

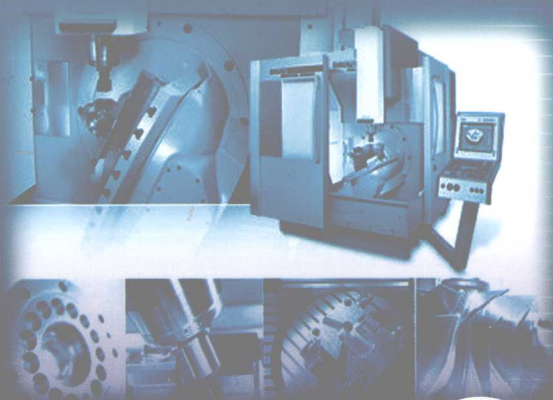


机械工人速成与提高丛书

数控铣工 速成与提高



潘恩彩 易独清 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机械工人速成与提高丛书

数控铣工速成与提高

潘恩彩 易独清 编著



机械工业出版社

本书是专门为数控铣工编写的，是“机械工人速成与提高丛书”中的一本。主要内容包括：数控铣床概述、数控铣削工艺分析、数控铣削加工编程技术、宏程序的应用、数控铣削加工实训、数控铣床自动编程与仿真加工以及数控铣床的检验与保养。本书根据国内数控技术及数控机床的应用情况，针对岗前或在岗培训需要和自学的机械工人或职业院校机械类专业学生的特点，突出数控技术的实用性和数控机床的操作性，力求做到理论与实践的最佳结合。

本书的主要读者对象是数控铣工，也可供中等职业学校机械类学生使用。

图书在版编目（CIP）数据

数控铣工速成与提高/潘恩彩，易独清编著. —北京：机械工业出版社，2008.7

（机械工人速成与提高丛书）

ISBN 978-7-111-24545-2

I. 数… II. ①潘…②易… III. 数控机床：铣床—基本知识
IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 096792 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：陈保华 责任编辑：舒雯 版式设计：霍永明

责任校对：李秋荣 封面设计：陈沛 责任印制：杨曦

北京机工印刷厂印刷（兴文装订厂装订）

2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm · 20 印张 · 388 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-24545-2

定价：32.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：（010）68326294

购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：（010）68351729

封面无防伪标均为盗版

前言

数控技术及数控机床在机械制造业中的重要地位和巨大效益,显示了其在国家基础工业现代化中的战略性作用,并已成为传统机械制造业提升改造及实现自动化、柔性化、集成化生产的重要手段和标志。数控技术及数控机床的广泛应用,给机械制造业的产业结构、产品种类、档次以及生产方式带来了革命性的变化。掌握现代数控技术知识是机电类专业学生必不可少的。本书根据国内数控技术及数控机床的应用情况,针对岗前或在岗培训需要和自学的机械工人或职业院校机械类专业学生的特点,突出数控技术的实用性和数控机床的操作性,力求做到理论与实践的最佳结合。随着国内数控机床的用量剧增,人才市场急需培养一大批能够熟练掌握现代数控机床编程、操作和维护的应用型技术人才。为了适应我国职业教育发展及应用型人才培养的需要,我们经过反复实践与总结,精心编写了本书。

本书共分7章。第1章是数控铣床的概述;第2章着重讲述铣削工艺分析;第3章主要介绍数控铣床的编程技术、机床坐标系、工件坐标系以及刀具补偿;第4章讲述宏程序编程的基础知识;第5章着重课题训练数控铣床操作、零件轮廓铣削加工、固定循环与孔加工、坐标变换编程、子程序、宏程序编程、数控铣床加工程序综合实例;第6章介绍数控铣床的自动编程软件使用与仿真加工;第7章介绍数控铣床的检验与保养。

