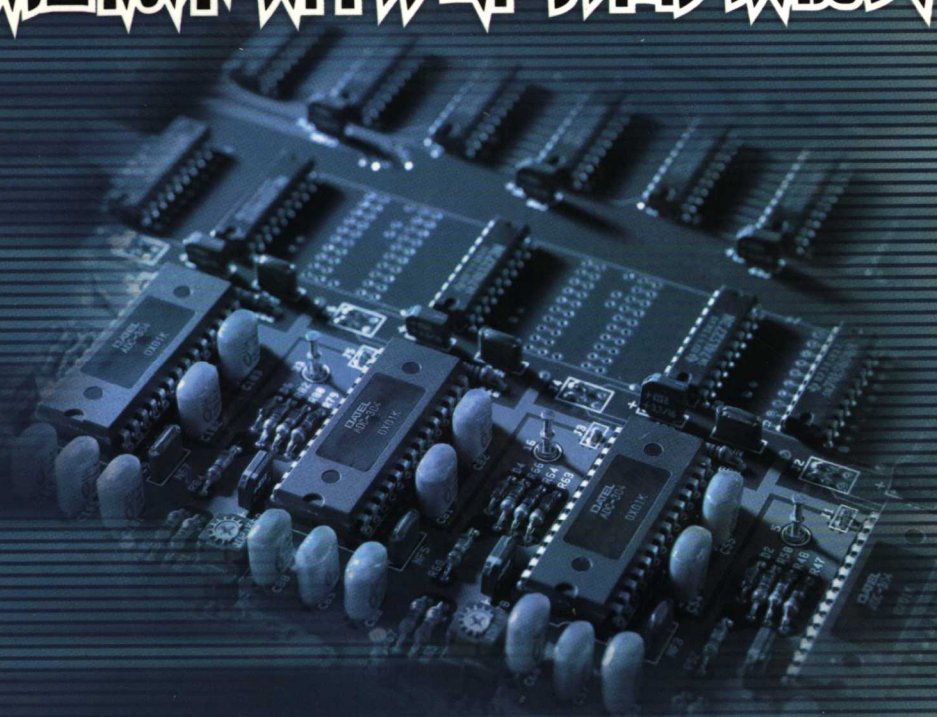




高职高专“十一五”规划教材

机电类

数控机床故障诊断与维修技能实训



杨辉 主编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高职高专“十一五”规划教材·机电类

数控机床故障诊断与维修 技能实训

主 编 杨 辉
副主编 时 建·罗振成
主 审 韩 江

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS.

内 容 简 介

本书是根据全国高职高专“十一五”系列规划教材的要求编写的。全书系统地介绍了数控机床的安装调试、故障诊断及维修技术,内容包括数控机床故障诊断及维修基础、数控机床的安装、调试及验收、数控系统的故障诊断与维修、进给伺服系统故障诊断与维修、主轴驱动系统故障诊断与维修、数控机床机械故障诊断与维修、PLC 及电磁干扰故障诊断与维修等,并根据高职学生的特点,精心设计了提高维修技能的实训内容,突出了应用性、先进性、实用性和综合性。

本书可作为高职、高专、成人技校的机床数控技术、机械制造、机电一体化和模具制造等相关专业的教材,同时也可作为职业技能培训的配套教材,还可作为本科院校学生的实践教学和有关维修技术人员的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修技能实训/杨辉主编. —北京:北京理工大学出版社, 2007.8

高职高专“十一五”规划教材·机电类

ISBN 978-7-5640-1221-2

I.数… II.杨… 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-维修-高等学校:技术学校-教材 IV.TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 138914 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市业和印务有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 19.25

字 数 / 433 千字

版 次 / 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

责任校对 / 张 宏

定 价 / 34.00 元

责任印制 / 母长新

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

近年来,随着计算机技术的飞速发展,数控技术得到了迅速发展,数控系统的性能和品质有了极大的提高,数控机床的性能也有了保证。但是,数控机床是高度复杂的机电一体化设备,在使用过程需要及时、正确地对其故障判断和排除,因此培养掌握数控机床故障诊断与维修技能的技术人员成为当务之急。

本书在编写过程中,充分考虑到数控技术学习的特点,从选材内容到实例分析都作了精心的安排,力求做到内容浅显易懂、学习层次分明,重视实践技能的培养。本着“必需、够用”为度的原则,以岗位为目标,以能力培养为主线,突出了实践技能的培养。为了给学习者奠定扎实的数控技术基础,对相关理论进行了介绍,通过典型的维修实例,阐述了数控机床故障诊断与维修技巧,力求在较短的时间内使学生大幅度提高数控机床故障诊断与维修技能。

全书共分为 7 章,包括数控机床故障诊断及维修基础,数控机床的安装、调试及验收,数控系统故障诊断与维修,进给伺服系统故障诊断与维修,主轴驱动系统故障诊断与维修,数控机床机械故障诊断与维修,PLC 及电磁干扰故障诊断与维修,全书含有大量数控机床维修实例。

本书由杨辉担任主编,由时建、罗振成担任副主编。参编人员有王传耀、王少玲、慕灿、叶芬、覃志军,全书由韩江担任主审。本书可作为高职、高专、成人技校的机床数控技术、机械制造、机电一体化和模具制造等相关专业的教材,也可作为职业技能培训的配套教材,以及本科院校学生的实践教学和有关维修技术人员的参考书。

