

用电子技术改造传统产业

CAD/CAM 技术 在工程设计中的应用

周激流 何其超 编



CAD/CAM JISHU
ZAI GONG CHENG
SUE JI ZHONG
DE YING YONG

四川大学出版社

用电子技术改造传统产业系列丛书

CAD/CAM技术 在工程设计中的应用

周激流 何其超 编

四川大学出版社

1992年·成都

(川)新登字014号

责任编辑: 王敦平

封面设计: 冯先洁

技术设计: 王敦平

**CAD/CAM技术
在工程设计中的应用
周激流 何其超 编**

四川大学出版社出版发行	(成都市望江路29号)
四川省新华书店经销	成都教育印刷厂印刷
787×1092mm 32开本	5.75印张 115千字
1992年9月第1版	1992年9月第1次印刷
印数: 00001—5000册	

ISBN 7-5614-0604-5/TB·7 定价: 2.40元

《用电子技术改造传统产业系列丛书》编委会

主任委员 刘竞成(名誉主任) 何其超

副主任委员 殷国茂 刘东发 胡祖年

彭炳忠

委员 王又钧 刘树勋 龙建忠

周激流 古钟壁

序 言

韩柳 42.6.12.71

《用电子技术改造传统产业系列丛书》与读者见面了，这是一件大好事。

进入九十年代，我们的企业面临着许多新的挑战，同时又面临着许多新的机遇。在竞争中，企业如何开拓发展，焕发新的活力，向高效率和高效益的方向转化，是企业经营管理人员所渴望解决的问题。为此，除了在企业的经营、管理体制方面深化改革，探索新的路子而外，对企业从经营、管理到生产活动的各个环节在技术上来一番改造，也势在必行。1991年，中共中央在《关于国民经济和社会发展十年规划和第八个五年计划纲要的报告》中，明确指出：

“技术改造是提高经济效益的主要手段。我国工业基础不小，企业数量很大，今后十年的生产建设任务主要由现有企业来承担。现在许多企业设备陈旧，技术落后，迫切需要进行技术改造。‘八五’时期和今后十年，要用先进的技术装备和生产工艺改造现有企业”……电子技术“在整个经济和

社会发展中的作用越来越突出，必须把加快它的发展放在重要的战略位置上，并且把它同发展精密机床等机械设备紧密结合起来，推动电子技术在国民经济和社会生活中的广泛应用。”

电子科学技术是一个蓬勃发展的领域，特别是近十多年来，以计算机技术、激光技术、CAD/CAM等技术为代表涌现出了一大批世人瞩目的新成就；而企业的发展也已开始突破以往行业的界限，进入了综合应用各种科技成果的时代。因此，处于掌握企业命运地位的各级企业管理人员，迫切地希望了解：哪些电子技术可以应用于传统企业的改造，以及应用这些技术改造企业所要涉及的种种问题。广大企业管理人员对于企业的经营、管理方面或许有相当的水平，但可能不太熟悉电子技术的诸多方面，靠他们个人的努力是很不容易弄清这许多问题的。现在，《用电子技术改造传统产业系列丛书》出版了。这套系列丛书的出版，无疑给他们带去了一个好的帮手。

《用电子技术改造传统产业系列丛书》是一套知识性、趣味性较强的科普读物，它以生动的、深入浅出的笔触，给读者介绍了应用电子技术改造传统产业的方方面面，包括许多现代电子科技的应用、现状及发展趋势，内容翔实，语言生动。通过这套丛书，企业管理人员可以领略电子技术应用于企业改造的宏观图景及许多奇花异葩，同时获得丰富的入门知识。

本系列丛书共七册，它们分别是：

《企业的神经中枢——计算机管理信息系统》

《机电一体化及其应用》

《CAD/CAM技术在工程设计中的应用》

《工业自动化控制》

《企业电力的计算机控制和管理》

《节能技术》

《变废为宝与环境保护》

这里先出前三种,后四种将陆续与读者见面。这七种书,当然并未包含电子技术改造传统产业的全部内容,但却涉及了有关的主要内容,其中许多内容都选自最新的材料。我相信,这套丛书一定会受到广大企业管理人员的喜爱,会从中得到益处。它能使我们的企业管理人员从“一揽众山小”的角度来审视电子技术改造传统产业的种种问题,从而能更好地规划企业的改造和发展。

我热烈地祝贺这套丛书的出版!

前 言

计算机辅助设计与制造 (Computer Aided Design & Manufacturing, 简称为CAD/CAM) 是现代计算机技术发展的灿烂成果。它有效地综合了人和计算机各自的长处, 使二者在设计工作中成功地合作, 取得了令人瞩目的卓越成效, 尤其是近年来发展速度迅猛, 以致有人认为八十年代的计算机软件设计就是CAD与网络。CAD广泛地用于航空、造船、机械、电子、土木工程、集成电路、轻工、服装等行业。由于它的出现, 正导致一场全球性的设计领域的革命, 其产生的巨大技术经济效益及对社会发展的影响, 无论你怎么估计, 我觉得都不过分。

本书共七章, 第一章概论, 综合介绍了CAD/CAM的应用领域、发展概况及CAD系统配置的评价; 第二章介绍CAD/CAM系统数据库; 第三章介绍CAD工作站; 第四、五、六、七章具体介绍了智能CAD, CAD在电子、机械工程、及服装、制鞋、家具生产设计中的应用。

我们在编写过程, 力求以深入浅出的笔触全面综合介绍CAD/CAM在电子、机械、服装等主要方面的应用, 使读者能迅速的了解CAD/CAM在各方的概况和应用。我们希望这本书对广大企业经营管理人员及工程技术干部的读者有所帮助。

限于编者水平，书中不当之处，诚恳欢迎批评指正。

编 者

1992年7月于四川大学

目 录

序	(1)
前言	(5)
第一章 概论	(1)
§1. CAD/CAM 简介	(1)
§2. CAD/CAM的集成化	(5)
§3. 国内外CAD应用概况	(7)
§4. CAD系统的配置及评价	(10)
第二章 CAD系统的数据库技术	(19)
§1. CAD数据库概述	(19)
§2. CAD数据库的建立	(28)
§3. CAD数据库的新进展	(42)
第三章 CAD工作站	(46)
§1. CAD工作站的特点及现状	(46)
§2. 几种最新典型CAD工作站	(56)
§3. 对工作站性能的评价及选购	(73)
第四章 智能CAD	(80)
§1. 智能CAD概念的提出	(80)
§2. 智能CAD系统的结构	(84)
§3. 智能CAD系统实例	(88)
第五章 电子技术CAD	(95)

§ 1. 电子设备结构设计与CAD.....	(95)
§ 2. VLSI的设计与CAD	(104)
第六章 机械CAD	(113)
§ 1. UNIGRAPHICS II 机械设计工程 软件包简介	(113)
§ 2. I-DEAS 机械设计软件包简介.....	(128)
第七章 服装、制鞋及家具CAD	(149)
§ 1. 服装设计和制作过程	(149)
§ 2. 服装CAD系统实例.....	(154)
§ 3. 制鞋CAD.....	(159)
§ 4. 家具CAD (FCAD)	(167)

第一章 概 论

§ 1. CAD/CAM简介

CAD (Computer Aided Design) ——计算机辅助设计, 是以电子计算机配上绘图设备为环境, 以分析软件、图形数据库和图形软件为核心, 以人机对话的方式帮助人们进行产品设计和工程设计的工具。其发展和推广应用, 正导致一场设计领域的革命, 其所能产生的巨大技术经济效益及它对社会发展的影响已引起了世界各国的关注, 甚至有人称八十年代的两大软件领域就是CAD与网络, 可见CAD在计算和应用领域里的重要地位。

CAD的主要基础是功能强大、应用极广的计算机图形学。它虽然是一门年轻的科学, 甚至在某些方面还不完善, 但其威力已初露锋芒, 前景不可估量。它的研究对象是运用计算机的先进技术, 对图形进行数学处理, 进而研究图形学领域中的各种理论和实践问题。它既不同于单纯用几何方法研究图形的几何学, 也不同于用一般数学计算来研究各种图形的纯数学方法, 而是用计算机便于处理的数学方法 (计算数学) 来研究各种图形及空间关系等, 并把计算机处理的结果送到绘图机画出图来。因此, 计算机图形学把形和数很好

的结合起来，作到了从图学理论到绘图实践的完美统一。

随着计算机硬件和软件技术的飞速发展，CAD的应用已遍及工业、农业、国防和科学研究各个方面，用途极为广泛。在飞机、造船、汽车工业中可以绘制高精度的理论外形模线和结构模线；在电子工业中，可绘制精密的印刷电路板图；还可绘制逻辑图、电路图、布线图和大规模集成电路中的掩膜图；在机械工业中可以绘制机械图样；在土木建筑业中可以绘制比较理想的透视图；还可绘制各种建筑图、平面设计图、管道图、流程图等；在地震、地质、大地测量、气象等部门，可以绘制地质剖面图、立体图、等直线图、地图、气象图等；还可绘制各种精细的花纹图案，如金刚石花纹；在绘制复杂的曲面方面尤其突出。此外，在医药卫生部门，可绘制心电图、人体骨骼图；还可以绘制动画片、美术片，以及进行服装设计等等。总之，一切与图形有关的领域均可运用CAD技术。尤其是对有一定精度要求（如印刷电路印制板、各种地图、地质图）和有重复绘制的图形时，CAD技术显得格外优越。它甚至可以绘制手工难以完成的图形，如中大规模集成电路印制板的设计。

CAD能得到迅速普及，成为推动经济发展的重要因素，是由CAD的功能和特点决定的。

1. CAD系统具有辅助设计人员计算和绘图的功能，因而能大大提高设计能力。

采用CAD系统后，设计者可以用有限元法，几何规划法代替传统经验方式进行设计，大大提高设计能力、降低原材料的消耗。采用自动数据检查程序和设计规范程序，能把设计人员从设计的繁重劳动中解放出来。据统计，用CAD

进行任何一级印刷电路板设计都比手工设计快2—3倍，我国铁道部第三设计院在铁路车站的站台设计中，运用CAD后，提高工效15倍，在大桥的设计中提高工效6倍。

2. CAD系统具有辅助设计人员思维的功能，因而有效地缩短了产品设计周期，加速产品的更新换代。

CAD系统可以使设计师和计算机进行连续地、迅速地思维交流，使设计师在CAD辅助下，充分发挥自己的联想和创造力，同时它能使工程和产品的修改指令化。采用CAD技术不仅能提高设计质量，而且能加快产品交货日期，适应市场变化，赢得用户，提高竞争能力，带来巨大的经济效益。例如，美国奥奈公司过去生产一套新餐具从设计到投产花七十个星期，几乎是它的竞争对手所花时间的两倍，从1983年开始，公司采用CAD后，推出一套新餐具仅需2天时间，而且设计制造模具精确，产品次品率低，从而使公司的产品在竞争中处于有利地位。

3. CAD系统能共用公用数据库，为设计人员提供说明，避免重复劳动，提高设计的经济效益。

美国研制的微机CADD程序包，能绘制二维图，生成、存贮和检索按预先定义好的图素，如线条、弧线、圆、轨道、椭圆等，在制出某图素的一部分后，自动完成其余部分，能使这些图素置于任何部件，或者旋转，或者按比例缩放，程序还能自动标出尺寸，允许用户在图上加文字说明。在美国微机CAD系统（软/硬）约为1—4万美元，而制图员传统制图设备为3万美元，CADD速度远远大于手工方式，因此有人预言CADD系统将取代传统的制图员。

一个完整的CAD系统的硬设备如图1.1示，它包括四大

部分：主机，图形输入设备，图形输出设备，图形显示器。其中图形输入设备包括鼠标器，跟踪球和数字化仪等；图形输出设备包括绘图机，图形打印机和静电绘图机等。而连接和控制这四大部分的纽带则是绘图软件。

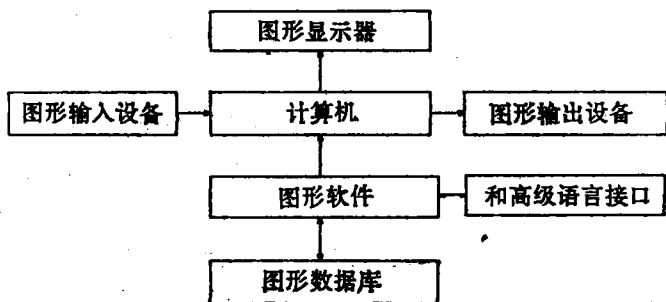


图1.1 CAD系统框图

CAM——计算机辅助制造，最初起源于数控（NC）技术。1952年，美国MIT推出的第一台数控机床样机，证明NC技术具有很大的潜力。接着，机床制造业和加工制造业投入大量人力和资金研究各种类型的NC机床来满足各种特殊需要。50年代末，计算机已经商品化，并且认识到计算机可以用来为NC机床产生数值，MIT再接再厉，研究计算机的零件程序编制语言，这种语言可用来描述NC机床刀具的几何运动。作为这项工作的成果，APT (Automatically Programmed Tools) 即自动编程工具已成为众所周知的标准NC零件编程语言，它提供了一种手段，人们用这种手段将加工指令送给数控机床。

CAM系统能自动产生NC程序，并且在图形显示器上能

快速模拟刀具轨迹供检查。此外，大多数系统还具备完善的编制工艺过程的能力，甚至还具有指导全厂的生产和材料流程的工厂管理功能。CAM能以各种方式大大提高车间的生产率，并且显著地缩短产品的交货时间。

在过去，CAD和CAM是分别独立发展的，现在它们趋向于联合成一个集成的CAD/CAM系统，利用这个系统，既可以作产品的设计开发，又可以自始至终的对产品制造过程进行控制和监测。

§ 2. CAD/CAM的集成化

CAD的主要任务是以几何数据的形式来定义所要制造的零件或系统，或者产生由这些数据得出的零件或系统的图纸，由图纸确立零件或系统的物理轮廓。而CAM的任务是以该数据库为基础把这个定义变成真实的硬件。在CAM中，计算机可以实现各种各样的制造功能，如像数控、工艺过程设计、机器人和工厂管理。在数控中，使用计算机来完成数控零件编程可代替手工编程，使编程人员免除了繁琐而费时的计算和编程工作。在工艺设计应用中，计算机的功用是将分属于许多个别人多年的制造经验汇集起来，使这些信息有助于经验较少的工艺人员。目前，机器人能在计算机控制下完成许多工业应用中的复杂任务。它们通常是可编程的，能执行各种不同作业。在工厂管理用途中，计算机系统能按总生产计划中的报表和生产信息来监控制造过程，从而使制造中的库存量相对于总生产进度、批量和生产提前期等约束因

素来说是最佳的。由于以上四项制造功能一直是分开研究和发展的，如果能将这些分离的因素联接成一个集成制造系统，定会迸发出其巨大的潜力，这是CAM技术力图达到的目标。

就管理而论，CAD/CAM可以改进计划和生产的调度，因而可以达到更好的控制报表，使所需流动资金减少。此外，它还有一个突出优点，即由于所有信息都存贮在计算机内，数据传送变得更迅速，更可靠，而且很少差错。

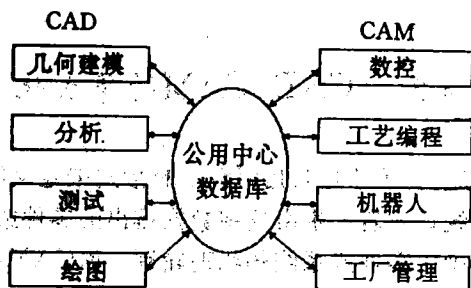


图1.2 CAD/CAM的集成化概念

总而言之，CAD/CAM的基本概念是使设计和制造中的各项功能计算机化，并且通过一个共用的中心计算机数据库把这些功能联结在一起。其结果是，CAD系统能让用户以图形终端和计算机对话的方式来定义设计轮廓，进行结构及其力学性能分析、运动分析和模型试验，以及自动绘制工程图。然后，生产人员可以用CAD提供的几何描述作为CAD的起点来产生NC机床的程序，为整个生产过程编制工艺过程，指挥机器人运送工件和刀具，以及用工厂管理系统指挥工厂的生产进度。