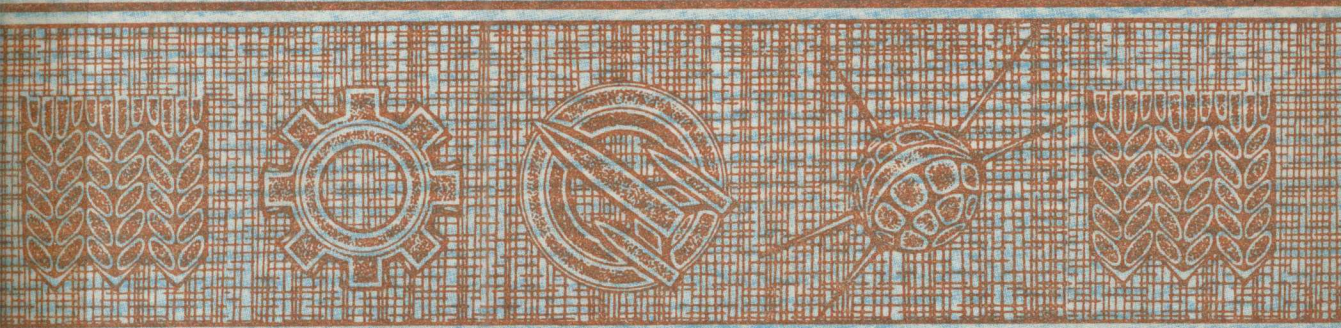


中等专业学校试用教材

机械制造基础

上海机器制造学校主编



人民教育出版社

中等专业学校试用教材

机械制造基础

上海机器制造学校主编

人民教育出版社

编者的话

本书系根据一九七七年十二月第一机械工业部召开的中等专业学校教材座谈会精神及一九七八年二月在上海召开的机械制造专业教材会议制订的《机械制造基础》教学大纲编写的。

全书共分八篇。内容包括：金属材料、热处理、公差配合、常用量具的基本知识；以及铸造、压力加工、焊接、车、铣、磨、钳七个工种的工艺知识。本书是学生参加生产劳动时的教学用书。

考虑到车、铣、磨、钳四个工种都可能成为学生参加劳动时的固定工种，所以本书有关这几方面的内容是以固定工种劳动的教学要求编写的。

本书可作为中等专业学校机械制造专业的试用教材；还可供培训青年工人时使用。

本书的铸造、压力加工和焊接三篇的内容，取材于上海交通大学编写的《机械制造工艺基础》一书。在此，特作说明。

本书由上海机器制造学校盛善权同志主编，由上海机器制造学校陈恩荣、胡廉、张忠赓同志和福建机电学校吴林禅同志、河北机电学校肖绍曾同志参加编写。

在编写过程中，曾得到徐强、冯正荣、汤顺发、孟宪栋、吴国海、潘健生、李庆令、王梓森等同志的热情帮助。云南工学院、广西机械工业学校、北京机械学校、镇江船舶工业学校、重庆第二机械工业学校、哈尔滨电机制造学校、沈阳市机电工业学校、上海机电工业学校、无锡农业机械学校、桂林无线电学校、旅大市工业学校、合肥农业机械学校等单位的有关教师参加了审稿。在此，我们一并表示衷心的感谢！

由于编者的水平有限，编写时间比较仓促，书中难免会有不少缺点和错误。恳切希望广大读者批评指正。

编者
一九七八年九月

目 录

第一篇 基本知识

第一章 金属材料及热处理..... 1	§ 2-1 尺寸公差..... 8
§ 1-1 金属材料的机械性能..... 1	§ 2-2 表面形状和位置公差..... 14
§ 1-2 钢的分类及用途..... 2	§ 2-3 表面光洁度..... 20
§ 1-3 铸铁..... 4	第三章 常用量具..... 22
§ 1-4 有色金属..... 5	§ 3-1 游标卡尺..... 22
§ 1-5 热处理简介..... 6	§ 3-2 百分尺..... 26
第二章 公差与配合..... 8	§ 3-3 百分表..... 29

第二篇 铸 造

第四章 砂型的制造..... 33	第六章 特种铸造..... 53
§ 4-1 造型材料..... 33	§ 6-1 金属型铸造..... 53
§ 4-2 模型设计要点..... 34	§ 6-2 压力铸造..... 55
§ 4-3 各种造型方法..... 37	§ 6-3 熔模铸造..... 56
§ 4-4 机器造型..... 40	§ 6-4 离心铸造..... 57
第五章 铸铁、铸钢和有色金属的铸造..... 43	§ 6-5 各种铸造方法的比较..... 58
§ 5-1 铸铁的铸造..... 43	第七章 铸件的结构工艺性..... 59
§ 5-2 钢的铸造..... 49	§ 7-1 铸件的形状..... 59
§ 5-3 有色金属的铸造..... 50	§ 7-2 铸件的壁厚及壁的连接..... 62

