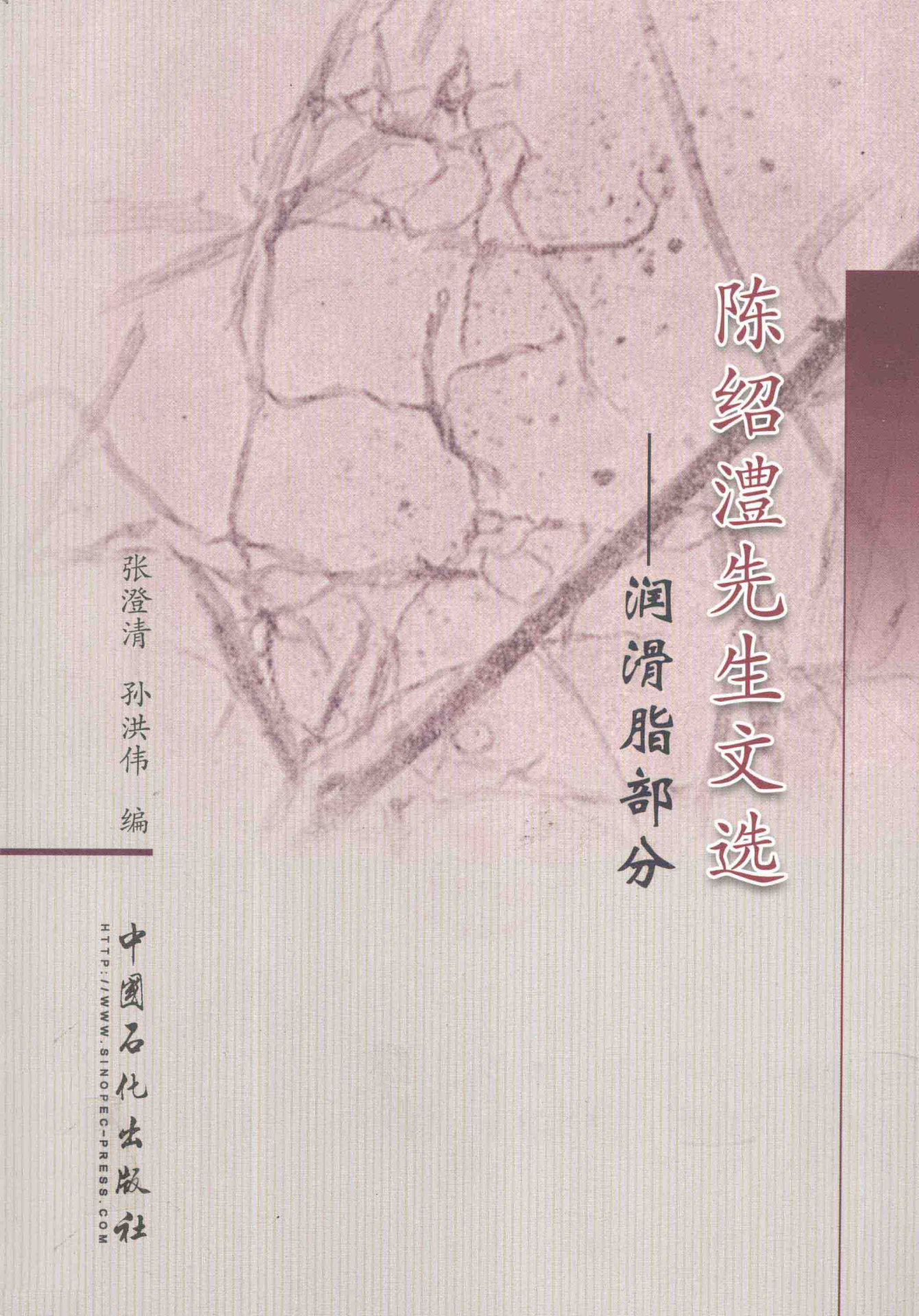




陈绍澧先生文选

——
润滑脂部分

张澄清 孙洪伟 编

中国石化出版社
[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

陈绍澧先生文选

——润滑脂部分

张澄清 孙洪伟 编

中国石化出版社

内 容 提 要

《陈绍澧先生文选——润滑脂部分》收集了我国润滑脂工业奠基人陈绍澧先生在 20 世纪 50 年代就新产品开发、制造应用、基础科学研究等发表的 37 篇文章及 1 部专著,反映了我国润滑脂成长和发展的历程及当时已经达到的科学研究水平,是研究润滑脂工业发展史的必读文献。文选表述了润滑脂内部结构分散体系等科学观念,并提出了开发新产品和展开基础科学研究等一系列设想和建议。这些建议迄今对科研生产应用部门都具有重要的参考价值。

