

职业高中汽车维修专业系列教材

汽车常用材料 及加工工艺

(第二版)

上海市教育委员会职教办
上海交运(集团)公司
上海市公共交通总公司

编

上海科学技术出版社



• 职业高中汽车维修专业系列教材 •

汽车常用材料及加工工艺

[第 二 版]

上海市教育委员会职教办
上海交运(集团)公司 编
上海市公共交通总公司

上海科学技术出版社

· 职业高中汽车维修专业系列教材 ·

汽车常用材料及加工工艺

上海市教育委员会职教办

上海交运(集团)公司编

上海市公共交通总公司

上海世纪出版股份有限公司

上海科学技术出版社 出版、发行

(上海钦州南路71号 邮政编码:200235)

新华书店上海发行所经销 上海书刊印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 7.25 字数 166,000

1996年6月第1版

1998年6月第2版 2006年2月第18次印刷

印数 244 801—247 100

ISBN 7-5323-3641-7/U·68(课)

定价: 6.40 元

本书如有缺页、错装和坏损等严重质量问题、

请向承印厂联系调换

再 版 前 言

自 1991 年初版以来,职业高中汽车维修专业系列教材受到了全国各地职业技术教育界的热情欢迎和积极支持,需求量日益递增,充分显示了这套教材的通用性、系统性和实用性等特色。

为不断提高教材的质量和完善教材的体系,我们在初版教材的基础上,根据教学实践和读者使用后的反馈信息,并按照“精、新、实、全”的编写要求,作了全面、系统的修订:

1. 《汽车构造》、《汽车修理》、《汽车电气设备》、《汽车常用材料及加工工艺》四本教材都增补了教学实习指导大纲,使教材在应知、应会上得到了较好的统一。

2. 《机械制图》、《机械基础》、《汽车电工基础》均改名为《汽车维修机械制图》、《汽车维修机械基础》、《汽车维修电工基础》,使教材更贴近专业实际。

3. 为了满足《汽车维修机械制图》教学的迫切需求,增补了与其相配套的《汽车维修机械制图习题集》。

4. 依据初版使用后的反馈信息,对各本教材都作了认真而细致的增删与整编。

5. 全套教材由原 9 本改为 10 本:《汽车维修职业道德》,《汽车维修全面质量管理》,《汽车维修机械制图》,《汽车维修机械制图习题集》,《汽车维修机械基础》,《汽车维修电工基础》,《汽车常用材料及加工工艺》,《汽车电气设备》,《汽车构造》,《汽车修理》。每册均为 16 开本。

这套教材除供职业高中三年制汽车维修专业学生使用外,也可作为中等技工学校,成人中、初级汽车维修人员的培训教材和汽车维修爱好者的自学读物。本套教材难免还有不足之处,敬请行家与读者批评指正,以使本套教材日臻完善。

本教材由梁建达编写,由伍康审稿。

职业高中汽车维修专业系列教材编委会

1995 年 1 月

序

十一届三中全会以来,我国实行了一系列改革开放政策,经济得到了前所未有的发展。由于我国正处于社会主义初级阶段,必须大力发展社会主义市场经济,商品经济的活跃,离不开现代化的运输工具。在飞机、火车、轮船、汽车之中,最经济、最灵活、最实用的首推汽车,所以上海汽车的总数从1977~1990年有了大幅度的增长。这样,不仅驾驶员显得不足,汽车维修的人才就更加紧缺。教育要为经济建设服务,必须加速这方面人才的培养,要开设有关专业和编出相应的教材。就在着手编写这套系列教材的过程中,春风又传喜讯二则:

第一,国家教委在《关于发展与改革职业技术教育的决定》中指出:“要加强职业技术教育的教材建设……要尽快落实规划,组织好力量,本着全国统编和地方自编相结合,编、选、借、评相结合和一纲多本的原则,解决各类职业技术教育对教材的需要。”

第二,上海市委、上海市政府决定扩大轿车生产规模,到1995年将从目前每年生产不足2万辆增至12万辆,1994年还将开发出新车型投放市场。这样,汽车工业将成为上海第一支柱产业。

