

数控机床故障维修

徐 衡 等编著



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障维修/徐衡等编著. —北京:化学工业出版社, 2005.6

ISBN 7-5025-7373-9

I. 数… II. 徐… III. 数控机床-维修 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 068098 号

数控机床故障维修

徐 衡 等编著

责任编辑:张兴辉 卢小林

责任校对:郑 捷

封面设计:于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010) 64982530

(010) 64918013

购书传真:(010) 64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 442 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7373-9

定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

随着机械制造设备的数控化，企业急需掌握数控设备保养与维修技术的技术人员。数控设备的操作人员、维修技术人员急切希望提高自己的技术水平，以适应数控设备保养和维修工作的需要。本书是为有志于从事数控机床加工和数控机床维修人员编写的，书中的内容从数控机床的保养和维修工作需要出发，阐述了数控机床操作与保养知识，常见数控机床故障诊断与维修技术。由于数控设备的维修多是在无图样与资料的情况下进行的，本书中提供的数控机床技术资料，可以用作数控机床操作人员、维修人员日常工作中的参考。

目前我国使用的数控机床、数控系统种类繁多，一书中不可能也没必要涵盖所有数控系统，由于数控系统的结构在本质上是一致的，因此对不同类型数控机床故障的诊断思路和维修方法是雷同的。掌握了一种数控机床维修技术，可采用类比的方法，对其他类型数控机床进行维修。本书基于这样的想法，主要介绍 FANUC 0i 数控系统数控机床、SINUMERIK802S/802C 数控系统机床的保养与维修。读者在实际工作中可能维修的并不是本书介绍的数控系统，但只要采用类比的方法，不难诊断其他类型数控机床故障，并作出相应的维修和处理。

本书依据数控机床的产品说明书，结合生产实践，介绍了数控机床操作方法，阐述数控系统的硬件、参数、可编程机床控制器（PMC）、伺服系统以及机床机械结构的保养与维修，列举了大量数控机床维修实例，深入浅出地探讨了数控机床故障诊断与处理方法。本书在编写中注重了实用性和可操作性，力求能满足数控设备维修人员自学和发展的需要。本书可作为数控机床维修工作中的参考资料，也可作为数控技术专业及机械类、电子类学生的教材和参考书。

本书编写过程中承蒙沈阳职业技术学院机械系大力协助，栾敏、李超、段晓旭、关颖、胡育辉、钱珊等同志提供了许多宝贵的建议，并为本书提供了大量资料与实例，在此一并表示感谢。本书由徐衡主要编写，王素艳编写了第4章。

本书的疏漏及错误之处，恳请读者指正。

编者

2005.5

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 数控机床工作原理及组成	1
1.1.1 数控机床工作原理	1
1.1.2 数控机床的种类	1
1.1.3 数控机床的组成	1
1.2 常用数控系统简介	3
1.2.1 FANUC 数控系统	3
1.2.2 SINUMERIK 数控系统简介	3
1.2.3 其他数控系统	4
1.3 数控机床的维护保养	4
1.3.1 数控机床维护、维修工作的安全规范	4
1.3.2 数控机床本体的维护	6
1.3.3 数控机床电气控制系统的日常维护	7
1.3.4 数控机床的维修内容	8
1.3.5 数控机床维修所需的技术资料和技术准备	9
1.4 数控机床故障	10
1.4.1 数控机床故障特点	10
1.4.2 数控机床故障分类	11
1.4.3 数控机床发生故障时的处理	13
1.5 数控机床的故障诊断方法	14
1.5.1 直观法	15
1.5.2 自诊断功能法	16
1.5.3 参数(机床数据)检查法	18
1.5.4 PLC 检查法	19
1.5.5 功能程序测试法	21
1.5.6 交换法	22
1.5.7 单步执行程序确定故障点	23
1.5.8 测量比较法	24
1.5.9 敲击法	25
1.5.10 局部升温法	25
1.5.11 原理分析法	26
1.6 维修器具的使用	27
1.6.1 万用表	27

