

高等院校“十三五”规划教材

数字化设计与制造方法

姜淑凤 主编

 哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

非
外
借

高等院校“十三五”规划教材

全面系列

本书是“十三五”规划教材，旨在为高等院校相关专业师生提供系统、全面的知识。本书内容涵盖了数字化设计与制造的最新技术和应用，是相关专业师生学习和研究的必备参考书。

数字化设计与制造方法

主 编 姜淑凤
副主编 崔有正 樊 锐
参 编 刘秀林 王 钰

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书内容设置有利于扩展学生的思维空间和提高其自主学习能力,着力于培养和提高学生的综合素质,促进学生的个性发展。本书主要介绍数字化设计与制造系统的组成、产品数据数字化处理、产品数字化造型技术、数字化仿真技术、现代数字化制造与管理、产品数字化开发与管理集成技术、逆向工程与快速原型制造技术。

本书可作为高等学校相关专业研究生、本专科工程类教学与实践的基本教材,也可供工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

数字化设计与制造方法/姜淑凤主编. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2018.8
ISBN 978-7-5603-7514-4

I. ①数… II. ①姜… III. ①数字技术-应用-工业
产品-产品设计-研究 ②数字技术-应用-制造工业-研究
IV. ①TB47 ②F407.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 163367 号

责任编辑 杨秀华
封面设计 博鑫设计
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 哈尔滨久利印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 19.75 字数 476 千字
版 次 2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-7514-4
定 价 49.80 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

数字化设计与制造方法在现代机械加工、产品设计、先进制造技术、网络化制造、医疗康复器械与生物工程等众多相关领域占有越来越重要的地位,我们在多方调研与教学实践的基础上,从产品数字化开发和现代企业数字化管理的角度出发,组织编写了本书。

本书按照数字化设计与制造方法的发展进程组织内容,重点是现代数控技术和现代数字化设计方法、现代企业数字化管理技术,特别是逆向工程和 PDM 管理的应用技术等。

书中每章设计了实践环节和课后习题。在本书的编写过程中,加大了教学改革力度,注重反映当代科技文化的最新成就,采用最新的行业标准,在内容和体系上突出自己的特色,对经典的教学内容加以精选,体现相关学科的发展趋向以及相关工程发展的要求。在编写方法上打破了以往过于注重“系统性”的倾向,摒弃了一些一般内容和烦琐的数学推导,强调实验和实践属性,精炼理论,突出实用技能,内容体系更加合理。

本书受到黑龙江省省属高等学校基本科研业务费科研项目(135209230)、黑龙江省高等教育教学改革项目(SGJY20170374)、齐齐哈尔大学研究生教材建设重点项目(YJSJC2017-ZD02)的资助。本书适合相关专业研究生、本科生使用,同时也可作为教师与工程技术人员的参考书。

本书由齐齐哈尔大学姜淑凤任主编,并负责全书统稿;崔有正、樊锐任副主编;刘秀林、王钰参编。具体编写分工如下:姜淑凤编写等 4、5、8 章,崔有正编写第 2 章和第 3 章,樊锐编写第 6 章,刘秀林编写第 7 章,王钰编写第 1 章。

本书编写过程中参考了大量相关文献,在此向作者和出版社表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不当和疏漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

2018 年 5 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 制造与制造业	1
1.2 数字化设计与制造的内涵及学科体系	3
1.3 现代制造业发展趋势及其面临的挑战	9
1.4 数字化设计与制造技术发展的现实意义	10
习题	16
第2章 数字化设计与制造系统的组成	17
2.1 数字化设计与制造系统功能分析	17
2.2 数字化设计与制造系统的软硬件组成	23
2.3 数字化设计与制造系统的建立	31
2.4 数字化测量系统	35
2.5 数字化加工系统	41
习题	54
第3章 产品数据数字化处理	55
3.1 产品数据的表达	55
3.2 产品数据的数字化处理方法	56
3.3 数据文件处理	71
3.4 数据结构	74
3.5 数据库技术	78
3.6 产品数据交换标准	83
习题	92
第4章 产品数字化造型技术	93
4.1 数字化造型技术概述	93
4.2 建模基础	96
4.3 形体建模及表示形式	99
4.4 虚拟装配技术	114
4.5 主流数字化造型软件介绍	120
习题	134

第5章 数字化仿真技术	135
5.1 仿真技术概述	135
5.2 有限元(FEM)技术	144
5.3 多体系统动力学仿真	151
5.4 虚拟样机仿真技术	153
5.5 CAE 技术	162
5.6 虚拟制造	170
习题	174
第6章 现代数字化制造与管理	175
6.1 现代数字化制造与管理概述	175
6.2 成组技术(GT)	177
6.3 数控加工技术	183
6.4 数控(DNC)技术	198
6.5 计算机辅助工艺规划(CAPP)技术	202
6.6 产品数据管理	212
6.7 产品生命周期管理	218
6.8 数字化企业管理	222
习题	235
第7章 产品数字化开发与管理集成技术	237
7.1 并行工程	237
7.2 柔性制造技术	244
7.3 计算机集成制造技术	249
7.4 协同制造技术	252
7.5 网络化制造技术	253
7.6 绿色制造	255
习题	261
第8章 逆向工程与快速原型制造技术	262
8.1 逆向工程概述	262
8.2 逆向工程基本步骤及研究内容	265
8.3 逆向工程关键技术与方法	268
8.4 实物逆向的数据采集应用实例	279
8.5 实物逆向的模型重构应用实例	282
8.6 快速原型制造技术	294
8.7 基于逆向工程的快速原型制造	304
习题	305
参考文献	306

