

新农村

可再生能源实用技术手册

XINNONGCUN KEZAISHENG NENGYUAN SHIYONG JISHU SHOUCHE

北京新能源与可再生能源协会 组织编写

贾振航 主编



化学工业出版社



新农村

可再生能源实用技术手册

XINNONGCUN KEZAISHENG NENGYUAN SHIYONG JISHU SHOUCHE

北京新能源与可再生能源协会 组织编写

贾振航 主编



化学工业出版社

·北京·

本书论述了太阳能等可再生能源技术在建设社会主义新农村中的应用。具体内容包括：太阳能热水系统、太阳能光伏发电系统、太阳房、太阳灶、小风电、微水电、农村沼气、生物质能、浅层地热等。本书理论简明扼要、实用性强，特别适合市、县、乡、镇、农村能源工作者以及各级管理人员阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

新农村可再生能源实用技术手册/贾振航主编. —北京:
化学工业出版社, 2009.1
ISBN 978-7-122-03887-6

I. 新… II. 贾… III. 农村-再生资源: 能源-综合利用-技术手册 IV. S210.7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 166429 号

责任编辑: 戴燕红
责任校对: 宋 夏

装帧设计: 关 飞

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 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张 34 $\frac{3}{4}$ 字数 932 千字 2009 年 2 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: 86.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2008—64 号

《新农村可再生能源实用技术手册》 编写人员名单

主 编 贾振航

副主编 蔺金印 罗运俊 王长贵

编写人员 (按编写章节顺序排列)

第一章 农村能源概论 贾振航 朱四海

第二章 太阳热水装置 罗运俊

第三章 太阳灶 陈晓夫

第四章 太阳能光伏发电系统 王长贵

第五章 农村太阳房 郑瑞澄

第六章 农村沼气 周孟津 蔺金印 刘 斌

第七章 农村生物质热利用 郝芳洲 贾振航

第八章 生物质集中供气 张榕林 徐光启

第九章 微型水力发电 钟 挺 胡 栓

第十章 小型风力发电技术 李德孚 庞德萱

第十一章 浅层地热 郑克棣 冉伟燕

附录 农村能源常用计量单位及数据 贾振航

前 言

农村人口既是能源消费者，也是能源生产者；广大农村既是污染物排放源，也是污染物消纳地。发展农村能源，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，而且能有效地减少污染物排放，改善农村生产生活环境。

农村节能减排是国家节能减排工作的重要组成部分，农村能源的开发利用更是农村和农业节能减排的关键。在社会主义新农村建设中，国家以实施循环农业为重点，强化农民的主体地位，寓生态建设于富民之中，努力改变农民的生产生活方式，大力开发利用自然能源，提高太阳能、风能、微水能、生物质能、地热能的利用率。同时强调要加强国际合作，加大宣传力度，努力创造良好的发展氛围，加强队伍建设，严格项目监管，切实促进农村能源行业的全面发展。

改革开放 30 年来，中国农村能源政策的演变基本上是围绕国家能源问题展开的：首先是农村能源短缺问题。主要围绕农村地区的资源赋存展开，着力发展沼气、薪炭林、小水电、小煤炭、太阳能以及推广省柴节煤灶；其次是能源安全问题。由于农村能源与可再生能源的天然联系，中国农村能源政策着眼于服务国家能源安全，推进能源供给的多样化，促进能源可持续发展；第三是全球气候变暖问题，农村能源被赋予了减排二氧化碳的新使命。

2007 年农业部发布了农业和农村节能减排十大技术，即：禽畜粪便综合利用技术、秸秆能源利用技术、太阳能综合利用技术、农村小型电源利用技术、能源作物开发利用技术、农村省柴节煤炉灶（炕）技术、耕作制度节能技术、农业主要投入品节约技术、农村生活污水处理技术、农机和渔船节能技术。为进一步宣传、推广、应用以上有关技术，北京市新能源与可再生能源协会特组织专家、学者编写了《新农村可再生能源实用技术手册》，编写人员如下：

