

SHUKONG JICHUANG WEIXIU

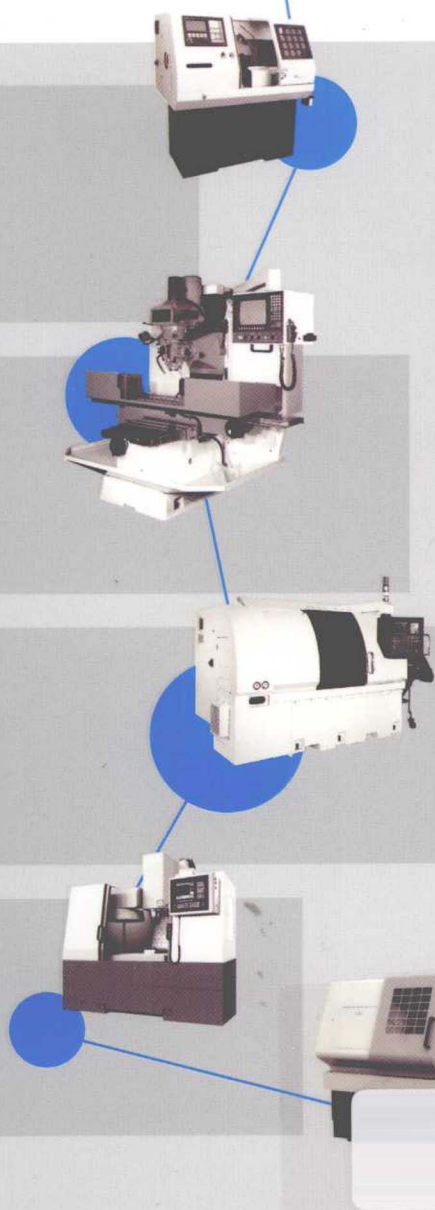
牛工

教你学

数控机床维修

(SIEMENS系统)

牛志斌 主编



127个维修专题 200多个真实案例

- ◎ 你知道西门子840D系统如何进行连接吗?
- ◎ 你知道如何利用梯形图诊断机床侧故障吗?
- ◎ 你知道西门子系统机床数据如何备份与恢复吗?
- ◎ 你知道西门子840D系统如何进行GHOST整盘备份吗?

在本书中，你会找到答案！



化学工业出版社

牛工教你学数控机床维修 (SIEMENS 系统)

牛志斌 主编



化学工业出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

牛工教你学数控机床维修 (SIEMENS 系统)/牛志斌主
编. —北京: 化学工业出版社, 2012. 5
ISBN 978-7-122-13835-4

I. 牛… II. 牛… III. 数控机床-维修 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 048091 号

责任编辑: 王 烨
责任校对: 王素芹

文字编辑: 谢蓉蓉
装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张 18¼ 字数 477 千字 2012 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着国民经济的快速发展,数控机床的应用越来越广泛。数控机床具有自动化程度高、加工柔性好、精度高等诸多优点,是现代化机械加工工业必不可缺的机械设备。

数控机床采用了数控系统作为机床的“大脑”,可以实现自动化操作,降低了机床操作人员的劳动强度,同时也可以加工形状非常复杂和精度非常高的机械零件。数控系统采用的是先进的计算机技术、电子技术、伺服控制技术,使数控机床实现了机电液一体化,技术先进、构成复杂,具有很强的功能,但也使数控机床的故障率比普通机床的故障率要高得多,维修难度也加大很多。

由于数控机床采用了诸多的先进技术,出现故障时,很多维修人员都会感觉很茫然,觉得无从下手,但作者认为数控机床的大部分故障只要认真对待,应该是容易排除的。普通的维修人员只要对症下药、有的放矢,大部分数控机床故障也是可以解决的。

本书首先对数控系统的构成及数控机床构成进行通俗易懂、深入浅出的描述,让读者对数控机床和数控系统的构成有一个全面的了解,在这个基础上还对每个组成部分容易出现的故障和排除方法、技巧进行了有针对性的讲解,让基层一线的维修人员了解掌握数控机床常见故障维修思路和方法,另外还给读者介绍了大量数控机床故障实际案例的维修过程,让大家从这些维修案例中汲取经验,当数控机床出现类似故障时,许多故障读者可以根据书中提供的方法,将故障排除。

本书介绍的数控系统是以西门子 810T/M 和 840D 系统为主,伺服系统是以西门子 610、611A 和 611D 系列伺服和主轴装置为主,对数控系统、PLC、加工程序与机床数据、伺服系统和主轴系统进行了分类描述;对各个部分的常见故障、排除方法、排除技巧和实际维修案例进行了详细讲解。另外对数控系统的机床数据和程序的备份和恢复方法也进行了详细讲解。

作者将 20 余年来的数控机床维修经验,加以归纳、总结、以化难为易、化繁为简的思想编写了此书,其语言简洁明了、通俗易懂,便于数控机床一线维修人员理解和掌握。本书由牛志斌主编,李春洋、牛志民参加编写。除第 4 讲由李春洋编写、第 6 讲由牛志民编写外,其他由牛志斌编写。在本书编写过程中得到杨春生、韦刚、关伟时、滕儒文、杨秋晓、刘辉、李晓峰、潘波、王洪海、林飞龙、吴云峰、刘德伟、杨守贵、周福林、赵长伟、王雪梅、王延春的帮助,在此表示感谢。

