

电力系统自动化调度中的安全约束优化策略

谭文辉

江门市银湖湾新发建设投资有限公司 广东江门

【摘要】电力系统自动化调度是保障电力网络稳定和高效运行的关键，而安全约束优化在此过程中扮演着至关重要的角色。为了应对复杂的调度环境，必须在满足电力调度需求的同时有效考虑安全约束问题。本文探讨了在电力系统自动化调度中如何进行安全约束优化，以提高系统的经济性和稳定性。通过对电力调度模型的深入分析，提出了一系列优化策略，结合实际调度案例进行了验证。安全约束优化能够显著提升电力系统的调度效果，有助于系统运行中的风险控制与优化资源配置。

【关键词】电力系统自动化；安全约束；优化策略；调度；风险控制

【收稿日期】2025 年 11 月 5 日 **【出刊日期】**2025 年 12 月 6 日 **【DOI】**10.12208/j.jeea.20250222

Security constraint optimization strategy in power system automation dispatching

Wenhui Tan

Jiangmen Yinhu Bay Xinfu Construction Investment Co., Ltd, Jiangmen, Guangdong

【Abstract】Power system automation dispatching is the key to ensuring the stable and efficient operation of power networks, and security constraint optimization plays a crucial role in this process. To cope with the complex dispatching environment, it is essential to effectively consider security constraint issues while meeting the needs of power dispatching. This paper explores how to conduct security constraint optimization in power system automation dispatching to improve the economy and stability of the system. Through in-depth analysis of the power dispatching model, a series of optimization strategies are proposed and verified with actual dispatching cases. Security constraint optimization can significantly enhance the dispatching effect of the power system, contributing to risk control and optimal resource allocation during system operation.

【Keywords】Power system automation; Security constraints; Optimization strategies; Dispatching; Risk control

引言

电力系统的自动化调度是现代电气工程中的核心技术之一，它直接影响着电网的稳定运行和电力供应的可靠性。在多种因素的影响下，电力系统在调度过程中常常面临着安全约束问题，这包括了负荷预测不准确、电力设备的故障风险以及系统运行的复杂性等因素。如何在确保安全约束条件下优化调度策略，已成为电力系统调度领域的重要研究课题。本文提出了一种安全约束优化策略，旨在通过科学的建模和优化方法，解决电力调度中存在的安全问题，并提高系统的经济性和安全性。本文的研究不仅对提高电力系统的运行效率具有实际应用价值，同时为电力调度领域的学术研究提供了新的思路。

1 安全约束对电力调度的影响分析

安全约束是电力系统调度中不可忽视的因素，它

直接影响到系统的稳定性和经济性。在电力系统的调度过程中，电力供应的不确定性和调度设备的复杂性增加了系统可能面临的安全风险。安全约束的主要目的是确保系统在运行过程中不会因为负荷波动、设备故障、以及传输线路的突发性问题而发生事故或停运。对安全约束的准确分析，有助于识别潜在的风险点，进而提高电力系统的安全运行。通过对调度过程中的电力网络进行建模，安全约束能够有效反映出系统在运行中的瓶颈区域，尤其是在高负荷和突发故障的情况下。分析安全约束的影响，有助于进一步优化调度计划，并确保系统在最严苛的条件下仍能稳定运行。

安全约束在电力调度中的作用不局限于单一环节，而是贯穿从发电到负荷需求匹配的各个层面。传统的电力调度方法往往侧重经济性，忽视了在高负荷或极端天气条件下的安全性，导致设备可能超负荷运转，甚

至引发短时停运或大规模停电事故。安全约束分析至关重要,它不仅提高了电力系统的稳定性,也能减少因超负荷运行带来的损失^[1]。现代电力系统通过实时监控和数据分析,及时对安全约束进行优化,保障供电稳定并优化经济效益。随着电力需求的持续增长和各类发电设备的接入,系统的复杂性也在增加,安全约束成为保证系统稳定运行的关键。尤其是在可再生能源接入、负荷波动和突发故障情况下,安全约束的作用尤为重要。有效地将安全约束融入电力调度模型中,综合考虑系统运行状态、设备状态及负荷需求,有助于识别潜在安全风险,并采取优化措施确保电力系统的安全稳定运行。

