

UG数控加工基础教程

(NX 6版)

- ◆ 数控加工基础知识
- ◆ UG NX CAM操作基础
- ◆ 平面铣加工技术
- ◆ 型腔铣加工技术
- ◆ 插铣加工、车削加工
- ◆ 线切割加工
- ◆ 固定轴曲面轮廓铣加工
- ◆ 综合仿真校验与后置处理



付红伟 王爽 张海英 编著



清华大学出版社

高等学校计算机应用规划教材

UG 数控加工基础教程

(NX 6 版)

付红伟 王爽 张海英 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以最新的 UG NX 6 版本为基础,全面详细地介绍了 UG 数控编程的基础知识及相关的方法和技巧。其中包括数控加工基础知识、UG NX CAM 应用基础、平面铣、型腔铣、等高轮廓铣、固定轴曲面轮廓铣、点位加工、车削加工和后处理等内容。本书以教学模式作为编写思路,理论与实践相结合,并添加了丰富的一线工程实例讲解,实用性和新颖性是本书最大的特点。

本书可作为高等院校数控及相关专业的教材,也适合正在学习 UG NX 6 软件,特别是学习 CAM 技术的用户参考使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

UG 数控加工基础教程(NX 6 版)/付红伟,王爽,张海英 编著. —北京:清华大学出版社,2009.8
(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-20531-9

I. U… II. ①付…②王…③张… III. 数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件, UG NX 6—高等学校—教材 IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 111078 号

责任编辑:刘金喜

装帧设计:康 博

责任校对:胡雁翎

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:24 字 数:554 千字

版 次:2009 年 8 月第 1 版 印 次:2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:35.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:029071-01

前 言

数控机床是一种集机械技术、电子技术、计算机技术、精密检测技术及液压气动技术等于一体的高新技术设备。数控机床的出现和广泛应用,使机械制造、航空、航天、汽车、船舶、国防及其他高新技术领域的生产方式、产品结构和产业结构发生了深刻的变化,并且带来了巨大的经济效益。21 世纪制造业的竞争,实质上是数控技术的竞争,也就是数控技术人才的竞争。随着全球制造向中国转移的发展趋势,对数控加工技术的需求必将呈现出高速持续增长,人才市场急需既懂得数控加工技术,又熟悉 CAD/CAM 软件的专业人才。

Unigraphics(简称 UG)软件是集 CAD / CAE / CAM(计算机辅助设计、分析和制造)于一体的三维参数化软件,被广泛地应用于航空、航天、汽车、造船、通用机械和电子等工业领域。作为 UG 公司提供的产品全生命周期解决方案中面向产品开发领域的旗舰产品的最新版本,UG NX 6 提供了一套集成的、全面的产品开发解决方案,一套集合最先进的技术和一流实践经验的解决方案用于产品设计、分析及制造。

UG NX 6 是构建于最新的体系结构——NX 体系结构基础之上的最新版本,这是一个支持产品全生命周期管理的全新体系结构,是 UG 公司同其主要客户一起设计开发出来的,支持完整的产品工程,具备强大的建模、分析、加工和仿真功能。

数控加工是一门实践性很强的技术门类,但又离不开理论的指导。为了给初学者提供一本内容翔实权威的 UG NX 6 数控加工技术参考书和工具书,我们组织了相关领域的老师和经验丰富的工程师精心筹划、编写了此书。全书理论和实践指导并重,全面而又凝练地讲解了 UG CAM 的基本理论和概念,同时又有来自于一线工程实践的案例讲解。全书在体例编排上既遵从读者的认知规律,又充分考虑案例应用中重点问题的操作方法,书中无论是对软件相关概念、使用方法的介绍,还是对软件应用技巧的见解,都融合了作者多年的研究和实践经验。具体地讲,本书具有以下特点:

