

THE PROCESS BASIC REQUIREMENTS OF AUTOMOTIVE  
PRODUCT STRUCTURE

# 汽车产品结构工艺性 基本要求

苏志朴 等 编著



西北工业大学出版社

# 汽车产品结构工艺性基本要求

苏志朴 等 编著

西北工业大学出版社

**【内容简介】** 本书以阐述汽车零部件产品结构工艺性基本要求为主要内容。全书共分 11 章,主要介绍了汽车常用工程材料的基本知识和选用原则,以及冲压件、焊接件、铸锻件、机械加工件、非金属件等汽车零部件产品结构工艺性的基本要求。

本书可作为汽车设计人员、工艺人员的培训教材,也可供从事汽车制造业的有关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车产品结构工艺性基本要求/苏志朴等编著. —西安:西北工业大学出版社,2015.7  
ISBN 978-7-5612-4448-7

I. ①汽… II. ①苏… III. ①汽车—生产工艺—教材 IV. ①U466

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 161544 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpu.com

印 刷 者:陕西宝石兰印务有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:16.375

字 数:398 千字

版 次:2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷

定 价:40.80 元

# 前 言

汽车制造技术中,除了要有科学合理的产品设计外,还有许多方面依赖于技术人员的经验和生产者的技巧,这些经验和技巧决定了产品的生产效率和产品质量。因此对产品结构工艺性基本知识的掌握和普及程度,已经影响到产品设计质量,影响到整车性能和制造成本。

本书以汽车零部件产品结构工艺性基本要求为主要内容,总结收集了产品结构设计中反映的工艺性问题及解决方案;以图文对照的形式,从汽车零部件的加工方法入手,全面介绍了各类加工工艺方法的基本知识、零件结构工艺性要求等方面的理论和相互关系,使读者能较全面而系统地获得汽车产品工艺设计和结构设计的相关知识,从而指导相关人员能将实用性专业知识、经验与实践相结合,有效提升汽车行业制造水平。

全书共分 11 章:第一章介绍了汽车常用工程材料的基本知识和选材原则,第二至十一章分别介绍了汽车零部件常用制造工艺方法的基本知识和零件结构工艺性基本要求。

本书的编写分工:第一章,苏志朴;第二章,陈钰龙、苏志朴、高翔;第三章,习吕鹏、贾锁杰;第四章,习吕鹏;第五章,吉英梅;第六章,苏凌燕;第七章,苏志朴;第八章,苏志朴、潘旭东;第九章,潘旭东;第十章,葛小层;第十一章,王明礼、苏志朴、苏战波、谢立峰。

本书是笔者在多年汽车制造工艺经验积累的基础上编写完成的,编写过程中参阅了相关文献资料,并得到了相关专业技术人员和专家的全力支持,在此表示衷心感谢!

由于水平有限,书中难免有不妥之处,恳望读者批评指正。

编著者

2015 年 3 月

# 目 录

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第一章 汽车工程材料基本知识和选用     | 1   |
| 第一节 金属材料的基本知识         | 1   |
| 第二节 金属材料的选用           | 10  |
| 第三节 非金属材料的基本知识        | 24  |
| 第四节 汽车新材料的应用          | 35  |
| 第二章 冲压零件结构工艺性基本要求     | 40  |
| 第一节 定义和术语             | 40  |
| 第二节 冲压工艺基本知识          | 43  |
| 第三节 冲压零件的结构工艺性        | 48  |
| 第四节 冲压零件的尺寸原则         | 53  |
| 第五节 冲压零件结构设计基本要求      | 57  |
| 第六节 汽车覆盖件冲压工艺         | 64  |
| 第七节 冲压成形仿真分析          | 69  |
| 第三章 焊接零件结构工艺性基本要求     | 71  |
| 第一节 弧焊工艺基本知识          | 71  |
| 第二节 弧焊结构工艺性要求         | 79  |
| 第三节 点焊结构工艺性要求         | 84  |
| 第四节 螺柱焊工艺基础知识及结构工艺性要求 | 88  |
| 第五节 凸焊工艺基础知识及工艺结构设计   | 93  |
| 第四章 锻造零件结构工艺性基本要求     | 97  |
| 第一节 锻造基本知识            | 97  |
| 第二节 汽车常用锻件结构设计工艺性要求   | 98  |
| 第五章 铸造零件结构工艺性基本要求     | 102 |
| 第一节 铸造工艺的概念           | 102 |
| 第二节 铸件结构设计工艺性基本要求     | 105 |
| 第三节 铸件材料选用            | 116 |
| 第四节 制定铸件的技术要求         | 118 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第六章 机械加工零件结构工艺性基本要求     | 120 |
| 第一节 定义和术语               | 120 |
| 第二节 金属切削加工工艺基本知识        | 121 |
| 第三节 金属切削加工产品结构工艺性基本要求   | 128 |
| 第四节 汽车类切削加工零件工艺性分析对比实例  | 134 |
| 第七章 热处理零件结构工艺性基本要求      | 154 |
| 第一节 定义和术语               | 154 |
| 第二节 热处理工艺基本知识           | 155 |
| 第三节 汽车零件常用材料及热处理方法      | 166 |
| 第四节 热处理零件的结构工艺性         | 169 |
| 第五节 典型汽车零部件的热处理工艺       | 180 |
| 第八章 非金属零件结构工艺性基本要求      | 185 |
| 第一节 基本设计原则              | 185 |
| 第二节 内外饰制件的结构设计要点及尺寸精度要求 | 187 |
| 第三节 内外饰制件的结构工艺性基本要求     | 191 |
| 第四节 典型内外饰件的制造工艺         | 205 |
| 第九章 零部件涂装结构工艺性基本要求      | 210 |
| 第一节 涂装基本知识              | 210 |
| 第二节 零部件涂装结构工艺性要求        | 212 |
| 第三节 汽车零部件的典型涂装工艺        | 219 |
| 第十章 铆接零件结构工艺性基本要求       | 228 |
| 第一节 定义和术语               | 228 |
| 第二节 铆接工艺基本知识            | 228 |
| 第十一章 装配结构工艺性基本要求        | 240 |
| 第一节 定义和术语               | 240 |
| 第二节 装配工艺基本知识            | 241 |
| 第三节 装配结构工艺性基本要求         | 244 |
| 第四节 汽车产品装配过程简述          | 249 |
| 参考文献                    | 255 |

