

文章编号:1008-2336(2005)02-0086-07

种类繁多的世界海洋油气生产系统

钱亚林

(中国石化 上海海洋油气分公司 研究院, 上海 200120)

摘 要:海洋油气开发越来越受到世界各国的重视,其占世界能源总产量的比重也在逐年提高,在近十年发现的大型油气田中,海洋领域约占 60%,海洋石油勘探开发已被纳入世界各大石油公司的重要发展战略。但是海上油气田开发具有高投入、高风险、高科技、高收益等特点,因此,合适的生产设施和生产技术是减少海上油气生产投入的重要部分。为此,世界各大石油公司研制开发了适合不同海域、不同海况和不同产量的海上生产系统。尤其是近年来,在固定式导管架生产系统占主导地位的基础上,研制开发了具有广阔前景的浮式生产系统,不仅能适应深水、超深水油气生产,同时也能适应浅水生产的需要。

关键词:海洋油气;固定式平台;浮式平台;油轮式生产系统;FPSO

中图分类号:TE951

文献标识码:A

1 海上生产平台概述

随着海洋石油钻井在 20 世纪 40 年代初起步以来,海洋石油的开发也就紧随其后蓬勃发展起来。经过 60 多年的研究和发展,海洋石油的开发

从浅滩发展到目前的 2000m 以上的深水及超深水开发,从早期的简易设施发展到目前的大规模、复杂的生产设施、深水立管及水下完井系统。生产设施更是类型众多以适应不同的海况(见图 1)、不同的生产能力,从而获取最佳的经济效益。

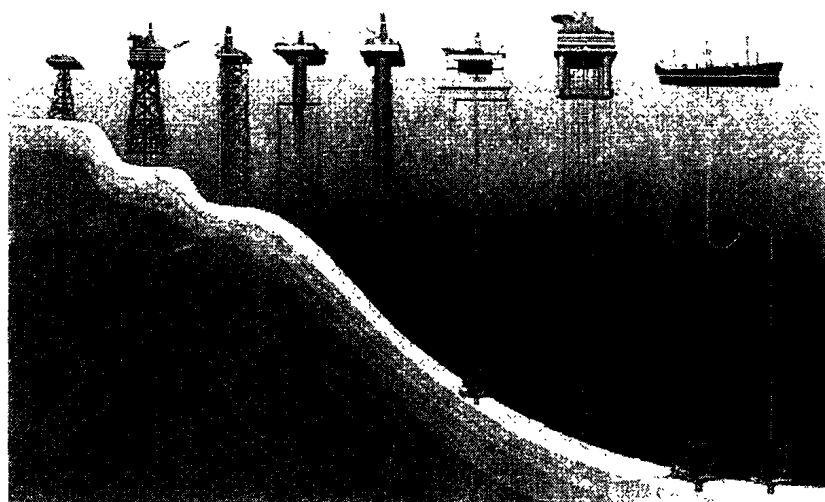


图 1 种类繁多的海洋油气生产设施

Fig.1 Various offshore oil & gas development systems

收稿日期:2005-01-10;改回日期:2005-02-24

作者简介:钱亚林(1964-),男,工程师,华东石油学院(现中国石油大学)机械系矿场机械专业毕业,现主要从事海洋工程、机械设计工作。

石油生产设施是海洋石油开发的核心,目前先进的海洋石油生产设施具有油气处理、储存、注水(气)和转运等功能。按照海洋水深的变化,海洋石油生产设施可分为固定式和浮式两大类。其中浮式生产系统可分为半潜式生产系统和油轮式生产系统。

2 固定式平台生产系统

固定式平台系统(见图 2)包括了油气生产处

理设施、生活模块、动力模块、公用模块、钻机模块等。一般情况下油气经平台处理后通过海底输油气管线(分输或混输)输送到陆上天然气处理厂、原油中转站,或原油经储油轮外输、天然气经加工成 LNG、CNG 外输。

