

农民“黄金屋”丛书



农村能源利用技术

詹可志 汪国英 熊小龙 编

NONGMIN HUANGJINWU CONGSHU



NONGMIN HUANGJINWU CONGSHU NONGMIN HUANGJINWU CONGSHU

上海科学普及出版社

贵州科技出版社

农民“公共生活”

农村能源利用技术

詹可志 汪国英 熊小龙 编

上海科学普及出版社
贵州科技出版社

图书在版编目(CIP)数据

农村能源利用技术/詹可志,汪国英,熊小龙编.

贵阳:贵州科技出版社,1999.8(2001.2重印)

ISBN 7-80584-961-7

I.农… II.①詹… ②汪… ③熊… III.①农业-能源-综合利用 IV.S21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 46775 号

丛书策划 科 贵

责任编辑 张建德

夏同珩

农民“黄金屋”丛书

农村能源利用技术

詹可志 汪国英 熊小龙 编

上海科学普及出版社

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

贵州科技出版社

(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550004)

新华书店上海发行所发行 常熟高专印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 2.875 字数 60000

1999 年 8 月第 1 版 2001 年 2 月上海第 1 次印刷

印数 1—6000

ISBN 7-80584-961-7/S·238 定价:4.00 元

序 言

建设一个经济繁荣、社会稳定、文明富裕的社会主义新农村，要靠改革开放，靠党的方针政策。同时，要取决于科学技术的进步和科技成果的广泛运用，取决于劳动者素质的提高。多年的实践表明，农业兴则百业兴，农村稳则大局稳，农民富则全国富。要进一步发展农村经济，提高农业生产力水平，实现脱贫致富奔小康，必须走依靠科技进步之路，从传统农业开发、生产和经营模式向现代高科技农业开发、生产和经营模式转化，逐步实现农业科技革命。《农民“黄金屋”丛书》（贵州部分）是贵州科技出版社与上海科学普及出版社为贯彻国家开发西部、东西联动的发展战略，迎接中国加入 WTO 后给出版业带来的挑战而联合出版的。

《农民“黄金屋”丛书》（贵州部分）是从贵州科技出版社出版的原《千乡万村书库》精选并修订而成的，修订时注重立足于我国南方或云贵高原地区，面向全国，以适应广大读者的需求。在技术的推广上强调“新”，不是把过去的技术照搬过来，而是利用最新资料、最新成果，使广大农民尽快适应日新月异的农业科技水平。在项目选择上，立足于经济适用、发展前景好的项目，对不能适应市场经济发展需要的项目进行了淘

汰，有针对性地选择了适合农村经济发展、适应农民脱贫致富的一些项目，以及适应城市生活发展需要的原料生产等。在作者选择上，选取那些专业知识过硬，成果丰硕，信息灵敏，目光敏锐，在生产第一线实践经验丰富的现代农业专家。本着让农民买得起、看得懂、学得会、用得上的原则，定价低廉，薄本简装，简明实用，通俗易懂，可操作性强。必将使农民读者从中得到有价值的科学知识和具体的技术指导，尽快地走上致富之路，推动农村经济的发展。

古人云，“书中自有黄金屋”。我们希望贵州科技出版社与上海科学普及出版社合作的《农民“黄金屋”丛书》（贵州部分），能真正成为广大农民脱贫致富的好帮手，成为农民朋友提高文化素质、了解科技动态、掌握实用技术的好朋友。同时，希望这套书能成为我国科技类出版社“东西联动”的范例。

**贵州科技出版社
上海科学普及出版社**

2000年9月

目 录

一、农村能源概论	(1)
(一)我国农村能源建设历程	(1)
(二)我国发展农村能源的方针	(2)
(三)我国农村能源资源	(2)
(四)我国农村能源利用现状	(5)
二、沼气	(8)
(一)农村发展沼气的意义	(8)
(二)沼气的制取	(11)
(三)沼气池的构造及工作原理	(16)
(四)沼气池的建造	(20)
(五)输气管道和沼气用具的合理配套及安装	(37)
(六)沼气池的发酵启动及管理	(48)
三、沼肥的综合利用	(53)
(一)沼肥的概念	(53)
(二)沼肥的特性	(53)
(三)沼肥的增产效果及改良土壤的作用	(54)
(四)农田施用沼肥增产原因	(55)
(五)农田施用沼肥的方式和利用技术	(57)
(六)农田施用沼肥注意事项	(58)
(七)沼肥在农业生产中综合利用的常用技术	(59)

四、微型水电站的建设	(64)
(一)概况	(64)
(二)技术规程	(66)
(三)验收要点	(83)

