

名师课堂

本丛书由国家教学名师王爱玲教授主编

数控职业技能实践系列教程

数控设备故障 诊断与维修

■ 王爱玲 主编

■ 杨福合 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

数控职业技能实践系列教程

数控设备故障诊断与维修

王爱玲 主 编
杨福合 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书从数控机床维修的角度,以培养基础理论、加强实践技能为目的,针对常用的 SIEMENS、FANUC 等公司的数控设备,详细地分析了数控机床数控装置、伺服驱动系统、机床输入/输出设备与 PLC、机械本体等部件的常见故障形式、故障原因及故障诊断和排除方法。另外本书安排有一章故障诊断与维修实例,旨在实现从理论到实践的快速过渡,从而帮助读者快速诊断和排除故障,提高数控机床的使用效率。

本书取材新颖,介绍的内容由浅入深,循序渐进,深入浅出,图文并茂,形象生动,理论联系实际,着重于应用,每一部分尽量多举实例,理论部分的讲解突出简明性、系统性、实用性和先进性。

本书可作为高职高专机电类、数控技术类专业的教材,也可作为机电一体化类专业各种层次的继续工程教育的数控培训教材,也可供自动化领域及机械制造业相关的工程技术人员和研究人员参考。

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

数控设备故障诊断与维修/王爱玲主编.—北京:电子工业出版社,2008.6

(数控职业技能实践系列教程)

ISBN 978-7-121-05728-1

I.数… II.王… III.①数控机床-故障诊断-技术培训-教材②数控机床-维修-技术培训-教材
IV.TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 205768 号

策划编辑:徐 静

责任编辑:朱清江 特约编辑:吕亚增

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:787×980 1/16 印张:15.75 字数:344 千字

印 次:2008 年 6 月第 1 次印刷

定 价:27.00 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 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

《数控职业技能实践系列教程》

编 委 会

主 编 王爱玲

副主编 (按姓氏笔画排序)

刘中柱 刘永姜 孙旭东 李 清 杨福合 曾志强

编 委 (按姓氏笔画排序)

马清艳	马维金	王爱玲	王永祯	刘中柱	刘永姜
孙旭东	成云平	李 清	朱丽梅	陆春月	吴晶莹
杨福合	郑智贞	贺小宇	绍云鹏	赵丽琴	曾志强
崔 亚	温海骏	蓝海根	翟 宁	蔡国轩	

前 言

数控技术是现代制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础,离开了数控技术,先进制造技术就成了无本之木。数控技术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。数控技术及数控装备已成为关系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,已经成为当今制造业的发展方向。

我国数控技术及产业尽管在改革开放后取得了显著的成就,但是,我国的数控技术及产业与发达国家相比仍然有比较大的差距,其原因是多方面的,但最重要的是数控人才的匮乏。目前,随着国内数控机床用量的剧增,急需培养一大批各种层次的数控人才,特别是应用型高级技术人才及能熟练操作数控设备的技能人才,而数控车床、铣床、加工中心及一些特种数控设备的操作人员的培养更加显得紧迫。

为了适应我国高等职业技术教育发展及数控技能型人才培养的需要,特编写了这一套《数控职业技能实践系列教程》。

本系列教程分6册:《数控加工技术基础》、《数控车削编程与操作》、《数控铣削编程与操作》、《数控加工中心编程与操作》、《特种数控设备编程与操作》、《数控设备故障诊断与维修》。

承担本系列教程编写工作的中北大学机械工程与自动化学院机械工程系,在“机械设计制造及其自动化”——山西省品牌专业建设的基础上,1995年就开设了“机床数控技术”和“制造自动化技术”两个专业,其专业基础课程《机床数控技术》被评为省级精品课程。在继续教育方面,作者单位作为“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50多期现代数控技术普及班、高级班和各种专项班,为80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。目前,中北大学是教育部、国防科工委、中国机械工业联合会认定的数控技术领域技能型紧缺人才培养培训基地。

本系列教程是经过10多年的教学实践的积累和检验,不断进行补充、更新、修改而编写完成的。本教材力求取材新颖,介绍的内容由浅入深,循序渐进,深入浅出,图文并茂,形象生动,理论密切联系实际,特别着重于应用,每一部分都列举了大量实例。为了适应数控技术应用人才的市场需要,理论部分的讲解突出了简明性、系统性、实用性和先进性,反

映机与电的结合,减少繁杂的数学推导,系统全面地介绍了数控技术、数控装备、数控加工工艺等方面的知识。

本系列教程的特色表现在下列几方面:

- (1) 本系列的各本教材编写突出了“应用”的特色,精选了大量的应用实例。
- (2) 注重理论与实践的合理搭配,既有相关技术的基础理论知识,又有数控实践操作知识。
- (3) 在有限的课时内,安排较大量的实验、习题,以锻炼学生实际动手能力及学习解决实际问题的能力。

(4) 本系列教材编写工作由学校教师和企业技术人员共同完成。

参加本系列教程编写者均为主讲过“机械设计制造及其自动化”类“数控技术”专业本、专科各门数控专业课程,并参加相关科研项目的青年教师,由博士生导师王爱玲教授担任系列教程的总策划与主编。

本系列教程可作为高等职业教育的教学与实践用教材或教学参考用书,同时对从事数控技术开发、数控设备使用、维修人员、数控编程技术人员以及数控机床操作人员均有较大的参考价值,同时,也可作为各种层次的继续工程教育用数控培训教材。

《数控设备故障诊断与维修》由中北大学王爱玲主编、杨福合副主编组织编写。其中第1章由王爱玲教授编写,第2章由杨福合编写,第3章由绍云鹏编写,第4章由马维金编写,第5章由蔡国轩编写,第6章由陆春月编写。全书由王爱玲提出总体构思及编写思想并进行审稿,由杨福合负责统稿。

本书编写时参阅了很多院校和企业的教材、资料和文献,部分资料来源于网络,并得到很多专家和同事的支持和帮助,在此谨致谢意!

限于编者的水平和经验,书中难免会有不少疏漏和错误,恳请读者和各位同仁批评指正。

编 者
2008 年 6 月

目 录

第 1 章 数控机床故障诊断与维修的基本概念	1
1.1 数控机床维修的意义及特点	1
1.1.1 维修的意义	1
1.1.2 数控机床维修的特点	2
1.2 数控机床故障规律及技术指标	2
1.2.1 数控机床故障规律	2
1.2.2 数控机床维修的技术指标	3
1.3 数控机床故障分类与维修方法	4
1.3.1 数控机床常见故障分类	4
1.3.2 数控机床故障诊断的方法	6
1.3.3 数控机床故障诊断的流程	14
1.4 数控机床的维护	18
1.4.1 维修工作的基本条件	18
1.4.2 数控机床的日常维护	21
1.5 数控机床故障诊断维修仪器	22
第 2 章 数控系统故障诊断与维修	28
2.1 数控系统维修基础	28
2.1.1 数控系统的基本构成及各部分功能	28
2.1.2 数控系统维修的基本要求	30
2.1.3 数控系统的诊断维修方法	30
2.2 常用数控系统配置	32
2.2.1 SIEMENS 数控系统的基本配置与基本设定	32
2.2.2 FANUC 数控系统的基本配置与基本设定	42
2.3 常用数控系统调试与硬件更换	51
2.3.1 数控系统的调试	51
2.3.2 系统硬件的更换	56
2.4 数控系统的常见故障诊断与分析	62
2.4.1 数控系统硬件故障诊断	62
2.4.2 软件故障诊断与分析	68

第3章 数控机床伺服与检测系统诊断技术	71
3.1 概述	71
3.1.1 伺服系统的组成	71
3.1.2 数控机床对伺服系统的基本要求	72
3.1.3 伺服系统的发展	74
3.2 主轴伺服系统故障诊断技术	76
3.2.1 常用主轴驱动系统介绍	77
3.2.2 主轴伺服系统的工作原理	77
3.2.3 主轴伺服系统的故障形式及诊断方法	79
3.2.4 主轴伺服系统故障诊断实例	81
3.3 进给伺服系统故障诊断技术	90
3.3.1 常见进给驱动系统介绍	90
3.3.2 伺服系统结构形式	92
3.3.3 进给伺服系统的故障形式及诊断方法	95
3.3.4 伺服电动机的维护	98
3.3.5 进给驱动的故障诊断	99
3.3.6 伺服系统故障诊断实例	104
3.4 位置检测装置故障及诊断	115
3.4.1 故障形式	116
3.4.2 位置检测元件的维护	116
3.4.3 位置检测的故障诊断	119
第4章 数控机床 PLC 的故障诊断	123
4.1 数控机床 PLC 的基本功能	123
4.2 数控机床 PLC 与数控系统的关系	124
4.3 数控机床 PLC 的输入/输出元件	125
4.3.1 常用的输入元件	126
4.3.2 常用输出元件	129
4.4 数控机床 PLC 的故障诊断	131
4.4.1 数控机床 PLC 的故障表现形式	131
4.4.2 数控机床 PLC 故障诊断的方法	132
4.5 常用数控系统的 PLC 状态监控方法	141
4.5.1 西门子系统的 PLC 状态显示功能	142
4.5.2 FANUC 系统的 PMC 状态监控	147
4.6 数控机床电源维护及故障诊断	149
4.6.1 电源配置	150
4.6.2 数控机床的抗干扰	151

第5章 数控机床机械结构故障诊断与维修	155
5.1 机械故障诊断概述	155
5.1.1 机械故障的类型	155
5.1.2 机械系统故障诊断分类	156
5.1.3 机械系统故障诊断的基本环节	157
5.1.4 机械系统故障诊断的方法	157
5.2 主轴部件故障诊断与维修	161
5.2.1 主轴部件的结构及主轴的维护	161
5.2.2 主轴部件常见故障及排除方法	166
5.2.3 主轴部件故障诊断维修实例	168
5.3 滚珠丝杠螺母副故障诊断与维修	175
5.3.1 滚珠丝杠螺母副的机械结构及维护	175
5.3.2 滚珠丝杠螺母副常见的故障及排除方法	180
5.3.3 滚珠丝杠螺母副故障诊断的实例	181
5.4 导轨副机械结构故障诊断与维修	183
5.4.1 导轨副的结构及维护	183
5.4.2 导轨副故障诊断与维修方法	187
5.4.3 导轨副故障诊断的实例	188
5.5 刀库及换刀装置故障诊断与维修	188
5.5.1 刀架、刀库和换刀装置机械结构	188
5.5.2 刀架、刀库和换刀机械手常见故障诊断及排除	191
5.5.3 刀架、刀库和换刀机械手故障诊断及排除实例	194
5.6 液压与气压传动系统故障诊断与维修	195
5.6.1 液压与气压传动系统原理与维护	195
5.6.2 液压与气动传动系统故障诊断及排除	199
5.6.3 液压与气动传动系统故障诊断及排除实例	202
第6章 数控机床故障诊断与维修实例	204
6.1 CNC系统故障维修实例	204
6.1.1 FANUC CNC系统故障诊断实例	204
6.1.2 SIEMENS CNC系统故障维修实例	209
6.1.3 其他CNC系统故障诊断实例	213
6.2 伺服系统故障维修实例	216
6.3 主轴系统故障维修实例	226
6.4 刀架刀库系统故障维修实例	231
6.5 工作台故障维修实例	237
参考文献	243

第1章 数控机床故障诊断与维修的基本概念

1.1 数控机床维修的意义及特点

1.1.1 维修的意义

21 世纪科技核心是信息化, 实现数字制造, 又叫“e-制造”, 已经成为近年机械制造业现代化的标志, 各企业已经普遍采用 CAD/CAM、虚拟设计与制造等先进技术手段, 而作为必要的前沿装备的数控机床承担着多工序、精密、复杂的加工任务, 按给定的工艺指令自动加工出所需几何形状的工件, 完成大量人工直接操作所不能胜任的工作。现在数控机床不仅单机使用, 还在计算机辅助控制中集群使用, 构成柔性生产线, 或与工业机器人、立体仓库等组合成无人化工厂。随着现代科学技术的发展, 数控机床正在实现智能化、集成化、信息化、网络化, 推动着世界“e-制造”的进程。

近几年全世界每年要生产几千台不同类型与规格的数控机床, 我国每年也有近千台数控机床的产量。由于一些用户对数控机床的故障还不能及时做出正确判断和排除, 并且机床生产单位因交通、通信、资金、技术人员的水平等因素不能及时派出维修人员到现场服务, 目前国内各行业中的数控机床开动率平均仅达到 20% ~ 30%。

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, 也是制约数控机床发挥作用的主要因素之一。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。

数控机床的生产厂商加强数控机床故障诊断与维修的力量, 可以提高数控机床的质量, 有利于数控机床的推广和使用。数控机床的使用单位培养掌握数控机床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。随着数控机床的使用和推广, 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。

数控机床是一种高效率的自动化机床, 大多用来加工重要工件。数控机床价格昂贵, 为提高数控机床利用率, 充分发挥它的效益, 应合理安排加工工序, 充分做好准备工作, 尽量减少机床的等待时间, 凡是能在数控机床上加工的, 尽量利用, 而不能以保护贵重设备为由, 使其长期闲置。如果一台数控机床的任何部分在生产中出现故障和失效, 都会使机床停机, 造成生产停顿, 不能及时维修, 就必然贻误产品生产周期, 甚至影响企业的信誉, 造成无法弥补的经济损失。因此, 维修工作至关重要, 不仅创造了实际价值, 而且具有广泛的社会效益。



1.1.2 数控机床维修的特点

普通机床从诞生到现在,从无轴式集体驱动转变为单台电动机或多台电动机驱动一台机床,从台钻到龙门刨床,都是由强电(继电器、接触器)控制电动机运转来实现的。因此,故障诊断也比较直观,维修工人起着主导作用。检测仪器也比较简单,而万用表是必不可少的检测仪器,问、看、闻、听、量是一般通用的诊断程序。故障诊断的水平也就是维修者经验的积累。

数控机床与普通机床在结构上的区别在于数控机床是计算机引入制造系统后的一种机、电、液一体化的产物。CNC系统只是数控机床的一个组成部分,随着科学技术的发展,机床的主机结构也发生了明显的变化,如转塔刀架、刀库、机械手、对刀装置、检测装置均使用在一台机床上。又由于在FMS和CIMS系统中还有物料系统和管理系统的加入,使数控机床的故障诊断变得更加错综复杂。

数控机床与普通机床的主要区别是CNC系统、伺服控制、主轴电动机控制组成了数控机床弱电部分,这也是数控机床的核心部分。无论哪种CNC系统,“弱电”占了很大一部分。因此,对于数控机床故障诊断要求维修人员是一名集机、电、液知识于一体的具有高文化素质的人员。所以,数控机床的诊断在诊断手段、仪器和仪表的使用中都与传统的机床故障诊断有所不同。

1.2 数控机床故障规律及技术指标

1.2.1 数控机床故障规律

数控机床的故障分为电子、电气类故障和机械类故障等类型,其分布情况如图1-1所示。由图中看出,电子、电气类故障和机械类故障占全部故障的85%。电子、电气类故障主要包括电子元器件、控制装置和测量系统的故障,本章中介绍的故障诊断与维修方法主要针对电子、电气类故障。

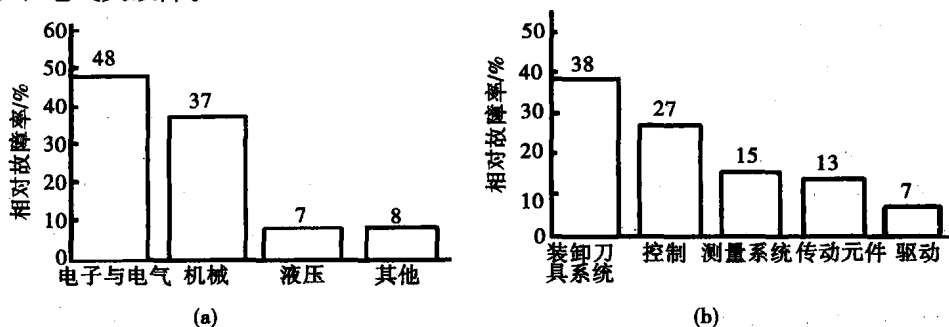


图 1-1 数控机床故障分布

与一般设备相同,数控机床的故障率随时间变化的规律可由如图1-2所示的浴盆曲线(又称故障率曲线)表示。在整个使用寿命期内,数控机床的故障频度大致可分为三个阶段,即早期故障期、偶发故障期及耗损故障期。

早期故障期从整机安装调试后,开始运行半年至一年期间,故障频率较高,一般无规律可循。从机械角度看,在这段时期里,主机虽然经过了试生产磨合,但由于零件的加工表面还存在着微观和宏观的几何形状偏差,在完全磨合前,表面还较粗糙;部件在装配中还存在着形位误差,在机床使用初期可能引起较大的磨合磨损,使机床相对运动部件之间产生过大间隙。另外,由于新的混凝土地基的内应力还未平衡和稳定,也使机床产生某些精度偏差。从电气角度看,数控机床控制系统及执行部件使用大量的电子电气器件,这些元件和装置在制造厂虽然经过严格筛选和整机拷机等处理,但在实际运行时,由于交变负荷及电路开、关的瞬时浪涌电流和反电动势等的冲击,使某些元器件经受不起初期冲击,因电流或电压击穿而失效,致使整个设备出现故障。一般来说,在这个时期,电气、液压和气动系统故障发生率较高,为此,在用户购置数控机床后有一年的保修期,用户要很好地利用这一期间,进行技术培训,消化机床资料,尽快掌握操作与维修的基本技能。

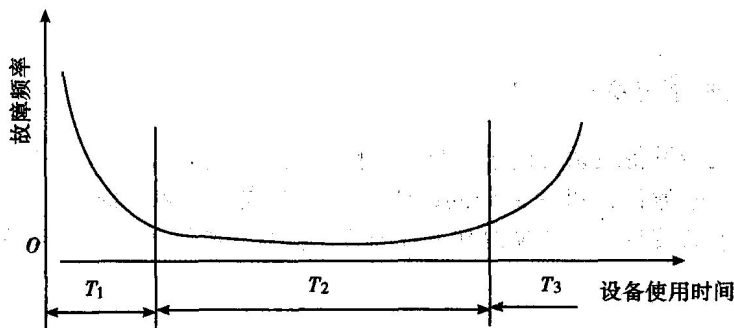


图1-2 数控机床故障规律浴盆曲线

T_1 - 早期故障期; T_2 - 偶发故障期; T_3 - 损耗故障期

偶发故障期(相对稳定运行期)的故障率低且稳定,其故障主要是因为操作或维护不良造成的。在此期间,一方面要不断提高使用与管理水平,让数控机床创造更高的价值;另一方面,要进行良好的保养,并及时维修,尽量避免大故障的发生,以延长机床的使用寿命。

耗损故障期(寿命终了期)的故障率随着机床运转时间的增加而升高,这是由于年久失修和线路损坏产生的故障,说明机床的寿命将尽。

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。衡量可靠性的技术指标主要有以下几个:

(1) 平均无故障时间 MTBF (Mean Time Between Failure), 即可修复产品两次故障之

间能正常工作的时间的平均值,也就是产品在寿命范围内总工作时间与总故障次数的比,即

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

当然这个时间越长越好。

(2) 平均修复时间 MTTR (Mean Time To Repair), 是指数控机床在寿命范围内, 每次从出现故障开始维修, 直至能正常工作所用的平均时间。显然这个时间越短越好。除必要的物质条件外, 诊断人员的水平在这里起主导作用, 造就一批精干的维修队伍是非常关键的。

$$MTTR = \text{总修复时间} \div \text{总修复次数}$$

(3) 有效度 A , 是从可靠性和可维修性角度对数控机床的正常工作概率进行综合评价的尺度, 是指一台可维修的数控机床在某一段时间内, 维持其性能的概率。

$$A = MTBF \div (MTBF + MTTR)$$

有效度 A 是一个小于 1 的数, 数控机床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。

1.3 数控机床故障分类与维修方法

1.3.1 数控机床常见故障分类

所谓故障, 是指设备或系统由于自身的原因丧失了规定的功能, 不能再进行正常工作的现象。数控机床的故障包括机械部分的故障、数控系统的故障、伺服与主轴驱动系统的故障, 以及辅助装置的故障等。故障按其表现形式、性质、起因等可作多种分类。常见的故障类型有以下几种。

1. 按数控机床发生故障的部件可分为主机故障和电气故障

数控机床的主机部分主要包括机械、润滑、冷却、排屑、液压、气动与防护等装置。常见的主机故障有因机械安装、调试及操作使用不当等原因引起的机械传动故障或导轨运动摩擦过大的故障。其表现为传动噪声大、加工精度差、运行有阻力。

电气故障分弱电故障与强电故障。弱电部分主要指 CNC 装置、PLC 控制器、CRT 显示器以及伺服单元、输入/输出装置等电子电路, 这部分又有硬件故障与软件故障之分。硬件故障主要是指上述各装置的印制电路板上的集成电路芯片、分立元件、接插件以及外部连接组件等发生的故障。常见的软件故障有加工程序出错、系统程序和参数的改变或丢失、计算机的运算出错等。强电部分是指断路器、接触器、继电器、开关、熔断器、电源变压器、电动机、电磁铁、行程开关等电气元件及其所组成的电路, 这部分的故障特别常见。

2. 按与故障的相互关系可分为关联性故障和非关联性故障

非关联性故障指由与系统本身无关的因素(如安装、运输等)引起的。关联性故障又

可分系统性故障和随机性故障。

系统性故障，通常是指只要满足一定的条件或超过某一设定的限度，工作中的数控机床必然会发生故障。这一类故障现象极为常见。例如，液压系统的压力值随着液压回路过滤器的阻塞降到某一设定参数时，必然会发生液压系统故障报警使系统断电停机；润滑、冷却或液压等系统由于管路泄漏引起油标下降到允许使用的最小值，必然会发生液位报警使机床停机；机床加工中因切削量过大，达到某极限值时必然会发生过载或超温报警，致使系统迅速停机。因此，正确使用与精心维护是杜绝和避免这类系统性故障发生的切实保障。

随机性故障通常是指数控机床在同样的条件下工作时只偶然发生一次或两次的故障。由于此类故障在各种条件相同的状态下只偶然发生一两次，因此，随机性故障的原因分析与故障诊断较其他故障困难得多。这类故障的发生往往与安装质量、组件排列、参数设定、元器件品质、操作失误与维护不当，以及工作环境影响等诸因素有关。例如，接插件与连接组件因疏忽未加锁定，印制电路板上的元器件松动变形或焊点虚脱，继电器触点、各类开关触头因污染锈蚀，以及直流电动机电刷不良等所造成的接触不可靠等。工作环境温度过高或过低、湿度过大、电源波动与机械搬动、有害粉尘与气体污染等原因均可引发此类偶然性故障。因此，加强数控系统的维护检查，确保电气箱门的密封，严防工业粉尘及有害气体的侵袭等，均可避免此类故障的发生。

3. 按诊断方式可分为有诊断显示故障和无诊断显示故障两种

现代的数控系统大多都有较丰富的自诊断功能，如日本的 FANUC 数控系统、德国的 SIEMENS 数控系统等，报警号有数百条，所配置可编程控制装置报警参数也有数十条乃至上百条，当出现故障时自动显示出报警号。维修人员利用这些诊断显示的报警号，较易找到故障所在。而无诊断显示时，机床停在某一个位置不动、循环进行不下去，甚至用手动强行操作也无济于事。由于没有报警显示，维修人员只能根据故障出现前后的现象来判断。因此，故障排除难度较大。

4. 按故障破坏性可分为破坏性故障和非破坏性故障

破坏性故障一般来说要避免再发生，维修时不允许重演。如对因伺服系统失控造成机床飞车、短路及熔丝熔断等破坏性故障，只能根据现场目击者提供的情况来做分析判断，所以维修难度较大，且具有一定的危险性。对于非破坏性故障，由于其危险性小，可以由操作者反复再现，因此排除较容易。

5. 按故障起因可分为硬故障和软故障两大类

硬故障主要是由于控制系统中的元器件损坏而造成的，需更换元器件才能排除的故障。而软故障大都由于编程错误、操作错误或电磁干扰等偶然因素造成，只要修改程序或进行适当调整，故障即可消除。

6. 按故障发生的原因可分为数控机床自身故障和数控机床外部故障

数控机床自身故障的发生是由于数控机床自身的原因引起的,与外部使用环境条件无关。数控机床所发生的绝大多数故障均属此类故障,但也应区别有些故障并非本身而是外部原因所造成。

