

SHIYOUHUAGONG ZHIYEJINENG PEIXUN JIAOCAI

石油化工职业技能培训教材



汽油加氢装置操作工

中国石油化工集团公司人事部
中国石油天然气集团公司人事服务中心

编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

石油化工职业技能培训教材

汽油加氢装置操作工

中国石油化工集团公司人事部 编
中国石油天然气集团公司人事服务中心

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国石化出版社

内 容 提 要

《汽油加氢装置操作工》为《石油化工职业技能培训教材》系列之一,涵盖石油化工生产人员《国家职业标准》中,对该工种初级工、中级工、高级工、技师、高级技师五个级别的专业理论知识和操作技能的要求。主要内容包括裂解汽油加氢装置的基本原理、工艺流程、重要设备、典型催化剂、开停车步骤、基本操作、事故处理和安全环保等知识。本书是裂解汽油加氢装置操作人员进行职业技能培训的必备教材,也是专业技术人员必备的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽油加氢装置操作工/中国石油化工集团公司人事处,
中国石油天然气集团公司人事服务中心编. —北京:中国
石化出版社,2008
石油化工职业技能培训教材
ISBN 978-7-80229-578-0

I. 汽… II. ①中…②中… III. 汽油-加氢-化工设备-
操作-技术培训-教材 IV. TE665.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 059199 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

金圣才文化发展(北京)有限公司排版

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 9.5 印张 229 千字

2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

定价:20.00 元

《石油化工职业技能培训教材》

开发工作领导小组

组 长：周 原

副组长：王天普

成 员：(按姓氏笔画顺序)

于洪涛	王子康	王玉霖	王妙云	王者顺	王 彪
付 建	向守源	孙伟君	何敏君	余小余	冷胜军
吴 耘	张 凯	张继田	李 刚	杨继钢	邹建华
陆伟群	周赢冠	苟连杰	赵日峰	唐成建	钱衡格
蒋 凡					

编审专家组

(按姓氏笔画顺序)

王 强	史瑞生	孙宝慈	李兆斌	李志英	岑奇顺
杨 徐	郑世桂	姜殿虹	唐 杰	黎宗坚	

编审委员会

主 任：王者顺

副主任：向守源 周志明

成 员：(按姓氏笔画顺序)

王力健	王凤维	叶方军	任 伟	刘文玉	刘忠华
刘保书	刘瑞善	朱长根	朱家成	江毅平	许 坚
余立辉	吴 云	张云燕	张月娥	张全胜	肖铁岩
陆正伟	罗锡庆	倪春志	贾铁成	高 原	崔 昶
曹宗祥	职丽枫	黄义贤	彭干明	谢 东	谢学民
韩 伟	雷建忠	谭忠阁	潘 慧	穆晓秋	

前言

为了进一步加强石油化工行业技能人才培养队伍建设,满足职业技能培训和鉴定的需要,中国石油化工集团公司人事部、中国石油天然气集团公司人事服务中心联合组织编写了《石油化工职业技能培训教材》。本套教材的编写依照劳动和社会保障部制定的石油化工生产人员《国家职业标准》及中国石油化工集团公司人事部编制的《石油化工职业技能培训考核大纲》,坚持以职业活动为导向,以职业技能为核心,以“实用、管用、够用”为编写原则,结合石油化工行业生产实际,以适应技术进步、技术创新、新工艺、新设备、新材料、新方法等要求,突出实用性、先进性、通用性,力求为石油化工行业生产人员职业技能培训提供一套高质量的教材。

根据国家职业分类和石油化工行业各工种的特点,本套教材采用共性知识集中编写,各工种特有知识单独分册编写的模式。全套教材共分为三个层次,涵盖石油化工生产人员《国家职业标准》各职业(工种)对初级、中级、高级、技师和高级技师各级别的要求。

第一层次《石油化工通用知识》为石油化工行业通用基础知识,涵盖石油化工生产人员《国家职业标准》对各职业(工种)共性知识的要求。主要内容包括:职业道德,相关法律法规知识,安全生产与环境保护,生产管理,质量管理,生产记录、公文和技术文件,制图与识图,计算机基础,职业培训与职业技能鉴定等方面的基本知识。

第二层次为专业基础知识,分为《炼油基础知识》和《化工化纤基础知识》两册。其中《炼油基础知识》涵盖燃料油生产工、润滑油(脂)生产工等职业(工种)的专业基础及相关知识;《化工化纤基础知识》涵盖脂肪烃生产工、烃类衍生物生产工等职业(工种)的专业基础及相关知识。

