

中国新能源资源潜力及前景展望

李景明¹ 王红岩^{1,2} 赵群¹

(1. 中国石油勘探开发研究院廊坊分院 2. 北京大学工学院)

李景明等. 中国新能源资源潜力及前景展望. 天然气工业, 2008, 28(1): 149-153.

摘 要 随着中国经济的快速发展,国内常规油气的开发已不能满足经济发展的需要。预计到 2020 年,中国石油缺口约 $2.8 \times 10^8 \text{ t}$,天然气缺口 $800 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。世界各国都很重视新能源的开发和利用,煤层气、油砂、油页岩、地热、燃料乙醇和生物柴油等已经在部分国家实现了有效开发。中国新能源资源丰富,发展新能源对中国具有重要的战略意义。为此,分析了中国煤层气、油砂、油页岩等非常规油气资源及地热、太阳能等可再生能源的资源基础和进展;目前,中国石油已经在煤层气、燃料乙醇、地热、油砂和油页岩等新能源方面积极开展工作,为下一步新能源业务加快发展奠定了良好的基础;分析认为:中国新能源要实现真正意义上的替代作用道路还很漫长,提出了“建立新理论找到新资源”、“应用新技术取得新突破”等新能源发展建议。

关键词 中国 全世界 新能源 非常规油气资源 可再生能源 现状 前景

随着中国经济的快速增长,对能源的需求量越来越大,常规油气已不能满足国民经济发展的需要。据专家预计,2010 年和 2020 年我国石油对外依存度分别为 47% 和 60%。据中国工程院完成的《中国可持续发展油气资源战略》对中国油气供需态势的基本估计:2020 年中国将消费石油 $(4 \sim 5) \times 10^8 \text{ t}$,中值为 $4.5 \times 10^8 \text{ t}$,中国 2020 年年产石油约 $1.8 \times 10^8 \text{ t}$,供求矛盾长期存在;2020 年中国将消费天然气 $2000 \times 10^8 \text{ m}^3$,而中国 2020 年年产天然气约 $1200 \times 10^8 \text{ m}^3$,需进口 $800 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。中国迫切需要新的能源来满足国内日益增长的能源需求。新能源包括不可再生能源中的煤层气(瓦斯)、油砂矿、油页岩、可燃冰、页岩气天然气水合物等和可再生能源中的地热、生物燃料、太阳能、风能等。中国新能源资源十分丰富,发展新能源对国家能源安全、环境改善、煤炭安全生产、三农问题等具有重要的战略意义。

一、国际新能源发展现状

世界各国重视新能源业务的发展,一些发达国家新能源的发展走在了世界的前列,取得了重要的成果,国际大油公司的介入对新能源的发展起到了积极的促进作用,部分新能源已经进入了大规模商业开发阶段。

1. 国际新能源业务发展迅速

(1) 煤层气资源丰富,产量快速增长

全世界煤层气总资源量 $(100 \sim 260) \times 10^{12} \text{ m}^3$,约为常规天然气资源量的 50%;其中俄、加、中、美、澳 5 国合计拥有煤层气资源量 $(90 \sim 250) \times 10^{12} \text{ m}^3$,占全世界的 90%。目前美国、加拿大、澳大利亚 3 国已形成工业化规模生产^[1,2],2006 年产量分别达到了 $540 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、 $60 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和 $18 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

(2) 全世界油页岩资源丰富,储量巨大

全世界油页岩资源十分丰富,据不完全统计其蕴藏资源量约有 $10 \times 10^{12} \text{ t}$ 。页岩油是油页岩中赋存的石油资源,世界页岩油资源量 $4110 \times 10^8 \text{ t}$,其中美国、俄罗斯、巴西三国占 86%;美国占 69%^[3,4]。油页岩开发利用速度加快,形式多样。世界上油页岩 69% 用于发电(含供热),25% 用于提取页岩油,6% 用于化工和其他用途。2000 年世界页岩油产量为 $50 \times 10^4 \text{ t}$,2006 年世界产能已超过 $100 \times 10^4 \text{ t}$,主要集中于巴西、爱沙尼亚、中国和澳大利亚等国。2006 年世界油页岩作燃料发电的装机容量达 $302 \times 10^4 \text{ kW}$,爱沙尼亚为 $296 \times 10^4 \text{ kW}$ 。

