

需求侧管理在北京地区实施效益分析

胡兆光

纪洪

赵磊

国家电力公司电力科学研究院

北京市“三电办”

华北电力集团公司

内容摘要 近年来,北京市负荷持续快速增长,最大负荷由1992年的3.01GW增长到1996年的4.473GW,年均增长10.4%,而低谷负荷增长较慢,峰谷差急剧拉大,从而导致负荷率也逐年下降,由1992年的86.81%下降至1996年的82.13%,年平均下降1.4个百分点,对电力系统安全稳定及经济运行带来很大困难。因此,提高负荷率,开发低谷电力市场成为主要课题。对此,我们尝试采用需求侧管理(DSM)解决这一难题。DSM是一个有计划、有步骤、有评估的行动,计划和步骤来源于对节电市场的了解和分析,为了保证DSM工作的有的放矢,在对北京市进行负荷调查的基础上,我们建立了相应的模型及软件,对北京市重点行业的重点用户进行了节电潜力分析。针对北京市负荷特性,从管理及技术改造两方面研究提高负荷率的措施及实施方案。为了掌握实施效果,我们建立了决策支持系统,模拟上述措施及实施方案,并已在首钢大院试点,初步取得成效,使首钢大院的负荷率接近100%,削峰50MW,使北京地区1997年负荷率得到明显改善,对供电双方均有显著的经济效益。

1 北京市负荷率状况

近年来,北京市负荷持续快速增长。最大负荷由1992年的3.01GW增长到1996年的4.473GW,年均增长10.4%。而低谷负荷增长较慢,峰谷差急剧拉大,从而导致负荷率也逐年下降,由1992年的86.81%下降至1996年的82.13%,年平均下降1.4个百分点,对电力系统安全稳定及经济运行带来很大困难。因此,提高负荷率,开发低谷电力市场成为主要课题。对此,我们尝试采用需求侧管理(DSM)解决这一难题。

实施DSM项目的第一步是对用电市场进行调查,在探求北京市移峰填谷有效措施之前,我们首先对北京市电力用户用电设备和用电情况以及北京市冬夏季典型日负荷曲线进行了较全面的调查,目的是了解北京市各种不同类型负荷的总水平及其在北京市总体负荷曲线中的位置,分析造成高峰负荷的主要原因,为确定调荷的重点负荷类型和制定可行的削峰和移峰填谷措施提供依据,同时也为今后进一步开展负荷管理工作提供可靠的基础资料。

2 用电分析

1995年北京市共有电力用户28.28万个,按产业划分这些用户分属于三次产业,若根据国家统计局的行业划分原则可分为八大类。1996年北京市全社会用电量为24.48Twh,其中第一产业用电量为1.157Twh,占全市用电量的4.72%;第二产业用电量为14.984Twh,占全市用电量的61.21%,其中工业用电量为14.23Twh,占全市用电量的58.11%;第三产业用电量为6.163Twh,占全市用电量的25.17%;城乡居民生活用电量2.182Twh,占全市用电量的8.91%。由此可见北京市用电特点是以第二产业的工业用电为主,其次是第三产业,工业用户和第三产业应成为节约用电的主力军。为了突出调查重点,按照节电潜力大小,共选出了二十个部门作为调查对象,1996年11月和1997年7月以调查表的方式分别对电力用户进行了用电设备和冬夏季典型日24小时用电量抽样调查,并根据调查值拟合出北京市冬夏季典型日负荷曲线,见图1。结合对北京市冬夏季行业用电特性的分析,得到北京市冬夏季典型日负荷构成情况如下:

(1) 构成基荷的行业：主要是重工业行业，如金属冶炼业、建材业、化工业、石油加工业、电力蒸汽热水生产供应业和矿采业，以及部分生产连续性强的轻工业，如：造纸业、纺织业等。

(2) 构成腰荷的行业：一些轻工业行业，炼焦煤气煤制品业、金属制品业、机械工业、交通运输电气电子制造业，以及建筑业、邮电通讯交通运输业等行业。

(3) 构成峰荷的行业：主要是第三产业，如商业、旅游业、卫生、公用、教育文化艺术、科研机关、党政机关等行业，以及居民生活用电。

北京市负荷曲线构成情况可见图2。

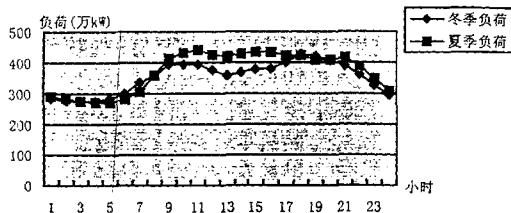


图1 北京市冬夏季典型日负荷曲线

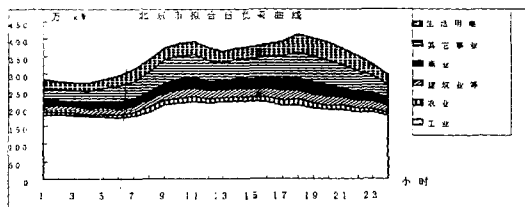


图2 北京市负荷曲线构成

1990年至1996年年最大负荷的增长率超过年电量和年平均负荷的增长率，而年最小负荷的增长率低于年平均负荷的增长率，这表明随着经济结构的调整，北京市负荷变化的特点是高峰与低谷的差异趋向增大、负荷率逐年降低。

