

新世纪
高等职业教育规划教材



汽车应用材料

李明惠 主 编
周 燕 副主编



新世纪高等职业教育规划教材

汽车应用材料

主 编 李明惠

副主编 周 燕

参 编 杨永富

易春阳

主 审 卢晓春



机械工业出版社

本书是为了适应高职高专“汽车应用材料”课程的教学需要而编写的。书中主要介绍了汽车工程材料的性能、组织结构,材料的强化技术和实际应用,现代汽车应用的各类工程材料如金属材料、高分子材料、陶瓷材料、复合材料、功能材料等的特性和应用实例,以及常用汽车运行材料如汽车燃油、汽车润滑材料、汽车工作液、汽车轮胎和汽车美容材料的特性和运用。

本书适合作为高等职业技术学院和高等专科学校汽车类专业的有关专业基础课程教材,也可供有关专业技术人员、汽车维修技师和汽车维修工参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车应用材料/李明惠主编. —北京:机械工业出版社, 2002.7
新世纪高等职业教育规划教材
ISBN 7-111-10483-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 043943 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:赵爱宁 版式设计:冉晓华 责任校对:姚培新
封面设计:姚毅 责任印制:闫焱
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2002 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·14.75 印张 365 千字
0 001—3 000 册
定价:21.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527
封面防伪标均为盗版

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

主任委员	李维东	广东白云职业技术学院	常务副院长
副主任委员	陈周钦	广东交通职业技术学院	院长
	石令明	广西柳州职业技术学院	院长
	蔡昌荣	广州民航职业技术学院	副院长
	覃洪斌	广西职业技术学院	副院长
	姚和芳	湖南铁道职业技术学院	副院长
	韩雪清	机械工业出版社教材编辑室	副主任
委	沈耀泉	深圳职业技术学院	副院长
员	郑伟光	广东机电职业技术学院	副院长
	张尔利	广西交通职业技术学院	院长
	谈向群	无锡职业技术学校	副院长
	刘国生	番禺职业技术学校	副院长
	陈大路	温州职业技术学院理工学区	主任
	邹 宁	广西机电职业技术学院	副院长
	成王中	济源职业技术学院	副院长
	管 平	浙江机电职业技术学院	副院长
	韦荣敏	广西柳州市交通学校	校长
	田玉柯	遵义航天工业学校	校长
	黄秀猛	厦门市工业学校	校长
	张毓琴	广东白云职业技术学院	兼委员会秘书

8.4.1/05

编写说明

20 世纪 90 年代以来,我国高等职业教育为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才,提高了劳动者的素质,对建设社会主义精神文明,促进社会进步和经济发展起到了重要作用。中共中央、国务院《关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定》指出:“要大力发展高等职业教育。”教育部在《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》中明确指出:“高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,培养拥护党的基本路线,适应生产、建设、服务第一线需要的,德、智、体、美等方面全面发展的高等技术应用性专门人才;学生应在具有必备的基础理论知识和专门知识的基础上,重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能。”加入 WTO 以后,我国将面临人才资源的全球竞争,其中包括研究开发型人才的竞争,也包括专业技能型优秀人才的竞争。高等职业教育要适应我国现代化建设的需要,适应世界市场和国际竞争的需要,尽快为国家培养出大批符合市场需求的、有熟练技能的高等技术应用性人才。

教材建设工作是整个高等职业教育工作中的重要内容,在贯彻国家教改精神保证培养人才质量等方面起着重要作用。根据目前高等职业教育发展的趋势,机械工业出版社组织全国多所在高等职业教育办学有特色、在社会上有影响的高职院校成立了“新世纪高等职业教育规划教材编审委员会”,诚请教学经验丰富、实践能力强的专业骨干教师,组织、规划、编写了这套“新世纪高等职业教育规划教材”,首批教材含三个专业系列共 21 本书(书目附后)。系列教材凝聚了全体编审人员、编委会委员的大量心血,同时得到了各委员院校的大力支持,在此表示衷心感谢。

参加本套教材编写的作者均来自教学一线,他们对高职教育的专业设置、教学大纲、教改形势都有深刻的认识和体会。这为编写出具有创新性、适用性的高职教材奠定了良好基础。

本套教材的编写以保证基础、加强应用、体现先进、突出以能力为本位的职教特色为指导思想,在内容上遵循“宽、新、浅、用”的原则。所谓“宽”,即知识面宽,适用面广;所谓“新”就是要体现新知识、新技术、新工艺、新方法;所谓“浅”,是指够用为度、通俗易懂;所谓“用”,就是要注重应用、面向实践。

本套教材的出版,将促进高等职业教育的教材建设,对我国高等职业教育的发展产生积极的影响。同时,我们也希望在今后的使用中不断改进、完善此套教材,更好地为高等职业教育服务,为经济建设服务。

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

前 言

根据 21 世纪高等职业教育人才特点, 以及汽车运用及维修专业人才的素质、业务范围、知识和能力结构等方面的要求, “汽车应用材料”作为该专业的一门专业技术课, 是学好后继专业课程的基础。通过本课程的学习, 学生对汽车应用的各种材料有一个较全面的、概括性的了解, 初步掌握汽车常用材料的性能, 具备合理选材及应用的能力。

随着汽车新技术、新材料的不断应用, 汽车应用材料的范畴已远远超过了原课程中所强调的金属材料的范畴, 而涉及到汽车工程材料、汽车运行材料以及各种汽车功能材料等多种材料的领域。因而, 作为一门主要专业基础课程, “汽车应用材料”课程应更加实用化、综合化, 涉及内容应更加广泛, 《汽车应用材料》教材的改革势在必行, 必须打破原有课程覆盖面窄、内容陈旧、理论性太强等弊病。按照高等职业教育教学的要求, 够用为度, 删除不必要的纯理论知识, 拓宽知识面, 缩短课时, 使本教材切实可行地应用于汽车专业教学之中。

