



普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)


数控技术及应用专业系列

数控机床故障诊断与维修

夏庆观 主编

李 列 常家东 副主编



 高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)

数控机床故障诊断与维修

夏庆观 主编

李列 常家东 副主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育),是根据教育部《高职高专教育专业人才培养目标及规格》的要求,在参阅了大量资料的基础上,结合编者多年来的实践和教学经验编写而成,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。本书在总体设计和内容编排上突出了学生能力的培养,在综合性、实用性和易学性方面作出了一些新的尝试。

本书共6章。详细介绍了机床数控系统、主轴和进给伺服系统、机床机械结构、数控机床PLC控制与机床电气、数控机床整体的故障诊断与维修的技术和方法。

本书通过大量实例,重点介绍了数控机床各部分和机床整体的故障诊断与维修的分析方法和处理手段,以提高读者解决实际问题的能力。

本书适合于高等职业学校、高等专科学校成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校机电一体化专业、数控技术应用专业、机械制造专业及其他相关专业使用。本书也可供从事数控机床相关工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修/夏庆观主编. -北京:高等教育出版社,2002.12

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-04-011659-6

I. 数… II. 夏… III. ①数控机床-故障诊断-高等学校:技术学校-教材②数控机床-故障修复-高等学校:技术学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 069696 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010-64014048		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京印刷二厂		
开 本	787×1092 1/16	版 次	2002 年 12 月第 1 版
印 张	10.5	印 次	2002 年 12 月第 1 次印刷
字 数	250 000	定 价	13.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化,基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

前 言

数控机床是综合应用计算机、自动控制、精密测量及现代机械制造等多种先进技术的机电一体化产品,是现代制造技术中不可缺少的生产工具。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。数控机床的生产厂商加强数控机床故障诊断与维修的能力,可以提高数控机床的质量。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。随着数控机床的推广和使用,培养掌握数控机床故障诊断与维修的高素质人才也越来越重要。

本书编者参阅了大量的资料,结合多年来的实践和教学经验,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。

本书可作为高职高专机电一体化专业、数控技术应用专业、机械制造专业和相关专业的教材,也可以作为从事数控机床相关工作的工程技术人员的参考书。

本书共6章。第1章、第3章、第2章的2.1节由夏庆观编写,第2章(除2.1节外)、第5章由常家东编写,第4章、第6章由李列编写。夏庆观任主编,并对全书进行统稿;李列、常家东任副主编。本书由东南大学汤文成教授担任主审,他对本书提出了许多宝贵的修改意见,在此表示感谢。

全书的编写过程中参考了近年来数控技术方面的诸多论著和教材,本书编者对参考文献中的各位作者深表谢意。

在编写本书的过程中得到了北京发那科机电有限公司、西门子(中国)有限公司南京办事处和北京嘉友科技开发公司、三菱电机CNC维修服务中心的支持和帮助,编者在此表示感谢。

限于编者的水平,本书中难免有错误和不妥之处,恳请读者不吝指正。

编者

2001年10月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》。行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

现公布举报电话及通讯地址:

电 话:(010)84043279 13801081108

传 真:(010)64033424

E - mail:dd@hep.com.cn

地 址:北京市东城区沙滩后街55号

邮 编:100009

责任编辑	张 翹
封面设计	刘晓翔
责任绘图	朱 静
版式设计	王艳红
责任校对	俞声佳
责任印制	宋克学

目 录

第 1 章 数控机床故障诊断与维修的基本概念	(1)
1.1 数控机床故障诊断与维修的意义	(1)
1.2 数控机床故障诊断与维修的基本要求	(2)
1.2.1 工作环境	(2)
1.2.2 日常保养和维护	(2)
1.2.3 操作员和维修人员	(3)
1.3 数控机床故障的类型与特点	(4)
1.3.1 数控机床故障的类型	(4)
1.3.2 数控机床故障的特点	(5)
1.4 数控机床故障诊断与维修的一般方法	(6)
1.4.1 数控机床故障诊断与维修的一般方法	(6)
1.4.2 数控机床故障诊断与维修的技术	(9)
1.5 数控机床的安装调试	(12)
1.5.1 安装的环境要求	(12)
1.5.2 数控机床的安装	(12)
1.5.3 数控机床的调试	(14)
1.6 数控机床的验收	(14)
1.6.1 机床几何精度检验	(15)
1.6.2 机床定位精度检验	(15)
1.6.3 切削精度检验	(18)
1.6.4 机床性能及数控功能检验	(20)
思考题	(22)
第 2 章 数控系统的维护和故障诊断	(24)
2.1 常用数控系统简介	(24)
2.1.1 FANUC 数控装置	(24)
2.1.2 SIEMENS 数控装置	(25)
2.1.3 MITSUBISHI 数控装置	(26)
2.2 数控系统的故障诊断	(26)
2.2.1 数控系统的自诊断功能	(26)
2.2.2 其他故障诊断方法	(31)
2.3 数控系统的日常维护	(37)
2.3.1 数控系统的日常维护	(37)
2.3.2 诊断用的仪器仪表	(38)
2.3.3 维修工具	(41)
2.3.4 技术资料	(42)
2.3.5 备件	(43)

