

现代数控技术系列

现代数控机床 故障诊断及维修

任建平 白恩远 王俊元 赵美虹 编著

主编 任建平 副主编 白恩远



国防工业出版社

National Defence Industry Press

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

现代数控技术系列

现代数控机床故障 诊断及维修

任建平 白恩远 编 著
王俊元 赵美虹
主 编 任建平 副主编 白恩远

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书从数控机床维修的角度,阐述了数控机床维修的内容、特点及维修技术的最新发展;论述了数控系统的工作原理、典型数控系统的维修特点及维修技术;详细叙述了数控系统软件、硬件、参数、PLC、伺服系统、机床本体等的结构原理及维修特点与方法。对常用的数控故障检测仪器也进行了较为详细的介绍。

本书的结构层次分明,加强了理论深度、重视实践技能的培养。通过大量的实例,突出了实用性的特点。

本书可作为高等院校机械类、电子类学生的教材和参考书,也可作为成人教育、职业教育的培训教材及从事数控技术科研和工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代数控机床故障诊断及维修/任建平主编. —北京:
国防工业出版社,2002.1

(现代数控技术系列)

ISBN 7-118-02648-4

I. 现... II. 任... III. ①数控机床—故障诊断
②数控机床—故障修复 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 064505 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17½ 397 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

印数 1—4000 册 定价:26.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

序 言

现代数控技术集机械制造技术、计算机技术、成组技术与现代控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通讯技术、液压气动技术、光机电技术于一体,是现代制造技术的基础,它的发展和运用,开创了制造业的新时代,使世界制造业的格局发生了巨大变化。

数控技术是提高产品质量、提高劳动生产率必不可少的物质手段,它的广泛使用给机械制造业生产方式、产业结构、管理方式带来深刻的变化,它的关联效益和辐射能力更是难以估计;数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础,现代的 CAD/CAM、FMS、CIMS 等,都是建立在数控技术之上。数控技术是国际商业贸易的重要构成,发达国家把数控机床视为具有高技术附加值、高利润的重要出口产品,世界贸易额逐年增加。

因此,数控技术是关系到国家战略地位和体现国家综合国力水平的重要基础性产业,其水平高低是衡量一个国家制造业现代化程度的核心标志,实现加工机床及生产过程数控化,是当今制造业的发展方向。专家们曾预言:机械制造的竞争,其实质是数控的竞争。

有鉴于此,发达国家把提高数控技术水平作为提高制造业水平的重要基础,竞相发展本国的数控产业。日本由于数控技术高度发展使其制造业迅速崛起,美国要挽回其失去的地位,欧洲要适应市场竞争的需求,从而以数控技术为主要标志的现代制造技术成了美国、日本和欧洲等工业国家竞争的焦点之一。日本、美国、意大利、西班牙、印度等国,都采用了一些扶植本国数控产业发展的政策措施。中国政府正积极采取各种有效措施大力发展中国的数控产业,把发展数控技术作为振兴机械工业的重中之重。数控技术在制造业的扩展与延伸所产生的辐射作用和波及效果对机械制造业的产业结构、产品结构、专业化分工方式、机械加工方式及管理模式、社会的生产分工、企业的运行机制等正带来深刻的变化,对国民经济的发展起着重要的促进作用。

现代机械加工业逐步向柔性化、集成化、智能化方向发展,需要将不断飞速发展的通用计算机技术及其体系结构、现代自动控制理论及现代的电力电子技术应用于新一代数控机床并突出其“开放式”及“智能化”的特征。

我国从发展数控技术的战略高度结合国民经济发展的特点对数控技术进行创新性研究,重点开发“开放式”、“智能化”的数控车床、数控加工中心及数控电加工机床系列产品。

本系列书籍作者选准了这个题材,1995 年就在本单位机械设计制造及其自动化专业开设了“机床数控技术”和“制造自动化技术”两个专业方向;在继续工程教育方面,作者所在单位作为“兵器工业现代数控技术培训中心”和“全国数控培训网太原分中心”的承办单位,自 1995 年以来,开办了 40 多期现代数控技术普及班、高级班和各种专项班,为 70 多个企事业单位培训了大量现代数控技术方面的工程技术人才。

