

科学新导向丛书  
KEXUE XINDAOXIANG CONGSHU

# 活力之源： 地球能源大盘点



HUOLI ZHIYUAN: DIQIU NENGYUAN DAPANDIAN

姜忠喆/编著

科技的发展增强了人类对能源的利用，  
却也加速了人类对能源的消耗。  
能源危机时代已经到来，  
全面认识能源，  
珍惜和保护能源，  
任谁都责无旁贷！

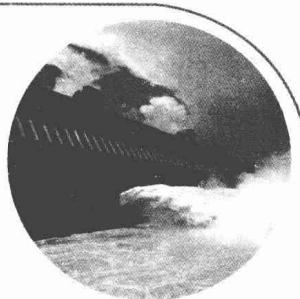


成都时代出版社  
CHENGDU TIMES PRESS

科学新导向丛书

KEXUE XINDAOXIANG CONGSHU

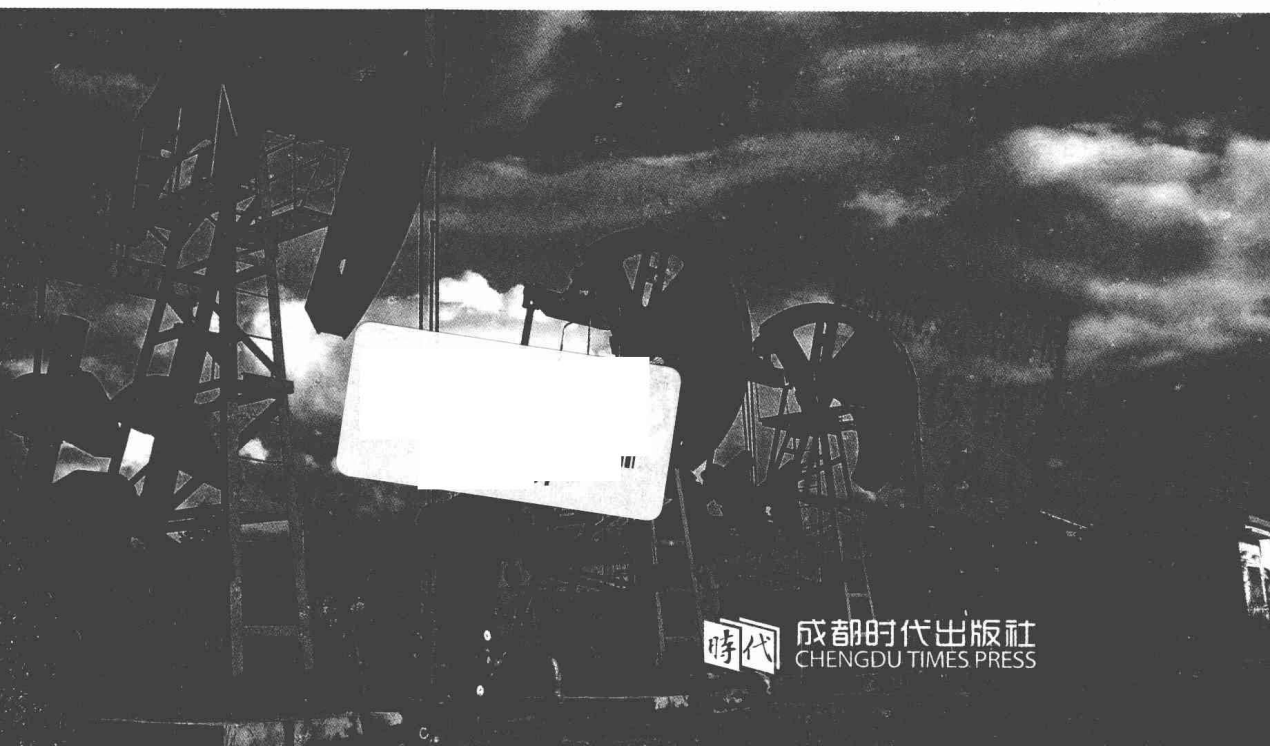
# 活力之源： 地球能源大盘点



HUOLI ZHIYUAN: DIQIU NENGYUAN DAPANDIAN

姜忠喆/编著

常州大学图书馆  
藏书章



时代

成都时代出版社  
CHENGDU TIMES PRESS

## 图书在版编目(CIP)数据

活力之源:地球能源大盘点 / 姜忠喆编著. —成都:成都时代出版社, 2014. 1

(科学新导向丛书)

