

新能源

XINNENGYUAN
YINGYONG JISHU

应用技术

高秀清 胡霞 屈殿银 编著



化学工业出版社

新能源

XINNENGYUAN
YINGYONG JISHU

应用技术

高秀清 胡霞 屈殿银 编著



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

新能源应用技术/高秀清, 胡霞, 屈殿银编著. —北京: 化学工业出版社, 2011. 8

ISBN 978-7-122-11918-6

I. 新… II. ①高…②胡…③屈… III. ①新能源-应用 IV. TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 144837 号

责任编辑: 刘 哲

文字编辑: 杨欣欣

责任校对: 郑 捷

装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 8 字数 184 千字 2011 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 18.00 元

版权所有 违者必究

前 言

中国是世界上人口最多的发展中国家。20 世纪 70 年代末期以来，随着中国经济持续快速发展，发达国家上百年工业化过程中分阶段出现的环境、资源等问题在中国集中出现，环境与发展的矛盾日益突出。资源相对短缺、生态环境脆弱、环境容量不足，逐渐成为中国发展中的重大问题。

中国农村人口数量众多，经济增长快速，考虑人均 GDP 的增长，未来生活能源消耗和 CO₂ 的排放还会继续增加。中国农村目前正处于加速工业化、城市化进程中，正在奔向全面小康社会，通过转变增长方式、调整产业结构，最大限度地发挥新能源和可再生能源的利用效率，不同程度地改善人们对传统能源的依赖，减少对自然资源的过度攫取，修复人类对生态平衡的巨大破坏，是我国都市农业未来发展的大势所趋。我国广大地域有丰富的太阳能、风能、水能和生物质能等资源，目前有的已经有了成熟的应用技术和产品。

本书在参考国内外大量资料的基础上，根据编者多年的教学与科研经验，结合当今世界新能源和可再生能源领域的研究发展前沿，针对新能源和可再生能源转换技术的基本原理、工艺、设备及其应用，包括太阳能、生物质能、风能、水能、地热能等新技术内容，侧重实用技术，辅以成功案例，对上述能源的应用进行解析，可对我国都市农业新能源和可再生能源的教学、研究、开发、推广、应用和管理提供实用参考。全书共分为六章，每章讲述一种能源的应用。

参加本书资料整理编写的还有孙贵芹、方宪法、吕亚州，在此一并表示感谢。本书在编写过程中，参考了大量国内外有关资料与文献，在此对这些资料的作者表示谢意。

由于书中内容涉及面广，编者水平有限，书中难免存在不足之处，欢迎读者批评指正。

编 者

2011 年 6 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 新能源与可再生能源概述	1
第二节 农村可再生能源与社会主义新农村建设	5
第三节 都市农业新能源现状与发展	7
第二章 太阳能	9
第一节 太阳能概述	9
第二节 太阳能集热器	14
第三节 太阳能热水器	19
第四节 太阳房	24
第五节 太阳能在北京都市农业中的应用实例——北京市平谷区将军关村太阳能 供暖、供热水	30
第三章 风能应用	33
第一节 风能基本知识	33
第二节 风能资源与风能利用概况	38
第三节 风力机的结构和工作原理	39
第四节 风力机的应用	49
第五节 都市农业中风能应用实例——内蒙古自治区风光互补发电为建筑提供可 持续能源	58
第四章 生物质能应用	61
第一节 生物质能概述	61
第二节 生物质燃烧技术	65
第三节 生物质气化技术	72
第四节 生物质热解技术	79
第五节 生物质能的应用实例——北京市延庆县后庙村大型沼气工程	82
第五章 地热能应用	91
第一节 地热能的基本知识	91
第二节 地热能的直接利用	94
第三节 地热发电	98
第四节 地热能开发利用的环境保护	100
第五节 热能在都市农业中的应用实例——地热能在北京的应用	103

