

"十三五"机电工程实践系列规划教材

机电工程创新实训系列

数字化设计与制造 实训教程

总策划·郁汉琪

主 编·丁文政

副主编·侯军明 李孝平 卞 荣

牟 娟

参 编·施兆春 徐有峰 李小笠



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

“十三五”机电工程实践系列规划教
机电工程创新实训系列

数字化设计与制造实训教程

总策划 郁汉琪
主 编 丁文政
副主编 侯军明 李孝平
卞 荣 牟 娟
参 编 施兆春 徐有峰 李小笠



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

• 南京 •

内 容 简 介

《数字化设计与制造实训教程》为工程技术训练教材。全书在介绍数字化设计与制造理论知识的基础上,重点对 RV 减速器齿轮、凸轮机构、自动夹具、塑料模具、数控滑台和机床附件的数字化设计与制造实例进行了详细阐述。

工程案例在叙述上尽量按照工程项目任务的流程进行编排,便于教学和训练的组织。本书是为高等学校机械类现代工程技术训练编写的教材,也可作为近机械类或非机械类实践教学的教学材。

图书在版编目(CIP)数据

数字化设计与制造实训教程/丁文政主编. —南京:
东南大学出版社, 2016. 12

“十三五”机电工程实践系列规划教材·机电工程创
新实训系列

ISBN 978-7-5641-6866-7

I. ①数… II. ①丁… III. ①机械设计—数字化—高
等学校—教材 ②机械制造工艺—数字化—高等学校—教
材 IV. ①TH122 ②TH164

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 294430 号

数字化设计与制造实训教程

出版发行 东南大学出版社

出版人 江建中

社 址 南京市四牌楼 2 号

邮 编 210096

经 销 全国各地新华书店

印 刷 南京工大印务有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 11.25

字 数 288 千字

版 次 2016 年 12 月第 1 版

印 次 2016 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5641-6866-7

印 数 1—3000 册

定 价 28.00 元

(本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830)

《“十三五”机电工程实践系列规划教材》编委会

编委会主任:郑 锋

编委会委员:郁汉琪 缪国钧 李宏胜 张 杰

郝思鹏 王红艳 周明虎 徐行健(三菱)

何朝晖(博世力士乐) 肖玲(台达)

罗锋(通用电气) 吕颖珊(罗克韦尔)

朱珉(出版社) 殷掄生 陈 巍 刘树青

编审委员会主任:孙玉坤

编审委员会委员:胡仁杰 吴洪涛 任祖平 陈勇(西门子)

侯长合(法那科) 王华(三菱)

总 策 划:郁汉琪

序

南京工程学院一向重视实践教学,注重学生的工程实践能力和创新能力的培养。长期以来,学校坚持走产学研之路、创新人才培养模式,培养高质量应用型人才。开展了以先进工程教育理念为指导、以提高实践教学质量为抓手、以多元校企合作为平台、以系列项目化教学为载体的教育教学改革。学校先后与国内外一批著名企业合作共建了一批先进的实验室、实验中心或实训基地,规模宏大、合作深入,彻底改变了原来学校实验室设备落后于行业产业技术的现象。同时经过与企业实验室的共建、实验实训设备共同研制开发、工程实践项目的共同指导、学科竞赛的共同举办和教学资源的共同编著等,在产教融合协同育人等方面积累了丰富的丰富经验和改革成果,在人才培养改革实践过程中取得了重要成果。