- 图解操作,清晰直观。
- 图文并茂,脉络清晰。
- 概念清晰,权威经典。
- 实例引导,通俗易懂。
- 学练结合,注重实践。

本书分为 10 章,编写时采用先讲解各个应用模块的操作功能,再根据具体实例讲述各种加工应用的思路。

第 1 章简单介绍数控加工的基础知识,包括数控加工坐标系、数控加工编程基础和数控加工工艺规划等。

第 2 章介绍 UG NX 6 的基本操作,包括加工环境设置、操作的创建和加工参数的相关

设置等。

第3章介绍平面铣加工,包括平面铣操作的创建步骤、几何体定义和参数的设置等。

第4章讲述型腔铣加工,包括型腔铣操作的加工几何体、切削深度和切削参数等。

第5章介绍插铣加工,包括插铣操作的创建步骤、切削参数和插铣层等。

第6章介绍点位加工,包括点位加工的几何体定义、刀具的创建、刀轨的优化和操作的创建步骤等。

第7章介绍线切割加工,包括线切割加工几何体、操作步骤和参数设置等。

第8章介绍固定轴曲面轮廓铣加工,包括固定轴曲面轮廓铣加工创建的一般步骤、常用驱动方法、切削参数设置和投影矢量等。

第9章介绍车削加工,包括粗车、精车、车槽、中心孔、螺纹加工等。

第10章介绍综合仿真与校验的方法、后处理技术和综合实例。

本书课程总学时为72学时,各章学时分配见下表(供参考):

学时分配建议表

课 程 内 容	学 时 数			
	合计	讲授	实验	机动
第1章 数控加工基础知识	3	2	1	
第2章 UG NX 6 基础知识及 CAM 操作基础	7	5	2	
第3章 平面铣加工技术	12	6	4	2
第4章 型腔铣加工技术	8	4	2	2
第5章 插铣加工	3	2	1	
第6章 点位加工	6	4	2	
第7章 线切割加工	5	3	2	
第8章 固定轴曲面轮廓铣加工	10	6	4	
第9章 车削加工	12	6	4	2
第10章 综合仿真校验与后置处理	6	4	2	
合计	72	42	24	6

本书实例典型、内容丰富,有很强的针对性,各章不仅详细介绍了实例的具体操作步骤,还配有一定数量的练习题供读者学习使用,读者只需按照书中介绍的步骤一步步地实际操作,就能完全掌握本书的内容。

本书可以作为高等院校数控及相关专业的教材,也适合正在学习 UG NX 6 软件,特别是学习 CAM 技术的用户参考使用。

本书配有教学课件,以方便教学。本书由付红伟、王爽和张海英主编,其中第一、三、五、六章由河南科技大学机电工程学院张海英老师执笔。参与编写的还有贾东永、王峰、周文兵、黄东、何明开、章占军、王庆春、杨大伟、李伟、许小荣等的帮助和指导,在此致以诚挚的谢意!

作者力图使本书的知识性和实用性相结合，但由于水平有限，如有疏漏和不足之处，恳请同行和读者批评指正。

编者的 E-mail 地址: srmbit@yahoo.com.cn

服务邮箱: wkservice@vip.163.com

编 者

2009.7

目 录

第 1 章 数控加工基础知识	1
1.1 数控加工简介	1
1.2 数控机床概述	2
1.2.1 数控机床简介	3
1.2.2 数控机床的分类	5
1.2.3 数控机床的发展趋势	8
1.3 数控加工基础	10
1.3.1 数控加工类型	10
1.3.2 数控加工坐标系	11
1.3.3 数控加工编程基础	16
1.3.4 数控加工编程实例	24
1.4 数控加工工艺的设计	25
1.4.1 数控加工工艺的特点及内容	26
1.4.2 数控加工的工艺分析方法	27
1.4.3 数控加工的工序设计与规划	29
1.5 UG NX CAM 系统	32
1.5.1 CAM 系统简介	32
1.5.2 UG NX CAM 功能简介	33
1.6 本章小结	34
1.7 习题	34
第 2 章 UG NX 6 基础知识及 CAM 操作基础	37
2.1 UG NX 6 概述	37
2.1.1 UG NX 6 的基本模块	37
2.1.2 UG NX 6 的基本操作	41
2.2 UG NX 6 数控加工基础	46
2.2.1 UG NX 6 数控加工的类型	46
2.2.2 UG NX 6 加工环境	47
2.2.3 操作导航器的应用	49

