

数控职业教育系列教材

SHUKONG ZHIYE JIAOYU XILIE JIAOCAI

第2版

数控 机床故障 诊断与维修

主 编 王爱玲

副主编 杨福合 张福生

王爱玲 杨福合 张福生 等编著

配有电子教案
和习题答案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



数控职业教育系列教材 ●●●●

数控机床 故障诊断与维修

第2版

主 编 王爱玲

副主编 杨福合 张福生

王爱玲 杨福合 张福生 崔克峰 宋胜涛 编 著



机械工业出版社

根据高职高专教育专业人才培养目标的要求,并总结了编者多年在数控机床应用领域的教学和工程实践经验,编写了本系列教材。

本书从数控机床维修的角度,以面向实际操作、培养实践技能为目的,针对常用的 FANUC、SIEMENS 和华中数控等公司的数控设备,详细地分析了数控机床数控装置、伺服驱动系统、低压电器、检测元件、PLC、机械结构等部件的常见故障形式、故障原因及故障诊断排除方法。本书辅以大量的故障诊断分析实例,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。

本书内容介绍由浅入深,循序渐进,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。

本系列适合作为高等职业教育的教学与实践用教材,也可作为企业数控加工职业技能的培训教材,对数控技术开发人员、数控设备使用人员、维修人员、数控编程技术人员、数控机床操作人员及数控技工有较大的参考价值,同时还可作为各种层次的继续工程教育用数控培训教材。

需要本书电子教案和习题答案的老师可到机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 网站下载,也可发 E-mail 至 complyw@sina.com 与编辑联系。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修/王爱玲主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2013.6

数控职业教育系列教材

ISBN 978-7-111-42432-1

I. ①数… II. ①王… III. ①数控机床-故障诊断-高等职业教育-教材②数控机床-维修-高等职业教育-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 095224 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李万宇 责任编辑:李万宇 杨明远

版式设计:霍永明 责任校对:肖琳

封面设计:鞠杨 责任印制:李洋

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2013 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

169mm×239mm·16.5 印张·330 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-42432-1

定价:33.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

策划编辑(010)88379732

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面防伪标均为盗版

《数控职业教育系列教材》

编辑委员会

主 编 王爱玲 景海平

副主编 (按姓氏笔画排序)

关锐钟 刘永姜 李 清 张武奎

张福生 杨福合 赵丽琴 郭荣生

徐旭宁 曾志强 蓝海根

编 委 (按姓氏笔画排序)

马清艳 于大国 王旭东 王林玉

王爱玲 关锐钟 刘中柱 刘永姜

孙旭东 朱 平 朱东霞 陈跃鹏

李 清 张武奎 张 艳 张福生

吴维梁 杨福合 段能全 侯志利

赵丽琴 郭荣生 徐旭宁 崔克峰

景海平 温海骏 曾志强 蓝海根

蔡启培 蔚仁伟

前 言

制造业是国民经济和国防建设的基础性产业，先进制造技术是振兴传统制造业的技术支撑和发展趋势，是直接创造社会财富的主要手段，谁先掌握先进制造技术，谁就能够占领市场。而数控技术是先进制造技术的基础技术和共性技术，已成为衡量一个国家制造业水平的重要标志之一。现代数控技术集传统的机械制造技术、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、网络通信技术、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的生产方式、产业结构、管理方式带来了深刻的变化，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，离开了数控技术，先进制造技术就成了无本之木。数控技术是国际技术和商业贸易的重要构成，工业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。采用数控技术的典型产品——数控机床，是机电工业的重要基础装备，是汽车、石油化工、电子等支柱产业及重矿产业生产现代化的最主要手段，也是世界第三次产业革命的一个重要内容。

因此，数控技术及数控装备是发展新兴高新技术产业和尖端工业（如信息技术及其产业、生物技术及其产业、航空和航天等国防工业产业）的使能技术和最基本的装备。数控技术及数控装备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，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，开发出了具有自主知识产权的数控平台，即以 PC 为基础的总线式、模块化、开放型的单处理器平台和多处理器平台，开发出了具有自主版权的基本系统，也研制成功了并联运动机床等新技术与新产品。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，其中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，特别是高端技能型人才。

