

持续低油价对中国油气工业体系的影响分析及对策

陈建军¹ 王南^{1,2,3} 唐红君¹ 李君¹ 熊波¹

1. 中国石油勘探开发研究院廊坊分院 2. 国家能源页岩气研发(实验)中心 3. 中国石油非常规油气重点实验室

陈建军等. 持续低油价对中国油气工业体系与国家能源安全的影响及对策. 天然气工业, 2016,36(3):1-6.

摘要 持续低油价严重冲击了我国的油气工业体系,同时也对国家能源安全造成了重大影响,为确保我国油气工业体系的健康发展、寻求应对措施,从分析现阶段低油价的起因入手,以国际能源机构及政府官方披露的数据为依据,对全球油气主要生产国近年油气发展情况、能源政策和未来发展趋势进行了研究。结果发现,某超级大国的油气政策是造成全球油价低位运行的主要原因之一。预计 2020 年、2030 年中国的石油消费量将分别达到 6.0×10^8 t 和 6.8×10^8 t、天然气消费量将分别达到 $3\,300 \times 10^8$ m³ 和 $5\,200 \times 10^8$ m³。为减少中国的油气对外依存度,需保持对油气行业的上游投资,加大科技攻关力度,确保油气生产系统的平稳运行。从中国国家能源战略安全的角度出发,提出了以下对策:①目前需确保我国石油 2×10^8 t 的年产量“底线”,国内天然气年产量在 2030 年力争达到 $2\,700 \times 10^8$ m³ 左右,以此作为我国长远的天然气产量“底线”;②谋划石油工业上游业务的长期发展,确保油气风险勘探投资、低渗透致密油气藏及页岩油气藏开发技术攻关试验区建设、科技攻关创新等“三个不能停”;③中石油、中石化、中海油需在逆境中求得改革发展,借助“一带一路”的契机,打造国际化技术服务公司;④推进新能源业务,谋划从油公司向综合性能源公司的转变升级。

关键词 低油价 原因剖析 中国油气工业体系 能源政策 国家能源安全战略 油气产量 技术服务 新能源

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2016.03.001

Impact of sustained low oil prices on China's oil & gas industry system and coping strategies

Chen Jianjun¹, Wang Nan^{1,2,3}, Tang Hongjun¹, Li Jun¹, Xiong Bo¹

(1. Langfang Branch of PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Langfang, Hebei 065007, China; 2. National Energy Shale Gas R & D <Experimental> Centre, Langfang, Hebei 065007, China; 3. PetroChina Key Laboratory of Unconventional Oil & Gas Resources, Langfang, Hebei 065007, China)

NATUR. GAS IND. VOLUME 36, ISSUE 3, pp.1-6, 3/25/2016. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

Abstract: The global continuous low oil prices have a significant impact on China's petroleum industry system and the national energy security. This paper aims to find solutions in order to guarantee the smooth development of China's petroleum industry system and its survival in such a severe environment. First, the origins of sustained low oil prices were analyzed. Then, based on those published data from IEA, government and some other authorities, this study focused on the development status, energy policies and the future developing trend of those main oil & gas producing countries. Investigations show that the low-price running is primarily contributed to the so-called oil and gas policies in a certain large country. It is predicted that national petroleum consumption will reach up to 6.0×10^8 t (oil) & $3\,300 \times 10^8$ m³ (gas) in 2020 and 6.8×10^8 t (oil) & $5\,200 \times 10^8$ m³ (gas) in 2030. For reducing the degree of dependence on foreign oil and gas, the investment in the upstream of petroleum industry should be maintained and scientific research should be intensified to ensure the smooth operation of the oil and gas production system. Considering China's national energy security strategy, the following suggestions were proposed herein. First, ensure that in China the yearly oil output reaches 2×10^8 t, while natural gas yield will be expected to be up to $2\,700 \times 10^8$ m³ in 2030, both of which should become the “bottom line” in the long term. Second, focus on the planning of upstream business with insistence on risk exploration investment, scientific and technological innovation and pilot area construction especially for low-permeability tight oil & gas, shale oil & gas reservoir development techniques. Third, encourage the in-depth reform and further growth especially in the three major state-owned oil & gas companies under adverse situations, and create more companies competent to offer overseas technical services by taking the opportunity of the “One Belt and One Road” policy. Finally, promote the new energy business and find solutions to turning those oil companies to integrated energy companies.

