

21 世纪高校规划教材

数控机床 维修与维护

主编 郑利敏 吴剑平

江西高校出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控机床维修与维护/郑利敏,吴剑平主编. —南昌:
江西高校出版社, 2008.8

ISBN 978 - 7 - 81132 - 291 - 0

I. 数... II. ①郑... ②吴... III. 数控机床 - 维
修 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008) 第 123444 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮 政 编 码	330046
总编室电话	(0791)8504319
销 售 电 话	(0791)8511423
网 址	www.juacp.com
印 刷	南昌市光华印刷有限责任公司
经 销	各地新华书店
开 本	787mm × 1092mm 1/16
印 张	16.625
字 数	404 千字
版 次	2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷
印 数	1 ~ 3000 册
书 号	ISBN 978 - 7 - 81132 - 291 - 0
定 价	27.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

随着数控机床的推广应用,迅速提高了生产效率和产品质量,大幅度降低生产成本,促进了我国制造业的高速发展。数控机床集传统的机械制造技术、计算机技术、传感器技术、信息处理技术、网络通信技术、液压气动技术、光机电技术等于一体,具有先进性、复杂性和智能化高的特点,特别是近年来数控系统不断更新换代,维修理论、维修技术和维修手段都发生了巨大的变化,对数控机床维修及应用人才的需求越来越突出,特别是急需具备数控机床编程、操作及维修一体化的高技能人才。为了适应当前工业发展和高等职业教育发展的需要,我们编写了此书。

数控机床的维修,首先是数控系统的维修。因此,本书从目前应用最广的 FANUC 和 SIEMENS 数控系统入手,阐明数控机床故障诊断的理论根据,全面系统地叙述了故障诊断与维修的基本方法和步骤,并通过精选各类典型故障实例,具体详细地介绍了故障的分析与处理过程,突出了内容的先进性、实用性与技术的综合性,旨在提高数控机床维修工作的快速性与针对性,克服盲目性与片面性,以期达到多、快、好、省的维修效果。

全书共分 8 章,内容包括维修概述、典型数控系统与系统维护、进给伺服系统及维修技术、主轴驱动系统及维修技术、数控机床 PLC 故障诊断技术、数控机床机械结构与故障维修、数控机床维修实例分析、数控机床的安装调试与维护。以面向实际操作、培养实践技能为目的,内容丰富,讲述详尽,结合实例,深入浅出,注重实用。可作为高职高专数控类专业的教材或有关数控技术职业培训教材,也可作为本科相关专业或企业从事数控机床维修工程技术人员参考书。

本教材由江西旅游商贸职业学院的郑利敏、九江职业技术学院的吴剑平担任主编,江西交通职业技术学院的何世松、江西工业工程职业技术学院的鱼花担任副主编,江西现代职业技术学院的蔡元珍参加了本书编写。由郑利敏负责编写大纲及全书的统稿。

在本书的编写过程中,我们得到了其他同仁的支持和帮助,并参阅了大量专家学者的相关文献,在此向他们表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之数控技术发展迅速,书中难免有欠妥和疏漏之处,敬请专家和广大读者批评指正。

编者

目 录

第一章 概 述	1
第一节 数控机床的组成	1
一、数控装置	1
二、伺服系统	2
三、机床强电控制系统	2
四、检测反馈装置	3
五、机床主体	3
第二节 数控机床维修与维护的目的意义	3
第三节 数控机床常见故障及其分类	4
一、按故障发生的部位分类	4
二、按故障的性质分类	5
三、按故障的指示形式分类	5
第四节 数控机床维修基本原则与方法步骤	6
一、数控机床维修基本原则	6
二、数控机床维修基本方法	6
三、数控机床维修的一般步骤	9
第二章 典型数控系统与系统维护	12
第一节 FANUC 数控系统与系统维护	12
一、FANUC 数控系统	12
二、FANUC 0C/0D 数控系统	14
三、FANUC 0iB 数控系统	19
四、FANUC 0iC 数控系统	28
五、FANUC 0i Mate C 数控系统	31
六、FANUC 0i 系统参数	34
七、FANUC 0i 系统报警与故障处理	41
第二节 SIEMENS 802 系列数控系统与系统维护	50
一、SIEMENS 数控系统	50
二、SIEMENS 802S/C 数控系统	51
三、SIEMENS 802D 数控系统	58
四、SIEMENS 802 系统数据	64
五、SIEMENS 802 系统报警与故障处理	65
第三节 华中数控系统	68
一、“世纪星”系列数控系统	68
二、HNC-21/22 系列数控系统连接	69

