

伏喜胜 主编

Oil Additives Handbook

油品添加剂

手册

油品添加剂手册

伏喜胜 主编

化学工业出版社



化学工业出版社

本书概述了油品添加剂行业的现状和发展趋势,在此基础上系统介绍了润滑油添加剂、燃料油添加剂、复合添加剂三大类 41 小类油品添加剂的作用原理、技术进展、发展趋势和产品信息,同时还介绍了各类油品添加剂实验室评定方法和台架试验方法。重点介绍了各类商品添加剂的产品信息,包括添加剂的牌号、中文名称、化学结构(复合剂为配方组成)、产品性能、质量标准、生产方法、主要用途、包装储运等信息。为方便读者查阅,书中设置了添加剂牌号索引和中文名称索引。附录收集了国外主要油品添加剂公司的添加剂专利名录,读者可扫描书末的二维码获取。

本书汇集了油品添加剂领域近年来的研究和应用成果,同时搜集了国内外知名油品添加剂企业最新的技术和产品信息,对油品添加剂的研发、生产、应用均能提供实用的帮助。本书可供炼油厂、科研机构、润滑油公司、各地方润滑油调和厂、精细化工厂中从事润滑油、燃料油及其添加剂生产和应用的管理人员、技术人员、销售人员参考;同时也可作为教学培训单位和大专院校师生以及车辆、冶金、水泥、造纸、风电、船舶、铁路、航空等行业润滑油使用人员的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

油品添加剂手册 / 伏喜胜主编. —北京: 化学工业出版社, 2016.1

ISBN 978-7-122-25694-2

I. ①油… II. ①伏… III. ①石油添加剂-手册  
IV. ①TE624.8-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 282307 号

---

责任编辑: 傅聪智  
责任校对: 刘颖

文字编辑: 孙凤英  
装帧设计: 刘丽华

---

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: 三河市航远印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 29 字数 741 千字 2020 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 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: 198.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2019—15 号

# 编写人员名单

主 编：伏喜胜

编写人员（按编写章节顺序排列）：

伏喜胜	潘元青	薛卫国	周旭光	管 飞	刘玉峰
刘雨花	孙令国	安文杰	黄 卿	郭 鹏	张心玲
张 立	刘泉山	谢建海	董红霞	金理力	张 勤
李桂云	续 景	汪利平	王林春	赵正华	刘 岚
李 静	荆海东	梁依经	糜莉萍	张继平	梁云龙
华秀菱	于 海	姚元鹏	周 康	郎需进	鲁 倩
黄春晖	李 铭	陈志忠	张 杰	张大华	雷爱莲
王彦海	张红奎	颀敏杰	刘文俊	王力波	蔡继元
谭碧纾	聂 钢				

油品添加剂从 20 世纪 20~30 年代开始发展,伴随着终端用户工业技术(汽车发动机新型设计)、环保法规(低排放和燃料经济性)、市场(长换油周期和低维护成本)的变化,到今天已经有了很大的不同。添加剂一直在持续发展用于提高现代润滑油的性能,以满足Ⅱ、Ⅲ类基础油甚至是合成基础油的应用、再生和生物降解油品需求的增长,来应对不同应用领域油品配方要求的挑战。

