

炼油工艺

过程优化设计、技术创新 与设备维护实用手册

主 编：徐国庆

安徽文化音像出版社

目 录

第一篇 炼油原油分析评价

第一章 炼油概述	(3)
第一节 技术成果	(6)
一、重油催化裂化	(7)
二、催化裂化家族技术	(7)
三、加氢裂化工艺	(8)
四、中压加氢处理技术	(9)
五、催化重整技术	(9)
六、润滑油和石蜡	(9)
七、二甲苯新催化剂	(10)
八、催化裂化干气烃化制乙苯新工艺	(11)
九、重油组合工艺	(11)
第二节 发展新技术	(12)
一、发展先进的大型炼油厂	(12)
二、提高原油加工深度	(12)
三、提高产品质量	(13)
四、开发制备化工原料的新技术路线	(13)
五、加快计算机的应用	(14)
六、节能和环保	(14)
第二章 原油分析评价	(15)
第一节 原油的评价	(15)
一、油田原油评价体系的形成与发展	(15)
二、油田原油评价基本内容	(16)
三、石油加工原油评价基本内容	(17)

目 录

四、油田原油评价与石油加工原油评价的对比	(19)
第二节 原油的分类	(20)
一、原油化学分类法	(20)
二、原油工业分类法	(22)
第三节 原油样品	(24)
一、原油取样法	(24)
二、原油样品的保管和处理	(34)
第四节 原油的一般性质	(36)
一、原油密度测定	(36)
二、原油酸值测定	(44)
三、相对分子质量	(52)
第五节 原油流变性质	(57)
一、原油凝点及倾点测定	(57)
二、析蜡温度	(64)
三、原油粘度测定	(66)
四、原油屈服值测定方法	(71)
第六节 原油组成分析	(75)
一、原油轻组分含量测定	(75)
二、原油族组成测定	(80)
三、原油蜡含量测定	(86)
四、原油沥青质含量测定	(90)
五、原油胶质含量测定	(93)
第七节 原油元素分析	(97)
一、原油硫含量测定	(97)
二、原油氯含量测定	(105)
三、原油元素测定	(110)
四、原油微量金属元素测定	(116)
第八节 原油热性质	(122)
一、原油热值测定	(122)
二、原油比热测定	(123)

目 录

第九节 原油杂质测定	(127)
一、原油中沉淀物测定	(127)
二、原油水分测定方法	(130)
三、原油盐含量测定法	(137)
四、原油灰分测定	(143)
五、原油残炭测定	(146)
第十节 原油安全性质	(149)
一、原油闪点及燃点测定	(149)
二、爆炸极限测定	(157)
三、原油饱和蒸汽压测定	(161)
第三章 原油的蒸馏	(166)
第一节 原油蒸馏的基本知识	(166)
一、饱和蒸气压与沸点、泡点、露点	(166)
二、道尔顿定律和拉乌尔定律	(169)
三、汽液相平衡	(173)
四、相平衡方程的推广和应用	(177)
五、汽液平衡相图	(180)
六、混合物的汽化和冷凝	(182)
七、复杂系统的相平衡	(189)
第二节 原油脱盐脱水	(196)
一、基本原理	(197)
二、主要设备	(199)
三、工艺流程和脱盐效果	(201)
第三节 原油蒸馏工艺过程	(203)
一、原油蒸馏工艺流程的类型	(203)
二、换热网络	(206)
三、减压蒸馏系统	(210)
第四节 原油蒸馏的分馏塔	(214)
一、分馏塔的工艺条件	(214)
二、分馏塔的结构及内件	(216)

目 录

第五节 原油蒸馏的冷换设备	(225)
一、换热器	(225)
二、冷却器	(228)
第六节 原油蒸馏的加热炉	(231)
一、炉型	(231)
二、加热炉燃料的燃烧效率	(235)
三、回收加热炉烟气余热	(237)
四、控制减压炉炉管内最高油温	(239)
第七节 原油蒸馏的过程控制	(240)
第二篇 燃料油生产工艺优化设计与技术创新	
第一章 催化裂化工艺优化设计与新技术	(247)
第一节 催化裂化的发展史	(247)
一、流化催化裂化的诞生	(247)
二、流化催化裂化的发展	(256)
三、催化剂	(279)
第二节 催化裂化装置的组成	(289)
一、反应 - 再生部分	(289)
二、产品分馏及原料预热部分	(291)
三、常压蒸馏 - 催化裂化联合工艺	(297)
四、吸收稳定部分	(299)
五、催化裂化装置规模	(302)
第三节 催化裂化在炼油工艺中的地位和作用	(309)
一、主要产品的地位	(309)
二、催化裂化的上游工艺	(316)
三、催化裂化型炼油厂	(328)
四、催化裂化的下游工艺	(335)
第四节 催化裂化的化学	(343)
一、催化裂化的化学反应	(343)
二、催化裂化理论	(347)
三、热力学	(360)