1.1 制造与制造业

制造和生产产品是主要从事产品制造的企业(单位)的主要活动,为产品销售而进行的机械与设备的组装与安装活动、原材料的物质流转化成产品等。制造过程包括产品的市场分析、设计开发、工艺规划、加工制造以及控制管理等过程;其硬件包括厂房设施、生产设备、工具材料、能源以及各种辅助装置;其软件包括各种制造理论与技术、制造工艺方法、控制技术、测量技术以及制造信息等;相关人员是指从事对物料准备、信息流监控以及对制造过程的决策和调度等作业的人员。

根据在生产中使用的物质形态,制造业可划分为离散制造业和流程制造业如图 1.1 所示。制造业包括产品设计、原料采购、仓储运输、产品制造、订单处理、批发经营、零售、售后等。



制造业直接体现了一个国家的生产力水平,是区别发展中国家和发达国家的重要因素,制造业在世界发达国家的国民经济中占有重要份额。

1.1.1 制造与制造业的基本概念

1. 制造

制造是把原材料加工成适用产品的制作活动或将原材料加工成器物。是一种将有关资源按照社会的需求转变为新的、有更高应用价值的资源的行为和过程。

2. 制造业

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),按照市场要求,通过制造过程,转化为可供人们使用和利用的大型工具、工业品与生活消费产品的行业。

3. 物料流

物料流指原材料、外购件、半成品、零件、组件、部件,从加工、检验、装配、试验、存储、运输直到产品出厂的全过程。

4. 能量流

资金和技术在区域经济运行中,实际上起一种能量的作用,我们把它们合称为能量流。

5. 信息流

信息流的广义定义是指人们采用各种方式来实现信息交流,从面对面的直接交谈直到采用各种现代化的传递媒介,包括信息的收集、传递、处理、储存、检索、分析等渠道和过程。

6. 制造系统

制造系统是指为达到预定制造目的而构建的物理的组织系统如图 1.2 所示,是由制造过程、硬件、软件和相关人员组成的具有特定功能的一个有机整体。

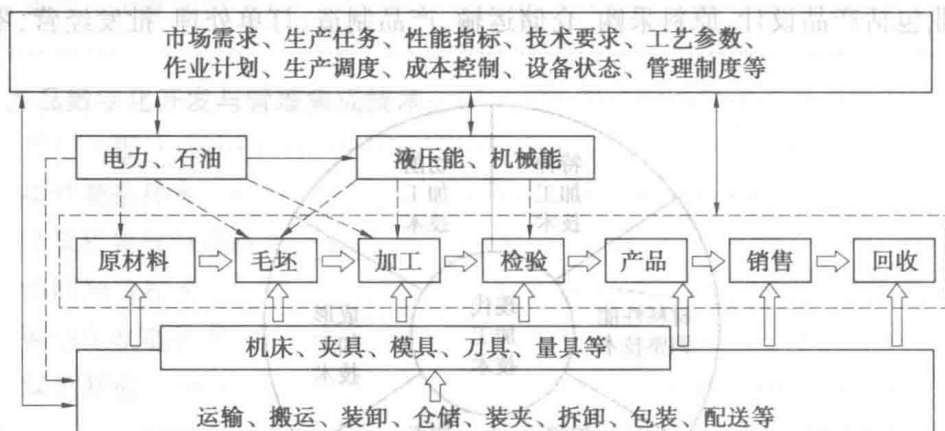


图 1.2 制造业运行框图

1.1.2 产品生命周期与数字化制造

产品生命周期是指产品从进入市场开始,直到最终退出市场为止所经历的市场生命循环过程。产品只有经过研究开发、试销,然后进入市场,它的市场生命周期才算开始。产品退出市场,则标志着生命周期的结束。随着 PLM 软件的兴起,产品生命周期开始包含需求收集、概念确定、产品设计、产品上市和产品市场生命周期管理。在基于产品管理概念的基础上把产品生命周期概括为产品战略、产品市场、产品需求、产品规划、产品开发、产品上市、产品退市 7 个部分。每一个部分都需要现代数字技术的参与和技术支持,数字化涵盖在整个产品的生命周期内。

数字化就是将许多复杂多变的信息转变为可以度量的数字、数据,再以这些数字、数据建立起适当的数字化模型,把它们转变为一系列二进制代码,引入计算机内部,进行统一处

理,这就是数字化的基本过程。计算机技术的发展,使人类第一次可以利用极为简洁的“0”和“1”编码技术,对声音、文字、图像和数据进行编码、解码,使各类信息的采集、处理、贮存、传输实现了标准化和高速处理。