第三层次为各工种专业理论知识和操作技能,涵盖石油化工生产人员《国家职业标准》对各工种操作技能和相关知识的要求,包括工艺原理、工艺操作、设备使用与维护、事故判断与处理等内容。

《汽油加氢装置操作工》为第三层次教材。内容包括裂解汽油加氢装置的基

本原理、工艺流程、重要设备、典型催化剂、开停车步骤、基本操作、事故处理和安全环保等。该教材内容丰富，通俗易懂，适用于本职业本工种各个等级的培训考核，对实际工作和日常操作亦有指导作用。

《汽油加氢装置操作工》教材由扬子石化负责组织编写。主编常江(扬子石化)，参加编写的人员有李刚(扬子石化)、郇维松(扬子石化)、缪玲(扬子石化)。本教材已经中国石油化工集团公司人事部、中国石油天然气集团公司人事服务中心组织的职业技能培训教材审定委员会审定通过。主审宋嘉波，参加审定的人员有唐杰、李海潮、扈刚、白忠辉、杨福仟、王辉、顾兆峰。审定工作得到了燕山石化、齐鲁石化、扬子石化的大力支持；中国石化出版社对教材的编写和出版工作给予了通力协作和配合，在此一并表示感谢。

由于石油化工职业技能培训教材涵盖的职业(工种)较多，同工种不同企业的生产装置之间也存在着差别，编写难度较大，加之编写时间紧迫，不足之处在所难免，敬请各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

目 录

第1章 概 述

1.1 国内外裂解汽油加氢装置生产发展动态	(2)
1.2 汽油加氢过程的化学反应	(2)
1.2.1 加成反应	(2)
1.2.2 取代反应	(3)
1.2.3 聚合反应	(3)
1.2.4 脱硫反应	(4)
1.2.5 脱氮反应	(4)
1.2.6 脱氧反应	(4)
1.3 影响汽油加氢反应的因素	(4)
1.3.1 反应温度	(4)
1.3.2 反应压力	(5)
1.3.3 空速	(5)
1.3.4 氢油比	(5)
1.3.5 原料性质	(5)
1.4 影响精馏系统操作的主要因素	(5)
1.4.1 操作压力	(6)
1.4.2 操作温度	(6)
1.4.3 回流比	(6)
1.4.4 采出量	(7)
1.4.5 原料	(7)
1.5 原料及产品的物化性质与规格	(8)
1.5.1 原料性质与规格	(8)
1.5.2 加氢汽油产品性质与规格	(8)
1.6 装置自动控制及联锁	(10)
1.6.1 本装置采用的自动调节的类型及特点	(10)
1.6.2 主要工艺联锁	(11)
1.7 物料衡算与能量衡算	(11)
1.7.1 物料衡算	(11)
1.7.2 能量衡算	(12)
1.7.3 反应系统的空速	(13)
1.7.4 反应系统的转化率	(13)

第2章 工艺流程及技术特点

2.1 汽油加氢的典型装置	(14)
2.1.1 中心馏分汽油加氢典型装置	(14)
2.1.2 全馏分汽油加氢典型装置	(14)
2.2 典型装置工艺流程及特点	(16)
2.2.1 中心馏分加氢工艺流程及特点	(16)
2.2.2 全馏分加氢工艺流程及特点	(19)

第3章 设 备

3.1 二段加热炉	(25)
3.1.1 基本情况介绍	(25)
3.1.2 典型结构	(25)
3.1.3 加热盘管材质	(31)
3.1.4 耐火材料	(31)
3.1.5 二段加热炉大修后的验收检查	(32)
3.2 汽油加氢反应器	(32)
3.2.1 基本情况介绍	(32)
3.2.2 典型结构	(33)
3.2.3 检修内容与质量要求	(37)
3.3 循环氢气压缩机	(39)
3.3.1 离心式循环氢气压缩机	(39)
3.3.2 往复式循环氢气压缩机	(49)
3.4 塔	(50)
3.4.1 BTX 塔	(50)
3.4.2 检修内容与质量要求	(50)
3.5 泵	(53)
3.5.1 离心泵	(53)
3.5.2 真空泵	(61)
3.6 奥氏体不锈钢设备的化学中和处理	(61)

第4章 裂解汽油加氢装置的添加剂和催化剂

4.1 催化剂	(62)
4.1.1 国内常用的裂解汽油加氢催化剂	(62)
4.1.2 催化剂的作用	(70)
4.1.3 催化剂的组成	(70)
4.1.4 催化剂的性能指标	(71)
4.1.5 催化剂的装填	(72)
4.1.6 催化剂的失活和再生	(74)
4.1.7 一段催化剂的活化	(77)