本书的出版得到了机械工业出版社的大力支持,得到许多教师的关心、支持与帮助,并提出了许多宝贵意见,在此一并表示衷心感谢。

由于时间仓促和编者水平有限,书中存在疏漏和谬误之处在所难免,恳请读者不吝指教,以便进一步修改。

编者

目 录

前言

第1章 数控铣床概述 1

1.1 数控铣床/加工中心的组成 1

1.2 数控铣床的主要加工对象及分类 2

1.3 数控机床的特点 7

第2章 数控铣削工艺分析 10

2.1 数控加工工艺 10

2.2 数控铣削刀具系统 21

2.2.1 刀柄 22

2.2.2 常用的铣刀种类 26

2.3 工件装夹与定位 31

2.4 切削用量的确定 35

2.5 装刀与对刀 38

2.5.1 手动换刀 38

2.5.2 对刀 39

第3章 数控铣削加工编程技术 41

3.1 数控铣床编程基础 41

3.1.1 数控编程方法 41

3.1.2 数控编程中的有关规则及代码 42

3.1.3 数控程序结构与格式 47

3.2 数控铣床编程中的坐标系及其编程指令 50

3.2.1 数控机床的坐标系 50

3.2.2 工件坐标系 52

3.3 数控铣床系统功能及其辅助功能 56

3.3.1 进给功能 56

3.3.2 刀具功能与刀具偏置 57

3.3.3 辅助功能 59

3.3.4 准备功能 63

第4章 宏程序的应用 113

4.1 A类宏功能应用 113

4.1.1 变量 113

4.1.2 宏指令 G65 114

4.1.3 宏功能指令 114

4.1.4 用户宏程序应用举例 118

4.2 FANUC 系统 B 类宏程序应用 120

4.2.1 基本指令 120

4.2.2 应用举例 123

第5章 数控铣削加工实训 126

5.1 FANUC 系统数控铣床的操作面板、控制面板及软件功能 126

5.2 BEIJING-FANUC 系统的操作方式 128

5.2.1 手动操作 128

5.2.2 自动运行 129

5.2.3 编程操作 130

5.2.4 显示功能 131

5.2.5 程序的传入、传出 131

5.3 数控铣床技能训练 132

5.3.1 加工孔 132

5.3.2 丝锥攻螺纹 136

5.3.3 平面训练 139

5.3.4 三维曲面铣削训练 142

5.3.5 综合训练 145

第6章 数控铣床自动编程与仿真加工 156

6.1 自动编程的安装及其各个图标的功能和设置介绍 156

6.1.1 Mastercam 9.0 的安装 156

6.1.2 Mastercam 9.0 的主要用途 161

6.1.3 启动 Mastercam 9.0 和界面介绍	161	6.4.7 设置图形标注	213
6.2 基本曲线的绘制	168	6.5 三维造型概述	219
6.2.1 点的绘制	168	6.5.1 线架模型	222
6.2.2 绘制直线	173	6.5.2 构建基本曲面	229
6.2.3 绘制圆弧	178	6.5.3 构建基本实体	245
6.2.4 绘制矩形	182	6.6 CAM 加工模拟	251
6.2.5 绘制椭圆	183	6.6.1 外形铣削	262
6.2.6 绘制正多边形	183	6.6.2 钻孔与镗孔加工	271
6.2.7 绘制样条曲线	184	6.6.3 挖槽铣削加工	274
6.2.8 绘制文字	185	6.6.4 面铣削加工	279
6.3 曲线的修改、编辑	188	6.6.5 全圆铣削加工	281
6.3.1 选取几何对象	188	6.6.6 文字雕刻	284
6.3.2 删除与恢复	190	6.7 曲面加工类型	286
6.3.3 转换几何对象	191	6.7.1 曲面粗加工	289
6.3.4 修整几何对象	195	6.7.2 曲面精加工	299
6.4 尺寸标注	201	6.7.3 多轴加工	304
6.4.1 常用的尺寸标注方法	201	第7章 数控铣床的检验与保养 ...	309
6.4.2 图形注释	206	7.1 数控铣床的安装与调试	309
6.4.3 快捷尺寸标注	208	7.1.1 数控铣床的安装	309
6.4.4 绘制尺寸界线和指引线 ...	211	7.1.2 数控铣床的调试	310
6.4.5 图案填充	211	7.2 数控铣床的验收	310
6.4.6 编辑图形标注	212	7.3 数控铣床的维护与保养	312
		参考文献	314

第1章 数控铣床概述

数控铣床在数控机床中是一种非常重要的一类机床，在数控应用中占最大的比例，尤其是在航空航天、汽车制造、模具行业应用非常广泛。数控铣床一般用于复杂的平面、三维曲面以及壳体类零件加工。

1.1 数控铣床/加工中心的组成

典型的数控铣床一般由两大部分组成：机械系统和电气系统。

1. 机械系统

机械系统分为五部分：基础部件、主轴部分、进给机构、辅助装置、自动换刀系统（ATC）。

（1）基础部件 主要包括：床身、进给机构、立柱。床身的作用主要是承受静载荷及在加工时产生的切削载荷，通常是铸铁件或是焊接而成的钢结构件，因此床身要内部布肋合理，具有良好的刚性，底座上设有4~8个调节螺栓，便于机床调整水平。

