

Creo 工程设计与开发系列

内附DVD配音教学光盘

Creo Parametric 2.0

中文版数控加工案例实战

三维书屋工作室

胡仁喜 刘昌丽 等编著

长达**360**分钟录音讲解

AVI文件

40个实例源文件结果文件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

Creo Parametric 2.0 中文版

数控加工案例实战

三维书屋工作室
胡仁喜 刘昌丽 等编著



机械工业出版社

本书以 Creo Parametric 的最新版本 2.0 中文版为主,基本覆盖了 Creo Parametric 数控加工的核心模块并附以丰富、详尽的实例,诠释应用 Creo/NC 模块进行数控加工程序设计的方法和技巧。全书按知识结构顺序分为 4 篇:基础篇,包括数控加工基础、Creo Parametric2.0 数控加工基础;铣削加工篇,包括体积块加工、轮廓铣削加工、表面加工、曲面加工、局部铣削、腔槽加工、轨迹加工、孔加工、螺纹加工、刻模加工、陷入加工、高速模具加工;车削加工篇,包括区域车削、轮廓车削、凹槽车削和螺纹车削;后置处理及提高篇,包括后置处理及提高 Creo/NC 编程效率等知识。

全书结构严谨、内容丰富、语言规范,实例侧重于实际,实用性强。本书主要面向利用 Creo/NC 模块进行计算机辅助制造的初、中级用户。本书既可作为高等学校机械类及相关专业师生的参考用书,也可作为企事业单位相关专业工程技术人员的 CAD/CAM/CAE 参考资料,特别适合用作培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

Creo Parametric 2.0 中文版数控加工案例实战/胡仁喜等编著.

—2 版. —北京:机械工业出版社,2013.6

ISBN 978-7-111-42967-8

I. ①C… II. ①胡… III. ①数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TG659—39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 133264 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

北京中兴印刷有限公司印刷

2013 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·22 印张·541 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-42967-8

ISBN 978-7-89405-006-9 (光盘)

定价:59.00 元(含 1DVD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

策划编辑:(010)88379782

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前言

本书以 Creo Parametric 的最新版本 2.0 中文版为基础进行讲解,内容基本覆盖了 Creo Parametric 数控加工的核心模块,并附以丰富、详尽的实例,诠释了应用 Creo/NC 模块进行数控加工程序设计的方法和技巧。

本书包括基础篇、铣削加工篇、车削加工篇和后置处理及提高篇四大部分,全面介绍 Creo Parametric 的数控加工功能。对于每种加工方法都给出了典型操作的实例,同时所有用到的菜单命令均在实例中体现,每一个实例都从最基本的操作讲解,使读者可以轻松地了解操作,即使以前从未接触过 Creo/NC 模块的新手,只要按照书上介绍的操作步骤学习,就可以很轻松地利用 Creo/NC 模块完成产品的数控加工。

本书的知识特点可以用“全”“新”“真”“实”四个字来概括:

1. 全

体系完整,全面讲解。本书内容安排:围绕 Creo Parametric 2.0 软件数控加工模块 Creo/NC 功能覆盖和数控加工全面知识两条主线交错展开,全书内容覆盖到 Creo Parametric 2.0 数控加工模块 Creo/NC 主要功能点,同时涵盖 Creo Parametric 2.0 在数控加工工程应用的各个方面,如各种类型的铣削加工、各种类型的车削加工、后处理和编程效率的方法等。通过本书学习,读者既可以全面掌握 Creo Parametric 2.0 数控加工模块 Creo/NC 功能,又可以全景式地掌握数控加工过程中各种基本方法和技巧。

2. 新

讲解独到,实例新颖。Creo Parametric 2.0 有其基本的建模方法,数控加工也有其基本理论。本书并不盲目地讲解具体的数控加工实例,而是首先对 Creo Parametric 2.0 基本建模理论、数控加工基本理论进行必要的讲解和铺垫。这样可以对读者进行必要的理论引导,使读者不仅知其然,更知其所以然,达到有的放矢。在选择实例时,抛开一些老旧的数控加工实例,注意选择当前数控加工实践中最为流行和最新应用的加工实例,以达到所学为所用、理论联系实际的学习目的。