第六章 水能应用 105

 第一节 水能资源及开发利用情况..... 105

 第二节 小型水电站..... 107

 第三节 水能的其他利用方式..... 115

 第四节 水能应用实例——三峡水利枢纽..... 119

主要参考文献..... 121

第一章 绪 论

【学习目标】

1. 了解能源的概念和分类，能源在我国及世界的分布现状、形态特点及在国民经济中的作用、地位。

2. 了解新能源和可再生能源的含义。

【学习内容】

1. 新能源和可再生能源的概念与种类。

2. 中国清洁能源发展现状。

第一节 新能源与可再生能源概述

一、新能源和可再生能源的含义

(一) 能源的定义

能源是指可以从其获得能量（如热、光、动力等）的资源。

(二) 新能源和可再生能源的含义

自然界存在有无限的能量资源。仅就太阳能而言，太阳每秒通过电磁波传至地球的能量相当于 500 多吨煤燃烧放出的热量。一年中的太阳能相当于 130 万亿吨煤的热量，大约为全世界目前一年耗能的 1 万多倍。不过，由于人类对能源开发与利用的技术水平尚受到社会生产力、科学技术、地理原因及世界经济、政治等多方面因素的影响与制约，包括太阳能、风能、水能在内的巨大数量的能源，可以利用的仅微乎其微，因而继续开发的潜力巨大。人类能源消费的剧增、化石燃料的匮乏以至枯竭以及生态环境的日趋恶化，迫使人们不得不思考人类社会的能源问题。国民经济的可持续发展，依仗能源的可持续供给，就必须研究开发新能源和可再生能源。

1981 年 8 月 10 日至 21 日联合国在肯尼亚首都内罗毕召开了“联合国新能源和可再生能源会议”，通过了促进新能源和可再生能源发展与利用的“内罗毕行动纲领”。此次会议提出的新能源和可再生能源的发展方向为：以新技术和新材料为基础，使传统的可再生能源得到现代化的开发与利用，用取之不尽、周而复始的可再生能源来不断取代资源有限、对环境有污染的化石能源，重点在于开发太阳能、风能、生物质能、海洋能、地热能、氢能等。新的和可再生的是一个完整的含义，在英文中缩写为 NRSE (new and renewable sources of energy)，在中国则习惯地简称为“新能源”。新能源与可再生能源的含义在我国是指除常规能源和大型水力发电之外的生物质能、风能、太阳能、海洋能、地热能、氢能等能源资源。目前新能源和可再生能源主要是以非商品能源的形式为广大农村地区提供能源供应，随着我国社会、经济的发展，新能源和可再生能源也正在稳步地向商品化能源的方向转变。

新能源并不是新发现的能源，它很久以前就存在，并且自古以来就被人类使用着，只是使用的技术程度不同，开发的数量有限。也可以说，新能源是远有前景，近有实效，它的技术属性有高有低，它伴随着人类文明进化而发展。

目前我国常用的有下面几种新能源。

(1) 太阳能 太阳是自然界赐给人类的巨大能源之一。地球上的风能、水能、海洋温差能、生物质能以及化石燃料（如煤、石油、天然气等）都源于太阳能。目前人类已经迈出了利用太阳能的步伐，太阳能热水器、太阳能电池等太阳能利用技术日臻成熟，对太阳能的进一步开发和利用技术已经越来越得到深入研究。

(2) 风能 是利用风力机将风能转化为电能、热能、机械能等各种形式的能量，用于发电、提水、助航、制冷和制热等。风力发电是主要的开发利用方式。根据最新风能资源评价，全国陆地可利用风能资源 3 亿千瓦，加上近岸海域可利用风能资源，共计约 10 亿千瓦。主要分布在两大风带：一是“三北地区”（东北、华北北部和西北地区）；二是东部沿海陆地、岛屿及近岸海域。另外，内陆地区还有一些局部风能资源丰富区，有广阔的开发前景。风能是一种自然能源，由于风的方向及大小都变幻不定，因此其经济性和实用性由风机的安装地点、方向、风速等多种因素综合决定。

(3) 水能 水能资源是我国重要的可再生能源资源，是清洁能源，是指水体的动能、势能和压力能等能量资源。广义的水能资源包括河流水能、潮汐水能、波浪能、海流能等能量资源；狭义的水能资源指河流的水能资源，是常规能源，一次能源。水不仅可以直接被人类利用，它还是能量的载体。太阳能驱动地球上的水循环，并使之持续进行，地表水的流动是重要的一环。在落差大、流量大的地区，水能资源丰富。随着矿物燃料的日渐减少，水能是非常重要且前景广阔的替代资源。

(4) 氢能 氢能是一种二次能源，一种理想的新的含能体能源。在人类生存的地球上，虽然氢是最丰富的元素，但自然氢的存在极少，因此必须将含氢物质加工后方能得到氢气。最丰富的含氢物质是水，其次就是各种矿物燃料（煤、石油、天然气）及各种生物质等。氢不但是—种优质燃料，还是石油、化工、化肥和冶金工业中的重要原料和物料。石油和其他化石燃料的精炼需要氢，如烃的增氢、煤的气化、重油的精炼等；化工中制氨、制甲醇也需要氢。氢还用来还原铁矿石。用氢制成燃料电池可直接发电。采用燃料电池和氢气-蒸汽联合循环发电，其能量转换效率将远高于现有的火电厂。随着制氢技术的进步和储氢手段的完善，氢能将在 21 世纪的能源舞台上大展风采。

