

海上油田开发的可行性研究

L.M. Williams

Brian Watt Assocs. Inc.

赵 芬 译

秦同洛 校

摘 要

海上油田开发的可行性研究必须同时满足技术可能性和经济合理性两个目的。为达到此目的,可行性研究再分为若干具体的任务,从而为一个最佳设计提供一个系统的、连续的研究以产生一个最佳设计。其基本任务是项目组的选择、标准的选择、各种概念方案的说明和评价、选定概念性方案的初步设计和费用与经济评价。本文对这些项目的研究方法、各项任务的要求和目的进行了讨论。

引 言

无论开发陆上油田还是海上油田,可行性研究的目的,就是为作业者选择最优的生产系统。顾名思义,可行,即是指什么是能够成功地去、去执行、去使用或去处理的。说可行,方案必须是在技能和能量的限度内是适当的、合理的和切实可行的。因而,任何可行性研究必须同时满足技术的可能性和经济的合理性。陆上油田的开发通常不需要进行深入的可行性评价,因为陆上油田比较容易进入,并有多种选择。只有那些位于恶劣环境的地区,如北极地区或没有基础设施的极边远的地区是例外。然而对于海上油田的开发来说,必须慎重地考虑技术和经济的可行性,因为不易到达油田的位置,而且与陆上油田开发相比,开发费用格外高。

为完成此目的,这一研究又分为若干具体的任务。首先,要建立标准和油田开发的概念方案。然后对各种概念方案进行定性和定量的技术可行性评价,并估计出费用和进度。然后对各种概念进行排队,以便选择一个要更深度研究的推荐方案。这个推荐方案的设计集中在初步设计和作业要求的实地分析上。安装、联机和投产都包括在这个阶段中。最后,为了作预算,更重要的是为了经济测算和作出最终决策,要制定出确定的费用和进度表。

本文将叙述海上油田开发可行性研究的研究方法,讨论每项任务的要求及其目的。

研 究 方 法

可行性研究可细分为若干个别的任务,从而提供一个系统的、连续的研究以产生一个最佳系统。在这些研究中所下功夫的程度不如一个可以在车间或在预制场地正在实施的详细设

计, 但应提供一个技术上优良的方案。该方案要达到可以提供准确的费用预算和进行详细设计水平。对各种概念方案的评价是灵活的。而且当任何一种概念方案显然在技术上不可行或经济效果不好时, 则不需要对这种概念方案做进一步的工作了。如果没有一种概念方案是可行的, 那么研究就应判明或需要对现有的某些技术进行修改或需要发展新技术的那些方面。

主要任务的说明

一项可行性研究要完成的总任务见表 1。对于一个与图 1 所示出的方案相类似的研究方案。通常, 每一项任务又可进一步细分成许多任务。

项 目 组

可行性研究要安排范围很广的有专业训练和经验的人员。项目组应该让在海上油田开发和作业中具有丰富经验的项目经理来领导。图 2 所示是一个典型的项目组的组成, 工程技术包括结构、地质技术、海况、设备和石油。安排具有建造、安装和操作经验的各方面人材是很重要的。并需要制图、秘书和行政方面的支持, 且应选派到项目组中。实际上, 如图 3 所示, 项目管理和支持服务在可行性研究中有相当可观的工作量, 并时常是项目中被低估了一个方面。重要的是要看到设计工作的时间和费用仅占总研究工作量的 45%, 而根据具体的研究, 这一比例可高达 60%。要始终考虑的一个重要事实是, 制图、写成文件和各种各样的工作如会议和印刷占用了大量时间和费用。这些任务所必需的工作量往往在一项研究中的计划不当, 而经常超出预算。

表 1 可行性研究任务

-
1. 项目组的组成;
 2. 标准的选择;
 3. 各种概念方案的说明;
 4. 技术可行性和费用的评价;
 5. 可供各种概念方案的排队及概念方案的选择;
 6. 选定概念方案的初步设计及评价;
 7. 费用、进度表和经济测算的编制;
 8. 敏感性分析;
 9. 建 议。
-

