

# 用电工程中需求响应策略的优化与经济效益分析

郭汉臣

国网河北省电力有限公司保定供电分公司, 河北 保定 071000

**摘要 :** 由于近年来全球能源危机的加剧和环境保护意识的提升, 优化电力资源的使用效率, 已成为全球性的挑战。需求响应策略通过调整用户的电力消费行为, 可以有效缓解电网负荷的峰谷差, 同时增强清洁能源的利用率。针对于此本文首先对用电工程中需求响应策略经济效益进行分析, 随后说明了用电工程中需求相应策略优化的重要性, 并针对实际优化中存在的问题, 提出了对应的解决方法, 期望能为用电工程中需求相应效果提升提供帮助。

**关键词 :** 用电工程; 需求响应; 策略优化; 经济效益

## Optimization and Economic Benefit Analysis of Demand Response Strategies in Power Engineering

Guo Hanchen

State Grid Hebei Electric Power Company, Baoding Power Supply Branch, Baoding, Hebei 071000

**Abstract :** Due to the intensification of the global energy crisis and enhancement of environmental awareness in recent years, optimizing the efficiency of power resource usage has become a global challenge. Demand response strategies can effectively alleviate the peak-valley difference of grid load by adjusting the power consumption behavior of users, while enhancing the utilization rate of clean energy. In view of this, this paper first analyzes the economic benefits of response strategies in power engineering, then explains the importance of optimizing demand response strategies in power engineering, and proposes corresponding solutions to the problems existing in actual optimization, hoping to help for the improvement of demand response effects in power engineering.

**Keywords :** power engineering; demand response; strategy optimization; economic benefits

### 引言

在当前的电力市场环境下, 需求响应策略的实施不仅能够帮助电力公司更好地管理电网负荷, 还能激励用户参与到节能减排的实践中来。然而需求响应策略的优化并非易事, 它需要综合考虑用户行为、市场机制、技术手段以及政策法规等多方面因素。在实际操作中, 可能会遇到用户参与度不高、激励机制不完善、技术平台不成熟等问题。

## 一、用电工程中需求响应策略经济效益分析

### (一) 经济效益评估指标

在用电工程中的运行当中, 需求响应策略的经济效益评估指标是衡量其经济可行性和效率的关键因素。如今的评估标准之下, 这些指标包括成本节约、投资回报率、能源使用效率、电力价格波动的影响、以及对电网稳定性的贡献等。具体而言其中的成本节约, 是指通过实施需求响应策略, 用户能够在电力消费上实现的直接经济节省, 这就要包括减少高峰时段的电力购买成本和可能的需量电费。而投资回报率是衡量需求响应项目投资效益的重要指标, 它通过计算项目带来的总收益与总成本的比率来评估项目的经济效益。能源使用效率则关注需求响应策略如何帮助

用户更合理地使用电力资源, 减少浪费, 提高整体能源利用效率。电力价格波动的影响评估则关注需求响应策略在不同电价水平下的经济表现, 以确保在电价波动时仍能保持经济效益。最后对电网稳定性的贡献是评估需求响应策略在缓解电网负荷、降低停电风险以及提高供电可靠性方面的价值<sup>[1]</sup>。

### (二) 需求响应对电力市场的影响

针对于当下的电力市场现状而言, 用电工程中需求响应策略的经济效益分析显得尤为重要。需求响应是指通过激励措施或价格信号, 引导用户在特定时间内改变其电力消费行为, 从而影响电力系统的负荷曲线。这种策略不仅能够提高电力系统的运行效率, 还能在一定程度上缓解电力供应紧张的状况。当下需求响应对于电力市场的影响是多方面的。企业电力工程中的需求及时响

应之下，往往能够有效缓解高峰时段的电力供应压力。例如在用电高峰时段，电力需求量激增，而发电能力可能无法及时跟上需求增长的速度，导致电力供应紧张。通过需求响应策略，可以激励用户在高峰时段减少用电量，或者将用电时间调整到非高峰时段，从而降低高峰负荷，保证电力系统的稳定运行<sup>[2]</sup>。

