



高职高专“十一五”规划教材

SHUKONG JICHUANG
GUZHANG ZHENDUAN YU WEIHU



数控机床 故障诊断与维护

刘瑞己 主 编 申晓龙 李平化 副主编
周华祥 主 审



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

SHUKONG JICHUANG

GUZHANG ZHENDUAN YU WEIHU

数控机床 故障诊断与维护

刘瑞己 主 编 申晓龙 李平化 副主编

周华祥 主 审

责任编辑：张 颖

责任编辑：韩永利 高 强

责任编辑：宋 琳

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印 制：大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市前番装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张13.5 字数323千字 2007年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64218888（传真）010-64213686 售后服务：010-64218839

网 址：<http://www.cip.com.cn>



化学工业出版社

· 北 京 ·

定 价：25.00 元

本书按照教育部对高职高专数控机床故障诊断与维护教学的要求编写,系统地介绍了数控机床故障诊断与维护的技术和方法,内容涉及数控机床的各个组成部分,包括数控机床故障诊断及维护的基础,数控系统的故障诊断及维护,主轴伺服系统的故障诊断,进给伺服系统的故障诊断,机床电气与 PLC 控制的故障诊断,数控机床机械结构的故障诊断及维护,数控机床故障诊断及维护实例,数控机床的安装、调试、检测、验收及维护。并且在书中列举了大量的故障诊断及维护实例,以提高读者解决实际问题的能力。

本书适合于高职高专院校、本科二级学院、成人高校及各类职业培训机构数控技术应用专业、机电一体化专业、机械制造及自动化专业及其他相关机械类专业使用,也可供从事数控机床维修工作的工程技术人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

数控机床故障诊断与维护/刘瑞已主编. —北京:化学

工业出版社, 2007. 9

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-01098-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 135848 号

责任编辑: 韩庆利 高 钰

装帧设计: 张 辉

责任校对: 宋 玮

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 323 千字 2007 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

前言

数控机床是现代机械制造业的重要技术装备,也是先进制造技术的基础技术装备。数控机床随着微电子技术、计算机技术、自动控制技术的发展而得到飞跃发展。目前,几乎所有传统机床都有了数控机床品种。数控技术极大地推动了计算机辅助设计、计算机辅助制造、柔性制造系统、计算机集成制造系统、虚拟制造系统和敏捷制造的发展,并为实现绿色加工打下了基础。

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。而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、石化、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。数控机床也正逐渐成为机械工业技术改造的首选设备。尽管数控系统的性能和品质已有了极大的提高,从而保证了数控机床的稳定性和可靠性。但是,数控机床是机电一体化的高度复杂的设备,在使用过程中难免出现故障,而一些用户对故障又不能及时作出正确的判断和排除,严重制约了数控机床的使用率,影响企业的生产。因此培养掌握数控机床故障诊断与维修的技术人员成为当务之急。本书正是为满足这种需要而编写的。

本书介绍了数控机床各部件常见的故障,并深入地分析和阐述了故障的排除方法。书中列举了大量的实例,力求使读者通过学习,切实掌握故障诊断技术及其排除方法。

全书由刘瑞已担任主编并统稿和定稿,由周华祥教授担任主审,参加编写的还有湖南工业职业技术学院任东、申晓龙、李平化、龙华、李强。本书在编写过程中还得到湖南工业职业技术学院数控中心老师的大力支持和帮助,并在编书过程中提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2007年8月

目 录

第 1 章 数控机床故障诊断及维护的基础	1
1.1 数控机床故障诊断及维护的意义和要求	1
1.1.1 数控机床故障诊断及维护的目的	1
1.1.2 数控机床故障诊断及维护的内容	2
1.2 数控机床故障诊断及维护的基本要求	3
1.2.1 对维修人员的要求	3
1.2.2 基本的技术资料	4
1.2.3 常用的维修工具	5
1.2.4 对数控机床的操作规范要求	7
1.3 数控机床故障的特点	8
1.4 数控机床常见故障分类	9
1.5 数控机床故障诊断原则	10
1.6 数控机床故障诊断步骤	11
1.7 常见故障检查方法	13
1.8 数控机床故障诊断技术的发展	15
1.9 维修中的注意事项	17
思考练习题	18
第 2 章 数控系统的故障诊断及维护	19
2.1 数控系统的特点	19
2.2 数控系统的自诊断	20
2.3 数控系统的主要故障	24
2.3.1 数控系统的软件故障诊断	24
2.3.2 数控系统的硬件故障诊断	27
2.4 利用机床参数来诊断数控系统	32
2.4.1 数控机床参数概述	32
2.4.2 数控机床参数的分类	32
2.4.3 数控机床参数的故障及其诊断	34
2.5 数控机床的启、停运动故障	36
2.6 回参考点故障	37
2.6.1 回参考点的方式	37
2.6.2 回参考点的故障类型及排除	39
思考练习题	42

