

# 深海采油平台发展现状和设计中的关键问题\*

吴应湘<sup>1</sup> 李华<sup>1</sup> 曾晓辉<sup>1</sup> 刘昭平<sup>2</sup>

(1. 中国科学院力学研究所 2. 深圳职业技术学院)

## 摘要

随着海洋油气开发逐渐向深海推进, 深海采油平台的使用越来越普遍。国外平台建造海域最大水深已达到 2000 多米, 我国未来 5~10 年海洋石油开采海域水深可能达到 500~1500m, 建造深海采油平台势在必行。因此, 及早了解国外深海平台的建造和使用情况, 探讨深海平台设计中的关键问题, 对我国海洋油气开发具有重要意义。

本文描述了国外深海采油平台的发展现状, 阐明了不同形式深海平台的特点和设计中的需关注的问题, 指出了不同形式深海采油平台的一些优点和不足, 对我国深海采油平台的建造具有重要的参考价值 and 一定的指导作用。

**关键词:** 张力腿平台; SPAR 平台; 深海结构; 海洋油气开发

\*本研究得到中国海洋石油总公司与中国科学院“十五”科技合作项目、中国科学院知识创新工程重大项目支持(项目编号: KJ CX2-SW-L03)

## (一) 引言

随着我国国民经济的持续高速发展, 能源的需求量也飞速增长。鉴于陆上资源的日渐枯竭, 资源开发向海洋, 尤其是深海进军已成必然趋势。而深海采油平台的建造是海洋油气开发中的关键技术之一, 及早了解和掌握国外深海平台的建造和使用情况, 探讨国外深海平台设计和使用中积累的经验和存在的问题, 对我国海洋油气开发具有重要意义[1-7]。

目前, 国外采油平台主要有以下几种形式(见图1):

**导管架平台(FP):**一座顶部安装有甲板的导管架(由位于海底的桩基支持的由钢管组成的垂直结构), 提供工作人员、钻探设备和采油设备所需的空间。在水深小于 1650ft. (503m) 时是经济可行的。

**顺应式平台(CT):**包括一座狭窄的弹性金属塔和桩基, 它们可以支撑用于钻孔和生产操作的传统甲板。顺应式平台通过支持一定的侧向变位可以承受较大的侧向力, 通常使用深度为 1500~3000ft. (457~914m)。

**张力腿平台(TLP):**包括上部的大型浮式结构, 细长的张力腿和基础结构。它通过充分利用浮力让张力腿受到预张力, 使平台主要处于受拉状态, 从而有效地控制了平台的垂直位移, 并能使水平位移大大小于浮式生产系统, 从而保证平台在海洋环境中的安全, 应用水深可达 7000ft. (2134m)。

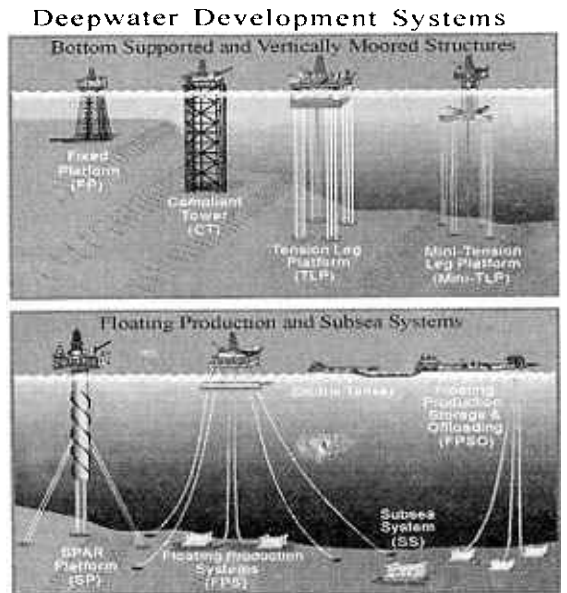


图1 海洋采油平台形式示意图

Fig.1 A sketch of deepwater platform structure

简易张力腿平台 (Mini-TLP): 是为了以低成本开发小型深水油藏而研制的浮动小型张力腿平台, 采用传统的深水生产系统开采这种油藏会很不经济。Mini-TLP 也可作为多用途平台、卫星井平台、或前期采油平台为大型深水勘探服务, 使用水深为 1600~3500ft. (488~1067m)。世界上第一座 Mini-TLP 在 1998 年安装在墨西哥湾。

