

## 我国农村地区能源形势分析\*

邓可蕴, 贺亮

(农业部原环保能源司, 北京 100026)

**[摘要]** 中国农村地区能源消费关系到农村经济、农村居民生活 and 环境质量。文章着重分析了农村地区能源消费形势: 1995年农村能源消费总量达690 Mt标准煤, 其中乡镇企业消费325 Mt标准煤; 农村人均商品能源消费仍然很低, 仅为全国平均水平的二分之一; 通过农村能源建设, 现已开发利用可再生能源(折合标准煤)近30 Mt; 随着农民生活水平的提高, 优质能源需求也随之增加。文章客观分析了存在的能源、经济和环境等问题, 为进一步探讨农村能源发展战略奠定了基础。

**[关键词]** 农村能源建设; 消费; 形势

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, 农村居民生活用能的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320 Mt标煤, 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, 有其特殊性, 必须研究制订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。

### 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。

#### 1.1 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5000万亩( $333 \times 10^4 \text{hm}^2$ )增至9000万亩( $798 \times 10^4 \text{hm}^2$ ), 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(每年缺3~6个月的用量)的人口已由1979年的4.2亿下降为0.7亿, 薪材的过耗量已由90 Mt降为30 Mt, 秸秆做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)。

[收稿日期] 2000-04-12; 修回日期 2000-05-17

[作者简介] 邓可蕴(1935-), 女, 北京市人, 农业部原环保能源司高级工程师

\* 中国工程院《能源》项目组《中国农村地区能源》专题组研究报告, 专题组负责人邓可蕴, 参加人贺亮、王革华、李京京、张鲁江、戴林、刘鸿鹏, 执笔人邓可蕴、贺亮

## 1.2 乡镇煤矿生产<sup>①</sup>

乡镇煤矿是农村经济改革与我国国情相结合的产物，广泛分布的煤炭资源吸引了农村大量剩余劳动力。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645 Mt（全国工业普查数），比1980年增长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）作出了重大贡献。

## 1.3 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1500 kg；农副产品加工采用电动机器，1 kW电力可替代5个劳动力。1979年，农村电气化程度十分低下，农村总用电量仅74 TWh，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<sup>①</sup>（小于25 MW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均达到200 kWh）。目前农村已初步形成以大电网为主，辅以小型农村站的电力系统。1995年农村总用电量达272.4 TWh，其中生活用电83 TWh。全国共有6000多座小水电站，农村水电装机容量 $1900 \times 10^4$  kW，发电量 $640 \times 10^8$  kWh，相当于农村总用电量的1/4，全国已有793个县（占全国1/3的县）约3亿人口主要靠农村水电供电。小水电的发展对贫困山区作用更大，解决了缺电、缺水的长期困扰，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<sup>②</sup>（小于10 kW）有6万多座，现已有装机 $19 \times 10^4$  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 $2 \times 10^8$  kWh，户均供电300 kWh。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（100 W~5 kW），总容量19 MW，发电38 GWh。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。

## 1.4 沼气技术<sup>②</sup>

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——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 $66 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>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，生产、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 $21 \times 10^8$  m<sup>3</sup>的沼气，折1.5 Mt标准煤。

## 1.5 太阳能<sup>②</sup>

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；太阳能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 $430 \times 10^4$  m<sup>2</sup>，每m<sup>2</sup>可替代120 kg标准煤的能量；简易太阳房住宅、中小学太阳能校舍等已有270万m<sup>2</sup>，一个采暖期每平米可替代25 kg标准煤；独立的户用光伏发电系统，在牧区和边远山区已使用 $26.4 \times 10^4$  W（峰瓦），提供了照明和电视或收音机用电。

## 1.6 风力发电和提水<sup>②</sup>

牧区、沿海和农村现有百瓦级小型风力发电机14万台（ $1.9 \times 10^4$  kW），年发电量 $0.38 \times 10^8$  kWh；大型风场14个，装机 $4 \times 10^4$  kW；沿海有1100台风力提水机工作，排灌面积1500 hm<sup>2</sup>。

