

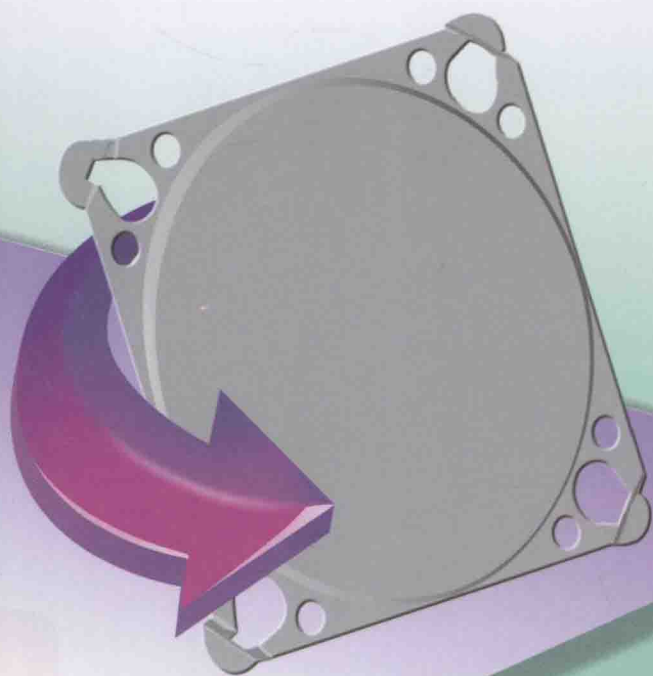
高职**模具专业**系列规划教材

MUJU SHUKONG JIAGONG

模具数控加工

主 编 杨 刚

副主编 李大英 罗应娜 宋 斌



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

模具数控加工

主 编 杨 刚

副主编 李大英 罗应娜 宋 斌

重庆大学出版社

内 容 提 要

全书共分6章,内容包括数控机床概述、数控机床编程基础、数控车床加工与编程、数控铣床加工与编程、数控电火花线切割加工与编程、自动编程。本书对模具加工中常用数控机床的编程方法和操作进行了讲解,另对模具数控加工工艺和自动编程也进行了深入的讲解。书中所用例子极具代表性,且均已在实际生产中得以验证。通过对该书的学习,既能对基础理论有一定的理解,又能掌握必要的专业技能。

本书可满足高职高专的模具设计与制造专业、机械设计制造专业的教学要求,同时也可作为模具加工行业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

模具数控加工/杨刚主编.——重庆:重庆大学出版社,2013.3

高职高专模具制造与设计专业系列教材

ISBN 978-7-5624-7099-1

I. ①模… II. ①杨… III. ①模具—数控机床—加工—
—高等职业教育—教材 IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 292686 号

模具数控加工

主 编 杨 刚

副主编 李大英 罗应娜 宋 斌

策划编辑:周 立

责任编辑:李定群 高鸿宽 版式设计:周 立

责任校对:刘 真 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617183 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆东南印务有限责任公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:12.5 字数:312 千

2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—3000

ISBN 978-7-5624-7099-1 定价:24.50 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

高职模具专业系列规划教材

领导小组

组 长 武兵书

执行组长 赵青陵

组 员 (按姓氏笔画为序)

王 冲 刘德普 邹 强 周 杰

洪 奕 赵 勇 郝福春 黄国顺

曾令维 彭 宁 廖宏谊 谭绍华

前言

模具作为成型品的加工母机,其制造精度要远高于其成型品的精度。组成模具的零件一般具有较高的加工精度要求,而且加工表面除简单的平面和回转面外,还有更多复杂的规则或不规则曲面,这些形状复杂的曲面采用传统的加工方法加工,不仅加工效率低,而且更难以达到加工的精度要求。

数控加工适用于单件、小批量、高精度、复杂表面的零件加工,是模具零件加工的主要方法。模具制造的数控加工主要有数控车削加工、数控铣削加工、数控电火花线切割加工等。这些加工技术和方法是本书介绍的核心内容,也是当前模具零件加工的核心技术。

