



普通高等教育“十三五”精品教材

机械工程基础

(第2版)

◎车建明 主 编

◎王玉果 副主编

◎李 清 范胜波 编

工程实训类



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

普通高等教育“十三五”精品教材

机械工 程基础

(第2版)

车建明 主编

王玉果 副主编

李 清 范胜波 编

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书根据教育部高等学校机械基础课程教学指导委员会关于“机械基础系列课程教学基本要求”的精神,结合国内工程教育的改革与实践新成果,在《机械工程基础》第1版的基础上修订而成。

全书共11章,包括工程材料与制造技术简述,铸造技术,塑性成形技术,焊接与热切割技术,热处理技术,车削加工技术,钳工技术,铣削加工技术,刨削及磨削加工技术,数控机床加工技术和特种加工技术,以及附录机械工程训练实习报告。通过学习本书,学生将获得常用工程材料及零件加工工艺的知识,初步掌握从选择材料、制造毛坯、加工出合格零件直到装配成产品的综合技能。

由于机械类、非机械类专业很多,教学要求不同,为使本教材有较大的通用性,并考虑到其他院校的情况,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,深浅适度,可作为高等院校各专业工程教育或工程实践教学的通用教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程基础/车建明主编. —2版. —天津:
天津大学出版社, 2017. 8
ISBN 978-7-5618-5871-4

I. ①机… II. ①车… III. ①机械工程—高等学校—
教材 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 155369 号

出版发行 天津大学出版社
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
网 址 publish.tju.edu.cn
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 15
字 数 343 千
版 次 2017 年 8 月第 2 版 2013 年 8 月第 1 版
印 次 2017 年 8 月第 1 次
定 价 30.00 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

第2版前言

机械工程基础是一门培养大学生工程素质的技术基础课,它为机械类或非机械类专业的学生提供机械制造工程的技能知识。

为了配合机械基础系列课程的教学改革,适应新形势下工程教育的要求,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、实习和实习报告总结等教学环节,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。第2~11章末设“学习指南”,每章末设“复习思考题”,对相关知识进行了介绍和概括。本次修订主要增加了附录“机械工程训练实习报告”,便于学生复习、总结和提高。此外,本次修订贯彻了国家有关的最新标准,并更换了部分插图。

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章及附录)及范胜波(第10、11章)。

由于编者水平所限,书中错误和不妥之处诚请广大读者指正。

编者

2017年4月

第1版前言

机械工程基础是一门培养大学生工程素质的技术基础课,它为机械类或非机械类专业的学生提供机械制造工程的技能知识。

为了配合机械基础系列课程的教学改革,适应新形势下工程教育的要求,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,图文并重,易学、易懂、易掌握。第2~11章末设“学习指南”,每章末设“复习思考题”,对相关知识进行了介绍和概括,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诚请广大读者指正。

编者

2013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	(7)
1.6 制造技术综述	(8)
1.7 零件的加工质量	(11)
1.8 常用量具及测量方法	(14)
复习思考题	(21)
第2章 铸造技术	(23)
2.1 铸造概述	(23)
2.2 造型材料	(24)
2.3 造型方法	(26)
2.4 铸造工艺	(34)
2.5 合金的熔炼	(37)
2.6 特种铸造	(41)
2.7 铸件缺陷及分析	(45)
学习指南	(47)
复习思考题	(47)
第3章 塑性成形技术	(48)
3.1 概述	(48)
3.2 锻造的生产过程	(49)
3.3 锻造成形方法	(51)
3.4 板料冲压	(62)
3.5 先进塑性成形方法简介	(67)
学习指南	(70)
复习思考题	(70)
第4章 焊接与热切割技术	(71)
4.1 概述	(71)
4.2 焊条电弧焊	(71)
4.3 气体保护焊	(80)
	(1)

4.4	气焊与气割	(82)
4.5	电阻焊	(88)
4.6	激光焊接与切割加工	(90)
4.7	等离子弧焊接与切割	(92)
4.8	钎焊	(94)
	学习指南	(95)
	复习思考题	(96)
第5章	热处理技术	(97)
5.1	铁碳合金简介	(97)
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	(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)
	学习指南	(122)
	复习思考题	(122)
第7章	钳工技术	(124)
7.1	钳工的基本操作	(124)
7.2	孔加工	(133)
7.3	机器的装配	(139)
	学习指南	(143)
	复习思考题	(143)
第8章	铣削加工技术	(144)
8.1	铣床	(145)
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	(162)
第9章	刨削及磨削加工技术	(163)
9.1	刨床	(163)
9.2	磨床	(164)
	学习指南	(172)

复习思考题 (172)

第 10 章 数控机床加工技术 (173)

10.1 数控机床概述 (173)

10.2 数控机床编程基础 (179)

10.3 数控车床编程与操作 (186)