## 二、用电工程中需求响应策略优化的重要性

### （一）提高能源效率与成本节约

在现代用电工程中，需求响应策略的优化不仅关乎电网的稳定运行，还对提高能源效率和实现成本节约具有深远的意义。所以电力企业可以通过精细化管理电力需求，去进一步减少高峰时段的电力消耗，以此来科学合理的降低对昂贵的峰值发电能力的依赖。在当前的市场环境之下，这种策略的实施，可以使得电力资源得到更加合理的分配和使用，从而避免了资源的浪费和不必要的能源成本支出。除此之外需求响应策略优化还能促进可再生能源的利用，企业通过智能调度，则可以将风能、太阳能等间歇性能源更有效地融入电网，进一步提高整体能源利用效率。在经济层面成本节约不仅体现在电力消费的直接减少上，还体现在对电网基础设施投资的优化上。通过需求响应，可以推迟或减少对电网升级和扩建的需求，从而节省大量资本支出<sup>[3]</sup>。

### （二）增强电网稳定性和可靠性

在增强电网稳定性与可靠性这一层面，优化需求响应策略同样至关重要。这是因为近些年来社会对于电力需求不断增加的背景之下，使得企业所面临的电力负荷的不断增长，电网的运行环境日益复杂，传统的调控手段已难以满足现代电网的需求。需求响应作为一种有效的负荷管理手段，通过引导用户主动调整用电行为，与电网进行互动，可以有效缓解电网的供需矛盾，提升电网的稳定性和可靠性。需求响应策略的优化，能够更精准地匹配电网的实际需求。通过对历史负荷数据、天气预报、节假日因素等多维度信息的综合分析，可以预测出未来的负荷变化趋势，制定出更加科学合理的需求响应计划。这样不仅可以减少电网的备用容量需求，降低运行成本，还能在负荷高峰时段有效削减峰值负荷，减轻电网压力，避免局部过载和停电事故的发生。

### （三）促进可再生能源的整合与利用

对于可再生能源而言，用电工程中需求响应策略优化的重要性不容忽视。随着全球能源结构的转型，可再生能源如风能、太阳能等的比重逐渐增加。然而这些能源的供应具有间歇性和不确定性，因此如何有效地整合和利用这些可再生能源，成为电力系统面临的一大挑战。而需求响应策略优化在促进可再生能源整合与利用方面发挥着至关重要的作用。需求响应是指通过激励措施引导用户在电力供应紧张或过剩时调整其电力消费行为，从而平衡供需关系。通过优化需求响应策略，可以提高电网的灵活性和可调度性，为可再生能源的接入和消纳创造有利条件。在实际的策略优化过程中，通过优化可以缓解可再生能源发电的波动性。由于风能和太阳能发电受天气和时间的较大影响，其发电量往往难以预测和控制。通过需求响应可以在可再生能源发电量高时鼓

励用户增加用电量，而在发电量低时减少用电量，从而减少对传统化石能源发电的依赖，提高整个系统的能源利用效率<sup>[4]</sup>。

## 三、用电工程中需求响应策略优化时的阻碍

### （一）数据隐私与安全问题

在用电工程中，需求响应策略的优化往往需要收集和分析大量的用户用电数据，以便更准确地预测和管理电力需求。然而数据隐私与安全问题成为了一个显著的阻碍。这是因为对于用户而言，自身的用电数据属于个人隐私范畴，这些数据一旦泄露，可能会被不法分子利用，对用户的财产和人身安全造成威胁。例如不法分子就可以通过分析用户的用电模式，推断出用户的日常活动规律，甚至可能暴露用户的居住习惯和家庭成员信息。其次随着智能电网和物联网技术的发展，越来越多的设备和系统需要联网操作，这无疑增加了数据被黑客攻击的风险。一旦电力系统遭受网络攻击，不仅可能造成大规模的停电事故，还可能影响到国家安全和社会稳定<sup>[5]</sup>。

