

文章编号:1000-582X(2002)11-0030-04

需求侧管理技术对能源和环境的影响分析*

任玉珑, 余良

(重庆大学工商管理学院, 重庆 400044)

摘要:作为燃煤大国,解决燃煤排放SO₂已成为我国环保工作的重中之重。同时电力工业出现了供电负荷率下降,峰谷差逐年增大,使得负荷调整成为当前电力工业的一项迫切任务。文章通过加强需求侧管理(DSM)技术,在居民生活照明用电中推广电光源节电技术,研究了采用该技术后对能源和环境的影响,主要从可避免电量、可避免电力、可避免峰荷、可避免煤耗和可避免SO₂排放量几个方面进行研究,并以某市为例进行具体分析。

关键词:需求侧管理;节电技术;能源;环境

中图分类号:F407.61

文献标志码:A

当前,在电力行业大力推行和应用的需求侧管理(Demand Side Management,缩写成DSM)技术,是指电力行业(供应侧)采取行政、经济手段和技术措施,鼓励用户(需求侧)采用各种有效的节能技术改变需求方式,在保证能源服务水平的前提下,降低能源消耗和用电负荷,实现减少新建电厂投资及一次能源对大气环境的污染,从而取得明显的经济效益和社会效益^[1]。

开展电力需求侧管理(DSM),对用户、电力企业、国家和社会带来了明显的好处:用户用电量减少(或高峰用电量占总电量的比例减少),电费支出下降;电力企业高峰负荷得以削减或转移,低谷负荷得以提高,电网负荷率得以改善,运行费用得以降低,同时电源和电网的投资也得以降低;对国家和社会来说,减少了能源消耗,提高了能源利用效率,有利于环境保护,有利于社会持续、健康发展^[2]。

我国是燃煤大国,煤燃占一次性能源消费总量的75%。随着煤炭消费的不断增长,燃煤排放二氧化硫也不断增加,已居世界首位,其中电力工业占了大约一半,致使我国二氧化硫污染日趋严重^[3]。同时,我国用电结构也发生了很大的变化,突出表现为第三产业用电比重的不断上升,居民生活用电增长迅速,并相应使供电负荷率呈下降趋势,而峰谷差则逐年增大^[4]。

基于以上原因,目前开展电力需求侧管理技术是十分必要的。笔者主要从节电方面对需求侧管理技术

进行研究。需求侧管理取得的直接节电实效,主要是通过终端用电技术和设备来实现的。电动机、制冷空调和照明都属于通用的用电设备,它们既消耗有功,也消耗无功,是终端节电的重点^[5]。下面将主要考虑照明电光源的节电情况,研究其实施对能源(主要从可避免电量和可避免煤耗)和环境(主要从可避免峰荷和可避免的排放量)的影响。

文章还以某市为例,参阅了当年的有关统计年鉴,并对该市的居民生活用电市场进行调查,具体分析了电光源节电技术在该市居民生活用电中实施后的影响效果。

1 模型构建

电光源的节电量是指在提供相同光通量条件下,用高效电光源替代相对低效电光源所节约的电量,那种降低照明服务水平和关灯不用等少用的电量不包括在照明节电讨论之内。对此我们主要研究了采用电光源节电技术后的可避免电量、电力、峰荷、煤耗和SO₂排放量。

$$\text{可避免电量: } \Delta W = \frac{m \cdot n \cdot o \cdot \lambda}{(1 - \alpha) \cdot (1 - \beta)} \cdot W \quad (1)$$

式(1)中: ΔW :可避免电量,kWh; m :照明用电占居民生活用电份额; n :节电参与率; o :照明节电有效系数; λ :节电率; α :线损率; β :电厂用电率; W :居民生

* 收稿日期:2002-09-05

作者简介:任玉珑(1944-)女,湖南长沙人,重庆大学教授,博士生导师。主要从事电力技术经济及能源经济、电力市场等领域的研究。

活用电总量, MWh。

其主要影响因素是照明用电占居民生活用电份额、节电参与率和居民生活用电总量。

$$\text{可避免电力: } \Delta P = \frac{l \cdot \Delta W}{h \cdot \rho} \quad (2)$$

式(2)中: ΔP : 可避免电力, MW; l : 照明峰荷同时系数; h : 年时数(8 760 h); ρ : 照明用电年负荷率。

$$\text{可避免峰荷: } \Delta p = \frac{\Delta P}{1 - \alpha} \quad (3)$$

式(3)中: Δp : 可避免峰荷, MW;

$$\text{可避免煤耗: } B = k \cdot b \cdot \Delta W \quad (4)$$

式(4)中: B : 可避免煤耗, t; k : 标煤折发电燃煤折标煤系数; b : 发电煤耗, kg/kWh。

其主要影响因素是发电煤耗。

$$\text{可避免 SO}_2 \text{ 排放量: } A_{\text{SO}_2} = \lambda_{\text{SO}_2} \cdot B \quad (5)$$

$$\lambda_{\text{SO}_2} = \alpha_s \cdot \beta_{\text{SO}_2} \cdot \gamma_{\text{SO}_2} \quad (6)$$

式(5)、式(6)中: A_{SO_2} : 可避免 SO_2 排放量; λ_{SO_2} : SO_2 减排系数; α_s : 燃煤含 S 率; β_{SO_2} : S \rightarrow SO_2 的转换系数, ($\beta_{\text{SO}_2} = 2$); γ_s : SO_2 释放率。

其主要影响因素是燃煤含 S 率和 SO_2 释放率。

综上可知, 影响实施电光源节电技术影响效果的主要因素是: 照明用电占居民生活用电份额、节电参与率、居民生活用电总量、发电煤耗、燃煤含 S 率和 SO_2 释放率。

2 实证分析

以某市为例, 研究该市在照明用电方面实行需求侧管理技术(主要是电光源节电技术)后的影响(见表 1)。

表 1 某市 2000 年、2001 年分行业用电量表

万 kWh

行业分类	2001 年 1 - 9 月	2000 年 1 - 9 月	同期比较 / %	2001 年 结构比重 / %	2000 年 结构比重 / %	同期比较 / %
全社会用电量总计	1 086 363	987 962	9.96	100	100	
农业	34 686	69 371	- 50	3.19	7.02	*
工业	714 815	637 772	12.08	65.8	64.55	1.25
其中: 轻工业	110 754	101 265	9.37			
重工业	603 785	536 507	12.54			
建筑业	16 789	16 171	3.82	1.55	1.64	- 0.09
交通、通信业	32 285	29 241	10.41	2.97	2.96	0.01
商业、饮食、物资供销 和仓储业	40 449	34 840	16.1	3.72	3.53	0.19
趸售电量	38 038	33 635	13.09	3.5	3.4	0.1
城乡居民用电	209 969	165 813	26.63	19.33	16.78	2.55

说明: 1) 资料来源于 2002 中国电力市场分析与研究;

2) * 由于统计口径的变化, 造成该行业用电量不可比。

该市商业用电和城乡居民用电逐年在上升, 比重越来越大, 特别是城乡居民生活用电在全社会用电中所占比重逐年增长(1999 年 1 - 9 月比重为 15.3%, 2000 年同期比重则上升到 16.78%, 2001 年同期更上升到 19.33%), 并且很重要的是, 近年来, 城乡居民生活用电量增长速度很快, 2000 年 1 - 9 月增速达到 21.47%, 2001 年同期进一步增长增速达到 19.33%。而工业用电增长较为缓慢, 部分工业, 如石油加工业、医药工业、化学纤维、黑色金属冶炼业用电同比分别下降 10.1%、6.75%、27.77%、4.29%^[6]。由此可知, 商业和生活用电比例和增长速度在不断增加, 已远远超过了占主导地位的工业用电, 而这两项用电对系统高峰形成产生很大影响。

该市 2001 年 1 - 9 月最高负荷 341.2 万, 同比上升 15%; 最大峰谷差 138.8 万, 同比上升 12.39%; 平均负荷率 81.12%, 同比上升 0.01%^[6]。由此可知, 该市最高

负荷增长速度(15%) 远大于用电增长速度(9.96%), 最高负荷增长过快, 而平均负荷率仅略有增长, 且负荷率处于较低水平。

同时, 城乡居民生活用电的特点之一是日变化较大, 日负荷率较低, 大约在 0.4 左右, 但月用电变化不大。城乡居民用电的主要组成部分是照明用电和家用电器用电。其中照明用电占有相当重要的地位。照明用电在日内变化较大, 但照明负荷间的时差较小, 同时率较高。白天照明负荷极小, 除少数场所由于采光不好, 需采用电力照明外, 一般没有照明负荷, 照明负荷是在夜间和凌晨(特别是冬季的凌晨) 出现, 形成所谓的灯峰。灯峰的大小, 形成制约电力系统装机规模和电力系统运行方式的重要因素^[7]。

该市是一个人口集中, 工业较发达的老工业基地, 加之特殊的地理环境和潮湿多雾的气候条件, 受 SO_2

的危害更为严重,生态的破坏范围扩大,破坏的程度加剧。该市 1998 年排放总量就已达 93 万 t,其中工业排放总量达 73 万 t,占总排放量的 78.4%,其间该市主城区降水 pH 均值为 4.76,造成直接经济损失达 20 多亿元^[6]。

基于以上原因,在该市居民生活用电中实行需求侧管理技术是十分必要的。下面对该市实行电光源节电技术进行具体的影响分析。

2.1 可避免电量分析

根据该市去年的统计数据可得:线损率 $\alpha = 8.4\%$; 电厂用电率 $\beta = 10.13\%$; 居民生活用电总量 $W = 2\,799\,580$ MWh。

再根据我们对该市的居民生活用电市场的调查得:照明用电占居民生活用电份额 $m = 9\%$,节电参与率 $n = 5\%$;节电有效系数 $o = 95\%$;节电率 $\lambda = 75\%$ 。

由式(1) $\Delta W = \frac{m \cdot n \cdot o \cdot \lambda}{(1 - \alpha) \cdot (1 - \beta)} \cdot W$ 得:可避免电量 $\Delta W = 10\,904$ MWh

2.2 可避免电力分析

根据该市去年的统计数据可得:照明用电年负荷率 $\rho = 0.4$ 。

再根据我们对该市的居民生活用电市场的调查得:照明峰荷同时系数 $l = 0.7$ 。

以及根据前面数据可得: $\Delta W = 10\,904$ MWh

由式(2) $\Delta P = \frac{l \cdot \Delta W}{h \cdot \rho}$ 得: $\Delta P = 2.18$ MW。

2.3 可避免峰荷分析

由前面的数据可得:线损率 $\alpha = 8.4\%$;可避免电力 $\Delta P = 2.18$ MW。

由式(3) $\Delta p = \frac{\Delta P}{1 - \alpha}$ 得: $\Delta p = 2.38$ MW

2.4 可避免煤耗分析

根据该市去年的统计数据可得:标煤折发电燃煤折标煤系数 $k = 1.4$;发电煤耗 $b = 420$ kg/kWh。

再由前面的数据可得: $\Delta W = 10\,904$ MWh

由公式(4) $B = k \cdot b \cdot \Delta W$ 得:

可避免煤耗 $B = 6\,411\,552$ t

2.5 可避免 SO₂ 排放量分析

根据该市去年的统计数据可得:燃煤含 S 率 $\alpha_s = 3.6\%$;SO₂ 释放率 $\gamma_{SO_2} = 4.8\%$ (注:该市电厂采用了脱硫技术,脱硫率达 95.2%)。

由式(5) $\lambda_{SO_2} = \alpha_s \cdot \beta_{SO_2} \cdot \gamma_{SO_2}$ 得:SO₂ 减排系数 $\lambda_{SO_2} = 0.0035$

再由前面的数据可得:可避免煤耗 $B = 6\,411\,552$ t

由式(6) $A_{SO_2} = \lambda_{SO_2} \cdot B$ 得:可避免 SO₂ 排放量 $A_{SO_2} = 22\,440$ t

由以上分析结果,不难发现,在该市居民生活用电中实行电光源节电技术,其可避免电量可达居民生活用电总量的 0.39%,占居民照明用电的 4.33%,其可避免峰荷为年最高负荷的 0.07%,其可避免 SO₂ 排放量占全市 SO₂ 排放总量的 2.41%,占工业 SO₂ 排放总量的 3.07%。由此可知,其实行需求侧管理技术后的影响效果非常明显。

3 结论及建议

由上述分析可知,影响照明电光源节电技术实行效果的最重要因素是节电参与率,由于节能灯价格的限制,居民节电需求还非常低,这大大影响了其影响效果。另外如果该技术用于那些未采用脱硫技术(或技术较差)的地区,效果将更加明显,可利用价值也将更大。同时我们仅分析了居民生活照明用电的节电情况,若再考虑其他照明用电市场,其各方面的影响效果将更加明显。

在节能灯市场,由于价格太高,居民用户采用较少,政府应给予相应的补贴或是电力公司与节能灯生产厂家联合开发研制价格更低的节能灯,刺激用户的节电需求。另外,节能产品市场混乱,假冒和质量低劣产品较多,影响用户采用节能产品的积极性,应建立权威性的节能产品检测中心和管理中心。还应加强国际交流与合作,提供节能信技术和信息,以及节能项目的运作和经营的经验。

从世界范围观察,21 世纪能源面临着严峻的挑战:一是资源压力,二是环境压力。由此,开展需求侧管理技术并对其影响效果进行分析是 21 世纪的一个重大课题。

参考文献:

- [1] 曾鸣.需求侧管理[M].北京:中国电力出版社,1999.
- [2] 杨志荣,劳德容.需求方管理及其应用[M].北京:中国电力出版社,1999.
- [3] 丁宁.基于 DSM 的峰谷时段划分及分时电价研究[J].电力系统自动化,2001,25(23):9-12,16.
- [4] 田文烈.电力需求侧管理在首都钢铁公司的应用[J].电力需求侧管理,2002,4(1):47-49.
- [5] S. RAHMA, RINALDY. An Efficient Load Model for Analyzing Demand Side Management Impact[J]. IEEE Trans on Power Systems .1993,8(3):1 219-1 226.
- [6] 国家电力公司.2002 中国电力市场分析与研究[M].北京:

中国电力出版社, 2002.

[7] ROOS, LANE. Industrial Power Demand Response Analysis for

One - part Real - time Pricing [J]. IEEE Trans on Power Systems .1998,13(1):1 527 - 1 532.

Influence Analysis Energy and Environment with DSM

REN Yu - long, YU Liang

(College of Business & Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: As a large burning coal country, resolving the SO₂ letting problem is the most important thing in the environment protection work. Electric power industry reveals the supply's load rate declining and the discrepancy between apex and vale augments year after year. It makes the load adjustment become an imminency task in the electric power industry. The article popularizes the light power saving technology in the inhabitant living lighting power through reinforcing the DSM technology. It studies the influence on energy and environment after using the technology. It studies avoidable electricity quantity, avoidable electricity power, avoidable apex load, avoidable coal consuming and avoidable SO₂ letting. At last, it makes a concrete analysis with a city's example.

Key words: DSM; light power saving technology; energy; environment

(责任编辑 姚 飞)

~~~~~  
(上接第 29 页)

## Optimizing of Industry Structure of Chongqing in the Development of the Western Region

*ZHOU Xiao - hua, DU Jun - tao, YANG Xiu - tai, CHE Xu*

(College of Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** Before the gap enlarging among the areas in the western region, and on the basis of the theory and model of development pole, this paper studies the way of optimizing of industry structure of Chongqing in order to accelerate the rate of progress of the development of the western region, and to advance its economy power during it. By indexing the system's construction and analysing the demonstration, we consider that the instrument manufacturing sector, building, transport equipment manufacturing, general machinery, finance and insurance, and service industry of IT should be cultivated and supported as the cut - in industries in Chongqing.

**Key words:** development pole; cut-in industries; development of the western region; industrial structure

(责任编辑 张 莘)