



高职高专
机电工程类
规划教材

现代制造技术

李伟光 主 编
王卫平 副主编

6



机械工业出版社
China Machine Press

高职高专机电工程类规划教材

现代制造技术

广东省教育厅 组编

主 编 李伟光

副主编 王卫平

参 编 刘晓红 陈赛克

主 审 司徒忠

机械工业出版社

本书是为适应机电类专业、管理类专业教学体系改革的需要,对现代制造技术的主体内容进行综合提炼,简明扼要地介绍了现代制造工程设计技术、现代制造加工与自动化技术、现代制造系统的生产模式与工程管理技术。

全书共五章,主要内容包括:产品创新设计、智能设计、网络化异地设计、反求设计、虚拟设计、绿色设计,数控机床、加工中心、工业机器人、超高速超精密加工、柔性制造等现代制造工程加工技术,以及制造资源计划、准时生产、并行工程、精益生产。集成制造系统、敏捷制造、虚拟企业、智能制造、绿色制造等生产模式与工程管理技术等。

本书可供高等职业技术教育机电工程类学生作为教材,也可作为机械制造、机电工程、管理工程等专业本科生的专业课教材或参考书籍,以及作为相关专业高层技术管理人员的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

现代制造技术/李伟光主编. —北京:机械工业出版社, 2001.7

高职高专机电工程类规划教材

ISBN 7-111-08529-9

I. 现... II. 李... III. 机械制造—高等学校:技术学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 24515 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:高文龙 卢若薇 版式设计:霍永明 责任校对:樊钟英

封面设计:姚毅 责任印制:施红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月第 1 版第 3 次印刷

1000mm×1400mm B5·4.75 印张·180 千字

定价:13.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面防伪标均为盗版

广东省高职高专机电工程类规划教材

编委会名单

主 任	杨开乔				
副主任	谢存禧	高文龙			
委 员	杨开乔	谢存禧	高文龙	蔡 敏	邵 明
	司徒忠	何友义	曾文光	蔡昌荣	卢 勇
	龚洵禹	林晓新	吴 勇	程中元	戚长政
	刘晓顺	赵小平	卢晓春	姚嘉五	吴念香
	郑建辉				
秘 书	邵 明	吴念香	郑建辉		

序

高等职业教育是我国高等教育改革和发展的新生事物,是我国高等教育不可缺少的重要组成部分。20世纪90年代以来,党中央、国务院十分重视高职高专教育,制定了一系列政策和措施,有效地推动了高职高专教育的改革和发展。中共中央、国务院《关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定》中明确指出:“要大力发展高等职业教育,培养一大批具有必要理论知识和较强实践能力,生产、建设、管理、服务第一线 and 农村急需的专门人才”,为我国高等职业教育的改革和发展指明了方向。近年来,我省全面贯彻国家高职发展的“三改一补”方针,采取“三多一改”的办法(即多形式、多模式、多机制和改革)发展高等职业教育,使高职高专教育出现了生机勃勃的发展势头,到目前为止,全省有独立设置的职业技术学院13所,9所本科院校举办了二级职业技术学院,10多所普通专科学校、20多所成人高校举办了高职专业,全省高职高专在校生10多万人,初步形成了具有一定办学特色的高等职业教育体系,成为我省高等教育的重要组成部分。

由于高等职业教育成规模发展的时间较短,教学体系尚不成熟,许多问题,诸如教学计划、教学内容、实践基地建设、“双师”队伍建设、教材建设等,尚在研究、摸索阶段。尤其是高职高专的教材较少,给教学工作和人才培养造成了一定的困难。解决了这些问题,将有利于高等职业教育的进一步改革和发展。为此,广东省教育厅十分重视高职高专教材建设。我们采取了统筹规划,分步实施的办法,积极组织有关高职院校教师分专业、分系列开展高职高专教材的编写工作。本套高职高专机电工程类规划教材的编写出版,就是我们在高职教材建设方面的一个积极尝试。这套教材共17门,由我厅和国家机械工业局教编室、机械工业出版社联合组织编写,在编写过程中,全体编写人员、责任编辑、编委会成员倾注了大量的心血,本套教材较好地贯彻了职业性、实用性、系统性、超前性、地方性的编写原则,具有较明显的职教特色和地方特色,将有助于学生专业理论的学习和应用技能的训练和提高,适用于高等职业院校、专科学校和成人高校机电类专业使用。