在新产品研究开发方面,作者应用现代数控技术为企业开发出复杂曲面 CAD/CAM

一体化多种产品。

本系列书籍是在作者多年从事现代数控技术方面的教学、科研、基础理论研究和工作的基础上总结深化撰写成的。本系列书籍系统地分专题详细论述了现代数控技术的有关理论,内容充实,重点突出,同时尽可能地反映数控技术领域内的新成就和新的应用经验;在注重理论系统性的同时,强调如何应用理论分析解决实际问题,如数控编程实例及故障诊断实例等。在编写结构上,内容深入浅出,图文并茂,条理清楚,便于学用。

相信这套系列书籍能够有益于我国数控技术领域人才的培养,有益于我国数控技术的发展,有益于我国立足世界数控技术之林。



2001年9月13日于太原

前 言

数控机床是高度机电一体化产品,本书从数控机床维修的角度,阐述了数控机床维修的内容、特点及维修技术的最新发展;论述了数控系统的工作原理、典型数控系统的维修特点及维修技术;详细叙述了数控系统软件、硬件、参数、PLC、伺服系统、机床本体等的结构原理及维修特点与方法。对常用的数控故障检测仪器也进行了较为详细的介绍。

本书是根据编者多年从事数控维修和数控教学的经验,充分考虑到数控教学的特点,从选材内容到实例分析都做了精心的编排,力求做到简明、实用、理论联系实际,突出具有一定的理论深度,同时又具有实用性的特点。

本书可作为高等院校机械类、电子类学生的教学用书,同时也作为成人教育、职业教育的培训教材及从事数控技术的科研和工程技术人员的参考用书。

本书由华北工学院的任建平副教授担任主编,华北工学院白恩远教授担任副主编,华北工学院王爱玲教授主审。其中任建平副教授编写了第1、2、3章,华北工学院的王俊元讲师编写了第4、5章,华北工学院的白恩远教授编写了第6、7章,华北工学院分校的赵美虹副教授编写了第8章。本书在编写过程中得到了国防工业出版社的大力支持,华北工学院的段能全老师、王旭东老师参与了其中的图形编辑及排版工作,在此一并表示诚挚谢意。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免存在缺点或错误,恳请读者批评指正。

编 者

2001年4月

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 数控机床的组成	1
1.2 数控机床故障诊断的内容与故障的分类	2
1.2.1 故障的基本概念	2
1.2.2 故障的分类	2
1.2.3 数控系统的可靠性	3
1.2.4 数控机床维修的重要性	4
1.3 现代数控系统的自诊断技术	4
1.3.1 什么是自诊断技术	4
1.3.2 自诊断技术的实际应用	5
1.3.3 实时控制中的三种故障自诊断	6
1.4 数控诊断技术的最新发展	7
第2章 常用数控系统及伺服系统的结构及工作原理	13
2.1 概述	13
2.1.1 国内外主要生产厂家的产品	13
2.1.2 数控系统的功能	14
2.1.3 数控装置的组成	14
2.2 常见数控系统介绍	16
2.2.1 FANUC 数控系统介绍	16
2.2.2 SIEMENS 数控系统介绍	23
2.2.3 BEIJING - FANUCO 系统介绍	31
2.2.4 华中 I 型数控系统介绍	34
2.3 典型数控系统的结构及工作原理	36
2.3.1 数控系统的基本工作原理	36
2.3.2 FANUCO 系统的基本配置	38
2.3.3 FANUCO 系统中与维修有关的故障分类及其基本内容	45
2.3.4 SIEMENS 的基本配置及工作原理	50
2.3.5 SINUMERIK 810 系统的维修特点	53
2.4 数控系统的诊断技术	55
2.4.1 装置自诊断法	55
2.4.2 常规检查法	58
2.4.3 机、液、电综合分析法	60

