



Pro/ENGINEER Wildfire 案例实战系列
PRO/ENGINEER WILDFIRE ANLISHIZHANXILIE



Pro/ENGINEER

Wildfire 5.0

中文版数控加工

案例实战

三维书屋工作室

胡仁喜 刘昌丽 董荣荣 等编著

作者权威资深案例实战专家

● 本书作者具有多年的CAD/CAM/CAE教学和研究经验，目前已写作和策划出版相关著作400多部，是Autodesk中国认证考试教材的指定执笔者。



经典案例 实例专业典型

● 书中采用的案例多而且具有代表性，并经过了多次课堂和工程检验；案例由浅入深，每一个案例所包重点难点非常明确，读者学习起来会感到非常轻松。

设计技能 设计技能

● 书中实例全部来自工程设计案例，不仅保证了读者能够学好知识点，更能帮助读者掌握实际的操作技能。掌握了这些实例，就做到以不变应万变，为读者以后的实际工作做好技术储备，使读者能够快速掌握工作技能。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中文版

数控加工案例实战

三维书屋工作室
胡仁喜 刘昌丽 董荣荣 等编著

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中文版数控加工案例实战/胡仁喜等编著. —北京:机械工业出版社, 2010.7
ISBN 978-7-111-31087-7

I. ①P… II. ①胡… III. ①数控加工—计算机辅助设计—应用教材 IV. ①TP392.0 IV. ①J3C52-39

中国版本

工业机械

编辑: 黄

责任编辑: 黄

北京蓝

2010年8月

184mm×24

0001—300

标准书号: 955-11-31087-7

ISBN 978-7-111-31087-7 (CIP)

定价: 48.00元(含1CD)



凡购本书, 如蒙赠页, 请向本社发行部调换。

客服电话

网站: <http://www.cmpbook.com>

机械工业出版社

地址: 北京市西城区百万庄大街24号

发行部电话: (010) 88379651

本书以 Pro/ENGINEER 的最新版本 WildFire5.0 中文版为主,基本覆盖了 Pro/ENGINEER 数控加工的核心模块,并附以丰富、详尽的实例,诠释应用 Pro/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、Pro/ENGINEER 数控加工基础;铣削加工篇,包括体积块加工、轮廓加工、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、铣削加工综合实例等;车削加工篇,包括区域车削加工、轮廓车削加工、凹槽车削加工和螺纹车削加工;后置处理及提高篇,包括后置处理及提高 Pro/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 Pro/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,特别适合用做培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire5.0 中文版数控加工案例实战/胡仁喜等编著. —北京:机械工业出版社, 2010.7

ISBN 978 - 7 - 111 - 31087 - 7

I. ①P… II. ①胡… III. ①数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire5.0 IV. ①TG659 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 118224 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 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 19.75 印张 · 484 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 31087 - 7

ISBN 978 - 7 - 89451 - 617 - 6 (光盘)

定价:48.00 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

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司著名的软件系统, 自 1988 年问世以来, 由于其强大的功能, 现已逐渐成为当今世界最为流行的 CAD/CAM/CAE 软件之一, 广泛应用于电子、通信、机械、模具、工业设计、汽车、自行车、航天、家电、玩具等各行业。随着 Pro/ENGINEER 在我国的推广应用, 在国内已形成如火如荼的 3D 设计新局面, 无论是资深的企业中坚, 还是刚跨出校门的从业人员, 都将 Pro/ENGINEER 的熟练掌握作为必备素质加以提高。

本书以 Pro/ENGINEER 的最新版本 Wildfire 5.0 中文版为基础进行讲解, 内容基本覆盖了 Pro/ENGINEER 数控加工的核心模块, 并附以丰富、详尽的实例, 诠释了应用 Pro/NC 模块进行数控加工程序设计的方法和技巧。

主要内容

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 4 大部分, 全面介绍 Pro/ENGINEER 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, 使读者可以轻松地从跟随操作, 即使以前从未接触过 Pro/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 Pro/NC 模块完成产品的数控加工。

本书特色

1. 全

体系完整, 全面讲解。本书内容安排: 围绕 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 软件数控加工模块 Pro/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 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 数控加工模块 Pro/NC 主要功能点, 同时涵盖 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 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、后处理和提高编程效率的方法等。通过本书学习, 读者既可以全面掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 数控加工模块 Pro/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。Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 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 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 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 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 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 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 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,具有真正的实用价值,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 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 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 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 数控加工的完整体系,既通过实例对 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 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。前后 4 篇,分工明确,逐步深入。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 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 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 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 数控加工后处理方法和提高 Pro/NC 编程效率的方法和技巧。

