

21 世纪技工技能入门丛书

数控机床维修工实用技能 快速入门

编著 上海市职业指导培训中心

便于自学

适合培训

就业入门

21SHIJIJIGONGJINEN CUMENCONGSHU



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

21 世纪技工技能入门丛书

数控机床维修工实用 技能快速入门

主编 上海市职业指导培训中心

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控机床维修工实用技能快速入门/上海市职业指导
培训中心编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2008. 10

(21 世纪技工技能入门)

ISBN 978 - 7 - 5345 - 5975 - 4

I. 数… II. 上… III. 数控机床—维修—技术培训—教
材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 050495 号

数控机床维修工实用技能快速入门

主 编 上海市职业指导培训中心

责任编辑 谷建亚

责任校对 郝慧华

责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展望文化发展有限公司

印 刷 南通市印刷总厂有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/32

印 张 12

字 数 265 000

版 次 2008 年 10 月第 1 版

印 次 2008 年 10 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978 - 7 - 5345 - 5975 - 4

定 价 23.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

前 言

数控机床是一种新型的自动化机床,采用计算机技术,是机电一体化的产品。由于数控机床加工精度高、柔性好、效率高、可以加工形状非常复杂的工件,所以,比普通机床容易出现问題,并且很多问題诊断、排除的难度都比较大。随着数控机床的应用和普及,对数控机床的有效利用率要求越来越高,这一方面要求数控机床的可靠性要高,另一方面,数控机床出现故障后要求尽快排除。所以,要求数控机床的维修人员不但要有理论知识,而且要有快速发现问题、解决问题的能力 and 丰富的实践经验。

本书是根据专业教学要求和社会对数控人才的需求而编写的,旨在培养学生成为具有清晰诊断思路与分析解决问题能力的“现场工程师”。本书从系统工作原理与故障机理分析出发,注重确立正确的分析思路,遵循诊断工作的基本原理原则来分析数控机床故障,运用基本而实用的诊断方法与手段去检测数控机床的故障。

本书将理论知识与实际问題紧密结合,所给实例具有较强的可操作性,侧重于故障率较高的问題进行分析。

本书编者水平有限,书中如有问題和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

作者

2008 年 8 月

目 录

第一单元 数控机床维修基础知识	1
课题一 数控机床维修概述	1
一、数控机床简要介绍	1
二、数控机床故障诊断与维修的意义	19
三、数控机床故障诊断的内容与故障分类	21
四、数控机床维修的基本要求	23
五、数控机床典型故障常用分析仪器	29
课题二 数控机床故障诊断与维修技术	45
一、故障诊断流程	45
二、数控系统的自诊断技术	55
三、数控机床常用的故障诊断方法	64
课题三 数控机床的安装、调试及验收	67
一、数控机床的安装与调试	67
二、数控机床的验收	74
 第二单元 数控系统的维修	89
课题一 数控系统概述	89
一、数控系统的基本组成	89
二、典型数控系统的结构	92
三、常用数控系统简介	102
课题二 数控系统的维修	108
一、数控系统的软件故障的维修	108
二、系统硬件故障的维修	126
三、利用参数设置进行数控机床的维修	135



四、利用 PLC 进行数控机床的维修	158
第三单元 伺服系统的维修	179
课题一 伺服系统的概述	179
一、伺服系统的若干组成	179
二、步进电机伺服系统	188
三、直流电机伺服系统	208
四、交流电机伺服系统	219
五、位置检测装置	226
课题二 伺服系统故障的维修	233
一、主轴伺服系统的故障诊断	234
二、进给伺服系统的故障及诊断方法	251
三、位置检测装置的故障诊断	253
第四单元 机械系统的维修	256
课题一 机械系统概述	256
一、主传动的机械结构	256
二、主轴的调速方法	264
三、进给传动机械结构	270
四、辅助装置	280
课题二 数控机床机械系统故障的维修	285
一、机械系统的故障诊断方法	285
二、数控机床主轴部件故障的维修	288
三、数控机床进给传动部件故障的维修	294
四、数控机床机械部件辅助装置故障的维修	301
第五单元 典型数控机床的维修实例及技巧	311
课题一 西门子 810 系统概述	311
一、810 系统的技术特点与结构	311

