

# 智能电网中输变电技术应用策略探析

赵福艳

国网西藏电力有限公司超高压分公司

**摘要:** 在能源互联网的背景下,智能电网作为电力系统的核心,正逐渐成为现代电力工业的重要组成部分。输变电技术作为智能电网的关键技术之一,其应用策略对于提高电力系统的运行效率和安全性具有重要意义。本文旨在探讨智能电网环境下输变电技术的应用策略,以期提高电网的运行效率和可靠性。通过分析智能电网的基本特征和技术要求,结合当前输变电技术的发展现状,提出了一系列创新的应用策略,以期对智能电网领域提供一些参考与帮助。

**关键词:** 智能电网; 输变电技术; 技术创新

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2023.08.107

输变电技术,作为电力系统的核心环节,扮演着至关重要的角色。它涵盖了电力传输和电压转换两大关键环节,确保了从发电厂产生的电能能够高效、安全地输送到千家万户。在现代电力系统中,无论是大型的火力发电站、核电站,还是日益增多的新能源发电设施,如风力和太阳能发电,都离不开输变电技术的支撑。

## 一、输变电技术的发展现状

### (一) 输变电技术的重要性

输变电技术的发展,直接关系到电力系统的运行效率。随着技术的进步,输电线路的设计越来越合理,材质和结构也更加先进,这有助于降低线路电阻,减少能量损耗。同时,通过采用更高效的变压器和调节设备,可以快速准确地调整电压等级,以适应不同用电场景的需求,从而提高整个电力系统的能效。

此外,输变电技术的可靠性和稳定性对于保障电力供应至关重要。随着电网规模的不断扩大,系统的稳定性问题变得更加复杂。先进的输变电技术能够提高设备的抗干扰能力和自我修复能力,减少因设备故障导致的停电事件,确保电力供应的连续性和可靠性。

### (二) 输变电技术面临的挑战

尽管输变电技术取得了长足的进步,但在发展的过程中也面临着不少挑战。随着电力系统规模的不断扩大,输变电设备的运行环境变得更加复杂多变。这就要求设备必须具备更高的性能和更强的适应性,以应对各种复杂的气象条件和地理环境。

新能源的大规模接入,尤其是分布式发电资源的普及,给输变电技术带来了新的挑战。如何有效地整合这些分布式资源,平衡供需关系,确保电网的稳定运行,是技术人员需要解决的问题。

环保要求的提高也对输变电技术提出了新的要求。在保证电力供应的同时,如何减少对环境的影响,实现绿色、低碳的电力输送,是输变电技术发展的重要方

向。这需要研发更加环保的材料和技术,优化电网结构,减少电力输送过程中的能量损失。

## 二、智能电网中的输变电技术创新

随着科技的发展,智能电网已经成为电力系统的重要组成部分。智能电网通过集成先进的信息通信技术和电力技术,实现对电力系统的实时监控、优化调度和高效管理。在智能电网中,输变电技术的创新对于提高电力系统的效率、可靠性和安全性具有重要意义。

### (一) 高效输电线路技术

高效输电线路技术主要包括超高压输电线路、高温超导输电线路和新型导线材料等。这些技术可以有效降低输电线路的损耗,提高输电容量,减少占地面积,降低投资成本。

1、超高压输电线路:通过提高输电电压等级,可以显著提高输电容量,降低线损,提高输电效率。

2、高温超导输电线路:利用高温超导材料的零电阻特性,可以实现无损耗输电,大幅提高输电效率。

3、新型导线材料:采用新型导线材料,如铝合金导线、复合材料导线等,可以降低导线重量,减少线路损耗,提高输电效率。

### (二) 灵活交流输电系统

灵活交流输电系统是一种基于电力电子技术的输电系统调节技术。通过在输电系统中引入可控的电力电子设备,实现对输电系统的实时调节和控制,提高输电系统的传输能力和稳定性。

FACTS技术包括静止无功补偿器(SVC)、静止同步补偿器(STATCOM)、静止同步串联补偿器(SSSC)等<sup>[1]</sup>。这些设备可以快速调节输电系统的电压、相位和阻抗,实现对输电系统的优化调度和故障处理。

### (三) 高压直流输电(HVDC)及其轻型版本

高压直流输电(HVDC)是一种高效、可靠的远距离大容量输电技术。与交流输电相比,直流输电具有较低

的线损、较高的输电容量和较好的稳定性。HVDC技术在跨区域、跨国家的电力输送中发挥着重要作用。

轻型高压直流输电（HVDC Light）是一种新型的直流输电技术，它具有较低的投资成本、较快的建设速度和较好的环境适应性。HVDC Light技术在风电、光伏等新能源并网和城市电网升级改造等领域具有广泛的应用前景<sup>[2]</sup>。