SPAR 平台 (SPAR): 其结构是一个顶部具有甲板的大直径、单个垂直的圆筒。它有一个典型的导管架平台顶部 (表面甲板上装备有钻探和采油设备), 三种类型的连接管 (采油、钻探和输出), 还有由 6~20 根连接到海底的用锚链拉紧的固定的外壳, 应用深度可达 10000ft. (3048m)。

浮式采油系统 (FPS): 包括一座装备有钻探和采油设备的半潜式平台 (semi-submersibles), 它由钢缆和链条锚固, 或者使用旋转推进器动态固定。通过可以承受平台运动的采油提升管将石油从海底油井输送到水面甲板。FPS 可用于水深 600~7500ft. (183~2286m)。

## (二) 国外深海采油平台发展现状

目前, 深海采油平台大部分位于北美的墨西哥湾地区, 下面简要介绍一些已经建成的深海采油平台:

### 1. 导管架平台

导管架平台是大陆架海域使用最广泛的平台结构形式之一, 但该类平台的建造成本随水深增加而急剧增长, 因此一般不用于较大水深海域。典型的导管架平台如:

Cognac 导管架平台: 位于墨西哥湾 Mississippi Canyon Block 194, 水深 312m。平台高 386m, 初期开发成本约 8 亿美元。拥有 61 口油井, 1979 年开始油气开采, 平均日生产能力为 72000 桶原油和 1 亿立方英尺天然气, 输油管线直径 12in, 输气管线直径 16in。在 1989-1991 的扩展工程中, 又增加了 20 口油井。

Bullwinkle 导管架平台: 1988 年建成, 位于墨西哥湾 Green Canyon Block 65, 水深 412m。初期开发成本约 5 亿美元, 平台高 529m (从海底到火焰燃烧臂), 总重超过 77000t。平台拥有 60 口油井, 1989 年开始油气生产, 初期生产能力为日产 59000 桶原油和 1 亿立方英尺天然气, 管线直径 12in, 1996 年实施扩展工程后, 处理能力增加到日产 20 万桶原油和 3.06 亿立方英尺天然气。

### 2. 顺应式平台

与导管架平台相比, 顺应式平台可适用于更深的海域, 国外 20 世纪 60~80 年代曾出现顺应式平台的研究高潮, 但由于 TLP, SPAR 等其它优秀平台形式的迅速发展, 顺应式平台在深海中的实际应用很少。

Baldpate 顺应式平台: 1998 年 6 月建成, 位于墨西哥湾 Garden Banks 260, 水深 503m, 设计油井数量 18 口。拥有深水底部基础机构设计和将其在近海任何位置竖立起来的先进技术, 它是第一座没有钢索、铰接安装在接近海床的两个截面上的顺应式平台。

Petronius 顺应式平台: 位于墨西哥湾 Viosca Knoll Block 786, 水深 535m, 开发成本为 5.75 亿美元。2000 年投入生产, 日生产能力为 6 万桶原油和 1 亿立方英尺天然气。

### 3. 张力腿平台

世界上第一座张力腿平台 Hutton TLP 1984 年安装在北海 147m 水深处, 张力腿平台具有优越的整体性能和较高的商业价值。

Jolliet 张力腿平台: 1989 年建成, 位于墨西哥湾 Green Canyon Block 184, 水深 524m。平台基础采用桩基础形式, 首次将张力腿锚固在平台立柱外侧, 使张力腿的安装过程大大简化。

