
中国农村可再生能源发展背景研究报告

2008 年 1 月

目 录

一、摘要	1
二、农村能源发展情况回顾和变化分析	4
2.1 农村地区能源消费情况回顾	4
2.1.1 1995 年中国农村地区能源消费情况	4
2.1.2 2000 年中国农村地区能源消费情况	4
2.1.3 2005 年中国农村地区能源消费情况	5
2.2 农村地区能源消费变化情况分析	6
2.2.1 农村地区能源消费结构的变化	6
2.2.2 农村地区生活能源消费的变化	8
2.2.3 农村地区人均能源消费的变化	9
2.3 典型地区农村能源消费状况	10
2.3.1 典型地区农村能源消费总量比较	10
2.3.2 典型地区农村生活能源消费情况比较	11
2.3.3 典型地区农村生活用能消费品种构成情况比较	13
三、农村地区可再生能源开发利用情况分析	15
3.1 农村可再生能源开发利用情况回顾	15
3.2 沼气开发利用	17
3.2.1 农村沼气资源	17
3.2.2 当前农村沼气发展状况	18
3.3 太阳能开发利用	20
3.3.1 我国的太阳能资源状况和特点	20
3.3.3 目前存在问题	22
3.4 风能资源利用开发利用	23
3.4.1 我国的风力资源分布	23
3.4.2 大型风力发电技术发展现状	23
3.4.3 小型风力发电现状	24
3.5 小水电资源开发利用	25
3.5.1 我国小水电资源的状况	25
3.5.2 小水电开发利用发展情况	26
3.5.3 微水电站发展现状	27
3.6 农村生物质能开发利用	27
3.6.1 我国生物质能资源状况	27
3.6.1.1 农作物秸秆	27
3.6.1.2 薪柴资源	28
3.6.2 生物质能开发利用技术现状	29
3.7 典型省区农村可再生能源开发利用情况	30

3.7.1 云南省农村可再生能源开发利用情况.....	30
3.7.2 浙江省农村可再生能源开发利用情况.....	31
四、可再生能源发展展望.....	33
4.1 新农村能源工程.....	33
4.2 农村沼气工程.....	33
4.3 生物质能产业.....	33
4.4 小水电代燃料工程.....	34
4.5 可再生能源中长期发展规划.....	34
4.6 可再生能源利用发展目标.....	35

一、摘要

中国政府一直重视农村能源建设。上世纪 80 年代初以来，开展了以小水电为主的初级电气化县、薪炭林重点县、沼气重点县、省柴灶试点县等多种大面积示范工程，并大为推广。在此基础上，从“八五”开始，中国又开始组织实施“百县农村能源综合建设”，到 2000 年全国已有 300 多个县开展了这项工作。目前，户用省柴节能灶、小水电、沼气和太阳能热水器等农村可再生能源技术已在全国得到了较大规模的推广利用。

2005 年农村能源的基本状况是：

- 能源消费总量 8.74 亿吨标准煤（tce），其中商品能源 5.69 亿吨标准煤，占 65.1%，非商品能源 3.05 亿吨标准煤，占 34.9%。
- 生活用能 4.91 亿吨标准煤，其中商品能源 2.19 亿吨标准煤，占 44.6%，非商品能源 2.72 亿吨标准煤，占 55.4%。
- 按全国 2860 个县（及县级市）平均，每个县能源消费 30 万吨标准煤，非商品能源 10 万吨标准煤，生活用能 17 万吨标准煤，其中生活用非商品能源 9.5 万吨标准煤。
- 人均能源消费约 1 吨标准煤，其中生活用能人均 0.56 吨标准煤，生活用非商品能源人均 0.31 吨标准煤。
- 按农村家庭每户 4 人计，每户生活用能 2.24 吨标准煤，其中非商品能源 1.24 吨标准煤。
- 全国 1400 多个县建立了农村能源管理机构，1800 多个县、7500 多个乡建立了农村能源技术推广机构，从事农村能源管理和技术推广的人员约 4.5 万人。

2007 年农村能源的基本状况是：

- 能源消费总量 9.03 亿吨标准煤（tce），其中商品能源 6.04 亿吨标准煤，占 66.8%，非商品能源 3.00 亿吨标准煤，占 33.2%。
- 生活用能 4.83 亿吨标准煤，其中商品能源 2.18 亿吨标准煤，占 45%，非商品能源 2.66 亿吨标准煤，占 55%。
- 按全国 2860 个县（及县级市）平均，每个县能源消费 31.6 万吨标准煤，

其中商品能源 21.1 万吨标煤, 非商品能源 10.5 万吨标煤; 生活用能 16.9 万吨标准煤, 其中非商品能源 9.3 万吨标准煤。

- 人均能源消费约 1.0 吨标准煤, 其中生活用能人均 0.54 吨标准煤, 生活用非商品能源人均 0.30 吨标准煤。
- 按农村家庭每户 4 人计, 每户生活用能 2.2 吨标准煤, 其中非商品能源 1.2 吨标准煤。
- 全国 1400 多个县建立了农村能源管理机构, 1800 多个县、7500 多个乡建立了农村能源技术推广机构, 从事农村能源管理和技术推广的人员约 4.5 万人。

随着我国建设资源节约型、环境友好型社会和建设社会主义新农村等战略目标的提出, 我国的可再生能源发展步伐进一步加快, 开发利用可再生能源已经成为我国能源战略的重要内容。根据 2004 年的统计, 我国可再生能源的利用总量已经达到 4 亿吨标准煤, 在我国的能源结构中占 20%, 其中传统方式的生物质能利用提供了 2.5 亿吨标准煤, 水电装机容量达到 1 亿千瓦, 提供 1.25 亿吨标准煤, 太阳能、风电、现代技术生物质能利用等提供 2500 万吨标准煤的能源。不计传统的生物质能利用, 其他可再生能源利用在全国能源总消费中所占的比例达到 7.5%, 可再生能源已经开始在我国的能源供应体系中发挥作用。

2005 年 2 月, 我国颁布了《中华人民共和国可再生能源法》, 该法于 2006 年 1 月 1 日开始实施。同时, 国家已经开始制定法律相应的配套法规和政策, 主要有提出可再生能源发展的总量目标, 制定可再生能源发展中长期规划, 提出鼓励可再生能源发电的具体管理办法(电价和费用如何分摊), 出台可再生能源有关技术标准, 制定鼓励可再生能源发展的经济政策等, 这些将有力地推动对我国可再生能源发展的进程。

在《可再生能源法》的推动下, 可再生能源发展步伐明显加快, 水电开发、风力发电场、沼气工程、生物燃料乙醇、太阳能热利用的规模越来越大。2006 年, 水电新增装机容量超过 1000 万千瓦, 累计装机容量达到 1.2 亿千瓦; 风电新增装机容量 133 万千瓦, 相当于过去 20 年的总和, 总装机容量达到 260 万千瓦; 太阳能热水器生产能力达到 2000 万平方米, 累计使用量达到 9500 万平方米; 生物质能开发利用呈现出多元化发展局面, 农村户用沼气达到 2260 万户, 受益人口超过 7500 万, 大中型沼气工程达到 3500 多处, 沼气年生产及使用量超过 100 亿立方米, 农作物秸秆发电示范项目投产运行, 生物液体燃料工作全面推进,

生物质成型燃料试点取得初步进展。

根据国家《可再生能源中长期发展规划》，2010 年可再生能源的开发利用，包括水电、风电、太阳能以及现代技术的生物质能利用等，将达到 2.7 亿吨标准煤，占到能源耗费总量的 10%。其中，水电装机达到 1.8 亿千瓦，风电装机超过 500 万千瓦，生物质发电达到 550 万千瓦，太阳能发电达到 30 万千瓦；燃料乙醇和生物柴油年利用量分别达到 200 万吨和 20 万吨；沼气年利用量达到 190 亿立方米，太阳能热水器总集热面积达到 1.5 亿平方米。

二、农村能源发展情况回顾和变化分析

2.1 农村地区能源消费情况回顾

2.1.1 1995 年中国农村地区能源消费情况

1995 年我国商品能源一次能源消费总量为 13.1 亿吨标准煤。农村地区能源消费总量为 6.48 亿吨标准煤，其中煤、油、电等商品能源为 3.81 亿吨标准煤，占全国商品能源消费总量的 29%；包括传统生物质能在内的非商品能源消费量为 2.67 亿吨标准煤，相当于当年全国商品能源消费总量的 20%。农村地区能源消费中生产用能为 2.66 亿吨标煤，占 41%；生活用能为 3.83 亿吨，占 59%。农村生产用能以煤为主，占生产用能总量的 58.0%，生活用能以秸秆和薪柴为主，分别占生活用能总量的 39.4%和 26.2%。1995 年农村地区人均能源消费 0.67 吨标煤。

表 1 1995 年中国农村地区能源消费情况

品种	单位	实物量		标煤（万吨标煤）			
		生产	生活	生产	生活	小计	%
原煤	万吨	21155	12047	15404	8611	25295	39.0
焦炭	万吨	1357		1280	0		
电力	亿千瓦时	1617	1107	4370	4192	8562	13.2
油品	万吨	1616（柴油） 1096（汽油）	178 （煤油）	2352 1613	256 0	4221	6.5
商品能源小计				25019	13059	38078	58.7
薪柴	万吨	2727	17560	1557	10013	11570	17.9
秸秆	万吨		30330	0	15092	15092	23.3
其他（沼气、太阳热水器：10.5+58.2）				0	68.7	68.7	0.1
非商品能源小计				1557	25174	26731	41.3
合计	万吨标煤			26576	38283	64809	100

基础数据来源：《中国农村能源统计年鉴 1997》，中国农业出版社，1998

2.1.2 2000 年中国农村地区能源消费情况

2000 年，我国商品能源一次能源消费总量为 13.8 亿吨标煤。农村地区能源消费总量 6.72 亿吨标煤，其中煤、油、电等商品能源消费总量为 4.50 亿吨标准煤，占全国商品能源消费总量的 33%；包括传统生物质能在内的非商品能源消费量为 2.22 亿吨标准煤，相当于当年全国商品能源消费总量的 16%。农村地区能源消费中生产用能为 3.0 亿吨标煤，占 45%；农村生活用能为 3.71 亿吨，占 55%。农村生产用能以煤为主，占生产用能总量的 53%，生活用能以秸秆和煤为主，分别占生活用能总量的 33%和 32%。2000 年农村地区人均能源消费 0.79 吨标煤。

表2 2000年中国农村地区能源消费情况

品种	单位	实物量		标煤（万吨标煤）			
		生产	生活	生产	生活	小计	%
原煤	万吨	22461	16528	16037	11801	29328	43.6
焦炭	万吨	1580		1490			
电力	亿千瓦时	1617	861	6469	3444	9913	14.8
油品	万吨	3185	529	4555	757	5312	7.9
其他（LPG、天然气、煤气：396.6+17.1+9.6）					423	423	0.6
商品能源小计				28551	16425	44976	66.9
薪柴	万吨	2620	14100	1496	8052	9548	14.2
秸秆	万吨		28812		12360	12360	18.4
其他（沼气、太阳热水器：162+144）					306	306	0.5
非商品能源小计				1496	20718	22214	33.1
合计	万吨标煤			30047	37143	67190	100

基础数据来源：农业部科技教育司《2000年全国农村可再生能源统计资料》

2.1.3 2005年中国农村地区能源消费情况

2005年，我国商品能源一次能源总消费量为22.3亿吨标煤。农村地区能源消费总量8.74亿吨标煤，其中煤、油、电等商品能源消费总量为5.7亿吨标准煤，约占全国商品能源消费总量的26%，其中包括传统生物质能在内的非商品能源消费量为3.0亿吨标准煤，相当于当年全国商品能源消费总量的13%。农村地区能源消费中生产用能为3.83亿吨标煤，占44%；生活用能为4.91亿吨，占56%。农村生产用能以煤为主，占生产用能总量的56%，生活用能以原煤和秸秆为主，分别占生活用能总量的34%和32%。2005年农村地区人均能源消费0.96吨标煤。

