

全球天然气水合物勘查试采 研究现状及发展趋势

王淑玲, 孙张涛

(中国地质图书馆, 北京 100083; 中国地质调查局地学文献中心, 北京 100083)

摘 要:天然气水合物是一种规模巨大且高效的新型清洁能源,其资源量是全球石油天然气和煤炭等化石能源资源量总和的 2 倍。日益增长的能源需求和对气候的重大影响,使人们对天然气水合物巨大资源潜力的兴趣倍增,因此,天然气水合物亦被科学家称为“未来全球能源发展的战略制高点”。近 10 多年来,美国、加拿大、日本、中国等均先后开展了陆地和海洋天然气水合物勘查与试采实验,印度和韩国亦准备近期开展海洋天然气水合物试采。总之,全球天然气水合物勘查试采的高潮正在蓬勃掀起。笔者分析阐述了世界天然气水合物研究的 4 个发展阶段,剖析了全球天然气水合物资源分布及主要国家天然气水合物资源潜力,并在此基础上,重点分析阐明了国内外天然气水合物勘查试采进展以及未来发展趋势,以期对我国天然气水合物勘查试采与研究有所裨益。

关键词:天然气水合物;研究历史;资源分布;勘探试采;发展趋势

中图分类号:P744.4

文献标识码:A

DOI:10.16028/j.1009-2722.2018.07004

天然气水合物(又称甲烷水合物,可燃冰)是一种资源潜力巨大且高效的清洁能源,被认为是 21 世纪最理想的能源。 1 m^3 天然气水合物分解后可释放出约 0.8 m^3 的水和 164 m^3 的天然气^[1],估算其资源量相当于全球已探明传统化石燃料碳总量的 2 倍^[2]。资源潜力可满足未来 1 000 年的全球需求^[3]。因此,天然气水合物又被科学家称为未来全球能源发展的战略制高点。

1 天然气水合物研究及勘查试采发展历程

天然气水合物的研究历程经历了 4 个主要阶

段:即实验室研究阶段、管道堵塞与防治阶段、资源调查研究阶段和试验开采及环境研究阶段^[4]。

1.1 第 1 阶段——实验室研究阶段(1778—1933 年)

天然气水合物研究最早始于 1778 年。Joseph Priestly 爵士在 1778 年利用寒冷冬天的夜晚(约 $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$)研究在不同气体存在的情况下水的冻结。他发现,二氧化硫和水的混合物形成了冰。随后出于科学好奇,研究人员开始在实验室制备和试验这些新的化合物性能。标志事件:1810 年,英国科学家 Humphry Davy 爵士首次实验合成二氧化硫和氯气水合物^[5-8]。

1.2 第 2 阶段——管道堵塞与防治阶段(1934—1968 年)

该阶段始于 1934 年,此阶段主要是工程需要。人们发现,石油和天然气管道的堵塞可能是由天然气水合物导致的。油气在管道运输过程中

收稿日期:2018-05-03

基金项目:中国地质调查局“地学情报综合研究与产品研发”项目(DD20160354)

作者简介:王淑玲(1964—),女,博士,二级研究员,现从事国外地质矿产与非常规能源及海洋地质调查等地学情报研究工作。
E-mail:wangshuling@cgl.org.cn

需要使用高压,若遇寒冷的气温条件,二者结合就创造了一个理想的天然气水合物形成环境,从而导致油气管道的堵塞。天然气水合物研究的重要性后来被工业界所认识,由此拉开了现代气体水合物研究的序幕。研究重点放在了寻找水合物晶体的生长条件上,从热力学角度预测其形成时间以及预防方法,包括使用抑制剂(如甲醇)。标志事件:1934年,苏联科学家首次在输气管道中发现水合物堵塞管道天然气输送^[5-8]。

1.3 第3阶段——资源调查研究阶段(1969—2001年)

1964年,在西伯利亚永久冻土带,苏联人第1次发现了大型甲烷水合物矿床。在接下来的10年里,天然气水合物在阿拉斯加西端和加拿大麦克肯齐(Mackenzie)三角洲被发现。随后,人们认识到天然气水合物在深海沉积物中也存在。此阶段已把天然气水合物作为能源资源。为了更好地了解天然气水合物,一些国家开展了很多工作,包括为了解天然气水合物矿床特征而实施的深海钻探系统调查,样品采集的区域包括美国东海岸、墨西哥湾、危地马拉和南美洲。涉及项目的国家包括日本、印度、加拿大和美国,探索了将陆地及海洋天然气水合物作为未来甲烷来源的可行性。人们发现,大量的天然气水合物赋存于永久冻土和海洋沉积物中^[5-8]。标志事件:1979年,美国首次利用深海钻探DSDP计划66航次在墨西哥湾研究水合物,并开始地震调查研究^[9]。