标 准 的 选 择

为研究工作建立充分而可靠的标准是应完成的最重要的任务。然而, 为了进行更重要的任务, 常常对本项研究漠不关心或视为次要任务。对于基本的标准的选择不重视可能使研究产生严重错误的选择, 并在实施该种选择时造成灾难性的经济影响。

表 2 为海上油田开发所需要的一般标准。所有这些标准都是重要的。其中有些标准对研究来说, 在很多情况下其影响比认识到的要大得多, 并对项目组在发展最优概念中产生相当大的问题。

经常以事先估计不准的方式处理的资料是生产特性。单井生产特性如产率、流压、油气

比和温度都对设计和最终费用有巨大的影响。这些资料如选择不符合实际则会出现选用的设施过大或严重过小的情况。开发概念设计的选择受到将要钻的井数、井距和所需平台上部设施的影响。其他尚有许多标准，诸如气候、环境和法规要求等等。一个平台需要多台钻机、需要多个平台或需注水、气举、废气处理和废水处理等增加了设计的复杂性并对费用有重大的影响。设计一项包括不必需的生产能力的开发设计将会动摇对开发作出决策。

表 2 标 准 要 求

-
1. 油藏数据
 - (1) 井底压力
 - (2) 烃类物理性质
 - ① 组 分 分 析
 - ② 油 气 比
 - ③ 比 重
 - ④ 粘 度
 - (3) 油藏温度
 2. 生产特性
 - (1) 单井产率
 - (2) 井底流压和井口压力
 - (3) 井口流动温度
 - (4) 油藏驱动机理
 - ① 水驱、预计含水量
 - ② 衰竭、气举
 - ③ 保持地层压力或二次采油
 3. 地质解释
 - (1) 油藏的面积、厚度
 - (2) 断层复杂性
 - (3) 气/油、油/水接触面
 4. 水 深
 5. 到岸上基地和/或终端的距离
 6. 环境条件
 - (1) 风、浪、海流
 - (2) 环境温度
 - (3) 冰 积
 - (4) 地震活动性
 - (5) 能见度条件
 7. 土壤标准
 8. 功能和作业要求
 9. 实行的管理法规
 10. 特殊的或非正常设计的规范
-

油藏驱动机理也对开发概念方案的选择有着重大的影响，注水设备或注气设备的需要应按实际情况来选定。

根据某一地区，如北海所使用的一般数据制定的标准，常常被用在许多环境和气候条件大不相同的油田的开发上，这种情况应尽量避免。在某些地区政府条例对设计费用有重要影响，选择标准时必须认识到这种影响。应该避免按照在一个地区的设计中需要而在所研究的地区并不需要的条例标准进行设计。这并不意味着人们应该忽视环境和安全标准，但要认识到那些标准都是为那些特殊需要而制订的，而对在研究中的地区不可能相同。

在标准选择中另一个常见的错误是制定不切实际的作业要求，一个例子是过多的估计了在生产设备上所需的工作人员。海上平台的空间总是有限的，因而，过高的估计所需人员会影响到结构设计，增加生活住处，淡水供应，燃料和贮存设备的需要量。

各种概念方案的说明

这项任务制定各种概念方案以进行最初评价。在绝大多数场合下，海上开发用常规的桩腿导管架，但即使这个基本概念方案也有多种选择。而且，这些场合通常位于水深、环境条件和与海岸基地的距离适当等技术可行性不成问题的地区。这时概念方案就主要集中在经济条件方面。然而，当潜在的油田位于较深的水区中，在恶劣的气候条件下或在十分遥远的地区，概念方案的技术可行性将是头等重要的。

对海上油田开发有四种基本选择，每一种都具有多样的方案。最常见的开发方案是应用固定式结构并用管线与岸上基地的终端相联接，烃类的运输可以通过陆上管线，用油轮从岸上终端或用油轮从海上终端（通常是一个单点系泊SPM）装运，结构方案包括：