从产业结构变化对北京市行业用电的影响结果来看，属于北京市用电基荷的第二产业产值比重的下降是导致北京市谷荷增长缓慢的主要原因，属于北京市峰荷的第三产业产值和居民生活用电比重的快速增长是导致北京市高峰负荷快速增长的主要原因。近几年来北京市负荷增长速度高于用电量增长速度是经济结构向着第三产业倾斜的必然结果。为了把北京市建设成为现代化的政治、外交、文化、信息和交通运输中心，从北京市经济及三次产业发展趋势和北京市城乡人均生活消费水平发展趋势来看，到2000年北京市第二产业产值比重与第三产业产值比重的差距还会进一步减小，特别是随着城乡居民生活水平的不断提高，空调、电暖气、电炊具等高耗能家用电器在居民生活中的逐渐普及，北

京市未来需电自然发展趋势将呈现出负荷率继续下降, 峰谷差继续拉大, 需电负荷增长率高于需电量增长率的特点。

3 移峰潜力分析

DSM 是一个有计划、有步骤、有评估的行动, 计划和步骤来源于对节电市场的了解和分析, 为了保证 DSM 工作的有的放矢, 在对北京市进行负荷调查的基础上, 我们建立了相应的模型及软件, 对北京市重点行业的重点用户进行了节电潜力分析。

1996 年工业用电量占北京地区冬季典型日总用电量的 55.43%, 在北京市系统早高峰时段占负荷的 51% 左右, 晚高峰时段占负荷的 50% 左右, 虽然工业负荷属于北京市总负荷的基荷, 但通过对其非重要负荷用电时间的合理安排, 仍有较大的移峰潜力。根据对北京市主要工业用户的用电分析, 得知北京市大型工业用户约具有 100MW 左右的移峰潜力, 详见表 1。

表 1 北京市主要工业用户移峰潜力 单位: MW

用户名	通过调整生产时间和可中断负荷的移峰潜力
首钢厂区	50
特钢公司	10~20
燕化公司	5~10
矿务局	5~10
化工	10~20
建材	10
合计	100~120

4 提高负荷率的措施及实施效果

针对上述移峰潜力的分析, 结合北京部分企业的情况, 我们制定了提高负荷率的措施:

- (1) 进一步拉大峰谷电价之差, 以经济手段促进移峰填谷工作。
- (2) 合理安排生产计划, 以求降低生产成本中电费部分, 对于二班制生产, 应尽量错峰进行, 同时, 检修应安排在高峰时段进行。
- (3) 限期对损耗高的电器设备如电动机、变压器等进行更新、改造, 安装高、低压电器设备的功率补偿装置, 有关部门根据实际更新、改造情况加以资助。
- (4) 对于同时运行率不高的设备, 在高峰时段尽量以最小运行方式运行, 在低谷时段尽量以最大运行方式运行; 水泵、碎煤机等生产线外辅助设备尽量集中在低谷时段运行。
- (5) 签订可中断负荷协议, 建议本措施先进行试点, 然后进一步推广。
- (6) 鼓励用户采用高效电器, 加强节电技术和节电产品信息服务, 及时给予用户节电的正确引导。
- (7) 对现有生产工艺进行改造, 提高生产能力;
- (8) 增加仓储容量, 采用热泵技术, 提高储能容量;

对北京市用户的用电情况进行大范围的调查, 从用户的负荷曲线到用电设备进行详细调查, 并进行数

据整理、建模计算、归纳、总结。针对北京市负荷特性,从管理及技术改造两方面研究提高负荷率的措施及实施方案。

为了掌握实施效果,我们建立了决策支持系统,模拟上述措施及实施方案。并已在首钢大院试点,初步取得成效,使首钢大院的负荷率接近 100%,削峰 50MW。使北京地区 1997 年负荷率得到明显改善,对供用电双方均有显著的经济效益。

5 DSM 效益评价—避免成本的计算原则

DSM 的直接经济目的是使电力部门在保持供电服务水平的前提下,能够得到比新建电厂更大的经济效益,换言之,以尽可能推迟或放弃新电厂的建设。因此要衡量 DSM 计划的成本-效益,首先要弄清楚避免新建电厂而省下的成本。我们称之为避免成本 AC。