1.4 第4阶段——试验开采及环境研究阶段(2002年至今)

2002至2008年间,加拿大进行了永久冻土天然气水合物的生产性试验。2012年,在美国的阿拉斯加北坡进行了生产试验。日本经济产业省分别于2013年3月和2017年的5、6月在日本南海海槽进行了海洋天然气水合物试采。2017年5月我国在中国南海北部神狐海域成功进行了海域天然气水合物试采,连续稳定产气60天。在此次试采中中国吸取国外水合物试采的经验教训,更加重视天然气水合物对环境产生的影响及灾害的防治^[10]。标志事件:加拿大麦肯齐三角洲冻土带Mallik计划(5个国家8个机构参加)Mallik5L-38井水合物开发试验^[5-8,11]。

2 天然气水合物资源潜力及其分布

据估计,全球天然气水合物的总资源量约为2万万亿 m^3 ,总有机碳含量高达10万亿t,大约是目前全球天然气储量(187.3万亿 m^3)的100倍,大约是目前已知的全球常规化石能源(包括煤炭、石油、天然气)储量的2倍^[13,14]。可采年限 $>1\,000\text{a}$ 。其中,海域天然气水合物资源量占99%,主要分布在300m以深的海底及海底下数百米沉积层中;陆地天然气水合物资源量仅占1%,主要分布在地面下200~2\,000m永久冻土层中(图1)。

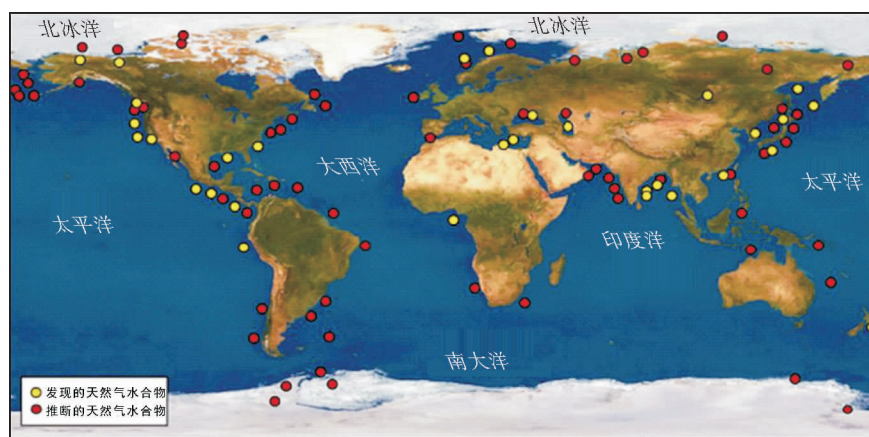


图1 全球已知的甲烷水合物分布(据文献[15])

Fig.1 Global distribution of known methane hydrate (from reference [15])

目前已在全世界 79 个国家和地区发现了天然气水合物藏,已发现的天然气水合物矿点 100 余处,大多是通过地球物理资料(似海底反射,BSR)的解释而确定的,部分由深海钻探计划(DSDP)、大洋钻探计划(ODP)、国际综合大洋

钻探计划(IODP)等科学钻探予以证实^[7,8]。世界天然气水合物潜力区主要分布在美国、北冰洋、拉丁美洲和加勒比地区、俄罗斯、南大洋、非洲南部、非洲西北和中部、加拿大等国家和地区(图 2)^[14-16]。

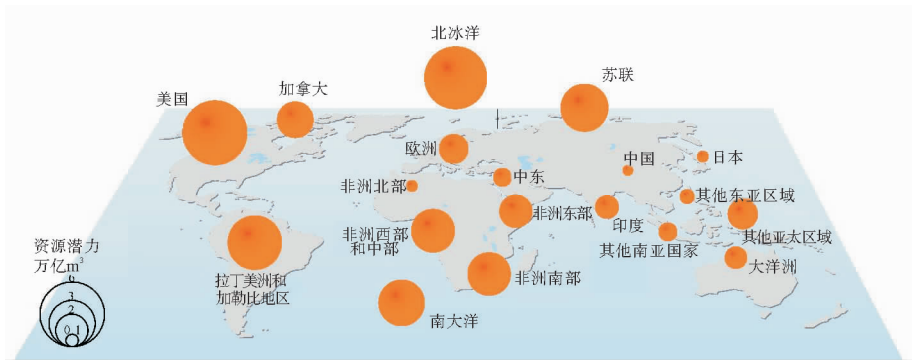


图 2 全球各地区的天然气水合物资源潜力(据文献[15])
Fig. 2 Potential of global gas hydrate resource (from reference [15])

