



**CHINA  
UNIVERSITY OF  
GEOSCIENCES**



# 2009北京钻探技术国际学术研讨会

## 海洋水合物钻探取心与处理现状分析

张 凌    蒋国盛

中国地质大学（武汉）工程学院

2009-10-25

# 报告内容



- 一 引言
- 二 国内水合物岩心研究现状
- 三 大洋航次中岩心获取和处理
- 四 讨论与建议
- 五 致谢

# (一) 引言



天然气水合物广泛存在于陆地永冻区和大陆边缘海底地层多孔介质中。



热冰1号



Prudhoe Bay附近



Mallik 5L-38



Blake Ridge 附近

# (一) 引言



国际科学大洋钻探学  
术会议筹备委员会  
大洋钻探系列讨论会  
联合国国际海底管理局

大洋钻探计划 (ODP)  
综合大洋钻探计划 (IODP)



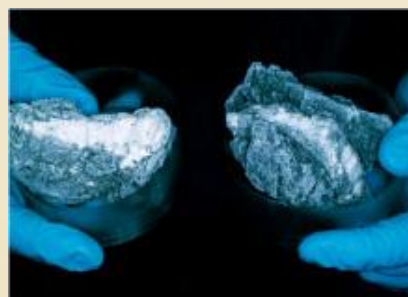
ODP164、201、204  
和IODP 311航次



海底10 m以下深部天然气  
水合物的分布和富集等信息

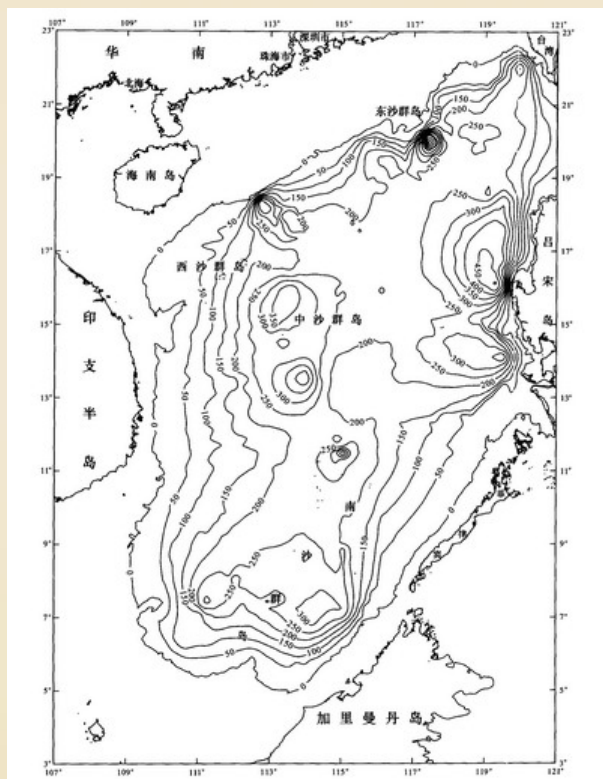


ODP 164航次

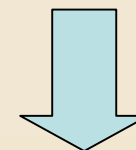


ODP 204航次

# (一) 引言



我国海洋水合物勘探情况



水合物岩心获取和处理等方面

ODP204航次



IODP311航次

为后续我国海洋水合物的勘探  
取心技术发展提供一定参考

## (二) 国内水合物岩心研究现状



中国天然气水合物调查研究  
(1999年开始)