Keywords: Low oil price; Origin analysis; China; Oil & gas industry system; Energy policy; National energy safety strategy; Oil & gas output; Technical Service; New energy

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973计划)项目“中国南方海相页岩气高效开发的基础研究”(编号:2013CB228000)、国家“十二五”重大科技专项“页岩气勘探开发关键技术”(编号:2011ZX05018)。

作者简介: 陈建军, 1963年生, 高级工程师; 主要从事天然气发展战略规划、天然气开发技术研究及生产实践等工作。地址:(065007)河北省廊坊市万庄44号信箱。ORCID:0000-0003-2096-6104。E-mail:chjjun@petrochina.com.cn

通信作者: 王南, 1982年生, 工程师; 主要从事非常规天然气产能评价、油气战略规划方面的研究工作。地址:(065007)河北省廊坊市万庄44号信箱F楼302。电话:(010)69213398。ORCID:0000-0003-4559-2698。E-mail:wn215@petrochina.com.cn

1 低油价产生并将持续存在的根本原因

1.1 “页岩油气革命”的成功使 M 国基本实现能源独立, 促进其制造业振兴

1.1.1 M 国页岩油气的成功得益于“四个革命”

以下“四个革命”引领了非常规油气开发的新浪潮, 是 M 国(特指某超级大国, 下同)页岩油气勘探开发大获成功的关键: ①大面积连续型油气聚集的地质理论革命; ②水平井储层体积压裂的开发技术革命; ③平台式井组作业的“工厂化”生产革命; ④众多市场化公司参与的成本革命。

1.1.2 页岩油气“四个革命”改变了世界能源的格局

自 2002 年页岩油气革命不断推进以来, M 国的原油和凝析油年产量从 2009 年的 3.2×10^8 t 攀升至 2014 年的 5.2×10^8 t^[1], 增加了 2×10^8 t; 天然气产量从 2005 年的 $5\,000 \times 10^8$ m³ 左右, 快速攀升至 2014 年的 $7\,283 \times 10^8$ m³, 增加了 $2\,200 \times 10^8$ m³ 以上, 油气产量重返全球霸主地位。M 国的石油对外依存度从 2006 年的最高值 67% 降低至 2014 年的 38%, 天然气对外依存度从 2005 年的最高值 18% 降低至 2014 年的 4%^[2]。

1.1.3 天然气价格走低, 降低了制造业的成本

M 国天然气价格自 2009 年开始大幅回落, 2014 年的天然气价格较 2008 年降低 56%, 只有欧洲平均气价的 60%、日本气价的 45%。M 国能源价格的降低, 在一定程度上削弱了中国、印度等国家低成本劳动力的优势^[3]。自 2010 年开始, M 国制造业结束了长达 12 年的持续缩减, 出现了每年新增近 200 万就业人数的持续性增长。实现能源自给符合 M 国国家全方位能源策略: 一方面规避了油价剧烈波动对经济发展所造成的冲击, 另一方面又有效促进了 M 国本土经济的增长并创造就业机会。

1.2 M 国油气政策的“两个转变”将对世界油气工业产生重大影响

1.2.1 M 国油气政策做出“两大转变”使得世界油气供给态势更为宽松

M 国油气政策的以下“两大转变”, 将使该国和伊朗所生产的油气投入市场, 进而显著提升市场的供应能力: ① 2014 年 6 月 M 国众议院批准其能源部(DOE)审核 LNG 出口方案, 批准出口本国生产的 LNG $7\,142 \times 10^4$ t, 预计 2017 年输往亚洲的 LNG 数量可能超过 $3\,000 \times 10^4$ t, 这也是 M 国政府同意油气出口的重要信号^[4]; ②伊核谈判结束并达成协议, 解

