

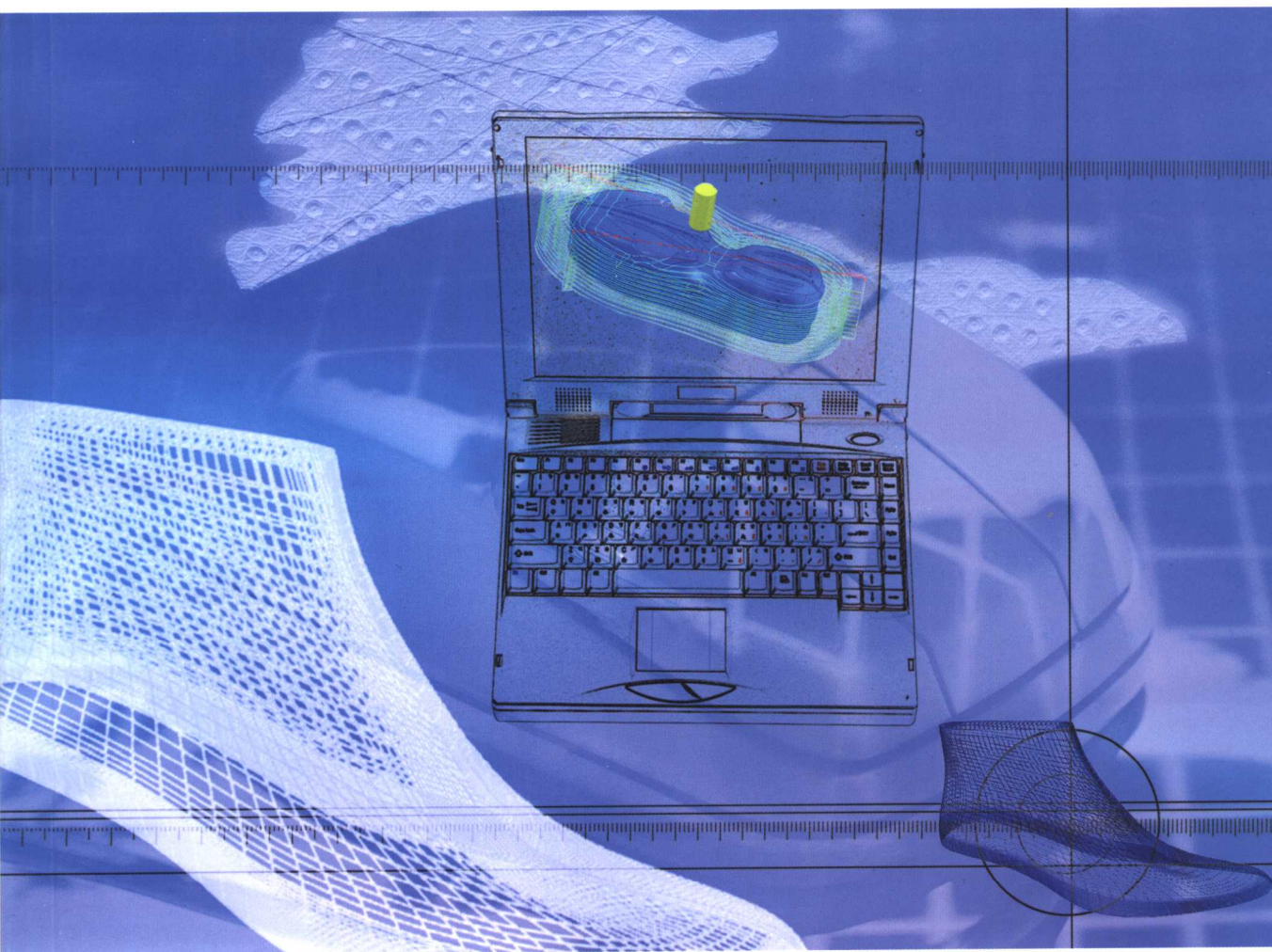


普通高等教育“十五”国家级规划教材

皮革制品 CAD/CAM

弓太生 主编

彭文利 万蓬勃 副主编



普通高等教育“十五”国家级规划教材

皮革制品 CAD/CAM

弓太生 主 编
彭文利 万蓬勃 副主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

皮革制品 CAD/CAM/弓太生主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2006.5

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7-5019-5258-2

I. 皮... II. 弓... III. ①皮革制品 - 计算机辅助设计 - 高等学校 - 教材 ②制革 - 计算机辅助制造 - 高等学校 - 教材 IV. TS56-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 004796 号

责任编辑: 李建华 责任终审: 滕炎福 封面设计: 刘 鹏
版式设计: 马金路 责任校对: 燕 杰 责任监印: 胡 兵

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北省高碑店市鑫昊印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2006 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 14.5

字 数: 343 千字

书 号: ISBN 7-5019-5258-2/TS·3057 定价: 30.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010—65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010—85119817 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

50820J4X101ZBW

前 言

在全球经济一体化趋势日益明朗的环境下,改革高等教育已经成为高等教育管理者和工作者一致的呼声。从国外到国内,从高等教育主管部门到教学第一线的教师,包括作为受教育对象的大学生,已经达成了广泛的共识,那就是必须加快教育思想、教学手段和教学内容的改革,最大限度地适应市场对人才的要求。在这种背景下,教育部于1998年进行了大规模的专业调整。强调以宽厚的基础知识培养学生的科学素养,加强对学生的个性培养,营造培养创新人才的环境。依据教育部轻化工程专业指导委员会和2001年“十五”教材规划会议提出的指导性培养计划,陕西科技大学结合本校、其他相关高校和企业的实际情况对服装设计与工程专业皮革制品设计方向的培养计划做了反复修改,同时也对教学手段与教学内容的改革以及教材建设等问题进行了认真研讨,推出了与新培养计划相适应的一系列措施。为了保证新培养计划能够落到实处,减少课程之间的知识冗余,学校对该专业的专业课和部分学科基础课的教材进行了规划,形成了由相关教材组成的系列化教材。本书是其中之一。