二、CNC 的基本检查	319
课题二 西门子典型系统的维修技巧	327
一、加工程序不执行故障处理实例	327
二、利用机床数据维修机床	333
三、PLC 软件故障与处理	337
四、PLC 硬件故障与处理	339
五、PLC 故障报警处理	341
六、PLC 操作信息显示	342
七、PLC 无报警故障的诊断	347
八、利用机外编程器诊断机床侧故障	349
九、系统断电死机的故障处理	359
十、系统屏幕没有显示的故障处理	365
课题三 西门子 810 系统报警总览表	368
参考文献	377

第一单元 数控机床维修基础知识

课题一 数控机床维修概述

一、数控机床简要介绍

1. 数控机床的定义

国际信息处理联盟(International Federation of Information Processing——IFIP)第五技术委员会对数控机床所作的定义是:数控机床(Numerical Control Machine)是一个装有程序控制系统的机床,该系统能够逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序。

定义中所指的程序控制系统即为数控系统,系统运用数字控制技术实现机床自动控制,即用几何信息控制刀具和工件间的相对运动(即运动轨迹行程量控制),以及机床完成加工运动所必需的辅助工艺信息控制(即机床运动开关量逻辑控制),如主轴转速、主轴转向、刀具选择和切削液开闭等。

2. 数控机床的组成

数控机床通常由信息载体、输入输出装置、数控系统、强电控制装置、伺服驱动系统、位置反馈装置、机床等部分组成,其基本结构框图如图 1-1 所示。

(1) 信息载体

数控机床按照给定的零件加工程序运行,在零件加工程序中记录了加工该零件所必需的各种信息,包括零件加工的

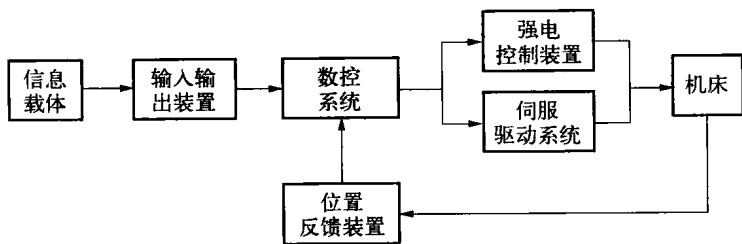


图 1-1 数控机床的组成结构

几何信息、工艺参数(进给量、主轴转速等)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信息载体上,通过输入装置将信息输入到数控系统中。常用的信息载体有穿孔带、磁带和磁盘等。数控机床也可以采用操作面板上的按钮和键盘将加工信息直接输入,或通过串行口将在计算机上编写的加工程序输入到数控系统。高级的数控系统还可能包括一套自动编程机或 CAD/CAM 系统。

(2) 输入输出装置

输入装置的作用是将信息载体中的数控加工信息读入数控系统的内存储器。根据信息载体的不同,相应有不同的输入装置。早期使用光电阅读机对穿孔带进行阅读,以后大量使用磁带机和软盘驱动器。采用 MDI 方式,利用数控装置控制面板上的输入键直接将零件加工程序输入数控系统的内存储器。采用直接通信方式将 CAD/CAM 系统生成的数控加工程序输入数控系统,或利用 DNC 系统输入接口远程输入数控加工程序。

输出装置的作用是为操作人员提供必要的信息,如程序代码、切削用量、刀具位置、各种故障信息和操作提示等。常用的输出装置有显示器和打印机等,可对输出信息进行显示或打印。

高档数控机床还可以用图形方式直观地显示输出信息。

(3) 数控系统

数控系统是数控机床实现自动加工的核心,由硬件和软件组成。现代数控系统普遍采用通用计算机作为其主要硬件部分,包括 CPU、存储器、系统总线 and 输入输出接口等。软件部分主要是主控制系统软件,其控制方式为数据运算处理控制(机床运动行程量控制)和时序逻辑控制(机床运动开关量控制)两大类,主控制器内的插补运算模块根据读入的零件加工程序,通过译码、编译等信息处理后,进行相应的轨迹插补运算,并通过与各坐标伺服系统位置、速度反馈信号比较,从而控制机床各个坐标轴的移动。而时序逻辑控制主要由 PLC(可编程控制器)完成,它根据机床加工过程中的各个动作要求进行协调,按各检测信号进行逻辑判断,从而控制机床有条不紊地按序工作。