除对伊朗的石油禁运, 伊朗石油年产量有能力在短期内恢复到被制裁前的 2×10^8 t。

1.2.2 M 国能源独立显著减少进口量使得世界油气市场供给格局发生了重大转变

M 国油气对外依存度大幅降低, 油气进口量削减的主要方向是中东、非洲和南美地区。石油输出国组织(OPEC)已逐渐向东亚、南亚地区开拓新的市场, 同时 M 国的 LNG 出口也主要流向欧洲和亚洲, 世界油气供给将由向西流变为向东流, 市场供应较为宽松。世界多家能源机构及银行的预测结果表明, 未来 10 年国际油价将维持在每桶 40 ~ 70 美元的中低位水平^[5-7]。

1.3 M 国以“低油价”和“能源独立”为依靠重新布局其全球战略

1.3.1 M 国以低油价影响 E 国的经济发展走势

作为油气出口大国, E 国(特指某资源大国, 下同)财政收入高度依赖于油气出口。2014 年 E 国联邦财政收入约为 14 万亿卢布(约合 2.1 万亿元人民币), 占该国 GDP 的 18.5%, 其中油气相关收入为 6.5 万亿卢布, 占其财政总收入的 48%。根据 E 国联邦储蓄银行的计算结果, 原油价格需要维持在每桶 104 美元, E 国才能达到财政收支平衡。国际油价暴跌将使饱受西方制裁的 E 国经济雪上加霜, 从而大大削弱了其西方抗衡的经济基础^[7]。

1.3.2 M 国减少对中东的能源依赖并加速重返亚太地区

油气供给态势宽松, 将促使 M 国对全球能源控制手段做出快速转变, 从对中东能源生产集中地的控制转为对油气有强劲需求的亚太地区的控制。作为世界贸易的重要航线, 全球有约 1/3 的原油、一半以上的 LNG 贸易都要从中国南海经过, 而且南海本身也是世界深水油气勘探开发的重要领域。M 国加速重返亚太地区, 用军事力量影响南海, 对于中国的全面崛起与和平发展将产生负面影响。

2 持续低油价对中国油气工业体系的冲击及影响

2.1 中国油气战略已初步制定油气消费“顶板”与生产“底板”

我国已经基于消费革命为重要内涵制定了能源发展战略。根据有关规划, 到 2030 年, 通过能源革命控制能源消费总量, 优化能源结构, 建立起安全、

绿色、高效的现代能源系统,使之既能满足经济社会发展的需要,又能满足生态环境的约束条件。

2.1.1 基于油气消费革命预测的消费量“顶板”

2014年,我国的原油消费量为 5.18×10^8 t,产量为 2.10×10^8 t,对外依存度达59%;天然气消费量为 $1\,830 \times 10^8$ m³,产量为 $1\,256 \times 10^8$ m³,对外依存度为31%^[3]。考虑经济新常态及能源消费革命的要求,今后一段时期GDP增速将介于6.5%~7.0%,石油消费量增速将介于2.0%~3.0%,2020年、2030年全国石油消费量将分别达到 6.0×10^8 t、 6.8×10^8 t;天然气消费量将分别达到 $3\,300 \times 10^8$ m³、 $5\,200 \times 10^8$ m³^[8]。

2.1.2 基于油气生产革命预测的产量“底板”

