

适应用户端的负荷管理策略 以及需求侧新业态

文/雷瑞雪¹ 张书豪¹ 刘炎明¹ 贾蓉蓉¹ 白碧宇²

1.国网陕西营销服务中心（计量中心）；2.国网陕西省电力有限公司西安供电公司

通过概述了负荷管理的概念及其必要性、需求分析与优化场景，基于政策引导、宣传教育、市场调控和技术支撑等方面提出了切实有效的负荷管理策略，并针对目前不断涌现的智能家居、智能楼宇、能源管理服务和共享经济等需求侧新业态分析了其发展趋势及影响。对助推能源行业的可持续发展和能源转型，提升能源利用效率和经济效益具有一定的参考意义。

随着世界经济与科技的飞速发展，中国经济在近年来取得了举世瞩目的成就，人类生产生活对能源的需求量也越来越大。电力行业作为中国经济的支柱产业，在保障经济持续稳定发展和维护能源安全等方面发挥着重要的作用。多年来的大规模扩大投资与加速建设使得中国电力产业规模已远超从前，但煤电仍是当前我国电力供应的最主要电源。据统计，自2016年以来，我国煤电装机容量占比由59%下降至2022年的46%，但2022年煤电发电量占比仍高达58%。在“双碳”目标的大背景下，我国面临巨大的能源转型压力。一方面，提前规划电源装机对于电力保供的效果十分显著，但另一方面，新增煤电装机占比较高与持续关停旧煤电项目与“双碳”目标相距甚远。

在目前极端天气频发的背景下，高峰时段用电负荷连年攀升。据统计，2023年入夏以来全国日调度发电量三创历史新高，全国最高用电负荷两创历史新高。电力供应紧张期间，煤电发挥着巨大的兜底保障作用，短期看这是解决电力保供的优选方

案，但从可持续发展的角度而言，以尖峰负荷来配置煤电并非长远之计，在电力负荷相对不高时，很多煤电机组都处于停滞状态，造成煤电企业的经营亏损，并且煤电所产生的环境问题又会进一步加剧极端气候，产生更大的供电压力。由此可见，当电力负荷峰值连年创新高，依靠新增煤电装机仅仅能解决高峰时段的“燃眉之急”，而对于非高峰时段甚至用电低谷时段，许多煤电机组面临启停过于频繁、折旧损耗加剧等问题。

在“双碳”目标的引领下，我国正在加速建设新型电力系统，尽管新能源装机与储能电站数量持续增加，但与之相配套的电力负荷管理举措、电力系统调节机制以及适合新型电力系统的市场体系还未成熟。如何让以新能源发电为主的电力结构真正“站稳脚跟”，如何科学降低用电负荷来缓解尖峰时段的供电压力，需要实施切实有效的电力负荷管理措施、引导大用户中的可中断用户积极参与负荷需求侧响应，构建适合用户端参与电力调峰的市场机制，以此来保障电力系统的安全稳定运行。



电力负荷管理

电力负荷管理旨在保障电网稳定、维持供用电秩序、促进可再生能源消纳和提升用能效率，主要通过调节、控制和优化电力负荷来实现，实施手段包括需求响应和有序用电。需求响应通过经济激励引导用户调整用电行为，以应对短时电力供应紧张和可再生能源消纳问题。有序用电则依靠事前规划，通过政策法规和技术手段控制用电负荷，确保电力系统秩序。

1. 负荷管理的必要性

一是用电设备的不断多样化以及用电需求的持续增长使得生产生活用电趋向集中化，尖峰时段电网负载过重、低谷时段设备利用率较低；二是极端天气的频发使得夏冬两季的用电负荷加剧，夏冬两季用电负荷的“双峰”特征愈加突出，用电负荷急剧攀升，电力保供压力巨大；三是高比例分布式能源的大规模入网加大了电能传输与电网调控的难度，亟需采取可行的负荷管理方案平滑负荷曲线，实现高效的电力分配与调控。

