

徐淑玲 尹芳华 主编 陈 群 副主编

走进

OUJIN

SHIHUA

石化



化学工业出版社

将上述内容... 徐淑玲 尹芳华 主编 陈群 副主编

徐淑玲 尹芳华 主编 陈群 副主编

走进

石化



化学工业出版社

· 北京 ·

第1版第1次印刷

元 00.25 份 5

本书以石油化工为主轴,站在学者的高度,以读者的视角,科普性地介绍了石油化工与各相关学科领域的互动关系,及各自的前沿发展趋势,帮助读者更加全面地了解石油化工的行业特色及在国民经济中的重要地位。

本书多角度解读石油化工,既注重历史的沿革,又关注学科的前沿与多学科的交叉与融合,信息量大、内容新、视角宽。介绍了石油的基本知识、石油及石化产品,化学、化工及石油化工发展简史,材料工业、生物技术、机械工程、信息技术、环境及安全等各自学科的发展状况,与石油化工行业之间的相互关系,以及学科交叉所产生的前沿科技方面的内容。

本书适合相关专业大专院校师生参考,同时还适合企业管理人员及技术人员参考。既可作为化工类专业教材,还可用作石化企业职工培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

走进石化/徐淑玲,尹芳华主编. —北京:化学工业出版社, 2008. 8

ISBN 978-7-122-03543-1

I. 走… II. ①徐…②尹… III. 石油化工-普及读物
IV. TE65-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 126256 号

责任编辑:曾照华
责任校对:郑捷

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张14 字数354千字 2008年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

前言

化学,这一古老而富有新鲜活力的学科,多少年来为人类文明创造了无数奇迹,为人类奉献了一个丰富多彩的物质世界,它的成就成为社会文明的重要标志。

石油化工,从人们开始认识并使用石油起,也已经历了三四千年的历史,随着科学技术的迅猛发展。石油从“地中无穷”变得“日益枯竭”,成为世人竞相争夺的“黑色金子”;石油化工在小至衣食住行、防病治病,大至军事国防、能源利用中发挥作用的同时,与物理学、生物学、自然地理学、天文学等其他学科相互融合,形成了环境科学等新兴学科,而这些学科的茁壮成长又为石油化工行业注入新的活力,开辟了新的天地。

正是因为石油化工在国民经济中的重要地位,以及江苏工业学院浓郁的石化行业背景,学校从2006年培养方案开始,特设石油化工认识实习教学环节,并于2006年建成了石油化工认识实习基地,供全校所有本科专业新生实习。

石油化工认识实习基地采用展板、装置模型、设备实物、多媒体演示等多种方式,较为详细地供学生进行化学化工方面全方位、多层次专业知识的学习。各展室以石油化工及石化产品链为主线,介绍化学化工在国民经济中的重要性,并使学生较全面地了解化工新材料、计算机技术、生物技术、安全生产、环境保护与化工技术经济、化工生产过程装备技术、石油储运技术、化工生产的分析技术及仪器等方面的内容。

从近两年6000多名学生的教学实践活动中,我们发现这一环节的设置激发了学生,特别是化工及近化工专业学生,对于专业学习的兴趣,开拓了非化工专业学生的视野,将各专业在“大工程观”的指导下融会贯通在一个大的行业概念之中,使以往的专业教育得到了具体的、物性的固化。

为了更好地配合这一教学实践环节,进一步深化同学们对于石油化工行业的认识,我们组织编写了《走进石化》这本书。本书以石油化工为主轴,站在学者的高度,以读者的视角,科普性地介绍了石油化工与各相关学科领域的互动关系,及各自的前沿发展趋势,帮助读者更加全面地了解石油化工的行业特色及在国民经济中的重要地位。

全书共九章。第一章概要介绍石油的基本知识、石油及石化产品,以及与石油交易有关的经济问题;第二章、第三章分别介绍化学、化工及石油化工发展简史;第四章至第九章分别介绍材料工业、生物技术、机械工程、信息技术、环境及安全等各自学科的发展状况,与石油化工行业之间的相互关系,以及学科交叉所产生的前沿科技方面的内容。

本书多角度解读石油化工,既注重历史的沿革,又关注学科的前沿与多学科的交叉与融合,信息量大、内容新、视角宽,既可作为化工类专业的专业概论性质课程教材,还可用作石化企业职工培训教材。

本书的编写得到了江苏工业学院教务处、化学化工学院以及相关学院的大力支持,邵辉、孟启、王洪元、王利平、朱国彪、丁永红、杨扬、刘雪东、荆胜南、潘操、蔡志强为本书部分章节的执笔人。感谢所有人的共同努力。