3. 真

取材典型,工程性强。有些读者就算熟练地掌握了 Creo Parametric 2.0 的各种功能,

但是加工出的工件往往离实际工程应用有很大差距,为什么呢?这就是“学习”与“工程”的差距。工程不仅仅要考虑到图形视图学或几何学范畴的正确性,更要考虑数控加工工程所涉及各学科,比如机械设计、机械加工、材料学等的合理性。本书围绕 Creo Parametric 2.0 以数控加工专业的实际应用背景展开讲述,示例取材于第一设计现场,合理真实,具有真正的应用功能,而不是课堂上的示意功能。也就是说可操作性强,能够直接拿来指导数控加工工程实践。

4. 实

实例丰富,讲解精当。本书完整地讲述了 Creo Parametric 2.0 软件在数控加工中应用的各种设计形式,这些知识共同组成 Creo Parametric 2.0 数控加工的完整体系,既通过实例对 Creo Parametric 2.0 的功能进行了透彻地讲解,也阐释数控加工中各种不同结构的加工方法。第1篇主要对一些基本方法和理论进行必要的准备,第2篇则通过丰富全面的实例详细地讲述 Creo Parametric 2.0 数控加工模块中的各种结构铣削加工的参数设置方法和具体操作技巧,第3篇为各种结构车削加工的参数设置方法和具体操作技巧,第4篇进一步讲述了 Creo Parametric 2.0 数控加工后处理方法和提高 Pro/NC 编程效率的方法和技巧。前后紧密联系,又独成体系,共同组成全书有机整体。

本书结构严谨、内容丰富、语言规范,实例侧重于实际,实用性强。本书主要面向利用 Creo/NC 模块进行计算机辅助制造的初、中级用户。既可作为高等学校机械类及相关专业师生的参考用书。也可作为企事业单位相关专业工程技术人员的 CAD/CAM/CAE 参考资料,特别适合作培训教材。

随书配送的多媒体光盘包含全书所有实例的源文件和效果图演示,以及典型实例操作过程 AVI 文件,可以帮助读者更加形象直观、轻松自在地学习本书。

本书从内容的策划到实例讲解完全是由专业人士根据他们多年的工作经验以及自己的心得来编写的。

本书主要由三维书屋工作室策划,参加编写的有胡仁喜、刘昌丽、李鹏、周冰、董伟、李瑞、王敏、张俊生、王玮、孟培、王艳池、阳平华、袁涛、闫聪聪、王培合、路纯红、王义发、王玉秋、杨雪静、张日晶、卢园、万金环、王渊峰、王兵学、康士廷、白晶、陶春生、熊慧、赵黎、张辉、王佩楷、孟清华、郑长松、夏德伟。

但由于编写时间较为仓促,书中难免会有疏漏和不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。如有问题可以登录 www.sjzsanweishuwu.com 或通过电子邮件 win760520@126.com 与编者联系。

编 者

目 录

前言

第1篇 基础篇

第1章 数控加工基础	1
1.1 数控加工概论	2
1.1.1 数控加工相关基本概念	2
1.1.2 数控加工的内容	2
1.1.3 数控加工的特点	3
1.1.4 数控机床概述	3
1.2 数控编程基础	6
1.2.1 数控编程的内容	6
1.2.2 数控编程相关的标准	8
1.2.3 数控编程的方法	10
第2章 Creo Parametric 2.0 数控加工基础	12
2.1 Creo Parametric 2.0 数控加工流程	13
2.1.1 Creo/NC 模块简介	13
2.1.2 Creo/NC 模块的启动与操作界面	13
2.1.3 Creo/NC 加工流程	14
2.2 制造模型	16
2.2.1 相关概念	16
2.2.2 工作菜单及操作	18
2.2.3 制造模型操作实例	19
2.3 制造设置	23
2.3.1 机床设置	23
2.3.2 刀具设置	25
2.3.3 夹具设置	26
2.3.4 工件坐标系设置	26
2.3.5 退刀面设置	27
2.3.6 操作实例	27
2.4 Creo/NC 铣削加工程序设计	30
2.4.1 产生刀具轨迹	30
2.4.2 演示刀具轨迹	32
第2篇 铣削加工篇	
第3章 体积块加工	33
3.1 体积块加工概述	34
3.2 体积块加工设置	34
3.2.1 铣削体积块	34
3.2.2 铣削窗口	36

