

制造业信息化工程丛书之 **CAXA**



CAXA公司与众多高校联袂打造



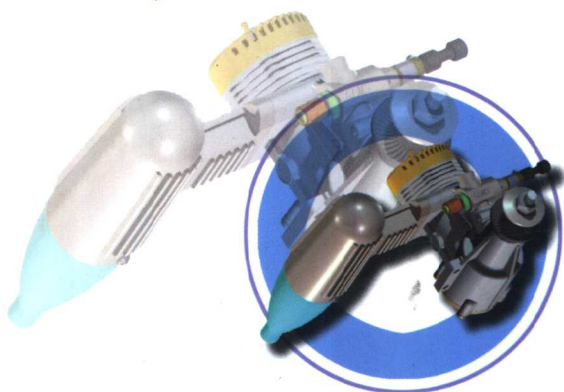
CAXA 试用版软件
真正体现实战演练

CAXA

数控铣 CAD/CAM 技术

张德强 主编

辛岚 李传军 赵太平 等编著



机械工业出版社
China Machine Press

制造业信息化工程丛书之 CAXA

CAXA 数控铣 CAD/CAM 技术

张德强 主编

辛 岚 李传军 赵太平 等编著



机械工业出版社

本书从应用角度系统介绍了数控技术及 CAD/CAM 方面的知识, 通过实例介绍了 CAXA 制造工程师、MasterCAM、UG 等 CAD/CAM 软件的造型设计及数控加工方法。其中 CAXA 制造工程师是一种高效易学、具有卓越工艺性能的优秀 CAD/CAM 软件。它为数控加工提供实体、曲面混合的 3D 造型、模具设计、二至五轴铣削数控加工编程手段和强大数据接口等功能, 也是劳动部“数控工艺员”职业资格培训指定使用软件, 因此本教材重点介绍该软件内容。MasterCAM 和 UG 也是在国内外被广泛使用并具有强大 CAD/CAM/CAE 功能的优秀软件, 结合三类软件的优点对零件进行设计加工, 能更好地解决数控加工中的各类问题。读者只需认真学习几个实例就能快速掌握 MasterCAM、UG 软件的操作使用方法, 从而为更深入地学习和应用上述软件打下扎实基础。

本书配合数控发展和 CAXA 的大学教育计划, 主要作为普通高等学校机械类、机电类专业的教学用书, 也可作为大专、高职高专、成人教育及工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

CAXA 数控铣 CAD/CAM 技术/张德强主编.

-北京: 机械工业出版社, 2005.3

(制造业信息化工程丛书之 CAXA)

ISBN 7-111-16229-3

I. C… II. 张… III. 数控机床: 铣床-计算机辅助设计-高等学校: 技术学校-教材 IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 017466 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: 王平 责任编辑: 马晓娟 版式设计: 张红英

三河市宏达印刷有限公司印刷 · 新华书店北京发行所发行

2005 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·24 印张·590 千字

0001-5000 册

定价: 37.00 元 (含 1CD)

凡购本图书, 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) 68326294

封面无防伪标均为盗版

编委会名单

顾问 (按姓氏笔画排序)

- 朱心雄 北京航空航天大学教授
刘占山 教育部职业教育与成人教育司副司长
陈贤杰 科技部高新科技产业司副司长/全国 CAD 应用工程办公室主任
周正寅 全国 CAD 应用办公室专家
唐荣锡 中国工程图学学会理事长
黄永友 《CAD/CAM 与制造业信息化》杂志总编
韩新民 机械科学院系统分析研究所所长
雷毅 北京数码大方科技有限公司/CAXA 总裁

主编

张德强

编委

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 辛 岚 | 李传军 | 赵太平 | 秦进民 | 宛剑业 |
| 王海洋 | 李金华 | 曹锦宝 | 石 磊 | 吴永国 |
| 李卫民 | 彭志强 | 林少芬 | 姜 明 | |

