

电气设备检修策略优化研究

张操

宁夏京能宁东发电有限责任公司，宁夏 灵武 750400

摘 要： 本文针对电厂电气设备检修策略的优化进行了深入研究，分析了常见故障类型及其成因，指出了现有策略的不足，并提出了优化的必要性。基于遗传算法、粒子群优化算法、蚁群算法和神经网络算法，建立了检修策略优化模型，并通过实证分析收集和处理了相关数据，设置了模型参数，进行了求解和结果分析。根据优化结果，提出了检修策略调整、资源配置和人员培训等方面的优化建议，旨在提高检修效率，降低成本，确保电气设备的可靠性和安全性，为电厂的稳定运行和电力供应的稳定性提供有力支持。

关 键 词： 电气设备；检修策略；遗传算法；粒子群优化算法；蚁群算法

Study On Optimization Of Maintenance Strategy Of Electrical Equipment

Zhang Cao

Ningxia Jingneng Ningdong Power Generation Co., LTD., Ningxia, Lingwu 750400

Abstract： In this paper, the optimization of power plant electrical equipment maintenance strategy is deeply studied, the common fault types and causes are analyzed, the shortcomings of the existing strategy are pointed out, and the necessity of optimization is proposed. Based on genetic algorithm, particle swarm optimization algorithm, ant colony algorithm and neural network algorithm, the maintenance strategy optimization model is established, and the relevant data is collected and processed through empirical analysis, the model parameters are set, the solution is carried out and the results are analyzed. According to the optimization results, optimization suggestions on maintenance strategy adjustment, resource allocation and personnel training are put forward, aiming at improving maintenance efficiency, reducing cost, ensuring the reliability and safety of electrical equipment, and providing strong support for the stable operation of power plants and the stability of power supply.

Keywords： electrical equipment; maintenance strategy; genetic algorithm; particle swarm optimization algorithm; ant colony algorithm

引言

随着经济的快速发展和科技的不断进步，电力行业在现代社会中扮演着越来越重要的角色。电厂作为电力生产的重要基地，其运行的安全性和稳定性直接关系到整个电力系统的可靠性和供电质量。在电厂中，电气设备是电力生产的核心组成部分，主要包括发电机、变压器、高压开关、电动机和电缆等。这些设备的正常运行对于电厂的稳定供电至关重要，因此，对电气设备进行有效的检修和维护显得尤为重要。

然而，传统的电气设备检修策略往往存在一些问题。一方面，由于电厂设备数量庞大、种类繁多，传统的检修策略往往无法全面覆盖所有设备，导致部分设备存在潜在的故障风险。另一方面，传统的检修策略主要依靠人工经验和直觉，缺乏科学性和系统性，导致检修效率低下、检修成本高昂。因此，有必要对电气设备的检修策略进行优化，以提高检修效率、降低检修成本，并确保电厂的稳定供电。

一、电厂电气设备检修策略现状

良好的电力设备是电厂电力安全、可靠、经济供电的物质基础。做好电力设备检修，提高设备检修质量，是保证电厂电力机组安全、经济运行，提高设备可用系数，充分发挥设备潜力的重要措施，是设备全过程管理的一个重要环节。^[1] 电厂作为电力系统的核心组成部分，其电气设备的正常运行对于电力供应的稳定性至关重要。为了确保电气设备的可靠性和安全性，电厂通常会采

取一系列的检修策略来进行维护和保养。然而，在实际运行中，这些检修策略存在一些不足之处，因此，对检修策略进行优化显得十分必要。

（一）常见检修策略

电厂为确保电力供应的稳定与安全，采用了三种主要的电气设备检修策略：定期检修、故障检修和状态检修。定期检修通过预设的周期性检查和维护来预防故障，虽然可能造成资源浪费，但能有效降低故障率。故障检修作为响应性策略，在设备出现问

题时进行紧急修复，虽然可能导致较长的停机时间，但能充分利用设备寿命并避免不必要的维护成本。状态检修则是一种基于实时监测和诊断技术的策略，通过评估设备健康状况来制定针对性地检修计划，实现资源优化和运行效率的提升。

（二）检修策略的不足

尽管电厂采取了一些检修策略来维护电气设备，但这些策略在实际应用中存在一些不足之处。尽管电厂已经实施了一系列检修策略，但这些方法在实际应用中仍存在不足。定期检修可能导致一些非必要的检修工作，从而增加成本和时间消耗。尽管故障检修能够快速应对设备故障，但其缺乏预防性，可能导致设备突然停机，影响电力供应的稳定性。状态检修虽能根据设备状态制定检修计划，但其依赖高水平的检测设备和专业技术，需要投入较大的资金和人力资源。