# 第一章 汽车工程材料基本知识和选用

汽车的构造材料可反映汽车制造技术水平。目前,六大类主要材料钢、铁、塑料、铝、橡胶、玻璃共占整车质量的 90%,其余 10% 为其他多种材料,包括有色金属(铜、铅、锌、锡等),车中装备的液体(燃油、润滑剂、其他油品和水基液等),油漆、纤维制品。

常见汽车材料的构成如图 1-1 所示。

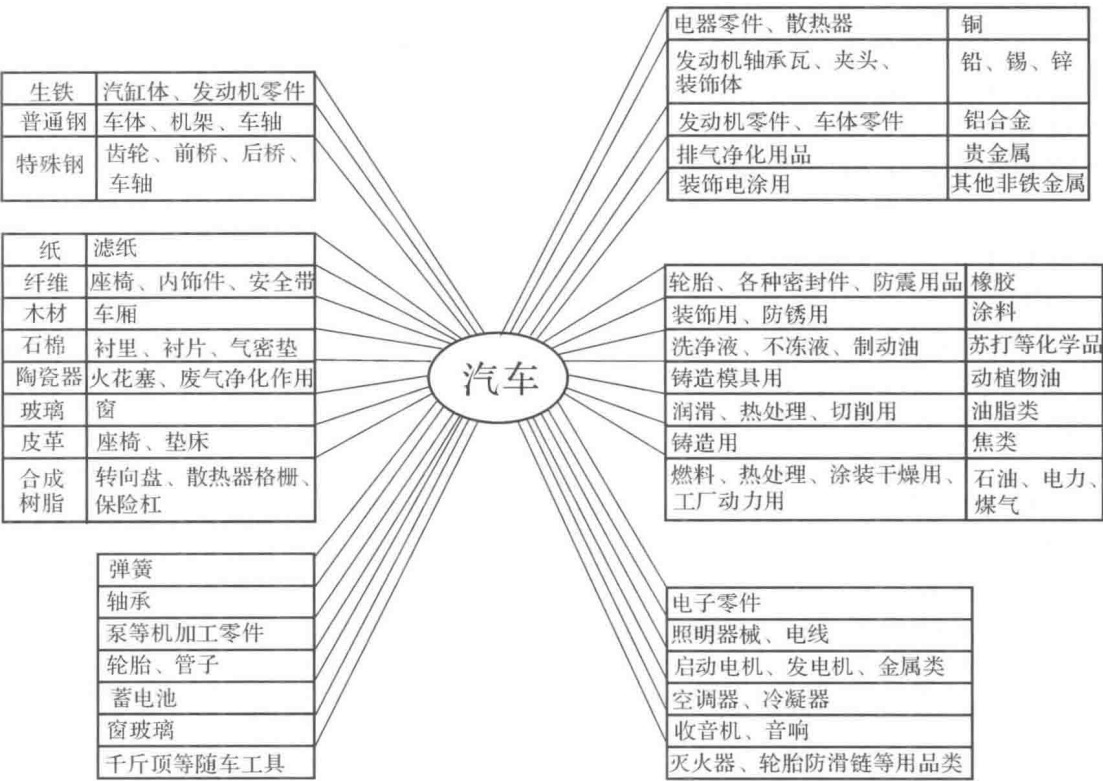


图 1-1 汽车材料的构成

## 第一节 金属材料的基本知识

金属材料是汽车制造业中使用的基本原料,大约有 80% 的零件是用金属材料制造的,而金属材料中又以钢铁材料的用量为最多。

金属材料一般分为以下两类:

黑色金属——主要指铁及铁基合金,如钢、铸铁等。

有色金属——是指除黑色金属以外的所有金属,如铜、铝、镁、钛等以及它们的合金。

## 1 金属材料的性能

金属材料的性能主要包括使用性能和工艺性能两方面,是指导选用材料、设计机械零件及制定加工工艺的主要依据。

使用性能包括力学性能(强度、硬度、塑性、韧性、刚度等)、物理性能(电学性、磁性、导热性、热膨胀性、密度、熔点等)和化学性能(耐蚀性、抗氧化性、热稳定性等)。

工艺性能包括可锻性、铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削性能等。

### 1.1 金属材料的力学性能

金属材料在一定的温度条件和受外力作用下,抵抗变形、断裂的能力称材料的力学性能,又称为机械性能,是衡量金属材料的主要指标之一。

金属材料承受的载荷有多种形式,可以是静态载荷,也可以是动态载荷,包括单独或同时承受的拉伸应力、压应力、弯曲应力、剪切应力、扭转应力,以及摩擦、振动、冲击等。

金属材料的力学性能主要有以下指标:

- ①强度指标:强度极限、屈服极限、弹性极限、弹性模量等。
- ②塑性指标:伸长率(延伸率)、断面收缩率。
- ③硬度指标:布氏硬度(HB)、洛氏硬度(HRC)、维氏硬度(HV)等。
- ④韧性指标:冲击韧性、断裂韧性等。
- ⑤疲劳指标:疲劳强度等。

对一些要求特别严格的零件,还会对材料的蠕变极限、高温拉伸持久强度极限、金属缺口敏感性系数等力学性能指标有所要求。

### 1.2 金属的物理、化学性能

金属的理化性能,是指金属材料在各种物理条件下表现出来的性能和抵抗各种化学介质侵蚀的能力。

#### (1)物理性能

金属的物理性能是指材料的密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性、磁性等物理特性。

#### (2)化学性能

金属的化学性能是指材料的耐腐蚀性、抗氧化性、化学稳定性等特性。

### 1.3 金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能,是指材料在冷热加工过程中应具备的性能。通常包括以下几类:

#### (1)铸造性能

铸造性能,是指液态金属的流动性、冷却凝固过程中收缩偏析的大小(金属凝固后其化学成分和组织的不均匀性),以及对气体的排除和吸收等性能。一般来说,铸铁、铸造铝合金具有较好的可铸性。

#### (2)焊接性能

焊接性能,是指两块或两块以上金属材料在局部加热到熔融状态下,能够牢固地焊合在一起的性能。

焊接性好,主要体现在易于使用一般方法和工艺施焊,焊时不易形成裂纹、气孔、夹渣等缺陷,焊缝处强度能够与木材相近。

### (3) 压力加工性能

压力加工性能,是指金属在冷、热状态下,进行压力加工时,产生变形而不发生破坏的能力。塑性越大,变形抗力越小,压力加工性能越好。

一般来说,低碳钢具有良好的压力加工性能,铸铁则较差。

### (4) 切削加工性能

切削加工性能,是指金属材料被切削加工的难易程度。

一般来说,铸铁、铝合金具有较好的切削加工性能,高合金钢的切削加工性能则较差。

### (5) 热处理性能

热处理性能,是指金属材料适应各种热处理工艺的能力,主要指金属材料在热处理中的可淬硬性、淬透性、变形开裂倾向、过热敏感性、回火脆性倾向、冷脆性等。

## 2 黑色金属材料(钢、铁)的分类

### 2.1 普通碳素钢

普通碳素钢(Carbon Steel)简称碳钢,其含碳量小于 2.11%,除含有铁和碳两种元素外,还含有少量的硅、锰、硫、磷等常存元素。

碳钢具有成本低、加工难度较小、强度高、生产工艺较成熟、炼钢能耗低、容易回收再利用、利于环境保护等优点,因此在汽车制造中得到广泛的应用。

碳钢按用途分为以下两类:

①碳素结构钢:一般用于制造结构件,如齿轮、轴、连杆等。

②碳素工具钢:一般用于制造刀具、模具、量具等。

普通碳素钢的在汽车零件上的应用见表 1-1。

表 1-1 碳素结构钢在汽车上的应用

| 牌 号     | 应用举例                          |
|---------|-------------------------------|
| Q235-A  | 传动轴中间轴承支架、发动机支架、后视镜支架、油底壳加强板等 |
| Q235-AF | 机油滤清器法兰、发电机连接板、前钢板弹簧夹箍、后视镜支架等 |
| Q235-B  | 同步器锥盘、差速器螺栓锁片、驻车制动器操作杆棘爪和齿板等  |
| Q235-BF | 消声器后支架、放水龙头手柄夹持架、百叶窗叶片等       |

### 2.2 优质碳素结构钢

这类钢中有害杂质及非金属夹杂物含量较少,化学成分控制得也较严格,塑性、韧性较好,热处理后机械性能较好,用于制造较重要的汽车零件。

#### (1) 低碳钢

低碳钢的含碳量  $w_c \leq 0.25\%$ ,低碳钢强度和硬度不高,但塑性、韧性及焊接性能较好,常用于制造各种冲压件、焊接件和强度要求不高的零件,如离合器盖、变速叉等。

#### (2) 中碳钢

中碳钢的含碳量  $w_c = 0.25\% \sim 0.60\%$ ,具有较高的强度和硬度,切削性能良好,经过热处理后具有良好的综合机械性能,常用于制造受力较大的汽车零件,如曲轴正时齿轮、飞轮齿圈、万向节叉、离合器从动盘、连杆等。

### (3) 高碳钢

高碳钢的含碳量  $w_c \geq 0.60\%$ , 具有高的强度、硬度和弹性, 常用于制造弹性件和耐磨件, 如气门弹簧、离合器压盘弹簧、活塞销卡簧、空气压缩机阀片、弹簧垫圈等。

优质碳素结构钢在汽车上的应用见表 1-2。

表 1-2 常用优质碳素结构钢在汽车上的应用

| 牌 号  | 应用举例                              |
|------|-----------------------------------|
| 08   | 驾驶室外壳、油底壳、油箱、离合器盖等                |
| 15   | 轮胎螺栓和螺母、发动机气门室罩、离合器调整螺栓、曲轴箱螺栓等    |
| 20   | 离合器分离杠杆、风扇叶片、驻车制动杆等               |
| 35   | 曲轴正时齿轮、半轴螺栓锥形套、机油泵齿轮、连杆螺母、汽缸盖定位销等 |
| 45   | 气门推杆、同步器锁销、变速杆、凸轮轴、曲轴、离合器踏板轴及分离叉等 |
| 50   | 离合器从动盘等                           |
| 65Mn | 气门弹簧、转向纵拉杆弹簧、离合器压盘弹簧、活塞销卡簧、拖曳钩弹簧等 |

### 2.3 合金钢

汽车上的一些受力复杂的重要零件, 如变速器齿轮、半轴和活塞销等, 如果采用碳素钢制造则不能满足其性能要求。因此, 在汽车制造中还广泛应用合金钢。

合金钢, 就是在碳钢的基础上, 加入一些合金元素, 以提高其力学性能的钢。

#### (1) 低合金结构钢

低合金结构钢, 是在碳素结构钢的基础上加入少量合金元素, 其含碳量小于  $0.2\%$ , 合金元素总量小于  $3\%$ 。主要加入的元素有:

Mn, Si; 加入 Mn, Si 等元素强化铁素体, 提高强度;

V, Ti; 加入 V, Ti 等元素主要是细化组织, 提高韧性;

Cu, P; 加入 Cu, P 等元素在钢中能提高耐蚀性。

低合金结构钢具有较高的强度, 良好的综合机械性能, 特别是有较高的屈服强度。同时具有良好的焊接性能、耐腐蚀性, 以及更低的冷脆转变温度。

低合金结构钢在汽车上的应用见表 1-3。

表 1-3 常用低合金结构钢在汽车上的应用

| 牌 号  | 应用举例               |
|------|--------------------|
| Q295 | 水箱固定底板、风扇叶片、结构件等   |
| Q345 | 车架横梁、油箱托架、支撑板、固定座等 |
| Q390 | 车架横梁、支撑板、结构件等      |

#### (2) 合金渗碳钢

合金渗碳钢是按热处理方法命名的合金钢。合金渗碳钢的含碳量较低, 在  $0.1\% \sim 0.25\%$  之间, 为了提高淬透性, 加入 Cr, Mn, Ni, B 等并强化渗碳层和芯部组织, 主要用于表面

要求具有高硬度、高耐磨性,而芯部则要求具有高的强度和韧性的零部件,如变速箱齿轮、万向节十字轴、活塞销等。图 1-2 所示为用合金渗碳钢制造的万向节十字轴。合金渗碳钢在汽车上的应用见表 1-4。

