

世界原油质量趋势及非常规石油资源开发前景

钱伯章, 朱建芳

(上海擎督信息科技公司金秋石化科技传播工作室, 上海 200127)

摘 要: 评述了世界原油质量和生产趋势, 世界非常规石油资源 (油砂和重油) 及利用, 中国非常规石油资源 (重油、油页岩和油砂) 及利用前景。

关键词: 原油; 质量; 生产; 非常规石油资源; 重油; 油页岩; 油砂; 利用; 世界; 中国

文章编号: 1006-5093(2007)02-0040-06 文献标识码: C

1 原油质量和生产趋势

原油按含硫量分类为: 硫含量低于 0.5% 为低硫原油、硫含量高于 0.5% 而低于 2% 为含硫原油、硫含量在 2% 以上为高硫原油。目前, 世界上低硫原油仅占于 17%, 含硫原油 30.8%, 高硫原油比例高达 58%, 并且这种趋势还将进一步增大。

世界原油质量将继续趋于含硫化、重质化, 据美国《世界炼油》杂志预测, 世界原油平均 API 重度将由 2000 年 32.5 减小到 2010 年 32.4 2015 年 32.3 平均含硫量将由 2000 年 1.14% 增大到 2010 年 1.19%, 2015 年 1.25%; 西半球原油平均 API 重度相应从 28.1 减小到 27.6 27.3 平均含硫量由 1.33% 增大到 1.42%、1.43%; 东半球原油平均 API 重度相应由 34.0 减小到 34.0 33.8 平均含硫量由 1.08% 增大到 1.12%、1.19%, 见表 1。

表 1 世界原油质量趋势

	2000 年		2010 年		2015 年	
	API 硫 / (%)	API 硫 / (%)	API 硫 / (%)	API 硫 / (%)	API 硫 / (%)	API 硫 / (%)
西半球	28.10	1.33	27.60	1.42	27.30	1.43
东半球	34.00	1.08	34.00	1.12	33.80	1.19
世界平均	32.50	1.14	32.40	1.19	32.30	1.25

据咨询机构伍德·麦肯锡和德意志银行一项新的研究, 2010 年前的全球原油的含硫量将上升, 从而提高低硫原油的价格, 并增强对炼油业进行投资的必

要性。研究显示, 全球原油的含硫量自 2000 年以来上升了 0.02 个百分点, 2005 年为 1.22%, 到 2010 年时则将进一步升至 1.23% 以上。虽然 2000 年以来原油平均密度上升, 但未来几年中将逐渐下降。从现在到 2010 年, 全球原油的平均密度可能不会上升, 但含硫量肯定会提高。研究发现, 来自欧佩克生产的原油密度和含硫量将下降, 部分得益于沙特胡赖斯和谢拜新油田的投产。非洲产油国尼日利亚和利比亚的低硫原油产量也将增加。但随着墨西哥湾新油田投产, 以及加拿大油砂矿产出份额上升, 美国附近产区的原油密度和含硫量将增加^[1~3]。

美国剑桥能源研究会 (CERA) 对 2005 年和 2010 年世界轻、中和重质原油生产所占的比例作出分析和预测, 见表 2。

表 2 2005 年和 2010 年世界轻、中和重质原油生产所占的比例 (%)

生产能力	轻质 (> 34 API)	中质 (27~33.9 API)	重质 (< 26.9 API)
2005 年 (8 500 × 10 ⁴ bbl/d)	34	59	7
2010 年 (10 150 × 10 ⁴ bbl/d)	36	55	9

美国原油重度在前十年内下降了 1 API, 含硫量上升了约 0.27%。此期间内, 美国焦化能力增加了近 2 750 × 10⁴ t/a。美国、墨西哥和南美的重质原油比例还将进一步增大。传统的北非轻质低硫原油生产快速下降, 其他的重要轻质低硫原油生产来自北海和中

