

国外炼油工艺方法手册



炼油工艺设计技术中心站

PDG

TZ 624-62

001

26513

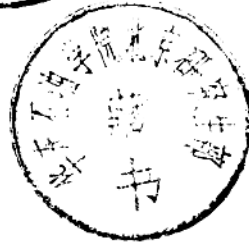


国外炼油工艺方法手册

第二炼油设计研究院情报组 编译
《炼油设计》编辑部



· 200752220



炼油工艺设计技术中心站

炼油设计

专 辑

内 部 发 行

编辑单位 《炼油设计》编辑部
出版单位 炼油工艺设计技术中心站
通讯处 河南洛阳第二炼油设计研究院内
印刷单位 常州市戚墅堰彩色印刷厂
地址：江苏省常州市戚墅堰

1983年9月出版

定价：2.00元

说 明

近两年来，我国炼油厂为发展中国式的炼油新工艺、赶超世界炼油先进水平，都在制订发展规划，大力开发重油深度加工工艺，并积极朝气体加工和石油化工综合利用方向努力。配合这种形势，为利于大家全面了解国外炼油、气体加工和石油化工工艺技术水平近况，我们组织编译了这本手册。

手册中炼油装置部分，取材于《烃加工》1982年第9期“石油炼制手册”；气体加工装置部分，取材于《烃加工》1982年第4期“气体加工手册”；石油化工装置部分，取材于《烃加工》1981年第11期“石油化工手册”。气体加工和石油化工两部分选编的装置，均为与炼油过程比较密切有关的。手册中炼油厂部分，主要取材于七十年代和八十年代初期国外新建、改建炼厂的资料。

在手册中，工艺方法名称以意译为主，辅以音译。原文工艺方法名称中有公司外文字首缩写的，则同时将公司名称译出；原文没有公司名称的，译文也不加；但当几家公司所用工艺方法名称相同时，则在工艺方法名称后加注公司名称，以示区别。

手册中数据多为英制，译者在相应括号内列出公制数据。在最后附有工艺方法译名、装置套数及全部装置总的加工能力一览表和公司名称及其提供的专利对照表，以方便读者查阅。

本手册由第二炼油设计研究院情报组和炼油设计编辑部合作编译，并由高汉文、曹汉昌、李春年负责审校，数据换算部分由李宝贤校对。

炼油工艺设计技术中心站

1983年7月

前 言

近十年来,全世界原油加工能力大约增加了48%,即从1973年初的28亿吨/年,上升到1983年初的41亿吨/年。其中,西欧和美国各占全世界总能力的五分之一强,苏联约占六分之一弱。目前世界原油加工能力的增长速度远比七十年代初期慢得多,但二次加工能力特别是处理渣油和气体加工的装置能力,则以较快的速度增长。

世界炼油工业十年来经历了较大的起伏和变化。首先是原油供应量不足和油价成倍地增长;随后由于炼厂和用户大力开展节能和省油,又使得原油充斥市场。炼厂不断扩建和新建,更带来了炼厂普遍开工不足和部分炼厂停产关闭。在产品结构上,西欧各国已从七十年代的浅度加工(残渣燃料油约占原油的三分之一),逐步转向深度加工(残渣燃料油减到原油的四分之一)。而在北美,则由于压缩天然气用量的结果,燃料油产率已从七十年代初占原油的5%上升到八十年代的11%。上述这些变化,不能不给炼油工艺技术和炼厂建设带来影响。