数字化制造就是指制造领域的数字化,它是制造技术、计算机技术、网络技术与管理科学的交叉、融合、发展与应用的结果,也是制造企业、制造系统与生产过程、生产系统不断实现数字化的必然趋势,其内涵包括三个层面:以设计为中心的数字化制造技术、以控制为中心的数字化制造技术、以管理为中心的数字化制造技术。因此,现代的很多工业产品在设计、制造、销售环节都以现代数字控制技术作为技术支持和技术手段,有利于快速研发产品,快速推向市场,快速统计产品生命周期各个环节的信息,以做出快速应对反应,快速更新换代产品等,特别是现代的快速原型制造及逆向设计,现代企业管理等方面更离不开数字化技术。

在数字化技术和制造技术融合的背景下,并在虚拟现实、计算机网络、快速原型、数据库和多媒体等支撑技术的支持下,根据用户的需求,迅速收集资源信息,对产品信息、工艺信息和资源信息进行分析、规划和重组,实现对产品设计和功能的仿真以及原型制造,进而快速生产出达到用户要求性能的产品。并在产品投入到市场后进行跟踪信息收集,形成产品生命周期数据库,进行整个产品生命周期的数字化管理。

1.2 数字化设计与制造的内涵及学科体系

术语“数字化制造”代表所有基于编程和虚拟模型的产品和工艺定义的、用于产品生命周期各个阶段的设计、仿真和实现技术的集合。

数字化设计与制造技术集成了现代设计制造过程中的多项先进技术,包括三维建模、装配分析、运动学及动力学仿真验证、优化设计、系统集成、产品信息管理、虚拟设计与制造、反求工程与快速制造、多媒体和网络通信等,是一项多学科的综合技术,是现代先进制造技术的重要组成部分。

1.2.1 数字化设计与制造发展史

1. NC 机床(数控机床)的出现

1952年,美国麻省理工学院首先实现了三坐标铣床的数控化,数控装置采用真空管电路。1955年,第一次进行了数控机床的批量制造。当时主要是针对直升机的旋翼等自由曲面的加工。

2. CAM 处理系统 APT(自动编程工具)出现

1955年美国麻省理工学院(MIT)伺服机构实验室公布了 APT(Automatically Programmed Tools)系统。其中的数控编程主要是发展自动编程技术。这种编程技术是由编程人员将加工部位和加工参数以一种限定格式的语言(自动编程语言)写成所谓源程序,然后由专门的软件转换成数控程序。

3. 加工中心的出现

1958年美国 K&T 公司研制出带 ATC(自动刀具交换装置)的加工中心。同年,美国 UT

公司首次把铣钻等多种工序集中于一台数控铣床中,通过自动换刀方式实现连续加工,标志着世界上第一台加工中心的出现。

4. CAD(计算机辅助设计)软件的出现

1963年美国出现了CAD的商品化的计算机绘图设备,可进行二维绘图。20世纪70年代初,出现了三维的CAD表现造型系统,20世纪70年代中期出现了实体造型。

5. FMS(柔性制造系统)的出现

1967年,美国实现了多台数控机床连接而成的可调加工系统,最初的FMS(Flexible Manufacturing System)。

6. CAD/CAM(计算机辅助设计/计算机辅助制造)的融合

进入20世纪70年代,CAD、CAM开始走向共同发展的道路。由于CAD与CAM所采用的数据结构不同,在CAD/CAM技术发展初期,主要工作是开发数据接口,沟通CAD和CAM之间的信息流。不同的CAD、CAM系统都有自己的数据格式规定,都要开发相应的接口,不利于CAD/CAM系统的发展。在这种背景下,美国波音公司和通用电气公司(GE)于1980年制定了数据交换规范IGES(Initial Graphics Exchange Specifications),从而实现CAD/CAM的融合。

7. CIMS(计算机集成制造系统)的出现和应用

20世纪80年代中期,出现CIMS(Computer Integrated Manufacturing System)计算机集成制造系统,波音公司成功应用于飞机设计、制造、管理,将原需八年的定型生产缩短至三年。

8. RE(逆向工程)与RP(快速原型)的出现与应用

RE与RP是20世纪90年代发展起来的,被认为是近年来制造技术领域的一次重大突破,其对制造业的影响可与数控技术的出现相媲美。

9. CAD/CAM软件的空前繁荣

20世纪80年代末期至今,CAD/CAM一体化三维软件大量出现,如CADAM,CATIA,UG,I-DEAS,Pro/E,ACIS,MASTERCAM等,支持了快速制造,使产品数字化设计与制造更加快捷与智能,并应用到机械、航空航天、汽车、造船等领域。

1.2.2 数字化设计与制造的内涵及学科体系

数字化设计(Digital Design)是以实现新产品为目标,以计算机软硬件技术为基础,以数字化信息为辅助手段,支持产品建模、分析、修改、优化以及生成设计文档的相关技术的有机集合。

