

工 程 实 践 系 列 丛 书

机械工程训练基础

——金工实习教材

车建明 主编
陈金水 主审

工程实践系列丛书

机械工程训练基础

——金工实习教材

车建明 主编

陈金水 主审

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书根据“高等工科院校金工系列课程改革指南”的精神,结合国内工程训练课程的改革实践特色编写而成。

全书共 11 章,包括工程材料与制造技术简述、铸造技术训练、塑性成形技术训练、焊接与热切割技术训练、热处理技术训练、车削加工技术训练、钳工技术训练、铣削加工技术训练、刨削及磨削加工技术训练、数控机床加工技术训练与特种加工技术训练。

由于机类、非机类专业很多,教学要求不同,为使教材具有通用性,并考虑到其他院校的实习情况,本书在编写中既包含传统工艺技术知识,又涉及新工艺、新技术的内容,既可作为高等院校金工实习教学或工程训练的基本教材,也可作为高职、高专、成人高校等相关专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程训练基础/车建明主编. —天津:天津大学出版社,2008.9

金工实习教材

ISBN 978-7-5618-2715-4

I. 机… II. 车… III. 机械工程—技术培训—教材
IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 104728 号

出版发行 天津大学出版社
出版人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址 www.tjup.com
短信网址 发送“天大”至 916088
印 刷 天津泰宇印务有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm×260mm
印 张 14
字 数 350 千
版 次 2008 年 9 月第 1 版
印 次 2008 年 9 月第 1 次
印 数 1-3 000
定 价 24.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

机械工程训练是一门实践性很强的技术基础课,它为大多数理工类、管理类专业的学生提供至关重要的机械制造工程的技能训练。

为了配合机械基础系列课程的教学改革,适应新形势下工程训练的要求,进一步加强实践教学,提高实践教学质量,本书确立了以提高学生的工程实践能力、工程设计能力、创新意识与创新能力和培养学生的综合素质为根本宗旨,在编写过程中不仅注重传授知识,同时更加关注能力的培养。通过课堂教学、实习和实验等教学环节,使学生在掌握材料、制造和管理基本理论的同时,树立大工程意识,学习科学研究的基本方法,培养分析和解决实际问题的能力,养成团结协作的工作作风和严谨的科学态度,在知识、能力和素质等方面都得到较全面的训练和提高。

此次编写突出了少而精的原则,力求内容精炼,有的放矢,重点突出,图文并茂,易学、易懂、易掌握。每章末设“学习指南”和“思考题”,对相关知识进行介绍和概括,便于学生复习、总结和提高。

参加本书编写的有车建明(第1、5、6、7章)、李清(第4、8、9章)、王玉果(第2、3章)及范胜波(第10、11章)。

本书由陈金水教授主审,在编写过程中还得到梁真真老师的帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,书中错误和不妥之处在所难免,诚请广大读者指正。

编者

2008年6月

目 录

第1章 工程材料与制造技术简述	(1)
1.1 材料概述	(1)
1.2 工程材料的分类及应用	(2)
1.3 材料的性能	(3)
1.4 机械零件常用的金属材料	(4)
1.5 常用刀具材料	(5)
1.6 制造技术综述	(6)
1.7 零件的加工质量	(9)
1.8 常用量具及测量方法	(12)
复习思考题	(20)
第2章 铸造技术训练	(21)
2.1 铸造概述	(21)
2.2 造型材料	(22)
2.3 造型方法	(24)
2.4 铸造工艺	(32)
2.5 合金的熔炼	(35)
2.6 特种铸造	(38)
2.7 铸件缺陷及分析	(42)
学习指南	(43)
复习思考题	(43)
第3章 塑性成形技术训练	(45)
3.1 概述	(45)
3.2 锻造的生产过程	(46)
3.3 锻造成形方法	(49)
3.4 板料冲压	(60)
3.5 先进塑性成形方法简介	(65)
学习指南	(67)
复习思考题	(67)
第4章 焊接与热切割技术训练	(69)
4.1 概述	(69)
4.2 焊条电弧焊	(69)
4.3 气体保护焊	(77)
4.4 气焊与气割	(80)
4.5 电阻焊	(85)

