



新农村新能源丛书

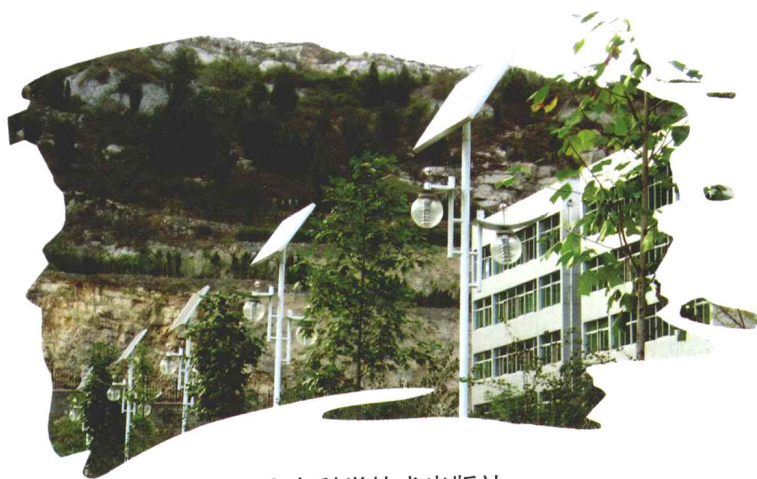
# 农村

## 太阳能开发与利用

NONGCUN TAIYANGNENG KAIFA YU LIYONG

XINNONGCUN XINNENGYUAN CONGSHU

主编 张曰林 成 冰



山东科学技术出版社  
[www.lkj.com.cn](http://www.lkj.com.cn)

# 农村

## 太阳能开发与利用

NONGCUN TAIYANGNENG KAIFA YU LIYONG

主编 张曰林 成 冰



## 图书在版编目(CIP)数据

农村太阳能开发与利用/张曰林,成冰主编. —济南:  
山东科学技术出版社,2009  
(新农村新能源丛书)  
ISBN 978-7-5331-4485-2

I. 农… II. ①张… ②成… III. 农村—太阳能—利用  
IV. TK519

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 044309 号

新农村新能源丛书  
农村太阳能开发与利用  
主编 张曰林 成冰

---

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:临沭县书刊印刷厂

地址:临沭县城南工业区

邮编:276700 电话:(0539)6280890

---

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:3.5

版次:2009 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-5331-4485-2

定价:8.00 元

## 丛书编委会

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 主 任 | 张 霞 |     |     |     |
| 委 员 | 张曰林 | 刘培军 | 王泽洋 | 成 冰 |
|     | 王媛媛 | 刘兆勇 | 柳洪艇 | 王 强 |
|     | 马根众 | 侯方安 | 强 莉 | 徐建堂 |
|     | 牛贞福 | 王淑芬 | 张希民 | 张 奎 |
|     | 张 杰 | 陈 宁 | 秦 波 |     |

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 主 编 | 张曰林 | 成 冰 |     |
| 副主编 | 张希民 | 张 奎 | 张 杰 |
| 参 编 | 赵 冰 | 胡在锋 |     |

## 序言 PREFACE

能源是经济社会发展的基础,也是发展现代农业、建设社会主义新农村的重要物质保障。当前,随着全球性能源短缺问题的日益突出,新能源、可再生能源的开发和利用正被越来越多的国家所关注。我国作为一个人口大国、农业大国,在能源方面面临巨大的缺口和压力,发展农村新能源和可再生能源,不仅是缓解目前能源短缺压力的有效方式,而且也是减少农业环境污染、改善农村环境的重要途径,更是建设社会主义新农村、实现农村社会和谐发展的必要举措。党的十七大明确要求,在2020年全面建成小康社会时,要基本形成节约能源资源和保护生态环境的产业结构、增长方式、消费模式,循环经济形成较大规模,可再生能源比重显著上升。这一目标的提出,将发展新能源和可再生能源提到了战略的高度,使之成为一项重要的历史使命。

山东是一个农业大省,农业人口占70%,在发展农村新能源和可再生能源方面具有丰富的资源和广阔的前景。每年大约产生7 000万吨农作物秸秆、2.9亿吨人畜粪便,生物质能源总量折合标准煤达6 000万吨;可开发利用的风能储量为8 800万千瓦,居全国前三位,太阳

能更是丰富。近年来山东省委、省政府高度重视农村可再生能源工作,将其作为生态省建设和节能减排等全局性工作的重要内容,制定优惠政策,拿出专项资金,支持发展。到 2007 年底,全省农村户用沼气累计总量达到 100 万户,大中型沼气工程 263 处,全省年产沼气 5 亿立方米,节能折合标准煤 37 万吨,累计推广太阳能热水器 670 万平方米,取得了明显的生态、经济和社会效益。

