

计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)系列
Computer Aided Design/Manufacturing

长达**270**分钟
录音讲解AVI文件
91个实例源文件
结果文件



Mastercam X4

全面完整的知识体系 深入浅出的理论阐述
循序渐进的分析讲解 实用典型的实例引导

中文版

从入门到精通

三维书屋工作室

胡仁喜 刘昌丽 董荣荣 等编著

73



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



Mastercam X4 中文版从入门到精通

三维书屋工作室

胡仁喜 刘昌丽 董荣荣 等编著

机械工业出版社

全书主要分为3大部分;第1部分为第1~6章,详细介绍了 Mastercam 的 CAD 功能,主要包括:二维图素的创建与编辑、三维图素的创建与编辑、曲线曲面的创建与编辑等。第2部分为第7~10章,详细介绍了 CAM 的基础知识以及 Mastercam 的 CAM 功能,主要包括:数控加工工艺概述、数控编程基础、CAM 的通用设置、二维及三维加工方法等。第3部分则用一些实例对 Mastercam 的 CAD/CAM 功能进行阐述,并讲述了多轴加工和线架加工两种特殊的加工方法。

本书可作为高等工科院校机械制造与自动化专业的本、专科学生学习软件操作课程辅助教材,也可用于工程技术人员作为更新知识的参考书或自学手册。

图书在版编目(CIP)数据

Mastercam X4 中文版从入门到精通/胡仁喜等编著. —北京:机械工业出版社, 2010. 6

ISBN 978 - 7 - 111 - 30966 - 6

I. ①M… II. ①胡… III. ①计算机辅助制造—应用软件, Mastercam X4 IV. ①TP391.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 107295 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:曲彩云 责任编辑:曲彩云

责任印制:杨 曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 27.75 印张 · 688 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 30966 - 6

ISBN 978 - 7 - 89451 - 570 - 4 (光盘)

定价:63.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

封面无防伪标均为盗版

读者服务部:(010)68993821

前 言

制造是推动人类历史发展和文明进程的主要动力。它不仅是经济和社会发展的物质基础,也是创造人类精神文明的重要手段,在国民经济中起着重要的作用。

为了在最短的时间内、用最低的成本生产出最高质量的产品,人们除了从理论上进一步研究制造的内在机理外,也渴望能在计算机上用一种更加有效的直观手段显示产品的设计、制造过程,这便形成了 CAD/CAM 的萌芽。

Mastercam 是美国 CNC Software 公司开发的一套 CAD/CAM 软件,利用这个软件,可以辅助使用者完成产品从设计到制造的全过程中最核心的问题。由于其诞生较早且功能齐全,特别是在 CNC 编程上快捷方便,成为国内外制造业最广泛采用的 CAD/CAM 集成软件之一,主要用于机械、电子、汽车、航空等行业,特别是在模具制造业中应用尤为广泛。

全书主要分为 3 大部分:第 1 部分为第 1~第 6 章,详细介绍了 Mastercam 的 CAD 功能,主要包括:二维图素的创建与编辑、三维图素的创建与编辑、曲线曲面的创建与编辑等。第 2 部分为第 7~10 章,详细介绍了 CAM 的基础知识以及 Mastercam 的 CAM 功能,主要包括:数控加工工艺概述、数控编程基础、CAM 的通用设置、二维及三维加工方法等。第 3 部分则用一些实例对 Mastercam 的 CAD/CAM 功能进行阐述,并讲述了多轴加工和线架加工两种特殊的加工方法。

理论与实践的结合是本书的最大特点之一,因此具有很强的可读性和实用性。但本书所介绍的 Mastercam X4 软件只是反映了现阶段的开发成果,随着新成果的推出,必定有更新版本的说明。

本书还配有多媒体学习光盘 1 张,光盘包含本书要用到的数据文件以及所有实例操作过程的录屏语音讲解 AVI 文件,可以帮助读者形象直观地学习本书。

本书由三维书屋工作室策划,主要由胡仁喜、刘昌丽、董荣荣编写,参加编写的还有:何涛、王敏、张日晶、王艳池、熊慧、王义发、张俊生、王培合、周冰、王玉秋、李瑞、王伟、康士廷、王兵学、阳平华、王渊峰、袁涛、王佩楷、夏德伟、郑长松、李广荣、孟清华等。

