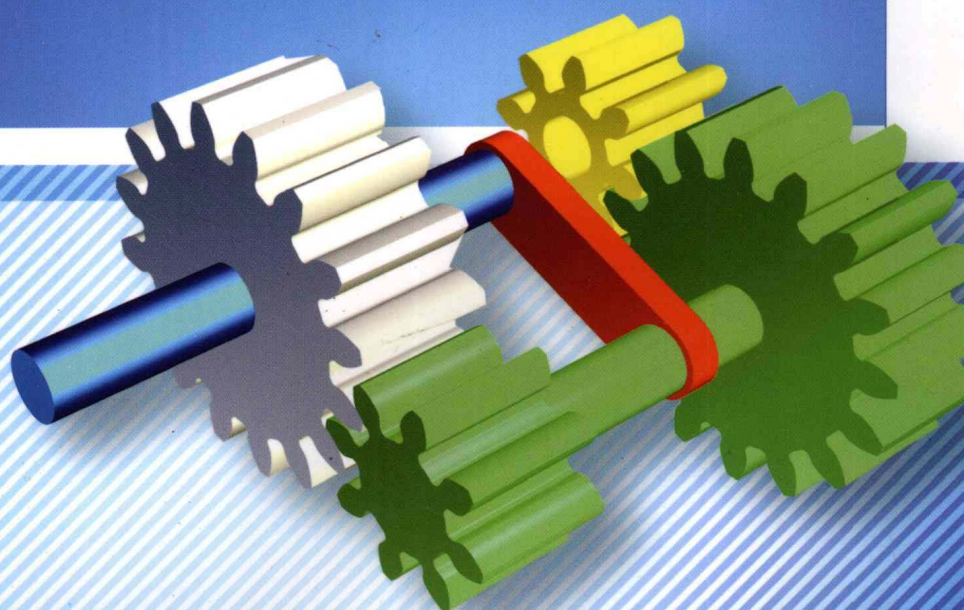


数控机床操作技术丛书

数控机床 Fanuc 系统调试与操作技术

王悦 编著

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

数控机床操作技术丛书

数控机床 Fanuc 系统调试 与操作技术

王 悦 编著

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书论述了数控系统的工作原理、Fanuc OIB 系统的调试及维修技术等。通过运用 Fanuc OIB 系统故障诊断与调试过程中的实际界面,讲解数控系统软件调试、硬件配置与连接、系统参数的含义及设置、PLC 程序的作用及编程方法、报警处理方法,使读者能够参照书中的图示和讲解完成数控系统的使用、调试及常见报警的处理。

本书可供工厂数控机床使用和维修人员阅读、参考,也可作为高等职业技术学院数控技术应用专业及相关专业进行工程教学和工程训练的指导教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床 Fanuc 系统调试与操作技术/王悦编著. —北京:电子工业出版社,2008.5

(数控机床操作技术丛书)

ISBN 978-7-121-06431-9

I. 数… II. 王… III. ①数控机床—调试②数控机床—操作 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 055238 号

策划编辑:张 榕

责任编辑:王凌燕

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:18 字数:460.8 千字

印 次:2008 年 5 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:33.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

序 言

数控机床已经成为现代制造的主流制造装备，数控机床拥有量及数控技术的普及程度，已经成为衡量一个国家综合实力和工业现代化水平的重要标志。随着数控机床在中国普及速度的加快，国内数控机床用量剧增，急需一大批数控应用高级技术人才和熟练操作数控机床的高技能人才。目前，企业里从事数控机床操作工作的人员，一部分是由生产工人中的骨干经数控应用技术培训后上岗的；而其余的大部分是来自高职院校和中职学校的毕业生。职业院校的毕业生虽然具备了数控机床基本操作能力，但是缺乏生产实践经验和满足生产要求的数控机床操作技术。

