

探讨深度学习下智能配电网运维策略分析

张泽林 田明辉 刘玲

国网正定县供电公司

摘要:随着电力系统的快速发展,智能配电网作为现代电力系统的重要组成部分,对于提高电网的可靠性、安全性和经济性具有重要意义。深度学习作为人工智能领域的重要技术之一,为智能配电网运维策略的优化提供了新的思路和方法。本论文旨在通过对深度学习在智能配电网运维策略中的应用进行分析,探讨其在提高配电网运维效率、降低运维成本以及优化电力质量等方面的潜力。

关键词:深度学习;智能配电网;运维策略;电力质量;运维

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2022.06.208

引言

智能配电网是传统配电网向智能化、自动化方向发展的产物,通过引入先进的通信、计算和控制技术,实现了对电力系统的全面监测、智能分析和精确控制。在传统配电网中,运维策略主要依赖于人工经验和规则制定,但随着电力系统规模的不断扩大和复杂度的增加,传统的运维策略已经无法满足对电力系统安全、可靠和高效运行的要求。因此,引入深度学习技术来优化智能配电网的运维策略具有重要的意义。

一、智能配电网概述

(一)配电网的发展历程

配电网是指从输电系统接收高压电能后,将其分配到终端用户的低压电力系统。配电网的发展经历了多个阶段:

1.初级配电网

早期的配电网主要是单向供电,由变电站通过配电变压器将高压电能降压至低压,再通过配电线路传输到用户。这种配电网结构简单,但对电能的监测和控制能力有限。

2.次级配电网

随着电力系统的发展,配电网逐渐形成了多级的层次结构。在次级配电网中,引入了配电变压器和配电开关等设备,以提高供电可靠性和灵活性。

3.高级配电网

高级配电网引入了先进的通信、计算和控制技术,实现了对电力系统的全面监测、智能分析和精确控制。通过智能化的设备和系统,高级配电网能够实现电力负荷的动态调整、故障自愈和优化运行。

(二)智能配电网的定义和特点

智能配电网是指在传统配电网基础上引入先进的信息与通信技术,实现对电力系统的智能化监测、分析和控制,以提高供电可靠性、安全性和经济性的配电网系统。智能配电网具有以下特点:

1.自动化

智能配电网通过引入自动化设备和系统,实现了对电力系统的自动监测、故障诊断和自愈操作,减少了人工干预和运维成本。

2.智能化

智能配电网利用先进的数据分析和人工智能技术,对电力负荷、电能质量等进行智能化分析和预测,提高供电质量和效率。

3.可视化

智能配电网通过可视化界面展示电力系统的运行状态和参数,使运维人员能够直观地了解系统状况,并及时采取相应措施。

4.高效性

智能配电网通过优化供电方案、动态调整负荷分配等手段,提高了电力系统的供电效率和能源利用率。

(三)智能配电网的关键技术

1.通信技术

智能配电网利用先进的通信技术,实现对各个设备和系统之间的信息传递和互联互通,包括无线通信、有线通信等。

2.数据采集与处理技术

智能配电网通过传感器和智能终端设备采集电力系统的各种数据,如电流、电压、功率等,并利用数据处理技术对这些数据进行分析 and 处理。

3.大数据与云计算技术

智能配电网利用大数据和云计算技术,对采集到的海量数据进行存储、管理和分析,实现对电力系统的全面监测和智能分析。

4.人工智能技术

智能配电网利用人工智能技术,如机器学习和深度学习,对电力系统的运行状态、负荷预测、故障诊断等进行智能化处理和优化。

5.智能设备与传感器技术

智能配电网引入各类智能设备和传感器,如智能开关、智能电表等,实现对电力系统的实时监测和控制。

二、深度学习在智能配电网中的应用

(一)深度学习在电力负荷预测中的应用

深度学习在智能配电网中有广泛的应用,其中之一是在电力负荷预测方面。电力负荷预测是智能配电网中的一个关键问题,其准确性直接影响到电力系统的供需平衡和能源利用效率。传统的负荷预测方法通常基于线

性模型，难以处理复杂的非线性关系。而深度学习可以通过多层神经网络学习数据之间的非线性关系，从而提高预测准确性。深度学习可以自动学习数据中的特征，而无须手工特征工程。这种自适应学习能力使得深度学习在处理大规模、高维度数据时更加有效。电力负荷预测通常需要考虑时间序列数据的变化趋势和周期性。深度学习可以通过循环神经网络（RNN）和长短期记忆网络（LSTM）等模型有效地处理时间序列数据，并预测未来的负荷变化趋势。深度学习可以结合多种数据源，如气象数据、经济数据等，来提高负荷预测的准确性。这种多源数据的综合利用能够更好地反映负荷变化的复杂性和不确定性。

