

2014年 世界炼油技术新进展

AFPM年会译文集

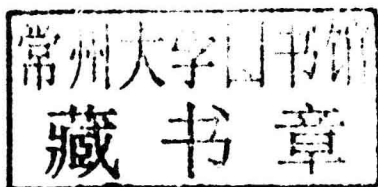
蔺爱国 主编

石油工业出版社

2014 年世界炼油技术新进展

——AFPM 年会译文集

蔺爱国 主编



石油工业出版社

内 容 提 要

本书从宏观角度对当前世界能源格局调整下的炼油工业发展动向、炼油技术发展趋势、美国页岩气的化工利用及影响进行系统总结和阐述,并对中国炼油工业与技术发展现状进行了深入分析,提出了战略性的对策建议;同时,精选编译了2014年美国燃料与石化生产商协会(AFPM)年会发布的部分论文,内容涵盖炼油工业宏观问题、致密油气开发及原油供应、清洁燃料生产、催化裂化、制氢及炼厂操作管理等方面,全面反映了2013—2014年世界炼油工业与技术新进展、新动向、新趋势。

本书可供国内炼油行业管理人员、科研人员、技术人员以及石油院校相关专业的师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

2014年世界炼油技术新进展:AFPM年会译文集/蔺爱国主编.
北京:石油工业出版社,2015.5

ISBN 978-7-5183-0721-0

I. 2...

II. 蔺...

III. 石油炼制-文集

IV. TE 62-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 100067 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com

编辑部:(010)64523738 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2015 年 5 月第 1 版 2015 年 5 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:16.5

字数:420 千字

定价:120.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

美国燃料与石化生产商协会 (American Fuel & Petrochemical Manufacturers, 简称 AFPM) 年会, 是当今世界上炼油行业最重要的专业技术交流会议, 在全世界炼油行业具有广泛影响。截至 2014 年 3 月, AFPM 年会已举办 112 届。该年会发布的论文报告集中反映了世界炼油工业各主要技术领域发展的最新动态、重点、热点和难点, 对于我国炼油与石化工业的技术进步和行业发展具有较高的参考价值。

第 112 届 AFPM 年会于 2014 年 3 月 23 日至 25 日在美国佛罗里达州奥兰多市召开。来自 30 多个国家的上百家石油石化公司、技术开发商、工程设计单位以及石油石化咨询机构的上千名代表参加了会议。本届会议共分 14 个专题论坛, 分别是宏观形势、工艺安全、致密油加工、加氢处理、催化裂化技术、炼厂操作、汽油/石化产品、原油供应、硫回收与利用、战略投资、炼厂制氢、催化裂化操作、风险监测和装置可靠性。

为使我国炼油行业相关技术人员、管理人员及科研人员全面掌握 2014 年 AFPM 年会的重要技术信息, 深入了解世界炼油技术的新进展、新趋势, 学习国外先进、适用的技术和经验, 进一步推动中国炼油技术水平的提高和炼油业务发展, 中国石油科技管理部、石油化工研究院共同组织了 2014 年 AFPM 论文的翻译出版工作; 同时, 对本届年会的内容进行归纳提炼, 撰写了《世界能源格局调整下的炼油工业发展动向》、《炼油技术发展趋势》和《美国页岩气的化工利用及影响》3 篇特约述评, 全面总结了本届年会的重要技术进展和当前世界炼油行业的最新发展态势。

本书收录的 22 篇 AFPM 年会论文的译文, 均获得论文原作者授权。希望本书的出版能够使我国炼油及石化行业相关专业人员对 2014 年世界炼油技术新进展与发展趋势有较为全面的了解, 促进我国炼油与石化技术的进步与发展。

由于水平有限, 书中难免存在不足之处, 欢迎读者批评指正。

编者

2015 年 1 月

目 录

特 约 述 评

世界能源格局调整下的炼油工业发展动向.....	(3)
炼油技术发展趋势	(32)
美国页岩气的化工利用及影响	(53)

炼油工业宏观问题

2012 年世界最佳炼厂(AM-14-51)	(73)
页岩革命带来的机遇与挑战(AM-14-34)	(80)
美国炼油产品供应/需求平衡发展趋势(AM-14-49)	(87)
加工机会原油面临的挑战和解决方案(AM-14-13)	(97)
美国炼厂的投资能否成功(AM-14-53)	(106)

致密油气开发及原油供应

欧佩克原油能否战胜美国致密油(AM-14-12)	(113)
原油质量变化及对美国炼厂生产的影响(AM-14-42)	(119)
加拿大通往沿海的管道建设对美国的影响(AM-14-50)	(125)
加工致密油时常压加热炉的操作(AM-14-14)	(133)
美国致密油增长是否会衰退(AM-14-40)	(142)

