

油气加工情报资料

西德部分炼油厂介绍

(续)



石油工业部科学技术情报研究所

一九八二年十一月

PDG

目 录

劳恩海姆炼厂.....	(1)
鲁尔(丁斯拉肯)炼厂.....	(8)
福堡炼厂.....	(12)
布尔格豪森炼厂.....	(16)
汉堡-哈尔堡炼厂.....	(21)
戈多夫炼厂.....	(23)
施佩耶尔炼厂.....	(33)
汉堡炼厂.....	(38)
卡尔斯鲁厄炼厂.....	(43)
附录: 本资料中出现的有关公司译名.....	(49)



00312684

劳恩海姆炼厂

一、概 况

劳恩海姆炼厂位于西德西南地区，靠近美茵河（莱茵河支流）的南岸，距莱茵河的入口处约10公里。劳恩海姆是一座人口仅有1.25万的工业城市，城市面积约1300公顷，其中劳恩海姆炼厂占地117公顷^[1]。

该炼厂主要是为了满足对发动机燃料和燃料油、特别是对石油化工原料的日益增长的需求而决定建设的。厂址选择在劳恩海姆，一方面是由于同当地的赫希斯特染料厂（Farbwerk Hoechst）签订有长期供应石油化工原料的合同，另一方面是由于此地水、陆、空交通方便，并地处消费中心，有利于油品的销售。

为了满足赫希斯特染料厂等对石油化工原料的需要，这在很大程度上决定了劳恩海姆炼厂要走一条石油化工型炼厂的道路^[2]。

劳恩海姆炼厂属于加德士德国有限公司，该公司是德国雪弗龙石油公司和德意志德士古公司的联合企业，这两家公司的母公司分别是欧洲雪弗龙石油公司和欧洲德士古经营公司，它们各占有加德士德国有限公司股份的50%^[1,2,3]。

1963—1978年间，炼厂投资总计为6.59亿西德马克，其中用于环境保护的投资约为0.48亿马克^[1]。1966—1968年的扩建投资为3亿马克，其中辅助设施占投资的三分之一以上^[2]。

炼厂始建于1962—1963年，1963年9月投产。开始时原油加工能力为210万吨/年，1966年达到300万吨/年，目前为450万吨/年。所加工的原油经鹿特丹-莱茵输油管线输来，再经支线送到炼厂。

现有工作人员约620人，其中有工人、工程师、化学家及商业人员等。工人进行倒班工作，每班有工作人员70人。

二、炼厂建设过程¹

在炼厂设计的初期，曾对各种类型的炼厂、从简单的拔头装置到具有裂化装置的复杂型炼厂均进行过比较研究。考虑到对石油化工原料的需求以及在经济上的好处，最终选择了建设一座复杂的石油化工型炼厂的方案^[4]。

根据设计，主要加工在温度为15°C时，比重为0.850—0.855的中东原油及北非原油^[4]。

在炼厂投产时，除蒸馏装置外，还有一套现代化的加氢裂化装置，一套生产乙烯的水蒸汽裂解装置，这两套装置构成炼厂工艺流程的核心。最初的产品构成包括石油化工初级原料纯甲苯（99%）、纯乙烯、粗丙烯、丁烯-丁二烯、石脑油、液化气（丙烷和丁烷）、普通汽油、优质汽油、喷气燃料、柴油、轻质燃料油及重质燃料油、硫磺等。

经过三年的运转，该炼厂得到迅速发展，1966年年中决定对炼厂进行扩建。在基本没有增加投资的情况下，原油蒸馏能力提高到约300万吨/年。为了降低重燃料油的收率，1967

年扩建了加氢裂化装置，能力达1300米³/日。扩建的装置和设施包括：原油蒸馏装置Ⅱ、水蒸汽裂解装置Ⅱ（乙烯生产装置）、加氢裂化装置Ⅱ（热解汽油）、丙烯提纯、油品储罐及中间罐、包括一座深冷低温储罐（液态乙烯）、第二套蒸汽发生装置及锅炉供水处理装置、第二套凉水塔系统、第二套污水汽提塔以及一套新的火炬系统。

在扩建过程中，生产蒸汽的第一座锅炉、锅炉供水净化装置、新的冷却水循环和污水净化装置，于1967年下半年投产。1968年1月，原油蒸馏装置Ⅱ按设计能力投产。同年春新的乙烯装置也投入运转。在此同时，加德士德国有限公司迁往劳恩海姆，并开始进行扩建工程的第二阶段。

该厂扩建的总的技术规划及工程和建设的协调工作，是由加德士集团有经验的工程师组成的设计小组同加德士德国有限公司的技术力量合作进行的。各个装置的工程制造和建厂领导工作，分别由弗里德利希·乌德公司、罗尔夫·M·帕尔森有限公司、鲁奇矿物油技术公司、选煤有限公司等承担。同该厂的最初配置一样，新装置通过特别严格的施工方法也配置很好。由于各类装置工艺过程比较集中和热利用较好，只需很少量的中间储罐来贮存要继续加工的粗产品。因此大大节约了中间罐、管线和加热炉等的投资，并使热能的利用获得最佳程度。

