

利用地表温度推求日射总量

闵 骞

(江西省都昌蒸发实验站, 332600)

提 要

利用都昌蒸发实验站 1980—1988 年日射观测资料, 建立计算时段分别为月、旬、日的日射总量与表面地温经验公式。检验结果表明, 其拟合效果较好, 可供生产中参考。

关键词: 日射总量 地表温度 经验公式

引 言

日射总量是重要的气象要素, 但具有日射观测项目的气象台、站极少(例如江西省仅赣州气象台、南昌气象台及都昌蒸发实验站三处有日射观测项目), 所以绝大多数地方采用经验公式来估算日射总量。

目前我国采用最广泛的是依据埃斯川姆模式建立的日射总量经验公式^[1,2], 其自变量(经验公式的因子)为日照时数, 即用日照时数估计日射总量。由于各气象台、站普遍采用乔唐式日照计观测日照时数, 其观测精度主要取决于日照纸的涂制质量。而日照纸是由各气象台、站自行涂制的, 其质量通常因人、因药而异, 很不稳定, 对日照时数观测结果的影响非常明显, 甚至造成缺测。因此, 用日照时数估算日射总量, 其精度常受到人为因素的显著影响。

本文试图开辟计算日射总量的另一条途径: 利用地表温度(地面温度, 即 0cm 地温, 下同)推求日射总量。相比而言, 地表温度观测精度受人为因素的影响较小(指地温表安置适当的情况下), 因而可以认为, 用地表温度推求日射总量的精度受人为因素的影响相对较小, 从而减小了人为因素对计算结果的

干扰。

1 计算公式的建立

1.1 地表温度的统计

无论是日射月总量, 还是旬总量或日总量经验公式的建立, 均以白天(08—20 时)地表温度的平均值为因子。

白天地表温度的平均值用 08 时、14 时和 20 时 3 次观测的地表温度代入下式计算:

$$\bar{t} = \frac{1}{4}(t_{08} + t_{20}) + \frac{1}{2}t_{14} \quad (1)$$

式中, $\bar{t}$ 为平均地表温度; t_{08} 、 t_{14} 、 t_{20} 分别为 08 时、14 时、20 时地表温度。

1.2 日射月总量的计算公式

用日射月总量 Q_y (单位: $J \cdot m^{-2}$, 下同) 与月平均地表温度 $\bar{t}_y$ (单位: $^{\circ}C$, 下同) 点绘相关图(图 1), 相关点群密集成下凹型带状分布, 表明两者之间的相关关系很密切, 经验公式如下:

$$Q_y = 5.514 \times 10^6 n \exp(0.032\bar{t}_y) \quad (2)$$

式中 n 为每个月的天数。

1.3 日射旬总量的计算公式

点绘日射旬总量 Q_x 与旬平均地表温度 $\bar{t}_x$ 相关点聚图(图 2), 点子呈直线型带状分布, 表明两者之间有较好的线性相关, 经验公式为:

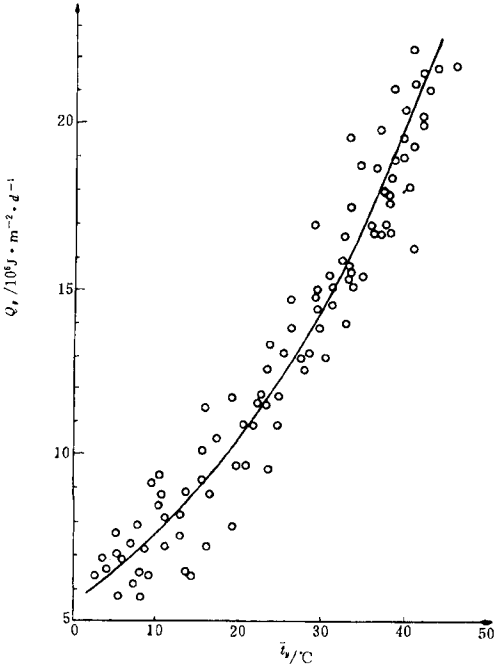


图1 Q_r 与 $\bar{t}_r$ 相关图

$$Q_r = 0.397 \times 10^6 m (\bar{t}_r + 7.3) \quad (3)$$

式中 m 为各旬的天数。

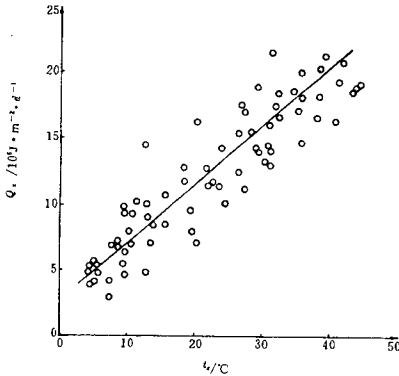


图2 Q_x 与 $\bar{t}_x$ 相关图

1.4 日射日总量的计算公式

对于计算时段为日的情况,日射总量除与地表温度有关外,还受天气状况(晴或阴)的制约,因此,需要分不同的天气状况,配制日射日总量计算公式。

1.4.1 晴天日射总量的计算公式

选择实测日照时数占可照时数 50% 以上(同时无降水)日子的日射总量 Q_r 和日平均地表温度 $\bar{t}_r$ 点绘相关图(图 3)。虽然相关点比较分散,但仍有规律可循(实际相关系数 R 大于临界相关系数 R_0),建立以下经验公式:

$$Q_r = 0.426 \times 10^6 (\bar{t}_r + 15.5) \quad (4)$$

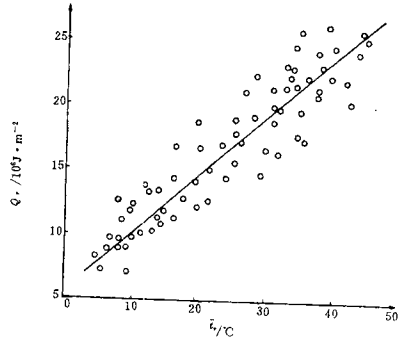


图3 Q_r 与 $\bar{t}_r$ 相关图

1.4.2 阴天日射总量的计算公式

选择实际日照时数占可照时数 20% 以下日子(同时无降水)的日射总量 Q'_r 与日平均地表温度 $\bar{t}'_r$ 点绘相关图(图 4),点比较密集(比图 3 中的 Q_r - $\bar{t}_r$ 相关点密集得多),表明比晴天状况下的相关关系更密切,所得经验公式为:

$$Q'_r = 0.371 \times 10^6 (\bar{t}'_r + 0.9) \quad (5)$$

2 计算公式的检验与比较

分别用以上各式计算都昌蒸发实验站 1980—1988 年逐月、旬、日的日射总量,与实测值比较,将其拟合误差统计于表 1。

表1 都昌蒸发实验站日射总量计算的平均相对误差 R 统计

时段,公式	$R/\%$	合格率/ $\%$	
		± 10 以内	± 20 以内
月,式(2)	11.0	74.1	91.7
旬,式(3)	13.1	62.0	78.1
日,式(4)、(5)	16.8	52.8	75.0

由表 1 可见,日射月总量计算公式的拟合误差最小,其精度可以达到生产上的较高

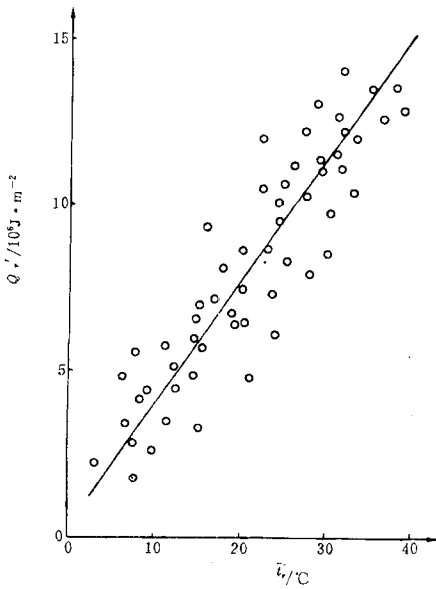


图4 Q' 与 t' 相关图

表2 都昌蒸发实验站日射总量统计/ $10^8 \text{J} \cdot \text{m}^{-2}$

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
式(2)	219.0	205.9	266.1	325.0	425.3	444.6	580.3	596.9	452.1	378.4	284.9	238.1	4416.6
式(6)	219.9	219.3	262.3	354.0	454.1	455.5	568.1	555.0	438.0	334.6	294.8	272.6	4426.1
实测值	217.0	196.1	266.9	353.0	473.3	470.4	583.3	554.6	440.1	389.5	279.5	273.1	4496.8

