

农村 能源建设

展望

——面向21世纪农村能源发展研讨会论文集



中国沼气学会

中国农村能源行业协会

中国能源研究会

编

中国农业出版社

编委会

主 任 杨纪珂 洪绂曾

副主任 邓可蕴 屠嘉琪

委 员 (按姓氏笔画为序)

王庆一 王革华 邓可蕴 白金明 朱俊生

李宝山 李 荧 李洪勋 李景明 陈彦宾

杨世基 杨纪珂 杨跃先 吴昌伦 张正敏

张百良 张国民 张岫英 郝先荣 贺 亮

洪绂曾 施德铭 顾树华 梁光宇 梁宝芬

屠云璋 屠嘉琪 黄志杰

编 审 吴昌伦 施德铭 贺 亮

前 言

为在新世纪即将来临之际，更好地把握农村地区能源建设的发展方向，中国能源研究会、中国沼气学会、中国农村能源行业协会，于1998年12月8日至12日在浙江省义乌市联合召开了“面向21世纪农村能源发展学术研讨会”。在这次会上，来自科研、教学、管理、产业等有关方面的专家、学者及管理人员，认真总结了近20年来我国农村能源事业的成功经验及教训，畅谈了农村能源工作的最新发展，参观考察了经济发达地区农村能源综合建设县（义乌市）的工作成效。实事求是地分析了世纪之交我国农村地区能源建设面临的新形势、新任务，并对在新形势下的农村能源工作提出了一系列可资借鉴的意见和建议。为使这次研讨会的成果更好的发挥作用，特将会议论文汇编成册，以飨读者。

编委会
1999年8月

目 录

一、政策与战略研究

中国农村地区可持续发展能源战略研究	中国农村地区可持续发展能源战略研究专题组 (1)
中国农村能源: 问题与对策	王庆一 (32)
把农村能源纳入十五届三中全会“决定”轨道	张百良 张全国 (40)
21 世纪县级农村能源综合建设发展之路	王革华 施德铭 (41)
三种经济类型县能源综合建设特征及指标体系研究	国家发展计划委员会能源新“三类指标”研究组 (45)
市场经济条件下的中国农村能源产业发展战略问题	荆建林 陈彦宾 (51)
略谈新形势下的农村能源发展	胡成春 (54)
面向新世纪的农村能源发展途径	张无敌 谢建 孙世中 宋洪川 (56)
中国农村能源发展体制的实证研究	顾树华 张希良 (59)
中国农村能源教育 (摘要)	张百良 (65)
农村能源产业发展现状与对策	方放 靳佩贞 王海 (67)
中国农村能源产品实施环境标志的研究	张全国 吕书凡 (70)
加快农村能源生态建设 促进农村经济持续发展	张又红 (73)
依法加强农村能源建设实践探讨	朱涛 (78)
论长江、黄河源头地区农村能源发展战略	侯其炎 (81)
义乌市农村能源建设与农业持续发展	浙江省义乌市人民政府 (85)
适应新形势 开拓农村能源建设的新路子	龙大友 (88)
抓住机遇 大胆开拓 开创农村能源工作新局面	肖超 (91)
试论湖北省乡镇农村能源技术服务站建立与发展的战略对策	郑启寿 陈杰 (94)
农村能源法规工作思考与实践	王香雪 (98)
论农村能源建设与农村经济	刘福英 (100)
黑龙江省农村能源建设发展战略与对策	吕良 鄂佐星 刘曙光 (105)
云南农村能源的发展思路	周祖明 谢建 胡向军 黄经成 王东城 (108)
论广东省经济发展水平与农村能源发展方向	梁兆朋 (113)
江苏农村地区能源供需现状及未来发展	王效华 冯祯民 狄崇兰 曹友军 (120)

21 世纪瓦房店市骆驼新村的规划与建设	曹玉瑞 郝忠福 滕毓盘 陈宝蓉 (128)
---------------------------	-----------------------

二、技术与探讨

我国农村可再生能源技术发展前景	顾树华 郝先荣 (134)
农村可再生能源统计工作的成绩、问题与对策	王革华 陈彦宾 王 海 (141)
加强项目管理 推动农村能源建设可持续发展	
..... 张岫英 吕晓辉 李景明 梁宝芬 郑 戈 (144)	
生物质能、太阳能开发利用在农村经济、生活中的作用和地位 ...	焦庆余 罗振涛 (148)
天然林保护工程与农村能源	杨跃先 (163)
中国沼气发展现状与展望	曾邦龙 (166)
推进沼气建设、促进环境、经济和社会的可持续发展	徐洁泉 (169)
畜禽养殖场能源环境工程技术商业化发展探讨	姚向君 (177)
浅述赣南“猪—沼—果”工程建设	王 翔 陈士军 侯乐锋 周 昱 (181)
北方农村能源生态模式技术与推广的机制	唐春福 (186)
沼气技术与农业可持续发展	肖 超 (191)
我国禽畜场沼气工程技术商业化面临的障碍简析	戴 林 (198)
UASB 工艺处理酒精废水生产性实验研究	申立贤 杜 兵 齐文钰 杨瑞宗 (202)
厌氧处理技术发展现状与未来发展领域	
..... 王凯军 吴 冰 王晓惠 柯建明 申立贤 (207)	
生物质热裂解技术的实验研究	
..... 刘荣厚 鲁 楠 曹玉瑞 牛卫生 李 轶 武丽娟 (214)	
我国秸秆的能源利用前景分析	赵跃龙 (218)
论农村电网改造与农村经济发展	赵孟祥 (223)
农村中小河流水能利用探讨	金 成 张 财 朱 伟 (225)
黄河中下游空气源热泵型空调系统的应用分析	敖永华 敖永安 (229)
农村能源建设在松花江“三湖”保护区环境综合整治中作用的研究	
..... 李玉华 郝勇壮 杜继澎 郭晓东 (232)	
适应市场经济形势 搞好农村能源职业技能鉴定	靳佩贞 (238)
生物质压缩成型技术的发展与分析	郑 戈 张岫英 杨世关 张百良 (241)

