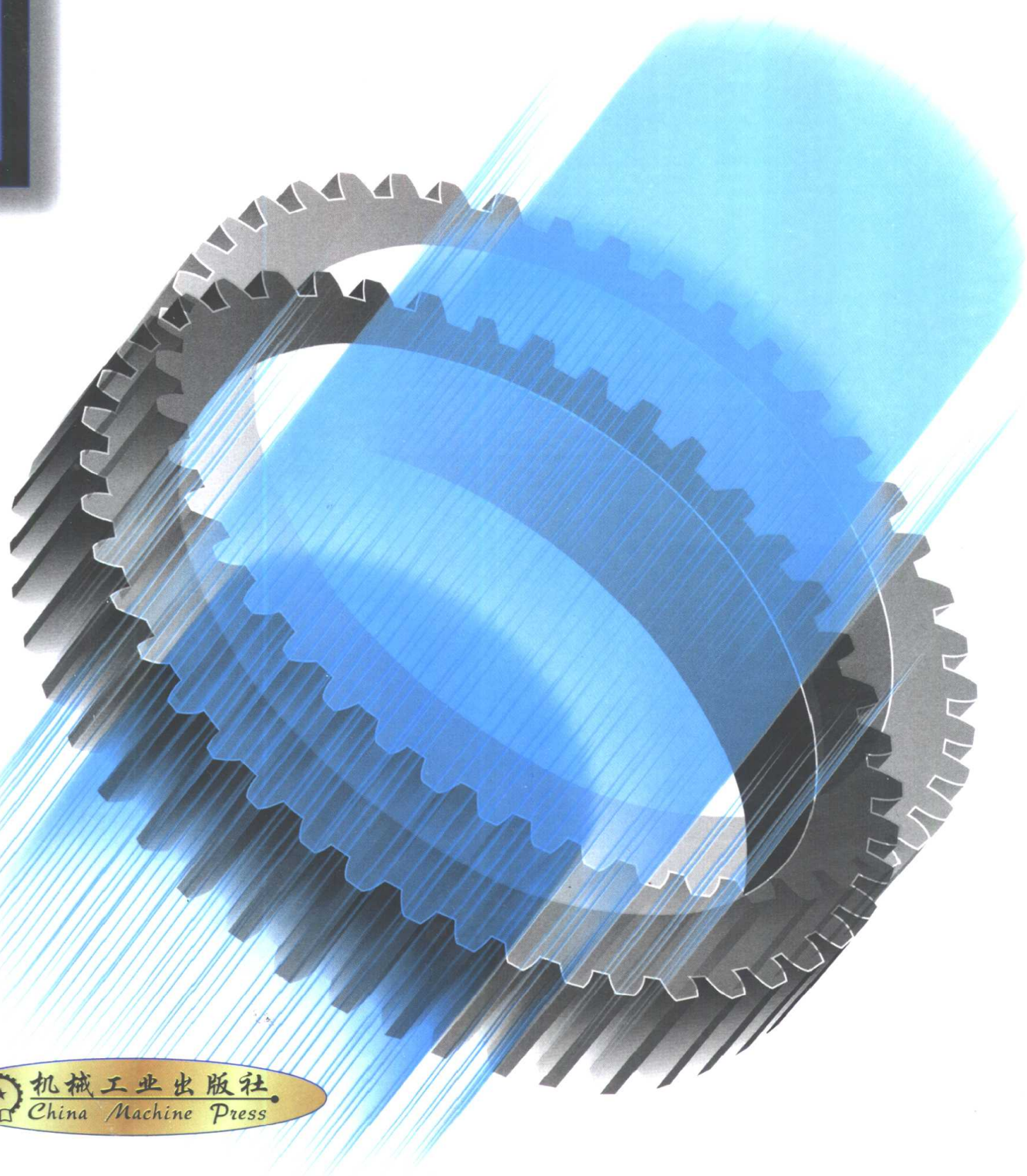


机械制造技术

任家隆 主编



机械工业出版社
China Machine Press

本书是根据原国家教委最新颁布的课程基本要求,结合多年的教与学两方面的实践和目前高等工科院校课程改革需要编写而成的。

全书分为十四章,主要包括:机械制造概论、机械工程材料基础、钢的热处理、表面工程基础、铸造、金属的塑性成形、材料的连接成形、切削加工工艺基础、特种加工、典型表面加工、机械加工工艺规程制定、装配与检验、先进制造技术、环境保护与安全生产。全书结构严谨,具有系统性和先进性等特点。

本书是高等工科院校近机械工程类、非机械工程类专业的基本教材,也兼顾了机械类机电一体化专业、机械工程类专科教学要求,可供职业大学、电视大学、成人高等教育、夜大学、函授大学选用,也适宜机械工程类专业的读者自学参考用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术/任家隆主编. —北京:机械工业出版社,2000.8

ISBN 7-111-08191-9

I. 机… II. 任… III. 机械制造-技术
IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 65962 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:徐彤 封面设计:姚毅 责任印制:郭景龙

三河市宏达印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·18.5 印张·457 千字

0001—5000 册

定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677—2527

前 言

为探索教学和教材的改革,贯彻国家教委颁布的课程教学基本要求,在总结各高等院校教学经验和我院多年教学实践,以及已毕业学生反馈意见的基础上,为适应各专业方向教学计划较大调整的需要,编写了以近机械类(非机械类亦适用)为主的各专业的机械制造技术基础教材,以期满足教学和社会的需要。

机械制造技术是我国高等工科院校中贯彻工艺教育的一门重要的技术基础课。本书在体系上相对其它同类书籍进行了较大力度的改革,在内容上既考虑教学需要,又考虑知识体系和有兴趣的读者自学方便性,力求符合人们认识事物的规律,有益于提高读者的创造性思维 and 创新能力。

本书有以下特点:

1. 充分考虑近机类、非机类、机电类各教学时数需求,能够满足上述各类教学的要求。
2. 在知识体系上,力求首先给读者一个机械制造总概念,再分述各章节,有利于提高学习效果和知识掌握的系统性。
3. 全书较好地处理机械制造传统知识和新观念、新知识关系,采用最新国家标准;既便于基础知识讲授,又给出各章节内容有关的新知识点,有利于读者从学科高度,掌握知识、掌握创新点。
4. 本书对机械制造技术有关的基础知识进行了探索,便于学时少而又有兴趣学习该课程的学生或读者自学参考。
5. 全书贯彻可持续发展的观点,站在系统工程角度进行编排,有利于提高读者分析问题与解决问题的能力。