## 1.7 地热利用<sup>②</sup>

农业、养殖业利用中低温地热资源，已达4000 hm<sup>2</sup>。地热利用总供能量4 Mt标准煤（包括发电）。见表（1）。

① 王庆一，朱俊生，等．中国能源年评（1995）．1996

② 农业部环保能源司．全国农村能源统计资料，1989~1996

表1 1995年中国可再生能源开发情况<sup>1),①,②</sup>

Table 1 Development of renewable energy in China in 1995

能源种类	已开发数量	折标煤系数 <sup>4)</sup>	折标准煤/10 <sup>4</sup> t
农村水电 <sup>2)</sup> 装机/10 <sup>4</sup> kW	1900		
发电/10 <sup>8</sup> kWh	640	0.380	2432
微水电 装机/10 <sup>4</sup> kW	15.4		
发电/10 <sup>8</sup> kWh	2.1	0.380	79.8
沼气 <sup>3)</sup> /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	21	0.714	150
太阳能热水器/10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	430	120	51.6
简易太阳房/10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	270	25	6.75
小型风力发电装机/10 <sup>4</sup> kW	1.9		
发电/10 <sup>8</sup> kWh	0.38	0.380	1.52
大型风场风电装机/10 <sup>4</sup> kW	1.34		
发电/10 <sup>8</sup> kWh	0.4	0.380	1.52
地热农业利用/hm <sup>2</sup>	4000	210	85
合计			2808

1) 未计薪炭林提供的折合标准煤  $1.2 \times 10^8$  t 的薪材和  $7320 \times 10^4$  t 的秸秆

2) 指县及县以下装机容量在  $2.5 \times 10^4$  kW 以下的水力资源

3) 为  $15 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 户用池,  $4.2 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 大型沼气工程及  $2.1 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 污水净化池之和

4) 电能、太阳能及地热能折标煤系数分别为每 kWh 折标煤 kg 数、每 m<sup>2</sup> 太阳能折标煤 kg 数及每 hm<sup>2</sup> 地热折标煤 t 数

表2 1995年农村地区能源消费结构<sup>①,②</sup>

Table 2 Structure of renewable energy consumed in rural area in 1995

能源种类	数量		折标煤量		占总 量/%	
	生产用	生活用	系数 <sup>1)</sup>	生产用 生活用		
煤炭/10 <sup>4</sup> t	32800	12500	0.7	22970	8750	47.7
焦炭/10 <sup>4</sup> t	1280	-	1.0	1280		
电力/10 <sup>8</sup> kWh	1900	824	0.38	7220	3130	15
石油制品						
柴油/10 <sup>4</sup> t	2043		1.4	2861	256	7.9
汽煤油/10 <sup>4</sup> t	1680	182	1.4	2352		
薪材/10 <sup>4</sup> t	2100	19000	0.58	1200	11400	18.5
秸秆/10 <sup>4</sup> t		16000	0.48		7320	10.5
其它					260	0.4
合计/10 <sup>4</sup> t					69000	100

1) 折合系数电力为每 kWh 折标煤 kg 数,其余均为每 t 实物折标煤 t 数

## 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690 Mt 标准煤,其中煤、油、电等商品能源488 Mt 标准煤,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%,见表2、3、4、5。

表3 1992-1994年农村能源消费增长趋势<sup>②</sup>(折合标准煤)

Table 3 Increasing trend of energy consumption in rural area from 1992 to 1995

能源种类	1992	1995	平均年增长/%
煤	23835	33000	11.4
电	6750	10350	15.3
油	3239	5469	19
生物质	24560	19920	-7
总量	58400	69054	5.7

表4 1979年和1995年农、林、牧、渔业生产用能比较<sup>[1,5]</sup>(折合标准煤)