一、农村能源概论

我国农村能源工作，特指在农村就地开发利用的能源，包括生物质能（薪柴、沼气）、太阳能、风能、地热能、海洋能等自然能源；以及小水电、小煤矿等就地开发的常规能源。

（一）我国农村能源建设历程

我国农村能源建设经历一个曲折漫长的发展过程，大体上可分为四个阶段：

第一阶段，从新中国成立初期到 60 年代末，其特点是农村电力和沼气建设率先发展。

第二阶段，1970 年后，农村能源建设进入发展时期，其中尤以农村电气化和沼气建设的发展引人注目。

第三阶段，党的十一届三中全会后，1979 年中国科学技术委员会在杭州召开了能源座谈会。经过这次研讨，农村能源的严重性和紧迫性受到社会各界和政府部门的关注。至此，农村能源建设由自发的、单项技术的开发利用到有组织的、有计划的、多项技术的开发利用。

第四个阶段，从 1991 年开始，以开展百县农村能源综

合建设,推动管理的规范化和现代化,以及多项能源技术推广综合利用,讲求规模效益为基本特征。

40多年来,我国农村能源建设在党中央、国务院、国家有关部门、各级地方政府的支持下,经过广大农村能源工作者的艰苦奋斗,取得了重大的成就,并为进一步发展农村能源奠定了良好的基础。

(二)我国发展农村能源的方针

我国农村能源工作经历了一个曲折的发展过程,走了不少弯路,经过认真总结经验,深入调查研究,不断修改补充,1984年在全国农村能源工作会议上,国务院确定了“因地制宜,多能互补,综合利用,讲求实效”的发展农村能源工作的方针。1986年全国农村能源工作会议上,国务院领导又亲自对十六字方针作了修改。在谈到农村能源工作总的指导思想时说,今后一个时期农村能源工作总的指导思想是:继续贯彻“因地制宜,多能互补,综合利用,讲求效益”的农村能源发展方针,积极发展薪炭林,大力推广省柴节煤灶,稳步发展沼气,在有条件的地方大力发展小水电,小煤窑,搞好风能、太阳能、地热能开发利用试点,努力作好节能工作。农村能源建设要与村镇建设、文明村建设、环境保护统一规划,同步实施。

(三)我国农村能源资源

我国农村能源资源包括生物质能和畜力等生物能源资源以及水能、太阳能、风能、地热能等自然资源,根据这些能

源的形成和特征,均属可再生能源,可以不断再生和循环使用。

1. 生物质能资源 主要以薪材、秸秆为主。

薪材,即是树木提供作燃料的生物质,据 1985 年全国第三次森林资源调查,全国薪材资源总量为 1 亿吨标准煤。近年来,由于采取了一系列有效措施,1993 年薪材消费量已降至 1 亿吨标准煤。目前在总量上收支已保持平衡,只有个别地区的薪材消费量仍超过其可开发资源量。

秸秆,其资源量与当年农作物产量、作物品种、种植结构、当地水热条件等有密切关系,20 世纪 90 年代初期秸秆实物量为 6 亿吨左右,其中 1/2 作为饲料、工业原料或直接还田作为肥料使用;1/2 约 3 亿吨作为燃料,1993 年能源用秸秆总量为 1.54 亿吨标准煤。

2. 太阳能资源

据估算,我国陆地表面每年接受的太阳能约为 5.02×10^{22} 焦,相当于 1.7 万亿吨标准煤,数量是非常巨大的。从全国的分布来看,青藏高原地区最大,有“日光城”之称的拉萨市,年平均日照时间为 3 005.7 小时,太阳总辐射量为 816 246 焦/平方厘米·年。全国以四川省的太阳年辐射总量为最小,或都市的年平均日照时数仅 1 152.2 小时。根据各地接受太阳总辐射量的多少,全国可划分为五类地区:一类地区包括青海、西藏的西部,宁夏、甘肃的北部和新疆南部;二类地区包括青海、西藏的东部,宁夏、内蒙古的南部,山西北部,甘肃中部等地;三类地区包括新疆北部、陕西、江苏、安徽的北部、山东、河南、吉林、辽宁、河北和甘肃东南部、山西、广东和福建的南部等地;其余为

四五类地区。一、二类地区辐射总量高于 5.9×10^5 焦/平方厘米·年,年日照时数大于 3 000 小时,是我国太阳能资源丰富和较丰富的地区,具有利用太阳能的良好条件。

3. 风能资源 我国地处亚洲大陆东南部,季风盛行,有较丰富的风能资源。我国风能资源总量为 16 亿千瓦,其中 1% 左右可供开发利用。根据各地有效风能密度的大小,可将全国划分为五类地区:一类地区为东南沿海及其岛屿,为我国风力资源最丰富地区,有效风能密度大于每平方米 200 瓦,平均风速大于每秒 3 米的时间全年有 6 000 ~ 8 000 小时;二类地区是内蒙古和甘肃北部,风能密度每平方米 200 瓦左右,平均风速大于每秒 3 米的时间大于 6 000 小时;三类地区是黑龙江南部和吉林东部,以及辽东、山东半岛,是风能资源较佳区;四类地区包括青藏高原北部、华北、西北部分地区,是风能资源较小区。其余地区为风能资源贫乏区,平均风速大于每秒 3 米的时间,全年小于 2 000 小时,风能资源很难加以利用。