为适应我国高等职业技术教育发展及数控应用型人才、操作技能型人才培养的需要，修订编写了这一套《数控职业教育系列教材》。本系列教材分 6 册：《数控

机床结构及应用》第2版、《数控原理及数控系统》第2版、《数控机床加工工艺》第2版、《数控编程技术》第2版、《数控机床操作技术》第2版、《数控机床故障诊断与维修》第2版。各分册的第1版重印数次，销量很好，受到了读者的广泛欢迎。

本系列教材的编写修订工作主要由中北大学机械工程与自动化学院和山西职业技术学院机械工程学院承担。中北大学机械工程与自动化学院在“机械设计制造及其自动化”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”两个专业方向；在继续工程教育方面，中北大学作为“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员。目前中北大学是教育部、国防科工局、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。山西职业技术学院机械工程学院，自2002年开始秉承“学校入园区、企业进学校”的办学理念，积极响应国家紧缺人才培养、培训的号召，将国家级数控实训基地建在了具有良好机械加工环境的榆次工业园区，形成了“前校后厂、校企合一”“校中有厂、厂中有校”的办学模式，实现了校园文化与企业文化的兼容并蓄，收到了良好的办学效果。学院近年来曾多次在全国职业院校技能大赛、全国数控技能大赛中获得一等奖、二等奖等优异成绩，是国家百所骨干高职院校之一，拥有“数控设备应用与维护”“机电设备维修与管理”两个骨干院校建设专业。

本系列教材是诸位编者经过10多年来的教学实践积累和检验，不断补充、更新、修改而编著完成的，力求取材新颖，内容介绍由浅入深，循序渐进，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。为了满足数控技术应用型人才的市场需要，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，减少了繁杂的数学推导，系统全面地介绍了数控技术、数控装备、数控加工工艺、数控编程等方面的知识。

本系列教材的特色表现在下列几方面：

1. 各个出版社都出了不少各种层次的与数控相关的书籍，也有一些专门针对职业教育的。本系列教材是针对数控职业教育的较为全面的系列教材。
2. 本系列的各本教材在编著时突出了“应用”的特色，精选了大量的应用实例。
3. 教材中涉及的内容，既有标志学科前沿的最新知识，又深入浅出地交代了数控基本理论知识。
4. 在有限的课时内，安排较大量的实验实训、习题，以锻炼学生实际动手能力及学生解决实际问题的能力。

参加本系列教材的编写者均为主讲过“机械设计制造及其自动化”类“数控

技术”专业本科、高等职业教育各门数控专业课程并参加相关科研项目的青年教师,由第三届高等学校教学名师获奖者王爱玲教授、博士生导师和山西职业技术学院景海平院长担任本系列教材的总策划与主编。

本系列教材适合作为高等职业教育的教学与实践用教材或教学参考用书,对数控技术开发人员、数控设备使用人员、维修人员、数控编程技术人员、数控机床操作人员及数控技工也有较大的参考价值,同时还可作为各种层次的继续工程教育用数控培训教材。

《数控机床故障诊断与维修》系本系列教材分册之一,本书从数控机床维修的角度,以面向实际操作、培养实践技能为目的,针对常用的 FANUC、SIEMENS 和华中数控等公司的数控设备,详细地分析了数控机床数控装置、伺服驱动系统、低压电器、检测元件、PLC、机械结构等部件的常见故障形式、故障原因及故障诊断排除方法。本书辅以大量的故障诊断分析实例,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。

本分册由中北大学王爱玲任主编,杨福合、张福生任副主编。中北大学王爱玲教授编著了第7章,中北大学杨福合编著了第1章、第2章、第3章,中北大学宋胜涛编著了第5章,山西职业技术学院张福生编著了第6章,山西职业技术学院崔克峰编著了第4章。全书由中北大学王爱玲教授统稿,山西职业技术学院张福生审稿。

作者在总结广大师生和社会读者对上一版使用意见的基础上,根据职业教育的特点,对本书的内容作了如下修订:改写了诊断及维修的基本要求部分,添加了常用工具及仪器的实物图片;根据职业教育的特点及现状,将原先 SINUMERIK 840D 的数控系统的介绍更改为经济普及型的 SINUMERIK 802S base line 系统,从而与大多数职业院校所用的试验台相结合;改写了检测元件的原理分析,更新了图片,添加了常见的故障等内容;增加了“数控机床电气系统故障诊断与维修”一章,详细介绍了数控机床控制系统中常用的低压电器原理,配备了实物图片,列出了常见故障形式及解决方法等;对全书的诊断维修实例进行了部分更新。

本书在编写过程中参阅了诸多院校和同行的教材、资料和文献,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。