10.4 数控铣床编程与操作 (190)

10.5 加工中心概述 (195)

10.6 计算机辅助编程 (198)

学习指南 (199)

复习思考题 (200)

第 11 章 特种加工技术 (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 (215)

复习思考题 (215)

参考文献 (216)

附录 机械工程训练实习报告 (217)

第 1 章 工程材料与制造技术简述

1.1 材料概述

材料是人类用于制造物品、器件、构件、机器或其他产品的物质。材料的品种、数量和质量是人类文明和社会进步程度的标志。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。

早在公元前 6000—前 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。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。

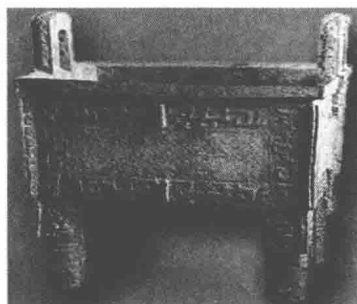


图 1-1 司母戊鼎



图 1-2 越王勾践宝剑

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 年代全球钢产量近一倍,跃居全球钢产量的首位。

在钢铁发展的同时,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。

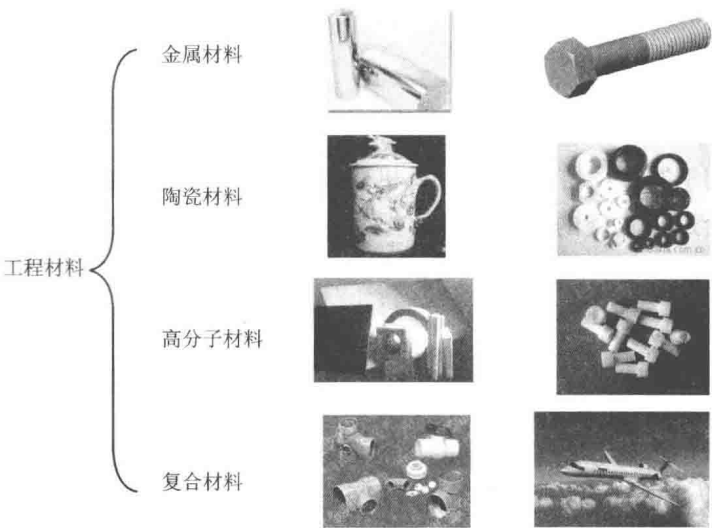


图 1-3 工程材料的分类

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),在机械产品中的用量已占整个用量的 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、电绝缘性以及减振性好和密度小等特点。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、赛艇及体育器械都是由碳纤维复合材料制成的,它们具有重量轻、弹性好、强度高等优点。

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_b 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、硬度和工作温度。 α_k 值较大的材料称为塑性材料;反之,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,这种现象叫疲劳破坏。疲劳破坏是齿轮、连杆、弹簧等零件的主要失效形式。

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很难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相互矛盾的。解决此类矛盾的有效方法是,当零件的性能要求确定后,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(非合金钢)

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、价格低廉且在许多场合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—AF	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—1988)
优质碳素结构钢	45	表示平均含碳质量分数为万分之 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—1988)
碳素工具钢	T8、T8A	表示平均含碳质量分数为千分之 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

1. 碳素结构钢(普通质量非合金钢)

普通碳素结构钢含磷、硫量较多,属于低碳钢和含碳较少的中碳钢,大多数不经热处理而直接使用。它主要用于一般结构件和不重要的机器零件。其中,Q235 表示此钢材屈服强度为 235 MPa(钢材厚度或直径小于或等于 16 mm 的试样性能)。

2. 优质碳素结构钢(优质非合金钢)

优质碳素结构钢含硫、磷量较少,主要用来制造重要的机器零件,大多数要经过热处理。其牌号用两位数字表示钢材平均含碳量的万分之几,例如 20 表示 20 钢,平均含碳量为 0.20%。各种钢材的用途如下:

①08 钢的含碳量低,塑性好,主要用于制造强度要求不高而需经受较大变形的冲压件和焊接件;

②10~25 钢的强度低,塑性好,具有好的焊接性,常用于制造冲压件和焊接件,经常用渗碳处理得到表面耐磨而中心韧性好的零件;

③35~50 钢经调质处理后,具有良好的综合力学性能,广泛用于制造齿轮、轴类及套筒等零件;

④60 以上的钢(最高含碳量为 0.7%)经热处理后具有高的弹性,主要用于制造弹簧。

3. 碳素工具钢(特殊质量非合金钢)

碳素工具钢属优质钢。若在钢号后加有“A”字,则为高级优质钢。碳素工具钢的牌号以“T”字开头,后面数字为含碳量的千分之几。如 T8A 表示平均含碳量为 0.8% 的高级优质碳素工具钢。淬火后,碳素工具钢的强度、硬度较高。为了便于加工,常以退火状态供应,使用时再进行热处理。

碳素工具钢随含碳量的增加,硬度和耐磨性增加,而塑性、韧性逐渐降低,故 T7、T8 钢常用于制造韧性要求较高、硬度中等的零件,如冲头、铰子等;T9、T10、T11 钢用于制造韧性中等、硬度较高的零件,如钻头、丝锥等;T12、T13 钢用于制造硬度高、耐磨性好、韧性较低的零件,如量具、锉刀等。

1.4.2 合金钢

冶炼时在钢中有目的地加入某些合金元素,可以提高和改善钢的力学性能、热处理性能或其他特殊性能(如耐磨性、耐热性、耐蚀性等)。为了达到合金化目的而加入的一定量的元素称为合金元素,这种钢材称为合金钢。

合金钢的种类较多,按用途可分为以下几种。

1. 合金结构钢

合金结构钢包括普通低合金钢、渗碳钢、调质钢、弹簧钢等。合金结构钢的牌号以含碳量的万分数加上元素符号(或汉字)和数字(合金元素平均含量的百分数,当平均含量小于 1.5% 时不列出)表示。如 09Mn2V 表示平均含碳量为 0.09%、平均含锰量为 2%、平均含钒量小于 1.5% 的合金结构钢。

普通低合金钢是在普通碳钢的基础上加入少量合金元素使其强化,得到既具有较高强度,又有较好塑性和焊接性的材料。常用于制作井架、输油管道、高压容器、船舶、桥梁等。常用的钢号有 16Mn、16MnCu、15MnTi、Q345C 等。

渗碳钢一般含碳量很低(0.15%~0.20%),经过表面渗碳后得到表面耐磨而心部具有较高强度和韧性的零件。加入合金元素是为了提高心部的强度和韧性。常用的钢号有 20CrMnTi、20Mn2TiB 等。

调质钢的含碳量为 0.3%~0.6%,经调质处理后得到既有高强度又有较好韧性的优良综合力学性能的零件。常用的钢号有 40Cr、40CrMnSi、40MnVB 等。

弹簧钢的含碳量为 0.45%~0.70%,经热处理后可获得很高的弹性。常用的钢号有 60Mn、60SiMn2 等。

2. 合金工具钢

合金工具钢常用于制造刀具、量具和模具。其牌号与合金结构钢相似,以含碳量表示不同。合金工具钢前面只用一位数字表示含碳量的千分数,在含碳量大于1%时,则不予标出。如9CrSi中的平均含碳量为0.9%;Cr12中的平均含碳量为2.0%~2.3%。常用的钢号有制造刀具、刃具的9CrSi、CrWMn等,制造模具的Cr12、5CrNiMo、3Cr2W8等。

3. 特殊性能钢

特殊性能钢具有耐蚀、耐热、耐磨、抗磁、导磁等特殊性能,其牌号表达方式与合金工具钢相同。常用的钢号有不锈钢1Cr13、1Cr18Ni9,耐热钢15CrMo、4Cr9Si2,耐磨钢Mn13,导磁钢D3200等。

合金钢中,合金元素总量 $\leq 5\%$ 的称为低合金钢,合金元素总量为5%~10%的称为中合金钢,合金元素总量 $> 10\%$ 的称为高合金钢。

1.4.3 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。

1.4.4 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,均不能通过热处理强化,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,故在硬铝材表面需要包覆一层纯铝,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,代号用“ LC ”和顺序号表示,用于制造飞机中的受力件。

锻铝合金是铝 - 铜 - 镁 - 硅系合金,力学性能与硬铝接近,但热塑性及耐蚀性上升,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“ 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。

铸铝合金一般用作质轻、耐蚀、形状复杂及有一定力学性能要求的构件,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着重要影响。

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,价格要低廉。

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, 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。

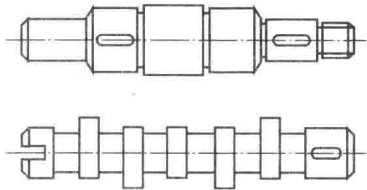


图 1-4 轴类零件

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

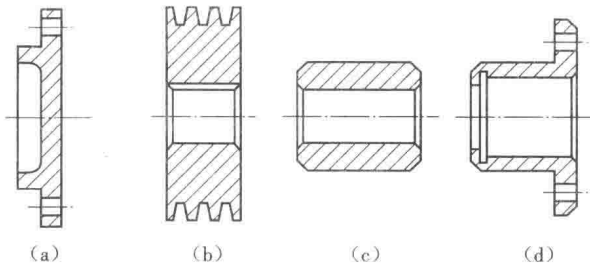


图 1-5 盘套类零件

(a)端盖;(b)带轮;(c)轴套;(d)轴承套

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