四、纯烃的催化裂化	(363)
五、馏分油的催化裂化	(377)
六、催化剂表面酸性与催化活性的关系	(391)
七、扩散限制与择形催化	(398)
第五节 催化剂与助剂	(408)
一、催化剂的研究及开发	(408)
二、催化剂的配方设计	(468)
三、工业裂化催化剂	(500)
四、裂化催化剂的分析评价	(523)
五、催化剂的失活和活性平衡	(547)
六、催化剂的粉碎和粒度平衡	(597)
七、裂化催化剂助剂	(606)
八、催化剂和助剂的使用设施	(637)
第六节 催化剂再生和烟气轮机动力回收	(649)
一、催化剂再生技术的发展	(649)
二、烧焦反应工程	(652)
三、催化剂再生方式	(654)
四、再生器主要附属设施	(663)
五、烟气轮机动力回收技术	(670)
第七节 催化裂化生产低碳烯烃技术	(673)
一、催化裂化生产低碳烯烃的反应机理	(673)
二、操作参数对生产低碳烯烃的影响	(674)
三、工艺过程	(676)
第八节 催化裂化工艺流程优化设计	(684)
一、反应-再生系统优化设计	(684)
二、分馏系统流程优化设计	(687)
三、吸收稳定系统优化设计	(690)
第二章 催化重整工艺优化设计与新技术	(693)
第一节 催化重整概述	(693)
一、催化重整在石油加工中的地位	(693)

目 录

二、催化重整的发展简史	(694)
第二节 原料油预处理	(696)
一、原料油的性质	(696)
二、预脱砷	(697)
三、预加氢反应和操作参数	(698)
四、典型工艺流程和主要操作数据	(700)
五、原料油预处理的技术进展	(701)
第三节 催化重整工艺流程优化设计与新技术	(704)
一、催化重整化学反应和操作参数	(704)
二、典型工艺流程优化设计和主要操作数据	(716)
三、开工技术	(721)
四、反应系统中水 - 氯平衡的控制	(723)
五、降低临氢系统压降与两段混氢	(725)
六、后加氢工艺	(728)
第四节 重整催化剂的失活控制与再生	(728)
一、催化剂的失活控制	(729)
二、催化剂的再生	(731)
三、催化剂连续再生工艺	(736)
第五节 芳烃的抽提与精馏	(739)
一、抽提溶剂	(739)
二、甘醇类溶剂抽提	(741)
三、环丁砜抽提	(746)
四、芳烃精馏	(748)
第六节 芳烃的吸附分离与转化	(750)
一、二甲苯吸附分离	(751)
二、芳烃歧化和烷基转移	(753)
三、二甲苯异构化	(756)
四、高纯度间二甲苯生产技术	(760)
第三章 炼厂气加工工艺优化设计与新技术	(762)
第一节 炼厂气的产率与组成	(763)

第二节 炼厂气精制工艺与新技术	(766)
一、干气脱硫	(766)
二、液化气脱硫醇	(771)
第三节 气体分馏工艺与新技术	(774)
第四节 烷基化	(778)
一、反应机理	(779)
二、对原料的要求	(780)
三、硫酸法烷基化	(781)
四、氢氟酸法烷基化	(788)
五、烷基化油性质	(793)
第五节 甲基叔丁基醚生产工艺	(794)
一、MTBE 合成反应	(794)
二、对原料的要求	(795)
三、工艺流程	(795)
四、反应器形式	(797)
五、催化剂性能	(798)
六、主要操作参数	(798)
七、操作条件及控制指标	(799)
八、产品性质	(800)
九、采用催化蒸馏技术的 MTBE 生产工艺	(800)
十、MTBE 的应用研究	(802)
第六节 催化叠合	(805)
一、非选择性叠合	(805)
二、选择性叠合	(808)
第七节 催化裂化干气中乙烯与苯烃化制乙苯	(812)
一、化学反应	(812)
二、对原料催化裂化干气的要求	(813)
三、催化剂	(813)
四、工艺流程	(814)
五、主要操作参数	(815)

