

火电厂一次电气系统可靠性评估与提升措施研究

袁志华

朝阳燕山湖发电有限公司, 辽宁 朝阳 122000

DOI:10.61369/EPTSM.2025040001

摘 要： 本文深入研究了火电厂一次电气系统的可靠性评估与提升措施。文章首先阐述了火电厂一次电气系统可靠性评估的重要性，并概述了评估的基本内容和方法，奠定了研究的理论基础。其次，从设备、运行、管理、环境以及人为因素等多个维度，全面分析了影响火电厂一次电气系统可靠性的关键因素。在此基础上，文章提出了针对性的技术、管理、维护和应急提升措施，旨在提高火电厂一次电气系统的可靠性水平。本文的研究成果不仅丰富了火电厂一次电气系统可靠性评估的理论体系，还为实际工程应用提供了有价值的参考和指导。

关 键 词： 火电厂；一次电气系统；可靠性评估；提升措施

Study on Reliability Assessment and Improvement Measures of Primary Electrical System in Thermal Power Plant

Yuan Zhihua

Chaoyang Yanshan Lake Power Generation Co., LTD. Chaoyang, Liaoning 122000

Abstract： This paper delves into the reliability assessment and improvement measures for the primary electrical systems in thermal power plants. It begins by highlighting the importance of assessing the reliability of these systems, outlining the key aspects and methods of such assessments, which form the theoretical foundation of the study. The paper then examines the critical factors affecting the reliability of primary electrical systems from multiple perspectives, including equipment, operation, management, environment, and human factors. Based on this analysis, the paper proposes targeted measures in technology, management, maintenance, and emergency response to enhance the reliability of primary electrical systems in thermal power plants. The findings of this study not only enrich the theoretical framework for assessing the reliability of primary electrical systems in thermal power plants but also provide valuable insights and guidance for practical engineering applications.

Keywords： thermal power plant; primary electrical system; reliability assessment; improvement measures

随着电力工业的快速发展和电网结构的日益复杂，火电厂作为电力供应的重要支柱，其一次电气系统的可靠性问题日益凸显。火电厂一次电气系统的稳定运行直接关系到电力系统的供电质量和安全性，因此，对其可靠性进行评估与提升显得尤为重要。

本文旨在通过深入研究火电厂一次电气系统的可靠性评估方法，全面分析影响可靠性的关键因素，包括设备、运行、管理、环境以及人为因素等。在此基础上，提出针对性的技术、管理、维护和应急提升措施，以期提高火电厂一次电气系统的可靠性水平。本文的研究成果不仅有助于完善火电厂一次电气系统可靠性评估的理论体系，还将为实际工程应用提供有价值的参考和指导，对于保障电力系统的稳定运行和供电质量具有重要意义。

一、火电厂一次电气系统可靠性评估概述

（一）可靠性评估的重要性

火电厂一次电气系统的可靠性评估是确保整个电力系统稳定运行的基石。在电力需求日益增长、电网结构日趋复杂的背景下，其重要性愈发凸显。可靠性评估不仅能够对系统或设备在特

定条件和时段内完成既定功能的能力进行精准的定量和定性分析，为系统的维护、升级和改造提供坚实的科学依据，更是预防事故、保障安全的关键手段^[1]。通过评估，可以及时发现系统中潜藏的安全隐患，从而采取针对性的措施进行防范，有效避免事故的发生。同时，它还能显著提升电力系统的稳定性和安全性，确保电力供应的连续性和稳定性，为社会的经济发展和人民的生活

提供可靠的电力保障。

（二）可靠性评估的基本内容

可靠性评估主要包括对系统设备的可靠性分析、系统运行的稳定性评估以及系统应对突发事件的能力评估等。系统设备的可靠性分析主要关注设备的质量、性能、老化程度以及维护状况等因素；系统运行的稳定性评估则主要考察系统在不同运行方式下的稳定性和抗干扰能力^[2]；系统应对突发事件的能力评估则主要评价系统在面对突发事件时的应急响应能力和恢复能力。这些评估内容共同构成了火电厂一次电气系统可靠性评估的完整框架。

（三）可靠性评估的发展历程与现状

在电力工业持续进步的背景下，火电厂一次电气系统可靠性评估方法经历了显著演进。早期阶段主要采用经验判断与定性分析为主的粗放式评估；随着统计学、概率论理论体系的完善及计算机技术的普及，评估方法逐步转向定量分析与精细化建模。现阶段，国内外学界已构建起相对成熟的可靠性评估理论框架与技术方法体系，涵盖故障树分析、蒙特卡洛模拟等多种量化工具，为火电厂一次电气系统的可靠性评估提供了系统化的技术支撑，显著提升了评估结果的准确性与工程指导价值。

二、火电厂一次电气系统可靠性影响因素分析

（一）设备因素

设备是火电厂一次电气系统的基石，其质量、性能和老化程度直接关系到系统的稳定运行。设备质量是可靠性的首要因素，制造缺陷或劣质材料易导致运行故障，影响系统稳定性。性能不稳定的设备可能引发系统波动甚至事故。随着使用时间增长，设备性能逐渐下降，老化问题加剧，导致故障率上升和维护成本增加，严重威胁系统可靠性。此外，设备选型、配置和兼容性同样重要。选型需基于系统实际需求，考虑额定容量、电压等级等参数；配置应科学合理，避免冗余或不足；兼容性则需确保不同设备间接口、通信协议等无缝对接，防止系统集成困难或故障发生。

