

全国高职高专规划教材

SHUKONG JICHUANG ANZHUANG  
TIAOSHI YU WEIXIU

主编 ©上官建林

# 数控机床安装 调试与维修



四川大学出版社

责任编辑:梁 平  
责任校对:张 莹  
封面设计:原谋设计工作室  
责任印制:王 炜

### 图书在版编目(CIP)数据

数控机床安装调试与维修 / 上官建林主编. —成都:  
四川大学出版社, 2015. 11  
ISBN 978-7-5614-9092-1

I. ①数… II. ①上… III. ①数控机床—安装—高等  
职业教育—教材②数控机床—调试方法—高等职业教育—  
教材③数控机床—维修—高等职业教育—教材  
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 265958 号

### 书名 数控机床安装调试与维修

---

主 编 上官建林  
出 版 四川大学出版社  
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)  
发 行 四川大学出版社  
书 号 ISBN 978-7-5614-9092-1  
印 刷 四川五洲彩印有限责任公司  
成品尺寸 185 mm×260 mm  
印 张 13.75  
字 数 328 千字  
版 次 2015 年 11 月第 1 版  
印 次 2015 年 11 月第 1 次印刷  
定 价 28.00 元

---

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。  
电话:(028)85408408/(028)85401670/  
(028)85408023 邮政编码:610065  
◆本社图书如有印装质量问题,请  
寄回出版社调换。  
◆网址:<http://www.scup.cn>

版权所有◆侵权必究

## 内 容 简 介

本书为河南机电职业学院和大连机床集团共同编写的校企合作教材，采用“项目引领，任务驱动”的编写模式，理论与实践一体化。本书以大连机床集团生产的YL-569型数控车床为样机，介绍了数控机床概述及数控机床维修基础、数控机床的机械结构及精度检验、数控系统的软硬件结构、数控机床常用电器元件及电气控制原理、参数设定及PMC控制、伺服系统原理及常见故障处理和主轴变频系统及常见故障处理等有关理论和实践技能。

本书结合职业学校教学实际与生产岗位需求，并吸取了企业专业技术人员的相关经验，从工程应用的角度出发，在实训中融入所需的理论知识，突出知识的应用性和实践性，帮助读者学习和掌握数控机床的装调与维修的基本知识、技能等。

本书可作为高等职业学校机电、机械、数控类专业教材，也可作为相关行业岗位职业培训教材及教学参考书。

# 前 言

本书为职业院校专业课理论与实践一体化教学改革和校企合作改革成果之一，由河南机电职业学院机电工程学院组织部分长期从事该课程教学的教师参加编写。

本书依据教育部颁布相关教学指导方案和维修电工国家职业标准，结合长期教学经验改革实践编写。本书坚持“以服务为宗旨，以就业为导向”的职业教育办学方针，采用“项目引领，任务驱动”的编写模式，通过教师引领学生完成本书所设计的工作任务，使学生逐渐掌握数控机床安装调试与维修的基本职业技能。

本书以大连机床集团生产的 YL-569 型数控车床为样机，介绍了数控机床概述及数控机床维修基础、数控机床的机械结构及精度检验、数控系统的软硬件结构、数控机床常用电器元件及电气控制原理、参数设定及 PMC 控制、伺服系统原理及常见故障处理和主轴变频系统及常见故障处理等有关理论和实践技能。

全书编写具有以下突出特色：

1. 校企合作特色。校企合作共同编写，教材内容紧密联系生产岗位实际，以企业典型案例作为素材，突出技能培养，提高教学的针对性、实用性。

2. 采用项目式、理论与实践一体化的编写形式。项目引领，任务驱动，通过若干技能训练任务围绕实践技能开展教学，在实践中融入理论知识，实现“学中做、做中学”。

3. 以实践技能为主线，理论知识突出“实用”“够用”。将讲授理论知识与培养操作技能有机地结合起来。

4. 教材内容与职业资格证书相对接。依据国家职业技能标准编写，通过设计的技能训练任务来加强国家职业资格所规定的知识技能和操作技能的培养。

本书总教学学时数为 70 学时，可采用理论实践一体化教的方式，理论实践学时各半。其中每个任务的知识拓展和项目拓展部分可视专业及学时数选学。

本书由河南机电职业学院上官建林担任主编，大连机床集团付承云担任副主编，河南机电职业学院张艳、王晓侃、朱振伟、于宾、郭三刺，河南工业贸易职业学院李倩，郑州职业技术学院李道军等老师参加编写。

