

# 太阳能热水器 及系统安装技术

曹国璋 高援朝 王小燕 编著



# 太阳能热水器及系统 安装技术

曹国璋 高援朝 王小燕 编著

金盾出版社

## 内 容 提 要

本书围绕太阳能热水器及系统的安装工作,从最基本的太阳能量和热工知识开始,向读者提供与太阳能热水器及系统安装相关的设计和操作知识。主要内容包括:能源与太阳能、传热学和流体力学基本知识、平板型太阳能热水器、真空太阳能集热管、家用真空管型太阳能热水器的选用与安装、太阳能热水系统的自动控制和附件、太阳能热水系统的安装设计、太阳能热水系统的安装与管理、太阳能与建筑一体化基本技术、太阳能热水器的测试与能效标识。

本书的特点是列举了一些工程实例的设计方案、计算方法和利弊分析,可帮助读者有效地掌握太阳能热水器及系统安装的实用技术,以达到举一反三、学以致用。可供从事太阳能开发的技术人员和工人,以及职业技术学院相关专业的师生阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

太阳能热水器及系统安装技术/曹国璋,高援朝,王小燕编著. —北京:金盾出版社,2015. 1

ISBN 978-7-5082-9681-4

I. ①太… II. ①曹…②高…③王… III. ①太阳能水加热器—基本知识 IV. ①TK515

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 214353 号

### 金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京印刷一厂

正文印刷:北京军迪印刷有限责任公司

装订:兴浩装订厂

各地新华书店经销

开本 705×1000 1/16 印张:13.5 字数:280 千字

2015 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~3 000 册 定价:33.00 元

---

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、  
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)



苏州金鸡湖热水工程



工程名称：莱蒙城别墅区

工程简介：95套分体承压式超导热管型太阳能热水器



工程名称：春江中央花园

工程简介：100L平板阳台壁挂式太阳能热水器608套



吴江丽湾城



工程名称：无锡立人高级中学

工程简介：19吨热水工程，采用太阳能与空气源热泵完美结合

我国大规模的太阳能利用早在 20 世纪 70 年代就已经开始。先是太阳灶、被动式太阳房风靡我国的大西北地区,后来则是铺天盖地的以“平板式”开始,“全玻璃真空管式”紧紧跟上的各种太阳能热水器,由于其简单适用,尽管在普及过程中遇到各种各样的阻力和困难,但还是很快地使我国成为世界上最大的太阳能热水器生产国和使用国。到 21 世纪初,太阳能光伏利用又引领风骚 10 余年,造就了一批国际上都享有盛名的企业,如无锡尚德、江西赛维、保定英利等。太阳能电池生产线在我国各地“遍地开花”,从 2002 年开始,每年年产量都以 100% 以上的速度增加,到 2010 年,我国的太阳能电池年产量已经占到世界年总产量的 50%,又一次成为“世界第一”。太阳能电池真正成了“疯狂的石头”。

关于太阳能应用方面的书籍,各出版社则编辑出版了许多本,用“汗牛充栋”来形容也不为过。每本书都从不同角度对太阳、太阳能和太阳能利用技术等方面,做了详尽的解说,为广大太阳能行业从业人员学习和掌握太阳能利用的基本理论和知识,提供了帮助。

北京金盾出版社根据对太阳能行业发展情况和文字传播方面的调查,邀请我们组织业内相关人员,编写了 3 本面向大众的太阳能利用方面的书籍,分别为《太阳能热水器及系统安装技术》《太阳能光热利用技术》和《太阳能光电利用技术》,这确实让我们感到很有压力。考虑到 30 多年来,一直在从事太阳能利用设备的生产和推广组织工作,还做了一些教学实践,有一些自己的想法,可以拿出来让大家分享,在行业有关领导的支持下,也就只好勉为其难,尽量努力,填补目前现有资料上的一些空白。目的是让从事或即将从事太阳能利用的朋友,能够少走一些弯路,更快地进入太阳能科技的殿堂。

为此,将对太阳能利用的基本理论和太阳能热水器及系统安装过程中所涉及到的多个工种操作方法,以及最近出现的新产品、新技术,国家的新政策等进行阐述。对太阳能热水器质量影响较大的安装工基本技能,则按当年受委托参与编制的《国家职业标准》重新进行了编辑,太阳能热水器及系统安装工所必须掌握的“应知”与“应会”也一并罗列。