（二）运行因素

运行因素对火电厂一次电气系统的可靠性具有重要影响。运行方式的不合理会导致设备负荷失衡，过重会加速设备磨损和老化，缩短使用寿命；过轻则可能降低运行效率，甚至引发故障。因此，需根据设备性能和系统需求制定合理运行方式，确保设备处于最佳状态^[4]。同时，恶劣的运行环境，如高温、潮湿和腐蚀，也会对设备造成不利影响。高温可能损害设备绝缘性能和机械强度，潮湿环境容易导致设备受潮和短路，而腐蚀则会削弱设备的金属部件，进而降低系统可靠性。为此，应采取有效措施改善设备运行环境，如安装空调、除湿机等设备。

（三）管理因素

管理因素对火电厂一次电气系统的可靠性至关重要。首先，管理制度的健全性直接影响系统可靠性。不完善的管理制度可能导致设备运行和维护流程不规范，增加人为错误的风险。因此，需建立完善的设备管理制度和流程，明确各级人员的职责和权

限，以确保设备的正常运行和维护。其次，管理流程的合理性是关键。合理的管理流程应高效协调各部门工作，确保设备得到及时维护和检修。此外，管理人员素质也影响系统可靠性。高素质管理人员应具备丰富的专业知识和实践经验，能制定科学的运行和维护计划。因此，需加强管理人员培训，提高其专业素质和管理能力。

（四）环境因素

环境因素也是影响火电厂一次电气系统可靠性的重要因素之一。自然环境如气候、温度、湿度、地震等都会对设备的运行状况产生影响。例如，极端气候条件可能导致设备故障率上升；地震等自然灾害则可能对设备造成直接破坏。因此，应加强对自然环境的监测和预警，采取有效的措施来应对自然灾害对系统的影响。此外，社会环境如政策、法规、经济等也会对系统的可靠性产生影响。政策的调整可能影响火电厂的运行方式和经济效益；经济环境的变化则可能影响设备的更新和改造计划。因此，应密切关注社会环境的变化，及时调整系统的运行和维护策略，确保系统的稳定运行。

（五）人为因素

人为因素是指由于人的行为或决策导致的对火电厂一次电气系统可靠性的影响。这包括设计缺陷、施工错误、操作不当、维护不足以及管理失误等方面。人为因素往往具有复杂性和不确定性，难以完全避免。例如，设计缺陷可能导致系统存在安全隐患；施工错误可能导致设备安装不符合要求；操作不当可能导致设备故障或事故；维护不足可能导致设备故障率上升；管理失误则可能导致系统运行混乱。为了减少人为因素对系统可靠性的影响，应加强人员培训和管理，提高人员的技能水平和责任意识；其次，完善管理制度和流程，规范人员的行为和决策，加强监督和考核。

三、火电厂一次电气系统可靠性提升措施

（一）技术措施

1. 选用高质量设备

在进行设备选型工作时，我们应将质量可靠、性能稳定作为首要考量因素。高质量的设备往往具备更低的故障发生率以及更为长久的使用年限，这能够极大地降低整个系统出现故障的风险，保障系统的平稳运行^[5]。除此之外，设备的兼容性也至关重要，它关系到设备能否与现有系统无缝对接。同时，可扩展性也不容忽视，如此一来，在未来有系统升级和改造需求时，就能更加轻松地实现。此外，采用先进的设备和技术也是提高系统可靠性的重要途径^[7]。

2. 加强设备监测与诊断

利用先进的监测和诊断技术对设备进行实时监测，及时发现并处理设备异常情况。通过安装传感器、监测仪表等设备，可以实时获取设备的运行状态信息，如温度、压力、电流等。结合智能诊断系统，可以对设备状态进行实时分析和判断，提前发现潜在故障并采取相应的处理措施。此外，定期对设备进行预防性试

验和检修也是提高设备可靠性的重要手段^[9]。

（二）管理措施

1. 完善管理制度与流程

建立健全的设备管理制度和流程，明确各级人员的职责和权限。通过制定详细的设备运行、维护、检修等管理制度和流程，可以规范设备的运行和维护行为，确保设备的正常运行^[9]。同时，还应建立完善的设备档案管理制度，记录设备的运行和维护历史，为设备的更新和改造提供依据。此外，加强对设备的全生命周期管理也是提高系统可靠性的重要措施^[8]。

2. 加强人员培训与考核

定期对运行和维护人员进行培训，提高其技能水平和安全意识。通过组织专业技能培训、安全教育培训等活动，可以提高运行和维护人员的专业素质和安全意识，使其能够更好地胜任本职工作。同时，还应建立完善的考核机制，对运行和维护人员的工作绩效进行定期评估，激励其不断提高工作水平。此外，加强对管理人员的培训和管理也是提高系统可靠性的重要环节。