本书的编写任务分配如下：郭三刺、于宾编写项目一，付承云、李倩编写项目二，李道军编写项目三，张艳、王晓侃、朱振伟编写项目四，上官建林编写项目五、六、七。全书由上官建林统稿。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

# 目 录

项目一 数控机床概述及数控机床维修基础·····	( 1 )
任务一 数控机床概述·····	( 2 )
任务二 数控机床维修基础·····	( 9 )
项目二 数控机床的机械结构及精度检验·····	( 22 )
任务一 数控机床的机械结构·····	( 23 )
任务二 数控机床整机装配及精度检验·····	( 36 )
项目三 数控系统的软硬件结构·····	( 51 )
任务一 认识数控系统的软硬件结构·····	( 51 )
项目四 数控机床常用电器元件及电气控制原理·····	( 64 )
任务一 认识数控机床常用低压电器元件·····	( 65 )
任务二 数控车床电气控制原理·····	( 79 )
项目五 参数设定及 PMC 控制 ·····	(144)
任务一 数控系统参数设定·····	(144)
任务二 PMC 程序及控制基础 ·····	(165)
项目六 伺服系统原理及常见故障处理·····	(174)
任务一 伺服系统的接线原理及常见故障分析·····	(175)
项目七 主轴变频系统及常见故障处理·····	(188)
任务一 主轴变频系统及常见故障分析·····	(188)
参考文献·····	(210)

## 项目一

# 数控机床概述及数控机床维修基础

### 项目介绍

数控机床是数字控制机床（Computer numerical control machine tools）的简称，是一种装有程序控制系统的自动化机床。数控机床的基本组成包括加工程序载体、数控装置、伺服驱动装置、机床主体和其他辅助装置。数控机床的维修主要分为六个部分，包括机床机械部件的维修，位置反馈装置的维修，数控系统维修，伺服系统维修，机床电器柜（也称为强电柜）维修及操作面板的维修。

### 知识目标

1. 理解数控机床的基本定义、组成、原理及分类。
2. 了解数控机床故障特点、分类，维修前的基本要求、故障处理的基本方法以及维修人员应具备的基础知识和技能等。

### 技能目标

1. 能正确认识数控机床结构及组成部分。
2. 能够正确应用数控机床故障处理方法来判断分析故障。

### 情感目标

1. 通过规范操作，建立劳动保护与安全文明生产意识。
2. 通过互动学习、理论实践一体化教学，调动学习的积极性与主动性。

## 任务一 数控机床概述

### 任务描述

通过对数控机床概述的学习，了解什么是数控机床、数控机床有哪几部分组成、数控机床的工作原理及数控机床可以分为哪几类。

### 任务目标

1. 了解数控机床的定义。
2. 了解数控机床的组成部分。
3. 掌握数控机床的工作原理及数控机床的分类。

### 知识准备

数控机床是数字控制机床（Computer numerical control machine tools）的简称，是一种装有程序控制系统的自动化机床。该控制系统能够逻辑地处理具有控制编码或其他符号指令规定的程序，并将其译码，用代码化的数字表示，通过信息载体输入数控装置。经运算处理由数控装置发出各种控制信号，控制机床的动作，按图纸要求的形状和尺寸，自动地将零件加工出来。数控机床较好地解决了复杂、精密、小批量、多品种的零件加工问题，是一种柔性的、高效能的自动化机床，代表了现代机床控制技术的发展方向，是一种典型的机电一体化产品。

#### 一、数控机床的组成

数控机床的基本组成包括加工程序载体、数控装置、伺服驱动装置、机床主体和其他辅助装置。下面分别对各组成部分的基本工作原理进行概要说明。

##### 1. 控制介质（加工程序载体）

数控机床工作时，不需要工人直接去操作机床，要对数控机床进行控制，必须编制加工程序。零件加工程序中，包括机床上刀具和工件的相对运动轨迹、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，存储在一种程序载体上，如穿孔纸带、盒式磁带、软磁盘等，通过数控机床的输入装置，将程序信息输入到 CNC 单元。

