

普通高等院校“十一五”规划教材

工程技术实践

GONGCHENG JISHU SHIJIAN

蔡安江 孟建强 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等院校“十一五”规划教材

工程技术实践

蔡安江 孟建强 编著

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是根据教育部普通高等学校工程材料及机械制造基础系列课程教学的基本要求,结合科技发展、高等教育形势以及高校课程教学改革的研究成果编写而成的。

全书分为4篇13章。第1篇为工程技术实践基础知识,主要内容有工程技术实践背景知识、工程材料与热处理技术,共2章;第2篇为材料成形技术,主要内容有铸造、锻压、焊接,共3章;第3篇为切削加工技术,主要内容有切削加工基本知识、车削加工、铣削加工、刨削与磨削加工、钳工,共5章;第4篇为现代制造技术,主要内容有数控加工、特种加工、机械制造自动化技术,共3章。各章均编写了教学要求和复习思考题,并配有实习报告。本书内容具有基础性、科学性、实践性和先进性,强调对学生工程实践能力、工程素质和创新思维的培养。

本书是高等学校各专业本、专科工程实践教学的基本教材,也可供工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程技术实践/蔡安江,孟建强编著. —北京:国防工业出版社,2009.2

普通高等院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-118-06056-0

I. 工... II. ①蔡... ②孟... III. 机械制造工艺—高等学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第202692号

开本 787×1092 1/16 印张 17 字数 388 千字

2009年2月第1版第1次印刷 印数 1—5000 册 定价 25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

本书为适应高等工程教育改革,加强对学生工程实践能力、工程素质和创新思维的培养,根据教育部普通高等学校工程材料及机械制造基础系列课程教学的基本要求,在认真总结多年工程实践教学改革经验的基础上,结合科技发展、高等学校实际编写而成。

本书在内容体系上力求创新与优化,正确处理了实践教学与理论教学、传统制造技术与现代制造技术之间的关系,在介绍传统工程技术的工艺与方法的同时,突出并融合了工程技术领域应用较多的新材料、新工艺、新设备和新技术,拓宽了学科的技术基础,在加强基础理论的同时,更加注重理论知识在生产中的应用性或可操作性,使学生对工程技术有一个整体的认识。

本书在编写过程中遵循教育教学规律,体现以学生为本、以学生为中心的教育思想,注重传授知识与素质和能力培养的结合,加强对学生工程能力、工程素质和创新思维的训练,培养学生的自学能力和乐于探知的精神。书中全面采用最新国家标准的计量单位、名词术语、材料牌号等,力求做到结构紧凑、文字简洁、图文并茂、重点突出、通俗易懂,并在各章都明确了教学基本要求,配有复习思考题和实习报告。书中的重要术语都附有英语注释,以方便双语教学。

本书由西安建筑科技大学、西北工业大学和西安石油大学组织编写、审阅。蔡安江、孟建强担任主编,阮晓光、郭师虹、戴融担任副主编。蔡安江负责全书的统编定稿;郭师虹负责书中全部图形的计算机绘制、处理及重要术语的英语注释;阮晓光、岑启宏负责校稿。

参加本书编写的有:西安建筑科技大学蔡安江(第5章和11.1节~11.3节、11.5节~11.7节)、阮晓光(第7章和第8章)、郭师虹(11.4节、13.1节、13.2节、13.6节和附录)、岑启宏(第2章)、林红(第3章)、惠旭升(10.1节~10.5节)、吴琼(12.1节~12.3节、实习报告)、李红侠(实习报告)、杨蕾(13.3节、13.5节)、王凯(12.4节和13.8节);西北工业大学孟建强(1.3节、1.4节)、杨桂芳(第6章、13.4节、13.7节);陕西科学技术馆戴融(1.1节、1.2节、10.6节、10.7节);洛阳理工学院吴锐(第4章)、阚长华(9.1节)、许元奎(9.2节、9.3节)。

本书承蒙西北工业大学陈立怡教授、西安建筑科技大学许云华教授和西安石油大学陈隽高级工程师担任主审。在本书的编写过程中,得到了西安建筑科技大学、西北工业大学和西安石油大学教务处及有关同志的大力支持,并提出了许多宝贵的建议,在此特表示衷心的感谢。此外,本书的编写参考选用了近几年来国内出版的有关教材、论著和手册,在此向有关的著作者表示诚挚的谢意。

限于作者水平,加之本课程体系的创新,许多问题有待于探讨与实践总结,缺点和疏漏之处在所难免,诚望广大读者批评指正。

作者
2008年12月

目 录

第 1 篇 工程技术实践基础知识

第 1 章 工程技术实践背景知识	1	第 2 章 工程材料与热处理技术	12
1.1 制造与制造系统	1	2.1 金属材料的性能	12
1.1.1 制造	1	2.1.1 力学性能	12
1.1.2 制造系统	2	2.1.2 工艺性能	13
1.2 工业生产模式	4	2.2 工程材料的分类及应用	13
1.2.1 传统自动化生产模式	4	2.2.1 钢铁材料	14
1.2.2 现代自动化生产模式	4	2.2.2 有色金属	15
1.3 产品质量与产品开发	5	2.2.3 其他工程材料	15
1.3.1 产品质量	5	2.2.4 钢铁材料的火花鉴别	17
1.3.2 产品开发	6	2.3 钢的热处理	18
1.4 工程经济与环境保护	7	2.3.1 热处理设备	18
1.4.1 工程经济	7	2.3.2 普通热处理	19
1.4.2 环境保护	8	2.3.3 表面热处理	20
复习思考题	11	2.3.4 热处理技术的新发展	21
		复习思考题	23