4. 小水电资源 我国小水电资源十分丰富。据 1980 年的普查统计,全国小水电资源理论蕴藏量约 1.5 亿千瓦,其中,可开发资源约为 7 131.7 万千瓦,年发电量 2 000 亿 ~ 2 500 亿千瓦时,目前已开发 13%。

5. 小煤矿资源 我国小煤矿资源丰富。据调查,全国 1 220 个县有煤炭资源,保有储量近 3 000 亿吨,地方煤矿储量 417 亿吨,资源保证系数 80% 左右,小煤矿可采储量有 100 多亿吨。

(四) 我国农村能源利用现状

1. 生物质能开发利用 我国生物质能资源十分丰富,主要包括农作物秸秆、薪材、山林草类、人畜类便、生活垃圾和水生植物等,仅农林废弃物及禽畜类便资源量每年即可达 10 亿吨。生物质能开发利用在我国现有能源供应中,特别是在农村地区占有重要地位,每年开发利用量约 2 亿吨标准煤,提供了 40% 的农村用能,占农村生活燃料的 70% 以上。

(1) 生物质能直接燃烧利用 通过直接燃烧农作物秸秆和薪材而获得热能是目前生物质能利用的最主要方式。秸秆和薪材是传统的农村生活燃料,在农村用能中一直占有重要地位。1996 年,农村地区消耗秸秆 2.8 亿吨,占当年农作物秸秆总处理的 55% 左右。折合标准煤 1.2 亿吨,占当年农村能源消费总量的 18.8%,占农村生活燃料的 35.3%。目前,为了减少薪材的消耗,农村地区已有 70% 以上的农户使用了热效率在 25% 以上的省柴灶,比 20 世纪 70 年代提高热效率 10% ~ 15% 左右。

(2) 沼气的利用 沼气是农作物秸秆,人畜粪便等有机质在一定的温度、浓度、酸碱度和隔绝空气的条件下,经过微生物的作用而发酵产生的一种可燃性气体。沼气的开发利用是缓解农村用能短缺的一条有效途径。到 1999 年底全国共推广农村家用沼气池 763.5 万户,年产沼气总量 225 136.34 万立方米,折合标准煤 160 747.35 万吨。

2. 太阳能开发利用 我国利用太阳能主要通过太阳

能热水器、太阳房、太阳灶、太阳能温室、塑料大棚等方式。到 1999 年底,我国共推广太阳能热水器 934.36 万平方米;太阳房 759.39 万平方米;太阳灶 27.55 万台;太阳能电池 43 891 处,峰值功率 704 779 瓦。

3. 风能开发利用 我国是风力资源较丰富的国家,也是利用风能进行风力发电、风力提水较早的国家,到 1996 年底我国小型风力发电机组保有量达 15.85 万台,其中内蒙古自治区占 80%多,风力提水机组年生产能力达 3 万台,无论是产量、保有量均为世界之首。全国共有风力发电场 16 个,装机 237 台,总装机容量为 59 855 千瓦,其中极大部分是国外进口的机组。我国最大的风力发电场是内蒙古自治区辉腾锡勒风电场。

4. 小水电建设 我国是世界利用水力最早的国家之一,但利用水力发电比欧美和日本都迟了几十年。我国小水电事业从 20 世纪 50 年代开始发展到 1996 年底,小水电装机容量已达到 1 920 万千瓦,有 800 多个县形成了小水电网,跨县的区域电网 43 个,拥有 35 千伏以上高压线路 11 万公里,变电容量超过 3 000 万千伏安,电网内还建有配套火电 241 万千瓦。中小水电供电范围,包括全国近 1/2 的国土面积、1/3 的县、3 亿人口的用电需要,小水电已经成为我国能源建设中不可忽视的一支重要力量。

5. 乡镇煤矿建设 乡镇煤矿是农村经济改革与我国独特的国情相结合的产物。分布广泛的煤炭资源,农民摆脱贫困的强烈愿望,巨大的市场需求,农村大置剩余劳动力的转移以及政府的政策,是乡镇煤矿得以产生和发展的主

要因素。据煤炭部统计,1995 年全国乡镇煤矿共有 7.3 万个。1996 年乡镇煤矿产量为 61 477 万吨,占全国煤产量的 44.7%。乡镇煤矿生产的煤,约 60%供当地消费,40%运销外地,其中出省的占 20%,占全国省际净输出量的 1/4。

