

文章编号: 0258-7106 (2001) 02-0174-07

中国近海天然气水合物找矿前景*

祝有海 吴必豪 卢振权

(国土资源部矿产资源研究所, 北京 100037)

提 要 天然气水合物是一种新型能源, 在海底沉积物和陆上永久冻土带中均有广泛分布。西太平洋是全球三大天然气水合物成矿带之一, 在其中已发现许多水合物矿床或矿点。中国近海, 包括南海、东海和台湾东部海域, 具备良好的天然气水合物成矿条件和找矿前景, 并已在这些海域中发现了一系列的找矿标志。南海的西沙海槽、台湾西南陆坡和台西南盆地、笔架南盆地及其东缘增生楔、东沙群岛东南坡、南部陆坡区, 东海的冲绳海槽和台湾东北部海域是中国近海最有利的天然气水合物找矿远景区。

关键词 天然气水合物 中国近海 成矿条件 找矿前景

中图法分类号: P618.13

文献标识码: A

天然气水合物是由气体分子(主要是甲烷)与水组成的固体物质, 外形如冰雪状。由于它是一种新近发现的能源矿产, 潜在资源量达 $1.8 \times 10^{16} \sim 2.1 \times 10^{16} \text{ m}^3$ 甲烷气, 其碳总量是全球煤、石油和天然气等化石燃料碳总量之和的两倍, 加之由此引发的地质灾害和环境问题(Kvenvolden, 1988a, 1988b), 因此, 世界各国和部分国际组织都非常重视对它的调查研究。天然气水合物主要有两种产出方式, 一是产于海底沉积物中, 二是产于永久冻土带中。据不完全统计, 迄今为止已在全球发现了 77 处天然气水合物产地, 且随着调查工作的不断深入, 水合物产地还会继续增加。海底水合物多产于大陆架、大陆坡、水下高地、边缘海等大陆边缘地区, 尤其是与泥火山、盐(泥)底辟、大型断裂有关的沉积盆地中。从全球范围来看, 这些海底水合物产地可划分成 3 个成矿带, 即西太平洋成矿带、东太平洋成矿带和大西洋成矿带。

要形成天然气水合物, 除有适宜的地质构造环境外, 还必须有充足的气体来源和特定的温压条件。多数水合物由生物气组成, 少部分为热解气, 也有部分是两者的混合气体。水合物形成于低温高压条件下, 其最佳形成温度为 $0 \sim 10^\circ\text{C}$, 压力为大于 $100 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。但在海洋中, 若水深大于 300 m (即压力大

于 $30 \times 10^5 \text{ Pa}$), 温度低于 15°C 时, 水合物即可形成并稳定存在。

最近, 笔者对中国近邻海域的天然气水合物找矿前景进行了初步研究, 发现南海、东海和台湾以东海域具备良好的天然气水合物成矿条件, 并已发现了一系列找矿标志, 显示出良好的找矿前景。

1 西太平洋天然气水合物成矿带

作为太平洋板块向欧亚板块的俯冲带, 西太平洋的大陆边缘发育有一系列的海沟-岛弧-弧后盆地。弧前增生楔、弧后盆地及其边缘海盆地内沉积物巨厚, 油气田广布, 是天然气水合物产出的理想部位。西太平洋是全球三大海底天然气水合物成矿带之一, 带内已发现了一系列水合物产地, 从最北部的阿拉斯加大陆坡开始, 经阿留申海槽、白令海、千岛海沟、鄂霍茨克海、日本海、南海海槽、苏拉威西海、帝汶海槽, 到澳大利亚的豪勋爵海岭, 直至新西兰近海均已发现天然气水合物或良好的模拟海底反射层(BSR, 图 1)。

南海海槽(Nankai Trough)位于日本四国岛南部, 是世界上最重要的水合物产地之一。1990 年, 大洋钻探计划(ODP)-131 航次在南海海槽的 808F 孔

* 本文得到国家自然科学基金项目(批准号: 49972047)、国家 863 项目(编号: 820-探-5)和国土资源大调查项目(编号: DKD2002004)的联合资助。

第一作者简介 祝有海, 男, 1963 年出生, 副研究员。主要从事天然气水合物、海洋地质、沉积学和盐类矿床的研究工作。e-mail: zyh@mx.cei.gov.cn