为了满足广大数控机床操作人员的需求，电子工业出版社电子技术分社组织编写了数控机床操作技术丛书。本套丛书包括《数控车床操作技术》、《数控加工中心操作技术》、《数控电加工机床操作技术》、《数控机床 Fanuc 系统调试与操作技术》及《CAD/CAM 实用软件操作技术》共五册。丛书的主要作者均为富有生产实践经验并从事数控应用技术专业教学工作的教师，丛书在编写过程中注重理论联系实际，侧重于操作，并结合典型零件深入浅出地介绍数控加工工艺分析、编制加工程序、工件的装夹、数控机床的操作知识及数控系统的调式与维修技术等知识。相信广大读者在阅读丛书时，会从不同角度得到许多有益的启示。

经过全体作者的努力，将数控机床操作技术丛书奉献给广大读者朋友，对于书中存在的各种不足，恳请广大读者给予理解和支持，并予以指正。本套丛书的编写与出版工作得到了电子工业出版社电子技术分社赵丽松分社长和张榕副编审的支持与帮助，在此我们表示衷心的感谢。

数控机床操作技术丛书编委会

前言

随着电子技术和自动化技术的发展,数控技术的应用越来越广泛,而且其先进性、复杂性和智能化高的特点,促使了数控系统维修理论、技术和手段的飞跃变化。数控系统调试与维修技术不仅是保障设备正常运行的前提,对数控技术的发展和完善也起到了巨大的推动作用,目前数控系统调试与维修技术已经成为专门的学科。而且,随着我国数控机床消费数量的不断增加,数控系统调试与维修人员的需求数量和技能要求有进一步的提高,因此,编著此书对从事该工作的技术人员、技工的工作,具有较强的指导意义。

本书主要围绕如何高效使用 Fanuc OI 系统所提供的功能,如何快速地进行故障诊断与排除这一主题,通过图解实例对 Fanuc OI 系统的常用参数的含义及其设置;PLC 在数控系统中的应用及编制 PLC 程序完成机床顺序控制的方法;利用 PLC 进行故障诊断与排除的方法;Fanuc 数控系统 PLC 辅助编程软件 Fanuc LADDER III 的使用方法;Fanuc 系统常见报警及其处理方法等进行了说明,让读者了解与数控系统调试和维修作业相关的各项操作的具体方法。本书还对 Fanuc OI 系统的基本硬件组成,以及基本的加工程序编制方法做了深入浅出的介绍,从而使读者对 Fanuc OI 系统的软、硬件知识有一个全面的了解。

目前,《数控系统调试与维修》已作为专门课程纳入职业技能教育。针对数控系统调试与维修课程实操性强的特点,本书强化该课程的教学实践,实训课题典型、实用,以达到培养使用者实际技能的目的。

本书适合 Fanuc 数控系统的维修技术人员阅读、参考,还可以作为职业技能教育的教材或培训教材。

本书由王悦统稿,并编写了第 1 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章;杨中力编写了第 2 章;吴春玉编写了绪论部分。

编著者

目 录

第 0 章 绪论	1
0.1 数控系统的组成	2
0.1.1 输入/输出设备	2
0.1.2 数控装置	2
0.1.3 可编程控制器	3
0.1.4 伺服驱动单元	3
0.2 数控系统的分类	4
0.2.1 按控制运动的方式分类	4
0.2.2 按驱动装置的特点分类	4
0.2.3 按加工方式分类	7
0.3 数控系统硬件结构特点	8
0.3.1 大板式结构	8
0.3.2 模块化结构	8
0.4 数控系统软件结构的特点	9
0.5 数控技术的发展状况	9
0.5.1 数控技术向高速化和高精度化发展	10
0.5.2 智能化、开放式、网络化成为当代数控系统发展的主要趋势	10
0.5.3 复合加工机床快速发展	11
0.6 Fanuc 数控系统介绍	11
0.6.1 Fanuc 系统 0 系列	13
0.6.2 Fanuc 系统 10/11/12 系列	14
0.6.3 Fanuc 系统 15 系列	16
0.6.4 Fanuc 系统 16 系列	17
0.6.5 Fanuc 系统 18 系列	17
0.6.6 BEIJING-Fanuc 0 系统	18
0.7 本书的学习方法	22
第 1 章 数控系统调试基本操作	23
1.1 Fanuc OIB 数控系统操作面板	24
1.1.1 字母键/数字键	25
1.1.2 程序编辑键	25
1.1.3 换挡键“SHIFT”	25
1.1.4 取消键“CAN”	25
1.1.5 输入键“INPUT”	25
1.1.6 功能键	25
1.1.7 复位键“RESET”	28