这些喜讯极大地鼓舞了全体编写人员,使大家了解自己工作的深远意义。与此同时,还应看到,随着经济的不断发展,今后汽车很可能会进入亿万百姓之家。到那时,学习汽车维修的,不仅是驾驶员和维修人员了,广大人民就像今天熟知自行车维修一样熟知汽车的维修,可以预料,学习汽车维修课本的读者肯定会与日俱增。

为了编好这套教材,教材编写委员会聘请了许多有实践经验的专家和有长期教学经验的老师参加这项工作,由于时间比较紧,编写过程中难免有不足之处,欢迎广大读者积极参与进来,提出宝贵意见,以使教材再版时能更趋完善。

上海市教育局副局长 凌同光

1994年3月

目 录

第一章 金属材料的性能	1
第一节 金属的物理性能.....	1
第二节 金属的化学性能.....	2
第三节 金属的机械性能.....	2
第四节 金属的工艺性能.....	7
第二章 黑色金属	8
第一节 铸铁.....	8
第二节 碳素钢.....	11
第三节 合金钢.....	14
第三章 钢与铸铁的热处理	21
第一节 钢的退火与正火.....	21
第二节 钢的淬火与回火.....	22
第三节 钢的表面热处理.....	23
第四节 铸铁热处理.....	25
第四章 有色金属	27
第一节 铝与铝合金.....	27
第二节 铜与铜合金.....	28
第三节 轴承合金.....	29
第五章 汽车用燃料	31
第一节 汽油.....	31
第二节 轻柴油.....	34
第三节 代用燃料.....	36
第六章 润滑油料	38
第一节 发动机润滑油.....	38
第二节 齿轮油.....	41
第三节 润滑脂.....	43
第七章 特种液	47
第一节 汽车制动液.....	47
第二节 防冻液.....	48
第三节 液力传动油.....	49
第八章 汽车用其他材料	50
第一节 汽车轮胎主要用料.....	50
第二节 橡胶制品.....	51

第三节	纸、软木、毛毡·····	53
第四节	玻璃·····	54
第五节	石棉·····	54
第六节	塑料·····	55
第七节	粘结剂·····	56
第九章	汽车维修常用量具、设备及工具的使用·····	58
第一节	常用维修量具的使用·····	58
第二节	汽车维修常用设备及工具的使用·····	61
第十章	钳工基础知识·····	68
第一节	划线·····	68
第二节	金属的凿削·····	70
第三节	锉削·····	74
第四节	金属的锯割·····	78
第五节	钻孔、扩孔和铰孔·····	80
第六节	攻丝和套丝·····	87
第七节	刮削·····	91
第八节	研磨·····	95
第九节	金属的矫正和弯曲·····	97
附录	《钳工基础知识》教学实习指导大纲·····	100
实习一	·····	100
实习二	·····	101
实习三	·····	101
实习四	·····	102
实习五	·····	103
实习六	·····	104
实习七	·····	105
实习八	·····	105
实习九	·····	106

第一章

金属材料的性能

第一节 金属的物理性能

金属的物理性能是指金属材料受到自然界中各种物理现象的作用所表现出来的反应，但金属的化学成分保持不变。

一、密度

一个物体在单位体积里含有物质的多少称为密度。它直接关系到零件的质量，为此，某些高速运动的零件(发动机活塞等)要求重量轻，以减少其惯性，而采用强度高、密度小的金属材料。

一般将密度小于 $5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 的金属叫轻金属，密度大于 $5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 的金属叫重金属。我们能根据密度的大小，正确地鉴别材质。

二、熔点

金属从固态向液态转变时的温度称为熔点。一般将熔点低于 230°C 的金属叫易熔金属，如锡、铅、锌等；而熔点高于 1800°C 的金属叫难熔金属，如钨、钼、铬等。

三、热膨胀性

金属受热时体积会增大的这种现象称为热膨胀性，热膨胀的大小用线膨胀系数来表示。所谓线膨胀系数就是在线性膨胀(金属在各个线度上的变化与温度变化成正比)范围内，材料温度每升高 1°C 时，其线度伸长量与其在 0°C 时线度之比。

金属线膨胀系数值是很微小的，如铁仅是 $11.76 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ，但其膨胀时却会产生很大的应力而影响正常工作。因此，在选择材料与使用中应重视之。