2.1 座底式平台系统

座底式平台系统(见图 3)适用于离海岸线近的浅滩地带,一般在 20m 水深以内。我国渤海就有许多这样的生产处理平台。这类平台具有稳定性好、结构简单、制造费用低廉、上浮迁徙等优点。

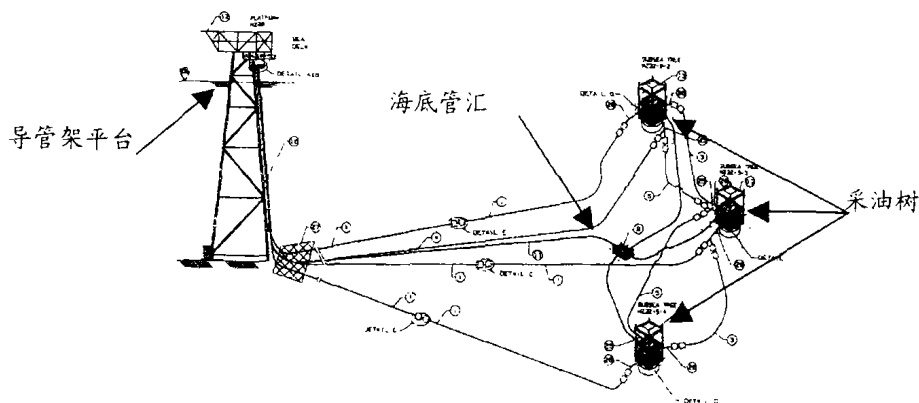


图 2 固定式平台生产系统

Fig. 2 Fixed oil & gas development systems

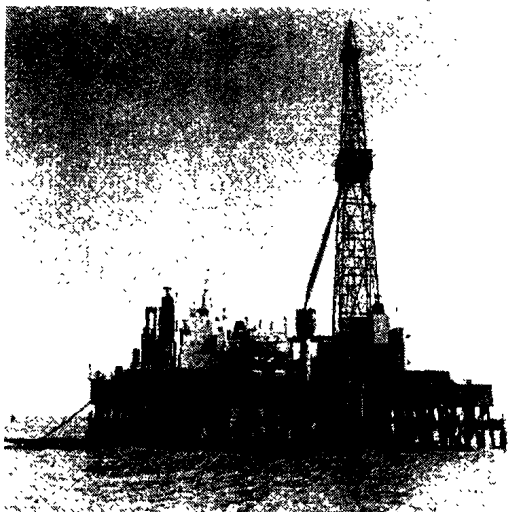


图 3 座底式平台

Fig. 3 Seated platform

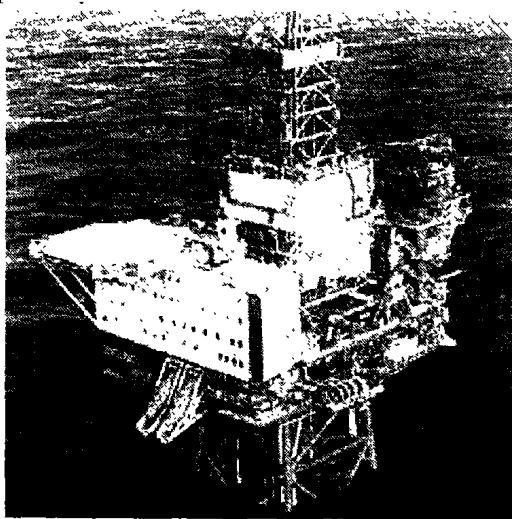


图 4 导管架式生产平台

Fig. 4 Fixed platform

2.2 导管架式平台系统

导管架式平台系统(见图 4)是海洋油气开发的主力军,这种平台具有稳定性好、操作方便、技术成熟、较大的甲板承载能力等特点,但不能移动、再利用率低,目前大多用于水深在 250m 之内、整装油气田的开发。