六、典型操作条件	(816)
第四章 加氢裂化工艺优化设计与新技术	(818)
第一节 加氢裂化概述	(818)
一、背景和发展历程	(819)
二、技术特点和开发现状	(828)
三、重大技术突破	(837)
四、工业应用	(845)
五、发展前景	(849)
第二节 加氢精制工艺新技术	(856)
第三节 加氢裂化催化剂	(878)
一、概述	(878)
二、加氢裂化催化剂的设计	(905)
三、与裂化催化剂配套的加氢处理催化剂	(1013)
四、加氢裂化催化剂的制备	(1068)
五、不同类型加氢裂化催化剂的主要性能及用途	(1098)
第四节 加氢裂化工艺过程优化设计与新技术	(1130)
一、单段工艺	(1130)
二、单段串联工艺过程	(1142)
三、两段工艺过程	(1153)
四、缓和加氢裂化和中压加氢裂化	(1164)
五、中压加氢改质	(1173)
六、催化裂化柴油十六烷值改进工艺	(1178)
第五节 加氢裂化工艺新技术	(1183)
一、加氢裂化工艺技术的概况	(1183)
二、加氢裂化工艺流程的组成	(1193)
三、加氢裂化工艺流程新技术	(1202)
四、加氢裂化工艺流程的选择	(1217)
第三篇 润滑油生产工艺优化设计与技术创新	(1231)
第一章 润滑油概述	(1231)
第一节 摩擦与润滑	(1231)

目 录

一、摩擦	(1231)
二、润滑	(1232)
第二节 润滑油的作用	(1235)
第三节 润滑油的分组、命名和代号	(1236)
第四节 润滑油的使用要求	(1241)
一、汽油机油和柴油机油	(1241)
二、全损耗系统油	(1245)
三、压缩机油、汽轮机油、冷冻机油与气缸油	(1245)
四、齿轮油	(1246)
五、液压油	(1246)
六、电气用油	(1246)
第五节 润滑油的主要使用性能与化学组成的关系	(1247)
一、粘度与烃类结构的关系	(1248)
二、粘温特性与烃类结构的关系	(1250)
三、低温流动性与烃类结构的关系	(1252)
四、抗氧化安定性与烃类结构的关系	(1253)
五、残炭值与烃类结构的关系	(1254)
第六节 润滑油的生产过程	(1255)
第二章 润滑油的选择性溶剂精制	(1258)
第一节 润滑油的选择性溶剂精制原理	(1258)
一、溶剂抽提	(1258)
二、分配定律	(1259)
第二节 润滑油的选择性溶剂精制对溶剂的要求和溶剂的性质	(1260)
一、润滑油的选择性溶剂精制对溶剂的要求	(1260)
二、溶剂的性质	(1262)
第三节 润滑油选择性溶剂精制过程的条件和影响因素	(1265)
一、溶剂用量对精制效果的影响	(1266)
二、抽提温度对精制效果的影响	(1267)
三、抽提方式对精制效果的影响	(1271)

目 录

四、接触时间(或接触面积)对精制效果的影响	(1276)
五、原料的质量对精制效果的影响	(1278)
六、抽出物循环	(1279)
第四节 溶剂的回收原理及过程	(1280)
一、提取液及提余液的溶剂回收	(1280)
二、含水溶剂的脱水回收	(1283)
第五节 糠醛精制工艺流程	(1285)
第六节 糠醛精制装置抽提塔的操作	(1288)
一、抽提塔界面的控制	(1289)
二、抽提塔温度的控制	(1291)
三、原料油的切换操作	(1292)
四、抽提塔操作中异常情况的处理	(1293)
第七节 酚精制工艺流程	(1293)
第八节 酚精制装置抽提塔的操作	(1297)
第三章 润滑油脱蜡	(1299)
第一节 概述	(1299)
第二节 脱蜡原理	(1301)
第三节 酮苯溶剂的性质及要求	(1303)
一、丙酮-苯-甲苯混合溶剂的性质	(1303)
二、丁酮-苯-甲苯溶剂的性质	(1304)
三、酮-苯-甲苯溶剂的性质与组成的关系	(1305)
四、对脱蜡溶剂的要求	(1306)
第四节 酮苯脱蜡工艺流程	(1307)
一、酮苯脱蜡的原理流程	(1037)
二、酮苯脱蜡工艺流程	(1308)
第五节 酮苯脱蜡装置中主要设备	(1317)
一、套管结晶器	(1317)
二、转鼓式真空过滤机	(1318)
第六节 酮苯脱蜡的影响因素及操作原理	(1320)
一、酮苯脱蜡的影响因素	(1320)