扩建设计是以利比亚和中东原油的混合油为原料，比例为60:40。但在某种程度上加入其他地区的原油也是可以的。

炼厂的扩建除去提高油品收率外，在产品产量的比例上也发生了变化，特别有利于生产石油化工原料。由于新的乙烯装置增加了热解粗汽油的生产，优质汽油的收率也随之而增加。原油蒸馏装置的全部直馏汽油馏分除用于两套乙烯装置的进料外，还有少量的轻直馏汽油供应化工厂的需要。该厂为了调合普通汽油以及增加乙烯装置的进料，还需买进直馏汽油。新的丙烯提纯装置建成后，乙烯装置Ⅰ所生产的全部粗丙烯进入该装置。新的产品中包括聚合级及碳基合成级丙烯^[2]。

炼厂扩建后的工艺流程见图1。

劳恩海姆炼厂的装置能力见表1。

表 1 劳 恩 海 姆 炼 厂 的 装 置 能 力^[1,2]

工 艺 装 置 及 辅 助 设 施	扩 建 前	扩 建 后	目 前
原油蒸馏（万吨/年）	210	450	450
减压蒸馏（吨/日）	2730	4300	
铂铈重整（吨/日）	450	450	450
汽油精制（吨/日）	500	500	500
液化气精制（吨/日）	140	220	275
加氢裂化（吨/日）	920	1180	1250
制氢（标米 ³ /小时）	15800	15800	15800
硫回收（吨/日）	20	20	20
丙烯生产（吨/年）	—	85000	140000

续表

工 艺 装 置 及 辅 助 设 施	扩 建 前	扩 建 后	目 前
乙烯生产 (吨/年)	70000	320000	320000
热解汽油加氢精制 (吨/日)	460	1280	1430
蒸汽生产 (47大气压, 吨/小时)	240	540	540
锅炉供水 (半脱盐, 米 ³ /小时)	240	240	240
锅炉供水 (脱盐, 米 ³ /小时)	—	420	420
酸性水汽提塔 (米 ³ /小时)	21	62	
污水处理 (米 ³ /小时)	150	370	370
冷却水循环 (米 ³ /小时)	4600	18200	18200
原油储罐 (万米 ³)	7.2	11.5	11.3
成品及中间储罐 (万米 ³)	22	42.2	46.6
气体储罐 (米 ³)	550	4470	12600

1978年, 劳恩海姆炼厂加工量总计为400万吨, 其中原油为357.2万吨, 占89.3%, 粗汽油为28万吨, 占7.0%, 其他进料为14.8万吨, 占3.7%。1978年该厂的产品收率见表2(1)。

表 2 劳恩海姆炼厂产品收率 (1978年)

产 品 类 别	万 吨	%
普通汽油	2.4	0.6
优质汽油	53.7	13.4
喷气燃料	7.7	1.9
柴 油	46.5	11.6
轻燃料油	96.6	24.2
重燃料油	78.1	19.5
液 化 气	3.1	0.8
剩余气体	1.6	0.4
燃料和马达燃料小计	289.7	72.4
化工产品	52.9	13.2
炼厂自耗	57.4	14.4
其中: 燃料油	36.6	9.1
燃料气	16.8	4.2
损 失	6.7	1.7
(库存变化)	(2.7)	(0.6)
总 计	400	100

