

# 变电运维中的智能化技术应用

余正达

国网三明供电公司

**摘要:** 在电力行业中, 变电运维是确保电力系统稳定运行的关键环节。然而, 传统的变电运维存在着许多挑战, 如设备故障的难以预测、高风险的运检一体工作和资源的浪费。为应对这些问题, 智能化技术的应用已经成为电力行业的热门趋势之一。本论文旨在深入研究变电运维中智能化技术的应用, 探讨其在解决电力行业面临的挑战方面的潜力。通过应用这些技术, 可以提高设备的可靠性和可用性, 降低成本, 增强安全性, 为电力系统的稳定运行和可持续发展提供有力支持。

**关键词:** 变电运维; 智能化技术; 应用

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2022.04.103

## 引言

电力作为现代社会的生命线之一, 在各个领域都发挥着不可或缺的作用。而变电站作为电力系统的关键组成部分, 其正常运行对于稳定供电至关重要。然而, 变电站设备的运维一直以来都面临着一系列挑战, 包括设备故障的难以预测、高风险的运检一体工作以及资源的浪费。为了应对这些挑战, 智能化技术的应用已经成为电力行业的热门趋势之一。传统的变电运维方式通常采用定期维护和手动巡检, 这种方式存在一定的局限性。在这一背景下, 智能化技术如大数据分析、人工智能、物联网和虚拟现实等的出现和应用为解决上述问题提供了全新的途径。

## 一、变电运维的智能化体系结构

### 1. 数据采集层

数据采集层是智能化变电运维体系结构的基础, 它起到了信息传递的关键作用。这一层包括各种类型的传感器, 如温度传感器、湿度传感器、电流传感器、电压传感器、振动传感器等。这些传感器分布在电力设备的关键部位, 实时监测各种参数, 确保设备运行状态的可控性。监测装置则负责收集这些传感器的数据, 并将其传输到上层的处理系统。数据采集装置需要具备高度的可靠性和数据传输的实时性, 以确保数据的准确性和及时性。

### 2. 数据处理与分析层

数据处理与分析层是智能化体系结构的核心, 它扮演了数据分析、故障预测和智能决策的关键角色。在这一层, 历史数据和实时数据通过大数据分析、机器学习和人工智能技术进行处理。这些技术能够识别设备的性能趋势, 检测潜在问题, 生成设备健康状态的实时报告, 并预测未来的设备故障风险。这有助于运维人员及时采取预防性维护措施, 降低维修成本, 提高设备的可用性。

### 3. 决策支持与优化层

决策支持与优化层将数据处理与分析层的结果转化

为可操作的建议。它可能包括人工智能算法, 用于优化维护计划、设备配置和能源分配。这一层的系统能够生成详尽的维护建议和运营决策, 帮助运维人员做出明智的决策。此外, 它还能够提供可视化报告, 使运维团队更容易理解数据和结果, 加强决策的可行性。

### 4. 远程监控与控制层

远程监控与控制层为运维人员提供了对电力系统的实时访问和控制能力。这一层的系统可以通过互联网远程监控设备的状态, 并提供实时警报, 以及设备操作和维修指导。运维人员可以从远程位置访问设备, 查看其状态、历史数据和实时信息, 并在必要时远程执行控制操作, 以确保设备的安全和可靠性。

### 5. 安全层

安全层是智能化体系结构中至关重要的一部分。它包括网络安全措施、身份验证、权限控制和数据加密, 以确保系统免受恶意攻击、未经授权的访问和数据泄露的威胁。保障智能化系统的安全性对于维护电力系统的可靠性和稳定性至关重要。

### 6. 用户界面层

用户界面层为运维人员提供了与智能化系统交互的平台。这可以是桌面应用程序、移动应用程序或Web界面, 根据用户的需求和位置而定。用户可以通过这些界面访问设备状态、警报信息、报告和实时数据, 以便他们能够做出及时、明智的决策。这一层的用户界面应具有友好的设计, 使运维人员能够轻松理解和操作系统的功能。