(3) 油砂在世界能源结构中扮演着重要的角色

世界油砂资源量巨大,可采资源量约为 $1035.1 \times 10^8 \text{ t}$,占世界石油资源可采总量的 32%,资源丰富

作者简介:李景明,1956 年生,教授级高级工程师;1978 年毕业于原成都地质学院(现成都理工大学)石油系石油地质专业,长期从事天然气地质综合研究和天然气发展战略研究工作。地址:(065007)河北省廊坊市 44 号信箱。电话:(010) 69213418。E-mail:lijim@petrochina.com.cn

的国家有加拿大、前苏联、委内瑞拉、尼日利亚和美国。其中加拿大油砂资源最为丰富,由于油砂资源的加入使其石油储量由 50×10^8 桶增至 1800×10^8 桶,成为全球第二大储油国^[5]。加拿大是目前世界上惟一实现油砂商业开采的国家,2002 年从油砂矿中采油 4800×10^4 t,产量占 Alberta 总供给的 48%,2005 年采油 6170×10^4 t,2006 年为 7280×10^4 t。

(4) 地热得到广泛应用

地热是一种清洁的可再生资源,广泛用于供暖、洗浴、养殖、种植和发电。到 2005 年,世界地热直接利用设备容量为 2.8×10^{10} W,总产量 7.42×10^{13} W·h;地热发电总装机容量 8.9×10^9 W,发电量 5.68×10^{13} W·h(见表 1)^[6]。

表 1 2005 年世界地热利用统计表

地区	地热发电		直接利用	
	装机容量 (MW)	总产量 (GW/a)	设备容量 (MW)	总产量 (GW/a)
欧洲	1103	7028	12418	37197
美洲	3911	26717	8989	12119
亚洲	3311	19174	5811	21362
非洲	134	1088	190	763
大洋洲	441	2792	418	2793
总计	8900	56799	27826	74234

注:据中国地质调查局。

(5) 燃料乙醇已具规模

2005 年全球燃料乙醇生产能力已达 2950×10^4 t,预计 2010 年将达到 5000×10^4 t^[7]。巴西是最大的燃料乙醇生产国,2005 年产量 1350×10^4 t,占国内汽油消费量的比例高达 40%,是惟一不使用纯汽油的国家;美国是燃料乙醇产业发展最迅速的国家,产量由 2000 年的 490×10^4 t 上升到 2005 年的 1270×10^4 t,并在 41 个州推广乙醇汽油,现有生产厂 113 家,另有 84 家在建或扩建;印度燃料乙醇发展也十分迅速,生产能力在 2 a 内已达到 80×10^4 t,2006 年在全国强制性使用 E5 乙醇汽油(含乙醇 5%)。

(6) 生物柴油快速发展

世界生物柴油产量 2005 年达 400×10^4 t,比上年增长 53.8%,欧盟是世界生物柴油主要生产区,2005 年产量 320×10^4 t,其中德国 160×10^4 t^[8]。

2. 国外新能源业务发展的启示

随着油气价格的上涨,各国更加重视新能源业务的发展,国际大石油公司对新能源业务的投入不断加大,积极研发新技术提高经济效益。煤层气、油

砂在美、加、澳等国家快速发展,主要得益于国家产业政策的支持、技术的不断进步以及市场需求的快速增长;各国政府根据自身资源特点发展生物能源,因地制宜地选择原料路线,并制定了税收优惠政策,发展生物能源成为世界各国的共识;地热资源利用日益广泛,主要得益于地热利用技术突破带来的规模应用和效益。

二、中国新能源的资源基础及进展

中国具备新能源开发的资源基础和技术储备,在国家能源宏观政策指导下,充分发挥资源、技术和资金优势,积极推进非常规油气资源规模开发,稳步发展可再生能源,新能源的规模开发为保障国家能源安全和构建社会主义和谐社会作出更大的贡献。