- 第一章 农村能源概论 贾振航、朱四海
- 第二章 太阳热水装置 罗运俊
- 第三章 太阳灶 陈晓夫
- 第四章 太阳能光伏发电系统 王长贵
- 第五章 农村太阳房 郑瑞澄
- 第六章 农村沼气 周孟津、蔺金印、刘斌
- 第七章 农村生物质热利用 郝芳洲、贾振航
- 第八章 生物质集中供气 张榕林、徐光启
- 第九章 微型水力发电 钟挺、胡松
- 第十章 小型风力发电技术 李德孚、庞德萱
- 第十一章 浅层地热 郑克棣、冉伟燕
- 附录 农村能源常用计量单位及数据 贾振航

全书由贾振航主编。

北京市新能源与可再生能源协会对本书给予了大力支持，对此深表谢意。

作者来自高校、科研院所、设计规划部门和行业协会，长期从事农村能源的研究、设计、开发、推广和应用，具有雄厚的理论基础和丰富的实践经验，本书也是他们数十年工作

经验的结晶。书稿遵循少而精的原则，力求层次分明、重点突出、概念清晰、注重实用。强调指出，由于各地自然条件不尽相同，对于书中介绍的各种技术，读者要根据当地自然条件和经济发展，因地制宜，先试后用，在实践中不断总结、发展、提高，使其发挥应有的作用，产生更大的效益。在我国经济和科技飞速发展时代，因编写人员水平和经验所限，加之时间仓促，很难以一概全，不妥之处，敬请读者、专家、同行批评指正。

编者
2008年10月

目 录

第一章 农村能源概论	1
第一节 新能源与可再生能源简介	1
一、新能源与可再生能源	1
二、我国能源资源特点	3
第二节 农村可再生能源与社会主义新农村建设	3
第三节 我国农村能源现状与发展	6
一、我国农村能源发展现状	6
二、农村能源建设成效显著	6
三、我国农村能源发展潜力巨大	7
四、大力发展农村能源	8
第四节 我国农村能源政策的思考与展望	9
一、能源短缺时代的农村能源政策	9
二、安全诉求下的农村能源政策	11
三、气候变化条件下的农村能源政策	12
四、简要评论	12
参考文献	14
第二章 太阳热水装置	15
第一节 太阳能	15
一、太阳	15
二、太阳常数	15
三、太阳辐射与光谱	16
四、太阳与地球	16
五、太阳的位置	17
第二节 太阳的辐射	21
一、太阳辐射的衰减	21
二、地球表面的太阳辐射	22
三、接收太阳辐射倾斜面的倾斜角	25
第三节 太阳能的特点及储存	25
一、太阳能的特点	25
二、太阳能的储存	26
第四节 太阳集热器	29
一、概述	29
二、传热学的理论基础	29
三、平板太阳集热器	33
四、真空管太阳集热器	38
第五节 太阳热水器	44
一、概述	44
二、闷晒太阳热水器	45
三、平板太阳热水器	48
四、真空管太阳热水器	51
第六节 太阳热水器水箱	53
一、水箱的作用与分类	53
二、水箱的技术要求和规格尺寸	55
三、水箱的常用材料	56
四、水箱的制作	56
第七节 太阳热水系统	58
一、太阳热水系统的分类	58
二、太阳热水系统的设计	61
三、太阳热水系统的施工	67
四、太阳热水系统的运行与维护	67
参考文献	69
第三章 太阳灶	70
第一节 太阳灶的用途和工作原理	70
一、太阳灶的用途	70
二、太阳灶的工作原理	70
第二节 太阳灶的设计	74
一、几个主要的设计参数	74
二、采光面积的确定	76
三、灶面轮廓的设计理论	78
四、太阳灶支架的选取	80
第三节 太阳灶制作的工艺与技术	83
一、太阳灶模具的制作	83
二、太阳灶灶壳的材料和制作	88
三、反光材料	90
四、支架材料	92
第四节 太阳灶的安装调试与使用	92
一、如何挑选太阳灶	92
二、太阳灶的安装	93
三、太阳灶使用注意事项	94
第五节 太阳灶的技术要求和测试方法	94