2.2.4 UG NX 6 数控加工的一般流程	53
2.2.5 UG NX 6 CAM 新增与改进功能简述	57
2.3 刀具的创建	58
2.3.1 刀具类型及参数设置	59
2.3.2 刀具建立	60
2.4 创建几何体	63
2.5 创建加工方法	69
2.5.1 创建加工方法的基本步骤	69
2.5.2 创建加工方法的参数	70
2.6 创建操作	73
2.7 刀具路径管理	75
2.7.1 生成刀具路径	75
2.7.2 刀具路径的重播	76
2.7.3 刀具路径的显示	77
2.7.4 可视化刀轨检验	77
2.8 本章小结	80
2.9 习题	80
第 3 章 平面铣加工技术	83
3.1 平面铣加工概述	83
3.2 创建平面铣操作的基本步骤	84
3.3 平面铣加工几何体	86
3.3.1 平面铣操作的几何体类型	86
3.3.2 平面铣操作的几何体边界的类型	88
3.3.3 铣削边界的类型和创建	90
3.4 平面铣常用参数	97
3.4.1 切削模式	97
3.4.2 步进距离	100
3.4.3 切削深度	102

3.4.4	切削参数	104	4.10.2	创建大区域型腔 铣粗加工	175
3.4.5	非切削移动参数	114	4.10.3	创建轮廓区域精加工	177
3.4.6	进给和速度	124	4.11	本章小结	179
3.5	面铣削加工操作	126	4.12	习题	179
3.5.1	面铣削加工特点	126	第5章	插铣加工	181
3.5.2	面铣削加工基本步骤	126	5.1	插铣加工概述	181
3.5.3	面铣削加工几何体	127	5.2	插铣加工几何体	182
3.5.4	面铣削加工参数设置	128	5.3	插铣切削参数	182
3.6	平面铣加工操作实例	128	5.3.1	切削参数	183
3.6.1	打开文件并进行特征分析	129	5.3.2	控制点	183
3.6.2	创建刀具	131	5.3.3	插铣层设置	184
3.6.3	创建几何体	132	5.4	插铣加工操作实例	185
3.6.4	创建总体粗加工 平面铣操作	135	5.5	本章小结	191
3.6.5	创建侧壁精加工操作	138	5.6	习题	192
3.6.6	创建精加工面铣削操作	140	第6章	点位加工	195
3.7	本章小结	144	6.1	点位加工概述	195
3.8	习题	144	6.1.1	点位加工的特点	195
第4章	型腔铣加工技术	147	6.1.2	点位加工刀具的运动过程	196
4.1	型腔铣加工概述	147	6.2	创建点位加工操作	196
4.2	型腔铣加工的创建	148	6.3	点位加工几何体	198
4.3	型腔铣加工几何体	150	6.3.1	指定加工位置	199
4.4	型腔铣加工参数设置	153	6.3.2	指定部件表面	207
4.4.1	切削模式	153	6.3.3	指定底面	208
4.4.2	切削层	154	6.4	循环控制	208
4.4.3	切削参数	158	6.4.1	循环类型	208
4.5	等高轮廓铣	163	6.4.2	循环参数组	210
4.5.1	等高轮廓铣的特点	163	6.5	一般参数设置	213
4.5.2	创建等高轮廓铣 加工的步骤	163	6.5.1	最小安全距离	214
4.6	等高轮廓铣操作参数	165	6.5.2	孔深度偏置量	214
4.7	等高轮廓铣加工参数	166	6.5.3	避让、进给率和机床控制	214
4.8	插铣加工概述	167	6.6	点位加工操作实例	215
4.9	等高轮廓铣加工实例	168	6.6.1	加工工艺分析	215
4.10	型腔铣加工实例	170	6.6.2	确定加工方案	215
4.10.1	设置加工环境参数	171	6.6.3	打开文件进入加工环境	215
			6.6.4	创建操作准备	215