在炼油工艺方面,由于几度油源不足、油价上升和原油质量变重变差,含硫、氮和重金属量增多,迫使各炼油公司相继开发和各炼厂更多地采用各种加工重质馏份油和残渣油的工艺。例如联合油加氢裂化、埃索麦克斯加氢裂化、渣油加氢脱硫、重油催化裂化、沥青渣油预处理、渣油超临界抽提、尤利卡裂化、抽提脱金属、带双重气化部分的灵活焦化、带反应室的低炉温长停留时间的减粘裂化等。加氢催化剂的深入研究,各种加氢精制和加氢裂化能力的快速增长,为炼厂从高硫重质原油生产出各种适合市场需要的燃料油品和高粘度指数润滑油创造了条件。催化裂化工艺由于使用了高活性分子筛、提升管裂化技术、CO助燃剂、金属钝化剂、高温再生和动力回收透平等多方面的研究成果,已成为把重质原料转化为轻质产品的具有广阔前景的工艺手段。催化重整使用双金属或多金属催化剂,以及采用循环再生或连续再生的操作方式,可以在高达8公分/厘米²的压力和更高苛刻度条件下生产优质汽油(研究法辛烷值103)或芳烃。炼厂通过临氢异构化和完全异构化、甲基叔丁基醚工艺、可与异构化配套的选择叠合、烯烃二聚以及烷基化工艺的改进(增加2,2,3-三甲基戊烷的生成量)等,就能够从轻组份生成更多的优质汽油。生产针焦和乳化沥青等新工艺有了一定的发展。稀冷法脱蜡、润滑油加氢、各种新溶剂(如甲基吡咯烷酮)在润滑油精制中使用,提高了润滑油的质量和降低了生产过程的能耗。使用纤维膜束碱液精制的梅里精制和硫醇氧化工艺也发展很快。

在气体加工方面,开发了使用各种选择性更好的溶剂进行酸性气精制的工艺。例如使用聚乙二醇二甲醚或二异丙醇胺以及使用乙醇胺与甲醇的脱硫工艺。出现了耐硫变换催化剂。采用变压吸附和低温冷冻来提纯氢气。更多的硫磺回收工艺和尾气处理工艺的出现,包括用于催化裂化再生烟气处理的氧化硫转移工艺在内,是环境污染控制要求愈来愈严格的必然结

果。

与生产石油化工产品结合在一起的炼油厂更引人注目。世界石油化工发展出现了新的特点：(1)由于原料价格上升，更多地改用廉价但质量较差的重质原料，即从轻质气体原料逐步转向重质液体原料，以至如煤、油页岩等固体原料；(2)生产工艺由过去依靠大分子分裂逐渐转向从小分子甚至甲烷开始，或由CO和H₂来生产所需的各种石油化工产品。例如甲醇汽油法工艺。利用炼厂副产品的气体或液体物料生产合成氨、甲醇、芳烃、低碳烯烃、苯酚、丙酮、异丙酮、乙醇胺、洗涤用直链烷基苯以致聚烯烃等石油化工产品，不仅能实现资源的综合利用，而且将大大提高炼厂的经济效益。

在炼厂和装置的建设 and 改造方面，由于原油供应不足和环境保护的要求日益严格，国外十年来新建的炼厂数目不多。特别是七十年代后半期以来，原油加工能力的增加主要来自老厂改造和扩建。在改造过程中，各炼厂为了适应原油性质和来源的变化，大都增设了各种新的装置，以增加生产上的灵活性和满足市场经常变化的需要。有的炼厂在建设中，所有工艺装置都设相同规模的两套，以便分期建设和保证建成后的灵活性。由于设备和材料价格增长，不少装置单位处理能力的投资比几年前增加了30~100%，一些加氢装置投资更是成倍地增长。尽管如此，各炼厂投资中，一般仍保留有10~15%左右用于环境保护的工程建设。另一方面，由于能源价格高昂，许多新的设计都普遍注意节能，并作了相应的工艺改进，这也是一些装置投资上升而消耗指标下降的一个原因。例如，今年由于大力采用节能新技术，先进的常减压蒸馏装置单位能耗已降到大约10万千卡/吨原油。

目 录

前 言

工 艺 装 置 篇

一、石油炼制类

脱盐、蒸馏

1. 化学脱盐····· (1)
2. 电脱盐····· (2)
3. 常减压蒸馏····· (4)