尽管得到了不少业内资深人士的大力协助,但本书以及随后将要编辑出版的另外两本书中,不当和遗漏一定不少,还望业界给予批评指正。参与本书编写的还有王建新、刘明德、李琳、郭启、李琴、郭立琦、甘小海等,他们或是提供了大量资料数据与照片,或是参与了文字处理工作。北京海林节能设备股份有限公司为本书的出版提供了支持,也在此表示衷心感谢。

作 者

#### 本书责任编辑联系卡

亲爱的读者朋友们:

非常感谢您关注我们的图书,并希望通过愉快的阅读学习让您了解和掌握一门专业技术。您在读书的过程中无论有任何难解的问题,都可以通过电子邮件或电话与我联系,我将竭尽全力帮助您解决难题。

E-mail: jdcbs\_lxw@163.com

电话: 010—66886188 转 6719

真诚希望能够通过书使我们成为朋友!

金盾出版社工业交通图书出版中心李编辑



<b>第一章</b>	<b>能源与太阳能</b> .....	1
第一节	概述 .....	1
第二节	太阳能光热利用基本知识 .....	7
第三节	太阳视运动规律 .....	11
第四节	球面三角基本知识 .....	12
第五节	太阳的周日视运动 .....	15
第六节	太阳及其辐射能 .....	19
第七节	太阳辐射的强度计算 .....	25
<b>第二章</b>	<b>传热学和流体力学基本知识</b> .....	32
第一节	传热学基础 .....	32
第二节	流体力学基础 .....	39
<b>第三章</b>	<b>平板型太阳能热水器</b> .....	43
第一节	概述 .....	43
第二节	平板型太阳能集热器组件和配件 .....	46
第三节	平板型太阳能集热器技术要求及提高集热效率的措施 .....	51
<b>第四章</b>	<b>真空太阳能集热管</b> .....	54
第一节	全玻璃真空太阳能集热管 .....	54
第二节	U形管全玻璃真空太阳能集热管 .....	58
第三节	热管式全玻璃真空太阳能集热管 .....	60
第四节	玻璃-金属封接式热管真空太阳能集热管 .....	61
第五节	其他真空太阳能集热管 .....	63
<b>第五章</b>	<b>家用真空管型太阳能热水器的选用与安装</b> .....	67
第一节	真空管型太阳能集热器 .....	67
第二节	家用真空管型太阳能热水器的工作原理和分类 .....	69
第三节	普通全玻璃真空管型太阳能热水器的安装 .....	73
<b>第六章</b>	<b>太阳能热水系统的自动控制和附件</b> .....	82
第一节	太阳能热水控制系统 .....	82
第二节	太阳能热水系统附件 .....	84
第三节	太阳能控制系统安装方案 .....	87

<b>第七章</b>	<b>太阳能热水系统的安装设计</b> .....	94
第一节	太阳能热水系统的分类及运行方式 .....	94
第二节	太阳能热水系统安装设计中的水力计算.....	101
第三节	太阳能热水系统主设备安装设计.....	109
第四节	太阳能热水系统管路设计.....	116
第五节	太阳能热水系统安装设计示例.....	120
<b>第八章</b>	<b>太阳能热水系统的安装与管理</b> .....	132
第一节	太阳能热水系统安装技术要点.....	132
第二节	太阳能热水系统的安装调试与验收.....	145
第三节	太阳能热水系统安装工基本技能.....	148
第四节	太阳能热水系统的施工 .....	155
<b>第九章</b>	<b>太阳能与建筑一体化基本技术</b> .....	164
第一节	太阳能与建筑一体化的必要性.....	164
第二节	太阳能与建筑一体化的技术特点.....	170
第三节	太阳能与建筑一体化设计要点.....	178
第四节	分体壁挂阳台式太阳能热水器简介.....	184
<b>第十章</b>	<b>太阳能热水器的测试与能效标识</b> .....	186
第一节	太阳能辐射的测试及测试设备.....	186
第二节	太阳能热水系统性能试验.....	193
第三节	太阳能热水系统能效标识.....	195
<b>附录</b>	.....	196
附录一	太阳能热水器及系统安装工应知应会.....	196
附录二	初级太阳能热水器及系统安装工职业技能标准(试用).....	205
附录三	我国部分太阳能热水器专业生产和工程安装企业名录.....	206