3.2.3 体积块加工设置	38
3.3 体积块加工参数	40
3.3.1 常用加工参数	41
3.3.2 体积块加工参数	43
3.4 体积块加工实例	44
3.4.1 零件模型分析	44
3.4.2 工艺规划	45
3.4.3 凹槽粗加工	46
3.4.4 凹槽侧壁精加工	52
第4章 轮廓铣削加工	54
4.1 轮廓铣削加工概述	55
4.2 轮廓铣削加工设置	55
4.3 曲面加工参数	55
4.4 轮廓加工实例	58
4.4.1 零件模型分析	58
4.4.2 工艺规划	58
4.4.3 粗加工	59
4.4.4 精加工	63
第5章 表面加工	66
5.1 表面加工概述	67
5.2 表面加工设置	67
5.3 表面加工参数	67
5.4 表面加工实例	70
5.4.1 零件模型分析	70
5.4.2 工艺规划	71
5.4.3 顶面加工	71
第6章 曲面加工	78
6.1 曲面加工概述	79
6.2 曲面加工设置	79
6.2.1 铣削曲面	79
6.2.2 曲面加工设置	80
6.3 曲面加工参数	84
6.4 曲面加工实例	85
6.4.1 零件模型分析	85
6.4.2 工艺规划	86
6.4.3 粗加工	86
6.4.4 半精加工	90
6.4.5 精加工	91

第7章 局部铣削	95
7.1 局部铣削概述	96
7.2 局部铣削设置	96
7.2.1 局部铣削的加工方式	96
7.2.2 局部铣削的加工设置	98
7.3 局部铣削参数	99
7.4 局部铣削实例	99
7.4.1 工艺规划	100
7.4.2 清根加工	101
第8章 腔槽加工	105
8.1 腔槽加工概述	106
8.2 腔槽加工设置	106
8.3 腔槽加工参数	106
8.4 腔槽加工实例	107
8.4.1 零件模型分析	107
8.4.2 工艺规划	108
8.4.3 凹槽粗加工	108
8.4.4 凹槽精加工	112
第9章 轨迹加工	114
9.1 轨迹加工概述	115
9.2 轨迹加工设置	115
9.2.1 轨迹加工设置	115
9.2.2 刀具设置	115
9.3 轨迹加工参数	116
9.3.1 轨迹加工参数	116
9.3.2 定制刀具轨迹	117
9.4 轨迹加工实例	118
9.4.1 零件模型分析	118
9.4.2 工艺规划	118
9.4.3 轨迹加工	119
第10章 孔加工	124
10.1 孔加工概述	125
10.2 孔加工设置	126
10.2.1 钻孔组	126
10.2.2 孔加工方式	126
10.2.3 孔加工设置	127
10.3 孔加工参数	128
10.4 孔加工实例	129

10.4.1	零件模型分析	129
10.4.2	工艺规划	129
10.4.3	钻孔加工	130
10.4.4	铰孔加工	134
第 11 章	螺纹加工	136
11.1	螺纹加工概述	137
11.2	螺纹加工设置	137
11.3	螺纹加工参数	138
11.4	螺纹加工实例	138
11.4.1	零件模型分析	138
11.4.2	工艺规划	139
11.4.3	内螺纹加工	139
11.4.4	外螺纹加工	142
第 12 章	刻模加工	144
12.1	刻模加工概述	145
12.2	刻模加工设置	145
12.3	刻模加工参数	145
12.4	刻模加工实例	146
12.4.1	零件模型分析	146
12.4.2	工艺规划	146
12.4.3	刻模加工	147
第 13 章	陷入加工	151
13.1	陷入加工概述	152
13.2	陷入加工设置	152
13.3	陷入加工参数	153
13.4	陷入加工实例	154
13.4.1	零件模型分析	154
13.4.2	工艺规划	154
13.4.3	凹槽粗加工（陷入加工）	155
13.4.4	凹槽精加工	159
第 14 章	高速模具加工	161
14.1	加工概述	162
14.2	加工设置	162
14.3	加工参数	163
14.3.1	粗加工及重新粗加工参数	163
14.3.2	精加工参数	165
14.4	高速模具加工实例	166
14.4.1	零件模型分析	166

