

热电厂热控专业执行机构常见故障及维修策略

李建伟，樊权乐，李振鑫

华能兰州热电有限责任公司，甘肃 兰州 730104

摘 要： 热电厂作为国家的主要生产单位，其安全稳定运行关系到国家电力工业的健康发展。在此基础上，对电动、气动和液压执行器的常见故障进行分析，并对其产生的原因进行分析，提出一种基于传感器技术和智能诊断技术相结合的执行器故障诊断新方法。同时本文给出一系列的预防维护策略，包括定期的维修规划、基于状态的监控和预测的维护技术，并研究故障修复的技术和方法，阐述维修工具与备件管理的要点，旨在为热电厂热控执行机构的稳定运行和高效维修提供全面的理论与实践参考。

关 键 词： 热电厂；热控专业；执行机构；故障分析；维修策略

Common Faults and Maintenance Strategies of Professional Actuators of Thermal Power Plant

Li Jianwei, Fan Quanle, Li Zhenxin

Huaneng Lanzhou Thermal power Co., LTD. Lanzhou, Gansu 730104

Abstract： As the main production unit of the country, the safe and stable operation of the thermal power plant is related to the healthy development of the national electric power industry. On this basis, the common faults of electric, pneumatic and hydraulic actuators are analyzed, and the causes are analyzed, and a new method based on sensor technology and intelligent diagnosis technology is proposed. At the same time, this paper gives a series of prevention and maintenance strategies, including regular maintenance planning, state-based monitoring and prediction of maintenance technology, and study the technology and methods of fault repair, expounds the key points of maintenance tools and spare parts management, aiming to provide a comprehensive theoretical and practical reference for the stable operation and efficient maintenance of thermal power plant thermal control actuators.

Keywords： thermal power plant; thermal control specialty; actuator; fault analysis; maintenance strategy

引言

热控专用执行器是热控专业的核心设备，它的作用是对生产中产生的温度、压力和流量等参数进行调整和控制。但是热控专用执行器在实际应用中易发生失效，所以有必要对其常见的故障类型及其维护方法进行分析与研究，以供热电厂的操作人员在维护工作中具有一定的借鉴意义，从而有效提高热电厂工作效率和安全性。

一、热电厂热控专业执行机构概述

（一）执行机构的分类与工作原理

1. 电动执行机构

电机驱动装置主要由电动机、减速器和位置变送器两部分构成。当电机收到控制信号后该电机就会转动，由减速器将高速转动的运动转化为低速大转矩的输出，带动气门、隔板等调整机构的动作，并由位置发射器对执行器的位置进行实时反馈，从而达到准确的控制效果。

2. 气动执行机构

气压式执行器采用压缩空气作为能量源，当被压缩的空气被

吸入汽缸后就会推动活塞的移动，从而驱动气门等执行机构。在此基础上，气动执行机构能够驱动装置采用一种新型的液压驱动方式，实现对液压缸内空气的精确控制。

3. 液动执行机构

液体驱动装置采用液压油作为特殊的动力源，该装置中的液压泵负责将油从油箱中抽出，经过精密的管道系统将压缩后的油液输送至液压缸。在液压缸内部，油液被完全压缩形成高压状态，随后被注入气缸内，当活塞受到这种高压作用时，它会沿一条直线方向进行移动，从而推动相关的机械或设备完成预定的动作。这种设计不仅能够保证动力的连续性和稳定性，而且能够精确控制输出力矩，适用于各种精密加工和工程应用。^[1]

作者简介：李建伟（1996.08-），男，甘肃省平凉市庄浪县人，汉族，本科，助理工程师，现从事火电厂热控专业一线工作。

（二）执行机构的主要技术参数与性能指标

执行机构的主要技术参数包括输出力矩、行程范围、动作速度、控制精度等。其中输出扭矩要符合阀门、折流板等负荷的启闭要求；冲程范围确定驱动器的振幅；反应速度对反应速度有很大影响；而控制精度是评价执行器执行命令是否正确的一个重要指标。

热电厂热控系统的可靠性、稳定性和耐久性等性能指标是影响热工系统运行效率的关键因素。这几个关键性的指标不但关系着整个系统的正常运行，而且也是衡量一个企业在整个生产流程中能够发挥出的效用的一个重要尺度。对于提高热力系统的各项性能指标，保障热力系统的稳定、高效运行有着十分重要的意义。

二、热电厂热控系统的重要性

热电厂的热控系统作为确保整个发电过程安全高效的关键部分，承担着重要的角色，它主要负责对锅炉、汽机、压缩机等核心设备的运行状态进行监控，并通过精确的温度、压力、流量测量以及控制手段，保障这些设备在既定工况下正常运转。执行机构作为热控系统的终端执行部件，直接控制着各种调节阀门和挡板的开度，从而实现对热工参数的调节。一旦执行机构出现故障，将导致热控系统失控，可能引发设备超温、超压等严重安全事故，同时也会影响热电厂的发电效率和经济性。

