

CAD/CAM技术

CAD/CAM
JISHU

◎主 编 金 宁 周茂军
◎副主编 康晓敏 王普斌 刘淑芬

CAD/CAM 技术

主 编 金 宁 周茂军

副主编 康晓敏 王普斌 刘淑芬

参 编 蒲志新 徐广明 谢 苗 张东升 张 强



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共分两部分,第一部分以理论为主,主要介绍计算机辅助设计与制造集成系统的所有相关理论知识;第二部分侧重应用,以CAD/CAM典型的集成软件为例,使学生了解理论的同时,掌握一定的实际技能。全书内容丰富,结构清楚,深入浅出,可作为高等院校本科生教材,也可以作为机械工程领域技术人员的参考书籍。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 技术/金宁,周茂军主编. —北京:北京理工大学出版社,2013.8
ISBN 978-7-5640-8161-4

I. ①C… II. ①金… ②周… III. ①计算机辅助设计②计算机辅助制造 IV. ①TP391.7
中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第191874号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/三河市天利华印刷装订有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/26

字 数/600千字

版 次/2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷

定 价/65.00元

责任编辑/王玲玲

文案编辑/王玲玲

责任校对/周瑞红

责任印制/吴皓云

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

编委会名单

主任委员：毛 君 何卫东 苏东海

副主任委员：于晓光 单 鹏 曾 红 黄树涛

舒启林 回 丽 王学俊 付广艳

刘 峰 张 珂

委 员：刘树伟 魏永合 董浩存 肖 阳

赵立杰 张 强

秘 书 长：毛 君

副秘书长：回 丽 舒启林 张 强

机械工程专业方向分委员会主任：毛 君

机械电子工程专业方向分委员会主任：于晓光

车辆工程专业方向分委员会主任：单 鹏

出版说明

根据教育部教高[2011]5号“关于”十二五“普通高等教育本科教材建设的若干意见”文件和“卓越工程师教育培养计划”的精神要求。为全面推进高等院校“质量工程”的实施,将教学改革的成果和教学实践的积累体现到教材建设和教学资源统合的实际工作中去,以满足不断深化的教学改革需要,更好地为学校教学改革、人才培养与课程建设服务,确保高质量教材进入课堂。为此,由辽宁工程技术大学机械工程学院、沈阳工业大学机械工程学院、大连交通大学机械工程学院、大连工业大学机械工程与自动化学院、辽宁科技大学机械工程与自动化学院、辽宁工业大学机械工程与自动化学院及汽车与交通工程学院、辽宁石油化工大学机械工程学院、沈阳航空航天大学机电工程学院、沈阳化工大学机械工程学院、沈阳理工大学机械工程学院及汽车与交通学院、沈阳建筑大学交通与机械工程学院等辽宁省11所理工科院校机械工程学科教学单位组建的专委会和编委会主导,经北京理工大学出版社、辽宁省11所理工科院校机械工程学科专委会各位专家近两年的精心组织、沟通调研、综合筹备,以创新、协作、融合、共赢、整合跨院校优质资源的工作方式,结合各院校对教学理念、专业建设等方面研究成果,按照当今最新的教材理念和立体化教材开发技术,本着“整体规划、制作精品、分步实施、落实到位”的原则确定编写机械工程、机械电子工程及车辆工程等机械工程学科课程体系教材。

本套丛书力求结构严谨、逻辑清晰、叙述详细、通俗易懂。同时注意尽量多给出一些应用实例,以突出学以致用、理论与实践相结合的教育特色。

辽宁省11所理工科院校机械工程学科建设及教材编写专委会和编委会

2013年6月6日



前言

Qianyan

20 世纪 40 年代,世界上第一台电子计算机问世,计算机的应用也逐渐展开。CAD/CAM 技术是计算机技术、信息技术、网络技术与设计制造理论及方法相结合的一门多学科综合性技术。20 世纪 50 年代以来,CAD/CAM 技术经历了形成、发展、提高和集成等阶段。CAD/CAM 技术不仅已成为企业产品设计开发和加工制造的手段和工具,而且极大地促进了企业的技术进步和管理水平。CAD/CAM 技术是 20 世纪全球最杰出的工程技术成果之一,其发展和应用水平已成为衡量一个国家和地区科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。CAD/CAM 技术的广泛应用已经使其成为工程技术人员不可或缺的知识。

