

海南岛气象辐射的年变化特点

李天富

(海南省气象局,海口 570203)

提 要

利用 1992~2000 年的观测资料研究了海口、三亚的气象辐射特点。结果指出,总辐射和反射辐射具有抛物线分布特点,净全辐射全年均为正值,各辐射量的 9 年平均值具有双峰型特点。

关键词: 气象辐射 海南岛 年变化

引 言

气象辐射是大气运动的最根本能源,研究气象辐射的变化对揭示大气运动的规律和局地天气特点有重要的意义。海南岛地处热带地区,虽然其南北直线距离仅 200km,但由于海南岛中部五指山脉的阻隔,岛南与岛北的气候有较大差异,这在气象辐射上也有明显反映。80 年代以来,海南岛的气象辐射得到了众多科技人员的重视,他们在 50 年代到 80 年代观测资料的基础上对海南岛的气象辐射进行了理论研究^[1,2]。但这些研究的重点多限于年、月总量的研究,并未揭示其年内变化的特点。本文试图利用最新的观测资料从年内变化的角度揭示这方面的特点。

1 基本资料

海南岛共有两个气象辐射观测站,一个在最南端的三亚(18°14'N, 109°31'E),另一个在最北端的海口(20°02'N, 110°21'E)。三亚为一级观测站,观测项目包括总辐射、散射辐射、太阳直接辐射、反射辐射以及净全辐射。海口为二级观测站,观测项目包括总辐射和净全辐射。三亚站的观测资料起始于 1992 年,海口站从 50 年代起就有观测。为便于对照分析,我们选用 1992~2000 年的逐日观测资料进行分析。

2 总辐射的基本特点

2.1 天文辐射

图 1 分别给出了三亚、海口 1994 年 12 月 22 日~1997 年 12 月 22 日逐日总辐射分布曲线(其它年份的图略)。图中折线为实测值。图中最上方的曲线为天文辐射曲线。在地球表面不同纬度的大气上界接收到的太阳辐射与日地关系、季节等因素有关,可表达为一个复杂的积分函数。为简化问题起见,我们在盛呈禹给出的每月 16 日的天文辐射总量数值基础上,进行了抛物线拟合,三亚、海口的拟合公式分别为:

$$Y_1 = 23.77175 + 0.165733L - 0.00045L^2$$

$$Y_2 = 22.27348 + 0.183796L - 0.0005L^2$$

其中 Y 为日天文辐射总量, L 为从上年冬至日开始的天数,上年冬至日为 1,本年冬至为 366 或 367。

使用上述公式拟合时三亚、海口的均方根差分别为 0.56、0.74。图 1 中最上方的曲线即为由上述公式算得的曲线。由上述曲线求积分即可得到年天文辐射总量。三亚为 $12422.75\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,海口为 $12268.62\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,海口比三亚少 $154.13\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 。

2.2 最大可能辐射与大气晴空透射率

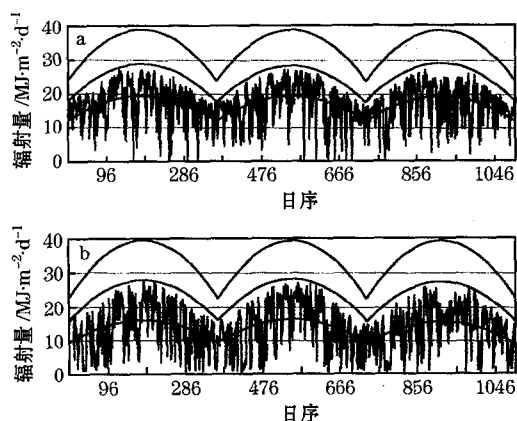


图1 1994年12月22日~1997年12月22日
三亚(a)海口(b)总辐射分布图

折线为实测值,三条曲线由上至下分别为天文辐射、最大可能辐射、等效辐射曲线。1994年12月22日日序为1,23日日序为2,余类推

太阳辐射在经过大气层时,受到大气层中气体分子、气溶胶、尘埃、温室气体、大气污染物、水汽、云等的反射、吸收和散射作用,不可能全部到达地面,其中云和水汽对辐射的影响尤为重要。仔细分析图1中的实测值变化趋势,我们发现其年总体变化趋势与天文辐射趋势相一致,因此可以使用天文辐射曲线乘以一个系数作为实测值的上包络线,图1中中间的曲线即为包络线。考虑到除水汽和云外其它大气成分变化较小,因此我们可以把包络线看作是晴空条件下的最大可能辐射曲线,所乘系数即为晴空条件下的大气透射率^[3]。图1中三亚的晴空大气透射系数三年依次为:0.74、0.73、0.75,海口为0.71、0.72、0.70。1992~2000年9年平均三亚的晴空大气透射系数为0.73,海口为0.72,海口比三亚低0.01,这相当于184MJ·m⁻²·a⁻¹的能量。由此我们可以认为三亚的大气洁净程度比海口要好,空气污染要轻。由上述平均透射系数所代表的最大可能辐射曲线积分得到三亚的平均年最大可能总辐射总量为9081.03MJ·m⁻²·a⁻¹,海口为8772.06MJ·m⁻²·a⁻¹,海口比三亚少308.97