加氢精制

4. 芳烃饱和····· (6)
5. 馏份油加氢脱硫和改善烟点····· (7)
6. 热解汽油加氢处理(鲁姆斯)····· (9)
7. 油品两段加氢精制····· (10)
8. 铁剂精制····· (11)
9. 燃料加氢脱硫····· (12)
10. 瓦斯油加氢精制····· (14)
11. 海湾加氢精制····· (16)
12. 海湾加氢补充精制····· (17)
13. 重瓦斯油加氢脱硫····· (19)
14. 热解石脑油加氢····· (21)
15. 加氢处理····· (22)
16. 加氢精制(英油)····· (24)
17. 加氢精制(埃克森)····· (25)
18. 加氢补充精制····· (27)
19. 润滑油、蜡和特种油加氢处理····· (28)
20. 润滑油加氢处理····· (29)
21. 热解馏份油加氢····· (31)
22. 热解汽油加氢处理(壳牌)····· (32)
23. 常压重油加氢脱硫(环球)····· (34)
24. 常压重油和减压渣油加氢处理····· (35)
25. 渣油加氢脱硫····· (37)
26. 渣油加氢精制····· (38)
27. 烟点改进····· (40)
28. 特种产品加氢····· (42)
29. 热加工石脑油加氢处理····· (44)

30.超加氢精制	(45)
31.联合油加氢裂化/加氢脱硫	(47)
32.联合油加氢精制	(49)
33.联合油芳烃饱和	(51)
34.减压瓦斯油和脱沥青油加氢处理	(52)
35.蜡加氢补充精制	(54)

加氢裂化

36.CANMET 加氢裂化	(55)
37.催化脱蜡	(56)
38.馏份油脱蜡	(58)
39.H—G 加氢裂化	(60)
40.H—H 加氢裂化	(61)
41.氢油法加氢裂化	(63)
42.加氢裂化(环球)	(64)
43.加氢裂化(埃克森)	(66)
44.临氢转化	(67)
45.加氢裂化(巴登—法研)	(69)
46.加氢裂化(英油)	(70)
47.异构裂化	(72)
48.IC 加氢精制	(74)
49.热解汽油制纯苯	(75)
50.联合油加氢裂化	(77)

催化裂化

51.灵活裂化	(79)
52.流化催化裂化(海湾)	(81)
53.流化催化裂化(环球)	(83)
54.超正流型流化催化裂化	(84)
55.重油裂化	(86)

热裂化

56.减粘裂化	(88)
57.尤利卡裂化	(89)
58.延迟焦化	(91)
59.灵活焦化	(92)

重整

60.催化重整	(91)
61.麦格纳重整	(96)
62.铂重整	(97)
63.强化重整	(99)
64.铈重整	(100)

65. 超重整	(102)
异构化	
66. C_5-C_6 异构化	(104)
67. 临氢异构化和完全异构化系统	(105)
烷基化与聚合	
68. 自冷式硫酸法烷基化	(107)
69. 氢氟酸法烷基化(菲利普斯)	(108)
70. 氢氟酸法烷基化(环球)	(110)
71. 溶液二聚	(111)
72. 选择叠合	(112)
73. 甲基叔丁基醚	(113)
溶剂精制	
74. 抽提脱金属	(115)
75. 稀冷脱蜡—脱油	(116)
76. 二氯乙烷—二氯甲烷溶剂脱蜡和蜡脱油	(118)
77. 埃克森 N 溶剂抽提	(120)
78. 甲酰吗啉法芳烃抽提	(121)
79. 瓦斯油糠醛抽提	(123)
✓ 80. 糠醛精制	(124)
81. 甲基异丁基酮法蜡脱油	(126)
82. 吗啉法抽提蒸馏	(127)
83. 吗啉法抽提	(129)
84. 甲基吡咯烷酮法润滑油精制	(130)
85. 渣油超临界抽提	(131)
86. 溶剂脱沥青和深度脱沥青	(133)
87. 溶剂脱碳	(135)
✓ 88. 溶剂脱蜡	(137)
89. 喷雾脱油	(138)
90. 环丁砜法抽提	(140)
91. 四乙二醇醚抽提	(141)
92. 尿素脱蜡	(142)
93. 蜡分离	(144)
其他工艺方法	
94. 沥青渣油预处理	(145)
95. 馏份油精制	(147)
96. 馏份油电精制	(148)
97. 抑制剂脱臭	(150)
98. 奔得尔法脱臭	(151)
99. 脱硫醇精制/脱环烷酸精制/催化脱硫醇/硫醇抽提/再生	(152)