4.6	激光焊接与切割加工	(88)
4.7	等离子弧焊接与切割	(89)
4.8	钎焊	(92)
	学习指南	(92)
	复习思考题	(93)
第5章	热处理技术训练	(94)
5.1	铁碳合金简介	(94)
5.2	钢的热处理	(101)
	学习指南	(105)
	复习思考题	(105)
第6章	车削加工技术训练	(107)
6.1	常用车床	(108)
6.2	车刀及其安装	(111)
6.3	车床的主要附件	(114)
6.4	车削加工	(117)
6.5	轴类零件车削加工实例	(122)
	学习指南	(123)
	复习思考题	(124)
第7章	钳工技术训练	(125)
7.1	钳工的基本操作	(125)
7.2	孔加工	(137)
	学习指南	(143)
	复习思考题	(143)
第8章	铣削加工技术训练	(144)
8.1	铣床	(144)
8.2	铣刀及其安装	(146)
8.3	铣床附件及工件安装	(149)
8.4	铣削工艺	(153)
8.5	齿形加工	(158)
	学习指南	(161)
	复习思考题	(161)
第9章	刨削及磨削加工技术训练	(162)
9.1	刨床	(162)
9.2	磨床	(164)
	学习指南	(174)
	复习思考题	(174)
第10章	数控机床加工技术训练	(175)
10.1	数控机床概述	(175)
10.2	数控机床编程基础	(180)

10.3 数控车床编程与操作	(187)
10.4 数控铣床编程与操作	(191)
10.5 加工中心概述	(196)
10.6 计算机辅助编程	(198)
学习指南	(200)
复习思考题	(200)
第 11 章 特种加工技术训练	(201)
11.1 绪论	(201)
11.2 电火花加工	(202)
11.3 激光加工	(208)
11.4 快速原形技术	(209)
学习指南	(214)
复习思考题	(215)
参考文献	(216)

第 1 章 工程材料与制造技术简述

1.1 材料概述

材料是现代文明的三大支柱之一,也是发展国民经济的重要物质基础。材料作为生产活动的基本投入之一,对生产力的发展有着深远的影响。通常把当时使用的材料作为划分历史时代的依据,如“石器时代”、“青铜器时代”、“铁器时代”等。

我国是世界上最早发现和使用金属的国家之一。早在公元前 6000—5000 年的新石器时代,中华民族的先人就能用黏土烧制成陶器,到东汉时期又出现了瓷器并流传海外。4000 年前的夏朝,我们的祖先已经能够炼铜,到殷商时期,我国的青铜冶炼和铸造技术已达到很高水平。从河南安阳晚商遗址出土的司母戊鼎(图 1-1)重达 875 kg,且饰纹优美、制造精良,是我国青铜器的杰作。从湖北江陵楚墓中发掘出的两把越王勾践的宝剑(图 1-2),长 55.6 cm,至今还锋利异常,且丝毫不见锈斑,这表明我们的祖先已经掌握了金属冶炼与表面处理的先进技术,且取得了很大的成就。

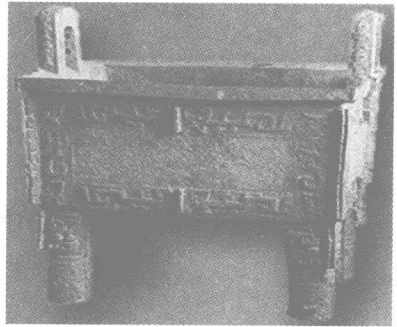


图 1-1 司母戊鼎

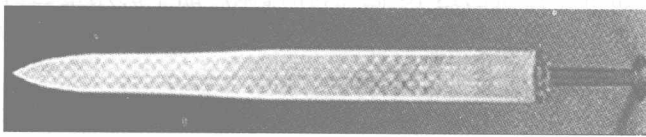


图 1-2 越王勾践剑

19 世纪后半叶,欧洲社会生产力和科学技术的进步,推动了钢铁工业的长足发展,扩大了钢铁生产规模,提高了产品质量。从 20 世纪 50 年代到 2006 年,全世界的钢产量由 2.1 亿吨增加到 12.39 亿吨。而我国 2006 年钢产量达到 4.19 亿吨,超过 20 世纪 50 年代全球钢产量一倍,跃居全球钢产量首位。

在黑色金属发展的同时,非铁金属也得到发展。人类自 1866 年发明电解铝以来,铝已成为用量仅次于钢铁的金属。1910 年纯钛的制取,满足了航空工业发展的需求。

科学技术的进步,推动了材料工业的发展,使新材料不断涌现。石油化学工业的发展,促进了合成材料的兴起和应用;20 世纪 80 年代特种陶瓷材料又有很大进展,工程材料随之扩展为包括金属材料、有机高分子材料(聚合物)、无机非金属材料 and 复合材料四大系列的全材料

