



第二次国际石油工程会议论文集

4



中国 北京

1986.3

目 录

- SPE 14065 在中国海上的钻井和培训经验
- SPE 14061 泥质碎屑储集层的测井评价
- SPE 14060 剩余油饱和度的测量和注入监测技术
- SPE 14063 用电缆地层测试器评价储集层的改进
- SPE 14076 采用独立序列模拟进行船舶特性的评价
- SPE 14117 采油地质中地球物理工作站的应用
- SPE 14053 气举设计的改进
- SPE 14125 砾石充填作业中准确控制和保护砾石的砾石混合及泵注方法评价
- SPE 14127 注水防垢剂的要求及其评价
- SPE 14133 支撑剂长期稳定性的评价
- SPE 14092 油井酸化缓蚀剂的机理
- SPE 14096 提高增产效果的炮眼疏通技术
- SPE 14085 水力压裂工艺近期进展综述
- SPE 14086 描述裂缝三维形态的压裂前后地层评价
- SPE 14087 实时监测和分析水力压裂施工过程的现场计算机化工作系统
- SPE 14088 节理性地层的水力压裂
- SPE 14106 胶束驱表面活性剂的选择原则
- SPE 14099 在计算机辅助下的试井分析
- SPE 14100 多井试井的新发展
- SPE 14056 迪拜Margham气田的开发和凝析油回收

- SPE 14058 Fordoche油田高压注甲烷和氮气提高石油采收率
- SPE 14055 海上油田开发的可行性研究
- SPE 14083 以油轮为基础的浮式生产贮存和装卸系统的最新发展

在中国海上的钻井和培训经验

D.S. Hammett
SEDCO

陈宝万 译
刘长生 校

摘 要

国际钻井承包公司于1983年开始在中国海域钻井。

两年来的经验表明作业中碰到的问题比预计的要少些。现在共有七家国际钻井承包公司使用国外的移动式钻井船在中国海域内钻了44口井。

现在使用在中国海域的移动式钻井船，在技术上无需做更多的改进就能够有效和安全地作业。影响效率的诸因素是训练有素的人员，可靠的海上运输和充分地利用风暴预测的信息。

在中国海域作业要比在其他类似情况的海域作业要顺利些。

这篇文章介绍的主要内容是：

1. 在中国海域与其他类似海域钻井的比较；
2. 在台风经过海域半潜式钻井船的作业情况；
3. 当地人员的培训；
4. 向中国进行技术转让。

引 言

中国有广大的可供勘探的海域。整个海域可划分成六个海区（图1）。

1. 渤海湾。
2. 北黄海。
3. 南黄海。
4. 东海。
5. 南中国海。
6. 南中国海的外海。

这些海区的海况和水深变化很大。这就使得各种类型的移动式钻井船在中国都能使用。在南海使用自升式和座底式钻井船可以有效地在水深200英尺以上的海域进行钻探井作业。普通锚定位的钻井浮船和半潜式钻井船可以有效地在水深100英尺到1,000英尺的全部外海海区作业。使用半潜式钻井船作业将会有较少的停工时间而且经济效益最高（表1）。

现今在中国海域使用的移动式钻井船上的装备无需做更多的改进就能够进行作业。随着在中国海域所钻井数的增加，和取得更多的海况资料，土质资料和地下资料，使用何种类型

的移动式钻井船最经济和最安全的问题就会变得非常清楚。

除了船的类型以外，影响经济效益的诸因素还包括训练有素的人员，设计完好的钻井计划，快速有效的供应，可靠的海上运输（船和直升飞机）和充分的风暴预测信息。从技术观点来看，所有这些因素在中国海域上正不同程度的得到实现。

因为对中国的情况了解得非常少，所以在中国海域作业接触到的基本情况与世界上其他海域相比有巨大的差别。这些影响海上作业的未知的项目是关税、税收、供应、法规、移居入境、培训、当地的劳动力、工资、鼓励、权限和生活条件。

国际钻井承包公司在七十年代曾与中国进行过多次的讨论。那时全部的海上钻井作业都是用中国自己拥有的钻井船，自己作业的。中国自己拥有和经营几条自升式钻井船，一条钻井浮船和一条半潜式钻井船。在中国作业的第一条现代化的半潜式AKER HI-3型南海2号钻井船是向挪威的一家钻井承包公司购买的。

1979年时已知许多海上区块将要出租给国际石油公司，而因此就需要从国外来钻井船执行所承担的勘探钻井义务。许多国际钻井承包公司访问了中国，且访问了要在中国海域上钻井的那些国际石油公司。

中国鼓励各家承包公司在中国成立合营公司和在中国建造钻井船。由于许多不清楚的因素诸如成本、时间、合同期限和中国政府的法规，那时没有一家承包公司与中国合资经营。

1980年初，各石油公司认识到了要完成承担的钻井工作量义务需要许多条钻井船，因此它们开始做计划和制定根据中国的区块租用协议而需要完成的各种义务工作量。各石油公司和各钻井承包公司为建立勘探所需要的后勤支援设施（如岸上基地、通讯中心、住房、办公室和培训）做了详细的调查。

海上作业最后计划的两年（1981和1982年）与其他遥远海域各家所做过的勘探方案相类似（如象牙海岸、菲律宾、安哥拉、格陵兰）。做出了钻井船、供应、办公等等各种义务工作量。但是下面的两点是不同的。

