

出自国内权威工业设计专家之手，集**经验**、**技术**与**智慧**于一体



CAN DO! Learn UG NX6 the right way

UG NX6 **中文版** 数控加工

恒盛杰资讯 / 编著

从入门 到精通

初级教程

是介绍软件运用在数控加工中的初、中级教程，“手把手”式讲解

厚积薄发

融会作者多年经验与各种实操技巧，培养读者独立数控加工能力

抛砖引玉

助您成为“符合实际工作需要”和“熟悉数控加工流程”的高手

融会贯通

含工艺、各种铣加工、孔加工、多轴加工、线切割加工、高速加工、机床后置处理技术的应用、模具加工、数控常用术语、常用G代码等专业知识

随书附赠超值语音视频教学光盘

1. 赠**4小时**实例语音视频教学，即看即会
2. 赠**85个**典藏实例模型文件，即学即用



 **中国青年出版社**
中国青年电子出版社
<http://www.21books.com> <http://www.cqchina.com>

 **中青雄狮**



CAN DO! Learn UG NX6 the right way

UG NX6 中文版

数控加工

恒盛杰资讯 / 编著



 中国青年出版社
中国青年电子出版社
<http://www.21books.com> <http://www.cgchina.com>



中青雄狮

律师声明

北京市邦信阳律师事务所谢青律师代表中国青年出版社郑重声明：本书由著作权人授权中国青年出版社独家出版发行。未经版权所有人和中国青年出版社书面许可，任何组织机构、个人不得以任何形式擅自复制、改编或传播本书全部或部分内容。凡有侵权行为，必须承担法律责任。中国青年出版社将配合版权执法机关大力打击盗印、盗版等任何形式的侵权行为。敬请广大读者协助举报，对经查实的侵权案件给予举报人重奖。

侵权举报电话：

全国“扫黄打非”工作小组办公室

010-65233456 65212870

<http://www.shdf.gov.cn>

中国青年出版社

010-59521255

E-mail: law@cypmedia.com MSN: chen_wenshi@hotmail.com

图书在版编目(CIP)数据

UG NX6中文版数控加工从入门到精通 / 恒盛杰资讯编著. — 北京：中国青年出版社，2008

ISBN 978-7-5006-8513-5

I.U... II.恒... III.数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件，UG NX6 IV.TG659-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第172886号

UG NX6中文版数控加工从入门到精通

恒盛杰资讯 编著

出版发行：中国青年出版社

地址：北京市东四十二条21号

邮政编码：100708

电话：(010) 59521188 / 59521189

传真：(010) 59521111

企划：中青雄狮数码传媒科技有限公司

责任编辑：肖辉 张玉良 林锋 张鹏

封面设计：王世文 宋旭

印刷：北京机工印刷厂

开本：787×1092 1/16

印张：29.5

版次：2009年2月北京第1版

印次：2009年2月第1次印刷

书号：ISBN 978-7-5006-8513-5

定价：49.90元（附赠1CD）

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010) 59521188 / 59521189

读者来信：reader@cypmedia.com

如有其他问题请访问我们的网站：www.21books.com

前言



为何编写此书

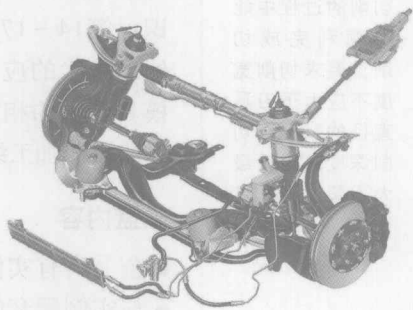
目前的UG图书以基础教程居多，基本都是简单介绍各个模块的使用方法，而缺少来自一线设计师、贴近工厂实际加工的实例，本书正是为了弥补这种不足而编写的。本书在重点讲解UG NX 6数控加工基础知识的同时，以实例导航的形式，展示UG NX 6数控加工的各种技术，帮助读者快速上手并提高设计水平。

关于UG NX6软件

Unigraphics NX（简称UG NX）是由西门子公司推出的面向制造行业的CAD/CAM/CAE高端软件，是当今世界上最先进、最流行的工业设计软件之一。它集合概念设计、工程设计、分析与加工制造功能于一体，实现了优化设计与产品生产过程的组合，广泛应用于机械、汽车、模具、航空航天、消费电子和医疗仪器等行业。