南海、东海、陆上冻土区  
和国际海底区域

资源调查的早期起步阶段

广州海洋地质调查局

南海北部东沙、神狐、  
西沙和琼东南4个海域

9年18个航次调查研究，累计投入经费5亿元



2007年5月1日

南海北部珠江口盆地南部神狐地区的海底



18项测试分析





## (二) 国内水合物岩心研究现状



“天然气水合物探测技术”课题 广州海洋地质调查局等单位  
水合物保真（保压、保温）取样技术

---

天然气水合物深水浅孔保真取样器 浙江大学

---

“天然气水合物深水浅孔保温保压取心钻具的研制”课题  
四川海洋特种技术研究所与海洋一所 “十五”后期863计划

---

30 m深水重力活塞取样器 浙江大学

“十一五”期间863计划

## (二) 国内水合物岩心研究现状



中国石化集团胜利石油管理局  
主持

上海交通大学  
中国石油大学（华东）  
四川海洋特种技术研究所  
共同承担

“天然气水合物钻探取心关键技术”课题

伸出式深海水合物钻探取样装置

绳索旋转式保温保压取样设备

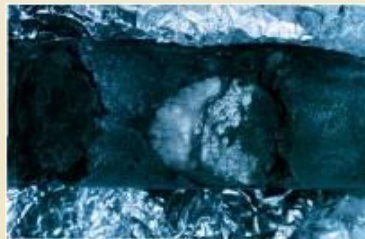
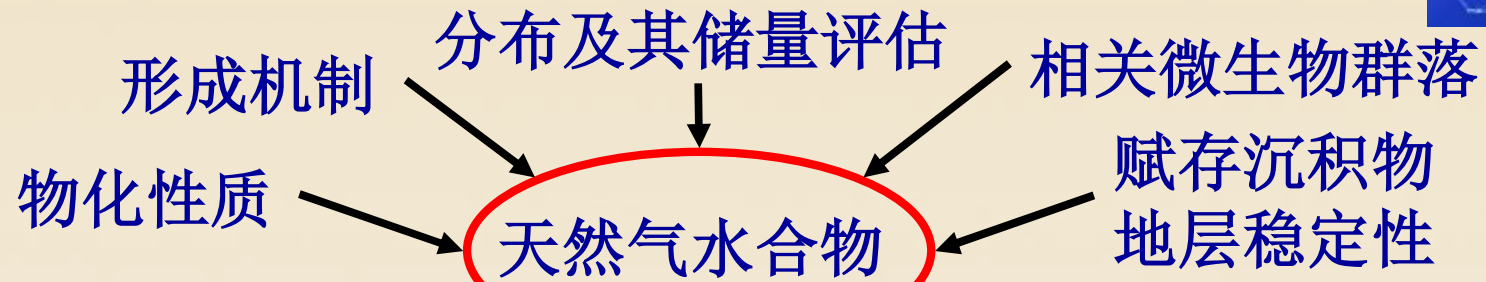
钻柱式保温保压取样设备