##### 2. 数控装置

数控装置是数控机床的核心。现代数控装置均采用 CNC（Computer Numerical



Control) 形式, 这种 CNC 装置一般使用多个微处理器, 以程序化的软件形式实现数控功能, 因此又称软件数控 (Software NC)。CNC 系统是一种位置控制系统, 它是根据输入数据插补出理想的运动轨迹, 然后输出到执行部件加工出所需要的零件。因此, 数控装置主要由输入、处理和输出三个基本部分构成。而所有这些工作都由计算机的系统程序进行合理地组织, 使整个系统协调地进行工作。

(1) 输入装置: 将数控指令输入给数控装置, 根据程序载体的不同, 相应有不同的输入装置。主要有键盘输入、磁盘输入、CAD/CAM 系统直接通信方式输入和连接上级计算机的 DNC (直接数控) 输入, 现仍有不少系统还保留有光电阅读机的纸带输入形式。

在控制装置编辑状态 (EDIT) 下, 用软件输入加工程序, 并存入控制装置的存储器中, 这种输入方法可重复使用程序。一般手工编程均采用这种方法。在具有会话编程功能的数控装置上, 可按照显示器上提示的问题, 选择不同的菜单, 用人机对话的方法, 输入有关的尺寸数字, 就可自动生成加工程序。

(2) 信息处理: 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, 逐步存储并进行处理后, 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。CNC 系统的输入数据包括: 零件的轮廓信息 (起点、终点、直线、圆弧等)、加工速度及其他辅助加工信息 (如换刀、变速、冷却液开关等), 数据处理的目的是完成插补运算前的准备工作。数据处理程序还包括刀具半径补偿、速度计算及辅助功能的处理等。

(3) 输出装置: 输出装置与伺服机构相连。输出装置根据控制器的命令接受运算器的输出脉冲, 并把它送到各坐标的伺服控制系统, 经过功率放大, 驱动伺服系统, 从而控制机床按规定要求运动。

### 3. 伺服系统和测量反馈系统

伺服系统是数控机床的重要组成部分, 用于实现数控机床的进给伺服控制和主轴伺服控制。伺服系统的作用是把接受来自数控装置的指令信息, 经功率放大、整形处理后, 转换成机床执行部件的直线位移或角位移运动。由于伺服系统是数控机床的最后环节, 其性能将直接影响数控机床的精度和速度等技术指标, 因此, 对数控机床的伺服驱动装置, 要求具有良好的快速反应性能, 准确而灵敏地跟踪数控装置发出的数字指令信号, 并能忠实地执行来自数控装置的指令, 提高系统的动态跟随特性和静态跟踪精度。

伺服系统包括驱动装置和执行机构两大部分。驱动装置由主轴驱动单元、进给驱动单元和主轴伺服电动机、进给伺服电动机组成。步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机是常用的驱动装置。

测量元件将数控机床各坐标轴的实际位移值检测出来并经反馈系统输入到机床的数控装置中, 数控装置对反馈回来的实际位移值与指令值进行比较, 并向伺服系统输出达到设定值所需的位移量指令。

### 4. 机床主体

机床主机是数控机床的主体。它包括床身、底座、立柱、横梁、滑座、工作台、主



轴箱、进给机构、刀架及自动换刀装置等机械部件。它是在数控机床上自动地完成各种切削加工的机械部分。与传统的机床相比，数控机床主体具有如下结构特点：

(1) 采用具有高刚度、高抗震性及较小热变形的机床新结构。通常用提高结构系统的静刚度、增加阻尼、调整结构件质量和固有频率等方法来提高机床主机的刚度和抗震性，使机床主体能适应数控机床连续自动地进行切削加工的需要。采取改善机床结构布局、减少发热、控制温升及采用热位移补偿等措施，可减少热变形对机床主机的影响。