收稿日期 2000-10-11; 改回日期 2001-03-12。李 岩编辑。

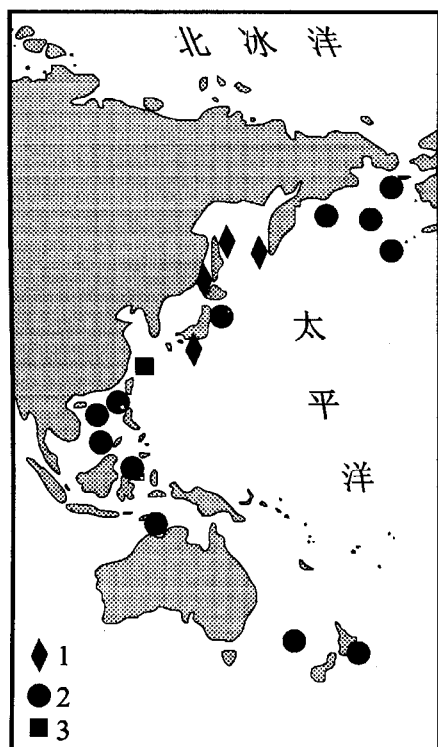


图1 西太平洋天然气水合物成矿带(据 K. A. Kvenvolden, 1993 图件修改补充)

1—已发现实物的天然气水合物产地；2—据 BSR 等资料推断的天然气水合物产地；3—CO₂ 型水合物产地

Fig. 1 Distribution of gas hydrate in the Western Pacific

中,于 90~140 m 处的冲洗液中发现了水合物。进一步的调查证实,在海槽东西两侧存在大面积的 BSR。1997 年,在南海海槽钻探了两口浅井,在井深 100~250 m 处发现了低盐度的孔隙水,显示有水合物存在的标志。1999 年 10 月至 2000 年 2 月又在南海海槽完成了 4 个钻孔,通过孔隙水的氯离子含量、岩心测温和测井数据,发现了良好的水合物显示标志,并用保压取心器取到了水合物样品。该区含水合物沉积层的孔隙率为 35%,水合物的充填率达 85%,比著名的布莱克海岭富 10 倍。因此,南海海槽有可能成为世界上最大的天然气水合物矿床。

在日本海的北海道滨外,ODP-127 航次在奥尻岛附近的 796A 孔中,分别于 88.1 m 和 91.07m 处采到了水合物样品。韩国资源研究所和海洋开发研究所从 1997 年开始开展水合物的综合调查,他们在日本海的 Ulleung 盆地的东南部陆架区、西南部陆坡区相继发现了略微变形的 BSR、声波空白带、浅层气、麻坑、海底滑坡、菱锰矿结核等一系列与水合物有关的标志。

日本地质调查局估计,日本周围海域的水合物资源量达 $6 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 的甲烷气,大约相当于 1995 年日本天然气总消耗量的 100 倍。

在鄂霍茨克海已发现两处天然气水合物产地。1991 年,在堪察加南部温弥胡岛附近发现了天然气水合物,并有大量的泥火山、甲烷排气孔、孔隙水淡化和 H₂S 气味等水合物找矿标志。在萨哈林岛东北坡,曾发现有似层状、透镜状的天然气水合物,并发现 10 个海底排气区。

在新西兰北岛的东部近海,发现了大面积的 BSR,并见到一系列与水合物有关的地质地球化学标志,如泥火山、碳酸盐烟囱、流体喷溢和生物的生态变异等。

在澳大利亚东部的豪勋爵海岭发现面积达 8 万平方公里的 BSR,在白令海、千岛海沟、苏拉威西海、帝汶海槽等处均发现面积不等的 BSR 及其他异常,这标志着上述海区均可能存在天然气水合物。

因此,整个西太平洋海域具备良好的天然气水合物成矿条件,并已取得了显著的找矿成果。正因为如此,地处西太平洋的南海、东海和台湾东部海域,极有可能存在类似的成矿条件与找矿前景。

2 南海海域

2.1 南海天然气水合物的成矿条件

南海地处欧亚板块、澳大利亚板块和太平洋板块的交汇部位,是西太平洋最大的边缘海(约 350 万平方公里),也是西太平洋天然气水合物成矿带的重要组成部分,具有良好的区域成矿背景。南海的陆缘性质各异、地貌类型多样、陆坡区宽阔、沉积物巨厚、有机质丰富,并有适宜的温压条件,具备良好的天然气水合物成矿条件。

