

第一篇 海上油气田生产与集输

第一章 海上油气田生产系统

第一节 海上油气生产与集输

一、海上油气田生产的特点

海上油气田的生产就是将海底油（气）藏中的原油或天然气开采出来，经过采集、油气水初步分离与加工，短期的储存，装船运输或经海管外输的过程。

由于海上油气的生产是在海洋平台上或其它海上生产设施上进行，因而海上油气的生产与集输，有其自身的特点。

1. 海上生产设施应适应恶劣的海况和海洋环境的要求

海上平台要经受各种恶劣气候和风浪的袭击，经受海水的腐蚀，经受地震的危害。为了确保海洋平台的安全和可靠地工作，因此对海上生产设施的设计和建造提出了严格的要求。

2. 满足安全生产的要求

由于海上采出的油气是易燃易爆的危险品，各种生产作业频繁，发生事故的可能性很大。同时受平台空间的限制，油气处理设施、电气设施、人员住房可能集中在同一平台上，因此对平台的安全生产提出了极为严格的要求。要保证操作人员的安全、保证生产设备的正常运行和维护。

安全系统包括：火气探测与报警、紧急关断、消防、救生与逃生。

海上生产设施的安全系统以自动为主，手动为辅。

3. 海上生产应满足海洋环境保护的要求

油气生产过程对海洋的污染：一是正常作业情况下，油田生产污水以及其它污水的排放；另一是各种海洋石油生产作业事故造成的原油泄漏。因此，海上油气生产设施应设置污水处理设备，使之达标排放，还应备有原油泄漏的处理设施。

4. 平台上的设备更紧凑、自动化程度更高

由于平台规模大小决定了投资的多少，因此要求平台上的设备尺寸要小，效率高，布局要紧凑。

对于某些浮式生产系统上的设备来说，还要考虑船体的摇摆对油气处理设备的影响。

另外由于平台上操作人员少，因而要求设备的自动化程度高，一般都设置中央控制系统来对海上油气集输和公用设施运行进行集中监控。

5. 要有可靠、完善的生产生活供应系统

海上生产设施远离陆地，从几十公里到上百公里不等，因此必须建立一套完善的供应系

统以满足海上平台的生产和生活需求。

一般情况下，陆上要建立对海上设施的供应基地，供应基地的大小与海上生产设施的规模有关。供应的方式一般有两种：一是供应船向海上平台提供供给；二是直升飞机向平台运送物资和人员。供应船是向平台供给的主要工具。

供应船向平台提供生产作业用物资、生产/生活用水、燃料油、备品备件以及操作人员等。

直升飞机主要向平台运送人员以及少量急需的物资，并向平台人员提供紧急救助服务。

为了接收和储备生产物资和生活用品，海上生产设施要配备以下相关的设备和装置：

起吊物资和人员用的吊机、供应船靠船件、供直升机起降用的停机坪、储备和输送燃料油和淡水的储罐和输送泵、储藏备品备件的库房等。

一般情况下，海上生产辅助设施应有 7~10 天的自持能力，以保证正常的生产运行和人员生活。

6. 独立的发电/配电系统

海上生活设施的电气系统不同于陆上油田所采用的电网供电方式，海上油田一般采用平台自发电集中供电的形式。

一般情况下，海上平台利用燃气透平驱动发电机发电，并通过配电盘将电源送到各个用电场所，平台群中平台间的供电是通过海底电缆实现的。

发电机组的台数和容量应能保证其中最大容量的一台发电机损坏或停止工作时，仍能保证对生产作业和生活用的电气设备供电。

除主发电机外，有些平台还设置备用发电机组，以满足连续生产的需要。

为确保生产和生活的安全，平台上设有独立的应急电源，应急电源包括：应急发电机、蓄电池组和交流不间断电源（UPS）。

应急发电机设置的作用是，当主发电机出现故障或发生应急关断时，满足消防、应急照明等设备的需求。

应急发电机应在主电源失效的情况下，确保 4s 之内自动启动和供电，供电时间为 18h。

7. 可靠的通讯系统是海上生产和安全的保证

通讯系统对于海上安全生产是必不可少的，它的主要任务是在油田生产过程中，保证平台与外界、平台与平台之间以及平台内部能够进行有效地、可靠地通讯联系，使海上生产安全有效地运行。

