

世界海上石油会议报告选集

(第 一 届)

勘探和开发

中 国 工 业 出 版 社

本书包括七篇文章，系选自第一届世界海上石油会议报告，
内容介绍了海上地震、航空磁测和深水取样技术以及波斯湾的两个海上油田开发与建设资料。

世界海上石油会议报告选集

(第一屆)

勘探和开发

曾佩韦 郑基英 陈俊生等 译

*

石油工业部石油科学技术情报研究所图书编辑室编辑 (北京北郊六铺炕)

中国工业出版社出版 (北京佟麟阁路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 · 各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张 $4 \frac{1}{4}$ · 字数63,000

1966年3月北京第一版 · 1966年3月北京第一次印刷

印数0001—930 · 定价 (科六) 0.55元

*

统一书号: 15165·4431 (石油-460)

目 录

沙特阿拉伯的萨法尼亚油田.....	(1)
波斯湾达里厄斯油田的开发与矿场建设.....	(13)
海洋地震勘探中的多次反射.....	(17)
航空磁测在海上石油勘探中的应用.....	(33)
海上地震及其发展.....	(41)
侧向超声波水下探测器.....	(54)
在深海中沉积物取样及测量问题.....	(59)

沙特阿拉伯的薩法尼亚油田

Q. J. 勞 曼

概 况

薩法尼亚油田位于沙特阿拉伯东北部的波斯湾內。薩法尼亚的范围，是从阿拉伯—美国石油公司（下称阿美石油公司）所經營的沙特阿拉伯岸外地区，延伸到沙特—科威特中立地带。中立地带有共知的卡夫奇油田，此油田由阿拉伯石油公司經營（图1）。

薩法尼亚是世界上已知的最大海上油田，沿其东北—西南走向长軸，长约39哩。在阿美石油公司的租地中，此油田占有123,300畝面积。已証实的儲量估計超过100亿桶。

此油田由构造钻井方法发现，其后又以地震工作加以肯定。发现井完成于1951年8月，在1957年4月开始生产。1964年，此油田平均日产原油389,000桶。此数值占阿美石油公司总产量的23%，并为該公司重质原油产量的76%。到1964年12月，采油設備已扩充到能处理日产380,000桶原油。到1965年底，采油設備将进一步扩充到能处理575,000桶/天原油的能力。

薩法尼亚油田单井平均产量为11000桶/天，有些井产量达20000桶/天。平均采油指数約为130桶/天/磅/吋²。

在薩法尼亚或卡夫奇油田，所有的井都是单层完井。儲油层为白堊紀瓦賽（Wasia）层的一部分，平均埋藏深度在4500—5500呎之間。儲油层为粗粒、分选性好、脆性的石英砂层。儲油层为层状油藏，离构造愈远和愈往北走，油藏所含頁岩和粉砂岩增加愈多。薩法尼亚油田的油层总厚度約为950呎。生产井平均孔隙度为26%，平均渗透率为6000千分达西。

薩法尼亚油田所产的为低含硫原油，密度在27—28°API之間（比重为0.8927—0.8871）。原油性质随深度和地区位置而变。在薩法尼亚油田，160°F时的泡点压力，从南部的305磅/吋²到北部的1077磅/吋²之間变化。160°F时的平均泡点粘度为4.4厘泊。油气比是在南部的83标准呎³/桶到北部的255标准呎³/桶之間变化。

根据南部地区油藏的动态表明，此油藏为一强力的水驅油藏。到1964年中，共生产了40500万桶原油，相应的压力下降不到60磅/吋²，这意味着每生产一百万桶油，压力降低0.15磅/吋²。

钻 井

在薩法尼亚油田，最初是利用固定平台钻井。目前所用的是一台自动升降平台带一艘

柴油发电钻井輔助船（图2）。此平台的水深限度为77呎（印度洋春季低潮面）。当水深超过此限度时（在此油田东北部），仍使用固定钻井平台。

此輔助船以船尾靠向平台，并在离平台約25呎处下錨。輔助船的系定是利用8个15000磅船錨，每隔90°有两个。当海面情况恶劣时，必須松开船尾錨鏈，并将其从固定平台拉开。在遇到暴风雨时，停止钻井工作，卸开所有的连接部分，將輔助船拉开得更远一些。此钻井平台在海浪超过2—3呎时，即不能上升或下降。这些条件使得每年由于气候的原因，要損失約8—10%的时间。

钻井工作的給养，是靠一艘154呎的供应船和一艘65呎的汽艇。供应船用来拉套管、水泥、泥浆材料、燃料油、钻井用水、飲用水及其他钻井所需供应品。这艘供应船代替了过去用于同样目的的好几条駁船。供应品是从离井位140哩（225公里）的拉斯-塔努拉港拉来的。供应船走一次单程約需10小时，在钻一口井的时间（約12天）內，要完成四个来回，需要拉200吨套管，230吨水泥、粘土和化学处理剂，25000加仑柴油和25000加仑水。人員用汽艇送到最近的薩法尼亚碼頭。钻井平台和輔助船用拖輪运移。通常，在两天內可以从一口已完成的井上把平台和輔助船拖走，并至新井位开始钻井。