（2）主轴部分 主要由主轴伺服电动机和主轴两个部件组成。铣头主轴支承在高精度轴承上，保证主轴具有高回转精度和良好的刚性。主轴装有快速换刀螺母，前端锥孔采用ISO30号锥度。主轴采用无级变速，调节范围宽、传动平稳、操作方便。制动机构能使主轴迅速制动，节省辅助时间，刹车时通过制动手柄撑开止动环，使主轴立即制动。铣头部件还装有Z向伺服电动机、内齿带轮、滚珠丝杆副及主轴套筒，它们形成Z向进给传动链，使主轴作Z向直线运动。

（3）进给机构 工作台的横向和纵向进给，是由安装在工作台上的伺服电动机驱动的，通过内齿带轮带动精密滚珠丝杆副，从而使工作台获得横向和纵向进给。位移测量元件将工作台的位移量反馈到数控系统。床鞍的导轨面均采用了TURCTTE—B贴塑面，提高了导轨的耐磨性、运动的平稳性和精度的保持性，消除了低速爬行现象。

（4）辅助装置 辅助装置包括润滑、冷却、排屑、防护、液压、气动及检测系统等部分。这些系统不直接参与切削运动，但对加工效率、加工精度和可靠性起保障作用。

（5）自动换刀系统 自动换刀系统（ATC）由刀库、机械手等部件组成，

当需要换刀时,通过数控系统向换刀控制系统发出换刀指令,控制刀库选择目标刀具,然后控制机械手(或其他方式)取刀、装刀。加工中心是在数控铣床的基础上增加了自动换刀装置及刀库,并带有自动分度回转工作台或主轴箱(可自动改变角度)及其他辅助功能,从而使工件在一次装夹后,可以连续、自动完成多个平面或多个角度位置的钻、扩、铰、镗、攻螺纹、铣削等工序的加工,工序高度集中。

2. 数控系统

数控系统分为强电控制系统与弱电控制系统两部分,强电系统主要有高压控制主轴、冷却水泵,润滑。弱电系统控制伺服单元,进而控制伺服电动机与编码器。数控铣床一般采用三相 380V 交流电源供电,空气开关控制机床总电源的通断;同时该空气开关的通断,还受钥匙开关和开门断电开关的保护,使机床只有在钥匙打开和电气箱门关闭的情况下才能通电。弱电系统主要是由数控装置和可编程控制器组成,以实现低电压系统控制高电压系统。数控铣床的数控装置可采用多种数控系统,如 FAUNC 系统、SIMENS 系统等。该装置在控制电路中采用了 32 或 64 位高速微处理器、大规模集成电路、半导体存储器,实现了高速度、高可靠性的要求。计算机数控系统(CNC)主印刷板、电源板、输入/输出接口板全部安装在一块基板上,与机床的强电系统形成完善的控制系统。

可编程控制器是一种以微处理器为基础的通用型自动控制装置,专为在工业环境下应用而设计的。由于最初研制这种装置的目的,是为了解决生产设备的逻辑及开关控制,故称它为可编程逻辑控制器(PLC, Programmable Logic Controller)。当 PLC 用于控制机床顺序动作时,也可称为编程机床控制器(PMC, Programmable Machine Controller)。

PLC 已成为数控机床不可缺少的控制装置。CNC 和 PLC 协调配合,共同完成对数控机床的控制。用于数控机床的 PLC 一般分为两类:一类是 CNC 的生产厂家为实现数控机床的顺序控制,而将 CNC 和 PLC 综合起来设计,称为内装型(或集成型)PLC,内装型 PLC 是 CNC 装置的一部分;另一类是以独立专业化的 PLC 生产厂家的产品来实现顺序控制功能,称为独立型(或外装型)PLC。

1.2 数控铣床的主要加工对象及分类

数控机床的分类有多种方式。

1. 按机床数控运动轨迹划分

(1) 点位控制数控机床 指在刀具运动时,只控制刀具相对于工件位移的准确性,不考虑两点间的路径,如数控钻床。

(2) 点位直线控制数控机床 在点位控制的基础上, 还要保证运动一条直线, 且刀具在运动过程中还要进行切削加工。

(3) 轮廓控制数控机床 能对两个或更多的坐标运动进行控制 (多坐标联动), 刀具运动轨迹可为空间曲线。在模具行业中, 这类机床应用最多, 如三坐标以上的数控铣或加工中心。

2. 按伺服系统控制方式划分

数控铣床按照有无检测反馈装置, 可分为开环控制和闭环控制两种。在闭环系统中, 根据测量装置安放的位置, 又分为闭环控制和半闭环控制两种。

(1) 开环伺服控制数控铣床 图 1-1 是典型的开环伺服控制数控系统。在此控制系统中, 没有来自位置传感器的反馈信号, 开环伺服控制数控系统主要使用步进电动机。它一般由步进电动机驱动器、步进电动机、配速齿轮和丝杆螺母传动副等组成。数控系统每发出一个指令脉冲, 经过驱动器功率放大后, 驱动步进电动机旋转一个固定角度 (步距角), 再经过传动机构带动工作台移动。这类系统指令信号单方向传送, 并且指令发出后, 不再反馈回来, 故称开环控制。开环控制的特点是结构简单、调试方便、容易维修、成本较低, 但其控制精度不高。目前国内的经济型数控铣床, 普遍采用开环伺服控制数控系统。

