

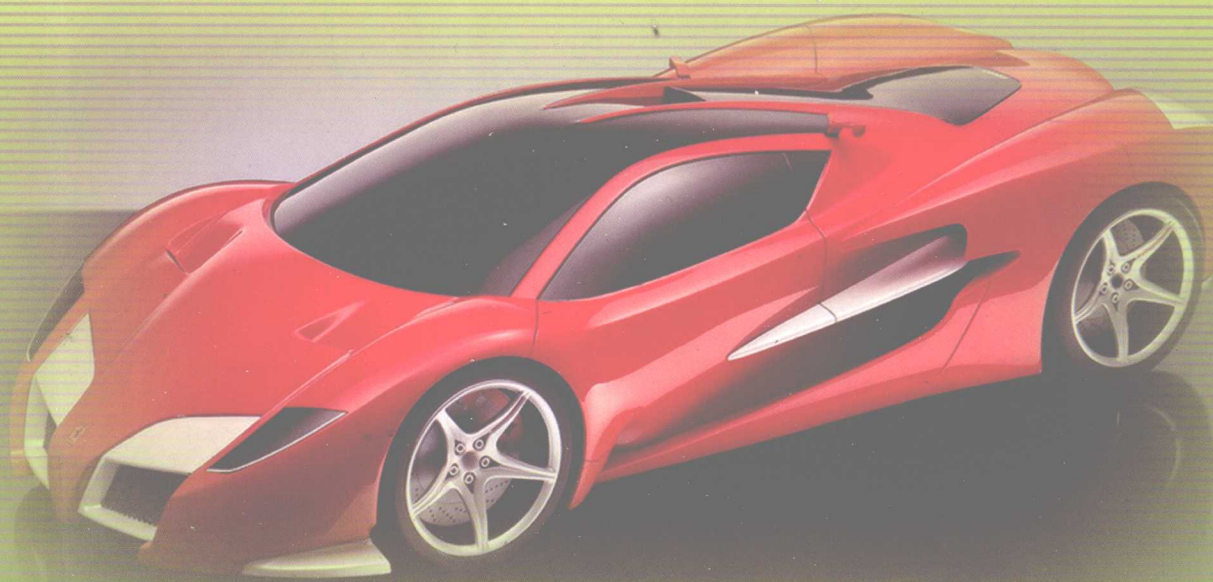


全国高等职业教育示范专业规划教材

汽车制造与装配技术专业

汽车工程材料

王大鹏 王秀贞 主编



配电子课件



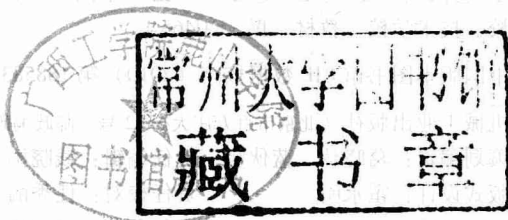
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育示范专业规划教材

汽车工程材料

机械工业出版社

主 编 王大鹏 王秀贞
副主编 陈金勇 李景蒲 田新中
参 编 陈 超 侯江丽 崔 杰



d189989

广西工学院鹿山学院图书馆



d189989



机械工业出版社

本书以汽车制造、运用、维修过程所使用的各种材料及其成形加工为主线,介绍了材料的成分、加工方法及应用。内容包括:国内外汽车材料现状及发展方向、汽车运行材料、金属材料及加工工艺、非金属材料、汽车新型材料等。重点介绍了各种材料在汽车制造、维修等相关行业的应用。

本书贴合实际,深入浅出,且内容系统、丰富,可作为高职高专院校汽车制造与装配技术专业、汽车维修技术专业的教材,也可作为汽车整形专业及各相关专业的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车工程材料/王大鹏,王秀贞主编. —北京:机械工业出版社,2010.9

全国高等职业教育示范专业规划教材

ISBN 978-7-111-31387-8

I. ①汽… II. ①王…②王… III. ①汽车-工程材料-高等学校:技术学校-教材 IV. ①U465

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第188583号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:葛晓慧 蓝伙金 责任编辑:钱晓彬

版式设计:霍永明 责任校对:任秀丽

封面设计:赵颖喆 责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2011年1月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·17印张·418千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-31387-8

定价:30.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

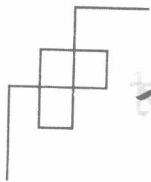
销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面防伪标均为盗版



前言

目前,我国汽车产销量突破千万大关,汽车行业人才需求异常迫切。在这种情况下,各高校特别是高职高专院校纷纷开设了汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术、汽车运用技术、汽车技术服务与营销等专业。这些专业的快速发展迫切需要汽车材料及其加工类教材,为此,我们组织编写了《汽车工程材料》教材。

《汽车工程材料》是汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术、汽车运用技术等相关专业设置的专业基础课,其目的是使学生对汽车零部件选用的材料及其加工工艺进行系统、全面的了解,掌握各种汽车材料的性能,合理使用材料,并能根据汽车零件的工作条件正确选用材料。

本书以高职高专院校汽车制造与装配技术专业为主要对象,兼顾汽车检测与维修技术、汽车运用技术、汽车改装技术、汽车技术服务与营销等专业以及汽车技术培训班,为汽车相关专业师生提供系统、实用的教材和参考资料。