輔助船上有生活住房。在任一时间內，有两班人員在船上住。

最近计划搞第二台柴油发电海上钻机，它将安装在一台自容式、自动升降型平台上，此平台能在200呎以內的水深中工作。这套钻井设备将能在海上租地范围内的任何地方钻井。

图3所示为薩法尼亚油田过去十四年钻井技术的进展情况。图中还表明了薩法尼亚或卡夫奇油田的标准套管程序。除7吋油层套管外，共需要三层表层或技术套管来保証钻井或封隔水层或油层。钻井用清水钻进到下9 $\frac{5}{8}$ 吋套管前为止，此后需要用重率为80磅/呎³（1.28克/毫升）的淡水泥浆来保护頁岩层和控制油层压力。

在钻12 $\frac{1}{4}$ 吋井眼时遇到腐蚀性很大的大水层。钻杆內面涂以塑料。钻鉋在打了約五口井后开始出现腐蝕性疲劳裂紋，此时需要切除并重新車扣。

水下結構

薩法尼亚油田上第一台在波斯湾建造的海上钻井結構，位于离岸約1哩、水深25呎的水中。这是一台多管鋼桩結構，設計用于浪高10呎、风力50哩/时的条件，并且足够容承整套陆上钻井设备。

当钻井结果表明打出了一口理想的、有經濟价值的生产井时，即买了一艘輔助船。有了此輔助船，大大縮减了钻井平台尺寸。此时平台結構仅需要容承絞車、轉盘和井架。此結構包括一鋼质悬臂底座，它有四个角，此四个角是坐在鋼筋混凝土“帽子”上，这些“帽子”是在垂直与傾斜的鋼桩頂上浇出来的。此結構設計时考虑能承受波浪力，并能保护套管不致被靠攏的船只和装建用駁船碰坏。

在1958年8月，配备有輔助船的自动升降钻井平台开始工作。这台平台上沒有常规平台上所有的钻井負荷和支承这些負荷的设备。常规的平台設計，目前业已經过修改，使

其适用于較輕的采油設備和气候条件。在每口井上，都安装有水下安全关闭閥門，以防止海上船只所造成的危險。

最近設計了縮減的結構，它的唯一作用是为工作人員及其装备提供工作面积。它是一桁架，有四条直径为 16 吋的垂直的大腿和一个 9×16 呎² 的工作平台，設計时考虑能抵御风、浪和船只靠攏时产生的力。

通过改变拉筋构件的数目和位置，可以使它适用于不同水深。

根据制图钻井結果，在薩法尼亚油田，向 100 呎水深及更深处延伸，以及向构件裸露部分更大的地区延伸时，基本設計参数必須修改。設計浪高增加到 38 呎，风速上升到 65 哩/时。

三根或四根斜腿桩式結構的設計和安装都很成功。然而在这些新平台的演变过程中，总会发现一些不足的地方，使标准設計作一些改进（图 4）。

由于有些钻井工作具有勘探性质，因此不可能常常有足够的准备時間去建造和安装平台。

也有可能打出一口无經濟价值的井，如果发生这样的事，当然不希望用价值昂貴的結構了。

在考虑这些因素时，发展了一种三腿型結構，此种結構利用套管作为平台的一条腿，其他两条腿是通过預先制好的桁架的两条斜腿中打入管桩（图 5）。

在到达井位后，安放好钻井設備并固定好导管，导管約打入泥 綫 以下 50 呎。于是在正常情况下进行钻井，到設計的深度下套管固井。由套管柱合成的复合截面，有足够的强度以抵御在特定位置由于暴风雨所引起的力。

如果钻出的井証明无經濟价值，則打上水泥塞，并在海底处割断套管，再将其拉走。

如果井是一口很好的生产井，則将桁架結構与套管固定在一起，将管桩打入規定深度，此結構就算完成。

在薩法尼亚油田发展过程中，石油井用的水下結構共改变了 6 次，其目的是使其在气象条件、水形学数据和钻井装置等方面，变得最为經濟和理想。当这些因素变化时，要对平台进行修改，以期达到最經濟和安全的結構。

海上集油設備

图 6 所示为把薩法尼亚油田油井內流出的油气混合物輸送至岸上的油气分离器的水下管道系統。此系統的主要組成部分为三条大直径的干綫，海上集油平台和連接油井与集油平台或干綫的出油管綫。这些出油管綫和輸油干綫外部都敷有混凝土，并鋪臥在波斯湾海底。平台上有管汇和控制閥門，几口油井的产量都集中到平台上。在出油管綫和管汇之間，以引伸管連接，而立管則将流体从平台向下輸送至主干綫。

共有三条主干綫，南边的直径为 16 吋，中間的为 24 吋，北边的也是 24 吋。每条干綫都在滿載的流量下，将井內流体从油田的該处所在地区輸送到岸上的分离器中去。如果三个地区中有一个地区关闭不出油，則三条干綫可以联通在一起，从其他两个地区来增加

产量。在这些干綫上装有水下球形閥門，这些閥門可从附属小平台上以水力控制，它們用来分隔不同采油要求的管綫，并在像干綫被船錨碰坏等紧急情况时应用。在此油田的三个区上，共有 11 个平台作集油点，用来汇集来自水下油井的流体。通常，这些平台都安置在所轄水下地区的中央，以减少連接到油井的出油管綫的成本。不过也有不同的情况，如有些油井直接在水下以出油管綫和干綫相接。此外，接到平台上的出油管綫，也不一定仅限一口井出油用，在 P-12 号集油点，就有 5 口井共用一条大出油管綫出油。一口井独用的出油管綫，其直径大多数为 6 吋和 8 吋。