4.1.8	二段催化剂的预硫化	(80)
4.1.9	催化剂的卸出	(81)
4.2	助剂	(82)
4.2.1	缓蚀剂	(82)
4.2.2	脱砷剂	(82)
4.2.3	抗氧剂	(83)
4.2.4	阻聚剂	(83)

第5章 装置开车与停车

5.1	装置开车	(84)
5.1.1	首次开车准备	(84)
5.1.2	投料前应具备的条件	(96)
5.1.3	反应系统氢气气密置换	(97)
5.1.4	循环氢压缩机机组开车	(98)
5.1.5	加热炉开车	(100)
5.1.6	催化剂的活化和预硫化	(101)
5.1.7	精馏系统投油和操作调整	(102)
5.1.8	反应系统投油及操作调整	(103)
5.2	装置正常停车	(104)
5.2.1	停车准备	(104)
5.2.2	正常停车	(104)
5.2.3	系统倒空	(106)
5.2.4	系统置换	(106)
5.2.5	系统隔离	(107)

第6章 正常操作与产品质量控制

6.1	装置单元设备的正常操作	(108)
6.1.1	离心泵的操作	(108)
6.1.2	往复泵的操作	(109)
6.1.3	BTX 塔蒸汽喷射泵的操作	(109)
6.1.4	往复式循环氢压缩机的操作	(109)
6.1.5	将槽车内的 CHP 卸入储罐的操作	(110)
6.1.6	脱戊烷塔塔顶冷凝器的切换操作以及被切出后的工艺处理	(110)
6.1.7	BTX 塔塔釜再沸器的切换操作以及被切出后的工艺处理	(110)
6.1.8	压缩机润滑油冷却器的切换操作	(111)
6.1.9	压缩机润滑油过滤器的切换操作	(111)
6.1.10	正常运行常见故障的判断和处理	(112)
6.2	产品质量控制	(120)
6.2.1	汽油加氢装置产品的质量标准	(120)
6.2.2	产品质量不合格的原因及处理原则	(120)

第7章 事故判断与处理

7.1 紧急停车	(122)
7.1.1 预分馏系统紧急停车	(122)
7.1.2 反应系统紧急停车	(122)
7.2 装置局部停车	(123)
7.2.1 加热炉联锁停车处理	(123)
7.2.2 装置停燃料气处理步骤	(123)
7.2.3 压缩机联锁停车处理	(124)
7.2.4 反应系统泄漏处理	(124)
7.3 装置全面停车	(125)
7.3.1 装置停电处理	(125)
7.3.2 装置停仪表风处理	(125)
7.3.3 装置停水处理	(125)
7.3.4 装置停蒸汽处理	(125)
7.3.5 原料中断处理	(126)
7.4 典型事故案例分析	(126)
7.4.1 二段反应器出口法兰泄漏着火事故	(126)
7.4.2 在正常开车过程中, 硫化氢汽提塔再沸器封头法兰泄漏着火事故	(127)
7.4.3 循环氢压缩机润滑油系统跑油事故	(127)
7.4.4 二段加热炉爆鸣事故	(127)
7.4.5 一段催化剂水中毒事故	(128)
7.4.6 硫化氢汽提塔回流罐满罐, 导致燃料气罐带液, 现场排放造成火灾 事故	(129)
7.4.7 脱砷反应器自燃事故	(129)

第8章 安全、环保与节能

8.1 安全	(130)
8.1.1 装置安全注意事项	(130)
8.1.2 原辅材料及产品的安全使用与防护	(131)
8.2 环保	(136)
8.2.1 废液排放及处理	(136)
8.2.2 废气排放及处理	(136)
8.2.3 废渣处理	(137)
8.2.4 噪音防护措施	(137)
8.3 节能降耗	(138)
8.4 节水减排	(138)
8.4.1 提高节水意识, 减少循环水的补水量	(139)
8.4.2 加强管理, 延长装置运行周期	(139)

分中的环戊二烯和双环戊二烯等成分，研发了一种可行的、实用的原料分析方法。

1.1 国内外裂解汽油加氢装置生产发展动态

由于裂解汽油中含有二烯烃、烯烃以及硫、氧、氮等有机化合物，需进行加工处理，供后续工业生产中使用。为了除去这些不饱和物质，以前多采用硫酸洗涤法，然而此法的损失大，不经济，劳动条件差，逐渐趋于淘汰。目前广泛使用的是既经济又高效的催化加氢法。

催化加氢法大多为二段流程，经一段处理后虽可以提供没有二烯烃的产品，作为高辛烷值汽油的掺合组分，但经二段处理后则能得到加氢饱和及无硫、氧、氮化合物的芳烃浓缩油，可作为生产高质量的三苯的原料。