CAD/CAM 作为 20 世纪最杰出的技术之一,从 20 世纪末开始走向成熟,目前已经应用到几乎所有工程领域,皮革制品行业也不例外,特别是在皮革制品的设计、制造和生产管理等环节中,CAD/CAM 充当了最基本的构件。因此,开设本门课程,不但有益于培养服装工程专业皮革制品设计专业方向学生的工程素养,而且对很多非工程专业学生的综合素质培养也是十分有益的。

经过几十年的发展,CAD/CAM 已经成为一门综合性很强的技术科学。除了皮革制品设计和制造中的具体技术外,其触角也触及管理科学和信息处理技术等。受篇幅的限制,本教材无法将所有这些内容全部包容进来,况且 CAD/CAM 的内涵还在不断地发展。基于这一现实,本书将重点介绍皮革制品 CAD/CAM 中最基本、最核心且比较成熟的知识。全书共分十一章,包括计算机辅助设计和辅助制造系统引论、皮革制品 CAD/CAM 系统软硬件技术基础、CAD/CAM 系统中的交互技术与用户接口、皮革制品 CAD/CAM 常用的数据结构及数据库系统、计算机辅助皮革制品图形处理、皮革制品的三维建模技术、皮革制品真实感图形生成的基本原理与方法、计算机辅助工艺过程设计及皮革制品样板的数控切割设备、皮革制品生产过程中的数控加工及其程序编制、皮革制品企业计算机辅助质量管理系统、皮革制品 CAD/CAPP/CAM 的集成化等内容。编写中,充分考虑了专业教学的特点及需要,以在制鞋过程的应用为主,力求较系统地勾勒出 CAD/CAM 技术在皮革制品设计、制造和管理中应用的全貌。本书主要作为普通高等院校专业教材,高等及中等职业学校选用教材,同时可供艺术类专业学生及有关工程技术人员参考。

本书由陕西科技大学弓太生、彭文利和万蓬勃编写。其中,第一章、第三章、第十一章由弓太生和彭文利编写;第二章、第四章、第五章、第八章由万蓬勃编写;第六章、第七章、第九章、第十章由彭文利编写。陕西科技大学研究生陈淑如和耿新柱绘制了书中部分插图。全书由弓太生统稿。

陕西科技大学陈桦教授主审了全部书稿并提出许多宝贵意见，谨致以衷心的感谢！

本书编写中除参考了参考文献中的有关内容外，还参考了其他学者的研究成果和互联网上的一些知识，在此向这些作者表示感谢。

尽管作者投入了很大精力，力图使本书取材合理、内容正确，但是由于 CAD/CAM 技术发展很快，加之作者的水平有限，因此书中难免有错误存在，敬请读者指正。

编者

2005.11

目 录

第一章 计算机辅助设计和辅助制造系统引论	1
第一节 CAD/CAM 概述	1
第二节 CAD/CAM 技术发展概况	6
第三节 皮革制品 CAD/CAM 技术的应用	8
第四节 CAD/CAM 技术发展趋势	11
第二章 皮革制品 CAD/CAM 系统软硬件技术基础	14
第一节 皮革制品 CAD/CAM 系统	14
第二节 CAD/CAM 系统的硬件	15
第三节 皮革制品 CAD/CAM 系统的软件	25
第四节 软件工程基础	29
第五节 图形软件的标准化	31
第六节 图形核心系统	32
第七节 其他图形标准和规范	35
第三章 CAD/CAM 系统中的交互技术与用户接口	39
第一节 交互任务和交互技术	39
第二节 用户接口	42
第三节 用户界面的设计	44
第四节 交互式图形系统	48
第四章 皮革制品 CAD/CAM 常用的数据结构及数据库系统	51
第一节 数据处理及数据库概述	51
第二节 线性表和树结构	54
第三节 查找和排序	66
第四节 数据库系统简介	71
第五节 工程数据库	74
第五章 计算机辅助皮革制品图形处理	78
第一节 图形变换的数学方法	78
第二节 图形生成技术与方法	87
第三节 设计资料的处理	93
第四节 交互式二维绘图系统的基本功能	96
第五节 皮革制品工程图样的处理	99
第六章 皮革制品的三维建模技术	101
第一节 引言	101
第二节 线框建模	106
第三节 曲面建模	108