应该看到,我们在农村可再生能源开发方面取得了一定的成绩,但是与其巨大的潜力和省委、省政府的要求相比还有相当的距离,也还有不少制约因素,其中技术力量不足就是“瓶颈”之一。该丛书包括农村沼气建设与利用、作物秸秆综合利用、农村太阳能开发与利用以及农村风能开发与利用等四个方面的内容,立足山东,面向全国,既符合山东实际,又对全国有很好的借鉴意义,是从解决农村粪堆、草堆和垃圾堆“三大堆”入手,本着实用、实效、实践的原则,针对农村可再生能源发展过程中存在的实际问题,组织基层技术人员和有关专家,在总结实际工作经验、适应农民实际需求的基础上编写完成的。这套新农村新能源丛书内容丰富全面、语言深入浅出、形式图文并茂、技术实用易学,必将为新能源开发、新农村建设知识的普及、打通技术“瓶颈”起到积极的促进作用。

山东省农业厅 李占祥

2008 年 11 月



## 目 录 CONTENTS

### 第一章 太阳能基础知识/1

- 第一节 太阳能的来源/1
- 第二节 太阳能量的传送/3
- 第三节 太阳光谱/5
- 第四节 太阳辐照度/6
- 第五节 中国的太阳能资源/10

### 第二章 太阳灶/13

- 第一节 太阳灶的结构类型/13
- 第二节 太阳灶的设计/17
- 第三节 太阳灶的制作材料及制作工艺/32
- 第四节 太阳灶的选购、安装与调试/37

### 第三章 太阳能房/44

- 第一节 概述/44
- 第二节 被动式太阳房的建造/46
- 第三节 主动式太阳能房/53
- 第四节 太阳能房发展趋势/54

### 第四章 太阳能热水器/57

- 第一节 概述/57
- 第二节 常用家用太阳能热水器/61

|            |                      |
|------------|----------------------|
| 第三节        | 太阳能热水器的安装/63         |
| 第四节        | 太阳能热水器的上水与取水/65      |
| 第五节        | 太阳能热水器的选购/68         |
| 第六节        | 太阳能热水器的日常管理与维护/74    |
| <b>第五章</b> | <b>光伏产品在农村的应用/78</b> |
| 第一节        | 光伏发电基础知识/78          |
| 第二节        | 太阳能频振式杀虫灯/81         |
| <b>第六章</b> | <b>太阳能干燥器/93</b>     |
| 第一节        | 概述/93                |
| 第二节        | 温室型太阳能干燥器/94         |
| 第三节        | 集热器型太阳能干燥器/97        |
| 第四节        | 集热器—温室型太阳能干燥器/99     |
| 第五节        | 整体式太阳能干燥器/102        |



# 第一章 太阳能基础知识

## 第一节 太阳能的来源

太阳是地球最主要的能量源泉,除了核能之外,地球上的一切能源,归根结底都来源于太阳能辐射。

太阳是一颗熊熊燃烧的大火球。它的直径大约为 139 万千米,是地球直径的 109 倍,体积是地球的 130 万倍,而它的质量是地球的 33 万倍,所以它的密度只是地球的  $1/4$ 。太阳通常可分为内部和太阳大气两大部分。太阳内部的结构,可以分为产能核心区、辐射输能区和对流区 3 个范围非常广阔的区带(图 1)。太阳的物质几乎全部集中在内部,大气在太阳总质量中所占的比重极小。太阳的主要成分是氢和氦,其中氢约占 78%,氦约占 20%。它的温度极高,表面温度为  $5\,497^{\circ}\text{C}$ 。太阳内部的温度更高。太阳的中心,温度高达  $1\,500\text{万}\sim 2\,000\text{万}^{\circ}\text{C}$ ,压力高达 340 多亿兆帕,密度高达  $160\text{克}/\text{厘米}^3$ 。

