

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

秦瑞岐 执笔

石油炼制—润滑油和石蜡



(北京)

3-49

21



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——润滑油和石蜡

中国石油和石化工程研究会 组织编写

秦瑞岐 执笔

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

石油炼制——润滑油和石蜡/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 7-80043-959-3

I. 石… II. ①中…②秦… III. ①润滑油和石蜡 - 普及读物 IV. TE626.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 66491 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 3.5 印张 66 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。

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '李' (Li), '毅' (Yi), and '中' (Zhong), written in a cursive style.

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。

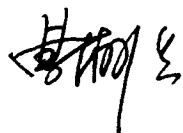
作为一种科普读物,《读本》具有知识性、普及性、新颖性等鲜明特点,它以石油石化企事业单位的管理人员、非本专业的技术人员和广大的社会读者为主要读者群体。这次共出版 11 个分册,其中上游 4 个分册,包括勘探、钻井和完井、开采、油气集输与储运系统;下游 7 个分册,包括石油炼制——燃料油品、石油炼制——润滑油和石蜡、乙烯、合成树脂、合成橡胶、合成纤维、合成氨和尿素。

《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

杨筱蘅 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)
第二章 润滑油的生产	(6)
第一节 现代润滑油生产的基本过程	(6)
第二节 润滑油生产的工艺流程	(7)
第三节 润滑油生产工艺发展的趋势	(9)
第三章 润滑油的组成、性能及测试	(11)
第一节 润滑油的组成	(11)
第二节 润滑油基础油的组成和原料选择	(16)
第三节 润滑油的性能及其测试方法	(17)
第四章 润滑油产品	(24)
第一节 润滑油的分类和规格	(24)
第二节 内燃机润滑油	(26)
第三节 齿轮润滑油(齿轮油)	(31)
第四节 液压油和液力传动油	(38)
第五节 汽轮机油	(41)
第六节 电器用油	(42)
第七节 压缩机油	(46)
第八节 石油蜡	(50)
第五章 矿物润滑油的生产工艺	(53)
第一节 常减压蒸馏生产工艺	(53)
第二节 丙烷脱沥青生产工艺	(57)
第三节 溶剂精制生产工艺	(64)

第四节	溶剂脱蜡生产工艺	(67)
第五节	润滑油的白土补充精制工艺	(78)
第六节	润滑油加氢补充精制生产工艺	(82)
第七节	润滑油加氢处理生产工艺	(86)
第八节	润滑油临氢降凝生产工艺	(91)
第九节	润滑油的调合工艺	(96)

第一章 概 论

一、润滑剂的发展

众所周知，机械相对运动的接触表面，都伴有摩擦、磨损和发热，如不润滑，就不能维持长久的正常运行，因此人类很早就知道了使用润滑剂。但直到上世纪的 1876 年，俄国人才开始从石油中提炼润滑油，建立了世界第一个矿物润滑油厂。随着石油化学、化学工程学、摩擦学的发展，直到 20 世纪初，陆续推出了一系列新型的工艺技术，至 1936 年就形成了可从石油中提取轻、中、重质润滑油基础油完整的工艺技术，加之添加剂的广泛应用，从而使润滑油成为一类重要的产品，跨入了现代化大工业新的发展历史阶段。以后随着机械、冶金、电力、纺织、农业、军事工业的发展，对润滑油品不断提出新的要求，促进了润滑油生产工艺技术的发展和提高，也逐渐形成了一整套产品质量测试评定方法。进入 90 年代，润滑油产品升级换代的步伐明显加快，致使用传统物理方法加工的溶剂精制、溶剂脱蜡、补充精制等工艺技术，不再能完全适应要求，于是先后推出了用化学方法制造润滑油的加氢处理、临氢异构等新的工艺技术，以满足新一代粘度指数更高、安定性更好、挥发度更低的基础油的需要。同时为了发展节

能、环保型润滑油品，促使摩擦改进剂及性能各异的复合添加剂和成品油优化配伍技术也在迅速发展。

二、润滑剂的基本功能

润滑剂具有降低摩擦系数、减少磨损、导热冷却、净化摩擦表面、隔离密封、传递动力、阻尼减振等基本功能，从而维持机械的长久正常运行。世间所有机械的正常运行，都有合理润滑问题，否则轻者造成浪费，重者导致故障不能运行，故润滑剂与人们生活密切相关。

据科学家测算，世界所有能源的 $1/3 \sim 1/2$ 消耗在摩擦磨损上。美国能源的 46% 消耗于摩擦上。而通过改善润滑，仅汽车运输、发电、机械、透平等四个行业，就可节能 11%。日本调查表明，机械设备事故的 40% 左右是润滑不良造成的。因此搞好润滑实为节约能源，延长机械寿命，增加效益的关键，而搞好润滑，核心是选用适宜的润滑材料。