第四节 实体建模·····	116
第五节 特征建模·····	122
第七章 皮革制品真实感图形生成的基本原理与方法·····	125
第一节 引言·····	125
第二节 基本光照模型·····	127
第三节 真实感图形的处理·····	131
第四节 整体光照模型——光线跟踪算法·····	138
第五节 辐射度方法·····	141
第六节 纹理和自然景物模拟·····	143
第七节 图形反混淆技术简介·····	147
第八章 计算机辅助皮革制品工艺过程设计及数控设备·····	150
第一节 计算机辅助工艺过程设计·····	150
第二节 数控技术及数控设备·····	155
第三节 皮革制品数控设备·····	157
第九章 皮革制品生产过程中的数控加工及其程序编制·····	161
第一节 引言·····	161
第二节 数控语言自动编程·····	162
第三节 图形交互自动编程·····	167
第四节 CAD/CAM 集成编程及其在皮革制品加工中的应用 ·····	170
第五节 数控加工程序的检验与仿真·····	175
第十章 皮革制品企业计算机辅助质量管理系统·····	180
第一节 引言·····	180
第二节 皮革制品企业计算机辅助质量系统的结构·····	182
第三节 皮革制品企业 CAQ 系统的实施 ·····	193
第四节 皮革制品企业 CAQ 系统的评价和改进 ·····	201
第十一章 皮革制品 CAD/CAPP/CAM 的集成化·····	206
第一节 皮革制品 CAD/CAM 集成的概念 ·····	206
第二节 皮革制品 CAD/CAM 集成方法 ·····	213
第三节 产品数据管理·····	216
参考文献·····	223

第一章 计算机辅助设计和辅助制造系统引论

随着人们生活水平的不断提高,消费者的价值观正在发生结构性的变化,呈现出个性化与多样化的趋势,用户对皮革制品的质量以及其更新换代的速度都提出了越来越高的要求。为了适应这种变化,皮革制品企业力求缩短皮革制品从设计、制造到投放市场的周期,使产品向多品种、中小批量方向发展。要适应这种瞬息万变的市场需求,则要求生产更具有柔性。传统的批量法则面临着严重的挑战,一场更加激烈的竞争正在形成。皮革制品的计算机辅助设计(CAD, Computer Aided Design System)与计算机辅助制造(CAM, Computer Aided Manufacturing System)就是为满足这种新的要求而产生的一种新的设计与制造方法。本章主要介绍 CAD/CAM 的基本概念、CAD/CAM 的基本功能、CAD/CAM 的发展历史以及 CAD/CAM 技术的应用状况及其发展方向。

第一节 CAD/CAM 概述

CAD/CAM 是 20 世纪制造业最杰出的成就之一,也是计算机在各种制造业中应用最成功的范例之一,皮革制品行业也不例外。从传统的皮革制品制造过程来看,产品从市场需求分析开始,经过产品设计、工艺设计、加工装配、产品生产等环节,最后形成用户所需要的产品。

在皮革制品产品设计阶段,主要完成设计任务规划、概念设计、结构设计、详细设计、结构优化设计、工程设计等。如果借助计算机来完成这些任务,就叫做 CAD。在工艺设计阶段,要完成下料工艺设计、缝制工艺设计、成型工艺设计和整饰检验等任务。如果借助计算机来完成这些任务,就称为 CAPP (Computer Aided Process Planning)。在生产加工阶段,要完成数控编程、加工过程仿真、数控加工、质量检验、产品装配等。如果使用计算机来完成这些工作,就称为 CAM。以前用计算机完成这些工作都是孤立的,彼此之间是分开的,常常是 CAD 完成后的信息,不能被 CAM 直接使用,这样在计算机辅助设计与制造上造成了信息资源上的浪费。如果使用计算机信息集成技术,为 CAD/CAM 提供一个集成的工作环境,将 CAD、CAPP、CAM 有机地联系起来,称之为 CAD/CAM 集成技术。

一、CAD/CAM 的基本概念

CAD 和 CAM 是在自动化和计算机应用方面迅速发展起来的一门学科,它是对过去传统的设计、制造工艺过程及控制方法的一个挑战。

(一) CAD 的概念

CAD 是指以计算机为辅助手段来完成整个产品的设计过程。产品设计过程是指从接受产品的功能定义开始,到设计完成产品的材料信息、结构形状、精度要求和技术要求等,并且最终以零件图、装配图的形式作为可见媒体表现出来的过程。

广义的 CAD 包括设计和分析两个方面。设计是指构造零件的几何形状, 选择零件的材料, 以及为保证整个设计的统一性而对零件提出的功能要求和技术要求等。分析是指运用数学建模技术, 如有限元、优化设计技术等, 从理论上对产品的性能进行模拟、分析和测试, 以保证产品设计的可靠性。

CAD 技术的概念如图 1-1 所示。从图可见, 在计算机辅助下进行的设计与传统的以人为核心的设计明显不同。根据产品开发计划和对产品功能的要求, 不仅仅是依靠设计者个人的知识和能力进行设计, 而是运用存储在计算机中的多种知识, 在 CAD 系统和数据库的支持下工作。这种工作方式设计出的皮革制品产品肯定优于单个设计师凭个人能力和脑力设计出的产品; 另外, CAD 输出的结果也不仅仅是效果图、帮(底)部件图和装配图等, 还包括设计和生产过程中应用计算机所需要的各种信息。