中国农村地区可持续发展能源战略研究

中国农村地区可持续发展能源战略研究专题组^①

农村能源是指农业生产、乡镇企业和农村居民所用能源的供应和消费,包括煤、油、气、电等商品能源、传统可再生能源与现代高效可再生能源。

目前中国有 8.6 亿人口居住在农村,农村居民生活用能 61% 仍靠传统生物质资源;急速发展的乡镇企业所消费的能源已达 3.2 亿 tce (tce 为吨标准煤),占全国商品能源总消费量的 1/4。中国依靠着世界 7% 的耕地改善着世界 23% 的人口们的食物供应,还需继续投入大量能源以实现农业现代化并支持农村经济腾飞。

由此可知,中国农村地区的能源问题在世界上是独一无二的,有其特殊的特点,必须研究制定适合国情的可持续发展的能源战略,寻求一条人口、经济、社会、环境和资源相互协调的、既能满足当代人的需求,而又对后代人的需求不构成危害的发展途径。

(一) 当前农村地区能源形势分析

1. 改革开放以来,农村能源建设卓有成效。1979 年以来,我国农村能源建设在国家有关部委的共同努力下,通过节能技术的推广和可再生能源的开发利用,取得了显著的成效,对农村能源供应和经济发展做出了积极贡献。

(1) 省柴节煤技术推广。推广省柴节煤技术缓解了农村炊事用能的紧张状况,并直接有助于巩固造林成果,有效地保护了粗饲料及有机肥料资源。70 年代,农村生活燃料严重短缺,造成林木植被破坏,75% 的秸秆作为炊用,生态环境日趋恶化。80 年代初期,国家将省柴节煤技术推广列入国民经济发展计划,到 1995 年,已推广新式省柴节煤炉灶 1.7 亿户,较旧式灶提高热效率 10 多个百分点,缓解了柴草不足的紧张局面;同时,薪炭林面积已由 333.3 万 hm^2 增至 600 万 hm^2 ,而全国范围的十大林业生态工程和平原绿化也提供了更多的薪柴。所以,至 90 年代中期,农村严重缺柴(3~6 个月)的人口已由 1979 年的 4.2 亿人下降为 0.7 亿人,薪材的过耗量已由 9000 万 t 降为 3000 万 t,秸秆作为炊事燃料占秸秆总量已不到 50% (其中还有一部分在地头烧掉)。

(2) 乡镇煤矿生产。乡镇煤矿是农村经济改革与我国国情相结合的产物,广泛分布的

^① 本课题为中国工程院“中国可持续发展能源战略研究”的一个子项目
邓可蕴 中国能源研究会农村能源专业委员会主任 高级工程师 课题组组长
贺 亮 王革华 李京京 张鲁江 戴 林 刘鸿鹏为课题组成员

煤炭资源吸引了农村大量的剩余劳动力。目前,乡镇煤矿不仅是农村能源最重要的组成部分,而且已成为全国煤炭和能源供应的主力。1995年,全国乡镇煤矿7.3万处,分布在1250个县,覆盖60%的国土,产量达6.45亿t(全国工业普查数),比1980年增加4.7倍,占全国原煤总产量的47.1%。“八五”期间新增煤产量全部来自乡镇煤矿。乡镇煤矿生产的煤约60%供应当地消费。发展乡镇煤矿,不仅为2000多万农村劳动力提供了就业机会,而且对促进农业和农村经济发展,减轻国家财政负担,缓解能源供应紧张局面,改善煤炭工业布局,回收大矿遗弃和无法规模化开采的煤炭储量(从这部分储量采出的煤约占乡镇煤矿产量的1/4)做出了重大贡献。

(3) 农村电气化。农村电气化对促进农业现代化和农村经济社会发展至关重要,采用电力排灌等措施,每公顷约可增产粮食1500kg;农副产品加工采用电动机器,1kW可替代5个劳动力。1979年,农村电气化程度十分低下,农村总供电量仅740亿kWh,无电人口达4.5亿人,占农村人口的57%。80年代以来,农村电气化取得了很大进展,在加快电网建设的同时,大力发展小水电(小于2.5万kW的水电站),实施农村初级电气化县计划(全县人均年用电量和户均年生活用电量达到200kWh)。目前,农村已初步形成以大电网为主,辅以小型农村电站的电力系统。1995年农村总用电量达2724亿kWh,其中生活用电830亿kWh。全国共有6000多座小水电站,农村水电装机容量1900万kW,发电量640亿kWh,相当于农村总用电量的1/3,全国已有793个县约3亿人口主要靠农村水电供电,占全国1/3的县。小水电的发展对贫困山区作用更大,解决了缺水缺电的长期困扰,带动了农业、乡镇企业以及精神文明建设的全面发展。此外,微水电(小于10kW)有6万多座,现已装机15.4万kW,供应居住分散的66万户山区农户的生活和生产用电,弥补了电网难以覆盖地区的居民用电问题,1995年发电21亿kWh,户均供电300kWh。在牧区和沿海地区农村,已安装14万台小型和微型风力发电机(0.1~5kW),总容量1.9万kW,发电3800万kWh。1995年,乡通电率已达98.3%,村通电率已达96.1%,无电人口已减少到7000万人。