出油是以每条干綫上的回压控制閥門控制的，这些閥門裝在岸上的干綫上。增加管綫上的回压，則产量可降低。另外，在每口井上都有油嘴，在集油平台上有关閉閥門。

采 油 設 备

設在岸边的采油厂設備，处理薩法尼亚油田的全部原油的油气分离和进行泵送工作。目前，采油厂設備处理原油能力，超过 500,000 桶/天。扩充計劃最近正在 进行，添加的附加設備能使处理能力增加到 575,000 桶/天。下一个扩充到 725000 桶/天的設計，正在 进行中。下面介紹 1965 年 10 月要达到 575,000 桶/天的处理能力的采油厂設備。

每条海上干綫都通过气控制关闭閥門进入采油厂，此閥門在采油厂北边围墙之外。正好在围墙里面一点，有一以馬达操纵的回压控制閥門。三条干綫与五个組成一組的臥式分离器相連，分离器直径为 9 呎，长为 120 呎。第一級分离工作，是在 45—50 磅/吋² 压力和 75—95°F 溫度下，在分离器内进行的。

原油接着經過四个組成一組的半球形分离器，在約为 3 磅/吋² 压力下 进行最后分离油气工作。其中三个半球体的容积为 20000 桶，第四个为 12000 桶。这組半球体建筑在高于采油厂设备平面的基础上，为泵組在打油时提供足够的吸入压力。

采油厂设备包括七台 14 吋 DVS-E 型泵和一台 20×29 吋 DVS 型泵。14 吋泵由燃气輪机驱动，20×29 吋泵則由一 3000 馬力的电动机驱动。从半球体出来的油直接进入 14 吋泵。四台串联在一起的 14 吋泵将油泵入直径 22 吋的薩法尼亚—拉斯-塔努拉 1 号輸油管綫中。排量和排出压力，通过改变燃气輪机的速度来控制，以适应排量和压力的需要。其余三台 14 吋泵和 20×29 吋泵，也是串联在一起的，它們将油泵入直径 30 吋的 SRT-2 号輸油管綫。在 20×29 吋泵的排出管綫上，排量和压力是靠改变燃气輪机速度和通过控制閥門站联合控制的。

从第一級分离器出来的天然气，經過一回压控制站，进入两平行連接的放空管綫，此两管綫上有許多出口，天然气即在此烧掉。由半球形分离器出来的天然气，进入第三根放空管綫，也同样烧掉。

一部分天然气用来作为驱动泵的燃气輪机的燃料。这部分天然气从回压控制站的上流地方，即轉流經過一分离器，进入五个組成一組的往复式压风机，这些压风机由电动机驱动。天然气被压缩到 175 磅/吋²，經過一第二級分离器进入气瓶，由气瓶再将天然气送给燃气輪机。

采油厂和邻近休息地的电力，是从拉斯-塔努拉通过一 11 万 5 千伏的高压线输送过来的。在高压线出故障时，采油厂尚有应急发电设备，此设备包括四台各为 200 瓩的柴油发电机，发出的电力能处理 300—500 千桶/天原油。

其他辅助设备包括空气压缩机、公用设施用水泵及消防用水泵，并有一气化式蒸发器，用以将海水变成饮用水。

石油通过输油管道系统，输送到南面 140 哩处的拉斯-塔努拉输油总站，待装油船。

海上作业包括：维修安装在井上的水下球形阀门管汇，每周至少取得油样和集油系统压力一次，打黄油，修理或更换阀门及酸化油井。

维修工作包括每两年或三年将井口设备和采油小平台油漆一次，更换格子板，更换木船或橡皮船的靠岸用的缓冲器和维修每座结构上的用光电控制的标灯。

天天在海上进行工作，是靠 5 艘长 53—65 呎的双螺旋桨柴油机发动的小汽艇，这种小艇在海面平静时的最大航速为 13 哩/时。

海上工作人员包括一个领班，十五个工人和五组两人一班的汽艇水手。这些人员按正常的八小时工作日工作，包括航行的时间在内。到油田北部，走一个来回的航行时间约需五小时，到油田中部约需两小时。

在这样大的油田上工作的一个最大困难是气候，它影响所有的工作和维修活动。

萨法尼亚出售的原油，含盐量小于 10 磅/千桶（原油含水量为 0.1%）。一个很大的问题是如何找出出水的井，这些井会使整个油田在生产时，超过 10 磅/千桶的规定含盐量。

目前，正在试验能在海上准确确定含盐量的测定仪器。如果试验成功，这些仪器将有助于减少确定井开始见水所需时间。

另一个有大问题的地方，是水下球形阀门及与其相连的水面管线。要使水下球形阀门保持开启状态是有困难的。任何时候，只要球形阀门关闭，则在井没有重新生产以前，生产就要受到损失。利用充满氮气的储气罐，可使水下球形阀门保持在开启状态，只要当球形阀门系统有一点很小的通路时。正在计划设计一种水力控制泵，这种泵是利用井口流体，来维持水下球形阀门系统所需的压力。这就可以使球形阀门处于开启状态，但当意外情况下，水下球形阀门会自动关闭。