润滑油质量的保证离不开添加剂产品,添加剂是提高润滑油质量、扩大润滑油品种的主要途径,也是改进润滑油性能、节能及减少环境污染的重要手段。20 世纪 30 年代以前,发动机润滑油中很少使用添加剂,一般用直馏的矿物油就能满足使用要求。直到 1935 年,美国 Caterpillar Tractor 公司研制的较大功率的中速柴油机在使用时发现活塞沉积物较多,导致黏环,发动机无法正常工作,通过加入当时由 Chevron 公司和 Lubrizol 公司研制的有机酸盐于柴油机油中,解决了这些问题,从此发动机油进入了使用添加剂的时代。从 20 世纪 30 年代起,国外各大石油公司相继研制开发了烷基萘降凝剂、聚异丁烯黏度指数改进剂、各种羧酸盐(皂)、烷基酚盐和硫化烷基酚盐、磺酸盐、水杨酸盐及膦酸盐金属清净剂产品,以及二烷基二硫代磷酸锌抗氧抗腐剂等多种润滑油添加剂产品。20 世纪 60 年代初,国外开发应用了丁二酰亚胺无灰分散剂产品,有效地解决了油品低温油泥分散的问题,并且通过丁二酰亚胺无灰分散剂与金属清净剂的复配使用,在提高油品使用性能的同时,降低了油品中添加剂总用量,是润滑油添加剂技术领域的一大突破。20 世纪 60 年代后期,形成了以金属清净剂、无灰分散剂、二烷基二硫代磷酸锌抗氧抗腐剂为主的内燃机油添加剂体系,随后润滑油添加剂的发展进入了平稳时期,主要是改进添加剂产品结构、添加剂产品系列化、提高添加剂产品性能,以及研究添加剂产品的复合效应。

20 世纪 80 年代以后,国际市场上润滑油添加剂主要以复合剂的形式出售,目前的中高档油品几乎全部采用复合添加剂调和。复合剂的使用简化了润滑油品的调和工艺,在考虑其与基础油适应性的同时,赋予了基础油本身没有的性质,如抗泡、破乳化等性能,还能改进基础油原有的性质,如抗磨、防锈等性能。复合剂的精髓是配方技术,是添加剂产业相对独立的技术,开发程序复杂、时间较长,通常需要大量的化验、检测和模拟评定工作,反复对配方进行修改,配方开发是耗时、耗财的一项工作。配方技术开发高昂的费用是世界添加剂兼并重组的推动力,是形成目前四大添加剂公司的重要原

因。未来，低硫、低磷、低灰分是复合添加剂的发展方向。随着添加剂技术的提高、单剂质量的提升，复合剂加剂量也会随之降低。由于复合添加剂体系不同，不同厂家的复合添加剂的指标差别也较大。

燃料油添加剂伴随着燃料油质量的提高也得到了迅速的发展，特别是近年来，随着节能环保要求越来越高，相关的汽油清净剂、汽油抗爆剂、柴油清净剂、柴油润滑性添加剂、柴油降凝剂、柴油十六烷值改进剂等多种燃料油添加剂迅速发展。燃料油添加剂的研制开发和生产应用积极地推动了清洁燃料的产业化和商品化。

《油品添加剂手册》在详细论述润滑油添加剂单剂、燃料添加剂单剂、复合添加剂技术的发展历程和未来发展方向的基础上，系统归纳了主要添加剂公司添加剂产品的化学结构、产品性能、质量标准、生产方法、主要用途、包装储运、注意事项、实验室评定方法和台架试验等，是近年来难得出现的一部工具书，不仅可供科研、生产和教学培训人员随时查阅，甚至可作为现代添加剂技术知识的普及手册。

我要感谢所有作者，为油品添加剂工业奉献了这一宝贵资源。希望这本手册能为广大的添加剂工作者带来帮助和启迪，让我们共同努力，为提高我国润滑油和燃料油技术、生产和应用水平，推动我国润滑油和燃料油工业的可持续发展贡献力量！

**赵崇智**  
**2019年10月**

油品添加剂是指加入油品中能显著改善油品原有性能或赋予油品某些新的品质的化学物质,按应用场合可分为润滑油添加剂、燃料油添加剂、复合添加剂和其他添加剂四类。

20世纪30年代以前,油品中很少使用添加剂。随着车辆发动机及传动系统设计的进步和机械设备的不断发展,对油品性能提出了越来越高的要求,促使油品添加剂技术在20世纪50~60年代得以迅速发展。到20世纪60年代后期至70年代,油品添加剂基本上处于平稳发展时期,其发展主要是改进各种类型添加剂的化学结构、品种系列化、提高单剂性能,同时进一步研究这些添加剂的复合效应,发展多功能添加剂,20世纪80年代国际市场上油品添加剂主要以复合剂的形式出售。