一、技术要求	94	人员情况	97
二、结构检测方法	95	二、太阳能温暖工程受到农牧民的广泛	
三、性能试验方法	96	欢迎	97
第六节 典型案例	97	参考文献	98
一、年生产能力为四千台太阳灶厂的设备与			
第四章 太阳能光伏发电系统	99		
第一节 太阳能光伏发电系统的运行方式及		维护	139
组成	99	七、阀控式密封铅酸蓄电池常见故障与处	
一、太阳能光伏发电系统的运行方式	99	理方法	140
二、太阳能光伏发电系统的组成	99	第五节 逆变器	141
第二节 太阳能电池	106	一、逆变器的概念	141
一、太阳能电池及其分类	106	二、逆变器的作用	141
二、太阳能电池的结构	108	三、逆变器的分类	142
三、太阳能电池的基本工作原理	109	四、逆变器的基本结构	142
四、太阳能电池的基本特性	109	五、逆变器的工作原理	143
五、太阳能电池生产工艺	113	六、逆变器的主要技术性能及评价	
第三节 控制器	122	选用	144
一、控制器的功能	122	七、光伏系统逆变器的操作使用与维护	
二、控制器的控制方式和分类	122	检修	146
三、常见控制器的基本电路和工作		第六节 太阳能光伏发电系统的设计、安	
原理	123	装与维护、管理	146
四、控制器的选择、安装和使用、维护	128	一、太阳能光伏发电系统的设计	146
第四节 铅酸蓄电池	128	二、太阳能光伏发电系统的安装与管理	
一、阀控式密封铅酸蓄电池定义及		维护	151
特点	129	第七节 应用实例	152
二、阀控式密封铅酸蓄电池工作原理	131	一、辽宁建昌贫困无电山区独立家用太	
三、阀控式密封铅酸蓄电池结构及生产工		阳能光伏电源系统示范工程	152
艺流程	134	二、输油输气管道阴极保护太阳能光伏	
四、阀控式密封铅酸蓄电池技术性能		电源系统	154
要求	136	三、10kW 联网光伏发电系统	158
五、阀控式密封铅酸蓄电池安装与		四、深圳并网户用太阳能光伏示范	
检验	137	系统	160
六、阀控式密封铅酸蓄电池管理与		参考文献	162
第五章 农村太阳房	163		
第一节 太阳房概述	163	第三节 太阳房施工与验收	193
一、太阳房概述	163	一、工程质量保障体系	193
二、太阳房各类供暖方式的基本工作		二、围护结构保温构造做法	194
原理	165	三、集热蓄热墙构造做法	201
第二节 太阳房设计	169	四、施工质量监督	201
一、太阳房设计施工图要求	169	第四节 太阳房运行维护与性能评估	211
二、太阳房的规划与建筑设计	171	一、被动式太阳能采暖系统的运行与	
三、太阳房围护结构的保温隔热设计	176	维修管理	211
四、太阳房的建筑蓄热设计	182	二、被动式太阳能采暖房的性能评价	213
五、太阳能供暖方式的确定	183	第五节 太阳房工程应用实例	214
六、被动式太阳能采暖房的热工设计计算	185	一、山西省左权县被动太阳能采暖卫生院	214

