



辽宁职工职业技能培训系列教材

CADCAM

CAD/CAM技术

CADCAMJISHU

LIAONING

ZHIGONGZHIYE

JINENG

PEIXUN

XILIEJIAOCAI

主 编 李运杰

副主编 迟 峰 伞晶超

辽宁大学出版社

辽宁职工职业技能培训系列教材

CAD/CAM 技术

主 编 李运杰

副主编 迟 峰 伞晶超

辽宁大学出版社

©李运杰 2006

图书在版编目 (CIP) 数据

CAD/CAM 技术/李运杰主编. — 沈阳: 辽宁大学出版社,
2006. 12

(辽宁职工职业技能培训系列教材)

ISBN 7-5610-5098-4

I. C... II. 李... III. ①计算机辅助设计—技术培训—
教材②计算机辅助制造—技术培训—教材 IV. TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 143729 号

责任编辑: 刘东杰

版式设计: 冬 仁

封面设计: 邹本忠

责任校对: 齐 笑

辽 宁 大 学 出 版 社

地址: 沈阳市皇姑区崇山中路 66 号 邮政编码: 110036

联系电话: 024-86864613 网址: <http://press.lnu.edu.cn>

电子邮件: Lnupress@vip.163.com

沈阳市政二公司印刷厂印刷 辽宁大学出版社发行

幅面尺寸: 140mm×203mm

印张: 7

字数: 150 千字

2006 年 12 月第 1 版

2006 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1~3000 册

定价: 15.00 元

本书编委会

主 任：于克谦

副主任：张 征 徐大庆

成 员：郑德春 杜沈生 宫模强

姜 旭 陈欲晓 顾振华

李世维 赵建国

支撑“辽宁制造” 承载振兴大业（代序）

中共辽宁省委常委、省总工会主席 王俊莲

全面推动辽宁经济振兴和社会进步，从根本上说取决于劳动者素质的提高和大批高素质人才的培养。建设创新型辽宁关键是组织起创新型人才队伍。

随着我国改革开放的发展和社会主义市场经济体制的不断完善，社会经济成分、劳动关系、就业方式、分配形式日益多样化，市场竞争日趋激烈，高素质劳动力的争夺已经成为企业竞争的焦点，发展中的各种所有制企业，迫切需要建设高素质的技能型人才队伍。同时，广大职工群众渴求知识、渴望提高自身素质，以真才实学投身社会，参与竞争、谋求发展，学习科学文化知识，实现自己人生价值，创造美好生活的愿望日益强烈，学文化、学技术的热情越来越高涨。在这样的形势下，组织广大职工开展职业技能培训已经为企业所需、职工所求，成为企业发展、职工增收的共同点。因此，动员社会方方面面的力量，积极为职工群众学习新知识、掌握新技能创造条件、搭建平台，既是使企业在市场竞争中赢得主动权的需要，也是适应广大职工日益增长的精神文化需求，维护职工学习权、发展权的具体体现，必将极大地推进工人阶级知识化进程。

2006年是“十一五”规划的开局之年，也是振兴辽宁老工业基地的关键一年。辽宁省委提出，今后5年，要确保我省经济增长速度和效益增幅持续达到或超过东部地区平均水平；确保县域经济增长速度和效益增幅持续超过全省平均水平；确保城镇居

民人均可支配收入达到全国平均水平，农民人均纯收入达到沿海省份平均水平。经过5年乃至更长一段时间的不懈努力，相信能够基本实现振兴辽宁老工业基地的目标。实现这一目标，在很大程度上要依靠我省工业化程度的进一步提高和新型工业化的进一步发展，依靠全省广大职工的奋发努力。因此，把全省广大职工，特别是把广大农民工培养成为高技能人才和新型的产业大军已成为实现辽宁老工业基地振兴的紧迫任务。近年来，我省职工队伍建设取得了很大的成效，整体素质有了很大的提高。但从总体上看，职工的文化素质和技术技能的现状与老工业基地振兴发展的要求还很不适应，职工技术更新的速度不快，高级技术工人严重短缺，职工技术技能结构不尽合理，科技和管理创新能力软弱的问题还十分突出。随着产业结构的调整，新型工业化进度加快，大批进城务工人员成为我国工人阶级队伍中的新成员，技能人才队伍建设面临着严峻挑战。因此，通过在全省开展职业技能培训活动，尽快提高广大职工的技术技能，加快培养一大批企业急需的数量充足、结构合理、素质优良的现代技术技能型、知识技能型、复合技能型人才队伍，已成为振兴辽宁老工业基地的当务之急。

学习型企业是最具竞争力的企业，知识型职工是最具竞争力的职工。这次由省总工会、省劳动保障厅和省电大联合开展的职工职业技能培训活动，就是与我省“十一五”同步，计划用5年的时间完成10万名以上中高级技工的培训任务，旨在为广大职工立足本职岗位、建功立业、创新成才搭建广阔的平台，全力打造“辽宁技工”的品牌，推出一批知识型、技能型的示范领军人物，造就一支具有娴熟精湛的岗位技术能力、高超的技术创新能力、睿智的发明创造能力、过硬的自主创新能力的高技能人才大军，支撑“辽宁制造”，承载振兴大业。这是一项立足当前、着眼未来的战略性工作，是有利于企业自身发展和职工自身全面发

展的现实选择，是实现“十一五”规划、推进辽宁老工业基地振兴的重要举措。

开展技能培训，打造技工队伍，这是一项事关我省发展全局的系统工程，需要全社会的共同参与和长期努力。省“创争”活动指导协调小组要切实加强对这项工作的领导与指导，以高度的责任感，为提高职工队伍素质提供切实有力的保证。要认真贯彻“尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造”的方针，把开展职工职业技能培训活动作为深入开展“创争”活动的重要载体，把提高职工技能与加快地方和企业发展有机结合起来，形成全方位、分层次、多渠道的培训工作新格局，提高活动的实际效果。各有关部门要加强协作，明确各自的职责，精心组织，周密部署，科学动作，扎实推进，不断形成推进工作的合力。要一级抓一级，一级促一级，形成上下联动、齐抓共管的工作机制。要建立推动和促进学习的保障体系，包括职工教育和培训经费的提取使用，各类人才培养、使用、选拔、待遇机制，以及促进职工学习的约束和激励机制等。各级工会要切实承担起参与、配合、督促、协调的职能，认真做好组织发动工作，让更多的职工投身到技能培训活动中来，推进培训目标的实现。劳动与社会保障部门要检查、督促企业行政按规定落实职工教育培训经费，规划和指导建立职工实习基地，认真做好职业技能的考核鉴定工作，不断扩大鉴定的覆盖面。电大系统要积极提供教育资源和高质的教学服务，为职工接受继续教育创造条件。在课程设置上，要努力做到贴近辽宁实际，贴近企业实际，贴近职工需求。各企业单位要从以人为本、树立科学发展观的高度为职工接受教育创造条件，把加强技能人才队伍建设作为提升企业核心竞争力的基础性工作组织并鼓励职工积极参加职业技能培训活动，最大限度地创造条件满足职工的学习要求；要保证每年有计划、有步骤地组织职工参加培训，并建立职工培训、考核、使用和待遇相结合的有

效机制；要按照有关规定提取职工培训教育经费，并合理安排好职工的培训时间。广大职工要主动适应社会主义市场经济深入发展和科技进步日新月异的新形势，牢固树立终身学习的理念，自觉坚持学习、不断加强学习，坚持用丰富的文化科学知识充实自己，抓住这次培训的机会，努力掌握各种新知识、新技能，不断增强劳动本领和竞争能力，争当学习型、知识型、技能型、专家型职工，在平凡的岗位上做出不平凡的贡献。

全面提高职工队伍素质，特别是尽快提高广大职工的技术技能和科技创新能力，已成为当前一项十分紧迫的任务。让我们共同努力，发挥各自优势，最大限度地为职工搭建学习的平台，创建实习的基地，学用结合，扎实推进职工职业技能培训活动的广泛开展，为实现“十一五”规划和老工业基地振兴提供坚实的人才保证和智力支持，充分发挥工人阶级的主力军作用。

2006年10月

前 言

《CAD/CAM 技术》是计算机辅助设计和计算机辅助制造,它是机械及相关专业的一门综合性、实用性、现代信息技术性都很强的技术基础课,CAD/CAM 技术的应用和发展引起了社会和生产巨大变革,广泛应用于机械、电子、航空、航天、船舶、轻工业等各领域。CAD/CAM 技术一般包括产品设计、工程分析、工艺过程规划、数控编程、工程数据库以及系统接口几个部分。这些部分以不同的形式组合集成就构成各种类型的系统。CAD/CAM 技术是本世纪技术工人必须掌握的一门新的并且不断发展的科学技术。《CAD/CAM 技术》一书简要介绍了国内外 CAD/CAM 技术发展概况及发展趋势;介绍了国内外主流 CAD/CAM 软件;根据国家职业标准重点讲述 CAXA 这一 CAD/CAM 软件。

本书从 CAD 基本应用入手,结合线切割加工技术的特点,全面介绍了 CAD 图形的绘制、线切割加工基本知识、线切割加工程序的编制以及利用 CAXA 线切割进行自动编程、传输等方面的内容。本书采用了大量的具体实例,将线切割的重点和难点融入其中,使读者可以循序渐进地学习软件的基本功能,轻松地突破难点,从而达到快速、深入地掌握 CAXA 线切割的目的。

本书是专门为辽宁职工职业培训而编写的教材,同时还可作为相关专业的教材或教学参考书,也可作为 CAXA 线切割的自学教程,并可供工程技术人员参考。

本书编写的特点:

1. 在教材的内容的结构体系上,根据学员的学习思维特点,以 CAXA XP 线切割软件为主体安排了全部内容,使学生能够边学习理论知识,边上机实践,有利于教学与实习。

2. 在内容安排上,以二维图形为主,完成二维 CAD/CAM 的电火花线切割全部内容,理论与实践融为一体。

3. 内容精炼,图文并茂,通俗易懂,力求少而精,针对性强,具有可操作性。

本书由辽宁装备制造职业技术学院李运杰主编。其中,第八章由沈阳建筑大学迟峰编写;第九章和第十章由辽宁装备制造职业技术学院伞晶超编写。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2006 年 9 月 25 日

目 录

第一章 概论	1
第一节 CAD/CAM 技术的基本概念	1
第二节 CAD/CAM 技术的发展史	4
第三节 CAD/CAM 技术的发展趋势	6
思考题	11
第二章 CAD/CAM 软件产品介绍	12
第一节 国外 CAD/CAM 软件简介	12
第二节 国内 CAD/CAM 软件简介	25
思考题	27
第三章 CAXA 线切割 XP 基础知识	28
第一节 CAXA 线切割 XP 的界面	28
第二节 文件管理	30
第三节 显示控制	34
第四节 查询	37
思考题	40
第四章 图形绘制	41
第一节 点的输入	41
第二节 基本曲线的绘制	44
第二节 高级曲线的绘制	61
思考题	67
第五章 图形编辑	68

第一节	曲线编辑	68
第二节	图形编辑	84
思考题		87
第六章	系统设置	89
第一节	系统配置	89
第二节	块	92
思考题		100
第七章	图层	101
第一节	层的概念	101
第二节	图层的操作	103
第三节	图层属性	105
第四节	对实体的层控制	107
第五节	图层、线型和颜色小结	108
思考题		111
第八章	工程标注	113
第一节	尺寸标注	114
第二节	文字类标注	139
第三节	工程符号类标注	143
第四节	标注编辑	150
第五节	尺寸风格编辑	150
第六节	尺寸驱动	151
思考题		153
第九章	图库	155
第一节	图符的提取	156
第二节	图符的驱动	161
思考题		161
第十章	幅面	162
第一节	图纸幅面	162

第二节	图框设置.....	164
第三节	标题栏设置.....	166
第四节	绘图实例.....	169
思考题		174
第十一章	CAXA XP 软件 CAM	176
第一节	数控线切割编程基础.....	176
第二节	轨迹生成.....	178
第三节	代码生成.....	184
第四节	代码传输与后置设置.....	187
第五节	零件设计.....	191
第六节	操作实例.....	196
思考题		208
参考文献		210

第一章 概 论

第一节 CAD/CAM 技术的基本概念

一、CAD/CAM 技术的概念

CAD/CAM 是计算机辅助设计和计算机辅助制造 (Computer Aided Design /Computer Aided Manufacture) 的简称, 是当今世界发展最快的技术之一。它不仅促使了生产模式的转变, 同时也促进了市场的发展。目前, CAD/CAM 技术已经在许多领域中得到应用, 这里只介绍在制造业中的应用。

从计算机科学的角度看, 设计与制造的过程是一个关于产品的信息产生、处理、交换和管理的过程。人们利用计算机作为主要技术手段, 对产品从构思到投放市场的整个过程中的信息进行分析和处理, 生成和运用各种数字信息和图形信息, 进行产品的设计与制造。CAD/CAM 技术不是传统设计、制造流程的方法的简单映像, 也不是局限于个别步骤或环节中部分的使用计算机作为工具, 而是将计算机科学与工程领域的专业技术以及人的智慧和经验以现代的科学方法为指导结合起来, 在设计、制造的全过程中各尽所长, 尽可能地利用计算机系统来完成那些重复性高、劳动量大、计算复杂以及单纯靠人工难以完成的工作, 辅助而非代替工程技术人员完成整个过程, 以获得最佳效果。以 CAD/CAM 系统以及计算机硬件、软件为支持环境, 通过各个功能模块 (分系统) 实现对产品的描述、计算、分析、优化、绘

图、工艺规程设计、仿真以及 NC 加工。而广义的 CAD/CAM 集成系统还应包括生产规划、管理、质量控制等方面。

二、CAD/CAM 技术集成

我国的 CAD/CAM 技术应用始于 20 世纪 70 年代，发展迅速，已取得了良好的经济效益。少数大型企业，如一汽、二汽等，已建立起比较完整的 CAD/CAM 系统，其应用水平也接近国际先进水平。许多中小企业应用 CAD/CAM 技术在保证产品质量、提高劳动率等方面也取得了显著的经济效益。但是总的说来，国内在 CAD/CAM 技术应用的深度和广度方面与国外先进水平相比还有很大差距。随着社会主义市场经济的发展，国有企业需要对传统的产品结构、生产设备和管理模式进行改造，以提高企业的活力和适应市场的应变能力，而采用 CAD/CAM 技术被认为是唯一的出路。

(一) 集成化的意义

集成化是 CAD/CAM 技术发展的一个最为显著的趋势。它是指把 CAD、CAE、CAPP、CAM 以至 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，用统一的执行控制程序来组织各种信息的提取、交换、共享和处理，保证系统内部信息流的畅通并协调各个系统有效地运行。

国内外大量的经验表明，CAD 系统的效益往往不是从其本身，而是通过 CAM 和 PPC 系统体现出来；反过来，CAM 系统如果没有 CAD 系统的支持，花巨资引进的设备往往很难得到有效的利用；PPC 系统如果没有 CAD 和 CAM 的支持，既得不到完整、及时和准确的数据作为计划的依据，制订出的计划也较难贯彻执行，所谓的生产计划和控制将得不到实际效益。因此，人们着手将 CAD、CAE、CAPP、CAM 和 PPC 等系统有机地、统一地集成在一起，从而消除“自动化孤岛”，取得最佳的效益。