本书分为理论篇和应用篇。理论篇主要内容有:CAD/CAM 概述、CAD/CAM 系统构成、CAD/CAM 系统基础知识、CAD 建模、计算机辅助工程、计算机辅助工艺过程设计、CAM 技术基础、CAD/CAM 集成方式与关键技术、CAD/CAM 其他相关技术。应用篇主要内容有 Pro/Engineer、ANSYS 和 Mastercam 软件介绍及应用实例。通过软件的学习与操作能够很大程度地提高学生对于理论的理解水平,以及对该技术的应用能力。本书在编写过程中,注意理论与实践相结合,内容系统,并力求做到简明、易懂,使学生易于理解和掌握 CAD/CAM 技术的基本原理和方法,并进一步培养和提高从事产品设计开发和生产的能力。本书可作为高等工科院校机械类专业本科生教材,也可作为从事 CAD/CAM 技术研究和工程应用技术人员的培训教材和参考书。

本书由辽宁工程技术大学金宁、大连工业大学周茂军任主编,辽宁工程技术大学康晓敏、辽宁科技大学王普斌、辽宁工业大学刘淑芬任副主编。参加各章编写的人员有蒲志新、徐广明、谢苗、张东升、张强等。

本书的编写得到了辽宁省 11 所理工科院校机械工程学科,特别是辽宁工程技术大学机械工程学院的有关人士的帮助和支持,在此表示深深的谢意。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,敬请读者批评指正!

编 者

第1章 CAD/CAM 概述	001
1.1 CAD/CAM 的基本概念	001
1.2 CAD/CAM 的系统结构	005
1.2.1 CAD/CAM 产品生产过程与工作过程	005
1.2.2 CAD/CAM 系统的结构	007
1.2.3 CAD/CAM 系统的基本功能与任务	008
1.2.4 CAD/CAM 系统的类型	010
1.3 CAD/CAM 应用现状与发展	013
1.3.1 CAD/CAM 技术的发展历程	013
1.3.2 CAD/CAM 技术的应用	015
1.3.3 CAD/CAM 技术的发展趋势	017
第2章 CAD/CAM 系统构成	023
2.1 CAD/CAM 系统的组成	023
2.2 CAD/CAM 系统的硬件	023
2.2.1 CAD/CAM 系统的硬件设备	023
2.2.2 CAD/CAM 系统硬件设备的选用原则	028
2.3 CAD/CAM 系统的软件	029
2.3.1 系统软件	029
2.3.2 支撑软件	031
2.3.3 应用软件	033
2.3.4 CAD/CAM 系统软件的选用原则	033
2.4 CAD/CAM 系统的选型	034
2.5 常见 CAD/CAM 软件系统	034
第3章 CAD/CAM 系统基础知识	043
3.1 数学基础	043
3.2 弹性力学基础	046
3.3 数据结构与数据库技术	048

目 录

Contents

3.3.1	数据结构基础知识	048
3.3.2	数据库技术	056
3.4	计算机图形处理基础知识	060
3.4.1	坐标系	061
3.4.2	窗口和视区	061
3.4.3	图形裁剪	063
3.4.4	图形变换	066
3.4.5	图形的消隐	076
3.5	几何建模基础知识	078
第4章	CAD 建模	087
4.1	几何建模技术	087
4.1.1	建模的概念	087
4.1.2	线框建模	088
4.1.3	表面建模	089
4.1.4	实体建模	095
4.2	特征建模技术	102
4.2.1	特征的定义与分类	102
4.2.2	特征建模的方法与框架	106
4.2.3	特征模型的表示与数据结构	107
4.3	参数化建模技术	110
4.3.1	参数化设计	110
4.3.2	参数化建模	111
4.4	装配建模技术	113
4.4.1	概述	113
4.4.2	装配模型的结构	114
4.4.3	装配建模的关键技术	116
4.4.4	装配建模的方法与作用	118
4.5	反求建模技术	121
4.5.1	概述	121

4.5.2	反求设计的原理	123
4.5.3	常见的反求建模软件	134
第5章	计算机辅助工程	139
5.1	计算机辅助工程概述	139
5.1.1	计算机辅助工程内容	139
5.1.2	计算机辅助工程分析发展现状	140
5.1.3	计算机辅助工程分析软件	142
5.2	有限元法原理和分析方法	144
5.2.1	有限元分析基本概述	144
5.2.2	有限元分析基本原理	146
5.2.3	有限元分析方法	150
5.2.4	有限元分析过程	150
5.3	有限元分析系统的组成	155
5.3.1	有限元分析系统组成	155
5.3.2	有限元分析数据前处理	156
5.3.3	有限元分析数据后处理	156
5.3.4	常用有限元软件简介	157
5.4	优化设计技术	161
5.4.1	优化设计概述	162
5.4.2	优化设计建模	162
5.4.3	优化设计的数学模型	165
5.4.4	优化设计求解方法	166
5.4.5	常用优化方法	169
5.4.6	CAE 分析中的优化技术	172
5.5	计算机仿真技术	173
5.5.1	计算机仿真技术概述	173
5.5.2	计算机仿真的过程	175
5.5.3	计算机仿真在 CAD/CAM 系统中的应用	176
5.5.4	虚拟样机技术	178