目前我国常规石油开发已进入高含水、高采出程度的“双高”阶段,长期保持稳产难度增大,产量接替主要依赖于油气生产革命,即大规模开发低渗透致密储量。考虑到我国石油地质情况的复杂性,低品位原油上产幅度难以达到M国页岩油水平且开采成本高,在国际油价相对较低的情况下,维持 2×10^8 t的原油年产量“底板”,生产能力可行,经济效益合理,可稳产20~30年。在石油消费量刚性增长的趋势下, 2×10^8 t生产底线既有利于我国石油工业有质量有效益可持续发展,又可将2030年前的石油对外依存度控制在70%左右,对保障国家能源安全具有重要的战略意义。

要完成上述产量底线,需要中石油在国内石油生产上持续保持主力地位,确保原油年产量底线不低于 1×10^8 t。这既是对国家能源安全的责任体现,也是公司自身稳定发展的根基,为队伍稳定、新业务拓展夯实基础。因此,必须紧密围绕上述产量目标,进行长远的战略研究与布局,超前谋划资源接替、技术接替与管理创新。

据笔者预测,我国天然气通过常规气、非常规气的“双气驱动”,2025—2030年间全国天然气产量潜力将介于 $2\,700 \times 10^8$ ~ $3\,000 \times 10^8$ m³;如果以年产 $2\,700 \times 10^8$ m³作为国内天然气生产的“底板”,那么2030年中国的天然气对外依存度可控制在50%左右。保持相对较高的国内天然气产量,对于应对巨大的天然气消费市场需求和进口天然气市场的区域性、地缘政治性风险都具有重要的意义。

2.2 低油价对中国油气工业体系的严重冲击

与上轮油价下跌相比,此轮油价下跌呈现出了新的特点。2008年油价下跌的原因是世界经济危机导致的石油需求量减少,但石油供应量并没有大的

变化,油价跌得快,反弹也快。而本轮油价下跌的不同之处在于石油需求量增长减少,但同时供应能力则又增强,并且中东等OPEC国家以低油价为手段,抑制M国页岩油气产量增长,延缓太阳能、风电等新能源产业的发展势头。由此导致油价中低位震荡周期长、回升乏力。本轮持续低油价对我国油气工业产生了巨大的冲击,影响程度将甚于以往,具体表现在以下3个方面。

2.2.1 低油价直接缩减了石油企业上游利润,严重抑制了勘探开发投资

从2014年6月油价下跌以来,五大国际石油公司(埃克森美孚、BP、壳牌、道达尔和雪佛龙)2015年一季度与2014年二季度相比,整体收入平均下滑超过40%,上游利润平均下滑超过60%^[9]。我国三大国有石油公司也不例外,2015年上半年净利润较去年同期降幅高达51%^[10-13]。低油价对石油公司经营业绩造成巨大冲击,迫使其削减上游资本支出。五大国际石油公司2015年上游投资削减幅度在10%以上,各家削减金额在30亿~60亿美元不等。中石油、中石化和中海油2015年上游投资分别比2014年减少10%、36%、12%。

2.2.2 低油价期钻井、物探等工作量迅速下滑,技术服务队伍面临严峻的生存考验

低油价期钻井、物探等工作量迅速下滑,技术服务队伍面临严峻的生存考验,以下仅以中石油为例加以分析。钻井方面,2013年高油价时中石油总的钻井数量达17 000余口,随着油价下降,2015年安排钻井工作量为14 000口,下降19%;地震方面,2013年中石油实施二维、三维地震工作量分别为37 000 km、16 000 km²,2015年安排二维、三维地震工作量仅14 000 km、7 000 km²,分别比2013年减少62%、56%,富余一半以上的队伍。中石油与上述国际石油公司还有所不同的是,其与技术服务公司之间主要依靠的是内部关联交易,内部技术服务公司成本偏高,抵御低油价的市场能力远不如外部队伍,这在钻井方面表现尤为突出。2013年高油价期,中石油钻井市场内的钻机数量最多时达到1 870余部,其中该公司内部钻机为930部、外部钻机为940部,在近一年多来控制投资、降低钻井成本的情况下,内部钻探企业已有上百支队伍停工歇业。若低油价持续3~5年,一方面,技术服务队伍生存与稳定将面临更加严峻的考验,更多队伍因无工作量而歇工,将出现职工收入大幅下降、生存困难、企业包袱加重、技术骨干人员流失等问题,