作 者

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 数控机床故障诊断与维修的意义和目的	1
1.1.1 数控机床故障诊断与维修的意义	1
1.1.2 数控机床故障诊断与维修的目的	2
1.2 数控机床故障诊断与维修的研究对象和故障分类	2
1.2.1 数控机床故障诊断的研究对象	2
1.2.2 数控机床故障诊断的分类	3
1.3 数控机床故障诊断与维修方法、步骤和要求	5
1.3.1 故障诊断与维修的方法	5
1.3.2 故障诊断与维修的一般步骤	9
1.3.3 故障诊断与维修的基本要求	12
1.4 数控机床的安装、调试、验收和维护	22
1.4.1 数控机床的安装	22
1.4.2 数控机床的调试	23
1.4.3 数控机床的验收	24
1.4.4 数控机床的维护	27
练习与思考题 1	30
第 2 章 数控系统故障诊断与维修	31
2.1 数控系统维修基础	31
2.1.1 数控系统的基本构成及各部分功能	31
2.1.2 数控系统维修的基本要求	33
2.1.3 数控系统的诊断与维修方法	33
2.2 常用数控系统配置	34
2.2.1 SIEMENS 数控系统的基本配置	34
2.2.2 FANUC 数控系统的基本配置	45

2.2.3 华中数控系统的基本配置	57
2.3 数控系统的常见故障诊断与分析	59
2.3.1 数控系统硬件故障诊断	59
2.3.2 软件故障诊断与分析	65
练习与思考题 2	67
第3章 伺服系统的故障诊断与维修	68
3.1 概述	68
3.1.1 伺服系统的组成	68
3.1.2 伺服系统的分类	69
3.2 主轴驱动系统故障及诊断	75
3.2.1 常用主轴系统的基本结构与工作原理	76
3.2.2 主轴伺服系统的故障形式及诊断方法	85
3.2.3 主轴驱动故障诊断	86
3.3 进给伺服系统故障及诊断	91
3.3.1 常见进给驱动系统及其结构形式	92
3.3.2 进给伺服系统的故障形式及诊断方法	95
3.3.3 进给驱动故障诊断	96
3.4 位置检测装置故障及诊断	99
3.4.1 常用位置检测元件的工作原理	100
3.4.2 位置检测装置故障的常见形式及诊断方法	108
3.4.3 位置检测装置故障的诊断与排除	110
练习与思考题 3	116
第4章 数控机床电气系统故障诊断与维修	117
4.1 数控机床电气系统的特点	117
4.1.1 数控机床对电气系统的基本要求	117
4.1.2 电气系统的故障特点	118
4.2 常用低压电器及其常见故障	119
4.2.1 电源及保护元件	119
4.2.2 输入元件	121
4.2.3 常用输出元件	124
4.2.4 常用的执行电器	129
4.3 数控机床电源维护及故障诊断	132
4.3.1 电源配置	132

4.3.2 数控机床的抗干扰	134
第5章 输入/输出模块的故障诊断	137
5.1 数控机床 PLC 的功能	137
5.2 常用数控系统的 PLC 状态的监控方法	139
5.2.1 SIEMENS 系统的 PLC 状态显示功能	139
5.2.2 FANUC 0 系统的 PMC 状态监控	145
5.3 PLC 控制模块的故障诊断	147
5.3.1 PLC 故障的表现形式	147
5.3.2 PLC 控制模块的故障诊断方法与实例	147
练习与思考题 5	157
第6章 数控机床机械结构故障诊断与维修	158
6.1 机械故障类型及其诊断方法	158
6.1.1 机械故障的类型	158
6.1.2 机械系统故障的诊断方法	159
6.2 主轴部件故障诊断与维修	162
6.2.1 主轴部件的结构及主轴的维护	162
6.2.2 主轴部件常见故障及排除方法	166
6.2.3 主轴部件故障诊断维修实例	168
6.3 滚珠丝杠螺母副故障诊断与维修	175
6.3.1 滚珠丝杠螺母副的机械结构及维护	175
6.3.2 滚珠丝杠螺母副常见的故障及排除方法	179
6.3.3 滚珠丝杠螺母副故障诊断的实例	181
6.4 导轨副机械结构故障诊断与维修	182
6.4.1 导轨副的结构及维护	182
6.4.2 导轨副故障诊断与维修方法	187
6.5 刀库及换刀装置故障诊断与维修	188
6.5.1 刀架、刀库和换刀装置机械结构	188
6.5.2 刀架、刀库和换刀机械手常见故障诊断及排除	191
6.5.3 刀架、刀库和换刀机械手故障诊断及排除实例	195
6.6 液压与气动传动系统故障诊断与维修	201
6.6.1 液压与气动传动系统原理与维护	201
6.6.2 液压与气动传动系统故障诊断及排除	205
6.6.3 液压与气动传动系统故障诊断及排除实例	207