第 2 篇 材料成形技术

第 3 章 铸造	24	3.3.3 落砂和清理	34
3.1 概述	24	3.4 铸件质量分析	34
3.2 砂型铸造	25	3.5 特种铸造	36
3.2.1 造型材料	25	3.5.1 金属型铸造	36
3.2.2 造型方法	26	3.5.2 熔模铸造	37
3.2.3 造芯	29	3.5.3 压力铸造	37
3.2.4 造型工艺	31	3.5.4 离心铸造	38
3.2.5 铸型	33	3.6 铸造技术的发展	38
3.2.6 合型	33	3.6.1 计算机技术在铸造中的 应用	39
3.3 合金的熔炼、浇注与清理	33	3.6.2 铸造新技术的发展	39
3.3.1 熔炼	33	复习思考题	40
3.3.2 浇注	34		

第4章 锻压	41	第5章 焊接	53
4.1 概述.....	41	5.1 概述.....	53
4.2 锻造工艺过程.....	41	5.2 焊条电弧焊.....	53
4.2.1 加热.....	41	5.2.1 焊接电弧.....	54
4.2.2 锻造成形.....	43	5.2.2 电弧焊设备.....	54
4.2.3 冷却、检验和热处理.....	43	5.2.3 焊条.....	55
4.3 锻压方法.....	43	5.2.4 焊条电弧焊工艺.....	56
4.3.1 自由锻.....	43	5.3 气焊与切割.....	58
4.3.2 胎模锻.....	46	5.3.1 气焊.....	58
4.3.3 模锻.....	46	5.3.2 切割.....	60
4.3.4 板料冲压.....	47	5.4 焊接缺陷与质量检验.....	61
4.4 特种锻压.....	49	5.4.1 焊接缺陷.....	61
4.4.1 特种锻造.....	49	5.4.2 焊接质量检验.....	62
4.4.2 特种冲压.....	49	5.5 其他焊接方法与特种焊接.....	62
4.5 锻压技术的发展.....	50	5.5.1 其他焊接方法.....	62
4.5.1 计算机技术在锻压中的 应用.....	51	5.5.2 特种焊接.....	64
4.5.2 锻压新工艺的发展 趋势.....	51	5.6 焊接技术的发展.....	65
复习思考题.....	52	5.6.1 计算机技术在焊接中的 应用.....	65
		5.6.2 焊接技术的新发展.....	66
		复习思考题.....	67

第3篇 切削加工技术

第6章 切削加工基本知识	68	6.5.4 百分尺.....	73
6.1 概述.....	68	6.5.5 百分表.....	73
6.2 切削运动和切削用量.....	68	6.5.6 量规.....	73
6.2.1 切削运动.....	68	6.5.7 塞尺.....	74
6.2.2 切削用量.....	69	6.5.8 直角尺.....	74
6.3 常用刀具材料.....	70	复习思考题.....	75
6.4 切削液.....	71	第7章 车削加工	76
6.4.1 切削液的种类.....	71	7.1 概述.....	76
6.4.2 切削液的选用.....	71	7.2 车床.....	77
6.5 常用量具.....	71	7.2.1 车床的型号.....	77
6.5.1 钢直尺.....	71	7.2.2 车床的组成.....	77
6.5.2 卡钳.....	71	7.2.3 车床的传动系统.....	78
6.5.3 游标卡尺.....	72	7.2.4 车床附件.....	79