表3 2005年中国农村地区能源消费情况

品种	单位	实物量		标煤（万吨标煤）			
		生产	生活	生产	生活	小计	%
原煤	万吨	27969	23367	19970	16684	38260	43.8
焦炭	万吨	1703		1606	0		
电力	亿千瓦时	1650	850	6601	3398	9999	11.4
油品	万吨	4770	853	6821	1220	8041	9.2
其他（LPG、天然气、煤气：570.9+33.9+28.0）				0	642	642	0.7
商品能源小计				34998	21944	56942	65.1
薪柴	万吨	5757	18055	3287	10310	13597	15.6
秸秆	万吨		37201		15960	15960	18.3
其他（沼气、太阳热水器：493+416）					909	909	1.0
非商品能源小计				3287	27179	30466	34.9
合计	万吨标煤			38285	49123	87408	100

基础数据来源：农业部科技教育司《2005年全国农村可再生能源统计资料》

2.1.4 2007 年中国农村地区能源消费情况

根据最新得到的统计数字，2007 年中国农村地区能源消费总量为 9.04 亿吨标煤，其中商品能源消费总量为 6.04 亿吨标准煤，占 66.8%；非商品能源消费总量 3.00 亿吨标准煤，占 33.2%。农村地区能源消费中生产用能为 4.20 亿吨标煤，占 46.5%；生活用能为 4.83 亿吨，占 53.5%。农村生产用能以煤为主，占 57%，生活用能以原煤和秸秆为主，分别 34%和 33%。

表 3-2 2007 年中国农村地区能源消费情况

品种	单位	实物量		标煤（万吨标煤）			
		生产	生活	生产	生活	小计	%
原煤	万吨	33303	22961	23788	16401	42419	46.9
焦炭	万吨	2296		2230	0		
电力*	亿千瓦时	1666	859	5997	3091	9088	10.1
油品	万吨	4607	965	6581	1378	7959	8.8
其他（LPG、天然气、煤气：862**+32+12 万吨标煤）					906	906	1.0
商品能源小计				38596	21776	60372	66.8
薪柴	万吨	6768	18217	3452	9291	12743	14.1
秸秆	万吨		33998		15979	15979	17.7
其他（沼气、太阳热水器：731+560 万吨标煤）					1291	1291	1.4
非商品能源小计				3452	26561	30013	33.2
合计	万吨标煤			42048	48337	90385	100

数据来源：农业部科技教育司《2007 年全国农村可再生能源统计资料》；

注* 电力消费量折标煤系数：1 亿千瓦时=3.6 万吨标煤；** 液化石油气消费量据各省情况有所修正。

2.2 农村地区能源消费变化情况分析

2.2.1 农村地区能源消费结构的变化

根据国家统计局公布的数字，1995 年、2000 年和 2005 年全国商品能源一次能源消费总量分别为 13.1 亿吨、13.8 亿吨和 22.3 亿吨标准煤。根据农业部的统计，包括传统生物质能利用在内，1995 年、2000 年和 2005 年全国农村地区的能源消费总量分别为 6.48 亿吨、6.72 亿吨和 8.74 亿吨标准煤。具体的能源消费结构变化情况参见表 4、表 5 和图 1、图 2 所示。

表 4 中国一次能源消费结构变化情况

年 度	1995	2000	2005	1995-2005 增长
能源消费总量（亿吨标准煤）	13.1	13.8	22.3	9.2
品种比例	100	100	100	--
原煤（%）	74.6	67.8	68.9	-5.7

年 度	1995	2000	2005	1995-2005 增长
石油 (%)	17.5	23.2	21.0	+3.5
天然气 (%)	1.8	2.4	2.9	+1.1
水电、核电、风电 (%)	6.1	6.7	7.2	+1.1

基础数据来源：中国统计年鉴 2006--国家统计局

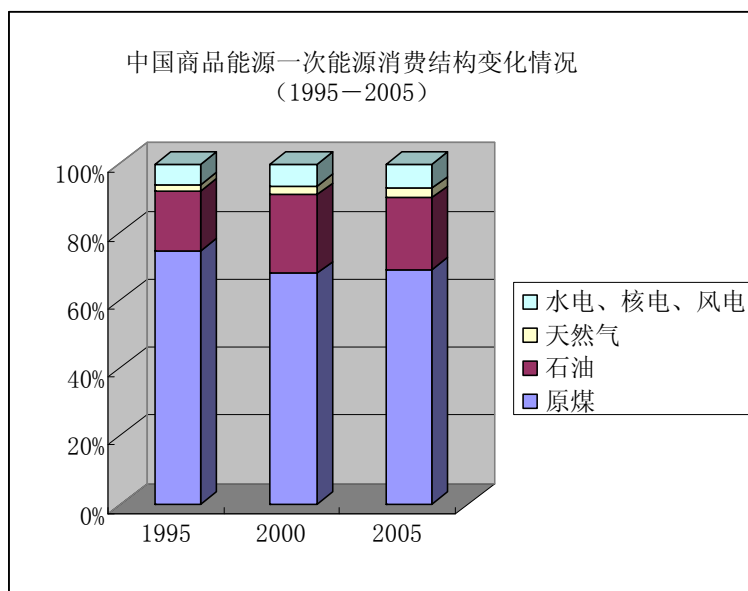


图 1 中国商品能源一次能源消费结构变化情况

表 5 中国农村地区能源消费结构变化情况

年 度	1995	2000	2005	2007	1995-2007 增长
消费总量 (亿吨标准煤)	6.48	6.72	8.74	9.03	2.55
品种比例	100	100	100	100	--
煤炭 (%)	39.0	43.6	43.8	46.9	+7.9
油品 (%)	6.5	7.9	9.2	10.1	+3.6
电力 (%)	13.2	14.8	11.4	8.8	-4.5
天然气、LPG、煤气 (%)	-	0.6	0.7	1.0	+1.0
商品能源总计 (%)	58.7	66.9	65.1	66.8	+8.1
薪柴 (%)	17.9	14.2	15.6	14.1	-3.8
秸秆 (%)	23.3	18.4	18.3	17.7	-5.6
沼气、太阳能 (%)	0.1	0.5	1.0	1.4	+1.3
非商品能源总计 (%)	41.3	33.1	34.9	33.2	-8.1

基础数据来源：中国农村可再生能源统计资料--农业部

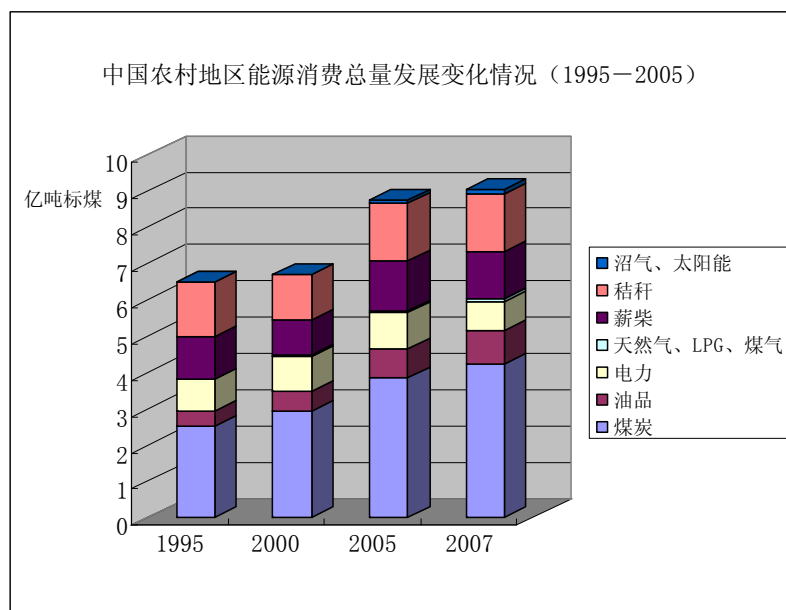


图2 中国农村地区能源消费变化发展情况

表6 农村地区商品能源消费占全国商品能源消费比例的变化情况

年 度	1995	2000	2005	1995-2005 增长数量	1995-2005 年 均增长率(%)
全国商品能源消费总量（亿吨标煤）	13.1	13.8	22.3	9.2	7.0
农村地区商品能源消费总量（亿吨标煤）	3.81	4.50	5.69	1.88	4.9
农村地区商品能源消费所占比例（%）	29.1	32.6	25.5	-3.6	-

1995-2005 年全国商品能源消费总量的变化情况及农村地区商品能源消费占全国商品能源消费比例的变化见图3所示。

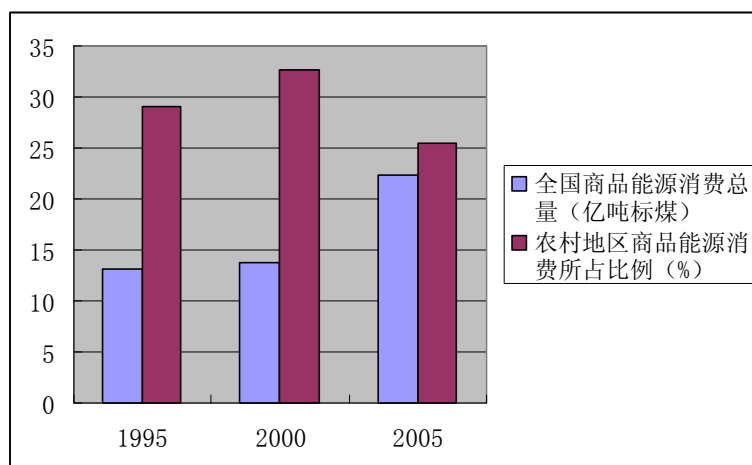


图3 全国商品能源消费及农村地区消费所占比例的变化

综合 1995、2000、2005 年农村地区的能源消费情况，可以看出，农村地区

商品能源消费约占全国商品能源消费总量的 30%。

2.2.2 农村地区生活能源消费的变化

根据农业部的统计数字，1995 至 2005 年期间农村地区生产用能的年均增长率约为 4%，生活用能的年均增长率约为 3%，其具体变化情况参见表 7。

表 7 1995-2005 农村地区能源消费情况比较

单位：万吨标煤

年 度	1995	2000	2005	2007	1995-2000 年均增长率 (%) 及变化	2000-2005 年均增长率 (%) 及变化	1995-2007 年均增长率 (%) 及变化
消费总量	64809	67190	87408	90385	0.7	6.0	2.8
生产用能	26576	30047	38285	42048	2.6	5.5	3.9
生活用能	38283	37143	49123	48337	-0.6	6.5	2.0
生活用能占 总量比 (%)	59.1	55.3	56.2	53.5	-3.8	+0.9	-5.6

基础数据来源：中国农村可再生能源统计资料--农业部

由表 7 可以看出，农村地区的能源消费总量在不断上升，2000 年至 2005 年期间增长幅度高于 1995 年至 2000 年期间的增长幅度，但生活用能消费所占比例基本保持在 60%左右。

根据国家统计局的数字，全国生产和生活用能的商品能源消费情况的发展变化如表 8 所示。与表 7 中的数据相比可以看出，全国农村地区生产与生活用能的变化与全国商品能源消费情况的变化还是基本一致的。

表 8 全国商品能源消费变化情况

单位：万吨标准煤

	1995	2000	2005	1995-2000 年均增长率 (%) 及变化	2000-2005 年均增长率 (%) 及变化	1995-2005 年均增长率 (%) 及变化
生产总量	129034	109000	206068	-3.1	17.8	6.0
消费总量	131176	138553	223319	1.1	12.2	7.0
生产用能消费	115431	122588	199926	1.2	12.6	7.3
生活用能消费	15745	15965	23393	0.3	9.3	4.9
生活用能比例 (%)	12.0	11.5	10.5	-0.5	-1.0	-1.5

基础数据来源：中国统计年鉴-2006

2.2.3 农村地区人均能源消费的变化

根据农业部的统计数字，1995-2005 年中国农村地区的人均能源消费数量及变化如表 9、图 4 所示。

表 9 1995-2005 年中国农村地区人均能源消费数量的变化

年 度	1995	2000	2005	1995-2005 年均增长率(%)
消费总量	64809	67190	87408	3.5
人均消费量（吨标煤）	0.67	0.79	0.96	4.3

