

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810102680.2

[51] Int. Cl.

G01N 19/00 (2006.01)

G01N 23/00 (2006.01)

G01N 33/22 (2006.01)

[43] 公开日 2008年8月20日

[11] 公开号 CN 101246117A

[22] 申请日 2008.3.25

[21] 申请号 200810102680.2

[71] 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100080 北京市海淀区北四环西路15号

[72] 发明人 王爱兰 赵京 王淑云 鲁晓兵

[74] 专利代理机构 北京中创阳光知识产权代理有限公司

代理人 尹振启

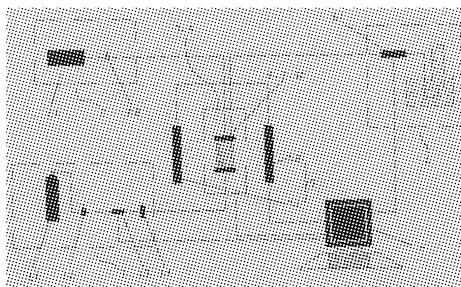
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

[54] 发明名称

一种天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统

[57] 摘要

本发明公开了一种天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统包括天然气水合物合成模块、力学性质实验模块和微观测量模块，其中，天然气水合物合成模块包括供气系统、注液系统和反应室；力学性质实验模块包括应力测量系统、应变测量系统、温度控制系统和加压系统；微观测量模块包括CT测量系统；合成后，直接在反应室中加载进行力学性质测量；在合成和力学性质测量的同时，CT测量系统对样本进行实时监测，获得微观特性参数。通过本发明实验系统对天然气水合物合成的实验和测定，可分析得到天然气水合物的合成与分解条件、热力学参数、力学参数、分解后的地层的材料参数变化等数据，从而达到天然气水合物的储气、研究、供能、运输等目的。



- 1、一种天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统，其特征在于，该系统包括天然气水合物合成模块、力学性质实验模块和微观测量模块，其中，天然气水合物合成模块包括供气系统、注液系统和反应室；力学性质实验模块包括应力测量系统、应变测量系统、温度控制系统和加压系统；微观测量模块包括CT测量系统；合成的气体和液体在反应室中生成天然气水合物，反应过程中的数据均传输到数据采集系统进行统计分析；天然气水合物合成后，直接在反应室中加载以进行力学性质测量；在合成和力学性质测量的同时，CT测量系统对样本进行实时监测，获得微观特性参数。
- 2、如权利要求1所述的一种天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统，其特征在于，所述实验系统还包括气体收集装置，该气体收集装置收集实验后所述反应室中剩余的气体。
- 3、如权利要求1所述的一种天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统，其特征在于，所述反应室中设置有岩土样本，以模拟自然界中天然气水合物所在地层的特性。
- 4、如权利要求1所述的一种天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统，其特征在于，所述供气系统包括高压气瓶、减压阀、缓冲罐和气体流量计。
- 5、如权利要求1所述的一种天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统，其特征在于，所述注液系统包括注液泵和阀门装置。
- 6、如权利要求1所述的一种天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统，其特征在于，所述CT测量系统包括CT照设系统和CT成像系统。

一种天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统

技术领域

本发明涉及天然气水合物开采研究领域，尤其是一种天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统。

背景技术

天然气水合物是一种类冰状的天然气矿藏，它是一种笼形化合物或称包络状混合物，它的形成不是通过分子间的强吸引力作用，而是水分子形成的笼状结构紧密地包裹了另一种分子。天然气水合物的主要成分是甲烷水合物。美国地质调查局最近的一篇研究报告显示自然界中天然形成的甲烷水合物的碳含量远大于目前所有化石燃料中的碳含量的总和。同时甲烷是一种比二氧化碳热容更高的温室气体，其效能是后者的20倍以上。另一方面，研究发现1体积的甲烷水合物中含有标准状态下164个体积的甲烷气体，它能给人类提供和储存能源。所以研究甲烷水合物对新能源的开发利用和预防全球温室效应有参考作用。