(4) 强电控制装置

强电控制装置的主要功能是接受 PLC 输出的主轴变速、换向、启动或停止,刀具选择和更换,分度工作台的转位和锁紧,工件夹紧或松开,切削液的开启或关闭等辅助操作信号,经功率放大直接驱动相应的执行元件,完成数控加工自动操作。

(5) 伺服驱动系统

伺服驱动系统是数控系统与机床之间的电传动联系环节。它接受来自数控系统的位置控制信息,将其转换成相应坐标轴的进给运动和精确定位运动,是数控机床最后的控制环节,因此,其伺服精度和动态响应特性将直接影响数控机床的生产率、加工精度和表面加工质量。伺服驱动系统包括主轴伺服和进给伺服两个单元。主轴伺服单元接受来自 PLC

的转向和转速指令,经过功率放大后驱动主轴电动机转动。进给伺服单元在每个插补周期内接受数控系统的位移指令,经过功率放大后驱动进给电动机转动,同时完成速度控制和反馈控制功能。伺服驱动系统的执行器件有功率步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。

(6) 位置反馈装置

位置反馈装置通过传感器检测伺服电动机的转角位移或数控机床工作台的直线位移,并转换成信号传送到数控系统中,与指令位置进行比较后,由数控系统向伺服驱动系统发出指令,纠正所产生的误差。

(7) 机床

机床指的是数控机床的机械结构。为了适应数控加工的特点,数控机床在整体布局、外观造型、主传动系统、进给传动系统、刀具系统及操作机构等方面都与普通机床有着很大的变化,其主要特点有:

① 采用高效高性能传动部件,如滚动丝杠副、直线滚动导轨副等。传动链短,结构简单、传动精度高。

② 机床精度、静刚度、动刚度、热刚度高,能满足大余量切削和精密加工切削。

③ 有完善的刀具自动交换和管理系统。工件一次装夹后能完成多道工序。

④ 具有传动副传动间隙消除措施,保证了传动机构的传动精度和动态性能。

⑤ 采用移门结构的全封闭外罩壳,保证了加工操作的安全性。

3. 数控机床的工作过程

数控机床的主要任务是利用数控系统进行刀具和工件之

间相对运动的控制,完成零件的数控加工。图 1-2 显示了数控机床的主要工作过程。

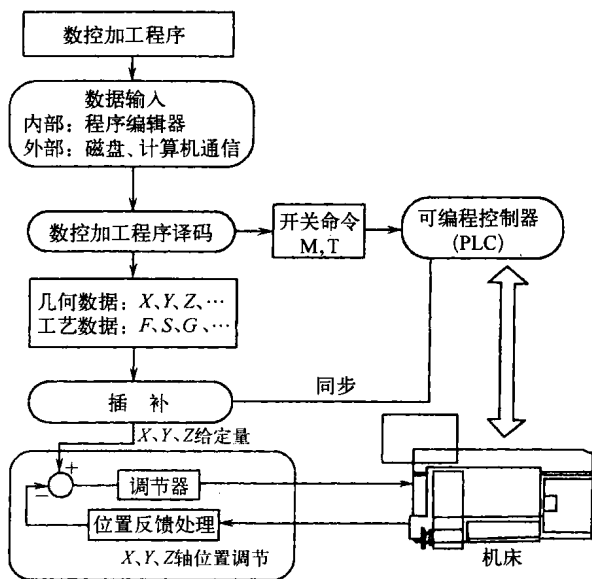


图 1-2 数控机床的主要工作过程

(1) 工作前准备

数控机床接通电源后,数控系统将对各组成部分的工作状况进行检查和诊断,并设置为初始状态。

(2) 零件加工程序编制与输入

零件加工程序的编制可以是脱机编程,也可以是联机编程。前者是利用计算机进行手工编程或自动编程,生成的数控程序记录在信息载体上通过系统输入装置输入数控系统,或通过通信方式直接传送到数控系统。后者是利用数控系统本身的编辑器由操作员直接通过操作面板编写、输入或修改