现代汽车将各种各样的机械工程材料、装饰材料、石油化工产品等聚于一身,各种新材料及加工技术也在汽车上集中体现。因此,汽车相关专业的学生必须了解这些材料及其加工方法,为后续专业发展打下良好基础。本书内容包括:汽车运行材料、钢铁材料及其在汽车上的应用,非铁金属及其在汽车上的应用,非金属材料及其在汽车上的应用,汽车金属加工及汽车新型材料;系统介绍了各种汽车材料的类型、性能及应用;结合汽车工业的发展,介绍了国内外新型汽车材料的应用和发展趋势,以求与行业发展同步。本书的编写以知识必需、够用为原则,突出实用性,注重汽车材料的应用及汽车零件的选材,旨在培养学生的基本技能。

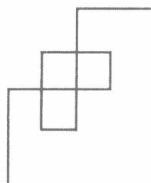
本书由王大鹏、王秀贞任主编,陈金勇、李景蒲、田新中任副主编。邢台职业技术学院王大鹏编写第二章,王秀贞编写第三章第四节、第五节和第四章,李景蒲编写第五章,陈超编写第六章,侯江丽编写第一章;邢台钢铁有限责任公司田新中编写第三章第一节,陈金勇编写第三章第二节,崔杰编写第三章第三节。全书在编写工作中,得到了汽车行业、钢铁企业等有关技术人员的指导和帮助,并参阅了相关技术资料、书籍及网站专栏,同时也得到了邢台职业技术学院汽车工程系部分教师和学生的协助,在此表示衷心的感谢。

本书涉及内容较多,范围较广,由于编者水平所限,疏漏之处在所难免,恳请读者指正。

编者

全国高等职业教育示范专业规划教材 汽车制造与装配技术专业编委会

主任	李春明	长春汽车高等专科学校
副主任	王世震	承德石油高等专科学校
	么居标	北京电子科技职业学院
	蓝伙金	机械工业出版社高职分社
委员	滕宏春	南京工业职业技术学院
	赵宇	长春汽车高等专科学校
	王秀贞	邢台职业技术学院
	娄云	河南机电高等专科学校
	毛峰	辽宁省交通高等专科学校
	付百学	黑龙江工程学院
	安宗权	芜湖职业技术学院
	王萍辉	北京京北职业技术学院
	刘杰	广东机电职业技术学院
	葛晓慧	机械工业出版社高职分社



目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 汽车材料类型	1
第二节 汽车材料现状及 发展方向	3
复习思考题	6

第二章 汽车运行材料	7
第一节 汽车燃料	7
第二节 汽车润滑油料	19
第三节 汽车工作液	37
第四节 汽车轮胎	46
复习思考题	55

第三章 钢铁材料及其在汽车 上的应用	57
第一节 金属材料的基础知识	57
第二节 钢的热处理	70
第三节 钢的分类及应用	83
第四节 铸铁	102
第五节 钢铁材料在汽车 上的应用	110
复习思考题	118

第四章 非铁金属及其在汽 车上的应用	120
第一节 铝及铝合金	120
第二节 铜及铜合金	127
第三节 滑动轴承合金	132
第四节 钛、镁、锌及其合金	135
复习思考题	138

第五章 汽车金属加工	139
第一节 铸造	139
第二节 锻压	164
第三节 金属切削加工	176
第四节 焊接	198
复习思考题	224

第六章 非金属材料及其在汽 车上的应用	226
第一节 高分子材料	227
第二节 陶瓷材料	243
第三节 汽车玻璃	251
第四节 复合材料	254
第五节 汽车涂装材料	259
复习思考题	264

参考文献	265
------	-----

第一章 绪 论

【学习目标】

1. 了解国内外汽车材料现状及发展方向。
2. 理解各种汽车材料的相关知识。
3. 掌握汽车工程材料的类型及应用。

汽车是由几百种、上万个零件组成的，而这些零件是用不同材料制成的，如钢、铸铁、铜、铝及其合金、塑料、橡胶、玻璃、胶粘剂等。在制造过程中，还需要采用各种加工方法，如铸造、压力加工、热处理、焊接和金属切削加工等。除此以外，汽车运行时需要使用燃料作为其动力源；运行中，为减少各相互运动零件的摩擦和磨损，延长其使用寿命，降低功率消耗，必须采用各种润滑油料。为达到汽车行驶平稳，安全可靠，还要使用各种工作液油，如制动液、防冻液和液力传动油等。因此，在汽车制造、运行及维修过程中需要各种不同用途的材料。

第一节 汽车材料类型

汽车材料是指汽车制造及运行过程中所用到的材料，一般包括汽车运行材料、汽车金属材料、汽车非金属材料 and 汽车新型材料，如图 1-1 所示。汽车制造过程中所用各种材料的比例如图 1-2 所示。