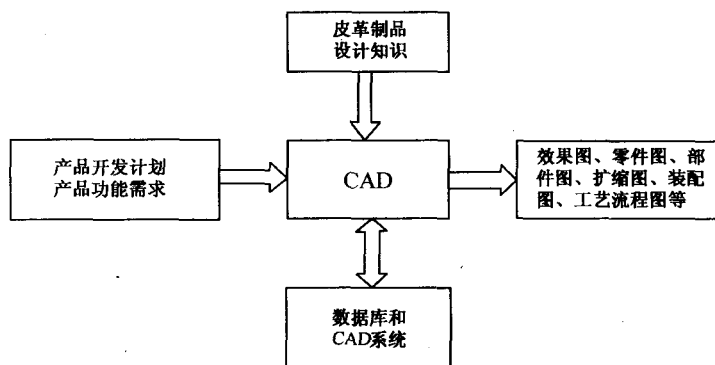


图 1-1 CAD 概念

(二) CAM 的概念

计算机辅助制造是指利用计算机系统, 通过计算机与生产设备直接的或间接的联系, 进行规划、设计、管理和控制产品的生产制造过程。

在初始阶段, CAM 技术主要围绕着数控编程技术开始发展的。数控加工是 CAD/CAM 发挥效益最直接、最明显的环节之一。加工对象的形状越复杂, 加工精度越高, 设计更改越频繁, 数控加工的优势越容易得到发挥。然而从制造全过程来看, 应用计算机作为辅助手段的不仅仅是数控编程, 还有许多技术和方法归类于 CAM 的范畴, 如计算机辅助工艺规划、计算机辅助生产管理、计算机辅助质量控制等。有些内容已经超出了制造概念的本质, 而上升到管理概念的层面, 这就产生了对 CAM 的广义解释和狭义解释。广义的 CAM 是指在产品制造的全部过程中, 应用计算机辅助手段, 包括直接制造过程和间接制造过程。即除自动编程以外, 还包括工艺过程的设计、制造过程仿真、自动化装配、车间生产计划、制造过程检测和故障诊断、产品装配与检测等。狭义的 CAM 是指在制造过程的某个环节上应用计算机。图 1-2 是对狭义 CAM 的一种概念性解释, 其中在制造全过程的数控编程环节应用了计算机, 如皮革制品制造过程中的母楦加工和排料过程。

(三) CAD/CAM 集成的概念

随着 CAD、CAM 软件技术的逐步应用, 人们很快发现, CAD 产生的信息(特别是二维绘图信息)不能够被 CAPP 和 CAM 所利用, 如果要进行数控加工, 或者用于零件的制

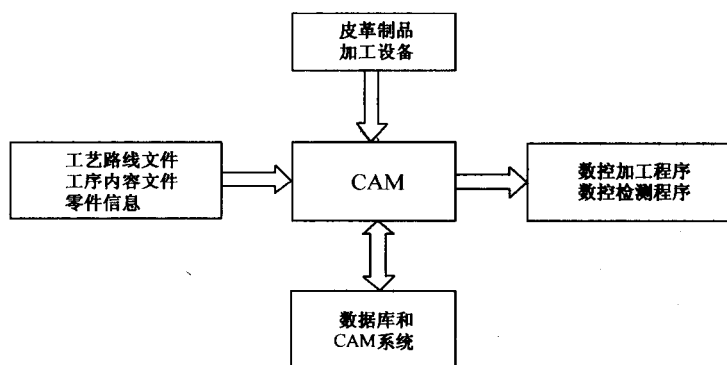


图 1-2 CAM 概念

造工艺，还需要人工将 CAD 的图样转化为 CAM 或 CAPP 所需要的数据格式。这样不仅影响工作效率，而且，人工输入难免出错。如果能将 CAD 产生的图样直接被 CAPP、CAM 以及以后的 CIMS（计算机集成制造系统）所利用，那就是 CAD/CAM 集成。

CAD/CAM 系统的集成就是把 CAD、CAM、CAE（计算机辅助工程）、CAPP、NCP（数控编程）以及 PPC（生产计划与控制）等各种功能不同的软件有机地结合起来，用统一的执行机制来组织各种信息的提取、交换、共享和处理，以保证系统内的信息交流的畅通。也就是说，它是将产品设计、生产管理、质量控制等有机地集成在一起，通过生产数据采集和信息流形成一个闭环系统。

二、CAD/CAM 功能与任务

（一）CAD/CAM 系统的基本功能

1. 图形显示功能

CAD/CAM 是一个人机交互的过程，从产品的造型、构思，方案的确定，结构分析到加工过程的仿真，如果没有图形显示功能，系统就无法保证用户能够观察和修改中间结果，进行实时编辑处理。有了图形显示功能，用户的每一次操作都能从显示器上及时得到反馈，直到取得最佳的设计结果。图形显示功能不仅能够对二维平面图形进行显示控制，还应当包含三维实体的处理。有了显示功能，用户可以很直观地从屏幕上进行修改，得到所需要的信息。

2. 输入输出功能

在 CAD/CAM 系统运行中，用户需要不断地将有关设计的要求和步骤所需要的具体数据等输入计算机内，通过计算机的处理，能够输出系统处理的结果。没有输出的系统是毫无意义的。在 CAD/CAM 系统中，输入输出的信息既可以是数值的，也可以是非数值的（例如图形数据、文本、字符等）。

3. 存储功能

由于 CAD/CAM 系统运行时数据量很大，往往有很多算法生成大量的中间数据。尤其是对图形的操作以及交互式的设计、结构分析中网格划分等。为了保证系统能够正常地运行，CAD/CAM 系统必须配置容量较大的存储设备，以支持数据在各设备模块运行时的

正确流通。另外，工程数据库系统的运行也必须有存储空间作为保障。

4. 交互功能（即人机接口）

在 CAD/CAM 系统中，人机接口是用户与系统连接的桥梁。友好的用户界面，是保证用户直接而有效地完成复杂设计任务的必要条件。除软件中界面设计外，还必须有交互设备以实现人与计算机之间的不断通信。