这类平台曾创造了水深达 412.4m 的使用记录^[1],那是 1991 年由 Shell 公司在墨西哥湾的

Bullwinkle 油田创造的。我国东海已投产的平湖油气田、正在开发的春晓气田群都采用这种生产平台。

2.3 自升式平台系统

有的油田使用自升式钻井平台(见图 5)钻完井后,考虑到各种因素将钻井平台的许多钻井设备替换成油气生产处理设备,该平台由此就变成了原油生产处理平台。其他附加设施如同导管架生产平台一样。

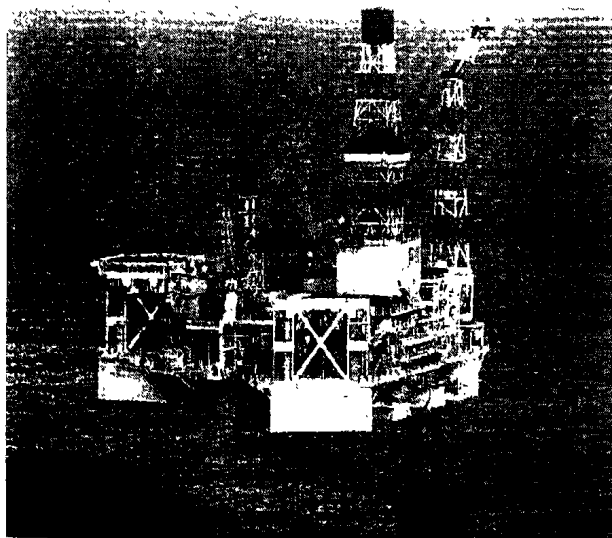


图 5 自升式平台系统

Fig. 5 Jack-up platform

2.4 柔性塔平台系统

柔性塔平台系统(见图 6)采用插入海底的塔式结构支撑上部结构,支撑塔可随风浪产生一定幅度的摇摆,因此有的采用绷绳限制其摇摆的幅度,提高平台的抗风浪能力。

这类平台适应水深可达 534.6m¹。目前在墨西哥湾、安哥拉水域有 4 座这样的平台。

3 半潜式浮式生产系统

浮式生产系统(见图 7)是上世纪 70 年代发展起来的。主要开采方式是原油经平台处理后储存于 FSO(浮式储卸油轮)上,再由穿梭油轮输送到原油中转站;生产的天然气经海底输气管线输

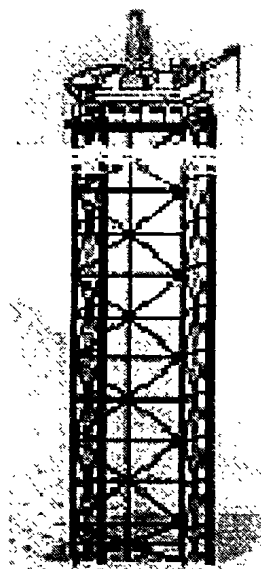


图 6 柔性塔平台

Fig. 6 Compliant tower

送至陆上天然气处理厂。在许多海域,浮式生产系统越来越趋向多井位、多油田开发,作为油气开发生产的枢纽。

3.1 半潜式平台生产系统

就平台外型来看,半潜式平台生产系统(见图 8)与半潜式钻井平台基本相同,但其内部设备是油气处理、转运等设备。由于平台具有良好的抗风浪能力和稳定性,这种生产平台已成为 2000m 以上深水油气生产的首选生产系统之一。它有传统式锚泊定位系统和动力定位系统两种平台定位方式。