由于作者水平、经验和掌握的资料有限,书中难免有不妥之处,欢迎读者批评指正,以求共同提高。

编 者

目 录

第 1 讲 数控机床故障维修基础	1
1.1 数控机床的基本概念	1
1.1.1 什么是数字控制	1
1.1.2 什么是数控机床, 数控机床是怎样构成的	1
1.1.3 数控装置是怎样构成的	2
1.1.4 数控系统是由哪些部分组成的	3
1.1.5 数控机床有哪些种类	4
1.1.6 常用数控系统有哪些	4
1.2 数控机床的故障维修	4
1.2.1 数控机床故障的含义是什么	4
1.2.2 数控机床故障有哪些特点	5
1.2.3 为什么数控机床的故障率随时间而呈浴盆曲线形状变化	5
1.2.4 数控机床的故障维修对人员有哪些基本要求	5
1.2.5 数控机床的故障维修需要哪些技术资料	6
1.2.6 数控机床的故障维修常用哪些仪器、仪表	6
1.2.7 数控机床的故障维修需要哪些工具	8
1.2.8 数控机床的故障维修对备品、备件有哪些要求	8
1.2.9 数控机床的故障有哪些种类	8
1.2.10 数控机床出现故障时要了解哪些基本情况	15
1.2.11 数控机床故障发生有哪些诱因	16
1.2.12 数控机床故障维修要遵守哪些原则	17
1.2.13 常用的数控机床故障维修方法有哪些	18
1.2.14 数控机床维修中要注意哪些事项	24
1.2.15 如何提高数控机床的维修水平	25
第 2 讲 西门子典型数控系统及其故障维修	29
2.1 概述	29
2.2 西门子 810T/M 系统	29
2.2.1 西门子 810T/M 系统由哪些硬件构成	29
2.2.2 西门子 810T/M 系统的软件是如何构成的	31
2.2.3 西门子 810T/M 系统如何进入初始化状态	31
2.2.4 西门子 810T/M 系统怎样进行初始化	33
2.2.5 西门子 810T/M 系统怎样进行电子备份, 如何进行恢复	36
2.2.6 西门子 810T/M 系统的 2 号通信口如何使用和设定	40
2.2.7 西门子 810T/M 系统如何破解系统密码	41
2.2.8 西门子 810T/M 系统报警有哪些	41

2.2.9	西门子 810T/M 系统怎样调用报警信息	42
2.3	西门子 840D 系统	43
2.3.1	西门子 840D 系统由哪些硬件构成	43
2.3.2	西门子 840D 系统的软件是如何构成的	44
2.3.3	西门子 840D 系统 NCU 模块有哪些功能	45
2.3.4	西门子 840D 系统 NCU 模块上的指示灯与开关、按钮有哪些含义和功能	46
2.3.5	西门子 840D 系统 NCU 模块上各接口有哪些功能	47
2.3.6	西门子 840D 系统 NC 和 PLC 怎样进行初始化(总清)操作	47
2.3.7	西门子 840D 系统如何进行系列备份	48
2.3.8	西门子 840D 系统如何进行系列备份恢复	50
2.3.9	西门子 840D 系统硬盘如何使用 GHOST 进行整盘备份	52
2.3.10	西门子 840D 系统有哪些系统报警	62
2.3.11	西门子 840D 系统报警信息如何进行调用	63
2.3.12	西门子 840D 系统的密码保护有哪些级别	63
2.4	西门子数控系统死机故障的维修	66
2.4.1	如何对软故障引起死机的故障进行维修	66
2.4.2	如何对硬件问题引起死机的故障进行维修	70
2.5	西门子数控系统黑屏故障的维修	73
2.5.1	硬件问题引起黑屏故障的维修方法与实例	73
2.5.2	软故障引起黑屏故障的快速恢复方法	76
2.6	西门子数控系统自动掉电关机故障的维修	78
2.6.1	西门子数控系统自动掉电关机故障如何维修	78
2.6.2	温度过高引起的西门子数控系统自动掉电关机故障的维修方法与实例	78
2.6.3	系统供电问题引起西门子数控系统自动掉电关机故障的维修方法与维修案例	80
2.7	数控机床系统报警故障的维修	82
2.7.1	西门子 3 系统“伺服没有准备(Servo not ready)”报警故障如何维修	82
2.7.2	西门子数控系统“控制环硬件(Servo loop hardware)”报警故障如何维修	84
2.7.3	西门子数控系统“卡紧监控(Clamping monitoring)”报警故障如何维修	87
2.7.4	西门子数控系统“轮廓监控(Contour monitoring)”报警故障如何维修	92
2.7.5	西门子数控系统其他报警故障维修实例	96

第 3 讲 数控机床机床侧故障维修 99

3.1	概述	99
3.1.1	什么是数控机床机床侧故障,它有哪些种类	99
3.1.2	什么是 PLC(可编程控制器)	99
3.1.3	数控系统使用的 PLC 有哪些种类	100
3.1.4	PLC 是如何构成,怎样工作的	102
3.2	数控机床机床侧故障报警产生的机理	104
3.2.1	西门子 3 系统 PLC 报警是如何产生的	104
3.2.2	西门子 810T/M 系统的 PLC 报警是如何产生的	106

