

职业教育汽车类岗位培训教程



汽车

钣金 · 涂装 · 装潢与美容

邱英杰◎主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

职业教育汽车类岗位培训教程

汽车钣金·涂装·装潢与美容

主 编 邱英杰
副主编 沈国清 陈 宁
参 编 黄会明 孙培峰 俞建军



机械工业出版社

本书是针对汽车维修中钣金、涂装、装潢和美容岗位的实际需求而编写的。全书分为汽车常用材料、汽车钣金、汽车涂装、汽车装潢与美容等4章,系统地阐述了汽车钣金、涂装、装潢与美容作业的基础知识和实际操作方法,内容浅显、实用。

本书可以作为职业院校汽车类专业的汽车维修课程教材,也可以作为汽车4S企业岗位培训教材,以及汽车钣金、涂装、装潢与美容从业人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

汽车钣金·涂装·装潢与美容/邱英杰主编. —北京:
机械工业出版社, 2009. 6
职业教育汽车类岗位培训教程
ISBN 978-7-111-25726-4

I. 汽… II. 邱… III. ①汽车-钣金工-职业教育-教材②汽车-涂装-职业教育-教材③汽车-装饰-职业教育-教材④汽车-车辆保养-职业教育-教材 IV. U472

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第089912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:宋学敏 责任编辑:张祖凤
版式设计:霍永明 责任校对:魏俊云
封面设计:陈沛 责任印制:乔宇
北京京丰印刷厂印刷
2009年8月第1版·第1次印刷
184mm×260mm·8.5印张·193千字
0 001—3 000册
标准书号:ISBN 978-7-111-25726-4
定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 88379199
封面无防伪标均为盗版

前 言

我国已经成为世界第三大汽车生产国、第二大汽车消费市场。汽车工业已成为我国的支柱产业之一，轿车已进入了普通百姓人家。相应地，汽车服务行业成为了发展最快速的行业，拥有一个庞大的就业群体和最紧俏的职业。

由于汽车消费的普及，驾驶员新手多，各类交通事故屡见不鲜，在汽车4S店中，钣金和涂装是最繁忙的工种，而在汽车钣金、涂装、装潢与美容岗位中有高等学历的人却不多。这几个岗位的职工大多是通过师傅带徒弟的方法培训出来的。师傅的理论和技術有限，培训出来的徒弟水平也就有限，常会产生一些问题。比如：钣金工在进行事故车的车身校正时就需要有较高的机架变形和内应力理论知识，如果不掌握这些知识往往会在车架校正时走弯路，甚至会使车架报废；在汽车维修企业中，因交通事故、汽车碰撞造成的汽车变形，经钣金工修理后，汽车仍会出现方向跑偏、轮胎异常磨损等有碍安全的故障；在涂装作业中造成对漆面缺欠处理不当和色泽不均等；尤其是装潢工加装汽车电器，如果缺乏相应的理论知识，在加装的过程中易导致电器损坏，甚至造成汽车的电器自燃。

本书是针对汽车维修中钣金、涂装、装潢与美容岗位的实际需求而编写的。书中系统地阐述汽车钣金、涂装、装潢与美容作业的理论基础和实际操作方法，是培训汽车钣金、涂装、装潢与美容工作岗位人员的合适的教材。

本书由杭州职业技术学院邱英杰高级工程师担任主编，杭州职业技术学院沈国清高级技师和浙江机电职业技术学院陈宁工程师任副主编，黄会明、孙培峰、俞建军参加编写。所有编者既有在汽车企业中多年的生产实践经验，又有培训员工的丰富的教学经验。本书在编写的过程中得到了浙江机电职业技术学院周培俊老师的帮助，在此深表感谢。

由于编者水平有限，书中难免出现错误，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言		
第一章 汽车常用材料	1	
第一节 材料的性能	1	
第二节 汽车钣金常用金属材料	4	
第三节 汽车钣金常用非金属 材料	7	
第二章 汽车钣金	14	
第一节 汽车钣金作业常用工具	14	
第二节 汽车钣金件的焊接	18	
第三节 汽车钣金基本作业	31	
第四节 车身校正	37	
第五节 四轮定位	51	
第六节 车门及其附件的安装 与维修	57	
第七节 风窗玻璃的安装与维修	62	
第八节 塑料件的修复	64	
第三章 汽车涂装	72	
第一节 涂装作业的环境和 主要设备	72	
第二节 涂装作业程序	74	
第三节 腻子与漆料	75	
第四节 轿车喷漆工艺	80	
第五节 漆面缺陷的处理	82	
第四章 汽车装潢与美容	87	
第一节 概述	87	
第二节 汽车的清洗	88	
第三节 漆面损伤与维护	91	
第四节 地胶板的铺设	93	
第五节 汽车太阳膜和车身彩条 的贴制	94	
第六节 车内装潢与饰品	96	
第七节 汽车外饰的加装	98	
第八节 汽车电器的加装	100	
第九节 汽车空调的加装与 维护	111	
参考文献	132	