本书主要介绍数控加工技术的基本知识及其在模具加工中的应用。全书内容加上绪论一共7部分,包括数控机床概述、数控机床编程基础、数控车床加工与编程、数控铣床加工与编程、数控电火花线切割加工与编程、自动编程。本书适于高职高专学校模具设计与制造专业教学使用,也可供其他机械类专业教学参考。

本书由重庆工业职业技术学院杨刚任主编,负责全书的组织编写和统稿工作,重庆工业职业技术学院李大英、罗应娜,张家界航空工业职业技术学院宋斌任副主编。杨刚编写绪论、第1章、第2章,罗应娜编写第3章,李大英编写第4章、第6章,宋斌编写第5章。

本书由大连理工大学宋满仓教授主审,宋教授对本书认真审阅,并提出了很多宝贵的意见,在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中得到了重庆大学出版社、重庆市模具协会和许多企业同仁的大力支持,在此表示衷心感谢。

因编者水平和经验有限,书中难免出现错误和不妥之处,恳请读者批评指正。也望各位读者与我交流,以此相互进步共同提高。

编 者
2013年1月

绪 论

随着工业产品不断向多样化和高性能化方向发展,产品生产厂家要求模具制造企业在短时期内为新产品的开发和投产提供高精度的模具。模具制造企业为了适应用户的这一要求,充分利用数控加工等先进制造技术,使模具加工技术由传统的手工操作进入以数控加工为主的新阶段。

模具零件制造属于单件小批量生产方式,型腔、型芯的形状往往比较复杂。在数控技术出现之前,除了用于大批量生产的专门生产线具有较高的自动化程度外,各种零件的制造基本上由手工操作完成。数控技术的产生和发展,为复杂曲线、曲面模具零件的单件小批量自动加工提供了极为有效的手段。

(1) 数控机床在模具加工中的应用

模具作为现代工业生产的重要工艺装备之一,对提高产品的产量和质量起着非常重要的作用。模具的设计和制造水平也通常反映一个国家的工业发展程度。模具生产一般具有以下特点:

1) 模具型面复杂、不规则

有些产品如汽车覆盖件、飞机零件、玩具、家用电器等,其表面形状是由多种曲面组合而成,相应的模具型腔、型芯也比较复杂。

2) 模具表面质量及尺寸精度要求高

模具里上下模的组合、镶块与型面的配合、镶块之间的拼合等均要求有很高的加工精度和很低的表面粗糙度值。精密模具的尺寸精度往往要达到微米级。

3) 生产批量小

模具是用于大批量生产的工艺装备,作为模具本身的产品数量是很少的,因此模具零件属于典型的单件小批量生产方式,很多情况下只生产一两套。

4) 加工工序多

一套模具的制作总离不开车、铣、钻、镗、铰及攻螺纹等多种工序。

5) 模具材料优异,硬度高、价格贵

模具零件多采用合金材料制造,特别是高寿命的模具,常采用 Cr12, CrWMn 等莱氏体材料制造,这类钢材从毛坯锻造、加工到热处理均有严格要求,因此,加工工艺的编制就更不容忽视。

过去模具零件的加工依赖于传统加工方法,制造的质量不易保证,也难以在短期内完成。目前,模具加工广泛采用数控加工技术,从而为单件小批量的模具零件自动加工提供了极为有效的手段。

由于采用了数控机床,模具零件的加工过程发生了很大的变化。例如,模板的加工过去采用手工划线、钻床钻孔、带锯加工矩形孔、立铣加工型孔、手工攻螺纹 5 道工序。改用数控机床加工后,则由数控机床定位钻孔,减少了手工划线工序,而且孔位精度也有了提高。如果使用加工中心,则一次装夹可完成所有的加工内容。由于减少了装夹和工序转移的等待时间,大幅度缩短了加工周期,同时也减少了多次装夹带来的孔位误差,提高了加工精度。

