

中等专业学校教材



金属加工

淮南化学工程学校 韦德刚 主编

化学工业出版社

中等专业学校教材

金属加工

淮南化学工程学校 韦德刚 主编

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字039号

图书在版编目(CIP)数据

金属加工/韦德刚主编. —北京: 化学工业出版社, 1994.3
(2000.1重印)

中专学校教材

ISBN 7-5025-1203-9

I.金… II.韦… III.金属加工-专业学校-教材 IV.TG

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第01612号

中等专业学校教材
金属加工
淮南化学工程学校 韦德刚 主编
责任编辑: 孙世斌
封面设计: 官 历

化学工业出版社出版发行
(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码100029)
<http://www.cip.com.cn>

新华书店北京发行所经销
北京市燕山印刷厂印刷
北京市燕山印刷厂装订
开本787×1092毫米1/16 印张13³/₄。字数324千字
1994年3月第1版 2000年1月北京第5次印刷
印 数: 7801—9600
ISBN 7-5025-1203-9/G·314
定 价: 15.00元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

1989年11月,高等教育出版社出版发行了罗会昌主编,韦德刚、欧阳熙、林志廷参编的中等专业学校工科非机械类统编教材《机械工程材料工艺学》,以替代原中专教材《金属工艺学》。嗣后,为了加强实践教学,根据化工部教育司1988年9月颁发的《全日制化工普通中等专业学校化工机械专业教学计划》(指导性),全国化工中专化工机械专业教材编审委员会决定由韦德刚主编实践课教材《金属加工》,与罗会昌主编的理论课教材《金属材料及热处理》配套使用,作为全日制化工普通中专化工机械及其相近专业的统编教材。

作为实践课教材,与原《金属工艺学》和《机械工程材料工艺学》中的工艺部分比较,本书以较大篇幅、较多插图,更加详细、具体地阐述了金属加工主要工种工艺操作方面的知识,这是本书的一大特色。

使用本书进行教学,必须紧密配合金工实习内容,在实习中穿插讲授,学时数为50。一般应在某工种实习前按本书内容进行该工种知识的讲授,以使學生更迅速地了解、掌握该工种工艺方面的基本知识和操作技能,更有效地培养学生的动手能力。对于钳、车、焊等主要工种,讲授宜分段多次进行。

本书采用法定单位制。书中所用单位与非法定单位的换算一律采用近似值,如 $1\text{kgf}\approx 10\text{N}$, $1\text{kgf}/\text{mm}^2\approx 10\text{MPa}$, $1\text{kgf}\cdot\text{m}\approx 10\text{J}$ 等。其它有关金属材料的资料和数据都是根据最新国家标准GB700—88摘录的。

本书由淮南化学工程学校韦德刚(编写绪论,第四、七、八、九、十、十一、十二、十四、十五章及附录)、程绪文(编写一、二、三章),吴传彬(编写五、六、十三章)三位同志编写,由韦德刚主编。

本书承南京工业学校李传祚主审,南京机电学校周栋隆、南京河运学校史树莲参审,他们在审稿中对本书提出许多宝贵的意见,在此表示感谢。

由于水平有限,实践经验不足,书中疏漏在所难免,敬请读者和教师批评指正。

编者

1992年12月

目 录

结论	1
第一章 金属材料的基本知识	3
第一节 金属的机械性能	3
第二节 碳素钢	7
第三节 铸铁	10
复习思考题	11
第二章 常用量具	12
第一节 游标卡尺	12
第二节 千分尺	15
第三节 百分表	18
复习思考题	20
第三章 钳工加工	22
第一节 钳工工作台和台虎钳	22
第二节 划线	23
第三节 整削	26
第四节 锯切	29
第五节 锉削	31
第六节 钻孔与铰孔	34
第七节 攻丝和套丝	38
第八节 刮削	40
第九节 研磨	43
第十节 管子的弯曲和套丝	45
复习思考题	48
第四章 铸造	49
第一节 铸造分类及砂型铸造基本知识	49
第二节 造型材料	51
第三节 砂箱、模样、芯盒及造型工具	52
第四节 砂型铸造的造型工艺	54
第五节 铸铁的熔炼、浇注及铸件的出箱和清理	57
第六节 铸件的结构工艺性	59
复习思考题	63
第五章 锻造	65
第一节 概述	65
第二节 锻造加热和锻后冷却	65

