

普通高等教育机械工程及自动化专业规划教材

网络化计算机 辅助设计与制造技术

江平宇 主编

网络化计算机辅助设计与制造技术

网络化计算机辅助设计与制造技术

网络化计算机辅助设计与制造技术

网络化计算机辅助设计与制造技术

普通高等教育机械工程及自动化专业规划教材

网络化计算机辅助设计 与制造技术

主 编 江平宇

副主编 迟毅林

参 编 乔立红 袁清珂 黄利平

周光辉 戴永长



机 械 工 业 出 版 社

本书在介绍传统的 CAD/CAM 知识的基础上, 结合因网络技术引入所带来的新问题, 来论述网络化 CAD/CAM 技术的概念、原理、方法及实现模式。全书共由 7 章组成。其中, 第 1 章主要介绍了 CAD/CAM 技术的相关概念、原理等; 第 2 章描述了网络化 CAD/CAM 系统的基础支持技术与计算模型; 从第 3 章开始, 在介绍传统的 CAD、CAPP、CAM 技术的基础上, 阐述因网络化而带来的新问题, 并进一步论述了网络化 CAD/CAM 集成技术; 为对相关技术有一个感性的了解, 在第 7 章中, 解剖了一个网络化 CAD/CAM 系统的实例。

本书可作为制造工程相关专业的本科生教材、研究生教学参考书, 亦可用作从事相关专业工作的技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

网络化计算机辅助设计与制造技术/江平宇主编. —北京: 机械工业出版社, 2004.3

普通高等教育机械工程及自动化专业规划教材

ISBN 7-111-13865-1

I. 网… II. 江… III. ①机械设计: 计算机辅助设计—高等学校—教材 ②机械制造: 计算机辅助制造—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 004590 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王霄飞 责任编辑: 张祖凤

版式设计: 张世琴 责任校对: 申春香

封面设计: 陈 沛 责任印制: 施 红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·9.5 印张·366 千字

定价: 23.50 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育机械工程及自动化 专业规划教材编委会

主 任 于德弘

副 主 任 邢建东 迟毅林 王润孝

顾 问 钟 掘(院士)

委 员 陈国定 吴序堂 赵汝嘉 殷国富

段宝岩 陈晓南 陈花玲 梅雪松

官德娟 孙国雄 刘全坤

(排名不分先后)

策划单位 机械工业出版社

西安交通大学

序

改革开放以来,我国高等教育的专业目录经过了3次大的调整。1987年的专业目录由原来的1400多种调整到740种,1993年又调整到504种,1998年教育部颁布的新专业目录再调整到目前的249种。专业目录的调整,改变了过去狭窄的“对口专业教育”观念,拓宽了专业知识范围,使我国高等教育在专业设置上与发达国家比较接近,也有利于培养具有较宽知识结构和扎实理论基础的复合型人才。

在这一系列的专业调整及教学改革过程中,“机械工程及自动化”大专业教学计划有了根本性的变化,不仅根据机械工程学科的发展增加了一些课程,而且对原来设置的课程也作了较大调整。显然原来使用的专业教材已不能适应现代机械工程及自动化专业的教学要求,编写一套具有较宽知识面且能较全面反映当前机械制造领域发展的新理论、新方法与新技术的教材就显得非常迫切。

正是在这一背景下,西安交通大学机械工程学院与机械工业出版社共同策划、组织了我国西部地区部分高校“机械工程及自动化”系列教材的编写工作。参加编写的学校有西安交通大学、西北工业大学、西安电子科技大学、西安建筑科技大学、西安理工大学、昆明理工大学、四川大学等。目前确定的系列教材包括《机械工程测试技术》、《先进制造系统导论》、《工程材料基础》、《机械设计基础》、《数控技术》、《网络化计算机辅助设计与制造技术》、《材料成形原理》等。这些教材初步形成了机械工程及自动化专业主干课程的教材框架。其编写的定位点是适应于大机械类专业本科生学习。教材特别注重拓宽基础知识、加强工程背景和培养学生的工程实践能力。以期形成一个新的、适应于21世纪我国现代化建设和市场经济发展的大机械类专业教材体系。

系列教材的出版符合教学改革的精神,注重教材内容的创新性和系列的整体性,注重教学和人才培养的规律,同时反映了西部地区部分高校教学改革的成果,具有明显特色。此系列教材将为我国机械工

程及自动化专业建设和高等教育的教材建设作出积极的贡献。希望这套系列教材的出版能引起各校的关注与帮助,在实际使用中不断进行修订和完善,为我国高等教育机械类人才的培养不断作出贡献。