(5) 地热 是指来自地下的热能资源。地球是一个巨大的地热库，仅地下 10km 厚的一层，储热量就达 $1.05 \times 10^{26} \text{J}$ ，相当于 $9.95 \times 10^{11} \text{t}$ 标准煤所释放的热量。地热能在世界很多地区应用相当广泛。老的技术现在依然富有生命力，新技术业已成熟，并且在不断地完善。在能源的开发和技术转让方面，未来的发展潜力相当大。地热能是天生就储存在地下的，不受天气状况的影响，既可作为基本负荷能使用，也可根据需要提供使用。据初步勘探，我国地热资源以中低温为主，适用于工业加热、建筑采暖、保健疗养和种植养殖等，资源遍布全国各地。初步估算，全国可采地热资源量约相当于 33 亿吨标准煤。

(6) 海洋能 通常指蕴藏于海洋中的可再生能源，主要包括潮汐能、波浪能、海流能、海水温差能、海水盐差能等。海洋能蕴藏丰富，分布广，清洁无污染，但能量密度低，地域性强，因而开发困难并有一定的局限。开发利用的方式主要是发电，其中潮汐发

电和小型波浪发电技术已经实用化。波浪能发电利用的是海面波浪上下运动的动能。1910年,法国的普莱西克发明了利用海水波浪的垂直运动压缩空气,推动风力发动机组发电的装置,把1kW的电力送到岸上,开创了人类把海洋能转变为电能的先河。目前已开发出60~450kW的多种类型波浪发动装置。

(7) 生物质能 是指植物叶绿素将太阳能转化为化学能储存在生物质内部的能量。地球上每年植物光合作用固定的碳达 2×10^{11} t,含能量达 3×10^{21} J,因此每年通过光合作用储存在植物的枝、茎、叶中的太阳能,相当于全世界每年耗能量的10倍,相当于世界现有人口食物能量的160倍。虽然不同国家单位面积生物质的产量差异很大,但地球上每个国家都有某种形式的生物质。生物质能是热能的来源,为人类提供了基本燃料。我国生物质能资源主要有农作物秸秆、树木枝丫、畜禽粪便、能源作物(植物)、工业有机废水、城市生活污水和垃圾等。全国农作物秸秆年产量约6亿吨,除部分作为造纸原料和畜牧饲料外,大约3亿吨可作为燃料使用,折合约1.5亿吨标准煤。林木枝丫、林业废弃物年可获得量约9亿吨,大约3亿吨可作为能源利用,折合约2亿吨标准煤。甜高粱、小桐子、黄连木、油桐等能源作物(植物)可种植面积达2000多万公顷,可满足年产量约5000万吨生物液体燃料的原料需求。畜禽养殖和工业有机废水理论上可年产沼气约800亿立方米。目前,我国生物质资源可转换为能源的潜力约5亿吨标准煤,今后随着造林面积的扩大和经济社会的发展,生物质资源转换为能源的潜力可达10亿吨标准煤。

二、我国能源资源的特点

(1) 总量比较丰富 其中,煤炭占主导地位。2006年,煤炭保有资源量10345亿吨,剩余探明可采储量约占世界的13%,列世界第三位。油页岩、煤层气等非常规化石能源储量潜力比较大。水力资源理论蕴藏量折合年发电量为6.19万亿千瓦时,经济可开发年发电量约1.76万亿千瓦时,相当于世界水力资源量的12%,列世界首位。

(2) 人均拥有量较低 煤炭和水力资源人均拥有量相当于世界平均水平的50%,石油、天然气人均资源量仅相当世界平均水平的1/15左右。耕地资源不足世界人均水平的30%,生物质能源开发也受到制约。

(3) 能源资源赋存分布不均衡 中国能源资源分布广泛但不均衡。煤炭资源主要赋存在华北、西北地区,水力资源主要分布在西南地区,石油、天然气资源主要赋存在东、中、西部地区和海域。中国主要的能源消费地区集中在东南沿海经济发达地区,资源赋存与能源消费地域存在明显差别。大规模、长距离的北煤南运、北油南运、西气东输、西电东送,是中国能源流向的显著特征和能源运输的基本格局。

(4) 能源资源开发难度较大 与世界相比,中国煤炭资源地质开采条件较差,大部分储量需要井工开采,极少量可供露天开采。石油天然气资源地质条件复杂,埋藏深,勘探开发技术要求较高。未开发的水力资源多集中在西南部的高山深谷,远离负荷中心,开发难度和成本较大。非常规能源资源勘探程度低,经济性较差,缺乏竞争力。