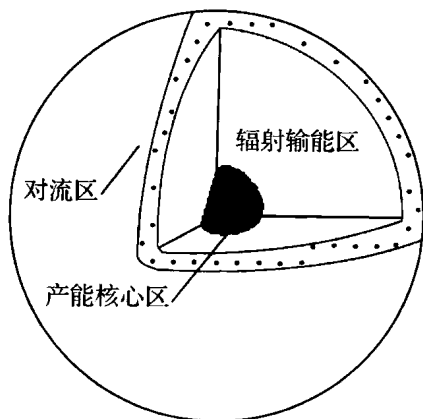


图 1 太阳内部结构图

太阳的内部具有无比的能量,一刻不停地向外发射着巨大的光和热,这些能量来源于太阳的内部的热核反应。在太阳内部的深处,由于有极高的温度和上面各层的巨大压力,使原子核反应不断进行。这种核反应是氢变为氦的热核聚变反应。4个氢原子核经过一连串的核反应,变成1个氦原子核,其亏损的质量便转化成了能量向空间辐射。太阳上不断进行着的这种热核反应,会产生巨大能量。其所产生的能量,相当于1秒钟内爆炸910亿个100万吨TNT级的氢弹,总辐射功率达 $3.75 \times 10^{26}$ 瓦。平均来说,在地球大气外面正对着太阳的1米<sup>2</sup>的面积上,每分钟接受的太阳能量大约为1367瓦。这个数字就是太阳常数。

## 第二节 太阳能量的传送

太阳是地球上的光和热的源泉。太阳主要以辐射的形式向宇宙传播热量和微粒。这就是太阳辐射。太阳辐射是地球获得热量的根本途径。太阳辐射分为光辐射和微粒辐射两种。微粒辐射平时较弱,一般不会到达地球表面,所以太阳主要以光辐射的形式向地球传播热量。

太阳辐射到达地球,还要受到地球磁层、电离层、平流层、对流层和臭氧层的阻拦和影响,消除了太阳辐射中的有害部分,使得人类和各种生物得到保护。

大气中的氧、臭氧、水、二氧化碳和尘埃等,对太阳辐射均有不同的吸收、反射和散射作用,从而使得太阳辐射到达地球表面的太阳辐射能量减弱。其中:氧在大气中的含量约占 21%,它主要吸收波长小于 0.2 微米的太阳辐射波段,特别是对于 0.155 微米的辐射波段的吸收能力最强,所以在低层大气内很难找到小于 0.2 微米的太阳辐射;臭氧主要吸收紫外线,它吸收的能量占太阳辐射总能量的 21% 左右;大气中如果含水汽较多,太阳的位置又不太高,水汽可以吸收太阳辐射总能量的 20%,液态水吸收的太阳辐射能量则更多;二氧化碳和尘埃吸收的太阳辐射能量则很少。

大气中的水分子、小水滴以及灰尘等大粒子,对太

阳辐射有反射作用。它们的反射能力约占平均太阳常数的 7% 左右。特别是云层的反射能力很大。但云层的反射能力同云量、云状和云的厚度有关。据测算,以地球的平均云量为 54% 计,大约有近 1/4 的太阳辐射能量被云层反射回宇宙空间去了。

当太阳辐射以平行光束射向地球大气层时,要遇到空气分子、尘埃和云雾等质点的阻挡而产生散射作用。这种散射作用不同于吸收,它不会将太阳辐射能转变为各个质点的内能,而只能改变太阳辐射的方向,使太阳辐射在质点上向四面八方传出能量,从而使一部分太阳辐射变为大气的逆辐射,射出地球大气层之外,无法到达地球表面。这是太阳辐射能量减弱的一个重要原因。

由于大气的存在和影响,达到地球表面的太阳辐射能可分成两个部分,一部分是直接辐射,一部分是散射辐射,这两个部分的总和为总辐射。投射到地面的那部分太阳光线,叫直接辐射;不是投射到地面上,而是通过大气、云、雾、水滴、灰尘以及其他物体的不同方向的散射到达地面的那部分叫散射辐射。利用太阳能,实际上是利用太阳的总辐射。但对于大多数太阳能设备来说,则主要是利用太阳辐射能的直接辐射部分。

太阳发射出来的总辐射能量大约为  $3.75 \times 10^{26}$  瓦,但只有 22 亿分之一到达地球,到达地球范围内的太阳总辐射能量大约为  $173 \times 10^4$  亿千瓦。其中,穿过大气层到达地球表面的太阳辐射能大约为  $81 \times 10^4$  亿千瓦。在到达地球表面的太阳辐射能中,到达陆地表面大约为

$17 \times 10^4$  亿千瓦,大约占到达地球范围内太阳总辐射能量的 10%,到达陆地表面的能量相当于目前全世界一年内消耗的各种能源所产生的总能量的 3.5 万多倍。在陆地表面所接受的这部分太阳辐射能中,被植物吸收的仅占 0.015%,被人们利用作为燃料和食物的仅占 0.002%,已利用的比重微乎其微。可见,利用太阳能的潜力是相当大的,开发利用太阳能是大有可为的。

### 第三节 太阳光谱

太阳是以光辐射的方式把能量输送到地球表面上来的。利用太阳能,就是利用太阳光线的能量。人们肉眼所见的太阳光是由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫 7 种颜色的光所组成,各种颜色的光都有相应的波长范围。通常把太阳光的各色光按频率或波长大小的次序排列成的光带图,叫做太阳光谱。

