



现代工程教育丛书

Jixie zhizao jichu

# 机械制造基础

(第2版)

主编 李蔚



西北工业大学出版社

现代工程教育丛书

# 机械制造基础

(第2版)

主 编 李 蔚  
编 者 李 蔚 宁生科  
马保吉 王小翠

西北工业大学出版社

**【内容简介】** 机械制造基础是高等工科院校机械类专业及其相关专业的一门重要的综合性技术基础课和工程实践课。《机械制造基础(第2版)》是在第1版的基础上,结合这几年高校“机械制造基础”课程教学工作的实际情况修订编写的。

本书涵盖了常用工程材料的性质及其加工工艺的基础知识,与《机械制造基础工程训练》教材配套使用,可实现理论教学与工程实践训练的良好衔接。全书分9章,内容包括工程材料导论、铸造成形工艺、金属的塑性成形工艺、焊接成形工艺、非金属材料的成形、零件的毛坯选择、切削加工基础、机械加工工艺基础和特种加工等内容。

本书可供高等工科院校机械类、近机类等相关专业师生使用;也可供工厂企业、科研院所从事机械制造、机械设计工作的工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/李蔚主编. —2版. —西安:西北工业大学出版社,2004.6(2012.2重印)  
(现代工程教育丛书)  
ISBN 978-7-5612-1780-1

I. ①机… II. ①李… III. ①机械制造 IV. ①TH

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第165686号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路127号 邮编:710072

电 话:(029)88493844

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西兴平报社印刷厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:18.875

字 数:454千字

版 次:2012年2月第2版 2012年2月第5次印刷

定 价:38.00元

## 丛书编委会

主 任 刘江南

副主任 张君安

委 员 马保吉 范新会 宁生科 齐 华

李 蔚 王小翠 张中林 何博雄

祁立军 郭宝亿

# 树立现代工程观 培养现代工程师

——《现代工程教育丛书》代序

传统的“工程”概念是“数学和自然科学的原理、知识在工农业生产中的应用”。由此得出高等工程教育的培养目标是“培养适应社会主义现代化建设需要的、德智体全面发展、获得工程师基本训练的高等工程技术人才。毕业生主要到工业部门，从事设计、制造、运行施工、科技开发、应用研究和管理等方面的工作。”这是 20 世纪 90 年代初对我国各工科院校培养目标的统一要求。

21 世纪的工程已是充分体现学科的综合、交叉的“大工程”系统，仅仅从研究与开发、设计、工艺、施工、管理等分工角度来区分和培养工程师已经不能反映现代工程的性质和内涵及其对工程师的要求。现代工程是综合性立体工程，狭义的内涵是科学与技术在经济、人文、社会等条件制约下的、综合的、系统的应用；广义的内涵是在特定目的下，融科学、技术、经济、人文、社会等因素于一体的、综合的、系统的应用。这就要求现代工程师要有对全人类负责的高度责任心；要有足够的人文社会科学素质；要有把工程问题置于整个社会系统中进行综合考虑的能力；要有求真、求善、创新的素质与精神；要有在开放式大系统下全面协调、可持续的整体思维方式与能力。

传统工程教育的体系以数、理、化、生为工程的自然科学基础，以工学、农学、医学为具体应用学科，进一步开展学科基础和专业教育。这种传统体系在面向小系统、小工程和简单研究对象的情况下是成功的。现代工程的研究对象是以现代科学技术为基础的大系统、大工程或复杂系统，它要求有相应的现代工程教育体系与之对应。因此，系统科学、信息科学、控制科学应与数理化一起成为工学的科学基础，后续专业基础课、专业课的内容体系应是系统工程、信息工程、控制工程的具体应用，最终使毕业生成为掌握本专业的信息技术、控制技术以及系统方法论的高级工程技术人才。

据统计，我国本科生中接受工程教育的学生数占学生总数的 33%，而西安工业大学工科学生数占该校学生总数的 45%。我国全面建设小康社会，全面发展工业化是对目前在校接受工程教育的大学生赋予的历史重任，而各类从事工程教育的高等院校如何成为培养现代工程师的摇篮，则成为这些学校能否快速发展的基本条件。

中国作为一个朝气蓬勃的发展中国家已经成为世界的制造工业的中心，如何使中国下一步成为世界的设计中心、工程研发中心，是中国工程教育发展的千载难逢的机遇。我国高校还没有建立大量培养满足现代工业需求的人才体系。这些社会发展的需求、挑战和机遇为西安工业大学本科教育的发展指出了方向。



