

电厂燃机故障诊断及运行维护技术分析

刘越

河北华电石家庄热电有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i10.9328

[摘要] 燃气轮机(简称燃机)是电厂发电的主要设备之一,运行状态直接关系到整个电厂的安全性和发电效率的高低,燃气轮机在运行过程中,可能受多种因素影响出现故障的情况,影响电厂的正常运营并造成经济损失。由于燃机运行稳定的重要性,及时识别和预防故障对电厂管理至关重要。基于此,文章首先概述了电厂燃机故障诊断分析方法,接着阐述了电厂燃机运行维护技术,通过探讨电厂燃机故障诊断及运行维护技术分析的方法,期望为电厂燃机的维护的相关方面提供有益的参考。

[关键词] 电厂燃机;故障诊断;运行维护技术

Analysis of Fault Diagnosis and Operation Maintenance Technology for Power Plant Gas Turbine

Liu Yue

Hebei Huadian Shijiazhuang Thermal Power Co., Ltd

[Abstract] Gas turbine (referred to as gas turbine) is one of the main equipment for power generation in power plants, and its operating status directly affects the safety and power generation efficiency of the entire power plant. During the operation of gas turbine, it may be affected by various factors and malfunction, which can affect the normal operation of the power plant and cause economic losses. Due to the importance of stable operation of gas turbines, timely identification and prevention of faults are crucial for power plant management. Based on this, the article first outlines the fault diagnosis and analysis methods for power plant gas turbines, and then elaborates on the operation and maintenance technology of power plant gas turbines. By exploring the methods of fault diagnosis and operation and maintenance technology analysis for power plant gas turbines, it is expected to provide useful references for related aspects of power plant gas turbine maintenance.

[Keywords] power plant gas turbine; Fault diagnosis; Operation and maintenance technology

引言:

近年来,随着社会的快速发展和经济的持续增长,我国对能源的需求不断增加的背景下。由于国内石油和煤炭资源的有限性,开始加大对天然气的开发利用的力度,作为一种清洁能源。在天然气利用方面,火力发电成为一种重要的转换方式之一,主要通过燃烧煤炭等燃料产生热能来发电。在这个过程中,燃气轮机(燃机)因高效率等特性,在电厂中得到广泛应用。电厂中的燃机机组是关键组成部分,运行状态对整体发电效能的程度有着重要影响。然而,由于长期运行在外界环境中,燃机机组可能受到多种因素影响,导致性能下降或出现故障。为使火电厂安全稳定运行,要对燃机运行系统进行实时监测和诊断分析的工作,了解并评估运行状

态是否正常,能及时发现问题并采取措施解决问题,还能预防潜在故障的发生,保障电力供应的稳定性和可靠性。因此,研究和应用先进的燃机故障诊断和运行维护技术,对提升电厂的运营效率和经济效益具有重要意义。

一、电厂燃机故障诊断分析

(一) 专家系统诊断方法

在专家系统的应用中,针对燃气轮机等复杂系统的故障诊断,主要依赖于专业知识、实践经验及坚实的理论基础^[1]。系统被设计为能深入分析设备在实际操作环境中的故障类型和潜在原因,系统要具备一个全面且不断更新的知识库,对燃气轮机这种包含多种组件和复杂交互现象的系统,专家系统要拥有高度结构化的知识框架,以便准确地进行故障分析

和判断。当燃气轮机出现故障时,系统会从传感器实时数据、历史运行记录等多个渠道收集数据,并对这些数据进行处理和分析,系统通过比对知识库中的故障模式和当前数据特征,能识别故障类型、确定故障位置,并评估对系统运行的影响。基于诊断结果,专家系统将提供具体的解决方案或维护建议,这些建议可能包括调整运行参数、更换故障部件、优化维护策略等,快速恢复设备的正常运行,并预防未来类似故障的发生。专家系统通过不断学习和优化,能提高诊断的准确性和效率,为燃气轮机等复杂设备的稳定运行提供有效支持。

专家系统通过整合知识库、模型库、推理机制和数据库等资源,利用显性知识和隐性知识,对设备进行精准的故障诊断和维修,稳定运行设备。专家系统是一个集成的智能系统,主要由知识库、模型库、推理机制及数据库等关键部分构成。在这个系统中,推理机制是关键技术之一,负责利用知识库中的信息和模型库中的结构,对输入的问题或数据进行分析 and 推理,得出合理的结论或建议。知识库是专家系统的基础,存储领域内的专业知识,这些知识分为显性知识和隐性知识,显性知识是可以直接应用于问题解决的知识,而隐性知识则需要通过推理和归纳才能获取。在故障诊断领域,专家系统利用这两种知识类型,结合具体的故障表现,对设备进行精准的故障识别。为有效进行故障诊断,专家系统通常将常见故障分为两大类:设备无法正常运行和设备运行中出现异常现象。针对这两类故障,系统会根据不同的故障类型和可能的原因,制定相应的维修策略。