因编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有缺点和不妥之处,恳请读者批评指正。如读者在使用本书的过程中有其他意见或建议,恳请向编者(bjzhangxf@126.com)踊跃提出宝贵意见。

编 者

目 录

第 1 章 数控机床故障诊断及 维修基础

1.1 数控机床故障诊断及维修概述	1
1.1.1 数控技术与数控机床	1
1.1.2 数控机床的基本组成与 加工原理	2
1.1.3 数控机床故障诊断维修的 基本要求	4
1.1.4 数控机床故障特点 与分类	10
1.1.5 数控机床故障诊断与 维修的意义	14
1.2 数控机床故障诊断与维修技术	15
1.2.1 数控机床故障诊断的思路	15
1.2.2 故障信息的整理和分析	18
1.2.3 故障诊断应遵循的原则	20
1.2.4 数控机床故障的记录	21
1.2.5 维修前的检查	23
1.2.6 故障诊断与排除	24
1.2.7 常用故障诊断检查方法	25
1.2.8 数控机床预防性维护	33
1.3 实训	35
1.3.1 实训 1 使用常用的维修器 具与各种元器件实训	35
1.3.2 实训 2 练习点检实训	35
1.3.3 实训 3 数控机床日常维护 和保养实训	37
习题	39

第 2 章 数控机床的安装、 调试及验收

2.1 数控机床的安装	41
2.1.1 工作环境	41

2.1.2 数控机床的开箱、 基础处理和就位	42
2.1.3 数控机床部件组装	43
2.1.4 数控系统的连接与调整	44
2.1.5 水平调整	46
2.2 数控机床的调试	46
2.2.1 通电试车	46
2.2.2 机床精度和功能的测试	49
2.2.3 试运行	50
2.3 数控机床的验收	50
2.3.1 检测与验收的工具	50
2.3.2 外观、温升及噪声的 检测与验收	51
2.3.3 几何精度的检测与验收	51
2.3.4 数控柜外观检查	53
2.3.5 机床定位精度检查	54
2.3.6 机床切削精度检查	57
2.3.7 机床性能及 NC 功能试验	58
2.3.8 机床外观检查	60
2.4 实训	61
2.4.1 实训 1 机床水平调试实训	61
2.4.2 实训 2 直线定位精度的 简便测试方法	62
2.4.3 实训 3 开机调试 26 步 实训	63
2.4.4 实训 4 数控车床的 精度检测实训	65
2.4.5 实训 5 XK715D 数控 铣床的精度检测实训	71
习题	75

第 3 章 数控系统的故障诊断与维修

3.1 数控系统概述	76
3.1.1 数控系统基本组成	76

3.1.2 典型数控系统的结构	80	4.2.1 进给伺服系统结构形式	137
3.1.3 CNC 装置的软件结构	82	4.2.2 进给驱动系统的故障形式 及诊断方法	138
3.1.4 常用数控系统简介	83	4.2.3 进给驱动系统的故障诊断	139
3.2 数控系统的维修	85	4.3 位置检测装置的故障诊断	146
3.2.1 数控系统软件故障的维修	86	4.3.1 位置检测装置故障形式	146
3.2.2 系统硬件故障的维修	87	4.3.2 位置检测装置故障诊断	147
3.2.3 利用参数设置维修 数控机床	91	4.3.3 光栅编码器的故障 维修实例	149
3.3 CNC 系统故障的自诊断	100	4.4 进给伺服系统常见故障 诊断与维修	151
3.3.1 启动自诊断	100	4.4.1 进给伺服系统故障形式 及诊断方法	151
3.3.2 在线诊断	102	4.4.2 进给伺服系统常见 报警及排除	160
3.3.3 离线诊断	104	4.4.3 进给伺服系统维修实例	166
3.4 电源类故障诊断与维修	105	4.5 进给伺服电动机故障 诊断与维修	170
3.5 系统显示类故障诊断与维修	107	4.5.1 直流伺服电动机故障 诊断及维修	170
3.6 急停报警类故障与维修	109	4.5.2 交流伺服电动机的 故障诊断及维修	171
3.7 操作类故障诊断与维修	112	4.5.3 步进电动机常见 故障及维修	173
3.8 回参考点、编码器故障 诊断与维修	114	4.6 实训	173
3.8.1 回参考点的原理	114	4.6.1 实训 1 步进电动机驱动 系统的调试及使用实训	173
3.8.2 返回参考点的方式	115	4.6.2 实训 2 交流伺服系统的 构成、调整及使用实训	175
3.8.3 回参考点故障及排除	116	习题	176
3.9 实训	118		
3.9.1 实训 1 数控系统的原理 及组成实训	118		
3.9.2 实训 2 数控系统的连接 与调试实训	119		
习题	121		
第 4 章 进给伺服系统故障 诊断与维修	123	第 5 章 主轴驱动系统故障 诊断与维修	177
4.1 进给伺服系统概述	123	5.1 主轴驱动系统概述	177
4.1.1 进给伺服系统的组成	123	5.1.1 数控机床对主轴驱动 系统的要求	177
4.1.2 数控机床对进给驱动 系统的要求	124	5.1.2 不同类型主轴系统的特点 和使用范围	178
4.1.3 数控伺服系统的分类	126	5.1.3 常用的主轴驱动系统介绍	179
4.1.4 步进电动机伺服系统	128		
4.1.5 交/直流伺服系统	131		
4.1.6 位置检测装置	133		
4.2 进给驱动系统的故障诊断	137		