合金渗碳钢的主要热处理方法是渗碳后再淬火,然后低温回火。

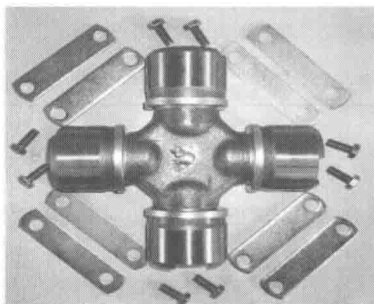


图 1-2 合金钢制造的万向节十字轴

表 1-4 常用合金渗碳钢在汽车上的应用

| 牌 号      | 应用举例                         |
|----------|------------------------------|
| 15Cr     | 活塞销、挺杆、气门弹簧座等                |
| 20CrMnTi | 变速器齿轮、啮合套、轴、半轴齿轮、万向节和差速器十字轴等 |
| 15MnVB   | 变速器轴、变速器啮合套、变速器齿轮、钢板弹簧中心螺栓等  |
| 20MnVB   | 减速器齿轮、万向节十字轴、差速器十字轴等         |

### (3) 合金调质钢

在碳素钢的基础上加入合金元素,经调质处理后获得良好的综合机械性能的钢,称为合金调质钢。合金钢的含碳量一般在 0.25%~0.5% 之间,常加入的合金元素有 Mn, Si, Cr, Ni, B 等,主要作用是提高钢的淬透性和保证良好的强度和韧性。

对于一些在工作中承受较大的冲击载荷的零件,不仅要求有高的强度,还要求有好的塑性和韧性,即要求有良好的综合机械性能,而合金钢经过热处理后就能满足这些要求。

汽车上的半轴、连杆(见图 1-3)、转向节等都是用合金调质钢来制造的。常用合金调质钢在汽车上的应用见表 1-5。



图 1-3 合金调质钢制造的连杆

表 1-5 常用合金调质钢在汽车上的应用

| 牌 号   | 应用举例                        |
|-------|-----------------------------|
| 40Cr  | 发动机支架固定螺栓、水泵轴、连杆、连杆盖、汽缸盖螺栓等 |
| 40MnB | 半轴、变速器轴、转向节臂、万向节叉等          |
| 40Mn2 | 进气门、半轴套管、钢板弹簧 U 形螺栓等        |
| 50Mn2 | 离合器从动盘、减振盘等                 |

#### (4) 合金弹簧钢

弹簧钢种加入 Mn, Si, Cr 等合金元素的主要作用是提高钢的淬透性、强度和弹性;加入 Mo, W, V 等合金元素的主要作用是防止 Si, Mn 在加热时过热, 提高弹性、耐热性和回火稳定性。

弹簧是汽车上常用的元件, 要求具有较高的疲劳强度和抗拉强度, 有良好的工艺性和足够的韧性和塑性。

汽车上的气门弹簧、离合器弹簧、转向纵拉杆弹簧和活塞销卡簧等零部件要求具有较高的疲劳强度和抗拉强度, 有良好的工艺性和足够的韧性和塑性, 因此常采用合金弹簧钢 65Mn 制造; 钢板弹簧等大截面弹簧常采用合金弹簧钢 55Si2Mn, 60Si2Mn 制造。

#### (5) 特殊性能钢

特殊性能钢是指不锈钢、耐热钢、耐磨钢等一些具有特殊的物理和化学性能的钢。

汽车发动机的排气门在高温下工作, 要求具有良好的耐热性, 常采用耐热钢 4Cr9Si2, 4Cr10Si2Mo 等制造。

### 2.4 铸铁

铸铁是含碳量大于 2.1% 的铁碳合金, 具有熔点低、流动性好、易于铸造的特点。还因为它的 C, Si 含量较高, 使碳大部分不以化合状态 ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) 而是以游离的石墨状态存在, 石墨有润滑作用和吸油能力, 使得铸铁有良好的减磨性和切削加工性, 因而广泛应用于机械零件制造中。汽车发动机汽缸体、汽缸盖、变速器壳和后桥壳等大多采用铸铁。

铸铁的分类及用途:

#### (1) 白口铸铁

白口铸铁, 简称为白口铁, 是完全按照  $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$  相图进行结晶而得到的铸铁。其中碳全部以渗碳体 ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) 形式存在。

白口铸铁中由于存在有大量硬而脆的  $\text{Fe}_3\text{C}$ , 因而硬度高、脆性大, 很难切削加工, 很少用来直接制造机器, 主要用作炼钢原料或制造可锻铸铁的毛坯。

#### (2) 灰口铸铁

灰口铸铁中的碳主要以片状石墨形状存在, 断口为暗灰色。灰口铸铁有许多优良的性能, 且价格低廉, 在汽车制造中得到广泛的应用。如汽缸体、汽缸盖和变速器壳等一些形状复杂、强度要求不高的零件, 均可采用灰口铸铁铸造。