四、导热性

金属在加热或冷却时能够传导热能的性质称为导热性。导热性好的金属散热性也好。

金属材料的导热性对热处理和锻造等具有十分重要意义。例如导热性较差的合金钢在热处理或锻造加热时，就应该使加热速度慢些，以免变形和产生裂纹。

五、导电性

金属能够传导电流的性能称为导电性。金属都是良好的导电体，合金的导电性比纯金

属低,在制造电阻元件时就采用电阻大的合金。

六、磁性

金属能导磁的性能称为磁性,具有导磁能力的金属都能被磁铁吸引。铁、镍、钴等都具有较高的磁性,所以又叫磁性金属。对于某种金属来说磁性不是固定不变的,当温度升高时有的金属会消失磁性,如铁在 786°C 以上就没有磁性。

磁性是电器、电机、仪表制造中选用金属材料不可缺少的重要依据,同时也应注意在使用中磁性对金属零件的影响。

第二节 金属的化学性能

金属在常温或高温时抵抗各种化学作用的能力称为化学性能。

一、耐腐蚀性

金属抵抗氧、水蒸气、酸、碱等介质侵蚀的能力称为耐腐蚀性。我们通常是采用改变金属材料的成分和涂防腐材料等方法来增强金属的抗腐蚀能力的。

二、热安定性

金属在高温下对氧化的抵抗能力称为热安定性。如发动机的气门在高温下工作就要求有良好的热安定性,否则气门表面很快会被氧化而剥落。

第三节 金属的机械性能

金属的机械性能是指金属材料在外力作用下表现出来的特性。我们就是用金属材料在不同受力条件下所表现出来的不同的特性指标,来衡量金属材料的机械性能的。

金属的机械性能主要有弹性、强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳强度等。这些性能指标一般都是按规定把金属材料制成一定形状和尺寸的标准试样,在专门试验机上通过试验来测定的。金属材料的静拉伸试验所采用的拉伸试样为低碳钢时,它所表现的机械性能比较全,也比较典型。按国家标准规定,将低碳钢制成标准试样,如图 1-1 所示(标距 $L_0 = 10d_0$ 或 $L_0 = 5d_0$)。在拉伸试验机上缓慢加载,直至拉断为止。这样得出拉力 P 与伸长量 ΔL 的拉伸图,如图 1-2 所示。从拉伸曲线上可以分为以下五个阶段:

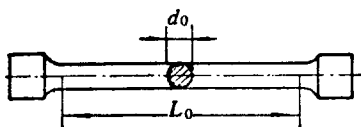


图 1-1 拉伸试样

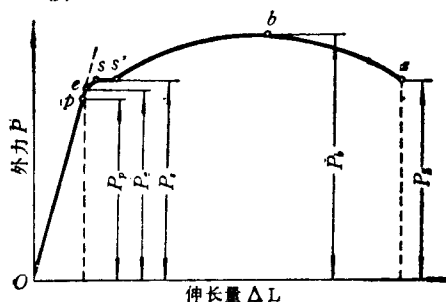


图 1-2 低碳钢的拉伸图

① 弹性变形阶段 Oe 当试样开始受力使材料产生变形,直至外力达到 P_e 时,若去除外力,变形亦随之完全消失,这称为弹性变形。

② 微量塑性变形阶段 es 外力超过 P_e 后,试样继续发生变形,若去除外力,变形消失一部分,但仍有一部分变形不能消失,这种不能恢复的变形称为塑性变形。

③ 屈服阶段 ss' 此时外力不增加或增加很少,而变形量却仍在继续增大,这称为“屈服”。

④ 大量塑性变形阶段 $s'b$ 在拉伸图上从 s' 点直至 b 点,此阶段外力的增加量虽然不大,但试样变形量却很大, P_b 为最大外力。

⑤ 颈缩阶段 bz 变形量继续增加,直至 z 点断裂。此时在试样的某一段截面迅速减小,产生颈缩现象。

金属材料拉伸试验受力变形的五个阶段,不是所有材料都具有。铸铁从受拉到断裂只有极小的塑性变形。

根据图 1-2 的拉伸曲线,可以得出弹性、强度、塑性的机械性能指标。

一、弹性

金属材料在外力作用下将产生变形,当外力消失后具有恢复原来形状的性能称为弹性。拉伸图上 Oe 由直线 Op 和微曲的 pe 线组成。在 Op 段,外力与变形成正比例关系;在 pe 段,外力与变形不成正比,但当外力去除后,变形能完全消失。由于 p 、 e 两点非常接近且不易测准,在应用中通常认为该两点是重合的。

