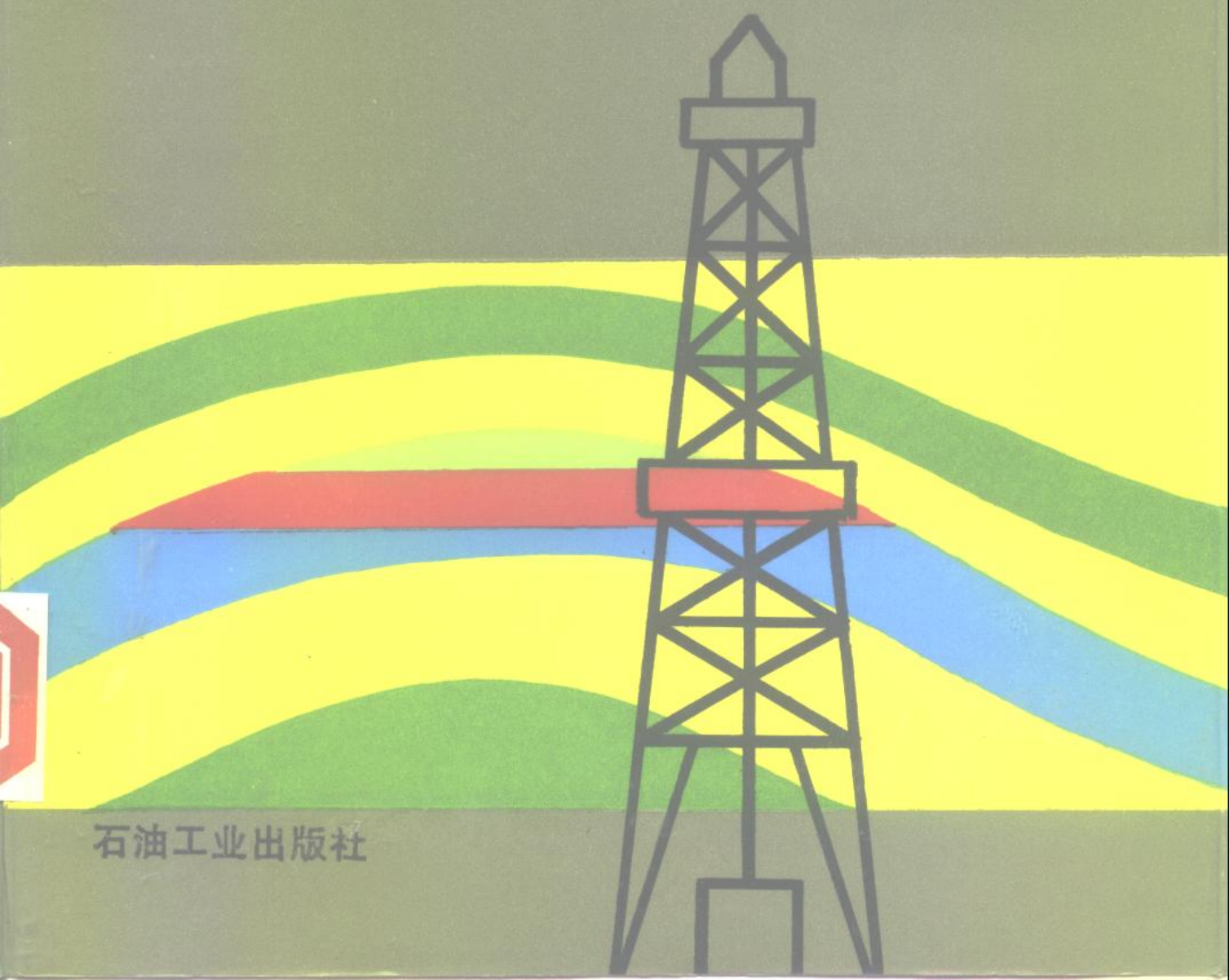


石油科学进展 19A

采油地面操作(卷一)



石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要阐述了石油工程中两大关键环节，地面和地下（井筒）工程的工艺方法和技术。地面部分主要叙述地面设备、气液性质、油气分离、乳状液及破乳、烃蒸汽回收、天然气工程、集输等；地下（井筒）主要阐述自喷井系统设计、试井、测井、气举、柱塞举升、有杆泵抽油、水力活塞泵、电潜泵等。书中每章均附有一些工程计算实例及习题，既适用于现场工程技术人员阅读，又可作为石油院校师生不可多得的参考书。

本书1~8章由黄兆武翻译；10、11、13、14、15、16章由张卫国翻译；9章由段玲翻译；12章由翟崇生翻译；全书由张朝琛、罗景琪、陈志刚统一审校。

DP43/31

Developments in Petroleum Science, 19A

Surface operations in Petroleum Production, I

by G.V.Chilingarian J.O.Rabertson, Jr S.kumar

Elsevier Science Publishers

B.V., 1987

石油科学进展 19A

采油地面操作

(卷一)

[美] G.V.契林盖里 J.O.小罗伯逊 S.库马 等 著

黄兆武 张卫国 等 译

张朝琛 等 校

*

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 $41\frac{3}{4}$ 印张 1048 千字 印 1—2500

