

地球辐射平衡试验的第一批资料

美国地球辐射平衡试验科学小组

摘要 本文发表地球辐射平衡试验(ERBE)第一批资料,这些资料包括射出的红外辐射、反射率和估计的 1984 年 11 月 15 日的背景类型,以及“太阳常数”的测定结果。此外还给出了该日地球静止业务环境卫星得出的图象,以便与 ERBE 背景识别进行比较。就短时而论,云似乎比以往所记录的更冷,反射也更强。该试验资料将应用于云-辐射-气候相互作用的一些关键性研究。

1. 引言

1984 年 10 月 5 日挑战者号航天飞机发射了三颗地球辐射平衡试验卫星中的第一颗,这颗地球辐射平衡卫星(ERBS)还进行平流层气溶胶和气体试验 II(SAGE-II),1984 年 12 月 12 日发射了第二颗卫星 NOAA-F(现在的 NOAA-9),携带有 ERBE 仪器设备。第三颗卫星 NOAA-G 计划于 1986 年上半年发射。从 ERBS 上收集地球资料是从 1984 年 11 月初揭开污染覆盖区开始的,以后连续获得了这方面的资料,其中包括大量的太阳校准值和一段时间沿路径的扫描结果,它们可用于验证根据辐射亮度观测值计算大气层顶部通量的方向模式。

虽然资料收集和处理工作刚刚开始,但 ERBE 资料已为人们辐射和气候之间的相

互作用的认识提供了新的有意义的信息。例如,从 ERBE 扫描仪观测的瞬时辐射亮度可以看出,某些风暴的云的反射率大于 80%,而它们的红外辐射接近于平流层温度下的黑体辐射。尽管在理论上一直预期反射率和红外辐射会出现这种极值,但以往很难找到这些期待值的观测证据。ERBE 测得的瞬时辐射亮度也似乎证明可用来解决在大气环流模式的红外辐射传输模式中使用哪一种近似较为合适的问题。对资料进行初步检查充分证明 ERBE 确实能提供最好的、经过校准的地球瞬时辐射亮度的宽带测量值。

用两颗以上的卫星所进行的同步观测可以大大改进我们对地球辐射场日变化的认识,有助于我们研究大气和海洋中热传递机制以及估算反射辐射和射出辐射的月平均值。因此,ERBE 资料将附加到我们从五十

年代就开始的地球和太空能量交换的长期记录中去。

2. 试验概况

实施 ERBE 的每颗卫星都有几乎相同的两套仪器：一套扫描仪和一套非扫描仪。

非扫描仪有五个探测器：四个观测地球，一个观测太阳。观测地球的四个探测器中有两个从边缘到边缘进行扫描观测，另两个观测其正下方大气层顶部直径约 1000 km 的范围。每对非扫描仪通道有一个短波通道和一个对阳光和地球红外辐射同样灵敏的光谱特性平坦的通道。太阳常数观测是由绝对辐射仪完成的。

扫描仪有三个望远镜：一个用于观测反射的阳光，一个用于观测地球及其大气发射的红外能量，一个对两个波长带一起感应。这三个望远镜围绕同一条轴线转动，通常观测移动方向与卫星地面路径垂直。其在星下点观测范围约为 35 km。

所有这些仪器通道设计都以太阳常数和 1968 国际实用温标 (IPTS-68) 为本。在这些仪器的地面校准期间，IPTS-68 是通过在已测出发射率的黑体内嵌入铂电阻温度表进行校准的。使用了一个积分球体 (integrating sphere) 作为二级传递标准来校准短波通道。卫星运行期间是通过内部黑体和太阳的观测来维持校准的，并用独立监控之下的钨灯对校准进行比较检验。

从这些仪器获取的数据由 NASA 的戈达德空间飞行中心和 NOAA 国家环境卫星、资料 and 情报服务局收集，然后被传送到 NASA 的朗利 (Langley) 研究中心，再由数据处理系统把它们转换成在该卫星高度上的经过校准的辐射亮度 (对扫描仪) 和辐照度 (对非扫描仪)，然后再将这些资料换算成大气层顶部的瞬时通量，最后进行月平均。资料经过 ERBE 科学小组初步确认和使用后，以最终资料产品形式提供给科学界使用。

3. ERBE 初步结果

a. 太阳辐照度观测

第一批太阳观测资料是由 ERBS 仪器在 1984 年 10 月 25 日获得的。为了日照观测，仪器按方位角转动使太阳运行时能通过太阳监视器视场。这时地球观测通道均转离地球，以便它们的光轴与太阳监控器指向同一个方向。于是太阳光通过仪器一侧的小孔照在探测器上。

