

乔玉林 斯 旺 柯 瑞 高幼银 编著

汽车用精细化学品

——原理及实用配方



2

化学工业出版社

精细化工出版中心



汽车用精细化学品 ——原理及实用配方

乔玉林 斯 旺 柯 瑞 高幼银 编著

化学工业出版社

精细化工出版中心

·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车用精细化学品——原理及实用配方/乔玉林等编著
北京: 化学工业出版社, 2001.1
ISBN 7-5025-2991-8

I. 汽… II. 乔… III. ①汽车-车辆保养-精细化工-化工产品-生产工艺 ②汽车-车辆保养-精细化工-化工产品-配方 IV. TQ072

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 49176 号

汽车用精细化学品

——原理及实用配方

乔玉林 斯旺 柯瑞 高幼银 编著

责任编辑: 白洁

责任校对: 李丽 郑捷

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
精细化工出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982511

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市燕山印刷厂印刷

北京市燕山印刷厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 6½ 字数 177 千字

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000

ISBN 7-5025-2991-8/TQ·1309

定价: 20.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着社会经济的飞速发展，现代生活中拥有汽车的消费人群越来越大，而汽车在其生产和售后服务中都使用了大量精细化学品，使其成为汽车生产及使用中不可分割的一部分。汽车用精细化学品已得到汽车制造业、维修业和精细化工行业的高度重视。

本书从燃油系统、润滑系统、冷却系统、排放系统、空调及舒适系统、车身及轮胎用品几大部分出发，介绍了40余类汽车用精细化学品所基于的理论基础和作用机理、配方（本书配方仅供参考）及其简单的制造工艺、功能及使用方法。

第一部分通过介绍燃油中汽油和柴油在发动机内的燃烧过程可以了解化学品在燃油中的作用，并针对燃油系统中各个环节介绍了各种化学品。第二部分从润滑系统方面介绍了各种抗磨剂，以减少润滑油的消耗，提高发动机功率及寿命。第三部分从冷却系统方面介绍了含有各种添加剂的防冻液以及堵漏剂、清洁品。其余各部分从排放系统、空调及舒适系统等方面简单介绍了各个过程中的化学品。

本书对汽车各个系统用精细化学品从原理到用法、作用都作了详细介绍，既有一定的理论探讨深度，又有一定的实用价值。为汽车用精细化学品的生产技术人员、相关产品的研究人员以及汽车养护从业人员提供了参考。

限于篇幅和作者专业的限制，对于其间所涉及的摩擦学、物理化学、表面化学、热工物理、合成化学、塑料加工、橡胶及其加工和汽车应用美学等只作概念性、篇幅允许的介绍，若读者对此有更多的兴趣，可以参考相关方面的专著。

作者所从事润滑研究工作曾得到薛群基院士、范煜教授的指导，在其他工作中得到方学敏高级工程师、胡雅初教授等的指导。刘红梅同志为本书做了文字录入和图表绘制，在此一并致谢。并感谢锦铭化学

物理研究所给与的资料和微机的方便。

本书参考大量文献并结合作者多年潜心研究编写，书中难免会有错误或不当之处，恳切希望广大读者批评指正。

作者

2000 年 8 月

内 容 提 要

本书从燃油系统、润滑系统、冷却系统、排放系统、空调及舒适系统、车身及轮胎用品几大部分出发,分别介绍了助燃添加剂、电喷清洗剂、积炭清洗剂、化油器喷嘴进气阀清洗剂、磁场引入和核磁共振导入剂、油性剂、抗磨剂、修复剂、润滑添加剂、保护剂、分散型抗磨剂、防冻液、堵漏剂、冷却系统清洗剂、三元催化剂、催化剂再生液、发动机免拆清洗复合液、空调润滑剂、空气清新剂、制冷剂、杀菌剂、仪表盘清洗剂、皮革清洗剂、真皮保养剂、车身油漆、车身清洗用品、车身漆面抛光剂、光亮剂、车蜡、划痕修复剂和车身修补漆、粘接剂、轮胎防扎剂、橡胶保养剂、玻璃防雾剂、轮胎防爆补漏剂、快速补胎胶条、车标及金属件清洗上光乳液、发动机机体清洗剂、车架防腐补漆、底盘保养用涂料和缝隙密封胶等的理论基础和作用机理,配方及简单的制造工艺,以及使用方法及作用。