数据来源：中国农村可再生能源统计资料--农业部

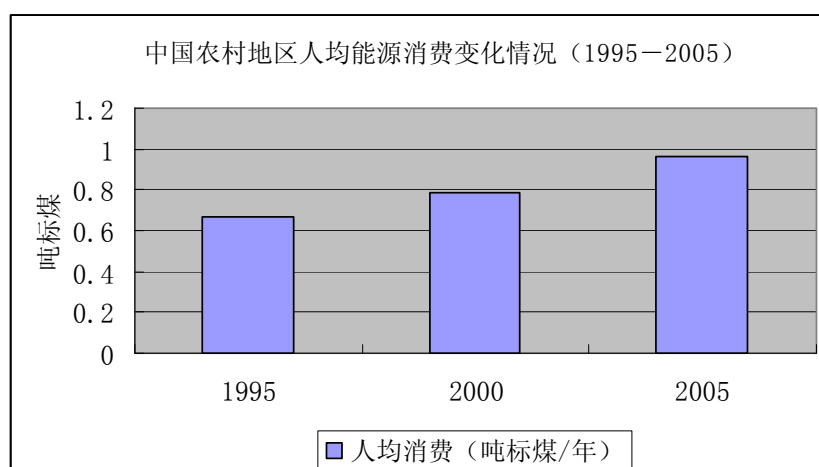


图 4 中国农村地区人均能源消费变化情况

2.3 典型地区农村能源消费状况

2.3.1 典型地区农村能源消费总量比较

根据农业部的统计资料，2005 年典型地区农村能源消费总量及人均消费总量情况比较如表 10、图 5 和图 6 所示。

表 10 2005 年典型省份农村能源消费总量情况比较

地 区	单 位	河北省	浙江省	云南省	甘肃省
乡村总人口	万人	5241	3447	3546	2065
农村能源消费总量	万吨标煤	6028	3875	2575	1419
农村生活用能消费	万吨标煤	3341.5	1041.4	1614.7	828.3
农村生产用能消费	万吨标煤	2686.4	2833.6	960.3	591.1
人均能源消费总量	吨标煤	1.15	1.12	0.73	0.69
人均生活用能消费	吨标煤	0.64	0.30	0.46	0.40
人均生产用能消费	吨标煤	0.51	0.82	0.27	0.29

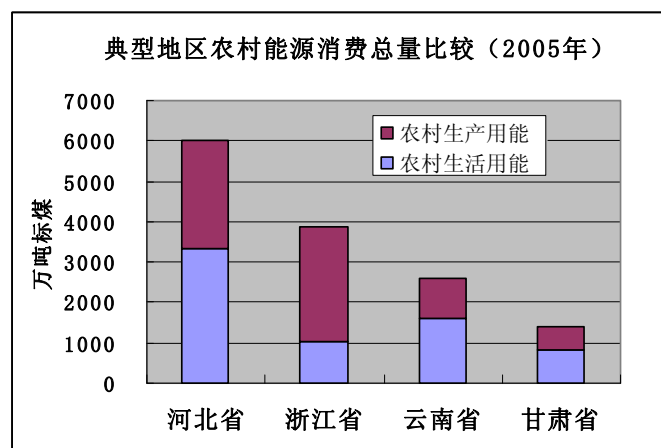


图5 2005年典型省份农村能源消费总量情况比较

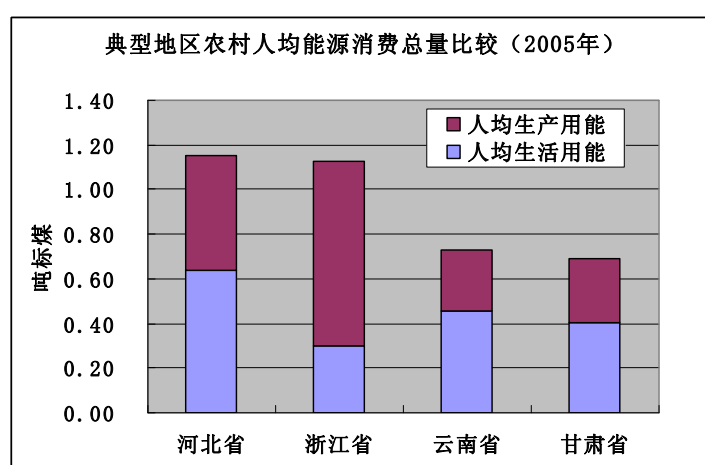


图6 2005年典型省份农村人均能源消费总量情况比较

可以看出，经济较发达的浙江省，生产用能消费数量在农村能源消费中的比例远远高于其他地区；处于北方地区、西北地区和西南高原地区的河北、甘肃、云南三省其人均生活用能消费量均高于东部沿海地区的浙江省。

2.3.2 典型地区农村生活能源消费情况比较

根据农业部的统计资料，2005年典型地区农村生活能源消费品种、数量及人均消费情况比较如表11、图7和图8所示。

表11 2005年典型省份农村能源消费总量情况比较

科 目	能源品种	河北省	浙江省	云南省	甘肃省
农村生活用能 消费数量 (万吨标煤)	秸秆	775.8	106.4	238.2	274.4
	薪柴	563.5	184.7	579.4	141.4
	煤炭	1680.2	125.5	628.3	337.2
	电力	185.0	449.0	64.5	27.9
	成品油	71.5	70.7	43.5	40.2

科 目	能源品种	河北省	浙江省	云南省	甘肃省
	沼气	30.2	3.1	50.4	3.1
	液化石油气	34.5	97.7	10.1	3.8
	太阳能	66.6	22.4	11.7	25.1
人均生活用能 消费数量 (公斤标煤)	秸秆	148.0	30.9	67.2	132.9
	薪柴	107.5	53.6	163.4	68.5
	煤炭	320.6	36.4	177.2	163.3
	电力	35.3	130.3	18.2	13.5
	成品油	13.6	20.5	12.3	19.5
	沼气	5.8	0.9	14.2	1.5
	液化石油气	6.6	28.3	2.9	1.8
	太阳能	12.7	6.5	3.3	12.1

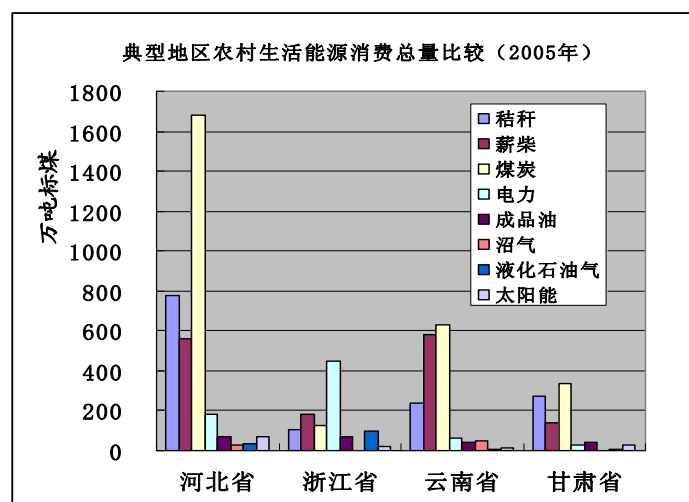


图 7 2005 年典型省份农村生活用能消费情况比较

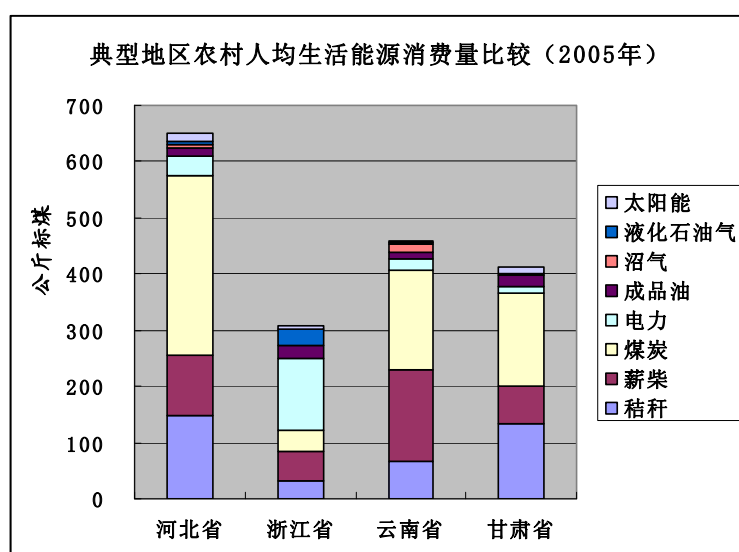


图 8 2005 年典型省份农村人均生活用能消费情况比较

可以看出，除经济较发达的浙江省之外，煤炭、薪柴和秸秆仍然是农村生活用能消费中的主要能源；农村人均生活用电数量与当地经济的发展程度依次升高，以浙江省为最高。云南省的薪柴消费高于其它省区的消费数量，显示出与当地森林资源条件的关联；较多数量的秸秆能源消费省则体现在位于北方地区的河北和甘肃两省；位于西南地区的云南省表现出其沼气能源利用较好，而太阳能开发利用的优势则显示于北方地区的河北、甘肃两省，这些都体现出当地的能源资源条件。

2.3.3 典型地区农村生活用能消费品种构成情况比较

2005 年典型地区农村生活用能消费能源品种比例构成如图 9 所示。

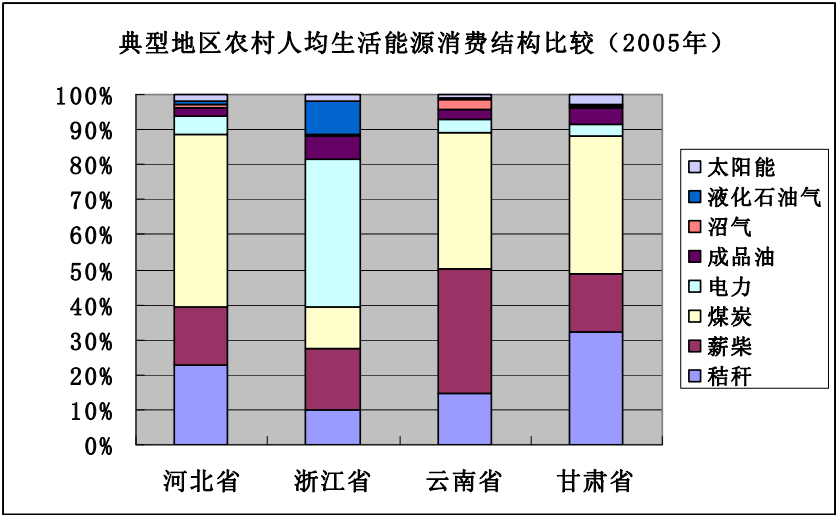


图 9 2005 年典型省份农村人均生活用能消费品种构成比较

可以看出，在河北、云南、甘肃三省的农村生活用能中的，煤炭所占比例均高于其它能源品种；而在经济发达的浙江省，电力则是生活能源消费的主要品种。

2005 年中国农村地区生活用能能源源消费品种构成如图 10 和表 12 所示。

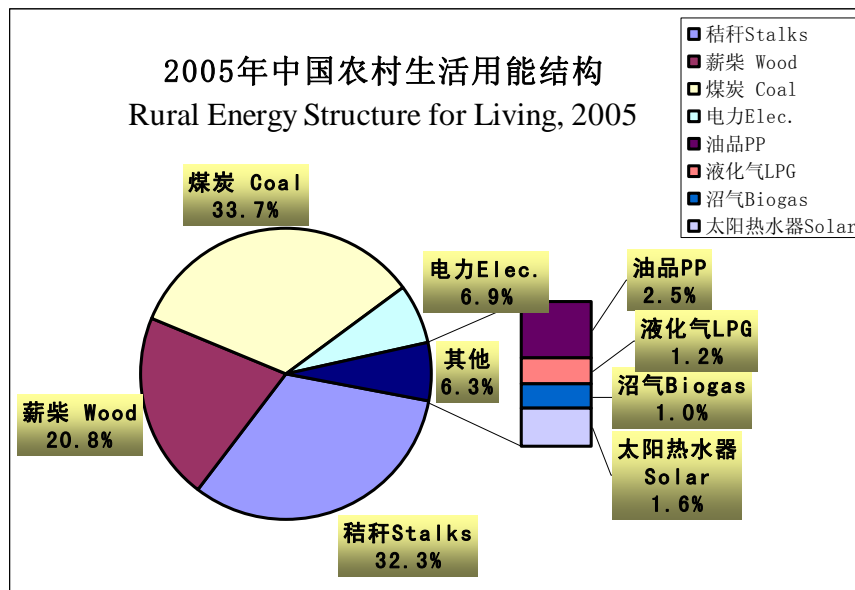


图 10 2005 年中国农村地区生活用能源消费结构

表 12 2005 年中国农村地区及典型地区生活能源消费品种构成

能源品种	全国	河北省	浙江省	云南省	甘肃省
秸秆	32.3	23.2	10.2	14.8	33.1
薪柴	20.8	16.9	17.7	35.9	17.1
煤炭	33.7	50.3	12.0	38.9	40.7
电力	6.9	5.5	43.1	4.0	3.4
成品油	2.5	2.1	6.8	2.7	4.8
沼气	1.0	0.9	0.3	3.1	0.4
液化石油气	1.2	1.0	9.4	0.6	0.5
太阳能	1.6	2.0	2.2	0.7	3.0
总计 (%)	100	100	100	100	100