(1) 避免成本的度量

避免成本本质上是边际供电成本 (Marginal Cost) 的节约。所谓边际供电成本就是每新增单位供电量所需要的成本,即:

$$MC = \frac{TC_n - TC_{n-1}}{Q_n - Q_{n-1}} = \frac{\Delta TC}{\Delta Q} = \frac{d}{dQ} [C(Q) + C_n(Q)]$$

式中:

TC_n : 供电量为 Q_n 时的费用

TC_{n-1} : 供电量为 Q_{n-1} 时的费用

ΔQ : $Q_n - Q_{n-1}$ 即新增供电量

$C(Q)$: 可变成本,即运行成本加燃料成本

$C_n(Q)$: 不变成本,即固定资产成本。在正常短期生产中,靠现有发电能力供电,则不变成本与发电无关。

边际成本分为长期边际成本和短期边际成本,一般说长期边际成本不等于短期边际成本。例如在一个小型需求侧管理项目中仅考虑现有发电能力发电节约,则避免成本等于短期边际成本,即仅为可变成本的节约。而一个大型的需求侧管理计划则可能会将计划中的电站推迟或放弃,这样对整个系统的固定成本产生很大的影响,这时避免成本为长期边际成本的节约,即包括新增供电能力固定成本的节约。所以在计算避免成本时要区别两种边际成本。

(2) 短期电量避免成本和容量避免成本

短期电量避免成本就是由于外购电力以及由于实施短期 DSM 计划而节约的短期供电边际成本。

$$AC_{SE} = \frac{TC_0 - TC_1}{\Delta Q}$$

式中:

AC_{SE} : 短期电量避免成本

TC_0 : 原来发电供应费用

TC_1 : 购电或实施 DSM 后的发电供应费用

ΔQ : 节电量

我们知道,电力系统为了生产的安全稳定,需要一定的备用容量,如果实施 DSM 使总电力需求量的减少,备用容量也可相应减少,那么将节省的备用容量的投资称为短期容量避免成本。在计算时以常规的基荷容量的投资来计算。

以北京市移峰 50 MW 为例以,我们取 30% 为备用容量,短期容量避免成本为

$$50\text{MW} \times 30\% \times 8000 \text{ 元/kw} = 1.2 \text{ 亿元}$$

(3) 长期电量避免成本和容量避免成本

从长期来看,电力需求的增长意味着对现有电厂的改造或新建电厂,电力公司的生产能力是变化的,则长期电量避免成本就是长期供电边际成本,如上述。

而长期容量避免成本的计算方法是将原来电力公司的容量发展方案中投资的现值和实施 DSM 项目以后的投资现值比较。这里仍然是以常规的基荷机组做为未来的新增容量。并假设,未来的新增电厂的运行费和可靠性和现在的一样。

长期容量避免成本

$$ACC = KI \left(\frac{1}{1-i} (1-Q) - \frac{1}{1-Q'} \right)$$

$$Q = (1-g)(1+i)/(1-r)$$

$$Q' = (1-g')(1+i)/(1-r)$$

其中 i 为利率, r 为贴现率, g 为负荷增长率, g' 为实施 DSM 后负荷增长率, L 为机组寿命, I 单位 kW 投资。

我们取:

$$i) g=10.4\% \quad g'=9.3\% \quad i=8\% \quad r=4\% \quad L=20$$

$$ii) I=8000 \text{ 元/kw} \quad k=1.5$$

得

$$ACC=134 \text{ 元/kw.year}$$

$$134 \times 20 \approx 2680 \text{ 元/kw} < 8000 \text{ 元/kw}$$

$$134 \times 50\text{MW} \times 20 \text{ year} = 1.34 \text{ 亿元}$$

6 结论

本项目的工作成果说明, DSM 工作具有以下优越性:

(1) 需求侧管理在缓解电网高峰时段电力紧张状况方面具有显著效果,经过 DSM 工作,北京地区 1997 负荷率得到明显改善。

(2) 需求侧管理对供电双方均有显著的经济效益。

(3) 需求侧管理在开发低谷电力市场方面具有较好效果。

(4) 需求侧管理对改善环境,减少污染具有显著的效果。

(5) 针对我国大部分地区负荷率下降快,电力需求增长缓慢的情况,DSM 将会发挥更大的作用。

7 参考文献

- [1] 胡兆光等,北京市移峰填谷措施的研究与实施,电力科学院技术经济所,北京市“三电办”, 1997
- [2] 节电,台湾电力公司电力实施需求侧管理见成效,电力快讯,1998, 5, 1