

国外石油工业技术水平调查

油田设备

石油工业部科学技术情报研究所

机械工业部科学技术情报研究所

机械工业部兰州石油机械研究所

合编



机械工业部兰州石油机械研究所

1984



T79
005

111201



石油0108618

国外石油工业技术水平调查

油田设备

石油工业部科学技术情报研究所
机械工业部科学技术情报研究所 合编
机械工业部兰州石油机械研究所

机械工业部兰州石油机械研究所

1984

前 言

1982年10月24日，中央领导同志在全国科学技术奖励大会上提出全国在技术进步方面的总的目标：“到本世纪末，把经济发达国家在七十年代或八十年代初已经普遍采用了的、适合我国需要的、先进的生产技术，在我国厂矿企业中基本普及，并形成具有我国特色的技术体系”。1984年5月15日，又指出：“当前，国际上正在出现一场新的技术革命。这对于我国的经济发展，既是一个机会，也是一场挑战。我们应该抓住时机，有选择地应用新的科技成果，加快我国现代化建设的进程，缩小同发达国家在经济、技术上的差距。这里的关键，是要从我国实际情况出发，正确制定我们的技术发展战略，既不能亦步亦趋，一切都照人家走过的路子从头走起；也不能脱离实际，急于求成，一哄而起。要采取统一领导、全面部署、组织协调、密切合作的方法，在调查研究的基础上，选准目标，集中力量加以突破。”为了查清七十年代和八十年代初经济发达国家在油田设备方面已经达到的水平，为规划工作提供背景资料，为科技攻关提出任务线索，我们邀请有关单位的科技人员编写了本书，并作为《国外石油工业技术水平调查》资料之一。

鉴于七十年代石油工业部曾经组织过两次类似性质的调查，机械工业部也曾组织编写过《石油钻采机械和长输管线》国外基本情况资料，为避免与上述资料重复，本书着重反映七十年代末到八十年代初国外油田设备的技术进展，并力求阐明促使这些技术进步的背景与条件，从技术经济方面进行一些分析。编写中，对比较切合我国国情且对今后技术发展意义较大的内容力求予以突出；对于继承前一时期但目前仍属先进水平的技术，则只作概括的叙述。

由于本书系综合分析资料，不可能对具体技术细节作详尽的介绍，为此，我们将另出译文集作为本书内容的补充与延伸。本书也不可能全面、系统地介绍国外油田设备行业、企业、生产技术、科学研究等方面的综合情况，这些资料将编入由机械工业部科技情报所出版的《国外油田设备基本情况》。

本书不包括勘探、测井、试油、地层测试及完井等的设备、仪器和工具，将分别在《国外石油工业水平调查》的其它各书中叙述。油田用储罐，已编入《炼油设备国外水平》一书的《储罐》一节中。

本书各章节中都对我国油田设备当前的技术水平、与国外先进水平的差距作了概括的叙述，提出对今后技术发展的建议供有关部门的领导和同行们参考。由于我们时间和水平有限，周密的调查研究和充分的论证不够，可能存在错误和不妥之处，我们衷心希望得到读者的指正。又由于参加编写的人员较多，时间匆促，各章节的编写深度和编写风格不尽相同，请读者见谅。

在本书的编写、出版过程中，得到各单位及有关同志的热情支持，在此谨表谢意。

编者

编写人员

兰州石油机械所 程子棠：第一章、第七章、第十章；郑克强：第一章、第七章；唐上智、王继兰：第二章的第四节；汤洁玲、严少雄：第三章的第二节；郭忠顺、王为民、符松、蒋雨滋（第六章的第四节）：第三章的第三节；倪良恒、孙毓澍：第四章的第一节；章扬烈：第四章的第四节；王石生：第四章的第六节、第九章的第一节；褚家瑞：第五章的第一节；陆文鼎、牛龙新：第六章的第一节；刘天然：第八章；雷彦英：第九章的第二节。

兰州石油化工机器厂 陈茂松：第二章的第一节；张连山：第二章的第二节和第五节；李德民、张继民：第二章的第三节

宝鸡石油机械厂 胡幸禾：第二章的第五节；张博文：第二章的第七节；李鹤林：第八章。

四川石油管理局钻采工艺所 岳登进、魏明扬、王清歧：第二章的第六节。

江汉石油学院 蒋君、李继灿：第二章的第八节；符达良：第四章的第四节。

西南石油学院 林仲豪：第三章的第一节。

兰州通用机器厂 胡志明：第三章的第二节和第四节；杨哲：第三章的第四节。

上海市石油化工机械技术所 马向东：第四章的第二节；金鉴明：第四章的第三节；刘重康：第四章的第五节；李长法、张继红、张铁如：第四章的第七节。

石油部管道设计院 戴家齐：第五章的第二节和第三节、第六章第五节。

北京华东石油学院研究生部 朱乃昭：第五章的第三节。

上海大隆机器厂 陈孟珪：第六章的第二节；丁伟民：第三章的第四节。

南海东部石油公司 周邦杰：第六章的第三节。

机械部情报所 杨云秀：第九章的第一节。

编辑组成员

石油部情报所：贾映萱；南海东部石油公司：周邦杰；机械部情报所：杨云秀；兰州石油机械所：程子棠、王石生。

审定组人员

国家经委机械电子局：赵俊杰；石油部机械制造司：安锦高；石油部钻井司：李克向；海洋石油总公司：史久光；石油部情报所：吴德琪、王文光、徐云英；机械部情报所：杨树茂、李荫成；兰州石油机械所：王齐光、李德茂、章念南、洪文忠。