本书可作为高等工科院校机械制造与自动化专业的本、专科学生学习软件操作课程辅助教材,也可用于工程技术人员作为更新知识的参考书或自学手册。

由于作者水平有限,加上时间仓促,书中错误在所难免,希望读者登录网站 www.sjzsanweishuwu.com 或联系 win760520@126.com 批评指正。

作 者

目 录

前言	1
第1章 数控加工与编程基础	2
1.1 数控加工的基本概念	2
1.1.1 数控机床基础知识	7
1.1.2 数控加工基本原理	8
1.1.3 插补原理	9
1.1.4 数控加工刀位计算	11
1.2 数控程序的编制	11
1.2.1 数控程序的结构	13
1.2.2 常用的数控指令	15
1.2.3 手工编程	17
1.3 数控加工工艺	17
1.3.1 数控加工工艺设计内容	18
1.3.2 工序的划分	19
1.3.3 工艺分析与设计	20
1.3.4 自动编程的参数设置	21
1.3.5 加工工艺参数选取与设置	33
1.4 数控编程的误差	42
1.5 思考与练习	46
第2章 Mastercam X MR2 软件概述	48
2.1 CAD/CAPP/CAM 概述	49
2.1.1 CAD 的概述	49
2.1.2 CAPP 的概述	50
2.1.3 CAM 的概述	52
2.1.4 CAD/CAPP/CAM 集成	53
2.2 Mastercam 简介	53
2.2.1 功能特点	54
2.2.2 工作环境	59
2.2.3 图层管理	60
2.2.4 选择方式	61
2.2.5 串连	62
2.2.6 构图平面及构图深度	62
2.3 系统配置	63
2.3.1 公差设置	64
2.3.2 文件管理 (File) 设置	65
2.3.3 转换参数 (Converters) 设置	65
2.3.4 屏幕 (Screen) 设置	65

2.3.5 颜色设置	66
2.3.6 串连设置	66
2.3.7 着色设置	66
2.3.8 实体 (Solid) 设置.....	67
2.3.9 打印 (Printing) 设置.....	67
2.3.10 CAD 设置.....	68
2.3.11 启动/退出设置.....	69
2.3.12 刀具路径设置.....	69
2.3.13 其他设置	70
2.4 实例操作	70
2.4.1 创建或打开基本图形.....	70
2.4.2 选择机床	70
2.4.3 设置通用加工参数.....	70
2.4.4 创建、编辑刀具路径.....	71
2.4.5 加工仿真与后处理.....	75
第3章 二维图形的创建与标注	76
3.1 基本图素的创建	77
3.1.1 点的绘制	77
3.1.2 绘制直线	79
3.1.3 绘制圆与圆弧	82
3.2 样条曲线的创建	84
3.2.1 手工绘制样条曲线.....	84
3.2.2 自动绘制样条曲线.....	85
3.2.3 转成单一曲线	85
3.2.4 熔接曲线	86
3.3 规则二维图形绘制	87
3.3.1 绘制矩形	87
3.3.2 绘制变形矩形	87
3.3.3 绘制正多边形	88
3.3.4 绘制椭圆	89
3.3.5 绘制螺旋线 (间距)	90
3.3.6 绘制螺旋线 (锥度)	91
3.4 特殊二维图形绘制	91
3.4.1 图形文字	92
3.4.2 绘制边界框	92
3.4.3 绘制圆周点	94
3.4.4 绘制压力平衡槽.....	94
3.4.5 绘制阶梯图形	94
3.4.6 绘制门形图形	95