7.2.5 其他车床	80	9.1.1 概述	104
7.3 车刀	81	9.1.2 刨床	104
7.3.1 车刀的组成和结构	82	9.1.3 刨刀	107
7.3.2 车刀的几何角度	82	9.1.4 刨削加工方法	108
7.3.3 车刀的安装	83	9.1.5 插削与拉削加工	109
7.3.4 车刀的刃磨	84	9.2 磨削加工	110
7.4 车削加工方法	84	9.2.1 概述	110
7.4.1 车削外圆	85	9.2.2 磨床	111
7.4.2 车削端面 and 台阶	86	9.2.3 砂轮	113
7.4.3 孔加工	87	9.2.4 磨削加工方法	114
7.4.4 车削锥面	88	9.3 磨削新技术及发展	116
7.4.5 车削成形面	89	复习思考题	116
7.4.6 切槽和切断	90	第10章 钳工	118
7.4.7 车削螺纹	90	10.1 概述	118
7.4.8 滚花	92	10.2 划线	118
复习思考题	92	10.2.1 划线的作用	118
第8章 铣削加工	93	10.2.2 划线工具	119
8.1 概述	93	10.2.3 划线涂料	120
8.2 铣床	94	10.2.4 划线基准	120
8.2.1 铣床的型号	94	10.2.5 划线分类	121
8.2.2 铣床的组成	94	10.3 铣削、锯削和锉削	122
8.2.3 铣床附件	95	10.3.1 铣削	122
8.2.4 其他类铣床	96	10.3.2 锯削	123
8.3 铣刀	97	10.3.3 锉削	125
8.3.1 铣刀的种类	97	10.4 钻削	128
8.3.2 铣刀的安装	97	10.4.1 钻孔	128
8.4 铣削加工方法	99	10.4.2 扩孔	130
8.4.1 铣削平面	99	10.4.3 铰孔	131
8.4.2 铣削台阶	99	10.5 攻螺纹与套螺纹	131
8.4.3 铣削斜面	99	10.5.1 攻螺纹	131
8.4.4 铣削沟槽	100	10.5.2 套螺纹	132
8.4.5 铣削成形面	101	10.6 刮削与研磨	133
8.4.6 齿形加工	101	10.6.1 刮削	133
8.5 铣削新技术及发展	102	10.6.2 研磨	135
复习思考题	103	10.7 装配	135
第9章 刨削与磨削加工	104	10.7.1 零件连接方式	135
9.1 刨削加工	104	10.7.2 装配工艺过程	136
		10.7.3 典型零件的装配	137

10.7.4 拆卸工艺	138	复习思考题	139
-------------------	-----	-------------	-----

第4篇 现代制造技术

第11章 数控加工

11.1 概述	140
11.2 数控机床	141
11.2.1 数控机床的组成	141
11.2.2 数控机床的分类	142
11.2.3 数控机床加工零件的过程	144
11.3 数控系统	145
11.4 数控编程	147
11.4.1 概述	147
11.4.2 数控的插补原理	149
11.4.3 数控机床坐标系	150
11.4.4 程序编制中的坐标系	152
11.4.5 数控编程常用工艺指令	152
11.4.6 数控加工程序	160
11.5 数控机床加工	162
11.5.1 数控车削加工	163
11.5.2 数控铣削加工	168
11.6 加工中心	171
11.6.1 加工中心的组成	172
11.6.2 加工中心的分类	173
11.6.3 加工中心编程	174
11.7 数控技术的发展	176
复习思考题	178

第12章 特种加工

12.1 概述	179
12.2 电火花加工	180
12.2.1 电火花加工的基本原理	180
12.2.2 电火花加工的工艺特点	181
12.2.3 电火花加工的分类及	

应用	181
12.2.4 电火花加工机床	181
12.2.5 电火花成形加工	183
12.3 电火花线切割加工	185
12.3.1 概述	185
12.3.2 电火花线切割机床	186
12.3.3 电火花线切割的编程	187
12.4 其他常用特种加工	189
12.4.1 激光加工	189
12.4.2 超声加工	190
12.4.3 电解加工	191
12.4.4 电子束加工	192
12.4.5 离子束加工	193
12.4.6 复合加工	193
复习思考题	194

第13章 机械制造自动化技术

13.1 概述	195
13.2 CAD/CAM 技术	197
13.2.1 概述	197
13.2.2 CAD/CAM 系统的结构	197
13.2.3 CAD/CAM 技术在工业中的应用与发展	200
13.3 工业机器人	201
13.3.1 概述	201
13.3.2 机器人的组成	201
13.3.3 机器人的分类	202
13.3.4 机器人的应用与发展	203
13.4 快速原型制造技术	205
13.4.1 概述	205
13.4.2 快速原型制造技术的方法	206
13.4.3 快速原型制造技术的	

现状.....	208	13.6.3 计算机集成制造系统的 特点.....	215
13.4.4 快速原型制造技术的 应用与发展	209	13.7 自动检测技术	216
13.5 柔性制造技术	210	13.7.1 概述.....	216
13.5.1 概述.....	210	13.7.2 自动检测原理与方法	217
13.5.2 柔性制造单元	211	13.7.3 三坐标测量机	217
13.5.3 柔性制造系统	212	13.8 机械制造自动化技术的 发展	220
13.6 计算机集成制造系统	214	复习思考题	221
13.6.1 概述.....	214		
13.6.2 计算机集成制造系统的 组成及其功能	214		
附录 重要术语中英文对照表.....	222		
参考文献.....	230		

第 1 篇 工程技术实践基础知识

第 1 章 工程技术实践背景知识

工程技术实践是对高等学校各专业实施工程技术教育的重要技术课程,是引导学生进入工程技术殿堂的基础,是促使学生了解工程技术科学、探知工程技术奥秘的动力。工程技术实践的目的在于培养学生的工程实践能力、工程素质和创新意识。制造业是为工程技术领域提供装备的基础行业,是提供精良设备、先进手段的领先行业,工程技术实践以制造技术为教学平台,具有较好的教育共性,体现了基础性、实践性和制造性的特点。