三、HNC - 21/22 系统单元接口	69
四、HNC - 21/22 系统参数	70
第四节 数控系统故障诊断及维修技术	72
一、数控系统维修基础	72
二、数控系统软件维护	73
三、数控系统硬件维修	74
第三章 伺服系统及故障维修	75
第一节 伺服系统概述	75
一、伺服系统的组成	75
二、伺服系统的分类	76
第二节 直流伺服驱动系统	79
第三节 交流进给伺服系统	82
一、交流伺服系统	82
二、模拟式交流伺服控制系统	83
二、数字式交流伺服系统	84
第四节 FANUC 交流进给伺服系统及维修技术	85
一、FANUC 交流数字伺服系统	86
二、FANUC 系统伺服单元(SVU)	90
三、FANUC 系统伺服模块(SVM)	94
四、FANUC 数字伺服系统的调整	100
五、FANUC 数字交流伺服维修技术	104
第五节 SIEMENS 交流进给伺服系统及维修技术	111
一、SIEMENS 611 系列伺服电源模块	112
二、SIEMENS 611A 模拟交流伺服系统	115
三、SIEMENS 611U/Ue 数字交流伺服系统	116
第六节 进给伺服系统常见故障及诊断方法	120
一、进给伺服常见故障	120
二、伺服系统故障诊断方法	121
第四章 主轴驱动系统及维修技术	124
第一节 模拟量控制的主轴驱动装置及维修技术	124
一、变频器主电路工作原理及端子接线	125
二、变频器控制回路功能及端子接线	126
三、数控机床 CNC 系统与变频器的信号流程	127
四、安川变频器的编程器	129
五、变频器报警代码及维修技术	129
第二节 FANUC 交流主轴驱动系统及维修技术	131
一、FANUC α 系列主轴模块(SPM)	132
二、FANUC $\alpha/\alpha i$ 系列主轴驱动器维修技术	133
第三节 SIEMENS 交流主轴驱动系统及维修技术	140

一、611A 主轴驱动器的状态指示与监控	140
二、611A 系列交流主轴驱动器故障诊断	141
第四节 主轴驱动系统常见故障及诊断方法	143
第五章 数控机床 PLC 故障诊断技术	145
第一节 数控机床 PLC 的功能	145
一、数控机床 PLC 的功能	145
二、数控机床 PLC 与外部信息交换	147
第二节 FANUC 系统 PMC 监控	148
一、PMC 程序	148
二、PMC 地址	149
三、PMC 状态监控	150
第三节 SIEMENS PLC 状态监控	154
一、I/O 信号的构成	154
二、I/O 信号状态的显示	156
三、I/O 信号状态的输出模拟	157
第四节 数控机床 PLC 故障诊断技术	158
一、数控机床 PLC 故障的形式	158
二、PLC 故障检测的思路	159
三、PLC 故障检测的方法与实例	159
第六章 数控机床机械结构与故障维修	166
第一节 机械故障类型及其诊断方法	166
一、机械故障的类型	166
二、机械故障的诊断方法	166
第二节 主传动系统常见故障及处理	169
一、主轴的结构及特点	170
二、主传动系统故障诊断与维修	173
第三节 进给传动系统故障及处理	176
一、伺服进给系统的组成及特点	177
二、进给传动系统故障诊断与维修	178
第四节 刀库与换刀机构常见故障及处理	182
一、常见的自动换刀装置的形式	182
二、换刀装置及刀库故障诊断与维修	183
第五节 液压装置常见故障及处理	186
第六节 气动装置常见故障及处理	190
第七章 数控机床维修实例分析	193
第一节 电源故障维修实例	193
一、FANUC 系统电源故障维修	193
二、SIEMENS 系统电源故障维修	196
第二节 显示故障维修实例	197