本书适于汽车用精细化学品生产企业技术人员相关产品的研究人员以及汽车养护业从业人员参考使用。

目 录

1 概述	1
2 燃油系统	5
2.1 燃油中化学品的作用	5
2.2 助燃添加剂	17
2.3 电喷清洗剂	21
2.4 积炭清洗剂	24
2.5 化油器喷嘴、进气阀清洗剂	25
2.6 磁场引入和核磁共振导入剂	27
3 润滑系统	29
3.1 润滑的基本原理	30
3.2 汽车润滑系统的摩擦、磨损与润滑	38
3.3 油性剂	40
3.4 抗磨剂	45
3.5 修复剂	55
3.6 YY 润滑理论及 YY 系列润滑添加剂	62
3.7 保护剂	68
3.8 分散型润滑添加剂	70
4 冷却系统	72
4.1 防冻液中添加剂的作用	72
4.2 防冻液	74
4.3 堵漏剂	85
4.4 冷却系统清洗剂	87
5 排放系统	91
6 空调及舒适系统	95
6.1 空调润滑剂	96
6.2 空气清新剂	96
6.3 空调系统清洗剂	96

6.4	制冷剂	97
6.5	杀菌剂	98
6.6	仪表盘清洗剂	98
6.7	皮革清洗剂	99
6.8	真皮保养剂	100
6.9	地毯、绒面清洁剂	101
7	车身及轮胎用品	102
7.1	汽车车身油漆	102
7.2	车身清洗和漆面抛光	104
7.3	光亮剂	166
7.4	车蜡	168
7.5	划痕修复剂和车身修补漆	169
7.6	粘接剂	169
7.7	轮胎防扎剂	178
7.8	橡胶保养剂	179
7.9	玻璃防雾剂	179
7.10	轮胎使用和保养剂	181
7.11	车标及金属件清洗上光乳液	183
7.12	发动机机体清洗剂	183
7.13	车架防腐补漆	184
7.14	底盘保养用涂料和缝隙密封胶	191
参考文献		192

1 概 述

跨越仟禧，现代生活就是装在轮子和机翼上的，汽车除载重等产业之用，作为代步和休闲工具已经走入中国民众的生活，拥有私家车的有车族已经成为一个巨大的消费群体。

汽车工业和汽车售后服务业对化学材料的需求已经十分可观，尤其是汽车售后服务中大量使用各种化学用品，使汽车尤其是轿车做到了在整个使用寿命期间不解体大修，保证良好的运行状况，极大地方便了用户的使用，为用户节约了大量的维修费用和时间，这是汽车自发明以来又一次重大的技术突破和理念更新，是一个新兴产业，预示着极好的产业技术和经济增长的发展空间。

汽车工业的发展是与化学工业的发展密不可分的，最为直观的就是汽车必须依靠化学工业提供的燃料、必须的润滑剂等等，其实化学工业与汽车工业的关系远不止这些，化学品的使用贯穿于汽车的生产、使用一直到报废回收的全过程。而且，汽车生产工业和车辆运行中化学品的使用比例在近年来一直稳步上升，在一些方面已经到了不可或缺的程度。尤其是随着表面工程技术、复合材料技术、精细化工技术、催化技术、摩擦化学技术、固体润滑技术、粉末冶金技术等在汽车生产和售后服务业中的大量运用，在汽车生产和售后服务的大多数环节已经不可能排除化学品的应用了。

具体到汽车生产中，聚合物材料在汽车结构材料和装饰上的应用十分普遍，其中聚丙烯在汽车上的使用已占到汽车中塑料总量的30%，主要用于汽车内装饰件（如前机罩板、门内衬、顶棚后装饰、仪表盘、座位安全带牵拉器罩、工具箱、加热器/空调器风道、座位基座、加速器踏板、方向盘等）、外装饰件（包括保险杠系统、散热器格栅、垂直嵌板、防护板、信号灯罩等）、箱罩下的部件（包括熔断器盒罩和连接装置、防护板衬里、加热器/空调器的外壳、液体存贮器、鼓风机

