

当代石油和石化工业技术普及读本

中国石油和石化工程研究会 组织编写

法琪瑛 执笔

乙 烯



中国石化出版社

当代石油和石化工业技术普及读本

乙 烯

中国石油和石化工程研究会 组织编写

法琪瑛 执笔

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

乙烯/中国石油和石化工程研究会组织编写
—北京:中国石化出版社,2000.7
(当代石油和石化工业技术普及读本)
ISBN 7-80043-956-9

I. 乙… II. ①中… ②法… III. 乙烯 - 普及读物
IV. 0623.121-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 65688 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)84271859

<http://press.sinopec.com.cn>

中国石化出版社照排中心排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

850×1168 毫米 32 开本 3.25 印张 62 千字 印 1—5000

2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月第 1 次印刷

定价:8.00 元

为提高石油石化职工的科学素质而努力

——代序

《当代石油和石化工业技术普及读本》(丛书)近期将与读者见面,这是贯彻、落实党和国家关于加强科普宣传工作的指示精神,提高石油石化职工的科学文化水平,促进石油石化事业的发展,加强社会主义精神文明建设的一件大事。

科学普及历来就与社会进步密切相关。人类从开始学会使用工具的旧石器时代,到科学技术飞速发展的现代,每一个新时代的出现,都离不开科学技术的重大突破;而每一次科学技术的重大突破所带来的巨大社会变革,都离不开科普工作,它使科技知识变成人民大众的集体智慧,从而推动社会的发展。

党和国家历来十分重视科普工作。提高全民族的科技文化素质是推进科技进步、实现社会主义现代化的必要前提,是民族强盛的基础。宣传和普及科技知识,是提高民族素质的重要举措,也是社会主义精神文明建设的重要任务。早在1994年,中共中央、国务院就颁布了《关于加强科学技术普及工作的若干意见》(中发[1994]11号),提出要加强科学技术的宣传和普及工作,用科学战

胜迷信、愚昧和贫穷,把人民的生产、生活导入文明、科学的轨道。

科普工作对发展我国石油石化事业具有重要意义。石油石化是关系到国计民生的重要行业。从当前的经济大趋势来看,世界范围内正在进行着经济结构调整,经济全球化已经和正在给各国经济发展带来深刻的影响。跨国公司的影响力日益增大,对我国石油石化集团的生存和发展构成了巨大压力。国外大公司已经在产品、技术、人才和资本等市场与我们展开了全方位的竞争。

要提高石油石化企业的国际竞争能力,就必须极大地提高职工队伍的整体素质,并努力造就一大批懂经营、善管理、技术精、思想好的复合型人才。同时,还必须依靠科技进步,促进产业结构调整;充分发挥市场和社会对科技进步的导向作用,不断增加产品的科技含量。因此,在石油、石化职工队伍中普及科技知识,传播科学技术,显得尤为迫切。

石化集团公司、石化股份公司总部机关和所属单位,都要充分认识到科普工作的重要性,高度重视科普工作。集团公司、股份公司各级干部要带头做好科普工作。从某种意义上来说,科普工作的重点是领导干部。从事石油勘探开发的同志要了解一些石油化工知识,从事石油化工的同志要了解一些石油勘探开发知识,从事石油产品销售同志也应该了解一些石油炼制方面的知识。领导干部要努力做到用科学头脑思维,用科学方法工作。

要在石化集团公司全体职工中树立努力学习、刻苦钻研、开拓创新、锐意进取的良好风尚,不断提高自身的文化素养和技术水平,为发展我国石油、石化工业,振兴中华作出我们应有的贡献。

Handwritten signature in black ink, reading '李毅中' (Li Kezhong).