二、酮苯脱蜡装置的操作原理	(1327)
第四章 润滑油的丙烷脱沥青	(1335)
第一节 丙烷脱沥青的基本原理	(1335)
第二节 丙烷脱沥青的工艺流程	(1336)
一、抽提系统	(1336)
二、溶剂回收系统	(1338)
第三节 丙烷脱沥青的影响因素	(1340)
第四节 丙烷脱沥青的主要设备	(1344)
第四篇 石油沥青生产工艺优化设计与技术创新	
第一章 概论	(1349)
第一节 石油沥青在国民经济中的地位	(1349)
一、历史及发展	(1349)
二、石油沥青的用途	(1352)
三、有关沥青的名词术语	(1353)
第二节 石油沥青生产、消费结构与需求	(1361)
一、中国及世界石油沥青生产	(1361)
二、石油沥青的消费构成	(1363)
三、石油沥青需求展望	(1366)
第三节 石油沥青生产方法简介	(1370)
一、蒸馏法	(1370)
二、溶剂法	(1372)
三、氧化法	(1372)
四、调合法	(1374)
第四节 石油沥青与环境保护及职业安全保健	(1375)
一、石油沥青与环境保护	(1375)
二、主要治理措施	(1377)
三、石油沥青与职业安全保健	(1379)
第二章 石油沥青的分离方法和化学组成	(1381)
第一节 石油沥青的分离分析方法	(1382)
一、族组成分离	(1383)

目 录

二、按馏分进行分离	(1390)
三、按官能团进行分离	(1393)
第二节 石油沥青的化学组成	(1400)
一、石油沥青的元素组成	(1400)
二、石油沥青的族组成	(1407)
三、石油沥青的结构族组成	(1415)
第三节 石油沥青的物理性质	(1424)
一、密度	(1424)
二、电性质	(1425)
三、热性质	(1428)
四、表面及界面性质	(1429)
五、粘附性	(1433)
第四节 石油沥青的化学组成与路用性能的关系	(1437)
一、传统概念的石油沥青的化学组成对使用性能的影响	(1438)
二、国外研究进展	(1444)
第五节 沥青的化学性质	(1453)
一、磺化反应	(1453)
二、氧化反应	(1454)
三、沥青与硫的反应	(1458)
四、沥青与卤素的反应	(1459)
五、沥青与酸或碱的反应	(1460)
第六节 沥青的胶体性质	(1461)
一、概述	(1461)
二、评价沥青胶体状态的几种方法	(1465)
第七节 沥青的耐久性	(1471)
一、沥青老化的主要原因	(1473)
二、沥青老化的预测方法	(1484)
三、延长沥青耐久性的途径	(1487)
第三章 石油沥青分析鉴定的主要方法	(1489)
第一节 绪论	(1489)

目 录

第二节 元素分析相对分子质量测定法及平均结构计算	(1490)
一、碳氢分析法	(1491)
二、平均相对分子质量	(1492)
三、密度法($E-D-M$ 法)确定石油沥青结构族组成	(1494)
第三节 凝胶渗透色谱	(1497)
一、概述	(1497)
二、测定原理与装置	(1497)
三、相对分子质量与分子大小	(1500)
四、沥青的特殊性	(1502)
第四节 红外吸收光谱法	(1509)
一、有关沥青分子结构的红外特征吸收	(1510)
二、沥青的红外光谱图	(1513)
三、红外光谱在研究石油沥青中的应用	(1515)
第五节 磁共振吸收光谱	(1520)
一、核磁共振(NMR)分析法	(1520)
二、顺磁共振(ESR)分析法	(1536)
第六节 X射线分析	(1538)
一、概述	(1538)
二、X射线衍射强度及必要的修正	(1538)
三、X射线分析在沥青分析中的应用	(1542)
第七节 热分析	(1549)
一、概述	(1549)
二、测定原理及方法	(1549)
三、热分析方法在沥青分析中的应用	(1550)
第四章 石油沥青生产工艺优化设计与新技术	(1556)
第一节 蒸馏法生产直馏沥青新技术	(1556)
一、蒸馏的基本原理	(1556)
二、蒸馏的工艺特点及类型	(1559)
三、生产沥青的其他蒸馏方法	(1568)
第二节 氧化沥青工艺新技术	(1571)

