

人工智能赋能智能电网

杨晓霞 程 剑 刘子福

云南建源电力设计有限公司 云南 昆明 650206

摘要：人工智能技术的快速发展正深刻改变着智能电网的运营模式与效能。通过探讨了人工智能在智能电网中的应用，包括预测分析、故障检测、资源优化及用户交互等多个方面。通过深度学习、强化学习等先进算法，智能电网实现更高效、更安全的电力传输与分配，同时提升用户体验与能源利用效率。本文旨在为智能电网的智能化转型提供理论支持与实践指导，推动能源行业的可持续发展。

关键词：人工智能；智能电网；赋能；电力系统

引言：智能电网作为现代能源体系的重要组成部分，其智能化、高效化的发展对于促进能源转型、提高能源利用效率具有重要意义。近年来，人工智能技术的快速发展为智能电网的智能化转型提供了新的契机。本文将从人工智能技术在智能电网中的应用出发，探讨其对电网运营效率、能源利用效率及用户体验等方面的提升作用，为智能电网的未来发展提供有益参考。

1 智能电网的基本概念

智能电网，也被称为“电网2.0”，是电网的智能化形态。它建立在集成的、高速双向通信网络的基础上，融合了先进的传感测量技术、设备技术、控制方法以及决策支持系统技术，旨在实现电网的可靠、安全、经济、高效、环境友好和使用安全的目标。智能电网的核心特征包括自愈性、兼容多种发电形式、交互性、协调性、高效性、优质电能提供、集成化和绿色可持续性。其中，自愈性是指智能电网能够不断发现存在或潜在的问题，并自动纠正或控制，确保供电质量，这是其较为突出的特征。智能电网由多个部分组成，包括智能变电站、智能配电网、智能电能表、智能交互终端、智能调度、智能家电、智能用电楼宇、智能城市用电网、智能发电系统和新型储能系统等。这些部分通过高度集成的通信和信息技术，实现了电力系统的实时监测、感知和控制，从而优化了电力的生产、输送和使用^[1]。智能电网的应用涵盖了能源管理、电力分配优化、需求响应以及分布式能源资源集成等多个方面，通过提高能源利用效率、降低能源浪费，为用户提供了高效、清洁、可持续的能源服务，智能电网的建设和发展也代表了电力系统未来的发展趋势，是适应新能源发展、提高能源利用效率、保障电网安全的重要方向。

2 人工智能赋能智能电网的重要性

人工智能赋能智能电网的重要性不言而喻，它是推

动电力系统迈向现代化、智能化的关键力量。通过深度挖掘、分析海量的电网运行数据，人工智能能够实时精准地预测电力需求、优化电力分配，从而确保电网的高效稳定运行。在智能电网中，人工智能技术的应用不仅提高了电网的自愈能力，使其能够迅速应对各种突发状况，还大大增强了电网的灵活性和可靠性，人工智能还能帮助智能电网更好地集成可再生能源，促进清洁能源的广泛应用，为实现全球能源转型和可持续发展目标贡献力量。

3 人工智能技术在智能电网中的应用

3.1 智能供电调度

智能供电调度是智能电网中最为核心的功能之一，它直接关系到电网的稳定运行和电力资源的有效配置。人工智能通过深度学习等技术，可以实现对电网运行数据的实时分析和处理。这些数据包括发电厂的出力、负荷需求、线路潮流等，是供电调度的基础。人工智能通过对这些数据的挖掘和分析，能够发现电网运行的规律，预测未来的负荷趋势，为供电调度提供科学依据。人工智能能够优化电力资源的配置，在电力系统中，不同地区的负荷需求和发电能力存在差异。人工智能可以根据这些差异，结合电网的运行状态，制定最优的电力传输方案，确保电力资源的合理分配和高效利用。人工智能在智能供电调度中还具有快速响应和自愈能力，当电网发生故障时，人工智能能够迅速识别故障位置，采取相应的隔离和保护措施，防止故障扩大，它还可以根据电网的实时状态，调整供电方案，确保电网的稳定运行。

3.2 精准负荷预测

负荷预测是电力系统规划和运行的基础，对于智能电网来说，精准负荷预测更是至关重要。人工智能技术在精准负荷预测中的应用，主要体现在以下几个方面：首先，人工智能能够处理和分析大量的历史负荷数据，