本次编写的《“十三五”机电工程实践系列规划教材》是围绕机电工程训练体系四大部分内容而编排的,包括“机电工程基础实训系列”“机电工程控制基础实训系列”“机电工程综合实训系列”和“机电工程创新实训系列”等 26 册。其中“机电工程基础实训系列”包括《电工技术实验指导书》《电子技术实验指导书》《电工电子实训教程》《机械工程基础训练教程(上)》和《机械工程基础训练教程(下)》等 5 册;“机电工程控制基础实训系列”包括《电气控制与 PLC 实训教程(西门子)》《电气控制与 PLC 实训教程(三菱)》《电气控制与 PLC 实训教程(台达)》《电气控制与 PLC 实训教程(通用电气)》《电气控制与 PLC 实训教程(罗克韦尔)》《电气控制与 PLC 实训教程(施耐德电气)》《单片机实训教程》《检测技术实训教程》和《液压与气动控制技术实训教程》等 9 册;“机电工程综合实训系列”包括《数控系统 PLC 编程与实训教程(西门子)》《数控系统 PMC 编程与实训教程(法那科)》《数控系统 PLC 编程与实践训教程(三菱)》《先进制造技术实训教程》《快速成型制造实训教程》《工业机器人编程与实训教程》和《智能自动化生产线实训教程》等 7 册;“机电工程创新实训系列”包括《机械创新综合设计与训练教程》《电子系统综合设计与训练教程》《自动化系统集成综合设计与训练教程》《数控机床电气综合设计与训练教程》《数字化设计与制造综合设计与训练教程》

等 5 册。

该系列规划教材,既是学校深化实践教学改革的成效,也是学校教师与企业工程师共同开发的实践教学资源建设的经验总结,更是学校参加首批教育部“本科教学质量与教学改革工程”项目——“卓越工程师人才培养教育计划”“CDIO 工程教育模式改革研究与探索”和“国家级机电类人才培养模式创新实验区”工程实践教育改革的成果。该系列中的实验实训指导书和训练讲义经过了十年来的应用实践,在相关专业班级进行了应用实践与探索,成效显著。

该系列规划教材面向工程、重在实践、体现创新。在内容安排上既有基础实验实训、又有综合设计与集成应用项目训练,也有创新设计与综合工程实践项目应用;在项目的实施上采用国际化的 CDIO[Conceive(构思)、Design(设计)、Implement(实现)、Operate(运作)]工程教育的标准理念,“做中学、学中研、研中创”的方法,实现学做创一体化,使学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程。通过基于这种系列化的项目教育和学习后,学生会在工程实践能力、团队合作能力、分析归纳能力、发现问题解决问题的能力、职业规划能力、信息获取能力以及创新创业能力等方面均得到锻炼和提高。

该系列规划教材的编写、出版得到了通用电气、三菱电机、西门子等多家企业的领导与工程师们的大力支持和帮助,出版社的领导、编辑也不辞辛劳、出谋划策,才能使该系列规划教材如期出版。该系列规划教材既可作为各高等院校电气工程类、自动化类、机械工程类专业,相关高校工程训练中心或实训基地的实验实训教材,也可作为专业技术人员培训用参考资料。相信该系列规划教材的出版,一定会对高等学校工程实践教育和高素质创新人才的培养起到重要的推动作用。

教育部高等学校电气类教学指导委员会主任

胡敏强

2016 年 5 月于南京

前 言

随着现代产品需求的个性化和多样化,以及产品更新换代周期的加快,对产品的设计和制造过程提出了巨大的挑战。原来,一个产品从工程设计到实体装配,往往要经过一个漫长的过程,至少包括产品设计方案规划阶段、详细设计阶段、成熟出图阶段、工艺准备阶段、生产准备阶段、零部件制造阶段和装配调试阶段等。而数字化设计与制造则是利用数字化技术完成产品设计和制造的全过程,包括产品的三维(3D)设计、虚拟装配、仿真、虚拟制造、虚拟检测和通过数字化机床加工出实际产品,数字化技术的应用大大缩短了产品的设计和制造周期,提升了产品的质量。现在数字化设计与制造技术正在飞机和汽车等行业被越来越广泛地应用。