图 1-3 是以工程数据库为核心的一种 CAD/CAM 系统，该系统各部分的功能如图所示。

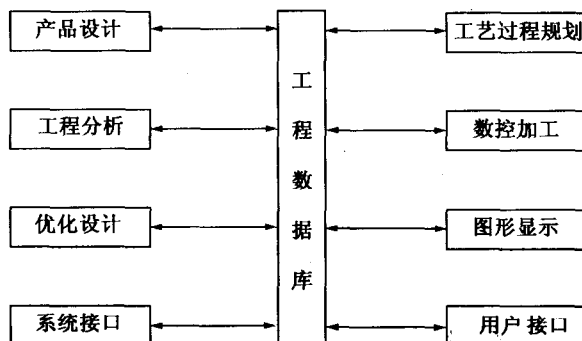


图 1-3 以工程数据库为核心的 CAD/CAM 系统

（二）CAD/CAM 系统的主要任务

CAD/CAM 系统需要对产品设计、制造全过程的信息进行处理，包括设计、制造中的数值计算、设计分析、绘图、工程数据库的管理、工艺设计、加工仿真等各个方面。因此，CAD/CAM 系统必须完成以下主要任务。

1. 几何造型

在皮革制品设计构思阶段，系统能够描述基本几何实体及实体间的关系；能够提供基本体素，以便为用户提供所设计皮革制品的几何形状和大小，进行帮（底）部件的结构设计以及帮（底）部件的装配；能够动态地显示三维图形，解决三维几何建模中复杂的空间布局问题；同时，还能进行消隐、彩色浓淡处理、剖切等。利用几何建模的功能，用户不仅能构造各种产品的几何模型，还能够随时观察、修改模型，或检验帮（底）部件装配的结果。

几何建模技术是 CAD/CAM 系统的核心，它为皮革制品的设计、制造提供基本数据，同时也为其他模块提供原始的信息。例如，几何建模所定义的几何模型的信息可供有限元分析、绘图、仿真、加工等模块使用。在几何建模模块内，不仅能构造规则形状的产品模型，对于复杂表面的造型，系统可采用曲面造型或雕塑曲面造型的方法，根据给定的离散数据或有关具体问题的边界条件来定义、生成、控制和处理过渡曲面，或用扫描的方法得到扫视体，建立曲面的模型。例如鞋的帮面、鞋楦、制鞋过程中所用到的模具与工具等的设计制造，均采用此种方法。

2. 计算分析

CAD/CAM 系统构造了产品的形状模型之后，能够根据产品几何形状，计算出相应的体积、表面积、质量、重心位置、转动惯量等几何特性和物理特性，为系统进行工程分

析和数值计算提供必要的基本参数。另一方面, CAD/CAM 中的结构分析需进行应力、温度、位移等计算; 图形处理中变换矩阵的运算; 体素间的交、并、差计算等; 在工艺规程设计中有工艺参数的计算。

因此, 要求 CAD/CAM 系统对各类计算分析的算法不仅要求正确、全面, 数据计算量大, 而且还要求有较高的计算精度。

3. 工程绘图

产品设计的结果往往是视图的形式, CAD/CAM 中的某些中间结果也是通过数字化图形表达的。CAD/CAM 系统一方面应具备从几何造型的三维图形直接向二维图形转换的功能, 另一方面还需有处理二维图形的能力, 包括基本图元的生成、尺寸标注、图形的编辑(比例变换、平移、图形拷贝、图形删除等)以及显示控制、附加技术条件等功能, 保证生成既合乎生产实际要求, 又符合国家标准规定的设计图要求。

4. 结构分析

CAD/CAM 系统中结构分析常用的方法是有限元法。这是一种逼近近似解方法, 用来解决结构形状比较复杂零件的静态特性、动态特性、强度、温度场强度、应力分布状态等计算分析。在进行静、动态特性分析计算之前, 系统根据产品结构特点, 划分网格, 标出单元号、节点号, 并将划分的结果显示在屏幕上, 进行分析计算之后, 将计算结果以图形文件的形式输出, 例如应力分布图、温度场分布图、位移变形曲线等, 使用户方便、直观地看到分析的结果。

5. 优化设计

CAD/CAM 系统应具有优化求解的功能。也就是在某些条件的限制下, 使产品或工程设计中的预定指标达到最优。优化包括总体方案的优化、帮(底)部件结构的优化、工艺参数的优化等。优化设计是现代设计方法学中的一个重要的组成部分。

6. 计算机辅助工艺规程设计(CAPP)

产品设计的目的是为了加工制造, 而工艺设计是为产品的加工制造提供指导性的文件。因此, CAPP 是 CAD 与 CAM 的中间环节。CAPP 系统应当根据建模后生成的产品信息及制造要求, 自动决策出加工该产品所采用的加工方法、加工步骤、加工设备及加工参数。CAPP 的设计结果一方面能被生产实际所用, 生成工艺卡片文件, 另一方面能直接输出一些信息, 为 CAM 中的 NC 自动编程系统接收、识别, 直接转换为刀位文件。

7. NC 自动编程

在分析零件图和制定出零件的数控加工方案之后, 采用专门的数控加工语言(例如 APT 语言)或自动编程软件制成穿孔纸带输入计算机。其基本步骤通常包括:

(1) 手工编程或计算机辅助编程, 生成源程序。

(2) 前置处理。将源程序翻译成可执行的计算机指令, 经计算, 求出刀位文件。

(3) 后置处理。将刀位文件转换成零件的数控加工程序, 最后输出数控加工纸带, 或者直接输入到数控机床。

8. 模拟仿真

在 CAD/CAM 系统内部, 建立一个工程设计的实际系统模型, 通过运行仿真软件, 代替、模拟真实系统的运行, 用以预测产品的性能、产品的制造过程和产品的可制造性, 用户可以在未加工之前, 看到未来加工时的状况。如数控加工仿真系统, 从软件上实现