清洁燃料生产

北美地区石蜡基原料脱蜡面临的挑战(AM-14-74)	(149)
用于油品加氢及提高产量的新一代催化剂(AM-14-19)	(160)
从炼油企业的角度看催化剂的选择(AM-14-20)	(167)
天然气用作交通运输燃料对美国及其他国家石油需求的影响(AM-14-59)	(176)
可再生燃料标准 II (RFS2) 实施现状及发展趋势(AM-14-02)	(183)

催化裂化

通过催化裂化催化剂技术的优化实现致密油加工价值最大化(AM-14-23)	(193)
加工高铁含量渣油提高效益的催化裂化助剂(AM-14-27)	(203)

制氢及炼厂操作管理

炼厂制氢及氢气生产发展趋势(AM-14-54) (215)

向世界级可靠性炼厂迈进的途径(AM-14-71) (221)

采用高性能催化剂以最低成本实现炼厂最佳氢气管理(AM-14-57) (225)

脱酸系统改造助力炼厂效益提高(AM-14-47) (230)

炼厂酸性水汽提装置问题分析(AM-14-46) (237)

附 录

附录 1 英文目录 (255)

附录 2 计量单位换算 (256)

特 约 述 评

世界能源格局调整下的 炼油工业发展动向

蔺爱国 李雪静 李振宇

1 引言

进入 21 世纪,尤其是近几年来,世界能源结构正在发生显著变化。石油在能源结构中的比例长期下滑并将持续下去,天然气份额大幅上升成为增速最快的化石能源,美国页岩革命异军突起。全球能源格局的演变正在对世界地缘政治、经济社会发展产生日益深刻的影响。

在全球能源变局下的炼油行业的发展形势也出现了石油供应多极化、炼油发展重心向亚太和中东转移、原油品质重劣质化、油品质量升级速度加快、美国页岩油加工兴起等新动向,值得我们深入研究和密切关注。国内炼油行业必须结合自身特点并紧跟国际趋势,采取有效的应对措施。

2 全球能源格局现状与演变

2.1 当前能源消费结构

能源是人类社会进步与经济发展的重要物质基础,能源消费与经济发展密切相关。据《2014 年 BP 世界能源统计》,虽然 2013 年全球经济增长疲软,GDP 总量达到 74.9 万亿美元,仅比上年增长了 2.67%,远低于过去 10 年的平均增长率 3.7%,但全球一次能源消费却在加速增长,消费总量达到 $127.3 \times 10^8 \text{t}$ 油当量,比上年增长了 2.3%,仅比过去 10 年的平均增长率 2.5% 略低。总体来看,能源消费与经济增长趋势基本保持一致,只是增速略有不同。

能源消费结构的变化首先体现在区域格局的变化上。2013 年全球一次能源消费整体增长速度是 2.3%,各地区增长情况有较大差异,增长速度依次为:亚太地区 3.4%,中东地区 3.0%,中南美地区 2.8%,北美地区 2.6%,非洲 1.7%,而欧洲则下降 0.3%。新增能源需求继续向亚太等新兴经济体转移,全球 80% 的能源消费增长来自于新兴经济体,平均增长率达到 3.1%。包括美国在内的经济合作与发展组织(简称经合组织,OECD)的消费增长了 1.2%,低于全球平均增速。从国家来看,美国的一次能源消费增长 2.9%,继 2012 年下滑 2.8% 后出现小幅反弹,日本的一次能源消费下降了 0.6%,西班牙成为一次能源消费降低最大的国家,下降 5.0%。2013 年中国仍然是世界上最大的能源消费国,占全球消费量的 22.4%,但从增速来看,能源消费增长速度为 4.7%,低于过去 10 年 8.6% 的年均水

平 (表 1)^[1]。

表 1 全球各地区一次能源消费量 (2010—2013 年)

地区	一次能源消费量, 10 ⁶ t 油当量 ^a				2013 年增长 率, %	2013 年所 占比例, %
	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年		
北美	2778.4	2779.7	2723.4	2786.7	2.6	21.9
美国	2284.9	2265.4	2208.0	2265.8	2.9	17.8
中南美	616.4	640.5	656.9	673.5	2.8	5.3
欧洲及欧亚大陆	2948.8	2932.3	2942.6	2925.3	-0.3	23.0
中东	714.4	737.1	764.4	785.3	3.0	6.2
非洲	389.4	386.7	402.4	408.1	1.7	3.2
亚太	4508.2	4755.1	4993.5	5151.5	3.4	40.5
中国	2339.6	2544.8	2731.1	2852.4	4.7	22.4
全球合计	11955.6	12231.5	12483.2	12730.4	2.3	100.0
其中 OECD	5598.2	5535.8	5484.4	5533.1	1.2	43.5
非 OECD	6357.3	6695.7	6998.9	7197.3	3.1	56.5
欧盟	1752.8	1691.2	1685.5	1675.9	-0.3	13.2
原苏联地区	991.4	1030.5	1036.6	1027.7	-0.6	8.1