收稿日期: 2006-05-23

作者简介: 钱伯章 (1939-) 男, 江苏省南通市人, 教授级高级工程师, 从事石油化工技术与经济信息的调研和传播工作。电话: (021) 58700767

国,但产量有限。亚洲低比重(高重度)、低硫原油生产将进一步减少。波斯湾地区可向世界供应大量原油,但该地区生产的原油也在变重、含硫量也在增高。高硫和低硫原油的价差已由 20 世纪 70 年代中期 4 美元 /bb 减小到现在的市场价差 1 美元 /bb。表 3 列出欧佩克剩余原油产能及质量情况。

表 3 欧佩克剩余原油产能及质量情况

国 家	2004 年 产能 /10 ⁶ bb/d	2004 年 产量 /10 ⁶ bb/d	剩余 产能 /10 ⁶ bb/d	API	硫 /(%)
阿尔及利亚	1.35	1.21	0.14	45	0.1
印度尼西亚	0.98	0.97	0.01	35	0.1
伊朗	3.90	3.93		31	1.7
科威特	2.55	2.29	0.26	31	2.5
利比亚	1.70	1.55	0.15	39	0.3
尼日利亚	2.40	2.34	0.06	34	0.2
卡塔尔	0.87	0.77	0.10	36	1.6
沙特阿拉伯	10.75	9.05	1.70	30	2.5
阿联酋	2.60	2.35	0.25	38	1.0
委内瑞拉	2.65	2.62	0.03	20	2.4

据美国《油气杂志》分析估计,全球重质烃类资源超过 6×10^{12} bb。据国际能源机构分析,世界潜在的页岩储量为 $1\,600\times10^8$ bb。美国、前苏联、中国、巴西、加拿大均有储量。世界沥青资源超过 3×10^{12} bb。加拿大为 2.5×10^{12} bb。主要在阿尔伯达地区。

世界重质原油的生产量,见表 4。据《油气杂志》统计分析,2004 和 2005 年世界原油生产量年增长率 1.5%,而重质原油生产量年增长率分别为 6% 和 3%。世界超重质原油产量及其预测见表 5。

表 4 世界重质原油生产量 10⁴ bb/d

	1990 年	2000 年	2005 年
美国加州	70.8	68.5	71.2
加拿大	44.9	83.9	104.6
拉丁美洲	242.5	379.9	420.3
中东	166.2	198.3	257.4
合计	524.4	730.6	853.5

表 5 世界超重质原油产量及其预测 10⁴ bb/d

1990 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2005 年	2010 年
34	40	43	55	61	68	73	88	105

世界重质原油生产量正在不断增长,截至 2005 年统计,生产原油约 30% 为轻质原油 (API>35)、56% 为中质原油 (API 26~35)、14% 为重质原油 (API 10~26),而十年前轻质原油占全部原油生产量 31%、中质原油占 58%、重质原油占 11%。

以中东为例,在原油总生产量 $2\,000\times10^4$ bb/d 中,低硫原油仅约 50×10^4 bb/d。现在全球低硫原油占生产量 1/3,但低硫原油仅占全球石油储量约 1/5。

埃尼公司在《世界油气评论》(2005 年)中列出了 1994~2003 年世界原油生产的质量分布,由表 6 可见,此期间内,重质、中硫原油生产量增长了 128.5%。

2 世界非常规石油资源

近年来,国际原油价格持续走高、石油需求不断攀升和常规石油资源过度开采和消耗等问题引起世界的关注。随着世界经济对石油需求的不断增加,常规石油资源已不能满足石油需求的快速增长,人们纷纷把目光转向非常规石油资源,在这样的大背景下,非常规石油资源以其储量巨大、分布集中、开发技术日趋进步等特点成为世界石油市场的新宠。其中,储量最大并已实现经济开采的是加拿大阿尔伯达省的油砂资源和委内瑞拉奥利诺克油带的重油资源。