关于数控加工与数控机床的发展

简单的说，数控加工就是利用数字化控制系统在加工机床上完成整个零件的加工。这一类的机床称为数控机床。和传统的机械加工技术相比，数控加工技术具有加工效率高、加工精度高、劳动强度低、适应能力强等优点。



数控机床作为电子信息技术与传统机床技术相融合的机电一体化产品，具有高效、精密、柔性自动化等特点，适合加工形状复杂的零件。数控机床已经成为现代金属制造技术最重要的基础装备和世界机床市场的主流产品。目前我国数控机床的应用领域主要包括：汽车、通用机械、航空航天、电子信息以及国防军事等。未来几年我国装备制造业投资的重点将在航空航天、船舶制造、交通运输、重型冶金机械、发电设备以及国防军事等行业，这将给机床业的发展带来良好的机遇。

近年来，数控机床的性能不断提高，向高速度、高精度、大功率和智能化方向发展。机床复合技术进一步发展，复合加工技术日趋成熟，复合加工的精度和效率大大提高。数控机床的智能化技术有新的突破，有效增强数控系统的性能。另外，数控加工的精度不断提高，超精密数控机床的微细切削和磨削加工，精度可稳定达到 $0.05\text{ }\mu\text{m}$ 左右，形状精度可达 $0.01\text{ }\mu\text{m}$ 左右。

问 UG NX6是怎样进行加工的？

答 UG NX6的加工要在加工模块中进行，加工模块包含在加工过程中经常使用的各种命令，常用的加工工具栏包括插入、对象操作、刀轨操作和导航器。UG NX6的加工过程依次为初始化加工环境、创建程序、创建刀具、创建几何体、创建加工方法、创建操作。

问 用户可以自己定义加工的模板吗？

答 UG NX6的加工模块支持用户自定义创建自己的加工模板。对于经验丰富的工程师或是经常使用某一种固定类型模板的客户来说，可以创建适合自己需要的模板以提高工作效率。

问 车削加工适用于哪些零件?

答 车削加工是最常见的加工方式之一,适用于复杂的轴类零件、盘类旋转结构零件的圆柱面、圆弧面、锥面、螺纹以及中心孔加工。

问 高速铣加工对于切削宽度有什么要求?

答 为了保证在高速切削的过程中能够顺利完成切削,要求切削宽度不应大于刀具直径的10%,切削深度进给量最大不超过刀具直径的5%。

问 什么叫后置处理?

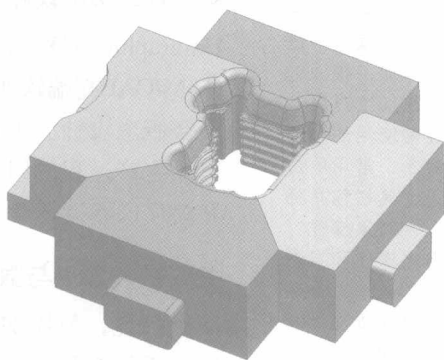
答 在实际加工过程中需要将刀具轨迹文件(即CLS文件)转换成机床能够识别的G代码文件,这个过程就叫做后置处理。

本书特色

- 本书以“基础知识—实例练习—设计师解惑”的结构编写,将基础知识与实例相结合,边学边练,使读者在掌握基础知识的同时,提高实际操作能力,真正做到学以致用。
- 本书采用“手把手”的讲解方式,实例操作过程中配备了完整详细的图片说明,内容翔实、直观、具有很强的实践指导性。
- 本书精选实用性强、结构独特、具有代表性的工业产品作为设计实例,保证工程的实用性、专业指导性和良好的可操作性,让读者轻松上手,快速提高。

内容导读

全书共20章,第1~3章为数控加工、UG NX6软件的基础知识;第4~7章为平面铣、面铣、型腔铣、固定轴曲面轮廓铣的操作方法;第8~13章分别为孔加工、刻字加工、多轴加工、车削加工、线切割加工和高速加工的相关知识;第14~17章讲解了机床后置处理技术的应用,扩展模板以及模具加工的相关知识;第18~20章为数控加工综合实例。



光盘内容

- 全书所有实例的原始文件、模型文件及最终文件。
- 与实例配套的语音视频教学录像,让读者体验在家中上课的感觉。

适用读者群

- 数控编程工程技术人员。
- 有一定CAD基础的设计人员。
- 模具制造与数控机床操作人员。
- 渴望参加UG数控编程培训的学员。
- 大专院校机械与工业设计专业的师生。
- 想快速掌握UG数控编程并用于实际工作的初中级用户。

