

# 一种干湿气候指数的计算方法

黄露菁 郑德娟 陈创买

(中山大学大气科学系, 广州 510275)

## 提 要

在科塔哥月干燥指数的基础上, 采纳了柯本在夏季多雨地区, 草原气候(干)与林木气候(湿)界限的地区标准, 结合广东地区气候特征, 通过实际气候资料检验和修正, 提出了一种适用于广东及其邻近地区的干湿气候指数计算公式。经过用广东省各地实际资料作年内的和冬、夏半年的, 以及任意年、月的干湿指数的实际计算和分析, 发现该指数能较清楚地反映广东干湿气候变化特征。这对于为农业生产和经济建设服务具有实际的意义。

关键词: 干湿气候指数 干季和湿季 气候变化

## 引 言

气候对于自然环境与人类活动都具有重要影响。气候的变化是受制于太阳辐射、大气环流和地理条件诸因素综合作用的结果。这种结果通过各种气候要素表征出来。气候特征的一个重要方面是干与湿, 因而设想采用一种指数方法综合各种气候要素来反映某个地方的干湿气候特征是十分有意义的。事实上, 这样做必然有许多困难。但是, 如果仅考虑特别重要的气候要素, 如降水、温度等, 用简单的指数客观定量地来评估某个地区的干湿情况及变化特征是可能的。

影响气候干湿程度的主要因素是降水和蒸发, 所以本世纪初或更早时期的杜库恰耶夫<sup>[1]</sup>提出降水蒸发比作为干湿气候指数, 后来又有许多学者<sup>[2, 3, 4, 5]</sup>研究自然蒸发和干湿气候指数。但他们主要从热量平衡的角度进行研究。事实上, 由于难以获得精确的自然蒸发量, 许多气候学家注意到蒸发量与温度的关系, 提出用降水量与温度来表示干湿气候指数<sup>[1]</sup>, 并用于划分气候, 科塔哥

(Coutagne)<sup>[1]</sup>提出了月干燥指数, 柯本(Köppen)<sup>[1]</sup>在划分干燥气候与湿润气候界限时, 不仅用降水量和温度作指数, 也考虑了指数的地区性, 湿润界限区分了全年多雨、夏季多雨和冬季多雨三种不同地区标准。在夏季多雨地区, 草原气候(干)与林木气候(湿)界限, 为温度加14等于降水量的一半。这一标准与广东自然景观比较接近。根据广东地区夏季多雨、冬季少雨, 干湿季节分明的气候特点<sup>[6]</sup>, 使干湿气候的划分比较接近广东四季的自然气候, 我们采用科塔哥的月干燥指数形式, 并吸收柯本的上述标准, 经用实际资料检验和修正, 提出一个可用于广东及其邻近地区计算年内的和冬夏半年的, 以及任意年、月的干湿气候指数公式。并用这个指数划分该地区的干湿季节。如果用更细致的短时距例如候资料, 还可以更详细地划分出各地干湿季的起始期和终止期, 研究短期干湿气候的变化等。本文在陈创买等人<sup>1)</sup>工作的基础上着重介绍干湿气候指数的物理意义、计算方法及可能应用。

1) 陈创买等. 广东干湿气候特征. 热带气象学报, 待发表.

## 1 干湿气候指数公式

## 1.1 计算公式

科塔哥月干燥指数公式<sup>[2]</sup>:

$$A_m = \frac{12r_m}{\theta_m + 10} \quad (1)$$

其中,  $r_m$  为月降水量(cm),  $\theta_m$  为月平均温度(°C)。年干燥指数  $A$ <sup>[2]</sup> 为:

$$A = \frac{r}{\sum_{m=1}^{12} \frac{r_m}{A_m}} \quad (2)$$

其中  $r$  为年降水量(cm)。可以证明:

$$A = \frac{r}{\theta + 10} \quad (3)$$

其中  $\theta$  为由月平均温度计算的年平均温度(°C)。然而, 遗憾的是这个指数公式没有指出具体的适用标准。

在柯本的气候分类中, 提出了夏季多雨地区干燥的草原气候与湿润的林木气候界限为:

$$r = 2(\theta + 14) \quad (4)$$

其中,  $\theta$  为年平均温度(°C),  $r$  为干燥限量年降水量(cm)。为了寻找一个能与华南地区自然景观较相一致, 又可计算各种不同时距的干湿指数, 希望该指数具有科塔哥月干湿指数(1)的形式, 并可吸收柯本的干湿界限标准。为此, 将式(4)写成:

$$A_c = \frac{r}{2(\theta + 14)} \quad (5)$$

$A_c$  为季风气候区柯本年干湿指数。 $A_c$  值一般不恰好为 1.0, 当用具体资料代入后, 若  $A_c > 1.0$ , 则为湿; 若  $A_c < 1.0$ , 则为干; 当  $A_c = 1.0$  时, 正是柯本的干与湿的分界, 此界限等值线便是干与湿的自然分区。

显然式(5)与式(3)相似, 都是计算年的指数。在式(4)与式(5)中,  $r$  为年降水量, 它可以由每日, 或每候, 或每旬, 或每月, 或每季……等不同时距的降水量之和求得。为方便和习惯, 设它是由每月(12个月)降水量之总和求之, 即  $r = \sum_{m=1}^{12} r_m$ 。而式(4)中  $\theta$  为年平均

温度, 同样也可以由不同时距温度之平均求出, 仍设它是由月平均温度求之, 即为:

$$\theta = (\sum_{m=1}^{12} \theta_m) / 12 \quad (6)$$

由此我们可以推出具有科塔哥式(1)形式, 并吸收柯本干湿界限标准的月干湿指数计算公式为(证明从略):

$$A_{cm} = \frac{12r_{cm}}{2(\theta_m + 14)} \quad (7)$$

式中,  $r_{cm}$  为月降水量(cm),  $\theta_m$  为月平均温度(°C)。

式(7)是使用月资料时的计算月干湿指数公式。如果使用的是旬的资料, 则式(7)右端分子的数 12 就应改为 36; 若使用候资料时就应为 72 等等, 以此类推。如果将  $r_{cm}$  的单位改为 mm, 并将 2 改为由  $K$  表示, 则式(7)变成:

$$A_{cm} = \frac{12r_{cm}}{K(\theta_{cm} + 14)} \quad (8)$$

其中系数  $K=20$ 。式(8)的物理意义为月总降水量与总蒸发量之比, 它反映了一地干湿气候状态。该式考虑了华南夏季多雨, 冬季少雨的季风气候特点。华南地区恰是柯本公式的适用区域。同时, 因为华南降水和温度随季节变化具有同步性, 即夏季温度高时降水亦多, 冬季温度低时降水亦少。这一特点与蒸发量随季节变化有较密切的关系。所以用式(8)来确定干湿气候状态是合理的。

我们还可以将式(8)推广到可计算不同时距的干湿气候指数公式  $A_s$ , 设  $T$  为时距长度, 且使用月资料, 则

$$A_s = \frac{\frac{12}{T} r_s}{K(\theta_s + 14)} \quad (9)$$

其中,  $r_s$  为以  $T$  为时距长度的降水量(mm),  $\theta_s$  为以  $T$  为时距长度的平均温度。当时距长度为月、季、夏半年(5—9月)和冬半年(10月至翌年4月)时, 即可分别令  $T=1, 3, 5$  和 7 等。

这样我们就可以利用不同时距的干湿气

候指数来计算年的干湿气候指数。

## 1.2 公式的修正

在一般情况下,华南的雨季是4—9月,此时期内干湿气候指数应较大。10月—3月是华南的旱季,这一时期指数值应较小才较符合实际情况。

根据科塔哥月干燥指数式(1)和柯本干湿界限条件式(4),显然式(9)中, $A_s=1.0$ 为干与湿的分界, $A_s>1.0$ 为湿, $A_s<1.0$ 为干。系数 $K$ 为与蒸发有关的常数。当 $K=20$ ,用广东各气象站多年平均降水与平均温度计算的结果(图略),发现由式(9)计算的干湿气候指数偏大。