练习与思考题 6	209
第 7 章 数控机床故障诊断与维修实例	210
7.1 CNC 系统故障维修实例	210
7.1.1 FANUC CNC 系统故障诊断实例	210
7.1.2 SIEMENS CNC 系统故障维修实例	216
7.1.3 其他 CNC 系统故障诊断实例	220
7.2 伺服系统故障维修实例	223
7.3 主轴系统故障维修实例	233
7.4 刀架刀库系统故障维修实例	239
7.5 工作台故障维修实例	248
参考文献	254

绪 论

1.1 数控机床故障诊断与维修的意义和目的

1.1.1 数控机床故障诊断与维修的意义

数控机床 (Numerically Controlled Machine Tool) 是机电一体化技术在机械加工领域中应用的典型产品, 具有高精度、高效率和高适应性的特点, 适于多品种、中小批量复杂零件的加工。数控机床作为实现柔性制造系统 FMS (Flexible Manufacturing System)、计算机集成制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufactory System) 和未来工厂自动化 FA (Factory Automation) 的基础, 已成为现代制造技术中不可缺少的设备。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, 给机械制造业的发展创造了条件, 并带来很大的效益。

数控机床也是一个复杂的大系统, 它涉及光、机、电、液等方面, 包括数控系统 CNC (Computer Numeric Control)、可编程序控制器 PLC (Programmable Logic Controller)、系统软件、PLC 软件、加工编程软件、精密机械、数字电子、大功率电力电子、电动机拖动与伺服、液压与气动、传感器与测量、网络通信等技术。数控机床内部各部分联系非常紧密, 自动化程度高、运行速度快, 大型数控机床往往有成千上万的机械零件和电器部件, 无论哪一部分发生故障都是难免的。机械锈蚀、机械磨损、机械失效, 电子元器件老化、插件接触不良、电流电压波动、温度变化、干扰、噪声, 软件丢失或本身有隐患、灰尘, 操作失误等, 都可能导致数控机床出现故障甚至是整个设备的停机, 从而造成整个生产线的停顿。在许多行业中, 数控机床均处在关键工作岗位的关键工序上, 若出现故障后不能及时修复, 将直接影响企业的生产率和产品质量, 会给生产单位带来巨大的损失。所以熟悉和掌握数控机床的故障诊断与维修技术, 及时排除故障是非常重要的。

1.1.2 数控机床故障诊断与维修的目的

数控机床故障诊断与维修的基本目的是提高数控设备的可靠性。数控设备的可靠性是指在规定的时间内、规定的工作条件下维持无故障工作的能力。衡量数控设备可靠性的重要指标是平均无故障时间 MTBF (Mean Time Between Failures)、平均修复时间 MTTR (Mean Time To Repair) 和平均有效度 A。

平均无故障时间是指数控机床在使用中两次故障间隔的平均时间, 即

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

目前较好的数控机床的平均无故障时间可以达到几万小时, 显然平均无故障时间越长越好。

平均修复时间是指数控机床从开始出现故障直至排除故障、恢复正常使用的平均时间。显然这段时间越短越好。

平均有效度是对数控设备正常工作概率进行综合评价的指标, 它是指一台可维修数控机床在某一段时间内维持其性能的概率, 即

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

显然数控设备故障诊断与维护的目的就是要做好两个方面: 一是做好数控设备的维护工作, 尽量延长平均无故障时间 MTBF; 二是提高数控设备的维修效率, 尽快恢复使用, 以尽量缩短平均修复时间 MTTR。也就是说, 从两个方面来保证数控设备有较高的有效度 A, 提高数控设备的开动率。

1.2 数控机床故障诊断与维修的研究对象和故障分类

1.2.1 数控机床故障诊断的研究对象

1. 数控机床本体 (包括液压、气动和润滑装置)

对于数控机床本体而言, 由于机械部件处于运动摩擦过程中, 因此对它的维护就显得特别重要, 如主轴箱的冷却和润滑、导轨副和丝杠螺母副的间隙调整与润滑, 以及支承的预紧、液压与气动装置的压力调整和流量调整等。