ISBN 978—7—5464—0820—0

I. ①活… II. ①姜… III. ①新能源—青年读物②新能源—少年读物 IV. ①TK01—49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 293939 号

## 活力之源:地球能源大盘点

HUOLIZHIYUAN:DIQIU NENGYUAN DAPANDIAN

姜忠喆 编著

出品人 段后雷  
责任编辑 于永玉  
责任校对 李 航  
装帧设计 膳书堂  
责任印制 于燕飞  
出版发行 成都时代出版社  
电 话 (028)86621237(编辑部)  
(028)86615250(发行部)  
网 址 [www.chengdusd.com](http://www.chengdusd.com)  
印 刷 四川省南方印务有限公司  
规 格 170mm×240mm  
印 张 12  
字 数 210 千  
版 次 2014 年 1 月第 1 版  
印 次 2014 年 1 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978—7—5464—0820—0  
定 价 29.80 元

著作权所有·违者必究

本书若出现印装质量问题,请与工厂联系。电话:(028)37641787



## 前言

提起“科学”，不少人可能会认为它是科学家的专利，普通人只能“可望而不可及”。其实，科学并不高深莫测，科学早已渗入到我们的日常生活，并无时无刻不在影响和改变着我们的生活。无论是仰望星空、俯视脚下的大地，还是近观我们周遭咫尺器物，都处处可以发现科学之原理蕴于其中。即使是一些司空见惯的现象，其中也往往蕴含深奥的科学知识。科学史上的许多大发明大发现，也都是从微不足道的小现象中深发而来：牛顿从苹果落地撩起万有引力的神秘面纱；魏格纳从地图上揭示海陆分布的形成；阿基米德从洗澡时溢水现象中获得了研究浮力与密度问题的启发；瓦特从烧开水的水壶冒出的白雾中获得了改进蒸汽机性能的印象；而大名鼎鼎的科学家伽利略从观察吊灯的晃动，从而发现了钟摆的等时性……所以说，科学就在你我身边。一位哲人曾说：“我们身边并不是缺少创新的事物，而是缺少发现可创新的眼睛”。只要我们具备了一双“慧眼”，就会发现在我们的生活中科学真是无处不在。然而，在课堂上，在书本上，科学不时被一大堆公式和符号所掩盖，难免让人觉得枯燥和乏味，科学的光芒被掩盖，有趣的科学失去了它应有的魅力。常言道，兴趣是最好的老师，只有培养起同学们从小的科学兴趣，才能激发他们探索未知科学世界的热忱和勇气。

科学是人类进步的第一推动力，而科学知识的普及则是实现这一推动的必经之路。在新的时代，社会的进步、科技的发展、人们生活水平的不断提高，为我们青少年的科普教育提供了新的契机。抓住这个契机，大力普及科学知识，传播科学精神，提高青少年的科学素质，是我们全社会的重要课题。

《科学新导向丛书》共 50 分册，几乎囊括了整个自然科学领域，内容包



括浩瀚无穷的宇宙、多姿多彩的地球奥秘、日新月异的交通工具、稀奇古怪的生物世界、惊世震俗的科学技术、源远流长的建筑文化、威力惊人的军事武器……丛书将带领我们一起领略人类惊人的智慧，走进异彩纷呈的科学世界！

丛书采用通俗易懂的文字来表述科学，用精美逼真的图片来阐述原理，让我们一起走进这个包罗万象的自然科学王国，这里有我们最想知道的、最需要知道的科学知识。这套丛书理念先进，内容设计安排合理，读来引人入胜、诱人深思，尤其能培养科学探索的兴趣和科学探索能力，甚至在培养人文素质方面也是极为难得的中学生课外读物。

本册《活力之源：地球能源大盘点》一书从独特的视角切入，以通俗易懂的语言阐述了核能、太阳能、风能等各种新能源的基本知识，演绎了能源的发展史，用生动的表达方式描绘了能源的知识。书中主要介绍了国内外新能源与可再生资源的发展状况，并对新能源与可再生资源的资源状况、利用原理与技术做了介绍。