南海属于西太平洋沟-弧-盆体系,是经过几次扩张后形成的边缘海。中生代末期的全球构造运动导致亚洲大陆边缘裂解,42~36 Ma 期间的海底扩张形成南海西南海盆,32~17 Ma 的扩张形成中央海盆。与此同时,在大陆架、大陆坡和大型走滑断层的两侧,陆续形成了一系列沉积盆地。上述构造运动,有助于沉积盆地及天然气水合物的形成,而晚中新世以来的长期平静则有利于水合物的保存。

南海大陆坡极为宽阔,总面积约 136 万平方公里,且存在汇聚型、离散型等不同板块边缘的大陆坡。在大陆坡上,有一系列的次级地貌单元,如沉积

盆地、深水阶地、海台、海脊、海山、海丘、海岭,以及海槽、海沟等。这样的地貌环境有利于天然气水合物的形成。

南海大陆坡及其沉积盆地内有巨厚的沉积层,新生代沉积物普遍超过 6 000 m,最厚达 12 000 余米。沉积物主要有陆源砂砾石、粉砂质粘土、钙质软泥等,内含丰富的有机质,故能提供相应的有机气体,为天然气水合物提供充足的物源。同时,南海已发现众多的油气田,这也说明南海沉积物中赋存有丰富的烃源岩。

从成矿条件分析,南海天然气水合物产出的有利地区是北部陆坡区、西部陆坡区、东部岛坡区及南部的陆坡区。南海北部陆坡区宽约 550 km,地形复杂多变,海槽、海谷、海山、海丘、陡坡和陡坎广布。巨厚的新生代沉积物包括陆源砂砾石、粉砂质粘土、钙质软泥等,内含丰富的有机质,故能提供充足的有机气体。地球化学资料表明南海北部陆坡区以热解气为主。

在南海西部陆坡区,沿南北向走滑断裂带发育有一系列新生代沉积盆地。早中新世以来青藏高原的快速隆升,给该区带来了大量的陆源碎屑沉积物,具有水合物所需的充足物源和必要的(低)温(高)压环境。该区泥底辟构造发育,便于深部热解气及浅部生物气向上运移。

南海东部是南海板块向菲律宾板块俯冲形成的岛坡区,沿俯冲带发育有叠瓦状逆掩推覆构造和增生楔,是天然气水合物形成与保存的理想部位。这里的俯冲带、断裂带又为深部热解气的形成和运移创造了有利条件。在南海南部陆坡区也发育有众多的新生代沉积盆地,其中有较厚的新生代沉积层,油气田广布,海山、海槽、泥火山等较发育,这些条件均有利于形成天然气水合物。

2.2 南海天然气水合物的找矿标志

迄今为止,已在南海发现了一系列的天然气水合物找矿标志,如 BSR、阻抗空白带、孔隙水氯离子含量降低和其他地球化学异常。

BSR 和阻抗空白带是寻找天然气水合物最常用的地球物理标志,其中 BSR 则是使用最广、效果最好的找矿标志。一般说来,有 BSR 的地区就可能有天然气水合物,并可以其作为水合物的底界。Reed 等(1992)最早报道了南海存在 BSR,他们利用 6 道地震反射资料,在台湾南部海域鉴别出 BSR。与此同时,德国“太阳号”调查船也在南沙海槽附近发现

有 BSR (Berner 和 Faber,1992)。此后,台湾科学家与美国合作,在台湾西南陆坡及台西南盆地中发现有大量的 BSR。据 Chi 等(1998)报道,在台湾西南部的加积扇(水深约 1 000~2 500 m)中,迄今已在 2 万平方公里的范围内发现了丰富的 BSR。姚伯初(1998)也认为在西沙、东沙附近海域有 BSR。最近几年,广州海洋地质调查局对南海海域的部分地震反射剖面进行复查,从中发现了丰富的 BSR 标志。在南海的西沙海槽、东沙群岛东侧、台西南盆地、笔架南盆地和南沙的断陷盆地内发现了多处 BSR 或阻抗空白带;其中笔架南盆地东缘为增生楔型双 BSR,西沙海槽属槽缘斜坡型 BSR,东沙群岛东侧为典型的台地型 BSR,南沙断陷盆地属盆缘斜坡型 BSR(张光学等,2000)。特别是 1999 年 10 月,广州海洋地质调查局在西沙海槽开展了旨在寻找天然气水合物的多道地震调查,发现了重要的 BSR。由此可见,BSR 在南海的分布是非常广泛的。