20世纪90年代以来,油品添加剂的重要变化都直接或间接地受到新法规变化的影响,美国环保局采用的毒性和废液处理条例要求取缔一些常用有毒添加剂,欧盟《化学品注册、评估、授权与限制法案》(即REACH法规)对化学品的管理约束了一些化合物在添加剂中的应用。法规的持续推动已使燃料和润滑油组成逐渐发生变化,油品添加剂的配方开发也受到一定制约。

可以说,随着节约能源和保护环境的需求,新的机械设备朝着缩小体积、减轻重量、增大功率、提高效率、增加可靠性和环境友好的方向发展,对油品及其添加剂提出更为苛刻的要求,在此驱动下,油品添加剂仍将持续发展,并在提高现代油品的性能中发挥越来越重要的作用。

本书从油品添加剂的技术发展趋势、市场需求和应用等领域出发,分五章对油品添加剂做了系统介绍。

第一章概述了油品添加剂市场及其影响因素、油品添加剂的技术进展和发展趋势、国内外油品添加剂的产业发展现状等。

第二章至第四章对润滑油添加剂、燃料油添加剂、复合添加剂按照石油化工行业石油添加剂的分类标准分节介绍。润滑油添加剂包括清净剂和分散剂、抗氧抗腐剂、极压抗磨剂、油性剂和摩擦改进剂、抗氧剂和金属减活剂、黏度指数改进剂、防锈剂、降凝剂、抗泡剂、乳化剂。燃料油添加剂包括抗爆剂、金属钝化剂、防冰剂、抗氧防胶剂、抗静电剂、流动改进剂、防腐剂、消烟剂、十六烷值改进剂、热安定剂、染色剂,同时根据燃料油的发展,去除了标准中的抗磨剂和抗烧蚀剂,增加了润滑性改进剂和助燃剂,将原标准的清净分散剂改名为燃油清净剂。复合添加剂包括汽油机油复合剂、柴油机油复合剂、通用汽车发动机油复合剂、铁路机车油复合剂、船用发动机油

复合剂、工业齿轮油复合剂、车辆齿轮油复合剂、通用齿轮油复合剂、工业润滑油复合剂、防锈油复合剂，同时根据润滑油和燃料油的发展，将标准中二冲程汽油机油复合剂改为摩托车油复合剂（包含二冲程和四冲程摩托车油复合剂），增加了汽油/轻负荷柴油发动机油复合剂、代用燃料发动机油复合剂、多效齿轮油复合剂、液压油复合剂、金属加工液复合剂、自动传动液复合剂。这三章的每一类添加剂都描述了其作用原理、技术进展和发展趋势；同时系统介绍了国内外主要添加剂公司相关产品的牌号、化学名称、化学结构、产品性能、质量标准、生产方法、主要用途、包装储运、注意事项等内容（质量标准中的物质含量、主要用途中的加剂量无特殊说明的均指质量分数）。

第五章介绍了油品添加剂的实验室评定方法和台架试验，不仅包含理化指标、元素和结构组成等的实验室分析方法，还包含了润滑油和燃料油的主要模拟评定方法和台架试验。

本书由伏喜胜主编，中石油兰州润滑油研究开发中心的多位技术人员参与编写。本书的编写历经数年，几易其稿，终于完成，本书是所有作者在添加剂领域多年经验的总结、智慧的结晶，不仅可供油品添加剂领域从事科研、生产、教学、培训的人员随时查阅，甚至可作为现代添加剂技术知识的普及手册。希望本书能为广大的添加剂工作者带来帮助和启迪，为我国润滑油和燃料油添加剂工业的可持续发展做出贡献！

本书的编写得到了很多人的支持，要特别感谢赵崇智专家，在本书完成过程中给予了无私帮助和鼓励，提出了许多建设性的意见；同时衷心感谢本书的责任编辑，组织审稿，给出了十分宝贵的修改意见，为手册的完成倾注了大量精力。