# 第一章

## 能源与太阳能 >>>>



### 第一节 概 述

#### 一、能源及其应用

##### 1. 能源的概念

能源是可以直接或经转换提供人类所需的光、热、动力等形式能量的载能体资源。简单地说,能源是自然界中能为人类提供某种形式能量的物质资源。

能源的开发和有效利用程度,以及人均消费量是生产技术和生活水平高低的重要标志。工业化的本质就是由人类将自然资源转化成社会财富,大幅度提高人民生活水平的过程。

##### 2. 能源的分类

能源的种类繁多,人们已经研究开发了许多新型能源来满足人类需求。能源主要按能源的来源、基本形态、性质、是否造成污染、使用类型、商品与非商品、再生与非再生 7 种形式分类。

人们通常按能源的形态特征或转换与应用的层次进行分类。自然界现成存在可直接取得而又不改变其基本形态的能源称为“一次能源”,由一次能源经过加工转变成另一种形态的能源产品称为“二次能源”。我们比较熟悉的二次能源有电力、焦炭、沼气、柴油、煤油、蒸汽、激光等。在自然界中可以不断再生并有规律地得到补充的能源称为“可再生能源”;反之,经过亿万年形成的、短期内无法恢复的能源称为“不可再生能源”。“一次能源”根据其生成的条件,可以划分为“可再生能源”与“不可再生能源”。煤、石油、天然气等是“不可再生能源”;风能、水能、海洋能、潮汐能、太阳能、生物质能和地热能等是“可再生能源”。可再生能源在使用的过程中,一般不会对环境造成大的破坏与影响,所以,往往又可以称为“清洁能源”。

大规模的开发和利用太阳能、风能、核能,是近代发生的事情。相比 20 世纪以前使用的传统能源,如煤、油等,也就可以被称为“新能源”,以区别于传统的“常规能源”。

##### 3. 能源的应用

能源应用包括能源的采集、转化、终端利用,能源应用模式如图 1-1 所示,即反映了各种一次能源转换为社会需要的各种能源形式(二次能源)的设备和过程。

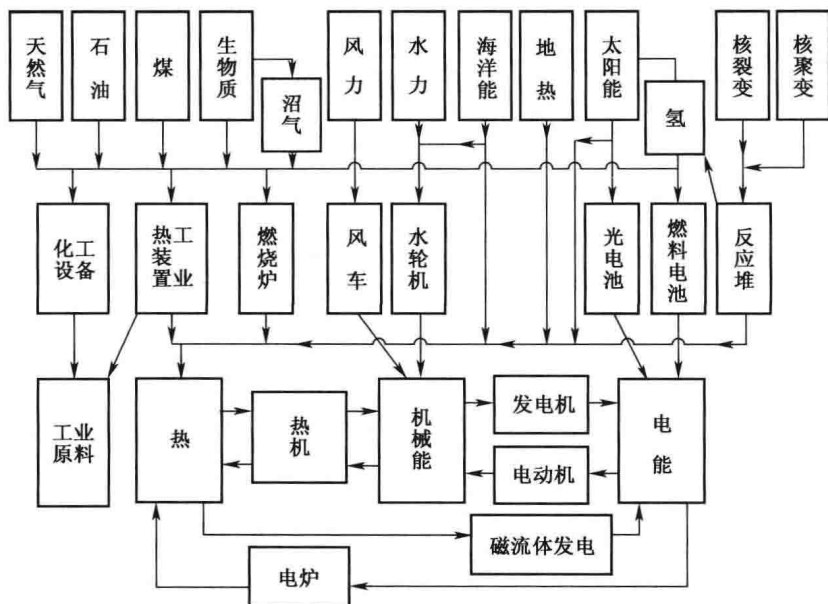


图 1-1 能源应用模式

#### 4. 节约能源

节约能源是指加强用能管理,采取技术上可行、经济上合理、环境和社会可以承受的措施,从能源生产到消费的各个环节,降低消耗、减少损失和污染物排放、制止浪费,有效、合理地利用能源。

