

(美) M. P. 格罗弗 E. W. 小齐默斯 著

CAD/CAM

计算机辅助设计与制造

CAD/CAM

CAD/CAM

科学出版社

计 算 机 辅 助 设 计 与 制 造

〔美〕 M. P. 格罗弗 E. W. 小齐默斯 著

翁世修 王 鹭等 译

刘慎权 翁世修 校

科 学 出 版 社

1991

内 容 简 介

本书是近年来全面阐述CAD和CAM的一本专著,它全面系统地叙述CAD、CAM的基本内容,详细介绍了CAD、CAM技术在工厂企业中的应用,反映和汇集了高技术中自动化技术的内容。

本书除概论(第一章)外共分八个部分。第一部分(第二、第三章)介绍计算机硬件配置;第二部分(第四至第六章)讨论CAD基本内容;第三部分(第七至第九章)叙述CAM的基础技术——数字控制;第四部分(第十、第十一章)叙述机器人技术;第五部分(第十二、第十三章)为成组技术和CAPP;第六部分(第十四至第十六章)为计算机集成生产管理系统;第七部分(第十七至第二十章)讨论计算机控制和管理生产的技术;第八部分(第二十一、第二十二章)讨论实施CAD/CAM系统的若干重要问题。

本书可作为高等院校工科各专业CAD和CAM等课程的教学用书,也可作为各工业部门中从事计算机、自动化的科技人员的参考书。

Mikell P. Groover Emory W. Zimmers, Jr.

CAD/CAM, COMPUTER-AIDED DESIGN AND MANUFACTURING

Prentice-Hall Inc., 1984

计算机辅助设计与制造

【美】M. P. 格罗弗 E. W. 小齐默斯 著

翁世修 王 鹭等 译

刘慎权 翁世修 校

责任编辑 黄岁新

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年5月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1991年5月第一次印刷 印张: 22¹/₄ 插页: 1

印数: 0001—2 600 字数: 507 000

ISBN 7-03-002056-1/TP·152

定价: 19.90元

译 者 的 话

本书是CAD/CAM（计算机辅助设计/计算机辅助制造）技术方面的一本专著，由美国里海大学著名教授M.P.格罗弗等人以其丰富的教学和科研实践经验编写而成，曾作为教材在该校使用。

书中详细阐述了高技术中有关计算机及其各种应用的基本内容。在CAD方面，包括CAD基础知识及其所需的硬件配置和软件系统，着重介绍了交互式图形处理技术和工程数据库等内容；在CAM方面，涉及到数字控制、数控编程、机器人技术、成组技术和工艺过程设计、计算机生产管理系统、计算机生产过程的监控和管理以及CAD/CAM系统的实施问题等众多领域的最新成就。该书反映了CAD和CAM学科的当今水平，特别是作者汇集美国各著名工厂、公司中应用CAD/CAM技术的一些实例，指明了生产中应用现代技术的趋势。

书中大部分章末附有习题并在书末列出各章的参考文献，可供读者进一步学习研究。

本书内容新颖，图文并茂，概念性强，不失为一部论述计算机应用技术的专著。它对我国各工业部门的技术发展，特别是对发展新兴的机械电子学科，实现机电一体化，开展（CAD/CAM）和（CIMS）计算机集成生产系统等研究工作，都有较大的参考价值和实用意义。本书也可作为大专院校师生学习CAD/CAM技术的参考书。

由翁世修翻译本书第一、第二、第十、第十一、第十三和第十九章；王鹭译序言、第三、第四、第五、第二十一、第二十二章和索引；李雨亭译第六和第七章；汤丽华译第八和第九章；顾贻善译第十二、第十七和第十八章；单雄豪译第十四、第十五、第十六和第二十章。最后由翁世修负责全书整理和统校工作。

中国科学院计算技术研究所刘慎权研究员对译稿作了认真校订，译者在此表示衷心感谢。

由于译者水平有限，书中疏漏欠妥之处在所难免，敬请读者指正。

序 言

本书旨在为读者提供一个有关CAD/CAM技术专题的全面评述。其中涉及到交互式计算机图形和CAD、数控、计算机工艺过程控制、机器人学、成组技术、计算机集成生产管理,以及柔性制造系统。这些专题中有相当一部分在其他著作中已有较为详尽的论述,因而在本书的每章结束后都列有重要参考书目。本书的特色在于集所有上述专题内容于一卷,并试图论述它们之间的关系。我们的观点是:这些不同的专题内容代表着一系列工作的有机结合,而不是简单集合了几个互不相关的工作。一旦有了CAD/CAM,就有可能使工厂中几乎所有的设计、生产工作实现集成化和自动化,从而提高加工过程的生产力及其效率。

