

制造工艺丛书



数控铣削加工 工艺及应用

常旭睿 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

数控铣削加工工艺及应用

常旭睿 编著

国防工业出版社

國防工業出版社

·北京·

内 容 简 介

本书主要内容包括数控铣床简介、数控铣削加工工艺、数控铣床的合理使用与日常维护、数控铣床编程、Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 简介、数控铣削加工常用知识、常用铣削方法及应用,特殊铣削方法及应用,后置处理技术及应用、数控铣削综合实例。并且本书附有一张光盘,存放了书中所有实例源文件和实例结果文件。

本书可以作为广大工程技术人员学习 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 数控铣削编程的自学教程和参考书,也可以作为大中专院校相关专业学生和各类培训学校学员的培训教程。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣削加工工艺及应用/常旭睿编著. —北京:
国防工业出版社,2010.8
(制造工艺丛书)
ISBN 978-7-118-07039-2

I. ①数… II. ①常… III. ①数控机床—铣削 IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 152652 号

※
国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)
天利华印刷装订有限公司印刷
新华书店经售

*
开本 787×1096 1/16 印张 13½ 字数 326 千字
2010 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 29.00 元(含光盘)

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422
发行传真:(010)68411535

发行邮购:(010)68414474
发行业务:(010)68472764

前 言

数控铣削加工是现代机械制造产业中颇具代表性的先进技术,在实际生产中,数控铣床的使用越来越广泛。本书以最新的 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中文版为蓝本,结合作者长期应用 Pro/ENGINEER 软件进行数控铣削编程的经验,将数控铣削编程的各种方法和技巧,通过一个个实例的操作,深入浅出地介绍给读者。让读者在实战中快速掌握数控铣削编程的各种方法和技巧,并将所学知识应用到自己的工作中。

本书共 10 章,其主要内容如下:

第 1 章介绍数控铣床,包括数控机床的基本概念、特点和用途、组成和分类等内容。

第 2 章介绍了数控铣削加工工艺的基本知识,包括数控铣削加工的工艺特点、数控铣削加工工艺性分析、数控铣削加工方法的合理选择等内容。通过本章的学习,读者将对数控铣削加工工艺有一个整体的把握。

第 3 章介绍了数控铣床合理使用和日常维护的知识,包括数控铣床的合理使用、数控铣床的精度检查、数控铣床通电前检查、数控铣床通电后检查等内容。通过本章的学习,读者才能很好地发挥数控铣床的效能,正确使用和维护数控铣床。

第 4 章介绍数控铣床编程知识,包括数控编程的步骤、数控铣床的坐标系、数控加工程序的结构、常用编程指令等内容。

第 5 章介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 软件,包括工作界面、文件管理、基本操作等内容。通过第 4 章、第 5 章的学习,为后面章节的学习打下基础。

第 6 章介绍了使用 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 进行数控铣削加工的常用知识应用实例,包括创建制造模型、机床设置、刀具设置等内容。通过本章的学习读者将对用 Pro/ENGINEER 进行数控铣削加工的过程,有一个初步的了解。

第 7 章介绍了在 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中创建一些常用的 NC 序列的方法应用实例,包括体积块粗加工铣削、局部铣削、曲面铣削等内容。通过本章的学习,读者可以在 Pro/ENGINEER 中进行一些常用的数控铣削加工编程工作。

第 8 章介绍了在 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中创建一些特殊的 NC 序列的方法应用实例,包括螺纹加工、腔槽加工、雕刻加工等内容。通过本章的学习,读者可以在 Pro/ENGINEER 中进行一些特殊的数控铣削加工编程工作。

第 9 章介绍后置处理技术及应用实例,包括查看后置处理器、创建后置处理器、数控代码的生成等内容。通过本章的学习,读者可以修改已经存在的后置处理器,或者创建新的后置处理器以满足工作需要。

第 10 章通过两个综合实例,详细介绍数控铣削加工的过程。通过本章的学习,读者可以

提高数控铣削程序的编制水平,通过实例举一反三,将所学的知识尽快应用到自己的工作实践中。

内 容 简 介

本书配套光盘说明:本书附有一张光盘,存放了书中所有实例源文件和实例结果文件。

本书配套光盘内容如下:

- 图形源文件(本书所有实例调用的文件):读者在学习前,首先需在 D 盘新建一个名为“实例源文件”的文件夹,然后将光盘上实例源文件夹中的所有文件复制到该文件夹中,以方便取用。
- 实例结果文件(本书所有的实例结果文件):为了便于读者学习,将本书中完成的所有实例文件的结果存放在光盘中,供读者参考。

本书在编写过程中力求完美,但是疏漏之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

本书共分 10 章,其主要内容如下:
第 1 章 数控铣削加工概述,主要介绍数控铣削加工的发展、特点、应用及编程方法。
第 2 章 数控铣削加工坐标系,主要介绍绝对坐标系、增量坐标系、极坐标系的建立及转换。
第 3 章 数控铣削加工刀具,主要介绍刀具的种类、选择及装夹。
第 4 章 数控铣削加工切削用量,主要介绍切削速度、进给速度、切削深度的选择。
第 5 章 数控铣削加工编程方法,主要介绍手工编程和自动编程。
第 6 章 数控铣削加工典型零件,主要介绍平面、轮廓、孔、槽、螺纹等零件的编程。
第 7 章 数控铣削加工综合应用,主要介绍综合应用实例。
第 8 章 数控铣削加工故障排除,主要介绍故障排除的方法和步骤。
第 9 章 数控铣削加工安全操作,主要介绍安全操作规范和注意事项。
第 10 章 数控铣削加工实训,主要介绍实训项目和实训指导。

本书由 10 章组成,其中第 1 章为绪论,第 2 章为坐标系,第 3 章为刀具,第 4 章为切削用量,第 5 章为编程方法,第 6 章为典型零件,第 7 章为综合应用,第 8 章为故障排除,第 9 章为安全操作,第 10 章为实训。

本书在编写过程中力求完美,但是疏漏之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

目 录

第1章 数控铣床简介	1
1.1 数控机床概述	1
1.1.1 数控机床的基本概念	1
1.1.2 数控机床的特点和用途	1
1.2 数控机床的构成	2
1.3 数控机床的分类	4
第2章 数控铣削加工工艺	6
2.1 数控铣削加工的工艺特点	6
2.2 数控铣削加工工艺性分析	6
2.2.1 数控铣削加工的内容	6
2.2.2 零件图样的工艺性分析	7
2.2.3 零件毛坯的工艺性分析	7
2.3 数控铣削加工方法的合理选择	8
2.4 工件的定位与装夹方式的合理选择	8
2.4.1 工件的定位	8
2.4.2 装夹方式的合理选择	8
2.5 数控铣削常用刀具及合理选用	8
2.5.1 铣刀的分类	8
2.5.2 铣刀的合理选用	9
2.6 数控铣削加工切削用量的合理选用	9
2.7 切削液的合理选用	10
第3章 数控铣床的合理使用与日常维护	12
3.1 数控铣床的合理使用	12
3.2 数控铣床的精度检验	13
3.2.1 数控铣床的几何精度检验	13
3.2.2 数控铣床的定位精度检验	13
3.2.3 数控铣床的工作精度检验	14
3.3 数控铣床通电前的检查	14
3.4 数控铣床通电后的检查	14

3.5	数控铣床的日常维护保养	14
3.6	数控铣床常见故障诊断及排除	15
3.6.1	机械故障	15
3.6.2	电气故障	17
第4章	数控铣床编程	18
4.1	数控铣床编程概述	18
4.1.1	数控编程的定义	18
4.1.2	数控编程的步骤	18
4.1.3	数控编程的方法	19
4.2	数控铣床的坐标系	20
4.3	数控加工程序的格式与组成	20
4.3.1	程序的组成	20
4.3.2	程序段格式	20
4.4	常用编程指令	21
4.4.1	准备功能	21
4.4.2	辅助功能	22
4.5	常用CAD/CAM 软件简介	23
4.5.1	Pro/ENGINEER 软件	23
4.5.2	UG 软件	23
4.5.3	Master Cam 软件	23
4.5.4	Cimatron 软件	24
4.5.5	CAXA 制造工程师	24
第5章	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 简介	25
5.1	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 概述	25
5.2	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 的工作界面	26
5.3	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 的文件管理	28
5.3.1	重命名文件	28
5.3.2	拭除内存中的文件	29
5.3.3	删除文件	30
5.3.4	打开旧版本文件	31
5.4	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 的基本操作	32
5.4.1	设置工作目录	32
5.4.2	设置单位	32
5.4.3	设置精度	34
5.4.4	对象的选取	36
5.5	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 常用模块简介	38

