

综合气象因素对广西电力负荷的影响

钟利华¹ 李 勇¹ 叶殿秀² 张 强² 况雪源³ 张宇平⁴

(1. 广西区气象科技服务中心, 南宁 530022; 2. 国家气候中心;
3. 广西区气候中心; 4. 广西区电力调度通信中心)

提 要: 针对电网负荷易受多种气象因素影响的特点, 为综合衡量气象因素对广西电力负荷的影响, 引入了气象学指数——有效温度, 分析了4—10月气温、相对湿度、风及有效气温对电力负荷的影响。结果表明: 气温与电力负荷呈显著的正相关关系, 气温是影响电力负荷的主要因子; 夏季以气温和风速、气温和相对湿度组合的变化对负荷的影响较大, 风速从静风到有风时, 负荷明显地减少, 但当超过一定的温度时, 风速越大负荷反而增加; 6—9月, 负荷随着气温和有效温度的升高呈线性增加; 在春夏、夏秋季过渡季节, 负荷并不完全随着气温的升高而增加, 在气温不是太高的阶段, 相对湿度增大时, 负荷有下降的趋势, 当超过一定的温度时, 负荷随气温和有效温度的升高而增加。

关键词: 综合气象因素 电力负荷 影响

The Impact of Composite Meteorological Factors on the Electrical Load in Guangxi

Zhong Lihua¹ Li Yong¹ Ye Dianxiu² Zhang Qiang² Kuang Xueyuan³ Zhang Yuping⁴

(1. Guangxi Meteorological Science and Technology Service Center, Nanning 530022; 2. National Climate Center;
3. Guangxi Climate Center; 4. Guangxi Electric Dispatching and Communication Centre)

Abstract: The meteorological index—effective temperature (ET) is introduced to evaluate the impact of various meteorological factors on electrical load in Guangxi on the basis that the latter is heavily influenced by the former. Analysis on the effect of air temperature, relative humidity, wind speed and ET on the electrical load from April to October indicates that there is significantly a positive correlation between the air temperature and electrical load, which implies that the air temperature is the main factor responsible for the variation of electrical load. Furthermore, in summer, the composite effect of the composite of air temperature and wind speed as well as that of air temperature and relative humidity on the electrical load change is far larger than the composite of the relative humidity and wind speed. The electrical load is linearly increased with the air

temperature or the ET for June to September; whereas, the load is not fully increased with the ascending of temperature in the transition season of spring, summer and autumn, in the stage of the temperature is not too high, the load has a downward trend with the increasing of relative humidity. However, when the temperature is beyond a certain temperature, the load is increased with the ascending of air temperature and effective temperature.

Key Words: composite meteorological factor electrical load impact

引 言

人类在大气环境中活动,经受着气象要素的综合作用,尽管人们通常用气温高低来表示环境冷热,但是,人体对外界冷热的舒适感,并不能仅仅根据气温或者其他单一的气象要素来评价。在诸多气象要素中,气温、湿度及风速这 3 个气象因子对人体舒适度的影响最为明显,因此成为影响电力负荷波动的主要因子。所以,在电力负荷预测中仅仅考虑温度等单一的气象指标就不够全面和准确^[1-2]。文中就同时反映这 3 个气象要素的有效温度和各个气象要素组合对电力负荷的影响进行了分析。

1 资料的选取和处理

1.1 资料的选取

分析资料为广西 2003—2006 年 1—12 月电网逐日 24 点负荷,及 14 个市气象站(南宁、桂林、柳州、河池、玉林、梧州、贵港、来宾、崇左、钦州、百色、贺州、防城、北海)同期逐日平均气温、相对湿度、风等气象要素。

