损,改变阀门原有流通特性,破坏调节精度,甚至引发介质泄漏,威胁系统安全运行。

2.3.2 工况的变化,如温度、压力波动

电力系统运行过程中,温度和压力的频繁波动会干扰阀门的正常调节。高温会使阀门材料发生热膨胀变形,影响阀芯与阀座的配合精度,导致泄漏量增加;低温则可能引起材料脆化,降低阀门机械性能,使动作灵活性变差。压力波动时,阀门前后压差的改变会直接影响介质流量,若压力突变,阀门来不及调整开度,易造成调节偏差。工况的不稳定迫使阀门频繁动作,加剧部件磨损,进一步降低调节精度,影响电力系统运行的稳定性和可靠性。

3 提高电力热工阀门调节精度的技术调试策略

3.1 阀门特性测试与优化

3.1.1 流量特性测试

流量特性测试是掌握阀门调节性能的基础。通过对阀门在不同开度下的实际流量与理论流量进行对比分析,能够绘制出精确的流量特性曲线。在测试过程中,模拟电力热工系统的实际工况,控制介质的压力、温度、流速等参数,利用高精度流量计等设备采集数据。若发现流量特性曲线与理想曲线存在偏差,说明阀门调节存在非线性问题,可能影响调节精度。基于测试结果,可针对性地对阀门的调节参数进行修正,或对控制系统进行优化,使阀门的流量调节更符合系统需求,实现精准控制介质流量。

3.1.2 泄漏量测试

泄漏量是衡量阀门密封性能的关键指标,直接关系到调节精度和系统安全性。泄漏量测试需在规定的压力和温度条件下,对阀门关闭状态下的泄漏情况进行检测。采用专业的泄漏检测仪器,如超声波检漏仪、气密性检测仪等,精确测量单位时间内的泄漏量。即使微小的泄漏,长期积累也会对系统参数产生显著影响,导致调节偏差。一旦检测到泄漏量超标,需及时排查密封面磨损、密封件老化等原因,并进行修复或更换。通过严格控制泄漏量,确保阀门在调节过程中能够准确截断或调节介质流量,提升调节精度,保障电力系统稳定运行。

3.1.3 阀门内部结构优化

阀门内部结构的合理性对调节精度起着决定性作用。通过分析阀门在运行过程中出现的问题,如卡涩、磨损、调节滞后等,对内部结构进行优化设计。例如,改进阀芯的形状和结构,使其在调节过程中受力更均匀,减少卡涩现象;优化流道设计,降低介质流动阻力,提高阀门的响应速度;选用耐磨性、耐腐蚀性更好的材料制作关键部件,延长阀门使用寿命,保证调节性能的稳定性。此外,还可对阀门的执行机构进行优化,增强其驱动力和灵敏度,使阀门能够更快速、准确地响应控制信号,从而有效提高电力热工阀门的调节精度^[3]。

3.2 控制系统参数整定

3.2.1 PID 参数优化

PID 参数优化是提升阀门调节精度的重要手段。在实际调试过程中,比例(P)参数决定了系统的响应速度,若P值过大,系统易出现超调甚至振荡;若P值过小,调节速度则会变慢。积分(I)参数用于消除系统的稳态误差,但I值过大可能导致系统响应滞后,过小则无法有效消除误差。微分(D)参数能预测系统变化趋势,提前进行调节,然而D值过大,系统对噪声会过于敏感。优化时,可采用临界比例度法、响应曲线法等经典调试方法,也可借助智能优化算法如遗传算法、蚁群算法,通过模拟生物进化和群体智能行为,快速搜索出全局最优的PID参数组合。同时,结合电力热工阀门的实际运行工况,动态调整PID参数,使阀门在不同负荷、介质特性变化下,都能实现快速、稳定且精准的调节,减少调节偏差。

3.2.2 先进控制算法应用

随着电力系统运行工况日益复杂,先进控制算法的应用成为必然趋势。模型预测控制(MPC)通过建立阀门系统的动态模型,对未来一段时间内的系统输出进行

预测,并基于预测结果滚动优化控制策略,能够有效处理多变量、约束条件下的控制问题,在面对温度、压力等参数剧烈波动时,实现精准调节。自适应控制算法可实时感知系统参数变化,自动调整控制器参数,使阀门始终处于最佳工作状态,尤其适用于介质特性不断变化的工况。此外,模糊控制算法凭借其不依赖精确数学模型的优势,通过模拟人类专家的控制经验,制定模糊规则进行推理决策,能有效应对非线性、强耦合的复杂系统。