零件试切的加工模拟,避免了现场调试带来的人力、物力的投入以及加工设备损坏的风险,减少了制造费用,缩短了产品设计周期。通常有加工轨迹仿真,机构运动学模拟,工件、刀具、机床的碰撞,干涉检验等。

9. 工程数据管理

由于 CAD/CAM 系统中数据量大、种类繁多,既有几何图形数据,又有属性语义数据;既有产品定义数据,又有生产控制数据;既有静态标准数据,又有动态过程数据,结构还相当复杂,因此, CAD/CAM 系统应能提供有效的管理手段,支持工程设计与制造全过程的信息流动与交换。通常, CAD/CAM 系统采用工程数据库系统作为统一的数据环境,实现各种工程数据的管理。

10. 特征造型

随着计算机技术的发展,传统的几何造型方法已经暴露出它的一些弊端。它只有零件的几何尺寸,没有加工、制造、管理需要的信息,因而给计算机辅助制造带来不便。

特征兼有形状(特征元素)和功能(特征属性)两种属性,具有特定的几何形状、拓扑关系、典型功能、绘图表示方法、制造技术和公差要求等。基本的特征属性包括尺寸属性、精度属性、装配属性、工艺属性和管理属性。这种面向设计和制造过程的特征造型系统,不仅含有产品的几何形状信息,而且也将公差、表面粗糙度等工艺信息建在特征模型中,有利于 CAD/CAPP 的集成。目前这种方法虽然出现了一些软件产品,但仍在研究之中。

第二节 CAD/CAM 技术发展概况

CAD/CAM 技术是随着计算机技术的发展而发展起来的,虽然这项技术兴起的时间不长,但发展速度很快。目前它已经成为新一代生产技术的核心,被公认为是提高制造业生产率和产品竞争力的关键。在形成和发展过程中, CAD/CAM 系统针对不同的应用领域、用户需求和技术环境,表现出不同的发展水平和构造模式。CAD 和 CAM 两项技术虽然几乎同时诞生的,但在相当长的时间里却是按照各自轨迹独立地发展起来的。

一、CAD 技术的发展

CAD 技术的发展大致经历了四个发展阶段。

1. 形成阶段

1950 年,美国麻省理工学院(MIT, Massachusetts Institute of Technology)采用阴极射线管(CRT, Cathode Ray Tube)成功研制了图形显示终端,实现了图形的动态屏幕显示,从此结束了计算机只能处理字符数据的历史,在此基础上诞生了一门新兴学科——计算机图形学。

2. 发展阶段

20 世纪 50 年代后期出现了光笔,从此开始了交互式绘图的历史。20 世纪 60 年代初,屏幕菜单点击、光笔定位、功能键操作、图形动态修改等交互式绘图技术相继出现。

1962 年,麻省理工学院的研究生 I.E.Sutherland 发表了“人机对话图形通信系统”的论文,推出了二维 SKETCHPAD 系统,该系统容许设计者在图形显示器前操作光笔和键

盘,同时在屏幕上显示图形。他的论文首次提出了计算机图形学、交互技术及图形符号的存储采用分层的数据结构等思想,为 CAD 技术提供了理论基础。随后,相继出现了许多商品化的 CAD 系统。但是,由于当时显示器价格昂贵,CAD 系统很难推广应用。直到 20 世纪 60 年代末,显示技术的突破使得显示器价格大幅下降,CAD 系统的性价比大大提高,CAD 用户才以每年 30% 的速度逐年递增,形成 CAD 产业。

在显示技术发展的同时,计算机图形学也得到了很大发展,在 20 世纪 70 年代,以二维绘图和三维线框图形为主的 CAD 系统是主流。

3. 成熟阶段

1973 年,第一个实体造型试验系统 (Solid Modeling) 诞生了,并于 1978 年向市场推出了第一代实体造型软件,此后 20 年中,实体造型技术成为 CAD 技术发展的主流,并不断走向成熟,出现了一批以三维实体造型为核心的 CAD 软件系统。实体造型技术的发展和应用大大拓宽了 CAD 技术的应用领域。

4. 集成阶段

CAD、CAM 对设计过程和制造过程产生的巨大推动作用已被认同,加之设计和制造自动化的需求,集成化 CAD/CAM 系统的出现是必然的结果。到了 20 世纪 90 年代,几乎所有的 CAD/CAM 系统都通过自行开发或购买配套模块的方式实现了系统集成。

二、CAM 技术的发展

自从 1946 年美国诞生了第一台计算机以来,计算机技术就日益渗透到制造领域中来,数控技术几乎与电子计算机技术同时产生。第二次世界大战后,美国为了加速飞机工业的发展,要革新样板加工的设备,由空军部门委托帕森斯公司 (Parsons Co.) 和麻省理工学院伺服机构研究所 (Servo Mechanism Laboratory of the Massachusetts Institute of Technology) 进行数控机床的研制工作,于 1952 年试制成功世界上第一台数控机床。该机床只需通过改变数控程序即可完成不同零件的加工,具有直线插补、连续控制功能,奠定了 CAM 的硬件基础。为解决加工编程问题,1955 年研制成功了在计算机上运行的自动编程工具 (APT, Automatically Programmed Tools) 语言,实现了 NC (Numerical Control) 程序编制的自动化。

