

文章编号: 1001-3482(2008)09-0014-04

# 我国海洋钻井平台发展现状与趋势

张用德<sup>1</sup>,袁学强<sup>2</sup>

(1. 中石油海洋工程公司 研究中心,北京 100176;2. 大港油田集团公司 市场开发部,天津 300280)

**摘要:**海洋石油钻井平台是海洋油气开发的基础装备,我国海洋石油装备产业在海洋油气产业持续快速发展的带动下,正处于高速发展的新时期。深入分析研究了我国海洋石油钻井设备产业的发展现状、市场需求及与国外的差距,进一步探索我国钻井平台未来几年的发展趋势,并提出了若干发展建议。

**关键词:**海洋平台;技术现状;发展趋势;建议

**中图分类号:** TE951      **文献标识码:** A

## Development Trend and Status of Offshore Drilling Platform in China

ZHANG Yong-de<sup>1</sup>, YUAN Xue-qiang<sup>2</sup>

(1. Research Center of CPOE, Beijing 100176, China;

2. Department of Market Development, Dagang Oilfield Company, Tianjin 300280, China)

**Abstract:** The offshore drilling platform is the key equipment for developing offshore oil and gas. The offshore oil equipment industry is in the new period of development driven by sustainable development of offshore oil and gas industry. The further study of the status and market demand of the drilling equipment industry is carried out and the technical feature of the offshore drilling platform is presented and its development state was focused on. The main gap between China offshore drilling platform and that of foreign countries and some development suggestions were put forward.

**Key words:** offshore platform; technical status; developing trend; comments

海洋油气工程装备产业是直接关系到海洋油气资源开发,影响国家能源稳定和经济安全的战略产业。海洋油气工程装备已是造船业利润的新增长点,并成为主要海洋国家相争的目标。世界上主要海洋国家,诸如美国、英国、法国、日本、韩国、加拿大、澳大利亚等,相继制定了“国家海洋发展战略”,提出了“海洋是能源之源、立国之本”、“保证海洋的可持续发展”等政策。

当前,我国海洋油气发展存在的3大矛盾主要是<sup>[1]</sup>:加快发展速度与资源短缺的矛盾;环境友好型

社会与环境污染等问题的矛盾;提高国际竞争力与国内创新能力薄弱的矛盾。欲解决这3大矛盾,加快海上油气开发和发展海洋石油装备工业已成为重要举措。国际油价的进一步攀高,使得油气资源供应不足阻碍经济发展的这一矛盾更加突出。提高油气资源的产量,海洋油气的开发已经成为我国实现能源可持续发展的战略重点。海洋石油钻井装备产业是以资本密集和技术密集为主要特征,为海洋油气资源开发提供生产工具的企业集合,是海洋油气产业与装备制造业的有机结合体。

收稿日期:2007-04-15

作者简介:张用德(1973-),山东东平人,工程师,硕士,1997年毕业于大庆石油学院采油工程专业,主要从事海上油气田钻井平台研究设计工作,E-mail:zhangyongde911@sina.com。

## 1 我国海洋石油钻井平台发展现状

### 1.1 钻井装备产业取得骄人业绩<sup>[2-6]</sup>

我国油气开发装备技术在引进、消化、吸收、再创新以及国产化方面取得了长足进步。

#### 1.1.1 建造技术日趋成熟

从 1970 年至今,国内共建造移动式钻采平台 58 座,已退役 7 座,在用 51 座,在建 7 座。我国已具备自升式平台、座底式平台的设计、建造能力,并且有国内外多个平台、船体的建造经验,现已成为浮式生产储油装置(FPSO)的设计、制造和应用大国。我国 FPSO 的数量与研制技术走在世界前列,但其他海洋石油工程装置还是落后于世界先进水平 20 多 a。

#### 1.1.2 部分配套设备性能相对稳定

海洋钻井平台配套设备设计制造技术与陆地钻井装备类似,但在配置、可靠性及自动化程度等方面都比陆地钻井装备要求更高。国内在电驱动钻机、钻井泵及井控设备等研制方面与国外相比虽有较大差距,但技术相对比较成熟,基本可以满足 300 m 以内海洋石油钻井开发生产需求。