既然我们以系统工程、信息工程、控制工程作为各类工程专业的基础、核心、主线,就首先应该为学生提供一个现实的大工程系统,供学生在学习的各个阶段亲身经历这个大工程系统的运行,实现理论与实践的密切结合。为此,西安工业大学秉承“忠诚进取,精工博艺”的办学传统,发扬“注重工程实践,突出制造技术”的人才培养特色,于2005年5月创建了“西安工业大学工业中心”,它由金工实习实践教学中心、机械制造基础实验室、电子工艺训练中心、机械制造基础教研室等优化组合而成。西安工业大学工业中心创建3年多来取得了丰硕的成果,主要体现在:树立了现代工程观,以人为本,遵循教育规律和人才培养规律的现代工程师培养理念;构建了由自然科学基础实验、工业系统认知训练、基础工程训练、现代工程系统训练和创新训练组成的五层次训练体系;先后出版了具有自身特色的《现代工程教育丛书》7部分册,其中2部教材获省部级优秀教材;形成了一套反映现代工程技术和训练体系的教学大纲、教学指导书、实习实验报告等;于2006年被授予陕西省综合性工程训练示范中心;“创建工业中心,探索现代工程师培养新途径”项目获得省级教学成果一等奖;先后发表了一批教学研究论文。

西安工业大学工业中心的长远发展目标是以实践论、认识论为理论基础,以现代工业大工程为背景,采用系统化的方法,将信息技术、控制技术贯穿于科学主导工程、理论回归到工程的全过程,全面体现工程科学、工程技术、工程管理的实际应用,使之成为现代工程师的工程科学认识基地、工程技术与管理训练基地、工程创新综合实验基地。

《现代工程教育丛书》由《通向现代工程师的桥梁》《工业系统认识》《机械制造基础工程训练》《现代制造技术工程训练》《电子产品制造工程训练》《工程训练指导与报告》和《机械制造基础》等组成。该套丛书从工业中心建立的理念、工程训练体系的构建到训练内容、训练项目的设计以及教学过程的组织,较全面地反映了西安工业大学以工业中心的创建为载体,开展高等工程教育改革的全过程。

参加编写本套丛书的既有长期从事工程训练教学的一线指导教师,也有相关领导、教学管理人员,从而大大提高了本套丛书指导实际工程实践教学的可操作性。作为这项工程教育改革的参与者,希冀本套丛书的出版能为我国工程教育改革带来一丝启发。

在本套丛书出版之际特写下这些感想,是为序。

西安工业大学副校长 **张君安**

2008年6月于西安工业大学未央校区

## 第2版前言

---

本书本次修订是在第1版的基础上进行的,修订时吸取了近年来的教学改革经验和广大读者对该教材的建议和意见。

本次修订主要从以下几个方面进行:

(1)为了体现知识体系的完整性与系统性,在工程材料导论一章中增加了铁碳合金的内容。

(2)重视和充实了新技术、新工艺的内容,如在第2章增加了铸造新技术、新工艺简介;第4章增加了焊接新技术简介等内容。

(3)增加并调整了部分章节和内容,如增加了第6章,将原第6章和第8章的内容重新进行了设计。

(4)新增、更换和改正了部分插图。

此外,对于第1版一些论述不十分妥贴乃至不当之处,做了修改。

本书的修订是在原有编者集体讨论的基础之上,由李蔚担任主编,宁生科(第1~2章,第8.4节,第9章)、李蔚(第3~6章)、王小翠(第7章,第8.1~8.3节,第8.5~8.6节)执笔完成的。

修订后的本书,错误与不妥之处仍在所难免,希望读者不吝赐教,以利于编者的提高,以及本书的下一轮修订工作,谨致感谢。

编者

2011年6月于西安工业大学

# 第1版前言

---

为了适应 21 世纪高级工程技术人才培养的要求以及深化改革高等工程教育课程体系的精神,近几年来,我们对机械制造基础课程进行了一系列的教学研究、实践和探索,积累了一些经验和成果,为此编写了这本教材。

为了符合高等工程教学改革的要求,本教材在编写过程中力争体现以下特点:

1. 全书以制造工艺方法为主线,以介绍工业制造背景知识为重点。
2. 精选传统金属工艺学的相关内容,突出新材料、新工艺、新技术、新设备等体现现代制造水平的内容。
3. 注意与《机械工程实践》教材在内容和体系上的协调配合。
4. 将特种加工、精密与超精密加工、先进制造技术分别单设成章,体现工业制造技术的发展水平和趋势。
5. 增加非金属材料的制造工艺方法,从而完善工业制造的全部基础知识。
6. 内容的编排符合从实践到认识的认知规律。