数字化设计与制造作为一门实践性很强的综合性学科,它涉及机械设计、机械加工工艺、数控技术、现代测试技术、计算机仿真技术等多门学科。要想深刻地理解和掌握,仅有理论知识的学习是远远不够的,实际工程项目的训练是深入了解和掌握数字化设计与制造技术的有效途径。为了满足实训教学的需要,在参考了大量国内外资料的基础上,结合多年来的实践教学经验、数字化设计与制造科研成果和项目教学改革,编写了这本实训教程。本书简化了学科理论体系的详细论述,在结构上以实际教学训练项目为纲;在选材上力求源于实际工程项目,尽可能反映数字化设计与制造技术的综合应用,着重于实际训练的可操作性,实例的选择在制造领域具有典型性;在撰写手法上每个实例都按照从设计到制造的实施全过程进行叙述,从而便于学习。

本书选取了齿轮设计与制造实例、凸轮机构设计与制造实例、夹具设计与制造实例、模具设计与制造实例、数控滑台设计与制造实例、机床附件设计与制造实例等6个工程教学项目。全书共分7章,第1章主要介绍了数字化设计与制造的基本概念,数字化设计与制造的内容,数字化设计与制造的学科体系,以及详细的数字化造型技术、数字化仿真技术、数字化制造技术和产品数字化开发的集成技术的内涵。第2章介绍了齿轮产品的数字化设计与制造,内容包括齿轮设计与制造的基础知识和一个RV减速器齿轮的设计与制造实施过程。第3章

介绍了凸轮机构的数字化设计与制造,包括凸轮机构的简介和一个对心平底直动推杆盘形凸轮机构的设计与制造实施过程。第4章介绍了夹具的设计与制造,包括专用夹具设计方法和一个外排气侧平衡轴套筒钻铣夹具的设计与制造实施过程。第5章介绍了模具的设计与制造,包括注塑模具设计方法和一个风扇叶片塑料模具的设计与制造实施过程。第6章介绍了数控滑台的设计与制造,包括数控滑台设计方法和一个二维数控滑台的设计与制造实施过程。第7章介绍了一种车床自动上下料机构的设计与制造实施过程。

本书的第1章由南京工程学院丁文政和李小笠编写;第2章由丁文政和华北科技学院李孝平编写;第3章~第7章分别由南京工程学院卞荣、施兆春、侯军明、牟娟和徐有峰编写,研究生陈轩宇也做了大量工作。全书由丁文政统稿并担任主编,侯军明、李孝平、卞荣、牟娟担任副主编。本书由刘桂芝教授级高级工程师担任主审,参加审稿的还有南京工大数控科技有限公司于春建高级工程师。

本书可作为普通高等院校、高等职业院校机电类各专业学生实践教学用书,亦可供工业企业技术人员参考和自学之用。

在编写过程中,我们广泛参考了国内外多种同类著作、教材和教学参考书,在此我们谨向有关作者表示衷心的感谢。

数字化设计与制造技术的发展日新月异,限于作者的水平和学识,书中难免还存在错误和不妥之处,竭诚希望使用本书的读者提出宝贵意见,以利于本书质量的改进和提高,不胜感谢!

编 者

2016年6月

目 录

1	数字化设计与制造基础	(1)
1.1	数字化设计与制造技术概述	(1)
1.1.1	数字化设计与制造概念	(1)
1.1.2	数字化设计与制造的内容	(1)
1.1.3	数字化设计与制造的学科体系	(1)
1.2	数字化造型技术	(3)
1.3	数字化仿真技术	(5)
1.4	数字化制造技术	(7)
1.5	产品数字化开发的集成技术	(8)
2	齿轮设计与制造实例	(10)
2.1	齿轮设计与制造方法	(10)
2.1.1	常见齿轮设计流程	(10)
2.1.2	典型圆柱齿轮制造工艺	(10)
2.2	项目任务介绍	(16)
2.3	项目方案设计	(18)
2.4	设计计算	(18)
2.4.1	RV 减速器配齿的计算	(18)
2.4.2	渐开线行星齿轮强度校核	(20)
2.4.3	渐开线齿轮齿廓方程的推导	(22)
2.4.4	外啮合标准渐开线直齿轮的基本几何参数	(22)
2.4.5	Matlab 计算程序	(23)
2.5	结构设计	(25)
2.6	工程图设计	(31)
2.7	零件的 CAM 加工	(32)
2.7.1	通用 CAM 软件加工方法	(32)
2.7.2	专用机床及专用软件加工	(35)
3	凸轮机构设计与制造实例	(48)
3.1	凸轮机构简介	(48)
3.1.1	凸轮机构的组成及应用	(48)
3.1.2	凸轮机构的类型	(48)