1. 由于在中国很少有国外投资，因而存在许多未定因素。
2. 缺少现成国定的法律，管理开发海洋的法规和在中国经商的条例。

为了对这两件事取得共同一致的理解开了很多会。新朋友已变成老朋友，而中国海上大陆架的勘探，才以世界其他国家相同的速度开始。SEDCO FOREX公司（国际钻井承包公司）是在南中国海海上勘探承包公司之一。1979年一些钻井服务承包公司与中国签定了第一批合同。装备、培训方案、安全和作业方法是早期的一些题目。1981年SEDCO公司访问了中国13条移动式钻井船中的7条，同年中国的一家造船厂中了建造一条半潜式钻井船的标。到1982年SEDCO公司与Occidental Eastern公司合作获得了在中国海域钻井的合同。1983年“中国南海—西方—赛德柯”合营钻井有限公司（SNOSDC）在中国注册成立。SEDCO公司的602号半潜式钻井船于1984年3月2日在中国海域的第一口井开钻（图2、3）。此后，SEDCO FOREX公司使用两条半潜式钻井船（S-602和S-600）钻了11口井。两条船共完成了127,000英尺的钻井进尺，而且在730天的总钻井时间内遇到了11次台风。培训是向中国承担的义务。自1984年开始，我们培训了83名当地的人员，并在中国保持了仅有的一所钻井承包公司培训学校。通过培训形式完成了技术转让。这种培训是在专门的学校里进行的（在达拉斯培训井控和船的稳定，在东京培训电子工程，在广州培训设备维护保养和水下机具）。

有7个国际钻井承包公司曾在中国海域作业——SEDCO FOREX、Reading & Bates、

Global Marine、Zapata、Houlder、WODECO/FLUOR和日本钻井公司。为了进行钻井作业，这些钻井公司从国外引入了8条钻井船（半潜式和浮式）。

这篇文章的范围是报导SEDCO FOREX钻井公司在南中国海的S-600和S-602半潜式钻井船的作业情况。

气 候

进行过作业的南中国海域的海况比较平静，可适于进行日常作业；然而在台风季节，虽然能影响钻井作业的台风很少，但是风浪的情况是非常恶劣的。没有台风风浪的准确测量资料，仅有陆上台站的测量资料。这里有很多有关台风的“传闻”，但是精确的测量资料是很成问题的。大家知道大台风可以造成海岸沿线的大的损失，航运公司不能抵御台风的袭击，但是，这里保留了台风经过路线的充分数据。小型的突然来的台风是一个主要问题。它们在海洋上很快形成，而且移动的路线非常不规则。

台风的设计标准是高88英尺，周期16秒的波浪并伴随有106节的（一分钟）阵风。这些标准是指台风眼（直径为20英里），而整个台风可延伸到直径为600英里的范围。台风眼直接穿过井位上的钻井船的可能性每100年少于一次。但是台风临近使钻井作业受到影响的可能性每年发生2到4次。影响作业的程度取决于抗台风的临时弃井措施。

在收集到更多的海洋环境资料和取得更多的海上运输系统（船和直升飞机）的经验之前，比较保守的临时弃井措施仍是需要的。西北太平洋上具有一些世界上最凶恶的风暴。下面是从《英国实际航海者》刊物上引用的一段话。“在西北太平洋上形成的热带旋风比世界其他地方都多。每年产生多达25个（热带风暴和台风），而大约有18个变成台风。这些台风是世界上最大最强的热带旋风。每年平均形成5个最大风速超过130节、环流覆盖直径超过600英里的大风是常见的。这些风暴，大多数在菲律宾的东面生成，以后横穿太平洋到达菲律宾、日本和中国。少数的台风在南中国海形成，台风季节从4月开始延至12月。然而在非台风季节热带旋风在该海域也比其他地方更平常。台风季节的高峰期是7月到10月，所有台风的70%是在这期间生成的。”

较小的非台风风暴的标准是高50英尺，周期为12秒的波浪和伴随86节的一分钟阵风。暴风眼的直径为5英里，而暴风的覆盖直径为40英里。这种类型的暴风可能在几乎没有任何的警报中生成并移向井位。

下表是中国方面为移动式钻井船提供的台风设计标准。

南中国海珠江流域台风情况

出现的波浪	高度	周期
100年	80英尺	16秒
50年	80英尺	15秒
10年	50英尺	14秒
出现的风速	1分钟(阵风)	
100年	160节	
50年	113节	
10年	86节	

这个海域的正常每日风浪环境情况并不严重，比墨西哥湾的风浪要小。南中国海的资料表明，出现10英尺的最大波高占时间的10%，而最大波高为30英尺的波浪的出现率为0.5%（图4）。这些正常的海况确定了钻井船的选择而且也决定了钻井作业的效率。

由于正常的气候而使国际钻井承包公司的装备能力和作业措施都在他们的经验范围之内，因此在中国的作业方法未曾影响钻井的效率。

中国建立的防台风临时弃井标准对钻井效率影响极大。由于一些不清楚的原因，和海上作业经验以及不可靠的后勤供应运输能力（船和直升飞机），中国和各油公司建立了一种非常保守的防台风临时弃井计划。按这个计划，因要从所有在南中国海上作业的钻井船上运送人员，这样导致许多天的停工。