MJ·m⁻²·a⁻¹。

2.3 等效辐射与等效辐射系数

为了研究年实测总辐射总量与天文辐射之间的关系,我们定义等效辐射系数如下: $a = \sum y_i / \sum R_i$,其中 y 为总辐射实测值, R 为天文辐射值, i 为日数。

图1中穿过折线的曲线即为等效辐射系数 a 乘以天文辐射后所绘出的等效辐射曲线。等效辐射曲线的年积分值即等于年实测总辐射总量。表1给出了各年度的等效系数,由表可见三亚的等效系数高于海口,9年平均约高0.07,这相当于三亚比海口的年总辐射总量多934MJ·m⁻²·a⁻¹。

表1 各年实测等效系数

年度	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	平均
海口	0.45	0.45	0.42	0.41	0.42	0.40	0.42	0.42	0.41	0.42
三亚	0.47	0.54	0.50	0.50	0.50	0.50	0.48	0.48	0.48	0.49

2.4 云和水汽对总辐射的影响

晴空大气透射系数与等效系数之差即为云和水汽对总辐射的影响系数。三亚为0.24,海口为0.30,海口高于三亚。这分别相当于2993.88MJ·m⁻²·a⁻¹和3631.51MJ·m⁻²·a⁻¹的能量,分别占最大可能辐射总量的33%和41%,也就是说,对三亚和海口而言云和水汽平均每年分别消耗了33%和41%的最大可能辐射,由此导致了三亚和海口气候有较大差异。

2.5 9年平均曲线的特点

图2中分别给出了海口、三亚辐射量9年平均曲线,横轴的时间为冬至日到冬至日。由图2可看出各条曲线都具有明显的双峰型特征,这与海南岛地处北回归线以南的特点相一致。最上边的一条曲线为总辐射9年平均曲线。海口4月23日到8月19日的119天为峰值阶段,日总辐射量基本维持在18.5MJ·m⁻²·d⁻¹左右。三亚5月1日到8月8日的100天为峰值阶段,日总辐射量基本维持在19.3MJ·m⁻²·d⁻¹左右。如果我们

把这段时间看作夏季的话,则海口的夏季比三亚长20天。此段时间之前为上升阶段,之后为下降阶段,各辐射量的数值及比例数见表2。

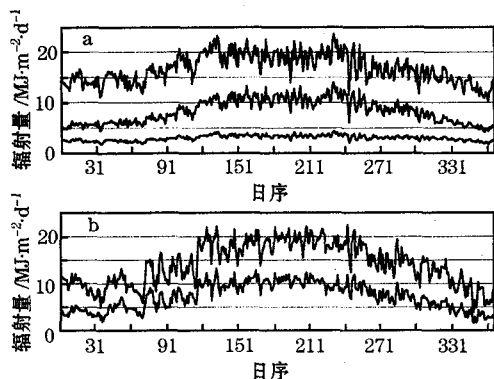


图2 辐射量9年平均曲线
a. 三亚, b. 海口

冬至日日序为1,冬至后第二天日序为2,余类推

表2 9年平均各辐射量对比

		三亚			海口		
		上升	峰值	下降	上升	峰值	下降
天数		130	100	135	122	119	124
总辐射	总量	2075	1934	2131	1387	2221	1569
	比例	34%	31%	35%	27%	43%	30%
净全辐射	总量	908	1077	1065	680	1213	751
	比例	30%	35%	35%	26%	46%	28%
反射辐射	总量	348	340	385			
	比例	32%	32%	36%			
直接辐射	总量	1099	1115	1215			
	比例	32%	33%	35%			
散射辐射	总量	976	819	916			
	比例	36%	30%	34%			

3 净全辐射基本特点

净全辐射是指太阳和大气向下发射的全辐射与地面向上发射的全辐射之差,净全辐射为正表示地表增热,即地表接收到的辐射大于发射的辐射,净全辐射为负表示地表损失热量。从各年的分布图(略)可看出,净全辐射不具有抛物线的分布特征。图2中由上至下的第二条曲线给出了9年平均的净全辐射分布曲线。由图2可见,净全辐射9年平均全年为正,地表全年都在接收热量,普查各年逐日净辐射量,各年均有个别天出现负