阅读丛书，你会发现原来有趣的科学原理就在我们的身边；阅读丛书，你会发现学习科学、汲取知识原来也可以这样轻松！

今天，人类已经进入了新的知识经济时代，青少年朋友是 21 世纪的栋梁，是国家的未来，民族的希望，学好科学是时代赋予他们的神圣使命。我们希望这套丛书能够激发同学们学习科学的兴趣，打消他们对科学隔阂疏离的态度，树立起正确的科学观，为学好科学，用好科学打下坚实的基础！



# 目 录

## 第一章 太阳能

|                 |    |
|-----------------|----|
| 太阳的光和热 .....    | 3  |
| 能源之母——太阳 .....  | 6  |
| 太阳能量知多少 .....   | 8  |
| 洒向地球光和热 .....   | 9  |
| 太阳能的特点 .....    | 11 |
| 我国的太阳能资源 .....  | 14 |
| 太阳能应用的历史 .....  | 16 |
| 太阳能的利用途径 .....  | 19 |
| 太阳能集热器 .....    | 21 |
| 太阳能的储存 .....    | 24 |
| 奇特的太阳能汽车 .....  | 28 |
| 太阳能水泵系统 .....   | 30 |
| 太阳能热利用分类 .....  | 32 |
| 太阳能热水系统 .....   | 34 |
| 太阳能热水器 .....    | 38 |
| 真空管太阳能热水器 ..... | 43 |
| 平板型太阳能热水器 ..... | 45 |



|                 |    |
|-----------------|----|
| 太阳能与建筑一体化 ..... | 47 |
| 太阳能温室 .....     | 49 |
| 太阳能沼气 .....     | 52 |
| 太阳能采暖 .....     | 54 |
| 太阳能干燥技术 .....   | 56 |
| 太阳能制冷 .....     | 58 |
| 太阳能蒸馏器 .....    | 60 |
| 太阳能发电 .....     | 63 |

## 第二章 风 能

|                  |     |
|------------------|-----|
| 风能资源在全球的分布 ..... | 67  |
| 我国风能资源分布 .....   | 68  |
| 风帆助航 .....       | 71  |
| 清选谷物 .....       | 75  |
| 放风筝 .....        | 76  |
| 风车 .....         | 77  |
| 风力灌溉 .....       | 81  |
| 风能致热 .....       | 85  |
| 风力发电的历史 .....    | 88  |
| 风力发电的基本原理 .....  | 91  |
| 风电的储存 .....      | 94  |
| 小型风力发电系统 .....   | 95  |
| 风光互补发电 .....     | 97  |
| 我国风力发电的发展 .....  | 98  |
| 风力机家族成员 .....    | 100 |
| 陆地风电场 .....      | 104 |
| 海上风电场 .....      | 106 |
| 人造龙卷风发电 .....    | 108 |



|                  |     |
|------------------|-----|
| 全永磁悬浮风力发电机 ..... | 110 |
|------------------|-----|

### 第三章 氢 能

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 谁发现了氢气 .....        | 113 |
| 氢的同位素 .....         | 116 |
| 什么是氢键 .....         | 117 |
| 氢的特性 .....          | 119 |
| 氢在储运和使用中的安全问题 ..... | 124 |
| 实验室制取氢气 .....       | 127 |
| 制氢技术 .....          | 129 |
| 发展中的制氢技术 .....      | 134 |
| 氢能汽车 .....          | 140 |

### 第四章 未来能源

|                  |     |
|------------------|-----|
| 能燃烧的冰 .....      | 149 |
| 未来新能源 .....      | 151 |
| 可燃冰从哪里来 .....    | 153 |
| 可燃冰的分类 .....     | 156 |
| 可燃冰在地球上的分布 ..... | 157 |
| 地球上可燃冰的储量 .....  | 160 |
| 国外可燃冰研究和勘探 ..... | 161 |
| 我国可燃冰开发状况 .....  | 175 |