本教材在编写过程中, 认真贯彻了国家教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的若干意见》文件的精神, 内容以必需、够用为度, 对知识方面教学力求针对性和实用性, 重点强调培养汽车运用与维修专业学生的基本能力和基本技能, 并及时反映汽车新材料、新技术和新成果, 适应社会对汽车类专业人才的需求, 体现以能力为本位的高职高专教育的特色。

本书分章节介绍了汽车工程材料的性能、组织结构, 材料的强化技术和实际应用, 现代汽车应用的各类工程材料如金属材料、高分子材料、陶瓷材料、复合材料、功能材料等的特性和应用实例, 以及常用汽车运行材料如汽车燃油、汽车润滑材料、汽车工作液、汽车轮胎和汽车美容材料的特性和运用实例。

全书共十三章。其中, 绪论、第二、五、七、八章由广东交通职业技术学院李明惠编写; 第一、三章由无锡职业技术学院杨永富编写; 第四、六章由湖南铁道职业技术学院易春阳编写; 第九、十、十一、十二、十三章由广西交通学校周燕编写。由李明惠任主编, 负责全书的统稿工作, 周燕任副主编。

本书由广东交通职业技术学院卢晓春副教授负责主审, 并得到李军、刘越琪副教授的大力支持, 在此深表感谢! 在编写本书的过程中, 我们参考了大量资料和文献, 在此, 对原作者一并表示深切的谢意!

由于时间仓促, 加上水平有限, 书中难免有缺点甚至错误, 欢迎读者批评指正, 以便修改再版。

编 者

2002 年 1 月

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第一章 材料的性能	10
第一节 材料的物理性能	10
第二节 材料的化学性能	12
第三节 材料的力学性能	12
第四节 材料的工艺性能	21
复习思考题	23

第二章 材料的组织结构与凝固	24
第一节 纯金属的晶体结构与结晶	24
第二节 合金的晶体结构及结晶	31
第三节 铁碳合金组织与铁碳合金相图	38
第四节 非金属材料的结构与成形	45
复习思考题	49

第三章 材料组织与性能的控制	50
第一节 钢在加热和冷却时的组织转变	51
第二节 钢的普通热处理工艺	57
第三节 材料的表面技术	62
复习思考题	69

第四章 常用金属材料	71
第一节 碳钢	71
第二节 合金钢	76
第三节 铸铁与铸钢	88
第四节 有色金属及其合金	97
第五节 金属材料在汽车上的应用	109
复习思考题	114

第五章 高分子材料	115
第一节 高分子材料的特性	115
第二节 塑料	117
第三节 合成纤维	122
第四节 橡胶	125
第五节 胶粘剂	129
第六节 涂装材料	133
复习思考题	136

第六章 陶瓷材料	137
第一节 常用工业陶瓷	137
第二节 玻璃	140

复习思考题	143
-------------	-----

第七章 复合材料及功能材料	144
第一节 复合材料	144
第二节 功能材料	149
复习思考题	153

第八章 汽车零件的选材	154
第一节 零件的失效分析	154
第二节 零件的选材原则	156
第三节 典型汽车零件的选材	160
复习思考题	163

第九章 汽车燃料	164
第一节 汽油	164
第二节 轻柴油	170
第三节 汽车新能源	175
复习思考题	177

第十章 润滑材料	178
第一节 发动机的润滑油	178
第二节 车辆齿轮油	186
第三节 汽车润滑脂	191
复习思考题	195

第十一章 汽车工作液	196
第一节 制动液	196
第二节 液力传动油	201
第三节 汽车其他工作液	204
复习思考题	207

第十二章 轮胎	208
第一节 轮胎概述	208
第二节 轮胎的使用与节能	215
第三节 21 世纪新型轮胎简介	218
复习思考题	221

第十三章 汽车美容材料	222
第一节 概述	222
第二节 常用汽车美容材料的品种、分类 及选用	224
复习思考题	229

参考文献	230
------------	-----

绪 论

在现代工业社会里，材料、能源、信息被称为现代技术的三大支柱，而能源和信息的发展，在某种程度上又依赖于材料的进步。因此，材料科学的发展在现代工业社会中占举足轻重的地位。

材料是人类生产和生活所必需的物质，人类社会的发展伴随着各种材料的不断开发和利用。目前，世界上已存在的自然材料和人工材料有近百万种，自然材料仅占 1/20，其余均为人工材料。在当前社会中，绝大多数的生产和生活用品是采用人工材料制造的，人工材料在材料科学的发展中占有着极其重要的地位。

同样，就汽车工业来讲，材料也是汽车工业的基础。汽车工业作为现代工业社会的一个重要标志，带动和促进着石油、化工、电子、材料等工业，以及交通运输业、旅游业等 30 余个其他行业的发展。由于制造和使用汽车的原材料品种多、数量大，汽车工业在国民经济中占有着重要的地位。据统计，世界上每年钢材产量的 1/4、橡胶产量的 1/2、石油产品的 1/2，均用于汽车工业及其相关工业。

一、汽车的主要构成

现代汽车的结构比较完善，是由许多机构和装置组合而成的，大多数汽车的总体构造及其主要机构的构造和作用原理大体上是一致的。常用汽车的总体构造基本上由以下四个部分组成：发动机、底盘、车身、电器电子设备。一般轿车、货车总体构造的基本形式如图 0-1、0-2 所示。

