

电动闸阀故障分析及处理措施

孙士勇¹ 许蒙² 王威³ 徐鹏¹

1 中广核核电运营有限公司 2 苏州热工研究院有限公司 3 苍南核电有限公司

DOI:10.12238/pe.v2i5.9871

[摘要] 阀门在水电、火电以及核电等电力生产系统中广泛应用,电动闸阀作为阀门类的重要一部分,在电力生产系统中发挥着极其重要的角色。作者根据多年工作经验总结了电动闸阀的主要故障模式及处理措施。本文给出的处理措施已在现场得到多次应用,并成功处理了各种故障模式。在现场检修阀门过程中如遇到相应故障可以参考本文建议处理。

[关键词] 闸阀; 内漏; 外漏; 弯曲; 卡涩

中图分类号: U641.3+33 **文献标识码:** A

Failure analysis and treatment measures of electric gate valve

Shiyong Sun¹ Meng Xu² Wei Wang³ Peng Xu¹

1 CGNPC Nuclear Power Operation Co.,Ltd

2 Suzhou Thermal Research Institute Co.,LTD

3 Cangnan Nuclear Power Co.,LTD

[Abstract] Valve is widely used in hydropower, thermal power and nuclear power and other power production systems. As an important part of valves, electric gate valve plays a very important role in the power production system. The author summarizes the main failure modes and treatment measures of the electric gate valve based on the working experience for many years. The treatment measures given in this paper have been applied in the field for many times and various failure modes have been successfully dealt with. In the process of on-site maintenance of the valve in the event of a corresponding failure can refer to the recommendations of this article to deal with.

[Key words] gate valve; internal leakage; external leakage; bending and astringent

引言

电动闸阀的驱动力主要来自电机,通过电机的驱动使阀门能够快速启闭,从而对介质进行流通或截断。电动闸阀的主要故障类型可以细分为:内漏、阀杆弯曲/断裂、阀门动作卡涩、开关时间/行程不合格、齿轮箱渗油、阀门紧固件咬死、手轮不受力、阀门无法离合、阀盖/阀体、阀座/闸板密封面缺陷、阀盖/阀体安装卡涩、外漏、阀门打压失效(针对有打压孔的阀门)、产生异物(内部有易损件的阀门)。

1 设备介绍

1.1 结构介绍

电动闸阀按照闸板特点可分为弹簧式平行闸阀(V)、楔块式平行闸阀(W)、楔形闸阀(C)。阀门主要由电动头、阀体(包含阀座)、阀盖、盘根、密封垫、闸板、阀杆、螺栓、螺母等部件组成。

1.2 闸阀工作原理及用途

闸阀主要功能是阀门全关时截断介质,全开时介质流通且

压力损失较小。闸阀经常使用在不经常开启和关闭的场合,需要保持阀门常开或常关。阀门开启或关闭时闸板与阀座会有相对摩擦,会对密封面造成损伤,所以闸板研磨是阀门检修过程的重要一环。

2 故障分析

2.1 分析方法

对于电动闸阀故障可以通过阀门各零部件失效进行分析,对于阀门重要零部件逐个分析失效特征,可以全面深层次的掌握设备故障模式。下面故障模式是现场多次出现进行的经验总结,每处故障都具有参考价值,可以对现场故障处理起到建设性作用。

2.2 具体故障

2.2.1 内漏

阀门内漏是闸阀最常见的故障,导致阀门内漏的原因有很多。可以总结以下几点进行介绍。(1) 阀座、闸板密封面损伤:流体介质长期冲刷(汽蚀)、介质腐蚀、密封面被杂质划伤、历

史安装遗留及设计制造缺陷；(2) 闸板关闭不到位：阀座/闸板不对中、阀杆弯曲或螺纹损伤、电动头力矩偏小、阀门卡涩、行程设置不合格、阀座/闸板有异物导致无法关严、阀座/闸板密封面变形，导致不平行；(3) 闸板与阀座密封力偏小：闸板限位夹内侧与闸板间隙过小、弹簧断裂或其他异常导致弹簧松弛、闸板长期研磨，弹簧挤压力不足（带弹簧的平行闸阀）。