2.1 加拿大油砂资源

油砂是非常规石油资源之一。油砂又称沥青砂或焦油砂,即含有沥青或焦油的砂或砂岩,属于非常规石油资源。目前已知世界油砂可采资源量约为 $6\,510\times10^8$ bb,占世界石油可采总量的 32%,已成为世界能源结构的重要组成部分。

根据美国统计,加拿大探明石油储量仅次于沙特阿拉伯,居全球第二,达到 $1\,789\times10^8$ bb,占全世界的 15%,其中 95% 的探明储量来自阿尔伯达省的油砂资源。加拿大阿尔伯达油砂沉积量占世界天然沥青总量的 85%,可开采储量约为 $3\,000\times10^8$ bb。阿尔伯达省的油砂资源分布面积达 14.1×10^4 km²,主要集中在阿尔伯达省的阿萨巴斯卡 (Athabasca)、冷湖 (Cold Lake) 和皮斯河 (Peace River) 三个地区^[2~5]。

据加拿大国家能源部 (NEB) 统计,阿尔伯达省的油砂最终含有沥青资源超过 2.5×10^{12} bb,其确认储量为 $1\,780\times10^8$ bb,其中,已累计生产约 30×10^8 bb。加拿大重质原油和沥青生产量已由 20 世纪 90 年代初 44.9×10^4 bb/d 增加到 20 世纪末 83.9×10^4 bb/d,此期间增量达到 39×10^4 bb/d。加拿大超重质原油和合成原油产量和预测见表 7。

表 6 1994~2003年世界原油生产的质量分布

	1994年 /10 ³ bb1 d ⁻¹	1995年 /10 ³ bb1 d ⁻¹	1996年 /10 ³ bb1 d ⁻¹	1997年 /10 ³ bb1 d ⁻¹	1998年 /10 ³ bb1 d ⁻¹	1999年 /10 ³ bb1 d ⁻¹	2000年 /10 ³ bb1 d ⁻¹	2001年 /10 ³ bb1 d ⁻¹	2002年 /10 ³ bb1 d ⁻¹	2003年 /10 ³ bb1 d ⁻¹	2003~ 1994 /(%)
世界 (A)	61 564	62 847	64 327	66 475	67 529	65 862	68 065	67 947	67 388	70 046	13.8
超轻质	1 135	1 196	1 232	1 311	1 335	1 391	1 532	1 586	1 569	1 665	46.7
轻质、低硫	11 768	12 258	12 696	12 988	12 744	12 569	12 593	12 411	11 940	12 055	2.4
轻质、中硫	2 402	2 412	2 528	2 568	2 645	2 553	2 679	2 716	2 707	2 899	20.7
轻质、含硫	1 905	2 036	2 059	2 371	2 569	2 405	2 555	2 455	2 376	2 481	30.2
中质、低硫	5 435	5 787	6 170	6 287	6 464	6 664	6 909	6 954	7 524	7 797	43.5
中质、中硫	1 639	1 704	1 685	2 043	1 820	1 721	1 731	1 711	1 650	1 623	-1.0
中质、含硫	25 042	24 877	24 623	25 242	25 721	25 001	25 874	25 622	24 940	26 788	7.0
重质、低硫	1 173	1 243	1 403	1 151	1 286	1 207	1 200	1 246	1 422	1 365	16.3
重质、中硫	835	855	975	1 107	1 271	1 401	1 649	1 735	1 891	1 908	128.5
重质、含硫	4 026	4 335	4 827	5 196	5 551	5 117	5 527	5 653	5 486	5 604	39.2
未定义 (B)	6 203	6 143	6 129	6 212	6 123	5 833	5 817	5 859	5 883	5 862	-5.5
美国	5 103	5 062	5 065	5 153	5 080	4 827	4 816	4 844	4 831	4 793	-6.1
其他	1 100	1 081	1 064	1 059	1 043	1 006	1 001	1 015	1 052	1 069	-2.8
B/A(%)	10.1	9.8	9.5	9.3	9.1	8.9	8.5	8.6	8.7	8.4	-16.9