1. 发动机

发动机是汽车的动力装置，是汽车的“心脏”。其作用是使供入其中的燃料燃烧而发出动力，通过底盘传动系驱动汽车行驶。发动机主要由缸体、缸盖、活塞、连杆、曲轴以及配气、燃料供给、润滑、冷却等系统组成。

2. 底盘

底盘接受发动机发出的动力，使汽车得以正常行驶。底盘将汽车各总成、部件连接成为一个整体，并具有传动、转向、制动等功能。底盘主要包括传动系（离合器、变速箱、后桥等）、行驶系（车架、车轮等）、转向系（转向盘、转向蜗杆等）和制动系（油泵或气泵、刹车片等）四大系统。

3. 车身

车身用以安置驾驶员、乘客和货物。通常，货车车身由驾驶室、车箱等组成，客车、轿车则由车身结构件、车身覆盖件、车身外装件、车身内装件和车身附件等总成零件组成。

4. 电气电子设备

汽车电气电子设备主要包括电源、发动机的起动系和点火系、照明、信号、电子控制设备等。在现代汽车中，电子技术配备有了飞跃性的发展。目前，在汽车上，尤其是在轿车上较普遍地使用了电子打火、发动机动力输出控制（EPC）、发动机电控喷射系统、自动防抱死系统（ABS）、安全气囊系统（SRS）、自动诊断装置等电子设备，大大提高了轿车的可靠性和安全性。随着 21 世纪电子技术的不断发展，汽车将更加电子化和智能化。

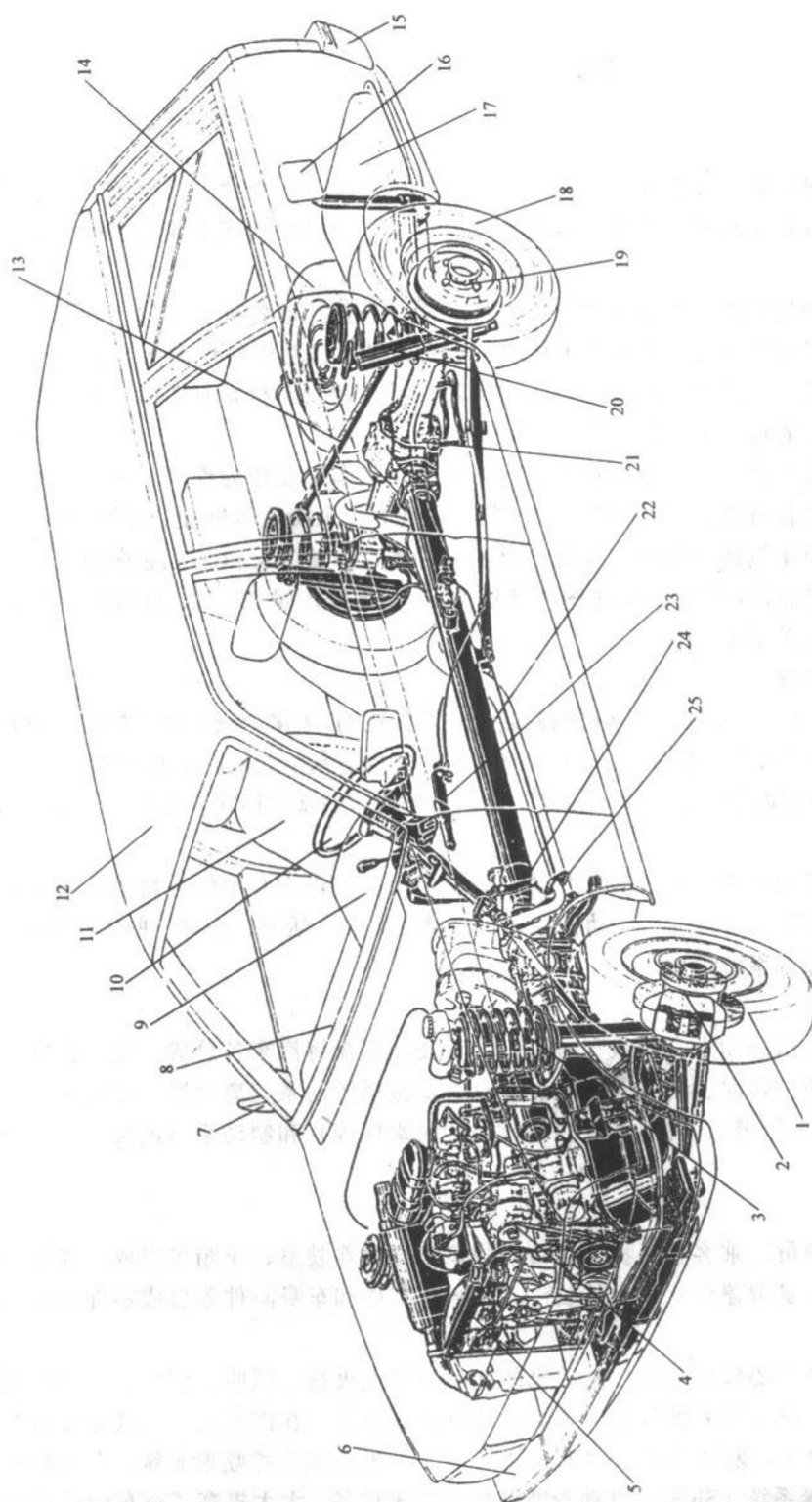


图 0-1 轿车总体构造示意图

- 1—前轮 2—前轮制动器 3—前悬架 4—发动机 5—散热器 6—前保险杠 7—后视镜 8—杂物箱 9—仪表盘 10—转向盘
 11—座椅 12—车身 13—稳定杆 14—备胎 15—后保险杠 16—加油口 17—油箱 18—后轮 19—后轮制动器
 20—后悬架 21—后桥 22—传动轴 23—驻车制动器 24—变速器 25—离合器和行车制动器踏板