在西德拜耳公司首先发展并工业化的高级不饱和碳氢化合物二段加氢法后，美国环球油品(UOP)公司、凯洛格(CONOCO)公司、鲁姆斯(LUMMUS)公司、英国石油公司(BP)、法国石油研究院(IFP)、日本三菱油化公司、西德拜耳-鲁奇公司也先后发表了实现工业化生产裂解汽油二段加氢的工艺流程。

一段加氢法除拜耳-鲁奇等公司采用贵金属低温液相加氢($32 \sim 75^{\circ}\text{C}$)外，还有一些公司采用Co-Mo、NiS作催化剂，反应温度为 $150 \sim 200^{\circ}\text{C}$ ，反应在气相或气液混合相下进行，在此温度下聚合反应难以避免。为解决聚合结焦对催化剂的活性、稳定性的影响及装置的长周期运行，各种工艺技术都自行研究开发了抑制催化剂表面结焦问题的方法。例如UOP法将已加氢产物进行循环以降低原料中双烯烃含量；豪德瑞公司的HPG法则利用已加氢的重组分作为洗油来降低聚合物的生成。

随着石油化工的不断发展，裂解汽油加氢技术也与乙烯生产技术一样地发展起来了。由加氢、芳烃抽提生产的苯可衍生出250多种产品，主要可用作生产乙苯、苯乙烯、苯酚、环己烷、苯胺、顺丁烯二酸酐等。国外用苯制成新型合成材料聚苯，具有半导体性质，可应用于宇宙航行和特殊化工设备。采用裂解汽油为原料，按二段催化加氢反应后得到不含烯烃的稳定的芳香族油可以用作生产优质芳烃的芳烃抽提装置的原料油。

1.2 汽油加氢过程的化学反应

国内裂解汽油加氢装置工艺流程虽然各不相同，但它们的主要工艺原理是基本相同的。主要是把原料中的 C_5 以下和 C_9^+ $\sim 205^{\circ}\text{C}$ 的组分经过精馏切除，剩下的 $\text{C}_6 \sim \text{C}_8$ 组分经一、二段加氢反应成为饱和烃，并除去其中的杂质，如氧、氮、硫、氯等，从而得到稳定的 $\text{C}_6 \sim \text{C}_8$ 组分，成为符合芳烃抽提的原料。

1.2.1 加成反应

烯烃与氢混合，在常温常压下并不起反应，高温时反应也很慢。但在适当的催化剂作用下，烯烃与氢进行加成反应，生成相应的烷烃，因此称为催化氢化反应，也叫催化加氢反应，是还原反应的一种形式。常用的催化剂为钨、钼、镍等金属。

催化氢化反应的历程一般认为主要通过催化剂表面吸附，使氢分子发生键的断裂生成活泼的氢原子，烯烃的 π 键也被吸附而松弛，这样活化的烯烃与氢原子结合生成烷烃，而后从催化剂表面解析，其过程见图1-1。

从能量上分析, 催化剂的作用在于降低了反应的活化能, 加速了反应的进行, 如图1-2所示。

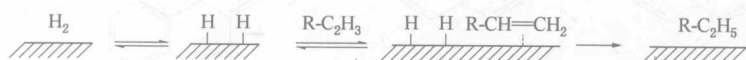
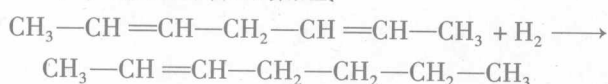


图 1-1 催化剂表面加氢反应示意图

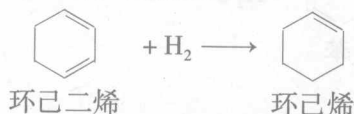
烯烃的加氢反应是一个放热反应, 因为在反应过程中生成两个新的碳氢 σ 键所放出的能量, 比断裂一个氢氢 σ 键和一个碳碳 π 键所吸收的能量要大。通过键能的估算, 一摩尔烯烃打开 π 键加氢饱和时, 大约放热 126 kJ/mol 左右, 称为氢化热。

在汽油加氢单元常见的加成反应有如下四种:

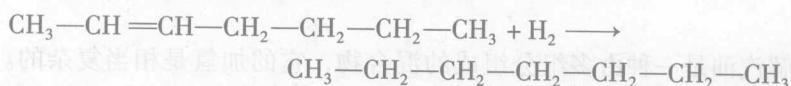
(1) 链状双烯烃的加氢



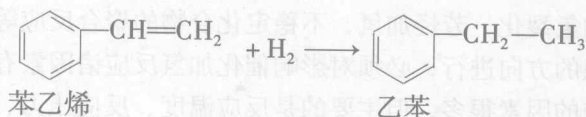
(2) 环状双烯烃的加氢



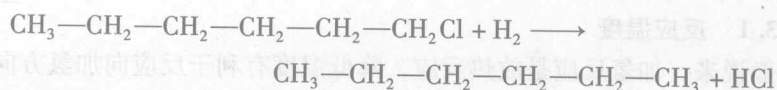
(3) 单烯烃加氢



(4) 苯乙烯加氢



1.2.2 取代反应



1.2.3 聚合反应

(1) 脱氢缩合反应

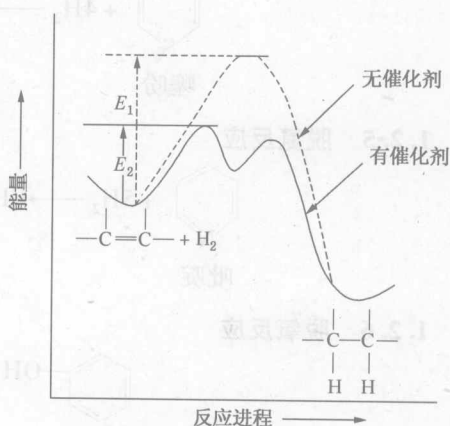
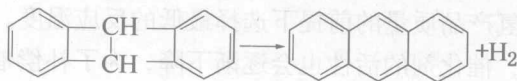
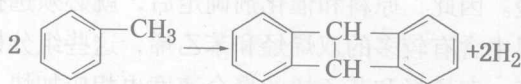
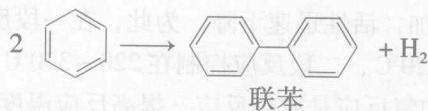
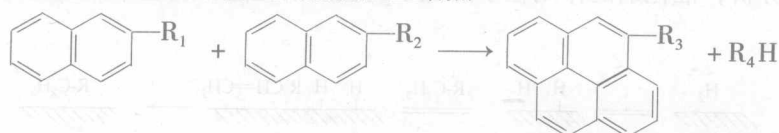
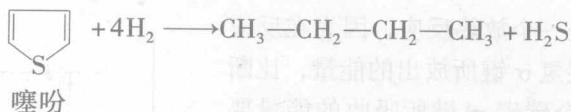


图 1-2 催化剂对加氢反应活化能的影响示意图

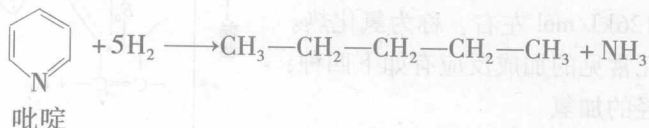
(2) 多环、稠环芳烃继续缩合生成焦油直至结焦



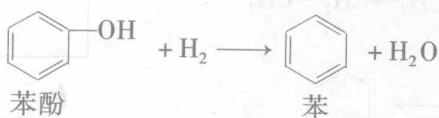
1.2.4 脱硫反应



1.2.5 脱氮反应



1.2.6 脱氧反应



1.3 影响汽油加氢反应的因素

裂解汽油是一种由多组分组成的混合物，它的加氢是相当复杂的。裂解汽油加氢的反应，除了烯烃加氢饱和及含有氧、硫、氮、氯等杂质的有机化合物的加氢反应外，还可伴随着很多副反应。例如加氢裂化，芳烃加氢，不稳定化合物的聚合反应等等。为了保证裂解汽油的催化加氢按照预想的方向进行，必须对影响催化加氢反应诸因素有所了解。

影响催化加氢反应的因素很多，但主要的是反应温度、反应压力、空速、氢油比和原料性质等。

1.3.1 反应温度

一般说来，加氢反应是放热反应，降低温度有利于反应向加氢方向进行。而加氢反应速度都是随着温度升高而增加，双烯烃加氢为单烯烃的反应在中等温度下即能进行。单烯烃饱和以及硫、氧、氮等化合物的加氢一般要在 260℃ 以上才能反应，320℃ 时为最快，超过 420℃ 催化剂表面积炭显著增加，活性迅速下降。为此，在一段反应中采用了高活性催化剂，控制一段适宜的温度为 70 ~ 120℃，二段反应控制在 220 ~ 330℃。