3.1.3	凸轮机构设计的基本名词术语	(50)
3.1.4	凸轮机构设计的主要问题	(51)
3.1.5	从动件的运动规律	(51)
3.1.6	凸轮轮廓曲线的设计	(54)
3.1.7	凸轮轮廓曲线设计的基本原理(反转法)	(55)
3.1.8	凸轮轮廓曲线设计的图解法实例	(55)
3.1.9	凸轮轮廓曲线设计的解析法	(58)
3.2	项目任务介绍与方案设计	(60)
3.3	设计计算	(61)
3.3.1	凸轮轮廓曲线解析方程	(61)
3.3.2	本项目实例分析	(62)
3.3.3	Matlab 计算程序	(63)
3.4	结构设计	(65)
3.5	典型结构 CAM 加工	(65)
3.5.1	创建程序	(66)
3.5.2	创建几何体	(66)
3.5.3	创建刀具	(67)
3.5.4	创建工序	(67)
3.5.5	生成 NC 代码	(69)
4	夹具设计与制造实例	(70)
4.1	专用夹具的基本要求和设计步骤	(70)
4.1.1	对专用夹具的基本要求	(70)
4.1.2	专用夹具设计步骤	(70)
4.2	夹具体的设计	(71)
4.2.1	对夹具体的要求	(71)
4.2.2	夹具体毛坯的类型	(73)
4.3	专用夹具设计示例	(73)
4.4	夹具总图上尺寸、公差和技术要求的标注	(76)
4.4.1	夹具总图上应标注的尺寸和公差	(76)
4.4.2	夹具总图上应标注的技术要求	(76)
4.4.3	夹具总图上公差值的确定	(77)
4.5	工件在夹具上加工的精度分析	(77)
4.5.1	影响加工精度的因素	(77)
4.5.2	保证加工精度的条件	(78)
4.6	夹具的经济分析	(79)
4.6.1	经济分析的原始数据	(79)
4.6.2	经济分析的计算步骤	(80)
4.7	项目任务介绍	(81)

4.8	项目方案设计	(84)
4.9	设计计算	(84)
4.10	结构设计	(86)
4.11	工程图设计	(87)
4.12	装配与调试	(100)
5	模具设计与制造实例	(101)
5.1	项目任务介绍	(101)
5.2	项目设计过程说明	(102)
5.2.1	注射模塑工艺设计的基本内容	(102)
5.2.2	注射成形原理	(102)
5.2.3	塑料模具设计	(103)
5.3	风扇叶片塑料模具的设计与装配实例	(107)
5.4	零件图绘制	(116)
5.5	零件的 CAM 编程	(116)
6	数控滑台设计与制造实例	(123)
6.1	项目任务介绍	(123)
6.2	项目设计方案	(123)
6.2.1	数控滑台运动设计	(124)
6.2.2	数控滑台结构设计	(124)
6.3	电动机的选型与计算	(125)
6.3.1	选择电动机应综合考虑的问题	(125)
6.3.2	常用电动机类型	(126)
6.3.2	电动机的设计选型	(127)
6.4	带传动计算	(129)
6.4.1	带传动的效率	(129)
6.4.2	同步带传动的设计计算	(130)
6.5	滚珠丝杠选型	(132)
6.5.1	滚珠丝杠的精度	(133)
6.5.2	滚动丝杠副的安装方式	(133)
6.5.3	滚珠丝杠副的尺寸计算	(135)
6.6	其他零部件设计	(138)
6.6.1	联轴器	(138)
6.6.2	导轨	(141)
6.6.3	轴承	(142)
6.7	工程图设计	(146)
6.8	零件 CAM 加工	(148)
6.8.1	创建程序	(148)