1995 年 3 月北京第 1 版 1995 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-1169-7/TE·1078

定价：30.00 元

本书的作者

- M.Y. AL-BASSAM Getty Oil Co., P.O. Box 1, Mina Saud, State of Kuwait
Axelson, Inc. P.O. Box 2427, Longview, TX 75606, U.S.A.
- C.M. BEESON Petroleum Engineering Department, University of Southern
California, Los Angeles, CA 90089-1211, U.S.A.
- D.U. BESSLER Tretolite, Petrolite Corporation, 369 Marshall Avenue, St.
Louis, MO 63119, U.S.A.
- T.A. BERTNESS Petroleum Engineering Department, University of Southern
California, Los Angeles, CA 90089-1211, U.S.A. (also: Con-
sultant, 14827 La Cuarte Street, Whittier, CA 90605, U.S.A.)
- W.G. CARTER Earth Engineering, Inc., 4244 Live Oak Street, Cudahy, CA
90201, U.S.A.
- G.V. CHILINGARIAN Petroleum Engineering Department, University of Southern
California, Los Angeles, CA 90089-1211, U.S.A.
- E.C. DONALDSON Petroleum & Geology Engineering, University of Oklahoma,
Norman, OK 73019, U.S.A.
- C. DUNBAR Senior Application Engineer, TRW Reda Pump Division,
Bartlesville, Okla., U.S.A.
- B.A. ECKERSON Vanson Engineering Co., 1061-B Kraemer Place, Anaheim,
CA 92806, U.S.A.
- K.H. GUPPY Petroleum Engineering Department, University of Southern
California, Los Angeles, CA 90089-1211, U.S.A.
- W.B. HATCHER Texaco, Inc., Taft, CA 93268
- A.L. JOHNSON Vanson Engineering Co., 1061-B Kraemer Place, Anaheim,
CA 92806, U.S.A.
- D.G. KNOX Petroleum Engineering Department, University of Southern
California, Los Angeles, CA 90089-1211, U.S.A.
- S. KUMAR Petroleum Engineering Department, University of Southern
California, Los Angeles, CA 90089-1211, U.S.A.
- F.J. LOCKHART Chemical Engineering Department, University of Southern
California, Los Angeles, CA 90089-1211, U.S.A.
- D. MOMENI Petroleum Engineering Department, University of Southern
California, Los Angeles, CA 90089-1211, U.S.A.
- R.L. PETTEFER Petrolite Corporation, Petreco Equipment Group, 369 Marshall
Avenue, St. Louis, MO 63119, U.S.A.
- W.J. POWERS Manager Marketing Services, TRW Reda Pump Division,
Bartlesville, Okla., U.S.A.

J.O. ROBERTSON, Jr. Earth Engineering, Inc., 4244 Live Oak Street, Cudahy, CA
90201, U.S.A.

K.M. SASSEEN HTI-Superior, Inc., Berry Industries Company, P.O.Box
3908, Santa Fe Springs, CA 90670, U.S.A.

Varec, Inc. VAREC Division, Emerson Electric Co., 10800 Valley View Street,
Cypress, CA 90630, U.S.A.

L.C. WATERMAN Petrolite Corporation, Petreco Equipment Group, 369 Marshall
Avenue, St. Louis, MO 63119, U.S.A.

P. WILSON Kobe Inc., 3040 East Slauson Avenue, Huntington Park, CA
90255, U.S.A.

序 言

当石油生产部门正在密切注视着油田作业和生产技术的重新设计以提高最终采收率的经济性时，本书的出版是及时的。寻找新油田的高额投资和风险，迫使人们为求改善现有油田生产特性重新评价其生产技术和油藏工程。作为一本采油地面作业和技术的综合性参考书，本书满足了现场采油经理和工程师们的需求。石油院校的师生可用此书作为采油工艺方面的教科书，使对油藏工程的研究更为完备。

本书详尽地阐述了现场工程技术人员可能遇到的物理和化学性质方面的内容。还阐明了流体（气体、由天然气变成的凝析液、原油和油田水）的性质、流体的分离、计量和输送方法。而这些章节又是阐述地面装置的基本依据，这些地面装置依据这些流体的物理和化学性质在现场就地处理流体以方便其进一步加工和输送。在随后各章中讨论油田乳状液和其化学性质的控制以及用于油田乳状液分离的设备和处理方法。

下面紧接的几章将讨论各种流体及其处理工艺。各章依序对（从注水到新的提高原油采收率技术）所碰到的每种现场地面装备作了扼要论述。各章还包括泵送方法、水质控制、生产测试和防腐等方法。

本书是综合性的，它还包括完井和修井作业、地下储气的设计 and 操作方法以及对海洋石油工业技术的评述。因此，这一两卷本的书几乎涉及到所有地面工艺技术的内容，可供经理、工程师、石油院校师生参考。

这本有用的书是一些石油生产专家相互合作、共同著述的结晶。他们投入了大量的精力阐述了其在评价和解决现场技术问题时所获得的宝贵的经验和对现场工艺经济性的研究。各石油公司也大力支持作者们参与本书的著述，并允许公开出版有关的数据、设计方法和图版。