- (1) 常规的桩腿式平台；
- (2) 混凝土或坐底基础平台；
- (3) 适应性海上平台 (Compliant Structures)；
- (4) 张力腿平台。

方案的概念包括带有钻井、生产和生活设施的单一整体结构；或带有一个中央生产装置的分散的钻井结构或钻井、生产和生活设施分开的结构。

更为经常使用的是带有海上存贮和输油终端的固定式结构。结构的选择与上面列举的相同，但海上存贮的选择包括：

- (1) 以刚性系泊永久系泊的储油轮。

(2) 具有油轮装油结构或软式系泊浮筒如单点系泊 (SPM)，单锚腿系统 (SALS) 等的海底储油库。

- (3) 通过一个系泊装置 (浮筒或结构) 直接装油到穿梭油轮中。

几年来已经证明浮式生产系统是一个很好的开发方式，但尚未被广泛地使用，这种概念方案的选择包括：

- (1) 可以通过管线输送烃类的半潜式平台；
- (2) 带有上面讨论过的多种贮存/装卸方案的半潜式平台；

(3) 以油轮为基础的浮式生产、贮存，卸油终端 (FPSO) 结构，原油可以直接装入穿梭油轮或通过一个远距离的系泊装置来输送。

这两种半潜式方案都利用水下完井，但提供了一个直接从采油装置进行修井作业的机会。以油轮为基础的系统可利用水下完井或一个油井防护装置导管架，但有其缺点，即需要一个进行修井作业的单独的钻机。

最近应用的开发方式直接从水下完井设备中把全部采出的流体通过长的海底输油管线送到现有的（或浅水）生产装置中。这种方案对很深的水域或小储量（边际）油田可能是最有前途的方式。

随着海上油田开发转入较深水域，目前的技术正逐渐发展到它的极限。图4表示目前开发深水油田的工业能力，固定平台的能力显然限制了它的技术接受能力，但更重要的是，它们的费用变得如此之高，致使它们的经济可行性成了问题。图5表明了随着水深增加，平台费用的总增长，以及在各种方案之间的费用关系。虽然图5指出某种方案在某些情况下费用要低得多，但每种方案均有缺点，因此在作出决定前对此必须慎重考虑。换言之，关于只凭简单确定的成本作出的决策不一定是合适的。当在北极地区打算开发海上石油时，如图6所示的各种不同的结构可得出类似的成本。

发展各种概念，重点要放在对目前的现有的工艺技术革新的应用上，其目的在于使各个概念设计的设备配置的最优化。对不同概念的评价程序应该灵活，而且对所有概念或应用并不需要都给予同等的重视，如果已经看清一个概念在技术上是较差或是不可行的，与/或没有经济效益就不应进一步进行下去。

对各种概念的分析应该建立起对一个系统的主要部件的费用估计能达到可靠的程度。概念之间的比较是相对意义的而不是绝对意义的，在分析各种概念方案时，要寻求对结构、输送、安装、管线和贮存装置的最优化组合。当技术分析和费用估算完成时，根据技术效益、费用和进度将各种概念方案进行排队。从这个方案的排队中选出一个具体方案进行更深入的研究。

选定的概念方案的初步设计

这项任务的目的是对选定方案进行足够详细的设计，以保证技术可行性，拟定准确的费用和进度估计，使得可以较快地进行详细设计。

在这项研究中主要的任务是：

- （1）在预计的环境和作业条件下进行所选定的概念方案的初步设计；
- （2）说明需要的与钻井、采油的特定标准相符的装置平台甲板的布置、载荷分布以及平台的面积；
- （3）说明所提出的开发方案的费用和进度；
- （4）模拟所提出的概念方案在应用地区的效率，可根据机械停工、能见度降低、波浪条件、贮油的需要等评价效率。