产量的分配

因为集油系统是在两相流体下工作的，因而不能直接连续量测井上或集油平台的流量。为了设计此系统的附加装置，并在系统变化的条件下分配每口井的产量，正在制造一套模拟整个系统的数学模拟装置，此模拟装置的依据是与萨法尼亚油藏流体的两相流动相适应的流动方程式和一些经验数据，这些经验数据是根据从井上、出油管线和输油干线所得的试验数据得到的。

每口井的出油能力是根据井口压力确定的。此外，每口井的出油管线和每条干线上的压力损失，可以根据流体的总流量和平均压力及温度计算得到。油田的总能量和每口井产量分配的計算，是利用反复计算方法进行的。

計算步驟是这样的：从下流端开始，計算出在每一連接点上的干綫压力；根据連接点压力，求出从井上到連接点的流量；从干綫流量中，扣去在連接点处进入干綫的油井的淨流量，得到干綫的估計流量，并以此流量來計算下一个連接点的压力。在所有井的流量都計算出来以后，如果計算的总流量和原来估計的流量不等，則对整个系統內的估計流量作一次修正，再重复全部計算。一般需要反复几次。

这种計算方法靠手算是极其繁复的，不过如已作好电子計算程序，則全部計算可以在很短的几分钟內完成。目前，用电子計算机計算时，只能在同一時間內，計算三条干綫中的一条干綫，但是計算程序已可以扩大，甚至三条干綫互相連接时的計算程序也能解决。

在某些情况下，为了减少由于錐进引起的出水量，需要限制个别井的产量。控制产量是利用装在井口的油嘴。在这种情况下，有必要修正井的流动方程式，以使其能与油嘴的影响相适应。

海 洋 腐 蝕

海洋腐蝕可以很明显地分为三个裸露带来討論：1) 水下带，在这一带，采用表面附带或不附带保护涂层的阴极防腐方法，能有效地控制外部腐蝕；2) 溅湿带，此带由水下带向上至大气带；3) 大气带，在該带利用保护涂层，能經濟地达到防腐效果。

在薩法尼亚，此三带与海平面及潮汐涨落的相对位置，如图8所示。

1. 水下带

水下鋼材用阴极保护办法，已証明是一种必需的和經濟的控制腐蝕方法。涂层不好的水下管綫，在无阴极保护的情况下，在波斯灣不到六年時間即已“烂穿”。有合适阴极保护的有涂层的管綫，在經過十二年以上的時間后，基本上沒有发现被腐蝕。阿美石油公司发现在管綫外加上良好涂层，再附加以阴极保护，是最好的防腐办法。

在薩法尼亚，瀝青和煤焦油都可以用来作为水下管綫的涂层；外面再包以混凝土的管綫，可以产生負浮力和增加管綫的稳定性。由于管綫是直接放在海底的，沒有挖沟，因此加重的涂层，能在敷設管綫的操作中和潮流的冲刷作用下，起机械保护作用，以免涂层损坏。两种类型的瀝青质涂层，工作效果都很好。

当在薩法尼亚开始修建采油設備时，用一套在岸上的整流器和两台自动的海上柴油发电机，足以胜任阴极防腐工作。現已証明柴油发电机的維修和操作比較困难，且花錢很多，因此当油田北部的采油設備修建起来后，决定采用鋅质牺牲阳极。这些阳极装在沿管綫的不同地段，将它作成环状或片状，跨在有涂层管綫的上部。在管綫上放置阳极的工作，可以在岸上进行，或者在敷設管綫用的駁船上进行，这样做并不影响鋪管工作，并且当管子一沉入水下时，阴极保护作用就立即开始。在开始时，曾希望这些阳极能用14年到16年后再换，但經使用三年后，根据最近的試驗数据，表明这些阳极可以有效地保护管綫达20年。

最近，发展了一种鋁合金阳极，这种阳极比鋅阳极要便宜些。目前，在薩法尼亚油田中部正在安裝的設備上，正在使用这种阳极。目前它們的工作情况十分理想，并且表明能

有 20 年的使用寿命。

在薩法尼亚，用鋁阳极来保护海上平台，曾使用了好些年。最早，这些阳极是悬挂在结构上的，但是由于悬索不断损坏，已将这些阳极放在海底。结构与阳极間的连接，是利在水面以上的电纜。这种阳极一般用不到两年。在薩法尼亚油田北部，在設計中已改用鋅质阳极。这些阳极带有鋼芯，在陆地上制造水下结构时，就把这些有阳极的鋼芯焊在结构各处的托架上。已証实这种系統工作十分理想，估計使用寿命超过 12 年。目前，在油田所有新平台上，正在使用更为經濟的鋁合金阳极。

在薩法尼亚，用設計寿命为二十年的鋁合金牺牲阳极，換下所有鋁阳极装置和两台海上柴油发电机的計劃，已經完成。这些阳极将放在海底，并以絕緣的銅电纜与水下结构和輸油管綫相接。用来保护水下管綫的阳极，将安装在已有的小平台上，管綫在該处伸出在水面之上。这样，只在水面以上需要附件装置。

几年以前，根据在波斯湾对裸露鋼桩和涂有煤焦油鋼桩所需的保护电流密度的对比表明，在建立足够的保护作用和达到极化作用以后，两者所需的电流密度基本上相同。据此，所有設在水下的平台鋼件，都是任其裸露的。从平台上吊下一根很长的冷压鋁带，可以加速极化作用，这根鋁带，在它消耗完以前的一到两周內，能供給所需的高电流密度。