3.5 图形尺寸标注	96
3.5.1 尺寸标注的组成	96
3.5.2 尺寸标注样式的设置	98
3.5.3 图形的尺寸标注	101
3.6 实例操作	105
3.6.1 图层设置	105
3.6.2 绘制图形	106
3.6.3 尺寸标注	107
第4章 二维图形的编辑与转换	109
4.1 编辑图素	110
4.1.1 图素倒圆角	110
4.1.2 图素倒角	111
4.1.3 修剪/打断	112
4.1.4 图素删除	114
4.1.5 其他编辑功能	114
4.2 转换图素	115
4.2.1 平移转换	115
4.2.2 3D 平移转换	116
4.2.3 镜像转换	117
4.2.4 旋转转换	118
4.2.5 比例缩放转换	119
4.2.6 单体补正	119
4.2.7 串连补正	120
4.2.8 投影转换	121
4.2.9 阵列转换	122
4.2.10 缠绕转换	122
4.2.11 拖曳转换	122
4.3 实例操作——心形图形	123
第5章 实体的创建与编辑	129
5.1 实体绘图概述	130
5.1.1 三维形体的表示	130
5.1.2 Mastercam 的实体造型	133
5.1.3 实体管理器	133
5.2 三维实体的创建	135
5.2.1 挤出实体	135
5.2.2 旋转实体	137
5.2.3 扫描实体	138
5.2.4 举升实体	138
5.3 实体的编辑	139

5.3.1 实体倒圆	139
5.3.2 实体倒角	141
5.3.3 实体抽壳	142
5.3.4 实体修剪	143
5.3.5 薄片加厚	143
5.3.6 去除实体面	144
5.3.7 牵引实体面	144
5.3.8 布尔操作	145
5.4 实例操作	145
5.4.1 创建底板特征	146
5.4.2 创建圆台孔特征	146
5.4.3 创建支撑部分特征	149
5.4.4 创建连接孔特征	150
第6章 曲面、曲线的创建与编辑	153
6.1 基本曲面的创建	154
6.1.1 圆柱曲面的创建	154
6.1.2 圆锥曲面的创建	155
6.1.3 立方体曲面的创建	156
6.1.4 球面的创建	156
6.1.5 圆环面的创建	157
6.2 高级曲面的创建	158
6.2.1 创建直纹/举升曲面	158
6.2.2 创建旋转曲面	159
6.2.3 创建补正曲面	160
6.2.4 创建扫描曲面	160
6.2.5 创建网状曲面	161
6.2.6 创建围篱曲面	162
6.2.7 创建牵引曲面	163
6.2.8 创建挤出曲面	164
6.3 曲面的编辑	165
6.3.1 曲面倒圆	165
6.3.2 修整曲面	167
6.3.3 曲面延伸	169
6.3.4 由实体生成曲面	169
6.3.5 填补内孔	170
6.3.6 移除边界	171
6.3.7 分割曲面	171
6.3.8 曲面熔接	172
6.4 空间曲线的创建	173

6.4.1 单一边界	173
6.4.2 所有曲线边界	174
6.4.3 缀面边线	174
6.4.4 曲面流线	175
6.4.5 动态绘曲线	175
6.4.6 曲面剖切线	176
6.4.7 曲面曲线	177
6.4.8 创建分模线	177
6.4.9 曲面交线	177
6.5 实例操作——鼠标	178
第7章 CAM 通用设置	183
7.1 刀具设定与管理	184
7.1.1 机床和控制系统的选择	184
7.1.2 刀具选择	184
7.1.3 刀具参数设定	186
7.1.4 刀具路径参数	188
7.2 材料设定与管理	192
7.2.1 材料选择	192
7.2.2 材料参数设定	193
7.3 操作管理	193
7.3.1 按钮功能	193
7.3.2 树状图功能	198
7.4 工件设定与管理	203
7.4.1 加工参数设定	203
7.4.2 毛坯设定	204
7.4.3 安全区域设定	205
7.5 三维特定通用参数设置	206
7.5.1 曲面的类型	206
7.5.2 加工面的选择	207
7.5.3 加工参数设置	207
第8章 二维刀具路径规划	210
8.1 外形铣削	211
8.1.1 外形铣削参数	211
8.1.2 操作实例	220
8.2 挖槽加工	224
8.2.1 挖槽加工参数	224
8.2.2 操作实例	229
8.3 平面铣削	234
8.3.1 平面铣削参数	234

