

The Research of the Remaining Oil and Gas Resources in China

Zaixing Jiang¹, Yuanfu Zhang¹, Hui Liu¹, Xiuyan Chen¹, Shen Jia¹

University of Geosciences, Beijing, China, 100083

1. jiangzx@cugb.edu.cn, 2. zyf@cugb.edu.cn

Abstract: Oil and gas are the traditional energy, which are essential to our national economy. The base of the follow-up efficient exploration and development for the nonrenewable resources, oil and gas, is to master the current situation of oil and gas resources and the potential and distribution of remaining oil and gas resources in our country. From the two aspects of conventional oil and gas resources and unconventional oil and gas resources, the oil and gas exploration and development status and the potential and distribution of remaining oil and gas resources are expounded and analyzed completely in this paper. It is proved that the conventional oil and gas resources of our country still have great potential while the unconventional oil and gas resources are tremendous, which will become the main substitute resources of conventional oil and gas resources in the future. We should focus on the future and develop unconventional oil and gas resources vigorously to ensure China's energy security and guarantee the steady development of our national economy.

Keywords: remaining oil and gas resources; conventional oil and gas resources; unconventional oil and gas resources

中国剩余油气资源研究

姜在兴¹, 张元福¹, 刘辉¹, 陈秀艳¹, 贾岫¹

1. 中国地质大学(北京)能源学院, 北京, 中国, 100083

1. jiangzx@cugb.edu.cn, 2. zyf@cugb.edu.cn

摘 要: 油气是我国国民经济不可或缺的传统能源。作为不可再生的资源, 掌握我国油气资源的现状和剩余油气资源的分布是进行后续能源高效勘探开发的基础。本文从常规油气资源和非常规油气资源两个方面对我国的油气资源勘探开发现状和剩余油气资源潜力及分布进行了全面阐述和分析, 认为我国常规油气资源仍具有较大挖潜空间, 而非常规油气资源资源量巨大, 在未来将成为常规油气资源的主要接替资源。我国应着眼未来, 大力发展非常规油气资源, 保证我国的能源安全, 保障我国国民经济的稳步发展。

关键词: 剩余油气资源; 常规油气资源; 非常规油气资源

1 引言

油气是我国国民经济不可或缺的传统能源。同时, 油气也是不可再生资源。近十年来, 国民经济持续快速发展, 石油消费急剧增加, 国内石油生产已经不能满足经济发展的需求。近年的勘探实践和资源评价表明, 我国剩余油气资源丰富, 勘探潜力仍然较大。一方面, 石油和天然气资源量比过去的评价结果明显增加, 在非常规油气勘探上取得一定的进展; 另一方面, 油气勘探不断取得突破性进展, 相继发现了多个大型油气田。正确认识我国剩余油气资源潜力, 具有十分重大的意义。

2 中国常规油气资源

2.1 常规油气资源总体情况

建国以来, 我国先后进行了三次油气资源评价。最近的一次是 2004—2005 年, 由政府有关部门牵头, 以中石油、中石化和中海油三大石油公司的探区为重点, 对 129 个盆地的油气资源开展评价研究。目前, 已取得的初步评价成果是石油 1068 亿吨, 地质资源量 765 亿吨, 可采资源量 212 亿吨^[1], 天然气 52.65 万亿立方米。油气总资源量比 1994 年分别提高了 14% 和 38%; 油气可采资源量比 1994 年分别提高了 40% 和

57%（见表1）。

表1 我国历次油气资源评价结果

年份	石油资源量 (亿吨)	天然气资源量(万亿立 方米)
1987	787.46	33.6
1997	940	38.04
2006	1068	52.65

此次油气资源评价结果显示，我国陆上石油资源为822亿吨，其中东部419.7亿吨，中西部372.38亿吨，南方25亿吨；海上石油资源246亿吨。评价同时显示，我国陆上天然气资源为38.82万亿立方米，其中东部4.36万亿立方米，中西部31.26万亿立方米，南方3.2万亿立方米；海上52.65万亿立方米。