表 7 加拿大超重质原油和合成原油产量和预测 10⁴ bb1/d

	1990年	1995年	1997年	2000年	2005年	2010年
超重质原油	14	15	18	23	32	42
合成原油	23	26	30	35	62	78

加拿大的油砂自 1967 年进行经济开采以来,产量逐年上升。1980 年的产量为 13.8×10^4 bb1/d 1990 年则增加到了 34.5×10^4 bb1/d 2000 年其产量已达 60.9×10^4 bb1/d 截至 2005 年,油砂产品的产量已超过 100×10^4 bb1/d 达 104.7×10^4 bb1/d 据加拿大石油生产商协会 (CAPP) 和第一能源投资公司预测数据显示,加拿大油砂生产量将持续增长,加拿大油砂生产量从 2005 年超过 100×10^4 bb1/d 增加到 2015 年约 280×10^4 bb1/d 最终将达到 390×10^4 bb1/d 2005 年加拿大石油平均总生产量为 280×10^4 bb1/d 随着常规原油的产量日益下降,油砂油占加拿大原油产量的比例将越来越大,到 2015 年,将由目前所占原油总产量的 50% 提高到 75%。

加拿大最大的油砂生产商加拿大合成原油公司 2005 年增产 40%, 使生产量达到 36.8×10^4 bb1/d 合成原油生产费用已由 2000 年 17.2 美元 / bb1 2001 年 18.47 美元 / bb1 减小到 2002 年 16.5 ~ 17.5 美元 / bb1

2005 年开始的油砂热,使得加拿大油砂储量最为集中的阿尔伯达省,成为我国石油企业关注的焦点。目前,中国的三大石油公司已不约而同地将目光锁定加拿大的油砂矿。据测算,只要油价还在 45 美元 / bb1 以上,就会有盈利。

早在 2004 年 6 月,加拿大油砂矿大省阿尔伯达的省长克莱恩表示如果投资阿尔伯达油砂矿,将保证中国未来的石油供应。2005 年,加拿大与中国签订了一份《21 世纪能源合作声明》使中国从北美取油的战略正式拉开序幕。

此后,包括中海油、中石化在内的中国大型油企纷纷行动起来,两国公司相继组建石油开采和运输合资项目。目前国内企业在加拿大进行油砂开采的在建项目包括中海油和中石化的两个合资项目。2005 年 4 月,中海油通过全资子公司——中海油 (比利时) BVBA 公司与加拿大 MEG 能源公司就收购其 16.69% 股权签订合同,中海油方面已为此项收购支付 1.5 亿加元 (约合 1.21 亿美元)。作为一家油砂公司,MEG 公司在阿尔伯达省拥有 52 个油砂区租赁许可证 100% 的工作权益,总面积达 1.33×10^4 公顷。据估算,以上区域共有油砂地质储量超过 40×10^8 bb 总可采储量约 20×10^8 bb1 在中海油大举进军加拿大油砂矿之后,2005 年 5 月底,中石化集团国际石油勘探开发公司旗下的中加石油公司与加拿大西年科 (Synenco) 能源公司签署合作协议,并组成合伙企业,共同开发位于阿尔伯达省东北部的‘北极之光’油砂项目。根据双方协议,中加石油公司出资约 1.5 亿加元 (约合人民币 9.89 亿元) 获得‘北极之光’合伙企业 40% 的股份;西年科公司获得 60% 的股份。中石化中加石油公司参与的‘北极之光’项目总投资约 45 亿加元,作业程序包括了采矿、萃取和沥青改质,最终将形成年产 500×10^4 t