1.2 电力资料的处理

1.2.1 原始数据的处理

近年来,由于电力供应紧张,广西出现了不同程度的拉限电情况。另外,在电力系统实际运行时,数据采集系统出现错误或由于

特殊事件引起负荷的异常变化,也会导致观测数据背离常规,从而影响负荷特性分析的准确性,造成所读取的电力负荷数据不能反映实际的需求,就需要将这些数据进行还原。为此,在进行负荷特性分析前,首先需对资料进行处理,本文采用基于数理统计理论中 t 检验的方法^[3]对广西电网 24 点负荷数据进行处理,以相邻时段负荷变化量作为辨识对象,通过计算待检测点负荷变化量的参数是否大于阈值实现自动辨识,若超出阈值,则判定为异常数据,利用检验参考数据均值代替被检测量,从而保证历史负荷数据的准确性和完整性。取 t 检验方法处理后的 24 点负荷平均值为日平均负荷值。

1.2.2 气象负荷的提取

影响电力负荷长期变化的因素很多,且这些因素间作用机制非常复杂,但总体可归纳为三方面因素的影响。(1) 电力负荷随着社会经济发展等因素作用所体现的趋势项部分(经济负荷);(2) 环境因素(主要为气象因素)影响而引起电力负荷出现波动部分(气象负荷);(3) 随机因素的影响。所以研究气象条件与电力负荷的关系时,必须将气象负荷从总负荷中提取出来。由于近年来广西国民经济增长速度加快,经济负荷随时间变化的并不是简单的线性回归,故不能用简单的线性回归方法处理。

文中利用月负荷同期增长率来进行处理,具体方法是找出每年电力负荷最小的月份,认为其电力负荷几乎不受气象条件变化的影响,用该月的日电力负荷平均值来代表

全年的平均经济负荷,剔除这部分负荷就是气象负荷。另外为消除电力负荷在节日和双休日与工作日的变化不同,分析数据剔除了节日和双休日的数据。

2 气象因子与电力负荷的关系

2.1 有效温度

表征人体舒适度与电力负荷关系的气象指数有很多种^[1,4-5],本文选取有效温度进行分析。

有效温度定义为^[4-5]:与任一温、湿度组

合的空气热感觉相同的饱和湿空气温度,在室外考虑了风的作用为:

$$T_E = 37 - (37 - T) / [0.68 - 0.14H_r + 1 / (1.76 + 1.4V^{0.75})] - 0.29T(1 - H_r) \quad (1)$$

式中 T_E 、 T 、 H_r 、 V 分别是有效温度(°C)、气温(°C)、相对湿度(%)和风速($m \cdot s^{-1}$)。

2.2 气象因子与电力负荷的关系

计算了1—12月各月平均气温、平均相对湿度、平均风速和有效温度与月平均电力负荷的相关系数(表1)。

表1 1—12月电力负荷与气象因子相关系数表

| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T_E | -0.09 | -0.09 | 0.09 | 0.48 | 0.57 | 0.55 | 0.76 | 0.29 | 0.35 | 0.57 | 0.12 | -0.14 |
| T | -0.09 | -0.08 | 0.09 | 0.40 | 0.63 | 0.53 | 0.77 | 0.34 | 0.41 | 0.60 | 0.09 | -0.14 |
| H_r | 0.26 | 0.21 | -0.28 | 0.22 | -0.34 | -0.45 | -0.66 | -0.29 | -0.46 | -0.27 | -0.11 | 0.30 |
| V | 0.12 | 0.11 | -0.04 | -0.24 | 0.33 | 0.23 | -0.08 | -0.13 | -0.06 | -0.26 | -0.22 | 0.10 |

$|r| \geq 0.25$,通过 $\alpha=0.01$ 的相关显著性水平检验; $|r| \geq 0.19$,通过 $\alpha=0.05$ 的相关显著性水平检验。

由表1可知,3—11月气温与电力负荷为正相关关系,其中两者在4—10月的相关系数显著性水平 $\alpha=0.01$ 。冬季(12月至2月)为负相关,但未通过相关显著性水平检验,这与许多研究结果是一致的^[2],即:夏季为降温负荷为主,冬季为取暖负荷为主。广西地处华南,主要是夏季降温负荷,冬季的取暖负荷不明显。