思考题	(43)
第3章 伺服系统的故障分析与维修	(45)
3.1 伺服系统概述	(45)
3.2 主轴伺服系统的故障分析与维修	(46)
3.2.1 常用主轴伺服系统	(47)
3.2.2 通用变频器	(47)
3.2.3 主轴伺服系统常见故障分析与排除	(51)
3.3 进给伺服系统的故障分析与维修	(53)
3.3.1 步进伺服	(53)
3.3.2 FANUC 进给驱动系统	(56)
3.3.3 SIEMENS 进给驱动系统	(65)
3.3.4 MITSUBISHI 进给驱动系统	(68)
3.3.5 进给伺服系统常见故障及其诊断实例	(71)
3.4 位置检测系统的故障分析与维修	(75)
3.4.1 常用位置检测元件	(75)
3.4.2 故障分析与维修	(77)
思考题	(79)
第4章 数控机床机械结构的故障诊断与维修	(81)
4.1 数控机床机械结构概述	(81)
4.1.1 数控机床机械结构的基本组成	(81)
4.1.2 数控机床机械结构的主要特点和要求	(82)
4.2 数控机床机械故障诊断方法	(84)
4.2.1 机械故障及其分类	(84)
4.2.2 机械故障诊断及其划分	(86)
4.2.3 机械故障诊断的基本环节	(87)
4.2.4 数控机床机械故障诊断方法	(87)
4.3 主传动系统与主轴部件故障的诊断与维修	(92)
4.3.1 主传动系统	(92)
4.3.2 主轴部件	(94)
4.4 进给传动机构故障的诊断及维修	(97)
4.4.1 齿轮传动副	(97)
4.4.2 滚珠丝杠螺母副	(98)
4.4.3 静压蜗杆蜗轮副与预载双齿轮齿条副	(100)
4.5 导轨副故障的诊断与维修	(102)
4.5.1 塑料滑动导轨	(102)
4.5.2 滚动导轨	(102)
4.5.3 静压导轨	(103)
4.6 液压、气动系统故障诊断及维修	(103)
4.6.1 液压系统	(104)
4.6.2 气动系统	(106)
4.7 刀库及自动换刀装置故障分析与排除	(108)
思考题	(109)

第 5 章 机床电气与可编程控制器的故障分析与维修	(110)
5.1 可编程控制器(PLC)简介	(110)
5.1.1 PLC 与外部信息交换	(110)
5.1.2 数控机床 PLC 的功能	(110)
5.2 PLC 的输入、输出元件	(112)
5.2.1 输入元件	(112)
5.2.2 输出元件	(115)
5.3 数控机床 PLC 控制的故障诊断	(117)
5.3.1 数控机床 PLC 故障的表现形式	(117)
5.3.2 数控机床 PLC 故障诊断的方法	(118)
5.4 电源维护及故障诊断	(124)
5.4.1 电源配置	(124)
5.4.2 通过电气原理图诊断电源故障	(125)
5.4.3 负载对地短路的故障诊断	(126)
5.4.4 数控机床的抗干扰	(127)
思考题	(131)
第 6 章 数控机床故障诊断与维修实例	(134)
6.1 数控机床爬行与振动的分析	(134)
6.2 数控机床基准点的故障分析与排除	(135)
6.2.1 故障类型	(135)
6.2.2 数控机床基准点的故障分析与排除实例	(137)
6.3 数控车床故障分析与排除	(139)
6.4 数控铣床故障分析与排除	(143)
6.5 加工中心故障分析与排除	(147)
6.5.1 加工中心的维护	(147)
6.5.2 加工中心故障分析与排除实例	(149)
6.6 柔性加工单元故障分析与排除	(154)
6.6.1 概述	(154)
6.6.2 柔性加工单元的故障监测和诊断	(155)
6.6.3 柔性加工单元故障分析与排除实例	(156)
参考文献	(158)

