

居民空调器负荷管理模式研究及影响分析

随着国民经济增长和人民生活水平不断提高,居民用电负荷保持着较快、较高增长,特别是空调器负荷的增长对电网经济运行、电力供需平衡的冲击越来越大。主要研究实现基于城市空调器负荷管理的模式研究及影响分析,重点提出满足城市居民空调器负荷调控的管理模式及管控手段,并分析其广泛实施后对城市电网及节能减排效果的影响。描述了国内空调器负荷增长现状及趋势,对我国空调器负荷管控模式及手段进行总结,并最终阐述推广应用的深远影响。

李思维¹ 于建成² 佟大力¹ 赵丙镇³ 李 博¹ / 1. 国网电力科学研究院北京国电通网络技术有限公司 2. 国网天津市电力公司 3. 国家电网公司信息通信分公司

随着城市规模的不断扩大,城市居民总量的不断提升,城市工商业高效运作及舒适性居住要求带来的能源应用需求极大地提升对于城市能源供应的压力,特别是高峰用电期间的高用电负荷对城市电网负荷承载能力提出了更高的要求,如何协调控制城市能源负荷压力,保障城市电网稳定运行,提升城市节能减排效果是当前必须重视的问题。

据统计,北京2011年7月14日电网用电负荷为1 850万~1 910万kW,较2010年同期增长11.04%~14.64%,其中空调器降温负荷约占40%。北京地区电厂发电总量为400万kW,约78%电力需依托京外电厂送电供应,每逢夏季,在外部供电能力不足或极端恶劣天气情况下,北京电网将面临供电缺口的问题。

哈尔滨2011年7月27日持续的高温天气造成当地居民空调器用电量骤然增加,使当地供电量达到4 073.4万kW·h,较2010年同日供电量增长23.5%,创历

史最高值。由于高功率空调器等电器的使用,造成电网负荷出现短时间的负荷“峰值”,短时间的负荷“峰值”在电力设备方面带来变压器和电力线路过负荷和过载等问题;在人员工作方面须紧急调集广大变电所运行人员每天密切监视电网负荷增长情况,增加设备巡视次数,对大负荷电力线路接点加强监测;严重影响城市供电安全可靠。同时,在电网建设方面针对短时间的负荷“峰值”需要投资大容量变压器、电力峰值负荷分配器等降压设备,造成电力资源严重紧张。

国内空调器负荷现状及趋势

我国一线城市(如北京、上海及广州)空调器负荷增长迅速,占城市负荷总量的比例不断提高。空调器负荷的不断增长主要由城市夏季空调器降温冷负荷及冬季空调器供暖热负荷构成。随着城市空调器逐步进入居民家庭、工业建筑和商业建筑,造成空调器设备的应用规模迅速扩大,其在夏季及冬季高峰期的集中使用,造成了城市负荷总量的快速攀升。

以北京为例,北京市的空调器电力需求的比例逐年提高。以2000~2004年为例,夏季最高电力负荷持续攀升,由2000年的676.8万kW上升到950万kW,空调器用电负荷占比由36.94%上升到了45%。近年来北京地区的空调器保有量由2001年的2台/百户上升到2011年的22台/百户。截止2012年北京市空调器的保有量达到了1 300万台。取居民空调器平均功率为