3.2.3	西门子 840D 系统 PLC 报警是如何产生的	108
3.3	数控机床 PLC 报警信息的调用	108
3.3.1	西门子 3 系统 PLC 报警信息如何调用	108
3.3.2	西门子 810T/M 系统 PLC 报警信息如何调用	108
3.3.3	西门子 840D 系统 PLC 报警信息如何调用	110
3.4	数控机床 PLC 的输入输出	113
3.4.1	数控机床 PLC 的输入有哪些形式	113
3.4.2	什么是 PLC 漏型输入电路	113
3.4.3	什么是 PLC 源型输入电路	114
3.4.4	数控机床 PLC 的输出有哪些形式	114
3.5	数控机床 PLC 的输入、输出元件	116
3.5.1	PLC 的输入元件有哪些	116
3.5.2	电感式接近开关有哪些种类	124
3.5.3	PLC 有哪些输出元件	127
3.6	数控机床的 PLC 状态信息显示	131
3.6.1	西门子 3 系统 PLC 的状态信息如何调用	132
3.6.2	西门子 810T/M 系统 PLC 的状态信息如何调用	132
3.6.3	西门子 840D 系统 PLC 的状态信息如何调用	135
3.7	数控机床的机床侧故障维修	137
3.7.1	怎样利用报警信息诊断机床侧故障	137
3.7.2	怎样利用数控系统的 PLC 状态显示功能诊断机床侧故障	138
3.7.3	怎样利用梯形图诊断机床侧故障	144
3.7.4	怎样维修机床侧无报警故障	148
3.7.5	怎样利用机外编程器维修机床侧故障	152
3.8	机床返回参考点故障的检修	160
3.8.1	数控机床为什么要开机返回参考点	160
3.8.2	使用西门子数控系统回参考点有哪些方式	160
3.8.3	西门子 810T/M 系统返回参考点有哪些相关机床数据	163
3.8.4	西门子 810T/M 系统返回参考点有哪些相关信号	164
3.8.5	西门子 840D 系统返回参考点有哪些相关机床数据	164
3.8.6	西门子 840D 系统返回参考点有哪些相关信号	165
3.8.7	数控机床返回参考点故障的原因有哪些	165
3.8.8	数控机床返回参考点故障怎样检修	166
3.8.9	西门子系统参考点如何进行调整	173
3.8.10	西门子数控系统如何调整编码器零点脉冲的位置	174
3.8.11	西门子 840D 使用绝对值编码器如何确定参考点	174

第 4 讲 数控机床的加工程序与机床数据 176

4.1	数控机床的加工程序介绍	176
4.1.1	加工程序的结构与格式	176
4.1.2	数控机床 G 指令有哪些种类与作用	178
4.1.3	数控机床 M 指令有哪些种类和作用	179

4.2 数控机床 M 指令的实现	180
4.2.1 西门子 3 系统 M 功能如何实现	180
4.2.2 西门子 810T/M 系统 M 功能如何实现	180
4.2.3 西门子 810D/840D 系统 M 功能如何实现	182
4.3 数控机床加工程序不执行故障的维修	183
4.3.1 数控机床加工程序不执行故障的原因有哪些	183
4.3.2 数控机床加工程序不执行故障如何维修	184
4.4 数控系统的机床数据	192
4.4.1 概述	192
4.4.2 西门子 810T/M 系统机床数据有哪些种类	192
4.4.3 西门子 810T/M 系统常用机床数据有哪些	192
4.4.4 西门子 840D/810D 系统机床数据有哪些	201
4.4.5 利用机床数据维修数控机床故障的方法与实例	212

第 5 讲 数控机床伺服系统故障维修

5.1 概述	215
5.1.1 什么是数控机床的伺服系统，它有什么作用	215
5.1.2 伺服系统有哪些种类	215
5.1.3 伺服系统是怎样构成的，如何工作	216
5.2 西门子 SIMODRIVE610 交流模拟进给伺服系统	217
5.2.1 西门子 SIMODRIVE610 交流伺服系统是如何构成的	217
5.2.2 西门子 SIMODRIVE610 交流伺服系统是怎样工作的	219
5.2.3 西门子 SIMODRIVE610 交流伺服系统是如何连接的	220
5.2.4 西门子 SIMODRIVE610 交流伺服系统怎样进行参数的调整与设定	223
5.2.5 西门子 SIMODRIVE610 交流伺服系统如何进行故障维修	225
5.3 西门子 SIMODRIVE611A 系列交流模拟伺服系统	226
5.3.1 西门子 SIMODRIVE611A 系列伺服系统是如何构成的	227
5.3.2 西门子 SIMODRIVE611A 系列伺服系统是如何连接的	227
5.3.3 西门子 SIMODRIVE611A 系列伺服系统如何进行参数设定与调整	233
5.3.4 西门子 SIMODRIVE611A 系列伺服系统如何进行故障维修	235
5.4 西门子 SIMODRIVE611D 系列交流数字伺服系统	237
5.4.1 西门子 SIMODRIVE611D 系列伺服系统是怎样构成的	237
5.4.2 西门子 SIMODRIVE611D 系列伺服系统是如何连接的	239
5.4.3 西门子 SIMODRIVE611D 系列伺服系统如何进行故障维修	243
5.5 西门子交流伺服系统故障维修案例	248

第 6 讲 数控机床主轴故障维修

6.1 概述	257
6.1.1 数控机床主轴有哪些种类	257
6.1.2 数控机床主轴调速有哪几种方式	257
6.1.3 数控机床主轴系统的常见故障有哪些	258
6.2 西门子 SIMODRIVE650 交流模拟主轴驱动系统	259

