CAD／CAM技术与鞋楦CAM系统

谢方华

摘要：本文叙述了CAD／CAM技术发展概况，并以刻楦机为例，介绍了CAD/CAM的技术实施途径。

一、前　　言

由于计算机技术的迅速发展，使得 CAD 和 CAM 这两分别发展起来的系统，逐步结合起来[1]，形成了CAD/CAM系统。它的主要工作原理是产生一个公用数据库，用于所有的设计和制造等诸项作业。诸如产品的规格、方案设计、最后设计、绘出各种图样、制造与产品检验等。在这一过程中可以进行数据的增减、修改、使用、并分布于计算机和终端的网络中。任何一种产品从设计开始到完成，大量的工作是信息的生成、处理、记录以及相互关系的利用[2]。现在摆在人们面前一个重要的课题，是如何将CAD与CAM结合起来[1]。目前世界各国都努力开发更适合CAD/CAM系统的数据库系统，如挪威的TORHADO系统、西德的PHIDAS系统等[3]。由于数据库系统的发展和应用将更进一步推动 CAD/CAM系统的发展和应用，以利于今后充分发挥利用计算机性能、提高设计和制造自动化水平，提高产品质量，缩短从设计到制造的周期，提高生产效率，将给企业的发展带来新的生机创开新的局面。CAD/CAM 技术的开发和应用，是技术上的重大变革，它将成为现代工业企业的强大技术支柱，并作为未来工厂的基本组成部分。

目前世界上一些国家正在着手设计未来的工厂，开发计算机集成系统（CIM），如美国、英国、西德、日本等，整个的工厂生产过程由计算控制和监视，实现无人操纵的高度自动化的工厂[4][5]。人们设想用数据这个“纽带”把自动化设备集成为实现生产目标的综合整体，将CAD、CAM技术与硬件系统、软件系统集成一体，把设计制造管理统一连结起来，就是说从基本设计开始，到产品最后完成，CIM系统都要做到“心中有数”例如材料的库存、流动管理、生产计划编制与实施，零件的自动生产、自动装配与检验以及财务管理、产品评价与市场预测等，有机联接起来进行实时操作。CIM系统的主要组成部分是制造单元（取代了DNC）柔性系统FMS CAD/CAM 和管理系统，这些先进技术合起来，可描绘出未来工厂的轮廓。FMS系统一方面与自动装配和产品检验相联结，另一方面与CAD/CAM系统相联结，生产过程是由中央计算机控制，由于它具有高度灵活性的特点，为小批量生产（零件从几个开始）提供了大量生产的高效率。美国现有的 FMS 系统中典型的是几台加工中心与其它类型的机器组成，全在中央计算机控制下工作。未来的 FMS 包括许多制造单元，每个单元都有一台机器人服务于若干台 CNC 机床或其它的独立系统。各制造单元之间的协调与零件传送的流程控制在中央计算机的管理下完成。

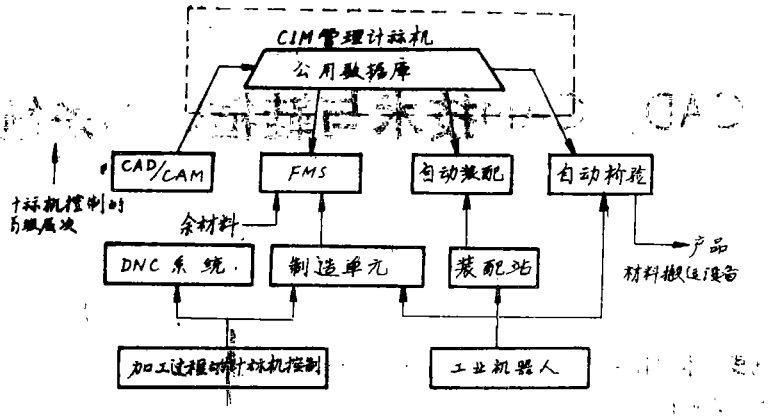

图 1　制造系统的计算机分级控制结构

CIM系统的开发，使人们看到了未来工厂的初型，它的高效率与高自动化程度，贯穿了生产制造全过程。同时由于充分发挥了软件技术的潜力，表现出了它的智能化的技能。例如专家系统（Expert System）的应用，把设计者的知识、经验以及逻辑推理过程，赋予计算机程序使得CIM系统获得了智慧和管理才能，不仅可以大大的减少劳动力，还将尽量减少库存，产品成本将降低80～90%，日本的无人化工厂计划用10个人的工作队，取代700名工人，加工周期缩短95%。这种未来的工厂在不久的将来将成为现实[5]。