1.6.2	示波器	27
1.6.3	PLC 编程器	29
1.6.4	逻辑测试笔和脉冲信号笔	29
1.6.5	集成电路测试仪	29
1.6.6	短路跟踪仪	30
1.6.7	逻辑分析仪	31
第 2 章	FANUC 系统数控机床操作	32
2.1	FANUC 0i 系统数控机床基本操作	32
2.1.1	FANUC 0i 数控系统操作面板	32
2.1.2	机床操作面板	34
2.1.3	手动操作	36
2.1.4	自动运行	40
2.1.5	安全操作	42
2.1.6	数控机床操作一览表	43
2.2	FANUC 0i 系统维修用屏幕界面	45
2.2.1	数控机床电源的通断与数控系统硬件构成界面	45
2.2.2	报警功能界面	47
2.2.3	自诊断屏幕界面	49
2.2.4	数控系统 (CNC) 状态显示界面	51
2.3	维修 FANUC 0i 系统时数据输入/输出	53
2.3.1	系统输入/输出数据所需参数的设定方法	53
2.3.2	CNC 数据输入/输出操作	55
2.3.3	在 ALLIO 界面上数据的输入、输出操作	57
第 3 章	西门子系统数控机床操作 (SINUMERIK 802 系统)	62
3.1	SINUMERIK 802S/802C 数控系统操作界面	62
3.1.1	SINUMERIK 802S/802C 数控系统操作面板	62
3.1.2	机床控制面板	65
3.1.3	操作区域	66
3.2	SINUMERIK 802S/802C 数控铣床基本操作	68
3.2.1	开机	68
3.2.2	手动控制进给运动	69
3.2.3	零件程序的输入与编辑	71
3.2.4	自动加工	73
3.2.5	设定 R 参数值 (当前操作区“参数”)	76
3.3	维修中数控机床数据的输入/输出	76
3.3.1	数控系统与外部设备间的数据传送 (“通讯”操作区)	76
3.3.2	数据输入/输出操作	77
3.4	维修中的屏幕 (CRT) 显示与操作	78

3.4.1	诊断 (“诊断”操作区)	78
3.4.2	开机调试	81
3.4.3	使 PLC 与外部 S7-200 编程软件包进行通信	81
3.4.4	机床数据	83
第 4 章 数控机床机械结构故障诊断及维护		86
4.1	机床精度检验	86
4.1.1	机床几何精度检验	86
4.1.2	机床定位精度检测	87
4.1.3	机床切削精度检查	89
4.2	主传动机械结构维护与维修	90
4.2.1	主传动机械结构的维护特点	91
4.2.2	机床主传动经常性维护	94
4.2.3	主传动故障诊断	94
4.3	进给系统机械传动结构维修	95
4.3.1	滚珠丝杠螺母副调整与维护	95
4.3.2	传动齿轮间隙消除调整	98
4.3.3	导轨副调整与维护	99
4.4	换刀装置维护与故障诊断	103
4.4.1	概述	103
4.4.2	刀库与换刀机械手的维护要点	104
4.4.3	刀库与换刀机械手的故障诊断	104
4.4.4	换刀装置故障诊断实例	104
4.5	其他辅助装置故障	108
4.5.1	液压系统	108
4.5.2	气动系统	112
4.5.3	润滑系统	114
4.5.4	冷却系统	114
4.5.5	排屑装置	114
第 5 章 数控系统硬件及其维护		115
5.1	数控系统硬件配置	115
5.1.1	数控装置硬件结构	115
5.1.2	FANUC 系统硬件配置	120
5.1.3	SINUMERIK 数控系统硬件配置	122
5.2	硬件故障检查与分析	123
5.2.1	常规检查	123
5.2.2	故障现象分析法	123
5.2.3	面板指示灯显示与模块 LED 显示分析法	124
5.2.4	系统分析法	125

5.2.5	信号追踪法	126
5.2.6	静态测量法	127
5.2.7	动态测量法	127
5.3	系统硬件更换方法	128
5.3.1	更换单元模块的注意事项	128
5.3.2	更换电路板、模块的方法	128
5.3.3	更换控制部分 (CNC) 电源单元的保险	129
5.3.4	更换电池的方法	130
5.3.5	更换控制单元的风扇电动机	132
5.3.6	液晶显示器 (LCD) 的调整	133
5.4	数控机床的抗干扰	133
5.4.1	常见的干扰源	133
5.4.2	抗干扰的措施	134
第 6 章	数控机床主轴驱动系统维修	139
6.1	概述	139
6.1.1	数控机床主轴驱动系统分类	139
6.1.2	主轴伺服系统的故障形式及诊断方法	139
6.2	直流主轴驱动系统维护与故障诊断	141
6.2.1	直流主轴伺服系统工作原理	141
6.2.2	直流主轴伺服系统的特点	143
6.2.3	主轴伺服系统注意事项及日常维护	144
6.2.4	直流主轴伺服系统的故障及其排除	145
6.3	交流主轴伺服系统	147
6.3.1	交流主轴伺服系统特点	147
6.3.2	数字式 (串行) 交流主轴伺服系统	147
6.3.3	模拟交流主轴伺服系统的控制概况	152
6.4	交流主轴伺服系统的故障诊断与排除	154
6.4.1	交流串行数字主轴伺服系统的故障诊断与排除	154
6.4.2	交流模拟式主轴伺服系统的故障诊断与排除	156
6.4.3	主轴系统故障实例与诊断	158
第 7 章	进给系统维护与维修	160
7.1	步进电动机伺服驱动系统	160
7.1.1	SINUMERIK 802S 系统概述	160
7.1.2	步进电动机驱动器 STEPDRIVE C (或 STEPDRIVE C+)	163
7.1.3	步进电动机驱动系统常见故障及其维修	165
7.1.4	操作错误 (Operating Errors) 引起的进给故障	167
7.1.5	机床数据错 (Machine Data Setting Errors) 引起的进给故障	168
7.2	直流进给伺服系统故障诊断	169