数字化制造(Digital Manufacturing)是以产品制造过程的规划、管理、控制为对象,以计算机作为直接或间接工具,以控制生产设备,实现产品制造和生产的技术的有机集合。

数字化设计与制造术语性定义为:在数字化技术和设计制造技术融合的背景下,并在虚拟现实、计算机网络、快速原型、数据库和多媒体等支撑技术的支持下,根据用户的需求,迅速收集资源信息,对产品信息、工艺信息与资源信息进行分析、规划和重组,实现对产品设计和功能的仿真以及原型制造,进而快速生产出达到用户要求性能的产品制造全过程。

通俗地说,数字化设计与制造就是指产品设计制造领域的数字化,它是产品设计制造技

术、计算机技术、自动化技术,人工智能技术、网络技术与管理科学的交叉、融合、发展和应用的结果,也是制造企业、制造系统与生产过程、生产系统不断实现数字化的必然趋势。

归纳起来的数字化设计与制造的内涵就是:产品建模是基础,优化设计是主体,数控技术是工具,数据管理是核心。产品数字化开发学科体系如图 1.3 所示。

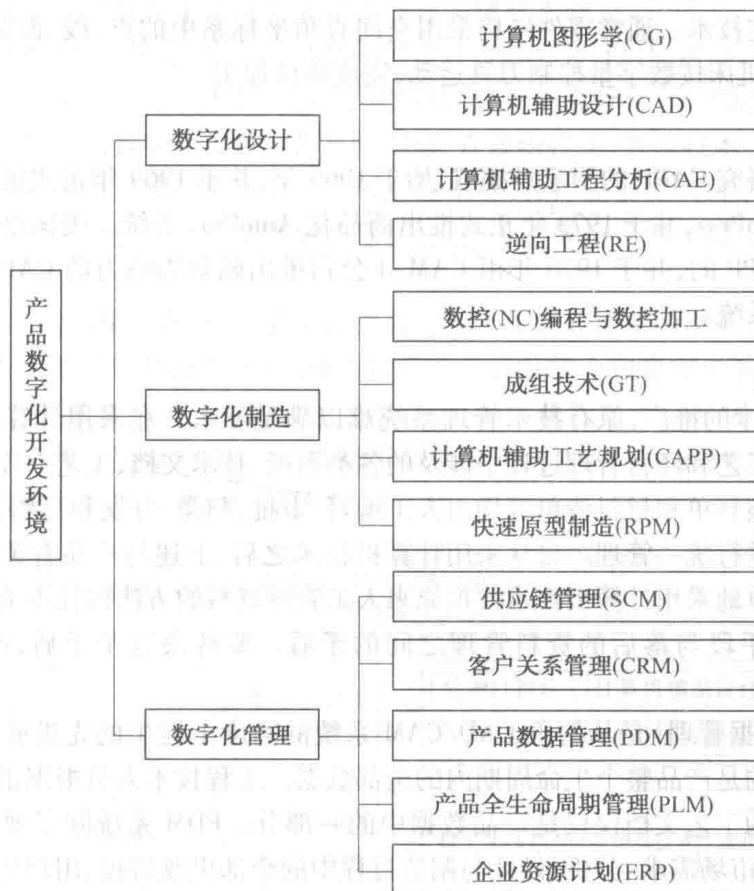


图 1.3 产品数字化开发学科体系

1. CAD

CAD 在早期是英文 Computer Aided Drawing (计算机辅助绘图)的缩写,随着计算机软硬件技术的发展,人们逐步地认识到单纯使用计算机绘图还不能称之为计算机辅助设计。真正的设计是整个产品的设计,它包括产品的构思、功能设计、结构分析、加工制造等,二维工程图设计只是产品设计中的一小部分。于是 CAD 的缩写由 Computer Aided Drawing 改为 Computer Aided Design, CAD 不再仅仅是辅助绘图,而是协助创建、修改、分析和优化的设计技术。

2. CAE

CAE(Computer Aided Engineering)通常指有限元分析和机构的运动学及动力学分析。有限元分析可完成力学分析(线性、非线性、静态、动态)、场分析(热场、电场、磁场等)、频率响应和结构优化等。机构分析能完成机构内零部件的位移、速度、加速度和力的计算,机构的运动模拟及机构参数的优化。

3. CAM

CAM(Computer Aided Manufacture)能根据 CAD 模型自动生成零件加工的数控代码,对加工过程进行动态模拟,同时完成在实现加工时的干涉和碰撞检查。CAM 系统和数字化装备结合可以实现无纸化生产,为 CIMS(计算机集成制造系统)的实现奠定基础。CAM 中最核心的技术是数控技术。通常零件结构采用空间直角坐标系中的点、线、面的数字量表示,CAM 就是用数控机床按数字量控制刀具运动,完成零件加工。

4. CAPP

世界上最早研究 CAPP 的国家是挪威,始于 1966 年,并于 1969 年正式推出世界上第一个 CAPP 系统 AutoPros,并于 1973 年正式推出商品化 AutoPros 系统。美国是 20 世纪 60 年代末开始研究 CAPP 的,并于 1976 年由 CAM-I 公司推出颇具影响力的 CAP-I's Automated Process Planning 系统。