水下采用裸露鋼件，建議只用于海上平台，因平台的鋼件都集中在一个相对較小的面积上。在薩法尼亚，对于离电源 4000—5000 呎以上的裸露管道，采用阴极防腐是不經濟的。因为保护电流很快变弱，因而在远距离不能起足够的保护作用。

钻井和采油平台采用阴极保护方法是必需的，至少和地层接触的套管表面需要局部保护，因为平台和套管是彼此导电的。在薩法尼亚，当利用牺牲阳极时，每口井平均消耗的阴极保护电流为 12 安培。对薩法尼亚的大多数油井來說，裸露的外层套管的保护电流約相当为 1 毫安/呎²。目前还不知道，足够的保护作用能达到多大深度。

2. 溅湿带

根据多年来对阿美石油公司海上設備上鋼件厚度的測量，得到在溅湿带裸露鋼件的平均最大腐蝕速度約为 0.025 吋/年。在溅湿带內，在試圖用涂层进行維護，但成效不大的鋼桩上所作的測量表明，前面所定义的溅湿带，大約是从平均潮面以上 1 呎向上到大約 6 呎的范围內。

在薩法尼亚，钻井平台上所用的 H 字形鋼桩，在打入以前，以煤焦油进行热涂。虽然有一些証明涂层无效的情况，但是这种方案事实上增加了这些结构的使用寿命。在薩法尼亚，利用这种方案，平均最大腐蝕速度低于 0.005 吋/年（图 8）。而不用这种方案时，有几台旧结构在修井之前，需要加强或更換鋼桩，这样做花費很大。

經濟分析表明，在薩法尼亚，在圓筒形构件上装置使用寿命較长的莫涅耳合金，比用許可腐蝕很大的鋼要便宜些。船只或飘浮物对安装以后的莫涅耳合金包套的損害，可以不必考虑。在包套上端、正好在莫涅耳合金与鋼交接点的上部，必須有很好的涂层，因为鋼对莫涅耳合金來說，是很强的阳极。

3. 大气带

在大气带控制腐蝕，主要着重在选择与合理使用最好的加涂层的方法。一年多来，阿

美石油公司已使用了多种加涂层方法，沒有一种产生預想效果，不过在防腐方面已逐步有所改进。

在薩法尼亚，对于所有海上平台的新的結構网，最早是用热涂煤焦油的办法。这种方法不久就被改为用涂敷多层氯化橡胶的方法。而采油平台則規定改用乙烯基类有机物的方法，这是一項很大的改进。也試用几种經驗方法，所有这些方法，都是在欧洲工厂里就涂好，但是沒有一种显示出比乙烯基有机物有所改进。最后，規定在所有的海上新結構上用一种无机的硅酸鋅，涂以一种变型的酚环氧树脂作为密封。

用于維修的加涂层办法，已由冷涂煤焦油发展到用氯化橡胶，再发展到采用风干环氧树脂，后者是目前所采用的。在这种多层涂敷的方法中（这种方法是用在刚噴砂完后的表面上。这样表面能涂得好），用对比的顏色进行油漆，最后用一道浅色的涂层。这样能改进涂敷效果，并有助于以后进行检查。

用可能多的空气通过結構进行循环，发现能使涂敷工作进行得更好些，并且也耐用些。这样能使涂敷表面保持較干燥的状态。在可能的范围内，最好移去钻井平台上的木板条，因这些木条吸收水分和挡住阳光。

一个主要問題，也是造成人員发生危險的問題之一，是工作台上格子板迅速损坏。采用涂敷层的办法实际上是不行的。目前，在新的結構上，正采用鋁质工作台。此外，有几台旧平台上也已用上鋁质工作台。虽然需要十分小心，防止鋁格子板和任何鋼质支架产生接触，但要做到这样也并不困难。鋁质格子板在工作中証明极其理想。

水下油田今后的发展

薩法尼亚油田的最后生产能力尚未确定。

阿美石油公司在它的海上租地上已发现另外三个油田，此租地离岸約65哩，水深达200呎。

在薩法尼亚油田，已有的两相流动集油系統，已差不多达到极限。将来北端产量一增加，需要在海上有第一級分离設備和一个电泵站。

当前和今后会遇到的問題有：

1. 繼續为減少腐蝕和有效地修理被腐蝕构筑物作斗争；
2. 发展更有效的进行水下检查和修理水下管道的方法；
3. 发展更經濟的水下完井方法，以降低平台成本和其后跟着产生的防腐問題；
4. 在产量增加和距离变远的情況下，改进通訊和运输設備。