（三）检修策略优化的必要性

鉴于上述检修策略的不足，对电气设备的检修策略进行优化显得十分必要。实施检修策略的优化措施，将显著提升电气设备的维护效率，同时降低运维成本，保障设备的稳定运行与安全性能。^[2]更为重要的是，这样的策略能够延长设备的使用寿命，减少潜在的故障风险，从而为电力供应的连续性和可靠性提供坚实支撑。因此，针对电气设备检修策略的优化，不仅是一项关键的技术改进，更是对电力行业可持续发展的重要贡献。

二、优化方法与算法

为了实现电厂电气设备检修策略的优化，可以采用多种优化方法和算法。这些方法包括遗传算法、粒子群优化算法、蚁群算法和神经网络算法等。这些算法通过模拟自然界中的进化、群体行为和神经网络等机制，寻找最优解，以提高检修策略的效果和效率。

（一）遗传算法

遗传算法模拟自然进化，通过迭代寻找最优解。在电厂设备检修中，它能优化检修参数，如时间和资源分配。算法包括种群初始化、适应度评价、选择、交叉、变异和迭代。遗传算法具有全局搜索能力，适用于多种优化问题，可制定高效检修计划，降低运营成本，提高系统可靠性。

（二）粒子群优化算法

粒子群优化算法（PSO）模拟群体行为，通过粒子间的协作和信息共享寻找最优解。在电厂设备检修中，PSO优化资源分配，如技术人员和设备。粒子的位置和速度代表资源分配方案，通过迭代调整找到最优策略。^[3]PSO简单、参数少、易于实现，可提高检修效率，降低成本，提升电力系统可靠性和稳定性。

（三）蚁群算法

蚁群算法（ACO）模拟蚂蚁觅食，通过信息素交流寻找最短路径。在电厂，ACO规划检修路径，将设备视为节点，路径为边，迭代寻找最优路径。信息素的挥发和更新引导蚂蚁选择短路径，并在成功路径上留下更多信息素。多次迭代后，ACO确定最优路径，提高检修效率，降低成本，对电厂稳定运行和经济效益

有积极影响。

（四）神经网络算法

神经网络算法是一种模拟人脑神经元结构的优化算法。它通过学习和记忆输入数据的特征，进行模式识别和预测，找到问题的最优解。^[4]在电厂电气设备检修策略优化中，神经网络算法可以用于预测设备的故障概率和寿命，从而制定更加科学和合理的检修计划。

综合来看，这些优化方法和算法为电厂电气设备检修策略的优化提供了强大的工具和手段。通过选择合适的算法，可以根据电厂的具体情况和需求，制定出更加高效、经济和可靠的检修策略，提高电厂的运行效率和电力供应的稳定性。

三、电厂电气设备检修策略优化模型

为了实现电厂电气设备检修策略的优化，需要建立一个合适的优化模型。该模型应该能够考虑到电厂电气设备的特性、检修资源、检修成本和可靠性等因素，以制定出最优的检修计划。模型的建立、求解和验证是确保模型有效性和可靠性的关键步骤。

（一）模型建立

在构建电厂电气设备检修策略的优化模型时，必须先确立模型的目标和约束条件，这是制定有效策略的基础。目标通常是最小化检修成本、最大化设备可靠性和提高检修效率等。约束条件可能包括检修资源的限制、设备的安全性和可靠性要求、检修人员的技能和数量等。基于这些目标和约束条件，可以建立一种数学模型，通常采用线性规划、整数规划或混合整数规划等方法。

（二）模型求解

一旦建立了优化模型，下一步是求解该模型以找到最优解。模型的求解可以采用多种优化算法，如遗传算法、粒子群优化算法、蚁群算法和神经网络算法等。这些算法通过在解空间中搜索，寻找满足约束条件并达到目标最优的解。求解过程中，可能需要进行多次迭代和调整，以找到最优的检修策略。

（三）模型验证

模型的验证是确保模型的有效性和可靠性的重要步骤。验证可以通过与实际数据和历史检修记录进行比较来进行。如果模型的输出与实际情况相符，则说明模型具有较高的准确性和可靠性。此外，还可以通过敏感性分析和不确定性分析来评估模型对参数变化的敏感性和稳定性，从而验证模型的鲁棒性。

归结起来，电厂电气设备检修策略优化模型的建立、求解和验证是确保检修策略优化有效性的关键步骤。通过建立合适的模型，并采用适当的算法进行求解和验证，可以制定出更加科学、合理和高效的检修策略，提高电厂的运行效率和电力供应的稳定性。

