

# 基于大数据的电力调度策略模型构建与性能评估

李步新

国网江苏综合能源服务有限公司 江苏南京 210000

**摘要:** 本论文的研究目的是对模型进行构建与评价,通过对数据处理,特征提取以及参数选择等方面的优化来促进预测精度与响应速度。文章论述了保证数据质量的数据采集和预处理方法。利用时序分析及机器学习技术对数据进行分析及特征提取。采用参数优化与算法改进相结合的方法对模型的性能进行了优化,选取负荷预测的准确性,响应时间以及经济性作为综合评价的指标。结果表明:该优化模型调度精度与效率均有显著提高,并具有较好的鲁棒性。结论指出,所提出的模型对智能化管理,分布式能源接入,成本优化等领域有重要的应用价值。

**关键词:** 电力调度;大数据;负荷预测;模型优化;性能评估

传统调度方法对于集中式发电效果较好,但是新能源发电,电动汽车以及储能技术等推广使得电力负荷波动性增大,威胁了调度方法的有效性。为了满足复杂多样的要求,电力调度迫切需要向智能化、数据驱动转变。大数据技术的进步为这一转变提供了一种全新的解决方案,对电力系统多源数据进行实时采集,分析,能够准确地进行负荷预测,发电监测和系统状态诊断。文章提出了一种基于大数据电力调度策略模型的构建方法,系统地论述了数据采集、分析、特征提取和模型参数优化这几个关键环节,并用多个评估指标对该模型进行了检验,以期提供一种智能化,适应性较强的调度方法为电力系统的高效管理提供一定的理论与实践支持。

## 1. 基于大数据的电力调度策略模型构建

### 1.1 电力调度的基本原理与现状

电力调度就是电力系统发电,输电以及用电设备的运行协调控制,其目的在于保证电网稳定供电。电力调度以均衡负荷需求和发电供给为中心任务,通过对各种发电机组的合理调度以及对电网资源的分配,以满足电网实时用电需求,避免电力不足或者过载给电网的稳定性造成威胁<sup>[1]</sup>。传统的电力调度方法主要依赖于基于经验和定性的策略,例如定值控制和分段控制,但随着电力系统的规模逐渐扩大和其复杂性的上升,传统的调度方式很难高效地应对复杂多样的运行环境。

近年来,分布式能源,电动汽车以及可再生能源等得到了广泛推广,电力系统在调度方面也面临着较大的挑战。

这些新型能源间歇性强、波动性大,给电力调度带来了很大困难。为了解决这些难题,电力行业纷纷引进智能化调度手段,将信息技术,自动化控制以及大数据分析等技术有机结合在一起,对系统的运行状态做出实时的监控和预报<sup>[2]</sup>。

### 1.2 大数据在电力调度中的应用需求

电力调度对大数据的应用要求表现很多。要求电力系统运行状态实时监控。通过数据采集与快速处理可以及时得到系统健康状态,设备运行状况等、负荷分布及其他信息,以便迅速检测并预测潜在故障<sup>[3]</sup>。精准预测负荷需求。采用历史负荷数据,气象数据以及用户行为数据等,能够提升负荷预测精度,为调度决策提供支撑。在分布式能源大量使用的情况下,电力系统的不确定性也越来越大。

### 1.3 电力调度模型构建的关键技术

在大数据基础上建立电力调度模型,需要将诸多关键技术结合在一起,才能保证该模型可以高效稳定的为调度决策提供支撑。数据的获取和预处理技术。利用传感器,智能电表及其他设备采集电力系统中各种数据,并在此基础上对数据进行清洗,降噪及异常值处理,确保了数据质量,从而为建立模型提供了可靠数据基础<sup>[4]</sup>。

预测负荷的常用方法有时间序列分析、回归分析和支持向量机(SVM)等,但在复杂的非线性环境中,深度学习技术展现出了更高的预测准确性。目前广泛应用于电力调度的算法主要有遗传算法、粒子群算法、蚁群算法。这些算法能够优化调度模型输出以实现全局最优同时兼顾多重约束<sup>[5]</sup>。对多目标的优化问题也可以借助于 Pareto 优化技术从经济成

本与供电稳定性的不同视角对调度策略进行综合权衡。强化学习技术也已逐步被运用到电力调度当中，该模型通过搭建电力系统模拟环境，经过多轮训练后能够不断地调整调度策略以达到自适应调度优化的效果。

## 2. 电力调度模型的数据处理与分析

### 2.1 数据采集与预处理方法

大数据环境下电力调度数据来源种类多，规模大，主要有发电设备，输电网，配电系统，用户侧各种传感器以及智能电表所收集的数据。由于电力系统实时性要求高，对数据采集设备提出了更高的要求，即必须要有高效地传输与存储能力才能达到对数据及时性的要求。新能源发电所具有的波动性对于数据获取也有很高的需求，需要收集风速和太阳辐射等环境数据来预测它们对于电力供应所造成的影响。

