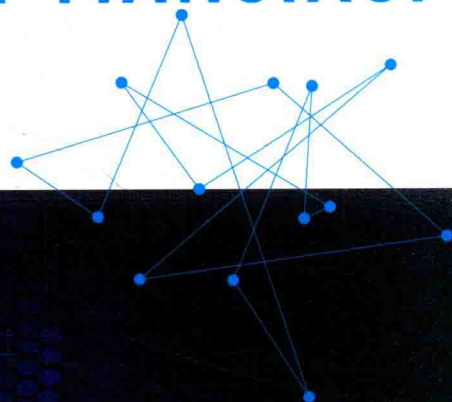




石油产品添加剂

SHIYOU CHANPIN TIANJIAJI

陈淑芬 张春兰 主编



化学工业出版社



石油产品添加剂

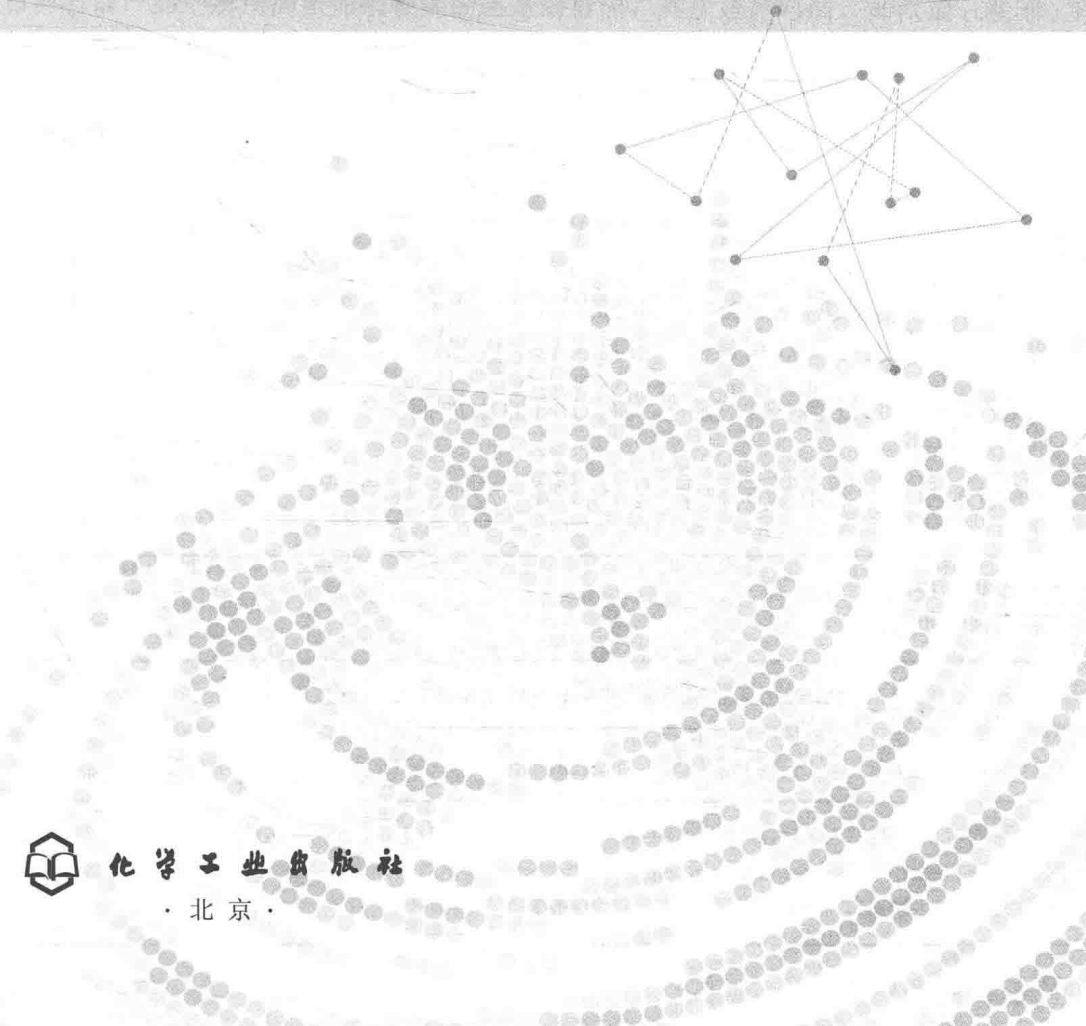
SHIYOU CHANPIN TIANJIAJI

陈淑芬 张春兰 主编



化学工业出版社

· 北京 ·



《石油产品添加剂》一书详细、全面地介绍了石油产品添加剂的基本概念、发展概况；石油产品品种与添加剂的关系；石油产品添加剂的种类、作用机理和使用性能及主要品种；添加剂的复合使用及其在内燃机油、齿轮油、液压油等油品中的典型应用；添加剂在燃料油和润滑油中的应用。同时介绍了目前人们关注的环境对添加剂及油品的影响，以及基础油的性质、润滑剂和添加剂的生物降解性及其毒性。