14.4.2	工艺规划	166
14.4.3	粗加工	167
14.4.4	半精加工	171
14.4.5	精加工	172
第 3 篇	车削加工篇	
第 15 章	车削加工概述	176
15.1	概述	177
15.1.1	数控车削加工工艺基础	177
15.1.2	数控车削加工编程基础	177
15.2	车削加工方法设置	181
15.2.1	加工方式设置	181
15.2.2	加工参数设置	182
15.2.3	定制刀具路径	182
第 16 章	区域车削	183
16.1	加工方法设置	184
16.1.1	一般参数设置	184
16.1.2	高级参数设置	186
16.2	区域车削加工实例	189
16.2.1	新建文件	189
16.2.2	设置制造模型	189
16.2.3	制造设置	191
16.2.4	设置切削轮廓	192
16.2.5	加工方法设置	193
16.2.6	演示刀具路径	194
16.2.7	仿真加工	194
第 17 章	轮廓车削	197
17.1	加工方法设置	198
17.2	轮廓加工参数	198
17.3	轮廓车削加工实例	199
17.3.1	新建文件	199
17.3.2	设置制造模型	199
17.3.3	制造设置	200
17.3.4	设置切削轮廓	201
17.3.5	加工方法设置	201
17.3.6	演示刀具路径	202
17.3.7	仿真加工	203
第 18 章	凹槽车削	205
18.1	加工方法设置	206

18.1.1	一般参数设置	206
18.1.2	高级参数设置	207
18.2	凹槽车削加工实例	209
18.2.1	新建文件	209
18.2.2	设置制造模型	209
18.2.3	制造设置	210
18.2.4	设置切削轮廓	210
18.2.5	加工方法设置	211
18.2.6	演示刀具路径	213
18.2.7	仿真加工	214
第 19 章	螺纹车削	216
19.1	加工方法设置	217
19.1.1	一般参数设置	217
19.1.2	高级参数设置	218
19.2	螺纹车削加工实例	219
19.2.1	新建文件	219
19.2.2	设置制造模型	219
19.2.3	制造设置	219
19.2.4	设置切削轮廓	221
19.2.5	加工方法设置	221
19.2.6	演示刀具路径	222
第 4 篇	后置处理及提高篇	
第 20 章	后置处理	223
20.1	相关概念	224
20.2	选配文件的创建	224
20.2.1	准备工作	224
20.2.2	初始化新建的选配文件	225
20.2.3	选配文件的参数设置	228
20.3	选配文件创建	253
第 21 章	提高 Pro/NC 编程效率	262
21.1	参考模型的预处理	263
21.2	工件的创建	266
21.3	提高 Creo/NC 编程效率的方法	267
21.4	Creo/NC 相关的配置选项	268
第 22 章	铣削加工电极	271
22.1	零件模型分析	272
22.2	工艺规划	272
22.3	粗加工电极底座	273
22.4	粗加工工作部分	277