本书是专为那些想要学习有关CAD/CAM的技术及其用途和使用范围的工程师、计算机专家和经理们写的。重点是单件或小批量产品加工厂的一些计算机辅助生产系统。对那些需要在CAD/CAM项目中作工程及经济决策的有实践经验的专业人员,本书不失为一本有益的技术参考书。在过去的十至十五年中,计算机辅助设计和制造技术获得了重大进展。本书为工程师、经理及计算机科学家们展示了这一领域的最新技术。

本书也可作为大学课程和工程师进修课程的一本教科书。现在越来越多的教育学者认识到CAD/CAM技术在工科大学课程中所占据的重要地位。在今后的十年中,预料会有更多的工程技术学院开设CAM和CAD/CAM课程。作为一本教科书,我们希望本书对这些课程能有较大的帮助。

早在1980年,首次与Prentice-Hall出版公司协商出版一本CAD/CAM著作时,我就计划为我的前著《自动化、生产系统和计算机辅助制造》写一本姐妹篇。由于《自动化、生产系统和计算机辅助制造》的主体是自动化和制造,因此,在本书中我计划着重论述计算机辅助设计以及使用计算机系统的设计制造一体化的内容。这样,两本书在一定程度上就有所重复。我的第一本书的读者在本书中会发现一些他所熟悉的专题内容。由于自动化和CAD/CAM这两个领域确实包含了许多共同内容,因此,这种重复是不可避免的。我希望这两本书互相补充,能成为研究计算机辅助设计、计算机集成生产系统和工厂自动化方面内容丰富充实的一套专著。

在此,我必须对我的同事Emory Zimmers(本书合著者,现在里海大学企业管理系工作)表示感谢。早在构思本书时,我就深深感到CAD/CAM这个题目包含的专题内容和技术极为广泛。如果要对CAD/CAM涉及到的整个领域进行内容详尽的论述,那么搜集原始材料的工作绝非一个作者所能胜任的。当时,Emory也有在CAD/CAM方面著书的想法,可能他也面临着我所遇到的同样困难。为了能对CAD/CAM领域进行全面、高质量的论述,我们决定互相取长补短,合著本书。值得一提的是,Emory在本书第二、三、四、五、六、十七、二十一和二十二章中完成了重要的篇幅。最终由我完成了全书的定稿。

致谢

编写本书的工作量很大,在编写工作中,我们要借助许多人的帮助。在此向所有为写

作此书提供帮助的个人和公司致谢,并对以下曾为我们提供技术资料和审阅部分手稿的个人表示感谢。他们是:里海大学的同事——统计学家和数学家 John W. Adams;我们先前的学生,现在机器人工业界供职的 Frank Bibas;航天产品和化学制品有限公司的 ACD/CAM 专家 Jim Buskirk;我的同事,前任系主任 Arthur Gould;我在航天产品和化学制品有限公司工作的挚友 Jack Hughes——他曾多次与我合作著书;曾在里海大学制造工艺实验室供职的 Herb Ketcham;得克萨斯仪器公司 Bridgeport 控制部的 Marvin Kreithen;里海大学 CAD 实验室的 Mark Lang——他同时也是机械工程及力学系的教师;Prentice-Hall 出版公司的计算机著作的编辑 Lance Leventhal;通用电气公司的 Ron Lovetri;里海大学机器人研究所所长 Roger Nagel;西方电气公司的工程师 Glenn Offord——他也是我的硕士研究生;里海大学企业管理系的 Louis Plebani, Jr.;开设私人 CAD/CAM 咨询公司的 Paul Quantz;McDonnell-Douglas 有限公司的 Ron Sherertz;通用电气公司的 Tom Shank;里海大学机械工程系的 Theodore Terry;美国机器人公司的 Mitchell Weiss;IBM 公司的 Bob Wolfe,以及目标识别系统有限公司的 Nello Zuech。

里海大学的一些学生们完成了本书很多原始资料的预备和整理工作。他们是:Thomas Costello, Robert Gervis, Donna Harle, Robert Kimball, Carol Richardi (现在是 Glenn Riggins 夫人)以及 Jonathan Ripsom。