5. PDM

随着 CAD 技术的推广,原有技术管理系统难以满足要求。在采用计算机辅助设计以前,产品的设计、工艺和经营管理过程中涉及的各类图纸、技术文档、工艺卡片、生产单、更改单、采购单、成本核算单和材料清单等均由人工编写、审批、归类、分发和存档,所有的资料均通过技术资料室进行统一管理。自从采用计算机技术之后,上述与产品有关的信息都变成了电子信息。简单地采用计算机技术模拟原来人工管理资料的方法往往不能从根本上解决先进的设计制造手段与落后的资料管理之间的矛盾。要解决这个矛盾,必须采用 PDM 技术。

PDM(产品数据管理)是从管理 CAD/CAM 系统的高度上诞生的先进的计算机管理系统软件。它管理的是产品整个生命周期内的全部数据。工程技术人员根据市场需求设计的产品图纸和编写的工艺文档仅仅是产品数据中的一部分。PDM 系统除了要管理上述数据外,还要对相关的市场需求、分析、设计与制造过程中的全部更改历程、用户使用说明及售后服务等数据进行统一有效的管理。PDM 关注的是研发设计环节。

6. ERP

企业资源计划系统,是指建立在信息技术基础上,对企业的所有资源(物流、资金流、信息流、人力资源)进行整合集成管理,采用信息化手段实现企业供销链管理,从而对供应链上的每一环节实现科学管理。

ERP 系统集成信息技术与先进的管理思想于一身,成为现代企业的运行模式,反映时代对企业合理调配资源,最大化地创造社会财富的要求,成为企业在信息时代生存、发展的基石。在企业中,一般的管理主要包括三方面的内容:生产控制(计划、制造)、物流管理(分销、采购、库存管理)和财务管理(会计核算、财务管理)。

7. RE

对实物做快速测量,获得原型扫描数据,并通过逆向软件反求为可被 3D 软件接受的数据模型。进而对样品进行修改和详细设计,达到快速开发新产品的目的。

8. RP

快速原型(Rapid Prototyping)技术,又称快速成型技术。是综合了机械工程、CAD、数控

技术、激光技术及材料科学技术,可以自动、直接、快速、精确地将设计思想物化为具有一定功能的原型或直接制造零件,从而可以对产品设计进行快速评价、修改及功能试验,有效地缩短了产品的研发周期。

基于传统的设计与制造理论和方法、管理科学、计算机、网络和数据库等基础技术,数字化设计与制造技术经过几十年的发展形成了核心关键技术群。

这些技术群包括:在计算设计、计算机辅助设计、面向“X”设计、可靠性设计等技术的基础上形成的产品数字化设计技术群,在数字化样机、设计仿真分析、虚拟制造、虚拟装配等技术的基础上形成的产品数字化分析与仿真技术群,在成组技术、数控技术、柔性制造系统、快速成型技术等的基础上形成的产品数字化制造技术群,在产品数据管理、 workflow管理、制造执行系统、企业资源计划、产品生命周期管理、供应链管理等技术的基础上形成的产品数字化管理技术群。

数字化设计、数字化仿真分析、数字化制造与数字化管理技术的交叉、融合和集成,形成了产品数字化开发的集成环境与平台,成为提升产品研发能力和管理水平的重要动力,形成了并行工程、计算机集成制造、敏捷制造、虚拟企业、网络化制造等一系列先进制造模式,并应用到各种产品开发全生命周期,大大推动了制造企业的进步。由此构成了如图 1.4 所示的产品数字化设计与制造技术的学科体系。

