

迪拜Margham气田的开发和凝析油回收

H.A.Bick, ARCO Intl. Oil & Gas Co.
L.Caceydo, ARCO Dubai Inc.

朱恩灵 司艳姣 译
张朝琛 吴永甫 校

一、前言

本文介绍阿拉伯联合酋长国迪拜Margham气田的开发及凝析油回收装置。1980年2月, ARCO的国际油气公司, 与阿拉伯联合酋长国的迪拜政府签订了一个特许合同。1982年3月, 作为合股人的Britoil石油公司完成一口探井, 证实有一个富集的凝析气田。各方同意立即开发这一气田的计划, 并在1984年底建立了生产装置。目前该凝析气田日产24,000桶(3,815米³/日)凝析油, 每天回注3亿标准英尺³(8.5×10^6 标准米³/日)的采出气体。截止1985年10月1日, 已经产出800万桶(1.27×10^6 米³)凝析油。

二、技术成就

该凝析气田在开发设备方面值得注意的技术成就有:

- (1) 在荒凉的沙漠铺设了一条长14英里的双炼不锈钢管道, 用以收集产出的气体。
- (2) 安装了气体回注(在脱除凝析油之后)装置。气体压缩机的排出压力为7,200磅/英寸²。这不仅可以保存能源, 为阿拉伯联合酋长国的后代居民所利用, 而且提高了气田开发的经济效益。
- (3) 安装了现代化的分散控制系统, 以便很好地控制处理厂, 易于操作并减少修理作业。
- (4) 在未确定该气田的整个范围之前, 经营者决定分阶段建设处理厂的设备。这样就可以使最佳产气量和设备设计方案有效地适应气藏的规模。当证明气藏的最终储量比最初估算的储量小时, 可以在投资损失小的情况下, 有效地缩小处理厂的规模, 并使设备的建设进度不受损害。

三、凝析气田的地质及勘探

迪拜是组成阿拉伯联合酋长国七个成员国中的第二大国。Margham气田位于不毛之地的沙漠中。该沙漠从435英里(700公里)的阿拉伯湾的海岸线向崎岖的阿曼山脉逐渐隆起。Margham 1号井, 即第一口发现井, 其海拔高度约为600英尺(175米)。

直到中生代早期, ARCO公司迪拜区块的所在地段以及整个阿拉伯联合酋长国的领域, 实际上是含油的阿拉伯湾的古地中海通道部分范围内的一个稳定碳酸盐岩台地。迅速产生的

后礁、生物碎屑灰岩和边礁至少占据了东自 Batinah 海岸起,西北至伊朗(那里沉积深色深海钙质软泥)那样宽阔的地区。约在白垩纪中期,由于邻近大洋中的扩张,台地受到正断层作用,大致在今天阿曼山脉的位置发生了海槽的沉降。由于此海槽曾充填有沉积,所以其沉积轴线向西偏移到目前 Trucical 海岸附近,碳酸盐岩台地则沉降成为 Rub' Al Khali 盆地。

大约在第三纪的中期,非洲-阿拉伯和欧亚之间板块边缘的碰撞,使阿曼山褶皱带隆起,使阿拉伯湾区域成为一个蒸发岩盆地,使粗粒的碎屑岩滑脱,向东接近现代的阿曼湾,并使台地地层的席状体上褶皱背斜并向西推覆。

Margham 构造是冲断带内一个呈北北东-南南西走向的背斜,在两翼以垂直上升达 10,000 英尺(3048 米)的一些逆冲断层为界,现已用 Vibroseis(连续震动)法和爆震法(dynamite)等地震勘探技术对此构造进行了制图。

四、储集层及生油岩石

Margham 是一个天然气—凝析气田。各产层均为下白垩统 Thammama 组的裂缝性灰岩。这些储集层的岩石为潮下带的致密粒泥状灰岩至由砾状礁碎屑所构成的粒状碳酸盐岩。岩层孔隙性通常为差到好,在阿布扎比中部,孔隙度超过 25%,而在该酋长国的北部则小于 10%,局部地区因破裂而孔隙度增大。原始孔隙度由于受方解石的胶结作用而普遍降低。它既趋向于把烃类封闭在储层中,又说明早期的运移作用。富含有机质的侏罗纪钙质泥岩被认为是生油岩层。