(2) 数控机床在模具加工中应用的方式

数控机床在模具加工中应用的方式主要有以下 5 种:

1) 数控铣削加工

由于数控铣削加工具有生产效率较高,加工精度高,可实现多轴联动,能加工复杂形状及加工的适应性强,只要改变加工程序就可加工出不同形状的零件等特点,因而特别适合于单件或小批量生产的模具制造。数控铣削加工在模具制造行业的主要应用有塑料模、压铸模和锻模等具有复杂曲面及轮廓的型腔模加工。

2) 数控电火花成形加工

数控电火花成形加工在模具制造中,主要用于加工冲模、锻模、塑料模、拉深模、压铸模、挤压模、玻璃模、胶木模、陶土模、粉末冶金烧结模、花纹模等型腔,以及深槽、窄槽等部位。

3) 数控电火花线切割加工

数控电火花线切割加工主要用于平面形状的模具零件加工、轮廓量规的加工、微细加工等。

4) 数控车削加工

对于旋转类模具零件,一般采取数控车削加工,如车外圆、车孔、车平面、车锥面等。酒瓶、酒杯、保龄球、转向盘等模具,都可以采用数控车削加工。

5) 数控磨削加工

数控磨削加工分为数控外圆磨削、数控坐标磨削、数控强力磨削和数控立式磨削,其中数控坐标磨削在模具加工中主要应用于成形孔磨削、沉孔磨削、内腔底面磨削、凹球面磨削、二维轮廓磨削、三维轮廓磨削、成形磨削等。

另外,还有其他的一些数控加工方式,如数控钻孔、数控冲孔等。所有这些数控加工方式,为模具提供了丰富的生产手段。总之,各种数控加工方法为模具加工提供了各种可供选择的手段。随着数控技术的发展,越来越多的数控加工方法应用到模具制造中,使模具制造的前景更加广阔。

目 录

绪 论	1
第 1 章 数控机床概述	3
1.1 数控机床的产生和特点	3
1.1.1 数控机床的产生	3
1.1.2 数控机床的特点	4
1.2 数控机床的基本结构和工作原理	6
1.2.1 数控机床的基本结构	6
1.2.2 数控机床的工作原理	7
1.3 数控机床的分类	8
1.3.1 按工艺用途分类	8
1.3.2 按加工路线分类	8
1.3.3 按有无检测装置分类	9
1.4 数控机床的发展概况	10
1.4.1 数控机床的发展过程	10
1.4.2 我国的发展情况	11
1.4.3 数控机床的发展趋势	12
第 2 章 数控机床编程基础	16
2.1 数控机床编程概述	16
2.1.1 数控加工程序编制的方法	16
2.1.2 手工编程的内容和步骤	17
2.1.3 常见程序字及其功能	18
2.1.4 程序结构和程序段格式	19
2.2 数控机床的坐标系	21
2.2.1 数控机床坐标系及其相关规定	21
2.2.2 坐标系判定的方法和步骤	23
2.2.3 坐标原点	24
2.2.4 绝对坐标与相对坐标	25