	一、FANUC 系统显示故障维修	197
	二、SIEMENS 系统显示故障维修	198
	三、显示故障维修要点	199
第三节	CNC 系统故障维修实例	200
	一、FANUC CNC 系统故障维修实例	200
	二、SIEMENS CNC 系统故障维修实例	201
	三、CNC 系统维修要点	203
第四节	进给伺服系统故障维修实例	203
	一、FANUC 进给伺服系统故障维修	203
	二、SIEMENS 进给伺服系统故障维修	213
第五节	主轴驱动系统故障维修实例	218
	一、FANUC 主轴驱动系统故障维修	218
	二、SIEMENS 主轴驱动系统故障维修	221
第六节	急停报警故障维修	223
第七节	手动操作类故障维修	227
	一、FANUC 系统手动操作故障维修	227
	二、SIEMENS 系统手动操作故障维修	228
第八节	机床参考点的故障维修	229
第九节	自动换刀装置故障维修	231
第十节	辅助装置故障维修	233
第八章	数控机床的安装调试与维护	236
第一节	数控机床的安装	236
	一、数控机床安装的环境要求	236
	二、数控机床的安装原则	236
	三、数控机床的安装方法	236
	四、数控机床安装的具体步骤	237
第二节	数控机床的调试	238
	一、参数的设定或确认	239
	二、确认数控系统与机床间各接口信号的状态	239
	三、通电试车	240
	四、机床几何精度和数控功能的调试	240
	五、试运行	241
第三节	数控机床的验收	241
	一、数控机床验收的必要性	242
	二、数控机床的开箱验收	242
	三、数控机床主体几何精度的验收	243
	四、数控机床定位精度的验收	244
	五、数控系统的验收	245
	六、数控机床性能的验收	246

第四节 数控机床的维护.....	246
一、数控机床维护的基本要求	247
二、数控机床维护的内容	247
附录 A FANUC 0i/0i Mate 系统常用参数一览表.....	249
附录 B 西门子 802 系统常用参数	253
参考文献.....	255

第一章 概 述

第一节 数控机床的组成

数控机床(Numerically Controlled Machine Tool)通常由数控装置(CNC)、伺服系统、机床强电控制系统(包括可编程控制系统和继电器接触器控制系统)、机床主体等部分组成。如图 1-1 所示。

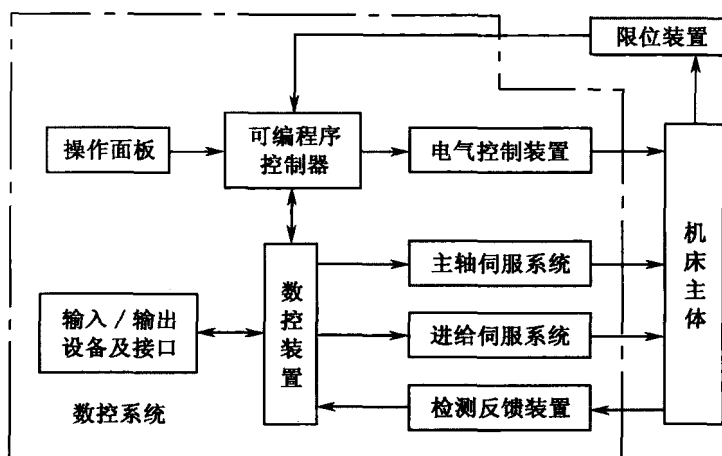


图 1-1 数控机床的组成

一、数控装置

数控装置是数控机床的控制中心。它能够自动地对输入的数控加工程序进行处理,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,送往伺服系统;另一类是离散的开关控制量,送往机床强电控制系统,从而协调控制机床各部分的运动,完成数控机床所有运动的控制,实现数控机床的加工过程。

数控装置主要由主控制器(又称为微处理器或 CPU)、运算器、外围逻辑电路及接口(PIO)等组成,其实质就是一台工业计算机。数控装置的逻辑方框图如图 1-2 所示。数控装置通过接收加工程序等输入的几何信息、工艺信息及机床辅助动作信息,经处理和分配后,向驱动机构发出执行命令。在执行过程的同时又将反馈回来的有关信息进行处理,然后发出新的执行命令,完成信息输入、轨迹插补及位置控制这三项基本任务。