28	5.5.1 零件设计模块	38
08	5.5.2 钣金件设计模块	38
	5.5.3 组件设计模块	39
88	5.5.4 制造模块	40
88	5.5.5 模具设计模块	40
88	5.5.6 绘图模块	41
88	第6章 数控铣削加工常用知识	43
10	6.1 数控铣削加工概述	43
10	6.1.1 数控铣削加工的基本概念	43
80	6.1.2 数控铣削加工操作流程	44
40	6.2 制造模型	44
20	6.2.1 以装配方式创建制造模型	44
20	6.2.2 以创建方式创建制造模型	46
00	6.2.3 实战演练	48
70	6.3 制造设置	54
80	6.3.1 操作设置	54
001	6.3.2 机床设置	56
001	6.3.3 刀具设置	57
001	6.3.4 夹具设置	60
101	6.3.5 加工零点设置	61
80	6.3.6 退刀平面设置	61
801	6.3.7 实战演练	62
40	6.4 加工范围设置	64
101	6.4.1 铣削窗口	64
001	6.4.2 铣削曲面	66
001	6.4.3 铣削体积块	68
011	6.4.4 钻孔组	71
811	6.5 加工设置	74
10	6.5.1 加工序列	74
011	6.5.2 加工参数	76
011	6.5.3 实战演练	77
01	6.6 模拟刀具路径	79
01	6.7 CL数据设置	81
111	6.7.1 CL数据环境	81
051	6.7.2 CL数据	83
051	6.8 后置处理	84
051	6.8.1 生成后置处理文件	84

6.8.2	查看后置处理文件	85
6.8.3	实战演练	86
第7章	常用铣削方法及应用	88
7.1	体积块粗加工铣削	88
7.1.1	创建 NC 序列	88
7.1.2	参数设置	88
7.1.3	实战演练	89
7.2	局部铣削	91
7.2.1	创建 NC 序列	91
7.2.2	参数设置	93
7.2.3	实战演练	94
7.3	曲面铣削	95
7.3.1	创建 NC 序列	95
7.3.2	参数设置	96
7.3.3	切削方式	97
7.3.4	实战演练	98
7.4	平面铣削	100
7.4.1	创建 NC 序列	100
7.4.2	参数设置	100
7.4.3	实战演练	101
7.5	轮廓铣削	103
7.5.1	创建 NC 序列	103
7.5.2	参数设置	104
7.5.3	实战演练	104
7.6	孔加工	106
7.6.1	钻孔	106
7.6.2	镗孔	110
7.6.3	铰孔	113
第8章	特殊铣削方法及应用	116
8.1	螺纹加工	116
8.1.1	创建 NC 序列	116
8.1.2	参数设置	116
8.1.3	实战演练	117
8.2	腔槽加工	120
8.2.1	创建 NC 序列	120
8.2.2	参数设置	120

8.2.3 实战演练	121
8.3 雕刻加工	124
8.3.1 创建 NC 序列	124
8.3.2 参数设置	125
8.3.3 实战演练	125
8.4 钻削式粗加工	127
8.4.1 创建 NC 序列	127
8.4.2 参数设置	128
8.4.3 实战演练	128
8.5 轨迹铣削	131
8.5.1 创建 NC 序列	131
8.5.2 参数设置	132
8.5.3 实战演练	132
第9章 后置处理技术及应用	136
9.1 后置处理概述	136
9.2 后置处理器	136
9.2.1 主菜单介绍	136
9.2.2 查看后置处理器	139
9.2.3 创建后置处理器	152
9.2.4 实战演练	154
9.3 数控代码的生成	155
9.3.1 同时生成 CL 文件和 MCD 文件	155
9.3.2 由现有的 CL 文件生成 MCD 文件	157
第10章 数控铣削综合实例	159
10.1 笔筒凸模铣削实例	159
10.1.1 加工流程	159
10.1.2 具体步骤	160
10.2 顶盖凹模铣削实例	175
10.2.1 加工流程	175
10.2.2 具体步骤	176
参考文献	204

