

润滑脂基础与应用

潤滑グリースの基礎と応用

日本摩擦学会润滑脂研究会 编

张 瑾 刘庆廉 张会情 译
董大明 审校

非
外
借

中國石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

润滑脂基础与应用

潤滑グリースの基礎と応用

日本摩擦学会润滑脂研究会 編

张 瑾 刘庆廉 张会情 译
董大明 审校

中國石化出版社

内 容 提 要

本书译自日本摩擦学会润滑脂研究会编写的《润滑脂基础与应用》一书,由基础篇与应用篇两部分组成,基础篇介绍了润滑脂的组成、生产过程、润滑脂性能和润滑脂的润滑原理等内容;应用篇介绍了润滑脂在汽车、铁路、钢铁、工程机械、电子电器等行业的应用实践。反映了当今日本润滑脂行业的发展动态和技术水平。

本书可供从事润滑脂研发、生产、应用以及机械设计、润滑管理和摩擦学等领域的工程技术人员阅读和参考。

著作权合同登记 图字:01-2017-6371 号

潤滑グリースの基礎と応用

日本トライボロジー学会グリース研究会編, ISBN:978-4-8425-0415-5

本書の日本語版は株式会社養賢堂が出版する。

中文版权为中国石化出版社所有。版权所有,不得翻印。

图书在版编目(CIP)数据

润滑脂基础与应用 / 日本摩擦学会润滑脂研究会编;
张瑾,刘庆廉,张会情译. —北京:中国石化出版社,
2017.9

ISBN 978-7-5114-4691-6

I. ①润… II. ①日… ②张…③刘…④张…
III. ①润滑脂-研究 IV. ①TE626.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 237195 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:北京市朝阳区吉市口路9号
邮编:100020 电话:(010)59964500
发行部电话:(010)59964526
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail:press@sinopec.com
北京科信印刷有限公司印刷
全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 11 印张 267 千字
2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷
定价:60.00 元

中文版序

日本摩擦学会润滑脂研究会编写的《润滑脂基础与应用》一书，经中国石化润滑油有限公司天津分公司刘庆廉、张瑾、张会情先生翻译，日本协同油脂株式会社董大明先生审校，由中国石化出版社编辑出版发行。这是奉献给读者的又一本润滑脂专业技术参考书。

《润滑脂基础与应用》包括“基础篇”和“应用篇”两部分内容。

“基础篇(第1~第5章)”介绍了润滑脂的组成及理化性能、分析检测试验方法及设备、润滑脂制备工艺技术等内容，重点阐述了润滑脂流变性和黏弹特性、润滑脂摩擦学特性是研究润滑脂性能及应用的基础。

第4章“润滑脂的流变与润滑作用”深入浅出地诠释了润滑脂的流变性与润滑作用之间的相关性，以及与润滑脂应用的关联性，这些都是研究润滑脂性能及应用的重要基础，也是润滑脂工作者十分关注和有兴趣的课题。

第5章“润滑脂的老化与润滑寿命”分析了导致润滑脂老化(润滑失效)的物理和化学因素，即能量、反应物、反应促进物等不但会引发润滑脂老化过程，而且随着润滑剂分子老化，摩擦特性的改变(如减摩能力降低产生摩擦热等)又会产生促进润滑脂老化的新因素，这种“结果”与“起始”相关联及叠加作用，不但加剧了润滑脂老化，并且使润滑脂老化过程更复杂化了。作者认为，通过把握现象进行综合处理(如提升润滑脂性能和改进润滑部件的机械设计等)是抑制润滑脂老化的可行途径。有助于提升读者对实际应用中润滑脂失效的分析能力和采取应对措施的思路。

“应用篇(第6章和第7章)”内容丰富翔实，信息量大，实用性强，反映了作者在润滑脂应用领域的研究工作深入严谨，具有扎实的功底。“应用篇”是全书的浓墨重彩之笔，读者必将受益良多。