迄今为止,在所钻成的井中,产层有效厚度由小于 100 英尺(30.5 米)到接近于 1,000 英尺(305 米),而多数超过 500 英尺(152 米)。孔隙度一般介于 3—8% 之间,而渗透率为 0.5 毫达西至 12 毫达西。根据从 1 到 12 号井所得的结果,估算出的天然气储量是相当可观的。气油比约为 13,000 标准英尺³/桶凝析油(2,340 标准米³/米³)。标准的井口流体分析数据如表 1 所示。

五、完井、井口及集气系统

已钻完的 12 口井的总产量为 3.3 亿标准英尺³/日(9.35×10^6 米³/日),其中 8 口井的产量为 1,000 万—1 亿标准英尺³/日($0.3—2.8 \times 10^6$ 米³/日)。井口的流动压力变化范围为 3,000—5,000 磅/英寸²(表压)(20.7~34.5 兆帕),井口温度则从 120°F 至 230°F(49°C 至 110°C)。另有三口注气井。采出的凝析气经处理后,一部分气作燃料,剩下的气体加压至 6,900—7,200 磅/英寸²(表压)(47.5—49.6 兆帕)回注到这三口井中。目前第 12 号井尚未投产。

有四口井是用 5¹/₂ 英寸(14 厘米)油管完井,七口井下入 7 英寸(18 厘米)油管,一口井下入 3¹/₂ 英寸(9 厘米)油管。由于决定加速开发气田,最初完井均使用较小尺寸的油管。在研究了侵蚀速度和考虑了压降后,决定改用 7 英寸(18 厘米)的油管。Margham 气田一口典型气井是这样打成的:首先下 30 英寸(76 厘米)的导管至 30 英尺(9 米);再打 26 英寸(66 厘米)的井眼到 500 英尺(150 米),接着下 20 英寸(51 厘米)套管固井;然后打 17¹/₂ 英寸(45 厘米)的井眼到 5,000—6,000 英尺(1,525—1,830 米)处,这时进行测井,测井后,下 13³/₄ 英寸(34 厘米)套管固井;从这个深度起,迅速打 12¹/₄ 英寸(31 厘米)的

井眼直至气藏的顶部，深约 12,500 英尺 (3,800 米)，这时进行全套测井，而后下 $9\frac{5}{8}$ 英寸 (25 厘米) 套管固井。井的上部采用油基泥浆作钻井液，泥浆比重增加到 15 磅/加仑 (1,800 公斤/米³)；下好 $9\frac{5}{8}$ 英寸 (25 厘米) 套管后，改用水基泥浆，并用 $8\frac{1}{2}$ 英寸 (22 厘米) 钻头钻穿气藏，然后下 7 英寸 (18 厘米) 尾管固井。一般地，7 英寸 (18 厘米) 井眼的完成是用优质螺纹 L-80 油管。7 英寸 (18 厘米) 尾管通过抛光镗孔插座与油管回接。

生产井井口采气树的操作压力为 10,000 磅/英寸² (69 兆帕)。采气树衬有一层 Inconel 625 合金。一般采气树有两条出气臂，连接成倒 Y 型；每条臂上有一个可调油嘴，用来调节流量。从采气树到紧急停工阀的管线，长约 300 英尺 (91 米)，操作压力为 10,000 磅/英寸² (69 兆帕)，衬有一层 Inconel 825 合金。这条管线用高压接头连接。当进行修井作业时，可以将高压接头取下来。管线是由 40 英尺 (12 米) 长的单根接起来的，每一单根两端车有丝扣。采气树上的两个安全阀及紧急停工阀都是靠水力驱动。