叶轮、散热器风扇罩及空气清洁器等)。1996年北美每辆汽车的塑料用量中仅聚丙烯就为 31.8kg, 预计到 2001 年将增加至 40.8kg。据汽车行业塑料应用调查显示, 我国汽车塑料总用量和聚丙烯所占比例见下表。汽车用塑料油箱主要由 HDPE 及渗透阻断物料 PA、EVOH、PAN、PVDC 等制成。液化石油气和压缩天然气储罐内衬滚塑加工的改性聚合物内胆的技术已经在国内得到应用。橡胶更是化学品在汽车生产工业中的老鼻祖, 汽车能够在速度上超过马车飞驰的功劳几乎可以有一半是橡胶轮胎的应用, 也就是在汽车成为真正意义上的汽车之时, 橡胶就已陪伴着汽车不断前进并荣辱与共, 而且是具有不可动摇地位的常青树。

国产汽车塑料应用情况/kg

车型	BJ-632A	夏利	南京 IVECO	上海 SANTANA	大发
总量聚丙烯比	91.19	37.54	56.56	50.58	9.91
例/%	40.65	19.52	25.21	25.9	5.5
	44.58	52	25.31	25.9	55.5

不仅如此, 橡胶还在汽车电器、管路、减震材料、密封件以及雨刮器、传动皮带、制动器导套的防尘罩等部件上有着重要的应用。覆胶钢板取代石墨成为汽车气缸盖密封垫片的主要材料, 展示了复合材料在提高燃料的利用率、减少排放污染、借更高的性能预测性从而加快产品的开发周期等方面的巨大优势。现代汽车中, 一辆轿车, 轮胎约重 46kg, 其他橡胶件重 57kg, 有将近 750 个橡胶件; 一辆中型载重汽车, 其橡胶配件多达 300 余种, 重约 300kg, 重量占整车用材的 10% 左右。

车身涂料和防锈涂料是又一种重要的汽车化学品, 这当中包括涂料的各种树脂、颜料以及必要的其他组分。广义地讲, 汽车涂料可分为汽车车身用漆、发动机部件用漆、底盘用漆、铸锻件冲压件用漆、车内装饰件用漆和特种用漆。其中车身用漆是最主要的, 一般由底漆、中间涂层和面漆组成。就涂料工业而言, 汽车涂料在全部涂料产量中是最大的品种之一, 所占比例高达 20%。

用于转向、传动、空调等的润滑脂类也是汽车化学品长期致力于的研究开发领域，与此同时，固体润滑材料和自润滑材料及其技术在这些方面的应用也取得了极大的成功，为汽车寿命的延长以致全寿命免解体维护保养奠定了坚实的基础。

一些性能优良、使用方便的胶粘剂的应用使汽车在气缸缸体和机油底壳密封、驾驶舒适、噪音减少、稳定结构等方面得到了保证。汽车中的本体结构、内衬材料、隔音材料、隔热材料、座椅及刹车片等的粘结，需要多种具有不同性能的胶粘剂，如把各种胶粘剂的用量加在一起，每辆车用量达 23kg 之多。

化学品除为汽车制造业提供日益丰富、有效的结构和非结构材料以外，在汽车售后服务业中的作用也日益突出，这也是本书要探讨的主要内容。因为在本书中将详细介绍作为汽车养护品的汽车用精细化学品，在此不过多地介绍其具体情况。根据专家的估计，汽车售后服务已成为一个利润丰厚、市场极为广泛、很有发展空间的新兴行业。要特别指出的是汽车售后服务已经不可能离得开汽车养护品。汽车养护品在汽车售后服务中的产值已经超过汽车零配件销售的产值，到 2000 年几乎是后者的两倍之多。与此同时，汽车养护品已经普遍地存在于市场之上，而且不断地推陈出新，技术竞争也日趋严峻，这已经引起汽车制造业、维修业和精细化工业的高度重视。

作为汽车养护品的汽车用精细化学品的分类，目前还未有一个统一的标准。1998 年底在中国汽车工业协会汽车相关工业分会汽车养护品专业委员会和国家技术监督局质量咨询部召集的有关汽车养护品工作的会议上，来自汽车售后服务和维修养护业的专业人员、管理人员等曾就汽车养护品的分类作过一些讨论，对养护品的分类大体上有三种意见：