编者

2008年8月

目录

1 工业的血液——石油 1

1.1 石油的基本知识	1
1.1.1 石油的组成与性质	1
1.1.2 石油的形成	2
1.1.3 我国石油资源的状况	2
1.2 石油产品及石油化工产品	3
1.2.1 主要的石油产品	3
1.2.2 基本有机化工原料	7
1.3 与石油有关的经济问题	8
1.3.1 世界石油组织机构	8
1.3.2 国家石油战略储备	11
1.3.3 石油贸易	13

2 化学发展简史 16

2.1 世界化学发展简史	16
2.1.1 化学的前奏	16
2.1.2 创建近代化学理论——探索物质结构	20
2.1.3 现代化学的兴起	21
2.2 中国化学发展简史	23
2.2.1 第一阶段：1920~1932 年	23
2.2.2 第二阶段：1932~1949 年	24
2.2.3 第三阶段：1949~1965 年	24
2.2.4 第四阶段：1966~1976 年	25
2.2.5 第五阶段：1976 年~目前	26
2.3 我国现代化学的重要成就	27
2.3.1 基础研究	27
2.3.2 应用基础研究及开发研究	28

3 化学工业发展简史 30

3.1 世界化学工业发展简史	30
3.1.1 古代的化学加工	30

3.1.2 近代化学工业的兴起	33
3.1.3 科学相互渗透融合时代——现代化学的兴起	34
3.2 中国化学工业发展简史	34
3.2.1 新中国成立前的化学工业	35
3.2.2 新中国的化学工业	36
3.2.3 化学工业在国民经济中的地位与作用	37
3.3 中国石油化工发展简史	39
3.3.1 世界石油化工发展简史	39
3.3.2 中国石油化工发展简史	42

4 石化与材料工业

4.1 材料工业概况	45
4.2 高分子材料	45
4.2.1 橡胶	46
4.2.2 纤维	49
4.2.3 塑料	54
4.3 新型高分子材料概述	60
4.3.1 离子交换树脂	61
4.3.2 医用高分子材料	61
4.3.3 光功能高分子材料	62
4.3.4 高分子磁性材料	62
4.3.5 高分子分离膜	62

5 石化与生物技术

5.1 生物技术发展概况	64
5.1.1 生物技术发展简史	64
5.1.2 工业生物技术	65
5.2 生物化学工程	68
5.2.1 国内外生物化学工程现状	68
5.2.2 石油、天然气资源的生物技术利用	69
5.2.3 生物技术在精细化工中的应用	73
5.2.4 生物制药	75
5.2.5 生物农药	76
5.2.6 生物技术在资源与环境保护领域中的应用	77

6 石化与机械

6.1 化工机械制造概况	79
6.1.1 化工设备材料	79
6.1.2 典型化工设备制造	81
6.2 化工设备与机械	84

6.2.1 反应器	84
6.2.2 塔设备	85
6.2.3 换热器	87
6.2.4 化工管道	88
6.2.5 泵	90
6.2.6 压缩机	93
6.3 化工机械的新发展	94
6.3.1 过程设备强化技术	94
6.3.2 计算机及应用技术	95
6.3.3 新材料技术	96
6.3.4 再制造技术	97
6.3.5 过程装备成套技术	97
6.3.6 过程机械领域	98

7 石油与信息技术

7.1 计算机仿真技术在石油化工中的应用	99
7.1.1 计算机仿真的发展历史	99
7.1.2 仿真系统的作用和意义	100
7.1.3 计算机仿真在石油化工领域所发挥的作用	100
7.1.4 国内外研究状况	101
7.1.5 计算机仿真技术发展的新趋势	102
7.1.6 化工仿真培训系统	104
7.2 自动化控制技术在石油化工中的应用	108
7.2.1 过程控制	108
7.2.2 仪表控制系统	109
7.2.3 计算机控制系统	111
7.2.4 集散控制系统 (DCS)	112
7.2.5 现场总线控制系统 (FCS)	115
7.2.6 可编程控制器 (PLC)	116
7.2.7 控制算法	119
7.3 现代分析仪器在石油化工中的应用	121
7.3.1 电化学分析方法	122
7.3.2 色谱分析方法	122
7.3.3 光学分析法	123
7.3.4 其他分析方法	126
7.4 常用的化学化工应用软件	126
7.4.1 化学结构式绘制软件	127
7.4.2 三维模型描绘	128
7.4.3 实验数据处理	128
7.4.4 化工流程模拟	129
7.4.5 化工辅助设计	130