每个阀的带有高低压监测器的安全系统都受压力操纵装置的控制并受高温易熔塞的保护。安全控制面板控制所有阀的操作，如果需要，还可以进行人工操作。除了这些安全系统外，还有一个无线电信号系统。在紧急情况下，从处理厂控制室发射无线电信号，即可将井关闭。无线电信号通过传输与一个释放压力的螺线圈相接。如果井场没有电，就用电池。电池由太阳能栅板充电。每一个采气树还配有一条压井管线，以便在紧急情况下，往油管中泵入泥浆压井。在酸化压裂和其它生产作业后，还能用这条压井管线将井中的液体排放到一个净化池中。

从每口井的紧急停工阀到处理厂管汇的出气管线是直径为 10 英寸 (25 厘米) 的双炼不锈钢管道，其工作压力为 2,800 磅/英寸² (19 兆帕)。这八条出气管线的平均长度为 2 英里。本文后面将讨论材料的选择问题。

管线的直径是以最大压降为 300 磅/英寸² 为基础选择的。为在预计最大流量为 100×10^6 标准英尺³/日 (2.8×10^6 标准米³/日) 时得到合适的流速，这个压降是令人满意的。管线中的流态是段塞流，蒸汽速度约 28 英尺/秒 (8.5 米/秒)。管径较小，就会使流速高于冲蚀速度 (32 英尺/秒，即 9.7 米/秒)；若增加管径以消除段塞流态，就会大大增加成本，并将最小混物流速降低到 API 尺寸标准项中建议的 10 英尺/秒 (3 米/秒) 以下。

六、Margham 气田处理

Margham 气田选用低温分离方法对产出气进行处理。井口气首先进入一个段塞捕集器，在 2,000 磅/英寸² (13.8 兆帕) (表压) 压力下进行分离，然后再通过两级分离器进行分离。分离出的气体经冷却、干燥后，膨胀到 900 磅/英寸² (6.2 兆帕) (表压)，温度降低到 -20°F (-29°C)；而液体则进入稳定器进行处理，轻质气体被汽提出来，液体得到稳定。

下面介绍 Margham 气田的处理装置。这套装置原设计处理井口气 330×10^6 标准英尺³/日 (8.5×10^6 标准米³/日)，生产凝析液 27,000 桶/日 (4,300 米³/日)。介绍分六个部分：入口处理、相分离、低温分离、凝析液稳定、回注及仪表。

处理装置介绍完后，讨论设备的防腐措施和整套装置材料的选择原则。

Margham 气田处理装置的简明方框图如图 1 所示，气体及凝析液处理装置的简单流程图如图 2 所示。

1. 入 口 处 理

每口井的产出气单独进入Margham处理厂的集气管汇。正如前边所提到的, 八条出气管线均为双炼不锈钢管, 一般长为2英里。气井的转接在集气管汇处进行。管汇本身由碳钢制成。在管汇上有几处可注入缓蚀剂。由任一口井出气管线来的气流, 既可以进入集气管汇处的生产管汇和段塞捕集器, 也可以改为进入集气管汇处的试井管汇。生产管汇将气体引入段塞捕集器。

试井分离器与试井管汇相连, 能处理的最大单井产气量为1.25亿标准英尺³/日 (3.5×10^6 米³/日)。每次测试一口井。试井分离器为碳钢制的卧式分离器, 整个内部涂有316LSS 酚醛树脂衬里, 试井分离器的直径为72英寸 (180厘米), 长为30英尺 (9米)。

井口流体由集气管汇处的生产管汇进入段塞捕集器, 进行液气两相的初步分离。段塞捕集器的用途有两个: 第一, 使进入其中的井内产流体进行初步的两相分离; 第二, 它可减缓进入流体中的液体段塞对相分离装置的操作和控制的影响。象试井分离器一样, 段塞捕集器为碳钢制的卧式容器, 全部涂有酚醛树脂内衬。段塞捕集器直径为96英寸 (245厘米), 长为30英尺 (9米)。

段塞捕集器的尺寸是以预计的集气系统中的最大液体段塞为基础选择的。对若干经验关系式进行了研究, 以确定液体段塞的大小、出现的时间和频率。Margham 气田的段塞捕集器的尺寸是根据段塞体积为600英尺³、出现时间为4分钟选择的。这和Brill 方程和段塞捕集器用户建议的尺寸十分符合。所以, 段塞捕集器的尺寸是没有问题的。