第三篇 金属压力加工

第八章 金属的塑性变形..... 65	§ 11-1 自由锻造设备..... 79
§ 8-1 金属塑性变形的实质..... 65	§ 11-2 自由锻造的基本工序..... 81
§ 8-2 塑性变形后金属的组织 and 性能..... 65	§ 11-3 自由锻造工艺规程的制定..... 84
第九章 金属的加热..... 69	§ 11-4 自由锻造零件的结构工艺性..... 89
§ 9-1 钢在加热时出现的现象..... 69	§ 11-5 合金钢的锻造特点..... 90
§ 9-2 加热规范和锻造温度范围..... 70	第十二章 模型锻造..... 91
§ 9-3 加热设备..... 71	§ 12-1 模锻锤上模锻..... 91
第十章 轧制、挤压及拉丝..... 73	§ 12-2 胎模锻造..... 97
§ 10-1 轧制..... 73	第十三章 板料冲压..... 100
§ 10-2 挤压..... 76	§ 13-1 冲压设备..... 100
§ 10-3 拉丝..... 77	§ 13-2 板料冲压的基本工序..... 101
第十一章 自由锻造..... 79	§ 13-3 冲压零件的结构工艺性..... 105

第四篇 焊 接

第十四章 手工电弧焊	103	§ 16-1 金属材料的可焊性	128
§ 14-1 焊接电弧	108	§ 16-2 焊接接头的性能	128
§ 14-2 手工电弧焊设备	109	§ 16-3 碳钢的焊接	130
§ 14-3 电焊条	112	§ 16-4 合金钢的焊接简介	131
§ 14-4 手工电弧焊工艺	114	§ 16-5 铸铁的焊补	133
第十五章 其它焊接方法简介	119	§ 16-6 铝、铜及其合金的焊接	134
§ 15-1 气焊与气割	119	第十七章 焊接变形与应力	136
§ 15-2 埋弧焊	121	§ 17-1 焊接变形与应力产生的原因	136
§ 15-3 气体保护焊(气电焊)	123	§ 17-2 焊接变形的的基本形式	137
§ 15-4 电渣焊	124	§ 17-3 预防或减小焊接变形与应力的措施	133
§ 15-5 等离子弧焊接	125	§ 17-4 焊接变形的矫正	141
§ 15-6 堆焊	125	第十八章 焊接结构工艺设计及焊缝代号	143
§ 15-7 接触焊(电阻焊)	126	§ 18-1 焊接结构工艺设计	143
§ 15-8 钎焊(钎接)	126	§ 18-2 焊缝代号简介	146
第十六章 常用金属材料的焊接	128		

第五篇 车 工

第十九章 车床	149	§ 23-1 钻孔	206
§ 19-1 车床的用途	149	§ 23-2 镗孔	207
§ 19-2 车削运动和车削用量	149	§ 23-3 铰孔	210
§ 19-3 车床的型号及规格	151	§ 23-4 内孔滚压加工	213
§ 19-4 普通车床的组成部分	152	§ 23-5 薄套加工特点	214
§ 19-5 C616 型车床	153	§ 23-6 内孔测量	217
§ 19-6 C6136 型车床	156	第二十四章 车平面	221
§ 19-7 车床的维护保养与安全操作	159	§ 24-1 工件的装夹特点	221
第二十章 车刀	161	§ 24-2 车平面的方法	222
§ 20-1 刀具材料	161	§ 24-3 车平面的精度分析与检验	223
§ 20-2 车刀的几何形状	163	第二十五章 车槽	225
§ 20-3 外圆车刀的种类	167	§ 25-1 车矩形槽、圆弧槽、斜角槽	225
§ 20-4 机械夹固车刀与不重磨车刀	167	§ 25-2 车梯形槽	229
§ 20-5 车刀的刃磨	169	§ 25-3 车平面上环槽	230
第二十一章 切削原理	173	第二十六章 车圆锥	233
§ 21-1 切削过程中的物理现象	173	§ 26-1 圆锥的基本知识	233
§ 21-2 刀具几何角度、切削用量和 切削液的选择	180	§ 26-2 车圆锥的方法	235
第二十二章 车外圆	187	§ 26-3 车圆锥的质量分析	239
§ 22-1 工件的装夹	187	§ 26-4 圆锥的检验	240
§ 22-2 车外圆的操作法	192	第二十七章 车螺纹	242
§ 22-3 车阶梯外圆	197	§ 27-1 螺纹的基本知识	242
§ 22-4 割断	199	§ 27-2 在车床上套丝和攻丝	245
§ 22-5 车外圆精度分析	203	§ 27-3 车三角螺纹	247
§ 22-6 滚花	204	§ 27-4 车梯形螺纹、方牙螺纹和多头螺纹	254
第二十三章 车内孔	206	§ 27-5 螺纹的检验	259
		第二十八章 其它车削工作	263

§ 23-1 车成形面	263	§ 29-1 轴类零件加工实例	270
§ 23-2 车偏心	266	§ 29-2 细长轴加工特点	277
§ 23-3 在花盘和角铁上车工件	268	§ 29-3 套类零件加工实例	280
第二十九章 典型零件工艺分析	270	§ 29-4 盘类零件加工实例	282