2.1 美国天然气水合物资源潜力及分布

据 1995 年完成的针对美国周边海域和北美陆域多年冻土带的调查研究,美国甲烷水合物区块中的天然气储量约 9 060 万亿 m³。5 个主要分布区的储量分别为:阿拉斯加海域(52.6%)、太平洋(19.1%)、墨西哥湾(11.9%)、大西洋(16.2%)和阿拉斯加陆域(0.2%)(表 1、图 3)^[13,14]。

表 1 美国甲烷水合物区块及其所赋存甲烷的平均储量
Table 1 Methane hydrate areas in the United States and the average methane reserves

区域	区块	甲烷资源储量及其比重		
		/万亿 m ³	/万亿 m ³	/%
大西洋	东北大西洋	856		
	东南大西洋	611	1 467	16.2
墨西哥湾	墨西哥湾	1 082	1 082	11.9
太平洋	北太平洋	1 520		
	南太平洋	208	1 728	19.1
	波弗特海	914		
阿拉斯加海域	白令海	2 074		
	阿留申海沟	608	4 766	52.6
	阿拉斯加湾	1 170		
阿拉斯加陆域	顶积层	4		
	褶皱带	13	17	0.2
总计		9 060	9 060	100

目前,美国在大规模天然气水合物区域勘探方面有 3 个主要项目正在开展:1 个是墨西哥湾近海天然气水合物的勘探,其余 2 个项目主要是对北阿拉斯加陆上多年冻土带的甲烷水合物的勘探。

2.2 加拿大天然气水合物资源潜力及分布

通过对加拿大北极多年冻土带与众多大陆架的天然气水合物资源潜力的分析(麦肯齐三角洲一波弗特海、北极群岛北部、戴维斯海峡、拉布拉多陆架、斯科舍陆架以及沿加拿大大西洋边缘和加拿大太平洋边缘的纽芬兰大浅滩),保守估计这些区域的天然气水合物储量为(0.01~1)万亿 m³,潜在的甲烷储量大约在(1~100)万亿 m³ 范围内^[13,14]。

2.3 日本天然气水合物资源潜力及分布

日本海域甲烷水合物储量约为(4.7~7.4)万亿 m³(即海底以下甲烷气的总体积)(图 4)。其总天然气水合物储量相当于日本 2012 年天然气消耗量(1 167 亿 m³)的 40~63 倍^[13,14]。天然气水合物资源主要分布于南海海槽及其邻域。

2.4 印度各区块的天然气水合物资源潜力及分布

与日本类似,印度是一个传统能源紧缺的国家。然而,据表 2 所示,印度海域不同区块均已发

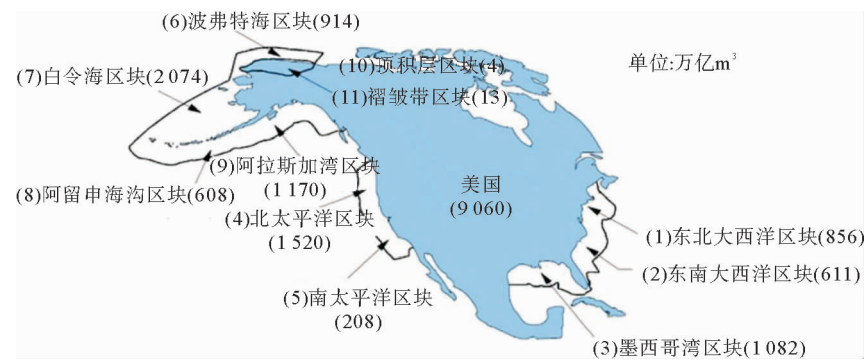


图 3 美国天然气水合物区块分布

Fig. 3 Distribution of natural gas hydrate plays in the United States

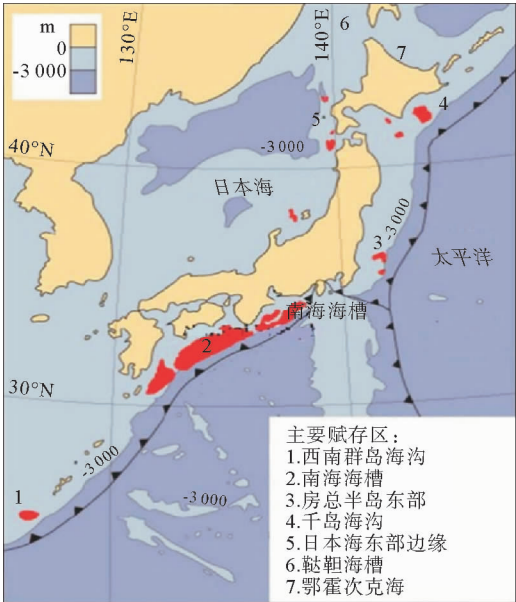


图 4 日本天然气水合物资源潜力(据文献[13])