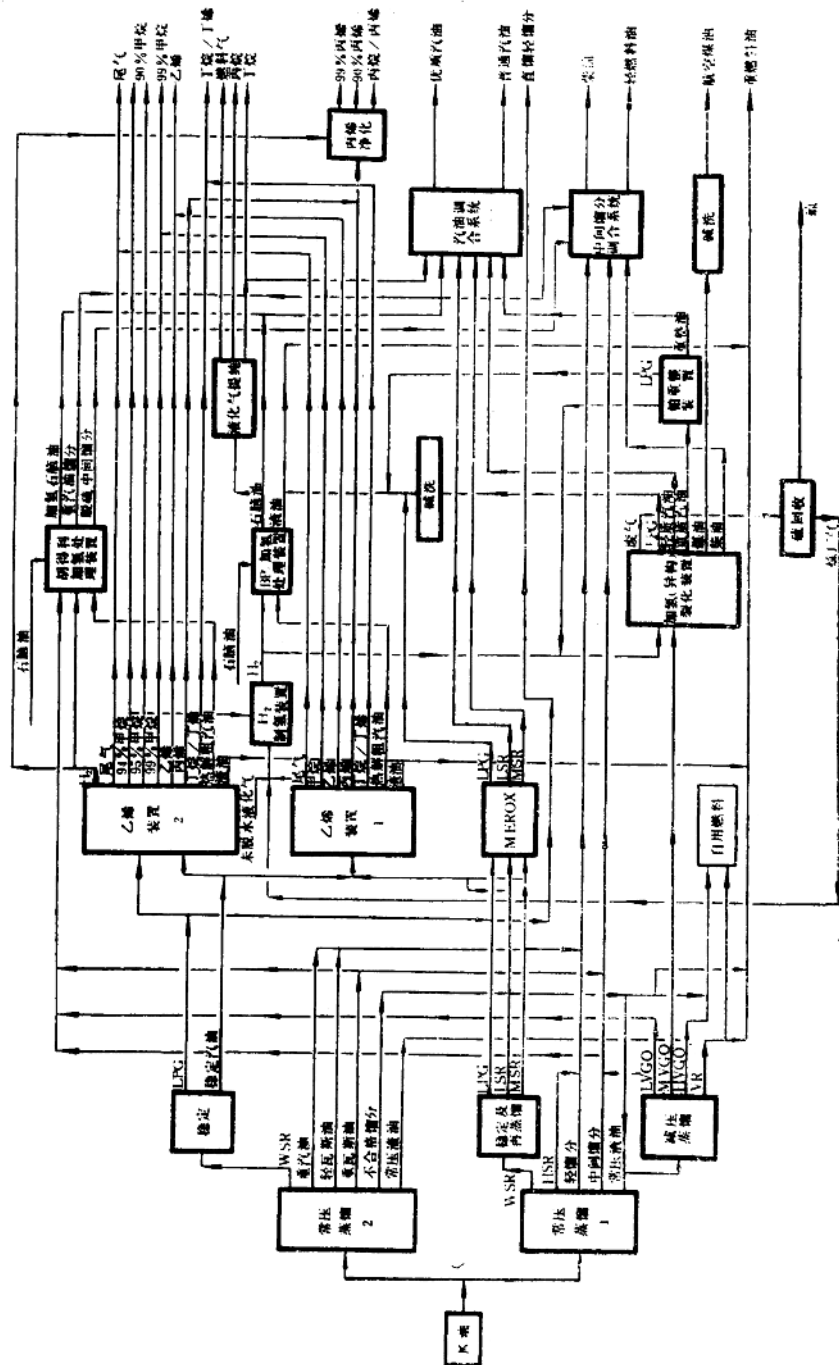


图 1 芳恩海炼化厂流程图

三、工 艺 装 置

(一)原油蒸馏装置

原油蒸馏装置 I 由常压塔和减压塔组成⁽⁴⁾。常减压装置的渣油温度为 345°C, 减压装置提供给加氢裂化装置的进料, 其终沸点为 510°C。闪蒸段的压力接近 200 毫米汞柱(绝对)。原油蒸馏的塔顶产品经稳定塔进入粗汽油再蒸馏装置。稳定塔顶气体经梅洛克斯处理后可生产液化气, 从中得到丁烷和丙烷。通过再蒸馏产生的直馏汽油也进入梅洛克斯装置脱臭。从再蒸馏的塔底产物中可以获得中质直馏产物, 与常压蒸馏的重质直馏产物一起进入蒸汽裂解装置, 以便生产乙烯-丙烯, 也可作为重整的进料。

此外, 常压蒸馏装置还馏出煤油以及轻、中质瓦斯油等馏分, 经调合可生产柴油和轻燃料油, 也可用它稀释重燃料油。根据生产计划, 常压蒸馏的第一个侧线可以是直馏重汽油或煤油, 如果需要, 可将低沸程的煤油作为重整装置的进料。

减压装置除塔底产物外, 还提供少量的塔顶馏分及三种侧线。按需要, 全部侧线可作为埃索麦克斯装置的原料, 也可用于生产燃料油。

原油蒸馏装置 II 为一级装置, 除常压塔外, 还有一套电脱盐系统(Petrolite System)以及一座用于拔头汽油的稳定塔。塔顶产品冷凝和油品冷却主要采用空冷⁽²⁾。

这套蒸馏装置的配置、工程建设由罗尔夫·M·帕尔森公司承担, 于 1967 年底投产。生产如下产品: 1. 沸程至 175°C 的塔顶馏出物为汽油馏分。在稳定处理后进入乙烯装置。稳定处理时产生的液化气与炼厂内的其他液化气一起在梅洛克斯洗涤及液化气分离装置中进行处理, 加工成丙烷和丁烷馏分。2. 轻柴油和重柴油馏分。作为调合组分在侧线汽提塔中经蒸汽汽提, 并在盐滤器中进行脱水处理, 可获得柴油、燃料油和最轻型燃料油(EL-Heizöl)。3. 不合格馏分(Slopschnitt), 为无灰分燃料, 可作为水蒸汽裂解装置的裂解炉燃料使用。4. 作为重燃料油调合组分的常压渣油。

(二)埃索麦克斯加氢裂化装置

根据市场需要, 该厂建了一套埃索麦克斯装置。目的是多生产行辛烷值高的汽油。劳恩海姆炼厂在建这套装置前, 对几种方法作过比较。热裂化方法在研究过程中很快就被否定了。它同埃索麦克斯方法和催化裂化比较, 燃料油收率高, 不经济, 并且在原油的选择上其灵活性受到限制。而催化裂化(流化床方法)与埃索麦克斯方法相比, 它所生产的汽油, 其行车性能不能适应较高的要求。

埃索麦克斯装置生产的汽油分为两级, 即普通汽油和优质汽油。该装置的临氢脱氮部分对进入铂重整装置的石脑油可进行预处理。该装置的处理能力为 30 万吨/年, 在采用比重为 0.900 (15°C)、终沸点为 510°C 的减压瓦斯油为进料时, 该装置的中间馏分的收率高达 50% 以上(对进料而言)。柴油是无硫的, 凝点为 -45°C。埃索麦克斯装置的生产数据见表 3。

该装置的第一段, 即临氢脱氮可降低氮及硫的含量; 而在这个阶段还发生部分裂化反应, 这在现有的运转条件下是合乎理想的。加氢裂化的第二段的操作条件是: 温度 200—370°C, 压力 35—100 大气压。装置的分馏系统提供出轻、重裂化汽油、煤油、柴油。柴油可在任一温度下分馏出来, 塔底渣油返回裂化段。如不需要煤油, 可在循环中充分转化。

