

Research on Reliability Management and Evaluation Methods of Gas Turbine Power Generation Equipment

Chuanzhuo Fu

CNOOC Wenchang Natural Gas Power Generation Co., Ltd., Wenchang, Hainan, 571300, China

Abstract

In recent years, the installed capacity of gas turbine in thermal power has become more and more large in China, and the type of units has become more and more complex. Therefore, the research on the reliability management evaluation method of gas turbine power generation equipment has attracted much attention. However, from the current actual situation, there is still a certain degree of deficiencies, still need to carry out continuous optimization and improvement. Based on this, this paper mainly analyzes the reliability theory and common evaluation indicators, and introduces some main methods used in this field. In order to achieve better reliability management of gas turbine power generation equipment.

Keywords

gas turbine; power generation equipment; reliability management; evaluation method

燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法现状研究

符传卓

中海油文昌天然气发电有限公司, 中国 · 海南 文昌 571300

摘要

近年来, 中国燃气轮机发电装机容量在火电占比越来越大, 机组型式越来越复杂, 燃气轮机发电设备的可靠性管理评价方法的研究备受关注。但是, 从当前的实际情况来看, 其中还存在一定程度的不足, 还需要进行持续的优化改进。基于此, 论文主要分析了可靠性理论和常用的评价指标, 并介绍了当前在该领域中使用的一些主要方法, 以便更好地实现燃气轮机发电设备的可靠性管理。

关键词

燃气轮机; 发电设备; 可靠性管理; 评价方法

1 引言

燃气轮机发电设备是现代化电站中不可或缺的组成部分, 是保障电网安全稳定运行的重要设备。而燃气轮机发电设备的可靠性管理评价是保障其正常运行和延长其使用寿命的关键。因此, 研究燃气轮机发电设备可靠性评价方法, 具有重要的理论和实践意义。目前, 国内外已经涌现出多种燃气轮机发电设备可靠性评价方法, 但是针对不同类型的燃气轮机设备、不同的工况和环境要求, 各种方法的适用性和可靠性有所不同。同时, 随着信息技术的不断进步, 越来越多的智能化技术应用于设备状态监测和预测, 为燃气轮机发电设备可靠性管理评价带来了新的机遇和挑战。因此, 研究新颖、实用、适应不同环境的可靠性评价方法, 不仅有助于拓宽燃气轮机发电设备可靠性管理评价的方法和手段, 而且对于提高其设备可靠性和经济效益具有重要的作用^[1]。

【作者简介】符传卓 (1994-), 男, 中国海南文昌人, 本科, 助理工程师, 从事燃气轮机发电研究。

2 现有评价方法及应用现状

2.1 现有评价方法

目前, 燃气轮机发电设备的可靠性管理评价方法主要包括基于故障统计分析的可靠性评价方法、基于物理可靠性试验的可靠性评价方法、基于维修历史资料的可靠性评价方法以及基于健康监测的可靠性评价方法。

①基于故障统计分析的可靠性评价方法。该方法是最早出现的可靠性评价方法之一, 适用于大量相似设备的可靠性分析。该方法主要针对故障数据进行统计和分析, 以求出设备的故障率、平均无故障时间 (MTBF) 等参数。优点在于简单易行且可靠度高, 但是忽视了设备运行状况的实际情况和复杂运行环境的影响。

②基于物理可靠性试验的可靠性评价方法。该方法是通过进行针对燃气轮机发电设备的物理试验, 来分析设备故障的原因和机理, 以推断设备在特定环境下的可靠性。这种方法需要充分了解燃气轮机发电设备的工作原理、结构和物理特性, 试验过程复杂、耗费大量时间和经费, 但是能够提

供极具权威性的评价结果。

③基于维修历史资料的可靠性评价方法。该方法主要是基于设备维修历史数据进行分析,评价设备的可靠性状态和趋势,以预测设备未来的运行情况和寿命。该方法推崇了设备维修的实际情况和工作现状,但是仅能反映设备维修的情况,忽视了设备本身的整体运行状况。

④基于健康监测的可靠性评价方法。该方法依靠传感器等实时监测设备的运行状态,并对数据进行分析,以实现设备状态的实时评估和预测。该方法能够反映设备的整体工作状态,能够针对设备状况进行预测,但是需要具备一定的技术和设备支持。