这套教材的编写出版,将填补我省高职教育专业教材的空白,并对我省高等职业教育的进一步改革和发展产生积极而深远的影响。同时,我们也希望通过这套教材的出版发行,能为我国高等职业教育的改革和发展尽一份微薄之力,并为

我国高职教育教材园地的建设增添一朵绚丽的小花。

广东省教育厅
2000年8月25日

前 言

本书是高等职业技术教育机电工程类系列教材之一,由广东省教育厅高教处组织编写,在规划、编写及出版过程中,得到了广东省教育厅、机械工业出版社的领导与编辑们的大力支持和帮助,在此表示诚挚谢意!

制造工业是在国民经济中起重要作用的基础产业。20 世纪后期,随着现代科学技术的进步,特别是微电子技术、计算机技术、信息技术等与制造技术的深度结合,制造工业的面貌发生了根本的变化,形成了现代制造技术体系。进入 21 世纪后,现代制造技术的内涵及范围必将得到进一步快速发展。为了培养能适应现代制造工业高速发展的高级工程技术人才,工科院校必须根据现代高新技术的发展,调整机械电子类专业课程的设置。近年来,不少大学相继开设了现代制造技术(或先进制造技术)课程,使学生掌握现代制造工业技术的内容及发展趋势。由于许多现代制造技术在改革开放较早的广东地区应用较广,高等职业技术教育机电工程类毕业的学员也常面临接触这些高新技术的机会。为使学生建立与现代制造工程发展相适应的、系统的知识体系,拓宽知识面,提高毕业后对工作环境的专业适应性,使之更适应社会的需要,有必要向他们开设现代制造技术的课程。

现代制造技术从大的方面来看,主要分为现代制造工程设计技术、现代制造加工与自动化技术、现代制造系统的生产模式与工程管理技术等三部分。本书遵循教材编写的正确性、先进性、科学性、适应性等原则,对现代制造技术的主要内容进行综合提炼,简明扼要地介绍了产品创新设计、智能设计、网络化异地设计、反求设计、虚拟设计、绿色设计等现代工程设计技术和数控机床、加工中心、工业机器人、超高速超精密加工、柔性制造等现代制造工程加工技术,以及制造资源计划、准时生产、并行工程、精益生产、集成制造系统、敏捷制造、虚拟企业、智能制造、绿色制造等现代制造系统的生产模式与工程管理技术。

本书可供高等职业技术教育机电工程类学生作为教材,也可作为机械制造、机电工程、管理工程等专业本科生的专业课教材或参考书籍,以及作为相关专业高层技术管理人员的参考读物。

本书共分五章。第一章、第四章的第一、七~十二节及第五章由华南理工大学李伟光编写,第二章由广州航海专科学校刘晓红编写,第三章由东莞理工学院王卫平编写,第四章的第二~六节由广东仲恺农业技术学院陈赛克编写。全书由李伟光统稿并主编。

本书由广东工业大学司徒忠教授主审。

本书是编者在教学研究实践的基础上，经查阅大量资料编写而成的。由于现代制造技术发展的速度快，学科跨度大，涉及范围广，加之编者的水平所限，书中不可能对其内容作全面、深入的论述，谬误和不足之处在所难免，恳请广大师生及读者不吝赐教，提出批评与修改建议。