1.1.8	帮助键“HELP”	28
1.1.9	操作软键	29
1.2	配备 Fanuc OIB 系统的数控机床的操作面板	29
1.2.1	自动运行方式(MEM)	29
1.2.2	编辑方式(Edit)	30
1.2.3	手动数据输入方式(MDI)	30
1.2.4	DNC 方式	30
1.2.5	返参方式(REF)	31
1.2.6	手动连续运行方式(JOG)	31
1.2.7	手轮操作方式(Handle)	31
1.3	NC 状态显示	31
1.4	数控机床的基本操作	32
1.4.1	手动操作	33
1.4.2	加工参数设置	35
1.4.3	程序检查	37
1.4.4	程序自动运行	38
1.5	数控系统基本操作实训课题	40
1.5.1	手动操作实训课题	40
1.5.2	MDI 运行实训课题	40
第 2 章	Fanuc OI 系统硬件	41
2.1	Fanuc OI 系列数控系统的硬件简介	42
2.1.1	Fanuc OIB 系统的硬件组成及各部分的功能简介	42
2.1.2	Fanuc OIC 系统的硬件组成及各部分的功能简介	43
2.2	Fanuc OIB 系统的结构及各部分的功能	44
第 3 章	Fanuc OI 系统参数	55
3.1	系统参数基本设定方法	56
3.1.1	参数画面的调出方法	56
3.1.2	参数的分类	57
3.1.3	参数的设定方法	59
3.2	常用系统参数设定实践	61
3.2.1	几个重要的概念	61
3.2.2	系统参数设定实践项目	70
3.2.3	伺服调整操作及主轴伺服调整操作	72
3.3	诊断功能界面	75
第 4 章	Fanuc OI 系统 PLC 编程及调试	77
4.1	Fanuc OI 系统 PLC 概述	78
4.1.1	顺序程序的执行过程	78
4.1.2	PMC 程序的结构	78
4.1.3	PMC 接口	79
4.1.4	PMC 地址	80
4.1.5	梯形图中的符号	85

4.1.6	PMC 的基本指令	86
4.1.7	PMC 的功能指令	86
4.2	PMC 编程实践项目	87
4.2.1	程序实例	87
4.2.2	PMC 编程练习	104
4.3	数控系统中有关 PMC 的界面及其操作	105
4.3.1	显示梯形图程序	105
4.3.2	查找信号或指令	109
4.3.3	PMC 程序的启动与停止	112
4.3.4	PMC 程序的编辑	113
4.3.5	PMC 参数的设定	117
4.3.6	PMC 参数的传输	120
4.4	梯形图编程软件操作	123
4.4.1	界面介绍	123
4.4.2	在线连接 FAPT LADDER-Ⅲ	125
4.4.3	创建顺序程序	132
4.4.4	编辑顺序程序	135
4.4.5	打印顺序程序	151
第 5 章	掌握基本报警排出思路	155
5.1	外围报警	156
5.1.1	亚威 PC3060 加工中心,控制系统为 Fanuc OMC,分度头过载报警	156
5.1.2	工作台回零不旋转故障	156
5.2	系统报警	158
5.2.1	配置 F-6M 系统的加工中心机床,401、410、420 报警的消除	158
5.2.2	配置 F-6M 系统的加工中心机床,一次出现许多 4 字头报警	159
5.2.3	刀架旋转失控故障	159
5.3	故障的诊断原则	160
5.4	故障的诊断步骤	162
5.5	故障的诊断方法	162
第 6 章	Fanuc Oi 系统基本编程及加工	163
6.1	数控车削的编程及加工	164
6.1.1	数控车削的基本编程及加工	164
6.1.2	数控车削复杂零件的编程及加工	178
6.2	数控铣削的编程及加工	186
6.2.1	数控铣削的基本编程及加工	186
6.2.2	数控铣削加工循环指令	193
6.3	编程模拟软件的使用	199
第 7 章	数控机床故障诊断与维修实例	207
7.1	数控车床故障分析与排除	208
7.1.1	CNC 系统故障维修实例	208
7.1.2	伺服系统故障维修实例	211

7.1.3	主轴系统故障维修实例	213
7.1.4	刀架系统故障维修实例	216
7.2	数控铣床故障诊断与维修	221
7.2.1	CNC 系统故障实例与诊断	221
7.2.2	伺服系统故障维修实例	222
7.2.3	主轴系统故障实例	224
7.3	加工中心故障诊断与维修	226
7.3.1	CNC 系统故障维修实例	226
7.3.2	伺服系统故障维修实例	227
7.3.3	工作台故障维修实例	230
7.3.4	主轴系统故障维修实例	233
7.3.5	刀库机械手部分故障实例诊断	234
7.4	柔性加工系统故障分析与排除	241
7.4.1	概述	241
7.4.2	刀具流支持系统	244
7.4.3	输送设备	245
7.4.4	FMS 故障诊断与维修	248
附录 A	常用功能指令	251
参考文献		274

第0章

绪论



0.1 数控系统的组成

在数控机床行业中，数控系统是指计算机数字控制装置、可编程序控制器、进给驱动与主轴驱动装置等相关设备的总称。有时仅指其中的计算机数字控制装置，并将计算机数字控制装置称为数控装置。

数控系统的组成及各部分的作用如下。

如图 0-1 所示是数控系统结构框图。

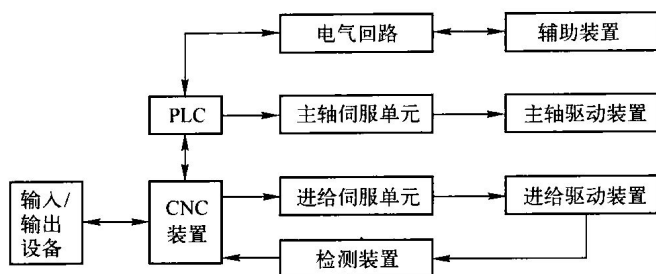


图 0-1 数控系统结构框图

0.1.1 输入/输出设备

输入装置的作用是将控制介质（信息载体）上的数控代码传递并存入数控系统内。根据控制介质的不同，输入装置可以是光电阅读机、磁带机或软盘驱动器等。数控加工程序、数控系统参数、PMC 程序不仅可以通过键盘用手工方式直接输入数控系统，还可以由计算机用 RS-232C 或采用网络通信方式传送到数控系统中。

零件加工程序的输入过程有两种不同方式：一种是边读入边加工；另一种是一次将零件加工程序全部读入数控装置内部的存储器，加工时再从存储器中逐行调出进行加工。

各种类型的数控机床中最直观的输出装置是显示器，有 CRT 显示器或彩色液晶显示器两种。输出装置的作用是：数控系统通过显示器为操作人员提供必要的信息。显示的信息可以是正在编辑的程序、坐标值、报警信号等。

总之，输入/输出装置是机床数控系统和操作人员进行信息交流、人机对话必须具备和必要的交互设备。

0.1.2 数控装置

数控装置就是通常所说的计算机数控系统，它由专用或通用计算机硬件加上系统软件和应用软件组成，完成数控装备的运动控制功能、人机交互功能、数据管理功能和相关的辅助控制功能。它是数控装备功能实现和性能保证的核心组成部分，是整个数控体系的中枢。

数控装置从内部存储器中取出或接受输入装置送来的一段或几段数控加工程序,经过数控装置的逻辑电路或系统软件进行编译、运算和逻辑处理后,输出各种控制信息和指令,控制机床各部分的工作,使其进行规定的有序运动和动作。这些信号中最基本的信号是经插补运算决定的各坐标轴的进给速度、进给方向和位移量指令(送到伺服驱动系统以驱动执行部件作进给运动)。其他信号还包括主轴的变速、换向和启/停信号,选择和交换刀具的刀具指令信号,控制冷却液、润滑油启/停,工件和机床部件松开、夹紧、分度工作台转位的辅助指令信号等。