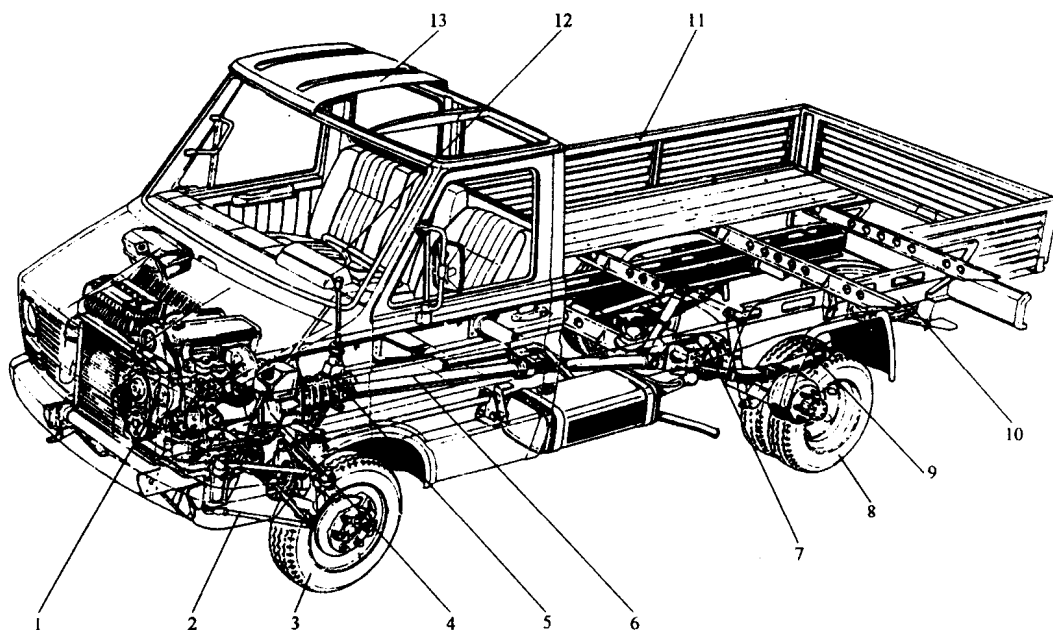


图 0-2 货车总体构造示意图

1—发动机 2—前悬架 3—转向车轮(前轮) 4—离合器 5—变速器 6—万向传动装置 7—驱动桥 8—驱动车轮(后轮) 9—后悬架 10—车架 11—车箱 12—转向盘 13—驾驶室

二、汽车材料的应用

通常，一辆汽车由约 3 万个零部件组装而成。汽车上每个汽车零件的生产制造都涉及到材料问题。据统计，汽车上的零部件采用了 4000 余种不同的材料加工制造。从汽车的设计、选材、加工制造，到汽车的使用、维修和养护无一不涉及到材料。

以现代轿车用材为例，按照重量来换算，钢材占汽车自重的 55%~60%，铸铁占 5%~12%，有色金属占 6%~10%，塑料占 8%~12%，橡胶占 4%，玻璃占 3%，其他材料（油漆、各种液体等）占 6%~12%。目前，汽车制造用材仍以金属材料为主，塑料、橡胶、陶瓷等非金属材料占有一定的比例。在本书中，我们将系统地介绍汽车应用材料的基础知识，以对汽车上应用的各种工程材料，以及汽车在运行过程中使用的各种运行材料有一个大致的了解。

汽车工业的发展一直是与汽车材料，及材料加工工艺的发展同步的。现代社会中，人们对汽车的要求从代步、运输逐渐转向多功能。因此，现代汽车要满足安全、舒适、自重轻、污染排放低、能耗小、价格低等要求，首先就要从材料方面考虑。目前，大量新型材料，如高分子材料、复合材料等的迅速发展，为现代汽车的发展提供了必要的条件。此外，其他新型材料，如复合材料、陶瓷材料、特殊用途材料（耐蚀、耐高温、隔光、隔热材料等）的用量也呈增长趋势。此外，随着全球能源危机趋势的加剧，汽车代用燃料的开发、以电动机替代内燃发动机，也将使传统的以汽油、柴油作为汽车燃料的状况发生根本性的变革。

三、汽车应用材料的组成

（一）汽车工程材料

汽车应用材料是指生产制造汽车，以及汽车在运行过程中所用到的材料。按照用途来分，

一般将其划分为汽车工程材料和汽车运行材料。

工程材料主要是指用于机械、车辆、船舶、建筑、化工、能源、仪器仪表、航空航天等工程领域中的材料。它既包括用于制造工程构件和机械零件的材料，也包括用于制造工具的材料和具有特殊性能的材料。汽车工程材料是指用于制造汽车零部件的材料。参照工程材料的分类，常用的汽车工程材料分类如图 0-3 所示。

1. 金属材料

金属材料是目前汽车上应用最广泛的工程材料。工业上，一般把金属材料分为两大部分：黑色金属和有色金属。黑色金属指钢铁材料；有色金属是指钢铁材料以外的所有金属材料，如铝、铜、镁及其合金。按照特性来分，有色金属又可分为轻金属、重金属、贵金属、稀有金属和放射性金属等多个种类。