(2) 广泛采用高性能的主轴伺服驱动和进给伺服驱动装置，使数控机床的传动链缩短，简化了机床机械传动系统的结构。

(3) 采用高传动效率、高精度、无间隙的传动装置和运动部件，如滚珠丝杠螺母副、塑料滑动导轨、直线滚动导轨、静压导轨等。

### 5. 数控机床的辅助装置

辅助装置是保证充分发挥数控机床功能所必需的配套装置，常用的辅助装置包括：气动、液压装置，排屑装置，冷却、润滑装置，回转工作台和数控分度头，防护，照明等。

## 二、数控机床的分类

数控机床种类繁多，有钻、铣、镗床类、车削类、磨削类、电加工类、锻压类、激光加工类和其他特殊用途的专用机床等，对于采用数控技术进行控制的机床，我们称之为数控机床（NC 机床）。

它是一种综合应用了计算机技术、自动控制技术、精密测量技术和机床设计等先进技术的典型机电一体化产品，是现代制造技术的基础。数控机床的水平代表了当前数控技术的性能、水平和发展方向。

### 1. 按机床的运动轨迹分类

(1) 点位控制数控系统。

点位控制系统：仅能控制刀具相对于工件的精确定位控制系统，而在相对运动的过程中不能进行任何加工。

(2) 直线切削数控系统。

直线控制系统：不仅具有点位控制数控系统的上述功能，而且还能实现沿某一坐标轴或两轴等速的直线移动和加工的功能的控制系统。

(3) 连续切削数控系统。

轮廓控制系统：能实现两轴或两轴以上的联动加工，即具有实现对曲线或曲面轮廓零件加工能力的控制系统。所谓联动，就是机床上各坐标轴的运动之间有着确定的函数关系，这个函数就是零件的轮廓曲线。

### 2. 按进给伺服系统的类型分类

(1) 开环数控系统。

开环控制系统如图 1-1 所示，没有位置反馈装置的进给控制系统，信息流为单向，机床的位置精度相对闭环要差一些，但结构简单，系统稳定性易于整定，价格便宜，驱



动元件主要是步进电机。

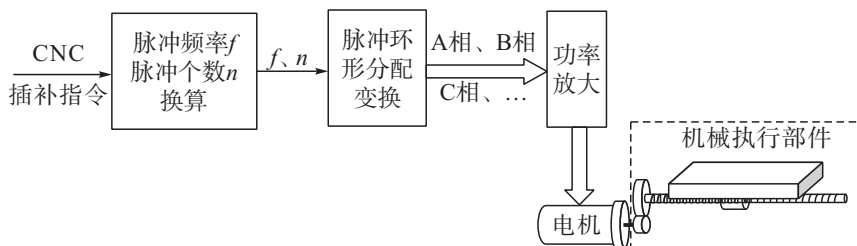


图 1-1 开环控制系统图

(2) 半闭环数控系统。

半闭环控制系统如图 1-2 所示，与闭环系统相比，该系统位置反馈是从中间某个环节引入的，其结构、性能、精度均介于开环与闭环之间。

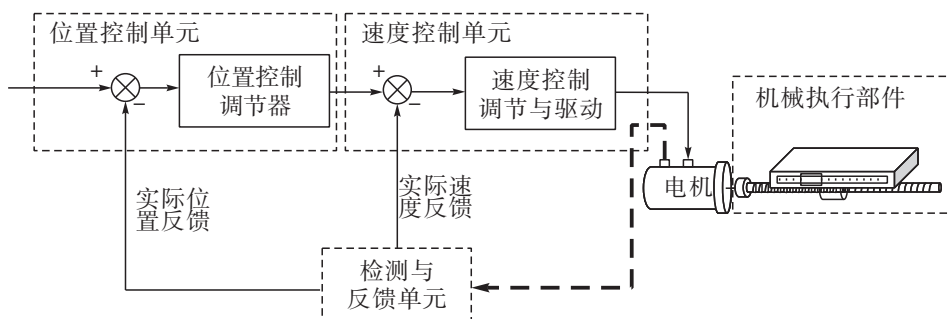


图 1-2 半闭环控制系统图

(3) 全闭环数控系统。

闭环控制系统如图 1-3 所示，将直接从执行部件上引入的位置反馈信息与来自数控装置的指令信息进行比较，利用比较的结果对执行部件实施控制的系统，其控制精度较高，但调试比较复杂，多用于高精度的数控机床。