第一章 汽车常用材料

随着汽车技术的发展,汽车材料在汽车设计以及提升汽车品质、质量、竞争力等方面的作用日益显现。未来汽车用材料将向着环保、节能、安全、舒适性和低成本等方向发展,同时,汽车材料轻量化的要求将更为突出。近几年,铝合金、高强度钢、合成塑料、复合材料和陶瓷在汽车中的应用越来越广泛。

第一节 材料的性能

材料的性能一般主要指材料的物理性能、化学性能、加工性能和力学性能。材料的性能决定了材料的使用性能和工艺性能以及相关产品的成本。

一、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、热膨胀性和磁性以及色泽等。

1. 密度

材料的密度是指单位体积物质的质量,单位是 kg/m^3 。在机械制造中,一般将密度小于 $5.0 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ 的金属称为轻金属,如铝、镁、钛及其合金;将密度大于 $5.0 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ 的金属称为重金属,如铁、铅、钨等。非金属材料的密度相对更小,如陶瓷的密度为 $(2.2 \sim 2.5) \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$,塑料的密度则多数为 $(1.0 \sim 1.5) \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ 。

在实际生产中,一些零件的选材必须考虑材料的密度,如汽车发动机中要求采用质量轻、运动时惯性小的活塞,因此活塞多采用低密度的铝合金制成。

2. 熔点

熔点是指材料由固态向液态转变的温度。各种金属都具有固定的熔点。熔点高的金属(如钨、钼、铬等)常用来制造耐高温的零件,如汽车发动机的排气门(40Cr10Si2Mo、4Cr9Si2)等;熔点低的金属(如锡、铅、锌等)常用来制造熔丝等零件。对于非金属材料来说,陶瓷材料的熔点一般都显著高于金属及合金的熔点,而高分子材料、复合材料一般没有固定的熔点。

3. 导热性

导热性是指材料在加热和冷却时传递热量的性能,常用热导率表示。材料的热导率越大,导热性就越好。例如,制造散热器、热交换器与活塞等零件应选用导热性好的材料。

4. 导电性

导电性是指材料传导电流的能力,常用电阻率表示。电阻率越小,导电性越好。金属中,银的导电性最好,铜、铝次之,合金的导电性较纯金属差。在非金属材料中,

高分子材料通常是绝缘体，而导电高分子材料一般都是复合型高分子材料。一般情况下陶瓷材料是良好的绝缘体，但某些特殊成分的陶瓷如压电陶瓷却是具有一定导电性的半导体材料。

5. 热膨胀性

热膨胀性是指材料随着温度的变化产生膨胀、收缩的特性，常用线膨胀系数来表示。由线膨胀系数大的材料制造的零件，在温度变化时，尺寸和形状变化较大。轴和轴瓦之间要根据线膨胀系数来控制其间隙尺寸；在热加工和热处理时也要考虑材料的热膨胀影响，以减少工件的变形和开裂。一般来说，陶瓷的线膨胀系数最低，金属次之，高分子材料最高。

6. 磁性

磁性是指材料能被磁场吸引或磁化的性能，常用磁导率表示。目前，应用较多的磁性材料有金属及合金磁性材料、铁氧体磁性材料两类。金属及合金磁性材料又分为铁磁材料、顺磁材料和抗磁材料。铁、钴、镍等金属及合金为铁磁材料，它们在外磁场中能强烈地被磁化，主要用于制造变压器和继电器的铁心、电动机的转子和定子等零部件；锰、铬等材料在外磁场中呈现十分微弱的磁性，称为顺磁材料；铜、锌等材料能抗拒或削弱外磁场的磁化作用，称为抗磁材料。抗磁材料多应用于仪表壳等要求不易磁化或能避免电磁干扰的零件。

铁氧体磁性材料常用于制作电视机、电话机、录音机及动圈式仪表的永磁体。

磁性只存在于一定的温度内，在高于一定温度时，磁性就会消失，如铁在 770℃ 以上就会失去磁性。

二、材料的化学性能

材料的化学性能是指材料在化学作用下表现出来的性能。对于金属材料来说，化学性能一般指耐腐蚀性和抗氧化性。对于非金属材料来说，还存在着化学稳定性、抗老化能力和耐热性等问题。

1. 耐腐蚀性

材料在常温下抵抗周围介质（如大气、燃气、水、酸、碱、盐等）腐蚀的能力称为耐腐蚀性。金属材料在腐蚀性介质中常会发生化学腐蚀或电化学腐蚀。碳钢、铸铁的耐腐蚀性较差；钛及其合金、不锈钢的耐腐蚀性较好；铝和铜也有较好的耐腐蚀性。汽车零件，如发动机内部零件常在高温和酸性环境中工作，对于汽车上易遭到腐蚀的零部件，一方面要采用抗腐蚀性好的不锈钢、铝合金等材料制造；另一方面，要采用适当的涂料进行涂覆，起到防腐蚀、填平锈斑的作用。