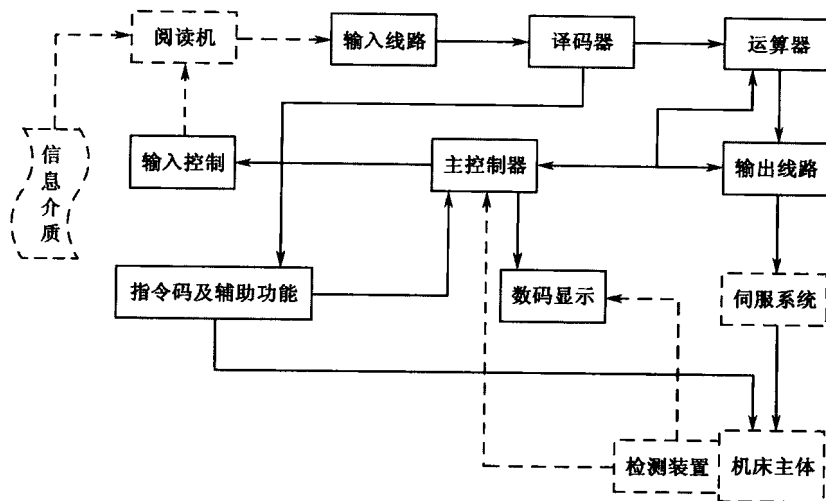


图 1-2 数控装置的逻辑方框图

二、伺服系统

伺服系统主要由以功率放大为重点的电子电路单元、以驱动电机为主的执行单元及配合伺服系统正常及稳定工作的机械传动单元等组成。伺服系统的作用是将数控装置输出的微弱脉冲电信号经整形、放大等电路处理为较强的电信号后,驱动执行电机带动机床主轴或进给机构规定的速度和信息进行运动(角位移或直线位移)。伺服系统直接影响数控机床加工的速度、位置精度及加工的形状精度。

伺服系统又分为主轴伺服系统和进给伺服系统两大类。进给伺服系统由进给伺服电机(一般内装速度和位置检测器件)和进给伺服装置组成。进给伺服系统驱动机床各坐标轴的切削进给运动,提供切削过程中所需要的转矩、运转速度。主轴伺服系统包括主轴电机(含速度检测器件)和主轴伺服装置,实现对主轴转速的调节控制,有的主轴伺服装置还含有主轴定向控制功能。

三、机床强电控制系统

包括可编程控制器控制系统和继电器接触器控制系统。

可编程序控制器(Programmable Logic Controller,简称 PLC)与个人计算机(Personal Computer,也简称 PC)均是以 CPU 为基础的自动控制装置,但可编程序控制器是专用于工业环境,其主要作用是解决工业设备的逻辑关系与开关量控制。而个人计算机则以完成数学运算、插补运算等计算功能为主。

可编程序控制器在数控设备中,配合数控系统以交换不同处理方式下的控制信息,完成对数控设备的主轴功能(S)、辅助功能(M)及刀具功能(T)的控制。当它与机床电器一起传递其控制的执行信号时,可替代大量的继电器、电磁阀及接触器等,提高了机床强电控制的可靠性和灵活性,还可减轻机床数控系统中微处理器(CPU)繁重的工作负担,节省其内存容

量。

机床强电控制系统,除了对机床辅助运动和辅助动作(包括电动系统、液压系统、气动系统、冷却箱及润滑油箱等)的控制外,还包括对保护开关、各种行程极限开关和操作盘上所有元件(包括各种按键、操作指示灯、波段开关)的检测和控制。在机床强电控制系统中,可编程控制器(PLC)替代机床上传统的强电控制中大部分机床电器,从而实现对润滑、冷却、气动、液压和主轴换刀等系统的逻辑控制。

四、检测反馈装置

检测反馈装置的作用是将检测元件准确测出的直线位移或角位移迅速反馈给数控装置,以便与加工程序给定的指令值进行比较。如果比较出有误差,数控装置将向伺服系统发出新的修正命令,以控制机床有关机构向消除误差的方向进行补偿位移,并如此反复进行,达到消除误差的目的。

数控设备通常按有、无检测反馈装置将其伺服系统分为开环、闭环及半闭环系统。开环系统无检测反馈装置,其控制精度主要取决于系统的机械传动链和步进电机运行的精度;而闭环系统的控制精度则主要取决于检测反馈装置的精度。

五、机床主体

数控机床主体的组成部分与普通机床基本相同,但为了实现其特殊的整体功能要求,故在设计上进行了一系列专门的处理。例如,简化了主轴箱及其变速、变向等传动系统;简化了从主轴至工作台(或刀架滑板)间的机械传动结构,使机械传动链较短;广泛采用了提高机床刚性、减小振动及摩擦阻力等措施(如倾斜导轨,构件动平衡,采用滚珠丝杠、滚动导轨等);增加了多刀架、多工作台、自动送料及自动排屑装置等。