第6章“滚动轴承的润滑脂润滑”，全面介绍了用脂润滑的滚动轴承对润滑脂性能的要求。指出滚动轴承内部，纯粹的滚动很少，大多伴有滑动，如滚动轴承的球和滚道之间是伴有滑动的滚动，球与保持架及保持架与滚道(滚道的导

向面)发生滑动。在脂润滑应用过程中出现的磨损、烧结和噪声等问题,主要是因滑动而引起。因此滚动轴承对润滑脂的实用性能要求严格而全面:应具备良好的摩擦转矩特性、高速性能、低速性能、氧化安定性、分油特性、噪声特性、防锈性、滚动疲劳寿命、微振磨损、降尘特性、导电性、与高分子材料相容性、环保安全性和储存稳定性等,并一一作了深入的论述和详尽的剖析,赋予读者以新的启迪和认知。

第7章“润滑脂润滑的应用范例”,重点介绍了汽车、铁路、电机和信息设备、钢铁设备、工业机械和其他(如齿轮和汽车用触点等)设备用脂润滑的各种机械部件的结构特点、运转条件及工作环境对润滑脂性能的要求,并根据性能评价、台架试验和实际行车试验结果,推荐了合适的(满足润滑要求、节省维修或免维修、降低成本等)润滑脂产品,并列出这些润滑脂产品的稠化剂类型、基础油种类和黏度、添加剂类型、润滑脂主要性能指标数据等。对读者了解日本润滑脂应用技术的发展和现状具有很好的参考价值。

在本章中,有关汽车等速万向节和发动机副机、电器轴承、高速铁路车辆轴承、工业用机器人和复印机、HDD(硬盘驱动器)、汽车用触点、滚珠丝杆等用脂润滑的实例引人注目。读者可以了解到,日本着力发展以合成油(酯类油、全氟油、聚 α -烯烃油、二烷基二苯基醚、硅油等)或精制矿物润滑油为基础油,聚脲、锂皂(复合锂皂)及聚四氟乙烯(PTFE)、对苯二酸酐钠皂等为稠化剂,制备高性能润滑脂产品,以满足低摩擦转矩、低噪声、长寿命、耐微振磨损、降尘特性、导电性及在极高(或极低)温、高负荷、高速运转条件下各类轴承的润滑需要。这一发展趋势,值得读者关注和借鉴。

一般来说,一本润滑脂专业技术参考书,在传授润滑脂专业知识和技术的同时,应结合润滑脂摩擦学特性等基础应用理论研究成果,解析润滑脂生产和应用中出现的各种现象和问题,并提出解决问题的技术方案和应对措施,使读者不但知其然,还能知其所以然,本书在这方面也有上乘的表现。

读者在通读本书时,还可以了解日本润滑脂工作者在润滑脂技术发展领域中,关注和做了哪些课题?以及如何做的?取得了哪些成果?同时提出了哪些将继续进行探索和研究的课题等相关信息?将有益于读者拓展视野和探索的思路。

多年以来，为了我国润滑脂技术发展需要，我国润滑脂专家和学者，在结合我国润滑脂技术发展成就基础上，编写出版了多部润滑脂技术专著的同时，还持续向读者介绍每年度全球主要国家和地区润滑脂产量和分类资料，同时先后翻译出版了美国《润滑脂的制造和应用》、《现代润滑脂》等润滑脂专著。《润滑脂基础及应用》是翻译出版发行的第一本日本润滑脂专著，相信一定会得到广大润滑脂工作者的欢迎和关注。



2017年8月25日 北京

译者的话

近几年来我国润滑脂的产量在 40 万吨/年左右, 占全球润滑脂产量的近 1/3, 成为名副其实的润滑脂生产大国, 但质量水平与国际先进水平相比仍有较大的差距。在提高润滑脂产品质量、完善性能以及合理应用等方面还需要深入的研究, 这一点已成为润滑脂行业从业人员的共识。

《润滑脂基础与应用》一书由日本摩擦学会润滑脂研究会编写, 日本养贤堂株式会社出版。本书系统地介绍和论述了当今日本润滑脂行业研究的最新进展。参与编写的撰稿人均为从事润滑脂研究、生产、应用以及摩擦学方面的专家, 涵盖了石油化工、机械制造、汽车、铁路、电子、轴承、生物、环保等各个领域。该书是至今为止日本润滑脂行业最具权威性的书籍。