数据预处理通常包括数据清洗、缺失值填补以及噪声过滤的运算。数据清洗通过异常值检测与剔除方法，例如 z-score 方法、箱线图法或基于密度的聚类算法（如 DBSCAN），以删除或替换极端值。对于缺失值的填补，常用的方法有均值填补、插值法和 K 近邻算法（KNN）等，这些策略都是基于数据的特性和缺失的具体情况来制定的。为了增强数据的连续性和可用性，噪声过滤采用了低通滤波和小波变换等技术手段进行数据平滑。

### 2.2 数据分析方法及特征提取

在电力调度模型构建中，数据分析和特征提取是将原始数据转化为有效信息的关键环节。数据分析主要用于负荷预测和新能源发电预测，特征提取则通过数据降维和特征选择为调度模型提供关键输入变量。电力负荷和发电数据常具周期性、季节性和趋势性等时序特征，可通过时间序列分解和平滑技术进行捕获并用于预测。相关性分析用于识别电力系统中高度相关的变量（如温度与电力需求），从而减少冗余数据，提高计算效率。

对于更复杂的非线性关系，机器学习技术提供了强大支持，如支持向量机（SVM）和随机森林（RF）能够揭示多维数据中的复杂模式。在电力调度中，深度学习技术如长短期记忆网络（LSTM）和卷积神经网络（CNN）也逐渐应用。LSTM 擅长处理时间序列数据，捕捉长期依赖性；CNN 则在图像或空间数据中提取关键特征，适用于空间分布数据。特征提取方面，常用数据降维方法包括主成分分析（PCA），可以将高维数据转化为低维空间，保持主要信息。基于树模

型的特征重要性分析能够识别对预测最有影响的特征，从而降低计算开销并保障模型性能。数据分析方法及特征提取如表 1 所示。

表 1 数据分析方法及特征提取

数据分析方法及特征提取	内容
数据分析任务	负荷预测 新能源发电预测
时序特征处理	数据特性：周期性、季节性、趋势性 方法：时间序列分解、平滑技术
相关性分析	目标：筛选高度关联变量（如温度与电力需求） 优势：减少冗余数据，提高计算效率
机器学习方法	支持向量机（SVM）：挖掘复杂模式 随机森林（RF）：处理多维数据
深度学习技术	长短期记忆网络（LSTM）：处理时间序列数据，捕捉长期依赖性 卷积神经网络（CNN）：提取空间分布关键特征

### 2.3 调度策略模型的参数选择

在电力调度策略模型中，参数选择对预测精度和计算效率具有重要影响，主要包括超参数设置和模型内部参数优化两部分。超参数设置通过合理的全局参数设定提升模型性能。在支持向量机（SVM）中，核函数类型和惩罚系数对性能影响显著。随机森林中，决策树数量和深度决定模型的泛化能力；对于深度学习模型，学习率、隐藏层数量和正则化系数等设定影响收敛速度和预测精度。

在内部参数优化方面，经典优化算法如梯度下降法、拟牛顿法已广泛应用，而深度学习领域的改进梯度优化算法如 Adam 和 RMSprop 因其快速收敛特性逐渐成为主流。对于多目标优化问题（如经济性与稳定性并重），可采用多目标优化算法，例如帕累托前沿方法，通过平衡多个目标获得全局最优的调度策略。为提高参数选择的效率与稳健性，交叉验证和早停技术常被结合使用。交叉验证可在多组数据上检验模型的泛化能力，避免过拟合；早停技术则在训练时自动检测并防止过拟合，确保模型表现更为稳健。调度策略模型的参数选择如表 2 所示。

**表 2 调度策略模型的参数选择**

调度策略模型的参数选择	内容
参数选择分类	超参数设置: 全局参数设置, 提升模型性能
	内部参数优化: 训练数据调整模型结构, 适应调度任务
超参数设置	支持向量机 (SVM)
	随机森林 (RF)
	深度学习模型
内部参数优化	梯度下降法、拟牛顿法
	Adam、RMSprop
效率提升方法	帕累托前沿方法
	交叉验证: 测试泛化能力, 避免过拟合 早停技术: 自动检测过拟合, 终止训练以提升模型稳健性

### 3. 电力调度模型的性能评估与优化

#### 3.1 模型性能评估指标的选择

电力调度模型构建和优化时, 其性能评估指标的合理选取是度量模型效果的关键环节。电力调度以确保供需平衡, 系统稳定性以及调度经济性为中心工作, 所以评估指标要能体现出模型在这几方面性能。一般电力调度模型评价指标主要有准确性, 响应时间, 鲁棒性以及经济性。在评估负荷预测的误差时, 我们通常采用平均绝对误差 (MAE)、均方误差 (MSE) 和均方根误差 (RMSE) 等多种指标。这些指标通过量化预测值与实际值之间的差异, 能够准确地反映出模型的预测准确性。系统响应时间对电力调度模型的评价同样具有重要意义, 特别是实时调度时, 其响应速度会影响到决策的时效性与可靠性。

