

火电厂设备运行常见故障和处理措施

孔繁彪

国能北安热电有限公司 黑龙江北安 164000

摘要: 火力发电厂是我国供电的主要场所, 火力发电厂设备是否能够正常工作直接影响着电力系统的稳定与安全。但是由于火电厂的设备类型较多, 运行环境较为复杂, 工况条件较为恶劣, 使得其在长时间的运行过程中易发生各种各样的故障。这些故障在影响电厂发电效率的同时, 也会导致设备受损, 停运甚至安全事故。所以研究火电厂设备在运行过程中常见的故障及处理方法, 对保证电力系统稳定运行, 降低故障率和延长设备寿命都有实际意义, 文章就此展开了探讨。

关键词: 火电厂; 设备运行; 常见故障; 处理措施

引言

伴随着中国经济的飞速发展, 人们对于电力的要求也越来越高, 火力发电厂仍然是中国电力结构的主要组成部分。尽管近年来可再生能源发电技术得到了较快发展, 但火电仍然是我国电力供应的中坚力量。为满足人们对电力需求的不断增加, 火电厂设备需长时间处于高负荷高强度状态下工作, 设备故障问题越来越突出。近年来随着现代化技术进步, 火电厂设备性能及自动化水平越来越高, 但设备复杂程度及系统集成度越来越高, 还使故障诊断与维修工作更为复杂, 更具有挑战性。所以如何对火电厂设备运行常见故障进行有效防治已经成为电力行业以及学术界研究的重点问题。

一、火电厂设备概述

(一) 火电厂的基本构成与主要设备

火力发电厂是以燃料系统、锅炉系统、汽轮机系统、发电机系统和辅助系统为主的发电厂。燃料系统由煤的储存、运输、磨制及供应等环节组成, 并向锅炉供油。锅炉系统在火电厂中处于核心地位, 它通过烧煤将水变成高温高压蒸汽, 通常情况下锅炉出口处蒸汽温度可达540℃, 压力可达到24MPa。汽轮机系统是利用高温高压蒸汽热能转换为机械能来驱动汽轮机叶片转动。汽轮机的转速一般在每分钟3000转左右, 与发电机相连。发电机系统负责将汽轮机的机械能量转换为电力, 并通过电力变压器将其输出到电网中。发电机输出电压一般在15kV至20kV。辅助系统主要由给水系统、排烟除尘系统、冷却系统以及控制系统组成, 对主要设备起到支撑和保障的作用, 保证了设备的正常、高效的运转。火电

厂中各个组成部分的设备之间互相联动, 共同完成化学能向电能的转换过程, 以适应社会用电需求。

(二) 火电厂设备的运行环境与工况条件

火电厂设备运行环境及工况条件复杂, 挑战大。该装置一般在高温高压下运行, 特别在锅炉及汽轮机部位, 蒸汽温度能达到500℃或更高, 压力能达到20MPa或更高, 长时间高温、高压作用, 使材料易产生疲劳、变形等。同时, 燃料的燃烧过程会产生大量的粉尘和腐蚀性气体, 如二氧化硫、氮氧化物等, 这些物质会对设备表面和内部造成腐蚀, 影响设备的使用寿命。设备在运行过程中, 振动与噪声同样不容忽视, 特别是汽轮机与发电机高速运转过程中振动频率很高, 如果没有得到很好的控制, 就会造成轴承、转子及其他零件磨损增加。火电厂设备运行也受环境温湿度变化影响较大, 尤其是冬夏两季温差较大, 易造成设备热胀冷缩。另外, 煤质变化、负荷波动和操作人员操作水平都会影响装置运行工况。总之, 火电厂设备经受了严酷运行环境下的多重检验, 其可靠性与稳定性非常重要。

二、火电厂设备常见故障分析

(一) 锅炉设备常见故障

锅炉设备长期运行于火电厂中, 常见的故障主要有结焦、积灰、爆管及受热面漏风。造成结焦和积灰的原因是燃料燃烧不够充分或者煤质不好, 煤粉颗粒燃烧时, 在高温区域生成熔融物粘附于受热面, 致使传热效率下降, 严重时还会引发炉膛温度过高或者不均, 甚至使炉膛坍塌。爆管故障一般出现在高温高压区域内, 其主要原因是金属材料疲劳、腐蚀、磨损或者是制造缺陷等。锅炉管道内壁被高温蒸汽冲刷腐蚀时间长、壁厚变薄、

承压能力降低时，运行中易出现管道断裂、造成大范围停运、安全事故等。焊接过程中的质量问题、不均匀的热膨胀或设备的老化可能是导致受热面泄漏的原因。蒸汽或水的泄露不仅会降低锅炉的工作效率，还可能使周围的环境温度上升，从而增加设备受到腐蚀的风险。锅炉设备这些常见的故障不仅会对电厂运行效率造成影响，同时也会带来严重安全隐患，需要给予高度的重视，采取有效的防范和检修措施，从而保证设备能够长期平稳地运行。