第3章 主轴伺服系统的故障诊断 43

3.1 伺服系统概述	43
3.2 伺服系统的组成及工作原理	43
3.3 主轴伺服系统的故障诊断及维护	45
3.3.1 常用主轴驱动系统介绍	46
3.3.2 主轴通用变频器	46
3.3.3 主轴伺服系统的故障形式及诊断方法	50
3.3.4 直流伺服主轴驱动系统的维护与故障诊断	52
3.3.5 交流伺服主轴驱动系统的维护与故障诊断	58
思考练习题	63

第4章 进给伺服系统的故障诊断 64

4.1 进给伺服系统概述	64
4.2 常用进给驱动系统介绍	65
4.3 进给伺服系统的结构形式	67
4.4 步进驱动系统常见故障诊断与维修	69
4.4.1 概述	69
4.4.2 步进驱动系统常见故障及排除	69
4.5 直流进给伺服系统故障诊断	71
4.5.1 直流伺服电机的检查与维护	72
4.5.2 直流 PWM 速度控制系统的工作原理与故障诊断	73
4.5.3 晶闸管整流方式 SCR 速度控制系统的工作原理与故障诊断	79
4.6 交流进给伺服系统故障诊断	84
4.6.1 交流伺服电机的维护	85
4.6.2 交流进给伺服系统常见故障的诊断	87
4.7 位置检测反馈系统的故障分析与排除	91
4.7.1 常用检测反馈元件及维护	92
4.7.2 位置检测系统的故障诊断	94
思考练习题	95

第5章 机床电气与 PLC 控制的故障诊断 96

5.1 电源维护及故障诊断	96
5.1.1 电源配置	96
5.1.2 交流电源的检查	98
5.1.3 直流稳压电源的常见故障的诊断与处理	98
5.1.4 通过电气原理图诊断电源故障	99
5.1.5 电源检查中的安全注意事项	101
5.2 数控机床的干扰及其排除	101
5.2.1 干扰类型、成因与传递方式	101
5.2.2 数控机床抗干扰常用措施	102

5.3 机床可编程控制器 (PLC) 的功能	105
5.3.1 PLC 与外部信息的交换	105
5.3.2 数控机床可编程控制器的功能	107
5.4 PLC 的输入、输出元件	108
5.4.1 输入元件	108
5.4.2 输出元件	111
5.5 数控机床 PLC 控制的故障诊断	114
5.5.1 可编程控制器的维护	114
5.5.2 PLC 的常见故障及其处理方法	115
5.5.3 PLC 的故障检测与诊断	116
思考练习题	125

第 6 章 数控机床机械结构的故障诊断及维护

6.1 数控机床机械结构的基本组成及特点	126
6.1.1 数控机床机械结构的基本组成	126
6.1.2 数控机床机械结构的主要特点	127
6.2 机械故障类型及其诊断方法	128
6.2.1 机械故障的类型	128
6.2.2 机械故障诊断的方法	128
6.3 主传动系统与主轴部件的故障诊断及维护	129
6.3.1 主传动系统	129
6.3.2 主轴部件的维护	130
6.3.3 主轴部件的常见故障及其排除方法	133
6.4 进给传动系统的故障诊断及维护	134
6.4.1 滚珠丝杠螺母副的结构	134
6.4.2 齿轮传动副	136
6.4.3 同步齿形带传动副	137
6.5 导轨副的故障诊断及维护	138
6.5.1 塑料滑动导轨	138
6.5.2 滚动导轨	139
6.5.3 静压导轨	141
6.6 自动换刀装置 (ATC) 的故障诊断	142
6.7 其他辅助装置的故障诊断及维护	143
6.7.1 液压系统与气动系统的故障诊断与维护	143
6.7.2 数控机床润滑系统的故障诊断	150
思考练习题	152