大多数高分子材料如陶瓷材料和塑料等都具有优良的耐腐蚀性。被誉为塑料王的聚四氟乙烯，不仅耐强酸、强碱等强腐蚀剂，甚至在沸水中其性能也非常稳定。

2. 抗氧化性

材料在高温下抵抗氧化的能力称为抗氧化性，又称为热稳定性。在钢中加入 Cr、Si 等元素，可大大提高钢的抗氧化性。如在高温下工作的发动机气门、内燃机排气阀等轿车

零部件，就是采用抗氧化性好的 4Cr9Si2 等材料来制造的。

三、材料的加工性能

汽车使用的大多数零件是采用金属材料制造的。金属材料的工艺性能，是指金属材料在工艺过程中所具有和表现出来的成形的性能，如铸造性能、锻造性能、焊接性能、切削加工性能和热处理性能等。

1. 铸造性能

铸造性能是指金属熔化成液态后，在铸造成形时所具有的一种特性，它常用金属的液态流动性、冷却时的收缩率和偏析等指标衡量。轿车上的曲轴、凸轮轴、转向器壳体、缸体等均是由金属材料铸造而成的。

2. 锻造性能

锻造性能是指金属材料对采用压力加工方法成形的适应能力，是衡量材料通过塑性加工获得优质零件难易程度的工艺性能。一般来说，纯金属的锻造性能比合金的好。如纯铁比碳钢的锻造性能好；铸铁的锻造性能则很差，根本不能采用锻造工艺加工；铜合金和铝合金在常温状态下就具有很好的锻造性能。

3. 焊接性能

焊接性能是指金属材料在一定的焊接工艺条件下，获得优质焊接接头的难易程度。焊接要保证能获得没有裂纹、气孔等缺陷的焊缝，并且焊接接头具有比较好的力学性能。

4. 切削加工性能

切削加工性能是指对材料进行切削加工的难易程度和切削加工后的表面质量，其难易程度与金属的强度、硬度、塑性和导热性有关。切削加工性能好的金属对刀具磨损量小、切削量大、加工表面精度高。

5. 热处理性能

热处理性能是指金属进行热处理时所表现出来的性能，一般可以通过热处理来提高金属材料的力学性能。

四、材料的力学性能

材料的力学性能是指材料在外加载荷作用下所表现出来的性能。材料的力学性能主要决定于材料的化学成分、组织结构、冶金质量、表面和内部的缺陷等内在因素，但一些外在因素如载荷性质、应力状态、温度、环境介质等也会有较大的影响。材料的力学性能包括强度、塑性、硬度、韧性、冲击韧度及疲劳强度等。

要研究材料的力学性能，必须先了解零件所承受的载荷的性质和作用方式。根据载荷的性质，一般分为静载荷、冲击载荷和交变载荷。静载荷，是指载荷的大小和方向不变或变动极缓慢的载荷，如汽车在静止状态下，车身对车架的压力属于静载荷；冲击载荷，是指以较高速度作用于零部件上的载荷，如汽车在不平的道路上行驶时，车身对悬架的冲击即为冲击载荷；交变载荷，是指大小与方向随时间发生周期性变化的载荷，如运转中的发动机曲轴、齿轮等零部件所承受的载荷均为交变载荷。根据载荷形式的不同，载荷也可分

为拉伸载荷、压缩载荷、弯曲载荷、剪切载荷和扭转载荷等。

1. 强度

强度是指材料在静载荷作用下,抵抗永久变形和(或)断裂的能力。根据所加载荷形式的不同,强度可分为抗拉、抗压、抗弯、抗剪和抗扭强度等。其中抗拉强度为最基本的强度指标,可通过拉伸试验方法测定。

2. 塑性

塑性是指材料在外力作用下,断裂前产生永久变形(塑性变形)而不被破坏的能力。材料的塑性通常采用伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 两个指标来表示。

对于金属材料来讲,具有一定的塑性才能顺利地进行各种变形加工。例如,汽车车身外用钢板件,只有采用具有优良塑性的冷轧钢板,才能确保加工出各种复杂的形状。

对于高分子材料来说,其弹性和金属材料的弹性在数量上有巨大差别。高分子材料的弹性变形很大,可达到100%~1000%,而一般金属材料只有0.1%~10%。

3. 硬度

硬度是衡量材料软硬的一个指标,通常是指材料抵抗其他硬物压入其表面的能力。常用硬度指标有布氏硬度(HB)、洛氏硬度(HR)和维氏硬度(HV)等,工业生产中常用布氏硬度和洛氏硬度。硬度测试简便,造成表面损伤相对较小,可在硬度试验仪上测定。

4. 冲击韧度

在冲击载荷作用下,材料抵抗破坏的能力称为冲击韧度。常用一次摆锤冲击弯曲试验来测定,用冲击吸收功除以试样缺口处截面面积来衡量材料的冲击韧度。许多机械零件和工具在工作中往往要受到冲击载荷的作用,如活塞销、锤杆、冲模等。

5. 疲劳强度

轴、齿轮、轴承、弹簧等零件,在工作过程中各点的应力随时间作周期性的变化,这种随时间作周期性变化的应力称为交变应力(也称循环应力)。在交变应力作用下,虽然零件所承受的应力低于材料的屈服点,但经过较长时间的工作而产生裂纹或突然发生完全断裂的过程称为材料的疲劳。材料承受的循环应力越大,则断裂时应力循环次数越少。当应力低于一定应力循环次数时,材料可以经受无限周期循环而不被破坏,此循环应力值称为材料的疲劳强度。