第六篇 铣 工

第三十章 铣床	284	§ 34-3 铣垂直面	323
§ 30-1 铣削特点	284	§ 34-4 铣台阶面	324
§ 30-2 X62W 型铣床	285	§ 34-5 铣斜面	325
§ 30-3 其他类型铣床	289	§ 34-6 铣多面体	327
§ 30-4 铣床附件	290	第三十五章 铣槽	329
§ 30-5 铣床的安全操作和维护保养	292	§ 35-1 铣键槽	329
第三十一章 铣刀	294	§ 35-2 铣花键	334
§ 31-1 铣刀的种类、规格和选用	294	§ 35-3 铣多齿刀具的容屑槽	337
§ 31-2 铣刀的安装	299	§ 35-4 铣螺旋槽	339
第三十二章 铣削原理	302	§ 35-5 切断	342
§ 32-1 铣刀的几何角度	302	第三十六章 铣齿轮	344
§ 32-2 铣削用量	305	§ 36-1 直齿圆柱齿轮的基本知识	344
§ 32-3 逆铣和顺铣	307	§ 36-2 铣直齿圆柱齿轮	345
第三十三章 分度头	310	§ 36-3 铣螺旋齿轮	350
§ 33-1 万能分度头	310	§ 36-4 铣直齿圆锥齿轮	352
§ 33-2 简单分度法	312	§ 36-5 铣直齿条	356
§ 33-3 差动分度法	314	第三十七章 铣齿离合器	359
§ 33-4 近似分度法	316	§ 37-1 铣直齿离合器	359
第三十四章 铣平面	317	§ 37-2 铣梯形齿离合器	361
§ 34-1 工件装夹方法	317	§ 37-3 铣尖齿离合器	363
§ 34-2 铣平面	320	第三十八章 铣床上镗孔	365

第七篇 磨 工

第三十九章 磨削概述	368	§ 41-2 磨床的维护与保养	391
§ 39-1 磨削特点	368	§ 41-3 装夹工件的方法	391
§ 39-2 磨削运动与磨削用量	370	§ 41-4 磨外圆	394
第四十章 砂轮	373	§ 41-5 磨外圆的质量分析	396
§ 40-1 磨料及其选择	374	§ 41-6 磨外锥体的方法	400
§ 40-2 粒度及其选择	375	§ 41-7 磨外锥体的质量分析与检验	401
§ 40-3 硬度及其选择	376	§ 41-8 几种新磨削方法的特点	402
§ 40-4 结合剂及其选择	376	§ 41-9 无心外圆磨削	403
§ 40-5 组织及其选择	377	第四十二章 磨内圆	408
§ 40-6 形状与尺寸的选择	377	§ 42-1 M2110 型内圆磨床	408
§ 40-7 大气孔砂轮	378	§ 42-2 磨内圆的特点	411
§ 40-8 金刚石砂轮	378	§ 42-3 装夹工件的方法	411
§ 40-9 砂轮的安装、平衡、修整及使用砂 轮的安全知识	380	§ 42-4 磨内圆的方法	412
第四十一章 磨外圆	385	§ 42-5 磨内圆的质量分析与检验	413
§ 41-1 M131W 型万能外圆磨床	385	第四十三章 磨平面	417
		§ 43-1 M7130 型平面磨床	417

§ 43-2 磨平面的方法	419
§ 43-3 装夹工件的方法	420

§ 43-4 磨平面实例	422
§ 43-5 磨平面的质量分析	423

第八篇 钳 工

第四十四章 划线	426
§ 44-1 概述	426
§ 44-2 划线工具	426
§ 44-3 划线前的准备工作	431
§ 44-4 划线方法及步骤	432
第四十五章 凿(铍)削、锯割、锉削	436
§ 45-1 凿(铍)削	436
§ 45-2 锯割	440
§ 45-3 锉削	444
§ 45-4 虎钳	448
第四十六章 钻孔、扩孔、铰孔	450
§ 46-1 钻床与钻孔工具	450
§ 46-2 钻头	454
§ 46-3 钻头装夹工具与辅具	459
§ 46-4 钻孔方法及孔的工艺性	461
§ 46-5 钻削用量及切削液	463
§ 46-6 钻孔中可能出现的问题及安全技术	464
§ 46-7 扩孔	465
§ 46-8 铰孔	466
第四十七章 攻丝和套丝	469
§ 47-1 丝锥及攻丝辅具	469
§ 47-2 攻丝方法	472
§ 47-3 取出断丝锥的方法	474

§ 47-4 板牙和板牙铰手	475
§ 47-5 套丝方法	476
第四十八章 刮削	478
§ 48-1 刮削概述	478
§ 48-2 刮削工具	479
§ 48-3 刮刀的刃磨	480
§ 48-4 刮削方法及精度检查	482
§ 48-5 原始平板刮削方法	483
§ 48-6 刮削中常见弊病及产生原因	484
第四十九章 钳工其他操作	486
§ 49-1 研磨	486
§ 49-2 矫正	489
§ 49-3 弯曲	491
§ 49-4 铆接	494
§ 49-5 作标记	496
第五十章 装配基本知识	498
§ 50-1 装配概述	498
§ 50-2 螺纹联接的装配	499
§ 50-3 销、键联接的装配	503
§ 50-4 静配合的装配	506
§ 50-5 轴承的装配	506
§ 50-6 传动机构的装配	511
§ 50-7 部件装配与总装配	515