## 二、变电运维中的智能化技术应用价值

### 1. 提升运维效率

智能化技术的应用可以显著提高变电运维的效率。通过实时监测设备状态和健康状况, 运维人员可以迅速发现潜在问题, 减少了定期巡检和检修的频率, 从而减少了人力和时间成本。此外, 智能化的维护管理系统可以制定个性化的维护计划, 优化维护任务的分配, 进一步提高了运维效率。这意味着变电站可以更有效地运

行，减少停电时间，提供更可靠的电力供应。

### 2. 提高电力系统可靠性

智能化监测和故障诊断技术可以帮助运维人员及时发现设备故障和异常，从而降低了突发故障对电力系统的影响。通过远程监测和自动化警报系统，运维人员可以迅速采取措施，减少了停电的可能性。此外，智能化维护管理系统可以延长设备的寿命，减少了设备损坏的风险，提高了电力系统的稳定性和可靠性。

### 3. 降低维护成本

传统的维护方法通常是基于时间间隔的固定维护，这种方式可能导致不必要的维护工作和资源浪费。智能化维护管理系统可以根据设备的实际运行情况和健康状态，制定精确的维护计划，避免了不必要的维护成本。此外，预测性维护可以降低紧急维修的频率，减少了维护人员的加班费用和备件库存成本，从而降低了维护成本。

### 4. 数据驱动决策

智能化技术的应用为变电运维提供了大量的数据资源，这些数据可以用于数据驱动的决策。运维人员可以通过数据分析来了解设备的运行趋势、问题模式和维修需求，从而做出更明智的决策。例如，他们可以根据设备的健康状态和故障风险，制定优先级维护计划，确保最重要的设备得到及时维护。数据驱动的决策还可以帮助电力系统规划和优化运行，提高了系统的整体性能。

### 5. 环境保护和能源效率

智能化技术的应用有助于提高电力系统的能源效率和环境友好性。通过监测设备的能源消耗和运行状况，运维人员可以识别出高能耗设备，并采取优化措施进行优化。此外，预测性维护和及时故障诊断可以减少设备的停机时间，提高了电力系统的运行效率。这有助于降低电力系统的碳排放，促进可持续发展和环境保护。

## 三、变电运维的现状问题

### 1. 传统巡检和维护方法效率低下

传统的变电运维方法主要依赖于周期性的巡检和维护计划。这种固定周期的巡检可能会导致一些问题被忽视或者过度关注，影响了维护效率。一方面，某些设备可能在巡检周期内没有出现问题，但仍按照计划进行维护，浪费了人力和资源。另一方面，一旦有突发问题出现，例如设备突然损坏或故障，传统方法难以及时响应，可能导致停电和电力系统的可靠性问题。

### 2. 设备故障排除困难

设备故障排除一直是变电运维中的重要任务，但它通常取决于运维人员的经验和专业知识。这种依赖个体经验的方式存在主观性和不确定性，尤其是在面对复杂多变的设备问题时。运维人员需要耗费大量时间来识别问题的根本原因，这不仅延长了停电时间，还增加了维修成本。此外，传统的排障方法可能导致类似问题的反复出现，因为缺乏系统性的故障分析和解决方法。

### 3. 预防性维护不足

传统的预防性维护方法通常基于时间表和周期性维护计划。这意味着维护工作可能在某些设备实际需要维护之前或之后进行，从而导致维护的不足或不必要的维护工作。有些设备可能在巡检前就出现了潜在问题，但因为维护计划没有覆盖到，问题未能及时解决，增加了设备故障的风险。此外，缺乏准确的健康状态监测和故障风险评估，使得难以确定哪些设备需要更频繁的维护，哪些设备可以延长维护周期。