数控机床除了具有普通机床加工的特点外,还具有以下几个特点:

(1) 具有较强的适应性和通用性:数控机床的加工对象改变时,只需重新编制相应的程序,输入计算机就可以自动地加工出新的工件。同类工件系列中不同尺寸、不同精度的工件,只需局部修改或增删零件程序的相应部分。随着数控技术的迅速发展,数控机床的柔性也在不断地扩展,逐步向多工序集中加工方向发展。

第1章 数控铣床简介

数控加工是一种自动化加工技术,它综合了计算机、自动控制、电动机、电气传动、测量、监控和机械制造等学科的内容。数控机床是数控加工的执行单元,与其他加工设备相比,它具备了许多独特优点,因此其发展速度极快。

1.1 数控机床概述

数控技术在数控加工中的应用,成功解决了某些形状复杂、精度要求高的中、小批零件的加工自动化问题。数控技术不仅大大提高了生产效率和加工精度,而且减轻了劳动强度,缩短了生产周期。数控机床使传统的机械加工工艺发生了质的变化,是现代工业生产中必不可少的设备。

1.1.1 数控机床的基本概念

1. 数字控制

数控是数字化信号控制的简称(Numerical Control, NC),指用数字指令来控制机械执行预定的动作,通常由硬件电路发出数字化信号。

计算机数控(Computerized Numerical Control, CNC),主要采用存储程序的专用计算机来实现部分或全部基本数控功能。

2. 数控机床

采用数字控制技术的自动控制系统为数字控制系统,采用计算机数控技术的自动控制系统则为计算机数控系统,其被控对象可以是各种生产过程或设备。如果被控对象是机床,则称为数控机床。

数控机床是一种高效的自动化加工设备,它严格按照加工程序自动地对被加工工件进行加工。从数控系统外部输入的直接用于加工程序称为数控加工程序,简称为数控程序(NC Program),它是机床数控系统的应用软件。与数控系统应用软件相对应的是数控系统内部的系统软件,系统软件是用于数控系统工作控制的。

1.1.2 数控机床的特点和用途

数控机床是由普通机床发展而来的,它们之间最明显的区别是数控机床可以按数控加工程序自动地对工件进行加工,而普通机床的整个加工过程必须通过工人的手工操作来完成。

数控机床除了具有普通机床加工的特点外,还具有以下几个特点:

(1) 具有较强的适应性和通用性:数控机床的加工对象改变时,只需重新编制相应的程序,输入计算机就可以自动地加工出新的工件。同类工件系列中不同尺寸、不同精度的工件,只需局部修改或增删零件程序的相应部分。随着数控技术的迅速发展,数控机床的柔性也在不断地扩展,逐步向多工序集中加工方向发展。

(2) 获得更高的加工精度和稳定的加工质量:数控机床是按以数字形式给出的指令脉冲进行加工的。目前增量值(数控装置每输出一个指令数字单位,机床移动部件的位移量)普遍达到了0.001mm。进给传动链的反向间隙与丝杆导程误差等均可由数控装置进行补偿,所以可以获得较高的加工精度。当加工轨迹是曲线时,数控机床可以使进给量保持恒定。这样,加工精度和表面质量可以不受零件形状复杂程度的影响。工件的加工尺寸是按预先编写好的程序由数控机床自动保证的,可以避免操作误差,使得同一批加工零件的尺寸一致,重复精度高,加工质量稳定。