第 7 章 数控机床故障诊断及维护实例

7.1 开机故障分析及排除	153
7.2 开关失效与实例分析	154
7.3 爬行和振动的分析	156

7.3.1 爬行和振动的分析	156
7.3.2 爬行和振动的故障诊断实例	157
7.4 数控机床故障诊断	158
7.4.1 CNC 系统故障诊断实例	158
7.4.2 伺服系统故障诊断实例	162
7.4.3 主轴系统故障诊断实例	165
7.4.4 刀架系统故障诊断实例	167
7.5 数控铣床故障诊断	169
7.5.1 CNC 系统故障诊断实例	169
7.5.2 伺服系统故障诊断实例	171
7.5.3 主轴系统故障诊断实例	173
7.5.4 工作台故障诊断实例	175
7.6 加工中心故障诊断	177
7.6.1 数控铣削加工中心故障诊断	177
7.6.2 数控车削加工中心故障诊断	184
7.7 设备检测元件的故障诊断实例	185
7.8 润滑系统故障诊断实例	186
7.9 排屑装置故障诊断实例	187

第 8 章 数控机床的安装、调试、检验、验收及维护

8.1 数控机床的安装	189
8.1.1 数控机床的基础处理和初就位	189
8.1.2 数控机床部件的组装连接	189
8.1.3 数控系统的连接和调整	190
8.2 数控机床的调试	191
8.2.1 通电试车	191
8.2.2 数控机床精度和功能的调试	192
8.2.3 水平调试与试运行	193
8.3 数控机床的检验与验收	193
8.3.1 检验与验收的工具	193
8.3.2 数控机床噪声温升及外观的检查	193
8.3.3 数控机床几何精度的检验	194
8.3.4 数控机床定位精度的检验	195
8.3.5 切削精度的检验	198
8.3.6 数控机床性能与功能的验收	200
8.4 数控机床的日常维护	202
8.4.1 点检	202
8.4.2 数控机床的日常维护	203
思考练习题	205

参考文献

第1章

数控机床故障诊断及维护的基础

数控机床的故障诊断及维护在内容、手段和方法上与传统机床的故障诊断及维护有很大的区别。学习和掌握数控机床故障诊断及维护的技术,已越来越引起相关企业和工程技术人员关注。数控机床故障诊断及维护已成为正确使用数控机床的关键因素之一。

1.1 数控机床故障诊断及维护的意义和要求

数控机床是一种高投入的高效自动化机床。由于其投资比普通机床高得多,因此降低数控机床故障率,缩短故障修复时间,提高机床利用率是十分重要的工作。

任何一台数控机床都是一种过程控制设备,它要求实时控制每一时刻都能准确无误地工作。任何部分的故障和失效,都会使机床停机,从而造成生产的停顿。因而掌握和熟悉数控机床的工作原理、组成结构是做好维护、维修工作的基础。此外,数控机床在企业中一般处于关键工作岗位的关键工序上,若在出现故障后不能及时得到修复,将会给生产单位造成很大的损失。

虽然现代数控系统的可靠性不断提高,但在运行过程中因操作失误、外部环境的变化等因素影响仍免不了出现故障。为此,数控机床应具有自诊断能力,能采取良好的故障显示、检测方法,及时发现并能很快确定故障部位和原因,令操作人员或维修人员及时排除故障,尽快恢复工作。

1.1.1 数控机床故障诊断及维护的目的

数控机床是一种高效的自动化机床,它是将电子电力、自动化控制、电机、检测、计算机、机床、液压、气动和加工工艺等技术集中于一身,具有高精度、高效率和高适应性的特点。要发挥数控机床的高效益,就要保证它的开动率,这就对数控机床提出了稳定性和可靠性的要求,衡量该要求的指标是平均无故障时间 $MTBF$,即为两次故障间隔的时间;同时,当设备出了故障后,要求排除故障的修理时间 $MTTR$ 越短越好,所以衡量上述要求的另一个指标是平均有效度 A :

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

为了提高 $MTBF$,降低 $MTTR$,一方面要加强日常维护,延长无故障的时间;另一方面当出现故障后,要尽快诊断出故障的原因并加以修复。如果用人来比喻的话,就是平时要注意保养,避免生病;生病后,要及时就医,诊断出病因,对症下药,尽快康复。