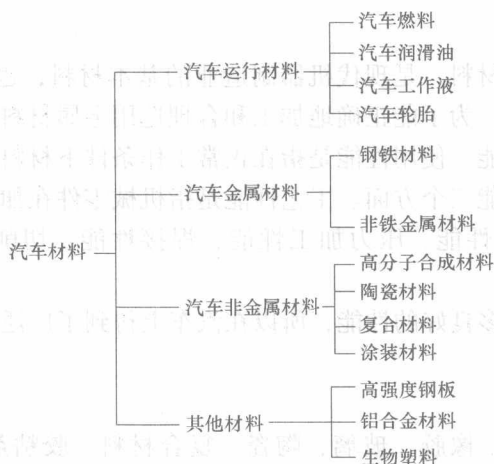


图 1-1 汽车材料的分类

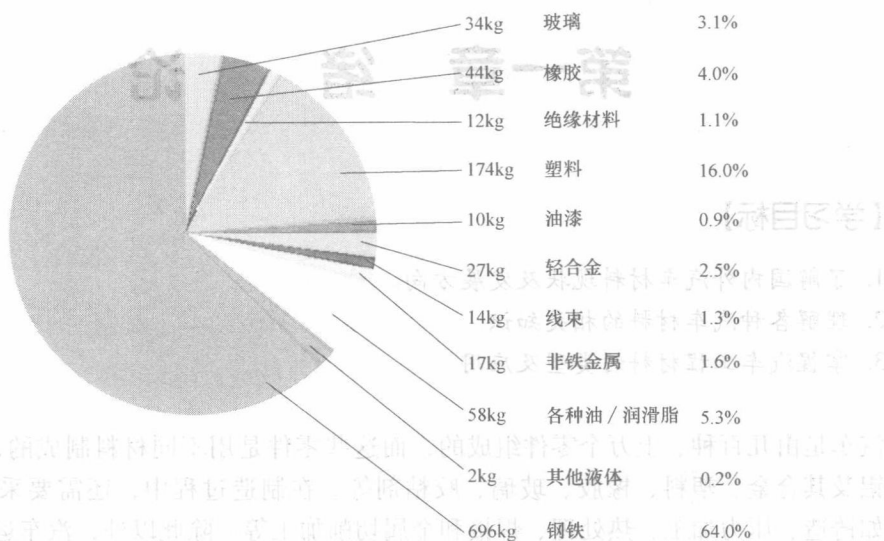


图 1-2 Golf A4 所用的各种材料所占比例

一、汽车运行材料

汽车运行材料指汽车运行过程中使用的燃料、润滑材料、轮胎、冷却液和制动液等。据统计,在汽车运输成本中,汽车运行材料消耗所占比例最高,达到 40% 以上。其中,燃料消耗约占运输成本的 20% ~ 30%; 润滑材料约占 1% ~ 3%; 轮胎消耗约占 10% ~ 15%。合理使用汽车运行材料,可以维持汽车正常工作和良好技术状况,保证汽车使用可靠性,延长汽车使用寿命。因此,必须了解汽车运行材料的性能和特点,合理选择和使用汽车运行材料,以提高汽车的使用经济性,降低运输成本,节约宝贵的自然资源。

二、汽车金属材料

金属材料特别是钢铁材料,是现代机器制造业的基本材料,也是汽车工业的基本材料。因此汽车在使用与维修中,为了能正确地加工和合理选用金属材料,就必须充分了解和掌握金属的使用性能与工艺性能。使用性能是指在正常工作条件下材料所具备的能力,包括力学性能、物理性能和化学性能三个方面。工艺性能是指机械零件在加工制造过程中,材料所具备的适应能力,包括铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削加工性能和热处理性能等。

由于金属材料具有许多良好的性能,所以在汽车上得到了广泛应用。

三、汽车非金属材料

非金属材料包括塑料、橡胶、玻璃、陶瓷、复合材料、胶粘剂、摩擦材料、涂装材料等,它们在汽车上的应用呈逐年增长的趋势。

1. 车用橡胶和塑料

汽车车用橡胶具有高弹性、高耐磨性等特点,主要用于制造汽车轮胎、内胎、防振橡

胶、软管、密封带、输送带等零部件。汽车用工程塑料主要用于制造某些机器零件或构件，具有强度、韧性和耐磨性较好，价廉、耐腐蚀、降噪声、美观、质轻等特点，对汽车的安全性、舒适性、经济性等有较大的改善，因而在结构件、饰件等方面的应用日趋广泛，用量逐年增高。例如用塑料制作汽车保险杠、高档车用安全玻璃、汽车内饰件、仪表板等零部件，比用钢铁材料更具安全性，并可降低成本。

2. 陶瓷

陶瓷属于无机非金属材料，是人类最早利用自然界提供的原料进行加工制造而成的材料，具有耐高温、硬度高、脆性大等特点。在汽车上最早应用陶瓷材料制造的零部件是火花塞、车窗玻璃。现代汽车中陶瓷的用途得到大大的拓展。一部分陶瓷作为功能材料被用于制作各种传感器，如爆燃传感器、氧传感器、温度传感器等部件；一部分陶瓷则作为结构材料，替代金属材料制作发动机和热交换器零件。近年来，一些特种陶瓷用于制造发动机部件或整机、气体涡轮部件等，可以达到提高热效率、降低能耗、减轻自重的目的。