### （二）用户参与度不足

用户作为用电工程当中，需求响应策略的直接参与者，其积极性和参与程度直接影响到策略的实施效果。但是当下的用户对需求响应策略的认知不足是现有的一个主要问题。这是因为许多用户对需求响应的概念、目的以及如何参与缺乏足够的了解。他们可能不清楚通过调整自己的用电习惯可以对电网稳定性和能源效率产生积极影响。这种信息不对称导致用户无法充分认识到参与需求响应的长远利益，从而缺乏参与的动力。此外，用户参与需求响应的激励机制不够完善。虽然一些地区和电力公司已经尝试通过经济补偿、电价优惠等方式鼓励用户参与，但这些激励措施往往不够吸引人，或者在实施过程中存在诸多限制条件，使得用户难以感受到实际的经济利益。此外，激励措施的持续性和稳定性也影响用户的参与意愿<sup>[6]</sup>。

### （三）需求响应策略的实时性与准确性问题

尽管用电工程中需求响应策略的优化对于提高电网运行效率、降低能耗和成本具有重要意义，但在实际操作中，仍面临诸多挑战。其中需求响应策略的实时性与准确性问题尤为突出。其中实时性问题主要体现在需求响应措施的实施速度上。这是由于现代电力系统运行所具有的复杂性，导致需求响应策略需要在极短的时间内做出反应，以适应电网负荷的快速变化。但是就当下而言，现有的技术手段和管理机制往往难以满足这一要求。例如当电网出现负荷高峰时，需求响应系统需要迅速识别可调节负荷，并向用户发送调节指令。但这一过程涉及到数据采集、传输、处理和决策等多个环节，任何一个环节的延迟都可能导致响应不及时，从而影响整个系统的稳定性和效率。

### （四）跨部门协调与合作问题

跨部门协调与合作问题在用电工程中需求响应策略优化时的阻碍尤为显著。由于需求响应策略通常涉及多个部门和利益相关者，包括电力公司、政府监管机构、商业用户、居民用户以及技术供应商等，因此，缺乏有效的沟通和协调机制会直接影响到策

略的实施效果。这是因为在需求相应的过程中，不同部门之间存在信息孤岛现象。由于每个部门都可能拥有关键信息，但这些信息往往没有得到充分共享。例如电力公司可能掌握了电网负荷的实时数据，但政府监管机构可能缺乏这些数据来制定有效的政策。反之政府可能有长期能源规划，但电力公司未必能及时了解并调整其需求响应策略。这种信息不对称导致了决策的不协调，进而影响了需求响应策略的优化<sup>[7]</sup>。

#### 四、用电工程中需求响应策略优化实施路径

##### (一) 采用先进的加密技术和安全协议

在用电工程中，需求响应策略的优化实施路径首先需要确保整个系统的安全性和数据的保密性。为此采用先进的加密技术和安全协议是至关重要的。这就要求在具体的实施过程中，企业需要重点对现有的电力系统进行安全评估，确定可能存在的安全隐患和薄弱环节。这包括对数据传输、存储和处理的各个环节进行详细审查，以确保没有安全漏洞。接下来，企业还需要根据实际的用电工程特点，去选择合适的安全技术和协议。例如可以采用高级加密标准（AES）对数据进行加密，确保数据在传输过程中的安全。同时使用安全套接层（SSL）或传输层安全（TLS）协议来保护数据传输过程中的完整性和保密性<sup>[8]</sup>。

##### (二) 设计激励机制

针对用户参与度不足的相关问题，设计一个有效的激励机制是关键。激励机制的实施路径需要综合考虑用户的实际需求、行为习惯以及激励的可持续性。首先明确激励目标。激励机制的目的是提高用户的参与度，鼓励用户在用电高峰时段减少用电量，或者在用电低谷时段增加用电量。因此激励目标应具体、可量化，比如降低高峰时段的用电量10%或在低谷时段增加用电量20%。而激励内容的设计时，可以选择是经济奖励，如电费折扣、现金返还、积分奖励等，也可以是非经济奖励，如荣誉称号、优先服务权、环保证书等。经济奖励直接与用户的经济利益挂钩，能迅速提高用户的参与积极性，非经济奖励则满足用户的社交需求和自我实现需求，具有长期的激励效果<sup>[9]</sup>。

