

汽车材料基础知识



任务一



汽车材料概述

学习目标

- 了解汽车材料的分类方法。
- 简单了解各类汽车材料在汽车上的应用情况。

相关知识

汽车是现代交通的主要工具之一,其从设计、选材、加工制造,到使用、维修和养护等无一不涉及材料。汽车工业更是伴随着汽车材料及其加工工艺的发展而发展。

材料是指能为人类制造有用器件的物质。现代工程材料按用途大致可分为结构材料和功能材料两大类。结构材料主要用于制造工程结构件、机械零件和工具等;功能材料是指具有特殊物理性能和功能的材料,如电阻材料、磁性材料、膨胀材料和光纤材料等。

汽车材料是指汽车生产制造及汽车运行中所用到的材料,通常分为汽车零部件材料和汽车运行材料两大类。

一、汽车零部件材料

一辆汽车是由上万个零部件组装而成的,而这些零部件又采用了上千种不同种类、规格的材料加工制造而成。工程上,通常把用于制造汽车的工程材料统称为汽车零部件材料。

汽车零部件材料数量大、品种多,几乎涵盖了所有传统和新兴的机械工程材料。据统计,全世界钢材产量的 1/4 和橡胶产量的 1/2 都是用于汽车及其相关工业的。汽车零部件常用材料的分类如图 1-1 所示。

汽车零部件材料以金属材料为主,占整车质量的 80%左右,其中钢铁材料约占 70%,非铁金属材料约占 10%。非金属材料占整车质量的 20%左右,其中塑料约占 7%,橡胶占 3%~7%。

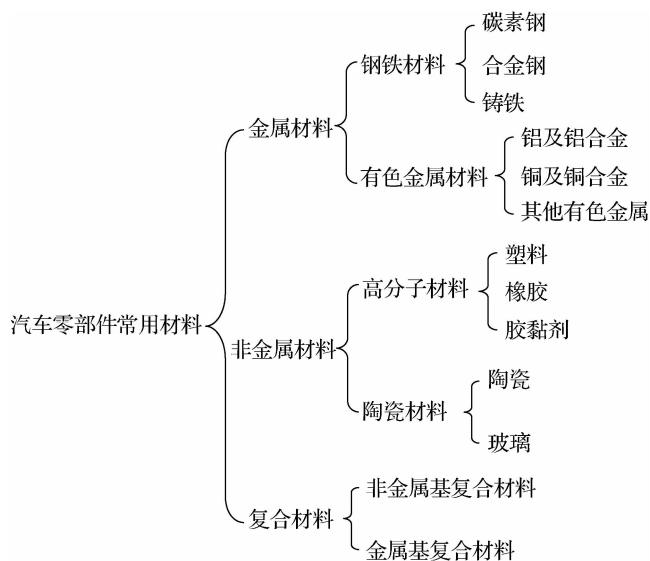


图 1-1 汽车零部件常用材料的分类

自 20 世纪 70 年代以来,汽车工业遇到了三大课题——污染、安全和节能。为适应安全、节能的要求,在汽车中特别是轿车中开始大量应用非金属材料,因而在汽车制造中钢铁的用量有所下降,而有色金属、非金属材料 and 复合材料等新材料的用量正在上升。

例如,铝合金、镁合金、钛合金、铜及铜合金等有色金属越来越多地替代钢铁材料用于制造汽车构件;工程塑料也广泛用于汽车保险杠、内外饰覆盖件及高档车用安全玻璃等各种部件;复合材料以其特有的质轻、耐冲击和便于加工异形曲面等良好性能,用于制造汽车车身和其他大型的结构件。此外,陶瓷、合成纤维及其他高分子材料也都在汽车上得到应用,并且应用范围逐步扩大。各种性能优越的新材料的应用,促进了汽车性能的提高和汽车工业的发展。

据统计,目前我国国产中型载货汽车的材料构成比为:钢材占 64%、铸铁占 21%、有色金属占 1%、非金属材料占 14%,如图 1-2 所示;国产轿车(以奥迪轿车为例)的材料构成比约为:钢材占 62%、铸铁占 9.67%、粉末冶金占 1.23%、有色金属占 8.5%、非金属材料占 18.6%,如图 1-3 所示。轿车与载货汽车相比,采用了更多的有色金属、非金属材料 and 粉末冶金材料,在新材料的使用上具有明显优势。

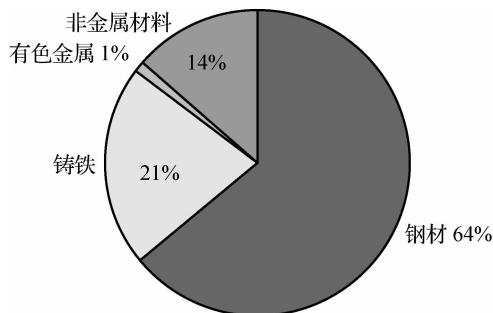


图 1-2 国产中型载货汽车的材料构成比

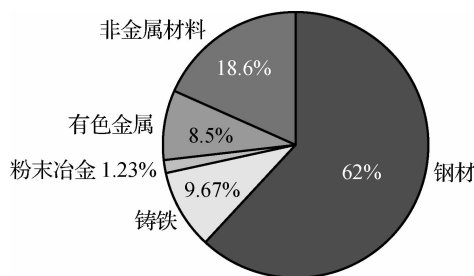


图 1-3 国产轿车的材料构成比

如图 1-4 所示为轿车发动机,其各组成零件的制造材料见表 1-1。

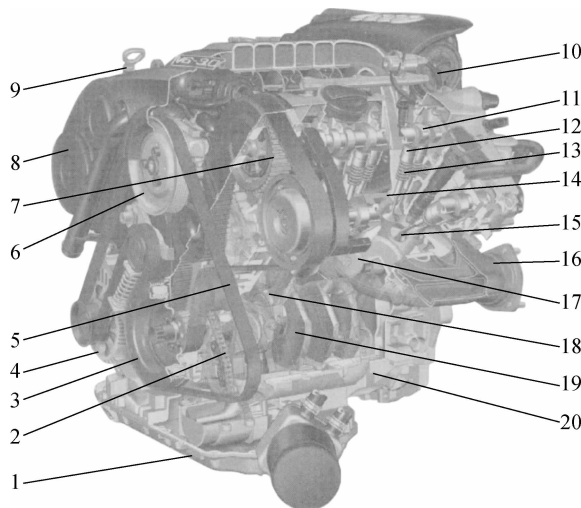


图 1-4 轿车发动机

表 1-1 轿车发动机各组成零件的制造材料

序 号	零 件 名	材 料	序 号	零 件 名	材 料
1	油底壳	低碳钢	11	凸轮轴	合金铸铁
2	齿形链	合金钢	12	挺柱体	合金钢
3	曲轴带轮	低碳钢	13	气门弹簧	弹簧钢
4	发电机壳	铸铝合金	14	气缸盖	铸铝合金
5	水泵传动带	纤维增强氯丁橡胶	15	排气门	耐热钢
6	水泵带轮	低碳钢	16	排气歧管	球墨铸铁
7	正时齿轮	铁基粉末冶金	17	活塞	铝硅合金
8	正时齿轮罩	工程塑料	18	连杆	中碳钢
9	机油尺	低碳钢	19	曲轴	中碳钢
10	真空管	丁腈橡胶	20	气缸体	铸铝合金

随着对车辆经济性和动力性要求的不断提高,非金属件在汽车上的应用越来越广泛,如图 1-5 所示为塑料件在汽车上的应用。

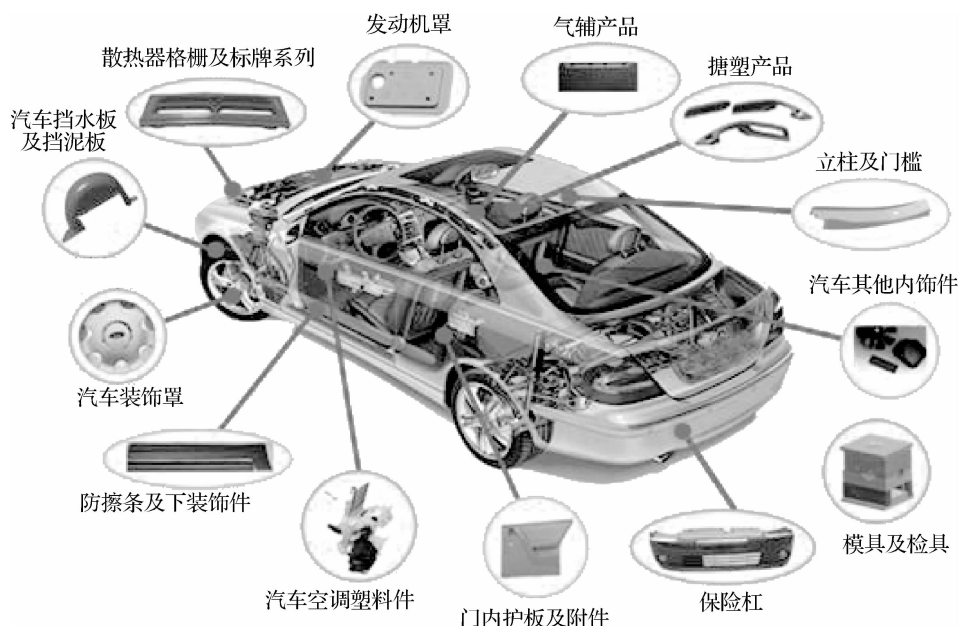


图 1-5 塑料件在汽车上的应用

二、汽车运行材料

汽车使用的燃料(汽油、柴油、替代燃料)、润滑剂(发动机润滑油、润滑脂和齿轮油等)、工作液(制动液、防冻液和制冷剂)等统称为汽车运行材料。汽车运行材料已成为汽车技术的重要组成部分,其性能和规格关系到汽车的动力性、燃油经济性、操纵稳定性、行驶平顺性、制动安全性和排放性等性能。若汽车运行材料使用不当,则汽车将出现早期损坏,造成资源浪费,污染环境。常用汽车运行材料的分类如图 1-6 所示。

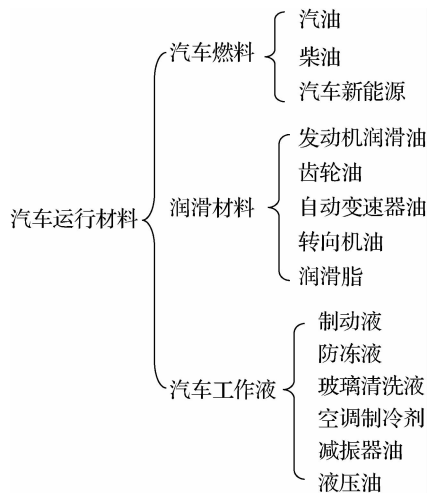


图 1-6 常用汽车运行材料的分类

1. 汽车燃料

目前,汽油和柴油仍是汽车的主要燃料。汽油主要有 3 种牌号:90 号、93 号和 97 号,柴油主要有 7 种牌号:10、5、0、-10、-20、-35 和 -50。

注:北京市环境保护局和北京市质量技术监督局发布了北京第五阶段车用汽油、柴油的地方标准,对汽油牌号进行了全面调整,由“90 号、93 号、97 号”修改为“89 号、92 号、95 号”。新标准于 2012 年 5 月 31 日正式实施。

随着汽车产量的激增、全球石油资源的短缺和生态环境的恶化不断加剧,开发研制石油替代燃料的重要性越来越突出。目前,已应用的石油替代燃料主要有天然气、液化石油气、醇类燃料(甲醇汽油、乙醇汽油)和电能等汽车新能源。如图 1-7 所示为使用液化石油气的轿车,图 1-8 所示为给车辆加注乙醇汽油。



图 1-7 使用液化石油气的轿车



图 1-8 给车辆加注乙醇汽油

2. 润滑材料

汽车是通过许多构件的相对运动实现整体功能的。固体之间的接触表面看似平整,但其实放大细微部分就会发现固体表面凹凸不平,一旦相互运动就会有摩擦产生。为了减小各运动零部件表面之间的摩擦,延长机件的使用寿命,就必须使用各种润滑材料。常用的润滑材料有发动机润滑油、齿轮油和润滑脂等。

发动机润滑油主要用于发动机的曲轴、连杆、活塞、气缸壁、凸轮轴、气门等摩擦零件的润滑。齿轮油主要用于变速器、后桥齿轮等传动机构摩擦处的润滑。润滑脂主要用于汽车传动轴(十字轴轴承、滑动叉)、轮毂轴承、钢板弹簧销、转向节销、万向节销等部位的润滑。图 1-9 所示为给汽车添加润滑油。

3. 汽车工作液

汽车的各个工作系统需使用各种工作介质以保障汽车的正常工作和安全行驶。例如,液压制动系统需使用的制动液,冷却系统需使用的防冻液,自动变速器需使用的液力传动油(即自动变速器油),还有减振器油、液压油和制冷剂等工作介质,这些材料统称为汽车工作液。图 1-10 所示为给汽车添加防冻液。

另外,随着近年来人们对汽车美观性和乘坐舒适性要求的提高,还出现了许多新型的汽车美容与装饰材料,如汽车清洗剂、车蜡、汽车保护剂、车膜、真皮内饰等,用以满足人们的各种需要。

总之,汽车材料种类繁多、性能各异,它们是汽车制造、运行和维护的基础。汽车的各项使用性能和使用寿命都离不开所用材料性能的保证。因此,只有了解汽车材料的性能及其

应用,才能正确、合理地选用材料,使汽车充分发挥其良好的技术和经济性能。



图 1-9 给汽车添加润滑油



图 1-10 给汽车添加防冻液

任务二



金属材料的性能

学习目标

- 了解金属的物理性能、化学性能、力学性能和工艺性能。
- 掌握材料强度、塑性、硬度、韧性、疲劳强度的概念及应用。
- 掌握各种有色金属材料在汽车上的应用。
- 能正确对汽车上使用的金属材料进行识别。

相关知识

现代汽车技术的发展十分迅速,制造汽车零件所用的材料更是五花八门,其中金属材料是汽车用材的主体,仅以质量而言,金属材料就占到全车的 65%~80%。由于用于制造汽车零件的金属材料种类很多、性能各异,因而只有充分了解金属材料的性能及用途,才能正确、合理地选用材料。金属材料的性能主要包括使用性能和工艺性能两个方面,其中使用性能又包括物理性能、化学性能和力学性能等。

一、金属材料的物理性能

金属材料的物理性能是金属材料的固有性能,包括密度、熔点、导电性、导热性、热膨胀性和磁性等。

1. 密度

密度是指物质单位体积的质量,用符号 ρ 表示,单位为 g/cm^3 。金属的密度即单位体积金属的质量,密度大于 $5 \times 10^3 \text{ g}/\text{cm}^3$ 的金属称为重金属,如铜、铁等;密度小于 $5 \times 10^3 \text{ g}/\text{cm}^3$ 的金属称为轻金属,如铝、钛等。常用金属材料的密度见表 1-2。

表 1-2 常用金属材料的密度

单位:g/cm³

材 料	密 度	材 料	密 度
铅	11.3	锡(白)	7.28
铜	8.9	钨	19.3
铁	7.8	铝	2.72
钛	4.54		

在汽车工业中,为了增加有效装载质量,应尽量使用轻质材料,如发动机中的活塞等某些高速运动的零件,应尽量减少自重,因此要采用强度高、密度较小的材料来制造,如用铝合金制造,如图 1-11 所示。

2. 熔点

金属材料从固态转变为液态的温度称为熔点,以摄氏度(℃)表示。各种金属都有其固定的熔点,常用金属中钨、铬等的熔点较高,可用于制造车灯灯丝、加热元件等耐高温零件。锡、铅等的熔点较低,可用于制造熔丝等零件。通常熔点低的金属材料加工时易于进行铸造和焊接。常用金属材料的熔点见表 1-3。



图 1-11 铝合金活塞

表 1-3 常用金属材料的熔点

单位:℃

材 料	熔 点	材 料	熔 点
钨	3 380	铝	660.1
钛	1 668	铋	271.3
铁	1 538	锡	231.9
铸铁	1 148~1 279	钛合金	447~575
铜	1 083		

3. 导电性

金属传导电流的性能称为导电性。衡量材料导电性的指标是电阻率,电阻率用符号 ρ 表示,单位为 $\Omega \cdot \text{m}$ (欧姆·米)。电阻率越小,金属的导电性越好。

常用金属中银、铜、铝等的导电性较好,工业上常用铜、铝及其合金作为导电材料。导电性差的合金,如镍-铬合金、铁-铬-铝合金,常用于制造汽车仪表中的电阻元件。

4. 导热性

材料传导热量的性能称为导热性,导热性是金属材料的重要性能之一。通常用热导率来衡量金属的导热性,热导率用符号 λ 表示,其单位为 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ [瓦特/(米·开尔文)]。

热导率越高,金属的导热性越好。金属中导热能力以银为最好,其次为铜、铝。合金的导热性比金属差。

导热性好的金属散热性能好,因此,在制造汽车散热器(见图 1-12)、热交换器和活塞等

零件时,应选择导热性能好的材料。散热器常采用导热性好的铝、钢等金属材料制造。



图 1-12 汽车散热器

5. 热膨胀性

金属材料随温度变化而膨胀、收缩的特性称为热膨胀性。常用线膨胀系数和体膨胀系数来衡量金属的热膨胀性,线膨胀系数用符号 α 表示,其单位为 $1/^\circ\text{C}$ 。线膨胀系数越大,金属的热膨胀性就越大。