本书编写分工情况如下:第一、十一、十四章任家隆编写;第二、四章王波编写;第三章王波、任家隆编写;第五、七、九章张胜文编写;第六、八章任家隆、王艳、张胜文、吴爱胜、蒋祖华编写;第十章王艳、王波编写;第十二章王艳编写;第十三章、张胜文、蒋祖华编写。

本书由任家隆主编,东南大学汤铭权教授主审。

本书倾注了主审汤铭权教授大量心血,藉此表示衷心感谢。在编写过程中得到了博士生导师王贵成教授的帮助,得到了有关院校领导和许多老师的支持和帮助,对于这些领导和老师以及有关教材、学术杂志和论文的作者等,在此一并致谢。

由于编者的水平与经验所限,教材的改革本身又是一次尝试,书中的错误和不妥之处敬请同行与读者批评指正。

任家隆

2000年6月18日

目 录

前言

第一章 机械制造概论 1	第三节 焊接结构设计的工
第一节 机械产品的构成..... 3	艺性..... 115
第二节 机械制造过程与生产	第四节 焊接技术的新发展 117
组织..... 5	第五节 粘接技术简介 119
第二章 机械工程材料基础 12	第八章 切削加工工艺基础 121
第一节 金属材料的主要性能 12	第一节 常用切削机床..... 121
第二节 金属和合金的晶体结构与	第二节 工件的安装和机床
结晶 19	夹具..... 129
第三节 铁碳合金 25	第三节 刀具与刀具切削运动..... 132
第四节 常用金属材料 32	第四节 切削加工概述..... 149
第五节 其他工程材料 37	第五节 零件的加工质量与技术
第六节 机械零件选材的一般	要求..... 164
原则 42	第九章 特种加工 192
第七节 材料技术的新发展 44	第一节 概述..... 192
第三章 钢的热处理 48	第二节 常用特种加工方法..... 193
第一节 钢的热处理原理 48	第三节 其他特种加工简介..... 199
第二节 热处理方法及应用 53	第十章 典型表面加工 201
第四章 表面工程基础 63	第一节 外圆表面加工..... 201
第五章 铸造 70	第二节 内孔表面加工..... 204
第一节 铸造工艺基础 70	第三节 平面加工..... 205
第二节 砂型铸造 77	第四节 齿形表面加工..... 209
第三节 特种铸造 80	第十一章 机械加工工艺规程制定 214
第四节 铸件结构的工艺性 82	第一节 机械加工工艺过程及
第五节 铸造技术的新发展 84	其组成..... 214
第六章 金属的塑性成形 88	第二节 零件加工工艺分析..... 215
第一节 金属塑性成形工艺基础 88	第三节 毛坯的选择..... 226
第二节 金属塑性成形方法 90	第四节 机械加工工艺规程的
第七章 材料的连接成形 104	制定..... 228
第一节 焊接工艺基础..... 104	第五节 典型零件加工工艺过
第二节 常用的焊接方法..... 109	程分析..... 246

第六节	工艺方案技术经济 分析.....	253	第三节	其他先进制造技术 简介.....	277
第十二章	装配与检验.....	260	第十四章	环境保护与安全生产.....	283
第一节	概述.....	260	第一节	全球性的环境和机械工 业污染问题.....	283
第二节	检验.....	260	第二节	安全生产.....	286
第三节	机械装配工艺基础.....	263	第三节	可持续发展与 ISO14000 标 准的推进.....	287
第十三章	先进制造技术.....	268	参考文献		290
第一节	概述.....	268			
第二节	机械制造自动化概念.....	268			

第一章 机械制造概论

机械制造是各种机械、机床、工具、仪器、仪表制造过程的总称。它是一个将制造资源(物料能源、设备、工具、资金、技术、信息和人力等),通过制造系统转变为可供人们使用或利用的产品的过程。和世间一切财富一样,它也是人力资源开发自然资源的过程。在人类实施可持续发展战略的今天,力争以最少的资源消耗、最低限度的环境污染,产生最大的社会、经济效益是制造业的根本宗旨;也是所有从事机械制造技术的科学研究人员、工程技术人员,创造和应用制造机械产品的加工原理、研究工艺过程和方法以及相应设备的主要任务和奋斗目标。

一、机械制造业在国民经济和社会发展中的作用

国民经济各部门的进步,一般是要通过先进的技术装备来实现的。机械工业是为国民经济各部门提供技术装备的部门。很显然,机械工业是国民经济、综合国力的支柱产业,能否以适用的先进技术去装备国民经济各部门,将直接影响国民经济的发展,进而影响整个国家的经济振兴。建国半个多世纪以来,国民经济的每一次发展都与机械工业分不开。50年代,我国自行制造了汽车、拖拉机、飞机;60年代制造了原子能设备、12000t 水压机、12万5kW火力发电设备以及精密机床等;70年代发展我国的大型成套设备,如:年产30万t合成氨设备、年处理250万t炼油设备、万吨级远洋轮船,以及核发电系统、航天事业中的机械装备和制造技术、今天的葛洲坝大型水轮发电机等。

21世纪的先进制造技术已是当代国际间科技竞争的手段之一,美国已将其列为六大热点技术之一。国际生产工程学会(CIPR)第44届年会主席指出:世界各国的竞争主要是制造技术的竞争。我国已将先进制造技术列为国家“七五”及中期重点发展领域,是我国规划中的四大支柱产业之一。因此,机械工业在我国的社会主义现代化建设中居于十分重要的地位。

二、机械制造发展史

1. 我国古代在机械制造方面的辉煌成就 我国古代在机械制造方面的成就极其辉煌,以在地下埋藏两千多年的秦始皇陵陪葬出土的大型彩绘铜车马为例:一车四马,由一名御官佣驭驾;其材料以青铜为主,并配有金银饰品,大小约为真实车、马、人的一半;其结构精致、形态逼真,由三千多个零、部件组成,综合了铸造、焊接、凿削、研磨、抛光以及各种联接等工艺。铜车马制作的精湛技艺,集中反映了我国劳动人民为人类古代文明作出的巨大贡献。