#### 1.1.3 深海油气开发装备研制进入新阶段

目前,我国海洋油气资源的开发仍主要集中在 300 m 水深以内的近海海域,尚不具备超过 500 m 深水作业的能力。随着海洋石油开发技术的进步,深海油气开发已成为海洋石油工业的重要部分。虽然我国在深海油气开发方面距世界先进水平还存在较大差距,但我国的深水油气开发技术已经迈出了可喜的一步,为今后走向深海奠定了基础。

2004 年,中海油研究中心承担了国家“863”项目——“深水油气田开发工程共用技术平台研究”,开始了国内首个深水工程技术的系统研究。2007-02-12,中海油深水半潜式钻井平台设计正式启动,中国进军海洋深水勘探的梦想正在成为现实。

2006 年,中石油集团海洋石油工程公司承担了国家“863”项目——“南海深水油气勘探开发”的“深水半潜式钻井平台关键技术”,该课题迈出了我国进军深海油气开发的步伐。

### 1.2 钻井装备产业基础薄弱<sup>[2]</sup>

近几年,虽然我国海洋石油钻井装备产业取得了骄人业绩,但同发达国家近百年发展历史相比,仍存在较大差距。

#### 1.2.1 关键设备国产化程度低

尽管我国在一些比较先进的油气工程装备方面

已实现国产化,但国内厂商还基本停留在结构件的制造上,相关配套技术滞后,关键设备和技术仍然掌握在国外厂商手里,严重制约着海洋油气的规模开发。我国海洋石油钻井平台的国产化率仅在 30% 左右,自配套产品范围较窄,性能和质量同国外有较大差距,关键设备几乎全部依赖进口,进口所用费用几乎占到设备建造费用的 1/2 以上。目前完全依赖进口的设备有:钻井系统配套的水下防喷器及控制设备等;自升式平台升降系统齿轮和齿条等;平台(船)配套的柴油发电机组、电控系统;大型吊机、船舶主机、主推进系统、轴系、前后侧推等。另外,绝大多数的海洋钻机的顶部驱动系统、铁钻工和管子排放系统也主要依赖进口。

#### 1.2.2 海洋石油钻井平台需求强劲

我国在近海海域发现了一系列富含油气的盆地,主要分布在渤海、黄海、东海、珠江口、北部湾和莺歌海等区域。在我国管辖南海海域又圈定的 38 个沉积盆地中,海上油气资源可达 400 亿 t 以上的油当量。中国南海石油储量在 230~300 亿 t 油当量,占中国总资源的 1/3,有“第 2 个中东海湾”之称。所以,我国是世界上海底油气资源非常丰富的国家之一。如今,我国海上原油发现率仅为 18.5%,天然气发现率仅为 9.2%<sup>[1]</sup>。

海洋油气开发的旺盛投资为海洋石油工程装置的发展提供了巨大机遇。国内 3 大石油公司在未来 5 a 内的海洋石油装备投资额约 220 亿元,按照海洋油气开发“先近后远”的计划,未来 10 a 我国海洋油气开发战场将逐步向东海、南海等深海转移。随着深海开发步伐的加快,海洋石油装备投资额将继续增长,我国海洋石油装备的需求和海洋石油工程建设的工作量将有较好的扩张前景。

#### 1.2.3 海洋石油工程装置是造船业利润的新增长点

在世界海洋产业中,海洋油气生产给人们带来了巨额财富,在荒漠或海滩下造就了一批“石油富国”。当今世界海洋油气工程装置的投资占整个海洋工程装备投资的 70% 以上。同时将带动造船业等相关行业的巨大发展。

## 2 国内外海洋石油钻井平台差距分析<sup>[7]</sup>

### 2.1 技术特点

#### 2.1.1 作业范围广

移动式钻井平台(船)不是在固定海域作业,能适应移位及不同海域、不同水深、不同方位的作业。移位、就位、生产作业、风暴等复杂作业工况对

钻井平台(船)提出很高的要求。如半潜式钻井平台工作水深达1 500~3 500 m,而且要适应高海况持续作业、13级风浪时不解脱等高标准要求。

### 2.1.2 可靠性指标高

a) 强度要求高 永久系泊在海上除了要经受风、浪、流的作用外,还要考虑台风、冰、地震等灾害性环境力的作用。

b) 疲劳寿命要求高 一般要求25~40 a不进坞维修,因此对结构防腐、高应力区结构型式以及焊接工艺等提出了更高要求。

c) 建造工艺要求高 为了保证海洋工程的质量,采用了高强度或特殊钢材(包括Z形钢材、大厚度板材和管材)。

d) 生产管理要求高 海洋工程的建造、下水、海上运输、海上安装甚为复杂,生产管理明显地高于建造常规船舶。

### 2.1.3 安全性要求高

由于海洋石油工程装置所产生的海损事故都十分严重,随着海洋油气开发向深海区域发展、海上安全与技术规范条款的变化、海上生产和生活水准的提高等因素变化,对海洋油气开发装备的安全性要求大大提高,特别是对包括安全设计与要求、火灾与消防及环保设计等HSE的贯彻执行更加严格。