二、天津地区被动太阳能采暖农村住宅	216	太阳辐射照量 H_{tvs} , MJ/(m ² ·d)	237
三、甘肃敦煌地区被动式太阳能农村住宅	228	附录 2 围护结构热工指标推荐值	239
附录 1 照射在房屋南立面上的月平均日		附录 3 各类被动太阳能采暖房屋的 SHF-SLR 曲线	243
第六章 农村沼气	246	参考文献	245
第一节 概述	246	五、农村家用沼气池维修和保养	318
一、我国沼气事业发展概况	246	第五节 生活污水净化沼气池	320
二、发展沼气建设生态家园	247	一、生活污水净化沼气池的用途和功能	321
第二节 沼气发酵的原理和条件	248	二、生活污水净化沼气池的工艺	321
一、沼气发酵的原理	248	三、生活污水净化沼气池的运行管理	323
二、沼气发酵的条件	254	四、生活污水净化沼气池的使用效果	323
第三节 沼气发酵的工艺类型	272	第六节 沼气的净化、储存与输配	324
一、沼气发酵的基本工艺流程	272	一、沼气的净化	324
二、厌氧消化器的分类	274	二、沼气的储存	330
三、常规型消化器	277	三、沼气的输配	334
四、污泥滞留型消化器	279	四、沼气工程常用的阀门及计量表	343
五、附着膜型消化器	287	第七节 沼气发酵产物的综合利用	347
六、其他沼气发酵工艺	289	一、沼气发酵产物的概念	347
第四节 农村家用沼气池	291	二、沼气的利用	351
一、农村家用沼气池的池形结构	291	三、沼液的利用	354
二、农村家用沼气池的建造	293	四、沼渣的利用	361
三、农村家用沼气池的运行与管理	309	参考文献	365
四、农村家用沼气池常见故障及处理方法	315		
第七章 农村生物质热利用	366	四、省柴灶的设计	382
第一节 生物质热利用概述	366	五、组装式省柴灶和典型灶	388
一、生物质能概述	366	第四节 高效预制组装架空炕	391
二、我国生物质资源利用潜力	366	一、火炕的结构	391
三、生物质能利用的特点	367	二、高效预制组装架空炕	392
四、生物质热利用	368	三、几种不同类型高效预制组合架空炕连灶示意图	395
五、秸秆发电	368	第五节 高效低排放户用生物质炉具	397
第二节 生物质燃烧技术	368	一、生物质气化原理	397
一、生物质燃料的特性	368	二、高效低排放生物质炉具	399
二、生物质燃料的燃烧过程	371	第六节 生物质压缩成型技术	403
三、燃料火焰特性	373	一、生物质压缩成型原理	403
四、燃料的元素分析及基准	375	二、生物质成型的工艺分类	404
五、生物质燃料的热值	376	三、生物质燃料压缩成型技术	405
六、生物质燃烧过程的部分计算	377	四、生物质成型燃料的标准介绍	411
第三节 农村省柴灶	380	参考文献	414
一、灶的演变过程	380		
二、灶的分类	380		
三、旧灶的弊病及存在的问题	382		
第八章 生物质集中供气	415	一、我国热解气化技术的发展概述	415
第一节 我国生物质热解气化技术发展	415		

