

地气系统辐射平衡特征的观测研究^{*}

陈创买¹, 李叶新², 周文³, 高由禧¹

(1. 中山大学大气科学系, 广东 广州 510275;

2. 珠海市气象局, 广东 珠海 519000;

3. 香港城市大学物理暨材料科学系, 香港)

摘 要: 利用温斯顿编制的美国 NOAA 卫星第一批 45 个月辐射观测资料分析图, 包括吸收太阳辐射、反射率及射出长波辐射, 而地—气系统辐射平衡是用公式计算的。首次对地—气系统辐射平衡理论各分量从数值上进行逐月的和年内的纬向分布特征研究。结果表明: 在一年中太阳直射点随时间的推移在南北回归线之间移动, 地—气系统辐射平衡、吸收太阳辐射、反射率和射出长波辐射的纬向分布, 和理论说明的变化是完全一致的。这 45 个月正处于太阳黑子数相对少期, 该期间的太阳辐射应是偏弱的。

关键词: 地气系统; 辐射平衡; 太阳辐射; 长波辐射; 分布特征

中图分类号: P461⁺.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579(2003)01-0087-04

地球—大气系统是指以地球表面为下限, 大气上界为上限的空间系统。地气系统的辐射平衡是指在大气顶部地气系统收入的太阳辐射总量和向宇宙空间逃逸出去的长波辐射之差。只有从卫星上才能直接观测到地球—大气系统的辐射平衡。这是地—气系统重要的能量循环过程。对于全球来讲, 地—气系统的辐射平衡为零, 但对于个别地区而言则可正可负。因此, 它将极大地影响着地球上各种天气过程的发生、发展, 并产生不同时间、空间尺度的气候变化。蒋尚诚等^[1,2]用射出长波辐射(OLR)资料进行过长江流域的旱涝特征研究和中国区域气候研究, 张文建等^[3]研究了东亚地区的辐射收支问题。本文利用卫星的辐射探测资料来分析地球—大气系统辐射收支的时间和空间分布特征, 这对研究大气环流和天气气候问题是很重要的。

1 资料说明和计算方法

地球—大气系统辐射资料是从 Winston^[4]所编制的美国 1974 年 6 月至 1978 年 2 月间由装在 NO-
AA 业务卫星上的扫描辐射计测量的 45 个月的地球—大气辐射平衡资料分析图上逐点读取而得。该资料显示的物理量包括反照率、吸收太阳辐射和外逸长波辐射, 在 60°N 和 60°S 之间各种物理量是显示在麦卡托投影图上, 从 50°纬度至(南、北)极区域各种物理量是显示在具有更高的空间分辨率的极地赤投影图上。反照率、吸收太阳辐射和外逸长波

辐射是以廓线形式表示出来, 该廓线是对整个纬圈和对 0—117.5°E, 120°E—122.5°W 和 120.0°W—2.5°W 这 3 个经向剖面作每 2.5 纬度的纬向平均的经向廓线。

地球—大气系统辐射平衡 R_s 可用下式计算^[3]:

$$R_s = (1 - A)Q_s - F_o \quad (1)$$

式中, Q_s 为从大气顶部入射到地—气系统中的太阳辐射, 它由辐射探测器直接观测, 称为吸取太阳辐射; 它也可用太阳常数 ($1\,367\text{ W/m}^2$)、时间和地理位置来计算^[5,6]; F_o 为射出长波辐射。

2 结果分析

2.1 关于地气系统辐射平衡的分析

地—气系统辐射平衡量随纬度不同而变化, 理论上^[6]来讲, 就北半球而言, 赤道到 30°N 的地区内, 地—气系统辐射平衡为正值, 高于 30°N 的地区为负值。因为有了卫星观测才可切实讨论这个问题, 那么, 45 个月(1974 年 6 月—1978 年 2 月)地球—大气辐射平衡资料所反映的情况是怎样呢?

图 1 为 45 个月的地—气系统辐射平衡纬向平均逐月分布, 从图中可看出, 实际地—气系统辐射平衡的纬向平均逐月分布与理论分布是吻合的。三个完整的波动周期正好与 1975—1977 年相对应。正值区在赤道附近向两极伸展, 南半球的夏半年的辐射平衡正值区范围显然比北半球的夏半年的大。