表3 式(6)拟合误差的统计

项 目	平均相对 误差/%	合格率/%	
		±10 以内	±20 以内
式(6)	9.8	77.5	96.1
与式(2)比较	-1.2	+3.4	+4.4

由表2、3可知,(2)、(6)两式计算的日射月总量的多年平均值相近,逐月日射总量的拟合误差也相近,说明两者精度相当。

3 日射总量的分解

在气候统计中,不仅需要日射总量资料,有时也需要直接辐射或散射辐射资料,所以要将用前面公式计算的日射总量分解成直接辐射量和散射辐射量。

分析表明,散射辐射量与日射总量的比值 D/Q 和日射总量与天文辐射量比值 Q/Q_0 的关系较密切(见图5),得到以下定量关系

要求;旬总量计算公式次之,可以达到中等要求;日总量计算公式的拟合误差最大,但也可以达到生产上一般的精度要求^[3]。计算时段越短,日射总量的计算误差越大,与其它气象要素的统计规律是一致的。

作者曾在文献[4]中用都昌蒸发实验站日射观测资料建立了类似于埃斯川姆模式的日射月总量计算公式:

$$Q = Q_0(0.20 + 0.83 \frac{S}{S_0}) \quad (6)$$

式中, Q 为日射月总量; Q_0 为天文辐射量; S 为日照时数; S_0 为可照时数。

分别用本文提出的式(2)和式(6)计算都昌蒸发实验站1980—1988年逐月日射总量,其多年平均值见表2;式(6)的拟合误差及其与式(2)拟合误差的比较见表3。

式:

$$D = Q(0.99 - 0.747 \frac{Q}{Q_0}) \quad (7)$$

式中, D 为散射辐射量; Q 为日射总量; Q_0 为天文辐射量。

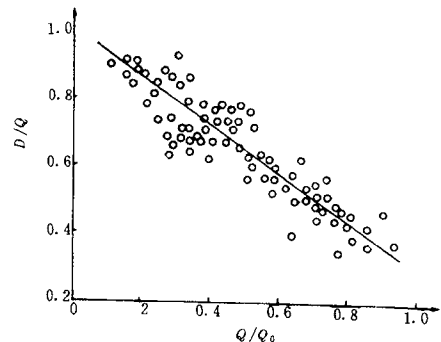


图5 $\frac{D}{Q}$ 与 $\frac{Q}{Q_0}$ 相关图

在求得日射总量的计算值以后,便可以

采用式(7)计算散射辐射量,再利用下式计算直接辐射量:

$$E = Q - D = Q(0.01 + 0.747 \frac{Q}{Q_0}) \quad (8)$$

使用式(7)反求都昌蒸发实验站 1980—1988 年逐月、旬、日散射辐射量的拟合误差较小(见表 4),结果令人满意。

表 4 都昌蒸发实验站散射辐射量计算误差统计

平均相对 误差/%	合格率/%	
	±10 以内	±20 以内
8.7	76.5	93.1

4 结 语

国内外曾有不少气象学专家、学者利用日射总量的空间分布推求地表温度的空间分布,本文所建公式,即是与此相反的逆运算,故利用地表温度估计日射总量有明确的依据,是一条行之有效的途径。

本文以地表温度为因子建立的日射总量

计算公式,其单站拟合精度与用日照时数为因子建立的日射总量计算公式相当,但地表温度观测精度远比日照时数观测精度所受人 为因素影响小。从这种意义上说,本文提出的日射总量计算模式比传统的埃斯川姆模式更具优越性。

此外,各地还可以同时使用上述两种公式计算日射总量,以便相互印证,互相检验,对于提高日射总量的计算精度和可靠性有实用意义。

参考文献

- 1 裴步祥. 蒸发与散发的观测与计算. 北京:气象出版社, 1990 年.
- 2 M. N. 布德科. 沈潼等译. 地球热量平衡. 北京:气象出版社, 1980 年.
- 3 闵睿. 短时段水面蒸发量计算方法的选择. 气象, 1994, 20(10).
- 4 闵睿. 彭曼公式应用中两个问题的探讨. 气象, 1992, 18(10).

A Calculation of the Total Insolation from Surface Temperature

Min Qian

(The Experimental Evaporation Station of Duchang, Jiangxi Province 332600)

Abstract

Using the observed data of the total insolation in the experimental evaporation station of Duchang, Jiangxi province from 1980 to 1988, the calculation of the total insolation (at three time interval: a month, a dekad and a day) was conducted.

Key Words: total insolation surface temperature calculating method