Fig. 4 Resource potential of natural gas hydrate in Japan (from reference [13])

现大量甲烷水合物,如果转变成天然气,可供国内利用数百年^[13,14]。

2.5 中国天然气水合物资源潜力及分布

我国海陆域均有天然气水合物分布。初步评价我国陆上祁连山南缘及青藏高原地区天然气水合物资源量可达 400 亿 t 左右油当量;而我国南海海域天然气水合物资源量则高达 800 亿 t 油当量。目前通过海洋地质调查,已在南海北部陆坡区圈定了 6 个成矿远景区及 25 个有利区块和 24 个钻探目标区。自 2007 年以来先后通过 3 个航

表 2 印度甲烷水合物资源储量

Table 2 Reserves of methane hydrate resources in India

区块	储量/10 ⁸ m ³		
	95% 概率	50% 概率	5% 概率
孟买邦近海	135	454	852
喀拉拉邦—康坎海岸	62	1 137	2 299
北阿拉伯海	226	595	1 092
南阿拉伯海	—	312	1 094
东部近海	1 038	2 168	4 525
孟加拉湾	245	468	937
南孟加拉湾	188	1 022	3 773
总计	1 894	6 156	14 572

次的钻探,迄今已确定 2 个相当于千亿 m³ 以上天然气储量规模的可燃冰矿藏^[11]。

3 国内外天然气水合物勘探试采现状

3.1 天然气水合物勘探概况

1967 年,在西伯利亚永久冻土带,苏联第 1 次发现了大型甲烷水合物矿床。在接下来的几年里,产于麦索亚哈(Messoyakha)气田的 50 亿 m³ 天然气中的一部分来自天然气水合物的分解。之后 10 年里,在阿拉斯加西部和加拿大麦肯齐三角洲也发现了天然气水合物。随后,人们认识到天然气水合物在深海沉积物中也存在^[5,7]。

3.2 国际天然气水合物钻探项目

迄今为止,全球已经钻探了超过 100 口井专

门用于天然气水合物研究和勘探,通过海洋及陆域地质调查,目前已实施或正在实施开展天然气

水合物调查研究与勘查区域已遍及全球大部分地区^[15,16](图 5),但主要集中于北美和亚太地区。

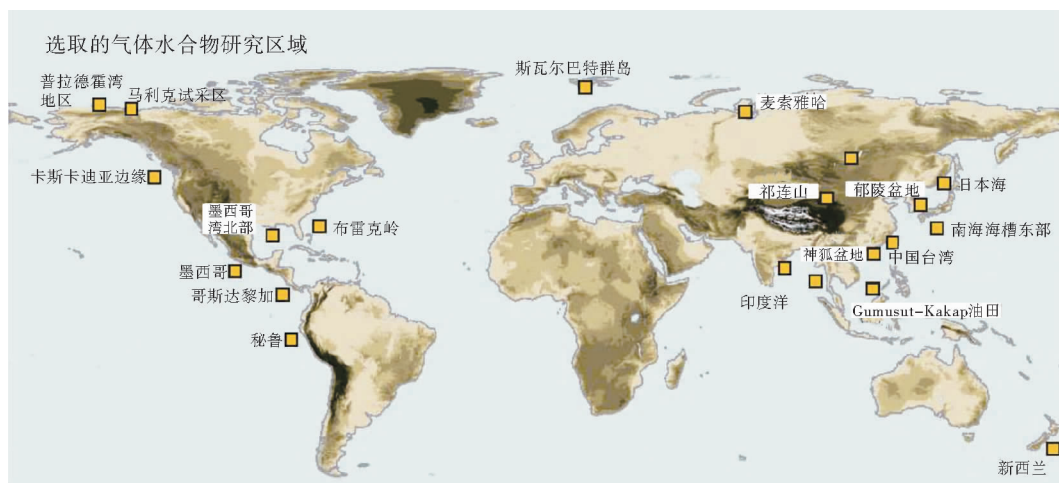


图 5 全球已实施或正在实施的主要天然气水合物勘查研究区(据文献[15])

Fig. 5 Global major gas hydrate areas explored or being explored (from reference [15])

主要的天然气水合物钻探项目及研究计划有美国东海岸布莱克海台大洋钻探计划 ODP-164 航次(1995 年);日本南海海槽天然气水合物钻探航次(1999—2000 年,2004 年);美国西海岸水合物脊大洋钻探计划(ODP)204 航次(2002 年);美国墨西哥湾工业联合项目 JIP-I、JIP-II 航次(2005 年,2009 年);美国西海岸天然气水合物综合大洋钻探计划 IODP-311 航次(2005 年);南海南部马