2. 负荷管理的需求分析

一是近年来三产和生活用电占比持续提高，空调和采暖负荷比重不断上升，峰谷差逐年加大，导致负荷尖峰化特征明显，尖峰时段供电压力过大、低谷时段煤电装机设备停滞，发电侧必须频繁调峰来适应用户侧负荷变化的需求，这对配电网安全

稳定运行和电力负荷管理方式提出了更高的要求。

二是大规模可再生能源的高比例入网使得配电网必须向着调度灵活、控制多元、运行可靠的方向发展转变，非化石能源发电装机占比提高到51.9%左右，风电、光伏发电量占全社会用电量的比重达到15.3%。三是虚拟电厂、分布式电源、电动汽车、新型储能等新业态的不断涌现，使得各类经营主体能够参与到自主负荷调控以及市场化需求响应中去，负荷管理范畴更加多元，负荷管理手段更加多样。

3. 负荷管理的优化场景

根据不同负荷类型参与电网调节的程度，可以将其划分为不可控负荷、可中断负荷以及可调节负荷。不同类型的负荷能够为电网削峰填谷、平滑负荷曲线以及可再生能源消纳做出不同程度的贡献。

1) 居民用户。居民用户用电总量较大且用电行为相对规律，尽管通过分时电价等激励性政策能够引导用户优化部分用电行为，例如为电动汽车设定谷电充电、为部分家电设定谷电工作，但由于居民用户的总体用电行为与日常生活息息相关，改善余地仍较小，移峰填谷效果相对有限。

2) 商业用户。商业用户在用电负荷中也占据不小的比重，跟居民用电相比，商业用电用户主要指各类商业建筑、购物中心、办公写字楼、商铺等，由于用户带有盈利性质，其用电时段相对固定，用电负荷的可调节余地较小。

3) 大工业用户。大工业用户用电体量大、与居民、商业用户相比用电差异性更大、可控性更强、调控效果更好。国家发改委自2018年以来也陆续推出多项举措推动工业电价调整，分时电价旨在鼓励用户主动控制高峰时段的用电负荷并充分利用电网低谷时段的电量，起到缓解高峰时段供电压力、削峰填谷的作用。大工业用户基于其巨大的用电量以及相对充足的可调控潜力，对降低电力传输损耗、保障高峰时段供用电安全意义重大。在大工业用户中，应结合负荷调控特定，区分响应优先级与调度优先级，建立切实可行的负荷资源调度方案，尽可

能提高尖峰时段负荷资源的可调动性，缓解高峰时段电网运行压力。

适应用户端的负荷管理策略

1. 政策引导与宣传教育

一方面，政府作为电力市场的管理者，可以通过出台相关政策来引导用户进行负荷管理。例如，政府可以出台鼓励绿色用电的政策，对使用可再生能源的用户给予一定的补贴或者税收优惠。此外，还可以对高耗能行业进行限制，例如限制其用电量的增长或者对其电费进行加价等措施，从而影响这些用户的用电行为。对生产时间相对灵活的企业鼓励其充分利用谷电生产，科学让电。这些政策的出台不仅可以帮助用户更好地理解负荷管理的意义和价值，也可以促进电力市场的长期可持续发展。

另一方面，可以通过各种渠道对用户进行负荷管理知识的宣传和教育，引导用户控制用电行为。通过社交媒体、广告、宣传册、研讨会、用电端APP等向用户普及负荷管理知识，包括什么是负荷管理，为什么需要负荷管理，以及如何进行负荷管理等。另外可以通过一些经济激励手段，在电网尖峰时段鼓励用户科学让电、有序用电。

2. 市场调控手段

需求侧投标竞价是一种重要的负荷管理策略，其主要目的是让需求侧能够更积极地参与到电力市场的竞争中。在这种机制下，用电用户不再仅仅是电价的接受者，而是可以通过合理的改变用电方式，用投标的方式在电力市场中获得自己的利益。