编者

2001年1月

目 录

序

前言

第一章 概论 1

第一节 概述 1

第二节 制造技术的发展历程 2

第三节 现代制造技术群与技术 分类 3

一、现代制造技术群 3

二、现代制造技术的分类 4

第四节 现代制造技术的特点 4

第五节 现代制造技术体系结构 5

习题 6

第二章 现代制造工程设计 技术 7

第一节 现代制造工程设计技术 特点 7

第二节 设计方法学 9

一、工程设计的内容 9

二、功能分析法 10

第三节 产品创新设计 14

一、常规设计与创新 设计 14

二、创新设计的特征与一般 过程 14

三、创新思维 15

四、创新技法 17

第四节 智能设计 20

一、智能设计的概念 20

二、智能设计的发展 阶段 20

三、人机智能化设计系统的 特点 21

第五节 计算机辅助工艺规程 设计 21

一、CAPP系统的功能 22

二、CAPP系统的分类 22

第六节 计算机辅助装配工艺 设计 23

一、计算机辅助装配工艺设计 的内容 24

二、零部件装配顺序的 确定 24

第七节 计算机辅助夹具设计 26

一、夹具 CAD 系统的 组成 27

二、面向对象的夹具 CAD 系统 28

第八节 网络化异地设计 30

一、计算机网络与网络化异 地设计 30

二、计算机网络系统的 组成 31

三、异地设计网络系统 31

四、异地设计网络系统的作 用和特点 32

第九节 反求工程技术 33

一、反求工程技术的研 究内容 33

二、反求工程的设计 程序 35

三、实物反求设计法 35

第十节 虚拟设计 36

一、虚拟设计的概念 36

二、虚拟设计系统的 分类 37

三、虚拟设计在机械产品开 发中的应用	38	第七节 柔性制造系统 FMS	63
第十一节 绿色设计	39	第八节 制造过程中的测试 技术	66
一、绿色设计的概念 及特点	39	一、基本概念	66
二、绿色设计体系 结构	40	二、检测系统的组成	66
第十二节 微机电系统设 计基础	42	三、检测系统主要元件的性 能与选用	67
一、微机电系统设计 的意义	42	四、三坐标测量机及其 应用	69
二、微机电系统的定义	42	五、测量误差与数据 处理	70
三、微机电系统的产品 设计	43	第九节 再制造工程	71
习题	44	一、再制造工程技术对制造 业的影响	71
第三章 现代制造工程加工 技术	45	二、再制造工程技术的 应用	72
第一节 计算机辅助制造	45	习题	72
第二节 数控加工技术	46	第四章 现代制造系统的生产模式 与工程管理技术	74
一、数控机床	46	第一节 制造模式的演变与工程管 理技术特点	74
二、加工中心	51	一、制造模式的演变	74
三、数控激光雕刻技术	53	二、现代制造系统生产模式 中的管理技术特点	75
第三节 快速成形技术	53	第二节 全面质量管理与管理 信息系统	76
第四节 超高速加工技术	57	一、产品质量的形成	76
一、超高速加工的概念及 其特点	57	二、全面质量管理	77
二、超高速加工技术的国内 外现状	58	三、ISO9000 系列标准 简介	79
三、超高速加工技术的发 展趋势	59	四、管理信息系统的概念 与特征	80
第五节 超精密与纳米加工 技术	59	五、管理信息系统的结 构和层次	81
一、超精密加工技术	59	六、MIS 的开发步骤	82
二、微细加工技术	60	七、MIS 应用实例	83
三、纳米加工技术	60	八、MIS 对企业的影响	87
第六节 工业机器人及其应用	61	第三节 成组技术	87
一、工业机器人的概念	61		
二、工业机器人的应用	63		

一、成组技术的概念·····	87	一、敏捷制造的提出·····	113
二、零件的分组方法·····	88	二、实施敏捷制造的动力来源·····	114
三、成组生产系统的管理·····	89	三、敏捷制造需解决的主要问题·····	115
第四节 制造资源计划(MRP II)		四、实施敏捷制造的技术·····	116
模式·····	91	五、实施敏捷制造的主要步骤·····	117
一、概述·····	91	第十节 虚拟制造模式·····	118
二、MRP II 的结构及功能·····	93	一、虚拟制造的基本思想及定义·····	118
三、MRP II 管理模式的特点·····	95	二、虚拟制造的特点及技术分类·····	118
四、企业资源计划 ERP·····	96	三、虚拟制造技术的主要研究内容·····	121
第五节 准时生产模式·····	97	四、虚拟制造体系中的虚拟企业·····	121
一、准时生产的概念·····	97	第十一节 智能制造模式·····	122
二、JIT 生产方式的基本思想·····	97	一、智能制造系统的产生·····	122
三、看板管理·····	98	二、智能制造的含义及特点·····	123
四、JIT 与 MRP II 的异同点·····	100	三、智能制造系统的研究层次与内容·····	124
第六节 并行工程·····	101	四、基于代理(Agent)的智能制造系统·····	124
一、并行工程的提出·····	101	第十二节 绿色制造模式·····	127
二、并行工程的定义及特点·····	102	一、绿色制造的内涵·····	127
三、并行工程的关键技术·····	105	二、绿色制造现状及国内外发展趋势·····	127
四、并行工程在先进制造技术中的地位与作用·····	105	三、绿色制造的主要研究内容·····	128
第七节 精益生产模式·····	106	四、绿色制造工艺·····	129
一、丰田生产系统·····	106	习题·····	130
二、精益生产方式·····	107	第五章 现代制造技术展望·····	131
第八节 计算机集成制造系统(CIMS)·····	109	第一节 现代制造技术的发展趋势·····	131
一、CIM 概念的发展·····	109		
二、CIMS 的结构体系·····	111		
三、CIMS 的特点·····	111		
四、现代集成制造技术的发展趋势·····	112		
第九节 敏捷制造模式·····	113		

第二节	基于知识、产品创新的现	问题	132
	代制造技术的基础	第四节	现代机械工程的前沿
	研究	科学	133
131			
第三节	当前制造科学要解决的	参考文献	137

第一章 概 论

第一节 概 述

制造业(包括机械制造、电子制造、非金属制品制造、成衣制造以及各种型材制造等)指的是将原材料转化为物质产品的行业。制造业是现代国民经济和综合国力的基础和重要支柱,其生产总值一般占一个国家国内生产总值的 20% ~ 55%。在一个国家的企业生产力构成中,制造技术的作用一般占 60% 左右。专家认为,世界上各个国家经济的竞争,主要是制造技术的竞争。其竞争能力最终体现在所生产的产品的市场占有率上。随着经济技术的高速发展以及顾客需求和市场环境的不断变化,这种竞争日趋激烈,因而各国政府都非常重视对制造技术的研究。制造技术是将原材料加工成产品过程中所使用的一系列技术的总称,是提高产品竞争力的关键,是制造业赖以生存和发展的主体技术。

随着计算机、微电子、信息和自动化技术的迅速发展,20 世纪 50 年代后在制造业中陆续出现了数控 NC (Numerical Control)、计算机数控 CNC (Computer Numerical Control)、直接数控 DNC (Directly Numerical Control)、柔性制造单元 FMC (Flexible Manufacturing Cell)、柔性制造系统 FMS (Flexible Manufacturing System)、计算机辅助设计/制造 CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)、计算机集成制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufacturing System)、准时 JIT (Just In Time) 生产、制造资源规划 MRPII (Manufacturing Resource Planning)、精益生产 LP (Lean Production) 和敏捷制造 AM (Agile Manufacturing) 等多项现代制造技术与制造模式。20 世纪末期,制造业开始经历一场新的技术革命。美、日等发达国家相继提出了“现代制造技术” MMT (Modern Manufacturing Technology) 或称为“先进制造技术” AMT (Advanced Manufacturing Technology) 的新概念。现代制造技术已成为各国经济发展、满足人民日益增长需要以及加速高新技术发展和实现国防现代化的主要技术支撑,成为企业在激烈的市场竞争中能立于不败之地并求得迅速发展的关键因素。

现代制造技术是制造业不断地吸收机械工程技术、电子信息技术(包括微电子、光电子、计算机软硬件、现代通信技术)、自动化技术生产设备、材料、能源及现代管理等方面的成果,并将其综合应用于产品设备、制造、检测、管理和售后服务以及对报废产品的回收处理这样一个制造全过程,实现优质、高效、低耗、

清洁和灵活生产，并取得高经济效益的制造技术的总称。可以说，信息技术 + 传统制造技术的发展 + 现代管理技术 = 现代制造技术。

现代制造技术具有 5 个明显的技术特征：① 先进性；② 通用性；③ 系统性；④ 集成性；⑤ 技术与管理更紧密结合。

第二节 制造技术的发展历程

制造业的发展经历了单件手工制作、批量生产、刚性自动化生产、柔性自动化生产及集成化制造等阶段，目前向着虚拟制造和智能制造的方向发展，其发展过程如表 1-1 所示。

表 1-1 制造业的发展阶段

阶 段	特 征	出现时期
第一阶段	手工制造	20 世纪初期
第二阶段	批量生产	20 世纪 10 年代
第三阶段	刚性自动化生产	20 世纪 20 年代
第四阶段	柔性自动化生产、面向制造的设计、满足用户要求的设计/制造、准时生产	20 世纪 50 ~ 80 年代
第五阶段	集成化制造、并行工程、精益生产、敏捷制造、绿色制造	20 世纪 80 ~ 90 年代
第六阶段	虚拟制造、智能制造	20 世纪 90 年代