第3章 数控车床加工与编程	26
3.1 概述	26
3.1.1 数控车床的分类	26
3.1.2 数控车床的结构	26
3.1.3 数控车床的技术参数	28
3.1.4 数控车床的编程特点	29
3.2 数控车削加工工艺	29
3.2.1 数控车削加工的主要对象	29
3.2.2 数控车削加工工艺	30
3.2.3 数控车削加工刀具	38
3.2.4 数控车削加工中的装刀与对刀技术	40
3.3 数控车床编程方法	43
3.3.1 M,S,F,T 功能指令	43
3.3.2 G 功能指令	44
3.3.3 刀具补偿在数控车床中的应用	60
3.4 典型模具零件的数控车削加工	63
3.4.1 外轮廓车削编程及加工仿真	63
3.4.2 内轮廓车削编程及加工仿真	66
3.4.3 内外轮廓零件车削编程及加工仿真	69
3.5 数控车床的基本操作	74
3.5.1 数控车床操作注意事项	74
3.5.2 开关机操作	74
3.5.3 手动返回参考点	74
3.5.4 编辑操作	75
3.5.5 车床锁住操作	75
3.5.6 毛坯装夹与刀具安装	75
3.5.7 对刀操作	75
3.5.8 安全功能操作	75
3.5.9 自动操作方式	75
3.5.10 倍率调整	75
3.5.11 数控车床的安全操作规程	76
第4章 数控铣床加工与编程	77
4.1 概述	77
4.1.1 数控铣床的分类	77
4.1.2 数控铣床的结构	78
4.1.3 数控铣床的技术参数	79
4.2 数控铣床加工工艺	80

4.2.1	数控铣削的主要加工对象	80
4.2.2	数控铣削加工工艺	81
4.2.3	数控铣削加工刀具	88
4.2.4	数控铣削加工中常用夹具、辅具及测量工具	90
4.2.5	数控铣削加工中的装刀与对刀技术	92
4.3	数控铣床编程方法(FANUC Oi 系统)	95
4.3.1	数控铣床坐标系设定	95
4.3.2	数控铣床程序中常用编程指令	98
4.4	典型模具零件的数控铣削加工	118
4.4.1	零件的工艺分析	119
4.4.2	确定刀具及切削用量	119
4.4.3	确定进给路线	119
4.4.4	数值计算	120
4.4.5	编写加工程序	120
4.4.6	填写工艺文件	122
4.5	数控铣床的基本操作	123
4.5.1	数控铣床操作面板	123
4.5.2	XK714 数控铣床控制操作教程	124
第5章	数控电火花线切割加工与编程	126
5.1	概述	126
5.1.1	数控电火花线切割加工原理	126
5.1.2	数控电火花线切割加工的特点	127
5.1.3	数控电火花线切割加工的应用	127
5.1.4	数控电火花线切割机床	128
5.2	数控电火花线切割加工工艺	131
5.2.1	零件图工艺分析	131
5.2.2	工艺准备	131
5.2.3	工作液的选择	134
5.2.4	工件装夹和位置校正	135
5.2.5	电极丝位置校正	137
5.2.6	加工参数的选择	138
5.3	数控电火花线切割机床编程方法	138
5.3.1	程序格式及编程基础	138
5.3.2	3B 格式编程方法	139
5.3.3	ISO 格式编程方法	142
5.3.4	计算机辅助编程	145
5.4	典型模具零件的数控电火花线切割加工	147

5.5 数控电火花线切割机床的基本操作	151
5.5.1 线切割机床本体面板按钮操作	151
5.5.2 线切割机床电气柜面板操作	152
5.5.3 控制系统面板	152
5.5.4 线切割机床的调整	155
5.5.5 电火花线切割加工操作流程	156
5.5.6 电火花线切割加工的安全技术规程	156
第6章 自动编程	158
6.1 概述	158
6.2 Cimatron E 数控编程入门	158
6.2.1 Cimatron E 编程的工作环境	158
6.2.2 Cimatron E 编程步骤	161
6.3 自动编程实例	171
6.3.1 任务描述	171
6.3.2 任务分析	171
6.3.3 零件加工程序编制	172
参考文献	187

绪 论

随着工业产品不断向多样化和高性能化方向发展,产品生产厂家要求模具制造企业在短时期内为新产品的开发和投产提供高精度的模具。模具制造企业为了适应用户的这一要求,充分利用数控加工等先进制造技术,使模具加工技术由传统的手工操作进入以数控加工为主的新阶段。

模具零件制造属于单件小批量生产方式,型腔、型芯的形状往往比较复杂。在数控技术出现之前,除了用于大批量生产的专门生产线具有较高的自动化程度外,各种零件的制造基本上由手工操作完成。数控技术的产生和发展,为复杂曲线、曲面模具零件的单件小批量自动加工提供了极为有效的手段。