第一篇 基本知识

第一章 金属材料及热处理

在现代工农业生产、交通运输及国防建设各部门中,金属材料得到广泛的应用。特别是机器制造业,大部分零件都是由金属材料制成的。例如:一台国产“东方红-75”拖拉机共有上万个零件,需要四百多种金属材料。随着我国工农业生产的发展,对金属材料数量和品种的要求也必将日益增多。

金属材料分为黑色金属及有色金属两大类。黑色金属是指钢和铸铁。在现代机器制造业中,纯金属应用得很少,大量应用的是合金。合金是由一种金属元素与另外一种或多种金属元素(或非金属元素)组成的物质。钢和生铁都是合金(铁碳合金)。

要正确地、合理地选择和使用金属材料,首先要了解材料的机械性能。

§ 1-1 金属材料的机械性能

金属材料的机械性能(也叫力学性能),就是金属材料在外力作用下所表现出来的性能,一般包括强度、弹性与塑性、硬度、冲击韧性等。

一、强度

强度是金属及合金在外力作用下抵抗断裂的能力。强度越大的材料越能承受较大的外力而不断裂。材料在受力过程中从开始加载至断裂时止,所能达到的最大应力值称为强度极限。强度极限 σ_b 的单位是帕^①。由于材料受到的外力的作用有拉、压、弯曲等形式,所以材料的强度也分为抗拉强度、抗压强度和抗弯强度等。

二、弹性与塑性

材料在外力作用下,要发生变形。如果外力解除后变形全部消失,则这种变形称为弹性变形,材料的这种性质叫弹性。如外力解除后变形仍然保留下来,则称为塑性变形,材料的这种性质叫塑性。具有塑性的材料才能进行压力加工,而做弹簧的材料则要求有较高的弹性。材料的塑性一般用延伸率 δ 来表示。

^① 帕是国际单位制的应力单位,1帕=1牛/米²=1米⁻¹·公斤·秒⁻²。我国材料手册目前还是应用工程单位制,应力单位是公斤力/厘米²或公斤力/毫米²,两者的核算关系是:1公斤力/毫米²=9.8×1000²帕≈1×10⁷帕,1公斤力/厘米²=9.8×100²帕≈1×10⁵帕。

延伸率是材料受拉力作用断裂时,伸长的长度与原有长度的百分比。

某些材料(如低碳钢)在外力不大时,它的变形随外力的增大而逐渐增大,但当外力增大到某一数值时,却会突然出现显著的变形,这种现象称为材料的屈服。这时,材料每单位面积上的内力叫做屈服极限,用 σ_s 表示,单位是帕。

三、硬 度

硬度是指材料抵抗硬物压入的能力,是表明材料软硬程度的一种性质。测定硬度的方法很多,生产上常用的是布氏硬度试验法和洛氏硬度试验法。

布氏硬度用符号 HB 表示,其测定方法是用一定的载荷(一般为 3000 公斤力),把一定大小的淬硬的钢球(直径一般为 10 毫米),压入材料的表面以形成凹痕。用凹痕的表面积来除载荷所得的商,即为硬度值。实际测定是在布氏硬度试验机上进行的。HB 的单位是公斤力/毫米²,一般只写数值。如 HB 200 即表示硬度值为 200 公斤力/毫米²。硬度数值越大,材料越硬。

布氏硬度试验法不适宜用来测量薄的或很硬的金属,而是用来测量钢、铸铁及有色金属的毛坯件,如铸件及锻件的硬度。

洛氏硬度有 A、B、C 三种,常用的是 C,用符号 HRC 表示。其测定方法是用顶角为 120° 金刚石圆锥作压头,在 150 公斤力的载荷下,压入试件表面,然后根据压痕的深度来计算硬度值。洛氏硬度没有单位,直接用数字表示,如 HRC 42。数字越大,材料越硬。

洛氏硬度 HRC 被广泛用来测量经过淬火处理后的零件硬度。

四、冲击韧性

冲击韧性是指材料抵抗冲击力的能力,即材料受冲击力作用而破坏时,断口每单位面积上所吸收的功。用符号 a_K 表示,单位是焦耳/米²或者焦耳/厘米²。

§ 1-2 钢的分类及用途

机器制造工业中应用的材料种类很多,但主要的材料是钢铁。钢和铸铁都是铁碳合金,铸铁含碳量在 2% 以上,钢的含碳量则在 2% 以下。钢的种类很多,有多种分类方法。按化学成份分,有碳素钢和合金钢;按含碳量分,有低碳钢、中碳钢和高碳钢;按质量分(主要是根据钢中有害杂质硫、磷含量的高低),有普通钢、优质钢和高级优质钢;按冶炼方法分,有转炉钢、平炉钢和电炉钢;按浇注前脱氧程度分,有镇静钢、沸腾钢和半镇静钢;按用途分,有结构钢、工具钢和特殊用途钢等等。

一、结 构 钢

结构钢作建筑结构及机器零件用。有普通碳素结构钢、优质碳素结构钢及合金结构钢几种。

1. 普通碳素结构钢

普通碳素结构钢含有较多硫、磷等杂质,质量不如优质碳素结构钢,但后者的价格比前者高百分之三十到百分之五十。在一般工程用钢中,由于普通碳素结构钢已能满足一定的机械性能的要求,故在生产中广泛应用。普通碳素结构钢通常轧制成棒材、板材、条材和型材(圆、方、扁、角、工字型、槽型等),供建筑、桥梁、船舶、车辆、农业机械等各方面使用。

