

丘陵山区地表温度场日间变化的简单推算

李 慧

翁 鸣

(北京市气象局, 100081)

(南京气象学院)

提 要

通过坡地地表温度和坡地总辐射的模拟试验观测,建立了推算丘陵山区地表温度与总辐射的回归关系式。结果表明,计算的地表温度分布与地形特征相当一致,且地表温度较总辐射有一定时间的滞后。

关键词: 坡地 地表温度 总辐射

引 言

研究复杂山区温度场的分布,具有重要的实际意义和理论意义。但由于山区地形复杂,单纯的野外小气候考察已无法满足需要,所以,研究山区温度场的气候推算方法很有必要。为此,我们曾先后在大别山南段赵公岭山区(1988年7—8月)和南京浦口区小鸡山(1989年3月)组织了坡地地表温度和坡地总辐射的模拟试验观测,试图从两者的物理联系着手,建立一个推算山区地表温度的简单模式,以揭示地表温度在山区的分布及其日间变化特征。试验区为安徽潜山县境内大别山南段赵公岭山区,其地形特征可见文献[1]。

1 回归模型的建立

太阳总辐射与地表温度之间的物理联系是非常清楚的,并在理论上可由地表能量平衡方程表示出来。文献[2]曾给出总辐射与地表温度间的相关,坡地试验观测结果同样证明了上述相关的存在(图1)。

图中各坡地总辐射与地表温度具有相似的日间变化形式,只是后者的位相稍落后于前者,显示出地表对太阳辐射加热作用的滞后效应。

根据坡面地表能量平衡方程,坡地总辐射 $Q_{\text{总}}$ 与地表温度 T_s 间的经验模型可简单地以如下形式表示:

$$Q_{\text{总}} = \sum_{i=0}^4 a_i T_s^i \quad (1)$$

拟合时,为克服观测资料不连续的影响,我们采用三次自然样条函数对地表温度资料插值,之后与总辐射资料进行滞后相关分析,并用逐步回归方法筛选因子(采用信度为0.05的 F 检验作为引进、剔除因子的标准)。结果表明,选取适当的滞后时间(计算结果,7月为38分钟,3月为42分钟)之后,两者相关达最佳状态,而且仅选用 T_s 即可,此时相关系数分

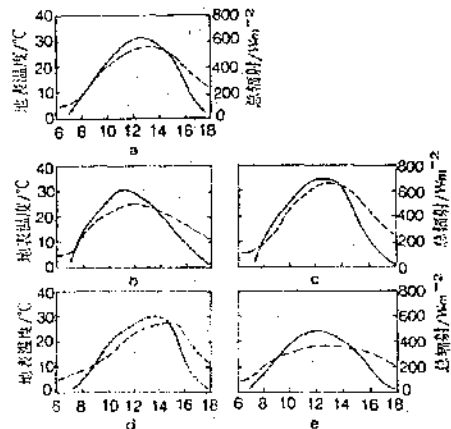


图1 坡地总辐射(实线)与地表温度(虚线)的日间变化

别为0.94和0.90,这样,式(1)即可改写为:

$$Q_{a\beta} = a_0 + a_1 \cdot T_s \quad (2)$$

的形式,式中 T_s 表示地表温度较总辐射有一时间滞后。由此,可直接给出坡面地表温度的推算式:

$$T_s = a + b \cdot Q_{a\beta} \quad (3)$$

计算得到的回归系数分别为:

$$7月 \quad a=27.1850 \quad b=0.0358$$

$$3月 \quad a=7.9766 \quad b=0.0316$$

图2即为考虑了滞后效应的坡地总辐射与地表温度的相关。

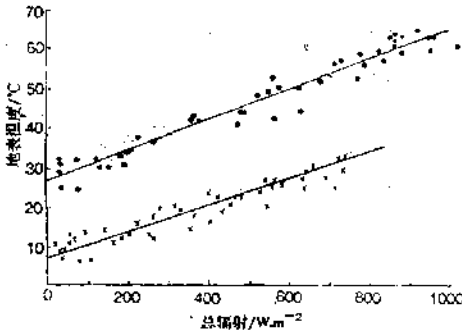


图2 坡地总辐射与地表温度的散点分布
×表示3月,•表示7月

图3则为地表温度拟合值与实测值的对比情况。可以看出,式(3)的拟合结果是较为

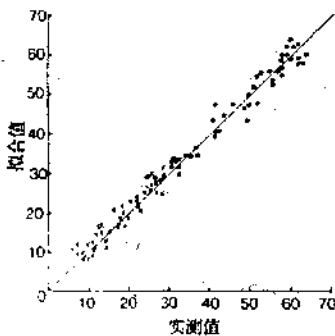


图3 坡地地表温度拟合值与实测值比较

理想的。

以上是根据在孤立山岗上所做的坡地总辐射-地表温度模拟观测得到的结果,实质上是一种地表温度的小地形订正方案。如用于实际的丘陵山区,其普适形式还应考虑宏观地理因素(如推算点的经度、纬度、海拔高度、与大水体的距离及宏观地形条件等)的影响。就本文而言,由于研究的区域极为有限,只考虑海拔高度即可。于是,推算山区地表温度的完整表达式可写成

$$T_s = a + bQ_{a\beta} - R_s \cdot \Delta H \quad (4)$$

的形式。其中, R_s 为地表温度随海拔高度的递减率, ΔH 为推算点距参考点的相对高差。

总辐射 $Q_{a\beta}$ 可按下式确定

$$Q_{a\beta} = S_{a\beta} + D_{a\beta} + D_o \quad (5)$$

式中, $S_{a\beta}$ 、 $D_{a\beta}$ 分别为坡地太阳直接辐射和坡地散射辐射,在有各时次实测水平面上太阳直接辐射和散射辐射资料时,可由相应的理论式和经验式^[3]算出; D_o 为周围山地反射而到达坡地上的短波辐射,可按文献^[4]计算。

2 计算结果与分析

以具有典型意义的晴天为例,我们根据考察点水平面上实测直接辐射和散射辐射资料,采用上述方案,计算了大别山南段赵公岭山区(30°33'N, 116°28'E)一个3.5×3.0km²矩形区域内1988年7月及1989年3月日间各正点时次的地表温度。分析地表温度在山区中的分布,发现与地形的关系相当好,尤其是分析温度场的动态演变过程,可清晰地看到地形影响的规律性。

图4给出7月08时试验山区的地表温度分布。此时太阳处在偏东位置,东向坡地为向阳坡,成为地表温度的高值中心(最高为41.1℃);西向坡地为背阴坡,多为低值中心,最低仅29.8℃;由于太阳高度角较小,不同地段间的温度差异十分明显,尤其试验区西缘的陡峭西坡与紧邻东坡间的差异最为突出,最大温差达11.3℃。

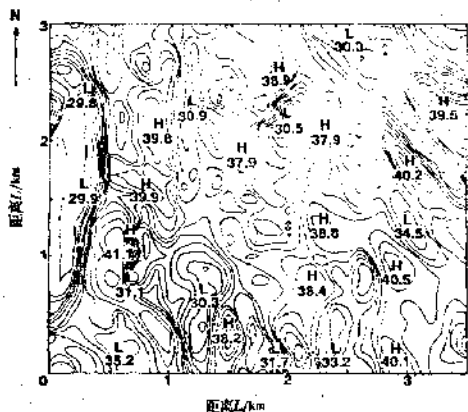


图4 试验山区7月08时地表温度分布

10时(图略),随着太阳高度角的逐渐增大,坡向的作用相对有所减弱,高值区向山岗扩展,但各地段间辐射条件的绝对差异仍有所增大,表现在西缘陡峭西坡与紧邻东坡间的温度差异也有所增大(达16.9℃)。

12时(图5),太阳高度达全天最高,坡向的影响大为减弱,高值中心主要出现在山顶、山脊上,而沟谷地中多为低值区,表明地形遮蔽作用已相当明显。此时,西缘陡峭西坡虽仍维持低值区,但与紧邻东坡间的温度差异已显著减小,仅为4.8℃。午前存在于试验山区