1984年和1985年防台风临时弃井的经验表明在钻井船锚定在井位上，而因临时弃井或在临时弃井的过程中造成的时间损失为5%。而在墨西哥湾风暴引起的时间损失仅为0.15%。下面是在中国海域因临时弃井而大致估计的损失天数小结。

南中国海台风停工时间

作 业 者	损 失 天 数	
	(1984年)	(1985年)
BP	32	0
OCCIDENTAL	28	0
ESSO	34	7
PHILLIPS	0	9
PROOC	0	9
HUANAN	9	0
ACT	20	9

没有发生一次台风非常近而威胁到钻井船的事例。S-602 钻井船作业中测量和估计的最强的风浪情况如下：

风 暴 名 称 台 风	最 大 风 速	最 大 波 浪 高	损 失 时 间
	(节)	(英尺)	(小时)
1 WYNNE	35	15	86
2 ALEX	15	6	32
3 BETTY	25	5	118
4 GERALD	50	20	98
5 JUNE	25	12	53
6 IKE	40	15	81
7 WARREN	45	25	226
8 HAL	90	40	103
9 TESS	58	25	76
10 VAL	20	4	34

一旦取得经验，防台风的临时弃井计划就要修改。下面是这个计划的简要叙述。

当台风正在太平洋和南中国海形成而且移向井位时，北京的气象中心提出通知。

任何一次台风当其强度超过63节的风速时就要按计划行动。

计划如下：

当台风距离井位702海里时

规定——“绿色海域警报”

当台风距离井位540海里时

规定——“黄色海域警报”

当台风距离井位250海里时

规定——“红色海域警报”

1. 绿色——继续作业，监测台风动向，紧固不需要的可移动的设备。
2. 黄色——紧固井、钻机和所有的钻井装备，撤离非重要岗位上的工作人员。
3. 红色——全部人员撤离。

作业时海域警报区的选定基础是假定台风向井位的移动速度为每小时15节，Reading & Bates钻井公司拥有和使用的半潜式钻井船“Cunningham”号（RB-907）锚定在井位上，“HAL”台风的台风眼在其附近通过。风力造成了一些损失（如油漆涂层、风挡、甲板上存放的集装箱）。

测量到的最严重的情况如下：

风 速	90节
波 浪 高	45英尺（估计）
锚缆的张力	550千磅

S-600级半潜式钻井船是按能够承受台风直接越过时的袭击的要求进行设计、检验试验并取得合格证书的。所以它仍能会保留在井位上，按设计标准，其结构也不会受到损坏，而且钻井船上的装备（即井架）的设计标准也是能够抵抗风力和极大的动态（横摇、纵摇和升沉）所产生的加速力量。在正常的吃水状态下，88英尺的台风波浪也不会冲到主甲板上。在台风期间，升沉可为60英尺，横摇为 8° SA，纵摇为 8° SA。由于钻井船是处于动态中，其在钻台上产生的最大加速度，在垂直方向是1.54g，在横向是1.46g。

半潜式钻井船在台风袭击下能否生存仍然没有验证，但是现有的各种资料都表明，在海洋上作业的半潜式钻井船能承受巨大台风眼的袭击，而且不会受到重大破坏。为防台风而准备的作业计划将继续加以修改，希望因此能减少台风临时弃井。

海洋钻井作业已经在一些恶劣环境海域中进行过，在这些海域钻井船要对付90英尺浪高和强风的袭击（图5、6）。在这些海域成功的满足规定标准的能力是令人满意的。

南中国海海域在每日正常海况下的气象条件都能适于作业，等候气象条件的时间不应该超过钻井船锚定在井位上的时间的0.30%。等候供应船到钻井船卸货仍然受到这种正常气候标准的影响。而更多的经验将会使供应船的效率得到改进。直升飞机运输是一项主要的需求，而这项作业的效率已经得到改进。

与世界其他海域的钻井效率比较，经验表明在中国海域的钻井效率是良好的。S-600和S-602号半潜式钻井船在菲律宾、新西兰和中国海域的作业比较如下表。

在中国海域作业的全部半潜式钻井船包括一种大型标准尺寸的半潜式钻井船（RB 907和Zapata Arctic号）。SEDCO FOREX钻井公司的S-600和S-602是标准尺寸的半潜式钻井船（甲板负荷3,400吨）Friede & Goldman公司设计的RB-907级半潜式钻井船是一种非

作业时间分配	S-600 和 S-602	
	中国海域百分比(%)	澳大利亚海域菲律宾海域新西 兰海域百分比(%)
1 起下钻	14.8	14.6
2 钻 进	37.5	34.2
3 打 捞	0.6	0
4 隔水管和防喷器	3.7	2.3
5 下套管和注水泥	11.1	10.4
6 电测和试油	20.1	27.9
7 等候气象(台风)	5.0	0
8 等候工作	0.3	0.5
9 等候白天	0.2	0.5
10 起 抛 锚	2.1	4.3
11 水下机具修理	0.2	1.4
12 地面设备修理	0.5	1.0
13 取 芯	1.0	1.0
14 解 卡	1.0	0
15 其他(杂项)	1.9	1.9
总 计	100%	100%

常大的半潜式钻井船（甲板负荷3,800吨）。下表是标准的 S-600号与大型的RB-907半潜式钻井船在南海作业的比较。

作业情况比较

作 业 情 况	S-600	S-602	RB-907
钻井数量	2	9	8
总进尺数	27,000英尺	100,112英尺	92,122英尺
在井位上时间(天)	153	577	640
抗台风损失(天数)	0	45	41
临时弃井次数	0	7	8
水深(英尺)	212—300	252—547	144—416