同时，为避免过往船只对平台的碰撞，平台上设置了雾笛导航系统，当海上有雾时，雾笛鸣响；当夜晚降临时，航行灯向周围海域平射出光束，表示出平台的位置和大小。

二、海上油气集输系统

海上油气田的集输系统要根据采油方式、油品性质以及投资回收等问题进行确定，本章仅介绍一种典型的原油集输系统。

1. 油气的开采和汇集

海上油气的开采方式与陆上基本相同，分为自喷和人工举升两种。

目前国内海上常用人工举升方式为电潜泵采油。

由于电潜泵井需进行检泵作业，因此平台上需设置可移动式修井机进行修井作业，或用自升式钻井船进行修井。

采出的井液经采油树输送到管汇中，管汇分为生产管汇和测试管汇。

测试管汇分别将每口井的产出井液输送到计量分离器中进行分离并计量。

一般情况下，在计量分离器中进行气液两相分离，分出的天然气和液体分别进行计量。液相采用油水分析仪测量含水率，从而测算出单井油气水产量。

生产管汇是将每口油井的液体汇集起来，并输送到油气分离系统中去。

2. 油气处理系统

从生产管汇汇集的井液输送至三相分离器中，三相分离器将油、气、水进行初步分离。

分离出的原油因还含有乳化水，往往需要进入电脱水器进一步破乳、脱水，才能使处理后的原油达到合格的外输要求。

分离出的原油如果含盐量比较高，会对炼厂加工带来危害，影响原油的售价，因此有些油田还要增加脱盐设备进行脱盐处理。

为了将原油中的轻烃组分脱离出来，降低原油在储存和运输过程中的蒸发损耗，需要进行原油稳定，海上油田原油稳定的方法采用级次分离工艺，最多级数不超过三级。

处理合格的原油需要储存。储存的方法一般有两种：一是在平台建原油储罐，另一种是在浮式生产储油轮的油舱中储存。一般情况下，海上原油的储存周期为7~10天。

储存的合格原油经计量后可以用穿梭油轮输送走，也可以建长距离海底管线直接输送到陆上。

分离器分离出的天然气进入燃料气系统中，燃料气系统将天然气脱水后分配到各个用户。平台上的用户一般为：燃气透平发电机、热介质加热炉、蒸气炉等。对于某些油田来说，天然气经压缩可供注气或气举使用。低压天然气可以作为密封气使用，也可以用做仪表气。多余的天然气可通过火炬臂上的火炬头烧掉。

分离器分离出的含油污水进入含油污水处理系统中进行处理。

3. 水处理系统

水处理系统包括含油污水处理系统和注水系统。常规的含油污水处理流程为：从分离器分离出来的含油污水首先进入斜板隔油器中进行油水分离，然后进入气浮选器进行分离，如果二级处理后仍达不到规定的含油指标时，可增设砂滤器进行三级处理，处理合格后的污水排海。

近年来发展了水力旋流器处理含油污水。水力旋流器处理量大，占地面积小而得到广泛使用，但对于高密度稠油油田的含油污水处理效果不好。

注水系统从注水的来源不同而分为三类：注海水、注地层水和污水回注。

海水注水系统是海洋石油生产的一大特色。海水通过海水提升泵抽到平台甲板上，经粗、细过滤器过滤掉悬浮固体，再进入脱氧塔中脱去海水中的氧，脱氧后的海水经增压泵，注水泵注入到地层中去。

近年来由于环境保护的要求，经处理后的含油污水也回注到地层中去。

水源井注水是从采水地层，利用深井泵将地层水抽出，经粗、细过滤器滤掉悬浮颗粒达要求后，经注水泵将地层水注入到油层中。

三、海上油气田生产辅助系统

海上油气田生产辅助设施有别于陆上油田，考虑到海上设施远离陆地，海上运输的困难，需要设置相应生产辅助系统。

海上生产辅助系统包括：①安全系统；②中央控制系统；③发电/配电系统；④仪表风/工厂风系统；⑤柴油、海水和淡水系统；⑥供热系统；⑦空调与通风系统；⑧起重设备；⑨

生活住房系统；⑩排放系统；⑪放空系统；⑫通信系统；⑬化学药剂系统。

第二节 海上油气田生产设施

一、海上生产设施的类型

海上生产设施是指建立在海上的建筑物。由于海上设施是用于海底石油开发及采油工作，加上海洋水深及海况的差异、油藏面积的不同、开采年限不一，因此海上生产设施类型众多。基本上可分为三大类：海上固定式生产设施、浮式生产设施及水下生产系统。在此三大类中又可细分如下：