本书虽经多次修改，但限于编者水平及时间，缺点和疏漏在所难免，真诚期待广大读者批评指正。

**编者**  
**2019年10月**

## 缩略语

AAMA	环保局和汽车制造商协会	LMOA	美国机车保养协会
ACEA	欧洲汽车制造商协会	LPG	液化石油气
ACEA	欧洲标准	Mack	美国马克
API	美国石油协会	MMT	甲基环戊二烯三羰基锰
ATF	自动变速箱油	MSDS	安全数据说明书
BRT	球锈蚀试验	MS 程序试验	发动机苛刻度程序试验
BRT	汽油机油防锈性试验	MT	手动变速器
CBT/HTCBT	柴油机油腐蚀性性能试验	MTBE	甲基叔丁基醚
CCD	燃烧室沉积物	NMMA	美国船舶制造商协会
CCMC	欧洲共同体汽车制造商委员会	NMR	核磁共振波谱法
CMOT	内燃机油动态微氧化试验	PAG	聚乙二醇油
CNG	压缩天然气	PDK	双离合器
CSTCC	连续滑动液力变矩器离合器	PFI	电子孔式燃油喷嘴
Cummins	美国康明斯	PFID	喷嘴沉积物
DCT	双离合器式自动变速器	PIB	聚异丁烯
DCTF	双离合器变速箱油	PMA	聚甲基丙烯酸酯
DMC	碳酸二甲酯	RFWT	滚动随动件磨损试验
ECCC	电控变矩器离合器	ROBO	汽油机油抗氧化性能试验
EOAT	发动机油空气混入性试验	SDT	低温油泥分散性能测定法
ETBE	乙基叔丁基醚	SKF EMCOR	润滑油防锈性能试验
FLENDER	泡沫试验法	SRV	润滑油摩擦磨损性能试验
Ford	美国福特汽车公司	TAME	叔戊基甲基醚
FZG	工业齿轮油微点蚀试验	TAN	总酸值
GDI	汽油直喷	TBN	总碱值
GM	美国通用汽车公司	TEOST	发动机油热氧化模拟试验
HFRR	高频往复试验仪	TFOUT	薄层吸氧氧化安定性测定法
ILSAC	国际润滑油标准及认证委员会	TKC	取代酯
ISD	汽油机进气系统沉积物	VII	黏度指数改进剂
ISO	国际标准化组织	WWFC	世界燃油规范
IVD	进气阀沉积物	ZDDP	二烷基二硫代磷酸锌
JASO	日本汽车标准组织		



# 目录

## 第一章 绪论

1

第一节 油品添加剂市场····· 1	第四节 复合添加剂····· 9
一、润滑油添加剂市场····· 1	第五节 添加剂产业····· 10
二、燃料添加剂市场····· 4	一、国外添加剂产业····· 10
第二节 润滑油添加剂····· 5	二、国内添加剂产业····· 11
第三节 燃料添加剂····· 7	参考文献····· 12

## 第二章 润滑油添加剂

13

第一节 概述····· 13	第六节 抗氧化剂和金属减活剂····· 113
第二节 清净剂和分散剂····· 13	一、酚类抗氧化剂····· 113
一、烷基酚盐····· 14	二、胺类抗氧化剂····· 114
二、烷基磺酸盐····· 14	三、苯三唑及其衍生物····· 115
三、烷基水杨酸盐····· 15	四、噻二唑及其衍生物····· 116
四、丁二酰亚胺无灰分散剂····· 15	五、产品牌号····· 116
五、硼化无灰分散剂····· 17	第七节 黏度指数改进剂····· 134
六、酯类无灰分散剂····· 17	一、乙烯-丙烯共聚物····· 135
七、产品牌号····· 18	二、聚甲基丙烯酸酯····· 136
第三节 抗氧化剂····· 59	三、聚异丁烯····· 136
一、烷基硫代磷酸盐····· 59	四、氢化苯乙烯-双烯共聚物····· 136
二、烷基硫代氨基甲酸盐(酯)····· 60	五、产品牌号····· 137
三、产品牌号····· 61	第八节 防锈剂····· 151
第四节 极压抗磨剂····· 74	一、油溶性防锈剂····· 151
一、氯系极压抗磨剂····· 75	二、水溶性防锈剂····· 154
二、硫系极压抗磨剂····· 75	三、产品牌号····· 154
三、磷系极压抗磨剂····· 76	第九节 降凝剂····· 166
四、含硼极压抗磨剂····· 77	一、作用原理····· 166
五、有机金属类极压抗磨剂····· 78	二、技术进展····· 166
六、纳米极压抗磨剂····· 79	三、发展趋势····· 167
七、水溶性磷酸酯及其盐类····· 80	四、产品牌号····· 167
八、产品牌号····· 80	第十节 抗泡剂····· 173
第五节 油性剂和摩擦改进剂····· 97	一、作用原理····· 173
一、作用原理····· 97	二、技术进展····· 174
二、技术进展····· 98	三、发展趋势····· 174
三、发展趋势····· 100	四、产品牌号····· 174
四、产品牌号····· 100	第十一节 乳化剂····· 176

