



机电工程职业教育实用系列教材

UG NX

数控加工案例精讲

广东省职业技术教研室◎组编

编著◎吴惠文

黄育佳

姜 星



中国出版集团



世界图书出版公司

UG NX 数控加工

案例精讲

广东省职业技术教研室 组编

编著：吴惠文 黄育佳 姜 星

参编：陈建立 姜辉年 张兴华



 **中国出版集团**
 **世界图书出版公司**

图书在版编目 (C I P) 数据

UG NX 数控加工案例精讲/吴惠文, 黄育佳, 姜星编著.

--广州: 世界图书出版广东有限公司, 2011.1

ISBN 978-7-5100-3132-8

I. ①U… II. ①吴… ②黄… ③姜… III. ①数控机
床—加工—计算机辅助设计—应用软件, UG NX IV.
TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 260285 号

UG NX 数控加工案例精讲

责任编辑: 刘国栋

责任技编: 刘上锦

封面设计: 劳华义

版面设计: 张伟伟

出版发行: 世界图书出版广东有限公司

(广州市新港西路大江冲 25 号 邮编: 510300)

电 话: 020-87213880-620 (发行)

<http://www.sxz-pub.com> E-mail: yyh@sxz-pub.com

印 刷: 广东科普印刷厂 (广州市广花四路棠新西街 69 号)

版 次: 2011 年 2 月第 1 版 2011 年 2 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 18.75

字 数: 450 千

ISBN 978-7-5100-3132-8/G · 0890

定 价: 39.80 元

版权所有 侵权必究



Preface

Unigraphics (简称 UG) 软件是目前世界上应用最普遍、最富竞争力的 CAD / CAM / CAE 紧密集成的高端软件之一, 在制造业的各个领域 (如航空航天、汽车、模具和精密机械等) 有着日益广泛的应用。伴随着全球制造业向中国逐步转移的发展趋势, 对数控加工的需求必将呈现出高速、持续的增长, 人才市场急需既懂得数控加工相关技术、又熟悉 CAD / CAM 软件编程的专业人才。

本书从用户的角度出发, 将经验技巧、融于一体讲解典型案例, 系统深入地介绍 UG 主要功能及其使用, 使用户在完成各种不同案例加工过程中, 掌握 UG NX6 各类零件加工方法、工艺分析、刀具路径的规划。

本书内容全面, 叙述循序渐进, 图文对照, 通俗易懂, 适合读者迅速掌握和全面提高使用技能。无论是有无基础的读者都可以通过学习本书提高自身的 UG 编程能力。

本书共分 4 编 10 章, 各章具体内容如下。

第一编 基础

第 1 章主要介绍 UG 概述、UG 加工基本概念与通用参数、UG 数控加工常用技术、数控技术及发展趋势、数控加工工艺、数控加工程序。

第二编 二维加工

第 2 章主要介绍 2D 线框图加工实例, 学习平面铣的操作和参数设置。

第 3 章主要介绍开放轮廓 2D 加工实例, 学习开放式轮廓的加工技巧和利用未切削边界的应用。

第 4 章主要介绍含拔模斜度和孔加工实例, 学习 2D 模型拔模斜度的加工方法以及孔加工的方法和加工技巧。

第三编 三维加工

第 5 章主要介绍型腔铣加工实例, 学习型腔铣和固定轴铣的加工方法以及 3D 加工技巧。

第 6 章主要介绍型芯加工实例, 学习模具型芯加工要点和注意事项掌握 3D 加工方法。

第 7 章主要介绍型腔加工实例, 学习模具型腔加工要点和注意事项掌握 3D 加工方法的参数设定。

第四编 综合加工

第 8 章主要介绍照相机凹模加工实例, 学习型腔铣的 IPW 的应用和分流道, 浇口加工技巧。

第 9~10 章主要介绍综合零件加工实例, 学习 2D 与 3D 结合加工的应用。

本书适合以下读者阅读: UG 数控加工编程自学者, 有一定 CAD 基础的设计人员, 模

具制造或数控机床操作人员，UG 数控编程培训班学员，中职、中专、大专院校机械专业和工业设计专业学生。

本书由吴惠文、黄育佳、姜星编著，参编有陈建立、姜辉年、张兴华、曾奇剑、郑侠彪、林佳炯。

书中不足之处，敬请读者批评指正。

编者

2010年11月

阅读指引

Guide

关于本书：

本书以图文结合的形式来表达操作过程，以操作序号“1、2、3……”的顺序按部就班地进行操作，如果遇到部分操作不清楚的地方，读者可以参考光盘中相应的语音视频进行操作。

