

大气污染对电力网供负荷的影响

王 亮¹ 徐 洋¹ 尤承佳¹ 彭 勃² 董树锋²

(1. 国家电网苏州供电公司 江苏 苏州 215000; 2. 浙江大学 电气工程学院 浙江 杭州 310027)

摘 要: 通过对雾霾日和非雾霾日电力系统各行业负荷的对比,研究了大气污染环境下不同行业的电力负荷变化情况,找出了大气污染的诱因类型负荷,研究了大气污染对光伏发电的影响,分析了大气污染情况下的电力网供负荷的变化规律。研究结果表明,在大气污染环境下,网供负荷将会因照明、除尘等负荷的增加和光伏发电负荷的减少而增加。

关键词: 电力系统; 大气污染; 网供负荷; 光伏

中图分类号: TM714

文献标识码: A

文章编号: 1004-3950(2015)04-0018-04

DOI:10.16189/j.cnki.nyg.2015.04.005

Impact of atmospheric pollution on the network supply load

WANG Liang, XU Yang, YOU Cheng-jia, et al

(State Grid Suzhou Power Supply Company, Suzhou 215000, China)

Abstract: By comparing different industries' load between the fog day and fogless day, the changes in the power load of different industries during air pollution were studied. And the load incentive to air pollution was found out. The impact of air pollution on PV was studied. Then the variation of the network supply load during air pollution was discussed. Studies showed that under the environment of atmospheric pollution, the increase of lighting load and dust load and the decrease of PV load led to the decrease of the network supply load.

Key words: power system; air pollution; network supply load; photovoltaic

0 引 言

电力系统网供负荷预测^[1-2]在电力系统中非常重要,其主要作用是指导电力生产供用电平衡,为发电计划、区外购电等电力市场交易^[3]环节提供参考。

在大气污染环境下^[4-5],大气中悬浮污染颗粒的增多会对部分工业设备以及农作物造成影响,直接影响到社会中工农业生产的用电行为,使得电力网供负荷的形态发生一定程度的变化。近年来大气污染的不断蔓延,逐渐成为影响我国绝大多数地区用电行为的重要因素之一,进而日渐受到电力行业的关注。

当前的电力负荷预测大多集中在整体负荷上,基于历史数据测算出温度、湿度等因素影响度,进而利用相关算法进行预测^[6-7]。尚未有针对大气污染对不同行业负荷的影响的相关研究。本文中

通过对电力系统细分负荷的研究,找出引起大气污染的诱因,分析大气污染情况下的各种类型负荷的变换规律,为大气污染下的负荷预测提供基础。

1 大气污染对网供负荷的影响

根据华东地区的气候条件,雾霾影响最大的季节为冬季,同时冬季的日落时间较其他季节为早,也为研究雾霾对电力负荷的影响提供一定的参考价值。本文中选取苏州地区12月9~10日两天的网供负荷进行分析。两日的最高气温相近(见表1),但12月9日因为雾霾的影响,日照时间为0,而10日为晴天。大气污染方面,9日的空气污染指数明显升高。相关数据见表2,其中AQI为空气质量指数,是定量描述空气质量状况的无量纲指数。针对单项污染物还规定空气质量分指数,参与空气质量评价的主要污染物具体为细颗粒物、可吸入颗粒物、二氧化硫、二氧化氮、臭

收稿日期: 2015-03-17

作者简介: 王 亮(1982-),男,山东淄博人,工程师,主要从事电网运行方式技术工作。

氧、一氧化碳等,而 PM2.5 则主要是针对 PM2.5 颗粒的浓度指数。

表 1 典型日天气情况对比

日期	平均气温/℃	最高气温/℃	最低气温/℃	天气实况	日照时间/h
12月9日	8.7	11.7	7.5	霾转阴天	0
12月10日	5.9	10.2	2.6	晴天	7.5

表 2 典型日空气污染指数

日期	AQI	PM2.5/μg·m ⁻³
12月9日	273	223
12月10日	113	85

典型日网供负荷影响见图 1。首先分析日间负荷,两日的网供负荷在 9:00 开始陡然上翘,午后,12 月 9 日网供负荷略高于 12 月 10 日。夜间负荷方面,12 月 9 日为星期一,其凌晨时段的网供负荷正常条件下就低于其他工作日,但从两日的夜间负荷可以看出,在气温基本相近的情况下,雾霾天气对夜间负荷的影响较少。