### 4. 数据管理和分析困难

变电运维产生大量的监测数据，包括设备状态、电流、电压等参数。这些数据需要进行有效的管理和分析，以提取有价值的信息。然而，传统的数据管理方法可能面临数据存储、传输和处理的困难。运维人员可能需要花费大量时间整理和分析数据，这影响了工作效率。此外，缺乏先进的数据分析工具和系统，使得运维人员难以快速发现潜在问题，降低了数据的利用价值。

### 5. 安全风险和人员压力

变电运维涉及高压电设备和危险作业环境，因此存在潜在的安全风险。运维人员需要遵守严格的安全标准和操作规程，但在高风险环境下工作仍然可能导致意外事故。这种高压和高风险的工作环境也会增加运维人员的身体和心理压力。此外，季节性变化和极端天气条件可能会对运维工作产生不利影响，增加了工作的复杂性和困难度。

## 四、变电运维中的智能化技术应用

### 1. 智能故障诊断与预测系统

智能故障诊断与预测系统在变电运维中具有至关重要的地位。它利用大数据分析和机器学习等先进技术，对电力设备的运行状态进行实时监测和分析，从而能够预测潜在的故障风险。通过持续监测传感器数据，这一系统能够迅速识别设备中可能存在的问题，有助于降低不必要的停机时间和维修成本。这项技术的最大优势之一是它的预防性维护能力。通过提前发现设备可能出现的故障，运维团队可以有针对性地采取维护措施，防止潜在问题升级为严重故障，从而显著提高了设备的可靠性和稳定性。这意味着电力供应可以更加连续，用户不会受到不必要的中断影响。

### 2. 无人机巡检

无人机技术已经在变电站巡检领域取得了显著的突破，成为一项广泛应用的创新解决方案。这些无人机配备着高分辨率摄像头和红外热成像设备，它们的应用不仅提高了变电站运维的效率，同时也极大地降低了人员的潜在安全风险。无人机能够快速而精确地执行巡检任务。它们可以在极短的时间内覆盖大面积的变电站，捕获高清图像和视频，实时传输给操作人员。这种高效率的巡检方式迅速识别设备的异常情况，如绝缘子污秽、

线路破损或温度异常，有助于及早发现潜在问题，避免了事故的发生。无人机巡检消除了人员直接接触高压区域的风险。高压电力设备通常存在电击、火灾等潜在危险，而无人机能够在不危及操作人员的情况下完成任务。这种安全性的提升使得变电站运维更加可靠，同时降低了工作人员的伤害风险，保障了他们的安全。

### 3. 物联网（IOT）传感器网络

在变电运维领域，物联网（IOT）传感器网络的广泛应用为电力设备的监测和维护带来了革命性的变化。这些智能传感器部署在关键设备上，能够实时测量多种参数，如温度、湿度、振动等，并通过网络将这些数据传输至中央监控系统。这种实时监测的好处不言而喻。运维人员可以随时访问传感器提供的数据，实时了解设备状态。这种远程访问的能力意味着即使在远离设备的情况下，运维团队也能够监测和诊断潜在问题。当传感器检测到异常或趋势迹象时，系统可以自动发出警报，通知运维人员采取适当的行动。通过这种方式，IOT传感器网络帮助运维人员预测设备故障、过载或其他问题，提供了更早的干预机会。这有助于降低维修成本，延长设备寿命，提高了电力设备的可用性和性能。此外，它还有助于优化设备运行，提高能源效率，从而减少了能源浪费和环境影响。

### 4. 虚拟现实（VR）和增强现实（AR）：

虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术的应用正在变电运维中崭露头角，为运维人员带来了前所未有的培训和支持方式。VR技术为运维人员提供了一个安全的虚拟环境，其中可以模拟各种电力设备的操作和维修情景。工作人员可以通过佩戴VR头戴设备，身临其境地参与虚拟仿真，练习复杂的任务，提高技能水平。这种虚拟训练不仅有效地减少了潜在的安全风险，还可以降低培训成本，因为不再需要在实际设备上培训。AR技术则在现场维修中提供了实时的指导和支持。运维人员可以佩戴AR设备，如智能眼镜，在工作中获得有关维修步骤、设备参数和安全警示的信息。这种实时信息的提供有助于减少操作错误，提高了维修效率。同时，AR还能够连接到远程专家，使他们能够远程查看问题并提供实时建议，加速了故障排除过程。