8 石化与环境 132

8.1 概述	132
8.1.1 环境与环境科学	132
8.1.2 环境污染与环境问题	133
8.2 石化、环境与可持续发展	134
8.2.1 环境保护与可持续发展	134
8.2.2 可持续发展的内涵	136
8.2.3 中国的可持续发展战略	137
8.2.4 石油炼制的污染	139
8.2.5 石油产业可持续发展战略	139
8.3 清洁生产	140
8.3.1 概述	140
8.3.2 清洁生产的意义及途径	141
8.3.3 清洁生产是实现可持续发展的必然选择	143
8.4 资源再生与循环经济	144
8.4.1 基本概念	144
8.4.2 循环经济发展的历史过程	144
8.4.3 国外实行循环经济的实践和经验	145
8.4.4 发展我国的循环经济势在必行	146
8.4.5 石化行业发展循环经济的意义	147
8.5 我国环境保护的政策法规与措施	148
8.5.1 我国的环境标准体系	148
8.5.2 环境质量标准	150
8.5.3 我国环保政策法规	152
8.5.4 世界环境节日及环境日	153
8.5.5 石化行业环境保护的措施	156

9 石化生产与安全 157

9.1 安全科学发展简介	157
9.1.1 安全科学技术及其发展	157
9.1.2 现代安全科学技术体系	158
9.1.3 安全的认识过程	158
9.2 石化行业安全生产概述	159
9.2.1 化学品生产与安全	159
9.2.2 化学品生产的事故特点	161
9.2.3 化工生产的危险性	162
9.3 化工安全生产概论	164
9.3.1 化工生产中的事故预防	164
9.3.2 化工生产中的事故预防技术	170
9.3.3 防止人失误和不安全行为	171

9.4 应急救援概论	173
9.4.1 事故应急救援的意义及相关的技术术语	173
9.4.2 应急救援系统	174
9.4.3 应急救援系统的运作程序	175
9.4.4 应急救援计划编制概述	176
9.4.5 应急救援行动	177
9.5 我国关于安全生产方面的法规政策	180

附录 1 化学大事年表	184
--------------------------	------------

附录 2 历年诺贝尔化学奖及其主要成就	198
----------------------------------	------------

附录 3 世界 500 强中的能源及石油化工企业	201
---------------------------------------	------------

附录 4 中国 500 强企业中的能源及石油化工企业	203
---	------------

附录 5 ISO 14000 认证	205
--------------------------------	------------

附录 6 世界史上的环境污染事件	212
-------------------------------	------------

附录 7 相关的安全标志	213
---------------------------	------------

参考文献	216
-------------------	------------

1 工业的血液——石油

1.1 石油的基本知识

石油是当今世界上最重要的能源之一，被称为“工业的血液”；由于其棕黑色的外表，又被称为“黑色金子”。随着现代工业的发展，人类社会对石油资源的需求不断提高，石油成为国际社会争夺最为激烈的战略资源，在国家经济发展中占据举足轻重的地位。

1.1.1 石油的组成与性质

石油，即原油，是蕴藏于地下深处的可燃性液态矿物质。由于其品质不同，原油为棕黄色至棕黑色的黏稠液体。

石油的组成复杂，主要含碳（83%~78%）、氢（11%~14%）两种化学元素，其余为硫、氮、氧（约1%左右）及微量金属元素（如镍、钒、铁等），这些元素主要组成烃类化合物，含硫、氮、氧化合物，胶质和沥青质。胶质是一种黏性的半固体物质，沥青质是暗褐色或黑色脆性固体物质，胶质和沥青质是由结构复杂、分子量大的环烷烃、稠环芳香烃、含杂原子的环状化合物等构成的混合物。一般而言，产地不同，石油的组成与品质也不相同。颜色越浅，其品质越好，胶质和沥青质的含量越少。含硫、氮、氧化合物对石油产品有害，在石油加工中应尽量去除。

由于石油的组成不同，其性质也因此有着悬殊的差别。原油 20℃ 时的密度通常为 750~1000kg/m³，凝固点为 40~60℃，沸点范围为常温到 500℃ 以上，可溶于多种有机溶剂，不溶于水，但可与水形成乳状液。

石油中所含烃类有烷烃、环烷烃和芳香烃三种。根据其所含烃类主要成分的不同，可把石油分为石蜡基原油、环烷基原油及中间基原油。以含直链烷烃结构为主的称为石蜡基原油，以含环烷烃结构为主的称为环烷基原油，介于二者之间的称为中间基原油。我国原油的共同特点是含硫低，含蜡量高，一般性质见表 1-1。

表 1-1 原油性质指标

项目 油田名称	相对密度	凝点/℃	硫含量/%	沥青质/%	胶质/%
大庆油田	0.861	31	0.07	0.12	18.0
胜利油田	0.900	28	0.8	5.1	23.2
克拉玛依油田	0.868	-50	0.04	0.01	12.6
辽河油田	0.866	17	0.14	0.17	14.4
大港油田	0.890	28	0.12	13.1	13.1
中原油田	0.841	32	0.45	0	8.0
四川油田	0.839	30	0.04		3.4
玉门油田	0.870	8	0.11	1.4	12.3
任丘油田	0.884	36	0.31	2.5	23.2

