

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

李维英 执笔

石油炼制—燃料油品



中国石化出版社

当代石油和石化工业技术普及读本

石油炼制——燃料油品

中国石油和石化工程研究会 组织编写

李维英 执笔

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

石油炼制——燃料油品/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 7-80043-958-5

I. 石… II. ①中…②李… III. 燃料油-普及读物
IV. TE626-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 65827 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 4.125 印张 77 千字 印 10001—13000

2000 年 10 月第 1 版 2003 年 3 月第 1 版第 3 次印刷

定价:10.00 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群众的集体智慧,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,从事石油产品销售的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 Yezhong).

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会更是密切相关。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、中国石化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。

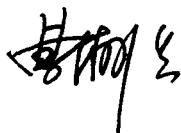
作为一种科普读物,《读本》具有知识性、普及性、新颖性等鲜明特点,它以石油石化企事业单位的管理人员、非本专业的技术人员和广大的社会读者为主要读者群体。这次共出版 11 个分册,其中上游 4 个分册,包括勘探、钻井和完井、开采、油气集输与储运系统;下游 7 个分册,包括石油炼制——燃料油品、石油炼制——润滑油和石蜡、乙烯、合成树脂、合成橡胶、合成纤维、合成氨和尿素。

《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

杨筱衡 法琪瑛 赵 怡 官 敬

贾映萱 秦瑞岐 黄伯琴 董恩环

程曾越

目 录

第一章 概 论	(1)
第一节 石油的基本性质	(2)
第二节 石油炼制的工艺及设备	(5)
第二章 几种常用的油品	(10)
第一节 汽油	(10)
第二节 煤油	(16)
第三节 柴油	(18)
第四节 燃料油	(22)
第五节 石油沥青	(22)
第六节 石油焦	(24)
第七节 液化石油气	(25)
第三章 石油是怎样炼制加工的	(26)
第一节 原油的初加工	(30)
第二节 原油的深加工	(36)
第三节 石油产品的精制与调和	(59)
第四节 炼厂气加工	(66)
第四章 炼油用主要设备	(72)
第一节 塔器	(72)
第二节 反应器	(75)
第三节 换热设备	(81)
第四节 加热炉	(84)
第五节 机泵	(87)

第六节	容器及其他设备	(90)
第五章	炼油厂工厂设施	(95)
第一节	炼油厂总体布置	(95)
第二节	公用设施	(98)
第三节	油品储运	(103)
第四节	生产自动化控制	(110)
第五节	环境保护	(112)

第一章 概 论

人们常比喻石油是“黑色的金子”，这是称颂石油在当代人类社会的进步与发展中，发挥着极有价值的作用。每天数亿辆汽车在世界各地奔驰，众多轮船、内燃机车、飞机在海陆空中穿行，以及大大小小的动力机械在运转，这一切一刻都离不开石油。但是，从地下开采出来的天然石油，也称原油，不能直接拿来使用，必须经过一系列加工，才能获得供各种运载工具和机械设备应用的多样石油产品。因此，石油炼制行业的基本任务就是以油田开采的天然原油为原料，进行加工炼制，生产出符合使用标准的多种油品。

常用的油品大体上可以划分为两大类。第一类油品如：汽油、煤油、柴油、燃料重油、沥青、石油焦、液化石油气等各种属于动力燃料范畴的油品，统称“燃料油品”；第二类油品如润滑油、润滑脂以及石蜡等，可归类为“润滑油品”。本书专门介绍石油炼制的燃料油品部分，包括汽、煤、柴油等一些常用油品的性能及使用常识，炼制这些油品的生产工艺和设备，以及炼制工厂的主要设施和环境保护等。

煤炭和石油都是国计民生的基本能源。说到煤炭可以说是家喻户晓，相比之下对于石油以及汽、柴油、液化

石油气等各类石油产品的来龙去脉就不那么清楚,甚至还存在某些神秘感。近年来城市的机动车辆大量增加,马路边上建起了众多的加油站,农业耕作机械化走向普及,铁路上的火车头大量地被柴油机车所取代,人们开始对石油感到不那么陌生了,一些像汽油、柴油、液化石油气等石油产品越来越多地贴近了人们的生活。20世纪90年代后期我国石油年产量和年消费量已经快速增长到1.6亿多吨,为建国初期的一千多倍。因此,人们比较普遍地希望知道一些石油产品的生产知识和应用知识,这也是本书编写的主要宗旨。

第一节 石油的基本性质

从地下开采的天然原油,在不同产区及不同地层,其物理化学性质有很大差别。一般来说,原油是一种黑褐色的流动或半流动粘稠液体,略轻于水,相对密度多在0.85~0.95左右,原油的凝固点差异较大,有些原油凝固点高达20~30℃,低的凝点则在-20℃上下。原油实际上不是一种单一物质,而是一个成分十分复杂的混合物。就其化学元素而言,主要是由碳元素和氢元素组成的多种碳氢化合物,统称“烃类”。原油中碳元素占83%~87%,氢元素占11%~14%,也就是说在原油中约96%~99%是烃类。通常把原油划分为:石蜡基原油(即直链排列的烷烃含量占50%以上者)、环烷基原油(环烷烃和芳香烃含量较大者)、中间基原油(性质介乎以上二