数控机床外部故障是由于外部原因造成的。例如,数控机床的供电电压过低,波动过大,相序不对或三相电压不平衡;周围的环境温度过高,有害气体、潮气、粉尘侵入;外来振动和干扰,如电焊机所产生的电火花干扰等,均有可能使数控机床发生故障;还有人为因素所造成的故障,如操作不当,手动进给过快造成超程报警,自动切削进给过快造成过载报警;操作人员不按时按量给机床机械传动系统加注润滑油,易造成传动噪声或导轨摩擦系数过大,而使工作台进给电动机超载。

1.3.2 数控机床故障诊断的方法

1. 常规方法

数控机床是一个十分复杂的系统,加之数控系统和机床本身的种类繁多,功能各异,根本不可能找出一种适合各种机床和数控系统的通用诊断方法。这里仅介绍一些常见的一般性方法。这些方法互相联系,在实际的故障诊断中,往往要综合运用这些方法。

1) 直观检查法

直观检查法即维修人员充分利用自身的眼、鼻、耳、手等直接查找故障的方法。通过目测故障电路板、仔细检查有无熔丝熔断、元器件烧坏、烟熏、开裂现象,从而可判断板内有无过流、过压、短路发生。用手摸并轻摇元器件(如电阻、电容、晶体管等)有无松动之感,以此检查一些引脚断裂、虚焊等问题。针对故障的有关部分用一些简单的工具,如万用表、蜂鸣器等,检查各电源之间的连接线路有无断路现象。若无,即可接入相应的电源,并注意有无烟、灰尘、噪声、焦糊味、异常发热的现象,以此发现一些较为明显的故障,进一步缩小检查范围。

【例1-1】FANUC-7CM系统卧式加工中心在运行中Z轴运动偶尔出现报警,经仔细观察Z轴运动实际位置与指令值不一致。

故障分析与排除:直观发现Z轴编码器外壳被撞变形,所以怀疑该编码器已坏。换上一个新的编码器后,故障排除。

【例1-2】数控淬火机床进给故障。在开机后,回参考点操作时,Y轴不动。

故障分析与排除:手动操作使Y轴运动,但是Y轴不走,观察屏幕上Y轴的坐标值却正常变化,并且观察Y轴伺服电动机也正常旋转,因此怀疑伺服电动机与丝杠间的联轴器损坏。拆开检查发现确实损坏,更换新的联轴器,故障消除。

【例1-3】国产JCS-018立式加工中心,采用北京机床研究所FANUC-BESK 7M数控系统,加工程序完成后,X轴不执行自动返回参考点动作,CRT上无报警显示,机床各部分也无报警显示,但手动X轴能够移动,将X轴用手动方式移至参考点后,机床又能正常加工,加工完成后,又重复上述现象。

故障分析与排除:由于将X轴用手动方式移至参考点后机床能正常加工,可以判断NC系统、伺服系统无故障。考虑故障应发生在X轴回参考点的过程中,怀疑故障与X轴参考点的参数发生变化有关。然而,当在TECH方式下,将与X轴参考点有关的地址为F的参数调出进行检查,却发现这些参数均正常。从数控机床的工作原理可知,轴参考点除了与参数有关外,还与轴的原点位置、参考点的位置有关。检查机床上X轴参考点的限位开关,发现其已因油污而失灵,即始终处于接通状态。故加工程序完成后,系统便认为已回到了参考点,所以X轴不执行返回参考点的动作。将该限位开关清洗、修复后,故障排除。

2) 换件诊断法

当系统出现故障后,维修人员把怀疑部分从大到小逐步缩小故障范围,直至把故障定位于板级或部分线路,甚至元器件级。此时,利用备用的印制电路板、集成电路芯片或元器件替换有疑点的部分,或将系统中具有相同功能的两块印制电路板、集成电路芯片或元器件进行交换,即可迅速找出故障所在。这是一种简便易行的方法。但换件时应该注意备件型号、规格、各种标记、电位器调整位置、开关状态、线路更改是否与怀疑部分的相同。此外,还要考虑到可能要重调新替换件的某些电位器,以保证新、旧两部分性能相近。任何细微的差异都可能导致失败或造成损失。

【例1-4】北京第一机床厂生产的XK5040-1型数控铣床,采用FANUC-3M数控系统,CRT不显示故障,机床通电开机后,无显示。

故障分析与排除:CRT显示电路与普通黑白电视机显示电路相差无几。根据维修手册,首先检查CRT高压电路、行输出电路、场输出电路及I/O接口,以上部位均无异常,并且,该机床除CRT不显示外,各种加工程序和动作均正常。从以上检查情况分析,该故障可能发生在数控系统内部。使用仪器检查,发现PC-2模板上CRT视放电路无输出电压,怀疑是PC-2模板内部故障。采用交换法,用相同功能模板PC-2替换怀疑有故障的PC-2模板,CRT恢复显示。

3) 测量比较法

数控系统生产厂在设计印制电路板时,为了调整、维修的便利,在印制电路板上设计了多个检测用端子。用户也可利用这些端子比较测量正常的印制电路板和有故障的印制电路板之间的差异。可以检测这些测量端子的电压或波形,分析故障的起因及故障的所在位置。甚至有时还可对正常的印制电路板人为地制造“故障”,如断开连接或短路、插拔组件等,以判断真实故障的范围。

【例1-5】数控磨床Z轴找不到参考点。

故障分析与排除：这台机床在机床回参考点时 X 轴、Y 轴没有问题，Z 轴回参考点时，出现压限位报警，手动还可以回参考点。观察 Z 轴回参考点的过程，在压上零点开关后，Z 轴减速运行，但一直运动到限位才停止。根据原理分析认为，可能编码器零点脉冲有问题，用示波器检查编码器的零点脉冲，确实没有信号，证明编码器有故障。换上新的编码器后，机床正常工作。

4) 参数检查法

众所周知，数控参数能直接影响数控机床的性能。参数通常是存放在磁盘存储器或 RAM 中，电池不足或外界的某种干扰等会使个别参数丢失或变化，发生混乱，使机床无法正常工作。此时，通过核对、修正参数，就能将故障排除。当机床长期闲置后，工作时会无缘无故地出现不正常现象，就应根据特征，检查和校对有关参数。

另外，经过长期运行的数控机床，由于其机械传动部件磨损、电气元件性能变化等原因，也需对其有关参数进行调整。有些机床的故障发作就是出于未及时修改某些不适应的参数所致。

【例 1-6】采用 SIEMENS 公司 810 系统的数控磨床，在磨削加工时发现，虽然输入了刀具补偿数据，但加工后工件尺寸与刀补时相比没有变化或者变化过小。

故障分析与排除：根据机床工作原理，在磨削加工时 Z 轴带动砂轮对工件进行径向磨削，X 轴正常时不动，只有要调整球心时才进行微动，一般在往复 0.02mm 范围内运动，因为移动距离较小，可能丝杠反向间隙会影响尺寸变化。在测量机床的往返精度时发现，X 轴在从正向到反向转换时，让其走 0.01mm，而千分表上没有变化，X 轴在从反向到正向转换时，亦是如此。因此怀疑滚珠丝杠的反向间隙有问题，研究系统说明书发现，数控系统本身对滚珠丝杠的反向间隙具有补偿功能。根据数据说明，调整机床数据 MD2201 反向间隙的补偿数值，使机床恢复了正常工作。

【例 1-7】配 FANUC9 数控系统的立式 XK5040 铣床，在自动加工某一曲线轮廓时，出现爬行现象，表面粗糙度高。

故障分析与排除：在运行测试程序时，直线、圆弧插补时皆无爬行，由此确定原因在编程方面。对加工程序仔细检查后发现该加工曲线是由众多小段圆弧组成的，而编程时又使用了正确定位检查 G61 指令。将程序中的 G61 取消，改用 G64 后，爬行现象消除。

5) 敲击法

当数控系统出现的故障表现为时有时无时，往往可用敲击法检查出故障的部位所在。这是由于数控系统是由多块印制电路板组成，每块板又有许多焊点，板间或模块间又通过插件及电线相连。因此，任何虚焊或接触不良，都可能引起故障。当用绝缘物轻轻敲击有虚焊及接触不良的疑点时，故障肯定会重复再现。

【例 1-8】MCH500 卧式加工中心，配备 FANUC-0M 系统，在安装调试时，CRT 显示器突然出现无显示故障，而机床还可继续运转。停机后再开，又一切正常。