6.8.2	创建刀具	(149)
6.8.3	创建工序	(149)
6.8.4	生成 NC 代码	(150)
7	机床辅助机构设计与制造实例	(151)
7.1	自动上下料机构简介	(151)
7.1.1	机构背景	(151)
7.1.2	机构分类	(151)
7.1.3	自动棒料送料装置的适用范围	(153)
7.2	项目任务介绍与方案设计	(153)
7.3	设计计算	(153)
7.3.1	计算送料系统送料时的液压推力	(153)
7.3.2	计算棒料浮起的支撑力	(154)
7.3.3	确定液压泵的规格	(154)
7.3.4	确定液压泵的电动机功率	(156)
7.4	结构设计	(156)
7.4.1	棒料自身的结构	(156)
7.4.2	送料器前端承料器	(158)
7.4.3	送料支架料管结构规格的确定	(158)
7.4.4	挡料块的设计	(158)
7.4.5	弹簧片的设计	(159)
7.4.6	自动检测装置的安装位置设计	(159)
7.4.7	毛刷清油器	(159)
7.4.8	回油装置的设计	(160)
7.5	工程图设计	(160)
7.6	零件 CAM 加工	(162)
7.6.1	创建程序	(162)
7.6.2	创建刀具	(162)
7.6.3	创建几何体	(162)
7.6.4	创建工序	(164)
7.6.5	生成 NC 代码	(165)
参考文献		(166)

1.1 数字化设计与制造技术概述

1.1.1 数字化设计与制造概念

随着信息技术的快速发展,以及全球经济一体化进程的加快,现代制造企业发生了重大变化:产品生命周期缩短,交货期成为主要竞争因素,大市场和大竞争基本形成,用户需求个性化,多品种小批量生产比例增大。

为了适应这些变化,现代制造也出现了新的模式,其核心表现为:在制造企业中全面推行数字化设计与制造技术。通过在产品全寿命周期中的各个环节普及与深化计算机辅助技术、系统及集成技术的应用,提升企业在设计、制造、管理等多方面的技术水平,促进传统产业在各个方面的技术更新,使企业在持续动态多变、不可预测的全球性市场竞争环境中生存发展,并不断扩大其竞争优势。

数字化设计与制造是以计算机软硬件为基础,以提高产品开发质量和效率为目标的相关技术的有机集成。与传统产品研发手段相比,它更强调计算机、数字化信息、网络技术以及智能算法在产品开发中的作用。

1.1.2 数字化设计与制造的内容

数字化设计与制造主要包括计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助工艺设计(CAPP)、计算机辅助工程分析(CAE)、产品数据管理(PDM)等内容。

数字化设计的内涵是支持企业的产品开发全过程、支持企业的产品创新设计、支持产品相关数据管理、支持企业产品开发流程的控制与优化等,归纳起来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,它们的关系如图 1.1 所示。



图 1.1 数字化支持企业的产品开发全过程

1.1.3 数字化设计与制造的学科体系

随着计算机技术、网络技术、数据库技术的成熟以及产品数据交换标准的不断完善,各种数字化开发技术呈现交叉、融合、集成的趋势,使得功能更完整、信息更畅通、效率更显著、使用更便捷。图 1.2 是产品数字化开发环境及其学科体系。