第二节 数控机床维修与维护的目的意义

数控机床是机电一体化技术在机械加工领域的典型产品,它是将电力电子技术、自动化控制技术、电机技术、自动检测技术、计算机控制技术、传感器技术、机床、液压及气压传动技术和加工工艺等集中一体的自动化设备,具有高精度、高效率、高适应性的特点,适用于多品种、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(Flexible Manufactory System, FMS)和工厂自动化(Factory Automation, FA)的基础,已成为现代制造技术中不可缺少的设备,已在我国批量生产、大量引进和推广使用,为机械制造业的发展创造了条件,并带来了很大的经济效益。

数控机床涉及到光、机、液、电等方面,自动化程度高,各部分联系非常紧密,往往有成千上万个机械零件和电器部件,任何部件出现问题都可能导致数控机床出现故障甚至整个设备的停机,从而造成生产的停顿。在很多行业中,数控机床往往处于关键岗位的关键工序上,若出现故障后不能及时修复,将直接影响企业的生产效率和产品质量,对生产单位带来巨大的损失。所以熟悉和掌握数控机床维修和维护技术,及时排除故障是非常重要的。

数控机床维修和维护的基本目的就是要提高数控设备的可靠性。衡量数控设备可靠性的重要指标是平均无故障时间 (Mean Time Between Failures, MTBF)、平均修复时间 (Mean Time To Repair, MTTR) 和平均有效度 A。

平均无故障时间 (MTBF) 反映了数控设备的可靠性, 是指数控机床在使用中两次故障间隔的平均时间, 即

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

平均修复时间 (MTTR) 是指数控设备从出现故障至恢复使用所用的平均修复时间, 反应了数控设备的可维修性。

平均有效度 A 是数控设备可靠性和可维修性的衡量指标, 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

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

显然, 数控机床故障的平均修复时间越短, A 就越接近 1, 则数控机床的使用性能就好。因此, 数控机床维修与维护的目的就是要做好设备的维护工作, 尽量延长平均无故障时间; 同时, 提高数控机床的维修效率, 尽量缩短平均修复时间, 保证数控机床有较高的平均有效度, 提高设备的使用效率。

第三节 数控机床常见故障及其分类

一、按故障发生的部位分类

1. 机床主体故障

数控机床的主体通常指组成数控机床的机械、润滑、冷却、排屑、液压、气动与防护等部分。机床主体故障主要表现为传动噪声大、加工精度差、运行阻力大、机械部件动作不进行、机械部件损坏等等。润滑不良、液压、气动系统的管路堵塞和密封不良, 是机床主体发生故障的常见原因。数控机床的定期维护保养、控制和根除三漏现象发生是减少主体部分故障的重要措施。

机床主体常见的故障主要有:

- (1) 因机械部件安装、调试、操作使用不当等原因引起的机械传动故障;
- (2) 因导轨、主轴等运动部件的干涉、摩擦过大等原因引起的故障;
- (3) 因机械零件的损坏、联结不良等原因引起的故障, 等等。

2. 电气控制系统故障

电气控制系统故障通常分为弱电故障和强电故障两大类。

数控机床的弱电部分包括 CNC、PLC、MDI/CRT 以及伺服驱动单元、输入输出单元等。弱电故障又有硬件故障与软件故障之分。硬件故障是指上述各部分的集成电路芯片、分立电子元件、接插件以及外部连接组件等发生的故障。软件故障是指在硬件正常情况下所出

现的动作出错、数据丢失等故障,常见的有加工程序出错、系统程序和参数的改变或丢失、计算机运算出错等。

强电部分是指控制系统中的主回路或高压、大功率回路中的继电器、接触器、开关、熔断器、电源变压器、电动机、电磁铁、行程开关等电气元器件及其所组成的控制电路。这部分的故障虽然维修、诊断较为方便,但由于它处于高压、大电流工作状态,发生故障的几率要高于弱电部分,必须引起维修人员的足够的重视。

二、按故障的性质分类

1. 确定性故障

确定性故障是指控制系统主机中的硬件损坏,或只要满足一定的条件数控机床必然会发生的故障。这一类故障现象在数控机床上最为常见,但由于它具有一定的规律,因此也给维修带来了方便。