2.4.4	备件替换法	60
2.4.5	电路板参数测试对比法	61
2.4.6	更新建立法	62
2.4.7	升温、降温法	62
2.4.8	拉偏电源法	62
2.4.9	分段优选法	62
2.4.10	功能程序测试法	62
2.4.11	参数检查法	63
2.4.12	隔离法	63
2.4.13	接口状态显示诊断法	64
2.4.14	测量比较法	64
2.4.15	利用系统的自诊断功能判断法	64
2.4.16	逻辑线路追踪法(原理分析法)	64
2.4.17	用可编程控制器进行PLC中断状态分析法	65
第3章	数控系统的故障诊断与维修技术	66
3.1	数控系统维修的基础	66
3.1.1	现代数控系统维修的基本条件	66
3.1.2	现代数控系统维修的阶段划分与维修的实施	67
3.1.3	技术资料的种类	67
3.1.4	故障发生时的处理	68
3.2	数控机床的日常维护	69
3.2.1	机械部分的检查调试	69
3.2.2	液压系统的检查调整	70
3.2.3	气动系统的检查调整	70
3.2.4	润滑部分的检查调整	70
3.2.5	电气部分的维护保养	71
3.2.6	数控系统中硬件控制部分的检查调整	71
3.2.7	伺服电机和主轴电机的检查	71
3.2.8	可编程机床控制器(PMC)的检查	72
3.2.9	测量反馈元件的检查	72
3.3	现代数控系统的自诊断	72
3.3.1	自诊断技术概述	72
3.3.2	西门子810系统的自诊断功能及报警处理方法	74
3.4	用机床参数来维修数控系统	76
3.4.1	数控机床的参数	76
3.4.2	数控机床参数的分类	77
3.4.3	数控机床的参数故障及其诊断	80
3.4.4	参数故障的维修实例	82
3.5	数控系统的软件故障	82

3.5.1	数控系统的软件配置	82
3.5.2	加工程序	83
3.5.3	典型 CNC 装置的软件结构	85
3.5.4	软件故障发生的原因	89
3.5.5	软件故障的排除	89
3.6	数控系统的硬件故障	89
3.6.1	元器件的识别	90
3.6.2	元器件的故障与维修	104
3.6.3	元器件的替代	105
3.6.4	数控机床控制系统硬件结构	106
3.6.5	CNC 系统的硬件结构	107
3.6.6	硬件故障检查与分析	110
3.7	机床数控系统的典型维修实例	115
3.7.1	加工中心参考点及其故障诊断	115
3.7.2	光栅测量系统的故障维修	118
3.7.3	机床回不了参考点的故障分析与排除	120
3.7.4	数控系统掉电死机故障的处理	122
3.7.5	FANUC-0A 数控系统电源输入模块的维修	123
3.7.6	电源系统的抗干扰技术	125
3.7.7	加工中心轴抖动故障维修	126
第 4 章	伺服系统的故障特点及诊断技术	128
4.1	概述	128
4.2	伺服系统的结构和工作原理	128
4.2.1	伺服系统的概念、作用	128
4.2.2	伺服系统的组成及工作原理	130
4.3	主轴伺服系统故障及诊断	130
4.3.1	常用主轴驱动系统介绍	131
4.3.2	主轴伺服系统的故障形式及诊断方法	131
4.3.3	直流主轴驱动的故障诊断	132
4.3.4	交流主轴驱动的故障诊断	134
4.4	进给伺服系统故障及诊断	137
4.4.1	常见进给驱动系统介绍	137
4.4.2	伺服系统结构形式	138
4.4.3	进给伺服系统的故障形式及诊断方法	139
4.4.4	伺服电动机的维护	140
4.4.5	进给驱动的故障诊断	142
4.5	位置检测装置故障及诊断	146
4.5.1	故障形式	146
4.5.2	位置检测元件的维护	146