灰口铸铁在汽车上的应用见表 1-6。

表 1-6 灰口铸铁在汽车上的应用

| 牌 号   | 应用举例                 |
|-------|----------------------|
| HT150 | 进/排气管、变速器壳体、水泵叶轮等    |
| HT200 | 凸轮轴、飞轮壳、汽缸体、汽缸盖、制动蹄等 |
| HT250 | 汽缸体、飞轮、曲轴带轮等         |

## (3) 可锻铸铁

可锻铸铁又称马铁或玛钢,实际并不可以锻造,这些名称只表示它具有一定的塑性和韧性,故称为展性铸铁或韧性铸铁。

可锻铸铁是由白口铸铁通过退火处理使渗碳体分解而得到团絮状石墨的一种高强度铸铁,主要用来制造一些形状复杂而强度和韧性要求较高的薄壁零件。常用可锻铸铁在汽车上的应用见表 1-7。

表 1-7 可锻铸铁在汽车上的应用

| 牌 号       | 应用举例                          |
|-----------|-------------------------------|
| KTH350-10 | 后桥壳、差速器壳、减速器壳、轮毂、钢板弹簧吊架、制动蹄片等 |
| KTZ450-06 | 曲轴、凸轮轴、连杆、齿轮、活塞环、发动机气门摇臂等     |

## (4) 球墨铸铁

球墨铸铁是近年来发展起来的一种高强度铸铁材料,其综合性能接近于钢,正是基于其优异的性能,目前已成功地用于铸造一些受力复杂且强度、韧性、耐磨性要求较高的零件。球墨铸铁已迅速发展为仅次于灰铸铁的、应用十分广泛的铸铁材料。所谓“以铁代钢”,主要指球墨铸铁。

球墨铸铁是铁水在浇注前经球化处理,其中碳大部分或全部以球状石墨形式存在,机械性能高,生产工艺比可锻铸铁简单。

球墨铸铁的某些性能与钢相近,价格比钢低,又具有灰口铸铁的优点,因此在汽车制造中应用广泛,常用来制造曲轴(见图 1-4)、轮毂等汽车零部件。球墨铸在汽车上的应用见表 1-8。



图 1-4 球墨铸铁曲轴

表 1-8 球墨铸铁在汽车上的应用

| 牌 号      | 应用举例                     |
|----------|--------------------------|
| QT450-10 | 轮毂、转向器壳、制动蹄、牵引钩支座、支架类零件等 |
| QT600-03 | 曲轴、摇臂、支座、支架类零件等          |

### (5) 蠕墨铸铁

蠕墨铸铁是 20 世纪 70 年代发展起来的一种新型高强度铸铁。蠕墨铸铁中的碳以蠕虫状石墨形式存在,介于片状和球状石墨之间。此外,为了满足一些特殊要求,向铸铁中加入一些合金元素,如 Cr、Cu、Al、B 等,可得到耐蚀、耐热及耐磨等特性的合金铸铁。

目前,在汽车上主要用来制造汽缸体(见图 1-5)、汽缸盖、进/排气管、制动盘和制动鼓等。

### (6) 合金铸铁

合金铸铁是在普通铸铁加入适量合金元素(如硅、锰、磷、镍、铬、铂、铜、铝、硼、钒、锡等)等,使铸铁的基体组织发生变化,从而具有相应的耐热、耐磨、耐蚀、耐低温或无磁等特性,分别被称为耐热铸铁、耐磨铸铁、耐蚀铸铁。

耐热铸铁是在球墨铸铁中加入铝、硅、铅等合金元素而形成的,主要用于制造在高温下工作的发动机进、排气门及排气管密封环等。

耐磨铸铁是在灰口铸铁中加入铬、铂、铜、钛、磷等合金元素而形成的,在汽车上主要用于制造汽缸盖、活塞环等。

耐蚀铸铁是在灰口铸铁中加入硅、铝、铬、镍等合金元素而形成的,主要用来制造汽车中的各种在腐蚀介质环境下工作的零件。



图 1-5 蠕墨铸铁发动机缸体

## 2.5 铸造碳钢

对于许多需要承受冲击负载作用的形状复杂零件,很难用锻压等方法成形,铸铁又难以满足性能要求,这时常需选用铸造碳钢(以下称铸钢)。

铸钢的含碳量一般在 0.15%~0.6%之间,具有较好的机械性能和良好的焊接性能,但其铸造性能比较差,一般在铸造完成后应进行热处理,来改善零部件的力学性能。铸钢在汽车上的应用见表 1-9。