3. 复合材料和胶粘剂

复合材料是指由两种或两种以上不同材料组合而成的材料，是一种新型的、具有很大发展前途的工程材料，它在强度、刚度、耐蚀性等方面比单纯的金属材料、陶瓷材料和聚合物材料等都优越。近年来，随着对汽车轻量化、高性能要求的推进，其在汽车工业中用途越来越广泛。例如，采用纤维增强复合材料（FRP）制造车身外装板件，如车顶导流板、风窗窗框等，具有质轻、耐冲击、便于加工异形曲面、美观等优点；采用纤维增强金属（ERM）制造柴油发动机的活塞顶、连杆、缸体等零件，可提高零件的耐磨性、热传导性和耐热性，并减小热膨胀等。其他高分子材料在汽车上也有较广泛的应用，如胶粘剂能把两种材料粘接在一起，并具有密封作用；合成纤维主要用于制造座垫、安全带、内饰等。

第二节 汽车材料现状及发展方向

随着科学技术的飞速发展，现代汽车制造材料的构成发生了较大的变化，高密度材料的比例下降，低密度材料有较大幅度的增加，从20世纪90年代开始，汽车材料就向轻量化、节省资源、高性能和高功能方向发展。

一、国外汽车材料现状及发展方向

轻量化与环保是当今汽车材料发展的主要方向，减轻汽车自身质量是降低汽车排放、提高燃油经济性的最有效措施之一。尽管现阶段钢铁材料仍保持主导地位，但各种材料在汽车上的应用比例正在发生变化，主要变化趋势是高强度钢和超高强度钢、铝合金、镁合金、塑料和复合材料的用量将有较大的增长，铸铁和中、低强度钢的比例将会逐步下降，但载货汽车的用材变化不如轿车明显；轻量化材料技术与汽车产品设计、制造工艺的结合将更为密切，汽车车身结构材料将趋向多材料设计方向；更重视汽车材料的回收技术；电动汽车、代用燃料汽车专用材料以及汽车功能材料的开发和应用工作不断加强。

1. 汽车运行材料的发展及应用

运行材料已成为汽车技术的重要组成部分，也是汽车技术管理的主要内容，正按照国际有关标准迅速步入标准化、系列化、高档化的发展轨道。运行材料必须与汽车同步发展并升

级换代,未来燃料将呈现出汽油、柴油、天然气、液化石油气、电能、氢气、醇类、二甲醚以及生物能(生物柴油等)等多种燃料活跃的多极模式,润滑剂和特种液将向安全、环保、节能、长效等方向发展。

2. 铝、镁合金材料的发展及应用

铝合金在汽车上的用量已有明显增加,汽车用铝增长率超过80%,2002年北美平均每辆车的用铝量已达124kg。根据世界铝协统计,在1991~1999年间,铝在汽车上的应用量翻了一番。目前汽车上的铝合金零件主要是壳体类铸件,如缸体、缸盖、变速器壳体、气室罩盖等;其次为变形铝合金生产的车身系统、热交换器系统、厢式车厢及其他系统的零部件。在材料方面,铸造铝合金大多为共晶和亚共晶的铝硅合金,少数零件(如缸体)传统的材料为过共晶铝硅合金,也因其铸造性能和机加工性能较差,逐渐改用低硅或中硅的亚共晶铝硅合金;车身用的铝合金板材料的牌号主要有2000(Al-Cu)、5000(Al-Mg)、6000(Al-Mg-Si)和7000(Al-Mg-Si-Ti)等系列。为了满足汽车用材的需要,国外还开发了快速凝固铝合金、超塑性铝合金、粉末冶金铝合金等新材料。

镁是比铝更轻的金属材料,它可在铝减重基础上再减轻15%~20%。尽管目前全球每辆汽车镁合金的平均用量只有2.3kg,但镁合金的开发与应用已成为汽车材料技术发展的重要方向,汽车用镁正以年均增长20%的速度迅速发展。世界各大汽车公司都把已采用镁合金零件的数量作为自身产品技术领先的标志,福特汽车公司计划在20年内将镁合金用量提高到113kg/辆。汽车上有60多种零件可采用镁合金生产,如仪表盘骨架、缸体、缸盖、进气歧管、车轮、壳体类零件等。同铝合金一样,目前应用的镁合金材料主要为铸造镁合金。AM、AZ、AS系列为传统的铸造镁合金,其中AZ91D用量最大。近年来为适应发动机零件高温工作的需要,欧美等国家先后开发出了AE、Mg-Al-Ca、Mg-Al-Ca-Re、Mg-Al-Sr等抗蠕变镁合金以及最近的ZAC8506(Mg-8Zn-5Al-0.6Ca)。变形镁合金新材料有美国开发的ZK60变形镁合金、日本的IM Mg-Y系变形镁合金以及可以进行冷加工的镁合金板材等。为进一步扩大镁合金的应用,国外又在开发耐蚀性好的镁合金及其表面处理技术。