三、农村地区可再生能源开发利用情况分析

3.1 农村可再生能源开发利用情况回顾

进入二十一世纪，中国农村经济开始进入一个新的发展时期。在社会主义市场经济体制推动下，东部地区农村经济呈现繁荣发展的局面。同时，中国政府提出了西部大开发战略。农村地区可再生能源的开发利用也相应进入了一个新的发展阶段，农村地区的商品能源供应日益丰富，农作物秸秆出现大量剩余，太阳能热水器开始进入农民家庭，农村沼气技术得到进一步发展和推广应用，小型风力发电机、太阳光伏电源、微型水利发电等分散性小型电源技术开始在偏远的农村地区试点使用。

根据农业部的统计，2006 年各省区农村可再生能源开发利用情况如表 11 及图 9、图 10 所示。

表 11 2006 年各省农村地区可再生能源利用情况

省 区	沼 气		太 阳 热水器 (万 m ²)	太阳房 (万 m ²)	太阳灶 (台)	太阳电池 (kW)	微水电 (kW)	小风电 (kW)
	(万 m ³)	其中： 沼气工程						
北 京	583	359	49	11	2764	2028	0	0
天 津	291	1177	23	0	0	0	0	0
河 北	65268	1078	439	153	5206	239	30	0
山 西	6533	348	374	0	353	0	0	121
内 蒙	2519	69	15	158	12557	0.49	4775	0
辽 宁	10313	305	109	402	891	200	16	0
吉 林	1324	218	17	216	411	1.6	44	0
黑龙江	2209	39	21	175	296	230	148	0
上 海	0	0	0	0	0	0	0	0
江 苏	8749	951	332	6	37	0	2303	0
浙 江	6493	2879	281	0	0	6.9	11.9	313
安 徽	12117	74	224	1	0	0.7	251	7748
福 建	19977	5459	28	0	0	0	546	6603
江 西	43130	702	33	0	0	0	1.8	26468
山 东	22075	8317	576	20	12858	21	472	72
河 南	73246	5699	146	1	10	0.56	21	8396
湖 北	44962	407	100	0	147	1.1	272	699
湖 南	78472	1135	69	0	0	0	3.9	14549
广 东	10242	1719	1	1	4	10.2	41	22137
广 西	113271	87	17	0	0	0	447	44162

省 区	沼气		太阳 热水器 (万 m ²)	太阳房 (万 m ²)	太阳灶 (台)	太阳电池 (kW)	微水电 (kW)	小风电 (kW)
	(万 m ³)	其中： 沼气工程						
海 南	15904	1653	393	0	0	23	868	136
重 庆	22602	228	1	0	0	0	0	308
四 川	121937	1692	34	0	13595	60	0	475
贵 州	45897	4	362	0	0	0	7	5943
云 南	83614	17	140	0	0	19.5	14	14248
西 藏	0	0	0	0	5864	0	0	0
陕 西	15446	2	66	13	5411	0	14	19978
甘 肃	6257	45	42	181	578023	241	590	15560
青 海	1019	0	0	42	110810	665	131	8780
宁 夏	3037	24	16	6	114254	207	255	0
新 疆	3076	26	33	10	1747	229	2515	57
全 国	840562	34713	3941	1395	865238	3171	13779	196752
年供能折算 (万吨标煤)	600.2	--	591.2	27.9	34.6	0.2	1.9	19.7

基础数据来源：中国农村可再生能源统计资料 2006--农业部

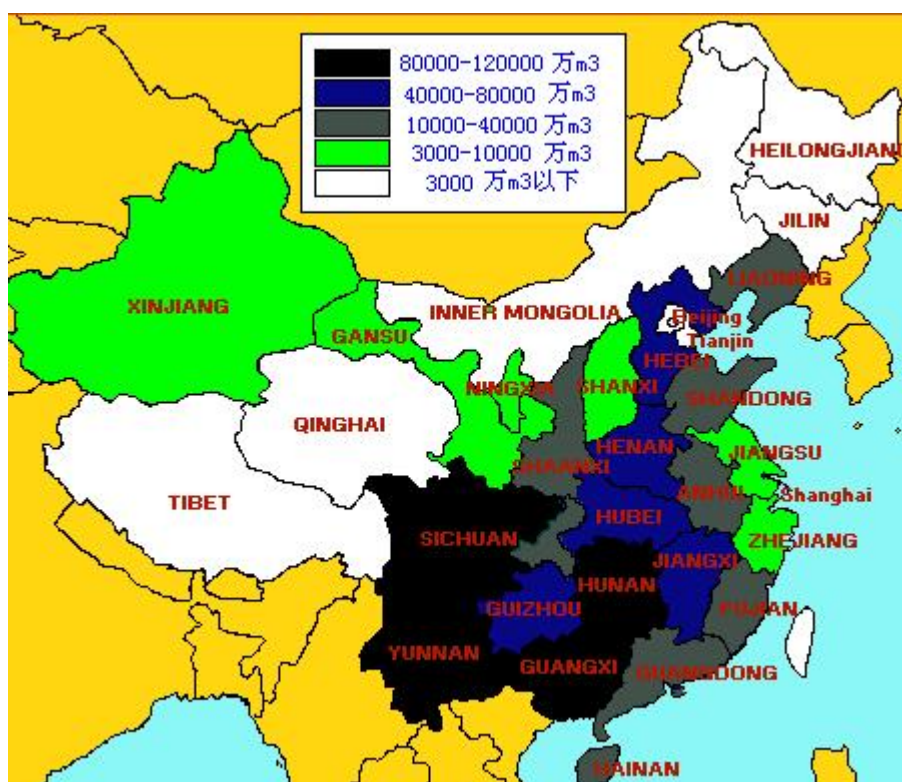


图 9 农村沼气开发利用分省分布图（按 2006 年沼气产量）

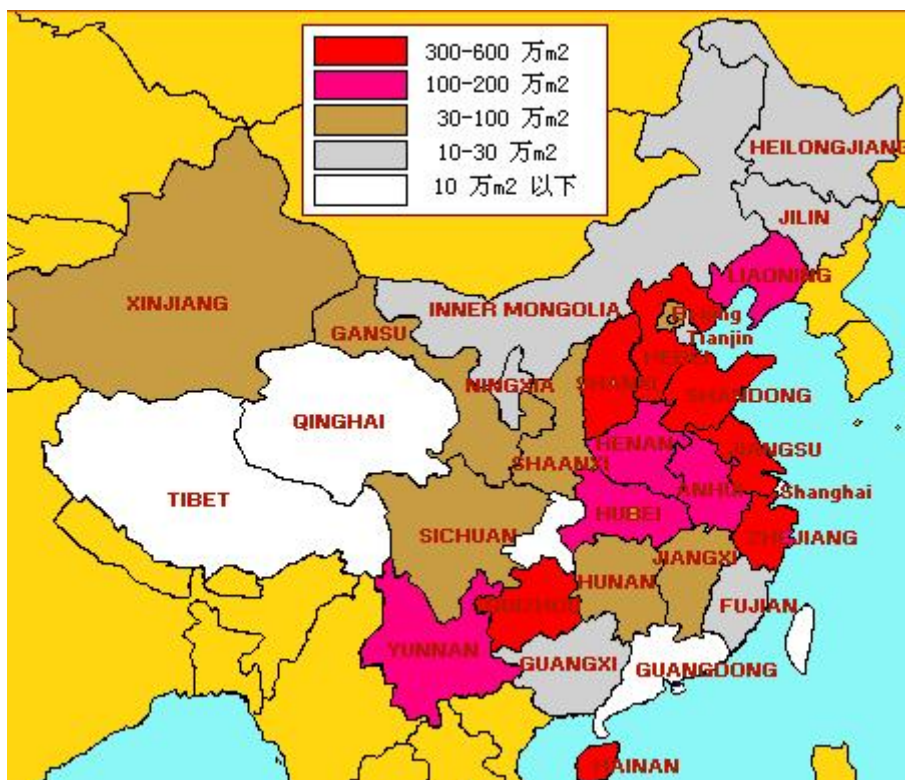


图 10 农村太阳热水器利用分省分布图（按 2006 年使用面积）

3.2 沼气开发利用

3.2.1 农村沼气资源

目前，农村沼气生产的主要资源是禽畜粪便。通过厌氧发酵技术，禽畜粪便在制取沼气的同时，也转化为更加高效、优质的有机肥料。

根据《中国农业年鉴-2006》，2005 年我国生猪出栏数量 6.6 亿头，年末存栏 5.0 亿头；家禽出栏数量 98.6 亿只，年末存栏 53.3 亿只，牛出栏 5 千万头，年末存栏 1.41 亿头。

2004 年，全国猪、牛、鸡三大类畜禽规模化养殖场约 336 万处¹，大中型规模化养殖场数量超过 1 万处²。由此可以算出，全国每年规模化畜禽养殖产生的粪便资源量约为 11.2 亿吨，其沼气生产的潜力约为 200 亿立方米。

¹ 规模化养殖场是指猪年出栏 50 头以上、奶牛存栏 20 头以上、肉牛年出栏 50 头以上、蛋鸡存栏 2000 只以上、肉鸡年出栏 2000 只以上的养殖场。

² 大中型规模化养殖场是指猪出栏 3000 头以上、蛋鸡存栏 5 万羽以上、肉鸡出栏 10 万羽以上、奶牛存栏 200 头以上、肉牛出栏 500 头以上的养殖场

表 14 2004 年全国规模化禽畜养殖场及粪便资源情况

养殖	全社会规模化养殖			其中：大中型规模化养殖场*			
类别	存(出)栏 (万头、只)	鲜粪量 (万吨)	尿液 (万吨)	场(户) 数	存(出)栏 (万头只)	鲜粪量 (万吨)	尿液 (万吨)
生猪	23394.09	13942.88	23005.75	5254	3967.14	2364.42	3901.29
奶牛	582.12	5736.81	2549.69	1485	85.05	838.14	372.51
肉牛	1522.73	35570.97	18341.28	1485	138.02	3224.15	1662.45
蛋鸡	141955.47	6217.65	0.00	593	4920.25	215.51	0.00
肉鸡	412273.54	6431.47	0.00	1715	60760.42	947.86	0.00
合计	579727.95	67899.78	43896.73	10532	69870.88	7590.07	5936.24

基础数据来源：《中国农业年鉴 2005》、《中国畜牧统计 2005》

根据农业部的统计，目前我国分散性的畜牧养殖户为，生猪 10675 万户，奶牛 174 万户，肉牛 1592 万户，蛋鸡 6568 万户，肉鸡 5146 万户，羊 2843 万户，役畜 2195 万户，详见表 15。

表 15 全国分散养殖农户数量（2004 年） 单位：万户

养殖	分散养殖农户数量			备注：分散养殖分类标准	
类型	合计	分散型 I	分散型 II	分散型 I	分散型 II
生猪	10674.94	10193.39	481.55	出栏 1-9 头	出栏 10-49 头
奶牛	173.53	151.09	22.44	存栏 1-5 头	存栏 6-20 头
肉牛	1592.32	1553.70	38.62	出栏 1-10 头	出栏 11-50 头
蛋鸡	6568.13	6299.79	268.34	存栏 1-49 只	存栏 50-2000 只
肉鸡	5145.96	4997.16	148.80	存栏 1-99 只	存栏 100-2000 只
羊	2843.19	2680.64	162.55	出栏 1-30 只	出栏 31-100 只