衷心希望本书在“石油科学进展”系列书中能占有显著的位置，并希望本书在改善原油的生产和提高最终原油采收率方面起到重要的作用。

E.C.唐纳森博士

美国俄克拉何马大学石油和地质工程系

目 录

第一章 地面生产设备绪论	(1)
第一节 引言	(1)
第二节 集油系统	(1)
第三节 处理段	(3)
第四节 储油罐	(9)
第五节 附属设备	(9)
第六节 分离器	(12)
第七节 天然气加工和处理	(13)
第八节 练习题	(15)
附录 1.I 某些基础性的流体力学概念和例题	(17)
附录 1.II 氢化合物: 原油和石油产品的组分	(26)
参考文献	(33)
第二章 石油气和液体的物理性质	(34)
第一节 引言	(34)
第二节 气体密度	(35)
第三节 液体密度	(37)
第四节 气体粘度	(39)
第五节 液体粘度	(39)
第六节 汽-液平衡比	(41)
第七节 原油各种物性间的相互关系	(44)
第八节 练习题	(46)
参考文献	(46)
第三章 油气分离	(47)
第一节 引言	(47)
第二节 分离器类型	(48)
第三节 分离器的内部器件	(49)
第四节 影响分离器效果的因素	(52)
第五节 分离器的设计	(53)
第六节 用制造厂家的实际现场测试数据进行分离器设计	(57)
第七节 多级分离	(57)
第八节 各种逐次逼近法	(61)
第九节 Lockhart-McHenry 闪蒸平衡计算方法	(62)
第十节 Lockhart 方法	(65)
第十一节 三相闪蒸平衡	(67)
第十二节 练习题和问答	(67)

附录 3. I Raoult, Dalton 和 Henry 定律	(68)
附录 3. II 容器的图解、附件、气体通量、设定容积和规格	(69)
参考文献	(94)
第四章 油田乳状液及其电破乳	(95)
第一节 引言	(95)
第二节 乳化理论	(96)
第三节 脱水	(97)
第四节 电脱水器	(101)
第五节 自动脱水工艺	(103)
参考文献	(106)
第五章 石油乳状液的化学破乳	(107)
第一节 引言	(107)
第二节 乳状液性质	(107)
第三节 原油生产	(109)
第四节 低温处理	(110)
第五节 化学破乳工艺	(112)
第六节 操作步骤	(113)
第七节 水包油乳状液的破乳	(115)
第八节 故障处理	(116)
第九节 污油处理系统	(119)
第十节 斯托克斯 (Stokes) 定律	(121)
附录 5. I 斯托克斯公式的推导	(122)
参考文献	(123)
第六章 烃蒸汽回收	(124)
第一节 引言	(124)
第二节 蒸发损失	(124)
第三节 蒸发控制	(125)
第四节 蒸汽回收系统的基本知识	(126)
第五节 所需设备	(127)
第六节 烃蒸汽回收系统设计	(130)
第七节 储存压力	(133)
第八节 呼吸阀压力设定值	(134)
第九节 阀门通过能力	(136)
第十节 放空排气	(136)
第十一节 从烃蒸汽回收系统快速回收投资	(137)
第十二节 小结	(139)
附录 6. I 常压和低压储罐的呼吸系统 (非致冷罐) (API 标准 2000, 第一版, 1968 年 5 月)	(139)
参考文献	(145)
第七章 天然气和天然气液	(146)

第一节	引言	(146)
第二节	天然气	(147)
第三节	天然气处理厂	(148)
第四节	天然气的技术规格	(149)
第五节	天然气测试方法	(150)
第六节	天然气液	(151)
第七节	天然气处理	(152)
第八节	液体萃取	(154)
第九节	天然气集输	(161)
第十节	注气	(163)
第十一节	天然气工程	(163)
第十二节	练习题和问题	(164)
附录 7. I	处理厂流程例题(选自 Chilangar 和 Beeson, 1968, 360~365 页)	(165)
	参考文献	(171)
第八章	油气运输	(172)
第一节	引言	(172)
第二节	管流基础	(172)
第三节	泵送原理	(179)
第四节	原油管道输送	(181)
第五节	非等温流动	(188)
第六节	重质原油的管线输送	(208)
第七节	天然气的管道输送	(208)
附录 8. I		(222)
	练习题	(228)
	参考文献	(229)
第九章	自喷井系统的设计	(231)
第一节	引言	(231)
第二节	油藏中的渗流	(232)
第三节	垂向流	(237)
第四节	定向井中的多相流	(240)
第五节	地面出油管中的水平流	(241)
第六节	倾斜或丘陵地域的多相流	(242)
第七节	通过油嘴的流动	(244)
第八节	总生产系统	(245)
第九节	典型问题	(248)
附录 9. I	Hageclorn 和 Brown (1965) 的沿程压力剖面曲线	(249)
附录 9. II	油嘴概述	(272)
	参考文献	(274)
第十章	试井	(275)