由段塞捕集器流出的液体流到液体入口冷却器。冷却器为一单柱的强制通风冷却换热器。换热器装有两个风扇, 其中一个固定在一定角度, 另一个的角度是可以变化的, 使冷却过程可以得到良好控制。

由段塞捕集器流出的蒸汽通过入口蒸汽冷却器加以冷却。冷却器是一排四个柱式的强制通风冷却器。其端部箱体由碳钢制成, 衬有一层904L 不锈钢, 而冷却器内的管组则是由称为Sandvic SAF 2205的金属制成的。

2. 相 分 离

第一级凝析液分离器接受来自入口蒸汽冷却器的蒸汽和凝析烃类。分离器使流入此容器的两相产生分离, 让蒸汽流往低温分离器, 而液体则连续地流向相分离装置的低压段。分离器是由碳钢制成的, 内部有酚醛树脂涂层。它的直径为60英寸 (150厘米), 长为20英尺 (6米)。

二级分离器为一三相分离器。流出物是烃类蒸汽、凝析液和水。此分离器为一内部有酚醛树脂涂层的碳钢容器。由二级分离器流出的凝析液进入重质凝析液缓冲罐。所产出的水流进地下污水排出管线。这些水在蒸发池中进行最后排放。在分离器中未能脱除的水则直接到下游的重质凝析液缓冲罐中加以脱除。二级分离器直径为72英寸, 长为25英尺。水中含盐量为15,000ppm, 大多数是氯化物。

3. 低 温 分 离

由一级凝析液分离器出来的烃类蒸汽流入低温气-气节能器和气-液节能器。气-气节能器由三个炉管式换热器串联构成, 而气-液节能器为一个与它们平行的换热器。所有这四

个换热器均为固定的管栅，管材系由设计为耐压1,100磅/英寸² (7.6兆帕) 的低温碳钢所制成。每个壳体的直径为36英寸 (1米)，长为30英尺 (9米)。

为了预防在换热器管子内形成水化物，在节能器的上游管栅的表面喷淋乙二醇水溶液。一旦节能器中结冰，可通过换热器的旁流加温，将所结的冰融去。也可以用注入甲醇的办法防止形成水化物。然而，温度的回升将只限于20°F (-7℃^①) 左右，以保持回注压缩区的温度在可接受的水平上。

由节能器内出来的流体通过一个控制阀进行节流。这一控制阀称为焦尔-汤姆逊阀。命名为焦尔-汤姆逊阀是因为温度的突然降低与压力的急速下降是相一致的。焦尔-汤姆逊阀的下游是低温分离器体系中最冷的部分。由焦尔-汤姆逊阀出口流出的流体即进到此低温分离器中。

低温分离器为一绝热的卧式低温碳钢容器，涂有316LSS内衬。所设计的容器在-40°F (-40℃^①) 下能承受1,100磅/英寸² (7.6兆帕)。正常操作条件为900磅/英寸² (6.2兆帕) 和-20°F (-29℃^①)。当井口压力降低而井口流出物含凝析油较少时，其操作压力也可降至800磅/英寸²。低温分离器的直径为90英寸 (230厘米)，长为30英尺 (9米)。

靠第一级凝析液缓冲罐出来的气体的换热变冷，使低温分离器出来的气体在节能器壳体一侧被再加热。由低温分离器出来的冷凝析油在进入稳定器之前，在气-液节能器内重新加热。从凝析液中分离出的乙二醇/水溶液，由低温分离器进入乙二醇再生装置。

4. 凝析液的稳定

凝析液稳定装置从低温分离器和相分离器接纳分离出的液烃。由低温分离器装置出来的液烃流入冷凝析液缓冲罐，而由相分离器来的液体则进入重质凝析液缓冲罐。每个容器均由碳钢制成，内有酚醛树脂涂层。