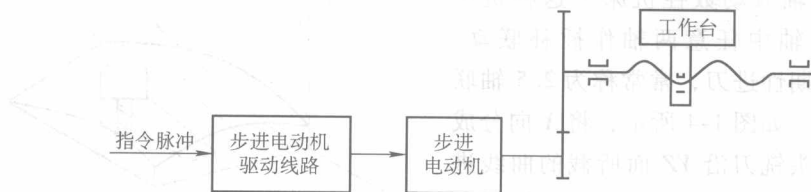


图 1-1 开环伺服控制数控系统

(2) 闭环伺服控制数控铣床 闭环伺服控制数控系统如图 1-2 所示。开环伺服控制数控系统的控制精度不高, 主要是没有检测反馈装置, 而闭环伺服控制数控系统是将反馈检测元件安装在工作台上, 它的作用就是把工作台实际位移量反馈到数控装置中, 与所要求的位置指令比较, 用比较的差值进行控制, 直到差值消除, 这样使加工精度大大提高。速度检测元件的作用是将伺服电动机的实际转速转换成速度控制电路中, 进行反馈校正, 保证电动机转速的恒定不变。采用闭环伺服控制数控系统铣床的特点是加工精度高、移动速度快。这

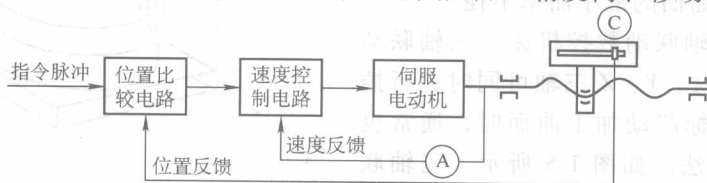


图 1-2 闭环伺服控制数控系统

类数控铣床的电动机控制电路复杂、检测元件价格昂贵、调试和维修复杂、成本高。

(3) 半闭环伺服控制数控铣床 半闭环伺服控制数控系统如图 1-3 所示。采用此数控系统,它不是直接检测工作台的实际位移量,而是通过与伺服电动机有联系的转角检测元件,测量出伺服电动机的转角,来间接算出工作台的实际位移量;然后反馈到数控装置中,进行位置比较,利用比较差值进行控制。

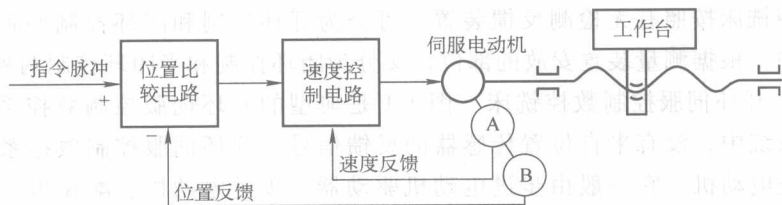


图 1-3 半闭环伺服控制数控系统

半闭环伺服控制数控系统精度比闭环伺服控制数控系统要差,但稳定性性能好、成本低、调试维修方便,因此得到了广泛的应用。

3. 按联动坐标轴数划分

(1) 两轴联动数控机床 这种机床 X 、 Y 、 Z 三轴中任意两轴作插补联动,第三轴作周期性进刀,常常称为 2.5 轴联动数控机床。如图 1-4 所示,将 X 向分成若干段,球头铣刀沿 YZ 面所截的曲线进行铣削,每一曲线轮廓加工完后在 X 向进给 ΔX ,再加工另一相邻曲线,如此依次切削即可加工出整个曲面,故称为行切加工法。根据表面粗糙度以及刀头不干涉相邻表面的原则选取 ΔX 。行切加工法加工所用的刀具通常是球头铣刀。用这种刀具加工曲面,不易干涉相邻表面,并且计算比较简单。此外,球头铣刀的刀头半径应尽量选得大一些,有利于降低表面粗糙度、增加刀具刚度、散热等,但为了不产生刀具和工件的干涉,球头半径应小于曲面的最小曲率半径。