(4) 沼气技术。我国将沼气技术用于三个方面。一是小型户用沼气,全国现有569万农户使用着小型沼气池,可提供炊事和照明的燃料(沼气),现在农民更重视它提供的高效有机肥和生长素即沼渣和沼液。仅沼液浸(泡)稻种这项技术,即可增产5%,1995年已在66万hm²水稻实现。我国北方农民将沼气池、太阳能猪舍、厕所和蔬菜大棚组合为一个小型生态工程,产气、产肥、种植、养殖均在良性循环中发展,农民当年纯收入超过2000元;二是处理工农业高浓度有机废水,所产沼气供应附近居民,沼渣、沼液亦可多方利用,现在统称之为“能源—环境工程”;三是分散处理城镇居民的生活污水,处理后的排放水可达地方标准。以上三类工程,1995年总计提供21亿m³的沼气,折150万tce。

(5) 太阳能。农业种植业利用地膜、塑料大棚,改进生长条件,是全国范围的增产措施,对高寒低产区脱贫有重大贡献;太阳热水器向农户提供生活热水,适应了富裕农民改善生活条件的需求,1995年已达430万m²,每平方米可替代120kgce的能量;简易太阳房住宅、中小学太阳能校舍等已有270万m²,一个采暖期每平方米每年可替代25kgce;独立的户用光伏发电系统,在牧区和边远山区已使用26.4万Wp,提供了照明和电视或收音机电。

(6) 风力发电和提水。牧区、沿海和农村现有百瓦级小型风力发电机 14 万台 (1.9 万 kW), 年发电量 0.38 亿 kWh; 大型风场 14 个, 装机 4 万 kW; 沿海有 1 100 台风力提水机工作, 排灌面积 1 500hm²。

(7) 地热利用。农业、养殖业利用中低温地热资源, 已达 4 000hm²。地热利用总供能量相当于 85 万 tce (包括发电, 表 1)。

表 1 1995 年中国可再生能源开发情况^{*}

种 类	已 开 发 量		折标煤系数	折标煤量 (万 t)
	单 位	数 量		
农村水电 ^{***}	装机 万 kW	1 900		
	发电 亿 kWh	640	0.380kg	2 432
微 水 电	装机 万 kW	15.4		
	发电 亿 kWh	21	0.380kg	79.8
沼 气 ^{**}	亿 m ³	21	0.714kg	150
太阳能热水器	万 m ²	430	120kg	51.6
简易太阳房	万 m ²	270	25kg	6.75
小型风力发电	装机 万 kW	1.9		
	发电 亿 kWh	0.38	0.380kg	1.52
大型风场风电	装机 万 kW	1.34		
	发电 亿 kWh	0.4	0.380kg	1.52
地热农业利用	hm ²	4 000	210t/hm ²	85
合 计				2 808

^{*} 薪炭林提供的 12 000 万 tce 和 7 320 万 tce 的秸秆未计入。

^{**} 沼气总量 21 亿 m³ 是户用池 15 亿 m³, 大型沼气工程 4.2 亿 m³, 污水净化池等 2.1 亿 m³ 之和。

^{***} 指县及县以下装机容量在 2.5 万 kW 以下的水力资源。

2. 在我国农村现代化建设的进程中, 农村用能水平仍然很低。目前, 我国人均能耗只有世界平均水平的 55%, 而农村人均能耗更低, 1990 年只有城市的 55%, 1995 年降为 43%。1995 年, 中国农村地区能源消费总量 6.9 亿 tce, 其中煤、油、电等商品能源 4.88 亿 tce 占 70%, 其余为传统生物质能和新能源等。生产用能以煤为主, 占 66.6%, 生活用能以传统生物质能为主, 占 61% (表 2、3、4、5)。

表 2 1995 年农村地区能源消费结构

品 种	单 位	实 物 量		折 标 煤 数 量				% %
		生 产	生 活	系 数	生 产	生 活	%	
煤 炭	万 t	32 800	12 500	0.7	22 970	8 750	67	47.7
焦 炭	万 t	1 280		1.0	1 280			
					(33 000)			
电 力	亿 kWh	1 900	824	380gce/kWh	7 220	3 130	21.5	15
					(10 350)			
石油制品	万吨	2 043 (柴油)	182 (煤油)	1.4	2 861 (柴油)	256	11.5	7.9
		1 680 (汽油)			2 352 (汽油)			
					(5 469)			
商品能源小计	万 tce				48 820		100	

(续)

品 种	单 位	实 物 量		折 标 煤 数 量				%
		生 产	生 活	系 数	生 产	生 活	%	
薪 材	万 t	2 100	19 000	0.58	1 200	11 400		18.5
秸 秆	万 t		16 000	0.48		7 320		10.5
其 他	沼气、太 阳能风力 发电					260		0.4
合 计	万 tce				69 000			100

表 3 1992—1995 年农村能源消费增长趋势

	1992 年	1995 年	4 年平均年增长 %
总 量	58 400	69 054	5.7
煤	23 835	33 000	11.4
电	6 750	10 350	15.3
油	3 239	5 469	19
生物质	24 560	19 920	-7