本文选适用于润滑脂生产、应用和科学研究人员阅读。也可供本专业高等院校师生阅读以及作为修订教科书时的重要文献。

图书在版编目(CIP)数据

陈绍澧先生文选:润滑脂部分/张澄清,孙洪伟编.
—北京:中国石化出版社,2013. 1
ISBN 978-7-5114-1896-8

I. ①陈… II. ①张…②孙… III. ①润滑脂—文集
IV. ①TE626. 4-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 024073 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

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

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 22 印张 549 千字

2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

定价:60.00 元

缅怀

陈绍澧同志

热爱祖国，急国家之所急

开发军械设备和航空润滑油脂

高瞻远瞩，开创固体润滑油

新领域，研发宇航润滑油材料

以毕生精力，开拓创新，培养人才

新中国润滑油材料科学奠基人

关恩泽

二〇二三年
七月二十日

序

1950年9月,新中国刚刚建立。陈绍澧先生满怀爱国热情,辞别久居海外的亲朋好友,回国参加新中国的建设事业,先后在中国科学院大连化学物理所和兰州化学物理所从事润滑脂和固体润滑材料的研究工作。

新中国成立初期,我国工业基础薄弱,润滑脂工业还是“作坊”式的。为了满足国家工业建设和国防事业的急需,陈先生接受了润滑脂的研制任务,踏上了开拓和发展新中国润滑脂工业的道路。在他的组织和领导下,1952~1957年,成功开发了军械设备急需的15种润滑脂产品和重点工业用8种润滑脂产品。以后又陆续研制出复合皂基脂、12-羟基硬脂酸锂基脂、膨润土脂、航空用高低温润滑脂四大类新型高效润滑脂,并完成工业化生产。其中KK-3润滑脂具有良好的高温安定性和低温流动性,可在 $-60\sim 200^{\circ}\text{C}$ 使用,满足了国家急需,并获得中国科学院重大成果奖。

陈先生在研制新型高效润滑脂产品的同时,又开展了润滑脂基础理论研究工作,提出了许多新概念和新理论:(1)润滑脂是一个不连续的两相结构分散体系;(2)皂-油凝胶粒子内部的油和作为润滑脂分散介质的油之间既有联系又有区别,两者可以互相转移。转移因素与皂-油凝胶粒子相转变性质密切相关;(3)润滑脂的凝胶性质、机械稳定性和润滑特性取决于皂-油凝胶粒子的微结构及其内部油和介质之间的转移规律。上述概念丰富了胶体化学和润滑油脂化学的研究内容,而且为高效润滑脂的研制提供了理论依据。同时,对于非水胶体体系的稳定性,微结构与性能关系的研究,丰富和发展了非水胶体化学的理论。

在短短十几年的时间里,陈绍澧先生还向当时的石油工业部提出了润滑脂生产工艺、设备、产品评价和质量标准等一系列建议,培养了一批润滑脂研究的技术人才,为我国润滑脂工业的建立和发展起到了推动作用,是我国润滑油脂工业的奠基人之一。

20世纪60年代初,陈先生根据当时国际摩擦磨损与润滑研究的

进展和世界宇航等高技术的发展趋势,以极高的科学预见性及时而果断地开展了固体润滑材料的研究,开创了我国固体润滑材料研究的新领域,在短时间内取得了多项有意义的成果,为我国航空航天技术的发展和进步提供了有力的支持。现在兰州化学物理所的固体润滑材料研究已成为我国固体润滑材料的研究基地,是中科院有特色、有贡献、有影响的重点学科之一。陈绍澧先生是我国摩擦学领域的创始人之一。

陈绍澧先生在短暂的科研历程中,以他渊博的学识和高度的责任心,在浓厚的学术氛围下以严谨的科学态度,开创了上述两个领域。本文选主要收集了陈绍澧先生在润滑脂方面的部分研究成果,以表示对陈绍澧先生的怀念,同时期望继承和发扬陈先生以任务带动学科的方法,用基础研究推动和提高我国润滑脂和固体润滑材料的研究水平,将其进一步开创到新的高度。

嚴东生

二〇一二年八月

致 谢

在本文选编辑出版的过程中受到我国著名科学家的关怀和鼓励:

严东生先生 作序

闵恩泽先生 题词

俞惟乐先生 支持

为此深致谢意。我们会按照老前辈科学家的殷切期望,努力编制好本文选,以启示读者继往开来,按照科学发展观进一步把我国润滑脂工业做得更好更强。

编者、编辑

严东生 96 岁。1939 年毕业于清华大学,1941 年获燕京大学硕士学位,1949 年获(美)伊利诺大学博士学位。1950 年回国,曾任中国科学院第一副院长,亚洲各国科学院联合会主席,中国化学学会理事长,是中国科学院和中国工程院两院资深院士。

闵恩泽 89 岁。1946 年毕业于中央大学,1951 年获(美)俄亥俄州立大学博士学位。曾任石油化工科学研究院副院长,第三世界科学院院士,第三届至第六届全国人大代表,2007 年度国家最高科学技术奖获得者,是中国科学院和中国工程院两院资深院士。

俞惟乐 87 岁。陈绍澧先生夫人。1948 年毕业于上海圣约翰大学,1950 年获(美)凡得堡大学理学硕士学位,曾任中国科学院兰州化学物理所副所长,著名分析化学科学家,曾任第五届至第八届(即 20 年)全国政协委员,民盟中央委员。

前 言

新中国成立以来,我国润滑脂工业从无到有、从小到大,经过 60 多年的成长、发展、壮大,已经成为世界上产量最大、用量最多的国家。每当回首这段光辉的发展历程,和当今如何再进一步做大做强之时,必然会忆想起那时还是一位刚归国的年轻科学家——陈绍澧先生。

从 1952 年起,陈绍澧先生作为中国科学院润滑脂学科带头人,在完成一系列国家紧迫、繁重的军工润滑脂研制任务的同时,极其重视基础理论研究和科研装备的建设。例如:

在国际对华实施严密的经济技术封锁的情况下,他自费从美国订到了 NLGI Spokesman(补订 1949 年 10 月号起)等杂志以获得国际在该领域的最新研究动态和发展趋势;向外贸部门申请(通过他在香港的渠道)从英国 Standhope Seta Co. 引进了一大批润滑脂实验室模拟评定仪器如:Shell 滚筒、汽车轮毂漏失量、水淋、剪断、SOD 黏度计……

通过国家专家局,请莫斯科石油学院教授代培研究生、本科毕业生;在国内广泛与润滑脂产销用单位联系,以便了解用户需求,并为这些单位培养了多批的技术骨干。

1952~1957 年是陈先生研究成果倍出的鼎盛时期,他以渊博学识、敏捷思路、勤于动手,带领团队在浓厚学术氛围下,潜心研究了润滑脂体系内的一些科学规律,提出了不少新概念新观点,集中体现在本文选第一篇:介绍——讲稿和第十篇《润滑脂》这一专著里,这标志我国润滑脂工业迈入了一个新的时代。

1958~1959 年间,由于专著《润滑脂》的广泛流传,对润滑脂工业又提出了一系列建议(如本文选第十六篇)和改造润滑脂生产的蓝图。全国各省市开始新建或扩建润滑脂生产装置,产量迅速扩大,生产设施和工艺也由手工作坊式工艺控制转变成机械化半自动化,步入了科学行列。1960 年对润滑脂的结构分散体系的研究(本文选第三十六篇)又有新的发展,更新了一些新概念和新观点。

陈先生在润滑脂领域工作十年(1952~1962年,实际上主要工作是1953~1960年这8年)里,著文近百篇,连同译文字数达百万。这在建国初期,研究条件极为有限的环境下,即使在名科学家队伍里也殊属少见。

本文选仅选用了37篇文章及1部专著,入选的原则是:

(1)属已在期刊、杂志、书籍、内部资料上公开发表的(在国家图书馆都可以找到的,特别选用那些国家图书馆已不允许外借,甚至已不允许复印的文章);

(2)属于综合性的文章,有充实的内容,有观点,有建议,有设想,对当代发展仍有重大价值的;

(3)属于系列性研究工作的,对于那些陈先生亲笔撰写的稿件,现已无档或有档已失档但具有重大参考价值的文件优先入选(本书中占少数);

(4)凡是属于国防军工、国家重点建设项目用润滑脂的研发、配制和生产工艺等,为避免泄露机密,一律免选。

关于文章的编排原则上以年份先后为序,以反映作者对润滑脂研究深化的过程,但也有例外,如不同时期编写的系列研究报告等则归并一起。

本文选因为都是20世纪50年代的文章,编选时就遇到了下述几个问题:

(1)20世纪50年代我国文字领域适用的是繁体字,我们力求将繁体字改变为当今通用的简体字。但因繁体字实在太多,很易漏改、错改。

(2)50年代我国的计量单位没有统一,主要采用英制、俄制,下面将这些非法定计量单位与现行法定计量单位换算关系列出,以便读者朋友们参阅。

项目	法定计量单位		非法定计量单位		换算因数
	名称	符号	名称	符号	
长度	米	m	英寸、吋	in	1 in = 0.0254 m
			英尺、呎	ft	1 ft = 0.3048 m
			埃	Å	1 Å = 10 ⁻¹⁰ m = 0.1 nm

续表

项目	法定计量单位		非法定计量单位		换算因数
	名称	符号	名称	符号	
体积	立方米	m^3	立方英尺	ft^3	$1\text{ft}^3 = 2.831685 \times 10^{-2} \text{m}^3$
			英加仑	gal	$1\text{UK gal} = 4.5461\text{dm}^3 (\text{L})$
			美桶	bbl	$1\text{US bbl} = 158.987\text{dm}^3 (\text{L})$
质量	千克(公斤)	kg	磅	lb	$1\text{lb} = 0.453\,592\,37\text{kg}$
			盎司	oz	$1\text{oz} = 28.349\,5\text{g}$
重量	牛[顿]	N	达因	dyn	$1\text{dyn} = 10^{-5}\text{N}$
			千克力	kgf	$1\text{kgf} = 9.806\,65\text{N}$
压力、压强	帕[斯卡]	Pa	达因每平方米	dyn/cm^2	$1\text{dyn}/\text{cm}^2 = 0.1\text{Pa}$
			巴	bar	$1\text{bar} = 10^5\text{Pa}$
			千克力每平方米	kgf/m^2	$1\text{kgf}/\text{m}^2 = 9.806\,65\text{Pa}$
			千克力每平方厘米	kgf/cm^2	$1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 98.066\,5\text{kPa}$
			毫米汞柱	mmHg	$1\text{mmHg} = 133.322\,4\text{Pa}$
			毫米水柱	mmH ₂ O	$1\text{mmH}_2\text{O} = 9.806\,65\text{Pa}$
			磅力每平方英寸	lbf/in^2	$1\text{lbf}/\text{in}^2 = 6\,894.757\text{Pa}$
黏度	二次方米每秒	m^2/s	斯[托克斯]	St	$1\text{St} = 10^{-4}\text{m}^2/\text{s}$
			厘斯[托克斯]	cSt	$1\text{cSt} = 10^{-6}\text{m}^2/\text{s} = 1\text{mm}^2/\text{s}$
	帕[斯卡]秒	$\text{Pa} \cdot \text{s}$	泊	P	$1\text{P} = 10^{-1}\text{Pa} \cdot \text{s}$
			厘泊	cP	$1\text{cP} = 10^{-3}\text{Pa} \cdot \text{s} = 1\text{mPa} \cdot \text{s}$
温度	开[尔文] 摄氏度	K ℃	华氏度	°F	$\frac{t_F}{F} = \frac{9}{5} \frac{t}{C} + 32 = \frac{9}{5} \frac{T}{K} = -459.67$
热、功	焦(耳)	J	大卡	kcal	$1\text{kcal} = 4.186\,8\text{kJ}$
功率	瓦(特)	W	马力	hp	$1\text{hp} = 745.7\text{W}$

另外,本文选中的参考文献均为当时的文献资料,因其在当时未能按照我国现行的国家标准标注,其文献中的卷和期号难以辨别,因此参考文献仍采用原稿的形式呈现给读者,以保护其作品完整性和历史性。

编者认为在图、表、公式中已用的单位,已不可能修改。在文字里出现的如果有第三因素影响也不做修改。可简易换算成当今法定计量单位的就修改,但错改、漏改亦在所难免。

(3)50年代俄文文章在我国广泛传阅,因此在本文选中引用较多。由于当时纸张的质量、印刷条件等原因不少俄文字母已模糊、难以分辨,并且极易混淆、错用,如:И与Й;数字3与俄文3;Д П Л与希腊字母Λ;И与Ч,Ш与Щ;6、В、Ъ、Ы四个字母易相互混淆。

