

# 长沙市盛夏高温概率预报方法

冯树常 封娟兰 吴礼庆

(湖南省气象局,长沙 410007)

## 提 要

使用 1981~1990 年历史资料,对形成长沙盛夏高温的天气系统进行了普查,找出了若干重要因子,对其统计了气候概率,在此基础上形成了长沙高温概率预报方法。经过 1996 年的试用和 1997 年的回代检验,效果较满意。

**关键词:** 高温天气 概率预报 统计分析 副高脊线

## 引 言

温、光、湿和风是影响人们生活舒适的四大气象要素。对气象灾害中的暴雨洪涝、干旱、低温阴雨、冰冻等已有了较为广泛的研究。对湖南来讲,盛夏高温的预报问题过去研究的甚少。长沙盛夏的高温决不亚于南京、武汉、重庆三大“火炉”。因此,深入研究它,以便更好地预报以服务于社会是有重大现实意义的课题。

### 1 形成高温的天气系统及其统计分析结果

普查 1981~1990 年 7、8 月份的天气系统后发现,盛夏形成长沙高温(日最高气温  $T_M \geq 35^\circ\text{C}$ )的天气系统主要是副热带高压。从反映长沙高温天气与副高脊线位置关系的统计结果(表略)看出,7、8 月份副高脊线位置  $\leq 22^\circ\text{N}$ 、 $23^\circ\text{N}$  和  $24^\circ\text{N}$  的次数分别为 112、152 次,其中,7 月份出现非高温( $< 35^\circ\text{C}$ )天气 102 次,出现高温( $\geq 35^\circ\text{C}$ )天气 10 次,其高温和非高温天气出现的概率分别为 8.93%(10/112)和 91.7%(102/112)。副高脊线出现在  $25 \sim 34^\circ\text{N}$  共有 182 次,其中,出现高温天气 116 次,非高温天气 66 次,高温和非高温天气出现的概率分别为 63.7%(116/182)和 36.3%(66/182)。8 月份出现非高温天气 148 次,高温天气 4 次,其高温和非

高温天气出现的概率分别为 2.63%(4/152)和 97.37%(148/152)。副高脊线出现在  $25 \sim 35^\circ\text{N}$  共有 140 次,其中,出现高温天气 107 次,非高温天气 33 次,高温和非高温天气出现的概率分别为 76.43%(107/140)和 23.57%(33/140)。说明 7、8 月份副高脊线位置与长沙高温关系密切。

我们可将影响长沙的副热带高压细分为西太平洋副高型、大陆副高型和混合型 3 种,分别统计 7、8 月形成长沙高温的天气系统可见(表略),西太平洋副高型分别占 73.2%和 68.5%,大陆副高型分别占 15.8%和 19.8%,混合型分别占 11.0%和 11.7%。可见西太平洋副高是形成长沙高温的主要天气系统。西太平洋副高型,7 月比 8 月多,大陆副高型,8 月比 7 月多。把握好副高强度和移动的预报,是做好长沙高温预报的关键。副高除有自身的活动规律外,它还既与西风带低槽活动有关,又与东风带的热带气旋有关。这是盛夏高温预报难度较大的另一客观原因。在对副高动力学研究不多、认识不足的情况下,我们只好借助于统计学,以揭示其形成高温的统计特征。为此,我们统计了长沙 1981~1990 年 7、8 月各旬的高温情况(表略)。

长沙市 7 月出现  $T_M < 35^\circ\text{C}$  的次数为

183次,几率为59%,出现高温( $\geq 35^{\circ}\text{C}$ )天气的次数为127次,几率为41%。其中,上、中和下旬分别出现24次、57次和46次,即长沙市7月中旬出现高温的天气次数最多,下旬次之,上旬最少。