来西亚南沙海槽盆地 Gumusut-Kakap 钻探航次(2006 年);印度大陆边缘国家天然气水合物计划 2 个航次:NGHP-01、NGHP-02 航次(2006 年,2015 年);中国南海北部广州海洋地质调查局 GMGS-1、GMGS-2、GMGS-3、GMGS-4 航次(2007 年,2013 年,2015 年,2016 年);韩国东海郁陵盆地天然气水合物钻探 UBGH-01(2007 年)和 UBGH-02(2010 年)航次等^[4](图 6)。

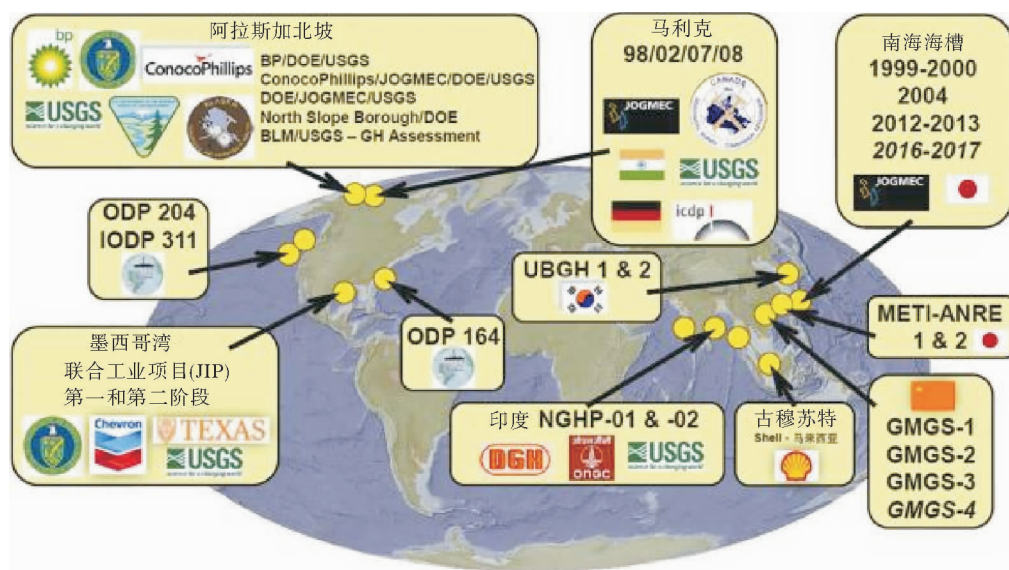


图 6 全球天然气水合物科学与工业钻探(据文献[17])

Fig. 6 Scientifically and industrially drilled gas hydrate areas of the world (from reference [17])

3.3 国际水合物开采试验项目

从2002年开始,加拿大和阿拉斯加的永久冻土带的研究以及日本近海专用井已对生产技术开展了现场试验。主要的试验项目有:加拿大麦克肯齐(Mackenzie)三角洲水合物开采试验项目(1998

年,2002年,2007—2008年);美国阿拉斯加北坡水合物开采试验项目(2007年,2011—2012年);MH-21日本南海海槽开采试验项目(2012—2013年,2017—2018年);中国南海北部神狐海域开采试验项目(2017年);印度大陆边缘水合物开采试验项目(2017—2018年)^[4](图7)。