现代化的设备需要现代化和科学化的管理,数控机床的综合性和复杂性决定了数控机

床的故障诊断及维护有自身的方法和特点,掌握好这些方法,可以保证数控机床稳定可靠地运行。特别是对柔性制造系统(FMS),任何一台数控机床出故障都会影响到整条生产线的运行,其经济损失是相当大的,因此快速诊断出故障原因和加强日常维护就显得很重要了。

1.1.2 数控机床故障诊断及维护的内容

数控机床由机械和电气两大部分组成,每个部分都有可能发生故障。从电气角度来看,数控机床与普通机床不同的是,前者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及电源配置。由于受切削状态、温度及各种干扰因素的影响,都可能使伺服性能、电气参数发生变化或电气元件失效而引起故障。另外,数控机床用可编程控制器(PLC)替代了普通机床强电柜中大部分的机床电器,从而实现对主轴、进给、换刀、润滑、冷却、液压和气动等系统的逻辑控制。数控机床使用过程中,特别要注意的是机床上各部位的按钮、行程开关、接近开关及继电器、电磁阀等机床电器开关,因为这些开关信号作为可编程控制器的输入和输出控制,其可靠性将直接影响到机床能否正确执行动作,这类故障是数控机床最常见的故障。

数控机床最终是以位置控制为目的的,所以,位置检测装置维护的好坏将直接影响到机床的运动精度和定位精度。

因此,电气系统的故障诊断及维护,内容多,涉及面广,是维护和故障诊断的重点部分。就其故障诊断的难易程度而言,电气部分也显得稍难一些,故电气部分的诊断在机床使用中显得也稍重要一些。其机械部分的故障诊断及维护的主要内容有:主轴箱的冷却和润滑,导轨副和丝杠螺母副的间隙调整、润滑及支承的预紧,液压和气动装置的压力和流量调整等。而电气部分的故障诊断及维护的主要内容有以下几个方面。

(1) 驱动电路 主要指与坐标轴进给驱动和主轴驱动的连接电路。

(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(如液压泵电动机、冷却泵电动机及润滑油泵电动机等)、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。数控系统中各种信号均可用机床数据位“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。

就数控系统来说,20 世纪 80 年代中期以前,由于当时 CPU 的性能低,采用硬件要比软件快得多,所以硬件品质的高低,就决定了当时数控系统品质的高低。由于微电子技术的迅猛发展和微机进入数控系统,在数控系统性能水平方面,已由硬件竞争转到软件竞争。数控系统类似计算机产品,将外购的电子元器件焊(贴)到印制电路板上成为板、卡级产品,由多块板、卡通过接插件等连接,再连接外设就成为系统级最终产品。其关键技术如元器件筛选、印制电路板、焊接和贴附、生产过程及最终产品的检验和整机的考机等都极大地提高

了数控系统的可靠性。有资料表明：数控机床操作、保养和调整不当占整个故障的 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%，而数控系统的故障只占 5.5%。

数控机床故障就发生的部位常见的有五大类：一是 CNC 装置故障；二是伺服系统故障；三是主轴系统故障；四是刀具系统故障；五是其他部位故障。在这五大类中，CNC 装置故障、伺服系统故障和刀具系统故障占整个数控机床故障的 84%。其中 CNC 装置故障约占 31%，伺服系统故障约占 25%，刀具系统故障约占 28%。而主轴系统故障和其他部位故障仅分别占 3% 和 13%。

1.2 数控机床故障诊断及维护的基本要求

1.2.1 对维修人员的要求

数控机床是技术密集型和知识密集型机电一体化产品，其技术先进，结构复杂，因此对维修人员有较高的要求，维修工作的好坏，首先取决于维修人员的素质。维修人员必须具备以下条件。

1. 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单位的利润与信誉，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。数控机床维修人员要善于总结和积累，在每排除一次故障后，应对诊断排除故障的工作进行分析和记录，摸索是否有更好的解决方案；还必须善于借鉴他人的经验，对不同的故障形式进行归类。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；对偶发性故障，必须找出真正的故障成因，并采取有效的预防措施。

2. 专业知识面广

维修人员应具有中专以上文化程度，掌握或了解计算机原理、电子技术、电工原理、自动控制与电力拖动、检测技术、机械传动及机加工工艺方面的基础知识，既要懂电，又要懂机，电包括强电和弱电；机包括机械、液压和气动技术。维修人员还必须经过数控技术方面的专门学习和培训，掌握数字控制、伺服驱动及 PLC 的工作原理，懂得 PLC 编程。