1.1 制造与制造系统

1.1.1 制造

制造的英文为 Manufacturing 或 Manufacture,源于两个拉丁词汇 manus(手)和 facture(做),它的起源准确地反映了几百年来人们对制造的理解,即“用手工制作”或“手工业”。制造是人类利用手工或借助于工具,运用所掌握的知识和技能,采用有效的方法,有目的地将制造资源(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,并投放市场的全过程。制造是人类所有经济活动的基石,是人类历史发展和文明进步的动力。

制造业是将制造资源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。它涉及到国民经济的很多行业,如机械、电子、轻工、化工、食品、军工、航天等。制造业是国民经济的支柱产业,对提高综合国力具有举足轻重的作用。机械制造业是为国民经济提供技术装备的工业部门,其技术水平和速度在很大程度上决定着国民经济各部门的技术水平、质量水平和经济效益。

制造过程(Manufacturing Process)是制造业的基本行为,是将制造资源转变为可用产品并保证其正常使用过程。制造过程作为一个整体又是组成制造业的基本环节,对整个制造业水平的提高具有基础性的地位,其主要组成如图 1-1 所示。

制造技术(Manufacturing Technology)是完成制造活动所需一切手段的总和,是制造业的技术支柱。机械制造技术是实现机械制造过程的最基本环节。在机械加工系统的物料流程中,材料的质量和性能是通过制造技术的实施而发生变化的。与此相应,机械加工的方法可分为材料成形法、材料去除法和材料累积法。

材料成形法是将原材料转化成所需形状、尺寸及要求的产品的加工方法,主要用来制造

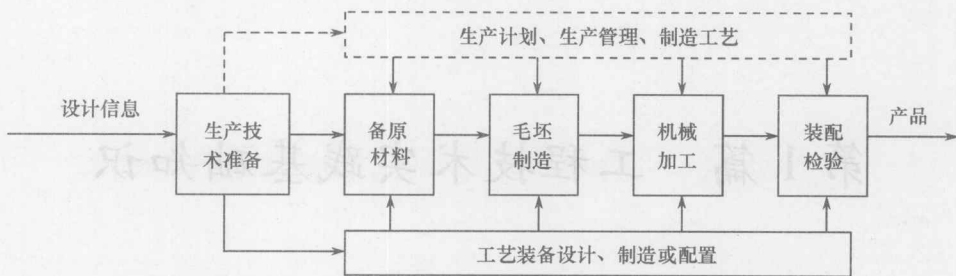


图 1-1 制造过程

毛坯,也可以用来制造形状复杂但精度要求不高的零件。材料成形法主要有铸造、锻压、焊接和粉末冶金(Power Metallurgy)等,由于它们是在原材料的液态或塑性状态下进行加工的,因此又称为热加工。材料去除法是用来提高零件的精度和降低表面粗糙度,以达到零件设计要求的加工方法。材料去除法主要分为传统的切削加工和特种加工。切削加工主要有车削、铣削、刨削、磨削、钻削、镗削、钳工等,由于它们是在金属材料的常温或弹性状态下进行加工的,因此又称为冷加工。特种加工主要有电火花加工、电解加工、超声波加工、电子束加工、离子束加工等。材料累积法是一种先进的制造技术,目前主要有快速原型制造(Rapid Prototyping)技术。

1.1.2 制造系统

1. 制造系统的概念

制造系统(Manufacturing System)一词最早出现于1815年,其原意是“工厂系统”。1911年,F. W. Taylor用“科学管理”表达了制造与管理中系统的概念。

制造系统的定义尚在发展和完善之中,至今还没有统一的定义。制造系统的基本定义是由制造过程及其所涉及的硬件(生产设备、工具、材料和能源等)、软件(制造理论、制造工艺和方法及各种制造信息等)和人员组成的具有将制造资源转变为可用产品(含半成品)这一特定功能的有机整体。

2. 制造系统的类型

根据产品性质和生产方式不同,制造系统可分为两大类。

(1)连续型制造系统。连续型制造系统生产的产品一般是不可数的,通常以质量、容量等单位进行计量,其生产方式是通过各种生产流程将原材料逐步变成产品。其典型代表有:石油天然气产品生产系统、化工产品制造系统、酒类饮料产品生产系统等。

(2)离散型制造系统。离散型制造系统生产的产品是可数的,通常用件、台等单位进行计量,其生产方式一般是通过零件加工、部件装配、产品总装等离散过程来制造出完整的产品。其典型代表有:机床制造系统、汽车制造系统、家电产品制造系统等。离散型制造系统的组成如图1-2所示。

3. 制造系统的发展

从旧石器时代开始,人类已经懂得利用工具进行狩猎或劳动,经过青铜器和铁器时代后,制造系统以手工作业和手工作坊的形式出现。自1750年第一次工业革命以来,制造系统以动力机械、纺织机械、船舶与金属切削机床等形式组成工业化要求的多种形式。在蒸汽发动机、内燃机、发电机和电动机的推动下,出现了手工场式的近代制造系统,后来又

