

论自然区划的热量指标

——以南亚热带北界为例

黄润本 黄伟峰

(气象学系)

梁国昭

(广州地理研究所)

摘 要

地表热状况对于地理景观的发生和发展具有重要意义。在我国的自然区划中,带的划分把空气积温(T_a)当作主要指标。由于 T_a 是一个不完善的指标,本文提出用作用面积温(T_s)作为新的指标,并根据热量平衡方程讨论了 T_s 的计算方法。

计算表明, T_s 是一个较好的指标,例如两广及云南南亚热带常绿阔叶林——砖红壤化红壤黄壤地带的北界, T_a 和 T_s 之间的差异是很大的。沿这一北界, T_s 值变化比 T_a 值的变化要小。

地表的热量状况,对于景观的发生和发展有极其重要的意义。它与基本的地理空间规律性存在着一定的联系。在现行的自然区划中,带或区域的划分,即以热量资源为依据^[1]。因此,关于热量指标的研究,对于开展自然区划具有重要意义。

一、作用面温度是较好的热量指标

我国自然区划所采用的热量指标为日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温。

正如文献[1]所指出的,空气积温“还不是一个完善的指标,它带有一定条件性,与植物生长的关系并不是函数关系”。М.И. Будыко认为用空气积温估计地表自然地理过程动力因子会引起某些误差^[2]。

国内外的文献揭示了一些用空气积温作为热量指标与植物的生长发育或植被分布相联系很难解释的问题^[3-5]。

一些学者的研究表明,影响植物生命活动的温度应该是植物本身的温度^[2]。植物温度与气温是有差别的,日变化也不相同。早在本世纪初,A.M. Smith在锡兰的Pera-

本文1983年3月收到

deniya 植物园观测了植物叶温与气温的差别及其与太阳辐射的关系^[9]。嗣后,许多学者在这方面做了大量的研究工作。应着重说明的是:植物地上部分的温度受太阳辐射、气温、湿度、风速、土壤水分等一系列因素的综合影响^[5];植物地上温度的日变化,远较气温日变化强烈。植物增热最剧的时间出现在白天静风条件下,这时叶面温度可高于气温10℃以上;有云时叶面温度与气温差值减小,阴天时两者很接近;夜间叶面温度与气温差值最小,晴天夜晚静风时叶面温度可稍低于气温。

由此可见,不能把大气的热状况与植物本身的热状况等同起来,气温只是影响植物温度的因素之一,单纯用气温来反映植物的热状况,显然是不够全面的。一般认为,比较全面的表征植物热状况的应该是陆地作用面的温度^[3]。陆地作用面实际上是十分复杂的三维空间,它可以达到相当大的厚度(例如有森林植被存在时),地理环境的物质和能量交换过程,主要在作用面进行。在植被较密集的情况下,植物叶子通常是作用面的主要部分,因此作用面温度表征了进行光合作用的叶子的温度,亦即表征了植物制造有机物质的器官的温度^[10]。

基于上述,作用面的温度更接近于植物本身的热情况,用作用面温度做自然区划的热量指标是比较适宜的。

二、作用面温度的计算方法

现时作用面温度的直接观测资料非常缺乏,必须使用间接方法来确定它。以热量平衡方程来确定作用面温度,是目前一些间接方法中最为完善的^[2]。

作用面热量平衡方程为

$$R = LE + P + B \quad (1)$$

式中R为辐射差额,LE为蒸发耗热(其中L表示蒸发潜热,E表示蒸发量),P为湍流热通量,B为作用面与下层土壤之间的热量转换。辐射差额依下式计算:

$$R = J(1 - \alpha) - I \quad (2)$$

式中J为太阳总辐射,根据有关数据计算^[11]; α 为作用面反射率,依照不同景观平均反射率^[2]可确定 α 值;I为有效辐射,确定I首先须计算晴空条件下的有效辐射 I_0 ,利用气温和水汽压可算出 I_0 值(有成表可查)。考虑到云量,以及作用面与空气的温度差对有效辐射的影响,有效辐射可表示为

$$I = I_0(1 - cn^2) + 4s\sigma\theta^3(\theta_w - \theta) \quad (3)$$

式中C为说明云对有效辐射影响的系数,有各纬度带C的平均值数据; n 为平均云量(十分数);S为说明自然表面的辐射与黑体辐射区别的系数,取 $s = 0.95$; σ 为stefan-Boltzmann 常数,取 $\sigma = 0.816 \times 10^{-10}$ 卡/厘米²分度⁴; θ 和 θ_w 分别为空气温度和作用面温度。

将式(3)代入式(2),有

$$R = R_0 - 4s\sigma\theta^3(\theta_w - \theta) \quad (2')$$

$$\text{其中} \quad R_0 = J(1 - \alpha) - I_0(1 - cn^2) \quad (4)$$

湍流热通量依下式计算^[2]

$$P = \rho C_p D (\theta_w - \theta) \quad (5)$$

式中 ρ 为空气密度, 取值 1.293×10^{-3} 克/厘米³; C_p 为空气定压比热, 取值 0.2×10^{-3} 千卡/克·度; D 为外扩散系数, 根据有关资料, 平均取值0.63厘米/秒. 将 ρ 、 C_p 和 D 值代入式(5), 得

$$P = 0.51(\theta_w - \theta) \quad \text{千卡/厘米}^2\text{月} \quad (5')$$

蒸发量的计算采用L. Turc公式^[12]:

$$E = \frac{r + a + v}{\sqrt{1 + \left(\frac{r + a}{E_0} + \frac{v}{2E_0} \right)^2}} \quad \text{毫米/旬} \quad (6)$$

式中 r 为旬降水量; E_0 为旬最大可能蒸发量; v 为考虑植物对蒸发影响的植物因子, 须根据植物生长过程中土壤水分动态、植物需水量、植物干物质重等来决定; a 为可供蒸发的土壤水分, 由某旬开始时田间持水量与土壤实际含水量之差 Δ 决定, 当

$$(35 - \Delta) > 10 \text{ 时, } a = 10$$

$$(35 - \Delta) < 1 \text{ 时, } a = 1$$

$$1 \leq (35 - \Delta) \leq 10 \text{ 时, } a = 35 - \Delta$$

计算蒸发量时, 可根据明显看出降水量远大于蒸发量的旬(该旬末, 或下一旬开始, $\Delta = 0$), 从下一旬起算, 则 $a = 10$, 连同 r 、 v 和 E_0 各值代入式(6), 便可求得下旬的蒸发量; 下一旬末的 Δ 根据渗透量 f' 取得, 对于 $r > E$ 的旬,

$$f' = r - E - \Delta(\text{前旬末}) \quad (7)$$

若 f' 为正数, 则本旬末的 $\Delta = 0$; 若 f' 为负数, 其绝对值即为本旬末的 Δ , 而 f' 记为0; 对于 $r \leq E$ 的旬, $f' = 0$, 本旬末的 Δ 为本旬 $E - r$ 的差额与 $\Delta(\text{前旬末})$ 之和. 其余逐旬末的 Δ 值, 依此类推算出.

L. Turc 应用(6)式计算地球许多地方的蒸发量, 与实际观测值相比颇为满意. J. C. J. Mohrmann 等计算欧洲农业水分亏缺和 M. S. Ahmad 计算巴基斯坦 Quetta 谷地的植物水分需要量, 亦采用这个公式, 都得到满意的结果^[12].

从式(6)的结构看到, 其中最大可能蒸发量 E_0 值的大小, 影响蒸发量的计算结果要比降水量 r 或植物因子 v 为大. 由于缺乏植物因子 v 值资料, 我们取 $v = 0$, 式(6)变为

$$E = \frac{r + a}{\sqrt{1 + \left(\frac{r + a}{E_0} \right)^2}} \quad \text{毫米/旬} \quad (8)$$

这就是L. Turc 计算裸露土壤蒸发的公式. 但是式中 E_0 , 我们采用地面热量平衡方程式求算^[12], 这就可以认为已考虑了植物因子在内, 因为热量平衡方程表征了包括植物在内的作用面与大气, 以及作用面与下层土壤之间的热量、水分交换过程. 在华南地区曾经用这样的处理方法利用式(8)计算过若干地点的旬蒸发量累计得到年蒸发量, 与根据降水量和径流量实测资料的差值得到的年蒸发量作了比较, 相对误差一般都在5%左右^[12], 而所计算的若干地点降水量年变化是显著不同的, 因而有充分理由认为利用式(8)所计算的蒸发量是相当可靠的.

在年热量平衡中, 作用面与下层土壤间的热量转换 B 的多年平均值一般等于0, B 的

月平均值应根据各深度土壤逐月温度变化和土壤热容量等资料来计算,亦可根据有些站已具有的B月平均值与前后两月的气温变化值 ΔT 的相关关系资料来推求。我们就是采用高国栋等所制作的 $B \sim \Delta T$ 相关曲线^[13],由所研究的站点的 ΔT 求得B的月平均值。

将式(2')、(5')代入(1),得

$$R_0 - 4s\sigma\theta^3(\theta_w - \theta) = LE + 0.51(\theta_w - \theta) + B$$

则作用面的温度为

$$\theta_w = \frac{R_0 - LE - B}{0.51 + 4s\sigma\theta^3} + \theta \quad (9)$$

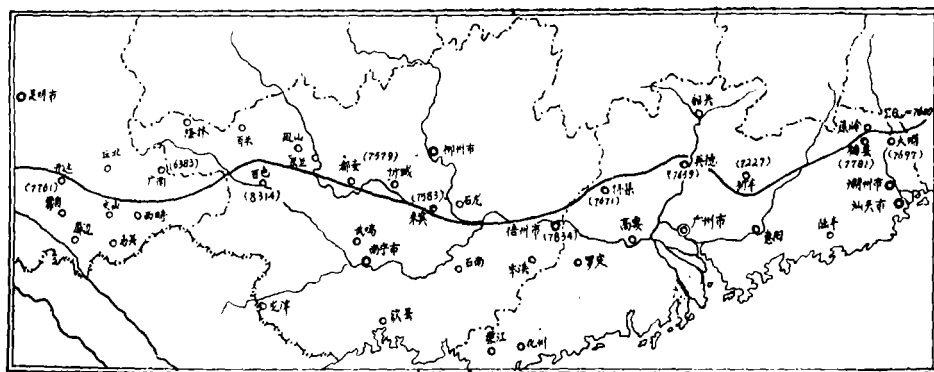
将每月的作用面温度制成直方图,作出年变程曲线,用图解积分法就可以计算出作用面积温。

三、计算结果与讨论

现以我国自然区划中两广及云南境内亚热带常绿阔叶林——砖红壤黄壤地带的北界为例,这条界线在两广及云南境内的位置有如附图所示^[1],我们计算了这条线附近一些地点的 $\geq 10^\circ\text{C}$ 作用面积温,计算结果见表1。从表1中的数据与图1亚热带常绿阔叶林——砖红壤化红壤黄壤地带的北界相对照,可见采用作用面积温作为划分带或区域的热量指标是比较合理的,尽管在上述界线空气积温有着颇大的差别,然而作用面积温大致是相等的,这条界线可以定为 $\geq 10^\circ\text{C}$ 作用面积温 $\Sigma\theta_w = 7600^\circ\text{C}$ 。由此可见,海拔高度不同的地区如果具有相同的植被和土壤,大致应由同等的热量来决定的,其热量可以采用作用面 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温来恰当地表示,一向认为海拔较高地区空气积温的“有效性较高”显然是缺乏物理意义的。

表1 两广及云南境内亚热带常绿阔叶林——砖红壤化红壤黄壤地带北界附近一些地点 $\geq 10^\circ\text{C}$ 作用面积温与空气积温($^\circ\text{C}$)

地点	开远	广南	百色	都安	来宾	梧州	怀集	英德	新丰	梅县	大埔
高度(米)	1050.9	1250.5	173.1	170.2	84.5	119.2	55.4	29.3	158.6	77.5	74.0
作用面积温	7761	6383	8314	7579	7583	7834	7671	7659	7227	7781	7697
空气积温	6851	5131	7839	7315	6770	6971	6853	6737	6657	7273	7191



附图 两广及云南境内亚热带常绿阔叶林——砖红壤化红壤黄壤地带的北界($\Sigma\theta_w = 7600^\circ\text{C}$)

参 考 文 献

- [1] 中国综合自然区划(初稿), 科学出版社, 1959.
- [2] Будыко М.И., 地表面热量平衡, 科学出版社, 1960.
- [3] Будыко М. И., 论生物的热量平衡, 热、水平衡及其在地理环境中的作用问题(第一辑), 科学出版社, 1960.
- [4] Алисов Б. П. 等, 气候学教程, 高等教育出版社, 1957.
- [5] Давитая Ф.Ф., Мельник Ю.С., Радиационный нагрев Деятельной поверхности и границы леса, М. и Г., no 1, 1962.
- [6] Давитая Ф.Ф., Учет микроклиматических особенностей в размещении культурных растений и специализации сельского хозяйства, сб. «Современные проблемы метеорологии приземного слоя воздуха», Гидрометеониздат, 1958.
- [7] 丘宝剑, 我国亚热带的界限问题, 地理, 1962, 2.
- [8] 任美铎、杨朝章, 中国自然区划问题, 地理学报, 27 (1961).
- [9] Geiger R., The Climate near the Ground, Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts, 1957.
- [10] Wilson Ch. C., Boggess W.R., Kramer P.J., Diurnal Fluctuation in the Moisture Content of some Herbaceous Plants, *Amer. Journ. of Bot.*, 40 (1953), 3.
- [11] 黄润本等, 论太阳总辐射的计算(I)(I), 中山大学学报(自然科学版)1982, 3—4.
- [12] 黄润本、黄伟峰、沈雪苹, 论干湿气候指数, 中山大学学报(自然科学版), 1980, 2.
- [13] 高国栋、陆淦蓉等, 东亚地区的地表面辐射平衡、热量平衡及冷热源问题的研究, 大气科学, 3 (1979), 1.

On the Thermal Indices of Natural Regionalization

Huang Runben Huang Weifeng Liang Guozhao

Abstract

The thermal condition of earth's surface is of great importance to the occurrence and development of geographic landscape. The scientists took the accumulated air temperature (T_a) as main index of belt division in the natural regionalization of our country. because the T_a is not a perfect index, we suggest taking the accumulated temperature of acting surface(T_s) as new index of belt division in the paper. We discuss the method of determining T_s from heat balance equation.

The calculations show that T_s is a better index. For example, along the northern boundary of south subtropical evergreen broadleaved forest--the zone of taterized red and yellow soils in Guangdong, Guangxi and Yunnan, the difference between T_a and T_s is very large. Along the boundary, the change in values of T_s is smaller than that of T_a .