由各个缓冲罐来的凝析液进入稳定装置。按设计，此稳定装置有30个塔盘，可用来由凝析液中汽提轻馏分。根据设计，它可以生产雷德蒸汽压 (RVP) 由7.0到11.5磅/英寸² (48~79千帕) (绝对) 的凝析液。为了获得所希望雷德蒸汽压范围的产品，稳定塔设计的工作压力为200至300磅/英寸² (1.38到2.07兆帕) (表压)。此稳定塔的壳体在底部塔盘以下是碳钢的，而在底部塔盘以上为碳钢，衬有一层316L合金钢。塔盘均由410SS合金钢制成。塔的总高度为95英尺 (29米)，上部直径为66英寸 (165厘米)，下部直径为84英寸 (215厘米)。

稳定塔的供热可以用明火加热炉或者靠从稳定塔底部产品中回收热量的重沸器。由稳定塔出来的拔顶气体，用一台气体涡轮驱动的往复式压缩机加压，输往回注设施的入口。

对稳定后的凝析产品进行冷却，然后泵入一条直径为16英寸 (40厘米) 的地下管线，输往距处理厂以西40英里 (64公里) 的Jebel Ali港。在Jebel Ali有两个500,000桶 (79,500米³) 的储罐和一个装油吊臂，每小时能装卸凝析油30,000桶 (4,770米³/小时)。

5. 回注装置

回注压缩机将来自低温分离器的气体和稳定塔塔顶的气体加压回注到Margham凝析气田中去。有两组并排工作的回注压缩机，它们的性能完全相同。每组回注压缩机的主要设

^①原文分别为4.5℃和6.7℃，有误。——译者

备,包括装于同一驱动轴上的三级压缩机,一台气体涡轮驱动装置,三台压缩机的消震缓冲器,三个风冷换热器,以及支撑转动装置的辅助系统。压缩机的额定功率为35,000马力(26,100千瓦)。压缩机是Nuovo Pignone厂的产品,而且认为是一种先进的机械设备。压缩机的排出压力为6,900—7,200磅/英寸²(47.6—49.6兆帕)。压缩机用通用电器公司的Frame V型燃气轮机来驱动。

同一轴上的每级压缩机的压缩比为2:1。每个压缩机具有单独的润滑系统和密封系统。分别装在滑橇上。润滑系统和密封系统都安装在每个压缩机房内,它们是整个压缩系统的集装部分。

通向井口的气体回注管线是由碳钢制成的。回注前在所述低温分离装置中已将水除去,预计其腐蚀性将很小。管线的设计压力为8,500磅/英寸²(58.6兆帕)。

6. 仪 表

处理厂的装置都带有分散控制系统。分散控制与普通的集中控制的差别是,系统部件都是相互连通的。在集中式控制系统中,所有的指令性功能都是集中的。各个讯号通道都汇入集中控制室,从每个传感器来的和送到每个执行器的讯号都由控制室接受和发出。在分散控制中,每一回路的控制器都从中心控制室移出,而将它们“分散”到靠近传感器和执行器的地方。这些控制器可以不依靠控制室操作,但是操作人员仍能存取所有的控制器的数据,如各种设定值、过程变数的测量以及控制器输出讯号水平等等。

在这些装置中,以控制器为依据的微处理机分布在五个地方:处理区一个;两个回注压缩机控制室各一个;发电机控制室一个;主控制楼内电子控制室一个。通过一种称为数据传送线的冗余数据通道,将装在各仪器柜中的各控制器连成一个回路,通往中心控制室。数据传送线可以使中心控制室与每个控制器室,或者使各个控制室之间相互连通。

中心控制室有4个操作人员工作台,它们是由阴极射线管(CRT)、键盘、磁盘式数据存储装置及打印机/绘图仪所组成。阴极射线管所显示的数据格式为文字-数字式和半图解式两种。操作人员可在工作台发出控制指令,监视厂内状态和发出警报,或者作出系统的运行图,以便更细致地描绘系统的情况。

中心控制室内操作员工作台常称为操作人员接口装置(OIU),为操作人员提供观测和控制全厂操作及了解全厂概貌的彩色图象。全厂的概貌可以分成分区显示,每个区域又可分为若干组,每区最多可分为十二组。成组的显示可展现出控制器、指示器及趋向。