队伍稳定压力激增；另一方面，中石油内部钻机的平均新度系数只有 0.4，长期停工有可能使许多老钻机失去正常作业能力。

2.2.3 油气生产系统平稳运行受到严重影响，石油工业体系快速恢复难度大

持续低油价时期，往往会带来队伍涣散、油气井复井难、设备停运导致损毁严重、勘探准备不足、技术研发接替减缓等不利因素。这里仍然以中石油为例，2008 年全球油价下跌，多个油区（如吉林、新疆、辽河等）被迫限产，2008 年限产区原油产量为 $5\,400 \times 10^4$ t，2013 年高油价时其产量也只有 $4\,800 \times 10^4$ t，主要限产油区直到目前仍然没能恢复到限产之前的生产水平。稠油热采、化学驱项目被迫中止或产量规模压缩后，复产难度大，所需费用高，甚至不能复工，部分油气地面设备闲置甚至荒废，从而导致油气资产过早的非正常耗损。

2.3 低油价对国家能源安全的严重影响

2.3.1 若仅考虑经济因素安排产量规模，将在一定程度上增加国家的石油安全风险

2014 年我国油气对外依存度已分别达到 59% 和 31%。随着国际油价持续低位徘徊，若国内原油仅按经济效益测算产量规模，2015 年中石油盈亏平衡油价为 48 美元/桶，只有大庆、长庆、新疆和华北四大油区成本处在盈亏平衡边缘，原油产量占中石油全部产量的 70%；若中海油和中石化参照同一占比，全国处在经济盈亏平衡界限的原油产量规模只有 1.47×10^8 t，比 2014 年我国实际石油产量 2.10×10^8 t 减少了 0.63×10^8 t，低于前述 2×10^8 t 的生产“底线”。因此，石油生产要综合考虑多方面的因素，从国家油气安全大局出发，仍然需要保持年产原油 2×10^8 t 的生产“底线”。

2.3.2 石油进口运输通道风险增大，需要给予关注

在“便宜石油”时期，我国石油进口量将进一步加大，进口主体是中东、中亚、非洲以及南美地区。但从上述地区进口原油 90% 以上都要依靠海运，90% 均由外国油轮承运，中国船队的运量仅占 10% 左右，而且石油海运 80% 以上都要通过马六甲航道。一旦海上运输力量和通道被控制，有可能对我国的油气安全带来灾难性打击。如果某些国家操纵油价，致使国际油价上涨，而中国自己的原油生产能力在低油价时受到较大的打击和削弱，无法满足国内需求，届时只能无奈被动接受，额外支出巨额外汇买油。另一个重要因素也值得关注，M 国当前高速开发页岩

岩油气，快速提升其产量，一旦页岩油气产量下降，又可以以风能、太阳能、生物质能、储能等世界领先的新能源技术快速接替，并以保护气候、减少碳排放量为由，制定有利于自己的经济规则，将会给包括中国在内的远没有做好新能源发展技术储备的国家及其油公司新一轮的重大打击。

3 持续低油价条件下中国油气工业的应对策略建议

3.1 从国家能源安全战略出发，确保产量“底线”

2014 年我国石油消费量为 5.18×10^8 t，其国内原油产量为 2.10×10^8 t、进口 3.08×10^8 t^[3]。海路是我国原油进口的主要通道，而对原油进口安全的影响因素则较多。目前，相对安全的国内生产石油与中亚、E 国等陆路进口的石油，约占全国石油消费总量的一半。尽管国内原油生产成本相对较高，但它却是确保国家能源安全的重要基石。综合国家经济发展、环境条件约束、石油供应安全和国内资源潜力，确定全国长期保持原油年产 2×10^8 t、中石油年产原油 1×10^8 t，以此作为国家和有关国有石油公司原油产量的“底线”。国内天然气年产量在 2030 年力争达到 $2\,700 \times 10^8$ m³ 左右，以此作为我国长远的天然气产量“底线”。