第 1 章

数控机床故障诊断与维修的基本概念

1.1 数控机床故障诊断与维修的意义

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设备,适于多品种、中小批量的复杂零件的加工。数控机床作为实现柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)和未来工厂自动化(FA)的基础已成为现代制造技术中不可缺少的设备,因此得到了巨大的发展。

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(Mean Time Between Failures, MTBF):

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

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。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(Mean Time To Repair, MTTR),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。

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作出正确的判断和排除,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。数控机床的生产厂商加强数控机床的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。

1.2 数控机床故障诊断与维修的基本要求

数控机床故障诊断与维修的基本要求是指数控机床的工作环境、日常保养与维护以及对数控机床操作员、维修人员的要求。

1.2.1 工作环境

良好的工作环境是提高数控机床可靠性的必要条件。数控机床的环境要求是综合性的:数控机床需要有稳定的机床基础,否则数控机床的精度无法保证。精密数控机床有恒温要求,普通数控机床没有恒温要求,但是环境温度过高会引起故障率的增加。这是由于数控机床本身所使用的电子元器件有工作温度的限制。电子元器件的工作温度一般要求在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下,室温达到 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,使用中的数控机床计算机数控(CNC)装置内和电气柜内的温度可以达到 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,其内部的元器件很可能不能正常工作。数控机床的工作车间要保持空气流通和干净。灰尘、油雾和金属粉末会使得元器件之间的绝缘电阻下降或短路,造成元器件损坏。潮湿的环境会使印刷电路板、元器件、接插件、床身、电气柜、机床防护罩锈蚀,造成接触不良、控制失灵,机床的机械精度降低。电网供电要满足数控机床正常运行所需总容量的要求,电压波动不能超过 $\pm 10\%$,否则要损坏电子元器件。为了安全和减少干扰,数控机床要求接地线。接地点要可靠,应该与车间接地网相连或者单独制作接地装置,接地电阻要小于 $4\ \Omega\sim 7\ \Omega$ 。数控机床的 CNC 装置、伺服驱动系统的抗干扰能力是有限度的,强电磁干扰会导致数控系统失控,所以数控机床要远离焊机、大型吊车和产生强电磁干扰的设备放置。

1.2.2 日常保养和维护

数控机床的维修包括了日常保养和维护。数控机床的日常保养和维护可以减少机械传动部件的磨损,延长电子元器件的使用寿命,从而可以增加数控机床的可靠性和稳定性。数控机床的维护保养有明确的规定,对此应该严格遵守。表 1.2.1 是某一加工中心定期维护的检查顺序表,该表仅列出了一些常规的检查内容,机床频繁运动的部件应作为重点定时检查对象。

表 1.2.1 定期维护检查顺序表

序号	检查周期	检查部位	检查要求
1	每天	导轨润滑	检查油标、油量,及时添加润滑油,润滑油能定时启动及停止
2	每天	X、Y、Z 轴及回转轴的导轨	清除切屑及脏物,检查润滑油是否充分,导轨面有无划伤损坏
3	每天	压缩空气气源压力	检查气动控制系统压力是否在正常范围
4	每天	气源自动分水滤气器和自动空气干燥器	及时清理分水器中滤出的水分,保证自动空气干燥器工作正常
5	每天	气液转换器和增压器油面	发现油面低于标准时应及时补足
6	每天	主轴润滑恒温油箱	恒温油箱工作正常、油量充足并调节温度范围
7	每天	机床液压系统	油箱、液压泵无异常响声,压力表指示正常,管路及各接头无泄漏,工作油面高度正常