时 效 比 较

时 效 (%)	S-600	S-602	RB-907
钻 井	39.11	36.13	34.68
起下钻	14.15	14.93	17.85
测井和试井	19.18	20.87	17.83
处理井下复杂情况	1.6	1.73	7.23
等候供应船	0.42	0.44	0.56
等候天气	0.11	0.34	0.26
等候台风	0	6.16	5.00
其他作业	25.43	19.40	16.56
总 计	100.00	100.00	100.00

这个对比说明标准尺寸的半潜式钻井船与巨型半潜式钻井船作业能力是相同的。

半潜式钻井船的选择

用浮式钻井船钻井需要做的技术改进包括水下防喷器系统的操作, 锚泊固定钻井船位置, 垂直方向的升沉和水平方向移动的补偿。在某些外海海域, 运移曾造成了过多的非生产时间。半潜式钻井船是一种把若干根管型立柱分布在浮箱上而构成, 这种结构可增大船的自然周期使波浪对船体产生尽量小的垂直和水平方向的移动。

半潜式钻井船的船体的形状使得船体在经受波浪力的冲击时只产生小的移动(表2)。在中国海域作业的钻井船效率很高, 已达到了99.7%, 因气象停工时间仅占0.3%(不包括台风损失)。与其他国家的海上作业比较(如墨西哥湾、巴西和非洲), 这里的作业情况是良好的。根据作业标准(表2), 半潜式钻井船可在30英尺到40英尺的浪高下继续工作, 而浮式钻井船因移动过大, 在18英尺的浪高下就需停止作业。很多有成效的研究工作已经清楚地对比了半潜式钻井船与浮式钻井船的效率。

南海的气象资料表明象S-600级的半潜式钻井船在各种海况下有效作业时间可达99%, 这与较大型的半潜式钻井船的效率是相同的。

为了解台风期间半潜式钻井船承受台风的情况, 在船的移动、锚泊定位和波浪冲击方面曾做过模拟试验。图7示出钻井船遭受台风的风浪打击的模拟试验。试验资料表明钻井船能承受台风袭击而且船上的装备没有受到损坏。

对半潜式钻井船类型的选择要考虑到很多因素, 但这些都是以成本和安全效益为目标。作业的效率和在台风条件下的生存是关键性的因素。其后需考虑的因素是移动和存储能力。选择每一海域特定的移动式钻井船应该有组织有计划地进行, 但有时选择一条钻井船决定性因素是钻井承包公司的安全作业记录。

一条特定的移动式钻井船的设计和选择的影响因素是作业环境和经济条件, 这些因素包括: 水深, 海底情况, 浪、风、海流和潮汐; 波浪引起船的移动; 锚泊系统; 甲板的负荷能力; 维护保养的记录资料。

对作为选择对象的每一条钻井船进行全面的维护保养和安全审查是很重要的。因为这样可以发现以低的日租费投标的钻井船可能会导致较多的停工时间和较低的安全标准。

在与中国签定的合同和组成的合营公司中, 技术转让一直是一个重要考虑因素。为了完成技术转让, 需要几家钻井承包公司在使用国外钻井船和培训中方人员顶岗上需要做出很大的努力。技术转让的最好办法是让中方人员参加每日的作业和决策。通过参加决策并了解其风险, 中方人员在海上作业的各个方面, 即在设计建造, 管理, 培训, 技术转让, 将成为合格的人员。

在移动式钻井船及其作业的发展过程中, 技术上已有很多进展。在每条钻井船和它的作业被认可为符合标准之前都需要有一段作业时间。各种类型的钻井船中每一种的使用成功应归功于那些采取缓慢和渐进的步骤来证实这种技术可行的工程师们和各类操作人员。

今天在全世界范围使用的技术成就已为移动式钻井船在各种海况下钻探井的安全, 高效和经济方面建立了标准。

培 训

为培训钻井人员，在中国选用了几种石油工业定向培训大纲，但是中西赛合营钻井公司（CNOSDC）是唯一的由一家钻井承包公司经营的机构。

1984年为在中国海域提供钻井服务而签定了在中国成立合营公司的协议。这是由 Occidental Eastern公司，中国海洋石油总公司和SEDCO有限公司签定的协议，准备提供的服务包括钻井装备，操作人员和培训。

作为合营公司的一方，为满足中方的需求，SEDCO FOREX 公司负责组织和经营一所培训学校。并由过去在苏格兰，伊朗，阿尔及利亚和美国搞过培训的 SEDCO FOREX 公司提供专家来编制培训提纲。

后来决定培训主要在中国进行而不把培训人员送到国外培训。这个决定的理由是如果在当地培训可以培训更多的人员。

培训人员的第一项工作是决定需要培训的钻井岗位。与合营公司的中方伙伴商讨后决定集中在钻井船操作组成人员的中层人员。这些人员包括：井架工、副司钻、司钻、钻井队长、电工技师、机械技师、稳性工程师和船体工程师。致于钻工和场地工的工作已由有经验的中方人员来顶替。

为培训的长久效果和为了培训各工种的人员，决定在培训学校用英语教学。

24名学员组成的第一班于1984年2月22日开学。培训的管理人员是由一名派驻中国的培训经理，一名会讲汉语的英国教员，一名不会讲汉语的教员和四名讲英语的中国翻译组成。