经分析发现,若以 $A_s=1.50$ 为标准,当 $A_s>1.50$ 时为湿, $A_s<1.50$ 时为干,则与广东气候实际情况比较相符。但是,这一界限使用起来不大方便。因此,还是确定以1.0为划分干湿界限较为合适。为此令新指数为 $A'_s$ ,则

$$A_s = 1.50A'_s \quad (10)$$

将式(7)代入,则得

$$A'_s = \frac{\frac{12}{T} r_s}{K'(\theta_s + 14)} \quad (11)$$

其中 $K'=30$ 。式(11)即为以30为系数计算不同时距长度的广东及其邻近地区的干湿指数公式。该公式以 $A'_s=1.0$ 为干湿分界值(图略)。

## 2 若干计算结果的分析应用

### 2.1 干湿气候指数的年内变化

使用广东各地测站多年月平均温度( $^{\circ}\text{C}$ )和月平均降水量(mm)资料,用式(11)计算各地1—12月份干湿气候指数,并绘制全省各月干湿气候指数分布图,从这些图中可清楚地反映出广东各地干湿季及其转换期分布特征。

由上述指数分布图,显而易见,广东4—9月全省大部分地区 $A'_s>1.0$ ,可划分为湿季。而10月—1月全省大部分地区 $A'_s<$

1.0,则划分为干季。2—3月为干转湿的过渡期。干季短而湿季长。这一结果与广东的雨季和旱季十分吻合。从分析中还发现,广东干湿季节的相互转换都是首先从粤北地区开始的(图2和图4),并向南推至全省各地。一般情况下,干季向湿季转换缓慢,大约需要2—3个月的时间。而湿季向干季转换迅速,只需不到1个月的时间。在湿季中,指数增达顶盛是5—6月份(图3),广东地区出现两条近于东西带状的高值区,中心值达4.0以上,这时正值广东的前汛期。干季中的12月份全省指数 $A'_s<1.0$ (图1),并且12月份全省各地的指数值是全年中最小的。因此,12月份是最干燥的月份。

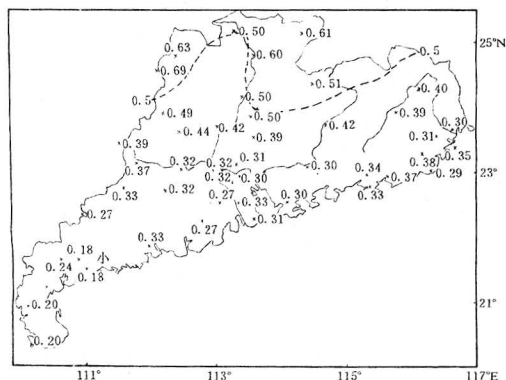


图1 广东12月干湿气候指数分布

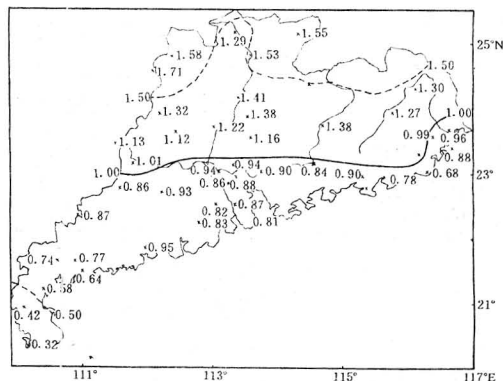


图2 广东2月干湿气候指数分布

局部地区也可使用公式(11)来计算分析干湿气候特性及变化。以广州为例,绘制1—

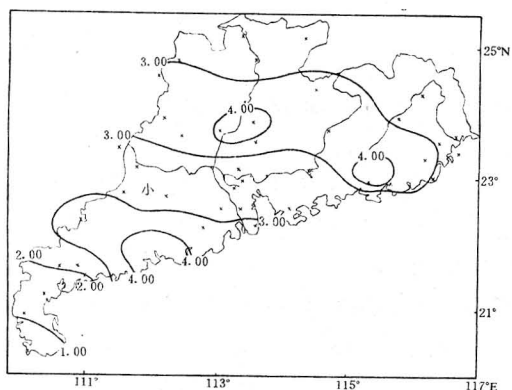


图3 广东5月干湿气候指数分布

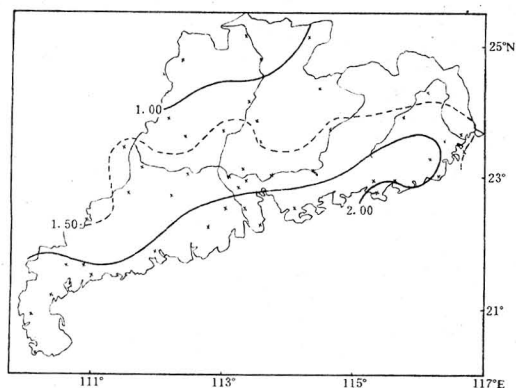


图4 广东9月干湿气候指数分布

12个月的干湿气候指数曲线(图略)。曲线分布状态呈微胖状双峰型。一个峰值出现在5月份,处于广东前汛期。另一峰值出现在7、8月,处于广东后汛期中。但5月的峰值明显高于7、8月的峰值。曲线可以清楚地反映出广州全年干湿季的分布,湿季时间长,持续7个月。干季时间短,维持4个月。湿季振幅大于干季的振幅等。

从上述这些分析可见,广东绝大部分地区,从4—9月,干湿气候指数大于1.0,显示降水量大于蒸发量,气候湿润。特别是5—6月份,许多地方干湿指数可大于3.0或4.0,说明水量收入大于支出。但是,这些多余的降水,除部分为水库所储蓄外,大部分通过径流流入溪河而损失掉了。从10月至翌年1月干湿气候指数小于1.0,显示降水不足蒸发,空

气干燥,作物生长需要人工灌溉。

## 2.2 夏半年、冬半年和全年干湿气候指数

用夏半年(5—9月)平均温度和平均降水量计算夏半年干湿气候指数(图略)。夏半年全省  $A'_s > 1.0$ , 显示广东夏半年是比较湿润的。

用冬半年(10月至翌年4月)平均温度和平均降水计算冬半年干湿气候指数(图略)。结果表明,广东冬半年有2/3的测站干湿气候指数小于1.0,但仍有1/3测站  $A'_s > 1.0$ ,说明广东冬半年虽是干季少雨的干燥时期,但有不少地方还是较湿润的。

用年平均温度和年平均降水量计算年干湿气候指数(图5)。广东全省年的  $A'_s > 1.0$ , 表明了就平均情况来说,广东是湿润的。但众所周知,由于季风的影响,广东夏季多雨,冬季少雨。降水年内分配不均,造成冬半年干旱缺水现象。

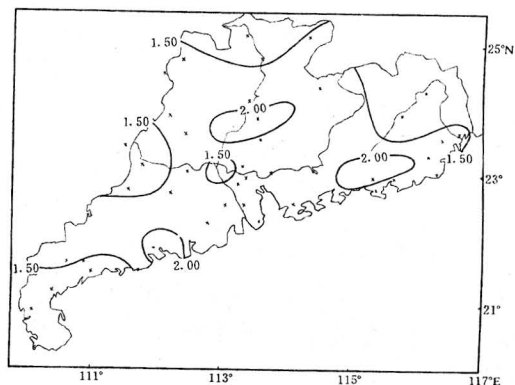


图5 广东年干湿气候指数分布

## 2.3 分析干湿气候异常

用不同时距逐年的温度和降水资料,计算所选时距上的干湿气候指数,可以反映出各地干湿气候异常情况。例如,在全年最干燥的月份12月和1月,全省月干湿气候指数均小于1.0。但是,我们也发现,某些年份该月干湿指数大于1.0。显示该年该月湿润情况十分良好。图6为广东1983年1月干湿气候指数分布。图中可见仅徐闻站  $A'_s < 1.0$  外,其余均大于1.0,恰与正常年份相反。又如全

年最干燥的12月份,却在1971年全省除茂名外,干湿气候指数均大于1.0。还有不少年份有类似情况,这些年份湿润情况比正常年份要好。而1976、1986、1987年1月是干燥月份中之最干燥者,这些年份1月份的干湿气候指数几乎近于0。这是气候变化所造成的干湿异常现象。

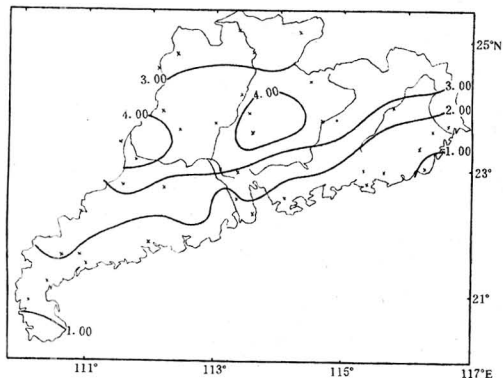


图6 1983年1月广东干湿气候指数分布

### 3 结论

3.1 干湿气候指数公式综合了最重要的两个气候要素——降水和温度,以量值来表征干湿气候特征和干湿季的转换。物理意义清晰,计算简便。该公式经过用广东地区气候资料进行检验,并加以修正,可适用于广东及其邻近地区。计算结果与广东的自然景观十分

吻合。

3.2 干湿气候指数公式还可以根据需要应用于不同的时距。它不仅能用来计算分析大范围地区的干湿气候特征,还能用于计算分析局部的干湿气候特征。

3.3 若将干湿气候指数作为一个指标,则应能用于对大范围地区或某一局部地区干湿状况作出评价。为农业生产及有关部门提供信息和服务。

3.4 在进行气候特征及其变化的研究工作中,若将干湿气候指数作为一种基本的灾害性气候要素,进一步深入探讨异常气候的演变及其成因等问题,可能有一定的意义。

### 参考文献

- 1 么枕生. 气候学原理. 北京: 科学出版社, 1959: P281—340.
- 2 Penman H. L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc of Royal Society. London. A. 193 (1948).
- 3 刘振兴. 论陆面蒸发量的计算, 气象学报, 1969, 27(4): 337—344.
- 4 傅抱璞. 论陆面蒸发的计算. 大气科学, 1981, 5(1): 23—31.
- 5 黄润本等. 论干湿气候指数. 中山大学学报, 1980, (2): 75—81.
- 6 广东省气象局气候资料室. 广东省气候图集. 广州: 广东省地图出版社, 1989: 229.

## A Computation Technique of Climatic Index of Aridity and Wetness

Huang Lujing Zheng Dejuan Chen Chuangmai

(Dept. Atmo. Sci., Zhongshan University, Guangzhou, 510275)

### Abstract

On the fundamental of the Couteque's index of monthly aridity and utilizing the Köppen limit of the dry steppe climate and wet forest climate in the summer pluvial regions, the examination and revision of the climatic information are conducted. Considering the climatic characteristics of Guangdong, a formula of climatic index of aridity and wetness has been presented.

The aridity and wetness index are computed and analysed with the data of a year, summer and winter half year, and some year or months in Guangdong. These results are important for agriculture production and economy planning.

**Key Words:** climatic index of aridity and wetness dryseason and wetseason climatic change