注：增长率对闰年因素进行了调整。

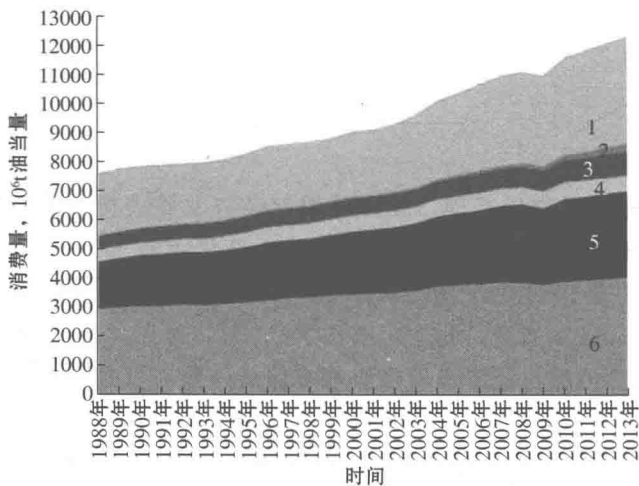


图 1 全球各类型一次能源消费量的变化 (1988—2013 年)

1—煤炭；2—可再生能源；3—水电；4—核能；5—天然气；6—石油

能源消费结构的变化还表现在能源类型所占比例的变化上。目前国际上一般将一次能源分为石油、煤炭、天然气、水电、核能和可再生能源六大类。2013 年全球能源消费总量达到 $127.3 \times 10^8 \text{ t}$ 油当量，上述 6 种能源分别占 32.9%，30.1%，23.7%，6.7%，4.4% 和 2.2%。从能源消费类型来看，当今世界能源消费结构仍然以石油、煤炭和天然气三大化石能源为主，在能源消费结构中的份额高达 86.7%。包括生物燃料在内的可再生能源尽管比 2012 年消费增长了 16.3%，但份额仍仅为 2.2%。石油继续保持全球第一大能源的地位，占 32.9%，但已是连续 14 年份额持续下降，达到自 1995 年以来的最低水平；天然气份额同比下降 0.2%，达到 23.7%；煤炭份额上升到 30.1%，是自 1970 年以来的最高值 (表 2)^[1]。从历史沿革趋势和当前状况来看，石油和煤炭在能源结构中的份额逐渐下降，天然气和非化石燃料的份额在提高 (图 1)。

表 2 全球各类型一次能源消费量 (2010—2013 年)

能源类型	一次能源消费量, 10 ⁶ t 油当量				2013 年增长 率, %	2013 年所占 比例, %
	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年		
石油	4040. 2	4085. 1	4138. 9	4185. 1	1. 4	32. 9
煤炭	3469. 1	3630. 3	3723. 7	3826. 7	3. 0	30. 1
天然气	2868. 2	2914. 7	2986. 3	3020. 4	1. 4	23. 7
水电	783. 9	795. 8	833. 6	855. 8	2. 9	6. 7
核能	626. 2	600. 7	559. 9	563. 2	0. 9	4. 4
可再生能源	168. 0	204. 9	240. 8	279. 3	16. 3	2. 2
合计	11955. 6	12231. 5	12483. 2	12730. 5	2. 3	100. 0

注: 增长率对闰年因素进行了调整。

2.2 未来能源结构变化趋势^[2]

未来全球能源消费将继续增长,但由于能效的不断提高和节能意识的增强,增速将放缓。BP 公司预计,2012—2035 年,能源需求总量将增长 41%,年均增速 1.5%。能源消费年均增速将从 2005—2015 年的 2.2% 降至 2015—2025 年的 1.7%,再之后 10 年降至仅年均 1.1% 的增速。能源消费 95% 的增长将来自快速发展的新兴经济体,其能源消费在 2012—2035 年的年均增长率为 2.3%,而同期 OECD 能源消费年均增长率仅为 0.2%,并将在 2030 年后出现负增长。