4.5.3 位置检测装置的故障诊断	148
第5章 PLC模块故障特点及诊断方法	151
5.1 概述	151
5.1.1 PLC与外部信息的交换	151
5.1.2 数控机床PLC的功能	152
5.2 PLC的工作原理及特点	153
5.2.1 PC的基本结构	153
5.2.2 PC的工作过程	154
5.2.3 PC的主要功能及特点	156
5.2.4 PC的应用领域及技术发展动向	157
5.3 PLC用户编程与实例	159
5.4 PLC故障诊断与典型实例	160
5.4.1 PLC故障的表现形式	160
5.4.2 数控机床PLC故障诊断的方法	161
第6章 数控机床常见机械运动故障及其诊断	168
6.1 数控机床的启、停运动故障	168
6.1.1 机床启、停运动故障	168
6.1.2 机床不能动作,出现“死机”	169
6.1.3 机床返回基准点故障	169
6.2 数控机床各执行部件的运动故障	170
6.2.1 机床主运动系统故障	171
6.2.2 机床进给运动系统故障	181
6.2.3 刀具自动交换装置(ATC)及工作台自动交换装置(APC)故障	188
6.2.4 导轨副的故障	193
6.2.5 液压与气压系统故障	194
6.2.6 数控机床润滑系统的故障诊断	201
6.2.7 数控机床运动故障的综合诊断	203
6.2.8 故障实例综合分析	204
6.3 数控机床运动质量特性故障	211
第7章 数控机床切削加工过程状态监测与故障诊断	215
7.1 数控机床加工过程状态监测与故障诊断的特点、内容及待研究的问题	215
7.1.1 监测与诊断的特点	215
7.1.2 监测与诊断的内容	216
7.1.3 在机床状态监测与故障诊断中待研究的问题	217
7.1.4 切削过程工况监控系统	218
7.2 切削过程刀具磨损与破损的在线监测与诊断	219
7.2.1 切削过程中发生的物理现象及刀具监控原理	219
7.2.2 刀具磨损破损在线自动检测	220
7.2.3 刀具寿命管理监测系统	220

7.2.4	切削过程刀具磨损与破损的振动监测法	221
7.2.5	刀具磨损与破损的主电机功率或电流监测法	228
7.2.6	刀具磨损破损的声发射监测法	229
7.2.7	刀具磨损、破损检测技术的综合应用	232
7.3	切削颤振的在线监控	234
7.3.1	特征信号的选择	235
7.3.2	切削颤振的统计特征	235
7.3.3	切削颤振的频域特征分析	236
7.4	切屑状态的在线监控	236
7.4.1	概述	236
7.4.2	信号采集及预处理	237
7.4.3	切屑折断频率 f_c 的计算方法	237
7.4.4	切屑折断状态的频域特征分析	238
7.4.5	切屑状态的统计特性	240
7.5	工件尺寸精度的自动检测	240
7.5.1	坐标测量机检测技术	240
7.5.2	机器人辅助测量技术	242
第8章	常用诊断仪器	245
8.1	示波器	245
8.1.1	示波器的选择	245
8.1.2	示波器的使用	246
8.2	逻辑测试笔	247
8.2.1	逻辑测试笔的功能	247
8.2.2	逻辑测试笔的使用	247
8.2.3	逻辑测试笔的选择	248
8.3	逻辑分析仪	250
8.3.1	逻辑分析仪的结构原理	251
8.3.2	逻辑分析仪触发方式和显示方式	253
8.3.3	逻辑分析仪的使用	253
8.4	集成电路测试仪	254
8.4.1	概述	254
8.4.2	集成电路测试仪结构原理	256
8.4.3	集成电路测试仪的功能	257
8.4.4	集成电路测试仪的使用方法	257
8.5	特征代码分析仪	259
8.6	存储器测析仪	261
8.7	短路故障追踪仪	262
8.7.1	短路故障追踪仪的原理	262
8.7.2	“创能”短路故障追踪仪面板	263

8.7.3 短路故障追踪仪的应用	264
8.8 激光干涉仪	266
8.9 球杆仪	266
8.10 其它诊断仪器.....	267

第 1 章 绪 论

1.1 数控机床的组成

数控机床是采用了数控技术的机床,即它是用数字信号控制机床运动及其加工过程的。数控机床是一种典型的机电一体化产品,能实现机械加工的高速度、高精度和高度自动化,代表了机床发展的方向。

根据国际信息处理联盟(International Federation of Information Processing, IFIP)第五委员会给出的定义:数控机床(Numerically Controlled Machine Tool)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它符号编码指令规定的程序。

数控机床,即 NC(Numerical Control)机床主要由数控装置、伺服驱动装置、测量反馈装置和机床本体等四大部分,再加上程序的输入输出设备、可编程控制器(PLC 或称 PMC)等几部分组成,如图 1-1 所示。