印名

前 言

制造业是社会可持续发展的基石,是创造社会财富的直接源泉。当前,随着信息技术和网络技术的发展,市场全球化进程大为加快,市场响应的快速化、产品的客户化等要求促使制造业必须采用先进的制造模式来组织生产,而计算机辅助设计与制造(Computer Aided Design and Manufacturing,简称 CAD/CAM)技术作为支持产品设计与制造的关键单元技术应起到重要的作用。

CAD/CAM 技术是以工程领域为对象,以制造技术、数控技术、计算机科学、信息技术等为支撑的先进实用化技术。应用 CAD/CAM 技术的目的在于从缩短生产周期、降低成本、提高质量、减少对环境的影响等方面支持各种产品的开发与制造过程。

CAD/CAM 技术的发展不仅受各种先进制造技术的影响,而且也有其自身发展的规律。当前,网络技术尤其是 Internet 技术的发展对 CAD/CAM 技术的最直接影响是正在改变着其应用模式的进化方向以及与应用模式相匹配的各项技能技术的实现方法等。据此,本书在介绍传统的 CAD/CAM 技术基础知识的基础上,结合因网络技术引入所带来的新问题,来论述网络化 CAD/CAM 技术的概念、原理、方法及实现模式。

本书可作为制造工程相关专业的本科生教材、研究生教学参考书,亦可用作从事相关专业工作的技术人员的参考书。我们希望通过本书能使读者从一个新的视点,了解 CAD/CAM 技术的基础、基本内容及方法;掌握在引入网络技术后 CAD/CAM 技术的变化;掌握网络化 CAD/CAM 的实现模式、关键技术及实施过程;了解网络化 CAD/CAM 的支撑技术,以便适应新形势的需要,适应社会发展的需要。

全书共由 7 章组成。其中,第 1 章主要介绍了 CAD/CAM 技术的相关概念、原理等;第 2 章描述了网络化 CAD/CAM 系统的基础支持技术与计算模型;从第 3 章开始,在介绍传统的 CAD、CAPP、CAM 技术的基础上,阐述因网络化而带来的新问题,并进一步论述了网络化 CAD/CAM 集成技术;为对相关技术有一个感性的了解,在第 7 章中,我们解剖了一个网络化 CAD/CAM 系统的实例。

全书由西安交通大学的江平宇教授主编,昆明理工大学的迟毅林教授副主编。第 1 章、第 5 章、第 7 章由西安交通大学的江平宇教授编写;第 2 章由西安交通大学的周光辉博士编写;第 3 章的 3.1、3.4、3.5 节由清华大学的黄利平博士编写;3.2、3.3、3.6 节由清华大学的戴永长博士编写;3.7、3.8 节由广东工

业大学的袁清珂教授编写；第 4 章由昆明理工大学的迟毅林教授编写；第 6 章由北京航空航天大学乔立红教授编写。

由于本书内容涉及面较广，有些内容首次出现在 CAD/CAM 类教材中，加之编者水平有限，错误之处在所难免，希望读者不吝赐教，编者在此谨表示衷心的感谢！

编 者

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 网络化 CAD/CAM 技术的定义	1
1.1.1 传统 CAD/CAM 技术的定义	1
1.1.2 网络化 CAD/CAM 技术的引入与定义	3
1.2 网络化 CAD/CAM 系统的组成	4
1.2.1 网络化 CAD/CAM 系统的软硬件组成	4
1.2.2 网络化 CAD/CAM 系统的模式	4
1.3 网络化 CAD/CAM 技术的新支持技术	6
1.3.1 现代设计支持技术	6
1.3.2 现代制造支持技术	7
第 2 章 网络化 CAD/CAM 的支持技术与实现结构	9
2.1 网络及 Internet/Intranet 技术	9
2.1.1 网络的起源及发展	9
2.1.2 Internet/Intranet 技术简介	10
2.2 C/S 与 B/S 结构	14
2.2.1 C/S 计算结构模式	14
2.2.2 B/S 计算结构模式	16
2.3 CORBA、DCOM 及其他中件技术	18
2.3.1 中件技术的概念及其在网络化应用系统中的作用	18
2.3.2 CORBA 及其功能	19
2.3.3 DCOM 及其功能	21
2.3.4 agent 及其功能	22
2.3.5 移动 agent 及其功能	25
2.4 数据库技术	28
2.4.1 数据库技术的发展	29
2.4.2 基于 Web 的数据库系统	30
2.5 网络化 CAD/CAM 系统的实现结构	36
2.5.1 CAD/CAM 系统的特征	36
2.5.2 网络化 CAD/CAM 系统的工作逻辑	37
2.5.3 网络化 CAD/CAM 系统的体系结构	38

第3章 计算机辅助设计技术	40
3.1 产品设计过程简介	40
3.1.1 产品生命周期的概念	40
3.1.2 产品设计的类型划分	41
3.1.3 产品设计过程	46
3.2 计算机辅助产品开发决策	48
3.2.1 产品开发过程	48
3.2.2 产品开发方法	49
3.2.3 计算机支持的产品开发	51
3.3 计算机辅助概念设计	53
3.3.1 概念设计的内涵	53
3.3.2 概念设计的基本方法	54
3.3.3 计算机辅助概念设计(CACD)的原理	58
3.3.4 CACD的关键技术	59
3.3.5 CACD系统	60
3.3.6 计算机辅助概念设计举例	61
3.4 计算机辅助产品造型设计	63
3.4.1 计算机辅助产品造型设计的概念	63
3.4.2 产品造型技术	64
3.4.3 计算机辅助产品造型设计的原理与方法	67
3.4.4 基于特征的产品信息模型	69
3.5 计算机辅助工程计算与分析	75
3.5.1 计算机辅助工程计算与分析的概念	75
3.5.2 工程计算与分析的方法与技术	75
3.5.3 计算机辅助工程计算与分析系统简介	84
3.6 产品协同设计	86
3.6.1 协同设计的基本概念	86
3.6.2 协同设计的支持技术	87
3.6.3 协同设计中的冲突	91
3.6.4 基于 Internet 的协同设计	94
3.6.5 协同设计系统及实现	95
3.7 DFx 驱动的产品设计方法	96
3.7.1 DFx 设计方法概述	96
3.7.2 主要的 DFx 设计方法	98
3.7.3 DFx 设计模式与流程	107
3.8 网络设计资源的发掘与运用	111
3.8.1 网络设计资源概述	111
3.8.2 网络设计资源的组织与控制	114

3.8.3 网络设计资源的运用	120
第4章 计算机辅助工艺设计	124
4.1 计算机辅助工艺设计及实现途径	124
4.1.1 计算机辅助工艺设计基本概念	124
4.1.2 CAPP的实现途径	126
4.2 零件制造特征模型及 CAPP 信息输入	130
4.2.1 零件制造特征模型	130
4.2.2 CAPP 信息输入	135
4.3 变异式 CAPP 系统的实现	141
4.3.1 成组技术	141
4.3.2 变异式 CAPP 系统的开发和实现过程	145
4.4 创成式 CAPP 的实现	149
4.4.1 工艺决策	149
4.4.2 创成式 CAPP 系统的开发和实现过程	155
4.5 网络资源及工艺数据库的建立	159
4.5.1 网络环境下的 CAPP	159
4.5.2 CAPP 工艺数据库的建立	161
第5章 计算机辅助制造	163
5.1 CAM 与网络化	163
5.1.1 制造硬件对 CAM 技术的影响	163
5.1.2 信息应用方式对 CAM 技术的影响	165
5.1.3 CAM 系统的网络化	167
5.2 开放式 CNC 体系结构	169
5.2.1 数控的轴的概念	170
5.2.2 基于运动控制卡的开放式 CNC 体系结构	170
5.2.3 基于 PC 软数控机理的开放式 CNC 体系结构	173
5.3 制造执行系统及网络化	174
5.3.1 制造执行系统的概念	174
5.3.2 制造执行系统的配置	175
5.3.3 基于制造执行系统的 CAM 扩展	178
5.4 e-服务驱动的网络化计算机辅助制造	179
5.4.1 产品制造 e-服务的概念	179
5.4.2 e-服务驱动的 CAM 的工作逻辑和运行流程	179
5.4.3 制造装备的 e-化技术及服务功能的提供	181
5.4.4 网络化制造执行系统的配置	185
5.4.5 网络化制造执行系统的运行	190
5.4.6 支撑制造执行系统运行的基础服务技术	204
第6章 CAD/CAM 系统集成技术	207

6.1 CAD/CAM 系统集成技术的概念	207
6.1.1 CAD/CAM 集成的意义	207
6.1.2 设计信息与制造信息的表达	207
6.1.3 设计信息与制造信息的关系	210
6.1.4 集成的形式	211
6.1.5 集成的层次	214
6.2 CAD/CAM 系统的数据集成技术	217
6.2.1 共享文件的数据集成实现方法	217
6.2.2 共享数据库的作用及其应用	222
6.2.3 基于统一产品信息模型的数据集成	224
6.3 CAD/CAM 系统的过程集成技术	229
6.3.1 过程集成与并行工程	229
6.3.2 过程模型的概念与建立方法	230
6.3.3 同构 CAD/CAM 系统的过程集成技术	236
6.3.4 异构 CAD/CAM 系统的过程集成	239
6.4 CAD/CAM 系统集成技术的应用	243
6.4.1 商品化 CAD/CAM 系统中的集成	243
6.4.2 网络化与 CAD/CAM 系统集成	251
第 7 章 网络化 CAD/CAM 系统实现的实例分析	253
7.1 网络化 CAD/CAPP/CAM 集成系统 TeleDM 简介	253
7.2 建立 TeleDM 的 Web 基础信息架构	253
7.3 实物原型评价驱动的并行设计模型	254
7.4 面向 RP 的计算机辅助工艺规划技术	257
7.4.1 层切算法	258
7.4.2 层路径规划	259
7.4.3 估计层累加造型时间	260
7.4.4 零件建造的理论精度预测	261
7.5 e-服务驱动的 RP 远程制造	262
7.5.1 基于 RP 的远程制造服务及平台的概念	262
7.5.2 使能基于 RP 的远程制造平台运行的关键技术	263
7.5.3 基于 RP 的远程制造服务平台的管理技术	269
7.5.4 基于 RP 的远程制造服务平台 TeleRP 的开发	271
7.5.5 基于 RP 的远程制造服务平台 TeleRP 的运行	275
7.6 支持 RP 驱动的并行设计过程的协同技术	275
7.6.1 同步协同支持工具 TeleCO 简介	275
7.6.2 基于实物原型的快速产品设计的协同环境	276
7.6.3 原型制造评价的同步协同技术	278
7.7 TeleDM 系统的实现与运行	281

7.7.1 TeleDM 系统的理想实现形式 281

7.7.2 TeleDM 的当前实现模式 282

7.7.3 TeleDM 系统的运行 284

参考文献 286

第1章 绪 论

计算机辅助设计与制造(Computer Aided Design and Manufacturing,简称 CAD/CAM)技术是以工程领域的通用与专用应用技术为基础,以数控技术、计算机科学和信息技术等为支撑的先进实用化技术。应用 CAD/CAM 技术的目的在于从缩短生产周期、降低成本、提高质量、减少对环境的影响等方面支持各种产品的开发与制造过程。同时,CAD/CAM 技术也是各种先进制造技术如敏捷制造、可重组制造、大规模定制制造技术的关键单元技术。

CAD/CAM 技术的发展不仅受各种先进制造技术的影响,而且也有其自身发展的规律。当前,网络技术尤其是 Internet 技术的发展对 CAD/CAM 技术的最直接影响是正在改变着其应用模式的进化方向、与应用模式相匹配的各项使能技术的实现方法等。然而,即便网络技术对传统 CAD/CAM 技术的内容有一定的影响,但 CAD/CAM 技术的基础部分仍起着重要作用且并不随着网络技术的引入而改变。据此,本书在介绍传统的 CAD/CAM 技术基础知识的基础上,结合因网络技术引入所带来的新问题,来论述网络化 CAD/CAM 技术的概念、原理、方法及实现模式。

作为概念性描述,1.1 节首先给出了 CAD、CAM、CAD/CAM 集成技术的定义、发展历史、应用哲理,以及引入网络化技术后导致的 CAD/CAM 应用模式的变化;1.2 节将介绍网络化 CAD/CAM 系统的软硬件组成、基本模式和扩展模式;1.3 节将描述现代设计技术和现代制造技术对网络化 CAD/CAM 技术的影响。

1.1 网络化 CAD/CAM 技术的定义

1.1.1 传统 CAD/CAM 技术的定义

从传统意义上看,CAD/CAM 技术是指计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD)、计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing,简称 CAM)、CAD/CAM 集成技术的总和。其中,CAD/CAM 集成技术依赖于计算机辅助工艺设计(Computer Aided Process Planning,简称 CAPP)技术,而 CAPP 恰是实现 CAD 与 CAM 集成的桥梁。有时,CAD/CAM 技术也可称之为 CAD/CAPP/CAM 技术。

1. CAD 的定义与概况

CAD 技术定义为采用计算机及其交互设备辅助人类实现产品设计全过程, 并产生最终产品设计方案、图样及相关文档的技术。CAD 技术有三个层面的含义, 即数据层面、过程层面和方法层面。

CAD 技术的数据层面含义是指相关到产品数据的生成、表达、传递、存储、变换等的产品建模; CAD 技术的过程层面含义是指过程链建模, 以及基于过程事件与状态数据处理的规划与调度等; 而 CAD 技术的方法层面含义是指采用什么样的设计方法学支持过程链运行, 以产生产品数据。CAD 技术的实现依赖于产品造型系统及相关的设计支持工具集, 它们构成了 CAD 系统。典型的产品造型系统有 Solidworks、Pro/E、Catia 等, 设计支持工具有 LCA 生命周期分析工具、设计链规划工具、DFX 评价工具等。

CAD 技术起源于 20 世纪 60 年代初的计算机绘图技术。1962 年, 美国麻省理工学院的 Sutherland 首次提出了交互式计算机图形学的概念, 并据此开发了阴极显像装置及光笔等硬件设备。而 CAD 概念的正式定义则出现于由 Coons 在美国计算机联合大会上发表的论文中。自此, CAD 技术不断地从原理、方法等方面进行扩张, 通过设计方法学、计算机图形学、优化理论、有限元分析、自由曲面理论、人工智能, 乃至并行工程、虚拟现实与高性能计算等技术的支持, 到目前已取得了很大的发展。

2. CAM 的定义与概况

CAM 是指采用计算机及其交互设备辅助人类实现数控编程, 并控制、监测、管理加工过程的一种技术。CAM 技术伴随着 20 世纪 50 年代中叶数控技术的出现而产生。随后, APT/EXAPT 自动编程语言开始出现, 并用于提高数控加工的效率。20 世纪 70 年代用于单件小批量生产的柔性制造系统以及随后在 80 年代开始风行的 CIMS 技术的出现为 CAM 技术的发展提供了新的契机, CAM 技术也从狭义的辅助数控加工延伸到包括制造监控、管理、质量保证等在内的多个方面, 且是 FMS 和 CIMS 的一项重要基础使能技术。

3. CAD/CAM 集成技术的定义与概况

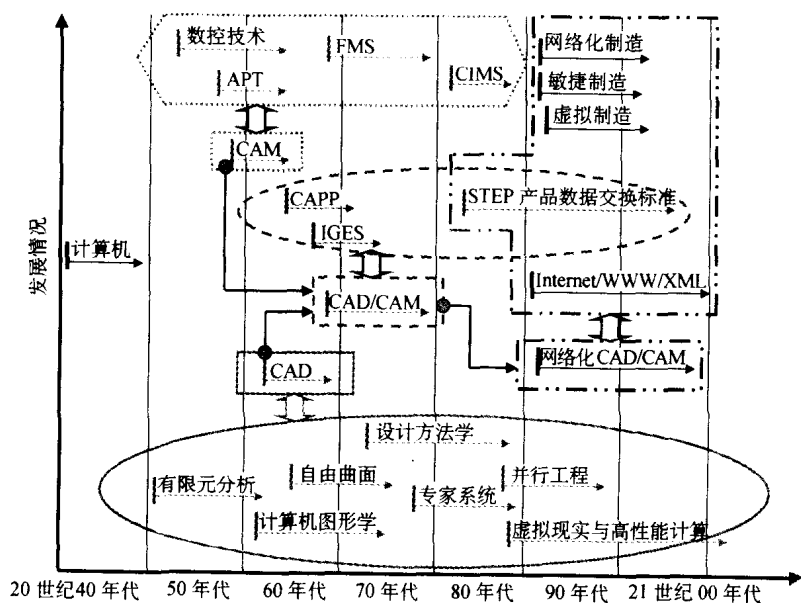
CAD/CAM 集成技术是指在不同的 CAD、CAM 系统间(通过 CAPP 系统)无缝地传递各种数据, 并从过程链的角度作为一个整体共同完成从产品设计、工艺规划、NC 编程到制造辅助等相关方面的工作。CAD/CAM 系统的集成可通过接口或系统的整体开发两种模式实现。其中, 前者用于在已有系统间实现集成, 后者用于单一系统模式的实现。

在 CAD、CAM 技术的概念、原理与方法形成的初期阶段, CAD、CAM 技术是按其各自的轨迹单独发展、进化的。20 世纪 70 年代初以来, 伴随着应用的深化, 一方面人们认识到不同 CAD 之间、CAD 与 CAM 系统间应该能达到数据共