22.5	粗加工工作部分顶部	278
22.6	精加工工作部分顶部	280
22.7	精加工电极底座	282
22.8	精加工工作部分	284
第 23 章	铣削加工某电器产品外壳	287
23.1	零件模型分析	288
23.2	工艺规划	288
23.3	粗加工	289
23.4	半精加工	292
23.5	精加工 (曲面加工)	294
第 24 章	风扇凸模加工实例	297
24.1	工艺分析及刀路规划	298
24.1.1	凸模分析	298
24.1.2	刀路规划	298
24.2	数据准备工作	298
24.2.1	建立工作文件夹并设置工作目录	298
24.2.2	打开要加工的模具文件, 并进行调整	299
24.2.3	创建工艺文件	300
24.2.4	制造设置	303
24.3	风扇凸模加工	306
24.3.1	大直径圆鼻刀开粗	306
24.3.2	小直径圆鼻刀二次开粗	309
24.3.3	平刀对侧壁光刀 1	312
24.3.4	平刀对侧壁光刀 2	315
24.3.5	球刀对圆角光刀	317
24.3.6	平刀对分型面光刀 1	320
24.3.7	平刀对分型面光刀 2	322
24.3.8	平刀对分型面光刀 3	324
24.4	生成加工 NC 代码	325
第 25 章	风扇凹模加工实例	327
25.1	工艺分析及刀路规划	328
25.1.1	凹模分析	328
25.1.2	刀路规划	328
25.2	数据准备工作	328
25.3	风扇凹模加工	329
25.3.1	粗加工	329
25.3.2	半精加工	332
25.3.3	精加工	333
25.4	生成加工 NC 代码	336

第 1 章

数控加工基础

数控加工是在数控机床上进行零件加工的一种工艺方法。数控加工技术是制造业现代化的重要基础，是一个国家工业化水平高低的重要标志。

本章将对数控加工、数控编程方面的一些基础知识进行介绍，以作为后续章节的预备知识。

学

习

要

点

- 数控加工的概念、特点
- 数控机床的分类
- 数控编程方法

1.1 数控加工概论

1.1.1 数控加工相关基本概念

1. 数控

即数字控制, Numerical Control, 简称 NC, 是利用数字信号对设备的运行及加工过程进行控制的一种方法。

2. 数控机床

是指采用数控技术的机床。数控机床是现代制造技术的核心设备, 该装备的先进程度和数量代表了一个国家的制造业综合水平。

3. 数控系统

是数控机床的控制中心, 能对 NC 代码进行识别、存储和插补运算, 并且输出相应的脉冲指令, 驱动伺服系统, 经功率放大, 驱动机床完成相应的动作。数控系统的主要控制对象是位置、角度、速度等机械量, 以及温度、压力、流量等物理量。

4. 数控装置

是由各种逻辑元件、记忆元件组成的逻辑线路, 是固定接线的硬件结构, 用硬件实现数控功能。

5. 计算机数控

简称 CNC, 是用计算机存储的系统软件实现部分或全部数控功能。

6. 数控加工

是在数控机床上进行零件加工的一种工艺方法。数控加工是伴随数控机床的产生、发展而逐步完善起来的一种应用技术, 它是人们长期从事数控加工实践的经验总结。

7. 数控加工程序

是用数控系统提供的指令代码对零件的加工过程进行描述的指令集合。

1.1.2 数控加工的内容

在数控机床上加工零件时, 先要考虑操作内容和动作, 如工序的划分和顺序、进给路线、位移量和切削参数等, 然后按规定的代码形式编程序, 再将程序输入到数控机床的数控系统中, 使数控机床按所编的程序运动, 从而自动加工出所要求的零件轮廓。

一般来说, 数控加工主要包括以下几方面内容:

1. 确定零件上需要数控加工的表面

主要是分析零件的材料、形状、尺寸、精度及毛坯形状和热处理要求等。以便确定该零件是否适宜在数控机床上加工, 适宜在哪台数控机床上加工。有时还要确定在某台数控机床上加工该零件的哪些工序或哪几个表面。

2. 对零件图进行数控加工的工艺分析和设计

主要是确定零件加工工艺过程。换言之, 就是确定零件的加工方法 (如采用的夹具、

装夹定位方法等)和加工路线(如对刀点、进给路线),并确定加工用量等工艺参数(如进给速度、主轴转速、切削宽度和深度等)。

3. 编制加工程序

主要是根据加工路线计算出的数据和已确定的加工用量,结合数控系统、加工指令和程序段格式,逐段编写零件加工程序单。

4. 输入加工程序

最早期的数控加工程序要制成穿孔带后作为 NC 系统的控制介质,这种情况早已不存在了。目前的数控加工程序大多在 MDI 的方式下利用数控面板的键盘输入到 CNC 系统的存储器中,数控程序也可在其他编程计算机上完成,通过串行接口等由计算机输入 CNC 系统,或通过软盘等存储介质输入。

