关于天然气水合物开发工程科学研究的一点认识

天然气水合物存在于较深海域, 具有储量大、埋藏浅、污染低等优点. 初步勘探表明, 天然气水合物所含甲烷储量是现有天然气、煤炭、石油全球储量的2倍, 是重要的潜在替代能源. 随着已探明油气可开采量的减少和消耗量的增加, 世界各国, 尤其是各能源短缺国家非常重视天然气水合物的勘探和开发工作.

天然气水合物开采要满足商业化的要求, 必须解决好两方面的问题: 经济高效的开采方法、灾害控制及环境保护.

天然气水合物地层包含天然气水合物、岩土骨架、水、气体等多相介质, 开采涉及传热、相变、渗流和变形4个过程, 它们的特征时间之间可以相差几个量级, 其中传热最慢, 而且天然气水合物的分解要消耗大量的热, 这是整个问题的瓶颈. 它排除了直接采用常规、单纯依靠渗流原理的油气开采方案来开采天然气水合物. 由于所处地层的特殊性, 压裂法的适用性和有效性, 也是有待研究的问题. 因此急需寻找合适的经济高效的开采方法.

天然气水合物开采方法不当会引发严重的环境问题. 由于海底天然气水合物埋藏浅、矿层没有成岩, 在标准状况下, 1单位体积的天然气水合物分解可产生164单位体积的甲烷气体, 开采不当很容易因为孔压骤增及地层强度骤减而造成滑塌甚至喷发破坏. 大范围的天然气水合物分解还可能引发诸如温室效应加剧和海洋生态破坏等环境问题, 因此安全和环境保障是天然气水合物开采的前提. 目前世界各国对天然气水合物开采均采取了谨慎的态度.

天然气水合物往往来源于地层深处的天然气源, 在未开发前就有天然气向海水泄漏的情况. 因此了解这个背景也是一项非常重要的基础工作, 对全面摸清资源状况, 制定天然气水合物和气田开发整体方案, 以及建立环境本底资料库都是不可缺少的.

从目前已开展的现场试采来看, 主要存在的问题是注热法和降压法开采效率低、开采过程中存在地层变形、甲烷气泄漏、砂堵等问题. 有的试验采用简单的开挖含天然气水合物地层的办法, 固然能够显著提高产量, 但效率低下, 严重破坏地层, 长期环境影响有待研究, 尚不具备工业规模生产的条件, 对其需慎之又慎.

对于这种包含热传导和相变的多相介质和多过程的耦合问题、地层破坏及其所引发的环境问题, 历来为力学界所重视, 有些相关的理论和方法也已在实际工程中得到验证和应用. 力学可以在天然气水合物开采中起到关键性的作用, 比如建立符合实际的描述地层物理及力学性质的数学力学模型; 探索新的高产、高效、环境友好的开采方案; 研究各类灾害和环境危害发生的临界条件及控制措施; 从天然气水合物和天然气开采的总体角度出发, 探讨新的方案等.

天然气水合物开发涉及力学、地质、化工(含生化)、油气工程等多方面的基础知识, 需要多学科的科学家和工程界的共同努力, 以及政府部门的持续支持, 才能最终解决. 世界已进入智能化时代, 如何利用新的技术, 实现天然气水合物的高效商业化开采, 仍然是需要深入研究的问题.

本期专题报道了我国科学家在天然气水合物开采和安全控制方面的一些成果, 主要包括: 中国科学院力学研

引用格式: 郑哲敏. 关于天然气水合物开发工程科学研究的一点认识. 中国科学: 物理学 力学 天文学, 2019, 49: 034601

Zheng Z M. Special issue on the exploitation and safety control of natural gas hydrate (in Chinese). Sci Sin-Phys Mech Astron, 2019, 49: 034601, doi: 10.1360/SSPMA2018-00325

究所、中国科学院广州能源研究所、中国科学院武汉岩土力学研究所、中国地质调查局广州海洋地质调查局、中国石油大学、大连理工大学、中国地质大学、中国地质调查局青岛海洋地质研究所、中国地质调查局油气资源调查中心等有关部门的关于天然气水合物开采及安全环境的研究进展, 分析了今后的研究方向.

天然气水合物开发方面的科学技术问题当然不止这些, 从事这方面研究的单位和人员也不止这些. 这里只是抛砖引玉, 希望引起各方面对天然气水合物资源开发的重视, 促进有关研究人员之间的交流和合作.

郑哲敏

中国科学院力学研究所, 北京 100190