3月、5—10月相对湿度与电力负荷为显著负相关关系, $\alpha=0.01$;12月至2月、4月相对湿度与电力负荷为正相关关系, $\alpha=0.05$ 。相对湿度与电力负荷的关系除4月份外,其余月份与气温和负荷的关系恰恰相反。夏季相对湿度越大负荷越低,这是因为夏季降雨多,空气常常达到或接近饱和,所以相对湿度就大,由于降雨使得人体感觉舒适,负荷就降低;冬季气温低,如果相对湿度越大,天气湿冷,人体会感觉寒冷,取暖用电负荷就增加。

5—6月平均风速与电力负荷为正相关关系,4月、10—11月风速与电力负荷为负相

关关系, $\alpha=0.05$ 。风速与电力负荷的关系除5—6月份外,其余月份同气温与电力负荷的关系恰恰相反。初夏时节,气温越高,环境中的热风可使人体皮肤温度上升,使人不舒适,负荷就增加;秋季气温不是太低时,风加强热的传导和对流,使人体散热增快,人体感觉舒适,负荷就减小。

1—12月各月有效温度与电力负荷的关系,与气温和电力负荷的关系趋势完全一致。4—10月,气温与电力负荷的相关系数比相对湿度、风速与电力负荷的相关系数大,表明影响电力负荷的主要因子是气温。但如果单从分析某一气象要素与电力负荷的关系,有时与实际情况是不相符的。比如,5—10月份相对湿度与电力负荷的相关为负,并不能反映出在高温高湿的情况下,人体感觉不舒服,需采取降温除湿等措施,使得降温负荷增加的情形。再如,5—6月份风速与电力负荷呈正相关关系,但是许多研究表明,当气温低于人体温度时,风是有助于散热的,降温负荷

也会减小。因此,单一考虑某一气象要素不能准确反映气象因子对电力负荷的影响。由于有效温度在4—10月与负荷的相关显著,所以文中着重分析了4—10月气象因子、有效气温对负荷的影响情况。

3 有效温度对电力负荷的影响

分别分析了气温、相对湿度、风速不同组合情况下有效温度对电力负荷的影响。

3.1 各气象因子组合下有效温度对负荷的影响

由于7月份有效温度(T_{E7})与电力负荷(P_7)的相关最显著,为此,我们分析了7月份气温(T_7)、相对湿度(H_{r7})、风速(V_7)不同组合下的有效温度对负荷的影响。首先通过相关分析找出影响7月份电力负荷变化最明显(相关最好)的气温和相对湿度值(称为敏感气温和敏感湿度)。分析得出,广西7月份电力负荷敏感气温是 27°C ,敏感相对湿度是70%,风速取平均风速值($2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)。然后分析了在敏感气温、敏感相对湿度、平均风速条件下,气温、相对湿度、风速不同组合的有效温度对电力负荷的影响(图1~3)。

从图1可知,在一定的风速($2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)条件下,相对湿度越大,气温越高,负荷增加就越快,呈线性增长的趋势,其增长幅度(即负

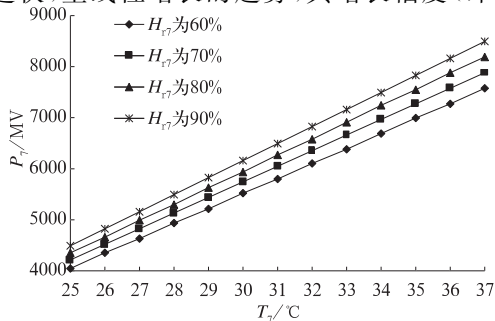


图1 一定的风速($2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)条件下相对湿度和气温组合对电力负荷的影响

荷增量 ΔP_7 ,下同)见表2、表3。

从表2可知,气温在 $25\sim 37^{\circ}\text{C}$ 范围内,在同一温度下,相对湿度从70%到90%每增加10%,负荷增量分别为 $135\sim 306\text{MW}$,均为正的增量,表明负荷为增加的。