5. 对加工程序进行校验和修改

在程序输入过程中,系统要进行一般的语法检验。程序应进行空运行检验或图形仿真检验,发现错误要进行修改,最后进行首件试切,在已加工零件被检验无误后,数控编程工作才算正式结束。

最后就可以运行加工程序对零件进行加工

1.1.3 数控加工的特点

数控加工与普通机床加工相比具有以下特点:

1. 加工零件的精度高

数控机床在整体设计中考虑了整机刚度和零件的制造精度,又采用高精度的滚珠丝杠传动副,机床的定位精度和重复定位精度都很高。特别是有的数控机床具有加工过程自动监测和误差补偿等功能,因而能可靠地保证加工精度和尺寸的稳定性。

2. 生产效率高

数控机床在加工中零件的装夹次数少,一次装夹可加工出很多表面,省去了划线找正和检测等许多中间环节。据统计,普通机床的净切削时间一般占总切削时间的 15%~20%,而数控机床可达 65%~70%,可实现自动换刀的带刀库数控机床甚至可达 75%~80%。加工复杂工件时,效率可提高 5~10 倍。

3. 特别适合加工复杂的轮廓表面

4. 有利于实现计算机辅助制造

目前在机械制造业中,CAD/CAM 已经被广泛应用,数控机床及其加工技术正是计算机辅助制造系统的基础。

5. 初始投资大,加工成本高

数控机床的价格一般是普通机床的若干倍,机床备件的价格也高;另外,加工首件需要进行编程、调试程序和试加工,时间较长,因此使零件的加工成本高于普通机床。

1.1.4 数控机床概述

最早的数控机床是由数控装置来实现数控功能的,因此称为硬件数控系统。随着计算

机技术的发展，硬件数控系统已被淘汰，取而代之的是计算机数控系统。计算机数控系统主要由计算机程序，即软件来对各类控制信息进行处理，不仅具有真正的柔性，而且可处理逻辑电路难以处理的各种复杂信息，因此使数控系统的功能大大提高，而且还在向更高水平发展。现在的数控机床都是计算机数控机床。

1. 数控机床的特点

由于数控机床综合了微电子技术、计算机应用技术、自动控制技术以及精密机床设计与制造等技术，因此具有专用机床的高效率，精密机床的高精度和通用机床的高柔性等显著特点，具体说来可包括以下几个方面：

- (1) 柔性自动化，具有广泛的适应性。
- (2) 精度高、质量稳定。
- (3) 生产效率高。
- (4) 能实现复杂零件的加工。
- (5) 减轻劳动强度、改善劳动条件。
- (6) 有利于现代化生产与管理。

2. 数控机床的组成

数控机床一般由数控系统，包含伺服电动机和检测反馈装置的伺服系统、机床本体和各类辅助装置组成，如图 1-1 所示。

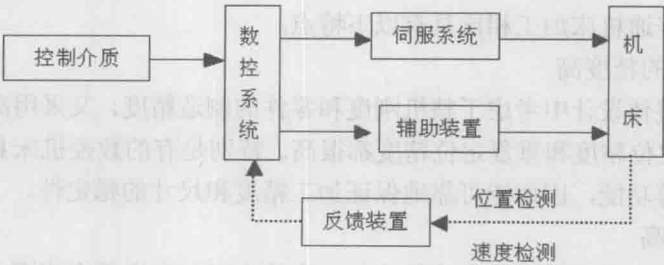


图 1-1 数控机床的组成

(1) 数控系统是数控机床的核心，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。

计算机数控机床的数控系统是一种专用的计算机，它由硬件和软件组成。

计算机数控系统的硬件主要包括：微机基本系统、人机界面接口、通信接口、进给轴位置控制接口、主轴控制接口以及辅助功能控制接口等部分。

计算机数控系统的软件由许多功能模块组成。其中加工程序译码、预处理计算、插补运算与位置伺服 4 个功能模块主要实现位置控制。另外还有一些模块，其功能可从它们的名称反映出来，如加工程序输入与存储模块，S（主轴）、T（刀具）、M（辅助）功能处理与数据输入/输出模块，显示服务模块，加工程序编辑模块，手动自动模块，手动数据输入功能模块，系统监视与故障诊断模块等。