续表

序号	检查周期	检查部位	检查要求
8	每天	液压平衡系统	平衡压力指示正常,快速移动时平衡阀工作正常
9	每天	CNC装置的输入/输出单元	如光电阅读机清洁、机械结构润滑良好
10	每天	各种电气柜散热通风装置	各电气柜冷却风扇工作正常,风道过滤网无堵塞
11	每天	各种防护装置	导轨、机床防护罩等无松动、泄漏
12	每半年	滚珠丝杠螺母副	清洗滚珠丝杠上的旧润滑脂,涂上新润滑脂
13	每半年	液压油路	清洗溢流阀、减压阀、滤油器,清洗油箱油底,更换或过滤液压油
14	每半年	主轴润滑恒温油箱	清洗过滤器,更换润滑脂
15	每年	检查并更换直流伺服电机电刷	检查换向器表面,吹净碳粉,去除毛刺,更换长度过短的电刷,跑合后才能使用
16	每年	润滑油泵、滤油器等	清理润滑油池底,更换滤油器
17	不定期	检查各轴导轨上镶条、压紧滚轮、丝杠	按机床说明书调整
18	不定期	冷却水箱	检查液面高度,切削液太脏时需更换,并清理水箱底部,清洗过滤器
19	不定期	排屑器	清理切屑,检查有无卡住等
20	不定期	清理滤油池	及时清走滤油池中废油,以免外溢
21	不定期	调整主轴驱动带松紧	按机床说明书调整

要经常监测 CNC 装置使用的电网电压,如果电压超出波动范围,要使用稳压器。每天检查 CNC 装置和电气柜内各个轴流风扇工作是否正常,视工作环境的情况,每隔一定的天数定期检查风道过滤装置是否有堵塞现象,并及时清理。除了定期的日常保养和维修外,要尽量少打开 CNC 装置和电气柜,防止灰尘、油雾、金属粉末和铁屑进入 CNC 装置和电气柜内。

当数控机床处于闲置状况时,要经常给 CNC 装置和电气柜通电,让机床空运行。这可以使对随机读写存储器(RAM)芯片维持供电的电池保持着良好的性能,电子元器件因通电发热可以减少 CNC 装置内和电气柜中的湿度。定期更换存储器所使用的电池,备用模块和备用的印刷电路板要定期安装到 CNC 装置内通电,以防损坏。

1.2.3 操作员和维修人员

对数控机床和相关设备进行科学的管理,才能保证数控机床有正常的开动率。科学管理是一种综合的技术,其中包括了对操作员和维修人员的要求。

操作员要熟悉数控机床的功能和操作,应该严格遵照机床使用手册的规定操作机床。数控机床是精密机床,不可作为通用机床使用。操作员要做好数控机床的日常保养和维护工作,使机床保持良好的性能。

数控机床有自诊断功能,为数控机床的故障诊断提供了有力的手段。但是数控机床的大部分故障表现为综合故障,这需要维修人员进行综合分析、判断故障发生的原因和部位,在较短的时间内给予排除。因此操作员和维修人员除了需要有一定的维修经验外,还要具有较宽的知识

面,要了解计算机技术、电子技术、自动控制、传感与检测技术、电机控制、机床、加工工艺、液压、气动等方面的知识。

维修人员要阅读数控机床的各种使用说明书:数控机床电气使用说明书、数控机床电气原理图、数控机床电气互连图、数控机床结构简图、数控机床电气参数、数控机床可编程控制器(PLC)控制程序、数控系统操作手册、数控系统编程手册、数控机床安装及维修手册、伺服驱动系统使用说明书。维修人员要熟悉数控编程和操作,对机床的结构、电气布局、电缆连接、PLC程序等要做到心中有数。

在处理故障的过程中,维修人员要认真做好故障诊断和维修工作的文字记录,归类存档。

维修人员还应该能正确使用各种常规检测仪器,例如示波器、逻辑分析仪、频谱分析仪等仪器。要学会利用计算机进行电路仿真和故障检测,这是故障诊断不可缺少的辅助手段。

1.3 数控机床故障的类型与特点

1.3.1 数控机床故障的类型

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 1.3.1 所示。数控机床从整机安装调试后至运行一年左右的时间称为机床的初始运行期。在这段时间内,机械处于磨合阶段,部分电子元器件在电气干扰中经受不了初期的考验而损坏,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,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数控机床的衰老期,由于机械的磨损、电气元器件的品质因数下降,数控机床的故障率又开始增大。