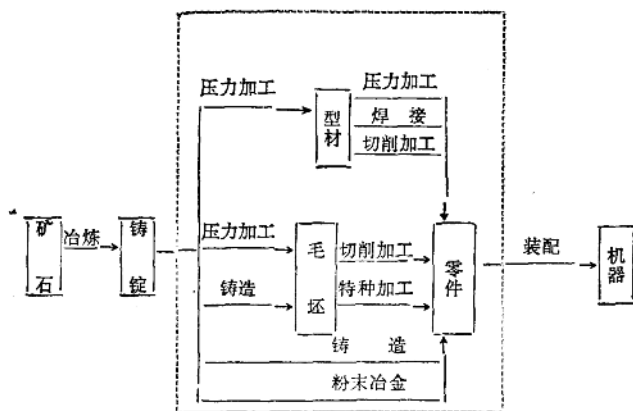
第三节	自由锻造	68
第四节	锤上模锻和胎模锻简介	74
	复习思考题	76
第六章	焊接	77
第一节	概述	77
第二节	手工电弧焊	78
第三节	气焊与气割	88
第四节	其它焊接方法	94
	复习思考题	99
第七章	金属切削加工基础知识	100
第一节	机床的运动和切削要素	101
第二节	金属切削刀具	103
第三节	金属切削过程中的物理现象简介	113
第四节	切削用量和冷却润滑液的选择	118
	复习思考题	122
第八章	车削加工	123
第一节	卧式车床及其附件	123
第二节	车刀	129
第三节	卧式车床所能完成的工作及其基本操作	131
第四节	卧式车床加工的特点及其经济精度和表面粗糙度	146
第五节	车床的安全操作和维护保养	148
	复习思考题	148
第九章	镗削加工	150
第一节	卧式镗床、镗杆及镗刀	150
第二节	卧式镗床能完成的工作、镗孔方式及特点	153
	复习思考题	154
第十章	铣削加工	155
第一节	铣床及其附件	155
第二节	铣刀和铣削要素	160
第三节	铣床能完成的工作	164
第四节	平面的铣削	165
第五节	铣削加工的特点	169
	复习思考题	169
第十一章	刨削加工	170
第一节	牛头刨床、刨刀及牛头刨床能完成的工作	170
第二节	平面的刨削	173
第三节	刨削加工的特点	176
第四节	插削加工简介	176
	复习思考题	177

第十二章 磨削加工	178
第一节 磨床及其能完成的工作.....	178
第二节 砂轮的基本知识及磨削原理.....	181
第三节 外圆磨削方法及工件的安装.....	186
第四节 磨削加工特点.....	188
复习思考题.....	189
第十三章 渐开线圆柱齿轮加工	190
第一节 成形法加工圆柱齿轮.....	190
第二节 展成法加工圆柱齿轮.....	191
复习思考题.....	193
第十四章 特种加工简介	194
第一节 电火花加工.....	194
第二节 电子束加工.....	195
第三节 激光加工.....	196
复习思考题.....	197
第十五章 零件毛坯选择和加工工艺路线示例	198
第一节 零件毛坯选择的基本依据和加工工艺路线基本知识.....	198
第二节 轴类零件的毛坯选择及其加工工艺路线示例.....	201
第三节 箱体类零件的毛坯选择及其加工工艺路线示例.....	203
复习思考题.....	207
附录 金属切削机床型号编制方法简介	208

绪 论

《金属加工》是化工中专化机专业及与其相近的专业（如化工设备安装专业）必修的一门课程。它是全国化工中专化机教材编审委员会为贯彻1987年8月中央北戴河中专教改座谈会精神，加强实践教学而决定设置的课程，是一门实践性很强的专业基础课。

“金属加工”是指将用冶炼方法得到的金属材料经过加工以获得型材、毛坯或零件的各种方法，可用下面的方框图加以说明：



图内，虚线方框内所示各种加工方法即为本门课程的研究对象。受教学时数限制，在压力加工中主要研究锻造及板料冲压；在铸造中主要研究手工砂型铸造；在焊接中主要研究手工电弧焊；在切削加工中主要研究车、铣、刨及插、磨、镗、齿轮加工以及以手工操作为主的钳工加工等切削加工方法；而对用光能，电能以及化学能对金属材料进行加工的特种加工方法仅作简单介绍。

