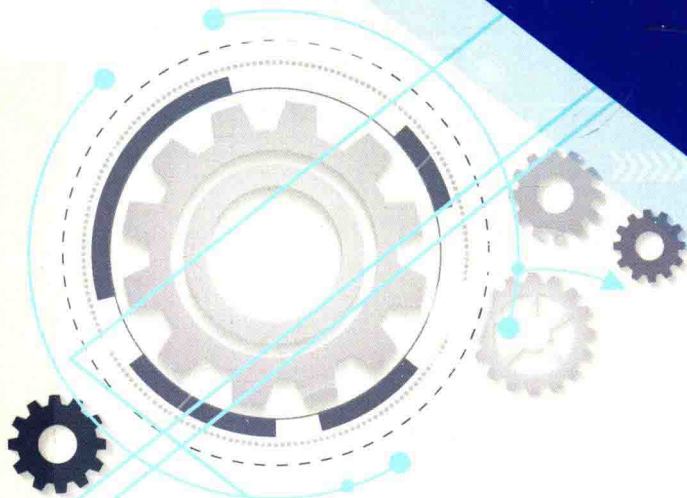




普通高等教育“十三五”规划教材·机械系列

主 编◎白 瑀
副主编◎曹 岩 张小粉
参 编◎王强锋 付雷杰 姚 慧
杜 江 贾 峰 乔 虎

计算机辅助设计 与制造



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社



普通高等教育“十三五”规划教材·机械系列

主 编◎白 瑀

副主编◎曹 岩 张小粉

参 编◎王强锋 付雷杰 姚 慧

杜 江 贾 峰 乔 虎

计算机辅助设计 与制造



北京师范大学出版集团

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP

北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计与制造/白瑀主编. —北京:北京师范大学出版社, 2018. 7

(普通高等教育“十三五”规划教材. 机械系列)

ISBN 978-7-303-23672-5

I. ①计… II. ①白… III. ①计算机辅助设计—高等学校—教材 ②计算机辅助制造—高等学校—教材 IV. ①TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 090491 号

营销中心电话 010-62978190 62979006
北师大出版社科技与经管分社 www.jswsbook.com
电子信箱 jswsbook@163.com

出版发行:北京师范大学出版社 www.bnup.com
北京市海淀区新街口外大街 19 号
邮政编码:100875

印 刷:保定市中国美凯印刷有限公司
经 销:全国新华书店
开 本:787 mm×1092 mm 1/16
印 张:21.5
字 数:460 千字
版 次:2018 年 7 月第 1 版
印 次:2018 年 7 月第 1 次印刷
定 价:55.00 元

策划编辑:雷晓玲	责任编辑:雷晓玲
美术编辑:刘超	装帧设计:刘超
责任校对:赵非非 黄华	责任印制:赵非非

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话:010-62978190

北京读者服务部电话:010-62979006-8021

外埠邮购电话:010-62978190

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:010-62979006-8006

前言

计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)技术具有知识密集、学科交叉、综合性强等特点,是目前世界上科技领域的前沿课题。本着突出应用型教育特色,保持系统性,注重实践性,提高创造性的编写思路,本书系统地介绍了CAD/CAM的基本知识、基本理论、基本方法。本书包括理论部分和实验部分两大部分,其中理论部分重点讲解了CAD/CAPP/CAM技术的概念、原理、方法与应用。此外,对计算机建模及图形处理技术也作了简单的介绍,旨在使学生对计算机在机械设计与制造领域的应用有一个较全面的了解;实验部分主要讲解了SolidWorks软件的实践操作。该部分的特点是从应用出发,选取一些典型的实例,来介绍SolidWorks软件各个模块的功能与用法,以实例的形式介绍了草图绘制、实体建模、特征建模、曲面建模、装配以及工程图等内容,借助本书可快速地掌握SolidWorks软件的基本操作。作为适用于机械工程及自动化、工业工程、系统工程、工业设计等工科专业的本科生教材,本书可以使学生在较短时间内了解计算机辅助设计与制造相关的基础理论知识,并配合西安工业大学先进制造工程研究所开设的数控技术、现代设计方法等实践性教学课程,掌握SolidWorks三维建模工具。