金属材料在弹性变形中,与变形成正比时的最大外力与其横截面积之比称为比例极限。用 σ_p 表示,单位是 Pa(帕)。

$$\sigma_p = \frac{P_p}{F_0} \quad (1-1)$$

式中: P_p ——与变形成正比时的最大外力(N);

F_0 ——试样原始截面积(m^2)。

比例极限 σ_p 的数值越大,金属可承受的外力也较大,且不会产生永久性变形。如汽车离合器弹簧、气门弹簧,就应具有较大的弹性,以保证其功能的持久。

二、强度

金属材料在外力作用下抵抗变形和断裂的能力称为强度。它是机械性能的重要指标之一,是选用材料的依据。

从拉伸曲线上可以看出,当外力达到 P_s 的时候,拉力虽然没有增加,但试样却屈服于外力而自行伸长,拉伸曲线上的 s 点称为“屈服点”。材料的屈服强度用 σ_s 表示,单位是 Pa。

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0} \quad (1-2)$$

式中: P_s ——试样产生屈服时的外力(N);

F_0 ——试样原始截面积(m^2)。

屈服强度是衡量金属材料强度的重要指标,它表示对微量塑性变形的抗力。但大多数金属材料的屈服现象不明显,因此规定其拉伸试样标距产生 0.2% 塑性变形时的应力,作为该

材料的“条件屈服强度”，用 $\sigma_{0.2}$ 表示，单位是 Pa。

$$\sigma_{0.2} = \frac{P_{0.2}}{F_0} \quad (1-3)$$

式中： $P_{0.2}$ ——拉伸试样标距产生 0.2% 塑性变形时的外力(N)；

F_0 ——试样原始截面积(m^2)。

汽车零部件都不允许产生塑性变形，如发动机连杆螺栓变形将破坏连杆轴瓦与曲轴的正常磨合，而导致零件早期损坏。

再从拉伸曲线上可以看出，试样拉断前的最大拉力是 P_b 。金属材料能够承受最大载荷的能力称为抗拉强度，是衡量强度的又一个重要指标。用 σ_b 表示，单位是 Pa。

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \quad (1-4)$$

式中： P_b ——试样承受最大的外力(N)；

F_0 ——试样原始截面积(m^2)。

三、塑性

金属材料在外力作用下发生永久变形，而不造成损坏断裂的能力称为塑性。

1. 延伸率

延伸率是试样拉断后，伸长量与原始长度的百分比，用 δ 表示。

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中： L_1 ——试样拉断后标距间的长度；

L_0 ——试样原始标距长度。

由于伸长量是均匀伸长与产生局部颈缩后的伸长之和，所以延伸率的大小与试样尺寸长短有关。为了便于比较，试样的长度必须标准化。

2. 断面收缩率

断面收缩率是试样在拉断后，断口面积的缩减量与原截面积的百分比，用 ψ 表示。

$$\psi = \frac{F_0 - F}{F_0} \times 100\% \quad (1-6)$$

式中： F_0 ——试样原截面积；

F ——试样断裂处的截面积。

由于断面收缩率与试样尺寸无关，它能较可靠地代表金属材料的塑性。一般延伸率达 5% 或断面收缩率达 10% 时就能满足绝大多数零件的要求。塑性好的金属材料适宜挤压、冷拔等。

四、硬度

金属材料抵抗其他更硬物体压入表面的能力称为硬度。它是在硬度试验机上测定的。其试验方法不同，硬度指标的表示也会不同。

1. 布氏硬度

布氏硬度测定的原理，是用载荷为 P 的外力，把直径为 D 的钢球压入金属表面并保持

一定时间,如图 1-3 所示。然后卸去载荷,测量计算在金属表面上留下直径为 d 的球面凹痕面积。其硬度值是所加载荷与凹痕面积之比,用符号 HB 表示,单位是 Pa。

$$HB = \frac{P}{F} \quad (1-7)$$

式中: P ——试验时所加在钢球上的载荷(N);
 F ——压痕表面积(m^2)。

在进行布氏硬度试验时,应根据金属的种类和试样的厚度,正确选择钢球直径、载荷大小和加载时间。以保证压痕直径(d)在 $0.25 \sim 0.60D$ 范围内,否则试验结果无效。在应用中,只要用刻度放大镜测量出压痕直径 d 的大小,通过查表就可以得出相应的 HB 值。书写时往往只写硬度数值而不标注单位,例如 HB 176。