数据来源：《农村沼气工程建设规划（2006—2010）》

通过当地自然地理条件和农村经济发展条件等方面的因素进行综合分析，全国分散性的畜禽养殖农户中适宜发展沼气的约为 1.48 亿户，约占总农户数的 60%，其沼气生产的潜力超过 500 亿立方米/年。

3.2.2 当前农村沼气发展状况

近年来，中国政府将农村沼气建设作为农村“六小工程”之一，加大了支持力度。2003 年以来，中央将农村户用沼气建设列入国债项目给予支持。2005 年中央继续以国债项目投资 10 亿元，在全国 27 个省（自治区、直辖市）及新疆建设兵团和黑龙江农垦的 721 个县 9,144 个村安排实施项目，有 104 万农户受益。

按地区类别计算（含重复部分），退耕还林地区安排了 644 个项目县，投入资金占中央投资 88.6%；西部地区安排 363 个项目县，投入资金占中央投资的 55.37%；血吸虫等疫区安排 62 个项目县，投入资金占中央投资 16.11%。在沼气国债项目的示范带动下，全国农村沼气建设呈现加速发展态势。

1) 户用沼气池

2005 年全国新增户用沼气池 315 万户，实际利用数 1,715.9 万户，总产气量 70.6 亿立方米，年户均产气量 411.4 立方米；综合利用用户数 1,124.96 万户。

2) 生活污水净化沼气池

2005 年运行数量 14.6 万处，总池容 636.91 万立方米，年处理污水 6 亿吨。生活污水净化沼气池的推广，促进了农村和小城镇的环境治理，达到了不耗能、省投资、管理方便和达标排放的效果。

3) 大中型沼气工程

2005 年运行数量达 3,764 处，总池容 172.4 万立方米，年处理废弃物 1.2 亿吨，年产气量 3.4 亿立方米，发电 4 千万度，供气 138.4 万户。沼气的建设不仅促进了农业废弃物的综合利用，而且为农村居民和村办工业提供了能源，实现了沼液的综合利用，减轻了环境污染。

4) 设备制造产业

2005 年以沼气配件制造、服务为主的生产企业共 3,000 余家，资产总额 14.05 亿元，销售额 16.6 亿元，实现利税 1.53 亿元。以不变价格计算的全行业销售设备及制造总收入达 72 亿元，比上年增长 26%。

5) 技术创新与发展

户用沼气技术经过多年的研究开发、试点示范，从池型设计、建池施工到使用管理逐步成熟。研究出了适应不同气候、原料和使用条件的标准化系列池型；开发出了各种方便实用的进出料装置和工具，解决了出料难问题，使沼气池的使用管理简单易行。

在建设内容上，由单一的沼气池建设，发展到与农户的改圈、改厕、改厨工作相结合，形成“一池三改”的农村沼气建设系统。各地又进一步与农村改院、改水、改田、改路等结合，创新了不少新的生态家园模式。使应用领域由“省柴节煤、点灯烧饭”的层次，拓展到生产领域、生态领域和环境卫生领域。以沼气

为纽带的生态家园建设，不仅可以节柴、节水、节化肥，增粮、增猪、增收入，而且村容村貌显著改善，达到绿化、美化、净化、硬化和亮化，深受农民欢迎，是推进循环经济和建设节约型社会的重要举措。

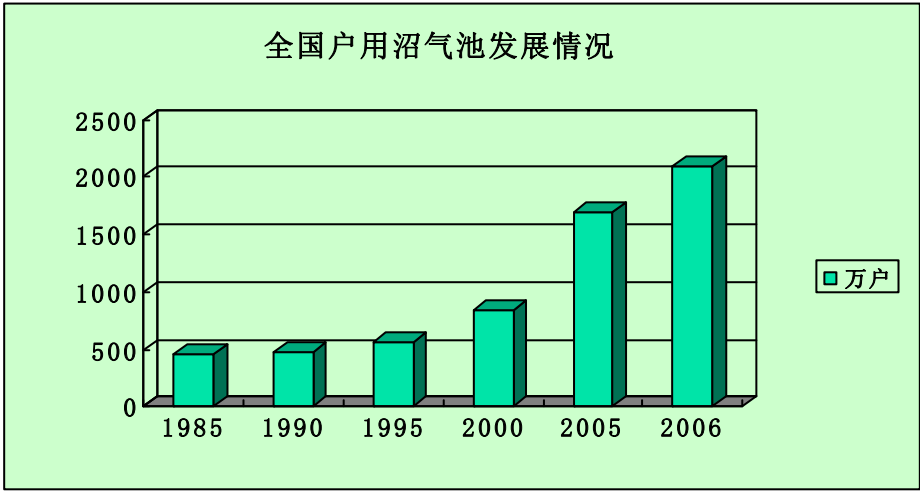


图 13 全国户用沼气池发展情况

3.3 太阳能开发利用

3.3.1 我国的太阳能资源状况和特点

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 $50 \times 10^{18} \text{kJ}$ ，各地的太阳年辐射总量达 $335 \sim 837 \text{kJ/cm}^2 \cdot \text{a}$ ，中值为 $586 \text{kJ/cm}^2 \cdot \text{a}$ 。

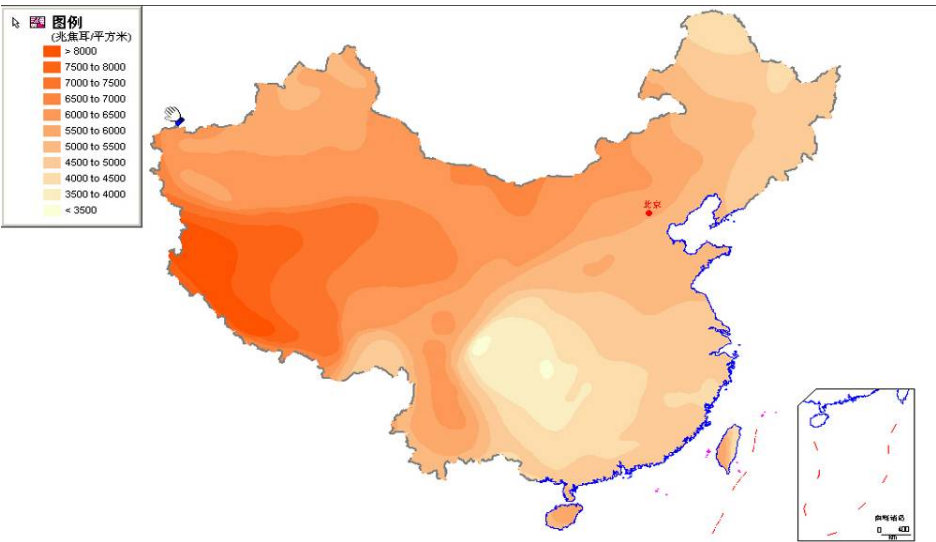


图 14 中国太阳辐射密度分布图

我国太阳能资源分布的主要特点有：太阳能的高值中心和低值中心都处在北纬 22°~35°这一带，青藏高原是高值中心，四川盆地是低值中心；太阳年辐射总量，西部地区高于东部地区，而且除西藏和新疆两个自治区外，基本上是南部低于北部；由于南方多数地区云雾雨多，在北纬 30°~40°地区，太阳能的分布情况与一般的太阳能随纬度而变化的规律相反，太阳能不是随着纬度的增加而减少，而是随着纬度的增加而增长。

3.3.2 当前太阳能开发利用状况

1) 太阳热水器

我国太阳热水器的生产和使用自 20 世纪 90 年代后期迅速发展，产量由 2001 年的年生产量 820 万平方米增长到 2005 年的 1500 万平方米，年均增长 18.7%；总保有量由 2001 年的 3200 万平方米增长到 2005 年的 7500 万平方米，年均增长 22.6%。

太阳能热水器技术在中国已经完全商业化，生产企业有上千家，从业人员在 15 万以上。2005 年中国太阳热水器产业总销售额近 200 亿元，生产能力和保有量均居世界第一，产品已远销欧洲、东南亚、非洲等 30 多个国家和地区，出口额已由 2001 年的 600 万美元增加到 2005 年的 2000 多万美元。

2) 太阳房

我国到 2005 年底已建成被动式太阳房 1,500 多万平方米，主要是被动太阳房；主动太阳房仅在北京、辽宁等个别地区进行试点，尚未批量建造。随着今后绿色节能建筑的发展，太阳房的应用将会得到进一步发展。

表 16 中国已建成被动式太阳房数量表

年 份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
使用面积（万 m ² ）	970	1010	1105	1250	1360	1514	1395

数据来源：中国农村能源行业发展报告 2007--中国农村能源行业协会

3) 太阳灶

太阳灶目前在我国西部偏远地区仍有一定的市场，在今后一段时间内还会有一定发展，但需要设计制造出质量好、寿命长、使用更方便的农村用太阳灶。2005 年全国太阳灶使用和保有量约为 70 万台。

表 17 中国太阳灶使用保有量表

年 份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
保有量（万台）	33.2	50	52.1	54.2	57.7	68.6	86.5

数据来源：中国农村能源行业发展报告 2007--中国农村能源行业协会

4) 太阳光伏发电

九十年代后，我国光伏应用领域开始向工业领域和农村应用发展，并被列入国家和地方政府计划。如西藏“阳光计划”、“光明工程”、“西藏阿里光明工程”等。进入 21 世纪，特别是近 3 年的“送电到乡”工程，国家投资 20 亿元，安装了 20 兆瓦光伏发电系统，解决了我国 800 个无电乡镇的用电问题，推动了我国光伏市场的增长。

2005 年我国生产太阳能电池达到 150 兆瓦以上，几乎 95% 以上出口到国外。不过，相比于所拥有的生产能力 500 兆瓦/年，实际产量还相去甚远。据初步统计，到 2006 年底，我国太阳能电池/组件的生产能力超过 1 吉瓦。

2005 年我国光伏发电装机容量达到 7 万千瓦以上，主要为边远地区的居民供电。其中边远地区居民供电站 50% 以上，每年的增长速度在 20% 以上。除了在边远无电地区得到应用外，十五期间也开展了并网屋顶光伏发电的示范，取得了一定的技术和工程经验。光伏发电在工业和商业利用领域也有稳定的市场，城市照明灯具的年生产量超过了 1 万千瓦，占世界市场的 70%。

5) 其他方面的利用

自二十世纪九十年代以来，我国太阳温室有了大规模的发展，大棚种植和养殖已成为设施农业的主要方式，大棚蔬菜种植成为各地农业生产的一项重要内容。通过这些以太阳能利用为主要措施的设施农业的发展，大大丰富了城乡居民的菜篮子，同时也为农民带来了明显的经济效益。随着中国经济的发展，太阳干燥、太阳空调、海水淡化等太阳能热利用，近两年也有不同程度的发展与应用。

3.3.3 目前存在问题

实践中太阳能热水器的推广使用仍然存在一些问题：比如太阳热水器的安装对建筑防水、承重等方面的影响；居民自行安装不规范，影响城市景观；屋顶所有权存在争议，后期物业管理、维护不方便；高层建筑屋顶采光面积不够，不能满足全部住户使用要求等等。因此，如何使太阳能利用设施与建筑融为一体，成为今后太阳能开发利用中需要解决的一个重要问题。

被动式采暖太阳房是太阳能热利用中的一种重要形式。长期以来，被动太阳能采暖建筑被局限于在农村和能源短缺的边远地区。被动太阳能采暖技术及其应用技术还没有被系统研究并应用于实施建筑节能措施之后的城镇建筑之中。