七、材料选择和防腐措施

整个开发设备是由几种不同的材料制成的。下面介绍一下选择材料的原则。

井下油管:选择碳钢作井下油管材料,并往井中注缓蚀剂防腐。热动力学研究表明:油管柱上部可能有少量凝析水生成,这可以采用胺类缓蚀剂防腐。这些防腐措施是以ARCO公司以前在生产特性类似的气藏中获得的经验为依据的。

1. 井 口 设 备

为最经济、最有效地控制这些关键设备的磨蚀和腐蚀,材料专家们选择Inconel作地面

井口设备的衬层。

2. 集 气 管 线

热动力相态研究表明,井口油嘴下游的气体中,含有大量液态烃类和水、还有硫化氢和6%的二氧化碳。这对碳钢制的管子来说是一个腐蚀性环境,需要采用胺类缓蚀剂或改用不锈钢管。经过激烈的投标竞争,安装双炼不锈钢管道比安装碳钢管子并在每口井的井口安装注缓蚀剂的设备要花钱少。在权衡了双炼不锈钢管的高投资和碳钢管的高修理及化学剂费用后,作出了决定。

3. 处理设备与连接管线

处理厂设备材料的选择原则如下:

(1) 分离器:在处理厂,凡是接受分离相产出水的分离器都用焙干酚醛树脂作内涂层。这种涂层是在制造分离器的过程中喷涂在其内表面上,并由专营分离器的卖主在烘箱中用高温将涂层焙干。这项工作是在卖主的车间进行的。ARCO公司在其它设备中应用这一技术也证明是有益的。

(2) 管线:注入管汇中的缓蚀剂与来自分离器的液烃一起流动,而不与蒸汽或产出水一起流动。因此,所有液烃管线都用碳钢;所有蒸汽管线都用316L不锈钢防腐;来自分离器的产出水管线,高压处用316L不锈钢管,在低压处用玻璃纤维管。

4. 低温分离区

低温分离区的材料是碳钢的。在该区内,所有的自由水都被脱除或捕集在乙二醇液中,所以该区内的腐蚀性很小。

稳定塔:稳定塔(蒸馏塔)的材料是碳钢,并衬有316LSS。选用316LSS是防止由于液压波动或误操作导致在分离器中出现自由水而产生的腐蚀。由于蒸馏塔的底部温度高,阻止了自由水的冷凝,所以蒸馏塔底部采用普通碳钢作材料。

八、启 动 生 产

在规定全面投产之前的8周内完成设备的试运转工作。这基本上是平滑的启动,但仍存在一些问题,主要的麻烦如下:

(1) 由于井口压力高,定各井的高压极限有些困难。压力偏离额定值,使管汇释压阀上升。尽管这样不产生什么机械问题,但释压阀却不能完全回位,而不得不用别的卖主的压力调整装置来代替释压阀。

(2) 回注压缩机周围的循环阀存在严重共振问题,曾要求制造厂重新设计。安装新的阀后,此问题已经获得解决。

(3) 在稳定塔环路的高温伺服阀中。由于所选用的润滑油不适宜,造成多次漏失。经修复改用高温润滑油后此问题已得到解决。

(4) 在原来设计中对于相分离区及低温分离区中的分离器都未装观测玻璃管,这样就给液面和界面控制的校准工作造成很大困难。在安装了观测玻璃管后。从此操作就变得比较

平稳了。

九、未 来 计 划

负责这些设施运转的ARCO迪拜公司，主要关心三个领域，即气藏经营管理、液化石油气（LPG）回收和干气回注。

气藏经营管理：为了保持最佳产量，ARCO公司的油藏工程师建议补打更多的生产井和注气井。目前至少应增加一口新的生产井和一口新的注气井。

液化石油气回收：ARCO公司的回收装置工程师建议安装设备，从放空气中回收丙烷-丁烷的混合物，作为液化石油气投放市场。当地的管理人员正在探索一种途径，以有效的和有利可图的方式销售液化石油气。