2.2.2 执行机构故障

对于电动闸阀执行机构异常，是阀门常见故障之一，主要原因有以下几点。(1) 齿轮箱渗油：齿轮箱油脂以及齿轮箱密封失效；(2) 手轮不受力：齿轮箱内部异常，阀杆或传动杆断裂、损坏；(3) 阀门无法离合：齿轮箱离合器损坏；(4) 阀杆弯曲、断裂：电动头力矩过大，电动头接线接反，阀杆材质异常。

2.2.3 阀门动作卡涩

阀门动作卡涩，是电动阀常见故障，主要原因有如下几点。

(1) 盘根力矩过大、盘根压盖偏斜与阀杆有干涉；(2) 电动头力矩偏小、电动头与支架连接螺栓松动；(3) 齿轮箱内部以及阀杆螺纹锈蚀，铜套、轴承磨损，阀杆弯曲；(4) 阀门产生锅炉效应（有旁路阀的无此问题）。

2.2.4 开关时间/行程不合格

对于开关时间/行程不合格，主要为阀门卡涩，行程指示异常，限位开关或行程挡块设置不满足要求（如有），电动头异常等。

2.2.5 阀门紧固件咬死，阀盖/阀体安装卡涩

对于阀门紧固件咬死，阀盖、阀体安装卡涩，主要原因有阀盖螺栓紧固力矩过大且拆装次数过多，螺栓疲劳断裂。螺栓螺纹表面存在金属毛刺，紧固时未清理。阀盖与阀体凹凸台变形、阀盖与阀体凹凸台加工误差。阀门长期在高温运行环境或介质腐蚀环境。

2.2.6 外漏

阀门外漏是阀门常见的缺陷，主要为阀盖、阀体连接处泄漏，阀门本体泄漏，盘根处泄漏，引漏管、打压孔（无打压孔阀门可忽略）泄漏。

3 处理措施

3.1 故障处理

故障处理主要是通过使用维修手段对设备故障进行消除，从而使设备能够正常运行。保证设备发挥最大的设计功能，延长服役期限和使用寿命，降低设备全寿命周期费用。针对以上故障模式，特制定了相对应的处理措施。

3.1.1 内漏处理

对于阀座/闸板密封面损伤导致内漏。需要对阀门全面解体检查。检查阀座/闸板缺陷情况，如阀座/闸板密封面损伤较轻，需对阀座/闸板研磨处理，如损伤较严重必要时进行更换新备件。缺陷处理完成后需查找阀座/闸板损伤根本原因并消除，如异物导致阀门密封面损伤，必要时需查找异物来源；对于闸板关闭不到位导致内漏缺陷，需检查阀座/闸板是否对中，如不对中需进行调整。检查阀杆是否弯曲，螺纹是否损伤，如无法修复必

要时进行更换。检查电动头力矩是否偏小，必要时核算电动头力矩。使用专用工具检查阀门是否卡涩、如卡涩需要查找卡涩原因并彻底处理。检查阀门行程设置是否合格，重点检查限位开关、行程指示等部件。检查阀座/闸板之间是否有异物导致闸板卡涩，使闸板无法关闭到位，如有需取出异物，并查找异物来源。检查阀座/闸板密封面是否变形，从而导致阀座/闸板不平行，必要时更换新备件；对于闸板与阀座密封力偏小，需对阀门阀体全面解体。检查闸板限位夹内侧与闸板间隙是否过小，必要时根据现场测量尺寸车削限位夹内侧，车削完成后检查闸板自由张开距离大于阀座之间的距离。弹簧断裂或其他异常导致弹簧松弛，闸板长期研磨，弹簧挤压力不足，需要更换弹簧或闸板（针对弹簧平行闸阀）。