表2 在同一气温下相对湿度的变化对电力负荷增量(ΔP_7)的影响(单位:MW)

| $T_7/^{\circ}\text{C}$ | H_{r7} | | |
|------------------------|----------|-----|-----|
| | 70% | 80% | 90% |
| 25 | 167 | 139 | 139 |
| 26 | 166 | 135 | 138 |
| 27 | 194 | 167 | 166 |
| 28 | 191 | 166 | 194 |
| 29 | 222 | 195 | 195 |
| 30 | 220 | 196 | 221 |
| 31 | 252 | 224 | 224 |
| 32 | 251 | 220 | 249 |
| 33 | 278 | 250 | 250 |
| 34 | 277 | 276 | 250 |
| 35 | 278 | 277 | 277 |
| 36 | 304 | 304 | 305 |
| 37 | 306 | 306 | 306 |

表3 在同一相对湿度下气温的变化对电力负荷增量(ΔP_7)的影响(单位:MW)

| $H_{r7}/\%$ | $T_7/^{\circ}\text{C}$ | | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | |
| 60 | 306 | 301 | 305 | 302 | 305 | 302 | 305 | 305 | 305 | 305 | 303 | 305 | |
| 70 | 304 | 305 | 306 | 305 | 305 | 306 | 305 | 306 | 306 | 306 | 305 | 305 | |
| 80 | 303 | 305 | 304 | 305 | 305 | 306 | 305 | 301 | 304 | 305 | 301 | 300 | |
| 90 | 331 | 334 | 333 | 330 | 332 | 333 | 334 | 334 | 335 | 334 | 333 | 333 | |

从表3可知,相对湿度在60%~90%范围内,在同一相对湿度下,气温从 26°C 到 37°C 每增加 1°C ,负荷增量分别为 $300\sim 335\text{MW}$ 。此时负荷正的增量较大,可看出气温变化对负荷的影响比相对湿度变化对负荷的影响要大。

通过表2、表3分析表明,在一定的风速条件下,当高温高湿时,人体感觉就会闷热,用来降温的负荷就要加大。

从图2可知,在一定相对湿度(70%)条件下,气温越高,风速越小,负荷基本呈增长

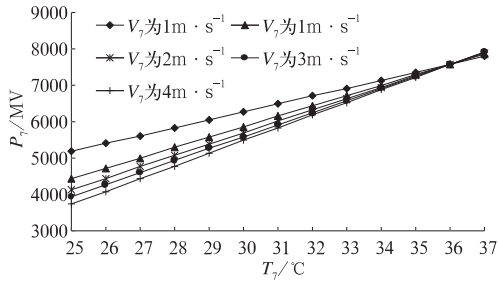


图 2 一定湿度条件下风速和气温组合对电力负荷的影响

的趋势,但不是线性的趋势,当气温接近人体温度时,风速变化对负荷的影响呈相反的趋势,其增长幅度见表 4、表 5。

表 4 在同一气温下风速的变化对电力负荷增量(ΔP_7)的影响(单位:MW)

| $T_7/^\circ\text{C}$ | $V_7/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ | | | |
|----------------------|----------------------------------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 25 | -750 | -278 | -195 | -195 |
| 26 | -700 | -278 | -166 | -195 |
| 27 | -611 | -224 | -169 | -167 |
| 28 | -528 | -222 | -139 | -165 |
| 29 | -473 | -195 | -114 | -140 |
| 30 | -417 | -164 | -111 | -82 |
| 31 | -335 | -28 | -112 | -84 |
| 32 | -278 | -114 | -85 | -56 |
| 33 | -193 | -83 | -55 | -54 |
| 34 | -139 | -57 | -27 | -28 |
| 35 | -56 | -29 | -20 | -28 |
| 36 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 55 | 20 | 28 | 20 |

注:表中风速在 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时的负荷增量为风速为 $0.5\sim 1.4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时的负荷样本平均值,减去风速 $\leq 0.4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (即接近静风)时的负荷样本平均值,其余类推(以下类同)。

