

# 海洋深水钻探船及取样技术

赵尔信, 蔡家品, 贾美玲, 张建元

(北京探矿工程研究所, 北京 10083)

**摘要:**介绍了国外海洋深水钻探船和取样技术, 重点介绍国内启动深水钻探的动向, 钻探船的性能要求, 取样技术的设计方案, 并对海洋深水钻探的启动, 提出了看法。

**关键词:**海洋钻探; 取样工具; 钻探船

**中图分类号:** P634.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-7428(2009)S1-0152-03

## 1 概况

科学家为探索地球深部而实施的国际大型海洋科学钻探计划至今已近半个世纪。在这漫长的过程中已经经历了3个阶段。初试阶段, 从1957年开始, 开展了约10年的莫霍面钻探计划(Mohole)。后来由于学术界的严重分歧和商业界的剧烈竞争以及经费预算过高, 莫霍面钻探计划于1966年夭折。第一阶段是从1968年开始实施的深海钻探计划(DSDP, Deep Sea Drilling Project)。该钻探计划起初由美国独自组织实施约8年时间。直至1975年先后又有法国、联邦德国、日本、英国和苏联5国参加, 这个时期称为国际合作大洋钻探阶段(IPOD, International phase of ocean Drilling), DSDP进行到1983年共实施了16年时间。经过两年准备于1985年, 国际海洋科学钻探计划第二阶段以美国为首, 多国参与的大洋钻探计划(ODP, Ocean Drilling Program)开始实施。该ODP计划比原先的DSDP计划规模更大、技术难度更高、投入资金更多。大洋钻探计划(ODP)共实施了19年, 已于2003年9月30日圆满完成。

从DSDP到ODP共经历了36年, 这两项国际海洋科学钻探计划所取得的科学成就震惊世界, 可与卫星、飞船上天航天科技成就相媲美, 是地球科学发展史的重大里程碑。

国内海洋钻探正在大规模的启动, 有望成为国家重大专项, 这是令人振奋的消息。海洋钻探过去被认为只有美国、欧洲、日本等发达国家才能进行, 全部深海钻探技术皆属保密资料, 对外是不让

参观学习的, 唯一的途径是只提供技术服务。自己没有具独立知识产权的深海取样技术和自己的深海钻探船, 将严重阻碍我国急待发展的海洋科学及海洋资源的需求。

现在我国开始启动深海钻探, 自己将研制钻探船和深海取样技术, 就像飞天的嫦娥工程一样, 先绕月再登月, 我们是从“浅蓝”到“深蓝”即从浅海到深海, 逐步将深海钻探工作向前推进, 开始成为世界海洋国家中的一员。

## 2 国内海洋钻探船在启动

已知国外深海钻探计划(DSDP)和大洋钻探计划(ODP)分别采用了“格格玛·挑战号”钻探船及“乔迪斯·决心号”钻探船, 上述两艘船的能力如下:

### 2.1 “格格玛·挑战者号”钻探船

其船身长122m, 吨位为10500t, 钻台并架高出海平面60m, 提升质量272t, 最大钻探深度为7570m, 最大作业水深为6100m, 在风速为40海里的条件下, “挑战者号”船的动力定位精度达到 $\pm 12\text{m}$ 。

### 2.2 “乔迪斯·决心号”钻探船

大洋钻探计划所运用的钻探船为“乔迪斯·决心号”(JOIDES Resolution), “乔迪斯·决心号”钻探船长度143m, 宽度21m, 钻塔高61.5m, 其钻探能力为9150m, 钻探最大水深8235m, 可在狂风巨浪(风速50节, 浪高8m)下持续作业。它比“格格玛·挑战者号”钻探船功率更强, 稳定性

收稿日期: 2009-08-30

作者简介: 赵尔信(1941—), 男(汉族), 江苏扬州人, 北京探矿工程研究所总工、教授级高级工程师, 探矿工程专业, 从事地质、石油钻探工艺研究, 北京市海淀区学院路29号604室, (010)82321881。