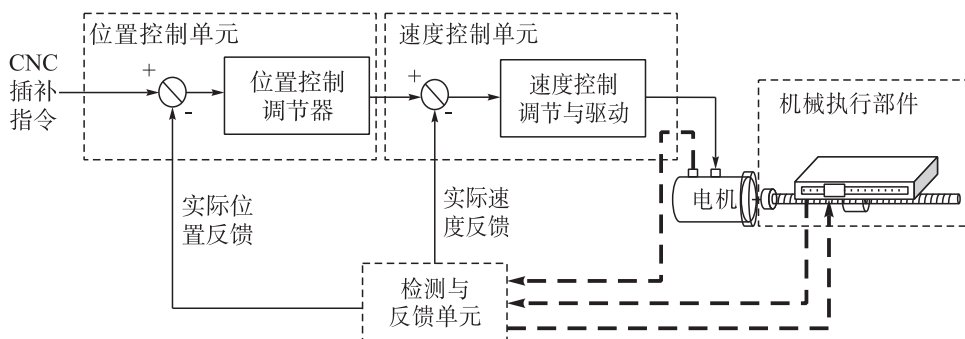


图 1-3 闭环控制系统图

### 3. 按可控制坐标轴数分类

按照机床可连续控制的坐标轴数（可联动轴数），数控机床又可分为二轴联动、二



轴半联动、三轴联动、四轴联动、五轴联动数控机床。

(1) 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；

(2) 二轴半联动：指其中二轴联动，第三轴作周期进给，采用形切法加工三维空间曲面；

(3) 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某一直线坐标轴旋转的旋转坐标轴（A 轴、B 轴或 C 轴），可做三维立体加工；

(4) 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）；

(5) 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）。



## 任务实施

### 1. 器材准备

数控车床和数控铣床（加工中心）若干台。

### 2. 认识数控车床和数控铣床（加工中心）的各组成部分

按表 1-1 和表 1-2 所示填写数控机床各部分的名称、规格型号及作用。

表 1-1 数控车床

项目名称	规格型号	功能
机床型号		
主轴电机		
伺服电机		
CNC 装置		
伺服装置		
反馈检测装置		
机床本体		

表 1-2 数控铣床

项目名称	规格型号	功能
机床型号		
主轴电机		
伺服电机		
CNC 装置		
伺服装置		
反馈检测装置		



续表 1-2

项目名称	规格型号	功能
机床本体		

## 知识拓展

### 插 补

#### 一、插补概念

实际加工中零件的轮廓形状是由各种线形（如直线、圆弧、螺旋线、抛物线、自由曲线）构成的。其中最主要的是直线和圆弧。用户在零件加工程序中，一般仅提供描述该线形所必需的相关参数，如对直线，提供其起点和终点；对圆弧，提供起点、终点、顺圆或逆圆，以及圆心相对于起点的位置。为满足零件几何尺寸精度要求，必须在刀具（或工件）运动过程中实时计算出满足线形和进给速度要求的若干中间点（在起点和终点之间），这就是数控技术中插补（Interpolation）的概念。据此可知，插补就是根据给定进给速度和给定轮廓线形的要求，在轮廓已知点之间，确定一些中间点的方法，这种方法称为插补方法或插补原理。

插补计算就是对数控系统输入基本数据（如直线的起点和终点，圆弧的起点、终点、圆心坐标等），运用一定的算法进行计算，并根据计算结果向相应的坐标发出进给指令。对应每一进给指令，机床在相应的坐标方向移动一定的距离，从而将工件加工出所需的轮廓形状。实现这一插补运算的装置称为插补器。控制刀具或工件的运动轨迹是数控机床轮廓控制的核心，无论是硬件数控（NC）系统，还是计算机数控（CNC）系统，都有插补装置。在 CNC 中，以软件（即程序）插补或者以硬件和软件联合实现插补；而在 NC 中，则完全由硬件实现插补。无论哪种方式，其插补原理是相同的。