# 第一章

## 太阳能







## 太阳的光和热

无私奉献和热哺育地球万物的是伟大的太阳，它给地球带来光明和温暖。地球上生命的成长和繁衍，各地气候的形成和演变，全球水分循环的进行，都与太阳巨大的能量分不开。

自古以来，人们都在研究太阳，希望能够揭开太阳的秘密。但是，基本上搞清楚太阳的情况，还是近代的事情。

史书上记载：孔子东游，见两小儿辩斗，问其故，一儿曰：“我以日始出时去人近，而日中时远也。”“日初出大如车盖，及日中则如盘盂，此不为远者小而近者大乎？”一儿曰：“日初出苍苍凉凉，及其日中如探汤，此不为近者热而远者凉乎？”孔子不能决也。两小儿笑曰：“孰为汝多知乎！”

这个故事的大意是：孔子到东方去游学，途中看见两个小孩在争论。孔子上前询问他俩争论的原因。一个小孩说：“我认为太阳刚出来的时候，距离人很近，而到了正午时候，却距离人远了。”另一个小孩却认为，太阳初升的时候距离人很远，而到正午时候离人近。前一个小孩说：“太阳初升时大得像车上的篷盖，等到了正午时就像个盘盂，这不是远处的小而近处的大吗？”另一个小孩说：“太阳初升时清清凉凉，等到正午时就热得像把手伸进热水里一样，这不是近的时候热而远的时候凉吗？”孔子听了，不能判断谁对谁错。两个小孩笑着说：“谁说你知道的事情多呢？”

这个问题看起来简单，实际却很复杂，不过在今天，科学家们已完全能解答这个问题了，一句话：日出日落时间和太阳的高度在一年内不断变化，而且随纬度不同而不同。太阳之所以在中午最热，是因为中午太阳光从进入大气层到照射到地面，被消耗和反射的太阳光线最少造成的，那么为什么早上或傍晚要感觉凉了一些，那是因为早晨经过一夜的热量散失，傍晚因为阳光不再直射，地球吸收的太阳光逐渐减少造成的。

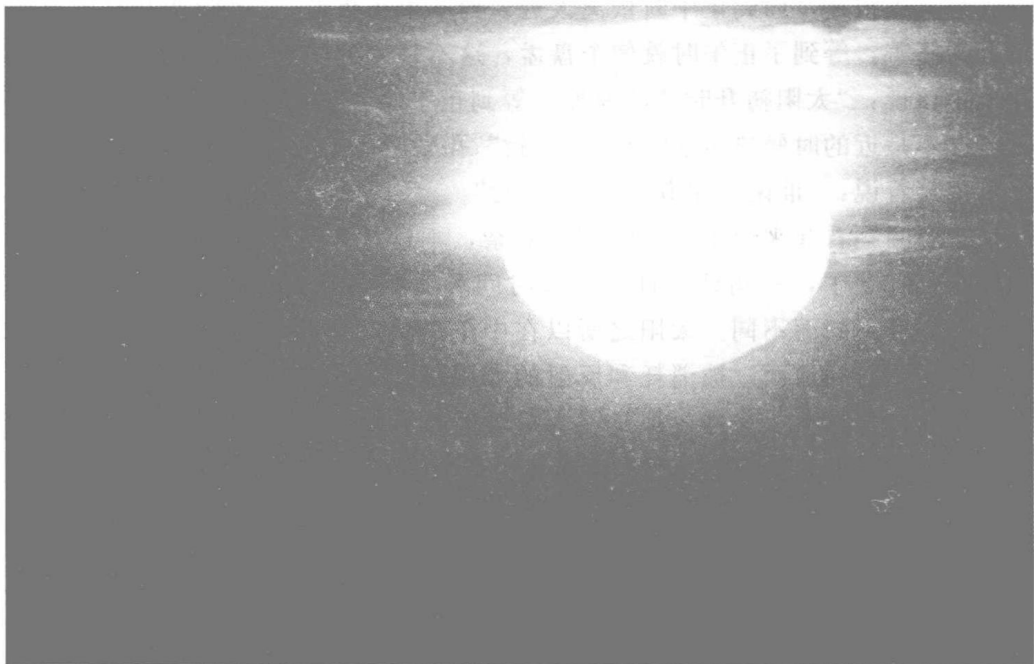
我们在地面上可以看到，清晨，一轮红日喷薄而出；中午，烈日当空，像一个耀眼的银盘；傍晚，夕阳西下，百鸟归林，太阳又像一个又大又红的车轮，慢慢地下山。那么，太阳到底有多大呢？太阳是一颗比其它所有的行星都大的恒星，它用巨大的引力把水星、金星、地球、火星、木星、土星、