目 录

Contents

第6章 计算机辅助工艺过程设计	189
6.1 CAPP 的原理与关键技术	189
6.1.1 CAPP 的基本概念	189
6.1.2 CAPP 的原理和组成	190
6.1.3 CAPP 的关键技术	194
6.2 派生式 CAPP 系统	199
6.2.1 派生式 CAPP 系统原理	199
6.2.2 派生式 CAPP 系统的开发设计过程	200
6.2.3 派生式 CAPP 系统的应用	202
6.3 创成式 CAPP 系统	202
6.3.1 创成式 CAPP 系统原理	202
6.3.2 创成式 CAPP 系统设计的一般过程	203
6.3.3 创成式 CAPP 系统的工艺决策	204
6.3.4 工艺决策逻辑的主要形式	204
6.4 CAPP 专家系统介绍	205
6.4.1 CAPP 专家系统的基本组成和工作过程	206
6.4.2 CAPP 专家系统的推理机设计	208
6.5 CAPP 应用实例	209
第7章 CAM 技术基础	217
7.1 CAM 概述	217
7.2 数控加工与数控编程概述	218
7.2.1 数控加工	219
7.2.2 数控编程	223
7.3 数控编程基础	227
7.3.1 程式格式	228
7.3.2 零件加工程序的格式与组成	239
7.4 数控语言自动编程	241
7.4.1 APT 语言编程	241

7.4.2 图形交互自动编程系统	245
7.5 数控程序的检验与仿真	248
第8章 CAD/CAM 集成方式与关键技术	254
8.1 CAD/CAM 的集成原理	254
8.1.1 CAD/CAM 集成的概念	254
8.1.2 CAD/CAM 集成的基本方式	255
8.1.3 CAD/CAM 集成系统的基本组成	257
8.2 CAD/CAM 集成关键技术	259
8.3 产品数据交换标准	260
8.3.1 标准初始图形交换规范(IGES)	261
8.3.2 产品模型数据交换标准 STEP	270
8.4 CAD/CAM 系统集成方法应用	273
8.4.1 Pro/E 的集成方法	273
8.4.2 ANSYS 与 Pro/E 的集成方法	274
8.4.3 Pro/E 与 Mastercam 的集成	275
8.4.4 Pro/E 与 ADAMS 的集成	275
第9章 CAD/CAM 其他相关技术	280
9.1 生产系统概述	280
9.2 计算机集成制造(CIM)系统	282
9.2.1 计算机集成制造系统定义	282
9.2.2 CIMS 的体系结构与功能模块	282
9.2.3 CIMS 发展趋势	283
9.3 PDM 与 ERP	284
9.3.1 产品数据管理(PDM)概述	284
9.3.2 PDM 的体系结构和特点	285
9.3.3 企业资源计划(ERP)概述	287
9.3.4 ERP 的特点	288
9.4 并行设计	289

目 录

Contents

9.4.1	并行工程定义	289
9.4.2	并行设计的主要特点	290
9.4.3	并行设计研究趋势	291
9.5	虚拟制造	291
9.5.1	虚拟制造的定义	292
9.5.2	虚拟制造系统的基本构成与关键技术	293
9.5.3	虚拟制造的特点	294
9.6	柔性制造系统	295
9.6.1	柔性制造系统的产生与简介	295
9.6.2	柔性制造系统的基本组成与特点	296
9.6.3	柔性制造系统的发展趋势	297
第10章	Pro/Engineer 软件介绍与应用实例	301
10.1	Pro/E 5.0 软件介绍	301
10.1.1	Pro/E 软件特点	301
10.1.2	Pro/E 的功能特性	303
10.1.3	Pro/E 的工作界面	303
10.1.4	Pro/E 的基准、轴和坐标系	306
10.1.5	草绘模块介绍	307
10.2	Pro/E 建模基础	309
10.2.1	Pro/E 软件建模方法	309
10.2.2	Pro/E 基础特征创建工具介绍	309
10.2.3	Pro/E 实体造型实例 1	311
10.2.4	Pro/E 实体造型实例 2	316
10.2.5	Pro/E 参数化建模实例	321
10.3	Pro/E 装配建模基础	337
10.3.1	Pro/E 装配建模实例	340
10.3.2	装配体的爆炸图	345
第11章	ANSYS 软件介绍及应用实例	350
11.1	ANSYS 软件介绍	350