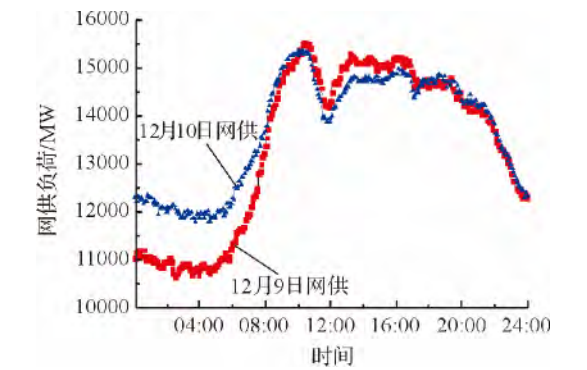


图 1 典型日网供负荷影响

2 大气污染环境下行业用电行为分析

为了分析大气污染情况下负荷发生变化的原因,对 12 月 9~10 日间各个行业的用电情况进行分析对比。

2.1 服务业用电

对酒店、零售业的全天负荷进行累加对比。服务业主要包括酒店业、商超零售行业。在正常的工作日用电主要与人流有关,主要是空调、照明等负荷,其主要特点是夜间负荷相对高。综合 12 月 9 日、10 日的天气情况,在气温相近的情况下,

制热负荷相当,两天负荷微小的差别主要体现在照明方面。服务业网电负荷对比见图 2。

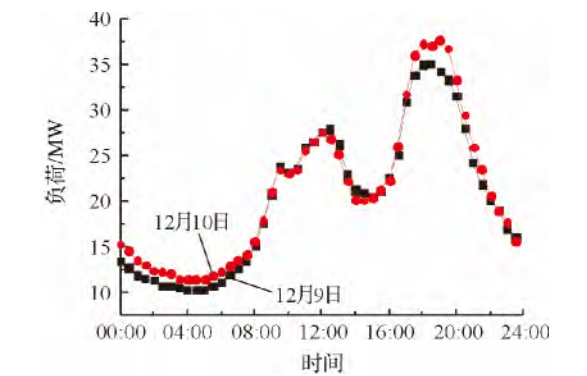


图 2 典型日服务业用电负荷对比

2.2 教育、办公企业用电

教育、办公企业用电量在整体用电量中所占比例相对较小,图 3 为将苏州全市的学校用电负荷进行累加得出的总负荷曲线。从图 3 中对比来看,正常日和雾霾日用电量呈现出显著的区别,这也是所有分类中区别最为典型的一类负荷。一般而言,学校等教育机构的特点是日间行为较活跃,且工作日负荷差别不大,同时室内用电行为多于室外用电行为。通过对比,大气污染天气下,教育机构在 9:00~17:00 负荷高于正常天气情况下的负荷。教育机构的用电行为主要为授课、科研等工作,因此,在雾霾天气下,对教育机构的影响主要为照明负荷的增多。

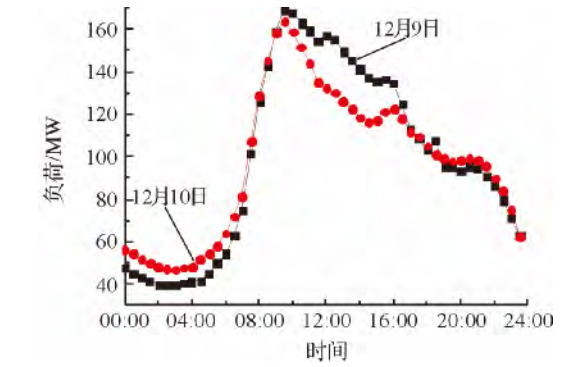


图 3 典型日教育机构用电负荷对比

2.3 工业用电

工业用电为苏州用电比例最大的一部分负荷。为了更精确地分析工业用电行为,将工业用电分为一般工业用电、新型工业用电和重工业用电。对于一般工业用电,主要采集的是传统的轻工业,见图 4。由于苏州地区采取的是峰谷电价,