本书可以作为高职高专院校炼油技术、石油化工、油品分析及相关专业的教学用书，也可作为相关专业的培训教材和同等学历读者自学参考用书，同时对从事润滑油和添加剂科研、生产、管理、销售及应用的人员也有一定的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

石油产品添加剂/陈淑芬, 张春兰主编. —北京: 化学工业出版社, 2016. 8
ISBN 978-7-122-27423-6

I. ①石… II. ①陈… ②张… III. ①石油添加剂
IV. ①TE624. 8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 172533 号

责任编辑: 刘心怡 窦 臻
责任校对: 边 涛

装帧设计: 王晓宇

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 12½ 字数 307 千字 2016 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

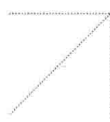
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

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: 40.00 元

版权所有 违者必究



前言

Foreword

随着机械、交通、航天、军事工业技术装备的飞速发展及环境法规的严格规定,人们对石油产品的性能要求越来越高,相应的质量指标要求也越来越苛刻。由于石油中天然组分的局限性,单靠炼油厂优化原料、改进工艺、深度加工而生产得到的石油产品,性能上远远不能满足机械设备等的使用需要。为了提高石油产品的质量、改善油品的使用性能,人们生产或选用多种具有特殊性能的化合物,并将其添加到石油产品中,以满足实际使用性能的要求,这不失为一种提高油品的使用性能、改善其质量既经济又有效的重要手段。

添加剂的出现和广泛使用,使石油产品的品种增加、质量提高,这对节约能源、维护设备、提高效率都具有重要的意义,故在油品中普遍加入各种添加剂。21世纪以来,随着人们对环境保护日益重视,不仅要求添加剂本身应该是环境友好的产品,而且要求通过添加剂的使用使石油产品对环境的危害减至最小。可以说,环保要求是石油产品添加剂技术发展的重要推动力。

目前石油产品中所用的添加剂较多的还是润滑油,其次是燃料油,如汽油、柴油、喷气燃料等。石蜡、沥青等也需要添加剂,但数量和品种上不是很多。主要的石油产品添加剂有抗氧化剂、金属钝化剂、抗爆剂、降凝剂、清净分散剂、黏度指数改进剂及极压抗磨剂等。近年出现的复合添加剂发挥了添加剂的综合性能,减少了总剂用量,并给石油产品的使用和储运带来了方便。

近年来,有关燃料油添加剂、润滑油剂添加剂的专著已经出版了不少,但都偏向于理论研究,而不适于作为高职院校石油加工和石油化工方向的学生选修或一般工程技术人员自学。本书的编写基于高等职业教育的特点,将燃料油和润滑油中所用的各种添加剂的内容进行整合,力求突出“以应用为目的,以能力培养为目标”的教育理念,在理论上以“需要和够用”为度,较大幅度地缩减了理论阐述,重点突出体现添加剂在燃料油和润滑油中使用性能及作用。

《石油产品添加剂》全书分为六章,第一章为石油产品添加剂基础知识,第二章主要介绍石油产品品种与添加剂的关系,第三章主要介绍石油产品添加剂种类及其使用性能,第四章主要介绍复合添加剂及其应用,第五章主要介绍添加剂在燃料油和润滑油中的应用,第六章主要介绍环境和基础油对添加剂的影响。

本书由兰州石化职业技术学院教师陈淑芬和张春兰担任主编,颀林参与编写。其中陈淑芬编写第三章,张春兰编写第一章、第二章、第四章和第五章,颀林编写第六章。全书统稿工作由陈淑芬教授完成。全书在编写过程中得到学院油品分析专业带头人甘黎明副教授的悉心指导、帮助和支持,在此特表衷心感谢。

由于编者能力、水平、经验和时间有限,书中疏漏在所难免,恳请专家和读者批评指正。

编者
2016年6月



目 录

Contents

第一章 石油产品添加剂基础知识.....	1
第一节 石油产品添加剂概论	1
一、石油产品添加剂的含义	1
二、石油产品添加剂的作用	4
三、石油产品添加剂的一般性能	5
第二节 石油产品添加剂的分类和命名	6
一、石油产品添加剂的分类	6
二、燃料添加剂的分类	7
三、润滑油添加剂的分类	8
四、石油产品添加剂的命名	12
第二章 石油产品品种与添加剂的关系.....	14
第一节 石油产品使用性能及其添加剂.....	14
一、石油产品总分类.....	14
二、影响石油产品使用性能的主要因素.....	15
第二节 润滑油及与其添加剂的关系.....	16
一、润滑油组成.....	16
二、润滑油的基本性能与常用的质量指标.....	19
三、润滑油的品种、应用场合与添加剂.....	23
第三节 石油燃料及其与其添加剂的关系.....	24
一、石油燃料的分组.....	24
二、气体燃料类（C 组和 L 组）与添加剂	24
三、馏分燃料类与添加剂.....	25
第四节 其他石油产品与添加剂.....	31
一、石油溶剂.....	31
二、石油蜡、石油沥青和石油焦.....	32
第三章 石油产品添加剂种类及其使用性能	35
第一节 油品中的氧化反应和抗氧抗腐添加剂.....	35
一、油品中的氧化反应.....	35
二、抗氧抗腐添加剂.....	38
三、抗氧抗腐蚀剂的商品牌号、主要性能和用途.....	43
四、抗氧抗腐蚀剂的发展方向	44