钢铁材料在我国汽车工业生产中仍占主流地位。一部中型载货汽车上钢铁材料约占汽车总重量的 3/4，轿车上钢铁材料则超过总重的 2/3。钢铁材料最大的特点是价格低廉，比强度（强度/密度）高，便于加工，因而得到广泛的使用。汽车用钢铁材料有钢板、结构钢、特殊用途钢、钢管、烧结合金、铸铁及部分复合材料等，主要用于制造车架、车轴、车身、齿轮、发动机曲轴、气缸体、罩板、外壳等零件。

有色金属因具有质轻、导电性好等钢铁材料所不及的特性，在现代汽车上的用量呈逐年增加的趋势。例如：铝合金材料具有密度低、强度高和耐蚀性好的特性，在轿车的轻量化中占举足轻重的地位。据统计，近十年来轿车上铝及其合金的用量已从占汽车总重的 5% 左右上升至 10% 左右。此外，采用新型镁合金制造的凸轮轴盖、制动器等零部件，可以减轻重量和降低噪声。在轿车制造行业，采用铝、镁、钛等轻金属替代钢铁材料来减轻汽车自重，已成为轿车轻量化的一个重要手段。

2. 高分子材料

高分子材料属于有机合成材料，亦称聚合物。高分子材料可分为天然高分子材料（如蚕丝、羊毛、油脂、纤维素等）和人工合成高分子材料。后者因具有较高的强度、良好的塑性、较强的耐腐蚀性、很好的绝缘性和较轻的质量等特点，很快成为工程上发展最快、应用最广的一类新型材料。在工程上，根据高分子材料的力学性能和使用状态，一般将其划分为塑料、合成纤维、橡胶、胶粘剂和涂料等种类。

塑料主要指强度、韧性和耐磨性较好的，可用于制造某些零部件的工程塑料。塑料具有价廉、耐蚀、降噪、美观、质轻等特点。塑料正式应用于汽车始于 20 世纪 60 年代石油化工工业的兴盛期。现代汽车上许多构件如汽车保险杠、汽车内饰件、高档车用安全玻璃、仪表面板等零部件，均采用工程塑料制造，与钢铁材料相比更具有安全性，并可降低造价，较大地改善了汽车的安全性、舒适性、经济性。

其他高分子材料在汽车上也有着广泛的应用。汽车的座垫、安全带、内饰件等多数是由合成纤维制造的。合成纤维是指由单体聚合而成具有很高强度的高分子材料，如常见的尼龙、

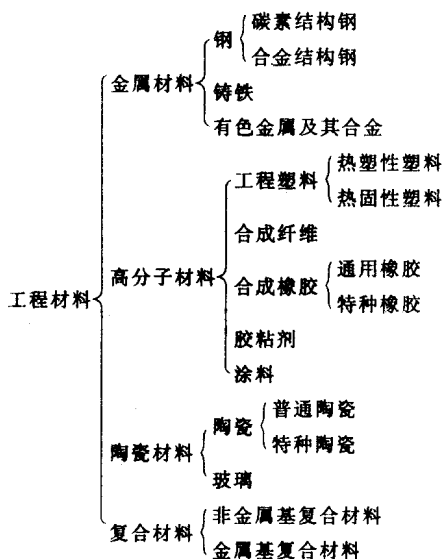


图 0-3 常用汽车工程材料的分类

聚酯等。橡胶通常用来制造汽车的轮胎、内胎、防振橡胶、软管、密封带、传动带等零部件；各种胶粘剂起到粘接、密封等作用，并可简化制造工艺；各种车用涂料对车身的防锈、美化及商品价值有不可忽视的作用。

3. 陶瓷材料

陶瓷材料属于无机非金属材料，主要为金属氧化物和非金属氧化物。陶瓷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。传统的陶瓷多采用粘土等天然矿物质原料烧制，而现代陶瓷则多采用人工合成的化学原料烧制。典型的工业用陶瓷材料有普通陶瓷、玻璃和特种陶瓷。

普通陶瓷（传统陶瓷）主要为硅、铝氧化物的硅酸盐材料；特种陶瓷（新型陶瓷）主要为高熔点的氧化物、碳化物、氮化物、硅化物等的烧结材料。近年来，还发展了金属陶瓷，主要指用陶瓷生产方法制取的金属与碳化物或其他化合物的粉末制品。陶瓷在汽车上的最早应用是制造火花塞。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振传感器、氧传感器、温度传感器等部件；另一部分陶瓷则作为结构材料用于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。

玻璃的主要成分是 SiO_2 。汽车上使用的玻璃制品主要为窗玻璃，要求其具有良好的透明性、耐候性（对气温变化不敏感）、足够的强度和很高的安全性。因而，车用玻璃必须是安全玻璃，主要有钢化玻璃、区域钢化玻璃、普通复合玻璃和 HPR 夹层玻璃等几种类型。其中，HPR（High Penetration Resistance）夹层玻璃是指具有高穿透抗力的夹层玻璃。采用这种玻璃，当车受到冲撞时，乘客若撞到车窗玻璃上，玻璃不会被击穿，从而避免了乘客因玻璃碎裂而受伤的危险。在欧美等国家，已规定前挡风玻璃只允许使用 HPR 夹层玻璃。

4. 复合材料

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。由于它是由不同性质或不同组织结构的材料以微观或宏观的形式组合形成的，不仅保留了组成材料各自的优点，而且具有单一材料所没有的优异性能，在强度、刚度、耐蚀性等方面比单纯的金属材料、陶瓷材料和高分子材料都优越。

