网络出版时间：2012-01-18 14:53
网络出版地址：http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1179.TE.20120118.1453.002.html

中国非常规天然气的战略地位

邱中建[1]　邓松涛[2]
1.中国石油天然气集团公司　2.中国石油勘探开发研究院

邱中建等.中国非常规天然气的战略地位.天然气工业,2012,32(1):1-5.

摘　要　中国严重依赖煤炭的畸形能源结构和世界非常规天然气的发展趋势,促使中国坚持常规和非常规天然气同时并重,共同推动天然气产业的快速发展,中国非常规天然气迎来了发展的良好机遇。中国非常规天然气资源雄厚,技术可采资源量达 34×10^{12} m^3,其中致密气最为现实,技术可采资源量达 11×10^{12} m^3,已在鄂尔多斯盆地苏里格气区大规模开发,其他主要盆地也有规模储量发现;煤层气技术可采资源量达 12×10^{12} m^3,经过多年的技术攻关,已在中国部分地区获得工业产能,具备规模开发的基本条件,可以加快发展;页岩气勘探开发刚刚起步,已经开展系统评价工作,稳定区海相页岩具有与美国类似的地质条件,是页岩气勘探的有利区,初步评估中国稳定区海相页岩中页岩气技术可采资源量约为 7.5×10^{12} m^3。建议如下:①增强致密气政策扶持力度,推进技术再进步,降低致密气经济下限;②完善煤层气开发关键技术,加快开发进程;③全面可靠评价页岩气、加快试验区建设、强化技术攻关,共同推动中国非常规天然气发展进程。预计经过 20 年左右的时间,中国非常规天然气产量将占天然气总产量的"半壁江山",随后继续发展,逐步成为中国天然气产量的主体和助推中国能源结构改善的生力军。

关键词　中国　加快发展　非常规天然气　致密气　煤层气　页岩气　产量　改善能源结构
DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2012.01.001

非常规天然气主要包括致密砂岩气(以下简称致密气)、煤层气和页岩气等。近年来,以致密气、煤层气和页岩气为代表的非常规天然气快速发展引起了世界的关注,特别是美国非常规天然气的迅速发展使天然气工业发生了翻天覆地的变化。作为发展中的大国,中国正处于经济和社会发展的关键时期,急需要大量的优质、清洁能源。从能源利用效率和 CO_2 排放特征来看,天然气无疑是当前一个时期较为理想的清洁能源。非常规天然气作为天然气家族中较年轻的成员,在中国天然气发展中占据举足轻重的战略地位,因此,充分剖析美国非常规天然气发展,发挥后发优势,定位好、发展好、利用好中国非常规天然气资源对中国天然气工业发展和经济社会运行具有重大战略意义。

1　美国非常规天然气大发展震惊了世界

1.1　美国天然气产量长期在高峰平台运行

按照 $5\ 000\times10^8$ m^3 作为天然气年产量高峰平台计算,从 1968 年开始,美国天然气即进入了稳定发展的时期,40 多年来持续在高峰平台上运行,长盛不衰。2010 年天然气年总产量达 $6\ 110\times10^8$ m^3,天然气在美国一次能源消费中的比重占 27%[1]。其中致密气 $1\ 754\times10^8$ m^3,页岩气 $1\ 378\times10^8$ m^3,煤层气 484×10^8 m^3,非常规天然气总量达到 $3\ 616\times10^8$ m^3,占美国天然气年总产量的近 60%(图 1)。

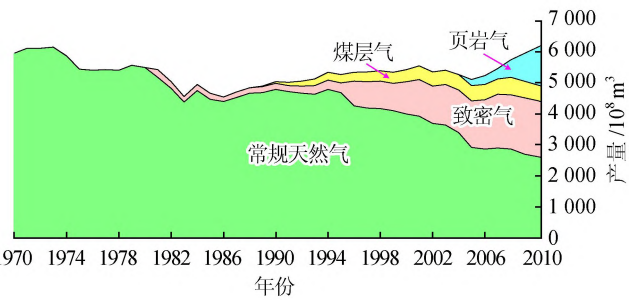


图 1　美国近 40 年来天然气产量发展状况图[2]

美国天然气在高峰平台上运行 40 多年,并成为世界成功利用天然气的先驱,主要得益于非常规天然气

作者简介:邱中建,1933 年生,中国工程院院士;中国石油天然气成藏与开发重点实验室学术委员会主任,长期从事油气地质勘探和石油天然气发展战略研究工作。地址:(100724)北京市西城区六铺炕街 6 号秘书处。E-mail:dengst@petrochina.com.cn

