

国家“十一五”应用型人才培养规划教材

机械制造 工艺基础

(第2版)

JIXIEZHIZAOGONGYIJICHU

主编 李 硕 栗 新
副主编 杨冬生 俞 芳
主审 刘忠伟 邓根清



国防工业出版社
National Defense Industry Press

TH16/157=2

2008

机械制造工艺基础

(第2版)

主 编 李 硕 栗 新
副主编 杨冬生 俞 芳
主 审 刘忠伟 邓根清

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造工艺基础 / 李硕, 栗新主编. —2 版. —北京:
国防工业出版社, 2008.3
ISBN 978-7-118-05578-8

I. 机... II. ①李... ②栗... III. 机械制造工艺
IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 015190 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 21¼ 字数 448 千字
2008 年 3 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422
发行传真: (010) 68411535

发行邮购: (010) 68414474
发行业务: (010) 68472764

前 言

机械制造工艺基础是机械工程及自动化和机械制造工艺及设备等专业的一门主要专业课,对培养从事机械领域内设计制造、技术开发方面的应用型人才起到直接的和重要的作用。

随着科学技术的迅猛发展和市场需求的变化以及竞争的加剧,特别是我国加入WTO,作为世界制造业中心,传统的制造技术发展到了一个崭新的阶段。传统制造技术不断吸取机械、电子、信息、计算机、材料及现代管理等技术成果,并将其综合应用于产品整个生命周期,成为“市场—设计—制造—市场”的大的生产制造系统。在生产制造系统中,各个专业学科相互交叉、融合,淡化甚至消除其界限,其总的目标是以满足市场(用户)的要求为战略决策的核心,以取得理想的技术经济效益。这样,传统的机械制造工艺学已不能满足要求。

本书是伴随着机械制造技术的发展和教学改革的不深入,将制造工艺理论和各种具体的制造工艺实践知识力争做到有机结合,并使这两方面都相互加强、渗透和创新而编写的。针对市场的需求,强调适用性与实践能力的培养,注重基本概念和原理的应用,围绕产品质量、生产率和经济性三者之间的辩证关系分析制造工艺与工装,培养和强化实践能力;同时,结合先进制造技术的发展动态,开阔思路,并利用最新技术成果。

本书由李硕、栗新任主编,杨冬生、胡迎春任副主编。第1章、第2章由李硕编写;第4章、第5章由栗新编写;第7章、第8章由杨冬生编写;第6章由胡迎春编写;第3章由周志平和李硕编写。全书由刘忠伟博士、明兴祖教授任主审。在本书的编写过程中,唐冬生、刘茂福对书稿提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之编写时间较仓促,书中错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2006年9月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 我国机械制造业的现状、面临的形势和任务	1
1.1.1 我国机械制造业的现状	1
1.1.2 我国机械制造业面临的形势	1
1.1.3 我国机械制造业今后的任务	2
1.2 机械制造工艺基础的性质	2
1.3 机械制造工艺基础的研究对象	2
1.4 机械制造工艺基础的发展	4
1.5 机械制造工艺基础的学习目的与要求	4
复习思考题	5
第2章 机械加工工艺基础知识	6
2.1 机械加工工艺过程的基本概念及常用术语	6
2.1.1 机械加工工艺过程的基本概念	6
2.1.2 机械加工精度的概念	11
2.1.3 基准与定位的概念	14
2.2 机械加工工艺规程与工艺文件	14
2.2.1 机械加工工艺规程的概念及其作用、类型与格式	14
2.2.2 制订机械加工工艺规程的基本原则	17
2.2.3 制订机械加工工艺规程的主要依据	18
2.2.4 制订机械加工工艺规程的基本步骤	18
2.3 零件的工艺性分析	18
2.3.1 审查分析零件图样	18
2.3.2 零件结构的工艺性分析	19
2.3.3 零件尺寸、公差和表面粗糙度的合理标注	20
2.3.4 零件要素与零件整体结构的工艺性分析	21
2.3.5 零件结构工艺性的评定指标	23
2.4 零件表面加工方法的选择与工艺路线的拟订	23
2.4.1 零件毛坯的选择	23