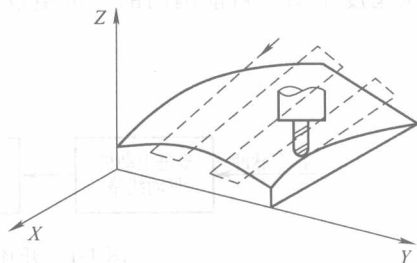


图 1-4 行切加工法

(2) 三轴联动数控机床 三轴联动数控机床是 X 、 Y 、 Z 三轴可同时进行插补。用三坐标联动加工曲面时,通常也用行切加工法。如图 1-5 所示,三轴联动的数控刀轨可以是平面曲线或者空间曲线。三坐标联动加工常用于复杂曲面

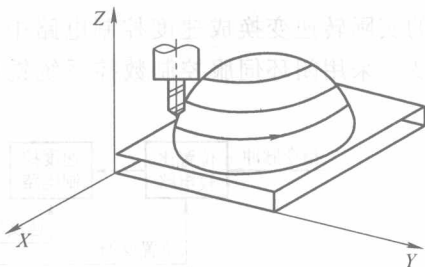


图 1-5 三轴联动加工法

的精确加工（如精密锻模）。

(3) 四轴联动数控机床 除了 X 、 Y 、 Z 三轴联动之外，还有工作台或者主轴的摆动，这类机床称为四轴联动数控机床。如图 1-6 所示，其侧面为直纹扭曲面。若在三坐标联动的机床上用球头铣刀按行切加工法加工时，不但生产效率低，而且表面粗糙度高。因此，采用圆柱铣刀周边切削，并用四坐标铣床加工，即除 X 、 Y 、 Z 坐标进给外，为保证主轴刀具与工件型面在全长始终贴合，主轴还应绕 O_1 （或 O_2 ）形成摆角联动。

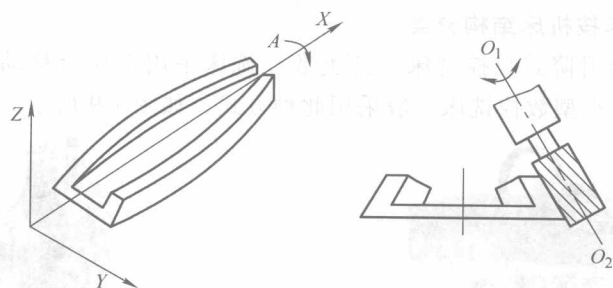


图 1-6 四轴联动加工法

(4) 五轴联动数控机床 五轴联动数控机床除了 X 、 Y 、 Z 三轴的联动外，还有主轴、工作台的角度转动。叶轮、螺旋桨是五坐标加工的典型零件，其叶片形状及加工方法如图 1-7 所示。在半径为 R_i 的圆柱面上与叶面的交线 AB 为螺旋线的一部分，螺旋角为 ϕ_1 ，叶片的径向叶型线（轴向剖面） EF 的倾角 α 为后倾角。这种螺旋线是一种空间曲线，单凭 X 、 Y 、 Z 轴是不可能实现的，因此，还要依靠主轴角度和工作台的空间旋转才能实现，螺旋线 AB 用极坐标加工方法并以折线段逼近。逼近线段 mn 是由 C 坐标旋转 $\Delta\theta$ 与 Z 坐标位移 ΔZ 的合成。当 AB 加工完后，刀具径向位移 ΔX （改变 R_i ），再加工相邻的另一条叶型线，依次逐一加工，即可形成整个叶面。由于叶面的曲率半径较大，所以常用端面铣刀加工，以提高生产率并简化程序。因此，为保证铣刀端面始终与曲面贴合，铣刀还应作坐标 A 和坐标 B 形成 θ 和 α 的摆角运动，在摆角的同时，还应作直角坐标的附加运动，以保证铣刀端面中心始终处于编程值位置上，所以需要 Z 、

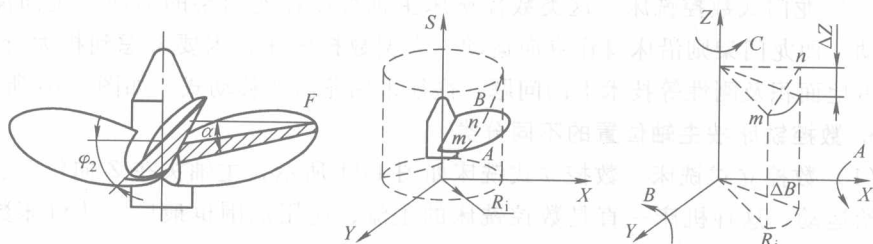


图 1-7 五轴联动加工法

C 、 X 、 A 、 B 五坐标加工。由于五轴机床空间自由度比较大, 编程计算相当复杂。

(5) 加工中心 它是在数控铣床的基础上配置了自动换刀装置, 其中存放着不同数量的各种刀具或检验工具, 在加工过程中由程序自动选用和更换, 从而将铣削、镗削、钻削、攻螺纹等功能集中在一台设备上完成, 使其具有多种工艺手段。图 1-8 所示的立式加工中心, 刀库是斗笠式的, 除此之外还有机械手换刀式。