Snorre 张力腿平台: 1992 年建成, 水深 335m。位于挪威大陆架 Block 34/4, 拥有 22 口油井, 日生产能力可达 20.5 万桶原油。张力腿连接方式与 Hutton 相同, 都是张力腿上端与平台连接, 底端与桩基连接, 这种方式造价昂贵, 安装困难, 因此后来的张力腿设计都在柱外锚固。平台采用裙式重力基础, 第一次将混凝土基础作为大型的吸力锚, 比较适合软粘土海底地基。

Auger 张力腿平台: 1993 年建成, 位于墨西哥湾 Garden Banks Block 426, 水深 872m, 是该地区

第一座同时支持钻机和全部采油设备的平台。整个工程耗资约 11 亿美元, 平台高 1000m (从海底到钻探设备的定滑轮), 钢铁部分重量 39000 t, 可以同时承受速度为 225km/h 的飓风和其引起的 22m 高的巨浪的冲击。平台拥有 32 口油井, 钻探深度可达 7620m, 1994 年 4 月投入生产, 日产量可达 10 万桶原油和 3 亿立方英尺天然气, 初始管线直径为 12in, 经扩展后输油管线直径增加为 16in。

**Heidrun 张力腿平台:** 1995 年建成, 是世界上第一座混凝土张力腿平台, 位于挪威海域, 水深 350m。甲板尺寸为 150×80m, 可容纳 350 人。顶部重 63000 t, 日生产能力为 22 万桶原油和 500 万立方米天然气。平台地质为软粘土, 所以采用重力式吸力基础。

**Mars 张力腿平台:** 1996 年建成, 位于墨西哥湾 Mississippi Canyon Block 807, 水深 896 m。初期开发成本约 10 亿美元, 拥有 24 口油井, 设计生产能力为日产约 22 万桶原油和 2.2 亿立方英尺天然气, 随着以后该地区海底开发的进展还会增长, 输油管线直径 18/24 in, 输气管线直径 14 in。平台高 991 m (从海底到钻探设备的定滑轮), 钢铁部分重量约 36500 t, 可以同时承受速度为 225km/h 的飓风和其引起的波高 22m 的巨浪的冲击。

**Ram-Powell 张力腿平台:** 1997 年建成, 位于墨西哥湾 Viosca Knoll Block 956, 水深 980 m, 工程总投资约 10 亿美元, 拥有 20 口油井, 生产能力为日产 7 万桶原油和 2.6 亿立方英尺天然气, 输油管线直径 12 in, 输气管线直径 14 in。平台高 1088 m, 钢铁部分重约 41000 t, 可以同时承受飓风及其引起的巨浪。钻机钻井深度可达海底之下 5791 m, 平台底部位于海底的设备承受压力约 100 个大气压。

**Ursa 张力腿平台:** 1998 年建成, 位于墨西哥湾 Mississippi Canyon Block 809, 水深 1158 m。工程总成本约 14.5 亿美元, 拥有 12 口油井, 1999 年开始油气生产, 设计生产能力为日产 15 万桶原油和 4 亿立方英尺天然气, 输油管线直径为 18 in, 输气管线直径为 20 in。平台总排水量约 97500 t, 钢铁部分总重约 63300 t, 高 1306 m (从海底到钻探设备的定滑轮), 可以同时承受飓风及其引起的巨浪。

**Brutus 张力腿平台:** 2001 年建成, 位于墨西哥湾 Green Canyon Block 158, 水深 910 m。平台高 991 m (从海底到钻探设备的定滑轮), 可承受洋流、飓风及其引起的巨浪。工程耗资预期低于 7.5 亿美元, 拥有 8 口油井, 设计最大产量约为日产 10 万桶原油和 1.5 亿立方英尺天然气, 管线直径为 20in。

**Marlin 张力腿平台:** 2001 年建成, 位于墨西哥湾 Viosca Knoll Block 915, 水深 988m。工程耗资 5 亿美元, 日生产能力为 4 万桶原油和 2.5 亿立方英尺天然气。输油管线直径 10 in, 输气管线直径 14in。