（二）汽轮机设备常见故障

汽轮机设备是火电厂运行中常见的故障有轴承振动、叶片损坏及汽轮机超速。轴承振动一般是因为转子不平衡、润滑不良或者轴承自身磨损等原因造成。转子处于失衡状态下，汽轮机高速旋转时所产生的离心力可使轴承处发生剧烈震动，长时间工作可能诱发轴承温度过高甚至造成轴瓦烧毁。另外，润滑油被污染或者供油系统出现故障等都将影响轴承顺利工作，使振动幅度增大。叶片损坏也是一种常见的故障，一般是由蒸汽中杂质、高温高压环境或者材料疲劳等原因造成。叶片长时间处于高速蒸汽流状态，会发生磨损、开裂甚至破裂等现象，从而影响汽轮机整体性能，严重者会造成汽轮机失速或者被迫停运。汽轮机超速的原因一般是调速系统失效或者负荷突变。在调速器发生故障或者负荷骤减的情况下，汽轮机的转速会急剧升高并超过安全范围而导致设备超载，继而诱发机械损伤或者飞轮效应而危害运行安全。汽轮机设备这些常见的故障不仅会影响电厂发电的效率，甚至会导致重大安全事故的发生，所以需要密切监控关键部件，并定期对其进行维护保养。

（三）发电机设备常见故障

发电机设备是火电厂运行过程中常见的故障有转子绕组失效，定子绕组绝缘老化及过热和过载等。转子绕组故障一般会以匝间短路或者断线等形式出现，造成发电机磁场分布不均，出现不平衡电流等现象，进而诱发振动、噪声加剧，甚至会影响到发电机稳定工作。定子绕组绝缘老化由长时间工作时产生电应力，热应力以及环境因素等因素造成，绝缘材料会逐渐丧失其特性，会造成相间短路或者接地故障等，严重时可使定子铁芯烧毁，引起发电机停运大修。过热问题通常出现于发电机负载过大或者冷却系统不够完善时，温度过高会加快绕组绝缘老化速度，缩短发电机运行寿命，过载运行又会使发电机定子电流大于额定值、加大铁损、铜损、继而造成温升超限、可能诱发绕组烧损或铁芯损坏等事故。

另外，发电机的机械组件，例如轴承和转子联轴器的磨损，也会对整个设备的运行稳定性产生影响，从而增加故障的风险。这些常见故障如果不能被及时发现并处理就有可能造成发电机非计划停运、影响火电厂发电能力甚至造成安全事故，所以必须对其进行严格监督与预防性维护。

三、火电厂设备故障的处理措施

（一）预防性维护措施

预防性维护措施是火电厂设备管理的关键，采取定期检查、状态监测以及人员培训的方式能够有效地延长设备的使用寿命，降低故障发生率。定期检查为预防性维护提供了依据，涉及机械、电气及控制系统等各方面的综合检验，其中包括锅炉、汽轮机及发电机等关键部件的细致物理及性能检测，例如，对锅炉水冷壁壁厚、汽轮机轴承磨损程度、发电机定子绕组绝缘电阻进行检查，发现可能存在的问题，避免设备因微小故障而造成重大事故隐患。状态监测是通过设备运行参数进行在线检测来实时了解其健康状态，常用监测参数有振动、温度、压力、电流、电压，通过对汽轮机振动信号、锅炉燃烧温度以及发电机定子电流等参数进行监测，能够及时发现异常并做出报警与诊断，从而避免突发性故障发生。为了保证预防性维护效果，要对操作人员进行培训，操作人员只要熟知设备运行特性及维护标准，就能准确地辨识出设备可能存在的问题，从而采取适当的维护措施。培训内容要覆盖设备结构原理，常见故障分析、应急处理流程及安全操作规范等方面，定期开展实操演练以提升人员应急处置能力。预防性维护应包括分析设备运行记录及故障历史、建立综合维护数据库、以数据为驱动进行分析、优化维护策略、增强设备可靠性及运行效率等。综合应用上述措施可显著减少火电厂设备故障率，保障电厂安全、高效地运行。

（二）故障应急处理措施

故障应急处理措施在火电厂设备管理中至关重要，旨在快速有效地应对突发故障，减少停机时间，确保电厂的安全和稳定运行。当设备故障发生时，首先需要迅速评估故障的严重性和影响范围，这通常通过监控系统和故障报警系统实现，操作人员根据系统提示立即判断故障的性质和可能的原因。例如，发电机发生突然振动异常时，应立即检查转子、轴承的状态，并评估是否需要停机处理。对于重大故障，可能涉及紧急停机操作，以避免设备进一步损坏或引发更大范围的安全事故，紧急停机过程中应严格按照操作规程执行，确保停机的安