图 2 为地气系统辐射平衡量年内平均分布图。

^{*} 收稿日期: 2002-05-28

作者简介: 陈创买(1936 年生), 男, 教授; E-mail: chencm@pub.guangzhou.gd.cn

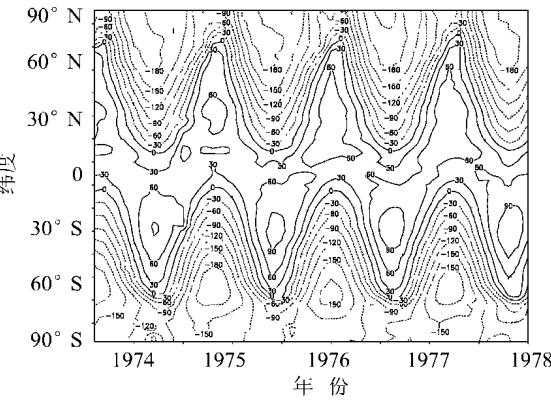


图 1 地气系统辐射平衡纬向平均逐月分布
Fig 1 The distribution of zonally and monthly averaged earth-atmospheric radiation budget

实际分布与理论分布基本是一致的。赤道附近地区为正值，越靠近两极负值越明显。北半球夏半年（4—9 月）正值区从赤道北推到 60°N 以北，冬半年（10 月—次年 3 月）从北极南压到 10°N 附近。南半球正好相反，冬半年（4—9 月）为负值区，夏半年（10 月—次年 3 月）为正值区。

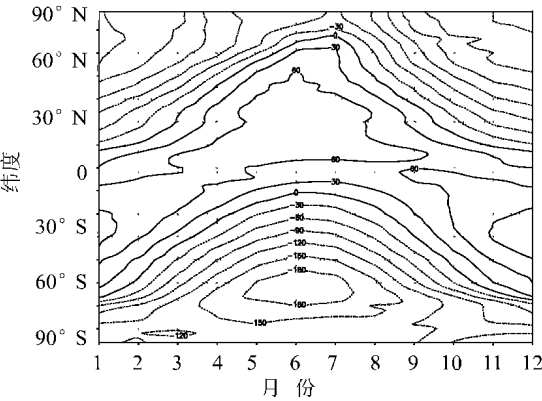


图 2 地—气系统辐射平衡量年内平均分布
Fig 2 The variation of earth-atmospheric radiation budget with latitude and season

从地气系统辐射平衡月际变化计算结果（图 3）来看，无论南半球还是北半球，正值区与负值区交替出现均很明显，中心位置分别在 65—75°N 和 50—65°S，且北半球中心绝大值于南半球，而且南半球中心有分裂为几个中心的现象发生。从图上可以看出，对于北半球，从 11 月—次年 6 月，辐射平衡基本趋势是逐月递增的，特别是 30—75°N，递增较快；从 7—11 月，基本趋势是逐月递减的，在 7—9 月，30°N 以北均递减较快。南半球情况与此相反，不同的是，递增（减）大值区在 25—65°S 之间。另外，北半球 6 和 7 月份，在 60—75°N 附近，等值线很密集，表明地气系统辐射平衡从递增

到递减的过程是突变的。而南半球 12 月—次年 1 月在 50—70°S 附近，等值线也较密集，表明地气系统辐射平衡从递减到递增的过程也是突变的。另外，我们计算地气系统辐射差额的逐日分布，发现 1—6 月，正值区逐渐向北推移，到 7 月 13 日左右，正值区最北达到 77.5°N，负值区在 6 月 7 日至 7 月 20 日之间伸展到 10°S。7 月下旬到 12 月，正值区逐渐向南推移，正值区南压到 67.5°S，负值区在 12 月北推至 15°N 附近（图略）。

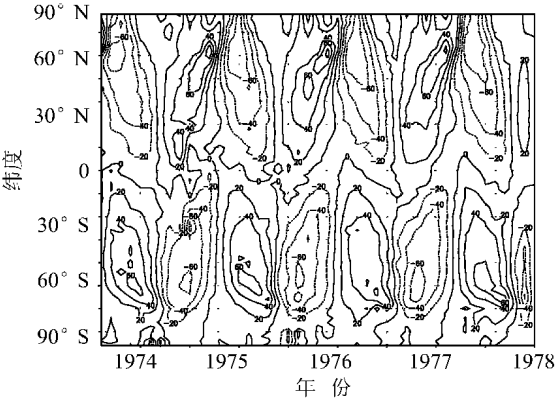


图 3 地气系统辐射平衡月际变化
Fig 3 The inter-monthly variation of earth-atmospheric radiation budget

2.2 关于地气系统吸收太阳辐射的分析

太阳辐射是地球上的能源和动力。地气系统吸收太阳辐射反映了进入大气并对大气运动做功的太阳辐射能量部分^[7]。图 4 为 45 个月地气系统吸收太阳辐射纬向平均逐月分布。可以看出，吸收太阳辐射在赤道地区为正值较大区，向两极减少，南半球的夏半年吸收太阳辐射正值区的范围比北半球的夏半年要大，且在南纬 30°S 附近存在正中心。