数控装置主要由中央处理单元(CPU)和总线、存储器(ROM、RAM)、内置 PLC、输入/输出(I/O)接口电路及 CNC 系统其他组成部分联系的接口等组成。

0.1.3 可编程控制器

可编程控制器也可称为可编程序逻辑控制器(PLC, Programmable Logic Controller)。

通过 CNC 和 PLC 的协调配合来共同完成数控机床的控制,其中 CNC 主要完成与数字运算和管理等有关的功能,如零件程序的编辑、插补运算、译码、位置伺服控制等。PLC 主要完成与逻辑运算有关的一些动作,而不涉及轨迹上的要求。PLC 处理 CNC 送来的辅助功能代码(M 代码)、主轴转速指令(S 代码)、刀具指令(T 代码)等顺序动作信息,对顺序动作信息进行译码,转换成对应的控制信号,控制辅助装置完成机床相应的开关动作,如工件的装夹、刀具的更换、冷却液的开、关等一些辅助动作。PLC 还可以与机床侧的输入/输出信号进行交互,接收机床控制面板的指令,一方面直接控制机床的动作;另一方面将一部分指令送往数控装置用于加工过程的控制。

用于数控机床的 PLC 一般分为两类:一类是内装式,将 CNC 和 PLC 综合起来设计,也就是说,PLC 是 CNC 装置的一部分;另一类是独立型 PLC。

0.1.4 伺服驱动单元

伺服驱动系统是数控机床的重要组成部分,它是机床工作的动力装置,CNC 装置的指令要靠伺服驱动系统付诸实施。驱动装置接受来自数控装置的指令信息,经功率放大后,将控制器数字量的指令输出转换成各种形式的电动机运动,带动机械结构上执行元件实现其所规划出来的运动轨迹。因此,它的伺服精度和动态响应性能是影响数控机床加工精度、表面质量和生产率的重要因素之一。

伺服系统包括驱动放大器和执行机构两个主要部分,其任务实质是实现一系列数/模或模/数之间的信号转化,表现形式就是位置控制和速度控制。执行机构包括步进电动机、直流伺服电动机、交流伺服电动机,相应的驱动系统分别为步进驱动、直流伺服驱动、交流伺服驱动。目前使用的主要是直流伺服驱动系统和交流伺服驱动系统。

检测装置是伺服系统的一个重要组成部分。检测装置将数控机床各坐标轴的实际位移量检测出来,经反馈系统输入到数控装置中。数控装置将反馈回来的实际位移量值与设定值进行比较,控制运动部件按指令设定值运动。



0.2 数控系统的分类

0.2.1 按控制运动的方式分类

1. 点位控制数控系统

点位控制数控系统的特点是机床移动部件只能实现由一个位置到另一个位置的精确定位,在移动和定位过程中不进行任何加工。机床数控系统只控制行程终点的坐标值,不控制点与点之间的运动轨迹,因此几个坐标轴之间的运动无任何联系。可以几个坐标同时向目标点运动,也可以各坐标依次运动。

这类数控机床主要有数控冲床、数控钻床等。

2. 点位直线控制数控系统

点位直线控制数控系统的特点是机床移动部件不仅要实现由一个位置到另一个位置的精确移动定位,而且要控制工作台以一定的速度沿平行坐标轴方向或 45° 斜率直线方向进行直线切削加工。

这类数控系统主要用于简易数控车床、数控镗铣床等。

3. 轮廓控制数控系统

轮廓控制数控系统不仅可以完成点位及点位直线控制数控系统的加工功能,而且能够对两个或两个以上坐标轴进行插补,因而具有各种轮廓切削加工能力。不仅能够控制机床移动部件的起点坐标与终点坐标,而且能控制整个加工轮廓每一点的速度和位移,将工件加工成指定的轮廓形状。轮廓控制数控系统的结构要比点位直线控制系统复杂,在加工过程中需要不断进行插补运算,从而实现相应的速度与位移控制。

常用的数控车床、数控铣床、数控磨床都采用轮廓控制数控系统。

0.2.2 按驱动装置的特点分类

数控系统按有无检测装置可分为开环数控系统和闭环数控系统。对于闭环数控系统,根据检测装置所检测的位移量又可分为全闭环数控系统和半闭环数控系统。

1. 开环控制数控系统

开环控制数控系统即无位置反馈的系统,其驱动元件主要是功率步进电动机或电液脉冲电动机。这两种执行元件工作原理的实质都是进行数字脉冲到角度位移的变换,它不用位置检测元件实现精确定位,而是靠驱动装置本身,转过的角度正比于指令脉冲的个数;转速由控制脉冲的频率决定。开环控制数控系统的工作原理如图 0-2 所示。