因而导致一般工业呈现峰谷差小、负荷率较高的特点。从两日对比来看,两日用电基本相同,雾霾日午后负荷略有增大。

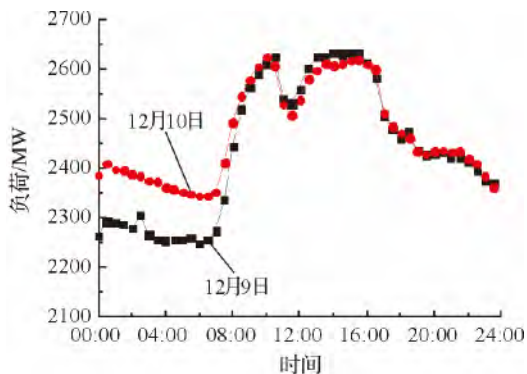


图4 典型日一般工业用电负荷对比

2.4 新型工业用电

新型工业主要包括IT、生物医药等。相比于一般工业,新型工业作业条件环境要求较高,相当多的生产必须在室内厂房完成,并有较高的湿度、除尘要求。图5为典型日新型工业负荷对比曲线。从图5中对比来看,9:00~17:00雾霾日负荷略高于正常日负荷,主要是因为厂房的照明和除尘要求所引起。

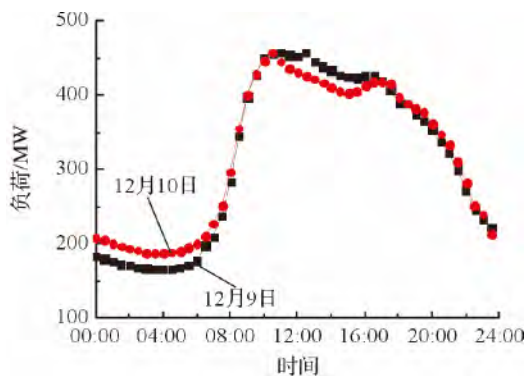


图5 典型日新型工业负荷对比

2.5 重工业用电

重工业主要包含以钢铁为主的高耗能重工业。图6为典型日重工业负荷对比曲线。通过图6可以看出,在大气污染日下,呈现出全天负荷明显偏高的特点,明显不同于其他行业。相对于其他负荷,照明负荷在重工业比例相对较小,因此雾霾天气下照明负荷不是影响重工业总负荷的主要因素。高耗能企业是大气污染物的主要排放源,其污染指数与其生产有着紧密的正向联系,同时,

大气污染环境下重工业所承受的环保压力较大,从而对后期生产的延迟效应产生反面影响。

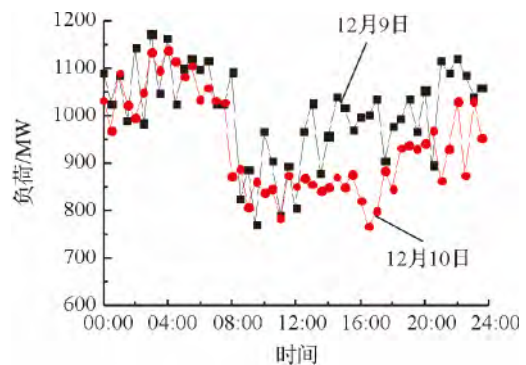


图6 典型日重工业负荷对比

本文中选用冬季负荷作对比,其中一个重要原因是冬季的日落时间较早,一般在17:00左右腰峰的负荷会有一定的抬升,有利于对冬季17:00左右陡然增加的照明负荷进行对比。通过不同类型的用电客户的用电行为进行分析,可以发现高能耗重工业企业负荷的突然增长成为次日大气污染的一个重要前兆,大气污染对新型工业负荷影响较微弱,对商业类负荷在其用电高峰时刻影响较微弱,而对于照明要求较高的教育、办公等行业影响较为明显。可以看出,高能耗行业用电的增长是电力负荷开启新模式的一个重要信号,而可见光的减少造成网供负荷的骤增。

3 大气污染环境对光伏发电的影响

目前电力系统采用的网供负荷主要是指与省级统调的负荷,在同样的用电需求下,网供负荷可以表达成为地方用电负荷减去地区统调小电厂、孤网系统的负荷。在现有体制下太阳能发电机组由于容量较小,一般归为地区统调小电厂,即太阳能发电对于网供负荷起反向作用。图7为典型日光伏电厂出力对比曲线。由图7可知,在雾霾日下,光伏电厂出力明显减少。因此,雾霾天气下太阳能发电量的减少会造成网供的增加。

为了分析光伏电厂出力与大气污染的关系,选取12月期间云系较少的天气,分别分析光伏电厂出力与AQI、PM2.5指数之间的关系,见图8、图9。

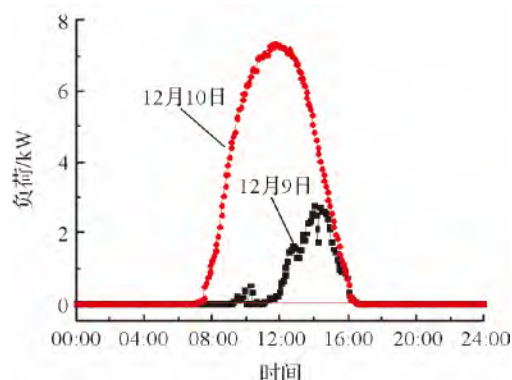


图7 典型日光伏电厂出力对比

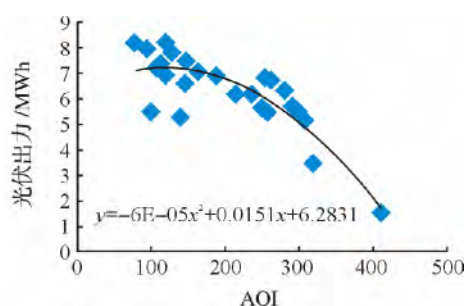


图8 光伏电厂出力与AQI关系拟合

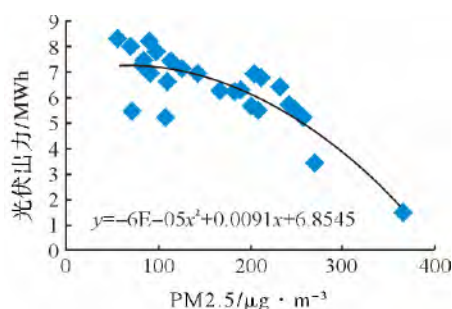


图9 光伏出力与PM2.5指数关系拟合

从图8、图9中可以看出,随着空气污染指数的升高,光伏电厂出力逐步减少。具体而言,在AQI指数高于200,PM2.5指数高于150后,光伏电厂出力呈现高速下降的趋势。

4 结 论

高耗能重工业负荷的相对增加是大气污染指数升高的一个重要原因,它的异常增长成为网供负荷进入大气污染模式的一个重要参考值。大气污染又造成社会的用电行为发生一定的变化,主要体现在照明负荷的明显升高。同时,新兴工业中除尘、通风、温湿度调节等设备的用电也将会增加。此外,光伏发电作为非统调负荷的一部分也将在网供负荷中提供一个正向的增量。因此,在大气污染环境下,网供负荷将会因照明、除尘等负荷的增加和光伏发电负荷的减少而增加,其增幅在工作日主要体现在9:00至日落时段。

参考文献:

- [1] 廖旋焕,胡智宏,马莹莹,等. 电力系统短期负荷预测方法综述[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(1): 147-152.
- [2] 康重庆. 电力系统负荷预测[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [3] 张文哲,陈刚. 电力市场下负荷预测综述[J]. 渝西学院学报(自然科学版), 2003, (3): 71-74.
- [4] 吴兑. 近十年中国灰霾天气研究综述[J]. 环境科学学报, 2012, 32(2): 257-269.
- [5] 宋娟,程婷,谢志清,等. 江苏省快速城市化进程对雾霾日时空变化的影响[J]. 气象科学, 2012, 32(3): 275-281.
- [6] 蔡夏,邢骏. 电力系统负荷预测方法综述[J]. 信息化研究, 2010(6): 5-7.
- [7] 康重庆,周安石,王鹏,等. 短期负荷预测中实时气象因素的影响分析及其处理策略[J]. 电网技术, 2006, 30(7): 5-10.