这些问题的存在给编辑带来了许多困难,错排、错改也在所难免。敬请读者谅解,并欢迎及时提供修改意见。

另外,本书封面上的图片笔者深感有必要在此作一介绍。该图片为1956年,我国引进的首台电子显微镜下的钙基脂(皂纤维)放大 6000×4 倍的显微像,可以说这个图像揭开了我国润滑脂工业的序幕。封底图片为陈绍澧先生亲笔绘制的“皂-油体系聚结过程”示意图的影印版,图中文字已作处理。

本文选在汇集、审核出版的过程中受到多位人士的赞同和支助,在此谨致谢意:

中国科学院山西煤炭化学研究所

(著名科学家)

吴奇虎

协助收集文章

中国科学院兰州化学物理研究所

(原所长、中国工程院院士)

薛群基

赞同成册

中国石化出版社

(社长)

王子康

支持出版

中国石油和化学工业联合会

(润滑脂专业委员会 主任委员)

郭小川

支持出版

(润滑脂专业委员会 副主任委员)

李仁祥

支持出版

(润滑脂专业委员会 秘书长)

李其昌

支持出版

编 者

2012.09

目 录

一	关于在我所所进行的润滑脂方面的研究工作介绍——讲稿	1
二	关于皂-油体系的胶体安定性之研究	12
	第一报 贮存温度与润滑脂的分油的关系	12
三	关于皂-油体系的胶体安定性之研究	19
	第二报 在 KCA 压力分油器上的分油-温度关系	19
四	关于皂-油体系的胶体安定性之研究	24
	第三报 在硬脂酸钠-十六碳烷体系上甘油的胶溶作用及游离碱的聚析作用	24
五	关于皂-油体系的胶体安定性之研究	32
	第四报 压力、凝胶强度、分散相浓度与分油的关系	32
六	关于皂-油体系的胶体安定性之研究	37
	第五报 分油前后的皂-油体系的性质	37
七	自玉门油井井口沉积物及柴达木盆地天然地沥青提取的提纯地蜡及凡士林	44
八	用电子显微镜观察润滑脂	49
	第一报 锂皂润滑脂的显微结构	49
九	在偏光下的皂-油凝胶	59
十	专著:《润滑脂》	61
	序	62
	第一章 一般介绍	63
	第二章 润滑脂的组成	65
	第三章 润滑脂的分类和性质	75
	第四章 润滑脂的制造	96
	第五章 润滑脂的评价及选择	119
	第六章 润滑脂的结构和研究工作	153
	中外文献	162
	中外名词术语对照	182
十一	一种多用途的润滑脂	184
十二	一种适用于高温及抗水的润滑脂	186
十三	锂皂润滑脂的相转变和锂皂纤维的生长	188
十四	农业机械土滚珠轴承用润滑脂	190
十五	从天然地沥青提纯高熔点地蜡	191
十六	关于发展我国润滑脂工业的几个问题	192
十七	润滑脂的亮场相差显微像	196
十八	表面亲油性膨润土的研究(I) 膨润土表面的胺化及其分散性质	200
十九	非胺化膨润土润滑脂	205
二十	润滑脂强度极限的测定	209

二十一	复合皂基润滑脂的特性之研究(I)复合钙皂 - MBII 体系	212
二十二	复合皂基润滑脂的特性之研究(II)复合钙皂 - 十六烷体系的显微观察	224
二十三	复合皂基润滑脂的特性之研究(III)复合钙脂 - 温度特性	231
二十四	酞青基高温润滑脂的试制	244
二十五	高熔点提纯地蜡及以它为稠化剂的低温航空润滑脂	246
二十六	用压力毛细管黏度计测量润滑脂的黏度	248
二十七	润滑脂的微针入度计及微工作剪断器	256
二十八	一个改良的润滑脂滴点加热装置	260
二十九	润滑脂的微量离心分油测定方法	262
三十	平板纵向移动塑性仪	264
三十一	二硫化钼的添加对几种皂基润滑脂的润滑性质的效应	268
三十二	润滑脂高温分油量之测定	271
三十三	几种表面覆盖物对降低水表面自然蒸发的效应	276
三十四	润滑脂的制造和应用	283
三十五	《十年来的中国科学:石油的化学与工艺学》	285
	第三章 润滑油和润滑脂	285
三十六	润滑脂——一个以油为分散介质和以皂 - 油凝胶粒子为分散相的结构 分散体系	304
三十七	润滑材料科学研究的现状与发展趋势	319
三十八	中国科学院石油研究所(兰州分所)1952 ~ 1961 年间在润滑与润滑材料 方面的研究报告与资料目录	324
	陈绍澧先生生平(一)	328
	陈绍澧先生生平(二)	331