轻质汽油和柴油可直接打入产品罐，调合成汽油、柴油和轻燃料油，而重质汽油送入重整装置〔4〕。

表 3

埃索麦克斯装置的生产数据

进料 (减压瓦斯油)				
d_{15}°		0.900		
硫, % (重)		1.86		
倾点, $^{\circ}\text{C}$		30		
氢气消耗 (对进料), % (重)		2.97		
粗产品的收率 (对进料)			% (体)	% (重)
一段气体①				5.20
二段气体				0.73
液化气 (二级②)			10.2	6.35
轻质汽油			14.7	10.68
重质汽油			35.3	29.59
煤 油			21.6	19.18
柴 油			33.3	31.24
总 计			115.1	102.97
油品分析	轻质汽油	重质汽油③	煤 油	柴 油
沸程, $^{\circ}\text{C}$	30—85	85—180	180—230	230—330
d_{15}°	0.650	0.749	0.797	0.844
倾点, $^{\circ}\text{C}$			(-62)	-45
研究法辛烷值 (不加铅)	88.0	58		
研究法辛烷值 (3 厘米 ³ 四乙基铅/加仑)	100.0			

① C_4 烃及更轻的烃类, 包括 H_2S ;

② 化合物 (重量 %): C_3 (11.0), $i\text{-C}_4$ (64.0), $n\text{-C}_4$ (25.0);

③ 含 47% 的环烷烃及 7% 的芳烃。

(三) 乙烯生产装置

劳恩海姆炼厂有两套乙烯装置, 能力总计为 32 万吨/年 (装置 I 能力为 7 万吨/年, 装置 II 为 25 万吨/年)。第二套乙烯生产装置是该厂 1967 年扩建工程的最大部分, 工艺原理和过程排列是美国 C·F·布劳恩公司提供的, 具体的工程及装置建设由乌德公司承包。在工程安装前曾作过 1:33 的模型装配, 以此作为该装置管线建设的数据, 并借以培训操作人员。

第二套乙烯装置的原料为沸程至 190°C 的 C_6 汽油, 亦可以液化气为原料。该装置的热解段由 6 座裂化炉及 1 座循环乙烷裂化炉组成。这些裂化炉由美国福斯特·惠勒公司建造, 比装置 I 的裂化炉操作苛刻。该装置的乙烯收率在 31% 以上 (对进料)。乙烯和丙烯的纯度分别为 99.8% 和 99.9%。

裂解炉出口产物的冷却是在急冷器中进行的, 所携带的热用来生产 90 大气压的蒸汽。

粗气体的继续冷却、热解焦油及热解汽油组分的分离是先后在油洗塔和水洗塔中进行的。粗气体脱水采用了3-A分子筛。

全部乙烯和超精馏后的绝大部分丙烯经管线直接输往化工厂。甲烷的纯度为99%，也通过管线输往化工厂。主要由甲烷组成的装置尾气一部分用作燃料气，其余的作为粗气体干燥器的再生气体使用。

(四) 丙烯超精馏装置

由于化工厂生产聚丙烯时对原料的纯度要求高，所以对粗丙烯要进行特别的超精馏。该厂的超精馏装置总能力达14万吨/年。在第一级采用西德拜恩公司的Leverkusen方法，在液相低温条件下使用钨催化剂，对在聚合时的杂质，如甲基乙炔、丙二烯等进行选择性加氢。加氢丙烯在两座各高85米的塔组成的超精馏系统中分解成羰基合成级丙烯，这套装置采用美国斯通-韦伯斯特公司的工艺。主要由丙烷和其他不纯物组成的塔底产物进入炼厂燃料气系统。

四、公用工程

(一) 供汽

劳恩海姆炼厂现有7座锅炉，其中三台是1967年扩建后建的，生产蒸汽能力各为100吨/小时，压力为47大气压。锅炉生产蒸汽的总能力为540吨/小时。全部锅炉采用渣油和炼厂气作为燃料^[1, 2]。

锅炉供水来自美茵河，均经脱盐过程。脱盐是在一个由三段组成的自动操作的装置中进行。两个脱盐段由勃兰-吕贝公司建造，采用Lewatit离子交换器，第三段采用ICI(英国帝国化学工业有限公司)的Duolite离子交换器，是由平赤-巴马格公司提供的。

锅炉供水脱盐前还需在KSU反应器(能力约800米³/小时)中脱碳，并被有机物净化。该反应器也是由勃兰-吕贝公司制造的。

(二) 供水

为适应第二套乙烯装置的需要，建了第二套冷却水循环系统。这套凉水塔包括7个鼓风机单元，循环水能力为1.35万米³/小时。为防止腐蚀、沉积和生物生长，在循环水中定量放入有机锌抑制剂、分散剂和有机抗微生物剂。循环水的pH值控制在7.5—8。一部分循环水经砂滤器连续地将悬浮的固态物滤出。循环水损失部分由KSU反应器中的脱碳水进行补充。