目 录

第一章 油田设备发展概况和趋势.....	1
第一节 石油和天然气在世界能源构成中的地位和发 展 趋 势.....	1
第二节 主要产油国的油气生产装备 情 况.....	2
第三节 国外油田设备的主要技术 进 展和发展趋势.....	10
第二章 钻井设备.....	15
第一节 钻井成套 设 备.....	15
第二节 动 力与 传 动机械.....	22
第三节 提升 与 旋 转机 械.....	34
第四节 起下钻机 械 化设备.....	43
第五节 钻 井液循 环设备.....	52
第六节 井 控 装 置.....	64
第七节 井架 和 底座.....	72
第八节 钻井和 录 井仪表.....	82
第三章 采油设备.....	90
第一节 井口 装 置.....	90
第二节 机械 采油设备	100
第三节 修 井 设备	117
第四节 油田 增 产及提高采收率设备	135
第四章 井下钻采工具	153
第一节 钻 头	153
第二节 取 心 工 具	166
第三节 钻 柱 (方钻杆、方钻杆阀、钻杆接头、钻 铤)	169
第四节 井下 动 力钻具	174
第五节 造 斜 工 具	190
第六节 随钻 测 量 器 具	196
第七节 三 器 及 打 捞 工 具	206
第五章 集输设备	220
第一节 油气 水 处 理 设备	220
第二节 管 道 输 送 设备	229
第三节 燃气轮机 在油田开 发中的应用与发 展	242
第六章 海洋石油开发设备	247
第一节 海洋钻 井 设备	247
第二节 海洋钻井 水下 设备	265
第三节 海洋 采 油 设备	276
第四节 海洋 修 井 设备	294
第五节 海洋集 输 设备	299

第七章	油田设备制造业	308
第一节	行业概况	308
第二节	主要生产企业情况	311
第八章	油田设备用材料	316
第一节	以高强度为主要要求的油田设备用钢	316
第二节	石油专用管材用钢	322
第三节	海洋石油开发设备用钢	326
第四节	低温用钢	330
第五节	抗硫化物应力腐蚀开裂用钢	330
第六节	不锈钢、高合金钢、合金及有色金属	331
第七节	非金属材料	333
第八节	油田设备材料的测试技术	333
第九节	国外油田设备选用钢材的原则和发展趋势	334
第十节	我国油田机械用材展望	337
第九章	科学技术及标准化工作	340
第一节	科学技术工作	340
第二节	标准化工作	356
第十章	对我国油田设备技术发展的建议意见	366

第一章 油田设备发展 概况和趋势

第一节 石油和天然气在世界能源构成中的 地位和发展趋势

一、油价的暴涨和回跌影响着石油和天然气 在世界能源构成中的地位

七十年代以来,世界石油市场经历了两次油价暴涨和略有回跌的过程。这个过程影响着石油和天然气在世界能源构成中的地位。

1973年以前,油价长期过低。从1950年到1970年,中东原油价格始终停留在2美元/桶的水平上。西方工业国纷纷弃煤用油,石油消费量迅速上升。从1950年到1970年,西欧各种油品消费量从5900万吨上升到6.14亿吨,世界能源消费构成发生重大变化,石油和天然气所占比例从36.8%上升到62.6% (其中西欧地区从14.6%上升到64.0%)。石油和天然气在能源生产构成中所占的比例从1949年的36%上升到1970年的62.4%。世界石油化工产量也从1950年的350万吨猛增到1976年的7,000万吨,年平均递增速度达到12%。〔1~4〕

从1973年到1980年原油价格大幅度上涨。1973年中东战争爆发后,阿拉伯产油国动用石油武器,提高石油价格,到1974年达到每桶11美元左右。一年多时间油价猛涨三倍多。1979年伊朗政局变化,石油供应量减少,油价又一次猛涨,到1980年6月每桶原油价格提高到了32美元。在不到两年的时间里又涨价1.5倍。

经过七十年代的两次大涨,原油价格上升了15倍。它促使西方工业国家的产业结构发生变化,促使了煤炭、天然气和核能发电的发展,并部分取代石油,石油在能源消费构成中的比例,已从1973年的45%降到1980年的37%。油价上涨还促进了石油输出国组织以外地区的石油勘探和开发。1970至1973年资本主义世界每年钻井(包括探井和生产井)都在35,000口左右,1974年增加到42,900口,1980年达到84,000口,平均年增长率达12%。在这一时期,墨西哥、印度、埃及、尼日利亚、英国、挪威、苏联都进行了大量勘探工作,并发现了较多的储量。另外,在勘探、开发工作中注意改进设备、提高效率、节约能源。