(3) 具有较高的生产率:数控机床不需要人工操作,四面都有防护罩,不用担心切屑飞溅伤人,可以充分发挥刀具的切削性能。因此,数控机床的功率和刚度都比普通机床高,允许进行大切削用量的强力切削。主轴和进给都采用无级变速,可以达到切削用量的最佳值,这就有效地缩短了切削时间。数控机床在程序指令的控制下可以自动换刀,自动变换切削用量,快速进退等,因而大大缩短了辅助时间。在数控加工过程中,由于可以自动控制工件的加工尺寸和精度,一般只需作首件检验或工序间关键尺寸的抽样检验,因而可以减少停机检验的时间。

(4) 降低劳动强度:应用数控机床时,工人不需要直接操作机床,而是编好程序,调整好机床后由数控系统来控制机床,免除了繁重的手工操作。

(5) 便于现代化的生产管理:用计算机管理生产是实现管理现代化的重要手段。数控机床的切削条件、切削时间等都是由预先编好的程序决定的,都能实现数据化。这就便于准确地编制生产计划,为计算机管理生产创造了有利条件。数控机床适宜于与计算机联系,目前已成为计算机辅助设计、辅助制造和计算机管理一体化的基础。

1.2 数控机床的构成

数控机床主要由程序载体、输入装置、数控装置、伺服系统、辅助控制装置、检测反馈装置、机床主体等几部分组成,如图1-1所示。

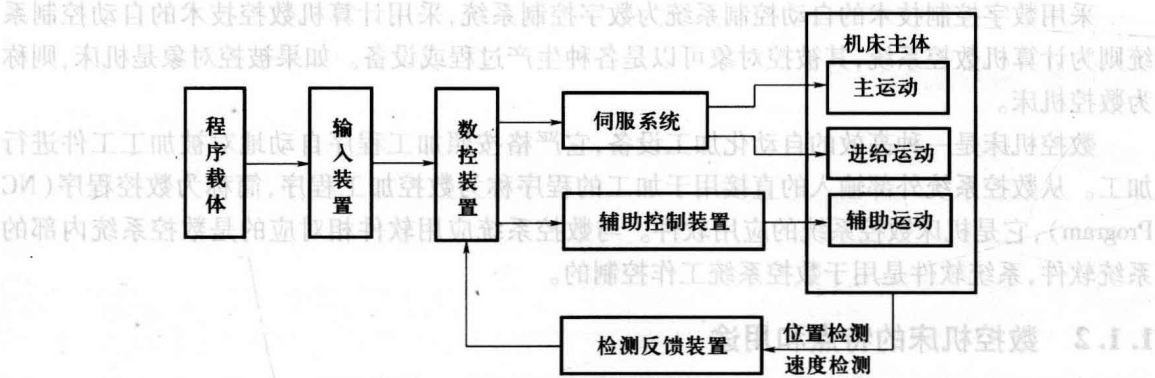


图1-1 数控机床的组成

1. 程序载体

数控机床工作时,不需要工人直接操作机床。要对数控机床进行控制,就必须编制加工程序(主要包括机床上刀具和工件的相对运动轨迹、工艺参数和辅助运动等)。将编好的加工程序存储在一种程序载体上,如穿孔纸带、磁带、软盘等,通过数控机床的输入装置,将程序信息输入到CNC单元。

2. 输入装置

输入装置的作用是将程序载体上的数控代码传递并存入数控系统内。根据控制存储介质的不同,输入装置可以是光电阅读机、磁带机或软盘驱动器等。数控机床加工程序也可通过键盘用手工方式直接输入到数控系统,还可由编程计算机用 RS-232C 接口或采用网络通信方式传送到数控装置。

零件加工程序的输入过程有下面两种方式:

(1) 边读入边加工。

(2) 一次将零件加工程序全部读入数控装置内部的存储器,加工时再从内部存储器中逐段调出进行加工。

3. 数控装置

数控装置是数控机床的核心,一般指控制机床运动的微型计算机。数控装置从内部存储器中取出或接收输入装置送来的一段或几段数控加工程序,经过数控装置的逻辑电路或系统软件进行编译、运算和逻辑处理后,输出各种控制信息和指令,控制机床各部分的工作,使其进行规定的有序运动和动作。