第二节 汽车钣金常用金属材料

汽车钣金常用的材料包括金属材料和非金属材料两种,其中,金属材料按其成分分为低碳钢、低合金钢、不锈钢、铜及铜合金、铝及铝合金等;按其外形分为板材、管材、型材、线材等。汽车钣金材料以板材和型材为主。

一、钢板

按其性质分为普通钢板、优质钢板和镀层钢板三种;按其轧制方法分为热轧钢板和冷

轧钢板两种；按其厚度不同分为薄钢板、厚钢板和特殊钢板三种。

1. 薄钢板

薄钢板通常是指厚度在4mm以下的钢板，也称薄板或铁皮。薄钢板有热轧和冷轧两种，包括普通碳素钢薄钢板、优质钢薄钢板和镀层薄钢板。按国家标准规定供应的薄钢板，其厚度范围为0.2~4mm，宽度范围为600~2000mm，长度范围为1200~6000mm。薄钢板是汽车钣金构件的主要材料。

(1) 普通碳素钢薄钢板和优质钢薄钢板 这类板材是经冷轧或热轧获得的薄钢板，俗称黑铁皮或黑铁板。冷轧钢板具有较好的塑性和韧性，适宜弯曲延伸制成凹形、曲面形、弧形等，不容易断裂。热轧钢板塑性和强度适中，锤制凸凹形状时其延伸性能较冷轧钢板差，容易开裂。由于其价格便宜，适宜于制作一般的通用产品。

1) 普通薄钢板。常用的有普通碳素钢薄钢板、低合金结构钢薄钢板、酸洗薄钢板等。

2) 优质薄钢板。常用的有优质钢薄钢板、合金结构钢薄钢板、不锈钢薄钢板、深冲压用冷轧薄钢板和搪瓷用热轧薄钢板等。

普通薄钢板和优质钢薄钢板有中等的抗拉强度，塑性较高、硬度较低、焊接性好，因此最适合成形加工工艺。所以，汽车上的驾驶室、油底壳、燃油箱、车厢等，都选择这两种材料制作。同时，普通薄钢板和优质钢薄钢板也适合于手工操作制作各种钣金零件。酸洗薄钢板常用于冲制器皿、铁箱柜等。薄钢板的缺点是容易生锈。

(2) 镀层薄钢板 镀层（镀膜）薄钢板俗称白铁皮，是在冷轧或热轧薄钢板上镀一层非铁金属（锌、锡、铅）膜而成。按镀层不同分为镀锌、镀锡和镀铅薄钢板三种。

1) 镀锌薄钢板。它具有耐蚀性能较好及表面美观的特征。表面发白，分平光和花纹两种。

2) 镀锡薄钢板。它具有耐蚀性能较好的特点。其表面是用电镀法镀一层锡，呈银白色，表面光亮又美观，其耐蚀性能较好。

3) 镀铅薄钢板。它具有耐蚀性强的特点，最适合做耐酸容器。但因铅有毒，所以镀铅薄钢板不能做食品容器和罐头盒，通常用它做燃油箱、贮油容器及其他防腐蚀性零件。镀铅薄钢板又称热镀铅合金冷轧碳素钢薄钢板。

2. 厚钢板

厚度在4mm以上的钢板通常称为厚钢板。通常把4.5~25mm厚的钢板称为中板；25~60mm厚的钢板称为厚板；超过60mm的钢板称为特厚钢板。

3. 特殊钢板

常用的特殊钢板有特殊复合钢板和花纹钢板等。

特殊复合钢板又称为双金属板，它是以一种金属材料为基体，再复合上另一种金属材料，以达到降低成本或用作特殊需要的目的。不锈钢复合钢板可以部分代替不锈钢用于制造耐腐蚀、防锈的容器、管道和防护罩等。铜—钢双金属复合钢用于制造电工产品、高压热交换器等。

花纹钢板表面有高低不平的菱形或扁豆形花纹，这些花纹具有防滑作用。花纹钢板用

于制造扶梯、汽车踏板等。钣金用花纹钢板厚度一般为 2.5 ~ 4.0mm, 宽度为 600 ~ 800mm。

二、非铁金属板材

非铁金属板材是指除钢、铁材料以外的其他金属及其合金的板材。其外观大多具有不同的色泽, 物理、化学性能各有特点, 适应某些特殊的要求。它与钢板一样, 都是汽车钣金件中不可缺少的重要金属材料。非铁金属板材的种类比较多, 现以汽车钣金中用得较多的铜板和铝板为例叙述如下。

1. 铜板

常用钣金铜板主要有薄铜板。薄铜板分为冷轧纯铜薄板和冷轧铜合金薄板两种。

(1) 纯铜薄板 纯铜薄板呈紫红色, 熔点为 1083℃, 密度为 $8.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 具有良好的导电性、导热性和耐蚀性, 还有良好的塑性和延展性, 但抗拉强度较低, 适于压力加工。纯铜价格比较贵, 在汽车上主要用于气缸垫、进(排)气歧管垫片、轴承垫片和散热器管、制动管等。