第一节	引言	(275)
第二节	钻杆测试	(275)
第三节	压力恢复和压降测试基础	(284)
第四节	例题和练习题	(313)
	参考文献	(314)
第十一章	生产测井	(317)
第一节	引言	(317)
第二节	测井仪器	(317)
第三节	流量计测井的解释方法	(324)
第四节	压差密度计的解释方法	(329)
第五节	温度测量	(329)
	附录 11. I 生产测井 (现场实例) (经斯伦贝谢有限公司同意转载)	(335)
	例题和练习题	(344)
	参考文献	(345)
第十二章	气举	(346)
第一节	引言	(346)
第二节	气举基本原理的回顾	(347)
第三节	气举原理和方法	(356)
第四节	气举类型	(359)
第五节	气举设备	(373)
第六节	结论	(378)
第七节	某些基本问题的求解	(379)
	参考文献	(383)
第十三章	柱塞举升	(385)
第一节	引言	(385)
第二节	柱塞举升发展的历史	(386)
第三节	设备的进展	(386)
第四节	早期预测方法	(390)
第五节	周期控制膨胀型柱塞的油井资料	(405)
第六节	柱塞举升的最小二乘方程	(405)
第七节	气体和压力方程的推导方法	(407)
第八节	最大产率方程的推导方法	(409)
第九节	建立柱塞气举诺模图	(410)
第十节	如何使用柱塞举升诺模图	(417)
第十一节	柱塞举升诺模图和实例	(422)
第十二节	柱塞举升的应用	(426)
第十三节	柱塞举升动态的预测	(432)
第十四节	例题与练习题	(439)
	术语表	(439)
	参考文献	(440)

第十四章 有杆泵抽油	(441)
第一节 引言	(441)
第二节 有杆泵抽油系统	(441)
第三节 泵的评价和选择	(448)
第四节 抽油杆设计的理论分析	(461)
第五节 平衡设计	(476)
第六节 扭矩计算	(477)
第七节 原动机的功率要求	(478)
第八节 API 推荐的设计步骤	(481)
第九节 示功图分析	(494)
第十节 操作条件的直观诊断	(494)
第十一节 井的故障测试	(505)
第十二节 能量优化	(512)
第十三节 材料的选择	(514)
第十四节 安装和操作	(517)
第十五节 例题和练习题	(518)
附录 14. I 常用公式 (Lufkin Industries, Inc 提供)	(519)
附录 14. II 抽油机设计计算 (Lufkin Industries, Inc 提供)	(522)
参考文献	(529)
第十五章 井下水力泵	(531)
第一节 引言	(531)
第二节 井下水力泵——柱塞式	(533)
第三节 泵的选择	(544)
第四节 油管配置	(555)
第五节 井口装置	(562)
第六节 控制管汇	(562)
第七节 地面泵	(562)
第八节 动力液净化系统	(563)
第九节 闭式动力液 (CPE) 系统	(564)
第十节 开式动力液系统	(565)
第十一节 各别井场动力站	(567)
第十二节 动力液流量计算	(572)
第十三节 计算动力液的压力	(573)
第十四节 井底压力计算	(600)
第十五节 例题和练习题	(601)
参考文献	(603)
第十六章 电潜泵	(604)
第一节 引言	(604)
第二节 电潜泵系统	(604)
第三节 电潜泵的应用	(606)

第四节	电潜泵系统的各部件·····	(606)
第五节	选泵的数据和方法·····	(615)
第六节	搬运、安装和操作·····	(629)
第七节	故障的排除·····	(631)
第八节	例题 16—1——选择较高气油比井的用泵·····	(640)
第九节	例题和问题·····	(653)
参考文献	·····	(655)

第一章 地面生产设备绪论

K.M.Sasseen, George V. Chilingarian, And
John O. Robertson JR.

第一节 引言

十九世纪中叶,通过蒸发天然卤水生产盐的制盐工业在美国(西弗吉尼亚和宾夕法尼亚州)兴旺发达。产出的卤水常夹杂有令人头疼的原油。要从蒸发池中撇去原油,并当作废物弃置掉。不过,很多会经营的盐业家用瓶子把原油收集起来,并在“药品展览会”上出售。在标签上常有一个精力旺盛的印第安人的画像,证实这种“取自洼地的石油”具有万能的疗效。

后来,一份油样被送到耶鲁大学进行分析,通过蒸馏,揭示了这种油具有某些有价值的特性。根据这一分析结果,当时在宾夕法尼亚州组成了一个辛迪加推动一口油井的钻进工作。第一口油井,即 Drake 打的井就是 1859 年由一群来自西弗吉尼亚的盐水井钻井工人所钻成的,这标志着美国石油工业的开端。从而,一开始就伴生的盐水和石油,它们作为产品和杂质的地位被颠倒过来。自那以后,美国石油工业一直稳步发展,至今仅美国每天就消耗约 1600 万桶石油。

由于无止境地探索多种更好和更有效的方法,各阶段的石油工艺和石油工业一直保持着同步发展。采油技术从石油工业开发初期使用的很原始的木制槽管已发展成现代复杂的集油系统、多级分离工艺和处理厂。运输系统已从在井口装油的木桶演变成连结全国各地的管线和油罐车输送系统。