1.1.2 石油的形成

关于石油的成因众说纷纭，一直是人们争议的问题，目前主要有两种说法。

(1) 无机说。即石油是在基性岩浆中形成的。认为石油是在地下深处高温、高压条件下，由无机物合成的。

(2) 有机说。即各种有机物如动物、植物，特别是低等的动植物像藻类、细菌、蚌壳、鱼类等死后埋藏在不断下沉缺氧的海湾、泻湖、三角洲、湖泊等地，经过许多物理化学作用，最后逐渐形成石油。

目前有机说为大多数人所接受。

1.1.3 我国石油资源的状况

我国是世界上最早发现和利用石油的国家之一，目前是世界第五大产油国。按第三次石油资源评价初步结果，全国石油资源量为 1072.7 亿吨，已探明储量 205.6 亿吨，探明率约 39%。按已探明的石油储量估计，我国石油储量仅能再开采 30 年。

随着国民经济的快速发展，我国已成为世界上第二大能源消费国，原油的消费量及进口依存度也在不断增加。中华人民共和国国家统计局《中华人民共和国 2006 年国民经济和社会发展统计公报》显示：“全年能源消费总量原油 3.2 亿吨，比上年增长 7.1%”。2007 年，石油消费量约为 3.5 亿吨。从 1996 年始，我国开始成为石油净进口国，2006 年进口依存度达 46%，近年逐渐逼近 50%。据估计，我国石油消耗量到 2050 年将超过 8 亿吨，而国内产量由于资源和生产能力的限制，将稳定在年产 2 亿吨左右，进口依存度将达 75%。石油资源状况见表 1-2。

表 1-2 第三次全国油气资源评价石油资源状况

地区	总资源量 /亿吨	可转化资源量		已探明资源量				总计可采储量 /亿吨
		资源量 /亿吨	转化率 /%	储量 /亿吨	探明率 /%	可采储量 /亿吨	采收率 /%	
全国	1072.7	528.4	49.26	205.65	38.9	59.34	28.85	127.54
陆上	826.7	430.0	52.0	193.56	45.0	56.38	29.23	105.79
东部	480.7	277.4	57.7	155.27	56.0	48.16	31.02	72.98
中部	77.5	30.5	39.4	11.6	38.0	1.96	16.9	5.36
西部	259.4	122.0	47.0	26.67	21.9	6.46	24.22	27.43
其他	9.1	0.1	1.1	0.02	19.0	0.00	16.84	0.02
海洋	246.0	246.0	40.0	12.09	12.3	20.76	22.82	21.71

我国现已发现 500 多个油田，其中储量较大的有：大庆油田、胜利油田、辽河油田、克拉玛依油田、四川油田、华北油田、大港油田、中原油田、吉林油田、河南油田、长庆油田、江汉油田、江苏油田、青海油田、塔里木油田、吐哈油田、玉门油田、滇黔桂石油勘探局、冀东油田以及中海油南海东部的 8 个油田等，年产 1000 万吨以上的油田有大庆油田、胜利油田、辽河油田，见图 1-1。



图 1-1 油田分布图

1.2 石油产品及石油化工产品

原油经炼制过程以及进一步加工，可生产出石油产品和石油化工产品。

石油产品是由原油经炼制过程获得，主要包括各种石油燃料（汽油、煤油、柴油、液化石油气、燃料油等）和润滑油（脂）以及石油焦炭、石蜡、沥青等。

石油化工产品以炼油过程提供的油、气经进一步化学加工获得。生产石油化工产品的第一步是对原料油和气（如丙烷、汽油、柴油等）进行裂解，生成以乙烯、丙烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯为代表的基本化工原料。第二步是以基本化工原料生产各种有机化工原料及合成材料（塑料、合成纤维、合成橡胶）。

1.2.1 主要的石油产品

(1) 汽油

汽油是指从原油分馏和裂化过程取得的挥发性高、燃点低、无色或淡黄色的轻质油，沸点范围为初馏点至 205°C ，主要组分是 $\text{C}_7 \sim \text{C}_9$ 烃类。用作点燃式发动机（即汽油发动机）的专用燃料。汽油按用途可分航空汽油、车用汽油、溶剂汽油三大类。

不同标号的汽油是按其辛烷值进行区分的。辛烷值是表明汽油抗爆性能的一种指标，辛烷值越高，汽油的抗爆性能越好。由于异辛烷的抗爆性最好，定其辛烷值为 100；正庚烷的抗爆性差，定其辛烷值为 0。汽油辛烷值的测定是以异辛烷和正庚烷为标准燃料，使其产生的爆震强度与试样相同，标准燃料中异辛烷所占的体积百分数就是试样的辛烷值。若某种汽

油的抗爆性与含 90% 异辛烷的标准燃料相同, 则其标号就为 90#, 即为 90# 汽油。

汽油产品执行的现标准为 GB 17930—1999《车用无铅汽油》, 该标准中汽油的标号分为 90#、93# 和 95#。目前市场销售的汽油为 90#、93#、97#, 没有 95#。97# 汽油产品执行的产品标准为企业标准。