《金属加工》课程的教学特点和任务是：以现场实际操作训练为主，辅以按照本教材安排的金属加工工艺基础知识讲授和电化教学，使学生掌握钳工加工，焊接加工和车削加工三个主要工种的基本操作技能和加工工艺基础知识；初步掌握铣削加工，刨削及插削加工以及磨削加工三个工种的基本操作技能和加工工艺基础知识；了解镗削加工，铸造，锻造及板料冲压诸工种的基本操作方法，并初步掌握其加工工艺基础知识；了解渐开线圆柱齿轮加工的基本知识和某些特种加工的原理、特点和应用；具备零主要工种的安全操作知识和机床、设备的维护保养知识；会选择零件毛坯种类，拟定简单零件的加工工艺路线（不含热处理）。为学习《金属材料与热处理》，《机械零件》，《化工机器制造》，《化工设备安装修理》等后继课打下基础。

金属加工是在生产和生活实践中发展起来的。我国古代在金属加工方面遥遥领先于世界各国。据史书记载，我国早在4000年前的商朝时就开始使用铜。1939年于河南安阳武官村出土的青铜祭器司母大方鼎，则为商朝时（约公元前16世纪～前11世纪）铸造。该鼎带

耳高1.37m, 横长1.1m, 宽0.7m, 重达875kg, 造型别致, 花纹精美, 充分说明了我国早在三千多年前就掌握了十分复杂的青铜冶炼和铸造技术。

世界上铁的应用也以我国最早。河北藁城出土的一件铁刃铜钺, 据考证为公元前1400年所造, 说明早在3300年前, 我国就已掌握了铁的冶炼、锻打以及与铜铸接的技术。到了春秋时代(公元前722~前481年), 铸铁农具的使用已较普遍。而在欧洲, 直到14世纪才炼出生铁, 约比我国晚2700多年。

我国早在公元前500年~前400年就发明了块铁(海绵状熟铁)渗碳的制钢技术, 用之制出的名剑“切玉如泥”。而欧洲直到18世纪才发明制钢法, 约比我国晚二千多年。

我国应用锡焊和银焊, 则始于公元7世纪的唐朝, 约比欧洲早1000多年。

至于切削加工, 据出土文物和史书记载, 汉朝时(公元前206年~公元220年)就有了金属轴和轴承, 并制出了相当精致的人字齿轮, 这些金属制品都不可避免地要经过切削加工。事实上, 上述的司母大方鼎, 铁刃铜钺, 铸铁农具以及名剑, 也都不可避免地要经过切削加工。而到了明朝(公元1368年~1644年), 已出现了很多简单的切削加工设备。1668年曾使用直径近二丈的楔片铣刀铣削天文仪器上的铜环, 由牲畜带动铣刀旋转, 铜环则固定不动。铣刀磨钝后可卸下放在刀具磨床上磨砺。该刀具磨床由人足踏动, 通过带传动带动一个大的圆盘形磨石旋转。为了使铜环更加光滑, 尺寸更加精确, 铣削完毕后将铣刀卸下换上平面磨石进行磨削。用这种方法加工的天文仪器至今还存放在北京古观象台。

以上种种事实表明, 我国古代在金属加工方面远远处于世界领先地位, 对于世界文明和人类进步作出过巨大贡献。但由于长期的封建统治和近一百多年来的外国侵略, 才使我国由领先变成落后。

新中国成立后, 我国的金属加工技术才得以迅速发展。现在不仅已掌握了各种现代化的金属加工技术, 而且还能制造所需要的全套机器设备。我国已能够制造现代化的汽车、船舶、飞机、机车车辆、大型石油化工设备、大型发电设备、大型冶金设备以及大型矿山机械。而原子弹、氢弹以及远程导弹的试验成功, 人造地球卫星的发射成功和准确回收, 更集中地标志着我国的科学技术, 包括金属加工技术已达到相当高的水平。我国自力更生制造的直径2.8m的尿素合成塔, MBG1432型万能外圆磨床, JCS001型千分尺螺纹磨床等, 都标志着我国在金属加工技术的某些方面已达到世界先进水平。

在解放后的短短40年中, 我国在科学技术, 包括金属加工技术方面所取得的成就是巨大的。但是必须看到, 与工业发达国家相比, 还存在一定差距。正因为如此, 更应激发我们奋起直追, 充分发挥中国人民的聪明才智, 使我国的科学技术尽快走在世界前列。