本书力求严谨细致,由于时间与精力有限,书中难免有疏漏与不妥之处,敬请使用本书的专家和读者批评指正。

作者

目 录



Chapter 01 数控加工基础知识

数控设备简介	2
数控设备的产生与发展	2
数控设备的工作原理与组成	3
数控设备的分类	4
数控加工简介	5
数控加工的定义	5
数控加工的特点	6
数控程序编制简介	6
数控程序编制的步骤	7
数控程序编制的方式	7
数控编程的格式与代码	7
数控编程的代码	8
数控加工程序的格式	8
程序中的指令字	8
程序段格式的顺序	10
数控机床的坐标系	10
坐标轴的指定	10
坐标轴方向	11
机床坐标系与工件坐标系	11
数控加工工艺	12
加工工艺内容的选择	12
加工工艺性分析	12
加工工艺路线的设计	13
数控加工工序的设计	13
工程师解惑	14

Chapter 02 UG NX6 基础知识

UG NX6 简介	16
UG NX6 软件特点	16
UG NX6 的应用领域	17

UG NX6 的工作环境 with 基础操作	17
UG NX6 安装要求	17
UG NX6 的启动和退出	18
UG NX6 的工作界面	19
UG NX6 的基本操作	21
文件的管理	25
应该掌握的绘图知识	28
UG CAM 与 UG CAD 的关系	28
应该掌握的建模知识	28
加工中常用的基础知识	29
对象的选择	29
分析工具	30
点构造器	32
平面构造器	33
矢量构造器	34
数据交换	35
UG NX6 数控加工模块介绍	36
进入 UG NX6 加工模块	37
UG NX6 数控加工的主要工具栏	37
UG NX6 操作导航器的应用	38
工程师解惑	38

Chapter 03 UG NX6 加工知识

数控编程的一般步骤	40
创建毛坯	40
设置父节点组	40
创建操作类型	41
设置加工参数	41
生成刀轨及验证	42
后置处理	42
加工环境	42
加工环境初始化	42

加工界面	43
加工准备工作	44
创建几何体	44
创建刀具组	46
创建程序	47
创建方法	47
操作导航器	49
操作导航器视图	49
操作导航器工具符号	50
加工选项	51
几何体	51
进给和速度	51
进刀与退刀	51
安全高度	52
机床控制	52
后置处理	52
加工类型	53
平面铣	53
型腔铣	57
固定轴铣	57
变轴铣	58
工程师解惑	59

Chapter 04 二维线框铣加工

使用二维线框加工平面	62
加工前的准备	62
加工环境初始化	62
创建程序	62
创建刀具	63
创建几何体	64
创建加工方法	65
创建操作	66
采用二维线框加工外形轮廓	68
加工前的准备	69
加工环境初始化	69
创建程序	69
创建刀具	70

创建几何体	70
创建加工方法	70
创建操作	71

采用二维线框加工内腔

加工前的准备	74
加工环境初始化	74
创建程序与刀具	74
创建几何体	75
创建加工方法	76
创建操作	76

工程师解惑

Chapter 05 平面铣和面铣

平面铣和面铣概述	82
平面铣和面铣的相同点与不同点	82
平面铣和面铣的适用范围	82

关键知识点和参数设置	82
主界面参数	83
边界类型	84
切削深度	85

平面铣加工方法	85
零件分析与加工环境初始化	85
创建程序	86
创建加工坐标系	86
创建刀具组	87
创建方法	88
创建几何体	88
创建操作	90

工程实例练习	94
零件面铣加工	94
夹具粗加工	101

工程师解惑

Chapter 06 型腔铣

型腔铣概述	108
型腔铣和平面铣的相同点与不同点	108



型腔铣的适用范围	108
关键知识点和参数设置	108
切削层	109
切削区域	111
驱动方法	112
刀轴	112
型腔铣加工方法	113
加工环境初始化	113
创建程序	113
创建加工坐标系	114
创建几何体	114
创建刀具组	116
创建加工方法	116
创建型腔铣操作	116
工程实例练习	119
模芯型腔铣加工	119
电极加工	124
工程师解惑	135

Chapter 07 固定轴曲面轮廓铣

固定轴曲面轮廓铣概述	138
固定轴曲面轮廓铣的特点	138
固定轴曲面轮廓铣的适用范围	138
关键知识点和参数设置	138
非切削移动	139
切削参数	140
切削模式	141
驱动方式	142
固定轴曲面轮廓铣加工方法	143
加工环境初始化	144
创建程序	144
创建加工坐标系	144
创建刀具组	145
创建几何体	146
创建方法	146
创建操作	147
工程实例练习	150

