

运筹学在能源预测中的应用分析

杨猛

AES

DOI:10.12238/ej.v7i10.1953

[摘要] 随着全球能源需求的不断增长,能源预测在能源管理中扮演着越来越重要的角色。本文从运筹学的角度,探讨了其在能源预测中的应用。通过分析中国能源消费现状,结合具体案例,阐述了线性规划、动态规划、随机过程和元启发式算法等运筹学方法在能源预测中的实际应用,并提出了一些改进建议。最后,本文对中国能源政策背景下的运筹学应用进行了总结和展望。

[关键词] 运筹学; 能源预测; 应用

中图分类号: F272.1 **文献标识码:** A

Application Analysis of Operational Research in Energy Forecasting

Meng Yang

Applied Energy Services

[Abstract] With the increasing global energy demand, energy forecasting plays an increasingly important role in energy management. This paper discusses its application in energy forecasting from the perspective of operational research. By analyzing the current situation of energy consumption in China, combined with specific cases, this paper expounds the practical application of operational research methods such as linear programming, dynamic programming, stochastic process and meta-heuristic algorithm in energy forecasting, and puts forward some suggestions for improvement. Finally, the application of operational research under the background of China's energy policy is summarized and prospected.

[Key word] Operational research; Energy forecast; app; application

引言

能源是现代社会经济的重要基础,随着经济的快速发展和人民生活水平的提高全球能源需求不断增加,特别是我国作为世界上最大的能源消费国之一其能源管理和预测具有重要意义,当前如何有效地进行能源预测已成为学术界和工业界关注的热点问题之一,能源预测不仅影响能源生产和供应的稳定性还关系到国家经济的持续发展和环境保护的成效,运筹学作为一种数学优化工具可以帮助决策者在复杂的能源系统中找到最优解决方案提高能源管理的科学性和决策的合理性,在我国能源预测对实现碳达峰、碳中和目标具有重要意义是推动能源革命和绿色发展的重要支撑。因此研究如何利用运筹学方法提高能源预测的准确性和效率具有重要的理论和实践价值。

1 运筹学方法简介

1.1 线性规划

线性规划是一种优化方法广泛应用于资源分配和成本优化,在能源预测中线性规划可以用于电力系统的负荷预测和优化调度,通过建立目标函数和约束条件求解最优方案提高能源利用

效率,例如在电力调度中线性规划可以帮助决策者在满足需求的同时最小化能源成本,具体而言线性规划模型通常包括目标函数如最小化总成本或最大化系统效益以及一系列约束条件如供需平衡、设备容量限制等。

1.2 动态规划

动态规划是一种解决多阶段决策问题的方法,在能源需求预测中动态规划可以用于分阶段的能耗预测和优化,例如在电力系统中可以将一天分为多个时间段逐段进行负荷预测提高预测的准确性,动态规划的优势在于其能够处理复杂的时间序列数据适应能源需求的动态变化,通过将复杂问题分解为多个简单问题动态规划能够逐步求解最终获得最优解,这种方法特别适用于需要考虑时间因素的能源预测问题。

1.3 随机过程

随机过程在处理不确定性方面具有优势,能源需求具有随机性和波动性随机过程方法可以有效地建模和预测这些不确定性,例如利用马尔可夫链模型可以对能源需求的变化进行预测和分析,通过引入随机变量和概率分布随机过程方法能够更准确地反映能源系统的真实情况,随机过程方法不仅适用于短期

预测还可以应用于长期趋势分析帮助决策者制定更科学的能源策略。

1.4元启发式算法

元启发式算法包括遗传算法、粒子群优化等在能源系统优化中具有广泛应用，这些算法通过模拟自然界的进化或群体行为寻找最优解，例如在新能源预测中遗传算法可以用于优化风能和太阳能的发电量预测，元启发式算法的优势在于其能够处理复杂的优化问题具有较高的计算效率，这些算法通过模拟生物进化过程中的选择、交叉和变异等操作不断优化解决方案最终找到最优解。

2 能源预测的现状和挑战

2.1中国能源消费现状

中国的能源消费结构以煤炭为主石油和天然气次之新能源和可再生能源比例较低，近年来随着经济的发展和环境保护意识的增强中国在能源结构调整和可再生能源发展方面取得了一定成效，根据国家能源局的数据2019年中国一次能源消费总量达到48.6亿吨标准煤其中煤炭占比57.7%石油占比18.9%天然气占比8.4%可再生能源占比15%，尽管中国在可再生能源领域取得了显著进展但与发达国家相比仍有较大差距。

2.2能源预测的挑战

当前能源预测面临的数据不准确、模型复杂性和外部因素影响等问题，数据不准确主要表现在历史数据的缺失和统计误差上；模型复杂性则体现在能源系统的多变量、多层次和非线性特性；外部因素如政策变化、市场波动等也会影响预测的准确性，特别是在中国能源需求受政策调控和市场波动的影响较大增加了预测的难度，面对这些挑战迫切需要引入先进的预测方法和工具以提高能源预测的准确性和可靠性。

3 运筹学在能源预测中的具体应用

3.1案例一：某省水电站梯级调度优化

在某省的水电站梯级调度项目中研究团队采用了线性规划和动态规划相结合的方法对该地区的多座水电站进行了调度优化，该地区的水电站沿河流梯级分布，如何在不同季节和水文条件下协调各电站的发电量是一个复杂的优化问题，研究团队首先利用线性规划模型对各电站的发电量进行初步分配，目标函数设定为最大化整个梯级系统的总发电量同时考虑到各电站的水库容量、流量限制和发电效率等约束条件，在此基础上进一步引入动态规划方法并考虑到时间序列上的水文变化和电力需求波动，通过模型求解和仿真分析优化方案显著提高了水电系统的整体发电效率，利用该调度方案各电站的年均发电量提高了约8%且水资源利用率也有明显提升，此外在枯水期和汛期的调度过程中系统能够更灵活地应对水文条件的变化从而保证了电力供应的稳定性。