天王星和海王星都控制在太阳系运动。太阳的半径大约为  $6.96 \times 10^5$  千米，是地球半径（6371 千米）的 109 倍，太阳的体积大约为  $141 \times 10^8$  亿立方千米，地球体积只有  $1.083 \times 10^{12}$  立方千米，地球的体积只相当于太阳体积的一百三十万分之一那么大。

其实太阳是一直处在不断的变化之中的。美国青年天文学家埃迪提出，太阳在不断地收缩。1979 年，他再次发表爆炸性意见：太阳在不断地收缩，每 100 年太阳缩小直径的  $1/850$ ，可以说是很不显眼的一点，折合成米来计算的话，也就是每天太阳直径缩小 4.5 米。对于直径约 139.2 万千米的太阳来说，确实是微乎其微。不过，日积月累的结果也不容忽视。如果照此下去，10 万年后会怎么样呢？太阳会缩小到“消失”不见吗？这样的爆炸性意见自然会引来许多人的极大关注。其实埃迪的说法并不是空穴来风，他根据英国格林尼治天文台 1836~1953 年共 117 年的太阳观测记录，发现太阳的直径在不断地减小。此外，根据美国海军天文台从 1846 年以来 100 多年间的观测资料，他同样发现太阳半径在收缩。我国科学家万籁等经过多年的观测计算指出：从总体上来看，太阳半径存在缩小的趋势，缩小的速度是每 100 年缩小 90~150 千米。

再说太阳的质量，组成太阳的物质比较稀疏，平均每立方厘米的太阳物质重 1.4 克，比水大一些。但是太阳里外的密度是不一样的，它的外壳大部





分为气体，密度很小，但是越往里面，物质越稠密，密度越大。太阳核心的质量大约是平均每立方厘米物质重 160 克，这比钢的密度还要大将近 20 倍。总的来说，太阳的质量大约是  $2 \times 10^{27}$  吨，这就相当于太阳系中其它所有行星和卫星只占太阳系总质量的 0.14%，是太阳系里所有行星和卫星质量总和的 750 倍，是地球质量的 33 万倍。

关于太阳的组成，经科学研究表明，太阳由 70 多种元素组成，主要组成物质是氢，其次是氦，还有碳、氮、氧和各种金属等。氢和氦的质量占有元素质量的 98%，是构成太阳质量的主要部分，其他元素质量仅占 2%。

太阳的结构是怎样的呢？太阳的结构从里向外主要分为：中心为热核反应区，核心之外是辐射层，辐射层外为对流层，对流层之外是太阳大气层。在天气晴朗的时候，我们仰望太阳，看到的是一个耀眼的圆盘，这就是太阳的大气层。光球、色球和日冕都被太阳的大气层所包括住。通常在平时我们只能看见太阳明亮的光球，观察色球和日冕就需要借助特殊的仪器了。在发生日食的时候，我们用肉眼也能看见色球和日冕。

光球由不透明的气体组成，能发出强烈的光，因此称为光球。我们说太阳表面的平均温度约 6000 摄氏度，指的就是这一层。光球层位于对流层之外，它属太阳大气层中的最低层或最里层，光球的厚度大约为 500 千米，温度与太阳中心距离有关，距离太阳中心越近，温度越高。

光球的外面就是色球。平时由于地球大气把强烈的光球可见光散射开，色球便被淹没在蓝天之中。只有在日全食的时候才有机会直接看到红红的色球。色球气体稀薄，近于透明状态。太阳色球厚度约 2500 千米。它的温度从里向外增加，与光球顶相接的部分差不多有 4500 摄氏度，到外层达几万摄氏度。整个色球层的结构不均匀，因为磁场的不稳定性，太阳高层大气经常产生爆发活动，产生耀斑现象。

日冕就是处在色球外面的稀薄气体。日冕是太阳大气的最外层。日冕的密度比色球层更低，而它的温度反比色球层高得多，甚至达到上百万摄氏度。日全食时在太阳表面周围看到放射状的明亮的银白色光芒就是日冕。