三、常见故障类型及原因分析

（一）电动执行机构常见故障

1. 电机故障

电动机故障的原因有很多，例如长时间的运行会使电动机的线圈绝缘老化，极易发生短路、断线；当电动机超负荷运转时若有气门卡死，则会造成电动机过大的电流而烧毁电动机；马达的电刷损耗过大造成接触不良，影响马达的正常运转。^[2]

2. 传动部件故障

在长时间的运行中，齿轮和轴承等传动零件会因磨损和疲劳而损坏，齿轮的不匹配会引起不正常的噪音与振动使变速器的效率下降，严重时还会造成变速器故障；如果轴承在轴向和径向受到过大的压力，将导致轴承过热甚至损坏，从而影响驱动器的工作性能。

3. 控制电路故障

控制电路故障较为复杂，可能是接触器，继电器等控制元件损坏，使电动机不能正常启动或停机；线路上的接线端子因氧化或松动而导致接触电阻增加，从而影响信号的传递；由于主控板中的元器件发生故障，如电容泄漏、电阻劣化等会影响到控制信号的处理与传递，从而导致执行器的不正常工作。

（二）气动执行机构常见故障

1. 气源故障

气源失效是气动执行器的一种常见故障，空压机的故障，如

马达损坏，压缩机活塞环磨损等都会使压缩机内的气压不够或没有气源；气源管路渗漏会导致压缩空气压力下降，从而对执行器的驱动力产生影响；气源清洗设备的故障，如过滤器堵塞，干燥器不能有效脱湿，则会导致压缩气体中含有杂质及湿气，造成气动部件的损坏。

2. 气动元件故障

气动元件，特别是液压缸、气阀等传动系统的重要传动部分，在实际运行过程中往往会遇到许多共性的故障。比如在汽缸活塞上所用的密封材料，随着时间的推移，其本身的密封能力也会逐渐丧失，造成汽缸的漏气，从而对活塞的运动速度和力度产生一定的影响。在这样的条件下，活塞的运动就会缓慢而微弱，甚至是彻底的停转，这就会给整个系统带来负面的影响。

此外气动阀门自身也有一定的失效隐患，若有异物进入或与阀座密封不严，则阀门将不能正常开闭。这种方法不但会浪费大量的能量，而且还会使执行机构发出的控制命令不能正确地传递到执行部门，导致执行机构失去控制，从而对整个生产线造成重大影响。^[3]因此如何对其进行有效的检测与处理是确保其稳定可靠运行的关键。

3. 定位器故障

定位装置的失效将使执行器的位置发生偏差，定位装置上的滤嘴阀装置被堵塞或损坏，会影响气体压力信号的输出；电控转换器失效可能导致控制信号不能准确地转化为气体压力，影响执行器的定位精度；定位装置的反馈连接件松弛、变形，使反馈信号发生畸变，从而使执行器无法在给定的位置上稳定。

（三）液动执行机构常见故障

1. 液压泵故障

液压泵的失效将对液压驱动装置的供电产生不利影响，油泵泵密封失效会造成油压外泄、油压下降，泵的内部磨损，例如齿轮泵齿轮的磨损，柱塞与缸体的磨损都会降低泵的工作效率，从而导致泵的压力不足。

2. 液压阀故障

液压阀的失效将导致液压流体流动方向不正常、压力不能正常控制。换向阀的阀芯堵塞或电磁元件失效会导致液压流体流动方向不能正常转换，执行器不能按照规定动作；安全阀的失效如弹簧损坏，阀心密封不严，将造成系统内的压力不稳，造成执行器的过载或动作迟缓，另外，如果节气门被堵住或者开度调整不好，就会影响到执行器的工作速度。

3. 液压油缸故障

由于液压缸的密封失效，会造成液压油的渗漏、推力降低，活塞与气缸套之间的摩擦增大使活塞运动的平稳性和转速降低。如果有异物进入气缸，就会刮伤活塞、气缸套，影响执行器的工作。^[4]

四、故障诊断方法与技术

（一）传统故障诊断方法

传统的故障诊断技术依赖于维护人员的经验，采用较为简单

的测试手段，工程人员通过倾听执行器工作时的声响，能够判定有无不正常的噪音，例如马达的哼声、气动元件的漏气等；观察传动装置外观，有无松动、变形、渗漏等现象；对电动机的线圈电阻、回路电压等进行测试以判定电路的正确性；对气动、液压执行器，应检查气源压力，液压油压力等是否满足使用要求。