二〇〇〇年八月七日

前 言

石油石化工业不仅在我国国民经济的发展中起着重要作用,与广大人民群众的日常生活在更是密切相关。当今世界每个人、每个家庭像每天离不开粮食一样,离不开石油石化产品。离开了石油产品,你可能“寸步”难行;离开了石油产品,你可能吃不上饭,喝不上水;离开了石油产品,你就无法享受家庭影院带来的欢乐,更不用说通过电子网络眼观六路、放眼世界;……如果能让更多的人民群众了解石油石化工业,将会极大地有益于我们石油石化工业的发展。因此,编辑出版一套石油石化科普性丛书,让人们茶余饭后,通过阅读这套丛书,了解石油石化工业显得很有必要。

1998年国务院决定,对原中国石油天然气总公司与中国石油化工总公司进行战略改组,分别组建政企分开的中国石油、中国石化两大集团公司。1998年7月,集合石油、天然气资源的勘探开发、生产建设、储运、营销,石油炼制、石油化工、化纤、化肥等产品的生产、储运、营销等业务的中国石化集团公司正式成立。业务范围的扩大迫切要求我们各级经营管理人员拓宽知识面,过去从事石油天然气勘探开发业务的要了解石油炼制、石油化工;过去从事石油炼制、石油化工业务的,要了解石油的勘探

开发;过去从事汽柴油销售业务的,要了解石油炼制;……尽管不可能做到人人对每一个业务领域都精通熟知,但至少要做到精通本职业务、了解相关业务,这是搞好涵盖了石油天然气勘探开发、石油炼制、石油化工、化纤、化肥等广泛业务领域的石化集团的客观要求。因此,编辑出版一套石油石化科普性丛书,让我们石油石化企业的各级经营管理人员,通过阅读这套丛书,了解相关领域就显得更有必要。

出于上述考虑,中国石油和石化工程研究会、中国石油出版社组织国内石油和石化行业的专家学者,进行了《当代石油和石化工业技术普及读本》(丛书)的编写工作。

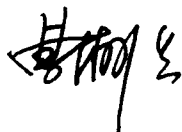
作为一种科普读物,《读本》具有知识性、普及性、新颖性等鲜明特点,它以石油石化企事业单位的管理人员、非本专业的技术人员和广大的社会读者为主要读者群体。这次共出版 11 个分册,其中上游 4 个分册,包括勘探、钻井和完井、开采、油气集输与储运系统;下游 7 个分册,包括石油炼制——燃料油品、石油炼制——润滑油和石蜡、乙烯、合成树脂、合成橡胶、合成纤维、合成氨和尿素。

《读本》全面、系统、形象地向读者介绍了石油的成因、石油的勘探、开发、开采和炼制,以及遍布生活每个角落的石油石化产品。《读本》图文并茂,语言生动朴实,可以让读者更多、更快、更好、更轻松地了解石油石化工业的基本知识。

《读本》的作者都是来自中国石油、石化行业的高级专家和学者,有着极其深厚的专业知识底蕴和丰富的实践经验。在此,对他们的辛勤劳动和严谨的态度表示诚挚的敬意和衷心的感谢。

中国石化集团公司李毅中总经理在百忙之中为《读本》欣然作序,在这里要特别感谢他对《读本》的支持和关怀。同时也非常感谢所有为《读本》的出版付出辛勤劳动的人们。

由于时间仓促,书中难免会存在一些遗漏和疏忽,请同志们批评指正。

A handwritten signature in black ink, appearing to be '李毅中' (Li Yizhong), written in a cursive style.

二〇〇〇年七月二十二日

《当代石油和石化工业技术普及读本》

编委会

主任：曹湘洪

编委：(按姓氏笔画为序)

王子康 王少春 王毓俊 尤德华

师洪俊 刘积文 刘镜远 孙梦兰

陈宝万 陈宜焜 李润清 李维英

杨筱蘅 法琪瑛 赵 怡 宫 敬

贾映萱 秦瑞岐 黄伯琴 董恩环

程曾越

责任编辑：赵 怡

封面设计：党志旗

当代石油和石化工业技术普及读本



- 勘探
- 钻井和完井
- 开采
- 油气集输与储运系统
- 石油炼制 - 燃料油品
- 石油炼制 - 润滑油和石蜡
- 乙烯
- 合成树脂
- 合成橡胶
- 合成纤维
- 合成氨和尿素