三、能源分类

(一) 按照能源的来源分类

1. 来自太阳的能源

或称为来自地球以外天体的能源。太阳能除了可以直接利用它的光和热外,它还是地球上许多种能源的主要来源。目前人类所需能量的绝大部分都直接或间接地来源于太阳

能。各种植物通过光合作用，把太阳能转变成化学能，在植物体内储存下来，这部分能量为人类和动物界的生存提供了能源。地球上的煤、石油、天然气等矿物燃料（亦称化石燃料），是由古代埋在地下的动植物，经过漫长的地质年代形成的，所以矿物燃料实质上是由古代生物固定下来的太阳能。另外，风能、水能和海洋波力能等，也都是由太阳能转换得来的。

2. 地球本身蕴藏的能源

主要指地热能 and 核能，它们都存在于地球本身。

(1) 地热能 地球是一个大热库，地球内部储存的地热资源异常丰富，从地下喷出地面的温泉和火山爆发喷出的岩浆，都是地热的表现。按目前的钻井技术，可以达到地下10km的深度，估计在这个深度内地热总量相当于世界能源全年消费量的400多万倍。

(2) 原子核能 它是指某些物质在进行人工控制的原子核反应时放出来的能量。现在许多国家建设的原子能发电站（核电站），就是使用铀原子裂变时放出来的能量。原子核聚变放出的能量更多，如能充分利用海洋里的氘和氚进行核聚变反应，则由其提供的聚变能量足够人类亿万年使用。

3. 地球和月球、太阳等天体之间有规律的运动及相对位置的变化所形成的能源

即由于天体之间引力使海水涨落形成的潮汐能。和上面两类能源相比，这一类能源的数量是不大的。

(二) 按能源形成的条件分类

1. 一次能源

一次能源是指在自然界中现成存在、没有经过加工或转换的能源，如煤、石油、天然气、水能、太阳能、风能、柴草等。

2. 二次能源

由一次能源经过加工、转换的能源产品，如电力、煤气、石油制品、蒸汽、焦炭等，一般通称为二次能源。

(三) 按能源的使用消耗分类

1. 可再生能源

可再生能源是指在自然界中不会随本身的转化或人类利用而日益减少并有规律地得到补充（再生）的能源，如太阳能、风能、水能、生物质能等。

2. 不可再生能源

不可再生能源是指经过亿万年形成的、使用后逐渐减少、短期内无法恢复的能源，如石油、煤、天然气、核燃料等。

(四) 按能源利用的技术状况分类

1. 常规能源

常规能源是指在一定历史时期和科学技术水平下，已经被人们广泛应用的能源，如煤、石油、天然气、电力等。

2. 新能源

新能源则是指对许多古老的能源采用先进的方法加以广泛利用，以及用新发展的先进技术而得以利用的能源，如太阳能、风能、生物质能、水能、地热能以及原子核能等。

（五）按能源使用性能分类

1. 燃料能源

通常称为燃料的煤、石油、天然气、生物质、煤气、沼气、酒精、氢以及核燃料等，为燃料能源。

2. 非燃料能源

太阳能、水能、风能、地热能、电力等，则为非燃料能源。

（六）按能源在经济流通领域中的地位分类

1. 商品能源

商品能源是指进入市场，在国内或国际市场上进行买卖的能源，如煤、石油及其制品、天然气、电力、焦炭等。

2. 非商品能源

非商品能源是指那些一般不通过市场的能源，如秸秆、薪柴、牲畜粪便等。某些非商品能源在当地市场上也有买卖，但规模很小，国家也未将其列入正式商品，仍称为非商品能源。

人类在生产和生活中需要各种形式的能，其中用量最大的是热能、机械能和电能。上述自然界中存在的能源，人们可以用各种方式将其转化为所需要的能。目前绝大多数能源是转化为热或动力直接利用，或者通过动力机械转化为机械能或电能使用。天然气、石油、煤、生物质及由其提供的转化生成的固体、液体、气体燃料，从水中产生的氢等，除一部分作为化工原料使用外，绝大部分都在各种燃烧装置（如锅炉、内燃机等）中通过燃烧，把化学能转化为热能。核能则经过反应堆转化为热能。此外，还可以从地热、太阳能等直接得到热能。热能除了直接使用外，还可以通过热机转化为机械能。水力可以通过水轮机、风力可以通过风力装置转化为机械能。使用光电池或燃料电池，可以直接从太阳能或化学能得到电能，但目前绝大部分电能主要还是通过机械能转化过来的。通过电动机或电炉等装置，电又可以很方便地转化为机械能或热能。最终，用户（包括生产和生活）可以得到热能、机械能和电能的供应。