7.2.1	直流伺服电动机的定期维护与检查	169
7.2.2	晶闸管整流方式 SCR 速度控制系统故障及其排除方法	170
7.2.3	PWM 速度控制系统故障及其排除方法	174
7.3	FANUC 系统交流进给伺服系统	179
7.3.1	交流进给伺服系统特点	179
7.3.2	FANUC 模拟式交流进给伺服系统简介	180
7.3.3	FANUC 数字式交流进给伺服系统	181
7.3.4	FANUC 数字式交流伺服调整	182
7.3.5	返回参考点位置的调整	185
7.4	SINUMERIK 交流进给伺服系统	188
7.4.1	SINUMERIK 802C 系统中各模块的连接	188
7.4.2	SINUMERIK 802C 系统中的交流伺服系统	189
7.4.3	SIMODRIVE 611U 伺服驱动系统	189
7.4.4	连接数控系统和 PC 机的 RS-232 通信电缆	190
7.4.5	PLC 用户程序调试	191
7.4.6	SIMODRIVE 611U 伺服驱动的设定与调试	191
7.5	交流伺服系统的维护与调整	195
7.5.1	交流伺服电动机的维护与维修	195
7.5.2	进给伺服系统的维护与维修	195
7.5.3	伺服系统故障诊断实例	199
7.6	位置检测装置故障及诊断	200
7.6.1	位置检测故障形式	200
7.6.2	位置检测元件的维护	200
7.6.3	位置检测装置的故障诊断	202
第 8 章	数控系统 PLC 故障诊断	204
8.1.	数控机床 PLC 的功能	204
8.1.1	PLC 概述	204
8.1.2	FANUC 0i 系统 PMC 与外部信息的交换	205
8.1.3	数控机床 PMC 的功能	207
8.2	屏幕上的 PMC 界面与操作	207
8.2.1	PMC 内装调试功能	207
8.2.2	PMC 界面的显示方法	207
8.2.3	动态显示梯形图程序 (PMCLAD 界面)	209
8.2.4	PMC 的诊断界面 (PMCDGN 界面)	212
8.2.5	PMC 参数界面 (PMCPRM 界面)	216
8.3	FANUC 数控系统 PMC 控制的故障诊断	217
8.3.1	通过 PMC 查找故障的方法	217
8.3.2	通过 PMC 查找故障实例	218
8.4	SINUMERIK 802S/C 系统 PLC 故障诊断	222

8.4.1	系统 DI/O 板接线电平	223
8.4.2	Hardware 硬件故障	224
8.4.3	操作错误 (Operating Errors)	225
8.4.4	机床数据设定错误 (Machine Data Setting Errors)	226
8.4.5	通信故障	227
第 9 章 数控系统故障诊断与报警处理		229
9.1	通电后屏幕不显示故障	229
9.2	手动进给故障的处理	230
9.2.1	当屏幕界面的位置显示及实际刀具全都不能运动时	230
9.2.2	屏幕显示了机床坐标值的变化, 但应该移动的轴不动作	233
9.2.3	机床不能运行手动连续进给 (JOG)	234
9.2.4	机床不能进行手轮运行	235
9.3	机床不能自动运行故障处理	237
9.3.1	循环启动灯不亮时, 机床不能启动自动运行故障查找	237
9.3.2	启动灯亮, 但是机床不能自动运行的故障查找	238
9.3.3	自动运行启动信号关断 (OFF)	243
9.4	阅读机/穿孔机接口故障 (85~87 号报警)	244
9.4.1	阅读机/穿孔机接口出现故障的原因 (85~87 号报警)	244
9.4.2	阅读机/穿孔机接口故障分析处理.....	245
9.5	机床返回参考点有关的故障 (90 号、300 号报警)	248
9.5.1	机床不能返回基准点	248
9.5.2	返回参考点位置异常 (90 号报警)	248
9.5.3	系统要求返回参考点 (300 号报警)	250
9.6	绝对编码器有关故障 (301~308 号、350 号、351 号报警)	251
9.6.1	绝对编码器不良故障 (301~305 号报警)	251
9.6.2	绝对编码器的电池电压低 (306~308 号报警)	252
9.6.3	α 串行脉冲编码器异常 (350 号报警)	252
9.6.4	α 串行脉冲编码器通信异常 (351 号报警)	252
9.7	与奇偶检验错误有关故障 (900 号、910~913 号、920 号报警)	253
9.7.1	ROM 奇偶检验错误报警 (900 号报警)	253
9.7.2	DRAM 奇偶检验错误报警 (910 号、911 号报警)	253
9.7.3	SRAM 奇偶检验错误 (912 号、913 号报警)	253
9.7.4	监控电路或 RAM 奇偶检验错误 (920 号、921 号报警)	255
9.7.5	伺服模块安装不良报警 (924 号报警)	255
9.8	其他报警故障	255
9.8.1	控制侧过热报警 (700 号报警)	255
9.8.2	CPU 发生错误 (930 号报警)	255
9.8.3	PMC 系统报警 (950 号报警)	256
9.8.4	24V 输入电源异常 (960 号报警)	256