太阳监视器使用一个快门提供基准光源，在太阳移过视场之前或之后，地球观测通道对太空进行观测。这些探测器的增益为初始窗口面积、有源空腔加热绕组的电阻、空腔吸收率和滤光器圆顶透射比乘积的倒数。这些参量是在地面测量过的。另外，仪器的地面校准提供的独立导出的增益在参数测量值误差范围内与“绝对”常数差不多。10 月 25 日和 26 日利用所测得的面积和 ERBS 日射监测仪的电阻得出的太阳常数大约是 $1365 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。这个数值已被对 NOAA-9 测量资料进行第一次太阳校准期间获得的观测结果进一步验证。以后的太阳观测结果均得到同样的值，其标准偏差小于 $1.5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。这表明独立制成的探测器之间的一致性达到了一个新的水平。由 ERBE 探测器获得的太阳常数与雨云-7 (Hickey 等, 1980) 和“太阳最大飞行”上 (Willson, 1984) 辐射仪的测量结果所获得的值相差不超过 0.3%，十分接近于根据空间实验室 I 测量结果获得的值 (Crommelynck 和 Domingo, 1984)。

b. 大气层顶部瞬时通量

图 1 (略) 表示 1984 年 11 月 15 日夜间大气层顶部向外射出的宽带、红外通量。特别有意思的是在离阿拉伯半岛海岸不远的海上和其它无云的海洋地区获得了高的值。从这些地区大气层顶部向外逸出的辐射超过 $300 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

1984 年 11 月 9 日也获得了这么高的数值，已引起了 ERBE 科学小组的注意。从国

家气象中心获得的相关气象探测资料表明11月9日墨西哥湾对流层中部有一个干燥空气舌,它使得近地面水汽比在湿对流层情况下更有效地向太空辐射。ERBE仪器的这种瞬时资料也许有助于解决气候模式中使用的不同辐射传输计算方案之间存在着差异的问题。

1984年11月15日在气象学上来说是非常有趣的,因为这一天有三个活跃的热带风暴。西太平洋的比利和克拉拉台风位于菲律宾东部,下加勒比海的热带风暴克劳斯正在接近中美洲。比利和克拉拉向太空辐射能量小于 $75 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,此值与平流层的温度相对应。

ERBE也观测反射的太阳光,所以能推导出被吸收的阳光的地理分布和时间分布。反射率是入射阳光中反射到太空的份额,是非常重要的。图3(略)是11月15日瞬时反射率的地理分布。特别值得注意的是,在印度尼西亚附近的热带辐合区、亚马孙河流域和上面提到的热带风暴区所观测到的反射率都大于0.80。

ERBE除了用扫描仪提供高分辨率图象外,还用非扫描仪提供低分辨率资料。这些资料将重迭在由云雨-6,7测得的几乎连续的全球辐射收支资料上并使之延伸。

c. ERBE 背景辨认

作为反演过程的一部分(这种反演是把卫星高度上的观测值与大气层顶部的辐射场联系在一起,寻找其间的关系),地球被划分为五种地理背景类型:海洋、陆地、沙漠、积雪和海岸,对于每种地理背景,瞬时观测结果又进一步分为晴朗、少云、多云和阴天。

应当注意,少云或阴天背景的通常气象概念和ERBE背景类型之间并未建立完全精确的对应关系。在ERBE背景类型和由其它气象卫星资料得到的云的辨认之间的关系也有类似的情况。ERBE主要任务之一正是要确定这些相关关系的精确性质。

ERBE图象和从地球静止卫星窄带通道获得的图象看起来很相似。注意两类图象之间明显的相似性是非常有趣的。特别是南美中部、北美北部、东太平洋和赤道太平洋上空,ERBE阴天背景带与冷的亮区的外观十分一致,这些亮区通常总是与云联系在一起。热带风暴克劳斯在午后斜光(相当于ERBS越过的照度)中非常容易辨认。

ERBE背景辨认和地球静止卫星图象之间的相似将得到定量的验证。这项工作不仅涉及到美国的地球静止环境业务卫星的资料,而且还涉及到METEOSAT等其它资料。

4. 对 ERBE 资料的评价

在最终由ERBE获得大气层顶部月平均资料之前,还有许多工作要做。然而,即使是现在,ERBE资料也已经可以作为有关地球辐射场的新的、经过精确校准的信息来源。资料收集工作可望在这些仪器设计的预定寿命(2年)之后仍然能继续进行,因此可以对地球辐射收支记录继续进行研究。

许继武摘译自 «Bulletin American Meteorological Society» Vol. 67, No. 7, 1986

史国宁校