原则上来说，复合材料可以由金属材料、高分子材料和陶瓷材料中任意两种或几种制备而成。按基体材料的种类来分，复合材料可分为非金属基复合材料和金属基复合材料两大类。非金属基复合材料是指以聚合物、陶瓷、石墨、混凝土为基体的复合材料，其中以纤维增强聚合物基和陶瓷基复合材料最常用；金属基复合材料是指以金属及其合金为基体，与一种或几种金属或非金属增强的复合材料。

复合材料是一种新型的、具有很大发展前途的工程材料。起初主要应用于宇航工业，近年来在汽车工业中也逐步得到应用。对于汽车车顶导流板、风挡窗框等车身外装板件，采用纤维增强复合材料（FRP）制造具有质轻、耐冲击、便于加工异形曲面、美观等优点；汽车柴油发动机的活塞顶、连杆、缸体等零件，采用纤维增强金属（FRM）来制造，可显著提高零件的耐磨性、热传导性、耐热性，并减小热膨胀。

（二）汽车运行材料

汽车运行材料是指汽车在运行过程中所消耗的材料。它包括燃料、润滑剂、工作液和轮胎等。这些材料大多属于石油产品。据统计，全球石油产品的 46% 为汽车及相关工业所消耗。

汽车运行材料的大致分类如图 0-4 所示。

1. 燃料

燃料通常是指能够将自身贮存的化学能通过化学反应（燃烧）转变为热能的物质。汽车燃料主要指汽油和轻柴油。

汽油作为点燃式发动机（汽油机）的主要燃料，其使用性能的好坏对发动机工作的可靠性、经济性以及使用寿命有极大影响。汽油是从石油提炼出来的密度小、易于挥发的液体燃料。对于汽油的使用性能，主要从蒸发性、抗爆性、化学稳定性、耐腐蚀性、清洁性等几方面考虑，从而保证了发动机在各种工况下的可靠启动、正常燃烧和平稳运转。

轻柴油（可简称柴油）是车用高速柴油机的燃料。与汽油相比，轻柴油的密度较大，易自燃。由于柴油机与汽油机的工作方式不同。对于柴油，主要从低温流动性、燃烧性、蒸发性、粘度、腐蚀性和清洁性等方面要求其使用性能。

据预测，石油资源只能供全世界使用到 2040~2050 年左右。随着全球石油资源的日趋紧张，汽车业作为最大的石油消耗工业之一，降低油耗和开发汽车新能源比过去任何时候都显得重要与迫切，并已成为近代汽车技术发展的重要研究课题。此外，进入 21 世纪以来，针对环境和能源形势的日趋恶化，世界范围内的环保呼声也越来越高，开发使用被称为“绿色能源”的清洁代用燃料也成为汽车燃料发展的趋势。

目前，较普遍使用的汽车清洁代用燃料有天然气、液化石油气、电能、氢、太阳能、醇类、醚类和合成燃料等。由于天然气、液化石油气、醇类、醚类和合成燃料的相对分子质量比汽油、柴油小得多，有利于与空气的混合、燃烧，其尾气排放 CO、HC、CO₂ 等污染比汽油、柴油低得多。除此之外，人们还正在尝试利用无污染的太阳能、电能驱动汽车。

2. 车用润滑油

汽车用润滑油主要包括发动机润滑油、车辆齿轮油和汽车润滑脂等。由于汽车可运行的地域辽阔，各地区的气候条件相差很大，因而对车用润滑油的要求比一般的润滑油更高。

汽车发动机润滑油的主要功用是对汽车摩擦零件间（曲轴、连杆、活塞、气缸壁、凸轮轴、气门）进行润滑。除此以外，性能优良的发动机润滑油还应具有冷却、洗涤、密封、防锈和消除冲击负荷的作用。

车辆齿轮油是用于变速器、后桥齿轮传动机构及传动器等传动装置机件摩擦处的润滑油。它可以降低齿轮及其他部件的磨损、摩擦，分散热量，防止腐蚀和生锈，对保证齿轮装置正常动转和齿轮寿命十分重要。

润滑脂是指稠化了的润滑油。与润滑油相比，润滑脂蒸发损失小，高温高速下的润滑性好，附着能力强，还可起到密封作用。

3. 汽车工作液

汽车用制动液、液力传动油、减振器油、冷却液及空调制冷剂等，统称为汽车用工作液。

制动液是汽车液压制动系中传递压力的工作介质，俗称刹车油，是液压油中的一个特殊品种。

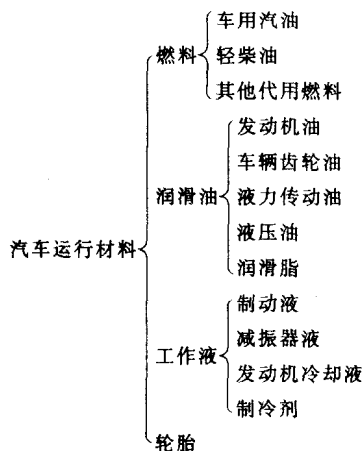


图 0-4 汽车运行材料的分类

液力传动油是用于自动液力变速器中的，用于传动、控制、润滑和冷却的工作介质。

发动机冷却液是对发动机冷却系统的冷却介质。其中防冻冷却液不仅具有防止散热器冻裂的功能，而且具有防腐蚀、防锈、防垢和高沸点（防开锅）的功能，可以有效地保护散热器，改善散热效果，提高发动机效率，保障汽车安全行驶。