11.1.1	ANSYS 软件特点	350
11.1.2	ANSYS 组成	351
11.1.3	ANSYS 主要模块简介	353
11.1.4	ANSYS 12.0 基本操作	355
11.2	ANSYS 12.0 结构分析	357
11.2.1	ANSYS 12.0 结构分析概述	357
11.2.2	ANSYS 12.0 结构分析实例	360
第 12 章	Mastercam 软件介绍及应用实例	381
12.1	Mastercam X2 的基础知识	381
12.1.1	Mastercam 的特点	381
12.1.2	Mastercam X2 的新增功能	381
12.1.3	Mastercam X2 工作界面	382
12.1.4	图层管理	385
12.1.5	串连	386
12.1.6	Mastercam X2 的快捷键及快速输入方法	387
12.1.7	绘图前的设置	389
12.2	Mastercam X2 自动编程实例	389
参考文献		397

第1章 CAD/CAM 概述

【本章知识点】

1. CAD/CAM 的基本概念;
2. CAD/CAM 的系统结构;
3. CAD/CAM 的基本功能;
4. CAD/CAM 系统的选型;
5. CAD/CAM 技术的发展历程、应用和发展趋势。

CAD/CAM(Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing)技术是计算机技术、信息技术、网络技术与设计制造理论及方法相结合的一门多学科综合性技术。自 20 世纪 50 年代问世以来,CAD/CAM 技术走完了半个世纪的发展历程。CAD/CAM 技术的发展和应用,不仅使之成为企业产品设计开发和加工制造的手段和工具,而且大大促进了企业的技术进步和管理水平提高,对国民经济的发展及科学技术的进步产生了深远的影响。CAD/CAM 技术是 20 世纪全球最杰出的工程技术成果之一。CAD/CAM 技术的发展和水平已成为衡量一个国家和地区科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

1.1 CAD/CAM 的基本概念

一、CAD/CAM 技术原理

CAD/CAM 技术是以计算机、外围设备及其系统软件为基础,综合计算机科学与工程、计算机几何学、机械设计与制造、人机工程学、控制理论、电子技术、信息技术等学科知识,以工程应用为对象,在机械制造业实现包括二维绘图设计、三维几何造型设计、工程计算分析与优化设计、数控加工编程、仿真模拟、信息存储与管理等相关功能。

一般认为,广义的 CAD/CAM 技术,是指利用计算机辅助技术进行产品设计与制造的整个过程,以及与之直接和间接相关的活动,包括产品设计(几何造型、分析计算、优化设计、工程绘图等),工艺准备(计算机辅助工艺设计、计算机辅助工装设计与制造、NC 自动编程、工时定额和材料定额编制等),物料作业计划 and 生产作业计划的运行与控制(加工、装配、检测、输送、存储等),生产质量控制,工程数据管理等。狭义的 CAD/CAM 技术,是指利用 CAD/CAM 系统进行产品的造型、计算分析和数控程序的编制(包括刀具路径的规划、刀位文件的生成、刀具轨迹的仿真及 NC 代码的生成等)。



二、CAD/CAM 与制造业

CAD/CAM 技术在制造业中的应用,改变了传统的设计与制造方式,使其在流程、信息、控制等模式上发生了质的变化,成为先进制造技术的核心。传统的设计与制造方式是以技术人员为中心展开的,产品及其零件在加工过程中所处的状态,设计、工艺、制造、设备等环节的延续与保持等,都是由人工进行检测并反馈的。所有的信息均交汇到技术和管理人员处,由技术人员进行对象的相关处理。由于人自身的局限性,一方面造成这种过程信息的传递呈发散状,设计、制造、装配等环节围绕着设计人员进行,任何环节上出现问题,都需要依靠技术人员积累的知识进行主观判断并解决;另一方面,传统的设计制造过程是一个严格的顺序过程,技术人员按照不同的分工,接受前道工作的结果,完成本道工作的内容并延续下去,导致整个加工与制造的过程只能按照时间的顺序去处理,很难实现空间与时间上的转换。传统设计制造方法的一般流程如图 1-1 所示。企业的产品在市场需求的驱动下,经过技术人员的概念设计,被构思成一定的形状和结构,并具备一定的功能。这种产品需要经过分析计算才能投入实际的加工与装配之中,变成面向市场、满足客户要求的产品。