3.2案例二：某流域水库群优化调度

在某流域的水库群优化调度项目中运筹学方法被用于解决多个水库之间的协调管理问题，该流域内分布着多个大小不一的水库，研究人员需要在确保防洪安全的前提下最大化水资源

的利用效率，其采用了非线性规划和整数规划相结合的方法建立了水库群的优化调度模型，目标函数包括防洪风险最小化和供水效益最大化两个方面，模型考虑了水库的蓄水容量、下泄流量、蒸发损失等因素同时引入整数变量表示水库的开关状态以更精细地控制水库的调度策略，通过模型求解和多次仿真测试优化方案在防洪安全和供水效益方面均取得了良好效果，具体而言在多次模拟的汛期情况下优化调度方案能够有效降低下游洪水风险减少洪灾损失，同时在正常年份水库群的年均供水量提高了约10%显著提升了水资源的利用效率。

3.3案例三：某大型水电工程的装机容量优化

在某大型水电工程的规划阶段运筹学方法被用于优化电站的装机容量配置，该项目的目标是通过合理配置发电机组最大化投资效益和发电能力，研究团队采用了混合整数规划模型综合考虑了项目的建设成本、运营维护费用和预期发电收入等因素，目标参数设定为最大化项目的净现值(NPV)同时考虑了电站的技术参数、市场电价波动和政策补贴等约束条件，通过模型求解和经济性分析研究团队提出了多种装机容量配置方案并进行比较选择，最终确定的优化方案在保证项目经济效益的同时具有较高的技术可行性和市场适应性，优化后的方案预计可提高项目的内部收益率(IRR)约2个百分点显著增强了项目的投资吸引力。

4 运筹学方法的改进策略

4.1算法优化

针对能源预测问题对传统运筹学算法进行优化，例如将线性规划与机器学习相结合利用机器学习方法提高模型的预测精度；采用混合算法结合遗传算法和粒子群优化提高求解效率，通过引入先进的计算技术和优化方法可以进一步提高运筹学方法在能源预测中的应用效果，例如利用深度学习技术构建复杂的非线性预测模型能够更准确地捕捉能源需求的变化趋势。

4.2多目标优化

在能源预测中同时考虑经济效益和环境效益的多目标优化方法，通过建立多目标优化模型求解在满足能耗要求的同时最大限度地减少环境污染实现经济与环境的双赢，例如在可再生能源利用中考虑到经济成本和环境效益通过多目标优化模型可以找到最优的能源利用方案提高可再生能源的利用率，多目标优化模型不仅有助于实现资源的合理配置还能促进能源的可持续利用为实现绿色发展提供有力支持，例如利用遗传算法优化风能和太阳能的发电量预测模型提高新能源的利用效率和稳定性，中国幅员辽阔气候和地理条件多样不同地区的新能源资源分布差异较大通过运筹学方法可以针对不同地区的特点制定相应的预测和优化策略提高新能源的利用效率，在风能资源丰富的北方地区可以利用动态规划方法优化风力发电的调度；在太阳能资源丰富的西部地区可以采用元启发式算法优化光伏发电的布局和利用，

4.3建立政策支持

在电力系统负荷预测中运筹学方法可以显著提高预测的准确性但在处理复杂多变量系统时仍存在一定的挑战,我们可以加强数据共享提高预测模型的普及应用;加大对新能源技术的研发投入促进新能源的发展和利用;完善能源管理制度提高能源使用效率和环境保护水平,通过政策引导和技术支持促进运筹学方法在能源预测中的广泛应用从而提高能源管理的科学性和有效性并建立全国统一的能源数据平台以促进各地区和部门的数据共享;制定新能源技术研发激励政策鼓励企业和科研机构加大研发投入;优化能源管理法规和标准提升能源使用的规范性和透明度。

5 结论

通过本文的研究明确了运筹学方法在能源预测中的应用效果及其对中国能源管理的重要意义,运筹学方法可以有效地解决能源管理中的复杂问题提高预测的准确性和效率,在中国能源结构调整和可再生能源发展的背景下运筹学方法的应用将为实现能源管理目标提供有力支持,通过具体案例分析和模型验证本文展示了运筹学方法在能源预测中的实际应用效果和优势为进一步推广运筹学方法提供了理论基础和实践参考,未来研究可以进一步优化运筹学算法结合先进的机器学习方法提高预

测的精度和效率;同时探索多目标优化方法在能源预测中的应用实现经济与环境的双赢,例如在智能电网和分布式能源系统中结合运筹学方法和人工智能技术构建更加智能化和高效的能源预测和管理系统;在可再生能源发展中利用大数据和云计算技术提升预测模型的计算能力和实时性为实现可持续发展目标提供更加可靠的技术支持并针对中国特有的能源结构和需求开发具有本土特色的能源预测模型和方法。

【参考文献】

- [1]马花萍,章庆勇,苗晓,等.“运筹学”混合式模式研究与实践[J].科技风,2024,(18):130-132.
- [2]田东蒙,汪启龙,李梦辰,等.“双碳”目标下开展能源利用状况报告工作的几点思考[J].上海节能,2024,(01):113-115.
- [3]纪艳菊,张玉.可再生能源预测技术在电力系统中的实时应用[J].现代工业经济和信总化,2023,13(12):143-145+149.
- [4]万永华.运筹学在水电能源系统规划中的应用(英文)[J].水电能源科学,1991,(01):56-64.

作者简介:

杨猛(1999-),男,汉族,江苏扬州人,硕士,研究方向:运筹学分析师。