由于本门课是一门实践性相当强的课程, 所以学习本门课切忌死记硬背, 而必须注意通过实践去消化、理解乃至掌握有关知识和技能。在知识与技能间, 掌握技能更为重要。讲授的主要目的是使知识系统化, 是为了更有效地培养技能, 千万不要盲目地增加深度, 拓宽广度。

第一章 金属材料的基本知识

金属材料，特别是钢铁材料，在工业生产中之所以获得广泛的应用，主要是因为这些材料具有良好的使用性能和工艺性能。所谓使用性能，是指材料在使用过程中表现出来的特性，包括机械性能和物理、化学性能；而工艺性能则是材料在加工工艺过程中所表现出来的特性，即铸造性、塑性成形性、可焊性和切削加工性等。

金属材料的种类很多。为了能够合理地选用材料，正确地选择加工工艺方法，就必须全面了解各种材料的牌号、成分、性能和用途。本章主要介绍金属机械性能的常用指标和钢铁材料的一般知识。

第一节 金属的机械性能

金属材料的机械性能是指金属在外力作用下所表现出来的特性，亦称力学性能。主要包括强度、硬度、塑性和冲击韧性等。

一、强 度

在外力作用下，材料抵抗变形和断裂的能力称为强度。

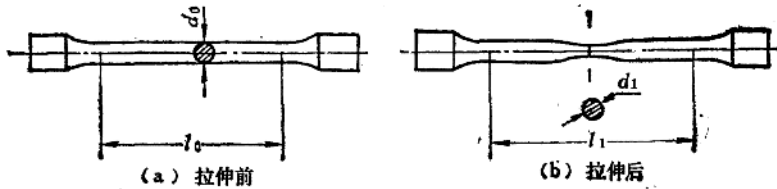


图 1-1 标准拉伸试样

为了测定材料的强度，可进行拉伸试验。该试验是把标准拉伸试样（图1-1）装夹在拉伸试验机的夹头上，然后对试样缓慢施加拉力，随着拉力的增加，试样不断变形，直到拉断为止。根据试样所受的载荷（即拉力）与相应的伸长量的关系，可绘制出拉伸图。图1-2为低碳钢的拉伸图。

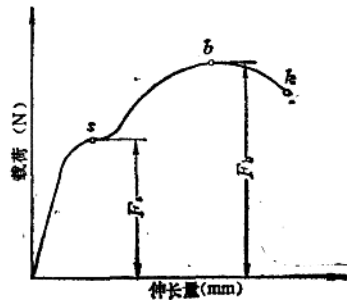


图 1-2 低碳钢的拉伸图

材料受外力作用会发生变形，同时在材料内部产生一个抵抗变形的力（又称内力），其大小和外力相等，方向相反。材料单位面积上的抵抗力称为应力。强度的大小就是用应力来度量的。强度常用的衡量指标有屈服强度和抗拉强度。

1. 屈服强度 (屈服极限、屈服点)

由图1-2可知,当拉力增加到 F_s 时,曲线上出现一段水平线,即载荷不再增加,而试样仍在伸长,此时材料开始发生明显的塑性变形,这种现象称为屈服。

材料开始发生屈服现象时的应力称为屈服强度。用符号 σ_s 表示。

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A_0} \text{ (MPa)}$$

式中 F_s ——试样发生屈服现象时的载荷, N;

A_0 ——试样原截面面积, mm^2 。

工业上使用的金属材料,大多数没有明显的屈服现象,表现在拉伸图上无明显的水平段。对这些材料,工程技术上规定:将试样的塑性变形量为试样原标距长度的0.2%时的应力作为屈服强度,用符号 $\sigma_{0.2}$ 表示,称为条件屈服强度。

2. 抗拉强度 (强度极限)

材料拉伸过程中,在发生断裂以前所能承受的最大应力称为抗拉强度,用符号 σ_b 表示。

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_0} \text{ (MPa)}$$

式中 F_b ——试样断裂前的最大载荷, N;

A_0 ——试样原截面面积, mm^2 。

工程上大多数机械零件,工作时不允许产生塑性变形,所以屈服强度是零件设计的主要参数,而对于因断裂导致失效的零件,则用抗拉强度作为设计的主要参数。 σ_s 、 σ_b 不仅是零件设计和选材的主要依据,也是评定材料质量的重要性能指标。