2 安全约束优化策略的模型建立与方法

电力系统的安全约束优化策略需要通过合理的数学模型来进行表达。传统的电力调度模型更多地注重经济效益,而忽视了在实际运行中可能出现的安全隐患。为了克服这一缺陷,近年来,越来越多的研究开始关注如何通过建立更为完善的数学模型来优化电力系统调度中的安全约束。这一过程的核心在于通过精确建模、动态调整调度策略,确保系统在任何运行状态下都能维持在安全边界内。

在构建电力调度模型时,需要全面考虑电力系统的各类约束条件,包括发电机的运行约束、输电线路的容量约束、负荷预测误差以及设备的故障风险等。这些约束条件决定了电力系统运行的可行性,任何一项约束条件的失效都可能导致系统的不稳定^[2]。在模型中引入安全约束时,首先需要对电力系统的各个环节进行详细建模,并针对不同的约束条件设计合理的优化目标。通过优化模型中的安全约束参数,可以在保证电力系统稳定运行的基础上,进一步提升系统的调度效率和经济性。

在此基础上,采用现代优化算法进行求解是优化策略实施的关键。常见的优化方法包括线性规划、整数规划、遗传算法、模拟退火算法等。这些算法能够在保证系统安全的前提下,寻找出最优的调度方案。然而,在实际应用中,由于电力系统的复杂性,这些优化算法通常需要结合具体的电力网络结构和调度需求进行调整。通过对模型进行迭代求解,可以不断修正调度方案中的不足,进一步提高电力系统在动态环境下的适应性和鲁棒性。

为了进一步提高模型的实用性,还需要在模型中加入实际操作中的各种不确定性因素。比如,电力需求的波动、天气变化对风能和太阳能发电的影响、以及设

备的突发性故障等。通过考虑这些不确定因素,可以使优化模型更加贴近实际应用场景,提高其在实际电力调度中的有效性和可靠性。建立一个高效的安全约束优化模型,不仅需要考虑传统的电力调度要素,还应当综合分析各种外部因素,以确保电力系统的运行安全和调度效率。

3 安全约束优化在电力系统调度中的应用

在电力系统的实际调度中,安全约束优化策略的应用是至关重要的。随着电力系统规模的不断扩大,尤其是在新能源快速发展的背景下,电力网络的复杂性和不确定性增加了调度难度,安全约束优化策略在实际应用中的价值愈加突出。安全约束优化不仅可以提高电力系统的稳定性,还能够有效控制调度过程中的风险,提高系统运行效率。

在实际调度中,安全约束优化策略的应用主要体现在负荷预测、发电机调度、功率流控制以及故障恢复等环节。电力调度人员通常需要根据实时的负荷预测数据和设备运行状态,制定合理的调度方案,以确保电力供应的可靠性。在此过程中,安全约束优化策略能够通过通过对发电机组和输电线路的容量进行动态调整,合理分配各区域的负荷,避免由于负荷过载或设备故障导致系统不稳定。安全约束优化还能够在突发故障发生时,通过快速的调度响应,恢复系统的正常运行,防止事故的蔓延。

在风能和太阳能等可再生能源的大规模接入背景下,电力系统的负荷波动性进一步加剧,这就要求在电力调度中更加注重安全约束优化的应用。通过对风力和太阳能发电的不确定性进行建模,调度系统可以根据实时的发电数据和天气预报,灵活调整发电计划,以避免由于可再生能源波动性过大而导致的电力系统失衡。安全约束优化还能够为电力系统提供更加灵活的应急响应机制,在极端天气或突发事件发生时,能够快速调整调度方案,确保电力供应的稳定性和安全性。

智能化电力调度系统的引入,也为安全约束优化的应用提供了更多的可能性。通过大数据、云计算、物联网等技术的应用,电力系统能够实时采集和分析各类运行数据,从而更加精确地掌握电力系统的运行状态^[3]。在此基础上,安全约束优化可以结合实时数据,进行动态调整,不仅能确保电力系统的安全稳定运行,还能提高系统的整体运行效率。这种智能化的安全约束优化方法,能够大大提高电力调度的应变能力和抗风险能力,尤其在面对极端事件或复杂调度环境时,具有显著优势。