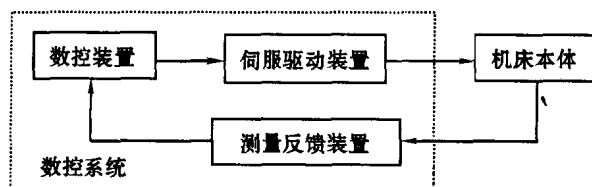


图 1-1 数控机床的组成

图 1-1 中的虚线框部分统称为数控系统,实现对机床主机的加工控制,目前采用计算机数控系统(即 CNC)。下面简要介绍各部分的功能。

1) 数控装置

数控装置是数控系统的核心,是由硬件和软件两大部分组成。它接受从机床输入装置(软磁盘、硬磁盘、纸带阅读机、磁带机等)输入的控制信号代码,经过输入、缓存、译码、寄存、运算、存储等转变成控制指令实现直接或通过可编程逻辑控制器(PLC)对伺服驱动系统的控制,控制信号的传递路径如图 1-2 所示。

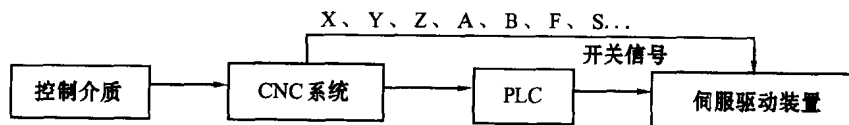


图 1-2 控制信号的传递路径

2) 伺服驱动装置

伺服驱动装置是数控装置与机床主机之间的联接环节,它是接受数控装置插补生成的进给脉冲信号,经过放大驱动机床主机的执行机构,实现机床运动。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)、主轴电机和进给电机等。目前常用的有直流伺服电机和交流伺服电机,且交流伺服电机正逐渐取代直流伺服电机。

3) 测量反馈装置

测量反馈装置是通过现代化的测量元件:脉冲编码器、旋转变压器、感应同步器、光栅尺、磁尺和激光等,将执行元件(如电机、刀架等)或工作台等的速度和位移检测出来,经过相应的电路将所测得信号反馈回数控装置,构成半闭环或闭环系统,补偿执行机构的运动误差,以达到提高运动精度的目的。

4) 机床本体

机床本体就是数控机床的机械结构件,包括床身、箱体、立柱、导轨、工作台、主轴、进给机构、刀具交换机构等。

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 数控机床故障诊断的内容与故障的分类

1.2.1 故障的基本概念

数控机床是高度机电一体化的技术装备,它与传统的机械装备相比,内容上虽然也包括机械、电气、液压与气动方面的故障,但就其维修和诊断方面的重要性来说,则是侧重于电子系统、机械、液压、气动乃至光学等方面装置的交节点上。由于数控系统种类繁多、结构各异、形式多变,给测试和监控带来了许多困难。

所谓系统故障诊断技术,就是在系统运行中或基本不拆卸的情况下,即可掌握系统现行状态的信息,查明产生故障部位和原因,或预知系统的异常和故障的动向,采取必要的措施和对策的技术。诊断的目的就是要确定故障的原因和部位,以便维修人员或操作人员尽快地进行故障的修复。

数控系统全部或部分丧失了系统规定的功能就称为故障。

1.2.2 故障的分类

数控设备的故障是多种多样的,可以从不同角度对其进行分类。

1. 从故障的起因分类

按其表现形式、性质、起因等可分类如下。

从故障的起因上看,数控系统故障分为关联性和非关联性故障。非关联性故障是指与数控系统本身的结构和制造无关的故障。故障的发生是由诸如运输、安装、撞击等外部因素人为造成的。关联性故障是指由于数控系统设计、结构或性能等缺陷造成的故障。

关联性故障又分为固有性故障和随机性故障。固有性故障是指一旦满足某种条件,如温度、振动等条件,就出现故障。随机性故障是指在完全相同的外界条件下,故障有时发生或不发生的情况。一般随机性故障由于存在着较大的偶然性,给故障的诊断和排除带来了较大的困难。