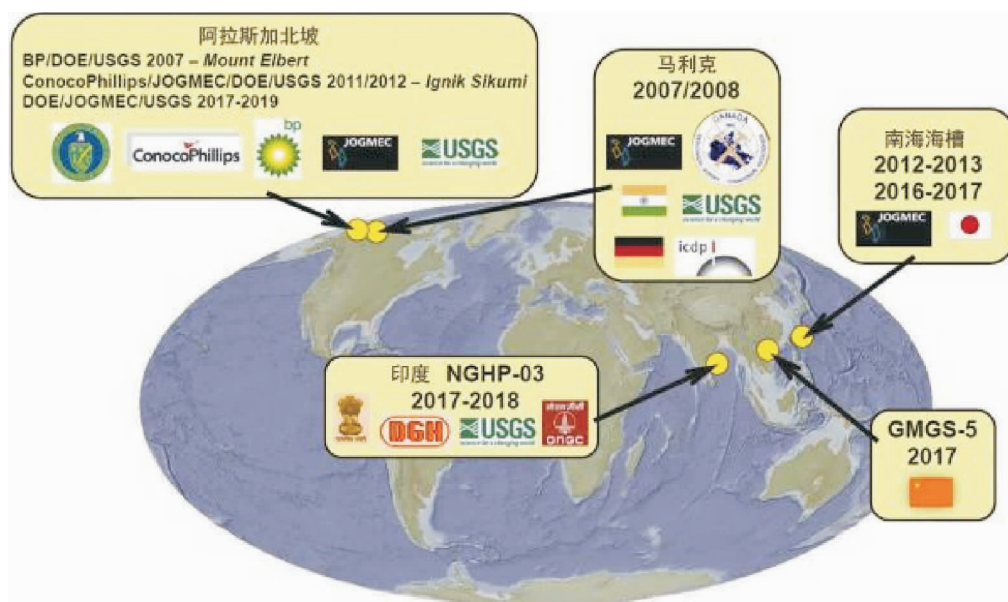


图7 全球天然气水合物开采试验项目(据文献[17])

Fig. 7 Distribution of pilot projects on global gas hydrate production (from reference [17])

Mallik 水合物试采。2002年,日本石油天然气金属矿物资源机构(JOGMEC)、加拿大地质调查局、美国地质调查局、美国能源部、德国地球科学研究中心、印度石油和天然气部、印度天然气管理有限公司和国际大陆科学钻探计划(ICDP)。5个国家的8个机构在加拿大的麦克肯齐三角洲进行了陆域天然气水合物试采。天然气水合物试采层为906~925 m的砂砾岩。5天在冻土带含天然气水合物沉积层通过注热法产出463 m³天然气。试验结论是效率低,简单降压技术可能更为有效,原因是Mallik富砂的含水合物沉积层具有较高的渗透性^[4]。在2007年和2008年的冬天使用降压法进行了试采^[12]。

美国于2000年启动国家级甲烷水合物研发计划,由美国能源部牵头组织,美国联邦机构、高校、国家实验室、工业界和国际参与者共同实施。2001—2010年,美联邦为该计划年均投入超过1 500万美元,对美国阿拉斯加北坡和墨西哥湾开

展了大规模的地质与地球物理调查、资源潜力评价、钻探调查等^[17]。近年来,美联邦对该计划的投入有所减少,2011—2016年的年均投入只有约1 000万美元(虽然2016年的投入达到了1 980万美元),而2017年的投入可能仅为250万美元。但是,美国依然十分重视参与基础科学研究以及重大国际水合物计划和项目,如计划开展墨西哥湾的多站位钻探与取心、与日本合作开展阿拉斯加长期陆上试采(计划为期数月至1年)、全面参与印度的长期近海试采、完成与韩国的第2轮合作研究等。

2012年2月15日—4月10日,美国能源部、美国康菲国际石油公司(ConocoPhillips)、日本石油天然气金属矿物资源机构与挪威卑尔根大学合作,将二氧化碳注入法和降压法相结合应用于阿拉斯加的水合物试采项目并获得成功,产气2.4万m³,但效率较低。

日本是天然气水合物勘查开发最积极的国

家。日本甲烷水合物开发计划由日本经济产业省于 2001 年部署实施,截至第 2 阶段结束时的 2015 财年已累积投入预算额度达 926 亿日元(约合人民币 60 亿元),年均投入预算额度约合人民币 4 亿元^[17]。

2013 年 3 月 12—18 日,首次在南海海槽进行海洋水合物试采,采用简单降压法 6 天产气约 11.9 万 m³,因出砂事故被迫中断;2017 年 5 月 4 日进行第 2 次试采,成功从水深 1 000 m、埋深 350 m 的含甲烷水合物储层中产气,5 月 15 日,因出砂故障中断产气试验,12 天的产气量仅 3.5 万 m³;2017 年 6 月 6 日,METI 宣布完成第 2 口生产井的切换作业,并于 6 月 5 日确认产气^[18,19],6 月 28 日因计划结束期限已到,停止采气,24 天产气 20 万 m³。2 口井的测试产量都未获得有效提高,表明生产技术还有待改进^[20]。

韩国国家天然气水合物计划始于 2005 年,分 3 阶段部署实施。2007 年和 2010 年,韩国分别完成了郁龙盆地天然气水合物第 1(UBGH-1)和第 2(UBGH-2)钻探航次,选取了可供试采的站位。原计划于 2015 年实施为期 2 个月的试采,因故重新计划并推迟至 2018 年以后。