5.1.4 主轴伺服系统常见故障形式及诊断方法	182	6.2.3 主传动与主轴部件故障诊断与维修	221
5.2 直流主轴驱动系统故障诊断与维修	184	6.2.4 主传动部件维修实例	223
5.2.1 直流主轴驱动系统介绍	184	6.3 进给系统的结构及维修	223
5.2.2 主轴电动机驱动方式	184	6.3.1 滚珠丝杠副	224
5.2.3 主轴准停控制方案	186	6.3.2 滚珠丝杠副维修实例	227
5.2.4 直流主轴驱动系统常见故障诊断及排除	187	6.4 导轨副的结构及维修	227
5.3 变频器的故障诊断与维修	190	6.4.1 导轨副的结构	227
5.3.1 主轴通用变频器	190	6.4.2 导轨副的常见故障及排除	229
5.3.2 主轴通用变频器常见报警、故障及处理	191	6.4.3 导轨维修实例	229
5.3.3 通用变频器故障维修实例	193	6.5 换刀装置的故障诊断与维修	230
5.4 交流伺服主轴驱动系统故障诊断与维修	194	6.5.1 自动换刀装置的形式	230
5.4.1 交流伺服主轴驱动系统特点	194	6.5.2 换刀装置常见故障及排除	236
5.4.2 交流伺服主轴驱动系统常见故障及维修	195	6.5.3 换刀装置维修实例	238
5.4.3 FANUC 交流主轴控制系统的故障报警	203	6.6 液压系统的故障诊断与维修	239
5.4.4 交流主轴驱动系统维修实例	204	6.6.1 液压系统的组成及功能	239
5.5 实训	208	6.6.2 液压系统常见故障的特征与维护	240
5.5.1 实训 1 直流主轴驱动系统使用维护实训	208	6.6.3 液压元件常见故障及排除	243
5.5.2 实训 2 交流伺服主轴驱动系统维护实训	210	6.6.4 液压回路故障维修实例	245
5.5.3 实训 3 变频器的调试实训	212	6.7 气动系统的故障诊断与维修	247
习题	213	6.7.1 气动系统维护、维修与检查	247
第 6 章 数控机床机械故障诊断与维修	214	6.7.2 气动系统故障维修实例	249
6.1 机械系统的故障诊断方法	214	6.8 实训	250
6.2 主传动系统与主轴部件故障诊断与维修	215	6.8.1 实训 1 滚珠丝杠螺母副的维修、维护实训	250
6.2.1 主传动系统	215	6.8.2 实训 2 导轨副的维修、维护实训	252
6.2.2 主轴部件	216	6.8.3 实训 3 液压装置的故障检查、维修实训	254
		6.8.4 实训 4 气动系统的检查、维修实训	255
		习题	257
		第 7 章 PLC 及电磁干扰故障诊断与维修	258
		7.1 利用 PLC 进行数控机床的维修	258
		7.1.1 PLC 概述	258

7.1.2 PLC 在数控机床上的应用	264	7.2.5 干扰故障维修实例	289
7.1.3 PLC 故障的表现形式	266	7.3 实训	291
7.1.4 应用 PLC 排除和维修 故障方法	268	7.3.1 实训 1 PLC 编程与 调试实训	291
7.1.5 PLC 常见故障排除的案例	270	7.3.2 实训 2 数控机床抗 干扰措施	292
7.2 数控机床的干扰故障诊断与维修	277	习题	293
7.2.1 干扰故障概述	278	附录 A FANUC-O 系统报警代码表	294
7.2.2 接地技术	279	附录 B 故障检查与记录	297
7.2.3 屏蔽技术	284		
7.2.4 滤波技术	286		

第1章 数控机床故障诊断及维修基础

11

1.1 数控机床故障诊断及维修概述

1.1.1 数控技术与数控机床

1. 数控技术

数控技术常称为数控(NC)，它是应用数字化信息对机械运动及加工过程进行控制的一种方法。由于现代数控技术采用以计算机为核心的数控系统对机械运动及加工过程进行控制，所以又称为计算机数控(CNC)。

要对机械运动及加工过程进行数字化信息控制，必须具备相应的硬件和软件。用来实现数字化信息控制的硬件和软件的整体称为数控系统，数控系统的核心是数控装置。

采用数控技术进行控制的机床，称为数控机床(NC 机床)。它是一种综合应用了计算机技术、自动控制技术、精密测量技术和机床设计技术等先进技术的典型机电一体化产品，是现代制造技术的基础。数控机床是数控技术应用最早、最广泛的领域，因此，数控机床的性能代表了当前数控技术的水平和发展方向。