(2) 铜合金薄板 铜合金薄板主要指黄铜薄板。黄铜塑性好, 比纯铜强度高, 价格便宜。这种薄板材适合成形加工和手工制作各种钣金零件, 如汽车散热器、暖风散热管等。

纯铜和黄铜都可以进行焊接, 常用气焊和钎焊。

2. 铝板

常用钣金铝板有纯铝薄板和铝合金薄板两种。

(1) 纯铝薄板 纯铝薄板是银白色的轻金属, 熔点为 660℃, 密度为 $2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 并具有良好的塑性、延展性、导电性、导热性和耐蚀性。一般用于制作耐腐蚀容器、油桶和各种形状的拉深件和压弯件。由于铝板的抗拉强度较低, 所以不宜制作承受较大载荷的构件。

(2) 铝合金薄板 铝合金薄板是在纯铝中加入镁、锰、硅、铜等合金元素轧制而成的。其强度和耐蚀性比纯铝显著提高, 并保持了高塑性等一系列原有的良好性能。铝合金薄板适合制作较重要的拉深件和各种钣金工件, 如客车外表覆盖件、装饰件、铆钉及其他零件。

铝合金板有防锈铝合金板、硬铝合金板、一般铝合金板等几种。

铝材类还有专门轧制的铝型条。铝型条形状各异, 可根据需要压延拉制而成。一般用于汽车仪器、仪表的外壳和客车嵌条及装饰件。铝型条经过喷砂、氧化等处理后, 更为美观。

铝及铝合金的焊接性较差, 需要按照特定的焊接工艺操作才能获得较好的焊接效果, 可用气焊和电阻焊, 氩弧焊效果更好。

三、钢管

钢管分无缝钢管和有缝钢管两大类。

1. 无缝钢管

无缝钢管由整块金属轧制而成，断面上无接缝。根据生产方法，无缝钢管又分为热轧管、冷轧管和挤压管；按断面形状分圆形钢管和异形钢管两种，异形钢管有方形、椭圆形、三角形、星形和带翅管等各种复杂形状；根据壁厚不同分厚壁管和薄壁管等。无缝钢管主要用于高精度构件。材料有碳素结构钢、优质碳素结构钢和合金结构钢等多种。

2. 有缝钢管

有缝钢管又称为焊接钢管，用钢带成形后焊接而成，有镀锌管和不镀锌管两种。镀锌管又称为白铁管，不镀锌管又称为黑铁管。镀锌的有缝钢管因其外表镀有锌，可以防止生锈，常用作水管。不镀锌的有缝钢管用于普通低压或无压力的管道系统。

四、型钢

型钢的种类很多，根据断面形状分为简单断面型钢和复杂断面型钢。简单的断面型钢有圆钢、方钢、六角钢、扁钢和角钢；复杂的断面型钢有槽钢、工字钢。

1. 圆钢、方钢和六角钢

圆钢是断面为圆形的钢材，有热轧、冷轧和锻制三种。方钢是断面为方形的钢材，有热轧和冷拉两种。六角钢是断面为六角形的钢材，一般由圆钢冷拉制而成。

2. 扁钢

扁钢是断面为长方形的条钢，其规格用厚度和宽度来表示。扁钢常用于制作箍、框架、拉条等。弹簧扁钢常用来制造汽车弹簧钢板。

3. 角钢

角钢分为等边角钢和不等边角钢。

角钢的大小可用号数表示，其数值表示角钢边长的厘米数，如 3 号角钢表示边长为 30mm 的等边角钢。角钢常用于焊接结构件。

4. 槽钢

槽钢分为热轧槽钢、热轧轻型槽钢和普通低合金结构钢轻型槽钢三大类。槽钢规格用号数表示，号数表示槽钢高度的厘米数，如 10 号槽钢表示，其高度为 100mm。槽钢常用于制作柱、框架、梁以及车辆的底盘等。

5. 工字钢

工字钢分为热轧普通工字钢、热轧轻型工字钢和低合金结构钢热轧工字钢三大类。工字钢的规格用号数表示，号数表示工字钢高度的厘米数，如 10 号工字钢表示高度为 100mm 的热轧普通工字钢。号数后的 a、b、c 级表示同一号数工字钢中的不同腰厚。在相同高度下，轻型工字钢比普通工字钢的腿窄、腰薄、质量小。

第三节 汽车钣金常用非金属材料

汽车常用的非金属材料包括高分子材料、无机非金属材料 and 复合材料。高分子材料（即分子量特别大的有机化合物）包括塑料、橡胶等；复合材料包括金属和金属之间、非

金属和金属之间、非金属和非金属之间复合而成的材料,但工程复合材料大多以非金属复合材料为主。高分子材料、无机非金属材料 and 金属材料并称为三大工程材料。复合材料则是一种新兴的、具有广阔发展前景的工程材料。汽车上使用的非金属材料主要有橡胶、塑料、无机非金属材料 and 复合材料。特别是近年来,随着非金属材料的迅猛发展和汽车轻量化的要求,非金属材料已越来越多地应用在汽车上。