3. 塑料及其复合材料的发展及应用

塑料及其复合材料是另一类重要的汽车轻质材料,它不仅可减轻零部件约40%的质量,而且还可使成本降40%左右。近年来塑料在汽车中的用量迅速上升。据统计,世界汽车平均每辆塑料用量在2000年就已达105kg,约占汽车总质量的8%~12%。塑料在轿车的用量较高,如奥迪A2型轿车,塑料件总质量已达220kg,占总用材的24.6%。发达国家车用塑料现已占塑料总消耗量的7%~11%,预计不久将升至10%~11%。目前车用塑料居前七位的品种与所占比例大体为:聚丙烯(PP)21%、聚氨酯(PUR)19.6%、聚氯乙烯(PVC)12.2%、热固性复合材料10.4%、ABS8%、尼龙(PA)7.8%、聚乙烯6%。国外汽车的内饰件已基本实现塑料化,如今塑料在汽车中的应用范围正在由内装件向外装件、车身和结构件扩展,今后的重点发展方向是开发结构件、外装件用的增强塑料复合材料、高性能树脂材料与塑料,并对材料的可回收性予以高度关注。从品种上看,聚烯烃材料因密度小、性能较好且成本低,近来有将汽车内饰和外装材料统一到聚烯烃材料的趋势,因此其用量会有较大的增长。预计聚丙烯和聚氯乙烯今后分别可保持8%和4%的年增长率,聚乙烯的增长势头也比较强劲。

4. 高强度材料的发展及应用

为了应对来自轻质材料的挑战,钢铁企业将开发的重点放在了高强度材料上,先后开发出了高强度钢(屈服强度大于210MPa)、超高强度钢(屈服强度大于550MPa)和先进的高强度钢(统称为高强度钢),取得了良好的减重效果。目前汽车使用的高强度钢主要为板材与管材,它取代普通的钢材、铸铁用于车身零件和其他结构件,如高强度钢制成的传动轴可减轻约10%。北美开发的PNGV-Class轿车,其车身全部采用高强度钢,重量只有218kg,与全铝车身相当。事实上,高强度钢已成为颇具竞争力的汽车轻量化材料。最新的应用情况表明,有些铝、镁合金零件,如保险杠、车轮、骨架、前门、后门、横梁等,又转而采用高强度钢设计。高强度钢是汽车钢铁材料今后的主要发展方向之一。现在各国均加速了高强度钢在汽车车身、底盘、悬架和转向等零件上的应用。以北美为例,从1997年至2002年,高强度钢在轿车中应用的比例已由6%上升到45%,今后将会得到更进一步的发展。因此高强度钢的用量将会逐年上升,而中、低强度钢和铸铁的用量将呈现下降趋势。

在合金化方面,主要是利用V、Ti、Nb、B等微量元素,向低合金化或碳钢化方向发展。为提高汽车用钢质量和生产率,各国都在冶炼设备和技术上下功夫,如真空除气、炉外精炼、成分微调、连铸连轧、新型热处理等,使得汽车用齿轮钢、轴承钢、弹簧钢的纯净度、成分精度、淬透性、稳定性、疲劳强度等都有很大提高。

5. 环保材料的发展及应用

环保是当今汽车材料技术发展的又一重大方向。一是材料本身的环保性,二是材料的可回收性。国外由于对环保十分重视,已不再使用容易对环境造成污染的材料,如致力于无石棉摩擦材料的研究与应用,先后开发出了半金属、玻璃纤维、碳纤维、有机纤维摩擦材料,进而实现摩擦材料无石棉化;广泛使用水性涂料、高固体涂料及粉末涂料等低公害和无公害的汽车涂料;开发了环保的水基粘结剂并用于生产。在汽车材料的回收方面,发达国家已建立了完善的法律法规和回收体系,并掌握了汽车材料回收的关键技术,其回收率现已达85%,2015年的目标为95%。除材料开发外,近年来国外还开发了一系列与新材料应用有关的新工艺,如激光拼焊、液压成形、半固态金属加工、喷射成形和不同种类材料的焊接、粘接与铆接技术,塑料制品的低压注射成形、气体辅助注射成形技术等。

二、国内汽车材料现状及发展方向

我国汽车材料是伴随着汽车工业的发展而发展起来的,尤其是在“七五”至“九五”期间,我国通过合资的方式引进了国外先进的汽车产品技术,缩短了与发达国家之间的差距。在引进技术的带动下,“九五”期间“轿车新材料技术开发”被列入国家科技攻关计划,同时在国家863高技术计划新材料领域的支持下,先后开发出了一批轿车国产化急需的金属材料和非金属材料,促进了国产汽车材料的技术进步。

同国外相比,我国汽车工业整体技术水平还比较落后,汽车材料领域的差距更大。汽车行业采用的材料系列与品种繁杂、数量少,使汽车专用材料的产量难以达到经济规模;汽车材料基础技术研究薄弱,缺少材料评价技术与体系,材料技术标准混乱,基础数据匮乏。

从总体上看,国内汽车材料领域的现状还不能满足我国汽车工业的发展需要。国内汽车工业的迅速发展使我国汽车材料领域面临着前所未有的机遇与挑战,不仅汽车材料的需求量持续增长(预计从现在起到2020年,年均增长率可达20%以上),而且对材料的品质提出

了更高的要求，这为我国汽车材料领域的发展创造了十分有利的条件。但是，在经济全球化的大背景下，我国汽车材料领域将面临的是国际竞争，要牢牢地占领国内市场并进入国际市场，就必须努力提高整体素质，尤其是创新能力与科技水平，增强核心竞争力。

复习思考题

1. 汽车材料分为几大类？各有什么用途？
2. 当前世界汽车材料技术朝哪些方向发展？
3. 我国汽车材料技术存在哪些不足？

第二章 汽车运行材料

【学习目标】

1. 了解汽车运行材料现状及发展方向。
2. 理解并正确运用汽车运行材料的各种基础知识。
3. 掌握各种运行材料的类型、特点及应用。
4. 能够正确选用汽车运行材料。