五、污水处理和空气净化

该厂在建设中对污水处理、空气净化及火炬系统给予了特别注意。环保设施具有先进的技术水平，其投资占了炼厂总投资的相当部分。

为了避免空气、河水和地下水的污染，采取了广泛的预防措施。储罐周围有围堰，在围堰内侧有38毫米厚的沥青涂层。储罐的基座铺有30厘米厚的粘土层，其上面有25厘米厚的砂土层，砂土层上再铺有一层由碎石和沥青组成的覆盖层。从罐底的漏失处冒出的油经储罐基础的斜坡流入罐区的坑槽中。漏失油从这里进入供含油污水使用的特别排水系统。此外，还装配有许多仪表可测定油品和原油管道漏损情况。

扩建的含油污水处理装置由API隔油池、雨水罐、絮凝池及二级生物净化装置组成。

絮凝池以硫化铁为絮凝剂。隔油池为一密闭系统，可减少臭味放出。原油蒸馏Ⅱ的脱盐装置排出的污水经酸水汽提装置处理，以分离出 H_2S 、 NH_3 以及其他臭味物质。炼厂将含 H_2S 的气体收集起来，送入克劳斯装置中。油轮的全部压舱水送入炼厂含油污水处理系统。该厂的两套污水净化装置均为三级处理，每年的运转费用为300万马克。

在空气净化方面，该厂的烟囱高度为85—135米之间。全部烟道气可在同一大气层中排出。烟囱装有 SO_2 自动分析仪，以便不断监测 SO_2 排放量。

原油、汽油及喷气燃料组分采用浮顶罐储存，大大降低了挥发气体的排放量。工艺装置的安全阀与放空系统及火炬系统连接，这可保证烃蒸汽不致跑入大气中。

除高空火炬外，炼厂还建有地面火炬，构造式样如同约翰·青克公司的热氧化器(Thermal-Oxidizer)。该厂的地面火炬除排除一般的火炬气体量外，还有排除炼厂内少量挥发气体的功能。它的优点是：保证炼厂内无火光，燃烧时无烟、无嗅和无噪声。该类型的地面火炬在西德还是第一座。

参 考 文 献

1. Caltex Raffinerie Raunheim, 加德士德国有限公司情报部出版物。
2. Erdöl & Kohle, Dezember 1970.
3. Jahrbuch für Bergbau Energie Mineralöl! Chemie, 79/80.
4. Erdöl & Kohle, März 1964.

鲁尔(丁斯拉肯)炼厂

鲁尔炼厂位于布蒙特韦特门-丁斯拉肯，属于德意志英国石油股份公司。初建于1958—1959年，1961年夏建成投产，原油加工能力为400万吨/年。工艺装置有两套蒸馏装置、一套铂重整装置(55万吨/年)、一套瓦斯油加氢精制(50万吨/年)及丙烷和丁烷气体分离装置等。

该厂占地275公顷，1961年投产时只用了一半，留有充足的扩建土地。当时的投资为2.5亿马克，是六十年代初西德最大的炼厂。

为适应对油品不断增长的需要，德意志BP公司(当时为BP汽油及煤油公司)于1970年8月决定，将鲁尔炼厂的加工能力由500万吨/年扩大到1100万吨/年。扩建的装置建在炼厂范围内，距炼厂西部的莱茵港约6公里。这次扩建工程的主体是一套原油蒸馏装置以及其他公用设施^[1]。

目前，该厂的加工能力仅为860万吨/年，工艺装置组成如下：常减压蒸馏、催化裂化、催化重整、加氢脱硫(汽油和中间馏分)、硫回收、沥青生产装置、正构烷烃和芳烃生产装置以及减粘裂化等^[2]。

一、原油蒸馏装置

这套扩建的原油蒸馏装置，其工艺流程配置是由伦敦的英国石油公司拟定的，工程建设事项由法兰克福的鲁奇矿物油技术公司承包。该装置采用的是阿布扎比的扎库姆原油和

尼日利亚的福卡德斯原油,加工量分别为687.5吨/小时和770.83吨/小时。从表4可见,选择这种原油可使装置具有良好的操作灵活性,其装置运转负荷可达70%~100%。

表 4 蒸馏装置加工两种原油的收率(%,重)

	扎库姆原油	福卡德斯原油
液化气	2.02	1.45
稳定汽油	10.64	2.75
汽油	7.67	10.50
石脑油	9.85	3.47
煤油	7.86	11.83
轻瓦斯油	15.15	20.55
重瓦斯油	12.05	7.65
常压渣油	34.76	41.80
总计	100	100

这套原油蒸馏装置的流程见图2。

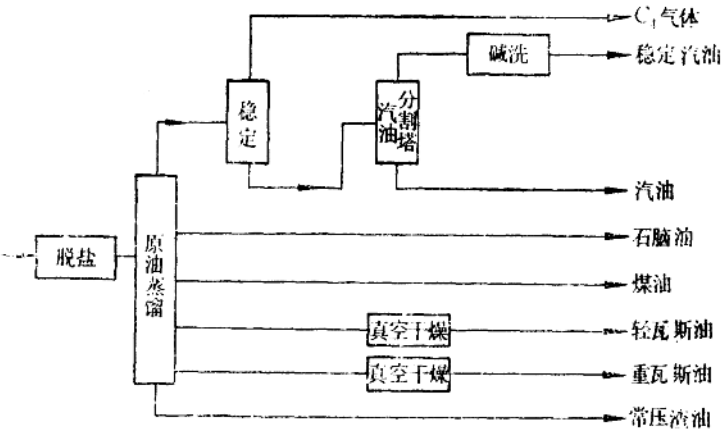


图 2 鲁尔炼厂蒸馏装置流程简图

位于油罐区的原油进料泵将原油从储罐打出,进行两段预热。预热的第一段是将原油打入电脱盐装置,借助于增压泵将原油送入第二段预热,并进入主蒸馏塔的加热炉中。装有8个高强度燃烧器的加热炉,其最大热负荷为12.1万千瓦。加热炉装配有空气预热器和鼓风机。燃烧器可同时燃烧气体和燃料油。在装置运转期间,6个由程序控制的吹灰机可将烟道气的对流段消除干净。