享,以便产品的设计数据能被直接用于制造。这就派生出了对产品数据交换标准的研究,这类标准诸如初始图形交换标准 IGES、SET 以及后来的 STEP 等,并用来指导集成接口的开发。另一方面,人们也发现在 CAD 与数控加工之间还应包含计算机辅助工艺规划(CAPP)。因此,在某种程度上,CAD 与 CAM 技术之间的联接环节是如何在生产准备阶段实现工艺规划。然而,20 世纪 60 年代末出现的 CAPP 技术在开始时并未考虑到直接从 CAD 系统中获取数据。尽管如此,CAPP 的出现使得人们有机会开始把 CAD/CAM 作为一种整体技术来加以考虑与实现。为使得 CAPP/CAM 系统能直接获取 CAD 数据,在 20 世纪 80 年代中期,研究者提出了以形面特征为基础的特征概念,并由此派生出基于特征的 CAD/CAPP/CAM 集成方案。依据 CAD 系统与特征的相关性,特征识别与特征造型技术均获深度的发展。目前,虽然 CAD/CAM 集成技术的概念、原理与方法仍在不断完善,但无论是研究者还是应用者,对其已不陌生。

1.1.2 网络化 CAD/CAM 技术的引入与定义

网络技术出现于 20 世纪 70 年代, 其普及与应用依赖于 20 世纪 90 年代在 Internet/Intranet、尤其是 WWW (World Wide Web) 技术方面的不断发展与完善。因此可以说, CAD/CAM 技术向网络化的过渡主要以 Internet/Intranet 为计算环境方面



的基础支撑。然而, 网络化 CAD/CAM 技术的发展还需要相关的先进制造技术的支持, 如在 20 世纪 90 年代前后出现的敏捷制造哲理、虚拟制造技术、并行工程、网络化制造技术等。这两方面的因素促使了网络化 CAD/CAM 技术向纵深方向的发展。

到目前为止, 网络化 CAD/CAM 技术仍是一个发展中的技术。一般我们将网络化 CAD/CAM 技术定义为在网络环境下分布在不同地理位置上的不同 CAD、CAM 系统间(通过 CAPP 系统)无缝地传递各种数据, 并以过程链为纽带, 从整体协同的角度完成从产品设计、工艺规划、NC 编程到制造辅助等方面工作的一种集成技术。

网络化 CAD/CAM 技术得以大规模展开得益于 Internet 的发展, 并也已成为上述提及的若干先进制造技术的基本使能单元技术。图 1-1 则展示了 CAD、CAM、CAD/CAM、网络化 CAD/CAM 技术的发展历史、它们之间的关系, 以及相关的工程与计算环境支持技术。

1.2 网络化 CAD/CAM 系统的组成

网络化 CAD/CAM 技术的物理体现形式是网络化 CAD/CAM 系统。以下将讨论网络化 CAD/CAM 系统的模式及组成。

1.2.1 网络化 CAD/CAM 系统的软硬件组成

网络化 CAD/CAM 系统的软硬件组成如图 1-2 所示。

在软件方面, 网络化 CAD/CAM 系统包括 CAD 子系统、CAPP 子系统、CAM 子系统、数据库子系统等。其中, 上述各软件子系统既可以一体化的 CAD/CAPP/CAM 系统的不同模块出现, 也可是独立的子系统且通过统一接口模块构成的集成软件系统。

在硬件方面, 网络化 CAD/CAM 系统包括计算机、输入设备、输出设备、网络设备和制造执行子系统等。其中, 输入设备含鼠标、键盘、数字化仪、光笔、三维鼠标、数据手套等; 输出设备含打印机、绘图机、头盔显示器、立体视眼镜等; 网络设备含网线、集线器、交换机、路由器等; 制造执行子系统含加工设备、机器人、搬运设备、仓储设备、监控与检测装置等, 且寓意用这些设备按一定的配置与布局逻辑构成制造子系统。

1.2.2 网络化 CAD/CAM 系统的模式

一般而言, 网络化 CAD/CAM 系统的模式分基本模式和扩展模式两种类型。基本模式包括基于直接网络集成接口的模式、网络数据库模式、C/S 结构模式、B/S 结构模式四种; 扩展模式根据所采用的基础信息架构的不同分为基于 Agent 的模式、基于移动 Agent 的模式、基于 CORBA 的模式、基于 Web Services 的模