1975 年 Hamilton 公司在英国北海的阿盖尔(Argyll)油田首先使用半潜式平台生产系统,水

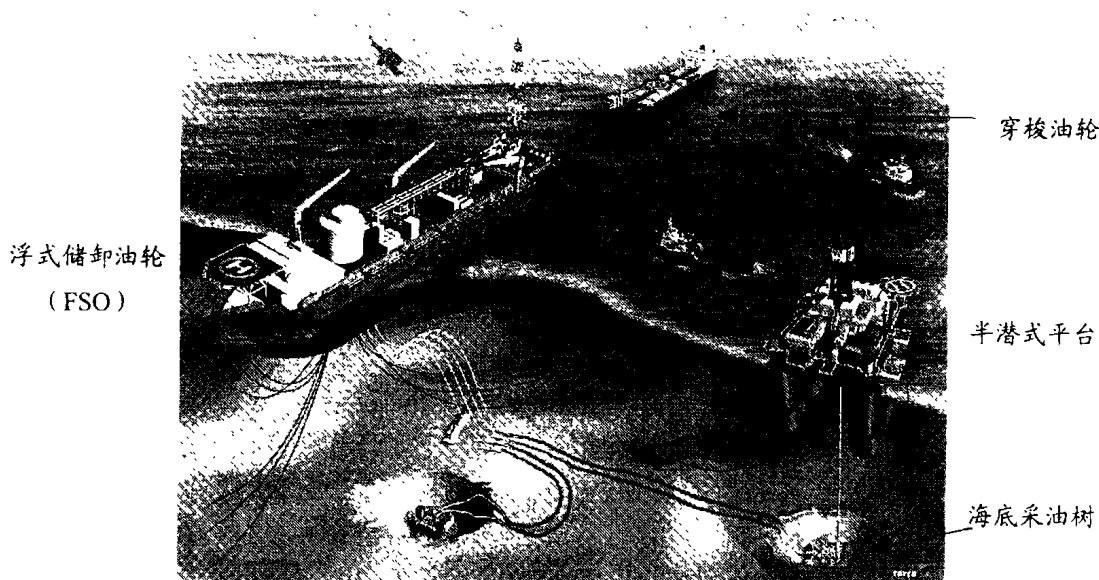


图 7 浮式生产系统

Fig. 7 Floating oil & gas development systems

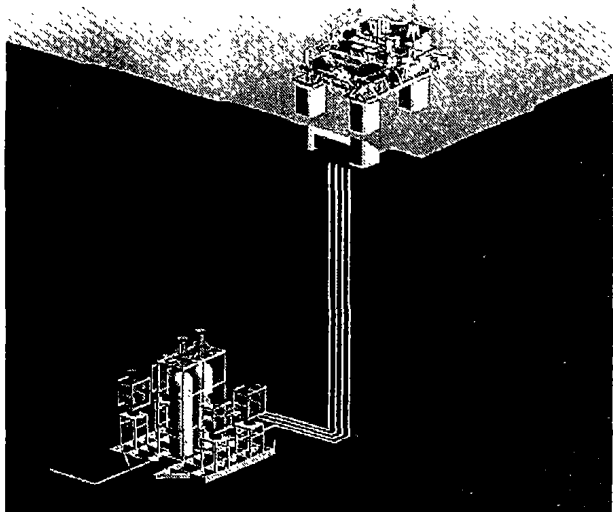


图 8 半潜式平台生产系统
Fig. 8 Semi-submersible platform

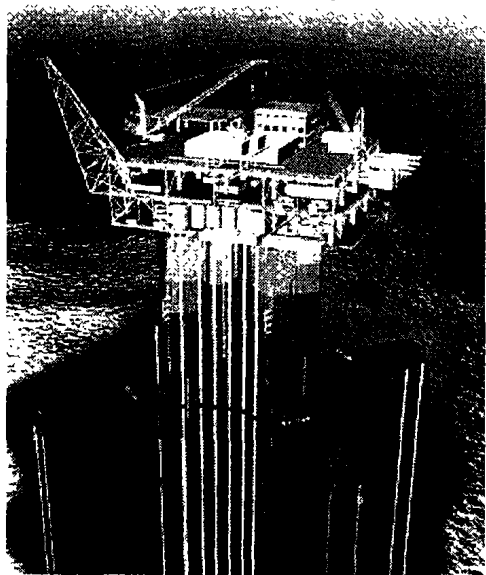


图 9 小型张力腿平台
Fig. 9 Mini-TLP platform

深为 80m。

目前,在建的半潜式平台生产系统,设计适应水深已达 2146m^[1],将安装在墨西哥湾,是迄今为止水深最深的生产系统^[2],将于 2006 年投入使用。

3.2 张力腿平台生产系统

张力腿平台^[3,4,5]除了定位是由平台底下的多条张紧腿(即张力腿)承担以外,其余部分基本与半潜式平台生产系统相同。有传统式张力腿平台和小型张力腿平台(见图 9)之分。目前这种生产平台受到不少油公司的青睐,能在 1000m 以上深水海域工作。最深的达到了 1432m 水深^[1]。