第二节 农村可再生能源与社会主义新农村建设

发展农村可再生能源，不仅能够增加能源供给、改善我国的能源结构、保障国家能源和经济社会的可持续发展，而且对社会主义新农村建设具有特别重要的意义。

一、充分利用农村资源，优化农村产业结构，促进农村经济发展

我国农村有着丰富的水能、太阳能、风能、地热能、海洋能、生物质能等，然而长期以来，这些丰富的自然资源未得到有效的开发和利用，悄无声息、年复一年地流失掉了。大量的农作物秸秆、牲畜粪便、生活垃圾，或随意抛洒、堆放，或直接焚烧、填埋，造成了农村资源的严重流失、闲置和浪费。大力发展可再生能源，能够充分发掘农村资源的价值和潜力，提高经济效益，增强农村经济发展的后劲和可持续性。与此同时，可再生能源的开发和使用，还会直接推动农业产业结构乃至整个农村产业结构的调整和优化升级。如以沼气建设为切入点，各地根据自己的实际，因地制宜，发展生态农业。如北方推广“棚-猪-厕-沼”四位一体模式，南方推广“猪-沼-果”模式，可以此带动种植、养殖业的发展

和农业经济的良性循环。使用粮食、油料作物和秸秆等生产酒精、柴油、沼气等，将大大增加对这些农作物籽实和秸秆的需求量，从而刺激生产，扩大种植比例和规模，使种植业内部结构和总体面貌得到改变，使其更具发展弹性，有更强的适应市场要求和抵御市场风险的能力。对农村能源作物进行深加工或能用转化，可以拉长农业产业链条，拓宽农村生产经营领域，与此相关的农村第二、三产业必然会迅速发展壮大，进而引起整个农村产业结构的变化，加快农村产业结构优化升级。

农村可再生能源取之不尽、用之不竭，其开发和利用对农村经济的作用是恒久的。

二、拓宽农村就业渠道，实现建设社会主义新农村生活富裕的目标

首先，在农村生产和使用可再生能源，能够大大拓展种植、养殖、加工、销售、维护、修理等生产经营范围，提高农村劳动的边际生产率，从而增加农村就业渠道和就业机会，吸纳越来越多的农村劳动力就业，由此实现农村剩余劳动力就地直接转移，生活走向富足宽裕。

其次，开发和利用农村可再生能源，还可节省或减少农民的支出。以沼气为例，建一个沼气池一次性投入 2000 元左右，所使用的原料是农户自有的，2 年即可收回投资，使用期通常为 20~30 年。用沼气做饭、照明比用煤、液化气和电便宜许多，而且沼渣、沼液可以肥田壮树，沼液还可以养猪养鱼，能节省购买化肥和饲料的费用。

再次，农村建沼气池并配套改建畜禽圈舍、厕所、厨房、浴池、排水管道等，使粪便、污水入池发酵，许多由粪便、污水、烟尘等引起和传播的疾病也可得到有效控制，农村卫生健康状况会大为改善。利用农村自有资源开发可再生能源，对农民来说节支效果相当明显。而农民用能、购肥、就医开支的减少，也就意味着收入的增加，积累能力的扩大，生活富裕程度的提高。

三、方便和满足农村用能，缓解农村能源供应紧张的局面

随着农村经济社会的发展，农民在生产和生活方面对能源的需求迅速增长，而在全国能源吃紧的大背景下，国家对农村能源的供给是有限的，不可能在短期内增加很多，用电难、买油难、烧火难的问题就越来越突出，使农村经济的发展和农民生活水平的提高受到制约。发展农村可再生能源，利用农村生活垃圾和农作物秸秆发电，利用人畜粪污制备沼气，利用水能、太阳能、风能、生物质能、潮汐能、地热能等发电供热，既可就地取材，又能方便使用，可直接地、大量地、稳定地增加对农村能源供应，从根本上解决农村能源紧缺问题。

四、保护和改善农村生态环境，实现农村的可持续发展

近些年，随着我国经济社会的发展，环境问题日益凸显，水体、土地、空气严重污染，自然灾害频频肆虐，物种急剧减少，农作物减产降质。大力开发和利用农村可再生能源，通过生物质能转化技术，可以使秸秆、落叶、垃圾、粪污等变“废”为宝，由此降低污染，洁净环境，保持农村的生态平衡。农村可再生能源开发和消费的扩大，还会使化石燃料的消耗相对减少，从而减少二氧化碳、二氧化硫等有害气体的排放，减轻能源消费给环境造成的污染。不仅如此，农村可再生能源的科学、综合开发，还可实现农村资源的循环使用、永续利用以及农村生态的持久平衡，这就为农村经济社会的可持续发展提供了基本保证。

