



# 巨大的能源

李玉海

太阳与人们朝夕相遇，它给大地带来了温暖，哺育着万物的生长。它在人类世界和生物世界占据着十分重要的位置。

人类对于太阳的了解，随着科学技术的不断发展，从无知到有知，从知之不多到知之较多。特别是近代，通过太阳模拟试验和探测研究，对太阳的物理结构有了更进一步的认识。

## 一、炽热球体

太阳是一个巨大的炽热球体，直径约 140 万公里，比地球直径大 109 倍，它的体积等于地球 130 万倍，质量比地球大 33 万倍。太阳表面温度为 6000 K，中心温度约达 1500 万度。

太阳所以能长期保持稳定的高温，从原子物理学分析，人们常把太阳比作一个巨大的原子能工厂。它是由氢（占 50%）、氦（占 40%）和重元素（占 10%）组成。由于温度极高，太阳表面的物质也早已强烈地离子化了，而内部的原子核，由于失去外部的电子，则以极大的速度运动着。太阳内部存有大量的氢和氦原子的质子，这些质子也在猛烈的运动和撞击着其它元素的原子核，使这些元素的核发生破坏和改变，在碳原子的帮助下，发生氢改变氦的核聚变反应，产生巨大的原子能，经太阳表面溢放出来。据测量，每分钟放出的热量要多于  $5 \times 10^{24}$  千卡。如果把太阳表面用一层 12 米厚的冰包起来，那么只要一分钟就可以把冰壳全部融化，可见其热量之大了。

太阳与地球虽遥距 1.5 亿公里，但它却是距地球最近的一颗恒星。地球大气高层从太阳获得的能量仅占太阳能的 20 亿分之一。但是，地球上的昼夜、四季，地球大气间的水份循环，大气环流，江河流动，岩石风化，大气内的风、雨、雷、电，甚至地球上一切自然能源，如煤、天然气、石油、风能、水能等等，追根溯源，其能源无不渊源于太阳能。人们作过比较，从地球内部传送到地球表面的热量，一年总共不过 54 卡/厘米<sup>2</sup>，仅占太阳能的 2 万分之一；而来自宇宙其它星体的辐射能则更少，仅占太阳能的一亿分之一。可见，太阳能是地球最主要的能量来源。

## 二、传送形式

能量的传递有传导、交换、辐射三种形式。传导和交换传递热能需要一定的分子作媒介，在真空中热量就无法传递。保温瓶能保温就是这个道理。太阳与地球的距离十分遥远，在这样一个漫长的距离中，除地球大气层和太阳周围蒙气圈外，绝大部分的空间是真空地带。在这样的条件下，太阳热能依靠传导和交换的形式传递是不可能的，唯一传递能量的形式就是辐射。

辐射传递能量就像光波那样，是以电磁波的方式传递的，它不需要经过任何物质作媒介。相反，在传递空间遇到任何介质，都会被介质吸收、散射和反射而消弱传递的能量。辐射传递速度相当于光速（即  $3 \times 10^10$  厘米/秒）。

一切物体，只要在绝对温度 0°K（即 -273°C）以上，都具有向外辐射热能的能力；同时也在吸收来自其它物体的辐射热能。物体辐射能力的大小，取决于物体本身温度的高低。实验表明，辐射能力与温度的四次方成正比。

辐射的波长范围很广，从波长  $10^{-10}$  微米的宇宙线到波长达几公里的无线电波都是辐射的波长范围（见图 1）。物体辐射最大能力的波长随物体温度而定，温度越高，辐射最大能力的波长越短，与温度成反比。

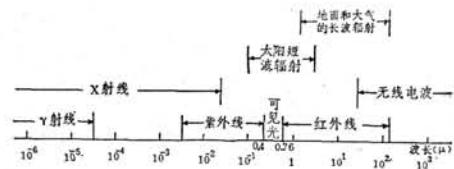


图 1 各种辐射的波长范围

太阳辐射的主要波长范围是 0.15—4 微米。地面和大气辐射的主要波长范围是 3—120 微米，在气象学中，根据辐射波长不同，常把太阳辐射称为短波辐射；地面和大气辐射称为长波辐射，以区分两种性质不同的辐射。