金属的热膨胀性在实际工作中的应用非常广泛,如轴与轴瓦的装配间隙须根据材料热膨胀性来确定;在汽车修理中须利用金属的热膨胀性进行装配,如将活塞在开水或热油中先加热,使活塞孔径产生膨胀,从而使活塞销顺利地装进活塞孔,将活塞和连杆连接起来。

6. 磁性

金属导磁的性能称为磁性。通常用磁导率来衡量金属的磁性,一般用符号 μ 表示,其单位为 H/m (亨利/米)。磁导率越高,金属的磁性越好。

金属材料可分为铁磁性材料、抗磁性材料和顺磁性材料三类。铁磁性材料可用于制造变压器、电动机、测量仪表等。抗磁性材料则用于要求避免电磁干扰的零件和结构,如航海罗盘。当铁磁性材料温度升高到一定数值时,其磁场会被破坏,变为顺磁体,这个转变温度称为居里点,如铁的居里点为 770°C 。

常见金属的物理性能见表 1-4。

表 1-4 常见金属的物理性能

金属	符号	密度 $\rho(20^\circ\text{C})/$ ($1 \times 10^3 \text{ g/cm}^3$)	熔点/ $^\circ\text{C}$	电阻率 $\rho(0^\circ\text{C})/$ ($1 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$)	热导率 $\lambda/$ [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]	线膨胀系数 $\alpha(0 \sim 100^\circ\text{C})/$ ($1 \times 10^6 /^\circ\text{C}$)
银	Ag	10.49	960.8	1.5	418.6	19.7
铝	Al	2.698 4	660.1	2.665	221.9	23.6
铜	Cu	8.96	1 083	1.67~1.68(20°C)	393.5	17.0
铬	Cr	7.19	1 903	12.9	67	6.2
铁	Fe	7.87	1 538	9.7	75.4	11.76
镁	Mg	1.74	650	4.47	153.7	24.3
锰	Mn	7.43	1 224	185(20°C)	4.98(-192°C)	37

续表

金属	符号	密度 $\rho(20\text{ }^{\circ}\text{C})/$ ($1\times 10^3\text{ g/cm}^3$)	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	电阻率 $\rho(0\text{ }^{\circ}\text{C})/$ ($1\times 10^6\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$)	热导率 $\lambda/$ [W/(m·K)]	线膨胀系数 $\alpha(0\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C})/$ ($1\times 10^6/^{\circ}\text{C}$)
镍	Ni	8.90	1 453	6.84	92.1	13.4
钛	Ti	4.508	1 677	42.1~47.8	15.1	8.2
锡	Sn	7.298	231.91	11.5	62.8	2.3
钨	W	19.3	3 380	5.1	166.2	4.6(20 $^{\circ}\text{C}$)

二、金属材料的化学性能

金属材料的化学性能是指在室温或高温条件下金属抵抗各种化学腐蚀的能力,一般包括耐腐蚀性、抗氧化性和化学稳定性。

1. 耐腐蚀性

金属材料在常温下抵抗氧、水蒸气及化学介质腐蚀破坏作用等各种腐蚀的能力称为耐腐蚀性。一般可采用改变金属材料成分和进行表面处理的方法(如喷漆、电镀等)来提高金属的耐腐蚀性。

腐蚀对金属材料的危害很大,不仅使金属材料本身受到损失,严重时还会使汽车零部件遭到破坏。因此,提高金属材料的耐腐蚀性能,对于减少金属消耗、延长材料使用寿命,具有现实的经济意义。

2. 抗氧化性

金属材料在加热时抵抗氧化作用的能力称为抗氧化性。材料的氧化随温度升高而加速,如铸造、锻造、热处理和焊接等热加工作业,会造成材料过量的损耗和形成各种缺陷。因此,在高温下工作的零部件,如发动机的气门、活塞等零件,必须采用抗氧化性好的材料制造。

3. 化学稳定性

化学稳定性是金属材料的耐腐蚀性和抗氧化性的总称。材料在高温下的化学稳定性称为热稳定性。在高温条件下工作的零件,如发动机的活塞、活塞环,需要选择热稳定性好的材料制造。

三、金属材料的力学性能

不同的汽车零件由于所承受载荷的性质不同,因而其使用性能的要求也就不同。工程技术人员在选用材料时,除了要考虑材料的使用性能之外,还要考虑材料的工艺性能和经济性。

金属材料在使用过程中受到各种载荷的作用所反映出来的性能,称为材料的力学性能。汽车零部件在使用过程中,必然会受到各种外力的作用,如发动机上的连杆在工作时不仅受拉力、压力的作用,还要承受冲击力的作用。这些外力作用对材料有一定的破坏性,这就要求材料必须具有有一种抵抗外力作用而不致被破坏的能力,这就是材料的力学性能。

金属材料在加工和使用过程中都会受到外力的作用,这种外力通常称为载荷。载荷按作用性质不同,可分为静载荷、冲击载荷和交变载荷三类。

(1)静载荷是指大小和方向不变或变化缓慢的载荷。

(2) 冲击载荷是指突然增加的载荷。

(3) 交变载荷是指大小和方向随着时间做周期性变化的载荷。

载荷按作用方式不同,可分为拉伸、压缩、弯曲、剪切和扭转五种基本形式,各种载荷的作用形式如图 1-13 所示。

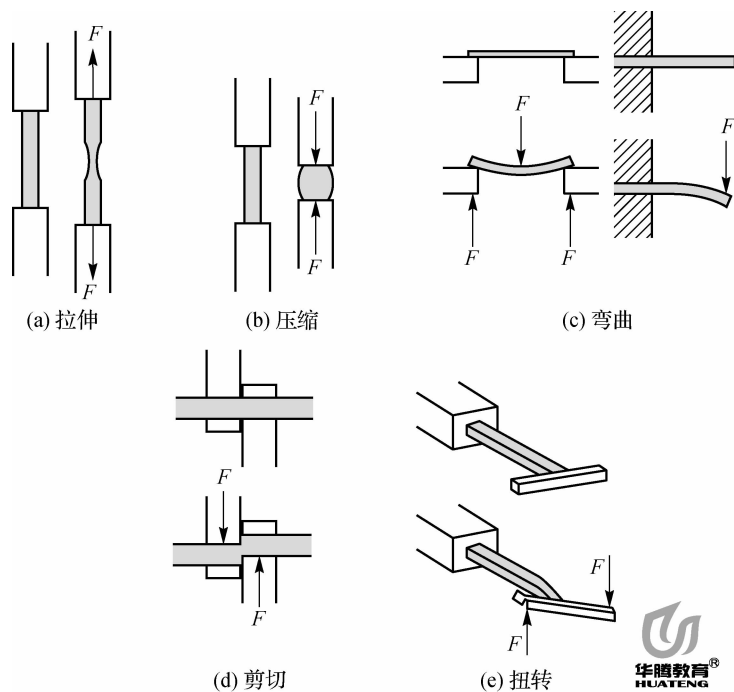


图 1-13 载荷的作用形式

金属材料在载荷作用下形状和尺寸的变化称为变形。变形一般分为弹性变形和塑性变形。金属材料在外力作用下发生变形,当外力去除后,能够消失的变形称为弹性变形;不能消失的变形称为塑性变形,也称为残余变形或永久变形。

金属材料的选用离不开对金属力学性能的分析。例如,桥梁施工中使用的钢缆的材料及规格必须能满足桥梁使用的负载要求,在安全使用范围内不能发生破坏或较大的弹性变形(见图 1-14)。又如,汽车轮胎紧固螺栓材料及规格的选择必须能保证在使用过程中螺栓不会由于承受不住剪切而扭断,从而保障驾乘人员的安全(见图 1-15)。



图 1-14 桥梁钢缆



图 1-15 汽车轮胎螺栓

材料的力学性能是影响材料选用的至关重要的因素。金属材料的主要力学性能指标有强度、塑性、硬度、韧性和疲劳强度等。

1. 强度

强度是指在外力(载荷)作用下,金属材料抵抗永久变形和断裂的能力,强度通常用应力表示。应力是指材料单位横截面积上所产生的抵抗力,用符号 σ 表示,单位为 $\text{Pa}(\text{N}/\text{m}^2)$ 。

金属材料有多种强度指标,通常用屈服强度和抗拉强度作为基本强度指标。其值可以通过拉伸试验来测定,即在拉伸机上用静载荷对材料试样进行轴向拉伸,使试样变形,直至拉断的试验过程。拉伸试样如图 1-16 所示。

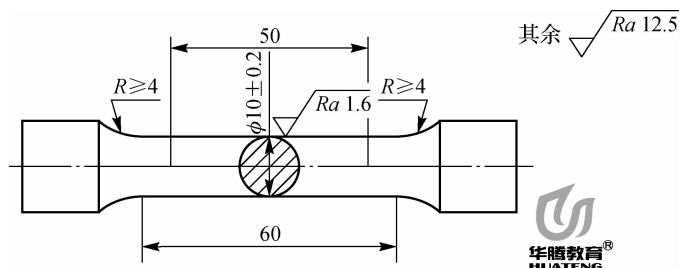


图 1-16 拉伸试样

(1)屈服强度。屈服强度是指金属材料开始产生宏观塑性变形时的应力,可用符号 R_{el} 表示。试样在拉伸时,当试样上的载荷增加到一定值后,应力不再增加,而试样仍继续发生明显的塑性变形,这一现象称为屈服。产生屈服现象时的最小应力值即为屈服强度。

某些金属材料在拉伸试验中没有明显的屈服现象发生,工程上规定这类材料产生 0.2% 原规定标距长度的塑性变形时的应力作为屈服强度,称为非比例延伸强度,用符号 $R_{p0.2}$ 表示。

(2)抗拉强度。抗拉强度是指金属材料在被拉断前所能承受的最大应力,可用符号 R_m 表示。抗拉强度表示金属材料抵抗断裂破坏的能力,零件在工作时承受的最大应力不允许大于抗拉强度,否则就会发生断裂破坏。

2. 塑性

金属材料在载荷作用下发生塑性变形而不断裂的能力称为塑性。金属材料的塑性也可通过拉伸试验测定,常用断后伸长率和断面收缩率来表示,如图 1-17 所示。

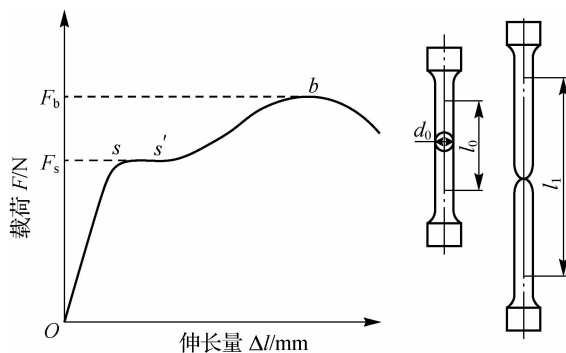


图 1-17 塑性指标

(1)断后伸长率。断后伸长率是指试样标距长度的伸长量与原始标距长度的百分比,用符号 A 表示。

(2)断面收缩率。断面收缩率是指试样拉断处横截面积的减少量与原始横截面积的百分比,用符号 Z 表示。

断后伸长率和断面收缩率的值越大,表示材料的塑性越好。塑性是对材料进行压力加工的重要参考指标。

塑性和强度是金属材料最重要的力学性能指标。塑性好的金属材料易于通过压力加工制成形状复杂的零件,如汽车车身覆盖件大多是采用有良好塑性的冷轧钢板冲压而成。而且用塑性好的金属材料制成的零件,偶尔发生超载时,会由于塑性变形而避免发生突然断裂而造成事故。因此,用于汽车制造的材料大多要求有一定的塑性。

3. 硬度

硬度是指材料表面抵抗局部塑性变形、压痕或划痕的能力,用符号 HB 表示。它是衡量材料软硬的依据。材料硬度越高,其耐磨性越好。在实际生产中,对一般的金属零件,大多通过测试硬度来检测其力学性能,零件图中材料的力学性能往往通过标注硬度值来体现。常用的硬度指标有布氏硬度和洛氏硬度两种。

(1)布氏硬度。布氏硬度试验采用一定直径的硬质合金球体,以规定试验力压入试样表面,保持规定时间后卸除试验力,然后用测得的表面压痕直径来计算硬度,如图 1-18 所示。布氏硬度用符号 HBW 表示,如 175 HBW 。数值越大,表示材料硬度越高。

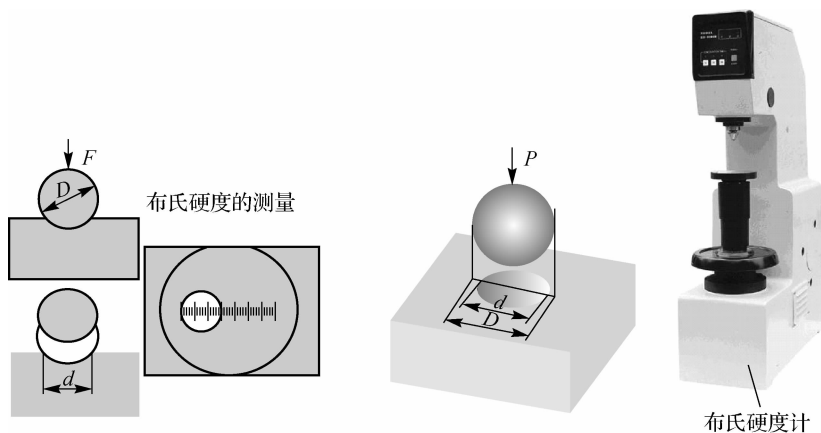


图 1-18 布氏硬度测定

(2)洛氏硬度。洛氏硬度试验采用金刚石圆锥体或淬火钢球压头压入金属表面,保持一定时间后卸除试验力,以测得的压痕深度来计算洛氏硬度,如图 1-19 所示。洛氏硬度用符号 HR 表示。根据试验标尺不同,常用的符号有 HRC 、 HRB 、 HRA 三种,如 50 HRC 。数值越大,表示材料硬度越高。

一般来说,金属材料的硬度越高,其耐磨性越好。另外,材料的硬度和强度也有一定的关系,一般硬度高的材料,其强度也高。因此,硬度可用来作为估算材料强度的参考。

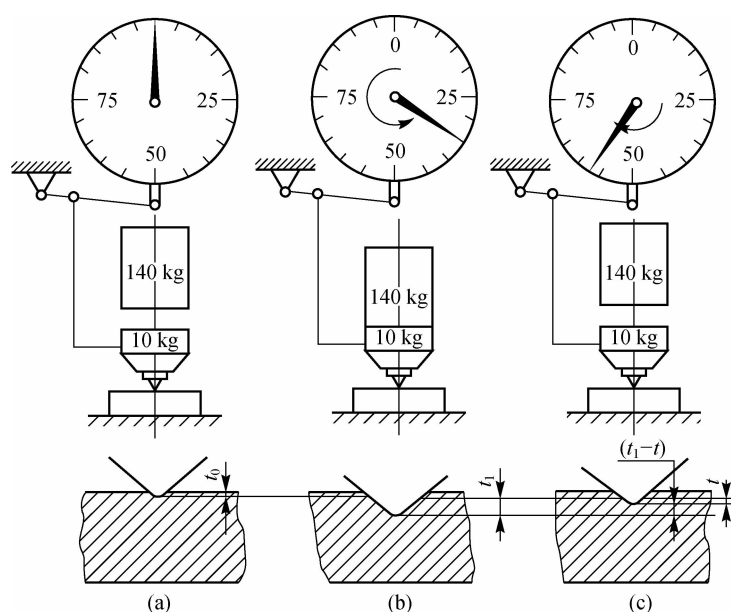


图 1-19 洛氏硬度测定

4. 韧性

韧性是指材料抵抗冲击载荷作用而不被破坏的能力。如汽车发动机的活塞、活塞销、连杆和曲轴等受到的载荷就是冲击载荷,对于这些受到冲击载荷的零件,不能只考虑其在静载荷作用下的强度指标,因为某些强度较高的材料,在冲击载荷作用下也会遭到破坏。因此,用于制造这类零件的材料,还必须考虑其抵抗冲击载荷的能力。