从能源类型的变化趋势来看,未来 20 年石油的份额将继续下降,其作为第一大能源的地位将受到来自煤炭的挑战。天然气的份额稳步上升。到 2035 年,石油、天然气和煤炭 3 种化石燃料的份额基本一致,均在 27% 左右。化石燃料的总体份额虽然有所下降(由 2013 年的 86.7% 降至 81.0%),但仍是 2035 年的主要能源类型。在非化石燃料中,可再生能源(包括生物燃料)的份额将迅速从目前的 2% 升至 2035 年的 7%,而水电和核能份额将基本不变。可再生能源的份额将在 2025 年超过核能,且其份额到 2035 年将与水电持平(图 2)。

2012—2035 年,增长最快的燃料类型是可再生能源(包括生物燃料),预期年均增速为 6.4%;天然气成为增速最快的化石燃料,年均增速 1.9%;石油增速最慢,年均 0.8%;煤炭增速略高于石油,年均 1.1% (图 3)。

在能源生产供应方面,2012—2035 年,世界能源产量年均增长 1.5%。除欧洲外所有区域的产量都有所增长,亚太地区增速最快,年均 2.1%,且增量最大,提供了 47% 的全球能源生产增量。中东和北美地区是第二大增长来源,而北美地区仍是第二大能源生产地区。北美地区将在 2018 年左右从能源净进口地区变成净出口地区。同时,亚洲对进口能源的需求将继续增长。在出口地区中,中东仍是最大的能源净出口区域,但其份额将从 2012 年的 46% 降至 2035 年的 38%。俄罗斯仍将是世界最大的能源出口国。

新型能源将在新增能源供应增长中发挥着日益重要的作用。到 2035 年,可再生能源、页岩气、页岩油和其他新型能源的总体年均增长率达到 6.2%,将贡献 43% 的能源生产增量。页岩油将在全球供应中占 7% 的份额,而生物燃料和油砂将分别占 3% 和 5% 的份额。全球天然气供应预计年均增长 1.9%,页岩气是其中供应增长最快的能源(年均增速