按用途和出厂保证条件的不同,普通碳素结构钢分为甲类钢、乙类钢及特类钢。甲类钢是按机械性能供应的钢,多轧成型材,使用时,一般不经过热加工或热处理。甲类钢以代号A表示,如A1、A2、…、A7。A字后面的数字,没有特定的意义,只说明钢的牌号,但牌号数字越大,钢的含碳量越高,因而强度、硬度也越高,而塑性及冲击韧性则下降。

乙类钢是按化学成份供应的钢,在应用时往往要进行锻造及热处理。乙类钢用代号B表示,如B1、B2、…、B7。同样,B后面数字越大,含碳量越高。

特类钢是按机械性能及化学成份供应的钢,用代号C表示。其机械性能及化学成份与对应牌号的甲类、乙类钢相同。

2. 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢在出厂时,既保证钢的化学成份又保证钢的机械性能,同时钢中的有害杂质(硫、磷)含量较低,多用作重要的机器零件。按含锰量的高低,优质碳素结构钢又分为两组:第一组为普通含锰量钢,其含锰量在0.8%以下;第二组为较高含锰量钢,锰的含量为0.7~1.2%。

优质碳素结构钢的牌号是以两位数字表示的,该数字表示钢中平均含碳量的万分数。如45号钢,其平均含碳量为万分之四十五,即0.45%。所以知道了钢的牌号,就可大致估计出它的含碳量,从而可大致判定它的机械性能。

随着含碳量的不同,优质碳素结构钢的应用也不同,现分述如下:

含碳量很低的低碳钢,如08F、10、15钢,塑性好,焊接性好,但强度较低,可用来轧成薄钢板,制造容器、冲压件及焊接构件等。

含碳量在0.15~0.25%的钢(15、20、25),称为渗碳钢。对于一些强度要求不太高,但要承受冲击,又需要耐磨的零件,如小轴、齿轮、活塞销等,采用这种钢并经渗碳处理,以提高其表面硬度和保证中心部分有足够的韧性。

中碳钢(30~55)的硬度、强度、塑性、韧性都较好,具有优良的综合机械性能,经过热处理后的机械性能更能提高。因此应用时,常经过调质处理(淬火后高温回火),故又称调质钢。这类钢被广泛地应用到各种机器零件上,如轴、齿轮、齿条、键以及重要的销子、螺母、螺栓等。机床上大部分零件都可用45号钢制成。当零件表面需要耐磨时(如齿轮),则可进行表面淬火。由于中碳钢的淬透性差,所以不宜制造大截面的重要零件。

高碳钢(60~75)在应用时,多进行淬火及中温回火。经过这样的热处理后,高碳钢即具有较高的弹性,常用来制造轧辊及各种弹簧,如螺旋弹簧、板弹簧、弹簧垫圈、弹簧钢丝等,故又称弹簧钢。

第二组为较高含锰量的优质碳素结构钢,它们的性能和用途与第一组各相应的钢号类似,

但具有较高的强度、硬度和耐磨性。

3. 合金结构钢

在碳素钢的基础上,为了达到某些特定的性能要求,在冶炼时,有目的地加入一种或几种合金元素,即构成合金结构钢。合金结构钢具有优良的综合机械性能,较高的淬透性和良好的工艺性,用来制造各种重要的机器零件及构件。合金结构钢中,合金元素的总含量一般为1~5%。

二、工 具 钢

工具钢用来制造各种刀具、量具和模具。工具钢应具有高的硬度和耐磨性,对于承受冲击载荷的工具,还要求具有适当的韧性。

碳素工具钢是含碳量不少于0.7%的高碳钢。在使用前必须经过淬火,并根据对韧性的不同要求,在不同温度下进行低温回火。碳素工具钢主要用来作凿子、锯条、刮刀、手铰刀等手用工具。

碳素工具钢用代号“碳”或“T”表示,代号后的一位或二位数字,表示钢中平均含碳量的千分数,如“碳10”或“T10”即表示含碳量为1%的碳素工具钢。

合金工具钢比碳素工具钢具有更好的耐热性及热处理性能,用作铰刀、丝锥、量规和冲模等。常用的牌号有Cr12、9SiCr、CrMn、CrWMn等。

高速钢是含有较多合金元素的工具钢,在第二十章刀具材料中介绍。

三、特殊用途钢

特殊用途钢是指具有特殊的物理、化学和机械性能的钢,用于制造在特殊环境中工作的零件,有不锈钢、耐热钢和耐磨钢等。

在大气或其他介质中不易腐蚀的钢,称为不锈钢。不锈钢中主要的合金元素是铬和镍。应用不锈钢的地方如:化工设备、医疗器具、汽轮机叶片、食品工业的某些器具,航空发动机上的某些零件等。常用的不锈钢有:1Cr13、2Cr13、3Cr13、4Cr13、0Cr18Ni9、1Cr18Ni9、1Cr18Ni9Ti、2Cr18Ni9等。