“广义”的节能包括 10 个方面的内容:节电、节煤、节油、节水、节汽(气)、节省原材料、节省土地、节省时间、节省人力、用可再生能源代替不可再生能源。

#### 5. 科学用能

科学用能是指深入研究用能系统的合理配置,用能过程中物质与能量转化的规律,以提高能源利用率并减少污染,最终减少能源的消耗。

#### 6. 建筑能耗

“建筑能耗”有两种定义方法:“广义”建筑能耗是指从建筑材料制造、建筑施工,一直到建筑使用的全过程能耗;“狭义”的建筑能耗,即建筑运行过程中的能耗,就是人们日常用能,如采暖、空调、照明、散热等的能耗,存在于整个建筑的使用期内,是“建筑能耗”的主要部分。

建筑能耗与工业能耗、农业能耗和交通运输能耗,共称为“民生能耗”。根据 2008 年《中国建筑节能年度发展研究报告》,我国城乡建筑运行能耗约占全国商品能源总量的 25.5%。单位建筑面积的能耗比气候条件接近中国的发达国家高 2~3 倍,建筑供暖造成的空气污染高 2~5 倍。随着城乡居民的消费结构从“衣、食”逐步向“衣、食、住、行”方面升级,建筑耗能将成为未来 20 年主要能源消费的增长点。“十一五”期间,建筑节能承担着我国全部节能任务的 40%左右。

建筑物空调用能,其对应的温度范围比较窄,适合通过利用“可再生能源”转换获取,是建筑节能的主要方向之一。建筑照明,在某些特定的条件下,也可以利用“可再生能源”,如太阳能、风能等。

## 二、不同能源的热值

### 1. 标准煤

标准煤也称煤当量,具有统一的热值标准。我国规定每 1kg 标准煤的热值为 29274kJ。不同品种、不同含量的能量,可按各自不同的热值换算成每 1kg 热值为 29274kJ 的标准煤。如 1000kg 秸秆的能量相当于 500kg 标准煤,1m<sup>3</sup> 沼气的能量相当于 0.7kg 标准煤。

### 2. 不同能源能量折算标准煤的方法

某种能源能量折算标准煤系数=某种能源实际热值(kJ/kg)/29274(kJ/kg)

在不同能源能量折算标准煤之前,首先直接测算不同能源的实际平均热值,再折算标准煤。平均热值也称平均发热量,是指不同种类或品种的能源实测发热量的加权平均值。计算公式为:

$$\text{平均热值(kJ/kg)} = [\sum(\text{某种能源实测发热量}) \times \text{该能源数量}] / \text{能源总量(kg)}$$

不同能源能量折算标准煤的参考系数见表 1-1。

表 1-1 不同能源能量折算标准煤的参考系数

能量品种	折算标准煤的参考系数
原煤	0.7143kg 标准煤/kg
洗精煤	0.9000kg 标准煤/kg
洗中煤	0.2857kg 标准煤/kg
煤泥	0.2857~0.4286kg 标准煤/kg
焦炭	0.9714kg 标准煤/kg
原油	1.4286kg 标准煤/kg
汽油	1.4714kg 标准煤/kg
煤油	1.4714kg 标准煤/kg
柴油	1.4571kg 标准煤/kg
燃料油	1.4286kg 标准煤/kg
液化石油气	1.7143kg 标准煤/kg
炼厂干气	1.5714kg 标准煤/m <sup>3</sup>
油田天然气	1.3300kg 标准煤/m <sup>3</sup>
气田天然气	1.2143kg 标准煤/m <sup>3</sup>

续表 1-1

能源品种	折算标准煤的参考系数
煤田天然气(即煤矿瓦斯气)	0.5000~0.5174kg 标准煤/m <sup>3</sup>
焦炉煤气	0.5714~0.6143kg 标准煤/m <sup>3</sup>
发生炉煤气	0.1786kg 标准煤/m <sup>3</sup>
重油催化裂解煤气	0.6571kg 标准煤/m <sup>3</sup>
重油热裂解煤气	1.2143kg 标准煤/m <sup>3</sup>
焦炭制气	0.5571kg 标准煤/m <sup>3</sup>
压力气化煤气	0.5143kg 标准煤/m <sup>3</sup>
水煤气	0.3571kg 标准煤/m <sup>3</sup>
电力(等价)	0.4040kg 标准煤/(kW·h) (用于计算最终消费)
电力(当量)	0.1229kg 标准煤/(kW·h) (用于计算火力发电)
热力(当量)	0.03412kg 标准煤/100 万 kJ