6.2.1	西门子 SIMODRIVE650 交流主轴驱动系统是怎样构成的	259
6.2.2	西门子 SIMODRIVE650 交流主轴驱动系统故障维修方法与实例	259
6.3	西门子 SIMODRIVE611A 交流模拟主轴驱动系统	266
6.3.1	西门子 SIMODRIVE611A 交流主轴驱动系统是如何构成的	266
6.3.2	西门子 SIMODRIVE611A 交流主轴驱动系统是怎样连接的	266
6.3.3	西门子 SIMODRIVE611A 交流主轴驱动系统有哪些报警显示	268
6.3.4	西门子 SIMODRIVE611A 交流主轴驱动系统故障维修方法与实例	271
6.4	主轴系统故障维修实例	276

参考文献

282

第 1 讲

数控机床故障维修基础

1.1 数控机床的基本概念

1.1.1 什么是数字控制

数字控制是控制过程的数值变化。

数字控制是近几十年发展起来的自动控制技术，是用数字化信号对机床运动及其加工过程进行控制的一种方法，简称数控（numerical control, NC）。

国家标准 GB/T 8129—1997 对数字控制的定义如下：用数字数据的装置（简称数控装置），在运行过程中，不断地引入数字数据，从而对某一生产过程实现自动控制，叫数字控制，简称数控。

现在的数控都是由计算机控制的，也就是说数控装置是一种专用计算机控制装置，所以也称为计算机数控（computer numerical control, CNC）。

1.1.2 什么是数控机床，数控机床是怎样构成的

知道了什么是数控，数控机床当然就容易理解了。所谓数控机床就是采用数控装置控制的机床。

国际信息处理联盟（International Federation of Information Processing）第五委员会，对数控机床做了如下标准定义。

数控机床是一种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。

这里所说的程序控制系统，就是数控系统。

数控机床的构成从字面上看主要由数控装置和机床构成，但还要配备必要的辅助装置，如刀塔、分度装置以及机械手等。数控机床的基本构成见图 1-1。

下面介绍数控机床的组成部分。

（1）机床主机

机床主机是数控机床的主体，包括床身、导轨、滑台、主轴、立柱、滚珠丝杠传动机构等机械部件。另外还包含一些辅助装置，辅助装置是数控机床一些必需的配套部件，以保证数控机床的运行，包括液压站、润滑装置、分度装置、气动液压装置、送料装置、出料器、机械手、排屑器等，不同种类的数控机床使用的辅助装置也不同。

（2）数控装置

数控装置是数控机床的控制核心，是数控机床的“大脑”。数控装置通常由输入装置、控制器、运算器和输出装置四大部分组成，另外还包含相应的控制软件。

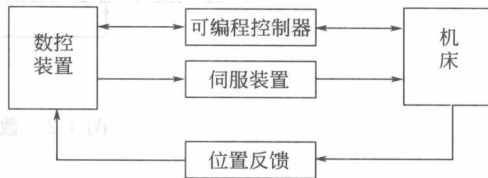


图 1-1 数控机床的基本构成

(3) 可编程控制器

可编程控制器是开关量逻辑控制器，是数控机床的第二“大脑”，负责数控机床一些辅助装置的开、关控制，并负责在数控装置和机床之间传递信号。

(4) 伺服装置

伺服装置是机床位置控制系统，控制数控机床坐标轴的运动，其本身是一个双闭环控制系统，根据数控装置的给定信号控制进给的稳定运行，是数控机床数字控制的执行部分。

(5) 位置反馈

位置反馈是数控机床的重要组成部分，由位置反馈元件将坐标轴位置信号反馈给数控装置，实现位置的闭环控制，并在系统屏幕上显示实际坐标数值。使用编码器的位置环被称之为半闭环位置控制系统，因为是通过检测坐标轴丝杠的旋转角度间接反馈位置信号的。使用光栅尺作为反馈元件的被称之为全闭环位置控制系统，因为是通过检测坐标轴进给滑台的实际位置直接反馈位置信号的。