4. 数控铣床按机床结构分类

(1) 工作台升降式数控铣床 这类数控铣床采用工作台移动、升降, 而主轴不动的方式。小型数控铣床一般采用此种方式, 如图 1-9 所示。



图 1-8 立式加工中心

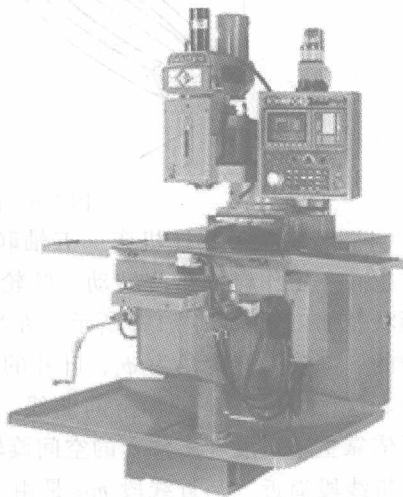


图 1-9 工作台升降式数控铣床

(2) 主轴头升降式数控铣床 这类数控铣床采用工作台纵向 Y 和横向 X 移动, 且主轴在 Z 向溜板上下运动。主轴头升降式数控铣床在精度保持、承载重量、系统构成等方面具有很多优点, 已成为数控铣床的主流。

(3) 龙门式数控铣床 这类数控铣床主轴可以在龙门架的横向与垂向溜板上运动, 而龙门架则沿床身作纵向运动。大型数控铣床, 因要考虑到扩大行程、缩小占地面积及刚性等技术上的问题, 往往采用龙门架移动式, 如图 1-10 所示。

5. 数控铣床按主轴位置的不同分类

(1) 数控立式铣床 数控立式铣床如图 1-11 所示, 主轴头在 Z 向作垂直上下进给运动。这种机床一直是数控铣床的主流, 应用范围也最广。从机床数控系统控制的坐标轴上看, 一般都是 3 坐标数控立式铣床, 但也有部分机床是 2.5 坐标轴联动的数控铣床。此外, 还有机床主轴可以绕 X 、 Y 、 Z 坐标轴中的其中

一个或两个轴作数控摆角运动的 4 坐标和 5 坐标数控立式铣床。

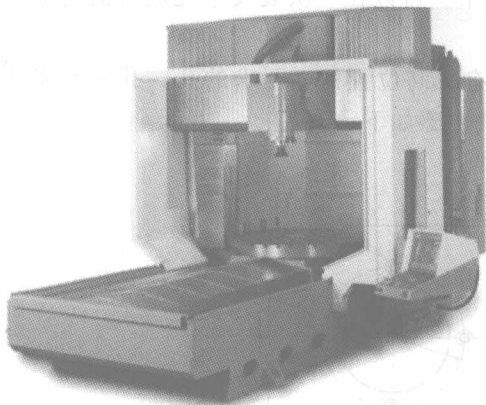


图 1-10 龙门式数控铣床

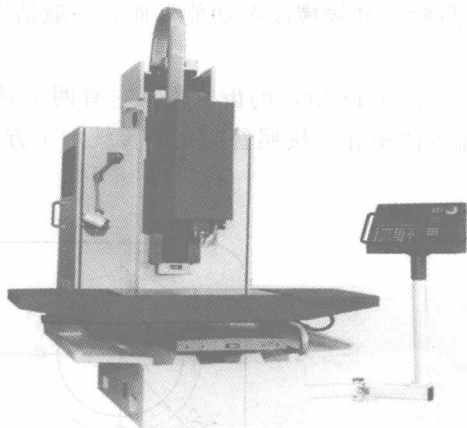


图 1-11 数控立式铣床

(2) 卧式数控铣床 卧式数控铣床主轴形式与通用卧式铣床相同，其主轴轴线平行于水平面。卧式数控铣床通常采用增加数控托盘或万能数控托盘，来实现 4 坐标和 5 坐标加工，扩大了加工范围和扩充功能。这样，不但工件侧面上的连续回转轮廓可以加工出来，而且可以实现在一次安装中，通过托盘改变工位进行加工。卧式数控铣床如图 1-12 所示。