镜框加工	150
模芯清根加工	155

工程师解惑	161
--------------------	------------

Chapter 08 孔加工

孔加工概述	164
孔加工的特点	164
孔加工的适用范围	164
关键知识点和参数设置	165
孔加工的类型	165
孔加工的基本参数	165
孔加工的循环模式	168
循环参数的定义	169
孔加工方法	171
加工环境初始化	171
创建加工坐标系	171
创建刀具	172
钻孔加工	174
通孔和沉头孔	176
攻螺纹操作	180
工程实例练习	183
导柱孔加工	183
螺纹攻丝加工	188
工程师解惑	191

Chapter 09 刻字加工

简单平面刻字的一般方法	194
加工环境初始化	194
创建刀具	194
创建几何体	195
创建操作	195
曲面刻字加工的一般方法	197
加工环境初始化	197
创建刀具	198
创建加工坐标系	198
创建几何体	199

创建操作	200
艺术字加工的一般方法	201
加工环境初始化	202
创建刀具	202
创建几何体	202
创建操作	204
工程师解惑	205

Chapter 10 多轴加工

多轴加工中的几种重要设置	208
驱动方法	208
投影矢量	208
刀轴	209
多轴加工的方法	209
加工环境初始化	209
创建加工坐标系	210
创建刀具	210
创建操作	210
工程实例练习	213
可变轴曲面轮廓铣	213
外形曲面加工	218
工程师解惑	222

Chapter 11 车削加工

车削加工基础	224
设置车削加工截面	224
创建几何体	225
创建刀具组	226
创建车削操作	227
粗加工	227
走刀方式	228
指定切削区域	228
切削深度	228
清理	229
精加工	229
走刀方式	229

精加工参数设置	230
零件粗车操作	230
工程师解惑	235

Chapter 12 线切割加工

线切割的一般步骤	238
创建线切割操作	238
加工环境初始化	238
线切割类型	238
线切割加工操作设置	239
线切割加工边界	239
线切割加工参数	240
线切割加工方法	242
工程师解惑	249

Chapter 13 高速加工

高速加工的概念	252
高速加工的优点	252
实现高速加工的前提条件	252
高速加工的相关参数	253
切削深度和切削宽度	253
拐角控制	253
进退刀的控制	255
陡壁面和非陡壁面加工	255
螺旋加工	256
高速加工的参数	256
工程师解惑	256

Chapter 14 机床后置处理技术的应用

UG 后置处理技术简介	258
Fidia 控制系统特殊指令要求	258
制作 Fidra 控制系统后置处理器	259



启动后置处理器模块	259
新建后置文件	259
设置后置处理类型	260
设置后置处理参数	260
设置后置处理模板	273

制作五坐标 Fanuc 控制系统后置

处理器	274
设置后置类型及机床结构形式	274
A、B 摆角参数设置	274

工程师解惑	276
-------------	-----

Chapter 15 扩展模板

平面铣的其他操作模板	278
手工面铣	278
区域面铣	280
轮廓平面铣	280
仿行粗加工平面铣	281
往复粗加工平面铣	281
单向粗加工平面铣	281
清角平面铣	281
侧面加工平面铣	282
底面加工平面铣	282
螺纹铣	282
文字平面铣	282

型腔铣的其他操作模板

插铣操作	283
粗加工清角铣操作	284
深度加工轮廓铣	284
深度加工拐角铣操作	284

固定轴曲面轮廓铣的其他操作模板

轮廓区域铣	285
轮廓区域非陡峭	285
轮廓区域方向陡峭	286
单刀路清根操作	286
多刀路清根操作	287
清根参考刀具操作	287
清根光顺操作	287
轮廓 3D 操作	287