9.8.5	在 PMC 模块内发生了 RAM 奇偶错误或者 NMI 报警 (970 号报警)	256
9.8.6	SLC 内 NMI 报警 (971 号报警)	256
9.8.7	发生了不明原因的 NMI 报警 (973 号报警)	256
附录	FANUC 0i 系统 CNC 报警一览表	257
参考文献		276

第 1 章 绪 论

1.1 数控机床工作原理及组成

1.1.1 数控机床工作原理

数控机床是采用了数控技术的机床，它是用数字信号控制机床运动及其加工过程。具体地说，将刀具移动轨迹等加工信息用数字化的代码记录在程序介质上，然后输入数控系统，经过译码、运算，发出指令，自动控制机床上的刀具与工件之间的相对运动，从而加工出形状、尺寸与精度符合要求的零件，这种机床即为数控机床。

1.1.2 数控机床的种类

由于数控系统的强大功能，使数控机床种类繁多，其按用途可分为如下三类。

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 金属成形类数控机床。金属成形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床、数控电火花加工机床、数控激光加工机床、数控淬火机床等。

1.1.3 数控机床的组成

数控机床一般由输入输出设备、数控装置（CNC）、伺服单元、驱动装置（或称执行机构）、可编程控制器（PLC）及电气控制装置、辅助装置、机床本体及测量装置组成。图 1-1 是数控机床的硬件构成。

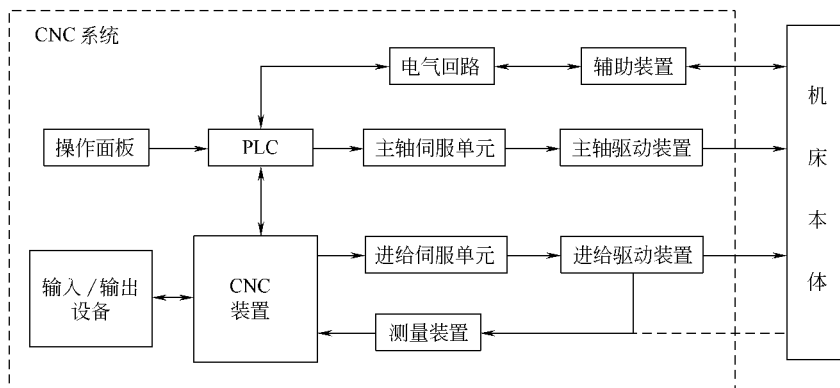


图 1-1 数控机床的硬件构成

(1) 输入和输出装置

输入和输出装置是机床数控系统和操作人员进行信息交流、实现人机对话的交互设备。

输入装置的作用是将程序载体上的数控代码变成相应的电脉冲信号，传送并存入数控装置内。目前，数控机床的输入装置有键盘、磁盘驱动器、光电阅读机等，其相应的程序载体

为磁盘、穿孔纸带。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，以及报警信号等。

(2) 数控装置 (CNC 装置)

数控装置是计算机数控系统的核心，是由硬件和软件两部分组成的。它接受的是输入装置送来的脉冲信号，信号经过数控装置的系统软件或逻辑电路进行编译、运算和逻辑处理后，输出各种信号和指令，控制机床的各个部分，使其进行规定的、有序的动作。这些控制信号中最基本的信号是各坐标轴（即作进给运动的各执行部件）的进给速度、进给方向和位移量指令（送到伺服驱动系统驱动执行部件作进给运动），还有主轴的变速、换向和启停信号，选择和交换刀具的刀具指令信号，控制切削液、润滑油启停、工件和机床部件松开、夹紧、分度工作和转位的辅助指令信号等。

数控装置主要包括微处理器（CPU）、存储器、局部总线、外围逻辑电路以及与 CNC 系统其他组成部分联系的接口等。

(3) 可编程逻辑控制器 (PLC)