### 三、我国能源消费结构现状与发展趋势

#### 1. 能源消费结构

我国石油、天然气资源相对不足,石油探明可采储量只占世界的 2.4%,天然气占 1.2%,而煤炭却占世界探明储量的 14%左右。“富煤、少气、缺油”的资源条件,决定了我国能源结构是以煤为主。

2009 年我国的一次能源生产总量为 28 亿 t 标准煤,其中,煤炭占 77.5%、石油 9.4%、天然气 3.8%,其他(水电、核电、风电)占 9.3%。2009 年我国的一次能源消费总量为 30.5 亿 t 标准煤,其中,煤炭 70.0%、石油 17.8%、天然气 3.9%、水电和核电 7.5%,其他非化石能源(风电、太阳能和生物质能)0.8%。我国能源消费结构(2009 年统计)如图 1-2 所示。世界能源消费结构(2009 年统计)如图 1-3 所示。

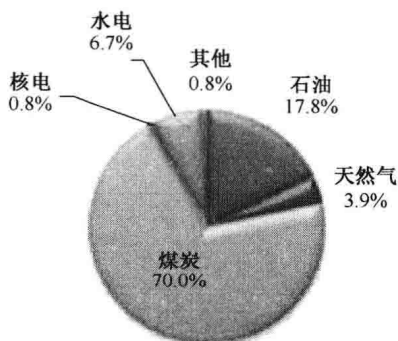


图 1-2 我国能源消费结构(2009 年统计)

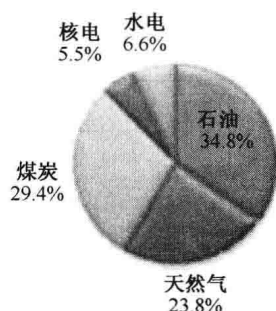


图 1-3 世界能源消费结构(2009 年统计)

## 2. 能源人均消费水平

据统计,2007年世界人均能源消费 1880kg 油当量,发达国家人均能源消费 5600kg 油当量,发展中国家人均能源消费仅为 1200kg 油当量。其中,美国人均能源消费则高达 8400kg 油当量,而中国、巴西、印度人均能源消费则分别为 1400kg 油当量、1200kg 油当量和 522kg 油当量。

从能源消费的角度观察,这是一个严重失衡的世界。各国人均能源消费存在着极度的不均衡性,能源消费的结构存在着巨大差异,能源资源分布非常不均匀,能源供需不平衡,能源价格不稳定,价格机制不断发生变化。我国主要资源人均占有水平与世界平均水平的比较如图 1-4 所示。

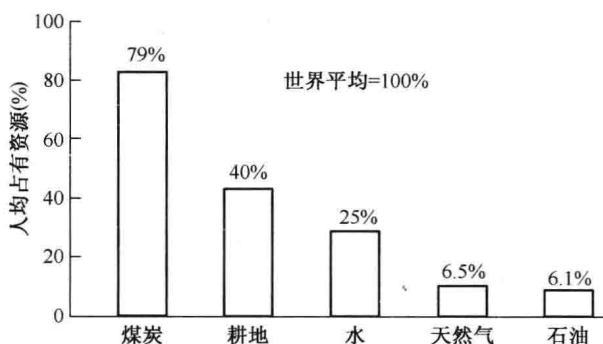


图 1-4 我国主要资源人均占有水平与世界平均水平的比较

## 3. 我国能源消费趋势

我国的能源消费趋势是能源需求迅速增长,供需矛盾尖锐。因石油资源不丰富,人均占有量会更低;经济和社会发展迅速,供需缺口将不断扩大,能源供应更为紧张;如煤炭资源有保证,但开采技术落后,受环境保护和水资源的制约,规模受到限制;石油缺口大,能源安全问题突出;天然气将有较大发展;水电高速发展,但必须十分注意环境保护,主要指大型水库引起的生态环境改变和地层应力的变化等。