3.3 柱状平台生产系统

柱状平台生产系统^[6]是一种比较新型的浮式生产系统,它的上部甲板部分与半潜式平台等

生产系统一样,主要不同是其在水下的巨型柱状浮筒,一般该柱状浮筒的直径近 30m,浸没于水中部分大于 150m,依靠锚泊定位。由于这类平台在水下部分深,所以最大的优点是抗风浪能力强,稳定性好,是将来深水油气开发值得关注的生产平台。

该类平台 1996 年由 Oryx (Kerr-McGee) 公司在墨西哥湾的 Neptune 油田首先使用,水深为 588m。

柱状平台分为柱状垂荡板平台(见图 10)和柱状基底平台。

现在应用广泛的是柱状垂荡板平台,因为这种平台设计的垂荡板能有效地减少平台上下垂荡。世界上该类平台开发水深最深的地区是墨西哥湾,其水深达 1710m^[1]。

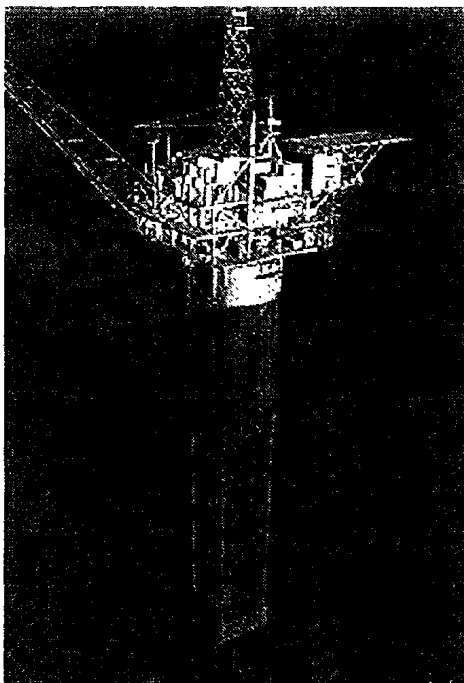


图 10 柱状垂荡板平台
Fig. 10 Truss-Spar platform

4 油轮式浮式生产系统

油轮式浮式生产系统(见图 11)就是由新建或油轮改造而成的浮式生产系统(FPSO)。主要开采方式是原油经处理后储存于 FPSO 上,再由穿梭油轮输送到原油中转站;生产的天然气经海底输气管线输送至陆上天然气处理厂。

1977 年 Shell 公司在西班牙的地中海 Castellon 油田首先使用 60000t 油轮作为 FPSO,

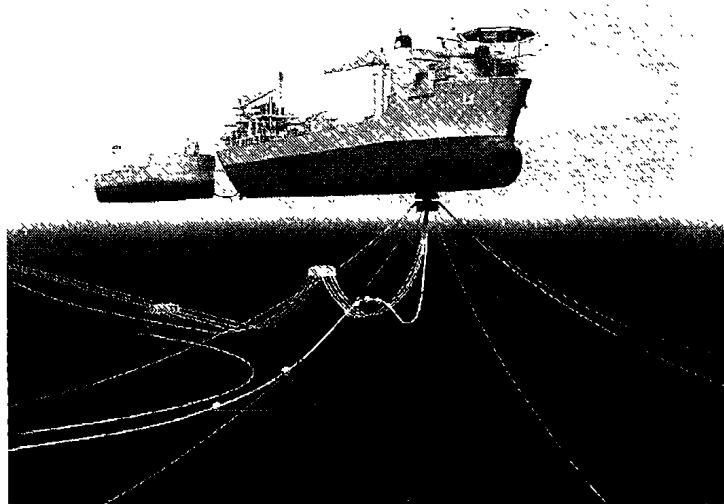


图 11 油轮式浮式生产系统

Fig. 11 Oil & gas development systems of vessel

水深 117m。从此在北海、墨西哥湾、东南亚、巴西、西非等地区开始广泛应用集生产、储油、卸油功能于一身的 FPSO。现在水深最深的 FPSO 达到 1853m^[3], 而最浅的仅有 20m。