汽车运行过程中使用的燃料、润滑油料、特种液和橡胶轮胎等统称为汽车运行材料。目前，汽车使用的燃料主要有汽油、柴油及一些新型代用燃料；汽车润滑油料主要有发动机润滑油、齿轮油、自动变速器油、润滑脂等；汽车用特种液主要有制动液、冷却液、空调制冷剂。汽车使用性能的发挥与运行材料的质量及正确使用有非常密切的关系，因此对汽车各种运行材料的性能和质量提出了更高的要求。

第一节 汽车燃料

燃料通常是指能够将自身储存的化学能通过化学反应（燃烧）转变为热能的物质。燃料的种类繁多，目前汽车所用燃料主要是汽油和柴油，此外还有一些代用燃料如甲醇和乙醇、液化石油气和天然气等。

一、汽油

汽油是汽油发动机的主要燃料，是最重要的石油产品。汽油从石油中提炼而来，含有200多种碳氢化合物，密度小，易挥发，自燃温度为415~530℃。

根据用途不同，汽油可分为车用汽油、航空汽油、工业汽油和溶剂汽油等。航空汽油用于飞机发动机，工业汽油用于工业加工，溶剂汽油用于洗涤机件及污染物；这三种汽油与车用汽油的性能不同，不能作为汽车发动机的燃料使用。通常将车用汽油简称为汽油。

1. 汽油的主要使用性能及评定指标

汽油的使用性能直接影响发动机的经济性、动力性、可靠性和使用寿命，其评定指标有蒸发性、抗爆性、氧化安定性、耐腐蚀性和清洁性等。

(1) 蒸发性及其评定指标 汽油由液体状态转化为气体状态的性质称为蒸发性。汽油发动机在工作时形成可燃混合气过程的时间很短，一般只有百分之几秒。因此汽油蒸发性对混合气品质有很大影响。蒸发性越好，越容易汽化，可燃混合气越均匀，有利于发动机在各种工况下的燃烧。但汽油的蒸发性太强，易使汽油在储存、运输中的蒸发损失加大，特别是在炎热夏季或高原地区，会导致汽油机油路出现“气阻”，供油不畅甚至中断，造成发动机熄火。因此要求汽油具有适宜的蒸发性。评定汽油蒸发性的指标有馏程和饱和蒸

汽压。

1) 馏程是指油品在规定条件下蒸馏所得到的, 以初馏点和终馏点表示其蒸发特征的温度范围。

汽油馏程的测定常用图 2-1 所示装置进行, 其测定过程大致如下: 将 100mL 试样油倒入烧瓶中, 按一定的条件加热, 汽油受热蒸发成蒸汽, 进入冷凝管, 经冷凝器冷却后又变为液体汽油流入量筒中。从冷凝管流出第一滴汽油的温度称为初馏点, 馏出量为 10mL、50mL、90mL 时的各个温度分别称为 10%、50%、90% 馏出温度。汽油蒸馏结束时的温度称终馏点或干点, 烧瓶中最后剩下的少量不蒸发物称为残留物。

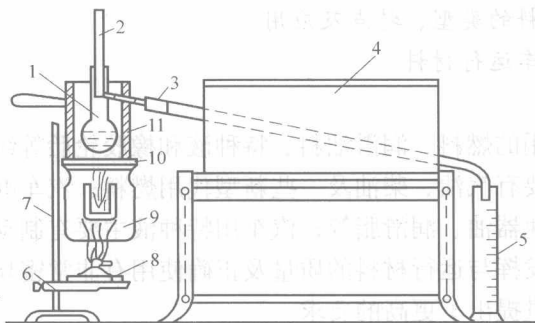


图 2-1 馏程测定装置

1—烧瓶 2—温度计 3—冷凝管 4—冷凝器 5—量筒 6—托架
7—支架 8—喷灯 9—下罩 10—石棉垫 11—上罩

馏程是汽油的重要质量指标, 根据汽油的馏程可以大致判断出汽油中所含轻质馏分和重质馏分的比例。

①初馏点为 100mL 汽油在规定条件下蒸馏时, 得到第一滴汽油馏分的温度。

②10% 馏出温度为 100mL 汽油在规定条件下蒸馏时, 得到 10% 汽油馏分的温度。它是衡量汽油机冬季冷起动性能及夏季气阻的指标, 过高将导致汽油机冷起动困难, 过低则汽油的蒸发性太强, 容易形成“气阻”。国标规定 10% 馏出温度不高于 70℃, 一般不低于 60 ~ 65℃。

③50% 馏出温度为 100mL 汽油在规定条件下蒸馏时, 得到 50% 汽油馏分的温度。它表示汽油中间馏分蒸发性的好坏, 对汽油机的暖机性能和加速性能影响较大。此温度低, 汽油蒸发性好, 汽油机的暖机性能和加速性能都较好。国标规定汽油的 50% 馏出温度不高于 120℃。