材料的韧性是通过冲击试验的方法测验出来的,用冲击韧度 α_K 表示。材料的冲击韧度越高,韧性越好,其发生脆性断裂的可能性就越小。冲击试验如图 1-20 所示。

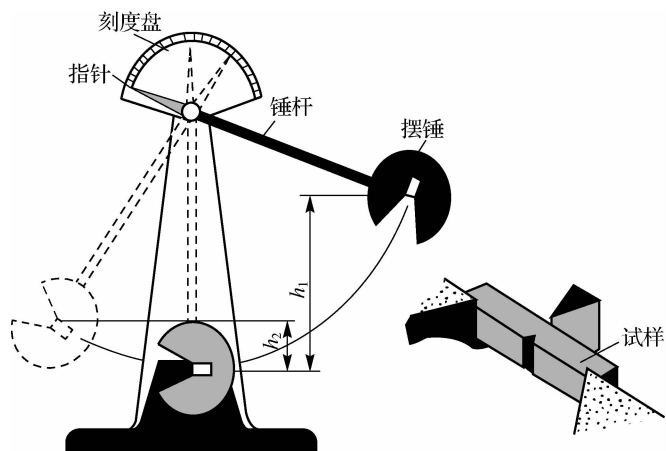


图 1-20 冲击试验

5. 疲劳强度

汽车工业中很多机械零件如轴、齿轮、连杆、弹簧等,在工作过程中往往会受到大小、方向随时间呈周期性变化的应力作用,这种应力称为交变应力。交变应力容易使零件产生疲劳断裂。疲劳断裂不会产生明显的塑性变形,是突然发生的,具有很大的危险性。实际发生的机械零件损坏 80% 以上是由疲劳造成的。为了减少疲劳断裂情况的发生,在选用金属材料时,要考虑到金属的抗疲劳性能,通常用疲劳强度来衡量。疲劳强度是指材料在无数次(实际试验中钢铁材料为 10^7 次,有色金属为 10^8 次)交变应力的作用下而不发生断裂的最大应力,用符号 σ_{-1} 表示,单位为 Pa(N/M²)。

金属材料的各种力学性能之间有一定联系。一般来说,提高金属的强度、硬度,往往会降低其塑性、韧性;反之,提高其塑性、韧性,则又会削弱其强度。因此,在选用材料时要兼顾其各项力学性能。常用的力学性能指标及其含义见表 1-5。

表 1-5 常用的力学性能指标及其含义

力学性能	性能指标			含 义
	符 号	名 称	单 位	
强度	R_{el}	屈服强度	Pa	外力不增加试样仍能继续变形时的应力
	$R_{p0.2}$	非比例延伸强度	Pa	试样产生 0.2% 原始规定标距长度的塑性变形时的应力
	R_m	抗拉强度	Pa	材料在拉断前所承受的最大应力
塑性	A	断后伸长率	%	试样标距长度的伸长量与原始标距长度的百分比
	Z	断面收缩率	%	试样横截面积的缩减量与原始横截面积的百分比
硬度	HBW	布氏硬度	Pa(一般不用)	根据压痕面积来确定的硬度
	HRC HRB HRA	洛氏硬度	—	根据压痕深度来确定的硬度
韧性	α_K	冲击韧度	J/m ²	冲击试样缺口处单位横截面积上的冲击吸收功
疲劳强度	σ_{-1}	疲劳强度	Pa	金属材料在无数次交变载荷作用下而不发生断裂的最大应力

四、金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能是指金属材料适应各种加工工艺方法的能力,包括金属的铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削加工性能和热处理性能等。

1. 铸造性能

铸造性能是指金属材料是否能用铸造方法获得优良铸件的能力,主要有流动性、收缩性

和吸气性等。一般来说,铸铁、铸造铝合金具有良好的铸造性能。图 1-21 所示为铸造加工。



图 1-21 铸造加工

2. 压力加工性能

压力加工性能是指金属材料在冷、热状态下进行压力加工的难易程度。通常塑性好的材料,压力加工性能也好。金属材料不同,其压力加工性能不同,如低碳钢具有良好的压力加工性能,而铸铁则不能进行压力加工。如图 1-22 所示为冷轧加工。



图 1-22 冷轧加工

3. 焊接性能

焊接性能是指金属材料对焊接加工的适应性。一般来说,低碳钢具有良好的焊接性能,高碳钢、铸铁和铝合金的焊接性能则较差。如图 1-23 所示为焊接加工。



图 1-23 焊接加工

4. 切削加工性能

切削加工性能是指金属材料用切削刀具切削加工的难易程度。通常切削性能好的材料

加工时,刀具磨损小,表面质量高。在金属材料中,铸铁、铝合金具有良好的切削加工性能,高合金钢的切削加工性能则较差。如图 1-24 所示为车削加工。



图 1-24 车削加工

5. 热处理性能

热处理性能是指金属材料适应各种热处理方法的能力。各类钢一般都可以通过热处理来改善其性能。

零件选材时必须考虑到金属材料的工艺性能。例如,铸造性能和切削加工性能较好的灰口铸铁可广泛应用于制造形状和尺寸较复杂的零件,如汽车发动机气缸体等;压力加工性能和焊接性能较好的低碳钢可用来制造外形较复杂的零部件,如汽车车身构件等。

思考与练习

- (1)汽车材料通常分为哪两类材料?
- (2)简述汽车零部件材料的应用和发展情况。
- (3)汽车运行材料主要包括哪几类? 它们又分别包含哪些材料?
- (4)金属的物理性能和化学性能主要有哪些? 请简述它们各自的含义。
- (5)金属的工艺性能主要有哪些? 请简述它们各自的含义。
- (6)什么叫金属的力学性能? 金属主要的力学性能指标有哪些?
- (7)载荷根据作用性质和作用形式的不同,可分为哪几种?
- (8)什么叫变形? 变形有哪两种形式? 请说明它们各自的含义。
- (9)什么叫强度、塑性? 衡量它们的指标有哪些? 常用什么符号表示?
- (10)什么叫硬度? 常用的硬度测定方法有哪几种?
- (11)什么叫韧性? 冲击韧度表示什么? 它用什么符号表示?
- (12)什么是疲劳强度? 它用什么符号表示?

金属材料



汽车零部件常用的金属材料可分为钢铁材料和有色金属材料两类。

任务一



钢铁材料

钢铁材料的主要组成元素是铁和碳,又称为铁碳合金。钢铁材料具有良好的性能,且加工方便,因此是汽车制造业中应用最广泛的材料。尽管近年来为节省能源,实现汽车轻量化,不少钢铁零件被有色金属和其他材料所替代,但钢铁材料仍是汽车用材的主体,其用量超过汽车用材总量的 $\frac{2}{3}$ 。

钢铁材料包括碳素钢、合金钢和铸铁。含碳量小于 2.11% 的铁碳合金称为钢,含碳量大于 2.11% 的铁碳合金称为铸铁。一般要求的汽车结构零件大多采用碳素钢或铸铁制造,性能要求高的汽车结构零件则采用合金钢制造。

子任务一

碳素钢

学习目标

- 了解碳及常存元素对碳素钢性能的影响。
- 掌握碳素钢的分类方法。
- 掌握碳素钢在汽车上的应用。

相关知识

碳素钢简称碳钢,是含碳量大于 0.0218% 而小于 2.11% 的铁碳合金。碳素钢不仅具有较好的力学性能和优良的工艺性能,而且冶炼方便、价格低廉,因此在汽车零件制造中得到广泛应用。常用碳素钢制造的汽车零件如图 2-1 所示。

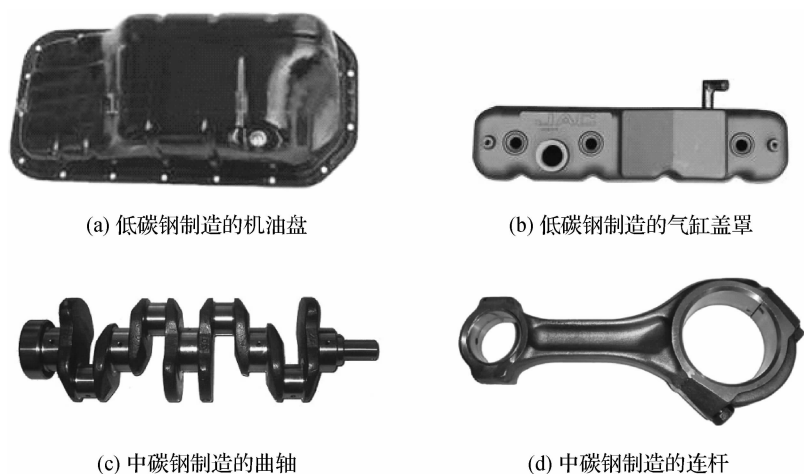


图 2-1 常用碳素钢制造的汽车零件

碳素钢冶炼方便,加工容易,价格便宜,性能可以满足一般工程使用要求,是近代工业中使用最早、用量最大的基本材料,广泛应用于建筑、桥梁、铁道、车辆、船舶和各种机械制造业。碳素钢是汽车工业用材的主体,它们大约占汽车用材总量的 65%~80%。

一、碳素钢的分类

按不同的分类标准,碳素钢可分为不同的类型。

1. 按碳的质量分数分类

碳素钢按碳的质量分数可分为低碳钢、中碳钢和高碳钢。

(1) 低碳钢。碳的质量分数为 $\omega_c \leq 0.25\%$ 的钢,易于进行各种加工,如锻造、焊接和切削,常用于制造链条、铆钉、螺栓(见图 2-2)和轴等。



图 2-2 螺栓

(2) 中碳钢。碳的质量分数为 $0.25\% < \omega_c \leq 0.60\%$ 的钢,热加工性能及切削性能良好,焊接性能较差。中碳钢的强度、硬度比低碳钢高,而塑性和韧性比低碳钢差。其可不经热处理,直接制成热轧材、冷拉材,也可经热处理后使用。

(3) 高碳钢。碳的质量分数为 $\omega_c > 0.60\%$ 的钢,可以制造锤、撬棍或切削工具,如钻头(见图 2-3)、丝锥、铰刀(见图 2-4)等。

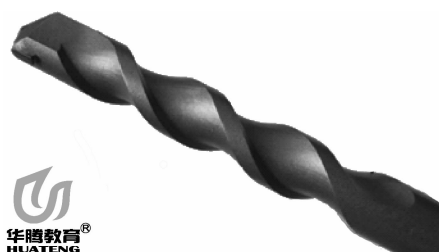


图 2-3 钻头



图 2-4 铰刀

2. 按材质分类

碳素钢的材质主要根据硫、磷质量分数的不同而有所区别,可分为以下几类:

- (1) 普通钢。硫、磷质量分数分别为 $\omega_S < 0.055\%$, $\omega_P < 0.045\%$ 。
- (2) 优质钢。硫、磷质量分数分别为 $\omega_S < 0.040\%$, $\omega_P < 0.040\%$ 。
- (3) 高级优质钢。硫、磷质量分数分别为 $\omega_S < 0.030\%$, $\omega_P < 0.035\%$ 。
- (4) 特级优质钢。硫、磷质量分数分别为 $\omega_S < 0.025\%$, $\omega_P < 0.030\%$ 。

3. 按用途分类

碳素钢按用途不同可分为碳素结构钢和碳素工具钢。

- (1) 碳素结构钢。用于制造各种机器零件和工程结构件,多为低碳钢和中碳钢。
- (2) 碳素工具钢。用于制造各种刀具、量具和模具,多为高碳钢。碳素工具钢的应用如图 2-5 所示。

AR

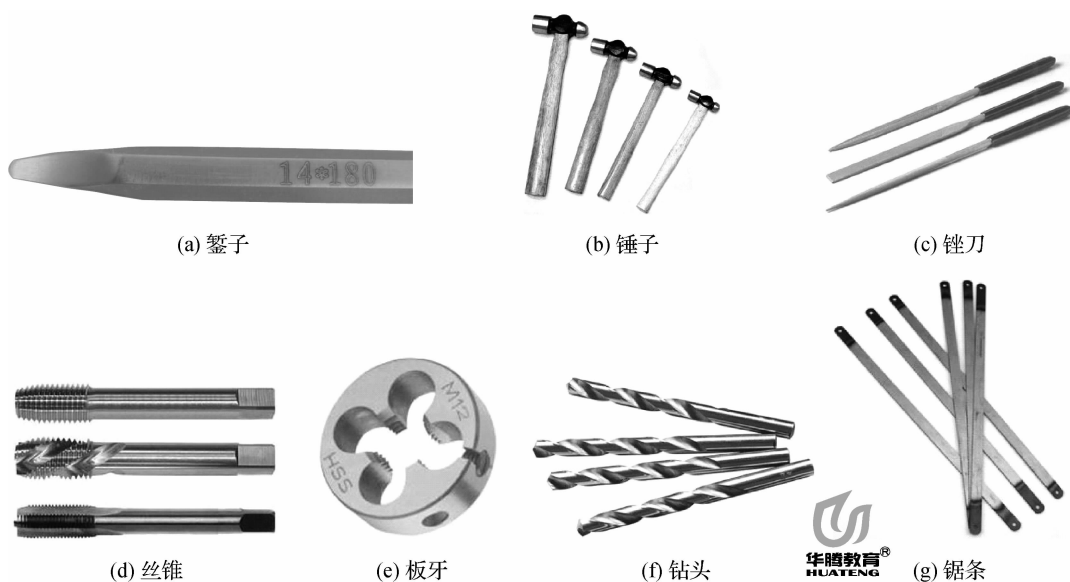


图 2-5 碳素工具钢的应用

二、汽车常用碳素钢

汽车常用的碳素钢有普通碳素结构钢、优质碳素结构钢和碳素铸钢等。

1. 普通碳素结构钢

普通碳素结构钢主要保证机械性能,故其牌号体现其机械性能。

普通碳素结构钢的牌号用“Q+数字”表示,其中 Q 为屈服点“屈”字的汉语拼音字首,数字表示屈服强度的数值。例如,Q275 表示屈服强度为 275 MPa。

若牌号后面标注字母 A,B,C,D,则表示钢材质量等级不同,即硫、磷质量分数不同。其中,A 级钢硫、磷质量分数最高,D 级钢硫、磷质量分数最低,即 A,B,C,D 表示钢材质量依次提高。

若牌号后面标注字母 F 的则为沸腾钢,标注 b 的为半镇静钢,不标注 F 或 b 的为镇静钢,标注 TZ 的为特殊镇静钢。例如,Q235-A·F 表示屈服强度为 235 MPa 的 A 级沸腾钢。Q235-C 表示屈服强度为 235 MPa 的 C 级镇静钢。

普通碳素结构钢在汽车上的应用举例见表 2-1。

表 2-1 普通碳素结构钢在汽车上的应用举例

牌 号	应用举例	
	车 型	零件名称
Q235-A	EQ1092	百叶窗联动杠杆、传动轴中间轴承支架
Q235-A·F	CA1092	发动机前后支架、后视镜支杆、油底壳加温板
	CA1093	离心式机油滤清器法兰、固定发电机用连接板、前钢板弹簧夹箍、后视镜支架等
Q235-B	CA1092	三、四、五挡同步器锥盘、差速器螺栓锁片等
	CA1093	车轮轮辐、轮辋、驻车制动操纵杆棘爪与齿板等
Q235-B·F	CA1093	放水龙头手柄夹持器、消声器、后支架、百叶窗叶片等

2. 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢必须保证钢的化学成分和机械性能。优质碳素结构钢中所含的有害杂质元素(硫、磷等)和非金属夹杂物较少,机械性能和钢材的表面质量较好,其组织也较均匀。此类钢主要用于制造需经热处理且技术性能要求较高的零件。

根据化学成分不同,优质碳素结构钢又分为两类:普通含锰量钢和较高含锰量钢。

根据碳质量分数、热处理和用途的不同,优质碳素结构钢还可分为三类:渗碳钢(碳的质量分数为 0.15%~0.25%),调质钢(碳的质量分数为 0.25%~0.5%),弹簧钢(碳的质量分数为 0.55%~0.9%)。

优质碳素结构钢在汽车上的应用如图 2-6 所示,应用举例见表 2-2。

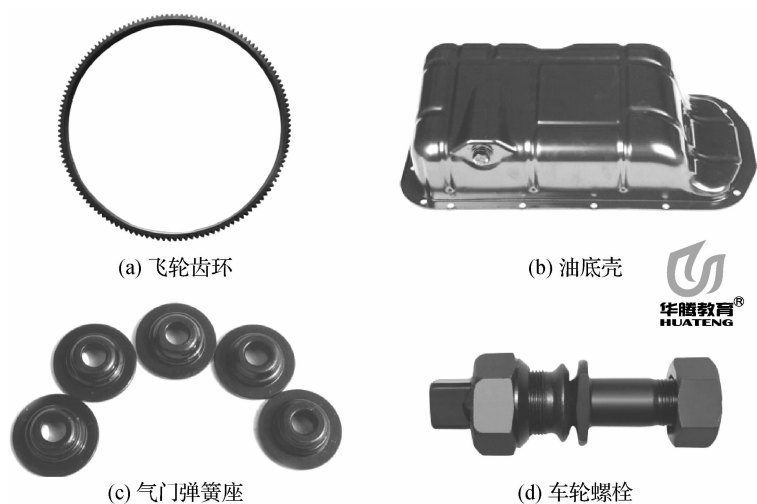


图 2-6 优质碳素结构钢在汽车上的应用

表 2-2 优质碳素结构钢在汽车上的应用举例

牌 号	应用举例	
	车 型	零件名称
08	CA1092	驾驶室外壳、油底壳、油箱、离合器等
	EQ1092	
15	EQ1092	轮胎螺母、螺栓等
	CA1092	发动机气门帽、离合器调整螺栓、曲轴箱螺栓、消声器前托架螺栓、曲轴箱通风阀体、气门弹簧座及旋转套
20	CA1092	离合器分离杠杆、风扇叶片、驻车制动杆等
	EQ1092	
35	EQ1092	曲轴正时齿轮、半轴螺栓锥形套、前后轴头螺母、车轮螺栓、机油泵轮、连杆螺母、气缸盖定位销、拖拽钩
	CA1092	螺母、发动机推杆、驻车制动蹄片臂拉杆等
45	EQ1092	气门推杆、同步器锁销、变速杆、凸轮轴、曲轴、变速叉轴等
	CA1092	飞轮齿环、拖拽钩、转向节主销、离合器踏板轴及分离叉等
50	CA1092	离合器从动盘等
65Mn	EQ1092	气门弹簧、转向纵拉杆弹簧、摇臂轴复位弹簧、拖拽钩弹簧、空压机排气阀、波形弹簧垫圈、风扇离合器阀片
	CA1092	气门摇臂复位弹簧、活塞油环、离合器压板(盘)弹簧、活塞销卡环等
	EQ1092	