2.2 海洋油气资源

目前，我国海洋油气处于勘探的早期，油气勘探程度较低，是我国下一步勘探的重点目标，因此，本文将海洋油气资源作为单独一节加以论述。

根据第三次石油资源评价结果，我国海洋油气资源丰富，海洋石油资源量为246亿吨，占全国石油资源总量的23%；海洋天然气资源量为16万亿立方米，占总量的30%。我国海洋石油探明程度为12%，海洋天然气探明程度为11%，远低于世界平均水平。海洋油气整体处于勘探的早中期阶段，资源基础雄厚，产业化潜力较大，是未来我国能源产业发展的战略重点^[2]。截至2005年，我国海上大油田数量占世界主要海上大油田数量的比例为3.1%，海上大油田最终可采储量占世界主要海上大油田最终可采储量的比例仅为1.4%，海上原油产量占世界海上原油产量的比例为2.4%，海上石油累计产量所占份额更低，仅为1%。这样的海洋石油产业发展状况与我国作为海洋大国的地位是极不相称的^[2]。

南中国海海域面积共有 287×10^4 平方公里，中国疆界内海域面积约 201×10^4 平方公里。南中国海中国海域内有22个沉积盆地，盆地总面积达到 100×10^4 平方公里，其中南海北部6个盆地，面积 37×10^4 平方公里，南海南部16个盆地，面积 63×10^4 平方公里。22个盆地石油地质资源量为 226.3×10^8 吨、天然气地质资源量为 15.84×10^8 立方米。据2005年的资源评价结果，南海北部的莺歌海、珠江口、琼东南等盆地天然气远景资源量均在 1×10^{12} 立方米以上^[3]。截至2007年底南

海探明天然气地质储量 $3\,235 \times 10^8$ 立方米，占我国海上已探明天然气总储量的74%；已建成天然气生产能力 60×10^8 立方米以上，占目前海上天然气总产量的88%^[3]。

到目前，越南、菲律宾、马来西亚、新加坡等周边国家都在南海开采石油，他们已经在南沙海域钻井1000多口，做了126万公里的地震测线，查明了油气资源量268亿吨，发现含油气构造200多个和油气田180个，年采石油量超过5000万吨，早已形成了事实上的“开发热”^[4]。

2.3 剩余常规油气资源

根据全国新一轮资源评价结果，我国常规石油地质资源量为 765.01×10^8 吨、可采资源量为 212.03×10^8 吨，因此，截至2007年底，我国常规石油地质资源和可采资源的探明程度分别为36.0%和35.9%。全国累计探明原油地质储量超过 1×10^8 吨的15个盆地的石油地质资源量和可采资源量分别是 627.27×10^8 吨和 179.86×10^8 吨，占全国总量的82.0%和84.8%^[5]。这15个盆地石油地质资源和可采资源平均探明程度分别为43.5%和42.1%。其中南襄盆地探明程度最高，石油地质资源和可采资源探明程度分别为69.7%和55.0%；塔里木盆地探明程度最低，石油地质资源和可采资源探明程度分别为14.4%和8.0%（见表2）。

截至2007年底，全国拥有待发现的常规石油地质资源量 489.84×10^8 吨，待发现的常规石油地质可采资源量 135.98×10^8 吨。上述15个累计探明原油地质储量超过 1×10^8 吨的盆地，其待发现常规石油地质资源量为 354.28×10^8 吨，待发现常规石油地质可采资源量为 104.18×10^8 吨，分别占全国总量的72.3%和76.6%。在这15个盆地中，渤海湾、松辽、鄂尔多斯、准噶尔、塔里木和珠江口盆地待发现的常规石油地质资源量和可采资源量分别超过 15×10^8 吨和 5×10^8 吨，其中渤海湾盆地待发现的常规石油地质资源量和可采资源量最多。

据全国新一轮资源评价结果，我国常规天然气地质资源量为 35.03×10^{12} 立方米，可采资源量为 22.03×10^{12} 立方米。截至2007年底，我国常规天然气地质资源和可采资源的探明程度分别为16.7%和16.4%。全国累计探明天然气地质储量超过 300×10^8 立方米的12个盆地，其天然气地质资源量和可采资源量分别为 307235.82×10^8 立方米和 195394.30×10^8 立方米，占全国总量的87.7%和88.7%。这12个盆地天然气地质

资源和可采资源平均探明程度分别为 19.0%和 18.2%。其中鄂尔多斯盆地探明程度最高，天然气地质资源和可采资源探明程度分别为 39.9%和 38.3%，东海陆架盆地探明程度最低，天然气地质资源和可采资源探明程度分别为 2.0%和 1.9%（见表 3）。