8.3.2 操作实例	236
8.4 钻孔加工	239
8.4.1 点的选择	239
8.4.2 钻孔加工参数	241
8.4.3 操作实例	243
8.5 圆弧铣削	246
8.5.1 全圆铣削加工	246
8.5.2 螺旋铣削	247
8.5.3 自动钻孔	248
8.5.4 钻起始孔	250
8.5.5 铣键槽	250
8.5.6 螺旋钻孔	251
第9章 曲面粗加工	253
9.1 平行粗加工	254
9.1.1 设置平行粗加工参数	254
9.1.2 设置平行粗加工下刀控制	255
9.1.3 设置平行粗加工加工角度	256
9.1.4 平行粗加工实例	257
9.1.5 模拟平行粗加工	260
9.2 放射粗加工	262
9.2.1 设置放射粗加工参数	262
9.2.2 放射粗加工实例	263
9.2.3 模拟放射粗加工	266
9.3 投影粗加工	267
9.3.1 设置投影粗加工参数	267
9.3.2 投影粗加工实例	267
9.3.3 模拟投影粗加工	270
9.4 流线粗加工	271
9.4.1 设置流线粗加工参数	271
9.4.2 流线粗加工实例	272
9.4.3 模拟流线粗加工	274
9.5 等高粗加工	276
9.5.1 设置等高粗加工参数	276
9.5.2 设置等高粗加工浅平面参数	277
9.5.3 设置等高粗加工平面区域参数	278
9.5.4 等高粗加工实例	279
9.5.5 模拟等高粗加工	282
9.6 残料粗加工	283
9.6.1 设置残料粗加工参数	284

9.6.2 残料粗加工实例.....	286
9.6.3 模拟残料粗加工.....	288
9.7 挖槽粗加工.....	289
9.7.1 挖槽粗加工计算方式.....	290
9.7.2 设置挖槽粗加工参数.....	290
9.7.3 设置挖槽平面.....	292
9.7.4 挖槽粗加工实例.....	292
9.7.5 模拟挖槽粗加工.....	296
9.8 钻削式粗加工.....	297
9.8.1 设置钻削式粗加工参数.....	297
9.8.2 钻削式粗加工实例.....	298
9.8.3 模拟钻削式粗加工.....	301
第10章 曲面精加工.....	302
10.1 平行铣削精加工.....	303
10.1.1 设置平行精加工参数.....	303
10.1.2 平行精加工实例.....	303
10.1.3 模拟平行精加工.....	306
10.2 陡斜面精加工.....	306
10.2.1 设置陡斜面精加工参数.....	307
10.2.2 陡斜面精加工实例.....	308
10.2.3 模拟平行陡斜面精加工.....	310
10.3 放射状精加工.....	311
10.3.1 设置放射状精加工参数.....	311
10.3.2 放射状精加工实例.....	312
10.3.3 模拟放射状精加工.....	314
10.4 投影精加工.....	315
10.4.1 设置投影精加工参数.....	316
10.4.2 投影精加工实例.....	317
10.4.3 模拟投影精加工.....	320
10.5 流线精加工.....	321
10.5.1 设置流线精加工参数.....	321
10.5.2 流线精加工实例.....	322
10.5.3 模拟流线精加工.....	324
10.6 等高精加工.....	326
10.6.1 设置等高精加工参数.....	326
10.6.2 沿Z轴等分等高精加工实例.....	326
10.6.3 沿外形等分等高精加工实例.....	329
10.7 浅平面精加工.....	331
10.7.1 设置浅平面精加工参数.....	331