李思维/工程师

关键词/Keywords

负荷调控·
节能减排·
空调器负荷·

国家高技术研究发展计划(2011AA05A117)。

1.3 kW, 同时系数0.5, 负载率为0.6(通过参考一般空调器运行的经验值所得), 可以得到2012年北京市居民空调器负荷5 070 MW。

以上海为例, 上海电力负荷高速增长的原因是由经济持续快速发展和人民生活水平不断提高而购买降温产品而引起的, 空调器用电负荷是电力的尖峰负荷产生的主要原因; 气温是产生伤害电网负荷的最后决定因素。据统计分析, 上海夏季气温在30℃以上时, 气温每升高1℃, 负荷增加约24万kW。但连续数日35℃以上高温时, 随着热积累的家居, 使夜间的最低气温也攀升至27℃以上, 负荷的增长速度也将加快。以智能电网实证为例, 据调研结果显示, 如果将目前的空调器房间设定温度夏季提高2℃, 就可以削减空调器峰值电力负荷10%~15%, 即削减为50万~75万kW的电力高峰期容量需求, 在缓解电力紧张局势的同时可以节约大量的电力建设投资; 减排SO₂为2 400~3 500 t, CO₂为40万~60万t。经测算, 如果夏季空调器温度调高1℃, 空调器能耗可降低8%, 仅北京市400万户家庭就可以节省1.08亿kW·h电。

由此证明, 我国空调器负荷的现状是每年空调器负荷绝对值不断增长, 逐渐成为城市高负荷压力构成的关键影响因素, 在未来如不进行有效的调控及管理, 将造成城市能源供应压力过大, 并降低城市能源使用可靠性。

国内空调器负荷管理应用案例

为验证居民和商业用户空调器负荷作为可中断负荷的可行性, 国家发展和改革委员会委托国家电网公司开展课题研究, 2011年11月北京国网电通网络技术有限公司组织国网电力科学研究院、中国电力科学研究院联合北京市电力公司、上海市电力公司、江西省电力公司、重庆市电力公司以及宁夏

电力公司依托已建成的四个智能小区、三个智能楼宇开展空调器负荷实证课题研究工作。

1. 负荷调控效果分析

项目利用成熟的智能用电产品(家庭网关、智能插座等)和智能用电技术手段对用户空调器进行调控, 利用电力光纤到户技术实现整个应用平台的组网架构, 空调器负荷实证课题组网图如图1所示。

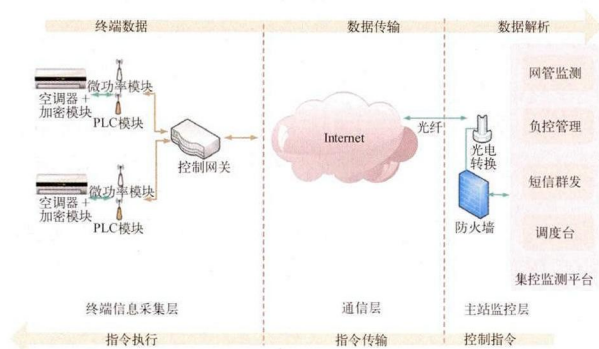


图1 空调器负荷实证课题组网图

项目在参与的100户居民家中安装智能交互终端、智能家庭网关和智能插座等设备采集空调器的电量和功率, 按照所属变压器将用户分为基准组、用电可视化组和空调器调控组, 通过与用电信息采集系统的对接, 抄收用户家庭电表数据; 通过集控监测平台实现空调器负荷管理和详细的数据监测。根据实证管理分析平台就2012年6月~2013年3月期间采集分析数据得到的内容如图2所示。得到平台监测数据如表1所示。