2.4.2	基准的类型与选择	24
2.4.3	工艺路线的拟订	36
2.4.4	加工余量、工序尺寸及其公差的确 定	44
2.4.5	工艺尺寸链	49
2.4.6	时间定额和提高劳动生产率的工艺途径	62
2.4.7	工艺过程的技术经济分析	68
	复习思考题	72
第3章	机械加工精度	74
3.1	加工精度与加工误差	74
3.1.1	加工精度与加工误差的概念	74
3.1.2	加工精度的获得及其影响因素	74
3.1.3	加工误差的性质和分类	76
3.2	工艺系统的几何误差	77
3.2.1	加工原理误差	77
3.2.2	机床的几何误差	78
3.2.3	其他几何误差	84
3.3	工艺系统变形引起的误差	87
3.3.1	工艺系统受力变形引起的误差	87
3.3.2	工艺系统受热变形引起的误差	95
3.3.3	工件残余应力引起的误差	101
3.4	加工误差的统计分析法及综合分析	103
3.4.1	加工误差的性质	103
3.4.2	加工误差的统计分析法	104
3.4.3	加工误差的综合分析	118
3.5	提高加工精度的方法	122
	复习思考题	123
第4章	机械加工表面质量	125
4.1	机械加工表面质量的概念及其对零件使用性能的影响	125
4.1.1	机械加工表面质量的概念	125
4.1.2	加工表面质量对零件使用性能的影响	126
4.2	表面粗糙度	127
4.2.1	表面粗糙度的概念	127
4.2.2	表面粗糙度形成的原因	128
4.2.3	影响表面粗糙度的因素及改进措施	129
4.3	加工表面力学物理性能的变化及其影响因素	131

4.3.1	表面层的加工硬化	131
4.3.2	表面层残余应力	132
4.3.3	表面层金相组织的变化与磨削烧伤	133
4.3.4	提高和改善零件表面层的物理力学性能的措施	135
4.4	机械加工工艺系统的振动	138
4.4.1	振动的分类及对机械加工的影响	138
4.4.2	机械加工中振动的控制	139
复习思考题		143
第5章	典型零件的加工	144
5.1	轴类零件的加工	144
5.1.1	轴的类型及其功用	144
5.1.2	轴类零件的技术要求	144
5.1.3	轴类零件的材料、毛坯及热处理	145
5.1.4	轴类零件的加工工艺过程与工艺分析	146
5.2	套筒零件的加工	156
5.2.1	套筒零件的功用与结构特点	156
5.2.2	套筒零件的技术要求	157
5.2.3	套筒零件的材料、毛坯与热处理	157
5.2.4	套筒零件的加工工艺过程与工艺分析	158
5.3	箱体类零件的加工	168
5.3.1	箱体类零件的功用和结构特点	168
5.3.2	箱体零件的主要技术要求、材料和毛坯	169
5.3.3	箱体零件的结构工艺性	171
5.3.4	箱体零件的加工工艺过程与工艺分析	173
5.3.5	箱体零件加工常用方法	175
5.4	圆柱齿轮加工	185
5.4.1	圆柱齿轮的功用及结构特点	185
5.4.2	圆柱齿轮的技术要求	185
5.4.3	齿轮的材料、毛坯与热处理	186
5.4.4	圆柱齿轮的加工工艺过程及工艺分析	187
5.4.5	圆柱齿轮的齿形加工方法	190
复习思考题		201
第6章	装配工艺基础	203
6.1	机械装配工作的基本概念	203
6.1.1	装配的概念	203

