

# 如何突破供电基础设施容量瓶颈

## 电力需求侧响应技术及 AEMS 大数据技术在首都机场地区的应用

■作者 李雪刚

随着全球能源需求量的日益攀升和传统能源储量的日益减少,能源清洁化、能源科技创新以及能源的结构优化势在必行。

在能源供应日益紧张以及环境污染问题日益严峻的大形势下,首都机场集团积极贯彻落实党中央、国务院有关坚决打好污染防治攻坚战、打赢蓝天保卫战战略部署,积极开展节能减排、优化用能的各种行之有效的措施。在这场行动中,燃油设备改造、新能源设备、充电设施建设、分布式发电供电、互联网、大数据等各种新技术、新设备将得到广泛推广和应用。这些高新技术的应用最终将电力、热、气和冷等能源综合规划,实现能源高效、安全、环保、可持续利用等要求,为蓝天保卫战的胜利奠定坚实的基础。

本文以充电设施在首都机场地区的建设和应用为依托,提出一种新型的适应当前首都机场地区供能现状和发展态势的电力需求侧响应技术和机场能源管理系统 AEMS 的大数据分析及信息推送技术,二者合二为一,相辅相成,探索行之有效的新机制和新思路,并计划在华北空管局在建充电桩项目中进行试点应用。

目标为解决首都机场地区供电设施运维及用户用电过程中遇到的问题,开创新的切实有效的解决方法和思路,突破供电基础设施容量局限性的瓶颈,使充电设施建设在蓝天保卫战计划中发挥出其应有的价值和贡献。同时以国家发改委在新型基础设施建设中的“新基建”理念为指导,探索融合基础设施,深度应用互联网、大数据、人工智能等技术,支撑传统基础设施转型升级,进而融合基础设施,促进智慧能源基础设施的建设。

### 充电桩业务

新能源电动汽车是一种发展前景广阔的绿色交通工具。在全球能源危机和环境危机严重的大背景下,我国政府积极推进新能源汽车的应用与发展,充电设施作为发展电动汽车所必须的重要配套设施,具有重要的社会效益和经济效益。

充电桩安装于公共建筑(公共楼宇、商场、公共停车场等)和居民小区停车场内,可以根据不同的电压等级为各种型号的电动汽车充电。充电桩的输入端与交流电网直接连接,输出端都装有充电插头用于为电动汽车充电。

目前首都机场地区已建和在建的充电桩分布在中国服务大厦、华北空管局、首都国际机场公共区停车楼等位置。未来首都机场地区内的国航、飞行区、新维修基地、食品公司、配餐公司、海关、检疫、国货航、海航、大新华、宿舍区等单位的各停车场、办公大楼区域都将陆续开展充电装置的基础设施建设。但充电桩在供电环节上属于配电网侧,其业务的发展受到供电设施容量以及当下馈线不足的限制,经调查发现,当前首都机场地区供电系统在充电桩业务上的主要矛盾是用户日益增长的电动汽车充电需要和现有供电基础设施容量不平衡不充分应用之间的矛盾,大大阻碍了绿色机场建设尤其充电桩业务的发展。

### 首都机场地区供电系统

首都机场地区共三座变电站,包括东 110kV 变电站,共 3 台 63000kVA 主变,带 T3 航站楼、新维修基地、食品公司、配餐公司、海关、检疫、国货航、海航、大新华等;西 110kV 变电站,共 3 台 31500kVA 主变,带 T1、T2 航站楼、