1. 非常规油气资源

(1) 煤层气资源丰富,发展较快

全国煤层气资源量 36.8×10^{12} m³ (2000 m 以浅),位居世界第三,相当于常规天然气资源量的 66%。中国石油、中联公司、晋煤集团及国外公司在沁水盆地南部开始进行商业开发。煤层气开采分地面开采和井下抽采两种方式,2006 年已钻各类井 1368 口,其中 2006 年新钻井 770 口,地面开采近 2×10^8 m³,以管汇车运输销售为主;井下抽采接近 20×10^8 m³,大部分放空,少量民用和坑口发电。

国家出台政策,鼓励煤层气开发利用。国土资源部等 5 部委下发《矿产资源储量评审办法》,将煤层气列为国家一级管理的矿种;煤层气已列入《当前国家重点鼓励发展的产业、产品和技术目录》;国务院发布加快煤层气利用意见,对煤层气抽采利用实行税收优惠,2020 年前可减免探矿权和采矿权使用费,项目建设用地予以优先安排;国家发改委 2006 年颁布《全国煤层气(煤矿瓦斯)开发利用“十一五”规划》,计划 2010 年全国煤层气产量 100×10^8 m³,其中地面开采 50×10^8 m³。

(2) 油砂勘探积极开展,工艺研究取得成效

我国油砂资源丰富,资源量为 59.7×10^8 t,主要分布在西部和东部盆地,重点分布在准噶尔、柴达木、松辽、鄂尔多斯、塔里木、四川等大盆地中。11 个主要盆地占全国地质资源量的 97.6%,可采资源量的 97.5%。中国石油已经在准噶尔、四川和二连等盆地开展了大量的油砂资源勘探工作,获得大量高品质油砂资源。

中国石油通过室内分析研究和现场放大试验研究,将油砂分为水湿性油砂和干燥油砂,并针对不同

地区、不同性质油砂矿,优选了分离方法,摸索出了适合我国油砂特点的有效分离方法——干馏法、水洗法(见表 2)。

表 2 不同地区油砂分离试验成功表

不同地区油砂	油砂性质	水洗效率	适用分离工艺
内蒙图牧吉油砂	水湿性油砂	高	热化学水洗
新疆红山嘴油砂	干燥细油砂	低	干馏法
新疆乌尔禾油砂	干燥细油砂	低	干馏法
新疆黑油山油砂	干燥粗油砂	低	干馏法
新疆白碱滩油砂	干燥精细砂	低	干馏法
黑油山地下油砂	湿、粗油砂	高	热化学水洗

(3) 油页岩储量大,开发利用初具规模

我国油页岩资源丰富,探明资源量 $315 \times 10^8 \text{ t}$, 预测资源量 $4520 \times 10^8 \text{ t}$, 其中所含页岩油资源量 $476 \times 10^8 \text{ t}$, 排第二位(2006 年), 主要集中在东部区、青藏区和中部区, 其中东部区页岩油资源量占全国的 35%。目前,页岩油探明储量 $20 \times 10^8 \text{ t}$, 主要分布在吉林省、广东省、辽宁省。我国页岩油年产量已超过 $30 \times 10^4 \text{ t}$ 。正在进行油页岩开发利用的矿区有辽宁省抚顺、广东省茂名、吉林省桦甸、汪清和甘肃省炭山岭等。辽宁省抚顺矿业集团,年产页岩油近 $30 \times 10^4 \text{ t}$ 。茂名油页岩年发电量 $9000 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

(4) 深盆气和页岩气资源前景广阔

中国有利于形成深盆气的领域广阔,对鄂尔多斯盆地、吐哈盆地等 10 余个具备深盆气形成条件的地域进行估算,远景资源量约为 $(90 \sim 110) \times 10^{12} \text{ m}^3$, 其中鄂尔多斯盆地远景资源量约为 $50 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ^[9]。

我国页岩气资源丰富,据统计我国页岩气的资源量可达到 $100 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 与常规天然气量 2 倍相当。四川、鄂尔多斯、渤海湾和准噶尔等盆地的边缘斜坡部位具有很好的页岩气资源勘探前景^[10]。