#### 4. SPAR 平台

SPAR 平台分为两种: 传统 SPAR (Classic SPAR) 和桁架式 SPAR (Truss SPAR)。两者之间的不同在于桁架式 SPAR 不具有传统 SPAR 所具有的储存功能, 传统 SPAR 的壳体是一个吃水深的、中空的垂直圆筒, 而桁架式 SPAR 的壳体是一个吃水浅的、中空的圆筒与向下扩展的桁架结构的组合体。因此桁架式 SPAR 更轻, 更节约成本, 两者的运动性能基本一致。

**Neptune SPAR 平台:** 墨西哥湾地区第一座传统 SPAR 平台, 1996 年 12 月建成。位于墨西哥湾 Viosca Knoll 826, 水深 588 m。拥有 16 口采油井, 日生产能力为 25000 桶原油和 0.3 亿立方英尺天然气, 储量折合约 5000-7500 万桶原油。SPAR 直径 22 m, 顶端有效载荷 6600 t。

**Genesis SPAR 平台:** 传统 SPAR 平台, 1998 年 8 月建成, 位于墨西哥湾 Green Canyon 205A, 水深 789 m。日生产能力为 55000 桶原油和 0.72 亿立方英尺天然气。墨西哥湾地区第一座钻探、采油 SPAR 平台。SPAR 直径 37m, 有效载荷 19000 t。改革与创新技术: SPAR 就位后固定压载的安装; 提升管-壳体接点设计; 浮式张力提升管设计 (1 根钻探提升管, 2 根输出提升管, 16 根采油提升管); 水下桩锤; 深水沉降系统; 球形运动计算。

**King SPAR 平台:** 第一座拥有外壳部分和桁架部分 (与传统外壳结构相似) 的组合式 SPAR 平台 (Truss SPAR), 2001 年 4 月建成, 位于墨西哥湾 Mississippi Canyon 85, 水深 1646 m。日生产能力为 5 万桶原油和 2.5 亿立方英尺天然气。创新和先进技术: 桁架式 SPAR (SPAR 技术与固定外壳技术的结合) 和最深生产计划 (最深 2073 m); 采用管中管技术的钢铁悬链线提升管; 海底油井和生产多样化; 甲醇回收。

**Boomvang-Nansen SPAR 平台:** 桁架式 SPAR 平台, 2002 年 5 月建成, 油田位于墨西哥湾 East Breaks

112 和 643, 平台处水深 1100 m。日生产能力为 4 万桶原油, 创新技术: 单个多腔浮力筒; 节省空间的水面井口装置; 3 m 宽距调节器; 海底井口应力接合点的内部链索接合器 (为 107 m 额定钻探偏移误差设计); 所有顶端拉紧的提升管的张力监测; 为将来输入或输出管线直径可增加到 12in 预留的通过壳体的接头; 在 1128 m 水深处打桩; 在水深 1128 m 处停泊两艘起重驳船通过两个吊钩吊起甲板。

Diana-Hoover SPAR 平台: 传统 SPAR 平台, 油田位于墨西哥湾 East Breaks (EB) blocks 945 and 989, 平台处水深 1311 m。拥有 8 口采油井, 一口钻探井, 9 根钢铁悬链线提升管 (SCR), 日生产能力为 11 万桶原油和 3.25 亿立方英尺天然气, SPAR 直径 37 m, 长 215 m, 有效载荷为 29500 t。

## 5. 简易张力腿平台

简易张力腿平台具有张力腿平台同样的性质和功能, 但比张力腿平台更简便, 更灵活。

Morpeth 简易张力腿平台: 1998 年 9 月建成, 位于墨西哥湾 Ewing Banks 965, 水深 515 m。日生产能力为 35000 桶原油和 0.4 亿立方英尺天然气, 储量约为 7000 万桶原油。创新技术: 从概念设计到开始采油仅相隔两年时间; Atlantia SeaStar\* Mini-TLP 技术首次使用; JRM 首次设计和安装钢悬链线提升管; JRM 首次在墨西哥湾设计、采购和安装海底系统; 墨西哥湾地区首次使用深水非潜水管线旋塞; 墨西哥湾地区首次使用绝缘弹性流线; 首次在海底生产系统中实现从水面 TLP 移植来的盘绕管路系统访问技术。