第二节	提高燃料燃烧性能的添加剂	45
一、	汽油抗爆剂（辛烷值改进剂）	45
二、	柴油十六烷值改进剂	50
三、	重油燃烧促进剂	54
第三节	润滑性能和抗磨添加剂	55
一、	对油品润滑性能的基本要求	55
二、	抗磨添加剂（载荷添加剂）	56
三、	抗磨添加剂的主要品种	64
四、	抗磨添加剂的发展方向	68
第四节	清净分散性和清净分散剂	68
一、	清净分散剂的品种和结构	69
二、	清净剂（金属或有灰型清净剂）和无灰分散剂的作用机理	71
三、	清净剂、分散剂及中和剂的性能和应用	72
四、	清净剂和分散剂的主要品种	75
第五节	黏温性能和黏度指数改进剂	78
一、	油品的黏度和黏温性能	78
二、	黏度指数改进剂	78
三、	国内外黏度指数改进剂的主要品种	82
第六节	油品的低温流动性能和降凝剂	83
一、	油品的倾点或凝固点	83
二、	降凝剂及其使用性能	84
第七节	防锈性能和防锈添加剂	87
一、	概述	87
二、	防锈油的类型	87
三、	防锈添加剂（防锈剂）	88
四、	防锈剂的使用性能	91
五、	防锈剂的应用	93
第八节	其他添加剂及其使用性能	94
一、	乳化剂和抗乳化剂	94
二、	抗泡沫剂	96
三、	抗静电添加剂（又称导电性改进剂）	101
四、	抗菌剂	102
五、	防冰剂（抗冰剂，防冻剂）	104
六、	沥青添加剂	105
七、	密封件膨胀剂	107
第四章	复合添加剂及其应用	108
第一节	内燃机油复合添加剂	109
一、	汽油机油复合剂	109
二、	柴油机油复合剂	110

三、通用汽柴油机油复合添加剂	111
四、二冲程和四冲程摩托车汽油机油复合剂	112
五、天然气发动机油复合剂	115
第二节 齿轮油复合添加剂	115
一、车辆齿轮油复合添加剂	116
二、工业齿轮油复合添加剂	117
三、通用齿轮油复合添加剂	117
第三节 液压油复合添加剂	119
一、抗氧防锈液压油复合添加剂	119
二、抗磨液压油复合添加剂	119
三、低温液压油复合添加剂	123
四、抗燃液压油复合添加剂	123
第四节 自动传动液复合添加剂	123
一、自动传动液（ATF）的分类	123
二、自动传动液（ATF）用的添加剂	124
第五节 其他复合添加剂	125
一、补充复合剂	126
二、涡轮蜗杆油复合剂	126
三、汽轮机油复合剂	126
四、导轨油复合添加剂	127

第五章 添加剂在燃料油和润滑油中的应用 128

第一节 添加剂在燃料油中的应用	128
一、添加剂在汽油中的应用	129
二、添加剂在柴油中的应用	137
三、添加剂在喷气燃料中的应用	145
第二节 添加剂在润滑油中的应用	153
一、在齿轮油中的应用	154
二、在内燃机油中的应用	159
三、在液压油中的应用	166

第六章 环境和基础油对添加剂的影响 171

第一节 环境要求和法规制定	171
一、概况	171
二、环境友好润滑剂的定义	171
三、生物降解润滑剂的标志	172
四、环境和法规对油品添加剂的影响	173
第二节 润滑剂基础油与生物降解性	174
一、矿物油与生物降解性	174
二、合成油与生物降解性	174

三、可生物降解润滑油基础油存在的问题和发展方向	180
第三节 添加剂的毒性和生物降解性	181
一、概况	181
二、添加剂的毒性	181
三、添加剂的生态毒性	185
四、添加剂的生物降解性	187
五、可生物降解的润滑剂添加剂	187
六、环境友好的润滑剂添加剂	190
七、未来环境兼容的润滑剂	191
参考文献	192

第一章

石油产品添加剂基础知识

第一节 石油产品添加剂概论

随着现代科学技术的不断发展、技术水平的不断提高、机械设备的不断更新、石油产品应用范围的不断扩大，在人类生活中占重要地位的各种石油产品，展现出新的面貌。石油产品不仅是当前世界燃料动力的最大来源，而且在很多先进的技术领域里发挥着重要作用。例如，正是新型的燃料和润滑油赋予了现代飞机以巨大的推力，并保证其机件充分地润滑和在操纵中的能量传递；耐高温氧化的润滑油可使汽车在高速公路上连续数小时奔驰不止；性能优良的汽缸油使数万以至数十万吨的海轮，燃用廉价劣质的渣油燃料并以最低成本运送货物；品种繁多的专门油料满足着各种齿轮、金属加工中降低摩擦和磨损的性能要求；此外，在严寒的极地、湿热的赤道等气候条件下，需要使用具有特殊性能的特种油料。这些都说明机械设备对石油产品的质量和使用性能的要求也越来越高，即意味着在现代石油产品的构成中，有着非常丰富并正在不断发展的新内容和空间。