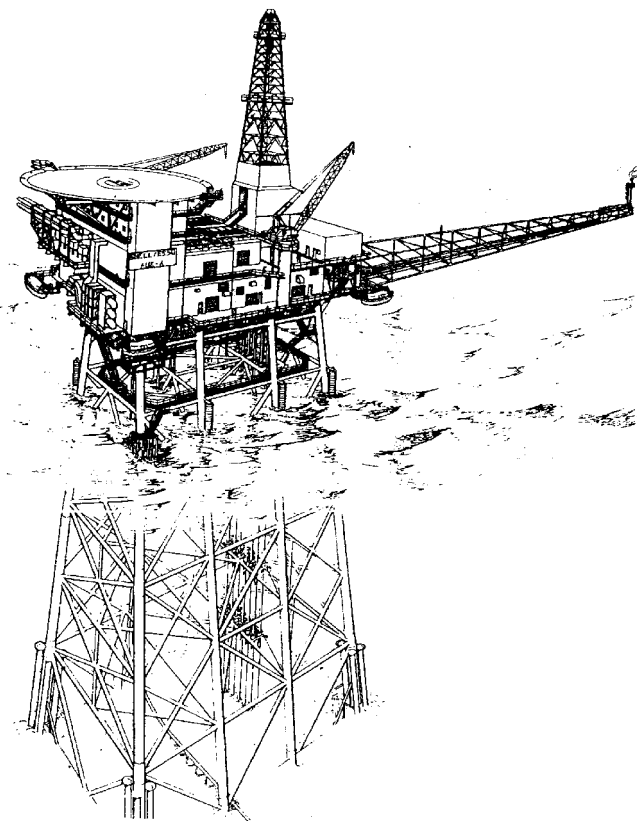
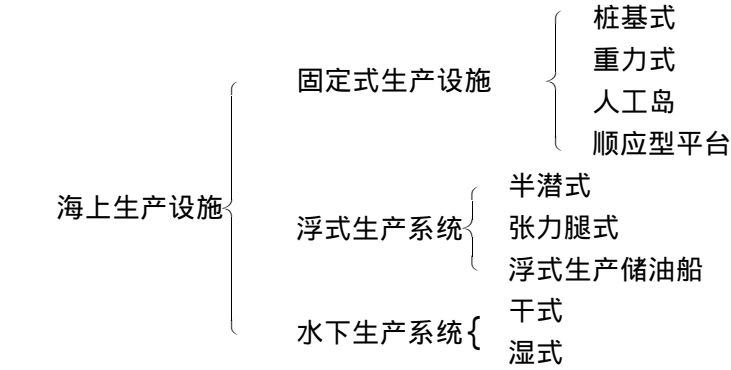


图 1-2-1 桩基式固定平台

典型的海上生产设施如图 1-2-1 至图 1-2-7 所示。

1. 固定式生产设施

固定式生产设施是用桩基、座底式基础或其它方法固定在海底，并具有一定稳定性和承载能力的海上结构物。海上固定式生产设施有各种各样的形式，按其结构形式可分为桩基式平台、重力式平台和人工岛以及顺应型平台；按其用途可分为井口平台、生产处理平台、储油平台、生活动力平台以及集钻井、井口、生产处理、生活设施于一体的综合平台。

(1) 桩基式固定平台

桩基式固定平台通常为钢质固定平台，是目前海上油（气）生产中应用最多的一种结构形式。

1) 钢质固定平台的结构形式

钢质固定平台中最多的导管架式平台，主要由四大部分组成：导管架、桩、导管架帽和甲板模块。

但在许多情况下，导管架帽和甲板模块合二为一，所以这时仅为三部分。如图 1-2-8 所示。

①导管架：系钢质桁架结构，由大直径、厚壁的低合金钢管焊接而成。钢桁架的主柱（也称大腿）作为打桩时的导向管，故称导管架。其主管可以是三根的塔式导管架，也有四柱式、六柱式、八柱式等，视平台上部模块尺寸大小和水深而定。导管架腿之间由水平横撑与斜撑、立向斜撑作为拉筋，以起传递负荷及加强导管架强度作用。