4. 设置安全高度

具体步骤根据图 4-7 所示进行操作。

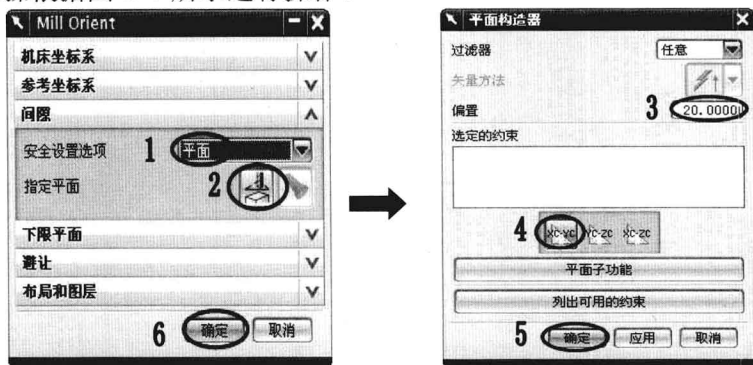
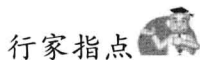
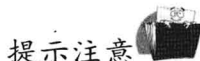


图 4-7 设置加工坐标系操作

在本书中还插入了“行家指点”、“提示注意”两个栏目方便读者加深学习。



行家指点：用于介绍经验心得或概念。



提示注意：用于提示读者要注意的问题。

关于光盘：

本书附带一张光盘，光盘内包含实例源文件夹“prt”，实例结果文件夹“finish”，课后练习文件夹“prt_1”以及多媒体语音视频文件夹“video”，建议读者在使用时把光盘中的内容复制到电脑硬盘中，这样可以提高 UG 的读图速度。光盘内所有*.prt 文件必须用 UG

NX6 以上的版才能打开。下面介绍光盘的使用方法。

“prt”文件夹：内含本书所有实例源文件，读者可以选择相关章节中的实例文件直接打开，然后对应用书中的内容进行操作。

“finish”文件夹：内含本书所有的实例结果文件，读者可以选择相关实例文件直接将其打开浏览结果文件。

“prt_1”文件夹：内含本书所有的课后练习文件，读者可以选择相关章节中的课后练习文件直接打开进行练习。

“video”文件夹：内含本书所有实例多媒体的语音操作视频，读者可以选择相关视频利用 Windows 系统自带的播放软件或视频播放软件进行播放学习。

编者

2010 年 11 月



Contents

第一编 基础	1
1 数控加工基础知识与 UG 概述	1
1.1 数控技术的基本概念及其发展趋势	2
1.2 数控加工工艺	4
1.3 数控加工程序	9
1.4 UG 概述	14
1.5 UG 加工基本概念与通用参数	16
1.6 UG NX6 数控加工常用技术	26
第二编 二维加工	35
2 2D 线框图加工案例	35
2.1 工件分析	36
2.2 工艺规划	36
2.3 模型初始设置	37
2.4 2D 线框轮廓加工	43
2.5 2D 线框面铣	47
2.6 2D 线框内圆凹槽粗加工	50
2.7 凹槽侧壁与底面精加工	55
2.8 产生 NC 程序	58
2.9 保存文件	58
☞ 本章小结	58
☞ 课后练习	59
3 开放轮廓加工案例	61
3.1 工件分析	62
3.2 工艺规划	62
3.3 模型初始设置	63
3.4 开放轮廓粗加工	69
3.5 面铣	74
3.6 模型圆角残料清除	77
3.7 开放轮廓侧壁精加工	80
3.8 产生 NC 程序	82

3.9	保存文件	82
	☞本章小结	83
	☞课后练习	84
4	含拔模斜度和孔加工案例	85
4.1	工件分析	86
4.2	工艺规划	86
4.3	模型初始设置	87
4.4	内腔粗加工	91
4.5	内腔精加工	97
4.6	平面加工	100
4.7	打中心钻	103
4.8	钻 $\phi 12$ 孔	107
4.9	产生 NC 程序	111
4.10	保存文件	112
	☞本章小结	112
	☞课后练习	112
第三编	三维加工	113
5	型腔铣加工案例	113
5.1	工件分析	114
5.2	工艺规划	114
5.3	模型初始设置	115
5.4	型腔铣开粗加工	119
5.5	型腔铣侧壁精加工	122
5.6	面铣	124
5.7	圆弧曲面精加工	126
5.8	产生 NC 程序	129
5.9	保存文件	129
	☞本章小结	130
	☞课后练习	130
6	型芯加工案例	131
6.1	工件分析	132
6.2	工艺规划	132
6.3	模型初始设置	133
6.4	型芯开粗加工	136
6.5	型芯二次开粗加工	138
6.6	型芯整体半精加工	141
6.7	型芯整体精加工	143
6.8	型芯清角加工	146
6.9	产生 NC 程序	148

6.10 保存文件	148
☞本章小结	149
☞课后练习	149
7 型腔加工案例	150
7.1 工件分析	151
7.2 工艺规划	151
7.3 模型初始设置	152
7.4 型腔开粗加工	154
7.5 面铣加工	157
7.6 二次开粗加工	159
7.7 型腔整体半精加工	162
7.8 型腔整体精加工	164
7.9 产生 NC 程序	166
7.10 保存文件	167
☞本章小结	167
☞课后练习	168
第四编 综合加工	169
8 照相机凹模加工案例	169
8.1 工件分析	170
8.2 工艺规划	170
8.3 模型初始设置	171
8.4 开粗加工	175
8.5 面铣加工	179
8.6 模型二次开粗加工	181
8.7 模型残料粗加工	184
8.8 型腔半精加工	185
8.9 型腔精加工	188
8.10 精加工凸台面	191
8.11 分流道精加工	192
8.12 浇口精加工	196
8.13 产生 NC 程序	199
8.14 保存文件	200
☞本章小结	200
☞课后练习	200
9 综合零件加工案例一	202
9.1 工件分析	203
9.2 工艺规划	203
9.3 模型初始设置	204
9.4 面铣加工	207

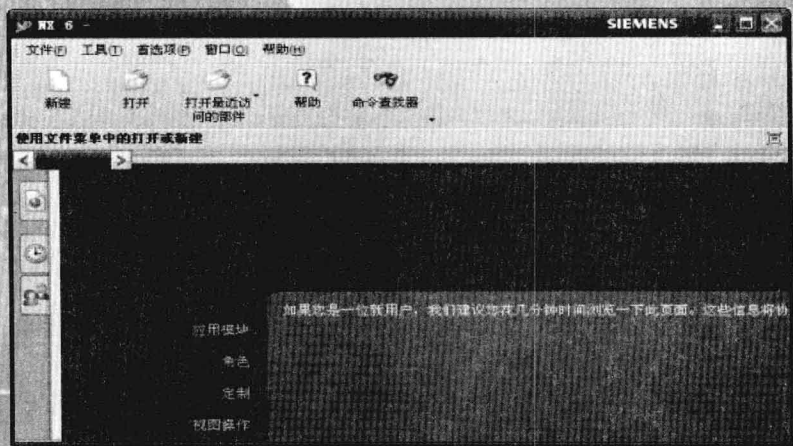
9.5	球面槽开粗加工	209
9.6	加工模型中槽	212
9.7	粗加工椭圆内槽	217
9.8	粗加工圆台曲面	221
9.9	精加工椭圆内槽轮廓	223
9.10	圆台曲面精加工	225
9.11	球面圆槽精加工	228
9.12	打中心钻	230
9.13	钻 $\phi 12$ 孔	233
9.14	产生 NC 程序	236
9.15	保存文件	237
	☞本章小结	237
	☞课后练习	237
10	综合零件加工案例二	239
10.1	工件分析	240
10.2	工艺规划	240
10.3	模型初始设置	241
10.4	模型开粗加工	244
10.5	模型残料粗加工	247
10.6	精加工 C 型槽	249
10.7	精加工 V 槽型侧面	253
10.8	精加工月型槽	257
10.9	台阶面铣	261
10.10	斜面精加工	263
10.11	圆角曲面精加工	266
10.12	圆台曲面精加工	268
10.13	打中心钻	271
10.14	钻 $\phi 8$ 的孔	273
10.15	钻 $\phi 10$ 的孔	276
10.16	产生 NC 程序	279
10.17	保存文件	280
	☞本章小结	280
	☞课后练习	280
附录 1	UG 的快捷功能键列表	282
附录 2	常用切削用量表	284
	参考文献	289

第一编 基础

UG NX 数控加工案例精讲

第 1 章 数控加工基础知识与 UG 概述

本章主要介绍数控技术基础知识及其发展趋势、数控加工工艺规划、数控加工程序的组成与注意事项，以及 UG 加工基本概念与通用参数、UG 数控加工常用技术等。



Siemens and the Siemens logo are registered trademarks of Siemens AG.
© 2008 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. All Rights Reserved.
NX is a trademark or registered trademark of Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. or its subsidiaries in the United States and in other countries. This software and related documentation are proprietary to Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.

Siemens PLM Software

SIEMENS

1.1 数控技术的基本概念及其发展趋势

1.1.1 数控技术的基本概念

数控技术 (Numerical Control) 是用数字或数字化信号构成的程序对设备的工作过程进行自动控制的一种技术, 简称数控 (NC)。数控系统是利用数控技术实现自动控制的系统。

数控设备是采用数控系统进行控制的机械设备, 其操作指令需用数字或数字代码来描述, 工作过程按照指令程序自动进行。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、数控测量机和机械设计与制造技术的最新成果, 这些成果具有自动控制动作顺序、位移、相对位置坐标、速度和转速等功能, 并具有各种辅助功能。

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, 由数控机床组成的加工中心、柔性制造系统应运而生。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, 使普通机械逐渐被高效率、高精度的数控机械所代替, 从而大大提高了生产力, 使制造业发生了质的变化。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, 数控设备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, 数控技术在机器人、绘图机械、坐标测量机、激光加工机、等离子切割机、注塑机等机械设备的制造中也得到了广泛应用。

微电子技术 (特别是数字计算机、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, 简称 CNC) 装置, 不论运算速度、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提高, 给数控技术的发展带来了更强的生命力。

1.1.2 数控系统和数控技术的发展趋势

1. 数控系统的发展趋势

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, 不仅数控机床的自动诊断和自动编程有了很大发展, 而且也出现了各种新型的数控系统, 主要有以下发展趋势。

(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的数控设备。

(2) 微机数控系统 (MNC)。微机体积小, 内存容量大, 可充分利用软件设计扩大微机数控系统的使用范围。一般 MNC 均兼有穿孔纸带和键盘输入功能, 在只读存储器中

有大量典型的子循环程序可调用,以减轻编程工作量。全功能 MNC 系统都备有荧光显示屏,以显示编程、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、报警并显示故障,根据显示的代码便能容易地找出故障的位置与原因。由于 MNC 系统功能强大,因此它有逐渐取代 NC 系统和 CNC 系统的趋势。

(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)。自动换刀数控系统又称加工中心,是一种能实现多工序加工的数控系统。用这类系统控制的机床一般配有机床刀库(可存放 16~100 把刀具),工件经一次装夹,系统就能控制机床自动更换刀具,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)。自适应控制系统是 20 世纪 60 年代末发展起来的高精度、高效益数控系统,目前有的 MNC 系统也兼有 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指令,以确保 AC 处于最佳切削用量状态,从而在保证质量的条件下使加工成本最低或生产率最高。AC 系统主要用在航空、航天等工业部门的特种材料加工中。

(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自动编程,并直接控制多个数控机床的数控系统。DNC 的通信网络可以把车间内的数控机床通过调度和运转控制联系在一起,从而掌握整个车间的加工情况,便于实现加工物件的传送和自动化检测设备的连接。DNC 系统连接数控设备和上层计算机,是实现 CAD/CAM 和计算机辅助生产管理系统(CAPMS)集成的纽带,是实现设计制造一体化的桥梁。与 FMS、DNC 相比更注重信息流的集成,从而避免 FMS 在物流上的高投资,是机械加工车间实现制造自动化的较好方式。按照 CIMS 的递阶控制理论,DNC 系统可以被方便地组织为数控单元,接收来自车间的作业计划,实现单元内的作业调度和资源调度、决定零件的加工路线、监控和统计数控设备的任务执行情况等。因此 DNC 是实现信息集成制造的一个层次,既可以单独使用,也可以继续发展为 FMS 和 CIMS。

(7) 柔性制造系统(FMS)。柔性制造系统也叫计算机群控自动线,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对制造工厂生产、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、生产率和企业的应变能力。

2. 数控技术的发展趋势

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 的兴起并不断成熟,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方向发展。目前数控技术的发展趋势主要有以下 4 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,同时要求伺服系统能快速作出判断使数控机床在极短的空程内由零加速到高速,并在高行程速度下保持高定位精度,这要求数控机床必须具有高加速度、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,包括机床的基础部件和刀架等。一般通过减少数控系统的误差和采用补偿技术来提高数控机床的加工精度。在减少 CNC 系统控制误差方面,通常采用提高数控系统分辨率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,以微小程序段实现连续进给,使 CNC 控制单位精细化,从而提高位置检测精度;在采用补偿技术方面,除采用齿隙补偿、丝杠螺距误差补偿等技术外,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,有很多变量会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。这些变量事先难以预测,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,它能根据切削条件的变化自动调整并保持最优工作状态,从而提高加工精度、表面质量和经济效益。

另外,在现代数控机床上装有各种监控、检测装置,对工件、刀具及加工全过程进行监测。一旦发现工件尺寸超差、刀具磨损破损现象,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设计阶段就要考虑的,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,系统恢复技术和软件可靠性技术。为提高系统的可靠性,可采取以下措施: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、通用化和标准化,提高自诊断及保护功能。

1.2 数控加工工艺

数控机床因其具有广泛的适应范围、较高的加工精度和生产效率,在现代制造业中担当着越来越重要的角色。零件的加工精度除了与数控机床自身的精度有关外,与数控加工中的工艺措施更是密切相关。因此,在用数控机床加工机械零件时,必须充分地考虑工艺问题对零件加工质量的影响。虽然数控机床的自动编程软件提供了一种快速编程的方法,但无论使用哪一种自动编程软件,程序编制中的工艺问题依然离不开编程人员的工艺知识与经验,数控机床编程人员首先应该是一个优秀的工艺人员。讨论数控加工中的工艺问题(采取什么样的工艺措施才能有效地保证数控机床加工质量,以便充分地利用数控机床加工精度高的优势)是具有现实指导意义的。若工艺分析不周全,往往会造成工艺设计不合

理, 从而引起编程工作反复, 使工作量成倍增加, 严重时甚至造成数控加工出错, 导致工件报废。因此, 合理的工艺分析是正确编程的重要前提和保证。

1.2.1 数控铣削刀具及选用原则

刀具的选择是数控加工工艺中的重要内容之一, 刀具不仅影响机床的加工效率, 而且直接影响加工质量。另外, 数控机床主轴转速比普通机床高 1~2 倍, 且主轴输出功率大, 因此与传统加工方法相比, 数控加工对刀具的要求更高。不仅要求精度高、强度大、刚度好、耐用度高, 而且要求尺寸稳定、安装调整方便。这就要求采用新型优质材料制造数控加工刀具, 并合理选择刀具结构、几何参数。

1. 铣刀种类

在数控机床上常用的铣刀有面铣刀、立铣刀、圆鼻刀、球头铣刀等。

(1) 面铣刀。面铣刀的圆周表面和端面上都有切削刃, 端面切削刃为副切削刃。面铣刀多制成套式镶齿结构, 刀齿为高速钢或硬质合金, 如图 1-1 所示。

(2) 立铣刀。立铣刀是数控机床上用得最多的一种铣刀, 如图 1-2 所示。立铣刀的圆柱表面和端面上都有切削刃, 它们可同时进行切削, 也可单独进行切削。

(3) 圆鼻刀。圆鼻刀也叫牛鼻刀, 主要用于高硬度材料的开粗、平面光刀和外形光刀。常用的圆鼻刀的刀角半径为 $R0.2 \sim R1$, 如图 1-3 所示。

(4) 球头铣刀。球头铣刀也叫球刀或 R 刀, 如图 1-4 所示, 主要用于曲面精加工或流道加工。

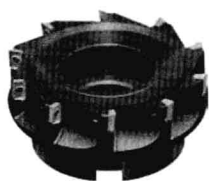


图 1-1 面铣刀



图 1-2 立铣刀



图 1-3 圆鼻刀



图 1-4 球头铣刀

2. 铣刀的选择原则

铣刀类型应与工件表面形状、尺寸相适应。加工较大的平面时应该选择面铣刀, 加工侧面贯通的凹槽、较小的台阶面及侧面轮廓时应选择立铣刀, 精加工空间曲面应选择球头铣刀, 模具型腔或型芯开粗时应选用圆鼻刀。

在经济型数控机床的加工过程中, 由于刀具的刃磨、测量和更换多为人工手动进行, 占用较长的辅助时间, 因此, 必须合理安排刀具的排列顺序, 一般应遵循以下原则。

- (1) 尽量减少刀具数量。
- (2) 一把刀具装夹后, 应完成其所能进行的所有加工步骤。
- (3) 粗、精加工的刀具应分开使用, 即使是相同尺寸规格的刀具。
- (4) 先铣后钻。
- (5) 先进行曲面精加工, 后进行二维轮廓精加工。
- (6) 在可能的情况下, 应尽量利用数控机床的自动换刀功能, 以提高生产效率。

1.2.2 数控加工方法的选择

应根据被加工零件的种类和加工内容选择合适的数控设备和加工方法。例如,加工旋转类零件,一般采用数控车床或数控磨床来完成;孔系零件由于需要加工较多的孔且孔间位置精度要求较高,因此宜用点位直线控制的数控钻床与数控镗床加工,这类零件如果一次装夹时还有其他加工内容,也可在数控铣床上加工;平面轮廓零件的轮廓多由直线、圆弧和曲线组成,一般在两坐标联动的数控铣床上加工;而具有三维曲面轮廓的零件,多采用3个或3个以上坐标联动的数控铣床或加工中心加工;模具型腔类零件,由于表面复杂、不规则,表面质量及尺寸精度要求较高,且常采用硬、韧的难加工材料,因此适宜选用数控电火花机床加工,所用的电极则一般在数控铣床或加工中心上加工;板材零件的加工可根据零件形状考虑采用数控剪板机、数控板料折弯机或数控冲压机加工;平板形零件可选择数控电火花线切割机床加工,该加工方法可加工任何复杂的内、外侧形状,而且加工余量少,加工精度高,不受被加工零件材料硬度的影响。当然,一般的工厂不一定配备各种类型的数控机床,在选择数控加工方法时,应根据设备配置情况,结合被加工零件的加工特点,综合各方面因素合理选择。

1.2.3 铣削工艺分析

工艺分析是数控加工程序编制工作中较为复杂又非常重要的环节,是数控加工的前期准备工作,必须在程序编制前完成。一个合格的编程人员应该全面了解机床主体和数控系统的性能、特点和应用,以及数控加工的工艺方案制定工作等各个方面。编程时工艺方面考虑不周会导致加工过程出现差错,造成人力、物力的浪费。因此,全面合理的工艺分析是进行数控编程的重要依据和保证。

1.2.4 加工工艺路线分析

工艺路线的确定是工艺分析中一项极为重要的工作,是编制程序的依据,是刀具相对于工件的运动轨迹及方向。因此,要合理确定进给路线,最好在工序简图上将进给路线画出来,便于编制程序。

在确定进给路线时,要考虑零件被加工表面的精度、表面质量、表面形状,零件材料的刚度、切削余量,机床的类型、刚度、精度以及刀具的刚度等;要考虑被加工表面与夹具的空间关系,以防碰撞。合理的进给路线应能保证零件的加工精度和表面质量要求,同时应具有数值计算简单、程序段少、编程量小、进给路线短、空行程少的特点。

工序划分是数控加工编程中十分重要的环节。工序划分合理与否,直接影响数控机床加工零件的质量,因此在数控加工编程中应遵循工序最大限度集中的原则,即零件在一次装夹后力求使本台数控机床所能加工的全部表面。对工艺划分的要求主要有以下几点。

1. 粗精分开

若零件(单件)的全部表面均由数控机床加工,工序的划分一般按先粗加工,再半精加工,最后精加工的顺序依次分开进行。粗加工时可快速切去大部分余量,再依次精加工各个表面,这样既可提高生产效率,又可保证零件的加工精度和表面粗糙度。而对于某一加工表面则应按“粗加工→半精加工→精加工”顺序完成。对于一些对位置精度要求较高