2. 数控机床

数控机床种类有钻铣镗削类、车削类、磨削类、电加工类、激光加工类和其他特殊用途的专用数控机床等，凡是采用了数控技术进行控制的机床统称为数控机床，有自动换刀装置(ATC)的数控铣床称为加工中心(MC)。加工中心通过刀具的自动交换，工件经一次装夹后便可完成多工序的加工，实现了工序的集中和工艺的复合，从而缩短了辅助加工时间，提高了机床的工作效率；它减少了工件安装、定位次数，从而提高了机床的加工精度。加工中心是目前应用最广泛的数控机床。

在加工中心的基础上，通过增加多工作台(托盘)自动交换装置(APC)及其他相关装置组成的加工单元称为柔性加工单元(FMC)。它不仅实现了工序的集中和工艺的复合，而且因工作台的自动交换和较完善的自动监测、监控功能而使其可以在一定时间内实现无人化加工，从而进一步提高了设备的加工效率。它既是柔性制造系统(FMS)的基础，又可以作为独立的自动化加工设备使用。除此之外还有并联机床，又称六条腿机床。

在柔性加工单元和加工中心的基础上，通过增加物流系统、工业机器人及其他相关设备，并由中央控制系统进行集中统一控制和管理，这样的制造系统称为柔性制造系统(FMS)。柔性制造系统不仅可以实现较长时间的无人化加工，而且可以实现多品种零件的加工和部件装配，实现车间制造过程的自动化，是一种高度自动化的先进制造系统。

为了适应市场需求多变的形势，对现代制造业来说，不仅需要发展车间制造过程的自动化，而且要实现从市场预测、生产决策、产品设计、产品制造直到产品销售的全面自动

化。由这些功能构成的完整的生产制造系统,称为计算机集成制造系统(CIMS)。它将一个周期更长的生产、经营活动进行了有机的集成,实现了高效益和高柔性的智能化生产,是当今自动化制造技术发展的最高阶段。在计算机集成制造系统中,不仅是生产设备的集成,更主要的是以信息为特征的技术集成和功能集成。

1.1.2 数控机床的基本组成与加工原理

1. 数控机床的基本组成

数控机床的基本组成包括输入/输出装置、数控装置、伺服驱动装置和测量反馈装置、辅助控制装置以及机床本体等部分,如图 1-1 所示。

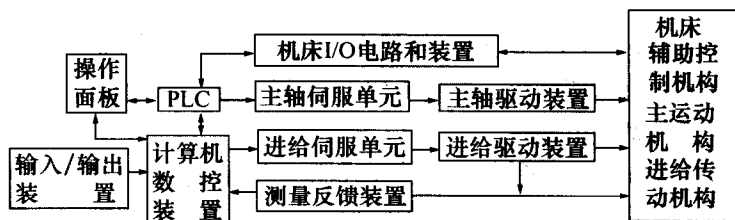


图 1-1 数控机床的组成

在数控机床上进行零件的加工,可以通过如下步骤进行。

① 根据被加工零件的图纸与工艺方案,用规定的代码和程序格式将刀具的移动轨迹、加工工艺过程、工艺参数和切削用量等编写成数控系统能够识别的指令形式,即编写加工程序。

② 编辑程序。

③ 数控装置对输入的程序进行译码、运算处理,并向各坐标轴的伺服驱动装置和辅助机能控制装置输出相应的控制信号,以控制机床各部件的运动。

④ 在加工时,数控系统需要随时检测机床的坐标轴位置、行程开关的状态,并与程序的要求相比较,以决定下一步的动作,完成合格零件的加工。

⑤ 可以随时对机床的加工情况、工作状态进行观察、检查,操作者可以根据需要对机床动作和加工程序进行调整,以保证机床安全、可靠地运行。

下面再简要介绍其他组成部分。

1) 测量反馈装置

测量反馈装置是闭环(半闭环)数控机床的检测环节,是通过现代化的测量元件(如脉冲编码器、旋转变压器、感应同步器、光栅、磁尺和激光测量仪等),将执行元件或工作台等的实际位移的速度和位移量检测出来,反馈给伺服驱动装置或数控装置,补偿进给速度或执行机构的运动误差,以达到提高运动机构精度的目的。测量检测装置检测信号反馈的位置,取决于数控系统的结构形式。伺服内装式脉冲编码器、测速机以及直线光栅等都是较常用的检测部件。

现代数控机床的伺服驱动装置采用了数字式伺服驱动技术(简称数字伺服),伺服驱动装置和数控装置之间采用了总线连接,反馈信号在大多数场合都是与伺服驱动装置进行连

接,并通过总线传送到数控装置。只有少数场合或采用模拟量控制的伺服驱动装置(俗称模拟伺服)时,反馈装置直接连接到数控装置。

2) 辅助控制机构

辅助控制机构指介于数控装置与机床机械、液压部件之间的控制部件,其主要作用是接收数控装置输出的主轴转速、转向和启/停指令,刀具选择交换指令,冷却、润滑装置的启/停指令,工件和机床部件的松开、夹紧指令,工作台转位等辅助指令信号,以及机床上检测开关的状态等信号,经必要的编译、逻辑判断、功率放大后直接驱动相应的执行元件,带动机床机械部件、液压气动等辅助装置完成指令规定的动作。通过 M 代码,由 PLC 和强电控制回路构成。