当 HB 大于 450 时,钢球将严重变形,使测试结果不准确。因此布氏硬度的测试适用于退火和正火后的钢材、调质钢、铸铁及有色金属。此外,由于压痕较大,不适宜测量成品和薄板材料。

布氏硬度值 HB 和抗拉强度值 σ_b 之间有一定的近似关系,如表 1-1。因此根据所测得的布氏硬度值,可近似地估算出金属材料的抗拉强度。

表 1-1 常用金属材料布氏硬度值 HB 与抗拉强度值 σ_b 之间的近似关系

金属材料	HB 与 σ_b 之间的近似关系
低碳钢	$\sigma_b \approx 0.36HB$
高碳钢	$\sigma_b \approx 0.34HB$
调质合金钢	$\sigma_b \approx 0.32HB$
铸钢件	$\sigma_b \approx (0.30 \sim 0.40)HB$
灰口铸铁	$\sigma_b \approx 0.10HB$
纯铜	$\sigma_b \approx 0.48HB$
铝铸件	$\sigma_b \approx 0.26HB$

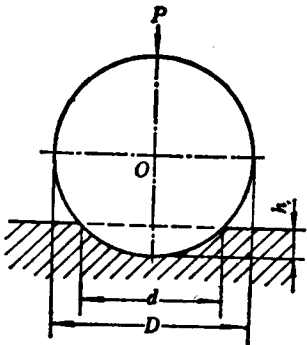


图 1-3 布氏硬度试验原理图

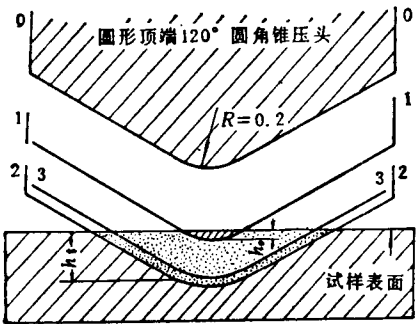


图 1-4 洛氏硬度试验原理示意图

2. 洛氏硬度

洛氏硬度试验原理如图 1-4 所示。为了保证压头与试样表面紧密接触,先加 100 N 初载荷,使压头压入深度为 h_0 的位置(即 1-1 位置)。接着再加主载荷(总载荷 = 初载荷 + 主载荷),压头处于 2-2 位置。然后去掉主载荷,由于试样弹性变形的恢复使压头略有上升,处于 3-3 位置。此时压头实际压入试样的深度为 h_i 。可见,在主载荷作用下,压头压入试样的深度是 $(h_i - h_0)$ 。此深度值便是试样硬度的大小,数值越大试样硬度越小,反之则越大。

洛氏硬度试验时,需根据被测对象的不同,采用不同的压头和载荷。因此测得的硬度相应用 HRA、HRB、HRC 表示。它们的试验条件和适用范围如表 1-2。

表 1-2 洛氏硬度的试验条件和适用范围

标尺	压 头	初载荷 (N)	总载荷 (N)	测量范围	适 用 范 围
HRA	120°金刚石圆锥体	100	600	70~85	适用于测量硬质合金、表面淬火层或渗碳层
HRB	1.588mm 淬硬钢球	100	1000	25~100	适用于测量有色金属, 退火、正火钢等
HRC	120°金刚石圆锥体	100	1500	26~67	适用于测量调质钢、淬火钢等