在此我们同样要感谢许多 CAD/CAM 及其有关的工业公司,他们提供了大量技术信息、照片(作为本书的图以及其它原始资料)。这些公司是:Applicon Bendix 有限公司(自动化及测量部),得克萨斯仪器公司的 Bridgeport 机械部, Cincinnati Milacron, Computervision 公司, DEC 公司,通用电气公司, Gerber 科学仪器公司, Heath 有限公司, IBM 公司, Kearney & Trecker 公司, McDonnell-Douglas 自动化有限公司, MDSI, MTM 协会, Numeridex 公司, Object Recognition System 公司, Organization for Industrial Research 公司, Prab Conveyors 公司, Scans Associates 公司, Threshold Technology, Unimation 公司,以及 Warnar & Swasey 有限公司。

本书引用了前书《自动化、生产系统和计算机辅助制造》中的一些插图。在此感谢 Prentice-Hall 出版公司允许我复制这些插图。这些图是(指前书中的图号): 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.10, 8.1, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.8, 8.9, 8.10, 8.11, 8.12, 8.13, 8.14, 8.15, 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.6, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.8, 11.12, 11.14, 11.20, 12.2, 14.2, 15.1, 15.2, 15.3, 15.9, 16.3, 16.4, 17.1, 17.2, 17.4, 17.7, 17.8, 17.9, 18.1, 18.2, 18.3, 18.4, 18.5, 18.6, 18.7, 18.8, 18.9, 18.13, 18.14, 和 18.15。另外,本书经允许还引用了前书中的表 16.2。

最后,我要对出色完成本书手稿打字工作的 Marcia Mierzwa 夫人以及她所在的 Information Processing Systems 公司表示深切的谢意。

献辞

70年代初期,里海大学企业管理系的 CAD/CAM 工作规划是从依靠一个单个交互式计算机图形终端做一些普通的课题开始的。至今我还记得其中一个课题是关于在机械加工中的刀具的图形造型。1975年,在 Emory Zimmers 的指导下,企业管理系成立了计算机辅助制造实验室。当时,制造行业中计算机在数控、加工过程监控、材料供应计划以及其他应用

方面的日益增长的重要性,对我们这些企业管理人员,特别是与制造有关的人员来说是相当清楚的。该领域在里海大学企业管理系系中的发展,Emory作了很大的努力。直到1979年左右,机械工程及力学系才认识到计算机图形学在设计中的重要性,并把计算机图形学纳入该系的研究工作。这个工作由该系系主任Dong Abbott和当时一位新教师John Ochs领导进行。Ochs曾在宾夕法尼亚州立大学做声学方面的博士论文,他曾使用计算机图形学作为研究的工具。Abbott, Zimmers, Ochs 和企业管理系主任 George Kane成立了一个包括里海大学开发部的Mike Bolton在内的小组,在里海大学致力于CAD/CAM领域的开发。该小组吸收Bolton为成员是极其明智的。小组的主要活动之一是出访各大公司,请求它们参与里海大学的CAD/CAM计划。Bolton在与工业界建立联系和组织出访工作中表现相当出色。如果仅仅说该小组为促进CAD/CAM计划而在校外花费了许多日子,这是对他们所付精力和时间的一种低估。实际上,他们努力的结果造就了一项耗资数百万美元的开发项目,为里海大学提供了全美最优秀的大学CAD/CAM实验设备。而且比这更重要的是,这个CAD/CAM项目在里海大学提高了人们对计算机辅助设计和制造的认识,参与该工作并引起了广泛的兴趣。从而给里海大学师生双方带来裨益并使之受到促进。撰写本书时,CAD/CAM的工作范围已从企业管理系和机械工程系扩大到里海大学的其他系科。在某种意义上,本书就是这个CAD/CAM项目的产物。因此,把本书奉献给这个项目是再恰当不过了。

M. P. 格罗弗

目 录

序言

第一章 概论	1
1.1 CAD/CAM定义	1
1.2 产品循环和CAD/CAM	2
1.3 自动化和CAD/CAM	4
1.4 本书内容的编排	7

第一部分 计算机——CAD/CAM的基础

第二章 计算机技术	9
2.1 概述	9
2.2 中央处理机 (CPU)	10
2.3 存储器的类型	12
2.4 输入/输出设备	14
2.5 数据的表示法	16
2.6 计算机编程语言	17
2.7 计算机系统的操作	19
习题	21
第三章 小型计算机、微型计算机和可编程序控制器	23
3.1 概述	23
3.2 小型计算机	24
3.3 微型计算机	27
3.4 可编程序控制器	30
习题	35