的发展。20 世纪 80 年代中期美国天然气产量曾出现下滑现象，非常规天然气的快速崛起，很快弥补了常规天然气产量下滑的缺口，并且持续发展[2]（图 1），最近两年使美国成为全球第一大产气国[1]，使美国天然气进口量大幅度减少，并使国际天然气贸易价格整体偏低。

1.2 美国非常规天然气快速发展的原因

美国非常规天然气快速发展的主要原因是：①外部条件良好，美国对天然气的需求量巨大，20 世纪末通过颁布能源意外获利法等法律，采用税收、补贴等政策来降低油气企业开发非常规天然气的风险，鼓励非常规天然气的开发，促使油气公司开发非常规天然气的积极性高涨；②技术进步解决了非常规天然气开发面临的一系列难题，尤其是水平井加分段压裂及其系列配套技术使本来难以开发和动用的非常规天然气储量得以动用，单位成本大幅降低，形成规模效益，油气公司利润显著增加；③美国非常规天然气资源雄厚，统计表明，美国天然气总剩余技术可采资源量达到 52×10^{12} m^3[3]，其中非常规天然气资源技术可采资源量达到 45×10^{12} m^3，是常规天然气剩余技术可采资源量的 6 倍左右。此外，美国大部分非常规油气区位于平原地区，具有便利的交通、平缓的地形以及丰富的水源，对实施非常规天然气大规模开发非常有利。

美国非常规天然气快速发展，主要取决于自身天然气需求的驱使，得益于政策大力扶持、技术进步保障、地理条件优越、油气企业受利益驱使经营积极性高涨等因素，可谓占尽了天时、地利、人和。

2 中国非常规天然气具备加快发展的条件

2.1 中国能源结构促使非常规天然气必须与常规天然气加快并重发展

中国一次能源结构中煤炭长期居高不下，石油比重较低，天然气更是微不足道。2010 年中国一次能源消费总量达 35×10^8 t 标煤当量（图 2），中国一次能源消费结构为煤炭占 70%、石油占 18%、天然气占 4%，其他占 8%[1]。

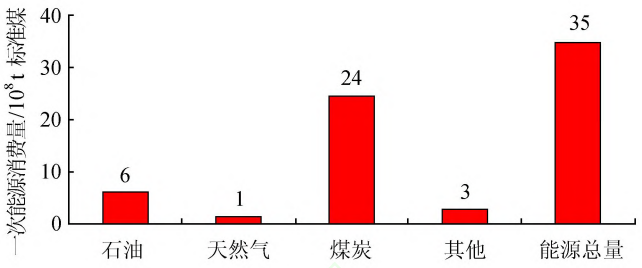


图 2 中国 2010 年一次能源消费状况直方图[1]

总体上中国能源消费的现状是过于重煤、高耗能、高排放。改善中国能源结构，首要任务是降低煤炭在一次能源结构中的比重，增加天然气、核能和其他可再生能源的比重。据中国工程院对中国能源中长期发展的预测，我国石油年产量将长期保持在 2×10^8 t 左右。石油进口量受各种因素特别是安全因素的影响，必须设置石油消费量的上限。据估计，中国石油消费量的上限在 8×10^8 t /a 左右[4-5]。因此，中国能源结构调整的重任就落在了天然气的发展上，这既是中国天然气发展的机遇，也是天然气工业必须面对的挑战。尽管最近 10 年中国天然气产量增长迅速，从 2000 年的 272×10^8 m^3 到 2010 年的 968×10^8 m^3，产量增加了 2 倍多（图 3），天然气探明储量也大幅度增长，但相对于中国能源消费量的增长，天然气在一次能源消费结构中的比例增长并不明显。

目前，中国常规天然气仍处于高速发展时期，离进入高峰期还为时尚早，但由于中国能源结构过于畸形，不能走先发展常规天然气，再发展非常规天然气的老路，而应竭尽全力促使常规和非常规天然气并重加快发展。同时，席卷全球的非常规天然气的大发展为中国非常规天然气发展增添了新的动力。中国能源结构的状况和非常规天然气的全球效应决定了中国天然气发展的理念应为常规和非常规天然气整体发展，共同