图 1-1 传统设计制造的一般流程

与传统的設計製造方式不同,以 CAD/CAM 技术为核心的先进制造技术,将以人员为中心的运作模式改变为以计算机为中心的运作模式,利用计算机存储量大、运行速度快、可无限期利用已有信息等优势,将各个设计制造阶段及过程的信息汇集在一起,使整个设计制造过程在时间上缩短、在空间上拓展,与各个环节的联系与控制均由计算机直接处理,技术人员通过计算机这一媒介实现整个过程的有序化和并行化。以 CAD/CAM 为核心的设计制造过程如图 1-2 所示。技术人员作为系统的操作与控制者,通过计算机网络平台,几乎可同时介入产品设计制造的各个环节,即后续的技术人员可以参与产品的设计,产品的整个设计制造过程链得到大大缩短。

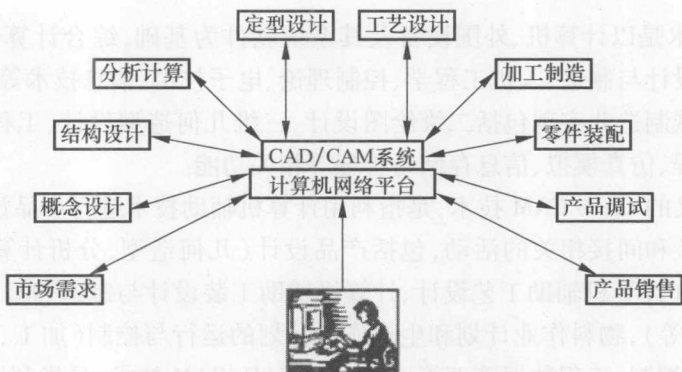


图 1-2 以 CAD/CAM 为核心的设计制造过程



三、CAD/CAM 技术的相关概念

1. 计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)

CAD 是指工程技术人员在计算机及其各种软件工具的帮助下,应用自身的知识和经验,对产品进行包括方案构思、总体设计、工程分析、图形编辑和技术文档整理等一切设计活动的总称。

CAD 系统一般应具有几何建模、工程分析、模拟仿真、工程绘图等主要功能。从 CAD 作业过程可以看出,CAD 技术也是一项产品建模技术,它是将产品的物理模型转化为计算机内部的数据模型,以供后续的产品开发活动共享,驱动产品生命周期的全过程。一个功能完备的 CAD 系统应包含产品设计数据库、应用程序库和多功能交互图形库。产品设计数据库存储各类标准规范、计算公式、经验曲线等产品设计信息,应用程序库包含常规的设计程序、优化方法、有限元分析、可靠性分析等通用或专用的设计分析和计算程序,多功能交互图形库用于图形处理、工程图绘制、标准零部件图库的建立等图形处理作业。

2. 计算机辅助工程(Computer Aided Engineering, CAE)

CAE 是指用计算机辅助求解分析复杂工程和产品的结构力学性能,以及优化结构性能等。而 CAE 软件可作静态结构分析、动态分析;研究线性、非线性问题;分析结构(固体)、流体、电磁等。有许多用于分析工作的 CAE 工具可供选择,例如,运动学程序可用来确定机构中的运动路径和连杆速度,大位移动力学分析程序可用来确定诸如汽车这样复杂的装配体中的载荷和位移,逻辑时序和验证软件可用来模拟电子电路的运行。

应用最广泛的计算机辅助分析方法是有限元方法(Finite Element Method, FEM)。这种在有限元分析中,用一些相互联结的单元构成分析模型来表示结构,这些单元把问题划分成了计算机容易处理的不同部分。

如前所述,有限元方法需要一个适当抽象的抽象模型而不是产品几何模型本身。这个抽象模型不同于产品几何模型,抽象模型是通过消除几何模型中一些不必要的细节或通过减少维数而得到的。例如,当一个厚度很薄的三维实体转换为分析模型时,它就变成了一个二维的壳体模型。因此,为了应用有限元方法,需要交互地或自动地生成一个抽象模型。一旦抽象模型生成,将用抽象模型来生成有限单元网格。能够构建抽象模型并且生成有限单元网格的软件工具,称为预处理器或前处理器。在对每一个有限单元网格进行分析之后,计算机集成分析结果,并进行可视化显示,如应力大的区域可以用红色显示。这种可视化显示的软件工具称为后处理器。