#### （四）智能化变电站技术

智能化变电站是智能电网的重要组成部分。通过引入先进的信息通信技术、自动化技术和电力电子技术，实现对变电站的实时监控、自动化控制和优化调度。

1、数字化保护和自动化控制：通过数字化保护和自动化控制设备，实现对变电站的实时监控和故障处理。

2、无人值守和远程监控：通过无人值守和远程监控技术，实现对变电站的高效管理和运营。

3、虚拟化和云计算：通过虚拟化和云计算技术，实现对变电站资源的共享和优化配置。

4、能源管理和优化调度：通过能源管理和优化调度技术，实现对变电站的能源消耗和运行成本的有效控制。

### 三、输变电技术应用策略

#### （一）技术创新与集成策略

##### 1、技术标准化与模块化设计

输变电系统是电力供应的关键环节，它涉及将发电厂产生的电能通过变电站和输电线路有效地传输到最终用户。为了适应不断变化的市场需求和技术进步，提高输变电系统的灵活性和可扩展性成为行业发展的重要目标。实现这一目标的关键途径之一就是采用技术标准化和模块化设计。

技术标准化是指制定一系列统一的技术规范和要求，这些标准涵盖了设备的性能参数、接口协议、安全要求等多个方面。通过实施这些标准，不同制造商生产的设备和系统能够无缝对接，确保了整个输变电系统的兼容性和互操作性。这对于降低系统集成的复杂性、减少错误和故障的发生、提高整体运行效率具有至关重要的作用。

模块化设计则是一种将系统分解为多个独立、可互换的模块的设计方法。每个模块都具有特定的功能，并且可以独立于其他模块进行设计、测试和维护。这种设计方式使得输变电系统可以根据实际需求快速地进行扩展或升级。例如，如果某个地区的电力需求增加，只需添加更多的模块或者更换更高性能的模块即可，无需对

整个系统进行大规模的改造。

模块化设计还带来了维护和替换的便利性。当某个模块发生故障时，可以快速地将其从系统中移除并更换，而不会影响到整个系统的运行。这大大提高了系统的可靠性和可用性。同时，模块化设计也促进了创新，因为制造商可以专注于开发更先进的模块，而不必担心与现有系统的兼容性问题。

#### 2、系统集成与兼容性提升

系统集成在输变电领域是至关重要的，它不仅涉及技术层面的融合，也关系到整个电力系统的性能和可靠性。系统集成的本质是将来自不同制造商的设备、技术和解决方案融合成一个无缝、高效和协调一致的运作体系。这一过程包括了对软件与硬件兼容性的严格要求，以及对不同供应商产品之间互通性的确保。

为了提升系统的集成度，工程团队需要采用先进的设计和实施策略。这可能包含使用通用的通信协议，以确保设备之间的有效沟通；采用模块化设计，使得未来的升级和扩展更为灵活；以及利用智能电网技术，比如自动化和物联网，来监控和管理电网的状态。通过提高系统集成水平，可以带来多方面的好处。首先，优化资源配置成为可能，因为集成后的系统可以更高效地利用现有的设备和技术能力。例如，通过集中控制中心，操作员可以实时监测和调整电网的负荷分布，减少能源浪费，并确保电力供应的稳定性。

其次，随着系统集成程度的提升，运行效率也会相应提高。一个高度集成的系统能够更快地响应变化，自动执行故障检测和隔离，从而缩短停电时间，减少维修成本，并最终提高整个网络的供电可靠性。此外，系统集成还有助于降低故障率。在一个紧密集成的系统中，各个组件被设计为协同工作，减少了因不兼容导致的技术问题。同时，预防性维护和故障预警系统可以提前识别潜在问题，并在它们发展成更大故障之前进行处理。

#### （二）管理优化与智能化升级

##### 1、资产管理与维护智能化

随着科技的不断进步，物联网和大数据技术已经变得日益成熟，为电力系统的资产管理和维护带来了革命性的变化。在这个背景下，输变电系统的资产管理和维护正逐步走向智能化，这种转变不仅优化了管理流程，还显著提升了系统的整体性能和可靠性。

资产管理与维护智能化的核心在于利用先进的传感器、监控设备和数据分析工具，实现对输变电系统设备状态的实时监控。这些设备能够收集关于设备运行的各种参数，如温度、压力、电流、电压等，并将这些数