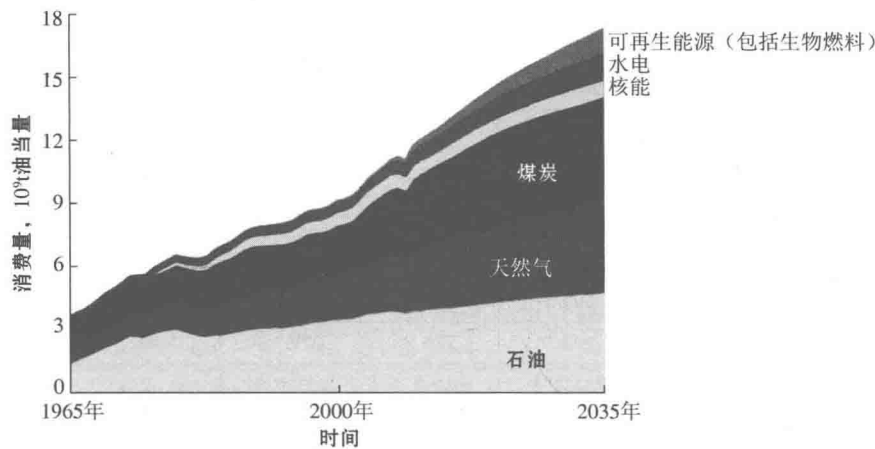


图2 各种一次能源的消费及预测

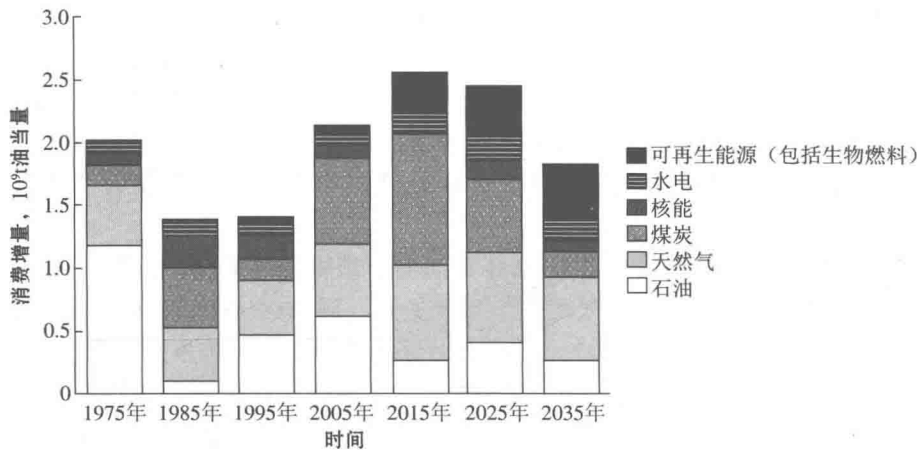


图3 各种一次能源的10年消费增量及预测

6.5%)，占全球天然气增长的近一半。北美地区是页岩气供应的主力军，在2016年前占页岩气供应的99%，到2035年份额有所下降，仍占70%。除北美地区外，中国是页岩气供应增长最具潜力的国家，将占全球页岩气增长的13%。到2035年，中国和北美地区将合力贡献世界81%的页岩气。北美地区将引领未来非常规能源供应的增长，到2035年，在全球页岩油供应中占65%，在全球页岩气供应中占70%，加拿大将供应全球所有的油砂。

2.3 美国“页岩革命”领跑世界能源格局变化

自2008年以来，美国“页岩革命”使得页岩气、页岩油等非常规油气的开发突飞猛进，油气产量大幅增长，美国能源自给率逐步上升，2013年达到86%，对外依存度显著降低，美国“能源独立”战略已见明显成效。

美国拥有丰富的页岩油气资源。根据美国能源信息管理署(EIA)的评估，美国是世界第二大页岩油资源国和第四大页岩气资源国，页岩油和页岩气的技术可采储量分别达到 $580 \times 10^8 \text{ bbl}$ 和 $18.83 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ^[3]。2013年美国页岩气产量达到 $2647.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，占其当年

天然气总产量 ($6847 \times 10^8 \text{ m}^3$) 的 38.7%。预计 2013—2040 年美国天然气产量将增长 44%，其中页岩气产量增长 113%，在美国天然气产量中的比重将上升到 2040 年的 52.8%（表 3）。2013 年美国页岩油产量达到 $348 \times 10^4 \text{ bbl}$ ，占其当年原油总产量 ($745 \times 10^4 \text{ bbl}$) 的 46.7%。预计美国页岩油产量到 2025 年将增加到 $454 \times 10^4 \text{ bbl/d}$ ，占美国原油总产量的 50.4%，到 2040 年将下降到 $320 \times 10^4 \text{ bbl/d}$ ，仍将占到美国原油总产量的 42.7%（表 4）^[4]。

表 3 美国页岩气产量增长情况及预测

时间	阿拉斯加 天然气 10^8 m^3	煤层气 10^8 m^3	本土 48 州 海上天然气 10^8 m^3	本土 48 州 陆上天然气 10^8 m^3	致密气 10^8 m^3	页岩气 10^8 m^3	天然气 总产量 10^8 m^3	页岩气 份额，%
2000 年	118.9	427.6	1464.0	2395.6	940.1	85.0	5431.2	1.6
2005 年	130.3	495.5	954.3	2021.8	1305.4	206.7	5114.0	4.0
2010 年	99.1	512.5	693.8	1803.8	1548.9	1376.2	6034.3	22.8
2011 年	93.4	489.9	526.7	1608.4	1418.7	2248.4	6385.5	35.2
2012 年	93.4	447.4	470.1	1673.5	1376.2	2752.4	6813.0	40.4
2013 年	90.6	464.4	532.4	1631.0	1481.0	2647.6	6847.0	38.7
2014 年	87.8	438.9	597.5	1563.1	1461.1	2726.9	6875.3	39.7
2015 年	85.0	436.1	600.3	1531.9	1503.6	2820.4	6977.3	40.4
2020 年	79.3	470.1	611.6	1469.6	1834.9	3774.6	8240.1	45.8
2025 年	73.6	455.9	591.8	1373.4	1999.2	4527.9	9021.8	50.2
2030 年	337.0	455.9	685.3	1200.6	2282.3	4791.2	9752.3	49.1
2035 年	331.3	464.4	696.6	1070.4	2415.4	5238.6	10216.7	51.3
2040 年	331.3	484.2	835.3	988.3	2381.4	5612.4	10632.9	52.8

表 4 美国页岩油产量增长情况及预测

时间	常规原油, 10^6 bbl/d	页岩油, 10^6 bbl/d	原油总产量, 10^6 bbl/d	页岩油份额，%
2000 年	5.57	0.26	5.83	4.4
2005 年	4.89	0.29	5.18	5.6
2010 年	4.61	0.87	5.48	15.9
2011 年	4.35	1.31	5.66	23.1
2012 年	4.24	2.25	6.49	34.7
2013 年	3.97	3.48	7.45	46.7
2014 年	4.46	4.07	8.53	48.1
2015 年	4.54	4.49	9.03	49.7
2020 年	4.76	4.79	9.55	50.2
2025 年	4.46	4.54	9.00	50.4
2030 年	4.14	4.17	8.31	50.2
2035 年	4.18	3.69	7.87	46.9
2040 年	4.28	3.20	7.48	42.7