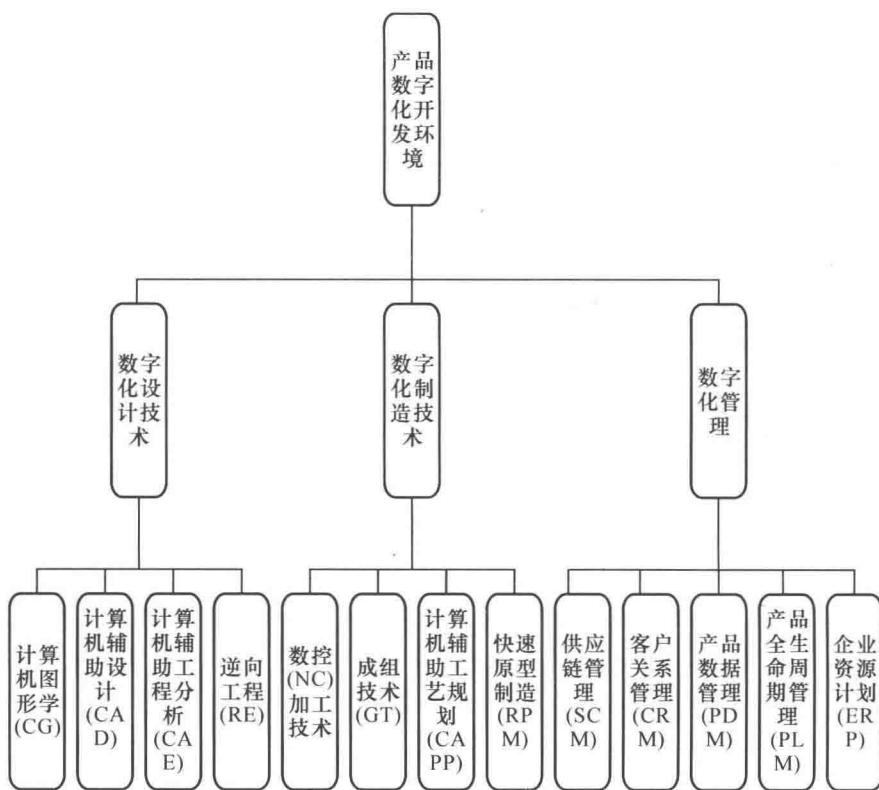


图 1.2 产品数字化开发环境及其学科体系

1) 计算机辅助设计技术(CAD)

计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)作为信息化、数字化的源头,它包含的内容很多,如概念设计、优化设计、有限元分析、计算机仿真、计算机辅助绘图等。主要完成产品的总体设计、部件设计和零件设计,包括产品的三维造型和二维产品图绘制。CAD的支撑技术是曲面造型、实体造型、参数化设计、特征技术和变量参数技术。

2) 计算机辅助工程技术(CAE)

计算机辅助工程技术(Computer Aided Engineering, CAE)主要指用计算机对工程和产品进行性能与安全可靠性分析,对其未来的工作状态和运行行为进行模拟,及早发现设计缺陷,并证实未来工程、产品功能和性能的可用性和可靠性。

3) 计算机图形学(CG)

计算机图形学(Computer Graphics, CG)是一种使用数学算法将二维或三维图形转化为计算机显示器的栅格形式的科学。即,计算机图形学的主要研究内容就是研究如何在计算机中表示图形,以及利用计算机进行图形的计算、处理和显示的相关原理与算法。其研究内容包括图形硬件、图形标准、图形交互技术、光栅图形生成算法、曲线曲面造型、实体造型、真实感图形计算与现实算法、非真实感绘制,以及科学计算可视化、计算机动画、自然景物仿真、虚拟现实等。

4) 逆向工程技术(RE)

逆向工程(Rreverse Engineering, RE)也称为反求工程。它是在没有产品原始图纸、文档

的情况下,对已有的三维实体(样品或模型),利用三维数字化测量设备准确、快速测得轮廓的几何数据,并加以建构、编辑、修改生成通用输出格式的曲面数字化模型,从而生成三维CAD实体模型、数控加工程序或者为快速成型制造所需的模型截面轮廓数据的技术。

5) 计算机辅助工艺设计技术(CAPP)

计算机辅助工艺设计(Computer Aided Process Planning, CAPP)是通过向计算机输入被加工零件的几何信息(图形)和工艺信息(材料、热处理、批量等),由计算机自动输出零件的工艺路线和工序内容等工艺文件的过程。CAPP从根本上改变了依赖于个人经验,人工编制工艺规程的落后局面,促进了工艺过程的标准化和最优化,提高了工艺设计质量。CAPP的支撑技术是信息建模技术、工艺设计自动化和产品数据交换标准。

