

汽轮机阀门卡涩问题的根源探究及解决策略

汪玲凤

东方电气集团东方汽轮机有限公司 四川 德阳 618000

摘要：本文聚焦于汽轮机阀门卡涩问题，深入剖析其根源，涵盖设计、制造、安装、运行维护等多个环节，并提出针对性的解决策略，旨在为汽轮机阀门卡涩问题的有效解决提供理论支持与实践指导，保障汽轮机的安全稳定运行。

关键词：汽轮机阀门；卡涩问题；根源探究；解决策略

引言

汽轮机作为电力、化工等工业领域的核心动力设备，其安全稳定运行至关重要。阀门作为汽轮机系统中的关键部件，承担着调节介质流量、压力等重要功能。然而，阀门卡涩问题频繁出现，不仅影响汽轮机的正常运行效率，还可能引发严重的安全事故，造成巨大的经济损失。因此，深入研究汽轮机阀门卡涩问题的根源并提出有效的解决策略具有重要的现实意义。

1 汽轮机阀门卡涩问题的根源探究

1.1 设计因素

阀门设计不合理是导致卡涩问题的重要根源之一。在设计过程中，若对阀门的流通能力、流场分布等关键参数考虑不足，可能导致介质在阀门内部流动不畅，产生局部涡流或湍流，进而引发阀门振动、磨损加剧，最终造成卡涩。例如，某些阀门在设计时未充分考虑介质中杂质的影响，未设置有效的过滤装置或合理的流道结构，使得杂质容易在阀门内部堆积，阻碍阀门的正常动作。此外，阀门与管道的连接方式设计不当，如法兰连接时螺栓预紧力不均匀，也可能导致阀门在运行过程中出现泄漏或卡涩现象。

1.2 制造工艺

制造工艺的缺陷同样会对阀门的性能产生重大影响，进而引发卡涩问题。在阀门制造过程中，若铸造、锻造、焊接等工艺控制不当，可能导致阀门内部存在气孔、夹渣、裂纹等缺陷。这些缺陷不仅会降低阀门的强度和密封性能，还可能成为介质中杂质沉积的场所，随着时间的推移，逐渐形成堵塞，导致阀门卡涩。例如，在阀门铸造过程中，如果浇注温度、冷却速度等参数控制不合理，容易产生缩孔、疏松等缺陷，这些缺陷部位在介质冲刷下可能逐渐扩大，最终影响阀门的正常开关。此外，阀门零部件的加工精度不足，如阀座与阀瓣的配合间隙过大或过小，也会导致阀门在运行过程中出

现卡涩或泄漏问题^[1]。

1.3 安装质量

安装质量的好坏直接关系到阀门的运行可靠性。在阀门安装过程中，如果安装位置不当、安装方向错误或安装不牢固，都可能引发阀门卡涩问题。例如，某些阀门在安装时未按照设计要求进行水平或垂直安装，导致阀门在重力作用下产生变形，影响阀门的正常开关。此外，安装过程中若未对阀门进行严格的清洗和检查，使得阀门内部残留铁屑、焊渣等杂质，这些杂质在阀门运行过程中会随着介质流动，卡在阀座与阀瓣之间，造成阀门卡涩。同时，安装时管道对阀门的附加应力过大，也可能导致阀门变形或损坏，引发卡涩故障。

1.4 运行维护

运行维护不当是导致汽轮机阀门卡涩的常见原因之一。在汽轮机运行过程中，若介质参数（如温度、压力、流量等）超出阀门的设计范围，会对阀门造成过大的应力或热冲击，导致阀门零部件变形、损坏，进而引发卡涩。例如，长期高温运行会使阀门材料发生蠕变，导致阀门密封面变形，影响阀门的密封性能和开关灵活性^[2]。此外，运行过程中若未定期对阀门进行润滑保养，阀杆与阀盖之间的摩擦力增大，也会导致阀门开关困难，出现卡涩现象。同时，缺乏定期的检修和维护，未能及时发现并处理阀门存在的隐患，如阀门泄漏、零部件磨损等，也会使问题逐渐积累，最终导致阀门卡涩故障的发生。

1.5 介质特性

汽轮机运行介质的特性对阀门的性能有着重要影响。不同介质具有不同的物理和化学性质，如腐蚀性、粘度、含杂质量等。如果阀门选型不当，未能充分考虑介质的特性，会导致阀门在使用过程中出现腐蚀、磨损、堵塞等问题，进而引发卡涩。例如，对于含有腐蚀性介质的工况，若选用不耐腐蚀的阀门材料，阀门内部

会逐渐被腐蚀，产生锈蚀产物，这些产物会堵塞阀门的流道，影响阀门的正常开关。此外，介质中含杂质过多，且阀门未配备有效的过滤装置，杂质会在阀门内部堆积，导致阀门卡涩。