二、塑 性

材料在外力作用下发生塑性变形而不断裂的能力称为塑性。常用的塑性指标有延伸率和截面收缩率,也是通过拉伸试验测定的。

1. 延伸率

试样拉伸断裂后的总伸长量与原来长度比值的百分率,称为延伸率,以符号 δ 表示。

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

式中 l_0 ——试样原标距长度, mm;

l_1 ——试样拉断后的标距长度, mm。

δ 值与试样尺寸有关。国家标准(GB228—76)规定,拉伸试样为长试样($l_0=10d_0$)和短试样($l_0=5d_0$)时,延伸率分别以 δ_{10} 和 δ_5 表示, δ_{10} 通常简写成 δ 。工程上,通常把 $\delta > 5\%$ 的材料称为塑性材料;把 $\delta < 5\%$ 的材料称为脆性材料。

2. 截面收缩率

试样受拉伸断裂后,横截面的缩减量与原截面面积比值的百分率,称为截面收缩率,用符号 ψ 表示。

$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\%$$

式中 A_0 ——试样原截面面积, mm^2 ;

A_1 ——试样断口处的截面面积, mm^2 。

ψ 值与试样尺寸无关, 它能较可靠地代表材料的塑性。

δ 值与 ψ 值标志着材料的塑性性质, 其值愈大, 材料的塑性愈好。材料具有一定的塑性才能进行压力加工, 例如, 低碳钢的塑性较好, 可进行冷冲、冷弯等; 普通铸铁的塑性很差, 故不能进行压力加工, 只能铸造。此外, 具有良好塑性的零件, 在工作过程中不致因稍有超载而导致突然断裂。因此, 在机械零件、构件的设计和选材中, 塑性指标是必须要考虑的。

三、硬 度

材料的硬度, 一般是指材料表面局部区域抵抗变形或抵抗破裂的能力。测定硬度常用压入法, 按照试验时压头和压力的不同来分, 常用的硬度指标有布氏硬度、洛氏硬度等。

1. 布氏硬度

用一定直径的钢球或硬质合金球, 施加相应的载荷压入试样表面, 经规定保持时间, 卸除试验力, 然后用读数显微镜测量压痕直径 (图1-3)。根据该直径计算出压痕单位面积上承受的负荷, 作为布氏硬度值。

$$\text{布氏硬度值} = \frac{\text{负荷}}{\text{压痕表面积}} = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

式中 D ——球体直径, mm ;

F ——负荷, kg ;

d ——压痕平均直径, mm 。

应当指出, 在实际应用中, 一般根据测得的压痕平均直径 d 直接查金属布氏硬度数值表即得相应的硬度值而不必进行计算。另布氏硬度值虽有单位, 但在实际应用时一般不标注单位。

根据GB231—84规定, 布氏硬度表示符号为HBS和HBW两种。压头为 淬火钢球时用 HBS, 适用于布氏硬度值在450以下的材料; 当压头为硬质合金球时用HBW, 适用于布氏硬度值为450~650的材料。HBS或HBW之前的数字为硬度值, 符号后面按球体直径、试验力及试验力保持时间(10~15秒不标)的顺序用数字表示出试验条件。例如180HBS10/1000/30、600HBW5/750。

布氏硬度试验的优点是测定的数据准确、稳定, 常用于测定退火、正火、调质钢、铸铁及有色金属的硬度。特别是用于测定较软的、晶粒粗大且组织不均匀的金属, 测得的数值准确性较高。其缺点是压痕较大, 不宜测成品表面, 也不宜测定太薄的试样。

2. 洛氏硬度

洛氏硬度试验, 是用顶角为 120° 的金刚石圆锥体或直径为1.588mm的淬火钢球做压头, 在一定载荷下压入被测金属表面, 根据金属表面的压痕深度确定硬度值。图1-4为用金刚石压头测定洛氏硬度的示意图。实际测量时, 可从洛氏硬度计的刻度盘上直接读出硬度值。若压痕愈深, 则刻度盘的硬度示值愈小, 表示材料愈软。反之, 压痕愈浅, 刻度盘的硬度示值愈大, 表示材料愈硬。

洛氏硬度常用的标度有三种, 以符号HRA、HRB、HRC表示。它们各自的试验条件和适用范围不同, 可根据需要选用。

洛氏硬度试验的优点是操作简单、迅速,压痕小,因而对工件表面损伤较小,测量硬度范围较大,常用于测定各种钢铁原材料、有色金属、硬质合金以及淬火零件等。其缺点是由于压痕小,对于组织和硬度不均匀的