具体来说，需求侧投标竞价主要涉及以下几个方面。

1) 用电用户可以根据自己的用电需求和负荷特性，制定合理的用电方案，例如调整用电时间、优化用电方式、采用节能设备等，以降低自身的用电成本。

2) 用户可以根据市场情况制定投标策略。在电力市场中，电价会受到多种因素的影响，如供需关系、政策调整等。用户可以根据这些因素的变化，

制定相应的投标策略，以获得最大的收益。这需要用户具备一定的市场分析和预测能力，以便更好地把握市场动态。

3) 用户需要与电网公司建立良好的合作关系。

在需求侧投标竞价机制下，用户和电网公司不再是单纯的供需关系，而是需要共同合作、互利共赢。电网公司需要畅通沟通渠道，帮助用户了解电网的运行状况和调度要求，以便更好地调整自己的用电行为，并提供相应的技术支持和服务，帮助用户实现合理的用电和负荷管理。

通过需求侧投标竞价机制的实施，电力市场能够更加充分地发挥市场机制的作用，促进电力资源的优化配置。同时，这也能够激发用户参与负荷管理的积极性，提高电力系统的运行效率和经济性。

3. 技术支撑手段

填谷技术是通过在电网年负荷低谷时期，采取一系列措施来增加电力需求，以提高电力系统的运行效率和经济性的技术手段。其具体实施方式主要有以下几个方面。

1) 增加季节性用电负荷。季节性用电负荷是指随着季节变化而变化的用电需求，例如夏季的空调用电和冬季的取暖用电。在电网负荷低谷时期，可以采取增加季节性用电负荷，例如提供优惠电价、推广节能设备等，以吸引用户更多地使用电力。这样不仅能够提高电力系统的运行效率，还能够平衡不同季节的电力需求。



2) 增添低谷用电设备。在电网负荷低谷时期, 可以鼓励工业大用户充分利用低谷电价进行生产, 将一些用电量较大的设备, 例如电解铝、离子膜烧碱等高耗能产业设备安排在谷电时段运行, 在电网高峰期鼓励其积极让电, 以达到削峰填谷的目的。

3) 增加蓄能用电。蓄能用电是指将富余的电能转化为其他形式的能量储存起来, 在需要时再释放出来。在电网负荷低谷时期, 可以利用蓄能设备将富余的电能储存起来, 例如电池储能、抽水蓄能等。这样不仅能够填谷, 还能够提高电力系统的稳定性和可靠性。

总的来说, 填谷技术是一种有效的负荷管理策略, 能够提高电力系统的运行效率和稳定性。然而, 在实际应用中需要充分考虑环保、能源消耗和经济效益等方面的问题, 以确保可持续发展。

适应用户端的需求侧新业态

随着智能家居、智能楼宇、能源管理服务、共享经济等需求侧新主体新业态的不断涌现, 需要鼓励各类用能主体积极参与市场化需求响应, 通过自主降低用地负荷来主动参与负荷调控, 维护电力系统的安全稳定运行。

1. 智能家居和智能楼宇

智能家居和智能楼宇通过智能化技术, 实现了家庭和楼宇设备的互联互通和自动化控制, 可以更加精准地监测和控制家庭和楼宇的能源消耗。例如, 智能照明系统可以根据光线条件和人员活动情况调节灯光亮度和使用时间, 智能空调可以根据室内温度和湿度调节运行状态等。这些智能调控和自动化控制措施可以减少用户对能源的浪费, 降低家庭的电费支出和楼宇的运营成本。此外, 智能家居和智能楼宇还可以通过与电网的智能互动, 实现电力负荷的优化管理。例如, 智能家居系统可以根据电网的电价波动情况, 合理安排家庭用电负荷, 实现错峰用电和节约电费的目的。智能楼宇则可以通过与电网的智能互动, 实现能源的分散化生产和供

应, 提高能源的利用效率和可靠性。

综上所述, 智能家居和智能楼宇在电力负荷管理中发挥着重要作用, 可以帮助用户更加精准地监测和控制能源消耗、减少不必要的能源浪费、优化电力负荷管理和提高能源利用效率。随着智能化技术的不断发展和普及, 智能家居和智能楼宇在电力负荷管理中的作用将越来越重要。