由统计结果还可以看到不同等级高温天气的气候概况:长沙历年7月出现 $35^{\circ}\text{C}$ 高温天气的次数为49次,其中,上旬、中旬和下旬各出现15次、20次和14次。7月中旬出现 $35^{\circ}\text{C}$ 高温的次数最多,上旬次之,下旬最少;出现 $36^{\circ}\text{C}$ 高温的次数则是中旬最多,下旬次之,上旬最少;出现 $37^{\circ}\text{C}$ 高温的天气大多发生在中下旬,上旬极少出现;出现 $38^{\circ}\text{C}$ 及以上的强高温天气的次数相对较少,10年中只出现过7次,全月均可发生,这是预报中要特别加以留意的。

8月份情况与上述稍有不同:8月长沙出现 $T_M < 35^{\circ}\text{C}$ 天气的次数为199次,几率为64.2%,出现 $T_M \geq 35^{\circ}\text{C}$ 天气的次数为111次,几率为35.8%。其中,上、中和下旬各出现50次、34次和27次,即长沙8月上旬出现高温天气的次数最多,中旬次之,下旬最少。

长沙8月不同等级高温天气的气候概况为:8月出现 $35^{\circ}\text{C}$ 高温天气的次数为44次,其中,上、中、下旬各出现21次、10次和13次。亦即8月上旬出现 $35^{\circ}\text{C}$ 高温天气的次数最多,下旬次之,中旬最少;出现 $36^{\circ}\text{C}$ 高温天气的次数为33次,其中,上、中、下旬各出现16次、9次和8次; $37^{\circ}\text{C}$ 高温天气主要发生在8月的上中旬,下旬出现比较少(仅6次);出现 $38^{\circ}\text{C}$ 及以上强高温天气的次数虽然相对比较少(仅9次),但又略多于7月份。

综上所述,长沙市7月份以 $35^{\circ}\text{C}$ 和 $36^{\circ}\text{C}$ 的高温天气出现频率最高,占 $(102/127)=80.3\%$ ;8月份以 $35\sim 37^{\circ}\text{C}$ 的高温天气出现频率最大,占 $(102/111)=91.89\%$ 。高温主要

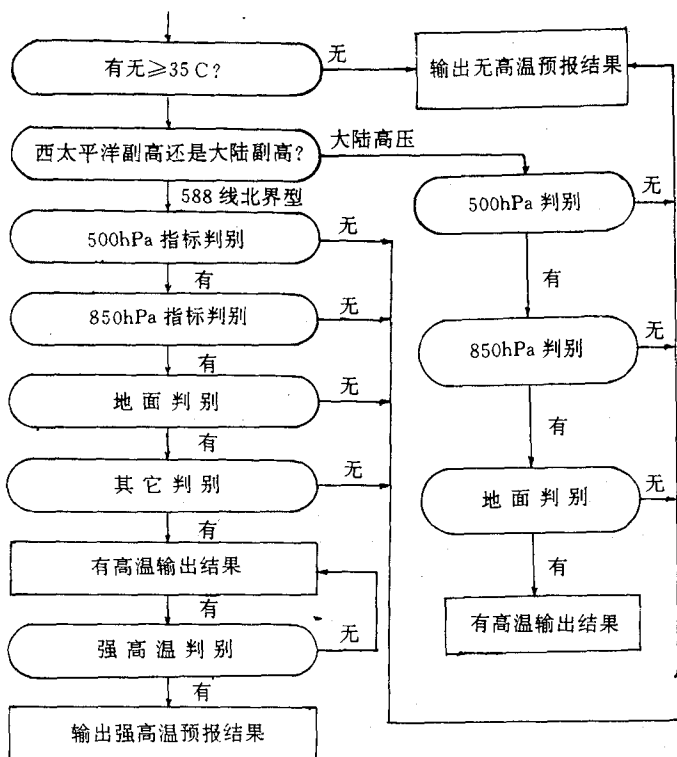
发生时段为7月中旬~8月中旬,这应是做好高温预报服务、预报高温灾害的重要时段。

此外,长沙盛夏高温天气还与14时的相对湿度( $U$ )有关(表略)。长沙7、8月份14时相对湿度( $U$ ) $\leq 61\%$ 和 $\geq 62\%$ 时对应的高温和非高温天气的概率分别为63.1%、88.8%和57.4%、85.5%。说明长沙7、8月份14时的相对湿度 $U$ 与次日的高温、非高温天气的关系密切,是预报高温、非高温天气的重要依据之一。