第二部分 计算机辅助设计

第四章 计算机辅助设计基础	36
4.1 概述	36
4.2 设计过程	38
4.3 计算机在设计中的应用	39
4.4 建立一个用于加工的数据库	44
4.5 计算机辅助设计的效益	44
4.6 一些实例	49
第五章 计算机辅助设计中的硬件	54
5.1 概述	54
5.2 设计工作站	55
5.3 图形终端	55
5.4 操作输入设备	59

5.5 绘图机和其他输出设备	63
5.6 中央处理机	66
5.7 外存储器	67
习题	68
第六章 计算机图形软件和数据库	69
6.1 概述	69
6.2 一个图形系统的软件配置	69
6.3 图形软件包的功能	70
6.4 几何构形	72
6.5 变换	74
6.6 数据库结构和内容	79
6.7 线框模型和实体造型	82
6.8 其他CAD特性和CAD/CAM的一体化	85
习题	85

第三部分 数字控制——CAM的开端

第七章 传统的数字控制	87
7.1 概述	87
7.2 数控系统的基本组成	88
7.3 数控过程	91
7.4 数控坐标系统	91
7.5 数控运动控制系统	93
7.6 数控的应用	95
7.7 数控装置的经济性	98
7.8 小结	99
第八章 数控零件编程	101
8.1 概述	101
8.2 数控穿孔纸带	101
8.3 纸带代码和格式	102
8.4 手工编程	103
8.5 计算机辅助编程	106
8.6 APT语言	109
8.7 APT中的宏指令 (MACRO) 语句	117
8.8 用交互式图形进行数控编程	119
8.9 语音数控编程	123
8.10 手工数据输入	124
习题	125
附录: APT字定义	128
第九章 数控中的计算机控制	135
9.1 概述	135
9.2 传统数控的一些问题	135
9.3 数控控制器技术	136

9.4	计算机数控 (CNC)	137
9.5	直接数字控制	140
9.6	DNC/CNC系统的组合	144
9.7	自适应控制加工系统	145
9.8	数控的趋势和新发展	150

第四部分 工业机器人

第十章	机器人技术	154
10.1	概述	154
10.2	机器人的机械构造	154
10.3	机器人的基本运动	158
10.4	其他技术性能	159
10.5	给机器人编制程序	162
10.6	机器人编程语言	163
10.7	执行件	166
10.8	工作单元的控制和互锁	168
10.9	机器人的传感器	170
	习题	171
第十一章	机器人的应用	173
11.1	机器人应用中的一般考虑	173
11.2	物料的输送	174
11.3	机器上料	175
11.4	焊接	176
11.5	喷漆	179
11.6	加工作业	180
11.7	装配	181
11.8	检验	183

第五部分 成组技术和工艺过程设计

第十二章	成组技术	184
12.1	概述	184
12.2	零件族	185
12.3	零件分类和编码	187
12.4	零件分类和编码的三个系统	188
12.5	成组技术的加工单元	194
12.6	成组技术的效益	196
	习题	198
第十三章	计算机辅助工艺过程设计	199
13.1	设计功能	199
13.2	检索型工艺过程设计系统	200
13.3	生成型的工艺过程设计系统	203
13.4	CAPP (计算机辅助工艺过程设计) 的效益	205

13.5	切削加工的数据系统	206
13.6	计算机生成的工时定额	211
习题		213

第六部分 计算机集成生产管理系统

第十四章	生产计划与管理	217
14.1	概述	217
14.2	传统的生产计划与管理	217
14.3	传统的生产计划与管理存在的问题	220
14.4	计算机集成生产管理系统	221
14.5	成本计划与管理	225
第十五章	库存管理和MRP (材料供应计划)	227
15.1	概述	227
15.2	库存管理	227
15.3	材料供应计划	230
15.4	MRP基本概念	230
15.5	MRP输入	232
15.6	MRP如何工作	234
15.7	MRP输出报告	235
15.8	MRP的效益	237
15.9	MRPⅡ, 制造资源计划 (Manufacturing Resource Planning)	237
习题		239
第十六章	车间现场控制与计算机过程监控	241
16.1	概述	241
16.2	车间现场控制的功能	241
16.3	车间现场控制系统	242
16.4	操作规划	245
16.5	工厂数据收集系统	249
16.6	计算机过程监控	253
习题		255

第七部分 计算机控制

第十七章	计算机与加工工艺接口	257
17.1	概述	257
17.2	工艺过程的数据	257
17.3	工艺过程数据的系统解释	258
17.4	接口硬件设备	260
17.5	数字输入/输出处理	264
17.6	层次式计算机的结构和网络	267
习题		269
第十八章	计算机过程控制	271
18.1	概述	271