此外, 为了缓解我国石油短缺的局面, 发展可再生资源生产, 减少主要污染物的排放, 2004 年 2 月经国务院同意, 国家发展改革委员会等 8 部门联合制定颁布了《车用乙醇汽油扩大试点方案》和《车用乙醇汽油扩大试点工作实施细则》; 4 月 30 日 GB 18351—2004《车用乙醇汽油》强制性国家标准发布实施。甲醇汽油的相关标准也在制订中。

(2) 煤油

煤油由原油经分馏或裂化而得, 纯品为无色透明液体, 含有杂质时呈淡黄色, 沸点范围约为 160~310℃, 主要组分为 $C_{11} \sim C_{16}$ 烃类。单称“煤油”一般指照明煤油, 又称灯油、火油, 早年称“洋油”。

煤油主要用于点灯照明和各种喷灯、汽灯、汽化炉和煤油炉的燃料; 也可用作机械零部件的洗涤剂、橡胶和制药工业的溶剂、油墨稀释剂、有机化工的裂解原料; 玻璃陶瓷工业、铝板轧制、金属工件表面化学热处理等工艺用油。

根据用途可分为航空煤油、动力煤油、照明煤油、溶剂煤油等。

航空煤油主要用作喷气式发动机燃料, 目前大型客机均使用航空煤油。航空煤油分为 1 号、2 号、3 号三个等级, 只有 3 号航空煤油被广泛使用。

(3) 柴油

柴油主要由原油蒸馏、催化裂化、热裂化、加氢裂化、石油焦化等过程生产的柴油馏分调配而成, 为水白色、浅黄色或棕褐色的液体, 主要组分为 $C_{16} \sim C_{18}$ 烃类。用作压燃式发动机的专用燃料。一般分为轻柴油 (沸点范围约 180~370℃) 和重柴油 (沸点范围约 350~410℃) 两大类。

柴油最主要的性能是流动性和燃烧性。

柴油的流动性用黏度和凝固点表示。其牌号按凝固点划分。根据 GB 252—2000《轻柴油》标准, 轻柴油的牌号分为 10 号、5 号、0 号、-10 号、-20 号、-35 号、-50 号七个牌号, 10 号轻柴油表示其凝固点不高于 10℃, 其余类推。轻柴油用作柴油汽车、拖拉机和各种高速 (1000r/min 以上) 柴油机的燃料。重柴油是中速、低速 (1000r/min 以下) 柴油机的燃料, 分为 10 号、20 号和 30 号三个牌号。

柴油的燃烧性能用十六烷值的高低加以评定, 十六烷值越高表示其燃烧性能越好。十六烷值同汽油的辛烷值相似, 也是用两种燃烧性能相差悬殊的烃作为基准物对比得出的数据。正十六烷的自然点低、燃烧性好, 定其值为 100; α -甲基萘的自然点高、燃烧性差, 定其值为 0。将两种烃按不同的体积比进行混合, 就可以得到十六烷值从 0~100 的标准燃料。柴油十六烷值的测定是以正十六烷和 α -甲基萘的混合物为标准燃料, 测定其自燃性与试样相同, 标准燃料中正十六烷所占的体积百分数就是试样的十六烷值。GB/T 19147—2003《车用柴油》规定, -10 号以上柴油十六烷值不小于 49。

近年来, 除了传统意义的石油柴油, 生物柴油作为一种清洁的可再生能源, 越来越引起国际国内的关注。

1983 年美国科学家首先将菜子油甲酯用于发动机, 燃烧了 1000h, 并将以可再生的脂肪酸单酯定义为生物柴油。随着人们对生物柴油的生产方法与新工艺的不断开发与研究, 生物柴油的定义不断扩大, 现泛指“以油料作物、野生油料植物和工程微藻等水生植物油脂以及

动物油脂、餐饮垃圾油等为原料油，通过酯交换工艺制成的、可代替石油柴油的再生性柴油燃料。”

由于石油资源供求关系的日益紧张，国际上一些国家对生物柴油的生产采取鼓励开发、生产的政策。如美国，目前生物柴油总生产能力为每年130万吨，对生物柴油实施零税率。

我国目前拥有数十家生物柴油生产企业，生产能力超过300万吨/年，年产达30万吨左右，中石油、中石化、中海洋石油和中粮集团都设立了专门的机构研究生物柴油。结合我国的具体国情，我国生物柴油的发展不能走“与农争地、与人争粮”的路子，重点发展以小桐籽、黄连木、油桐、棉籽等油料作物以及食用废油为原料的生物柴油生产技术。