取样方案设想

自主开发研制了闭环式深海液压驱动控制系统



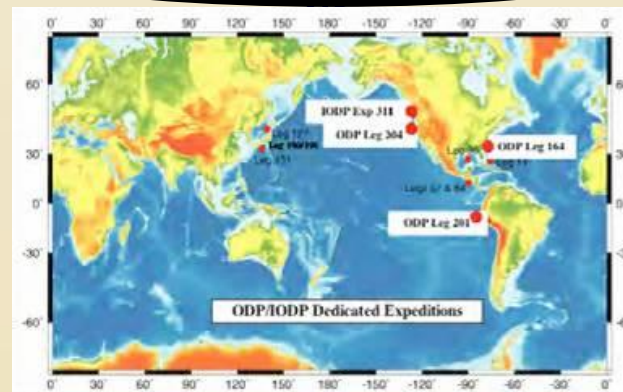
### (三) 大洋航次中岩心获取和处理



大洋钻探相关航次及其钻探成  
里



ODP204航次



IODP 311航次



CHINA  
UNIVERSITY OF  
GEOSCIENCES

### (三) 大洋航次中岩心获取和处理

Oregon海岸外的Hydrate Ridge区域

ODP204航次

活动增生楔中水合物的形成  
开发评价原位状态水合物和  
气体浓度的新工具和技术



PCS系统  
FPC系统  
HYACE系统

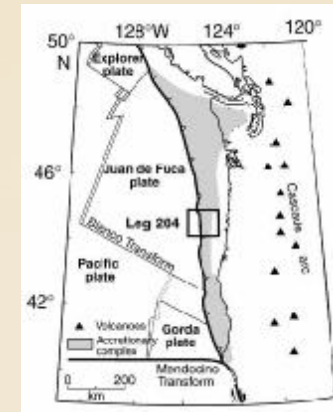
保压样品

9个站位取样467个

保压测量样品的  
物理性质

海底浅表10-30m地层中块状水合物  
地层中较多流体或超压的存在

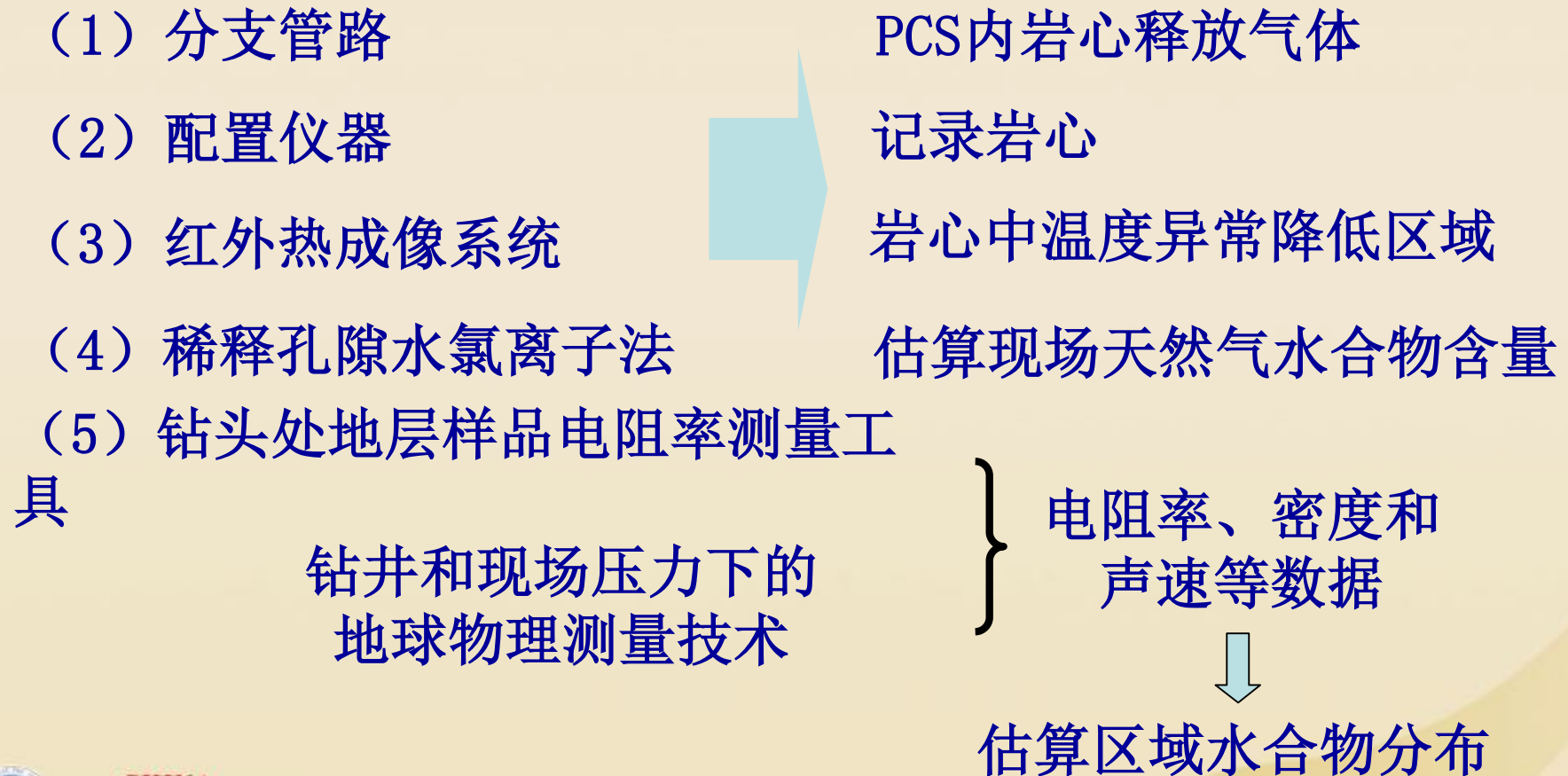
保压取样器  
取心率降低



### (三) 大洋航次中岩心获取和处理



ODP204航次水合物岩心分析处理的主要内容:



### (三) 大洋航次中岩心获取和处理

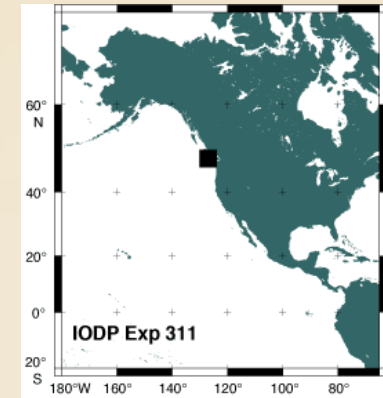
Cascadia大陆边缘区域的水合物存储区

Cascadia边缘ODP146航次

Oregon海岸ODP204航次

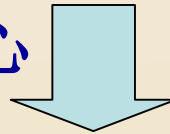


IODP311航次



压力取心和岩心记录系统的配置和试验

获取水合物压力岩心



定量确定天然气和水合物的性质、质量和分布

拓展钻探船相关测试能力

水合物存储区特性分析

提供足够的工程和技术支持，发展水合物相关研究技术

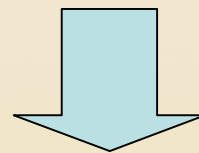
### (三) 大洋航次中岩心获取和处理



IODP311航次水合物岩心分析处理的主要内容:

(1)

IODP压力取心系统 (PCS) 及铝高压腔体	MSCL-V (多传感器岩心记录仪-垂直) 系统
PCS抽气装置	MSCL-P (多传感器岩心记录仪-压力) 系统
X射线扫描装置	