表 2 我国主要盆地石油资源量及探明程度^①（周庆凡等，2009）

盆地	地质资源量			可采资源量		
	总量/10 ⁴	探明程度%, %	待发现量/10 ⁴	总量/10 ⁴	探明程度%, %	待发现量/10 ⁴
渤海湾	224.52	53.8	103.70	54.83	53.7	25.36
松辽	113.07	64.9	39.69	45.78	62.0	17.40
鄂尔多斯	73.53	29.9	51.56	17.16	23.6	13.11
准噶尔	53.19	37.3	33.37	13.09	36.5	8.31
塔里木	80.62	14.4	69.03	23.95	8.0	22.03
珠江口	21.95	26.1	16.23	7.58	28.2	5.44
柴达木	12.91	25.9	9.56	3.35	23.2	2.57
吐-哈	7.39	42.7	4.23	2.30	34.7	1.50
苏北	4.27	59.8	1.72	1.32	44.7	0.73
南襄	3.65	69.7	1.11	1.49	55.0	0.67
二连	8.29	29.5	5.84	2.10	21.1	1.66
酒泉	5.32	31.4	3.65	1.53	30.4	1.07
北部湾	7.34	21.2	5.79	1.92	21.4	1.51
江汉	4.72	28.8	3.36	1.38	30.9	0.95
海拉尔	6.50	16.3	5.44	2.08	10.5	1.86
以上 15 个盆地小计	627.27	43.5	354.28	179.86	42.1	104.18

注：①资源量数据引自全国新一轮油气资源评价（2003-2007），探明程度和待发现资源量时间截至 2007 年底，不包含解析油数据；②地质资源探明程度为累计探明地质储量与地质资源总量之比的百分数，可采资源探明程度为累计探明技术可采储量与可采资源总量之比的百分数，下同。

表 3 我国主要盆地天然气资源量及探明程度^①（周庆凡等，2009）

盆地	地质资源量			可采资源量		
	总量/10 ⁸ m ³	探明程度, %	待发现量/10 ⁸ m ³	总量/10 ⁸ m ³	探明程度, %	待发现量/10 ⁸ m ³
鄂尔多斯	46664.11	39.9	28039.60	29033.98	38.3	17919.79
四川	53745.40	29.0	38181.62	34239.20	29.2	24254.86
塔里木	88621.02	10.4	79402.75	58628.69	10.4	52515.75
松辽	14034.25	27.2	10212.17	7594.50	25.1	5691.37
渤海湾	10882.84	29.3	7697.92	6167.73	28.6	4406.27
柴达木	16005.95	18.1	13105.60	8643.52	18.3	7064.47
莺歌海	13067.98	12.0	11503.92	8137.00	12.8	7098.59
琼东南	11142.31	9.3	10104.40	7242.50	11.1	6437.18
准噶尔	6514.64	12.1	5727.18	4730.02	12.1	4158.83
东海陆架	36361.38	2.0	35635.85	24753.02	1.9	24273.59
珠江口	7426.94	8.1	6824.14	4827.51	7.9	4444.56
吐-哈	2769.00	14.1	2377.43	1396.63	18.2	1142.79
以上 12 个盆地合计	307235.82	19.0	248812.58	195394.30	18.4	159408.05

注：①资源量数据引自全国新一轮油气资源评价（2003-2007），探明程度和待发现资源量时间截至 2007 年底，不包含溶解气数据。

截至 2007 年底，全国拥有待发现的常规天然气地质资源量 291700.46×10^8 立方米，待发现的常规天然气可采资源量 184209.90×10^8 立方米。上述 12 个累计

探明气层气地质储量超过 300×10^8 立方米的盆地，其待发现常规天然气地质资源量为 248812.58×10^8 立方米，待发现常规天然气可采资源量为 159408.05×10^8 立方米，分别占全国总量的 85.3%和 86.5%。在这 12 个盆地中，鄂尔多斯、四川、塔里木、松辽、柴达木、莺歌海、琼东南和东海陆架盆地的待发现常规天然气地质资源量和可采资源量分别超过 1×10^{12} 立方米和 5000×10^8 立方米，其中塔里木盆地的待发现常规天然气地质资源量和可采资源量最多（见表 16）。