本书的内容可以推荐于润滑脂研发、生产、应用以及摩擦学等领域的工程技术人员阅读和参考, 对于从事机械设计、润滑管理的技术人员也具有非常好的参考价值。

在本书的翻译过程中, 中国石化润滑油润滑脂研究院的技术人员对其中的文章进行了文字整理工作, 董大明博士对翻译稿进行全面审校并更正。日本摩擦学会、协同油脂株式会社和中国石化润滑油有限公司天津分公司对本书的翻译给予了大力支持, 在此一并表示感谢。

特别感谢著名润滑脂专家、原中国石化石油化工科学研究院副总工程师朱廷彬教授在百忙之中为本书作序。

由于译者专业知识所限, 谬误之处在所难免, 恳请读者不吝赐教。

译者

发行寄语

在汽车的轴承、万向节和电器、电子仪器、OA 仪器等所有工业的机械、机器的润滑方面，毋庸置疑“润滑脂润滑”是重要的事情。近年来随着这些机械、机器的高性能化、小型化、轻量化、免维修化以及在高温、真空、洁净等特殊环境下使用润滑脂，对润滑脂的性能要求变得越来越严格。再有，在铁道、建筑、农业机械、食品厂所使用的机械润滑方面，要求考虑自然环境、对人体影响等因素，对应这些要求，需要开发高温性、生物降解性等优良的润滑脂。

以前出版了几本有关润滑脂书籍，已经过去 20 多年，有些部分不能反映润滑脂润滑的进展。因此，从事润滑脂工作的技术人员在很久以前就希望有润滑脂的新书出版。

本书以目前活跃在润滑脂润滑技术一线的日本摩擦学会润滑脂研究会成员以及以前的润滑脂研究会成员为主，由长年从事“润滑脂润滑”、具有丰富实践经验与知识的研究人员、技术人员以及大学教授共同执笔。

此书内容由基础篇与应用篇组成，基础篇为即将从事润滑脂润滑的技术人员，了解和掌握润滑脂生产、基础特性进行通俗易懂的说明；应用篇是为目前致力于润滑脂润滑的技术人员作参考，包括很多实际的事例，因此内容非常充实，是既可以推荐给自己也可以推荐给他人的一本技术书籍。如果手头有这样一本书，在今后的“润滑脂润滑”工作中作为参考，将是十分荣幸的。

广中清一郎

《润滑脂基础与应用》主编

2007 年 1 月

序

润滑脂可以保持简单的密封结构，即使少量的润滑脂也能进行长时间的润滑，因此从古时候起就作为很多机械主要使用的润滑剂。特别是今天，润滑脂的用途有汽车、钢铁等设备的各种部件，另外在半导体、信息、通信产业或食品加工等领域也广泛应用。另外，对于润滑脂而言，为适应机械装置在高温高速条件下小型化、降尘、音响特性以及考虑安全性和自然环境，不再是原本的润滑性能，更要求提高新的功能和附加功能。

鉴于这种情况，日本摩擦学会第2研究会的润滑脂研究会，在迎来创立30周年不久的2002年，开始计划出版增加最新技术的、关于润滑脂润滑的专业书籍，并于2003年2月6日成立了以润滑脂研究会为主体的编辑委员会，此后经过约4年的时间，为社会贡献了此书。

本书不仅以润滑脂润滑技术的专家为对象，而且也以关心润滑技术的工作者、研究人员以及将要从事润滑脂润滑的技术人员为对象。因此，在不论是作为教科书还是作为现场的实用书，都可以作为身边的书随时可用。本书由基础篇和应用篇构成，参考最新的润滑脂信息，包括从介绍润滑脂的历史开始，直至目前领先的、并具有一定技术高度的内容，进行通俗易懂的说明。即是以润滑脂的组成、选定与试验方法、流变学与润滑作用、老化与润滑说明等作为基础篇；以滚动轴承的润滑脂润滑、各种用途的最新应用实例，对应环境和谐、安全性以及使用方法等作为应用篇，同时附上润滑脂相关术语和主要关键词的日英互译作为参考。