目前太阳光伏发电的初始投资较高，无法在其生命周期内回收，因此单依靠市场经济推动十分困难，今后除了需要进一步加强技术创新和降低成本之外，还需要政府的政策支持。

3.4 风能资源利用开发利用

3.4.1 我国的风力资源分布

我国幅员辽阔，海岸线长，风能资源比较丰富。据中国气象科学研究院估算，全国陆地上可开发利用的风能约 2.53 亿千瓦（依据地面以上 10 米高度风力资料计算），海上可开发利用的风能约 7.5 亿千瓦，共计约 10 亿千瓦。风能资源丰富的地区主要分布在东南沿海及附近岛屿，内蒙古、新疆和甘肃河西走廊，东北、西北、华北和青藏高原的部分地区。另外，内陆也有个别风能资源丰富的地区。

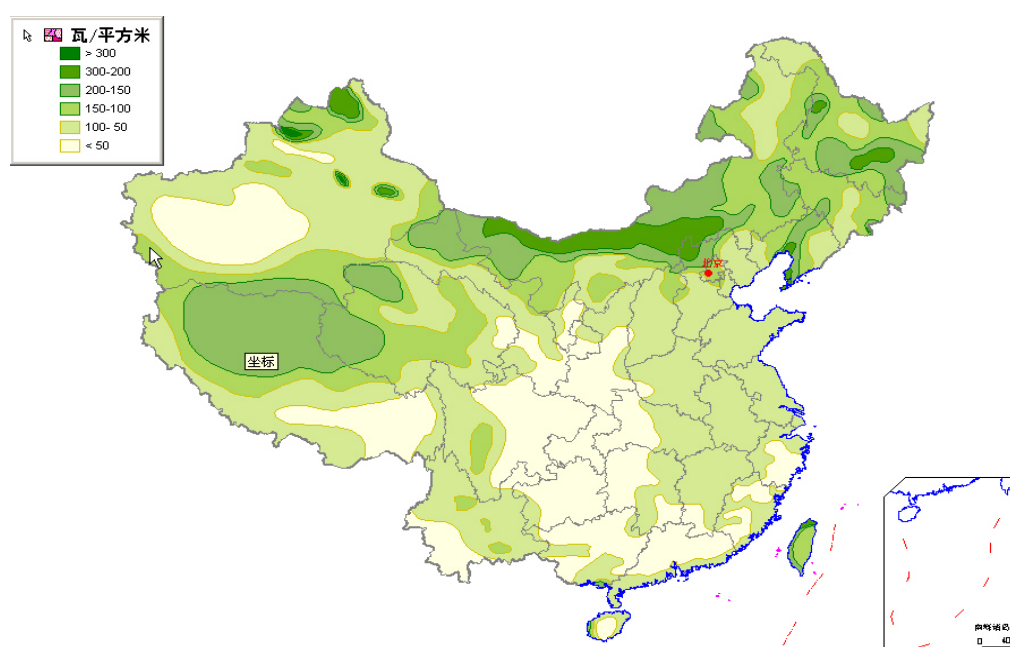


图 15 中国风能密度分布图

3.4.2 大型风力发电技术发展现状

到 2004 年底，全国风电场装机总容量为 76.4 万千瓦，其中 2004 年新投入运行的风机容量为 19.7 万千瓦，年增长率达到 34%，主力机型为 600 千瓦到 1.5 兆瓦。2005 年，新投入运行的风机容量约 50 万千瓦，全国风电装机总容量达到 126 万千瓦，位居世界第十，亚洲第三，成为继欧洲、美国 and 印度之后发展风力发电的主要市场之一。到 2006 年底，全国已建成约 80 个风电场，装机总容量达到约 260 万千瓦。2006 年，新增装机 133 万千瓦，超过以前 20 年的累计总和，年增长率达 105%。按照全国平均为 2000 小时的风电等效满负荷运转计算，2006 年风电上网电量约为 25 亿千瓦时。

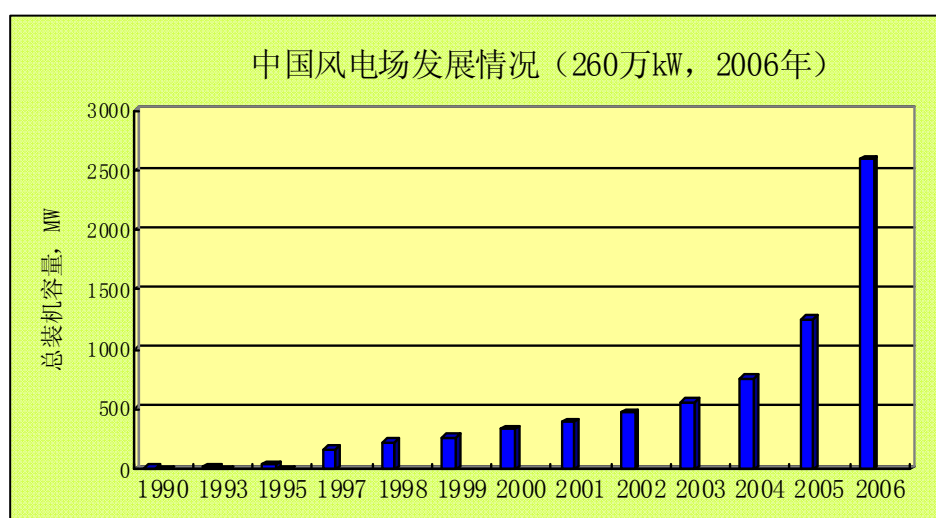


图 16 中国大型风力发电场发展情况

目前，我国已经基本掌握单机容量 750 千瓦以下大型风力发电设备的制造技术，正在开发兆瓦级的大型风电设备。2005 年已经开发出样机，正在准备试生产。华锐风电、东方汽轮机公司、新疆金风等公司的兆瓦级变桨变速技术的产品开始批量生产，并安装到风电场调试运行。

中国已初步掌握了风电场运行管理的技术和经验，培养和锻炼了一批风电设计和施工的技术人才，为风电的大规模开发和利用奠定了良好的基础。

3.4.3 小型风力发电现状

小型风力发电机是指单机功率小于 10 千瓦的风电机组发电，一般应在风力资源较丰富的地区使用。即年平均风速在 3m/s 以上，全年 3-20m/s 有效风速累计小时数 3000h 以上；全年 3-20m/s 平均有效风能密度 100W/m^2 以上。目前，小型风力发电机都采用蓄电池储能，即小型风力发电机发出的电能首先经过蓄电池贮存起来，然后再由蓄电池向用电器供电。

除了传统的广大农牧区用户应用小型风力发电机组照明看电视以外，随着燃料成本的上升，内陆湖区渔船、部队边防哨所、气象观测站、微波中继站等，也逐步将柴油发电改为风力发电或风光互补发电。此外，生态环保公园，林荫小道，别墅庭院等，也购买安装小型风力发电机组，作为景观供人休闲欣赏。目前，全国约有 20 万台小型风力发电机用于边远地区居民用电，总容量约 2.5 万千瓦。

据 23 个生产企业报表统计，2005 年共生产 30 千瓦以下独立运行的小型风力发电机组 33,253 台，比上年增长 34.4%；其中 200 瓦、300 瓦、500 瓦机组共生产 24,123 台，占全年总产量的 72.5%，机组容量为 12,020 千瓦，总产值 8,472 万元，利税 992.9 万元。2005 年，15 家企业对外出口小型风力发电机组 5,884 台，比上年增长 40.7%，创汇 282.7 万美元，出口国家和地区达到 24 个。



图 17 小型风力发电机组在农牧区的应用

3.5 小水电资源开发利用

3.5.1 我国小水电资源的状况

在我国小水电指装机容量不超过 5 万 kW 的小型水电站。据全国农村水电资源复查初步成果，我国的小水电资源技术可开发量达到 1.28 亿 kW，年发电量为 4500 亿 kWh。

我国小水电资源广泛分布在全国 1600 多个山区县，主要集中在中西部地区，其中西部地区小水电技术可开发量占全国的 67.6%；中部地区小水电可开发量占全国的 16.8%；东部地区小水电可开发量为 15.6%。



图 18 中国小水电资源分布图

3.5.2 小水电开发利用发展情况

到 2005 年底，全国农村水电装机达到 4380 万千瓦，占全国水电装机的 37.6%，年发电量 1380 亿千瓦时，占全国水电发电量的 34.9%。农村水电装机容量超过 100 万千瓦的有广东、四川、福建、云南、湖南、浙江、广西、贵州、江西、湖北、重庆等 11 个省市，这些省市农村水电装机容量的总和占到全国的 86.1%；农村水电装机容量在 50~100 万千瓦之间的有陕西、安徽、甘肃、新疆等 4 个省区。农村水能开发程度较高的有广东、浙江、福建、广西和湖北等省，达到了 50% 以上，开发程度最低的是西藏，只有 2.2%。

截至 2005 年底，全国已建成 410 个水电农村电气化县，超额完成了国务院部署的建设任务。410 个水电农村电气化县 80% 分布在中西部地区，85% 属于老少边穷地区，涉及 25 个省（区、市）和新疆生产建设兵团 1.6 亿多人口，近 200 万平方公里。累计完成投资 1151 亿元，新增农村水电装机 1060 万千瓦，占全国农村水电新增装机总数的 2/3。

410 个电气化县的村、户平均通电率分别达到 99.4% 和 98.8%；人均年用电量达到 644 千瓦时，增长了 86%。5 年中累计解决了 1000 万无电人口的用电问题。



图 18 全国农村水电站装机容量分布图（2005 年）

3.5.3 微水电站发展现状

按照最新的微水电容量定义(500kW 以下),我国微水电装机容量已接近 800 万 kW, 涉及到的农村用电人口达 4 千万人以上。全国生产微小型水轮发电设备的企业约 40 多家, 年生产能力 3 万台以上, 其中一些企业产品质量可靠、技术性能先进, 产品实现出口。

3.6 农村生物质能开发利用

3.6.1 我国生物质能资源状况

3.6.1.1 农作物秸秆

根据《中国生物质资源可获得性评价》, 1995 年我国农作物秸秆年产出量为 6.04 亿吨, 其中玉米秸秆 2.24 亿吨, 小麦秆 1.40 亿吨, 稻草 1.15 亿吨, 油料作物秸秆 4500 万吨, 豆类秸秆 2681 万吨, 其它杂粮秸秆 1669 万吨, 薯类 1631 万吨, 棉花秆 1430 万吨。除直接还田和收集损耗约占 15.0%外, 秸秆可获得量为 5.134 亿吨, 用途大致分为三类: 工业原料(主要用于造纸)约占总量的 2.3%; 牲畜饲料约占总量的 24.0%; 直接作为燃料使用的秸秆约占总量的 31.5%。; 剩

余的秸秆约占总量的 27%，多数被闲置浪费或就地焚烧。

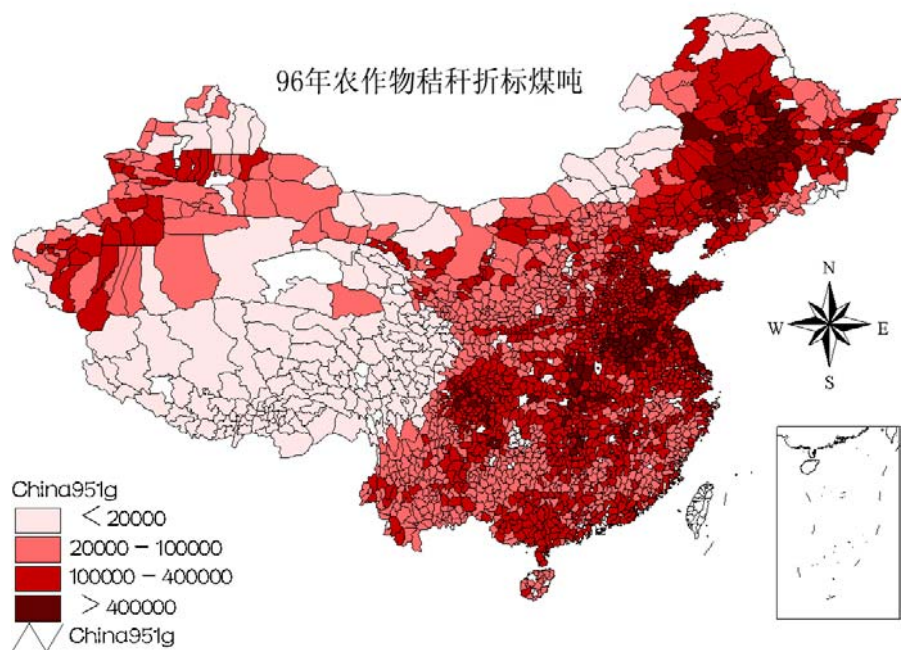


图 19 中国农作物秸秆资源分布图

3.6.1.2 薪柴资源

1997 年，我国的森林覆盖率仅为 13.9%，人均有林地面积仅 1.7 亩，在世界上排第 120 位以后。目前中国每年消耗于薪柴的数量约占森林总消耗量的 32.5%，但薪炭林资源只能供应所需薪材总量的 75%，薪柴采伐超过合理采樵量的 30%。