(1) 数控机床在模具加工中的应用

模具作为现代工业生产的重要工艺装备之一,对提高产品的产量和质量起着非常重要的作用。模具的设计和制造水平也通常反映一个国家的工业发展程度。模具生产一般具有以下特点:

1) 模具型面复杂、不规则

有些产品如汽车覆盖件、飞机零件、玩具、家用电器等,其表面形状是由多种曲面组合而成,相应的模具型腔、型芯也比较复杂。

2) 模具表面质量及尺寸精度要求高

模具里上下模的组合、镶块与型面的配合、镶块之间的拼合等均要求有很高的加工精度和很低的表面粗糙度值。精密模具的尺寸精度往往要达到微米级。

3) 生产批量小

模具是用于大批量生产的工艺装备,作为模具本身的产品数量是很少的,因此模具零件属于典型的单件小批量生产方式,很多情况下只生产一两套。

4) 加工工序多

一套模具的制作总离不开车、铣、钻、镗、铰及攻螺纹等多种工序。

5) 模具材料优异,硬度高、价格贵

模具零件多采用合金材料制造,特别是高寿命的模具,常采用 Cr12, CrWMn 等莱氏体材料制造,这类钢材从毛坯锻造、加工到热处理均有严格要求,因此,加工工艺的编制就更不容忽视。

过去模具零件的加工依赖于传统加工方法,制造的质量不易保证,也难以在短期内完成。目前,模具加工广泛采用数控加工技术,从而为单件小批量的模具零件自动加工提供了极为有效的手段。

由于采用了数控机床,模具零件的加工过程发生了很大的变化。例如,模板的加工过去采用手工划线、钻床钻孔、带锯加工矩形孔、立铣加工型孔、手工攻螺纹 5 道工序。改用数控机床加工后,则由数控机床定位钻孔,减少了手工划线工序,而且孔位精度也有了提高。如果使用加工中心,则一次装夹可完成所有的加工内容。由于减少了装夹和工序转移的等待时间,大幅度缩短了加工周期,同时也减少了多次装夹带来的孔位误差,提高了加工精度。

(2) 数控机床在模具加工中应用的方式

数控机床在模具加工中应用的方式主要有以下 5 种:

1) 数控铣削加工

由于数控铣削加工具有生产效率较高,加工精度高,可实现多轴联动,能加工复杂形状及加工的适应性强,只要改变加工程序就可加工出不同形状的零件等特点,因而特别适合于单件或小批量生产的模具制造。数控铣削加工在模具制造行业的主要应用有塑料模、压铸模和锻模等具有复杂曲面及轮廓的型腔模加工。

2) 数控电火花成形加工

数控电火花成形加工在模具制造中,主要用于加工冲模、锻模、塑料模、拉深模、压铸模、挤压模、玻璃模、胶木模、陶土模、粉末冶金烧结模、花纹模等型腔,以及深槽、窄槽等部位。

3) 数控电火花线切割加工

数控电火花线切割加工主要用于平面形状的模具零件加工、轮廓量规的加工、微细加工等。

4) 数控车削加工

对于旋转类模具零件,一般采取数控车削加工,如车外圆、车孔、车平面、车锥面等。酒瓶、酒杯、保龄球、转向盘等模具,都可以采用数控车削加工。

5) 数控磨削加工

数控磨削加工分为数控外圆磨削、数控坐标磨削、数控强力磨削和数控立式磨削,其中数控坐标磨削在模具加工中主要应用于成形孔磨削、沉孔磨削、内腔底面磨削、凹球面磨削、二维轮廓磨削、三维轮廓磨削、成形磨削等。