从化学平衡的角度说，加氢反应是放热反应，提高反应温度对加氢反应是不利的。但是温度太低，反应速度太慢。因此，原料和催化剂确定后，就必须选择合适的反应温度。在裂解汽油加氢中，因为原料中含有较多的双烯烃和苯乙烯，这些组分极易聚合结焦，影响催化剂的活性。提高反应温度，双烯烃和苯乙烯的聚合速度也相应加快。由此可见，催化加氢的实际操作温度应在保证加氢产品质量的前提下选择最低的反应温度。

随着操作时间的增加，催化剂的活性也会逐渐下降，为了补偿催化剂的活性下降，必须不断提高反应器入口温度。

1.3.2 反应压力

压力是影响裂解汽油加氢反应速度的重要操作参数。增加压力对反应有利，特别是增加氢分压，可有利于平衡向加氢反应方向进行，同时还可以抑制脱氢和裂解等副反应的发生，减少生成焦炭，避免催化剂表面结焦和积炭。加氢过程所需的氢分压应根据原料组成、催化剂的活性、最终产品的质量要求来决定。通常是在较高的氢分压下进行，过剩的氢气循环使用，如一段反应器操作压力为 2.65MPa(注：本书所有压力均为表压)，二段反应器操作压力为 3.03MPa。

1.3.3 空速

油品在催化剂床层的停留时间，通常用液体空速来表示。空速是表示反应时间长短的一个指标，增加空速就意味着减少反应时间。由于反应时间缩短，反应深度也会降低。

对于某一装置来说，空速大处理能力就大，所以希望采用较大的空速，但空速的提高又受到催化剂性能的限制。空速和反应温度在一定范围内是可以“互补”的，较大的空速可以通过提高反应温度来保持同样的转化率。也就是说，靠加快反应速度来补偿反应时间的缩短。但是反应温度提高，催化剂上的结炭速度加快。因此，正常操作时，空速这个因素是不会轻易改变的。

在一定温度、压力和催化剂的作用下，若空速过低，会促使副反应增多，又降低了反应设备的处理能力，在经济上不合理。若空速过高，则表示物料与催化剂接触时间短，加氢反应不能完全进行，影响产品质量。最佳空速须视有关原料、反应温度、压力及产品质量而定。一段加氢反应的液体空速为 $7 \sim 11 \text{ h}^{-1}$ (进入反应器原料油量包括循环物料)。

1.3.4 氢油比

在加氢反应中，总气体量(循环氢气加补充氢气)与原料油的比例称氢油比。一般用体积比或分子比来表示。氢油比大，即氢气用量增多，能使反应完全并抑制积炭生成，但循环量相应增加。由于二段加氢反应需要大量过剩氢气作热载体以移走反应热，所以二段加氢反应的氢油比要比一段大。

催化反应是在临氢条件下进行的。提高分压，一般来说会使加氢反应进行得更完全。同时，提高氢分压对于抑制烯烃聚合结焦，控制反应温升都有好处。但是氢油比增大，会增加氢气的循环量，增加动力消耗，实际操作中采用氢油比的大小是根据原料性质和催化剂的要求确定的。

1.3.5 原料性质

对于确定了流程的原料而言，影响加氢反应的主要因素是原料中的杂质含量。因为一段反应器中的主要反应是双烯烃变成单烯烃的反应，而其他反应，包括单烯烃饱和及脱硫、脱氧、脱氮、脱氯等反应都在二段反应器中进行，而且加氢反应都是放热反应。因此，原料中双烯烃含量增加时，一段反应的温升会相应增加，而其他杂质含量增加时，就应考虑温升的变化，以及温升变化时对整个操作的影响。另外，原料中杂质含量的变化也会对催化剂的寿命有一定影响。例如，双烯烃增加，积炭速度加快，会缩短催化剂的再生周期，而砷、铅、水及其他能使催化剂中毒的杂质含量增加则可能会引起催化剂的中毒失活。

1.4 影响精馏系统操作的主要因素

精馏原理就是利用混合液中各组分挥发度的差异，运用多次部分汽化和部分冷凝的方法

使混合液分离为纯组分的操作。

精馏塔中塔顶回流量 L 和产出量 D 之比称回流比 R 。通常把精馏塔进料板以上的部分称为精馏段，其作用主要是提高气相易挥发组分(轻组分)的浓度。进料板以下部分(包括进料板)称为提馏段，其作用主要是把液相中易挥发组分提取出来，使随釜液带走的轻组分数量减少，从而在塔釜得到合格的产品。

由此可见，混合液中各组分挥发度的差异是精馏分离的基本条件。在精馏塔中通过汽化和冷凝，在每块板上发生传热(蒸气部分冷凝放出潜热使液体部分汽化)及传质(易挥发组分从液相转入气相，难挥发组分从气相转入液相)过程，达到分离的目的。可见精馏的实质是一个热量交换和质量交换的过程。