18.2	制造过程的结构模型	271
18.3	过程控制策略	272
18.4	分散控制和集中控制	277
18.5	直接数字控制	280
18.6	监控的计算机控制	281
第十九章 计算机辅助质量管理		284
19.1	概述	284
19.2	质量管理中的基本术语	285
19.3	用于质量管理中的电子计算机	286
19.4	接触式检测方法	288
19.5	非接触式检测方法——光学方法	289
19.6	非接触式检测方法——非光学方法	293
19.7	计算机辅助测试	294
19.8	计算机辅助质量管理(CAQC)和CAD/CAM的一体化	297
第二十章 计算机集成制造系统		299
20.1	概述	299
20.2	制造系统的类型	299
20.3	机床和有关设备	302
20.4	物料运储系统	305
20.5	计算机控制系统	307
20.6	制造系统中的人工劳动	310
20.7	CIMS (计算机集成制造系统) 效益	311
第八部分 CAD/CAM的实现		
第二十一章 实现CAD/CAM系统		313
21.1	概述	313
21.2	按合同提供的制成品CAD/CAM系统	314
21.3	选择的准则	316
21.4	对系统选择方案的评价	319
第二十二章 CAD/CAM的远景		322
参考文献		324
汉英对照索引		338

第一章 概 论

1.1 CAD/CAM定义

CAD/CAM指的是计算机辅助设计与计算机辅助制造。它是在设计和生产中用数字计算机完成某些功能的一种技术,这种技术使生产厂在习惯上是各自独立的设计和制造的两件工作成为有进一步相结合的可能,最终CAD/CAM又将为今后计算机集成化工厂提供技术基础。

计算机辅助设计(CAD)可定义为用计算机系统来辅助一个设计工作的产生、修改、分析或优化。计算机系统由硬件和软件组成,用以完成各用户所需要的专门设计任务。CAD硬件常包括计算机、一个或多个图形显示终端、键盘和其他外部设备,CAD软件由实现计算机图形的程序所组成,另外还有一些有助于用户做工程技术工作的应用程序,这些应用程序的例子包括构件的应力-应变分析、机械动态响应、热传导计算和数控零件编程等。由于各个用户的生产线、生产过程及销售市场不同,它们的一些应用程序也不同,这些因素也使得计算机辅助设计系统有不同的要求。

计算机辅助制造(CAM)可定义为通过对工厂生产资源的直接或间接的计算机接口联系,来达到用计算机系统对制造厂的作业进行设计、管理和控制。按定义计算机辅助制造的用途可分成两大类:

1. 计算机监视和控制 这是直接应用的一种类型,它是将计算机与制造过程直接连接,以便对过程进行监视和控制。

2. 支持制造的应用 这是间接应用的一种类型,这里计算机用于支持工厂中的生产过程,但是计算机与制造过程之间没有直接连接。

两类用途之间的区分对于理解计算机辅助制造是重要的。看来要对这两类用途的定义作出详细的说明。

计算机监视和控制可分成监视方面和控制方面的应用。计算机过程监视包括计算机和制造过程的直接连接,用来观察加工过程及其关联设备和收集加工过程中的数据。计算机不是直接用于控制作业,加工过程仍然由操作人员按计算机编译信息来手工控制。

计算机过程控制比过程监视更进一步,它不仅能观察过程,而且能在观察的基础上进行控制。监视和控制之间的区别如图1.1所示。在用计算机监视时,过程和计算机之间的数据流是单向的,从加工过程到计算机。在计算机控制中,计算机接口允许双向的数据流。信号从加工过程传递到计算机,这点同计算机监视完全一样,另外,计算机可根据在其软件中的控制算法直接向加工过程发出命令信号。

除了用于过程监视和控制的、与计算机过程的直接接口有关的应用外,计算机辅助制造还包括计算机在工厂的生产制造中起支持作用的那些间接应用。在这些应用中,计算机不是直接连接到制造过程,而是以“脱机”(off-line)方式来提供设计、计划表、预测、指令和信息,使企业的生产资源的管理更为有效。计算机和加工过程之间的联系形式如