Table 4 Comparison of energy consumption between 1979 and 1995 in agriculture, forestry, animal husbandry and fishery

能源种类	1979	1995	年均增长/%
煤		1100	
电	689	1662	7.3
油	1276	2064	4.6
总量	1965	5366	5.3

① 王庆一,朱俊生,等.中国能源年评(1995).1996

② 农业部环保能源司.全国农村能源统计资料,1989-1996

表5 1979年和1995年农村地区用能情况变化<sup>[1,5]</sup>(折合标准煤)

Table 5 Fluctuation of energy consumption in rural area from 1979 to 1995

能源种类	1979	1995
煤/10 <sup>4</sup> t	6000	33000
油:柴油/10 <sup>4</sup> t	1162	2861
汽油/10 <sup>4</sup> t	113	2352
煤油/10 <sup>4</sup> t	151	182
电/10 <sup>4</sup> t	3120	10350
薪柴/10 <sup>4</sup> t	10370	12600
秸秆/10 <sup>4</sup> t	11800	7320
沼气、太阳能等/10 <sup>4</sup> t		260
畜粪/10 <sup>4</sup> t	876	
农用机械保有量/10 <sup>4</sup> kW	14250	35826
无电人口/人	4.5×10 <sup>8</sup>	0.7×10 <sup>8</sup>
严重缺柴人口 <sup>1)</sup> /人	4.2×10 <sup>8</sup>	0.7×10 <sup>8</sup>

1) 每年缺3~6个月薪柴的为严重缺柴人口,1979年占农村总人口的47.7%,1995年占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0.56 t标准煤,远低于全国人均1.09 t标准煤,不足世界人均水平2.06 t的27%。

西部地区人均商品能源消费水平更低,只有0.45 t标准煤。能源消费量增长以煤为主,煤耗量1995年为1992年的133%,电和油品分别为167%和120%;东部地区1995年人均消费商品能源0.699 t标准煤,电力和油品增长迅速,1995年分别为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163 kWh,而西部农村居民只有38 kWh,甚至至今还有16个县7000万人口没有用上电。

表6 1992年和1996年西部、东部农村地区能源消费结构<sup>②[4]</sup>(折合标准煤)

Table 6 Structure of energy consumption in rural area of the Eastern China and the Western China in 1992 and 1995

	西部 <sup>1)</sup>				东部 <sup>2)</sup>			
	1992		1995		1992		1995	
	生活用	生产用	生活用	生产用	生活用	生产用	生活用	生产用
商品能源消费总量/10 <sup>4</sup> t	5107	2458	6698	2621	13013	1600	16856	4746
其中:煤、焦炭/10 <sup>4</sup> t	3978	2374	5304	2230	9344	1487	9004	2644
电力/10 <sup>4</sup> t	666	14	828	312	2431	65	6233	2037
油品/10 <sup>4</sup> t	463	31	567	79	1238	48	1620	65
生物质能/10 <sup>4</sup> t	4787		4357		7861		8615	
省柴节煤灶/10 <sup>4</sup> t	2867		3438		6715		5776	
占总农户/%	62		75		93		84	
使用优质燃料农户/10 <sup>4</sup>	108		484		1320		2800	

1) 包括云、贵、川、陕、甘、宁,农村总人口2.063×10<sup>8</sup>人

2) 包括京、津、沪、辽、冀、鲁、苏、浙、闽、粤,农村总人口3.09×10<sup>8</sup>人

## 4 能源需求迫切

### 4.1 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2203万个,实现增加值14595亿元,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

② 农业部环保能源司. 全国农村能源统计资料, 1989~1996

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。已经成为我国农村经济的坚实支柱和国民经济重要力量的乡镇企业, 其能源消费的总量不断上升, 1995 年已达 325 Mt 标煤之巨, 占农村地区商品能源消费量的 65%, 见表 7。