（三）维护措施

1. 实施定期维护与保养

按照规定的周期对设备进行维护保养，延长设备的使用寿命。通过定期对设备进行清洁、润滑、紧固等维护工作，可以保持设备的良好状态，减少设备的磨损和老化。同时，还应定期对设备进行预防性试验和检修，及时发现并处理设备的潜在故障。此外，采用先进的维护技术和方法也是提高设备可靠性的重要途径^[6]。

2. 建立快速响应机制

一旦发现设备故障或异常情况，应立即启动快速响应机制进行处理。通过建立完善的应急预案和响应流程，可以确保在突发事件发生时能够迅速响应并采取有效的处理措施。同时，还应加强与设备供应商和专业维修机构的合作与交流，以便在需要时能够及时获得技术支持和服务。此外，定期对快速响应机制进行演练和评估也是提高系统可靠性的重要手段。

（四）应急措施

1. 制定完善的应急预案

针对自然灾害、安全事故、公共卫生事件等不同类型的突发事件，需构建分级分类的应急预案体系。预案内容应涵盖应急组织架构（明确指挥中心、现场处置组、后勤保障组等职能分工）、响应等级划分（如Ⅰ级/Ⅱ级/Ⅲ级响应标准）、处置流程（从预警监测、信息上报、先期处置到后期恢复的全流程操作指引）、

资源调配机制（包括应急物资储备库、救援设备清单、医疗支持渠道等）以及常态化应急演练计划。通过定期修订预案内容，结合历史事件复盘与专家评审，确保预案的科学性、可操作性与动态适应性，从而在突发事件发生时实现快速响应、资源高效整合与精准处置。

2. 加强应急演练与培训

建立多层次的应急培训机制，针对不同岗位人员开展专项技能培训，如消防器材操作、急救技能、应急通讯设备使用等，提升个体专业素养。同时，定期组织多场景、多科目的实战化应急演练，包括但不限于桌面推演、功能模块演练及全要素综合演练，重点检验跨部门协作效率、指挥系统畅通性及现场处置规范性。演练后需形成评估报告，针对暴露的短板（如信息传递延迟、资源调度冲突等）制定改进措施，持续优化应急响应机制。此外，通过宣传手册、线上课程等方式加强全员应急知识普及，提高员工风险意识与自救互救能力，形成“预防-响应-恢复”的全链条应急管理体系。

四、结论

本文研究了火电厂一次电气系统的可靠性评估与提升措施。通过构建可靠性评估理论框架，分析了影响系统可靠性的因素，并提出了针对性的技术、管理、维护和应急措施。这些措施的实施将有助于提高火电厂一次电气系统的可靠性水平，为电力系统的稳定运行提供保障^[10]。未来，随着电力技术的不断发展和电网结构的日益复杂，火电厂一次电气系统的可靠性评估与提升措施研究将面临更多的挑战和机遇。因此，需要不断加强理论研究和技术创新，为火电厂一次电气系统的安全稳定运行提供更加坚实的保障。同时，还应注重多学科交叉融合和综合应用，以推动火电厂一次电气系统可靠性评估与提升措施研究的深入发展。

展望未来，伴随电力技术的持续革新（如新能源并网、智能电网发展）与电网结构的日趋复杂（如多能互补、分布式能源渗透），火电厂一次电气系统的可靠性评估及提升研究将面临更多新挑战与新机遇。因此，需持续深化理论研究，推动技术创新（如数字化评估模型、人工智能应用），为系统安全稳定运行筑牢技术根基。同时，应注重多学科交叉融合（如结合电力工程、数据分析、风险管理），通过综合应用不同领域的技术成果，进一步推动该领域研究的纵深发展。

参考文献

- [1] 郭屹全, 方勇. 电力系统可靠性评估方法综述 [J]. 电子世界, 2014, (17): 58-60.
- [2] 刘志峰. 火力发电厂电气部分可靠性管理研究 [D]. 郑州大学, 2017.
- [3] 李小梦. 火电厂电气一次设备故障检测与维修分析 [J]. 中国机械, 2023, (23): 96-99.
- [4] 李守一. 火力发电厂电气系统调试工作浅析 [J]. 科技创新导报, 2015, 12(32): 103-104.
- [5] 杨冬冬. 火电厂电气系统节能技术应用探析 [J]. 电力设备管理, 2024, (18): 271-273.
- [6] 柏文超. 火电厂电气一次设备状态检修的有效措施分析 [J]. 锅炉制造, 2025, (03): 57-59.
- [7] 郑宇. 火力发电厂电气安装调试要点及技术要求 [J]. 中国设备工程, 2023, (22): 226-228.
- [8] 张敬惠. 火电厂电力设备安装管理工作探究 [J]. 科协论坛 (下半月), 2013, (10): 49-50.
- [9] 侯伟, 严伟, 石铁洪. 基于数字化技术的火电厂电气监控管理系统方案 [J]. 电力系统自动化, 2013, 37(03): 93-97.
- [10] 姜胜利. 浅谈火力发电厂电气一次的部分设计 [J]. 黑龙江科技信息, 2010, (28): 35.