(5) 天然气水合物资源潜力大,调查初见成果

我国天然气水合物资源潜力大,前景广阔,其中以南海海域资源潜力最大,11 个天然气水合物远景分布区 BSR 有效分布面积约为 125833 km^2 。南海的调查程度相对较高,发现了天然气水合物存在的地球物理证据和一系列地质、地球化学异常标志,初步圈定了天然气水合物的分布范围及其厚度。2007 年 4~6 月,广州海洋地质调查局在南海北部神狐海域钻遇水天然气合物。

2. 可再生能源

(1) 我国地热资源丰富,利用广泛

据中国地调局统计,2000 m 以浅可采热水量 $68.5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, 折合标煤 $3285 \times 10^4 \text{ t/a}$, 国土资源部正式审批的地热田有 103 个。到 2005 年,直接利用地热 $126 \times 10^{11} \text{ W} \cdot \text{h}$, 设备容量 3687 MW, 分别居世界第一和第三位,主要用于供暖、洗浴、养殖、种植等;地热发电装机容量 32 MW, 最大的地热发电厂西藏羊八井装机容量 25 MW^[6,11]。

(2) 太阳能资源分布广泛,直接利用为主

全国 2/3 地区日照小时数大于 2200 h/a, 理论储量折合标准煤达 $17 \times 10^{11} \text{ t/a}$ 。丰富区位于吐哈、柴达木、二连、银额盆地;较丰富区位于塔里木、准噶尔、鄂尔多斯、松辽及渤海湾盆地^[11]。

根据国家规划,到 2020 年全国太阳能光电系统装机容量达到 1~2 GW, 但一些国内专家对中国太阳能光伏市场的发展有着更为乐观的观点,他们认为仅在 2020 年一年新安装的光电系统容量就将达到 9.8 GW, 累积的装机容量将达到 30 GW; 在太阳能直接利用方面,到 2010 年太阳能热水器装机 $1.5 \times 10^8 \text{ m}^2$, 相当于 $2000 \times 10^4 \text{ t}$ 标煤;到 2020 年太阳能热水器装机 $3 \times 10^8 \text{ m}^2$, 相当于 $4000 \times 10^4 \text{ t}$ 标煤。

(3) 风能发电进入快速发展阶段

我国风能资源丰富,全国可开发利用的风能资源总量为 $10 \times 10^8 \text{ kW}$ 。其中陆地上离地 10 m 高,可开发和利用的风能储量有 $2.53 \times 10^8 \text{ kW}$, 海上 $7.5 \times 10^8 \text{ kW}$ 。东南沿海、山东、辽宁沿海及其岛屿年平均风速达到 6~9 m/s; 内陆地区如内蒙古北部,甘肃、新疆北部以及松花江下游也属于风资源丰富区。截至 2005 年底,国内共有 43 个风电场,累计装机近 1300 台,容量达到 $76.4 \times 10^4 \text{ kW}$ 。2006 年中国累计风电机组 3311 台,装机容量 $259.9 \times 10^4 \text{ kW}$, 风电场 91 个,分布在 16 个省(市、区、特别行政区)。

(4) 燃料乙醇实现商业生产,已在全国推广

目前已建成 4 座燃料乙醇厂(见表 3), 2005 年总能力达 $102 \times 10^4 \text{ t/a}$; 推广使用乙醇汽油,在黑龙

表 3 燃料乙醇厂基本情况表

企 业	所占股份比例	产能 (10^4 t/a)
吉林乙醇	中国石油 55%, 中粮集团 20% 吉粮集团 25%	30
黑龙江华润	中粮集团 100%	10
河南天冠	中国石化 15%, 其余股比复杂	30
安徽丰原	中粮集团 20.74%, 中国石化 20%	32

江、吉林、辽宁、河南、安徽 5 省, 及湖北、山东、河北、江苏 4 省 27 个地市封闭运行; 截至 2006 年底, 中国石油、中国石化两大公司共建成调配中心 147 座(中国石油 88 座), 总投资 12.1×10^8 元, 累计销售乙醇汽油达到 2000×10^4 t 以上。