史料记载,1668年我国应用直径近7m的镶齿铣刀,由牲畜带动旋转,铣削天文仪器上的铜环。

明朝宋应星所著《天工开物》一书,载有冶铁、炼钢(百炼钢和灌钢)、铸钟、锻铁(熟铁)、焊接(锡焊和银焊)、淬火等各种加工方法,是世界上最早的机械制造方面的科学著作之一。

2. 世界在机械制造方面近二百年概况 1775年,英国人威尔肯逊为了制造瓦特发明的蒸汽机,制造了汽缸镗床。它的出现,标志着人类用机器代替手工的机械化时代步入新时期。随后相继出现了各种类型的金属切削机床和刀具、自动线、加工中心、群控系统及无人化全自动

工厂。可以预料实现生产过程全面自动化的时代会很快来到。表 1-1 为世界近二百年生产机械化和自动化简史。

表 1-1 世界近二百年生产机械化和自动化简史

年代	项 目	说 明	年代	项 目	说 明
1775	汽缸镗床	英国威尔肯逊	1923	靠模仿形铣床	美国
1797	车 床	英国茅兹雷	1924	自动线	英国莫里斯汽车公司
1817	龙门刨床	英国	1925	珩磨机	美国
1818	卧式铣床	美国惠特尼	1930	研磨机	美国
1818	机械式仿形车床	美国布兰查德	1935	超精加工机床	美国
1830	钻 床	英国	1946	成组技术	苏联米特洛凡诺夫
1835	自动机	英国惠特沃斯	1950	汽车活塞制造传送自动化	苏联
1835	插 床	英国	1952	三坐标数字控制立式铣床	美国麻省工学院帕森斯
1836	牛头刨床	英国	1954	工业机器人	美国德沃尔
1840	转塔车床	美国	1955	自动编程语言 APT	美国
1862	万能磨床	美国	1955	滚动轴承生产全自动化	前苏联
1864	外圆磨床	美国	1958	加工中心(自动换刀装置的数控机床)	美国卡尼和特雷克公司
1870	螺纹加工自动机床	美国	1960	自适应控制铣床(当切削力、切削转矩、刀具磨损、工件硬度不均匀时,自动调整切削用量)	美国本迪克斯公司
1895	滚齿机	美国			
1898	滚齿机	美国	1963	计算机辅助设计(CAD)	美国萨瑟兰
1900	拉 床	美国	1968	计算机直接数控系统(群控系统)(DNC)	英国莫林斯公司
1913	传送机装配线	美国福特	1968	群控系统	日本铁路大官厂

以史为鉴,从 1840 年鸦片战争到新中国成立前夕,长期的封建统治严重地阻碍了我国科学技术的发展,使之处于极端落后状态。解放后我国在航天工业、军工和电子工业以及工业自

动化方面取得了惊人的成就,有些方面已进入世界先进行列,但与工业发达国家相比,尚需加强创新能力,才能在产品质量、生产能力、技术水平等诸多方面缩小与他们的差距,甚至在许多方面赶超他们。

第一节 机械产品的构成

一、机械的构成

以汽车为例来加以说明。一辆汽车是由车身、发动机、驱动装置、车轮等部分组成。组成汽车的各个部分应当具有充分发挥其性能的最佳形状,所选用的材料应考虑到对强度和功能的要求。

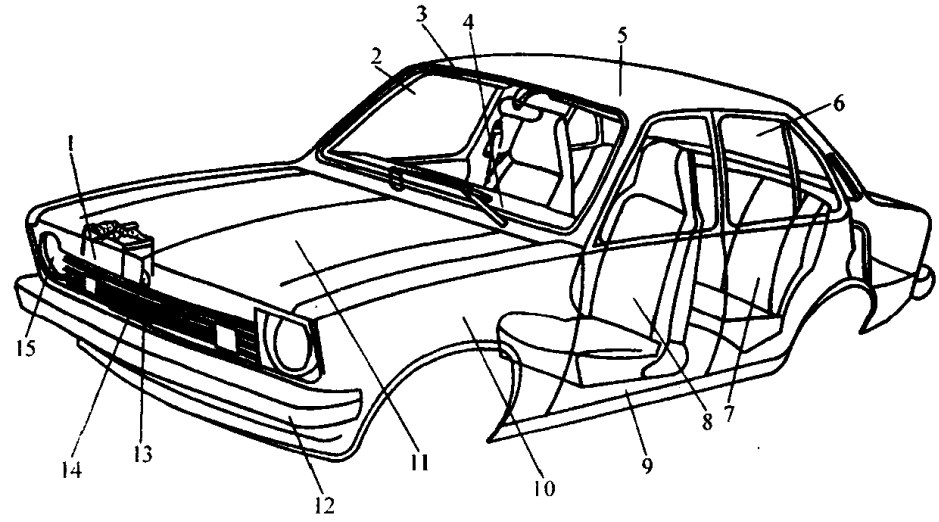


图 1-1 轿车的车身总成图(图注见表 1-2)

图 1-1 为轿车的车身总成图,图 1-2 为汽车的发动机、驱动装置和车轮部分。图中各部分的名称、所用材料和加工方法见表 1-2。由两图可知,汽车的零件是用多种材料制成的,采用的加工方法有铸造、锻造、冲压、注射成型等。另外还有一些加工方法没有列出来,如焊接(用

表 1-2 轿车零部件

件号	名称		材料	加工方法	件号	名称	材料	加工方法
1	蓄电	壳体	塑料	注射成型	5	车身	钢板	冲压
	池	极板	铅板		6	侧窗玻璃	钢化玻璃	
		液	稀硫酸		7	座垫包皮	乙烯或纺织品	
2	前窗玻璃		钢化玻璃 或夹层玻璃	冲压	8	缓冲垫	尿烷泡沫	冲压
3	遮阳板		聚氯乙烯、 稀薄板 + 尿烷泡沫		9	车门	钢板	
4	仪表板		钢板		10	挡泥板	钢板	
			塑料	注射成型	11	发动机罩	钢板	冲压
					12	保险杠	钢板	冲压

(续)

件号	名称	材料	加工方法	件号	名称	材料	加工方法
13	散热器格栅	塑料	注射成型	24	消声器	钢板	冲压
14	标牌	塑料	注射成型 电镀	25	油箱	钢板	冲压
15	前透镜	玻璃		26	轮胎	合成橡胶	
	灯 聚光罩	钢板	冲压、电镀	27	卷簧	弹簧钢	
16	冷却风扇	塑料	注射成型	28	刹车鼓	铸铁	铸造
17	散热器			29	排气管	钢管	
18	空气滤清器	钢板	冲压	30	发 汽缸体	铸铁	铸造
19	进气总管	铝	铸造		动 汽缸盖	铝	铸造
20	操纵杆	钢管			机 曲轴	碳钢	锻造
21	离合器壳体	铝	铸造			凸轮轴	铸铁
22	方向盘	塑料	注射成型			盘	钢板
23	后桥壳	钢板	冲压	31	排气总管	铸铁	铸造
				32	刹车盘	铸铁	铸造

于板料的连接,棒料的连接)、机械零件的精加工(切削、磨削)等。

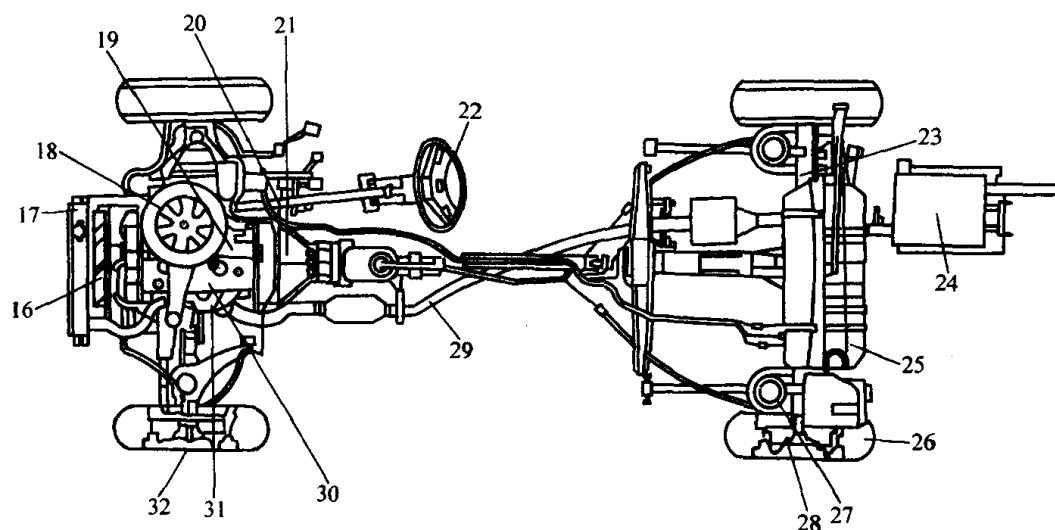


图 1-2 轿车发动机、驱动装置和车轮部分(图注见表 1-2)

二、机械产品的材料

现代机械产品多是机、计、电、仪的集成,几乎使用了通常类型的所有材料,许多特殊的产品还包含了最新开发的新型材料,如功能材料等。随着现代科学技术的发展,材料的使用更有针对性,如发动机使用陶瓷缸套,耐热度提高,其功率将有较大的增长。有关材料的论述本书后面有专门的章节,这里仍以上述汽车为例予以概述。

制造汽车使用了多种材料,从现阶段汽车零件的重量构成比来看,黑色金属占 75% ~

80%, 有色金属占 5%, 非金属材料占 10%~20%。汽车使用的材料大多为金属材料。

黑色金属材料有钢板、钢材和铸铁。钢板大多采用冲压成形,用于制造汽车的车身和大梁;钢材的种类有圆钢和各种型钢,用圆钢作坯料,采用锻造、热处理、切削加工等方法来制造曲轴、齿轮、弹簧等零件;铸铁用于铸造汽缸体、气管、差速器箱体等。

黑色金属的强度较高、价格低廉,故使用较多。按其使用场合的不同,对其性能的要求也不同。例如对于汽车车身,需使钢板作较大的弯曲变形,应采用易变形的钢板;如果外观差,就影响销售,故应采用表面美观、易弯曲的钢板。与之相反,车架厚而强度高,价格应低廉,所以采用表面不太美观的较厚的钢板。

圆钢(断面为圆形)和型钢(断面为 L、T、I 之类的型材)用途广泛。例如将具有特殊性能的圆钢卷绕成螺旋形弹簧,或将圆钢切削加工后再使表面硬化,制成回转轴等。

有色金属材料以铝合金应用最广,用作发动机的活塞、变速箱壳体、带轮等。铝合金由于重量轻、美观,今后将更多地用于制造汽车零件。

铜用于电气产品、散热器。铅、锡与铜构成的合金用作轴承合金。锌合金用作装饰品和车门手柄(表面电镀)。

在非金属材料中采用工程塑料、橡胶、石棉、玻璃、纤维等。由于工程塑料具有密度小,成形性、着色性好,不生锈等性能,用作薄板、手轮、电气零件、内外装饰品等。

由于塑料性能的不断改善,FRP(纤维强化塑料)有可能被用作制造车身和发动机零件。

第二节 机械制造过程与生产组织

一、机械制造过程

现代机械制造以控制论和系统工程为先导,综合考虑物料流(毛坯、材料、结构和工艺等)、信息流和能量流(电能、束流等)三者的关系,将现代工业生产与产品的决策、质量评价、市场信息等有效地融为一体。新材料、新结构和新工艺使机械制造越出了“金属”切削加工的范畴,使机械制造业向着高效、自动、精密方向迅速发展,经济核算也相应地从传统的大批量生产方式,转变为适应竞争机制的中小批量生产。

生产系统(图 1-3)是将大量设备、材料、人和加工过程有序地结合,用系统的观点正确处理输入和输出,即全面考虑国家经济政策、技术情报、市场动态、生产条件及环境保护等因素,进行产品设计、制造、装配和经济核算,直至产品输出。

现代机械制造以生产系统为主组成,以传统机械加工为基础,延伸到当今应用越来越广泛的机械制造系统自动化(NC、GT、CAD/CAM、FMS、工业机器人及 CIMS 等),以适应精密、超精密和特种加工的要求,并将局限于“金属”的切削加工扩展到各种材料的加工。在经济管理中,将核算工时和生产率扩展到设计、制造的整个生产过程,以实现高度统一的综合管理,形成一个

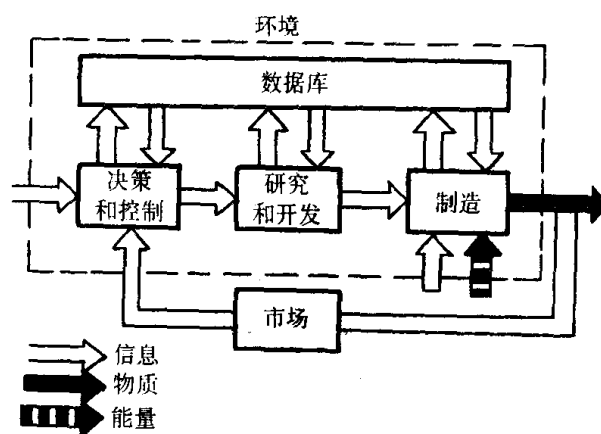


图 1-3 生产系统的基本框图

优化的、完整的生产系统。

图 1-4 仅以材料流来说明一般金属制品的生产流程(含冶金)。

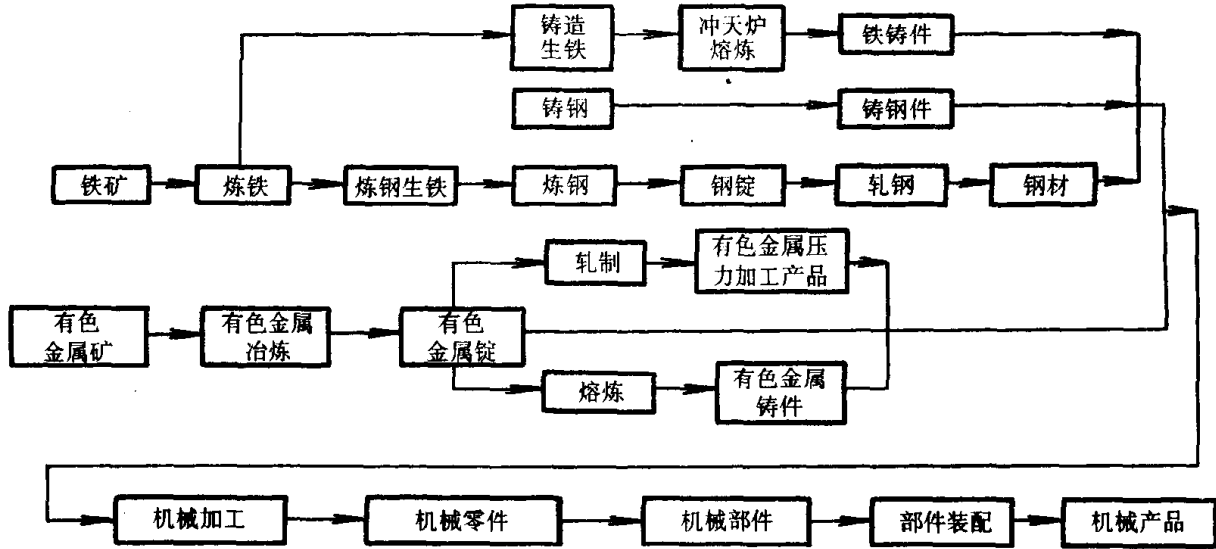


图 1-4 一般金属制品的生产流程示意图

制造过程的实质是一个资源向产品或零件的转变过程,如图 1-5 所示,但这个过程是不连续的(或称离散性),其系统状态是动态的,故机械制造系统是离散的动态系统。

本节仍以汽车的制造过程为例。制造汽车大致按图 1-6 所示的过程来进行。分别采用不同的工序制造出车身、发动机、变速箱、悬挂系统、车轴等,再将它们装配成汽车。

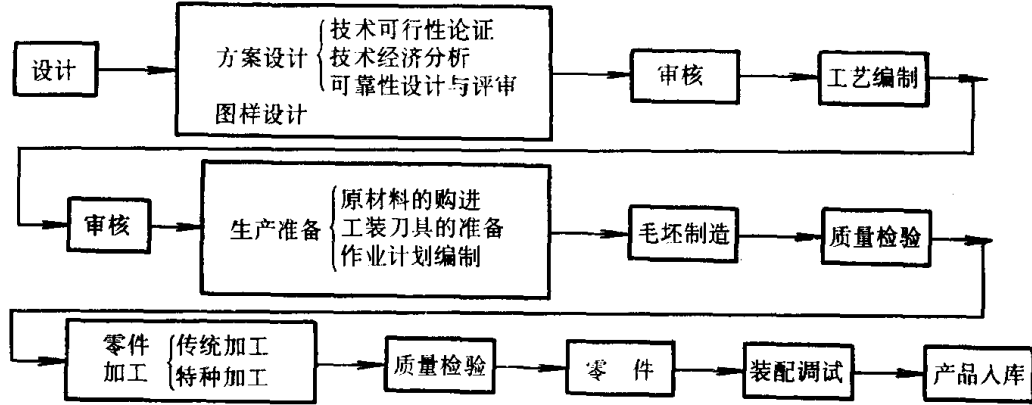


图 1-5 机械制造过程

1) 车身是将冲压加工成形的几块板件接合而成。将经冲压加工而成的车顶、挡泥板焊接在车身上,将加工完成的车门和发动机罩安装在车身本体上。装配完成以后进行喷漆,再装上玻璃、刮水器、内装品等。

2) 发动机、变速箱、悬挂系、车轴等部件,其零件的毛坯为铸件或锻件,是在不同的车间制造的。发动机的汽缸体是将从铸造车间得到的铸件毛坯,在机械加工车间经切削加工而成。在汽缸体中装入活塞、连杆、曲轴等零件,完成整个发动机部件的装配。连杆和曲轴是将锻造车间生产的锻件毛坯,经过机械加工、热处理和精加工后制成的。

变速箱部件是把变速齿轮装入变速箱体中。它的作用是将发动机的动力传递给车轴。齿轮为锻件,用齿轮机床加工而成。变速箱体为铸件。

悬挂系是指支承车体用的弹簧,它与车轴都是由钢材加工而成。

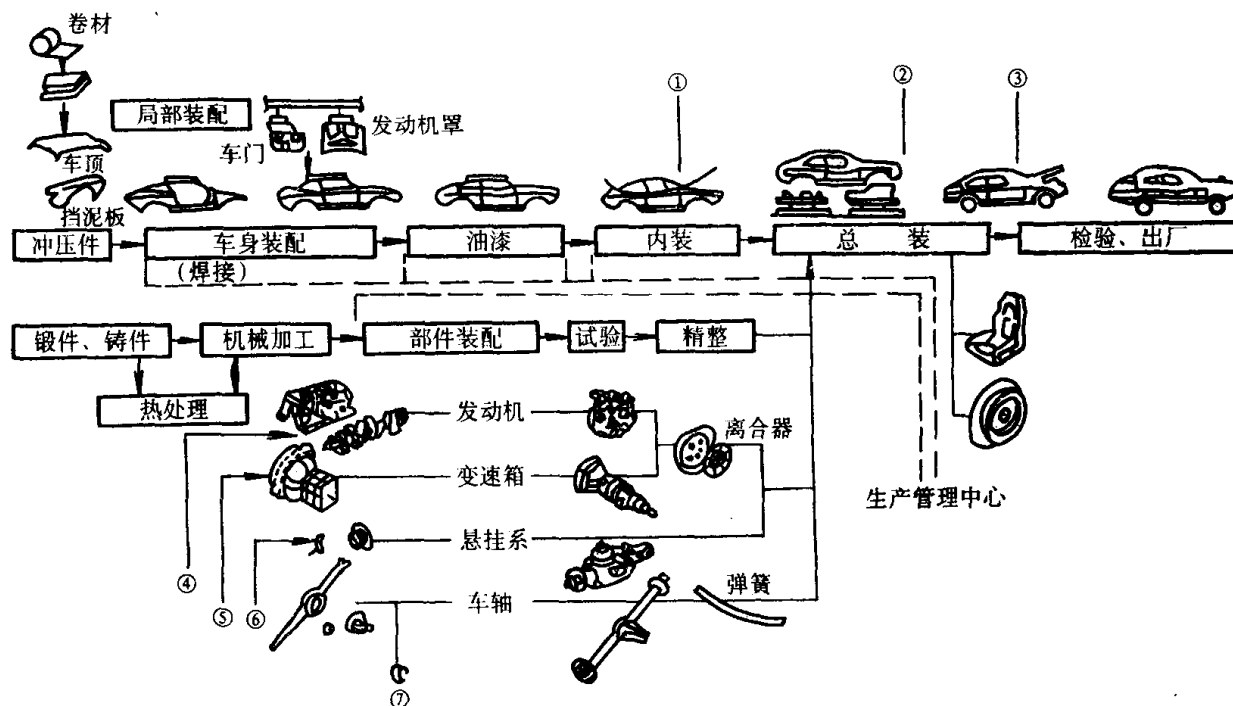


图 1-6 汽车的制造过程

- ① 玻璃, 镜, 车门衬垫, 计量仪表, 刮水器, 车灯, 收音机, 仪表板, 格栅, 油箱
- ② 排气管, 消声器, 驱动轴, 减振器, 保险杠, 轮胎, 制动液管
- ③ 驾驶装置, 蓄电池, 散热器, 工具, 底板
- ④ 活塞, 连杆, 轴承, 风扇, 传动带, 油泵, 配油器, 油盘, 过滤器, 发电机
- ⑤ 拨叉, 轴承, 密封圈
- ⑥ 车架横梁, 连杆, 弹簧, 稳定器
- ⑦ 轴承, 油封, 制动装置, 联轴器

3) 在装完了内装品的车身上, 安装发动机、变速箱、悬挂系、车轴, 再装上轮胎、座垫、转向盘、蓄电池等, 就完成了汽车的装配。

装配完毕的汽车进行检查后, 再进行道路行驶检验, 就可作为成品出厂。

以上简单地说明了汽车的制造过程。其他机械大致也按以上的方法制造, 只是结构简单的机械, 制造所需的加工工序较短。像汽车那样大量生产的场合, 采用流水作业方式, 即将完成某道加工工序的加工作件, 依次移到下一道工序加工。装配时也是采用流水作业方式, 先进行部件装配, 再将若干个已经装配好的部件进行总装配。与此不同, 在单件生产或小批量生产的场合, 制造一台机械只在几个场所进行, 装配地点也是固定的。

随着社会的进步, 多品种、中小批量生产已逐步成为生产的主要形式, 成组技术将企业多品种的零部件, 按一定的相似性准则分类编组, 并以此为基础, 组织生产各环节, 极大地提高了多品种、中小批量产品的生产率。随之兴起的独立制造岛、并行工程等一系列先进的生产方式与各种 NC、FMC 自动化设备的结合, 使机械制造过程发生较大的改变。由此可见, 机械制造过程是一个因产品类型、品种数量、交货期以及设备、人员素质状况等综合因素变化的动态过程。

二、零件加工方法

制造机械零件有若干种加工方法。按发展过程大致可分为三种: 传统的加工方法、特种加工方法以及一些 80 年代左右兴起的高技术加工方法, 如激光、快速成形/零件制造 (RPM-

Rapid Prototype/Part Manufacturing)。本节概述前两种加工方法(后面各章对各种加工方法有详细介绍)。

1. 铸造 将熔化金属浇入铸型,待其冷却凝固后得到所需形状和尺寸的零件。铸造而成的工件称为铸件。为了制造铸型,先要制造与零件形状相似的模型,在模型周围充填型砂,取出模型后即制成具有一定空腔的砂型,这一砂型称为铸型。

用铸造方法可以制造出复杂形状的工件。但由于铸件在凝固过程中不均匀的收缩使得尺寸不那么准确,因此大都还需对铸件进行切削和磨削加工。

2. 锻造 将金属坯料用锤或压力机加压,使之变形,以获得所需形状和尺寸的锻件。随着温度的升高,金属易于变形,因此常将金属加热到高温状态进行锻造。锻造分为模型锻造与自由锻造。模型锻造是把加热的坯料置入锻模型腔中受压变形以获得锻件的方法。自由锻造是将坯料置于上下砧之间加压变形以获得锻件的方法。