耐热钢用于制作高温下工作的零件,如内燃机气阀等。这种钢在高温下具有足够的强度和不起皮的性能。常用的耐热钢有4Cr10Si2Mo、1Cr18Ni9Ti、4Cr14Ni14W2Mo等。

Mn13高锰钢是应用最广泛的一种耐磨钢,它的成份是含碳0.9~1.3%、含锰11~14%。这种钢具有高强度、高韧性和高抗磨能力,用作铁道道岔、破碎机的牙板、履带板、挖掘机的挖嘴等。

§ 1-3 铸 铁

含碳量大于2%的铁碳合金叫铸铁。在实际生产中,一般使用的铸铁含碳量为2.2~3.8%、含硅量为0.8~3%。铸铁按其组织和生产方法的不同,可分为白口铸铁、灰口铸铁、球

墨铸铁、可锻铸铁和合金铸铁等。白口铸铁中的碳几乎全部以碳化铁(Fe_3C)的形式存在,断口呈亮白色,性质硬而脆,不易切削加工,在机器制造业中很少应用。

一、灰口铸铁

灰口铸铁中的碳大部分以片状石墨形式存在,断口呈暗灰色。灰口铸铁性软而脆,不易焊接,抗拉强度低,价格低廉,有良好的铸造性和切削加工性,良好的抗磨性和消震性,较高的抗压强度。因而在工业上常用来作各种机床的床身、机器的底座、支架、箱体等,用途较广。普通灰口铸铁的牌号有HT15-33、HT20-40等,“HT”是灰铸铁汉语拼音的字首,后面的两组数字,前者表示抗拉强度,后者表示抗弯强度(以公斤力/毫米²为单位)。

二、球墨铸铁

在液体铸铁中加入一定量的球化剂(镁或镁合金)和墨化剂(硅铁或硅钙合金),可使铸铁中的条状石墨变为球状。球状石墨能大大减低石墨对金属基体的割断性,因而球墨铸铁具有较高的强度和一定的韧性。由于它性能良好、价格低廉,多用来代替一部分钢铸件及某些钢锻件,如齿轮、曲轴等。

球墨铸铁的牌号有QT45-5、QT60-2等,“QT”是球墨铸铁汉语拼音的字首,后面的两组数字,分别表示其抗拉强度(以公斤力/毫米²为单位)和延伸率。

三、可锻铸铁

将一定成份的白口铁铸件经过可锻化退火,使白口铁中的碳化铁分解,析出团絮状石墨,便成了强度、韧性、塑性都得到改善的可锻铸铁。可锻铸铁实际上不能锻造。

可锻铸铁用来制造一些形状复杂、强度和韧性要求较高的小截面铸件,如管子接头、低压阀门、扳手、铁路中的道岔配件等。这种铸铁由于生产时间长、成本高,所以应用受到限制。

四、合金铸铁

在铸铁中加入一些合金元素,如Cr、Ni、Mo、Cu、Al、Si、Mn等可改善它的物理、化学性能(如耐热、耐磨、耐蚀)。如铬镍铸铁(0.8%Cr、1.8~2.2%Ni)在较高温度下,仍具有很好的耐磨性、强度和抗氧化性,用于制造汽车发动机的活塞、内燃机的气缸、航空发动机的活塞胀圈等。

§ 1-4 有色金属

除黑色金属(钢、铸铁)以外的其他金属都属于有色金属。在工业生产中,有色金属的使用量远比黑色金属少,但由于它具有许多特殊性能,在工业上占有不可忽视的地位。

有色金属一般冶炼较困难,价格较贵,在使用时,应本着节约的原则,能用其他材料时,尽量使用其他材料。机械工业常用的有色金属一般有以下几种:

一、铜 合 金

铜与锌的合金称为黄铜，除黄铜外所有的铜合金都叫青铜。

青铜分为锡青铜(铜锡合金)及无锡青铜(铜与铝、硅、铅、铍等元素组成的合金)两种。锡青铜具有优良的耐蚀性与耐磨性，常用来制造轴承、轴套、开合螺母及其他耐磨的零件，也用于制造与海水及淡水接触的零件如水泵叶轮等。因锡青铜的收缩率小，也适用于制造复杂形状的铸件。无锡青铜具有比锡青铜更高的机械性能，耐磨、耐热、耐蚀性也好，在大多数情况下用来代替锡青铜。

二、铝 合 金

纯铝的强度很低，在机器制造业中很少应用，而铝合金则广泛使用。硬铝(铝、硅、铜、镁、锰组成的合金)是应用较多的一种铝合金，多轧制成板、带、棒、线材等半成品。铝合金因比重小，故广泛用于航空工业和制造轻质的零、部件。铸造用的铝合金，主要是铝硅合金，它具有好的铸造性、耐蚀性，常用作内燃机的气缸盖、活塞等。

§ 1-5 热 处 理 简 介

在生产实践中，机械零件的制造不仅要经过冷、热加工的工序，而且在各加工工序中往往还要穿插多次热处理。热处理不仅可以改进钢的加工工艺性能，更重要的是它能显著提高钢的机械性能，增加机械零件的强度和寿命。