1981年以后油价进入新的调整时期。由于石油消费量不断下降,造成市场供过于求,油价开始下跌,使西方国家不断扩大勘探开发的势头有所减缓。

二、国外对石油工业发展趋势的预测

石油供过于求,价格下降只具有短期的性质。在1983年举行的第十一届世界石油会议上,许多专家认为:目前世界石油过剩是暂时的〔5,6〕。根据各方面分析,有下列主要理由:

(1) 生产和生活方面耗能设备的增加仍然是劳动生产率和人民生活提高的主要条件,能源总消耗量将不断增加。至少在本世纪内石油仍将是主要的世界能源之一。

(2) 西方经济进入低速增长时期, 石油消费缓慢增长; 发展中国家经济增长速度加快, 在亚、非、拉地区建立了新的能源消费中心。从1960年到1981年工业化国家和发展中国家人均能耗之比已由18:1降到13:1。今后发展中国家石油消费增长速度对整个世界消费将起重要作用。

(3) 今后几十年世界石油资源尚不致短缺, 但勘探和开发的难度增加, 常规方法生产石油的能力目前已达顶点, 一些主要油田九十年代产量可能由顶点逐渐下降, 供应可能又趋于紧张。

(4) 主要工业国家节能和替代能源的速度将放慢。现有耗能设备主要依靠石油, 要改变这种状况, 需要进行复杂的技术改造和浩大的费用, 能源更换的过渡时期可能要延续30~50年。

至于石油价格, 专家们预测, 认为今后20年, 将是一个相对稳定、温和上升的时期。但不排除因政治军事因素突发性事件触发油价暴涨。

这种总的形势, 将会对油田设备和技术的发展持续产生影响。

资料来源

1. 世界能源统计年报, 英国石油公司, 1981
2. 英国新闻处报道, 1983年6月21日
3. 世界经济年鉴, 中国科学院, 1981
4. 联合国统计年鉴, 1976、1977
5. 和平与社会主义问题(苏联), 1983, No.4
6. 人民日报, 1983年9月12日第6版

第二节 主要产油国的油气生产装备情况

一、美国

美国石油和天然气产量, 从七十年代初期达到高峰以后, 连年下降。但石油产量仍占世界第二位, 天然气产量仍占世界第一位, 仍然是一个石油大国。现将美国从七十年代后期以来由于油气开发对装备方面产生的主要影响简述如下。

(一) 钻井工作量大增

为了维持石油和天然气的产量和储量, 美国显著地强化了钻井工作, 钻机运转台数, 年钻井总口数和年钻井总进尺都迅速增加(见表1.2-1)。1982年与1975年比较, 钻机运转台数增加了48%, 年钻井口数增加了1.36倍, 年钻井总进尺增加了1.5倍。特别在第二次油价暴涨以后的1980、1981年, 钻机动用台数和钻井工作量增加得尤其猛烈。从1979年到1980年钻机运转台数增加了46.6%, 年钻井口数增加了28.8%, 钻井总进尺增加了23.3%; 从1980年

到1981年, 钻机运转台数又增加了31.5%, 年钻井口数增加了21.2%, 年钻井总进尺增加了26.7%。这两年中停置不用的钻机减少到140台和100台, 成为美国石油工业史上钻井活动最活跃的时期之一。

但从1981年下半年以后, 由于国内经济萧条, 世界市场油价下跌, 动用钻机台数开始下降, 到1981年12月以后, 又急剧下降^{〔8〕}, 逐月下降情况如下:

月份	动用钻机台数	月份	动用钻机台数
1981年12月	4,543	1982年5月	3,178
1982年1月	4,436	6月	2,908
2月	4,160	7月	2,746
3月	3,816	8月	2,620
4月	3,460	9月	2,480

到1982年8—9月, 又恢复到1979年的平均水平, 再次出现了大量的闲置钻机。预计1983年动用钻机台数将回升到三千多台。

(二) 超深井钻井工作量增加迅速

在钻井工作量中, 超过15,000英尺(约4,500米)的超深井钻井工作量在1979年以后增加得特别猛烈, 每年以200口左右的速度上升。1982年超深井的完井口数接近1979年的两倍(见表1.2-1)。以钻机运转台数而言, 超深井钻机增加的台数也特别多, 1981年比1980年增加346台, 达到1405台之多, 占运转钻机总台数的29.2%(见表1.2-2)。美国超深井钻机比

1.2-1 美国钻机运转台数和钻井工作量 (2-7.9)

项 目	单 位	年					份				
		1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	
钻机运转台数	台	1,828	1,808	2,008	2,259	2,506	3,542	4,703	2,723	3,075	
钻井口数	口	38,387	40,529	46,106		50,332	64,847	78,538	90,422		
钻井总进尺	万米	5,570	5,735			7,830	9,680	12,200	13,800		
超深井完井口数	口	410	439	476	604	621	859	1066	1205		
超深井总进尺	万米	210	232	251	316	326	450	556	682		
超深井平均井深	米	5,280	5,280	5,270	5,224	5,257	5,236	5,216	5,650		