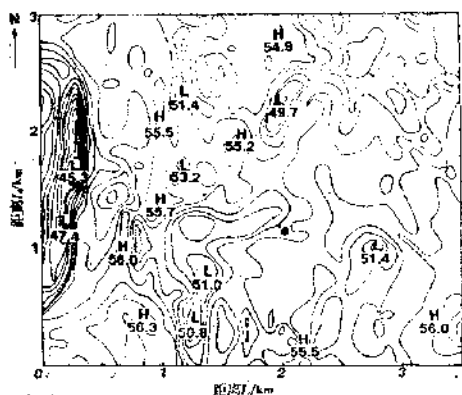


图5 试验山区7月12时地表温度分布

东侧的高、低中心相间排列的分布形势已基本消失。全区最大温差为11.0℃。

14时(图略),随着太阳视位置的西移和太阳高度降低,地表温度高、低中心位置发生明显的变化,偏西、偏南坡地成为高值区或高值中心,最高为55.9℃。上午存在于西缘陡峭西坡地段的低中心已消失,并成为高值区;偏东、偏北坡地表现为低中心。全区最大温差达11.7℃。

16时(图6),由于太阳视位置的进一步西移和太阳高度的明显降低,坡向的影响又明显起来,高值中心转向西坡(最高为49.8℃),而东向坡地则为低中心。全区最大温差达15.8℃。

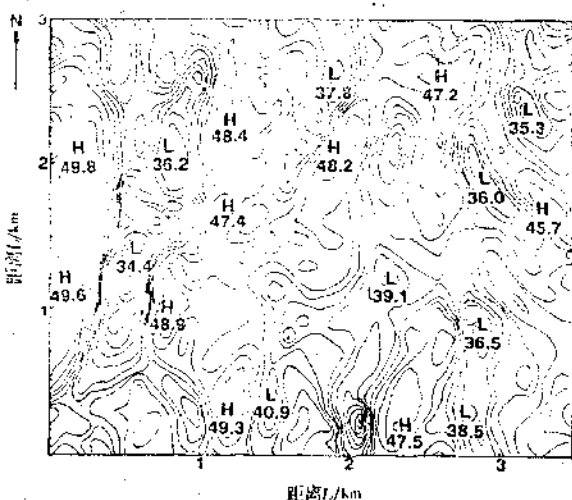


图6 试验山区7月16时地表温度分布

选取几种理想坡面所得出的地表温度日间变化曲线(图略),与已知规律基本一致,而且其位相落后现象明显地表现出来。

至于3月份的情况,其分布形势与7月大体相似,只是由于太阳高度偏低(与7月同时次比较而言),因此坡向的影响更为突出。当然,因是不同季节,在数值上自然有所差别。

3 结束语

本文所提出的地表温度推算方法,具有形式简单、物理意义明确的特点。从所得结果看,基本上反映了复杂地形中地表温度的分布特征,而且地表对太阳辐射加热作用的滞后效应在本模式中得以体现。所以,本方法具有一定的理论与实际意义。

当然,式(4)是针对有限小区域提出来的,若要推广到大范围的计算,则其他宏观地理因素的影响是不容忽视的。

参考文献

- 1 李占清,翁笃鸣,一个山地地形参数的计算机模式,地理学报,1987,42(3):269—278.
- 2 坪井八十二等编,侯宏森等译,新编农业气象手册,北京:农业出版社,1974,45—46.
- 3 Li Zhanqing and Weng Duming, Numerical Simulation of the Surface Radiation Field in a Hilly Country. ACTA METEOROLOGICAL SINICA,1990,4(1),81—91.
- 4 李占清,翁笃鸣,山区短波反射辐射的计算机模式,地理研究,1987,6(3):42—49.

A Simple Calculation of Diurnal Variation of Ground Surface Temperature Field in the Hilly terrain

Li Hui

Weng Duming

(Beijing City Meteorological Bureau, 100081) (Nanjing Institute of Meteorology)

Abstract

Based on the simulation test and observation of ground surface temperature and total radiation on the hillside, a regression equation is obtained. The results show that the distribution of the calculated ground surface temperature is consistent with the feature of hilly terrain, and the variations of the ground surface temperature lags behind that of total radiation.

Key Words: hillside ground surface temperature total radiation