##### 1. 偏差判别

假设加工如图 1-4 所示的第一象限的直线 OA。取起点为坐标原点 O，直线终点坐标 A ( $X_e, Y_e$ ) 是已知的。M ( $X_m, Y_m$ ) 为加工点（动点），若 M 在 OA 直线上，则根据相似三角形的关系可得：

$$\frac{Y_m}{X_m} = \frac{Y_e}{X_e}$$

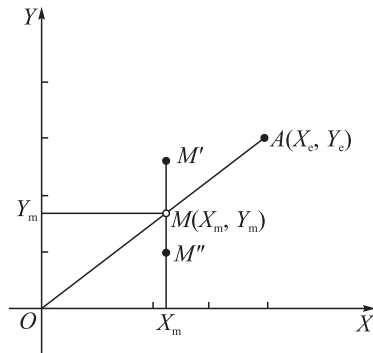


图 1-4 逐点比较法直线插补

取  $F_m = Y_m X_e - X_m Y_e$  作为直线插补的偏差判别式。

若 M 点在 OA 直线上,  $\frac{Y_m}{X_m} = \frac{Y_e}{X_e}$ , 则  $F_m = 0$ ;

若 M 点在 OA 直线上方的 M' 处,  $\frac{Y_m}{X_m} > \frac{Y_e}{X_e}$ , 则  $F_m > 0$ ;

若 M 点在 OA 直线下方的 M'' 处,  $\frac{Y_m}{X_m} < \frac{Y_e}{X_e}$ , 则  $F_m < 0$ 。

## 2. 坐标进给

- (1)  $F_m = 0$  时, 规定刀具向 +X 方向前进一步;
- (2)  $F_m > 0$  时, 控制刀具向 +X 方向前进一步;
- (3)  $F_m < 0$  时, 控制刀具向 +Y 方向前进一步。

刀具走一步后, 将刀具新的坐标值代入函数式

$$F_m = Y_m X_e - X_m Y_e$$

求出新的  $F_m$  值, 以确定下一步进给方向。

## 3. 偏差计算

设在某加工点处, 有  $F_m \geq 0$  时, 为了逼近给定轨迹, 应沿 +X 方向进给一步, 走一步后新的坐标值为:

$$X_{m+1} = X_m + 1, Y_{m+1} = Y_m$$

新的偏差为:

$$F_{m+1} = Y_{m+1} X_e - X_{m+1} Y_e = F_m - Y_e$$

若  $F_m < 0$  时, 为了逼近给定轨迹, 应向 +Y 方向进给一步, 走一步后新的坐标值为:

$$X_{m+1} = X_m, Y_{m+1} = Y_m + 1$$

新的偏差为:

$$F_{m+1} = F_m + X_e$$

## 4. 终点判别

逐点比较法的终点判断有多种方法, 下面主要介绍两种:



(1) 第一种方法：设置 X、Y 两个减法计数器，加工开始前，在 X、Y 计数器中分别存入终点坐标  $X_e$ 、 $Y_e$ ，在 X 坐标（或 Y 坐标）进给一步时，就在 X 计数器（或 Y 计数器）中减去 1，直到这两个计数器中的数都减到零时，便到达终点。

(2) 第二种方法：用一个终点计数器，寄存 X 和 Y 两个坐标，从起点到达终点的总步数  $\Sigma$ ；X、Y 坐标每进一步， $\Sigma$  减去 1，直到  $\Sigma$  为零时，就到了终点。

## 二、不同象限的直线插补计算

上面讨论的为第一象限的直线插补计算方法，其他三个象限的直线插补算法，可以用相同的原理获得，表 1-3 列出了四个象限的直线插补偏差计算公式和进给脉冲方向，计算时，公式中  $X_e$ 、 $Y_e$  均用绝对值。

表 1-3 四个象限的直线插补计算

线型	$F_m > 0$ 时， 进给方向	$F_m < 0$ 时， 进给方向	偏差计算公式
$L_1$	$+\Delta X$	$+\Delta Y$	$F_m > 0$ 时： $F_{m+1} = F_m - Y_e$ $F_m < 0$ 时： $F_{m+1} = F_m + X_e$
$L_2$	$-\Delta X$	$+\Delta Y$	
$L_3$	$-\Delta X$	$-\Delta Y$	
$L_4$	$+\Delta X$	$-\Delta Y$	