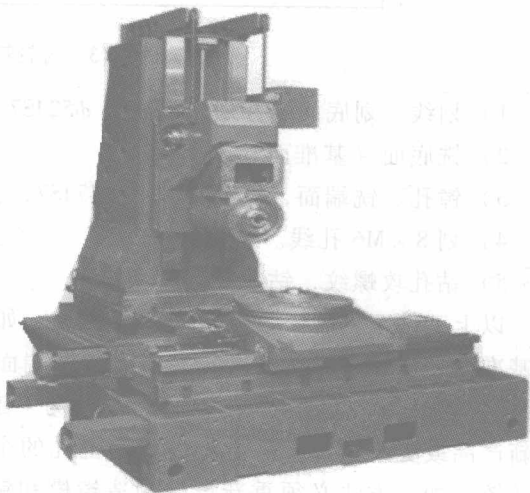


图 1-12 卧式数控铣床

(3) 立卧转换数控铣床

由于这类铣床的主轴方向可以进行立卧更换，在一台机床上既可以进行立式加工，又可以进行卧式加工，其使用范围更广、功能更全，选择加工对象的余地更大，且给用户带来不少方便。

1.3 数控机床的特点

1. 适应性强

随着 4 轴联动、5 轴联动加工中心的应用以及 CAD/CAM 技术的成熟和发展，复杂的零件一般都能加工出来。

数控铣床一般都具有钻孔、镗孔、铰孔、铣平面、铣斜面、铣槽、铣曲面（凸轮）和攻螺纹等功能，而且一般情况下，可以在一次装夹中完成所需的加工工序。

图 1-13 所示的齿轮箱，它有两个具有较高位置精度要求的孔，孔周有安装端盖的螺孔。按照普通机床传统加工方法步骤如下：

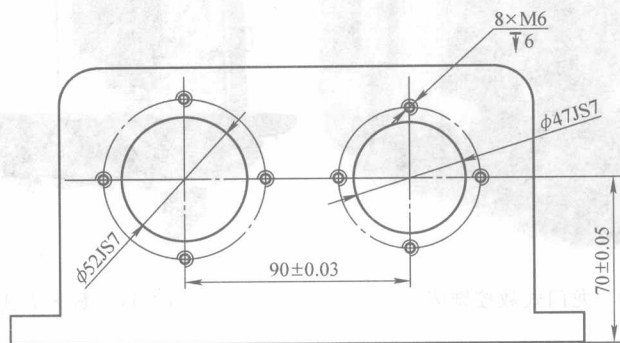


图 1-13 齿轮箱

- 1) 划线。划底面线，划 $\phi 47JS7$ 、 $\phi 52JS7$ 及 (90 ± 0.03) mm 中心线。
- 2) 铣底面（基准面）。
- 3) 镗孔、铣端面，镗 $\phi 52JS7$ 、 $\phi 47JS7$ ，保持中心距 (90 ± 0.03) mm。
- 4) 划 $8 \times M6$ 孔线。
- 5) 钻孔攻螺纹，钻攻 $8 \times M6$ 孔。

以上工件至少需要 5 道工序才能完成。如果用数控铣床加工，只需把工件的基准面加工好，可在一次装夹中完成铣端面、镗 $\phi 52JS7$ 、 $\phi 47JS7$ 及钻攻 $8 \times M6$ 孔，也就是将工序 3)、4)、5) 合并为 1 道工序加工。更重要的是，如果开发新产品或更改设计，需要将齿轮箱上孔的个数和螺孔的个数发生变化时，采用传统的加工方法必须重新设计制造镗模和钻模，则生产周期长。如果采用数控铣床加工，只需将工件数控程序指令改变一下（一般只需 0.5 ~ 1h），即可根据新的图样进行加工。这就是利用数控机床工序高度集中优势，提高了工作效率。

2. 高精度

目前数控装置的脉冲当量（即每发出一个脉冲后机床所产生的移动量）一般为 0.001mm，高精度的数控系统可达 0.0001mm。因此一般情况下，绝对能保证工件的加工精度。另外，由于工件的整个加工过程中，人所干预的机会比较少，因此，在精度上避免了人为操作所引起的误差；一批加工零件的加工程序没有发生变化，而且在机床选择和装夹上都是一样的，因此，这样加工出来的

零件尺寸统一性特别好，产品质量更加稳定。

3. 高效率

数控机床的高效率主要是由数控机床高柔性带来的。零件加工所需要的时间主要包括加工时间和辅助时间。加工时间由于机床加工工序的高度集中而大大降低，从而减少了工件装夹、测量、机床调整和对刀时间。

4. 大大减轻了操作者的劳动强度

数控铣床对零件加工是按事先编好的程序自动完成的。操作者一般就是操作键盘、装卸工件和中间测量及观察机床运行，不需要进行繁重的重复性手工操作，可大大减轻劳动强度，劳动条件也得到了改善。