2. 电气控制系统

电气控制系统包括数控系统、伺服系统、机床电器柜 (也称强电柜) 及操作面板等。

数控系统与机床电器设备之间的接口有四个部分:

(1) 驱动电路 主要指与坐标轴进给驱动和主轴驱动之间的电路。

(2) 位置反馈电路 指数控系统的位置检测装置之间的连接电路。

(3) 电源及保护电路 电源及保护电路由数控机床强电控制线路中的电源控制电路构成, 强电线路由电源变压器、控制变压器、各种断路器、保护开关、接触器、熔断器等连接而成, 以便为交流电动机、电磁铁、离合器和电磁阀等功率执行元件供电。

(4) 开关信号连接电路 开关信号是数控系统与机床之间的输入输出控制信号, 输入输出信号在数控系统和机床之间的传送通过 I/O 接口进行。数控系统中的各种信号均可以用机床数据位“1”或“0”来表示。数控系统通过对输入开关量的处理, 向 I/O 接口输出各种控制命令, 控制强电线路的动作。

数控设备从电气的角度看, 最明显的特征就是用电气驱动替代了普通机床的机械传动, 相应的主运动和进给运动由主轴电动机和伺服电动机执行完成, 而电动机的驱动必须有相应的驱动装置和电源配置。

现代数控机床一般用可编程序控制器替代普通机床强电控制柜中的大部分机床电器, 从而实现对主轴、进给、换刀、润滑、冷却、液压及气动传动等系统的逻辑控制。特别要注意的是机床上各部位的按钮、行程开关、接近开关、继电器、电磁阀等机床电器开关, 开关的可靠性直接影响机床能否正确执行动作。这些设备的故障是数控设备最常见的故障。

数控机床为了保证精度, 一般采用了反馈装置, 包括速度检测装置和位置检测装置。检测装置的好坏直接影响数控机床的运动精度及定位精度。

由上所述, 电气系统的故障诊断及维护是数控机床维护和故障诊断的重点。

资料表明: 数控设备的操作、保养和调整不当占整个设备故障的 57%, 伺服系统、电源及电气控制部分的故障占整个故障的 37.5%, 而数控系统的故障占 5.5%。

1.2.2 数控机床故障诊断的分类

数控机床故障是指数控机床失去了规定的功能。按照数控机床故障频率的高低, 机床的使用期可以分为三个阶段, 即初始运行期、相对稳定运行期和衰老期。这三个阶段故障频率可以由故障发生规律曲线来表示, 如图 1-1 所示。数控机床从整机安装调试后至运行 1 年左右的时间称为机床的初始运行期 T_1 。在这段时间内, 机械处于磨合阶段, 部分电子元器件在电器干扰中经受不了初期的考验而破坏, 所以数控机床在这段时间内的故障相对较多。数控机床经过了初始运行期就进入了相对稳定期 T_2 , 机床在该期间仍然会产生故障, 但是故障频率相对减少, 数控机床的相对稳定期一般为 7~10 年。数控机床经过相对稳定期之后是衰老期 T_3 , 由于机械的磨损、电器元器件的品质因数下降, 数控机床的故障率又开始增大。

数控机床的故障是多种多样的,可以从不同角度对其进行分类,按其起因、表现形式、性质等可分类如下。

1. 从故障的起因分类

从故障的起因上看,数控机床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机床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机床设计、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。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。

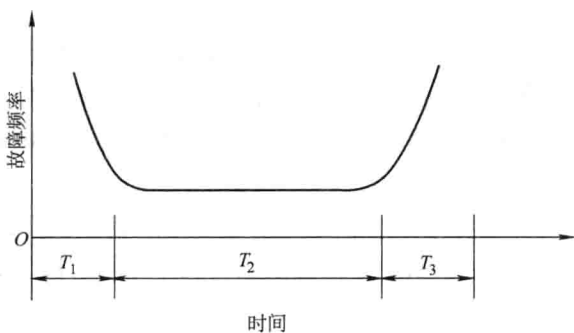


图 1-1 故障发生规律曲线

2. 从故障的时间分类

从故障出现的时间上看,数控机床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,有规则故障的发生时间有一定的规律性。