学校开办时使用的教材比例为40%的英语教材和60%的中文教材。随着学员们英语水平的提高，后来比例改变为60%的英语教材和40%的中文教材。而到现在所有班级都用英语教学，只有极小的一部分用中文解释。

学校中使用的培训教材为SEDCO FOREX 公司的定型培训大纲（其中包括录像带、课外学习书籍）、石油扩大服务和其他标准的油田手册。在这些教材中有极小一部分译成了中文用以促进英语水平的提高。

培训的学员是由培训管理部门从许多有经验的人员中挑选的。第一批学员总计挑选了40名。这次挑选的一些标准包括：油田工作经验、年龄、对培训的态度和受教育程度。

培训开始时总计挑选了40名学生和28名钻井工人。这28名钻井工人被派到 SEDCO FOREX 的钻井船上做甲板工或场地工，目的是当他们完成了“手把手”的培训课程后提升他们到更负责的岗位。

培训学校的目标是培训中国工人掌握合营钻井公司经营的钻井船上的专职工作，和继续学习培训课程并在甲板工和场地工的基础上得到晋升（目前这些工种都由中国人担任）。

现在 S-602和 S-600钻井船上由中方人员顶替的岗位如下：

四名司机

两名电器技术员

两名稳性工程师

两名井架工

培训大纲规定的课程如下：

1. 为期三个月的英语会话基础课。
2. 为期三个月的科技英语的深化课。
3. 为期六个月的钻井和钻井设备的技术课。

技术课使用了20种以上的教材,这些教材都来自IADC(美国钻井承包商协会)及SEDCO FOREX公司,另外还用了210多盘的SEDCO FOREX公司的录像带。

4. 根据各工作岗位要求的高级培训包括:现场指导,学习SEDCO FOREX公司的定型培训大纲和专门到国外培训。在现场培训期间把一名高级学员派到一名外籍监督那里,这位监督以后就负责他的培训进程,并每56天作一次工作鉴定。

5. 为高级培训阶段提供了一些专门培训。

1) 在得克萨斯州的达拉斯市培训中心的钻井模拟器上进行井控培训。

2) 把水下工程师们送到得克萨斯州的达拉斯市进行10天的课程培训,经过测试取得合格证书。

3) 在得克萨斯州达拉斯市提供10天的海洋工程培训课并取得合格证书。

4) 在日本提供14天电器和电子学的培训课。

自1984年3月开班以来,在130名有培养前途的候选学员中有83人经过了我们的课程培训。由于我们培训课程的严格要求,这些人中的43人在培训早期已经离开,剩下40个人继续学习。这些人中的9人正处于高级培训阶段,其中7人已送到国外学习电子、稳性、平衡和水下装备等。8名已经从学员提升到专职岗位,其中包括一名电子技术员。在我们过去一年半的培训基础上,培训人员有17名学员已经从IADC和其他国际上公认的机构获得了各种不同等级的合格证书。

在培训中遇到的主要问题有:

1. 英语的理解能力低(因此在开始阶段需要加强英语的培训)。
2. 没有或很少有在移动式钻井船上的工作经验。
3. 不愿意“从头做起”,从低工种开始,也就是从钻工开始。
4. 一部分学员缺乏工作推动力。

甲板工和钻工以及培训人员缺乏工作动力主要是缺少财务的刺激。不论其工种如何每个中国工人的工资几乎是一样的。换句话说,工人们提升后,其工资很少或根本没有增加。针对这个问题,SEDCO FOREX为中方人员制定了一个以完成工作任务为基础的、分成几个等级的“奖惩条例”。

下面是一些特殊工种的培训计划实例:

1. 司机到机械师

习在培训中心学一年(这期间做为司机学员需要通过三个关卡(hitches),6个月的司机,一年半作助理机械师,一年的机械师。

需要学习的课程:

电机驱动(EMD)课程。

需要学习SEDCO FOREX的培训模件:

指导模件;

机械师司机模件VI。

2. 吊机操作工到稳性工程师

在培训中心学习一年，甲板工要通过 4 个关卡，吊机操作学员要通过 6 个关卡，作为吊机操作工工作一年，稳性工程师学员一年，稳性工程师一年。

需要学习的课程：

基础稳性理论；

高等稳定理论。

需要学习SEDCO FOREX的培训模件：

指导模件；

甲板工到吊机操作员模件 I；

船体工程师到稳性工程师模件Ⅶ。

3. 井架工到副司钻到司钻

在培训中心学习一年，甲板工需要通过 2 个关卡，钻工需通过 4 个关卡，井架工一年，副司钻学员 6 个月，副司钻一年，司钻一年。

4. 电器技师

在培训中心学习一年，6 个月的专门培训，一年半的助理电器技师，一年的电器技师。

需要学习的课程：

电器和电子工程学。

需要学习SEDCO FOREX公司的培训模件：

指导模件；

电器技师模件Ⅶ。

5. 水下工程师

在培训中心学习一年，6 个月的高级培训，水下工程师培训 2 年，水下工程监督一年。

需要学习的课程：

认可的井控课程；

水下工程课程。

需要学习SEDCO FOREX的培训模件：

指导模件；

水下工程模件X。

安 全

在全部的作业中首先要考虑的问题是人、环境、油气田和钻井船的安全。有必要持续地向人们进行安全教育，使人们时时想到安全。为学习操作程序、井喷控制和设备的维护保养而成立的培训学校在很大程度上提高了作业安全。由于人们在海洋作业中变得更有经验和训练有素，海洋作业的损失已经得到减少。