孔隙水氯离子质量浓度(ρ_{Cl^-} ,简称氯度)降低也是寻找天然气水合物的有效标志之一。水合物结晶时将驱出其中的盐分,因此,水合物晶体中的水是“纯水”。当水合物分解后,将释放出“淡水”,从而使孔隙水的盐度降低,也就是氯度降低。笔者利用 ODP-184 航次采集的部分孔隙水样品进行了地球化学分析。分析结果显示,1146 站位孔隙水氯度在上部比较正常,为 19 400 mg/L~20 200 mg/L,与普通海水比较接近。但在 540.41 m 处,氯离子含量开始降低,从 540.41 m 处的 19 700 mg/L 降低到 559.70 m、579.00 m 处的 19 400 mg/L,至 598.20 m 处降低到 19 000 mg/L,约降低 3.6%(图 2)。ODP-184 航次船上科学家的分析结果也显示类似的现象(Shipboard scientific party,2000)。

笔者尝试性地应用卫星热红外扫描技术进行天然气水合物找矿,这是因为临震前的构造运动或岩层破裂,将使沉积物中的压力降低,导致水合物分解,释放出的甲烷将沿断裂、裂隙逸出地表,并先后进入海水及低空大气中。在瞬变电场和太阳辐射的激发下,这些气体将导致海面的瞬时增温(强祖基等,1998)。这种增温异常往往与海底烃类气体富集区(如常规油气田、天然气水合物等)相吻合。卫星热红外扫描图像显示,在南海北部陆坡区、台湾南部及南沙东南部海域曾多次发现临震前的瞬时增温异常,其温度要比周围海域升高 5~6℃,尤其是北部陆坡区曾多次重复出现增温异常(图 3)。根据基础地

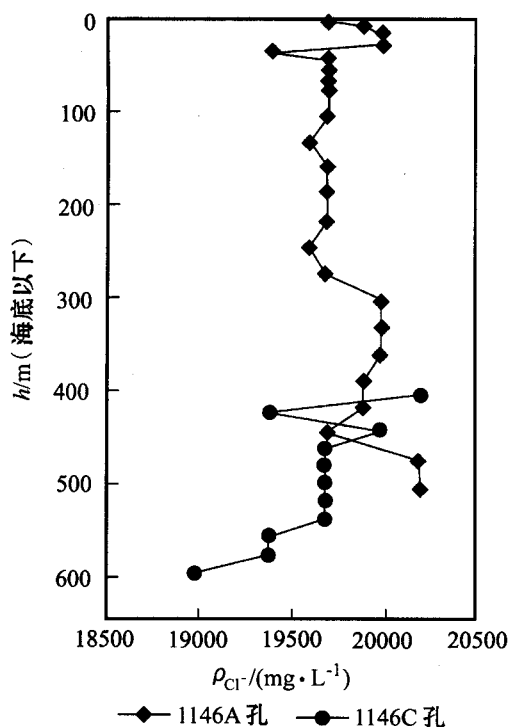


图2 ODP-184 航次 1146 站位孔隙水氯离子含量降低异常

Fig. 2 Chloride concentration of interstitial water from Site 1146, ODP Leg 184

质资料和 BSR 等标志,笔者认为这类增温异常,很可能与海底水合物有关。

天然气水合物分解后,将释放出大量的烃类气体,它们在沉积物中的运移、扩散或渗透,将使周围沉积物中的烃类气体含量升高。利用这一原理,对沉积物中的烃类含量进行分析,从中发现高含量异常区,可以此作为天然气水合物找矿的间接标志。这类气体包括赋存在沉积物孔隙中的游离气体和吸附包裹在沉积物颗粒内的气体,前者以顶空气为代表,后者以酸解烃为代表。