确定性故障具有不可恢复性,故障一旦发生,如不对其进行维修处理,机床不会自动恢复正常。但只要找出发生故障的根本原因,维修完成后机床立即可以恢复正常。正确的使用与精心维护是杜绝或避免故障发生的重要措施。

2. 随机性故障

随机性故障是指数控机床在工作过程中偶然发生的故障。此类故障的发生原因较隐蔽,很难找出其规律性,故常称之为软故障。随机性故障的原因分析与故障诊断比较困难,一般而言,故障的发生往往与部件的安装质量、参数的设定、元器件的品质、软件设计不完善、工作环境的影响等诸多因素有关。

随机性故障有可恢复性,故障发生后,通过重新开机等措施,机床通常可恢复正常,但在运行过程中,又可能发生同样的故障。加强数控系统的维护检查,确保电气箱的密封,可靠的安装、连接,正确的接地和屏蔽是减少、避免此类故障发生的重要措施。

三、按故障的指示形式分类

1. 有报警显示的故障

数控机床的故障显示可分为指示灯显示与显示器显示两种情况:

(1) 指示灯显示报警

指示灯显示报警是指通过控制系统各单元上的状态指示灯(一般由 LED 发光管或小型指示灯组成)显示的报警。根据数控系统的状态指示灯,即使在显示器故障时,仍可大致分析判断出故障发生的部位与性质,因此,在维修、排除故障过程中应认真检查这些状态指示灯的状态。

(2) 显示器显示报警

显示器显示报警是指可以通过 CNC 显示器显示出报警号和报警信息的报警。由于数控系统一般都具有较强的自诊断功能,如果系统的诊断软件以及显示电路工作正常,一旦系统出现故障,可以在显示器上以报警号及文本的形式显示故障信息。数控系统能进行显示的报警少则几十种,多则上千种,它是故障诊断的重要信息。

2. 无报警显示的故障

这类故障发生时,机床与系统均无报警显示,其分析诊断难度通常较大,需要仔细、认真的分析判断才能予以确认。特别是对于一些早期的数控系统,由于系统本身的诊断功能不强,或无 PLC 报警信息文本,出现无报警显示的故障情况则更多。

对于无报警显示故障,通常要具体情况具体分析,根据故障发生前后的变化,进行分析判断,原理分析法与 PLC 程序分析法是解决无报警显示故障的主要方法。

第四节 数控机床维修基本原则与方法步骤

一、数控机床维修基本原则

数控机床维修基本原则有四个方面:

1. 先外部后内部

数控机床是集机械、液压、电气等为一体的自动化设备,其故障的发生也由这三者综合反映出来。因此,维修人员应先由外向内逐一进行排查。尽量避免随意地启封、拆卸,否则会扩大故障,使机床丧失精度,降低性能。

2. 先机械后电气

一般来说,机械故障较易发觉,而数控系统故障的诊断难度较大。在故障检修之前,首先排除机械方面的故障,往往可以达到事半功倍的效果。

3. 先静后动

先在机床断电的静止状态下,通过了解、观察测试、分析确认为非破坏性故障后才能给机床通电,然后在运行状态下,进行动态的观察、检验和测试,查找故障。而对破坏性故障,必须先排除危险后,方可通电。

4. 先简单后复杂

当出现多种故障互相交织掩盖、一时无从下手时,应先解决容易的问题,后解决难度较大的问题。往往简单问题解决后,难度大的问题也可能变得容易了。

二、数控机床维修基本方法

对于数控机床发生的大多数故障,总体上说可采用下述几种方法来进行故障诊断。

1. 直观法

这是一种最基本、最简单的方法。维修人员通过对故障发生时产生的各种光、声、味等异常现象的观察、检查,可将故障缩小到某个模块,甚至一块印制电路板。但是,它要求维修人员具有丰富的实践经验以及综合判断能力。

(1)望——CRT 报警信息、报警指示灯、保护器是否跳闸、熔丝是否熔断、元件是否烧焦、电容是否开裂变形等;

(2)闻——电机、电气元件焦糊味或其他异味;

(3)问——机床的加工状况、故障现象等;

(4)切——发热、振动、接触不良等;