三、润滑剂的类别及其产量

现在润滑剂共有气体、液体、半固体和固体四大类。气体润滑剂出现较晚，主要用于超高速的精密设备或超精仪器上；固体润滑剂则应用在超高真空、超低温、强氧化或还原、强辐射、高温、高负荷条件下，是卫星、宇宙飞船、航天和空间站发展不可缺少的润滑材料；半固体润滑剂即各种润滑脂，有人称黄油，用途很广，它其中含 80% ~ 90% 的润滑油，目前全世界的年产量 80 余万吨，我国年产量 8 万吨左右，生产能力 20 万吨；液体润滑剂则是矿物润滑油和合成润滑油，用途

最广。现在全世界润滑油产量 4600 余万吨，占原油一次加工量的 1.17%，其中矿物润滑油占总量的 97.7%，合成油占 1.4%，其他约占 0.9%，故主体是矿物润滑油，目前我国润滑油生产能力 360 万吨/年，居世界第三位。

四、现代润滑油工业的特征

现在世界润滑油的产量，仅占石油产品总量的 1.2% 左右，但它的特点是品牌多，生产批量小，质量要求最严格，产品质量升级换代快，工艺流程长，生产很复杂。为此现代优质润滑油的开发和生产，都依靠不断进步的先进工艺：在炼油厂集中生产优质基础油，在添加剂厂生产优质添加剂，在调合厂以优质的基础油与添加剂的配伍，生产商品润滑油。每开发一个新品牌，都必须通过质量认证的模拟仿真化的测试评定程序。为保证润滑油品及基础油和添加剂的质量稳定，都实行严格管理和先进的过程品质控制。总之，现代润滑油生产必须具备基础油、添加剂和测试评定手段三个基本要素。它们的技术水平，可基本反映一个国家润滑油工业的发展水平。

五、现代润滑油的消费结构和供需动向

当今世界润滑油消费的特点是，由于润滑油质量不断提高，内燃机等主要机械设备耗油率大幅下降，故近 20 年来全世界润滑油年消费增长率为 1% 左右。90 年代中期以后，亚太地区需求增长较快，年增长率达 3.6%，全世界增长率为 2.1%。1997 年世界润滑油销

量为 4259 万吨，产量为 4589 万吨，生产能力虽然地区间不够平衡，需求也不平衡，但总体上一直是过剩的。

润滑油的消费结构，从表 1-1 中可以看出，虽各地不尽相同，但车用润滑油与工业润滑油大体上各占一半。在车用润滑油中，内燃机润滑油所占比例在 85% 以上，其余为车用齿轮油、自动传动液和润滑脂等。工业润滑油的消费构成比较复杂，在美国分为普通工业润滑油，其中包括液压油、机床油、汽轮机油、压缩机油、工业齿轮油等，占 36.49%；工业发动机油，包括内燃机车发动机油、船舶发动机油、天然气发动机油，占 14.28%；金属加工油，包括金属切削油、铸模油、处理油、防护油等，占 7.26%；工艺用油，包括电气用油、橡胶工艺用油、白油、农用喷雾油、印刷用油等，占 41.96%。在车用和工业润滑油中，用量最大的当属内燃机油、齿轮油和液压油三大类，其消费约占润滑油总量的 76% 左右。这是润滑油消费发展的主体。

表 1-1 世界各地区车用润滑油和

工业润滑油所占比例

%

地 区	车用润滑油	工业润滑油
北美洲	56.4	43.6
拉丁美洲	55.1	44.9
中欧及东欧	55.0	45.0
西欧	51.5	48.5
澳大利亚和大洋洲	50.5	49.5
非洲	50.3	49.7
亚洲	48.8	51.2
全世界平均	53.4	46.6

表 1-2 列出了 20 世纪 90 年代和 21 世纪初世界各地润滑油的需求动向。由此预测表明，北美、西欧以及东欧等发达国家润滑油需求增长较缓，而中东及我国等发展中国家需求量增长较快，市场潜力较大；就全世界而言润滑油供大于求，仅亚洲及非洲需求不足。

表 1-2 20 世纪 90 年代和 21 世纪世界

各地区润滑油需求分布及其预测

万吨/年

地 区	1990 年(实际)	1995 年	2000 年	2005 年	15 年增长率/%
北 美	878.5	878.6	908.5	928.6	5
中南美	288.6	328.6	368.5	397.1	37.6
西 欧	640.0	660.0	688.6	710.0	10.9
亚 澳	524.3	605.7	700.0	808.6	54.2
中东、非洲	270.0	300.0	380.0	370.0	37.0
东 欧	155.7	148.6	150.0	150.0	-3.7
中 国	178.6	204.3	224.3	247.1	38.4
原苏联	862.9	820.0	817.1	824.3	-4.5
全世界	3798.5	3945.8	4188.5	4435.7	16.8