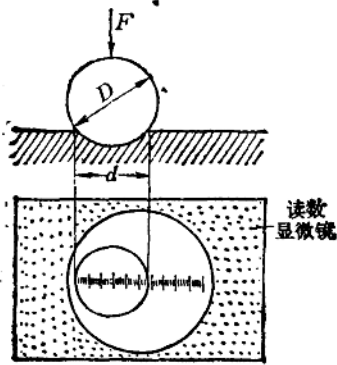


图 1-3 布氏硬度测试示意图

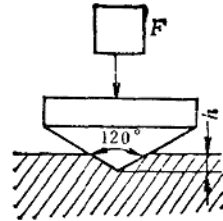


图 1-4 洛氏硬度测试示意图

材料,测得的数值准确性不够高,也不适于测定很薄的金属层硬度。

四、冲击韧性

实际生产中,许多机器零件在工作过程中常常要承受冲击载荷(具有较大速度的载荷),如蒸汽机锤杆、压缩机的曲轴、连杆冲床的冲头等。用于制造这类零件的材料,仅有一定的强度、硬度是不够的,还必须具有足够的抵抗冲击载荷的能力。

金属抵抗冲击载荷而不被破坏的能力,称为冲击韧性。工程技术上,常用一次冲击试验来测定材料的冲击韧性。试验时,把切有U型缺口的标准冲击试样放置到冲击试验机的支座上,用摆锤一次冲断(图1-5)。其冲击韧性值以符号 a_{KU} 表示。

$$a_{KU} = \frac{A_{KU}}{A} \text{ (J/cm}^2\text{)}$$

式中 A_{KU} ——冲击吸收功, J;

A ——试样缺口底部处的横截面积, cm^2

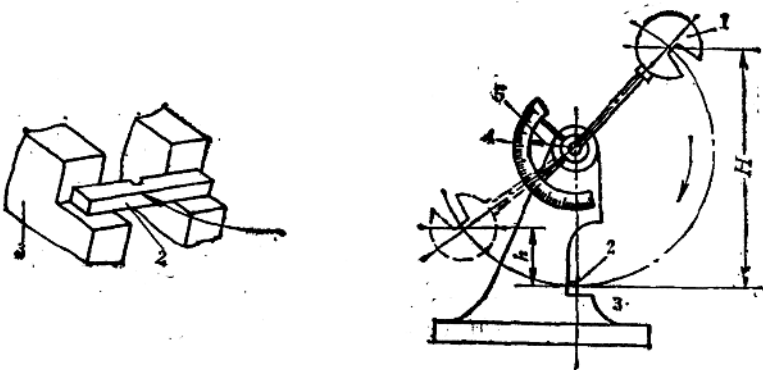


图 1-5 冲击试验示意图

1—摆锤; 2—试样; 3—支座; 4—表盘; 5—指针

必须指出，材料的冲击值与温度有关，它随温度的降低而减小。这一点对于在寒冷地区和低温下使用的材料，尤其重要。

实践证明，用一次摆锤冲击试验确定的冲击值，对于衡量材料抵抗大能量冲击的能力是有一定作用的。但生产实际中，绝大多数零件是在小能量多次冲击下工作的，用 α_{KU} 值来评定其抗冲性能就不够确切。大量研究结果表明：材料承受小能量多次冲击的能力主要取决于其强度。因此，冲击值一般只作为设计和选材的参考。

第二节 碳素钢

碳素钢（简称碳钢）是指含碳量小于2.11%的铁碳合金。碳钢的机械性能与含碳量密切相关。当含碳量小于1%时，随着含碳量的增加，钢的强度、硬度不断增加，塑性、韧性则不断降低；当含碳量大于1%时，随含碳量的增加其强度逐渐下降，所以工业用碳钢的含碳量一般不超过1.4%。此外，碳钢中还含有硅（Si）、锰（Mn）、硫（S）、磷（P）等杂质元素，这些元素对钢的机械性能有一定的影响。其中，硫、磷是有害杂质，使钢产生脆性。