（二）现代故障诊断技术

1. 传感器技术在故障诊断中的应用

工程人员通过在执行器上加装温度、压力和位移等多种传感器，能够实现对外部执行器工作状态的实时监控。比如马达、油泵泵的温度可以温度传感器来监控，如果温度超出设定值，则表示有过负荷或发生故障，也可以采用压力传感器对气动、液压系统中的压力进行测量，并能及时地检测出空气源、油压源的故障和调节阀的异常。该位移传感器可以对所述执行器的行程位置进行准确地测定，并通过与所设置的位置进行比较，判定所述执行器的定位是否正确，如果有偏差，那么就可能是传动元件或者是定位器发生故障。由此工程人员从传感器获得的数据可以传送给一个控制系统，经过数据分析处理，实现对执行机构故障的早期预警和准确诊断。

2. 智能诊断系统

智能诊断系统利用人工智能算法，如神经网络、专家系统等对执行机构的故障进行诊断。在执行器发生故障时通过与规则库相匹配的方法，能够推理出故障的原因并提出维护意见。神经网络可以从海量的故障样本中，构建故障与故障的对应关系，实现对新的故障模式的自动辨识，从而提升故障诊断的精度与效率。该智能诊断系统能够对执行器进行远程监测与诊断，在短时间内检测出故障并向维护人员发出报警，减少设备停机时间，提高热电厂的运行可靠性。

五、维修策略与技术

（一）预防性维修策略

1. 定期维护保养计划的制定与实施

工程人员可以依据驱动装置的型号、使用周期及厂商的推荐，建立详尽的定期维修计划。在电动执行器方面，应对电动机绝缘电阻和电刷磨损进行定期检测，对减速器进行清洗，换油，拧紧终端等；气动执行器要对气源系统进行定期检修，对空压机进行保养、对气源管路进行检漏以及对气动元件进行清洁润滑。

液压驱动装置需要对液压泵的工作性能，通过对执行器进行定期的维修，可以发现可能存在的问题，从而提高执行器的使用寿命。

2. 状态监测与预测性维修技术

工程人员采用先进的传感技术及智能化的故障诊断方法，对执行器的运行状况进行监控，对执行器工作过程中的温度、压力、振动和位移等进行实时监测，并对其进行分析，构建系统的健康模型。在此基础上，利用所建立的数学模型，对执行器的剩余寿命及可能发生的失效形式进行预测。比如监控电动机的振动谱，并分析变化趋势进行分析，在发生重大故障之前将其替换掉，以防止因突发性故障造成的停工，从而增强维护的主动性与科学性。^[5]

（二）故障维修技术与方法

在执行器出现故障后，工程人员要针对不同的故障类型及检测结果，选用适当的维护工艺和方法。当变速器零件发生故障时对已磨损的齿轮、轴承，按损伤等级予以修理或更换，如果是控制线路出现问题，需要认真检测线路，将损坏的触点、继电器以及电子元器件等进行更换，确保接线正确、牢固。

空气动力部件的失效，例如气缸的泄漏可以更换密封、气压阀的阀心有卡涩，需要清理、打磨；定位装置的失效可以根据实际情况进行维修或替换，如喷嘴挡板机构，电气转换器等。而液压阀的故障，工程人员可以对其进行清洗、修理或更换阀芯、弹簧等，如果出现故障就需要更换密封件，并处理活塞与气缸的磨损或者拉伤。另外，在维护保养时工程人员应严格遵守保养规范，保证保养的质量。

六、结语

热电厂热工控制专用执行器的稳定工作是火电厂安全高效生产的关键。工程人员通过对执行器常见故障的种类和成因的理解，掌握先进的故障诊断和维护策略，强化维护工具和备件的管理，可以使执行器的可靠性和维护效率得到显著提升，降低设备的故障停机次数，从而保证热电厂的热控系统的正常工作，为实现火电厂的可持续发展打下良好的基础。在今后的发展中，伴随着科学技术的进步，对执行器的故障诊断和维护技术也会得到进一步的改进，从而使热电厂的自动化程度和操作管理水平得到进一步的提高。

参考文献

- [1] 陈日利. DCS系统在热电厂锅炉控制中的运用[J]. 电子技术与软件工程, 2021, (03): 117-118.
- [2] 孙健, 喻国辉. 热电厂锅炉引风机故障原因与维修研究[J]. 电子元器件与信息技术, 2020, 4(08): 120-121.
- [3] 余莹. 基于热电厂的设备检修及维护分析[J]. 设备管理与维修, 2020, (06): 59-60.
- [4] 刘海东. 热电厂机械设备故障及检修维护研究[J]. 现代制造技术与装备, 2022, 58(11): 154-156.
- [5] 郝宗凯, 夏冰. 试分析热力发电厂汽轮机设备安装与检修[J]. 能源与节能, 2019, (07): 159-160.