3) 机床本体

机床本体就是数控机床的机械结构件,由主传动系统、进给传动系统、床身、工作台,以及辅助运动装置、润滑系统、排屑、冷却装置、液压/气动系统、防护系统等部分组成。为了满足数控技术发展的要求,发挥机床性能,数控机床与普通机床相比较,机床本体设计在总体布局、外观造型、传动系统结构、刀具系统以及操作性能方面已发生了很大的变化。机床本体的机械部件包括床身、箱体、导轨、进给机构、工作台、立柱、主轴和刀具交换机构等。

2. 数控加工原理

在传统的金属切削机床上,操作者在加工零件时,根据图纸的要求,需要不断地改变刀具的运动轨迹和运动速度等参数,使刀具对工件进行切削加工,最终加工出合格零件。

数控机床的加工,其实质是应用了“微分”原理,其工作原理如图 1-2 所示,工作简述如下。

① 数控装置根据加工零件的程序,完成要求的刀具轨迹,将轨迹按机床对应的坐标轴,以最小移动量(脉冲当量)为单位进行微分,如图 1-2 中所示的 ΔX 、 ΔY ,并计算出各坐标轴需要移动的脉冲数。

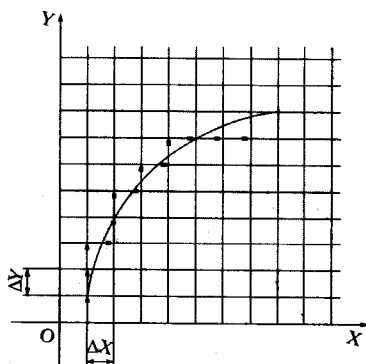


图 1-2 数控机床加工原理示意图

② 通过数控装置的“插补”软件或“插补”运算器,将要求的轨迹用以“最小移动量”为单位的等效折线进行拟合,并找出最接近理论轨迹的拟合折线。

③ 数控装置根据拟合折线的轨迹,给相应的坐标轴连续不断地分配进给脉冲,并通

过伺服驱动使机床坐标轴按分配的脉冲运动。

结论:

- 只要数控机床的脉冲当量足够小时,所用的拟合折线就可以等效代替理论曲线。
- 只要改变坐标轴的脉冲分配方式,即可以改变拟合折线的形状,从而达到改变加工轨迹的目的。
- 只要改变分配脉冲的频率,即可改变坐标轴(刀具)的运动速度。

这样就实现了数控机床控制刀具相对工件移动的轨迹。

1.1.3 数控机床故障诊断维修的基本要求

数控机床的控制系统复杂、价格昂贵,数控机床现场维修与诊断工作必须具备一些基本与必要、主观与客观的条件要求。其中,主观条件就是指对维修人员的要求;而客观条件是要求具备必要的测试手段。因此数控机床对维修人员的素质、维修资料的准备、维修仪器的使用等方面提出了比普通机床更高的要求。

1. 维修人员的基本素质要求

维修工作要达到高的效率和良好的效果,取决于维修人员的素质。为了迅速、准确判断故障原因,并进行及时、有效的处理,恢复机床的运行、功能和精度,要求维修人员应具备以下基本素质。

1) 工作态度要端正

维修人员要有强烈的责任心、良好的职业道德、严谨的科学工作作风与良好的工作习惯。维修人员必须认识到数控机床的维修工作直接关系到企业的利润与信誉,确立良好的职业道德与强烈的责任感,是维修工作的出发点。不断积累经验(包括前人、别人与自己的经验),养成严谨的科学工作作风与良好的工作习惯,才能保障维修工作行进在成功的捷径上。

例如:认真分析他人与自己故障维修的成功案例,分析常见故障与偶发故障的特殊现象及其产生原因,寻找并建立查找故障的优化程序;将故障现象、分析步骤、排除方法等进行归纳整理,并进行故障统计分析;对重复性较高的故障,进行重点研究,改善维修方法。偶发性故障,必须找出真正的故障成因,并采取有效的预防措施。

2) 安全意识强

数控机床维修人员除了一般维修人员应该具有的基本安全常识之外,还必须具有数控机床维修所特有的安全常识。维修人员在维修前的技术准备中,首先了解设备的安全要求事项。例如:了解机床有几个急停按钮及其具体分布位置;了解各熔断器要求的熔丝规格;了解不宜带电操作的高压危险位置;了解不得随意更改的那些机床参数;了解可调电位器的分布位置及其调整方向与范围;了解该设备有无需要通电更换的存储器后备电池;了解人体未放静电之前不得随意触摸集成块等。使用工具测量时,必须防止仪表测头造成元器件的短路以至于导致系统故障或扩大故障的严重后果。维修时必须确保人身与设备的安全。

3) 较广的知识面

数控机床的各个部分之间具有密切的联系,包括机械、电气、液压、气动等,其中任何一个部分发生故障,都有可能影响其他部分的正常工作。根据故障现象,对故障的原因和故障发生的部位进行判断,是数控机床维修的第一步,这是维修人员必须具备的素质。如何快速地判断故障,对维修人员的素质也提出了很高的要求。

对数控机床维修人员知识要求如下:

- 掌握计算机基本原理、电子技术、电工原理、自动控制与电动机拖动、检测技术、机械传动及机械加工工艺方面的基础知识。
- 既要懂电气方面(包括强电和弱电)的知识,又要懂机械方面(包括机械、液压和气动)的知识。维修人员还必须经过数控技术方面的专门培训和学习,掌握数字控制、伺服驱动及 PLC 的工作原理,懂得 NC 和 PLC 编程。
- 维修时为了对某些电路与零件进行现场测试,维修人员还应当具备一定的工程识图能力。
- 具有一定的外语基础和专业外语基础。高素质的维修人员要能对国内外多种数控机床进行维修。但国外数控系统的配套说明书、资料往往使用外文资料,数控系统的报警文本显示也以外文居多。为了能根据说明书所提供的信息与系统的报警提示迅速确认故障原因,加快维修进程,数控机床维修人员应具备专业外语的阅读能力,以便分析、处理问题。

4) 善于学习,勤于思考

数控机床维修人员不仅要注重分析问题与积累经验,而且还应当善于学习,勤于思考。国内外的数控系统种类繁多,而且数控系统说明书的内容通常也很多,包括操作、编程、连接、安装调试、维护维修和 PLC 编程等多种说明。资料的内容多,不勤于学习、不善于学习,就很难对各种知识融会贯通。每台数控机床内部,各部分之间的联系紧密,故障涉及面很广,而且有些现象不一定真实反映了故障的原因。数控机床维修人员一定要透过故障的表象,针对各种可能产生故障的原因,通过分析故障产生的过程,仔细思考分析,这样才能迅速找出发生故障的根本原因并予以排除。应做到“多动脑,慎动手”,切忌草率下结论、盲目更换元器件。

5) 有较强的动手能力和实验技能

知识与经验是靠学习与积累得来的,能力是在学习与实践中不断培养的。数控系统的维修离不开实际操作,维修人员不仅能熟练操作机床,而且能进入一般操作者无法进入的特殊操作模式,如机床以及硬件设备自身参数的设置与调整,利用 PLC 编程器监控等。此外,为了判断故障原因,维修过程可能需要编制相应的加工程序,对机床进行必要的运行试验与工件的试切削,还应该能熟练使用维修所必需的工具、仪器和仪表。

6) 应养成良好的工作习惯。

数控机床维修人员要胆大心细,动手时必须目的明确、思路完整清晰,进行细致的操作。在维修时需要注意以下几个方面。

- 维修前,维修人员必须吃透技术资料,了解系统结构与工作原理、电气连接与电器分布;了解机床正常运行条件下,系统的故障条件与状态;了解各种故障特征可能的故障成因;应该充分利用数控机床的自诊断系统。确立正确的判断思路,很快地判断出故障成因并进行排除。

- 维修过程要做好记录,尤其是对电器元件的安装位置、导线号、机床参数、调整值等都必须做好明显的标记,以便恢复,必要时画出草图。
- 结束后,应做好“收尾”工作,如将机床、系统的罩壳、紧固件等安装到位;将电线、电缆整理整齐等。

注意:数控系统的某些模块是需要电池保持参数的,对于这些电路板和模块切勿随意插拔,更不能在不了解元器件功能的情况下,随意调换数控装置、伺服、驱动等部件中的器件,设置端子,调整电位器位置,改变设置参数,更换数控系统软件版本等,以避免产生更严重的后果。

2. 必要的技术资料和技术准备

维修人员应在平时认真整理和阅读有关数控系统的重要技术资料。维修工作做得好坏,排除故障的速度快慢,维修的效果好坏,主要取决于维修人员对数控系统的熟悉程度和运用技术资料的熟练程度。所以,数控机床维修人员在日常应认真整理和阅读有关数控系统的重要技术资料,有意积累维修经验。

进行数控维修主要需要准备好以下技术资料。

1) 数控机床使用说明书

它是由机床生产厂家编制并随机床提供的安装、使用、操作和维修方面的技术说明书,包括以下与维修有关的内容:

- 机床电气控制原理图、布置图以及接线图。
- 机床主要传动系统以及主要部件的结构原理示意图。
- 机床的液压、气动、润滑系统图。
- 机床安装和调整的方法与步骤。
- 机床的操作过程与步骤。
- 机床的操作面板布置及其操作说明。
- 机床使用的特殊功能及其说明等。

2) 数控系统方面的资料

应有数控机床安装、使用(包括编程)、操作和维修方面的技术说明书,其中包括以下与维修有关的内容:

- 数控机床操作面板布置及其操作。
- 数控机床内部各电路板的技术要点及其外部连接图。
- 数控系统参数的意义及其设置方法。
- 数控机床的自诊断功能和报警清单。
- 数控机床接口的分配及其含义等。

3) PLC 的资料

PLC 的资料是根据机床的具体控制要求设计和编制的机床辅助动作控制软件。在 PLC 程序中包含了机床动作的执行过程,以及执行动作所需的条件,它表明了指令信号、检测元件与执行元件之间的全部逻辑关系。

在一些高档的数控系统,如 FANUC、SIEMENS 系统,利用数控系统的显示器可以

直接对 PLC 程序的中间寄存器状态点进行动态监测和观察,为维修提供了极大的便利。因此,在维修中一定要熟练掌握这方面的操作和使用技能。PLC 的资料一般包括如下内容。