1.4.1 操作压力

任一精馏塔都是依据在一恒定的操作压力下的气、液平衡数据进行设计、计算和操作的，操作压力的选择主要根据被处理物料的性质。对于一些沸点高，高温时性质不稳定，易分解、聚合结焦的物料或在常压下相对挥发度较小，有剧毒的物料则常常采用减压精馏。如苯酚精馏、苯乙烯的精馏均采用减压精馏，减压操作降低了物料沸腾温度。如果被分离的混合物在常温常压下是气体或沸点较低，则可以采用加压蒸馏的方法，如氯乙烯的精馏。石油气裂解、深冷分离均采用加压蒸馏。

操作压力的选择还应考虑塔及其他设备的机械性能及造价，塔的耐压性能、操作费用等综合经济指标。当原料常压下是液体时，则一般尽可能地采用常压操作，这样对设备的要求简单，附属设备也少。

操作压力确定后应尽量保持其稳定。压力在小范围内变化，对气液平衡无明显的影响。但大幅度的变化，会破坏精馏正常进行的气液平衡，导致整个操作恶化。

增大塔顶冷凝器中的冷却剂用量和回流比也可以影响塔顶压力。

1.4.2 操作温度

在一定的操作压力下气液平衡的温度与其组成有密切的关系，组成决定气液平衡的温度。组成一定则温度一定，如塔顶、塔底温度。塔顶、塔釜的气液平衡组成就决定了产品的质量，它们所对应的平衡温度，就被确定为塔顶、塔釜的温度指标。当操作压力恒定时，温度也要保持相对的稳定。若温度改变，则产品的质量和产量都相应地发生变化。如塔顶温度升高时，塔顶产品中难挥发组分含量就会增加，虽然塔顶产品产量可以增加，但质量却下降了。又如，塔釜温度升高同样也会使塔顶产品中难挥发组分增加，质量下降。

操作温度是随着压力变化而变化的。在操作压力基本稳定的情况下，蒸馏塔釜中加热蒸汽量、冷凝器中冷却剂量、回流量、釜液面高度、进料等条件的改变均会引起操作温度变化。根据情况的变化做适当地调节可以使操作温度趋于恒定。因此，精馏过程的操作是一个多因素的“综合平衡”过程。而温度的调节在精馏操作中起着最终的质量控制作用。

1.4.3 回流比

从精馏塔引出的气相经全凝后，一部分作为塔顶产品排出，另一部分通过回流装置返回到塔顶，这部分液体称为回流液。液体的回流在精馏操作的过程中是非常必要的，它不仅是蒸气部分冷凝的冷却剂，同时又不断补充塔板上的液体，使精馏操作连续稳定地进行。

在精馏操作中，回流比的大小不仅对精馏塔塔板数和进料位置的设计起着重要的作用，在实际操作中人们也往往用调节回流比来控制产品的质量。

当塔顶馏分中难挥发组分含量增高时，采取加大回流比的方法，增加塔内下降的液体流

量,使上升蒸气中难挥发组分冷凝的可能性加大,从而提高塔顶产品的质量。但回流比的增大,将会影响塔顶产品的产量,降低塔的生产能力。所以,回流比不宜无限地增加,而且回流比过大会造成液量过多而导致液泛。

对于内回流塔,回流比可以通过塔顶冷凝器中冷却剂的用量来调节。对于外回流塔,则可以通过控制塔顶产品采出量和塔顶冷凝量等方法来调节回流比。

1.4.4 采出量

(1) 塔顶采出量的影响

精馏塔塔顶采出量的大小和该塔进料量的大小有着对应关系。当进料量不变的条件下,若塔顶采出量增大,则回流比势必减小,引起各塔板上的回流量减少,气液接触不好,传质效率下降。同时,操作压力相应下降,结果是重组分被带至塔顶造成塔顶产品不合格。

(2) 塔釜液采出量的影响

精馏塔釜液采出量的变化同样会影响塔的物料平衡。当进料不变,塔釜液采出量增加时会造成塔釜液面减低,甚至会抽空,使再沸的釜液循环量减少,塔釜温度下降,轻组分进入釜液中,造成塔釜产品不合格。釜液采出量少,将造成塔釜液面过高,甚至出现淹塔现象,增加了釜液循环阻力,同样会影响传热传质效果,使产品不合格。故塔顶塔釜产品的均衡采出是非常重要的。