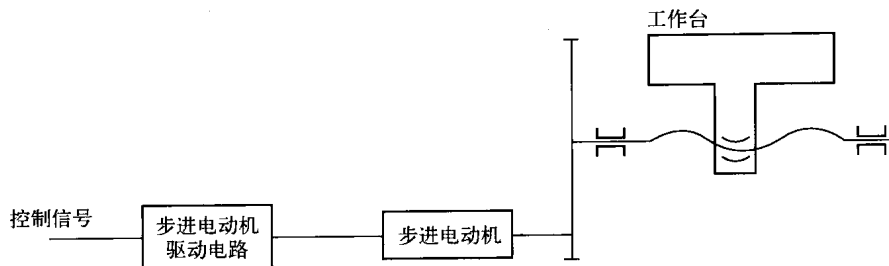


图 0-2 开环控制数控系统的工作原理

开环控制系统结构简单，成本较低。但由于系统对移动部件的实际位移量不进行检测，也不能进行误差校正，所以步进电动机的失步、步距角的误差、传动链上齿轮与丝杠等的传动误差都将影响被加工零件的精度。开环系统仅适用于加工精度要求不高的简易经济型数控机床。

2. 闭环控制数控系统

闭环控制数控系统利用位置检测元件测出机床进给传动链的执行元件（如机床工作台）的实际位移量或实际所处位置，并将测量值反馈给 CNC 装置，与指令值进行比较，求得误差，依此驱动执行元件运动以补偿误差，即构成闭环位置控制。可见，闭环系统是误差控制随动系统。闭环控制数控系统的工作原理如图 0-3 所示。

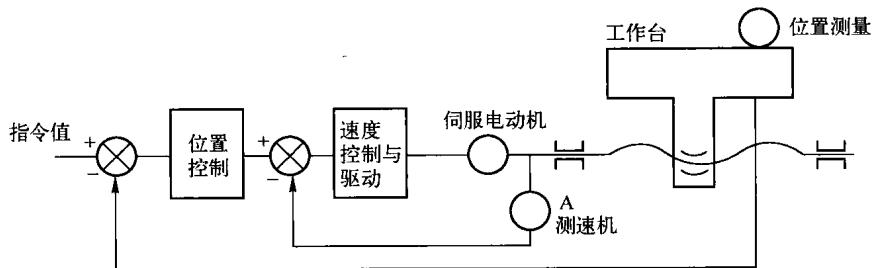


图 0-3 闭环控制数控系统的工作原理

因为闭环系统是反馈控制，反馈测量装置精度很高，所以系统传动链的误差（包括传动链中各元件的误差和传动过程中出现的误差）可以得到补偿，从而大大提高了跟随误差和定位误差。系统精度与传动元件制造精度无关，只取决于测量装置的制造精度和安装精度。

通常机械传动环节中会出现一些可变的误差，如丝杠与螺母、工作台与导轨的摩擦特性，各部件的刚性，位移测量元件安装的传动链间隙等。这些都将直接影响伺服系统的调节参数，并且在闭环系统中对这些非线性参数进行调整和设计有较大难度，设计和调整得不好很容易造成系统的不稳定。