经济测算

有了上述的设计、费用和进度，根据预计的计划和产率可以作出经济测算，以保证选定方案的经济可行性。同样还要对费用、进度和产率的变化作出经济敏感性分析。

结 论

所讨论的任务的程序和重点不是一成不变的，而要随着每一种特殊情况而变化。对在非常深的水域和条件艰苦的北极地区环境下的油田开发的研究尚未能揭示出一个明确的符合经

济要求的选择，必须发展并评价新的概念。不论具体情况如何，通常可行性研究将按照本文所叙述的那样来进行，当条件超过现有的技术时，可行性研究将识别出哪些方面需要并提出概念上的解决办法。

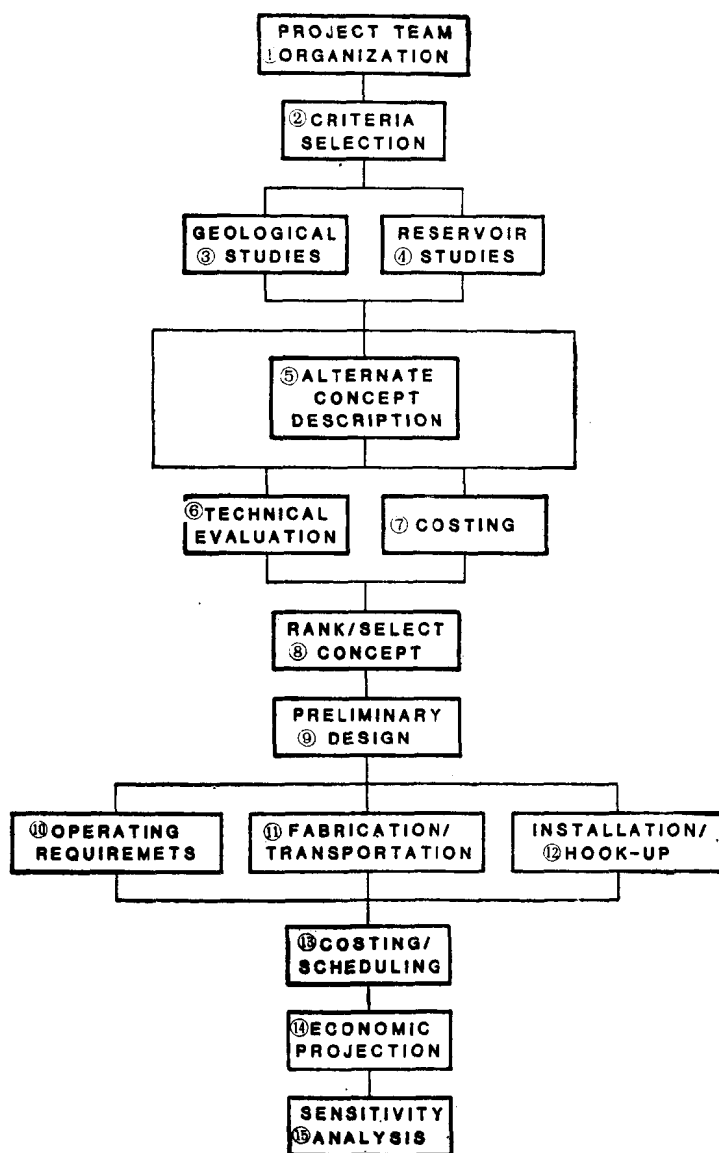


图 1 研究计划

- ①项目组成；②标准选择；③地质研究；④油藏研究；⑤可供选择的方案说明；⑥技术评价；
 ⑦费用；⑧排队/选定概念方案；⑨初步设计；⑩作业要求；⑪预制/运输；⑫安装/联机；
 ⑬费用估算/编制进度一计划；⑭经济测算；⑮敏感性分析