— 关于在我所所进行的润滑脂方面的 研究工作介绍——讲稿^①

陈绍澧

(中国科学院石油研究所, 1956 年 12 月)

几年来, 我们做了一些润滑脂(Lubricating Greases)的研究工作。

下面我将从四方面进行介绍:

- (一) 润滑脂工艺的基本原理
- (二) 润滑脂的实践和科学理论的结合
- (三) 我们这几年来的工作
- (四) 目前国内外情况及今后的发展方向

一、润滑脂工艺的基本原理

首先允许我假定各位已经了解什么是润滑脂和润滑脂的用途。因此就不在这方面花時間了。

从分散体系(Dispersed System)的角度来看, 润滑脂是一个具有高度分散粒子的亲液胶体体系(Lyophilic System), 因为它具有下列的特征:

1. 分散相在微米大小的范围
2. 高度的聚结稳定性(Coagulation Stability)
3. 分散相在分散介质中的自动溶剂化(Solvation)
4. 聚结与分散的热可逆性

从流变学(Rheology)的观点来看, 润滑脂是一个类似 MaxWell Model 的弹性可塑体(Elasto-plastic body)。在不同的剪应力(Shear Stress)下润滑脂表现了从弹性固体、可塑体到牛顿流体的一系列流动特性。所以润滑脂的流动性质(Flow Properties)要比一般牛顿流体(Newtonian Fluid)的流动性质复杂得多。

从化学组成的角度来看, 润滑脂是比润滑油含有更复杂成分的混合物。一般来说, 润滑脂比润滑油含有更多量固体分散相(Solid Dispersant), 这些分散相可以是各种各样的。就是说, 任何可以在烃介质中分散并且其表面可以形成溶剂化层的固体都可以成为润滑脂的分散相。此外, 在润滑脂里还可以含有结构胶溶剂(Structure modifiers)、改善润滑脂的化学及机械性质的添加剂和增强润滑脂的固性和密封性的填充剂(Filler)。

事实上润滑脂和其他很多类型的胶体体系或悬浮体(Suspension)有

编者按: 本文是陈绍澧先生向中科院汇报第一个五年计划执行状况及第二个五年计划起草筹备组织报告用的口述稿, 可惜报告时所提出的全部插图及数据表已失落。目前国内已无存档, 属珍藏件。本文原稿来自先生珍贵的手稿复印件。

① 数据、图表及图片在报告时提出(因不及印发), 请读者原谅。

类似的性质,例如水系有机及无机凝胶、泥浆、合成高分子溶液、橡胶溶液、介晶体的高温相或低温相。根据不同的润滑条件和防护条件来要求润滑脂的特性便产生了这一门润滑脂制造工艺。

润滑脂生产的基本过程是分散相(即稠化剂, Thickener)在液体烃介质中形成结构。显微大小的分散相粒子在介质中搭成一个具有弹性的结构骨架(Structural Network),骨架的结构力主要是 Van der waal - London 引力。介质则被这骨架所维系和滞化(Immobilized)。要获得这样大小的分散相粒子有两种方法:

1. 用胶体磨以机械力来将表面亲油的固体粒子分散;
2. 控制冷却速度自溶液中进行再结晶。

后一种方法被最普遍使用。表征润滑脂性质的结构流动性(Structural flow properties)和聚结稳定性取决于许多因素。由于这些因素相互之间又可以互相影响,使得润滑脂原料的选择和制造的技术到目前为止仍然处于经验性的阶段而不容易用一些简单的规律、热力学或动力学的公式,甚至经验公式来指导。总的说,决定润滑脂性质的因素是稠化剂与矿物油的溶解度的控制,它包括稠化剂和矿物油的本性的选择以及稠化剂的再结晶过程的控制,例如:

1. 矿物油的极性程度(Polarity)和矿物油的基(Base)
2. 矿物油的黏度
3. 矿物油的氧化安定性
4. 矿物油中高分子化合物含量(如树脂、沥青)

使用皂为稠化剂时:

5. 脂肪酸的相对分子质量
6. 脂肪酸的饱和度
7. 脂肪酸的结构(例如双键的位置、羟基、二元酸)
8. 脂肪酸皂的金属离子的改变

使用非皂基稠化剂时:

9. 粒子表面的预处理和亲油化(Lyophilisation)化合物的本性
10. 稠化剂的浓度
11. 游离电解质的本性及含量
12. 胶溶剂的本性及含量(如水、脂肪、酸、醇、有机硫及磷化合物等)
13. 其他添加剂及填充剂的存在及含量

在制造过程中的:

14. 熔液(Melt)的冷却速度
15. 胶凝(Gelling)的温度及时间(再结晶的平衡温度)
16. 搅拌的剪断程度及搅拌温度
17. 均匀化(Homogenization)程度及均匀化温度
18. 空气的存在量
19. 成员的化学安定性

上述任一因素的变动皆可或多或少地影响到最终成品的性质,这就使润滑脂工艺长期处于经验性的状态。由于机械工业和国防工业的飞跃发展,对润滑脂的质量、数量和品种的要求促进了人们需要通过系统的科学研究来掌握这一门工艺。

二、润滑脂的实践和科学理论的结合

润滑脂的应用远在公元前 1400 年,然而人们有意识地生产润滑脂系始自 19 世纪中叶。

那时候所用的稠化剂一般为钙、钾、钠和铅皂；所用的分散介质是油脂和石油产品。在一个很长的时期里，润滑脂的生产处于手工业方式。人们对这项工艺的控制和原理的了解很少，主要的原因是：

1. 科学界对石油产品如汽油、燃料油、润滑油的研究集中了主要力量，忽视了产量既少、要求还不严、品种却繁多的润滑脂；
2. 胶体化学尚处于萌芽时期，对润滑脂这种体系尚难下手；
3. 润滑脂制造商之间的相互保密。

自从有了汽车工业和第一次世界大战的发生，润滑脂的产量增加，并对质量的要求提高。在第二次世界大战及以后，润滑脂工艺的改进和以理论阐明生产过程达到了高潮。下面我将通过其中一例来说明如何运用理论及科学研究来阐明润滑脂的工艺过程，并因此使实践又向前推进了一步。

在制造钙皂脂时有一个关键的工序——加水工序 (Hydration process)。如果不添加 2% ~ 3% 的水，或者不掌握在加水时的条件 (例如皂浓度、温度、保持在一定温度下的时间、搅拌条件等) 就可能制不成脂或者很不易重复。为什么在钙皂脂中这 2% ~ 3% 的水分起这么大的作用和为什么在钠皂脂中就不需要有 2% 的水分，在很长一段时期还是一个谜。这样生产就只能凭经验了。从许许多多的经验里我们发现了下列现象：

1. 如果用的矿物油黏度不太大，所用的脂肪的碘值在 60 上下 (例如牛脂、猪脂)，加水后钙脂容易形成；
2. 在高皂浓度下加水容易成脂；
3. 将脂在低温干燥，有一部分水容易脱去，一部分水不容易脱去，这时润滑脂自乳浊半透明状变为透明，若把所有水分脱去则钙脂失去结构性。

必须阐明下面几个问题：

1. 水在钙脂里是游离的还是结合的；
2. 钙脂的滴点一般低于 100℃ 左右，这和它含有水分有无关系；
3. 水的添加和皂晶体的生成有无关系，其过程如何；
4. 所用的各种原料的化学成分和加水的条件有些什么样的关系。

必须先提出 J · W · McBain 的名字，因为他毕生从事皂的胶体化学的研究 (1910 ~ 1953 年)，对润滑脂的理论的提高起了很大的作用。1942 年 M. J. Buerger 发表了硬脂酸钠和棕榈酸钠皆可生成 $1/8\text{molH}_2\text{O}$ 的水化物 (Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 1942 : 526, 529)。F · Hoppler 在同年也发表了油酸钙和水生成 2mol 水的水化物的结果 (Fetteu Seifen 49: 700 (1942))。而其实 R. C. Pink 在 1938 ~ 1939 年就早已发表了他在研究乳浊体时制备油酸镁及油酸钙乳化剂所发现的油酸镁及水形成 $2\text{H}_2\text{O}$ 水化物和油酸钙形成单水化物 (J. Chem. Soc 1938: 1252 和 1939: 619)。他们三个人的实验都是用干燥测重量的方法进行的。1945 年 K · W · Gardiner 发表了用热天秤 (Thermo - Balance) 及粉末法、X - 光衍射方法证明了棕榈酸钙在 90 ~ 100℃ 之间失去 3% 的水，相当于单分子化物的含水量；失水前后皂的 X 光衍射图显著有别 (J. phys. Chem 1945: 417)。1947 年 Г. В. Виноградов 发表了用热差分析 (Differential Thermal Analysis) 方法证明硬脂酸钙在 90 ~ 100℃ 间有不可逆的相转变，认为这是钙皂水化物的分解点 [ДАН1947(58): 73]。R. D. Vold 及 M. J. Vold 后来也发表了用热差分析及 X - 光衍射方法证明了硬脂酸钙单水化物的存在 (J. of Colloid Science 1948: 339)。他们也同样证明了硬脂酸钙在十六碳烷中也可以以单水化物形式存在 (J. Phy. Chem 1948: 1424)。