另外,还有其他的一些数控加工方式,如数控钻孔、数控冲孔等。所有这些数控加工方式,为模具提供了丰富的生产手段。总之,各种数控加工方法为模具加工提供了各种可供选择的手段。随着数控技术的发展,越来越多的数控加工方法应用到模具制造中,使模具制造的前景更加广阔。

第 1 章

数控机床概述

1.1 数控机床的产生和特点

1.1.1 数控机床的产生

科学技术和社会生产的不断发展,对机械产品的质量和生产率提出了越来越高的要求。机械加工工艺过程的自动化是实现上述要求的最重要措施之一。它不仅能够提高产品的质量、生产效率,降低生产成本,还能够大大改善工人的劳动条件。

许多生产企业(如汽车、家用电器等制造厂)已经采用了自动机床、组合机床和专用自动生产线。采用这种高度自动化和高效率的设备,尽管需要很大的初始投资以及较长的生产准备时间,但在大批量的生产条件下,由于分摊在每一个工件上的费用很少,经济效益仍然非常显著。

但是,在机械制造业中并不是所有的产品零件都具有很大的批量,单件与小批量生产的零件占机械加工总量的 80% 以上,尤其是在造船、航空、航天、机床、重型机械、模具以及军工部门,其生产特点是加工批量小、改型频繁,零件的形状复杂且精度要求高,采用专用化程度很高的自动化机床加工这类零件就显得很不合理,因为需要经常改装与调整设备。因此,即使大批量生产,也要改变产品长期一成不变的做法。“刚性”的自动化设备在大批量生产中日益暴露出其缺点。

为了解决上述问题,以满足多品种、小批量的自动化生产,迫切需要一种灵活、通用,能够适应产品频繁变化的机床。

数字控制(Numerical Control,简称 NC 或数控)机床是在这样的背景下诞生与发展起来的。它极其有效地解决了上述一系列矛盾,为单件、小批生产的精密复杂零件提供了自动化加工手段。

数控机床就是将加工过程所需要的各种操作(如主轴变速、松夹工件、进刀与退刀、开车与停车、选择刀具、供给冷却液等)和步骤,以及刀具与工件之间的相对位移量都用数字化的代码来表示,将数字信息送入专用的或通用的计算机,计算机对输入的信息进行处理与运算,

发出各种指令来控制机床的伺服系统或其他执行元件,使机床自动加工出所需要的工件。数控机床与其他自动机床的一个显著区别在于当加工对象改变时,除了重新装夹工件和更换刀具之外,仅需输入或调取新的数控程序,不需要对机床作任何调整。

1952 年美国帕森斯公司(Parsons)和麻省理工学院(MIT)合作研制成功世界上第一台三坐标数控铣床,用它来加工直升机叶片轮廓检查样板。这是一台采用专用计算机进行运算与控制的直线插补轮廓控制数控铣床,专用计算机采用电子管元件,逻辑运算与控制采用硬件连接电路。1955 年,该类机床进入实用化阶段,在复杂曲面的加工中发挥了重要作用。这就是第一代数控系统。从那时起 50 多年来,以下引用的资料有点旧,由此可知,随着自动控制技术、微电子技术、计算机技术、精密测量技术及机械制造技术的发展,数控机床得到了迅速发展,不断地更新换代。

1959 年晶体管元件问世,数控系统中广泛采用晶体管和印制板电路,从此数控系统跨入第二代。

1965 年出现了小规模集成电路,由于其体积小,功耗低,使数控系统的可靠性得到了进一步提高,数控系统从而发展到第三代。

随着计算机技术的发展,出现了以小型计算机代替专用硬接线装置,以控制软件实现数控功能的计算机数控系统(即 CNC 系统),使数控机床进入第四代。

1970 年前后,美国英特尔(Intel)公司首先开发和使用四位微处理器,1974 年美、日等国首先研制出以微处理器为核心的数控系统。由于中、大规模集成电路的集成度和可靠性高、价格低廉,因此,微处理器数控系统得到了广泛的应用。这就是微机数控(Micro-Computer Numerical Control)系统(即 MNC 系统),从而使数控机床进入第五代。