减振器油是汽车减振器的工作介质。它利用液体流动通过节流阀时产生的阻力起到减振作用。

制冷剂是汽车空调器工作介质。它在空调器的系统中循环，不断地被压缩和膨胀，在膨胀蒸发时吸热，达到制冷的目的。

4. 轮胎

轮胎的主要作用是支承全车重量，与汽车悬架共同衰减汽车行驶中产生的振荡和冲击，支持汽车的侧向稳定性，保证车轮与路面有良好的附着性能。

汽车轮胎以橡胶为原料制成。世界上生产的橡胶约 80% 用于制造轮胎。轮胎的费用占整个汽车运输成本的 25% 左右。轮胎使用性能的好坏，直接影响着车辆的安全性、行驶稳定性和经济性。随着车辆行驶速度的不断提高，对轮胎的技术和安全要求也越高。掌握轮胎特征，正确地使用养护轮胎，可以延长轮胎的使用寿命，降低汽车的运行成本。

不同类型的轮胎有不同的结构特点和使用性能。按汽车轮胎组成结构，可分为有内胎轮胎和无内胎轮胎；按胎面花纹不同，又可分为普通花纹轮胎、越野花纹轮胎和混合花纹轮胎；按胎体帘布层的结构不同，又可分为斜交轮胎和子午线轮胎。

四、汽车应用材料的使用模式与选用原则

汽车应用材料是多种多样的，汽车应用材料的合理选用是汽车工业发展的重要因素。汽车各种应用材料的使用模式详见图 0-5。

选择适合的材料是设计和制造产品的必要条件，汽车选材也不例外。汽车应用材料的选择首先必须遵循一般的材料选择原则。由于材料的种类繁多，性能、作用和应用场合也各不相同，材料的选择主要从三方面进行：

- (1) 材料的使用性能 所选用材料制造的零件在使用过程中具有良好的工作性能。
- (2) 材料的工艺性能 所选用材料能够确保零件便于加工。
- (3) 经济性 所选用的材料能使产品具有较低的总成本。

五、汽车应用材料的展望

21 世纪是高新技术的世纪，信息、生物和新材料代表了高新技术发展的方向。总体来说，随着现代新技术、新材料的不断开发应用，现代汽车工业得到快速发展，而且，随着现代社会人们的生活水平的提高和环境意识的增强，汽车轻量化和减少污染成为汽车工业发展的方向。

对于汽车材料来说，其总的发展趋势是：结构材料中钢铁材料所占比例将逐步下降，有色金属、陶瓷材料、复合材料、高分子材料等新型材料的用量将有所上升。在性能可靠的条件下，将尽可能多地采用铝合金、复合材料等轻型、新型材料取代钢铁材料。

为了满足汽车轻量化的要求，汽车上采用了纤维增强聚合物基复合材料（FRP）、铝合金或纤维增强金属基复合材料（FRM）材料取代原有的钢铁结构零件；采用新型高强度陶瓷材料制造汽车发动机部件乃至整机；运用碳纤维增强树脂基复合材料（CFRP）制造驱动轴等；此外，汽车运行材料趋向采用绿色环保材料或燃料。这些措施，可使汽车向轻量化、高效、节能、低噪声、高舒适度、高安全性等方向发展。