3. 从故障的发生状态分类

从故障发生的过程状态来看,数控机床故障又分为突然故障和渐变故障。突然故障是指数控机床在正常使用过程中,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载而引起的零件折断;因设备各项参数达到极限而引起的零件变形和断裂等。渐变故障是指数控机床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,数控机床故障分为完全失效故障和部分失效故障。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的情况。

5. 按故障的严重程度分类

从故障出现的严重程度上看,数控机床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机床发生故障时,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,数控机床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,避免和消除该类故障。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故障。

1.3 数控机床故障诊断与维修方法、步骤和要求

1.3.1 故障诊断与维修的方法

1. 常规方法

(1) 直观法

这是一种最基本的方法。维修人员通过对故障发生时的各种光、声、味等异常现象的观察以及认真查看系统的每一处,往往可将故障范围缩小到一个模块或一块印制电路板。这要求维修人员具有丰富的实际经验,要有多学科的较宽的综合判断的能力。

1) 问——机床的故障现象、加工状况等。

2) 看——CRT 报警信息、报警指示灯、熔丝断否、元器件烟熏烧焦、电容器膨胀变形、开裂、保护器脱扣、触点火花等。

3) 听——异常声响(铁心、欠压、振动等)。

4) 闻——电气元件焦糊味及其他异味。

5) 摸——发热、振动、接触不良等。

(2) 自诊断功能法

现代的数控系统虽然尚未达到智能化很高的程度,但已经具备了较强的自诊断功能,能实时监视数控系统的硬件和软件的工作状况。一旦发现异常,立即在 CRT 上显示报警信息或用发光二极管指示出故障的大致起因。利用自诊断功能,也能显示出系统与主机之间接口信号的状态,从而判断出故障发生在机械部分还是数控系统部分,并指示出故障的大致部位。这个方法是当前维修时最有效的一种方法。

(3) 功能程序测试法

所谓功能程序测试法就是将数控系统的常用功能和特殊功能,如直线定位、圆

弧插补、螺纹切削、固定循环、用户宏程序等用手工编程或自动编程方法,编制成一个功能程序,送入数控系统中,然后启动数控系统,使之进行运行加工,借以检查机床执行这些功能的准确性和可靠性,进而判断出故障发生的可能起因。对于长期闲置的数控机床第一次开机时的检查以及机床加工造成废品但又无报警的情况下,一时难以确定是编程错误还是操作错误,或是机床故障进行判断时,本方法是一种较好的方法。

(4) 交换法

这是一种简单易行的方法,也是现场判断时最常用的方法之一。所谓交换法就是在分析出故障大致起因的情况下,维修人员可以利用备用的印制电路板、模板、集成电路芯片或元器件替换有疑点的部分,从而把故障范围缩小到印制电路板或芯片一级。它实际上也是在验证分析的正确性。

在备板交换之前,应仔细检查备板是否完好,并应检查备板的状态应与原板状态完全一致。这包括检查板上的选择开关、短路棒的设定位置以及电位器的位置。在置换 CNC 装置的存储器板时,往往还需要对系统作存储器的初始化操作(如日本 FANUC 公司的 FS-6 系统用的存储器就需要进行这项工作),重新设定各种数控数据,否则系统仍将不能正常地工作。又如更换 FANUC 公司的 7 系统的存储器板之后,需重新输入参数,并对存储器区进行分配操作。缺少了后一步,一旦零件程序输入,将产生 60 号报警(存储器容量不够)。有的 CNC 系统在更换了主板之后,还需进行一些特定的操作。如 FANUC 公司的 FS-10 系统,必须按一定的操作步骤,先输入 9000 ~ 9031 号选择参数,然后才能输入 0000 ~ 8010 号的系统参数和 PC 参数。总之,一定要严格按照有关系统的操作、维修说明书的要求进行操作。

(5) 转移法

所谓转移法就是将 CNC 系统中具有相同功能的两块印制电路板、模块、集成电路芯片或元器件互相交换,观察故障现象是否随之转移。借此,可迅速确定系统的故障部位。这个方法实际上是交换法的一种,因此有关注意事项同交换法所述。

(6) 参数检查法

众所周知,数控参数能直接影响数控机床的功能。参数通常是存放在 Flash ROM 或存放在需由电池保持的 CMOS RAM 中,一旦电池不足或由于外界的某种干扰等因素,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,工作时无缘无故地出现不正常现象或有故障而无报警时,就应根据故障特征,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,也需对有关参数进行调整。有些机床的故障往往是由于未及时修改某些不适应的参数所致。

(7) 测量比较法