热处理是将金属材料在固态下加热、保温和冷却，以改善金属材料机械性能的一种工艺。根据加热温度及冷却速度的不同，热处理的基本工艺有：淬火、回火、退火、正火等几种。

1. 淬 火

将钢加热到一定的温度(决定于碳及其他元素的成份)后保温一定时间，然后在水、油或盐水中急速冷却，这个操作过程叫做淬火。淬火后钢件的硬度和强度大大提高，但性能较脆。此外，在急冷过程中，由于零件里外温差及组织变化的关系，将产生内应力。

除整体淬火外，还有一种表面淬火，就是只对零件表层进行淬火，使其表面得到高硬度和耐磨性，而心部则保持高的塑性和韧性。根据加热方法不同，目前使用较广的有火焰加热表面淬火和高频电热表面淬火两种。

2. 回 火

将淬火后的零件，加热到 723°C 以下的某一温度，保温一段时间，然后在油、水或空气中冷却，这个过程叫做回火。回火的目的是减少或消除淬火件中的内应力，增加韧性。回火后，零件的强度、硬度下降，塑性、韧性提高。

3. 退 火

将钢加热到一定的温度(决定于碳及其他元素的成份)后，保温一段时间，然后在炉内或埋入导热性差的介质中，缓慢地冷却下来的操作称为退火。退火的目的是消除铸件、锻件、焊接件

的内应力和组织的不均匀性,以及细化晶粒、降低硬度、改善切削加工性能等。

4. 正火

将钢加热到一定的温度(决定于碳及其他元素的成份),保温一段时间,然后在空气中冷却的操作叫做正火,也叫正常化。正火的目的是细化晶粒,增加钢的强度与韧性,减少内应力,以改善低碳钢的切削加工性。正火的冷却速度较退火快,所以钢的强度、硬度都较退火时高,塑性则较退火时低。

有时为了改变零件表面的性能,可用渗碳、氮化等方法改变金属表面的化学成份,这类方法叫做化学热处理。经过化学热处理的零件,其表层硬度高、耐磨,而内部韧性又好,因而能获得较好的综合性能。

第二章 公差与配合

在生产中,由于机床、夹具、刀具、量具的制造误差和磨损,机床-夹具-刀具-工件系统的弹性变形和热变形,以及其他各种原因,使得加工后零件的尺寸和形状不可能绝对准确,不可能与图纸所规定的尺寸以及理想的几何形状完全符合,也就是存在着加工误差。另外,根据机器工作性能的要求,可以允许零件加工后的实际尺寸和形状在一定的范围内变动。这个允许的变动范围称为公差。因此,在零件图纸上除了规定出零件的形状和尺寸外,还规定有尺寸公差、表面形状和位置公差。加工所得的零件的实际尺寸和形状,只要处于公差范围之内就是合格的。

当零件的公称尺寸相同时,如果规定的公差越小,就是精度要求越高,需要加工得越准确,加工时所产生的误差要越小,这样才能达到图纸的要求。

除了尺寸和形状之外,零件加工后的表面质量也对机器的使用寿命和工作性能有很大影响。因为它关系到零件的耐磨性、抗腐蚀性、疲劳强度和配合质量。零件的表面质量包括表面光洁度和表面物理机械性质两方面。而切削加工的任务,不但要使零件达到规定的尺寸和形状,还要使零件达到规定的表面光洁度。

在这里,我们还要提出互换性生产的概念。互换性就是一批同样规格的零件,不经选择和修配加工,即可直接进行装配,而且能够达到机器规定的质量要求。在机器制造中,互换性生产极为普遍。若零件具有互换性,不但大大减轻了装配的劳动量,缩短了装配周期,而且当零件磨损和损坏后,可以立即更换一个新的备件,保证机器工作的连续性和持久性。同时,保证互换性,给生产专业化、协作化和自动化提供了可能性,并能促进它们的发展。对设计工作来说,互换性也带来了许多有利因素。

为了使零件在尺寸和形状方面具有互换性,必须制订一定的标准,将零件尺寸和形状的允许误差限制在一定的范围内,换句话说,就是要按照所要求的公差来加工零件。目前我国在尺寸公差、表面形状和位置公差以及表面光洁度等方面,都制订有国家标准(GB)。

就零件的工作性能来说,不但需要尺寸和形状具有互换性,还要求零件在材料以及物理机械性质等方面具有互换性才行。不过,这方面的问题已不属于本课程讨论的范围了。

§ 2-1 尺寸公差

这里讲解有关尺寸公差和配合的术语,以及读图的方法。

一、公差

有关尺寸公差的基本术语如下(参看图 2-1):

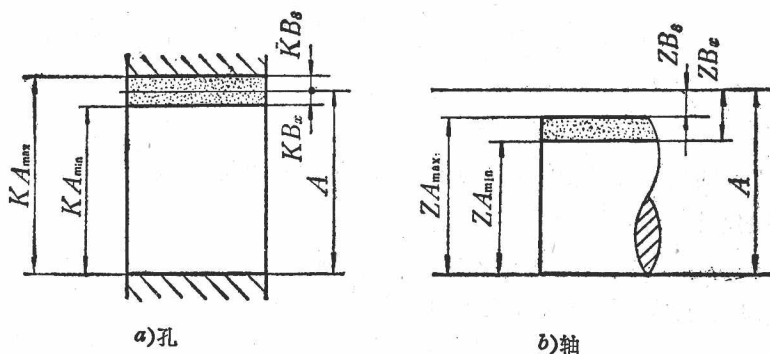


图 2-1 尺寸公差的术语

A —公称尺寸； KA_{max} —孔的最大极限尺寸； KA_{min} —孔的最小极限尺寸； KB_s —孔的上偏差； KB_z —孔的下偏差； ZA_{max} —轴的最大极限尺寸； ZA_{min} —轴的最小极限尺寸； ZB_s —轴的上偏差； ZB_z —轴的下偏差