10.7.2 浅平面精加工实例.....	332
10.7.3 模拟浅平面精加工.....	334
10.8 交线清角精加工	336
10.8.1 设置交线清角精加工参数.....	336
10.8.2 交线清角精加工实例.....	336
10.8.3 模拟交线清角精加工.....	339
10.9 残料精加工	340
10.9.1 设置残料精加工参数.....	340
10.9.2 残料精加工实例.....	340
10.9.3 模拟残料精加工.....	343
10.10 环绕等距精加工	344
10.10.1 设置环绕等距精加工参数.....	344
10.10.2 环绕等距精加工实例.....	345
10.10.3 模拟环绕等距精加工.....	347
10.11 熔接精加工	349
10.11.1 设置熔接精加工熔接曲线.....	349
10.11.2 设置熔接精加工参数.....	349
10.11.3 熔接精加工实例.....	351
10.11.4 模拟熔接精加工.....	353
第11章 加工综合实例	355
11.1 二维加工综合实例	356
11.1.1 加工零件与工艺分析.....	356
11.1.2 加工前的准备.....	356
11.1.3 刀具路径的创建.....	357
11.2 三维加工综合实例	369
11.2.1 加工零件与工艺分析.....	369
11.2.2 加工前的准备.....	370
11.2.3 刀具路径的创建.....	370
第12章 多轴加工	377
12.1 多轴加工概述	378
12.2 曲线多轴加工.....	379
12.2.1 参数的设定	379
12.2.2 实例操作	382
12.3 钻孔多轴加工	386
12.3.1 参数的设定	386
12.3.2 实例操作	387
12.4 沿边多轴加工	390
12.4.1 参数的设定	390
12.4.2 实例操作	391

12.5 多曲面多轴加工	394
12.5.1 参数的设定	394
12.5.2 实例操作	395
12.6 沿面多轴加工	398
12.6.1 参数的设定	398
12.6.2 实例操作	399
12.7 旋转四轴加工	402
12.7.1 参数的设定	402
12.7.2 实例操作	403
第13章 线架加工	406
13.1 直纹加工	407
13.1.1 直纹加工参数	407
13.1.2 直纹加工实例	408
13.2 旋转加工	410
13.2.1 旋转加工参数	411
13.2.2 旋转加工实例	411
13.3 2D 扫描加工	414
13.3.1 2D 扫描加工参数	414
13.3.2 2D 扫描加工实例	415
13.4 3D 扫描加工	417
13.4.1 3D 扫描加工参数	417
13.4.2 3D 扫描加工实例	418
13.5 昆氏加工	420
13.5.1 昆氏加工参数	420
13.5.2 昆氏加工实例	421
13.6 举升加工	423
13.6.1 举升加工参数	423
13.6.2 举升加工实例	424
附录 I Mastercam 快捷功能键	426
附录 II 准备功能 G 指令	427
附录 III 辅助功能 M 指令	429
参考文献	431

第 1 章

数控加工与编程基础

本章主要介绍数控加工的基本知识，为介绍 Mastercam 软件的 CAM 部分打好基础，读者重点要掌握的是刀具补偿原理、几种切削方式的形式、走刀方式的选择等概念，对于数控误差的产生要深刻地理解，有利于精加工的参数选择。

学

习

要

点

- 数控加工原理
- 数控程序的编制
- 切削方式
- 走刀方式

1.1

1.1.1 数控机床基础知识

数控 (Numerical Control, NC) 是以数字化信号对机床运动及加工过程进行控制的一种方法。数控机床是指应用数控技术对加工过程进行控制的机床。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, 可以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的程序称为数控加工程序 (简称为数控程序), 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. 数控机床的组成与工作原理

数控机床的工作原理是: 根据工件图样要求及加工工艺过程, 将所用刀具及机床各部件的移动量、速度及动作先后顺序、主轴旋转方向及冷却等要求以规定的数控代码形式, 编制程序单, 并输入到机床的控制系统。然后, 由数控控制系统根据输入的指令, 进行编译、运算和逻辑处理, 输出各种信号指令, 控制机床各部分进行规定的位移和有顺序的动作, 加工出各种不同形状的工件。数控机床的组成如图 1-1 所示。控制系统是数控的核心, 主要作用是对输入的零件加工程序进行数字运算和逻辑运算, 然后向伺服系统发出控制信号。控制系统是一种专用的计算机, 它由硬件和软件组成, 其结构框图如图 1-2 所示, 控制系统的构成实质是一台小型计算机, 但这种计算机是工业计算机, 针对工业实际有许多特殊要求。有些数控机床的控制系统就是将 PC 配以控制系统软件而构成的。