轮廓文本操作	288
--------------	-----

工程实例练习

手工面铣加工	288
插铣加工操作	295

工程师解惑	301
-------------	-----

Chapter 16 自定义模板

模板的概念

模板在编制刀轨中的运用过程

创建模板的方法

自定义 UG NX6 的通用模板

自定义模板文件	306
自定义刀具库	306
自定义方法库	308
自定义操作和基本参数	310
自定义模板设置文件	312

自定义电极加工模板

新建文件	313
创建操作	315
模板定义	321
定义模板设置文件	321

工程实例练习

自定义模板加工实例	322
电极模板加工实例	331

工程师解惑	340
-------------	-----

Chapter 17 模具加工

粗加工原则

半精加工原则

精加工原则

加工经验探讨

加工注意事项	343
与刀具相关的注意事项	344

如何设定公差和余量	345
直壁加工注意事项	345
钻加工注意事项	345
加工到何种程度	345
电极注意事项	346

工程师解惑	346
-------------	-----

Chapter 18 动模芯加工实例

模型分析	348
------------	-----

动模芯加工	348
-------------	-----

ED12R0.8 粗加工	348
ED12R0.8 精加工底面	355
ED04 清角半精加工	356
BR2 半精加工	358
BR2 精加工	359
ED04 精加工清根	360

动模芯电极加工	362
---------------	-----

ED12R0.8 粗加工	363
ED12 精加工底面和侧面	369
BR1.5 半精加工	376
BR1 精加工	378

工程师解惑	380
-------------	-----

Chapter 19 滑块与电极加工

滑块 1 加工	382
---------------	-----

加工准备	382
ED35 粗加工	384
ED08 半精加工	386
BR04 精加工	387

滑块 1 电极加工	389
-----------------	-----

ED25 粗加工	389
----------------	-----

ED06 半精加工	392
ED25 精加工侧面和底面	393
BR02 半精加工	395
BR02 精加工	398

滑块 2 加工	400
---------------	-----

自定义模板	400
滑块加工	402

滑块 2 电极加工	406
-----------------	-----

ED25 粗加工	407
ED06 半精加工	408
ED25 精加工侧面和底面	409
BR02 半精加工	410
BR02 精加工	413

工程师解惑	414
-------------	-----

Chapter 20 汽缸模具加工

产品分析	416
------------	-----

动模芯加工	416
-------------	-----

加工思路	416
淬火前粗加工	417
淬火后精加工	425

静模芯加工	430
-------------	-----

加工思路	431
淬火前粗加工	431
淬火后精加工	437

工程师解惑	444
-------------	-----

附录

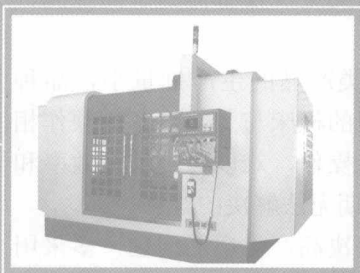
附录 1 数控加工常用术语	445
---------------------	-----

附录 2 常用 G 代码表	453
---------------------	-----



Chapter 01

数控加工基础知识



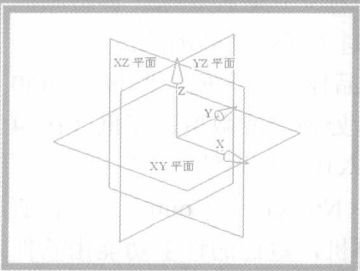
数控设备简介

- 数控技术成为制造业现代化的基础
- 数控技术是一种自动控制技术
- 数控技术在其他机械行业得到了充足的发展
- 中、高档数控机床一般称为全功能数控或标准数控机床



数控编程步骤

- 零件图及加工工艺的分析
- 建立零件模型
- 刀具轨迹的生成
- 后置处理
- 程序输出



机床坐标系

- Z 轴是机床的主轴
- X 轴通常是水平轴
- 机床坐标系是不能改变的坐标系
- 工件坐标系是在编程时建立的坐标系

数控技术经过几十年的发展,已经被广泛地应用于现代工业的诸多领域之中,成为制造业现代化的基础。

数字控制(Numerical Control)技术,简称数控(NC)技术,是一种自动控制技术,它能够对机器的运动和动作进行控制。采用数控技术的控制系统称为数控系统,装备了数控系统的机床称为数控机床。由于数控机床的种类多、数量大,因此数控机床是促进数控技术发展的重要实践领域。如今,数控技术不仅应用于金属切削机床,还应用于其他多种设备,如电极加工、剪切机、折弯机、坐标测量机、机器人等。

1 数控设备简介

从第一台数控机床问世以来的50年中,随着电子技术与计算机技术的快速发展,数控技术在其他机械行业得到了充足的发展。

数控设备的产生与发展

科学技术和社会生产力的不断发展,促成了机械制造技术的深刻变化,机械产品的结构越来越合理,其性能、精度和效率不断提高,同时,对加工机械产品的生产设备提出了高性能、高精度、高自动化的要求。