本书的执笔者都是精通润滑脂的开发、现场应用，或者活跃在润滑脂润滑等各方面的研究人员、技术人员、大学教师。本书包含很多经验丰富的知识、信息、技术诀窍。因此，在整理、总结这些内容时，不得不用了相当长的时间。在编辑过程中，关于与润滑油共通的基础润滑机理的详细情况，已经在最近出

版的许多摩擦方面的其他书籍中有所介绍。我们有理由相信，有关润滑脂独特的、特征明显的部分，以及实际用途方面的具体实例等，有很多是可以借鉴的。如果本书有助于解决有关润滑脂的问题，有益于今后的技术发展，我们将深感荣幸。我们期待本书的读者直言不讳地提出批评意见。

最后，对于为本书的出版尽心尽力的编辑委员以及执笔的各位和给予大力协助的养贤堂的嶋田薰先生，由衷地表示感谢。

若林利明

《润滑脂基础与应用》编辑委员长

2007年1月

日本摩擦学会第2研究会润滑脂研究会

《润滑脂基础与应用》编辑委员会

主 编 ○广中清一郎(首都大学东京, 原东京工业大学)

委员长 ○若林利明(香川大学)

干 事 ○小宫广志(捷太格特)

编辑委员(按五十音顺序)

岡村征二(日本油脂)

○木下广嗣(新日本石油)

○木村浩(协同油脂)

小松崎茂树(原日立制作所)

篠田宪明(昭和壳牌石油)

涩谷善郎(日本矿油)

清水健一(不二越)

铃木政治(日本精工, 原铁道综合技术研究院)

曾根康友(铁道综合技术研究院)

辻真悟(コスモ石油润滑)

○中道治(日本精工)

长野克己(新日铁化学)

滕浪行敏(出光兴产)

三上英信(NTN)

南一郎(岩手大学)

(○: 最终原稿编辑委员会委员)

执笔者一览(按五十音顺序)

岩松宏树(日本油脂)

大贯裕次(协同油脂)

岡村征二(日本油脂)

兼田栞宏(九州工业大学)

川村靖(昭和壳牌石油)

木下广嗣(新日本石油)

木村浩(协同油脂)

黑住诚治(松下电器产业)

小原美香(NTN)

小松崎茂树(原日立制作所)

小宫广志(捷太格特)

齐藤恒夫(新日本石油)

坂本清香(新日本石油)

篠田宪明(昭和壳牌石油)

涩谷善郎(日本矿油)

清水健一(不二越)

铃木政治(日本精工, 原铁道综合技术研究所)

曾根康友(铁道综合技术研究所)

辻真悟(科思莫石油润滑)

寺田茂穗(科思莫日本润滑)

中道治(日本精工)

中谷真也(日本精工)

中山登美雄(日本矿油)

长野克己(新日铁化学)

畠山 康(协同油脂)

广中清一郎(首都大学东京, 原东京工业大学)

滕浪行敏(出光兴产)

星野道男(原八户工业高等专科学校)

三上英信(NTN)

南一郎(岩手大学)

南政美(NTN)

本江武(不二越)

守田洋子(新日本石油)

山本雄二(九州大学)

横山良彦(不二越)

吉崎浩二(捷太格特)

若林利明(香川大学)

目 录

基 础 篇

第 1 章 润滑脂及其历史	(3)
1.1 润滑脂的概念	(3)
1.2 润滑脂的历史	(4)
第 2 章 润滑脂的组成与生产方法	(6)
2.1 润滑脂的组成	(6)
2.2 润滑脂的生产	(11)
第 3 章 润滑脂的选定与试验方法	(18)
3.1 润滑脂的选定方法	(18)
3.2 润滑脂的试验方法	(21)
第 4 章 润滑脂的流变性与润滑作用	(32)
4.1 润滑脂的流变性	(32)
4.2 润滑脂的润滑原理	(39)
第 5 章 润滑脂的老化与润滑寿命	(60)
5.1 润滑脂的老化过程	(60)
5.2 润滑脂的润滑寿命	(68)