五、推动农村基础设施建设，整治村容村貌，改善农村生产和生活条件，提高农民生活质量

可再生能源的开发使用是一个系统的联动工程，它要求相应的水、路、管、厕、电网、通信等基础设施与之配套，而这些基础设施的建设和改善，必将促进农业生产经营条件的改善和农民生活质量的提升，使村庄得以合理规划和布局，村容村貌更为整洁，农民不再为用油用电、做饭取暖发愁，不再为行路和用水犯难。发展农村可再生能源，必将促使农民生产和生活方式发生转变。

六、在农村推广科技成果，普及科学文化知识，提高乡村文明程度，加快基层民主建设

农村可再生能源的开发和利用，需要先进的科学技术作支撑，这就使农村成为科技研究和创新的一个前沿领域，使农村成为科研人员创业和施展才能的一大平台，促进农村与科学技术的紧密关系。

发展农村可再生能源，还需要农民的普遍接受、认可和支持，这就需要着力进行相关的宣传、咨询、培训和指导，使他们了解掌握一些基本知识和应用原理、生产技能、操作规程和方法，激发、引导和培养其学习、钻研科学文化知识和生产技能的兴趣。

第三节 都市农业新能源现状与发展

都市农业既是能源消费者，也是能源生产者；既是污染物排放源，也是污染物消纳地。发展都市农业新能源，治理农业面源污染，不仅能够缓解国家能源压力，优化能源结构，保障国家能源安全，而且可以有效地减少污染物排放，改善都市农业生产生活环境。

一、发展都市农业能源的三个重点

一是实施循环农业促进行动。建立循环农业示范点，探索整体推进模式，以沼气建设为重点，加强各种资源整合，构建管理服务体系，实行物业化管理，社会化服务。重点在市、县、村三级探索整体推进模式，使清洁能源、生活垃圾、作物秸秆的三率达到80%以上。

二是推进农村能源行业的全面发展。按照因地制宜、多能互补、综合利用、讲求效益的原则，立足农村，以解决农民生活用能为重点，大力普及农村沼气，稳步推进秸秆能源利用技术，加强队伍建设，严格行业准入制度，实行沼气工持证上岗，提高工作质量和工程质量。实行重要产品的招投标制，强化标准的制定和普及工作。

三是建设“绿色油田”。能源作物开发利用是新事物，必须按照不与粮争地、不与人争粮，不破坏环境、不顾此失彼，有利农民增收，养地与开发边际土地并重，搭配种植，实现周年供应的原则，在对全国适宜能源作物开发的边际土地资源调查与评价基础上，以甜高粱、木薯、油菜、棉花（籽）等为重点，按照企业与基地一体化模式，适度开发能源作物，走有中国特色的非粮生物液体燃料发展之路。

二、发展都市农业能源采取的五项措施

第一是开展技术创新。主要包括沼气高效菌种培育，新池型、新材料、新工艺研发，沼渣、沼液综合利用；秸秆气化设备及焦油处理技术研究；能源专用、粮能兼用、油能兼

用、品种选育及配套栽培技术研究等。

第二是整合各种资源。打破行业界限，将农村能源工作置于整个农村和农业工作中，利用全社会的人力、财力、物力资源，调动各方面的力量投身农村能源建设。

第三是扩大标准宣贯。发挥标准在规范管理、技术推广、质量控制等方面的作用，对颁布实施的农村能源标准进行宣传培训，并抓紧制订和修订生产上急需的标准。

第四是加强项目监管。严格现有项目的监管，确保建设质量，发挥项目的示范带动作用。特别是要加强对沼气建设质量和沼气设备的抽检，保证立一个项目、建成一个项目、发挥效益一个项目。

