

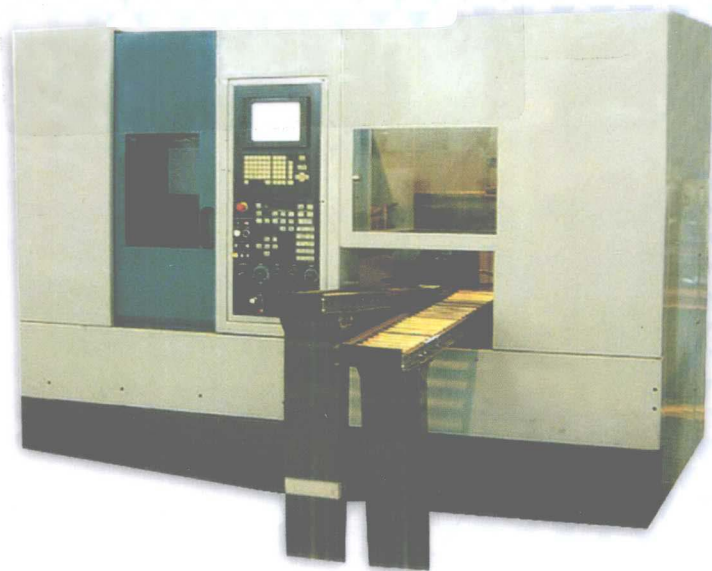
高等学校教材

机械制造基础

第2版

(近机械类、非机械类适用)

宋昭祥 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书系根据国家教育部颁布的“普通高等学校机械制造实习教学基本要求”(非机械类专业适用)并结合高等学校实际情况编写而成。

全书分上、下两篇共25章,上篇为“机械制造实践基础”,主要内容有常用工程材料,工程材料的改性,机械零件的选材,铸造,锻造,焊接与粘接,板料冲压,常用非金属材料的成形,无损检测,车削加工,铣、刨、磨削加工,钻削加工和镗削加工,数控机床加工,特种加工,常用非金属材料的切削加工,钳工,拆卸与清洗,装配与调试共18章;下篇为“机械制造理论基础”,主要内容有工程材料及其改性工艺理论基础,材料成形工艺理论基础,毛坯制造方法的选择,切削加工工艺理论基础,机械零件表面加工方法的选择及制造工艺的制定,量具的使用和质量控制,工业安全与环境保护共7章。本书内容具有综合性、实践性、科学性和先进性的特点。

本书是普通高等学校近机械类、非机械类(包括工科各专业及文、理、医、艺术、管理等专业)专业的基本教材,也可供电视大学、职业大学、职工大学、成人高等教育、函授大学、夜大学等相关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/宋昭祥主编. —2版.—北京:机械工业出版社, 2009.12

高等学校教材. 近机械类、非机械类适用

ISBN 978-7-111-28635-6

I. 机… II. 宋… III. 机械制造—高等学校—教材 IV. TH

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第198672号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:刘小慧 责任编辑:冯 铨 版式设计:霍永明

封面设计:张 静 责任校对:刘志文 责任印制:洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2010年3月第2版第1次印刷

184mm×260mm·21.5印张·532千字

标准书号:ISBN 978-7-111-28635-6

定价:37.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

本书自1998年出版以来,受到广大兄弟院校的欢迎,连续重印了10次。为了进一步提高教材质量,以适应教学改革的需要,在原版的基础上,根据2008年8月国家教育部工程材料及机械制造基础课程教学指导组组织本领域专家、教授,经过反复讨论而修订的《普通高等学校机械制造实习教学基本要求》(非机械类各专业适用),进行了修订。

本书仍保留了原版的风格,由机械制造实践基础和机械制造理论基础两部分组成。机械制造实践基础部分,在第1版主要涉及机械制造一般过程,机械零件的常用加工方法及其所用主要设备,工夹量具的结构和工作原理等内容的基础上,增加了现代加工方法、特种加工方法、非金属材料的成形加工方法的主要设备原理、特点和应用,非金属材料的切削加工方法的主要设备、原理、特点和应用,常用工程材料、常用工程材料的改性方法的主要设备原理、特点和应用,加强了机械装配的内容。机械制造理论基础部分是在实践教学的感性知识基础上,综合介绍了常用工程材料的主要性能,金属的结晶与合金的结构、组织,分析了各种成形方法的工艺基础、工艺设计、工艺特点和应用,介绍了有关新材料、新工艺、新技术等内容,并增加了机械制造过程的工业安全和环境保护内容。

编写本教材时,力图突出以下特点:

1) 调整知识结构,培养学生的综合工程能力,强调理论与实践的结合,技术与经济的结合,技术与管理的结合,突出对各种工艺的综合论述与横向比较,使学生初步达到具有选择材料、毛坯和零件加工方法的能力。

2) 提高起点,拓宽知识面,力求反映近年来在工程材料和制造工艺方面的最新成果。

3) 根据近机械类、非机械类专业的特点,加强对非金属材料和非金属材料成形加工方法及切削加工方法的介绍,使学生对现代工程材料的加工制造有较全面的了解。

4) 力求内容精炼,从培养学生实践能力出发,结合生产实际,在精选普通生产工艺和操作的基础上,对工艺操作中的难点和常见问题的处理方法作了介绍,并适当介绍了各种工艺方法的理论基础,以提高学生独立思考和分析与解决实际问题的能力。

5) 在叙述上,图文并茂,力求深入浅出、通俗易懂、文字简练、直观形象,以便于教学。

6) 本书在使用新国家标准规定的术语时,考虑到贯彻新国家标准应有的历史延续性,所以也兼顾了长期沿用的名称和定义,并尽可能使两者和谐结合。

为了方便各学校使用本教材,特对本教材的使用作如下说明(供参考):

课堂理论教学内容	上篇:第一章、第三章;下篇:第一章~第七章 学时:18~24学时,穿插在实习过程中的适当时候集中讲授
现场讲授与演示内容	上篇:第二章、第八章、第九章、第十一章、第十五章
实习教学内容	上篇:第四章、第五章、第六章、第七章、第十章、第十二章、第十三章、第十四章、第十六章、第十七章、第十八章
学生自学内容	上篇:各章节中的新材料、新技术的介绍

本书由宋昭祥任主编，胡忠举、吴克军任副主编，参加编写的人员有廖先禄、陆名彰、周知进。

本书由教育部机械基础课程教学指导分委员会副主任、普通高等学校“工程材料及机械制造基础”课程教学指导小组组长、清华大学傅水根教授担任主审。傅水根教授对本书提出了许多宝贵的意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者的水平与经验有限，书中的缺点与错误请同行与读者批评指正。

编者
2009年6月

第 1 版前言

为探索教学和教材建设的改革，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校多年教学实践的基础上，根据课程教学的需要，编写了近机械类（非机械类亦适用）各专业的机械制造基础教材，以期扩大课程类型，增加教材品种，提高教学和教材质量。

本书由机械制造实践基础和机械制造理论基础两部分组成。“实践基础”主要涉及机械制造的一般过程，机械零件的常用加工方法及其所用主要设备、工夹量具的结构和工作原理。“理论基础”是在实践教学的感性知识的基础上，综合介绍了常用工程材料的种类、成分、组织、性能和改性方法；分析各种成形方法的工艺基础、工艺设计、工艺特点和应用，以及有关新材料、新工艺、新技术等内容。

为了提高教材质量，在编写本教材时力图表现以下特点：

1. 调整知识结构，培养学生的综合工程能力，强调理论与实践的结合，技术与经济的结合，技术与管理的结合，突出对各种工艺的综合论述与横向比较，使之初步达到具有选择材料、毛坯和零件加工方法的能力。

2. 提高起点，拓宽知识面，力求反映近年来在工程材料和制造工艺方面的最新成果。

3. 根据近机械类、非机械类专业的特点，加强对非金属材料的介绍，使学生对现代工程材料有较全面的了解。

4. 力求内容精练，从培养学生实践能力出发，结合生产实际，在精选普通生产工艺和操作的基础上，对工艺操作中的难点和常见问题的处理方法作了介绍，并适当介绍各种工艺方法的理论基础，以提高学生独立思考和分析与解决实际问题的能力。

5. 在叙述上，图文并茂，力求深入浅出、通俗易懂、文字简练、直观形象，以便于教学。

6. 本书在使用新国家标准规定的术语时，考虑到贯彻新国家标准应有的历史延续性，所以也兼顾了长期沿用的名称和定义，并尽可能使两者和谐结合。

本书由宋昭祥任主编，陆名彰、胡忠举、夏海南任副主编。参加本书编写工作的有岳文辉、梁洁萍、卢绍海、刘平、毛征宇、廖先禄、齐涤非、廖文庆、赵正江、胡斌梁、胡小平。

本书由天津大学徐允长教授、任孝天教授担任主审。两位主审对本书的体系、内容和文字提出了许多宝贵的意见和精辟的见解，在此表示衷心的感谢。

在本教材的编写过程中，得到了湘潭工学院（原湘潭矿业学院）各级领导的大力支持，在此表示深切的感谢。

由于编者的水平与经验所限，书中的缺点与错误请同行与读者批评指正。

编 者

1998 年 10 月

目 录

第2版前言	
第1版前言	
绪论	1
第一节 工业系统、机械制造系统与集成概念	1
一、工业系统	1
二、机械制造系统的概念	3
三、集成的概念与基本要求	6
第二节 现代化制造的基本概念	7
一、自动控制	7
二、数控系统	8
三、CAD/CAM 技术	8
四、模拟技术	9
五、现代化制造的概念	9

上 篇 机械制造实践基础

第一章 常用工程材料	11	第三章 机械零件的选材	45
第一节 常用金属材料	11	一、选材的一般原则	45
一、钢	11	二、典型零件的选材举例	46
二、铸铁	14	第四章 铸造	48
三、有色金属及其合金	19	第一节 砂型制造	49
第二节 常用非金属材料	22	一、砂型铸型的组成	49
一、塑料	22	二、型砂和芯砂	49
二、橡胶	22	三、造型及造芯的方法	50
三、陶瓷	23	四、浇注系统和冒口	55
第三节 新材料	24	第二节 铸铁的熔炼及浇注	56
一、复合材料	24	一、铸铁的熔炼	56
二、纳米材料	25	二、铸铁的浇注	57
三、材料科学中高技术发展现状	26	三、铸件的落砂、清理和缺陷分析	58
第二章 工程材料的改性	30	第三节 铸件结构的工艺性及铸件图	59
第一节 金属材料的改性工艺	30	一、砂型铸件结构的工艺性	59
一、钢的改性工艺	30	二、铸件图的绘制	60
二、铸铁的改性工艺	34	第四节 特种铸造	61
三、金属材料改性工艺设备简介	36	一、压力铸造	62
第二节 常用非金属材料的改性工艺	37	二、熔模铸造	63
一、工程塑料的改性工艺	37	三、金属型铸造	65
二、工程陶瓷的改性工艺	40	四、离心铸造	65
第三节 激光表面改性工艺	43	第五节 铸造新工艺、新技术简介	66
一、激光相变硬化工艺	43	一、真空密封造型	66
二、激光相变硬化工艺的特点与应用	44	二、气流冲击造型	66
		三、实型铸造	66

四、冷冻造型	67	二、氧气切割	97
第五章 锻造	68	三、等离子弧切割	98
第一节 金属的加热与锻件的冷却	68	第四节 其他焊接方法	99
一、金属的加热	68	一、埋弧焊	99
二、锻件的冷却方法	69	二、气体保护电弧焊	100
第二节 自由锻造	70	三、电阻焊	101
一、自由锻造设备——空气锤	70	四、钎焊	102
二、自由锻造的基本工序	70	第五节 焊接新技术、新工艺简介	102
三、自由锻造锻件结构工艺性及 锻件图	74	一、电子束焊	102
四、自由锻造锻件常见缺陷	75	二、激光焊	103
第三节 锤上模锻和胎模锻	76	三、扩散焊	103
一、锤上模锻	76	四、窄间隙焊	103
二、胎模锻	77	五、螺柱焊	104
第四节 轧制、挤压、拉拔和旋压工艺	78	六、波峰焊	104
一、轧制	78	七、激光切割	104
二、挤压	79	第六节 粘接	105
三、拉拔	80	一、粘接的基本原理	105
四、旋压	80	二、粘接剂	105
第五节 锻压新工艺、新技术简介	81	三、粘接工艺	106
一、超塑性成形	82	四、粘接的特点和应用	108
二、粉末锻造	83	第七章 板料冲压	109
三、液态模锻	83	第一节 冲压设备	109
四、高能率成形	83	一、冲床	109
五、铸轧	84	二、剪板机	109
第六章 焊接与粘接	85	三、数控冲床	109
第一节 焊条电弧焊	85	第二节 冲压的基本工序	110
一、焊接过程	85	一、切断	110
二、焊条电弧焊设备	86	二、冲裁	110
三、焊条	87	三、弯曲	110
四、焊接工艺参数	89	四、拉深	110
五、焊条电弧焊基本操作要领	90	第三节 冲压模具	111
六、常见焊接缺陷	91	一、简单冲模	111
第二节 焊接件结构的工艺性	92	二、连续冲模	111
一、焊缝布置	92	三、复合冲模	111
二、焊接接头及坡口形式的选择	93	第四节 板料冲压件的结构工艺性	111
三、焊接位置及工艺特点	94	一、冲压件的形状与尺寸	112
四、对接平焊的操作步骤	94	二、冲压件的精度和表面质量	113
第三节 气焊和氧气切割及等离子 弧切割	95	三、冲压件结构设计改进实例	113
一、气焊	95	第八章 常用非金属材料成形	115
		第一节 塑料的成型	115
		一、工程塑料的一般工艺性能	115

二、热塑性塑料和热固性塑料的工艺特性	116	五、中心架与跟刀架的应用	144
三、塑料制品的成型与连接	116	第四节 车削加工	145
四、塑料零件的结构工艺性	118	一、车削的步骤	145
五、注射成型设备与工艺	119	二、车削外圆	145
第二节 工程陶瓷的成形	121	三、车端面与台阶	146
一、工程陶瓷制品的工艺过程	121	四、钻孔与车孔	147
二、工程陶瓷的成形方法	123	五、切槽与切断	148
第三节 橡胶的成形	124	六、车锥面	149
一、橡胶的成形工艺过程	124	七、车螺纹	150
二、橡胶的加工成形方法	125	八、车成形面	151
第九章 无损检测	128	九、车削加工的工艺特点和应用	152
第一节 无损检测概述	128	十、车削加工示例	152
一、无损检测的定义	128	第十一章 铣削、刨削、磨削加工	155
二、无损检测方法的分类	128	第一节 铣削加工	155
第二节 超声波探伤	128	一、铣床	155
一、概述	128	二、铣削加工的工艺特点和应用	156
二、超声波探伤操作	129	第二节 刨削加工	157
三、超声波探伤的适用范围、特点和安全 管理	133	一、刨床	158
第三节 电磁感应检测	133	二、刨削加工的工艺特点和应用	158
一、电磁感应检测原理	133	第三节 磨削加工	159
二、电磁感应检测操作	134	一、磨床	160
三、电磁感应检测的适用范围、特点和安全 管理	134	二、磨削加工的工艺特点和应用	162
第四节 各种无损检测方法的对比和 应用	135	第十二章 钻削加工和镗削加工	164
第十章 车削加工	137	第一节 钻削加工	164
第一节 卧式车床	138	一、钻削加工的设备	164
一、C6136 型卧式车床的型号	138	二、钻削加工的刀具	164
二、C6136 型卧式车床的组成	138	三、钻削加工时的附件	166
第二节 车刀	139	四、钻削加工的工艺特点和应用	167
一、焊接式车刀	139	第二节 镗削加工	170
二、机械夹固式车刀	139	一、镗削加工的设备	170
三、车刀的刃磨与安装	140	二、镗削加工的工艺特点和应用	171
第三节 车削时工件的装夹方式和车床 附件	141	第十三章 数控机床加工	172
一、卡盘装夹	141	第一节 数控机床的工作原理及组成	172
二、顶尖装夹	141	一、数控机床的工作原理	172
三、花盘、弯板及压板装夹	142	二、数控机床的组成	172
四、心轴装夹	143	三、数控机床加工的工艺特点	173
		第二节 数控加工程序编制	173
		一、概述	173
		二、数控加工程序编制的内容和 步骤	174

三、机床坐标系和工作坐标系的 定义	175	二、几种陶瓷材料的切削加工	203
四、编制程序的常用工艺指令	176	第十六章 钳工	206
五、数控程序格式	180	第一节 划线	206
六、数控机床编程步骤简述	181	一、划线过程	206
七、数控机床编程实例	182	二、划线方法	208
第三节 数控车床	184	第二节 锯切	209
一、数控车床原理、组成、特点及 应用	184	一、手锯	209
二、数控车床加工工艺制定方法	185	二、锯切方法	210
三、数控车床坐标系的确定	186	第三节 锉削	210
第四节 数控铣床	186	一、锉刀	210
一、数控铣床的结构	186	二、锉削方法	211
二、数控铣床的特点	186	第四节 螺纹加工	212
三、数控铣床的应用	187	一、攻螺纹	212
第十四章 特种加工	188	二、套螺纹	213
第一节 电火花线切割加工	188	三、废品及其产生的原因	213
一、电火花线切割加工的工作原理及 机床	188	第十七章 拆卸与清洗	214
二、电火花线切割加工的工艺特点与 应用	189	第一节 拆卸	214
三、电火花线切割加工的编程与示例	190	一、拆卸的一般规则和要求	214
第二节 光化学加工	191	二、拆卸方法	215
一、光化学加工原理	192	三、常用零、部件的拆卸方法	216
二、光化学加工工艺过程	192	四、典型零部件的拆卸方法示例	217
三、光化学加工的工艺特点	195	第二节 清洗	218
四、光化学加工的应用	195	一、清洗前的准备	218
第三节 其他常用的特种加工	196	二、清洁材料和用具	219
一、电火花成形加工	196	三、清洗方法	219
二、电解加工	196	四、清洗过程	219
三、超声波加工	197	五、清洗注意事项	220
四、激光加工	198	第十八章 装配与调试	222
五、水射流加工	198	第一节 机械零、部件的装配	222
六、特种加工新技术简介	200	一、装配的技术准备工作	222
第十五章 常用非金属材料的切削 加工	201	二、装配的一般工艺原则	222
第一节 塑料的切削加工	201	三、装配的方法	223
一、工程塑料切削加工的特点	201	四、装配工艺过程	223
二、工程塑料切削加工实例	201	五、典型零、部件的装配	224
第二节 工程陶瓷的切削加工	202	六、典型零、部件的装配示例	227
一、工程陶瓷切削加工的特点	202	第二节 机械零、部件装配后的调试	228
		一、滚动轴承装配后的调整	228
		二、齿轮装配后的调整	228
		上篇 复习思考题	232

下篇 机械制造理论基础

第一章 工程材料及其改性工艺理论基础	239	四、符合生产条件	271
第一节 工程材料的主要性能	239	第二节 典型机械零件毛坯的选用	271
一、工程材料的力学性能	239	一、轴杆类零件毛坯的选择	271
二、工程材料的物理、化学性能	242	二、盘套类零件毛坯的选择	272
三、工程材料的工艺性能	242	三、机架箱体类零件毛坯的选择	272
第二节 金属的结晶与合金的结构	242	第四章 切削加工工艺理论基础	274
一、金属的晶体结构	242	第一节 切削加工的基本概念	274
二、金属的结晶	243	一、刀具和工件的运动	274
三、金属的同素异构转变	244	二、加工中的工作表面	274
四、合金的结构	245	三、切削用量	274
第三节 铁碳合金的组织与状态图	246	四、切削层参数	276
一、铁碳合金的基本组织	246	第二节 切削刀具	276
二、铁碳合金状态图	247	一、刀具材料	276
第四节 高分子材料的基本知识	249	二、刀具切削部分的几何参数	278
一、高分子材料概述	249	第三节 切削过程及其基本规律	281
二、高分子化合物的性能	252	一、切屑的形成及其种类	281
第二章 材料成形工艺理论基础	253	二、积屑瘤	281
第一节 铸造工艺基础	253	三、加工硬化和残余应力	282
一、合金的铸造性能	253	四、切削力和切削功率	282
二、常用合金铸件的铸造工艺特点	256	五、切削热和切削温度	283
第二节 金属锻造工艺基础	257	六、切削液	284
一、金属的塑性变形	257	七、刀具的磨损及其使用寿命	284
二、金属的锻造性能	260	八、金属材料的切削加工性	285
三、合金钢和有色合金的锻造工艺特点	262	九、选择切削用量的一般原则	286
第三节 焊接工艺基础	263	第四节 零件的机械加工结构工艺性	287
一、焊条电弧焊的冶金过程特点	263	第五章 机械零件表面加工方法的选择及制造工艺的制定	290
二、焊接接头的组织和性能	264	第一节 外圆表面的加工方法及选择	290
三、焊接变形与应力	265	一、外圆表面的加工方法	290
四、常用金属材料的焊接性能	265	二、外圆表面加工方法的选择	291
第三章 毛坯制造方法的选择	268	第二节 内圆表面的加工方法及选择	292
第一节 毛坯选用的原则	268	一、内圆表面的加工方法	292
一、满足材料的工艺性能要求	268	二、常用的孔加工方法的选择	292
二、满足零件的使用性能要求	269	第三节 平面的加工方法及选择	294
三、降低制造成本	270	一、平面的加工方法	294
		二、平面加工方法的选择	295
		第四节 特形表面的加工方法及选择	296
		一、回转成形面常用的加工方法及选择	296

二、螺纹表面的加工方法及选择	297	三、建立和健全质量保证体系	314
三、齿轮齿形的加工方法及选择	297	四、质量管理的数理统计方法	315
第五节 机械零件制造工艺的制定	297	五、质量管理和质量保证系列国际标准 ISO9000 简介	316
一、机械零件制造工艺过程的基本 概念	297	第七章 工业安全与环境保护	319
二、零件的机械加工工艺流程示例	299	第一节 工业安全	319
第六章 量具的使用和质量控制	302	一、工业安全的重要性	319
第一节 零件的技术要求	302	二、工业安全性的评价	319
一、加工精度	302	三、工业系统的危险性因素	319
二、表面质量	305	四、工业安全性的分析方法	319
第二节 常用量具及其使用	306	五、有关安全法规与制度	320
一、游标卡尺	306	第二节 环境保护	320
二、千分尺	307	一、环境与环境保护的概念	320
三、百分表	308	二、环境污染及其特征	320
四、万能角度尺	309	三、环境保护法的基本原则	321
五、量规	311	四、机械制造过程中的环境保护	322
六、量具的使用	312	下篇 复习思考题	325
第三节 产品质量管理概述	312	参考文献	330
一、质量管理的由来与发展	312		
二、全面质量管理的特点	313		

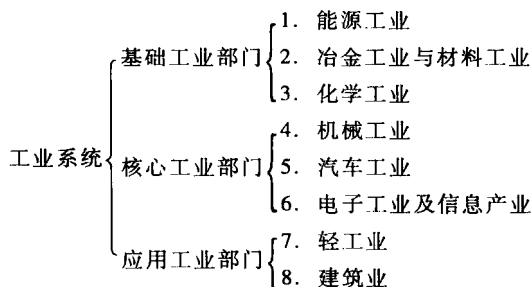
绪 论

第一节 工业系统、机械制造系统与集成概述

一、工业系统

工业本身就是一个系统，它植根于国民经济的广袤大地上，自身又可分为上游产业、中游产业和下游产业，各部门之间存在着千丝万缕的联系，各自和整体又有着特定的发展规律性。对现今社会生产力主体的工业系统作一些初步了解，有助于大学低年级学生由对社会缺乏了解的状态正确导入对工程技术、管理和社会经济规律的学习和研究。

(一) 工业系统分类



(二) 工业系统简介

1. 能源工业

(1) 能源 能源是能够产生和提供可控能量的各种资源。

(2) 能源工业 现代能源工业的重要生产部门有煤炭工业、石油工业和电力工业。

(3) 能源系统 能源按加工程度划分为一次能源（直接来自自然界而没有经过加工或转换的能源）和二次能源（由一次能源经过加工转换为其他种类和形式的能源）。能源必须组成能源系统才能发挥作用。主要能源及其转化和应用如图 0-1 所示。

2. 冶金工业与材料工业

(1) 冶金工业 从矿石和其他含金属的原材料中制取金属的工业，包括采矿、选矿、冶炼、加工。我国习惯上将金属大体划分为黑色金属和有色金属。黑色金属指钢、铁和铁合金。有色金属分为重金属、轻金属、稀有金属和贵金属。为此，冶金工业包括炼铁、炼钢、钢材生产、有色金属工业。

(2) 材料工业 我国的材料工业，包括冶金、加工、建材等主要行业，它既提供生铁、钢、铁合金、有色金属、水泥、塑料、橡胶、化纤、平板玻璃等传统结构材料和原料，又开发出信息功能材料、能源材料和生物材料。

3. 化学工业

(1) 化学工业 它是利用物质发生化学变化的规律，改变物质的结构、成分、形态而进行工业化生产的工业部门。化学加工是一个渗透于多行业的基本生产方法。在国民经济

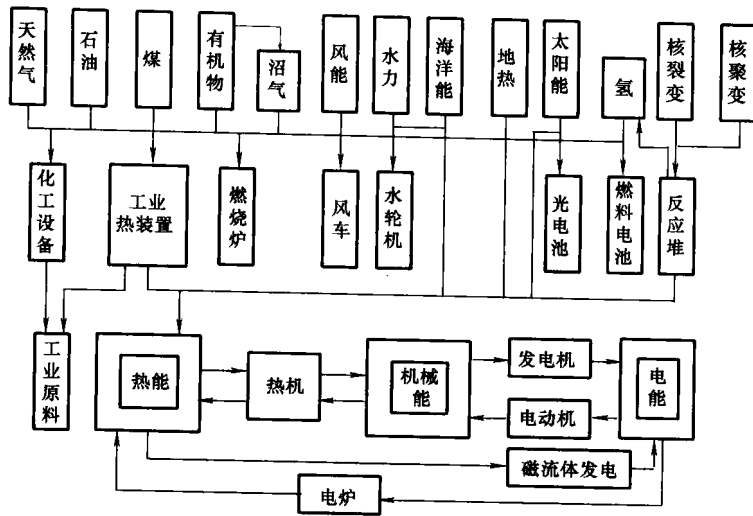


图 0-1 主要能源及其转化和应用

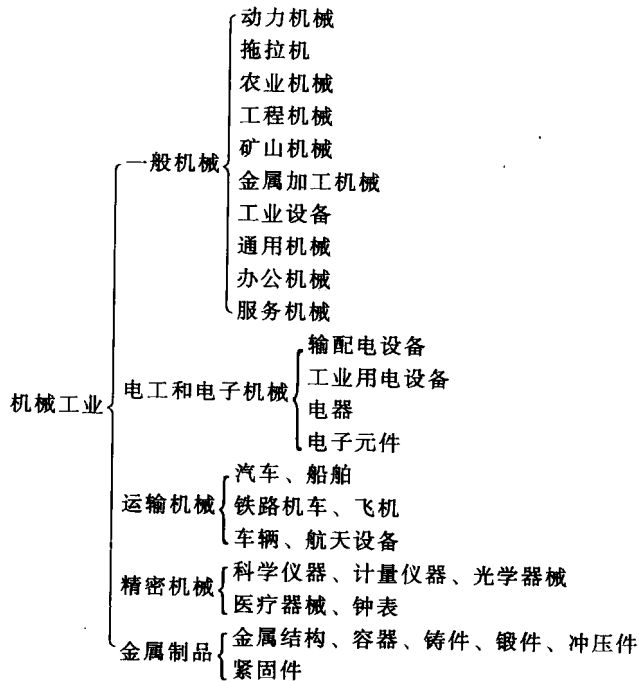
中，采掘业、加工工业、动力部门和交通运输部门组成工业体系，它们中很多生产都与化学加工密不可分。

(2) 化学工业生产的基本过程 化学工业生产的基本过程包括流体输送、传热、蒸发、结晶、蒸馏、吸收、萃取、干燥、过滤、反应等化工单元。

4. 机械工业

1) 机械工业亦称机械制造业，是制造机械产品的工业部门。

2) 机械工业可作如下的分类：



5. 汽车工业

汽车本身的制造属于机械制造业，但因其规模巨大，且又是与其他产业关联度最大的产业，故将其单独列为一个工业部门。随着汽车的使用和普及，产生了许多与之相关的部门来促进其发展。汽车工业涉及领域甚宽，包括钢铁、玻璃、橡胶、塑料等原材料，机床、机械加工、机电零部件及附件，燃料油及润滑油供应，以及公路交通、建筑设施和各种消费服务。当今世界上，还没有哪一个工业部门所涉及的范围比汽车工业更广泛。因此，从某种意义上讲，它是衡量一个国家工业化水平和科技水准高低的重要标志之一。

6. 电子工业及信息产业

(1) 电子工业的对象 电子工业的对象包括计算机、雷达、导航、电视、广播、微波、半导体、激光、红外、电声、声纳、电子测量、自动控制、遥感遥测、电波传播、材料、器材、系统工程等几十个门类。

(2) 电子信息产业 电子信息产业包括通信与信息服务业、电子信息产品制造业。

(3) 微电子技术 将含有成千上万甚至上亿个元器件的复杂电路，都制作在一块小小的半导体硅片上，在很小的体积内，微电子技术能实现令人难以想象的复杂功能。

(4) 电子工业结构 电子工业的上游是半导体设备工业，提供制造电子元器件的设备器件；中游是半导体工业，制造大规模集成电路芯片等电子元器件；下游是电子系统工业，用元器件开发计算机、通信设备等应用系统。

(5) 信息技术 信息技术是以微电子学、光电子学为基础，以计算机通信、控制技术为核心的综合技术群，主要研究和解决信息的产生、获取、度量、传输、交换、处理、识别和应用等问题。

7. 轻工业

轻工业是我国消费品生产的主体，承担着改善人民生活、繁荣城乡市场、支持工业发展、扩大出口创汇和为国家建设积累资金的重要任务。它是以消费品生产为主的加工工业的一种群体，包括纺织和缝纫生产、食品加工、家用机械、电子及轻化工生产、造纸工业、皮革工业、木材加工、日用玻璃、日用陶瓷、自来水和饲料生产加工等。

8. 建筑业

建筑业是从事建筑、安装工程的产业部门，其业务范围不仅包括建造房屋和构筑物，而且包括各种设备的安装工程。建筑业最终提供给社会的产品，是已建成并可以投入生产或使用的工厂、矿井、铁路、公路、桥梁、港口、机场、仓库、管线、住宅以及各种公用建筑及设施。

二、机械制造系统的概念

制造业是将制造资源（物料、能源、设备、工具、资金、技术、信息和人力等），通过制造过程，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。它涉及国民经济的各个部门，是国民经济和综合国力的支柱产业。

制造系统是制造过程及其所涉及的硬件（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（含半成品）的有机整体。

制造系统的基本特性包括以下几个方面：

(1) 集合性 制造系统是由两个或两个以上的可以相互区分的要素（或环节、子系统）

所组成的集合体。它确定了制造系统的组成要素。

(2) 相关性 制造系统内各要素是相互联系的。它说明了这些组成要素之间的关系,这种关系构成了制造系统的结构,而结构又决定了制造系统的性质。制造系统的基本结构体现为组织、技术和管理三方面。制造系统中任一要素与存在于该制造系统中的其他要素是互相关联和互相制约的。

(3) 目的性 一个实际的制造系统是一个整体,要完成一定的制造任务,或者说要达到一个或多个目的,就是要把资源转变为财富或产品。

(4) 环境适应性 一个具体的制造系统,必须具有对周围环境变化的适应性。外部环境的变化与系统是互相影响的,两者之间必然要进行物质、能量或信息的交换。制造系统应具有动态适应性的系统,表现为以最少的代价和时间去适应变化的环境,使系统接近理想状态。

(5) 动态性 制造系统的动态性主要表现在以下几个方面:

1) 总是处于生产要素(原材料、能量、信息等)的不断输入和有形财富(产品)的不断输出这样一种动态过程中。

2) 系统内部的全部硬件和软件也处于不断地变化、发展之中。

3) 为适应生存的环境,制造系统总是处于不断发展、不断更新、不断完善的运动中。

(6) 反馈特性 制造系统在运行过程中,其输出状态如产品质量信息和制造资源利用状况等信息总是不断地反馈回制造过程的各个环节中,从而实现产品生命周期中的不断调节、改进和优化。

(7) 随机特性 制造系统中有很多随机因素,从而使制造系统的某些性质具有随机性。机械制造系统是一种典型的、具体的制造系统,其组成如图 0-2 所示。

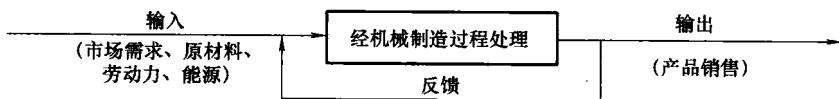


图 0-2 机械制造系统的组成

机械制造系统具有制造系统应有的一切基本特性。图 0-3 表明,机械制造过程是一个将资源向产品或零件转变的过程。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。

机械制造系统由机床、夹具、刀具、被加工工件、操作人员和加工工艺等组成。机械制造系统输入的是制造资源(毛坯或半成品、能源和劳动力),经过机械加工过程制成产品或零件输出。图 0-4 所示为机械制造系统组成图。

图 0-4 所示的“三流”分别表示如下:

(1) 物料流(物流) 机械制造系统输入的是原材料或坯料(有时也包括半成品)及相应的刀具、量具、夹具、润滑油、切削液和其他辅助物料等,经过输送、装夹、加工、检验等过程,最后输出半成品或成品(一般还伴随着切屑的输出)。整个加工过程(包括加工准备阶段)是物料输入和输出的动态过程,这种物料在机械制造系统中的运动被称为物料流。

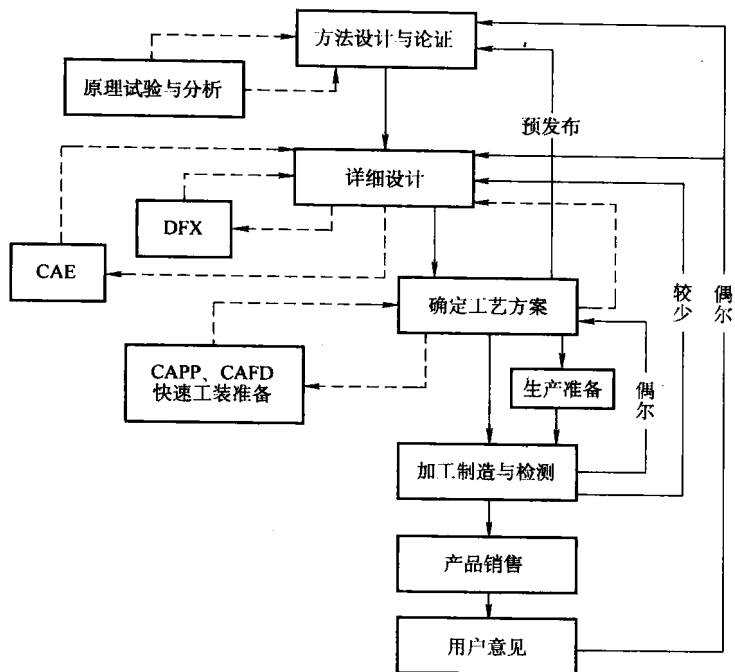


图 0-3 机械制造过程

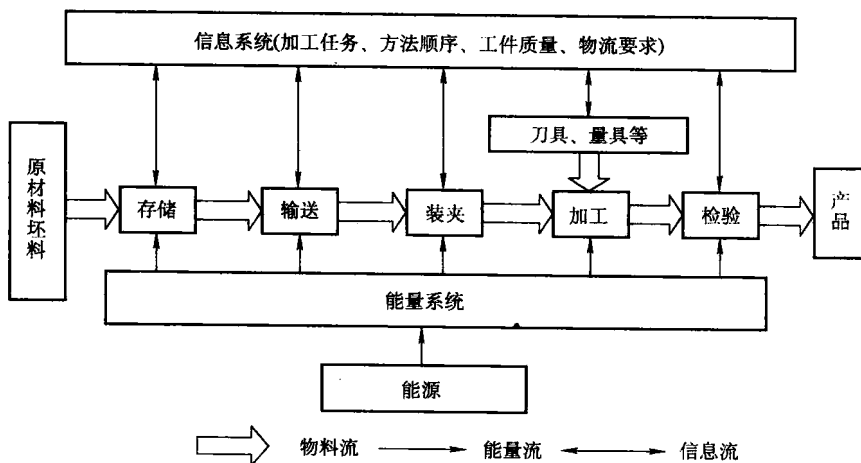


图 0-4 机械制造系统组成图

(2) 信息流 在机械制造系统中，必须集成各个方面的信息，以保证机械加工过程的正常进行。这些信息主要包括加工任务、加工工序、加工方法、刀具状态、工件要求、质量指标和切削参数等。这些信息又可分为静态信息（如工件尺寸要求、公差大小等）和动态信息（如刀具磨损程度、机床故障状态等）。所有这些信息构成了机械加工过程的信息系统。这个系统不断地和机械加工过程的各种状态进行信息交换，从而有效地控制机械加工过程，以保证机械加工的效率和产品质量。这种信息在机械制造系统中的作用过程称为信

息流。

(3) 能量流 能量是一种物质运动的基础。机械制造系统是一个动态系统,其动态过程是机械加工过程中的各种运动过程。这个运动过程中的所有运动,特别是物料的运动,均需要能量来维持。来自机械制造系统外部的能量(一般是电能)多数转变为机械能。一部分机械能用以维持系统中的各种运动,另一部分则通过传递、损耗而到达机械加工的切削区域,转变为分离金属的动能和势能。这种在机械加工过程中的能量运动称为能量流。机械制造系统中的物流、信息流、能量流之间相互联系、相互影响,组成了一个不可分割的有机整体。

在很长一段时期里,人们习惯于孤立地、分别地研究机械制造中所涉及的各种问题。尽管在机床、工具和制造工艺等各个方面都取得了长足的进步,而且成功地应用于大批量生产,但在大幅度提高各种因素非常复杂的小批量生产的生产率方面,长时间未能取得大的突破。直至20世纪60年代末期,人们才逐步认识到,必须运用系统的观点来认识机械产品制造的全过程,将其视为系统,进而运用系统工程的理论和方法,根据制造系统的目的,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、相互作用与相互制约的关系中综合地、准确地分析和研究制造系统,才能获得技术先进、经济合理、效率高以及整体协调运转的最佳效果。

三、集成的概念与基本要求

集成的概念与系统的概念较相似。系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特定功能的有机整体。实际上,集成一词早在人们熟知的集成电路出现时就已广泛应用于各个领域,只不过人们已经习惯地把那些范围较小的有机整体称为系统,如计算机辅助制造系统(CAM)等,而较少地站在整个企业的高度观察问题,将这些被称为系统的有机整体再次进行彼此之间的协调,而形成更大的有机整体,即一个更大的系统。为了突出在系统之间也需要形成有机整体,人们就使用了“集成”的概念。

因此,集成的出现来源于企业的实际需求。它是系统概念的延伸,是组成更大规模系统的手段,它强调组成系统的各部分之间能彼此有机地、协调地工作,以发挥整体效益,达到整体优化的目的。从集成的定义可以看出,集成绝不是将若干分离的部分简单地连接、拼凑,而是通过信息集成,将原先没有联系或联系不紧密的各个组成部分有机地组合成为功能协调的、互相紧密联系的新系统。如将CAD与CAM集成,可以实现设计与制造的工程数据的信息共享,组成CAD/CAM系统;如果再将企业的MIS与CAD/CAM系统进行集成,就可实现商用数据和工程数据的信息共享等。

1. 集成的基本要求

集成的最终目的是使组成新系统的各子系统有机协调地工作,以发挥整体效益,达到整体优化。这种集成也称为系统集成。当然,每个分系统内部的集成也是一种小范围、小规模集成,但它是系统集成的基础,二者相互联系。因此,从制造企业的角度来看,要实现集成,必须满足以下基本要求:

1) 应包括数控机床、自动化小车在内的各种加工设备,以及计算机等通信设备在内的部分或全部的硬件资源。

2) 应包括系统软件、工具软件及应用软件在内的软件资源。

3) 在软、硬件及网络的基础上,建立一个良好的企业信息模型,做到信息共享。