3. 具有一定的专业英语阅读能力

数控系统的操作面板、CRT 显示屏以及数控机床有关技术手册大都是英文资料，不懂英文就无法阅读这些重要的技术资料，无法掌握人机对话功能，甚至无法识别报警提示的含义，所以，一个称职的数控维修人员必须努力提高自己的英语阅读能力。

4. 较强的安全意识

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。维修人员必须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致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。

5. 勤于学习

数控维修人员应该是一个勤于学习的人,不仅要有较广的知识面,而且应对数控系统有深入的了解。要读懂并掌握数控机床技术资料,必须刻苦钻研,反复阅读,边干边学。数控系统更新快,不同型号的数控系统差别较大,需要不断学习新知识。当前数控技术正随着计算机技术的迅速发展而发展,通用计算机上使用的硬件、软件,如软盘、硬盘、人机对话系统越来越广泛地应用于新的数控系统中,与传统的数控系统的区别日益增大,对维修人员来说,需要不断地学习。

数控维修人员需要善于分析,数控系统故障现象复杂,原因各不相同,它涉及电、机、液、气各种技术。就数控系统的维修而言,需要计算机的硬件和软件技术,对众多的故障原因作出正确的分析判断是至关重要的。

6. 维修人员应具有数控机床操作的技能

数控系统的修理离不开对数控机床的实际操作,维修人员应掌握数控机床的基本操作方法,尤其是对数控机床维修有关的操作,如查看报警信息,检查、修改参数,调用自诊断功能,进行PLC接口位查寻,系统数据的输入、输出等,读者应结合实际的数控机床,掌握机床的使用操作方法。维修人员还应会编制简单的典型数控加工程序,对机床进行手动和试运行操作。应会使用维修所必要的工具、仪表和仪器。

对数控维修人员来说,胆大心细,既敢于动手,又细心、有条理是非常重要的。只有敢于动手,才能深入理解系统原理、故障机理,才能一步步缩小故障范围,找到故障原因。所谓“细心”,就是在动手检修时,要先熟悉情况,后动手,不盲目蛮干。

1.2.2 基本的技术资料

寻找故障的准确性和寻求较好的维修效果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平时应认真整理和阅读有关数控系统的重要技术资料。对于数控机床重大故障的维修,还应具备以下技术资料。

1. 有关使用说明书

它是由机床生产厂家编制并随机床提供的资料。通常包括机床的操作过程与步骤;机床电气控制原理图;机床主要传动系统以及主要部件的结构原理示意图;机床安装和调整的方法与步骤;机床的液压、气动、润滑系统图;机床使用的特殊功能及其说明等。

2. 数控装置方面的资料

应有数控装置安装、使用(包括编程)、操作和维修方面的技术说明书,其中包括数控装置操作面板布置及其操作;数控装置内部各电路板的技术要点及其外部连接图;系统参数的意义及其设定方法;数控装置的自诊断功能和报警清单;数控装置接口的分配及其含义

等。通过上述资料,维修人员可了解 CNC 原理框图、结构布置、各电路板的作用,板上发光管指示的意义;可通过面板对数控系统进行各种操作,进行自诊断检测,检查和修改参数并能做出备份;能熟练地通过报警信息确定故障范围,对数控系统提供的维修检测点进行测试,充分利用随机的系统诊断功能。

3. 伺服单元方面的资料

伺服单元方面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,其中包括电气原理框图和接线图;主要的报警显示信息以及重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。

4. PLC 方面的资料

PLC 的资料是根据机床的具体控制要求设计、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。另外,在一些高档的数控系统(如国内的华中数控“世纪星”系列、国外的 FUNAC 数控系统、SIEMENS 数控系统)中,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,在维修中一定要熟悉、掌握这方面的操作和使用技能。PLC 的资料一般包括 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 地址及意义清单;报警文本以及 PLC 的外部连接图。

5. 主要配套部分的资料

在数控机床上往往会使用较多的功能部件,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. 维修记录

维修记录是维修人员对机床维修过程的记录与维修的总结。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。这样不仅有助于今后的维修,而且有助于维修人员的经验总结与提高。

7. 其他

有关元器件方面的技术资料也是必不可少的,如数控设备所用的元器件清单、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,就能够较快地查阅到有关元器件的功能、参数及代用型号。