是什么东西赋予现代石油产品以如此巨大的能力呢？这主要有两个方面的原因：一是石油加工工艺的发展，特别是催化加氢工艺的发展；二是在石油产品中，外加了一种具有某些特殊性能的物质来改善它的性能。这个外加的物质，就是添加剂。

大自然提供给人类的石油资源尽管种类很多，如有的原油富含石蜡，有的含硫黄很多，有的则含有很丰富的沥青等等。由于石油中天然组分的局限性，单靠炼油厂优化原料、改进工艺、深度加工而生产得到的石油产品，性能上远远不能满足机械设备等的使用需要。为了提高石油产品的质量、改善油品的使用性能，以满足实际使用性能的要求，人们生产或选用多种具有特殊性能的化合物，并将其添加到石油产品中，这是一种提高油品的使用性能、改善其质量既经济又有效的重要手段。

所以，为了增加石油产品的品种、提高质量、改善使用性能，在油品中普遍加入各种添加剂。在炼油工业中，石油加工工艺所需要的催化剂和石油产品所需要的添加剂，占炼油工业工艺发展的主导地位。因此，了解石油产品添加剂的品种、作用、性能等，对进一步掌握石油产品质量是十分必要的。

一、石油产品添加剂的含义

添加剂的概念，人们在生活中并不陌生，诸如做菜用的各色调料如盐、酱油、味精等，都可以看作是外加一种或几种物质来改善本体性能的“添加剂”。

在石油工业中，从原油生产如改善原油泥浆性能和提高原油采收率而采取的化学工艺措

施和储运加工,直至最终的产品应用等过程中,都使用着各种各样的添加剂。特别是石油产品添加剂在汽油、煤油、柴油、润滑油中有广泛应用,在改善油的燃烧性或润滑性能,在保护机器设备,在防锈、抗氧化、防冰、抗静电方面也都有不可缺少的作用。

为了提高油品质量、改善油品的使用性能,需要加入一些具有不同性能的特殊油溶性或至少能均匀分散在油品中的有机化合物,这些可以改善油品一种或多种性能的物质,称之为石油产品添加剂。换句话说,石油产品添加剂是指这样的一些物质,当将其以相对少量加入石油产品中后,即可显著改善石油产品的某些性能,或赋予某些新的、原先并不显示的性能,并帮助合格产品以满足各种机械设备的更高需求。这种物质就是石油产品添加剂,用符号“T”表示。

1. 燃料中使用添加剂实例

石油产品中的汽油、煤油、柴油是当今世界主要能源,由于设备、机具需求以及环保的要求不断提高,单靠燃料加工工艺路线的改进已不能满足使用要求,而必须加入各种添加剂来改善油品的使用性能。许多燃料油加入添加剂,不仅改善了储存安定性,也改善了燃烧性能,同时改善了人类生存环境。

(1) 车用汽油中使用的添加剂 车用汽油中使用的添加剂主要有抗爆剂和清净剂等。抗爆剂是最早开始使用的汽油添加剂,主要作用是改善汽油的燃烧性能,提高燃料的利用率,防止爆震。最早采用四乙基铅来提高汽油的辛烷值,后来又推出四甲基铅。但遗憾的是铅系列的抗爆剂因含铅,毒性大,对人体有伤害,污染环境,最终退出了历史舞台。以后相继开发出锰系、铁系、碱金属类等金属抗爆剂和醇、醚、酯、胺等有机抗爆剂。目前,我国应用较为广泛的是醚类抗爆剂中的甲基叔丁基醚(MTBE),其辛烷值高(研究法辛烷值RON为118)。因分子中含氧,可以有效提高汽油的燃烧效率,减少有毒废气的排放,因而以MTBE为抗爆剂的汽油被称为“清洁汽油”。

汽车在运行过程中,燃烧室产生的大量沉积物沉积在发动机的化油器、喷油嘴、进气阀上,会严重影响燃料的正常喷射、雾化、混合、燃烧,使汽车不能正常运行;与此同时,汽车排放的尾气中烃类、CO、NO_x等有害物质的排放急剧增加,对大气环境构成严重的破坏。为了解决以上问题,人们在汽油中添加具有清洁保洁功能的清净剂,如酰胺、聚酰胺和聚醚胺、烯基丁二酰亚胺等。清净分散剂能减少油中的沉积物,保持燃料系统清洁,分散燃料油中已形成的沉渣,防止在发动机进气系统和喷油嘴上,因形成沉积物造成喷射、雾化、燃烧失常,提高汽车的运行性能,改善尾气污染状况。

(2) 航空煤油中使用的添加剂 航空煤油添加剂一般有抗静电剂、防冰剂、抗氧剂、金属钝化剂和抗磨剂等。航空煤油在输送、过滤、混合、喷出、加注等过程中,由于流体和固体的摩擦,在油面产生大量的静电荷,如果遇到可燃气体,将引起爆炸失火,酿成重大灾害。因此,为了防止静电荷造成的火灾爆炸事故,在航空煤油中加入适量的抗静电剂,使燃料的电导率增加。