蒸馏塔(直径6.8米)的塔顶产品进入稳定塔,脱除C₄馏分。随后进入分馏塔分割成两种汽油馏分。

不可凝气体从蒸馏塔的拔顶产品罐出来后直接在加热炉中燃烧,经稳定处理的液化气,或以气态进入炼厂的燃料气管网,或以液态进入后处理装置,进行气体再加工。

石脑油和煤油两个侧线馏分的汽提处理,是通过重沸器利用蒸馏热,汽提后不需进行脱水。采用水蒸汽汽提过的轻、重瓦斯油则用减压法脱水。

常压渣油或直接进入储罐,或进入减压塔继续加工。

三条循环回流,一方面降低了常压塔的蒸汽负荷,另一方面将热量供给侧线汽提塔、汽油稳定塔和汽油分离塔的重沸器,用于汽油稳定和分离。

从流出产品的余热所生产的低压蒸汽(约为20吨/小时),可满足装置本身的用量,过剩蒸汽被引进炼厂的蒸汽管网。

产品的后冷却采用空冷。装置的冷却水用量因而减小,仅为245米³/小时,其中绝大部分用于减压脱水的真空设备的冷凝器。

蒸馏装置的泵和鼓风机需要2500千瓦·小时/小时的高压电(6000V)和1500千瓦小时/小时的低压电(380V)进行驱动。

该装置由中央控制室操纵,控制室装有电子控制系统,是西德法兰克福(美茵河畔)的哈尔特曼-布劳恩公司提供的。设置在罐区的原油进料泵,其转数系由一个压力调节器控制。控制室装有电视,工作人员通过屏幕进行操作,迅速了解装置运转情况。此外,装置上装配了连续工作的用于控制产品质量的分析仪,可分析馏出点、闪点、浊点、C₅含量和蒸汽压力,这些仪表的工作不受气候影响,经环状管道取样。

炼厂特别重视装置的安全,在部分装置或全部装置运转达到临界状态时可自动停车,由工作人员按一下电钮亦可。

整个蒸馏装置基础占地为150×50米,打桩1400个,总深度为11650米。总的工作量为:土方工程1万米³,基础和地面打混凝土2500米³,钢筋150吨,管材1000吨,最大容器皮重(切线长44米、直径3.6米)100吨。

主塔是在工地建成的,烟囱高140米,仅用了4个星期的时间建成,烟囱最上部的20米采用耐酸的烧砖砌成。

整个装置从装配到投产使用了14个月。从接受委托到原油进装置计划用19个月,采用现代先进的手段,提前四周建成。

这套原油蒸馏装置的全部订货额约为4000万马克,各部分所占款额比例如下:建设施工机具7.6%、烟囱4.4%、钢结构2.4%、加热炉12.1%、蒸馏塔5.8%、容器(罐、槽)2.8%、换热器15.6%、机器3.3%、管线15.7%、绝缘2.5%、涂料0.5%、电气设备12.9%、仪表8.1%、运输与包装1.6%、其他4.7%

二、罐区和装卸系统

罐区位于炼厂东部,建厂初期共有10个浮顶罐,每个容量为3万米³。

七十年代初对罐区进行了扩建,扩建的设计及相应的工程由西德埃森装置建造公司等三家公司负责。在设计期间对地面情况进行了研究分析,认为在炼厂罐区建设高度为19.6米的油罐是可能的,这比原先计划的建设高16.5米的储罐,在相同容积时可减少费用40万马克。全部16个储罐的总容量为42万米³,建于1972年6月底至1973年4月期间。出于经济原因,在很多情况下采用了细晶粒钢,西德的BP公司要求最大的允许屈服极限不超过36

公斤/毫米²。

从下列指标中可以看出罐区扩建工程的规模：

土方工程和油罐基础	约23万米 ³
管线	
地下	长约8000米，重180吨
地面	长约28000米，重1500吨
现有管线与储罐接头	
产品管线	620个
设备管线	128个
连接现有储罐	10个
新泵	30个
新罐式混合器	37个
电机附件	
两座新火炬	70米高
钢结构	约170吨
动力电缆	约12万米
仪表电缆	约2.8万米
电缆沟	约1.6万米

扩建和改建了一套中间馏分油管内调合装置，原有的一套可调合三种组分的管内调合装置由一套新的电子装置所代替，新装置可调合四种组分。

鲁尔炼厂的油品输出采用以下几种方法：铁路槽车、公路罐车、油轮输送（莱茵港距炼厂约6公里）、管道输送（其中液化气亦采用管道输送至化工企业）。鲁尔炼厂经扩建提高了其装油设施的能力。铁路槽车装油站的能力由100万吨提高到150万吨/年，公路罐车装油站的能力由100万吨提到至320万吨/年。装油能力的增加是因采取了下列措施：扩大了装油系统吸管、泵和压力管线的能力、改建了装油鹤管并使之操作现代化、全部发油系统自动化，并与一部在线计算机连接、新建一座发油大楼，实现最佳管理并解决了噪音和废气的污染问题。