通过生物途径生产柴油是扩大生物资源利用的一条有效途径，是替代能源的开发方向之一，生物柴油必将得到更广泛的应用。

(4) 液化石油气

液化石油气是由炼厂气或天然气（包括油田伴生气）加压、降温、液化得到的一种无色、挥发性气体。炼厂气是在石油炼制和加工过程中所产生的副产气体。由炼厂气所得的液化石油气，主要成分为丙烷、丙烯、丁烷、丁烯，同时含有少量戊烷、戊烯和微量硫化物杂质。由天然气所得的液化气基本不含烯烃。液化石油气主要用作石油化工原料，用于烃类裂解制乙烯或蒸气转化制合成气，可作为工业、民用、内燃机燃料。

液化石油气作为民用燃料时，通常用管道输入或压入加压钢瓶内供用户使用。虽然使用方便，但也有不安全的隐患。万一管道漏气或阀门未关严，液化石油气向封闭空间扩散，当含量达到爆炸极限（1.7%~10%）时，遇到明火就会发生爆炸。为了让人们及时发现液化气泄漏事故，往往向液化气中混入少量有恶臭味的硫醇或硫醚类化合物。

(5) 燃料油

也称重油，是原油经常减压精馏、催化、裂化，将轻质组分分离出来后，剩下的重质组分即为燃料油、胶质、沥青质和其他。燃料油是炼油工艺过程中的最后一种产品，属成品油，是石油加工过程中在汽、煤、柴油之后从原油中分离出来的较重的剩余产物。通常用作船用燃料及锅炉用燃料。商品燃料油用黏度大小区分不同牌号。

(6) 润滑剂

摩擦、磨损和润滑是生产生活中经常遇到的。摩擦是现象，磨损是后果，采用润滑剂是降低摩擦、减少磨损的重要措施。润滑剂通常有润滑油和润滑脂两种形式。

润滑油又称机油，是油状液体润滑剂的总称。按其原料来源分为动植物油、石油润滑油和合成润滑油三大类。石油润滑油的用量占总用量97%以上，因此润滑油常指石油润滑油。润滑油除了可减少运动部件表面间的摩擦外，还有冷却、密封、防腐、防锈、绝缘、功率传递、清洗杂质等作用。

润滑油一般由基础油和添加剂两部分组成。基础油是润滑油的主要成分，决定着润滑油的基本性质，添加剂通过改善基础油的物理、化学性质，以提高润滑油的质量与性能，是润滑油的重要组成部分，是近代高级润滑油的精髓，是保证润滑油质量的关键。一般常用的添加剂有：黏度指数改进剂、倾点下降剂、抗氧化剂、清净分散剂、摩擦缓和剂、油性剂、抗泡沫剂、金属钝化剂、乳化剂、防腐蚀剂、防锈剂、破乳化剂等。

润滑油最主要的理化性质有流变性、氧化安定性和润滑性等。黏度是反映润滑油流变性的主要质量指标。润滑油氧化后产生酸性物质和沉积物，酸性物质会腐蚀机件，沉积物是细小的沥青质为主的碳状物质，呈黏滞的漆状物质或漆膜，会使机械活塞环黏结、堵塞管道，

丧失其性能。因而,氧化安定性是润滑油最重要的使用性能之一,也是决定润滑油使用寿命的重要性质。润滑性也叫油性,它表示润滑油在金属摩擦表面上生成物理吸附膜或化学吸附膜的特性,表征润滑油的减摩性能。

润滑脂俗称黄油,是一种半固体-固体的可塑性润滑材料。它是在润滑油中加入能起稠化作用的物质(即稠化剂)制成的,有时还加入添加剂或填料等。按基础油分,润滑脂可分为石油基润滑脂和合成油润滑脂。用于不宜使用润滑油的轴承、齿轮部位。

(7) 石蜡

石蜡又称矿蜡,以原油经常减压蒸馏所得润滑油馏分为原料,经溶剂脱蜡、脱油或传统的压榨脱蜡、发汗脱油工艺,再经白土或加氢精制而制得。其主要成分为 $C_{22} \sim C_{26}$ 的饱和烷烃,并含有少量的环烷烃及异构烷烃。纯的石蜡为白色,无臭、无味,含有杂质的石蜡为黄色。沸点范围 $300 \sim 350^{\circ}\text{C}$,熔点 $48 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 。遇热熔化,遇高热则燃烧并分解。

石蜡按精制程度分为全精炼石蜡、精炼石蜡、半精炼石蜡和粗石蜡;按熔点可分为 48 号、50 号、52 号、54 号、56 号、58 号、60 号、62 号、70 号等品级。主要用于电器绝缘、食品包装、水果保鲜、精密铸造、制造蜡烛、蜡纸、蜡笔等,还可提高橡胶的抗老化性和柔韧性,粗石蜡是制取高分子脂肪酸和高级醇的重要原料。