表 7 1995 年乡镇工业能耗结构<sup>[1]</sup>

Table 7 Structure of energy consumption of township enterprises in 1995

能源种类	数量 (折合标准煤) /10 <sup>4</sup> t
煤炭	21870
焦炭	1280
油品	2609
电力	5558
薪柴	1200
合计	32517

#### 4.2 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 100 Mt 标煤的商品能源, 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 120 Mt 标准煤的商品能源。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是咄咄逼人, 见表 8。家用电器四大件 (黑白电视机、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十个省市即京、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 个省市超过 2 400 元。这十个省市已经有 2 890 万户农民使用高品位生活能源, 人均生活用电已达 163 kWh, 富裕起来的农民必然要向城市居民的用能方式看齐, 追求快捷和清洁的消费方式。

### 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, 农机效率普遍较低而能耗较高。

表 8 1989-1995 年农村地区各类优质能源用户增长情况<sup>②</sup>

Table 8 Increasing trend of different high quality energies users in rural areas during 1989 to 1995

能源种类	1989	1992	1993	1994	1995	万户
						年增长/%
电炊	380	1016	1322	1613	1987	31
液化气	340	1007	1354	1674	2035	34
天然气	4	38	50	57	64	58
煤气	24	58	118	147	174	39
沼气	475	505	533	543	570	3
太阳能/10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>		156	230	290	430	40
平均/%						34

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机械动力, 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, 厨房灶具家俱化, 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 200 Mt 左右标准煤 (折 3 亿多吨实物量), 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<sup>[2]</sup>

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 0.08 hm<sup>2</sup> (1.2 亩), 不足世界平均水平的 1/3; 农业每年缺水达 5 000 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup> (1996 年北京市节水型农业试点, 吨水产粮 2.88 kg; 全市平均吨水产粮为 0.8 kg), 受旱面积 2 000 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>, 缺饮用水的农村人口 8 000 万;

② 农业部环保能源司. 全国农村能源统计资料, 1989~1996

农村优质能源短缺问题日益突出，按吨粮能耗0.3 t标准煤，吨肉能耗0.5 t标准煤计，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30 Mt标准煤。

二是污染严重。来自城市工业和乡镇企业的“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，水污染程度已超过人类饮用、作物生长和渔、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 $367 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，而50年代只有 $150 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。八十年代与五十年代相比，我国平均每年受灾面积增加68%，成灾面积增加91%。

四是落后的生产工艺和设备在乡镇企业中仍相当普遍（见表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，加速了农村就地城市化进程，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情况<sup>1)[1]</sup>

Table 9 Energy consumption and pollutants discharged by main village and town industries in 1994

行业	能耗(折标煤)/ $10^4 \text{ t}$	废气排放量/ $10^4 \text{ t}$			废水排放量/ $10^4 \text{ t}$
		烟尘	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	
砖瓦	6276	604	177	2888	-
陶瓷	847	120	29.5	480	-
炼焦	7500	7.5	22.4	3510	-
水泥	2501	1187	8.26	925	-
铸造	305	4.5	0.99	146	-
石灰	3868	68.6	6.9	1847	-
硫磺	32	-	7	-	-
铁合金	420	18.7	0.01	-	-
炼铁	1870	188	15.2	599	-
制革	-	-	-	-	27200
造纸	1271	-	-	-	330000
啤酒	36	-	-	-	3600
淀粉	18	-	-	-	750

1) 1995年全国乡镇企业排放工业废水 $47 \times 10^8 \text{ t}$ ，废气 $2.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，分别较“七五”末增加96%和106%

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国农业部编. 中国农业统计资料[M]. 北京: 农业出版社, 1991~1995年
- [2] 中国21世纪议程[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994年
- [3] 李荧主编. 农村电气化规划指南[M]. 北京: 水利电力出版社, 1994年
- [4] 邓可蕴. 中国农村能源建设的必由之路——以县为单元的农村能源综合建设的发展[J]. 农业工程学报, 1991年第3期
- [5] 邓可蕴、吴昌伦、杨跃先执笔. 关于我国农村能源政策问题的研究报告[A], 见全国农村能源文集[C], 中国能源研究会、中国农业工程学会, 1983年