数控机床通过 CNC 和 PLC 共同完成控制功能，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、刀具运动的位置伺服控制等；而 PLC 主要完成与逻辑运算有关的一些动作，它接收 CNC 的控制代码 M（辅助功能）、S（主轴转速）、T（选刀、换刀）等开关量动作信息，对开关量动作信息进行译码，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、切削液的开关等一些辅助动作。它还接收机床操作面板的指令，一方面直接控制机床的动作（如手动操作机床），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。

在 FANUC 系统中专门用于控制机床的 PLC，记作 PMC，称为可编程机床控制器。

(4) 伺服单元

伺服单元接收来自数控装置的速度和位移指令。这些指令经伺服单元变换和放大后，通过驱动装置转变成机床进给运动的速度、方向和位移。因此，伺服单元是数控装置与机床本体的联系环节，它把来自数控装置的微弱指令信号放大成控制驱动装置的大功率信号。伺服单元分为主轴单元和进给单元等，伺服单元就其系统而言又有开环系统、半闭环系统和闭环系统之分。

(5) 驱动装置

驱动装置把经过伺服单元放大的指令信号变为机械运动，通过机械连接部件驱动机床工作台，使工作台精确定位或按规定的轨迹作严格的相对运动，加工出形状、尺寸与精度符合要求的零件。目前常用的驱动装置有直流伺服电动机和交流伺服电动机，且交流伺服电动机正逐渐取代直流伺服电动机。

伺服单元和驱动装置合称为伺服驱动系统，它是机床工作的动力装置，计算机数控装置的指令要靠伺服驱动系统付诸实施，伺服驱动装置包括主轴驱动单元（主要控制主轴的速度）、进给驱动单元（主要是进给系统的速度控制和位置控制）。伺服驱动系统是数控机床的重要组成部分。从某种意义上说，数控机床的功能主要取决于数控装置，而数控机床的性能主要取决于伺服驱动系统。

(6) 机床本体

机床本体即数控机床的机械部件，包括主运动部件、进给运动执行部件（工作台、拖板

及其传动部件)和支承部件(床身、立柱等),还包括具有冷却、润滑、转位和夹紧等功能的辅助装置。加工中心类的数控机床还有存放刀具的刀库、交换刀具的机械手等部件,数控机床机械部件的组成与普通机床相似,由于数控机床的高速度、高精度、大切削用量和连续加工的要求,其机械部件在精度、刚度、抗振性等方面要求更高。

此外,为保证数控机床功能的充分发挥,还有一些辅助系统,如冷却、润滑、液压(或气动)、排屑、防护系统等。

1.2 常用数控系统简介

目前数控系统种类繁多,国内外很多公司都生产数控系统,下面介绍国内应用较广泛的几种数控系统。

1.2.1 FANUC 数控系统

FANUC 公司是从事生产数控装置的主要厂家,该公司自 20 世纪 50 年代末期生产数控系统以来,陆续生产了 40 多种系列的数控系统,特别是 20 世纪 70 年代中期开发出 FS5、FS7 系统以后,所生产的数控系统都是 CNC 结构。20 世纪 80 年代,FANUC 公司生产的较有代表性的数控系统是 F6 和 F11。F0/F00/F0-Mate 系列是目前在中国市场上销售量最大的一种系统。新推出的型号是 F0i 系列。它是一种采用高速 32 位微处理器的高性能 CNC。F0 系列有多种规格。其中 F0-MD 和 F0-TD 是在 F0-MA 及 F0-TA 的基础上简化而成的,所以也称它为简易型数控系统。由于它们价格较低,故被大量用于数控车床及数控铣床。F0 系列数控系统具有下述特点。

① 本系统是一种小型高精度、高性能的软件固定型 CNC。这不仅提高了系统可靠性,还提高了系统的性能价格比。

② 为了便于系统的维修,内部具备多种自诊断功能,并能分类显示 CNC 内部状态。一旦发生故障,报警指示灯立即发亮,并使 CNC 停止工作。同时在 CRT 上可分类显示出故障详细内容。在 CRT 显示器上,可显示出从 CNC 输出或向 CNC 输入的接通、关断信号,通过 MDI(手动数据输入),能以“位”为单位接通、关断从 CNC 输出的接通、关断信号。

③ 可用 CRT 显示检查数控系统的快速进给速度、加/减速时间常数等各种参数设定值。

④ 由于采用了高速微处理器的数字式交流伺服系统,无漂移影响,实现了高速、高精度的控制。

1.2.2 SINUMERIK 数控系统简介

德国西门子公司 20 世纪 80 年代以来相继推出了 SINUMERIK 3 系统。SINUMERIK 3T 主要用于车床及车削中心,SINUMERIK 3M 主要用于铣床或加工中心,SINUMERIK G 主要用于磨床,SINUMERIK 3T 为双 CPU 的车床系统,该系统可同时控制双工位加工或两台机床、SINUMERIK 810 系统、820 系统、850 系统、880 系统、805 系统、8400 系统及全数字化的 840D 系统,另外还在中国市场推出了 802 系列数控系统。各种系统的性价比如图 1-2 所示。