### 5. 大数据分析

大数据分析技术在变电运维领域的应用为电力系统的管理和维护带来了革命性的改变。面对设备产生的庞大数据量，这项技术可以精确而高效地解析数据，为运维团队提供了宝贵的信息和见解。大数据分析允许运维团队识别设备的性能趋势。通过监测和分析历史数据，可以检测到设备的潜在问题，预测可能的故障，从而采取及时的维修和保养措施。这种预测性维护不仅降低了维修成本，还减少了非计划停机时间，提高了电力系统的可靠性。大数据分析有助于优化维护计划。它可以确

定哪些设备需要更频繁的维护，哪些可以延长维护周期，以最大限度地减少资源浪费。这种精细化的维护计划确保了资源的有效分配，同时降低了维护成本，提高了电力设备的可靠性，最重要的是大数据分析有助于提高能源利用效率。通过监测能源消耗和设备性能，运维团队可以识别节能机会，并采取措施来优化电力系统的运行。这有助于减少能源浪费，提高电网的能源效率，降低碳足迹，推动可持续能源发展。

### 6. 人工智能辅助决策

人工智能（AI）在变电运维中的应用已经成为关键的辅助决策工具，为运维团队提供了宝贵的洞察力和支持，有助于提高电力系统的效率和可靠性。AI利用历史数据和实时信息，能够分析电力设备的运行情况，识别潜在问题，并为运维人员提供建议。例如，它可以基于设备的健康状况和维护历史推荐最佳的维护计划，确保设备处于最佳状态，减少了突发故障的风险。此外，AI还能够优化设备配置，确保资源的最佳利用，提高了电力系统的性能和效率。AI系统还可以预测未来的电力需求。通过分析历史用电数据和其他相关因素，AI可以生成准确的需求预测模型，帮助电力公司优化供应链和电力分配，确保能够满足未来的用电需求。这有助于降低浪费，提高能源利用效率，确保电力系统的稳定性。

### 结束语

总之，智能化技术已经成为电力行业的重要驱动力，为变电运维带来了新的可能性和机遇。通过不断的研究和创新，我们有望建立更加智能、高效和可持续的电力系统，确保电力供应始终如一地满足人们的需求，为社会的发展和进步提供可靠的动力支持。在未来，我们期望智能化技术在电力行业中的应用将继续扩大并不断演进。随着技术的不断成熟和创新，我们可以预见更多的智能化解决方案将出现，为电力系统的可靠性、可用性和可持续性带来更大的提升。

### 参考文献

- [1] 刘嘉雯, 周俊杰, 顾天逸. 智能化技术在变电运维中的应用[J]. 集成电路应用, 2021, 38(07): 164-165.
- [2] 黄军辉. 变电运维技术中智能化技术的应用探析[J]. 无线互联科技, 2020, 17(24): 87-88.
- [3] 缪健锋. 浅谈变电运维技术中的智能化技术[J]. 电子世界, 2020(22): 168-169.
- [4] 徐敏. 变电运维技术中的智能化技术[J]. 电子技术与软件工程, 2020(11): 238-239.
- [5] 郑磊. 智能化技术在变电运维技术中的应用研究[J]. 科学技术创新, 2020(08): 188-189.
- [6] 姚智. 变电运维技术中的智能化技术分析[J]. 南方农机, 2020, 51(04): 195.
- [7] 于东. 变电运维技术中的智能化技术[J]. 通信电源技术, 2018, 35(09): 54-55+59.