6.1.2	装配精度及其与零件精度的关系	203
6.2	装配尺寸链	208
6.2.1	装配尺寸链的概念及其建立的方法	208
6.2.2	装配尺寸链的计算	217
6.2.3	保证装配精度的方法	218
6.3	装配工艺规程	227
6.3.1	制订装配工艺规程的基本要求及主要依据	227
6.3.2	制订装配工艺规程的步骤、方法和内容	228
	复习思考题	233
第7章	机床夹具	235
7.1	机床夹具概述	235
7.1.1	夹具的基本概念	235
7.1.2	夹具的分类	236
7.1.3	夹具的组成	237
7.2	工件的定位	239
7.2.1	定位的基本概念及基本原理	239
7.2.2	定位的基本方式	239
7.2.3	定位误差的产生及原因分析	240
7.3	工件的夹紧	241
7.3.1	夹紧装置的基本要求	241
7.3.2	夹紧点的选择及夹紧力的确定	241
7.3.3	常用夹紧机构	243
7.4	夹具的动力装置与传动装置	254
7.4.1	夹具的动力装置	254
7.4.2	夹具的传动装置	257
7.5	分度装置与夹具体	259
7.5.1	分度装置	259
7.5.2	夹具体	261
7.6	常用机床夹具与现代机床夹具的发展	262
7.6.1	机床夹具设计	262
7.6.2	常用机床夹具基本类型及结构特点	262
7.6.3	现代机床夹具的发展	275
	复习思考题	280
第8章	先进制造技术	281
8.1	先进制造技术概述	281

8.1.1	制造技术的提出与发展	281
8.1.2	先进制造技术的内涵和体系	282
8.2	先进制造工艺技术	285
8.2.1	先进制造工艺技术概述	285
8.2.2	受迫成形工艺技术	287
8.2.3	超精密加工技术	293
8.3	制造自动化技术	312
8.3.1	制造自动化技术的内涵	312
8.3.2	几种典型的制造自动化技术	313
8.4	先进制造生产模式	322
8.4.1	计算机集成制造	322
8.4.2	并行工程	323
8.4.3	精益生产	325
8.4.4	敏捷制造	327
8.4.5	绿色制造	328
	复习思考题	330
	参考文献	331

第1章 绪论

1.1 我国机械制造业的现状、面临的形势和任务

机械制造业是为国民经济提供装备和为人民生活提供耐用消费品的产业。不论是传统产业还是新兴产业,都离不开机械制造业。国民经济各部门生产技术的进步和经济效益的高低,在很大程度上都取决于它所采用的装备的性能、质量和成本。因此,机械制造业的规模和技术水平是衡量国家经济实力和科学技术水平的重要标志之一。世界各国都把发展机械制造业作为发展本国经济的战略重点之一。

1.1.1 我国机械制造业的现状

我国经过半个多世纪的发展,机械制造业已成为我国工业中产品门类比较齐全、具有相当规模和一定技术基础的最大的产业之一。据不完全统计,机械制造业现有的企业数、职工人数、工业总产值、利税总额等指标占全国工业的比重已分别达到 $1/5 \sim 1/3$, 固定资产占全国工业比重的 15%, 机械制造业的发展速度高于同期工业的平均增长速度。特别是改革开放以来,机械制造业充分利用国内外两方面的技术资源,有计划地推进企业的技术改造和新产品的开发,引导企业走依靠科技进步的道路,使制造技术、产品水平及经济效益都发生了显著变化,为满足国内市场需求、扩大出口创汇、推动国民经济的发展做出了很大贡献,一批先进的制造技术在生产中得到了应用和普及,一大批重点骨干企业在关键工序增加了先进、精密、高效的关键设备,约有 10% 的企业进入了高技术企业的行列,60% 以上的企业建立了专门的技术开发机构;此外,科技体制改革不断深化,绝大多数研究已进入经济建设主战场,并为经济建设发挥着越来越大的作用。

1.1.2 我国机械制造业面临的形势

虽然我国机械制造业的综合技术水平在近几年有了大幅度的提高,但与工业发达国家相比仍存在着阶段性的差距,反映了制造技术的落后,其主要表现在以下几方面。一是技术开发能力和技术基础薄弱。近几年来开发成功的产品,大部分依靠引进国外技术;对引进技术的消化吸收仍停留在掌握已有技术、提高国产化率的低层次上,没有上升到形成产品自主开发能力和技术创新的高度。二是全员劳动生产率低。产值增长速度主要依靠资金和劳动力的投入,技术进步的贡献率低。这表明机械制造业的发展还没有真正转移到依靠技术进步的轨道上来,缺乏将科技成果转化为现实生产力的健全有效的机制;还没有形成推动科技与经济密切结合的联动体系。三是产品质量不够高,并且能耗高,国际竞争乏力。尽管机械产品的出口增长迅速,但进出口逆差仍然很大。