20 世纪 90 年代后,基于 PC-NC 的智能数控系统的发展和应用,充分利用现有 PC 机的软硬件资源,规范设计了新一代数控系统,因而使数控机床的发展进入第六代。

我国在 1958 年由清华大学研制了第一台数控机床,并在研制与推广使用数控机床方面取得了一定成绩。近年来,由于引进了国外的数控系统与伺服系统的制造技术,使我国数控机床在品种、数量和质量方面得到了迅速发展。目前,我国已有几十家机床厂能够生产不同类型的数控机床和加工中心机床。我国经济型数控机床的研究、生产和推广工作也取得了较大的进展,它必将对我国各行业的技术改造起到积极的推动作用。

目前,在数控技术领域,我国和工业发达国家之间还存在着不小的差距,但这种差距正在缩小。

随着企业技术改造的深入开展,各行各业对数控机床的需要量将会有大幅度的增长,这将有力地促进数控机床的发展。毫无疑问,数控机床将会在我国现代化建设中发挥越来越大的作用。

1.1.2 数控机床的特点

(1) 柔性强

柔性是指机床适应于被加工零件的变化能力。

由于在数控机床上变更加工零件时,只需要重新编制程序,通过连接机床的计算机输入或者手动输入程序就能实现对零件的加工。它不同于传统的机床,不需要制造、更换许多工具、夹具和模具,更不需要重新调整机床。因此,数控机床可很快地从加工一种零件转变为加

工另一种零件,这就为单件、小批量以及试制新产品提供了极大的便利。它不仅缩短了生产准备周期,而且节省了大量工艺装备费用。例如,使用点位控制系统的多孔零件的加工,当需要修改设计,改变其中某些孔的位置和尺寸时,只需局部修改增删程序的相应部分,就可把修改后的新产品制造出来,为产品结构的不断更新提供了有利条件。

(2) 加工精度高

数控机床是按以数字形式给出的指令进行加工的,由于目前数控装置的脉冲当量(即每一个进给脉冲使数控机床移动部件所产生的移动量)普遍达到了 0.001 mm ,而且进给传动链的反向间隙与丝杠螺距误差等均可由数控装置进行补偿,因此,数控机床能达到比较高的加工精度。数控机床的传动系统与机床结构都具有很高的刚度和热稳定性,从而提高了它的制造精度,特别是数控机床的自动加工方式避免了生产者的人为操作误差,同一批加工零件的尺寸一致性好,产品合格率高,加工质量十分稳定。

(3) 加工生产率高

零件加工所需要的时间包括机动时间与辅助时间两部分。数控机床能够有效地减少这两部分时间,因而加工生产率比一般机床高得多。数控机床主轴转速和进给量的范围比普通机床的范围大,每一道工序都能选用最合理的切削用量,良好的结构刚性允许数控机床进行大切削用量的强力切削,有效地节省了机动时间。数控机床移动部件的快速移动和定位均采用了加速与减速措施,因而选用了很高的空行程运动速度,消耗在快进、快退和定位的时间要比一般机床少得多。

数控机床在更换被加工零件时几乎不需要重新调整机床,而零件又都安装在简单的定位夹紧装置中,用于停机进行零件安装调整的时间可以节省不少。

数控机床的加工精度比较稳定,在程序无误以及刀具完好的情况下,一般只做首件检验或工序间关键尺寸的抽样检验,因而可减少停机检验的时间。因此,数控机床的利用系数比一般机床高得多。