(5) 生物柴油: 民营企业小规模生产, 大型企业积极发展

目前我国生物柴油发展以民营企业为主, 已经建成了一些小型生产装置, 总产能 11×10^4 t/a, 主要以地沟油、植物油脚为原料。大型企业正积极扩大生物柴油产能建设, 中粮集团“十一五”期间, 规划利用地沟油、菜籽油等建设 10 套生物柴油生产装置, 总产能达 55×10^4 t/a; 中国石化在石家庄炼厂已建成 2×10^3 t/a 中试装置, 规划以黄连木为主要原料建设 5×10^4 t/a 生物柴油生产装置; 中海油在印尼合作建设以棕榈油为原料的生物柴油项目。

三、中国石油新能源业务发展

发展新能源是保障国家能源安全的一项重要战略举措, 也是中国石油公司转变经济增长方式, 实现向综合性国际能源公司发展的需要。近年来, 中国石油在煤层气、燃料乙醇、地热、油砂和油页岩等方面积极开展工作, 为下一步新能源业务加快发展奠定了良好的基础。

1. 煤层气经过多年努力取得突破进展

在全国已登记的矿权区, 中国石油拥有煤层气资源量 14.3×10^{12} m³, 其中埋深 1000 m 以浅为 2.8×10^{12} m³, 分别占全国的 60% 和 38%; 截至 2006 年底, 累计探明储量 352×10^8 m³、控制储量 1254×10^8 m³、预测储量 690×10^8 m³。

沁水煤层气田探明储量 352×10^8 m³, 樊庄开发试验区距离西气东输管线 52 km; 2006 年完成直井 228 口, 压裂 63 口, 投产 60 口; 建成了一座 1.2 MW 煤层气发电站。沁水煤层气田樊平 ±1 多分支水平井钻井成功、排采顺利。2006 年 8 月 10 日开钻, 9 月 9 日完井, 2 个主支, 7 个分支, 总进尺 6084 m, 煤层段进尺 5158.5 m, 煤层钻遇率 93.5%。自 2006 年 9 月 15 日开始排采, 目前液面已降至煤层以上 50 m, 平均日产水 15 m³, 日产气 1×10^4 m³ 以上。与相邻地区水平井排采对比, 该井现处于产气上升阶段。

2. 油页岩资源勘探全面展开

2006 年开展了油页岩资源评价, 钻浅井 60 口, 其中柳树河盆地钻井 32 口, 100 m 以浅油页岩面积 10 km², 探明页岩油储量 296×10^4 t; 巴格毛德地区

钻井 6 口, 控制 200 m 以浅油页岩面积 40 km², 初步控制页岩油储量 1.6×10^8 t。

3. 油砂勘探开发走在国内前列

经初步评价, 准噶尔、塔里木、柴达木及松辽等盆地油砂油资源量为 44.3×10^8 t。中国石油在准噶尔盆地西北缘进行了大量的油砂勘探工作, 获得大量优质油砂资源。2005 年进行了水平式和立式干馏炉提炼工艺试验, 2006 年开展了水洗分离试验, 18 t 油砂可水洗分离 1 t 原油, 为大规模商业开发提供了参考。

4. 地热资源利用优势大, 前景好

中国石油登记探矿权内地热资源丰富, 具有地热开发的资源优势。2005 年总有效井数 164076 口, 报废井 76881 口, 占 32%, 按照 20% 转化为地热井, 预计将有 1.5×10^4 口地热井, 单井日产热水按照 100 m³ 计算, 年产热水 5.4×10^8 m³。利用 5 ℃ 的温差, 每年提取热量 3.2×10^9 kW·h。利用热泵技术, 提供能量 4.26×10^9 kW·h, 相当于 486.5 MW 的加热能力。

5. 燃料乙醇形成规模生产

建成了亚洲规模最大的吉林燃料乙醇厂。2003 年 10 月, 吉林 30×10^4 t/a 燃料乙醇项目建成投产, 投资 20.6 亿元。2006 年, 通过两次改造, 燃料乙醇生产能力已达到 50×10^4 t/a, 现正开展 0.3×10^4 t/a 玉米秸秆生产燃料乙醇试验。2006 年生产燃料乙醇 37×10^4 t, 副产蛋白饲料 31×10^4 t, 玉米油 1.5×10^4 t。

配合国家完成了乙醇汽油推广工作。作为国家推广乙醇汽油工作领导小组副组长单位, 中国石油组织完成了东北三省等推广区的封闭销售。截至 2006 年底, 在推广示范区内共建成乙醇汽油调配中心 88 座, 改造清洗加油站 5777 座, 累计销售乙醇汽油 1100×10^4 t (占全国的 55%)。

