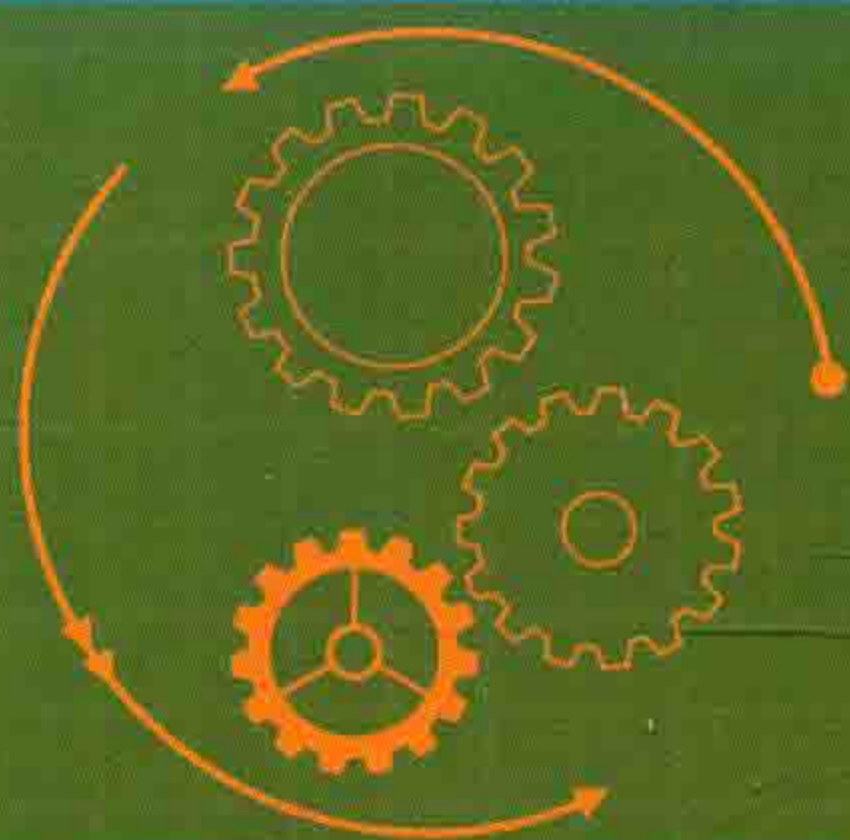


机械制造技术基础



主 编 © 师建国 冷岳峰 程 瑞

2010

机械制造技术基础

主 编 师建国 冷岳峰 程 瑞



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是普通高等院校机械工程学科“卓越工程师教育培养计划”系列规划教材之一,适应工程应用创新型人才培养要求,融合了机械制造工艺、金属切削原理与刀具、金属切削机床及机床夹具设计以及先进制造技术等内容,以机械制造工艺过程和质量控制为主线,阐述了机械制造过程中必需的基础知识、基本理论和基本方法。具体内容包括绪论、金属切削原理、金属切削刀具、金属切削机床、机床夹具设计原理、机械制造质量分析、机械加工工艺规程设计、机器装配工艺设计、先进制造技术。

本书可作普通高等院校机械工程、机械设计制造及自动化、机械电子、车辆工程、工业工程、材料成型及控制工程等专业本科生教材,也可供从事机械行业的工程技术人员和管理人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造技术基础/师建国,冷岳峰,程瑞主编. —北京:北京理工大学出版社, 2016. 12

ISBN 978 - 7 - 5682 - 0507 - 8

I. ①机… II. ①师… ②冷… ③程… III. ①机械制造工艺 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 041091 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / [http://www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 25.25

字 数 / 620 千字

版 次 / 2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

定 价 / 62.00 元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 张鑫星

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

本书是普通高等院校机械工程学科“卓越工程师教育培养计划”系列规划教材之一，是普通高等院校机械工程、机械设计制造及自动化、机械电子、车辆工程、工业工程、材料成型及控制工程等专业师生教材，也可作为从事机械行业的工程技术人员和管理人员参考用书。本书适应工程应用创新型人才培养要求，融合了机械制造工艺、金属切削原理与刀具、金属切削机床及机床夹具设计等内容，以机械制造工艺过程和质量控制为主线，阐述了机械制造过程中必需的基础知识、基本理论和基本方法。

本书共分9章，第1章介绍了机械制造技术基础的课程定位、内容及教学要求，分析机械制造生产组织及工艺过程；第2章研究了金属切削原理；第3章介绍了常用的金属切削刀具；第4章介绍了常用的金属切削机床；第5章分析了机床夹具设计原理；第6章介绍了机械制造质量分析方法；第7章介绍了机械加工工艺规程设计过程与方法；第8章介绍了机器装配工艺设计；第9章介绍了先进制造技术和现代制造哲理的基本原理和理念。

本书第1章、第2章、第3章由冷岳峰编写；第4章、第5章、第6章由师建国编写；第7章由程瑞编写；第8章由晁彩霞编写；第9章由孙远静编写。本书由师建国、冷岳峰统稿。在编写过程中，编者得到了许多专家、同仁的大力支持和帮助，并参考了国内外许多同行专家的经典教材及相关文献，在此表示衷心感谢。由于编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者给予批评和指正，不胜感激。

编 者

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 本课程的性质及研究内容	1
1.2 本课程的教学任务和要求	1
1.3 机械制造业在国民经济中的作用	2
1.4 制造过程与生产组织	2
1.4.1 机械产品的制造过程	2
1.4.2 机械产品的生产组织	6
本章小结	10
复习思考题	10
第 2 章 金属切削原理	11
2.1 概述	11
2.1.1 切削加工表面	11
2.1.2 切削运动与切削用量	12
2.2 刀具几何参数与材料	14
2.2.1 刀具几何参数	14
2.2.2 切削层参数	22
2.2.3 刀具材料	23
2.3 刀具的几何角度测量试验	27
2.3.1 试验目的	27
2.3.2 试验的内容和要求	28
2.3.3 试验设备、仪器	28
2.3.4 试验原理与方法	28
2.3.5 试验步骤	29
2.4 金属切削过程	30
2.4.1 切削层的变形	30
2.4.2 切削变形的衡量方法	31
2.4.3 切屑的种类	35
2.4.4 刀-屑接触区的变形与摩擦	36
2.4.5 积屑瘤	37
2.5 金属切屑过程中的物理现象	38
2.5.1 切削力	38
2.5.2 切削热和切削温度	42

2.6 刀具磨损和刀具使用寿命	45
2.6.1 刀具的磨损形式	46
2.6.2 刀具磨损的原因	47
2.6.3 刀具磨损过程	48
2.6.4 磨钝标准	49
2.6.5 刀具耐用度	49
2.7 材料的切削加工性	50
2.7.1 材料切削加工性的概念	50
2.7.2 评定材料切削加工性的指标	50
2.7.3 材料的相对切削加工性	51
2.7.4 改善切削加工性的途径	52
2.8 切削条件的合理选择	52
2.8.1 刀具几何参数的合理选择	52
2.8.2 刀具耐用度的选择	57
2.8.3 切削液的合理选用	58
2.9 磨削与砂轮	60
2.9.1 磨料形状特征	60
2.9.2 磨屑形成过程	60
2.9.3 磨削力	61
2.9.4 磨削温度	61
2.9.5 砂轮参数及其选择	62
2.9.6 砂轮的种类标志和用途	64
本章小结	66
复习思考题	66
第3章 金属切削刀具	67
3.1 概述	67
3.2 车刀	67
3.2.1 常用车刀的名称和用途	67
3.2.2 车刀的结构	68
3.3 铣削与铣刀	69
3.3.1 铣刀的种类和用途	70
3.3.2 铣削的特点	71
3.3.3 铣削方式	72
3.4 孔加工刀具	74
3.4.1 孔加工刀具的种类和用途	74
3.4.2 麻花钻	77
3.5 拉刀	81
3.5.1 拉刀的结构及应用范围	81
3.5.2 拉削图形及拉削过程的特点	83

3.5.3 拉刀的类型	85
3.6 螺纹刀具	88
3.6.1 螺纹切削工具	88
3.6.2 滚压螺纹工具	95
3.7 齿轮刀具	96
3.7.1 齿轮刀具的主要类型	96
3.7.2 滚刀	97
3.7.3 插齿刀	100
本章小结	102
复习思考题	102
第4章 金属切削机床	103
4.1 概述	103
4.1.1 金属切削机床的分类	103
4.1.2 金属切削机床型号的编制方法	104
4.1.3 机床的传动系统及传动系统图与运动计算	107
4.1.4 机床的传动联系及传动原理图	110
4.1.5 机床的基本要求	112
4.2 车床	113
4.2.1 车床的用途、分类及运动	113
4.2.2 CA6140 型卧式车床的工艺范围及其组成	114
4.2.3 CA6140 型卧式车床的传动系统	115
4.2.4 CA6140 型卧式车床的主要结构	126
4.3 磨床	133
4.3.1 磨削原理	133
4.3.2 M1432A 型万能外圆磨床	136
4.4 齿轮加工机床	140
4.4.1 齿轮的加工方法与齿轮加工机床的类型	140
4.4.2 Y3150E 型滚齿机	141
4.4.3 齿形的其他加工方法	151
4.5 铣床	153
4.5.1 铣削加工	153
4.5.2 铣床	155
4.6 孔的加工方法与设备	156
4.6.1 钻削加工与钻床	157
4.6.2 镗削加工与卧式镗床	159
4.7 数控机床与加工中心	161
4.7.1 数控机床简介	161
4.7.2 加工中心	166
4.8 其他加工方法与设备	167

4.8.1	直线运动机床	167
4.8.2	组合机床	170
	本章小结	171
	复习思考题	171
第5章	机床夹具设计原理	174
5.1	概述	174
5.1.1	机床夹具的功能	174
5.1.2	机床夹具的分类	174
5.1.3	机床夹具的基本组成	175
5.2	工件的定位	176
5.2.1	六点定位原理	176
5.2.2	典型定位方式及其定位元件	178
5.2.3	定位误差的分析与计算	182
5.3	工件的夹紧	189
5.3.1	夹紧装置的组成与设计要求	189
5.3.2	夹紧力的确定	190
5.3.3	基本夹紧机构	192
5.3.4	其他夹紧机构	197
5.4	机床夹具的类型	199
5.4.1	车床夹具	199
5.4.2	铣床夹具	200
5.4.3	钻床夹具	202
5.5	现代机床夹具	205
5.5.1	自动线夹具	205
5.5.2	组合夹具	207
5.5.3	通用可调夹具和成组夹具	209
5.5.4	数控机床夹具	212
5.6	机床夹具的选用和设计	213
5.6.1	通用夹具的选用	213
5.6.2	专用夹具设计	213
5.6.3	专用夹具设计举例	214
	本章小结	216
	复习思考题	217
第6章	机械制造质量分析	219
6.1	概述	219
6.1.1	加工精度与加工误差	219
6.1.2	获得加工精度的方法	219
6.1.3	误差敏感方向	220
6.1.4	机械加工表面质量	220

6.1.5	表面质量对零件使用性能的影响	221
6.2	影响机械加工精度的因素及其分析	222
6.2.1	加工误差的产生	222
6.2.2	工艺系统的静误差 (几何误差)	223
6.2.3	工艺系统的动误差 (加工过程误差)	227
6.2.4	提高加工精度的工艺措施	238
6.3	加工误差的综合分析	241
6.3.1	加工误差的性质	241
6.3.2	加工误差的统计分析法	242
6.4	影响加工表面质量的因素及其分析	248
6.4.1	影响表面质量的因素	248
6.4.2	提高表面质量的途径	251
6.5	机械加工过程中的振动	253
6.5.1	机械振动现象及分类	253
6.5.2	机械加工中的强迫振动及其控制	254
6.5.3	机械加工中的自激振动及其控制	255
	本章小结	256
	复习思考题	257
第7章	机械加工工艺规程设计	258
7.1	概述	258
7.1.1	机械加工工艺过程及组成	258
7.1.2	机械加工工艺规程	260
7.2	零件结构工艺性与毛坯选择	262
7.2.1	零件加工结构工艺性	262
7.2.2	毛坯选择	264
7.3	工艺路线的确定	266
7.3.1	表面加工精度和方法选择	266
7.3.2	加工阶段划分	270
7.3.3	加工顺序安排	271
7.3.4	确定工序的集中与分散	273
7.4	定位基准的选择	274
7.4.1	基准的概念	274
7.4.2	粗基准选择原则	275
7.4.3	精基准选择原则	276
7.4.4	定位基准选择举例	278
7.5	工序内容确定	280
7.5.1	机床与工艺装备选择	280
7.5.2	加工余量确定	281
7.5.3	切削用量确定	284

7.5.4	时间定额的确定	293
7.6	工序尺寸确定	293
7.6.1	工艺尺寸链基本概念	294
7.6.2	基准重合时工序尺寸的计算	296
7.6.3	基准不重合时工序尺寸的计算	297
7.7	提高机械加工生产率的工艺措施	304
7.8	工艺方案的技术经济性分析	306
7.8.1	工艺成本的组成	307
7.8.2	工艺方案的经济评价	307
7.8.3	工艺方案的实例分析	309
7.9	典型零件的加工工艺	312
7.9.1	轴类零件的加工工艺	312
7.9.2	箱体类零件的加工工艺	315
7.9.3	齿轮的加工工艺	319
7.10	计算机辅助工艺规划 (CAPP)	321
7.10.1	计算机辅助工艺规划 (CAPP) 概述	321
7.10.2	CAPP 系统	322
7.10.3	CAPP 开发中的关键技术	324
7.10.4	CAPP 的发展趋势	326
	本章小结	327
	复习思考题	327
第8章	机器装配工艺设计	331
8.1	概述	331
8.1.1	装配的基本概念	331
8.1.2	装配的组织形式	332
8.1.3	机器结构的装配工艺性	333
8.1.4	装配精度与保证装配精度的方法	336
8.2	装配尺寸链的应用与计算	338
8.2.1	装配尺寸链	338
8.2.2	装配尺寸链计算方法及应用	340
8.3	装配工艺规程制定	347
8.3.1	装配工艺规程制定的原则	348
8.3.2	装配工艺规程制定的原始资料	348
8.3.3	装配工艺文件	348
8.3.4	装配工艺规程制定的步骤	350
	本章小结	352
	复习思考题	352

第 9 章 先进制造技术.....	355
9.1 概述	355
9.1.1 先进制造技术的定义	355
9.1.2 先进制造技术的特点	355
9.1.3 先进制造技术的发展趋势	356
9.2 现代生产制造生产模式	357
9.2.1 成组技术	357
9.2.2 计算机集成制造系统 (CIMS)	360
9.2.3 并行工程	362
9.2.4 准时制生产技术 (JIT)	363
9.2.5 敏捷制造技术	365
9.2.6 智能制造技术 (IMS)	365
9.2.7 绿色制造技术	367
9.2.8 清洁化制造技术	370
9.3 现代生产管理技术	373
9.3.1 物料需求计划 (MRP) 和制造资源计划 (MRP II)	373
9.3.2 全面质量管理 (TQC)	375
9.3.3 管理信息系统	377
9.4 先进制造工艺技术	379
9.4.1 精密与超精密加工技术	379
9.4.2 微细加工与纳米技术	383
9.4.3 超高速加工技术	384
9.4.4 快速成型技术	385
本章小结.....	388
复习思考题.....	388
参考文献.....	389

第1章 绪论

1.1 本课程的性质及研究内容

机械制造是机械工程学科的重要分支，是一门研究各种机械制造过程和方法的学科，是国家建设和社会发展的基础。

任何机械产品的生产过程都是一个复杂的生产系统的运行过程。首先要根据市场的需求做出产品生产的决策；接着要完成产品的设计；然后需综合运用工艺技术理论和知识来确定制造方法和工艺流程，即解决如何制造出产品的问题；最后才能进入制造过程，实现产品的输出。为了解决制造产品方法的问题和处理制造过程中出现的各种技术问题，需要掌握制造工艺技术理论，工艺装备及设备、材料科学，生产组织管理等的一系列知识，即机械制造工程学。

“机械制造技术基础”这门课程主要研究的是机械制造工程学基础知识，即机械制造过程中的切削过程、工艺技术及工艺装备和设备等问题。其基本内容包括：

- (1) 金属切削过程的基本规律。
- (2) 常用刀具的性能分析与设计。
- (3) 金属切削机床的型号，典型机床的工作原理、传动分析及典型部件设计。
- (4) 机械制造工艺技术的基本理论和基本方法。
- (5) 先进制造技术与先进制造系统的基本原理和实现方法。

本课程是机械专业的一门重要专业课。

1.2 本课程的教学任务和要求

本课程的教学任务在于使学生获得机械制造过程中所必须具备的基础理论和基本知识。通过学习本课程，学生应能掌握金属切削的基本理论；了解金属切削机床的工作原理和传动，初步掌握分析机床运动和传动的方法；掌握机械制造工艺的基本理论知识，分析和处理与切削加工有关的工艺技术问题；能编制零件的机械加工工艺规程；掌握机床及机床夹具设计的基本理论和方法；掌握典型的先进制造技术和生产模式；具备综合分析机械制造工艺过程中质量、生产率和经济性问题的能力。

本课程的综合性和实践性都很强，涉及的知识面也很广。因此，学生在学习本课程时，除了注重理解和掌握其中的基本概念、基本原理和基本方法外，还应特别注重加强实习、试验及设计等其他实践教学环节的训练。

1.3 机械制造业在国民经济中的作用

在交通、动力、冶金、石化、电力、建筑、轻纺、航空、航天、电子、医疗、军事、科研等国民经济的各个行业，乃至人们的日常生活中，都广泛使用着各种各样的机械、仪器和工具。它们的品种、数量和性能等都极大地影响着这些行业的生产能力、劳动效率和经济效益等。这些机械、仪器和工具统称为机械装备。能够生产这些机械装备的工业，称为机械制造业。显然，机械制造业的主要任务就是向国民经济的各个行业提供现代化的机械装备。因此，机械制造业是国民经济发展的基础基础和有力支柱，是影响国家综合国力的重要方面。

自1770年世界上制造出第一台蒸汽机开始，200多年来，为了适应社会生产力的不断进步，为了满足社会对产品的品种、数量、性能、质量以及较高的性能价格比的要求，同时由于新兴工程材料的出现和使用，新的切削加工方法、新的工艺方法以及新的加工设备大量涌现，机械制造技术经历了巨大变化。

近年来，现代科学技术的迅猛发展，特别是微电子技术、计算机技术的迅猛发展，将传统的制造技术带入了一个崭新的境界，出现了计算机辅助制造（CAM）的新概念。

在工艺设计、生产管理、设备制造、质量控制、产品装配乃至产品存储、销售等方面，计算机都已大显身手，产生了计算机辅助工艺设计（CAPP）、计算机辅助生产管理（CAPM）、计算机数字控制（CNC）、计算机辅助质量控制（CAQ）、柔性制造系统（FMS）等一系列单项技术，而建立在这些单项技术之上的先进制造系统如计算机集成制造系统（CIMS），则是未来工厂的生产模式。因此，制造技术正由数控化走向柔性化、集成化、智能化，这已经成为现代制造技术的前沿。所有这一切的发展和进步，不仅孕育出机械制造学科的系统理论，而且使之成为最富有活力的、具有重要研究价值的学科领域。总之，当代机械制造工业的加工方法和制造工艺进一步完善与开拓，在传统的切削、磨削技术不断发展，上升到新的高度的同时，各种特种加工方法也在不断出现，开创出新的工艺，达到新的技术水平，并在生产中发挥重要作用；加工技术向高精度发展，出现了所谓“精密工程”与“纳米技术”；制造技术向自动化方向发展，正在沿着数控技术、柔性制造系统及计算机集成制造系统的台阶向上攀登。

目前，我国机械工业产品的生产已具有相当大的规模，形成了产品门类齐全、布局合理的机械制造工业体系，在制造技术和工艺装备方面正在努力追赶世界先进水平。2015年，我国汽车产销量均超过2450万辆，创全球历史新高，连续七年蝉联全球第一。许多与人们生活密切相关的机电产品已位居世界前列，我国已成为名副其实的制造大国。

1.4 制造过程与生产组织

1.4.1 机械产品的制造过程

1. 生产过程

一种符合市场需求的合格的机械产品的问世，要经过市场调查研究、产品功能定位、结构设计、生产制造、销售服务、信息反馈、功能改进一个复杂过程。这个过程包含一个企业

全部的活动。这些活动形成了一个具有输入、输出的闭环系统，即生产系统，如图1-1所示。

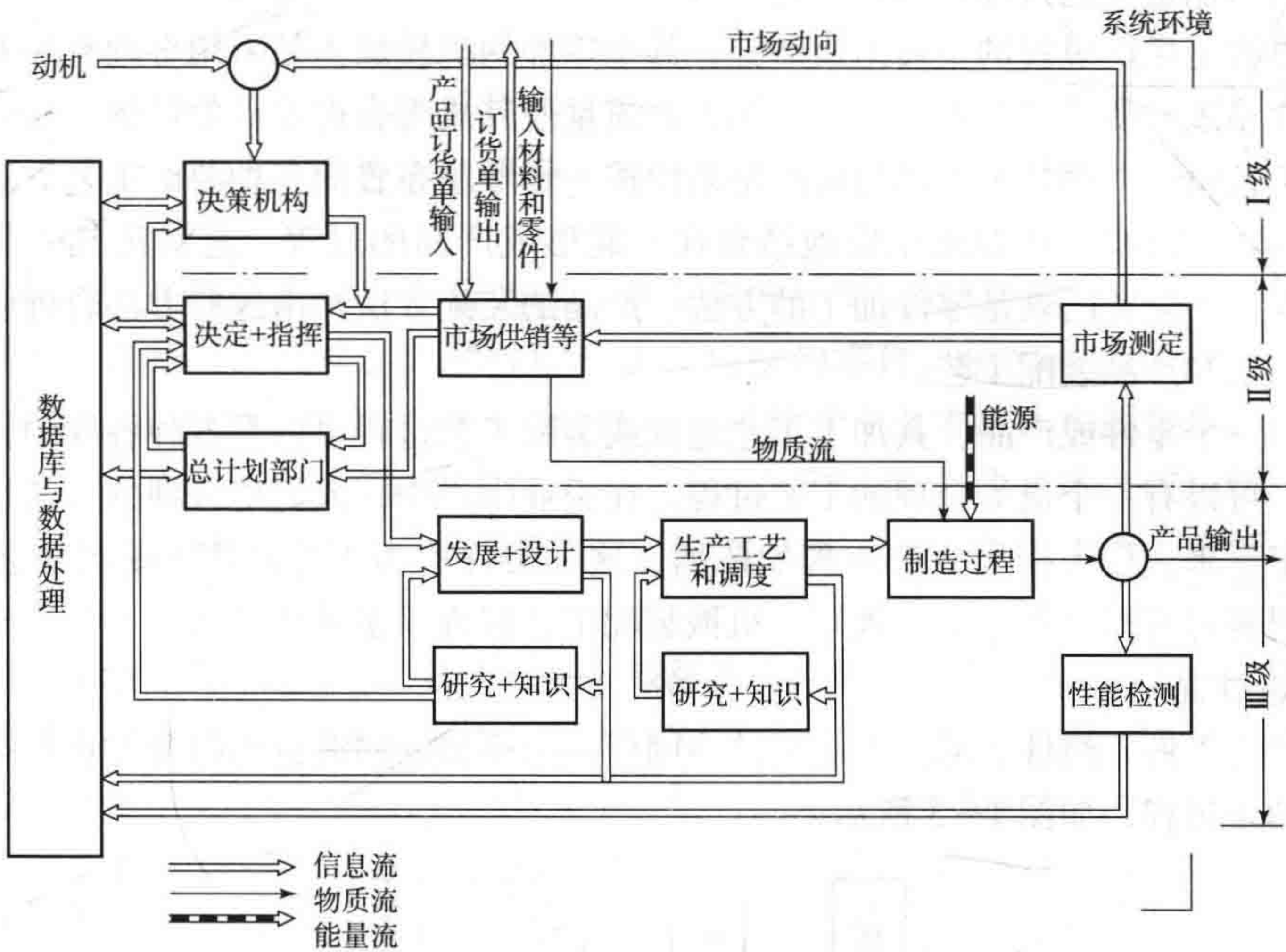


图 1-1 生产系统基本框图

在生产系统中，企业与市场的交互过程是系统的决策级（I级），企业内部不同功能环节相互之间的交互过程是其经营管理级（II级），而最基础的工作则是由设计、开发、生产工艺和制造等部分构成的制造级（III级）的过程。生产制造过程是把产品设计的技术信息转化为实际产品的核心环节，它对于市场定位的实现具有至关重要的影响。根据设计信息将原材料和半成品转变为产品的全部过程称为生产过程。

生产过程包括原材料的运输、保管和准备，生产的准备，毛坯制造，零件的制造过程，部件和产品的装配过程，质量检验，喷漆包装等工作。机械生产过程中各环节之间的相互关系如图1-2所示。

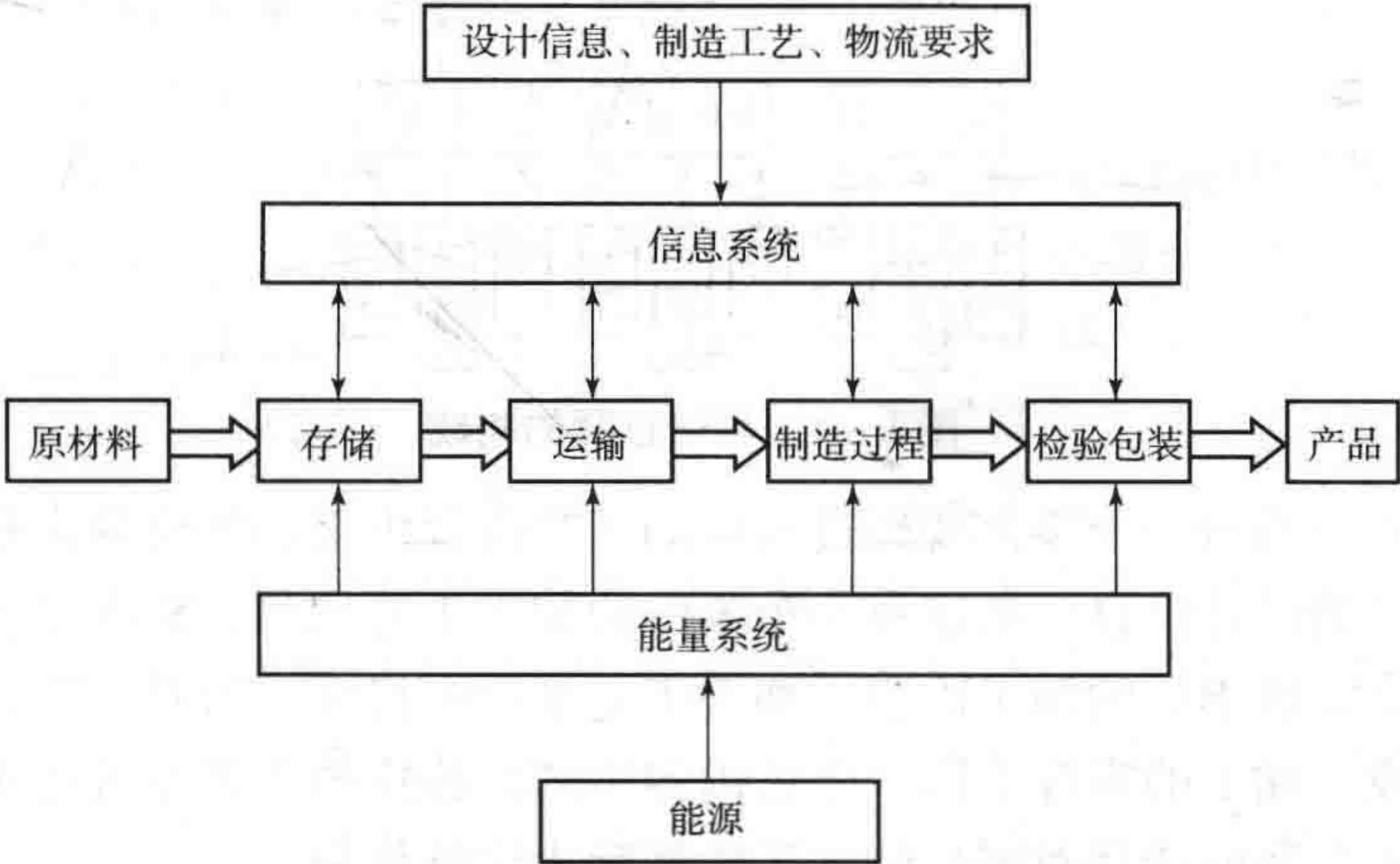


图 1-2 机械生产过程中各环节之间的相互关系

在生产过程中，毛坯的制造成形（如铸造、锻压、焊接等），零件的机械加工、热处理、表面处理，部件和产品的装配等，是直接改变毛坯的形状、尺寸、相对位置和性能的过程，称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按一定顺序布置的各种装配工艺方法，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，这就是机械装配工艺过程。本课程主要研究的就是零件加工的方法、产品的装配方法和由这些方法合理组合形成的机械加工工艺和产品装配工艺。

对于同一个零件或产品，其加工工艺过程或装配工艺过程可以是各种各样的，但对于确定的条件，可以有一个最为合理的工艺过程。在企业生产中，人们把合理的工艺过程以文件的形式规定下来，作为指导生产过程的依据，这一文件称为工艺规程。根据工艺的内容不同，工艺规程可有机加工工艺规程、机械装配工艺规程等多种形式。

2. 制造过程

机器是由零件、组件、部件等组成的，因而一台机器的制造过程包含了从零部件加工到整机装配的全过程，如图 1-3 所示。

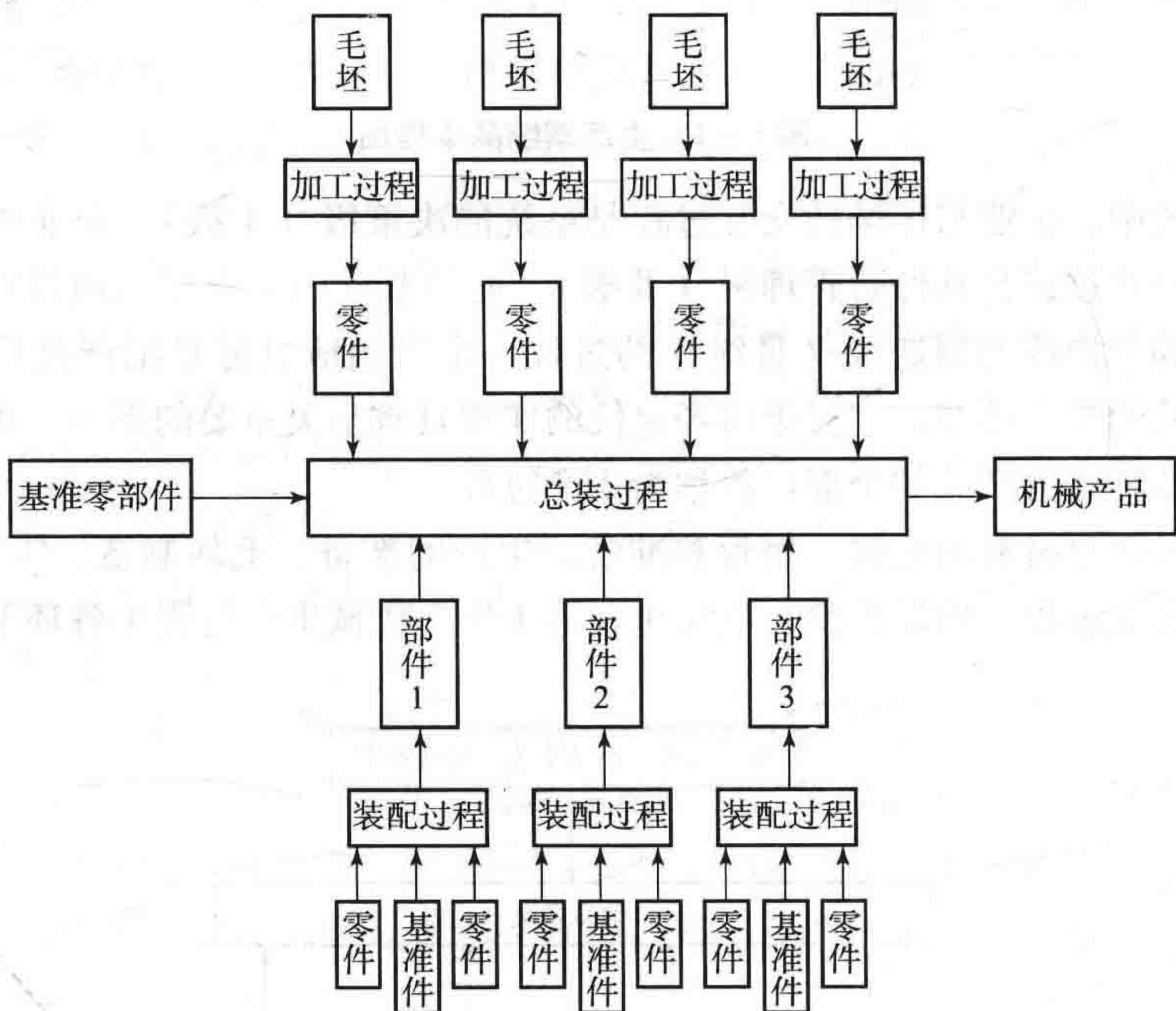


图 1-3 制造过程的构成

首先，组成机器的每一个零件要经过相应的工艺过程由毛坯转变为合格零件。在这一过程中，要根据零件的设计信息，制定每一个零件的加工工艺规程，根据工艺规程的安排，在相应的工艺系统中完成不同的加工内容。加工工艺系统由机床、刀具、夹具及其他工艺装备和被加工零件构成。加工的零件不同，工艺内容不同，相应的工艺系统也不相同。工艺系统的特性及工艺过程参数的选择对零件的加工质量起决定性作用。

其次，要根据机器的结构和技术要求，把某些零件装配成部件。部件是由若干组件、套

件和零件在一个基准上装配而成的。部件在整台机器中能完成一定的、完整的功能。把零件和组件、套件装配成部件的过程，称为部装过程。部装过程是依据部件装配工艺，应用相应的装配工具和技术完成的。部件装配的质量直接影响整机的性能和质量。

最后，是在一个基准零部件上，把各个部件、零件装配成一台完整的机器。把零件和部件装配成最终产品的过程称为总装过程。总装过程是依据总装工艺文件进行的。在产品总装后，还要经过检验、试车、喷漆、包装等一系列辅助过程才能成为合格的产品。

3. 零件的制造过程

零件的制造是机械制造过程中最基础、最主要的环节，其目的是通过一系列的工艺方法，获取具有一定形状、尺寸、力学性能和物理性能的零件。使零件获得一定的力学性能（强度、硬度等）及物理、化学（耐磨、耐蚀）等特性的工艺方法，主要指热处理工艺（退火、淬火、正火、表面处理等）；使零件获得一定几何形状的工艺方法，按发展过程大概分为传统加工方法、特种加工方法，以及20世纪80年代兴起的高新技术加工方法（如激光加工、快速成形加工等）。

下面简要介绍零件制造工艺方法。目前，按照由原材料或毛坯制造成零件的过程中质量的变化，可以将获得一定形状零件的制造工艺方法分为材料去除工艺（质量减少、 $\Delta m < 0$ ），材料成形工艺（质量不变、 $\Delta m = 0$ ）和材料累加工艺（质量增加、 $\Delta m > 0$ ）三种。

材料去除工艺（如切削加工）：主要指通过去除多余材料而获得具有一定形状、尺寸的零件。

材料成形工艺：采用铸造，锻造，粉末冶金，模具成形（注塑、冲压等）等进行材料成形加工时，材料的形状、尺寸性能发生变化，而其质量未发生变化。

材料累加工艺：是新近出现的快速成形（Rapid Prototyping, RP）工艺，主要通过材料的逐渐累加而获得零件。

1) 材料去除工艺（ $\Delta m < 0$ ）

材料去除工艺是按照一定的方式从工件上去除多余材料，工件逐渐逼近所需形状和尺寸的零件的工艺。材料去除工艺的加工效率在很大程度上取决于材料或毛坯与零件的形状、尺寸相接近的程度。工件形状越接近零件，材料去除越少，能源消耗也就越少；反之，材料、能源消耗越大。目前来说，材料去除工艺的材料利用率及工效都较低，但其有很强的适用性，至今依然是提高零件制造质量的主要手段，是机械制造中应用最广泛的加工方式。材料去除工艺按加工形式主要分为切削加工和特种加工。

① 切削加工是通过工件和刀具之间的相对运动及相互间力的作用实现的。切削过程中，工件和刀具安装在机床上，由机床带动实现一定规律的相对运动；刀具和工件在相对运动过程中，切削多余材料层，形成了工件的加工表面。常见的金属切削加工方法有车削、铣削、刨削、磨削等。切削过程中有力、热、变形、振动、磨损等发生。这些运动和现象的综合决定了零件最终获得的几何形状及表面质量。如何正确地选择或设计加工方法、机床、刀具、夹具和切削参数，改善加工质量，提高加工效益是本书重点介绍的内容。

② 特种加工是指利用电能、光能等对工件进行材料去除的加工方法，有电火花加工、电解加工、激光加工等。电火花加工是利用工具电极与工件电极之间产生的脉冲放电现象蚀除工件材料达到加工的目的。加工时，工件电极与工具电极之间存在一定的放电间隙，而不直接接触；加工过程中没有力的作用，可以加工具有任何力学性能的导电材料。在工艺上其

主要优点是可以对复杂形状的内轮廓表面进行加工，将其加工难度转化为外轮廓（工具电极）的加工，所以在模具制造中有特殊的作用。由于电火花加工的金属去除率低，一般用于不需大量去除材料的产品的形状加工。激光加工及离子束加工多用于细微加工。

随着科学技术的进步，在航天和计算机领域，有些加工精度和表面粗糙度要求特别高的零件需要进行精密加工及超精密加工。精密、超精密加工达到的尺寸精度可以达到亚微米乃至纳米级。这类加工方法有超精密车削、超精密研磨等。

2) 材料成形工艺 ($\Delta m = 0$)

材料成形工艺多利用模型使原材料形成毛坯或零件（此部分工艺内容由材料成形课程讲授）。成形工艺所需模具种类繁多（如注塑模、压铸模、拉伸模、冲裁模等），根据统计，机电产品 40% ~ 50% 的零件是由模具成形的。因此，服务于成形工艺方法的模具制造精度一般要求较高，其往往是单件生产方式，加工量大，且模具设计要用到 CAD、CAE 等一系列技术，从另一个侧面反映了成形工艺方法对材料去除和累加工艺方法的要求。

3) 材料累加工艺 ($\Delta m > 0$)

材料累加工艺是将零件以微元叠加的方式逐渐累加生成的。在制造过程中，将零件三维实体模型数据经计算机处理，控制材料的累加过程，形成所要的零件。此类工艺方法的优点是无须刀具、夹具等，就可以形成任意复杂形状的零件。制造出来的原型可供设计评估、投标或样件展示。因此，这一工艺又称快速成形技术。材料累加工艺用于产品样件、模具和少量零件的制造，成为加速产品开发及实现并行工程的有效技术，使企业的产品能快速响应市场，提高企业的竞争能力。

1.4.2 机械产品的生产组织

1. 生产纲领

生产纲领是企业根据市场需求和自身生产能力决定的、在计划生产期内应当生产的产品的产量和进度计划。计划期为一年的生产纲领称为年生产纲领。零件的年生产纲领为

$$N = Qn(1 + \alpha)(1 + \beta)$$

- 式中 Q ——产品的年产量；
 n ——单台产品中该零件的数量；
 α ——备品率，以百分数计；
 β ——废品率，以百分数计。

生产纲领是设计、制定工艺规程的重要依据，根据生产纲领并考虑资金周转速度、零件加工成本、装配销售储备量等因素，可以确定该产品一次投入生产的批量和每年投入生产的批次，即生产批量。但从市场的角度看，产品的生产批量取决于市场对该产品的容量、企业在市场上占有的份额以及该产品在市场上的销售和寿命周期。

2. 生产类型

生产纲领对工厂的生产过程和生产组织起着决定性的作用，包括决定各工作地点的专业化程度、加工方法、加工工艺、设备和工装等。如机床的生产与汽车的生产就有着不同的工艺特点 and 专业化程度。同一种产品，生产纲领不同，会有完全不同的生产过程和生产专业化程度。从工艺特点上看，单件生产与小批生产相近，大批生产与大量生产相近。因此，在生产中一般按单件、小批、中批、大批、大量生产来划分生产类型。按年生产纲领，划分生产