我国目前已获油气发现的大中型盆地占有我国油气储产量的绝大部分份额，而且它们也是待发现资源的主要阵地。截至 2007 年底，我国累计探明原油地质储量大于 1×10^8 吨或气层气地质储量大于 300×10^8 立方米的含油气盆地共有 20 个，目前我国已发现的油气储量和已生产的油气产量几乎都集中在这 20 个盆地。值得注意的是，在常规待发现油气资源量中，这 20 个盆地无论是其待发现地质资源量，还是待发现可采资源量都超过全国总量的 80%以上。这就说明上述已获油气发现的主要盆地仍然是未来发现常规油气储量的主要阵地，尤其是渤海湾、松辽、鄂尔多斯、塔里木、准噶尔等大盆地。

3 中国非常规油气资源

3.1 中国非常规油气资源现状

目前油气领域的非常规资源主要包括：油页岩、煤层气、油砂和页岩气。2006 年全国油页岩资源评价结果表明，我国页岩油地质资源量为 476.44×10^8 吨，居世界第二位，主要分布在东部区、青藏区和中部区。页岩油探明储量为 20×10^8 吨，主要分布在吉林、广东、辽宁等省。我国油砂资源量为 59.7×10^8 吨，主要分布于西部地区，占全国的 55.1%，重点分布在准噶尔、柴达木、松辽、鄂尔多斯、塔里木、四川等盆地中；其次是青藏区，占 16.3%，中部占 12.2%，东部占 8.9%，南方占 7.5%；其中西部和中部油砂品质较好，具体分布于新疆的准噶尔盆地、吐哈盆地、塔里木盆地，青海柴达木盆地，内蒙古的松辽盆地西部、二连盆地、中口子盆地，叫川盆地，西藏羌塘盆地，广东三水、茂名盆地，云南景谷盆地，广西百色盆地、楚雄盆地，贵州麻江和翁安等地区^[6]。经过初步评价，准噶尔、塔里木、柴达木及松辽等盆地的油砂资源量为 44.3×10^8 吨。全国煤层气总资源量为 36.8×10^{12} 立方米^[7]，居世界第三位，其中 1000 m 以浅的煤层气可

采资源量为 6.27×10^{12} 立方米。资源量大于 1×10^{12} 立方米的 8 个盆地合计煤层气资源量为 28×10^{12} 立方米, 占总资源量的 76%。我国页岩气资源潜力也十分巨大, 据统计, 页岩气的远景资源量可达 100×10^{12} 立方米, 相当于常规天然气资源量的两倍, 主要分布在四川盆地。我国致密砂岩气资源量约为 12×10^{12} 立方米, 部分与常规气存在着交叉^[8]。

油页岩开发历史悠久, 形式多样。目前, 世界上油页岩的 69% 用于发电、供热, 25% 用于提炼页岩油, 6% 用于建筑、农业等方面。2006 年世界油页岩产量超过 100×10^4 吨, 主要集中在中国、爱沙尼亚、巴西、澳大利亚等国。我国油页岩资源十分丰富, 全国油页岩资源量 7199×10^8 吨。页岩油资源量 476×10^8 吨, 位居世界第二, 主要集中在东部、青藏和中部地区^[9]。我国页岩油的生产主要集中在辽宁抚顺矿业集团, 2005 年产量为 20×10^4 吨, 2007 年产量接近 30×10^4 吨。

目前, 美国、加拿大、澳大利亚 3 个国家已经开始煤层气的商业化生产。2006 年产量分别达到 540×10^8 立方米、 18×10^8 立方米、 60×10^8 立方米。中国 2007 年煤层气产量为 3.8×10^8 立方米。

美国已对密歇根、印第安纳等 5 个盆地的页岩气进行了商业性开采, 页岩气年产量超过 200×10^8 立方米, 占其天然气年总产量的 3%, 成为一种重要的天然气资源。美国 900 个气田中致密砂岩气生产井超过 40000 口, 年产气量达 1000×10^8 立方米。

根据《中国石油新能源业务“十一五”发展规划》的要求, 到 2010 年, 煤层气提交储量 1500×10^8 立方米, 建成生产能力 15×10^8 立方米/年; 油砂查明 500 m 以浅的资源量; 优选 3~4 个区块; 落实油砂油探明储量 5000×10^4 吨, 控制储量 1×10^8 吨, 建成油砂油产能 1×10^4 吨/年; 查明 1000 m 以浅的油页岩资源, 提供 3~4 个有利区块, 新增探明页岩油储量 1×10^8 吨, 控制储量 2×10^8 吨, 建成页岩油产能 3×10^4 吨/年^[6]。