随着社会需求个性化、多样化的发展，产品的生产规模发生了如图 1-1 所示的变化，同时生产单元技术也随之发生变化，加上以计算机为代表的高新技术和现代化管理技术的引入、渗透与融化，不断地改变着传统制造技术的面貌和内涵，从而形成了现代制造技术。

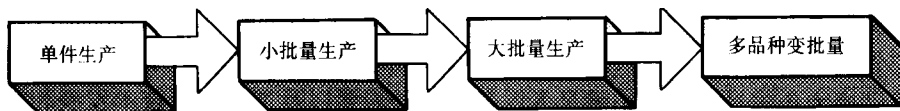


图 1-1 生产规模的变化

促使工业化国家的制造技术产生本质飞跃的因素有多个，其中最主要的因素有：

(1) 生产发展的需求 微电子工业、航空航天工业、汽车工业和机床工业等生产发展的需求，促进了先进制造工艺的发展，它们包括先进常规工艺与装备、精密与

超精密加工技术、纳米加工技术、特种加工技术、纯形工艺、材料改性等新工艺。

(2) 高新技术成就的渗透、衍生和应用 计算机、微电子、信息、自动化和新材料等高新技术的迅速发展,给制造业带来了重大变革,制造技术日新月异,制造工程与科学取得了前所未有的成就。设计方法、加工工艺、加工装备、测量监控、质量保证和企业经营管理等领域和高新技术相融合,产生了一批新的制造技术和制造模式。CAD、NC 和柔性制造已得到广泛应用。

美国 1998 年已将现代制造技术列为美国当前的五项关键技术之一,这五项关键技术是:软件、微电子和电信技术、现代制造技术、材料、传感器和成像技术。

第三节 现代制造技术群与技术分类

一、现代制造技术群

为了改进以开发周期 T (Time)、产品质量 Q (Quality)、开发成本 C (Cost)、售后服务 S (Service)、环境污染程度 E (Environment)为主要衡量指标的产品及产品的开发过程,美国在 20 世纪 80 年代末提出了包括五大技术群在内的先进制造技术 AMT (Advanced Manufacturing Technology)的概念,即:系统总体技术群、管理技术群、设计制造一体化技术群、制造工艺与装备技术群、支撑技术群。经过十余年的发展,五大技术群的内容到现在已大大丰富,其具体含义如表 1-2 所示。

表 1-2 先进制造技术群

序号	技术群名称	研究内容
1	系统总体技术群	柔性制造、计算机集成制造、敏捷制造、智能制造等先进制造技术的设计、规划、集成等总体技术
2	管理技术群	研究与制造企业的生产经营和组织管理相关的各种技术,如计算机辅助生产管理、物料需求计划/制造资源计划/企业资源计划、供应链管理、全面质量管理、准时生产、精良生产、企业经营过程重构等技术
3	设计制造一体化技术群	研究与产品设计、制造、直到检测等全过程相关的各种技术。如并行工程、计算机辅助设计/计算机辅助工程/计算机辅助制造、拟实制造、可靠性设计、智能优化设计、质量功能配置、数控技术、物料储运、自动控制、检测监控、以及质量保证等技术
4	制造工艺与装备技术群	研究与制造工艺及装备相关的各种技术。如材料生产工艺及装备(冶炼、轧钢等)、常规热加工工艺及装备(铸造、锻造、焊接、热处理等)、少无切削加工工艺及装备、高速/超高速加工工艺及装备、精密/超精密与纳米加工工艺及装备、特种加工工艺及装备(激光、电子束等)
5	支撑技术群	以上技术群赖以生存并不断取得进步的相关技术。如标准化技术、计算机技术、软件工程、数据库技术、多媒体技术、网络通信技术、人工智能、虚拟现实技术、材料科学、人员教育和培训、人机工程学、环境科学等

二、现代制造技术的分类

现代制造技术可分为现代制造系统设计技术、现代制造系统工艺及自动化技术、以及现代制造系统管理技术等三大类。

1. 现代制造系统设计技术

这类技术中包括现代设计理论与设计方法学、计算机辅助设计 CAD、计算机辅助工程分析 CAE、计算机辅助工艺规程设计 CAPP、设计过程管理与设计数据库、面向“X”的设计 DFX、可靠性设计、优化设计、反求工程技术、价值工程设计、并行工程 CE 设计、仿真与虚拟设计、绿色设计等。