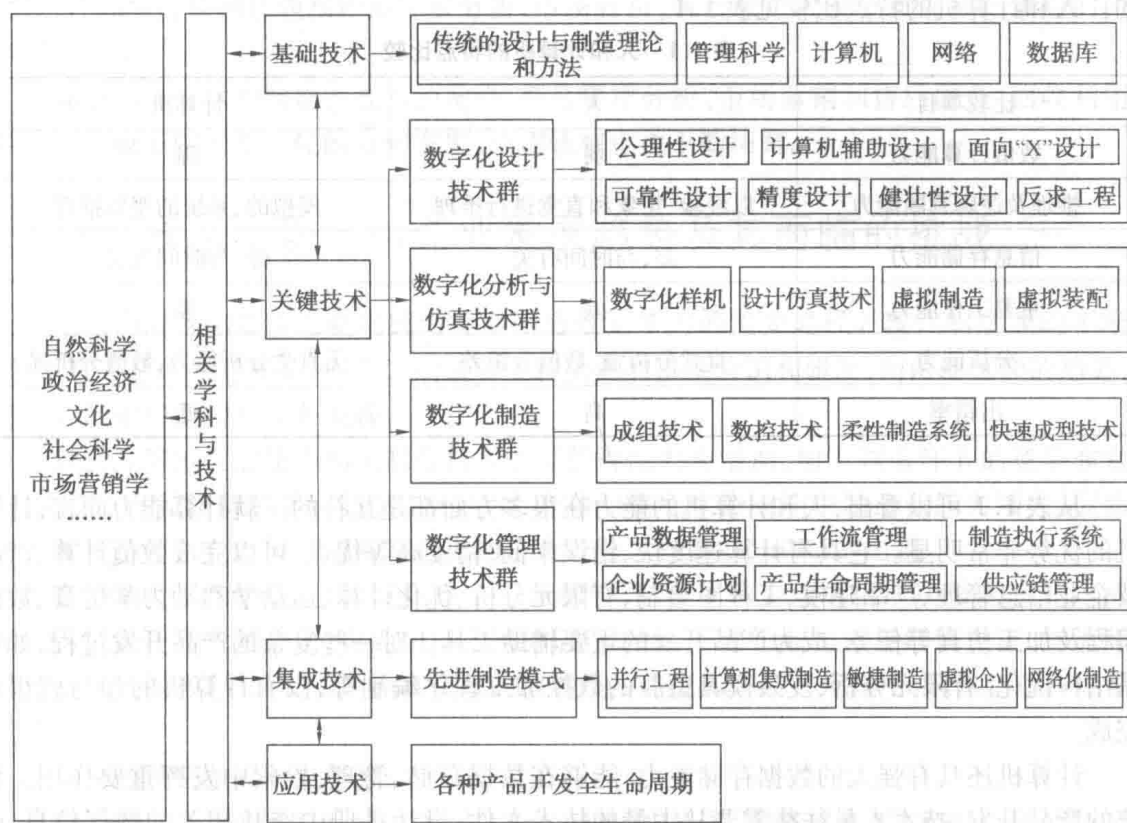


图 1.4 产品数字化设计与制造技术的学科体系

1.2.3 数字化设计与制造的特点

1. 计算机和网络技术是数字化设计与制造技术的基础

与传统的产品开发相比,数字化设计与制造技术建立在计算机之上。它充分利用了计算机的优点,如强大的信息存储能力、逻辑推理能力、重复工作能力、快速准确的计算能力、高效的信息处理功能、推理决策能力等,极大地提高了产品开发的效率和质量。

随着网络和信息技术的日趋成熟,以计算机网络为支撑的产品异地、异构、协同、并行开发成为数字化设计与制造技术的发展趋势,也成为现代产品开发不可或缺的技术手段。

2. 计算机只是产品数字化设计与制造的重要辅助工具

尽管计算机具有诸多优点,有助于提高产品开发的质量和效率,但它只是人们从事产品开发的辅助工具。首先,计算机的计算和逻辑推理等能力都是人们通过程序赋予的;其次,新产品开发是一种具有创造性的活动,目前的计算机还不具有创造性思维,而人具有创造性思维,能够对所开发的产品进行分析和综合,再将之转换成适合于计算机处理的数学模型和解算程序,同时人还可以控制计算机及程序的运行,并对计算结果进行分析、评价和修改,选择优化方案;再次,人的直觉、经验和判断是产品开发中不可缺少的,也是计算机无法代替的。人和计算机的特点比较见表 1.1。

表 1.1 人和计算机的特点比较

比较项目	人	计算机
数值计算能力	弱	强
推理及逻辑判断能力	以经验、想象和直觉进行推理	模拟的、系统的逻辑推理
信息存储能力	差,与时间有关	强,与时间无关
重复工作能力	差	强
分析能力	直觉分析强、数值分析差	无直觉分析能力、数值分析强
出错率	高	低

从表 1.1 可以看出,人和计算机的能力在很多方面都是互补的。就计算能力而言,计算机的优势非常明显。它具有计算速度快、错误率低、精度高等优点,可以完成数值计算、产品及企业信息管理、产品建模、工程图绘制、有限元分析、优化计算、运动学和动力学仿真、数控编程及加工仿真等任务,成为产品开发的重要辅助工具。对一些复杂的产品开发过程,如产品结构优化、有限元分析、复杂模具型腔的数控加工程序编制等,没有计算机的参与就很难完成。

计算机还具有强大的数据存储能力,能够在数据存储、管理、检索中发挥重要作用。传统的产品开发,技术人员往往需要从大量的技术文件、设计手册中查找相关的数据信息,效率低下,而且容易出错。利用计算机和数据库管理技术,可以实现数据高效和有序的存储、检索和使用,从而使技术人员可以全身心地投入到具有创造性的产品开发工作中。人是生产力中最具有决定性的力量。在产品的数字化设计与制造过程中,人始终具有最终的控制权、决策权,计算机及其网络环境只是重要的辅助工具。只有恰当地处理好人与计算机之间

的关系,最大限度地发挥各自的优势,才能获得最大的经济效益。

3. 数字化设计与制造能有效地提高产品质量、缩短开发周期、降低生产成本

计算机大的信息存储能力可以存储各方面的技术知识和产品开发过程所需的数据,为产品设计提供科学依据。人机交互的产品开发,有利于发挥人机的各自特长,使得产品设计及制造方案更加合理。通过有限元分析和产品优化设计,可以及早发现设计缺陷,优化产品的拓扑、尺寸和结构,克服了以往被动、静态、单纯依赖于人的经验的缺点。数控自动编程、刀具轨迹仿真和数控加工保证了产品的加工质量,大幅度地减少了产品开发中的废品和次品。