3.2 非常规油气剩余资源分布

在新一轮全国油气资源评价中, 国家首次将煤层气、油页岩、油砂等非常规油气资源列入国家评价体系, 对内地 47 个含煤盆地、80 个油页岩矿区以及 24 个含油砂盆地、106 个油砂矿带进行了评价。成果报告显示, 我国煤层气、页岩油、页岩气、天然气水合物等非常规油气资源十分丰富, 开发利用潜力巨大^[10]。

煤层气作为一种特殊的非常规天然气资源, 是常

规天然气最现实、最可靠的替代能源之一。我国煤层气资源丰富, 资源量 36.8 万亿立方米, 居世界第三位, 相当于常规天然气资源量的 66%, 主要分布在鄂尔多斯、沁水、准噶尔、滇东黔西、二连、吐哈、塔里木、天山、海拉尔等 9 个含气盆地群^[10]。

油页岩资源量十分丰富且储量分布集中, 具有作为接替能源的巨大潜力和有利条件。全国油页岩资源量达 7199 亿吨, 折合页岩油 476 亿吨, 主要分布在吉林、黑龙江、陕西、新疆等省区。其中含油率为 5%~10% 的页岩油资源量为 182 亿吨, 含油率大于 10% 的页岩油资源量为 140 亿吨, 超过国内已经发现的天然石油的储量。油页岩探明储量约 330 亿吨, 折算成页岩油储量约 20 亿吨, 主要分布在吉林、广东和辽宁^[10]。

油砂油资源量为 59.7 亿吨, 可采资源量 22.58 亿吨, 位居世界第五位。主要分布在西部的新疆、青海、内蒙古等省区。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^[10]。

我国页岩气资源也十分丰富, 初步估计资源量可达 100 万亿立方米, 相当于常规天然气量的两倍。此外, 我国天然气水合物资源潜力非常大, 前景广阔, 其中以南海海域资源潜力最大^[10]。

著名的波士顿咨询公司在《释放中国的能源潜力》报告中指出, 中国非常规储备比常规储备多 16 倍, 如果这些储备能够得到很好地开发, 到 2015 年, 相当于每天生产 180 万桶原油, 将给传统的能源结构带来革命性的调整^[10]。

3.3 发展中的非常规油气产业

自上世纪 90 年代起, 我国就着手在煤层气、油页岩、油砂等方面开展工作。经过十几年的不懈努力, 我国在非常规油气勘探开发方面取得了可喜的成果。

在煤层气开发上, 目前我国已形成中国石油、中联煤公司、中国石化及各地煤炭大型企业参与, 海外军团与国内科研院所共同合作开发煤层气资源的格局。其中, 在中国石油登记的矿权区内, 拥有煤层气资源量 14 万亿立方米, 占国内 60%。近年来, 中国石油在沁水等 3 个盆地获得三级地质储量 3500 亿立方米, 钻煤层气井 600 口, 其中包括多分支水平井 50 口。而且, 中国石油、中联煤公司、晋煤集团等已在沁水盆地南部进行商业开发, 截止到 2007 年底, 煤层气产能达 3 亿立方米, 预计 2010 年产能将达到 15 亿

立方米。同时,中国石油国内规模最大的 30 亿立方米煤层气处理厂正在建设中。此外,中国石油还建成了全国最先进的煤层气实验室,拥有煤层水力压裂、绳索取心、煤层气快速解吸等 3 项国家专利技术。

目前,我国油页岩利用初具规模,页岩油产量已达 30 余万吨。正在进行油页岩开发利用的矿区主要有辽宁抚顺、广东茂名、吉林桦甸、汪清和甘肃炭山岭等。近几年,中国石油也开展了大庆柳树河盆地油页岩勘探,获得页岩油探明储量 300 万吨;进行了油页岩的干馏评价,提出走小颗粒干馏工艺路线;设计了日处理 200 吨的油页岩水平旋转高效干馏工艺,为小颗粒固体矿物干馏提油开辟了新的工艺路线,解决了国内传统干馏工艺存在的原料利用率低、出油率低、处理量小、环保问题等难以解决的许多问题。