本书内容分理论部分和实验部分。其中,理论部分共有7章,具体如下。

第1章综述性地介绍产品的设计过程和制造过程,CAD/CAM的基本概念,CAD/CAM系统的基本功能和主要任务,CAD/CAM技术的现状和应用、发展趋势技术组成,并对当前典型主流CAD软件做了介绍。

第2章阐述了CAD/CAM系统的常用数据结构、数据库及几何建模基础理论,介绍二维变换、三维变换以及几何处理,并对二维图像和三维图像进行了深入的分析。

第3~4章介绍三维实体建模方法。以SolidWorks为基本工具,介绍实体造型过程中所需要的各种构造技术、表示方法以及三维装配建模等,并对基于SolidWorks的参数化特征造型技术做了介绍。学生可以在实验室利用SolidWorks工具创建实体模型来掌握其中的某些概念。

第5章介绍计算机辅助工艺设计技术,重点介绍计算机辅助工艺设计的基本概念、CAPP的类型及其工作原理、CAPP系统中的工艺数据库与

知识库,并对 CAPP 系统开发平台、CAPP 中零件信息的描述与输入和 CAPP 发展趋势做了简单阐述。

第 6 章介绍计算机辅助制造技术与应用。主要介绍 CAM 的基本概念、CAM 系统功能与体系结构、数控技术的基础以及计算机辅助数控加工的基本方法。

第 7 章介绍 CAD/CAM 集成技术与产品数据管理。重点介绍 CAD/CAM 集成技术与方法、产品数据交换标准和产品信息的描述与集成数据模型,并以具体实例讲述了基于 PDM 的 CAD/CAM 集成系统。这些是集成 CAD 和 CAM 时需要掌握的内容。

实验部分主要讲述 SolidWorks 工具的操作与应用,通过具体应用实例操作,使学生掌握 SolidWorks 软件的草图绘制、三维模型建立、基本曲面造型、工程图以及有限元分析等内容。

本书由白瑀任主编,曹岩、张小粉任副主编。其中,第 1 章由张小粉编写,第 2 章由曹岩编写,第 3 章由付雷杰编写,第 4 章由姚慧编写,第 5 章由乔虎编写,第 6 章由杜江编写,第 7 章由贾峰编写,第 8~11 章由白瑀编写,第 12~14 章由王强锋编写。

由于编者水平有限和时间仓促,不妥之处在所难免,恳请广大读者予以批评指正。

编 者

2018 年 6 月

目 录

理论部分

第1章 概 述	3
1.1 产品的设计过程和制造过程	3
1.2 CAD/CAM 的基本概念	4
1.3 CAD/CAM 系统的基本功能和主要任务	6
1.4 CAD/CAM 技术的现状和应用	12
1.5 CAD 技术的发展趋势	13
1.6 CAD/CAM/CAPP 的技术组成	20
1.7 CAD/CAM/CAPP 技术常用软件	24
第2章 CAD/CAM 系统的常用数据结构及几何建模基础理论	29
2.1 常用数据结构	29
2.2 数据库系统及应用	33
2.3 计算机图形图像的基本概念	42
2.4 图形系统与图形标准	44
2.5 图形变换与处理	45
2.6 曲线描述的基本原理和方法	51
2.7 曲线设计	53
2.8 曲面设计	54
2.9 模型的基本概念、三维集合建模理论基础	56
第3章 三维实体建模	61
3.1 结构设计基础	61
3.2 二维建模理论和方法	62
3.3 SolidWorks 简介	63
3.4 SolidWorks 工作界面及特征管理树	64
3.5 二维图形绘制方法	69
3.6 创建实体特征	82
3.7 基于 SolidWorks 的参数化特征造型技术	98
3.8 工程图设计	125