碳素钢的分类、牌号和用途

碳素钢的品种很多。为了便于生产、管理和选用，必须对碳钢进行分类，规定其牌号。通常可按钢的用途、质量，分为碳素结构钢、优质碳素结构钢、碳素工具钢等。

一、碳素结构钢

碳素结构钢与优质碳素结构钢相比，对碳含量、性能范围及硫、磷等元素含量的限制较宽。这类钢在机械制造、基本建设等方面都得到广泛使用。

碳素结构钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号四个部分按顺序组成。如Q表示钢材屈服点“屈”字汉语拼音首位字母；A、B、C、D分别为质量等级；F、b、Z分别为沸腾钢、半镇静钢、镇静钢的第一个汉字的汉语拼音首位字母；TZ为特殊镇静钢“特镇”两字的汉语拼音首位字母。在牌号组成表示方法中，Z与TZ符号予以省略。

碳素结构钢的牌号和化学成分、机械性能和用途见表1-1、表1-2。

二、优质碳素结构钢

优质碳素结构钢的含碳量小于0.85%，硫、磷等杂质元素的含量较少，纯洁度、均匀性及表面质量都比较好。除几个含碳量很低的钢号外，绝大多数都是镇静钢。因此，优质碳素结构钢的机械性能比碳素结构钢高，应用更为广泛，常用于制造比较重要的机械零件。

根据钢中含锰量的不同，将优质碳素结构钢分为两类：（1）普通含锰量钢 Mn0.25~0.80%；（2）较高含锰量钢 Mn0.70~1.20%。

根据钢中的含碳量，优质碳素结构钢又可分为三类：（1）低碳钢 $C \leq 0.25\%$ ；（2）中碳钢 $C 0.25 \sim 0.60\%$ ；（3）高碳钢 $C > 0.60\%$ 。

优质碳素结构钢的牌号以两位数字表示，数字代表钢中平均含碳量的万分数。例如，牌号“45”表示平均含碳量为0.45%（即万分之四十五）的优质碳素结构钢。如果是较高

表 1-1 碳素结构钢的牌号和化学成分

牌 号	化学成分 (%)					脱氧方法
	C	Mn	Si	S	P	
Q 195	0.06~0.12	0.25~0.50	0.30	0.050	0.045	F, b, Z
Q 215 A Q 215 B	0.09~0.15	0.25~0.55	0.30	0.050 0.045	0.045	F, b, Z
Q 235 A Q 235 B Q 235 C Q 235 D	0.14~0.22 0.12~0.20 ≤ 0.18 ≤ 0.17	0.30~0.65 0.30~0.70 0.35~0.80	0.30	0.050 0.045 0.040	0.045 0.040	F, b, Z Z TZ
Q 255 A Q 255 B	0.18~0.28	0.40~0.70	0.30	0.050 0.045	0.045	Z
Q 275	0.28~0.38	0.50~0.80	0.35	0.050	0.045	Z

注: 1. 本表摘自GB700—88《碳素结构钢》。
2. Q235A、B级沸腾钢含锰量上限为0.60%。

表 1-2 碳素结构钢的机械性能和用途

牌 号	拉伸试验			用途举例
	σ_s (MPa) \geq	σ_t (MPa)	δ_5 (%) \geq	
Q 195	195	315~340	33	薄板、低碳钢丝、焊接钢管、钢钉、钢丝网、炉排、地脚螺栓、铆钉等
Q 215 A Q 215 B	215	335~410	31	
Q 235 A Q 235 B Q 235 C Q 235 D	235	375~460	26	Q 235A、B级, 常用于制造薄板、钢筋、钢结构用各种型条钢、中厚板、铆钉, 某些机械零件, 常用化工容器外壳、法兰等 Q 235C、D级, 常用于重要的焊接结构
Q 255 A Q 255 B	255	410~510	24	钢结构用各种型条钢、钢板以及某些机械零件
Q 275	275	490~610	20	钢筋混凝土结构配筋, 钢结构构件及某些机械零件

注: 1. 本表数据摘自GB700—88《碳素结构钢》。
2. 表中 σ_s 、 δ_5 数据适用于厚度(直径) ≤ 16 mm的钢材。

含锰量钢, 则在数字后面附加Mn元素符号, 如“45Mn”。

部分优质碳素结构钢的牌号和化学成分、机械性能和用途见表1-3、表1-4。

表 1-3 部分优质碳素结构钢的牌号和化学成分

类别	牌号	化学成分 (%)				
		C	Si	Mn	P	S
普通含锰量钢	08F	0.05~0.11	≤0.03	0.25~0.50	0.035	0.035
	10	0.07~0.14	0.17~0.37	0.35~0.65		
	15	0.12~0.19				
	20	0.17~0.24				
	25	0.22~0.30				
	30	0.27~0.35				
	35	0.32~0.40		0.50~0.80		
	40	0.37~0.45				
	45	0.42~0.50				
	50	0.47~0.55				
	60	0.57~0.65				
	65	0.62~0.70				
	70	0.67~0.75				