数控加工程序。

为了使加工程序适应实际的工件与刀具位置,加工前还应输入实际使用刀具的刀具参数,及工件坐标系原点相对机床坐标系的坐标值。

(3) 数控加工程序的译码和预处理

加工程序输入后,数控机床启动运行,数控系统对加工程序进行译码和预处理。

进行译码时,加工程序被分成几何数据、工艺数据和开关功能。几何数据是刀具相对工件的运动路径数据,如 G 指令和坐标字等,利用这些数据可加工出要求的工件几何形状。工艺数据是主轴转速(S 指令)和进给速度(F 指令)及部分 G 指令等功能。开关功能是对机床电器的开关命令(辅助 M 指令和刀具选择 T 指令),例如主轴启动或停止、刀具选择和交换、切削液的开启或停止等。

编程时,一般不考虑刀具实际几何数据而直接以工件轮廓尺寸编程,数控系统根据工件几何数据和加工前输入的实际刀具参数,进行刀具长度补偿和刀具半径补偿计算。为了方便编程,数控系统中存在着多种坐标系,故数控系统还要进行相应的坐标变换计算。

(4) 插补计算

数控系统完成加工控制信息预处理后,开始逐步运行数控加工程序。系统中的插补器根据程序中给出的几何数据和工艺数据进行插补计算,逐点计算并确定各曲线段起、终点之间一系列中间点的坐标及坐标轴运动的方向、大小和速度,分别向各坐标轴发出运动序列指令。

(5) 位置控制

进给伺服单元将插补计算结果作为位置调节器的指

令值,机床上位置检测元件测得的位移作为实际位置值。位置调节器将两者进行比较、调节,输出误差补偿后的位置和速度控制信号,控制各坐标轴精确运动。各坐标轴的合成运动产生了数控加工程序所要求的零件外形轮廓和尺寸。

(6) 程序管理

数控系统在进行一个程序段的插补计算和位置控制的同时,又对下一程序段作译码和预处理,为逐段运行数控加工程序做准备。这样的过程一直持续到整个零件加工程序执行完毕。

数控系统根据程序发出的开关指令由 PLC 进行处理。在系统程序的控制下,在各加工程序段插补处理开始前或完成后,开关指令和由机床反馈的信号一起被处理和转换为机床开关设备的控制指令,实现程序段所规定的 T 功能、M 功能和 S 功能。

4. 数控机床的类型

数控机床的品种、规格繁多,为便于了解和研究,可按以下四个方面进行分类:

(1) 按工艺用途分类

目前,数控机床的品种规格已达 500 多种,按其加工用途和功能特点可分为四大类:

A. 金属切削类 常用的有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控镗床、数控磨床、数控刨床等普通型数控机床。装有刀具库和自动换刀装置的数控机床称为加工中心,在加工中心上,可使工件一次装夹后,自动进行刀具更换,连续完成多道加工工序。加工中心主要有车削中心、镗铣削中心、磨削中心、钻削中心等。



B. 金属成形类 常用的有数控弯管机、数控压力机、数控折弯机、数控冲剪机、数控旋压机等。

C. 特种加工类 主要有数控线切割机床、数控电火花加工机床、数控激光加工机床等。

D. 测量绘图类 主要有数控绘图仪、数控坐标测量仪、数控对刀仪等。

(2) 按机床运动控制轨迹分类

A. 点位控制数控机床 这类机床的控制特点是只控制机床运动部件从一坐标点到另一坐标点的精确定位。移动过程中不进行加工,对定位过程中的轨迹没有严格要求,各坐标轴之间的运动是不相关的。为了减少移动时间和提高定位精度,一般先快速移动至接近终点坐标,然后低速准确运动到终点位置。这类数控机床有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲床等。图 1-3 所示为点位控制数控机床加工示意图。

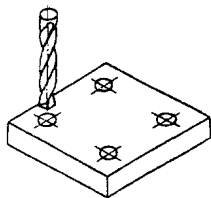


图 1-3 点位控制加工示意图

B. 点位直线控制数控机床 这类机床的控制特点是既控制机床运动部件从一坐标点到另一坐标点的精确定位,还要控制两点间的速度和轨迹。其轨迹是平行于机床各坐标轴的直线,或两轴同时移动构成的斜线。这类数控机床有数控车床、数控铣床、数控磨床等,其局限性是只能作简单的直线运动,不能实现任意的轮廓轨迹加工。图 1-4 所示为点位直线控制数控机床加工示意图。