第五是搞好国际合作。开展国际合作，利用国际人才、资金、技术和经验，以项目为纽带，开展技术合作和学术交流。

【复习思考题】

1. 新能源的定义是什么？新能源是可再生源吗？为什么？
2. 在我国研究新能源有什么意义？
3. 新能源的应用与我国城乡一体化有什么关系？

第二章 太 阳 能

【学习目标】

1. 了解太阳能的概念和我国太阳能资源概况。
2. 了解太阳能利用技术的应用原理、种类及在都市农业中的应用。

【学习内容】

1. 太阳能集热器技术。
2. 太阳能热水器技术。
3. 太阳房的原理及应用。
4. 太阳能在都市农业中的应用。

第一节 太阳能概述

人类利用太阳能的历史悠久，利用方式也多种多样，最古老而又简单的利用方式是晒太阳取暖、晒衣服、晒粮食，即将太阳辐射能转变为热能利用。太阳能利用技术，就其利用过程来说都是将太阳能转变为其他形式的能加以利用，即采用某些装置或系统将太阳的辐射能收集、转换或储藏及利用。辐射能转换形式可分为三种：光化学转换、光热转换与光电转换。太阳能最常见的光化学转换就是植物的光合作用，即二氧化碳和水在阳光照射下，借助植物的叶绿素，吸收光能转化为碳水化合物，储存于植物或其果实中。光化反应是另一种光化学转换，它是指某些物质在阳光照射下吸热分解，当其在低温时又复合，可释放吸收的太阳能。地球陆地上的植物通过光合作用利用的太阳能，约为到达地球上太阳能的0.4%~0.5%，但其利用效率却仅为0.5%左右。太阳能的光热转换是指通过反射、吸收或其他方式收集太阳辐射能，使之转换为热能并加以利用。太阳能热利用设备主要有太阳能热水器、太阳房、太阳能烹调器（如太阳灶）、太阳能干燥装置、太阳能温室、太阳能热泵与制冷装置、太阳能热机（提供动力）、太阳炉（可冶炼金属）等。光电转换是把太阳辐射能转换为电能，可通过光电元件（太阳电池）将太阳能直接转换为电能，也可先把太阳能转换成热能，再通过热发电设备转换为电能。

太阳能是太阳内部连续的氢聚变成氦的核反应过程产生的能量。太阳每天辐射到地球表面的能量大约相当于2.5亿桶石油，每秒辐射到地球上的能量相当于500万吨标准煤。地球上的风能、水能、海洋温差能、波浪能、生物质能、部分潮汐能以及化石燃料（如煤、石油、天然气等）都源于太阳能。

一、太阳能的特点

1. 太阳能的优点

太阳能与常规能源（如煤、石油等）相比，具有三个主要特点。

(1) 太阳能具有能量的巨大性和使用寿命的长久性 每年地球陆地上接收的太阳能相

当于全球一年内总能耗的 3.5 万倍，是当今世界可以开发的最大能源，也是人类 21 世纪的主要能源。

按核反应速率及质量亏损率计算，太阳上氢的储量足够维持 600 亿年，与地球上人类历史相比，可以说太阳能是一种取之不尽、用之不竭的长久能源。

(2) 太阳能具有其广泛性 因为阳光普照全球，无论在陆地或海洋、高山或平原、沙漠或草地，不分国家与地区都可以就地开发利用，无需开采和运输。

(3) 太阳能是一种清洁的能源 在开发和利用过程中没有废渣、废料、废水、废气排出，没有噪声，不产生对人体有害的物质，不会给环境造成污染和生态平衡的破坏，且无论如何利用，对人类都是安全的。

2. 太阳能的缺点

首先，太阳辐射的能量密度较低。一般在北回归线附近夏季阳光较好时，正午时地面上接收的太阳辐照度约为 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 左右；全年日平均约 $500\text{W}/\text{m}^2$ 左右；而在冬季只有年日平均辐照度的一半。因此，在开发利用太阳能时，需要较大的采光面积。

其次，由于夜晚得不到太阳辐射，需要考虑配备储能设备，供夜晚使用，或增设辅助热源，才能全天候应用。

最后，太阳能随天气的变化而变化，再加上季节的变异及其他因素，都会影响太阳能利用的稳定性。

二、太阳能的储存

太阳能储能技术主要包括机械能、电能和热能的储存。热能是最普遍的能量形式。所谓热能储存，就是把一个时期内暂时不需要的多余热量通过某种方式收集并储存起来，等到需要时再提取使用。

1. 按热能储存的时间长短分类

可以分为随时储存、短期储存和长期储存三大类。

(1) 随时储存 以小时或更短的时间为周期，其目的是随时调整热能供需之间的不平衡。例如，利用太阳热水系统进行地板辐射采暖时，其储热水箱的作用在于储热和放热，使房屋采暖维持供需之间的平衡。

(2) 短期储存 以天或周为储热的周期，其目的是为了维持一天（或一周）的热能供需平衡。例如，太阳能集热器只能在阳光好的天气吸收太阳的辐射热，因此集热器除了满足阳光好的天气供应热水的需要外，还应将部分热能储存起来，供夜晚或阴雨天使用。