### 2.1.4 涉及学科多

海洋石油钻井平台的结构设计与分析涉及了海洋环境、流体动力学、结构力学、土力学、钢结构、船舶技术等多门学科。因此,只有运用当代造船技术、卫星定位与电子计算机技术、现代机电与液压技术、现代环保与防腐蚀技术等先进的综合性科学技术,才能有效解决海洋石油开发在海洋中定位,建立海上固定平台或深海浮动式平台的泊位,浮动状态的海上钻井、完井、油气水分离处理、废水排放和海上油气的储存、输送等一系列难题。

## 2.2 技术发展

从1887年H·L·威廉斯在加利福尼亚州海边完成了第1口井,拉开世界近海石油工业的序幕起,至今已经历了整整1个世纪,深海石油钻井平台研发热潮兴起于20世纪80年代末,虽然至今仅有20多a历史,但技术创新层出不穷,海洋油气开发的水深得到突飞猛进的发展。

### 2.2.1 自升式平台载荷不断增大

自升式平台发展特点和趋势是:采用高强度钢以提高平台可变载荷与平台自重比;提高平台排水

量与平台自重比;提高平台工作水深与平台自重比;增大甲板的可变载荷、甲板空间和作业的安全可靠性、全天候工作能力和较长的自持能力。

### 2.2.2 多功能半潜式平台集成能力增强

具有钻井、修井能力和适应多海底井和卫星井的采油需要,具有宽阔的甲板空间,平台上具有油、气、水生产处理装置以及相应的立管系统、动力系统、辅助生产系统及生产控制中心等。

### 2.2.3 新技术 FPSO 成为开发商的首选

海上油田的开发愈来愈多地采用FPSO装置,该装置主要面向大型化、深水及极区发展。FPSO在甲板上密布了各种生产设备和管路,并与井口平台的管线连接,设有特殊的系泊系统、火炬塔等复杂设备,整船技术复杂,价格远远高出同吨位油船。它除了具有很强的抗风浪能力、投资低、见效快、可以转移重复使用等优点外,还具有储油能力大,可以将采集的油气进行油水气分离,处理含油污水、发电、供热、原油产品的储存和外输等功能,被誉为“海上加工厂”,已成为当今海上石油开发的主流方式。

### 2.2.4 更大提升和钻深能力的钻机将得到研发和使用

由于钻井工作向深水推移,有的需在海底以下5 000~6 000 m或更深的地层打钻;有的为了节约钻采平台的建造安装费用,需以平台为中心进行钻采,将其半径从通常的3 000 m扩大至4 000~5 000 m,乃至更远;还有的需提升大直径钻杆、深水大型隔水管和大型深孔套管等,因此发展更大提升能力的海洋石油钻机将不可避免。目前,我国宝鸡石油机械有限责任公司已制造出9 000 m及12 000 m石油钻机,为能在深水钻井作业打下一定的基础。

## 2.3 主要差距及需要解决的问题

我国海洋勘探开发从无到有,至今已具有一定规模,海洋石油装备在消化吸收国外先进技术和自我发展过程中也取得了显著成效,但与国外相比还有不小的差距。

### 2.3.1 钻井平台类型单一 技术含量低<sup>[8]</sup>

我国目前主要采用导管架式、坐底式、自升式钻采装置,结构简单,功能单一,新型张力腿平台(TLP)、单柱平台(SPAR)、顺应式平台及其他多功能综合性平台的设计和建造技术还是空白。针对海洋石油钻井平台的特点和国内外市场的需求,结合我国研发与建造的实际水平,进一步发展海洋石油钻井平台,需要解决以下关键技术:

- a) 探索海洋石油钻井平台的新型式。
- b) 总体设计与结构设计准则。
- c) 主要设备配置与模块化技术。
- d) 主要设备国产化技术。
- e) 特种设备与系统技术开发。
- f) 特种结构分析技术开发。
- g) 海洋防腐技术。
- h) 海洋项目管理与信息化技术。