2.2 应用现状

目前,燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法的应用情况主要有以下几个方面:

①故障预测和维修决策。通过分析设备运行状况和故障历史数据,对燃气轮机发电设备进行故障预测,并制定相应的维修决策和方案。这种方法可以提高设备的可靠性和可用性,降低维修成本。

②故障排除和快速修复。利用健康监测技术实现实时监测设备状态,及时发现设备故障和问题,并进行排除和快速修复。这种方法可以大幅缩短维修时间、提高设备的可用性和可靠性。

③可靠性测试和验证。通过物理可靠性试验等方式对燃气轮机发电设备的可靠性进行测试和验证,以提高设备在特定环境下的可靠性和稳定性。

④设备健康监测和状态评估。通过健康监测技术对燃气轮机发电设备的设备状态、使用寿命等进行评估,以更好地制定维修和保养计划,提高设备使用寿命和经济效益。

因此,当前燃气轮机发电设备的可靠性管理评价方法不仅用于设备故障分析和维修决策,也可以为设备的健康监测、可靠性预测和状态评估等提供技术手段和支持。

3 燃气轮机发电设备可靠性管理评价

在燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法中,评价规程是指制定和实施评价方案的标准和规定,其具有指导性、规范性和可操作性^[2]。然而,目前的燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法中,评价规程应用存在以下不足问题。

3.1 未明确单台/套燃气发电机组的定义

在燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法中,缺乏对单台或者套燃气发电机组的定义,将会影响评价结果的准确性和统计的可靠性。对于单台或者套燃气发电机组的定义缺乏统一标准,不同的使用场景和环境下,其定义也存在差异,因此导致评价结果的不确定性。同时,如果缺乏对单台或者套燃气发电机组的界定,那么数据分析时统计数据的比较将会变得困难,同时对于维修和保养的计划制定也将是不必要的挑战。除此之外,如果评价结果不考虑单台或者套燃气发

电机组的区别,那么评估得出的结论就会变得不准确。如对套机组而言,比较应该考虑不同机组之间的协调性,而对单机组而言,是否需要备份备件则是关键因素。

3.2 注册数据未能体现不同类型燃气发电机组特点

在燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法中,燃气发电机组的不同类型和特点应该被纳入注册数据,但是当前存在注册数据未能体现不同类型燃气发电机组特点的问题。对于不同厂家和型号的燃气发电机组,其特性和技术参数不同,应该分别纳入注册数据,以利于针对不同型号进行评估和分析。而现有的注册数据往往缺乏对不同型号的区分和记录。并且在实际运行中,不同类型的燃气发电机组有着不同的操作模式和使用场景,如独立机组、并网机组等。而这些不同的操作模式和使用场景对燃气发电机组的可靠性和性能有着直接的影响,需要在注册数据中进行记录和考虑。另外,不同类型的燃气发电机组在不同的环境下,其性能和可靠性会发生变化,例如,空气质量差、气压低、海拔高等环境因素会对发电机组的性能产生影响。因此,注册数据应该包含这些环境因素对燃气发电机组性能的影响。

3.3 未对可更换重要部件进行可靠性评价跟踪

在燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法中,对于可更换重要部件的可靠性评价跟踪问题,当前存在着缺失的问题。主要是由于可更换重要部件的设备类型和性能不同,如涡轮叶片、轴承、液压系统等,缺乏统一性,难以进行标准化的评价。并且可更换重要部件在使用过程中,受到运行环境、维护保养、使用状态等多种因素的影响,其性能和使用寿命变化难以预计和精确评估。当前的燃气发电设备可靠性管理评价方法中,缺乏对可更换重要部件的跟踪方法和标准化的评估指标,难以评估设备可靠性和部件状况的变化。

3.4 评价存在事后性问题

在燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法中,现行规程对燃气轮机可靠性评价存在事后性问题。当前的可靠性评价方法主要是基于过去的设备运行数据和经验总结,缺乏对未来设备运行状态的准确预测和动态评价。并且由于存在事后性问题,设备故障和问题会对设备的运行和性能造成较大影响,导致管理决策制定更加困难和复杂。