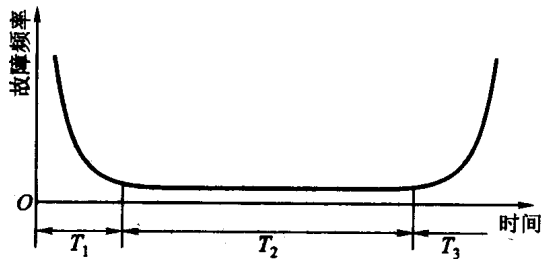


图 1.3.1 故障发生规律曲线

数控机床故障的种类很多,一般可以按起因、性质、发生部位、自诊断、软(硬)件故障等来分类。

1. 数控机床的非关联性和关联性故障

故障按起因的相关性可分为非关联性和关联性故障。所谓非关联性故障是由于运输、安装等原因造成的故障。关联性故障可分为系统性故障和随机性故障,系统性故障是指数控机床在一定条件下必然出现的故障;随机性故障是指偶然出现的故障。一般随机性故障是由于机械结构的局部松动、系统控制软件不完善、硬件工作特性曲线下降、电气元器件品质因数降低等原因造成。

2. 数控机床的有诊断显示故障和无诊断显示故障

数控机床故障按有无诊断显示分为有诊断显示故障和无诊断显示故障。有诊断显示故障一般与控制部分有关,故障发生后可以根据故障报警信号判别故障的原因。无诊断显示故障往往

表现为工作台停留在某一位置不能运动,依靠手动操作也无法使工作台动作,这类故障的排除相对于有诊断显示故障的排除难度要大。

3. 数控机床的破坏性故障和非破坏性故障

数控机床故障按性质可分为破坏性故障和非破坏性故障。对于短路、因伺服系统失控造成“飞车”等故障称为破坏性故障,在维修和排除这种故障时不允许故障重复出现,因此维修时有一定的难度;对于非破坏性故障,可以经过多次试验、重演故障来分析故障原因,故障的排除相对容易些。

4. 数控机床的电气故障和机械故障

数控机床故障按发生部位可分为电气故障和机械故障。电气故障一般发生在系统装置、伺服驱动单元和机床电气等控制部位。电气故障一般是由于电气元器件的品质因素下降、元器件焊接松动、接插件接触不良或损坏等因素引起,这些故障表现为时有时无。例如某电子元器件的漏电流较大,工作一段时间后,其漏电流随着环境温度的升高而增大,导致元器件工作不正常,影响了相应电路的正常工作。当环境温度降低了以后,故障又消失了。这类故障靠目测是很难查找的,一般要借助测量工具检查工作电压、电流或测量波形进行分析。

机械故障一般发生在机械运动部位。机械故障可以分为功能型故障、动作型故障、结构型故障和使用型故障。功能型故障主要是指工件加工精度方面的故障,这些故障是可以发现的,例如加工精度不稳定、误差大等。动作型故障是指机床的各种动作故障,可以表现为主轴不转、工件夹不紧、刀架定位精度低、液压变速不灵活等。结构型故障可以表现为主轴发热、主轴箱噪声大、机械传动有异常响声、产生切削振动等。使用型故障主要是指使用和操作不当引起的故障,例如过载引起的机件损坏等。机械故障一般可以通过维护保养和精心调整来预防。

5. 自诊断故障

数控系统有自诊断故障报警系统,它随时监测数控系统的硬件、软件和伺服系统等的工作情况。当这些部分出现异常时,一般会在监视器上显示报警信息或指示灯报警或数码管显示故障号,这些故障可以称作为自诊断故障。自诊断故障系统可以协助维修人员查找故障,是故障检查和维修工作中十分重要的依据。对报警信息要进行仔细分析,因为可能会有多种故障因素引起同一种报警信息。

6. 人为故障和软(硬)故障

人为故障是指操作员、维护人员对数控机床还不熟悉或者没有按照使用手册要求,在操作或调整时处理不当而造成的故障。

硬故障是指数控机床的硬件损坏造成的故障。软故障一般是指由于数控加工程序中出现语法错误、逻辑错误或非法数据;数控机床的参数设定或调整出现错误;保持 RAM 芯片的电池电路断路、短路、接触不良, RAM 芯片得不到保持数据的电压,使得参数、加工程序丢失或出错;电气干扰窜入总线,引起时序错误等原因造成的数控机床故障。

除了上述分类外,故障从时间上可以分为早期故障、偶然故障和耗损故障;故障从使用角度可分为使用故障和本质故障;故障从严重程度可分为灾难性、致命性、严重性和轻度性故障;按发生故障的过程可分为突发性故障和渐变性故障。