20 世纪 90 年代至 21 世纪初是我国计划经济向社会主义市场经济过渡,初步建立新的经济体制的时期,也是国际产业结构重组、国际分工不断深化、科学技术突飞猛进的时

期,世界各国都把提高产业竞争力和发展高技术、抢占未来经济制高点作为科技工作的主攻方向。在经济和科学技术方面,我国与世界各国的联系日益紧密,中国市场与国际市场进一步接轨,面对国内外激烈的市场竞争,企业对技术的需求将更加迫切,先进制造技术将得到更大的重视,机械制造科技发展正面临着挑战与机遇并存的新形势,我们应当抓住机遇,迎接挑战,坚决贯彻“以科技为先导,以质量为主体”的方针,进一步推动机械制造业的发展,真正不断提高企业的产品自主开发能力和制造技术水平。

1.1.3 我国机械制造业今后的任务

从现在起到2010年,是我国积极进行经济体制和经济增长方式两个根本转变(由计划经济向社会主义市场经济转变,由依靠资金和劳动力投入的粗放型经济增长方式向依靠科技进步和提高劳动者素质的经济增长方式转变)的关键时期,也是国际产业结构重组和国际分工不断深化、科技迅猛发展的时期,因此,必须根据“科教兴国”的战略,紧紧围绕机械工业的目标,大力推进科技与经济结合,从满足国民经济发展和出口的需求出发,以重大工程项目、重大技术装备、基础件和基础机械为载体,以先进制造技术为重点,以高技术和新产品的推广应用、工程化、产业化为桥梁,以提高企业竞争力为目的,全面提高行业的科技水平,推进机械工业的振兴,为此,必须先打好基础,然后再提高和基本形成企业的产品自主开发能力和技术创新能力。我国机械制造业的主要任务表现为以下几个方面。

- (1) 研究开发和产业化国民经济重大工程所需的成套技术装备和关键技术。
- (2) 研究开发和产业化汽车产品规模生产的关键技术与装备。
- (3) 研究开发和产业化先进的制造技术。
- (4) 研究开发和产业化综合自动化技术和工程。
- (5) 研究开发和产业化环境保护与现代农业工程技术与装备。

1.2 机械制造工艺基础的性质

“机械制造工艺基础”是研究机械制造过程中的基本规律和基本理论及其应用的一门技术性学科。它所研究的基本规律和基本理论包括以下几方面。

- (1) 工艺过程的典型化和工艺规程的编制方法。
- (2) 加工精度的理论。
- (3) 机械加工的表面质量。
- (4) 机械零件间及其加工过程中的尺寸联系和尺寸链。
- (5) 机床夹具的设计原理和方法。
- (6) 先进制造技术。

1.3 机械制造工艺基础的研究对象

传统的机械制造工艺是以机械制造中的工艺问题为研究对象的一门应用性制造技术学科。所谓工艺,是使各种原材料、半成品成为产品的方法和过程;而机械制造工艺,是指

各种机械的制造方法和过程的总称。所谓制造技术学科,就是在深入了解实际的基础上,利用各种基础理论知识(如数学、物理、化学、力学、机械原理、金属切削原理等),经过实事求是地分析、对比,找出客观规律,解决面临的工艺问题的学科。

机械制造工艺基础的内容极其广泛,它包括零件的毛坯制造、机械加工、热处理、产品的装配以及先进制造技术等。机械制造工艺基础的研究对象主要是机械加工(含夹具和先进制造技术)和产品装配2大部分。机械制造工艺基础涉及的行业五花八门,产品的品种成千上万,但机械制造工艺基础所研究的问题可归结为质量、生产率和经济性3大类。