测量时,可从洛氏硬度试验机的刻度表盘上直接读出硬度值。其操作迅速、简便、压痕小,不损伤测量表面,应用范围广。为确保测量精确,需要在不同部位测定多次,取其平均值。

五、冲击韧性

金属材料抵抗冲击载荷的能力称为冲击韧性。测定冲击韧性最常用的方法是一次摆锤弯曲冲击试验。被测材料按标准试样如图 1-5 所示制成,然后放在支架上,试样缺口背向冲击方向如图 1-6 所示。并将重力为 G 的摆锤放到 h_1 高度,任其自由落下,若试样被冲断时,摆锤处在 h_2 的高度,如图 1-7 所示。摆锤冲断试样时所消耗的冲击功为 $A_k = G(h_1 - h_2)$ 。以冲断试样所消耗的冲击功除以试样断口处的横截面积,即为材料的冲击韧性,用 α_k 表示,单位符号为 J/cm^2 。

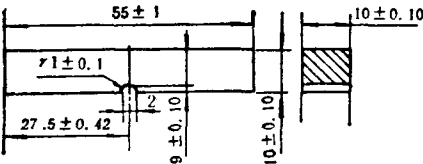


图 1-5 冲击试样

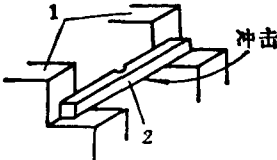


图 1-6 试样安放位置
1—支承面；2—试样

$$\alpha_k = \frac{A_k}{F} \quad (1-8)$$

式中： A_k ——冲断试样所消耗的功(J)；
 F ——试样断口处的横截面积(cm^2)。

在动载荷下工作的零件，很少因受一次超载荷冲击而被破坏的。在绝大多数情况下，所承受的冲击载荷是属于小能量多次重复冲击载荷,对此决不能有所忽视。

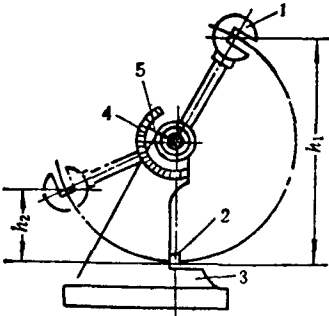


图 1-7 冲击试验机

1—重锤；2—试样；3—支承面；4—刻度盘；5—指针

六、疲劳强度

金属材料在长期重复交变载荷作用下,而不致断裂的最大应力称为疲劳强度。

通常规定钢在经受 $10^6 \sim 10^7$ 次、有色金属经受 10^8 次交变载荷作用时而不产生断裂,来确定钢和有色金属的疲劳强度。用符号 σ_{-1} 表示,单位为 Pa。这种应力虽然小于材料的屈服

强度,但是经过长时间的重复交变作用,也会使许多零件发生断裂。如各种轴、齿轮等通常都是疲劳破坏而损坏的。

由于金属的疲劳断裂往往是突然发生的,因此具有很大的危险性。如汽车转向节枢轴在行驶中断裂,将造成严重事故。所以在选用材料时,要考虑材料对疲劳断裂的抗力;在维修保养过程中,更应该认真作业,及时排除隐患。

第四节 金属的工艺性能

金属材料在冷、热加工过程中所表现出来的性能称为工艺性能。

一、铸造性能

金属熔化以后是否可以铸造形状各异的铸件的性能称为铸造性能。液态流动性好的金属充满铸型的能力大,可浇铸较复杂的零部件。冷却时收缩率小,则铸件中的变形、裂纹、疏松、缩孔等缺陷就少。如果液态金属从型砂或空气中吸收气体,则铸件容易产生气孔等缺陷。

二、锻造性能

金属材料承受锻压发生变形而不被破坏的能力称为锻造性能。对于需要锻压或冷、热冲压加工的金属都要求有良好的锻造性能。

三、焊接性能

金属是否容易用一定的焊接方法达到牢固结合的能力称为焊接性能。焊接性好的金属,焊接时不易形成裂缝、气孔、夹渣等缺陷,并且焊接接头具有良好的机械性能。

四、热处理性能

金属在热处理过程中所呈现的淬透性和脆性的大小,以及是否容易发生变形开裂等现象,称为热处理性能。各种金属材料的淬透性、脆性和变形开裂情况都不同,在热处理中必须分别对待,采用不同的热处理工艺方法。

五、切削加工性能

金属是否易被各种刀具切削的性能称为切削加工性能。切削加工性能好的材料,对刀具磨损小,切削量大,切屑易于折断脱落,加工表面粗糙度和精度也容易达到,并且动力消耗小。

习 题 一

1. 什么叫金属的物理性能和化学性能? 有哪些主要衡量指标?
2. 什么叫金属的强度? 衡量指标是什么?
3. 什么叫金属的塑性? 衡量指标是什么? 哪个较可靠? 为什么?
4. 金属的硬度有几种表示方法? 各适用于什么样的材料?
5. 什么叫疲劳强度? 用什么符号表示? 单位是什么?
6. 汽车发动机气门弹簧工作时, 是弹性变形还是塑性变形? 怎样区别它的变形性质?
7. 金属的工艺性能是指哪些性能?