# 四、太阳能及其应用

## 1. 太阳能的特点

太阳能是最重要的基本能源,总的来说地球上的一切化石燃料能源都最初来源于太阳能,如石油、天然气、煤等。因为它们都是动、植物等的残骸被埋藏在地层中,经过至少上百万年的时间形成的,而它们都来自于太阳的能量。由于太阳的辐射等活动引起的能量形式,也与太阳能有关系,如风能、潮汐能等。各种生物质能也是通过植物的光合作用而固定下来的太阳能。太阳能作为一种新能源,也是可再生能源,它与常规能源相比有 3 大特点:

(1)是人类可以利用的最丰富的能源 据估计,在过去漫长的 11 亿年中,太阳消耗了它本身能量的 2%。今后还足以供给地球人类使用几十亿年,可以说是“取之不尽,用之不竭”。

(2)地球上无论何处都有太阳能 可以就地开发利用,不存在运输问题,尤其对交通不发达的农村、海岛和边远地区,更具有利用的价值。

(3)是一种洁净的能源 太阳能在使用时,不会产生废渣、废水、废气、也没有噪声,更不会影响生态平衡,不会造成污染和公害。当然,太阳能收集设备,如太阳能真空集热管、太阳能电池板的生产制造过程,要消耗能源,也会对环境产生一定的影响。

太阳能的缺点是能量密度较低、不稳定和不连续。晴朗白昼的正午,单位时间内投射到垂直于太阳光线方向每  $1\text{m}^2$  面积上的能量,只有  $1\text{kW}$  左右。因此,往往需要相当大的采光集热面积才能满足需求,使太阳能利用装置往往占地面积大,使用材料多,需要投入一定的成本。太阳能受各种因素(季节、地点、气候等)的影响不能维持常量,给推广应用带来一定的困难。

到达地面的太阳直接辐射能量,随着昼夜交替、阴天、下雨而变化。这就要求科学地配备合适的贮能设备和材料,以将收集到的有效日照时间内的太阳能量储存起来,供夜晚或阴雨天等无有效日照的时间使用。

## 2. 太阳能的利用方式

太阳能的利用方式主要有:光伏(太阳能电池)发电系统,将太阳能直接转换为电能;太阳能热发电系统,利用太阳的热能产生电能;太阳能光热利用系统,如太阳能热水系统、太阳能供暖、太阳能空调制冷、被动式和主动式太阳房、太阳灶等;太阳能光化学利用系统,太阳光照射在物体上进行化学反应,产生新的物质,如太阳光合作用。

# 五、我国的太阳能资源

## 1. 我国太阳能资源分布特点

我国幅员广大,有着十分丰富的太阳能资源。据估算,我国陆地表面每年接受的太阳辐射能约为  $50 \times 10^{15} \text{MJ}$ ,全国各地太阳年辐射总量达  $3350 \sim 8370 \text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。从全国太阳年辐射总量的分布来看,西藏、青海、新疆、宁夏、内蒙古南部、山西、陕西北部、河北、山东、辽宁、吉林西部、云南中部和西南部、广东东南部、福建东南部、海南岛东部和西部,以及台湾省的西南部等广大地区的太阳辐射总量很大。尤其是青藏高原地区太阳辐射量最大,那里平均海拔高度在  $4000\text{m}$  以上,大气层薄而清洁,透明度好,纬度低,日照时间长。例如被人们称为“日光城”的拉萨市,1961—1970 年的年平均日照时间为  $3005.7\text{h}$ ,相对日照为  $68\%$ ,年平均晴天为  $108.5\text{d}$ ,阴天为  $98.8\text{d}$ ,年平均云量为  $4.8$ ,太阳总辐射为  $8160 \text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ,比全国其他省区和同纬度的地区都高。全国以四川和贵州两省的太阳年辐射总量最小,那里雨多、雾多,晴天较少。



其他地区的太阳年辐射总量居两者之间。

## 2. 太阳能资源分区

我国各地按接受太阳能辐射量的大小,大致上可分为五类地区:

(1)一类地区 全年日照时数为 3200~3300h,辐射量在 6700~8370MJ/(m<sup>2</sup>·a)。相当于 225~285kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括青藏高原、甘肃北部、宁夏北部和新疆南部等地,这是我国太阳能资源最丰富的地区。特别是西藏,地势高,太阳光的透明度也好,太阳辐射总量居世界第二位,其中,拉萨是世界著名的阳光城。