二、CAD／CAM技术的开发利用

CAD系统从开始的二维设计绘图到现在发展成可以进行三维实体造型，从屏幕上完美真实的物体描绘，到用CAM精确地制造出产品，在飞机制造业、汽车工业、造船工业、建筑业与电子工业上已经得到了较为广泛地应用[1][6]。

一个设计任务，从概念设计开始，通过工程分析评估并修改设计，零件细部构造设计，产品的构成和规定材料等信息生成作业以及产品的制作费用、可靠性、维护保养等产品评价与市场预测，这一些内容要求同时给出最优化的处理[6]。

CAM系统包括控制装置和加工装置(包含检测装置)两个部分。控制装置接收由CAD输入的各种设计数据，控制加工装置执行元件，做到工件自动加工检测和部件自动装配。在联机应用情况下，用计算机实时控制加工装置进行工作，如采用CNC和AC的CAM系统。CAD的数据可以通过穿孔带一次输给CAM的控制装置 CNC 系统，也可直接存储 CNC的存储器内。在脱机应用时使用计算机进行生产计划的编排和非实时地协助制造零件，如采用 APT 语言在穿孔带上制备加工零件的操作程序或在加工模拟刀具轨迹显示。目前，许多地方采用了CNC 系统，因而省去了控制装置中的硬件设备，增加了软件设备，既增加了系统的柔性，又提高了CNC计算机进行修正零件程序的能力。在加工过程中CNC计算机直接接受CAD送来的数据，控制加工机床，省去了蓝图和穿孔带。不论是采用NC机还是CNC机都要根据具体情况而定，即要力所能及又要充分发挥其性能，同时要照顾到将来发展的需要。

加工装置要适当采用高质量，高精度结构，要求刚度好抗振性能强，伺服系统中执行元件的速度特性、负载特性与其它动态特性要好，传动链有足够的刚度和精度，采用无间隙传

动，保证运动精度[7]。机床中工作台运动导轨与传动链静刚度要高，保证无静变形，但单纯提高结构的静刚度，并不一定都能有效地提高抗振性，提高抗振性的途径是提高结构的动刚度，而动刚度是机械结构的质量、刚度、阻尼、固有频率以及负载频率的函数，因此要综合分析结构的动态特性，合理配置，才能有效地提高结构动刚度，保证加工系统的精度。除此而外还应注意总体的热稳定性问题。由于运动件摩擦生热主轴导轨与传动链会产生热变形，因此须有必要的润滑与散热。加工装置各部组成调整简单方便，尽量减少辅助时间，便于提高自动化程度和使用维护。

为了保证加工精度，不论是二维或三维的直线或曲线，都要考虑采用相应的插补。由于存在坐标轴运动关系，这种数据处理是比较复杂的。不论在什么样的制造系统中，一个共同的要求是使分别驱动的各运动坐标轴产生协调运动，从而获得刀具对于工件理想运动轨迹。工件的形状要求不同，规定的这种加工形状信号作为基准输送到相应的控制回路中去，控制相应坐标运动。在NC系统中可由硬件插补器完成，最好是由CAD系统软件完成。在CNC系统中插补功能由软件来完成。由于CNC愈来愈为人们广泛应用，软件形式实现插补的优越性越来越为人们所注目。使用小型计算机或微机作为控制装置的一部分以完成基本的数控功能（包括数据处理、进给速度计算和数据点之间的插补）。插补借助于子程序来完成[5]。这种插补的办法是依据工件廓轮曲线每一段的起点、终点和曲率类型为该段加工生成命令信号。典型的插补程序能够产生直线、圆弧以及有时是抛物线的轨迹。总之，为使实际加工轨迹尽可能接近理想的轮廓提高加工零件精度．采用适当插补形式，降低误差量，是十分必要的[8]。