飞机在高空中飞行时,环境温度较低,为了防止冰晶的生成、改善航空煤油的泵送性能和过滤性能,最有效的方法是在航空煤油中添加防冰剂。

抗氧化剂和金属钝化剂的主要作用是改善航空煤油的储存安定性和抗氧化安定性。为了延长喷气燃料系统中各个部件的使用寿命,人们还在航空煤油中加入抗磨剂,使航煤具有良好的润滑性能。

(3) 柴油中使用的添加剂 在柴油中使用的添加剂主要有十六烷值改进剂、降凝剂(低



温流动改进剂)、抗磨剂、防锈剂、消烟剂等。柴油质量的改进取决于工艺改进,对添加剂要求最多的是十六烷值改进剂和柴油降凝剂(低温流动改进剂)。前者提高抗爆性能,改善柴油的燃烧性能;后者可降低倾点(凝固点),改善低温流动性。

燃料油中除添加的少量上述添加剂外,有时需加入一些助燃剂。表 1-1 是燃料中使用的添加剂品种情况。

表 1-1 燃料中使用的添加剂品种情况

添加剂名称	汽油	喷气燃料	柴油	重质燃料油
抗爆剂	√			
金属钝化剂	√	√	√	
防冰剂	√	√		
抗氧防胶剂	√	√	√	
抗静电剂	√	√		
抗磨剂			√	
流动改进剂			√	√
消烟剂			√	
助燃剂				√
十六烷值改进剂			√	
清净剂	√		√	
防锈剂	√	√	√	

2. 润滑油中使用添加剂实例

润滑油是广泛应用于机械设备的液体润滑剂。润滑油在金属表面上不仅能够减少摩擦、降低磨损,而且还能够不断地从摩擦表面上吸取热量,降低摩擦表面的温度,起到冷却作用,从而保持机械设备正常运转,减少故障和损坏,延长使用寿命。

润滑油的主要组分是基础油和添加剂。基础油是润滑油的最重要成分,其质量对于润滑油性能至关重要。基础油提供了润滑油最基本的润滑、冷却、抗氧化、抗腐蚀等性能,决定着润滑油的基本性质。基础油主要可通过炼油工艺生产过程,如常减压蒸馏、溶剂脱沥青、溶剂精制、溶剂脱蜡、白土或加氢工艺(加氢裂化、加氢异构化、加氢精制、催化脱蜡)等制得。

为了适应润滑要求与改善润滑油的某些性能、赋予油品新的特性,需在基础油中加入少量的添加剂,改善润滑油的润滑性能,大大改善某些质量指标。常用的添加剂一是影响润滑油物理性质的添加剂,如降凝剂、黏度指数改进剂、抗泡剂等;二是在化学方面起作用的添加剂,如清净剂、分散剂、抗氧剂、防锈剂、极压抗磨剂、防腐剂、摩擦改进剂、乳化剂和抗乳化剂等。

这些添加剂增强润滑油在极端工作条件下有效地进行工作的能力;推迟润滑油受环境影响而老化变质的时间,延长其使用寿命;保护机构表面不致受燃油破坏,不受燃烧产物沾污;改进润滑油的物理性能,并形成新的性能,如降低润滑油凝点、消除泡沫及提高黏度指数等。有些添加剂能加强油膜的强度,降低磨损率,赋予拉丝性和胶黏性等;

有些添加剂起钝化（增加惰性）或减活（中和）作用，以消除金属的催化影响；还有些添加剂能降低润滑油、脂本身的及其接触表面破坏的化学活力。表 1-2 列出了某些润滑油加入添加剂的品种。

表 1-2 某些润滑油加入添加剂的品种

油品名称		清净剂	分散剂	抗氧抗 腐剂	抗氧剂	钝化剂	极压抗 磨剂	防锈剂	降凝剂	黏度指数 改进剂	抗泡剂	破乳剂
内燃 机油	汽油机油	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	
	柴油机油	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	
齿轮油	工业齿轮油		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
	车辆齿轮油				✓	✓	✓	✓	✓	✓		
液压油	抗磨液压油			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	自动传动液	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
金属 加工油	防锈油(R)				✓		✓		✓			
	淬火油(V)				✓				✓			✓

二、石油产品添加剂的作用

石油产品添加剂一般为油溶性有机化合物，在油品中加入添加剂能够提高产品质量，赋予某些新的、原先并不显示的性能，增加品种，降低成本，减少油品消耗量。如对润滑油来说可以延长其使用周期，并可满足依靠基础油无法达到的要求。

简而概之，石油产品添加剂是为了提高油品的综合性能，也是提高油品的质量和增加油品品种的重要手段之一。但添加剂也不是万能的，它不能使劣质油品变成优质油品，添加剂只是提高油品质量的主要因素之一。添加剂的贡献不仅取决于它的特殊组分，而且取决于基础油的质量和要求加入油品的添加剂配方技术，这二者缺一不可。