目 录

一、沥青在氧化过程中的化学变化	(1572)
二、沥青在氧化过程中的热效应	(1581)
三、沥青在氧化过程中的反应动力学	(1595)
四、氧化沥青的生产工艺	(1603)
五、沥青氧化主要设备及工艺技术指标	(1615)
六、氧化沥青装置尾气处理	(1619)
七、氧化沥青生产中的能量节约	(1622)
八、沥青生产中的安全防护	(1624)
第三节 溶剂脱沥青工艺新技术	(1625)
一、溶剂脱沥青工艺原理	(1625)
二、溶剂的选择及性质	(1629)
三、溶剂脱沥青工艺及设备	(1637)
四、溶剂脱沥青工艺的发展	(1644)
第四节 调合法生产沥青工艺新技术	(1648)
一、沥青调合的理论依据	(1649)
二、调合法生产沥青工艺	(1652)
三、沥青产品的调合	(1656)
四、调合工艺	(1665)
第五章 石油沥青产品标准和评价方法	(1668)
一、按针入度分级优缺点	(1668)
二、按粘度分级优缺点	(1669)
第一节 石油沥青产品标准	(1671)
一、道路石油沥青	(1671)
二、建筑石油沥青	(1680)
三、乳化石油沥青	(1683)
四、改性沥青	(1687)
五、其他石油沥青标准	(1692)
第二节 石油沥青评价方法	(1694)
一、传统评价方法	(1695)
二、SHRP 评价方法	(1713)

第五篇 炼油节能计算、设备腐蚀防护与污染防治

第一章 炼油厂的节能	(1723)
第一节 能源消耗的计算	(1723)
一、炼油企业能耗及其计算	(1723)
二、炼油企业能耗分类	(1723)
三、能耗计算	(1725)
四、能耗计算的规定和说明	(1726)
五、炼油能耗定额和炼油能量因数的计算	(1728)
第二节 过程能量和焓的计算	(1736)
一、物流显热能	(1736)
二、物流显热焓	(1737)
三、相变潜热的能量及焓	(1737)
四、反应热效应及反应焓	(1739)
五、石油及其馏分的能量和焓	(1740)
六、水蒸气、水以及空气的能量和焓	(1743)
七、散热量和散热焓损	(1744)
八、燃料化学焓(EX_c)的估算	(1745)
第三节 能量平衡	(1747)
一、炼油过程用能特点	(1747)
二、炼油过程能量平衡模型	(1747)
三、能量平衡的步骤	(1747)
四、三环节模型能量参数的组成和内容	(1749)
五、用能分析三环节模式的评价指标	(1751)
六、能量平衡结果表示	(1752)
第四节 焓平衡	(1752)
一、焓平衡在节能过程中的作用和特点	(1752)
二、焓平衡的三环节模型	(1753)
三、焓平衡参数	(1754)
四、焓平衡关系及其评价指标	(1754)
第五节 应用基准能耗评价装置的用能水平	(1756)

目 录

一、基准能耗的特点和作用	(1756)
二、常减压装置基准能耗及其应用	(1757)
三、催化裂化装置基准能耗	(1762)
第六节 节能的途径和措施	(1767)
一、节能的原则和途径	(1767)
二、节能技术措施	(1768)
第七节 常用节能标准	(1775)
一、常用节能标准	(1775)
第二章 原油的腐蚀性与石油加工中的腐蚀因素	(1777)
第一节 原油腐蚀性强弱的定性判断	(1777)
一、盐含量	(1778)
二、硫含量	(1778)
三、酸值	(1779)
四、含氮量	(1779)
第二节 原油腐蚀性介质对设备的腐蚀	(1779)
一、氯化物	(1779)
二、含硫化合物	(1781)
三、氮化合物	(1782)
四、有机酸	(1782)
五、氧、二氧化碳和水	(1782)
第三节 加工过程中介质对设备的腐蚀	(1783)
一、水分	(1783)
二、氢	(1783)
三、酸、碱化学药剂	(1784)
四、有机溶剂	(1784)
第三章 加工过程中防腐蚀的基本方法	(1786)
第一节 腐蚀介质的处理	(1786)
一、腐蚀介质的脱除	(1786)
二、中和剂、缓蚀剂及抗垢剂的应用	(1787)
第二节 正确选材及合理设计金属结构	(1788)