4.1 传统锚泊 FPSO 系统

传统锚泊 FPSO 系统(见图 12)是一种用于浅水海域的油轮式浮式生产系统, 利用多点或单点锚泊系统定位。

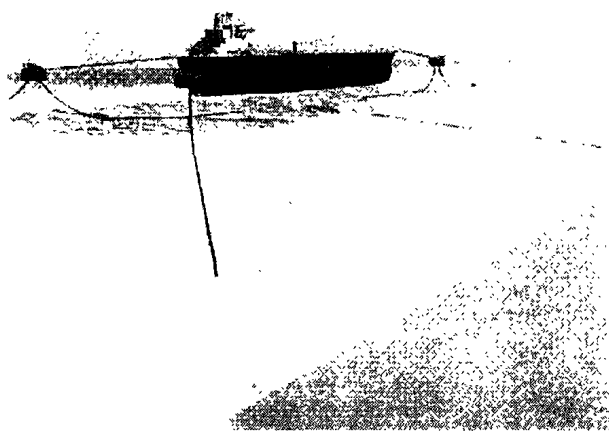


图 12 传统锚泊 FPSO

Fig. 12 Conventional buoy mooring system

4.2 内转塔式 FPSO

内转塔式 FPSO^[2](见图 13)的船体内安装有一个转塔, 转塔上部为流体旋转头, 锚链平台在转塔的底部。从海底而来的油气经管线到达转塔, 然后输送到船体进行处理储存、转运。内转塔式 FPSO 适应于深水作业。