一、塑料

塑料以质量轻、强度大、易着色等特点,在汽车材料中应用范围逐渐扩大。除了采用塑料钣金件外,大约每辆汽车还有几百个塑料零件。

1. 塑料的组成及特性

塑料是以天然树脂或人造树脂为基体,加入填充剂、增塑剂、润滑剂、着色剂等而制成的高分子有机物。有些塑料本身不需加入任何添加剂,如有机玻璃。塑料的主要特性如下:

- 1) 密度小,吸水率低。
- 2) 化学稳定性好。塑料对酸、碱、盐和有机溶剂有良好的耐蚀作用。
- 3) 比强度高。尽管塑料的强度低于金属,但由于其密度小,塑料的比强度相当高(强度与密度的比值)。
- 4) 良好的绝缘性。所有塑料都有良好的绝缘性及耐电弧特性,可与陶瓷、橡胶及其他绝缘材料相提并论。塑料被广泛应用在汽车电气设备上。
- 5) 良好的耐磨、减摩和自润滑性能。多数塑料摩擦因数小,耐磨性能好,可作为减摩材料制造各种自润滑轴承、密封圈、齿轮等。
- 6) 良好的吸振性能。

2. 塑料的分类

塑料的种类很多,按其使用范围可分为通用塑料和工程塑料两大类,见表 1-1。按合成树脂的热性能分类,可分为热塑性塑料和热固性塑料,见表 1-2。

表 1-1 按塑料使用范围分类

类别	特 性	典型品种	代 号	应 用 举 例
通用塑料	原料来源丰富,产量大,应用广,价格便宜,容易加工成型,性能一般,可作日常生活用品和包装材料	聚氯乙烯	PVC	塑料管、板、棒、容器、薄膜及日用品
		聚乙烯	PE	可包装食物的塑料瓶、带、吸管等
		聚丙烯	PP	电视机外壳、电风扇与管道等
		聚苯乙烯	PS	透明窗、眼镜、灯罩、光学器件
		酚醛塑料	PF	电器绝缘板、摩擦材料、电木制品
		脲醛塑料	UF	玩具、开关、纽扣等
工程塑料	有优异的电性能、力学性能、耐冷耐热性能、耐腐蚀性能,可代替金属材料制造机械零件及工程构件	聚酰胺	PA	齿轮、凸轮、轴、轴套等尼龙制品
		ABS 塑料	ABS	泵叶轮、轴承、把手、冰箱外壳
		聚碳酸酯	PC	汽车外壳、医疗器械、防弹玻璃
		聚甲醛	POM	轴承、齿轮、仪表外壳
		有机玻璃	PMMA	飞机机窗、汽车车窗、窥视镜等
		聚四氟乙烯	PTFE	轴承、活塞环、防水薄膜密封件及不粘涂层

表 1-2 按塑料的热性能分类

类 别	特 征	典 型 品 种	代 号
热塑性塑料	树脂为线形高分子化合物，能溶于有机溶剂，加热可软化，易于加工成形并能反复塑成形	聚氯乙烯	PVC
		聚乙烯	PE
		聚酰胺	PA
		聚甲醛	POM
		聚碳酸酯	PC
热固性塑料	网状高分子树脂，固化后重新加不再软化和熔融、也不溶于有机溶剂，不能再成型使用	酚醛塑料	PF
		脲醛塑料	UF
		有机硅塑料	IS
		环氧树脂	EP

3. 汽车钣金常用塑料及其制品

- 1) 聚氯乙烯 (PVC)。PVC 塑料在汽车钣金中应用较广。
- 2) 聚苯乙烯。聚苯乙烯主要用于制造各种仪表外壳、指示灯灯罩等。
- 3) 低压聚乙烯。低压聚乙烯用于制造一般的结构零件，如玻璃升降器塞、手柄、杂物箱等。
- 4) ABS 塑料。ABS 塑料是由苯乙烯、丁二烯、丙烯腈所组成的树脂塑制而成的。它具有良好的综合性能，常用于制造转向盘、散热器罩、仪表板总成、车顶天窗、挡泥板等。
- 5) 聚丙烯。聚丙烯是塑料中密度最小的一种，其密度仅为 $(0.90 \sim 0.91) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，在汽车上可用于制造正时齿轮、散热器罩、变速器外壳、蓄电池外壳及挡泥板。
- 6) 有机玻璃。有机玻璃是一种高透明度的弹塑性塑料，透光率可达 90%，是高级透明材料，常用于制造指示灯保护镜、遮阳板、门窗玻璃及钣金装饰部件等。
- 7) 尼龙和聚甲醛。尼龙和聚甲醛都具有耐磨性，可用于制造正时齿轮、转向节衬套等。
- 8) 聚四氟乙烯。聚四氟乙烯属于减摩材料，它的耐高温、耐腐蚀、绝缘性能均好于其他塑料。即使在 250°C 使用 24h，其力学性能也不下降，有“塑料王”之美誉，常用于制造密封圈、垫片等零件。
- 9) 聚苯醚。聚苯醚属于耐高温零件用的塑料，可在 $-127 \sim 121^\circ\text{C}$ 之间工作，因此多用于制造在较高温度下工作的齿轮、轴承及水泵类零件。
- 10) 泡沫塑料。泡沫塑料有聚氨酯泡沫和聚乙烯泡沫塑料两种。前者主要用于车身装饰构件上；后者属于隔热、减振材料，用作地毯、密封条等。

