

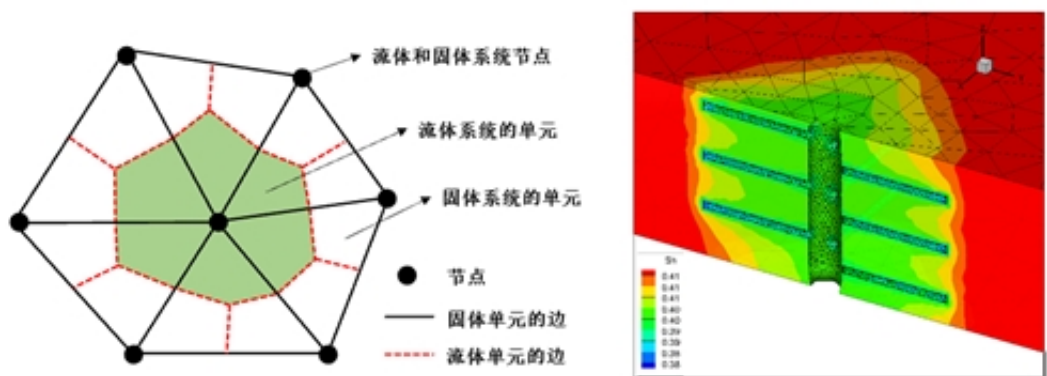
天然气水合物多场耦合数值模拟方法研究获进展

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/17954.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

天然气水合物多场耦合数值模拟方法研究获进展。



控制体有限元和有限元混合的流固耦合模拟方法及在复杂结构井中的应用 实验室供图

日前，海洋试点国家实验室海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室科研人员在水合物多场耦合数值模拟方法研究方面取得新进展，提出了一种基于控制体有限元法和有限元混合的流-固耦合数值模拟方法，为水合物开采的产能和力学稳定性评价提供了一种新的数值模拟研究手段。

天然气水合物的开采是一个涉及渗流、传热、水合物相变及沉积物力学变形的THMC多物理场耦合过程。从研究对象来看，其中渗流、传热和水合物相变可视作流体力学问题，而沉积物变形则是固体力学问题。由于研究对象的不同，流体和固体系统应当使用不同的数值方法来处理。

目前，水合物THMC耦合数值模拟方法有两种研究思路：第一种是使用有限体积法计算流体系统，而使用有限元法处理固体系统；第二种思路则是全部使用有限元方法同时处理流体系统和固体系统。然而，第一种方法在流固耦合过程中存在需要插值以及流体系统的网格不适用于固体系统的问题；第二种方法则存在着流体系统局部不守恒从而造成不收敛和非物理意义解的问题。

新研究提出了一种控制体有限元和有限元混合的新思路，在全非结构网格的基础上构建一套对偶的控制体网格，在控制体网格上用有限体积法结合有限元的插值函数进行流体系统的求解，而固体系统则在原网格上使用有限元法求解。这样一套新的研究思路优势明显，一是构建的控制体使得流体系统和固体系统的求解变量位于相同的节点上，在保证流体系统求解局部守恒性的同时避

免了流-固耦合的插值和网格不适应的问题；二是引入有限元插值函数进行多点流量近似，避免了传统有限体积法对网格正交性的要求，可以使用完全非结构网格构建复杂的几何模型。

基于上述算法，该团队开发了一套具有完全自主知识产权的数值模拟器QIMGHyd-THMC，利用室内模拟实验的结果和国际主流数值模拟软件对该模拟器进行了验证。本研究为水合物多场耦合数值模拟方法提供了一种新的思路和框架。

开发的QIMGHyd-THMC模拟器与国际主流模拟器计算结果的对比成果以《基于控制体有限元(CVFEM)和有限元(FEM)混合的天然气水合物开采渗流、传热、相变和变形的多场耦合数值模拟》为题在线发表于岩土工程领域顶级期刊《计算机和岩土工程》。

该研究得到了青岛海洋科学与技术试点国家实验室海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室自主课题、国家自然科学基金、山东省自然科学基金和泰山学者特聘专家计划等共同资助。（来源：中国科学报 廖洋 高倩）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2022.104692>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：吴能友等 来源：《计算机和岩土工程》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发