读者对象

本书主要面向利用 Pro/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,特别适合用做培训教材。

光盘介绍

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的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进行编写的。读者在学习本书之后,可以很快地学以致用,提高自己的数控加工操作能力,使自己在纷繁的求职世界中立于不败之地。

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,白晶、陶春生、熊慧、王炜、王玉秋、王敏、张俊生、王培合、康士廷、王艳池、周冰、王义发、赵黎、张辉、王佩楷、王兵学、阳平华、董伟、孟清华、张日晶、郑长松、夏德伟等也为本书的出版提供了大量帮助。

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	1.6.8
第1篇 基础篇	2.8.6
第1章 数控加工基础	1
1.1 数控加工概论	2
1.1.1 数控加工的内容	2
1.1.2 数控加工的特点	2
1.1.3 数控机床概述	3
1.2 数控编程基础	5
1.2.1 数控编程的内容	5
1.2.2 数控编程相关的标准	7
1.2.3 数控编程的方法	9
第2章 Pro/ENGINEER 数控加工基础	11
2.1 Pro/ENGINEER 数控加工基础	12
2.1.1 Pro/NC 模块简介	12
2.1.2 Pro/NC 模块的启动与操作界面	12
2.1.3 Pro/NC 加工流程	13
2.2 制造模型	15
2.2.1 相关概念	15
2.2.2 工作菜单及操作	16
2.2.3 操作实例	17
2.3 制造设置	20
2.3.1 机床设置	22
2.3.2 刀具设置	23
2.3.3 夹具设置	24
2.3.4 工件坐标系设置	25
2.3.5 退刀面设置	25
2.3.6 操作实例	26
2.4 Pro/NC 加工程序设计	29
2.4.1 产生刀具轨迹	29
2.4.2 演示刀具轨迹	30
第2篇 铣削加工篇	4.5
第3章 体积块加工	31
3.1 体积块加工概述	32
3.2 体积块加工设置	32
3.2.1 铣削体积块	32
3.2.2 铣削窗口	34
3.2.3 体积块加工设置	36

3.3	体积块加工参数.....	37
3.3.1	常用加工参数.....	38
3.3.2	体积块加工参数.....	40
3.4	体积块加工实例.....	42
3.4.1	零件模型分析.....	42
3.4.2	工艺规划.....	42
3.4.3	凹槽粗加工.....	43
3.4.4	凹槽侧壁精加工.....	50
第4章	轮廓铣削加工.....	52
4.1	轮廓铣削加工概述.....	53
4.2	轮廓铣削加工设置.....	53
4.3	曲面加工参数.....	53
4.4	轮廓加工实例.....	56
4.4.1	零件模型分析.....	56
4.4.2	工艺规划.....	56
4.4.3	粗加工.....	57
4.4.4	精加工.....	60
第5章	表面加工.....	63
5.1	表面加工概述.....	64
5.2	表面加工设置.....	64
5.3	表面加工参数.....	65
5.4	表面加工实例.....	67
5.4.1	零件模型分析.....	67
5.4.2	工艺规划.....	68
5.4.3	顶面加工.....	69
第6章	曲面加工.....	74
6.1	曲面加工概述.....	75
6.2	曲面加工设置.....	75
6.2.1	铣削曲面.....	75
6.2.2	曲面加工设置.....	76
6.3	曲面加工参数.....	81
6.4	曲面加工实例.....	82
6.4.1	零件模型分析.....	82
6.4.2	工艺规划.....	82
6.4.3	粗加工.....	83
6.4.4	半精加工.....	87
6.4.5	精加工.....	89
第7章	局部铣削.....	93

7.1	局部铣削概述	94
7.2	局部铣削设置	94
7.2.1	局部铣削的加工方式	94
7.2.2	局部铣削的加工设置	96
7.3	局部铣削参数	97
7.4	局部铣削实例	99
7.4.1	工艺规划	99
7.4.2	清根加工	100
第8章	腔槽加工	104
8.1	腔槽加工概述	105
8.2	腔槽加工设置	105
8.3	腔槽加工参数	105
8.4	腔槽加工实例	106
8.4.1	零件模型分析	106
8.4.2	工艺规划	106
8.4.3	凹槽粗加工	107
8.4.4	凹槽精加工	111
第9章	轨迹加工	113
9.1	轨迹加工概述	114
9.2	轨迹加工设置	114
9.2.1	轨迹加工设置	114
9.2.2	刀具设置	114
9.3	轨迹加工参数	115
9.3.1	轨迹加工参数	115
9.3.2	定制刀具轨迹	116
9.4	轨迹加工实例	117
9.4.1	零件模型分析	117
9.4.2	工艺规划	117
9.4.3	轨迹加工	117
第10章	孔加工	122
10.1	孔加工概述	123
10.2	孔加工设置	123
10.2.1	钻孔组	123
10.2.2	孔加工方式	124
10.2.3	孔加工设置	125
10.3	孔加工参数	126
10.4	孔加工实例	127
10.4.1	零件模型分析	127