页岩油气产量的大增使得美国的油气产量大幅上升,在世界能源中的地位显著增强。美国天然气产量在 2005—2013 年增加了 42%,达到 $6.64 \times 10^8 \text{ t}$ 油当量。2009 年美国超越俄罗斯成为世界上最大的天然气生产国,2013 年成为天然气净出口国。美国还是世界上增速最快的石油生产国。近年来美国炼油能力持续增长,炼油产品出口大增,2011 年在过去 60 年来首次成为炼油产品的净出口国。原油进口量逐年下降,从中东进口原油比例降至 15% 以下,10 年间下降了 10 个百分点^[5]。

美国页岩气产量的增长还使得该国的天然气价格大幅下降,自 2008 年以来降幅达到 80%,目前仅为 4 美元/ 10^6 Btu ,是世界最低价,而同期亚洲的天然气价格是 14~16 美元/ 10^6 Btu 。页岩油(气)的规模开采和技术的不断进步,也使得开采成本大幅下降,页岩油开采成本通常低于加拿大油砂或巴西超深水原油,后者估计平均生产成本约为 70 美元/bbl。页岩油在油价为 45~70 美元/bbl 时开采就具有明显的经济效益。

国际能源机构预测,到 2020 年美国将成为世界上最大的原油生产国。美国正崛起为可与中东并肩的全球能源高地。美国页岩革命正在以“蝴蝶效应”对国际能源格局产生深刻影响。

世界能源格局的调整,无疑将对世界各国的政治经济以及石油、天然气、煤炭和可再生能源等能源产业的发展带来深远影响。以美国为例,仅从经济上看,油气产量的增长,对外依存度下降,降低了炼油化工原料成本,增强了美国石油石化业的竞争力,显著改善了美国的能源安全形势,也进一步巩固了美国的世界霸主地位。

3 炼油工业发展动向

3.1 原油资源储量、生产供应出现新变化,供应多极化趋势明显

近年来,地处西半球的美国、加拿大、委内瑞拉和巴西等美洲国家的石油储产量大幅增长,正逐步成为继中东之后全球油气勘探开发的新兴热点区域,原油供应多极化趋势显现。

2013 年世界石油(含原油和凝析油)剩余探明储量较上年略增,达到 $1.64 \times 10^{12} \text{ bbl}$,同比增长 0.4%。除非洲以外,全球各地区均有不同程度的增长,以北美和中东地区增量最大。北美地区和拉丁美洲合计储量增长了 0.6%,达到 $5410 \times 10^8 \text{ bbl}$;石油输出国组织(OPEC,音译为欧佩克)储量为 $12008.4 \times 10^8 \text{ bbl}$,比上年略有增长,但占世界石油储量的比重从 2011 年的 73.2%、2012 年的 73.1%下降到 73.0%。

世界石油产量达到 $75.3 \times 10^6 \text{ bbl/d}$,同比增长 0.8%,其中欧佩克石油产量为 $30.7 \times 10^6 \text{ bbl/d}$,同比下降 2.2%,主要原因是部分国家供应中断和沙特阿拉伯产量下降。美洲地区石油产量增长幅度最大,增幅达到 6.8%,主要是美国和加拿大原油产量大幅增长。2013 年美国原油产量达到创纪录的 $7.53 \times 10^6 \text{ bbl/d}$ ($105.42 \times 10^4 \text{ t/d}$),比 2012 年增长 19.3% (2012 年美国石油产量 $3.16 \times 10^8 \text{ t}$,比 2011 年增长 11.8%),紧跟俄罗斯和沙特阿拉伯之后位列世界第三。而加拿大依靠丰富的油砂资源,其石油储量已跃至全球第三,达到 $1732 \times 10^8 \text{ bbl}$,预计到 2020 年油砂沥青产量将从目前的不到 $200 \times 10^4 \text{ bbl/d}$ 提高到 $300 \times 10^4 \text{ bbl/d}$ 以上,接近翻番。委内瑞拉凭借其巨大的重油和超重原油资源,已取代沙特阿拉伯成为全球石油探明储量最大的国家,2013 年的探明储量达到 $2977 \times 10^8 \text{ bbl}$ (表 5、表 6)。墨西哥原

油储量达到 $100 \times 10^8 \text{ bbl}$ ，其中 61% 为重质原油，29% 为轻质原油，10% 为超轻质原油。中国石油储量为 $235.71 \times 10^8 \text{ bbl}$ ($33 \times 10^8 \text{ t}$)，居世界第 14 位^[6]。