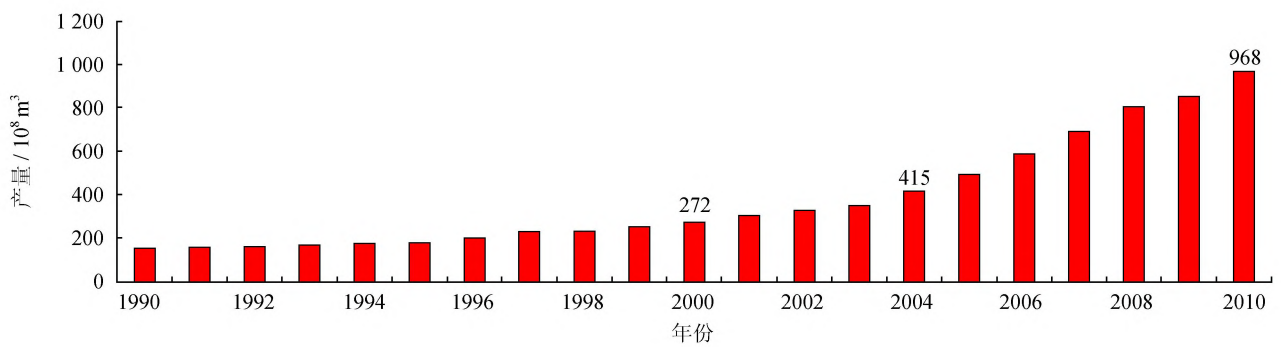


图 3 中国近 20 年来天然气产量发展直方图

推进中国天然气的发展速度。

2.2　中国非常规天然气资源雄厚，具备加快发展的条件

中国非常规天然气资源极其丰富，可采资源量远大于常规天然气资源量。据统计，中国致密气技术可采资源量为 11×10^{12} m^3，煤层气技术可采资源量为 12×10^{12} m^3，页岩气技术可采资源量为 11×10^{12} m^3。中国常规天然气技术可采资源量为 22×10^{12} m^3（包括致密气 3×10^{12} m^3）。非常规天然气技术可采资源量合计为 34×10^{12} m^3，接近常规天然气技术可采资源量 19×10^{12} m^3 的 2 倍，具备加快发展的条件。

3　中国非常规天然气发展的战略地位

3.1　致密气是非常规天然气发展的领头羊

中国各大型沉积盆地内普遍发育丰富的致密气，有的盆地已经进行商业化规模开采，如鄂尔多斯盆地、四川盆地等。2010 年鄂尔多斯盆地中国石油长庆油田公司年产天然气 211×10^8 m^3，其中苏里格气田年产致密气 105×10^8 m^3。另外，塔里木、准噶尔、吐哈、松辽、渤海湾和柴达木等盆地均发现致密气商业化气流，部分盆地已获得规模储量。因此，致密气是当前最为现实和可靠的非常规天然气资源。中国天然气资源品位不断变差，致密气储量将会增加更多，已有的开发成果表明，中国致密气已经形成了规模建产的配套技术，并且具有一大批从事致密气勘探开发的一线队伍和人才，具备加快发展的条件。如果政策支持，还可以使当前非经济性的、更加致密的致密气通过技术攻关被源源采出，资源、技术和政策将助推致密气成为中国非常规天然气发展的领头羊。

3.2　煤层气已有相当基础，具备加快发展的可能

中国煤层气资源十分丰富且分布广泛。经过多年准备，煤层气已具有相当的技术储备，某些生产试验区已探明 $1\ 000\times10^8$ m^3 规模的储量并已形成规模产能。

与美国煤层气的发展主要是低阶煤煤层气相比，中国目前主要获得高中阶煤煤层气产能。如中国石油天然气股份有限公司山西沁水盆地樊庄区块为高阶煤煤层气，经过两年排采，可实现单井日均产气 1 780 m^3，已建成 6×10^8 m^3 的年产能。鄂东韩城区块主要为中阶煤煤层气，经过两年排采后，可实现单井日均产气 1 500～2 000 m^3，已建成 5×10^8 m^3 的年产能。中国低阶煤煤层气的成功开发目前较为少见，但低阶煤煤层气具有很大资源潜力，主要分布在西北和东北，资源量占全国的 40% 左右[6]（图 4），若能顺利开采这部分资源，中国煤层气产量将会攀上新台阶。