三、辅助设施及环保措施

扩建后新装置的水、电、蒸汽供应尽可能采用原有系统的设施。因新的原油蒸馏装置配有空冷器，所以各装置总计需要冷却水仅为245米³/小时，绝大部分是真空设备减压脱水时冷凝器消耗的。补充水采自利珀河水。炼厂未备发电厂，电力由外部供给。供应新建设备所需电能，除去罐区内若干个小变压器外，还装配了两台大型变压器，其功率为20MVA（百万伏特安培），将输入的110千伏电流变为6千伏电流。在紧急情况下，可动用一部紧急发电机组供电子计算机和控制仪表用电。接通备用设备仅需12毫秒。锅炉房仅能提供装置运转所需的蒸汽，扩建时装配了一座CO锅炉，生产蒸汽能力为60吨/小时。

炼厂的扩建在很大程度上与环保设施有关。在这些措施中以空气净化和降低噪音为主。SO₂的排放量低于允许限度。在这方面，炼厂选择了低硫燃料。这样所获得的效果要比建设附有烟道气脱硫的新装置优越。为了减少SO₂的排放量，一方面通过新建的原油蒸

馏装置的产品热交换,生产蒸汽,另一方面将原有的催化裂化装置的CO废气转化为CO₂,这对环保都是有利的。此外,该厂还成功地发展了一项系统,它借助于过程计算机可连续地测定SO₂的排放量,并且,该系统在排放量达到所允许的极限之前即发生警报,以便采取预防措施。全部结果都要记录下来,并提供给管理部门。

为了使烃类的排放量保持在尽可能低的水平上,炼厂在储罐上采用了以下措施:采用浮顶罐代替普通的固定顶罐,对浮顶罐罐顶的全部顶部支承进行密封,采用浮顶密封,具有良好的弹性和耐压性能。

两座新火炬高70米,可大大降低噪音和光。

为减少对炼厂附近地区的烃类排放,装配有自动监测站,不断记录排放数据。

在降低噪音方面,对空冷器及电气设备装有低噪音的鼓风机,在加热炉上采用低噪音的高强度燃烧器,泵上装有消音罩,从而大大改善了噪音污染。

参 考 文 献

1. Erdöl & Kohle, Dezember 1974.
2. Jahrbuch für Bergbau Energie Mineralöl Chemie, 79/80.
3. OEL, Dezember 1974.

福 堡 炼 厂

一、概 况

福堡炼厂位于西德一座小城市福堡附近,座落在多瑙河的支流帕尔河的南岸,相距仅数百米,在英戈尔施塔特城以东约20公里^[1]。

该厂属于西德BP汽油及煤油股份公司所有。占地160公顷,地皮是1964年获得的。炼厂的建设与西欧阿尔卑斯输油管线的开工同时进行,因为该厂的原油是通过这条油管供应的^[2]。

福堡炼厂的建设工程,当年是西德拜恩州最大的,也是西德最大的工程之一。1968年5月投产后,原油加工能力达440万吨/年。目前能力为510万吨/年^[3]。

炼厂自动化程度较高,包括油品装运工作在内,工作人员仅有250名。炼厂建设总投资约为4.5亿马克^[2]。

二、工 艺 装 置

福堡炼厂,就其全部工艺过程的交错衔接及其紧凑的建设原则而言,都超过了BP系统的其他炼油厂。福堡炼厂的平面布置见图3。

福堡炼厂的主要装置组成如下:常减压蒸馏装置、催化裂化装置、催化重整装置、汽油和中间馏分油的催化脱硫装置、硫回收装置、沥青生产装置、芳香烃生产装置以及全部辅助设施^[3]。该厂的工艺流程见图4。