第2章 数控铣削工艺分析

2.1 数控加工工艺

1. 数控加工工艺的概念

所谓数控加工工艺,就是一种使用数控机床加工零件的工艺方法。

数控技术在机械制造业的应用,使机械加工的过程发生了很大的变化,它不仅涉及数控加工设备,还包括数控加工工艺、工装和加工过程的自动控制等。其中,拟订数控加工工艺是进行数控加工的一项基础性工作。

由于数控加工所涉及到的内容非常广泛,也很复杂,为了对数控加工概况有一个全面了解,首先学习数控加工基础,即数控加工工艺的内容、特点。

1) 工艺的内容十分具体。在用通用机床加工时,所涉及到的许多具体的工艺问题,如工艺中各工步的划分与顺序安排、刀具的几何形状、走刀路线及切削用量等,在数控加工时,转变为编程人员必须事先设计和安排的内容。

2) 工艺的设计非常严密。数控机床虽然自动化程度较高,但自适性差。通用机床在加工时,可以根据加工过程中出现的问题,比较灵活自由地适时进行人为调整。即使现代数控机床在自适应调整方面作出了不少努力与改进,但自由度也不大。比如,数控机床在快速定位时,它就不知道快速路径中是否有工件或夹具、刀具干涉,而是直接快速定位到目标点为止。所以,为了保证数控加工的顺利进行,在数控加工的工艺设计中,必须注意加工过程中的每一个细节;在对图形进行数学处理、计算和编程时,都要力求做到准确无误。在实际工作中,有可能因为一个小数点或一个逗号的差错,就酿成重大机床事故或产品质量事故。

3) 注重加工的适应性。要根据数控加工的特点,正确选择加工方法和加工内容。

由于数控加工自动化程度高、质量稳定、可多坐标联动、便于工序集中;但价格昂贵、操作技术要求高等特点均比较突出。为了既能充分发挥出数控加工的优点,又能达到较好的经济效益,在选择加工方法和对象时,要特别慎重以免造成较大损失,甚至有时还要在基本不改变工件原有性能的前提下,对其形状、尺寸、结构等作适应数控加工的修改。

一般情况下,在选择和决定数控加工内容的过程中,工艺人员必须对零件图或零件模型作足够具体与详细的工艺性分析。在进行数控加工的工艺分析时,

编程人员应根据数控加工基本特点,以及所用数控机床的功能和实际工作经验,把准备工作做得更周到、更详细一些,以免在加工过程中出现问题,以至于产生废品或出现机床事故。

根据大量加工实例分析,数控加工中失误的主要原因大多为工艺分析方面考虑不周,计算与编程时出现错误。因此,在进行编程前做好工艺分析规划是十分必要的。

2. 数控加工工艺设计内容

工艺设计是对工件进行数控加工的前期准备工作,它必须在编制数控加工程序之前完成。只有在工艺设计方案确定以后,编程才有依据。否则,由于工艺方面的考虑不周,将可能造成数控加工的错误。工艺设计不好,往往会增加工作量,有时甚至要重新计算编程。可以说,数控加工工艺分析决定了数控程序的好坏。因此,编程人员一定要先把工艺设计做好,不要先急于考虑编程。

根据实际应用中的经验,数控加工工艺设计主要包括下列内容:

- 1) 选择并决定零件的数控加工内容。
- 2) 零件图样的数控加工分析。
- 3) 数控加工的工艺路线设计。
- 4) 数控加工工序设计。
- 5) 数控加工专用技术文件的编写。

数控加工专用技术文件不仅是进行数控加工和产品验收的重要依据,也是需要操作者进行装夹对刀等的重要规程,同时还为产品零件重复生产积累了必要的工艺资料,并可以进行技术储备。这些由工艺人员做出的工艺文件,是编程员在编制加工程序单时所依据的相关技术文件。编写数控加工工艺文件也是数控加工工艺设计的内容之一。

不同的数控机床,工艺文件的内容也有所不同。一般来讲,数控铣床的工艺文件应包括:

- 1) 编程任务书。
- 2) 数控加工工序卡片。
- 3) 数控机床调整单。
- 4) 数控加工刀具卡片。
- 5) 数控加工进给路线图。
- 6) 数控加工程序单。

其中以数控加工工序卡片和数控刀具卡片最为重要。前者是说明数控加工顺序和加工要素的文件;后者是刀具使用的依据。

为了加强技术文件管理,数控加工工艺文件也应向标准化、规范化方向发展;但目前尚无统一的国家标准,各企业可根据本部门的特点制订上述有关工