表 4 1979 年和 1995 年农、林、牧、渔生产用能比较

单位: 万 tce

	1979 年	1995 年	年均增长 %
总 量	1 965	5 366	5.3
煤		1 100	
电	689	1 662	7.3
油 品	1 276	2 604	4.6

表 5 1979 年和 1995 年农村地区用能情况变化

单位: 万 tce

类 别	1979 年	1995 年
煤	6 000	33 000
油: 柴油	1 162.4	2 861
汽油	113.4	2 352
煤油	151	182
电	3 120 (生产 2 810, 生活 310)	10 350 (生产 7 220, 生活 3 130)
薪材	10 370	12 600
秸秆	11 800	7 320
沼气、太阳能等		260
畜粪	876	
农用柴油机保有量 (万 kW)		
农用汽油机 (万 kW)	14 250	35 826
农用电动机		
无电人口 (人)	4.5 亿	0.7 亿
严重缺柴人口 (3~6 个月, 人)	4.2 亿 (占农村总人口的 47.7%)	0.7 亿 (占农村总人口的 8%)

3. 农村地区能源消费差异明显。首先是农村与城市的差异。1995 年农村人均消费商品能源 0.56tce, 远低于全国人均 1.09tce, 不足世界人均水平 2.06tce 的 27%。

西部地区人均商品能源消费水平更低, 只有 0.45tce。能源消费量增长以煤为主, 煤耗量 1995 年为 1992 年的 133%, 电和油品为 167% 和 120%; 东部地区 1995 年人均消费商品能源 0.699tce, 电力和油品增长迅速, 1995 年为 1992 年的 268% 和 131%, 而煤炭反而下降 4%, 说明这些地区更加重视提高能源使用效率, 更加追求高品位能源。详见表 6。

最为悬殊的是东西部农村居民生活用电量的差异。东部农村居民人均年生活用电 163kWh, 而西部农村居民只有 38kWh, 甚至至今还有 16 个县 7 000 万人口没有用上电。

表 6 1992 年和 1995 年西部*、东部**农村地区能源消费结构 单位: 万 tce

地区	年份	能源消费种类	商品能源消费总量	其中: 煤、焦炭	电力	油品	生物质能	省柴节煤灶 (万户)	占全部农户的 %	使用优质生活燃料农户 (万户)
西部*	1992	生产用能 生活用能	5 107 2 458	3 978 2 374	666 14	463 31	4 787	2 867	62	108
	1995	生产用能 生活用能	6 698 2 621	5 304 2 230	828 312	567 79	4 357	3 438	75	484
东部**	1992	生产用能 生活用能	13 013 1 600	9 344 1 487	2 431 65	1 238 48	7 861	6 715	93	1 320
	1995	生产用能 生活用能	16 856 4 746	9 004 2 644	6 233 2 037	1 620 65	8 615	5 776	84	2 800

* 云、贵、川、陕、甘、宁, 农村总人口 2.063 亿人。

** 京、津、沪、辽、冀、鲁、苏、浙、闽、粤, 农村总人口 3.09 亿人。

4. 能源需求迫切。

(1) 商品能源消费剧增。农村地区商品能源消费量已占全国能源消费的 38%, 主要用能大户是乡镇工业。

改革开放促进了乡镇企业的崛起与发展, 不仅迅速改变了农村社会经济状况, 而且改变了农民的消费行为。1995 年全国乡镇企业达 2 203 万个, 实现增加值 14 595 亿元, 占农村社会增加值的 56%, 为国内生产总值的 25%; 乡镇工业增加值为 10 804 亿元, 占全国工业增加值的 30%; 乡镇企业从业人员 1.28 亿人, 占农村劳动力总数的 28%; 支付就业人员工资 4 381 亿元, 占农民人均收入的 30%。17 年来乡镇企业用于补农建农和农村各项事业建设的资金达 2 000 多亿元。乡镇企业已经成为我国农村经济的坚实支柱和国民经济的重要力量, 其能源消费的总量不断上升, 1995 年已达 3.25 亿 tce 之巨, 占农村地区商品能源消费量的 65% (表 7)。

(2) 富裕起来的农民正在消费更多的高品位能源。1979 年我国农村地区总共消费了 1 亿 tce 的商品能源, 而到 1995 年, 农民仅在炊事、取暖、家用电器等生活用能方面就已消费了 1.2 亿 tce 的商品能源。据调查, 1995 年共有 4 800 万户农民以使用电炊、液化石油气、天然气、沼气等优质能源为主要的或部分的生活用能, 近几年的增长趋势更快 (表 8)。家用电器四大件 (黑白电视、收录机、洗衣机和电冰箱) 百户拥有率 1994 年分别达

到 75%、26%、15% 和 13%，经济发展快于内地的沿海 10 个省、直辖市即京、津、沪、辽、冀、鲁、苏、浙、闽、粤，1995 年农民的人均纯收入在 1 714.5~4 245.6 元之间，超过全国农民人均纯收入 1 577.6 元，其中有 6 个省、直辖市超过 2 400 元。这 10 个省、直辖市已经有 2 890 万户农民使用高品位生活能源，人均生活用电已达 163kWh，富裕起来的农民必然要向城里人的用能方式看齐，追求快捷和清洁的消费方式。