岩心记录系统



冷却和提升装置

压力岩心的记录、分析、处理和转移



CHINA  
UNIVERSITY OF  
GEOSCIENCES

### (三) 大洋航次中岩心获取和处理



(2) 抽气试验 → 释放出气体的数量和成分

岩心无损测量 → 现场原位压力  
降压过程

X射线成像  
P波速  
gamma密度

水合物存在  
信息

有助于解释区  
域地震数据

(3)

改进红外热成像  
追踪系统

红外热成像相机

连续岩心温度数据



CHINA  
UNIVERSITY OF  
GEOSCIENCES



### (三) 大洋航次中岩心获取和处理



(4)

**X射线系统**

扫描压力岩心 ↓ 现场和取心之后

立即评价整个岩心中所含水合物的数量和空间分布

迅速提供无损地层  
结构信息

有利于补充多传感器岩  
心记录仪所获取信息

(5)

岩心石油物理性质  
含水合物岩心样品的  
分解动力学速度

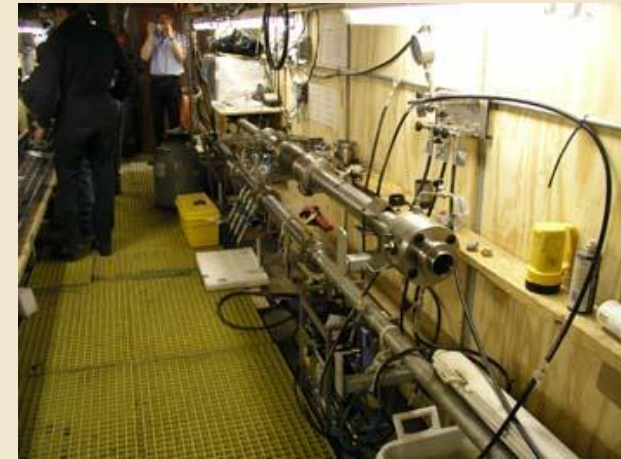


现场原位压力下存储  
水合物岩心样品



运至陆上相关实验室  
进行更为全面的研究

### (三) 大洋航次中岩心获取和处理



CHINA  
UNIVERSITY OF  
GEOSCIENCES

## （四）讨论与建议



（1）在海底岩心的获取和后续处理分析技术上存在较大差距

国外 { 资金投入和条件配备 → 先进钻探船及配套设施  
较为完善的研究体系和计划  
较成熟岩心现场处理、分析和转移等技术体系

国内

所研制相关装置 → 难度较大 { 现场试验  
较短时间内投入实际应用  
改进完善

前期起步阶段

## (四) 讨论与建议



(2)

岩心取心装置

获取保持原始状态的岩心 → 严格的保真性能要求

快速准确获取勘探开发  
所需各种基础信息

岩心处理整个工艺流程  
的技术要求

取心装置提升至井口

取心装置现场处理

岩心现场处理、分析与转移

岩心转移至相关实验室中的  
后续处理与分析

整个过程配套的辅助技术与设备

换取心器接头



岩心切割转移



岩心测试



岩心保存



气液分离



CHINA  
UNIVERSITY OF  
GEOSCIENCES

## (四) 讨论与建议



(3)

岩心样品内部压力和  
温度的监测和保持

岩心的保真转移

整个过程中相关测试方法  
和手段的整合应用

国外已有相关技术  
体系和经验

设立综合性  
项目

国内相关领域专家  
合作和攻关

缩短相关装置  
研发时间

最短时间内  
缩短差距

建立并完善取心及岩  
心处理技术体系

尽可能充分利用国内外  
海洋钻探试验资源

国外先进的钻探船

所建立的技术体系能在最短时间内得以充实和完善



CHU  
UNIVERSITY OF  
GEOSCIENCES



## (五) 致谢



文中参考了以下国内外相关作者和机构的文献，在此表示衷心感谢！

刘广志，2005；金庆焕，2000；方银霞等，2002；姚伯初等，2008；蒋国盛等，2002；许俊良等，2008；姚永坚等，2007；Paul C K和Ussler W，2001；苏新，2004；海洋地质与第四纪地质，2005；海洋地质与第四纪地质，2004；Trehu A M等，2004；陈弘，2003；张洪涛等，2007；龚建明等，2005；George Spence等，2008；曹飞等，2009；Frank R. Rack和ODP Leg 204 Scientific Party，2004；Frank R. Rack和IODP Expedition 311 Scientific Party，2007。





谢谢！敬请各位领导专家提出宝贵  
意见和建议！



CHINA  
UNIVERSITY OF  
GEOSCIENCES