3. 碳素铸钢

碳素铸钢能制造形状复杂的零件,而锻造件则无法做到,因此汽车上许多零件是用碳素

铸钢铸造而成的。碳素铸钢的碳的质量分数一般为 $0.15\% \sim 0.6\%$, 使用前应进行热处理以改善其性能。

碳素铸钢的牌号由 ZG 和两组数字组成, 其中 ZG 为铸钢的代号, 代号后面的两组数字分别表示屈服强度(MPa)和抗拉强度(MPa)。例如, ZG270-500 表示屈服强度为 270 MPa、抗拉强度为 500 MPa 的铸钢。

碳素铸钢在汽车上的应用如图 2-7 所示, 应用举例见表 2-3。

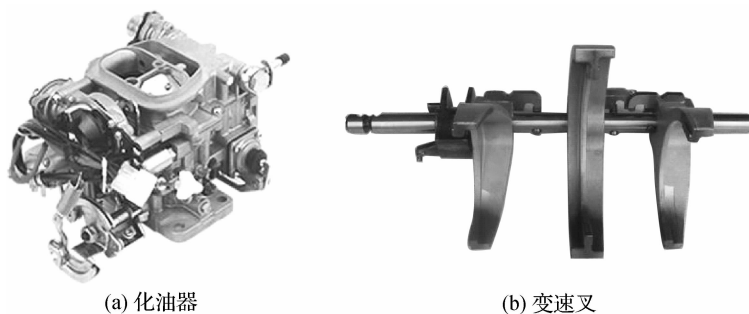


图 2-7 碳素铸钢在汽车上的应用

表 2-3 碳素铸钢在汽车上的应用举例

牌 号	应用举例	
	车 型	零件名称
ZG270-500	CA1092	机油管法兰、化油器、操作杆活接头
ZG310-570	CA1092	进、排气歧管压板, 风扇过渡法兰, 前减振器下支架, 空气压缩机排气阀导向座, 二、四、五挡变速叉、起动爪等
ZG340-640	CA1092	齿轮、棘轮等耐磨零件
	CA1093	

子任务二 合金钢

学习目标

- 了解常见合金元素对钢的性能的影响。
- 熟悉合金钢的分类、规格及牌号。
- 熟悉不同类型合金钢结构的性能、特点及在汽车上的应用。

相关知识

所谓合金钢, 就是在碳钢的基础上, 为了获得某种特定的性能, 有目的地加入一种或多种元素的钢, 加入的元素称为合金元素。

合金钢已有 100 多年的历史了, 目前国际上使用的合金钢有上千个标号、数万种规格,

合金钢的产量约占钢总产量的 10%，是机械制造、交通运输和军事工业的重要金属材料。

图 2-8 所示为合金钢材，图 2-9 所示为合金钢法兰盘。



图 2-8 合金钢材

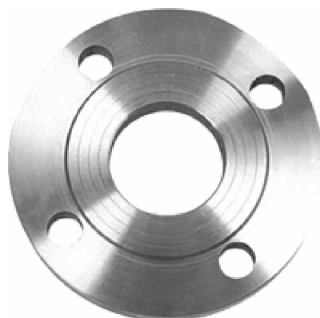


图 2-9 合金钢法兰盘

华腾教育
HUATENG

一、常见合金元素对钢性能的影响

合金钢中常见的合金元素有铬、镍、锰、硅、钨、钒、铝、氮、钛和稀土元素等。

(1) 铬。铬加入钢中能显著提高钢的抗氧化性，增加钢的抗腐蚀能力，并能提高钢的强度和耐磨性。由于铬加入钢中能改善钢的力学性能及物理和化学性能，因而在各种用途的合金钢中，普遍含有不同数量的铬。

(2) 镍。镍能使钢强化，改善钢的低温性能，特别是韧性，还可以提高钢的淬透性。镍钢的抗锈性也很强，具有较高的对酸、碱和海水的耐腐蚀能力；但在高温高压下对氧介质的抗腐蚀能力无明显提升效果，反而会造成脱碳，促使钢腐蚀破裂。

(3) 锰。锰是良好的盐浴校正剂和脱硫剂。当碳素钢中锰含量达 0.7%~1.8% 或以上时，就称之为特殊钢——锰钢。这种含锰量较高的碳素钢的力学性能要比一般含锰量的钢好得多，不但有足够的韧性（在适当的热处理条件之下），而且具有较高的强度和硬度，锰还能提高钢的淬透性，改善钢的热加工性能。

(4) 硅。硅是钢中常见元素之一，在炼钢过程中用做还原剂和脱氧剂，所以钢中常含有 0.2%~0.3% 的硅。但如果钢中硅含量超过 0.5%，硅就算作特殊的合金元素，这种钢就称为硅钢。硅能显著提高钢的弹性极限、屈服强度和抗拉强度，故硅钢可广泛用于制造重负的弹簧钢。

(5) 钨。钨具有熔点高、密度大的特点，是一种贵重的金属元素。它在钢中的用途主要是增加钢的回火稳定性、热硬性和热强性，以及由于形成特殊碳化物而增加耐磨性。高碳钢中加入钨，可以显著提高其耐磨性和切削性。因此，它主要用做工具钢，如高速钢、热锻模具等。

(6) 钒。钒和碳、氮、氧都有极强的亲和力，能与之形成相应的极为稳定的化合物。不到 0.5% 的钒能细化钢的晶粒，提高钢的强度、屈服比和低温韧性，改善钢的焊接性能，也能增加钢的热强性和蠕变的抗力。此外，钒对碳的固定作用还可以提高钢在高温下的抗氢腐蚀。

(7) 铝。铝是炼钢时的脱氧定氮剂，并且能细化钢的晶粒，提高钢在低温下的韧性。铝对氮有极大的亲和力，含铝的钢渗氮后，在钢材表面牢固地形成一层薄而硬的弥散分布的氮化铝层，从而提高其硬度和疲劳强度，并改善其耐磨性。铝还具有耐腐蚀性和抗氧化性，可作为不锈钢耐酸钢的主要合金元素。在钢的表面镀铝或渗铝，可提高其抗氧化性。

(8) 氮。氮在钢中能固溶强化及时效沉淀强化，形成稳定的奥氏体组织，还能改善高铬

AR

钢和高铬镍钢的宏观组织,使之致密坚实,并提高其强度。氮能借渗入方法与钢表面层中的铬、铝等合金元素化合形成氮化物,增加钢表面层的硬度、强度、耐磨性及耐蚀性等。

(9) 钛。钛是一种良好的脱氧去气剂和固定氮和碳的有效元素,能使钢的内部组织致密,提高钢的强度。含钛量为 $0.06\% \sim 0.12\%$ 的低合金结构钢,具有良好的力学性能和工艺性能,但淬透性稍差。

(10) 稀土元素。稀土元素在钢中是很好的脱硫去气剂,可用于清除其他如砷、锑、铋等有害杂质,改变钢中夹杂物的形态和分布情况,从而改善钢的质量。在低合金结构钢中加入适量的稀土,有良好的脱氧、脱硫作用,可以提高冲击韧性(特别是低温韧性),耐大气腐蚀,并有良好的焊接性能和冷加工性能;在高合金的不锈钢耐热钢和电热合金中加入稀土,不仅可以提高钢的抗氧化性和耐蚀性,还可以改善钢和合金的铸态组织,从而改善其热加工性能并提高其使用寿命。

二、合金钢的分类

1. 按用途分类

合金钢按用途可分为合金结构钢、合金工具钢和特殊性能钢。

(1) 合金结构钢:用来制造各种机械零件及工程结构。

(2) 合金工具钢:用来制造各种重要的工具、量具和刀具等。

(3) 特殊性能钢:用来制造有特殊性能要求的结构件和机器零件等。

2. 按合金元素的含量分类

合金钢按合金元素的含量分为低合金钢、中合金钢和高合金钢。

(1) 低合金钢:合金元素的总含量小于 5% 。

(2) 中合金钢:合金元素的总含量为 $5\% \sim 10\%$ 。

(3) 高合金钢:合金元素的总含量大于 10% 。

三、合金结构钢

合金结构钢是在优质或高级优质碳素结构钢的基础上加入适量合金元素的钢。它主要用于制造各种重要的机器零件和受力工程结构,要求其具有较高的机械性能和较好的加工工艺性能。

1. 低合金结构钢

低合金结构钢碳质量分数为 $0.1\% \sim 0.25\%$,所加入的合金元素不大于 3% 。低合金结构钢的成分特点为低碳、低合金。这类钢具有良好的塑性、韧性、焊接性及较好的耐磨性和耐蚀性,主要用于制造工程结构如汽车底盘大梁(见图 2-10)、船舶、车辆、压力容器和建筑结构桥梁及各种焊接构件,一般在热轧空冷状态下使用。

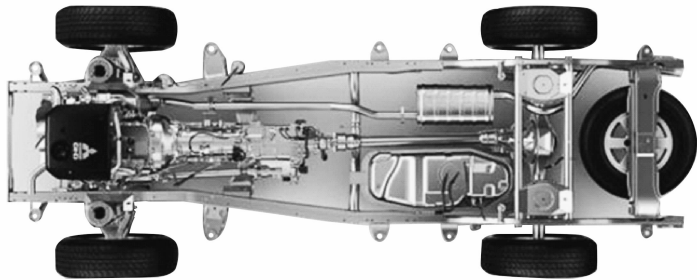


图 2-10 汽车底盘大梁结构示意图

低合金结构钢在汽车上的应用举例见表 2-4。

表 2-4 低合金结构钢在汽车上的应用举例

牌 号	应用举例
09MnRE	水箱固定架底板、风扇叶片、横梁
16Mn	纵梁前加强板、横梁、角撑、保险杠
16MnRE	车架纵、横梁，蓄电池固定框后板，汽油箱托架
10Ti	车架前横梁、中横梁、前保险杠、角撑等

2. 合金渗碳钢

合金渗碳钢碳质量分数为 0.1%~0.25%，它是在渗碳钢的基础上，加入一定量的合金元素而形成的，提高了零件抵抗冲击载荷的能力，使工件在渗碳后可直接淬火，还能提高耐磨性。合金渗碳钢与碳钢渗碳件相比，具有工艺性能好、使用性能高的特点。

合金渗碳钢在汽车上的应用如图 2-11 所示，应用举例见表 2-5。



图 2-11 合金渗碳钢在汽车上的应用

表 2-5 合金渗碳钢在汽车上的应用举例

牌 号	应用举例	
	车 型	零件名称
15Cr	EQ1092	活塞销、气门弹簧座
	CA1093	活塞销、气门挺杆及调整螺栓
20CrMnTi	EQ1092	二、三挡滑动齿套，四、五挡滑动齿套，一档及倒挡齿轮，变速器中间轴
	CA1093	变速器齿轮及第一轴和中间轴、半轴齿轮、万向节和差速器十字轴

续表

牌 号	应用举例	
	车 型	零件名称
20MnVB	EQ1092	传动轴十字轴、转向万向节十字轴、后桥减速器齿轮、差速器十字轴
15MnVB	CA1093	钢板弹簧中心螺栓
	EQ1092	变速器一轴、二轴、中间轴常啮合齿轮,二、三挡滑动齿套

3. 合金调质钢

合金调质钢碳质量分数为 $0.25\% \sim 0.5\%$,合金调质钢是在调质钢中加入一定量的合金元素而形成的,保证合金调质钢零件具有高而均匀的综合力学性能。

合金调质钢在汽车上的应用如图 2-12 所示,应用举例见表 2-6。



图 2-12 合金调质钢在汽车上的应用

表 2-6 合金调质钢在汽车上的应用举例

牌 号	应用举例	
	车 型	零件名称
40Cr	EQ1092	发动机支架固定螺栓、差速器壳螺栓
	CA1093	水泵轴、连杆、连杆盖、气缸盖螺栓
40MnB	EQ1092	半轴、水泵轴、传动轴花键、万向节叉、转向节、气缸盖螺栓
	CA1093	变速器二轴、转向节、转向臂、半轴
45Mn2	EQ1092	进气门、半轴套管、钢板弹簧 U 形螺栓
	CA1093	半轴套管、钢板弹簧 U 形螺栓
50Mn2	EQ1090	离合器从动盘、减振盘

4. 合金弹簧钢

合金弹簧钢的碳质量分数比合金调质钢的高,一般为 0.46%~0.7%。在弹簧钢中加入合金元素即形成了合金弹簧钢,它提高了零件的弹性、钢的淬透性,提高了钢的弹性极限和屈强比。典型的弹簧钢有 60Si2Mn、50CrVA 等。通常,一辆汽车上装有 50~60 种(数量达 100 多件)弹簧。图 2-13 所示为合金弹簧钢在汽车上的应用。



图 2-13 合金弹簧钢在汽车上的应用

合金弹簧钢在汽车上的应用举例见表 2-7。

表 2-7 合金弹簧钢在汽车上的应用举例

牌 号	应用举例	
	车 型	零件名称
55SiMnVB	EQ1092	钢板弹簧
55Si2Mn	CA1093	钢板弹簧
65Mn	EQ1092	气门弹簧、制动室复位弹簧
	CA1093	气门弹簧、摇臂轴定位弹簧、离合器压紧弹簧
60Si2Mn	EQ1092	牵引钩弹簧
	CA1093	钢板弹簧



5. 滚动轴承钢

滚动轴承钢是用来制造滚动轴承(见图 2-14)的滚动体和内、外圈的专用钢,必须具有高的硬度和耐磨性,高的弹性极限和接触疲劳强度,足够的韧性和耐蚀性。滚动轴承钢的碳质量分数较高,在 0.95%~1.15% 范围内,并加入了 0.4%~1.65% 的 Cr 元素。牌号中的 G 是滚动轴承钢的代号,ZG 为铸造滚动轴承钢的代号。



图 2-14 滚动轴承

子任务三 铸 铁

学习目标

- 了解铸铁的特性、分类与组织特征。
- 熟悉轴类零件的选材方法。
- 熟悉铸铁在汽车上的应用。

相关知识

铸铁(见图 2-15)是主要由铁、碳和硅组成的合金的总称,其含碳量较高,在 2%以上,质脆,不能锻压,用来炼钢或铸造器物。

工业用铸铁含碳量一般为 2.5%~3.5%。碳在铸铁中多以石墨的形式存在,有时也以渗碳体的形式存在。除碳外,铸铁中还含有 1%~3%的硅,以及锰、磷、硫等元素。合金铸铁还含有镍、铬、钼、铝、铜、硼、钒等元素。

原来汽车上 50%~70%的金属材料为铸铁。例如,CA1091 汽车发动机的主要零件如气缸体、气缸盖、活塞环(见图 2-16),以及变速箱外壳、后桥壳(见图 2-16)和其他许多零件,所用的材料均为铸铁。在汽车的全部金属材料中,铸铁的重量约占一半。近年来,随着科学技术的不断发展,汽车金属材料中有色金属的比重越来越大,但是与此同时铸铁的性能也得到了进一步改善,热处理对基体的强化作用也更明显,铸铁日益成为一种物美价廉、应用更加广泛的结构材料。



图 2-15 铸铁

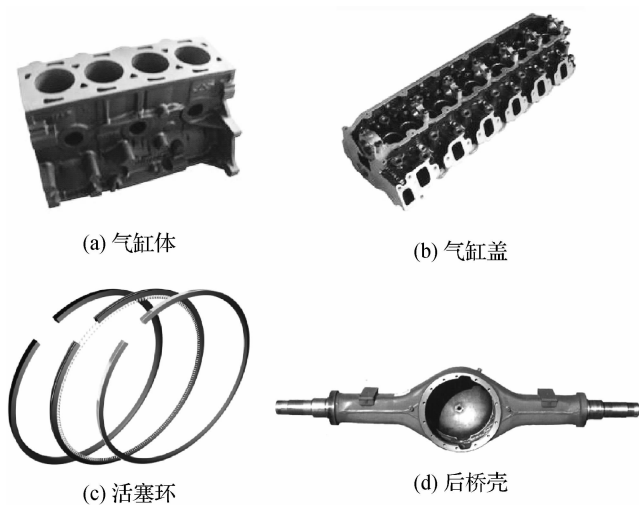


图 2-16 铸铁在汽车上的应用

一、铸铁的特性

铸铁的抗拉强度、塑性和韧性远不如钢。当承受压缩载荷时,铸铁具有较高的抗压强度。石墨的存在固然降低了铸铁的力学性能,但给铸铁带来了一系列良好的其他性能,如优良的铸造性能、良好的可加工性、较好的耐磨性和减振性、较低的缺口敏感性。