这些数据包括不同时间尺度的负荷值、天气条件、节假日等影响因素。通过深度学习和机器学习等技术,人工智能可以挖掘这些数据之间的内在联系,建立精准的负荷预测模型^[2]。其次,人工智能能够考虑多种影响因素对负荷的影响,在电力系统中,负荷受到多种因素的影响,如天气变化、经济波动、政策调整等。人工智能能够综合考虑这些因素,对负荷进行更加准确的预测。人工智能还具有实时更新和自适应能力,随着电网的发展和新技术的应用,负荷特性可能会发生变化。人工智能能够根据新的数据和信息,对预测模型进行实时更新和优化,确保预测结果的准确性。精准负荷预测对于智能电网的调度和运行具有重要意义,通过精准的负荷预测,智能电网可以提前制定供电方案,优化电力资源的配置,确保电网的稳定运行,精准负荷预测还可以为电力系统的规划和建设提供科学依据,促进电力系统的可持续发展。

3.3 异常检测与故障诊断

异常检测与故障诊断是智能电网运行维护的重要环节。人工智能技术在这一领域的应用,可以大大提高电网的运行安全性和可靠性。人工智能能够实时监测电网的运行状态,通过传感器和监测设备,人工智能可以获取电网的实时数据,包括电压、电流、功率等。通过对这些数据的分析,人工智能可以及时发现电网中的异常现象。人工智能能够准确诊断电网中的故障,当电网发生故障时,人工智能可以根据故障现象和电网的运行状态,结合故障数据库和专家知识,对故障进行准确诊断。这不仅可以缩短故障处理时间,还可以降低故障对电网的影响。人工智能还具有自我学习和优化能力,在电网的运行过程中,人工智能可以不断积累经验和知识,提高自身的诊断能力,它还可以根据电网的发展和新技术的应用,对诊断模型进行实时更新和优化。异常检测与故障诊断对于智能电网的运行维护具有重要意义,通过及时发现和诊断电网中的故障,智能电网可以迅速采取措施,防止故障扩大和蔓延,这也可以为电网的运行维护和检修提供科学依据,提高电网的运行效率和可靠性。

3.4 智能能源管理

智能能源管理是智能电网的重要组成部分,它涉及电网的发电、输电、配电和用电等各个环节。人工智能技术在智能能源管理中的应用,可以推动电网的智能化和可持续发展。人工智能能够优化电网的发电和输电策略,通过对电网的运行数据和发电厂的出力情况进行实时分析,人工智能可以制定最优的发电和输电方案,确

保电力资源的合理分配和高效利用,人工智能还可以根据可再生能源的发电情况,调整电网的调度策略,促进清洁能源的广泛应用^[3]。人工智能能够优化电网的配电和用电策略,通过对负荷数据的分析和预测,人工智能可以制定最优的配电方案,确保电力供应的稳定性和可靠性。它还可以根据用户的用电需求和用电习惯,提供个性化的用电建议和节能方案,降低用户的用电成本。人工智能在智能能源管理中还具有数据分析和决策支持功能。通过对电网运行数据的深度挖掘和分析,人工智能可以发现电网运行中的问题和瓶颈,为电网的优化和改进提供科学依据。同时,它还可以根据电网的运行状态和发展趋势,为电网的规划、建设和运行提供决策支持。智能能源管理对于智能电网的可持续发展具有重要意义。通过优化电网的发电、输电、配电和用电策略,智能电网可以提高电力资源的利用效率,降低能源消耗和环境污染,智能能源管理还可以为用户提供更加便捷、高效的用电服务,提高用户的满意度和幸福感。

3.5 电力市场调度与运营

人工智能技术在智能电网中的应用,特别是在电力市场调度与运营方面,正逐步展现出其巨大的潜力和价值。通过深度学习和机器学习等先进技术,人工智能能够实现对电力市场数据的实时分析、预测和优化,为电力市场的调度和运营提供更加精准、高效的决策支持。在电力市场调度方面,人工智能技术能够综合考虑发电厂的出力、负荷需求、线路潮流、天气条件以及电力市场价格等多种因素,制定出最优的电力传输和分配方案。这不仅可以确保电力供应的稳定性和可靠性,还能最大化地利用电力资源,降低电力传输和分配过程中的损耗,提高电力市场的运营效率。人工智能技术还能实现电力市场的精准预测,通过对历史数据的挖掘和分析,人工智能可以预测未来的电力需求和供应情况,为电力市场的调度和运营提供科学依据。这种预测能力对于电力市场的平衡和稳定至关重要,有助于避免电力过剩或短缺带来的经济损失^[4]。在电力市场运营方面,人工智能技术能够优化电力市场的交易机制。通过实时监测和分析电力市场的交易数据,人工智能可以发现交易中的不合理之处,提出优化建议,促进电力市场的公平、公正和透明。此外,人工智能技术还能实现电力市场的智能化监管,及时发现和纠正市场中的违规行为,维护电力市场的良好秩序。