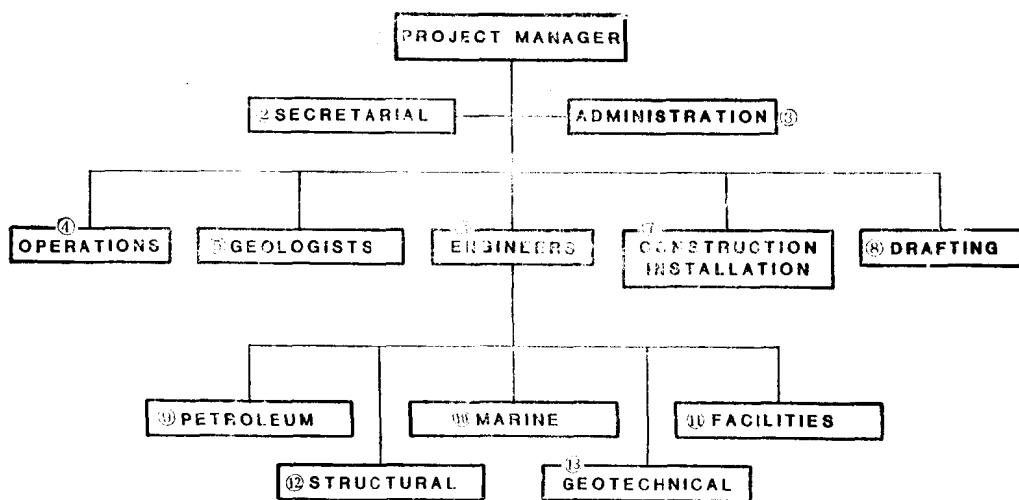


图 2 典型的项目组组织机构

①项目经理；②秘书；③行政；④作业者；⑤地质师；⑥工程师；⑦建设安装；
⑧制图；⑨石油；⑩海况；⑪设备；⑫结构；⑬地质技术

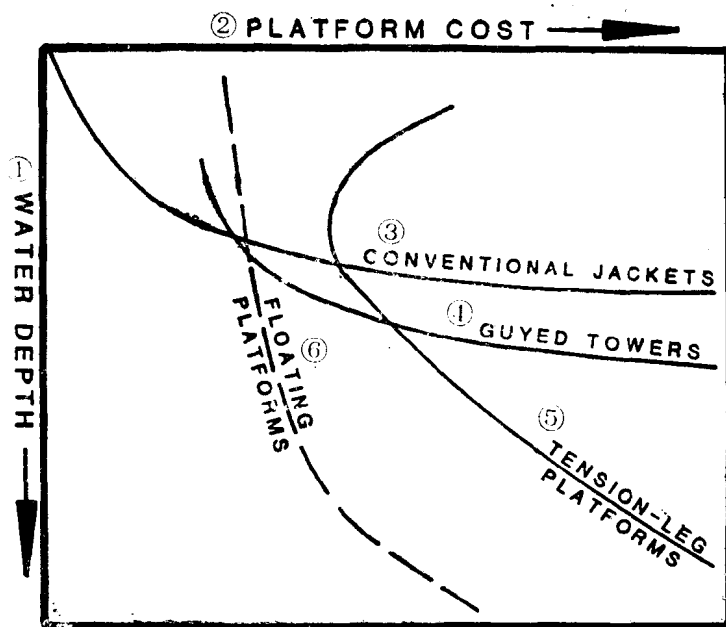


图 3 油田位置的影响

①水深；②平台费用；③常规导管架；④绷绳塔；⑤张力腿平台；⑥浮式平台