(8) 石油沥青

石油沥青是原油蒸馏后的残渣,是稠环芳香烃的复杂混合物。根据提炼程度的不同,在常温下是黑色或黑褐色的黏稠液体、半固体或固体,色黑而有光泽,具有较高的感温性,温度足够低时呈脆性,断面平整。

石油沥青按用途分为建筑石油沥青、道路石油沥青、防水防潮石油沥青和普通石油沥青。通常情况下,建筑石油沥青多用于建筑屋面工程和地下防水工程;道路石油沥青多用来拌制沥青砂浆和沥青混凝土,用于路面、地坪、地下防水工程和制作油纸等;防水防潮石油沥青的技术性质与建筑石油沥青相近,而质量更好,适用于建筑屋面、防水防潮工程。此外,还有各种能够满足不同特殊用途的石油沥青。

石油沥青的牌号主要依据针入度、延度和软化点指标划分的,并以针入度值表示。针入度表征石油沥青的黏滞性,是指沥青材料在外力作用下沥青粒子产生相对位移时抵抗变形的性能,是反映材料内部阻碍其相对流动的一种特性。针入度的具体含义是:在温度为 25°C 时,以负重 100g 的标准针,测量其深入沥青试样中的深度,每深 1/10mm,定为一度。

建筑石油沥青分为 10# 和 30# 两个牌号,道路石油沥青分 160#、130#、110#、90#、70#、50#、30# 七个牌号。牌号愈高,针入度值愈大,黏性愈小,延度愈大,软化点愈低,使用年限愈长。如 160# 道路石油沥青的针入度为 $140 \sim 200$,110# 为 $100 \sim 120$ 。

若在沥青中掺加橡胶、树脂、高分子聚合物、磨细的橡胶粉或其他填料等改性剂,或对沥青采取轻度氧化加工等措施,一方面改变沥青化学组成,另一方面使改性剂均匀分布于沥青中形成一定的空间网络结构,从而满足更加苛刻的环境及工程要求。这种沥青被称为改性沥青。近年来,改性道路沥青得到了越来越广泛的应用。

(9) 石油焦炭

简称石油焦。由石油炼制的残油、渣油或沥青经高温焦化而得的固体残余物,是黑色或暗灰色坚硬固体石油产品,带有金属光泽,呈多孔性,是由微小石墨结晶形成粒状、柱状或针状构成的炭体物。

根据石油焦结构和外观,石油焦可分为针状焦、海绵焦、弹丸焦和粉焦 4 种。针状焦具有明显的针状结构和纤维纹理,主要用作炼钢中的高功率和超高功率石墨电极;海绵焦化学

活性高、杂质含量低，主要用于炼铝工业及碳素行业；弹丸焦形状如弹丸，表面积少，不易焦化，只能用作发电、水泥等工业燃料。

原中国石化总公司制定的行业标准《SH 0527—92》，根据硫含量将石油焦划分为 3 个牌号：1 号焦适用于炼钢工业中制作普通功率石墨电极，也适用于炼铝业作铝用碳素；2 号焦用作炼铝工业中电解槽（炉）所用的电极糊和生产电极；3 号焦用作生产碳化硅（研磨材料）及碳或炉底构筑。

1.2.2 基本有机化工原料

乙烯、丙烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯是油品经化学加工得到的主要基本化工原料。这些产品经过进一步加工，可以得到用途非常广泛的有机化工产品。

(1) 乙烯

分子式为 C_2H_4 ，最简单的烯烃。是当今用途最为广泛的有机化工基础原料，在石化生产中占有主导地位。国际上常常以乙烯的生产水平作为一个国家和地区石油化工生产水平的标志。目前，我国现有 16 家乙烯生产企业，18 套装置，已批准建设 6 个大型乙烯工程，还有广州石化、抚顺石化、武汉石化、大连石化等正在做前期准备工作。

乙烯化学性质活泼，通过氧化、聚合、加成、烷基化等反应，可生成极有价值的衍生物，广泛用于塑料、纤维、橡胶、树脂、溶剂、医药、香料、表面活性剂、涂料、增塑剂、防冻剂等的生产。还可用作水果催熟剂。详见图 1-2 所示。