### 思考与练习

1. 数控机床由几部分组成？
2. 数控机床按运动方式可以分为几类？
3. 试述数控机床的工作原理。

## 任务二 数控机床维修基础



### 任务描述

通过数控机床维修基础的学习，掌握数控机床故障的特点，数控机床故障的分类、数控机床维修的内容，数控机床维修前的基本要求，了解数控机床维修对备品备件的基本要求、数控机床故障诊断及处理的基本方法以及数控维修对维修人员的基本要求等。



## 任务目标

1. 了解数控机床的特点及分类。
2. 了解数控机床维修的内容及维修前的基本要求。
3. 了解数控机床维修对备品备件的基本要求。
4. 了解数控机床故障诊断及处理的基本方法。
5. 了解数控机床维修对维修人员的基本要求。



## 知识准备

### 一、数控机床故障和故障诊断的含义

数控机床是高度机电化的技术设备，它与传统的机械设备相比，内容上包括机械、电气、液压、气动等方面，其诊断及维修对于数控机床的正常运转具有非常重要的作用。数控机床品种繁多，结构不一，形式多变，给其测试、诊断及维修带来了不少的困难。

所谓故障是指数控系统部分或全部丧失了系统规定的功能。

系统的故障诊断就是在系统运行中或基本不拆卸的情况下，掌握系统现在的状态信息，查明产生故障的部位及原因，或预知系统的异常和故障的动向，采取必要的措施的对策。诊断的目的就是确定故障的部位及原因，以便维修人员尽快地进行故障的修复。

### 二、数控机床故障的特点

数控机床的使用寿命可分为三个阶段，而机床的故障在这三个阶段内的特点也各有不同。

#### 1. 初始使用期

从整机安装调试后，开始运行半年到一年期间，故障频率较高，一般无规律可寻。从机械角度来说，机床虽然经过了试生产的磨合，但部件装配中还存在形位误差，在机床运行的初期会引起较大的磨合磨损。从电气角度来讲，数控机床的控制系统所用的电气元件在实际运行中，由于交变电荷以及电路开、关的瞬时浪涌，电流和反电势等的冲击，使某些元器件经受不住初期的冲击，因电流或电压击穿而失效，从而引起整个机床的故障。因此，一般来说，在这个时期，电气、液压和气动系统发生故障的频率较高，为此，要加强对机床的监测，定期对机床进行机电调整，以保证设备的各个部件运行参数在技术规范之内。

#### 2. 相对稳定运行期

设备在经历了初期各个阶段的各种电气元件的老化、机械零件的磨合和调整后，开始进入相对稳定的正常运行期。此时的元器件器质性的故障较为少见，但不排除偶然发



生的故障。因此,在这个时期内要坚持做好设备运行记录,以作为排除故障时的参考。相对稳定运行期较长,一般在7~10年。

### 3. 寿命终了期

机床进入寿命终了期,各类元件开始加速磨损,老化故障率开始逐年上升,故障在这个阶段多属于渐发性和器质性的。大多数渐发性故障具有规律性,在这个时期,同样要坚持做好设备运行记录,所发生的故障多数可以排除。

## 三、数控机床故障的分类

数控机床故障的种类是多种多样的,大致可分为五类。

### 1. 机械故障和电气故障

#### (1) 机械故障。

机械故障指的是机床本身发生的故障,主要包括机械、润滑、冷却、液压、气动及防护等装置的故障。常见的机械故障有机械安装、调试、操作不当等原因引起的机械传动故障和导轨运动摩擦过大故障。

#### (2) 电气故障。

电气故障又分为强电故障和弱电故障。弱电故障主要涉及CNC装置、PLC控制器、CRT显示器以及伺服单元、输入、输出装置等电子电路。弱电故障又可分为软件和硬件故障。硬件故障是指上述各装置的印刷电路板上的集成电路芯片、分立元件、接插件以及外部连接件等发生的故障。常见的软件故障有加工程序出错,系统程序和参数的改变或丢失,计算机运算出错,等等。