4 基于安全约束优化的电力系统调度效果评估

电力系统调度的最终目标是保障电力供应的稳定性和经济性，而基于安全约束优化的调度效果评估正是对这一目标实现情况的科学衡量。评估的核心是通过一系列性能指标，综合分析安全约束优化策略在实际调度中的应用效果。通过评估调度效果，可以有效识别系统中的潜在问题，进一步优化调度方案，提高系统的整体运行效率。

调度效果评估主要通过对系统稳定性、经济性和安全性的综合考量来进行。稳定性评估通常通过分析系统的负荷波动情况、频率波动以及电网负荷的峰谷差等指标来进行；经济性评估则主要关注发电成本、燃料消耗等方面的优化效果；安全性评估则是根据设备运行状态、负荷分配合理性以及故障恢复时间等指标来评估安全约束优化在实际调度中的表现。这些指标能够从多个角度反映出安全约束优化策略在调度过程中的有效性，帮助决策者做出更加科学的调度决策。在实际应用中，调度效果评估还需要结合历史数据进行对比分析^[4-7]。通过对比不同调度策略下的运行效果，能够评估安全约束优化策略在提高系统稳定性、降低风险、提升经济效益等方面的优势。评估过程中还应考虑到外部因素的影响，例如天气、负荷变化以及设备维护等因素，以确保评估结果更加贴近实际。通过动态评估和反馈机制，能够为后续的调度优化提供可靠的依据，确保电力系统在不断变化的环境中保持最佳运行状态。

基于安全约束优化的电力系统调度效果评估，为未来电力系统调度提供了有力的数据支持和理论依据。通过对安全约束优化效果的深入分析，可以为电力调度制定更加科学合理的优化策略，从而进一步提升系统的运行效率、降低运行风险，提高整体抗风险能力。这不仅能够确保电力系统在复杂环境中的安全稳定运行，还为电力系统在应对可再生能源接入、负荷波动和突发事件等挑战时提供技术支持^[8]。评估方法的不断完善和应用，将为电力行业的技术进步与创新提供源源不断的动力，推动未来电力系统的智能化和优化发展。

5 结语

在电力系统自动化调度中，安全约束优化策略不仅是确保系统稳定性的关键因素，也为提高经济性和调度效率提供了重要保障。通过构建精确的优化模型和应用现代算法，可以有效控制风险，提升系统的响应能力。随着技术的发展，智能化调度系统的应用将进一步强化安全约束优化的效果，为电力系统的高效、稳定运行提供更强有力的支持。未来，结合大数据和人工智能技术的优化方法，将为电力系统调度的安全性和灵活性开辟新的发展空间。

参考文献

- [1] 朱兰霞. 电力系统自动化技术的发展与应用[J]. 产业创新研究, 2025, (16): 74-76.
- [2] 吴家蔚, 杨光, 高康康. 电力系统及其自动化技术的安全控制问题及对策分析[J]. 电工材料, 2025, (04): 84-86+91.
- [3] 李明道. 电力系统电气工程自动化智能监测技术的应用[C]// 广西大学广西县域经济发展研究院. 2025 年第三届工程技术数智赋能县域经济城乡融合发展学术交流会议论文集. 杭州中晖新能源有限公司, 2025: 63-64.
- [4] 苏卫江, 王鹏, 姚凌峰. 基于奇异值分解的含新能源电力系统状态自动化监测系统[J]. 电子设计工程, 2025, 33(16): 173-177.
- [5] 马明辉. 油田电力系统中自动化与数字化技术的融合与创新[J]. 石化技术, 2025, 32(08): 371-373.
- [6] 王涛. 电力系统运行中工程自动化技术运用研究[J]. 电力设备管理, 2025, (14): 204-206.
- [7] 张奇, 陈雪, 王卓然, 等. 电力系统电气工程自动化智能监测技术的应用[J]. 数字通信世界, 2025, (07): 122-124.
- [8] 张一清. 电力系统中配网自动化智能模式应用[J]. 中国科技信息, 2025, (14): 58-60.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS