

21世纪新编规划教材·机电一体化

数控机床 故障诊断与维护

娄斌超 主 编
田林红 副主编
金福吉 周维泉 审 校

中国林业出版社
China Forestry Publishing House
www.cfph.com.cn



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

21世纪新编规划教材·机电一体化

数控机床 故障诊断与维护

姜斌超 主 编
田林红 副主编
金福吉 周维泉 审 校

中国林业出版社
China Forestry Publishing House
www.cfph.com.cn



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

内 容 简 介

本书系统地介绍了数控机床故障诊断与维修的技术和方法, 内容涉及数控机床各个组成部分和常用的检测仪器。

本书共 9 章, 较详细介绍了数控机床的组成和诊断技术的基本概念、数控机床安装调试与验收、数控机床的维护与管理、数控机床机械故障诊断、数控系统的故障检测与诊断、伺服系统故障诊断、数控机床的 PLC 故障诊断、常用检测仪器、数控机床故障诊断与维修实例。

本书还安排了一些实验, 以培养学生的对数控机床故障诊断的分析方法、处理手段和提高学生解决数控机床实际问题的能力。

本书可作为高等院校、高等职业技术学校数控技术应用专业、机电一体化专业、机械制造专业及其他相关专业师生的教材, 也可作为从事数控机床相关工作的工程技术人员的参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

数控机床故障诊断与维护/娄斌超主编.—北京: 中国林业出版社: 北京希望电子出版社, 2006.4

21 世纪新编规划教材·机电一体化

ISBN 7-5038-4227-X

I.数... II.娄... III.①数控机床—故障诊断—教材②数控机床—维护—教材 IV.TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 109771 号

出版: 中国林业出版社 (100009 北京市西城区刘海胡同 7 号 010-66184477)
北京希望电子出版社 (100085 北京市海淀区上地 3 街 9 号金隅嘉华大厦 C 座 611)
网址: www.bhp.com.cn 电话: 010-82702660 (发行) 010-62541992 (门市)

印刷: 北京东升印刷厂

发行: 全国新华书店经销

版次: 2006 年 4 月第 1 版

印次: 2006 年 4 月第 1 次

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 13.5

字数: 306 千字

印数: 0001~3000 册

定价: 20.00 元

21 世纪新编规划教材·机电一体化

编委会成员名单

编委主任：钱 锐 陆卫民

副主任：娄斌超

编委：（排名不分先后）

钱 锐 陆卫民 娄斌超 李世基

张仁杰 何亚飞 罗维甲 姚国强

高 占 徐 锋

序

当今，现代科学技术飞速发展，特别是进入 21 世纪，数字化、网络化的革命再一次改变了人类的生产、工作和生活方式，使人类的制造技术在经历了手工、机械化及自动化制造 3 个阶段后进入了第四阶段——敏捷制造阶段，机械工业已经发生了深刻的变化，机械技术与微电子技术的紧密结合，特别是与计算机技术的紧密结合，产生的现代机械所拥有的自动化技术，以及现有的机电一体化技术和机电一体化产品，较以往更为复杂和先进。原来依靠传统的方式组织生产，已不能满足社会快速发展的需要。

要发展机电一体化技术，实现机械产品的自动化和智能化，实现机械工业的现代化改造，必须有高层次的科技人才。为了培养机电结合的高层次人才，有关高校都在积极地研究和探索，并做出了一些成绩。

教材建设是一个学校、一个专业最基本的建设之一。本套丛书的编者是在工作在教学第一线的在校教师，他们在对机电一体化、数控应用技术有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行了充分调查研究和论证的基础上，总结了自己的教学经验，学习了兄弟院校老师的教学经验，有组织、有计划地编写了本套机电一体化、数控应用技术方面的专业技术教材。

本套教材主要适用于高等院校以及高职高专院校的机电一体化、数控应用技术专业以及相近专业的师生选用。

钱 锐

前 言

随着我国制造业的高速发展,市场紧缺各种层次的数控技术人才,尤其是能进行数控设备的安装、调试和维修方面的高级应用型人才。高等职业教育承担着义不容辞的职责,在我们多年的教学实践中感到迫切需要一本具有一定的数控理论知识,又具有较强的实用性和可操作性的数控机床故障诊断与维护类的教材。

本书是根据专业教学要求和社会对数控人才的需求而编写的,旨在培养学生成为具有清晰的诊断思路与分析解决问题能力的“现场工程师”。本书从系统工作原理与故障机理分析出发,注重确立正确的分析思路,遵循诊断工作的基本原则来分析数控机床故障,以基本而实用的诊断方法与手段去检测数控机床的故障。

本书将理论知识与实际问题紧密结合,所给实例具有较强的可操作性,侧重于故障率较高的问题进行分析。

本书共9章,较详细地介绍了数控机床的组成和诊断技术的基本概念、数控机床安装调试与验收、数控机床的维护与管理、数控机床机械故障诊断、数控系统的故障检测与诊断、伺服系统故障诊断、数控机床的PLC故障诊断、常用检测仪器、数控机床故障诊断与维修实例。

本书还安排了一定的实验,以培养学生对数控机床故障诊断的分析方法、处理手段和提高学生解决数控机床实际问题的能力。

本书适合高等院校、高职高专院校数控技术应用专业、机电一体化专业、机械制造专业和相关专业的师生使用,也可作为数控培训班的参考书。建议54学时的教学安排。

本书第1、2、3、4、5章、第8章由上海第二工业大学娄斌超编写,第6、7章、第9章由河南工业职业学院田林红编写,上海第二工业大学吴锡其编写了部分实验内容。本书由娄斌超任主编并对全书进行了统稿。

本书编者水平有限,书中难免存在问题和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

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意义.....2

1.2.1 数控机床故障诊断与维修的 必要性.....2

1.2.2 数控机床维修的技术指标.....3

1.3 数控机床故障诊断的内容与故障分类.....3

1.3.1 故障的基本概念.....3

1.3.2 故障的分类.....4

1.4 数控系统的诊断技术.....5

1.4.1 自诊断技术.....5

1.4.2 诊断技术的发展.....8

1.5 思考与练习题.....10

第2章 数控机床的验收、检测.....11

2.1 数控机床的安装与调试.....11

2.2 数控机床的验收.....13

2.2.1 设备的开箱验收.....14

2.2.2 系统的连接.....14

2.2.3 数控机床的参数和数据备份.....17

2.2.4 机床性能及数控功能检验.....19

2.2.5 机床精度检验.....20

2.2.6 切削精度检验.....25

2.3 思考与练习题.....28

第3章 数控机床的维护与管理.....30

3.1 数控机床的维护.....30

3.1.1 数控机床的维修管理.....30

3.1.2 数控机床的日常维护.....34

3.1.3 数控机床的抗干扰.....39

3.2 思考与练习题.....44

第4章 数控机床机械故障诊断.....45

4.1 机械结构及传动特点.....45

4.1.1 机械结构的基本组成.....45

4.1.2 数控机床的功能和性能对

机械结构的影响46

4.1.3 数控机床机械结构的主要

特点46

4.2 数控机床机械故障的诊断.....50

4.2.1 数控机床实用诊断技术的

应用51

4.2.2 机械故障的诊断技术53

4.2.3 振动测试诊断机械故障55

4.3 常用机械部件的维护与诊断.....62

4.3.1 主轴部件62

4.3.2 滚珠丝杠螺母副66

4.3.3 导轨副68

4.3.4 自动换刀装置71

4.3.5 液压与气压传动系统72

4.4 思考与练习题.....76

第5章 数控系统的故障检测与诊断.....78

5.1 数控系统故障检测基础.....78

5.1.1 数控故障检测的基本条件78

5.1.2 数控技术资料80

5.1.3 数控故障的处理81

5.2 数控系统的诊断方法.....82

5.2.1 系统自诊断法82

5.2.2 常规检查法83

5.2.3 数据和状态检查84

5.2.4 报警指示灯84

5.2.5 备件替换法84

5.2.6 单元交换法85

5.2.7 升降温法85

5.2.8 敲击法85

5.2.9 测量比较法85

5.2.10 功能程序测试法86

5.3 数控系统的软件故障.....86

5.3.1 软件故障的原因与检测87

5.3.2 数控机床的参数故障及其 诊断.....	88	6.4 思考与练习题.....	138
5.3.3 加工程序.....	90	第7章 数控机床的PLC故障诊断	139
5.4 数控系统的硬件故障	91	7.1 PLC在数控机床中的功能.....	139
5.4.1 元器件的识别.....	91	7.1.1 PLC与外部信息交换.....	139
5.4.2 元器件的故障与维修.....	96	7.1.2 PLC的功能.....	141
5.4.3 元器件的替代.....	97	7.2 PLC的输入/输出元件.....	141
5.4.4 数控系统的硬件结构.....	98	7.2.1 输入元件.....	142
5.5 FANUC系统硬件配置	99	7.2.2 输出元件.....	145
5.5.1 数控装置硬件结构.....	99	7.3 PLC的用户编程.....	146
5.5.2 FANUC Oi数控系统的配置.....	102	7.3.1 PLC的编程方法与一般规则..	146
5.5.3 硬件故障的特点与检测分析..	103	7.3.2 数控机床顺序程序设计步骤..	148
5.6 数控系统的故障检测实例	106	7.4 PLC的故障诊断.....	149
5.6.1 数控机床不能正常启动的 故障及其诊断.....	106	7.4.1 PLC故障的形式.....	149
5.6.2 回参考点故障及其诊断.....	108	7.4.2 数控机床PLC故障诊断.....	150
5.6.3 加工中心轴抖动故障及其 诊断.....	111	7.5 思考与练习题.....	157
第6章 伺服系统故障诊断	113	第8章 常用检测仪器	159
6.1 伺服系统的结构和工作原理.....	113	8.1 诊断用仪器仪表简介.....	159
6.1.1 伺服系统的作用.....	113	8.1.1 万用表.....	159
6.1.2 伺服系统的组成和工作 原理.....	113	8.1.2 逻辑测试笔和脉冲信号笔.....	159
6.2 主轴驱动系统.....	114	8.1.3 示波器.....	159
6.2.1 常用主轴伺服系统介绍.....	114	8.1.4 PLC编程器.....	159
6.2.2 主轴伺服系统故障与诊断 方法.....	116	8.1.5 集成电路(IC)测试仪.....	159
6.2.3 主轴直流驱动的故障诊断.....	117	8.1.6 IC在线测试仪.....	160
6.2.4 主轴交流驱动的故障诊断.....	118	8.1.7 短路追踪仪.....	161
6.3 进给伺服系统.....	119	8.1.8 逻辑分析仪.....	161
6.3.1 常用进给驱动系统介绍.....	120	8.2 诊断用仪器仪表的使用.....	162
6.3.2 伺服系统的结构形式.....	130	8.2.1 万用表.....	162
6.3.3 进给伺服系统的故障及 诊断方法.....	130	8.2.2 逻辑测试笔和脉冲发生笔.....	165
6.3.4 进给驱动的故障诊断.....	131	8.2.3 示波器.....	167
6.4 位置检测装置.....	134	8.2.4 逻辑分析仪的使用.....	170
6.4.1 常用位置检测元件及其维护..	135	第9章 数控机床故障诊断与维修实例	171
6.4.2 故障形式.....	135	9.1 数控机床的常见故障分析.....	171
6.4.3 位置检测装置的故障诊断.....	136	9.1.1 数控机床常见故障.....	171
		9.1.2 数控机床常见故障排除.....	172
		9.1.3 数控机床维修中应注意的 事项.....	174
		9.2 数控机床爬行与振动.....	174
		9.2.1 概述.....	174
		9.2.2 进给系统爬行与振动的分析	

方法.....	175
9.2.3 FANUC 6 系统爬行与振动的 实例分析.....	176
9.3 武汉华中Ⅲ型教学经济数控车床 故障分析与排除.....	177
9.3.1 武汉华中Ⅲ型教学经济数控 车床的组成及特点.....	177
9.3.2 电气控制原理分析.....	177
9.3.3 故障分析与排除.....	181
9.4 数控机床故障诊断与维修实例.....	184
9.4.1 车床中的刀架故障诊断与 维修.....	184
9.4.2 机床中电源的故障诊断与 维修.....	185
9.4.3 进给伺服系统故障诊断与	

维修	187
9.5 思考与练习题.....	189
附录 实验	190
实验 1 数控机床的定位误差测量.....	190
实验 2 步进驱动单元的故障诊断.....	195
实验 3 外围机床故障模拟与诊断实验.....	197
实验 4 机床主轴的概念及主轴编码器的 安装与故障诊断.....	200
实验 5 进给驱动的故障诊断.....	203
实验 6 数控车床机械故障诊断.....	204
实验 7 FANUC 0i 数控系统的故障 分析.....	205
实验 8 数控机床的综合故障检测与 诊断.....	206
参考文献	207

第1章 绪 论

本章知识及要求

- 数控机床的组成和数控机床的特点
- 数控机床故障诊断的意义
- 数控机床故障诊断的内容和故障的分类
- 数控机床常用的诊断技术和发展
- 了解数控机床各部分的作用及工作特点
- 熟悉常见故障的类型
- 重点掌握数控机床故障诊断方法

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。数控机床综合应用了计算机、自动控制、精密测量、现代机械制造和数据通信等多种技术，是机械加工领域中典型的机电一体化产品，适于多品种、中小批量的复杂零件的加工，并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。

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4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。

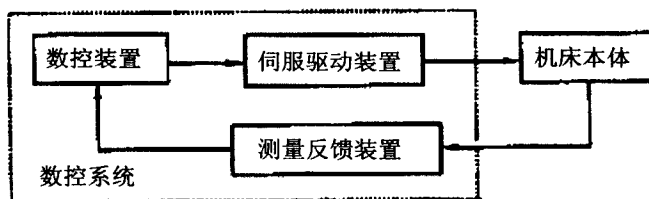


图1-1 数控机床的组成

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（键盘、SR232通信口、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。

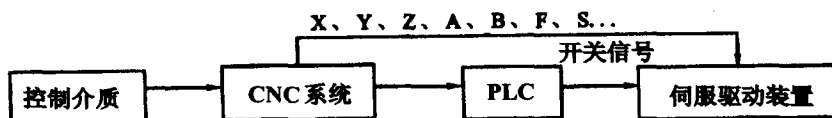


图1-2 控制信号的传递路径

2) 伺服驱动装置

驱动装置是数控装置与机床主机之间的连接环节，它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）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、防护等系统。

1.2 数控机床故障诊断的意义

随着计算机技术、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。以微处理器为基础，以大规模集成电路为标志的数控设备，已在我国批量生产、大量引进和推广应用。它们给现代机械制造业的发展创造了条件，并带来很大的效益。但同时由于数控设备具有先进、复杂和智能化高的特点，在维修理论、技术和手段上都有飞跃性的变化。

1.2.1 数控机床故障诊断与维修的必要性

数控维修技术不仅是保障数控机床正常运行的前提，对数控技术的发展和完善也起到了巨大的推动作用。因此，目前它已经成为一门专门的学科。另外，任何一台数控设备都是一种过程控制设备，这就要求它在实时控制的每一时刻都准确无误地工作。任何部分的故障与失效，都会使机床停机，从而造成生产停顿。因而对数控系统这样原理复杂、结构精密的装置进行维修就显得十分必要了。在许多行业中，花费了几十万到上千万美元引进的数控机床，这些设备均处于关键的工作岗位，若在出现故障后不及时维修排除，就会造

成较大的经济损失。

我们现有的维修状况和水平,与国外进口设备的设计与制造技术水平还存在很大的差距。造成差距的原因在于:维修技术人员机电综合素质不高,缺乏数字测试分析手段,数控机床故障诊断与维修的综合判断能力和测试分析技术有待提高等。

1.2.2 数控机床维修的技术指标

要发挥数控机床的效率,就要求机床开动率高,这对数控机床提出了可靠性的要求。衡量可靠性的主要指标是平均无故障工作时间MTBF (Mean Time Between Failure)。平均无故障工作时间是指设备在一个比较长的使用过程中,两次故障间隔的平均时间,即:

$$MTBF = \frac{\text{总工作时间}}{\text{总故障次数}}$$

当数控设备发生了故障,需要及时排除,从开始排除故障直到数控设备能正常使用所需要的时间称为平均修复时间MTTR (Mean Time To Repair),反映了数控设备的可维修性。

衡量数控机床的可靠性和可维修性的指标是平均有效度A:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

平均有效度是指可维修的设备在某一段时间内维持其性能的概率,这是一个小于1的正数。数控机床故障的平均修复时间越短,则A就越接近1,那么数控机床的使用性能就越好。

数控机床的故障诊断与维修是数控机床使用过程中重要的组成部分,也是目前制约数控机床发挥作用的因素之一,因此学习数控机床故障诊断与维修的技术和方法有重要的意义。

数控机床的使用单位培养掌握数控机床的故障诊断与维修的技术人员,有利于提高数控机床的使用率。随着数控机床的推广和使用,培养更多的掌握数控机床故障诊断与维修的高素质人才的任务也越来越迫切。

1.3 数控机床故障诊断的内容与故障分类

1.3.1 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,查明产生故障的部位和原因,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排除。

数控系统全部或部分丧失了系统规定的功能就称为数控系统故障。

1.3.2 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. 按故障的起因分类

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，故障有时发生有时不发生的情况。随机性故障存在着较大的偶然性，这就给故障的诊断和排除带来较大的困难。

2. 按故障的时间分类

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. 按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：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），数控机床尚能正常使用，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两种。完全失效是指数控机床出现故障后，不能再进行正常加工，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。

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3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来避免和消除。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。

1.4 数控系统的诊断技术

1.4.1 自诊断技术

故障自诊断技术是当今数控系统的一项十分重要的技术,它是评价系统性能的一项重要指标。随着微处理器技术的快速发展,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方向发展。其报警种类,已由10~20种增加到几千种。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。

目前国内使用的各种数控系统的自诊断方法虽各有特色,但都是利用数控装置中的计算机、运行诊断软件来进行各种测试。常用的自诊断方法归纳起来可分3种。下面我们将结合维修实例分别介绍这3种自诊断方法在维修中的应用。

1. 开机自诊断

数控系统通电后,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通过后,系统才能进入正常运行准备状态。开机诊断通常在一分钟以内结束,有些采用硬盘驱动器的数控系统,如SINUMERIK840C系统因要调用硬盘中的文件,时间要略长一些。上述开机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出了故障,但不少系统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指出的有关若干种可能造成的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:日本东芝机械公司的TOSNUC-600系统,开机通电后,逐一进行以下自诊断检查,并且一一在CRT上显示出来,如图1-3所示。当显示始终停止在某行上,不能继续向下显示时,表示该项自诊断通不过。诊断内容如下:

(1) 显示主CPU软件版本。

(2) CRT及键盘检查,诊断ZDC2电路板是否正常。

(3) 磁泡存储器检查,诊断ZBM1电路板是否正常。

(4) 参数装载,将系统参数、设定参数从磁泡存储器中读入RAM,并进行检查。若通不过,此项自诊断结束后显示下列报警号:

- 8-003 系统参数异常;
- 1-008 设定参数异常;
- 1-012 磁泡存储器异常。

(5) 系统ROM检查, 诊断ZPU1电路板上EPROM中的系统程序, 每片EPROM内容的检查总和是否改变。

(6) 伺服CPU检查, 诊断ZSU2电路板是否正常。

(7) PLC检查, 诊断ZPCAZMS2 电路板是否正常。

VERSION 02 (T6ME02-Z)***	1
CRT/KEY CHECK	2
BUBBLE CHECK	3
PARAMETER LOADING	4
SYSTEM ROM CHECK	5
SERVO 1 CHECK	6
PC CHECK	7

图1-3 开机自诊断显示

以上是一个典型的开机自诊断实例。从上例中可以看出, 开机自诊断对数控系统的最重要部分——计算机主柜上的电路板进行检查, 以确定哪块电路板出了故障。这类故障如果采用人工检查方法往往是很难找到的, 除非有一套备用电路板逐一调换试验。

在对数控系统进行维修时, 维修人员应了解该系统的自诊断能力, 所能检查的内容及范围, 做到心中有数。在遇到级别较高的故障报警时, 可以关机, 重新开机, 让系统再进行开机自诊断, 检查数控系统这些关键部分是否正常。

以上维修实例表明, 开机自诊断可保证所检测重要部件的可靠性, 一旦发生故障, 马上禁止运行。同时, 为维修人员迅速排除一些疑难故障提供帮助。然而, 目前一些数控系统的自诊断尚存在局限性, 不可能将全部故障原因准确定位到一个具体的模块上。因此, 维修人员要思路开阔, 不放过任一故障疑点, 逐一排除, 最终找出故障真正原因。

2. 运行自诊断

运行自诊断是数控系统正常工作时, 运行内部的诊断程序, 对系统本身、PLC、位置伺服单元以及与数控装置相连的其他外部装置进行自动测试、检查, 并显示有关状态信息和故障信息。只要数控系统不断电, 这种自诊断会不停顿地反复进行。

现代数控系统具有丰富的运行自诊断功能, CNC系统的自诊断能力不仅能在CRT上显示故障报警信息, 而且还能以多页的“诊断地址”和“诊断数据”的形式为用户提供各种机床状态信息。这些状态信息有CNC系统与机床之间的接口输入/输出信号状态; CNC与PLC之间输入/输出信号状态; PLC与机床之间输入/输出信号状态; 各坐标轴位置的偏差值; 刀具距机床参考点的距离; CNC内部各存储器的状态信息; 伺服系统的状态信息; MDI面板、机床操作面板的状态信息等。充分利用CNC系统提供的这些状态信息, 就能迅速准确地查明和排除故障。

例1-1 北京第一机床厂生产的XK5040数控立铣, 数控系统为FANUC-3MA。

故障现象: 驱动Z轴时就产生31号报警。

检查及分析:查维修手册,31号报警为误差寄存器的内容大于规定值。根据31号报警指示,将31号机床参数的内容由2000改为5000,与X、Y轴的机床参数相同,然后用手轮驱动Z轴,31号报警消除,但又产生了32号报警。查维修手册可知,32号报警为Z轴误差寄存器的内容超过了 ± 32767 或数模变换器的命令值超出了 $-8192 \sim +8191$ 的范围。我们将参数改为3333后,32号报警消除,31号报警又出现。反复修改机床参数,故障均不能排除。为了诊断Z轴位置控制单元是否出了故障。将800、801、802诊断号调出,发现800在-1与-2间变化,801在+1与-1间变化,802却为0,没有任何变化,这说明Z轴位置控制单元出现了故障。为了准确定位控制单元故障,将Z轴与Y轴的位置信号进行变换,即用Y轴控制信号去控制Z轴,用Z轴控制信号去控制Y轴,Y轴就发生31号报警(实际是Z轴报警),同时,诊断号801也变为“0”,802有了变化。通过这样交换,再一次证明Z轴位置控制单元有故障。

交换Z轴、Y轴伺服驱动系统,仍不能排除故障。交换伺服驱动控制信号及位置控制信号,Z信号能驱动Y轴,Y信号不能驱动Z轴。这样就将故障定点在Z轴伺服电动机上,打开Z轴伺服电动机,发现位置编码器与电动机之间的十字联结块脱落(位置编码器上的螺钉折断),致使电动机在工作中无反馈信号而产生上述故障报警。

3. 离线诊断

当CNC系统出现故障或要判断系统是否真有故障时,往往要停止加工和停机进行检查,这就是离线诊断(或称脱机诊断)。离线诊断的主要目的是修复系统和故障定位,力求把故障定位在尽可能小的范围内。例如,缩小到某个模块,某个印制电路板上或板上的某部分电路,甚至某个芯片部位上。

早期的CNC装置是采用专用诊断纸带对CNC系统进行脱机诊断。诊断纸带提供诊断所需数据,诊断时将诊断纸带内容读入CNC系统的RAM中,系统中的微处理器根据响应的输出数据进行分析,以判断系统是否有故障并确定故障的位置。近期的CNC系统则是采用工程师面板改装过的CNC系统或专用测试装置进行测试。现代CNC系统中,这样维修诊断更为方便。

下面举一维修实例,说明脱机诊断在维修中的应用。

例1-2 德国梅萨公司制造的 OMNIMATS8800 型数控火焰切割机,采用MG12SE10型数控系统。

故障现象:在调换该系统RAM板上的4节钮电池时,因不能带电调换,造成存储在RAM中的系统程序丢失。当用系统纸带重新输入时,要么纸带阅读机中途停止阅读,要么输送结束后,CRT上翻不到正常工作画面。因此,机器无法正常运行。

分析诊断:从故障现象分析,可能造成这种故障的原因有阅读机不可靠、RAM板或CPU板有故障。用脱机诊断方法,先使用编号为 $5 \times \times 02$ 的诊断纸带对阅读机进行测试。将该纸带装在阅读机上,按IPL键,纸带开始输入,输完后两位LED显示“10”,表示可进行第一种测试。装好试验纸带,按START按钮,试验开始。LED显示“01”试验号,这时纸带变速读入、不一会,试验中止,所显示的试验号闪烁,表示该试验通不过。再按START键,LED显示“02”,这表示阅读机第2数据位输入不可靠。

故障排除:用双线示波器的全孔纸带,对纸带阅读机的8位数据孔波形进行比较和调整,

将第2位孔数据波形宽度调整至与其他位一样。经调整后,可将系统纸带顺利输入到机器中,故障排除。

随着计算机技术的快速发展,除上述常用的开机自诊断、运行自诊断和脱机诊断之外,一些数控系统新的自诊断技术,如可用于西门子 SINUMERIK 880 系统、梅萨 MG12SE30C 型系统的遥远系统故障诊断,可用于FANUC15 系统的人工智能专家故障诊断,以及用于 CINCINNATI MILACRON950CNC 装置的自修复系统。这些新诊断技术在德国、日本、美国等地已开始应用,但在我国应用还不多,这里不一一详述。

由于计算机技术及网络通信技术的飞速发展,自诊断系统也在朝着两个方向发展:一方面依靠系统资源发展人工智能专家故障诊断系统,另一方面将利用网络技术发展网络远程通信自诊断系统。例如,西门子 840D, FANUC16 均可支持网络功能。

1.4.2 诊断技术的发展

在科学技术飞速发展的今天,任何一项新技术的产生和发展都不是孤立的,而是互相渗透的。随着集成电路和计算机性能/价格比的提高,近年来,国外已将一些新的概念和方法引入到诊断领域,使诊断技术上升到一个新的更高的阶段,这些新的诊断技术主要有通信诊断、具有人工智能功能的专家故障诊断系统等。

1. 通信诊断

通信诊断如图1-4所示,也称远距离诊断或“海外诊断”。用户只需把CNC系统中的专用“通信接口”连接到普通电话线上,维修中心的专用通信诊断计算机的“数据电话”也连接到电话线路上。由通信诊断计算机向各用户CNC系统发送诊断程序,并将测试数据送回诊断计算机进行分析并得出结论,最后又将诊断结论和处理方法通知用户。SIEMENS 公司生产的数控系统就具有这种诊断功能。通信诊断不仅用于故障发生之后对数控系统进行诊断,而且还可用作用户的定期预防性诊断,只需按预定的时间对机床作一系列试运行检查,将检查数据通过电话线送入维修中心的计算机进行分析处理,维修人员不必亲临现场,就可发现系统可能出现的故障隐患。

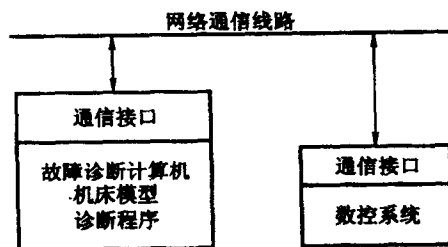


图1-4 通信诊断

2. 自修复系统

自修复系统就是在系统内设置备用模块,在数控系统的软件中装有自修复程序。当软件在运行时一旦发现某一个模块有故障时,系统一方面将故障信息显示在CRT上,同时自动寻找是否有备用模块。若有备用模块,系统能自动使故障模块脱机而接通备用模块,从