出现了单件生产系统。

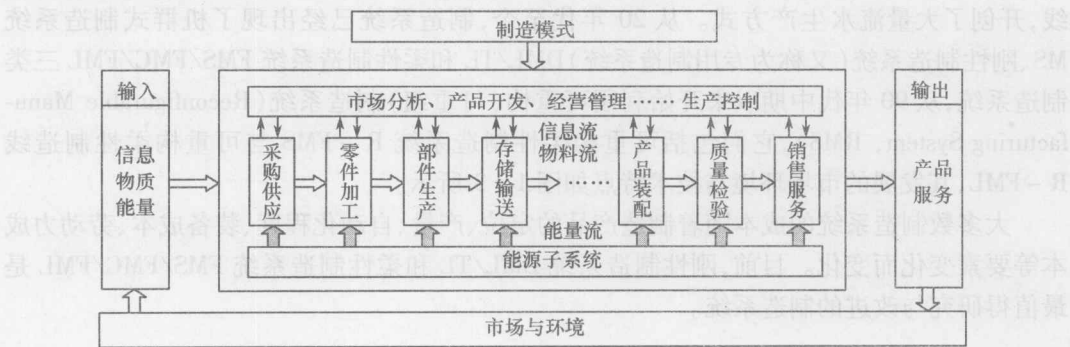


图 1-2 离散型制造系统的组成

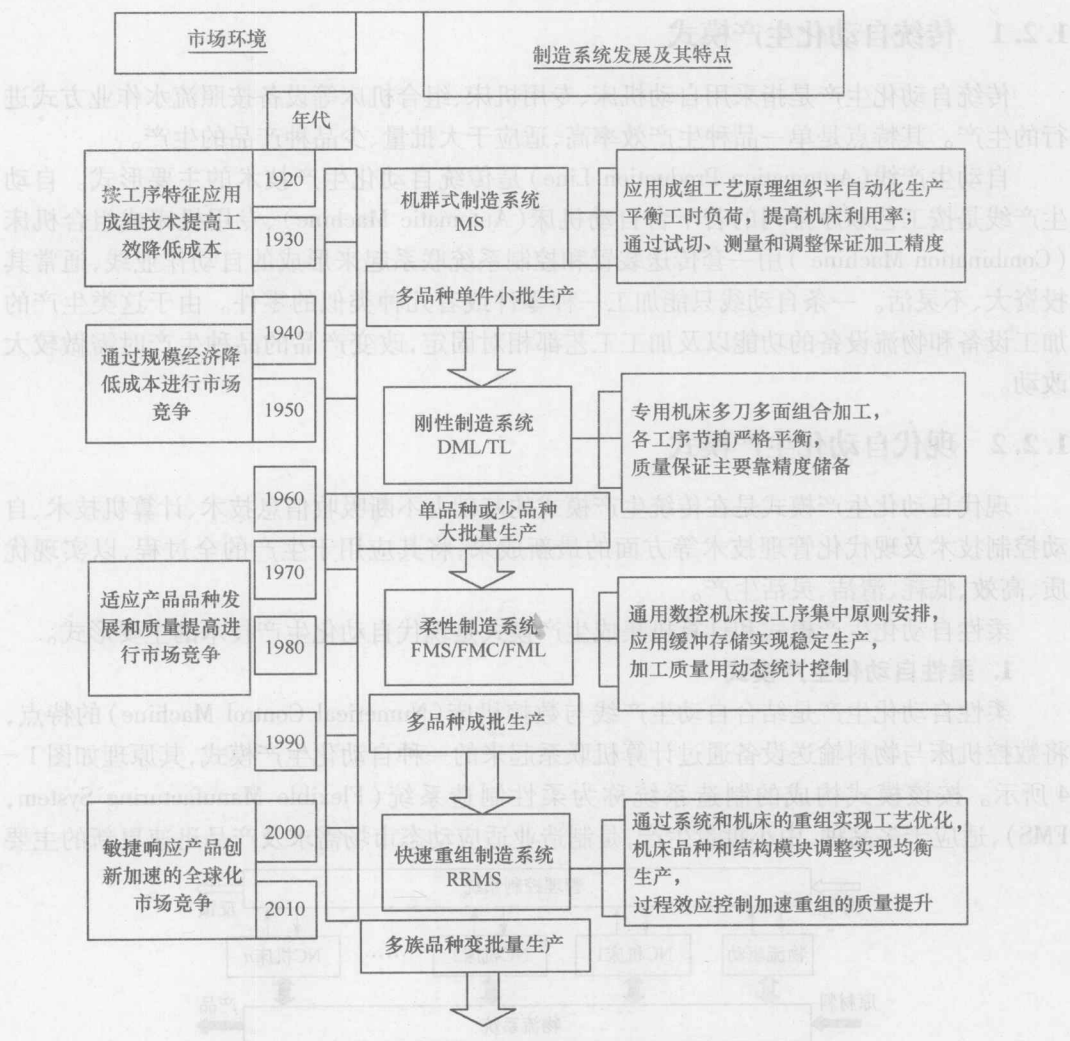


图 1-3 制造系统的市场环境与技术特点

20 世纪 20 年代, H. Ford 利用传送线把机器连接成大量生产的(机械)自动化流水线, 开创了大量流水生产方式。从 20 年代至今, 制造系统已经出现了机群式制造系统 MS、刚性制造系统(又称为专用制造系统) DML/TL 和柔性制造系统 FMS/FMC/FML 三类制造系统, 从 90 年代中期以来开始利用可重构(可重组)制造系统(Reconfigurable Manufacturing System, RMS), 它们包括可重构柔性制造系统 R-FMS 与可重构柔性制造线 R-FML, 其发展的市场环境与技术特点如图 1-3 所示。