关于钙皂的水化与皂-油结构体的形成, Birdsall 和 Farrington 直接用电子显微镜进行了观察(J. Phy. Chem 1948: 1415)。可见, 到 1948 年钙脂的水化问题基本阐明。关于所用的原料和水化的条件的关系上, A. S. C. Lawrence, W. Galley, E. I. Puddington, Vold and Vold 等一系列的皂-油体系的相图, 皂-油界面性质和流动性的结果给予一定的解答。综合这些结果可以认为水是皂-油体系的一个不可缺少的胶溶剂, 它处于皂分子极性端(羧基端)之间形成氢键, 减弱了皂分子间的吸引力。钙脂的低温相转变点既然取决于水的存在, 那么用沸点较高的胶溶剂来代表水以制成高滴点的钙脂应该是可能的。于是以低分子的有机酸或其盐类、第二种金属皂等物质胶溶剂的高滴点钙脂问世了。例如一种用乳酸为结构胶溶剂的钙脂具有 250℃ 的滴点(U. S. P 2, 618, 599)。从此推测, 碱土族的锶和钡皂不是也应该和钙皂类似吗? 人们开始往这里发掘, 便发现了锶和钡皂能够和低分子有机酸盐和碱土族的氢氧化物形成复合物[Inst. Spokesman 14: No. 12(1951)]。以这种复合物所稠化的脂具有比钙脂及其他金属皂基脂更优良的高温性、防护性和机械安定性。

上面简单地说明了润滑脂的工艺过程如何通过科学研究获得了阐明和后来又指导了润滑脂工艺的进一步发展。

三、我们这几年来的工作

1953 年, 参加这个题目工作的同志对这门工艺可以说是完全没有基础的(包括经验和理论水平的基础)。几年来又由于干部的调动, 设备、药品和理论水平的限制, 工作的进展还是不能令人满意。题目开始的时候任务是制造出合乎苏联润滑脂产品的工业检验技术标准的一些军用和重工业迫切需要的润滑脂。我们仅有的技术资料就是几本普通的书。我们不知道这些润滑脂的准确配方、每种原料的作用, 更不知道制造的方法。下面我将用研究鞍钢轧钢机械上用的一种高压滚动轴承脂为例来说明我们是怎样进行研究的。

这种脂是鞍钢三大工程上用于轧滚滚动轴承上的。给脂的方法系用集中送给的方法(Centralized Lubrication Syetem), 每年消耗数百吨, 完全依靠国外进口。1953 年底曾在鞍钢苏联机械润滑专家的指导下由沈阳化工厂进行了试制(我所范煜同志也参加了试制工作)。试制品不能符合要求而且制造上又不能重复。虽然如此, 他们的总结仍给我们不少的启发。这个润滑脂的配方是:

机械油 C	10% ~ 12%	苛性钠	0 ~ 0.8% ~ 1%
汽缸油 2 号	65% ~ 70%	石灰	2% ~ 4%
棉籽油	< 11%	硫化植物油	2% ~ 4%
硬化油	3% ~ 5%	水分	2%

从配方看到稠化剂是混合钙钠皂。矿物油是高黏度的油, 结构胶溶剂是水和甘油。硫化油是添加剂(极压用)。

但是却有很多问题不清楚, 例如:

1. 为什么要用两种牌号的矿物油?
2. 为什么用两种脂肪, 其准确的比例是多少?
3. 钙和钠的比例是多少?
4. 石灰用量为什么很大?
5. 硫化植物油用的是什么原料, 如何制造, 含硫量多少, 它的真实作用如何?
6. 除了工业检验的几项要求之外, 还需要哪些鉴定项目才能说明试制品的性质和苏联