3. 半闭环控制数控系统

大多数数控机床采用半闭环伺服系统。半闭环伺服系统中位置检测元件不直接安装在进给坐标的最终运动部件上，而是在伺服电动机的轴或数控机床的传动丝杠上装有角度检测装

置,通过检测丝杠的转角间接地检测进给坐标上最终运动部件的实际位移,然后反馈到数控装置中,对误差进行修正。半闭环控制数控系统的工作原理如图 0-4 所示。

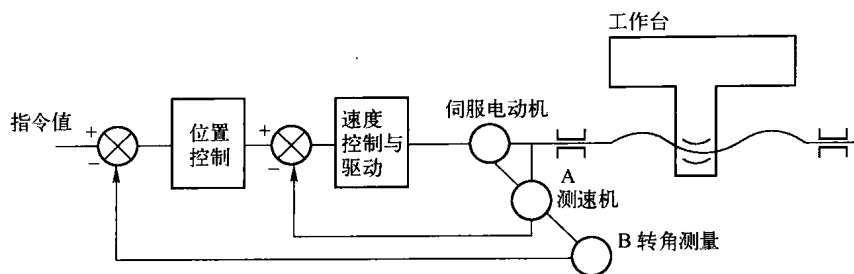


图 0-4 半闭环控制数控系统的工作原理

由于这种系统的闭环环路内不包括滚珠丝杠螺母副及工作台,因此可获得稳定的控制特性,而且由于采用了高分辨率的测量元件,可以获得比较满意的精度。但是由于环外的传动误差没有得到系统的补偿,因而这种伺服系统的精度低于闭环系统。

4. 反馈补偿型开环控制及反馈补偿型半闭环控制数控系统

反馈补偿型开环控制的特点是基本控制采用开环伺服系统,另外附加一个校正电路,通过将装在工作台上的直线位移检测元件测得的反馈信号输入到校正电路,补偿进给系统误差。

指令脉冲既供给驱动系统控制步进电动机按指令运转,又供给感应同步器的测量系统。工作在鉴幅方式的感应同步器既是位置检测器,又是比较器,将正弦、余弦发生器给定的滑尺励磁信号与由步进电动机驱动的定尺移动位置进行比较。反馈补偿型开环控制数控系统原理如图 0-5 所示。