(3) 长期储存 以季节或年为储存周期，其目的是为了调节季节（或年）的热量供需关系。例如把夏季的太阳能或工业余热长期储存下来，供冬季使用；或者冬季将天然冰储存起来，供来年夏季使用。

2. 按热能储存的方法分类

可以分为显热储存、潜热储存、化学能储存和地下含水层储热四大类。

(1) 显热储存 显热储存是通过蓄热材料温度升高来达到蓄热的目的。蓄热材料的比热容越大，密度越大，所蓄的热量也越多。表 2-1 给出若干蓄热材料的蓄热性质。

从表 2-1 中可以看出，水的比热容最大，单位体积的热容也最大，因此水是一种比较理想的蓄热材料。在蓄热材料的选择方面，价格便宜且易大量取得无疑也是一个重要因素。在太阳能采暖系统中都必须配备蓄热装置。采用空气作为吸热介质的太阳能采暖系

统，通常选用岩石床作为热储存装置中的蓄热材料（图 2-1），采用水作为吸热介质的太阳能采暖系统，则选用水作为蓄热材料（图 2-2）。

表 2-1 若干蓄热材料的蓄热性质

材 料	密度/(kg/m ³)	比热容/[J/(kg·K)]	单位体积热容/[MJ/(m ³ ·K)]	
			无空隙	30%的空隙
水	1000	4180	4.18	2.53
碎铁块	7830	460	3.61	1.74
碎铝块	2690	920	2.48	1.78
碎混凝土块	2240	1130	1.86	1.63
岩石	2680	879	2.33	1.38
砖块	2240	879	1.97	

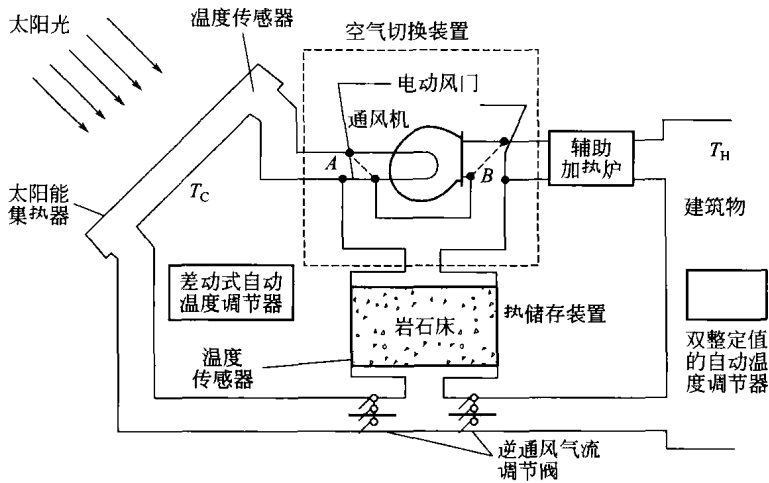


图 2-1 以空气作为工质的太阳能采暖系统

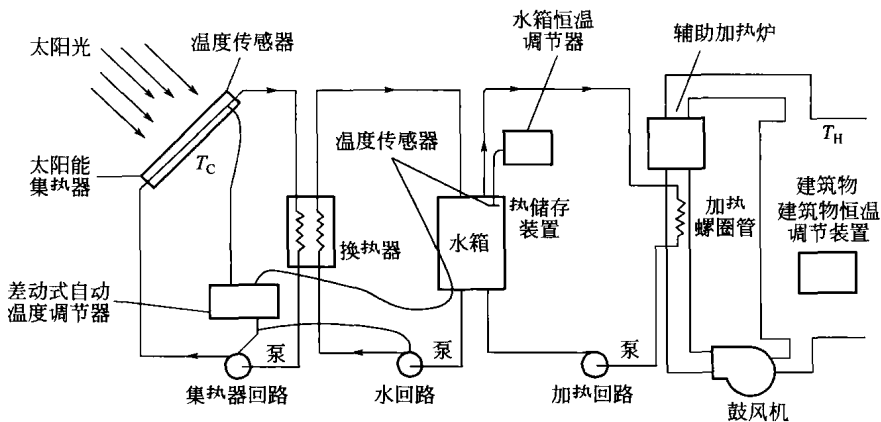


图 2-2 以水作为工质的太阳能采暖系统

(2) 潜热储存 潜热储存是利用蓄热材料发生相变而储热。由于相变的潜热比显热大得多，因此潜热储存有更高的储能密度。通常潜热储存都是利用固体-液体相变蓄热，因此，熔化潜热大，熔点在适应范围内，冷却时结晶率大，化学稳定性好，热导率大，对容