① 按照汽车生产使用及报废回收的全过程，把汽车养护品及其服务划为汽车售后服务的领域，认为汽车养护品应按照使用的前后顺序加以分类；

② 按照汽车整车构造区别发动机、传动系统、车身及外壳和舒适及电器系统等而分类；

③ 按照汽车养护品在使用中所起的作用，分为功能性和装饰性（美容品）两种。

本书将介绍汽车用精细化学品的使用品种、功能，除介绍这些产品的配方及简单的制造工艺外，还给出这些产品的使用方法，同时探讨其所基于的理论基础和作用机理。

2 燃油系统

燃油作为汽车发动机的燃料，经过气缸的燃烧做功，将其化学能转化为热能继而转化为机械能。燃油系统的工作过程是：储存在汽油箱中的汽油或柴油经燃油滤清器除掉其中的杂质，由油泵泵送到化油器或燃油喷射装置中去，燃烧做功。

2.1 燃油中化学品的作用

汽车燃油分为汽油和柴油，这些油料是石油化学工业的主要产品之一。使用添加剂是改善石油燃料作为汽车燃油性能的最经济而又十分有效的重要手段。

在汽油和柴油生产的时候，许多燃油加入添加剂，改善了其储存安定性、燃烧性等。这些添加剂的加入量十分有限，一般仅百分之几、千分之几，甚至百万分之几。生产中加入的燃油添加剂主要有汽油抗爆剂、早燃防止剂、抗氧剂、金属（钝化）减活剂；柴油十六烷值提升剂、降凝（倾）剂、防腐剂、助燃剂、染色剂等。

汽车在使用阶段，为了达到节约燃油、保护环境、防止气缸裙与活塞环等部件的磨损、定期清洁油路和燃油喷射装置或化油器等目的，经常要使用一些补充型的添加剂，常用的有助燃剂、化油器清洗剂、电喷清洗剂、积炭清洗剂和一些具有综合效果的燃油添加剂。

通常把燃油的供给管路、泵送、喷射部件的清洁和保养用添加剂也归为燃油添加剂之中，是因为它们一般也是加入燃油中使用或者在燃油添加剂中含有这些功能的组分。

本节首先介绍燃油在发动机内的燃烧过程，便于读者更好地理解各种燃油添加剂的作用机理，指导它们的开发、生产和使用。

（1）汽油的燃烧

汽油是由含 4~12 个碳原子的烷烃、环烷烃、芳烃和烯烃等组成

的混合物，沸程为 $25\sim 205^{\circ}\text{C}$ ，最高可到 220°C 。汽油的密度在 20°C 时为 $0.65\sim 0.75\text{kg/L}$ ，燃烧热量为 50.2MJ/kg 。

汽油中含有几百种化合物。环保要求芳烃化合物的体积含量在 5% 以下，其中苯的体积含量在 1% 以下。众所周知苯可使人患白血病而必须严加控制。

汽油发动机是奥托 (Otto) 循环内燃机。汽油发动机大多数以四冲程循环工作，少数小型汽油机是二冲程的。四冲程发动机经过进气、压缩、燃烧、排气等四个冲程，使曲轴回转两周；而二冲程发动机只有压缩和燃烧过程，是由曲轴回转一次完成两个冲程的，其进气和排气是在活塞运动的同时完成的。在吸气过程中利用化油器的喷雾原理或电子喷射的自动喷射将汽油混入进气道内的空气之中，经过压缩冲程，汽油在气缸内形成均匀的混合气，火花塞产生电火花点燃汽油燃烧，膨胀冲程开始，剧烈的燃烧形成高达 $2.5\sim 4.5\text{MPa}$ 的爆发压力，推动活塞做功，燃烧室温度和气压急剧降低，温度降到 80°C 以下、压力降到 0.2MPa 以下，排气冲程开始。