6.6.5 创建点位加工操作	218
6.7 本章小结	230
6.8 习题	230
第 7 章 线切割加工	233
7.1 线切割加工概述	233
7.2 线切割加工实例	235
7.2.1 双轴线切割加工实例	236
7.2.2 四轴线切割加工实例	246
7.3 本章小结	249
7.4 习题	249
第 8 章 固定轴曲面轮廓铣加工	251
8.1 固定轴曲面轮廓铣加工 技术概述	251
8.1.1 固定轴曲面轮廓铣概述	251
8.1.2 固定轴曲面轮廓铣的 几个重要概念	252
8.2 固定轴曲面轮廓铣 加工的创建	252
8.3 固定轴曲面轮廓铣 加工几何体	254
8.4 固定轴曲面轮廓铣常用 驱动方式	255
8.4.1 曲线/点驱动	256
8.4.2 螺旋式驱动	261
8.4.3 边界驱动	264
8.4.4 区域铣削驱动	271
8.4.5 表面积驱动	275
8.4.6 径向切削驱动	278
8.4.7 清根驱动	282
8.4.8 文本驱动加工	286
8.4.9 流线驱动	288
8.5 投影矢量	294
8.6 切削参数	298
8.7 非切削参数	303
8.8 本章小结	306
8.9 习题	306
第 9 章 车削加工	309
9.1 车削加工概述	309
9.1.1 车削加工的特点 及其操作类型	309
9.1.2 车削加工的创建	310
9.2 车削加工几何体	311
9.2.1 车削加工坐标系	311
9.2.2 车削加工横截面	312
9.2.3 定义工件(WORKPIECE)	313
9.2.4 定义车削工件	313
9.2.5 定义车削部件	315
9.3 车削加工刀具	315
9.4 指定切削区域	317
9.5 粗车削操作加工	319
9.5.1 切削策略	319
9.5.2 层角度	321
9.5.3 变换模式	321
9.5.4 清理	322
9.5.5 切削参数	323
9.5.6 非切削参数	325
9.5.7 粗车加工实例	328
9.6 精车加工	332
9.7 中心孔加工	334
9.7.1 加工参数的设置	334
9.7.2 中心孔加工实例	335
9.8 螺纹加工	338
9.8.1 螺纹加工参数	338
9.8.2 螺纹加工实例	341
9.9 内表面镗加工	344
9.10 本章小结	347
9.11 习题	348
第 10 章 综合仿真校验与后置处理	351
10.1 综合仿真与校验概述	351
10.2 综合仿真与校验的 系统原理	352
10.3 机床构建器与机床导航器	353

10.3.1	机床导航器	353	10.6.1	UG POST 后置处理概述	362
10.3.2	综合仿真与校验实例	354	10.6.2	后置处理构造器 (UG POST Builder)概述	363
10.4	UG 后置处理概述	359	10.6.3	UG POST 后置处理实例	368
10.5	图形后置处理器(GPM)	359	10.7	本章小结	370
10.5.1	图形后置处理器简介	359	10.8	习题	370
10.5.2	图形后置处理方法	360			
10.6	后置处理器 UG POST	362			

第1章 数控加工基础知识

本章导读

随着社会经济发展对制造业的要求不断提高,以及科学技术特别是计算机技术的高速发展,以数控技术为主的现代制造技术占据了重要地位。数控机床是采用数字控制技术对机床各移动部件的相对运动进行控制的机床,它是典型的机电一体化产品,是现代制造业的关键设备。计算机、微电子、信息、自动控制、精密检测及机械制造技术的高速发展,加速了数控机床的发展。目前数控机床正朝着高速度、高精度、高工序集中度、高复合化和高可靠性等方向发展,同时其应用范围也越来越广泛。

本章要点

- 数控机床的基本概念、特点和主要技术参数
- 数控加工编程的基本指令和方法
- 数控加工的工艺和工序设计基础

1.1 数控加工简介

数控加工是一种现代化的加工手段,同时,数控加工技术也成为一个国家制造业发展的标志。利用数控加工技术可以完成很多以前不能完成的曲面零件的加工,而且加工的准确性和精度也都可以得到很好的保证,其原理如图 1-1 所示。