(2) 丙烯

分子式为 $CH_3-CH=CH_2$ ，具有很高的化学反应活性，其重要性仅次于乙烯。详见图 1-3 所示。

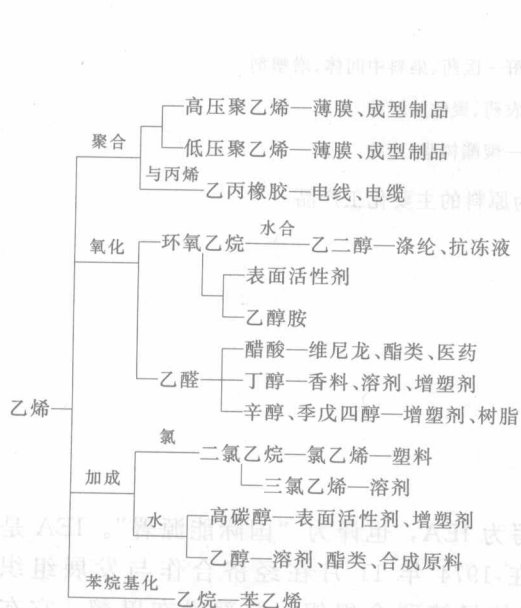


图 1-2 以乙烯为原料的主要化工产品

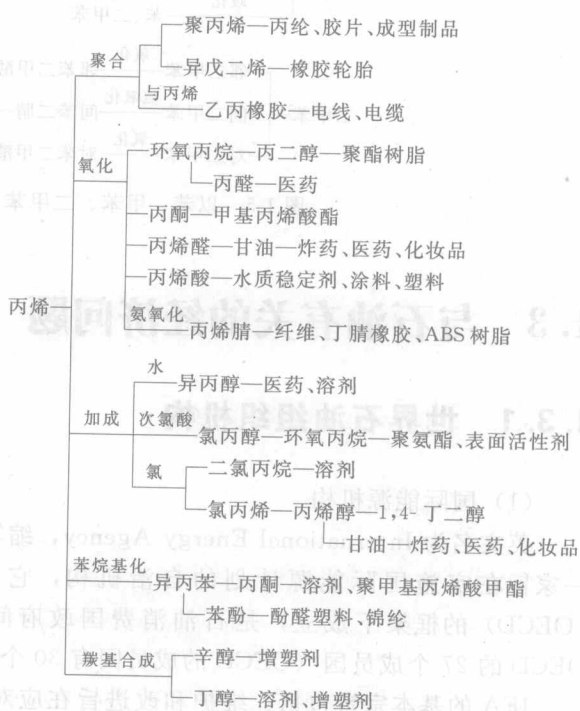


图 1-3 以丙烯为原料的主要化工产品

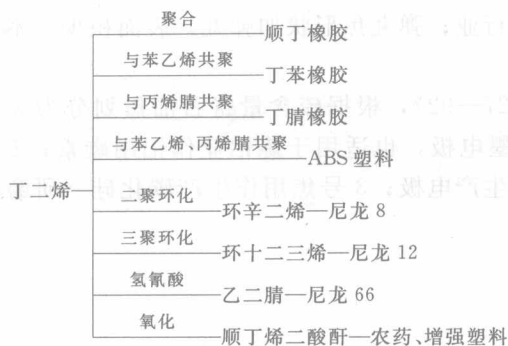


图 1-4 以丁二烯为原料的主要化工产品

可直接作为溶剂，而且可进一步加工合成染料、农药、医药中间体，也可作为高分子合成材料等的重要原料。详见图 1-5 所示。

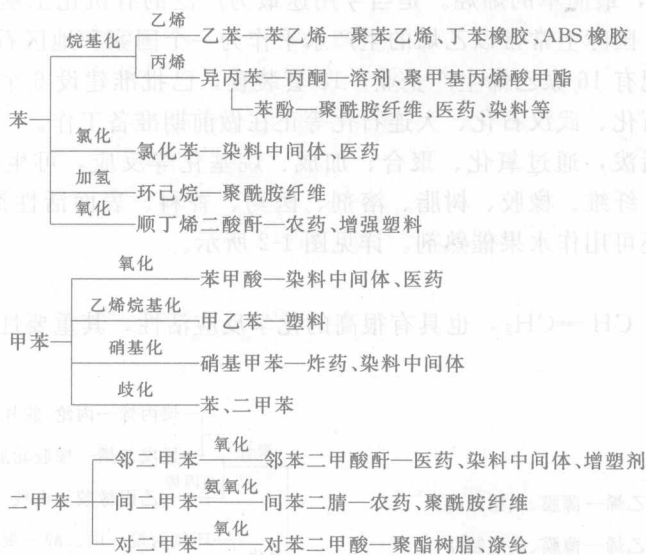


图 1-5 以苯、甲苯、二甲苯为原料的主要化工产品

1.3 与石油有关的经济问题

1.3.1 世界石油组织机构

(1) 国际能源机构

英文名为 International Energy Agency，缩写为 IEA，也译为“国际能源署”。IEA 是一家旨在实施国际能源计划的自治机构，它在 1974 年 11 月在经济合作与发展组织 (OECD) 的框架下成立，是石油消费国政府间的经济联合组织。总部设在巴黎，它在 OECD 的 27 个成员国 (OECD 的成员国共有 30 个) 之间开展广泛的能源合作计划。

IEA 的基本宗旨包括：维护和改进旨在应对石油供应中断问题的系统；通过与非成员国、工业组织和国际组织的合作关系，在全球背景下倡导合理的能源政策；运营一个关于国