此外,基于计算机及网络技术,数字化设计与制造技术将传统的产品串行开发转变为产品的并行开发,可以有效地提高产品的开发质量,缩短产品的开发周期,降低产品的生产成本,加快产品的更新换代速度,提高产品及生产企业的市场竞争力。

4. 数字化设计与制造技术涵盖产品生命周期的大部分环节

比较之前的数字化设计与制造技术,现代的数字化涵盖产品生命周期的大部分环节。随着相关软硬件技术的成熟,数字化设计与制造技术越来越多地渗透到产品开发过程中,成为产品开发不可缺少的手段,但是,数字化设计与制造只是产品生命周期的两个环节,除此之外,产品生命周期还包括产品需求分析、市场营销、售后服务以及生命周期结束后的回收利用等环节。

随着网络技术和数据库技术的发展,产品需求分析、市场营销和售后服务、回收利用的某些环节也正朝着数字化的方向发展,应用领域也在不断拓宽。

1.3 现代制造业发展趋势及其面临的挑战

未来用信息化带动工业化成为提高制造业竞争力的重要途径。现代制造业的不断发展,出现了新的制造模式,以加工制造为主转向更加重视营销和研发,向两端延伸的趋势,重塑企业的组织结构和业务流程。

现代经济的发展使得加工制造技术的可获得性大为增加,加工制造环节的竞争非常激烈,利润空间呈下降趋势。如图 1.5 所示,产品的整个生命周期中制造业压力增大,促使业务流程再造和信息系统集成的基础上的企业经营过程重组(BPR)的出现。

数字化技术的集成应用,可以整合企业的管理,建立从企业的供应决策到企业内部技术、工艺、制造和管理部门,再到用户之间的信息集成,实现企业与外界的信息流、物流和资金流的顺畅传递,从而有效地提高企业的市场反应速度和产品开发速度,确保企业在竞争中的优势。