2. 系统自诊断法

充分利用数控系统的自诊断功能,根据 CRT 上显示的报警信息及各模块上的发光二极管等器件的指示,可判断出故障的大致起因。进一步利用系统的自诊断功能,还能显示系统与各部分之间的接口信号状态,找出故障的大致部位。它是故障诊断过程中最常用、有效的方法之一。

数控系统内装程序在运行时不断地对 CNC 系统本身、伺服装置、伺服电机以及外部设备进行自动诊断、检查。只要系统本身及伺服系统等出现故障时,系统显示装置就会显示相应的系统报警代码及报警信息。利用报警代码及报警信息判断故障产生的原因,然后通过系统诊断号判定产生故障的具体部位。

3. 动态梯形图诊断法

目前较多数控系统已有动态梯形图显示画面,通过梯形图信号的明暗或颜色的变化来判断数控机床故障的具体部位,取代了用万用表进行测量的传统方法,是目前普遍采用的有效故障诊断的方法之一。这种方法对数控机床厂家编制的报警号的故障诊断特别有效,但是要求维修人员必须理解并掌握数控机床 PLC 控制的具体过程原理。新型数控系统的 PLC 还具有信号追迹功能、分析功能和信号的强制功能,根据此功能可以诊断故障出现前后系统输入/输出信号状态的变化情况及信号无效是由系统内部还是由系统外部信号导致的,从而更加完善了这种诊断方法。

4. 参数检查法

数控系统的机床参数是保证机床正常运行的前提条件,它们直接影响着数控机床的性能。参数通常存放在系统存储器中,一旦电池不足或受到外界的干扰,可能导致部分参数的丢失或变化,使机床无法正常工作。通过核对、调整参数,有时可以迅速排除故障。特别是对于机床长期不用的情况,参数丢失的现象经常发生,因此,检查和恢复机床参数是维修中行之有效的办法之一。另外,数控机床经过长期运行之后,由于机械运动部件磨损,电气元件性能变化等原因,也需对有关参数进行重新调整。

5. 功能测试法

功能测试法是通过功能测试程序,检查机床的实际动作来判别故障的一种方法。功能测试可以将系统的功能(如:直线定位、圆弧插补、螺纹切削、固定循环、用户宏程序等)用手工编程方法,编制一个功能测试程序,并通过运行测试程序,来检查机床执行这些功能的准确性和可靠性,进而判断故障发生的原因。

对于长期不用的数控机床或是机床第一次开机,不论动作是否正常,都应使用本方法进行第一次检查,以判断机床的工作状况。

6. 部件交换法

所谓部件交换法,就是在故障范围大致确认,并在确认外部条件完全正确的情况下,利用同样的印制电路板、模块、集成电路芯片或元器件替换有疑点部分的方法。部件交换法是一种简单、易行、可靠的方法,也是维修过程中最常用的故障判别方法之一。

交换的部件可以是系统的备件,也可以用机床上现有的同类型部件替换。通过部件交换就可以逐一排除故障可能的原因,把故障范围缩小到相应的部件上。

使用备件交换法必须注意以下问题:

- (1) 更换任何备件必须在断电的情况下进行, 否则可能出现短路故障使事故扩大;
- (2) 在备件交换之前应仔细检查, 确认部件的外部工作线路, 如存在短路、过电压等情况时, 切不可轻易更换备件。
- (3) 更换备件时一定要记录下原来的开关位置和设定状态, 并将备件板与原板的各种设定状态完全一致。这些操作步骤应严格按照操作说明书、维修说明书进行。
- (4) 在交换 CNC 装置的存储板或 CPU 板时, 通常还要对系统进行某些特定的操作, 如存储器的初始化操作等并重新设定各种参数, 否则系统不能正常工作。

7. 测量比较法

数控系统的印制电路板制造时为了调整维修的便利, 通常都设置有检测用的测量端子。维修人员利用这些检测端子, 可以测量、比较正常的印制电路板和有故障的印制电路板之间的电压或波形的差异, 进而分析、判断故障原因及故障所在位置。

通过测量比较法, 有时还可以纠正他人在印制电路板上的调整、设定不当而造成的故障。测量比较法使用的前提是: 维修人员只有了解或实际测量过正确的印制电路板关键部位、易出故障部位的正常电压值或正确的波形, 才能进行比较分析, 而且这些数据应随时做好记录并作为资料积累。