## 能源之母——太阳

太阳是浩瀚太阳系中唯一能发光发热的星体。广阔空旷的宇宙黑暗而又寒冷，科学探测结果表明，宇宙空间的温度非常低，大约 $-273$ 摄氏度。是太阳向宇宙空间源源不断地输送着光和热。

地球把太阳称之为能源之母，是因为太阳给地球带来了无穷的光和热。除了原子能、地热和火山爆发的能量外，地面上大部分能源均直接或间接同太阳有关。如果没有太阳光的照射，地面的温度将会很快地降低到接近绝对零度，什么是绝对零度呢？绝对零度就是 $-273.15$ 摄氏度。在这个温度下物体没有热能，人类和动植物都无法生存。因为有太阳光的照射，地面平均温度才会保持在 $14$ 摄氏度左右，这样才符合人类和绝大部分生物生存的条件。

对于人类来说，光芒万丈的太阳无疑是宇宙中最重要的天体。太阳是地





球的巨大、久远、无尽的能量之源。尽管地球接收太阳每秒钟照射的能量就占太阳总辐射能量的 22 亿分之一，但也相当于 500 万吨标准煤。万物生长靠太阳，没有太阳，地球上就不可能有千姿百态的生命现象，当然也不会孕育出作为智慧生物的人类。太阳给人们以光明和温暖，它带来了日夜和季节的轮回，左右着地球冷暖的变化，为地球生命提供了各种形式的能源。太阳提供了地球上的大部分能源，没有太阳的光和热，地球上就不会有石油、煤炭和天然气。地球上的风能、水能、海洋温差能、波浪能和生物质能以及部分潮汐能都是来源于太阳。因此，太阳能可以分为广义的太阳能和狭义的太阳能两种说法。广义上的太阳能是地球上许多能量的来源，如风能、化学能、水的势能等。狭义的太阳能仅限于太阳辐射能的光热、光电和光化学的直接转换。

因为太阳的质量很大，所以在太阳自身的重力牵引下，太阳物质向中心聚集，中心的密度和温度很高，使它能够发生原子核反应。这些核反应是太阳能量之源，所产生的能量连续不断地向空间辐射，并且控制着太阳的活动。太阳从中心到边缘可分为核反应区、辐射区、对流区和太阳大气。

核反应区是太阳的核心，位于太阳半径四分之一的区域内，这里占了太阳一半以上的质量。这里的温度大约 1500 万摄氏度，压力约为 2500 亿个大气压（1 标准大气压 = 101.325 千帕，下同），密度接近 158 克/立方厘米。太阳能量的 99% 其实都来源于太阳的核反应区，并以对流和辐射方式向外传送。在太阳内部，每时每刻都在进行由“氢”聚变成“氦”的原子核反应，这种反应能不停地释放出巨大的能量，并不断向宇宙空间辐射能量。氢聚合时放出伽马射线，这种射线通过较冷区域时消耗能量，增加波长，变成 X 射线或紫外线及可见光。

辐射区是紧靠着核反应区的，辐射区的温度和密度都有所下降。辐射区的温度下降到 13 万摄氏度，密度下降为 0.079 克/立方厘米。在太阳核心产生的能量通过这个区域由辐射传输出去。在辐射区的外面是对流区（对流层），对流区的温度和密度进一步下降，温度下降为 5000 摄氏度，密度为 8~10 克/立方厘米。在对流区内，能量主要靠对流传递。

自古到今，太阳一直从未间断地为地球提供能量。太阳本身的核聚变反应能够生成巨大的能源，这种核聚变可以维持几十亿至上百亿年的时间，因此，可以说太阳将永远无私地为地球提供能源。