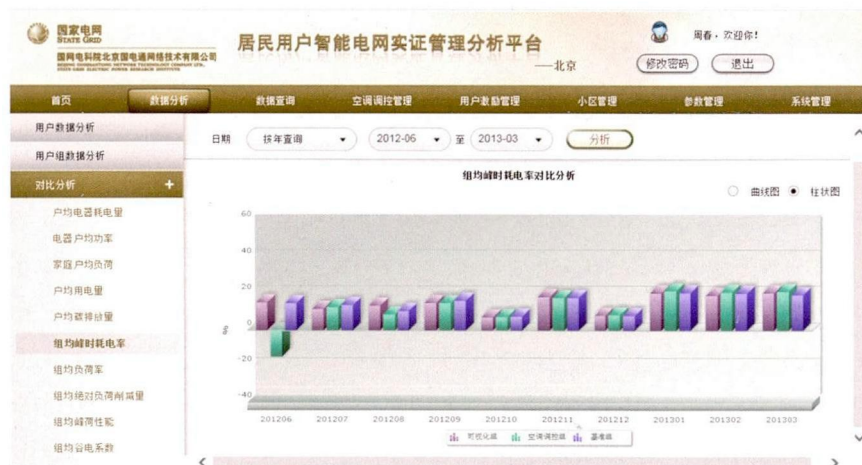


图2 集控监测平台

表1 集控平台监测数据

日期/组别	可视化组负荷/kW	调控组负荷/kW	基准组负荷/kW
201206	15.53	-14.59	15.11
201207	11.97	12.86	14.12
201208	13.68	8.95	10.84
201209	15.27	15.21	16.57
201210	7.3	7.51	7.83
201211	18.66	18.05	18.23
201212	8.36	8.59	8.22
201301	20.79	21.98	20.93
201302	19.44	21.2	20.6

利用组均峰时耗电率（指定组峰时段电量/指定组总电量，计算周期是月）进行负荷调控效果评价，调控组集中在2012年6月、8月对小区实施空调器负荷调控策略，根据图2监控平台数据分析得到6月份的空调器负荷控制可以有效降低空调器负荷占峰时负荷比例，通过6月份和8月份对比得到，调控频率及调控状态直接影响峰值负荷深度，组均峰时耗电率对比分析数据如图3所示。



图3 组均峰时耗电率对比分析数据

以2012年8月31日空调器调控为例，分别采用三种策略对调控组家中空调器进行调控。表2为执行关闭操作的调控组空调器负荷变化情况，可以看出在调控执行后，空调器调控组的空调器负荷整体下降，非调控时段空调器负荷有明显上升趋势。

表2 空调器负荷变化

组别	19: 55	20: 05	20: 15	20: 25	20: 35	20: 45
调控组负荷/kW	31.16	17.78	20.60	22.80	27.39	31.10
可视化组负荷/kW	31.03	28.50	27.71	28.65	26.34	30.19
调控组空调器关闭率 (%)	-	95.44	67.22	55.67	41.56	27.1

2. 空调器负荷数据分析

根据表2数据，利用智能用电设备实现远程对调控组空调器关闭，在电网高峰期间且与用户达成良好协议的前提下，50%以上用户配合调控达到调控要求的30 min，用户配合度较高。

调控实施后，调控组的40户居民峰谷差为27.84 kW，较基准组的34.68 kW和可视化组的32.63 kW有明显降低，负荷削减率达到38.12%。

具体数据如表3所示。

表3 实证项目数据

城市	数据项	基准组	可视化组	调控组
北京	最大负荷/kW	39.53	37.46	32.88
	最小负荷/kW	4.85	4.83	5.04
	峰谷差/kW	34.68	32.63	27.84
	负荷削减率 (%)	-	6.82%	38.12%

项目实验证明：通过空调器负荷调控实证的实施效果，空调器负荷调控能够有效削减高峰时段电网调峰的压力，提高供电的可靠性及服务水平，并帮助用户建立削峰填谷意识。促使电网负荷率提高，发、配电设备利用率相应提高，电网运行状况得以改善。在缩小峰谷差的同时，降低了输配电网络的线损，从整体上提高了电网运行的经济性。

居民空调器负荷管理模式研究

1. 居民空调器负荷管理总体思路

随着空调器快速增长所带来的电网负荷影响，我国空调器负荷管理的总体思路分为三个方面。

(1) 加强政府机关宏观导向

在能源空调器负荷严重危害电网安全的情况下，空调器负荷管理需要整体积极参与，提出相应的政策法规，制定政策导向，在有利的情况下推广技术成熟的节能家电和智能家电。同时国家需要积极鼓励发展先进节能技术，实现符合国家先进节能技术发展的战略方针。