1. 保证和提高产品的质量

产品质量包括整台机器的装配精度、使用性能、使用寿命和可靠性以及零件的加工精度和加工表面质量。现在,由于航空航天、精密机械、电子工业和军工的需要,对零件的精度和表面质量的要求越来越高,相继出现了新工艺和新技术。如精密加工、超精密加工和微细加工等,加工精度由 $1\mu\text{m}$ 级提高到 $0.1\mu\text{m}$ 级~ $0.01\mu\text{m}$ 级,并正向纳米(nm)级($1\text{nm}=0.001\mu\text{m}$)精度迈进。

2. 提高劳动生产率

提高劳动生产率的方法如下。一是提高切削用量,采用高速切削、高速磨削和重磨削。例如,近年来出现的聚晶金刚石和聚晶立方氮化硼等新型刀具材料,其切削速度可达 $1200\text{m}/\text{min}$,高速磨削的磨削速度可达 $200\text{m}/\text{s}$ 。重磨削是高速磨削的发展方向,包括大进给、深切深缓进给的强力磨削、荒磨和切断磨削等。二是改进工艺方法、创造新工艺。如利用锻压设备实现少无切屑加工,对高强度、高硬度的难切削材料采用特种加工等。三是提高自动化程度,实现高度自动化。如采用数控机床、加工中心、柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)和无人化车间或工厂等。成组技术的出现,能解决多品种,尤其是中、小批生产中存在的生产周期长、生产效率低的问题,也是企业实现高度自动化的基础。

3. 降低成本

降低成本要节省和合理选择原材料,研究新材料;合理使用和改进现有设备,研制新的高效设备等。

对上述3类问题,要辩证地、全面地进行分析,要在满足质量要求的前提下,不断提高劳动生产率和降低成本。能以优质、高效、低耗的工艺去完成零件的加工和产品的装配,这样的工艺才是合理和先进的工艺。

工艺的发展不仅要依赖于生产的发展,还要进行实验研究,用科学的方法分析和研究工艺问题,解决工艺问题,提高工艺水平。工艺的发展也促进了设备和工艺装备(刀具、夹具、量具等)的改进和发展。

近代,随着科学技术的迅猛发展和市场需求的变化以及竞争的加剧,传统的制造技术发展到了一个新的阶段——先进制造技术。它是传统制造技术不断吸收机械、电子、信息、材料、能源及现代管理等技术的成果,并将其综合应用于从产品设计、加工制造到产品销售及使用维护等全过程,成为“市场—产品设计—制造—市场”的大生产制造系统。它能够实现优质、高效、低耗、清洁无污染和灵活的柔性生产,并取得理想的技术经济效果,即必须以满足市场(用户)的要求作为其战略决策的核心。这时的优质、高

效、低耗也随之增加了新的内涵,优质已不是单纯的产品质量越优越好,而是要恰如其分地满足市场(用户)的质量要求;同时,企业必须从传统的质量控制和管理模式转换为完整、可靠的质量保证体系。高效不单是产品的数量要多,更重要的是响应市场(用户)的要求快,更新产品的速度快,即上市快;低耗不仅仅指产品的原材料消耗低,而是指企业的综合效益要好。用户不仅在购买商品时便宜,而且在使用、维护,直到商品废弃的全过程也是经济的;同时,由于商品的生命周期越来越短,用户购买商品后,都希望得到不断改善产品性能的服务,因而要重视售后服务,形成企业与用户间长期的依存关系,保证企业稳定的产品市场。

1.4 机械制造工艺基础的发展

按照传统的专业划分,机械制造工艺基础的研究范围是零件的机械加工和装配的工艺过程,随着科学技术的发展,出现了很多硬度极高的难加工材料,这些材料很难用传统的切削或磨削的方法来加工,某些极小的、形状不规则的孔隙、型腔也很难用传统的加工方法获得,于是出现了用电能、声能、光能或者化学能等来加工金属的特种加工技术。

另一方面,科学技术的发展对机械产品的精度提出了越来越高的要求,特别是宇航器件和集成元件的制造,原有的加工方法已不能满足其高精度和高表面质量的需要,于是,各种超精密加工方法应运而生,而且其加工精度的等级还在不断提高。