3.2 坚持“三个不能停”，谋划上游业务长期发展

各国有、省属油气公司要坚持以下“三个不能停”，谋划上游业务的长期发展。

3.2.1 油气风险勘探投资不能停

依据所掌握的中石油的数据，油气风险勘探自 2005 年以来共获得 16 项战略突破，落实了 4 个储量规模介于 $5 \times 10^8 \sim 10 \times 10^8$ t 级的重大勘探领域，有力支撑了中石油年均新增探明石油地质储量 6×10^8 t 以上、天然气地质储量 $5\,000 \times 10^8$ m³ 以上目标的达成。当前我国天然气探明率仅 17.6%，石油探明率也只有 33%，还有一批石油储量规模 5×10^8 t 以上、天然气储量规模 $1\,000 \times 10^8$ m³ 级的重大勘探领域，如鄂尔多斯盆地和准噶尔盆地致密油、鄂尔多斯盆地致密气、塔里木盆地深层气、中上扬子地区页岩气等，应保持油气风险勘探的力度，为我国油气工业的稳定发展提供坚实的资源基础。

3.2.2 低渗透致密油气藏、页岩油气藏开发技术攻关试验区建设不能停

2014 年全国累计探明低渗透致密石油地质储量

为 103×10^8 t, 占当年全国石油总探明储量的 47.6%, 年产量突破 $5\,900 \times 10^4$ t, 约占当年原油总产量的 1/3。对鄂尔多斯、四川等盆地的低渗透与致密油气藏应继续开展以提高单井产量和储量动用率为目标的技术攻关试验区建设, 探索降低开发成本的新技术, 如储层改造技术上由注重单井改造效果向注重油气藏整体改造、体积压裂改造转变, 采油机理由驱替向渗析 + 驱替复合作用转变, 生产组织由注重建产向保持稳产转变。页岩油气藏开发试验区应持续重点开展地球物理勘探、页岩储层精细评价、水平井快速钻井、分段压裂改造和工厂化作业技术试验。

3.2.3 科技攻关创新不能停

在常规油气方面, 将在非常规油气开发上取得显著应用成效的体积压裂改造技术, 向松辽、鄂尔多斯等盆地的低渗透油气藏开发中大力拓展应用, 更大力度地发挥体积改造技术在不同油气藏开发中的作用, 提高单井产量和油气藏采收率; 在非常规油气方面, 实现关键工程技术及装备的国产化, 加强对工程技术瓶颈的攻关, 优化工艺流程, 提升工厂化作业管理水平, 形成成熟的低成本开发技术。

3.3 逆境中谋求改革发展, 打造“中国式斯伦贝谢”技术服务公司

3.3.1 推进混合所有制改革与借助“一带一路”谋出路

技术服务公司面对当前逆境, 不能被动等靠要, 需要主动进取、积极求变: ①对低品位及非常规油气资源, 推进混合所有制经营改革吸引投资, 共担风险共享收益, 或借鉴苏里格气田开发的模式, 加大油田企业与工程技术服务企业的合作开发力度, 为工程技术队伍开拓新的服务市场; ②工程技术服务企业借助“一带一路”之机扩大队伍出路, 积极拓展国外市场。

3.3.2 工程技术服务企业瘦身强体, 打造“中国式斯伦贝谢”

工程技术服务企业还可以从以下方面提升生存和发展能力: ①加快剥离企业办社会职能, 逐步减轻包袱, 降低管理成本, 轻装上阵; ②在高新技术方面, 通过管理创新, 激发创新活力, 加强集成整合, 对标大型国际技术服务公司的管理与技术, 不断提高高新技术水平与市场占有量, 打造“中国式斯伦贝谢”技术服务公司, 以技术求发展; ③在常规工程技术方面, 加强市场化运作, 建立新的考核机制, 提升管理水平, 严格控制成本, 以能力求生存。