## 太阳能量知多少

太阳是一个巨大的由气体构成的星球，氢气是它中心部分的主要成分。因为太阳的质量非常大，太阳具有很大的重量，会产生巨大的吸引力，把这些很轻的氢气牢牢吸引住，使其无法逃逸。太阳中心的温度高达 1500 万摄氏度，压力达到几千亿个大气压。太阳每时每刻都在发生氢聚变成氦聚变反应，每秒有  $6.57 \times 10^{11}$  千克的氢聚变生成  $6.53 \times 10^{11}$  千克的氦，连续产生  $3.90 \times 10^{15}$  亿千瓦的能量。这些能量以电磁波的形式，以  $3 \times 10^5$  千米/秒的速度穿越太空射向四面八方。其中只有约 22 亿分之一（有  $1.77 \times 10^6$  亿千瓦）的能量，主要以辐射的形式来到地球，成为地球上光和热的主要来源。到达地球大气层的太阳能 30% 被大气层反射，23% 被大气层吸收，其余的才可以到达地面，其功率为  $8.5 \times 10^{13}$  亿千瓦。

太阳内部的热核反应每秒钟要消耗 6 亿多吨氢核燃料，在聚变为氦时，实际消耗的氢核约 400 万吨。太阳的巨大能量就是这样产生的。有专家预测，到目前为止，太阳中氢的储量足够维持 600 亿年，而太阳内部组织因热核反应聚合成氦，它的寿命约为 50 亿年，因此可以说太阳的能量是取之不尽、用之不竭的。

几十亿年来，原子能因太阳的内部核聚变反应而被大量的释放，使太阳不断地发出光和热，给地球送来光明和温暖。太阳表面几千摄氏度的高温，使太阳里的金属都变成蒸气。太阳内部的温度高达 1500 万摄氏度，这样高的温度简直有些不可思议。我们都知道，把水加热到 100 摄氏度，水就会沸腾。钢铁厂里的火红的炼钢炉将铁矿石熔化成铁水，温度才达到 1000 摄氏度。地球上最难熔化的金属是钨，需要 3370 摄氏度的高温，但是和太阳的温度相比，根本是小巫见大巫。

太阳如此高的温度，成为人类无法逾越的探索太阳的障碍。我们可以乘坐宇宙飞船遨游太空，登上月球，但是我们无法接近太阳，太阳表面的高温会在一瞬间把宇宙飞船熔化掉。



## 洒向地球光和热

太阳向宇宙空间发射的辐射功率为  $3.90 \times 10^{23}$  千瓦的辐射值，其中 22 亿分之一到达地球大气层。辐射到地球上的太阳光线是由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫 7 色不同波长的光波组成，能量密度最大的是其中波长为 0.55 微米的绿色光线区。太阳光的绿色和植物叶片叶绿素是相同的，所以植物捕捉阳光其实主要捕捉的是绿色光线。

和太阳比起来，地球只是一颗遥远的微不足道的小行星，所以地球只能获得太阳总辐射的 22 亿分之一。因为地球的外部被一层厚厚的大气层包围，地球的大气层就像是一层厚厚的棉被，把地球严密地包裹起来。太阳光辐射最先辐射到大气层，不可避免地要被大气层反射和吸收。其中，太阳辐射的 30% 被大气层反射到太空中，23% 被大气层吸收，结果仅余 47% 左右的太阳辐射到达地球表面。

尽管如此，地面也没有将这 47% 的剩余部分全部吸收，而是将一部分太阳辐射直接反射回太空，反射回太空的部分大约占太阳辐射的 2% 左右，所以，最后被地球吸收的太阳辐射只占全部太阳辐射的 45%。

到达地球大气上界的太阳辐射能量又叫做天文太阳辐射量。在地球位于日地平均距离处时，地球大气上界垂直于太阳光线的单位面积在单位时间内所收到的太阳辐射的全部总能量，称为太阳常数。太阳常数的常用单位为瓦/平方米。

观测方法和技术不同，得到的太阳常数值也就不同。1981 年时，世界气象组织（WMO）公布的太阳常数值是 1368 瓦/平方米。

因为天气原因，到达地球表面的阳光和热量经常会受到影响。晴天，阳光明媚；阴雨天，可能就这有阳光，这样，地面接收的太阳能就会存在很大差别。另外，因为地球是一个球体，并且斜着身子公转，纬度不同，接收到的太阳辐射也不一样。低纬度地区的太阳辐射高于高纬度地区的太阳辐射。在赤道地区，太阳光几乎是垂直照射。而在南北两极地区，太阳光的照射是斜射，极地地区得到的热量非常少。

根据生活经验，我们都知道，光线斜射，照射的面积就大；光线直射，