每种油品所加添加剂种类和数量与原油性质、生产精制深度以及加入目的等多种因素有关，即使同一品种，不同炼厂所加添加剂品种和多少也都不完全一样。

石油产品添加剂品种繁多，现将一些常用添加剂的作用和代表性化合物列于表 1-3。

表 1-3 常用添加剂类型及其作用

添加剂类型	代表性化合物	主要作用
清净剂	磺酸盐、烷基酚盐、水杨酸盐、硫代磷酸盐	防止内燃机油形成烟灰、漆状物沉积，中和酸性物质，减少腐蚀磨损
无灰分散剂	丁二酰亚胺、丁二酸酯、酚醛氨缩合物	与清净剂复合，有协同作用，特别在防止低温油泥方面效果突出
抗氧抗腐剂	二烷基二硫代磷酸锌盐、二烷基二硫代氨基甲酸盐	具有抗氧化、抗腐蚀及极压抗磨作用，主要用于内燃机油及液压油、齿轮油
极压抗磨剂	硫化异丁烯、氯化石蜡、烷基磷酸酯铵盐、硫代磷酸酯铵盐、磷酸酯和有机硼化物	改善油品在高温高载荷下抗擦伤、抗磨损的性能

续表

添加剂类型	代表性化合物	主要作用
摩擦改进剂	脂肪酸及其皂类、动植物油或硫化动植物油、磷酸酯或油脂酸类、二烷基二硫代磷酸钼、烷基二硫代氨基甲酸钼	提高油品的润滑性,降低摩擦剂磨损
抗氧化剂和金属钝化剂	屏蔽酚类、2,6-二叔丁基对甲酚、芳胺、β-萘胺等,苯三唑衍生物,噻二唑衍生物	抗氧化剂能延缓油品氧化,延长油品使用期;金属钝化剂防止金属氧化的催化作用。二者复合后效果更显著,此类剂多用于工业润滑油
黏度指数改进剂	乙丙共聚物、甲基丙烯酸酯、聚异丁烯、苯乙烯与异戊二烯或丁二烯共聚物	能显著改善油品黏温性能,主要用于多级内燃机油、齿轮油、液压油和自动传动液
防锈剂	磺酸盐、烯基丁二酸及其酯类、羧酸盐、有机胺类	提高阻止油品水分和氧分子对金属的腐蚀作用,保护金属表面而延缓腐蚀
降凝剂	聚甲基丙烯酸酯、烷基萘、聚α-烯烃	使油品中的蜡晶细化,降低油品凝点,改善低温流动性
抗泡沫剂	甲基硅油、丙烯酸酯与烷基醚共聚物	降低油品油膜的表面张力,阻止泡沫形成
乳化剂及抗乳化剂	烷基磺酸盐、脂肪醇聚氧乙烯醚类、山梨醇月桂酸酯	是一类不同结构的表面活性剂,改变结构用于不同场合时,分别具有乳化及抗乳化性能
辛烷值改进剂	四乙基铅、MTBE、ETBE、MMT	增加汽油的抗爆能力,提高辛烷值,改善汽油的燃烧性能
十六烷值改进剂	硝酸酯类	增加柴油的抗爆能力,提高柴油的十六烷值,改善柴油的燃烧性能
防冻剂	乙二醇甲醚、乙二醇乙醚、脂肪胺类	防止喷气燃料出现冰粒,保证发动机燃料供应正常
抗静电剂	烷基水氧酸铬、聚砜、聚胺等高聚物	预防静电聚集并能排除静电荷,防止火灾或爆炸事故的发生

三、石油产品添加剂的一般性能

每种添加剂都有其特殊作用，但作为石油产品添加剂必须具有某些通性，才能有效地加入油、脂中发挥作用。石油产品添加剂具有的最主要性能概括如下。

- (1) 添加剂易溶于基础油中 添加剂在储存及使用的温度范围内保持良好的油溶性，这种油溶性并不一定指添加剂真正溶解，但添加剂必须稳定均匀地分散在基础油中。
- (2) 挥发性低 当润滑油暴露在高温中，如果添加剂挥发，在油中的有效成分将减少，使性能减弱。
- (3) 稳定性好 添加剂在混合、储存与使用时必须十分稳定，在水溶液中应抗水解，对热稳定，温度升高时不分解。如高温下工作的极压剂，须有较高的化学稳定性；再如在曲轴箱或齿轮箱中的油液，若添加剂与水溶解，受水稀释，就会降低润滑油的润滑作用。
- (4) 与其他添加剂间的相容性好 这是添加剂最重要的性质。两种或两种以上的添加剂

复配使用时，各自的性质能得到充分发挥，不相互影响时，才能称为彼此相容、配伍性好。反之将有不溶物出现或引起油品色泽变化。

(5) 色泽 在深度精制、纯洁清澈的基础油中使用的添加剂的颜色尤为重要，洁净而色浅的油品出售时有很强的竞争力；相反，由于添加剂的关系造成油品色泽不佳，使产品看上去像废油，必然缺乏竞争力。