的原油产量。中石化也由此成为第二家进军加拿大油砂矿资源的国内石油商。另外,中石油在加拿大已拥有了多个油气田区块权益,正在与多家加拿大公司商谈下游合作事宜。中国石油勘探开发公司将在国内兴建规模为 $1\,500 \times 10^4$ 的特殊调制厂,将在加拿大从油砂中提炼的原油送回中国进行重油炼制。

2.2 委内瑞拉的重油资源

同时随着重油开发力度的加大,委内瑞拉现已成为世界上最大的重油储藏地区之一。据该国公布的数据,委内瑞拉奥里诺科重油带的可采重油、超重油和天然沥青的储量高达 $2\,350 \times 10^8$ bbl。这些储量加上现有的已被证实的轻质油和中质油储量共有 $3\,128 \times 10^8$ bbl。委内瑞拉现有的石油储量中,重质油和超重质原油占到 80%,其余 20%是轻质和中质原油。委内瑞拉奥里诺科地区重质原油沉积量占世界超重质油的 90%,可开采的超重质油储量约为 $2\,700 \times 10^8$ bbl。委内瑞拉石油公司在和奥里诺科产油带已发现超重质油 350×10^8 bbl 相当于总资源量的 3%,现生产约 60×10^4 bbl/d 占委内瑞拉石油生产量 1/5。

加拿大和委内瑞拉现生产非常规重质油 170×10^4 bbl/d。2005 年占全球石油生产量 800×10^{12} bbl/d 的 2%^[3,5-6]。

委内瑞拉超重原油的探明储量居世界首位。由于超重油在自然环境下极其黏稠无法流动,因而采用了加入 30% 水及少量乳化剂的方式形成水包油的乳状液,降低黏度,经乳化处理的奥里诺科超重油被称为奥里乳化油,可供电厂燃烧发电。由中石油集团与委内瑞拉国家石油公司共同出资在委注册成立的中委奥里乳化油公司,合同期限为 30 年。中委公司乳化油项目合作开发区位于奥里诺科重油带东端,面积约 114.62 km^2 ,探明石油地质储量 22×10^8 t。根据协议,中委合资乳化油厂将建成年产乳化油 650×10^4 的规模。由中石油集团负责销往中国国内市场。中委公司奥里乳化油项目一期工程于 2006 年 3 月建成投产,4 月底该项目生产的奥里乳化油装船运往中国。

拉丁美洲重质原油生产量将从 2005 年 242.5×10^4 bbl/d 增加到 2015 年 379.9×10^4 bbl/d 增量达 137.4×10^4 bbl/d。

加拿大沥青资源可与委内瑞拉重质和超重质原

油相比拟,原油管线与美国相连,加拿大重质原油和沥青生产量占拉丁美洲生产量 22%。2000 年起,阿尔伯达沥青生产稳步上升,现已超过 33×10^4 bbl/d。截至 2004 年,加拿大重质原油和沥青生产已达 124×10^4 bbl/d。其重质原油和沥青约 80% 出口到美国的主要炼制中心:芝加哥、怀特、密尼帕利斯、圣特帕尔、毕林斯、托伦多和伍德阿。

近年来,石油技术的进步带来了非常规石油产量的提高和开采成本的降低。2000 年,加拿大和委内瑞拉以原油形式和合成原油形式(通过提炼得到的轻质、低硫原油)分别达到产量 60×10^4 bbl/d 和 30×10^4 bbl/d。目前,加拿大和委内瑞拉共生产大约 300×10^4 bbl/d 石油。预计到 2015 年,两国的超重油或沥青和合成原油产量总计将达到 350×10^4 bbl/d。

当然,非常规石油资源的开发利用也面临着众多的挑战,如石油价格的不确定性和波动,全球石油炼油能力的限制,非常规石油资源自身特性造成的开采成本高,以及相关的环境问题等。短期内这些非常规石油产区尚无法替代中东原油对世界石油市场的影响力,但随着高油价时代的来临,非常规石油资源开采成本不断降低,重油和油砂资源的投资项目将更具吸引力,非常规石油资源也必将成为稳定世界石油市场供给的重要来源。