ODP-184 航次的船上科学家进行了顶空气分析,他们在南海北部陆坡区的 1144 和 1146 站位发现了含量丰富的甲烷气体。如 1146 站位,在井深 231 m 以上,甲烷含量较低 [φ_B (体积分数) $< 30 \times 10^{-6}$] 且变化不大,但往下甲烷含量快速增加,在 303 m 处达 1000×10^{-6} ,在 415 m 处达 10000×10^{-6} ,在 599 m 处,甲烷含量最大,达 85000×10^{-6} ,再往下甲烷含量有所降低。1144 站位的情况与此类似,但其最高含量为 26000×10^{-6} (Shipboard Scientific Party, 2000)。

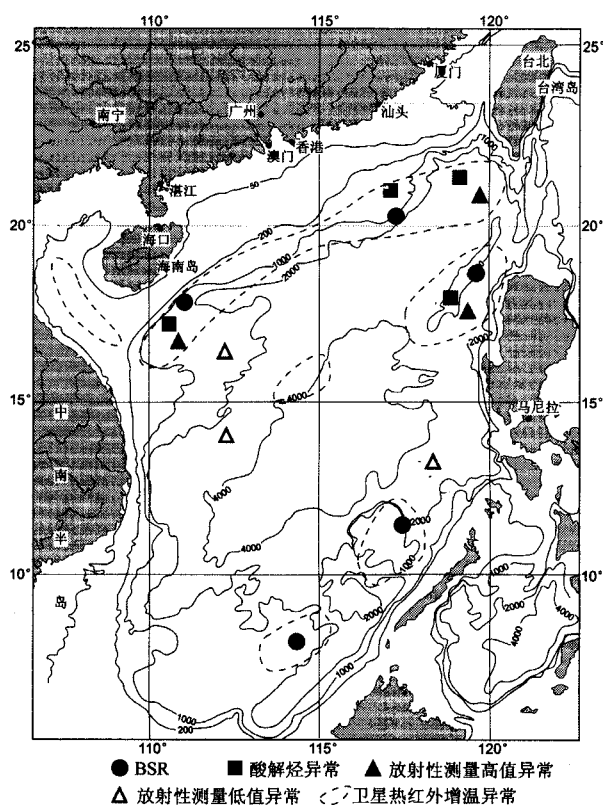


图3 南海天然气水合物找矿标志综合示意图

Fig. 3 Sketch of diagnostic indicators for gas hydrate in the South China Sea

最近笔者对南海 70 余个浅表层沉积物开展了酸解烃分析,结果表明烃类物质主要是甲烷,此外有少量的已烷、丙烷、异丁烷和正丁烷等。分析结果显示,在西沙海槽西缘、台西南盆地及笔架南盆地存在明显的高甲烷含量异常区(图3),尤其是在台西南盆地和笔架南盆地,甲烷含量常常大于 $200 \mu\text{L/kg}$ 。

放射性元素的富集与油气有一定的成因联系,也可能与天然气水合物有关。最近,笔者在南海尝试性地使用了热释光技术,对浅表层样品中的 γ 射线进行了累积测量。结果表明,在台西南盆地、笔架南盆地和西沙海槽等地的沉积物中存在明显的放射性异常(图3),其热释光量常超过 3000 光指数/秒,特别是在笔架南盆地,常常超过 10000 光指数/秒。

2.3 南海天然气水合物的找矿远景区

南海具备良好的天然气水合物成矿条件,并已在发现了一系列找矿标志,其中大部分标志往往集中分布在特定的海区,如西沙海槽、东沙群岛东南坡、台西南盆地、笔架南盆地以及南沙海域等。综合分析南海的成矿条件和找矿标志,笔者认为北部陆