鲁棒性是评价不同情景下电力调度模型是否稳定的一个重要指标。由于电力系统中存在着很多不确定性的因素, 例如负荷的波动, 新能源的波动以及设备的故障等等, 所以模型一定要在这些不确定性的情况下仍然能够保持稳定的运行。鲁棒性评估一般是通过压力测试或者场景模拟来实现, 并通过对极端工况或者负荷突变进行仿真来观察不同情况下模型的性能。在电力调度过程中, 经济性同样是一个不容忽视的评价指标。调度策略直接影响到电力生产与配置的费用, 经济性指标一般由总调度费用, 单位电量费用组成。

#### 3.2 模型优化方法与策略

电力调度模型性能优化时, 其优化方法与策略选择直接影响模型预测精度与调度效果。优化方法分为参数优化与算法改进两部分, 这两部分能够协同改善模型整体性能。深

度学习模型的超参数, 例如学习率, 网络层数, 节点数等都会直接影响模型收敛速度与泛化性能。通常采用的参数优化主要有网格搜索, 随机搜索和贝叶斯优化等, 其中网格搜索能够遍历设置范围内的全部参数组合, 但是存在着很大的计算开销; 随机搜索采用随机采样的方式, 以达到更加有效的参数优化目的。并且贝叶斯优化可以利用历史参数信息来引导搜索方向和促进优化效率的提高。

为了优化电力调度模型的算法结构, 对算法进行了改进。在传统的负荷预测方法中, 可以加入长短期记忆网络 (LSTM) 来增强模型处理时序数据的能力。集成学习技术, 例如随机森林和极端梯度提升 (XGBoost), 也在电力调度领域得到了广泛的应用, 通过整合多种不同的模型, 可以显著提高模型的稳定性和预测的准确性。强化学习技术被逐步运用到实时调度应用当中, 它通过模拟环境自适应地优化模型。通过在强化学习环境中应用 Q 学习或深度 Q 学习算法 (DQN), 该模型能够在多种调度场景下学习到最佳的调度策略, 从而进一步提升调度的效率。

#### 3.3 模型在实际调度中的应用前景

电力调度模型应用于实际调度具有广阔前景, 尤其在智能电网与能源互联网高速发展的今天, 大数据调度模型可以对电力系统智能化管理起到强大支撑作用。电力负荷预测精度为实际调度应用提供了依据, 利用深度学习与机器学习技术建立的调度模型在负荷预测与新能源发电预测中表现出了明显的优势, 有利于提升调度中心控制用电负荷及新能源供给, 实现电力资源优化配置。

在分布式能源与新能源发电不断接入的情况下, 传统集中式电力调度模式已经很难处理分布式电源不确定性与波动性问题。基于大数据技术的电力调度模型能够整合多种数据源, 例如气象信息和用户的用电数据, 从而实时地预测新能源的发电状况, 为分布式和自适应的调度策略提供了有力的支撑。在实践中, 以大数据为基础的调度模型也能够为电动汽车充电和储能系统管理这一新兴领域提供智能调度方案和更加灵活的资源调度。

#### 结论

本文构建了基于大数据电力调度策略模型并提出调度方案, 以适应电力系统智能化要求。研究表明: 所建模型对负荷预测的准确性, 响应速度及经济性均有显著优越性。经过精细数据采集和预处理, 特征提取以及优化算法应

用等过程,该模型调度效果以及鲁棒性均有显著改善,能较好地处理负荷波动以及新能源发电不确定性等问题,达到了实时高效调度的要求。文章认为此模式在智能电网、能源互联网等大环境下有着广泛的应用前景,对电力系统数字化、智能化转型起到了支撑作用。

**参考文献:**

- [1] 洪源. 基于大数据的电力负荷预测与调度策略 [J]. 今日自动化, 2023(12):36-37.
- [2] 尹双宗. 基于大数据分析的新能源电力系统调度策略研究 [J]. 光源与照明, 2024(1):240-242.
- [3] 田茹. 基于大数据分析的新能源电力系统调度策略研究 [J]. 大数据时代, 2024(5):38-42.

[4]Castro M J ,Guevara O S V ,Viltre L T L , et al.Microgrid Management Strategies for Economic Dispatch of Electricity Using Model Predictive Control Techniques: A Review[J]. Energies,2023,16(16):

[5]Hong T ,Shengwei W .A model-based predictive dispatch strategy for unlocking and optimizing the building energy flexibilities of multiple resources in electricity markets of multiple services[J].Applied Energy,2022,305

**作者简介:**

李步新(1979.06-),男,汉族,江苏常州人,本科,研究方向:电力运行调度技术创新实践与应用。