第二章

黑色金属

第一节 铸 铁

铸铁就是含碳量大于 2.11% 的铁碳合金。工业用铸铁一般含碳量在 2.5%~4.0% 的范围内,此外还含有少量的硅、锰、硫、磷等元素。

铸铁具有优良的铸造性、耐磨性、切削加工性,并且价格低廉。汽车的皮带轮、气缸盖、活塞环、后轴壳等都用铸铁制成。但铸铁的韧性和塑性较差,不能承受各种形式的压力加工。近年来,由于稀土镁球墨铸铁的发展,进一步打破了钢与铸铁的使用界限,实现了“以铁代钢”和“以铸代锻”。

一、白口铸铁

白口铸铁中的碳只有极少量溶入铁素体中,几乎都以渗碳体 Fe_3C 的形式存在。其断口呈白亮色,所以叫白口铸铁。

由于白口铸铁非常硬和脆,不能切削加工,因此汽车工业很少直接用它来制造零件。但有极少量零件(如汽门顶杆等),为获得较高的表面硬度和耐磨性,常用激冷的方法使这些铸铁的表层获得白口组织,但其心部仍是灰口铸铁组织。

二、灰口铸铁

灰口铸铁中的碳大部或全部以自由状态的片状石墨形式存在。其断口呈灰黑色,所以叫灰口铸铁。

由于组织成分和冷却条件的不同,灰口铸铁出现三种不同基本组织:铁素体+片状石墨、铁素体+珠光体+片状石墨、珠光体+片状石墨。

铁素体、渗碳体、珠光体都是常温下铁碳合金的基本组织结构。

铁素体指的是碳在纯铁 910℃ 以下的固溶体。所谓“固溶体”就是由两种或两种以上的化学元素,在固态下互相溶解构成单一均匀的物质。其中含量较多的元素称溶剂,含量较少的称溶质。在铁素体中铁是溶剂,碳是溶质。所以铁素体的机械性能是强度、硬度低,而塑性、韧性好。

渗碳体是铁和碳的化合物,它的性能特点是熔点高(1600℃)、硬度高($\text{HB} > 450$),很脆,塑性指标几乎接近零。

珠光体是由硬的渗碳体片与软的铁素体片彼此相间组成的一种机械混合物,所以它的变形抗力和强度较前二种好,硬度一般在 $\text{HB} 180$ 左右。

但是无论哪种灰口铸铁的组织，都是在铁的基体上，存在着许多片状石墨。由于石墨的强度极低，所以把石墨的存在看作是无数条细小的“裂缝”和“孔洞”。当铸铁受到拉伸和冲击时，首先会在“裂缝”边缘处断裂。所以灰口铸铁抗拉强度、硬度低，塑性、韧性极差。当受压力作用下，石墨的不利因素相对表现较小。又由于石墨的存在，使切削时容易形成碎断的铁屑，同时石墨起到润滑作用，可以减轻刀具的磨损。当石墨从铸件表面脱落后，所留下的孔洞能储存润滑油，从而减小了铸铁的摩擦系数。另外，石墨组织松软，能吸收震动。此外，铁水具有较高的流动性，并且凝固时收缩率较小。因此，灰口铸铁还具有良好的切削加工性、减磨性、消震性、铸造性等特性。

灰口铸铁的机械性能主要取决于基体组织和石墨存在的形式。为了提高其机械性能，一般对铸铁进行变质处理，使获得珠光体基体和细片状的石墨组织。经变质后的铸铁强度有很大的提高，韧性和塑性亦有所改善。