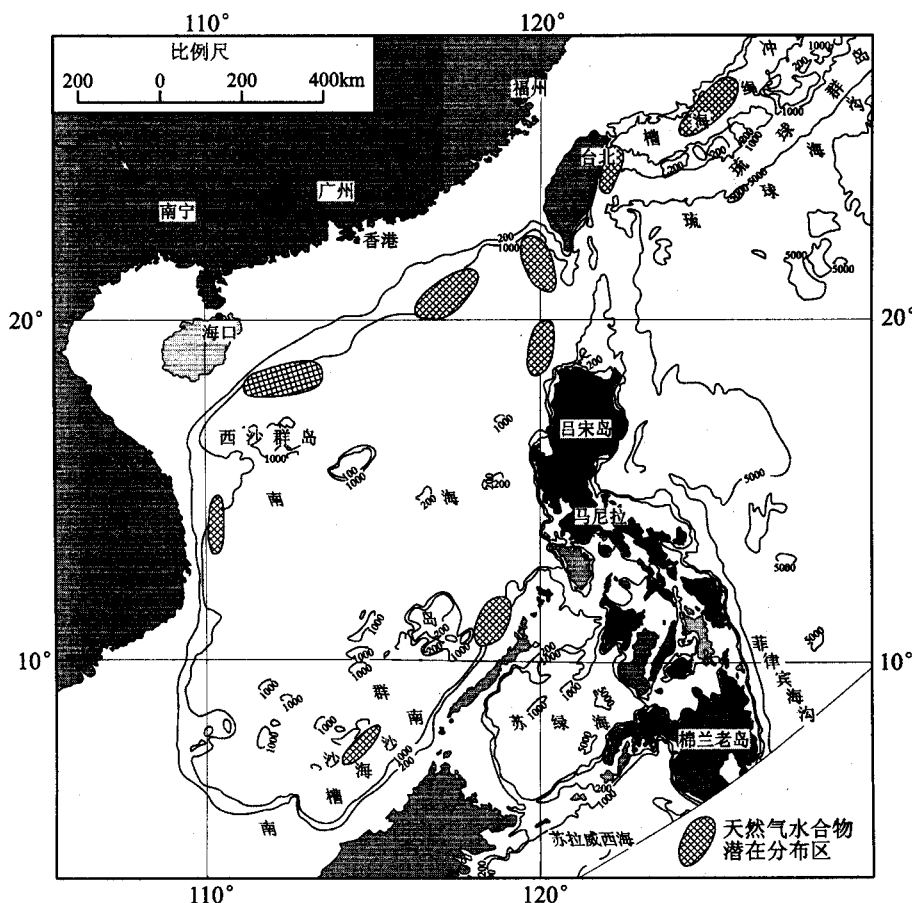


图 4 中国近海天然气水合物找矿远景区

Fig. 4 Potential distribution area of gas hydrate offshore China

坡区、南部陆坡区是南海最有利的找矿远景区(图4)。

南海北部陆坡区是中国近海最有利的天然气水合物找矿远景区,其中又以西沙海槽、东沙群岛东南坡、台湾西南陆坡及其台西南盆地、笔架南盆地及其东缘增生楔等最为有利。在这些地区,目前已发现有BSR标志、酸解烃异常、热释光异常和卫星热红外增温异常等。在东沙群岛东南坡,尽管目前还没有发现酸解烃异常和热释光异常,但却发现了孔隙水氯度降低标志、顶空气异常等。上述地区应是我国下一步开展天然气水合物找矿时值得重视的地区。

南海南部陆坡区及其南沙附近海域的资料相对较少,目前仅在南沙海槽、南沙断陷盆地中发现了零星的BSR,在南沙群岛附近海域发现有卫星热红外增温异常。因采样难度较大,目前尚无地球化学资料。根据区域地质资料,特别是热流数据分析,南部陆坡区也具备良好的成矿条件,应是重要的找矿远

景区之一。为维护我国的海洋权益,更应重视该区的地质找矿工作。

南海西部陆坡区和东部岛坡区的资料更为稀少,目前仅在中建南盆地等处发现有BSR,浅表层沉积物的地球化学测试工作正在进行中。根据成矿条件分析,西部陆坡区和东部岛坡区也是值得注意的天然气水合物找矿远景区。

3 东海海域

东海海域,特别是冲绳海槽及其两侧斜坡具备良好的天然气水合物成矿条件,是我国寻找天然气水合物工作中必须重视的海域。

东海海域约77万平方公里,其中陆架53万平方公里,冲绳海槽22万平方公里。冲绳海槽长约1200 km,宽140~200 km,是陆缘扩张断陷的产物,也是世界上目前正在扩张的少数几个弧后盆地之一。海槽北浅南深,平均深度大于1000 m,最深处

达2 719 m。冲绳海槽的中新统至上新统下部为一套浅海相中粗粒砂岩及砾质砂岩,厚650余米,上新统与更新统以深海相火山碎屑岩、火山熔岩为主,沉积厚度达5 000 m,第四系为巨厚的海相火山岩和浊流沉积。