2. 现代制造系统工艺及自动化技术

这类技术中包括精密铸造、精密锻压、精密焊接、优质低耗热处理、精密切割、超精密加工、超高速加工、微米/纳米加工技术、复杂型面数控加工、特种加工工艺、快速原型制造、少无污染制造、报废产品的可拆卸重组技术、拟实制造与装配技术、工业机器人、柔性制造系统、计算机集成制造技术、检测自动化及在线质量控制、绿色制造技术等。

3. 现代制造系统管理技术

这类技术包括工程管理、质量管理、管理信息系统等，以及现代制造模式（如精益生产、CIMS、敏捷制造、智能制造等）、集成化的管理技术、企业组织结构与虚拟公司等生产组织方法。

第四节 现代制造技术的特点

物质(材料)、能量(能源)和信息是人类赖以生存和发展不可缺少的三项基本资源，是当代文明的三大支柱。制造系统同样是由这三个基本要素构成。在工业化社会里，制造过程被视为对生产设备输入原料或毛坯，在能源驱动作用下，使原料或毛坯的几何形状或物理化学性能发生变化，最终成为满足各种用途的产品过程，这是一种机械的制造观。新技术革命使人类从工业社会进入信息社会，同时形成了一种新的制造观——信息制造观。这种观点是将制造过程看成一个对制造系统注入生产信息，从而使产品获得增值的过程。信息制造观将产品定义为：“在原始资源上赋予信息与知识的产物”，而将制造过程视为：“赋予信息与知识的过程”。现代制造系统离不开计算机及其网络的支持，传统制造技术的重点在于提高和改进对原材料和能源的处理能力，而现代制造技术发展的重点则在于提高信息处理能力。

现代制造技术的最大特点是电子、信息、管理等科学与机械科学的交叉融合。它具有六个显著的特性：① 现代制造技术具有实用性。② 现代制造技术的应用具有广泛性。③ 现代制造技术具有动态特征。④ 现代制造技术具有集成

性。⑤ 现代制造技术具有系统性。⑥ 现代制造技术强调的是实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产方式。

与传统制造技术相比，现代制造技术具有以下特点：

1) 现代制造技术的基础是优质、高效、低耗、无污染或少污染加工工艺，在此基础上形成了新的先进加工工艺与技术。

2) 研究范围更为广泛。传统制造技术一般是指加工制造过程的工艺办法，而现代制造技术则覆盖了从产品设计、加工制造到产品销售、使用、维修和回收的整个过程。

3) 传统制造技术一般只能驾驭生产过程中的物质流和能量流，随着信息技术加入，现代制造技术已成为能驾驭生产过程中的物质流、能量流和信息流的系统工程。

4) 制造向超微细领域扩展。微型机械、微米/纳米加工的发展要求用更新、更广的知识来解决这一领域的新课题。

5) 制造过程多学科、多技术交叉及系统优化集成。传统制造技术的学科、专业单一，界限分明，而现代制造技术的各专业、学科、技术之间不断交叉、融合，形成了综合、集成的新技术。

6) 制造领域全球化。制造国际化是 21 世纪制造技术发展的必然趋势。其内容包括：制造企业在全球范围内的重组与集成(如虚拟公司)；制造技术信息和知识的协调、合作与共享；全球制造的体系结构；制造产品与市场的分布及协调。

7) 制造技术与制造科学融合。制造科学是对制造系统和制造过程知识的系统描述，制造技术包含在制造科学之中。

8) 制造技术与生产管理的统一。制造技术的改进带动了管理模式的提高，而先进的管理模式又推动了制造技术的应用。

9) 现代制造技术特别强调人的主体作用，强调人、技术与管理三者的有机结合。

10) 现代制造技术具有鲜明的时代特征，是一个动态技术，在不同时期有不同的技术内涵和组成。

第五节 现代制造技术体系结构

美国机械科学研究院(AMST)提出了一种多层次(可理解为三大层)技术群构成的体系，强调现代制造技术从基础制造技术、新型制造单元技术到现代制造集成技术的发展阶段。这种体系表明在新型产业及市场需求的带动之下，在各种高新技术如能源技术、新材料技术、微电子技术和计算机技术以及系统工程和管理科学的支撑下，现代制造技术的层次及技术构成，如图 1-2 所示。

第一个层次(核心基础层)是优质、高效、低耗、清洁基础制造技术。铸造、