本书可作为高等工科院校机械类、机电类及近机类专业教材,也可供有关工程技术人员参考。

本书由宁生科主编。参加编写的有:宁生科(绪论、第 1 章、第 2 章、第 7 章、第 8 章),李蔚(第 3 章、第 4 章、第 5 章),马保吉(第 9 章),王小翠(第 6 章),侯志敏(第 10 章)。

本教材在编写过程中,参考了有关文献资料,在此对相关作者深表感谢。西安工业学院教务处副处长薛虹对本书的出版给予了极大的支持,在此衷心地表示感谢。

由于编者水平所限,书中难免有欠妥之处,敬请读者指正。

编者

2004 年 2 月



# 目 录

---

绪论	1
第 1 章 工程材料导论	7
1.1 工程材料的种类与性能	7
1.2 铁碳合金	18
1.3 钢的热处理	26
1.4 常用金属材料及其用途	32
1.5 非金属材料及其用途	44
第 2 章 铸造成形工艺	57
2.1 液态金属成形理论基础	57
2.2 砂型铸造	63
2.3 特种铸造	75
2.4 铸件结构工艺性	83
2.5 铸造新技术、新工艺简介	88
第 3 章 金属的塑性成形工艺	93
3.1 金属塑性成形的理论基础	94
3.2 常用锻造方法	99
3.3 薄板冲压成形	111
3.4 特种塑性成形方法	120
第 4 章 焊接成形工艺	126
4.1 焊接理论基础	127
4.2 焊接方法	132
4.3 焊接工艺基础	138
4.4 胶接	144
4.5 焊接新技术简介	146
第 5 章 非金属材料的成形	149
5.1 塑料的成形加工	149
5.2 橡胶的成形加工	152
5.3 陶瓷的成形加工	154



<b>第 6 章 零件的毛坯选择</b> .....	157
6.1 毛坯的种类 .....	157
6.2 毛坯选择的原则 .....	159
6.3 典型零件毛坯选择分析 .....	160
6.4 毛坯选择实例 .....	163
<b>第 7 章 切削加工基础</b> .....	166
7.1 切削加工概述 .....	166
7.2 金属切削原理 .....	170
7.3 金属切削机床 .....	186
7.4 常用切削加工方法及应用 .....	203
<b>第 8 章 零件典型表面的加工分析</b> .....	230
8.1 外圆面的加工 .....	230
8.2 孔的加工 .....	232
8.3 平面的加工 .....	233
8.4 特形表面的加工 .....	235
8.5 零件切削加工的结构工艺性 .....	248
8.6 机械加工工艺过程基本知识 .....	257
<b>第 9 章 特种加工</b> .....	276
9.1 特种加工概述 .....	276
9.2 电火花加工 .....	278
9.3 电解加工 .....	282
9.4 超声波加工 .....	284
9.5 激光加工 .....	287
9.6 水射流切割技术 .....	288
<b>参考文献</b> .....	291

# 绪 论

## 1. 典型机械产品的构成及其所用材料

任何机械产品,从大型的船舶、飞机、汽车等,到小型的仪器、仪表等,都是由许多零件或部件组成的。例如,任何不同型号、不同类型、不同厂家生产的汽车,其基本都是由发动机、底盘、车身、电器设备等四大部分构成的,其中每一部分又由若干零件或部件组成。

某型轿车如图 1 所示。轿车车身由许多零部件组成,不同的零部件需用不同的材料(包括钢、塑料、橡胶和玻璃等)和不同的加工方法来制造。例如,前灯的透镜是用玻璃制造的,聚光罩是用钢板经冲压和电镀制成的;发动机罩、顶盖、车门、翼子板、保险杠都是用钢板经冲压制成的;前窗玻璃和侧窗玻璃均为强化玻璃;坐垫的缓冲垫采用尿烷泡沫,坐垫套则采用乙烯或纺织品;轮胎采用合成橡胶;车轴是由钢经锻造、热处理和切削加工等工艺制成的。



图 1 轿车

## 2. 机械制造系统与机械制造过程简介

制造业是通过制造过程,将制造资源(物料、能源、设备工具、资金、技术、信息和人力等)转化为可供人们使用或利用的工业品或生活消费品的行业。

制造系统是由制造过程及其所涉及的硬件(包括物料、设备、工具和能源等)、软件(包括制造理论、制造工艺和制造信息等)和人员组成的一个将制造资源转变为产品的有机整体。

机械制造系统是一种典型的、具体的制造系统,它具有制造系统所具有的一切基本特性。其组成如图 2 所示。

机械制造过程如图 3 所示,它是一个由资源向产品或零件的转变过程。

长期以来,人们习惯于孤立地分别研究机械制造过程中所涉及的各种问题,在改进机床、工具和制造工艺等方面取得了长足的进步,也成功地应用于大批量生产。但是,在如何大幅度提高小批量生产的生产率方面,由于各种因素非常复杂,长期未能取得大的突破。直至 20 世



纪 60 年代末期,人们才开始运用系统的观点来认识和分析机械制造的全过程,并运用系统工程的理论和方法,根据机械制造系统的目的,从整体与部分、部分与部分、整体与外部环境之间的相互联系、相互作用及相互制约的关系中,综合、准确地分析和研究制造系统,逐步获得了技术先进、经济合理、效率较高、整体协调运转的最佳效果。

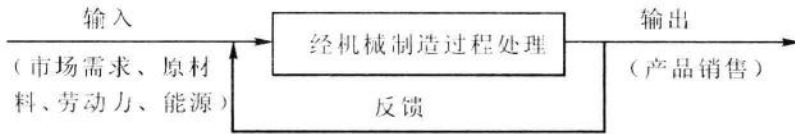


图 2 机械制造系统

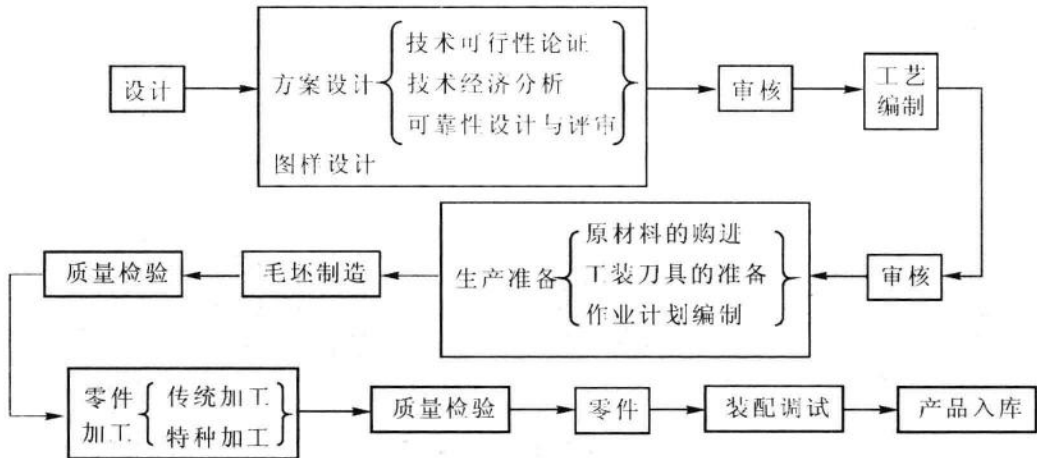


图 3 机械制造过程

### 3. 材料应用与机械制造技术发展史

材料是人类文明的物质基础。材料的发现和广泛应用以及材料加工工艺的进步是推动人类社会发展的动力。正因为如此,人们通常将材料作为划分时代的标志,即将人类社会划分为石器时代、青铜器时代和铁器时代。

(1)材料应用与机械制造技术发展简史。从古猿到原始人的漫长进化过程中,石器一直是人类使用的主要工具(除石器外,当然也应该有木器、竹器、骨器等,但都没有能像石器化石那样耐久而保留至今)。最初使用的是天然石块,以后慢慢学会了用石头相互撞击来制造简单工具,这在人类历史上经历了大约 200 万年的漫长岁月。后来逐步发展到磨制石器,按需要对石器进行磨光、磨尖、钻孔等,从而制作出石刀、石矛、石镰等精巧石器。大约距今 15 000 年,才开始出现复合工具,即将石斧、石刀、石镰等安装在木制、竹制或骨制的把柄上,特别是选择合适的木料和动物筋腱制成了弓、箭、弦等更加复杂的狩猎工具,使人类进入了新石器时代。

大约 50 万年前,人类学会了用火,到原始社会末期,人类的祖先开始用火烧制陶器。原始的制陶技术起源于旧石器末期,到新石器时代已相当发达。人类在利用火的时候,观察到泥土被火烘烤后变干、变硬的现象,于是在竹制或木制的容器外面涂上一层黏土后放到火上去烧烤,后来发现成形的黏土不用内部容器也可以当做容器。制陶是人类第一次对材料的加工超



出了仅仅改变材料几何形状的范围,开始能够改变材料的物理和化学性能,通过复杂的工艺过程,创造出自然界所没有的人工材料;同时对材料的加工也不仅仅是利用人的体力,而是利用了火这种自然力。因此,制陶是古代材料应用及其加工技术的一大重要进步。

人类在烧制陶器的过程中发明了冶铜术,后来又发现把锡矿石加到红铜中一起冶炼,制成的材料更加坚韧耐磨,这就是青铜,从而使人类于公元前 5 000 年进入青铜器时代。青铜器的出现在人类技术发展史上具有重要意义。

大约在公元前 1200 年,人类进入铁器时代。冶铁技术和铁器的发明是古代材料技术最重大的成就。最先掌握的是铸铁冶炼术,后来炼钢工业迅速发展,成为 18 世纪产业革命的重要内容和物质基础。

1775 年,英国人约翰·威尔金森(John Wilkinson)成功发明了世界上第一台真正的镗床,而英国著名的发明家詹姆斯·瓦特(James Watt,1736—1819 年)利用威尔金森的镗床加工出在当时来说高精度的蒸汽机汽缸,从而推动了第一次工业革命的诞生,也标志着人类用机器代替手工的机械化进入了新的发展时期。

随后相继出现了各种类型的金属切削机床和刀具,以及自动线、加工中心、数控系统和无人化全自动工厂。

(2)我国古代在材料和机械制造方面的辉煌成就。古老的中华民族在材料的应用和机械制造技术方面有辉煌的成就。新石器时代的仰韶文化和龙山文化时期,我们的祖先已经在氧化性窑中 950℃ 温度下烧制红陶;在还原性炉气中 1 050℃ 下烧制薄胎黑陶与白陶。3 000 多年前的殷、周时期,我们的祖先已经发明了釉陶,炉窑温度提高到 1 200℃。东汉时期出现了瓷器,并于 9 世纪传至非洲东部和阿拉伯世界,13 世纪传至日本,15 世纪传至欧洲,使瓷器成为中国文化的象征,对世界文明产生了极大的影响。

我国在夏(公元前 2140 年开始)以前就掌握了青铜冶炼术,虽然晚于古埃及和西亚一些国家,但发展很快。到距今 3 000 多年的殷商、西周时期,我国的青铜冶炼技术已达到当时世界领先水平,青铜已广泛用于制造各种工具、兵器、食器和祭器等。1939 年河南安阳出土的晚商遗址中的“司母戊”大方鼎,如图 4 所示,其造型高大厚重,气势雄伟,纹饰华丽,工艺高超,质量达 875 kg,外形尺寸为 133 cm×78 cm×110 cm,是迄今为止世界上最古老的大型青铜器。1965 年,从湖北江陵楚墓中发掘出的两把越王勾践的宝剑,如图 5 所示,长 55.6 cm,在地下埋藏 2 000 多年仍然金光闪闪,锋利无比,是古代青铜器的杰作。1980 年在陕西临潼秦始皇陵墓附近出土的 2 000 多年前的的大型彩绘铜车马两组,如图 6 所示。每车四马,由一名御官俑驾驶,大小约为真实车、马、人的一半,结构精细,形态逼真;每辆铜车马由 3 400 多个零部件组成,总质量为 1 241 kg;材料以青铜为主,并配有金银饰品,综合了铸造、焊接、凿削、研磨、抛光以及各类联结等多种工艺技术,达到了非常高的水平。特别是一、二号车的伞盖,其厚度仅 0.1~0.4 mm,而面积分别为 1.12 m<sup>2</sup> 和 2.3 m<sup>2</sup>,整体铸造一次成形,即使在今天,要铸成这么大而薄、均匀呈穹窿形的铜件也非易事。至今,铜车马上的各种链条仍转动灵活,门、窗开闭自如,牵动辕衡,仍能载舆行使。秦陵铜车马被誉为中国古代的“青铜之冠”。其加工工艺之复杂,制作技术之精湛,充分反映了我国劳动人民对古代人类文明所做的巨大贡献。

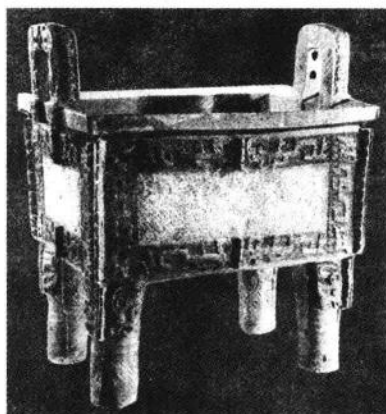


图4 “司母戊”大方鼎

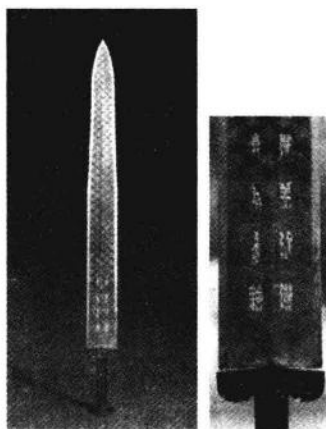
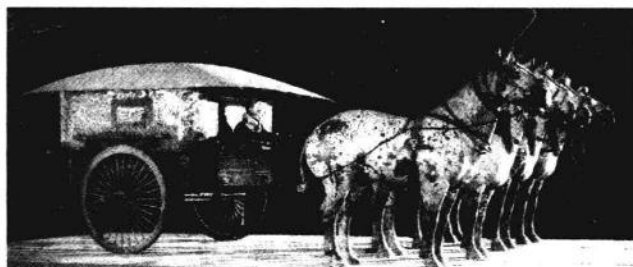
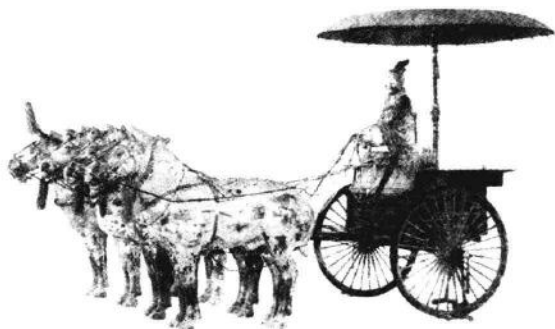


图5 古代越王勾践剑



(a)



(b)

图6 秦陵铜车马

(a)铜车马一号车;(b)铜车马二号车

我国金属切削加工工艺的发展可追溯到青铜器时代。在湖南衡阳出土的东汉时期的人字齿轮,形状尺寸相当精确,说明在汉朝就有了金属机件。至明朝已经有了简单的切削加工设备,公元1668年,我国的切削加工已发展到使用直径近6.6m的嵌齿铣刀,由牲畜牵动旋转,来铣削天文仪上的铜环。明朝宋应星所著《天工开物》一书,详细记载有冶铁、炼钢、铸造、锻造、焊接(锡焊和银焊)、热处理(淬火等)等各种金属加工方法。其中记载的关于锉刀的制造、翻修和热处理工艺与现代技术相差无几,这是世界上最早的机械制造方面的科学著作。





由此可见,我国古代在材料和机械制造的许多方面,都曾经处于世界领先地位,为人类文明的发展和进步做出了巨大的贡献。但是,在 18 世纪以后,特别是从 1840 年鸦片战争以后,由于长期的封建愚昧统治和闭关自守,中国人民饱受帝国主义侵略和殖民掠夺,严重阻碍了生产力的发展,使我国的科学技术水平处于极端落后的状态。

(3)我国在材料和机械制造领域的技术现状。钢铁材料依然占据工业领域的重要地位。据中国钢铁工业协会公布的数据显示,20 世纪 90 年代末,中国钢铁产量一直居于世界首位,而 2008 年中国钢铁产量首次突破 5 亿吨。除此之外,非金属材料、高分子合成材料、陶瓷材料和复合材料等各种材料在机械制造中发挥着越来越重要的作用。机械制造的新材料、新技术、新工艺和新设备层出不穷,计算机技术也已广泛应用于机械制造过程中,许多机械制造企业正朝着生产过程自动化的方向发展,与世界先进水平的差距正在逐步缩小。

据 2009 年的统计数据报道,中国的汽车行业连续五年来平均以 20% 以上的增长速度向前发展,已成为世界最大的汽车生产和消费国。2009 年,中国销售汽车 1 364 万辆,成为世界第一大汽车市场,受到全球空前的关注。中国汽车制造业已经成为国家制造业的核心战略产业。多年来,通过技术引进与合作,我国汽车工业的整体水平有了大幅度提高,尤其是轿车制造技术进步明显。主要表现在以下几个方面:一是节能技术,包括发动机燃料喷射技术和稀薄燃烧技术的应用;二是环保技术,国产轿车已广泛采用闭环控制电子燃油喷射系统,普遍安装了三元催化装置,使尾气的排放有了大幅度降低;三是安全技术,包括 ABS 系统、安全气囊和新型安全带的安装,以及发生事故后自动熄火和断油等技术的采用。所有这些,都表明我国的汽车制造业已经大大缩短了与世界先进水平之间的差距,一些产品已经达到国际先进水平。