二、生物质气化集中供气系统的发展	416	五、钢管的防腐	443
第二节 生物质气化原理及工艺	417	六、室外生物质燃气管道的布线原则	443
一、生物质原料	417	七、用户生物质燃气管道布置	444
二、生物质气化的基本原理	419	八、室外生物质燃气管路的强度及气密性试验	446
三、生物质气化条件及分类	420	九、室内生物质燃气管道的强度和气密性试验	447
四、生物质热裂解(干馏气化)	423	第七节 生物质燃气的应用	447
五、生物质燃气的净化	424	一、生物质燃气的成分和热值	447
第三节 气化过程指标及影响气化的因素	425	二、生物质燃气与部分其他燃气理化性能及燃烧特性	448
一、气化过程的指标	425	三、秸秆燃气的主要特点	448
二、影响气化的因素	427	四、灶具的主要性能	448
三、气化机组的主要性能指标	429	五、生物质燃气的有害成分	449
第四节 气化站的设备	430	六、用户使用秸秆气应注意的安全事项	449
一、主要设备	430	七、燃气用具的安全使用	449
二、气化站的附属设备	435	第八节 主要设备生产企业及其产品简介	450
第五节 生物质气化站的设计	437	一、山东大学生物能源技术开发中心	450
一、气化站的选址及条件	437	二、合肥天焱绿色能源开发有限公司	450
二、气化站分类	437	三、辽宁贝龙农村能源环境技术有限公司	451
三、气化站建设用地	437	四、大连市环境科学设计院的中温气化裂解技术	451
四、气化站内对建筑的要求	438	五、河南焦作市秸秆燃气设备工程有限公司	452
五、气化站生产设施建筑面积确定	438	参考文献	452
六、气化站的设计	438		
七、气化站的安全	439		
八、气化站的环境要求	439		
第六节 生物质燃气集中供气系统的设计	440		
一、设计原则	440		
二、供气热流量(负荷)计算	440		
三、常用管材	442		
四、管道的连接	442		
第九章 微型水力发电	453		
第一节 微水电概述	453	四、微水电的结构	467
一、微水电的定义	453	五、微水电的选型	467
二、微水电工程及其工作过程	453	第三节 微水电土建施工、设备安装与调试	469
三、微水电的主要技术条件及特征	454	一、微水电土建施工	470
四、微水电的发展过程	455	二、微水电安装与调试	472
五、微水电机组的分类	456	第四节 微水电供电工程设计与维护	475
六、微水电机组的型号编制方法	456	一、机房的配电布置	475
七、有关微水电参数的基本概念	457	二、输电线的布置与架设	475
第二节 微水电机组与选型	458	三、电力设备的保护和安全用电	476
一、微型水轮机	458	四、微水电的维护	477
二、微水电发电机	462	参考文献	480
三、微水电的调控设备	465		
第十章 小型风力发电技术	481		
第一节 风能资源	481	二、风资源观测	482
一、风特性	481	三、常用风能公式及参数	483

第二节 我国风能资源	486	第五节 小型风力发电机组的安装	503
一、风能资源的储量	486	一、场地选择	503
二、风能资源的分布	486	二、机组安装	503
三、我国风能区占全国面积的百分比	488	三、注意事项	504
四、世界气象组织对风力等级的规定	489	四、蓄电池的安装	505
五、利用风能的优点和局限性	491	五、国外小型风力发电机的发展	506
第三节 风力发电行业现状	492	第六节 小型风力发电机组的维护与 保养	507
一、风力发电机的定义	492	一、日常维护保养	507
二、风力发电机组的分类	492	二、定期维护保养	507
三、离网型(小型)风力发电的概况	493	三、蓄电池的使用与维护	507
第四节 小型风力发电技术	497	第七节 风力发电机组的故障及排除	508
一、概述	497	第八节 风力发电机组的形式与应用	509
二、发电系统部件的功能	500	参考文献	511
三、小型风力发电机组的选型	500		
第十一章 浅层地热	512		
第一节 地热资源与利用	512	一、地源热泵原理	518
一、地热资源——清洁的可再生能源	512	二、地源热泵地下热交换系统的设计	521
二、中国天然温泉分布	512	第四节 地源热泵系统运行与维护	526
三、地热资源勘探	513	一、地源热泵系统运行管理	526
四、地热资源利用	514	二、地源热泵系统运行维护	526
第二节 地源热泵发展现状	515	第五节 地源热泵产品介绍	527
一、地源热泵——节能减排的一支 新军	515	一、概况	527
二、地源热泵在世界上的发展	515	二、部分产品介绍	527
三、地源热泵的优势所在	517	第六节 典型案例	528
四、我国地源热泵发展现状	517	一、埋管地源热泵工程实例	528
第三节 地源空调原理与设计	518	二、地下水地源热泵工程实例	534
		参考文献	535
附录 农村能源常用计量单位及数据	536		
附录一 国家法定计量单位	536	一、沼气	543
一、能量计量单位	536	二、太阳能	543
二、单位制及其换算	537	三、秸秆能源	543
附录二 农村能源基本概念	539	四、生物质发电	543
附录三 国家相关法规和政策要求	540	五、风能	543
一、法规规定	540	六、微水电	543
二、规划目标	540	附录五 农村能源常用统计数据	544
三、政策要求	541	一、中国农村能源消费	544
附录四 农村可再生能源概况	543	二、农村能源常用主要测算数据	544