②桩：导管架依靠桩固定于海底，它有主桩式，即所有的桩均由主腿内打入；也有裙桩式，即在导管架底部四周布置桩，裙桩一般是水下桩。

③导管架帽：导管架帽是指导管架以上，模块以下带有甲板的这部分结构。它是导管架与模块之间的过渡结构。

④模块：也称组块。由各种组

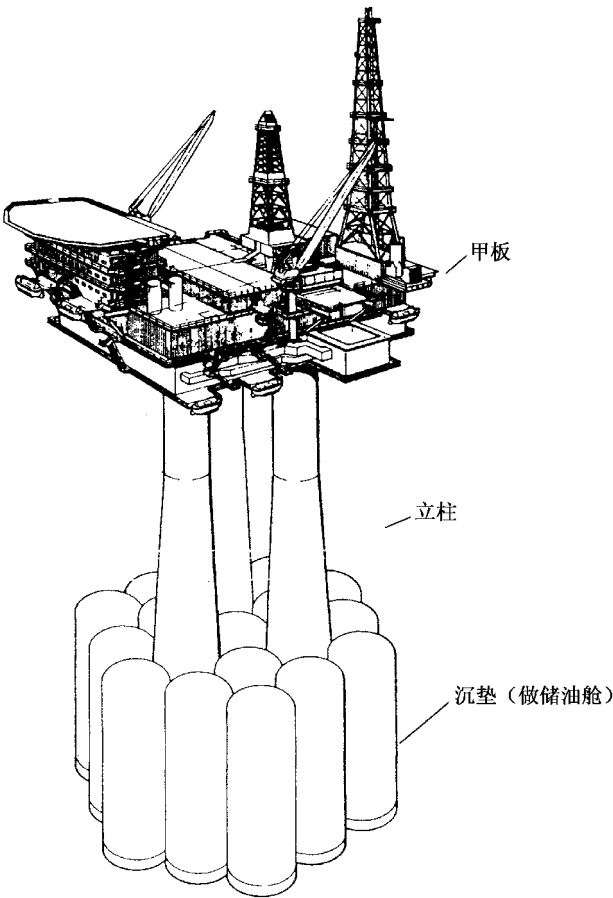


图 1-2-2 重力式混凝土平台

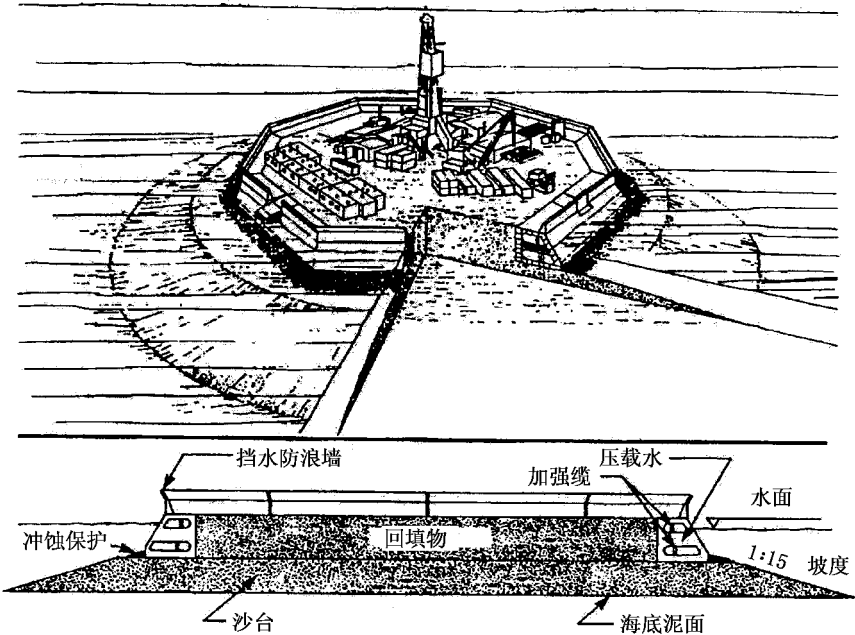


图 1-2-3 人工岛