表 7 1995 年乡镇工业能耗结构

单位：tce

项 目	数 量	合 计
煤 炭	21 870	33 517
焦 炭	1 280	
油 品	2 609	
电 力	5 558	
薪 柴	1 200	

表 8 1989—1995 年农村地区各类优质能源用户增长情况

单位：万户

年 份	电 炊	液化石油气	天 然 气	煤 气	沼 气	太阳能热水器 (万 m ²)	
1989	380	340	4	24	475		
1992	1 016	1 007	38	58	505	156	
1993	1 322	1 354	50	118	533	230	
1994	1 613	1 674	57	147	543	290	
1995	1 987	2 035	64	174	569.6	430	
六年平均 增长率%	31	34	58	39	3	40	六项平均 34

5. 生产、生活用能的低效高耗现象仍亟待改进。我国农机动力和农用运输车辆的保有数量按单位耕地面积计，已经达到或超过西方国家当初实现农业机械化的水平，但由于体制和使用管理等原因，农机效率（包括能耗）普遍较低。

农村生产用能低效高耗表现在：一是乡镇工业兴起之初，大多使用城市淘汰的落后设备，能耗高、污染重；二是由于城市高能耗、高污染产业大量向农村转移；三是乡镇工业多为中、小型企业，很难采用高效、低排放、污水资源化的现代化工艺。

薪材和秸秆是农民的传统生活燃料，经过十几年的艰苦努力，已出现柴灶煤灶高效多功能化，燃料品种多样化，厨房灶具家具化，生活燃料严重短缺的状况已有很大改观。但也应实事求是地看到，当前农村生活用能比重虽然从 1979 年占全部能源消费的 80%，今天已降为 45%，然而其能源品种仍以生物质能为主，消费数量仍将近 2 亿 tce 左右（折 3 亿多 t 实物量），这个现实很难在几十年内消失。

6. 农村地区面临的环境问题亟待改善。一是农业资源短缺，农村经济是在受资源约束状态下运行。人均耕地只有 0.08hm²，不足世界平均水平的 1/3；农业每年缺水达 5 000 亿 m³（1996 年北京市节水型农业试点，吨水产粮 2.88kg；全市平均吨水产粮为 0.8kg），受旱面积 2 000 万 hm²，缺饮用水的农村人口 8 000 万人；农村优质能源短缺问题日益突出，按吨粮能耗 0.3tce，吨肉能耗 0.5tce 计，到 2000 年实现“四个一工程”目标，仅农业生产就需要新增能源约 3 000 万 tce。

二是污染严重。工业“三废”来自城市和乡镇企业，“三废”排放量持续增加，大工业的“三废”排放占全国总量的70%左右，尤其江河水系污染严重，部分地区如“三河三湖”（淮河、海河、辽河，太湖、滇池、巢湖）氮、磷严重超标，水污染程度已低于人类饮用、作物生长和鱼、畜繁殖的最低保障标准；各地集约化经营的菜篮子工程畜禽场的污水，成为一种新的农业的污染源。

三是生态条件被严重破坏。森林是陆地生态的主体，我国林木资源长期被当作生产和生活燃料掠夺式地利用，以至水土流失从黄河流域展伸到长江、珠江流域，已达367万 km^2 ，而50年代只有150万 km^2 。80年代与50年代相比，我国平均每年受灾面积增长68%，成灾面积增长91%。

四是落后的生产工艺和设备在乡镇企业中仍相当普遍（表9），主要污染行业和高耗能行业的单位产品能耗及污染物的排放状况没有明显的改善，一些区域和流域性的环境问题开始显露出来。由低效高耗引起的能源供求紧张的状况继续存在，耗能高、污染重的行业由城市向农村、由经济发达地区向经济欠发达地区转移的速度加快。

五是农村地区的小城镇兴起，加速了农村地区城市化进程，也产生了大量的生活污水、粪便、垃圾和炊事烟气等生活污染源，对农村生态环境造成越来越大的环境压力。

表9 1994年乡镇工业主要行业能耗及污染物排放量*情况

产品名称	能耗（万 tce）	废气排放量（万 t）			废水排放量（万 t）
		烟尘	SO ₂	CO ₂	
砖 瓦	6 276	604	177	2 888	
陶 瓷	847	120	29.5	480	
炼 焦	7 500	7.5	22.4	3 510	
水 泥	2 501	1 187	8.26	925	
铸 造	305	4.5	0.99	146	
石 灰	3 868	68.6	6.9	1 847	
硫 磺	32		7		
铁合金	420	18.7	0.01		
炼 铁	1 870	188	15.2	599	
制 革					27 200
造 纸	1 271				330 000
啤 酒	36				3 600
淀 粉	18				750

* 1995年全国乡镇企业排放工业废水47亿t，排放工业废气2.6亿标准立方米，分别比“七五”末增加了96%和106%。

（二）农村地区中长期能源需求预测 农村地区能源消费，主要用于发展农村经济和农民生活两大部分。前者包括农、林、牧、渔、农用机械及乡镇工业生产运行过程的能源消费，后者为农民生活中的炊事、取暖、制冷、热水及其他家用电器如冰箱、电视机、收录机、洗衣机、摩托车等所耗用的各类能源。本报告在预测能源需求趋势时，考虑了2010年我国农村要全面达到小康水平，2050年我国的综合国力要达到世界中等发达国家水平的大目标；农村地区在农业和农村工业现代化、农民生活质量大幅度提高、全国人民食品结构变化营养水平提高等，均需有相应可靠的能源供应保障，同时，在生态环境方面