福堡炼厂具有两套同类型的单独运转的蒸馏装置,采用中东原油。原油从的里雅斯特经西欧阿尔卑斯输油管线输送到英戈尔施塔特。两套蒸馏装置将原油分馏成塔顶产品、煤油、

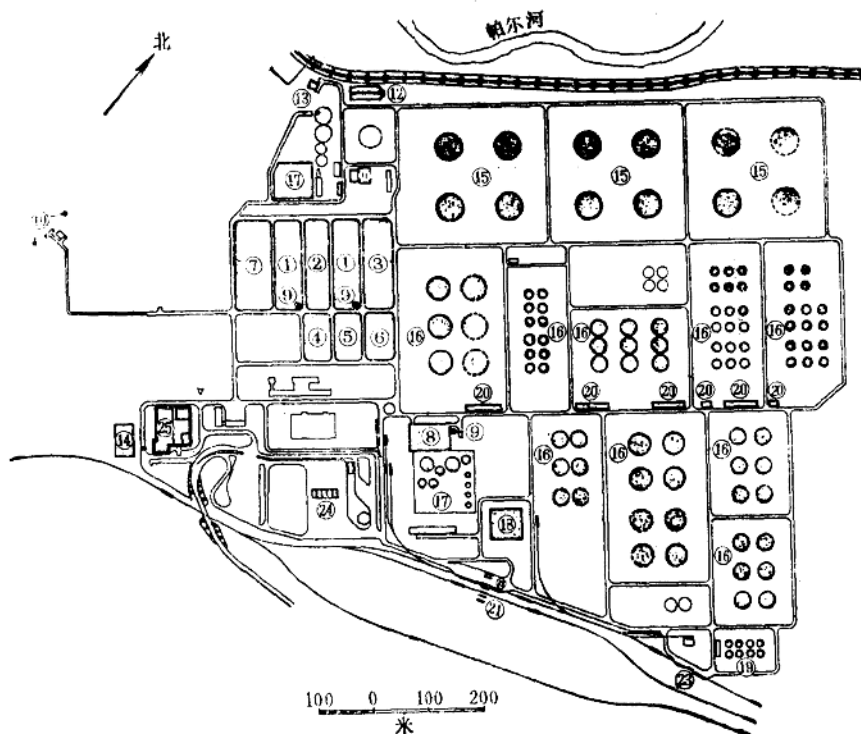


图 3 福堡炼厂的平面图

图示：1—原油蒸馏及加氢装置；2—瓦斯油脱硫及液化气回收装置；3— H_2S 回收及硫生产装置；4—催化裂化装置；5—铂重整装置；6—减压蒸馏装置；7—公用辅助设施；8—沥青装置；9—烟囱；10—火炬；11—冷却塔；12—污水净化装置；13—原油接收站；14—11万伏变电站；15—原油罐区；16—中间产品及成品油罐区；17—沥青罐区；18—添加剂储罐；19—液化气球罐；20—混合泵及装油泵；21—铁路油槽车装油站；22—沥青装运站；23—液化气装运站；24—公路油罐车装油站；25—行政大楼

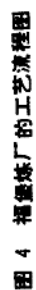
轻、重瓦斯油和常压渣油。塔顶产品进入预加氢装置继续加工，常压渣油进入减压蒸馏装置。

减压蒸馏装置将常压渣油分馏成轻质减压瓦斯油、中质和重质含蜡中性油馏分以及减压渣油。减压塔的残压为100毫米汞柱。含蜡油馏分作为催化裂化装置的进料。减压渣油可进入沥青装置继续加工，也可作为燃料油的调合组分使用。

重整装置的生产能力为73万吨/年，以预加氢处理后的石脑油为原料，被转化成具有高抗爆性的发动机燃料。产生的富含氢气的气体供加氢精制、预加氢装置使用。除氢气外，还产生燃料气和液化气。

加氢精制装置将煤油和瓦斯油脱硫，在此过程中，通过催化加氢硫进入硫化氢中。

液化气生产装置的进料由预加氢装置及重整装置稳定塔的液态塔顶产品组成，生产丁



烷、丙烷和燃料气。

在硫化氢回收装置中,用高百分比的Adip溶液(二异丙醇胺)对含硫气体进行脱硫。硫化氢气体在0.07—0.35大气压的压力下在硫回收装置中转化成液态硫,并以液态形式储存在储罐中。

通过减压渣油的调合,沥青装置可生产各种质量的沥青。有四个氧化塔生产氧化沥青,其中两个是连续运转的,另外两个为间歇运转。

催化裂化装置的生产能力为85万吨/年^[3],采用UOP的流化床方法,可将含蜡油馏分转化成抗爆汽油和中间馏分油。

三、产品构成及油品输出

福堡炼厂的产品收率如下(重量%):液化气和石脑油2.3,车用汽油19.1,航空燃料1.2,柴油11.8,轻燃料油27.0,重燃料油23.2,沥青7.2,炼厂自耗及损失8.2。

福堡炼厂产品的主要市场是西德拜恩州,因其处于内地,所以油品只能通过铁路和公路输出。为保证产品外运,该厂建有一套自动装运系统,该系统保证铁路油槽车装运炼厂油品的50—70%,公路油罐车的运量占30—50%。油品装运每日分为两班,铁路槽车和公路罐车的装运能力分别为300和500辆。

在设计装运系统时,特别重视自动化。该厂建有一个大型调车场,可使装置直接同公路油罐车相接。为达到最高效率,指令由总站发出。炼厂的铁轨由19条平行线组成,总长17公里。铁路设施用于停车、调轨、装运和发出指令。共设有三个装车场,第一个装车场提供有5个装车点,其中4个用于装运普通产品,一个用于沥青。第二个装车场只有一个装车点,专供装运液化气。第三个装车场供装运硬沥青或硫磺。

装油数据由电子系统控制和处理,有自动记录系统,该系统将重要的用于结算的数据传送至汉堡的中心站。

四、罐区的环保

福堡炼厂共有储罐153个,最大的储罐是9座原油罐,每个罐直径为51米、高18米,容量3.65万米³。罐区总容量超过100万米³,其中原油储罐容量为33万米³,中间产品罐为31万米³,成品储罐为30万米³,沥青及添加剂储罐的容量约为8万米³。

该厂对空气和水的净化工作非常重视。有三座高达150米的烟囱。污水经物理、化学和生物三级处理。为保护地下水不受污染,围绕整个炼厂修建了一条不渗水的水泥排污道,长约4.5公里。

参 考 文 献

1. Erdöl & Kohle, Juli 1967.
2. Erdöl & Kohle, Juni 1968.
3. Jahrbuch für Bergbau Energie Mineralöl Chemie, 79/80.