大多数制造系统的成本随着制造产品的定位、产量、自动化程度、装备成本、劳动力成本等要素变化而变化。目前, 刚性制造系统 DML/TL 和柔性制造系统 FMS/FMC/FML 是最值得研究与改进的制造系统。

1.2 工业生产模式

1.2.1 传统自动化生产模式

传统自动化生产是指采用自动机床、专用机床、组合机床等设备按照流水作业方式进行的。其特点是单一品种生产效率高, 适应于大批量、少品种产品的生产。

自动生产线(Automation Production Line)是传统自动化生产技术的主要形式。自动生产线是按工艺顺序排列的若干台自动机床(Automatic Machine)、专用机床或组合机床(Combination Machine)用一套传送装置和控制系统联系起来形成的自动作业线, 通常其投资大、不灵活。一条自动线只能加工一种零件或者几种类似的零件。由于这类生产的加工设备和物流设备的功能以及加工工艺都相对固定, 改变产品的品种生产时需做较大改动。

1.2.2 现代自动化生产模式

现代自动化生产模式是在传统生产模式的基础上不断吸收信息技术、计算机技术、自动控制技术及现代化管理技术等方面的最新成果, 将其应用于生产的全过程, 以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产。

柔性自动化生产模式和计算机集成生产模式是现代自动化生产技术的主要形式。

1. 柔性自动化生产模式

柔性自动化生产是结合自动生产线与数控机床(Numerical Control Machine)的特点, 将数控机床与物料输送设备通过计算机联系起来的一种自动化生产模式, 其原理如图 1-4 所示。按该模式构成的制造系统称为柔性制造系统(Flexible Manufacturing System, FMS), 适应于多品种、中小批量生产, 是制造业适应动态市场需求及产品迅速更新的主要

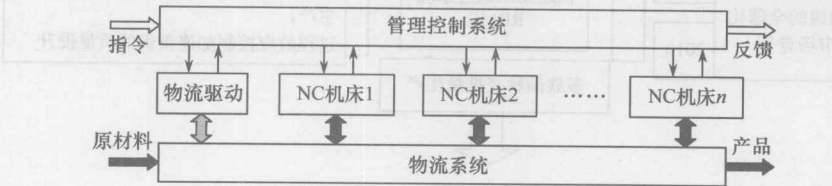


图 1-4 柔性自动化生产模式原理框图

手段,是各国制造业发展的主要趋势。

2. 计算机集成生产模式

随着计算机技术的发展,20 世纪 70 年代提出了计算机集成制造模式,其原理如图 1-5 所示。按该模式构成的制造系统称为计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System, CIMS),该系统以计算机网络和数据库为基础,利用计算机软硬件将制造企业的经营管理、计划控制、产品设计、加工制造、销售及服务等全部生产活动集成起来,将各种局部自动化系统集成起来,将各种资源集成起来,将人、机系统集成起来,实现整个企业的信息集成和功能集成,以达到企业全局优化和提高企业综合效益的目的。

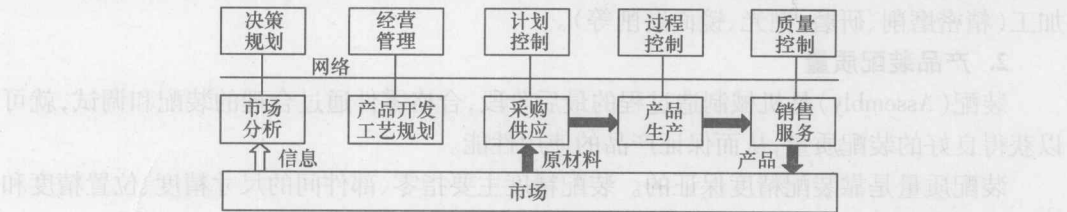


图 1-5 计算机集成制造模式原理框图

1.3 产品质量与产品开发

现代化工业生产的显著特点是专业化协作的高度社会化大生产。实现社会化大生产的技术措施是产品应具有互换性及广泛的标准化。产品的互换性是指同一规格标准制成的合格零部件在尺寸和功能上具有相互替换的性能,是产品设计与制造的原则。对机械产品而言,互换性(Interchangeability)和精度(Accuracy)是基本要求。

1.3.1 产品质量

产品质量(Product Quality)是产品使用性能和寿命的根本保证,主要取决于零件加工质量和装配质量。

1. 零件加工质量

零件加工质量主要是指零件的加工精度和表面质量。加工精度是指加工后零件的尺寸、形状和位置等几何参数的实际数值与理想几何参数相符合的程度,分为尺寸精度、形状精度和位置精度。表面质量是指加工后零件的表面粗糙度、表面层的冷变形强化程度、表面层残余应力的性质和大小以及表面层金相组织等。