* 预计数。

表1.2-2 英国石油钻机统计表^{〔1〕}

	钻 机 总 数	拥 有 者		状 态			钻 井 深 度, 米				
		钻 井 承 包 商	石 油 公 司	工 作	停 置 不 用	在 场 地	74800	3900	3000	1800	900
								4800	4900	2700	1500
1980 年	3,672	3,626	46	3,542	55	75	1,059	419	704	885	605
增 加 数	1,131	1,136	-5	1,162	-16	-14	346	176	245	195	168
1981 年	4803	4,762	41	4,703	39	61	1,405	595	950	1,080	773
百 分 比	100	99.1	0.9	97.9	0.8	1.3	29.2	12.4	19.8	22.5	16.1
1982年底百分比	100						30	13	20	23	14

例大, 增加速度快, 说明美国浅油气层的资源开发逐渐困难了, 不得不大力加强对深部油气层的钻探和开采。

到1982年底, 美国超深井累计已达 12186 口。随着超深井钻井技术的发展, 钻井速度也不断提高, 据252口井统计, 每口井的平均钻井时间为75—199天。^[9]

从表1.2-2也可以看出, 美国1981年4,803台钻机中, 钻井承包商拥有4,762台, 占99.1%, 各石油公司拥有的钻机台数已由1955年的400台, 占总数12.5%, 降到1981年的41台, 占总数0.9%, 说明美国石油工业的专业分工越来越细。

(三) 低产井大量增加

美国一直开采着大量低产井。第二次油价暴涨后, 美国政府于1980年规定降低低产井税率, 对低产井开采者采取鼓励和扶植的政策。1981年进一步降低了低产井的税收。这些措施促使低产井口数逐年增加, 1982年达到409,509口, 约占全部生产井井数的72%^[10]。这些井单井日产原油不超过10桶(1.4吨), 单井日产天然气不超过6万立方英尺(1,700立方米)。这一批低产井每年约产原油5,000万吨。近年来, 产量连年上升, 1981年达到6,000万吨(42,560桶)。开采这些低产井也促进了有关采油技术的发展。这几年, 美国每年钻成的低产井数和报废的低产井数大致相同。1970至1979年每年报废低产井9,600~15,000口, 同时, 每年钻新井8,000~2,4000口。

这些低产井, 虽然单井产量很低, 但井数很大, 在美国石油工业中起着重要的作用, 对钻采设备的供需关系也有很大影响。

(四) 顿钻钻机仍然是美国石油工业装备中的一部分

据美国1981年报道, 美国有400—500台顿钻钻机, 估计每年还将增加20~30台, 在阿巴拉契亚盆地有上百台顿钻钻机工作。^[11]

顿钻钻机的优点是经久耐用, 使用寿命长达五十年。重量轻, 占地面积小, 对运输道路要求不高, 特别适用于开采低压油气层, 平均成本只要10~12美元/英尺, 而旋转钻机则要29~30美元/英尺。它虽然钻速低, 但适用于钻硬岩层, 也可用于加深和重钻原来的井眼, 铲除套管, 除蜡和清砂, 一般用作完井和采油的服务性钻机。每台顿钻钻机每年可钻10~15口井, 可钻井深1500英尺。缺点是钻速慢, 不适用于多水层的地区钻井, 不适用于钻高压油气层, 钻井深度受限制。

(五) 石油设备销售量不断增长

美国石油设备1981年国内市场销售额为77亿美元, 比1980年增长22%。最近五年, 美国国内市场销售额预计还将平均每年递增7.5%, 到1985年达到110亿美元。这些石油设备产品主要包括海上钻井设备、提高采收率的设备, 钻头、采油设备、泵及钻机部件(井架、绞车、钻井泵)、防喷器、测井仪、各种阀门, 检漏和堵漏用设备。^[12]

近年来美国石油设备出口额也有很大增长。据美国商业部统计,^[13]1982年石油设备出口创造了历史记录。1979~1983年美国石油设备出口额增长情况如下:

年份	出口额, 亿美元	与前一年比较的增长率, %
1979	25.8	
1980	35.6	38
1981	45.5	28
1982	54.6	20
1983 (预计)	62.8	15

在1981和1982年中, 钻机部件的出口额分别为33.3和40.3亿美元, 占总出口额的73.5%和74%。出口国家, 按出口金额排列, 为加拿大、英国、伊朗、墨西哥、沙特阿拉伯、新加坡、委内瑞拉、巴西、利比亚、阿尔及利亚。〔7,13〕

美国石油设备出口额巨大, 而且增长得很快, 说明在技术上仍然居于世界领先地位。但是, 一些国家随着油气产量增加, 正在尽量采用国产设备, 如英国、挪威, 使美国公司遇到了竞争对手。

二、苏联

苏联原油产量在1976年超过5亿吨, 居世界第一位后, 继续上升, 到1980年越过6亿吨。但近年来增长速度已减慢, 1981年以后年增长率降到1%以下。天然气产量继续迅速增长, 1982年达到5,000亿米³。现将苏联从七十年代后期以来油气开发对装备的主要影响如下。