- PLC 装置及其编程器的连接、编程、操作方面的技术说明书。
- PLC 用户程序清单或梯形图。
- I/O 地址清单及意义清单。
- PLC 的外部连接图及报警文本。

维修人员应熟悉 PLC 编程语言,能看懂用户程序或梯形图,会操作 PLC 编程器,通过编程器或数控系统操作面板对 PLC(内装式)进行监控。有时还须对 PLC 程序进行某些修改,还应熟练地通过 PLC 报警号,检查 PLC 有关的程序和 I/O 连接电路,确定故障的原因。

4) 伺服单元的资料

伺服单元的资料包括进给伺服驱动系统和主轴伺服单元的原理、连接、调整和维修方面的技术说明书,内容包括以下各部分:

- 伺服单元的电气原理图和接线图。
- 所有故障的报警显示以及主要的调整点和测试点。
- 各伺服单元参数的意义和设置。

维修人员应掌握伺服单元的原理,熟悉其连接。能从单元板上的故障指示发光管的状态和显示屏上显示的报警号确定故障范围测试关键点的波形和状态,并能做出比较;检查和调整伺服参数,对伺服系统进行优化。

5) 主要配套部分的资料

在数控机床上通常使用的功能部件较多,如数控转台、自动换刀装置、润滑与冷却系统、排屑器等。这些功能部件的生产厂家一般都提供了较完整的使用说明书,机床生产厂家应将其提供给用户,以便当功能部件发生故障时作为维修的参考。

6) 其他

还要准备相关元器件方面的技术资料,如数控机床所用的元器件清单、备件清单,以及各种通用的元器件手册。维修人员应熟悉各种常用的元器件和一些专用元器件的生产厂家及订货编号,以便一旦需要,能够较快地查阅到有关元器件的功能、参数及代用型号。

做好数据和程序的备份十分重要。除前面所述的系统参数、PLC 程序、PLC 报警文本外,还有机床必须使用的宏指令程序、典型的零件程序、系统的功能检查程序。对一些装有硬盘驱动器的数控系统,应有硬盘文件和备份。维修人员应了解这些备份的内容,能对数控系统进行输入和输出的操作。

有些维修所必需的电路图往往通过对实物的测绘才能得到,如光栅尺测量头的原理图。这要求维修人员具有测绘能力,平时做好维修所必需的重要技术资料准备工作。

故障维修记录是一份十分有用的技术资料,是维修人员对机床维修过程的记录与维修的分析总结。维修人员在完成故障排除之后,应认真作好记录,将故障现象、诊断、分析和排除方法一一加以记录。维修人员应对自己所进行的每一步的维修情况进行详细的记录,而不管当时的判断是否正确。在排除新的故障之前应考虑这种故障以前发生过没有,当时是如何解决的。这会给维修带来方便,有助于维修人员的经验积累与提高。

以上技术资料在实际中往往难以全部做到。因此,在必要时,数控机床维修人员应通过现场测绘、平时积累等完善和整理有关技术资料。

3. 维修器具与备件

合格的维修工具是进行数控机床维修的必备条件。数控机床是精密设备,对于不同的故障,所需要的维修工具也不尽相同。下面简单介绍常用的维修器具与备件。

1) 常用测量仪器、仪表

(1) 长度测量工具。长度测量工具(如千分表、百分表等)用于测量机床移动、反向间隙值等。通过长度测量,可以大致判断机床的定位精度、重复定位精度和加工精度等。根据测量值可以调整数控系统的电子齿轮比、反向间隙等主要参数,以恢复机床精度。它是机械数控机床维修、测量的主要检测工具之一。

(2) 示波器。数控系统修理通常用频带宽度为 10MHz~100MHz 的双通道示波器。它不仅可以测量电平、脉冲上下沿、脉宽、周期和频率等参数,还可以比较两信号的相位和电平幅度。示波器常用来观察主开关电源的振荡波形,直流电源或测速发电机输出的波形,伺服系统的超调、振荡波形;用来检查放大器的输出波形、CRT 电路垂直、水平振荡和扫描波形、释放电路的视频信号等。

(3) 万用表。数控机床的维修涉及弱电和强电领域,最好配备机械式和数字式万用表各一个,机械式万用表应必备。机械式万用表除用于测量强电回路之外,还用于判断二极管、三极管、晶闸管和电解电容等元器件的好坏。数字式万用表可用来正确测量电压、电流和电阻值,还可测量三极管的放大倍数和电容值。它还有一个蜂鸣器挡,测量电路的通断,测量集成电路引脚的静态电阻值,判断印刷电路的走向。

(4) 相序表。相序表主要用于测量三相电源的相序,是进给伺服驱动与主轴驱动维修的必要测量工具之一。

(5) 数字转速表。数字转速表用于测量与调整主轴的转速,以及调整数控系统及驱动器的参数。它可以使编程的理想主轴转速与实际主轴转速相符,是主轴维修与调整的测量工具之一。