第 4 章 三维装配建模	128
4.1 装配建模	128
4.2 装配模型的特点和结构	131
4.3 装配模型的信息组成	132
4.4 装配模型的管理	133
4.5 装配模型的约束分析	137
4.6 装配设计的两种方法	146
4.7 爆炸视图	148
4.8 SolidWorks Simulation 的有限元分析方法	150
第 5 章 计算机辅助工艺设计技术	155
5.1 计算机辅助工艺设计的基本概念	155
5.2 CAPP 的类型及其工作原理	161
5.3 CAPP 系统中的工艺数据库与知识库	167
5.4 CAPP 系统中开发平台	171
5.5 CAPP 中零件信息的描述与输入	175
5.6 关于 CAPP 发展趋势的思考	177
5.7 总结	178
第 6 章 计算机辅助制造技术与应用	179
6.1 CAM 的基本概念	179
6.2 CAM 系统功能与体系结构	181
6.3 数控技术基础	191
6.4 计算机辅助数控加工	192
第 7 章 CAD/CAM 集成技术与产品数据管理	199
7.1 CAD/CAM 集成技术与方法	199
7.2 产品数据交换标准	213
7.3 产品信息的描述与集成数据模型	219
7.4 基于 PDM 的 CAD/CAM 集成系统与实例	226

实验部分

第 8 章 SolidWorks 概述	233
8.1 工作环境和模块简介	233
8.2 常用工具栏简介	238
8.3 草图绘制工具栏简介	240
8.4 尺寸/几何关系工具栏简介	241
8.5 参考几何体工具栏简介	242

8.6	特征工具栏简介	242
8.7	工程图工具栏简介	243
8.8	装配体工具栏简介	244
8.9	退回控制棒简介	244
第9章	SolidWorks 草图绘制	246
9.1	创建基本草图	246
9.2	绘制底座	247
9.3	定位板	250
第10章	SolidWorks 基本三维建模操作	253
10.1	拉伸建模	253
10.2	旋转建模	257
10.3	支承座	258
第11章	SolidWorks 复杂三维建模操作	264
11.1	支架模型	264
11.2	箱体类零件设计	269
11.3	叉架类零件	279
第12章	SolidWorks 装配建模	284
12.1	轴承装配	284
12.2	台虎钳装配	292
12.3	油门电机装配	298
第13章	SolidWorks 工程图设计	301
13.1	阶梯轴	301
13.2	标准工程视图	310
第14章	SolidWorks Simulation 有限元分析	319
14.1	综合实例——简单拉压杆机构	319
14.2	实例——轮毂应力分析	325

理论部分

第1章 概述

所谓 CAD/CAM，就是集成化的计算机辅助设计与制造技术的缩写，是利用计算机强大的图形处理能力和数值计算能力，辅助工程技术人员进行产品的设计制造，达到预期的目的，并取得创新成果的一种技术。目前 CAD/CAM 已在机械、电子、建筑以及能源交通等领域广泛应用。本章主要介绍 CAD/CAM 的基本概念、发展以及系统软件与硬件功能。

1.1 产品的设计过程和制造过程

机械设计是产品从设计、制造、装配、销售和使用整个生命周期中的第一个环节，也是最重要的环节，因为它对产品性能的影响通常占 80%。所谓机械设计就是根据使用要求确定产品应该具备的功能，构想出产品的工作原理、运动方式、力和能量的传递、结构形式以及所用材料等事项，并转化为具体的描述，如图纸和设计文件等，以此作为设计、制造的依据。传统机械设计过程如图 1-1 所示。

设计过程一般经历如下几个阶段。

1. 概念设计

通过调查研究、资料收集，仔细分析用户需求，在此基础上确定产品功能，进而构思方案，进行分析与论证，最后获得一组可行的原理性方案(见图 1-1 中的第 1、2、3 框)。其中，方案设计基本上决定了产品的结构、使用功能及经济性，是产品设计最关键的阶段。

2. 初步设计

从前一阶段确定的可行性原理方案中选一优化方案，绘制总布置草图，确定各部件基本结构和形状，确定相应数学模型，进行主要设计参数的分析计算与优化。

3. 详细设计

确定设计对象的细部结构，最终完成总布置图和零、部件图，并编写技术文件。传统设计过程的特点如下。

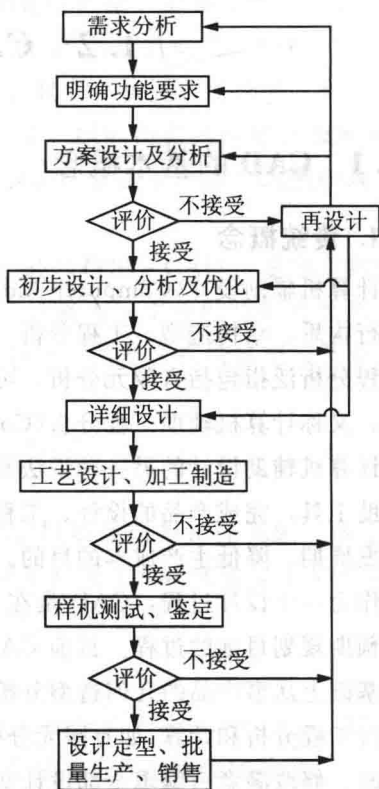


图 1-1 传统机械设计过程

①它的每一个环节都是依靠设计者用手工方式来完成。从本质上说，大都是凭借设计者直接或间接的经验知识，通过类比分析法或经验公式来确定设计方案。

②应用传统的机械设计方法，设计者的大部分时间和精力都耗费在装配图和零部件工作图的绘制上，因而对整机全局的问题难于进行深入的研究，对于一些分析计算，常常只得用作图法或类比法等近似的方法，因此具有极大的局限性。具体表现如下。

方案的拟订在很大程度上取决于设计者的个人经验，即使同时拟订了少数几个方案，也难以获得最优方案；在分析计算工作中，由于受人工计算条件的限制，只能采用静态的或近似方法而难以用动态的或精确的方法计算，计算结果未能完全反映零部件的真正工作状态，影响了设计质量；设计工作周期长，效率低。

由此可见，详细设计的终结并不意味着最终获得了一个好的设计。机械产品在经历了制造加工、样机测试、批量生产以及销售使用后，将返回大量信息，并对产品进行不断修改。机械产品是一个“设计——评价——再设计”的反复迭代、不断优化的过程。在人工设计的情况下，设计周期长，设计质量不高。因此实现某种程度的自动化，缩短设计周期，降低设计成本，提高设计质量，就成为机械设计发展的迫切要求，正是在这样的背景下产生了计算机辅助设计(CAD)。

1.2 CAD/CAM 的基本概念

1.2.1 CAD 的基本概念

1. 传统概念

计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)泛指设计者以计算机为主要工具，对产品进行构思、结构造型、工程分析、绘图与编撰技术文档等工作，是一项综合性技术。其中的工程分析泛指包括有限元分析、可靠性分析、动态分析、优化设计及产品常规分析计算等内容，又称计算机辅助工程分析(Computer Aided Engineering, CAE)。

计算机辅助设计的另一种说法是指工程技术人员在人和计算机组成的系统中，以计算机为辅助工具，完成产品的设计、工程分析、绘图等工作，并达到提高产品设计质量、缩短产品开发周期、降低生产成本的目的。

作为一个设计过程，CAD是在计算机环境下完成产品的创造、分析、设计和修改，以达到预期规划目标的过程。目前CAD技术可实现的功能包括，设计人员在产品概念设计的基础上从事产品的几何造型分析，完成产品几何建模的建立，然后抽取模型中的有关数据进行工程分析和计算(如有限元分析、模拟仿真等)，根据计算结果决定是否对设计结果进行修改，修改满意后编辑全部设计文档，输出工程图。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产品的数据模型，并把建立的数据模型存储在计算机内供后续的计算机辅助技术共享，驱动产品生命周期的全过程。

一般认为，CAD系统的功能主要可以归纳为几何建模、工程分析、模拟仿真、自动绘图四大功能。而实现这些功能的一个完备的CAD系统应该由科学计算系统、图形系统和工

程数据库等组成。科学计算包括有限元分析、可靠性分析、动态分析、优化设计以及产品的常规计算分析等内容；图形系统用于几何造型、自动绘图（二维工程图、三维实体图）、动态仿真等设计过程；工程数据库用于对设计过程中使用或产生的数据、图形、文档等信息进行存储和管理。

2. 现代 CAD 技术概念

计算机辅助设计是一种用计算机硬、软件系统辅助人们对产品或工程进行设计的方法与技术，包括设计、绘图、工程分析与文档制作等设计活动，它是一门多学科综合应用的新技术，是一种现代设计方法。

所谓现代设计方法是指包括一切先进的设计理论、设计方法和设计技术，是一切先进而行之有效的设计思想的集成和统一。

从字面上看，计算机辅助设计就是用计算机帮助工程技术人员进行工程设计。深入理解为：一方面将各种各样的设计方法和步骤存入计算机，自动完成工程设计计算即“数值计算工作”；另一方面用计算机完成工程图的绘制工作——“计算机绘图”。

两种理解都不错，但是不完善、不全面，没有反映出这种先进的设计方法的本质和全部内容。CAD 技术是通过计算机和 CAD 软件对“产品”进行分析、计算与仿真、产品结构和性能的调整与优化以及绘图，把设计人员具有的最佳特性（创造性思维、形象思维与经验知识、综合判断与分析能力）同计算机强大的记忆与检索信息能力、大量信息的高速精确计算与处理能力、易于修改设计、工作状态稳定且不疲劳的特性结合起来，从而大大提高了设计速度与效率，提高了设计质量，降低了设计成本。因此，1973 年，国际信息处理联合会给 CAD 一个广义的定义：“CAD 是将人和机器（计算机及其外设）混编在解决专业设计问题中的一种技术，从而使人和机器的最好特征联合起来。”

这样的定义，就揭示出 CAD 的本质和应包括的内容。必须指出，CAD 不是完全的设计自动化，实践证明完全的设计自动化是非常困难的。CAD 是将人的主导性与创造性放在首要地位，同时充分发挥计算机的长处，使二者有机地结合起来。因此人机信息交流及交互工作方式是 CAD 系统的显著特点。

1.2.2 CAM 的基本概念

计算机辅助制造（Computer Aided Manufacturing, CAM）到目前为止尚无统一的定义，一般而言，它是指计算机在制造领域有关应用的统称。它有广义 CAM 和狭义 CAM 之分。狭义 CAM 主要内容包括计算机辅助数控编程和计算机辅助工艺规程设计。

1. 计算机辅助数控编程（CANCP）

计算机辅助数控加工编程（Computer Aided Numerical Control Programming, CANCP）主要指数控机床加工程序的编制，也包括自动测量机和工业机器人作业程序的编制。

数控加工技术是现代制造业的基础。目前市场流行的 CAD/CAM 系统，实际上是设计加数控加工编程。

2. 计算机辅助工艺规程设计（CAPP）

计算机辅助工艺规程设计（Computer Aided Process Planning, CAPP）。在产品生产过程

中与将原材料变为成品直接有关的过程称为工艺过程,把工艺过程的有关内容用表格或文件的形式固定下来,称为机械加工工艺规程设计。工艺规程的文件类型很多,主要是:机械加工工艺过程卡(用于单件小批生产);机械加工工艺卡(用于成批生产);机械加工工序卡(用于大批、大量生产)。

广义 CAM 主要内容除包含狭义 CAM 的各项任务之外,还包含计算机辅助生产管理(CAPM)的内容。计算机辅助生产管理(Computer Aided Production Management, CAPM)就是针对生产管理的任务和目标的要求,及时、准确地采集、存储、更新和有效地管理与生产有关的产品信息、制造资源信息、生产活动信息等,并进行及时的信息分析、统计处理和反馈,为生产系统的管理决策提供快捷、准确的信息资料、数据和参考方案。内容包括工厂生产计划、车间作业计划和物料供应计划的制订与管理、库存管理、销售管理、财务管理、人事管理和技术管理等。

与计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)相关的概念如下。

CAE: 计算机辅助分析,就是把 CAD 设计或组织好的模型,用计算机辅助分析软件对原设计进行仿真设计成品分析,通过反馈的数据,对原 CAD 设计或模型进行反复修正,以达到最佳效果。

CAM: 计算机辅助制造,就是把计算机应用到生产制造过程中,以代替人进行生产设备与操作的控制,如计算机数控机床、加工中心等都是计算机辅助制造的例子。CAM 不仅能提高产品加工精度、产品质量,还能逐步实现生产自动化,对降低人力成本、缩短生产周期有很大的作用。

把 CAD、CAE、CAM 结合起来,使得一项产品由概念、设计、生产到成品形成,节省了相当多的时间和投资成本,而且保证了产品质量(见图 1-2)。



图 1-2 计算机辅助设计过程

计算机辅助设计(CAD)技术是集计算、设计绘图、工程信息管理、网络通信等计算机及其他领域知识于一体的高新技术,是先进制造技术的重要组成部分。其显著特点是:提高设计的自动化程序和质量,缩短产品开发周期,降低生产成本费用,促进科技成果转化,提高劳动生产效率,提高技术创新能力。

1.3 CAD/CAM 系统的基本功能和主要任务

由于 CAD/CAM 系统所研究的对象任务各有不同,则所选择的支撑软件不同,对系统的硬件配置、选型也不同。系统总体与外界进行信息传递与交换的基本功能是靠硬件提供的,而系统所能解决的具体问题是由软件保证的。

1.3.1 CAD/CAM 系统的基本功能

1. 人机交互功能

在 CAD/CAM 系统中, 人机接口是用户与系统连接的桥梁。采用友好的用户界面, 是保证用户直接、有效地完成复杂设计任务的基本和必要条件, 除此以外, 尚须有交互设备, 以实现人与计算机之间的联络与通信过程。

2. 图形显示功能

如上所述, CAD/CAM 是一个人机交互的过程。在这个过程中, 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。

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, 系统应保证用户能够随时观察、修改中间结果, 实时编辑处理。图形显示功能不仅能够对二维平面图形进行显示控制, 且包含对三维实体的处理等功能。

3. 存储功能

CAD/CAM 系统运行时, 具有很大的数据量, 且伴随着很多算法, 将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。为保证系统能够正常的运行, CAD/CAM 系统必须配置容量较大的存储设备, 以支持数据在各模块运行时的正确流通。工程数据库系统的运行更应具有储存较大空间的保障。

4. 输入输出功能

CAD/CAM 系统运行过程中, 一方面用户需不断地将有关设计要求、计算步骤的具体数据等输入计算机内; 另一方面通过计算机的处理, 能够将系统处理的结果及时输出。这个输入输出功能也是系统的基本功能。输入输出的信息可为数值, 亦可为非数值, 如图形数据、文本、字符等。

1.3.2 CAD/CAM 系统之主要任务

CAD/CAM 系统之主要任务是对产品设计、制造全过程的信息进行处理。这些信息主要包括设计、制造中的数值计算, 设计分析, 工程绘图, 几何建模, 机构分析, 计算分析, 有限元分析, 优化分析, 系统动态分析, 测试分析, CAPP, 工程数据库的管理, 数控编程, 加工仿真等各个方面, 下面列出其中几项作以说明。

1. 几何建模

产品设计构思阶段, 系统能描述基本几何实体及实体间的关系; 提供基本体素、构造实体的多种造型方法, 以便为用户提供所设计产品的几何形状、大小, 进行零件的结构设计以及零部件的装配; 能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、色彩浓淡处理等。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, 或检验零部件装配的结果。

几何建模是 CAD/CAM 系统的核心。它为产品的设计、制造提供基本数据, 同时为其他模块提供原始信息。几何建模所定义几何模型的信息可供有限元分析、绘图、仿真、加工

等模块调用。系统总体与外界进行信息传递与交换的基本功能是靠硬件提供的,而系统所能解决的具体问题是由软件保证的。

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工程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。小至U盘插套、手机机壳、液晶显示器机体,大到汽车车身、飞机机翼、巨型船舶船体等设计制造,均可采用此种方法。