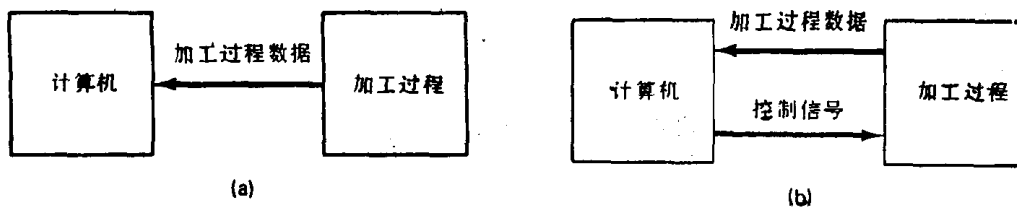


图 1.1 计算机监视与计算机控制：(a) 计算机监视；(b) 计算机控制

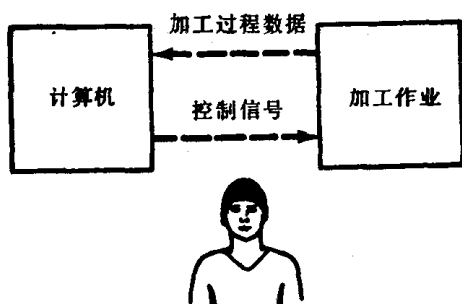


图 1.2 用于支持制造的CAM

图1.2所示,虚线表示通讯和控制的连接是一种“脱机”的联系,这种通讯和控制的接口连接作用常常由操作员来完成的。用于支持制造的CAM的一些实例将在本书后面几个章节中详细叙述,它们是:

计算机数控零件编程 为自动化机床配制控制程序。

计算机自动工艺过程设计 计算机制定加工专用产品或零件的操作顺序表。

计算机制定工作规范 计算机确定专

用生产作业的时间定额。

生产进度表 计算机确定符合生产需要的合理计划。

材料供应计划 计算机用于确定何时订购原材料、购买零件和应订购多少才能达到生产进度。

车间现场控制 在CAM的这个用途中,是利用从工厂中收集的一些数据来确定各种生产作业顺序的进度。

上述例子,在使用中要为计算机程序提供输入,或要解释计算机输出结果和执行所要求的动作,这些工作均由人工方式进行。

1.2 产品循环和CAD/CAM

为了使读者理解在加工厂生产中CAD/CAM的范围,必须调查在产品的设计和制造中完成的各种动作和功能,我们把这些动作和功能叫做产品循环。

图1.3表示在产品循环中各阶段的框图。其循环由产品的用户和市场来决定,这些应该是大量不同的工业和消费市场而不是一个整体市场,产品循环的活动方式会随着不同的用户而发生差别。在某些情况下,设计工作由用户完成,而产品制造由不同工厂完成。在另一些情况下,产品设计和制造由同一工厂完成。无论什么情况下,产品循环从基本观念即产品概念开始,经设计后,这个概念被开发、精化、分析、改进并转化成设计方案。设计方案中,包括画出一套表示产品怎样制造的工程图和提供一套产品如何加工的说明书。

除了工程变动外,一般都遵循产品循环的全过程,如在图1.3中完成了设计工作,接下去的工作涉及产品的制造,要提出一个加工工艺计划,在计划中详细说明产品制造时作业的顺序。为了生产新产品有时必须获得新的设备和工具。进度表提交一个计划,其中规

定公司在某一日期前加工出一定数量的产品，一旦计划全部订好，产品就投入生产。接着是质量检验，最后向用户交货。

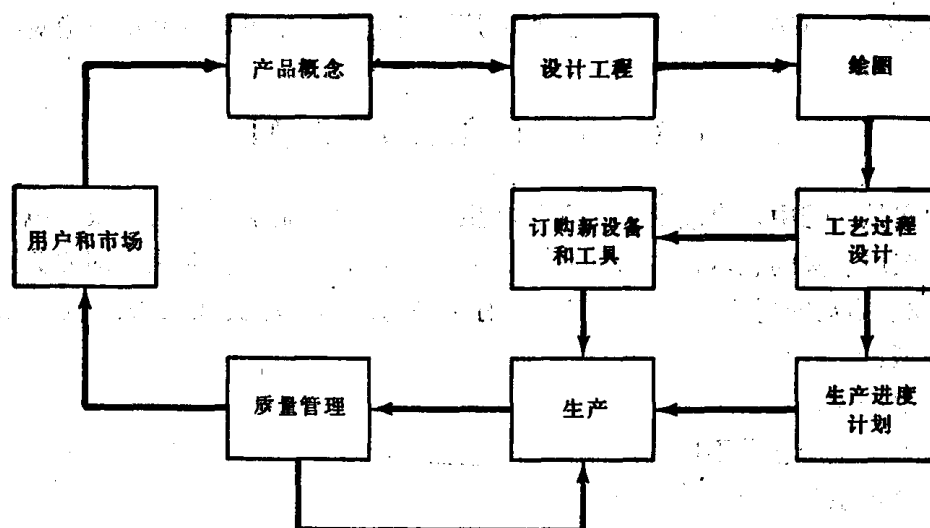


图 1.3 产品循环（设计和制造）

如图1.4所示，在产品循环的各种不同阶段中显示出CAD/CAM的效果。其中计算机辅助设计和自动绘图用在产品构思、设计和提供文件资料上，计算机用作完成加工工艺设计和拟定进度表的工作是更为有效。在生产这个环节中，计算机用于加工过程的监视和控制

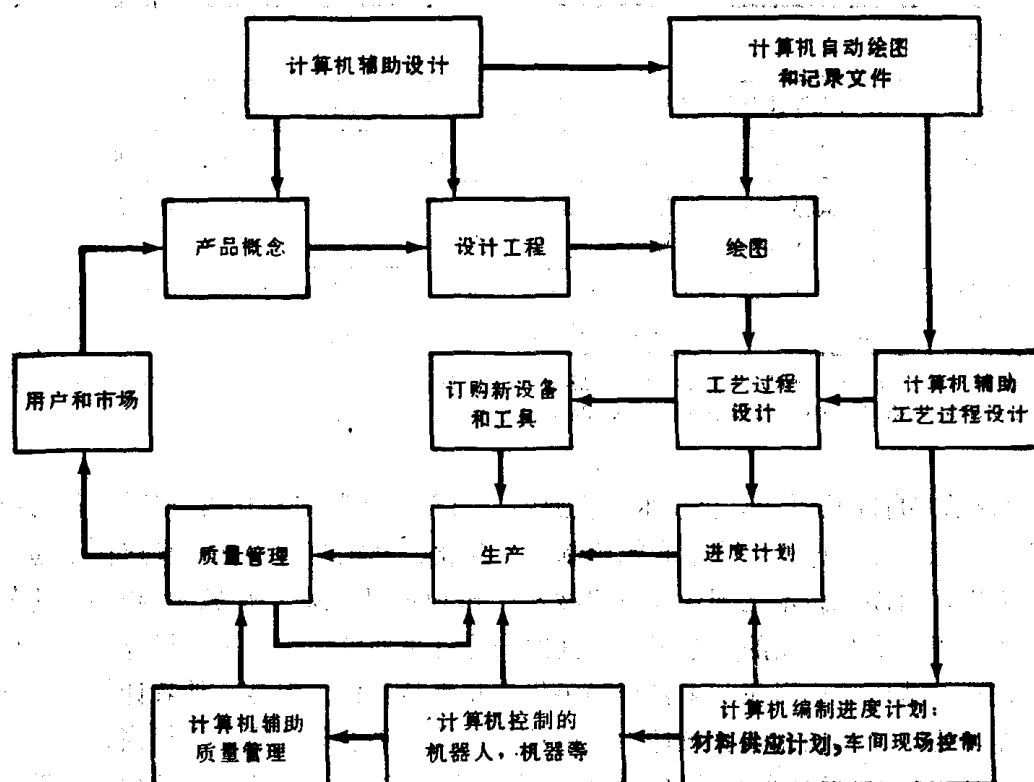


图 1.4 CAD/CAM两者合并后的产品循环

制。在质量控制的环节中,计算机用作对产品及其部件作检查和进行性能试验。

如图1.4所示,CAD/CAM实际上是包括产品循环的所有活动和功能。在现代化制造厂的设计和生作业中,计算机已经成为普遍的、实用的和必不可少的工具,制造厂和他们的雇员们了解CAD/CAM工作,这在战略上是极其重要,并在竞争上也是绝对必要的。

1.3 自动化和CAD/CAM

在参考文献[3]中,自动化被定义为在生产作业和控制中一种与机械、电子和基于计算机系统的应用有关的技术。本节的目的是确立CAD/CAM和自动化之间的关系。

正如1.2节指出的对于不同的生产工厂有不同的产品循环实现方法。生产活动可分成四种主要类型:

- (1) 生产流水线。
- (2) 大量生产各种不同的产品。
- (3) 批量生产。
- (4) 加工车间生产。

表1.1给出四种生产类型的定义,根据产品的种类和生产数量所定出的四种类型之间关系可由图1.5概括表示,图示的分类中有一些重叠。表1.2提供一张表示自动化技术的每一生产类型中具有显著成绩的表。