一、作用原理	176
二、技术进展	176
三、发展趋势	177
四、产品牌号	177

第十二节 其他润滑剂添加剂	182
参考文献	183

### 第三章 燃料油添加剂

189

第一节 概述	189
第二节 抗爆剂	189
一、金属有灰类抗爆剂	190
二、有机无灰类抗爆剂	191
三、产品牌号	192
第三节 金属钝化剂	194
一、作用原理	194
二、技术进展	195
三、发展趋势	195
四、产品牌号	195
第四节 防冰剂	196
一、作用原理	196
二、技术进展	197
三、发展趋势	197
四、产品牌号	197
第五节 抗氧化防胶剂	197
一、作用原理	198
二、技术进展	198
三、发展趋势	198
四、产品牌号	198
第六节 抗静电剂	199
一、作用原理	199
二、技术进展	200
三、发展趋势	200
四、产品牌号	200
第七节 润滑性改进剂	201
一、作用原理	202
二、技术进展	202
三、发展趋势	203
四、产品牌号	204
第八节 流动改进剂	206
一、作用原理	206
二、技术进展	206

三、发展趋势	207
四、产品牌号	208
第九节 防腐剂	209
一、作用原理	209
二、技术进展	210
三、发展趋势	210
第十节 消烟剂	210
一、作用原理	210
二、技术进展	211
三、发展趋势	211
第十一节 助燃剂	211
一、作用原理	211
二、技术进展	211
三、发展趋势	212
第十二节 十六烷值改进剂	212
一、烷基硝酸酯类	212
二、有机过氧化物类	213
三、产品牌号	214
第十三节 燃油清净剂	215
一、汽油清净剂	215
二、柴油清净剂	217
三、产品牌号	218
第十四节 热安定剂	224
一、作用原理	224
二、技术进展	225
三、发展趋势	225
第十五节 染色剂	225
一、作用原理	225
二、技术进展	225
三、发展趋势	225
四、产品牌号	226
参考文献	227