(二) 产品数据交换标准

建立统一的产品数据交换标准是实现 CAD/CAM 技术集成化的必要条件。

复杂机械产品的生产需要不同企业、部门的分工协作完成。由于产品信息是在不同的地点、不同的计算机和不同的 CAD/CAM 系统中产生,造成同一产品的信息表达差异。产品信息在各系统之间的集成现在主要采用标准格式交换法,如 IGES 标准、PDDI 标准、PDES 标准和 STEP 标准等。但是,在朝着集成化目标发展的过程中,尤其是在解决面向 CAD/CAE/CAPP/CAM、CIM、CE 等的集成(信息交换、语义集成、功能集成)方面,遇到了很大的困难。

1. 以 IGES 为代表的产品数据交换标准,尽管在支持几何数据的交换方面已达到实用程度,但它只支持物理层上的数据交换,难以满足信息集成的需要。
2. 发展中的 STEP 尽管克服了 IGES 的不足,从理论上解决了同时支持物理层和逻辑层的数据交换,即实现信息交换的方法,但由于其刚刚起步,在其资源的定义、程序实现、面向具体应用领域的参照模型的建立、特征造型的实施以及对象库的管理和使用等许多方面还远没有达到实用程度。
3. 难以进行产品信息的统一管理、同步性维护、远程控制 and 全局优化创成。
4. 靠数据交换难以实现建立由开发活动约束及特定外部过程约束的智能决策支持机制。尽管许多著名的计算机软、硬件产品厂商都声称在产品中支持 IGES、STEP 等产品数据交换标准,但事实并非如此。世界上各种 CAD/CAM 集成软件 CATIA (Euclid, Pro/Engineer, CADD5, UGII 及 I-DEAS 等),都只是某些方面具有特长,故大型企业往往同时使用几种 CAD/CAM 软件系统才能满足自己的需要,结果导致软件之间进行数

据交换时丢失信息，一般大型企业都选择一种 CAD/CAM 软件作为主流软件，再加上其他软件作为补充，从而尽量减少不同软件间的数据交换。产品数据交换标准的最终完善还需相当一段时间。

第二节 CAD/CAM 技术的发展史

CAD/CAM 技术经过 40 余年的发展，得到了深入而广泛的应用，从早期单一的 CAD（计算机绘图）与 CAM（数控加工），发展到今天的 CAD/CAM 集成技术。CAD/CAM 技术是不断发展的高新技术，随着科学技术的发展和工程应用的日益增长，其内涵也在不断的变化和丰富，人们对它的理解也会越来越深入。CAD/CAM 软件先后走过大型机、小型机、工作站、微机时代，每个时代都有当时流行的 CAD/CAM 软件。现在，工作站和微机平台 CAD/CAM 软件已经占据主导地位，并且出现了一批比较优秀、比较流行的商品化软件。在此我们将分别介绍国内外 CAD/CAM 的发展历史。

自 1946 年第一台电子计算机在美国诞生以来，人们就不断地将计算机技术引入机械设计和制造领域。早在 20 世纪 50 年代，首次研制成功数控机床，通过不同的数控程序就可以实现对不同零件的加工。随后，麻省理工学院的伺服机构实验室成功用计算机制作数控纸带，实现了 NC 编程的自动化。在此基础上，人们提出了如下设想：APT 程序系统是通过描述走刀轨迹的方法实现计算机辅助编程，那么，能不能不描述走刀轨迹，而是直接描述零件本身？由此产生了 CAD 的最初概念。整个 20 世纪 50 年代，电子计算机还处于电子管时期，使用机器语言编程，计算机主要用于科学计算，为之配置的图形设备也仅具输出功能。

20 世纪 60 年代初期，国外一些飞机和汽车制造公司就开始