第一章 农村能源概论

第一节 新能源与可再生能源简介

从地球蕴藏的能量数量来看，自然界存在有无限的能量资源。仅就太阳能而言，太阳每秒钟通过电磁波传至地球的能量达到相当于 500 多吨煤燃烧放出的热量。这相当于一年中仅太阳能就有 130 万亿吨煤的热量，大约为全世界目前一年耗能的一万多倍。不过，由于人类开发与利用地球能源尚受到社会生产力，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，这就必须研究开发新能源和可再生能源。

新能源和可再生能源的概念和含义是 1981 年联合国在肯尼亚首都内罗毕召开的新能源和可再生能源会议上确定的，它不同于常规化石能源，可以持续发展，用之不竭，对环境无多大损害，有利于生态良性循环。

目前，联合国开发计划署（UNDP）将新能源和可再生能源分为三类。

- （1）大中型水电。
- （2）可再生能源，包括小水电、太阳能、风能、现代生物质能、地热能、海洋能。
- （3）传统生物质能。

目前我国，新能源和可再生能源是指除常规化石能源和大中型水力发电、核裂变发电之外的生物质能、太阳能、风能、小水电、地热能以及海洋能等一次能源。这些能源，资源丰富，可以再生，清洁干净，是最有前景的替代能源，将成为未来世界能源的基石。

一、新能源与可再生能源

太阳能是各种可再生能源中最重要，也是人类可利用的最丰富的能源。太阳每年投射到地面上的辐射能高达 $1.05 \times 10^{18} \text{ kW} \cdot \text{h}$ ($3.78 \times 10^{24} \text{ J}$)，相当于 1.3×10^6 亿吨标准煤。按目前太阳的质量消耗速率计，可维持 6×10^{10} 年。可以说是“取之不尽，用之不竭”的能源。但如何合理利用太阳能，降低开发和转化的成本，是新能源开发中面临的重要问题。我国三分之二的国土面积年日照小时数在 2200h 以上，年太阳辐射总量大于每平方米 5000MJ，属于太阳能利用条件较好的地区。西藏、青海、新疆、甘肃、内蒙古、山西、陕西、河北、山东、辽宁、吉林、云南、广东、福建、海南等地区的太阳辐射能量较大，尤其是青藏高原地区太阳能资源最为丰富。太阳能利用包括太阳能光伏发电、太阳能热发电，以及太阳热水器和太阳房等热利用方式。

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、制冷和致热等。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车的安装地点、方向、风速等多种因素综合决定。

水能资源是我国重要的可再生能源资源。根据 2003 年全国水力资源复查成果，全国水能资源技术可开发装机容量为 5.4 亿千瓦，年发电量 2.47 万亿千瓦时；经济可开发装机容量为 4 亿千瓦，年发电量 1.75 万亿千瓦时。水能资源主要分布在西部地区，约 70% 在西南地区。长江、金沙江、雅砻江、大渡河、乌江、红水河、澜沧江、黄河和怒江等大江大河的干流水能资源丰富，总装机容量约占全国经济可开发量的 60%，具有集中开发和规模外送的良好条件。近年来，许多发展中国家虽然都制定了一系列鼓励民企投资小水电的政策。由于小水电站投资小、风险低、效益稳、运营成本比较低，在国家各种优惠政策的鼓励下，全国掀起了一股投资建设小水电站的热潮，尤其是近年来，由于全国性缺电严重，民企投资小水电如雨后春笋，悄然兴起。国家鼓励合理开发和利用小水电资源的总方针是确定的，2003 年开始，特大水电投资项目也开始向民企开放。2005 年，根据国务院和水利部的“十一五”计划和 2015 年发展规划，中国将对民企投资小水电以及小水电发展给予更多优惠政策。