四、实证分析

为了验证电厂电气设备检修策略优化模型的有效性和实用性，进行实证分析是必要的。实证分析包括数据收集与处理、参

数设置与模型求解，以及结果分析与讨论。通过这些步骤，可以评估模型在实际应用中的表现，并为电厂提供有针对性的检修策略优化建议。

（一）数据收集与处理

在实证分析中，需要收集与电厂电气设备检修相关的实际数据。这些数据可以包括设备的故障历史记录、检修记录、设备参数、检修资源情况等。通过收集这些数据，可以更好地了解电厂电气设备的实际运行状况和检修需求。收集到的数据需要进行处理，包括清洗、整理和格式化，以确保数据的质量和一致性。此外，可能还需要进行数据分析和统计，以提取有用的信息，为模型求解提供依据。

（二）参数设置与模型求解

在数据收集与处理的基础上，需要根据实际情况设置模型的相关参数。这些参数可能包括设备的故障率、检修时间、检修成本、检修资源的数量和效率等。参数的设置应该基于实际数据和专业知

（三）结果分析与讨论

模型求解后，需要对优化结果进行分析和讨论。在评估电厂电气设备检修策略优化模型的结果时，需要确认这些结果是否符合检修目标和约束条件。接着，我们需要深入分析这些优化结果对检修策略的具体影响，包括检修计划的调整、检修资源的配置和检修效率的提升等方面。最终，我们将探讨这些优化结果在实践中的应用价值，特别是它们对电厂运行稳定性、经济性和安全性的潜在改善。结果分析与讨论的目的是更好地理解模型的输出，并为电厂提供有针对性的检修策略优化建议。

五、电厂电气设备检修策略优化建议

基于对电厂电气设备检修策略的深入研究，提出以下优化建议，以期提高检修效率，降低成本，并确保电厂的稳定供电。

（一）检修策略调整

电厂应考虑根据设备的重要性和故障风险来调整其检修策略。特别是对于高风险设备，例如发电机和变压器，建议实施更加频繁的检修措施，以保障这些关键设备的可靠性与运行安全。对于低风

险设备，如电缆和电动机，可以考虑延长检修周期，以减少不必要的检修成本。此外，还可以根据设备的实际运行状况和历史故障数据，制定个性化的检修计划，以提高检修的针对性和有效性。

（二）检修资源配置

电厂还应当合理安排检修资源，确保人力、物力和财力得到有效分配，以支持检修工作的顺利进行。在人力资源方面，可以根据设备的检修需求，合理分配检修人员，确保每个设备都能得到及时和有效地检修。在物力资源方面，建议电厂建立完善的备品备件管理体系，确保备品备件的质量和供应充足。在财力资源方面，建议电厂根据设备的检修成本和效益，合理分配检修预算，确保检修工作的顺利进行。

（三）检修人员培训

此外，电厂应重视并强化对检修人员的培训和管理，确保他们具备必要的技能和知识，以提升检修工作的效率和质量。检修人员是检修工作的主体，其技能和素质直接影响到检修的质量和效率。电厂应该定期组织检修人员进行技能培训，提高其专业知识和操作技能。同时，还应该加强对检修人员的管理和考核，建立激励机制，提高其工作积极性和责任心。通过提高检修人员的整体素质，可以有效地提高检修工作的质量和效率。

结束语

本研究的意义在于提高电厂电气设备的检修效率和可靠性，减少故障发生，保障电力供应的稳定性和安全性。通过对电气设备检修策略的优化，不仅可以提高电厂的经济效益，还可以提升电力系统的可靠性和供电质量，为社会的经济发展和人民的生活提供更好的保障。

然而，本研究还存在一些不足之处。由于时间和资源的限制，本研究仅针对某一定数量的电厂进行了实证分析，未能对所有电厂进行全面的覆盖。本研究使用的优化算法可能存在局限性，未来可以考虑引入其他先进的优化方法来进一步优化检修策略。由于电厂设备的复杂性和多变性，检修策略的优化需要不断地进行更新和调整，以适应不同电厂的实际情况。

展望未来，随着科技的不断进步和电厂管理的不断发展，电气设备检修策略的优化将会得到更多地关注和应用。希望本研究能够为电厂电气设备检修策略的优化提供一些有益的思路和方法，进一步推动电厂设备管理向科学化、智能化方向发展。

参考文献

- [1] 刘旭. 电厂电力设备检修现状与优化策略 [J]. 设备管理与维修, 2020, (16): 29-31. DOI: 10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2020.08D.17.
- [2] 李腾飞. 红外精确测温技术在电力设备状态检修中的应用 [J]. 高压电器, 2020, 56(4): 246-251.
- [3] 侯飞. 电力系统变电检修技术分析与研究 [J]. 市场周刊·理论版, 2020(67): 1-3.
- [4] 杨爱新. 电力电气设备的状态检修技术研究 [J]. 中国战略新兴产业, 2019(4): 233.
- [5] 赵业强. 浅谈状态检修在电力设备检修的有效运用 [J]. 低碳世界, 2023, 13(7): 49-51.