4 人工智能技术在智能电网中的创新应用探索

4.1 新型人工智能算法在智能电网中的应用尝试

在智能电网领域,新型人工智能算法的引入正在不

断拓展其功能边界,提升电网运行效率与智能化水平。这些算法,如深度学习、强化学习以及联邦学习等,以其独特的优势,正在智能电网的多个环节展现出巨大的应用潜力。深度学习算法,凭借其强大的数据处理能力和模式识别能力,正在智能电网的预测分析中发挥着重要作用。通过对大量历史数据的训练,深度学习模型能够准确预测电力负荷、新能源发电出力等关键指标,为电网调度和运行提供科学依据,深度学习算法还能在电网故障诊断中实现精准定位,提高故障处理的效率与准确性。强化学习算法,则更侧重于在复杂环境中寻找最优策略。在智能电网中,强化学习算法可以应用于需求响应策略的优化、储能系统的充放电管理等场景。通过不断试错与学习,强化学习算法能够找到在满足用户用电需求的同时,最大化电网经济效益的运行策略。联邦学习算法,作为一种分布式机器学习框架,正在智能电网的数据安全与隐私保护方面展现出独特优势。在智能电网中,不同节点间的数据共享与协同处理是提升整体效能的关键,数据隐私与安全问题一直是制约智能电网发展的瓶颈。联邦学习算法通过在不共享原始数据的情况下,实现模型参数的协同训练,有效解决了这一问题,为智能电网的数据安全与隐私保护提供了新的解决方案。

4.2 人工智能技术与智能电网其他技术的融合创新

人工智能技术与智能电网其他技术的融合创新,正在推动电网向更加智能化、高效化方向发展。这种融合创新体现在多个层面,包括与物联网、大数据、云计算等技术的深度融合。物联网技术为智能电网提供了海量的实时数据,这些数据是人工智能算法训练与优化的基础。通过物联网技术,智能电网能够实现对电网设备的实时监测与远程控制,提高电网运行的透明度和可控性,物联网技术与人工智能的结合,还能在电网故障诊断、预测性维护等方面发挥重要作用,提升电网的运维效率与安全性^[5]。大数据技术则为人工智能算法提供了强大的数据处理能力,在智能电网中,大数据技术能够实现海量数据的快速处理与分析,为人工智能算法提供

丰富的数据资源。通过大数据技术,智能电网能够实现对电力市场的精准预测、对电网运行状态的实时评估,为电网调度与运营提供更加科学的决策支持。云计算技术为智能电网提供了灵活的计算资源与存储服务,在智能电网中,云计算技术能够实现对计算资源的按需分配与动态调整,为人工智能算法的运行提供强大的计算支持,云计算技术还能实现数据的云端存储与共享,为智能电网的数据安全与隐私保护提供了新的解决方案。

结束语

随着人工智能技术的不断成熟与智能电网建设的深入推进,人工智能在智能电网中的应用前景愈发广阔。通过本文的探讨,深刻认识到人工智能在提升智能电网运营效率、优化资源配置、增强电网安全性及提升用户体验等方面的重要作用。未来,期待人工智能技术能够持续赋能智能电网,推动能源行业的智能化转型与可持续发展,为构建更加绿色、高效、智能的能源体系贡献更大力量。

参考文献

- [1]孙永辉,孟雲帆,葛磊蛟,等.人工智能赋能微电网运行优化的应用及展望[J].高电压技术,2023,49(6):2239-2252.
DOI:10.13336/j.1003-6520.hve.20230392.
- [2]舒印彪,陈国平,贺静波,等.构建以新能源为主体的新型电力系统框架研究[J].中国工程科学.2021,23(6).
DOI:10.15302/J-SSCAE-2021.06.003.
- [3]蒋胤傑,况琨,吴飞.大数据智能:从数据拟合最优解到博弈对抗均衡解[J].智能系统学报.2020,(1).
DOI:10.11992/tis.201911007.
- [4]郑亚先,杨争林,冯树海,等.碳达峰目标场景下全国统一电力市场关键问题分析[J].电网技术.2022,46(1).
DOI:10.13335/j.1000-3673.pst.2021.1734.
- [5]巨云涛,陈希.基于双层多智能体强化学习的微网群分布式有功无功协调优化调度[J].中国电机工程学报.2022,42(23).
DOI:10.13334/j.0258-8013.pcsee.212737.