总体上，煤层气已经具备加快发展的条件，应加快煤层气示范区的建设，完善相关技术，加快勘探开发进程，尽快建立适应不同煤阶的开发技术，实现煤层气的大规模上产。

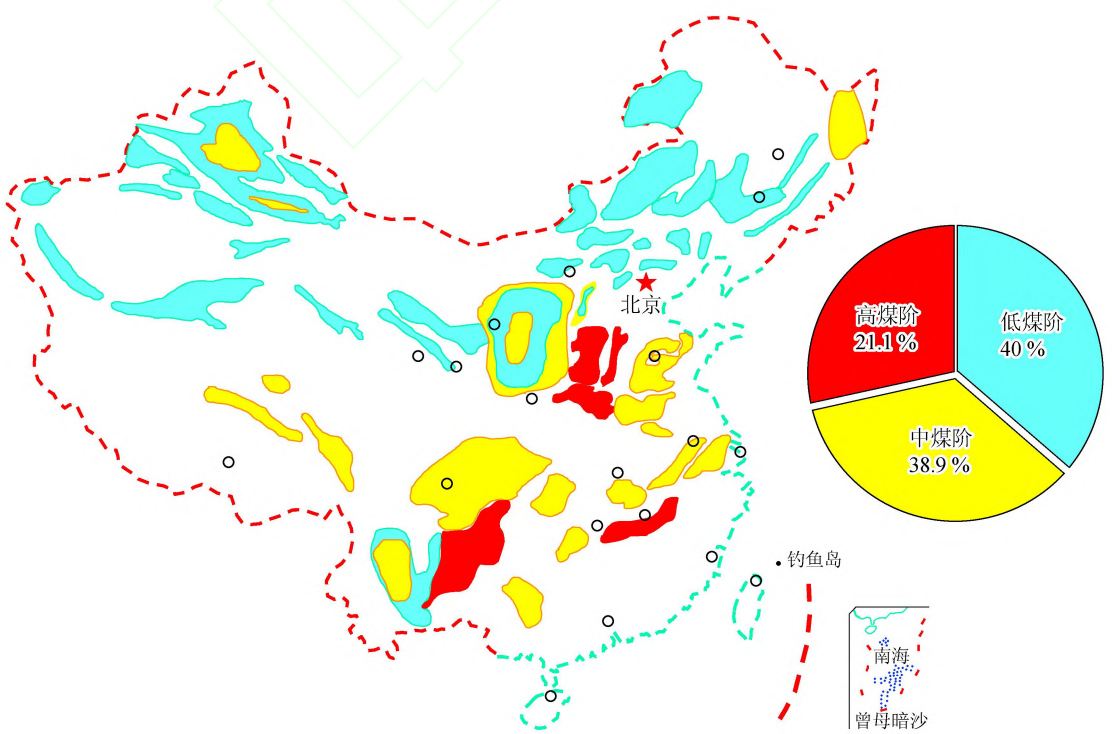


图 4　中国不同煤阶的煤层气资源量分布图[6]

3.3 页岩气前景光明,需要扎实工作

页岩气为一种自生、自储式非常规天然气资源类型。美国最早在 1821 年就发现了页岩气,但由于长期受技术瓶颈的影响,没有很好的经济性,发展缓慢。20 世纪 90 年代末,随着页岩评价技术、水平井加分段压裂技术、人工微地震监测等核心配套技术的突破,开发页岩气的经济性才得到认可,最近几年在美国进入大发展阶段。2010 年美国页岩气产量为 $1\ 378\times10^8$ m^3,占全年该国天然气总产量的 20% 以上(图 1)[1]。

中国页岩气开发刚刚起步,对有利区页岩评价技术、钻水平井及分段压裂改造技术都亟须进行技术攻关,若攻关顺利,将在“十二五”末形成系列配套技术,有望在 2020 年左右形成规模产能,并在 2025 年前后实现大发展。

根据较少的技术资料,笔者对页岩气进行了初步的整体评估。据估计,中国有页岩气资源潜力的暗色页岩主要分海相、陆相和海陆过渡相 3 种类型,其中海相页岩又分为稳定区海相页岩和改造破碎区海相页岩。据评价,稳定区海相页岩是最为有利的页岩气资源潜力区。据初步评估,中国稳定区海相页岩资源量达到 7.5×10^{12} m^3[7]。可初步与美国海相页岩气进行类比,尽管精度较差,但仍能初步判断中国页岩气潜力很大,但需要扎实工作。当务之急是在有利地区再增加一批先导试验区,加大先导试验区的力度,对页岩气勘探、评价、开采、管理进行全过程的攻关试验,包括高精度三维地震采集、处理和解释,海相页岩全方位的地质评价,钻水平井及精细分段压裂,对各井段压裂效果的微地震监测,对试验区各井组钻完井、压裂、排液及试采的工厂化营运,各井组长期试采产量递减规律的研究等,逐步获得经济有效的运行模式,再逐步推广。

4 中国非常规天然气发展的构想

4.1 中国非常规天然气发展的路径

从资源可靠性、技术水平和经济效益来看,中国发展非常规天然气应首推致密气,可优先加快发展。致密气资源可靠,并有迅速扩大的趋势,运用现有技术,可以采出相当部分的致密气,并在政府政策支持下,通过继续技术攻关,扩大致密气的开采范围和深度,经济性尚可。