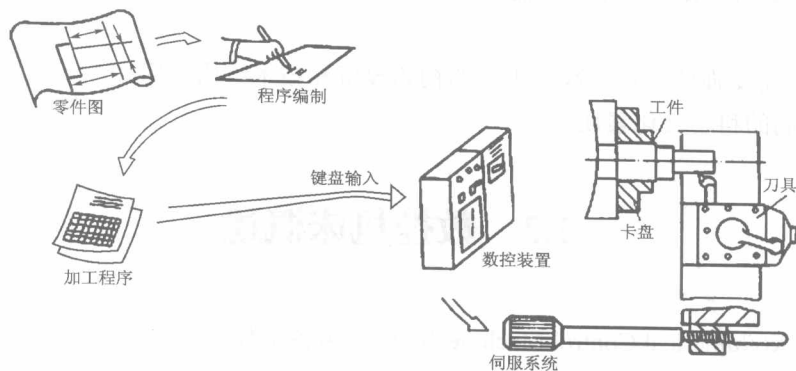


图 1-1 数控加工原理图

传统的机械加工都是用手工操作普通机床作业的,加工时用手摇动机械刀具切削金属,靠眼睛或用卡尺等工具测量产品的精度。现代工业早已使用电脑数字化控制的机床进

行作业了,即所谓的数控加工。那么什么是数控加工呢?数控加工就是指采用数字信息对零件加工过程进行定义,并控制机床进行自动化加工的方法。在对零件进行加工之前,事先在计算机上编写好程序,再将程序输入到计算机控制的加工机床里进行加工,或者直接在数控机床的面板上输入指令来操作机床加工。传统加工中的所有要素包括走刀、换刀、变速、变向、停车等操作,都是在数控机床的指令控制下完成的。

数控机床综合应用了微电子技术、计算机技术、精密检测技术、伺服驱动技术以及精密机械技术等多方面的最新成果,是一种先进的加工工具,具有如下特点。

- 高质量。数控加工是用数字控制程序实现自动加工,排除了人为误差的因素。加工的一致性,精度高,产品质量稳定,互换性好。
- 高效率。采用数控机床可以比普通机床生产效率提高 2~3 倍,尤其是对某些复杂零件的加工,其生产效率可以提高十几倍甚至几十倍。
- 连续性强。工件在数控机床上只需装夹一次,就可以完成多个部位的加工,甚至完成工件的全部加工内容。配有刀具库的加工中心能装有几把甚至几十把备用刀具,具有自动换刀功能,可以实现数控程序控制的全自动换刀,不需要中断加工过程,生产效率高。
- 高柔性。只需改变零件程序即可适应不同品种的零件加工,且几乎不需要制造专用工装夹具,因而加工柔性好,有利于缩短产品的研制与生产周期,适应多品种、中小批量的现代化生产需要。
- 具有加工复杂形状零件的能力。数控加工不受工件形状复杂程度的影响,特别是能够加工在飞机、汽车、船舶、模具、动力设备和国防军工等领域使用的复杂零件。数控加工运动的任意可控性使其能够完成普通加工方法难以完成甚至无法进行的复杂型面的加工。

数控机床的高度自动化性为集成管理提供了便利,数控加工技术的应用,使机械加工的大量前期准备工作与机械加工过程一体化,使零件的计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工艺规划(CAPP)和计算机辅助制造(CAM)的一体化成为现实,易于实现现代化的生产管理。

然而,需要强调的是,数控机床的初始投资和技术维修费用较高,并要求管理及操作者具有较高的科学文化素质。

1.2 数控机床概述

数控机床(Numerical Control Machine Tools)是装备了数控系统的机床。数控系统是采用数字控制技术的自动控制系统,它能够自动识别并处理使用规定的数字和文字编码的程序,从而控制机床完成预定的加工操作。

随着社会生产和科学技术的飞速发展,机械制造技术发生了深刻的变化,机械产品日趋精密复杂,且改型频繁,尤其是在宇航、军事、造船等领域所需的零件,精度要求高,

形状复杂, 批量又小, 传统的普通机械加工设备已难以适应市场对产品多样化的要求。为了满足上述要求, 以数字控制技术为核心的新型数字程序控制机床应运而生。

1952 年, 美国帕森斯公司与美国麻省理工学院(MIT)合作, 试制成功了世界上第一台三坐标数控铣床, 当时的数控装置采用电子管元件。50 多年来, 数控机床经历了电子管、晶体管、小规模集成电路、大规模集成电路、专用计算机、通用计算机和计算机网络等多个时代的发展, 是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的典型机电一体化产品。