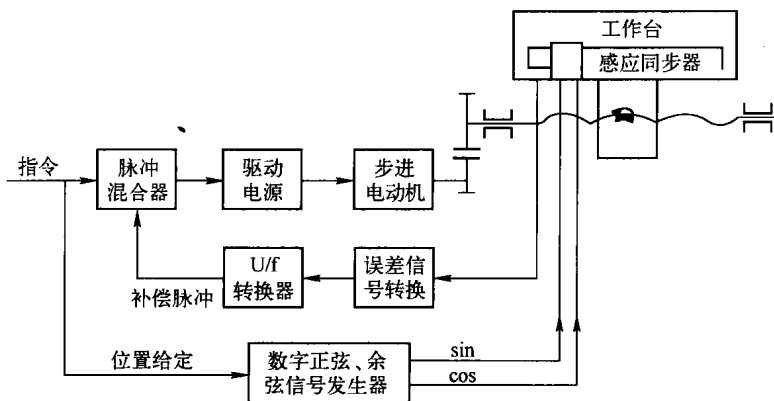


图 0-5 反馈补偿型开环控制数控系统原理

误差信号经过一定处理,由电压频率转换器产生变频脉冲,把它与指令脉冲相加减,实现对开环系统进行位置误差补偿的目的。

具有开环的稳定性和闭环的精确性。不会因为机床的谐振频率、爬行、死区、失动等因素引起系统震荡,不需间隙补偿和螺距补偿。

反馈补偿型半闭环控制的特点是用半闭环控制方式取得高速度控制,再用装在工作台上的

直线位移测量元件实现全闭环误差修正。反馈补偿型半闭环控制数控系统的工作原理如图 0-6 所示。

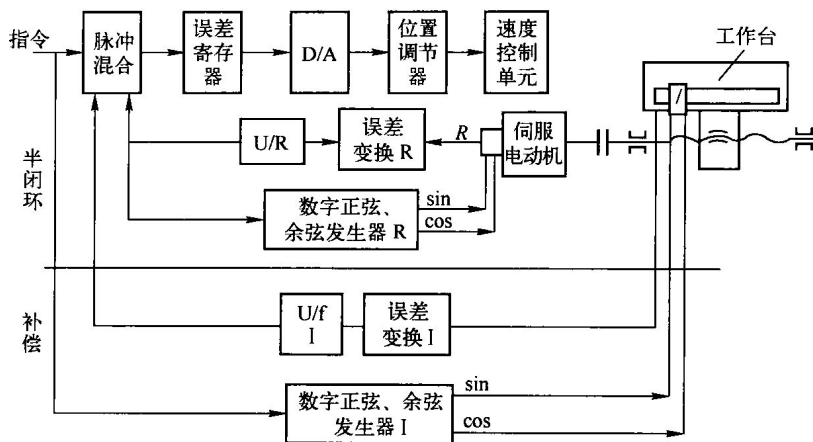


图 0-6 反馈补偿型半闭环控制数控系统的工作原理

半闭环控制的检测元件旋转变压器 R，测量系统的正弦、余弦励磁信号由其反馈脉冲自动修改，故转角始终按指令值变化；直接位置检测的感应同步器 I，测量系统的正弦、余弦励磁信号的电气角由数控装置给定。感应同步器不断比较指令转角与实际转角，若出现偏差，产生误差信号，经转换后产生补偿脉冲加到脉冲混合电路，对指令脉冲进行随机补偿，提高整个系统的定位精度。反馈补偿型半闭环控制系统比全闭环控制系统容易调整，稳定性好，适用于高精度大型数控机床的进给驱动。

0.2.3 按加工方式分类

1. 金属切削类数控机床

金属切削类数控机床，如数控车床、数控铣床及数控加工中心、数控钻床、数控镗床、数控磨床等。

2. 板材加工类数控机床

板材加工类数控机床，如数控冲床、数控折弯机等。

3. 特种加工类数控机床

特种加工类数控机床，如数控线切割机床、数控电火花机床、数控激光切割机床等。

4. 其他类型

此外，还有数控三坐标测量机等。



0.3 数控系统硬件结构特点

从组成 CNC 系统的电路板结构特点来看, 有两种常见的结构, 即大板式结构和模块化结构。

0.3.1 大板式结构

大板式结构的特点是, 一个系统一般都有一块大板, 称为主板。主板上装有主 CPU 和各轴的位置控制电路等。其他相关的子板 (完成一定功能的电路板), 如 ROM 板、零件程序存储器板和 PLC 板都直接插在主板上, 组成 CNC 系统的核心部分。由此可见, 大板式结构紧凑、体积小、可靠性高、价格低, 有很高的性能/价格比, 也便于机床的一体化设计。大板结构虽有上述优点, 但其硬件功能不易变动, 不利于组织生产。

0.3.2 模块化结构

模块化结构即总线模块化的开放系统结构, 是一种柔性比较高的结构, 其特点是将微处理器、存储器、输入/输出控制分别做成插件板 (称为硬件模块), 甚至将微处理器、存储器、输入/输出控制组成独立微计算机级的硬件模块, 相应的软件也是模块结构固化在硬件模块中。硬、软件模块形成一个特定的功能单元, 称为功能模块。功能模块间有明确定义的接口, 接口是固定的, 符合工厂标准或工业标准, 彼此可以进行信息交换。于是可以积木式组成 CNC 系统, 使设计简单、有良好的适应性和扩展性, 试制周期短, 调整维护方便, 效率高。

从 CNC 系统使用的微机及结构来分, CNC 系统的硬件结构一般分为单微处理器和多微处理器结构两大类。

1. 单微处理器

在单微处理器结构中, 只有一个微处理机, 对存储、插补运算、输入/输出控制、CRT 显示等功能进行集中控制, 分时处理。微处理机通过总线与存储器、输入/输出控制等各种接口相连, 构成 CNC 装置。在有的 CNC 装置中, 虽然有两个以上的微处理机, 但其中只有一个微处理机能够控制系统总线, 其他的微处理机不能控制系统总线, 不能访问主存储器。这种主从结构也被归于单微处理机结构中。

由于只有一个微处理机集中控制, 故数控功能的实现受微处理机字长、数据宽度、寻址能力和运算速度的影响。

单微处理机结构的基本组成包括: 微处理机和总线、存储器、纸带阅读机和纸带穿孔机接口、I/O 接口、MDI/CRT 接口、伺服驱动装置接口及 PMC (可编程机床控制器) 接口。

初期的 CNC 系统和现有的一些经济型 CNC 系统采用单微处理器结构。

2. 多微处理器

CNC 把机床数字控制这个总任务划分为子任务即子功能模块。在多微处理机的结构中,