(2) 节能家电厂商积极配合政府制定的负荷调控策略

政府需要选取具有家电节能技术的家电厂商一同制定符合实际情况的负荷管理策略，通过负

荷管理策略的实施,既有效推广智能家电的使用又帮助政府实现节能减排的目标。

(3) 居民要积极参与负荷管理的节能战略

制定有关政策,鼓励和引导电力用户主动参与电力削峰。在政府宏观策略的引导下,政府、节能家电厂商和居民用户要组成三者闭环的关系网络,政府提供政策和经济支撑,节能家电厂商提供节能技术和家电设备,居民用户使用节能电器和正常的费用交纳,在经济、物质层面实现内循环。

2. 居民空调器负荷管理目标

空调器负荷管理是通过可中断负荷用电方式,在完成同样用电效果的情况下减少电量消耗的电力需求,是实现低成本电力服务所进行的用电管理活动,是促进电力工业与国民经济、社会协调发展的一项系统工程。空调器负荷管理通过实施空调器负荷管理措施,从实现我国电力工业可持续发展的角度出发,可以提高能源使用效率,有效减少未来能源需求,降低能耗水平,达到电力与环保的协调发展,是实现全面建设小康社会的发展目标,国家能源战略的重要组成部分。

同时对于电网来说,有效的需求侧管理措施可以减少高峰负荷并增加低谷用电,达到移峰填谷、均衡负荷和改善负荷曲线的效果,从而增加电力系统运行的稳定性与可靠性,保障电网经济有效运行。空调器负荷管理是缓解电力供应紧张状况,提高电力使用效率的重要举措,是科学发展观的具体体现,对促进能源、经济和环境协调发展具有重要意义。

3. 居民空调器负荷控制和管理方法

(1) 居民空调器负荷控制方法

空调器负荷造成电网曲线骤然变化的原因主要是由于居民所需的冷热负荷,冷热负荷始终处于动态变化之中,如室外环境及人文状况等,实时影响着居民对空调器的需求。一般空调器负荷管理采用价格引导、负荷管理等手段,实现对负荷曲线形状进行调整,达到有效降低电力峰荷需求的目标。

空调器负荷管理有直接负荷控制、合约中断

负荷控制和请求中断负荷控制三种类型。

1) 直接负荷控制。即在电力系统负荷曲线峰荷时段,通过电力调度人员下发指令,电力营销人员通过以建设电力通信网络,对辖区空调器负荷进行直接和随时拉闸限电。降低峰荷所涉及用户通常为城镇居民区用电或大耗电量空调器负荷。

2) 合约中断负荷控制。即通过激励政策手段,按事先签订的合同规定,在负荷曲线高峰时段,由空调器负荷控制系统调度人员通过直接控制负荷或在直接请求用户后,中断供电。所涉及用户通常为进行合约的居民空调器用户。

3) 请求中断负荷控制。即在负荷控制区域内已注册空调器使用用户,通过信息化管理手段,向区域内用户进行中断空调器负荷控制操作,对可实施空调器负荷控制操作的用户进行负荷管理,最终对配合用户进行相应的补偿机制。

(2) 居民空调器负荷管理方法

在政府的统一指导下,通过制定《空调器负荷管理办法》等政策方针,实现联合空调器厂商和空调器节能技术单位,面向空调器用户推广空调器节能产品。

针对于当前整体空调器市场形态和居民使用空调器的情况下,空调器负荷管理一般采取的具体措施为:制定空调器负荷管理政策措施;鼓励推广节能空调器、智能空调器和新型节能空调器技术;鼓励和引导电力用户使用推广空调器参与电力削峰;通过政府调控,实现三方共同研究空调器负荷管理意见;实现空调器负荷管理的最终目标。

例如上海市政府在公共用电侧针对高峰空调器负荷的控制措施采用对政府大楼、大型商场和宾馆等使用中央空调器的场所,采取有效的避开用电高峰的措施;在民用侧规范家用空调器生产,引导市民合理使用空调器、选用节能型空调器;制定有关政策,鼓励和引导电力用户主动参与电力削峰等三种管理办法。