(二) 神经网络诊断方法

神经网络诊断技术是一种非直观的“黑箱”式方法,核心是运用神经网络架构进行故障识别与诊断^[2]。该方法融合多种优化算法与智能处理技术,优化神经网络的参数和结构,增强性能。神经网络诊断方法的显著特性阐述如下:(1)故障记忆与学习能力。神经网络具备强大的学习与记忆能力,能存储并分析历史故障数据中的模式与特征,在面对相似故障征兆时,能快速调用过往经验进行初步判断。(2)高容错性与鲁棒性。通过构建复杂的神经网络模型,该方法展现出卓越的容错特性,即便在输入数据含有噪声或不完全准确的情况下,也能在一定程度上保持诊断结果的稳定性和准确性,提高系统的鲁棒性。(3)事件驱动的诊断逻辑。该方法的设计遵循事件驱动的原则,根据实时监测到的特定故障征兆来触发故障诊断流程,这种机制使诊断过程更加灵活高效,减少不必要的资源消耗。(4)直观且高效的诊断路径。在故障诊断过程中,神经网络通过预先学习并建立的故障征兆与故障源之间的映射关系,能直接、快速地确定诊断路径和策略,无需复杂的逻辑推理或数学计算,显著提高诊断效率。(5)广泛的适应性及多类型识别能力。神经网络诊断方法凭借强

大的模式识别能力,能有效应对多种类型、不同严重程度及参数范围内的故障情况,广泛的适应性使该方法在复杂系统或设备的故障诊断中展现出巨大潜力。

神经网络诊断技术以强大的学习能力、数据处理能力、自适应性和联想能力,在复杂设备的故障诊断中发挥重要作用。神经网络诊断技术具备显著的学习能力,能从大量数据中自动提取有用信息,这种自学习能力使神经网络能不断优化内部模型,无需人工干预即可完成训练过程。在燃机等复杂设备的故障诊断应用中,神经网络通过选择合适的参数作为输入数据,训练网络以构建准确的诊断模型。这些输入数据依据设备的实际运行状况,保证诊断的针对性和有效性。神经网络在数据处理方面表现出色,能高效地处理复杂数据,提取关键信息,过滤掉不必要的噪声,这种数据处理能力为后续的故障诊断提供可靠的数据基础。神经网络还具备高度的自适应性和联想能力。自适应使神经网络能适应不同的工作环境和变化,保持稳定的诊断性能,而联想能力则使神经网络能在遇到新的故障模式时,联想到已知的信息和模式,从而做出准确的诊断。

(三) 混合智能故障诊断方法

混合智能故障诊断技术是一种结合专家系统与神经网络技术的创新方法,可以解决单一方法在故障诊断中的不足,为电厂等复杂系统的故障诊断提供一种更加高效、智能的解决方案^[3]。该方法融合人类专家的丰富经验与神经网络的数据处理能力,通过整合两者优势来提高故障诊断的精度和效率。在电厂燃机的实际应用中,混合智能故障诊断技术不依赖于对故障发生前全面情况的了解,而是将已积累的专家知识和经验有效地融入诊断过程中。该方法通过神经网络的实时数据分析与专家经验的综合判断,能更快速、准确地识别故障类型并制定相应的解决方案,这种结合方式不仅充分利用专家在领域内的深厚知识,还发挥神经网络在模式识别和数据处理方面的优势,提高诊断系统的整体性能和可靠性。

燃机故障因固有的复杂性、多样性和不确定性,对故障诊断人员提出多方面的挑战,不仅要具备扎实的专业知识基础,还要在复杂情境下保持敏锐的逻辑思维能力与勇于创新的精神。面对诊断过程中的主观性和非标准化特性,诊断人员要采取一种全面深入的分析方法,综合考虑各种潜在因素,细致剖析数据背后的规律与趋势,精准把握故障本质。在具体操作时,当电厂燃机遭遇故障时,首要任务要全面而细致地评估设备状态,这一过程不仅直接观察设备的物理状态,还要深度挖掘与分析运行数据。诊断人员要根据现场实际情况与故障特征,创造性地设计解决方案,还要在现场实验验证有效性,使措施能精准对症下药,迅速恢复设备正常运行。

二、电厂燃机运行维护技术探讨

(一) 内窥镜检测技术

内窥镜技术为燃机维护提供一种高效、准确的检测手段,有助于降低维护成本、提高维护效率,保障燃机的长期稳定运行^[4]。内窥镜是一种利用摄像头进行观察的精密仪器,能直接深入到难以触及的内部空间,对物体进行视觉检查。内窥镜技术因高安全性、快速检测能力和经济实用性,在多个工业领域得到广泛应用。在燃机维护方面,内窥镜技术尤为重要,利用光线反射原理,能在高温、高压等恶劣环境下,清晰地观察到燃机内部高温部件的运行状态。技术人员通过内窥镜,可以准确地判断部件是否出现磨损、裂纹等问题,可以预防故障,保障燃机高效运行。具体来说,内窥镜在燃气轮机叶片及汽轮机维护中的应用非常广泛。内窥镜通过特殊设计的摄像镜头,能深入叶片间隙和汽轮机内部复杂结构,捕捉并传输高清图像,这些图像经过处理和分析后,可以为技术人员提供关于部件磨损程度、裂纹分布等关键信息。技术人员基于这些信息,可以制定出科学合理的检修计划,针对性地进行维修或更换工作。