二、橡胶

橡胶是一种有机高分子弹性化合物。橡胶具有良好的柔顺性、复原性，弹性也很好。橡胶具有不透水性、不透气性和绝缘性，但橡胶的抗拉强度不高，耐磨能力较差。

汽车上橡胶零件约有 300 多种, 橡胶制品分布于汽车发动机及其附件、传动、转向、悬架、制动、电气仪表及车身等系统内, 广泛用作密封、减振、胶管、传动带与轮胎。

1. 橡胶的分类

天然橡胶是割采橡胶树胶液经熬制成生胶, 生胶添加多种添加剂, 热成形制成橡胶制品。橡胶添加剂主要有活性炭(填充料)、硫化剂及其促进剂、软化剂、防老化剂、发泡剂等。

合成橡胶的品种很多, 如丁苯橡胶、氯丁橡胶、丁腈橡胶、硅橡胶, 合成橡胶主要是石油化工产品合成而制。

2. 常用橡胶

根据橡胶的使用范围, 可分为通用橡胶和特种橡胶。常用橡胶的种类、性能及用途见表 1-3。

表 1-3 常用橡胶的种类、性能及用途

类别	名称	代号	主要特点	使用温度/℃	用途举例
通用橡胶	天然橡胶	NR	综合性能好, 抗撕性、加工性良好。缺点是耐油性和耐溶剂性差, 耐臭氧性、老化性差	-70 ~ 110	用于制造轮胎、胶带、胶管、胶鞋及通用橡胶制品
	丁苯橡胶	SBR	优良的耐磨、耐热、耐老化性, 比天然橡胶质地均匀。加工成型困难, 硫化速度慢, 弹性稍差	-50 ~ 140	用于制造轮胎、耐寒运输带及耐寒用品。用于制造硬质橡胶
	顺丁橡胶	BR	性能与天然橡胶相似, 弹性好, 耐磨和耐寒性好, 易于与金属粘合	≤120	用于制造轮胎、耐寒运输带及橡胶弹簧
	氯丁橡胶	CR	力学性能好, 耐氧、耐老化、耐油、耐溶剂性好。但密度大、成本高、电绝缘性差、较难加工成型	-30 ~ 130	用于制造胶管、胶带、电缆粘剂、汽车门窗嵌条等
特种橡胶	聚氨酯橡胶	UR	耐磨、耐油性良好, 强度较高。但耐水, 耐酸, 碱性能差	≤80	用于制作胶辊实心轮胎及耐磨制品
	硅橡胶	SIR	优良的耐高温、耐低温性能, 电绝缘性好, 较好的耐老化性, 但强度低、价格高、耐油性差	-100 ~ 300	用于制造耐高温、耐寒电绝缘制品, 用于电器仪表固定与密封
	氟橡胶	FPM	耐高温、耐油、耐氟利昂、耐腐蚀性好于其他橡胶, 抗辐射性能好, 但加工性能差, 价格高	-50 ~ 315	用于制造耐腐蚀制品、空调系统的必要密封件、高真空密封件等

三、无机非金属材料

无机非金属材料主要有玻璃、石棉、陶瓷、毛毡、皮革、纸板、木板等。这些材料主要用于汽车的内部装饰, 其中以玻璃应用较多。

1. 玻璃

玻璃是汽车上必不可少的材料。汽车速度高, 因此对风窗玻璃的安全性要求更高。其

突出特点是：要求在风窗玻璃被撞击而破裂时，能够避免飞来物进入车内，保护乘员安全。玻璃主要有两种。

(1) 夹层玻璃 夹层玻璃是指在两块厚 $2 \sim 2.5\text{mm}$ 的玻璃之间加上一层厚 $0.38 \sim 0.76\text{mm}$ 的聚乙烯醇缩丁醛 (PVB) 中间膜以后热压而成的一种玻璃。夹层玻璃具有较高的强度，同时由于具有夹层安全膜，受冲撞破碎后呈辐射状碎裂，且仍能粘连在安全膜上。这样既避免了玻璃碎片脱落伤人，又能抑制对乘客头部的冲撞，具有很高的安全性。夹层玻璃属于高级的安全玻璃，常用于汽车的前窗玻璃。

(2) 钢化玻璃 将玻璃加热至 650°C ，用高速气流急剧冷却，从而在玻璃表面上形成残余的压应力层（约 100MPa ），使玻璃得到强化。经过强化的玻璃，可以获得 150MPa 的抗拉强度，其强度是普通平板玻璃的 3 倍。

钢化玻璃分为局部钢化玻璃和全钢化玻璃两种。全钢化玻璃的抗弯强度高，冲击韧度较大，而且在受到冲撞时，一旦冲撞点处的玻璃破碎，整个玻璃就像雪崩般破碎，形成不锋利的颗粒碎片，这样对人体的伤害大为减小，同时也可避免人体冲撞到玻璃。