2. 能源管理服务

能源管理服务为企业或个人提供能源消耗监测、数据分析、节能建议等服务, 帮助他们更好地管理能源消耗, 降低能源成本, 主要包括能源审计、节能监测、能源规划、节能改造和能效评估等方面。首先, 能源管理服务可以提供全面的能源审计和能耗监测, 帮助企业或建筑物了解自身的能源消耗情况和节能潜力, 为电力负荷管理提供基础数据和依据。其次, 能源管理服务可以通过合理的能源规划和节能改造, 降低企业或建筑物的能源消耗, 优化电力负荷曲线, 减轻电网的供电压力。此外, 能源管理服务还可以为企业或建筑物提供能效评估和咨询服务, 帮助他们制定更加科学合理的节能减排方案和电力负荷管理策略。

通过能源管理服务的实施, 企业或建筑物可以实现节能减排、降低能源成本、提高能源利用效率和经济效益等多重目标, 同时也有助于推动电力行业的可持续发展和社会效益的提升。因此, 能源管理服务是电力负荷管理中不可或缺的重要环节, 对于推动电力行业的可持续发展和能源转型具有重要意义。

3. 共享经济模式

共享经济模式是指通过互联网平台, 将闲置的物品、空间或服务提供给需要的人, 实现资源的共享和再利用。其应用在能源领域主要体现在共享能源资源、共享智能电网、共享能源服务、共享储能设备、共享能源数据等方面。

1) 共享能源资源: 通过将分散的能源资源进行集中, 实现资源的优化配置和共享。例如, 共享太

阳能、风能等可再生能源资源，使得更多人能够利用这些清洁能源，减少对传统能源的依赖。

2) 共享智能电网：利用物联网和人工智能等技术手段，将各种电力设备、电动车辆等能源设施连接到一个智能网络中，实现能源的高效分配和共享。通过共享智能电网，可以实现电力供需的动态平衡，减少电力系统的能耗和排放。

3) 能源服务共享：提供能源管理服务，为企业或个人提供能源消耗监测、数据分析、节能建议等服务。通过能源管理服务，用户可以更加全面地了解自己的能源消耗情况，采取相应的节能措施，降低能源成本。

4) 共享储能设施：将储能设施进行集中管理和共享，提高设施的利用效率和降低成本。例如，集中式电池储能系统可以实现电能的储存和释放，满足用户在电力需求峰谷时段的需求。

5) 能源数据共享：通过数据共享平台，将能源数据提供给用户和企业，帮助他们更好地了解和管理能源消耗。例如，智能家居系统可以将家庭用电数据共享给用户，帮助用户更好地了解和优化家庭的能源消耗。EA

参考文献

- [1] 王伟，徐婧，赵翔，等. 中国煤电机组调峰运行现状分析[J]. 南方能源建设，2017，4(1)：18-24.
- [2] 刘宝华. 电力市场安全与经济风险管理的理论与应用研究[D]. 北京：华北电力大学，2024.
- [3] 武昭原. 高比例新能源电力系统灵活运行的市场机制设计研究[D]. 北京：华北电力大学，2024.
- [4] 吉斌，孙绘，昌力，等. 黏性电力用户参与需求侧响应的行为决策建模与分析[J]. 综合智慧能源，2022，44(2)：80-88.
- [5] 龚钢军，张心语，张哲宁，等. 计及大用户负荷管理的可再生能源消纳[J]. 电网技术，2020，44(8)：2922-2932.
- [6] 郭兵. 电力需求侧管理下负荷优化管理研究[D]. 北京：华北电力大学，2015.
- [7] 张心语. 计及需求侧调度优先级的分布式能源消纳研究[D]. 北京：华北电力大学，2021.
- [8] 杨丽君，梁景志，张兴，等. 考虑需求侧竞价的含风电电力系统经济调度[J]. 燕山大学学报，2018，42(5)：386-393.

电气时代官方视频号

视频投稿：video@eage.com.cn

精彩视频



等您关注!