作者在本书中主要论述归属于“石油生产中的地面作业”方面的有关内容。这部分内容包括从井口到炼厂(图 1—1)的所有设备和作业。

第二节 集油系统

集油系统(见图 1—1)主要由连结井口和分离设备所必需的管子、阀门和管件组成。图示集油系统可能是一条或多条主管线,每条主管线又有多条支线连结每口油井,也可能是几条分别来自每口油井的管线,这些管线连接到一组集油汇管或试油汇管系统上,视距离和分配要求而定。辅助设备可能包括:(1)总产液流量计;(2)带有编程序器和计算机数字显示装置的自动油井测试装置,数据可传输到远处办公室或生产指挥部;(3)缓蚀剂和化学剂注入设备;(4)自动指令阀;(5)限产装置。在某些情况下,从套管头把天然气接入油田集气系统。有些集气系统在低于 $28\text{inH}_2\text{O}$ 的负压下进行。在每口井安装孔板流量计,或者也可用一台流量计计量某一矿物的全部产气量。

随着油井注蒸汽工艺的发展,某些油田的集油系统更加复杂;不过,新的开发设施尽管更加复杂,但常使整体设计简化以便能更好地连通和易于操作。在一些重质稠油油田已安装油井注蒸汽设施进行强化采油。在几口井上采用注蒸汽工艺使单井产量增加到注蒸汽

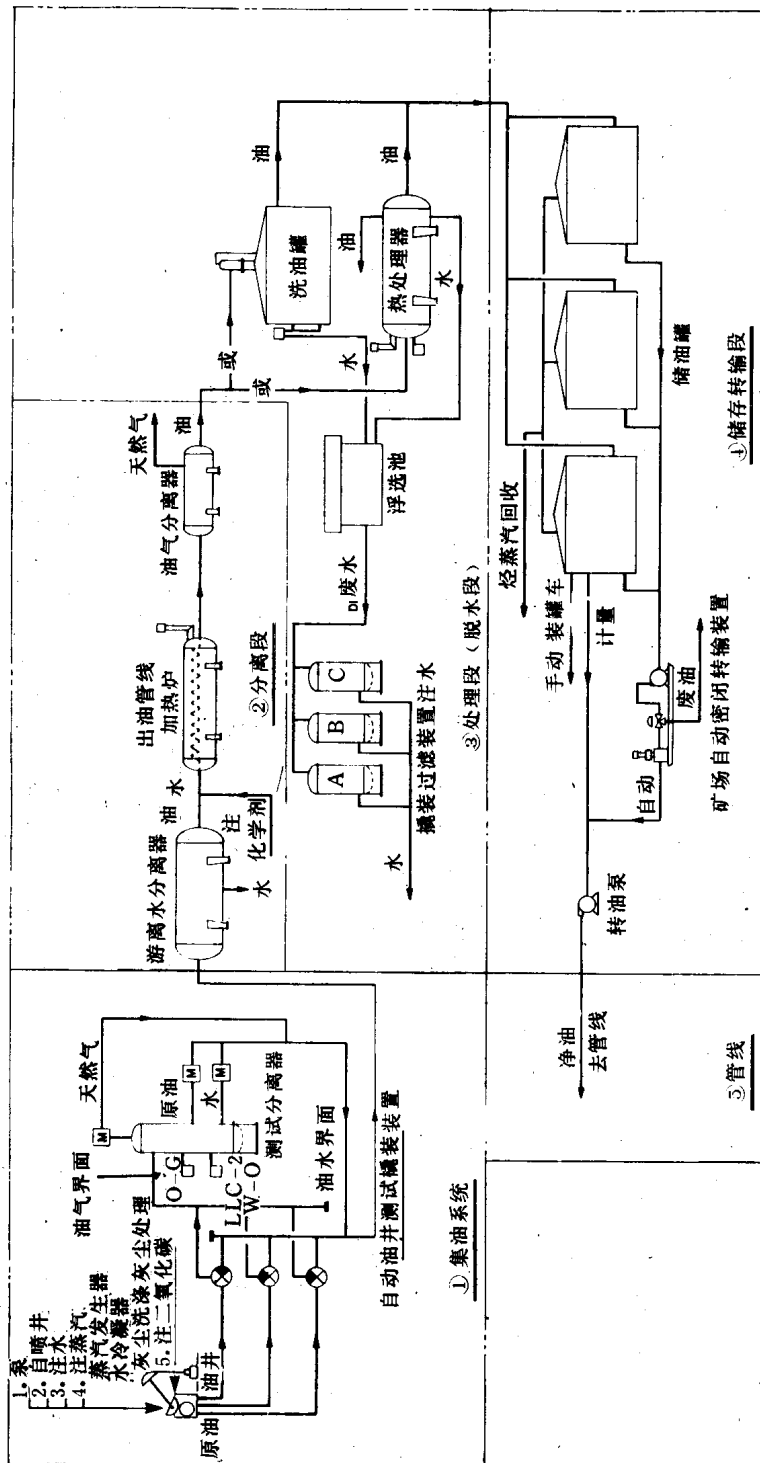


图 1—1 地面生产设备流程图 (承蒙加利福尼亚圣塔菲普林斯的 Berry 工业公司所属 HTI Superior 公司许可转载)