图 5 为地气系统吸收太阳辐射量平均年内分布图。实际分布与理论分布基本也是一致的。等值线呈经向分布，吸收太阳辐射量在各纬度上的变化梯

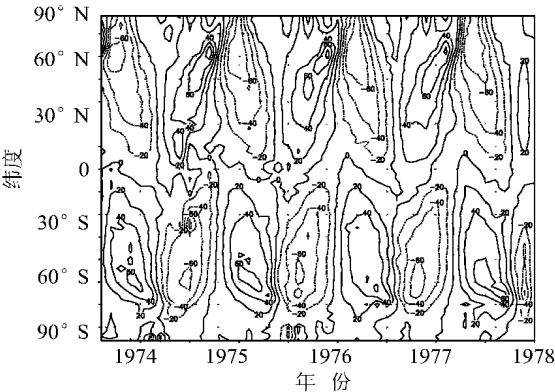


图 4 地气系统吸收太阳辐射的纬向平均逐月分布
Fig 4 The distribution of zonally and monthly averaged earth-atmospheric absorbed solar radiation

度较大。就北半球夏半年（4—9 月）而言，正值区从赤道北推到北极圈附近，为一个大脊区（实际对南半球来讲为一深槽区）。而北半球冬半年（10 月—次年 3 月）则刚好相反，为一槽区（实际对南半球来讲为一脊区）。

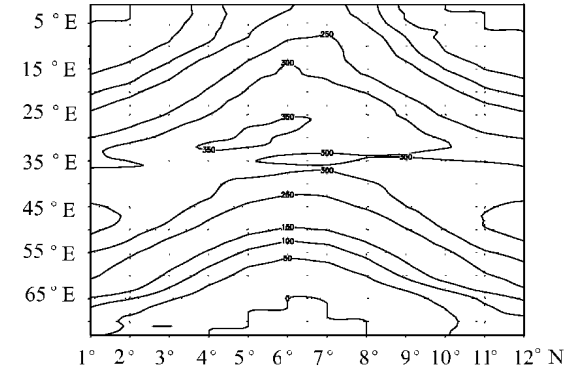


图 5 地气系统吸收太阳辐射的年内平均分布
Fig 5 The variation of earth-atmospheric absorbed solar radiation with latitude and longitude

2.3 关于地气系统外逸长波辐射的分析

地气系统的外逸长波辐射（OLR）反映了海洋和大气的许多信息（包括云量，对流强度，垂直运动和散度风以及对流凝结所释放的潜热量等）^[8]，图 6 为地气系统外逸长波辐射纬向平均 45 个月逐月分布。可以看到，大值区在 25°S—40°N 附近，随四季而有所变化。北半球尤其明显，赤道到中、低纬度地区夏季为脊区，中、高纬度地区冬季为槽区。南半球在低纬度地区等值线波动不大，在高纬度地区夏季为槽区。

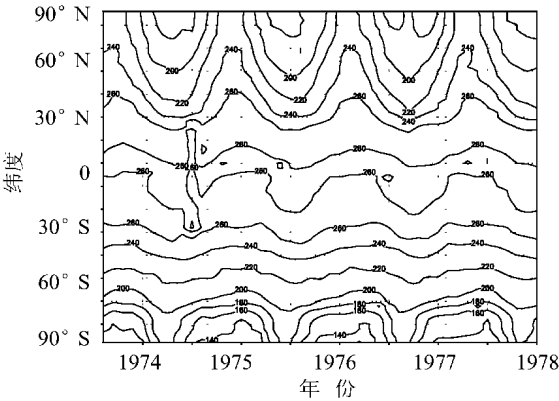


图 6 地气系统外逸长波辐射纬向平均分布
Fig 6 The distribution of zonally averaged earth-atmospheric outgoing long wave radiation

图 7 为地气系统的外逸长波辐射年内平均分布。等值线基本上呈纬向分布，这显然是温度、湿度和云量的纬向分布所决定的。OLR 值变化范围由南向北降低，赤道地区为大值区，越靠近高纬度

OLR 值就越小。与地气系统辐射平衡和吸收太阳辐射相比，外逸长波辐射年内季节变化并不明显，OLR 值比较稳定。特别是南半球。从图上仅能看出，北半球冬半年各个纬度为一弱槽区，夏半年为一弱脊区，从全球来讲，中高纬度地区 OLR 值梯度较大，赤道地区 OLR 值梯度相对变化不大。