(二) 在线运行参数检测与分析

燃机高温部件的在线检测与监测,通过综合运用多种技术手段与数据分析方法,实现对燃机运行状态的精准把握与潜在问题的及时发现,为燃机的安全、高效运行提供有力保障。燃机高温部件的实时状态监测是综合分析燃气特性、温度分布及振动特性,通过非侵入式手段,即时评估部件的工作效能与潜在问题。监测燃气中的分散度变化,能直观反映燃烧过程的均匀性,推断火焰温度与燃气流量的稳定性,有助于早期识别燃烧异常或燃料分配不均的问题。振动分析是另一项关键技术,能揭示燃料与燃烧室之间的动态关系及整个燃机系统的平衡状态。技术人员通过对振动数据的解读,可以洞察到部件磨损、松动或不对称等潜在故障迹象,及时采取维护措施。在线监测系统收集实时数据与初步分析的关键角色。该系统在燃机运行期间持续监控高温部件的关键参数,将数据实时传输至中央处理单元,把复杂的数据处理算法将原始数据转化为有价值的诊断信息,帮助工程师全面了解燃机的运行状况。在线监测系统持续收集高温部件运行时的相关数据,将数据传输至处理单元进行进一步分析,这一过程专注实时监测温度数据,保证燃烧效率并避免能源浪费,综合分析高温部件与燃气系统的数据,全面评估燃气轮机的运行状态,为后续的维护决策提供数据支持。

(三) 金属监督和评估技术

燃机高温部件的金属质量评估方法主要分为破坏性检测与非破坏性检测两类^[5]。破坏性检测,实际上是指通过直接观察(如肉眼检查)或红外热成像技术等方法,来检测部件表面的缺陷,这种方法的应用范围通常根据金属质量检测的

具体部位和程度来确定。在确定检测范围时,会考虑部件的重要性及潜在风险,选择相应的检测手段使检测结果准确和可靠。在大多数情况下,为避免对部件造成损害,常采用的是无损检测技术,无损检测技术包括超声波探伤、磁粉探伤和渗透检测等,能在不破坏材料完整性的前提下,有效地检测出部件表面及近表面的缺陷,这些无损检测方法的应用,不仅提升设备运行的稳定性和可靠性,还通过及时发现并处理潜在问题,减少因故障导致的停机时间,满足燃机机组对长期、安全、可靠运行的需求,为分析缺陷成因和改进产品设计提供重要数据支持。

当前,国内燃气轮机叶片的检测技术主要包括超声波检测、磁粉探伤和渗透检测。超声波检测分为穿透式和表面声波技术两种,前者适用检测厚度不超过1mm的零件中的细微缺陷,后者则能有效探测更深层次的缺陷。磁粉探伤技术主要用于检测叶片表面及近表面的局部腐蚀、夹杂等缺陷。渗透检测则是一种基于液体渗透原理的无损检测方法,用于检测长裂纹、内部夹杂、表面裂纹及材料性能的不均匀性等问题。燃气轮机故障诊断系统是一个复杂的综合系统,集成信号采集与处理、统计分析、决策支持等多学科技术知识,对燃机系统的整体运行状态进行综合分析,该系统由传感器网络、信号处理模块、数据传输与存储机制等多个部分组成,具备强大的数据处理和数据库存储功能,为专家诊断系统提供有力支持,能快速准确地诊断故障并制定相应的维修策略。

结论:

电厂燃机的安全稳定运行,可以提升电厂发电效率与经济效益。因此,要深入探究燃机运行中潜在的故障根源及发生规律,据此实施针对性地优化策略,通过精准分析与科学优化,构筑起电厂安全高效运行的坚实基础。燃机故障诊断技术与运行维护技术的持续精进,是推动火电厂发展的关键驱动力,要不断探索更加先进、高效的诊断方法与维护手段,以理论指导实践,促进燃机在火电厂中的优化应用,提升燃机的运行可靠性和经济性,为整个电力行业的可持续发展贡献重要力量。

[参考文献]

- [1]赵进. 燃机故障诊断及运行维护技术分析[J]. 内燃机与配件, 2019(18): 174.
- [2]王俊龙. 燃机故障诊断及运行维护技术分析[J]. 科技风, 2017(06): 199+201.
- [3]李钰. 燃机高温部件故障及运行维护技术分析[J]. 科技创新与应用, 2017(03): 109.
- [4]李宽. 燃机故障诊断及运行维护技术分析[J]. 科技创新与应用, 2015(12): 107.
- [5]于恒华. 燃机电厂后期运行维护及常见故障处理[J]. 黑龙江科技信息, 2014(28): 115.