3.4 真正着手发展新能源业务, 积极谋划从油公司向综合性能源公司转变的升级发展

国外油公司正积极调整能源发展策略。壳牌是全球大型能源公司中可再生能源业务最多的公司, 可再生能源已成为其第五大核心业务。其研发的 CIS 薄膜电池在太阳能零散电力利用领域占据约 17% 市场份额, 硅基太阳能业务年发电量超过 80 MW; 风能年发电量已超过 500 MW, 并在全球建有多个风力发电厂。

建议国有石油公司利用在能源领域的综合优势, 针对技术尚处在发展阶段中的储能、氢能等领域, 组织研发力量, 加强合作研发, 形成特色技术; 在技术成熟的风能、太阳能等领域, 采取业务并购等方式快速进入, 兼并一些创新公司, 购买技术专利, 借助“一带一路”之机, 伴随油气业务向海外推进新能源业务; 在油气区积极开展新能源建设利用示范, 培养专业队伍。力争通过 5 ~ 10 年的时间, 形成中国三大油公司独具特色的新能源业务。

致谢: 本研究是在中国石油勘探开发研究院副院长兼廊坊分院院长邹才能教授级高级工程师的悉心指导下完成的; 中国石油勘探开发研究院廊坊分院工程造价管理中心副主任司光、新能源研究所副总工程师赵群也给予了很多帮助。在此一并感谢。

参 考 文 献

- [1] BP. BP annual report and financial statement 2014[EB/OL].(2015-03-03)[2015-12-16]. <http://www.bp.com/en/global/corporate/investors/results-and-reporting/annual-report.html>.
- [2] EIA. Database of U.S. imports by country of origin. [EB/OL]. [2015-12-18]. http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_move_impcus_a2_nus_ep00_im0_mbb1_m.htm.
- [3] 钱兴坤, 姜雪峰. 2014 年国内外油气行业发展报告 [R]. 北京: 中国石油集团经济技术研究院, 2015.
Qian Xingkun, Jiang Xuefeng. Report on development of oil and gas industry at domestic and abroad in 2014 [R]. Beijing: CNPC Economics & Technology Research Institute, 2015.
- [4] 王南, 刘兴元, 杜东, 雷丹凤, 杨晶. 美国和加拿大页岩气产业政策借鉴 [J]. 国际石油经济, 2012, 20(9): 69-73.
Wang Nan, Liu Xingyuan, Du Dong, Lei Danfeng, Yang Jing. Lessons from U.S. and Canadian shale gas industry policies [J]. International Petroleum Economics, 2012, 20(9): 69-73.
- [5] BP. BP statistical review of world energy 2015 [EB/OL]. (2015-06-30)[2015-12-18]. <http://www.bp.com/statisticalreview>.
- [6] Gold Sachs. Goldman can now predict the price of oil in 2020 [EB/OL]. [2015-05-18]. <http://www.infowars.com/goldman-can-now-predict-the-price-of-oil-in-2020/>.
- [7] IEA. IEA oil market report 2015 [EB/OL]. [2015-12-16]. <https://>

www.iea.org/oilmarketreport/.

[8] 孙志鹏. 能源安全与中国外交转型 [J]. 油气地质与采收率, 2015, 22(5): 69-73.

Sun Zhipeng. Energy security and China's foreign policy transition[J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2015, 22(5): 69-73.

[9] 周涛, 牟春英, 郝文元, 冯连勇. 低油价对石油物探行业的影响及应对策略 [J]. 国际石油经济, 2015, 23(7): 60-65.

Zhou Tao, Mu Chunying, Hao Wenyuan, Feng Lianyong. Impact of low oil prices on the geophysical prospecting industry[J]. International Petroleum Economics, 2015, 23(7): 60-65.