序

进入新的世纪以来，信息化、网络化、智能化、全球化，以及产品创新更快，品质更优，成本更低，服务更好等已经成为当代全球制造业发展的基本特征。随着我国综合国力的进一步增强和加入世界贸易组织（WTO），我国经济全面与国际接轨，并正在成为全球最重要的制造业基地；中国制造业正在迎来历史上最好的、空前蓬勃发展的崭新时期。中国制造业的大发展，必然要求快速形成与之适应的中国 CAD/CAX 产业；立足自主开发与引进国际先进技术相结合，通过联盟与整合，努力打造面向制造业信息化服务的 CAD/CAX “中国军团”，已经成为我国制造业大发展的迫切要求。

CAXA 作为我国自主知识产权软件的优秀代表和知名品牌，十多年来从“制造工程师”起步，以“电子图板”驰名，先后推出“实体设计”、“三维图板”、“网络 DNC”、“协同管理”等近 20 个系列软件产品，覆盖了制造业信息化设计、工艺、制造和管理四大领域，形成“易学、实用”的鲜明国产软件特色，赢得了广大工程技术人员的信任和好评；已成功销售正版软件 100 000 套（其中 3D 软件 15 000 套，CAM 软件 12 000 套），正在航空、航天、核工业、船舶、石油、化工、汽车、铁路、电力、电子、家电、通信等众多制造业行业被广泛应用，在国内 CAD/CAX 市场占有率稳居第一；荣获国家“八五”、“九五”多项科技攻关项目和奖项，并成功于 2001 年和 2002 年两度牵头组织国内有实力的 CAD/CAM 研究机构和软件厂商，负责承担“十五”国家制造业信息化工程重中之重的“制造过程管理系统”和“三维 CAD 系统”重大课题，是我国 CAD/CAX 技术与市场的领导者和先锋军。

自 2000 年初 CAXA 与北京航空航天大学共同启动“CAXA 教育培训计划”以来，CAXA 就在 CAD/CAX 应用人才的培训/培养方面迈出了可喜的一步，得到了社会各界的广泛欢迎和积极参与。到目前使用 CAXA 软件开展教学和培训的院校与培训机构已超过 800 家，先后培训师资 3 000 多人次，编写出版教材/图书 200 多套，连续 3 年直接培训学生/学员超过 10 万人次；同时 CAXA 软件先后成为劳动与社会保障部“现代制造技术应用软件课程培训/国家高技能人才职业资格”培训考试软件、劳动与社会保障部“制图员”职业资格考试软件、教育部 NIT（全国计算机应用技术证书考试）“计算机绘图”考试软件、教育部“优秀职业教育软件”等。

这套 CAXA 系列教程的编写出版，既是应市场对学习掌握 CAXA 的强烈要求，又是 CAXA 公司与众多院校及培训机构在应用人才培养方面广泛合作的结晶。相信通过这套 CAXA 系列教程的编写出版，必将会为我国 CAD/CAM 应用人才的培养、为我国制造业信息化的发展做出新的贡献。

我国的制造业将是未来全球制造业的中心；中国的 CAD/CAX 产业已开始走向成熟，CAD/CAX “中国军团”已开始形成，并正在成为服务于信息化“中国制造”的主力军。CAXA 愿与各界朋友一起共同为此而努力。

CAXA 总裁：雷毅 博士

前 言

进入 21 世纪后,我国正逐渐成为全球最重要的制造业中心,这必然会对掌握现代信息化数控制造技术的人才形成巨大需求。根据机床工具协会报告,“十五”期间我国每年将生产各类数控机床 3 万台,加上国外进口机床,每年将新增数控机床超过 5 万台,即今后每年还将新增大量的数控操作、编程、设计和设备维护人员。

1992 年,CAXA 制造工程师作为“863/CIMS”目标产品,为国产 CAD/CAM 软件在国内市场占据了宝贵的一席之地。20 多年来,“CAXA 制造工程师”经历了从工作站到 PC、从 DOS 到 Windows、从 2000 到 V2 直至 2004 的长期积累并多次升级,已经发展成具有强大的线架、曲面、实体混合 3D 造型功能并针对多种格式 3D 模型提供丰富灵活的加工策略、加工套路(知识库加工)、轨迹优化、加工仿真、工艺单表、多轴加工、反向工程等,以及强大后置处理与机床通信等功能的现代数字化设计/制造 CAD/CAM 系统。