3.1.2 执行机构故障

针对齿轮箱渗油，需解体齿轮箱，清理旧油脂，按照上游文件提供的油脂进行更换。注意：如阀门在高温环境下需使用高温润滑脂。油脂更换完成后，需更换原厂家提供的齿轮箱密封件；对于手轮杆不受力，需解体齿轮箱检查手轮不受力原因，必要时更换齿轮箱内部传动部件，如阀杆断裂/螺纹损伤必要时更换阀杆；对于阀门无法离合，需联系电气人员一起排查故障原因，重点检查执行机构离合器情况，确认是否异常；对于阀杆弯曲、断裂缺陷处理，首先重点检查电动头力矩是否偏大，需重新核算电动头力矩。电动头力矩偏大排除后需要核实阀杆材质是否满足设计要求，如阀杆设计问题需重新设计满足要求的阀杆。还需联系电气检查电动头接线是否接反。

3.1.3 阀门动作卡涩

电动阀盘根力矩过大，是导致阀门卡涩的重要因素，有些厂家提供的盘根初始力矩未考虑现场实际工况，导致按照图纸力矩紧固，使阀门出现卡涩情况，此时需要重新核算盘根力矩，必要时进行电动阀在线诊断^[3]。对于盘根压盖偏斜可从盘根压盖高的一边进行调整，调整完成后检查盘根压盖偏斜已消除；对于电动头力矩偏小，使用专用工具校验阀门关闭力矩，并进行记录，重新核算电动头力矩，确认电动头设计力矩是否满足密封要求；对于齿轮箱内部以及阀杆螺纹锈蚀，铜套、轴承磨损导致阀门卡涩的缺陷，可以解体齿轮箱，检查铜套、轴承磨损情况，必要时进行更换；对于阀杆弯曲，需要对阀门全面解体检查，检查阀杆直线度，检查阀杆弯曲原因，更换新阀杆；锅炉效应是导致闸阀卡涩的常见原因，其缺陷主要在温度、压力较高的环境中产生，有旁路的闸阀无需考虑锅炉效应，消除锅炉效应以下方案可做参考，(1) 临时处理：待温度下降后将阀门强制打开，如在机组上行阶段无法降低温度，使用千斤顶将阀门强制打开，此方案风险较高。(2) 最终方案：对阀门进行加中腔连通管改造。

3.1.4 阀门开关时间/行程不合格

阀门开关时间/行程不合格主要原因有：阀门卡涩、行程指示异常、限位开关或行程挡块设置不满足要求（如有）、电动头异常。对于阀门卡涩可根据3.1.3阀门卡涩处理方案执行；对于行程指示异常可校准行程指示尺，校验完成后重新对阀门进行

动作检查, 确认阀门已关闭到位; 对于限位开关或行程挡块设置不满足要求(如有)异常, 重新设置阀门行程挡块或者联系仪表校验限位开关(如有限位开关), 设置完成后重新对阀门做再鉴定合格; 对于电动头异常, 需联系电气校验电动, 校核完成后对阀门做再鉴定合格。

3.1.5 阀门紧固件咬死, 阀盖/阀体安装卡涩

对于阀盖螺栓紧固力矩过大, 需重新核算力矩, 必要时走评价流程, 按照合适的力矩进行紧固。对于拆装次数过多, 螺栓疲劳断裂, 需联系机加配合取断丝, 修复螺纹, 更换原厂备件, 注意做好润滑; 对于螺纹表面存在金属毛刺, 紧固时未清理缺陷, 需使用攻丝、套丝等工具修复螺纹, 消除螺纹损伤, 重新润滑后回装螺纹组件; 阀盖与阀体凹凸台变形、阀盖与阀体凹凸台加工误差。对变形的凸台或凹槽进行车削, 车削完成后, 确认阀盖、阀体可正常安装, 配合公差带满足上游文件要求; 对于长期在高温运行环境或介质腐蚀环境导致紧固件咬死的故障, 需联系机加取出断丝, 攻丝修复螺孔, 更换原厂家备件, 注意做好润滑。