前的 10 倍, 因而使很多老油田激发了钻新井的活动。确定注蒸汽作业可行性的其它细节中要考虑的问题是根据起初两个或三个注蒸汽周期后油井产量下降到接近注蒸汽前的水平, 确定是否要接着注蒸汽或者考虑用连续注蒸汽的方法使产量稳定增长。

注蒸汽系统主要由以下几部分组成: (1) 蒸汽发生器; (2) 蒸汽发生器给水处理系统; (3) 蒸汽主汇管, 它和位于各注蒸汽井中心部位的各种采油——注蒸汽管汇相连; (4) 连接各井的一系列管线; (5) 从上述管汇引出的一条共用测试管线; (6) 来自管汇的清扫线; (7) 自管汇返回脱水设施的一组油管线。自采油——注蒸汽管汇至各井的管线通常是两用管线 (代替一条蒸汽管线和一条油管线), 在一定时期内通过它给油井注蒸汽。这种情况下, 产出油也通过同一管线返回管汇, 然后由管汇流到汇管组。一个管汇可能连接 20 多口油井, 每个都配有自动改流向阀, 以便 (1) 把某一单井产液引入试井管线; (2) 把井液引入完全程控的油井自动测试装置; (3) 把井液返回主汇管; (4) 经过一段时间的扫线后, 安排进行第二口井的测试, 等等。在使用燃油型蒸汽发生器时, 辅助设备可能有洗涤系统, 清除从发生器中出来的燃料废气中的飞尘和二氧化碳, 控制空气污染, 使之符合地方环境机构制定的标准。

第三节 处 理 段

处理段 (见图 1—1) 由一些脱水方法, 如洗油罐, 热处理器, 或电脱水器所组成。处理段的主要目的是除去油中水份、砂子和其它杂质。多数情况下, 必须对废水加以净化, 以满足地方水质管理部门的要求。某些地方水中含有特定的化学成分和特性, 要用于注水或重新用作蒸汽发生器的给水, 通常要经过进一步的处理。

油在分离器中基本除气后进入处理段, 流进脱水设备。用一种或联用几种脱水工艺如采用简单的沉降罐, 到采用某些复杂的脱水工艺, 即可完成脱水过程。

总的来说, 脱水设备可分成三类: 重力沉降、电脱水、化学脱水、和以上几种方法的联用。

一、重力沉降脱水

重力沉降脱水包括洗油罐、热处理器、离心机等。如重力沉降含义所指, 促使油水分离的主要力是重力 (根据 Stokes 定律分离)。离心机加上机械力有助于重力沉降; 不过, 由于成本高, 处理量小, 多数情况下, 不再选用这种设备。

二、洗油罐

洗油罐 (图 1—2) 是一种大罐, 罐内装有一个散流器、出油管、液面控制设备和低压分离器。油进入罐顶部的低压气体分离器 (气柜), 并通过一根大口径柱形管 (靠较高的水头) 导入罐底, 柱形管和罐底的一根散流管相接。散流器设计的工作原理是通过散流器裙板上的小型立式百叶段把油—水流破碎成较小的油滴, 靠微小油滴的聚结并上升进入油的缓冲区, 在缓冲区的停留时间则是一个影响因素。由于加热可降低原油相对密度和粘度, 因此加热在洗油罐的作业中起着重要作用。通常在洗油罐的中部有一个液位控制器 (靠溢流堰使液面平衡或用电子传感器) 可使油—水界面保持在所需高程, 通常在罐的中部位置。由于散流器位于油水界面以下, 因此入罐的油被迫垂向上升, 通过一个水后才能进入上面的浮油带。在重力作用下, 水从油中沉降出来, 净油则从油层表面撇走。

洗油罐中油均匀分布很重要。过大的窜流 (channeling) 会迅速降低这种类型的脱水器

的总处理能力，并影响脱水器的运行。通常要对原油进行加热，把其粘度降低到某一值，促进重力沉降。在某些情况下，罐内加热会在水浴层中引起对流，从而严重干扰洗油罐的正常运行。油流在进入洗油罐之前加热则可以改善这种影响。在井口注入破乳剂或在处理段往油流中注入破乳剂有助于乳状液破乳。为了克服窜流和对流的严重影响，研制出一种新型结构的洗油罐散流器和挡板。采用这种设计后，散流器是用一水平开槽管代替以前的圆盘式散流。油流沿从罐底伸到上方油层的立式挡板。只在罐内小范围区域垂直上升，经过水浴层进入浮油带。浮油带中的油沿水平环道均匀流入一个撇油器。撇油器位于散流器立式挡板的对面。分段挡板使环道中的油均匀流动。通过换热器或线加热器可从罐外对油流进行加热。采用普通洗油罐中常用的方法，即堰箱或电子控制器，可把油水界面保持在所需位置。