简单地讲燃烧就是汽油等易燃物质被急剧氧化的现象，是一个剧烈的氧化还原过程，涉及复杂的机理。汽油在发动机气缸内的燃烧过程可以通过气缸压力-曲轴转角示功图（图 2-1）来表达。图中的纵坐标表示气缸内压力 p (MPa)，横坐标表示曲轴转角 φ (度)，实线是点火时气缸内压力变化情况，虚线是不点火时压力变化情况。通常根据压力变化的发展特征将燃烧过程分为三个期间。

① 诱导期 从电火花点火到形成火焰中心这一期间称为诱导期。点 1 表示电火花开始点火，点 2 表示火焰中心形成。发动机在压缩行程中，由于混合气体不断被压缩，压力和温度不断上升，汽油中部分分子开始逐渐缓慢氧化，直至压缩行程接近终了时，控制系统开启电火花高压使火花塞产生电火花，但未能立刻出现火焰。温度压力的进一步升高使得汽油分子的氧化速度加快，释放出更多的热量。当达到一定温度时就出现闪光、发光现象，从而生成火焰中心。以时间来看诱导期（图上以 I 表示）只占全部燃烧过程时间的 15%，是比较短暂的，但是就其在整个燃烧中的作用而言，还是对燃烧过程有较大的

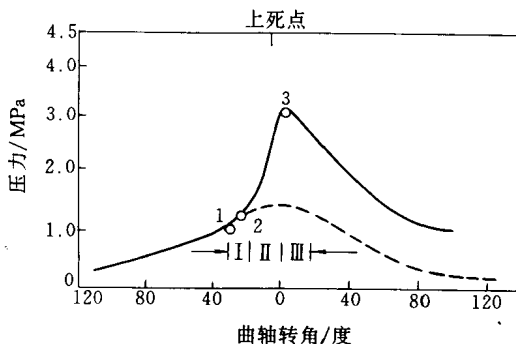


图 2-1 汽油机燃烧过程示功图

(气缸压力与曲轴转角的关系)

1—开始点火点；2—形成火焰中心；3—最高压力点

I—诱导期；II—燃烧期；III—补燃期

注：虚线为不点火时气缸内压力变化

影响。

② 燃烧期 燃烧期是指从火焰中心形成到火焰传播至燃烧末端的期间。 $p-\varphi$ 图上以 II 表示。正常情况下，燃烧室内火焰前锋是一个近似的球状面，以 $15\sim 35\text{m/s}$ 的传播速度向未燃烧的区域推进。随之气缸内压力急剧上升，最大压力出现在上死点，这时的曲轴转角约为 $10^\circ\sim 15^\circ$ 。几乎绝大部分汽油的热量是在燃烧期内释放出来的，燃烧期中对于发动机的功率和经济性有决定作用的是燃烧期时间的长短、燃烧放热是否在活塞接近上死点的同时进行。燃烧期的长短，主要是由汽油与空气混合后的混合气体的燃烧速率决定的。燃烧速率是指单位时间内在单位火焰面积上燃烧混合气体的质量。燃烧速率越快，燃烧时机越接近活塞的上死点，混合气体燃烧后的膨胀比越大，气缸做功就越多，发动机的动力性和经济性也就越好。尽管如此，由于燃烧过程还要通过气缸缸体、活塞等机械部件来实现发动机的运转，燃烧速率过快会引起发动机的振动，产生噪音，所以燃烧速率对于不同的发动机有一个最佳的区间。而现实使用中，燃烧速率主要由汽油的性质、汽油与空气混合后的混合气体的浓度来决定。

③ 补燃期 汽油与空气的混合气体中一些少量的残余汽油和燃烧不完全的产物继续继续诱导期和燃烧期之后燃烧放热，这时膨胀过程已经开始，气缸内的压力已经从最高值开始下降。从气缸内压力开始下降起，到燃烧结束止的阶段为补充燃烧期，简称为补燃期。 $p-\varphi$ 图上以Ⅲ表示。补燃期的热能很少转化为有效功，甚至消耗有用功。补燃期的加长会使发动机的经济性降低，补燃期尽可能短对汽油发动机的效率提高、排放污染的降低是十分重要的。