普通的钢化玻璃也有缺点，就是在汽车行驶时若遇事故，风窗玻璃呈蜘蛛网状全面破碎，严重阻挡驾驶员的视线，从而容易引起二次事故。新型的区域钢化玻璃弥补了上述缺点，在驾驶员视线范围内的玻璃经过特殊处理，能够控制碎片的形状和大小。在国外，汽车的风窗玻璃采用区域钢化玻璃的较为广泛。全钢化玻璃是经过均匀钢化的，遭到破坏时，呈现出细小的碎片，多用作侧窗和后窗玻璃。

此外，现代汽车用玻璃正向轻量化、绝热、安全和多功能的方向发展。目前，国外已开发出天线夹层玻璃、调光夹层玻璃、热反射玻璃、除霜玻璃等多功能车用玻璃，这些大都应用在高级轿车上。

2. 陶瓷

(1) 陶瓷材料的性能

1) 力学性能与金属相比，陶瓷具有很高的弹性模量和硬度，抗压强度高，但脆性大、韧度小、抗拉强度很低。

2) 热性能。陶瓷材料熔点高、抗蠕变性能好，具有很高的耐热性，热硬性可达 1000°C 以上，膨胀系数和热导率小，是优良的绝缘材料，但是陶瓷急冷和急热性能差。

3) 化学性能。陶瓷的化学性能稳定，即使在 1000°C 也不会氧化，不会被酸、碱、盐或金属侵蚀熔融，不会老化。

4) 电性能。陶瓷导电性能变化范围很广。陶瓷一般有良好的绝缘性能，经过特殊加工，陶瓷可以加工成导电陶瓷，如氧化物半导体陶瓷。

5) 特殊功能。陶瓷可以加工微孔陶瓷，可以与特殊金属结合制成仪器仪表的传感器和催化器。

(2) 陶瓷在汽车上的应用

1) 陶瓷在汽车制造业上用作切削刀具。

2) 碗状微孔陶瓷可作汽油滤清器芯。滤芯若阻塞，可清洗或烧过后反复使用。

3) 将氧化锆或氧化钛制成微孔陶瓷元件,制成氧化锆型和氧化钛型氧传感器,为ECU提供发动机尾气排放中氧分子含量的信息,以便ECU调整向发动机的供油量,确保尾气排放清洁。

4) 三元催化转换器。三元催化转换芯子以蜂窝状陶瓷作为承载催化剂的载体,在载体上涂以催化剂,催化剂为铂(或钯)和铑的混合物。三元催化转换器装于排气管之后,消声器之前。三元催化转换器将发动机排放的有害气体,经催化剂作用转化成无害气体和水蒸气,以免污染环境。

5) 火花塞是由陶瓷材料制作的。陶瓷使火花塞具有电绝缘性和耐高温性能。

四、复合材料

复合材料是由两种或两种以上材料经人工组合得到的多相固体材料。复合材料具有各组成材料的特点,还能得到单一材料无法得到的特性。

1. 复合材料的组成和分类

复合材料一般由基体相和增强相组成。基体相起材料的整体成形作用;增强相起提高材料强度和韧性作用。

按复合材料增强相种类和结构形式不同,复合材料可分三种类型:

(1) 纤维增强复合材料 这类复合材料是以石棉纤维、玻璃纤维、碳素纤维做增强相,复合塑料、树脂、橡胶和金属为基体相的材料而制成。如橡胶轮胎、玻璃钢、纤维增强陶瓷等都是纤维增强复合材料。

(2) 层叠复合材料 层叠复合材料由两层或两层以上不同材料复合而成。如五合板、钢-铜-塑料复合而成的无油轴承材料等就是层叠复合材料。

(3) 颗粒复合材料 颗粒复合材料是由一种或多种颗粒均匀地分布在基体相内形成的。如硬质合金 WC-Co、WC-TiC-Co 就是颗粒复合材料;环氧树脂与金刚砂均匀混合浇铸成的齿轮叫珩磨轮,该材料是颗粒复合材料。

2. 常用纤维增强复合材料

这类复合材料技术发展很快,是应用广泛的复合材料,具有比强度(σ_b/ρ)和比弹性模量(E/ρ)高,减振性、抗疲劳性能好,耐高温性能好等特点。

(1) 玻璃纤维—树脂复合材料 这类材料是以玻璃纤维为增强相,以树脂为粘结剂而制成,俗称玻璃钢。

以尼龙、聚烯烃、聚苯乙烯类,以热塑性树脂为粘结剂制成的玻璃钢,其性能远高于普通塑料。抗拉强度、抗弯强度、疲劳强度均比普通塑料高2~3倍以上,冲击韧度提高1~4倍,蠕变抗力提高2~5倍,常用来制造轴承、齿轮、仪表盘、空调机叶片、汽车前后灯等。

以环氧树脂、酚醛树脂、有机硅树脂等热固性树脂为粘结剂制成的玻璃钢,具有密度小、强度高、耐腐蚀、电绝缘性好、绝热性好、成型工艺性好的特点。但其刚度差、耐热性不高、易老化。这种材料常被制作汽车车身、船体、风扇叶片、石油化工管道等。

(2) 碳纤维—树脂复合材料 碳纤维—树脂复合材料是以碳纤维及其制品为增强相,