据传输到中央处理系统<sup>[3]</sup>。通过对这些数据进行实时分析,管理人员可以对设备的健康状况进行精确评估,及时发现任何异常情况,从而采取预防措施,避免设备故障和意外停机。

智能化的资产管理系统还能够根据设备的实际使用情况和历史维护记录,预测未来的维护需求。这意味着维护工作可以在设备出现故障之前计划性地进行,而不是等到问题发生后才匆忙应对。这种预防性维护策略可以显著延长设备的使用寿命,因为它减少了设备因突发故障而导致的损害。

此外,智能化资产管理系统还可以帮助企业更有效地规划资源分配。通过对设备性能的深入分析,企业可以更好地了解哪些设备是关键,哪些可能需要更换或升级。这有助于企业做出更明智的投资决策,确保资金被用于最需要的地方。

在成本节约方面,智能化的资产管理和维护系统可以减少不必要的维护工作,降低人工成本和维修材料费用。同时,通过减少设备故障和提高设备效率,企业可以节省能源消耗,进一步降低运营成本。

### 2、预测性维护与故障诊断

预测性维护是一种先进的维护策略,它利用实时数据分析、传感器监测和机器学习算法来预测工业设备的潜在故障。通过这些技术,维护团队可以准确预测出设备组件何时可能会出现性能下降或故障,并在问题发生之前采取预防措施。与传统的预防性维护(定期检查和维修设备)相比,预测性维护能够更加精准地安排维护工作,避免了不必要的停机和维修成本。

在实施预测性维护时,通常会使用各种传感器来监测设备的运行状态,例如温度、振动、压力等关键指标。这些数据会实时传输到中央处理系统,在那里,通过应用机器学习模型和统计分析,可以识别出数据中的异常模式,这些模式可能表明设备即将出现故障。一旦检测到潜在的问题,系统就会发出警报,维护人员可以立即进行干预,计划维修工作,或者调整操作参数以防止故障发生。

与此同时,故障诊断技术也在不断进步。当设备出现问题时,故障诊断系统能够快速分析故障原因,并指导维护人员如何解决问题。这些系统通常依赖于专家系统、故障树分析或其他智能算法,能够迅速识别出故障的根本原因,减少了对人工经验的依赖,加快了故障处理的速度。

预测性维护和故障诊断技术的结合,不仅能够减少意外停机时间,提高系统的可靠性和稳定性,还能够带

来其他多方面的好处。例如,它们可以帮助企业实现更高效的资源管理,因为维护工作可以在最佳时间进行,而不是基于固定的时间表。此外,这种策略还可以延长设备的使用寿命,因为它有助于避免灾难性的设备故障,并确保设备始终以最佳状态运行。

### (三) 政策支持与经济激励机制

#### 1、政策引导与市场准入

政府的政策引导对于推动输变电技术的发展至关重要。通过制定相关的市场准入标准和规范,可以促进技术创新,保护消费者利益,同时鼓励企业参与市场竞争。这样可以形成一个健康、公平的市场环境,有利于输变电技术的健康发展。

#### 2、投资补贴与税收优惠

为了激励企业投资输变电技术的研发和应用,政府可以提供投资补贴和税收优惠政策。这些经济激励措施可以降低企业的投资风险,加快技术的商业化进程。这样不仅可以促进输变电技术的发展,还可以为企业带来经济效益。

#### 3、绿色信贷与碳交易机制

绿色信贷和碳交易机制是推动输变电行业向低碳、环保方向发展的重要工具。通过为符合绿色标准的项目提供优惠贷款,以及建立碳交易市场,可以鼓励企业减少碳排放,促进可持续发展。这样不仅可以保护环境,还可以为企业带来经济效益。输变电技术是电力系统不可或缺的组成部分,它关乎着电力的生成、传输和分配。

### 结束语

综上所述,智能电网的建设是一个长期、复杂的过程,需要各方共同努力。在今后的研究和实践中,我们应继续关注输变电技术的最新发展动态,不断调整和完善应用策略,以适应不断变化的市场和技术环境。同时,我们还要加强国际合作与交流,引进先进技术和管理经验,为我国智能电网建设注入新的活力。

### 参考文献

- [1] 金杰,周灵江,王林挺等.一种低压无功补偿主电路与触发控制方法[J].电工技术,2019,(22):79-81+83.
- [2] 李翠萍,余芳芳,李军徽等.基于MMC的多端高压直流输电系统研究综述[J].现代电力,2017,34(01):62-68.
- [3] 崔凯,张倩.建设工程质量检测中信息工程技术的应用研究[J].信息系统工程,2023,(09):55-58.