4. 伺服系统

伺服系统是数控机床的重要组成部分,用于实现数控机床的进给伺服控制和主轴伺服控制。伺服系统的作用是把来自数控装置的指令信息,经功率放大、整形处理后,转换成机床执行部件的直线位移或角位移运动。伺服系统是影响数控机床加工精度、表面质量和生产率的主要因素之一。

5. 辅助控制装置

辅助控制装置的主要作用是控制主轴运动部件的变速、换向、启动和停止,刀具的选择和交换,冷却、润滑装置的启动、停止,工件和机床部件的松开、夹紧,分度工作台转位分度等开关辅助动作。

由于可编程逻辑控制器(PLC)具有响应快、性能可靠、易于使用、编程和修改程序并可直接启动机床开关等特点,所以现已广泛用作数控机床的辅助控制装置。

6. 检测反馈装置

大多数数控机床还具有检测反馈装置,其作用是通过传感器将伺服电动机的角位移和数控机床执行机构的直线位移转换成电信号,输送给数控装置与指令位置进行比较,并由数控装置发出指令,纠正所产生的误差。

7. 机床主体

机床主机是数控机床的主体,主要包括床身、底座、立柱、横梁、滑座、工作台、主轴箱、进给机构、刀架及自动换刀装置等机械部件。机床主体是在数控机床上自动地完成各种切削加工的机械部分。与普通的机床相比,数控机床主体具有下面三个结构特点:

(1) 采用具有高刚度、高抗震性及较小热变形的机床新结构。通常用提高结构系统的静刚度、增加阻尼、调整结构件质量和固有频率等方法来提高机床主机的刚度和抗震性,使机床主体能适应数控机床连续自动地进行切削加工的需要。采取改善机床结构布局、减少发热、控制温升及采用热位移补偿等措施,可减少热变形对机床主机的影响。

(2) 广泛采用高性能的主轴伺服驱动和进给伺服驱动装置,使数控机床的传动链缩短,简化了机床机械传动系统的结构。

(3) 采用高传动效率、高精度、无间隙的传动装置和运动部件,如滚珠丝杠螺母副、塑料滑动导轨、直线滚动导轨、静压导轨等。

1.3 数控机床的分类

数控机床可以按照多种原则来进行分类,下面简单介绍几种常见的分类方法。

(1) 按工艺用途分类:可以分为普通数控机床和加工中心机床两种。

① 普通数控机床:这类机床和传统的通用机床种类一样,有数控的车、铣、镗、钻、磨床等。而且每一种又有很多品种,例如数控铣床中就有立铣、卧铣、工具铣、龙门铣等。这类机床的工艺可行性和通用机床相似,所不同的是它能加工复杂形状的零件。

② 加工中心机床:这类机床是在普通数控机床的基础上发展起来的。它是在一般数控机床上加装一个刀库和自动换刀装置而构成的一种带自动换刀装置的数控机床。数控加工中心机床和普通数控机床的区别在于工件经一次装夹后,数控装置就能控制机床自动地更换刀具,连续地对工件各加工面自动地完成铣(车)、镗、钻、铰及攻丝等多工序加工。

(2) 按数控机床的运动轨迹分类:按照能够控制的刀具与工件间相对运动的轨迹,可将数控机床分为点位控制数控机床、点位直线控制数控机床、轮廓控制数控机床。

① 点位控制数控机床:这类机床的数控装置只能控制机床移动部件从一个位置精确地移动到另一个位置,即仅控制行程终点的坐标值,在移动过程中不进行任何切削加工,至于两相关点之间的移动速度及路线则取决于生产率。为了在精确定位的基础上获得尽可能高的生产率采取以下方法:两相关点之间的移动先是以快速移动到接近新的位置,然后降速1级~3级,使之慢速趋近定位点。这类机床主要有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床和数控测量机等,其相应的数控装置称为点位控制装置。

② 点位直线控制数控机床:这类机床工作时,不仅要控制两相关点之间的位置(即距离),还要控制两相关点之间的移动速度和路线(即轨迹)。其路线一般都由和各轴线平行的直线段组成。它与点位控制数控机床的区别在于:当机床的移动部件移动时,可以沿一个坐标轴的方向(一般地也可以沿45°斜线进行切削,但不能沿任意斜率的直线切削)进行切削加工,而且其辅助功能比点位控制的数控机床多,例如,要增加主轴转速控制、循环进给加工、刀具选择等功能。这类机床主要有简易数控车床、数控镗铣床和数控加工中心等,相应的数控装置称为点位直线控制装置。