全性和有效性，并立即切断相关设备的电源或燃料供给，防止次生灾害发生。

在故障隔离的过程中，应明确故障部位，尽可能将故障限制在最小范围内，以保持其他设备或系统的正常运行。例如，在锅炉管道爆裂的情况下，可以通过关闭相关阀门和旁路操作，将故障点隔离，确保其他管道或锅炉设备的持续运行。应急处理还包括对故障设备的初步检修，如对受损部件的临时修复或更换，确保在不影响其他设备运行的前提下，快速恢复发电系统的部分或全部功能。如果故障涉及复杂系统，如汽轮机或发电机的核心部件，需要调用专业维修人员进行详细诊断和修理，同时调配备用设备或系统，确保电力供应的持续性。

应急处理的最后一个关键环节是故障的记录与分析，所有的故障数据、操作记录和处理步骤都应详细记录，形成完整的故障档案。通过对故障的深入分析，找出根本原因，并在此基础上改进设备运行和维护策略，避免类似问题再次发生。例如，在发电机绕组发生短路故障后，应分析绝缘材料的耐久性、运行环境的温度和湿度等因素，从而优化绕组材料的选择或改善环境条件。

有效的故障应急处理不仅依赖于完善的技术手段，还需要高度协同的团队响应，所有涉及的操作人员应熟悉应急预案并定期进行演练，确保在故障发生时能够迅速、准确地执行应急操作。这种综合性的应急处理策略能够最大限度地减少设备故障对火电厂运行的影响，保障电力生产的连续性和安全性。

（三）技术改进与优化措施

技术改进及优化措施作为提高火电厂设备性能及运行效率的关键途径，涵盖了材料科学、工艺流程以及自动化控制多个方面的综合运用。新型耐高温耐腐蚀材料的引进可显著提高锅炉及汽轮机等关键设备抗疲劳性能及使用寿命。比如用新型合金钢或者复合材料制成的锅炉管道可以在高温高压环境中稳定力学性能、降低爆管、泄漏等危险。技术改进又包括优化燃烧技术、煤粉制备工艺等，通过更加准确地控制燃料配比、空气供给等措施，提高了燃烧效率、减少了结焦、积灰等问题、降低了设备维护成本。与此同时，先进的自动化控制系统的引入使得设备的实时监控和精确调整变得可行，现代化的DCS（分散控制系统）可以在毫秒级的响应时间内对设备的运行参数进行调整，保证系统工作于最佳工况，

以提高发电的整体效率。

对发电机进行了技术改进，例如使用了更加有效的冷却技术以及对绕组结构进行了改进设计等，这些都可以有效地减少发电机在工作过程中所受到的损失，促进电能转换效率的提高。引入变频技术及功率因数补偿装置可优化电力输出质量、降低无功损耗、进一步提高发电机运行的经济性与稳定性。针对复杂故障诊断需要，人工智能与大数据分析技术正通过深度分析设备运行历史数据在设备健康管理领域中得到应用，对可能出现的故障点进行预测并给出预防性维护建议以极大地降低突发故障发生几率。

优化工艺流程又是技术改进中的一个重要环节，通过热力系统，循环水系统及其它流程再造及设备布局优化可降低能量损失及厂内辅助用电率。如将余热回收装置引入热力系统，将废热用于锅炉进水或空气预热等，既可提高系统的整体热效率又可减少燃料消耗。另外，设备数字化、智能化改造也是技术优化发展趋势之一，构建数字化孪生模型可实现全火电厂模拟优化分析，提供更多科学决策支持有利于节能降耗、安全高效运行。

结束语

火电厂设备运行故障类型较多，及时采取有效措施进行故障排查与处理，是确保电厂安全稳定运行的重点。通过对设备进行定期检验与检修，对各类故障隐患进行及时处置，能够极大提升火电厂运行效率，保障电力持续平稳供给。

参考文献

- [1] 黄华瑞, 张文军. 火电厂电气设备运行常见故障和处理措施分析[J]. 中国科技期刊数据库工业A, 2022(4): 3.
- [2] 申帅权. 火电厂电动机常见故障及运维对策分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023.
- [3] 余弦斐. 火电厂汽轮机辅机常见故障及检修方法研究[J]. 电子乐园, 2023(2): 0142-0144.
- [4] 李亚超. 火电厂热控保护系统故障分析与预防措施研究[J]. 现代制造技术与装备, 2024(5).
- [5] 纪永霞. 发电厂电气设备的维护与管理分析[J]. 商品与质量, 2022(26): 58-60.