(一) 油气开发的条件越来越困难

苏联已开发的老油田产量已下降, 八十年代要开发的新油田地质条件越来越复杂, 并且要向自然条件十分困难的东部和北部发展。仅次于西西伯利亚, 成为第二大油气区的西哈萨克, 硫化氢和二氧化碳含量很高(达25%), 并有很厚的盐层(1500米)和异常高的地层压力(1900个大气压)。这些情况都要求采用新的装备和技术, 为了适应在各种条件的油田钻井, 近年来全苏石油机械研究设计院(ВНИИ Нефтемаш)和Уралмаш、Баррикада这两个联合企业都致力于创建具有最大通用性的新钻机, 已经设计和试制了2,500、3,000、4,000、5,000各级柴油机-液力驱动和电驱动的钻机, 允许在各种通路上移运, 用大模块、小模块或分机组的方式安装, 并适用于打丛式井。电动沉没离心抽油泵也有普通型、耐磨型和耐腐蚀型几种, 以适应在不同条件下抽油。

(二) 钻井进尺进一步增加

近几年, 苏联钻井任务明显增加。1970年每净增100万吨原油(扣除弥补递减)需要26.5万米进尺, 1980年需要86.6万米, 1985年将需要700万米。〔15〕在目前的第十一个五年计划期间(1981~1985年), 必须钻1.3亿米进尺, 这比前十年的钻井进尺还多950万米。钻井工作量增大主要依靠进一步改进钻井设备、工艺和组织, 强化钻井工作和根本改善钻井技术经济指标。从表1.2-3可以看出, 从1975年到1980年苏联钻井的各项技术经济指标发生了明显的变化。如1980年和1975年相比, 年钻井总进尺增长61.6%, 钻机工作台面数只增加13%, 钻机台面进尺提高了50%, 钻头平均进尺提高了74.6%。1983年3月苏联在科拉半岛钻到11,600

米,这是世界上最深的探井,其目标深度为15,000米,还准备在西西伯利亚、黑海盆地、阿塞拜疆、克拉斯诺达尔等地钻二十几口15,000米左右的深井。〔3〕

(三) 采取各种措施提高油田采收率

由于许多油田进入开发后期,每年有大量自喷井转为抽油井,1979年达3,546口,十年中增加了一倍以上。1980年全苏共有油井82,477口,其中自喷井11,431口,只占14%,离心泵井有17,221口,有杆泵井51,525口,气举井2,300口。〔15〕苏联的注水泵采油规模已占世界首位,注水采油量占整个采油量的90%,注入的水量达15亿米³以上,年注水增产原油超过2.5亿吨。但含水急剧上升,注水方法已不能使石油产量发生新的质的跃进。苏联要求在第十一个五年计划期间广泛使用和改进提高采收率的新方法,制造强化采油所必需的设备。采用新方法的采油量1975年为140万吨,1980年为270万吨,1985年将达到800万吨。1982年在科米的乌新油田深部稠油层开始注蒸汽试验,安装了5套高效蒸汽发生器,试验已见成效。用热采方法开采水淹油层获得良好效果,为苏联的欧洲地区大部分已处于开发后期的老油田提高采收率找到了途径,并促进了有关设备的发展。

表1.2-3 1975年和1980年苏联钻井的各项技术经济指标〔15,16〕

项 目	单 位	1975	1980	增长,%
年钻井总进尺	万 米	1,112.7	1,798.4	61.6
其中: 生产井	万 米	862.0	1,566.1	81.7
探 井	万 米	250.7	2,323	-7.3
钻井队数	队	1,158.8	1,289.1	11.2
其中: 生产井	队	489.1	752.0	153.7
探 井	队	669.7	537.1	-19.8
钻井队平均进尺	米	9,603	13,951	45.2
其中: 生产井	米	1,7625	20,826	18.1
探 井	米	3,743	4,325	15.5
钻机工作台面数	台	1,049	1,186	13
其中: 生产井	台	455.8	728.5	59.8
探 井	台	593.2	455.6	-22.9
钻机台年进尺	米/台年	10,150	15,200	50
其中: 生产井	米/台年	18,800	21,500	14
探 井	米/台年	4,200	5,100	12.2
钻头进尺	米/只	41.8	73.0	74.6
其中: 生产井	米/只	54.6	91.9	68.3
探 井	米/只	23.1	30.6	32.5
完井总数	口	5,445	8,160	49.8
其中: 生产井	口	4,571	7,382	61.5
探 井	口	875	778	-11.1
平均井深	米	1,991	2,088	4.9
其中: 生产井	米	1,841	2,023	9.9
探 井	米	2,774	2,711	-2.2

苏联十分重视热采技术,从1982年10月至1983年3月在国民经济成就展览馆展出热采技术和装备。苏联部长会议副主席、计委主席巴依科夫在参观展览后指出:“这是提高石油采收率最有前途的方法。尤其这种方法在开发全国已发现的高粘度原油及沥青方面有特别重要的作用。”