- 第一节 概述····· 229
- 第二节 汽油机油复合剂····· 230
- 一、API SE、SF 级汽油机油复合剂····· 230
- 二、API SH、SJ/ILSAC GF-2 级汽油机油复合剂····· 231
- 三、API SL/ILSAC GF-3 级汽油机油复合剂····· 232
- 四、API SM/ILSAC GF-4 级汽油机油复合剂····· 232
- 五、API SN/ILSAC GF-5 汽油机油复合剂····· 233
- 六、产品牌号····· 233
- 第三节 柴油机油复合剂····· 248
- 一、柴油机油复合剂····· 249
- 二、产品牌号····· 249
- 第四节 通用汽车发动机油复合剂·· 261
- 一、API CD/SJ 汽车发动机油复合剂····· 261
- 二、API CF-4/SG 汽车发动机油复合剂····· 262
- 三、API CI-4/SL 汽车发动机油复合剂····· 262
- 四、API CJ-4/SM 汽车发动机油复合剂····· 263
- 五、API SJ/CF-4 及 API SL/CF 汽车发动机油复合剂····· 263
- 六、产品牌号····· 264
- 第五节 摩托车油复合剂····· 268
- 一、二冲程摩托车油复合剂····· 269
- 二、TCW 水冷二冲程发动机油复合剂····· 269
- 三、SE/SF/SJ/SL/SM 四冲程摩托车油复合剂····· 270
- 四、产品牌号····· 270
- 第六节 铁路机车油复合剂····· 274
- 一、铁路机车三代油、四代油、五代油复合剂····· 275
- 二、产品牌号····· 275
- 第七节 船用发动机油复合剂····· 277
- 一、气缸油复合剂····· 278
- 二、中速机油复合剂····· 278
- 三、系统油复合剂····· 278
- 四、产品牌号····· 279
- 第八节 汽油/轻负荷柴油发动机油复合剂····· 284
- 一、ACEA A/B 系列汽油/轻负荷柴油发动机油复合剂····· 285
- 二、ACEA C 系列带后处理装置轿车发动机润滑油复合剂····· 286
- 三、产品牌号····· 287
- 第九节 代用燃料发动机油复合剂·· 290
- 一、燃气发动机油复合剂····· 290
- 二、轿车燃气发动机油复合剂····· 291
- 三、甲醇燃料发动机油复合剂····· 291
- 四、乙醇燃料发动机油复合剂····· 292
- 五、产品牌号····· 293
- 第十节 工业齿轮油复合剂····· 304
- 一、重负荷工业齿轮油复合剂····· 305
- 二、中负荷工业齿轮油复合剂····· 306
- 三、产品牌号····· 307
- 第十一节 车辆齿轮油复合剂····· 310
- 一、重负荷车辆齿轮油复合剂····· 311
- 二、中负荷车辆齿轮油复合剂····· 313
- 三、商用车手动变速箱油复合剂·· 313
- 四、乘用车手动变速箱油复合剂·· 314
- 五、高速铁路机车齿轮箱油复合剂····· 315
- 六、产品牌号····· 316
- 第十二节 通用齿轮油复合剂····· 320
- 一、通用齿轮油复合剂····· 320
- 二、产品牌号····· 321
- 第十三节 多效齿轮油复合剂····· 323
- 一、多效齿轮油复合剂····· 324
- 二、产品牌号····· 324
- 第十四节 液压油复合剂····· 326
- 一、抗氧防锈液压油复合剂····· 327
- 二、抗磨液压油复合剂····· 328

三、高压抗磨液压油复合剂·····	331
四、其他液压油复合剂·····	332
五、产品牌号·····	332
第十五节 工业润滑油复合剂·····	341
一、油膜轴承油复合剂·····	341
二、汽轮机油复合剂·····	343
三、减震器油复合剂·····	344
四、压缩机油复合剂·····	346
五、导热油复合剂·····	347
六、蜗轮蜗杆油复合剂·····	348
七、油气润滑油复合剂·····	349
八、产品牌号·····	350

第十六节 防锈油复合剂·····	361
一、防锈油复合剂·····	361
二、产品牌号·····	362
第十七节 金属加工液复合剂·····	364
一、金属加工液复合剂概况·····	364
二、产品牌号·····	366
第十八节 自动传动液复合剂·····	371
一、自动变速箱油复合剂·····	371
二、无级变速器油复合剂·····	374
三、双离合变速器油复合剂·····	376
四、产品牌号·····	377
参考文献·····	378

## 第五章 油品添加剂实验室评定方法和台架试验

379

第一节 概述·····	379
第二节 实验室分析方法·····	380
一、理化指标分析·····	380
二、元素分析·····	392
三、结构组成分析·····	400
第三节 实验室评定方法·····	403
一、润滑油模拟评定方法·····	403
二、燃料油模拟评定方法·····	415

第四节 台架试验·····	416
一、内燃机油台架试验·····	416
二、齿轮油台架试验·····	427
三、变速箱油台架试验·····	430
四、燃料油台架评定技术·····	435
五、冷冻机油台架评定技术·····	438
参考文献·····	438

## 附录 国外主要油品添加剂生产公司专利

439

## 添加剂牌号索引

440

## 添加剂中文名称索引

448