冲绳海槽西坡宽11~77 km,面积约57 000 km²,发育有一些海山及海底峡谷等,第三系沉积厚约3 500 m,第四系沉积厚约1 000 m左右。海槽东坡多海山、海丘,地形起伏变化较大。海槽槽底较为平坦,槽底北段为粉砂质粘土,含火山物质,平均沉积速率约5.3~6.1 cm/10³a。槽底南段见有浊流沉积,沉积速率高达22.1~33.4 cm/10³a,显然与低海平面时期有大量的陆源补给有关。

从沉积条件与热流条件分析,冲绳海槽及其两侧斜坡区具有较厚的沉积物、较高的有机质含量(0.75%~1.25%)、较快的沉积速率(10~40 cm/10³a)和较高的热流值(70~437 mW/m²),这些条件均有利于天然气水合物的形成。此外还具备有利的大地构造条件,有发育良好的增生楔等有利条件。

在东海也发现了一些天然气水合物的找矿标志和异常,如 Sakai 等(1990)报道在冲绳海槽发现了CO₂型水合物及其脉状CO₂流体。

在冲绳海槽及其西缘、西南缘和台湾附近海域,卫星热红外图像显示存在多次临震前的海面温度增高异常。俄罗斯 Obzhirrov 博士曾对东海的底水进行过系统的气体地球化学调查,在冲绳海槽 JADE 区的西部陆坡和钓鱼岛附近海域发现了多处底水的甲烷含量异常,Tsurushimu 也在东海的陆坡区发现海水的甲烷浓度存在异常。

在冲绳海槽,最近也有BSR的报道,如孟宪伟等(2000)在冲绳海槽中段西坡坡角处发现BSR,该BSR与海底平行,与地层斜交,且有明显的极性反转现象。方银霞等^①在冲绳海槽西北坡南部发现几处BSR,经计算其BSR位于海面之下200~300 m处,与水合物稳定带相吻合。由此可见,冲绳海槽的BSR分布可能也是相当广泛的。

根据基础地质资料分析,东海的冲绳海槽及其两侧斜坡也具有良好的天然气水合物成矿条件和找矿前景,应对其予以足够的重视。

4 台湾东部海域

台湾东部近海地处西太平洋沟-弧-盆体系的中部,是菲律宾海盆的一部分。台湾岛架本身极窄,岛坡急陡直下,很快降至4 000~5 000 m的深海底。台湾东北海域与琉球海沟、琉球岛弧及冲绳海槽相接。受这一沟-弧-盆体系的影响,台湾东北部海域构造活动强烈,区域热流量较高,有利于沉积物中的有机质热解成气。台湾东南部则受南海板块沿马尼拉海沟向东俯冲和菲律宾板块向西俯冲的双重影响,在台湾岛两侧和吕宋岛弧两侧均有增生楔分布。因此,在台湾东北部和东南部的陆坡上,特别是增生楔发育的部位,具备了水合物的形成条件,其构造条件和沉积条件均与日本的南海海槽有许多相似之处。

有关台湾东部海域天然气水合物的资料极少,目前仅在台湾东北部海域的底水中发现高甲烷含量异常,曾有报道称在邻近的琉球群岛东部增生楔中存在BSR。若进一步工作,在台湾东部海域,特别是台湾东北部海域有可能发现与南海海槽类似的天然气水合物。

5 结 论

西太平洋天然气水合物成矿带是全球三大成矿带之一,在该带已发现10余处天然气水合物产地,其中在鄂霍茨克海、日本海和南海海槽已取到了水合物样品,且南海海槽是全球最重要的天然气水合物矿区之一。南海、东海和台湾东部海域是西太平洋成矿带的重要组成部分,具备良好的区域成矿地质背景,并已发现一系列找矿标志,如BSR标志、孔隙水氯度降低标志、卫星热红外增温异常、酸解烃异常和放射性异常等,显示出良好的天然气水合物找矿前景。根据现有资料分析,南海北部陆坡区的西沙海槽、台湾西南陆坡及台西南盆地、笔架南盆地及其东缘增生楔、东沙群岛东南坡,南海南部陆坡区及南沙附近海域,东海的冲绳海槽及其两侧斜坡是中国近海中最重要找矿远景区,而南海西部陆坡区和台湾东北部海域也是值得注意的找矿远景区。

参考文献

- 孟宪伟,刘保华,石学法,等.2000.冲绳海槽中段西陆坡下缘天然气水合物存在的可能性分析[J].沉积学报,18(4):629~633.