有些数控机床的控制系统就是将 P 配以控制系统软件构成的。

(2) 伺服系统的主要作用是根据数控系统发出的控制信号驱动执行元件运动。伺服系

统由驱动装置和执行元件组成。常用的执行元件有步进电机、直流伺服电机和交流伺服电机三种。

(3) 机床主体是加工运动的实际部件,包括主运动部件、进给运动部件(如:工作台、刀架)和支撑部件(如:床身、立柱)等。有些数控机床还配备了特殊的部件,如刀库、自动换刀装置和托盘自动交换装置等。数控机床本体结构与传统机床相比,发生了很大变化,普遍采用了滚珠丝杠、滚动导轨,传动效率更高;由于减少了齿轮的使用数量,使传动系统更为简单。

(4) 大多数数控机床还具有位置、速度等检测反馈装置。位置检测装置用于检测实际的位移量(伺服系统中的位移比较环节对控制位移量与实际位移量进行比较,根据比较的差值,调整控制信号,适时控制机床的运动位置)。

3. 数控机床的分类

(1) 按加工工艺方式分类,可以分为切削机床、成型机床、特种加工机床和其他机床等。

数控车床、铣床、镗床、钻床和加工中心等属于切削机床。

数控冲压机、弯管机、折弯机等属于成型机床。

数控电火花、线切割、激光加工机床等属于特种加工机床。

数控等离子切割、火焰切割、点焊机、三坐标测量机等属于其他机床。

(2) 按控制系统功能特点分类,可以分为点位控制、点位直线控制和轮廓控制等。

点位控制的数控机床只能控制刀具、工作台等移动部件的目的位置,即只可实现刀具、工作台等移动部件从一个位置到另一个位置的精确定位,而对移动轨迹没有严格要求,并且在移动和定位过程中不进行任何加工。数控钻床、冲压机、点焊机、弯管机等机床的运动控制方式就属此类。

点位直线控制(直线控制)的数控机床不仅可以控制刀具或工作台由一个位置点到另一个位置点的精确移动,还可以控制它们以给定的速度沿着平行于某一坐标轴方向移动和在移动过程进行加工;该类系统也可控制刀具或工作台同时在两个轴向以相同的速度运动,从而沿着与坐标轴成 45° 的斜线进行加工。

轮廓控制(连续控制)的数控机床可使刀具或工作台在几个坐标轴方向以各轴向的速度同时协调联动,不仅能控制运动部件的起点与终点,还可以控制其运动轨迹及轨迹上每一点的速度和位移。用于加工空间曲线和曲面的数控车床、数控铣床及加工中心的控制系统,都应有轮廓控制的功能。能进行轮廓控制的数控机床,一般也能进行点位控制和点位直线控制。

(3) 按伺服系统控制原理分类,可以分为开环控制、闭环控制和半闭环控制等。这种分类方法是根据伺服系统测量反馈形式来分的。

开环控制是伺服系统不带测量反馈装置的控制方式,驱动装置一般采用步进电动机。机床的工作精度取决于步进电动机的转动精度及变速机构、丝杠等机械传动部件的精度。

闭环控制方式的检测装置安装在机床刀架或工作台等执行部件上,用以直接检测这些执行部件的实际运行位置(直线位移),并将其与CNC装置的指令位置(或位移)相比较,用差值进行控制。这种控制方式是直接检测校正,位置控制精度很高,但由于它将丝杠螺母副及机床工作台这些大惯量环节放在闭环之内,系统稳定性受到影响,调试困难,