图 1-2 是数控机床的组成示意图。

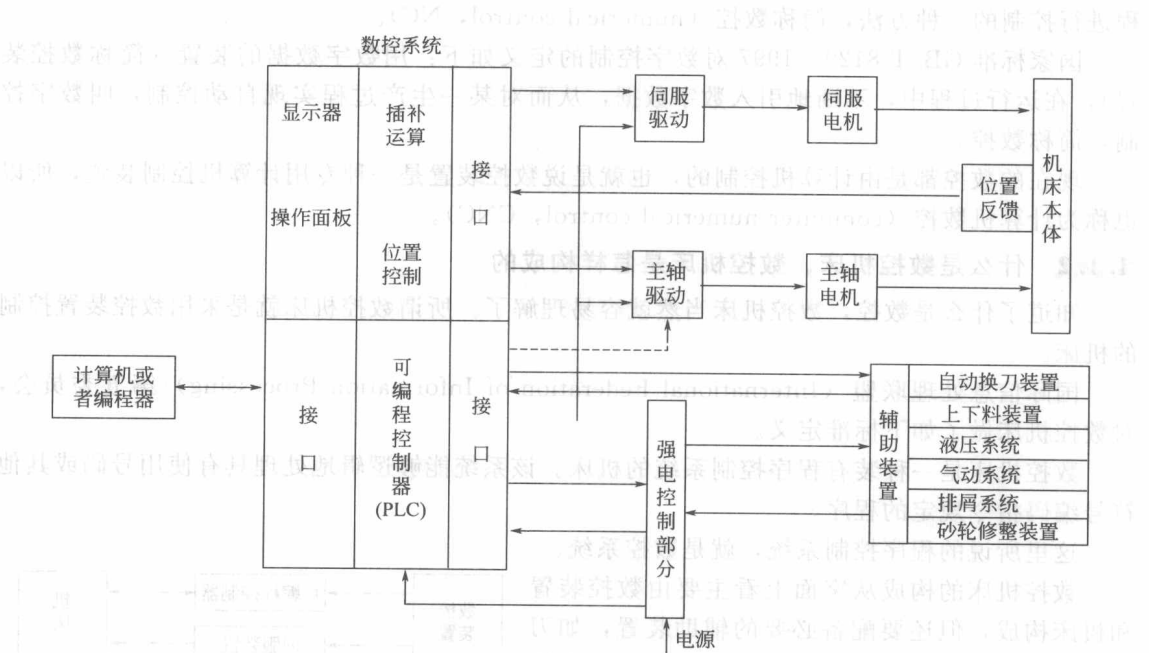


图 1-2 数控机床的组成示意图

1.1.3 数控装置是怎样构成的

数控装置是数控机床的控制核心，是数控机床的“大脑”，其本身是一台专用的工业计算机系统，也是由软件和硬件两大部分组成的。

(1) 数控装置的硬件

数控装置的硬件是由控制器（CPU）、存储器（EPROM 和 RAM）、输入/输出接口电路以及位控等部分组成，如图 1-3 所示。数控装置的作用是将输入装置输入的数据，通过内部的逻辑电路或者控制软件进行编译、运算和处理，并输出各种信息和指令，以控制机床的各个部分进行规定的动作。

控制器即 CPU 实施对整个系统的运算、控制和管理。存储器由 EPROM 和 RAM 组成，

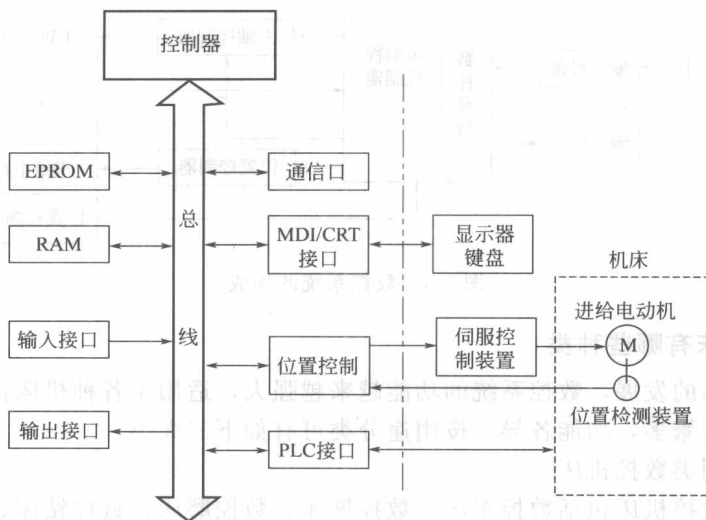


图 1-3 数控装置硬件的构成

用于存储系统软件和工件加工程序，以及运算的中间结果等。输入、输出接口用来交换数控装置和外部的信息。MDI/CRT 接口完成手动数据输入和将信息显示在显示器 CRT 上。位置控制部分是数控装置的一个重要组成部分，它包括对主轴驱动的控制，以便完成速度控制，通过伺服系统提供功率、转矩的输出；还包括对进给坐标轴的控制，以便完成坐标轴的位置控制。硬件结构中还有许多与数控功能相关的硬件组成部分。

在数控装置中，一般将显示器和机床操作面板做在一起，以实现手动数据输入（MDI）；将控制器、存储器、位置控制器、输入/输出接口等做在一起，构成数控装置。

(2) 数控装置的软件构成

数控装置除硬件外还有软件，软件决定了数控系统的“思维方式”，包括管理软件和控制软件两大类。管理软件由零件加工程序的输入、输出程序、显示程序和诊断程序等组成。控制软件由译码程序、刀具补偿计算程序、速度控制程序、插补运算程序和位置控制程序等组成。图 1-4 是数控装置软件的构成框图。

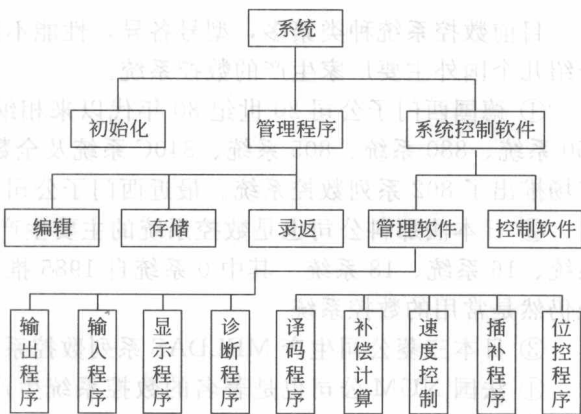


图 1-4 数控装置软件的构成

1.1.4 数控系统是由哪些部分组成的

现代的数控系统是一种采用专用工业计算机通过执行其存储器内的程序来实现部分或者全部数控功能，并配有接口电路和伺服驱动装置的专用计算机控制系统。数控系统由数控程序、输入输出装置、数控装置、可编程控制器、进给驱动和主轴驱动装置（包括检测装置）等组成。其构成框图如图 1-5 所示。