由于灰口铸铁具有上述的特性，故而可用它来制作汽车的气缸体、制动鼓等。应用实例如表 2-1。

表 2-1 灰口铸铁在汽车中的应用

牌 号	抗拉强度 (σ_b /MPa)	抗弯强度 (σ_{bb} /MPa)	硬 度 (HB)	应 用 实 例
	不 小 于			
HT150	150	330	163~229	承受中等负荷的零件,如气缸盖、曲轴皮带轮、飞轮、气门导管等
HT200	200	400	170~241	承受较大负荷的零件,如气缸体、制动鼓、正时齿轮、进气门座圈
HT250	250	470	170~241	
HT300	300	540	187~225	承受较高负荷的重要零件,如凸轮、高压液压筒、液压泵和滑阀的体壳等
HT350	350	610	197~269	
HT400	400	680	207~269	

注：1 Pa=1 N/m²。

灰口铸铁的牌号，按国家标准规定用“灰铁”两个字的汉语拼音第一个大写字母“HT”表示，再加上后面一组数字，表示其最低抗拉强度数值。

三、球墨铸铁

球墨铸铁中的碳大部或全部以自由状态的球状石墨存在。要使铸铁中的石墨成为球状，须经过球化处理而得到。

球墨铸铁的基本组织为铁素体球墨铸铁和珠光体球墨铸铁两类。

球墨铸铁中的石墨由于呈球状，因而对基体的削弱和割裂作用大大减弱，从而使基体的强度作用能较充分地发挥。球墨铸铁的强度大大超过灰口铸铁而与钢差不多，其塑性和韧性有明显改善，但还不如钢；同时仍具有良好的耐磨性、减震性、切削性、铸造性。

汽车应用球墨铸铁不仅制造小零件，而且还制造大型零件和高速重载荷的零件，应用实

例如表 2-2。

表 2-2 球墨铸铁在汽车中的应用

牌 号	抗拉强度 (σ_b /MPa)	屈服强度 (σ_s /MPa)	延 伸 率 δ (%)	冲击韧性 [α_K /(J/cm ²)]	硬 度 (HB)	应 用 实 例
	不 小 于					
QT400-17	400	250	17	60	≤179	离合器、减速器等壳体, 高压 阀门阀体、阀盖
QT420-10	420	270	10	30	≤207	
QT500-5	500	350	5		147~241	机油泵齿轮
QT600-2	600	420	2		229~302	曲轴、连杆、凸轮轴、气缸套、 齿轮气缸体等
QT700-2	700	490	2		229~302	
QT800-2	800	560	2		241~321	
QT1200-1	1200	840	1	30	≥HRC38	螺旋伞齿轮、减速齿轮

球墨铸铁的牌号,按国家标准规定用“球铁”两个字的汉语拼音的第一个大写字母“QT”表示,再加上后面两组数字。第一组数字表示其最低抗拉强度的数值,第二组数字表示其最低延伸率数值。

四、可锻铸铁

可锻铸铁又称韧铁,它是将白口铸铁经高温、长时间退火,使渗碳体分解成团絮状石墨而获得。由于石墨呈团絮状,因而对基体的削弱和割裂作用减小。可锻铸铁其实不可锻,只是一种高强度铸铁。它与灰口铸铁相比,具有较高的强度和塑性,韧性也较好。

由于热处理的方法不同,从而使可锻铸铁的基本组织也不同,主要分为铁素体可锻铸铁(断口呈黑色)和珠光体可锻铸铁(断口呈亮灰色)。

可锻铸铁适宜于制造一些形状复杂和尺寸不大,强度及韧性要求较高的薄截面 (<25 mm)零件。例如汽车的轮毂、后轴壳等。但由于工艺复杂、生产周期长、成本较高,近年来不少可锻铸铁零件已被球墨铸铁所代替。可锻铸铁在汽车中的应用如表 2-3。

表 2-3 可锻铸铁在汽车中的应用

牌 号	抗拉强度 (σ_b /MPa)	延 伸 率 δ (%)	硬 度 (HB)	应 用 实 例
	不 小 于			
KTH300-6	300	6	120~163	后桥壳、减速器壳、转向器壳、轮毂等
KTH350-10	350	10	120~163	
KTH370-12	370	12	120~163	
KTZ450-5	450	5	152~219	凸轮轴、摇臂、活塞环等
KTZ500-4	500	4	179~241	
KTZ600-3	600	5	201~269	