表 5 在同一风速下气温的变化对电力负荷增量(ΔP_7)的影响(单位:MW)

| $V_7/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ | $T_7/^\circ\text{C}$ | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|
| | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | | | | |
| 0 | 216 | 222 | 225 | 229 | 233 | 236 | 238 | 240 | 244 | 247 | 248 | 251 | | | | |
| 1 | 257 | 260 | 261 | 264 | 267 | 268 | 273 | 277 | 280 | 283 | 287 | 290 | | | | |
| 2 | 306 | 308 | 311 | 317 | 318 | 322 | 325 | 326 | 329 | 330 | 332 | 335 | | | | |
| 3 | 314 | 317 | 320 | 321 | 322 | 329 | 331 | 336 | 339 | 342 | 345 | 346 | | | | |
| 4 | 329 | 332 | 337 | 341 | 345 | 348 | 351 | 352 | 356 | 357 | 359 | 361 | | | | |

从表 4 可知,气温在 $25\sim 35^\circ\text{C}$ 时,在同一气温下,风速从 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 到 $4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 每增加 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,负荷增量分别为 $-750\sim -20\text{MW}$,为负的增量,尤其风速在 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时负增量很大,即风速从静风到有风时,人体感觉明显舒适,负荷则明显减少;当气温在 36°C 时,风速变化对负荷几乎没有影响,因为这时外界环境温度接近人体温度,人与外界几乎没有对流交换热量,就不受风速影响;当气温在 37°C 时,风速每增加 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,负荷增量分别为 $20\sim 55\text{MW}$,为正的增量,即负荷为增加,这是因为气温过高(超过人体温度),风速加大,热传导使得人体感觉反而不适,负荷就增加。

从表 5 可知,风速从 $0\sim 4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,在同一风速下,气温从 26 到 37°C 每增加 1°C ,负荷增量分别为 $216\sim 361\text{MW}$,均为正的增量,表明气温越高,用于降温的负荷就增加。

从图 3 可知,在一定温度(27°C)条件下,相对湿度越大,风速越小,负荷呈增长的趋势,其增长幅度见表 6、表 7。

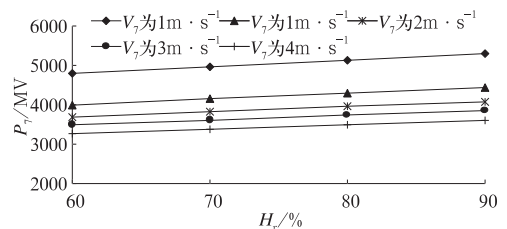


图 3 一定温度条件下风速和相对湿度组合对电力负荷的影响

从表 6 可知,相对湿度在 $60\%\sim 90\%$ 时,在同一相对湿度下,风速从 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 到 $4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 每增加 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,负荷增量分别为 $-861\sim -222\text{MW}$,为负的增量,即负荷为减少,尤其风速从静风到 $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时负荷减少很明显。

从表 7 可知,风速在 $0\sim 4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,在同一风速下,相对湿度从 70% 到 90% 每增加 10% ,负荷增量分别为 $111\sim 168\text{MW}$,为正的增量,即负荷为增加。

表 6 同一相对湿度下风速的变化对
电力负荷增量(ΔP_7)的影响(单位:MW)

| $H_{r7}/\%$ | $V_7/m \cdot s^{-1}$ | | | |
|-------------|----------------------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 60 | -778 | -305 | -197 | -222 |
| 70 | -806 | -320 | -222 | -225 |
| 80 | -834 | -327 | -233 | -231 |
| 90 | -861 | -333 | -243 | -246 |

表 7 同一风速下相对湿度的变化对
电力负荷增量(ΔP_7)的影响(单位:MW)

| $V_7/m \cdot s^{-1}$ | $H_{r7}/\%$ | | |
|----------------------|-------------|-----|-----|
| | 70 | 80 | 90 |
| 0 | 166 | 164 | 168 |
| 1 | 142 | 140 | 140 |
| 2 | 129 | 135 | 128 |
| 3 | 121 | 126 | 122 |
| 4 | 111 | 111 | 118 |