(四) 加快天然气管道的建设

苏联天然气出口量增加迅速,1982年达到600亿立方米,占产量的12%。Уренгое到西欧的输气管线建成以后,天然气出口量还将大增。

1981年苏联有5100公里天然气管道投产,1982年新建了7100公里。苏联建设天然气管道的特点为:

(1) 使用大口径、高压管道,管径1420毫米,操作压力75公斤力/厘米²,输气量320亿米³/年;

(2) 建设速度快,1981年12月完工的Уренгое-Петровск管道,长2731公里,沿线有沼泽地224公里,森林区1512公里,岩石地层240公里,24座压气站(总功率190万千瓦),计划施工进度8~9.5公里/天,只用5个月完成全部工程,不到计划工期的一半。Уренгое-Ужгород出口输气管线,总长4500公里,通过200公里永久冻土带,700公里沼泽地,2000公里森林和山区,200公里河床,穿越561条河流,400多条公路和铁路,40座压气站(总功率300万千瓦),从1982年6月开始铺设,现已进入完工阶段,1984年将向西欧输气。苏联提高管道建设速度主要采取以下措施:

(1) 大量使用机械化施工机具;

(2) 研制水平较高的装备,如乌克兰巴顿电焊研究所研制成功大直径高压管道,1982年已可生产口径1420毫米,工作压力100大气压的钢管;巴顿电焊研究所研制的自动电焊装置已在管道施工中使用,每小时可以焊管焊口8个;列宁格勒涅瓦工厂以最短时间掌握了2.5万千瓦压缩机组的生产;由于美国的抵制,苏联自己组织铺管机生产,质量超过美国,到1985年将生产1700台;还生产了起重能力为50吨的吊管机,采用了可在30米水深工作的大吸泥船,30吨沼泽地汽车;正在制造2.5万千瓦的燃气轮机。已建成的18座压缩机站中,有16座采用苏联自己制造的机组,单机功率1.6~2.5万千瓦,另两座采用联邦德国和意大利的设备。

三、英国

(一) 英国的海洋石油工业

英国于1965年10月在北海英国水域南部发现West Sole天然气田;1970年10月发现第一批具有商业价值的油田,其中包括Forties大油田;1975年Argyll油田最早开始生产石油,到目前为止,大约投资三百亿英镑。1975年前英国石油完全依赖进口,1978年开始出口石油,1982年石油产量超过一亿吨,成为全世界第五大产油国,天然气产量占世界第六位。

北海石油和天然气给英国经济带来巨大的好处。从1977到1981年,英国政府从北海油田开采中的总收益为134亿英镑。据国外预测,1982年英国北海石油的开发进入转折时期,差不多一半油田产量已达到最高峰并开始下降。

(二) 英国发展海洋石油装备的成就与技术进展

北海油田的水深较大,气候非常恶劣,但储量大、产量高,因此,既有必要又有条件开发新的技术和装备。英国海洋石油工业的能力和技术正是在开发北海油田的过程中发展起来的。

1. 许多英国公司在陆地设备的基础上发展海洋设备 例如电动机、燃气轮机、通讯设备、安全设备等。英国钢铁公司已能为北海石油开发提供高质量的钢材,能生产直径44英寸(1120毫米)的输气管。现在英国大陆架北部有7个混凝土平台和21个钢铁平台在使用,还有5个钢平台正在建设。其中Magnus采油平台拖到海上的结构重量为4万吨,安装在600英尺的深水中。英国钢铁公司最近还发展了平台铸钢管节点,比一般焊接管节点有更好的抗疲劳性能。

2. 联合美国公司解决重大技术问题 北海油田自然条件严酷,工程十分复杂,为了解决这些问题,英、美两国各大公司建立了许多合营企业,联合解决技术和资金问题。这种方式直到今天仍然在继续。

3. 发展深水钻井系统 例如英国石油公司的Buchan油田和Occidental公司的NW Claymore油田采用的都是半潜式装置。另一种浮式系统—英国造船公司设计和建造的张力腿型平台(TLP),正在大陆石油公司的Hutton油田进行安装,这将是全世界第一座在工业中使用的TLP平台。Hutton的张力腿型平台,虽然目前安装在水深485英尺处,但也能在达1200英尺的深水油田使用。

4. 积极开展海洋设备的维修服务 英国有若干家专业海洋维修服务公司,如John Wood Group等,从事检查、维护和修理服务工作。英国还研制了许多水下修理方法和有关设备,如UDI集团研制了彩色视频声纳系统(CVSS),在检查水下构件和管线时,可利用视频记录数据进行迅速而精确的分析。英国还使用了振动分析、声频发射和声频电视、超声枪等。Structural Monitoring Thorn EMI和Structural Dynamics (offshore)等公司已研制成功,通过传感器监测平台结构“振动特征”的海上平台综合监控系统。