10	10.4.2	工艺规划	128
10	10.4.3	钻孔加工	129
10	10.4.4	铰孔加工	132
第11章		螺纹加工	135
11.1		螺纹加工概述	136
11.2		螺纹加工设置	136
11.3		螺纹加工参数	139
11.4		螺纹加工实例	139
11.4.1		零件模型分析	139
11.4.2		工艺规划	139
11.4.3		内螺纹加工	140
11.4.4		外螺纹加工	143
第12章		刻模加工	146
12.1		刻模加工概述	147
12.2		刻模加工设置	147
12.3		刻模加工参数	147
12.4		刻模加工实例	148
12.4.1		零件模型分析	148
12.4.2		工艺规划	148
12.4.3		刻模加工	149
第13章		陷入加工	153
13.1		陷入加工概述	154
13.2		陷入加工设置	154
13.3		陷入加工参数	155
13.4		陷入加工实例	156
13.4.1		零件模型分析	156
13.4.2		工艺规划	156
13.4.3		凹槽粗加工(陷入加工)	157
13.4.4		凹槽精加工	161
第14章		高速模具加工	164
14.1		加工概述	165
14.2		加工设置	165
14.3		加工参数	166
14.3.1		粗加工及重新粗加工参数	166
14.3.2		精加工参数	168
14.4		高速模具加工实例	169
14.4.1		零件模型分析	169
14.4.2		工艺规划	170

14.4.3	粗加工	170
14.4.4	半精加工	173
14.4.5	精加工	176
第15章	铣削加工电极	180
15.1	零件模型分析	181
15.2	工艺规划	181
15.3	粗加工电极底座	182
15.4	粗加工工作部分	186
15.5	粗加工工作部分顶部	187
15.6	精加工工作部分顶部	189
15.7	精加工电极底座	191
15.8	精加工工作部分	193
第16章	铣削加工某电器产品外壳	196
16.1	零件模型分析	197
16.2	工艺规划	197
16.3	粗加工	198
16.4	半精加工	201
16.5	精加工(曲面加工)	203
第3篇	车削加工篇	
第17章	车削加工概述	206
17.1	车削加工概述	207
17.1.1	数控车削加工工艺基础	207
17.1.2	数控车削加工编程基础	207
17.2	车削加工方法设置	211
17.2.1	加工方式设置	211
17.2.2	加工参数设置	212
17.2.3	定制刀具路径	212
第18章	区域车削加工	213
18.1	加工方法设置	214
18.1.1	一般参数设置	214
18.1.2	高级参数设置	217
18.2	区域车削加工实例	219
18.2.1	新建文件	219
18.2.2	设置制造模型	219
18.2.3	制造设置	221
18.2.4	设置切削轮廓	222
18.2.5	加工方法设置	223
18.2.6	演示刀具路径	224

18.2.7	仿真加工.....	225
第 19 章	轮廓车削加工.....	227
19.1	加工方法设置.....	228
19.2	轮廓加工参数.....	228
19.3	轮廓车削加工实例.....	229
19.3.1	新建文件.....	229
19.3.2	设置制造模型.....	229
19.3.3	制造设置.....	230
19.3.4	设置切削轮廓.....	231
19.3.5	加工方法设置.....	231
19.3.6	演示刀具路径.....	232
19.3.7	仿真加工.....	233
第 20 章	凹槽车削加工.....	235
20.1	加工方法设置.....	236
20.1.1	一般参数设置.....	236
20.1.2	高级参数设置.....	237
20.2	凹槽车削加工实例.....	238
20.2.1	新建文件.....	239
20.2.2	设置制造模型.....	240
20.2.3	制造设置.....	240
20.2.4	设置切削轮廓.....	241
20.2.5	加工方法设置.....	241
20.2.6	演示刀具路径.....	243
20.2.7	仿真加工.....	244
第 21 章	螺纹车削加工.....	245
21.1	加工方法设置.....	246
21.1.1	一般参数设置.....	246
21.1.2	高级参数设置.....	247
21.2	螺纹车削加工实例.....	247
21.2.1	新建文件.....	248
21.2.2	设置制造模型.....	248
21.2.3	制造设置.....	248
21.2.4	设置切削轮廓.....	249
21.2.5	加工方法设置.....	249
21.2.6	演示刀具路径.....	251
第 4 篇	后置处理及提高篇.....	
第 22 章	后置处理.....	252
22.1	相关概念.....	253