④90% 馏出温度为 100mL 汽油在规定条件下蒸馏时, 得到 90% 汽油馏分的温度。它表示汽油中重质成分的含量, 其值越低, 表明汽油重馏分含量越少, 有利于完全燃烧; 其值越高, 表明重馏分含量越多。因重馏分不易蒸发, 燃烧不完全, 排放污染大, 积炭也多, 未蒸发的汽油易进入气缸, 沿缸壁流入曲轴箱稀释润滑油, 破坏润滑油膜, 加剧零件的磨损, 在冬季尤为明显。因此, 国标规定 90% 馏出温度不高于 190℃, 终馏点温度不高于 205℃。

2) 饱和蒸汽压指在一定温度下, 汽油的液、气两相达到平衡状态时, 汽油蒸汽所产生的压强, 单位用 kPa 表示。其值高, 说明汽油轻质馏分含量高, 蒸发性好、易于发动机起

动。但过高则易产生“气阻”，蒸发损失也越大。所以国标限制其最大值。

(2) 抗爆性及其评定指标 汽油在发动机气缸内燃烧时防止爆燃的能力称为抗爆性。抗爆性好的汽油不易产生爆燃，可用于压缩比较高的发动机，以提高其动力性和经济性。评定汽油抗爆性的指标用“辛烷值”表示，辛烷值越高，汽油的抗爆性越好。车用汽油的牌号也是根据汽油的辛烷值来规定的。

1) 辛烷值的测定。汽油的辛烷值是指在规定的测试条件下，与被测汽油具有相同抗爆性能的异辛烷与正庚烷所组成的标准燃料中，异辛烷所占的体积百分数。辛烷值的具体测试方法如下。

按规定选用抗爆性悬殊的异辛烷和正庚烷作为标准液。异辛烷抗爆性好，定其辛烷值为100单位，而正庚烷抗爆性很差，定其辛烷值为0单位。把这两种标准液按不同容积比混合，可得到各种不同抗爆性的标准混合液（标准燃料）。在一定的测试条件下，用这些不同比例的标准混合液与被测汽油作对比试验，当其中某一比例标准混合液的抗爆强度正好与被测汽油的抗爆强度相同时，这一标准混合液中异辛烷所占的体积百分数即为被测汽油的辛烷值。如90号汽油的辛烷值为90单位，它的抗爆性与含90%异辛烷的标准混合液相同。

汽油辛烷值的测定有马达法（MON）和研究法（RON）。由于两者测试条件不同，研究法比马达法测定的辛烷值高7~9个单位。目前车用汽油的规格均采用研究法辛烷值来划分牌号。

我国还采用了抗爆指数作为汽油抗爆性的评价指标，它是同种汽油研究法辛烷值与马达法辛烷值的平均值。抗爆指数表示了在一般条件下汽油的平均抗爆性能。

2) 提高汽油抗爆性的主要方法和措施如下：

①采用先进的汽油炼制工艺，如催化裂化、加氢裂化和催化重整等工艺，生产高辛烷值的汽油。用常压蒸馏法获得的汽油组分，其辛烷值只有40~55；用热裂化和焦化法获得的汽油组分，其辛烷值达50~65；使用催化裂化、加氢裂化和催化重整等工艺获得的汽油组分，其辛烷值高达70~85。

②在汽油中加入抗爆添加剂。常用的抗爆添加剂是四乙基铅，向直馏汽油中加入约0.13%的四乙基铅，辛烷值可提高20~30单位。但四乙基铅有剧毒，这种加铅汽油对人体毒害很大，其燃烧铅化物对大气会产生严重污染，各国已先后取消了含铅汽油，现在汽车均采用无铅汽油。

③在汽油中加入辛烷值改善组分——含氧系燃料组分。无铅汽油常用的提高抗爆性的添加剂有甲基叔丁醚（MTBE）或叔丁醇（TBA），把它们调入汽油中，具有辛烷值高、油耗低（调入10%后，油耗下降4%~7%），可改善发动机的低温起动性和加速性，降低有害物质排放等优点。同时其生产成本不高，具有较高的应用价值。

(3) 氧化安定性 是指汽油在储存使用过程中抵抗氧化生胶的能力，用于判定汽油能否使用或继续储存。由于受到空气中的氧、光和温度的影响，安定性差的汽油容易发生氧化反应，生成酸性物质和胶状物质，使汽油颜色变深、酸值增加、辛烷值降低。这种汽油易造成汽油机燃油系统阻塞、气门关闭不严、积炭增加、气缸散热不良、容易爆燃等现象，因此汽油必须具有良好的氧化安定性。评定汽油氧化安定性的指标有实际胶质和诱导期。

1) 实际胶质是指在规定条件下测得的燃料的蒸发残留物，用100mL试样中所含毫克数

表示,主要用于判断汽油生成胶质的倾向。国标规定车用汽油的实际胶质不大于 $5\text{mg}/100\text{mL}$ 。

2) 诱导期是指在规定的加速氧化条件下,油品处于稳定状态所经历的时间周期,其单位为 min 。它用于判断汽油氧化变质的倾向,诱导期越长,汽油越不易被氧化。国标要求车用汽油的诱导期不小于 480min 。