3.1.6 阀门外漏

阀盖、阀体连接处泄漏: (1) 阀盖或阀体密封面损伤, 如划痕、凹坑、冲刷、汽蚀等, 需对密封面进行研磨, 如缺陷较深, 使用移动车床, 对密封面进行车削或抛光。^[1] (2) 阀盖、阀体密封面变形。需对密封面进行车削, 车削完成后检查垫片理论压缩率满足要求。如车削无法修复, 更换新备件。 (3) 对于长期运行, 系统震动等原因导致阀盖螺栓松动, 可选取合适的防松措施(双耳锁紧垫片、碟簧等措施), 对紧固后螺栓进行防松处理。^[2] (4) 对于理论压缩率偏小可定制较厚的垫片, 使其理论压缩率满足要求。如无法定制较厚的垫片, 也可使用移动车床对阀盖或阀体台阶进行车削, 使其压缩率满足要求。 (5) 对于阀盖垫片缺陷, 需要更换材质、性能、尺寸、密封面满足要求的垫片;

阀门本体泄漏: (1) 阀体、阀盖本体处有砂眼、裂纹、气孔等缺陷。首先打磨砂眼、裂纹、气孔等缺陷至消除, 然后对缺陷进行脱模, 确认缺陷深度, 并将信息反馈技术委员会和焊接管理工程师, 确认挖补方案。 (2) 对于长期高温运行, 螺栓孔内部有裂纹, 或螺栓孔有砂眼处理。当发现螺栓孔位置泄漏时, 很容易判断为阀体、阀盖连接处泄漏, 这样很容易造成处理偏差, 历史已出现多次判断失误, 因此当法兰处泄漏时, 一定仔细判断是否为螺栓孔位置泄漏, 必要时可以对螺栓孔进行打压。临时处理: 对

于螺栓孔加入胶条(胶条为堵漏专用), 在螺丝上尽量多缠生料带。最终处理: 更换新备件;

盘根处泄漏: (1) 对于运行过程震动较大, 盘根螺母松动, 需要对称均匀紧固盘根螺母, 检查盘根压盖无偏斜。紧固完成后对阀门做再鉴定合格。 (2) 阀门动作频繁, 容易导致盘根磨损、螺栓松动等缺陷, 此问题很难彻底解决只能改善。对于动作频繁的阀门可优化盘根螺栓的防松方式, 修改为碟簧放松。 (3) 对于阀杆损伤、弯曲, 首先查找阀杆损伤原因, 确认是否有异物、杂质划伤阀杆, 如是异物划伤阀杆需查找异物来源。解体阀门, 对阀杆损伤处进行打磨消除, 无法修复则更换新阀杆。 (4) 对于盘根腔室有损坏, 可使用砂纸对盘根腔缺陷处进行打磨抛光处理, 处理完成后确认内壁光滑无毛刺。 (5) 对于盘根压盖安装偏斜。需从盘根压盖高的一边进行调整, 调整完成后检查盘根压盖偏斜已消除。如检修窗口满足, 需对阀门盘根进行解体, 更换新盘根。 (6) 对于盘根安装方式错误, 需解体阀门, 更换新盘根, 确保回装时盘根安装方式正确, 满足厂家安装要求。

4 缓解策略

针对电动闸阀故障的产生, 可以通过制定缓解方案, 来预防或者减缓缺陷的产生。具体可以通过对阀门巡检、维修后验证、阀门动作等方案缓解。

5 结语

电动闸阀是工业中常见的阀门之一, 在对阀门检修过程中经常会遇到各种缺陷。对于设备的故障分析主要是确定设备状况或其工作能力, 确保机组及设备符合运行要求和具有良好的安全性能。及时正确地对各种故障状态做出诊断, 预防或消除, 对设备的运行进行必要的指导, 提高设备运行的可靠性、安全性和有效性, 把故障损失降低到最低水平。

【参考文献】

[1] 莱昂斯. 阀门技术手册[美]. 出版地: 北京出版者: 机械工业出版社出版. 出版年, 1991.

[2] 徐仁义, 王航, 彭敏俊, 等. 核电厂电动闸阀外漏故障预测方法研究[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2022, 43(12): 1759-1765.

[3] 冷冰, 赵晶. 核级电动闸阀抗冲击性能数值模拟[J]. 阀门, 2021, (06): 315-319.

作者简介:

孙士勇(1991--), 男, 汉族, 河南省濮阳市人, 大学本科, 工程师, 研究方向: 机械, 管道, 阀门。