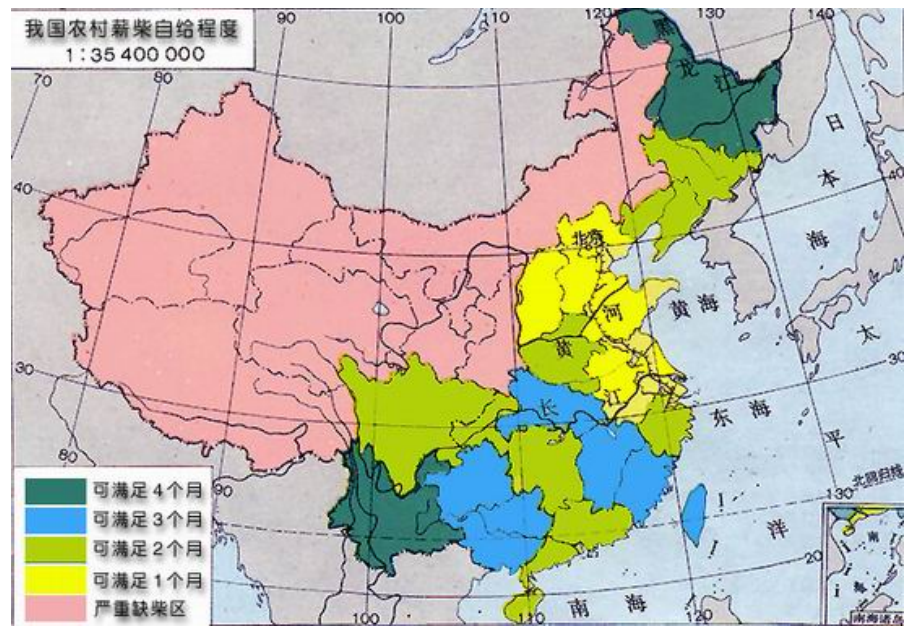


图 20 我国农村薪柴自给程度分布图

过度的薪柴消耗，致使森林植被大面积破坏，水土流失严重，引起区域性气候、环境恶化；大量秸秆被燃用而无法还田，使得土壤有机质减少，土地生产能力下降；生物质能量作为燃料过度消耗，引起生态环境的严重恶化。

3.6.2 生物质能开发利用技术现状

到 2006 年底，全国生物质发电累计装机容量 220 万 kW，其中蔗渣热电联产 170 万 kW；农林废弃物、农业沼气、垃圾直燃和填埋气发电 50 万 kW。2006 年，国家和各地共核准 39 个生物质直燃发电项目，总计装机容量 128.4 万 kW，投资预计 100.3 亿元。2006 年完成生物质气化及垃圾填埋气发电 3 万 kW，在建的有 9 万 kW。

1) 生物质气化

我国已开发出多种固定床和流化床小型(兆瓦级以下)气化炉，以木屑、稻壳、树枝、秸秆等为原料生产燃气，热值为 4~10 兆焦/立方米。目前用于木材和农副产品烘干的有 800 多台，村镇级秸秆气化集中供气系统近 600 处，年产生生物质燃气 2,000 万立方米。兆瓦级生物质气化发电系统已推广应用 20 多套。

2) 生物质液体燃料

我国从上世纪末开始发展生物燃料乙醇。“十五”期间，在 4 个试点省生物燃料乙醇年产量达到 102 万吨，目前已发展到 9 个省销售车用乙醇燃料。为扩大原料来源，国内自主开发了以甜高粱茎秆为原料生产燃料乙醇的技术。近年来，在全国各地试种的杂交甜高粱，均获得高糖高产。其茎秆产量每亩 4 吨以上，茎秆汁液锤度（Brix）18 以上，籽粒产量 600~800 斤以上。

目前全国已经有数十家生物柴油生产企业，年产量超过 10 万吨。

3) 生物质成型燃料

生物质固化成型燃料是将作物秸秆、稻壳、木屑等农林废弃物粉碎后，送入成型器械中，经外力作用压缩成需要的形状，然后作燃料直接燃烧，也可进一步加工形成生物木炭。固化成型的燃料便于存贮和长途运输，易于实现大规模产业化生产和供应等特点，用户使用较为方便。我国研究和开发出的生物质固化成型机也已应用于生产，生产的致密成型燃料，也已应用于取暖和小型锅炉。

4) 生物质直燃发电

2003 年以来，国家发展改革委先后批复了江苏如东、山东单县和河北晋州 3

个国家级秸秆发电示范项目。据不完全统计，到 2006 年底，全国在建农作物秸秆发电项目 34 个，分布在山东、吉林、江苏、河南、黑龙江、辽宁和新疆等省（区），总装机容量约 120 万千瓦；山东单县、江苏宿迁和河北威县三座发电站已投产发电，总装机容量 8 万千瓦。

3.7 典型省区农村可再生能源开发利用情况

3.7.1 云南省农村可再生能源开发利用情况

云南省有规模的农村能源建设起步于 70 年代末，近年来进入一个快速发展的时期。“八五”期间，农村能源建设主要是开展节柴改灶工作，五年累计改灶 505 万户。“九五”以来，全省农村能源建设以发展农村户用沼气为重点，农村沼气建设逐步驶入“快车道”。“九五”前，农村户用沼气累计建有 13.8 万户。“九五”期间新增 34.4 万户，达到了 47.3 万户。

“十五”期间，省政府于 2001 年下发了关于加强农村能源建设的文件，从 2002 年起，省政府连续 4 年将农村能源建设列入为民办好的实事之一。2001 年至 2005 年，全省新增农村户用沼气 124.4 万户。截止 2006 年底，全省农村沼气池保有量达到 170 万口，位居全国第 4 位。

表 18 云南省户用沼气池建设增长情况

年份	1995	2000	2005
沼气池数量（万户）	13.8	47.3	150
年均增长率（%）	-	49.6	43.4

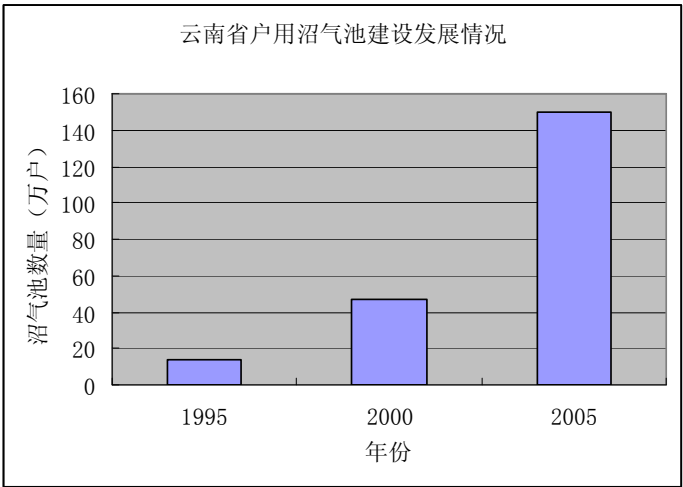


图 21 云南省户用沼气池建设增长情况（1995-2005）

“十五”期间，先后在晋宁县、翠云区、安宁市、禄劝县，分别建有秸秆气化集中供气工程 7 处。每年可利用秸秆 781.75 吨，产气量 198.02 万立方米，为 1936 户农户输送优质能源。

2003 年，省政府将农村新建太阳能热水器 5 万平方米列入“民心工程”农村能源项目之一，此举促进了农村地区太阳能的推广利用。到 2006 年底，全省累计推广太阳能热水器 140 万平方米；推广太阳能电池 163 处，累计功率 18890 峰瓦。

全省规划在 60 个县建设小水电代燃工程，目前已投资 1 亿多元，建成了剑川、腾冲、潞西等 6 个小水电代燃料县。全省已推广微型水力电机 11213 台，总装机容量 15278 千瓦，年发电量 1707.62 千瓦时，为 31081 户农户提供生活用电。

3.7.2 浙江省农村可再生能源开发利用情况

2007 年浙江农村能源建设成效

1) 农村生活污水净化沼气工程建设。2007 年全省共完成 850 个村的生活污水净化沼气工程治理，建成农村生活污水净化沼气池 23.7 万立方米，年可处理生活污水 2865 万吨。到 2007 年底止，全省已在 4237 个村建设农村生活污水净化沼气工程，累计建设生活污水净化沼气池容 132 万多立方米，年可处理生活污水 15907 万多吨，受益农户达 100 多万户。

2) 畜禽规模养殖场沼气工程建设。据统计，全省 1339 家省定规模化畜禽养殖排泄物治理场全部完成治理设施建设，建设各类沼气工程 1302 处，占今年确定治理规模场的 97%，总容积达 16.7 万立方米，超额完成下达的目标任务。到 2007 年底止，全省累计建设大中小型沼气工程 4937 处，总容积 50 多万立方米，年处理粪便污水 2464 多万吨，年产沼气 4429 多万立方米，相当于折标煤 3.1 万吨。

3) 大力发展农村户用沼气池。按照因地制宜的原则，加强农村沼气国债项目的实施，重点在经济欠发达和分散养殖集中地区，与农村改厨、改厕、改圈相结合，加快农村户用沼气池推广。到 2007 年底止，全省累计推广建设户用沼气池 11.8 万户，年产沼气 5235 万立方米，相当于折标煤 3.7 万吨。

4) 积极开发应用农村清洁能源。2007 年全省推广太阳能 36.5 万平方米，受

益农户 18 万户，已累计推广太阳能 317 万平方米，相当于折标煤 32 万吨。全省已形成年产沼气 9600 万立方米的能力，年可替代标煤近 6.9 万吨，沼气发电总装机容量达到 1.2 兆瓦。据统计，全省农村清洁能源利用率达到 60%。

四、可再生能源发展展望

4.1 新农村能源工程

根据国家发改委的规划，“十一五”期间，将按照“因地制宜，多元发展”的原则，在继续加快小型水电和农网建设的同时，大力发展适宜村镇、农户使用的风电、生物质能、太阳能等可再生能源。到 2010 年，村镇小型风机使用量达到 30 万台，总容量 7.5 万千瓦；户用沼气 4000 万户，规模化养殖场沼气工程达到 4700 处，全国农村沼气产量达到 160 亿立方米；农村太阳能热水器保有量达到 5000 万平方米，太阳灶保有量达到 100 万台。

4.2 农村沼气工程

根据农业部制定的《全国农村沼气工程建设规划（2006-2010 年）》，“十一五”期间，全国将新建农村户用沼气 2300 万户，规模化养殖场大中型沼气工程 4000 处。到 2010 年，全国户用沼气达到 4000 万户，占沼气适宜农户的 30% 左右，规模化养殖场大中型沼气工程达到 4700 处，达到适宜畜禽养殖场总数的 39% 左右。

届时，全国 4000 万户沼气池每年将产生约 154 亿立方米的沼气，相当于替代 2420 万吨标准煤的能源消耗和 1.4 亿亩林地的年蓄积量。沼渣、沼液的使用减少 20% 以上的农药和化肥施用量；降低农产品农药残留 1%；改良土壤 5000 万亩。有效治理畜禽养殖场粪污污染，实现粪便资源化利用和废水达标排放，保护水源。每个沼气池年均为每个农户节约燃料费、电费、化肥和农药等直接支出约 500 元。全国 4000 万户沼气可为农民年增收节支 200 亿元。按照技工与建池数 1：50、每个技工配备 3 名辅助工的要求，每万口沼气池建设与维护，可吸纳农村劳动力 800 人左右，全国每年可为农村劳动力提供约 36.8 万个就业机会。