氢是一种二次能源，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。氢不但是一种优质燃料，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。

地热是指来自地下的热能资源。我们生活的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 9.95×10^{15} 吨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。适用于发电的高温地热资源较少，主要分布在藏南、川西、滇西地区，可装机潜力约为 600 万千瓦。初步估算，全国可采地热资源量约为 33 亿吨标准煤。

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。

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 $2 \times 10^{11} \text{t}$ ，含能量达 $3 \times 10^{21} \text{J}$ ，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。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、树木枝桠、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。林木枝桠和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。

目前发展中的开发利用技术主要是固化转换、热化学转换、生物化学转换。生物质固化转换是通过压缩致密成型技术将生物质压缩成高密度固体燃料等。生物质的热化学转换是指在一定温度和条件下,使生物质气化、炭化、热解和催化液化以生产气态燃料、液态燃料和化学物质的技术。生物质的生物化学转换包括生物质-沼气转换、生物质-乙醇转换。沼气转换是有机物质在厌氧环境中,通过微生物发酵产生一种以甲烷为主要成分的可燃性混合气体,即沼气。生物质乙醇转换是利用糖质、淀粉和纤维素等原料经发酵制成乙醇。

二、我国能源资源特点

我国的能源资源有四大特点。

(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。

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、保障国家能源安全 and 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。

1. 农村可再生能源的开发和利用,有利于充分利用农村资源,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,增进经济效益,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,有更强地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。发展农村可再生能源无疑给农村经济的发展注入了一股新的不竭的源流,它有助于实现“生产发展”这个新农村建设的首要目标和中心任务。

2. 发展农村可再生能源,能够拓宽农村就业渠道,使农民增收节支,增加农民收入,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,两年即可收回投资,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。

此外,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。

3. 发展农村可再生能源,可以方便和满足农村用能,缓解农村能源供应紧张的局面

伴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。

4. 开发和利用农村可再生能源,有助于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。据统计,目前我国已有一

半的河流被污染，有近3亿农村人口饮用水不合格；空气污染非常严重，酸雨区约占国土面积的1/3；土地荒漠化、水土流失日益严重，土壤涵养与肥力不断下降。特别是在农村，随地丢弃堆放垃圾、直接焚烧秸秆、大量低效使用化肥、任意排放人畜粪污、过量砍伐薪柴等，导致生态环境急剧恶化。原本青山绿水、蓝天白云的景致在许多乡村已难得一见，取而代之的是污水横流、臭气熏天、蚊蝇乱飞、烟尘弥漫的景象。于是水体、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，农村人居环境每况愈下，农民健康状况不断恶化。农村的脏、乱、差使农业生产和农民生活受到严重威胁，甚至有些地方因污染严重而危及村民的生存。大力开发和使用农村可再生能源，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。

5. 发展农村可再生能源，能够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、通讯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，不再因人畜混居、厨房漆黑、人厕不便而难堪，使农民就此改变“满面尘灰烟火色”、“晴天一身土，雨天一身泥”的面貌，使农民借助四通八达的交通和广播、电视、互联网，感知外面的世界，了解和接触现代文明，接受市场经济的洗礼，告别祖祖辈辈“日出而作，日落而归”、自给自足、单调保守的生活方式。所以，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，使新农村建设呈现新气象、显现新面貌、展现新图景。

6. 发展农村可再生能源，有利于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，必然会使农村的科技面貌焕然一新。

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，这必将切实有效地提高农民的科学文化素质，加快“有文化、懂技术、会经营”的新型农民群体的形成和壮大，从而推动农村基础文明程度的提升。