## An Analysis of Energy condition in rural area of China

Deng Keyun, He Liang

(Department of Environmental Protection and Energy, Ministry of Agriculture, Beijing 100026, China)

[Abstract] The energy consumption in rural area of China is related to the activities of agricultural economy, living standard and environmental quality. The paper analyses mainly the energy consumption conditions in the rural area. The total energy consumption (converted to coal equivalent, the same below) in rural area reached to 690 Mt in 1995, including 325 Mt consumed by township enterprises. But the annual per capita commodity energy consumption was only 0.56 t, far below the national average. The energy consumption of township enterprises increased rapidly in the past 17 years and reached 325 Mt in 1995, which was 65% of the total commodity energy consumed in rural area.

By the efforts of rural energy development, about 30 Mt is obtained from renewable energy utilization of

small scale hydropower, biogas, solar and wind energy etc.. The rural energy development increased effectively the energy supply to rural area, improved the structure of rural energy consumption, and promoted the rural social economy development. The population of lack firewood was reduced from 420 millions in 1979 to 70 millions in 1995. Along with raising of living level in rural area, the demand of high quality fuel increases year by year. There were 48 million of households used different high quality energies such as gases and LPG etc. in 1995. This paper analyses objectively the existing problems related to energy, social and environment, etc.. It is the foundation of further discussion on the stratagem of rural energy development.

[Key words] rural energy development; consumption, condition

(上接第 51 页)

参考文献

### 3 结论

元阳金精矿矿浆电解矿粒的阳极氧化对铅浸出率, 约占铅总浸出率的 10%~15%; 铅浸出主要靠铅矿物的化学溶解。

矿浆电解比单纯的化学溶解或化学溶解加化学氧化能达到更高的浸出率, 主要是靠矿浆液中 Fe(II) 在阳极上氧化成 Fe(III), 使矿浆保持较高的电位, 使化学溶解产生的 H<sub>2</sub>S 迅速氧化成元素硫, 大大降低了矿浆液中 H<sub>2</sub>S 的浓度, 从而使 PbS 的溶解度大为提高, 溶解速率加快。

浸出过程产生的元素硫主要应以单体的元素硫颗粒分布在浸出渣中。

- [1] Spencer P A, Harris B. 5th Australian Electrochemistry Conference [C], Univ of N S W, 1980
- [2] Fernandez P G. J of Applied Electrochem, 1996, 26 (6): 575~583
- [3] 曾振欧, 邹国强. 第一届冶金物理化学年会论文集 [C]. 1986
- [4] 邱定蕃. 有色金属 (冶炼部分), 1996 (5): 1
- [5] 王成彦, 邱定蕃. 有色金属, 1995, 47 (2): 54
- [6] 张英杰, 杨显万. 有色金属 (季刊) 1998, 50 (3): 71~75
- [7] 张英杰, 杨显万. 有色金属 (季刊) 1999, 51 (2): 32~34
- [8] Kim S H, Henein H. Met Trans, 1986, (17B): 415

## Leaching Mechanism of Slurry Electrolysis

Yang Xianwan<sup>1</sup>, Zhang Yingjie<sup>1</sup>, Deng Lunhao<sup>1</sup>, Qiu Dingfan<sup>2</sup>

(1. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093;

2. BGRIM, Beijing 100044, China)

[Abstract] Leaching mechanism of refractory gold concentrate in slurry electrolysis process has been studied. Lead can be leached out through chemical dissolution, chemical oxidation and anodic oxidation. It has been proved that the main way of lead leaching is chemical dissolution and chemical oxidation of gold concentrate is little.

[Key words] slurry electrolysis; leaching; mechanism

\* \* \* \* \*

热烈祝贺中国工程院第五次院士大会圆满成功!

《中国工程科学》编辑部