为了提高汽油的氧化安定性,除在石油炼制时采用催化重整和加氢精制等精炼工艺外,通常在汽油中加入抗氧防胶剂和金属钝化剂。

(4) 腐蚀性 汽油在储存、使用过程中,不可避免地要与各种金属接触,汽油对储油容器和机件不应产生腐蚀作用。汽油中的各种烃类物质本身并不腐蚀金属,引起金属腐蚀的物质是汽油中的硫及硫化物、有机酸和水溶性酸或碱等物质。评定汽油腐蚀性的指标有以下几项:

1) 硫含量表示油品中硫及其衍生物的含量,用质量百分数表示。汽油中的硫经燃烧后可生成硫的氧化物,遇水即形成亚硫酸和硫酸,对金属有强烈的腐蚀作用,而且一旦流入发动机的曲轴箱还会使润滑油过早老化变质。因此,国标规定车用汽油的硫含量不大于 0.15% ,并可用铜片腐蚀试验来测定。

2) 硫醇硫含量。汽油中的硫醇和硫化氢属活性硫化物,对金属有强烈的腐蚀作用,其中硫醇还会促进胶质生成,影响汽油的氧化安定性,因此应严格控制。国标规定车用汽油的硫醇硫含量不大于 0.001% 。通常采用博士试验法测定。

3) 酸度是指中和 100mL 油品中的酸性物质所需要的氢氧化钾毫克数,以 $\text{mgKOH}/100\text{mL}$ 表示。它用于确定油品中有机酸的总含量,国标规定车用汽油的酸度不大于 $3\text{mgKOH}/100\text{mL}$ 。

4) 水溶性酸或碱用于判定油品中是否存在无机酸、低分子有机酸或水溶性氢氧化物,这些物质是石油炼制过程中残留下来的,有很强的腐蚀性。因此国标规定,车用汽油中不允许含有水溶性酸或碱。通常采用酸碱指示剂或用酸度计测定。

5) 无害性。随着环境污染的加剧和人们环保意识的提高,对无铅汽油中其他有害物的含量也有一定限制。我国《车用汽油有害物质控制标准》规定了苯、烯烃、芳烃、锰、铁、铜、铅、磷、硫含量的控制限值。

此外,汽油还有清洁性要求,即不允许汽油中含有机械杂质和水分。否则会加剧发动机机件的磨损,并严重影响发动机的正常工作。通常将汽油注入清洁干燥的 100mL 玻璃量杯中目测。

2. 车用汽油的规格和牌号

汽油的牌号是以汽油的抗爆性(辛烷值)表示的。牌号越大,则辛烷值越高,抗爆性越好。我国汽油牌号按研究法辛烷值(RON)划分,GB 17930—2006《车用汽油》有90、93、95、97等几个牌号,各项指标见表2-1。

3. 车用汽油的选用

汽油的选用对发动机的动力性和经济性有很大影响。对于一定压缩比和燃烧室结构的发动机,若汽油的牌号选择过低,会使发动机产生爆燃,功率下降,油耗上升;若汽油牌号选择过高,不仅造成经济上的浪费,还会使发动机过热,严重时甚至烧坏排气门和排气门座。因此,必须正确选用汽油的牌号。

表 2-1 车用汽油

项 目	质量指标				试验方法
	90号	93号	95号	97号	
抗爆性:					
研究法辛烷值(RON) 不小于	90	93	95	97	GB/T 5487
抗爆指数(RON + MON)/2 不小于	85	88	90	报告	GB/T 503
铅质量浓度/(g/L) 不大于	0.005				GB/T 8020
馏程:					
10%蒸发温度/℃ 不高于			70		
50%蒸发温度/℃ 不高于			120		
90%蒸发温度/℃ 不高于			190		GB/T 6536
终馏点/℃ 不高于			205		
残留量体积分数(%) 不大于			2		
蒸汽压力/kPa					
从9月1日至2月29日 不大于			88		
从3月1日至8月31日 不大于			74		GB/T 8017
实际胶质质量/(mg/100L) 不大于			5		GB/T 8019
诱导期/min 不小于			480		GB/T 8018
硫的质量分数(%) 不大于			0.15		GB/T 380
硫醇(需满足下列要求之一)					
博士试验			通过		SH/T 0174
硫醇硫的质量分数(%) 不大于			0.001		GB/T 1792
铜片腐蚀(50℃,3h)(级) 不大于			1		GB/T 5096
水溶性酸或碱			无		GB/T 259
机械杂质及水分			无		

汽油牌号的选用首先应根据汽车使用说明书的要求来确定。在没有说明书时,可参考发动机压缩比来选择汽油牌号。一般来说,压缩比高的发动机应选用辛烷值较高的汽油;反之应选用辛烷值较低的汽油。汽油牌号的选用见表 2-2,在正常条件下,以不发生爆燃为原则来确定合适的牌号。目前国内汽车多选用 93 号或 97 号汽油。

表 2-2 汽油牌号的选用

发动机的压缩比	7.0~8.0	8.5~9.5	9.5以上
可选用汽油牌号	90	93	97

此外,根据发动机的工作条件和使用时间,可适当调整汽油牌号。如高原地区空气稀薄,汽油机爆燃倾向减小,可视情选择低一级牌号的汽油;发动机长时间使用后,爆燃倾向增大,可视情选择高一级牌号的汽油。

4. 车用汽油使用注意事项

1) 汽油具有一定毒性,平时不要用汽油作溶剂洗手或清洁机械零件、工具、工作服和