以上分析表明,夏季(7月份),影响电力负荷变化明显的是气温,以气温和风速、气温和相对湿度组合下气象要素的变化对负荷的影响较大,在同一风速和湿度条件下,气温变化(每增加 1°C)对负荷的影响使其增量在 $216\sim 361\text{MW}$ 和 $300\sim 335\text{MW}$,表明气温对电力负荷变化起很大作用。湿度与气温组合对电力负荷变化也有较大的影响,在同一风速下,相对湿度变化(每增加 10%)对负荷的影响使其增量在 $135\sim 306\text{MW}$ 。风速从静风到有风时,风速变化(每增加 $1\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)对负荷的影响较大(最大可达 -861MW),随着风速的增加这种影响明显减小,当超过一定气温时,风速变化(每增加 $1\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)对负荷呈反相的影响,即为正的增量。

3.2 有效温度对电力负荷的影响

根据各月有效温度(T_E)和电力负荷(P)的变化情况,我们按各月负荷变化超过 60MW 时进行分段分析(表8~9)。

从表8可知,4月份,有效温度小于 14°C 时,气温适宜、湿度为正常范围,这时人体感

表 8 4—5 月份和 10 月份有效气温与负荷的变化

| 月份 | $T_E/^\circ\text{C}$ | $T/^\circ\text{C}$ | $H_r/\%$ | $V/m \cdot s^{-1}$ | P/MW | $\Delta P/\text{MW}$ |
|----|----------------------|--------------------|----------|--------------------|---------------|----------------------|
| 4 | 13~14 | 18.3 | 74 | 1.7 | 704 | 0 |
| | 15~19 | 21.7 | 74 | 1.7 | 777 | 73 |
| | 20~22 | 24.8 | 78 | 1.6 | 988 | 211 |
| | 23~24 | 27.5 | 73 | 2.1 | 1051 | 63 |
| 5 | 16 | 21.2 | 53 | 2.2 | 898 | 0 |
| | 17~19 | 22.5 | 67 | 1.7 | 674 | -224 |
| | 20~22 | 24.7 | 65 | 1.7 | 935 | 261 |
| 10 | 23~26 | 27.6 | 78 | 1.5 | 1340 | 405 |
| | 15~16 | 21.3 | 53 | 2.5 | 1843 | 0 |
| | 17~20 | 23.2 | 64 | 1.9 | 1537 | -306 |
| | 21~25 | 25.7 | 68 | 1.7 | 1973 | 436 |

注:表中气温(T)、相对湿度(H_r)、风速(V)、电力负荷(P)等值是在有效温度(T_E)范围内样本的平均值

表 9 6—9 月份有效气温与负荷的变化

| 月份 | $T_E/^\circ\text{C}$ | $T/^\circ\text{C}$ | $H_r/\%$ | $V/m \cdot s^{-1}$ | P/MW | $\Delta P/\text{MW}$ |
|----|----------------------|--------------------|----------|--------------------|---------------|----------------------|
| 6 | 21~23 | 25.4 | 80 | 1.8 | 861 | 111 |
| | 24~27 | 28.2 | 77 | 1.8 | 1476 | 164 |
| 7 | 22~24 | 27.4 | 84 | 2.8 | 901 | 155 |
| | 25~28 | 29.6 | 78 | 2.2 | 1593 | 194 |
| 8 | 23~24 | 26.7 | 81 | 2.8 | 1445 | 21 |
| | 25~27 | 29.2 | 82 | 1.8 | 1678 | 233 |
| 9 | 18~22 | 26.2 | 71 | 2.4 | 845 | 73 |
| | 23~26 | 27.8 | 78 | 1.9 | 1648 | 307 |
| | 27 | 30.4 | 76 | 1.3 | 2080 | 632 |

注:表中气温(T)、相对湿度(H_r)、风速(V)、电力负荷(P)等值是在有效温度(T_E)范围内样本的平均值

觉就舒适,负荷就小;有效温度在 $15\sim 19^\circ\text{C}$ 时,随着气温的升高,负荷增加(增量 73MW);有效温度在 $20\sim 22^\circ\text{C}$ 时,随着气温的升高,相对湿度的增加,负荷明显增加(增量 211MW);有效温度在 $23\sim 24^\circ\text{C}$ 时,气温升高,相对湿度减小,负荷增量随着气温的升高而增加。表明4月份随着气温的升高,有效温度也随之升高,负荷也增加,但不是线性的趋势,而是有不同段的增量。