其次是煤层气,可扩大发展。煤层气资源也很可靠。经过多年的试验,技术基本过关,但还有很多工作需要进行试验。煤层气单井产量低,排采时间长,盈利水平较低。

再次是页岩气,页岩气必须进行先导试验,加强攻关,弄清经济效益状况,预计用 10 年时间,在攻关基础上形成较少的产量,并逐步加快发展。

4.2 中国非常规天然气产量的设想

中国天然气产量发展将和美国一样,非常规天然气发展迅速,并很快占据天然气总产量的一半,继续发展将逐步超过常规天然气的产量。美国用了 20 年时间,2010 年非常规天然气占当年产量近 60%。中国非常规天然气资源丰富,若攻关顺利,也可以用 20 年的时间,使非常规天然气产量占到天然气总产量的“半壁江山”。预计到 2020 年,中国天然气产量将达 $2\ 000\times10^8$ m^3,其中常规天然气 $1\ 300\times10^8$ m^3,非常规天然气 700×10^8 m^3(其中致密砂岩气 500×10^8 m^3、煤层气 150×10^8 m^3、页岩气 50×10^8 m^3);2030 年中国天然气总产量达到 $3\ 500\times10^8$ m^3,其中常规天然气 $1\ 500\times10^8$ m^3,非常规天然气 $2\ 000\times10^8$ m^3(其中致密砂岩气 $1\ 000\times10^8$ m^3,煤层气 500×10^8 m^3,页岩气 500×10^8 m^3),非常规天然气将占中国天然气总产量的近 60%。

4.3 中国非常规天然气对一次能源消费的影响

中国一次能源消费长期以来以煤为主,2010 年中国一次能源消费量为 35×10^8 t 标煤当量,其中煤炭消费量为 26×10^8 t 标煤当量,占总消费量的 70%;天然气总消费量折合 1×10^8 t 标煤当量,占总消费量的 4%。若按照中国 2020 年一次能源消费量为 43×10^8 t 标煤当量、中国天然气产量在 2020 年达到 $2\ 000\times10^8$ m^3 计算,再加上进口天然气,中国天然气在一次能源消费中的比重有望超过 10%。按照中国 2030 年一次能源消费量为 52×10^8 t 标煤当量计算,预计中国天然气产量在 2030 年为 $3\ 500\times10^8$ m^3,加上进口天然气,中国天然气在一次能源消费中的比重有望突破 15%。若保持石油消费量比重基本不变,加上其他清洁能源的发展,中国煤炭在一次能源消费中比重有望下降到 50% 左右,能源结构得到改善。此外,中国自身天然气的快速发展,将促使中国在进口天然气、能源安全、应对碳排放谈判等方面掌握主动权,为中国经济社会发展创造良好条件。

5 结束语

随着勘探的不断深入,中国非常规天然气资源量增幅将远大于常规天然气。当前是中国非常规天然气发展的良好机遇期,应发挥后发优势,坚持非常规天然气和常规天然气同时加快并重发展。在技术进步、政策扶持和效益可期“三驾马车”的拉动下,中国非常规天然气必将快速发展,预计用 20 年左右的时间,非常

规天然气产量将占据天然气产量的“半壁江山”,随后非常规天然气继续发展,最终成为天然气产量的主体,必将在改善中国以煤为主的能源结构进程中做出积极贡献。

参　考　文　献

[1] BP 公司.BP 世界能源统计 2011[EB/OL](2011-06-11)[2011-11-08].http://www.bp.com.

[2] VIDAS HARRY, HUGMAN BOB. Availability, economics, and production potential of North American unconventional natural gas supplies[EB/OL]. The INGAA foundation, Inc, USA. (2008-11-03)[2011-11-08]. http://www.ingaa.org/File.aspx?id=7878.

[3] CURTIS J B. Details of the potential gas committee's natural gas resource assessment[EB/OL]. Potential Gas Agency, Colorado School of Mines, Golden. (2010-12-31)[2011-04-30]. http://www.potentialgas.org.

[4] 邱中建,赵文智,胡素云,等.中国油气中长期发展趋势与战略选择[J].中国工程科学,2011,13(6):75-80.

[5] 邱中建,赵文智,胡素云,等.中国天然气资源潜力及其在未来低碳经济发展中的重要地位[J].中国工程科学,2011,13(6):81-87.

[6] 赵庆波.我国煤层气勘探开发现状分析[R].廊坊:中国石油勘探开发研究院廊坊分院,2011.

[7] 中国工程院非常规天然气战略研究项目组.我国页岩气资源潜力评价及有利区优选[R].北京:中国工程院,2011.

(收稿日期　2011-11-29　编辑　**赵　勤**)