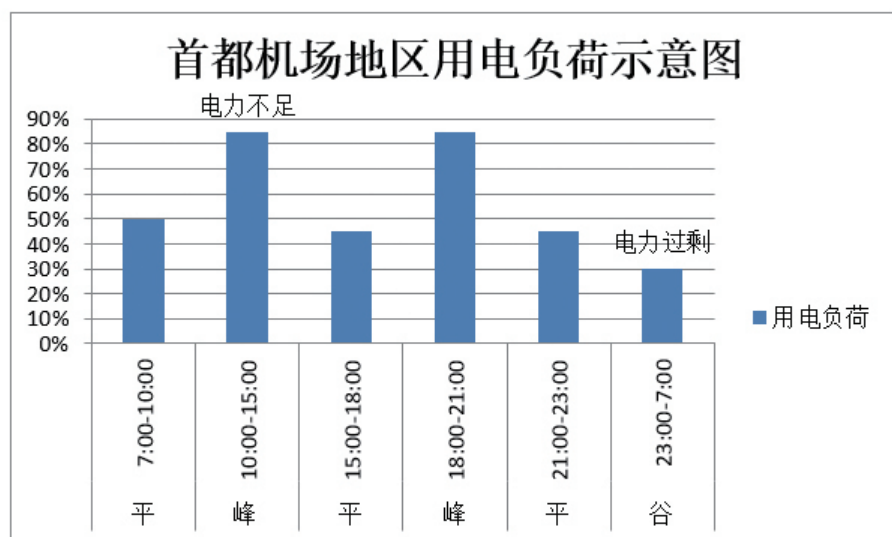


图1 首都机场地区用电负荷示意图

机场交道口以北办公楼及用户、老食品公司、华道馆、机场老专机楼、空管局、老维修基地、国航办公楼、老货运站等;35kV 变电站,两台 10000kVA 主变,带机场生活区、南导航台、西北导航台、天竺高尔夫球场以及生活区所有宾馆、饭店、银行等。其用电负荷情况如图 1 所述。

首都机场地区供电的特点是用电安全性、稳定性要求高,用电负荷日益增大,变压器容量不足等。变压器容量不足大大阻碍了充电桩的发展,这也是当前首都机场地区充电桩推广应用中遇到的最大瓶颈。反过来大批量的充电桩也势必会影响供电系统的安全性和可靠性,降低用户充电用电的体验。这种不利局面,很容易让人误解为问题(矛盾)的核心是配电网不够发达,将思考解决问题的焦点局限在配电网,误认为是严重缺电导致的。但实际上,经过调查研究发现,供电设施并非问题根本的核心和本质,而新技术、新理念的成功应用将提供一种可行的解决方案。

### 电力需求侧响应

“电力需求侧响应”一般可以定义为:当电力市场因价格上升、系统可靠性受到影响时,电力用户在价格或激励措施影响下改变用电习惯模式的一种短期行为。

电力需求侧响应策略一般可以分为两种,即基于价格的需求侧响应策略和基于激励的需求侧响应策略。基于价格的需求侧响应策略主要包括分时电价、实时电价、尖峰电价;基于激励的需求侧响应策略主要包括需求侧竞价、紧急需求响应、直接负荷控制、可中断负荷等。

电力需求侧响应主要作用包括减少系统运行成本、电价波动,降低市场参与风险等。

“电力需求侧响应”技术在国内外都有成功应用案例,某国电网在 2015 年开始实施针对节能的自动需求侧响应,在电力供应紧张、不足、突发情况下,系统可以自发地向用户发出节电需求信号。企业、家庭等用电方在自动接收到信号后,利用能源管理系统调节实现自动控制用电量,效果显著。在国内 2019 年 7 月某省为应对高温、高负荷考验在全国率先向 10 万户居民发出邀约,开展电力需求侧响应试点,补贴标准为 0.1 元/kWh。响应期间,居民可自愿通过短时关闭电热水器、空调、电热水壶等用电设备减少用电负荷。据电力公司数据分析,在响应用户中,单户平均减少用电负荷 0.6kW,负荷下降 52%,如果再扩大到 100 万户,直接负荷将下降 20MkW。将居民用户纳入到电力需求侧响应范围是电力公司在全国试点应用电力物联网建设技术探索缓解电力供需压力的一种新思路,也是推行居民智慧用电服务的一个新亮点。基于上述成功案例,在现有电力基础不改变的前提下,改变用电习惯(模式)是值得认真思考

和尝试的。

### 电力需求侧响应技术在充电桩业务中的应用

通过引入电力需求侧响应的新理念和对比世界各地成功的应用案例发现,电力需求侧响应方式在首都机场地区也同样可行。电力需求侧响应的成功应用可引导电动汽车车主改变其行为习惯,普及节能理念,在不影响首都机场地区用电安全的前提下,积极引导用户优化用电习惯,同时结合削峰填谷,将助力机场地区供电系统的稳定性和安全性。