3 中国非常规石油资源及利用前景

3.1 重油资源

我国也拥有重质油(即稠油)资源,稠油具有比重大(0.9 以上)、黏度高(50°C 时达到 $1\,700 \text{ MPa}\cdot\text{s}$)、轻馏分低(一般只有 4% 左右)、含蜡量少(低于 5%)和凝固点不高($5 \sim 22^\circ\text{C}$)等特点。我国对稠油油藏的研究、开发和加工已日趋成熟,并形成相当大的开采规模。目前,全国各大油田针对其自身的特点,通过引进、消化、吸收和技术创新,形成了各具特色的开采技术,取得了新的进展和突破。胜利油田、辽河油田、大港油田、新疆油田均有稠油油藏。辽河油田是我国最大的稠油生产基地,2005 年共生产稠油 780×10^4 t,占油田总产量 60% 以上。

我国稠油加工已取得了一定经验。如克拉玛依石油化公司稠油集中加工工程于 2004 年 12 月底投产,使该公司原油加工能力跃上 500×10^4 t/a 的新台阶。该工程的投产,使新疆北疆地区重质稠油全

部实现就地加工。该公司配套建设 150×10^4 t/a 延迟焦化和 90×10^4 t/a 汽油、柴油加氢装置,以三高(高酸值、高黏度、高密度)三低(低含蜡、低含硫、低凝点)、难采、难输、难炼的稠油为原料生产了变压器油、橡胶油、冷冻机油、沥青等特色产品。

中国石化将投资 50 亿元在新疆维吾尔自治区巴州建 300×10^4 t/a 稠油改质项目。到 2010 年,中国石化西北分公司的原油产量将达 $750 \times 10^4 \sim 800 \times 10^4$ t,天然气生产将达到 $14 \times 10^4 \sim 20 \times 10^8$ m³。在产出的原油中很大一部分是稠油。现已对建厂生产 30×10^4 t/a 合成氨、 52×10^4 t/a 尿素和 300×10^4 t/a 稠油改质的项目进行前期工作。

3.2 油页岩资源

页岩油的炭氢比类似天然石油,含有较多的不饱和和烃类及含有氮、硫、氧等非有机化合物,因此又是石油加工和化工生产的原料。

油页岩在我国的蕴藏量十分丰富,储量大约为 2×10^{12} t,相当于 800×10^8 页岩油,仅次于美国、巴西、俄罗斯,居世界第四位。我国已探明和预测油页岩总储量为 $4\,831.7 \times 10^8$ t。按含油率 6% 折算,页岩油的地质储量达 289.9×10^8 t。若按每 33 ~ 35 t 油页岩生产 1 t 页岩油折算,可生产 142×10^8 t 页岩油,接近我国到目前为止累计探明的天然石油储量总和。以抚顺为例,抚顺市已探明地质储量 35×10^8 t,仅东部露天矿可采储量就达 4.3×10^8 t,平均含油率 7.01%,按年开采 650×10^4 t 计算,可以维持生产 65 年以上。我国油页岩开采已具有丰富的经验和成熟的技术,新兴的用页岩尾矿和废渣生产水泥、烧砖等产业更是蒸蒸日上。

抚顺矿业集团与澳大利亚洛克石油公司油母页岩综合利用开发项目合作协议于 2005 年 7 月签约。抚顺油母页岩资源丰富,为了充分利用这一资源,国家在抚顺建立了国内惟一的油母页岩综合利用示范基地,装置规模为年加工处理 400×10^4 t 油母页岩、产页岩油 12×10^4 t,同时建有两条喷雾炭黑生产线,年产炭黑 2 000 t。2004 年,该企业页岩油产量为 13.2×10^4 t,实现利润 9 000 万元。为了加快油母页岩综合利用,抚顺市制订了年产 50×10^4 t 页岩油扩建计划,整个工程分二期,首期工程新增页岩原油 10×10^4 t,投产后再建设新增页岩原油 40×10^4 t 生产能力的二期工程,建成后抚顺将形成年产 60×10^4 t 页岩油的生产能力。与此同时,油母页岩的综