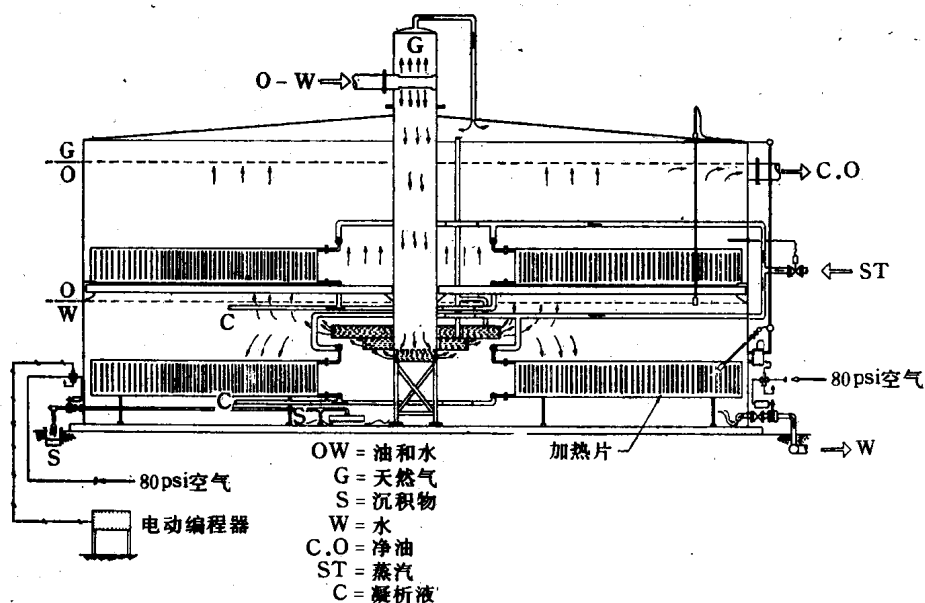


图 1—2 自动洗油罐（承蒙加利福尼亚圣塔·菲·斯普林斯 Berry 工业公司的 HTI Superior 公司许可转载）

当原油粘度降低到 100SSU^① 或低于此值时，洗油罐的处理能力可按每天每平方英尺横截面积可处理 3~4 桶净油的水平来确定。为使洗油罐运行正常，油水之间必须存在密度差。洗油罐虽然并不是什么高档的工艺设备，但在原油 API 重度处于中低范围时，它仍将是很多采油设施中的实用脱水装置。这种装置处理每桶油的初始安装费用较低；而一旦按设计参数安装调试后，运行中基本不须进行维护。

三、热处理器

热处理器是一种压力容器，运行基本原理和洗油罐相同。热处理器有立式和卧式两种，尽管也有间接加热的热处理器，但常用的为直接加热的热处理器。

其重力沉降分离原理基本和洗油罐相同，主要差别在于热处理器带压运行。油流分布情况、对流、粘度和密度差等因素对热处理器运行的影响和其对洗油罐运行的影响相同。

① 赛波特通用秒。

和洗油罐相似，热处理器可除去产出原油中的杂质。最常见的杂质是产油污水，水中通常含有溶解盐。其它杂质有砂子、淤泥、金属氧化物、硫化氢和各种矿物质。所有这些物质会在储罐和管线中沉积下来，最后，还会沉积在炼厂工艺设备之中。由此而引起的腐蚀、侵蚀和堵塞严重影响各种设备的运行效率。因此，管道-炼厂原油交接时 BSW（基本沉积物和水）的合格指标为 3%。同时，天然气必须和原油分离。

所有处理器都利用重力把轻组分从重组分中分出，天然气最轻，其次是原油，然后为水，固体一般为最重的组分。各种组分的分离过程中，时间和重度是两个主要因素。各种组分的相对密度越接近，发生重力分异的时间就越长。另外，原油包裹着的其它组分或饱含石油的其他组分也会改变其相对密度。油的包裹作用对小水滴的重量影响比对较大水滴的影响更大。原油粘度大是严重影响重力分异过程的另一主要因素。原油越稠，分离过程持续的时间越长。

尽管重力分异是除去原油中杂质的基本方法，通常还必须采用另外的处理工艺来加速这一分离过程，包括：(1) 加入化学剂破乳；(2) 用加热炉加热降低油品粘度；(3) 采用聚结工艺使水滴增大。各种处理器采用其中某些或所有这些方法来加速分离过程。

处理器利用重力沉降分离工艺，除通过增大水滴或降低油的粘度加速分离过程外，还常用化学剂帮助破乳。所有这些技术必须系统地加以应用，以便节约能量，减少费用，并尽快和尽可能有效地完成分离过程。

图 1—3 是一种典型的大处理量的热处理器，其运行原理是通过在整个处理工艺流程中维持水平流型来进行重力沉降。这种流型可使阻碍水滴沉降恒定的流动力减到最小，这与垂直流型的处理器恰好相反。液体在加热元件附近呈流线型分布可保证有效的均匀加热。流线流（沟流）加热方式热效率最高，并且可在油-气和水-油界面获得正平衡。按照流线状流型，游离水先被分离，不经过加热元件。接着是原油被加热，所夹带的天然气和水在受热过程尽早被除去。这样可保证实现上述分离过程加热乳液的各组成物所必需的能耗最少。