农林废弃物沼气利用技术可以为农村地区提供生活用燃气，解决农村废弃物和工业生产废弃物的环境污染问题。因此，“十一五”期间，国家将继续扩大农村地区的户用沼气、特别是与农业生产结合的沼气技术的应用，城镇地区则发展大型畜禽养殖场沼气工程和工业废水沼气工程，实现集中供气或并网发电。

4.3 生物质能产业

根据目前我国生物质能利用技术状况，生物质能利用重点将是生物质发电、沼气和生物质液体燃料等。生物质发电主要有农林废弃物发电、垃圾发电和沼气

发电。根据有关规划，除沼气外，生物质能利用重点将是生物质发电和生物质液体燃料等。在“十一五”期间，生物质发电全国将形成 500 万千瓦的装机能力，在资源丰富区，建设区域型的兆瓦级的以秸秆、稻壳、蔗渣、灌木林和木材废弃物为原料的生物质发电厂；在经济较发达、土地资源稀缺地区建设垃圾焚烧发电厂；在规模化畜禽养殖场、工业废水处理和城市污水处理厂建设沼气工程，合理配套安装沼气发电设施等。

在生物质能源液化技术方面中国尚处于探索和试验的阶段，主要开发和利用的技术是乙醇燃料技术和生物油技术，即利用非粮食原料(主要为甜高粱、木薯以及木质纤维素等)生产燃料乙醇技术和以麻疯树为原料制取生物柴油，并建设规模化原料供应基地，建立生物质液体燃料加工企业。到 2010 年，燃料乙醇的年生产能力达到约 200 万吨，生物柴油的年生产能力达到 20 万吨，总计年替代 200 万吨成品油。

4.4 小水电代燃料工程

水电作为我国最重要的可再生能源，在今后二三十年内仍将是可再生能源发展的重要领域。我国水电资源十分丰富，分布广泛，遍及全国 30 个省(区、市)的 1600 多个县(市)，65%的小水电集中西部地区。西南地区的小水电资源占全国的 50%以上。目前，国家正在西部地区实施以退耕还林和天然林保护为目的的“小水电代柴”计划，小水电具有很大的发展潜力。

根据《全国小水电代燃料生态保护工程规划》，全国拥有小水电资源可发展代燃料工程的有 1600 多个县，可开发的小水电资源有 8061 万千瓦、年发电量 2749 亿千瓦时，完全能够满足代燃料区农民的生活燃料需要。到 2010 年，通过代燃料工程，可解决生态环境特别脆弱、当前急需的 970 万户 3730 万农村居民的生活燃料问题。其中，“十五”期间重点在西部地区完成 286 万户 1100 万农民；“十一五”期间，重点从西部扩展到其他重点地区，再完成 684 万户 2630 万农民。根据规划，到 2020 年，通过小水电代燃料工程，将解决 2830 万户 1.04 亿农村人口的生活燃料问题。届时，将新增小水电代燃料装机 2403.8 万 kW，年发电量 781.2 亿 kWh，由此每年减少薪柴消耗 1.49 亿立方米，保护森林 3.4 亿亩，减少排放二氧化碳 2 亿吨、二氧化硫 92 万吨，有效地巩固生态建设成果，基本解决我国退耕还林区内居民的生活燃料和农村能源问题。

4.5 可再生能源中长期发展规划

根据规划，到 2020 年，水电总装机容量将达到 2.9 亿千瓦，开发程度达到

70%左右，生物质发电达到 2000 万千瓦，风电达到 3000 万千瓦，太阳能发电达到 200 万千瓦，力争使可再生能源发电装机占总电力装机容量的比例达到 30% 以上；到 2020 年太阳能热水器总集热面积达到 3 亿平方米，年替代化石能源约 4000 万吨标准煤；农村生物质能开发利用将作为发展现代农业、建设社会主义新农村的重要措施，继续推广户用沼气和禽畜养殖场沼气工程，加快生物质成型颗粒燃料的推广应用，到 2020 年沼气年利用量达到 240 亿立方米、生物质成型颗粒燃料年利用量达到 5000 万吨左右，同时积极发展以能源作物为主要原料的生物质液体燃料，到 2020 年达到年替代石油 1000 万吨的能力。

根据规划，到 2020 年，可再生能源将占到能源耗费总量的 16%，可再生能源的发电比例将达到 15% 以上。其中，水电总装机将达到 3 亿千瓦，风电装机和生物质发电目标都是 3000 万千瓦，太阳能发电装机力争达到 180 万千瓦；燃料乙醇和生物柴油年生产能力分别达到 1000 万吨和 200 万吨；沼气年利用量达到 443 亿立方米，太阳能发电达到 180 万千瓦，太阳能热水器总集热面积达到 3 亿平方米。

4.6 可再生能源利用发展目标

2010 年、2020 年中国可再生能源利用发展目标及年均发展速度见表 9。

表 9 2010 年及 2020 年中国可再生能源利用发展目标

类别	2005 年 实际	2010 年	2020 年	2005-2010 年均增量	2010-2020 年均增量	2005-2020 年平均	
						年均增量	增速(%)
水电 (亿 kW)	1.2	1.8	3.0	0.12	0.12	0.12	10
风电 (万 kW)	126	500	3000	75	250	192	152
生物质发电 (万 kW)	200	550	3000	70	245	187	93
光电 (万 kW)	7	30	180	5	15	12	165
太阳热水器 (亿 m ²)	0.8	1.5	3.0	0.14	0.15	0.15	18
沼气 (亿 m ³)	80	160	240	16	8	11	13
燃料乙醇 (万吨)	102	200	1000	20	80	60	59
生物柴油 (万吨)	5	20	200	3	18	13	260

五、总体结论

5.1 我国农村能源消费的总体特征

1) 中国农村地区的能源消费总量在不断增长，生活用能消费约占消费总量的 55% 左右。

根据农业部的统计，2005 年消费总量为 8.74 亿吨标煤，与 2000 年相比，年增长率为 5.4%。2006 年中国农村地区能源消费总量为 9.17 亿吨标煤，比 2005 年增长 4.9%，其中生活用能 5.02 亿吨标煤，生产用能 4.15 亿吨标煤。

根据农业部的统计，2007 年中国农村地区能源消费总量为 9.03 亿吨标煤，其中生活用能为 4.83 亿吨，生产用能为 4.20 亿吨标煤。

2) 商品能源在农村能源消费的比重在不断提高，2007 年商品能源占消费总量的比例为 67%，煤炭为主要的消费品种。农村商品能源消费约占全国商品能源消费总量的 30%。

3) 秸秆和薪柴等传统生物质能仍然是农村生活能源消费中的主要来源。2007 年，在农村生活用能消费中，秸秆和薪柴二者之和所占比例为 52%，煤炭占 34%，电力占 6.4%，沼气和太阳能热水二者之和所占比例为 2.7%。

4) 农村生活用能消费的能源品种结构因地理区域和经济发展程度不同而存在较大差异。在经济较发达的地区，生活用能消费中清洁能源品种（如电力、液化石油气等）所占比例较高。

5) 2005 年农村地区人均能源消费总量为 0.96 吨标煤，其中生活用能消费为 0.54 吨标煤。2007 年农村地区人均能源消费约 1.0 吨标准煤，其中生活用能消费 0.54 吨标煤。

5.2 我国农村可再生能源开发初具规模

1) 近年来，农村沼气建设受到中央政府的高度重视，将其列入国债项目给予重点支持。2006 年底，全国农村户用沼气总数已达到 2200 万户，占全国总农户的 9% 左右，年产沼气约 85 亿立方米，7500 万农民直接受益。

2) 我国有着十分丰富的太阳能资源。太阳热水器的生产和使用自 20 世纪 90 年代后期迅速发展，2006 年，全国太阳能热水器生产能力达到 1800 万平方米，累计使用量达到 9000 万平方米。目前，太阳能热水器技术的推广应用在中国已

经完全商业化,生产能力和使用面积居世界第一。太阳能热水器已进入农村家庭,2006 年农村地区使用面积约 4000 万平方米,受益人口超过 1.2 亿人。

3) 目前,全国约有 20 万台小型风力发电机用于边远地区居民用电,总容量约 2.5 万千瓦。到 2006 年底,全国已建成约 80 个风电场,装机总容量达到 260 万千瓦。按照全国平均 2000 小时的风电等效满负荷运转计算,2006 年风电上网电量约为 25 亿千瓦时。

4) 到 2005 年底,全国农村水电装机达到 4380 万千瓦,年发电量 1380 亿千瓦时,占全国水电发电量的 34.9%。

5) 2006 年底,全国生物质发电累计装机容量 220 万 kW,其中蔗渣热电联产 170 万 kW;农林废弃物、农业沼气、垃圾直燃和填埋气发电 50 万 kW。

5.3 农村可再生能源开发利用的资源潜力

1) 我国农村可再生能源资源的分布呈现出明显的地理差异,不同种类的能源资源具有一定的互补性。

生物质资源、水电资源较丰富的地区主要是在西南、东部及东北等东部地区,而太阳能、风能资源较丰富的地区则主要分布在西北、西藏和内蒙等西部地区。

2) 我国农村可再生能源资源开发利用潜力巨大

- 全国规模化畜禽养殖每年产生的粪便资源量约 11.2 亿吨,其沼气生产潜力约 200 亿立方米;分散性的畜禽养殖农户中适宜发展沼气的约为 1.48 亿户,其沼气生产潜力超过 500 亿立方米。目前已开发利用的仅十分之一,发展潜力巨大。
- 我国大部分地区的太阳能资源都具有可开发利用的价值,即使是资源最弱的四川盆地和东南沿海也具有较好的利用价值。目前太阳能热水器在农村的普及率约为 15%,推广利用前景广阔。
- 全国陆地上可开发利用的风能约 2.53 亿千瓦,海上可开发利用的风能约 7.5 亿千瓦,共计约 10 亿千瓦。目前开发利用的仅有 300 万千瓦,仅为可开发总量的 3%,风力发电具有良好的发展潜力。
- 我国的小水电资源技术可开发量达到 1.28 亿 kW,年发电量为 4500 亿 kWh。目前许多地区小水电资源的开发率小于 50%,农村小水电

的开发利用仍具有一定的发展前景。

- 我国农作物秸秆年产出量约 6 亿吨，可作为能源资源使用的约 3 亿吨。目前全国每年约有一亿多吨秸秆被焚烧和浪费，如何充分利用这些资源是今后农村可再生能源开发的重要课题。

5.4 农村可再生能源利用已进入新的发展阶段

- 1) 经过近三十年的发展，我国农村可再生能源开发利用技术及趋于成熟，部分技术和产品已实现商业化，具有了一定的行业发展能力。
- 2) 随着我国经济的迅速发展和能源、环境问题的日益突出，农村可再生能源的开发利用已经成为农村经济综合发展的重要内容。
- 3) 《可再生能源法》的颁布实施，为农村可再生能源的发展提供了强有力的法律支持，翻开了可再生能源发展的新的一页。
- 4) 农村可再生能源的发展仍然存在许多问题，其中包括技术水平、政策措施、人员能力和管理服务等多个方面，需要有关部门认真加以研究和解决。

主要参考文献

1. 国家电力监管委员会《电力监管年度报告（2006）》
2. 《中国农村能源统计年鉴 1997》，中国农业出版社，1998
3. 农业部科技教育司《2000 年全国农村可再生能源统计资料》
4. 农业部科技教育司《2005 年全国农村可再生能源统计资料》
5. 《中国生物质能源资源获得性评价》，中国环境科学出版社，1998
6. 国家统计局《中国统计年鉴-2006》，
7. 国家统计局《中国统计年鉴-2001》
8. 国家统计局《中国环境统计-2005》
9. 《中国畜牧业年鉴 2005》，中国农业出版社，2005
10. 中国农村能源行业协会《中国农村能源年度发展报告 2006》
11. 《农村能源概论》，中国农业出版社，2003
12. 农业部《全国农村沼气工程建设规划（2006-2010 年）》
13. 国家发展改革委员会《能源发展“十一五”规划》
14. 李俊峰等，“我国可再生能源技术的现状与发展”《中国电力》2006.10
15. 国家发改委《“十一五”全国水电农村电气化规划》2006.10
16. 国家发改委《可再生能源中长期发展规划》2007.9