（二）深度学习在电力故障诊断中的应用

电力故障诊断是智能配电网中的另一个重要问题。传统的故障诊断方法通常基于规则和经验，难以处理复杂的故障情况。而深度学习技术可以通过学习大量的故障数据，自动提取特征并进行准确的诊断。智能配电网中的设备和系统通常会记录大量的图像和视频数据，包括设备状态、电力参数等。深度学习可以通过卷积神经网络（CNN）等模型对这些图像数据进行分类和识别，从而实现设备故障的自动诊断。电力设备在运行过程中会产生各种声音信号，这些信号包含了很多关于设备状态和故障信息的线索。深度学习可以通过声音信号的处理和分析，实现对设备故障的自动诊断。智能配电网中的设备和系统通常会记录大量的时间序列数据，如电流、电压、功率等。深度学习可以通过RNN和LSTM等模型对这些时间序列数据进行分析 and 预测，从而实现了对设备故障的自动诊断。

（三）深度学习在电力质量监测中的应用

电力质量是智能配电网中的另一个重要问题。深度学习可以通过学习大量的电力质量数据，自动提取特征并进行准确的质量监测。深度学习可以通过学习电力波形数据，自动提取波形特征，并进行电力质量监测和诊断。这种波形识别技术可以有效地检测电力系统中的各种质量问题，如电压骤降、谐波等。深度学习可以通过学习电力频谱数据，自动提取频谱特征，并进行电力质量监测和诊断。这种频谱分析技术可以有效地检测电力系统中的各种频率问题，如谐波、干扰等。深度学习可以通过RNN和LSTM等模型对电力质量时间序列数据进行分析 and 预测，从而实现了对电力质量的自动监测和诊断。这种时间序列分析技术可以有效地检测电力系统中的各种周期性质量问题，如闪变、瞬变等。

三、智能配电网运维策略分析

（一）预防性维护策略

预防性维护策略是指在设备出现故障之前，通过定期检查和保养，及时发现并修复潜在的问题。这种策略可以有效地减少设备故障率和停机时间，提高系统的可靠性和稳定性。具体措施包括：

1. 定期巡检

定期对智能配电网中的设备进行巡检，检查设备的运行状态和性能，及时发现并修复设备的故障和缺陷。

2. 定期保养

定期对智能配电网中的设备进行保养，清洁设备、更换易损件等，延长设备的使用寿命和稳定性。

3. 定期校准

定期对智能配电网中的仪器仪表进行校准，确保测量数据的准确性和可靠性。

4. 定期备份

定期对智能配电网中的数据进行备份，以防止数据丢失或损坏。

（二）故障响应策略

故障响应策略是指在设备出现故障时，及时响应和处理，以最小化故障对系统的影响。具体措施包括：

1. 快速响应

当设备出现故障时，需要尽快响应并采取相应的措施，以最小化故障对系统的影响。

2. 故障诊断

通过分析故障数据和设备状态，快速诊断故障原因，并采取相应的措施进行修复。

3. 故障记录

对每次故障进行详细记录，包括故障时间、故障原因、修复措施等，以便于后续分析和改进。

4. 故障分析

对故障进行深入分析，找出故障的根本原因，并采取相应的措施进行改进，以避免类似故障再次发生。

（三）数据分析策略

智能配电网中产生大量的数据，这些数据可以为系统的运行和优化提供有价值的信息。数据分析策略是指通过对数据分析和挖掘，发现潜在的问题和机会，从而优化系统的运行效率和性能。具体措施包括：

1. 数据采集

对智能配电网中的各种数据进行采集，包括设备运行数据、负荷数据、环境数据等。

2. 数据处理

对采集到的数据进行预处理、清洗和转换，使其符合分析要求。

3. 数据分析

通过各种数据分析方法，如统计分析、机器学习、深度学习等，对数据进行挖掘和分析，发现潜在的问题和机会。

4. 数据可视化

将分析结果通过图表、报表等形式呈现，以便于用户理解和决策。

四、实例分析与案例研究

（一）深度学习在某智能配电网中的应用案例介绍

1. 应用背景

该智能配电网覆盖了一个较大的区域，包括多个变

电站、配电站和用户，每天需要对各个节点的负荷进行预测，并制定相应的调度计划。由于负荷受到多种因素的影响，如天气、季节、节假日等，传统的预测方法难以满足精度和实时性的要求。

2. 解决方案

为了提高负荷预测的精度和实时性，该智能配电网采用了深度学习的方法。具体流程需要采集各个节点的历史负荷数据，并结合天气、季节、节假日等外部数据，构建负荷预测模型的训练集和测试集。对采集到的数据进行特征提取和转换，包括时间序列特征、天气特征、节假日特征等。采用深度神经网络模型，如多层感知机（MLP）、循环神经网络（RNN）等，对训练集进行训练，并通过交叉验证等方法调整模型参数，以获得最佳的预测效果。将训练好的模型应用于测试集中的数据，计算预测误差和准确率等指标，评估模型的预测能力和泛化能力。

3. 应用效果

经过实际应用和验证，深度学习的方法在该智能配电网中取得了显著的应用效果。与传统的负荷预测方法相比，深度学习的方法具有更高的精度和实时性，可以更好地应对复杂的负荷变化和外部因素的影响。同时，深度学习的方法还可以自动提取和学习数据的特征，避免了手动特征工程的繁琐和不确定性，提高了预测模型的可靠性和通用性。综上所述，深度学习在智能配电网中具有广泛的应用前景，可以为系统的运行和优化提供有力的支持和保障。

（二）基于深度学习的智能配电网运维策略实施效果评估

基于深度学习的智能配电网运维策略实施效果评估可以通过以下实例分析和案例研究来进行。假设某智能配电网引入了基于深度学习的故障诊断系统，用于实时监测和诊断配电网中的故障情况。在实施该系统之前，运维人员需要手动巡检和排查故障，效率低下且容易出现漏检等问题。而引入深度学习的方法后，系统可以自动分析配电网中的数据，并通过学习历史故障案例来进行故障诊断。为了评估该智能配电网运维策略的实施效果，收集配电网中的历史故障数据，包括故障类型、故障发生时间、故障位置等信息，作为训练集和测试集。采用深度学习的方法，如卷积神经网络（CNN）或循环神经网络（RNN），对训练集进行模型训练。模型的输入可以是配电网中的传感器数据、设备状态数据等，输出为故障类型和故障位置的预测结果。将训练好的模型应用于测试集中的数据，计算预测准确率、召回率、F1值等评价指标，评估模型的故障诊断能力。与传统的手动巡检和排查方法进行对比，比较深度学习的方法在故障诊断方面的效果。可以统计故障诊断的准确率提升情况、故障排查时间的减少情况等指标，评估智能配电网运维策略的实施效果。

以某智能配电网为案例，该配电网引入了基于深度

学习的负荷预测系统，用于预测各个节点的负荷情况，以支持调度计划的制定。在实施该系统之前，负荷预测主要依靠人工经验和传统的统计方法，效果有限且不够准确。为了评估该智能配电网运维策略的实施效果，可以进行如下步骤：第一数据收集：收集配电网中的历史负荷数据，包括各个节点的负荷情况、天气数据、季节数据等，作为训练集和测试集。第二模型训练：采用深度学习的方法，如长短期记忆网络（LSTM）或变换器（Transformer），对训练集进行模型训练。模型的输入可以是历史负荷数据及相关的外部数据，输出为未来一段时间内各个节点的负荷预测结果。第三模型评估：将训练好的模型应用于测试集中的数据，计算预测误差、平均绝对误差（MAE）、均方根误差（RMSE）等评价指标，评估模型的负荷预测能力。第四实施效果评估：与传统的负荷预测方法进行对比，比较深度学习的方法在负荷预测方面的效果。可以统计预测误差的减小情况、调度计划的准确性提升情况等指标，评估智能配电网运维策略的实施效果。通过实例分析和案例研究，可以客观评估基于深度学习的智能配电网运维策略的实施效果，为进一步优化和改进提供指导和参考。

结语

本文通过对深度学习在智能配电网运维策略中的应用进行分析，探讨了深度学习在提高配电网运维效率、降低运维成本以及优化电力质量等方面的潜力。研究结果表明，深度学习技术可以有效地改进传统配电网运维策略，提高智能配电网的运行效率和稳定性。未来，随着深度学习技术的不断发展和应用场景的扩大，智能配电网运维策略将迎来更多创新和突破。

参考文献

- [1] 李源锟. 基于深度学习的智能配电网运维策略思考[J]. 202. 14. 059.
- [2] 李彦豪. 基于深度学习的智能配电网运维策略研究[J]. 电力设备管理, 2020 (7): 2.
- [3] 刘亚玲. 基于深度学习的10kV馈线故障预测方法研究[D]. 重庆大学, 2019.
- [4] 陈思, 吴秋新, 龚钢军, 等. 基于边云智能协同的配电网信息物理系统[J]. 北京信息科技大学学报: 自然科学版, 2020 (1): 6.
- [5] 孔祥玉, 孙裕策, 尧静涛, 刘茂, 崔凯. 基于数据驱动的配电网规划投资决策方法[J]. 供用电, 2021, 38 (10): 3-11.
- [6] 周慧彬, 章坚. 基于深度学习的配电网架空线故障识别技术的研究[J]. 自动化技术与应用, 2020, 39 (1): 5.
- [7] 孙宇嫣, 蔡泽祥, 郭采珊, 等. 基于深度学习的智能变电站通信网络故障诊断与定位方法[J]. 电网技术, 2019, 43 (12).
- [8] 韩松, 刘俊, 白殿臣, 等. 电力市场下基于深度学习的智能电网运行控制[J]. 信息技术, 2021. 03. 023.