有许多优化设计软件工具可供选择。尽管优化设计软件属于 CAE 工具,但是它们通常单独列为一类。可以将优化设计和分析工具集成,以自动地确定设计形状。在这些方法中,假定原始设计形状是一个简单的形状,如一个由不同密度的小单元组成的二维矩形,然后执行优化程序,计算满足应力约束条件下这些密度的最佳值,以达到一定的优化目标。优化目标通常重量最小。对于基于密度的最优化来说,产品最优化形状可以通过消除低密度单元来获得。

设计分析和最优化的优点是使工程师在进入费时、费钱的制造和测试物理原型之前,了解产品是如何工作的,以及发现产品设计中的缺陷。因为在水产品研发过程的后期阶段,工程成本是呈指数增长的,所以,早期使用 CAE 分析进行改进和优化,可以大大缩短整个产品开发过程



的时间和降低开发费用。

3. 计算机辅助工艺过程设计 (Computer Aided Process Planning, CAPP)

CAPP 是根据产品设计结果进行产品的加工方法和制造过程的设计。CAPP 系统的功能一般包括毛坯设计、加工方法选择、工序设计、工艺路线制订和工时定额计算等。其中,工序设计包含加工设备和工装的选用、加工余量的分配、切削用量和机床刀具的选择以及工序图生成等内容。

应用 CAPP 技术能够快速编制出完整、详尽、优化的工艺方案和各种工艺文件,可极大提高工艺人员的工作效率,缩短工艺准备周期,加快产品投放市场的进程。此外,应用 CAPP 技术可获得符合企业实际的优化工艺规程,给出合理的工时定额和材料消耗,这为企业的科学管理提供了可靠的数据支持。

4. 计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, CAM)

CAM 一般是计算机在制造领域有关应用的统称,分为广义 CAM 和狭义 CAM。

广义 CAM,一般是指利用计算机辅助完成从毛坯到产品制造过程中的直接和间接的各种活动,包括工艺准备、生产作业计划制订、物流过程的运行控制、生产控制、质量控制等方面的内容,其中工艺准备包括计算机辅助工艺规程设计、计算机辅助工装设计与制造、计算机辅助数控编程、计算机辅助工时定额和材料定额的编制等任务。物流过程的运行控制包括物料的加工、装配、检验、输送、储存等生产活动。

狭义 CAM,通常指数控程序的编制,包括刀具路线的规划、刀位文件的生成、刀具轨迹仿真以及后置处理和数控代码生成等作业过程。通常 CAD/CAM 系统中的 CAM 概念指的是狭义的 CAM。

CAM 最成熟的应用领域之一是数字控制,或简称为 NC。这种技术是使用可编程的指令来控制机床,进行磨削、切割、冲压、成形、车削等作业,将原材料加工成零件。目前,计算机使用基于 CAD 数据库的几何数据,加上由操作人员提供的有关信息,可以生成大量的数控指令。CAM 的研究集中于最小化操作人员的交互工作。

CAM 的另一个重要作用是机器人编程,使机器人可以在加工单元内进行作业,为数控机床选择刀具、定位工件等。这些机器人可以独立地完成诸如焊接、装配或在车间内搬运设备或零件的任务。实现工艺设计自动化也是计算机自动化的一个目标,当工件从车间的一个工作站运送到另一个工作站时,工艺设计已经为它制订了从开始到结束所需的详细生产步骤。如前所述,完全彻底的工艺制订自动化是不可能实现的,然而如果一个零件的工艺已经制定,就可以自动生成与这个零件相似零件的工艺。将相似零件归为一类的成组技术,可以达到这个目的。如果这些零件有诸如沟槽、斜面、孔等常见制造特征,就可以把它们归为不同的类。因此,为了能够自动地检索到具有相似特征的零件,CAD 数据库中必须包含这些特征信息,基于特征的建模技术或特征识别技术可以完成上述任务。

此外,计算机还可以用来决定什么时间订购原材料和零件及订购多少,以完成生产计划,我们称之为物料需求计 (Material Requirements Planning, MRP)。计算机也可以用来监视车间中机器的工作状态,并给它们发出适当的指令。

5. CAQ (Computer Aided Quality)

CAQ 即计算机辅助质量管理 (Computer Aided Quality) 或计算机辅助质量保证 (Computer Aided Quality Assurance),它包括了企业采用计算机支持的各种质量保证和管理活动。在实际