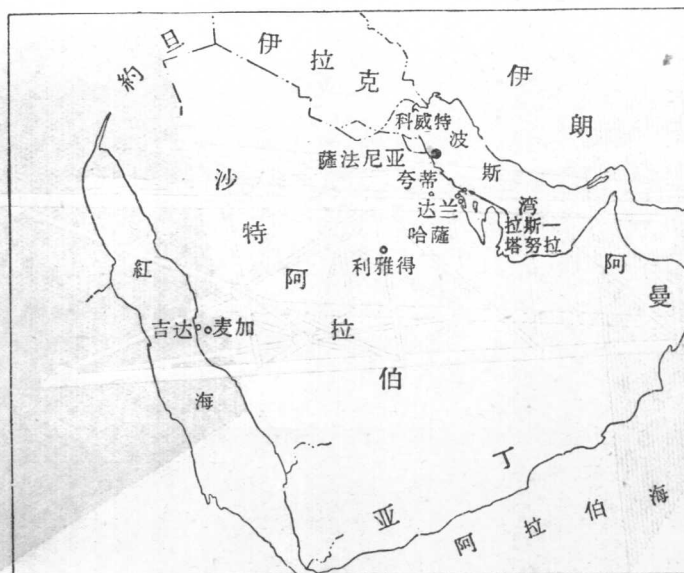


图 1 薩法尼亞油田

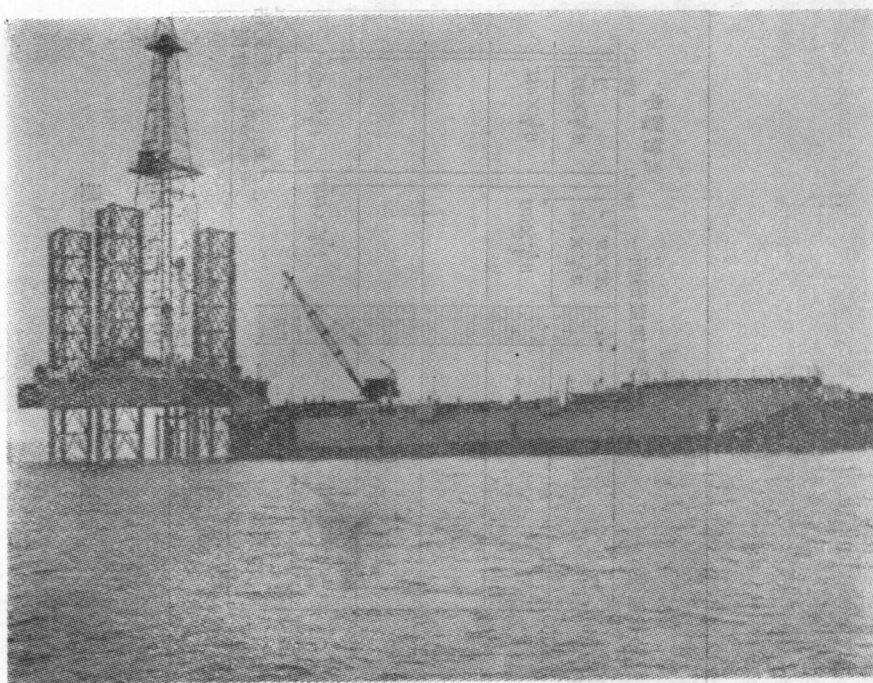


图 2 阿美石油公司的钻井辅助船和钻井平台

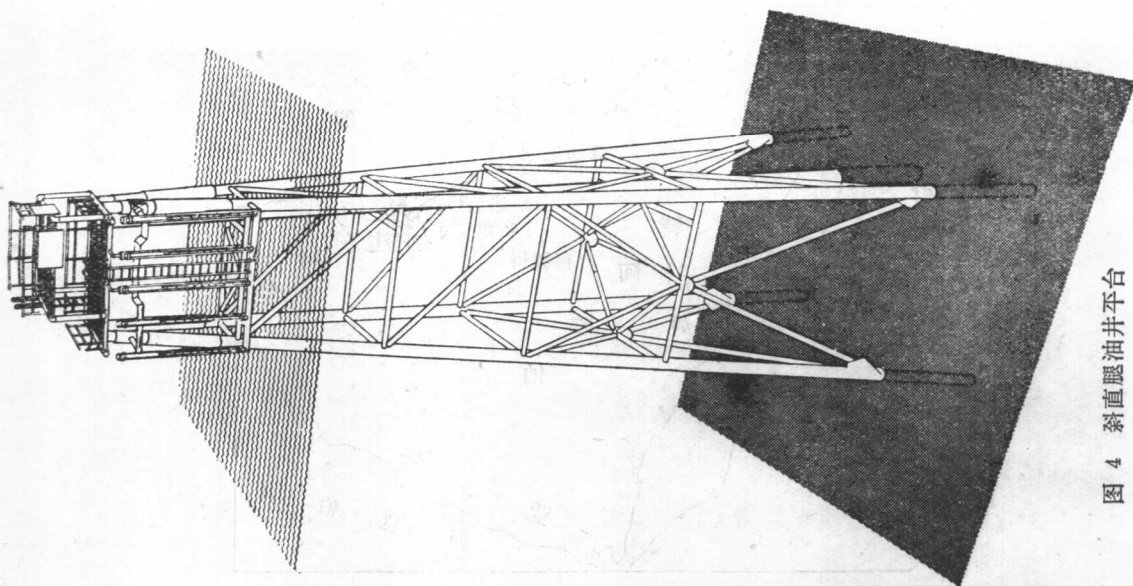


图 4 斜直腿油井平台

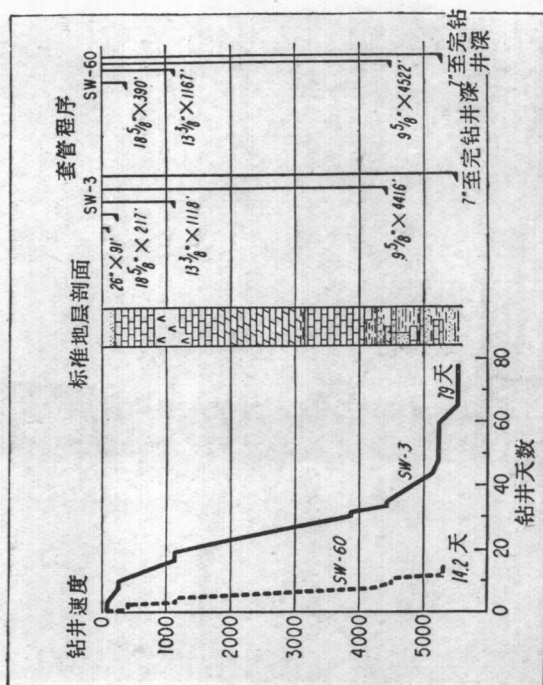


图 3 薩法尼亞油田的钻井进展

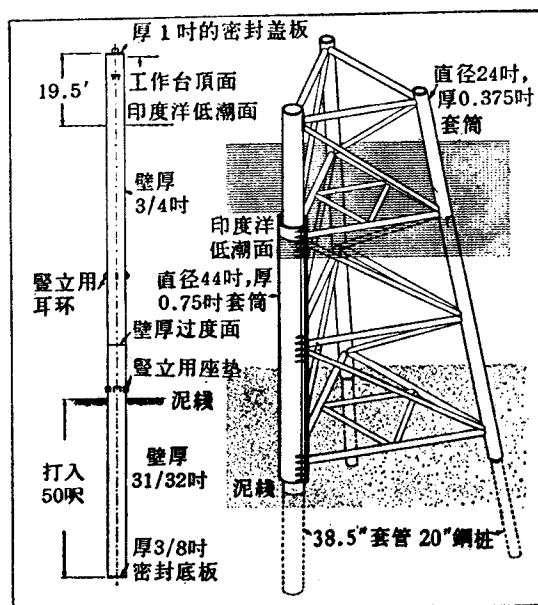


图 5 三腿型油井平台

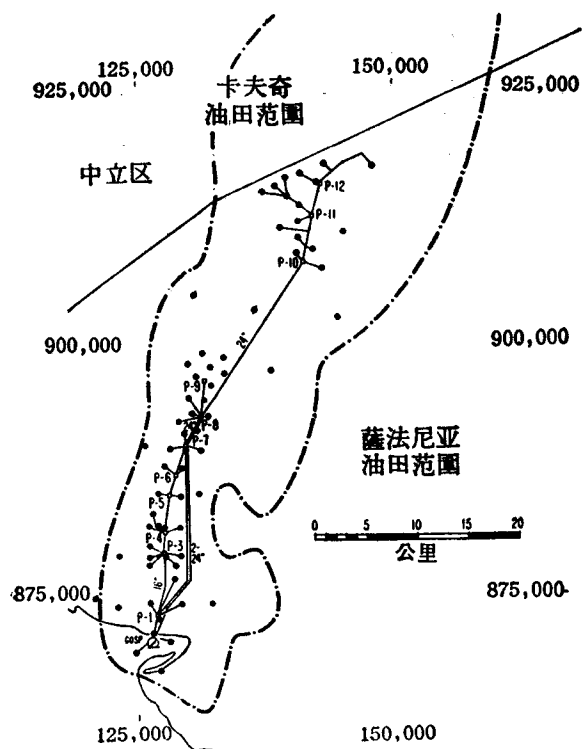


图 6 海上集油设备

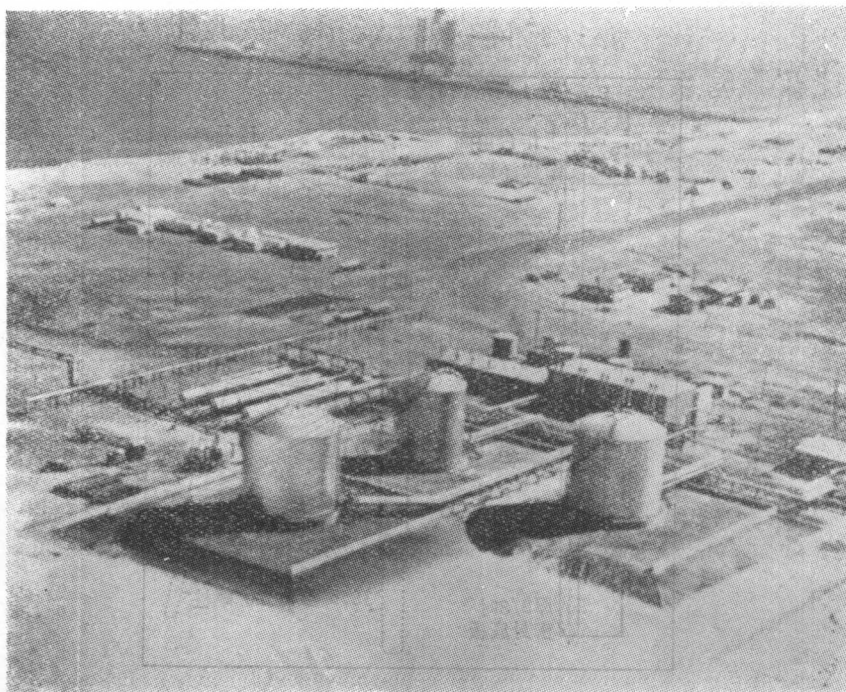


图 7 油气分离厂

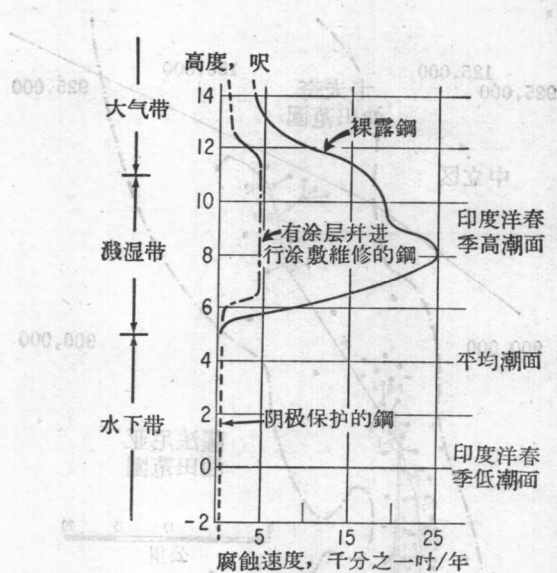


图 8 裸露鋼及有涂层鋼腐蚀速度对比

波斯湾达里厄斯油田的 开发与矿场建設

阿曼·依干尼 D.M.克拉瑞

【提要】 伊朗国家石油公司和泛美国际石油公司于1958年4月达成协议并组成了伊朗泛美石油公司 (IPAC) 对伊朗在波斯湾中的某片海域进行油气田的勘探和开发。

IPAC 所钻的第一口探井于1959年10月开钻，第四口井，即达里厄斯1号井于1961年11月钻探得油，此后又完成了7口井，并建设了采油集输设备，每日可自储油罐泵100,000桶原油到油船中。采油工作开始于1964年9月29日。