表 1.1 四 种 生 产 类 型

生 产 类 型	说 明
1.生产流水线	大批量产品的专用连续生产。例如,化工厂和炼油厂的连续生产。
2.大量生产各种产品	单一产品(包括略微改型)的大量生产。例如,汽车、仪表和发动机体。
3.批量生产	同样产品或零件的中等批量生产,其批量可以是一次性生产或重复周期生产。例如,书、衣服和某些工业机械。
4.加工车间生产	经常是同一种类型专门产品的小批量生产,其产品常是定做的或技术复杂的产品,例如,样机、飞机、机床和其他装置。

资料来源:经许可摘自“Industrial Engineering” Magazine, November, 1981. Copyright © Institute of Industrial Engineers, 25 Technology Park/Atlanta, Norcross, GA 30092

表1.2表示在自动化中计算机技术的重要性,目前大多数自动化生产系统都利用计算机。读者也许想到数字计算机就会联想到制造自动化。其实两者不是一直连在一起的,首先从历史上看,自动化技术比现代计算机技术¹⁾出现得早,关于机械化和半自动化的流水线的例子可以追溯到早期的汽车工业。其次计算机早期应用主要是电子计算器应用的扩大,计算机在制造中的应用在50年代至60年代初几乎是空白。但是,随着计算机成本降低和它的功能增强,使得在制造和设计中应用计算机的经济合理性得到了提高。

另外,从表1.2可看到高产量(表中第一类和第二类)的经济性在自动化中有助于激发

1) 我们把计算机技术追溯到1951年(UNIVAC),在更早时期由Charles Babbage (1792—1872) 和其他人的贡献则不计及。

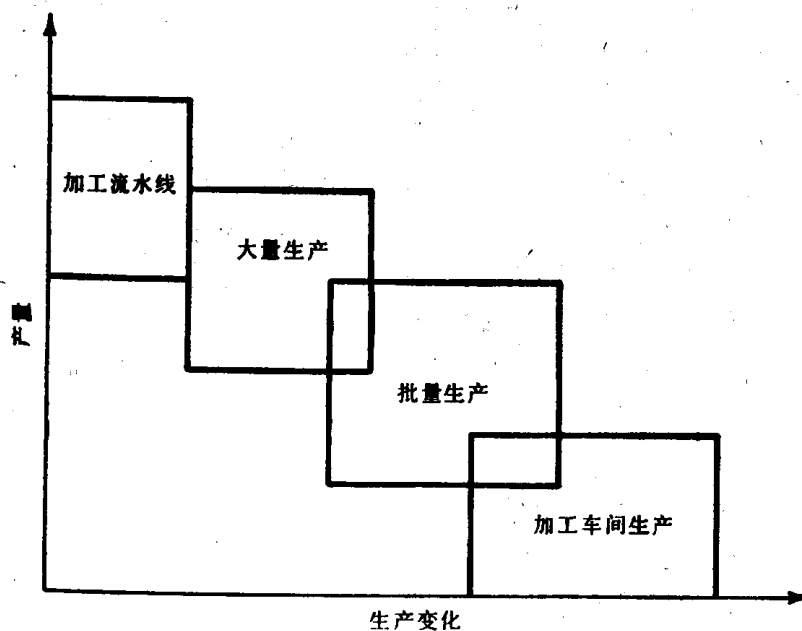


图 1.5 四种生产形式与数量和生产变化的关系（经许可翻印自“*Industrial Engineering*” Magazine, November, 1981, Copyright © Institut of Industrial Engineers, 25 Technology Park, Atlanta Norcross, GA 30092.）

表 1.2 四种生产类型中的自动化成就

生产类型	自动化成就
1. 加工流水线	全线流水线生产。 传感技术，可用来测量重要加工参数。 精密控制和优化法的应用。 全部自动化的计算机装置。
2. 大量生产各种产品	自动线。 刻线机。 半自动和全自动的装配线。 用作点焊、零件搬运、机器装料、喷涂油漆等工业机器人。 自动送料系统。 计算机生产监控。
3. 批量生产	数控 (NC)、直接数控 (DNC)、计算机数控 (CNC)。 自适应控制加工。 点焊、零件搬运机器人。 计算机集成制造系统。
4. 加工生产车间	数控、计算机数控。

资料来源：经许可摘自“*Industrial Engineering*” Magazine, November, 1981. Copyright © Institute of Industrial Engineers, 25 Technology Park/Atlanta, Norcross, GA 30092.

出一些最大的生产成就。生产自动化技术习惯地认为是集中在一台设备和其上的一些加工作业上。有人可能会认为生产自动化的范围局限于一些加工作业和与之有关的机床。相反，CAD/CAM除了它特别强调计算机技术的应用外，其区别是在于不仅包括一些加工作业，而且还包括加工前一系列的设计和规划工作。