锻造时金属坯料受压变形,金属组织致密,强度提高,耐久性增加。锻件数量多时用模锻,锻件数量少时用自由锻。

3. 粉末冶金 它是将粉末压缩成所需形状,加热到低于熔点的高温状态,再将粉末烧结成固体的方法。用粉末冶金法制造的零件称为粉末冶金件。粉末以铁系与铜系金属为主,用于制造齿轮、轴承之类零件;亦可把碳化钨与钴烧结成硬质合金刀片;将耐火材料与金属组合烧结成金属陶瓷等。一般粉末冶金比铸件和锻件的强度低,但粉末冶金可制造多孔质零件和不能铸锻的零件。

4. 板金加工 它是将板料按所需的形状进行切割、弯曲、拉深成形的加工方法。切割板料时用刀具进行切断,保持切断面的光洁是很重要的。弯曲时用工具将工件弯曲到必要的角度,由于工件弯曲后要产生回弹变形,在选择弯曲角度时必须考虑这一点。拉深是用冲模制造无缝容器的成形加工方法。由于一次拉深的变形不能太大,因此用平板制造较深的容器时,必须进行几次拉深。像汽车车身那样的拉深件,其前后左右的曲率均不相同,既要防止产生皱纹,又要保证形状完整,因此在拉深时需特别注意。

5. 焊接 它是使板料(或棒料)实现永久连接的方法。被连接的板料或棒料称为母材。熔化焊是使母材的连接部位熔化,生成共同的晶粒,以实现连接。

此外,还有对母材的连接部位既加热又加压的焊接方法,这时不用焊条。还有母材不熔化,而将熔化的低熔点金属流入到母材的连接部位,使之实现连接的方法(钎焊)。使用焊接方法可将板料连接成各种各样的形状,应用非常方便。焊接广泛用于船舶、桥梁、车辆及其他机械制造部门。

6. 切削与磨削 机器上有相对运动(旋转、滑动)的部位、零件之间的接合面等部位要求表面粗糙度小、尺寸精度高。因此需对这些部位用切削刀具进行切削或用砂轮进行磨削加工。切削刀具采用比毛坯硬的材料,如用工具钢、硬质合金、陶瓷等制造。进行切削加工需要各种机床。如车床(加工回转表面)、钻床、镗床(主要加工孔)、龙门刨床(加工较大的平面)、牛头刨床(加工较小的平面)、铣床(加工沟槽、平面等)、磨床(用砂轮加工内外回转表面、平面)等。此外还有各种齿轮加工机床。各种类型的数控(NC、FMC等)机床能自动进行加工。

7. 特种加工 用于对硬度高、难切削材料进行加工的特殊方法。特种加工的加工能量非常集中,常见的方法有:电火花加工、激光加工、等离子弧加工、电解加工、爆炸加工等。

8. 热处理 将金属材料加热、保温后冷却,由于其加热温度与冷却速度的不同,能赋予金

属材料特殊的性能。常见的热处理方法有淬火、退火、正火、回火等。机械制造中常利用这些热处理方法,来改善零件的力学性能。

三、生产类型

生产类型是指企业(或车间、工段、班组、工作地)生产专业化程度的分类。按照产品零件的生产数量(即企业在计划期内应当生产的产品产量),可以分为三种不同的生产类型。

表 1-3 各种生产类型的特征与要求

生产类型 特征和要求	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
工件的互换性	没有互换性,采用钳工修配	大部分有互换性,少数采用钳工修配	全部有互换性
毛坯	手工砂型铸造和自由锻,精度低、加工余量大	部分用机器造型和模锻,精度和加工余量中等	广泛采用金属模具的机器造型和模锻及其他高效方法,精度高,加工余量小
机床设备	通用设备	部分通用设备,部分专用设备	广泛采用高效专用设备和自动线
刀具与量具	通用刀具和量具	部分采用专用刀具和量具	广泛采用高效专用刀具和量具
对工人的要求	技术熟练	技术上较熟练	对操作工人的技术要求较低,对调整工人的技术要求较高
工艺规程	有简单的工艺路线卡	有工艺规程,对关键零件有详细的工艺规程	有详细的工艺规程

1. 单件生产 是指单件地制造某一种零件,不重复或很少重复的生产。例如重型机器制造、专用设备制造和新产品试制等。

2. 成批生产 是指一次成批地制造相同的零件,每隔一定时间又重复进行的生产。每一次制造的相同零件的数量称为批量。根据批量的大小,又可将成批生产分为小批生产、中批生产和大批生产。

3. 大量生产 是指相同产品的制造数量很多,大多数工作地经常重复地进行某一个零件的某一道工序的加工生产。例如,轴承的制造等通常属于大量生产。

成批生产中,小批生产的工艺特点与单件生产相似,大批生产的工艺特点与大量生产相似,因而在实际生产中常相提并论,称为单件小批生产和大批大量生产。成批生产通常是指中批生产。

由于生产类型不同,拟定零件的工艺过程时所选用的工艺方法、机床设备、工具、模具、夹具、量具、毛坯及对工人的技术要求都有很大的差别。各种生产类型的特征与要求见表 1-3。

生产类型决定于生产纲领,但亦和产品的大小和复杂程度有关。生产类型与生产纲领的关系参考表 1-4。

表 1-4 生产类型与生产纲领(年产量)的关系

生产类型	重型机械	中型机械	小型机械
单件生产	<5	<20	<100
小批生产	5~100	20~100	100~500
中批生产	-	200~5000	500~5000
大批生产	-	500~5000	5000~50000
大量生产	-	>5000	>50000

四、产品质量与经济性

产品质量与经济性似乎是一对矛盾,要想提高质量,就得加大投入,最终导致成本上升,市场的占有率或销售额下降,应该说这是一种传统的机械制造经济、质量、成本分析的观念。随着现代科学技术的发展,机械制造是一个在保证质量前提下,追求最大社会、经济效益的有机体,用系统工程的观点分析的产品质量和经济性,归根结底是技术与经济性、人与经济性的关系。

(1) 影响产品质量的主要因素

- 1) 各个时期技术进步的程度。
- 2) 生产管理的组织形式和方式。
- 3) 产品设计质量的优劣。
- 4) 员工的综合工作能力和敬业精神。
- 5) 拥有的加工设备精度、检验手段的可靠程度和检验观念。

(2) 产品的经济性涉及的主要因素

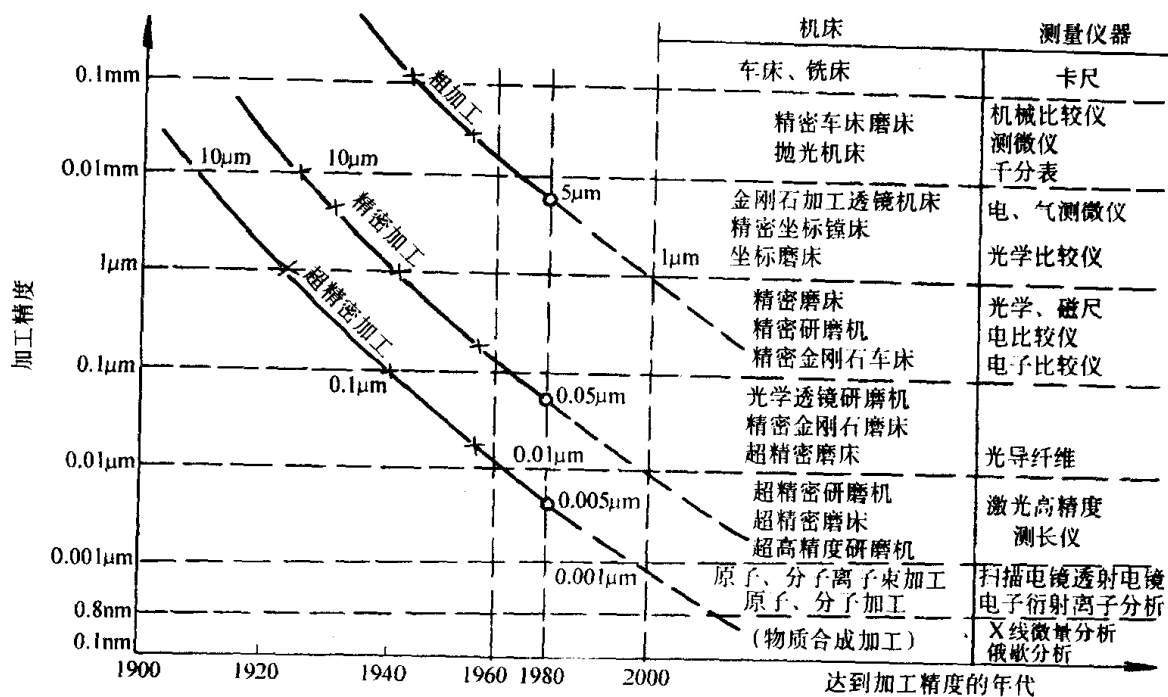


图 1-7 各年代所达到的加工精度

1)产品的销售量与销售方式以及产品投入生产批次的大小。

2)产品设计的创新程度和设计方式、成本等。

3)组织产品生产使用机床、工具、员工的优化程度。

4)生产系统和经营思想与产品最佳效益的认知和贴合程度。

不难看出,产品质量受硬技术制约的条件多一些。从加工角度看加工质量,最重要的是加工精度。图 1-7 列出各年代所达到的加工精度。从经济性看,涉及到人的因素更为多一些,要多从软技术挖掘潜力。由此可见,制造过程的质量,各种硬技术的选用以达到图样要求为度,经济性要从降低硬技术的使用成本入手,努力减少成本中可变因素额度。从系统工程观点看,产品质量和经济性要考虑“软”、“硬”两方面的因素,努力做到以较少的投入获得符合全社会的最大利益。

第二章 机械工程材料基础

材料是人类生产和生活的物质基础,可以直接反映出人类社会的文明程度。例如,我们在历史教科书上常常提到的石器时代、青铜器时代、铁器时代等,就是以材料命名的。在现代社会生产中,材料、能源和信息是三大支柱,而能源和信息的发展又依赖于材料的进步。目前,材料的质量、品种和数量已成为衡量一个国家科学技术、经济水平以及国防力量的重要标志之一。

材料按工业工程来分有:机械工程材料、土建工程材料、电工材料等;按物质结构分有:金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料、复合材料、陶瓷材料等;按用途分有结构材料、功能材料等。目前,机械工业生产中应用最广的是金属材料,尤其是钢铁材料仍占首要地位。本章重点阐述的内容为钢铁材料,对其它常用材料予以简单介绍。

第一节 金属材料的主要性能

金属材料是现代制造机械的最主要材料,在机器设备所用材料中约占 80%~90% 以上。这是因为它不仅来源丰富,而且具有优良的使用性能和工艺性能,能满足生产与生活的各种需要。

金属材料的性能分为使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料在使用过程中反映出来的特性,它决定了金属材料的应用范围、可靠性和使用寿命。使用性能又分为力学性能、物理性能和化学性能。工艺性能是指金属材料在制造加工过程中反映出来的各种特性,是决定是否易于加工或如何进行加工的重要因素。

一、金属材料的力学性能

在机械工程中,金属材料主要用作结构材料,所以其使用性能主要指力学性能,即材料抵抗外力作用的能力。材料的力学性能是机械设计计算、材料选用、工艺评定、材料检验的主要依据,性能指标有:强度、塑性、硬度、韧性、疲劳强度等。

(一) 强度

金属材料在外力作用下都会发生一定的变形,甚至引起破坏。其抵抗永久变形和断裂破坏的能力称为强度。根据外力的性质不同,相应的材料强度指标有:抗拉强度(σ_b)、抗压强度(σ_{bc})、抗弯强度(σ_{bb})、抗剪强度(τ_b)等。

测定强度的最基本的方法是拉伸试验。首先按 GB228—87《金属拉伸试验法》把待测材料制成如图 2-1 所示的标准试样。然后,将试样装夹在材料试验机上,并对其两端缓慢地施加轴向静拉力 P 。随着拉力逐渐加大,试样沿轴向伸长,而径向缩小,直到把试样拉断。若将试样从开始拉伸直到断裂前所受的拉力 P 与其对应的伸长 Δl 绘成曲线,则得到拉伸图,如图 2-2 所示。拉伸图可以反映金属材料在拉伸过程中的弹性变形、塑性变形直到断裂的全部力学特征。一般该图由材料试验机自动绘制。