100. 硫醇氧化.....	(153)
101. 脱蜡溶剂干法回收.....	(155)
102. 异构筛法正烷烃分离.....	(156)
103. 埃尔夫法正烷烃分离.....	(158)
104. 白土渗滤.....	(159)
105. 沥青氧化.....	(161)
106. 沥青制造.....	(162)
107. 油焦焙烧.....	(164)
108. 润滑脂制造.....	(165)

二、气体加工类

气体精制

109. 醇胺吸收.....	(167)
110. 阿卡齐溶液吸收.....	(168)
111. 阿米索尔溶液吸收.....	(169)
112. 本菲尔德法.....	(170)
113. 碳酸盐溶液催化吸收 CO_2 和 H_2S	(172)
114. G-V法脱 CO_2	(173)
115. 分子筛吸附.....	(175)
116. N-甲基吡咯烷酮吸收.....	(176)
117. 甲醇吸收.....	(178)
118. DD法胺液选择吸收.....	(179)
119. 谢列克索尔溶剂吸收.....	(180)
120. 萨菲诺尔溶液吸收.....	(182)

脱硫和硫回收

121. 阿莫科法硫回收.....	(183)
122. 克劳斯法硫回收.....	(184)
123. G-V法脱硫.....	(185)
124. MCRC法硫回收.....	(187)
125. 蒽醌法脱硫.....	(188)
126. 英蒂格拉尔法脱硫.....	(189)

尾气处理

127. 比冯法硫回收.....	(190)
128. 尾气催化焚烧.....	(191)
129. 尾气低温吸附.....	(192)
130. 克劳斯尾气聚乙二醇法脱硫-1,500.....	(193)
131. MCRC石灰石浆液法硫回收.....	(194)
132. 选择氧化法硫回收.....	(195)
133. 氧化硫转移法.....	(196)

134. 联合油脱硫..... (197)
135. W-L 法SO₂ 回收..... (198)

液化石油气精制

136. 奔得尔法..... (199)
137. 硫醇抽提与硫醇抽提-再生..... (200)

变换和甲烷化

138. 耐硫变换..... (201)
139. 特兰普甲烷化..... (202)

制 氢

140. 自热转化制氢..... (203)
141. 深冷法氢提纯(石油碳开发公司)..... (204)
142. 深冷法氢提纯(联合碳化物公司)..... (205)
143. 氢气提纯..... (206)
144. 林德法制氢..... (208)
145. 水蒸汽转化制氢..... (210)
146. 托普索法制氢..... (211)

三、石油化工类

合成氨

147. 合成氨(托普索)..... (213)
148. 合成氨(凯洛格)..... (214)
149. 合成氨(伍德)..... (216)

芳 烃

150. 芳烃(芳构化过程)..... (217)
151. 苯(甲基苯脱烷基法)..... (219)
152. 苯和二甲苯(东丽甲苯歧化法)..... (220)
153. 对二甲苯分离(阿尔科)..... (221)
154. 对二甲苯分离(丸善石油)..... (223)
155. 二甲苯..... (224)
156. 二甲苯异构化..... (225)

烯 烃

157. 丁烯和乙烯(三烯法)..... (226)
158. 乙烯(鲁姆斯)..... (228)
159. 乙烯(哈尔康)..... (229)
160. 乙烯(凯洛格)..... (230)
161. 液体原料制乙烯(林德)..... (231)
162. 乙烯(超选择转化法)..... (233)
163. 烯烃(改良式裂解反应器法)..... (234)

聚烯烃

- 164. C₆~C₈ 烯烃(溶液二聚X)..... (236)
- 165. 顺式聚丁二烯(日胶)..... (237)
- 166. 顺式聚丁二烯(菲利普斯)..... (238)
- 167. 聚丁烯..... (239)

含氧烃

- 168. 合成甲醇(托普索)..... (240)
- 169. 合成甲醇(帝国低压法)..... (241)
- 170. 合成甲醇(鲁奇低压法)..... (243)
- 171. 异丙醇..... (244)
- 172. 酮..... (245)
- 173. 苯酚与丙酮(异丙苯氧化法)..... (247)
- 174. 苯酚(英油)..... (248)
- 175. 苯酚(动力法)..... (249)

其他

- 176. 直链烷基苯..... (250)
- 177. 洗涤用烷基苯..... (251)
- 178. 乙醇胺..... (252)