1. 公称尺寸

根据零件在机器中的作用,按强度要求及结构需要所确定的尺寸,称为公称尺寸。公称尺寸用符号 A 表示。通常图纸上的公称尺寸都已圆整成整数,并按标准尺寸数列选用。

2. 极限尺寸

由于加工零件时,不可能也不必要把尺寸做得等于公称尺寸,因此规定出允许的最大极限尺寸和最小极限尺寸。最大极限尺寸和最小极限尺寸分别用符号 A_{max} 和 A_{min} 表示。根据零件工作性能的要求,最大极限尺寸可以规定得大于、等于或小于公称尺寸。同样,最小极限尺寸也可以规定得大于、等于或小于公称尺寸。

3. 实际尺寸

零件加工后所获得的尺寸称为实际尺寸。实际尺寸可以由测量得到。合格零件的实际尺寸不得大于最大极限尺寸,也不得小于最小极限尺寸。也就是说,极限尺寸是实际尺寸允许变动的界限。

例如:

公称尺寸	$A = 50$ 毫米
最大极限尺寸	$A_{max} = 49.95$ 毫米
最小极限尺寸	$A_{min} = 49.90$ 毫米

实际尺寸为 49.92 毫米——合格

实际尺寸为 49.85 毫米——不合格(偏小)

实际尺寸为 50.05 毫米——不合格(偏大)

4. 偏差

极限尺寸与公称尺寸之差,称为偏差。因为极限尺寸有最大和最小两个,所以偏差也有两个,即上偏差和下偏差。上偏差是最大极限尺寸与公称尺寸之差,用 B_s 表示。

$$B_s = A_{max} - A \quad (2-1)$$

下偏差是最小极限尺寸与公称尺寸之差,用 B_z 表示。

$$B_x = A_{\min} - A \quad (2-2)$$

由于极限尺寸可以大于、小于或等于公称尺寸,因此,上偏差和下偏差的数值可以是正的、负的或者是零。

5. 公差

零件加工时允许的尺寸变动范围,称为公差,用符号 B 表示。在数值上,公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之差,即

$$B = A_{\max} - A_{\min} \quad (2-3)$$

不难推导,公差也等于上偏差与下偏差之差,即

$$B = B_s - B_x \quad (2-4)$$

公差的数值永远是正的。负的公差没有任何意义。公差也不能是零,当公差的数值规定为零时,就是要求零件加工所得的实际尺寸与公称尺寸绝对相同,这是很难办到的,也是不必要的。

根据前面的例子,可以看出:

$$\text{上偏差 } B_s = A_{\max} - A = 49.95 - 50 = -0.05 \text{ 毫米}$$

$$\text{下偏差 } B_x = A_{\min} - A = 49.90 - 50 = -0.10 \text{ 毫米}$$

$$\text{公差 } B = B_s - B_x = -0.05 - (-0.10) = 0.05 \text{ 毫米}$$

6. 零件图上尺寸的标注

在零件图上标注尺寸时,并不直接注出极限尺寸,而是用公称尺寸和上、下偏差来表示的。标注的方法是:上偏差注在公称尺寸后的右上方,下偏差注在公称尺寸后的右下方,偏差的数字用较小的字体,并带有+、-符号;如有一个偏差数值为零,则此零值偏差无需注出。

例如: $15^{+0.030}_{+0.012}$, $20^{+0.023}$, $50_{-0.34}$, $40^{+0.015}_{-0.010}$, $80_{-0.12}^{-0.04}$, 72 ± 0.1 等等。

二、配 合

在机器中,两个零件相连接时,其中一个零件的表面被另一个零件相同公称尺寸的表面所包容,称为配合。最常见的配合,是某一公称尺寸的轴装入相同公称尺寸的孔中。

在轴与孔的配合中,虽然它们的公称尺寸相同,但是由于轴和孔的极限尺寸规定得不同,从而可以得到三类松紧程度不同的配合:

1. 动配合

在一批配合中,轴的实际尺寸总是小于孔的实际尺寸,轴与孔的连接面之间存在着间隙,这种存在间隙的配合称为动配合(图 2-2)。因为这批轴和孔都有加工误差,它们的实际尺寸在各自的公差范围内变动,所以动配合的间隙也将在一定的范围内变动。

对于工作时轴和孔之间具有相对转动或移动的场合,例如,轴和滑动轴承,尾架套筒和尾架体的配合,都需要有一定的间隙,应当采用动配合。

2. 静配合

在一批配合中,轴的实际尺寸都大于孔的实际尺寸,两者之间存在着过盈,必须把轴压入孔中,或使孔径胀大而轴径缩小才能进行装配,这种存在过盈的配合称为静配合(图 2-3)。在