在机械产品中,单件和小批量的产品占到70%~80%。由于这类产品的生产批量小,品种多,一般都采用通用机床来完成加工。当产品改型时,加工所用的机床与工艺设备均须作相应的变换调整,而且通用机床的自动化程度不高,基本上是人工操作,难以提高生产效率和保证产品质量。实现这类产品生产的自动化成为机械制造业中长期无法解决的难题。

大批量生产的产品,如汽车、摩托车、家用电器等零件,为了解决高产优质的问题,多采用专用机床、组合机床、专用自动化机床以及专用自动生产线和自动化车间进行生产。但是这些专用设备生产周期长、产品不易改型。

现代机械产品的一些关键零部件,如在造船、航空航天及国防部门的产品零件,往往都是精密复杂,加工批量小,改型频繁,显然不能在专用机床或组合机床上加工。而借助仿行机床或者划线和样板用手工操作的方法来加工,加工精度和生产效率受到很大的限制。特别是空间复杂曲线曲面在普通机床上根本无法实现。

为了解决上述问题,一种新型的数字程序控制机床应运而生,为单件、小批量生产,特别是复杂型面零件提供了自动化加工的手段。数控机床的研制始于20世纪40年代末,1952年美国PARSONS公司与麻省理工学院(MIT)合作研制出了第一台三坐标立式数控铣床。该机床的研制成功是机械制造业中的一次技术革命,使机械制造业的发展进入了一个新的阶段。

从第一台数控机床问世后,其发展经历了电子管(1952年)、晶体管和印刷电路板(1960年)、小规模集成电路(1965年)、小型计算机(1970年)、微处理器或微型计算机(1974年)和基于PC-NC技术的智能数控系统(20世纪90年代后期)等六代数控系统。

前三代数控系统采用专用控制计算机的逻辑数控系统,简称NC(Numerical Control),目前已经被淘汰。第四代数控系统采用小型计算机取代专用控制计算机,数控的许多功能由软件来实现,不仅在经济上更为合算,而且提高了系统的可靠性和功能特色,故这种数控系统



又称为计算机数控系统，简称CNC（Computer Numerical Control）。1974年采用以微型处理器为核心的数控系统，形成第五代微型机数控系统，简称MNC（Micro-computer Numerical Control）。以上的CNC与MNC统称为计算机数控。CNC与MNC的控制原理基本相同，目前倾向于成本低、功能强的MNC。

由于CNC数控系统生产厂家自行设计其硬件和软件，这种封闭式的专用系统具有不同的软件模块、不同的编程语言、五花八门的人机界面、多种操作系统、非标准化接口等，给用户的使用和维修以及车间物流层带来了很大的困难。而基于PC-NC产生的第六代数控系统，充分利用现有的PC机的软硬件资源，规范设计新一代数控，其具有如下优势。

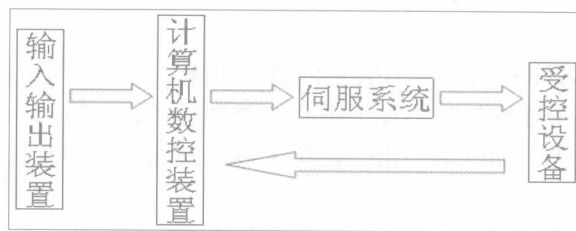
- (1) 元器件集成度高、可靠性好。
- (2) 技术进步快、升级换代容易。
- (3) 提供了开放式的基础，可供利用的软硬件资源极为丰富。

● 数控设备的工作原理与组成

操作者根据数控工作要求编制数控程序，并将数控程序记录在介质上（如磁带、磁盘等）。数控程序经过数控设备的输入输出接口输入到数控设备中，控制系统按数控程序控制该设备执行机构的各种动作或运动轨迹，达到规定的工作结果。数控设备的一般工作原理如下图所示。



数控设备的基本结构主要有输入输出装置、计算机数控装置、伺服系统和受控设备四部分，如下图所示。



1. 输入输出装置

输入输出装置主要用于零件数控程序的编译、存储、打印和显示等。简单的输入输出装置只包括键盘和发光二极管显示器。一般的输入输出装置除了人机对话编程键盘和CRT外，还包括纸带、磁带或磁盘输入机、穿孔机等。高级的输入输出装置还包括自动编程机或CAD/CAM系统。