① 方银霞,金翔龙,杨树峰,等.1999.冲绳海槽西北边坡天然气水合物的初步研究.内部资料.

- 强祖基, 贺常恭, 李玲芝, 等. 1998. 卫星热红外图像亮温异常——短临震兆[J]. 中国科学, 28(6): 564~573.
- 姚伯初. 1998. 南海北部陆缘天然气水合物初探[J]. 海洋地质与第四纪地质, 18(4): 11~18.
- 张光学, 陈邦彦. 2000. 南海甲烷水合物资源研究与找矿前景[J]. 海洋地质, 2000(3): 1~9.
- Berner U, Faber E. 1992. Hydrocarbon gases in surface sediments of the South China Sea[A]. In: Jin X, Kudrass H R, Pautot G ed. Marine geology and geophysics of the South China Sea [C]. Beijing: China Ocean Press. 199~211.
- Chi W C, Donald L R, Liu C S, et al. 1998. Distribution of the bottom-simulating reflector in the offshore Taiwan collision zone [J]. Terr. Atmos. Ocean Sci., 9(4): 779~794.
- Kvenvolden K A. 1988a. Methane hydrate —— a major reservoir of carbon in the shallow geosphere [J]. Chem. Geol., 71: 41~51.
- Kvenvolden K A. 1988b. Methane hydrates and global climate [J]. Global Biogeochem. Cycles, 2: 221~229.
- Kvenvolden K A. 1993. Gas hydrates —— geological perspective and global change [J]. Rev. Geophys., 31(2): 173~187.
- Reed D L, Lundberg N, Liu C S, et al. 1992. Structural relations along the margin of the offshore Taiwan accretionary: implications for accretion and crustal kinematics [J]. Acta Geologica Taiwanica, 30: 105~122.
- Sakai H, Gamo T, Kim E S, et al. 1990. Venting of carbon dioxide-rich fluid and gas hydrate formation in Mid-Okinawa Trough backarc basin [J]. Sciences, 248: 1093~1096.
- Shipboard Scientific Party. 2000. Leg 184 summary: exploring the Asian monsoon through drilling in the South China Sea [A]. In: Wang P, Prell W L, Blum P, et al. ed. Proceedings of the Ocean Drilling Program: Initial Reports [C]. College Station, TX (Ocean Drilling Program). 184: 1~77.

The Prospecting for Gas Hydrate Offshore China

Zhu Youhai, Wu Bihao and Lu Zhenquan

(Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037)

Key words: gas hydrate, offshore China, condition of mineralization, potential area

Abstract

Gas hydrate is ice-like solid, formed of a cage of water molecules surrounding a natural gas molecule (commonly of methane), under specific conditions of relative high pressure and low temperature. It has become the focus of international interest over the past few years because of its abundance and its potential importance as (1) an energy resource, (2) a controlling factor of global climatic change, and (3) a trigger of seafloor instability. More than a dozen of gas hydrates have been found in such areas of the Western Pacific as the Bering Sea, the Okhotsk Sea, the Japan Sea, and the Nankai Trough. The offshore China area, comprised of the South China Sea, the East China Sea and offshore eastern Taiwan, is located in the central part of the Western Pacific and has favorable geological setting, gas sources, temperature and pressure for the formation of gas hydrate. Recent multidisciplinary analyses of geological, geophysical and geochemical data show that gas hydrate probably occurs in offshore China. For example, some bottom-simulating reflectors (BSR) as well as blanking zones were identified in the South China Sea and East China Sea. High temperature anomalies above the sea surface were discovered offshore China by satellite thermal-infrared scanning, which are probably related to gas hydrate or gas seeps. High methane concentration of sediments and low chlorinity anomalies in interstitial water, which are regarded as indicators of gas hydrate, were also found from Site 1146, ODP Leg-184. Moreover, the hydrocarbon anomalies and radioactive anomalies of shallow sediments were recognized in the South China Sea. In general, the most favorable areas of gas hydrate offshore China include the north and south slopes of the South China Sea, the Okinawa Trough and its two blanks in the East China Sea, with the potential areas being the western slope of the South China Sea and offshore eastern Taiwan.