#### 4. 工程材料与机械制造技术发展趋势

进入新世纪,现代科学技术飞跃发展。材料技术、能源技术、信息技术成为现代人类文明的三大支柱。现在,世界上已有传统材料数十万种,并且新材料的品种以每年大约 5% 的速度在增长。多种多样的金属材料、高分子材料、无机非金属材料 and 复合材料给社会生产和人们生活带来了巨大的变化。在工程材料的研究和应用方面,传统钢铁材料不断扩大品种规模,不断提高质量并降低成本,在冶炼、浇铸、加工和热处理等工艺上不断革新,出现了炉外精炼、连铸连轧、控制轧制等新工艺,微合金钢、低合金高强度钢、双相钢等新钢种不断涌现;在非铁金属及其合金方面,出现了高纯高韧铝合金,高温铝合金,高强高韧和高温铁合金,先进的镍基、铁基、铬基高温合金,难熔金属合金及稀贵金属合金等;快速凝固金属非晶和微晶材料、纳米金属材料、定向凝固柱晶和单晶合金等许多新型高性能金属材料 and 磁性材料,形状记忆合金等功能材料也层出不穷。

在机械加工工艺方面,各种特种加工和特种处理工艺也日益繁多。传统的机械制造生产过程正在发生变化,如铸造、压力加工、焊接、热处理、胶接、切削加工、表面处理等生产环节采用高效专用设备和先进工艺,普遍实行工艺专业化和机械生产自动化;为适应产品更新换代周期短、品种规格多样化的需要,高效柔性加工系统获得迅速发展;计算机集成制造系统把计算机辅助设计系统(CAD)、计算机辅助制造系统(CAM)与生产管理信息系统(MIS)综合成一个有机整体,实现了机械制造过程高度自动化,极大地提高了劳动生产率和社会经济效益。

对于汽车制造业而言,机械切削加工技术已经由过去传统的专机生产、流水线生产、自动线生产,发展到今天的以柔性技术为特点的制造生产线。高效化、精密化、柔性化、自动化是汽车制造业机械切削加工技术变化的趋势。同时,高速加工技术、敏捷制造技术、智能化加工技



术、绿色加工技术等都已经得到快速发展。

随着全球经济竞争越来越激烈,21世纪制造业在柔性化、自动化、敏捷化、虚拟化等基础上,趋于以下几个发展方向:

(1)网络化。制造业随着经济的全球化也开始步入全球的一体化。从采购、设计到制造加工,再到销售,已不再局限于某个企业、某个集团或是某个国家。地域的分散性,必将给企业的经营和管理带来诸多不便,随之而来的是制造成本的增加。随着网络通信技术的迅速发展和普及,企业可以通过制造的网络化,有效组织管理分散在各地的制造资源。另外,制造企业也可以基于网络实现世界范围内的动态联盟。这些都属于虚拟市场,基于信息化与虚拟化技术的进一步延伸。

(2)集成化。制造业已不再局限于先进的制造加工技术,而应是集机械、电子、光学、信息、材料、能源、环境、现代管理等最新成就为一体的新兴技术。各个专业、学科间应不断渗透、交叉、融合,使技术趋于系统化、集成化。同时,为了更大限度地实现信息资源共享与优化,企业内部及企业之间也应该实现集成化。

(3)绿色化。大批量的生产模式是以消耗资源为代价的,而由此造成的资源枯竭和环境污染等问题已向人们敲响了警钟。最有效地利用资源和最低限度地产生废弃物,是当前全球环境问题的治本之道,也是制造业探索更清洁、更优良的制造模式的重要方向。即通过绿色生产过程、绿色设计、绿色材料、绿色设备、绿色工艺、绿色包装、绿色管理等生产出绿色产品,产品使用完以后再通过绿色处理加以回收利用。

(4)极端化。“极”是前沿科技发展的焦点,即能在高温、高压、高湿、强腐蚀等条件下工作的,或有高硬度、大弹性要求的,或在几何形体上极大、极小、极厚、极薄的制造技术或产品。

(5)智能化。智能化是先进制造技术自动化的深度延伸。随着计算机技术的不断发展,制造业不仅要实现物流流控制的传统体力劳动自动化,还包括信息流控制的脑力劳动的自动化,从而实现在制造诸环节中,以一种高度柔性集成的方式,借助计算机模拟的人类专家的智能活动,进行分析、判断、推理、构思和决策,取代或延伸制造环境中人的部分脑力劳动。

#### 5. 机械制造基础课程的性质、目的及任务

(1)课程性质。机械制造基础课程是一门研究机器零件的常用材料和制造工艺方法,即从选择材料,制造毛坯,直到加工出零件的综合性课程。它是高等学校机械类专业学生必修的技术基础课。本课程由工程材料、材料成形工艺基础和机械制造工艺基础三个模块组成。

(2)课程目的。学生在工程训练的基础上,通过本课程的学习,获得常用工程材料及零件加工工艺的知识,培养工艺分析的初步能力及创新意识,并为学习其他有关课程及以后从事机械设计和制造工作奠定必要的基础。

#### (3)课程任务。

1)掌握常用工程材料的种类、成分、组织、性能和改性方法,具有选用工程材料的初步能力。

2)掌握常规与先进制造技术的基本原理和工艺特点,具有进行工艺分析及选择毛坯、零件加工方法的初步能力。

3)具有综合运用工艺知识,分析零件结构工艺性的初步能力。

4)了解制造工艺系统,具有制造工艺系统的初步分析能力。

5)了解与本课程有关的新材料、新工艺、新技术及其发展趋势,建立现代制造工程的概念。



# 第 1 章

## 工程材料导论

### 1.1 工程材料的种类与性能

#### 1.1.1 工程材料的种类

工程材料是指具有一定性能,在特定条件下能够承担某种功能、被用来制造零件和工具的材料。工程材料种类繁多,常见分类方法如图 1-1 所示。

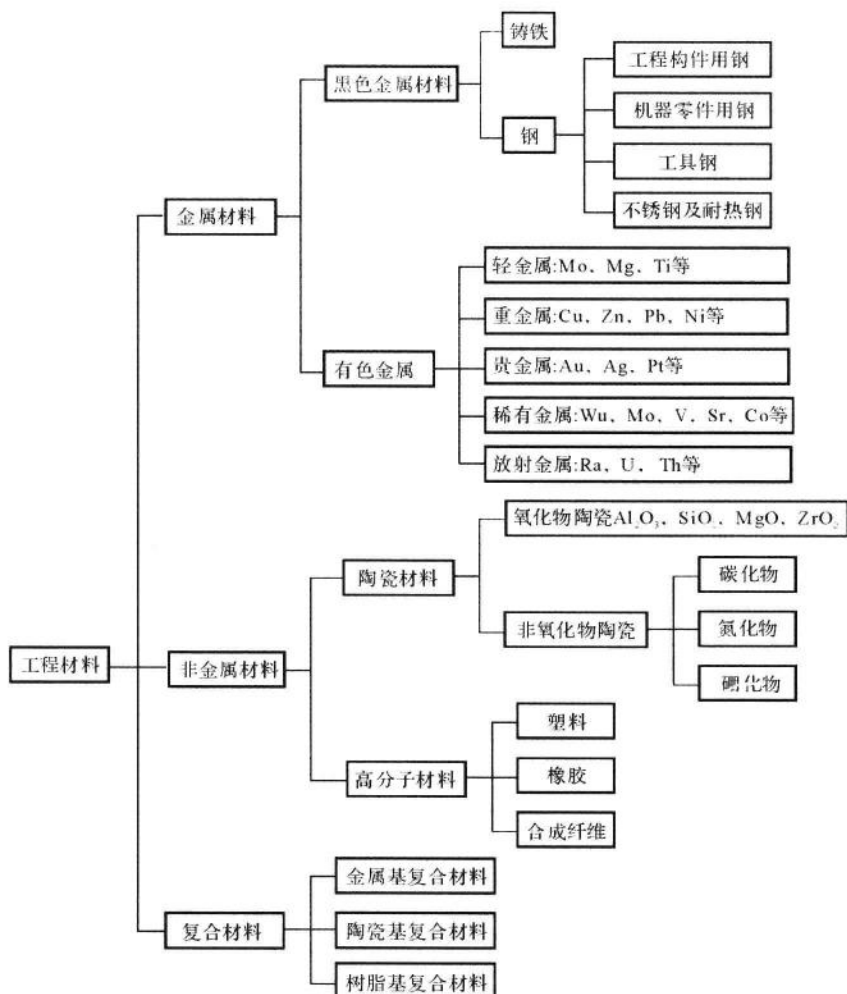


图 1-1 工程材料的分类