20 世纪 60 年代初,西欧开始引入数控技术。在自动编程方面,除了引进美国的系统外,各国还发展了自己的自动编程系统,如英国的 ZCL、德国的 EXAPT。此外,还有日本的 FAPT、HAPT,前苏联的 CnC、CAnC,中国的 ZBC-1、ZCX-3、CAM-251 等。经过几十年的发展,以 APT 语言为代表的数控加工编程方法已经非常成熟,甚至当今最好的 CAD/CAM 系统还带有 APT 源程序输出功能,将 CAD 数据传给 APT 系统进行处理,并产生机床数控指令。

随着计算机技术和 CAD 技术的发展,数控编程开始向交互式图形编程过渡。借助 CAD 图形,以人机交互的方式将有关工艺规程及参数输入编程系统,再由系统生成数控加工信息。与批处理式的语言编程相比,该方式有很大的进步。目前绝大多数商品化 CAD/CAM 系统中,数控编程都采用此方式,如 UG II、EUCLID、Intergraph、CV、I-DEAS 等。

20 世纪 70 年代以后,人们开发出面向图形的数控编程系统 GNC。它作为面向产品制造的应用系统得到了迅速的发展和推广。它将几何造型、图形显示、数控编程和后置处

理等功能模块有机地结合在一起,有效地解决了编程数据的来源问题,有利地推动了 CAD、CAM 技术向着一体化和集成化的方向发展。

三、CAPP 技术的发展

最早出现的 CAPP 系统是挪威工业公司 1969 年推出的 AUTOPROS 系统。早期的 CAPP 一般以成组技术为基础,把零件分类归并为族,制定出各零件族相应的典型工艺过程,然后按照有关零件的具体工艺信息生成加工该零件工艺规程。曼彻斯特大学 1980 年开发的 AUTOCAP 即属于此类系统。这类系统针对性强、移植性差、局限性大,属于派生式的 CAPP 系统。该类系统的优点是开发周期短、成本低、易于取得实效,是中小企业常用的方式。

为了克服派生式 CAPP 的缺点,人们又进行了创成式 CAPP 的研究。创成式 CAPP 中不存储典型工艺过程,它采用一定的逻辑算法,对输入的几何要素等信息进行处理并确定加工要素,从而自动生成工艺规程。美国的普渡大学和德国的阿亨大学等都开发了此类系统。由于工艺过程设计的因素很多,全自动创成工艺规程的通用系统仍停留在研究阶段。

从 20 世纪 80 年代中期起,创成式 CAPP 的研究转向具有人工智能的专家系统方面,专家系统已成为 CAPP 的重要发展趋势。它可模仿工艺专家的逻辑思维方式,利用专家的知识对非确定性的工艺过程设计做出逻辑决策。目前各国学者均致力于使该系统达到实用化和工具化的工作。

20 世纪 70 年代末期我国才开始研究 CAPP。1982 年,同济大学开发出国内第一个 CAPP 系统,即 TOJICAP 系统。至今国内已开发出上百个 CAPP 系统,其中有派生式和创成式,也有在人工智能基础上开发的专家系统。

四、CAD/CAM 集成技术

CAD/CAM 系统在其形成和发展过程中,针对不同的应用领域、用户需求和技术环境,表现出不同的发展水平和构造模式。在数据结构、软件组织结构、数据标准方面存在很大的差异,CAD 和 CAM 两项技术虽然差不多同时诞生,但发展轨迹有其各自的独立性。

由于 CAD、CAPP、CAM 在数据结构、软件结构等方面的差异,各系统之间很难自动完成数据交换,常常由 CAD 生成的设计信息需要人工转录到 CAPP、CAM 系统中,严重阻碍了 CAD、CAPP、CAM 效益的发挥。20 世纪 70 年代后期、80 年代初人们提出了 CAD/CAM 集成的概念,有力地推动了 CAD、CAM 技术向着一体化和集成化的方向发展。20 世纪 80 年代出现了一大批工程化的 CAD/CAM 商品化软件系统,其中较著名的有 CADAM、CATIA、UG-II、I-DEAS、Pro/ENGINEER、ACIS 等,它们应用于机械、航空航天、汽车、造船等领域。从 20 世纪 90 年代以来,CAD/CAM 系统的集成度不断增加,特征造型技术的成熟应用,为从根本上解决由 CAD 到 CAM 的数据流无缝传递奠定了基础,使 CAD/CAM 达到了真正意义上的集成,使得 CAD/CAM 系统能够发挥出最高的效益。

第三节 皮革制品 CAD/CAM 技术的应用

皮革制品 CAD/CAM 技术在发达国家的应用比较普及。已经应用在三维鞋楦设计、三

维造型设计、大底与跟型设计、三维扩缩、自动排料下料、鞋楦的数控加工等方面。国外比较成熟的软件如英国 Clarks 鞋业集团的 ShoeMaster、DELCAM 公司的 PS-Shoemaker 等。

在我国,相对于机械制造业而言,皮革制品行业的 CAD/CAM 技术应用程度还不是很普及,而且发展也不均衡。与国外的同行业相比,还有不小的差距。

皮革制品 CAD/CAM 技术的应用目前主要在以下几个方面:①鞋楦的设计与加工;②皮革制品的产品设计;③皮革制品样板的设计与加工;④皮革制品的排料与下料;⑤辅助工具、模具的设计与加工;⑥皮革制品企业的管理。下面分别加以简单介绍,详细内容见后面章节。