现在,英国有10万以上人员直接或间接从事和石油与天然气有关的工作,约有二千家公司供应生产设备,提供有关的服务。英国能够提供开发海洋石油和天然气所需器材与服务,已能承担从地质评价、地震测量和分析、钻探、油气田开发的规划,工程设计,管理、装备制造与安装、海上施工作业等一整套的业务。

四、挪威

(一) 挪威的海洋石油工业

挪威于1960年在北海大陆架发现油气显示,1965年开始对北海油气资源勘探的第一轮招标,1966年钻出了第一口勘探井,1968年末在Ekofish区发现有商业价值的油流,1971年Ekofish油田建成投产,从1975年起油气产量超过国内消费量,到1982年,挪威的石油产量占世界第十八位,天然气产量占世界第十位。挪威原油产量加天然气的油当量将达到6000万吨。

据1983年1月统计,挪威在用海上钻机共11台,^[5]1982年海上钻井总进尺484,375英尺(14.8万米),其中探井进尺379,797英尺(11.6万米),评价井进尺104,578英尺(3.2万米)。共完成海上井54口,其中探井35口,开发井6口,评价井12口,还有1口跨年度井。经

测试, 获得工业油流的探井12口。单井最高产量6,290桶/日(861吨/日), 最大井深16773英尺(5100米)。从1972年到1982年共建立了29个采油(气)平台。

(二) 挪威开发海洋石油能力的成长

挪威海上石油工业近二十年得到了迅速发展, 形成了实力雄厚的海上石油工业-技术体系。1972年挪威国会决定成立国家石油公司。1972年的挪威法令规定: 国家石油公司应参加到所有中标获得油田开发许可权的国内外公司中去, 其所占股份必须在20~50%以上。事实上, 1972年以后, 国家石油公司无例外地参加到历年中标的公司中去, 所占股份都在50%以上, 甚至达到85%。这样既能使本国公司在所有大陆架的开发中起主导作用, 又能借助外国公司的先进技术来提高本国公司的技术水平。

挪威政府还鼓励本国企业与外商合资经营开发技术。挪威八家较大的私营企业的设计部门于1975年联合成立挪威石油咨询公司Norwegian Petroleum Consultants Co (NPC), 先后和美国Brown & Root和英国Forster wheeler工程公司, 共同承包statfjord油田B和C平台的设计, 并和这些公司一起参加Mobil作业公司的项目管理。使挪威的工程承包从1968年对Ekofish油田产品和设备供应的20%增加到对statfjord油田的75%。

1978年9月, 挪威第一次把Gulfaks油田全部交给本国的公司承包进行开发。1983年3月, 又批准将Troll气田交给本国Statoil、Norsk Hydro和Sage Petroleum三家公司承包开发。

随着挪威海洋石油工业的发展, 其技术能力也得到迅速提高, 经过近十年的发展, 目前挪威在海洋石油技术和装备方面已具备以下的能力:

(1) 从事海上石油开发的工程设计, 科学研究和咨询, 如Aker Engineering A.S., NPC, Oil Industry Services Co. 等15家公司;

(2) 从事大型平台或钻井船建造, 如Aker Group, Hangesund Mekaniske Verksted A.S., Ugland Group, Norwegian Contractors Co等公司;

(3) 在平台与船用电力、电子设备方面, 能生产电缆、通讯设备、水声技术设备、电子与计算机技术设备、仪表及照明、监控、报警、导航、航道交通管理设备, 并承包电气业务;

(4) 从事平台及船用机械设备制造, 如A.S. Bergens Mekaniske Verksteder, A.S. Kongsberg Vapenfabrikk, A.S. Moelven Brug, Skipog maskin A.S.等, 能提供钻井设备、水下设备、采油设备、动力定位设备及动力机、起重机、通用机械、金属构件等;

(5) 提供海洋安全及防污染设备, 如Bennek A.S., Helly-Hansen A.S.等七家公司;

(6) 在器材供应、技术服务、资金服务方面, 如Aker Group, A.S. Bergens等许多企业可以提供基础件供应、修理、维护、钻井、软管、油漆、腐蚀控制、辅助船、钢丝绳、电缆、人员培训等服务, 还有如Bergen等七家银行和公司进行信贷、保险等服务。

其中, Aker Engineering A.S. (属于Aker Group) 影响最大, 它能对海上油气田的勘探、钻井、采油、储存、及装卸设备和结构进行研究、设计及制造。Aker H-3型半潜式钻井平台在世界各海域(包括我国南海)得到较多应用。改进的Aker H-3-II型半潜式平台, 有更大的承载能力和更好的稳定性。Aker Engineering A.S. 的浮式采油系统和海底采油装置很称著于世界。

