

我国冻土区天然气水合物长期观测基地建设必要性

庞守吉, 祝有海, 王平康, 黄霞, 张帅

中国地质调查局油气资源调查中心, 北京, 100029

天然气水合物(Natural Gas Hydrate)主要分布于多年冻土区、大陆架边缘的海洋沉积物和深湖泊沉积物中。在标准状况下, 1 m^3 水合物分解最多可产生 164 m^3 的甲烷和 0.8 m^3 的水。据估计, 全球天然气水合物中的碳储量为 $2\times 10^{16}\text{ m}^3$, 相当于全球已探明常规化石燃料总碳量的 2 倍以上(Kvenvolden, 1999)。作为一种洁净能源(Lee et al., 2001), 天然气水合物同时具有分布广泛、资源量大、埋藏浅、能源密度高等特点, 目前已被视为未来石油、天然气的一种新型潜在替代能源。

1 国外冻土区水合物研究现状

国外冻土区发现天然气水合物的地区主要包括加拿大马更些三角洲、美国阿拉斯加北坡和俄罗斯西西伯利亚(Collett, 1993; Collett et al., 2000; Dallimore et al., 1999)。对冻土区天然气水合物的蕴藏概况(Kvenvolden, 1999; Collett, 2002)、水合物储层岩性的孔隙度、渗透率、水化学、气体成因(Milkov, 2005; Connell-Madore and Katsube, 2007; Tomaru et al, 2007)以及水合物受多年冻土影响关系等方面(Yakushev et al., 2000)已进行了较多研究。

而针对当前研究工作最受关注的加拿大和美国, 两国均对本国的冻土区水合物进行了试开采。2002 年, 美国、日本、加拿大、德国、印度等 5 国合作对加拿大马更些(Mackenzie)冻土区 Mallik 5L-38 井的天然气水合物进行了试验性开发, 通过注入约 80°C 的钻探泥浆, 成功从 1200 m 深的水合物层中分离出甲烷予以回收, 同时进行的减压法试验也获得了成功, 由此进入到开发利用阶段(Dallimore and Collett, 2005; 祝有海, 2006)。2008 年, 美国能源部和美国地质调查局对阿拉斯加北坡进行了大规模的陆地永久冻土区天然气水合物全

面综合调查评价及开采研究, 并于 2012 年采用“二氧化碳置换法”进行了开采试验。

2 国内冻土区水合物研究现状

2008~2011 年间, 中国地质调查局组织实施了“青藏高原冻土带天然气水合物调查评价”项目, 在祁连山木里冻土区成功采集到天然气水合物实物样品, 证实了我国冻土区确实存在有这一重要的新型能源, 也是世界上第一次在中低纬度高原冻土区发现天然气水合物, 具有重要的能源和科学意义。

2010~2012 年, 我国在漠河地区同样进行了天然气水合物的钻探试验, 结果发现, 漠河盆地西部具有利于天然气水合物形成的多年冻土和地温梯度及充足气源, 并具有烃类气体持续供给的运移系统, 同时具有水合物成藏所需的圈闭及其中的储层和封盖条件。显示出该区域天然气水合物形成的良好条件及巨大成藏潜力(赵省民等, 2011)。

当前, 在发现水合物的祁连山冻土区, 虽然针对个别钻孔中的水合物特征(祝有海等, 2010)、岩性沉积特征(庞守吉等, 2012)、岩心裂隙系统(王平康等, 2011)、气体成因及来源(卢振权等, 2010; 黄霞等, 2011)、微生物群落特征(韩路等, 2011)等方面, 以及对钻探区域的地球化学、地球物理等相关方面进行了初步研究, 但对于水合物形成、分解与冻土、环境以及地质构造相互之间的关系、冻土区水合物的成藏理论仍有很多悬而未解的问题。

3 冻土区水合物与气候响应

天然气水合物作为一种潜在替代能源被深入研究的同时, 其对环境的影响和制约同样引起了学

注: 本文为“祁连山冻土区天然气水合物长期观测基地建设”项目(编号 GZHL20130305)资助。

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 庞守吉, 男, 1982 年生。博士, 助理研究员。主要从事天然气水合物方面的研究。Email: psj0409@163.com。

者们特别关注。20 世纪 80 年代,学术界就已经意识到天然气水合物对全球变化十分敏感且有重要的反馈作用。但是,也有一些地质证据表明,在全球气候快速回暖事件中,海洋中的天然气水合物可能相对稳定,对气候变化不具有驱动作用 (Sowers, 2006; Bock, 2010)。围绕这些截然相反的地质证据,天然气水合物对气候变化的驱动作用一直争议不断。全球变暖已经不可避免,北极地区海洋和冻土带中的天然气水合物已经开始大面积释放 (NSF, 2010)。大量甲烷进入海洋和大气后,必然会造成严重的生态和气候灾难。因此,天然水合物对全球变暖的响应及其反馈作用已经成为全球变化研究最紧迫的任务之一 (Brook, 2008; Schiermeier, 2008)。

4 冻土区水合物长期观测基地建设意义

与极地冻土相比 (高纬高寒),处于中低纬度的祁连山冻土区有其特殊性 (低纬高寒)。而在我国祁连山冻土区发现的天然气水合物,在国际水合物研究领域有其独特性,对中低纬度冻土区水合物研究具有重要的研究、参考价值。