③ 轮廓控制数控机床:这类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,使机床加工出符合图纸要求的复杂形状的零件。它的辅助功能也比较齐全。这类机床主要有数控车床、数控铣床、数控磨床和电加工机床等,其相应的数控装置称为轮廓控制装置。

(3) 按伺服系统的控制方式分类:数控机床按照对被控制量有无检测反馈装置可以分为开环、闭环、半闭环三种。

① 开环控制数控机床:在开环控制中,机床没有检测反馈装置。数控装置发出信号的流程是单向的,所以不存在系统稳定性问题。也正是由于信号的单向流程,它对机床移动部件的实际位置不作检验,所以机床加工精度不高,其精度主要取决于伺服系统的性能。工作过程是:输入的数据经过数控装置运算分配出指令脉冲,通过伺服机构(伺服元件常为步进电机)使被控工作台移动。这种机床工作比较稳定、反应迅速、调试方便、维修简单,但其控制精度受

到限制。它适用于一般要求的中、小型数控机床。

② 闭环控制数控机床:由于开环控制精度达不到精密机床和大型机床的要求,所以必须检测它的实际工作位置,为此,在开环控制数控机床上增加检测反馈装置,在加工中时刻检测机床移动部件的位置,使之和数控装置所要求的位置相符合,以期达到很高的加工精度。

半闭环控制数控机床:是在伺服电动机的轴或数控机床的传动丝杠上装有角位移电流检测装置(如光电编码器等),通过检测丝杠的转角间接地检测移动部件的实际位移,然后反馈到数控装置中去,并对误差进行修正的一种机床。

(4) 按数控装置分类:数控机床若按其实现数控逻辑功能控制的数控装置来分,有硬线数控和软线数控两种。

① 硬线数控(称普通数控,即 NC)机床:这类数控系统的输入、插补运算、控制等功能均由集成电路或分立元件等器件实现。一般来说,数控机床不同,其控制电路也不同,因此系统的通用性较差,因其全部由硬件组成,所以功能和灵活性也较差。这类系统在 20 世纪 70 年代以前应用得比较广泛。

② 软线数控(又称计算机数控,即 CNC)机床:这类系统利用中、大规模及超大规模集成电路组成 CNC 装置,或用微机与专用集成芯片组成,其主要的数控功能几乎全由软件来实现,对于不同的数控机床,只须编制不同的软件就可以实现,而硬件几乎可以通用,因而灵活性和适应性强,也便于批量生产,模块化的软、硬件,提高了系统的质量和可靠性。所以,现代数控机床都采用 CNC 装置。

第 5 章 工件的装夹与定位

5.1 保证基准统一的原则

有些工件在加工过程中,由于加工顺序不同,可能会出现基准不统一的情况,导致加工精度下降。因此,在制定加工工艺时,应遵循基准统一的原则,即尽可能使工件在加工过程中,始终以同一基准进行定位和装夹。这样可以减少装夹误差,提高加工精度。

5.2 分析零件的变形情况

零件在加工过程中,由于切削力、夹紧力、重力等因素的作用,会产生各种形式的变形。这些变形会影响零件的尺寸精度和形状精度。因此,在制定加工工艺时,应分析零件的变形情况,并采取相应的措施来减少变形。例如,合理安排加工顺序,采用合理的装夹方法,以及进行热处理等。

5.2.3 零件毛坯的工艺性分析

零件毛坯的工艺性分析是指对毛坯的制造质量、尺寸精度、形状精度等进行全面检查,以确定其是否符合加工要求。分析时应从以下几个方面进行:

- (1) 毛坯应有充分、稳定的加工余量。
- (2) 分析毛坯在装夹定位方面的情况。
- (3) 分析毛坯在热处理方面的情况。
- (4) 分析毛坯在运输、储存方面的情况。