挪威石油咨询公司 (NPC) 和挪威船级社 (DNV) 等都在世界上享有较高声誉。

资 料 来 源

1. Drilling Contractor, 1983, No. 7
2. 英国石油公司1981年世界能源统计年报
3. Oil & Gas J., 1982年12月27日, 1983年6月6日
4. World Oil, 1982, Vol 194, No. 3, 153
5. World Oil, 1982年12月17日 (国外石油消息, 1983年4月16日)
6. 国外石油消息, 1983年4月6日
7. 钻采机械美国市场调查, 兰州石油机械研究所, 1981年9月29日
8. World Oil, 1982年10月, 11月, 1981年8月
9. 国外石油消息, 1983年6月22日
10. Oil & Gas J, 1983年1月10日
11. Drilling Contr, 1981年, Vol. 37, No. 9, 110
12. Машины и Нефтяное Оборудование, 1981年12月, 25—26
13. 国际石油情报周刊, 1983年2月11日 (国外石油消息, 1983年4月22日)
14. 《苏联能源政策与能源结构》, 中国能源研究会, 1981年10月, 22页
15. Нефтяное Хозяйство, 1982年12期, 1981年第1期
16. Обзорная Информация: Нефтяная Промышленность СССР, 1981
17. 美国Offshore Oil & Gas Yearbook, 1981/1982

第三节 国外油田设备的主要 技术进展和发展趋势

七十年代油价暴涨促进了节能技术的发展和油气资源的强化开发, 带动了油田设备的技术发展。1975年以来油田设备的主要技术进展和发展趋势如下。

一、海洋石油装备

七十年代, 在海上勘探石油和天然气的国家由80个增加到100个, 海上采油国家由22个增加到35个。海上石油产量在世界石油总产量中的比重已从六十年代中期占15%, 发展到七十年代后半期和八十年代初期的25—30%。^{〔1〕}英国和挪威都在1975年以后依靠开发北海资源成为世界上的重要油气生产国。墨西哥在坎佩切湾发现大批高产油田。在东南亚海域也发现了石油资源。

全世界海洋石油装备的数量急剧增长, 其中在用的海洋移动式钻井装置和钻井船已从1975年的304座 (条) 增加到1983年的727座 (条), 增长了1.4倍。移动式钻井装置中又以自升式钻井装置增长最快, 达2.2倍。这些装置的逐年增长情况见表1.3-1。

从表1.3-1可以看出, 即使在八十年代初期油价下跌以后, 在用移动式钻井装置仍然保持上升。1975~1983年这9年中平均每年增长9.8%。预测1990年全世界移动式钻井装置将增

表1.3-1 全世界在用的移动式钻井装置逐年增长情况〔2〕

年 份	座 底 式	自 升 式	半 潜 式	钻 井 船	合 计
1975	23	135	75	71	304
1976	22	164	102	81	368
1977	24	181	117	88	410
1978	24	183	121	82	410
1979	28	122	119	82	441
1980	29	237	116	79	461
1981	28	305	121	84	538
1982	27	412	120	78	637
1983	38	435	158	96	727

至1250座。〔2〕

海洋石油装备的技术水平在不断提高。到目前为止，海上石油生产中通过装备达到的各种世界纪录如下：〔3,4〕

1. **最深的海上油井** 井深22,840英尺（6,930米），在美国Loisianna附近海上；
2. **最大水深的管道** 位于610米水深，长160公里，在西西里海峡，共有3条20英寸管道，从阿尔及利亚经突尼斯穿过地中海到西西里岛；
3. **油井的最大水深** 6,448英尺（1,980米）；
4. **平台的最大水深** 水深10,25英尺（312米），在墨西哥湾附近；（1978年）
5. **最大平台** 总重60万吨，为北海英国海域的混凝土平台；
6. **最高产量的海上生产井** 在沙特阿拉伯附近海上，开发于1951年，目前日产量仍为150万桶（~20万吨）；
7. **最长的海底管道** 在北海有一条36英寸管道，长280英里（447公里）；
8. **可钻井数最多的平台** 在California的Sonbatala海峡，一座平台上可钻96口井；
9. **最深的海底完井** 在突尼斯附近海域，水深820英尺（240米）。

其中，在钻井水深方面，实际钻井水深记录不断刷新，1975年只有700米（2,295英尺），1983年已达到1,980米（6,448英尺），预测1984年将达到2,280米（7,500英尺），这些记录大部分是“Discoverer Seven Seas”钻井船创出的。〔4〕日本三井公司为Sonat Offshore公司建造的自航半潜式装置可在10,065英尺（3,050米）水深钻井。但是根据油气资源及开发海洋油气的技术经济效益分析，预计在本世纪内主要钻井工作将在3,000英尺（914米）以内水深的海域进行，并将集中在水深1,500英尺（457米）以内的海域。

海洋石油装置的以下技术进展值得重视：

1. **美国Varco石油工具公司发展了一种顶部驱动钻井装置（即动力水龙头）** 它可代替转盘、方钻杆和方钻杆补心，直接旋转钻具，使传动大为简化，已有9套在世界各地实际使用。其优点是，用27米长的立根，可节省三分之一的接立根时间，减轻钻井工人劳动强度，操作安全，用于定向钻井时能保持井下钻具，减少测量方位的时间，所以具有良好的发展前景。
2. **升沉补偿器得到普遍采用** 到1982年，已有三分之二的浮式钻井装置配备了升沉补偿器，使机械钻速提高15%以上。预计在八十年代升沉补偿器在浮式钻井装置上将得到普