22.2	选配文件的创建.....	253
22.2.1	准备工作.....	253
22.2.2	初始化新建的选配文件.....	254
22.2.3	选配文件的参数设置.....	257
22.3	选配文件创建.....	284
第 23 章	提高 PRO/NC 编程效率.....	292
23.1	参照模型的预处理.....	293
23.2	工件的创建.....	296
23.3	提高 PRO/NC 编程效率的方法	297
23.4	PRO/NC 相关的配置选项.....	299

第1篇 基础篇

数控加工基础

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

 1.1.1 数控加工的内容

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. 对零件图样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、走刀路线),并确定加工用量等工艺参数(如走刀速度、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

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。

6. 运行加工程序对零件进行加工

 1.1.2 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。

1.1.3 数控机床概述

1. 数控机床的特点

(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

如图 1-1 所示, 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。

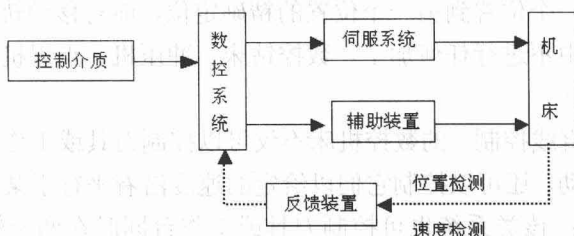


图 1-1 数控机床的组成

(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 PC 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动机、直流伺服电动机和交流伺

服电动机三种。

(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) 如按加工工艺方式分类,可以分为切削机床、成形机床、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、折弯机等属于成形机床。

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) 如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) 如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,且结构复杂、价格昂贵。

半闭环控制方式是将检测装置安装在伺服电动机或滚珠丝杆轴端,检测它们的角位移(转角)和转速并反馈到数控装置,由角位移间接推算出工作台或刀具的位移和移动速度。这种伺服系统比较简单,造价较低,同时由于滚珠丝杠制造精度的提高,丝杠、螺母之间侧隙采用了补偿方法,因此半闭环控制方式在中等精度以上的数控机床中得到了广泛应用。

(4) 如按控制系统功能水平分类,可以按控制系统的主要技术参数、功能指标和关键部件的功能水平,将数控机床分为低、中、高3个档次。国内还分为全功能数控机床、普及型数控机床和经济型数控机床。这些分类方法虽然没有明确的定义和标准,但比较直观。

(5) 如从数控机床应用的角度分类,可分为数控车床、数控铣床、加工中心和多轴数控铣床等。

数控车床的机床本体与普通车床在结构布局上相差不大,在普通车床上能够完成的加工内容都可以在数控车床上完成,另外,由于具有数控系统和伺服系统,数控车床还能加工各种回转成形面。

数控铣床与普通铣床相比,同样由主传动系统、进给传动机构、工作台、床身以及立柱等部分组成。主轴带动刀具旋转,主轴箱可上下移动,工作台可沿横向和纵向移动。由于大部分数控铣床具有3个轴及3个轴以上的联动功能,因此,具有空间曲面的零件可以在数控铣床上加工。

如果给数控铣床配上刀库和自动换刀装置就构成了加工中心。加工中心的刀库可以存放数十把刀具,由自动换刀装置进行调用和更换。工件在加工中心上,一次装夹可完成多项加工内容,生产效率比数控铣床大大提高。

如果使数控铣床的工作台和主轴箱实现转动进给,就构成了五轴数控铣床。它可以加工更为复杂的空间曲面。

1.2

数控编程基础

数控编程技术是数控技术应用中的关键环节。

在数控加工程序编制前,编程人员应了解所用数控机床的规格、性能、数控系统所具备的功能及编程指令格式等。



1.2.1 数控编程的内容

数控加工程序编制的主要内容包括:分析零件图样;确定加工工艺过程;数字处理;编写零件加工程序、输入程序、校对程序及首件试加工。

数控编程的内容和步骤与前面介绍的数控加工内容和步骤基本相同,本节只对其中的几点进行补充。

1. 工艺处理阶段

工艺处理阶段的主要任务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、走刀路线),并确定加工用量等工艺参数(如走刀速度、主轴转速、切削宽度和深度等)。

(1) 数控编程中工艺处理的特点:从编程的角度看,数控加工程序的编制比通用机床