UG 作为美国 UGS 公司的旗舰产品,为用户提供了集成最先进的技术和一流实践经验的解决方案,能够把任何产品构想付诸实际。它涵盖了培育创新、获取知识、标准化过程、提高生产效率以及高度协同管理等先进理念,并体现于产品建模、设计导航以及性能分析等各种领域。

MasterCAM 是美国 CNC Software 公司推出的基于 PC 平台的 CAD/CAM 软件。MasterCAM 自诞生至今,以其强大的功能、稳定的性能成为世界上应用最广泛、最优秀的软件之一,目前在欧美发达国家和我国的沿海地区应用广泛。其应用领域主要集中在模具制造业,国内外许多学校也选用 MasterCAM 软件进行 CAM 教学。

编写本教材一是注重简洁性,通过实例的讲解将基本概念、难点、常用方法及相关技巧展示给读者。二是注重实用性,针对实例,从实际加工角度对其进行三维设计造型及制造。从工件的装夹定位、刀具安装直至零件的实际加工完成,纵向介绍各具体环节,通过一个实例的学习掌握多种技巧。三是注重高效性,采用一例多解的方式,结合实际通过实例重点讲解 CAXA 制造工程师的 CAD/CAM 三维软件功能和应用方法。再结合 UG、MasterCAM 的加工功能讲解同一实例的加工应用方法,力求使读者通过尽可能少量的实例就可理解 CAXA、UG、MasterCAM 三种软件的精髓并能快捷、高效地应用这些工具实现零件造型加工。四是注重层次性。本书编著目的是配合 CAXA 的大学教育计划,教材适用于本、专科高校学生,也可作为高职高专、成人教育及工程技术人员的参考书。

本书分 4 篇共 12 章,第 1、2、3 章由李传军编写,第 4、5、6、7 章由赵太平和辛岚编写,第 8、9、10、11、12 章由张德强编写。同时还要感谢宛剑业、王海洋、李金华、曹锦宝、石磊、吴永国、李卫民、彭志强等老师对本书编写工作的支持。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,敬请广大读者、教师及学员批评指正。

编 者

目 录

序
前言

基础篇

第 1 章 概述	1
1.1 数控技术及发展趋势	1
1.1.1 数控技术的基本概念	1
1.1.2 数控技术的发展趋势	2
1.2 数控铣床组成与基本工作过程	4
1.2.1 数控铣床的分类	4
1.2.2 数控铣床的组成	4
1.2.3 数控铣床的工作过程	5
1.3 数控铣床控制系统简介	6
1.3.1 FANUC 数控系统介绍	6
1.3.2 SIEMENS 数控系统介绍	8
1.3.3 其他数控系统	10
1.4 小结	10
1.5 思考与练习	11
第 2 章 数控铣削加工工艺	12
2.1 铣削对象、所用刀具和加工方法	12
2.1.1 数控铣削对象	12
2.1.2 数控铣削的刀具及其选用	13
2.1.3 数控加工方法的选择	15
2.2 铣削工艺分析	15
2.2.1 数控加工工艺设计的主要任务	16
2.2.2 零件安装方法和夹具选择	17
2.3 加工工艺路线分析	18
2.3.1 工序划分	18
2.3.2 确定工艺路线	19
2.3.3 刀具选择及使用	22
2.3.4 确定对刀点与换刀点	23

2.4	加工工艺参数分析	23
2.5	典型零件加工工艺分析	25
2.6	小结	26
2.7	思考与练习	27
第 3 章	数控铣床手工编程	28
3.1	程序代码及结构	29
3.1.1	程序代码	29
3.1.2	数控加工程序格式与组成	32
3.2	数控铣床的几种坐标系及原点	33
3.2.1	数控机床的坐标系	33
3.2.2	数控机床上的原点	35
3.3	数控铣床的回零点、对刀与刀具补偿	36
3.3.1	数控铣床的回零点	36
3.3.2	对刀	36
3.3.3	刀具补偿	37
3.4	手工编程实例	38
3.4.1	数控铣床编程	38
3.4.2	编程基本代码	38
3.4.3	手工编程实例	47
3.5	小结	49
3.6	思考与练习	49

造 型 篇

第 4 章	三种常用 CAD/CAM 软件简介	51
4.1	CAXA 制造工程师 XP 功能简介	51
4.1.1	CAD 模块	51
4.1.2	CAM 模块	52
4.1.3	知识加工	52
4.1.4	数据接口	53
4.2	MasterCAM 功能简介	53
4.2.1	CAD 模块	53
4.2.2	CAM 模块	53
4.2.3	数据接口	55
4.3	UG 功能简介	55
4.3.1	CAD 模块	56
4.3.2	CAM 模块	56

4.3.3	CAE 模块.....	57
4.3.4	数据接口.....	57
4.4	小结.....	57
4.5	思考与练习.....	58
第 5 章	CAXA 制造工程师主界面介绍及线框造型原理与方法.....	59
5.1	CAXA 制造工程师主界面及功能.....	59
5.1.1	主菜单.....	60
5.1.2	立即菜单.....	60
5.1.3	快捷菜单.....	60
5.1.4	对话框.....	61
5.1.5	工具条.....	62
5.1.6	点工具菜单.....	62
5.1.7	矢量工具条.....	63
5.1.8	选择集拾取工具.....	63
5.1.9	绘图区.....	64
5.2	线框造型.....	64
5.2.1	曲线生成.....	64
5.2.2	曲线的编辑.....	78
5.2.3	几何变换.....	84
5.3	线框造型综合实例.....	88
5.4	小结.....	92
5.5	思考与练习.....	92
第 6 章	曲面造型原理与方法.....	94
6.1	曲面生成.....	94
6.1.1	直纹面.....	94
6.1.2	旋转面.....	96
6.1.3	扫描面.....	97
6.1.4	导动面.....	98
6.1.5	等距面.....	102
6.1.6	平面.....	102
6.1.7	边界面.....	105
6.1.8	放样面.....	105
6.1.9	网格面.....	106
6.1.10	实体表面.....	107
6.2	曲面编辑.....	108
6.2.1	曲面裁剪.....	108
6.2.2	曲面过渡.....	111

6.2.3	曲面缝合	118
6.2.4	曲面拼接	119
6.2.5	曲面延伸	122
6.3	综合实例	122
6.4	小结	126
6.5	思考与练习	126
第7章	特征实体造型原理与方法	128
7.1	特征实体生成	128
7.1.1	基准面	128
7.1.2	拉伸增料	129
7.1.3	拉伸除料	132
7.1.4	旋转增料	134
7.1.5	旋转除料	136
7.1.6	放样增料	136
7.1.7	放样除料	137
7.1.8	导动增料	138
7.1.9	导动除料	139
7.1.10	曲面加厚增料	140
7.1.11	曲面加厚除料	143
7.1.12	曲面裁剪	144
7.2	特征实体编辑	145
7.2.1	过渡	145
7.2.2	倒角	147
7.2.3	孔	148
7.2.4	拔模	149
7.2.5	抽壳	151
7.2.6	肋板	152
7.2.7	阵列	154
7.2.8	缩放	157
7.2.9	型腔	158
7.2.10	分模	159
7.2.11	实体布尔运算	159
7.3	特征实体造型综合实例	161
7.4	小结	173
7.5	思考与练习	173

加工篇

第 8 章 CAXA 制造工程师的二维 CAM 技术	176
8.1 基本概念和通用参数设置	176
8.1.1 基本概念	176
8.1.2 通用参数设置	178
8.2 平面轮廓加工	182
8.2.1 功能和加工参数	182
8.2.2 操作步骤	186
8.3 平面区域加工	190
8.3.1 功能和加工参数	190
8.3.2 操作步骤	192
8.4 二维加工综合实例	195
8.4.1 综合实例 1	195
8.4.2 综合实例 2	199
8.4.3 综合实例 3	204
8.4.4 综合实例 4	207
8.5 小结	211
8.6 思考与练习	211
第 9 章 CAXA 制造工程师的三维 CAM 技术	213
9.1 三轴加工基本概念	213
9.2 导动加工	214
9.2.1 功能特点和加工参数	214
9.2.2 操作步骤	215
9.3 参数线加工	216
9.3.1 功能和加工参数	216
9.3.2 操作步骤	218
9.4 限制线加工	220
9.4.1 功能和加工参数	220
9.4.2 操作步骤	220
9.5 曲面轮廓加工	222
9.5.1 功能和加工参数	222
9.5.2 操作步骤	222
9.6 曲面区域加工	223
9.6.1 功能和加工参数	223
9.6.2 操作步骤	224

9.7	投影加工.....	226
9.7.1	功能和加工参数.....	226
9.7.2	操作步骤.....	226
9.8	曲线加工.....	227
9.8.1	功能和加工参数.....	227
9.8.2	操作步骤.....	227
9.9	等高粗加工.....	228
9.9.1	功能和加工参数.....	228
9.9.2	操作步骤.....	229
9.10	等高精加工.....	231
9.10.1	功能及加工参数.....	231
9.10.2	操作步骤.....	232
9.11	自动区域加工.....	233
9.12	钻孔.....	233
9.12.1	功能和加工参数.....	233
9.12.2	操作步骤.....	234
9.13	三轴加工综合实例.....	235
9.13.1	综合实例 1.....	235
9.13.2	综合实例 2.....	238
9.13.3	综合实例 3.....	245
9.13.4	综合实例 4.....	248
9.14	小结.....	250
9.15	思考与练习.....	250
第 10 章	零件轨迹代码处理与知识加工.....	253
10.1	零件的知识加工技术.....	253
10.1.1	可乐瓶的加工.....	253
10.1.2	知识加工模板定制.....	256
10.2	后置处理技术.....	258
10.2.1	后置设置.....	259
10.2.2	后置处理设置.....	262
10.2.3	生成 G 代码.....	264
10.2.4	校核 G 代码.....	264
10.2.5	生成加工工艺单.....	264
10.3	轨迹编辑技术.....	267
10.3.1	刀位裁剪.....	267
10.3.2	刀位反向.....	267
10.3.3	插入刀位.....	268
10.3.4	删除刀位.....	268

10.3.5	两点间抬刀	269
10.3.6	清除抬刀	269
10.3.7	轨迹打断	270
10.3.8	轨迹连接	270
10.4	小结	270
10.5	思考与练习	270

扩展篇

第 11 章	CAXA 造型结合 UG 加工技术	272
11.1	UG 主界面及功能简介	272
11.1.1	UG 主界面介绍	272
11.1.2	UG 功能模块介绍	276
11.1.3	UG CAM 功能模块介绍	278
11.2	CAXA 造型转换成 UG 造型	279
11.2.1	文件格式及转换说明	279
11.2.2	CAXA 文件转换成 UG 文件实例	281
11.3	CAXA 造型与 UG 加工综合应用实例	284
11.3.1	UG 铣削加工类型及简例	284
11.3.2	综合实例 1	291
11.3.3	综合实例 2	296
11.4	小结	303
11.5	思考与练习	303
第 12 章	CAXA 造型结合 MasterCAM 加工技术	304
12.1	MasterCAM 主界面及功能简介	304
12.1.1	“mill 9”铣削加工主界面介绍	304
12.1.2	MasterCAM 功能模块介绍	307
12.1.3	MasterCAM 造型设计实例	310
12.2	CAXA 造型与 MasterCAM 加工综合应用实例	316
12.2.1	CAXA 文件转换成 MasterCAM 文件实例	316
12.2.2	综合实例 1	317
12.2.3	综合实例 2	327
12.3	小结	335
12.4	思考与练习	336
附录	337
附录 A	FANUC 数控系统 G、M 代码功能	337
附录 B	常用切削用量表	339

附录 C CAXA 制造工程师常用快捷键.....	343
附录 D UG NX2.0 常用快捷键	344
附录 E MasterCAM 常用快捷键	344
附录 F 系统文件及后缀说明.....	345
附录 G 2004 年第五期全国数控工艺员数控铣考试试题.....	346
参考文献.....	366

基础篇



1.1 数控技术及发展趋势

1.1.1 数控技术的基本概念

数控技术是用数字或数字化信号构成的程序对设备的工作过程实现自动控制的一门技术，简称数控（Numerical Control, NC）。数控系统是指利用数控技术实现自动控制的系统。

数控设备则是采用数控系统进行控制的机械设备，其操作命令需用数字或数字代码的形式来描述，工作过程是按照指令的程序自动进行。装备了数控系统的机床称为数控机床，它是数控设备的典型代表。其他数控设备包括数控火焰切割机、数控测量机、数控绘图机、电脑绣花机、工业机器人等。

数控技术综合运用了微电子、计算机、自动控制、精密检测、机械设计与制造等技术的最新成果，具有动作顺序的程序自动控制，位移和相对位置坐标的自动控制，速度、转速及各种辅助功能的自动控制等功能。

为缩短新产品的开发周期，解决复杂型面零件的加工自动化问题并保证产品质量，数控机床及其组成的加工中心（Machining Center, MC）、柔性制造系统（Flexible Manufacturing System, FMS）等产生了。自 1952 年第一台数控机床问世至今的 50 多年中，以电子信息为基础，集传统的机械制造技术、计算机技术、现代控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通信技术、液压传动技术、光电技术于一体的数控技术得到了迅速发展和广泛应用，这使得普通机械逐渐被高效率、高精度的数控机械所代替，从而形成了巨大的生产力，使制造业发生了根本性的变化。数控技术已成为现代制造技术的基础，数控技术水平的高低，数控机床拥有量的多少已经成为衡量一个国家工业现代化水平的重要标志。

数控机床已广泛应用于飞机、汽车、船舶、家电、通信设备等的制造。此外，数控技术也在机器人、绘图机械、坐标测量机、激光加工机及等离子切割机、注塑机等机械设备中得到了广泛应用。

微电子技术（特别是数字计算机，尤其是微型计算机）的出现与发展，给数控技术提供了强有力的支持，使数控系统由模拟控制系统发展为数字控制系统。个人计算机直接用于数控系

统而产生的计算机数控 (Computer Numerical Control, CNC) 装置, 不论是运算速度、精度, 还是系统的稳定性、可靠性, 都比以前的数控系统有了极大的提高, 给数控技术的发展带来了很强的生命力。

1.1.2 数控技术的发展趋势

20 世纪末, 随着数控技术的不断完善和数控加工的广泛应用, 数控机床的自动诊断和自动编程不仅有了很大发展, 而且也出现了各种新型的数控系统, 其中主要的几个发展动向是:

1. 小型计算机数控 (CNC)

小型计算机数控就是用一台小型通用计算机代替原来数控装置中的逻辑电路完成数控功能。

2. 微机数控系统 (MNC)

目前微机数控系统逐渐取代 NC 系统和 CNC 系统。由于微机体积小, 内存容量大, 可充分利用软件设计扩大其使用性能。一般 MNC 均兼有穿孔纸带和键盘输入, 在只读存储器中固化有大量典型的循环子程序可供调用, 以减轻编程工作量。全功能 MNC 系统均备有荧光屏显示, 显示编程、加工执行程序的情况。该系统还能对微机各组成部分如输入装置、伺服放大装置等进行监控, 当出现故障时, 则自动停车、报警及故障显示, 根据显示的代码便能容易地找出故障的位置与原因。

3. 经济型数控 (ENC)

经济型数控又称简易数控, 是根据生产需要而制造的一种功能较单一、系统较简单、价格较低廉的简易数控系统, 主要是用于对普通机床的改造。

4. 自动换刀数控系统 (MC)

自动换刀数控系统也称加工中心 (Machining Center, MC), 是一种能实现多工序加工的数控系统。这类系统控制的机床一般配有机械手和刀库 (可存放 16~100 把刀具), 工件经一次装夹, 数控系统就能控制机床自动地更换刀具, 连续对工件的各个加工面自动地完成铣削、镗削、铰孔、扩孔及攻螺纹等多工序加工。

5. 自适应控制系统 (AC)

自适应控制系统 (Adaptive Control, AC) 是 20 世纪 60 年代末发展起来的高精度、高效益的数控系统, 目前有的 MNC 系统还兼有 AC 功能。AC 系统可对机床主轴转速、功率、切削力、切削温度、刀具磨损等参数值进行自动检测, 并由中央处理单元进行比较运算后, 发出修改主轴转速和进给量大小的信号, 确保 AC 处于最佳切削用量状态, 从而在保证质量条件下使加工成本最低或生产率最高。AC 系统主要在宇航等工业部门用于特种材料的加工。