4. 居民空调器负荷管理影响

利用空调器负荷管理削减峰荷可减少高成本调峰机组起用,延缓新增调峰机组建设,从而节

省系统总运行费用,削峰减少了峰荷时段的购电费,同时电网总运行费用也随之降低。

根据负荷高峰的构成及目前削峰填谷的手段等现状分析,电力公司尚缺乏对空调器负荷尤其是家庭空调器负荷控制手段,政府也还没有相关的空调器调控政策。因此通过建立集中的空调器负荷监测平台将会弥补对于空调器调峰负荷控制手段的空白,促进空调器负荷的有效降低,全面提升电力需求侧管理的效果及水平,从而降低电网公司为应对负荷高峰持续增长的基础设施投入,进一步提高了电网负荷率及能效水平。同时也为政府推进节能减排,应对高能耗带来的环境污染、能源浪费提供了一种新的控制手段,从而实现了整体环境的节能减排。

经济效益分析

从宏观经济角度分析,空调器负荷管理是电力市场中缓解电力供需矛盾的有效措施之一,同时也是电力需求管理的一项重要内容。通过负荷管理可以实现移峰填谷,优化负荷曲线,提高用电负荷率,同时也带来相应的经济效益。

负荷管理具有良好的成本效益,通过负荷管理实现节约负荷效益,同时实现负荷节能效益。节约效益比节约负荷效益潜力更大,且经济和环境效益更加显著。通过负荷管理优化用电负荷、提高用电负荷率,从而减少输、配电损失,提高变压器的运行效率,提高发电机组的发电效率。发、输和配电效率的提高意味着整个电力系统损失的减少。

据统计,北京居民空调器用户约为620万户,按照全部覆盖配合度为25%计算即155万户,每户空调器降低高峰负荷1.89 W,按一个夏季90天计算,空调器调控可降低电网高峰负荷265 000 kW,节省电力优化和二次投入费用927.5万元,可减少一座110 kV变电站(按照减少一座110 kV变电站,占地3 000 m²,建筑面积1 600 m²为参考依据),减少CO₂排放量264 205 kg,可想而知通过空调器负荷控制管理,可以实现政府的宏观能源调控,实现空调器厂商的产品销售,拉动整个家电市场

的内需空间,同时给人民正常的生产生活和居住环境带来积极的影响。

结束语

实现电网移峰的智能空调器负荷管理是电网与用户友好互动的服务化基础,是政府和电网公司在居民用电侧实现负荷调控的重要手段和关键环节。通过智能空调器负荷管理实现了电网高峰负荷的下降,有效地降低了电网运行的经济投入,降低了电网的基础建设投入和减少能源二次排放带来的污染。

因此,要高度重视智能空调器负荷对电网安全、稳定和经济运行的影响,积极利用电力需求侧管理的经济、技术和行政手段,实现空调器负荷的有效管理,可有效缓解电力供应紧缺矛盾,保证电网平稳安全运行,而且有利于优化用电方式,提高能源使用效率,实现节能家电推广和扩大经济内需。对建设节约型社会,实现电力资源的优化配置和可持续发展具有深远的影响。

参考文献

- [1] Q/GDW-518智能用电服务系统技术导则[S].
- [2] 张利民,付红军,李育燕.空调降温负荷比例估计及其对电压稳定的影响[J].继电器,2005,33(22):33-36.
- [3] 上海市统计局.2004年上海市国民经济和社会发展统计公报[R].2005.
- [4] 王冬利.多措并举,综合治理夏季空调高峰负荷[J].电力需求侧管理,2005,7(4):5-8.
- [5] 张毅,白冀云,李洪东,等.上海市高峰时段空调负荷分析及其调控措施研究[C].电力科技发展与节能中国电机工程学会第九届青年学术会议论文集下册,2006:1519-1523.
- [6] 温权,顾宇桂,黄清.2011年1季度全国电力供需形势分析及2季度预测[J].能源技术经济,2011,23(6):40-43.
- [7] 殷树刚,张宇,拜克明.基于实时电价的智能用电系统[J].电网技术,2009,33(19):11-16.

(收稿日期:2014-10-17) EA