二、铸铁的分类与组织特征

1. 灰铸铁

灰铸铁含碳量较高(2.7%~4%),碳主要以片状石墨形式存在,断口呈灰色,简称灰铁。灰铸铁熔点低(1 145~1 250 ℃),凝固时收缩量小,抗压强度和硬度接近于碳素钢,减振性好,由于片状石墨存在,故耐磨性好。

铁素体基体灰铸铁的强度、硬度和耐磨性较低,但塑性较好;珠光体基体灰铸铁的强度、硬度较高,耐磨性较好,但塑性较差;铁素体+珠光体基体灰铸铁的性能介于以上两者之间。

灰铸铁具有良好的可加工性,较高的耐磨性、减振性,低的缺口敏感性,且价格低廉,常用于制造汽车上飞轮、飞轮壳、变速箱壳及盖、离合器壳及压板、进排气歧管、制动鼓及液压制动总泵和分泵的缸体,以及不镶缸套的整体缸体、缸盖等零件。

近年来,随着发动机转速和功率的提高,为了提高缸体的耐磨性,合金铸铁的应用越来越普遍。合金铸铁在灰铸铁的基础上增加硅、锰、铬、镍、铜等元素的比例,严格控制硫和磷的含量,这不仅提高了缸体的耐磨性和抗拉强度,还改善了铸造性能。

按国家标准的规定,灰铸铁的牌号由 HT 和一组数字组成。其中,HT 为灰铸铁的代号,代号后面的数字表示其抗拉强度值(MPa)。如 HT150 表示抗拉强度为 150 MPa 的灰铸铁。

灰铸铁在汽车上的应用举例见表 2-8。

表 2-8 灰铸铁在汽车上的应用举例

牌 号	应用举例	
	车 型	零件名称
HT150	EQ1092	进排气歧管、变速器壳体、水泵叶轮
HT200	CA1093	凸轮轴正时齿轮、飞轮壳、进排气歧管、气缸盖、变速器箱体
	EQ1092	凸轮轴正时齿轮、飞轮壳、气缸体、气缸盖气门导管、前后制动鼓
HT250	CA1093	气缸体、飞轮、曲轴皮带轮

2. 白口铸铁

白口铸铁的碳、硅含量较低,碳主要以渗碳体形式存在,断口呈银白色。白口铸铁凝固时收缩大,易产生缩孔、裂纹,硬度高,脆性大,不能承受冲击载荷,多用做可锻铸铁的坯件和制造耐磨损的零部件。

为了得到表层的高硬度和耐磨性,常用激冷的方法使零件表层获得白口铸铁组织而心部由于冷却速度较慢仍为灰铸铁组织。例如, EQ1092 发动机中的气门挺杆使用的材料就是白口铸铁。

3. 可锻铸铁

可锻铸铁是由白口铸铁退火处理后获得的一种具有团絮状石墨的高强度铸铁,简称韧铁,因其塑性优于灰铸铁而得名,实际上并不能进行锻造加工。其组织均匀,耐磨损,有良好的塑性和韧性,用于制造形状复杂、能承受强动载荷的零件或要求韧性较好的薄壁类零件。

可锻铸铁的牌号由 KTH(或 KTZ、KTB)和两组数字组成。其中,KT 是可锻铸铁的代号,H 表示黑心可锻铸铁,Z 表示珠光体可锻铸铁,B 表示白心可锻铸铁;代号后面的两组数字分别表示最低抗拉强度(MPa)和伸长率(%)。例如,KTH370-12 表示抗拉强度不小于 370 MPa,伸长率不小于 12%的黑心可锻铸铁。

可锻铸铁在汽车上的应用举例见表 2-9。

表 2-9 可锻铸铁在汽车上的应用举例

牌 号	应用举例	
	车 型	零件名称
KTH350-10	EQ1092	后桥壳、差速器壳、减速器壳、差速器轴承盖及轴承螺母、板弹簧吊架、后轮毂等
	CA1092	后桥壳、减速器壳及左右盖、差速器壳、轮毂、车轮制动蹄片、驻车制动蹄片

4. 球墨铸铁

球墨铸铁一般有铁素体基体、珠光体基体和铁素体+珠光体基体三种。球墨铸铁的力学性能较高,其强度和韧性比灰铸铁、可锻铸铁高,在抗拉强度、屈服点、疲劳强度等方面都可以与钢媲美(冲击韧度则不如钢)。同时,球墨铸铁还具有灰铸铁的许多优点,如良好的减振性、耐磨性,低的缺口敏感性等,这都是钢所不及的;且价格又比钢便宜,因而常用来代替部分铸钢和锻钢(以铁代钢、以铸代锻)制造曲轴,汽车、拖拉机底盘零件及齿轮、阀体等。

球墨铸铁的牌号由 QT 和两组数字组成,其中 QT 为球墨铸铁的代号,代号后面的两组数字分别表示最低抗拉强度(MPa)和伸长率(%)。例如,QT450-10 表示抗拉强度不小于 450 MPa,伸长率不小于 10%的球墨铸铁。

球墨铸铁在汽车上的应用举例见表 2-10。

表 2-10 球墨铸铁在汽车上的应用举例

牌 号	应用举例	
	车 型	零件名称
QT450-10	EQ1092	前后轮毂、转向器壳及盘、制动蹄、制动室支架、牵引钩、前支承座及弹簧衬套
	CA1093	辅助钢板弹簧支架、拖拽钩衬套
QT600-13	EQ1092	曲轴、摇臂、钢板弹簧侧垫板及滑块、后牵引钩、支承座等
	CA1093	发动机摇臂

5. 蠕墨铸铁

蠕墨铸铁的基体组织也有铁素体基体、珠光体基体和铁素体+珠光体基体三种。用蠕

墨铸铁制造的制动鼓的使用寿命比灰铸铁的高 3 倍多。EQ6100 汽油机排气管、柴油机缸盖也常用蠕墨铸铁制造。

蠕墨铸铁的牌号由 RuT 和一组数字组成,其中 RuT 为蠕墨铸铁的代号,代号后面的一组数字表示最低抗拉强度(MPa)。例如,RuT300 表示抗拉强度不小于 300 MPa 的蠕墨铸铁。

蠕墨铸铁在汽车上的应用举例见表 2-11。

表 2-11 蠕墨铸铁在汽车上的应用举例

基体类型	牌 号	应用举例
铁素体	RuT260	活塞环、气缸套、制动盘、制动鼓等
铁素体+珠光体	RuT300	制动鼓、飞轮等
	RuT340	排气管、变速器壳、气缸盖、液压件等
珠光体	RuT380	增压器废气进气壳体,汽车、拖拉机的某些底盘零件等
	RuT420	

6. 合金铸铁

在灰铸铁或球墨铸铁中加入一定量的合金元素形成的铸铁称为合金铸铁。加入合金元素可使铸铁具有耐热、耐酸或耐磨的特殊性能。由于合金铸铁加工工艺较简单,成本较低,且具有良好的使用性能,因而应用很广泛,但合金铸铁有较大的脆性和较低的力学性能。

合金铸铁在汽车上的应用举例见表 2-12。

表 2-12 合金铸铁在汽车上的应用举例

车 型	零件名称
EQ1092	活塞环(钨铬钼铸铁)、气缸套(高磷铸铁)
CA1093	活塞环(钨铬铸铁)、气缸套(钨磷铸铁)、气缸盖(铜钼铸铁)

三、汽车轴类零件的选材

1. 汽车轴类零件的性能要求

汽车轴类零件的性能要求如下:良好的综合机械性能,足够的强度、塑性和一定的韧性,以防止过载断裂、冲击断裂;高的疲劳强度,对应力集中敏感性低,以防疲劳断裂;足够的淬透性,热处理后表面要有高硬度、高耐磨性,以防磨损失效;良好的可加工性能,价格便宜。

2. 汽车轴类零件的材料选择

汽车轴类零件选材时除主要考虑强度外,同时也要考虑材料的冲击韧度和表面耐磨性。为了兼顾强度和韧性,同时考虑疲劳抗力,轴一般用经锻造或轧制的低、中碳钢或合金钢制造。

因为碳钢比合金钢便宜,并且有一定的综合机械性能,且对应力集中敏感性较低,所以一般轴类零件使用较多。常用的优质碳素结构钢有 35、40、45、50 钢等,其中 45 钢最常用,

为改善其性能,这类钢一般要经正火、调质或表面淬火热处理。

合金钢比碳钢具有更好的力学性能和热处理性能,但对应力集中敏感性较高,价格也较贵,因此当载荷较大并要求限制轴的外形、尺寸和重量,或轴颈的耐磨性等要求高时采用合金钢。常用的合金钢有 20Cr、40Cr、40CrNi、20CrMnTi、40MnB 等。合金钢必须采取相应的热处理才能充分发挥其作用。

除了上述碳钢和合金钢外,还可以采用球墨铸铁和高强度灰铸铁作为轴的材料,特别是曲轴的材料。轴类零件很多,如内燃机曲轴、汽车半轴等,其选材主要是根据载荷大小、类型等。

(1) 内燃机曲轴选材。根据曲轴(见图 2-17)的工作条件,要求制造曲轴的材料必须具有高的强度,一定的冲击韧度,足够的弯曲、抗扭疲劳强度和刚度,轴颈表面还应有高的硬度和耐磨性。

实际生产中,曲轴按制造工艺可分为锻钢曲轴和铸造曲轴两种。锻钢曲轴主要由优质中碳钢和中碳合金钢制造,如 35、40、45、35Mn2、40Cr、35CrMo 钢等。铸造曲轴主要由铸钢、球墨铸铁、珠光体可锻铸铁及合金铸铁等制造,如 ZG230-450、QT600-3、KT2450-5、KT2500-4 等。



图 2-17 曲轴

(2) 汽车半轴选材。根据半轴(见图 2-18)的工作条件,要求半轴材料具有高的抗弯强度、疲劳强度和良好的冲击韧度。



图 2-18 半轴

汽车半轴是要求综合力学性能较高的零件,通常选用调质钢制造。中、小型汽车的半轴一般用 45、40Cr 钢制造,而重型汽车用 40MnB、40CrNi 或 40CrMnMo 等淬透性较高的合金钢制造。半轴加工中常采用喷丸处理及滚压凸缘根部圆角等强化方法。现在中、小型汽车

的半轴常选用 40Cr、42CrMo、40CrMnMo 及 40MnB 制造。

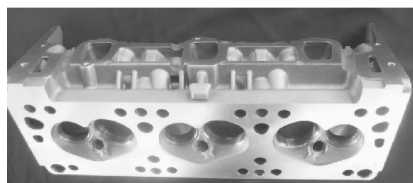
任务二



有色金属材料

有色金属又称非铁金属,是铁、锰、铬以外的所有金属的统称。广义的有色金属还包括有色合金。有色合金是以一种有色金属为基体(通常大于 50%),加入一种或几种其他元素而构成的合金。有色金属可分为重金属(如铜、铅、锌)、轻金属(如铝、镁)、贵金属(如金、银、铂)及稀有金属(如钨、锂、铀)。

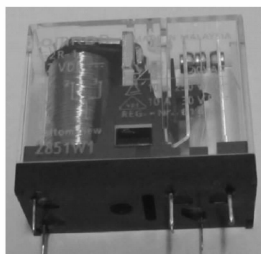
有色金属中特别是铝合金、镁合金、铜合金及轴承合金等在汽车上的应用较为广泛(见图 2-19),是不可缺少的材料。



(a) 气缸盖



(b) 轮毂



(c) 继电器



(d) 发电机定子

图 2-19 有色金属在汽车上的应用

有色合金的强度和硬度一般比纯金属高,电阻比纯金属大,电阻温度系数小,具有良好的综合力学性能。常用的有色合金有铝合金、铜合金、镁合金等。

有色金属是国民经济发展的基础材料,航空航天、汽车、机械制造、电力、通信、建筑、家电等绝大部分行业都以有色金属材料为生产基础。

相较于黑色金属,有色金属具有更为优良的物理性能和化学性能。使用轻金属材料铝、镁及其合金是目前各国汽车制造商采取的最主要的减重措施。现重点介绍铝、铜及其合金和轴承合金的组成、牌号、性能及它们在汽车上的应用情况。

子任务一 铝及铝合金

学习目标

- 了解工业纯铝及铝合金的性能、分类、牌号及应用。
- 掌握工业纯铝和铝合金在汽车上的应用。

相关知识

一、工业纯铝

铝是由丹麦科学工作者厄尔斯泰德于 1825 年发现的。一百多年以来,铝被广泛应用于工、农业各部门,航空航天、国防工业乃至人们的日常生活。铝的产量在有色金属中占首位,仅次于钢铁产量。

当前汽车工业的发展面临着三大问题:节约能源,保护环境与提高安全、舒适、美观性。而铝及其合金的使用正是解决这些问题的关键。

19 世纪,印度人使用铝制造了汽车曲轴箱,这是铝第一次用于汽车制造。实践证明,尽量多地采用铝可使车有明显的减重效果、显著的节能效果,并能大幅度减少对环境的污染,还能提高车的平衡性、乘坐舒适性和安全性。

汽车上的铝及其合金制造的部件越来越多,主要有活塞、气缸盖、离合器壳、油底壳、保险杠、热交换器、支架、车轮、车身板及装饰部件等。

1. 工业纯铝的性能

铝有着丰富的储藏量(约占地壳质量的 8.2%,为地壳中分布最广的金属元素),冶炼也较简便,更重要的是铝具有下列特性:密度小、耐腐蚀性好、能进行表面处理、导热和导电性能好、强度高、低温性能好、反射性强、无磁性、无毒、容易再生。

工业纯铝(见图 2-20)不能进行热处理强化,可通过冷变形提高强度,唯一的热处理形式是退火,但其塑性加工性能好,可加工成板、带、箔和挤压制品等,可进行气焊、氩弧焊和点焊。

2. 工业纯铝的分类、牌号及应用

工业纯铝中含有铁、硅、铜、锌等杂质元素,这些杂质元素使铝的性能略微降低。纯铝材料按纯度可分为以下三类:

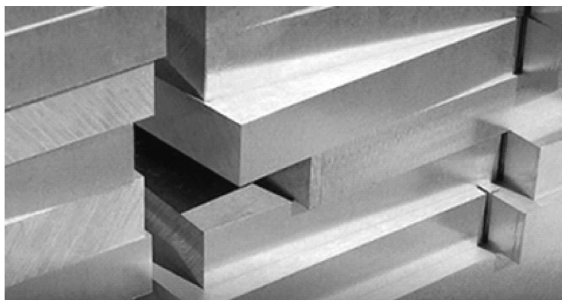


图 2-20 工业纯铝

(1)高纯铝。纯度为 99.93%~99.99%，牌号有 L01、L02、L03、L04 等，序号越大，纯度越高。

(2)工业高纯铝。纯度为 98.85~99.9%，牌号有 L0、L00 等。

(3)工业纯铝。纯度为 98.0%~99.0%，牌号有 1070A、1060、1050A、1035、1200、8A06 等，顺序号越大，纯度越低。

工业纯铝用途非常广泛，可用作电工铝，如制造母线、电线、电缆、电子零件；可制作换热器、冷却器、化工设备；还可用作烟、茶、糖等食品和药物的包装用品；在建筑上用作屋面板、天棚、间壁墙、吸声和绝热材料；还可用作家庭用具如炊具等。

二、铝合金

纯铝因其强度低、可加工性差、可焊性差等特点，在汽车工业中使用较少，而铝合金却得到了广泛的应用。

铝合金就是在纯铝中加入适量的 Si、Cu、Mg、Mn 等元素后组成的合金。铝合金已成为重要的汽车材料之一，按其加工特点和化学成分的不同分为变形铝合金和铸造铝合金两类。

1. 变形铝合金

变形铝合金又称压力加工铝合金，这类铝合金的特点是塑性好，可进行冷、热状态下的压力加工。在汽车上主要用于制造车门、行李厢等车身面板，保险杠，发动机罩，车轮的轮辐、轮毂罩、轮外饰罩，制动器总成的保护罩、消声罩，防抱死制动系统，热交换器，车身构架，座位，车厢底板等结构件及仪表板等装饰件。变形铝合金在汽车上的应用如图 2-21 所示。