在使用带有刀库和自动换刀装置的数控加工中心机床时,在一台机床上实现了多道工序的连续加工,减少了半成品的周转时间,生产效率的提高更为明显。

(4) 减轻了操作者的劳动强度

数控机床对零件的加工是按事先编好的程序自动完成的,操作者除了操作键盘、装卸零件、关键工序的中间测量以及观察机床的运行之外,不需要进行繁重的重复性手工操作,劳动强度与紧张程度均可大为减轻,劳动条件也得到相应的改善。例如,电子工业中印刷电路板的钻孔,如果在台式钻床上进行手动加工,单调频繁的手工操作很容易造成工人视觉的极度疲劳,从而产生不少差错,因此,通常很难进行一小时以上的连续操作。当采用高速数控钻床加工时,就能根本地改善操作者的劳动条件。

(5) 良好的经济效益

使用数控机床加工零件时,分摊在每个零件上的设备费用是较昂贵的。但在单件、小批生产情况下,可节省许多其他方面的费用,因此能够获得良好的经济效益。

使用数控机床,一方面,在加工之前节省了划线工时,在零件安装到机床上之后可以减少调整、加工和检验时间,减少了直接生产费用。另一方面,由于数控机床加工零件不需要手工制作模型、凸轮、钻模板及其他工夹具,节省了工艺装备费用。还由于数控机床的加工精度稳定,减少了废品率,使生产成本进一步下降。

(6) 有利于生产管理的现代化

用数控机床加工零件,能准确地计算零件的加工工时,并有效地简化了检验和工夹具、半成品的管理工作。这些特点都有利于生产管理现代化。

数控机床使用数字信息与标准代码输入,最适宜于与数字计算机联系,目前已成为计算机辅助设计、制造及管理一体化的基础。

1.2 数控机床的基本结构和工作原理

1.2.1 数控机床的基本结构

数控机床是一种利用数控技术,按照事先编好的程序实现动作的机床。它是由程序载体、输入装置、CNC 单元、伺服系统、位置反馈系统和机床机械部件构成的。其基本结构如图 1.1 所示。

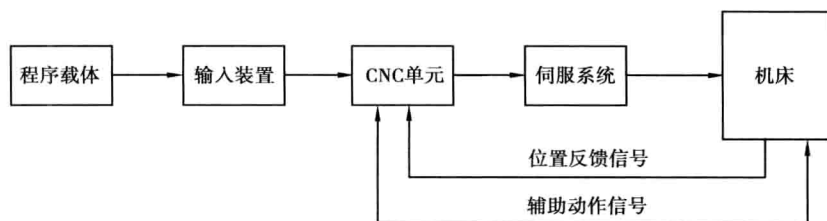


图 1.1 数控机床的基本结构

(1) 程序载体(控制介质)

数控机床是按照输入的零件加工程序运行。在零件加工程序中,包括机床上刀具与工件的相对运动轨迹、工艺参数(走刀量、主轴转数等)和辅助运动等。将零件加工程序用一定的格式和代码,存储在一种载体上,这种用于装载零件加工程序的载体称为控制介质。

(2) 输入装置

输入装置的作用是将程序载体内有关加工的信息读入 CNC 单元。根据程序载体的不同,相应有不同的输入装置。有时为了用户方便,数控机床可以同时具备多种输入装置。

现代数控机床还可通过手动方式(MDI 方式),将零件加工程序直接用数控系统的操作面板上的按键,直接键入 CNC 单元;或者用与上级机通信方式直接将加工程序输入 CNC 单元。

(3) CNC 单元(数控装置)

CNC 单元由信息的输入、处理和输出 3 个部分组成,程序载体通过输入装置将加工信息传给 CNC 单元,编译成计算机能识别的信息,由信息处理部分按照控制程序的规定,逐步存储进行处理后,通过输出单元发出位置和速度指令给伺服系统和主运动控制部分。

数控机床的辅助动作,如刀具的选择与更换、切削液的启停等能够用可编程序控制器(PLC)进行控制。现代数控系统中,一般备有 PLC 附加电路板。这种结构形式可省去 CNC 与 PLC 之间的连线,结构紧凑,可靠性好,操作方便,无论从技术上或经济上都是有利的。

CNC 单元由工业控制机、控制程序和接口电路组成。CNC 单元是数控机床的神经中枢,