6. 生物柴油各项工作已经启动

中国石油十分重视生物柴油的发展, 目前已签署了 4 个战略合作框架协议, 启动了南充炼油化工总厂生物柴油中试基地建设项目和云南 4 个膏桐苗圃基地建设项目。

四、中国新能源发展建议

新能源要实现真正意义上的替代作用道路还很漫长, 需要在资源和生产技术上大力气, 在国家对能源需求日益增大的情况下, 加大新能源发展力度,

是一项政治责任、社会责任和经济责任。

1. 建立新理论找到新资源

随着常规油气勘探开发成本的不断增加,全球将更加重视新能源,对新能源的投入不断加大。随着理论认识的突破,可供开发的新能源矿种越来越多,如生物能、氢能将逐步得到重视。非常规油气资源的查明程度越来越高,页岩气、水合物逐步进行规模开发。新能源的开发由大盆地向小盆地扩展,由浅层逐渐向深层扩展,由易开发资源向难开发资源扩展。

2. 应用新技术取得新突破

非常规油气在我国受构造破坏的影响,存在点多、面广、难度大的特点,其评价方法、开采方式、应用技术等方面,与常规油气存在巨大差异;部分可再生资源能量转化效率低,开发利用难度大,经济效率差,缺乏新思维、新技术。因此部分关键技术需要进行攻关,如煤层气水平井压裂、排采技术,纤维素生产燃料乙醇技术,地热发电技术,油页岩、油砂提炼技术等。生物柴油方面缺少行业标准和规范,对生产和销售具有一定的影响。

3. 改进现有工艺取得新效果

优化技术实用性和经济性是今后新能源发展不可逾越的阶段。目前非常规油气勘探开发的部分技术采用常规油气相应的技术,但由于非常规油气的成藏(矿)机理和赋存状态与常规油气存在着差异性,导致非常规油气的评价结果和开发效果不理想。因此,应加大科技投入力度,针对关键技术进行攻关(包括可再生能源),解决新能源的勘探开发技术瓶颈。

4. 扩大规模获得可观效益

低效、低产、规模小这些特点制约了新能源业务的发展。非常规油气一般是低渗或超低渗油气田,单井产量低,经济效益差。大多可再生能源也面临能量密度低、转化率低等类似的问题。因此新能源的开发利用,在利用新技术、新设备的同时,也要加大投资力度,扩大生产规模,提高总产量,这是新能源发展的必由之路。

五、结 论

(1) 国外一些发达国家新能源的开发利用走在

世界前列,虽然近年来我国新能源产业发展迅速,取得了大量的成果,但是与发达国家相比总体上还存在一定的差距。

(2) 我国非常规油气和可再生能源丰富,通过加大投资,依靠科技,使其得到有效开发,才能满足我国经济发展对能源的需求。

(3) 新能源的开发利用难度大,经济效益偏低,必须创新理论,应用新技术、新设备进行规模生产。

参 考 文 献

- [1] HACQUEBARD P A. Potential coalbed methane resources in Atlantic Canada[J]. International Journal of Coal Geology, 2002(52): 3-28.
- [2] 李旭. 世界煤层气开发利用现状[J]. 煤炭加工与综合利用, 2006(6): 41-46.
- [3] 李建华, 曹祖宾. 世界各国油页岩的组成及综合利用[J]. 辽宁化工, 2007(2): 110-113.
- [4] 钱家麟, 王剑秋, 李术元. 世界油页岩综述[J]. 中国能源, 2006(8): 16-20.
- [5] OOTTRIM C P, EVANS R G. Alberta's oil sands reserves and their evaluation[C]. The oil sands of Canada-Venezuela, The Canadian Institute of Mining and Metallurgy, Canada, 1977.
- [6] 我国地热资源及其开发利用现状[R]. 中国地质调查局水文地质环境地质部, 北京: 2006.
- [7] 燃料乙醇替代汽油发展迅速[J]. 中国建设动态(阳光能源), 2006(2).
- [8] 金荣伟. 展望生物柴油技术的市场前景[J]. 科技经济市场, 2007(4).
- [9] 章柏洋, 朱建芳. 世界非常规天然气资源的利用与进展[J]. 中国石油和化工经济分析, 2006(9): 42-45.
- [10] 张金川, 金之钧, 袁明生. 页岩气成藏机理和分布[J]. 天然气工业, 2004, 24(7): 15-18.
- [11] 罗振涛, 霍志臣. 我国太阳能热利用产业 2006 年发展概况[J]. 太阳能, 2007(2): 12-14.
- [12] 吴明作, 黄黎, 张百良, 等. 国内外木本生物柴油的应用研究现状及我国的研究展望[J]. 西部林业科学, 2007(2): 129-134.
- [13] 石书灿, 林晓英, 李玉魁. 沁水盆地南部煤层气藏特征[J]. 西南石油大学学报, 2007, 29(2): 54-56.