目前,基于工业 PC 型计算机的现代控制系统正越来越多地应用于数控机床中。配以 Windows XP 操作系统的控制系统具有开放和灵活的软硬件平台,在用户熟悉的 PC 领域中,方便用户的使用与二次开发。目前 SINUMERIK 840Di 数控系统是一个基于 PC 计算机的、全 PC 集成的控制系统。该系统应用领域包括木制品、玻璃、制陶、包装以及各种机床和类似机床的设备。除了高度的软、硬件开放性,SINUMERIK 840Di 系统的显著特点是,

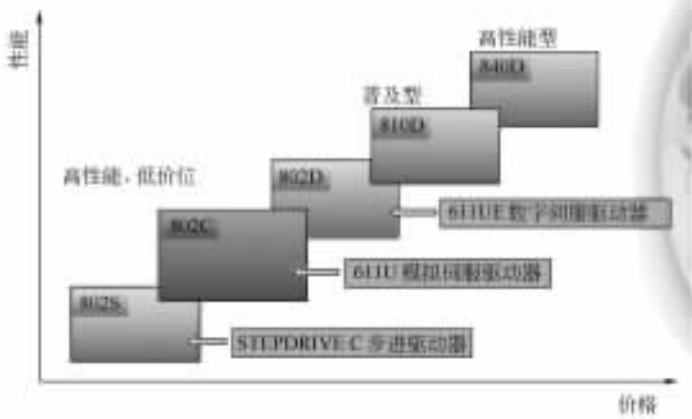


图 1-2 西门子数控系统的性价比

CNC 控制功能与 MDI 功能一起都在 PC 处理器上运行。也就是说，可以省略传统控制系统中所需的 NC 处理单元。这种控制系统包含大量的标准化印制电路板和电器部件：带接口卡的工业 PC 机，PROFIBUS-DP，Windows NT 操作系统，OPC（用于过程控制的 OLE）等。SINUMERIK 840Di 系统与 SINUMERIK 840D 系统，两者的 NC 功能、PLC 功能、操作功能和机床数据是兼容的。相应的 NC 程序和 PLC 程序在这两个系统上都可行。而且由于系统高度开放，其他类型数控软件可同样适用于这两个系统。

1.2.3 其他数控系统

我国有华中系列数控系统。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。德国海得汉公司以生产编码器和光栅尺而著名，该公司生产的 CNC 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。

数控系统虽然种类繁多，数控机床也各不相同，但数控系统的基本原理都是相同的。为避免空洞叙述维修技术，本书中将以在我国使用较为广泛的 FANUC 和 SINUMERIK 数控系统为主，兼顾其他系统，有针对性地讲述数控机床维修技术。

1.3 数控机床的维护保养

与普通设备一样，数控机床的使用寿命和效率高低，不仅取决于机床本身的精度和性能，很大程度上也取决于它的正确使用及维护。正确的使用和精心的维护能防止设备非正常磨损，可使设备保持良好的技术状态，避免突发故障；可以延长机床使用寿命，防止恶性事故的发生，从而保障安全运行。也就是说，机床的正确使用与精心维护是贯彻设备管理以预防为主的重要环节。

1.3.1 数控机床维护、维修工作的安全规范

数控机床维修工作必须遵守有关的安全防范措施，避免发生安全事故或由于操作不当造成设备损坏。只能由经过技术培训的人员来进行数控机床的维修工作，在检查机床操作之前要熟悉机床厂家提供的机床说明书。

(1) 维修时安全注意事项

① 在拆开外罩的情况下开动数控机床时，衣服可能会卷到主轴或其他部件中，应站在离机床稍远的地方进行检查操作。

在检查机床运转时，要先进行不装工件的空运转操作。开始就进行实物加工，如果数控机床误动作，可能会引起工件掉落或刀尖破损飞出，还可能会造成切屑飞散，伤及人身。进行检查操作要站在安全的地方。

② 打开电柜门检查维修时需注意，电柜中有高电压部分，切勿触碰高压部分。

③ 在采用自动方式加工工件时，要首先采用单程序段运行，进给速度倍率要调低，或采用机床锁定功能，并且应在不装刀具和工件的情况下运行自动循环过程，以确认机床动作正确。否则机床动作可能不正常，引起工件和机床本身的损害或伤及操作者。