值,介于-1到0之间,数值较小,对多年平均无影响。海口9年平均净全辐射总量为2645.34MJ·m⁻²·a⁻¹。相当于全年总辐射总量的51%。三亚九年平均净全辐射总量为3045.02MJ·m⁻²·a⁻¹,相当于全年总辐射总量的50%。如此大量的能量被地面所吸收,考虑到地面全年的能量平衡,则这些能量必然以感热和潜热的形式重新释放回大气。由图2可看出,净全辐射与总辐射具有相同的双峰型分布特征,海口在4月23日到8月19日的119天中日净全辐射总量基本维持在10.2MJ·m⁻²·d⁻¹左右。三亚5月1日到8月8日的100天中日净全辐射总量基本维持在10.8MJ·m⁻²·d⁻¹左右。各阶段数值见表2。图3给出了9年平均净全辐射与总辐射的比值。由图3可见,其比值的全年总趋势具有明显的非对称性,海口上半年的波动幅度大于下半年,而三亚秋季的比值大于其它季节。这种非对称性反映了长波辐射的非对称性,与大气和地面的热力性质有关。

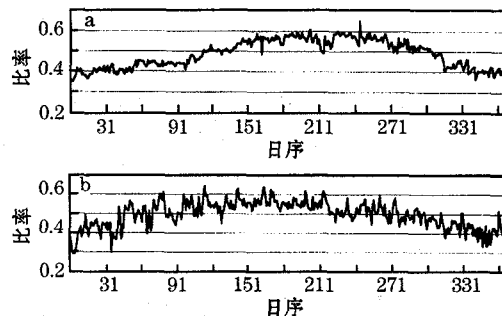


图3 9年平均净全辐射与总辐射比值
a. 三亚 b. 海口,说明同图2

4 三亚的反射辐射、直接辐射、散射辐射基本特点

三亚各年度的反射辐射曲线也具有抛物线的分布特点(图略),仍可使用天文辐射的拟合抛物线乘以一个系数作为反射辐射曲线的包络线,这个系数的9年平均值约为0.13。与总辐射相同,我们也可定义反射辐

(下转封二)

(上接第 47 页)

射的等效系数,其 9 年平均值约为 0.09。图 2a 中最下面的曲线是三亚的 9 年平均反射辐射曲线。9 年平均的反射辐射总量为 $1077.29\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, 约占全年总辐射的 17.5%。9 年平均的反射辐射与总辐射具有相同的双峰型分布特征,三亚 5 月 1 日到 8 月 8 日的 100 天中日反射辐射总量基本维持在 $3.4\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 左右,其它阶段数值见表 2。图 4 给出了 9 年平均反射率曲线。反射率介于 0.15 到 0.2 之间,9 年平均为 0.18。但反射率在第一季度较低,第四季度较高,曲线总趋势具有波动性质。

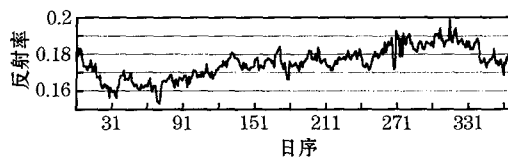


图 4 三亚 9 年平均反射率曲线

说明同图 2

三亚直接辐射各年的分布不具有抛物线的分布特征,但 9 年平均仍具有双峰的特征。全年的直接辐射总量为 $3428.43\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, 各阶段的数值分配见表 2。直接辐射与总辐射之比介于 0.3 到 0.75 之间,多年平均为 0.55。

三亚的散射辐射无论从理论上还是从实际观测值分析,都等于总辐射与直接辐射之差,所以其 9 年平均值可由总辐射和直接辐射之差获得。散射辐射与总辐射之比 9 年平均值为

0.45。

5 结 论

通过以上分析,我们给出以下结论:

(1)海南岛的天文辐射可以用抛物线进行拟合。年内的总辐射变化趋势可以使用天文辐射曲线乘以晴空大气透射系数作为其包络线。三亚和海口 9 年平均晴空大气透射系数分别为 0.73 和 0.72。实测总辐射可以用天文辐射乘以等效系数来代表,三亚和海口的等效系数分别为 0.49 和 0.42。云和水汽对最大可能总辐射的影响能力三亚和海口分别为 33% 和 41%。9 年平均曲线具有双峰型特点。

(2)净全辐射全年均为正值,9 年平均具有双峰型特点。

(3)三亚反射辐射具有抛物线分布特点,可以用天文辐射曲线乘以系数来代表,这个系数的 9 年平均值为 0.13。直接辐射不具有抛物线特点,但 9 年平均具有双峰型特点。

(4)三亚的散射辐射等于总辐射与直接辐射之差。

参考文献

- 1 盛承禹等. 中国气候总论. 北京: 科学出版社, 1986.
- 2 高素华等. 海南岛气候. 北京: 气象出版社, 1988.
- 3 G. W. 帕尔特里奇, C. M. R. 普拉特. 吕达人, 黄润恒, 林海. 气象学和气候学中的辐射过程. 北京: 科学出版社, 1982: 25.

Annual Variation of Meteorological Radiation in Hainan Island

Li Tianfu

(Hainan Meteorological Bureau, Haikou 570203)

Abstract

Using the recent observation data from 1992 to 2000, the characteristics of meteorological radiation in Hainan Island are discussed. The results show that both total radiation and reflection radiation have a feature of parabola distribution, and net radiation is positive all year. Nine year mean of radiation has a feature of double maximum.

Key Words: meteorological radiation Hainan Island annual variation