中方人员在 S-600，S-602 和 RB-907 上操作的情况表明了一个计划周密的培训规划的效果。

中方人员的工伤事故时间损失比率（LTA）是 5。这比在印度尼西亚，非洲和菲律宾的比率要好些。中方人员的工伤事故非常轻微，如扭伤背部和碰破手等。在上述的钻井船上没有发生过重大事故。

事故不能完全消除，但是可以减少的。在一些新海域使用现有的工艺技术，要采取慢的、渐进的、计划周密的步骤是非常重要的。用最好的人员去培训设计、建造和操作海上移动式钻井船上的装备的那些人。

油公司必须对每个钻井承包公司的安全作业记录、标准和方针，进行周密的评价，并且把这些作为选择钻井承包公司的一个主要考虑条件。石油公司也需要认识到，付给钻井承包公司的日租费如果太低则安全标准和钻井船的保养维护就不可能达到最高的标准（图9）。

结 论

中国海上大陆架海域是当前国家增加石油储量的目标。现在移动式，浮式钻井船正在水深600英尺以内的大陆架海域以常规的方式进行勘探。

现有的资料表明，标准尺寸的半潜式钻井船能够在南中国海域常年安全有效的钻井。

在中国作业的国际钻井承包公司的作业效率与在世界范围达到的效率相当。

随着海洋作业经验的积累，海洋运输系统、培训、人员教育和防台风临时弃井将要进行修改以便提高钻井效率和安全。

参 考 文 献

SPE-Present Technology in Offshore Mobile Drilling Vessels and Subsea Equipment PRC/SPE 1983, Hommett

表 1 几种钻井船的运动、成本和效率对比

项 目	标准半潜式	大型半潜式	钻 井 浮 船	
甲 板 负 荷	3500吨	3500吨	3500吨	
运 动 升 沉			(英 尺)	
			船 首	船 舷
10英尺 10秒波浪	3.2英尺	2.0英尺	3.8	10.0
20英尺 12秒波浪	6.4英尺	6.8英尺	14.0	20.0
30英尺 13秒波浪	9.0英尺	10.5英尺	24.0	30.0
40英尺 14秒波浪	14.4英尺	14.0英尺	34.4	40.0
80英尺 17秒波浪	45.0英尺	29.0英尺	72.0	80.0
投 资 成 本	6,000万美元	12,000万美元	8,000万美元	
工 作 效 率	99.4%	99.9%	90.0%	

表 2 浮式钻井船作业参数范围

移动范围P/P(半潜式或钻井船)					需停工的最大浪高(英尺)					
					半 潜 式			钻 井 浮 船		
作 业 名 称	横 摇	纵 摇	升 沉	涌 高	*0°	45°	90°	*0°	45°	90°
钻 井	6°	6°	10英尺	20英尺	**42	44	45	21P	16R	**13
起 下 钻	6°	6°	12英尺	20英尺	49	50	51	30P	20R	15
打捞下套管测井	5°	5°	4英尺	10英尺	28	27	25	15	10	5
靠 船 卸 货	4°	4°	4英尺	10英尺	28	27	25	14	10	5
隔水导管脱离	6°	6°	12英尺	20英尺	49	50	51	26P	17R	12
钻导管井眼	4°	4°	4英尺	10英尺	28	27	25	8	8	4