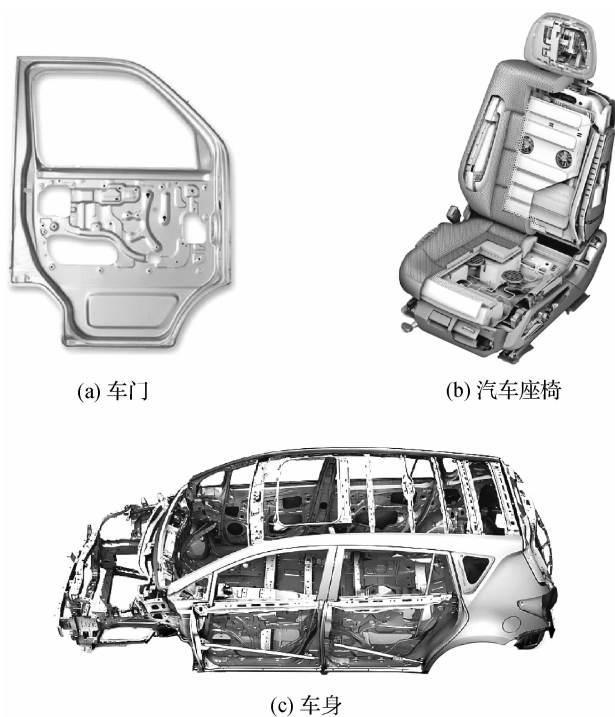


图 2-21 变形铝合金在汽车上的应用

变形铝合金按性能及用途,可分为防锈铝合金、硬铝合金、超硬铝合金、锻铝合金等几种;按其能否进行热处理强化,可分为不能热处理强化铝合金和能热处理强化铝合金两种。

(1)防锈铝合金。防锈铝合金包括铝锰合金和铝镁合金。这类铝合金具有耐蚀性好、塑性高、强度低(但高于工业纯铝)、可焊性好、压力加工性好等特点。它和纯铝一样,不能进行热处理,只能用加工硬化来提高强度。防锈铝合金可加工成板、棒、型、管、线材等产品,主要用于制造要求有良好的抗腐蚀性、塑性和焊接性能的低载荷零件和焊接件,如铆钉、油管、油箱等。

(2)硬铝合金。硬铝合金又称杜拉铝,主要是铝铜镁合金。它是可热处理强化的铝合金中应用最广的一种。硬铝合金经热处理后强度很高,还有较好的耐热性。但因其耐蚀性差,故常在硬铝合金表面包一层纯铝以改善硬铝合金的耐蚀性。

硬铝合金按其强度和耐热性可分为低强度硬铝合金、中等强度硬铝合金、高强度硬铝合金和耐热硬铝合金。

①低强度硬铝合金。低强度硬铝合金又称铆钉硬铝合金,有较好的塑性和足够的强度,常用做铆钉,主要牌号有 2A01 和 2A10。

②中等强度硬铝合金。中等强度硬铝合金又称标准硬铝合金,其强度、塑性和耐蚀性中等,主要用做中等强度的结构件,主要牌号有 2A11。

③高强度硬铝合金。高强度硬铝合金在硬铝合金中应用最广、强度最高,主要用做高强度零件和构件,主要牌号有 2A12。

④耐热硬铝合金。耐热硬铝合金工作温度为 250~350℃,可用做航空发动机,主要牌号有 2A20。

(3)超硬铝合金。超硬铝合金是铝锌镁铜合金,有高强度铝合金之称。其经热处理后可获得比硬铝合金更高的强度,是目前室温强度最高的一种铝合金。但其高温强度、冲压性较差,耐蚀性比硬铝合金更低,生产板材时常用包纯铝的方法来提高其耐蚀性,是飞机结构制造中的重要材料,常用牌号有 7A03 和 7A04。

(4)锻铝合金。锻铝合金主要包括铝镁硅合金、铝镁硅铜合金及铝铜镁铁镍合金。锻铝合金在常温和较高温度(250℃以下)下有较高强度,易于锻造,可用热处理强化,常用于锻造各种复杂零件,如内燃机活塞等,主要牌号有 6A02、2A50、2A70。

几种常用牌号变形铝合金在汽车上的应用举例见表 2-13。

表 2-13 常用牌号变形铝合金在汽车上的应用举例

类 别	牌 号	用 途
防锈铝合金	5A05	焊接油箱、油管、焊条、铆钉及中载零件
	3A21	焊接油箱、油管、焊条、铆钉及轻载零件
硬铝合金	2A01	中等强度和工作温度不超过 100℃ 的铆钉
	2A11	中等强度结构件,如骨架、叶片、铆钉等
	2A12	高强度结构件及 150℃ 以下工作零件
超硬铝合金	7A04	主要受力构件,如飞机大梁、桁架等
	7A06	主要受力构件,如飞机大梁、桁架等

续表

类 别	牌 号	用 途
锻铝合金	2A50	形状复杂、中等强度的锻件
	2A70	高温下工作的复杂锻件及结构件
	2A14	承受重载荷的锻件

2. 铸造铝合金

铸造铝合金简称铸铝，具有优良的铸造性能，可根据使用目的、零件形状、尺寸精度、数量、质量标准、力学性能等各方面的要求和经济效益选择适宜的合金和合适的铸造方法，在汽车上应用较多。

铸造铝合金主要用于铸造发动机气缸体、离合器壳体、后桥壳、转向器壳体、变速器、配气机构、机油泵、水泵、摇臂盖、车轮、发动机框架、制动钳、油缸及制动盘等非发动机构件。铸造铝合金在汽车上的应用如图 2-22 所示。

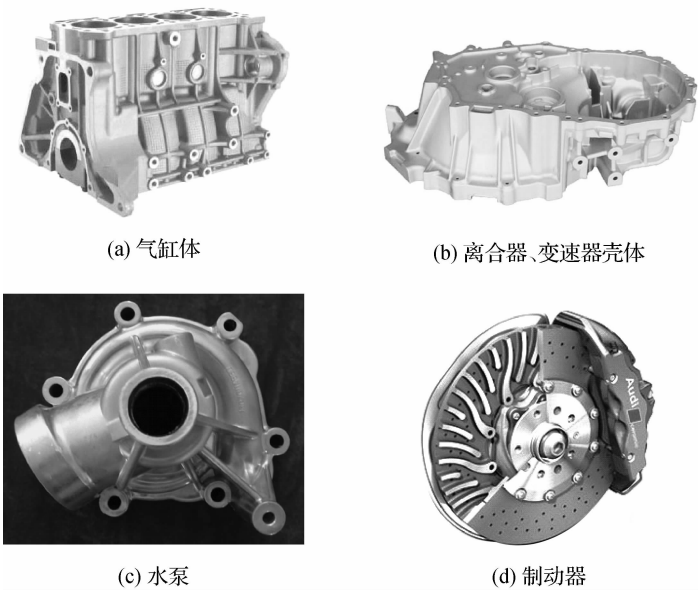


图 2-22 铸造铝合金在汽车上的应用

铸造铝合金包括铝硅系合金、铝铜系合金、铝镁系合金和铝锌系合金。

铸造铝合金的牌号用“铸铝”两字汉语拼音的字头 ZL 加三位数字表示，第一位表示铝合金的类别代号(1——铝硅系、2——铝铜系、3——铝镁系、4——铝锌系)，第二、三位表示合金的顺序号。如 ZL108 为 8 号铝硅铸造合金。顺序号不同，化学成分也不同。

(1) 铝硅系。铝硅铸造合金是目前应用最广泛的一种，它除具有很好的铸造性能(流动性好、收缩率小、产生裂纹的倾向小)外，还具有比重轻、耐蚀能力好、力学性能较好的优点，因而得到了广泛的应用。

例如，ZL108 是常用的铸造铝活塞的材料，它的线膨胀系数小，强度和硬度较高，耐腐蚀性和铸造性较好。ZL109 由于含少量镍，热强性更好，可用于制造重负荷活塞。ZL102 可用变

质处理提高硬度,加入铜、镁等,可制成 ZL101、ZL104、ZL108 等复杂合金,其强度高并可热处理强化。稀土铸造铝合金常用于制造柴油发动机的活塞,它的成分基本上与 ZL108 相同,只是加入少量的稀土元素,其高温性能好,且不需要变质处理。

(2)铝铜系。铝铜铸造合金具有较高的耐热性,但铸造性和耐蚀性差。这类合金经淬火时效后,强度较高,适于制造在 300 ℃ 以下工作的形状简单、承受重载的零件。

(3)铝镁系。这类合金的最大特点是耐蚀性好,密度小,强度较高,韧性、可加工性好,但合金的铸造性能差,易氧化和产生裂纹,主要用来制造受冲击载荷、耐海水腐蚀、外形不太复杂的零件。

(4)铝锌系。铝锌铸造合金具有良好的铸造性能、可加工性、焊接性及尺寸稳定性,但耐蚀性差,密度大,热裂倾向大,常用于制造医疗器械、汽车零件、飞机零件等。

铸造铝合金在汽车上的应用举例见表 2-14。

表 2-14 铸造铝合金在汽车上的应用举例

牌 号	应用举例	
	车 型	零件名称
ZL103	CA1093	风扇、离合器壳体、前盖、主动板
ZL104	CA1093	气缸盖罩、挺杆室盖板、离心式机油滤清器、转子罩、转子体、外罩及过渡法兰
ZL108	CA1093、EQ1092	发动机活塞

子任务二 铜及铜合金

学习目标

- 了解纯铜的特性、分类、牌号及其在汽车上的应用。
- 掌握铜合金的特性、分类、牌号及其在汽车上的应用。

相关知识

铜是一种坚韧、柔软、富有延展性的紫红色而有光泽的金属,具有很高的导电性、导热性、耐蚀性和良好的塑性。人类在很早之前就发现了铜并且广泛使用。图 2-23 所示为铜矿石,图 2-24 所示为中国古代铜器。

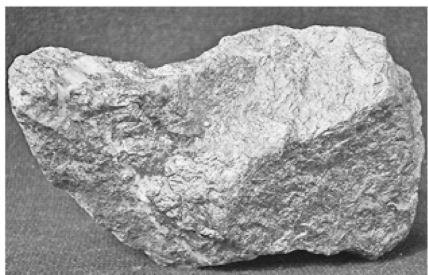


图 2-23 铜矿石



图 2-24 中国古代铜器

现在,铜被广泛地应用于电气、轻工业、机械制造、建筑业、国防工业等领域,其中在电气、电子工业中应用最广、用量最大,占总消费量的一半以上,用于制造各种电缆和导线、电机和变压器、开关及印刷线路板等。在汽车制造行业中,铜及其合金主要被用来制造轴承衬套、管路、螺母、接头、杆件、散热器及热交换器等构件。

一、纯铜

纯铜(见图 2-25)含铜量高于 99.5%,通常呈紫红色,又称紫铜。

1. 纯铜的性能

纯铜具有优良的导电性、导热性、塑性、耐蚀性和焊接性能,又有一定的强度,可用来配制铜合金和做合金元素。

2. 纯铜的分类及牌号

工业上按含氧量及加工方法不同,将纯铜分为工业纯铜和无氧铜两大类。

(1)工业纯铜。工业纯铜含有一定量的氧,牌号有 T1、T2、T3 和 T4 四种,顺序号越大,纯度越低。T1 和 T2 的含氧量较低,用做导电合金;T3 和 T4 含氧量较高(氧含量 $<0.1\%$),一般用做铜材。

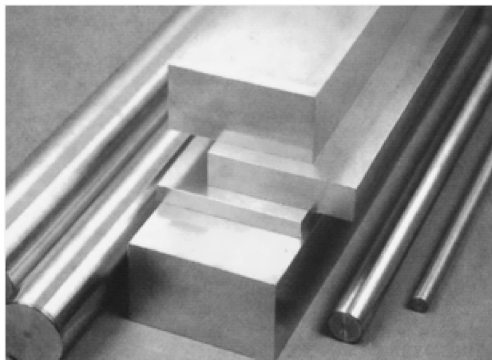


图 2-25 工业纯铜

(2)无氧铜。含氧量低于 0.003% 的纯铜称为无氧铜,牌号有 Tu1、Tu2 等,主要用于制造电真空器件。TUP 为磷脱氧铜,用做焊接铜材,制造热交换器、排水管、冷凝管等。TUMn 为锰脱氧铜,用于制造电真空器件。

3. 工业纯铜的应用

工业纯铜被广泛应用于电气电工领域,化工领域和机械、船舶制造领域,通常被用做导电、导热材料和制造耐蚀器件。

在汽车上一般用厚度为 0.2~2 mm 的纯铜板制造发动机气缸垫、进排气管道垫和轴承垫片,用铜棒制造各种管接头,用纯铜管制造导管、散热管、油管 and 电气接头等。工业纯铜在汽车上的应用如图 2-26 所示。

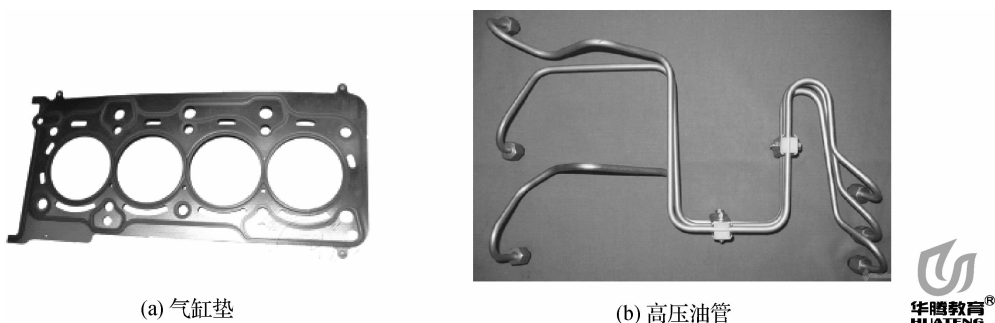


图 2-26 工业纯铜在汽车上的应用

二、铜合金

铜合金按加入元素不同可分为黄铜、青铜和白铜。在机械生产中普遍使用的铜合金是黄铜和青铜。

1. 黄铜

由铜和锌组成的合金称为黄铜。黄铜按化学成分不同分为普通黄铜和特殊黄铜,按加工工艺不同分为压力加工黄铜和铸造黄铜。

(1)普通黄铜。普通黄铜仅由铜和锌两种元素组成。牌号由“黄”的汉语拼音字头 H 加数字表示。数字表示铜的百分含量,其余为锌。如 H68 表示含铜 68%、含锌 32% 的黄铜。

普通黄铜具有较高的强度和冷、热变形加工能力,并有良好的塑性、导热性、耐蚀性和可焊性,常用来制造汽车上的散热器、分水管、汽油滤清器芯、空调管接头和化油器零件等。图 2-27 所示的汽车空调管路即为普通黄铜制造。



图 2-27 汽车空调管路

(2)特殊黄铜。普通黄铜中加入其他合金元素后即成为特殊黄铜,常加入的合金元素有铅、锡、铝、硅、镍等,得到的黄铜相应地称为铅黄铜、锡黄铜、铝黄铜等。

特殊黄铜的牌号用“黄”字汉语拼音字头 H 加合金元素符号,再加若干组数字表示。第一组数字表示铜的百分含量,第二组数字表示主加元素的百分含量,数字间用短横线分开。如 HPb59-1 表示铜的质量分数为 59%,含主加元素铅的质量分数为 1%,余量为锌的铅黄铜。

特殊黄铜常用于制造汽车上易受磨损的零件,如转向节衬套(见图 2-28)、钢板弹簧衬套(见图 2-29)及离合器轴的衬套等。



图 2-28 转向节衬套



图 2-29 钢板弹簧衬套

黄铜在汽车上的应用举例见表 2-15。

表 2-15 黄铜在汽车上的应用举例

分 类	牌 号	应用举例	
		车 型	零件名称
普通黄铜	H90	CA1093	排气管热密封圈外壳,水箱本体,暖风散热器的散热管、冷却管等
	H68		上、下水箱,水箱夹片,水箱本体主片,暖风散热器主片
	H62		水箱进出水管、加水口座及支承、水箱盖,暖风散热器进、出水管,曲轴箱通风阀及通风管

续表

分 类	牌 号	应用举例	
		车 型	零件名称
特殊黄铜	HPb59-1	CA1093	化油器进气阀本体、主量孔、功率量孔、怠速量孔,曲轴箱通风阀座,储气筒放水阀本体及安全阀座
	HSn90-1	EQ1092	转向节衬套、行星齿轮及半轴齿轮支承垫圈

2. 青铜

青铜原指铜锡合金,现在把黄铜和白铜(铜镍合金)以外的铜合金统称为青铜,并常在青铜名字前冠以第一主要添加元素的名。青铜根据化学成分可分为锡青铜和无锡青铜;根据加工工艺和用途可分为压力加工青铜和铸造青铜。锡青铜的铸造性能、减磨性能和力学性能好,适合于制造轴承、蜗轮、齿轮等。铅青铜是现代发动机和磨床广泛使用的轴承材料。

(1)压力加工锡青铜。压力加工锡青铜的牌号为“Q+主添加元素符号和含量+其他加入元素含量”。如 QSn4-3 表示锡的质量分数为 4%、锌的质量分数为 3%,其余为铜的锡青铜。Q 为“青”的汉语拼音字首。

(2)铸造锡青铜。按铸造有色金属合金牌号的表示方法,用 ZCu 代替 Q,如 ZCuSn5Pb5Zn5、ZCuSn10Pb5、ZCuSn10Zn2 等。铸造锡青铜对大气、海水具有良好的耐蚀能力,且具有良好的强度、硬度和铸造性,收缩率在有色金属中最低,常用于制造轴承、蜗轮等耐磨零件,还可用于铸造形状复杂、壁厚较大的零件,如大鼎、大钟和大佛等。但铸造锡青铜的致密性差,不适于制造密封性要求高的铸件。