6. 计算机群控 (DNC)

计算机群控是用一台大型通用计算机为数台数控机床进行自动编程, 并直接控制一群数控机床的系统。

7. 柔性制造系统 (FMS)

柔性制造系统也叫做计算机群控自动线 (Flexible Manufacturing System, FMS)。它是由若干 CNC 设备、物料运储装置和计算机控制系统组成的整体, 并能根据制造任务和生产品种的变化而迅速进行调整的自动化制造系统。

8. 计算机集成制造系统 (CIMS)

计算机集成制造系统 (Computer Integrated Manufacturing System) 是在信息技术、自动化技术、计算机技术及制造技术的基础上, 通过计算机及其软件将制造工厂生产、经营的全部活动与整修生产过程有关的物流与信息流进行计算机系统化的管理, 把各种分散的自动化系统有机地集成起来, 构成一个优化的完整生产系统, 从而获得更高的整体效率, 缩短产品开发制造周期, 提高产品的质量, 提高生产率, 提高企业的应变能力。

随着科学技术的发展, 现代机械制造要求产品的形状和结构不断改进, 对零件加工质量的要求也越来越高, 随着社会对产品多样化需求的增强, 产品品种增多, 产品更新换代加速。这就要求数控机床成为一种具有高效率、高质量、高柔性和低成本的新一代制造设备。尤其是随着 FMS 的迅猛发展和 CIMS 的兴起和不断成熟, 对机床数控系统提出了更高的要求。现代数控技术正向着更高的速度、更高的精度、更高的可靠性及更完善的功能发展。目前数控技术的发展主要有以下几个方面。

1. 高速化与高精度化

要实现数控机床高速化, 首先要求计算机系统读入加工指令数据后能高速处理并计算出伺服电动机的移动量, 并要求伺服系统能快速地作出判断使数控机床在极短的空程内由零加速到高速度和在高行程速度下保持高定位精度, 这必须具有高加速度、高精度的位置检测系统和伺服品质。此外, 必须实现主轴、进给系统、刀具交换系统、托盘交换系统等各种关键部分的高速化。因此需要重新考虑设备的全部特性, 即从机床的基础部件到刀架等; 数控机床的加工精度的提高, 一般通过减少数控系统的误差和采用补偿技术来达到。在减少 CNC 系统控制误差方面, 通常采用的是提高数控系统的分辨率, 以微小程序段实现连续进给, 使 CNC 控制单位精细化, 提高位置检测精度, 以及在位置伺服系统中采用前馈控制与非线性控制等方法。在采用补偿技术方面, 除采用齿隙补偿、丝杠螺距误差补偿和刀具补偿等技术外, 设备的热变形误差补偿技术和空间误差的综合补偿技术也已成为世界范围的研究课题。

2. 智能化

在数控机床工作过程中, 有放多变量直接或间接影响加工效果, 如工件毛坯余量不均匀、材料硬度不一致、刀具磨损或破损、工件变形、化学亲和力、润滑和切削液等因素。这些变量是事先难以预测的, 编制加工程序时往往凭经验数据, 而实际加工时, 难以用最佳参数进行切削。现代数控机床采用了自适应控制技术, 它能根据切削条件变化而自动调整并保持最优工作状态, 从而使得经济效果好, 加工精度和表面质量高。

另外, 在现代数控机床上装有各种类型的监控、检测装置, 对工件及刀具进行监测, 并监视加工全过程。一旦发现工件尺寸超差、刀具磨损破损, 便立即报警, 并补偿或调换刀具。

3. 复合化

包括工序复合化和功能复合化。

4. 高可靠性

现代数控机床的可靠性是在设计阶段就开始进行, 即预先确定可靠性指标, 在生产过程中模拟实际工作条件进行检测并采取各种提高可靠性的措施予以保证。通常采用的可靠性技术有冗余技术, 故障诊断技术, 自动检错、纠错技术, 系统恢复技术, 软件可靠性技术。采取以下措施提高系统的可靠性: 提高元器件和系统的可靠性, 采用抗干扰技术, 使数控系统模块化、