



全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

机械制造技术基础

李华 主编

高等教育出版社

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

机械制造技术基础

Jixie Zhizao Jishu Jichu

主 编 李 华
主 审 张世昌

高等教育出版社·北京

内容简介

本书是全国教育科学“十一五”规划课题研究成果。

本书以机械切削加工技术和机械装配技术为主要内容,结合智能制造领域新技术的发展,适应工程认证和“新工科”教育改革的要求,在保证必要基础理论的前提下,注重技术的应用和综合,注重能力的培养。在内容编写上,以切削理论和工艺系统理论为基础,以加工方法为主线,介绍各种加工方法的特点、应用和相应的工艺装备;通过读者对工艺规程设计的学习,实现对机械加工方法和装备的综合运用,掌握加工质量控制的基本原理和方法。

本书除绪论外,共分为十三章,形成了完整的知识体系。主要内容包括:第一章机械制造概述,第二章机械加工工艺系统,第三章金属切削过程理论,第四章车削加工,第五章铣削加工,第六章磨削加工,第七章其他常用切削加工方法,第八章齿形加工,第九章现代加工技术,第十章机械制造工艺规程设计,第十一章机械制造工艺尺寸链,第十二章机械加工精度,第十三章机械加工表面质量。每章后附有练习与思考题。

本书可作为高等学校机械类专业的教材,也可供高等专科学校、高等职业学校机械专业选用,亦可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/李华主编. --北京:高等教育出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-04-049071-8

I. ①机… II. ①李… III. ①机械制造工艺-高等学校-教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 300963 号

策划编辑 卢广 责任编辑 卢广 封面设计 王鹏 版式设计 马敬茹
插图绘制 杜晓丹 责任校对 张薇 责任印制 耿轩

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京鑫海金澳胶印有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 22.25
字 数 530 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2018 年 1 月第 1 版
印 次 2018 年 1 月第 1 次印刷
定 价 42.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 49071-00

前 言

教育部高等学校机械类专业教学指导委员会为落实“中国制造 2025”行动纲领,提出密切跟踪制造业的前沿进展,加强机械工程教育与信息化技术的紧密结合,推动机械工程教育与行业的合作,开展机械类专业教育教学改革的要求。为适应近年来先进制造技术在机械行业快速普及的新形势,并结合机械类专业本科应用型人才的培养目标,在总结机械专业教学与改革经验的基础上,我们编写了本教材。

进入 21 世纪以来,世界范围内正悄然兴起新一轮科技革命和产业变革,我国确立了把我国建设成为引领世界制造业发展的制造强国的宏伟目标。高校机械类专业担负着为我国高端装备与智能制造产业发展和相关战略产业提供人才支撑的重要任务。随着科学技术的发展,机械制造技术的基本内涵也在发生深刻的变化,特别是随着数字化、网络化、智能化时代的到来,机械制造的技术手段、装备、生产组织都产生巨大的变化,新材料的出现和各个产业的发展,也对机械制造技术提出了许多新的挑战。特别是进入 21 世纪以来,先进制造技术得到了快速的发展和普及应用,数控机床、加工中心等数字化制造技术装备得到了迅速的普及,推动了传统制造技术的更新,提升了我国机械制造技术的整体水平,为实现制造强国的目标提供了有力的基础。建设制造强国对机械类人才培养提出了新的要求,掌握先进的机械制造技术知识及其应用是机械类专业人才必须具备的基本要求之一。与人才培养要求相配套的教材也必须及时更新。

机械制造技术是机械产品制造过程中所涉及的技术的总称。它包括了各种机械加工、材料成形、特种加工、产品装配技术方法、理论以及实现这些技术的装备与工具。机械产品的生产过程就是这些技术方法和装备的合理组织和使用。这些技术的基本知识和理论不仅是传统制造技术的基础,也是先进制造技术的重要基础。先进制造技术正是机械加工的基本理论与现代信息技术结合的产物。根据培养方案的分工,本书主要介绍切削加工(冷加工)与机械装配的有关基础知识和理论,同时注重介绍有关的先进制造装备与技术的知识。在编写过程中,我们坚持以工艺为主线,以制造技术方法为重点,使学生对各种加工方法的应用、工艺装备应用和工艺规程设计有深入的掌握。首先通过一个例子介绍机械产品的完整制造过程,使读者对机械制造过程有一个全面的了解。然后介绍相关的技术方法和理论,最后介绍如何应用这些方法设计机械制造的工艺过程。在介绍每一种技术方法时,注重在基本理论知识的基础上加强最新技术发展和应用的内容,使学生可以初步了解新技术的应用。全书共分三篇十三章,形成了完整的体系。机械类不同的专业可根据具体的教学要求对内容进行必要的取舍。编写时贯彻了最新的国家标准,注意采用实物照片图等形式,使学生可以更直观地对有关内容有准确的感知,便于学习和理解。

本书由李华任主编。参加编写的有苏州科技大学李华(绪论、第一、二、四、十三章)、河南工业大学李焕锋(第五、六章)、河南科技学院苏建修(第七、八章),南阳理工学院熊运昌(第十、十

II 前言

一章)、苏州科技大学曹自洋(第三、九章)、常熟理工学院徐正亚(第十二章)。

本书由天津大学张世昌教授主审。张教授对本书进行了全面细致地审阅,提出了许多宝贵的修改意见。作者所在院校的领导和同事们对本书的编写也给予了大力的支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

书中难免还有不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2017年11月于苏州

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 总 论

第一章 机械制造概述	9	第三节 刀具与磨具	38
第一节 机械制造过程	9	第四节 夹具	53
第二节 机械制造的生产组织	20	练习与思考题	58
第三节 机械零件的成形方法	24	第三章 金属切削过程理论	61
第四节 机械加工运动与切削用量	26	第一节 金属切削过程	61
练习与思考题	28	第二节 切削过程基本规律	66
第二章 机械加工工艺系统	30	第三节 切削过程基本规律的应用	74
第一节 工件	30	第四节 磨削过程与磨削原理	80
第二节 机床	32	练习与思考题	84

第二篇 机械加工方法与装备

第四章 车削加工	89	第一节 钻削加工与钻头	147
第一节 车削加工概述	89	第二节 镗削加工与镗刀	153
第二节 车床	90	第三节 铰削加工	155
第三节 车刀	102	第四节 钻床与镗床	157
第四节 车削夹具	104	第五节 钻削夹具与镗削夹具	161
练习与思考题	107	第六节 刨插加工与拉削加工	166
第五章 铣削加工	109	第七节 螺纹加工	174
第一节 铣削加工概述	109	练习与思考题	179
第二节 铣床	114	第八章 齿形加工	180
第三节 铣刀	121	第一节 齿形加工方法	180
第四节 铣削夹具	126	第二节 滚齿加工	182
练习与思考题	130	第三节 插齿加工	196
第六章 磨削加工	131	第四节 其他齿形加工方法	200
第一节 常用磨削工艺及应用	131	练习与思考题	204
第二节 磨床	137	第九章 现代加工技术	205
第三节 磨削工具的应用	143	第一节 超精密切削与微切削	205
练习与思考题	146	第二节 高速切削与高速磨削	210
第七章 其他常用切削加工方法	147	第三节 电加工	212

II 目录

第四节 激光加工	217	练习与思考题	224
第五节 3D 打印技术	220		

第三篇 机械制造工艺与质量控制

第十章 机械制造工艺规程设计	229	第十二章 机械加工精度	296
第一节 机械制造工艺规程概述	229	第一节 机械加工精度概述	296
第二节 机械加工工艺规程设计	232	第二节 工艺系统的几何误差	297
第三节 数控加工工艺设计	250	第三节 工艺系统的受力变形误差	302
第四节 加工余量与工序尺寸	256	第四节 工艺系统的热变形误差	308
第五节 装配工艺规程设计	260	第五节 内应力造成的误差	311
第六节 工艺过程的经济性	266	第六节 定位误差	313
第七节 CAPP 简介	273	第七节 加工误差的统计分析	319
练习与思考题	274	练习与思考题	327
第十一章 机械制造工艺尺寸链	277	第十三章 机械加工表面质量	331
第一节 机械加工工艺尺寸链	277	第一节 概述	331
第二节 工序尺寸及公差计算的图表 追踪法	286	第二节 加工表面的几何特征	334
第三节 机械装配工艺尺寸链	289	第三节 加工表面的物理力学性能	336
练习与思考题	293	第四节 机械加工中的振动	338
		练习与思考题	344
参考文献	346		

绪 论

一、本课程的性质与内容

机械制造技术基础是机械类专业的主干专业基础课。机械制造技术的应用能力是机械类专业应用型本科人才所必须具备的基本专业技术能力。本课程主要培养学生掌握从事机械制造技术工作所需的基本理论、基本技术知识,为今后从事相关技术工作奠定基础。

从广义上讲,机械制造技术涉及产品生产活动的各个方面和全过程,是从产品概念到最终产品的所有技术、生产、管理活动的集成。在机械产品的生产过程中,机械制造技术是原材料转化为最终产品的过程中所需的各种技术手段的总称。

从狭义上讲,机械制造技术包括了以材料成形为核心的金属与非金属材料成形技术(如铸造、焊接、锻造、冲压、注塑以及热处理技术等)、以切削加工为核心的机械冷加工技术(如车削、铣削、磨削、钻削等)、特种加工技术(如电火花加工、电解加工、超声加工、激光加工、电子束加工等)和以实现机械产品的最终功能和性能为主要目的的机械装配技术。其中,机械冷加工技术和机械装配技术占机械制造过程总工作量的60%以上,是机械制造技术的主体,大多数机械产品的最终加工都依赖于机械冷加工技术来完成。本课程所讲的机械制造技术主要是指机械冷加工技术和机械装配技术,并对特种加工技术和近年来快速发展的3D打印技术做简要的介绍。材料的成形技术将由另一门课程来介绍。

在机械产品的制造过程中,切削加工技术主要用于零件的加工。零件的切削加工实质是零件表面的成形过程,这些成形过程是由不同的切削加工方法来完成的。在一个零件上,被加工表面类型不同,所采用的切削加工方法也就不同;同一个被加工表面,精度要求和表面质量要求不同,所采用的切削加工方法及其方式组合也不同。对同一个零件,不同批量时,采用的制造过程也是不相同的,随着技术的发展,制造技术也在不断地进步。因而机械制造技术是一门具有极强应用灵活性,以实现机械产品的优质、高效、低成本生产为目标,不断发展的技术。

这门课程的基本知识体系主要包括:

- (1) 表面成形理论、金属切削原理和工艺装备的基本理论是本课程的基本理论。
- (2) 各种切削加工技术、装配方法和由这些技术与方法构成的加工工艺、装配工艺。
- (3) 在机械加工中,机床、刀具、夹具是实现各种加工方法所必需的工艺装备。它们与被加工工件一起构成了一个闭环系统,这一系统称为机械加工工艺系统(简称工艺系统)。工艺系统的各个组成部分以及系统整体特性对加工过程具有决定性的影响。
- (4) 为保证加工精度、加工表面质量和装配精度要求,需要对工艺过程的有关技术参数进行优化选择,实现对工艺过程的质量控制。

二、机械制造技术的发展现状与方向

1. 机械制造业的地位和作用

制造技术是当代科学技术发展最为重要的领域之一,是产品更新、生产发展、市场竞争的重

要手段,各发达国家纷纷把先进制造技术列为国家的高新关键技术和优先发展项目,给予了极大的关注。在我国,机械制造业是国民经济的支柱产业,也是其他各种产业的基础和支柱,各种产业的发展都有赖于制造业提供高水平的专用和通用设备,从一定意义上讲,机械制造技术的发展水平决定着其他产业的发展水平。在国际国内的经济竞争中,具有适应市场要求的快速响应能力并能为市场提供优质的产品,对于增强市场竞争能力是非常重要的因素,而快速响应能力和产品质量的提高,主要是取决于制造技术水平。一个国家的经济独立性和工业自力更生能力也在很大程度上取决于制造技术水平。世界各国都对制造技术的发展给予高度的重视。发达国家重视装备制造业的发展,不仅因为其在本国工业中所占比重重大、就业贡献率高,更在于装备制造业为新技术、新产品的开发和生产提供重要的物质基础,是现代化经济不可缺少的战略性新兴产业,即使是迈进信息化社会的工业化国家,也无不高度重视机械制造业的发展。发展以高端装备制造业为主要内容的先进制造技术,对于迎接以信息网络、智能制造、新能源和新材料为代表的新一轮产业革命,占据高端制造业的制高点,使我国实现由制造大国向制造强国的转变,具有极其重要的意义。

2. 发展现状

近些年来,随着现代科学技术的不断发展,特别是计算机技术的进一步发展,促使传统的机械制造技术与信息技术、数控技术、精密检测技术的相互结合,向高精度、高效率、柔性化、集成化、智能化的方向发展,使生产效率和质量大幅度提高。其发展主要表现在以下几个方面。

(1) 高速、强力切削技术 金属切削机床结构设计与制造水平的提高和新型刀具材料的应用使切削加工效率大为提高。目前,数控车床的主轴转速已普遍达到 5 000 r/min 以上,加工中心的主轴转速多数达到 20 000 r/min 以上,磨削速度已达到 80~120 m/s 以上。

(2) 超精密及细微加工技术 各种精密、超精密加工技术,细微加工与纳米加工技术在微电子芯片、光电子芯片、微机电系统(MEMS)等尖端技术及国防装备领域中大显身手。超精密机械加工精度从 20 世纪初的 1 μm ,提高到目前的 0.001 μm 。超精密加工技术的发展有力地推动了各种新技术的发展,已成为在国际竞争中立于不败之地的关键技术。

(3) 智能制造技术 为适应市场的不断变化,机电产品更新换代的频率在加快,多品种、中小批量的生产将成为今后一种主要生产类型。因此,制造技术进一步向柔性化、集成化、智能化、网络化方向发展。把基于信息技术和计算机技术的智能控制技术和机械相融合,实现整个制造企业生产过程的高度柔性化和高度集成化,取代或延伸制造领域专家的部分脑力劳动,并对制造业领域专家的智能信息进行收集、存储、完善、共享、继承和发展。

(4) 绿色制造技术 综合考虑社会、环境、资源等可持续发展因素的绿色制造技术,将朝着能源与原材料消耗最少,所产生的废弃物最少并尽可能回收利用,在产品的整个生命周期中对环境无害等方向发展。

(5) 极端制造技术 指极大型、极小型、极精密型等极端条件下的制造技术,主要用于制造极端尺寸或极高功能的器件。微纳系统、极小芯片、微机电系统等都离不开细微制造、超精密制造、分子制造等极小制造手段。大飞机关键构件精密模锻框架和万吨水压机加工模锻框架,则是极大制造的典型代表。

(6) 难加工材料加工技术 以高硬度、高强度、耐高温等材料和新兴复合材料为主要对象的新型难加工材料的加工技术迅速发展。通过把传统的切削加工技术与新型刀具材料、激光技术、

电加工技术等相结合形成了难加工材料的高效、精密加工技术,为微电子、航空航天等战略性新兴产业的发展提供了技术支撑。

3. 发展趋势

传统的机械制造过程是一个离散的生产过程,它是以制造技术为核心的一个狭义的制造过程。随着科学技术的发展,传统的机械制造技术与计算机技术、数控技术、微电子技术、传感技术以及现代管理理论等相结合形成了以系统性、设计与工艺一体化、精密加工技术、产品生命全过程的制造和以人、组织、技术三结合为特点的先进制造技术。其涉及的领域可概括为与新技术、新工艺、新材料和新设备有关的单项制造技术和与生产类型有关的综合自动化技术两方面。其发展方向主要在以下几个方面:

(1) 自动化制造技术与系统 机械制造自动化的发展经历了单机自动化、自动线、数控机床、加工中心、柔性制造系统、计算机集成制造等几个阶段,并进一步向柔性化、集成化、智能化发展。CAD/CAPP/CAM/CAE(计算机辅助设计/计算机辅助工艺规程设计/计算机辅助制造/计算机辅助工程分析)等技术进一步完善并集成化,为提高生产效率、改善劳动条件、保证产品质量、实现快速响应提供了必要的保证。

(2) 精密工程与微型机械 精密工程包括精密与超精密加工技术、微细加工与超微细加工技术、纳米($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)技术等,在超精密加工设备,金刚石砂轮超精密磨削,先进超精密研磨抛光加工,去除、附着、变形加工等原子、分子级的纳米加工,微型机械的制造等领域取得进展。特别是随着微机电技术的发展,建立在集成电路制造技术基础上的微制造技术正在发挥越来越重要的作用。

(3) 高速加工 高速加工是利用比常规的速度高得多的速度实现对被加工零件加工的先进技术。它具有高速、高效、高精度的特征。目前,国外加工中心的主轴最高转速大多在 $12\ 000\text{ r/min}$ 以上,高速加工中心的主轴转速已达到 $60\ 000\text{ r/min}$ 以上。

(4) 特种加工 利用声、光、电、磁、原子等能源实现的物理的、化学的加工方法,如超声加工、电火花加工、激光加工、电子束加工、电解加工等在一些新型材料、难加工材料的高效精密加工中取得了良好的效果。

(5) 表面工程技术 即表面功能性覆层技术,它是通过附着(电镀、涂层、氧化)、注入(渗氮、离子溅射、多元共渗)、热处理(激光表面处理)等手段,使工件表面具有耐磨、耐蚀、耐疲劳、耐热、减摩等特殊的功能。

(6) 3D 打印技术 它是利用离散、堆积、层集成形的概念,把一个三维实体零件分解为若干个二维平面实体制造出来,再经堆积而构成三维实体零件。利用这一原理与计算机辅助三维实体造型技术和CAM技术相结合,通过数控激光机和光敏树脂、金属粉末等介质实现零件的快速成形。

(7) 智能制造技术 智能制造技术是指把专家系统、模糊理论、人工神经网络等技术应用于制造中,解决多种复杂的决策问题,提高制造系统的实用性和技术水平。

(8) 敏捷制造、虚拟制造、精良生产、清洁生产等概念的提出和应用。

先进制造技术是以传统的加工技术和工艺理论为基础,结合科技发展的最新成果而发展起来的。先进制造技术的应用还需要检测技术、质量控制技术、材料技术、工具技术等的支持。了解和掌握基本的制造技术理论与方法是学习和掌握先进制造技术知识所必不可少的基础。本课

程主要涉及各种单项技术及其基础的知识与应用。

三、我国机械制造技术的现状

中华人民共和国成立以来,我国的机械制造业也取得了很大的成就。在几乎空白的工业基础上,建立起初步完善的制造业体系,生产出我国的第一辆汽车、第一艘轮船、第一台机车、第一架飞机、第一颗人造地球卫星等,为我国的国民经济建设和科技进步提供了有力的基础支持,为满足人民群众的物质生活需要做出了很大的贡献。我国机械工业努力追赶世界制造技术的先进水平,积极开发新产品,研究推广先进制造技术,尤其是 20 世纪 90 年代以来,我国的机械制造技术水平在引进吸收国外先进技术的基础上有了飞速的发展。我国的机床产品取得了长足的进步,为航天等国防尖端产品、造船、大型发电设备、高速列车等重要行业提供了一批高质量的数控机床和柔性制造单元;为汽车、摩托车等大批量生产行业提供了可靠性高、精度保持性好的柔性生产线;已经可以供应实现网络制造的设备;五轴联动数控技术更加成熟;高速数控机床、高精度精密数控机床、并联机床等已走向实用化。数控机床的整机性能、精度、加工效率等都有了很大的提高,在技术上克服了长期困扰我们的可靠性问题。

进入 21 世纪后,中国制造业在改革和开放中持续快速发展,总体实力明显增强,结构不断优化,自主创新能力得到较大提高,制造业的国际地位和竞争力快速提升,在国民经济中的主导地位进一步增强。“中国制造”与制造业成为中国参与经济全球化的主要领域,目前我国制造业的总体规模已经居世界第一位。制造技术的发展为我国的核电产业、大飞机项目、核潜艇、“蛟龙号”水下机器人、神舟飞船、航母等重大项目提供了强有力的基础技术支撑。

同时,我们也必须认识到,我国的制造技术与国际先进技术水平相比还有不小的差距。数控机床在我国机械制造领域的普及率仍不高,国产先进数控设备的市场占有率还较低,数控刀具、数控检测系统等数控机床的配套设备仍不能适应技术发展的需要,机械制造行业的制造精度、生产效率、整体效益等都还不能满足市场经济发展的要求。这些问题都需要我们继续努力去攻克。高端装备制造业是我国确定的 21 世纪重点发展的战略性新兴产业之一,尚需我们共同的努力和奋斗,使我国从世界制造业的大国,尽快成为制造业的强国。

四、学习本课程的目的与要求

为了适应制造技术的发展趋势,掌握从事机械制造领域工作所必需的基本技能,机械类专业的学生就必须形成合理的知识结构。本课程是学生的专业知识结构中机械技术知识的重要组成部分。通过本课程的学习,使学生掌握机械制造的基本技术和理论,通过后续课程的学习,进一步掌握先进制造技术的有关知识,再结合工程实习和基本操作技能训练,为将来胜任不同职业、不同岗位上的专业技术工作,掌握先进制造技术手段,具备突出的工程实践能力奠定良好的基础。为实现这一目的,本课程的学习要求主要有以下几方面;