④ 在数控机床运行之前要认真检查所输入的数据，防止数据输入错误，自动运行操作中由于程序或数据错误，可能引起机床动作失控，从而造成事故。

⑤ 给定的进给速度应该适合于预定的操作，一般来说对于每一台数控机床有一个可允许的最大进给速度，不同的操作，所适用的最佳进给速度不同，应参照机床说明书确定最合适的进给速度，否则会加速机床磨损，甚至造成事故。

⑥ 当采用刀具补偿功能时，要检查补偿方向和补偿量，如果输入的数据不正确，数控机床可能会动作异常，从而可能引起对工件、机床本身的损害或伤及人员。

(2) 更换电子器件注意事项

① 更换电子器件必须在关闭 CNC 的电源和强电主电源下进行。如果只关闭 CNC 的电源，强电主电源可能仍会继续向所维修部件如同伺服单元供电，在这种情况下更换新装置可能会使其损坏，同时操作人员有触电的危险。

② 至少要在关闭电源 20min 后，才可以更换放大器。在关闭电源后，伺服放大器和主轴放大器的电压会保留一段时间，因此即使在放大器关闭后也有被电击的危险，至少要在关闭电源 20min 后，残余的电压才会消失。

③ 在更换电气单元时，要确保新单元的参数及其设置与原来单元的相同。否则错误的参数使机床运动失控，会损坏工件或机床，造成事故。

(3) 设定参数时注意事项

① 为避免由于输入错误的参数造成机床失控，在修改完参数后第一次加工工件时，要关闭机床护罩，通过利用单程序段功能、进给速度倍率功能、机床锁定功能或采用不装刀具的工件的操作等方式，验证机床的运行正常，然后才可正式使用自动加工循环等功能。

② CNC 和 PLC 的参数在出厂时被设定在最佳值，所以通常不需要修改其参数，由于某些原因必须修改其参数时，在修改之前要确认你完全了解其功能，如果错误地设定了参数值，机床可能会出现意外的运动，可能造成事故。

(4) 日常维护注意事项

① 存储器备用电池的更换。更换存储器备用电池应在机床（CNC）电源接通下进行，并使机床紧急停止，这项工作是在接通电源和电气柜打开状态下进行的，要防止触及高压电路，防止触电。由于 CNC 利用电池来保存其存储器中的内容，在断电时换电池，将使存储器中的程序和参数等数据丢失。当电池电压不足时在机床操作面板和 CRT 屏幕上会显示出电池电压不足报警，当显示出电池电压不足报警时，应在一周内更换电池，否则 CNC 存储器的内容会丢失。更换电池时要按本书中所述的方法进行。

② 绝对脉冲编码器电池的更换。绝对脉冲编码器利用电池来保存绝对位置。如果电池电压下降会在机床操作面板或 CRT 屏幕上显示低电池电压报警，当显示出低电池电压报警时要在周内更换电池，否则保留在脉冲编码器中的绝对位置数据会丢失。

③ 保险丝的更换。在更换保险丝时，先要找出并消除引起保险丝熔断的原因，然后才可以更换新的保险丝。因此只有接受过正规的安全和维护培训的人，才可以进行这项工作。

数控机床的维护工作由机床本体（包括液压、气动和润滑装置等）和电气控制系统两大部分组成。

1.3.2 数控机床本体的维护

机床本体的维护主要指机床机械部件的维护，由于机械部件处于运动摩擦过程中，因此，对它的维护和维修对保证机床精度是很重要的，如主轴箱的冷却和润滑，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。数控机床因其功能、结构及系统的不同，其维护保养的内容和规则也各有其特色，具体应根据机床种类、型号及实际使用情况，并参照该机床说明书要求，制订和建立必要的定期、定级保养制度。

(1) 使机床保持良好的润滑状态

定期检查清洗自动润滑系统，添加或更换油脂油液，使丝杠、导轨等各运动部位始终保持良好的润滑状态，降低机械磨损速度。

(2) 定期检查液压、气压系统

对液压系统定期进行油质化验检查，更换液压油，并定期对各润滑、液压、气压系统的过滤器或过滤网进行清洗或更换，对气压系统还要注意及时对分水滤气器放水。

(3) 定期进行机床水平和机械精度检查并校正

机床机械精度的校正方法有软硬两种。所谓软方法主要是通过系统参数补偿，如丝杠反向间隙补偿、各坐标定位精度定点补偿、机床回参考点位置校正等；而硬方法一般在机床大修时进行，如进行导轨修刮、滚珠丝杠螺母副预紧，调整其反向间隙、齿轮副的间隙调整等。

(4) 适时对各坐标轴进行超程限位试验

对于硬件限位开关，由于切削液等原因使之产生锈蚀，平时又主要靠软件限位起保护作用，如果关键时刻因硬件限位开关锈蚀不起作用，将会产生碰撞，甚至损坏滚珠丝杠，严重影响其机械精度。试验时只要用手按一下限位开关看是否出现超程警报，或检查相应 I/O 接口输入信号是否变化。