合利用项目,页岩水泥、页岩制砖扩产扩建工程也将随之实施。

山东龙口矿业集团经过 100 多天的试开采,截至 2006 年 4 月 18 日,依靠掌握的自有技术,每天可从地下 300 m 处开采出油页岩 1 340 t,相当于日产原油 200 t。此举为中国能源多元化探索出新的途径。龙口矿区油页岩开采项目计划总投资 17.6 亿元,据介绍,龙口矿区经过 38 年的开采,煤炭储量濒临枯竭,而伴煤而生的陆地油页岩已探明经济储量近 3×10^8 t,油页岩层厚度达 2.59 ~ 4.74 m,平均 3.72 m,其平均含油率远远高于抚顺、茂名等地的油页岩矿。其品位在全国居首位,极具开采价值。按保守的油页岩提油率计算,相当于每天可产原油 201 t。按可比价格计算,相当于新发现一个储量 $5\,000 \times 10^4$ t 以上的油田。油页岩除了可以炼油外,还可直接用于发电、生产新型建材等,从而解决和减少环境污染问题。该集团通过引进国际先进的炼油技术,从油页岩中提炼石油,以炼油焦和筛选后的油页岩为燃料,建设配套 2 台 20×10^4 kW 燃油页岩循环流化床机组的发电厂,改造投产后,年可增产原煤 65×10^4 t 以上、油页岩 200×10^4 t,发电量达 22×10^8 kW·h。

在新一轮全国油气资源调查评价中,吉林省的油页岩资源探明储量居全国首位,约占全国总量的一半以上。吉林省已探明油页岩储量为 174×10^8 t,预测资源总量接近 $3\,000 \times 10^8$ t。已探明储量的 174×10^8 t 约占全国油页岩探明总量的 55.5%,其含油率最高可达 21% ~ 22%,平均为 5% ~ 6%,按平均含油率 5% 计算,可开采石油 8.7×10^8 t。吉林省油页岩资源有以下四大特点,一是已探明的储量贫矿多富矿少,约 169×10^8 t,含油率在 5.1% ~ 5.95% 之间;二是储量相对集中,主要在农安县和前郭县两地,保有储量约为 169×10^8 t,占全省总量的 97% 以上;三是适合露天开采的矿床少,大部分位于基本农田保护区之内;四是油页岩造岩矿物的灰分是烧制陶粒的理想材料。

吉林省将应用壳牌公司技术开发当地油页岩,壳牌公司拥有目前世界上最先进的地下转化工艺技术(CIP),这种技术不需破土开矿,非常适合吉林省油页岩大部分埋藏于平原耕地之下的特点和生态省建设的要求。地下转化工艺技术是壳牌公司投入巨资研发出的一项最先进的开采油页岩及其他非常规资源的专利技术,它通过地下加温,使油页岩在地下

进行裂解,再通过相关通道将油、气分别提取出来。这一方法不仅占地少(几乎不占耕地),而且对环境破坏非常小,没有空气污染,成本更低而产品价值更高。尽管该项技术现在还未完全商业化,但关键的工艺、设备等技术问题都已解决,并在美国科罗拉多和加拿大艾伯塔省进行了商业示范。由吉林光正矿业开发有限公司和壳牌(中国)有限公司合作组建的壳牌吉林能源控股有限公司于 2006 年 4 月成立。该合作企业将勘探和开发吉林省的油页岩资源。由壳牌(61%)和吉林光正(39%)投资的吉林壳牌合作企业将进行为期两年的油页岩地质勘探工作,该合作企业的长远目标是实现油页岩资源的商业开发,以生产清洁、优质的运输燃料及其它能源和化工产品。根据壳牌公司在北美 ICP 技术的研发及对当地油页岩资源的勘察情况,预计该技术将于 2006 年进入商业示范阶段,合资公司将于 2006 年开始示范运作,经过 2~3 年时间的示范,2010 年后开始全面商业生产,预计年产 $1\,400 \times 10^4$ 轻油,总投资 200 亿美元。