注:以上资料来源于《中国农村能源年鉴》,中国农业出版社出版,1997 年。

二、沼 气

(一)农村发展沼气的意义

1. 发展沼气是解决能源短缺的有效途径 我国农村能源长期以来严重短缺，特别是近年来，随着农村经济的迅速发展，乡镇工业的兴起，对能源的需求更加迫切，而国家的商品能源（煤、电、油）暂时又很难满足。目前农村70%以上仍然直接以烧生物质能来获取能源，对现代化农业的发展是很不利的。薪柴长期过量消耗导致山林植被大面积破坏，水土流失加剧，生态日益恶化。大量秸秆不能还田，使土壤有机质减少，肥力急剧下降。直接燃烧生物质能，不仅热能利用率低，更重要的是浪费了社会财富，烧掉了农民致富的资源。作物秸秆是农民投入大量活劳动和物化劳动的重要报酬，除含有能量外，还含有大量营养物质，直接燃烧，只利用了不到10%的能量和一部分含钾灰分，而粗蛋白质等营养物质和氮、磷等肥料元素则完全浪费了，十分可惜。若把作物秸秆与人畜粪便置于沼气池内，经过厌氧发酵处理，就能把低热质的固体燃料

(秸秆) 变成高热质的气体燃料——沼气。同时又可将不能直接燃烧的粪便转化为可燃气体，而发酵的残留物又成了优质的有机肥料。作物秸秆直接用作燃料时，一个五口之家每天需要12.5 千克，而将秸秆发酵生成沼气，每天只需要 7.2 千克就够了，不但节约燃料，还可制取有机质含量较高的沼气肥料。如把秸秆先用作牲畜饲料，再把畜粪下沼气池作发酵原料，制成沼气后的发酵残余物用作肥料，既可使秸秆得到多层次利用，又能有效缓解农村饲料、燃料、肥料紧缺的矛盾。所以，发展沼气是科学利用生物质能，缓解农村能源短缺的有效途径。

2. 农村办沼气, 促进农牧业发展

(1) 提高肥效、增产增收 沼肥是一种优质的有机肥料, 能显著地改善土壤环境, 有效地调节土壤中的水、肥、气、热, 促进土壤生态环境良性循环。据测定, 经过沼气池发酵 30 天的沼气肥, 同未经发酵的普通敞口池相比较, 全氮提高 14%, 铵态氮提高 19.3%, 有效磷增加 31.8%, 沼气肥中氮、磷、钾齐全, 能为农作物提供丰富的营养元素。另外沼肥中还含有大量的腐植酸, 施入农田有利于土壤微生物活动, 能吸附保存氨和多种矿物质, 改良土壤物理与化学性状, 增加土壤保肥保水能力, 避免连续大量施用化肥对土壤结构的破坏。沼液是一种缓速兼备的高效有机肥料, 含有植物所需的多种水溶性氨基酸、微量元素、微生物代谢产物及消化酶等活性物质。因此, 用腐熟的沼气发酵液浸泡种子, 还具有催芽、刺激生长、灭菌杀虫及提高作物抗逆能力等作用。

(2)用作饲料,促进畜牧业发展 由于沼肥中含有丰富的氨基酸、维生素及多种微量元素,用沼液喂猪,可促进生物能的迅速转化,加快体内肝糖原、肌糖原的积存,从而使猪生长速度加快,缩短了出栏期,降低养猪成本。另外,沼肥具有耗氧少,病菌少,速、缓效肥兼备等特点,用沼肥养鱼,可促使浮游生物的生长繁殖,加快鱼的生长速度,缩短养殖周期,减少鱼病;同时沼肥中含有半消化或未消化的饲料,可直接供鱼食用,弥补人工饲料养分的不足,提高饲料效率,并能改善水质,充分开发利用鱼塘生态系统资源,使池塘养鱼、稻田养鱼达到稳产、高产。

3. 发展沼气,促进生态良性循环 沼气的推广利用不但能减轻国家商品能源紧缺的压力,还能改善农业生态循环,降低生物质消耗,减少对森林植被的破坏,对发展林业,保护生态,防止水土流失,都具有良好的促进作用。且沼气发酵后的各种残留物,还可作饲料和饵料喂猪、养鱼,发展畜牧业和渔业生产;沼液也可代替部分农药,用于浸种、拌种及防治病虫害;沼液可作培养基,生产食用菌;还可繁殖蚯蚓,为畜禽提供高蛋白质饲料,有助于种植业和养殖业等多环节、多层次的综合利用。从而促进了农、林、牧、副、渔和农产品加工业的全面发展。所以,发展沼气对促进生物质良性循环,建立生态农业及维护生态平衡都起着积极的作用。