又应尽可能地减小负面影响,因此,本预测研究强调提高能源使用效率和再生能源的开发利用。

1. 假设背景条件。

(1) 农村人口基数大,现代化建设对农村能源需求增长快,比重逐步增大。目前,农村人口达 8.6 亿人,占全国 70%。预计 2000 年比例增至 72%,此后,由于部分农民随全国经济发展转入城市,农村人口比例将逐步下降。2010 年和 2050 年全国人口将达到 14.2 亿人和 15.3 亿人,这是“吃饭人口”;乡镇企业预计在 2010 年可再吸纳 1.8 亿~2.0 亿农村劳力就业,但他们仍居住在当地,另有部分农民将因全国经济发展而转入城市。预计 2010 年、2050 年在农村居住的人口为 7.7 亿人和 4.8 亿人,占全国 54%、32%,当地要满足其生活用能的需要。

(2) 农业现代化建设需要增大优质能源的比重。农业是利用太阳能和矿物燃料能,将二氧化碳和水转换为作物的化学能,即以各种农、林、畜、渔的产品提供给社会享用。农业生产从耕种、灌溉、施肥、田间管理到收获、加工、贮运,都是这种能量转换过程的各个环节,每个环节的耗能量,在一定时期内,将随着生产手段的不断现代化而加大。

我国和国外的经验都表明,农业总产量的增长率较农业总耗电量的增长率要低。60~70 年代,美国用了将近 20 年使粮食产量增加 1 倍而能源消费量却增加了 3 倍;日本用 25 年时间使水稻产量增加 1.5 倍而能源投入增加了 5 倍。中国 1979 年粮食总产量 3.32 亿吨,1995 年为 4.66 亿 t,增加 1.4 倍,能源消费由 1965 万 tce 上升为 5366 万 tce,增加 2.73 倍。

粮食:假设达到人均 413kg 后,基本维持不变,这是 1980 年的世界平均水平;肉类、水产品类的人均消费将逐年增加,2010 年达 110kg/人·年,是法国 1980 年的水平;2050 年若达到 150kg/人·年,是美国 1981 年的水平。

农业机械化:当前我国农机动力量保有量 3.58 亿 kW,已超过西方各国实现农业机械化时期的水平,今后应改进管理体制,充分发挥机械效能。

农业生产增长率:假定 2000 年以前为 4%,与 90 年代相同;2010、2020 和 2050 年分别为 5%、5%和 2%。

2000 年以后,农畜渔生产集约化程度和节水微喷灌面积大幅度上升,使能源消费增长率较高,达到 3.5%,此后进入稳定增长阶段为 3%~2% (表 10、11)。

表 10 农牧渔业发展目标假设

年份	总人口 (亿人)	年 产 量						人均每日主要营养供给目标		
		粮食 (万 t)	人均 (kg)	肉类 (万 t)	人均 (kg)	水产品 (万 t)	人均 (kg)	热量 (kJ)	蛋白质 (g)	脂肪 (g)
1995	12.1(8.6)*	46 661	386	5 260	43.4	2 517	20.7	11 012.3	68	64
2000	13 (8.5)	50 000	385	7 150	55	3 640	28	11 242.4	71	68
2010	14.2 (7.7)	56 000	394	9 940	70	5 680	40	11 422.3	75	74
2020	14.9 (6.7)	61 600	413	11 920	80	7 450	50	11 698.5	80	83
2050	15.3 (4.8)	63 180	413	13 770	90	9 180	60	12 133.6	90	90

* () 内数字为农村地区人口。

表 11 预测参数 (1995 年当年价)

类 别	1995 年	2000 年	2010 年	2020 年	2050 年
农林牧渔总产值 (亿元)	20 328	24 732	36 610	59 633	72 692
农林牧渔生产增长率 (%)		4.0	5.0	5.0	2.0
能源消费年均增长率 (%)		3.5	3.5	3	2
乡镇工业增加值 (亿元)	10 804	24 747	91 631	149 257	200 590
年均增长率 (%)		18	14	5	3
年均节能率 (%)	9	7	5	4	3
年均能源消费增长率 (%)	18	13	9	6	4

(3) 乡镇工业注重提高用能效率, 节能降排, 减少能源需求量。乡镇工业产值增长率在 2010 年前要尽量控制在 14%~18% 左右, 由于加强对五个高能耗行业 (砖瓦、水泥、焦炭、铸造、造纸) 的节能减排技术改造, 其能源消费的增长率将由现在的 18% 降为 9%; 随着工业技术进步, 2050 年前将降为 4%。

(4) 农村居民生活用能渴求增加优质能源的供应。1979—1995 年期间, 人均生活用电由 8.5kWh 增为 95.8kWh, 16 年间年均增长 16%。假设, 农村居民用电增长率在 2000, 2010, 2020 和 2050 年分别为 12%, 6%, 3.2% 和 1.2%, 到 2010 年相当于 1995 年全国人均用电的 85%。

(5) 加速发展可再生能源, 补充能源的供应。农村地区消费的能源, 不仅要支撑农村经济运行以便向社会提供农、林、牧、渔产品, 而且在生产这些产品的同时, 还要克服耕地下降 (1995 年人均耕地 0.08hm², 2000 年只有 0.07hm²)、水资源日益短缺 (有效灌溉面积仅为总耕地的 51.9%, 农业用水每年缺 5 000 亿 m³, 农村有 8 000 多万人口饮水困难)、水土流失面积不断扩大 (1950 年 150 万 km², 现为 367 万 km²)、土地沙化 1.53 亿 hm²、草原严重退化 0.67 亿 hm²、渔业水域污染严重、1 000 万 hm² 农田受到不同程度的污染等等, 诸多因素造成的严重困难。要力争在几十年内将这种资源约束型的农业转变为具有较强持续发展能力的农业。