(6) 使用中对环境不产生或少产生污染 对环境有毒害的添加剂，如含铅物、稠环烃、亚硝基物、链烷胺等要减少使用直至禁用。

第二节 石油产品添加剂的分类和命名

一、石油产品添加剂的分类

我国现执行的石油产品添加剂行业标准是 SH/T 0389—92（98）。该标准将石油添加剂分为 4 大类，80 个组。四大类包括润滑剂添加剂、燃料添加剂、复合添加剂和其他添加剂，见表 1-4。

表 1-4 石油产品添加剂分组、组号和代号

组 别		组 号	代 号
润滑油添加剂	清净剂和分散剂	1	T1××
	抗氧抗磨剂	2	T2××
	极压抗磨剂	3	T3××
	油性剂和摩擦改进剂	4	T4××
	抗氧剂和金属减活剂	5	T5××
	黏度指数改进剂	6	T6××
	防锈剂	7	T7××
	降凝剂	8	T8××
	抗泡沫剂	9	T9××
	抗乳化剂	10	T10××
燃料添加剂	抗爆剂	11	T11××
	金属钝化剂	12	T12××
	防冰剂	13	T13××
	抗氧防胶剂	14	T14××
	抗静电剂	15	T15××
	抗磨剂	16	T16××
	抗烧蚀剂	17	T17××
	流动改进剂	18	T18××
	防腐蚀剂	19	T19××
	消烟剂	20	T20××
	助燃剂	21	T21××
	十六烷值改进剂	22	T22××
	清净分散剂	23	T23××
	热安定剂	24	T24××
	染色剂	25	T25××

续表

组 别		组 号	代 号
复合添加剂	汽油机油复合剂	30	T30××
	柴油机油复合剂	31	T31××
	通用汽车发动机油复合剂	32	T32××
	二冲程汽油机复合剂	33	T33××
	铁路机车油复合剂	34	T34××
	船用发动机油复合剂	35	T35××
	工业齿轮油复合剂	40	T40××
	车辆齿轮油复合剂	41	T41××
	通用齿轮油复合剂	42	T42××
	液压油复合剂	50	T50××
	工业润滑油复合剂	60	T60××
	防锈油复合剂	70	T70××
其他添加剂		80	T80××

迄今为止，应用最广泛、成效最显著的莫过于润滑油添加剂和燃料添加剂。本教材主要讨论的就是这两类添加剂，简介复合添加剂。

二、燃料添加剂的分类

燃料添加剂可分为通用保护性添加剂和专用性添加剂。

(1) 通用保护性添加剂 主要指能解决燃料储存和储运过程中出现的各种问题的添加剂，包括抗氧剂、金属钝化剂、分散剂等稳定剂以及抗氧抗腐蚀和防锈剂等。

(2) 专用性添加剂 主要指能解决燃料燃烧或使用过程中出现的各种问题的添加剂，包括各种改善燃烧性能及处理或改善燃烧生成物特性的添加剂，具体分类见表 1-5。

表 1-5 专用性添加剂分类

燃料添加剂	主 要 种 类
车用汽油专用添加剂	辛烷值改进剂、清净分散剂、汽油防冰剂
柴油专用添加剂	十六烷值改进剂、低温流动改进剂、消烟剂、润滑性能改进剂
喷气燃料专用添加剂	抗静电剂、抗磨剂、杀菌剂、防冰剂
燃料油(重油)专用添加剂	灰分改性剂、分散剂、低温流动改进剂

我国燃料添加剂分类及产品见表 1-6。

表 1-6 我国燃料添加剂分类及产品

组号	组别	名 称	代号	化学名称
11	抗爆剂	1101 抗爆剂	T1101	四乙基铅
12	金属钝化剂	1201 金属钝化剂	T1201	N,N-二亚水杨丙二胺
13	防冰剂	1301 防冰剂	T1301	乙二醇甲醚
		1302 防冰剂	T1302	乙二醇乙醚
14	抗氧防胶剂	1401 抗氧防胶剂	T1401	含氮的复合物

续表

组号	组别	名 称	代号	化学名称
15	抗静电剂	1501 抗静电剂	T1501	有机酸铬钙盐混合物
		1502 抗静电剂	T1502	无灰型聚砒、聚胺等高聚物
16	抗磨剂	1601 抗磨剂	T1601	二聚亚油酸和磷酸酯混合物
		1602 抗磨剂	T1602	环烷酸
17	抗烧蚀剂	1733 抗烧蚀剂	T1733	33 号抗烧蚀剂
18	流动性改进剂	1804 流动性改进剂	T1804	聚乙烯醋酸乙烯酯
		1805 流动性改进剂	T1805	聚乙烯醋酸乙烯酯
		1805A 流动性改进剂	T1805A	聚乙烯醋酸乙烯酯
19	防腐蚀剂			石油磺酸铵、脂肪族胺、环烷酸铵、烷基氨基磷酸酯等
20	消烟剂			高碱性磺酸钡等
21	助燃剂			聚亚油酸、磷酸三甲苯酯、异丙基硫化磷酸酯、酚型、硼有机化合物、脂肪酸铜盐、环烷酸铜盐的混合物
22	十六烷值改进剂	2201 十六烷值改进剂	T2201	硝酸酯
23	清净分散剂	汽油清净剂	BJ-001	邦洁汽油清净剂
24	热安定剂			高分子胺类(C ₁₆ ~C ₃₂ 的脂肪族仲胺)、受阻酚类、共聚物(α -烯烃和马来酸酐的共聚物、丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯的共聚物、三聚物或聚合物)
25	染色剂			偶氮化合物的衍生物