数控系统的核心是数控装置，由于采用了计算机控制，许多过去难以实现的功能可以通过软件来实现。

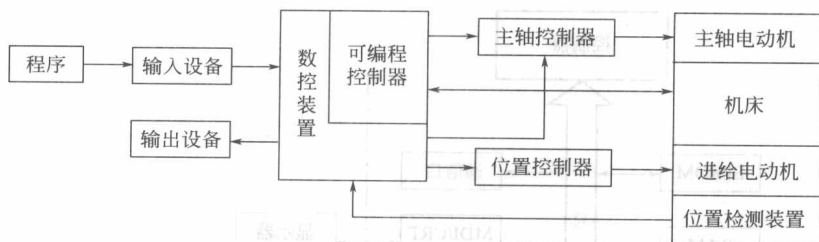


图 1-5 数控系统的构成

1.1.5 数控机床有哪些种类

随着数控技术的发展，数控系统的功能越来越强大，适用于各种机床控制，所以数控机床多种多样、种类繁多，功能各异。按用途分类可有如下三大类。

(1) 金属切削类数控机床

金属切削类数控机床包括数控车床、数控铣床、数控磨床、数控钻床、数控镗床、加工中心等。

(2) 金属成型类数控机床

金属成型类数控机床有数控折弯机、数控弯管机、数控冲床和数控压力机等。

(3) 数控特种加工机床

数控特种加工机床包括数控线切割机、数控电火花加工机床、数控激光加工机床、数控淬火机床等。

1.1.6 常用数控系统有哪些

目前数控系统种类繁多，型号各异，性能不同。国内外很多公司都生产数控系统，下面介绍几个国外主要厂家生产的数控系统。

① 德国西门子公司 20 世纪 80 年代以来相继推出了 3 系统、810T/M 系统、820 系统、850 系统、880 系统、805 系统、840C 系统及全数字化的 840D 和 810D 系统。另外还在中国市场推出了 802 系列数控系统。最近西门子公司又推出了 828D 数控系统。

② 日本法那科公司也是数控系统的主要生产厂家之一，自 1985 以来推出了 0 系统、15 系统、16 系统、18 系统。其中 0 系统自 1985 推出后不断发展新产品，现在 0C 系统及 0i 系统仍然是常用的数控系统。

③ 日本三菱公司生产 MELDAS 系列数控系统。

④ 法国 NUM 公司也是著名的数控系统生产厂家，它生产 1020 / 1040/1050/1060 系列数控系统。

⑤ 另外以生产编码器和光栅尺而著名的德国海德汉公司生产的 TNC 系列数控系统也是常用的数控系统。

国内外还有很多公司生产数控系统，在这里就不一一罗列了。

1.2 数控机床的故障维修

1.2.1 数控机床故障的含义是什么

数控机床故障用通俗的话来讲就是机床不好用了，也就是说机床“生病”了。

数控机床故障 (fault) 的标准定义是指数控机床丧失了达到自身应有功能的某种状态，它包含两层含义：一是数控机床功能降低，但没有完全丧失功能，产生故障的原因可能是自

然寿命、工作环境的影响、性能参数的变化、误操作等因素；二是故障加剧，数控机床已不能保证其基本功能，这称之为失效（failure）。

在数控机床中，有些个别部件的失效不至于影响整机的功能，而关键部件失效会导致整机丧失功能。

1.2.2 数控机床故障有哪些特点

数控机床通常由数控（NC）装置、输入/输出（I/O）装置、伺服驱动系统、主轴系统、机床电器逻辑控制装置、机床床身和辅助装置等部分组成。数控机床的各部分之间有着密切的联系。

数控装置将数控加工程序分为两种控制量分别输出：一类是连续控制量，送往伺服驱动系统；另一类是离散的开关控制量，送往机床电器和逻辑控制装置。

伺服驱动系统位于数控装置与机床之间，它通过电信号与数控装置连接，通过伺服电机、检测元件与机床的传动部件连接。

机床电器、逻辑控制装置包括强电控制电路和可编程控制器（PLC）控制线路组成，它接收数控装置发出的开关命令，主要完成主轴起停、工件夹紧、工作台交换、换刀、冷却、液压、气动和润滑系统及其他机床辅助功能的控制。另外要将主轴起停结束、工件夹紧、工作台交换结束、换刀到位等状态反馈信号送回数控装置。

由上所述数控机床具有复杂性，同样也使其故障具有复杂性、特殊性和多层性的特点。

数控机床的故障与现象一般没有一一对应关系，有些故障的现象疑似是机械方面问题，但是引起故障的原因是却是电气方面的；有些故障的现象疑似是电气方面问题，然而引起故障的原因却是机械方面的；有些故障是电气和机械方面共同问题引起的。

1.2.3 为什么数控机床的故障率随时间而呈浴盆曲线形状变化

据统计资料分析，数控机床的故障率随时间的推移有明显变化，其故障率与时间的曲线如图 1-6 所示，这个典型的故障率曲线与浴盆相似，故也称浴盆曲线或数控机床故障率曲线。

从曲线上可以看出，数控机床的故障率表现为三个阶段。数控机床的故障率在失效期和老化期比较高，而在稳定期可靠性比较高。失效期一般在设备投入使用的前 14 个月左右，因此数控机床的保修期一般都定为一年，在保修期内虽然故障率较高，但机床厂家给予免费保修，可以降低用户的损失。所以，数控机床的使用者在保修期内应该尽量使设备满负荷工作。而过了保修期后，数控机床基本进入稳定期，稳定期一般在 6~8 年左右，机床可以可靠地工作。待到老化期时，故障率增高，机床利用率降低，这时应该考虑是否改造数控系统、对机床进行大修或者更新机床，否则机床的有效使用率将会大大降低。