6) 成组技术(GT)

成组技术(Group Technology, GT)是利用事物间的相似性,按照一定的准则分类成组,同组事物能够采用同一方法进行处理,以便提高效益的技术。全面采用成组技术会从根本上影响企业的管理体制和工作方式,提高标准化、专业化和自动化程度。在机械制造工程中,成组技术是计算机辅助制造的基础。

7) 快速成型(RP)

快速成型(Rapid Prototyping, RP)技术是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。它综合了机械工程、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。

8) 产品数据库管理(PDM)

产品数据管理(Product Data Management, PDM)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。除此之外,PDM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。其关注的是研发设计环节。

9) 企业资源计划(ERP)

企业资源计划(Enterprise Resource Planning, ERP)系统,是指建立在信息技术基础上,对企业的所有资源(物流、资金链、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,从而达到对供应链上的每一环节实现科学管理。

在企业中,ERP的管理主要包括三个方面: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)。

1.2 数字化造型技术

产品造型又称为产品建模。它是将人头脑中构想的产品模型转换成图形、符号或算法的表示形式。

在产品的造型过程中应该注意如下原则:

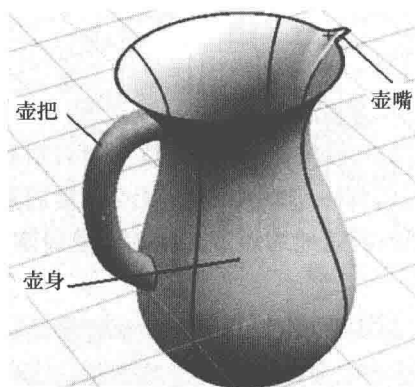
(1) 产品造型应该反映产品的模型空间;

(2) 通过产品建模能表示产品的全部信息。

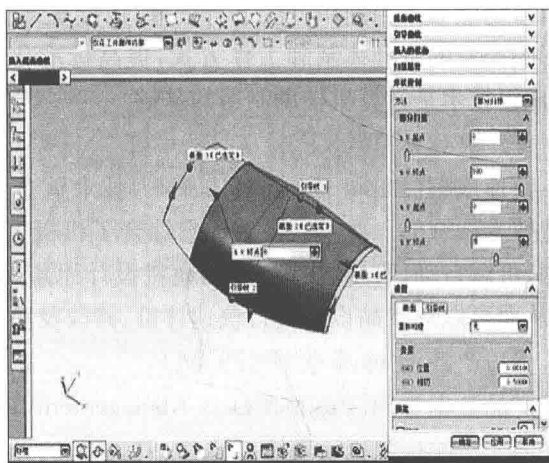
数字化产品模型是基于计算机技术,在现代设计方法的指导下,支持当今制造系统,能够较好地定义和表达产品全生命周期各阶段产品数据内容,它们之间的相互关系及活动过程的数字化信息模型。数字化产品造型是产品建立数字化模型的过程。

说到数字化造型技术,就必须提到 CAD/CAM。CAD/CAM 的几何建模是用合适的数据结构描述真实世界中的三维物体的几何形状,供计算机识别和处理信息数据模型。采用 CAD/CAM 技术已成为整个制造行业当前和将来技术发展的重点。

计算机辅助设计技术(CAD)的首要任务是为产品设计和生产对象提供方便、高效的数字化表示和表现的工具。数字化表示是指用数字形式为计算机所创建的设计对象生成内部描述,比如二维图、三维线框、曲面、实体和特征模型(见图 1.3)。而数字化表现是指在计算机屏幕上生成真实感图形,创建虚拟现实环境,多通道人机交互、多媒体技术等。



(a) UG 的实体建模



(b) UG 的曲面建模

图 1.3 UG 的数字化造型

CAD 的概念不仅仅是体现在辅助制图方面,它更主要起到了设计助手的作用,帮助广大工程技术人员从繁杂的查手册、计算中解脱出来。极大提高了设计效率和准确性,从而缩短产品开发周期,提高产品质量、降低生产成本,增强行业竞争能力。