好, 钻探深度更深。除同样拥有重返孔口技术外, 它还装置有 12 个用于动力定位的强力推进器, 以及性能优越、提举能力达 400 t 的世界上最大升沉补偿装置, 使整套钻具不致随船体在海面波动升降起伏, 造成钻头离开孔底或与孔底猛烈撞击, 降低钻进效率或发生事故。配备有孔口防喷装置使钻探作业可在含油气区工作。高强度的船壳使其可以在高纬度冰山海域作业。

### 2.3 日本隔水管式钻探船

可以说是世界上目前最大的, 功能最完善的钻探船, 其能力如下:

钻探洋壳水深 4000m, 海底以下钻探 7000m, 达到地幔的深度, 船长 220m, 中宽 38m, 吃水深度 9.2m, 航行速度 10 海里/小时, 工作海况风速 23m/秒, 海浪高度 4.5m, 海面洋流速度 1.5 海里/小时, 外力作用船首角度  $\pm 30^\circ$ , 钻塔高度 70.1m (钻台以上), 天车负载 1250t, 隔水管 21in, 初期 2500m, 将来 4000m, 设置有直升机停机甲板, 船的动力定位推进器共 7 个, 船首 1 个 (2500 kW), 前部方位角控制 4100 kW  $\times 3$ , 后部方位角控制 4100 kW  $\times 3$ 。科学实验室分布四层甲板上, 总面积 2300m<sup>2</sup>。

天, 动力定位和四点锚泊, 升沉补偿器行程 6m, 钻杆储存能力 2  $\times$  1600m, 泥浆池容量 250t。

### 2.5 国内钻探船能力设计的建议:

设计指标建议为钻探深度 8500m, (船的排水量为 9000 t), 船长 143m, 船宽 23m, 井架高度 62m, 提升能力 400 t, 能抵抗风速 50 节, 浪高 8m, 动力定位精度  $\pm 12$ m, 船的纵摇和横摆平均不超过 9°, 井口月亮池的直径为 6.7m, 具有升沉补偿器, 最大行程 6m, 顶驱连续扭矩 41.5kN  $\cdot$  m, 最大扭矩 55.3kN  $\cdot$  m。钻杆摆放器能力为 5in 钻杆 9000m, 泥浆总的容量 376m<sup>3</sup>, 应容纳人员 86 人, 其中科学家 25 人, 停留工作时间 8 周。上述船的能力与美国决心号钻探船相近。