1.2.1 数控机床简介

1. 数控机床的组成与结构

数控机床由数控系统和机床本体两大部分组成, 包括输入输出设备、CNC 控制器、进给控制单元、机床本体系统、位置检测单元等, 其组成如图 1-2 所示。

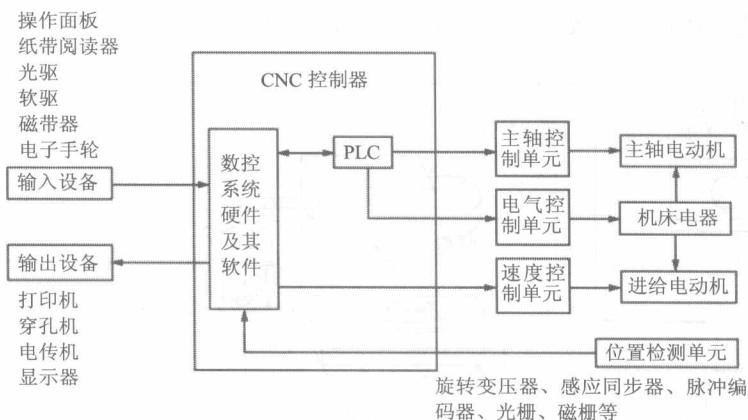


图 1-2 数控机床的组成

(1) 输入输出设备

输入装置可将不同的加工信息传递给计算机。在数控机床产生的初期, 输入装置为穿孔纸带, 现已趋于淘汰, 目前使用键盘、磁盘等, 极大地方便了信息输入工作。随着计算机辅助设计与制造技术的发展, 有些数控机床可利用 CAD/CAM 软件在通用计算机上编程, 然后通过计算机与数控机床之间的通信接口, 将程序与数据直接传送给数控装置。输出装置可输出系统内部的工作参数(含机床正常、理想工作状态下的原始参数, 故障诊断参数等), 显示命令与图形等。

(2) 数控系统

数控装置是数控机床的核心和主导, 接受外部输入的加工程序和各种控制命令, 识别这些程序和命令并进行运算处理, 然后输出控制命令, 最终实现数控机床各功能的指挥工作。现在的数控机床一般都采用微型计算机作为数控装置, 这种数控装置称为计算机数控

(CNC)装置。

(3) 可编程控制器

可编程序控制器即 PLC，它对主轴单元实现控制，将程序中的转速指令进行处理而控制主轴转速，管理刀库，进行自动刀具交换，选刀方式，刀具累计使用次数，刀具剩余寿命及刀具刃磨次数等工作；控制主轴正反转和停止、准停，切削液开关，卡盘夹紧松开，机械手取送刀等动作；还对机床的外部开关(行程开关、压力开关、温控开关等)进行控制；对输出信号(刀库、机械手、回转工作台等)进行控制。

(4) 检测反馈装置

由检测元件和相应的电路组成，主要是检测速度和位移，并将信息反馈于数控装置，实现闭环控制以保证数控机床的加工精度。

(5) 机床本体

机床本体即数控机床的机械部分，包括床身、主轴、进给传动机构等机械部件。

2. 数控机床的工作过程

数控机床的工作过程大致包括如下几个步骤，其过程如图 1-3 所示。

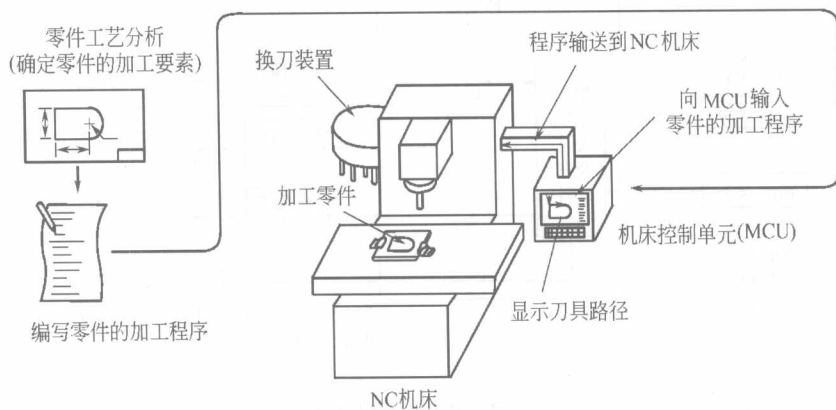


图 1-3 数控机床的工作过程

加工过程主要包括如下几个主要步骤。

- (1) 根据零件的加工图样进行工艺分析，确定加工方案、工艺参数和位移数据。
- (2) 用规定的程序代码和格式编写零件加工程序单，或用自动编程软件直接生成零件的加工程序文件。
- (3) 程序的输入或传输。由手工编写的程序，可以直接通过数控机床的操作面板输入程序；由编程软件生成的程序，则可以通过计算机的串行接口传输到数控机床的数控单元。
- (4) 依据输入或传输到数控单元的加工程序，进行刀具路径模拟，试运行。
- (5) 通过对机床的正确操作，运行程序，完成零件的加工。

1.2.2 数控机床的分类

数控机床的分类有多种方法。

1. 按照工艺方法分类

按照加工零件的工艺方法,数控机床可以分为金属切削类数控机床、金属成型类数控机床、特种加工类数控机床等。

- 金属切削类数控机床。如数控车床、数控钻床、数控磨床、数控铣床、数控齿轮加工机床、加工中心、虚拟轴加工机床等。
- 金属成型类数控机床。如数控折弯机、数控弯管机、数控冲床、数控回转头压力机等。
- 特种加工类数控机床。如数控线切割机床、数控电火花成型机、数控激光切割机、数控火焰切割机等。

2. 按照控制轨迹分类

数控机床按其刀具与工件相对运动的方式,可以分为点位控制数控机床、直线控制数控机床和轮廓控制数控机床。

- 点位控制数控机床。这类数控机床的特点是要保证点与点之间的准确定位。它只能控制行程的终点坐标值,对于两点之间的运动轨迹不作严格要求。对于点位控制的孔加工机床只要求获得精确的孔系坐标,在刀具运动过程中,不进行切削加工。如图 1-4 所示为点位控制钻孔加工示意图,此类数控机床有数控钻床、数控镗床、数控冲床、三坐标测量机等。
- 直线控制数控机床。这类数控机床的特点是不仅要控制行程的终点坐标值,还要保证在两点之间机床的刀具进行直线运动,而且在走直线的过程中往往要进行切削。如图 1-5 所示为直线控制切削加工示意图。

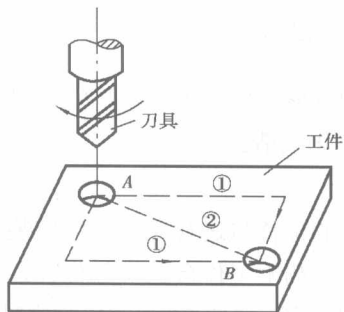


图 1-4 点位控制钻孔加工

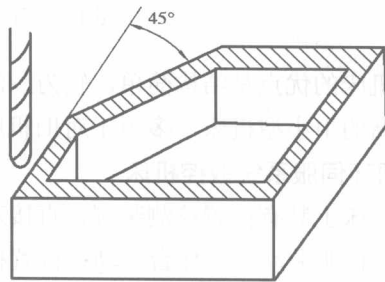


图 1-5 直线控制切削加工

- 轮廓控制数控机床。

这类数控机床的特点是不仅要控制行程的终点坐标值,还要保证两点之间的轨迹按照一定的曲线进行,即这种系统必须能够对两个或两个以上坐标方向的同时运动进行严格的

连续控制。如图 1-6 所示为轮廓控制铣削加工示意图。

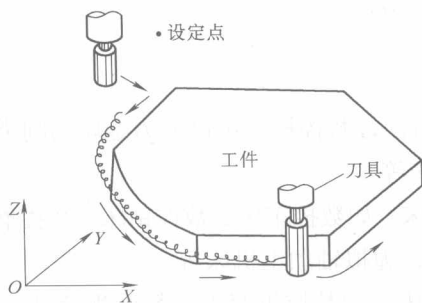


图 1-6 轮廓控制铣削加工

3. 按伺服系统的类型分类

(1) 开环伺服系统数控机床

这类机床没有来自位置传感器的反馈信号，数控系统将零件程序处理后，输出数字指令信号给伺服系统，驱动机床运动。例如采用步进电动机的伺服系统就是一个开环伺服系统，其结构如图 1-7 所示。

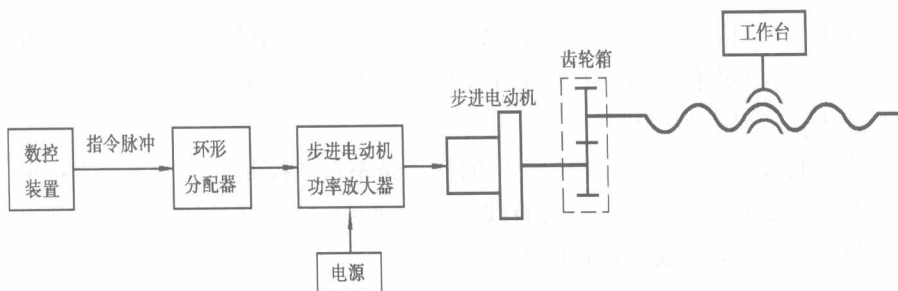


图 1-7 开环伺服系统的组成

这类机床的优点是结构简单，较为经济，维护维修方便，但是速度及精度低，适于精度要求不高的中小型机床，多用于对旧机床的数控化改造。

(2) 闭环伺服系统数控机床

这类机床上装有位置检测装置，直接对工作台的位移量进行测量。数控装置发出进给信号后，经伺服驱动使工作台移动；位置检测装置检测出工作台的实际位移，并反馈到输入端，与指令信号进行比较，驱使工作台向其差值减小的方向运动，直到差值等于零为止。图 1-8 所示为闭环伺服系统的组成。

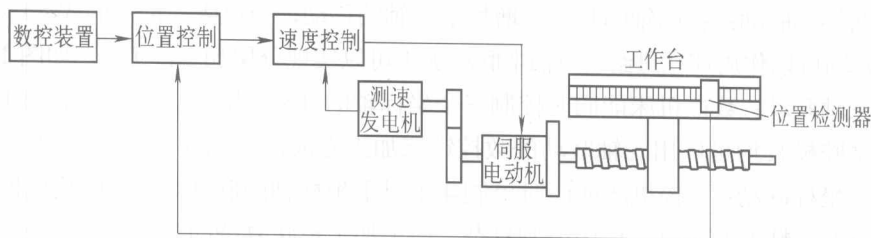


图 1-8 闭环伺服系统的组成

这类数控机床可以消除由于传动部件制造中存在的精度误差给工件加工带来的影响，从而得到很高的精度。但是由于很多机械传动环节包括在闭环控制的环路内，各部件的摩擦特性、刚性以及间隙等都是非线性量，直接影响到伺服系统的调节参数。因此，闭环伺服系统的设计和调整都非常困难。闭环伺服系统的优点是精度高，但其系统设计和调整困难，结构复杂，成本高，主要用于一些精度要求很高的镗铣床、超精密车床、超精密铣床、加工中心等。

(3) 半闭环伺服系统数控机床

这类数控机床采用安装在进给丝杠或电动机端头上的转角测量元件测量丝杠旋转角度，来间接获得位置反馈信息。图 1-9 所示为半闭环伺服系统的组成。

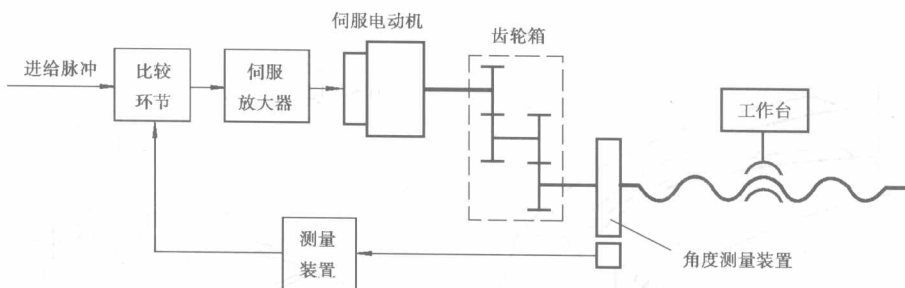


图 1-9 半闭环伺服系统的组成

这种系统的闭环环路内不包括丝杠、螺旋副及工作台，因此可以获得稳定的控制特性。而且由于采用了高分辨率的测量元件，可以获得比较满意的精度及速度。大多数数控机床采用半闭环伺服系统，如数控车床、数控铣床、加工中心等。

4. 按照联动轴数进行分类

数控系统控制几个坐标轴按需要的函数关系同时协调运动，称为坐标联动。按照联动轴数可以分为以下四种。

- 两轴联动：数控机床能同时控制两个坐标轴联动，适于数控车床加工旋转曲面或数控铣床铣削平面轮廓，其原理如图 1-10 所示。