5月份,有效温度在 $17\sim 19^\circ\text{C}$ 时,相对湿度明显增大,这时降雨多,但主要是受偏南暖湿气流影响产生的降雨,日平均气温稍升,此时气温约在 22.5°C 左右,处于较适宜范围,但由于降雨,人体感觉舒适,负荷明显减小(减量 224MW);有效温度在 $20\sim 22^\circ\text{C}$ 时,气温升高,湿度减小,人体感觉偏热,负荷明显

增加(增量 261MW);有效温度在 23~26℃时,气温继续升高,风速减小,负荷增量明显加大(405MW)。

10月份,有效温度在 15~16℃时,大都是受干冷空气或冷高压脊控制,无雨,气温低,有效温度在 17~20℃时,受相对较弱的冷空气影响,相对湿度明显增大,这时降雨多,气温日较差小,日平均气温稍升,此时日平均气温在 23℃左右,处于较适宜范围,由于降雨多,人体感觉舒适,负荷有 306MW 的明显减小量;有效温度在 21~25℃时,气温升高,风速减小,负荷转为明显增加的趋势(增量 436MW)。

从表 9 可知,6—9 月份随着有效温度的升高,负荷为线性增加的趋势,但各月负荷明显增大量时的有效温度不同。6 月份有效温度大于 24℃时,负荷线性增量加大,7 月份和 8 月份有效温度大于 25℃时,负荷增量明显增大,9 月份有效温度在大于 23℃和大于 27℃时,负荷分别有两次明显的增量。

4 小 结

综上所述,通过对有效温度、气温、相对湿度和风与电力负荷的关系分析,得到以下几点结论:

(1) 春、夏、秋季的有效温度及气温与电力负荷为正的显著相关关系,冬季 12—2 月为负相关,但未通过相关显著性检验。表明,夏季在南方以降温负荷为主;冬季为取暖负荷,但不显著。

(2) 有效温度与电力负荷的关系,与气温和电力负荷的关系趋势完全一致;气温与电力负荷的相关比相对湿度和风速的相关显著,表明影响电力负荷的主要因子是气温。

(3) 夏季以气温和风速、气温和相对湿

度组合下的变化对负荷的影响较大。

(4) 风速从静风到有风时,对负荷的影响很大(负荷明显减少),随着风速的增加这种影响明显减小,当气温超过一定数值时,风速变化对负荷呈反相的影响,即负荷反为增加。

(5) 6—9 月负荷随着气温和有效温度的升高而线性增加,在气温高时,线性趋势增量明显加大。

(6) 4 月份随着气温的升高,有效温度也随之升高,负荷也增加,但不是线性的趋势,而是有不同段的增量。

(7) 5 月和 10 月份,为春夏和夏秋季的过渡季节,在有效温度不是太高的阶段,气温适宜,相对湿度增大,降雨多,负荷有下降的趋势;当有效温度超过一定数值时,负荷随气温和有效温度的升高而增加。

(8) 4—10 月,气温和有效气温与电力负荷平均相关系数分别为 0.53 和 0.51,相差不大,但有效气温综合考虑了气温、相对湿度、风速的作用,能够反映不同气象要素变化对负荷变化的影响情况,尤其在春夏和夏秋季的过渡时期,更能够反映负荷的波动情况,所以有效温度能较好的反映气象因子与电力负荷的关系^[1]。

参考文献

- [1] 杜彦巍,林莉,牟道槐,等. 综合气象指数对电力负荷的影响分析[J]. 重庆大学学报(自然科学版),2006,29(12):56-60.
- [2] 袁飞,肖晶,卢毅. 基于人体舒适度指数的夏季负荷特性分析[J]. 江苏电机工程,2005,24(6):5-7.
- [3] 张健. 异常电力负荷数据的 t 检验辨识与修正[J]. 电力需求侧管理,2005,7(1):12-14.
- [4] 黄静. 天气舒适度的分析和应用[J]. 气象,2001,27(11):47-51.
- [5] 张书余. 医疗气象预报基础[M]. 北京:气象出版社,1998.