以上都是在理想情况下应具备的技术资料,但是实际中往往难以做到。因此,在必要时,数控机床维修人员应通过现场测绘、平时积累等方法完善和整理有关技术资料。

1.2.3 常用的维修工具

1. 测量用仪表

(1) 交流电压表 用于测量交流电源电压,测量误差应在 $\pm 2\%$ 以内。

(2) 直流电压表 用于测量直流电源电压,电压表的最大量程分别为 10V 和 30V,误差应在 $\pm 2\%$ 以内,用数字式电压表更好。

(3) 相序表 在维修晶闸管直流驱动装置时,检查三相输入电源的相序。

(4) 示波器 频带宽度应在 5MHz 以上,双通道,便于波形的比较。

(5) 万用表 机械式和数字式,其中机械式应是必备的。

(6) 钳形电流表 在不断线的情况下,用于测量电动机的驱动电流。

(7) 机外编程器 用于监控 PLC 的 I/O 状态和梯形图。

(8) 振动检测仪 用于检测机床的振动情况,如电子听诊器及频谱分析仪等。

(9) 千分表和百分表 用于测量机床移动距离、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、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,用以恢复机床精度。它是机械部件维修、测量的主要检测工具之一。

(10) PLC 编程器 不少数控系统的 PLC 控制器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 的 PGT10、PG750、PG865,OMRON 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定值;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。有些带图形功能的编程器还可显示 PLC 梯形图。

(11) IC 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。

(12) 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。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。

2. 工具

(1) “十”字形螺钉旋具 大、中、小号各种规格。

(2) “一”字形螺钉旋具 大、中、小号各种规格。

(3) 电烙铁 这是最常用的焊接工具,一般应采用 30W 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。

(4) 钳类工具 常用的有平头钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、压线钳、镊子等。

(5) 扳手类工具 大小活动扳手,各种尺寸的内、外六角扳手等各一套。

(6) 化学用品 松香、纯酒精、清洁触点用喷剂、润滑油等。

(7) 其他 剪刀、刷子、吹尘器、清洗盘、卷尺等。

3. 使用仪器注意事项

万用表和示波器是维修时经常要用到的仪器,使用时要特别注意,因为印制线路板上元件的密度是很高的,元件间的间隙很小,一不小心会将表笔与其他元件相碰,可能引起短路,甚至造成元件损坏。在使用示波器时,要注意被测电路是否能与地相连,否则应将示波器作浮地处理,以免引起元器件不必要的损坏。

1.2.4 对数控机床的操作规范要求

操作规范是保证数控机床安全运行的重要措施,操作者必须按操作规程的要求进行操作。为了正确合理地使用数控设备,保证数控机床的正常运转,必须制定比较完善的操作规程。通常应当做到以下几个方面。

- (1) 机床通电后,检查各开关、按钮和键是否正常、灵活,机床有无异常现象。
- (2) 检查电压、气压、油压是否正常,有手动润滑的部位先要进行手动润滑。
- (3) 各坐标轴手动回零(机械原点),若某轴在回零前已在零位,必须先将该轴移动离零点一段距离后,再进行手动回零。
- (4) 在进行工作台回转交换时,台面、护罩、导轨上不得有障碍物。
- (5) 切削加工前,机床应低速空运转 15min 以上,使机床达到热平衡状态。
- (6) 程序输入后应认真核对保证无误,包括对代码、指令、地址、数值、正负号、小数点及语法的查对。
- (7) 按工艺规程找正安装好夹具。
- (8) 正确测量和计算工件坐标系,并对所得结果进行验证和验算。
- (9) 将工件坐标系输入到偏置页面,并对坐标值、正负号及小数点进行认真核对。
- (10) 未装工件以前,空运行一次程序,看程序能否顺利执行,刀具长度选取和夹具安装是否合理,有无超程现象。
- (11) 刀具补偿值(长度、半径)输入后,要对刀补号、补偿值、正负号、小数点进行认真核对。
- (12) 装夹工件,注意螺钉压板是否妨碍刀具运动,检查零件毛坯和尺寸超常现象。
- (13) 检查各刀头的安装方向及各刀具旋转方向是否合乎程序要求。
- (14) 查看各刀杆前后部位的形状和尺寸是否符合加工工艺要求,是否会与工件、夹具发生干涉。
- (15) 镗刀尾部露出刀杆直径部分,必须小于刀尖露出刀杆直径部分。
- (16) 检查每把刀柄在主轴孔中是否都能拉紧。
- (17) 无论是首次加工的零件,还是周期性重复加工的零件,首件必须对照图纸工艺、程序和刀具调整卡,进行逐把刀逐段程序的试切。
- (18) 单段试切时,快速倍率开关必须打到最低挡。
- (19) 每把刀首次使用或刀具刃磨之后,必须先验证它的实际长度与所给刀补值是否相符。
- (20) 在程序运行中,要重点观察数控系统上的坐标显示、工作寄存器和缓冲寄存器显示,以了解目前刀具运动点在机床坐标系及工件坐标系中的位置,了解这一程序段的运动量、剩余多少运动量及正在执行程序段的具体内容。
- (21) 首件加工时,在刀具运行至距工件表面 30~50mm 处,必须在进给保持(程序暂停)下,验证 Z 轴剩余坐标值和 X、Y 轴坐标值与图纸是否一致。
- (22) 对一些有试刀要求的刀具,采用“渐近”的方法,如镗孔可先试镗一小段长度,检测合格后,再镗到整个长度,边试切边修改刀具半径补偿值。
- (23) 程序修改后,对修改部分一定要仔细计算和认真核对。