(3)无锡青铜。不含锡的铜基合金称为无锡青铜。无锡青铜具有高的强度、耐磨性及良好的耐腐蚀性和铸造性,有的还具有很高的导热性和热强性,是锡青铜很好的替代品。在无锡青铜中加入铝、镍、硅、锰、铍、铅等元素,得到的青铜相应地称为铝青铜、镍青铜、硅青铜、锰青铜、铍青铜、铅青铜等。

①铝青铜。铝青铜具有可与钢相比的强度,高的韧度和疲劳强度,耐蚀、耐磨,受冲击时不产生火花,铸造生产的零件致密性好,常用来制造重要的齿轮、蜗轮、摩擦片、轴承套等要求耐磨、耐蚀的零件。

②硅青铜。硅青铜有较高的力学性能和较低的价格,铸造性和冷、热变形加工性都很好,主要用于制造航空工业长距离架空电话线和输电线等。

③铍青铜。铍青铜可以通过淬火加时效的方法进行强化,具有很高的强度和硬度,可以和高强度钢媲美。它的弹性极限、疲劳极限都很高,耐磨性、耐蚀性也好,是具有很好的综合力学性能的一种合金。另外,它还具有导电、导热性好,耐寒、无磁,受冲击时不产生火花等诸多优点,只是由于价格昂贵,使用受到了限制。工业上主要用其制造重要的弹性元件、耐磨件及其他重要零件,如仪表齿轮、弹簧、航海罗盘、电焊机电极及防爆工具等。

常用青铜的类别、牌号及用途见表 2-16。

表 2-16 常用青铜的类别、牌号及用途

类 别	牌 号	用途举例
压力加工锡青铜	QSn4-3	制造弹簧、管配件和化工机械等较次要零件
	QSn6.5-0.1	制造耐磨及弹性零件
	QSn4-4-2.5	制造轴承和轴套的衬垫等
铸造锡青铜	ZCuSn10Zn2	制造在中等及较高负荷下工作的重要管配件、阀、泵、齿轮等
	ZCuSn10P1	制造重要的轴瓦、齿轮、连杆和轴套等
无锡青铜	ZCuAl10Fe3	制造重要的耐磨、耐蚀重型铸件,如轴套、螺母、蜗轮等
	QBe2	制造重要仪表的弹簧、齿轮,航海罗盘等
	ZCuPb30	制造高速双金属轴瓦、减磨零件等

青铜在汽车上的应用举例见表 2-17。

表 2-17 青铜在汽车上的应用举例

牌 号	应用举例	
	车 型	零件名称
QSn4-4-2.5	EQ1092	活塞销衬套
	CA1093	发动机摇臂衬套、活塞销衬套
ZCuSn5Pb5Zn5	CA1093	离心式机油滤清器上、下轴承
QSi3-1	CA1093	水箱盖出水阀弹簧、空气压缩机松压阀阀套、车门铰链衬套
ZCuPb30	CA1093	曲轴轴瓦、曲轴止推垫圈

子任务三 滑动轴承合金

学习目标

- 了解锡基、铅基轴承合金的特性、牌号及其在汽车上的应用。
- 了解铜基、铝基轴承合金的特性、牌号及其在汽车上的应用。

相关知识

轴承是机器上的重要零件,目前机器中使用的轴承有滚动轴承和滑动轴承两类,在滑动轴承中,用于制造轴瓦(见图 2-30)及内衬的合金材料称为轴承合金。汽车发动机中曲轴轴承、连杆轴承、凸轮轴轴承等都采用滑动轴承。

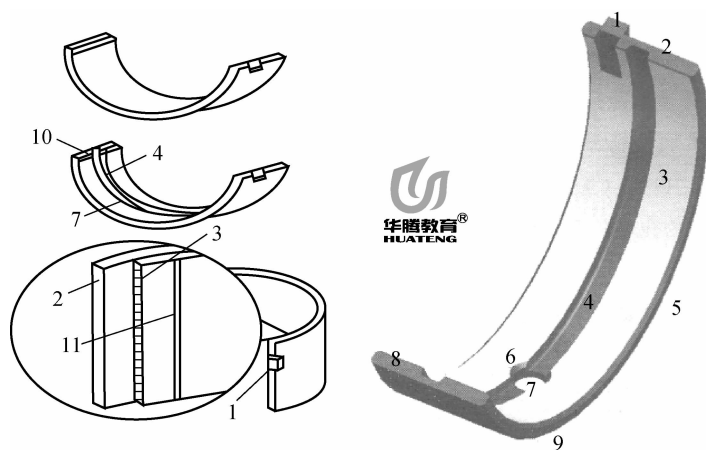


图 2-30 常见轴瓦的结构

1—定位唇；2—钢背层；3—合金层；4—环形油槽；5—内倒角；6—油孔内倒角；
7—油孔；8—半径高；9—外倒角；10—布油槽；11—软镀层

轴承合金必须满足以下要求：

- (1) 有较高的挤压强度和抗疲劳强度，并有较低的摩擦因数。
- (2) 能很好地储存润滑油，使接触表面形成油膜。
- (3) 有良好的导热性、耐蚀性和较小的膨胀系数。

为此，轴承合金的理想组织应该是软基体中有硬质点或硬基体中有软质点的材料。软基体硬质点的材料在工作一段时间后，软基体磨损形成凹坑，可储存润滑油，起到良好的润滑作用，而硬质点凸起后可支承轴的压力，一旦负载增大，硬质点被压入软基体中，从而避免了轴的擦伤。硬基体软质点的材料在工作中的作用原理基本同前，只不过是软质点磨损后储存的润滑油比硬质点材料的少些，但由于有面积比例较大的硬基体，工作中易形成一定厚度的油膜，因此它的耐磨性好、疲劳强度高，一般用于重载、高速的发动机上。

一、锡基、铅基轴承合金

这两类轴承合金广泛地应用于汽车。其牌号的表示方法是“ZCh+基本元素符号+主加元素符号+主加元素及辅加元素的百分含量”。

如 ZChSnSb4-4，其中，Z 和 Ch 分别为“铸”和“承”的汉语拼音字头；化学成分是以锡为主，合金元素主要为锑、铜、铅；主加元素锑的含量为 4%，辅加元素铜的含量为 4%，基本元素为锡，铸造轴承合金。

1. 锡基轴承合金

锡基轴承合金有较小的线膨胀系数（线膨胀系数是指温度每变化 1℃ 材料长度变化的百分比），良好的导热性能、工艺性能和耐蚀性，还具有较好的塑性和韧性、适中的硬度和较低的摩擦因数，但疲劳强度低，耐热性较差（正常工作温度不应超过 150℃），主要用于制造汽车、拖拉机、汽轮机等机械上的高速轴承。

2. 铅基轴承合金

铅基轴承合金是一种以铅和锑为基的轴承合金，为了提高强度、硬度和耐磨性，通常加

入6%~16%的锡,加入少量砷和镉可以细化组织,提高合金的高温硬度。其硬度适中,磨合性好,摩擦因数稍大,而韧性很低,适于浇注受振较小、载荷较轻或速度较慢的轴瓦。

与锡基轴承合金相比,铅基轴承合金的强度、硬度较低,韧性较差,摩擦因数较大,但价格便宜,耐压强度较高。它通常制成双层或三层金属结构,用于制造低速、低负荷或静载下工作的中等负荷的轴承和高速低载荷、工作温度低于150℃的轴承,如NJ1040的曲轴轴承、连杆轴承、凸轮轴轴承等。铅基轴承合金常用牌号有ZChPbSb16-16-2、ZChPbSb15-5-3和ZChPbSb15-10等。

二、铜基、铝基轴承合金

1. 铜基轴承合金

铜基轴承合金是以铜为基,加入适量的锡、铅、锌、磷、锰等元素组成的合金。铜基轴承合金机械强度高、承载能力大、耐热性好,在150℃左右也能正常工作,但减磨性差,常在磨损面镀一层软金属(铅、锡)以改善其缺点。

铜基轴承合金常用牌号有ZCuSn10-1和ZCuPb30两种。其中,ZCuSn10-1常用于制造高速、重载荷柴油机的曲轴轴瓦,ZCuPb30常用于制造曲轴轴瓦。

2. 铝基轴承合金

铝基轴承合金有铝镁铈轴承合金、低锡铝轴承合金(含锡6%左右)和高锡铝轴承合金(含锡20%以上)。

铝镁铈轴承合金和低锡铝轴承合金力学性能较好,负载能力强,但减磨性差,一般也镀软金属层,主要用在柴油机上。如6135Q型柴油机即采用铝镁铈合金。

高锡铝轴承合金价格较低,比重小,疲劳强度较高,同时具有较好的力学性能和良好的减磨性、导热性等,可靠性比锡基轴承合金好。当汽车在较差路面上行驶时,即使超载也不会发生轴承合金剥落,具有寿命较长的优点(在正常使用情况下其寿命可达十几万千米),广泛应用于柴油机、EQ1090及丰田、日产等进口小轿车上。其不足之处是线膨胀系数大,冷启动困难(易与轴咬合),故安装时必须留有较大的间隙。

常用滑动轴承合金的牌号、性能及其用途见表2-18。

表 2-18 常用滑动轴承合金的牌号、性能及其用途

种 类	牌 号	性 能	用 途
锡基轴承合金	ZChSnSb12-10-4	具有较小的线膨胀系数,良好的导热性能、工艺性能和耐腐蚀性。熔融法制备,压力加工成形	用做低速、低负荷或静载下工作的中等负荷的轴承
	ZChSnSb11-6		
	ZChSnSb8-4		
铅基轴承合金	ZChPbSb16-16-2	硬度适中,磨合性好,摩擦因数稍大,而韧性很低,耐压强度较高,价格便宜	用做低速、低负荷或静载下工作的中等负荷的轴承和高速低载荷、工作温度低于150℃的轴承,如曲轴轴承、连杆轴承、凸轮轴轴承等
	ZChPbSb15-5-3		
	ZChPbSb15-10		

续表

种 类	牌 号	性 能	用 途
铜基轴承合金	ZCuSn10-1	机械强度高、承载能力大、 耐热性好,在 150 ℃ 左右也能 正常工作,但减磨性差	用于制造高速、重载荷柴油 机的曲轴轴瓦
	ZCuPb30		用于制造曲轴轴瓦



思考与练习

- (1) 碳素钢有哪些分类?
- (2) 碳素钢可以生产哪些汽车零件?
- (3) 合金钢有哪些分类、规格及牌号?
- (4) 合金钢的特性有哪些?
- (5) 合金钢可以生产哪些汽车零件?
- (6) 铸铁的特性是什么?
- (7) 球墨铸铁的优、缺点有哪些?
- (8) 灰铸铁可以生产哪些汽车零件?
- (9) 汽车生产中尽量多地采用铝有什么好处?
- (10) 简述变形铝合金的分类及其在汽车上的应用。
- (11) 简述铸造铝合金的分类及其在汽车上的应用。
- (12) 铜合金的分类有哪些?
- (13) 无锡青铜为什么是锡青铜很好的代用品?
- (14) 工业纯铜在汽车中可以制造哪些零件?
- (15) 轴承合金必须满足的要求有哪些?
- (16) 高锡铝轴承合金的性能有哪些?

非金属材料与复合材料



任务一



非金属材料

在汽车制造中,除使用金属材料外,还广泛使用非金属材料,如汽车灯罩、仪表板壳、转向盘、坐垫、挡风玻璃、轮胎、传动带、连接软管、各类油封、接口垫等都是由各种非金属材料制成的。近年来,随着非金属材料的迅猛发展和汽车轻量化要求的提出,越来越多的非金属材料在汽车上得到了应用,其已成为汽车不可或缺的材料。

非金属材料的种类很多,这里主要介绍塑料、橡胶、玻璃和陶瓷。

子任务一 塑 料

学习目标

- 了解汽车塑料的种类和性能。
- 掌握塑料制品在汽车上的应用。
- 掌握汽车上塑料件的鉴别方法。

相关知识

随着塑料性能的不断改进,塑料在汽车上除了广泛用于制造各种内装饰件外,目前已可用来替代部分金属材料,制造某些结构零件、功能零件和外装饰件。塑料在汽车上的广泛应用,既满足了某些汽车零部件的特殊性能要求,又是实现汽车轻量化的有效途径。

汽车塑料零部件主要有三类:内饰件、外饰件和功能件。内饰件主要有仪表板、车门内饰板、座椅、车厢内饰等。外饰件除要求具有内饰件的功能外,还要求强度高、韧性好、耐环境条件及耐冲击,主要有前后保险杠、挡泥板等,塑料材料的前保险杠如图 3-1 所示,保险杠饰板和碰撞吸能器(泡沫塑料)可吸收车速低于 4 km/h 时的轻微碰撞力,这些部件碰撞后会自动恢复原样。功能件一般要有特殊的使用性能,主要有暖风机、散热器格栅、车灯框、进气管、蓄电池壳、后视镜壳、转向盘和车轮罩等。

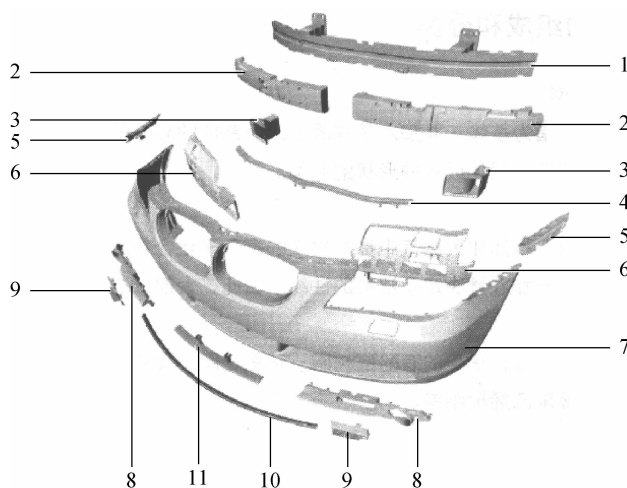


图 3-1 前保险杠

- 1—带有变形元件的保险杠托架；2—碰撞吸能器；3—制动器导风管；4—车前盖密封条；
5—保险杠饰板侧托架；6—保险杠侧衬垫；7—保险杠饰板；8—侧冷风格栅；
9—制动器导风管饰板；10—唇形缓冲条；11—中部冷风格栅

塑料在轿车上的应用如图 3-2 所示。



图 3-2 塑料在轿车上的应用

一、塑料的组成和分类

1. 塑料的组成

塑料是以合成树脂为基体,并加入某些添加剂而制成的高分子材料。塑料可以在一定的温度和压力下被塑造和固化成各种形状的制品。

(1)合成树脂。合成树脂是从煤、石油和天然气中提炼出来的高分子化合物。合成树脂是塑料的主要成分,它的种类、性质及加入量决定了塑料的性能。因此,大部分的塑料是以所加合成树脂的名称来命名的。

合成树脂的种类很多,常用的有酚醛树脂、环氧树脂、聚酯树脂、硅树脂、聚氯乙烯树脂、聚乙烯树脂和聚苯乙烯树脂等。

(2)添加剂。加入添加剂是为了改善塑料的性能,以扩大其使用范围。它包括填料、增强材料、固化剂、增塑剂、稳定剂、润滑剂、抗静电剂、阻燃剂和着色剂等。

塑料可以通过添加不同的添加剂来改变其机械强度及加工性能,以适应不同汽车零部件的使用要求。例如,保险杠要采用有较高机械强度的工程塑料,而坐垫和靠背则要采用柔软的泡沫塑料。

塑料还可以通过添加剂来调色,以产生不同的颜色,可以省去喷漆工艺。有些塑料件还可以电镀,如 ABS 塑料具有很好的电镀性能,可用于制造装饰条、标牌、开关旋钮、车轮装饰罩等。

塑料的主要组织成分及其作用见表 3-1。

表 3-1 塑料的主要组织成分及其作用

成分类别		材料名称	作用
合成树脂	热固性树脂	酚醛树脂、环氧树脂、聚酯树脂、硅树脂等	占塑料全部组成的 40%~100%。它将全部组分胶黏起来,同时也决定和影响着塑料的理化性能和机械强度
	热塑性树脂	聚氯乙烯树脂、聚乙烯树脂、聚苯乙烯树脂等	
添加剂	填料	有机填料	提高塑料的硬度、冲击强度和耐热、耐磨性能,改善成形性能等
		无机填料	
	增强材料	玻璃纤维及其制品、棉纤维和棉布等	提高塑料的物理性能和强度
	固化剂	胺类和聚酯类、过氧化物等	促使热固性塑料的成形
	稳定剂	胺类和酚类	增强塑料对光、热、氧等老化因素的抵抗力
	润滑剂	硬脂酸盐、脂肪酸等	改善塑料加热成形时的流动性,使制品表面光滑
	着色剂	有机染料和无机颜料	增强制品的美观性,适应使用要求

2. 塑料的分类

塑料的种类有很多,通常按成形工艺性能和使用特性分类。

按成形工艺性能可将塑料分为热塑性塑料和热固性塑料。

(1)热塑性塑料。热塑性塑料是指受热时软化、冷却后变硬,再加热又软化,冷却又变硬,可反复多次加热塑制的塑料。这类塑料成形加工方便,但耐热性相对较差,容易变形,常用的有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、ABS 塑料、聚甲醛、聚四氟乙烯、聚酰胺、聚苯醚、聚碳酸酯等。