同时，随着油气可开采量的逐渐减少和消耗量的逐渐增加，天然气化合物开采的迫切性日益显著。为了研究深海海域不同沉积层中的天然气水合物的合成条件和力学特性，为我国海洋天然气水合物的开采和相关灾害提供准确参数，必须弄清楚天然气水合物的合成与分解条件、得到热力学参数、力学参数、分解后的地层的材料参数变化等。天然气水合物保持稳定需要恒定的高压低温条件，不适宜在不同压力温度环境下移动，因此，建成一套天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统是非常必要的。

发明内容

为实现上述目的，本发明一种天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统包括天然气水合物合成模块、力学性质实验模块和微观测量模块，其中，天然气水合物合成模块包括供气系统、注液系统和反应

室；力学性质实验模块包括应力测量系统、应变测量系统、温度控制系统和加压系统；微观测量模块包括CT测量系统；合成的气体和液体在反应室中生成天然气水合物，反应过程中的数据均传输到数据采集系统进行统计分析；天然气水合物合成后，直接在反应室中加载以进行力学性质测量；在合成和力学性质测量的同时，CT测量系统对样本进行实时监测，获得微观特性参数。

进一步，所述实验系统还包括气体收集装置，该气体收集装置收集实验后所述反应室中剩余的气体。

进一步，所述反应室中设置有岩土样本，以模拟自然界中天然气水合物所在地层的特性。

进一步，所述供气系统包括高压气瓶、减压阀、缓冲罐和气体流量计。

进一步，所述注液系统包括注液泵和阀门装置。

进一步，所述CT测量系统包括CT照设系统和CT成像系统。

通过本发明综合实验系统对天然气水合物合成的实验和测定，可以有效的模拟天然气水合物的合成过程，并可分析得到天然气水合物的合成与分解条件、热力学参数、力学参数、分解后的地层的材料参数变化等数据，从而达到天然气水合物的储气、研究、供能、运输等目的。

附图说明

附图为本发明结构框图。

具体实施方式

如附图所示，本发明一种天然气水合物合成与宏微观力学性质综合实验系统包括天然气水合物合成模块、力学性质实验模块和微观测量模块。其中，天然气水合物合成模块包括供气系统1、注液系统2和反应室8，供气系统1包括高压气瓶1.1、减压阀1.2、缓冲罐1.4和气体流量计1.3；注液系统2包括注液泵2.1和阀门装置2.2。力学性质实验模块包括温度控制系统3、加压系统4、应力测量系统9、应变测量系统10，其中应力测量系统9、应变测量系统10设置在反应室8内。微观测量模块包括CT测量系统5，CT测量系统5进一步包括CT照设系统5.1和CT成

像系统 5.2。

实验时，先在反应室 8 中装入岩土样本，来模拟自然界中各种天然气水合物所在地层的特性，开启阀门装置 2.2 使注液泵 2.1 向反应室 8 中注入液体，使岩土样本处于饱和状态；控制温度控制系统 3 和加压系统 4 对反应室 8 进行加压和控温，同时数据采集系统 7 实时监控压力和温度信号，当温度和压力到达预定值时，开启减压阀 1.1 使高压气瓶 1.1 供气，在供气线路上设置有缓冲罐 1.4 以防治气体爆炸，并通过气体流量计 1.3 计量输入的气体量。在合成过程中，CT 测量系统 5 通过 CT 照设系统 5.1 和 CT 成像系统 5.2 测量样品孔隙分布、大小、水合物的分布、颗粒间的连接等微观特征。实验过程中，反应室 8 中的部分气体排放到气体收集装置 6，其通过在前部设置气体流量计 6.1 可测量回收的气体量，通过进气量和出气量的差值就可以确定合成的天然气水合物量。反应过程中的温度、压力、流量等数据均传输到数据采集系统 7 进行统计分析，从而可得到天然气水合物的合成与分解条件、热力学参数。天然气水合物合成后，直接在反应室 8 中对样品进行三轴压力的加载实验，通过应力测量系统 9、应变测量系统 10，获得应力应变等力学参数等数据。在进行力学性质实验的同时，也通过 CT 成像系统 5 对样品的微观变化进行观测，获得力学性质与微观特性的关系。