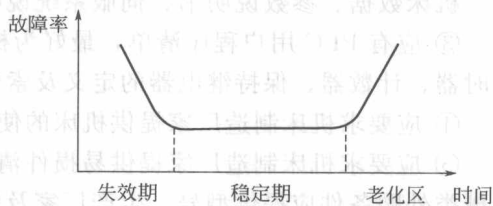


图 1-6 数控机床故障率随时间变化的曲线

1.2.4 数控机床的故障维修对人员有哪些基本要求

数控机床采用的是计算机和自动化技术，技术先进，自动化程度高，并且为机、电、液一体化，结构复杂，这当然就造成了数控机床故障率比普通机床要高，而且维修起来也比较难。所以，对维修人员的要求就比较高，要求维修人员不但要有较深的理论基础，还要有丰富的实际经验和较高的分析问题和解决问题的能力。

对故障维修人员一些基本要求如下。

① 要具有一定的理论基础,电气维修人员除了需要掌握必要的计算机技术、自动化技术、PLC 技术、电机拖动原理外还要掌握一些液压技术、气动技术、机械原理、机械加工工艺等,另外还要熟悉数控机床的机械加工的编程语言并能熟练使用计算机。机械维修人员除了掌握机械原理、机械加工工艺、液压技术、气动技术外,还要熟悉 PLC 技术,能够看懂 PLC 梯形图,也要了解数控机床的编程。所以作为数控机床的维修人员要不断学习,刻苦钻研,扩展知识面,提高理论水平。

② 要具有一定的英文基础,以便阅读原文技术资料。因为进口数控机床的操作面板、屏幕显示、报警信息、图纸、技术手册等大多都是英文的。而许多国产的数控机床采用进口数控系统,屏幕显示、报警信息也都是英文的,系统手册很多也都是英文的,所以具有良好的科技英语阅读能力,也是维修数控机床的基本条件之一。

③ 要具有较强的逻辑分析能力,要细心,善于观察,并善于总结经验,这是快速发现问题的基本条件。因为数控机床的故障千奇百怪,各不相同,只有细心观察,认真分析,才能找到问题的根本原因。而且还要不断总结经验,做好故障档案记录,这样维修水平就会在经验积累的基础上逐渐提高。

④ 要具有较强的解决问题的能力,思路要开阔。应该了解数控系统及数控机床的操作,熟悉机床和数控系统的功能,能够充分利用数控系统的资源。当数控机床出现故障时,能够使用数控系统查看报警信息,检查、修改机床数据和参数,调用系统诊断功能,对 PLC 的输入、输出、标志位等信息进行检查等。还要善于解决问题,问题发现后,要尽快排除,提高解决问题的效率。

1.2.5 数控机床的故障维修需要哪些技术资料

为了使用好、维护好、维修好数控机床,必须有足够的资料,具体资料要求如下。

① 全套的电气图纸、机械图纸、气动液压图纸及工装卡具图纸。

② 尽可能全的说明书包括机床说明书、数控系统操作说明书、编程说明书、维修说明书、机床数据、参数说明书、伺服系统说明书、PLC 系统说明书等。

③ 应有 PLC 用户程序清单,最好为梯形图方式,以及 PLC 输入输出的定义表及索引,定时器、计数器、保持继电器的定义及索引。

④ 应要求机床制造厂家提供机床的使用、维护、维修手册。

⑤ 应要求机床制造厂家提供易损件清单,电子类和气动、液压备件需提供型号、品牌。机械类外购备件应提供型号、生产厂家及图纸,自制件应有零件图及组装图。

⑥ 应有数据备份,包括机床数据、设定数据、PLC 程序、报警文本、加工主程序及子程序、R 参数、刀具补偿参数、零点补偿参数等,这些备份不但要求文字备份还要要求电子备份,以便在机床数据丢失时用编程器或计算机尽快下载到数控系统中。

1.2.6 数控机床的故障维修常用哪些仪器、仪表

维修数控机床时一些检测仪器、仪表是必不可少的,下面介绍一些常用的、必备的仪器、仪表。

(1) 万用表

数控机床的维修涉及弱电和强电领域,最好配备指针式万用表和数字式万用表各一块。

指针式万用表除了用于测量强电回路之外,还用于判断二极管、三极管、可控硅、电容器等元器件的好坏,测量集成电路引脚的静态电阻值等。指针式万用表的最大好处为反应速度快,可以很方便地用于监视电压和电流的瞬间变化及电容的充放电过程。

数字式万用表可以准确测量电压、电流、电阻值,还可以测量三极管的放大倍数和电容

值；它的短路测量蜂鸣器，可方便地测量电路的通断；也可以利用其精确的显示，测量电机三相绕组阻值的差异，从而判断电机的好坏。

(2) 示波器

数控系统维修通常使用频带为 10~100MHz 范围内的双通道示波器，它不仅可以测量信号电平、脉冲上下沿、脉宽、周期、频率等参数，还可以进行两信号的相位和电平幅度的比较，常用来观察主开关电源的振荡波形、直流电源的波动、测速发电机输出的波形、伺服系统的超调、振荡波形、编码器和光栅尺的脉冲等。