2. 计算机数控装置

计算机数控装置是数控设备的核心。它根据输入的程序和数据，经过数控装置的系统软件或逻辑电路进行编译、运算和逻辑处理后，输出各种信号和指令。

3. 伺服系统

伺服系统由伺服驱动电路和伺服驱动装置组成，并与设备的执行部件和机械传动部件组成数控设备的进给系统。它根据数控装置发来的速度和位移指令，控制执行部件的进给速度、方向和位移。每个进给运动的执行部件都配有一套伺服驱动系统。伺服驱动系统有开环、半闭环和闭环之分。在半闭环和闭环伺服驱动系统中，还需使用位置检测装置，间接或直接测量执行部件的实际进给位移，与指令位移进行比较，按闭环原理，将其误差转换放大后控制执行部件的进给运动。伺服驱动装置可以是步进电动机、直流伺服电动机或交流伺服电动机。

4. 受控设备

受控设备是被控制的对象，是数控设置的主体，一般都需要对它进行位移、角度和各种开关量的控制。受控设备包括机床行业的各种机床和其他行业的许多设备，如电火花加工机、激光与火焰切割机、弯管机、绘图机、冲剪机、测量机、雕刻机等。

● 数控设备的分类

数控设备的种类很多，各行业都有自己的数控设备和分类方法。在机床行业，数控机床通常从以下不同角度进行分类。

1. 按工艺用途分类

目前，数控机床的品牌多达500多种，按其工艺用途可以划分为以下四大类。

(1) 金属切削类。指采用车、铣、镗、钻、铰、磨、刨等各种切削工艺的数控机床，又分为普通数控机床和数控加工中心。

普通数控机床一般指在加工工艺过程中的一个工序上实现数字控制的自动化机床，有数控车、铣、钻、镗及磨床等。普通数控机床在自动化程度上还不够完善，刀具的更换与零件的装夹仍需人工来完成。

数控加工中心MC是带有刀库和自动换刀装置的数控机床。在加工中心上，可使零件一次装夹后，实现多道工序的集中连续加工。加工中心的类型很多，一般分为立式加工中心、卧式加工中心和车削加工中心等。加工中心由于避免了多次安装造成的定位误差，所以提高了零件各个加工面的位置精度。

(2) 金属成型类。指采用挤、压、冲、拉等成型工艺的数控机床，常用的有数控折弯机、数控压力机、数控冲剪机、数控弯管机、数控旋压机等。

(3) 特种加工类。主要有数控电火花线切割机、数控电火花成型机、数控激光与火焰切割机等。

(4) 测量、绘图类。主要有数控绘图机、数控坐标测量机、数控对刀仪等。

2. 按控制运动的方式分类

按控制运动的方式可将数控机床分为如下几种。

(1) 点位控制数控机床。这类机床只控制机床运动部件从一点移动到另一点的准确定位，在移动过程中不进行切削，对两点间的移动速度和运动轨迹没有严格控制。为了减少移动时间并提高终点位置的定位精度，一般先快速移动，当接近终点位置时，再以低速准确移动到终点，以保证定位精度。这类数控机床有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲床等。



(2) 点位直线控制数控机床。这类机床在工作时,不仅要控制两相关点之间的位置,还要控制刀具以一定速度沿与坐标轴平行的方向进行切削加工。这类机床有数控车床和数控铣床等。

(3) 轮廓控制数控机床。这类机床又称为连续控制或多坐标联动数控机床。机床的控制装置能够同时对两个或两个以上的坐标轴进行连续控制。加工时不仅要控制起点和终点,还要控制整个加工过程中每点的速度和位置。这类机床有数控车床、铣床、磨床和加工中心等。

3. 按所用数控系统的档次分类

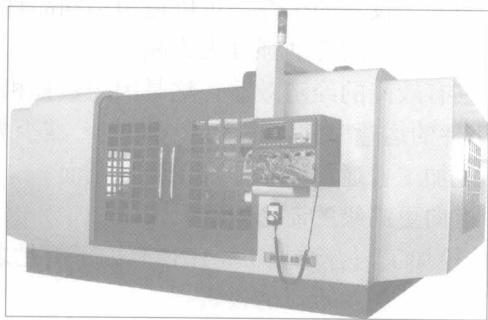
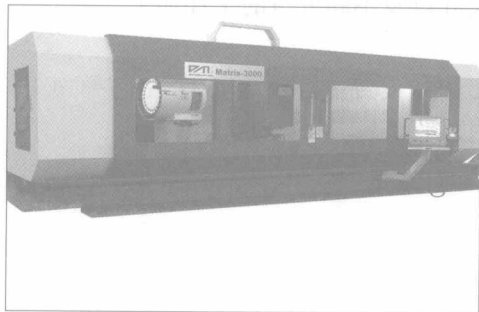
按所用数控系统的档次通常把数控机床分为低、中、高档三类。数控机床(数控系统)水平的高低由主要技术参数、功能指标和关键部件的功能水平来确定。不同时期,划分标准会有不同,就目前的发展水平来看,这三类档次的数控机床特点如下。