(2)二类地区 全年日照时数为 3000~3200h,辐射量在 5860~6700MJ/(m<sup>2</sup>·a),相当于 200~225kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括河北西北部、山西北部、内蒙古南部、宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部和新疆南部等地。此区为我国太阳能资源较丰富区。

(3)三类地区 全年日照时数为 2200~3000h,辐射量在 5020~5860MJ/(m<sup>2</sup>·a),相当于 170~200kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括山东、河南、河北东南部、山西南部、新疆北部、吉林、辽宁、云南、陕西北部、甘肃东南部、广东南部、福建南部、江苏北部和安徽北部等地。

(4)四类地区 全年日照时数为 1400~2200h,辐射量在 4190~5020MJ/(m<sup>2</sup>·a)。相当于 140~170kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要是长江中下游、福建、浙江和广东部分地区,春夏多阴雨,秋冬季太阳能资源还可以。

(5)五类地区 全年日照时数为 1000~1400h,辐射量在 3350~4190MJ/(m<sup>2</sup>·a)。相当于 115~140kg 标准煤燃烧所发出的热量。主要包括四川、贵州两省。此区是我国太阳能资源最少的地区。

一、二、三类地区,年日照时数大于 2000h,辐射总量高于 5860MJ/(m<sup>2</sup>·a),是我国太阳能资源丰富或较丰富的地区,面积较大,约占全国总面积的 2/3 以上,具有利用太阳能的良好条件。四、五类地区虽然太阳能资源条件较差,但仍有一定的利用价值。



## 第二节 太阳能光热利用基本知识

### 一、太阳能光热利用

(1)太阳能光热利用基本原理 太阳能光热利用就是通过“温室效应”将太阳能转化成为热能,即将太阳光的辐射能转化成热能,并加以利用。太阳能光热利用可以直接利用太阳能的热量,也可以将热能转换为其他形式的能量,如动能、光能,然后再转换成电能。

(2)太阳能光热利用的核心设备 太阳能光热利用的核心设备是将太阳辐射能转换成热能的集热系统。按其集热方式不同,可分为“非聚光型”和“聚光型”。前者

所用的热吸收面积基本上等于太阳光线照射的面积,后者则是将较大面积的太阳辐射能聚集到较小的吸收面积上,增加辐射通量,汇聚太阳辐射能量,并获得较高的热介质温度。太阳能光热利用模式如图 1-5 所示。

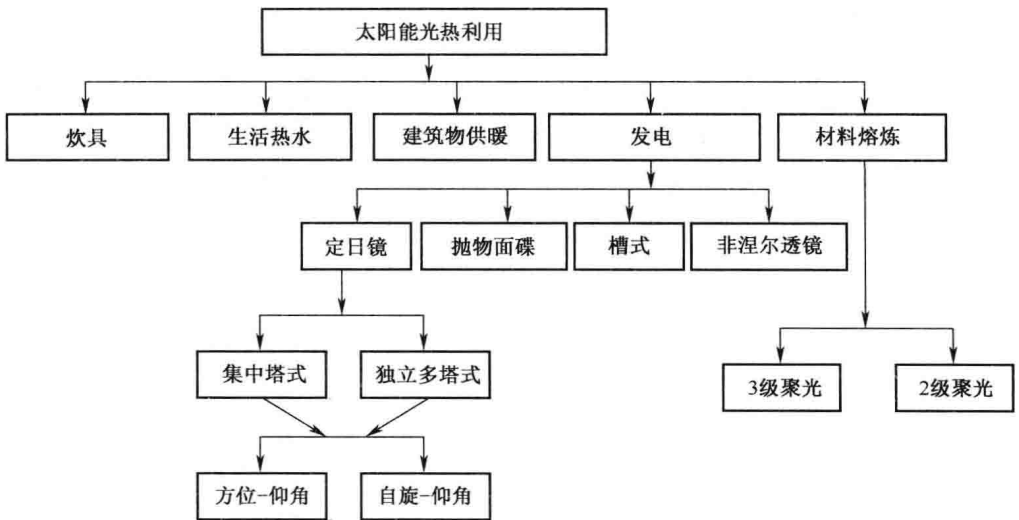


图 1-5 太阳能光热利用模式

(3)太阳能光热利用技术应用范围 太阳能光热利用技术按所产生的热量不同,被划分为低温( $80^{\circ}\text{C}$ 以下)、中温( $80^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$ )、高温( $250^{\circ}\text{C}$ 以上)3个区段,相对应的产能分别用于生活热水(包括洗浴热水、采暖、温室等)、热能动力(包括海水淡化、太阳能干燥和太阳能制冷空调等)和热发电(包括太阳灶、金属焊接和金属熔炼等)。