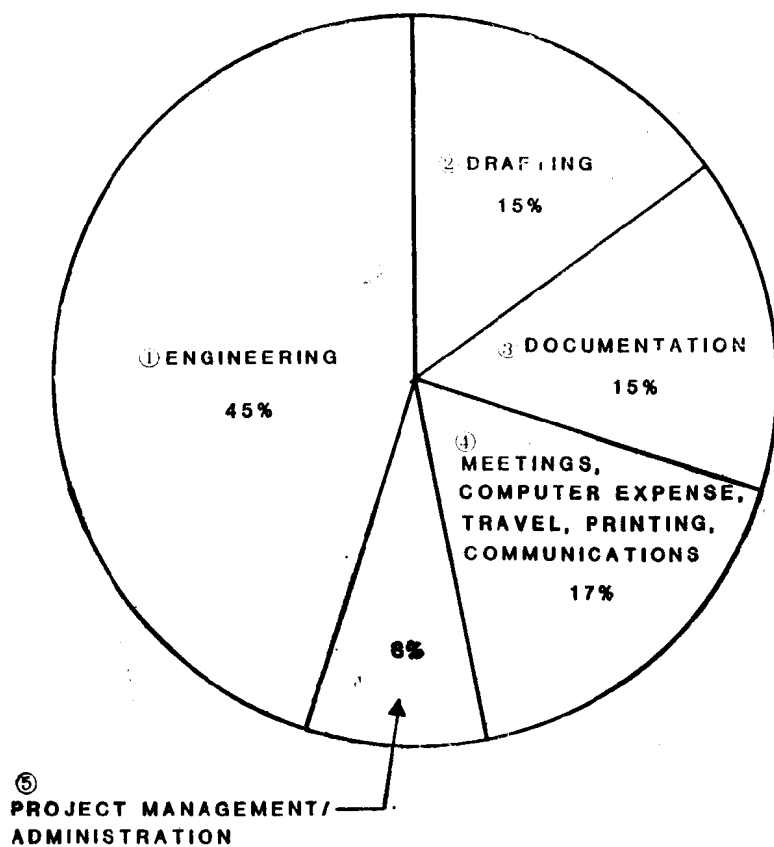


图 4 海上开发组织力量比率

①工程；②制图；③资料；④会议、计算机费用、旅费、印刷及通讯；⑤项目管理/行政

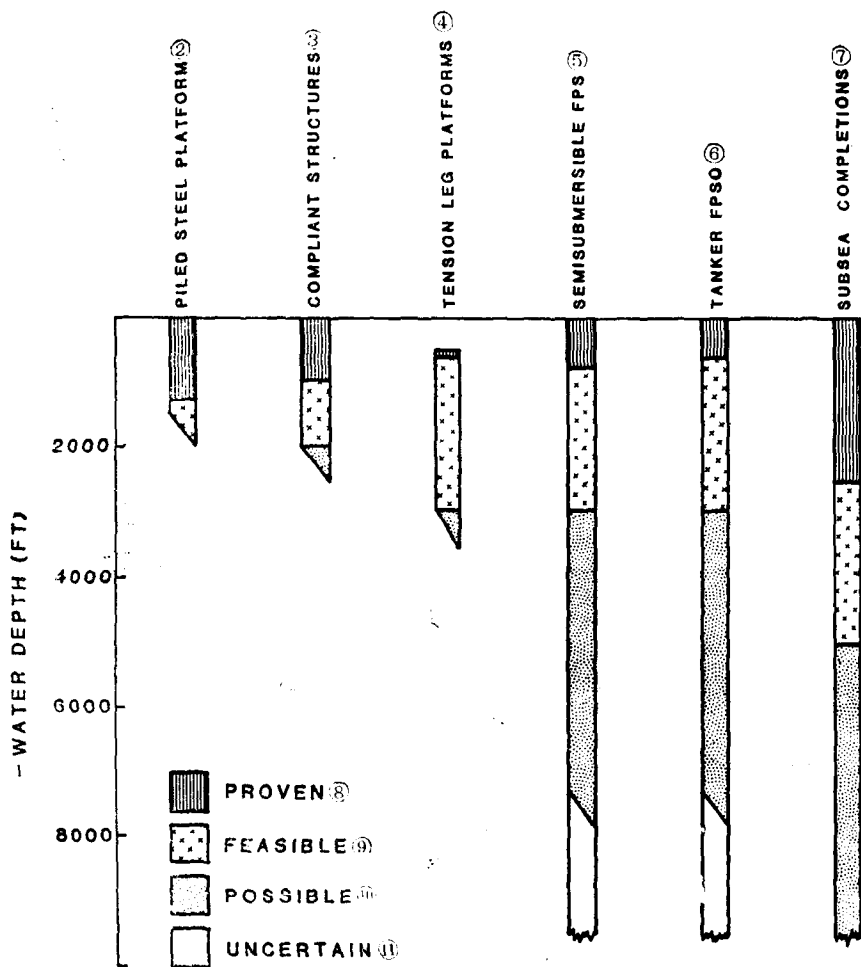


图 5 海上生产平台费用比率

①水深, 英尺; ②桩柱式钢质平台; ③适应性海上平台; ④张力腿平台; ⑤半潜式FPS;
⑥油轮FPSO; ⑦水下完井; ⑧确定; ⑨可行; ⑩可能; ⑪不确定