三、鞋楦CAM系统

目前我国制鞋技术还很落后，生产效率低、精度不高、质量较差、很难满足国际市场竞争的需要。在制鞋工业中，要想设计出款式新颖的鞋，其鞋楦的设计制造和测量是关键技术之一。鞋楦的质量直接影响鞋的质量。将CAD/CAM这种高技术引入制鞋业，采用计算机辅助设计、加工鞋楦，其精度和生产率是目前半手工状态所无法相比的。

在鞋楦CAM系统中，鞋楦的数据由制鞋CAD系统(S—CAD)给出，采用CNC系统作为CAM系统的控制装置，鞋楦的数据可直接送给CNC系统并存贮在CNC的存贮器内，由CNC系统控制加工装置，完成鞋楦加工。这样就直接把屏幕上的鞋变成了实物，省去了蓝图，大

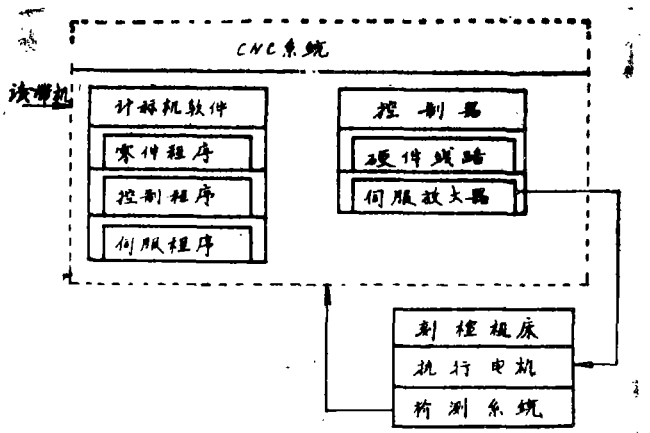

图 2　数控刻楦机床系统

大大提高了生产效率，缩短了设计制造的周期。

下边讨论数控刻楦机。它的组成分为控制和加工机床两个部分，系统如图 2 所示。

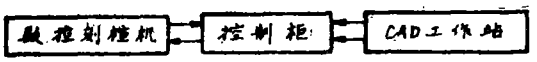

图 3　数控机床工作方框图

1．鞋楦坐标系统与加工机床的运动方式

鞋楦表面上任意一点P都可以用XYZ三维坐标表示出来，但对于一个实际的轮廓切削加工系统，尤其象鞋楦这种立体曲面加工系统不能够把刀具简化为一点。为了避免干涉，改善切削条件，提高切削效率和表面质量等，机床采用XYZ三维运动实行对鞋楦的测量和加工显然是不够适宜的，并且不便于实现连续作业，为此增加鞋楦绕Z轴旋转运动，这样就方便得多。图 4 中鞋楦上任何一点P，在直角坐标中相应的坐标值为（x、y、z）表示为$P(x、y、z)$。如过P点作平面垂直于Z轴，截得剖面如图 5 所示，P点的平面直角坐标为P（x、y），若用ρ表示P点的向径，用θ表示向径与X轴的夹角，那么P点的极坐标可以表示为P（ρ、θ），$X=\rho\cos\theta$　$Y=\rho\sin\theta$这样鞋楦任何与Z轴相交的轮廓线上任何一点P_{zi}均可以表示为P_{zi}（ρ_{zi}、θ_{zi}），$_{zi}$表示不同的Z值处的剖面。