下面从两个方面分析如何应对当前首都机场地区供电系统在充电桩业务上用户日益增长的电动汽车充电需要和现有供电基础设施容量不平衡不充分应用之间的矛盾。

第一是“电动汽车自动需求”改变用电用户行为模式。

“电动汽车自动需求”利用远程控制系统对电价和电网的需求进行分析,引导电动汽车进行充放电,从而实现电动汽车与电网之间的反馈和互动,系统结构如图 2 所示。

根据首都机场地区峰谷电价时段的划分如图 3,以峰谷电价时段为依据,合理优化安排电动车充电时间,既可节

约电费,又能保障用电设施的安全和稳定。

行为模式是人们有动机、有目标、有特点的日常活动结构、内容以及有规律的行为系列。行为模式的改变并非易事。但经过积极有效的合理调控依然可以达到理想的效果。例如吸烟者行为模式的改变,有关社会行为学的研究认为改变吸烟者的行为模式是一项很难的课题,而 2015 年 6 月 1 日实施的《北京市控制吸烟条例》的引导下和各单位监督管理下,公共场所、工作场所以及公共交通工具内效果显著。吸烟者的行为模式得到了很好的改变。同理,“电力需求侧响应”可针对用户给电动汽车充电的应用目的和节约用车充电费用的动机,结合首都机场地区峰谷电价以经济和激励措施引导充电用户形成新的用电行为模式,使用户自动自发得选择最佳充电位置和充电时间段。

第二是电力需求侧响应+AEMS 大数据。

为了提升民航机场能源管理水平、带动行业进步,首都机场节能公司自主成功开发出一套民航机场特征突出、高度契合民航机场需求的机场能源管理系统 AEMS,为机场管理人员和运行人员提供一套高度自动化、智能化的管理工具和系统解决方案。实现了基于大数据和人工智能的系统架构设计。可同时计算 2 万个采集点,数据采集频率可以达到秒级,系统计算性能比传统方式提升了 45%。

利用 AEMS 大数据和人工智能功能对电价和电网的需求进行分析,引导电动汽车进行充电,从而实现电动汽车与电网之间的反馈和互动。大数据分析将首都机场地区的峰谷电价时段、用电价格波动信息、充电桩使用率等情况以及相对应的三座变电站的用电负荷情况进行实时统计分析,得出最优化的用电调度措施,向电动汽车车主即时推送最新充电桩位置信息、电价信息。引导电动汽车车主选择最佳位置的充电桩,在最佳