范围。

1.2 工程材料的分类及应用

工程材料是指在机械、船舶、化工、建筑、车辆、仪表、航空航天等工程领域中用于制造工程构件和机械零件的材料。按照材料的组成、结合键的特点,可将工程材料分为四大类,如图 1-3 所示。

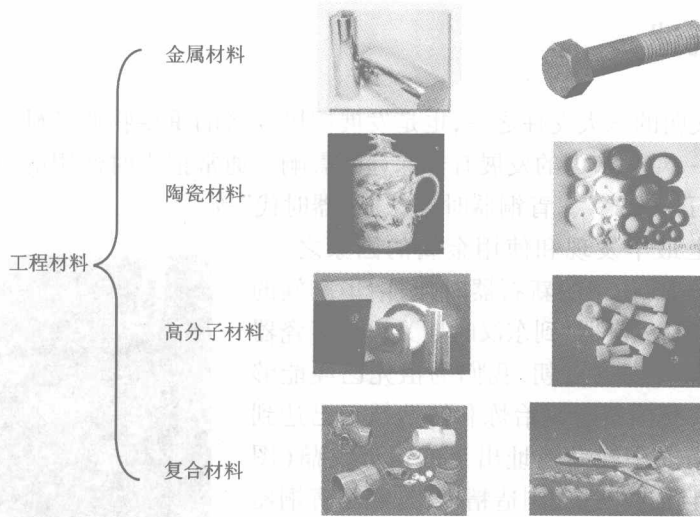


图 1-3 工程材料的分类

金属材料是以金属键结合为主的材料,具有良好的导电性、导热性、延展性和金属光泽,是目前用量最大、应用最广泛的工程材料。金属分为黑色金属和有色金属两类,铁及铁合金称为黑色金属,即钢铁,其世界年产量已达 10 亿吨,在机械产品中的用量已占整个用材的 60% 以上。黑色金属之外的所有金属及其合金称为有色金属。有色金属的种类很多,根据其特性的不同又可分为轻金属、重金属、贵金属、稀有金属等。

陶瓷材料是以共价键和离子键结合为主的材料,其性能特点是熔点高、硬度高、耐腐蚀、脆性大。陶瓷材料分为传统陶瓷、特种陶瓷和金属陶瓷三类。传统陶瓷又称普通陶瓷,是以天然材料(如黏土、石英、长石等)为原料的陶瓷,主要用作建筑材料。特种陶瓷又称精细陶瓷,是以人工合成材料为原料的陶瓷,常用作工程上的耐热、耐蚀、耐磨零件。金属陶瓷是金属与各种化合物粉末的烧结体,主要用作工具、模具。

高分子材料是以分子键和共价键结合为主的材料。高分子材料作为结构材料具有塑性、耐蚀性、电绝缘性、减振性好及密度小等特点。工程上使用的高分子材料主要包括塑料、橡胶及合成纤维等。在机械、电气、纺织、汽车、飞机、轮船等制造工业和化学、交通运输、航空航天等工业中被广泛应用。

复合材料是把两种或两种以上不同性质或不同结构的材料以微观或宏观的形式组合在一起而形成的材料,通过这种组合达到进一步提高材料性能的目的。复合材料包括金属基复合材料、陶瓷基复合材料和高分子复合材料。如现代航空发动机燃烧室温度最高的材料就是通

过粉末冶金法制备的氧化物粒子弥散强化的镍基合金复合材料。很多高级游艇、赛艇及体育器械等是由碳纤维复合材料制成的,它们具有重量轻、弹性好、强度高优点。

1.3 材料的性能

1.3.1 材料的使用性能

材料的使用性能包括物理性能(密度、熔点、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等)、化学性能(耐腐蚀性、化学稳定性、氧化性、还原性等)和力学性能。本节主要讨论金属材料的力学性能。

金属材料的力学性能是指材料在外力作用下表现出的特征,又称机械性能。材料的力学性能是选材和机械零件设计的重要依据,它包括材料的强度、硬度、塑性、冲击韧性及疲劳强度等。

①强度。强度是材料在外力作用下抵抗变形和破坏的能力。按外力作用方式的不同,可分为抗拉、抗压、抗弯、抗扭强度等,单位均为 MPa。最常用的是抗拉强度(符号为 σ_b ,用它来表示材料抵抗断裂的能力,生产中一般以 σ_s 作为最基本的强度指标)和屈服强度 σ_s 。

②硬度。硬度是材料抵抗其他物体压入其表面的能力。硬度是衡量材料软硬程度的指标,同时也是设计机械零件必须考虑的技术条件和选择加工工艺的参考。一般说来,硬度较高的材料耐磨性较好,强度也较高。生产中常用的硬度测量方法有布氏硬度法(所测得的硬度值用符号 HBS 或 HBW 表示)和洛氏硬度法(硬度值可以用 HRA、HRB 和 HRC 表示,其中常用的是 HRC)。

③塑性。塑性是材料在外力作用下产生永久变形而不致破坏的能力。常用的塑性指标是伸长率 $\delta(\%)$ 和断面收缩率 $\psi(\%)$ 。 δ 和 ψ 越高,材料的塑性越好。

④冲击韧度。冲击韧度是材料抵抗冲击载荷的能力,用符号 $\alpha_k(J/cm^2)$ 表示。其值主要取决于材料的塑性、硬度和承受的温度,其中温度对冲击韧度值的影响最为显著。 α_k 值很大的材料称为塑性材料;反之,则称为脆性材料。脆性材料断裂时无明显的塑性变形,破坏性极大,生产中必须避免这种情况发生。

⑤疲劳强度。疲劳强度是指材料在多次交变载荷作用下不会引起断裂的最大应力。生产中承受交变载荷的大多数零件,常常出现材料在远低于屈服点时就断裂的现象,这种现象叫做金属的疲劳破坏。疲劳破坏是齿轮、连杆、弹簧等零件的主要破坏形式。

1.3.2 材料的工艺性能

材料的工艺性能是物理、化学和力学性能的综合,是指材料加工时成形的难易程度,它直接影响材料和加工方法的选择以及能否实现优质、高产、低消耗、低成本加工。材料的工艺性能主要指铸造性能、压力加工性能、焊接性能、切削加工性能和热处理性能等。

1.3.3 材料的经济性

生产实际中人们有时难于选择到既能满足所需性能而又价格低廉的材料,这是因为材料的性能和价格往往是一对矛盾。解决此类矛盾的有效方法是,当零件的性能要求确定后,通过

选择改变材料性能的加工工艺(如热处理、表面涂层等),并按经济性原则选用最适当的材料。当设计一个产品时,必须考虑产品的形状、制造产品的材料、制造工艺和使用场合。确定制造方法时,还要考虑零件的技术要求以及制造的经济性和劳动力安排等。

很显然,在满足使用性能的前提下,选用成本较低的材料,是保证产品具有市场竞争能力和使企业获得良好效益的重要举措。

1.4 机械零件常用的金属材料

1.4.1 碳钢

目前工业上使用的钢铁材料中,碳钢占有很重要的地位。由于碳钢冶炼方便、加工容易、价格低且在许多场合其性能可以满足使用要求,故在工业中应用非常广泛。

碳钢是指碳的质量分数小于2.11%的铁碳合金。实际生产中使用的碳钢含有少量的锰、硅、硫、磷等元素,这些元素是从矿石、燃料和冶炼等渠道进入钢中的。杂质对钢的力学性能有重要的影响。常用的碳钢牌号如表 1-1 所示。

表 1-1 常用的碳钢牌号

分 类	编 号 方 法		常 用 牌 号	用 途
	举 例	说 明		
碳素结构钢	Q235—A F	屈服点为 235 MPa、质量为 A 级的沸腾钢	Q195、Q215A、Q235B、Q255A、Q255B、Q275 等	一般以型材供应的工程结构件,制造不太重要的机械零件及焊接件(见 GB 700—88)
优质碳素结构钢	45	表示平均 w_c 为万分之 45 的优质碳素结构钢	08F、10、20、35、40、50、60、65	用于制造曲轴、传动轴、齿轮、连杆等重要零件(见 GB 699—88)
碳素工具钢	T8、T8A	表示平均 w_c 为千分之 8 的碳素工具钢, A 表示高级优质	T7、T8Mn、T9、T10、T11、T12、T13	制造需较高硬度和耐磨性,又能承受一定冲击的工具,如手锤、冲头等(参见 GB 1298—86)
铸造碳钢	ZG200—400	表示屈服强度为 200 MPa、抗拉强度为 400 MPa 的碳素铸钢	ZG230—450、ZG270—500、ZG310—570、ZG340—640	形状复杂的需要采用铸造成形的钢质零件(参见 GB 11352—89)

1.4.2 铸铁

铸铁可分为一般工程应用铸铁和特殊性能铸铁。对于一般工程应用,碳主要以石墨形态存在。按照石墨形貌的不同,这一类铸铁又可分为灰铸铁(片状石墨)、可锻铸铁(团絮状石墨)、球墨铸铁(球状石墨)和蠕墨铸铁(蠕虫状石墨)四种。特殊性能铸铁既有含石墨的,也有不含石墨的(白口铸铁)。这一类铸铁的合金元素含量较高($w_{Me} > 3\%$),可应用于高温、腐蚀或磨料磨损的工况条件。

铸铁的石墨化过程是指铸铁中析出碳原子形成石墨的过程。合金石墨化过程可以分为高温、中温、低温三个阶段。在高温、中温阶段,碳原子的扩散能力强,石墨化过程比较容易进行;在低温阶段,碳原子的扩散能力较弱,石墨化过程进行困难。在高温、中温和低温阶段石墨化过程都没有实现,碳以 Fe_3C 形式存在的铸铁则称为白口铸铁。在高温、中温阶段,石墨化过程得以实现,碳主要以 C 形式存在的铸铁,称为灰铸铁。在高温阶段石墨化过程得以实现,而中温、低温阶段石墨化过程没有实现,碳以 C 和 Fe_3C 两种形式存在的铸铁,称为麻口铸铁。

1.4.3 铝合金

在纯铝中加入适量的硅、铜、镁、锌、锰等合金元素即可制成铝合金。铝合金按其成分和生产工艺特点的不同,可分为形变铝合金和铸造铝合金两大类。

1. 形变铝合金

防锈铝有铝-镁系及铝-锰系,其耐蚀性好。防锈铝的抗拉强度比纯铝稍高,塑性和焊接性好,均不能热处理强化,只能通过冷加工硬化强化,代号用“铝防”汉语拼音字首“LF”表示,后面的数字只是一个顺序号,常用 LF5、LF11、LF21 等。它主要用于制造耐蚀性要求高的容器、蒙皮及受力不大的结构件,如油箱、导管及生活器皿等。

硬铝主要是铝-铜-镁系合金,由于铜和镁能形成强化相,如 CuAl_2 、 CuMgAl_2 等,经淬火时效能获得高的抗拉强度,可达 420 MPa,故这种合金称硬铝。它耐蚀性差,故在硬铝材表面须包覆一层纯铝,以增加耐蚀性,其代号用“LY”和顺序号表示,常用的有 LY11、LY1 等。硬铝在仪器、仪表及飞机制造中广泛应用。

超硬铝合金是在硬铝基础上再加入锌,经淬火+人工时效后,抗拉强度为 680 MPa,硬度为 190 HBS,比硬铝更高,故称超硬铝,其代号用“LC”和顺序号表示,多用于制造飞机中的受力件。

锻铝合金是铝-铜-镁-硅系合金,其力学性能与硬铝接近,但热塑性及耐蚀性上升,更适于锻造,故名锻铝,代号用“LD”和顺序号表示,用于飞机或内燃机车上承受高载荷的锻件或模锻件。

2. 铸造铝合金

铸造铝合金分为铝硅系合金、铝铜系合金、铝镁系合金、铝锌系合金,其中铝硅系合金应用最广。铸造铝合金代号用“ZL”和三位数字表示,其中第一位数字表示合金类别(1 为铝硅系、2 为铝铜系、3 为铝镁系、4 为铝锌系),后两位数字为顺序号,顺序号不同,成分便不同,如“ZL102”表示 2 号铸造铝硅合金。新标准是由代表铸造铝合金的汉语拼音“ZAl”和主要合金元素的化学符号及表示其名义百分含量的数字组成,若合金元素的名义百分含量小于 1,则不标数字,如 ZAlSiMg 。

铸铝合金一般作质轻、耐蚀、形状复杂及有一定力学性能的构件,如铝合金活塞、仪表外壳等。

1.5 常用刀具材料

刀具是机械制造中用于切削加工的工具。刀具由工作部分和夹持部分组成。工作部分是刀具直接参加切削工作的部分,夹持部分是用来将刀具夹持在机床上的部分。工作部分材料

(通常称为刀具材料)的性能对刀具的切削性能有重要影响。

1.5.1 对刀具材料的基本要求

首先,刀具材料要具有良好的切削性能,其中包括:

- ①刀具材料的硬度要高于工件材料的硬度,加工一般金属材料的工件时,其硬度要在60 HRC 以上;
- ②足够的强度和韧性,以承受切削力和冲击;
- ③好的耐磨性,以便维持一定的切削时间;
- ④好的耐热性,以便在高温下保持刀具的切削能力。

其次,刀具材料还要有良好的工艺性,便于制造和刃磨,并且来源应丰富,价格低廉。

1.5.2 高速钢

高速钢是以 W、Cr、V、Mo 等为主要合金元素的高合金工具钢,如 W18Cr4V 等。它淬火后的硬度是 61 ~ 65 HRC,强度和韧性较高,耐热性较好,能耐 500 ~ 600 °C 的高温。虽然高速钢的硬度、耐磨性和耐热性不如硬质合金,但强度韧性比硬质合金高,工艺性比硬质合金好,所以常用它制造形状复杂的刀具,如钻头、机用丝锥、铣刀、拉刀、成形刀具和齿轮刀具等。

1.5.3 硬质合金

硬质合金的主要成分是 WC 和 Co。由于 WC 的熔点很高,所以硬质合金不仅硬度高(达到 89 ~ 91 HRA),并且耐高温,用它制作的刀具可以在 850 ~ 1 000 °C 的温度进行切削。因此,切削速度可比高速钢刀具高 4 ~ 10 倍。Co 在硬质合金中起黏结作用。目前国产的硬质合金分为两类:一类是由 WC 和 Co 组成的 YG 类;另一类是由 WC、TiC 和 Co 组成的 YT 类。

YG 类硬质合金韧性较好,但切削韧性材料时,耐磨性较差,因此适用于加工铸铁、青铜等脆性材料。常用的牌号有 YG8、YG6、YG3 等,其中数字表示含钴量的百分数。含钴量少者较脆,但较耐磨。

YT 类硬质合金比 YG 类硬度高、耐热性好,并且在切削韧性材料时较耐磨,但韧性较小,适于加工钢等塑性材料。常用的牌号有 YT5、YT15、YT30 等,其中数字越大表示碳化钛含量越高,韧性越小,其耐磨性和耐热性越高。

由于硬质合金工艺性较差,目前主要用于制造车刀和镶齿端铣刀刀齿等形状较简单的刀具。

1.6 制造技术综述

制造技术是使原材料成为人们所需产品而使用的一系列技术和装备的总称,是涵盖整个生产制造过程的各种技术的集成。从广义来讲,它包括设计技术、加工制造技术、管理技术等三大类。其中设计技术是指开发、设计产品的方法;加工制造技术是指将原材料加工成所设计产品而采用的生产设备及方法;管理技术是指如何将产品生产制造所需的物料、设备、人力、资金、能源、信息等资源有效地组织起来,达到生产目的的方法。

从社会发展的角度来看,人类社会已经经历了农业经济时代和工业经济时代,正在进入信

息经济时代(也称后工业经济社会或工业信息化时代)。在农业经济时代,产品的制造主要是家庭作坊式的手工技艺,是依靠人类本身的器官和力气来完成的;蒸汽机的出现和应用使人类进入了工业经济时代,机器开始代替人做各种工作,把人类从繁重的重复性劳动中解放出来,而且机械化和自动化技术使社会生产力得到了迅速发展,现代化大工业也迅速成长起来,实现了产品的专业化和大批量生产;随着人类社会进入信息经济时代,信息日益成为最重要的战略资源和决定生产力、竞争力及经济增长的关键因素,产品的价值主要来源于产品中科学技术知识的信息含量,以计算机和信息技术为基础的现代先进制造技术已逐步发展起来。

1.6.1 先进制造技术及其内涵

先进制造技术是指集机械工程技术、电子技术、自动化技术、信息技术等多种技术为一体,用于制造产品的技术、设备和系统的总称。

从广义上来说,先进制造技术包括以下几点:

①计算机辅助产品开发与设计,如计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程(CAE)、计算机辅助工艺设计(CAPP)、并行工程(CE)等;

②计算机辅助制造与各种计算机集成制造系统,如计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助检测(CAI)、计算机集成制造系统(CIMS)、数控技术(NC/CNC)、直接数控技术(DNC)、柔性制造系统(FMS)、成组技术(GT)、准时化生产(JIT)、精益生产(LP)、敏捷制造(AM)、虚拟制造(VM)、绿色制造(GM)等;

③利用计算机进行生产任务和各种制造资源合理组织与调配的各种管理技术,如管理信息系统(MIS)、物料需求计划(MRP)、制造资源计划(MRPII)、企业资源计划(ERP)、工业工程(IE)、办公自动化(OA)、条形码技术(BCT)、产品数据管理(PDM)、产品全生命周期管理(PLM)、全面质量管理(TQM)、电子商务(EC)、客户关系管理(CRM)、供应链管理(SCM)等。

从狭义上来说,它是指各种计算机辅助制造设备和计算机集成制造系统。如果说机械化和自动化技术代替了人的四肢和体力的话,那么以计算机辅助制造技术和信息技术为中心的先进技术,则在某种程度和某些部分代替了人的大脑而进行有效的思维与判断,它对传统制造业引起的是一场新的技术变革。

先进制造技术所包含的各种技术,在我国机械制造业中已经或正在实施应用,预计在不久的将来,我国将会广泛采用这些先进制造技术来改造和提升传统的机械制造业。

1.6.2 零件和毛坯

机械制造离不开零件和毛坯,其中零件是机器、仪表以及各种设备的基本组成单元,不同类型的零件具有不同的形状及功能。

1. 零件

生产中根据零件的结构,通常将形形色色的机械零件分为五大类,即轴类(图1-4)、盘套类(图1-5)、机身机座类(图1-6)、箱体支架类(图1-7)和其他类(图1-8)。

不同类型的零件都是由各种表面组成的。这些表面有外圆面、内圆面、锥面、螺纹面、成形面以及沟槽(图1-9),还有平面、斜面(图1-10)等。生产中常常采用铸造、锻造及切削等加工方法来获得这些表面。

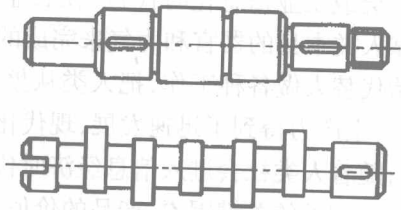


图 1-4 轴类零件

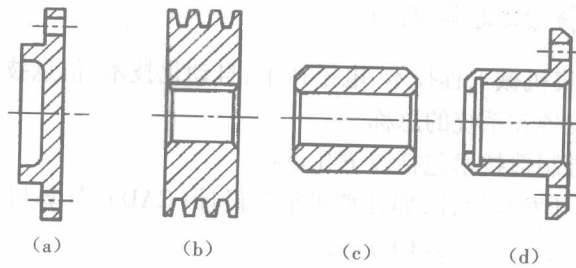


图 1-5 盘套类零件

(a)端盖;(b)带轮;(c)轴套;(d)轴承套

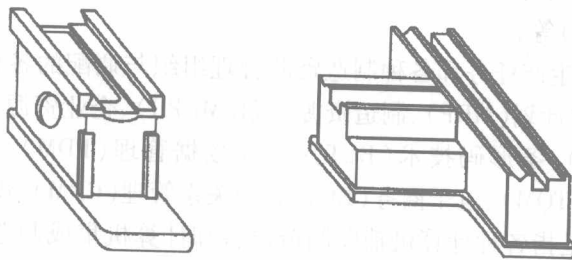


图 1-6 机身机座类零件

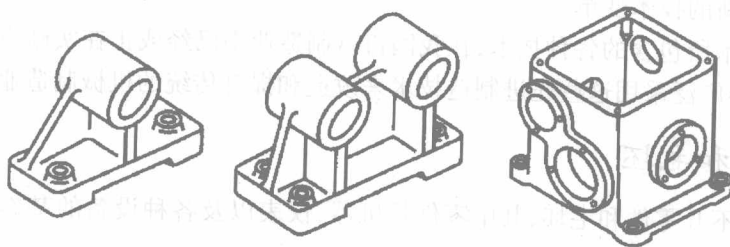


图 1-7 箱体支架类零件

2. 毛坯

毛坯是将工业产品或其零件、部件所要求的工艺尺寸、形状等略为放大,制成坯型,以供切削加工用的半成品,如切成的棒料、浇成的铸件、锻成的锻件等。常用毛坯的种类包括以下几种。

①型材类。型材类是指矿石经熔化、冶炼和浇注被制成铸锭或扁坯。铸锭和扁坯(统称

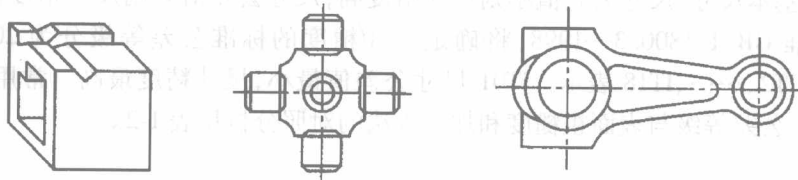


图 1-8 其他类零件

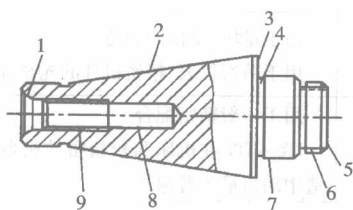


图 1-9 轴类零件的组成表面

1—内锥面;2—外锥面;3—轴肩平面;4—回转槽;
5—端平面;6—外螺纹;7—外圆面;8—内圆面;9—内螺纹

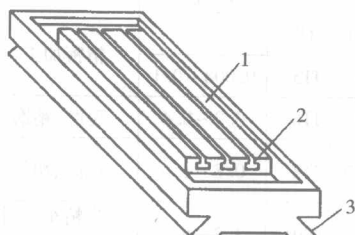


图 1-10 六面体类零件的组成表面

1—平面;2—T形槽;3—斜面

原材料)通常不能直接用来加工零件,冶金厂将钢铸锭用热轧制方法制成用来加工零件的型材(即毛坯)。型材分为带材、板材、棒材、线材、管材等,可按规格型号和材料种类直接购买。