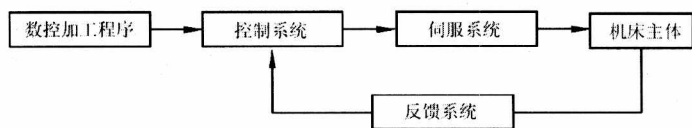


图 1-1 数控机床的组成

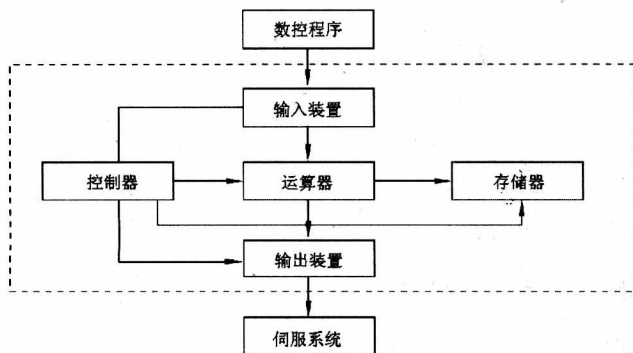


图 1-2 控制系统结构框图

伺服系统的作用是把来自数控装置的运动指令转变成机床移动部件的运动, 使工作

台和主轴按规定的轨迹运动,加工出符合要求的产品。又称为驱动系统。所谓伺服控制指对物体运动的有效控制,即对物体运动的速度、位置、加速度进行控制。伺服系统的关键是可控制的电动机,这种电动机可间接由数字信号来控制。目前常用的执行电动机有步进电动机、电液马达、直流伺服电动机或交流伺服电动机。伺服系统包括驱动装置和执行装置两大部分。它的伺服精度和动态响应是影响数控机床加工精度、表面质量与生产效率的重要因素之一。一般数控机床的加工精度可达到微米级,指的就是伺服精度,看电动机能否有能力移动微米级的距离。动态响应指的是伺服电动机对指令的最小响应时间。

数控机床与传统的机床相比,数控机床具有加工精度高、加工效率高等特点,因此对机床床身的刚度和抗震性也提出了更高的要求,其设计要求比通用机床更严格。与普通机床不同的是,数控机床的机械结构具有如下特点:

(1) 由于大多数数控机床采用了高性能的主轴部件及进给部件和进给伺服驱动系统,因此,数控机床的机械传动大大简化,传动链较短。

(2) 为了适应数控机床连续地自动化加工,数控机床的机械结构具有较高的动态刚度、阻尼精度及耐磨性,热变形较小。

(3) 更多地采用高效、高精度传动部分,如滚珠丝杠副、直线滚动导轨等。

反馈系统的作用,是将机床导轨和主轴移动的位移量、移动速度等参数检测出来,通过模数转换变成数字信号,并反馈到数控装置中,数控装置根据反馈回来的信息进行判断并发出相应的指令,纠正所产生的误差。这说明数控机床具有自我调整的能力。

2. 数控机床的分类

(1) 数控铣床 在模具制造行业中的应用非常广泛,各种具有平面轮廓和立体曲面的零件(如模具的凸凹模型腔)都采用数控铣床进行加工。数控铣床还可以进行钻、扩、铰、镗孔和攻螺纹等加工。数控铣床根据外形可分为立式数控铣床和卧式数控铣床两种。根据联动轴数有两轴联动、三轴联动、四轴联动和五轴联动等不同档次。所谓联动指的是数控系统能同时控制的轴数。如两轴联动只能控制 X、Y 轴,因此只能铣 Z 值固定的平面零件;三轴联动能同时联合控制 X、Y、Z 三轴,因此,能铣大部分的曲面;四轴联动以上的数控铣床,除了控制 X、Y、Z 三轴做平动,还能绕某一轴或几轴做转动,因此适于高效加工涡轮等复杂曲面等。