表 5 2013 年世界石油探明储量

名次	国家	石油探明储量, 10^8 bbl	名次	国家	石油产量, 10^4 bbl/d
1	委内瑞拉	2977	7	阿联酋	922
2	沙特阿拉伯	2658	8	俄罗斯	800
3	加拿大	1732	9	利比亚	485
4	伊朗	1573	10	尼日利亚	371
5	伊拉克	1403		世界合计	16445
6	科威特	1015			

表 6 2013 年世界石油产量

名次	国家	石油探明储量, 10^8 bbl	名次	国家	石油产量, 10^4 bbl/d
1	俄罗斯	1040	7	科威特	256
2	沙特阿拉伯	938	8	伊朗	255
3	美国	753	9	阿联酋	254
4	中国	421	10	墨西哥	253
5	加拿大	333		世界合计	7528
6	伊拉克	322			

石油是重要的能源资源和战略物资，其资源储量、生产布局的变化必然会从多方面影响全球经济运行和政治格局的平衡。美国、加拿大和委内瑞拉等美洲国家石油储产量增长，使得全球油气生产供应多极化格局得以强化和发展。全球油气生产供应多极化，进一步增强了美国对全球经济的控制力，巩固了其经济霸主地位，同时也为中国和印度等发展中国家为代表的石油进口国开辟多元化油气来源渠道创造了条件，对保障世界能源供应安全将产生积极的影响。

3.2 炼油格局继续调整，发展重心进一步向亚太和中东地区转移

与石油生产重心逐步“西移”的趋势相反，全球石油消费重心和炼油发展中心进一步转移至东半球国家，其中来自中国等发展中国家的油气需求成为全球油气需求增长和炼油能力增长的主要推动力。

世界石油需求自金融危机后出现了两极分化。需求增长主要来自非 OECD 国家，最主要的是亚洲国家，而 OECD 国家的石油需求仍然处于疲软状态，尤其是欧洲石油需求处于下降态势。根据国际能源机构 2014 年 7 月 11 日发布的统计，2013 年全球石油需求为 $9140 \times 10^4 \text{ bbl/d}$ ，比 2012 年增长 1.3%，其中，非 OECD 国家需求达到 $4530 \times 10^4 \text{ bbl/d}$ ，增长 $110 \times 10^4 \text{ bbl/d}$ ；OECD 国家需求 $4610 \times 10^4 \text{ bbl/d}$ ，仅增长 $10 \times 10^4 \text{ bbl/d}$ ，增速 0.1%。在各地区中，以北美地区 2013 年石油消费量增幅最大，增长 $400 \times 10^4 \text{ bbl/d}$ ，达到 $2400 \times$

10⁴bbl/d, 约占世界石油需求总量的 26.2%。预计 2014 年全球石油需求达到 9270×10⁴bbl/d, 增长 1.4%, 其中, 亚洲国家消费量为 2990×10⁴bbl/d, 年增速为 1.4%。中国 2013 年的石油消费量达到 1010×10⁴bbl/d, 比上年增长 2%。预计中国 2014 年石油需求将达到 1040×10⁴bbl/d, 增长 3%, 石油需求增幅大大超过全球石油需求增长平均速度, 仍是世界石油需求增长的主要贡献者 (表 7)。

表 7 国际能源机构 2013 年世界石油需求统计 单位: 10⁶bbl/d

时间		2011 年	2012 年	2013 年	2014 年 (预计值)	2015 年 (预计值)
OECD 国家	北美地区	24	23.6	24	24.1	24.1
	欧洲	14.3	13.8	13.7	13.6	13.5
	亚太地区	8.2	8.6	8.4	8.3	8.2
	小计	46.5	46.0	46.1	46.0	45.8
非 OECD 国家	原苏联地区	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8
	欧洲	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	中国	9.3	9.9	10.1	10.4	10.9
	亚洲其他	11.1	11.4	11.7	12.0	12.4
	拉丁美洲	6.2	6.4	6.6	6.8	6.9
	中东地区	7.5	7.7	7.9	8.2	8.4
	非洲	3.5	3.6	3.7	3.9	4.1
	小计	42.7	44.2	45.3	46.7	48.2
总计		89.2	90.2	91.4	92.7	94.1

石油需求格局的变化推进了炼化布局的加速调整, 近年来全球新增炼油能力绝大部分位于亚洲和中东, 欧洲炼油能力继续萎缩。据美国《油气杂志》统计, 截至 2013 年底, 全球炼油能力在经历了 2012 年的峰值后略有下降, 达到 44.014×10⁸t/a, 较 2012 年下降 1.1%。中东地区炼油能力有小幅上涨, 非洲、北美地区与 2012 年基本持平, 亚太、西欧、东欧、南美地区炼油能力均有所下降。