* 波浪方向相对于船首

** 没有注R或P都是指升沉

R——横摇

P——纵摇

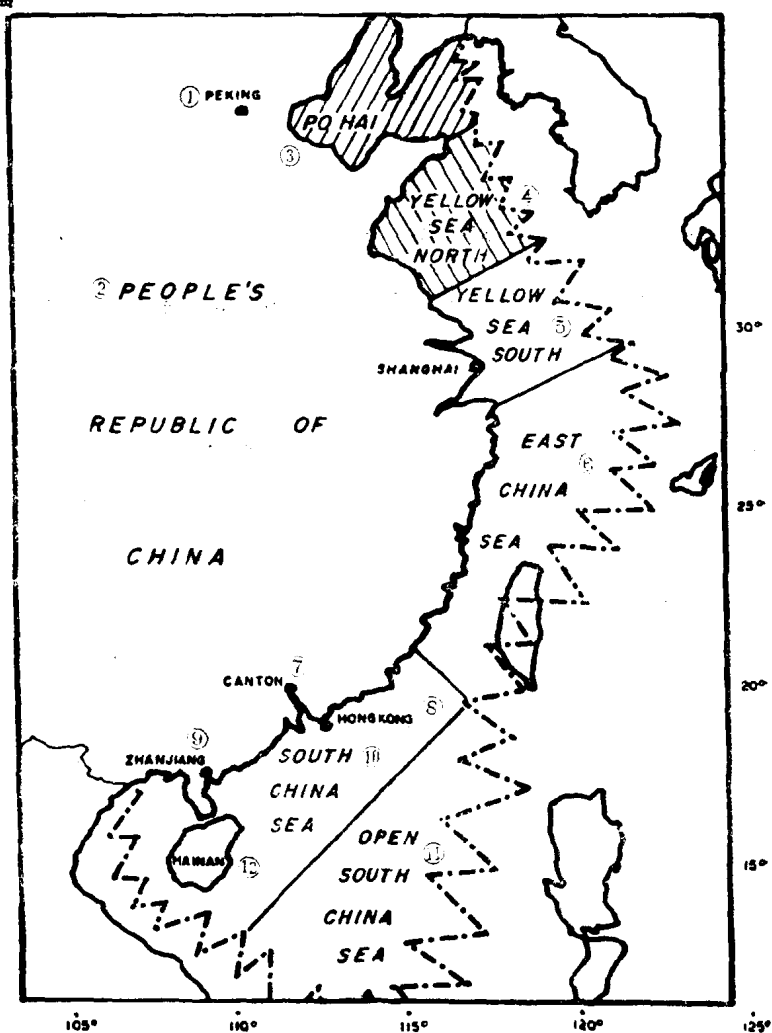


图 1 中国海域

①北京；②中华人民共和国；③渤海；④北黄海；⑤南黄海；⑥东海；⑦广州；⑧香港；
⑨湛江；⑩南中国海；⑪南中国海外海；⑫海南岛

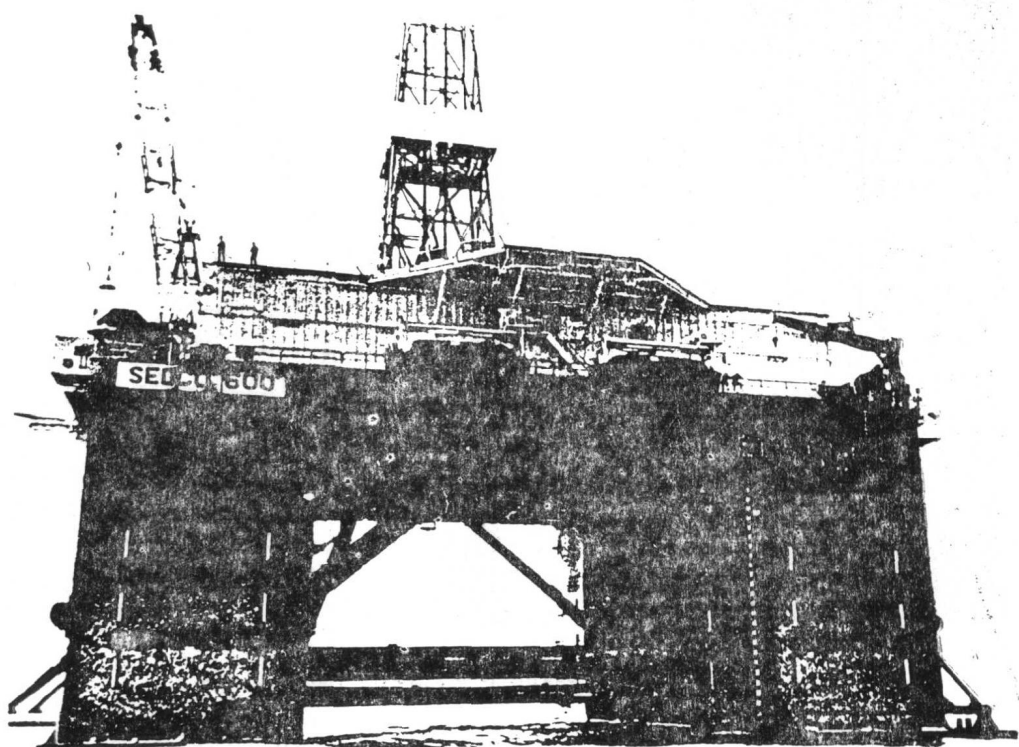
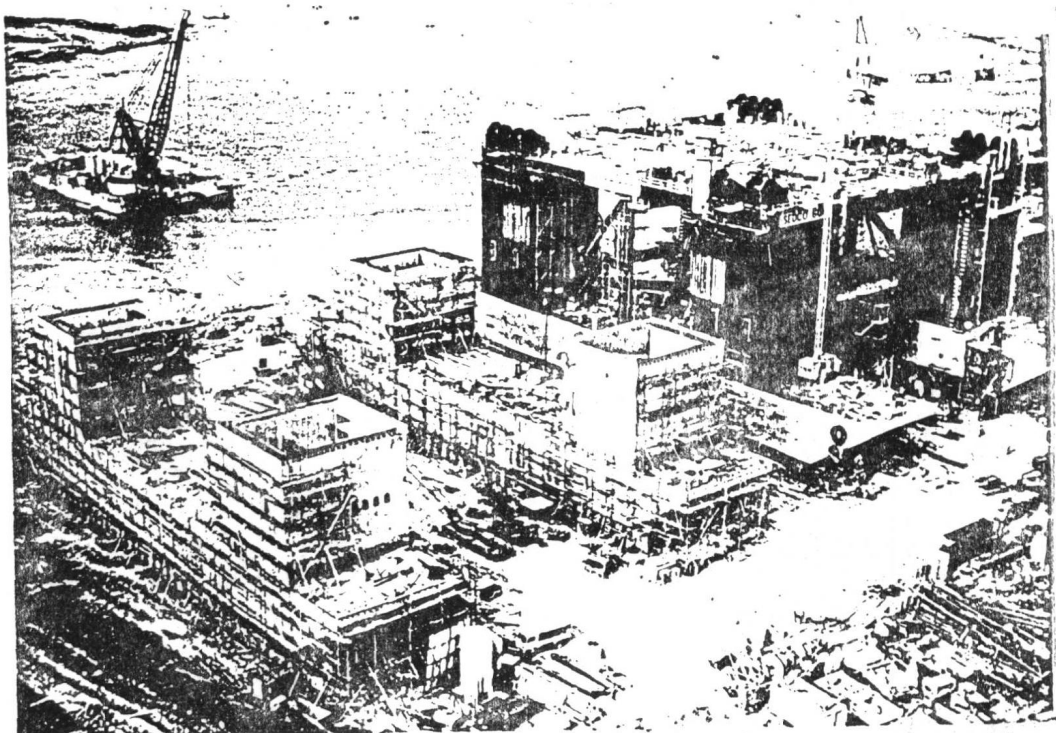


