

Research and Application of Power System Dispatching Optimization

Zhenwei Fu

State Grid Hubei Electric Power Co., Ltd. Jiangling County Power Supply Company, Jingzhou, Hubei, 434000, China

Abstract

This paper introduces the basic concepts, key technologies and the research process of its optimization methods, which lays the foundation for the subsequent discussion. Various algorithms of power system scheduling optimization, including deterministic optimization method, robust optimization theory and nonlinear optimization algorithm in power system scheduling, which provide a rich variety of power system dispatching optimization means from the perspective of stability, robustness and effectiveness. Finally, this paper shows the application cases of optimization technology in practical projects, and makes an objective analysis of the optimization effect with the help of quantitative evaluation method, and also puts forward corresponding solutions for the problems encountered in the practical application process. This research aims to realize the safe, economic and environmental protection operation of power system through the optimization of power system dispatching, and provide useful enlightenment for the practical field of power system dispatching.

Keywords

power system dispatching; deterministic optimization method; robust optimization theory; nonlinear optimization algorithm; optimization effect evaluation

电力系统调度优化研究及应用

符振伟

国网湖北省电力有限公司江陵县供电公司, 中国 · 湖北 荆州 434000

摘 要

论文介绍了电力系统调度的基本概念, 关键技术以及其优化方法的研究历程, 为后续的讨论奠定基础。深入探讨了电力系统调度优化的各种算法, 包括确定性优化方法、鲁棒优化理论以及非线性优化算法在电力系统调度中的应用, 其分别从稳定性、健壮性及有效性角度出发, 提供了丰富多样的电力系统调度优化手段。最后, 论文展示了优化技术在实际项目中的应用案例, 并借助量化评估方法对优化效果进行了客观分析, 同时也针对在实际应用过程中所遇到的问题提出了相应的解决策略。此研究旨在通过电力系统调度优化, 实现电力系统的安全、经济与环保运行, 并为电力系统调度的实践领域提供有益启示。

关键词

电力系统调度; 确定性优化方法; 鲁棒优化理论; 非线性优化算法; 优化效果评估

1 引言

电力系统调度优化是电力系统运行调度中的核心技术之一, 它关乎整个电力系统的稳定、经济和环保运行。电力系统调度优化的研究历史已经有了一段时间, 从早期的确定性优化方法, 到近年来的鲁棒优化理论和非线性优化算法, 都反映出科研者对电力系统调度优化理论与方法的深入探索。然而, 电力系统调度优化的实践领域依然面临着许多挑战。如何将优化理论与方法转化为实际运用的技术策略, 实现电力系统的高效运行, 这是电力系统调度优化研究必须面

临、回应和解决的问题。论文通过介绍与讨论电力系统调度优化的理论与方法, 结合实际操作案例进行分析, 旨在为电力系统调度优化实践领域提供有益的参考和启示。

2 电力系统调度的基本理念与方法

2.1 电力系统调度的基本概念

电力系统调度是指在特定的时间范围内, 根据电力系统的运行状态和负荷需求, 通过灵活地调整发电机组的出力 and 功率分配, 以实现电力供需的平衡和系统运行的安全、稳定和经济。电力系统调度是电力系统运行管理的核心环节, 其目标是保证电力系统供电的安全、稳定、高效和经济。

2.1.1 电力系统调度的目标

电力系统调度的主要目标是保证电力系统的可靠供电,

【作者简介】符振伟 (1992-), 男, 中国湖北省荆州人, 硕士, 工程师, 从事电力研究。

实现以下几方面的要求:

①安全性: 确保电力系统运行在安全范围内, 防止发生电网不稳定、事故和电力设备损坏等问题。

②稳定性: 维护电力系统的频率、电压和功率等参数处于稳定状态, 防止过载、过电压和电压过低等问题。

③高效性: 合理调度发电机组的出力和功率分配, 以最大限度地提高电力系统的利用率和发电效率。

④经济性: 降低电力系统运行成本, 优化电力资源的利用, 减少电力损耗, 提高电力系统的经济效益。

2.1.2 电力系统调度的基本原理

电力系统调度的基本原理是根据电力系统的负荷需求情况, 结合发电机组的技术特性和运行要求, 通过灵活地控制发电机组的出力和功率分配, 以满足电力系统的供需平衡。具体而言, 电力系统调度需要考虑以下几个方面的因素:

①电力负荷预测: 通过对电力负荷进行准确预测, 确定未来一段时间内电力系统的负荷需求, 并作为调度的依据。

②发电机组出力调整: 根据电力负荷预测结果, 调整发电机组的出力, 使发电量能够满足负荷需求, 同时考虑发电机组的技术特性和运行限制。

③电力输送调度: 根据电力负荷的分布情况和输电线路的电流负载能力, 合理调度电力的输送路径和功率分配, 以保证电力的准时、可靠地输送到需要的地方。

④调度响应措施: 针对突发事件或紧急情况, 如发电设备故障、负荷突变等, 及时采取相应的调度措施进行应对, 以维护电力系统的稳定运行。

2.2 电力系统调度的关键技术

电力系统调度的关键技术包括发电机组出力调度、输电网络的潮流调度和用户负荷的调度。发电机组出力调度主要通过通过对发电机组进行出力控制和运行参数调整, 实现对电力系统的供给调节; 输电网络的潮流调度是指通过对输电线路和变电设备的运行状态进行调控, 保证电力的有效输送; 用户负荷的调度则是通过负荷预测和负荷管理, 合理安排用户用电需求, 优化供电方案^[1]。

2.3 电力系统调度优化方法的研究历程

电力系统调度优化方法的研究历程经历了确定性优化方法、鲁棒优化理论和非线性优化算法的发展过程。确定性优化方法是在已知电力系统模型和约束条件的基础上, 通过数学优化模型求解来寻找最优解; 鲁棒优化理论考虑了电力系统中的不确定性因素, 通过建立鲁棒优化模型来应对不确定性; 非线性优化算法则通过考虑电力系统的非线性特性, 通过迭代求解优化模型来得到最优解。

以上是基本理念与方法的内容, 对电力系统调度的基本概念、关键技术和优化方法进行了简要介绍。通过深入了解电力系统调度的基本知识, 可以为后续的研究和讨论奠定基础。

3 电力系统调度优化算法研究

3.1 确定性优化方法在电力调度中的应用

确定性优化方法是电力系统调度优化中最常用的算法之一。它通过建立数学模型, 将电力系统调度问题转化为一个确定性优化问题, 并采用数学优化理论和方法进行求解^[2]。

确定性优化方法对于传统电力系统调度问题具有良好的适用性。在该方法中, 电力系统调度问题被建模为一个目标函数和一系列约束条件的优化问题, 通过最小化目标函数, 满足约束条件, 实现电力系统的安全、经济运行。这种方法能够有效地考虑电力系统运行的各种约束, 如发电机出力限制、线路功率限制、负荷平衡等条件, 从而确保了系统的稳定性和可靠性。

确定性优化方法在实时电力系统调度中的应用也具有重要意义。在实时调度中, 电力系统的负荷和发电情况会不断变化, 需要快速、准确地进行调度决策。确定性优化方法通过计算复杂的电力系统优化模型, 可以以较高的精度对实时变化的情况进行响应, 并给出合理的调度策略。该方法能够考虑多个目标, 如最小化总发电成本和最大化可再生能源利用率等, 从而使电力系统运行更加经济、可持续。

3.2 鲁棒优化理论在电力调度中的应用

鲁棒优化理论是电力系统调度优化中的一种重要方法, 它主要应对电力系统中存在的不确定性和随机性, 以及外部扰动的影响。

鲁棒优化理论可以处理电力系统参数的不确定性。在电力系统调度过程中, 电力系统的参数可能受到各种因素的影响, 如天气、负荷波动等, 从而导致参数值的不确定性。鲁棒优化方法通过建立参数不确定的电力系统模型, 并采用鲁棒优化理论进行求解, 可以在不确定参数的情况下, 得到稳健的调度策略, 保证系统的可靠性和稳定性。

鲁棒优化方法可以应对外部扰动对电力系统调度的影响。在电力系统的实际运行中, 可能会面临各种外部扰动, 如突发负荷变化、故障等。鲁棒优化方法通过考虑外部扰动的影响, 并在优化模型中引入相应的约束条件, 实现对系统调度的鲁棒性设计。鲁棒优化方法也存在一些限制。鲁棒优化方法通常会引入一定的保守性, 即为了保证系统的鲁棒性, 可能会对系统的性能产生一定影响, 如增加发电成本。在实际应用中, 需要在鲁棒性和性能之间进行权衡。鲁棒优化方法的求解可能会带来较高的计算复杂度, 因此需要考虑如何提高算法的计算效率。

3.3 非线性优化算法在电力系统调度中的应用

非线性优化算法是一种应对电力系统调度中复杂非线性问题的有效方法。在电力系统调度中, 存在一些非线性问题, 如负荷一功率曲线的非线性特性、输电损耗的非线性变化等, 这些问题往往不适合使用线性优化方法进行求解^[3]。