ISBN 7-80043-956-9



9 787800 439568 >

ISBN 7-80043-956-9/N · 003

定 价：8.00 元

目 录

第一章 概 述	(1)
第一节 乙烯在石油化工中的地位和作用	(1)
第二节 国内外乙烯发展概况	(5)
第二章 裂解原料	(8)
第一节 裂解原料的来源和种类	(8)
第二节 裂解原料的性质对乙烯生产的影响	(12)
第三节 裂解原料的选择	(19)
第三章 烃类的裂解	(24)
第一节 烃类裂解过程的主要工艺参数	(24)
第二节 管式炉裂解的工艺流程	(30)
第三节 典型管式裂解炉炉型和急冷锅炉	(43)
第四章 裂解气的分离	(57)
第一节 裂解气的预分馏	(57)
第二节 裂解气分离流程的分类	(59)
第三节 压缩和制冷	(64)
第四节 裂解气的精馏分离	(69)
第五章 丁二烯抽提、裂解汽油加氢、芳烃抽提	(78)
第一节 丁二烯抽提	(78)
第二节 裂解汽油加氢	(81)
第三节 芳烃抽提	(83)
第六章 裂解产品的性质与用途	(86)
第一节 乙烯	(86)
第二节 丙烯	(88)
第三节 丁二烯	(88)

第四节	苯	(90)
第五节	甲苯	(93)
第六节	二甲苯	(93)

第一章 概 述

第一节 乙烯在石油化工中的 地位和作用

石油化学工业中大多数中间产品（有机化工原料）和最终产品（三大合成材料）均以烯烃和芳烃为原料，除由重整生产芳烃以及由催化裂化副产物中回收丙烯、丁烯和丁二烯外，主要由乙烯装置生产各种烯烃和芳烃。乙烯装置在生产乙烯的同时，副产大量的丙烯、丁烯、丁二烯、苯、甲苯和二甲苯，成为石油化工基础原料的主要来源。除生产乙烯外，世界上约 70% 的丙烯、90% 的丁二烯、30% 的芳烃均来自乙烯的副产。以三烯（乙烯、丙烯、丁二烯）和三苯（苯、甲苯、二甲苯）总量计，约 65% 来自乙烯生产装置。正因为乙烯生产在石油化工基础原料生产中所占的主导地位，常常以乙烯生产作为衡量一个国家和地区石油化工生产水平的标志。

多数石油化工企业，是以乙烯生产为核心，配套各种加工装置的联合企业。乙烯生产的规模、成本、生产稳定性、产品质量等将直接影响企业的生产和效益。因

此，乙烯装置在石化企业中成为关系全局的核心。

乙烯、丙烯、丁烯等烯烃分子中有双键存在，化学性质活泼，能与许多物质发生加成反应生成一系列重要产物，并易氧化和聚合，生成各种有机化工产品和聚合物，这些产品对国民经济发展十分重要。由于在自然界没有烯烃的存在，因此早在 30 年代就有人开始对石油烃（碳二以上的饱和烃）高温裂解生产烯烃的技术进行研究，40 年代初建成了管式炉裂解生产烯烃的工业装置。经过 50 多年的发展，石油烷烃经管式炉裂解生产烯烃的方法至今仍在烯烃生产中占统治地位。

石油烃热裂解有多种方法，如蓄热炉裂解、流动床裂解、管式炉裂解等。前两种都因投资高、物耗能耗高、污染严重等被淘汰。管式炉具有技术成熟、结构比较简单、运转稳定性好和烯烃收率高等优点，现在世界上约 99% 的乙烯是由管式炉裂解法生产的。

管式炉裂解制乙烯技术，开始于 20 ~ 30 年代。1941 年第一台管式炉的工业装置在美国的巴吞鲁日 (Baton Rouge) 投产。40 年代时，炉管是贴壁水平排列，后改为单组和多组置于炉中央，其支架位于炉膛内。由于支架不能经受高温，1964 年起改为垂直悬吊的立式管，其优点是吊架不在高温区，炉温可不受吊架材质的限制；立式管可自由收缩，减少管子所受热应力的影响；由于采用炉中心单排式立管，双面辐射结构，加大了热强度，加热均匀，管内不易结焦，有利于裂解反应的进行并可延长操作周期和炉管寿命。此后，管式炉裂解技