4.3 外转塔式 FPSO

外转塔式 FPSO^[2](见图 14)的转塔流体旋转头和锚链平台安装于转塔船头的大眼板上, 也就

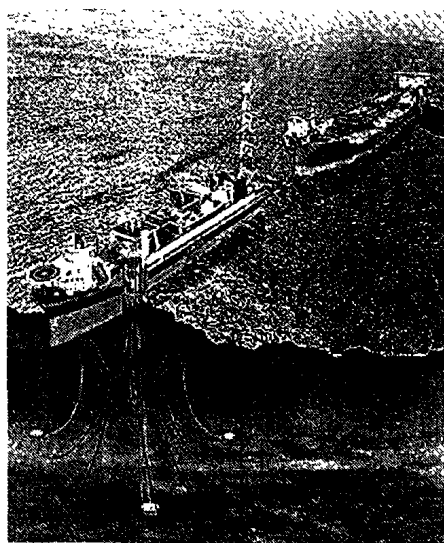


图 13 内转塔式 FPSO

Fig. 13 Internal turret mooring system

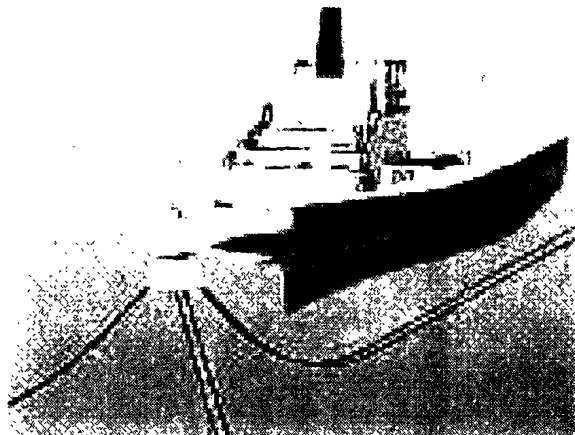


图 14 外转塔式 FPSO

Fig. 14 External turret mooring system

是转塔安装在船体的外面,其余和内转塔式FPSO相同。

国内所采用的FPSO均为这种类型,因为外转塔式FPSO适应于相对较浅的水域作业。建造费用要比内转塔式FPSO低,特别是由旧油轮改建而成的FPSO。

4.4 其他FPSO

其他FPSO还有软管转塔式FPSO、浮块转

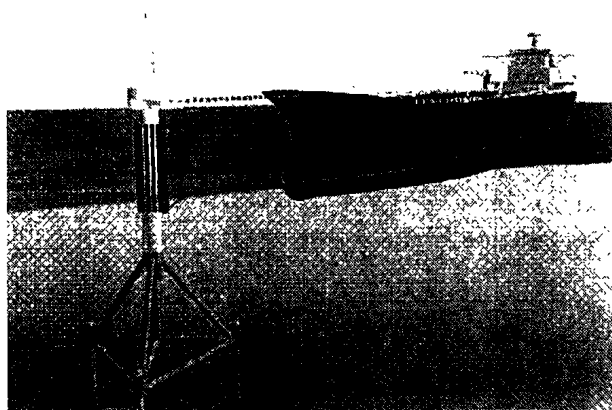


图15 塔型缆绳式FPSO

Fig. 15 Tower wishbone system

塔式FPSO、叉型塔式FPSO、水下叉型塔式FPSO、塔型缆绳式FPSO等。图15为塔型缆绳式FPSO,是一种用于浅水的FPSO系统。

5 适应东海油气开发的油气生产系统类型

世界海洋油气开发正方兴未艾,各种各样的油气生产平台层出不穷,而且趋向深水和超深水发展。

我国在渤海海域、南海北部和东海的开发也如火如荼。就东海而言,目前采用的都是导管架式生产平台。根据东海的海况条件及生产井的数量等合理投入考虑,在生产井较少时可以考虑采用水下完井依托现有的平湖、春晓油气田群导管架中心处理平台合作开发(见图16)或FPSO(新建或旧油轮改建)开发方式;在生产井较多时可以考虑采用简易井口平台依托现有的平湖、春晓油气田群导管架中心处理平台合作开发或FPSO(新建或旧油轮改建)开发方式(见图17)。