②铸件类。铸件是液态成形件。它分为铸铁件、有色金属铸件和铸钢件,其中铸铁件的应用最为广泛。在车床中铸件的质量占其总质量的70%~80%。

③锻件类。锻件是金属在固态下受力而塑性成形的毛坯。用于制成锻件的材料必须具有良好的塑性。中低碳钢及部分铝合金和铜合金具有较好的塑性,均可用于制作锻件;铸铁因其塑性极差而不能锻造。

④焊件类。焊件是借助于高温下金属原子间的扩散和结合作用,将两个构件连接成一个整体。焊件一般采用低碳钢和低合金钢材料。采用焊接方法将锻件、铸件、型材或机械加工的半成品组合成整体,就得到毛坯组合件。这类组合件适用于制作大型零件的毛坯,如大型柴油机的缸体、重型机床的床身等。

1.7 零件的加工质量

零件的加工质量主要是由切削加工来保证的,它包括加工精度和表面质量。

1.7.1 加工精度

零件的加工精度是指零件的实际几何参数与其理想几何参数相符合的程度。加工精度包括尺寸精度、形状精度和位置精度。

1. 尺寸精度

要使加工后零件的尺寸(如直径、长度等)与理想数值绝对一致,这既不可能也没有必要。生产中,允许实际尺寸和理想尺寸之间存在一个变动量(即尺寸公差)。零件的尺寸精度是由尺寸公差来控制的。尺寸公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之差的绝对值。

对于同一基本尺寸,尺寸公差值小则尺寸精度高;尺寸公差值大则尺寸精度低。《极限与配合》国家标准 GB/T 1800.3—1998,将确定尺寸精度的标准公差等级分为 20 级,分别用 IT01、IT0、IT1、IT2、……、IT18 表示。IT01 尺寸公差值最小,尺寸精度最高。常用的公差等级为 IT6 ~ IT11。公差等级与表面粗糙度和加工方法的对照分析见表 1-2。

表 1-2 公差等级与表面粗糙度和加工方法的对照

公差等级	表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	加工方法	应用
IT01 ~ IT2		精密加工,如研磨	用于量块、量仪的制造
IT3 ~ IT5	0.008 ~ 0.1		用于精密仪表、精密机件的光整加工
IT5 ~ IT6	0.2 ~ 0.4	珩磨、精磨、精铰、精拉	用于一般精密配合
IT7 ~ IT8	0.8 ~ 1.6	粗磨、粗拉、粗铰、精车、精镗、精铣、精刨	IT6 ~ IT7 在机床和较精密的机器、仪器制造中用得最为普遍
IT9 ~ IT10	3.2 ~ 6.3	半精车、半精镗、半精铣、半精刨、压铸件、粗拉	用于中等精度的各种表面的加工
IT11 ~ IT13	12.5 ~ 25	粗车、粗镗、粗铣、粗刨、钻孔	用于粗加工阶段
IT14	50	冲压	用于非配合尺寸
IT15 ~ IT18		铸造、锻造、焊接、气割	

2. 形状精度

形状精度是指零件上的被测要素(线和面)相对于理想形状的符合程度,它是由形状公差来控制的。形状精度包括直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度和面轮廓度等。从图 1-11 可知,具有同一基本尺寸的 4 根轴,由于形状不同,尽管实际尺寸都控制在 $\phi 25_{-0.013}^0$ 之间,但用于与相应的孔配合时,其使用效果却大不相同。通常形状精度与加工方法、机床精度、工件的安装和工艺系统刚度等因素有关。



图 1-11 轴的形状误差

3. 位置精度

位置精度是指加工后零件上的被测要素(点、线、面)的实际位置与理想(图纸)位置的接近程度,它是由位置公差来评定的。位置精度包括定向(平行度、垂直度、倾斜度)、定位(同轴度、对称度、位置度)以及跳动(圆跳动、全跳动)精度三大类。

形状公差和位置公差习惯上称为形位公差。常用的形位公差及标注示例见表 1-3。