太阳能热水系统主要由集热器模块、贮热水箱、支架和连接它们与用水设备的管道组成。本书主要阐述太阳能热水器及热水系统的安装和使用。

太阳能中温利用技术在太阳能空调、海水淡化、工业用热和农副产品干燥等领域有着广泛的前景,中温技术的发展突破了低温热水的限制,实现了太阳能利用从热水到热能的技术转变。

高温技术主要集中在光热发电方面,如槽式、塔式和碟式太阳能热发电系统等。

## 二、太阳能热储存

贮热系统是太阳能热利用的一个重要组成部分。热储存方式分为显热储存和潜热储存。

(1)显热储存 当物体温度上升的时候,热量就储存在材料中。实际上任何结构和化学稳定的物质都可以用来作为显热储存材料,只要它们价格可以被接受,当然,材料的比热容越大、密度越高、单位质量越大的材料,所储存的热量就越多,如油、混凝土、砖、熔融盐、水和卵石都可以作为贮热介质,其中,水和卵石是最常用的两种用于较低温度热量储存的物质。它们价格便宜,容易得到。水的比热容是  $4.19\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,岩石

的比热容一般在  $0.8\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$  左右,前者是后者的 5 倍,因此,为了储存相同的热量,需要水的质量只是石块的  $1/5$ 。对于较高温度热的储存,可以采用油或者熔融盐。

(2)**潜热储存** 热量也可以储存在融化的物质中,利用相变吸收热量,在固化时再释放出来的原理。如果选择恰当,可以在白天把产生的热量通过固-液相变将热量储存在材料中,晚上温度降低的时候再通过液-固相变释放出来热量加以利用。相变储能材料主要有无机水化合物和无水无机盐,如硝酸盐和磷酸盐;还有有机物质,如石蜡和其他有机固体物质。与显热贮热相比,潜热贮热的一个优点是利用较小量的材料就可以储存较多的热量,因此,贮热系统占据空间较小。缺点是许多相变材料性能不够稳定,而且往往价格高,开展新型相变储能材料和蓄热技术的研究十分必要。

### 三、太阳能热发电

太阳能热发电是指将太阳光吸收,然后将其转化为足够温度的热能,再通过热机转换成机械能,最后转化成电能的技术。根据热力学原理,温度越高,热-电转换效率越高,采用聚光系统是实现高效光-热-电转换的有效途径。

(1)**太阳能热发电原理** 利用聚光集热装置将太阳能收集起来,再将工质加热到一定的温度,产生高温高压的过热蒸汽驱动汽轮机,再带动发电机发电。

采用不同的集热方式得到的传热工质温度不同。传热工质可以是水、空气或者有机化合物、无机盐、碱和金属钠等,它们分别适用于不同的温度范围。

(2)**决定太阳能热发电效率的因素** 太阳能热发电系统的效率为太阳场效率、动力系统效率和发电机效率的乘积。

(3)**太阳能热发电系统的分类** 太阳能热发电系统按照集热方式不同分类,可分为槽式、塔式和碟式太阳能热发电系统。

### 四、太阳能光热利用的其他形式

(1)**太阳房** 太阳房可分为被动式太阳房、主动式太阳房和被动式、主动式混合型太阳房。

①**被动式太阳房**是根据当地气候条件,通过建筑的方向设计和建筑的结构设计、建筑的热工设计,不添置附加设备,使房屋尽可能多地吸收和储存热量,达到采暖的目的。被动式太阳房较简单,造价低廉,便于推广,但是容易达不到使用要求,还需要辅助能源的补充。

②**主动式太阳房**则需要采用太阳能集热器,配置蓄热水箱、管道、风机和泵等设备,收集、储存和输配热量,系统中各个部分均可控制,从而达到控制室内温度的目的。

③**被动式、主动式混合型太阳房**是将主动式和被动式的优点相结合,经过房屋的热工设计,使得太阳房能够在不用辅助热源的情况下达到设计要求。可以使用地面