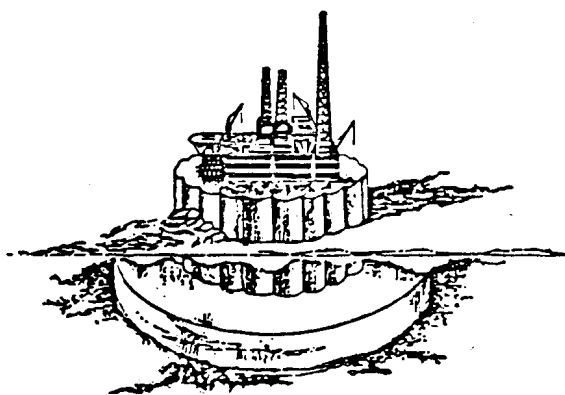
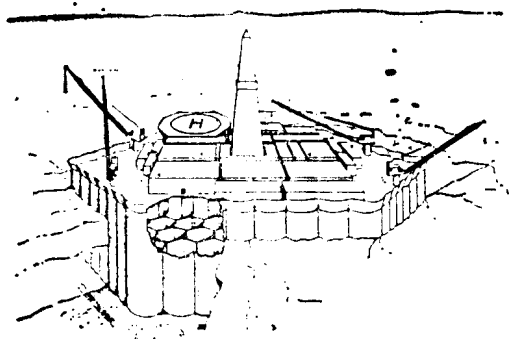
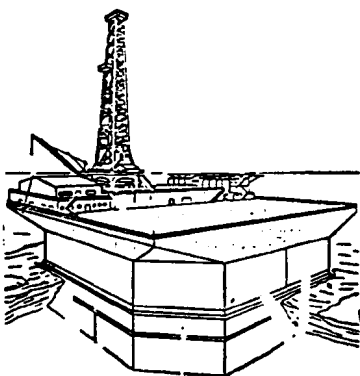
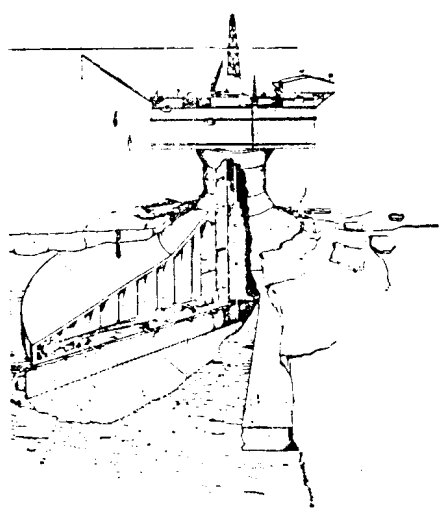
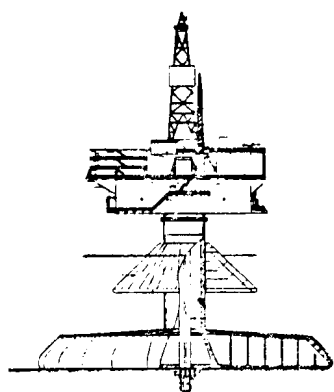


图 6 典型北极开发平台