(1) 低档数控机床。这类机床以步进电机驱动为特征,两至三轴联动控制,分辨率为 $10\mu\text{m}$,进给速度为 $8\sim 15\text{m/min}$,主CPU采用8位CPU。我国现阶段提到的经济型数控机床就属于低档数控机床,主要用于车、线切割机床以及旧机床改造等。

(2) 中档数控机床。这类数控机床的伺服进给采用半闭环及直、交流伺服控制,三至四轴联动控制,分辨率为 $1\mu\text{m}$,进给速度为 $15\sim 20\text{m/min}$,主CPU为16位或32位CPU,通信采用RS-232或DNC接口。

(3) 高档数控机床。这类数控机床的伺服进给采用闭环及直、交流伺服控制,三至四轴联动控制,分辨率为 $0.1\mu\text{m}$,进给速度为 20m/min 以上,主CPU为32位或32位以上CPU,通信采用MAP等高性能通信接口,具有联网功能。

以上中、高档数控机床一般称为全功能数控或标准数控机床,如下图所示。



2

数控加工简介

数控技术虽然并不附属于数控机床,但它是伴随着数控机床发展起来的。到了20世纪90年代初,我国生产的数控机床已经达到300余种,一些较高档次的五轴联动数控系统也已开发出来了。基于PC机的开放体系的计算机数控装置已开始装备到机床上,我国的数控技术将向高档数控机床发展。

● 数控加工的定义

数控加工是指在数控机床上进行自动加工零件的一种工艺方法。数控机床在加工零件时,将编制好的零件加工数控程序输入到数控装置中,再由数控装置控制机床主运动的变速、暂

停,进给运动的方向、速度和位移大小,其他刀具的选择、交换,工件夹紧、松开和冷却润滑的启动、停止等动作,使刀具、工件及其他辅助装置严格地按照数控程序规定的顺序、路程和参数进行工作,从而加工出形状、尺寸与精度符合要求的零件。

一般来说,数控加工主要包括以下几方面。

- (1) 选择并确定零件的数控加工内容。
- (2) 对零件图进行数控加工的工艺分析。
- (3) 设计数控加工的工艺。
- (4) 编写数控加工程序单(数控编程时,需对零件图形进行数字处理,自动编程时需进行零件CAD、刀具路径的产生和后置处理)。
- (5) 按程序单制作程序介质。
- (6) 数控程序的校验与修改。
- (7) 首件试加工与现场问题处理。
- (8) 数控加工工艺技术文件的定型与归档。

● 数控加工的特点

数控加工与普通机床加工相比,遵循的原则基本一致,使用方法也大致相同,但由于数控机床本身的自动化程度较高,设备也比较昂贵,因此数控加工具有如下的特点。

- (1) 提高了加工精度和同一批工件尺寸的重复精度,保证了加工质量的稳定性。
- (2) 具有较高的生产效率。与普通机床相比,生产效率大致可以提高2~3倍。
- (3) 增加了设备的柔性,可以适用不同品种、规格和尺寸以及不同批量的工件加工。
- (4) 操作人员的劳动强度大为减轻。
- (5) 具有较高的经济效益。这是因为数控机床能一机多用,代替多台普通机床,减少了工序之间工件的运输时间,节省厂房面积,减少夹具数量和投资。
- (6) 能加工普通机床不能加工的复杂面。
- (7) 可向更高级的制造系统发展。

当然数控加工与普通加工相比也有如下不足之处。

- (1) 提高了初始阶段的投资。
- (2) 增加了电子设备的维护工作。
- (3) 对操作人员的技术水平要求较高。

3 数控程序编制简介

编制数控加工程序时,一般要根据工艺规程或工艺过程卡选择加工表面,但切削用量、走刀路线、工步的选择等往往由操作者自行决定。使用数控机床加工时,要按照事先编好的加工程序自动地进行加工,操作者无法临时改变加工过程。