(5) 数控机床日常保养

为了更具体地说明日常保养的周期、检查部位和要求，这里附上某数控机床日常保养表（见表 1-1），以供参考。

表 1-1 数控机床定期保养表

序号	检查周期	检查部位	检查要求
1	每天	导轨润滑	检查润滑油的油面、油量，及时添加油，检查润滑油泵能否定时启动、泵油及停止。导轨各润滑点在泵油时是否有润滑油流出
2	每天	X 轴、Y 轴、Z 轴及回转轴的导轨	清除导轨面上的切屑、脏物、切削液，检查导轨润滑油是否充分，导轨面上有无划伤损坏及锈斑，导轨防尘刮板上有无夹带铁屑，如果是安装滚动滑块的导轨，当导轨上出现划伤时应检查滚动滑块
3	每天	压缩空气气源	检查气源供气压力是否正常，含水量是否过大
4	每天	机床进气口的油水自动分离器和自动气干燥器	及时清理分水器中滤出的水分，加入足够润滑油，检查空气干燥器是否能自动切换工作，干燥剂是否饱和

序号	检查周期	检查部位	检查要求
5	每天	气液转换器和增压器	检查存油面高度并及时补油
6	每天	主轴箱润滑恒温油箱	恒温油箱正常工作,由主轴箱上油标确定是否有油润滑,调节油箱制冷温度能正常启动,制冷温度不要低于室温太多(相差 $2\sim 5^{\circ}\text{C}$,否则主轴容易“出汗”(空气水分凝聚))
7	每天	机床液压系统	油箱、油泵无异常噪声,压力表指示正常工作压力,油箱工作油面在允许范围内,回油路上背压不得过高,各管路接头无泄漏和明显振动
8	每天	主轴箱液平衡系统	平衡油路无泄漏,平衡压力表指示正常,主轴箱在上下快速移动时压力表波动不大,油路补油机构动作正常
9	每天	数控系统的输入/输出	光电阅读机的清洁,机械结构润滑良好,外接快速穿孔机及程序盒连接正常
10	每天	各种电气装置及散热通风装置	数控柜、机床电气柜进排风扇工作正常,风道过滤网无堵塞,主轴电动机、伺服电动机、冷却风道正常,恒温油箱、液压油箱的冷却散热片通风正常
11	每天	各种防护装置	导轨、机床防护罩动作灵活而无漏水,刀库防护栏杆、机床工作区防护栏检查门开关动作正常,在机床四周各防护装置上的操作按钮、开关、急停按钮工作正常
12	每周		清洗各电气柜进气过滤网
13	半年	滚珠丝杠螺母副	清洗丝杠上旧的润滑脂,涂上新油脂,清洗螺母两端的防尘圈
14	半年	液压油路	清洗溢流阀、减压阀、滤油器、油箱油底,更换或过滤液压油,注意在向油箱加入新油时必须经过过滤和去水分
15	半年	主轴润滑恒温油箱	清洗过滤器,更换润滑油,检查主轴箱各润滑点是否正常供油
16	每年	检查并更换直流伺服电动机碳刷	从碳刷窝内取出碳刷,用酒精棉清除碳刷窝内和整流子上碳粉,当发现整流子表面被电弧烧伤时,抛光表面、去毛刺,检查碳刷表面和弹簧有无失去弹性,更换长度过短的电刷,并跑合后才能正常使用
17	每年	润滑油泵、滤油器等	清理润滑油箱池底,清洗更换滤油器
18	不定期	各轴导轨上镶条,压紧滚轮,丝杠,主轴传动带	按机床说明书上规定调整间隙或预紧
19	不定期	切削液箱	检查箱液面高度,切削液各级过滤装置是否工作正常,切削液是否变质,经常清洗过滤器,疏通防护罩和床身上各回水通道,必要时更换并清理水箱底部
20	不定期	排屑器	检查有无卡位现象等
21	不定期	清理废油池	及时取走废油池中废油,以免外溢,当发现油池中油量突然增多时,应检查液压管路中漏油点

1.3.3 数控机床电气控制系统的日常维护

电气控制系统包括输入和输出装置、数控系统、伺服系统、机床电器柜(也称强电柜)及操作面板等。电气控制系统的维护主要有以下几点。

(1) 对直流电动机定期进行电刷和换向器检查、清洗和更换

如果换向器表面脏,应用白布蘸酒精予以清洗;若表面粗糙,用细金相砂纸予以修整;若电刷长度为10mm以下时,予以更换。

(2) 定期检查电气部件

检查各插头、插座、电缆、各继电器的触点是否接触良好。检查各印制电路板是否干