应 用 篇

第 6 章 滚动轴承的润滑脂润滑	(81)
6.1 润滑脂的性能要求	(81)
6.2 实用性能	(82)
第 7 章 润滑脂润滑的应用范例	(99)
7.1 汽车	(99)
7.2 铁道	(106)

7.3	电机、信息机器	(111)
7.4	钢铁设备	(118)
7.5	工业机械	(121)
7.6	其他使用例	(128)
第8章	润滑脂对环保、安全性的响应	(137)
8.1	润滑脂成分的安全性与相关法规制度	(137)
8.2	食品机械用润滑脂的动向	(144)
8.3	生物降解性润滑脂的动向	(146)
第9章	润滑脂的使用方法与供脂方法	(153)
9.1	润滑脂使用上的注意事项	(153)
9.2	润滑脂的供脂方法	(153)
9.3	润滑脂的补脂间隔	(155)
9.4	润滑脂的装填量	(155)
	润滑脂相关术语	(156)

基 础 篇

第 1 章 润滑脂及其历史

1.1 润滑脂的概念

润滑脂(grease)一般是指动物油、脂等,来自拉丁语的脂肪(grassus),我们应用于润滑,所谓润滑脂被定义为“润滑脂是由液态润滑剂(基础油)与稠化剂组成的半固体或固体状的润滑剂”。例如以金属皂为稠化剂的润滑脂,其结构是在常温下难溶于基础油的金属皂,在 200℃以上的高温下完全溶解,通过将其冷却至常温,数百至数千的皂分子凝集,形成皂胶团,形成了纤维状互相缠绕的网状结构。基础油被保持在这样的网状结构之间,形成半固体状的润滑脂。作为该半固体状润滑脂的特有流动特性,显示了它的触变性和非牛顿型的流动特性。

润滑脂基本上是由基础油(base oil)、稠化剂(thickener)及添加剂(additive)组成。基础油以矿物油为主,也有酯类油、醚类油、聚(烷撑)二醇、硅油、合成烃油、氟系列油等合成润滑油。稠化剂一般可以使用高级脂肪酸的锂皂、钙皂、铝皂等金属皂,高温下使用的高温脂的稠化剂可以使用各种复合皂以及聚脲化合物、亲油处理的膨润土等非皂基的稠化剂,其他也有聚四氟乙烯(polytetrafluoroethylene, PTFE)等高分子化合物。添加剂的使用与一般润滑油相同,根据需要可以添加抑制润滑脂氧化老化的抗氧化剂,提高润滑性为目的的硫、磷化合物等的极压剂,高级脂肪酸、油脂等的油性剂(减摩剂),二硫化钼、石墨等的固体润滑剂、防锈剂等。

通常,与润滑油润滑相比,润滑脂润滑的主要优点如下。

- (1) 由于是半固态附着在润滑部位,与润滑油相比不容易流失、飞散;
- (2) 润滑脂本身能起到密封作用,因此密封结构简单,即使开放系统也能使用;
- (3) 防止外部的灰尘、水分、腐蚀性气体等杂质侵入,防止磨损、锈蚀、腐蚀;
- (4) 运转时受到剪切而流动发挥润滑作用,停止时回到原来的半固体状态;
- (5) 即使在停止时也附着在润滑部位,防止生锈、腐蚀;
- (6) 容易维修,有利于使用在不能频繁点检、频繁供脂的场合;
- (7) 可以在比较宽的使用温度范围应用,即使在基础油倾点以下的温度也可以使机器启动;
- (8) 添加了固体润滑剂时,不用担心沉降和分离。

除了如上的很多优点,为得到更好的润滑效果,也有如下的注意事项:

- (1) 与润滑油润滑相比,供脂、换脂有些困难;
- (2) 润滑脂润滑部位的清洗很麻烦;
- (3) 有附着性,但是如果泄漏会污染周围的零部件和环境;
- (4) 有密封性,但是如果有灰尘、水等杂质混入也很难除去;