Allegheny 简易张力腿平台: 1999 年 8 月建成, 油田位于墨西哥湾 Green Canyon 254, 297 & 298, 平台处水深 1009 m。拥有 5 口油井, 日生产能力为 25000 桶原油和 0.45 亿立方英尺天然气。创新技术有: 在 Mini-TLP 中使用锥形的钛压力接头悬置钢悬链线提升管 (SCR); 直线型水力/电动控制管缆中的高抗倒塌 (HCR) 软管技术; 从概念设计到开始采油仅用两年时间; 绝缘高压 4 in 流线钢悬链线提升管 (SCR); 提升管末端多样化 (REM); 可替换管网; 隔离提升管负荷到采油树和井口装置; 全油田关闭从平台清管; 允许提升管将来用作卫星井生产; 可拆卸式流线盘绕管路系统。

Typhoon 简易张力腿平台: 2001 年建成, 油田位于墨西哥湾 Green Canyon blocks 236 and 237, 平台处水深 640m。生产能力为日产 4 万桶原油和 0.6 亿立方英尺天然气。Typhoon 创造了墨西哥湾地区快速开发工程的标准, 从油田发现到平台建成仅隔 3 年时间, 从工程批准到试运行历时约 18 个月。工程预算 1.28 亿美元。

Prince 简易张力腿平台: 位于墨西哥湾 Ewing Bank Block 1003, 水深 442m。2001 年 9 月投入生产, 生产能力为日产 5 万桶原油和 0.8 亿立方英尺天然气。海底锚链系统: 24in 预应力筋腱提供重定位多功能特性和优秀运动特性。甲板: 三层, 5 万平方英尺, 可容纳一台 1200 马力钻机。海底连接: 4 座干式采油树; 到几口待钻探油井的连接。稳定性外型: 可抵挡 215km/h 的飓风和 12m 高的巨浪。

## 6. 其它类型平台

包括重力式平台和浮式采油系统中的半潜式平台等, 随着水深的增加, 重力式平台极少应用, 半潜式平台的运动性能和定位将难以满足作业要求, 故在此不作详细介绍。

Troll A 平台: 位于北海, 是世界上最高的重力式平台, 高 472m, 总重 105 万吨, 在水深 303m 和波浪最高达 30m 的条件下可持续工作 70 年。平台电力由陆上供应, 拥有世界上第一套全自动钻探设备, 陆上—海洋综合控制系统通过光缆将平台与陆上设备连接起来, 是挪威地区该类型平台中第一座可远程操作的平台。欧洲最大的气田, 拥有 40 口气井, 天然气储量约 1.4 万亿  $m^3$ , 占世界天然气探明储量的 1%, 输气管线直径 36in。

# (三) 深海采油平台设计中的关键问题和发展前景

## 1. 平台形式的选择

对开发者而言, 油气藏的价值并不在于油藏的水深, 而在于油田开采和输送的成本。深海平台形式的选择, 主要由油田条件而定, 主要的成本因素包括: 与油藏相关的成本, 如油田地震勘探、数据采集和分析等; 与油井相关的成本, 如钻井、固井、完井、测井等; 与生产相关的成本, 如开采设备、

开采方式等；与输送相关的成本，如管输（分输/混输）、船输等。

第一个因素，预开发成本，如激发地震、勘探和划界钻探，对以后开发计划的选择并没有什么真正的影响，但以后的大型投资会要求对油藏潜力的详细调查以降低风险。其它三个因素则需要在研究开发方案时综合考虑。油井相关成本随着平台形式的不同将相差很大，输送方案的选择也在一定程度上依赖于平台形式。所有类型的平台都对顶层结构的尺寸和重量敏感，因此在平台概念设计进行之前，对顶层设备进行最优化设计是很重要的。否则，选择了错误平台形式的可能性就会很大。