2 汽轮机阀门卡涩问题的解决策略

2.1 优化设计

针对设计因素导致的阀门卡涩问题，优化阀门设计是关键。在设计过程中，要充分考虑介质特性、流量、压力等工况参数。通过对介质的分析，了解其物理和化学性质，如腐蚀性、粘度、温度范围等，以便选择合适的阀门材料和结构形式。根据流量和压力参数，合理确定阀门的结构形式、流通能力和流道尺寸。例如，对于大流量、高压力的工况，可以选择结构坚固、流通能力大的阀门，如闸阀或球阀；对于需要精确调节流量的工况，可以选择调节性能好的阀门，如截止阀或调节阀。采用先进的流场模拟技术对阀门内部的流场分布进行优化设计。通过计算机模拟，可以直观地观察介质在阀门内的流动状态，发现可能存在的涡流和湍流区域。根据模拟结果，对阀门的流道结构进行改进，如采用流线型设计、增加导流装置等，减少涡流和湍流的产生，降低介质对阀门的冲刷和磨损。合理设计阀门与管道的连接方式也至关重要。对于法兰连接，要确保螺栓预紧力均匀^[3]。可以采用扭矩扳手等工具，按照规定的扭矩值进行拧紧，保证法兰面之间的密封性能。同时，在设计时要考虑管道的膨胀和收缩，采用合适的补偿装置，避免因管道应力导致阀门变形和卡涩。对于介质中杂质较多的工况，应在阀门入口处设置有效的过滤装置。过滤装置的过滤精度要根据介质中杂质的大小和含量进行选择，确保能够拦截大部分杂质，防止其进入阀门内部。同时，要定期对过滤装置进行清洗和更换，保证其过滤效果。

2.2 严格制造工艺控制

加强阀门制造工艺的控制是解决卡涩问题的关键环节。在铸造、锻造、焊接等工艺过程中，要严格按照工艺规范进行操作。在铸造过程中，控制好浇注温度和冷却速度。通过合理的浇注温度，保证金属液的流动性，使其能够充满模具型腔；通过控制冷却速度，获得均匀细小的金属组织，提高阀门的力学性能。可以采用计算机模拟技术对铸造过程进行优化，预测可能出现的缺陷，并采取相应的措施进行预防。在锻造过程中，要控制好锻造比和锻造温度。合适的锻造比可以使金属的组织更加致密，提高阀门的强度和韧性；合适的锻造温度可以避免金属过热或过冷，保证锻造质量。同时，要对锻造后的毛坯进行严格的检验，确保无裂纹、折叠等缺

陷。在焊接过程中，要选择合适的焊接材料和焊接工艺参数。焊接材料要与阀门母材相匹配，具有良好的焊接性能和力学性能^[4]。焊接工艺参数要根据阀门的材质和厚度进行确定，保证焊接质量。焊接完成后，要对焊缝进行无损检测，如超声波检测、射线检测等，及时发现并处理存在的缺陷。采用先进的无损检测技术对阀门进行全面的质量检测。除了上述提到的超声波检测和射线检测外，还可以采用磁粉检测、渗透检测等方法，对阀门的不同部位进行检测，确保阀门内部无气孔、夹渣、裂纹等缺陷。同时，要建立严格的质量检测制度，对每一道工序进行检验，只有检验合格的产品才能进入下一道工序。提高阀门零部件的加工精度也是制造工艺控制的重要内容。采用高精度的加工设备和工艺，严格控制阀座与阀瓣的配合间隙、阀杆的表面粗糙度等关键尺寸。在加工过程中，要进行多次测量和调整，确保零部件的尺寸精度和形位公差符合设计要求。加工完成后，要对零部件进行清洗和防锈处理，防止零部件在储存和运输过程中生锈和损坏。

2.3 规范安装流程

规范阀门安装流程，确保安装质量是预防阀门卡涩的重要措施。在安装前，要对阀门进行严格的清洗和检查。使用合适的清洗剂和工具，清除阀门内部的铁屑、焊渣等杂质。同时，对阀门的外观、密封性能、开关灵活性等进行检查，确保阀门完好无损。如果发现阀门存在缺陷，要及时进行修复或更换。按照设计要求确定阀门的安装位置和方向。在安装过程中，要使用水平仪、垂直仪等工具，保证阀门安装水平或垂直。对于有特殊安装方向要求的阀门，要在阀门上做好标记，确保安装方向正确。同时，要注意阀门与管道的同轴度，避免因同轴度偏差过大导致阀门承受额外的应力。在安装过程中，要使用合适的工具和设备，确保阀门安装牢固。对于法兰连接的阀门，要按照规定的扭矩值拧紧螺栓，保证法兰面之间的密封性能。对于焊接连接的阀门，要采用合适的焊接工艺，确保焊接质量。同时，要注意管道对阀门的附加应力，通过合理的管道支撑和布置，减少管道对阀门的附加应力。安装完成后，要进行严格的调试和验收。检查阀门的开关是否灵活、密封是否良好。可以通过手动操作和电动操作等方式，对阀门进行多次开关试验，观察阀门的动作是否平稳、有无卡涩现象。同时，要进行密封性能试验，如气压试验或水压试验，检查阀门是否存在泄漏问题。只有调试和验收合格的阀门才能投入使用。