炼油厂篇

一、北美洲

- 1. 美国朱丽叶炼油厂..... (254)
- 2. 美国芝加哥炼油厂..... (256)
- 3. 美国樱桃角炼油厂..... (259)
- 4. 美国贝汤炼油厂..... (262)
- 5. 美国阿米恩斯炼油厂..... (264)
- 6. 美国加里维尔炼油厂..... (266)
- 7. 加拿大魁北克炼油厂..... (269)
- 8. 加拿大埃德蒙顿炼油厂..... (270)
- 9. 加拿大斯特拉思科纳炼油厂..... (272)
- 10. 加拿大康拜昌炼油厂..... (275)

二、拉丁美洲

- | | |
|-------------------|-------|
| 11. 墨西哥图拉炼油厂 | (276) |
| 12. 波多黎各亚布科阿炼油厂 | (277) |
| 13. 巴西阿劳卡利亚炼油厂 | (279) |
| 14. 哥伦比亚图马科炼油厂 | (280) |
| 15. 厄瓜多尔埃斯梅拉拉斯炼油厂 | (281) |

三、西欧

- | | |
|------------------|-------|
| 16. 英国舍尔—哈文炼油厂 | (283) |
| 17. 法国费赞炼油厂 | (286) |
| 18. 法国波亚克炼油厂 | (289) |
| 19. 法国柏地—顾劳纳炼油厂 | (291) |
| 20. 法国诺曼底炼油厂 | (293) |
| 21. 西德卡尔斯鲁厄炼油厂 | (300) |
| 22. 西德威廉港炼油厂 | (303) |
| 23. 比利时安特卫普炼油厂 | (305) |
| 24. 比利时阿尔巴特罗斯炼油厂 | (308) |
| 25. 荷兰道达尔炼油厂 | (311) |
| 26. 西班牙直布罗陀炼油厂 | (312) |

四、亚洲

- | | |
|-------------------|-------|
| 27. 日本横滨炼油厂(亚洲石油) | (315) |
| 28. 日本室兰炼油厂 | (318) |
| 29. 日本爱知炼油厂 | (322) |
| 30. 日本仙台炼油厂 | (325) |
| 31. 日本千叶炼油厂(出光兴产) | (328) |
| 32. 伊朗伊斯法罕炼油厂 | (331) |

附 表

- | | |
|----------------------------|-------|
| 附表1 工艺方法(装置)译名, 装置套数及总加工能力 | (334) |
| 附表2 公司译名及其专利的工艺方法 | (338) |

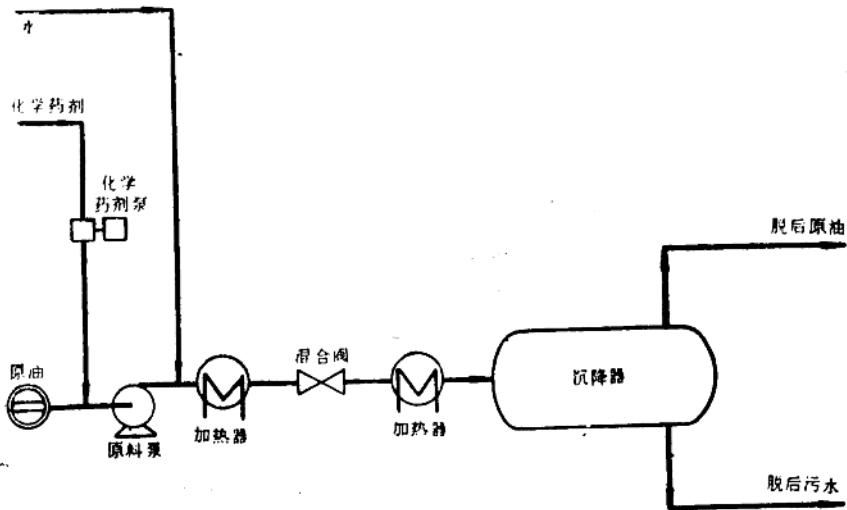
工艺装置篇

一、石油炼制类

脱盐、蒸馏

1. 化学脱盐 Chemical desalting

流程



用途 从原油中除去无机盐类，以免引起换热器堵塞、加热炉结焦及腐蚀。同时也除去能引起下游催化剂中毒的微量金属。

原料 原油。

产品 每千桶(千米³)原油中含盐等于或小于5~10磅(14.3~28.5公斤)。

说明 一般炼厂加工原油所含的盐类，是以结晶悬浮物和溶解在水中的形式出现的。在加工过程中这些盐分解形成酸而增加腐蚀性。同时也沉积在换热器和管式加热炉中，阻碍流体流动，并引起局部过热。盐类中含有的某些金属组分能使催化剂中毒。