[10] 中国石油天然气股份有限公司. 中国石油天然气股份有限公司 2014 年度报告 [EB/OL]. (2015-03-26)[2015-12-16]. <http://www.petrochina.com.cn/ndyjgb/201503/2b4b62acbeb14bd7ba592bca85bd932d/files/70db87d1c17443e8b8deec2264109cc.pdf>.

PetroChina Co Ltd. PetroChina Co Ltd. 2014 annual report.[EB/OL]. (2015-03-26)[2015-12-16]. <http://www.petrochina.com.cn/ndyjgb/201503/2b4b62acbeb14bd7ba592bca85bd932d/files/70db87d1c17443e8b8deec2264109cc.pdf>.

[11] 中国石油天然气股份有限公司. 中国石油天然气股份有限公司 2015 半年度报告 [EB/OL]. (2015-08-27)[2015-12-16].<http://www.petrochina.com.cn/ndyjgb/201508/2b6a7de2793e4a37b2a39713e47db091/files/044f6d21090e4e60a26f22372f192537.pdf>.

petrochina.com.cn/ndyjgb/201508/2b6a7de2793e4a37b2a39713e47db091/files/044f6d21090e4e60a26f22372f192537.pdf.

PetroChina Co Ltd. PetroChina Co Ltd. 2015 semi-annual report [EB/OL]. (2015-08-27)[2015-12-16]. <http://www.petrochina.com.cn/ndyjgb/201508/2b6a7de2793e4a37b2a39713e47db091/files/044f6d21090e4e60a26f22372f192537.pdf>.

[12] 中国石油化工股份有限公司. 中国石油化工股份有限公司 2015 半年度报告 [EB/OL]. (2015-03-20)[2015-12-16]. <http://www.sinopec.com/download/reports/2014/20150323/download/2015032308c.pdf>.

Sinopec Co Ltd. Sinopec Co Ltd. 2015 semi-annual report [EB/OL]. (2015-03-20)[2015-12-16]. <http://www.sinopec.com/download/reports/2014/20150323/download/2015032308c.pdf>.

[13] 中国海洋石油有限公司. 中国海洋石油有限公司 2014 年度年报 [EB/OL].(2015-03-27)[2015-12-18].<http://www.cnooltd.com/attach/0/1504090825119951073.PDF>.

CNOOC Limited. CNOOC Limited 2014 annual report[EB/OL]. (2015-03-27)[2015-12-18]. <http://www.cnooltd.com/attach/0/1504090825119951073.PDF>.

(修改回稿日期 2016-02-15 编辑 居维清)



本刊第七届编委会顾问闵恩泽先生因病在北京逝世

2016 年 3 月 7 日, 中国科学院、中国工程院、第三世界科学院院士闵恩泽先生因病在北京逝世, 享年 93 岁。闵恩泽先生 1924 年 2 月 4 日生于四川成都, 是我国炼油催化应用科学的奠基人、石油化工技术自主创新的先行者、绿色化学的开拓者, 2007 年度国家最高科学技术奖获得者, 被誉为“中国催化剂之父”。

作为本刊第七届编委会顾问, 闵恩泽院士关心《天然气工业》的成长, 积极为本刊撰稿, 先后发表了 3 篇学术论文(2008 年第 7 期《我国发展生物柴油产业的挑战与对策》、2010 年第 1 期《生物柴油(脂肪酸甲酯)化工利用技术进展》、2010 年第 5 期《废弃食用油脂的危害与资源化利用》), 其科研成果受到国内外同行的广泛关注和高度评价。

2010 年 9 月 23 日, 国际小行星中心发布公报, 由中国科学院国家天文台施密特 CCD 小行星项目组发现并获得国际永久编号的第 30991 号小行星, 经过国际天文学联合会批准, 被永久命名为“闵恩泽星”。如今, 这颗星星真正升上了天空! 闵先生, 一路走好!

(天工 供稿)