(2) 加工中心 加工中心与数控铣床的区别在于加工中心备有可自动换刀的装置和刀库系统,刀库中存放着若干事先准备好的刀具和检具,可对工件进行多工序加工。加工中心也分为立式和卧式两种。加工中心在模具制造行业的应用非常广泛,各种平面轮廓和立体曲面的零件都可在加工中心上加工。加工中心同样可以进行钻、扩、铰、镗孔和攻螺纹等加工。

(3) 数控车床 是目前应用较为广泛的一种数控机床,主要用于轴类和盘类等回转体零件的车、钻、铰、镗孔和攻螺纹等加工。一般能自动完成内外圆柱面、圆锥面、球面、圆柱螺纹、圆锥螺纹、切槽及端面等工序的切削加工。普通数控车床只具备两轴的联动功能(想想为什么?)。如果在普通数控车床的基础上,增加 C 轴和动力头,更高级的还带刀库,则成为车削加工中心,这种数控车床的加工功能大大增强,除可以进行一般车削外,还可以进行径向和轴向铣削、曲面铣削、中心线不在零件回转中心的孔和

径向孔的钻削等加工。

(4) 线切割机床 在模具加工中应用较为广泛的一种数控机床, 主要分为慢走丝线切割和快走丝线切割两种, 主要用于圆孔、异型孔以及各种轮廓的加工。它和下面将介绍的电火花加工都是利用电极放电腐蚀的原理来加工工件的。放电加工的一大优势就是与工件的硬度无关, 只与工件的导电性有关, 而这正是刀具加工的一大软肋。线切割的电极一般为钼丝(快走丝线切割机床)和铜丝(慢走丝线切割机床)。线切割机床都具备两轴的联动功能, 有些还具有四轴联动的功能。

(5) 电火花机床 在模具加工中应用较为广泛的一种数控机床, 主要用于模具型腔的放电加工。在模具型腔中, 有些地方是刀具不易加工的, 这就要制作铜电极(铜公), 铜公一般在数铣上加工, 然后以铜公作为电极加工型腔, 把铜公的外形复制到型腔上。常用的电极一般为紫铜和石墨。

除了以上在模具行业较常用的数控机床以外, 还有一些其他类型的数控机床, 如专门用来镗孔的数控镗孔, 专门用来钻孔、攻螺纹的数控钻孔, 专门用来磨削各种表面的数控磨床等。

3. 数控机床的坐标系和工作坐标系

在数控机床上加工零件时, 刀具与工件的相对运动, 必须在确定的坐标系中进行, 编程人员必须熟悉数控编程所涉及的坐标系, 它们是机床坐标系和工件坐标系。

(1) 机床坐标轴 为了简化编制程序的方法和保证程序的通用性, 对数控机床的坐标轴和方向的命名国际上制定了统一的标准, 我国也作了相应的规定。规定直线进给运动的坐标轴用 X , Y , Z 表示, 常称基本坐标轴。 X , Y , Z 坐标轴的相互关系用右手定则决定, 如图 1-3 所示, 图中大拇指的指向为 X 轴的正方向, 食指的指向为 Y 轴的正方向, 中指的指向为 Z 轴的正方向。



图 1-3 机床坐标轴

数控机床的进给运动, 有的由主轴带动刀具运动来实现, 有的由工作台带着工件运动来实现。上述坐标轴正方向, 是假定工件不动、刀具相对于工件作进给运动的方向。如果是工件移动, 则用加“'”的字母表示。按相对运动的关系, 工件运动的正方向恰好与刀具运动的正方向相反, 即有

$$+X = -X', +Y = -Y', +Z = -Z'$$

其进给运动方向分别如图 1-4、图 1-5 所示。

数控铣床基本坐标轴的方向定义见表 1-1。

数控车床基本坐标轴的方向定义见表 1-2。

(2) 机床坐标系、机床原点和机床参考点 机床坐标系用来确定工件位置和机床