

面向夏季空调降温负荷的温度敏感性辨识分析

王晨阳,方宝岭,王要伟

(河南质量工程职业学院,建筑工程学院,河南省平顶山市,467000)

摘要 通过用基准负荷对比法研究某市的实际用电负荷变化规律,以夏季空调的用电负荷与电量数据作为评价指标,分析工作日期间空调负荷随温度的变化趋势。研究表明:根据散点图与拟合曲线选取日平均温度约14℃的周平均负荷作为典型日负荷。某市的降温负荷呈现出了快速增长的现象,年均增长率为12.1%,比最高负荷增长率更大。降温负荷和最高与最低温度之间的相关性较低,分别为0.76与0.75,并且和平均温度间的相关性只有0.87。

关键词 空调负荷;温度;敏感性辨识;负荷特性

中图分类号:TM714 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2025)10-0003-02

河南省当前正处于经济快速发展时期,电力负荷的最高调度值已经达到1亿千瓦以上。通常在夏季出现最高用电负荷,并且主要受到夏季空调负荷变化趋势的影响,最终明显反映到电网规划、负荷高峰及其需求响应方面^[1]。随着现阶段经济发展水平的不断提升,人们对生活舒适度提出了更高的要求,这使得夏季空调用电负荷在整体电力负荷中的比例持续增加,由此可见,对该市的夏季空调负荷情况进行深入研究显得尤为重要^[2]。

近年来,学者们已对多地用电负荷展开研究。文献^[3]基于上海、河南等省市用电负荷数据,探讨了负荷构成及变化规律。本文通过用基准负荷对比法研究了某市的实际用电负荷变化规律,并从各季度中选择典型周的数据开始研究工作,重点分析了夏季空调负荷的特征,以夏季空调的用电负荷与电量数据作为评价指标,比较分析了工作日与休息日期间空调负荷随温度的变化趋势。

1 基准负荷比较法

采用基准负荷比较法时的具体流程。

(1)从春季与秋季二个季节中选出典型日;

(2)秋两季日平均负荷表达式如下所示^[4]:

$$P_s = \frac{1}{2}(P_1 + P_3)$$

式中: P_1 为春季日负荷, P_3 为秋季日负荷。

(3)把 P_2 和基础负荷进行相减便可以得到夏季时的降温负荷,其表达式为^[5]: $P=P_2-P_B$

(4)通过步骤(3)得到的最大值对应的是最大降温负荷;

(5)采用积分方法处理步骤(3)的每天降温负荷可以获得日空调电量。

2 降温负荷计算

2.1 典型日的选取

选择平均温度作为温度数据的评价指标,图1与图2都具有明显的二次曲线外形,其中位于对称轴左边部分日最大负荷表现为日电量的负相关性,右边部分则表现为正相关性^[6]。同时还需注意,日最大负荷曲线的对称轴位置温度是13.6℃,日电量对称轴温度是13.0℃。

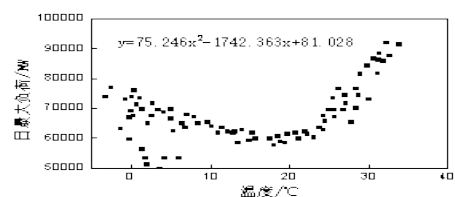


图1 日平均温度与最高负荷散点图

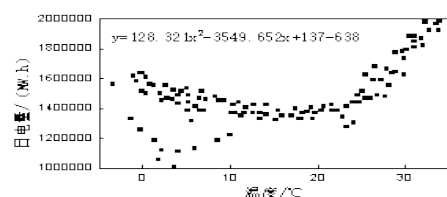


图2 日平均温度与电量散点图

作者简介:王晨阳(1992~),女,河南平顶山人,硕士,助教,研究方向:供热供燃气通风空调工程。

为消除随机性因素的影响,提高分析结果的精度,本文选取日平均温度约14℃的周平均负荷作为典型日负荷。

2.2 降温负荷及降温电量的计算

采用图1与图2所示计算流程可以得到2011~2023年期间的降温负荷,结果见图3。从2011~2023年期间,某市的降温负荷呈现出了快速增长的现象,根据数据计算结果可知其年均增长率为12.1%,比最高负荷增长率更大;进一步比较不同年份数据可知,在2020~2023年中由于受到酷热天气的影响,降温负荷出现了快速增长的情况,其它年份则基本保持缓慢增长的规律。该市的降温电量在全年用电量中的占比约为25%,因为2023年出现了两轮强烈的晴热高温天气,使降温电量的年均增长率达到了9.8%。