总投资高达 30 亿元的内蒙古首个油母页岩开发项目于 2005 年 10 月在包头市固阳县开工建设,拉开了内蒙古油母页岩资源开发建设的序幕。该项目位于包头市固阳县窝尔沁壕矿区,将分两期工程进行,一期工程计划投资 15 亿元,生产规模为年产原油 60×10^4 ;二期工程计划投资 15 亿元,在一期工程的基础上扩建一条年产原油 60×10^4 的生产线。这个项目已有辽宁抚顺矿业公司、内蒙古百金、准噶尔乔窑渠煤矿、北京国环展览中心、北京新阳桥科技 5 家公司计划投资,并支付勘探费用。内蒙古地勘五院 20 世纪 50 年代即已在该地区施工时发现,当地油母页岩覆盖在煤层上,占地约 15 km^2 ,油母页岩厚度在 20~100 m 之间,含油率达 4% (有开采价值)以上的储量大约 14×10^8 。根据有关科研机构的勘测,内蒙古油母页岩预测储量为 $2\,085.40 \times 10^8$,位居国内各省份之首,原地质部勘测的数据显示内蒙古地表内储量为 2.41×10^8 ,含油率为 5.6%,此项目的建设将为大规模开发内蒙古油母页岩资源提供借鉴。

3.3 油砂资源

我国油砂资源也十分丰富,分布非常广泛,在准噶尔、柴达木、鄂尔多斯、松辽、四川、二连、塔里木、吐哈等盆地都发现了油砂的分布。我国油砂点多面广,且含油率高,有的地区油砂含油率高达 12% 以上,勘探前景十分喜人。

4 结语

进口原油尤其是中东含硫、重质原油将是满足世界以及我国需求的重要选择,据预测,到 2010 年,我国进口中东含硫原油将达到 $6\,000 \times 10^4 \sim 7\,000 \times 10^4$ t。中东含硫原油 95% 以上来自沙特阿拉伯、伊朗、伊拉克、阿联酋、科威特等国,除科威特外,这些国家出口的原油均可划分为轻质、中质和重质三类。除极少数例外,如阿曼、也门和阿联酋部分原油,中东原油都是高含硫原油。

国家“十一五”规划纲要提出,将重点开展煤层气、油页岩、油砂等非常规油气资源调查勘探,推进油气勘探开发主体多元化。

充分利用含硫、重质原油及开发利用非常规石油资源是世界和我国石油工业可持续发展面临的新挑战和新机遇。

参考文献:

- [1] 钱伯章. 2002 年、2003 年世界石油科技综述 [A]. 中国石油集团经济和信息研究中心, 2003. 2004
- [2] Sier K. Rapid Pyrolysis Process Now Works with Crudes [J]. Chemical Engineering Progress, 2005, 101 (5): 12-17.
- [3] 钱伯章. 2003 年世界炼油技术新进展 [J]. 润滑油与燃料, 2004 (4): 11-26
- [4] 钱伯章. 含硫原油加工技术路线的选择 [J]. 炼油, 2004 8(4): 12-18
- [5] Lifschultz D K. Oil Refiners Gathering Storm: Help is The Way [J]. Hydrocarbon Processing, 2005, 84(9): 59-62
- [6] Swat T E. Global Refining Industry Trends: The Present and Future [J]. Hydrocarbon Processing, 2005, 84 (9): 35-38