3.5 现行规程可靠性评价指标还需丰富

在燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法中,虽然已经存在一些可靠性评价指标,但现行规程对可靠性评价指标的丰富程度还需进一步提高。当前的可靠性评价指标主要包括故障率、失效率、平均无故障时间(MTBF)和平均修复时间(MTTR)等指标,但这些指标还存在一些问题。当前的指标缺乏标准化与量化,不便于不同设备之间的比较和评估。并且对设备的性能指标,如传动效率、启动时间、载荷变化响应等,评价方法中缺乏定量和详细的记录和要求。传统的评估方法主要侧重于设备故障率和失效率等方面,但评估方法缺乏综合性,不能全面地反映设备的稳定性、安全性

和经济性等方面的问题。

4 燃气轮机发电设备可靠性管理意见及建议

4.1 准确定义事件状态及台/套

在燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法中，对于单台或套燃气发电机组的定义缺乏明确的规定，这可能导致在实际评价过程中出现的误解和不准确的数据。因此，在燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法中，对于单台或套燃气发电机组的定义缺乏明确的规定，这可能导致在实际评价过程中出现的误解和不准确的数据。因此，针对不同类型的燃气轮机发电设备，应该制定相应的评价方案，以便对不同类型的设备进行区分和评估^[9]。例如，对于单台燃气发电机组，应该考虑其性能、使用寿命、故障率等因素；而对于套燃气发电机组，还应该考虑其关联性、互补性、协同性等方面的问题。为了实现单台和套燃气发电机组的评估，需要采用相应的数据收集和分析方法，以便获得准确和全面的数据。这包括设备故障和失效数据的获取、分析和处理方法，以及新设备性能和运行数据的实时监测和记录方法。

4.2 增加设备部件信息编码及状态跟踪

在燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法中增加设备部件信息编码及状态跟踪，可以提高设备可靠性管理的效率和精度。对于燃气轮机发电设备的各个部件，应该建立相应的编码系统，以便进行统一的管理和跟踪。这些编码信息可以包括部件的型号、规格、生产厂家、安装位置、使用情况等信息。同时可以引入物联网技术、传感器和实时数据采样方法，可以实现对设备状态的实时监测和跟踪，包括部件运行状态、温度、压力、振动等相关参数的变化。并将设备状态和性能数据存储于云端，并进行实时分析和处理，以便从中提取有价值的信息，指导设备的维修、保养和升级改造决策。通过建立设备部件信息编码和状态跟踪的方法，可以实现对设备的精细化管理，提高了设备可靠性管理的水平，并为设备维修、保养和升级改造提供更加精准和高效的决策

支持。

4.3 完善可靠性统计信息分析

在燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法中，完善可靠性统计信息分析，可以更加精准地评价设备可靠性和预测设备运行状态。一方面，对于设备运行数据，需要建立相应的数据采集和处理方法，包括数据分类、数据清洗、数据管理和数据存储等操作，以便更好地分析和利用这些数据。另一方面，利用更高级别的可靠性分析工具，可以实现更为精细化的数据分析，提高分析的准确性和可信度。例如，故障树分析、失效模式与效应分析等。

4.4 加强可靠性管理人员培训

在燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法中加强可靠性管理人员培训，可以提升他们的专业技能和管理水平，促进从事设备可靠性管理工作的人员更好地参与到设备管理工作中。应根据不同的管理级别，针对不同人员制定相应的培训计划和课程内容，以便实现有针对性的知识传授。同时，可以邀请领域专家、学者、企业管理者等人士举行讲座、研讨等活动，让管理人员更好地了解前沿技术和热点问题，并提升对设备可靠性管理的理解和掌握。

5 结语

总而言之，燃气轮机发电设备的可靠性管理评价，是企业着眼于长远发展、提升企业管理水平、保证设备安全稳定运行的重要环节。通过合理的评价方法和手段，可以更加准确地了解设备的状况和性能，并细化跟踪评价，更加精细化地管理和维护设备，从而提高设备的可靠性和使用效益，降低企业的设备成本，促进企业可持续发展。

参考文献

- [1] 王志臣.浅析燃气轮机的可靠性及应用[J].机械研究与应用,2019(6):111-113.
- [2] 张建生,吕欣荣.浅谈燃气轮机的控制[J].节能,2019(3):9-12.
- [3] 徐宁,韩琴,徐婷婷,等.燃气轮机发电设备可靠性管理评价方法现状研究[J].燃气轮机技术,2019(6):56-57.