(2)热固性塑料。热固性塑料是指经一次固化后受热不再软化,只能塑制一次的塑料。这类塑料耐热性能好,不易变形,但生产周期较长,常用的有酚醛塑料、氨基塑料、环氧树脂

和有机硅等。

按使用特性可将塑料分为通用塑料、工程塑料和特种塑料。

(1)通用塑料。通用塑料是指用于日常用品、绝缘材料等的塑料。这类塑料产量大、成本低、应用广泛,主要有聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、氨基塑料和酚醛塑料等。

(2)工程塑料。工程塑料是指用于工程构件和机械零件的塑料。这类塑料的强度、刚度较高,韧性、耐热性、耐蚀性较好,可用来替代金属材料制造机械结构零件。工程塑料主要有聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯和 ABS 塑料等。汽车上的零件大部分采用工程塑料。

(3)特种塑料。特种塑料一般是指具有特种功能的塑料。这类塑料可用于航空航天等特殊应用领域。如氟塑料和有机硅具有突出的耐高温、自润滑等特殊功能,增强塑料和泡沫塑料具有高强度、高缓冲性等。

二、塑料的主要性能

与其他材料相比,塑料具有许多优良的物理性能、化学性能和力学性能,主要表现在以下几个方面:

(1)质量轻。一般塑料的密度在 $0.83 \sim 2.2 \text{ g/cm}^3$ 内,而泡沫塑料则更轻,密度在 $0.02 \sim 0.2 \text{ g/cm}^3$ 之间。因此,用塑料制造汽车零部件可大幅度降低汽车的整车装备质量,降低汽车自重,减少油耗。

(2)化学稳定性好。一般的塑料对酸、碱、盐和有机溶剂都有良好的耐蚀性能。特别是聚四氟乙烯,除了能与熔融的碱金属作用外,其他化学药品包括“王水”也难以腐蚀它。因此,采用塑料做车身覆盖件及其他零件,能使汽车在潮湿或腐蚀环境下长期工作而不受腐蚀。

(3)比强度高。尽管塑料的强度要比金属低些,但由于塑料密度小、质量小,因而与等质量的金属相比,其比强度要高。如用碳纤维强化的塑料,它的比强度要比钢材高 2 倍左右。

(4)良好的绝缘性能。塑料几乎都有良好的电绝缘性能,其绝缘性能可与陶瓷、橡胶及其他绝缘材料相媲美。因此,汽车电器零件广泛采用塑料作为绝缘体。

(5)吸振性和消声性好。塑料具有吸收、减少振动和噪声的性能,用于制造汽车保险杠、仪表板和转向盘等,可以增强缓冲作用,提高车辆的安全性和舒适性。

(6)耐磨性和减磨性优良。一些塑料的摩擦因数小,耐磨性好,自润滑性能良好,可用做轴承材料及其他耐磨材料。

(7)易于加工成形。塑料通常一次注塑成形,可制造形状复杂的异形曲面,如汽车仪表板等,适合批量生产,加工成本低。

但塑料也有不少缺点:与钢相比,大部分塑料的力学性能较差;耐热性和导热性较差,其热导率只有钢的 $1/600 \sim 1/200$ 。此外,塑料还有易老化、易燃烧等缺点。

三、塑料在汽车上的应用

塑料在汽车上得到了广泛的应用,常用做内、外装饰件和功能零件等。目前,塑料在轿车上的用量占全车质量的 $8\% \sim 12\%$ 。常用塑料的主要特性及其在汽车上的应用举例见表 3-2。

表 3-2 常用塑料的主要特性及其在汽车上的应用举例

种类	化学名称	代号	主要特性	应用举例
热塑性塑料	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯	ABS	综合力学性能优良,耐热性、耐蚀性、尺寸稳定性好,易于加工成形	车体件、前围板、格栅、车头灯框等
	聚酰胺	PA	韧性好,强度高,耐磨性、耐疲劳性、耐油性等综合性能好,但吸水率和收缩率大	车外装饰板件、风扇叶片、里程表齿轮、衬套等
	聚甲醛	POM	综合力学性能优良,尺寸稳定性好,耐磨性、耐油性、耐老化性好,吸水率小	半轴齿轮和行星齿轮垫片、汽油泵壳、转向节衬套等
	聚乙烯	PE	强度较高,耐高温、耐磨,耐蚀性和绝缘性好	内装饰板、车窗框架、手柄、挡泥板等
	聚四氟乙烯	PTFE	化学稳定性优良,耐蚀性极高,摩擦因数小,耐高温性、耐寒性和绝缘性好	各种密封圈、垫片等
	聚苯醚	PPO	抗冲击性能优良,耐磨性、绝缘性、耐热性好,吸水率小,尺寸稳定性好,但耐老化性差	格栅、车头灯框、仪表板、装饰件、小齿轮、轴承、水泵零件等
	聚酰亚胺	PI	耐高温性能好,强度高,综合性能优良,耐磨性和自润性好	正时齿轮、密封垫圈、泵盖等
	聚丙烯	PP	耐热性、耐蚀性较好,成形容易,但收缩率大,低温呈脆性,耐磨性不高	内饰镶条、内装饰板、散热器固定框、前围板、保险杠等
	聚氯乙烯	PVC	强度较高,化学稳定性、绝缘性较好,耐油性、抗老化性也较好,但耐热性差,成形加工性能较差	内装饰件、软垫板、电气绝缘体等
热固性塑料	聚碳酸酯	PC	力学性能优良,尺寸稳定性好,耐热性较好,但疲劳强度低,耐磨性差	格栅、仪表板等
	酚醛塑料	PF	强度高,耐热性好,绝缘性、化学稳定性、尺寸稳定性好,但质地较脆,抗冲击性差	电气绝缘件、摩擦片等
	环氧树脂	EP	强度较高,韧性较好,收缩率小,绝缘性、化学稳定性、耐蚀性好	汽车涂料、胶黏剂、玻璃钢构件等
	聚氨酯泡沫	PU	力学性能优良,吸振缓冲性、绝热性好,加工简单、易于成形	软质塑料用于座椅垫、内饰材料;半硬质塑料用于转向盘、仪表板、保险杠、扶手等

现代承载式汽车上塑料件的位置和名称如图 3-3 所示,括号中代表该塑料的种类。

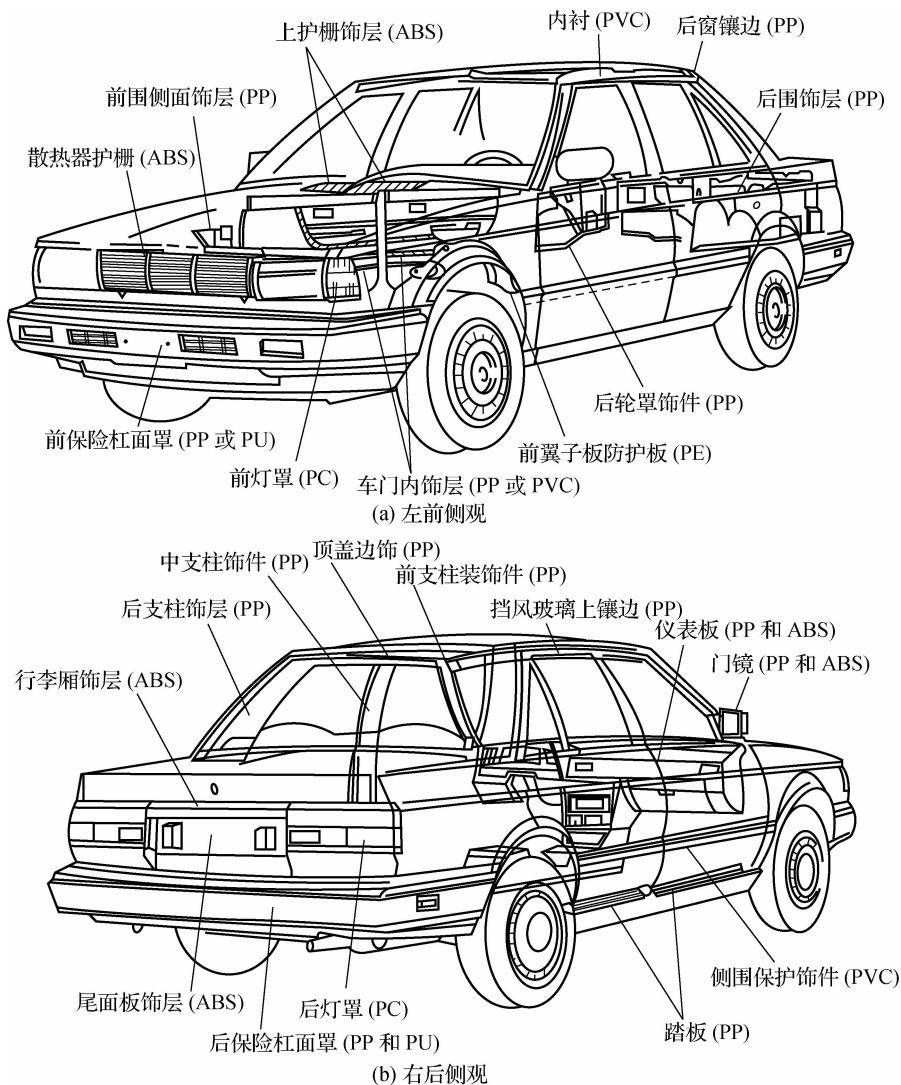


图 3-3 现代承载式汽车上塑料件的位置和名称

四、车身塑料产品的鉴别方法

(1) 查看压制在塑料部件上的 ISO 代号,一般在零件拆下后就能看到所标的符号。

(2) 燃烧鉴别。切下一小片塑料,用镊子夹住放入火中燃烧,查看其火焰颜色、燃烧情况及闻气味。如 PVC 塑料受热后容易熔化,燃烧时火焰呈绿色或青色,有盐酸味;聚烯烃类塑料燃烧时火焰没有明显的烟雾,有蜡的气味;聚酯酸纤维素类塑料经点燃后有醋酸味;ABS 塑料燃烧时有明显的烟雾产生。

(3) 焊接法。塑料焊条能与之焊合的即为此种焊条类型的塑料品种,市场上能提供的焊条大致有 6 种。

(4) 敲击法。用手敲击塑料制品内侧,PU 塑料声音较弱,PP 塑料声音较脆。

(5) 打磨法。PU 塑料用砂纸打磨后没有粉末,而 PP 塑料则有粉末。PU 塑料易被划伤,PP 塑料不易被划伤等。

子任务二 橡胶

学习目标

- 了解车用橡胶的品种及性能特点。
- 掌握橡胶制品在汽车上的应用。
- 掌握汽车轮胎的类型和结构特点。

相关知识

橡胶也是一种有机高分子材料。橡胶在汽车工业中的应用十分广泛,许多汽车零部件,如轮胎、胶条、制动皮碗、胶管和缓冲垫等,都是由橡胶制造的。

常见汽车橡胶制品如图 3-4 所示。



图 3-4 常见汽车橡胶制品

一、橡胶的组成和分类

1. 橡胶的组成

橡胶是以生胶为主要原料,加入适量配合剂,经硫化处理后得到的一种材料。

(1)生胶。按其来源不同,生胶分为天然生胶和合成生胶两大类。

天然生胶是从橡胶树上采集的胶乳,经凝固、干燥、混炼加工而成的高弹性材料。天然生胶是应用最早的橡胶。

合成生胶是以石油、天然气和煤等为原料,通过化学合成的方法获得的。合成生胶的原料来源丰富、价格低廉,目前其产量已超过了天然生胶。

生胶的耐热性、耐磨性差,强度低,一般不能直接用来制造橡胶制品,大多只是作为橡胶的原料。

(2)配合剂。配合剂是为了提高和改善橡胶制品性能,扩大使用范围而加入的化学组分,主要有硫化剂、硫化促进剂、补强剂、软化剂和防老化剂等。

硫化剂的作用是将塑性的生胶变成有一定强度、韧性和高弹性的硫化胶,常用的有硫黄、氧化硫、硒等;硫化促进剂起加速硫化过程、缩短硫化时间的作用,常用的有氧化锌、氧化铝、氧化镁及醛胺类有机化合物等;补强剂用以提高橡胶的力学性能和耐磨、耐撕裂性能,常用的有炭黑、氧化硅、滑石粉等;软化剂能提高橡胶的柔软性和可塑性;着色剂用来使橡胶制品着色;防老剂主要用来延缓和防止橡胶老化。

2. 橡胶的分类

橡胶的种类很多,按其原料来源不同,橡胶分为天然橡胶、合成橡胶和再生橡胶三大类。

(1)天然橡胶。天然橡胶是指以天然生胶制成的橡胶材料。天然橡胶是一种综合性能优良的高弹性物质,大量用于制造各类轮胎及各种胶带、胶管等橡胶制品。

(2)合成橡胶。合成橡胶是指以合成生胶制成的橡胶材料。合成橡胶品种繁多,通常分为通用合成橡胶和特种合成橡胶。通用合成橡胶是汽车工业的重要材料,常用的有氯丁橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶等。

(3)再生橡胶。再生橡胶是利用废旧橡胶制品经再加工而制成的橡胶材料。再生橡胶强度较低,但有良好的耐老化性,且加工方便,价格低廉,汽车上常用于制造橡胶地毯、各种封口胶条等。

橡胶按其性能和用途不同,分为通用橡胶和特种橡胶两大类。

(1)通用橡胶。通用橡胶是指产量大、应用广,在使用上没有特殊性能要求的橡胶,如天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶和异戊橡胶等。汽车上使用的一般都是通用橡胶。

(2)特种橡胶。特种橡胶是指具有耐热、耐寒、耐油和耐化学腐蚀等特殊性能的橡胶,如硅橡胶、氟橡胶、聚氨酯橡胶等,主要用于制造在特殊环境下工作的零件。

二、橡胶的基本性能

1. 极高的弹性

这是橡胶独特的性能。橡胶的伸长率高达1 000%。橡胶在起初受负荷时变形量很大,但随着外力的增加,橡胶又具有很强的抵抗变形的能力。因此,橡胶可作为减振材料,用于制造各种减轻冲击和吸收振动的零件。

2. 良好的热可塑性

橡胶在一定温度下失去弹性而具有可塑性的性能,称为热可塑性。橡胶处于热可塑性状态时,容易加工成各种形状和尺寸的制品,而且当加工外力去除后,仍能保持该变形下的形状和尺寸。根据这一特性,可把橡胶加工成不同形状的制品。

3. 良好的黏着性

黏着性是指橡胶与其他材料黏结成整体而不分离的能力。橡胶有很强的吸附能力,能与其他材料黏结成整体,如汽车轮胎就是利用橡胶与棉、毛、尼龙等牢固地黏结在一起而制成的。

4. 良好的绝缘性

大多数橡胶是绝缘体,能作为电线、电缆等导体的绝缘材料。

此外,橡胶还具有良好的耐腐蚀性、密封性和耐寒性等,但橡胶的导热性差,抗拉强度低,尤其是容易老化。橡胶的老化是指橡胶随着时间的增加,出现变色、发黏、变硬和变脆龟裂的现象。为减缓橡胶的老化,延长橡胶制品的使用寿命,在橡胶制品使用中应避免其与酸、碱、油及有机溶剂接触,尽量减少受热、日晒和雨淋等。

三、橡胶在汽车上的应用

橡胶是汽车上不可缺少的材料,被广泛用于制造各种胶带、胶管、减振配件及耐油配件等。汽车常用橡胶的种类、特性及应用举例见表 3-3。其中,用量最大的制品是轮胎,目前全世界生产的橡胶约 80%用于制造轮胎。

表 3-3 汽车常用橡胶的种类、特性及应用举例

种 类	代号	主要特性	应用举例
天然橡胶	NR	良好的耐磨性、抗撕裂性,加工性能好,但耐高温、耐油性较差,易老化	轮胎、胶带、胶管和通用橡胶制品等
丁苯橡胶	SBR	优良的耐磨性、耐老化性能,力学性能与天然橡胶相近,但是加工性能特别是黏着性较天然橡胶差	可替代天然橡胶,用于制造轮胎、胶带、胶管和通用橡胶制品等
氯丁橡胶	CR	良好的物理、力学性能,耐腐蚀、耐老化、耐油、黏着性好,但耐寒性较差,密度较大,绝缘性能差	胶带、胶管、电线护套、垫圈、密封圈和汽车门窗嵌条等
丁基橡胶	II R	良好的气密性,吸振能力强,化学稳定性好,耐气候和耐酸碱性能良好,但耐油性和加工性能较差	轮胎内胎、胶管、电线护套和减振元件等
丁腈橡胶	NBR	优良的耐油、耐老化、耐磨性能,耐热性、气密性好,但耐寒性、绝缘性较差	油封、油管、皮碗和密封圈等耐油元件

轮胎是汽车的重要部件之一,它直接与路面接触,承受着汽车的质量,和汽车悬架共同来缓和汽车行驶时所受到的冲击,保证汽车具有良好的乘坐舒适性和行驶平顺性,保证车轮和路面有良好的附着性,提高汽车的牵引性、制动性和通过性。因此,轮胎在汽车上所起的重要作用越来越受到人们的重视。