(1) 掌握机械制造过程中工艺系统的基本知识、表面成形基本理论、切削加工基本理论;掌握常用加工方法及其工艺装备的基本知识;了解现代制造技术的知识、应用及发展。

(2) 学会综合应用常用加工方法进行机械加工工艺、机械装配工艺设计;学会工艺装备选用和夹具设计。

(3) 初步具备机械加工工艺设计的能力、工艺装备的选用与夹具设计的能力、解决机械制造过程中工艺技术问题的能力和产品质量控制的能力。

在本课程的学习过程中,学生不仅要学习有关的知识内容,更要对机械制造过程有一个全面

的了解和把握,从而更好地理解各个单元技术在整个制造系统和制造过程中的作用以及相互之间的联系,为合理地、灵活地应用这些知识提供一个更高的、宽广的视野。因此,本教材首先从一个具体的产品入手,介绍了加工、装配的过程,从广义的角度介绍机械制造的过程,使学生在一开始就对机械制造过程有一个全面的了解;然后介绍加工工艺系统组成、切削加工等基本理论;在此基础上,以加工方法为主线,介绍各种加工方法的特点、应用和实现这些加工方法的机床、刀具、夹具等装备;最后通过工艺规程设计的学习,实现对这些加工方法和装备的综合运用,学会制订零件机械加工工艺规程的方法,掌握加工质量控制的基本原理和方法等。以期实现使学生能全面把握制造过程、正确应用加工方法与装备、合理设计工艺规程、解决制造过程技术问题的课程教学目标。

必须指出的是,机械制造技术是通过长期生产实践的理论总结而形成的。它源于生产实践,服务于生产实践,实践性、应用性、针对性都很强。因而,这门课程的学习必须以理论联系实际的工作作风,密切与生产实践相联系。为保证课程顺利进行,本课程应安排在经过金工实习初步训练之后进行,通过金工实习,使学生了解机械制造的主要加工方法以及使用的设备、工装,并有一定程度的基本操作技能。在本课程的学习过程中要随时注意把理论知识与生产实践相结合。在经过本课程的学习之后,再通过后续的实践教学加深对课程内容的理解,强化对所学知识的应用。

《《 第一篇 总论



第一章 机械制造概述

第一节 机械制造过程

一、生产系统与生产过程

一种符合市场需求的合格机械产品问世,要经过从市场调查研究、产品功能定位、结构设计、制造、销售服务到信息反馈、改进提高的复杂过程。这个过程包含了企业的全部活动。由这些活动构成的一个闭环系统,即生产系统。

在生产系统中,企业与市场的交互过程是决策环节,企业内部不同功能环节之间的交互过程是其经营管理的重要环节。设计、开发、工艺和制造几部分构成了企业内部的生产环节,这是把产品的市场定位、开发思想转化为实际产品的过程,它对于产品和企业市场定位的实现具有至关重要的影响。在生产环节内,根据设计信息将原材料和半成品转变为产品的过程称为生产过程。

生产过程包括原材料的运输保管、生产的准备、毛坯制造、零件制造、部件和产品装配、质量检验和包装等工作。这些环节之间的相互关系如图 1.1。

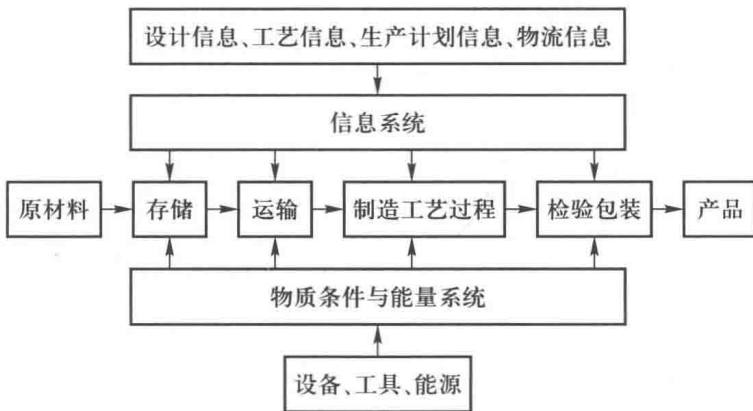


图 1.1 生产过程的构成

在生产过程中,零件的毛坯制造成形(如铸造、锻压、焊接、热处理等)、零件的机械加工、部件和产品的装配等是直接改变毛坯的形状、尺寸和性能的过程,称之为机械制造工艺过程,简称工艺过程。

工艺过程是生产过程的主要组成部分。其中,零件的机械加工是采用合理有序安排的各种加工方法,逐步地改变毛坯的形状、尺寸和表面质量,使其成为合格零件的过程,这一过程称为机械加工工艺过程;部件和产品的装配是采用各种装配工艺方法,把组成产品的全部零部件按设计要求正确地结合在一起形成产品的过程,这一过程是机械装配工艺过程。

二、机械产品的构成

1. 机械产品的构成

机械产品是以金属材料为主要材质生产出来的各类产品。它包括生产厂家向用户或市场所提供的具有确定功能和结构的最终机械成品(称为机器)或者是最终机械成品配套的部件、组件、标准件和零件。如汽车、机床等都是最终机械产品;发动机、变速箱等是部件产品,轴承、丝杠、滚动导轨等属于标准件产品;主轴、箱体等属于零件。任何机械产品都可以看作由若干部件组成。部件是由若干组件、套件和零件在一个基准件上装配而成的。部件在整台机器中能完成一定的、完整的功能。零件是机械产品的最基本单元。

一台机器包括动力装置、传动装置、执行装置和控制装置四大部分。动力装置如电动机、内燃机、液压缸和气动缸等,是机器运动的动力来源;传动装置如汽车的变速箱、传动轴、差速器等,用来实现运动变换;执行装置如机器人的手爪、机床的工作台等等用来实现机器的功能;控制装置用来控制机器各种功能的实现,如机床的操纵装置、数控系统、汽车的转向操纵系统等。

在机械产品中,机器的这些组成部分大多数是采用金属材料,通过机械加工方法制造而成的。以一台动柱加工中心为例(如图 1.2 所示),它由主轴电动机、主轴箱、底座、立柱、丝杠、床鞍、工作台、刀库、机械手、数控系统等主要部件组成。其中每一部件都有确定的功能,并根据整体功能和结构形式等要求,具有相应的结构和形状。所选用的材料也要考虑到强度和功能的要求。

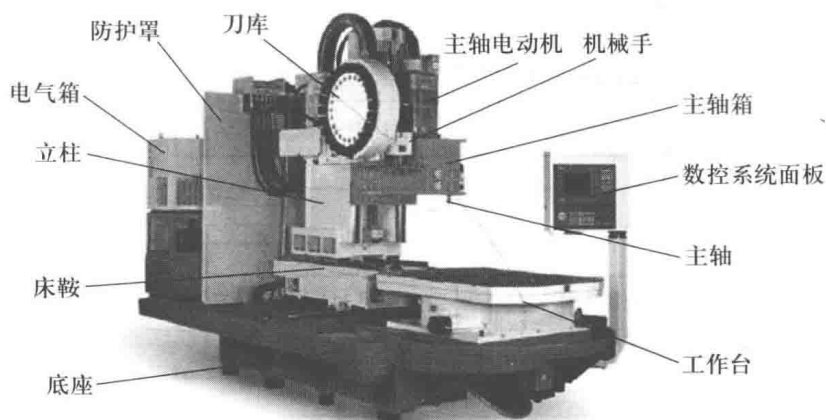


图 1.2 加工中心的构成

图 1.3 是部分主要部件的结构图。主轴箱(图 1.3a)的功能是把电动机的运动和动力传送到主轴,并驱动主轴按预定的转速转动。主轴箱部件由箱体、主轴、传动齿轮、润滑油路、轴承、气缸、螺钉等部件、组件和零件组成。底座、床鞍、立柱是基础件(图 1.3b),它们用于安装连接机床的各个组成部分,并通过其上的导轨提供主轴箱、床鞍、立柱运动的基准。刀库和机械手(图 1.3c)用于提供加工所需的各种刀具,并由机械手按照设定的程序进行刀具交换,实现不同的加工内容。

2. 机械产品使用的主要材料及主要加工方法

现代机械产品大多是机械零件、电气控制元件、仪表、传感器、计算机等设备的集成,涉及了常用的各种材料,如金属材料、高分子材料、无机非金属材料等。在航空航天等特殊的应用场合,