(6) PLC 编程器。不少数控系统的 PLC 必须使用专用的编程器才能对其进行编程、调试、监控和检查。例如 SIEMENS 公司的 PG710、PG750、PG865,OMRON 公司的 GPC01~GPC04、PRO-13~PRO-27 等。这些编程器可以对 PLC 程序进行编辑和修改,监视输入和输出状态及定时器、移位寄存器的变化值,并可在运行状态下修改定时器和计数器的设置值;有些带图形功能的编程器还可显示 PLC 梯形图,可强制内部输出,对定时器、计数器和位移寄存器进行置位和复位等。

(7) IC 测试仪和 IC 在线测试仪。IC 测试仪可用来离线快速测试集成电路的好坏。当数控系统进行芯片级维修时,它是必需的仪器。IC 在线测试仪能对电路板上的芯片直接进行功能、状态和外特性测试,确认其逻辑功能是否失效。它所针对的是每个器件的型号以及该型号器件应具备的全部逻辑功能,而不管这个器件应用在何种电路中,因此它可以检查各种电路板,而且无需图样资料或了解其工作原理,为缺乏图样资料而使维修工作无从下手的数控维修人员提供了一种有效的手段,目前在国内的应用日益广泛。

(8) 逻辑分析仪和脉冲信号笔。这是专门用于测量和显示多路数字信号的测试仪器,

通常分为 8 个、16 个和 64 个通道,即可同时显示 8 个、16 个或 64 个逻辑方波信号。对以数字电路为主体的数控系统的现场故障检查十分适用、方便。一般使用 TTL 和 CMOS 逻辑电平通用型。逻辑测试笔可测试电路是处于高电平还是低电平,或是不高不低的浮空电平,判断脉冲的极性是正脉冲还是负脉冲,输出的脉冲是连续的还是单个脉冲,还可大概估计脉冲的占空比和频率范围。脉冲信号笔则可发单脉冲或连续脉冲,发正脉冲或负脉冲,它和逻辑测试笔配合使用,就能对电路的输入和输出的逻辑关系进行测试。与显示连续波形的通用示波器不同,逻辑分析仪显示的是各被测点的逻辑电平,二进制编码或存储器的内容。在维修时,逻辑分析仪可检查数字电路的逻辑关系是否正确,信号传输中是否有竞争和干扰。通过测试软件支持,对电路板输入给定的数据,同时跟踪测试它的输出信息,显示和记录瞬间产生的错误信号,找到故障所在。

以上介绍的 8 种测量仪器仪表,有些是常用的,是数控系统维修人员必备的,有些则是维修单位进行元器件及维修所要配备的。由于数控系统电路板价格昂贵,向国外购买或送修又十分不便,大的维修单位常配置这类仪器进行元器件的修理。

2) 常用维修器具

(1) 钳类工具。常用的有平头钳、斜口钳、剥线钳、尖嘴钳和压线钳等。

(2) 旋具类工具。配备规格齐全的一字和十字螺丝刀各一套。旋具宜采用树脂或塑料手柄。为了方便伺服驱动器的调整与装卸,还应配备无感螺丝刀与梅花形六角旋具各一套。常用的大中小尺寸的一字口和十字口的各一套。

(3) 扁平集成电路拔放台。该工具用于 SMD 片状元件、扁平集成电路的热风拆焊工作台,可换多种喷嘴,并可防静电。

(4) 吸锡器。将多个引出脚的 IC 芯片从电路板上拆下来,常用的方法是采用吸锡器,目前有手动和电动两种。手动吸锡器价格便宜,但在一些场合吸锡效果不好,如拆多层电路板上的芯片的接地和电源引脚时,因散热快,难以吸净焊锡;电动吸锡器带电热丝和吸气泵,使用时对准焊点,待锡熔化后按动(手动或脚踩)吸气泵将锡吸净。

(5) 电烙铁。电烙铁是最常用的焊接工具,一般应采用焊 IC 芯片 30 W 左右的尖头、带接地保护线的内热式电烙铁,最好使用恒温式电烙铁。电烙铁使用时接地线非常重要,一旦烙铁漏电可能会击穿多个芯片。

(6) 扳手类工具。包括大小活动扳手,各种尺寸的内、外六角扳手等各一套。

(7) 化学用品。包括松香、纯酒精、清洁触点用喷剂、润滑油等。

(8) 其他。另外,还要准备剪刀、刷子、镊子、吹尘器、清洗盘、卷尺等。

3) 常用故障分析仪

(1) GP—IB 母线分析仪。随着智能仪器和自动测试技术的发展,GP—IB 接口获得了日益广泛的应用。尽管 GP—IB 接口已被世界各国所接受,制定出了国际标准和国家标准。标准对接口母线的接插头、控制线、信号电子及消息传递编码等都作了规定。当设计者设计一台仪器的 GP—IB 接口或者将各种带接口的程控仪器用 GP—IB 接口组建一个自动测试系统时,由于设计者的设计不当,可能会出现各种各样的硬件故障和软件故障。在这种情况下,就必须用 GP—IB 母线分析仪对各仪器接口自动测试系统的硬件和软件进行测试,以方便地找出各种故障。在仪器和系统的设计、调试和维修中有着重要的意义。

(2) HP 16500A 逻辑分析系统。HP 16500A 逻辑分析系统是一种模块式仪器系统,在