原油乳状液通过浸在油相中的加热元件直接得到加热。完全浸在油相中的加热元件可减少结垢和结焦。加热过程中释放出的游离气和夹带的气体在聚结和沉降段之前就被除去，因而可防止因在沉降区油气分离而引起的湍动。水全部聚结在处理器底部，并通过处理器背面的一个单向控制阀排出。这可减少控制阀的数量。另外，水经过较长时间的停留后，排出时比较干净。

脱水原油从加热段流进设有百叶板的聚结段进行聚结，并保证在整个沉降段上均匀分布。百叶板产生一个微小压降，使油分布在整个容器横截面上。专门设计有挡板用以改变液流方向，使水冲击在挡板上。百叶板的锋利边缘会划破水滴周围的油膜，使水逸出并聚结成较大的水滴，更快地沉降。水平流动减小分离和沉降的阻力。所有这些措施可使净油处理量最大，而消耗的能量和化学剂量最少。

热-电处理器（图 1—4）把热处理、静电处理和化学处理原理最佳地结合起来。热电处理器采用前面提到的流线状（沟流）流型。在处理器温度最高部分除去天然气以防止在聚结段产生气阻。游离水未经过加热元件就已沉析，因而没有被加热，因此减少了燃料消耗。小水滴在通过高能电场时聚结成较大水滴。经过精确设计的分配和收集汇管保证液流均匀流过电场。热电处理器装有一个单点快调电极间距装置，精确地调节电流。在装置运行期间只要关闭一个闸阀就可进行调节。

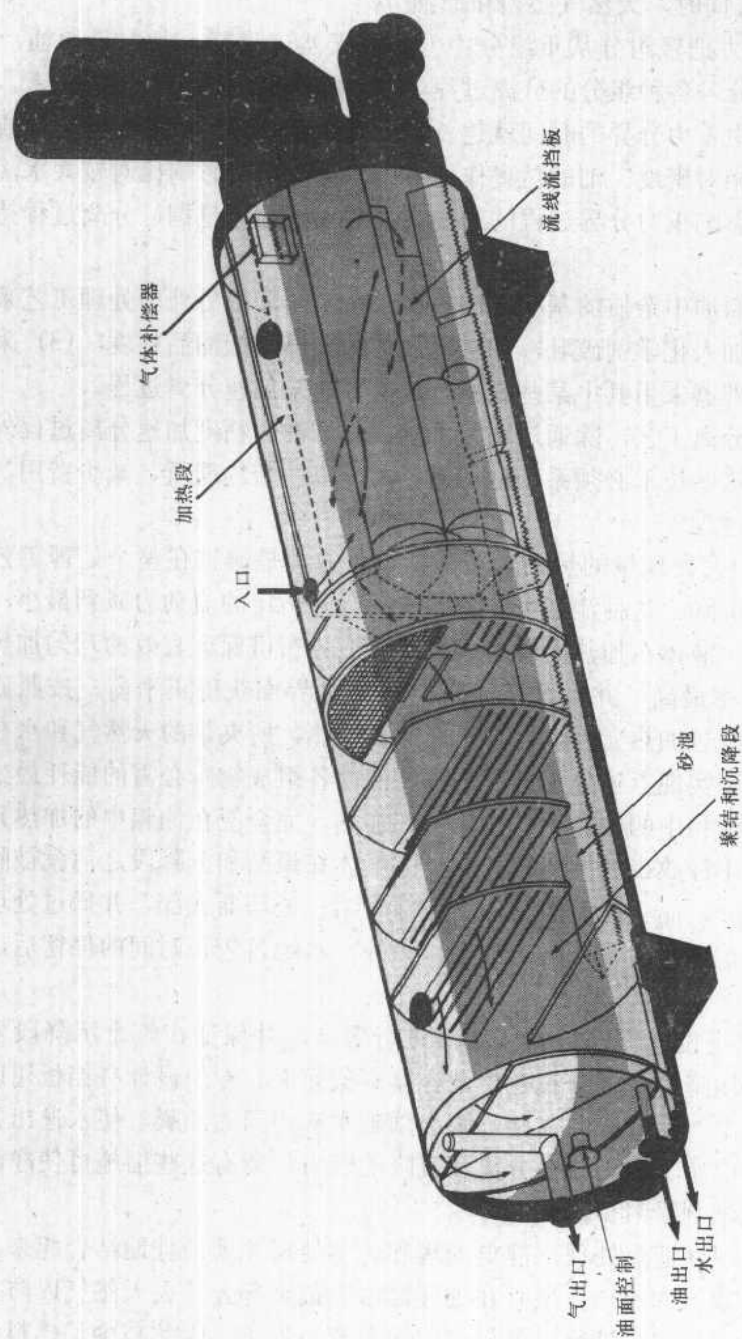


图 1—3 Superior 公司卧式下流乳状液热处理器
(承蒙加利福尼亚洛衫矶 Rheem 制造公司 Superior 罐和建设部许可转载)