亚太地区仍为全球炼油能力最大的地区, 但炼油能力趋于饱和, 即将面临过剩挑战。2013 年亚太地区炼油能力为 12.6×10⁸t/a, 较 2012 年的 12.8×10⁸t/a 略有下降, 能力降低主要是日本关停炼油能力共计 1.95×10⁸t/a。目前, 中国炼油能力已占到亚太地区炼油能力的近 50%, 未来仍有扩能计划, 已出现结构性过剩问题。出于减少国外油品进口和实现能源自给的考虑, 亚太地区其他国家也在计划扩能。预计未来几年, 该地区的炼油能力呈现区域性过剩, 炼油业竞争将更为激烈。西欧地区炼油业持续萎缩, 处境艰难, 炼油能力为 6.8×10⁸t/a, 比上年下降 2200×10⁴t/a。BP 公司、道达尔公司等石油巨头正加速调整下游业务, 将投资重点转向上游。预计未来西欧地区炼油能力还可能继续下降, 一些老旧炼厂或将关停。由于沙特阿美公司与道达尔公司合资的 2000×10⁴t/a 的朱拜勒炼厂的投产, 带动了中东地区炼油能力的增长, 从 2012 年的 36387×10⁴t/a 增至 2013 年的 36965×10⁴t/a。北

美地区炼油能力达到 $10.8 \times 10^8 \text{ t/a}$ ，与 2012 年基本持平^[7]。

世界炼油工业继续向规模化发展，产业集中度进一步提高。据美国《油气杂志》统计，截至 2013 年底，全球共有炼厂 645 座，同比减少 10 座，炼厂平均规模达 $682 \times 10^4 \text{ t/a}$ ，与 2003 年相比，炼厂数量减少 10%，但平均规模提高了 20%（表 8）。位居前 10 的炼油公司的炼油能力合计达到 $16.3 \times 10^8 \text{ t/a}$ ，占全球总能力的 37%。规模在 $2000 \times 10^4 \text{ t/a}$ 以上的炼厂达到 22 座。委内瑞拉石油公司 Paraguana 炼油中心以 $4700 \times 10^4 \text{ t/a}$ 的炼油能力成为世界最大的炼厂。在全球超过 $2000 \times 10^4 \text{ t/a}$ 的最大的 22 座炼厂名单中，有 15 座炼厂位于亚洲和中东地区^[7]。中国石油大连石化和中国石化镇海炼化的炼油能力均已超过 $2000 \times 10^4 \text{ t/a}$ ，中国石油和中国石化都已跻身于世界十大炼油商之列（表 9、表 10）。

表 8 2013 年世界主要国家和地区炼油能力与装置构成

排名	国家和地区	炼厂数量, 座	炼油能力, 10^4 t/a						
			常压蒸馏	焦化	热加工	催化裂化	催化重整	加氢裂化	加氢处理
1	美国	124	90472	4509	187	28343	15101	8794	67328
2	中国 ^①	54	35330	858	0	2940	765	925	2543
3	俄罗斯	40	27500	519	2104	1654	3220	611	10204
4	日本	28	22114	679	110	4554	3282	908	21842
5	印度	22	21714	933	399	2492	222	828	957
6	韩国	6	14793	105	0	1570	1694	1650	7061
7	沙特阿拉伯	8	12560	0	760	518	831	669	2319
8	德国	15	11236	582	1362	1745	1741	1015	9472
9	意大利	15	10579	248	2044	1608	1067	1509	5357
10	加拿大	17	9784	323	668	2412	1524	1029	6532
11	巴西	13	9587	634	54	2526	105	0	1337
12	墨西哥	6	7700	1051	0	1903	1201	0	4352
13	英国	9	7622	373	559	1920	1300	180	5510
14	法国	10	7542	0	613	1312	917	384	5304
15	新加坡	3	6723	0	1101	400	613	637	3570
16	中国台湾省	4	6550	281	0	1090	495	125	3161
17	西班牙	9	6458	336	821	957	846	658	3879
18	委内瑞拉	5	6411	797	0	1159	213	0	1832
19	荷兰	6	5971	228	503	510	639	990	3844
20	伊朗	8	5835	0	1093	175	581	533	847
世界合计		645	440140	5687	19147	71245	48043	28061	209312

①参考文献 [7] 中原文如此。中国统计数据偏小，实际炼油能力为 $6.273 \times 10^8 \text{ t/a}$ 。