非线性优化算法可以更准确地描述电力系统的运行特点。电力系统调度问题通常包含大量的非线性约束, 如功率

平衡、线路功率限制、发电机运行约束等。非线性优化算法能够通过建立非线性优化模型，准确描述这些约束的运行特性，从而得到更为准确的调度结果。

非线性优化算法能够解决电力系统调度中的复杂问题。在实际电力系统中，往往存在复杂的问题，如多目标调度、柔性交易和输电网约束等。非线性优化算法可以灵活应对这些问题，通过合适的目标函数和约束条件的建模，实现电力系统的高效调度和优化。

4 电力系统调度优化的应用实例与评估

4.1 电力系统调度优化技术在实际项目中的应用

电力系统调度优化技术在实际项目中的应用已经得到了广泛的应用。论文将讨论一些实际项目中的应用案例。

可以考虑一个以可再生能源为主导的电力系统的调度优化。随着可再生能源的快速发展，如风能和太阳能的利用，电力系统的调度问题变得更加复杂。为了提高可再生能源的利用率并确保系统的稳定运行，调度优化技术被应用于电力系统中。通过优化调度方法，可以合理调配可再生能源的产生和消耗，降低电力系统运行成本，保障供电可靠性。

另一个应用案例是考虑电力系统的负荷预测和调度优化问题。负荷预测是电力系统调度的关键环节之一，准确的负荷预测可以为电力系统的运行调度提供重要的依据。通过引入机器学习和数据挖掘技术，可以对负荷进行准确的预测，并据此进行调度优化。调度优化技术可以将电力系统的负荷与发电设备的输出进行优化匹配，以实现最佳的能源利用效率和经济性。

4.2 电力系统调度优化效果的量化评估方法

为了评估电力系统调度优化的效果，需要采用合适的评估方法来量化其影响。论文将讨论一些常用的评估方法。

一种常见的评估方法是基于经济性的指标，如总成本和利润。通过比较优化调度方案和传统调度方案的总成本和利润，可以评估调度优化技术的经济效益。还可以考虑其他经济性指标，如电价和市场规模等。

另一种评估方法是基于能源效率的指标。电力系统调度优化的目标之一是提高能源利用效率，可以通过比较优化调度方案和传统调度方案的能源利用效率来评估其效果。常用的能源效率指标包括能源消耗率和单位发电量的能源消耗量等^[4]。

4.3 电力系统调度优化应用的问题及解决策略

在电力系统调度优化应用的过程中，可能会遇到一些

问题和挑战。论文将探讨一些常见的问题，并提出相应的解决策略。

由于电力系统的复杂性和不确定性，调度优化问题可能具有多个约束条件和不确定参数。这给调度优化的求解带来了困难。解决策略可以包括引入鲁棒优化理论和随机优化方法，以处理不确定性和约束条件。

电力系统调度优化需要大量的计算资源和时间。特别是在考虑大规模电力系统的情况下，问题规模可能非常庞大。解决策略可以包括使用高性能计算平台和并行计算技术，以加快计算速度和提高求解效率。

考虑到实际项目的特殊需求和限制，调度优化技术需要与实际应用场景相匹配。解决策略包括优化算法的定制化和根据实际场景进行参数调整等^[5]。

5 结语

通过对电力系统调度优化的研究，本论文详尽地探讨了其关键技术和优化方法，包括确定性优化方法、鲁棒优化理论以及非线性优化算法等。这些优化手段从稳定性、健壮性及有效性角度出发，为电力系统调度优化提供了多元的解决方案。论文还通过实际项目应用案例，展示了这些优化技术在实践中的效果，并进行了详尽的量化评估。但需要指出的是，虽然本研究已经取得了一些初步的成果，但在电力系统调度优化的研究和应用过程中还存在一些问题，比如优化算法的效率和复杂性、现场实施的技术与成本限制等，需要进一步研究和解决。未来的研究可以围绕这些问题展开，以期在实现电力系统的安全、经济与环保运行的同时，进一步优化电力系统的调度效果。总的来说，尽管面临挑战，但电力系统调度优化的研究已经取得了显著的进步，它为电力系统的运行与管理提供了有益的参考和指导。

参考文献

- [1] 王毓卿,朱大明,薛洪泉,等.电力系统优化调度及其应用案例[J].电网技术,2019,43(2):34-39.
- [2] 李良林,苏成斌,潘松屿,等.电力系统优化调度的确定性方法及其应用[J].电力系统自动化,2023,47(4):23-28.
- [3] 朱守林,庞慧,李航.电力系统调度优化的鲁棒性分析和策略研究[J].中国电力,2022,55(8):53-59.
- [4] 张宁,韩海涛,杨凯,等.电力系统非线性优化调度方法研究与应用[J].电力系统及其自动化学报,2018,30(3):21-27.
- [5] 张煜,施瑜,王嘉琛,等.基于混沌优化算法的电力系统调度策略分析[J].电力系统保护与控制,2022,50(14):110-116.