概 况

达里厄斯矿场内海水深度约为160呎。从最初起一直用的是一部带有辅助船的海上钻机，后来随着集输处理原油设备的完成，为了及时满足所需的产油量，又用另一部可顶起式的 (Jack-up) 海上钻机钻一口井。

和辅助船联合钻井的是一个固定平台，上面安设钻机、井架及转盘，完井后，这平台即用来作直升飞机的降落台，并装设海上航行的导航装置和一套往井中泵注化学处理剂的设备。

油井均在下石炭世地层中完成，深度在11000呎之下。第一口探到油的井完成后，以后各井的井身结构都按9⁵/₈"采油套管设计的，套管程序为30吋导管（平台安好后打入海底），20吋，13³/₈"，9⁵/₈"。

油井全是在下石炭世地层中选定的产油层井段中完成的。除一口外，其他油井均为裸眼完成。

完 井 方 法

达里厄斯的完井方法是使油自套管内的环形空间中流出。有一套油管下在完成井段的顶部作工作管用，可在其中下入井底压力计、取样器等用绳索操作的工具。还可用来注入缓蚀剂以防止井下以及地面设备被井中的有腐蚀性的流体所腐蚀。

所有的井中均装有一个安全阀，位于海底以下的相当深处，当在它之上的管子、装置等有损坏时可保全油井。这种安全阀的特点之一，是利用一套油管作它的操纵管线。实际

上井中有两套油管下过装在約距海底泥綫80呎处的封隔器。自井中环空中上行的流体进入一套油管，經過安在此油管上的安全閥又返出到油管外的环空中再流出井。这套油管的底端就在封隔器之下，而另一套油管則装有一个回压閥，它的下端在油层頂部。当地面上加給的压力減弱到低于安全閥处的油流压力时，安全閥即自动关闭。此外，还可借其它在地面上操作的方法控制安全閥。安全閥和回压閥均可用绳索取出。