对于自升式钻井平台应尽快掌握关键设计技术,研究主体布置格局,桩腿及桩靴形式,升降装置的形式,进行各种工况下结构设计载荷与强度分析及结构关键节点的疲劳分析。对于半潜式、张力腿钻井平台,应合理设计平台结构,提高其抗疲劳寿命,主要研究风浪载荷等复杂的动力学问题,考虑实际海浪的随机性与不规则性,预报波浪载荷;改进钢架局部结构,消除在交变载荷、海水腐蚀等作用下结构连接节点出现应力集中危害及疲劳破坏、系泊索疲劳等问题。

### 2.3.2 现有钻井平台不适应深水需求

目前,我国的石油开采装备大多只能在 300 m 深以内的海域工作,急需深海移动式钻采平台(船);海底基盘、水下井口及水下采油维修设备;水深 > 500 m 的浮式生产系统;海底管线安全检测及维修装备(水下机器人);天然气水合物勘探及采收技术装备;配套深水作业的定位、通讯、运输保障、安全求生、环保设备。

我国在海洋钻井平台研究设计方面缺乏研制实践,目前尚属空白的主要项目有:工作水深 > 3 000 m 的半潜式钻井平台及钻井船;工作水深 > 2 000 m 的船式 FPSO 和 FPS; TLP 平台和 SPAR 平台,其他诸如深水顺应式平台或 ABS 平台系统等。

我国在海洋钻采平台研究设计方面未涉及或很少涉及的主要通用技术有:动力定位系统设计计算及其软、硬件的配套设计技术;工作水深 > 2 000 m 的锚链缆组合及其锚定装置(含垂直锚定装置)的设计实践;功率 > 5 000 kW 的高寿命双燃料燃气轮发电机组的设计实践;其他钻采平台主要配套设备的设计实践,例如,大型高压油气水分离处理设施、大型高压天然气压缩机、平台用大排量高耐用度潜海水泵及海洋用大型高压压缩机、泵、阀等。

## 3 几点思考和建议

根据上述世界海洋石油平台和钻井装备的新动态,结合我国海洋石油工业的实际状况,提出以下建议:

1) 既要肯定我国数十年来海洋石油工业发展的成绩,也要清醒认识与世界先进水平的差距。我国海洋石油钻井的工作水深一般未超过 500 m,钻井装备钻深能力一般未超过 6 000 m,与当前世界最深工作水深超过 3 000 m,钻井设备钻深能力高达 11 000 m 有明显差距。

2) 要建立长远发展规划,在国际大环境中积极持续发展,才能赶超世界先进水平。

3) 加大投资,增强海洋石油工程科研机构的自主创新能力,加快培养海洋工程技术专业人才,这是缩小与世界先进水平差距的根本举措。

4) 引导相关产业积极投入,在国内形成高技术设备生产链,带动相关产业发展。

5) 积极参与国际海洋石油开发,包括海洋物探、海洋钻井、采油平台设计建造、海洋石油开发和营运管理的投标竞争,逐渐壮大科研与制造管理水平和实力。

### 参考文献:

- [1] 廖漠圣. 2005 年末全球油气勘探进展及至 2010 年预测[J]. 中国海洋平台, 2007, 22(1): 1-7.
- [2] 廖漠圣, 杨本灵. 世界石油设备发展的新特点及机遇与挑战[J]. 石油矿场机械, 2007, 36(9): 1-6.
- [3] 王传荣. 世界海洋油气资源钻采设备发展现状与趋势[J]. 船舶物资与市场, 2006(6): 13-15.
- [4] 陈如恒. 破除旧观念, 创造新钻机(一)[J]. 石油矿场机械, 2008, 37(3): 1-5.
- [5] 陈如恒. 破除旧观念, 创造新钻机(二)[J]. 石油矿场机械, 2008, 37(4): 1-8.
- [6] 杨斌, 高峰, 颜刚. 国产石油钻机发展方向探讨[J]. 石油矿场机械, 2005, 34(5): 37-39.
- [7] Ron Lord, Contributing. A flurry of new rig orders worldwide shows faith in a strong market for several years to come [J]. World Oil, 2006(12): 75-79.
- [8] 张吴湖, 白真权. 关于我国石油钻机的发展建议[J]. 石油矿场机械, 2004, 33(2): 18-21.