1.3.2 数控机床故障的特点

数控机床一般由 CNC 装置、输入/输出装置、伺服驱动系统、机床电器逻辑控制装置、机床等

组成,数控机床的各部分之间有着密切的联系。CNC 装置将数控加工程序信息按两类控制量分别输出:一类是连续控制量,送往伺服驱动系统;另一类是离散的开关控制量,送往机床电器和逻辑控制装置。伺服驱动系统位于 CNC 装置与机床之间,它一方面通过电信号与 CNC 装置连接,另一方面通过伺服电机、检测元件与机床的传动部件连接。机床电器、逻辑控制装置的形式可以是继电器控制线路或者是可编程控制器控制线路,它接受 CNC 装置发出的开关命令,主要完成主轴启停、工件装夹、工作台交换、换刀、冷却、液压、气动和润滑系统及其他机床辅助功能的控制。另外要将主轴启停结束、工件夹紧、工作台交换结束、换刀到位等信号传送回 CNC 装置。数控机床本身的复杂性使其故障具有复杂性和特殊性。引起数控机床故障的因素是多方面的,有些故障的现象是机械方面的,但是引起故障的原因却是电气方面的;有些故障的现象是电气方面的,然而引起故障的原因是机械方面的;有些故障是由电气方面和机械方面共同引起的。在进行数控机床故障的诊断时,要重视机床各部分的交接点。

1.4 数控机床故障诊断与维修的一般方法

1.4.1 数控机床故障诊断与维修的一般方法

数控机床故障诊断一般包括三个步骤:第一个步骤是故障检测。这是对数控机床进行测试,检查是否存在故障。第二个步骤是故障判定及隔离。这个步骤是要判断故障的性质,以缩小产生故障的范围,分离出故障的部件或模块。第三个步骤是故障定位。将故障定位到产生故障的模块或元器件,及时排除故障或更换元件。数控机床故障诊断一般采用追踪法、自诊断、参数检查、替换法、测量法。

1. 追踪法

追踪法是指在故障诊断和维修之前,维修人员先要对故障发生的时间、机床的运行状态和故障类型进行详细了解,然后寻找产生故障的各种迹象。大致步骤如下:

(1) 故障发生的时间

故障发生的时间和次数;

故障的重复性;

故障是否在电源接通时出现;

环境温度如何;

有否雷击,机床附近有无振动源或电磁干扰源。

(2) 机床的运行状态

故障发生时机床的运行方式;

故障发生时进给坐标轴的速度情况;

故障发生时主轴的速度情况;

刀具轨迹是否正常;

工作台、刀库运行是否正常;

辅助设备运行是否正常;

机床是否运行新编程序;

故障是否发生在子程序；
故障是否出现在执行 M、S、T 代码；
故障是否与螺纹加工有关；
机床在运行过程中是否改变了工作方式；
方式选择开关设定是否正确；
速度倍率开关是否设置为零；
机床是否处于锁定状态。

(3) 故障类型

监视器画面是否正常；
监视器是否显示报警及相应的报警号；
故障发生之前是否出现过同样的故障；
故障发生之前是否维修或调整过机床；
是否调整过系统参数。

接下来可以进行停电检查,利用视觉、嗅觉、听觉和触觉寻找产生故障的各种迹象。例如仔细观察加工零件表面的情况,机械有无碰撞的伤痕,电气柜是否打开,有无切屑进入电气柜,元器件有无烧焦,印刷电路板阻焊层有无因元器件过流过热而烧黄或烧黑,元器件有无松动,电气柜和器件有无焦糊味,部件或元器件是否发热,熔丝是否熔断,电缆有否破裂和损伤,气动系统或液压系统的管路与接头有无泄漏,操作面板上方式开关设定是否正确,电源线和信号线是否分开安装或分开走线,屏蔽线接线是否正确等。

停电检查之后可以进行通电检查,检查系统参数和刀具补偿是否正确,加工程序编制是否有误、机械传动部分有无异常响声,系统的输入电压是否在正常范围,电气柜内的轴流风扇是否正常、电气装置内有否打火等。如果出现打火现象,应该立即关断电源,以免扩大故障范围。

追踪法检查是一种基本的检查故障的方法,发现故障后要查找引起故障的根源,采取合理的方法给予排除。在整个过程中,要做好故障诊断与排除的详细文字记录。

2. 自诊断功能

自诊断功能是数控系统的自诊断报警系统功能,它可以帮助维修人员查找故障,是数控机床故障诊断与维修的十分重要的手段。自诊断功能按诊断的时间的先后可以分为启动诊断、在线诊断和离线诊断。