防 蝕 問 題

由于海水温度高、盐浓度大，所以波斯湾的腐蝕問題是严重的，但如平台构件表面上涂料保护得当，并在平台上安設阳极进行阴极防护則問題就不大了。然而达里厄斯矿场的腐蝕問題都由于油层中流体含有高浓度的硫化氢而变为复杂。

針對井中流体中存在的硫化氢，采用了两套办法进行防蝕。第一，凡是可能接触到井中流体的工具、装置均采用表面硬度不大的金属制成；第二，各井均有一套把緩蝕剂泵注到油层頂部处的装置。井中各处均設有腐蝕监察器以求在完成产量要求下能把注入緩蝕剂的成本控制到最低。

輸 油 管

各井所产的油均通过輸油管送到克哈格（Kharg）島。7口井各有单独的輸油管綫，只2口井共用一条。各条管綫在海中的长度在3.5至7.0哩之間。

在島上，这些管綫終点均汇集在集油管汇站。站上有調节每口井产量的气动节流閥。节流閥在操作室内用压力定位控制之。

达里厄斯的工程設施

IPAC 利用克哈格島上的一部分作钻井后勤、处理工厂和装运原油的地方。水、电无外源可取，就在島上自建自給。

克哈格島距大陆約25哩，島南北長約4哩，东西寬約两哩，南端最高处海拔250呎，向北傾斜往下直到海平面。这个島用作开采設施和原油集輸站的场所是有許多天然优点的；东海岸可避风浪和天然气候的侵袭，并在4000呎海岸綫內的水深达60呎，足够为100,000吨以上的油船停泊用。

島上的設施于1964年9月建造完工，簡介如下。

集 油 管 汇

管汇的作用是調节各井的产量，将各井原油混合一起而后送入两个或任一个主分离器，也可送入分析用的分离器中，均通过許多遙控自动的或遙控人动的閥門与調节器进