##### (三) 实时监测电网负荷和用户用电行为

随着智能电网技术的不断发展，实时监测电网负荷和用户用

电行为成为优化需求响应策略的关键步骤。通过部署先进的智能电表和传感器，可以实现对电网负荷的精确测量和实时监控。这些设备能够收集大量数据，包括电压、电流、功率因数等关键指标，为电网运行提供实时反馈。同时用户用电行为的监测则通过智能电表收集的用电数据进行分析，以识别用户的用电模式和高峰用电时段。为了确保数据的准确性和实时性，电力企业还需要建立一个稳定可靠的数据通信网络，负责将收集到的数据实时传输到控制中心。数据处理和分析系统将对这些信息进行处理，生成电网负荷和用户用电行为的动态视图。通过这些视图，电力企业可以及时发现潜在的负荷问题，预测用电高峰，并制定相应的响应策略<sup>[10]</sup>。

##### (四) 建立跨部门协调机制

为了解决电力工程中需求相应时的跨部门协作相关问题，电力企业则建立一个由各部门代表组成的专项工作小组，通过负责统筹协调需求响应策略的实施。在具体的实施过程中，这个小组应包括电力公司、能源管理部门、大型用电企业以及可能的第三方服务提供商。小组的职责是确保各部门之间的沟通畅通无阻，信息共享及时准确，以及在需求响应事件发生时能够迅速做出决策并执行。其次制定明确的跨部门协作流程和规则，包括信息报告、事件响应、资源调配和事后评估等环节。流程和规则应以书面形式明确下来，确保每个部门都清楚自己的职责和义务。同时应定期进行流程的演练和培训，以提高各部门在实际操作中的熟练度和效率。

#### 五、结语

综上所述，用电工程中需求响应策略的优化是实现电网高效、稳定和可持续发展的关键。通过精细化管理电力需求，可以有效降低高峰时段的电力消耗，减少对昂贵的峰值发电能力的依赖，从而实现成本节约和能源效率的双重提升。同时，需求响应策略的优化对于增强电网的稳定性和可靠性具有重要意义，能够有效缓解电网供需矛盾，避免局部过载和停电事故的发生。所以相信在不远的未来，需求响应策略将更加成熟和完善，为电力系统的现代化和绿色转型提供有力支撑。

#### 参考文献

- [1] 吴限. 数据驱动下基于 MBSE 的电力需求侧响应决策研究 [D]. 辽宁工程技术大学, 2023. DOI: 10.27210/d.cnki.glnju.2023.001203.
- [2] 冯惠琦. 虚拟电厂优化调度及其评价研究 [D]. 广东: 广东工业大学, 2023.
- [3] 张希. 自身不发电, “调配”实现用电最优解 [N]. 南京日报, 2024-08-12(A04). DOI: 10.28601/n.cnki.nnjrb.2024.003317.
- [4] 黄飞, 李永福, 高杨, 等. 基于改进遗传算法的家庭用电调度优化方法 [J]. 计算机科学, 2024, 51(S1): 1169-1174.
- [5] 朱虹, 孟祥娟, 孙健, 等. 用户响应机制下基于长短期记忆网络的负荷聚合商用电模型 [J/OL]. 现代电力, 2024. https://doi.org/10.19725/j.cnki.1007-2322.2023.0158.
- [6] 朱善令. 基于用电行为特征的工商业用户需求响应能力分析 [D]. 浙江大学, 2024. DOI: 10.27461/d.cnki.gzjdx.2024.000738.
- [7] 智源, 林雪, 姜宁. 浅谈通信运营商用电智慧响应的实践 [J]. 江苏通信, 2024, 40(01): 115-118.
- [8] 汤波, 林静涛, 杨鹏, 等. 基于交互式实时电价机制的用电优化研究 [J]. 电力科学与技术学报, 2024, 39(01): 105-114. DOI: 10.19781/j.issn.1673-9140.2024.01.010.
- [9] 王申, 麻超, 吴家敬, 等. 基于负荷响应的地铁施工智能用电控制策略研究 [J]. 中国水运, 2023, 23(24): 56-58.
- [10] 董晓天, 周全, 缪瑞峰, 等. 基于用户画像的企业负荷调峰分组方法 [J]. 安徽电气工程职业技术学院学报, 2023, 28(04): 16-24.