尺寸精度(Dimensional Accuracy)是零件的实际尺寸相对于理想尺寸的准确程度。它包括表面本身的尺寸和表面间的尺寸。尺寸精度的高低用尺寸公差等级或相应的公差值来表示。公差(Tolerance)是指尺寸变动的范围。国家标准将尺寸公差分为 20 级,即 IT01 ~ IT18,精度依次降低,公差值依次增大。IT01 ~ IT12 用于配合尺寸,IT13 ~ IT18 用于非配合尺寸,常用的为 IT6 ~ IT11,IT12 ~ IT18 为未注公差等级。

形状精度(Form Accuracy)是指零件上的线、面要素的实际形状相对于理想形状的准确程度。位置精度(Position Accuracy)是指零件上的点、线、面要素的实际位置相对于理想位置的准确程度。形状精度和位置精度用形位公差表示。国家标准规定控制零件形状

公差的项目有6项,如直线度、平面度、圆度和圆柱度等;控制位置公差的项目有8项,如平行度、垂直度、同轴度、对称度和圆跳动等。

表面粗糙度(Surface Roughness)是指零件表面的微观不平度。表面粗糙度是在毛坯制造或切削加工过程中形成的,将直接影响零件的配合性质、耐磨性及密封性。国家标准规定了表面粗糙度的评定参数及其允许数值,最常用的是轮廓算术平均偏差 R_a 。 R_a 值越大,表面越粗糙。通常,粗加工(如粗车、粗铣、钻孔等)可达到的 R_a 值大于 $12.5\mu\text{m}$,半精加工(如半精车、粗磨、铰孔、拉削等)可达到的 R_a 值为 $1.6\mu\text{m} \sim 6.3\mu\text{m}$,精加工(如精铰、刮削、精磨、精拉等)可达到的 R_a 值为 $0.2\mu\text{m} \sim 0.8\mu\text{m}$, R_a 值小于 $0.2\mu\text{m}$ 时则要采用精密加工(精密磨削、研磨、抛光、镜面磨削等)。

2. 产品装配质量

装配(Assembly)是机械制造过程的最后阶段,合格零件通过合理的装配和调试,就可以获得良好的装配质量,从而保证产品的使用性能。

装配质量是靠装配精度保证的。装配精度主要指零、部件间的尺寸精度、位置精度和相对运动精度以及配合表面、接触表面和连接表面间的接触精度。

产品在推向市场的过程中,均需经过设计、加工、装配、调试等环节。产品的质量与这些环节密切相关,最终都体现在产品的使用性能上。

1.3.2 产品开发

随着科学技术突飞猛进的发展和物质、文化生活水平的不断提高,人们对于产品质量、性能、类别等方面的要求日益变化,导致了市场竞争日益激烈。用户的需求决定了市场,企业的生存和发展依赖于市场和用户。因此,现代企业必须不断地开发设计高质量、低成本的产品,不断创新和增加科技含量已成为现代市场经济条件下企业竞争、生存发展的基础。

1. 新产品的概念及分类

新产品是指运用新的原理、新的构思设计,采用新的材料或元器件,具有新的功能、新的用途或开拓新市场的产品。与老产品相比,新产品在技术指标、性能、结构、规格上都有显著的提高或改善,或者在某些技术参数、规格方面填补了空白。一个企业的生存和发展,在很大程度上要看能否通过市场分析不断开发出适销对路的新产品。

新产品主要分为两类:

(1)对市场是新产品。主要有全新产品、改进性新产品和市场再定位新产品。全新产品才能称为真正的新产品。

(2)对企业是新产品。主要有新产品线、填补性新产品和低成本新产品。该类主要指引进外来的技术成果或产品,属于仿制产品。

2. 新产品开发设计方式

新产品开发是包括研究、开发、设计、制造和市场营销在内的企业系统创新活动,是发明的商品化,是把发明引入生产体系并为商品化生产服务的过程。

新产品的开发过程可归结为:产品构思→产品概念→技术经济分析→产品与工艺设计→制定市场营销策略→产品试制→市场试销→商品化生产。

企业开发新产品的设计方式主要有独立研制、引进技术或联合研制。

1) 独立研制方式

独立研制是根据市场需要和同类型产品的特点,针对存在的差距,依靠本企业的力量,从根本上探讨新产品的新原理或新结构,开展应用理论的研究和有关新技术、新材料等方面的试验研究,或者进行制造技术的攻关,从而开发设计出具有本企业特点的新产品。特别是在研制换代型新产品或全新产品时,必须进行系统的、创造性的研究。采用独立研制方式要求企业有较强的科研力量和试验手段,或者引进科技人员形成自己的开发设计能力。

2) 引进技术方式

引进技术是指在新产品开发设计过程中借鉴国内外已有的成熟产品设计(配方)或制造技术。引进技术可以较快地掌握这类产品的设计原理和制造技术,缩短新产品开发设计周期,使新产品尽快投放市场。同时,还可以减少本企业开发经费和科研力量,争取时间缩小与竞争对手的差距,有利于本企业的产品发展。