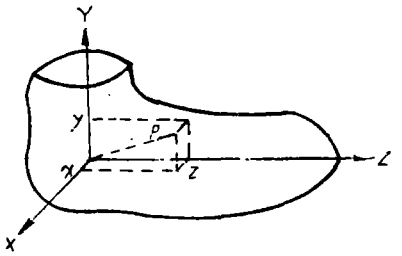

图 4　鞋楦直角坐标系

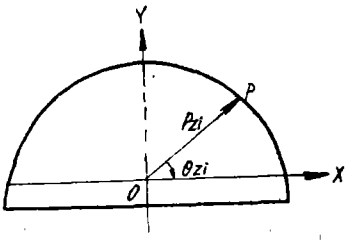

图 5　鞋楦断面极坐标系

取机床的直角坐标系与鞋楦的坐标系重合，机床的运动就可以简化为刀架在Z与X方向的进给运动和工件以θ角速度旋转这样的三维（Z、X、θ）运动方式。它可以描写出鞋楦表面上任何一点的几何参数。这样的运动形式机床实现很方便，并且容易实现连续作业提高生产效率。刀具在X、Z方向进给，工件绕Z轴转动，对于相应的转角θ_{zi}有不同的P_{zi}值。由于刀具是按Z轴螺旋方向进给，而不是Z轴的垂轴方向，在CAD系统中鞋楦轮廓曲线数据要按相应的螺旋方向给出，即对应不同的转角θ_{zi}在螺旋方向上给出不同的ρ_{zi}值。

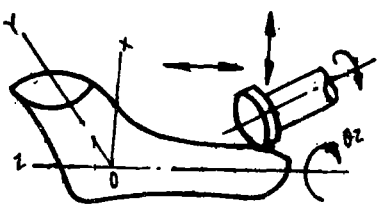

图 6　运动形式

2. 数控刻楦机

数控刻楦机的软件系统主要有零件程序和控制程序。零件程序接受由S—CAD系统提供的鞋楦几何形状数据，包括长宽高等尺寸，各种线段分段形状，并根据这些给定参数求得的刀具进给轨迹；以及鞋楦表面质量要求、鞋楦尺寸公差要求和鞋楦与刀具类型决定的进给速度、切削速度；编程人员给定的切削方向、鞋楦生产所要求的最佳作业顺序等。这些数据可以直接由CAD输入给刻楦机的控制计算机，存贮在计算机的存贮器中，当然也可做成穿孔带输入。控制程序要接受零件程序输入的数据，并根据它的插补程序，将这些数据生成驱动代码控制各坐标轴独立地运动，实现对进给速、加速减速等控制。这样一个分别驱动的各坐标轴协调运动，才能获得一个刀具相对于鞋楦的理想运动轨迹。不仅提高了鞋楦加工精度，同时使表面质量更为理想。

硬件部分还有传感器电路与接口部件等。这里不再叙述。

对于加工机床结构的要求，前边已有叙述，本机在结构上安排，大致是在刚性好抗振性能强的机床基础件床身上装有工作台与二维运动导轨，工作台装卡鞋楦，采用液压卡紧，做到快速方便可靠，缩短辅助时间。采用步进机带动实现鞋楦旋转。传动链采用精密滚珠丝杠，二维导轨采用滚动形式，其效率高、摩擦力小、传动灵活，不易产生爬行，同步性能好，随动精度高。同时由于摩擦力小，机构寿命高长精度保持性好。导轨上安装加工刀具与检测系统。检测系统采用光栅结构，可以实时提供位置信号，数字输出与计算机接口方便。检测鞋楦的实际数据又可以输送给计算机存贮，并可与原始设计数据相互比较，对系统做出评价。

四、结　束　语

将CAD/CAM技术引入制鞋工业，利用数控刻楦机加工鞋楦，不仅会大大提高生产效率，提高鞋楦精度，更重要的是在传统落后的制鞋工业中，应用上了先进的科学技术，使我国的制鞋工业向前跨进一步，赶上世界制鞋工业的发展，增强我国鞋类产品在国际市场上的竞争能力。

参 考 文 献

[1] 吉川弘之；精密机械，47 No. 11 1981. 11

[2] 穗坂衛；精密机械，47 No. 11 1981. 11

[3] 颜松远；计算机研究与发展，第23卷第6期 1986. 6

[4] 山崎和雄；精密工学会志，53 No. 9 1987. 9

[5] Yoram Koren；机械制造系统中的计算机控制 机械工业出版社 1988. 4

[6] 穗坂衛；计测と制御，19 No. 5 1980. 5

[7] 刘又午；数字控制机床，机械工业出版社，1983. 3

[8] 村井邦宏、石河诚弘；计测と制御19， No. 5 1980, 5

CAD/CAM Technology and Shoe Tree CAM System

Xie Fanghua

Abstract

This paper presents a survey of development on CAD/CAM technology. By taking the shoe tree-carving machine as an example the way of implementation for CAD/CAM technology is introduced.