3.3 智能控制技术应用

3.3.1 基于物联网的远程监控与诊断

基于物联网的远程监控与诊断技术,通过构建“云-管-端”一体化架构,实现对电力热工阀门的全方位智能管理。在终端层面,利用高精度传感器实时采集阀门的压力、温度、振动、位移等关键运行数据,甚至可通过声发射传感器捕捉阀门内部微小泄漏信号;传输层借助5G、工业物联网等通信技术,将数据安全、高效地传输至云端服务器。云端平台集成大数据分析 with 人工智能算法,一方面可绘制阀门运行健康图谱,实现对阀门磨损、密封失效等潜在故障的预测性诊断;另一方面,运维人员能通过移动端或PC端远程查看阀门实时状态,对异常参数进行即时调整。例如,当发现阀门调节滞后时,可远程优化控制参数,避免因人工巡检延迟导致的精度下降,大幅提升运维效率与系统稳定性。

3.3.2 自适应控制技术

自适应控制技术通过“感知-学习-决策”的闭环机制,赋予阀门动态调节能力。系统内置的智能算法可实时监测介质粘度、腐蚀性、工况压力与温度等参数变化,当介质粘度突然升高时,自适应控制器能自动增加执行机构驱动力,同步优化调节步长,避免阀门卡涩与调节滞后;在压力剧烈波动工况下,通过在线辨识系统动态模型参数,快速调整控制策略,防止超调或欠调现象。此外,自适应控制技术还可与机器学习算法结合,通过历史数据训练模型,使系统在长期运行中不断优化控制参数,形成“越用越智能”的调节模式。相比传统固定参数控制,该技术能使阀门在复杂多变工况下始终保持 $\pm 1\%$ 以内的调节精度,显著提升电力系统运行的可靠性与经济性。

3.4 设备维护与管理

3.4.1 定期维护与保养

定期维护与保养是延长电力热工阀门使用寿命、维持调节精度的基础工作。制定科学合理的维护计划,定期对阀门进行全面检查,包括清理阀门表面及内部的污垢、杂质,防止其影响阀门的正常动作;对阀门的密封部件、传动部件进行润滑保养,减少摩擦磨损,确保阀门动作灵活;检查阀门连接部位的紧固情况,防止因松动导致泄漏或调节失灵。此外,还需定期校验阀门的控制信号与实际开度的一致性,对执行机构的性能进行测试。

3.4.2 故障诊断与及时修复

故障诊断与及时修复是避免阀门调节精度下降引发严重后果的关键措施。利用振动分析、红外热成像、超声波检测等先进技术,对阀门运行状态进行实时监测,快速定位故障点。例如,通过振动频谱分析可判断阀门内部部件是否存在磨损、松动;红外热成像能检测阀门局部过热等异常情况。一旦发现故障,维修人员需根据诊断结果迅速制定修复方案,更换损坏部件、修复磨损部位或调整控制参数。及时、有效的故障诊断与修复,可最大限度减少故障对阀门调节精度的影响,降低对电力系统安全稳定运行的威胁^[4]。

结束语

综上所述,电力热工阀门调节精度的提升需多管齐下。从精准选型安装、优化控制系统参数,到引入智能控制技术、强化设备维护管理,各环节相辅相成,共同构成完整的技术调试体系。随着电力行业智能化、高效化发展趋势日益显著,持续探索新技术、新方法,将物联网、人工智能等前沿技术深度融合于阀门调试与运维中,是进一步提升调节精度、保障电力系统安全稳定运行的关键。

参考文献

- [1]常志刚. 电力热工自动化仪表检修及调试探讨[J]. 百科论坛电子杂志,2020(16):1989.
- [2]杨勇,刘丙利. 电力热工自动化仪表检修及调试探讨[J]. 百科论坛电子杂志,2021(11):548.
- [3]李欣谔. 电力热工自动化仪表检修及调试探讨[J]. 建筑工程技术与设计,2020(19):4076.
- [4]王雨霏. 电厂热工自动化仪表调试及维护研究[J]. 缔客世界,2021(2):121.