(收稿日期 2007-12-15 编辑 罗冬梅)

edge, not only will it be difficult to confirm the domestic gas consumption index but also the forecast will be inaccessible. Therefore, this study applied the econometrics to analyze on the relevant data collected from city gas users, then built up an econometric analysis model on a relationship between domestic gas consumption index and various influencing factors. With this model, both the status quo and future forecast of city gas users could be well assessed. By use of survey data from city gas users in Shanghai, this model was regressed, verified and dealt with to obtain a typical domestic gas index model on Shanghai city gas users. By this model, the domestic gas consumed in 2006 in Shanghai was calculated out and that in 2010 and in 2015 respectively were also predicted as well, which would provide references for city planners to have city gas engineering design and long-term planning within a certain time in near future in Shanghai.

SUBJECT HEADINGS: city gas, index of domestic gas, demand, index, mathematical model, evaluation, forecast, Shanghai
JIAO Wen-ling (professor), born in 1962, holds a Ph. D degree, being mainly engaged in teaching and research on city gas transportation and distribution.

Add: City Planning and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang Province 150090, P. R. China

Tel: + 86-451-8967 3833 **E-mail:** wljiao@163.com

CLASSIFICATION METHODS ON COST-DRIVEN FACTORS OF OIL AND GAS OPERATING COST

LI Xi-sheng, WANG Ling-bi (China University of Petroleum • Beijing). *NATURAL GAS IND.* v. 28, no. 1, pp. 146-148, 1/25/2008. (ISSN 1000-0976; **In Chinese**)

ABSTRACT: Oil and gas operating cost is the direct embodiment of oil and gas production condition. Traditional operating cost classification is made according to financial cost accounting elements. The disadvantages of this method involves making the managerial authority only cares for cost management after production, not easy to assign costs to various product units correspondingly, and difficult to reflect how the amount of resources used in the production and how distinctive cost liability was at each working procedure. This is unfavorable to resources saving, liability controlling in the whole production process, and the effective establishment of controlling and stimulating mechanism. This paper carried out a study on cost driven factors and applied it to analyze cost composition scientifically, which had a significant meaning for production cost controlling. Cost-driven factors included operating costs by practical tactics and those by speculative strategies. The essence of the former was to find the connection between costs and operations thus to control the costs in the whole process; the latter was to discover substantial and long-term impacts on operation costs in order to provide references for decision-makers in the long term.

SUBJECT HEADINGS: oil, natural gas, production, operation fee, cost accounting, classification, method

LI Xi-sheng (professor), born in 1941, is a doctoral advisor, being mainly engaged in overall studies on oil reservoir engineering theory and project design, oil recovery technology, and petroleum engineering management and development strategies.