(3) PLC 编程器

很多数控系统的 PLC 必须使用专用的机外编程器才能对其进行编程、调试、监控和动态状态监视。如西门子 810T/M 系统可以使用 PG685、PG710、PG750 等专用编程器，也可以使用西门子专用编程软件利用通用计算机作为编程器。使用编程器可以对 PLC 程序进行编辑和修改，可以跟踪梯形图的变化，以及在线监视定时器、计数器的数值变化。在运行状态下修改定时器和计数器的设置值，可强制内部输出，对定时器和计数器进行置位和复位等。西门子公司生产的编程器都可以显示 PLC 梯形图。

(4) 逻辑测试笔和脉冲信号笔

逻辑测试笔可测量电路是处于高电平还是低电平，或是不高不低的浮空电平；判断脉冲的极性是正脉冲还是负脉冲；输出的脉冲是连续的还是单个脉冲，还可以大概估计脉冲的占空比和频率范围。

脉冲信号笔可发出单脉冲和连续脉冲、正脉冲和负脉冲，它和逻辑测试笔配合起来使用，就能对电路的输入和输出的逻辑关系进行测试。

(5) 集成电路测试仪

集成电路测试仪可以离线快速测试集成电路的好坏，数控系统进行片级维修时它是必要的仪器。

(6) 集成电路在线测试仪

集成电路在线测试仪是一种使用计算机技术的新型集成电路在线测试仪器。它的主要特点是能够对焊接在电路板上的集成电路进行功能、状态和外特性测试，确认其功能是否失效。它所针对的是每个器件的型号以及该型号器件应具备全部逻辑功能，而不管这个器件应用在何种电路中，因此它可以检查各种电路板，而且无需图纸资料或了解其工作原理，为缺乏图纸而使维修工作无从下手的数控机床维修人员提供一种有效的手段，目前国内应用日益广泛。

(7) 短路跟踪仪

短路是电气维修中经常遇到的问题，如果使用万用表寻找短路点往往费时费力。如果遇到电路中某个元器件击穿，由于在两条连线之间可能并接有多个元器件，用万用表测量出哪一个元器件短路是比较困难的。再如对于变压器绕组局部轻微短路的故障，用一般万用表测量也是无能为力的，而采用短路故障跟踪仪可以快速找出电路中的任何短路点。

(8) 逻辑分析仪

逻辑分析仪是专门用于测量和显示多路数字信号的测试仪器。它与测量连续波形的通用示波器不同，逻辑分析仪显示各被测试点的逻辑电平、二进制编码或存储器的内容。

维修时，逻辑分析仪可检查数字电路的逻辑关系是否正常、时序电路各点信号的时序关系是否正确，以及信号传输中是否有竞争、毛刺和干扰。通过测试软件的支持，对电路板输入给定的数据进行监测，同时跟踪测试它的输出信息，显示和记录瞬间产生的错误信号，找到故障所在。

1.2.7 数控机床的故障维修需要哪些工具

维修数控机床除了需要一些常用的仪表、仪器外,一些维修工具也是必不可少的,主要有如下几种。

(1) 螺丝刀

常用的是大中小一字口和十字口的螺丝刀各一套,特别是维修进口机床需要一个刚性好、窄口的一字口螺丝刀。拆装西门子公司生产的一些模块时需要一套外六角形的专用螺丝刀。

(2) 钳类工具

常用的平口钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳等。

(3) 电烙铁

常用 25~30W 的内热式电烙铁,为了防止电烙铁漏电将集成电路击穿,电烙铁要良好接地,最好在焊接时拔掉电源。

(4) 吸锡器

将集成电路从印刷电路板上焊下时,常使用吸锡器。另外,现在还有一种热风吹锡器比较好用,高温风将焊锡吹化并且吹走,很容易将焊点脱开。

(5) 扳手

大小活扳手、内六方扳手各一套。

(6) 其他

镊子、刷子、剪刀、带鳄鱼夹子的连线等。

1.2.8 数控机床的故障维修对备品、备件有哪些要求

为了提高数控机床的故障检修速度,备件是必不可少的。一方面发现问题后,如果没有备件,就无法恢复机床正常使用;另一方面在诊断故障时,如果有足够的备件也可以采用备件替换法尽快确诊故障。所以为保障数控机床的正常运行储存一定量的备件是十分必要的。

1.2.9 数控机床的故障有哪些种类

由于数控机床采用计算机技术、自动化技术、自动检测技术等先进技术,而且机、电、液、气一台化,结构复杂,所以,数控机床的故障多种多样,各不相同,下面从不同角度对数控机床的故障进行分类。

(1) 软故障和硬件故障

由于数控机床采用了计算机技术,使用软件配合硬件控制系统和机床的运行。所以数控机床的故障又可以分为软故障和硬件故障两大类。

① 软故障 软故障是系统软件、加工程序出现问题,或者机床数据丢失、系统死机,另外误操作也会引起软故障,下面将分类进行介绍。

a. 加工程序编制错误造成的软件故障。出现这类故障时,通常数控系统都会有报警显示,遇到这类故障应根据报警显示的内容,检查核对加工程序,发现问题修改程序后,即可排除故障。

举一个维修案例,一台采用 FANUC0TC 系统的数控车床,在执行加工程序时出现报警“057 NO SOLUTION OF BLOCK END(块结束没有计算)”。

这个报警的含义是某段程序的结束点与图纸不符,即计算的结果不对。但检查程序重新计算并没有发现问题,检查刀补也没有发现错误,重新对刀也没有解决问题。

单步执行程序发现程序总是在执行 G01 Z0.4 F18 时出现报警,这个语句是执行直线运动,本不会出现这个报警;下个语句是 A225 X59.03,执行的是切削倒角的功能。由此判断