未来的研究重点与发展方向。

(1) 利用基于网络的 CAD/CAPP/CAE/CAM/PDM/PLM 集成技术,实现产品全数字化设计、制造与管理。

(2) CAD/CAPP/CAE/CAM/PDM 技术与企业资源计划、供应链管理、客户关系管理结合,形成企业信息化的总体构架。

(3) 通过 Internet、Intranet 及 Extranet 将企业的业务流程紧密地联系起来,对产品开发的

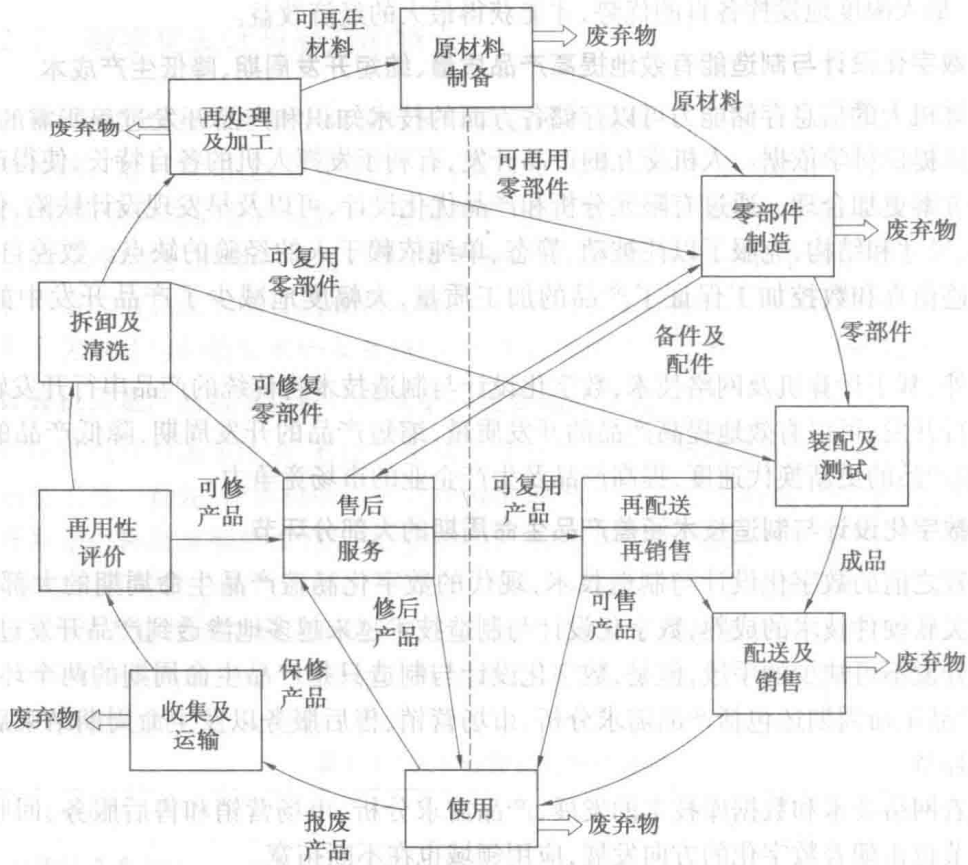


图 1.5 挑战与机遇涵盖在产品的整个生命周期

所有环节(如订单、采购、库存、计划、制造、质量控制、运输、销售、服务、维护、财务、成本、人力资源等)进行高效、有序的管理。

(4) 虚拟设计、虚拟工厂、虚拟制造、动态企业联盟、敏捷制造、网络制造以及制造全球化成为数字化设计与制造技术发展的重要方向。

(5) 先进的制造工艺、智能化软件和柔性的自动化设备、柔性的发展战略构成未来企业竞争的软、硬件资源。

(6) 并行工程技术、模块化设计技术、快速原型成型技术、快速资源重组技术、大规模远程定制技术、客户化生产方式等,以提高对市场快速反应能力为目标的制造技术将得到超速发展和应用。

1.4 数字化设计与制造技术发展的现实意义

数字化设计与制造技术的应用主要涵盖数字化设计、数字化分析与仿真、数字化制造、数字化管理以及先进制造技术与先进制造模式的发展,应用领域涉及目前社会应用产品的每一个行业。实现数字化的设计与制造方法的应用,有利于制造业的发展。

1.4.1 实现工业自动化

工业自动化是机器设备或生产过程在不需要人工直接干预的情况下,按预期的目标实现测量、操纵等信息处理和过程控制的统称。自动化技术就是探索和研究实现自动化过程的方法和技术。它是涉及机械、微电子、计算机等技术领域的一门综合性技术。正是由于工业革命的需要,自动化技术才冲破了卵壳,得到了蓬勃发展。同时自动化技术也促进了工业的进步,如今自动化技术已经被广泛地应用于机械制造、电力、建筑、交通运输、信息技术等领域,成为提高劳动生产率的主要手段。如图 1.6 所示,典型的自动化运行模式提高生产率。

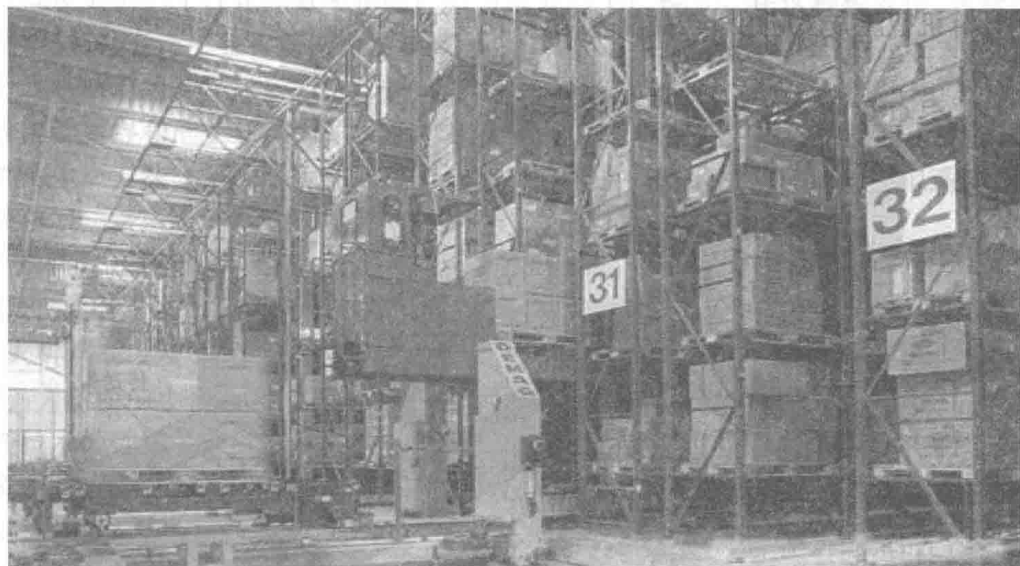


图 1.6 自动化仓库运行

按照应用的领域划分,工业自动化设备包括过程自动化和工厂自动化(制造自动化)两大板块。

过程自动化是指采用由检测仪表、调节器、计算机等元件组成的过程控制系统,实现石油化工、冶金、造纸等工业中的流体或粉体处理自动化。

组成过程自动化控制系统的设备包括:

(1) 控制层面。工业计算机(IPC)、可编程逻辑控制器(PLC)和分布式控制器(DCS)等。

(2) 检测层面。机器视觉检测仪表等。

(3) 执行层面。调节器(气动调节阀、闸板阀、球阀等)。

例如,手机及小型家电的装配工序,如布线专配,按目前的技术水平,还有很长一段时间依然是靠人工来完成。一些其他自动化设备也是如此。所以进行自动化改造,需要仔细衡量目前的技术水平,并非所有工序都适合进行自动化改造。但是随着人工智能技术的不断发展,自动化的程度会越来越高。