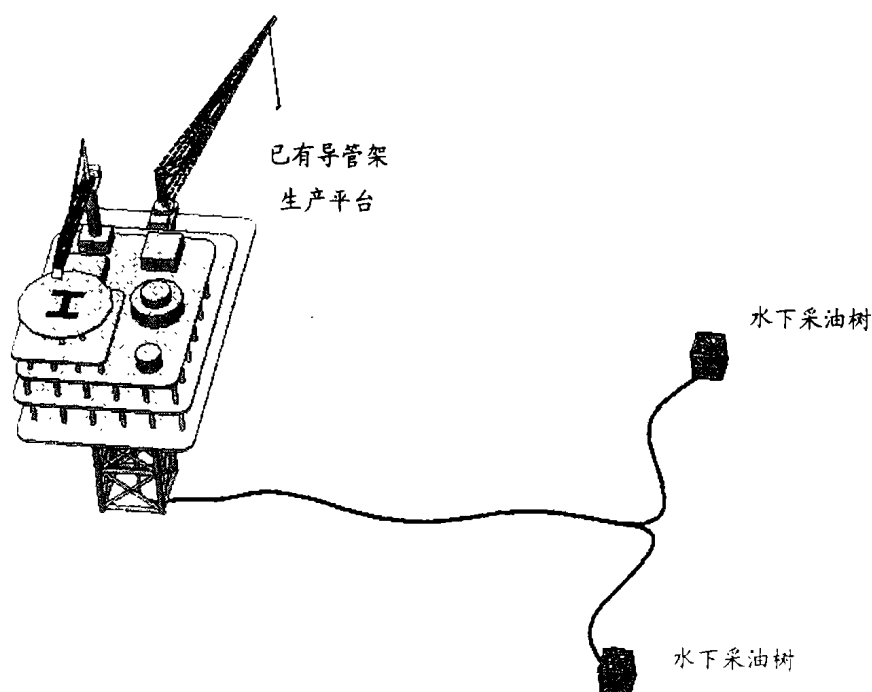


图16 水下完井与已有导管架平台

Fig. 16 Subsea completion and fixed platform development system

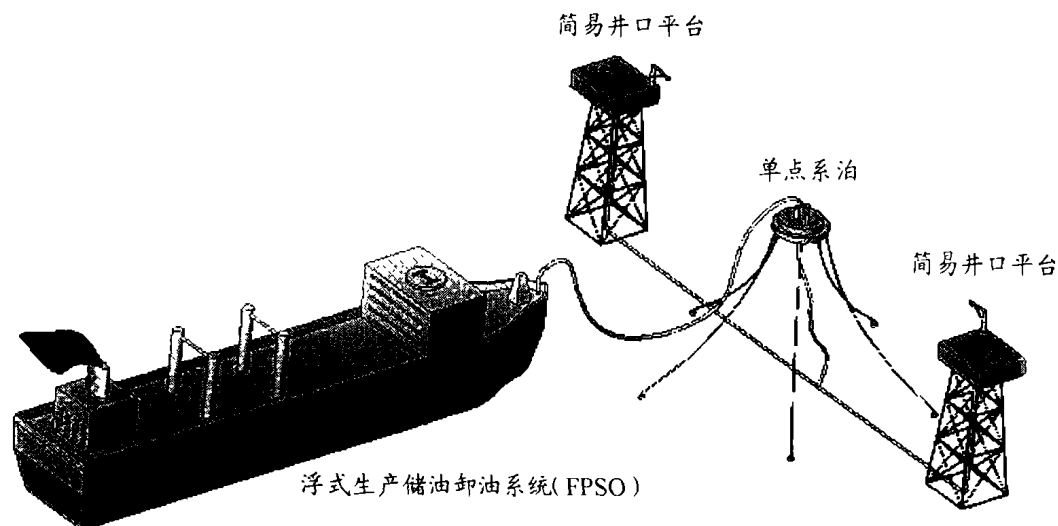


图 17 简易井口平台和 FPSO

Fig. 17 Minimum wellhead platform and FPSO development system

参考文献:

- [1] E. Kurt Albaugh, P. E. Tillie Nutter, et al. 2003 Offshore Oil & Gas Industry Deepwater Solutions & Records for Concept Selection[J]. World Oil, 2003, 224(4).
 [2] 罗永. 世界油气开采中的 FPSO[J]. 中国造船, 2003, 44.
 [3] 吴应湘, 李华, 曾晓辉, 等. 深海采油平台发展现状和设计中的

的关键问题[J]. 中国造船, 2002, (43).

- [4] 凌奇. 小型张力腿平台——经济有效的深水开发手段[J]. 中国造船, 2002, (43).
 [5] 张智, 董艳秋, 唐友刚, 等. 1990 年世界 TLP 平台的发展状况[J]. 中国海洋平台, 2003, 19(2).
 [6] 徐琦. Truss Spar 平台简介[J]. 中国造船, 2002, (43).

Various World Offshore Oil & Gas Production Systems

QIAN Ya-lin

(Institute of Shanghai Offshore Oil & Gas Company, SINOPEC, Shanghai 200120, China)

Abstract: The world has attached more and more importance to the offshore oil & gas production, and the total production raised quickly. The large oil field have been found in ten years nearly account for 60% on offshore. Offshore oil & gas exploration and development have become part of the strategic development of all oil companies in the world. Offshore production is characteristic of high investment, high risk, high technology and high benefit. Therefore adapted development system and technology is important to reduce investment of offshore production. Now the world large companies have developed kinds of development system to adapt to different ocean, different offshore condition and different output. Especially in the last few years, floating production system has been, which not only adapted to deep water production, but also adapted to shallow water production.

Key words: Offshore oil & gas; fixed platform; floating production platform; FPSO