2. 工程绘图

很多产品的设计结果都是以图形的形式出现,CAD/CAM中的某些中间结果也是通过图形表达的。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、标注尺寸、图形的编辑处理(比例变换、平移、图形复制、图形删除等)以及显示控制、附加技术条件等功能,保证生成符合生产要求,也符合国家标准图样文件。

3. 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。CAD/CAM中的结构分析尚需进行应力、温度、位移等计算;图形处理中变换矩阵的运算;体素之间的交、并、差运算等;在工艺规程设计中有工艺参数的计算。故要求CAD/CAM系统对各类计算分析的算法正确、全面,且数据计算量大,还要有较高的计算精度。

4. 优化设计

系统应具有优化求解的功能。即在一定条件的约束限制下,使工程设计中的预定指标达到最优。优化设计包括总体方案的优化、产品零部件结构的优化、工艺参数的优化、可靠性优化等。优化设计是现代设计方法学中的一个重要的组成部分。

5. 有限元分析

有限元分析是一种数值近似解法,用来解决结构形状比较复杂零件的静、动态特性,强度、振动、热变形、磁场、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,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。

6. 计算机辅助工艺设计

工艺设计是为产品的加工制造提供指导性的文件,是CAD与CAM的中间环节。根据建模后生成的产品信息及制造要求,能决策或自动决策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。其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. 数控编程

数控机床是由计算机控制的,而计算机又必须通过加工程序来控制机床。零件加工程序是控制机床运动的源程序,它提供编程零件加工时机床各种运动和操作的全部信息,主要的有加工工序各坐标的运动行程、速度、联动状态、主轴的转速和转向、刀具的更换、切削液的打开和关断以及排屑等。

数控编程的主要内容有:分析零件图样、确定加工工艺过程、进行数学处理、编写程序清单、制作控制介质、进行程序检查、输入程序以及工件试切。

8. 动态仿真

在数控程序编制过程中出错是经常可能发生的,若输入进给方向的错误及切削深度和机床功率的超载就会导致刀具、机床的损坏等。对产品从设计到制造的整个过程进行动态仿真,即在产品设计之后投入生产之前,可以实时并行模拟出产品制造的全过程。借助于动态仿真系统,可以将数控程序的执行过程在屏幕上显示出来,从软件上实现零件的试切过程。利用动态仿真系统可以检查程序结构错误、语法错误和词法错误。动态仿真系统可以动态模拟加工的全过程,还可以对给定的工艺极限值进行监控检测。

在CAD/CAM系统内部,建立一个工程设计的实际系统模型,如机构、机械手、机器人等。通过进行动态仿真,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。如数控加工仿真系统,从软件上实现零件试切的加工模拟,就可避免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,减少制造费用,缩短产品设计周期。通常有加工轨迹仿真,机构运动学模拟,机器人仿真,工件、刀具、机床的碰撞,干涉检验等。

9. 计算机辅助测试技术

计算机辅助测试技术是一门新兴的综合性学科,它所涉及的范围包括微型计算机技术、测量技术、数字信号处理技术、信号的传输和转换技术、抗干扰技术及现代控制理论等。我国对计算机辅助测试理论和实践的研究已有很大发展,取得了很大的成绩,且在科研、生产中得到了十分广泛的应用。

10. 工程数据管理

CAD/CAM系统中数据量大、种类繁多。有几何图形数据、属性语义数据;有产品定义数据、生产控制数据;有静态标准数据、动态过程数据。数据结构一般都较复杂,故CAD/CAM系统应能对各类数据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。CAD/CAM系统通常采用工程数据库系统作为统一的数据管理环境,实现各种工程数据的管理。

1.3.3 CAD/CAM系统结构组成

一般讲,一个CAD/CAM系统是由一系列必要的硬件和软件组成的,如图1-3所示。根据系统的要求,硬、软件的配置可能有所不同。而最底的硬、软件配置,以满足系统的基本功能为目标。系统硬件和软件的组成,基本结构如图1-4和图1-5所示,但对某一具体系统