这些盐类以某种有机物薄膜的形式残存在原油中。在适合于原油性质和所含盐类的型式的专用化学剂的存在下，用水洗的方法能够从原油中分离出这些盐类。典型的化学药物脱盐工艺流程见附图。

用计量泵把化学药剂加到原油泵入口前的原油中，与原油充分混合。碱或酸可以和化学药剂一起加入，也可以在以后单独加入，以调节溶液的pH值。

加入工艺水，以溶解还没有溶在溶液中的盐类。应通过混合阀，以保证水与原油接触良好。在某些情况下，水从原油泵的入口前加入，可以利用离心泵的叶轮达到充分接触。

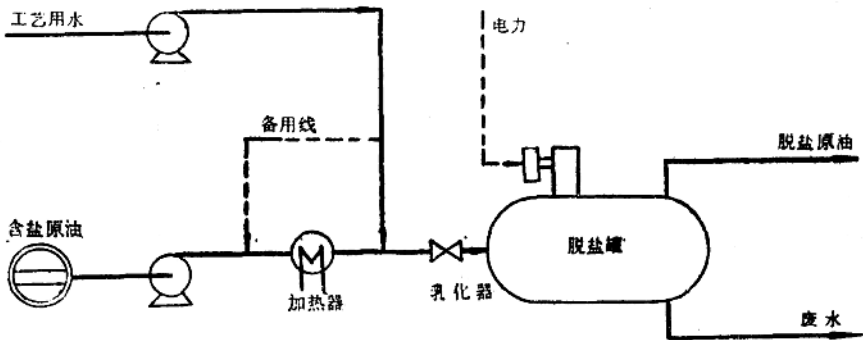
脱盐过程要在较高温度下进行。根据加工原油的类型，此温度为 $150\sim 350^{\circ}\text{F}$ ($65.6\sim 176.7^{\circ}\text{C}$)。加热能降低油的表面张力，使水珠易于凝聚。加热也能降低油的粘度，使盐水与油分离的阻力减小。

接在加热器后面的是沉降器，可保证有一个静止区。一般设计允许沉降时间为 $20\sim 60$ 分钟。在沉降器里可以安装平流板，以减少湍流和沟流。含盐废水从沉降器底部排除，原油从沉降器的顶部出去。

参考文献 Kalichevsky, Vladimin A. and Kobe, Kenneth A., "Petroleum Refining with Chemicals", Elsevier Publishing Co., New York, 1956, P.8.

2. 电脱盐 Electrostatic desalting

流程



用途 原油进行加工前，从原油中除去盐类、固体杂质以及水。

原料 原油。

产品 脱除了大部分水溶性的和固体的杂质后的原油。这类杂质如氯化物、硫酸盐、碳酸氢盐、沙子、淤泥、铁锈和焦油等。

说明 加热未加工的原油，使其具有适宜的流动性。然后加新鲜水以吸收和溶解石油中

的杂质。在某些情况下，水在原油加热前就加进去。为保证新鲜水与原油充分混合，将这两者通过一个乳化器，使形成乳化液。接着，油包水型的乳化液送入脱盐罐内的高压静电场中，含有悬浮物非常多的静电场，使水珠凝聚，并沉降到脱盐罐底部。有时为了处理含悬浮物非常多的原油或污油，要加入少量能起破乳作用的化学剂。

原油中的杂质随着排出的水排到污水系统中。脱盐后的原油从脱盐罐顶部流出，随即送到下一个工序加工。

原油进分馏塔或后面其他任何一道加工工序前，为了进一步降低原油中的含盐量，可以把几级电脱盐串联起来。许多炼油厂采用两级脱盐，但有的炼油厂使用三级脱盐。多级脱盐所增加的费用可由于减少后面的设备腐蚀、堵塞和催化剂中毒而得到补偿。