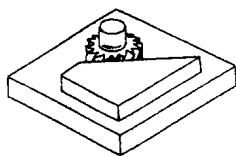


图 1-4 点位直线控制加工示意图

C. 轮廓控制数控机床 这类机床也称连续控制数控机床。其控制特点是能够对两个或两个以上的坐标轴同时进行

连续关联的控制,机床运动部件不仅能精确控制起点与终点坐标位置,而且能精确控制整个加工运动轨迹(控制每一点的速度和位移量),以满足零件轮廓表面的加工要求。数控系统中的插补器根据程序输入的基本参数(如直线的终点坐标、圆弧的终点坐标和圆心坐标或半径),进行插补运算,实现加工过程速度和位移控制。这类数控机床有数控车床、数控铣床、数控线切割机、各类加工中心等。

按机床可同时控制的坐标轴数,可分为二轴联动、二轴半联动、三轴联动、四轴联动、五轴联动。

二轴联动可同时控制 X 、 Y 、 Z 三轴中二轴联动,加工曲线柱面,如图 1-5 所示。

二轴半联动指其中二轴联动,第三轴作周期进给,可采用行切法加工三维空间曲面,如图 1-6 所示。

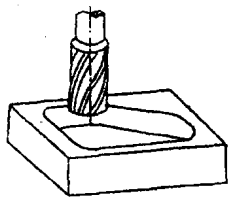


图 1-5 二轴联动的数控加工

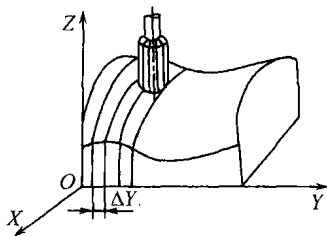


图 1-6 二轴半联动的数控加工

三轴联动可同时控制 X 、 Y 、 Z 三轴联动,或控制 X 、 Y 、 Z 三轴中二轴联动再加控制绕某一直线坐标轴旋转的旋转坐标轴(A 轴、 B 轴或 C 轴)。可作三维立体加工,如图 1-7 所示。

四轴联动可同时控制 X 、 Y 、 Z 三轴联动,加上控制一个旋转坐标轴(A 轴、 B 轴或 C 轴),如图 1-8 所示。

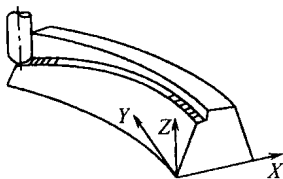


图 1-7 三轴联动的数控加工

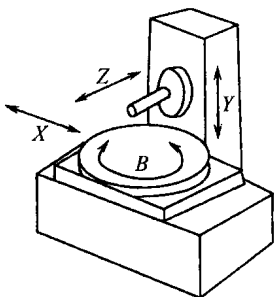


图 1-8 四轴联动的数控加工

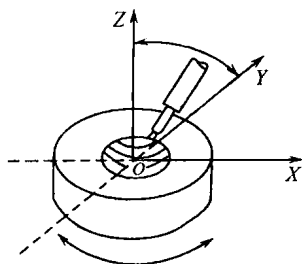


图 1-9 五轴联动的数控加工

五轴联动可同时控制 X 、 Y 、 Z 三轴联动, 加上控制两个旋转坐标轴(A 轴、 B 轴或 C 轴), 如图 1-9 所示。

(3) 按伺服控制方式分类

A. 开环控制数控机床 开环控制没有检测反馈装置, 数控系统发出的指令脉冲信号是单方向的, 没有反馈信号, 因此其加工精度主要

取决于伺服系统的性能。开环控制系统的驱动元件主要是步进电动机, 控制电路每变换一次指令脉冲信号, 电动机就转过一个步距角。开环控制结构简单, 造价低, 调试维修方便, 但控制精度一般不高, 多应用于经济型数控机床或旧机床的数控化改造。图 1-10 所示为开环控制系统框图。

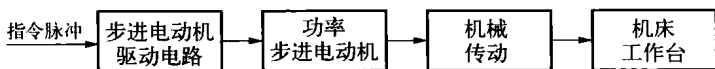


图 1-10 开环控制系统框图