整个太阳光谱包括紫外区、可见区和红外区 3 个部分。但其主要部分,即能量很强的部分,是由  $0.3 \sim 3.0$  微米的波长所组成的。其中,波长小于 0.4 微米的紫外区和波长大于 0.76 微米的红外区,是人们肉眼看不见的紫外线和红外线;波长为  $0.4 \sim 0.76$  微米的可见区,为我们看到的白光。在到达地面的太阳光辐射中,紫外区的光线占的比例很小,大约为 8.03%;主要是可见区和红外区的光线,分别占 46.43% 和 45.54%。

太阳光中不同波长的光线具有不同的能量。在地球大气层的外表面具有最大能量的光线,其波长大约为0.48微米。但是在地面上,由于大气层的存在,太阳辐射穿过大气层时,紫外线和红外线被大气吸收较多,紫外区和可见区被大气分子和云雾等质点散射较多,所以太阳辐射能随波长的分布情况比较复杂。大体情况为:晴朗的白天,在中午前后的4~5个小时,能量最大的光是绿光和黄光部分;而在早晨和晚间这两段时间,能量最大的光为红光部分。

在太阳光谱中,不同波长的光线对物质产生的作用和穿透物体的本领是不同的。紫外线很活跃,它能产生强烈的化学作用、生物作用和激发荧光等;红外线很不活跃,被物体吸收后主要引起热效应;可见光由于频率范围较宽,既可起杀菌作用,被物体吸收后也可转变为热量。

## 第四节 太阳辐照度

太阳辐照度,是指太阳以辐射形式发射出的功率投射到单位面积上的多少而言的。由于大气层的存在,真正到达地球表面的太阳辐射能的大小,则要受多种因素的影响,一般来说太阳高度、大气质量、大气透明度、地理纬度、日照时间及海拔高度是影响的主要因素。

## 一、太阳高度

即太阳位于地平面以上的高度角。常常用太阳光线和地平线的夹角即入射角  $\theta$  来表示。入射角大,太阳高,辐照度也大;反之,入射角小,太阳低,辐照度也小。

由于地球的大气层对太阳辐射有吸收、反射和散射作用,所以红外线、可见光和紫外线在光射线中所占的比例,也随着太阳高度的变化而变化。

太阳高度在一天中是不断变化的。早晨日出时最低,为  $0^\circ$ ;以后逐渐增加,到正午时最高,为  $90^\circ$ ;下午,又逐渐减小,到日落时,降低到  $0^\circ$ 。太阳高度在一年中也是不断变化的。这是由于地球不仅在自转,而且又在围绕太阳公转的缘故。上半年,太阳从低纬度到高纬度逐日升高,直到夏至正午,达到最高点  $90^\circ$ 。从此以后,则逐日降低,直到冬至日,降低到最低点。这就是一年中夏季炎热、冬季寒冷和一天中正午比早晚温度高的原因。

对某一地平面来说,由于太阳高度低时,光线穿过大气的路程较长,所以能量被衰减得较多。同时,又由于光线以较小的角度投射到该地平面上,所以到达地平面的能量就较少;反之,则较多。

## 二、大气质量

由于大气的存在,太阳辐射能在到达地面之前将受到很大的衰减。这种衰减作用的大小,与太阳辐射能穿过大气路程的长短有着密切的关系。太阳光线在大气中经过的路程越长,能量损失越多;路程越短,能量则损失越少。通常把太阳处于天顶即垂直照射地面时,光线所穿过的大气路程,称为1个大气质量。太阳在其他位置时,大气质量都大于1。例如在早晨8~9点钟时,有2~3个大气质量。大气质量越多,说明太阳光线经过大气的路程就越长,受到的衰减就越多,到达地面的能量就越少。

## 三、大气透明度

大气透明度是表征大气对于太阳光线透过程度的一个参数。在晴朗无云的天气,大气透明度高,到达地面的太阳辐射能就多些。在天空中云雾很多或风沙灰尘很多时,大气透明度很低,到达地面的太阳辐射能就较少。



## 四、地理纬度

太阳辐射能量是由低纬度向高纬度逐渐减弱的。

## 五、日照时间

日照时间越长,地面所获得的太阳总辐射量就越多。

## 六、海拔

海拔越高,大气透明度也越高,从而太阳直接辐射量也就越高。

此外,日地距离、地形、地势等,对太阳辐照度也有一定的影响。

总之,影响地面太阳辐照度的因素很多,但是某一具体地区的太阳辐照度的大小,则是由上述这些因素的综合所决定的。