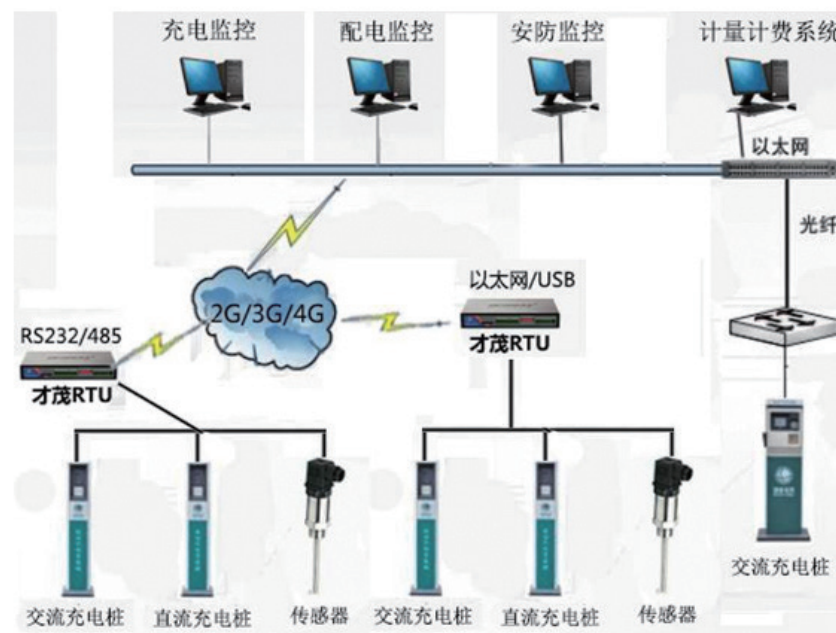


图2 电动汽车的自动需求侧响应图

### 首都机场地区峰谷电价时段的划分

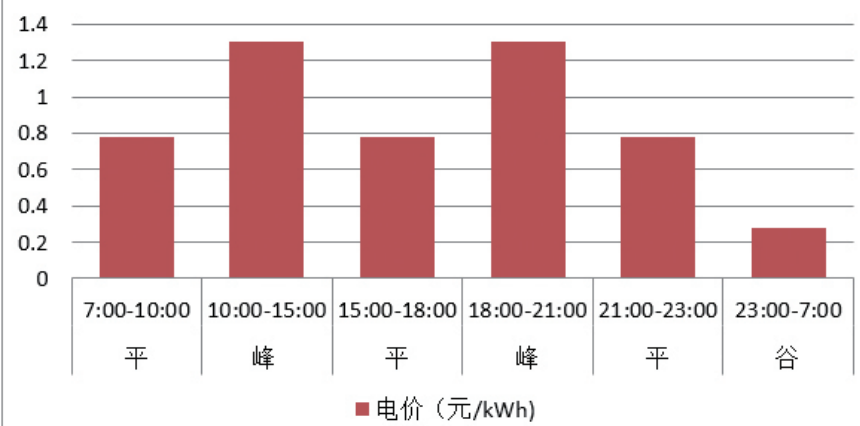


图3 峰谷电价时段分布图

时间段进行充电。大数据分析可以有效调配并释放出电能空间,经过大数据汇总,科学的削峰填谷方式,还为次日的用能提供充分的保证。综合实现信息推送、用电数据推送、充电引导、网上预约、信息公开、数据分析等功能,充分利用已有电力设施容量,引导用户调整用电行为习惯。

综上所述,通过 AEMS 大数据分析及信息推送技术,不仅可以解决当前供电容量不足的问题,而且避免了电力基础设施建设盲目性,避免了大投入、大建设。保障了首都机场地区供电的安全,又将电力调配进行了优化,同时节约了用户的用电消耗,节约了电动汽车的充电成本。另外,从“新基建”高度,将机场能源管理系统 AEMS 与机场地区供电系统基础设施相融合,深度应用互联网、大数据、人工智能等技术,支撑传统基础设施转型升级,创新基础设施应用,建立机场地区的新的智慧能源基础设施。

### 华北空管局充电桩项目试点

目前节能公司正在实施民航华北空管局充电桩项目,该项目共计充电设施 26 台,装机总功率 870kW,充电车位 52 个。计划以该项目为试点将本文提出的电力需求侧响应技术及 AEMS 技术进行应用,结合机场地区的用电政策预期将取得良好的效果。

项目建成后,电动汽车用户在手机端安装 AEMS 大数据分析软件终端,将实时收到 AEMS 推送的引导电动汽车进行充电的信息。向电动汽车车主即时推送最新充电桩位置信息、电价信息等,从而引导电动汽车车主选择最佳位置的充电桩,在最佳时间段进行充电。

例如空管局用户可以根据自身需要,根据 AEMS 推送的信息,选择安装在不同位置的 52 个充电车位进行充电,民航华北空管局终端管制中心、民航华北空管局航管楼、民航华北空管局生产运行中心、民航华北空管局北京区域管制中心、民航华北空管局局办公楼、大兴国际机场空管办公区。

另外由于该区域的供电由西 110kV 变电站提供,若某一时间段该区域用电负荷增大,而东 110kV 变电站处的用电负荷减少,则将推送位于东 110kV 变电站区域的充电桩供用户选择,用电负荷低的供电区域充电价格给以优惠,也可选择预约在夜间用电低谷时段进行充电,从而错开用电高峰,降低充电成本,最终养成长期的用电习惯。如此将引导用户选择相应的充电桩进行充电。在不增加供电基础设施的情况下,满足了用户的用电需求,也保障了供电系统的安全性和稳定性。

### 结束语

电力需求侧响应技术以及 AEMS 大数据分析技术,以国家发改委在新型基础设施建设中的“新基建”理念为指导,探索融合基础设施,深度应用互联网、大数据、人工智能等技术,支撑传统基础设施转型升级,进而融合基础设施,促进智慧能源基础设施的建设。将使能源优化利用的新理念深入人心,建立新的供配电机制模式,改变用户的用电行为习惯,同时推进电表分项计量、峰谷平电费收取模式、改变单一两部制电价等措施,将用电用户在价格或激励措施影响下改变的用电模式培养成一种长态行为。将提高首都机场地区用能的稳定性、可靠性、即时性、高效性等。另外结合“油改电”设备改造、新能源设备、分布式发电供电等各种新技术必将为打赢蓝天保卫战发挥巨大的作用。■

(作者单位系北京首都机场节能技术服务有限公司)