1.4.5 原料

(1) 进料状态的影响

进料共有五种可能的热状态存在:即过冷液体(温度低于泡点)、饱和液体、饱和气液混合物(温度介于泡点和露点之间)、饱和蒸气、过热蒸气(温度高于露点)。

进料与产品的组成一定时,进料状态对塔板数的影响不大。但对塔板在精馏段和提馏段的分配比例却有明显影响。当进料汽化率(进料中气相量与液相量比值)大时,精馏段需要塔板数多,提馏段相应减少,汽化率小时,则相反。

同理,汽化率大时,若进料位置不变时,要保证产品质量,回流比就要增大,因此冷凝负荷要增加。当回流、进料量一定时,汽化率大,可使再沸器负荷减少;反之,汽化率小,则再沸器负荷增加。

进料的状态如何,直接影响到进料位置,同时又关系到能量合理利用。因此,在选择精馏操作的条件时,应全面地综合考虑,尽可能使其达到最优化。

(2) 进料温度的影响

进料温度的变化对精馏操作是有一定影响的。进料温度降低,将增加塔釜再沸器的热负荷,减少塔顶冷凝器冷负荷。进料温度升高则相反。当进料温度变化的幅度过大时,将会影响全塔的温度分布,从而改变气液平衡。如果进料温度变化到改变了进料状态时,将引起精馏段、提馏段理论板数分配的改变。对于进料状况固定的某一个塔来说,进料状况的改变将会影响到产品质量。

(3) 进料组成的影响

在一定的操作压力下气液平衡的温度与其组成有关,高沸点组分的含量越高,其平衡温度越高。因此,塔进料组成变重,进料口就应该下移。在分馏塔进料口位置不变的情况下,进料组成变重,气液平衡温度升高,必然影响塔的精馏段理论板数,即造成精馏段塔板数减少。此外,也与组分的变化幅度有关,组分变化过大才会有上述情况明显发生。进料组成变重会造成塔顶馏分中重组分含量增加,顶温上升。解决的办法是:加大冷剂量,降低回流温

度，加大回流比或进料口下移，以保证分离效果。

如果进料组成中轻组分增加，提馏段塔板数就会显得不够，使釜液中轻组分含量增大。解决的办法是：增加加热蒸汽量，减小回流比或进料口上移，从而保证分离效果。如进料组成变化太大，将使精馏操作破坏。理想的进料温度、进料组成必须与进料板的温度、组成相同，即使有波动，也应控制在产品质量范围内。

(4) 进料量大小的影响

进料量的变化应控制在一定的允许范围。若进料量增加超出了范围，会使上升气流量、釜液采出量大为增加。当塔顶冷凝器和塔釜再沸器热负荷能力不能再承受时，塔顶、塔釜温度将发生变化，从而导致塔顶、塔釜产品组成有较大地改变。如果进料量变化时，再沸器、冷凝器能承受负荷变化，而塔本身结构、尺寸不能承受此负荷变化，将发生漏液、淹塔、液泛、雾沫夹带等不正常现象，其结果使塔的平衡遭到破坏，塔顶、塔釜产品都会不合格。当进料量很小，低于操作下限时，必须加大回流量或以全回流方式进行操作。进料量只有在规定的范围内变化，同时及时调节热、冷剂量和塔顶、塔釜采出量，使顶温釜温不会有明显的改变，才能保持一定的分离效果。

1.5 原料及产品的物化性质与规格

1.5.1 原料性质与规格

1.5.1.1 裂解汽油

原料是乙烯装置(一般使用石脑油、柴油、加氢尾油三种原料)进行裂解时所得到的裂解汽油组成。裂解汽油的组成和性质如表 1-1 所示。

表 1-1 裂解汽油的组成和性质

馏程	C ₅ ~ 205℃					
密度(15.6℃)	833kg/m ³					
总硫	542mg/kg					
胶质	≤200mg/100ml					
砷	≤200μg/kg					
组成(wt)%	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉ ⁺
二烯烃	0.02	11.76	3.99	2.49	1.48	2.70
烯烃	0.02	3.40	0.92	0.68	0.41	5.43
饱和烃	0.01	0.79	0.31	0.67	0.35	0.82
芳烃	—	—	31.62	18.57	8.65	1.33
苯乙烯	—	—	—	—	2.72	—

1.5.1.2 氢气

汽油加氢装置使用氢气一般来源于乙烯装置的湿富氢气(含氢量在 70% 以上叫富气，含饱和水的氢气叫湿氢气)，其技术规格见表 1-2。

1.5.2 加氢汽油产品性质与规格

1.5.2.1 物理性质

加氢汽油系无色有刺激性气味的液体，30℃ 时外观光亮透明，主要组成为苯、甲苯、二