采用现代技术加强可再生能源的开发, 可以充分利用广泛分布于我国农村的再生能源资源, 加大供应清洁、无污染的优质能源, 消化废弃物, 减少对生态环境的破坏, 是增强农村经济持续发展能力的有效措施。因此, 中长期需求预测做了两种方案, 第一种是以一般速度发展可再生能源, 四个时间段综合发展速率分别为: 8.9%, 7.7%, 8.0%, 3.6%; 第二种是加强方案为 9.6%, 8.0%, 7.4%, 4.5%。

2. 预测结果。常规需求方案见表 12、图 1。以现代技术开发可再生能源需求的加强方案见表 14、图 2。

3. 农村能源需求特点分析。

(1) 首先满足农村经济发展的需要, 增加商品能源供应。依常规方案, 农村人均商品能源消费量从 0.56t 增加到 2020 年的 1.99tce, 超过 1995 年全国平均水平。农村居民人均生活用电量, 到 2020 年和 2050 年将分别达到 468kWh 和 677kWh。

表 12 农村地区能源需求预测——常规方案

单位: 万 tce

项 目	1995 年	2000 年	2010 年	2020 年	2050 年
一、农村生产用能	36 683	48 469	72 762	91 601	123 464
1. 乡镇企业用能	31 317	41 909	62 036	75 621	101 925
其中: 煤	23 150	30 980	45 858	55 900	75 345
电	5 558	7 438	11 010	13 421	18 089
油	2 609	3 491	5 168	6 300	8 491
2. 农林牧渔业用能	5 366	6 560	10 726	15 980	21 539
其中: 煤	1 100	1 214	1 480	1 805	2 432
电	1 662	2 022	3 294	5 365	7 231
油	2 604	3 323	5 952	8 810	11 875
二、农村生活用能	12 126	18 722	32 170	41 814	49 232
其中: 煤	8 750	12 810	21 512	27 124	28 317
电	3 130	5 516	9 879	13 536	19 360
油	246	396	779	1 154	1 555
农村商品能源总计	48 809	67 191	104 932	133 415	172 696
其中: 农村水电	243	397	561	832	1 320
三、生活用生物质能	19 920	19 171	14 340	8 884	4 096
传统利用薪柴	12 600	11 399	8 365	5 447	2 560
传统利用秸秆	7 320	7 772	5 975	3 437	1 536
四、现代技术可再生资源*	260	1 403	6 976	15 118	22 528
1. 薪柴	0	600	3 585	8 170	10 240
2. 秸秆	0	409	2 561	5 156	6 144
3. 沼气	134	216	425	835	2 500
4. 太阳能	58	74	192	498	2 152
5. 风能	28	45	117	303	1 311
6. 地热	40	59	95	156	181
总计	68 989	87 765	126 248	157 417	199 320

* 可再生能源: 未含农村水电数据。

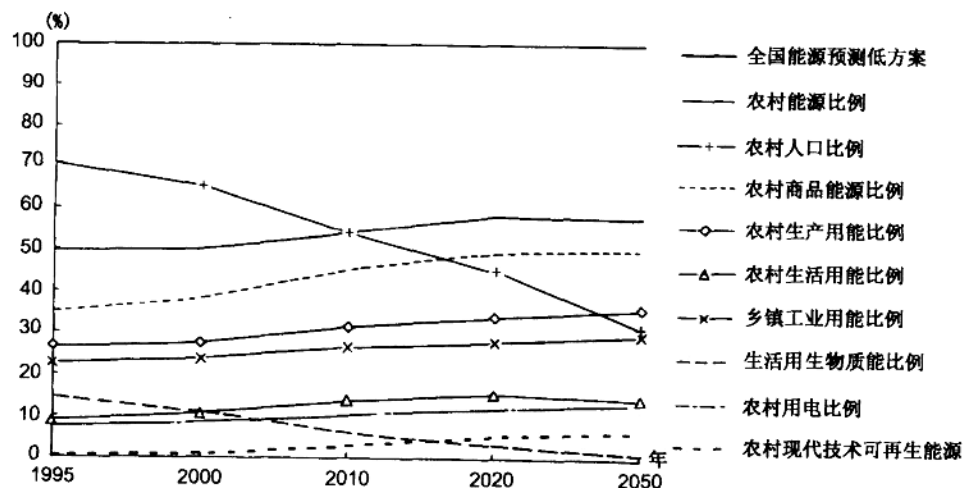


图 1 农村能源消费结构占全国能源消费比例的发展态势图 (低方案)