需要指出，这里所说的辐射是指电磁波辐射，主要是讨论光和热效应问题。而太阳在发出电磁辐射的同时，还有粒子辐射，这里就不谈了。

## 三、辐射光谱

以辐射能量强度和辐射波长为坐标绘制的曲线叫做光谱曲线。辐射光谱曲线对研究分析辐射体的辐射特性和能量分布、变化十分重要。

据测量太阳辐射光谱与 $6000^{\circ}\text{K}$ 的黑体辐射光谱比较接近(见图2)。由此可见,太阳表面温度约为 $6000^{\circ}\text{K}$ 左右。

太阳辐射波长的范围很广,波长从零到无穷大。但波长在很大和很小的部分内,能量都很小,绝大部分能量集中在 $0.15\text{--}4$ 微米\*之间,占太阳辐射总能量的99%。其中可见光区(波长=0.4— $0.76\mu$ )占50%;红外线区(波长 $>0.76\mu$ )占43%;紫外线区(波长 $<0.4\mu$ )占7%。辐射最大能力的波长为0.475微米(即在可见光区青、兰色区内)。

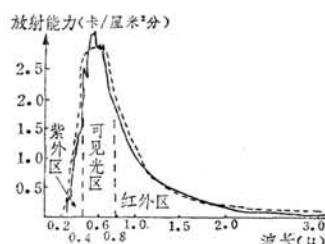


图2 大气上界的太阳辐射光谱  
实线为太阳辐射光谱,虚线为 $6000^{\circ}\text{K}$ 黑体辐射光谱

射,主要是可见光中的红黄色光线和兰紫色光线。叶绿素吸收这部分光线不是用来增热,而是用来参加光合作用,它将二氧化碳和水制造成有机化合物(即碳水化合物、蛋白质和脂肪)。试验证明,这部分的辐射强度增加,植物光合作用的速度也在一定程度上随之增加;但这部分辐射过强,又会引起叶绿素的分解,致使植物失去叶绿素而死亡。再如射向地表面仅占太阳辐射总能量1%的紫外线,它并不增加地面的热效应,但是它具有极大的生物学效应。紫外线对种子的发芽能力和种子的品质影响极大,在紫外线的辐射下,使许多微生物死亡,土壤和植株被消毒,大大减少了作物病虫害的传播。红外线部分在太阳辐射的总能量中,是转换热能的主要部分,地表面也最能吸收这部分辐射,绝大部分转变为热能致使地面增温。但植物的叶绿素并不吸收它,它对植物的影响,只能间

接地反应在热效应上。

综上所述,可见我们测定和研究太阳辐射各个波段能量强度的意义是多么重大了。

#### 四、辐射强度

根据太阳辐射不同波长范围的能量稳定程度,可分作两类,一类称作太阳常定辐射,一类称作异常辐射。

常定辐射包括可见光部分、近紫外线部分和近红外线部分,这三个部分的能量约占太阳辐射总能量的90%。太阳本身是活动着的,其能量也在波动式地变化,不过常定辐射的能量随着太阳活动的变化甚微。据测量,在太阳活动峰值年仅比太阳活动宁静年增大2.5%。人们根据这一规律确定了太阳常数,作为世界各国公用参数。

太阳常数是在日地平均距离,地球大气上界垂直于太阳光线平面的太阳辐射通量,密度为1.90卡/厘米 $^2\cdot$ 分。太阳常数值不是恒定不变的,它同样也是随着太阳活动而变化的,但变化很小,例如1948年(太阳黑子多)约为1944年(太阳黑子少)的1.006倍。

太阳常数是实际测量的结果,随着探测和测量技术不断提高,太阳常数的取值也常在变动。1957年国际辐射委员会曾建议在整理国际地球物理年观测资料时取太阳常数值为1.98卡/厘米 $^2\cdot$ 分。七十年代,利用火箭和高空气球探测结果,将太阳常数值又改为1.94卡/厘米 $^2\cdot$ 分。

太阳异常辐射包括太阳电磁辐射中的无线电波段部分、紫外线部分和微粒子流部分。这些部分的能量随太阳活动的变化而剧烈地变化着。如紫外线的强度随太阳活动的变化在几十倍至几百倍之间;微粒子流的变化则更大。

了解和掌握这两类辐射强度的变化,对分析研究气候变异和展望未来的天气变化具有十分重要的意义。它是人们认识自然、掌握自然和改造自然的一个重要方面。

\* 微米是长度的计量单位,1微米= $10^{-6}$ 米,用 $\mu$ 表示。