2.4 加强运行维护管理

建立完善的运行维护管理制度，加强对汽轮机阀门的运行监测和维护保养是解决卡涩问题的有效途径。在运行过程中，要实时监测介质的温度、压力、流量等参数。通过安装传感器和监测仪表，将参数信号传输到控制室，实现对介质参数的实时监控。一旦发现参数超出阀门的设计范围，要及时采取措施进行调整，避免因介质参数异常对阀门造成损坏。定期对阀门进行润滑保养。根据阀门的使用情况和介质特性，选择合适的润滑剂。对于高温工况下的阀门，要选择耐高温的润滑剂；对于腐蚀性介质环境下的阀门，要选择耐腐蚀的润滑剂。定期涂抹润滑剂在阀杆与阀盖之间，减少摩擦力，保证阀门的开关灵活性。同时，要建立润滑记录，记录润滑的时间、润滑剂的种类和用量等信息，以便跟踪和管理。制定详细的检修计划，定期对阀门进行检修和维护。检修周期要根据阀门的使用频率、工况条件等因素进行确定。在检修过程中，要对阀门进行全面的检查，包括阀门的外观、密封性能、零部件磨损情况等。对于发现的问题，要及时进行处理，如更换损坏的零部件、修复泄漏部位等。同时，要对阀门进行清洗和保养，清除阀门内部的污垢和杂质，保证阀门的正常运行。加强对运行维护人员的培训，提高其业务水平和责任意识。运行维护人员要熟悉阀门的结构、原理和操作方法，掌握常见的故障诊断和排除方法。通过定期的培训和考核，确保运行维护人员能够胜任阀门运行维护工作，及时发现并处理阀门卡涩等故障。

2.5 合理选型与介质处理

根据汽轮机运行介质的特性，合理选择阀门型号和材料是解决卡涩问题的重要前提。在选择阀门时，要充分考虑介质的腐蚀性、粘度、含杂质质量等因素。对于含有腐蚀性介质的工况，可选用不锈钢、合金钢等耐腐蚀材料制作阀门。这些材料具有良好的耐腐蚀性能，能够在腐蚀性介质环境中长期稳定运行，减少阀门被腐蚀的风险。对于高粘度介质，要选择具有良好流通性能的阀门，如球阀或旋塞阀。这些阀门的流道设计较为合理，能够减少介质在阀门内的流动阻力，保证阀门的正常开关^[5]。同时，要考虑阀门的驱动力，选择驱动功率合适的执行机构，确保能够克服高粘度介质的阻力，实现阀门的可靠动作。对于含杂质较多的介质，应选择具有良好

过滤功能的阀门或在阀门入口处增设过滤装置。具有过滤功能的阀门可以在阀门内部设置过滤网或过滤盘，对介质中的杂质进行初步过滤。在阀门入口处增设过滤装置可以进一步提高介质的纯净度，减少杂质进入阀门内部的机会。同时，要定期对过滤装置进行清洗和更换，保证其过滤效果。对介质进行预处理也是降低阀门卡涩发生概率的重要措施。可以采用过滤、净化、除垢等方法对介质进行处理。过滤可以去除介质中的固体杂质；净化可以去除介质中的气体和液体杂质；除垢可以去除介质中的水垢和污垢。通过介质预处理，可以降低介质中杂质的含量，减少杂质对阀门的损害，延长阀门的使用寿命。

结束语

汽轮机阀门卡涩问题是一个涉及设计、制造、安装、运行维护等多个环节的复杂问题。通过对阀门卡涩问题根源的深入探究，我们发现设计不合理、制造工艺缺陷、安装质量不佳、运行维护不当以及介质特性等因素都可能导致阀门卡涩故障的发生。针对这些问题根源，本文提出了优化设计、严格制造工艺控制、规范安装流程、加强运行维护管理以及合理选型与介质处理等解决策略。通过实施这些策略，可以有效预防和解决汽轮机阀门卡涩问题，提高汽轮机的运行可靠性和安全性，保障工业生产的顺利进行。在实际应用中，应根据具体情况综合考虑各种因素，制定针对性的解决方案，并不断总结经验，持续改进和完善阀门的设计、制造、安装和运行维护等工作，以适应不断变化的工况需求。

参考文献

- [1] 杨泽.汽轮机管道阀门及维修策略探析[J].科技创新与应用,2019(19):129-130.
- [2] 黄俊.600MW汽轮机再热主汽阀卡涩及结构改造探究[J].科技创新与应用,2021,11(33):97-100.
- [3] 左宇强,冯阳.汽轮机调节汽阀卡涩故障原因分析[J].广州化工,2015,43(12):141-143.
- [4] 赵朋,周睿达,赵占裕.汽轮机滑销系统卡涩原因分析与处理[J].《工程技术·文摘版》,2016(8):00311-00312.
- [5] 刘剑.汽轮机电液调节系统负荷波动原因分析与处理[J].《大氮肥》,2016,39(6):427-429.