注：本表摘自GB699—88《优质碳素结构钢技术条件》。

表 1-4 部分优质碳素结构钢的机械性能和用途

类别	牌号	机械性能					用途举例
		σ_s (MPa)	σ_b (MPa)	δ_5 (%)	ψ (%)	a_{KV} (J/cm ²)	
普通含锰量钢	08F	175	295	35	60	—	这类低碳钢由于强度低，塑性好，易于冲压与焊接，一般用于制造受力不大的零件，如螺栓、螺母、垫圈、轴、链轮等，也可用于制造管子、化工机械用贮器、蒸汽锅炉
	10	205	335	31	55	—	
	15	225	375	27	55	—	
	20	245	410	25	55	—	
	25	275	450	23	50	90	
	30	295	490	21	50	80	这类中碳钢的综合机械性能和切削加工性均较好，可用于制造受力较大的零件，如主轴、曲轴、齿轮、连杆、活塞杆以及压缩机、泵的运动零件
	35	315	530	20	45	70	
	40	335	570	19	45	60	
	45	355	600	16	40	50	
	50	375	630	14	40	40	
	60	400	675	12	35	—	这类高碳钢有较高的强度、弹性和耐磨性，主要用于制造凸轮、车轮、离合器、钢丝绳、弹簧等
	65	410	695	10	30	—	
	70	420	715	9	30	—	

- 注：1. 本表数据摘自GB699—88《优质碳素结构钢技术条件》。
 2. 表中机械性能是正火后的试验测定值，但 a_{KV} 值是调质处理后的数据。
 3. 表中数据适用于截面尺寸不大于80mm的钢材。

三、碳素工具钢

碳素工具钢的含碳量较高，一般在0.65~1.35%之间，属于高碳钢。这类钢中S、P含量控制得较严格，根据S、P含量的不同，又可分为优质碳素工具钢和高级优质碳素工具钢。碳素工具钢通常用于制造各种量具、刀具和模具等。

碳素工具钢的牌号是在“T”的后面附以数字组成。“T”表示碳工钢，是“碳”字的汉语拼音首位字母，数字代表钢中平均含碳量的千分数。例如，T8表示平均含碳量为0.80%的优质碳素工具钢。如是高级优质碳素工具钢，则需在数字后面加“A”，如T12A。

综上所述，由于碳钢具有良好的机械性能和工艺性能，且成本低廉，能够满足一般受力不很复杂的零件、构件的要求，故在工业生产中应用十分广泛。

第三节 铸 铁

铸铁是含碳量大于2.11%的铁碳合金。工业上所用的铸铁，含碳量一般在2.5~4.0%，此外铸铁中硅、锰、硫、磷等元素的含量也比碳钢高。

铸铁可分为下列四种：

一、白口铸铁

白口铸铁因断口呈银白色而得名。其性能硬而脆，很难进行切削加工，因此工业上很少直接用它来制造机械零件，而主要用作炼钢的原料、可锻铸铁件的毛坯及制造一些要求表面高硬耐磨的机件，如轧辊、犁铧等。

二、灰口铸铁

灰口铸铁因断口呈暗灰色而得名。它具有一定的强度和硬度，是机械制造中应用最多的一种铸铁。

表 1-5 灰口铸铁的牌号、机械性能及用途

牌 号	铸件壁厚 (mm)	σ_b (MPa) \geq	HBS	适用范围及应用举例
HT100	10~20	100	143~229	承受低载荷的或不重要的零件，如盖、外罩、手轮、支架、重锤等
HT150	10~20	150	163~229	承受中等静载荷的零件，如底座、工作台、刀架、轴衬套、管路附件等
HT200 HT250	10~20	200 250	170~241	承受较大静载荷的零件，如气缸、气缸体、活塞、齿轮、飞轮、床身、齿轮箱等
HT300 HT350	10~20	300 350	187~255 197~269	承受大载荷的重要零件，如凸轮、车床卡盘、剪床和压力机的机身、高压油缸、泵体、阀体等