提高生产效率始终是机械制造业所研究的重要课题之一。在这方面主要从减少切削时间、辅助时间和提高加工过程的自动化程度着手。

刀具材料的革新和新刀具材料的开发,优良的机床静态、动态特性和高转速,使高速切削和高速磨削成为可能,从而缩短了机动切削时间,充分发挥了传统加工方法的技术潜力,使劳动生产率得到显著提高。

制造过程的自动化及其发展是机械制造业中最新技术进步的又一个重要方面。由于微电子技术、信息技术和计算机技术的迅猛发展,特别是电子计算机在制造过程中的广泛应用,使机械制造过程自动化进入了一个崭新的时代。随着数控加工的应用和推广,计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)逐步进入了实用阶段,尤其是柔性制造系统的出现,不仅大大提高了生产率,降低了生产成本,同时也可靠地保证了产品的质量和从根本上改变了劳动条件。目前,世界各国正致力于计算机集成制造系统的研究和开发,这种计算机集成制造系统是由一个多级计算机控制的全盘自动化系统,它通过一个软件将设计、制造和管理综合为一个整体,它是工厂各个环节自动化的有机集成,是工厂自动化的发展方向。

1.5 机械制造工艺基础的学习目的与要求

机械制造工艺基础是机械类专业的一门主要专业基础课或专业课。其学习的目的是使学生初步具有分析和解决工艺等制造技术问题的能力,以及自学工艺理论和新工艺、新技术的能力;该课程实践性强、涉及面广、内容丰富、灵活多变,因此在学习的过程中,一定要注意方法,以便真正达到学习的目的。

学习该课程的要求主要有以下几点。

(1) 掌握机械制造工艺与工装的基本理论(包括定位和基准理论、工艺和装配尺寸链理论、加工精度和误差分析理论、表面质量和机械振动理论、夹具设计理论等),注重基本概念和基本理论的具体应用,学会进行工艺分析和实验研究的方法。

(2) 具有制订中等复杂零件的机械加工工艺规程,一般产品的装配工艺规程和主管产品工艺的初步能力。

(3) 树立生产制造系统的观点,了解先进制造技术的新成就、发展方向和一些重要的先进制造技术,扩大视野、开阔思路,提高工艺等制造技术水平和增强人才的竞争力以及就业能力。

复习思考题

- 1-1 简述我国机械制造业的现状和与国际先进水平的差距。
- 1-2 简要说明本课程的性质和发展方向。
- 1-3 简述学习本课程的目的与要求。

第2章 机械加工工艺基础知识

2.1 机械加工工艺过程的基本概念及常用术语

2.1.1 机械加工工艺过程的基本概念

1. 生产过程和生产系统的概念

生产过程是指将原材料转变为成品的全过程。对机械制造而言,全过程包括下列过程:

- (1) 原材料、半成品和成品(产品)的运输和保管。
- (2) 生产和技术准备工作。如产品的开发 and 设计、工艺设计、专用工艺装备的设计和制造、各种生产资料的准备以及生产组织等方面的准备工作。
- (3) 毛坯制造。如铸造、锻造、冲压和焊接等。
- (4) 零件的机械加工、热处理和其他表面处理等。
- (5) 部件和产品的装配、调整、检验、试验、油漆和包装等。

由上述过程可以看出,机械产品的生产过程是相当复杂的。为了便于组织生产,现代机械工业的制造趋势是组织专业化生产,即一种产品的生产是分散在若干个专业化工厂进行的,最后集中由一个工厂制成完整的机械产品。例如,制造机床时,机床上的轴承、电机、电器、液压元件,甚至其他许多零部件都是由专业厂生产的,最后由机床厂完成关键零部件和配套件的生产,并装配成完整的机床。专业化生产有利于零部件的标准化、通用化和产品的系列化,从而能在保证质量的前提下,提高劳动生产率和降低成本。