术得到了极其迅速的发展，成为目前各国广泛采用的生产乙烯的方法。

烃类裂解得到的裂解产物是含有氢、甲烷、乙烷和乙烯、丙烷和丙烯、混合碳四、碳五、裂解汽油等的混合物。此外尚含有少量二氧化碳、一氧化碳、硫化氢等酸性气体，并含有微量炔烃等杂质，因此必须对其进行分离和精制才能得到合格的乙烯、丙烯和其他产品。

工业上采用的裂解气分离方法主要有油吸收分离法和深冷分离法。由于油吸收法的能耗高、烯烃损失大等缺点，在 60 年代几乎全部被深冷分离法取代。深冷分离利用裂解气中各组分沸点相差较大，各组分相对挥发度不同，在不同温度下用精馏方法进行分离。在一定的压力下，碳三以上的馏分可在常温下分离，碳二馏分则需在 $-30 \sim -40^{\circ}\text{C}$ 条件下进行分离。而用精馏方法将裂解气中甲烷和氢气分离出来，则需在 -90°C 以下的低温进行分离。这种采用低温分离裂解气中甲烷和氢气的方法称为深冷分离法。深冷分离法能耗低、操作稳定，不仅能得到高质量的烯烃产品，并可获得高纯度的氢气和甲烷。因此，当今管式炉裂解的乙烯厂，几乎都采用深冷分离法进行裂解气的分离和精制。

我们通常说的乙烯装置，主要包括管式炉裂解和深冷分离。

一般石油烃通过乙烯生产获得三烯三苯的过程如图 1-1 所示：

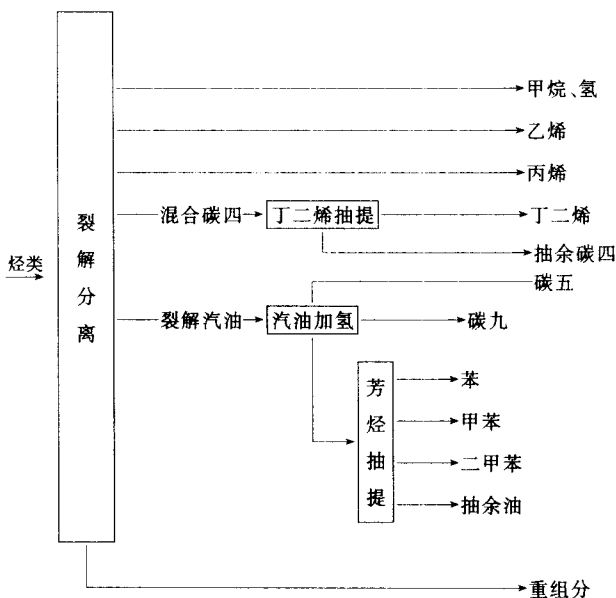


图 1-1 由烃类裂解得到三烯三苯的过程示意图

如图所示，裂解混合碳四须经丁二烯抽提才能得到丁二烯；裂解汽油须经汽油加氢和芳烃抽提才能得到苯、甲苯和二甲苯。本书重点介绍管式炉裂解和深冷分离；为使读者对三烯、三苯的生产有一个完整的概念，对丁二烯抽提、汽油加氢和芳烃抽提作一般介绍。

除了烃类裂解生产乙烯外，由炼厂气回收乙烯、丙烯，也是工业上生产烯烃的主要来源之一。炼厂中的热裂化装置、催化裂化装置、延迟焦化装置副产的轻烃含有大量的烯烃，由这些炼厂气回收的烯烃在烯烃生产中占有相当重要的地位，尤其在丙烯和碳四烯烃生产中的地位不亚于烃类裂解法。