### (1) 油井相关成本

可分为三类：钻探和完井、采集系统、油井检查维护。钻井系统可分为两大类：固定安装在平台上的钻井系统和使用移动钻井单元（MODU）的独立系统。油井维护系统有着相同的分类，但有些油井维护是通过采集系统流线进行的。

平台固定钻井系统可以在任何时间工作，而且钻井的成本（在原计划之外的）是可承受的，因为钻机是平台设备的一部分。平台钻井在由转塔锚定的单体船上是不可行的。

独立移动钻井系统需要大量的海底安装、钻井和管路底盘、流线和控制管缆。在深水中，安装和维护这些设备的成本很高，并且油井检修需要移动钻机。

对于复杂的、有断层的油藏，拥有固定的钻井系统可以随时进行油井维护，可以直接访问油井，而不需要等待维修船的到来。

### (2) 平台形式比较

除了包括本文开始提到的几种平台形式外，也考虑其它一些采油方式的优缺点，如转塔固定的单体船，动态定位的浮式装置、单体船和半潜式平台。

导管架平台和重力式平台的成本随水深增加急剧增长，因此不适合用于深海。顺应式平台可用于稍深处，但仅有概念设计，缺少实际设计证明。

张力腿平台可以很好的支持钻探设备，能够承受很大的顶部载荷。它的主要优点有：1) 受限的水平运动和可忽略的垂直运动特性允许采用干式完井；2) 上层结构可以在造船厂分离建造，然后在安装地点组装；3) 具有油井维护能力；4) 没有锚固半径，可以使管线排列和海底设备安装最优化；5) 张力腿安装后平台的稳定性就可以得到保证。主要缺点是：1) 基础是一个不确定因素，依赖于海底土质和坡度等，可能导致高成本；2) 重新定位非常困难；3) 平台结构具有低固有频率，高频振动可导致张力腿疲劳使其使用年限减少。

SPAR 平台具有油井钻探、维护、油气处理和储存功能。具有结构简单、成本低的优点。

简易张力腿平台结合了张力腿平台和 SPAR 平台的优点，是为了以低成本开发小型深水油藏而研制的浮动小型张力腿平台。

半潜式平台可用于深海，但是当水深增加时，锚链系统的成本增长很快。在深度很大时，由推进器辅助的锚链系统更有效一些。钻探和海底维护在半潜式平台上是可行的。

单点系泊船广泛应用于具有少数油井的小油田，连接在转塔上的锚固系统使得它可以转动。单点系泊船具有储存功能，在船尾处将原油输送到油轮中，甲板上具有足够的空间安装处理设备。它最大的缺点是不具有钻井功能，不能直接访问油井。当需要注水或注气开采时，它的结构就需要变得很复杂，成本很高。

动态定位浮式装置的定位系统需要足够的动力供应来保证在任何天气条件下都能有效和安全，并且需要避免因管线损坏引起的环境污染。

### (3) 输送成本

天然气输送需要连接到岸上或其它平台的管线系统，有时需要冷凝输出系统。石油输送既可通过管线系统，也可通过油轮。张力腿平台、简易张力腿平台、SPAR 平台、半潜式平台支持深海中大直径的管线系统，在这方面张力腿平台具有优势，它支持张紧的、刚性的输出连接管，并且它的运动特性允许使用直接从平台甲板到海底的刚性连接管。

综上所述，在平台形式选择时，在详细了解油田资料后，可以遵循下面的步骤：

1) 决定平台需要哪些设备，如油气处理系统和相应设施、钻探设备、动力系统和员工生活设施。

- 2) 平台顶部结构尺寸和重量的估计。
- 3) 输送系统的选择。如通过管线输送还是输送到油轮, 如果输送到油轮, 则需要考虑储存能力。
- 4) 在分析比较不同平台方案的优缺点和成本后, 完成平台形式的选择。