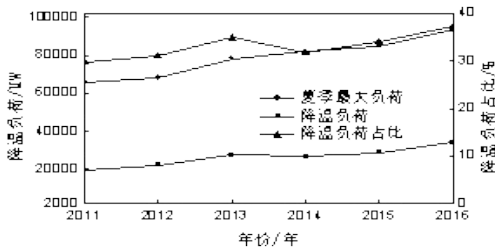


图3 年降温负荷

3 结果分析

拟合2023年6~8月期间的降温负荷和气温数据可以得到图4所示的结果。从图4可以看到在工作日中的降温负荷和各个温度数据之间的线性拟合结果。根据图4中的降温负荷和各类温度之间的拟合图可知,降温负荷和最高与最低温度之间的相关性较低,分别为0.76与0.75,并且和平均温度间的相关性也只有0.87。

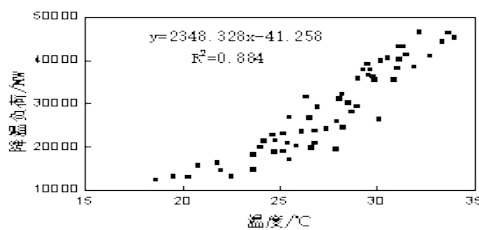


图4 工作日降温负荷与平均温度关系

为了对降温负荷和温度间的关系进一步分析,选择2023年期间的数据并对其分段拟合,得到下述结果:

从表1中可以看到降温负荷和平均温度进行拟合所得的结果。当温度介于24~27℃之间时,每当温度升高1℃,便会使最大负荷增大1 846MW;当温度介于28~31℃范围内时,每当温度升高1℃,最大负荷将会增大3 926MW。

表1 不同区间平均温度与降温负荷辨识系数

温度/℃	24-27	28-31	32-35
降温负荷辨识系数	192.4	388.6	168.5

根据测试结果可知,最高温度并不会对降温负荷产生明显影响。表2给出了各温度区间内的降温负荷和最低温度结果。当温度介于15~20℃范围内时,如果温度升高1℃,则最大负荷将会增大1 068MW;当温度介于22~26℃之间时,如果温度升高1℃,最大负荷将会上升3 046MW。

表2 分区间最低温度与降温负荷辨识系数

温度/℃	15-20	21-26	27-32
降温负荷辨识系数	112.4	301.6	189.5

4 结语

本文开展面向夏季空调降温负荷的温度敏感性辨识分析,取得如下有意结果。某市的降温负荷呈现出了快速增长,根据数据计算结果可知其年均增长率为12.1%,比最高负荷增长率更大。降温负荷和最高与最低温度之间的相关性较低,当温度介于15~20℃范围内时,温度升高1℃最大负荷将会增大1 068MW。

参考文献

- [1] 李治山,莫男,陈文武,等.混合降温住宅夏季开/关窗与空调的联动行为模式及能耗模拟分析[J].建筑科学,2023,39(12):175-183+207.
- [2] 周苇杭,殷勇高,程小松,等.低位热驱动的工业建筑除湿降温空调系统应用研究[J].制冷学报,2022,43(05):10-15.
- [3] 贾珍.城市综合体空调负荷特性分析[J].建设科技,2018(08):57-60.
- [4] 焦丰顺,周晓.基于Gridlab-D的空调聚合系统建模与负荷控制[J].自动化与仪器仪表,2018(04):50-54.
- [5] 林艳艳,单滨.空调系统冬季热负荷计算方法讨论[J].暖通空调,2018,48(04):28-30.
- [6] 王永生,毕月虹,陈杰,等.我国五大气候区办公建筑夜间空调冷负荷比较[J].制冷与空调,2018,18(02):7-11.