8. 原理分析法

这是根据数控系统的组成及工作原理, 从原理上分析各点的电平和参数, 并利用万用表、示波器或逻辑分析仪等仪器对其进行测量、分析和比较, 进而对故障进行系统检查的一种方法。运用这种方法要求维修人员有较高的水平, 对整个系统或各部分电路有清楚、深入的了解才能进行。对于其它的故障, 也可以通过测绘部分控制线路的方法。

9. 功能参数封锁法

随着数字伺服控制的普及应用, 数控机床某些控制功能由系统参数设定, 通过修改系统参数可用来判定是系统内部故障还是外部故障。

如某数控机床进给采用全闭环控制, 加工过程中出现了位置反馈信号断线报警, 故障原因可能是光栅尺本身断线或系统内部检测电路故障。我们可以通过重新设定系统控制功能参数, 将全闭环改为半闭环, 重新运行系统就可以判断故障原因是光栅尺本身断线还是系统内部检测电路故障。

10. 远程诊断法

也称通信诊断方法, 借助网络通信手段将用户数控装置的专用接口与维修部门的故障诊断计算机连接, 维修技术人员通过故障诊断计算机向用户数控装置发送诊断程序, 并指导用户配合诊断程序进行有关的测试工作, 同时接收测试数据。然后在故障诊断计算机上建立被诊断数控机床的模型, 对测试数据进行分析以确定故障发生的原因, 再将故障诊断的结论和处理方法通知用户。

除了以上介绍的故障检测方法外, 还有信号短接法、插拔法、电压拉偏法、敲击法、局部升温法等等, 这些检查方法各有特点, 维修人员可以根据不同的故障现象加以灵活应用, 以便对故障进行综合分析, 逐步缩小故障范围, 排除故障。

三、数控机床维修的一般步骤

1. 故障记录

数控机床发生故障时,操作人员应首先停止机床,保护现场,然后对故障进行尽可能详细的记录,并及时通知维修人员。故障的记录为维修人员排除故障提供第一手材料,应尽可能详细。记录内容最好包括下述几个方面:

(1) 故障发生时的情况记录

①发生故障的机床型号,采用的控制系统型号,系统的软件版本号。

②故障的现象,发生故障的部位,以及发生故障时机床与控制系统的现象,如:是否有异常声音、烟、味等。

③发生故障时系统所处的操作方式,如:AUTO(自动方式)、MDI(手动数据输入方式)、EDIT(编辑)、HANDLE(手轮方式)、JOG(手动方式)等。

④若故障在自动方式下发生,则应记录发生故障时的加工程序号,出现故障的程序段号,加工时采用的刀具号等。

⑤若发生加工精度超差或轮廓误差过大等故障,应记录被加工工件号,并保留不合格工件。

⑥在发生故障时,若系统有报警显示,则记录系统的报警显示情况与报警号。通过诊断画面,记录机床故障时所处的工作状态。如系统是否在执行 M、S、T 等功能;系统是否进入暂停状态或是急停状态;系统坐标轴是否处于互锁状态;进给倍率是否为 0% 等。

⑦记录发生故障时各坐标轴的位置误差的值。

⑧记录发生故障时各坐标轴的移动速度、移动方向,主轴转速、转向等。

(2) 故障发生的频繁程度记录

①故障发生的时例与周期。如机床是否一直存在故障;若为随机故障,则一天发生几次,是否频繁发生。

②故障发生时的环境情况。如是否总是在用电高峰期发生;故障发生时数控机床旁边的其他机械设备工作是否正常。

③若为加工零件时发生的故障,则应记录加工同类工件时发生故障的概率情况。

④检查故障是否与进给速度、换刀方式或是螺纹切削等特殊动作有关。

(3) 故障的规律性记录

①在不危及人身安全和设备安全的情况下,是否可以重演故障现象。

②检查故障是否与机床的外界因素有关。

③如果故障是在执行某固定程序段时出现,可利用 MDI 方式单独执行该程序段,检查是否还存在同样故障。

④若机床故障与机床动作有关,在可能的情况下,应检查在手动情况下执行该动作,是否也有同样的故障。

⑤机床是否发生过同样的故障,周围的数控机床是否也发生同一故障等。

(4) 故障时的外界条件记录

①发生故障时的周围环境温度是否超过允许温度,是否有局部的高温存在。