可再生能源的开发使用与广大农民的生产、生活和利益密切相关，只要宣传到位措施得力，必定会引起农民的高度关注和广泛参与。广大农民投入资金和劳力，自然希望从中受益。为维护 and 争取自身的权益，他们会积极要求参与重大问题的讨论和决策，对实施过程进行了解和监督，他们也需要联合起来，化解矛盾，协调关系，加强自律，增强市场谈判力。这样的民主要求和民主实践，能够大大激发农民的民主热情，强化农民的参与意识，锻炼农民的参与能力，培养农民的民主习惯，切实实现其民主权利。农民对公共事务的参与能够不断催生和创新民主形式，完善村务公开制度，健全村民自制机制，这同新农村建设中“管理民主”的目标是完全一致的。

第三节 我国农村能源现状与发展

党中央、国务院高度重视节能降耗和污染减排。农村既是能源消费者，也是能源生产者；既是污染物排放源，也是污染物消纳地。发展农村能源，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，而且有效地减少污染物排放，改善农村生产生活环境。农村节能减排是国家节能减排工作的重要组成部分，农村能源的开发利用更是农村和农业节能减排的关键所在，我们应围绕社会主义新农村建设这个中心工作，以实施循环农业促进行动为重点，强化农民的主体地位，寓生态建设于富民之中，努力转变农民的生产生活方式，推进生物质能开发，大力开发利用自然能，提高太阳能、风能、微水能、生物质能的利用率，同时要加强国际合作，加大宣传力度，努力创造良好的发展氛围，加强队伍建设，严格项目监管，切实促进农村能源行业的全面发展。

一、我国农村能源发展现状

(1) 农村商品能源消费持续上升。我国是世界第二大能源生产国和消费国，2006年消费总量为24.6亿吨标准煤。2006年我国农村地区生活用能消费总量为9.75亿吨标准煤，占全国能源消费总量的39.63%（含非商品能源），“十五”期间（2001~2005年）与2000年相比，增加了29.73%。年均增长率为5.34%，呈稳步增长态势。

(2) 农村商品能源消耗远低于城市。以2005年消耗商品能源为例：我国人均生活用能为179kg标准煤，其中：城镇人均用能257kg标准煤；农村人均用能122kg标准煤，不到城镇人均用能的一半。

(3) 生物液体燃料已经起步。“十五”期间，我国进行了燃料乙醇的开发，在河南、安徽、黑龙江和吉林分别建设了以陈化粮为原料的燃料乙醇生产厂，总产能达到每年100多万吨，按国家标准8%~12%的添加比例，在9个省（5个省全部，4个省的27个地市）开展车用乙醇汽油销售。同时我国也在开展纤维素制取燃料乙醇的技术研究。国内已有一些公司收集餐饮业废油加工生产生物柴油（参照美国生物柴油标准），年产量约5万吨。这些生物柴油直接供应给运输企业或作为工厂和施工机械的动力燃料，产品尚未作为车用柴油使用。

(4) 国家投入显著增加。以中央通过农业部投入为例，2001年开始，中央对农村能源建设的投入不断加大，从2001年的1亿多元逐年增加到2006年的25亿多元。据不完全统计，从2001年到2006年，中央通过农业部投入61.2亿元用于农村能源建设。按资金来源分，其中：财政专项2.7亿元、基建资金3.5亿元、国债资金55亿元；按项目类别分，其中：农村户用沼气投资59亿元、大中型沼气工程1.25亿元、农村太阳房336万元、太阳灶1280万元、省柴节煤灶（炕）800万元、风能利用473万元、微水电80万元、其他项目6412万元。

(5) 管理水平不断提高。随着农村能源建设的飞速发展，各地农村能源管理机构的管理水平不断提高。一是进村入户开展调研、抽查、督察、指导。实行政务公开采取网上公布、村务栏公布。二是使用微机管理，严格管理资金及检查项目执行情况，确保将政府补贴到户。三是实行就业准入，加强培训、提高建管质量，实行物业服务，增加投入和构建服务管理体系。

二、农村能源建设成效显著

农村能源建设体现的五大功能，已成为新农村建设的主要途径。