## 2. 平台优化设计

在平台形式选定后, 需要对平台进行最优化设计, 其中平台结构动力响应的研究是一个老问题, 虽然进行了几十年的大量研究, 仍有一些问题难以解决。平台动力定位系统的研究是保证深水钻井作业的一个关键问题。此外, 深海采油平台设计中的研究领域还包括平台的流体动力载荷确定, 结构强度与有限元技术, 结构疲劳与断裂, 结构可靠性与风险管理, 智能材料与智能技术的应用, 冰对结构的作用, 平台改造与维修等。

## 3. 深海平台发展前景

在未来的深海油气开发中, 尤其是极深水海域, 张力腿平台和 SPAR 平台将作为主要的平台形式得到广泛的应用。简易张力腿平台作为多用途的、卫星式的或前期采油平台也将具有广阔的发展前景。因此, 建议我国深海采油平台研究着重于上述三种平台。

## (四) 结论和讨论

通过以上情况介绍和分析, 可以看出:

(1) 国外深水平台发展很快, 水深范围不断扩大, 跟踪、学习、发展深海平台技术对我国海洋油气开发具有重要意义。

(2) 深海平台优化设计中还存在许多重要的科学和技术问题需要研究和解决, 特别是平台结构的流体动力响应问题、柔性结构的流固耦合问题是值得重点研究的问题。

(3) 张力腿平台、SPAR 平台和简易张力腿平台将在未来的深海油气开发中, 得到越来越广泛的应用。因此, 我国深海采油平台研究的重点应放在这三种平台上。

## 参 考 文 献

- [1] 段梦兰, 陈永福, 李林斌, 张继春, 包小兵, 周立伟: 海洋平台结构的最新研究进展—第 9 届 ISOPE 大会报告综述, *海洋工程*, 2000, 18 (1): 86-90。
- [2] 董艳秋, 胡志敏, 张翼: 张力腿平台及其基础设计, *海洋工程*, 2000, 18 (4): 63-68。
- [3] 鲍莹斌, 李润培, 顾永宁: 张力腿平台研究领域和发展趋势, *海洋工程*, 1998, 16 (4): 17-26。
- [4] 吴应湘, 郑之初, 李东晖, 马艺馨, 劳力云: 深水张力腿平台设计中的流体动力学问题, *中国海洋平台*, 2000, 2: 12-15。
- [5] Jose Carlos Lima de Almeida, Carlos Gomes Jordani, Ronaldo Rosa Rossi, Richard David Schachter. The Development and Application of a Design Methodology for the Concept Design of Tension Leg Platforms (TLPs) Using Non-Dimensional Parameters. *OMAE2001/OIN-1242*:697-705.
- [6] M.H.Kim, Arcandra, Y.B.Kim. Variability of Spar Motion Analysis Against Design Methodologies/Parameters. *OMAE2001/OIN-1064*:153-162.
- [7] S.Sreekumar, S.K.Bhattacharyya, V.G.Idichandy. Coupled Dynamics of SeaStar Mini Tension Leg Platform Using Linear Diffraction-Radiation Theory. *OMAE2001/OIN-1074*:203-210.

# **The Developing Situation and Key Problems in Design of Deepwater Platform**

WU Ying-xiang LI Hua ZENG Xiao-hui

(Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

## **Abstract**

With the rapid development of offshore petroleum and gas drilling and production, deepwater platforms are widely used nowadays. The maximum depth of deepwater platform in offshore oil exploitation has been up to more than 2000 meters abroad, and the depth will reach about 500~1500m in the next five to ten years in China. In order to meet the challenge and fulfill the demand of offshore development, it is necessary to understand the construction and operation conditions of deepwater development platforms all over the world.

This paper addresses the recent development and state of arts of world deepwater production platforms, and also analyzes the existing advantages and shortcomings in their designs. The whole understanding of present development situation in this issue will be important and beneficial to the construction of domestic deepwater production platforms.

**Key words:** TLP; SPAR platform; deepwater structure; offshore oil and gas development