半出於民間招徠，其在民間也，則或藉其粗陋的筆墨，以抒其憤慨，或藉其粗陋的筆墨，以抒其憤慨，或藉其粗陋的筆墨，以抒其憤慨。

2.1 数控铣削加工的特点

在普通铣床上进行加工时,一般是用工艺规程或工艺卡片来规定每道工序的操作程序。操

数控铣床加工工艺与普通铣床加工工艺相比较具有下面两个特点:

(1) 数控铣削加工的工序内容比普通铣削加工的工序内容更复杂

- ## 2.2 数控铣削加工工艺性分析

零件的工艺性分析关系到零件加工的成败,因此数控铣削加工的工艺性分析是编程前的

2.2.1 数控铣削加工的内容

数控铣削加工有着自己的特点和适用对象,若要充分发挥数控铣床的优势和关键作用,就

(1) 工件上的曲线轮廓 直线 圆弧 螺线或螺旋曲线 特别是由数学表达式给出的非圆曲

刀具的要求更高,数控铣床上经常使用的刀具有下面几种:

2.2.2 零件图样的工艺性分析

对于某些零件而言,并非全部加工工艺过程都适合在数控机床上完成,往往只是其中的一部分适合于数控加工,为此需要对零件图样进行仔细的工艺分析,选择那些最适合、最需要进行数控加工的内容和工序。

1. 零件图样尺寸的正确标注

由于加工程序是以准确的坐标点来编制的,因此,各图形几何要素间的相互关系(如相切、相交、垂直和平行等)应明确,各种几何要素的条件要充分,应无引起矛盾的多余尺寸或影响工序安排的封闭尺寸等。

2. 保证获得要求的加工精度

虽然数控机床精度很高,但对一些特殊情况,例如过薄的底板与肋板,因为加工时产生的切削拉力及薄板的弹性退让极易产生切削面的振动,使薄板厚度尺寸公差难以保证,其表面粗糙度值也将提高。

3. 尽量统一零件轮廓内圆弧的有关尺寸

内槽圆角的大小决定着刀具直径的大小,因而内槽圆角半径不应过小。零件工艺性的好坏与被加工轮廓的高低、转接圆弧半径的大小等有关。如果工件的被加工轮廓高度低,转接圆弧半径也大,可以采用较大直径的铣刀来加工,加工其底板面时,走刀次数也相应减少,表面加工质量也会好一些,因此工艺性较好;反之,数控铣削工艺性较差。

在一个零件上的这种内圆弧半径在数值上的一致性对数控铣削的工艺性显得相当重要。一般来说,即使不能寻求完全统一,也要力求将数值相近的圆弧半径分组靠拢,达到局部统一,以尽量减少铣刀规格与换刀次数,避免因频繁换刀增加工件加工面上的接刀阶差而降低表面质量。

4. 保证基准统一的原则

有些工件需要在铣完一面后再重新安装铣削另一面,由于数控铣削时不能使用通用铣床加工时常用的试切方法来接刀,往往会因为工件的重新安装而接不好刀。这时,最好采用统一基准定位,因此零件上应有合适的孔作为定位基准孔。如果零件上没有基准孔,也可以专门设置工艺孔作为定位基准。

5. 分析零件的变形情况

数控铣削工件在加工时的变形,不仅影响加工质量,而且当变形较大时,将使加工不能继续进行下去。这时就应当考虑采取一些必要的工艺措施进行预防,如对钢件进行调质处理,对铸铝件进行退火处理,对不能用热处理方法解决的,也可考虑粗、精加工及对称去余量等常规方法。此外,还要分析加工后的变形问题,及采取什么工艺措施来解决。

2.2.3 零件毛坯的工艺性分析

对零件进行铣削加工时,由于加工过程的自动化,使余量的大小、如何定位装夹等问题在设计毛坯时就要仔细考虑好。否则,如果毛坯不适合数控铣削,加工将很难进行下去。在一般情况下,主要从以下几个方面作为毛坯工艺性分析的要点:

- (1) 毛坯应有充分、稳定的加工余量。
- (2) 分析毛坯在装夹定位方面的适应性。
- (3) 分析毛坯的余量大小及均匀性。