## 3 深水取样钻具

目前国内尚无研究和应用深水取样工具, 可借鉴的经验不多, 现依据深水海洋的钻探特点, 针对不同海底地层和钻探船海况的需要设计三种取样钻具。

### 3.1 海底软土层压入式取样技术 (图 1)

该技术是一套海上绳索取样系统, 即在海上钻探, 每要取一个样品时, 不需要将钻杆、

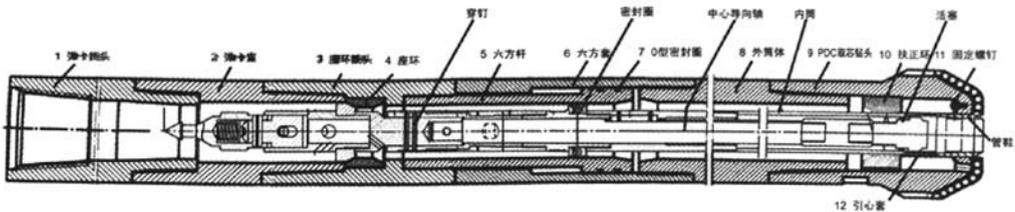


图 1 压入式取样钻具

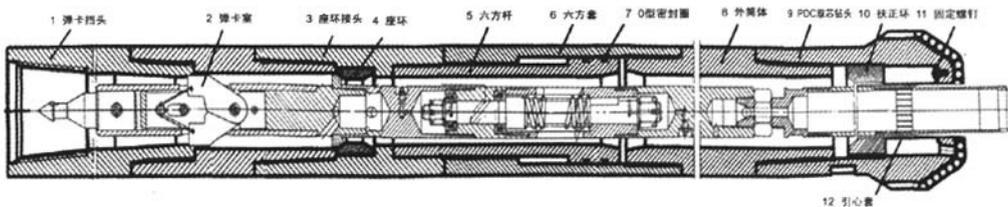


图 2 软硬互层压入回转双作用取样钻具

### 2.4 荷兰辉固公司 Bavenit 钻探船 (挂俄罗斯旗)

船长 85.5m, 宽 16.8m, 作业水深 3000m, 船速: 10 节, 船上工作人员 65 人, 停留工作时间 28

天, 动力定位和四点锚泊, 升沉补偿器行程 6m, 钻杆储存能力 2  $\times$  1600m, 泥浆池容量 250t。

钻进中采样时泥浆泵将给取样管一个很大的压力约 15mpa, 将销钉剪断, 使取样管快速压入软土层, 速度为 3 米/秒。可取不扰动的原状土样。

取软土时, 用钢绳放入压入式取土内筒; 钻取软硬互层时, 用钢绳打捞起压入取土内筒放下压入回转双作用取样内筒; 钻取破碎地层时, 用钢绳打捞起压入回转双作用取样内筒, 放下收获破碎地层样品

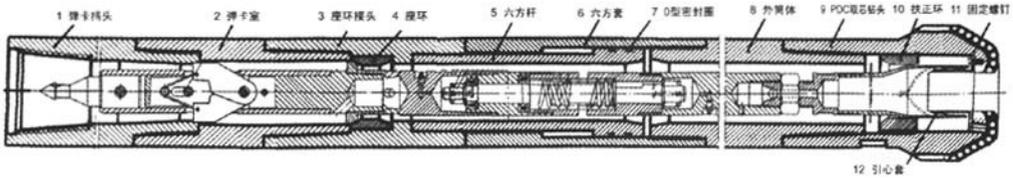


图3 破碎地层揽簧式取样技术

### 3.2 海底软硬互层压入回转双作用取样技术。(图2)

该项技术亦是海上绳索取样系统 (如 3.1 所述)。在海上钻探钻遇软硬互层地层时, 可分别有两种可能, 遇软土层可用超前钻头 (壁厚较薄) 压入土层取出原状样品, 遇硬地层超前钻头在弹簧作用下被压缩, 向上进入外钻头, 并且同时使上下分开的离合器合拢, 将回转的扭矩传递到超前钻头上, 使其回转克取硬岩, 取出柱状岩心。

### 3.3 海底破碎岩心的揽簧取样技术 (图3)

该项技术亦是海上绳索取样系统, 在海上钻探钻遇破碎地层时, 样品难以抓取、提钻打捞样品时, 容易发生脱落, 故设计了引心套揽簧取心技术, 即正常钻进时揽簧隐藏在引心套外面, 当取样时用钢绳打捞将内筒取样管向上提, 此时, 揽簧向上伸出引心套, 揽住内管中的破碎样品块, 取出很难收获的破碎岩心。

### 3.4 钻具内不同功能模块的互换性

所述模块即是放置于外筒中不同的内筒取样工具, 它们可以互相置换, 而外筒始终放于井底, 钻

的揽簧取样内筒。在不提整个钻井中钻具和钻杆的条件下, 更换不同功能的取样模块, 实现海上快速取样。

### 4 几点看法:

(1) 国内设计制造海洋深水的钻探船已具备技术条件和经济实力, 完全能进入海洋深水钻探。

(2) 国内设计制造海洋深水取样技术, 能够满足海洋科学对样品的要求—精细、原位、保真。

(3) 海洋钻探的启动完善了我国提出的战略目标—上天入地海登极, 让下海的目标成为现实。

(4) 海洋深水取样的启动, 扩大了钻探取样技术的应用领域, 从陆地跨入海洋。

### 参考文献:

- [1] 左汝强, 李常茂, 高平, 等. 国际海洋科学钻探进展 [M]. 北京: 2005.
- [2] 刘广志, 等. 金刚石钻探手册 [M]. 北京: 地质出版社, 1991.