者之间的)。

石蜡基原油特点是密度较小,含蜡量高,凝固点高,含硫含胶质较少,属于地质年代古老的原油。环烷基原油的特点是密度较大,凝固点低,大都含硫含胶质含沥青质较多,是地质年代较年轻的原油。中间基原油的性质则介乎这两者之间。同时,原油中除了烃类物质之外,还含有微量的硫、氮、氧以及钒、镍等重金属和砷、硅等非金属元素。这些元素在石油中不是以元素形态存在,而是与碳氢化合在一起,形成非烃类化合物,虽然含量不大,但对石油炼制方法和产品质量影响是非常大的。其中尤以原油的硫含量因其对于采用的炼制工艺、炼制设备、产品质量、环境保护等多方面造成影响,所以通常把原油含硫多少作为衡量原油品质的重要因素之一。例如:我国大庆原油属于低硫石蜡基原油,胜利油田孤岛原油属于含硫环烷-中间基原油或含硫环烷基原油;进口的中东原油大部分为含硫和高硫中间基原油等。对于不同类型的原油进行石油加工炼制时,所采用的工艺方法、选用的设备以及产品的品质都会有所不同。

谈到石油的组成,还必须引入“馏分”的概念。原油的组成不仅是多种烃类和非烃类化合物的混合体,并且是多种不同沸点的组分的混合体。原油中所含的组分有些分子量比较轻,沸点较低易于挥发,称为轻组分;有的组分较重,沸点较高,称为重组分。石油炼制的基本手段之一,就是利用各组分不同沸点,通过加热蒸馏,将其“切割”成若干不同沸点范围的“馏分”,“馏分”就是指馏

出的组分,这是石油炼制技术上一个最常用的术语。例如:沸点小于 180°C 为汽油馏分, $180\sim 350^{\circ}\text{C}$ 为煤、柴油馏分, $350\sim 500^{\circ}\text{C}$ 为减压馏分,大于 500°C 为渣油等。切割出来的各馏分仍然是烃类的混合物,不过比原油所含的烃类混合物类别要减少许多了。有人测算原油中含有3000多种烃类混合物和非烃类混合物,而汽油中也许只有几十种而已。这里所讲的汽油馏分并不就是汽油产品,只有将这些馏分进一步加工和调配,才能成为满足油品规格的合格产品。同时,馏分切割的沸点范围是根据生产不同产品的要求来调整的,如生产航空煤油切割的沸点范围是 $150\sim 280^{\circ}\text{C}$,而生产灯用煤油则为 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$ 。

原油通过炼制可以获得几百种甚至更多的油品。我国石油产品的构成百分比大体如下:

石油燃料	72.7%
化工原料及石油溶剂	20%
石油沥青	2.5%
石油焦	2.5%
润滑油类	1.5%
石蜡	0.8%
合计	100%

常用的燃料油品主要有:航空汽油、车用汽油、航空煤油(喷气燃料)、灯用煤油、轻柴油、重柴油、燃料重油、船用燃料油等,以及相关的产品如沥青、石油焦、液化

石油气等。每种油品按其质量标准分为若干牌号。油品的质量标准,主要根据动力机械设备的运行和维护条件以及环境保护的要求,有严格的规定。包括对油品的密度、馏程、蒸发性能、燃烧性能、安定性、腐蚀性等都有具体的指标规定;同时对有些油品还有特殊的指标规定,例如车用汽油的质量标准中辛烷值高低是一个重要的指标,航空煤油的冰点和柴油的十六烷值则是它们的重要指标之一。这里需要着重说明的是,油品的质量标准与一般化工产品的质量标准有所不同,化工产品大都是单一的化合物,所以要讲求纯度、分子结构等,而油品无论是成品汽油、煤油还是柴油,仍然是多种性质相近的烃类化合物的混合物,根据使用性能的要求,可以把几种油品混兑调和,也可以加入某些添加剂,作为合格的成品出厂,这是石油炼制工艺技术上的一个特点,宜加以注意。

第二节 石油炼制的工艺及设备

世界石油炼制技术的发展不过一百多年的历史,19世纪内燃机的出现,从石油中炼制汽油、煤油、柴油就成为汽车、飞机、拖拉机、内燃机车、船舶等不可缺少的动力燃料;现代化国防更是以石油产品为其主要动力来源,不仅坦克、飞机、装甲车、舰艇以油品为燃料,而且近代火箭燃料很大部分也要从石油中获得。特别是自从20世纪40年代前后,发展了催化裂化和加氢裂化技术以来,可以将石油中大量的重质馏分转化为优质的汽油、航空煤