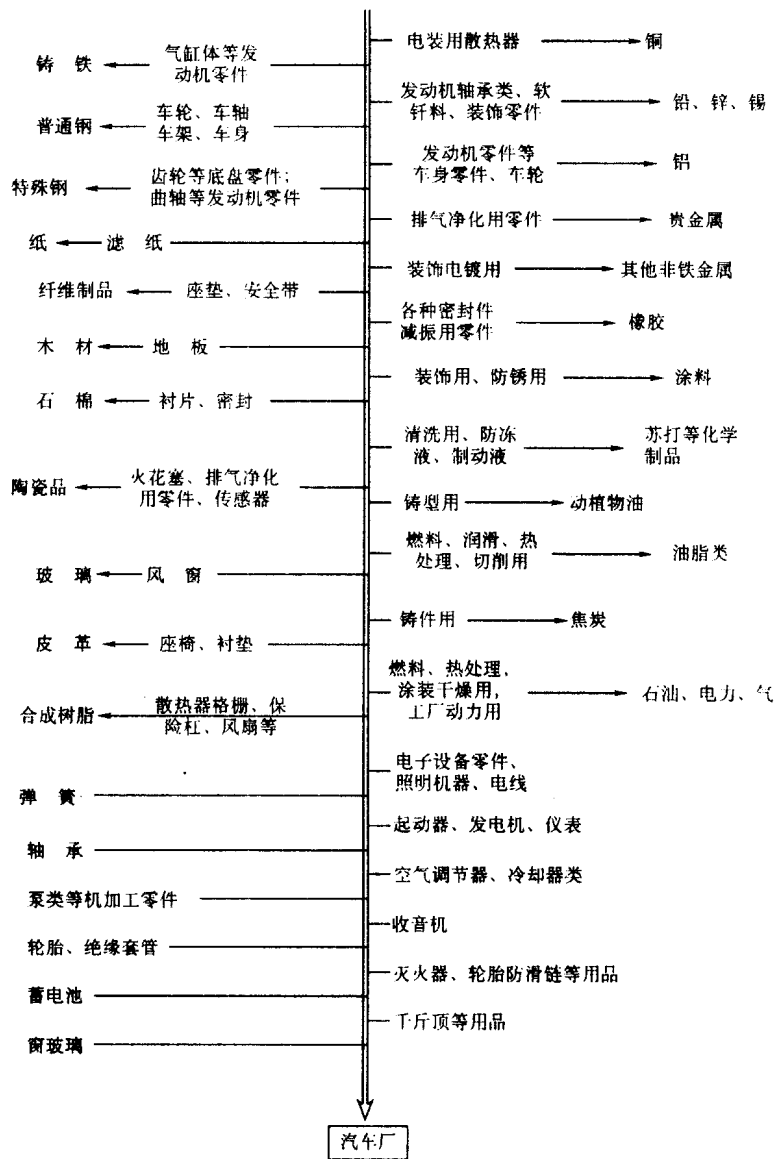


图 0-5 汽车应用材料的使用模式

近年来刚刚发展起来的纳米材料出现了许多传统材料不具备的奇异特性，已引起科学家相当大的兴趣。与常规材料相比，纳米材料体现出许多新奇特性，其光、热、电磁等物理性质与常规材料不同。比如纳米金属材料的电阻率会随尺寸的变化而变化；氧化物纳米材料对红外线微波有良好的吸收特性和光致发光现象；另外，由于纳米材料的化学性质也与常规材料截然不同，可开发出许多在传统工艺中难以生产的材料。例如将金属纳米颗粒放入常规陶瓷中可大大改善材料的力学性质，放入金属或合金中可以使晶粒细化，纳米氧化铝加到透明玻璃中，既不影响透明度又提高了抗高温冲击的能力。

对于汽车制造业，纳米技术也在近年来不断被开发。在汽车纳米材料和技术的开发中，迄今为止所取得的有实用价值的成果是生产了微电子零部件，这些部件最常应用于汽车安全气

1 囊的传感器；由我国最近研发的纳米汽油是纳米技术在汽车上的又一个具体应用。纳米汽油具有节约燃油、降低污染、改善车辆性能等特点。据测，在汽油中加入微量乳化剂制成的纳米汽油，油耗可以降低 10%~20%，动力性能可以提高 25%，尾气排放污染物（浮炭、碳氢化合物等）降低 50%~80%。另外，还可以清洗积炭，提高汽油的综合性能，既节约能源又减少污染；正在研究的纳米陶瓷材料在硬度、韧度和变形性等方面较传统陶瓷将有突破性的发展，既可降低成本，又可提高经济效益；此外，纳米技术还广泛应用于汽车玻璃、塑料合成、橡胶改性等方面。据记载日本本田汽车现在已经制造出体积仅有米粒大小而且能开动的汽车。

随着科技水平的不断进步和发展，相信会有更多的汽车新材料不断问世，不断应用于汽车行业之中。

第一章 材料的性能

材料的性能包括使用性能和工艺性能。

材料的使用性能是指零部件在正常使用条件下材料所表现出来的性能。主要包括力学性能、物理性能和化学性能。材料的使用性能决定了材料的使用范围、安全可靠性和使用寿命。

材料的工艺性能是指材料在各种加工过程中适应加工的性能。对于金属材料来讲,工艺性能主要包括了铸造性能、锻造性能、焊接性能、切削加工性能和热处理性能。材料的工艺性能直接影响着零部件的质量,是零部件选材和制订加工工艺路线时必须考虑的因素之一。

汽车应用材料主要以金属材料和非金属材料为主。由于非金属材料在性能指标及测试方法与金属材料相同或相似,所以本章主要以金属材料为例阐述工程材料的一般性能及主要指标。重点介绍材料的力学性能及相关指标。

第一节 材料的物理性能

材料的物理性能是指材料的固有属性,如密度、熔点、导热性、导电性、热膨胀性、磁性和色泽等。常用金属材料的物理性能见表 1-1。

一、密度

材料的密度是指单位体积物质的质量,用符号 ρ 表示,单位为 g/cm^3 。材料的密度关系到产品的重量和效能。

对于金属材料,按照密度的大小可分为轻金属和重金属。一般地,密度小于 $5\text{g}/\text{cm}^3$ 的金属称为轻金属,如铝、镁、钛及其合金;密度大于 $5\text{g}/\text{cm}^3$ 的金属称为重金属,如铁、铅、钨等,见表 1-1。非金属材料,其密度相对更小。陶瓷的相对密度为 $2.2\sim 2.5\text{g}/\text{cm}^3$,塑料的相对密度则多数在 $1.0\sim 1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 之间。

表 1-1 常用金属材料的物理性能

金属名称	元素符号	密度/ (g/cm^3)	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	热导率/ $[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$	线膨胀系数 $\times 10^{-6}/\text{K}$	电阻率 $\times 10^{-6}/$ $(\Omega\cdot\text{m})$	磁导率/ (H/m)
银	Ag	10.49	960.8	418.6	19.7	1.5	抗磁
铝	Al	2.6894	660.1	221.9	23.6	2.655	21
铜	Cu	8.96	1083	393.5	17.0	1.67~1.68	抗磁
铬	Cr	7.19	1903	67	6.2	12.9	顺磁
铁	Fe	7.84	1538	75.4	11.76	9.7	铁磁
镁	Mg	1.74	650	153.4	24.3	4.47	12
锰	Mn	7.43	1244	4.98(-192°C)	37	185	顺磁
镍	Ni	8.90	1453	92.1	13.4	6.48	铁磁
钛	Ti	4.508	1677	15.1	8.2	42.1~47.8	182
锡	Sn	7.298	231.91	62.8	2.3	11.5	2
钨	W	19.3	3380	166.2	4.6(20°C)	5.1	---
铅	Pb	11.34	327	—	29	7	抗磁