Add: CNPC Drilling Engineering & Technology Research Institute, Block M, Jingxin Residential Area, No. 25A, Beiwuchun Rd., Sijiqing Town, Haidian District, Beijing 100097, P.R. China

Tel: + 86-10-8714 2946 **Mobile:** + 86-13552087879 **E-mail:** wlingbi@yahoo.com.cn

POTENTIAL AND PROSPECTS ON NEW ENERGY SOURCES IN CHINA

LI Jing-ming¹; WANG Hong-yan^{1,2}, ZHAO Qu¹ (¹ Langfang Branch of PetroChina Exploration & Development Research Institute; ² Peking University). *NATURAL GAS IND.* v. 28, no. 1, pp. 149-153, 1/25/2008. (ISSN 1000-0976; **In Chinese**)

ABSTRACT: The exploitation of conventional oil and gas can not keep its pace up with the increasingly rapid development of Chinese economy. It was predicted that by the year of 2020, there would be 280 million tons of oil in short, and 80 tcm of gas for lack. Therefore, more and more countries all over the world have discovered and utilized various new energy sources, such as coal-bed methane, oil shale, geothermal power, fuel ethanol, and bio-diesel, and so on. Since there are abundant new energy sources in China, to explore and take use of them by all means will be strategically essential at present. This paper analyzed the advantages and research progress on both unconventional energy sources like CBM, oil-bearing sand, and oil shale, etc. and the

renewable energy sources like geothermal power and solar energy. PetroChina has carried out active studies and development projects on many new energy sources including CBM, fuel ethanol, geothermal power, oil sand, oil shale, and so on, which has paved a way for further recovery and development of more new energy sources in near future. Through analysis this paper pointed out that there would be a long way for new energy sources to be used in place of the conventional energy, and suggested that new theories should be founded to discover more new energy sources, and advanced techniques should be applied to achieve in new breakthroughs.

SUBJECT HEADINGS: new energy sources, coalbed methane, oil-bearing sand, oil shale, geothermal power, fuel ethanol
LI Jing-ming (professor of senior engineer), born in 1956, graduated in petroleum geology from the former Chengdu Geological Institute in 1978. He has long been engaged in overall studies of natural gas geology and development strategy. He is studying for a Ph. D degree at Guangzhou Geochemical Research Institute of Chinese Academy of Sciences.

Add: Langfang Branch of PetroChina Exploration & Development Research Institute, Mail Box 44, Langfang City, Hebei Province 065007, P. R. China

Tel: + 86 10-6921 3418 **E-mail:** lijim@petrochina.com.cn

NEW RESEARCH ADVANCEMENT ON OFFSHORE EXPLORATION FOR NATURAL GAS HYDRATES IN CHINA

ZHANG Shu-lin (CNOOC Research Center). *NATURAL GAS IND.* v. 28, no. 1, pp. 154-158, 1/25/2008. (ISSN 1000-0976; **In Chinese**)

ABSTRACT: China has to face up with the increasingly serious energy crisis and natural gas hydrate will be hopefully the most potential alternative energy source in near future. Since there is rich natural gas hydrate resource in China, seven aspects of achievements have been obtained after 17 years of researches and development on this new energy, especially in May of 2007, the sedimentary samples of natural gas hydrate was acquired at the bottom of Shenhu sea area in South China Sea by Chinese Geological Bureau, which was an important breakthrough in exploration history of natural gas hydrate. However, in this field of study in China there still exists five points of issues as follows: (1) the forecast of natural gas hydrate resource at the sea is exaggerated; (2) studies on hydrate reservoiring dynamics, reservoiring system, and especially the hydrocarbon source are not enough as well; (3) research on physical stratigraphy of hydrate sedimentary reservoir rocks is still blank; (4) the relationships among the BSR in the seismic profile, blind zone of amplitude, and sedimentary reservoir are still unknown; (5) the exploration technical studies are not complete and systematic yet. In the end, this paper pointed out bright future for China to keep on its further exploration and development of natural gas hydrate.

SUBJECT HEADINGS: offshore exploration, resource, natural gas hydrate, strategy, research

ZHANG Shu-lin (senior engineer), born in 1965, holds a Ph. D degree in structural geology. He has long been engaged in production and studies on oil and gas geology and geophysics. He has published many papers at Chinese periodicals and once participated in writing out three published monographs.

Add: CNOOC Research Center, Room 703, Haiyou Mall, No. 6, Xiaojie Dengzhimenwai Avenue, Beijing 100027, P. R. China

Tel: + 86-10-8452 3622 **E-mail:** zhangsh13@cnooc.com.cn

English Editor: JIANG Jing-ping
TAN Rong-rong

Tel: + 86-28-8601 2446

E-mail: jjp@trqgy.cn