## 2 长沙盛夏高温天气概率预报方法

在天气形势演变不甚明朗时,可以用其气候概率来作为该要素的预报值,这在地处中低纬过渡地带的湖南,对副高这类系统的预报而言尤为重要。统计概率预报目前有3种方法:一种是以数值预报产品为预报因子的MOS预报方法,北京市气象台发布的概率预报就是使用的这种方法;一种是以历史气候资料作为预报因子的PPM预报方法;还有一种便是直接使用某要素的气候概率作为其预报值的纯气候概率方法,上海市气象台发布的某些项目的概率预报就是使用的这种方法。显然,第三种方法不适用于小概率事件。由于没有足够的数值预报产品资料,所以,我们只能使用其它方法来制作其概率预报。

正如前述,造成湖南盛夏高温天气的天气系统主要是副热带高压和大陆高压。判断副热带高压强度与稳定的指标,一般是用副热带高压的脊线位置、588线所包围的面积以及有无暖中心与副高中心配合来衡量。我们把长沙盛夏高温分为由西太平洋副热带高压引起的“588线北界型”(实际上它包括了由西太平洋副高型和混合型两类引起的长沙高温)和大陆副高引起的“大陆高压型”两大类。长沙盛夏高温天气概率预报流程如附图所示。我们采用5级判别法进行逐级筛选:



附图 长沙盛夏高温天气概率预报流程图

先判别出非高温 ( $<35^{\circ}\text{C}$ ) 天气, 其指标为:

$x_1$ : 起报日 500hPa 西太平洋副高脊线  $\leq 23^{\circ}\text{N}$  或  $\geq 35^{\circ}\text{N}$  时, 次日长沙出现  $<35^{\circ}\text{C}$  气候概率为  $(107/117) = 91.45\%$ 。

$x_2$ : 起报日 850hPa 在  $20\sim 33^{\circ}\text{N}$ 、 $108\sim 120^{\circ}\text{E}$  范围内有低压、台风或东风波时, 次日长沙出现  $<35^{\circ}\text{C}$  气候概率为  $(158/160) = 93.5\%$ 。

$x_3$ : 起报日长沙 14 时相对湿度  $\geq 63\%$  时, 次日出现  $<35^{\circ}\text{C}$  气候概率为  $(109/121) = 90.1\%$ 。

由于上述指标的气候概率都比较高, 所以, 凡符合上述条件之一的, 即可预报长沙次日没有  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  的高温天气发生。其概率就是气候概率。

## 2.1 588 线北界型

### 2.1.1 判别长沙 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 高温天气的判别指标

根据经验和资料普查, 发现下列因子与长沙盛夏  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  高温天气关系密切:

#### ① 500hPa 图上:

$x_4$ : 588 线北界 (即副高北侧的 588 线与  $120^{\circ}\text{E}$  相交的纬度) 位置, 7 月上旬为  $26^{\circ}\text{N}$ , 7 月中~8 月下旬为  $27^{\circ}\text{N}$ 。

$x_5$ : 西太平洋副热带高压脊线位置, 7 月上旬  $\geq 23^{\circ}\text{N}$ , 7 月中旬  $\geq 24^{\circ}\text{N}$ , 7 月下旬~8 月下旬  $\geq 25^{\circ}\text{N}$ ;

$x_6$ : 57494 和 57679 两站中有一站的  $H \geq 5880\text{gpm}$ , 同时为偏南风 (WSW~ESE) 或两站同时  $H \geq 5870\text{gpm}$ , 吹偏南风。