(2) 柴油的燃烧

柴油机是压燃式内燃机，称为狄塞尔（Diesel）循环内燃机。柴油是加压喷射到燃烧室内受到高度压缩的空气中的。燃油喷射主要通过各种形式的喷油嘴来实现，喷射压力要求较汽缸压缩终了压力高出很多，以保证良好的雾化和混合气体的产生。当蒸发中燃油雾滴表面在灼热的空气中达到自燃温度，燃油雾滴就开始着火。

柴油机有直接喷射式燃烧室和燃烧室分别为涡流室式、预燃室式的分开式燃烧室两大类。在所有的柴油机中，直接喷射式柴油机的燃烧效率最高，燃油经济性最好，在大型柴油机和中等功率柴油机领域内，直接喷射式是惟一的选择形式。实验证明，直接喷射式柴油机的有效燃油消耗率一般低于 $200\text{g/kW}\cdot\text{h}$ ，为其他任何形式的燃烧室所不能及。近年来小型柴油机也愈来愈多地采用直接喷射式。在直接喷射式柴油机中，燃油喷入同一燃烧室中，而不是分开或分段喷入。实现燃油与空气在燃烧室内的均匀混合是非常重要的，用一般的方法很难达到，而且要求大量过剩的空气，在冒烟极限时，空气过剩系数达到 $1.6\sim 2$ 。为了达到良好程度的均匀混合，用在气缸中产生定向涡流的方法来实现。通过进气门上的导气屏、切向布置的进气口等都是实现涡流混合的方法，现代柴油机常用的是螺旋进气道，它不仅能够使油气在混合时得到强烈的旋转，而且能够把这种剧烈的旋转保持到燃烧阶段。大多数直喷式柴油机采用多孔喷油嘴，与空气的涡流或者涡流加紊流相结合改善了混合气体的均匀形成过程。在冒烟极限下空气过剩系数可以降低到 $1.3\sim 1.4$ 。燃烧室设在活塞顶部的柴油机，活塞向上运动时，空气被挤向燃烧室，产生的径向挤压涡流在活塞接近上

止点时达到最大，燃油液正好在此时开始喷射，这种挤压涡流也促进了燃油与空气的混合。见图 2-2。

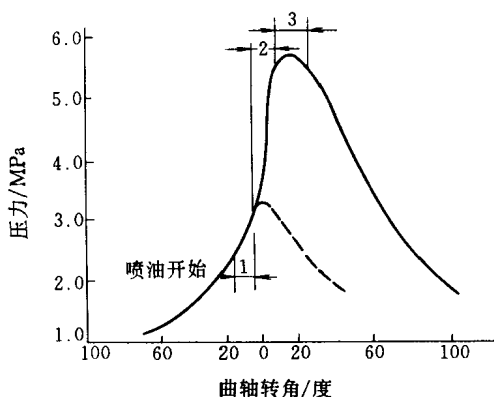


图 2-2 柴油机气缸压力与曲轴转角示功图

1—诱导期；2—燃烧期；3—慢燃期

分开式燃烧室被明显地分隔为两部分，一部分由活塞顶面和气缸盖底面组成，作为主燃烧室；另一部分在气缸盖内，作为副燃烧室。主、副燃烧室之间由一个或多个孔状通道相连接。涡流室式与预燃室式柴油机的主、副燃烧室之间的连接形式相比较，涡流室式燃烧室的连接通道的截面积相对较大，空气流动的阻力比较小，可以减少流动能量损失，减少功率消耗，通道的位置设计使进入副燃烧室的空气产生很高转速的涡流，通常在截止压缩终点之前让大部分的所需空气进入涡流室内。从燃油燃烧在主、副燃烧室的分配来看，大部分的燃油在涡流室内混合燃烧，尚未燃烧的燃油在膨胀行程之初与燃烧产生的其他气体一起高速喷入主燃烧室内，与主燃烧室内的空气进一步混合燃烧。因此，涡流室式燃烧室柴油机的特点是对发动机转速的变化不敏感、高速性能好；对燃油系统的要求较低，故障较少；运转平稳，排放污染较少，使用性能较为可靠。与直接喷射式柴油机比较其缺点是热损失和流动能量损失较大，燃油消耗率较高，冷起动较困难，部件热负荷较高，容易被烧蚀和开裂等。