CAD 与 CAM 密不可分,甚至比 CAD 本身的应用还要广泛。几乎每一个现代制造企业都离不开大量的数控设备。随着对产品质量要求的不断提高,要高效地制造高精度的产品,CAM 技术不可或缺。设计系统只有配合数控加工才能充分显示其巨大的优越性。同时,数控技术也只有依靠设计系统产生的模型才能发挥其效率。所以,在实际应用中,二者很自然地结合起来,形成 CAD/CAM 系统。

在这个系统中,设计和制造的各个阶段可利用公共数据库的数据,即通过公共数据库将设计和制造的各个阶段联系成为一个整体。数控自动编程系统利用设计的结果和产生的模型,形成数控加工机床所需的信息。CAD/CAM 大大缩短了产品的制造周期,显著提高生产效率和产品质量,并产生了巨大的经济效益。

目前,机械工程领域使用的 CAD/CAM 软件很多,而 UG 软件就是我们熟知的其中一种。UG 软件具有卓越的集成功能。在造型方面,除了其他软件所具有的通用功能外,它还

拥有灵活的复合建模、齐备的仿真设计、细腻动画渲染和快速的原型工具。仅复合建模就可让用户在实体建模(Solid)、曲面建模(Surface)、线框建模(Wireframe)和基于特征的参数建模中任意选择,使设计者可根据工程设计实际情况确定最佳建模方式,从而得到最佳设计效果。在加工功能方面,UG 软件针对计算机辅助制造的实用性和适应性,通过覆盖制造过程,实现制造的自动化、集成化和用户化,从而在产品制造周期、产品制造成本和产品制造质量等方面都给用户提供很大的收益。

1.3 数字化仿真技术

仿真是通过对系统模型的实验,研究已存在的或设计中的系统性能。仿真可以再现系统的状态、动态行为以及性能特征,主要用于分析系统配置是否合理、性能是否满足要求、预测系统可能存在的缺陷,为系统设计提供决策支持的科学依据。因此,仿真技术的应用具有十分重要的意义。

数字化仿真就是在计算机上将描述实际系统的几何、数字模型转化为能被计算机求解的仿真模型,并编制相应的仿真程序进行求解,以获得系统性能参数的方法及过程。数字化仿真的基本步骤如图 1.4 所示。

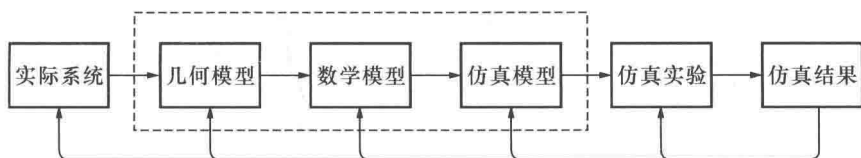


图 1.4 数字化仿真的基本步骤

数字化仿真技术在零部件研制过程中各阶段的具体应用归纳如下:

(1) 概念化设计阶段

对设计方案进行技术、经济分析以及可行性的研究,最终为用户提供科学依据,帮助用户选择合理的设计方案。

(2) 设计建模阶段

建立系统及零部件模型,通过对模型的分析、判断出产品外形、质地以及物理特性是否满意。

(3) 设计分析阶段

分析产品及系统的强度、刚度、振动、噪声、可靠性等一系列指标,判断产品及系统是否达到满意要求。

(4) 设计优化阶段

通过仿真结果对系统结构及参数进行调整,实现系统特殊性能或综合性能的优化。

(5) 制造阶段

对于刀具加工过程的走刀轨迹以及零件间的可装配性进行模拟仿真,及早发现加工、装配中可能存在的问题。

(6) 样机实验阶段

对系统动力学、运动学及运动性能进行仿真,模拟虚拟样机的实验,在安全的模式下对设计目标进行仿真,以确认设计目标的完善性。