引进的技术(产品),必须是本企业所不及的,而且是有发展前途的,或者可以展开应用“一技多能”、带动其他技术提高水平的。

3) 联合研制方式

联合研制是指一些小型企业自身的技术力量和试验手段比较薄弱,没有独立研制的条件,可以借助外部的科研机构、大专院校等方面的力量,采取联合研制的方式。

新产品开发设计必须符合现代潮流,具有强烈的时代感,反映现代化的特征,满足社会发展的各方面要求。因此,必须采用新的科学的质量管理方法和现代的科学设计方法,对产品的研制过程提出新的要求。

1.4 工程经济与环境保护

1.4.1 工程经济

工程技术(Engineering Technology)是人类利用和改造自然的手段。它不仅包含劳动者的技能,还包括部分取代这些技能的物质手段。因此,工程技术是包括劳动工具、劳动对象等一切劳动的物质手段和体现为工艺、方法、程序、信息、经验、技巧和管理能力的非物质手段。工程技术的使用直接涉及生产经营活动中的投入(包括机器设备、厂房、基础设施、原材料、能源等物质要素和具有各种知识和技能的劳动力)与产出(各种形式的产品或服务)。工程技术属于资源的范畴,但它不同于日益减少的自然资源,是可以重复使用和再生的。

工程经济学(Engineering Economics)研究各种技术在使用过程中如何以最小的投入取得最大的产出,如何用最低的寿命周期成本实现产品、作业或服务的必要功能,它研究的是各种工程技术方案的经济效果。就工业产品来说,寿命周期成本是指从产品的研究、开发、设计开始,经过制造和长期使用,直至被废弃为止的整个产品寿命周期内所花费的全部费用。对产品的使用者来说,寿命周期成本体现为一次性支付的产品购置费与在整个产品使用期限内支付的经常性费用之和。

在工程经济学中,对工程技术方案评价的原则通常有技术与经济相结合的原则、定量分析与定性分析相结合的原则、财务分析与国民经济分析相结合的原则以及可比性原则,

这些原则分别从不同的角度对技术方案进行考评,从而得到技术方案较全面的评价结果。

工程经济在世界各国得到了广泛的重视与应用,工程经济学理论仍然在不断地发展。目前这些发展主要侧重于用现代数学方法进行风险性、不确定性分析和无形效果分析的新方法研究。

1.4.2 环境保护

20 世纪中叶,人类开始关注环境问题,如环境污染、生态破坏、资源短缺、酸雨蔓延、全球气候变化、臭氧层出现空洞,等等。人类的健康、生存与发展正遭受着严重的威胁和危害。因此,环境保护必须成为全人类的一致行动,必须与经济发展协调起来,走可持续发展的道路。

1. 环境污染的主要因素

环境污染 (Environmental Pollution) 是指在生产建设或其他活动中产生的废气、废水、废渣、粉尘、恶臭气体、噪声、振动、电磁波辐射等对环境产生的危害。环境污染有水环境污染、大气环境污染、噪声环境污染、土壤污染、固体废物与化学品危害等。

1) 水污染

水污染主要分为水体自然污染和水体人为污染两类。

水体自然污染是由自然原因造成的。水体的人为污染则是由人类活动所造成的。通常所说的水污染是指水体的人为污染。水体的人为污染主要由生活污水、工业、医药卫生等部门清洗、化学合成、冷却过程排出的废水中所含有的大量的重金属、酸、碱等,造成水质的破坏。

水污染直接危害人体健康,降低农作物的产量和质量,影响渔业生产,制约工业的发展,加速生态环境的退化和破坏,造成较大的经济损失。

2) 大气污染

大气污染主要分为天然源和人为源两类。通常大气污染是指由于人类生活活动和生产活动所形成的人为源。

大气污染物是指由于人类活动或自然过程排入大气,并对人和环境产生有害影响的物质。如焚烧沥青、油毡、橡胶、垃圾产生的烟气,燃煤电厂排放的粉尘和烟气,机动车船排放的尾气等,这些废气含有较高的一氧化碳 (Carbon Monoxide)、二氧化碳 (Carbon Dioxide)、硫化物 (Sulfide)、氰化物,会造成臭氧层破坏、温室效应、酸雨,不仅影响人类和动物的健康、危害植物、腐蚀材料、影响气候、降低能见度,还会产生全球性的影响。

3) 噪声环境污染

噪声主要来源于工业生产、建筑施工、交通运输、社会生活等。噪声环境污染对人体健康会造成重大而持续的危害 (高于 80dB 的噪声会对人的听觉和中枢神经造成危害),降低生活质量,严重影响生产。

4) 土壤污染

土壤污染是指人类活动所产生的污染物质通过各种途径进入土壤,使土壤的性质、组成等发生变化,从而使土壤自然功能失调、质量恶化、生产力下降。

土壤污染物主要来源于工业 (城市) 废水和固体废物、农药和化肥、牲畜排泄物和生物残体、大气沉降物等。土壤污染物还会通过不同途径进入人体,对人体健康构成