目前,对于冻土区天然气水合物的成藏机理、水合物形成、分解与冻土、环境以及地质构造相互之间的关系仍有很多悬而未解的问题;同时,如何把来之不易的“绿色能源”勘探成果“培育”好、发展好,使其发挥最大的生态、经济效益也是目前面临的另一项挑战,而建立长期观测基地正是对冻土区天然气水合物深入研究的最好补充和深化。

通过在长期观测基地的长期监测和总结,可对水合物变化进行原位动态的微观监测,对环境所带来的变化和影响有更直观、量化的认识;同时,对这种新型洁净能源的绿色生态利用和发展具有重要的研究价值。而通过开展天然气水合物、冻土、环境及相关地学参数的长期观测,不仅可全面提升我国冻土水合物科学研究水平,同时可为冻土水合物勘采技术研发、人才培养提供野外基地。

参 考 文 献 / References

韩路,武淑娇,李建华,吕杰,祝有海. 2011. 祁连山冻土区天然气水合物 DK-2 钻孔微生物群落. 地质通报, 30 (12): 1874-1882.
黄霞,祝有海,王平康,郭星旺. 2011. 祁连山冻土区天然气水合物烃类气体组成的特征和成因. 地质通报, 30 (12): 1851-1856.

卢振权,祝有海,张永勤,文怀军,李永红,贾志耀,王平康,李清海. 2010b. 青海祁连山冻土区天然气水合物的气体成因研究. 现代地质, 24 (3): 581-588.
庞守吉,苏新,杨旭,王平康,李永红,郭星旺,李清海. 2011. 祁连山冻土区天然气水合物科学钻探试验井中侏罗统的沉积学特征. 地质通报, 30 (12): 1829-1838.
王平康,祝有海,卢振权,郭星旺,黄霞. 2011. 祁连山冻土区天然气水合物岩性和分布特征. 地质通报, 30 (12): 1839-1850.
赵省民,邓坚,李锦平,陆程,宋健. 2011. 漠河多年冻土区天然气水合物的形成条件及成藏潜力研究. 地质学报, 85 (9): 1536-1550.
祝有海,张永勤,文怀军,卢振权,王平康. 2010. 祁连山冻土区天然气水合物及其基本特征. 地球学报, 31 (1): 7-16.
祝有海. 2006. 加拿大马更些冻土区天然气水合物试生产进展与展望地球科学进展. 地球科学进展, 21 (5): 513-520.
Bock M, Schmitt J, Moller L. 2010. Hydrogen isotopes preclude marine hydrate CH₄ emissions at the onset of Dansgaard-oeschger events. Science, 328: 1686-1691.
Brook E, Archer D, Dlugokencky E. 2008. US Climate Change Science Program-Synthesis and Assessment Report 3. 4: Abrupt Climate Change. US Geological Survey, 2008.
Collett T S, Dallimore S R. 2000. Permafrost-related natural gas hydrate. In Max M D ed. Natural Gas Hydrate in Oceanic and Permafrost Environments. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 43-60.
Collett T S. 1993. Permafrost-associated gas hydrate accumulations. In Sloan E D, Happer J, Hnatow M ed. International Conference on Natural Gas Hydrates. Annals of the New York Academy of Science, 715: 247-269.
Collett T S. 2002. Energy resource potential of natural gas hydrates. AAPG, 86(11): 1971-1992.
Connell-Madore S and Katsube T J. 2007. Grain-size distribution and gas permeability of sediment samples from the JPX/JNOC/GSC et al. Mallik 5L-38 gas hydrate production research well, Northwest Territories. Geological Survey of Canada, Current Research, 6: 13.
Dallimore S R, Collett T S. 1999. Regional gas hydrate occurrences, permafrost conditions, and Cenozoic geology, Mackenzie Delta area. In Dallimore S R, Uchida T, Collett T S ed. Scientific Results from JPX/JNOC/GSC Mallik 2L-38 Gas Hydrate Research Well, Mackenzie Delta, Northwest Territories, Canada. Geological Survey of Canada, Bulletin, 544: 31-43.
Dallimore S R, Collett T S. 2005. Summary and implication of the Mallik 2002 gas hydrate production research well program //Dallimore S R, Collett T S, eds. Scientific Results from the Mallik 2002 Gas Hydrate

- Production Research Well Program, Mackenzie Delta, Northwest Territories, Canada. Geological Survey of Canada, Bulletin 585: 1-36.
- Kvenvolden K A. 1999. Potential effects of gas hydrate on human welfare // Proceeding of National Academy of Science Colloquium. USA, 96: 3420-3426.
- Lee S Y, Gerald D H. 2001. Methane hydrates potential as a future energy source. Fuel Processing Technology, 71: 181-186.
- Milkov A V. 2005. Molecular and stable isotope compositions of natural gas hydrates; a revised global dataset and basic interpretations in the context of geological settings . Organic Geochemistry, 36(5):681-702.
- NSF. 2010. Methane releases from arctic shelf May Be Much Larger and Faster Than Anticipated. [http // www. eurek alert org /pub_ releases /2010-03 /nsf-mrf030410. php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2010-03/nsf-mrf030410.php), 2010.
- Schiermeier Q. 2008. Fears surface over methane leaks . Nature, 455: 572-573.
- Sowers T. 2006. Late quaternary atmospheric CH₄ isotope record suggests marine clathrates are stable. Science, 311: 838-840.
- Yakushev V. S., Chulilin E. M. 2000. Natural gas and gas hydrate accumulations within permafrost in Russia. Cold Regions Science and Technology, 31: 189-197.