2. 从故障的时间分类

从故障出现的时间上看,数控系统故障又分为随机故障和有规则故障。随机故障的发生时间是随机的。有规则故障的发生是指有一定的规律性。

3. 从故障的发生状态分类

从故障发生的过程来看,数控系统故障又分为突然故障和渐变故障。突然故障是指数控系统在正常使用过程中,事先并无任何故障征兆出现,而突然出现的故障。突然故障的例子有:因机器使用不当或出现超负荷而引起的零件折断;因设备各项参数达到极限而引起的零件变形和断裂等。渐变故障是指数控系统在发生故障前的某一时期内,已经出现故障的征兆,但此时(或在消除系统报警后),数控机床还能够正常使用,并不影响加工出的产品质量。渐变故障与材料的磨损、腐蚀、疲劳及蠕变等过程有密切的关系。

4. 按故障的影响程度分类

从故障的影响程度来看,数控系统故障分为完全失效和部分失效故障。完全失效是指数控机床出现故障后,不能再进行正常加工工件,只有等到故障排除后,才能让数控机床恢复正常工作的情况。部分失效是指数控机床丧失了某种或部分系统功能,而数控机床在不使用该部分功能的情况下,仍然能够正常加工工件,这种故障就是部分失效故障。

5. 按故障的严重程度分类

从故障出现的严重程度上看,数控系统故障又分为危险性故障和安全性故障。危险性故障是指数控系统发生故障时,机床安全保护系统在需要动作时因故障失去保护作用,造成了人身伤亡或机床故障。安全性故障是指机床安全保护系统在不需要动作时发生动作,引起机床不能起动。

6. 按故障的性质分类

从故障发生的性质上看,数控系统故障又分为软件故障、硬件故障和干扰故障三种。其中,软件故障是指由程序编制错误、机床操作失误、参数设定不正确等引起的故障。软件故障可通过认真消化、理解随机资料、掌握正确的操作方法和编程方法,就可避免和消除。硬件故障是指由 CNC 电子元器件、润滑系统、换刀系统、限位机构、机床本体等硬件因素造成的故障。干扰故障则表现为内部干扰和外部干扰,是指由于系统工艺、线路设计、电源地线配置不当等以及工作环境的恶劣变化而产生的。

1.2.3 数控系统的可靠性

数控机床除了具有高精度、高效率和高技术的要求之外,还应该具有高可靠性。衡量可靠性的标准为平均无故障时间 MTBF(Mean Time Between Failures)。平均无故障时间是指可修复产品的相邻两次故障间系统能正常工作的时间的平均值。

$MTBF = \text{总工作时间} / \text{总故障次数}$

平均修复时间 MTTR(Mean Time To Restore)是指数控系统从出现故障到能正常工

作所用的平均修复时间。

$$MTTR = \text{总故障停机时间} / \text{总故障次数}$$

由于数控设备免不了出现故障,这就要求排除故障的修理时间越短越好。用平均有效度 A 来衡量,其计算方法如下:

$$A = MTTR / (MTBF + MTTR)$$

我国“机床数字控制系统通用技术条件”中规定,用 MTBF 衡量数控产品的可靠性,要求数控系统 MTBF 不低于 3000 h。现在 CNC 系统的可靠性指标已达 30 余年(10 年前为 10 000 h)。

有些国家采用其它指标作为衡量数控系统可靠性的指标,如日本 FANUC 公司的 CNC 系统采用月平均故障率作为可靠性的主要指标。

1.2.4 数控机床维修的重要性

数控机床是一种高投入的高效自动化机床。由于其投资比普通机床高得多,因此降低数控机床故障率,缩短故障修复时间,提高机床利用率是十分重要的工作。

任何一台数控设备都是一种过程控制设备,它要求实时控制每一时刻都能准确无误地工作。任何部分的故障和失效,都会使机床停机,从而造成生产的停顿,因而掌握和熟悉数控系统的工作原理、组成结构是做好维修工作的基础,并显得十分重要。此外,尤其对引进的数控设备,大都花费了几十万甚至上千万美圆,在许多行业中,这些设备均处于关键工作岗位上的关键工序,若在出现故障后不能及时得到维修,将会给生产单位造成很大的损失。

虽然现代 CNC 系统的可靠性不断提高,但在运行过程中因操作失误,外部环境的变化等仍免不了出现故障。为此,数控机床应具有自诊断能力,能采取良好的故障显示、检测方法,及时发现并能很快确定故障部位和原因,令操作人员或维修人员及时排除故障,尽快恢复工作。