一、鞋楦的设计与加工

鞋楦是制鞋工艺中的主要模具,是制鞋的基础。在整个制鞋设计与生产中,鞋楦作为鞋子的母体,不仅决定了鞋子的长短肥瘦和造型,还决定了鞋子穿着舒适性。鞋楦体的造型决定了鞋的式样和型号,鞋的花色品种和款式的翻新也是基于鞋楦来设计的。因此,提高鞋楦的设计和生产技术水平,对制鞋业的发展具有十分重要的推动作用。长期以来,由于鞋楦的 CAD/CAM 技术的发展相对落后,因而严重地制约了整个制鞋业的发展。

当前制鞋工业中常用的鞋楦仿形加工有很多局限,例如加工时必须要有实物模型。在鞋楦的数字化测量制造系统中就可以克服这个问题,并且还能根据顾客脚型对鞋楦做局部的修改。利用接触式测头或非接触式激光扫描技术对标准鞋楦或人脚进行三坐标的跟踪扫描测量,采集数据,即表面轮廓的数字化。在此基础上用计算机进行鞋楦的辅助设计,生成数控加工代码。加工时直接调出数控加工代码,不再需要实物模型,就可在机床的数控功能状态下,制造出具有个体特征的鞋楦。

利用计算机系统来辅助测量、制造鞋楦,可以实现小批量敏捷制造,大量降低生产成本。顾客可以用比较合理的价格买到专为自己定做的鞋子,这已成为制鞋工业的未来发展方向。

二、皮革制品的产品设计

目前,在皮革制品的产品设计方面,有一些通用设计软件,如 AutoCAD、CorelDRAW、3DMax 等;也开发出了一些专用的设计软件,如前所述国外的 ShoeMaster、PS-Shoemaker 等,国内的上海协之博公司的 Shoepower、奥斯曼软件、温州经纬软件等。目前这些软件在皮革制品的二维设计方面基本满足要求,如二维部件图、组合图、扩缩图的绘制。在三维设计方面,目前相对还比较欠缺,可以绘制出皮革制品的三维效果图,但从三维向二维转换还没有完全实现,这是以后的一个发展方向和研究的重点。

三、皮革制品样板的设计与加工

皮革制品的样板是生产制造的基础,对于制鞋而言,选择好鞋楦以后,首先要根据鞋楦设计出纸样板。目前,许多制鞋企业的样板的设计制作还采用手工,通过贴楦法做出纸样板,再通过手工方法进行扩缩,制作出系列样板,这种方法效率低、精度也不高。

通过计算机辅助技术,可以对楦的曲面进行展平来设计二维样板,再根据标志点和

关键尺寸的计算公式,利用软件进行样板扩缩,这样可以大大提高样板设计的效率和准确性。

目前,国外有些软件也采用三维扩缩来设计样板。首先设计出一个尺码的三维款式,确定款式和结构后,利用软件直接进行三维扩缩,然后在三维的基础上进行展平,设计出相应的二维样板,这种样板设计更准确,但对软件的要求也较高。

四、皮革制品的排料与下料

在制鞋和服装等行业中,经常会涉及到排料问题,而且排料方案的优劣会直接关系到产品的生产成本,进而影响到企业的经济效益。排料问题的实质是在给定材料上面按最优组合方式排放一系列具有给定形状的样板,使得裁剪后所剩余料最少,从而尽可能地提高原材料的利用率。在市场竞争日益激烈的今天,各个皮革制品企业都在想方设法控制生产成本,传统的排料方法与现代制鞋的生产要求脱节,这迫使人们要探求适应当今排料要求的新方法、新技术。计算机和人工智能技术的出现,使计算机辅助排料 CAN (Computer Aided Nesting) 不仅成为可能,而且成为现实。

对于皮革制品而言,它的排料主要分为均质材料和非均质材料的排料。均质材料是指其物理性质和表面质量没有部位差和方向性,如人造革、布质面料、纸板等;非均质材料是指其物理性质和表面质量有部位差和方向性,如天然皮革。在排料时,均质材料可以不考虑部位差,因此主要利用相关的算法来组合样板排列,以提高材料的利用率。而对于天然皮革而言,不但要考虑部位差,还要考虑各种伤残和纤维走向。首先标出有缺陷的地方,然后在其余面积上组合样板进行排料。

CAN 有如下优点:缩短排料周期、提高排料效率;提高材料利用率,降低生产成本;提高产品质量,简化加工工艺。

五、辅助工具、模具的设计与加工

在皮革制品生产制造过程中,会用到许多类型的工具和模具,如鞋大底成型模具、鞋跟的成型模具、鞋内底成型的模具、帮面预成型的模具、注塑和模压鞋所用的各种模具、下裁所用的刀模和工具、主跟内包头的成型模具等。这些模具和工具,形状基本都是比较复杂的,表面又大都由不规则曲面组成,它们的设计与加工利用计算机辅助技术很方便实现。

六、皮革制品企业的管理

皮革企业是我国传统的劳动密集型行业,从原始积累到现在,基本上已走到了具备一定规模,从业人员较多的一个阶段。无论是内销企业还是外销企业,在生产过程中都面临着生产品种多、交货期紧、原材料准备过程长而繁杂、销售网络比较原始、从业人员整体文化素质较低的特点。如何提高皮革制品行业的整体效率,如何提升这个行业的管理水平,如何把成熟的计算机技术应用到传统的行业中,是当前整个行业面临的最大课题。皮革制品企业计算机辅助现代化管理是以皮革制品企业实际的业务流程为基础,不断总结与探索,对样品材料计算管理系统、销售管理系统、质量管理系统等全系列的皮革制品企业计算机管理进行整合。企业可以根据不同的需求选择相应的管理方案,也