表 1-9 铸钢在汽车上的应用

| 牌 号       | 应用举例                     |
|-----------|--------------------------|
| ZG270-500 | 机油管法兰、化油器活接头、车门限制器、车门铰链等 |
| ZG310-570 | 减震器上下支架、变速叉、进排气管压板、过渡法兰等 |
| ZG340-640 | 齿轮、棘轮、强度要求较高的支架等         |

## 3 有色金属

### 3.1 铝合金

铝合金是在铝中加入适量的锡、铜、镁、锰等元素后获得的合金。铝合金具有良好的耐蚀性、切削加工性和铸造性,可以实现柔性的强度设计。

目前,铝合金在汽车上的应用越来越广泛,如用铝合金材料制造散热器、冷凝器等部件;用铸铝合金制造汽缸体、汽缸盖、轮辋、保险杠等。

铝合金材料的应用一方面改善了这些零部件的使用性能,另一方面达到了汽车的轻量化的目的,是今后汽车材料中重要的发展方向。

铝合金材料按成分和生产工艺特点,可分为变形铝合金和铸造铝合金。

### (1) 变形铝合金

变形铝合金分为防锈铝合金(Al-Mn系、Al-Mg系合金)、硬铝合金(Al-Cu-Mn系、Al-Cu-Mg系合金)、超硬铝合金(Al-Cu-Mg-Zn系合金)。

变形铝合金塑性较好,适于压力加工,主要用于载荷不大的压延、焊接,或耐蚀结构件,如油箱、导管、线材、轻载荷骨架以及各种生活器具等。

### (2) 铸造铝合金

铸造铝合金是指适于铸造成形的铝合金(Al-Si系、Al-Cu系、Al-Mg系、Al-Zn系合金),简称铸铝。汽车上应用的铝合金大多为铸造铝合金。

铸造铝合金一般用于制作质轻、耐蚀、形状复杂并有一定机械性能的零件,不仅用于制造活塞、汽缸体(见图1-6)、汽缸盖、连杆和进气歧管等发动机零件,还用于制造轮毂(见图1-7)、离合器壳、变速器壳、转向器壳和变速器拨叉等底盘零件,甚至车身、车架也可采用铝合金制造。常用铝合金在汽车上的应用见表1-10。

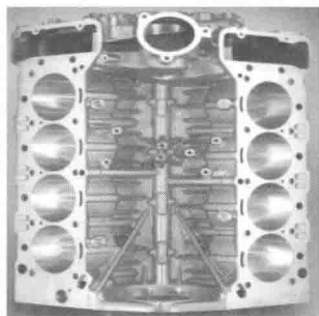


图 1-6 铝合金发动机缸体



图 1-7 铝合金轮毂

表 1-10 常用铝合金在汽车上的应用

| 牌 号           | 应用举例                 |
|---------------|----------------------|
| LF5 LF11 LF21 | 车身、油箱、有关装饰件          |
| ZL103         | 发动机风扇、离合器壳体、前盖、行李箱盖等 |
| ZL104         | 汽缸盖罩、机油滤清器底座等        |
| ZL108         | 发动机活塞等               |

## 3.2 铜及铜合金

汽车上使用铜及铜合金品种主要有工业纯铜、黄铜、青铜等。

### (1) 工业纯铜

纯铜是呈玫瑰红色的金属,表面形成氧化铜膜后,外观呈紫红色,故称紫铜。

纯铜的突出优点是导电及导热性好,广泛地应用于电气工业方面。纯铜在汽车上的主要应用有 3 个方面:

利用其导电性,制造电线、电缆和电路接头等电气元件;

利用其导热性,制造散热器等导热元件;

利用其良好的加工性能,制作汽缸垫,进、排气管垫,轴承衬垫和各种管接头等。

## (2)铜合金

工程中应用较多的是在纯铜中加入合金元素后形成铜合金,铜合金分为黄铜和青铜两大类。

常用铜合金在汽车上的应用见表 1-11。

表 1-11 常用铜合金在汽车上的应用

| 牌 号          | 应用举例                       |
|--------------|----------------------------|
| H62          | 水箱进出水管、水箱盖、加水口座、散热器进/出水管等  |
| H68          | 水箱储水室、水箱夹片、散热器主片等          |
| H90          | 水箱本体、散热器散热管及冷却管等           |
| HPb59-1      | 化油器零件、制动阀阀座、储气筒放水阀体及安全阀阀座等 |
| HSn90-1      | 转向节衬套、半轴齿轮支承垫圈等            |
| QSn4-4-2.5   | 活塞销衬套、发动机气门摇臂衬套等           |
| QSn3-1       | 水箱出水阀弹簧、车门铰链衬套等            |
| ZCuSn5Pb5Zn5 | 机油滤清器上、下轴承等                |
| ZCuPb30      | 曲轴轴瓦、曲轴止退垫圈等               |