上述生产过程的内容十分广泛,从产品开发、生产和技术准备到毛坯制造、机械加工和装配,影响的因素和涉及的问题多而复杂。为了使工厂具有较强的应变能力和竞争能力,现代工厂逐步用系统的观点看待生产过程的各个环节及它们之间的关系。即将生产过程看成一个具有输入和输出的生产系统,用系统工程学的原理和方法组织和指导生产,能使工厂的生产和管理科学化;能使工厂按照市场动态及时地改进和调节生产,不断更新产品以满足社会的需要;能使生产的产品质量更好、周期更短、成本更低。如图2-1所示,图中点划线框内表示系统,框外表示外界环境。从图中可以看出,整个系统由3个层次组成:一是决策层,它是企业的最高领导机构,他们根据国家的政策、市场信息和企业自身的条件,进行分析研究,就产品的类型、产量及生产方式等作出决策;二是计划管理层,他们根据企业的决策,结合市场信息和本部门的实际情况进行开发研究,制订生产计划并进行管理;三是生产技术层,它是直接制造产品的部门,他们根据有关的指令和图样进行生产,将原材料转变成产品。

在生产系统中,包含着一个重要的组成部分,即制造系统,是生产技术层的主体,它包括了毛坯制造、机械加工、装配和物料的储存、运输、检验等所有的工作。在制造系统中,

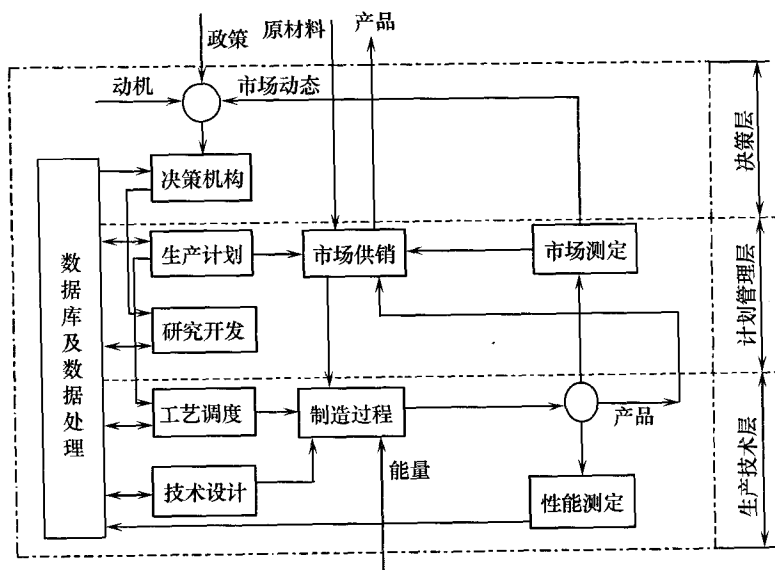


图 2-1 生产系统

存在着以生产对象和工艺装备等为主体的“物资流”，以生产管理和工艺指导等信息为主体的“信息流”，以保证生产活动正常进行而必须的“能量流”，如图 2-2 所示。

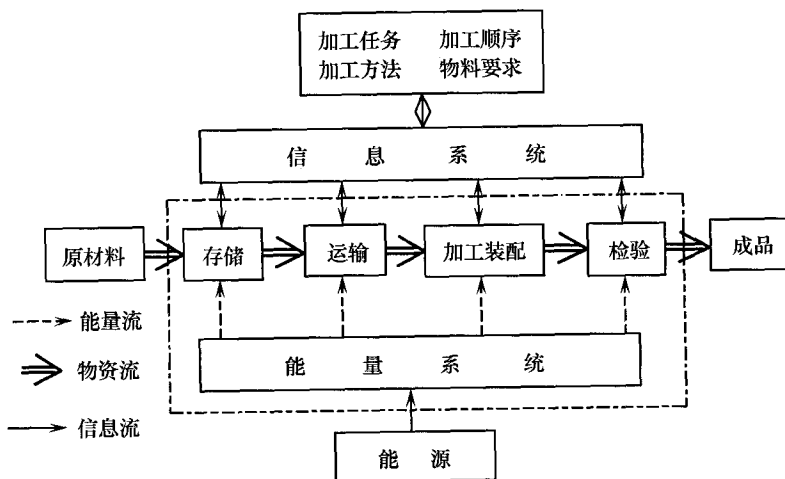


图 2-2 机械制造系统

2. 工艺过程的概念及其组成

工艺过程是指改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使其成为成品或半成品的过程。它是生产过程中的主要部分，在产品生产过程中占有最重要的地位。采用机械加工的方法，直接改变毛坯的状态（形状、尺寸和表面质量等），使其成为合格零件的过程称为机械加工工艺过程（以下简称工艺过程）。