近几年,中国石油在油砂开发上,总结我国油砂成矿类型和成矿特点,优选出 10 个有利勘探目标和 5 个有利开采目标。10 个有利勘探目标共控制油砂资源量 4.4 亿吨,是目前油砂勘探开发最现实的区域。新疆的风城、红山嘴、白碱滩、黑油山和内蒙古的包楞是目前我国油砂最富集、开采最有利的目标。其中,风城地区油砂是目前国内发现厚度最大、品质最好的油砂矿,控制储量 1.2 亿吨。这表明我国向油砂的产业化发展迈出了关键的一步。中国石油的科研人员还针对不同地区、不同性质油砂矿,优选分离方法,摸索出适合我国油砂特点的有效分离方法,在准噶尔盆地西北缘进行现场试验,取得良好效果。

2006 年 12 月,中国石化与新疆维吾尔自治区人民政府在北京签订了合作框架协议,开始大规模进军新疆地区煤炭、油页岩和煤层气领域。2007 年,中国石化所属河南油田井下作业公司也相继中标山西晋城和陕西韩城两个区块 11 口煤层气井 16 层的压裂施工,实现了井下作业公司承揽跨领域大规模煤层气压裂工程零的突破。

我国在非常规油气资源的开发利用上虽取得一定成果,但总体来说,规模小,起步晚,与国外发达国家相比,差距较大。中国石油天然气股份公司副总裁胡文瑞表示,我国非常规油气资源产业发展过程中所面临的挑战主要有:勘探程度较低,需要加大资源评价力度;部分关键技术需要持续攻关;环境保护对非常规油气资源业务发展提出了更高的要求;业务投入

大,周期长,经济效益短期内难以体现。随着油价高涨、政府支持、技术突破以及巨大的市场需求拉动,我国非常规油气资源开发利用道路上的荆棘一定会被铲除。在不久的将来,它必将成为中国能源舞台上的一支生力军。

4 结论

对于常规油气资源,东部断陷盆地是近期保持储量持续增长的领域,中西部地区的前陆盆地冲断带、大型隆起带和大面积地层岩性油气藏是未来油气勘探的主要领域,海域目前处在储量发现的高峰期,是我国油气勘探接替的重要领域。在非常规油气资源的开发利用上,我国虽然取得了一定成果,但总体来说,规模小,起步晚,与国外发达国家相比,差距较大。

总体来说,我国油气资源丰富,勘探潜力大,只要科学地确定勘探战略,明确有利勘探方向,加大投资,加强勘探,开创油气勘探全新局面,最大程度地保障国内经济发展的需要是完全现实的。

References (参考文献)

- [1] <http://china.cippe.net/news/9069.htm>.
- [2] Luo Zuoxian. The prosperous expectation of offshore petroleum [J]. China Petrochem, 2009, 11: 51-53.
- [3] Zhang Fengjiu. Outlook for natural gas development in the South China Sea[J]. Natural Gas Industry, 2009, 29 (1): 17-20.
- [4] Chen Jie, Wen Ning, Li Xuejie. The status of the resource potential and petroleum exploration of the South China Sea[J]. Progress in Geophysics, 2007, 22 (4): 1285-1294.
- [5] Zhou Qingfan, Zhang Ling, Zhuang Li. Hydrocarbon exploration, production status and prospects in China's Major petroliferous basins[J]. Sino-Global Energy, 2009, 1 (14): 41-48.
- [6] Zhai Guangming. Speculations on the exploration and development of unconventional hydrocarbon resources [J]. Natural Gas Industry, 2008, 28 (12): 1-3.
- [7] Liu Chenglin, Che Changbo, Fan Mingzhu, et al. Coalbed methane resource assessment in China[J]. China Coalbed Methane, 2009, 6 (3): 3-6.
- [8] Lei Qun, Wang Hongyan, Zhao Qun, et al. Status analysis and advices on exploration and development of unconventional hydrocarbon resources[J]. Natural Gas Industry, 2008, 28 (12): 7-10.
- [9] Liu Honglin, Wang Hongyan, Liu Renhe, et al. The present status and essential points of developing the unconventional hydrocarbon resources in China[J]. Natural Gas Industry, 2008, 28 (12): 7-10.
- [10] Zhang Jie, Li Bing. The industrialization of unconventional oil and gas resources [J]. China Petrochemical Industry, 2008, 28 (12): 7-10.