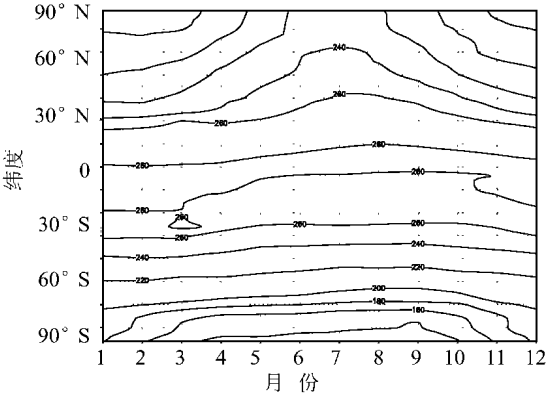


图 7 地气系统外逸长波辐射的年内平均分布
Fig 7 The variation of earth-atmospheric outgoing long wave radiation with latitude and season

3 结 论

- (1) 1974 年 6 月至 1978 年 2 月期间的吸收太阳辐射、外逸长波辐射和地气系统辐射收支的实际分布与其辐射理论分布是一致的。
- (2) 这 45 个月正处于太阳黑子数相对少期，该期间的太阳辐射应是偏弱的。

参考文献:

[1] 蒋尚诚, 温斯顿. 长江流域旱涝的 OLR 特征[J]. 气象学报, 1989, 47(4): 478—483.

[2] 蒋尚诚, 朱亚芬, 朱元竟. 卫星观测的中国区域气候[J]. 气象学报, 1991, 49(4): 512—517.

[3] 张文建, 董超华, 黎光清, 等. 利用 NOAA 卫星 HIRS 探测器监测东亚地区辐射收支的研究[J]. 气象学报, 1997, 55(6), 781—691.

[4] WINSTON J S. Earth-atmospheric radiation budget analysis derived from NOAA satellite data. June 1974—Feb 1978 vols 1 and 2 U. S. dept of commerce[M]. NOAA, NESS Washington, D. C., 1979.

[5] 幺枕生. 气候学原理[M]. 北京: 科学出版社, 1959: 45—63.

[6] 陈世训, 陈创买, 林应河. 气象学[M]. 广州: 中山大学出版社, 1993: 100—137.

[7] 高国栋, 陆渝蓉. 物理气候学[M]. 北京: 气象出版社, 1987.

[8] 蒋尚诚, 朱亚芬. OLR 的应用和图集[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990: 1—27.

(下转第 99 页)

The Correlation between Macrofauna Distribution and Nitrogen
as well as Phosphors in the Pearl River and the Liuxi River

LIU Yu¹, VERMAAT J E², RUYTER E D de², KRULJF H A M de²

(1. Institute of Environmental Sciences, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China;
2. IHE, Delft, The Netherlands)

Abstract: Water qualities of the Pearl River and the Liuxi River are closely related to the eco social development of Guangzhou city. Biomonitoring will be helpful to the understanding of the present situations of water quality and pollution of the two rivers. Comparisons were carried out for the correlation and significant differences of nitrogen, phosphorus factors and the macrofauna counting in three river sections (the Liuxi River, the West and the Front Channel of the Pearl River) by using Anova and multiple comparisons with *t* test. The results shown that the main pollutants were all NH_4^+ N and all higher than the V class of EQSSW. The Front Channel had the lowest NO_3^- N, NO_2^- N contents, so it's nitrification and self purification were greatly decreased. PO_4^{3-} P was also the main pollutant in the West and the Front Channel. NH_4^+ N and PO_4^{3-} P were not the limiting factors for the macrofauna distribution. Macrofauna counting was significantly negatively correlated with the bottom concentrations of NO_3^- N, NO_2^- N of the rivers. Nitrogen and phosphorus pollution must be reduced in order to enhance the biodiversity and improve the ecological environment quality of the rivers.

Key words: the River Pearl; the Liuxi River; macrofauna; nitrogen; phosphors; correlation ship analysis

(上接第 89 页)

An Observation Study on the Radiation Budget
Characteristics for Earth atmospheric System

CHEN Chuang mai¹, LI Ye xin², ZHOU Wen³, GAO You xi¹

(1. Department of Atmospheric Sciences, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275, China;
2. Meteorological Bureau of Zhuhai City, Zhuhai 519000, China;
3. Department of Physics & Materials Sciences, City University of Hong Kong, Hong Kong, China)

Abstract: Based on 45 month NOAA satellite data of radiation, including the absorbed sun radiation, the albedo and outgoing long wave radiation (OLR), as well as the formula for the radiation budget, the features are revealed for the zonally and monthly averaged (total and component) radiation budget in the earth atmospheric system. The results show that the total radiation budget, absorbed sun radiation, albedo, and OLR of the earth atmospheric system are in agreement with the theoretical illustration entirely. The weak sun radiation is due to the less sunspot activities during these 45 months.

Key words: the radiation budget; the earth atmospheric system; sun radiation; long wave radiation; distribution characteristics