干气回注：为了解决由现有资源中增加凝析油产量和气体处理装置卡脖子问题，经营人员正在研究增加第三套回注压缩机的可行性。

除了对上述主要问题进行研究外，正在集中研究现有设施的防腐蚀问题，并在ARCO公司特许区内进行新的勘探的可能性。

十、成 功 的 原 因

这些装置的成功开发是一系列的决策和活动的结果。

（1）在装置材料和操作技术进口方面所需要的许可、签证和检验上，迪拜政府给予了极大的合作和帮助。

（2）在第一口井发现气田以后，和凝析气田边界尚未全面探明之前，就立刻决定开始建设这些设施。因此这些装置能够比别处提前几个月投产。

（3）ARCO公司工程项目和作业队伍与整个承包商的管理班子双方密切合作并满足了预期的计划要求。一支真正可靠的队伍的努力是会有成果的。

（4）这一装置的建造是在石油和天然气工业的营业气候在世界范围内不景气的情况下进行的。能及时收到订购器材，而且这些设施的费用合适，是靠世界范围的激烈竞争的招标达到的。

表 1 ARCO迪拜Margham凝析气田的井口产出气体组成(折干计算)

组 分	原始的摩尔%	2001年的摩尔%
N ₂ (氮气)	0.22	0.24
CO ₂ (二氧化碳)	5.55	5.68
H ₂ S(硫化氢)	11ppmw	11ppmw
C ₁ (甲烷)	82.16	84.63
C ₂ (乙烷)	3.58	3.59
C ₃ (丙烷)	1.56	1.52
iC ₄ (异丁烷)	0.47	0.45
nC ₄ (正丁烷)	0.74	0.70
iC ₅ (异戊烷)	0.39	0.36
nC ₅ (正戊烷)	0.35	0.32
C ₆ (己烷)	0.49	0.40
C ₇ (庚烷)	0.73	0.60
C ₈ (辛烷)	0.84	0.61
C ₉ (壬烷)	0.56	0.34
C ₁₀ (癸烷)	0.46	0.23
C ₁₁ (十一烷)	0.34	0.13
C ₁₂ (十二烷)	0.24	0.08
C ₁₃ (十三烷)	0.20	0.05
C ₁₄ (十四烷)	0.19	0.04
C ₁₅ ⁺ (十五烷以上)	0.93	0.03
	100.00	100.00
庚烷以上组分的分子量	160	117
庚烷以上的密度	0.810	0.769