(24) 手轮进给和手动连续进给操作时, 必须检查各种开关所选择的位置是否正确, 弄清正负方向, 认准按键, 然后再进行操作。

(25) 全批零件加工完成后, 应核对刀具号、刀补值, 使程序、偏置页面、调整卡及工艺中的刀具号、刀补值完全一致。

(26) 加工完毕后, 应从刀库中卸下刀具, 按调整卡或程序清理编号入库。

(27) 卸下夹具, 某些夹其应记录安装位置及方位, 并存档。

(28) 清扫机床。

(29) 将各坐标轴停在中间位置。

(30) 长期不使用的数控机床要每周通电 1~2 次, 每次空运行 1h 左右, 以防电器元件受潮。

1.3 数控机床故障的特点

数控机床故障是指数控机床失去了规定的功能。数控机床故障发生率随机床使用时间不同而故障发生率是不相同的, 其关系如图 1-1 所示。从图 1-1 可以看出, 在机床的使用期间大致可以分为三个阶段, 即磨合期、稳定工作期和衰退期。

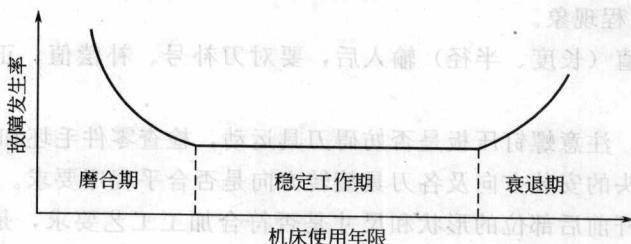


图 1-1 故障发生率随机床使用年限变化的曲线

1. 磨合期

新机床在安装调试后, 半年到一年左右的时间内, 由于机械零部件的加工表面还存在几何形状偏差, 比较粗糙, 电气元件受到交变负荷等冲击, 故障频率较高, 一般没有规律。其中, 电气、液压和气动系统故障频率大约为 90% 左右。

2. 稳定工作期

机床在经历了初期磨合后, 进入了稳定的工作期。这时故障发生率较低, 但由于使用条件和人为的因素, 偶发故障在所难免, 所以在稳定期内故障诊断非常重要。在此期间, 机电故障发生的概率差不多, 并且大多数可以排除, 这个时期大约 6~10 年。

3. 衰退期

机床零部件在正常寿命之后, 开始迅速磨损和老化, 故障发生率逐渐增多。此时期的故障大多数具有规律性, 属于渐变性和器质性的, 并且大部分可以排除。

数控机床本身的复杂性使其故障诊断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。因而,对同一个现象,既可能是机械的问题,也可能是电气的原因,或许两者兼而有之,非常复杂。这就要求必须根据实际情况进行综合考虑,才能做出正确的判断。

1.4 数控机床常见故障分类

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、工作等原因造成的故障。关联性故障可分为系统性故障和随机性故障。系统性故障,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的故障。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而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。又如:润滑、冷却或液压等系统由于管路泄漏引起油标下降到使用限值,必然会发生液位报警使机床停机。再如:机床加工中因切削量过大,达到某一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或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、电源波动与机械振动、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。

2. 数控机床的有报警显示故障和无报警显示故障

数控机床故障按有无报警显示分为有报警显示故障和无报警显示故障。有报警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。无报警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报警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