强电部分是指继电器、接触器、开关、熔断器,电源变压器、电磁铁、行程开关等电器元件及其所组成的电路。这种故障十分常见。

### 2. 系统故障和随机性故障

(1) 系统故障:系统故障指的是一旦达到一定的条件,比如温度和振动等条件,就会发生故障。

(2) 随机性故障:随机性故障实质是在完全相同的条件下,故障有时发生有时不发生,一般的随机性故障有很大的偶然性。

### 3. 有报警显示故障和无报警显示故障

(1) 有报警显示故障又分为硬件报警显示故障和软件报警显示故障两种。

硬件报警显示故障通常是指系统各单元装置上的由LED发光管或小型的指示灯组成的显示指示,在数控系统中如控制操作面板、位置控制印制线路板、伺服控制单元、主轴单元等设备通常设有这类显示灯。一旦这些部位发生故障,参考相应的产品说明书对于指示灯的说明,可以大致分析出哪个部位出现了问题。

软件报警故障:通常指的是CRT显示器上显示出来的报警信号和报警信息。由于现在数控系统具有自诊断功能一旦出现故障,系统就会按照故障的类型进行处理,同时以报警信号在CRT上显示故障信息。这类报警显示通常有存储器报警、过热报警、进给超程报警、伺服系统报警、程序出错报警、主轴报警、过载报警等。



#### (2) 无报警显示故障。

这类故障发生时无任何硬件报警显示和软件报警显示，分析诊断难度较大，因此对于此类故障，一般要具体情况具体分析。例如：在机床通电后，手动方式或自动运行时 X 轴出现爬行现象。对于这个故障可首先判断是数控系统故障还是伺服系统故障，具体做法是：在手摇脉冲进给方式中，均匀地旋转手摇脉冲器，同时分别观察比较 CRT 显示器上的 Y 轴、Z 轴与 X 轴的进给数字的变化速率，如果系统工作正常，三个轴的变化速率应基本相同，从而可以分析出爬行故障是 X 轴的伺服部分还是机械传动所造成的故障。

#### 4. 机床品质下降引起的故障

机床可以正常运行，但表现出的现象与以往不同，比如噪声大、振动较强，定位精度差，机床启停振荡等。此时的零件往往有很多不合格，但是这类故障往往没有报警信号，只能通过检测仪器来检测和发现。

#### 5. 硬件故障、软件故障和干扰故障

(1) 硬件故障：硬件故障指的是数控装置的印制电路板上的集成电路芯片、分立元件、接插件以及外部连接组件等发生的故障。这类故障只有更换部件才能排除。

(2) 软件故障：指的是数控系统加工程序出现错误、系统程序和参数的设定不正确或丢失、计算机的运算出错等。通过认真的检查程序和修改参数可以解决此类故障，但是参数的修改一定要慎重，如果修改不好，不仅故障没有排除，反而会引起新的故障。

(3) 干扰故障：指的是由于内部或外部的干扰引起的故障。例如系统线路分布不合理，电源地线配置不当，接地不良，工作环境恶劣，等等所引起的故障。

### 四、数控机床维修的内容

数控机床的维修主要分为六个部分，包括机床机械部件的维修，位置反馈装置的维修，数控系统维修，伺服系统维修，机床电器柜（也称为强电柜）维修及操作面板的维修。

#### 1. 机床机械部件的维修

机床机械部件的维修包括主轴箱的润滑和冷却，齿轮副、导轨副和丝杠螺母副的间隙调整和润滑，轴承的预紧，液压和气动装置的压力和流量的调整等。各种机械故障通常可通过细心维护保养、精心调整来解决。对于已磨损、损坏或者已失去功能的零部件，可通过修复或更换部件来排除故障。由于床身结构刚性差、切削振动大、制造质量差等原因而产生的故障，则难以排除。

#### 2. 位置反馈装置的维修

位置反馈装置的维修主要针对数控系统与位置检测装置之间的连接电路。数控机床最终是以位置控制为目的。所以位置反馈装置的维护的好坏将直接影响到机床的运动和定位精度。

#### 3. 伺服系统的维修

伺服驱动系统主要是指与坐标轴进给驱动和主轴驱动的连接电路，是一个完整的闭