三、润滑油添加剂的分类

润滑油中加入添加剂的目的是为了改善或加强其本身具有的某方面性能，甚至赋予润滑油以崭新的特性而得到更满意的使用性能。按照不同的分类方式，润滑油添加剂可分为不同类型。

1. 根据功能分类

- ① 保护被润滑表面的添加剂，如油性剂、极压抗磨剂、清净分散剂、防锈剂等。
- ② 改善物理和化学性能的添加剂，如清净分散剂、油性剂、黏度指数改进剂、降凝剂，抗泡剂，乳化剂等。
- ③ 保护润滑剂本身的添加剂，如抗氧化剂、金属减活剂、抗菌剂等。

2. 根据其对润滑油物理化学性能的改善分类

- ① 改善润滑油物理性能的添加剂，如黏度指数改进剂、油性剂、降凝剂和抗泡剂等，这些添加剂能使润滑油分子变形、吸附、增溶。
- ② 改善润滑油的化学性能的添加剂，如清净分散剂、极压抗磨剂、抗氧化剂、抗氧化腐剂、防锈剂、金属钝化剂、抗泡剂、破乳化剂等。这些添加剂本身与润滑油产生化学反应，其效果通过某种工作性能特点加以衡量，如去垢、抗氧化、抗腐蚀、极压、抗磨损等。

3. 根据作用机理分类

- ① 靠界面的物理化学作用发挥其使用性能，有耐载荷添加剂（油性剂、抗磨剂、极压剂）、金属表面钝化剂、防锈防腐剂、清净分散剂、降凝剂、抗泡剂。
- ② 靠润滑油整体性质作用达到润滑目的，有抗氧化剂、黏度指数改进剂等。

我国的润滑油添加剂，根据行业标准 SH/T 0389—92 石油添加剂的分类，按其作用分成十组，见表 1-7。

表 1-7 我国润滑油添加剂的分类及产品

组号	组别	名 称	代号	化学名称
1	清净剂和分散剂	101 清净剂	T101	低碱值石油磺酸钙(TBN 20~30)
		102 清净剂	T102	中碱值石油磺酸钙(TBN 130~140)
		103 清净剂	T103	高碱值石油磺酸钙(TBN 270~290)
		104 清净剂	T104	低碱值合成磺酸钙(TBN 20~30)
		105 清净剂	T105	中碱值合成磺酸钙(TBN 155~165)
		106 清净剂	T106	高碱值合成磺酸钙(TBN 295)(兰炼)
		106A 清净剂	T106A	高碱值合成磺酸钙(TBN 300)(锦州)
		106B 清净剂	T106B	高碱值合成磺酸钙(TBN 400)
		107 清净剂	T107	超碱值合成磺酸镁(TBN 400)
		107A 清净剂	T107A	超碱值合成磺酸镁(上海)
		107B 清净剂	T107B	超碱值石油磺酸钙
		108 清净剂	T108	硫磷化聚异丁烯钡盐(TBN≥70)
		108A 清净剂	T108A	硫磷化聚异丁烯钡盐(TBN≥120)
		109 清净剂	T109	中碱值烷基水杨酸钙(TBN 150~160)
		109A 清净剂	T109A	低碱值烷基水杨酸钙(TBN 60~80)
		109B 清净剂	T109B	中碱值烷基水杨酸钙(TBN 170)
		109C 清净剂	T109C	高碱值烷基水杨酸钙(TBN 275)
		111 清净剂	T111	环烷酸镁
		112 清净剂	T112	高碱值环烷酸钙(TBN 200)
		113 清净剂	T113	高碱值环烷酸钙(TBN 230)
		114 清净剂	T114	高碱值环烷酸钙(TBN 300)
		115 清净剂	T115	硫化烷基酚盐
		121 清净剂	T121	中碱值硫化烷基酚钙(TBN 130)
		122 清净剂	T122	高碱值硫化烷基酚钙(TBN 240)
		151 分散剂	T151	单烯基丁二酰亚胺(兰炼)
		151A 分散剂	T151A	单烯基丁二酰亚胺(锦州,苏州)
		152 分散剂	T152	双烯基丁二酰亚胺
		153 分散剂	T153	多烯基丁二酰亚胺
		154 分散剂	T154	聚异丁烯丁二酰亚胺(高氮)
		155 分散剂	T155	聚异丁烯丁二酰亚胺(低氮)
		156 分散剂	T156	硼化无灰丁二酰亚胺
		158 分散剂	T158	高分子量聚异丁烯丁二酰亚胺(兰炼)
		161 分散剂	T161	高分子量聚异丁烯丁二酰亚胺
		171 分散剂	T171	丁二酸季戊四醇酯(兰炼)