图 2 SEDCO FOREX半潜式钻井船

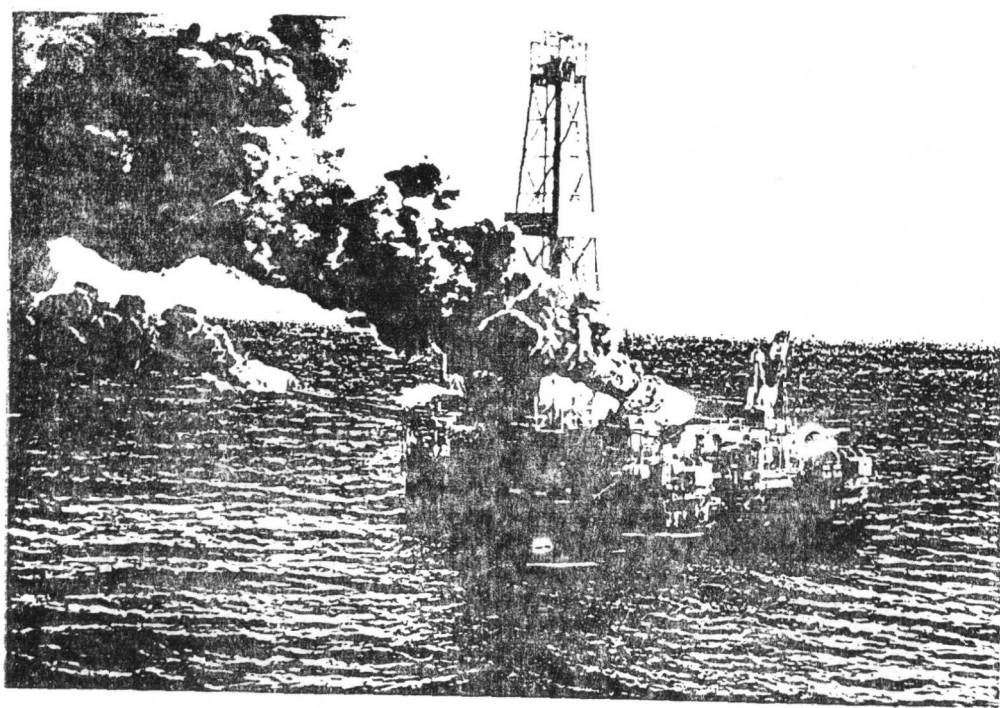
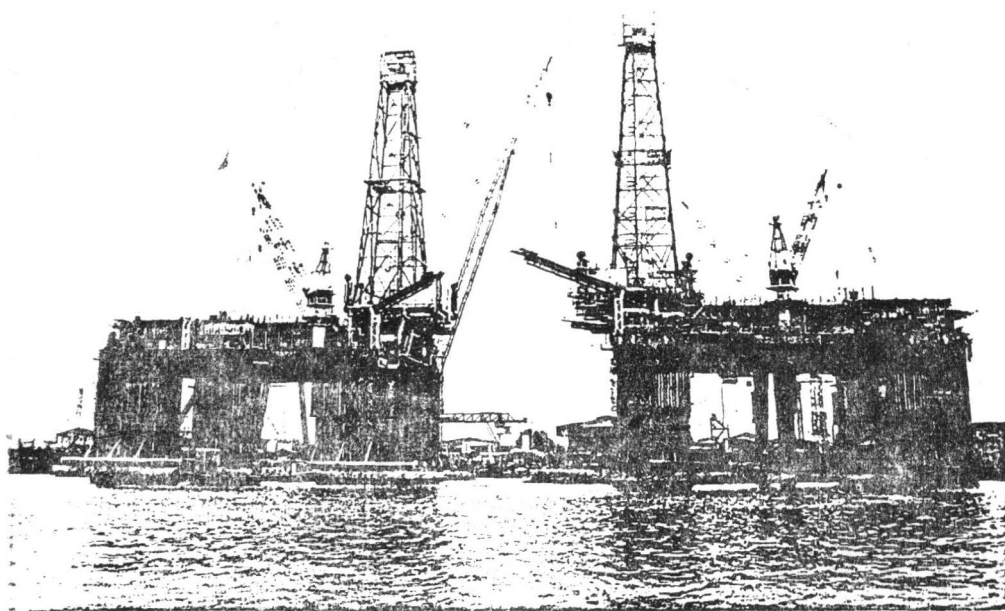


图 3 S-600和S-602半潜式钻井船