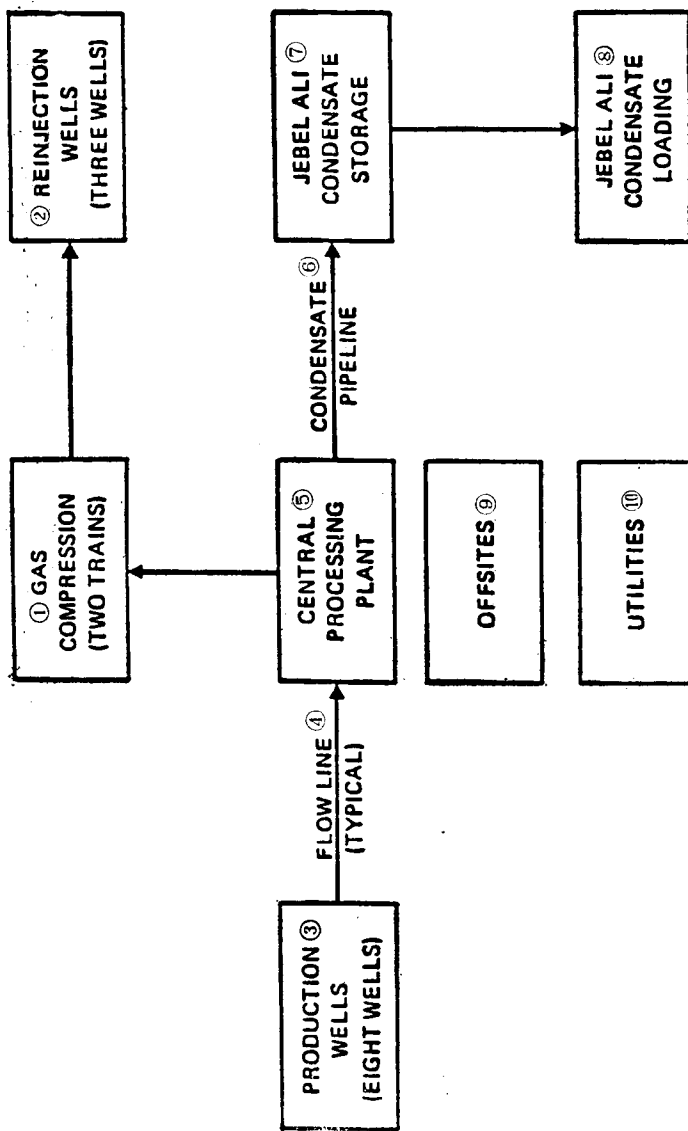


图 1 ARCO 迪拜生产装置简明框图

① 气体压缩 (两组); ② 气体回注井 (3 口井); ③ 生产井 (8 口); ④ 出气管线 (标准的); ⑤ 中心处理厂;
⑥ 凝析液管线; ⑦ Jebel Ali 凝析油储罐区; ⑧ Jebel Ali 凝析油装油站; ⑨ 管理场所; ⑩ 公用设施

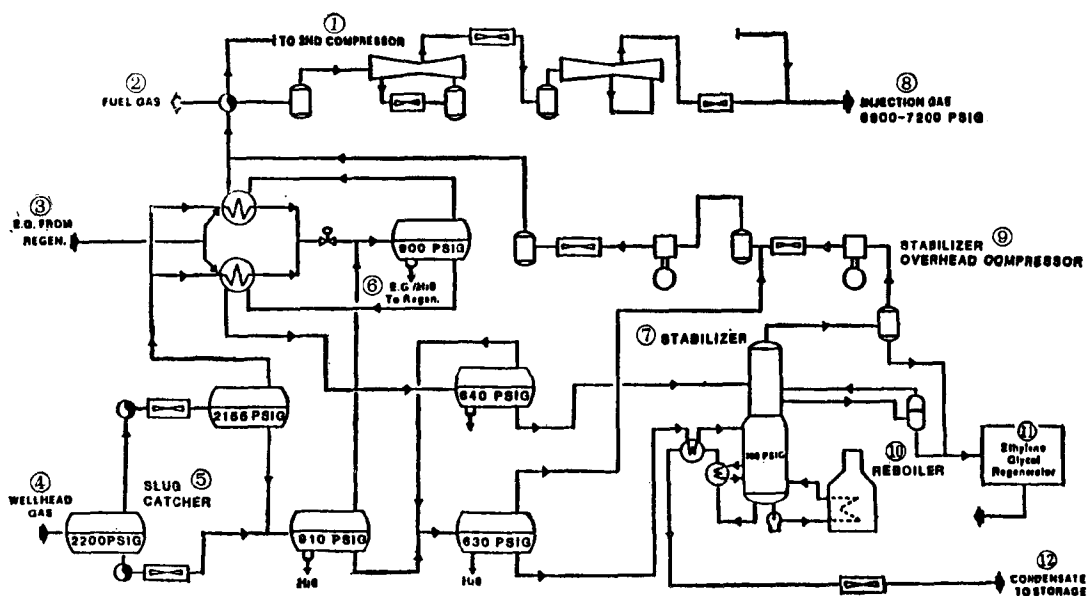


图 2 ARCO迪拜开采设施的处理流程

- ① 通向第二级压缩机；② 燃料用气；③ 由再生塔来的乙二醇；④ 井口来的气；⑤ 段塞捕集器（2,000磅/英寸²）；⑥ 进入再生器中的水和乙二醇；⑦ 稳定装置；⑧ 注入气体（6,900—7,200磅/英寸²）；⑨ 稳定塔拔顶馏出物压缩机；⑩ 重沸器；⑪ 乙二醇再生装置；⑫ 输往储罐的凝析油