①黄铜。黄铜(Cu-Zn 合金)在汽车上主要用来制造散热器管、油管接头、汽缸水套和黄油嘴等。

为了改善黄铜的某些性能,向其中加入少量其他元素,如 Al, Mn, Sn, Si, Pb 等提高合金强度及改善耐腐蚀性,这种黄铜称为特殊黄铜,在汽车上主要用来制造转向节衬套、钢板销衬套等,也可用来制造化油器零件、管接头和垫圈等零件。

②青铜。青铜(Cu-Sn 合金)有良好的耐磨性、耐蚀性(但耐酸性差),具有足够的抗拉强度和一定的塑性,致密程度较低。锡青铜在汽车上主要用来制造发动机气门摇臂衬套、连杆衬套、冷却系中的节温器、轴瓦、曲轴止推垫圈等。

为了代替价格昂贵而稀缺的 Sn,用其他元素如 Al, Pb, Mn 等加入铜中,以改善合金的机械性能、耐腐蚀性、耐磨性以及热强性等,这种青铜根据加入的主要元素不同,称为铝青铜、铅青铜、锰青铜等。这类青铜常用来制造重载荷的耐磨零件,如轴瓦等。

## 第二节 金属材料的选用

### 1 汽车零部件钢材的选用原则

#### 1.1 根据材料的使用性能选材——使用性能原则

在选择材料时,应根据零部件的使用工况、功能要求、性能要求等方面进行选择,这是选用

材料的首要原则。主要包括下述几方面。

### (1) 分析零件的受力状态

载荷的性质是决定材料使用性能的主要依据之一；

计算应力是确定材料使用性能的数量依据；

考虑零件的工作环境：环境因素会与零件的力学状态综合作用，提出更为复杂的性能要求；

材料及零部件的特殊要求。

### (2) 进行失效分析

零部件抵抗失效的能力取决于材料的性能，对零件主要失效形式的分析常常可以综合出零件所要求的主要使用性能。表 1-12 给出了一些常见零部件失效模式及性能要求。

表 1-12 常见零部件失效模式及性能要求

| 零件类型 | 工作条件 |             | 常见失效模式                | 主要指标                |
|------|------|-------------|-----------------------|---------------------|
|      | 应力种类 | 载荷性质        |                       |                     |
| 紧固螺栓 | 拉、剪  | 静载荷<br>疲劳载荷 | 过量变形、断裂、疲劳、腐蚀         | 疲劳强度、屈服强度、抗剪强度      |
| 轴类   | 弯、扭  | 疲劳、冲击       | 磨损、断裂、表面变化、疲劳、咬蚀      | 弯、扭复合疲劳强度           |
| 齿轮类  | 压、弯  | 疲劳、冲击       | 磨损、断裂、表面变化、尺寸变化、疲劳、咬蚀 | 弯曲和疲劳强度、耐磨性、心部强度    |
| 板簧类  | 弯    | 疲劳          | 过量变形、断裂、疲劳、腐蚀         | 弯曲疲劳强度、弹性极限         |
| 曲轴   | 弯、扭  | 疲劳、冲击       | 磨损、振动表面及尺寸变化、疲劳、咬蚀    | 扭转、弯曲、疲劳强度、耐磨性、循环韧性 |
| 连杆   | 拉、压  | 疲劳、冲击       | 断裂                    | 拉、压强度，疲劳强度          |

### (3) 零件性能要求的指标化

将零件对使用性能的要求具体转化为实验室力学性能指标（如强度、韧性、塑性、硬度等）。

根据工作应力、使用寿命或安全性确定性能指标的具体数值。

综合考虑塑性、韧性和强度指标，并加以合理的配合。

#### 1.2 根据材料的工艺性能选材——工艺性能原则

考虑零件结构需要，同时综合考虑不同材料所适应的加工方法，具体如下：

①性能、质量要求不高的零件。采用适宜的毛坯制造方法，其工艺性均能满足功能要求。

②性能要求较高的零件。多选用碳钢、合金钢、高强度铝合金等；对于有些加工性能不好的材料，选材时应注意对其工艺性能的分析。

③性能和质量要求极高的零件。由于加工路线复杂，加工精度和质量要求高，因此选材时，应务必保证材料的工艺性能。

#### 1.3 根据材料的经济性选材——经济性原则

常用金属材料中，一般铸件成本最低，型材次之，锻件最高。因此在零件设计及选材时，结合零件的使用情况、各种材料的性能和毛坯的制造方法等因素予以综合考虑，分清主次，以满足主要要求，协调次要要求；在选用材料时，还应注意本单位对材料使用的有关规定及经验，参