工艺过程的设计，在生产准备工作中起着决定性的作用，按照规定的工艺过程组织生产，对保证产品的质量、生产率和经济性有十分重要的意义；同时，生产中的各种生产准备工作和生产辅助工作，也都以规定的工艺过程为依据。而且，执行规定的工艺过程，才能

够建立起正常的生产秩序。因此,设计正确合理的工艺过程,是一项十分重要的工作。

机械加工工艺过程是由一个或若干个顺序排列的工序组成的,而工序又可分为安装、工位、工步和行程。毛坯依次通过这些工序就成为产品。

1) 工序

工序是指一个工人或一组工人,在一个工作地点对一个工件或同时对一组工件所连续完成的那一部分工作(或工艺过程)。工序的内容可繁可简,如图 2-3(a)所示的零件,孔 1 需要钻和铰,如果一批工件中,每个工件都是在一台机床上依次地先钻孔,而后接着铰孔,这就构成一个工序了;如果将全批工件都先进行钻孔,然后再将全批钻过孔的工件进行铰孔,这样就成为两个工序了。

划分工序的依据主要有两个:一是看工作地点是否改变;二是看工作是否连续。工作地点改变或工作不连续都是不同的工序。工序是组成工艺过程的基本单元,也是生产计划的基本单元。

完成一个工序,常需要进行很多工作,这些工作可分为基本工作(切削)和辅助工作(装卸工件、开动机床、引进工具和测量工件等)2 部分。在辅助工作中,工件的安装占有重要的地位。

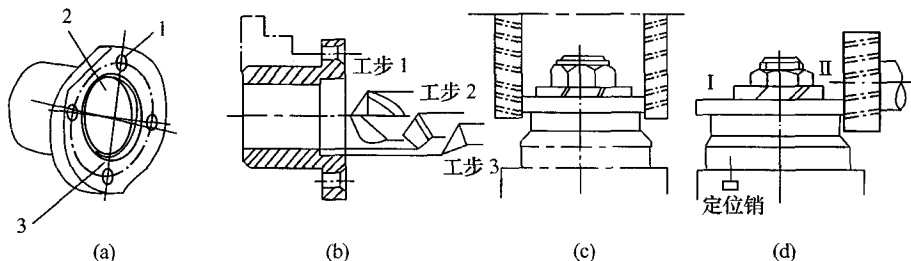


图 2-3 工艺过程的组成

2) 安装

安装是指使工件在机床上占据应有的位置,并夹紧使之固定在这个位置上的工作。

安装包括定位和夹紧两方面的内容。在一个工序中,可以用一次安装或几次安装来进行加工。如图 2-3(c)所示,用一对铣刀同时加工两个侧面,这是一次安装;若用一把铣刀,先铣一边,然后将工件松开,旋转 180° ,并重新夹紧,再加工另一边,这就成了两次安装。

工件在一个工序中进行多次安装,往往会降低加工质量,而且还要花费很多装夹时间,因此,当工件必须在不同的位置上加工时,常利用夹具来改变工件的位置。

3) 工位

工位是指工件在一次装夹后,在机床上所占据的各个位置。

图 2-3(d)所示为利用夹具在两个工位上进行铣削平面的情况。工件的 II 端加工后,不必卸下工件,只需拔出定位销,使夹具的上半部分带着工件一起旋转 180° ,再插入定位销,使工件的 I 端占据 II 端原有的位置,亦即使夹具的上半部分和底部之间改变角向相对位置,从而使工件由第一工位转到第二工位。

4) 工步

工序又可划分为不同的工步。