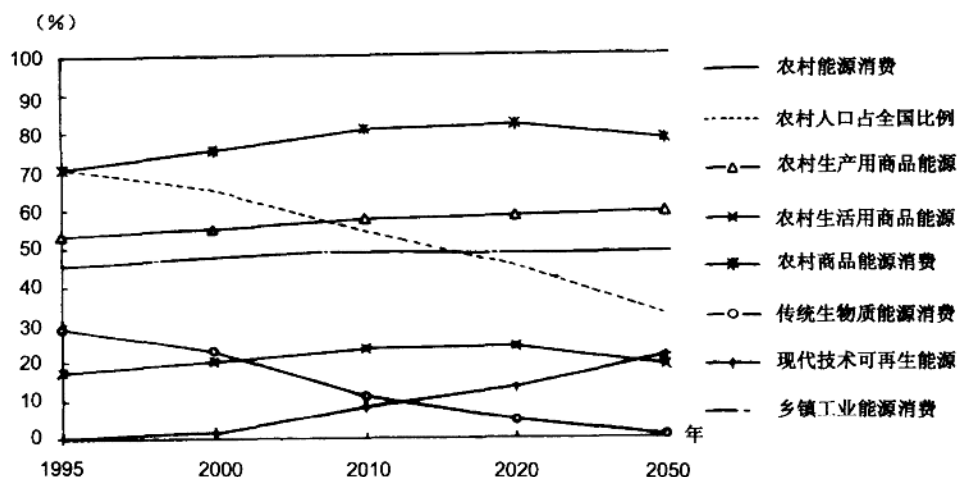


图2 农村能源消费结构发展态势图(加强可再生能源方案)

(2) 加快可再生能源的发展步伐,并重视工农业废弃物的治理与开发,改善生态环境质量,推动农村工业小区和现代化村镇建设。尤其在2020年以后,将有巨大发展,从而大幅度增加优质品位能源(气、电)的供应量。2050年农村居民人均用电量将由可再生能源中增加265kWh/人·年,即达到942kWh/人·年,同时,生活用煤量较常规方案有明显下降。我们推荐这种方案,见表14。

(3) 2020—2050年能源消费品种,农村地区生产用能以煤为主的基本格局变化不大(表13)。这是因为乡镇工业的发展仍然对煤炭有较大需求。但从“加强可再生能源方案”的预测结果可知,充分利用现代技术开发可再生能源,2050年使之达到占农村总能耗的21.5%,而将传统利用生物质能的数量降为只占总能耗的0.7%,农村地区由此得到更多的电和可燃气等优质能源,从而减少了对煤炭的需求,使煤炭维持在47%左右(表15)。

表13 农村地区能源需求结构分析——常规方案

单位: %

	1995年	2000年	2010年	2020年	2050年
一、商品能源	70.8	76.6	83.1	84.8	86.6
其中: 煤	47.7	51.3	54.5	53.9	53.2
电	15.0	17.2	19.2	20.6	22.5
油	7.9	8.1	9.4	10.3	10.9
二、生活用生物质能	28.8	21.8	11.4	5.6	2.1
三、现代技术可再生能源	0.4	1.6	5.5	9.6	11.3

4. 不含乡镇工业用能的农村能源需求预测趋势。有一种观点认为,几十年以后,随着乡镇工业向集约化、高效率发展,其能源消费应从农村地区划出,则两个方案中,2050年时间段的农村地区能源需求总量将变为9.7亿~10.8亿tce(图3)。与图1相比,农村能源消费占全国能源总量的比例从60%下降到30%,而煤炭用量只占农村总能耗的31.7%~19.7%。

表 14 农村地区能源需求预测——加强可再生能源方案

单位: 万 tce

	1995 年	2000 年	2010 年	2020 年	2050 年
一、农村生产用能	36 683	48 469	72 762	91 601	123 464
1. 乡镇企业用能	31 317	41 909	62 036	75 621	101 925
其中: 煤	23 150	30 980	45 858	55 900	75 345
电	5 558	7 438	11 010	13 421	18 089
油	2 609	3 491	5 168	6 300	8 491
2. 农林牧渔业用能	5 366	6 560	10 726	15 980	21 539
其中: 煤	1 100	1 214	1 480	1 805	2 432
电	1 662	2 022	3 294	5 365	7 231
油	2 604	3 323	5 952	8 810	11 875
二、农村生活用能	12 126	18 150	29 724	37 598	39 756
其中: 煤	8 750	12 238	19 066	22 908	18 841
电	3 130	5 516	9 879	13 536	19 360
油	246	396	779	1 154	1 555
农村商品能源总计	48 809	66 619	102 486	129 199	163 220
其中: 农村水电	243	441	707	1 152	1 826
三、生活用生物质能	19 920	20 121	13 922	7 575	1 434
传统利用薪柴	12 600	12 349	8 800	4 799	1 434
传统利用秸秆	7 320	7 772	5 122	2 776	0
四、现代技术可再生能源*	260	1 542	10 495	20 997	45 148
1. 薪柴	0	650	5 867	11 197	12 902
2. 秸秆	0	409	3 414	6 478	9 216
3. 沼气	134	270	699	2 171	5 270
4. 太阳能	58	93	242	523	15 671
5. 风能	28	56	146	379	1 637
6. 地热	40	64	127	249	452
总计	68 989	88 282	126 903	157 771	209 802

* 可再生能源: 未含农村水电数据。

表 15 农村地区能源需求结构分析——加强可再生能源方案

单位: %

	1995 年	2000 年	2010 年	2020 年	2050 年
一、商品能源	70.8	75.4	80.7	81.9	77.8
其中: 煤	47.7	50.3	52.3	51.0	46
电	15.0	16.9	19	20.6	21.4
油	7.9	8.2	9.4	10.3	10.4
二、生活用生物质能	28.8	22.8	11.0	4.8	0.7
三、现代技术可再生能源	0.4	1.8	8.3	14.3	21.5