1.3 现代数控系统的自诊断技术

1.3.1 什么是自诊断技术

自诊断系统的思想是:向被诊断的部件或装置写入一串成为测试码的数据,然后观察系统相应的输出数据(称为校验码),根据事先已知的测试码、校验码与故障的对应关系,通过对观察结果的分析以确定故障。系统自诊断的运行机制是:一般系统开机后,自动诊断整个硬件系统,为系统的正常工作做好准备;另外就是在运行或输入加工程序过程中,一旦发现错误,则数控系统自动进入自诊断状态,通过故障检测,定位并发出故障报警信息。

故障自诊断技术是当今数控系统一项十分重要的技术,它的强弱是评价数控系统性能的一个重要指标。随着微处理器技术的发展,数控系统的自诊断能力越来越强,从原来简单的诊断朝着多功能和智能化的方向发展。例如,西门子公司的 810T/M 系统故障报

警就分为系统硬件;操作;NC报警;PLC报警等多种类别。当数控系统一旦发生故障,借助系统的自诊断功能,往往可以迅速、准确地查明原因并确定故障部位。因此,对维修人员来说,熟悉和运用系统的自诊断功能是十分重要的。

1.3.2 自诊断技术的实际应用

故障自诊断是数控系统中运行的自我诊断。诊断程序融合于系统程序各功能模块之中。主控程序(也称背景程序)中的诊断任务主要是检查输入零件的程序中的非法字符、非法编程格式和非法操作指令;而实时控制程序中的诊断程序则随时检测存储器、位置伺服、计数接口电路等各种硬件是否有故障存在。实时中断定时发生,因此诊断程序在每次中断服务中都起作用。

CNC系统自诊断技术应用情况主要有三种方式,即启动诊断、在线诊断和离线诊断。

1. 启动诊断

所谓启动诊断是指 CNC 系统每次从通电开始进入到正常的运行准备状态为止,系统内部诊断程序自动执行的诊断。利用启动诊断,可以测出系统大部分硬件故障,因此,它是提高系统可靠性的有力措施。每当数控系统通电开始,系统内部自诊断软件对系统中最关键的硬件和控制软件,如装置中的 CPU、RAM、ROM 等芯片,MDI、CRT、I/O 等模块及监控软件、系统软件等逐一进行检测,并将检测结果在 CRT 上显示出来。一旦检测通不过,即在 CRT 上显示出报警信息或报警号,指出哪个部分发生了故障。只有当全部开机诊断项目都正常通过后,系统才能进入正常运行准备状态。启动诊断通常在一分钟内结束,有些采用硬盘驱动器的数控系统,如 SINUMERIK 840C 系统因要调用硬盘中的文件,时间要略长一些。上述启动诊断有些可将故障原因定位到电路板或模块上,有些甚至可定位到芯片上,如指出哪块 EPROM 出现了故障,但在很多情况下仅将故障原因定位在某一范围内,维修人员需要通过维修手册中所提供的多种可能造成的故障原因及相应排除方法中找到真正的故障原因并加以排除。例如 FAGOR8025 系统开机后,屏幕显示 076 Y—FEEDBACK ERROR。通过查询安装调试手册可得知位置检测编码器输出信号错误。维修人员检查接插件及电缆后,发现一处被电缆拉坏,经调查了解,是由于运输时拆卸电机不当造成的。

启动诊断技术几乎在所有现代数控系统中得到了广泛应用和发展。如德国 SIEMENS、美国 A-B 公司、日本 FANUC 公司 70 年代以后推出的 CNC 系统,在自诊断技术的实现上,大都采用了启动诊断方式。启动诊断为数控系统的正常运行提供了可靠的保证。

2. 在线诊断

在线诊断是指通过 CNC 系统的内装程序,在系统处于正常运行状态时,实时自动对数控装置、伺服系统、外部的 I/O 及与数控装置相连的其它外部装置进行自动测试、检查,并显示有关状态信息和故障。系统不仅能在屏幕上显示报警号及报警内容,而且还能实时显示 NC 内部关键标志寄存器及 PLC 内操作单元的状态。为故障诊断提供极大的方便。

以西门子 810 为例,状态信息有: