

The Application of Big Data Analysis in Line Loss Management of Distribution Networks

Weining Zhou

State grid Shaanxi Electric Power Co., Ltd. Xi'an Jingwei New city power supply branch, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

Grid line loss management is an important part of improving the energy efficiency of the power system, reducing losses and optimizing operation. The research results can enhance the efficiency of power transmission, protect the environment, optimize the operation of the power grid, extend the service life of equipment, and reduce operating costs. They have significant practical significance for improving economic benefits. Big data provides strong support for the line loss management of distribution networks. However, at present, there are still problems such as low intelligence level, low professionalization level of loss reduction and transformation, and imperfect operation management in the line loss management of distribution networks. Therefore, this paper intends to enhance the effectiveness and accuracy of line loss management and promote the efficient operation of distribution networks by building an efficient data collection and processing platform, intelligent line loss diagnosis and optimization decision-making, and establishing a comprehensive line loss management system.

Keywords

big data analysis; Distribution network; line loss management

大数据分析在配电网线损管理中的应用

周卫宁

国网陕西省电力有限公司西安市泾渭新城供电分公司, 中国·陕西 西安 710000

摘要

电网线损管理是提高电力系统能效、降低损耗、优化运行的重要一环。研究成果能够提高电能传输效率、保护环境、优化电网运行、延长设备使用寿命、降低运行费用,对提高经济效益具有重要的现实意义。大数据为配电网线损管理提供了强有力的支撑,然而,当前配电网线损管理还存在着智能化程度低、降损改造专业化程度低、运行管理不完善等问题。因此,本文拟通过构建高效能的数据收集与处理平台、智能化线路损诊断与优化决策、构建综合线损管理体系等方法,提升线损管理的有效性与精确性,促进配电网的高效运行。

关键词

大数据分析; 配电网; 线损管理

1 引言

配电网线损管理的重点是提高能源效率和降低运行费用。电力输送过程中的能量损耗,如果得到有效管理,可以大大减少。在大数据的支持下,线损管理可以通过数据分析技术来提高线损管理的有效性和精确性。通过对大数据分析技术在配电网线损管理中的应用研究,以及如何利用大数据进行配电网线损管理,以及如何利用大数据进行配电网线损管理。

2 大数据分析在配电网线损管理中的实践运用

2.1 搭建综合线损管理系统

针对目前配电网线损管理精细化水平不高的现状,需要根据线损管理实际情况,利用大数据分析技术搭建综合线损管理系统。在实际工作中,应将云计算技术合理地应用到综合线损管理平台中,对运维决策、分析诊断、数据收集等功能进行严格的规范化。以大数据分析为业务核心,通过多层次分析,对各类线损管理数据进行深度挖掘,并将情感分析、关联规则挖掘等方法应用于线损数据管理中,实现对区域配电网线损发生的部位和成因的全面认识。

2.2 设计智能化诊断装置

为了保证配电网线损管理的专业化,在配电网线损的最优决策和智能诊断中,可以构建智能的故障诊断设备,采用深度学习算法,合理构建线损预测模型,并将实时监控和

【作者简介】周卫宁(1977-),男,中国陕西西安人,本科,工程师,从事配电网营销及线损管理研究。

历史数据分别置于模型中，对两种数据的处理流程进行严格对比，实现对未来地区配电网线损的准确预测。

2.3 高效处理线损数据

为了保证配电网线损管理的智能化，必须充分运用大数据分析技术，建立一个融合数据处理和数据采集的集成平台，实现对线损数据的有效处理。综合的数据处理和采集平台应该精确地利用物联网技术对配电网中每一个地点的设备和电量进行全面的监测。该监测平台通过引进远程检测设备和智能传感器等设备，实现对负荷波动、电压、电流等指标的综合监测和采集。在数据采集完毕之后，可以利用数据存储模块，对专门的数据库进行科学地建立，并按照各个指标的应用职能，将采集到的数据存入相应的数据库中，以便为不同地点的数据处理提供适宜的运行环境^[1]。

2.4 定向推送管理数据

在传统的配电网线损管理中，大部分的工作都是对线损达标率进行全面的检查，确定不达标的配电变压器和线路的使用位置和使用次数，然后把这个指标传送到基层，以便对线路进行准确的维修。传统的配电网线损治理手段缺乏主动性，效率低下，人工工作量大，一些线损问题很难在短期内得到有效解决，严重制约了线损管理的效率。

在对线损数据进行自动分类的过程中，需要将其与配电网的电流电压状况进行综合分析，并采用各种算法对其进行二次分拣，以提高线损异常列表的精度。

2.5 搭建线损异常追踪处理平台

为了提高配电网线损处理的专业性和即时性，需要采用适当的监测模型对其进行跟踪，以准确地解决在线路损耗管理中遇到的问题，并符合线路损耗处理的实际需要。在构建线损异常追踪处理平台之前，需要基于大数据分析技术建立相应的功能模块，实现对线损异常修复的精确观测。对线损的变化进行了全面的研究，找出线损出现的地点和具体的成因，以便对线损的处理进行科学的规划^[2]。

3 配电网线损原因分析

3.1 技术因素

当前配电网线损管理相关技术的智能化水平不足是制约线损精准分析和高效控制的关键技术瓶颈。一方面，大量配电网基础信息的采集仍高度依赖人工录入与统计，这种方式效率低下且易引入误差，难以满足精细化线损管理对海量、实时数据处理的需求。另一方面，尽管大数据分析、机器学习、云计算等交叉融合技术在配电网线损管理领域的研究有所进展，但其在智能诊断线损成因、预测损耗趋势及制定优化策略方面的实际应用仍处于初步阶段。

3.2 设计因素

配电网的规划设计决定了其固有的损耗水平，当前存在的设计缺陷是导致高线损的重要基础性原因。

3.2.1 线路规划布局不佳

部分区域配电网建设时未能充分优化负荷分布、供电半径及网络拓扑结构。供电半径过长、存在不合理的迂回供电路径、网络结构薄弱（如过度依赖辐射状结构、互供转带能力差）等问题，直接增大了线路的电阻损耗。

3.2.2 导线型号选用不当

在电网建设或改造过程中，导线截面的选择未能科学匹配实际负荷电流大小及未来负荷增长需求。普遍存在的导线截面过小问题，导致线路电阻值过大，在传输电流时产生显著的 I²R 损耗。

3.2.3 无功补偿不足或配置不当

无功补偿装置（如并联电容器）的容量配置、安装位置（如用户侧就地补偿、线路补偿、变电站集中补偿）以及分组投切策略设计不合理，未能有效实现无功功率的就地平衡。这导致大量无功功率被迫在线路上长距离传输，显著增大了线路和变压器的电流，进而增加了电压降损耗和 I²R 损耗。

3.3 安装运行因素

在运行管理层面，监测分析体系不健全，缺乏完善的线损实时监测与深度分析系统，对线损的构成（技术线损与管理线损）、具体来源（线路、变压器、计量装置等）及其动态变化的关键影响因素（如负荷波动、三相不平衡、谐波含量）认识不清、分析粗糙（例如常忽略小电流接地系统损耗特性、对管理线损分析薄弱），难以精准定位高损点和剖析根本原因，如图所示。

4 大数据分析在配电网线损管理中的应用策略

4.1 构建高效的数据采集与处理平台

为了提高配电网的线损管理水平，必须建立一个有效的配电网数据采集和处理平台，平台将以 10 T 物联网（10 T）为基础，对配电网中各节点及设备进行实时监测。通过布置智能传感器和远程测量设备，实现对电网电压、电流、负荷波动等关键参数的实时采集。通过这样的数据平台，可以大大提高线损管理的效率和精确度，实现对配电网线损的实时监测和预警，如图 1 所示。

4.2 智能化线损诊断与优化决策

针对线路降损改造的专业水平不足问题，大数据分析技术可以提供智能化的线损诊断和优化决策支持。首先，利用深度学习等方法，构建线损预测模型，并在此基础上结合实际电网的实际运行数据，对线路线损进行预测，利用专家系统对线路损耗进行了分析，找出了影响线路损耗的主要因素，如电阻增加、设备老化等。同时，综合考虑成本、性能、实现难度等多方面的影响，采用遗传算法、粒子群算法等智能算法，设计出综合考虑成本、性能、实现难度等多方面的最优路径重构方案，采用高效率导电材料、优化线路布局、采用高阻接地等方法，以减少线路损耗。这种智能化的诊断与决策流程方法，为提高线路损耗管理的专业化程度及改造

成效提供了新的思路^[3]。

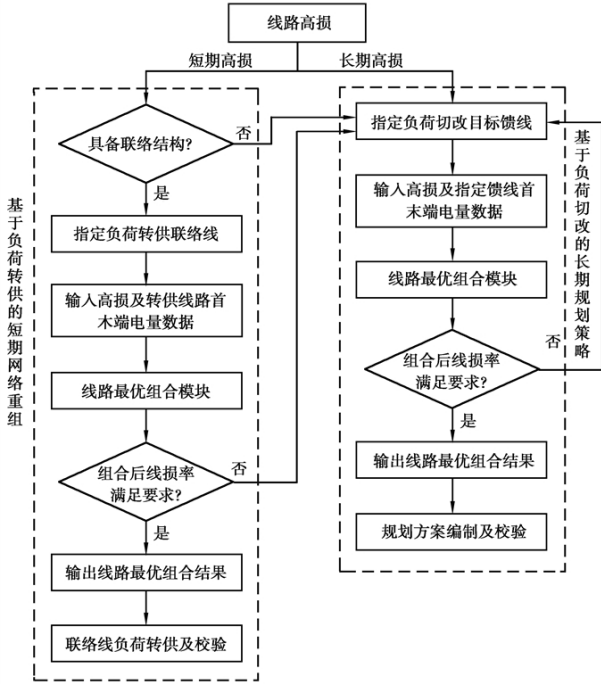


图1 考虑线损电量优化分布的配电网线路最优组合模型

4.3 综合性线损管理系统的建立

针对目前线损管理中存在的不足，建立一个综合性的线损管理系统至关重要。在云计算平台上，实现数据采集、分析诊断、运行管理决策等多项功能的集成。本项目以大数据分析为基础，采用关联规则挖掘、情感分析等先进分析方法，对线损数据进行深度挖掘，达到对线损成因的全面认识。比如，通过对配电网运行资料和气象资料的分析，能够辨识出在极端气象情况下线路损失的变化。同时，该系统具有自学习、自适应性等特点，并能依据以往的运行经验，对线损控制策略进行持续优化。

5 大数据分析在配电网线损管理中的挑战与展望

5.1 数据安全和隐私保护

大数据分析在配电网损耗管理中的深入应用，对包含用户用电、电网运行状态、设备参数和空间地理信息在内的大量电能数据进行分析，由此带来的数据安全性和隐私问题成为主要的限制因素，这类数据在采集、传输、存储和分析过程中都有可能被恶意窃取、非法篡改或未经授权访问，而造成用户隐私、商业机密泄露，乃至危及电网重要基础设施

的安全。目前迫切需要将数据脱敏、联邦学习、区块链等技术和管理体制(如分级授权、合规审计等)相结合，在《网络安全法》《数据安全法》等相关法律框架下，构建“可用不可见”的安全共享机制，构建涵盖数据全生命周期的数据保护系统。

5.2 技术人才培养与应用推广

目前，配电网线损管理的大数据技术人才匮乏是制约其规模化应用的关键瓶颈。目前的矛盾主要表现在：电力行业的大数据建模和算法研发方面存在严重的短板，而数据分析师对配电网的物理特征和损耗产生机制认识不够，从而导致所构建的模型脱离了现实商业需求。从推广层次来看，需要从内部和外部两个方面来推动：内部加强与高校之间的合作，开设电力大数据的专业课程，加强企业对外推广轻量化 SaaS 型分析工具降低使用门槛，并通过高损台区智能诊断等示范工程验证实效，增强技术可信度与推广动能。

5.3 深化数据分析与应用

当前大数据在线损管理中的应用深度与广度亟待拓展。在分析层面，亟需突破传统统计方法的局限，深度融合知识图谱技术整合电网拓扑、设备参数、运行数据及环境信息等多元异构数据，构建因果驱动的线损根因诊断模型，实现对技术损耗(如三相不平衡、过载)与管理损耗(如窃电、计量异常)的精准溯源。同时，依托 LSTM、Transformer 等深度学习算法发展线损动态预测能力，为预防性治理提供决策支持。

6 结语

损耗管理是提升配电网运行效率、减少能源消耗的重要手段，大数据已经成为促进线损管理向智能化、精细化方向发展的重要手段。针对当前配电网线损管理中存在的技术运用不够智能化、专业人才水平不高、运维管理手段不够精细等诸多问题，建立高效的数据平台、智能化的诊断与优化决策支撑和综合管理体系，能够有效地解决这些问题，达到高效、可靠、环保的配电网运行。

参考文献

- [1] 张文博.大数据技术在配电网运行线损异常诊断中的应用[J].电子技术,2025,54(01):238-239.
- [2] 黄文栋,王德辉,刘明昊,等.基于联合神经网络的配电网线损异常检测[J].微型电脑应用,2024,40(12):264-267+280.
- [3] 张恪.基于大数据的0.4kV配电网线损管理信息系统开发[J].软件,2024,45(12):144-146.