中国天然气水合物勘查开发起步较晚,从 2011 年开始正式启动国家重大专项“天然气水合物勘查与试采工程(包括 973、863 专项)”。根据不同勘探程度,分层次对南海海域和青藏高原冻土区天然气水合物资源进行勘查^[20]。2017 年 5 月 18 日,中国首次实现海域可燃冰试采成功,南海神狐海域天然气水合物试采实现连续 187 个小时的稳定产气,累计产气 30.9 万 m³,平均日产 5 151 m³,甲烷含量最高达 99.5%^[21]。监测结果显示周围地层无明显变化,海水及周边大气等甲烷浓度无异常,环境无污染,未发生地质灾害。获取科学试验数据 647 万组,为后续的科学研究的积累了大量翔实可靠的数据资料^[22]。这是“中国理论”、“中国技术”及“中国装备”所凝结而成的突出成就。源源不断的天然气从水深 1 200 多米的海底之下的 200 多米的地层中开采上来,点燃了全球最大海上钻探平台“蓝鲸一号”的喷火装置。这是中国首次,也是全球首次对资源量占比 90%以上、开发难度最大的泥质粉砂型储层可燃冰成功实现试采。从“蓝鲸一号”起步的可燃冰试采,不

仅对中国未来的能源安全保障、优化能源结构具有重要意义,甚至可能给世界能源接替研发格局带来改变。

3.4 国际公认的具甲烷水合物开发前景的区域

目前公认全球可开发的甲烷水合物区域有:陆地上有加拿大的麦肯齐三角洲和俄罗斯的麦索亚哈天然气水合物矿床;海域有美国北阿拉斯加的普拉德霍湾、日本的南海海槽和中国的南海北部地区(表 3)^[13,14]。

表 3 国际上公认的具有甲烷水合物开发前景的区域(据文献[13]修改)

Table 3 World methane hydrate areas that can be developed(modified from reference [13])		
矿藏类型	区域位置	参与开发的国家
陆域甲烷水合物	加拿大麦肯齐(Mackenzie)三角洲气田	美国、日本、加拿大
	俄罗斯麦索亚哈天然气水合物矿床	苏联、俄罗斯
海域甲烷水合物	美国北阿拉斯加普拉德霍湾(Prudhoe Bay)	美国
	日本南海海槽(Nankai Trough)	日本
	中国的南海北部	中国

4 天然气水合物勘查试采未来研究发展趋势

4.1 作为资源潜力巨大的新型能源受到世界各国重视

天然气水合物是一种规模巨大且高效的新型清洁能源,其巨大的资源潜力,以及开采试验的不断实施,越来越受到世界各国的瞩目,尤其是能源短缺国家的重视。自 20 世纪 90 年代中期开始,美国、日本、印度、加拿大、中国等已逐步投入巨额的资金在其海域及陆域开展天然气水合物的研发。特别是,发达国家已在其所选区域完成了天然气水合物的钻探和调查,并确定了这些区域的甲烷水合物储量。并正在积极开展生产方法的研发以及环境影响评价。美国政府顾问迈克尔·马克斯认为:“天然气水合物将可能改变现在的地缘政治模式,美国、日本、印度等国家可能实现能源自给,这一事件强烈影响着国际事务及对外政

策,现存的世界能源贸易格局将彻底改变”^[23]。

4.2 天然气水合物开采探索从陆地转向海洋

最早的天然气水合物试采始于2002年加拿大的麦肯齐陆域试采,为全面注热试采,随后,在2007年和2008年的冬天又使用了降压法进行试采。2012年在美国的阿拉斯加进行了二氧化碳注入和降压法结合的试采项目。近年来,亚洲掀起了海域天然气水合物试采热。2013年,日本利用降压法在日本南海海槽近海实施了全球首次海洋天然气水合物试采,自此掀起了海域天然气水合物试采的序幕。2017年5月和6月又进行了第2次海洋天然气水合物试采。2017年5月,我国于中国南海的神狐海域全球首次试采成功,开启了天然气水合物海域试采成功的新篇章。印度计划在2018年左右开展为期2~3个月的试采。韩国计划于2018年以后试采。

4.3 天然气水合物作为能源利用所面临的挑战

开采天然气水合物面临的课题还很多,主要面临四大挑战:首先,技术上存在有效性和安全性的挑战。其次,经济上,要实现天然气水合物的商业生产,面临着降低成本和提高生产效率的挑战。第三,环境上,天然气水合物的开采会带来一些环境问题,例如二氧化碳的排放、甲烷气体的泄漏等。第四,地质灾害方面的挑战,在大规模生产过程中,要避免产生地质灾害问题。

参考文献:

- [1] 江怀友,乔卫杰,钟太贤,等.世界天然气水合物资源勘探发现现状与展望[J].中外能源,13(6):19-25.
- [2] 胡文瑞,翟光明,李景明.中国非常规油气的潜力和发展[J].中国工程科学,2010,12(5):25-29,63.
- [3] 王淑玲,张炜,张桂平,等.非常规能源开发利用现状及趋势[J].中国矿业,2013,22(25):5-8.
- [4] 吴能友.天然气水合物勘探与开发:理论、方法与实践(学术报告)[R].青岛:中国地质调查局青岛海洋地质研究所,2016.6.
- [5] Giavarini C, Hester K. Gas Hydrates: Immense Energy Potential and Environmental Challenges [M]. London: Springer-Verlag London Limited, 2011.
- [6] Demirbas A. Methane Gas Hydrate [M]. London: Springer-Verlag London Limited, 2010.
- [7] 王淑玲,田黔宁,张炜,等.天然气水合物环境问题——巨大的能源潜力和环境挑战[R].北京:中国地质图书馆,2014.
- [8] 张炜,吴西顺,王淑玲,等.天然气水合物基本问题——特征、资源、环境和开发[R].北京:中国地质图书馆,2014.
- [9] 百度词条.天然气水合物[EB/OL]. [2018-01-20]. <https://baike.baidu.com/item/天然气水合物>.
- [10] 中国新闻网.中国首次海域天然气水合物试采圆满结束[EB/OL]. [2018-01-20]. (2017-07-29) <http://www.chinanews.com/gn/2017/07-29/8290777.shtml>.
- [11] 中国地质调查局.《中国地质调查百项成果》之“中国天然气水合物资源报告”[DB/OL]. [2018-01-20]. http://www.gmgs.cgs.gov.cn/cgkx4315/201611/t20161122_417415.html
- [12] 成海燕. 2006—2008 Mallik 天然气水合物开发试验进展[J].海洋地质动态,2009(1):20-21.
- [13] Lu S M. A global survey of gas hydrate development and reserves: Specifically in the marine field[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015, 41: 884-900.
- [14] 焦露,译.海洋天然气水合物开发和储量的全球性调查[J].海洋地质信息,2015,5(5):1-16.
- [15] 邵明娟,译.“冰冻”的能源——甲烷水合物的全球展望[J].海洋地质信息,2015,4(4):11-21.
- [16] Waite W, Boswell R, Dallimore S. Frozen Heat: A Global Outlook on Methane Gas Hydrates [C]. United Nations Environment Programme reports. 2015,1:1-30.
- [17] 张炜,邵明娟.国际天然气水合物勘查与试采势头未减[N].中国矿业报,2012.2.17.
- [18] 张炜,白凤龙,邵明娟,等.日本海域天然气水合物试采进展及其对我国的启示[J].海洋与第四纪地质,2017,37(5):27-33.
- [19] 张炜,邵明娟,田黔宁.日本海域天然气水合物开发技术进展[J].石油勘探技术,2017,45(5):98-102.
- [20] 石慧.日本第二次天然气水合物试采结束[N].中国石化报,2017.7.21.
- [21] 中国新闻网.中国首次海域天然气水合物试采圆满结束. <http://www.chinanews.com/gn/2017/07-29/8290777.shtml>
- [22] 赵燕华,陈惠玲.可燃冰试开采60天圆满结束实施关井产气时长总量创世界纪录[EB/OL]. [2017-10-12] (2017-07-09). http://www.sohu.com/a/155769692_119778.
- [23] 国土资源部总工:“可燃冰”将掀起能源新竞赛[EB/OL]. [2017-10-12] (2009-11-05). http://www.edu.cn/zhuanjia_ping_shu_1113/20091105/t20091105_418507_1.shtml.

CURRENT STATUS AND FUTURE TRENDS OF EXPLORATION AND PILOT PRODUCTION OF GAS HYDRATE IN THE WORLD

WANG Shuling, SUN Zhangtao

(National Geological Library of China, Beijing 100083, China;
Geoscience Documentation Center of China Geological Survey, Beijing 100083, China)

Abstract: Gas hydrate is regarded nowadays as a new type of clean energy with large reserve and high efficiency. The estimated resource of gas hydrate, according to newest data, is twice as much as the total global fossil energy resources including oil, natural gas and coal all together. Growing demand for energy and the challenge of global warming have pushed the people to pay more attention to the huge potential of gas hydrate, which has accordingly been considered by scientists as a “strategic high for future global energy supply”. In the past decade, the United States, Canada, Japan, China and other countries have launched various projects for exploration and pilot production in both the land and off-shore areas successively, while India and South Korea are actively making preparation for pilot production of marine gas hydrate. This paper intends to introduce the four historical stages of world-wide exploration and research of gas hydrate, and to elaborate the distribution of global gas hydrate resources and resource potential of major countries. Based on this, the paper will focus more on recent exploration and pilot production status in both China and other countries and their future trends, with the expectation that it will benefit the natural gas hydrate exploration test and research in China.

Key words: gas hydrate; research history; resource distribution; exploration and pilot production; future trends

关于作者著作权及稿酬的声明

本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该社著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意上述声明。

《海洋地质前沿》编辑部