操作条件

压力，表压，磅/英寸 ² (公斤/厘米 ²)	≥40(≥2.8)
温度，°F(°C)	100~300(38~149)

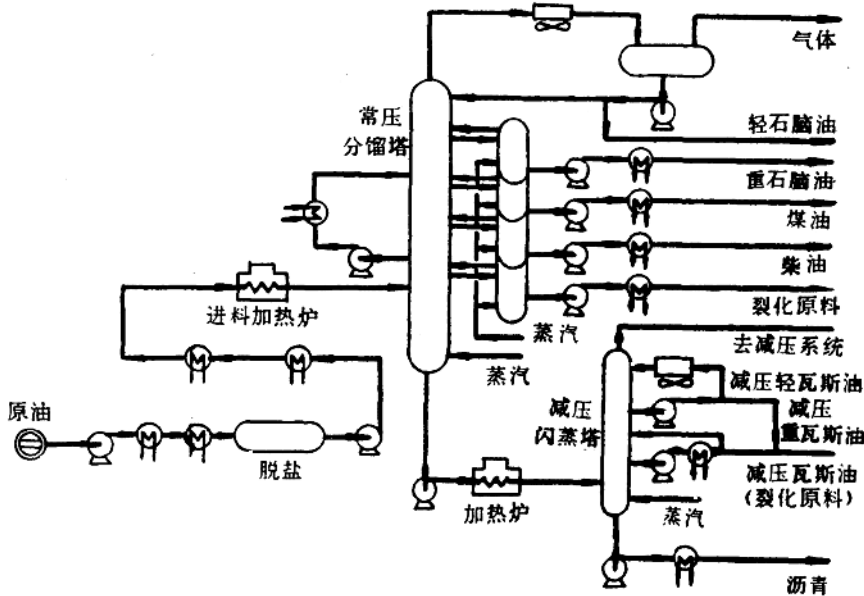
经济 典型的消耗指标，每桶(米³)进料为：

电，千瓦·时	0.002~0.01(0.013~0.063)
水，加仑(米 ³)	1.5~2.5(0.034~0.060)
NaOH，磅(公斤)	0.61*(0.029)
维修费，占每年投资的%	0.5~2.0

* 用于因油田采用酸化作业而含有无机酸的原油。

工业装置 有好几家公司设计和安装了各种商业名称的电脱盐装置。目前大多数炼厂的工艺流程中都包括有某种形式的原油脱盐过程作为第一道加工工序。

3. 常减压蒸馏 Crude distillation and Vacuum flasher 流程



用途 原油蒸馏通常是从原油中分离和回收比较轻的馏份(如石脑油、煤油、柴油及裂化原料油)的第一个加工过程。原油蒸馏塔底的重油进行减压闪蒸是为了增产液体馏份油和生产重质渣油。

说明 流程见附图。原料被预热、脱盐后，直接到换热系统与产品和回流(液体)换热。原油进加热炉的温度大约为 550°F (288°C)，出加热炉的温度约为 $675\sim 725^{\circ}\text{F}$ ($357\sim 385^{\circ}\text{C}$)。从加热炉出来，原油进入蒸馏塔，轻石脑油从塔顶抽出，重石脑油、煤油、柴油及裂化原料油从侧线抽出。塔的外回流用泵循环，常压重油进另一个加热炉加热，加热炉出口温度约为 $750\sim 775^{\circ}\text{F}$ ($399\sim 413^{\circ}\text{C}$)。

由加热炉出来的常压重油作为减压塔进料，馏出油由两个侧线抽出。这两个侧线合起来作裂化原料油。塔底渣油用泵抽出作沥青原料。有两股循环回流用作从塔内取热的介质。

上述两套设备的含硫污水的典型设计分析数据如下：

含硫污水来源	流量 磅/桶原油(公斤/米 ³)	分析数据, ppm(重)				
		H ₂ S	NH ₃	HCl	酚	油, %(重)
常压装置	12 (34.2)	360	106	36	42	1.5
减压装置	18 (51.4)	100	—	—	13	1.5