#### ② 850hPa 图上:

$x_7$ : 在  $25\sim 37^{\circ}\text{N}$ 、 $108\sim 120^{\circ}\text{E}$  范围内有  $24^{\circ}\text{C}$  暖中心或在 57、58 区内出现 6 站或以上

的西南风,风速 $\geq 12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ;

$x_8$ :  $x_7$  条件不满足时,则须在  $25\sim 37^\circ\text{N}$ 、 $108\sim 120^\circ\text{E}$  范围内无  $16^\circ\text{C}$  等温线或在  $20\sim 36^\circ\text{N}$ 、 $112\sim 120^\circ\text{E}$  范围内没有  $1440\text{gpm}$  等高线;

至此,便可以对长沙高温作出如下概率预报:

(a)  $x_4$ 、 $x_5$ 、 $x_6$  3 个预报因子同时符合条件时,次日出现 $\geq 35^\circ\text{C}$  高温天气的概率为  $(104/156)=66.7\%$ ;

(b)  $x_4$ 、 $x_5$ 、 $x_6$  和  $x_7$  4 个预报因子同时符合条件时,则次日出现 $\geq 35^\circ\text{C}$  高温天气的概率为  $(99/128)=77.3\%$ ;

(c) 同时符合(a)和  $x_8$  时,次日出现 $\geq 35^\circ\text{C}$  高温天气的概率为  $(98/122)=80.3\%$ 。

### 2.1.2 长沙盛夏 $\geq 37^\circ\text{C}$ 高温天气的判别指标

$x_9$ : 西太平洋副热带高压脊线 $\geq 30^\circ\text{N}$ ,  $57494$  和  $57679$  吹偏南风;

$x_{10}$ :  $588$  线北界 $\geq 33^\circ\text{N}$ ;

$x_{11}$ :  $588$  线端点西伸到  $25^\circ\text{N}$ 、 $110^\circ\text{E}$  (桂林)或以西;

$x_{12}$ : 在  $36^\circ\text{N}$  以南、 $113^\circ\text{E}$  以东有  $588$  线的高压中心。

凡是同时符合上述 4 个条件的,则可以对长沙盛夏 $\geq 37^\circ\text{C}$  的强高温天气作出  $(18/21)=85.7\%$  的概率预报。

### 2.1.3 长沙盛夏 $\geq 38^\circ\text{C}$ 高温天气的判别指标

①  $500\text{hPa}$  图上:

$x_{13}$ : 在  $57083$ 、 $57494$ 、 $58606$ 、 $58665$  和  $58367$  站以东两个经度到  $58221$  范围内有 $\geq 5880\text{gpm}$  高压中心;

$x_{14}$ : 在  $58367$ 、 $58238$ 、 $57494$ 、 $58606$  和  $58665$  范围内有 $\geq 5930\text{gpm}$  的高度;

②  $850\text{hPa}$  图上:

$x_{15}$ : 在  $58367$ 、 $58238$ 、 $57083$ 、 $57036$ 、 $57461$ 、 $57679$ 、 $58606$  和  $58457$  诸站范围内有

$\geq 24^\circ\text{C}$  的暖中心。

③ 地面图上:

$x_{16}$ : 长沙  $14$  时  $\Delta p_{24}$  在  $-1.0\sim 3.5\text{hPa}$  之间。

④ 其它:

$x_{17}$ : 预报日前  $1\sim 2$  天有一天日最高气温 $\geq 35.0^\circ\text{C}$ 。

凡是同时符合  $x_{13}$ 、 $x_{15}$ 、 $x_{16}$  和  $x_{17}$  或  $x_{14}$ 、 $x_{15}$ 、 $x_{16}$  和  $x_{17}$  判别指标的,就可以对长沙市次日 $\geq 38^\circ\text{C}$  的强高温天气作出  $(8/10)=80.0\%$  的概率预报。

### 2.1.4 长沙盛夏 $\geq 39^\circ\text{C}$ 高温天气的判别指标

$x_{18}$ : 在  $58367$ 、 $58238$ 、 $57494$ 、 $58606$  和  $58656$  诸站范围内有 $\geq 5960\text{gpm}$  等高线。凡是同时  $x_{15}\sim x_{18}$  上述判别指标的就可以对长沙市次日 $\geq 39^\circ\text{C}$  的强高温天气作出  $(1/1)=100\%$  的概率预报。

## 2.2 大陆高压型

大陆高压型形成长沙盛夏高温天气的主要环流特点是: $500\text{hPa}$  等压面上长沙受高原大陆高压及其西北气流的影响,高原上无冷槽。 $850\text{hPa}$  等压面上,在西北、华中和华东地区有 $\geq 24^\circ\text{C}$  的暖中心,并有高压环流存在。地面图上无锋面。

在大陆高压型影响下,长沙出现的高温天气多为  $35\sim 36^\circ\text{C}$ 。1981~1990 年 10 年中,共有 41 个高温个例,其中  $35\sim 36^\circ\text{C}$  高温的有 40 个例子,仅有一次为  $36.7^\circ\text{C}$ 。即长沙出现  $35\sim 36^\circ\text{C}$  高温天气的几率为  $(40/41)=97.6\%$ 。因此,不需要对其再作高温的定量差别预报。

大陆高压型的预报因子有:

①  $500\text{hPa}$  图上:

$x_{19}$ : 在  $25\sim 37^\circ\text{N}$ 、 $90\sim 105^\circ\text{E}$  范围内为西北气流或受高压环流影响;

$x_{20}$ : 在  $25\sim 34^\circ\text{N}$ 、 $94\sim 105^\circ\text{E}$  范围内没有冷性低压槽。

②  $850\text{hPa}$  图上:

$x_{21}$ : 在 25~37°N、102~120°E 范围内, 出现 6 站西南风速  $\geq 12\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ , 或者有 24°C 暖中心;

$x_{22}$ : 在 56492、56294、56137 和 56651 站或者在 56294、57447、57494、57083 和 57036 站有高压中心或高压环流;

$x_{23}$ : 在 51777、51644、57828 站或在 52889、53614、53553 站范围内有 24°C 暖中心;

$x_{24}$ : 在 20~30°N、109~119°E 范围内, 没有低压、台风和东风波影响。

③ 地图上:

$x_{25}$ : 在 25~35°N、105~115°E 范围内没有冷锋或静止锋, 否则锋面必须已经移过

57494 站。

凡是同时符合  $x_{19} \sim x_{25}$  预报因子时, 则可以对长沙次日 35~36°C 的高温天气作出  $(41/46) = 89.1\%$  概率预报。

### 3 试验结果

1996 年 7 月, 使用本方法在湖南省气象台进行了业务值班试验。试验结果如下: 发布非高温 ( $< 35^\circ\text{C}$ ) 天气预报 22 次, 预报正确 20 次, 漏报 2 次, 无空报。其预报成功率为 90.9%; 发布有高温 ( $\geq 35^\circ\text{C}$ ) 天气预报 9 次, 预报正确 7 次, 空报 2 次, 无漏报, 其预报成功率为 77.8%。对 1996 年 8 月和 1997 年 7、8 月, 我们作了历史回代, 结果令人满意。

## The Probability Forecast of High Temperature in Midsummer at Changsha City

Feng Shucahng Feng Juanlan Wu Liqing

(Hunan Meteorological Bureau, Changsha 410007)

### Abstract

The weather system caused high temperature in midsummer at Changsha City was investigated by using the historical data in 1981~1990. Some important factors were selected and their climatic probabilities were statistically analysed. The probability forecast method of high temperature at Changsha City was presented. The method was of satisfactory effect through the experimental use and test in 1996 and 1997.

**Key Words:** high temperature probability forecast statistical analysis ridge line of subtropical high