启动诊断是指数控系统从通电开始到进入正常运行准备为止,系统内部诊断程序自动执行的诊断。启动诊断主要对 CNC 装置中最关键的硬件和系统控制软件进行诊断,例如 CPU、存储器、软盘驱动器、手动数据输入(CRT/MDI)单元、总线和输入/输出(I/O)单元等,甚至能对某些重要的芯片是否插装到位、规格型号是否正确进行诊断。如果检测到故障,CNC 装置通过监视器或数码管显示故障的内容。自动诊断过程没有结束时,数控机床不能运行。

在线诊断是指数控系统在工作状态下,通过系统内部的诊断程序和相应的硬件环境,对数控机床运行的正确性进行的诊断。CNC 装置和内置 PLC 分别执行不同的诊断任务。CNC 装置主要通过对各种数控功能和伺服系统的检测,检查数控加工程序是否有语法错误和逻辑错误。通过对位置、速度的实际值相对指令值的跟踪状态来检测伺服系统的状态,若跟踪误差超过了一定限度,表明伺服系统发生了故障。通过对工作台实际位置与位置边界值的比较,检查工作台运行

是否超出范围。内置 PLC 主要检测数控机床的开关状态和开关过程,例如对限位开关、液压阀、气压阀和温度阀等工作状态的检查,对机床换刀过程、工作台交换过程的检测,对各种开关量的逻辑关系的检测等。

在线诊断按显示可以分为状态显示和故障信息显示两部分。状态显示包括接口状态显示和内部状态显示。接口状态是以二进制“1”和“0”表示信号的有无,在监视器上显示 CNC 装置与 PLC、PLC 与机床之间的接口信息传递是否正常。内部状态显示涉及机床较多的部分,例如复位状态显示、由外部原因造成不执行指令的状态显示等。故障信息显示涉及很多故障内容,CNC 系统对每一条故障内容赋予一个故障编号(报警号)。当发生故障时,CNC 装置对出现的故障按其紧迫性进行判断,在监视器上显示最紧急的故障报警号和相应的故障内容说明。

数控机床的伺服驱动单元、变频器、电源、输入/输出 I/O 等单元通常有数码管指示和报警指示灯。当这些装置和相关部件出现故障时,除了在监视器上显示故障报警信息外,它们的报警指示灯变亮或数码管显示故障字符。例如伺服驱动单元与伺服电机连接的电源线接触不良或伺服系统的检测元件损坏时,伺服驱动单元的数码管显示代表故障的字符,查阅使用手册有关报警的章节,可以找到故障的类型和引起故障的原因。

离线诊断是数控机床出现故障时,数控系统停止运行系统程序的停机诊断。离线诊断是把专用诊断程序通过 I/O 设备或通信接口输入到 CNC 装置内部,用专用诊断程序替代系统程序来诊断系统故障,这是一种专业性的诊断。

3. 参数检查

数控机床的参数设置是否合理直接关系到机床能否正常工作。这些参数有位置环增益、速度环增益、反向间隙补偿值、参考点坐标、快速点定位速度、加速度、系统分辨率等数值,通常这些参数不允许修改。如果参数设置不正确或因干扰使得参数丢失,机床就不能正常运行。因此参数检查是一项重要的诊断。

4. 替换法

利用备用模块或电路板替换有故障疑点的模块或电路板,观察故障转移的情况,这是常用而简便的故障检测方法。

5. 测量法

利用万用表、钳形电流表、相序表、示波器、频谱分析仪、振动检测仪等仪器,对故障疑点进行电流、电压和波形测量,将测量值与正常值进行比较,分析故障所在的位置。

例 1.4.1 某数控机床未运转时自诊断显示为过载报警。

数控机床在启动诊断过程中,自诊断系统向伺服驱动单元发一组正、反脉冲,然后通过光电编码器回收这组脉冲。从理论上分析是伺服电机因过载不能旋转,引起与电机同轴连接的光电编码器也无法旋转,所以自诊断系统没有回收光电编码器的脉冲就显示过载报警。

引起故障的原因可能是过热接触器因伺服电机过载而脱扣。如果过热接触器正常,那么可能是伺服驱动单元没有接收到自诊断系统发出的脉冲或者伺服驱动单元有故障。如果这两种情况被排除,则可能是自诊断系统没有接收到光电编码器的信号,检查光电编码器与自诊断系统之间的信号线有没有故障。如果信号线良好,故障的原因可能是光电编码器与伺服电机之间的连轴件松动。

例 1.4.2 某数控机床的加工程序在执行到 G00 语句时就不再继续执行。