



工业和信息化部高职高专“十二五”规划教材立项项目



21 世纪高职高专机电工程类规划教材

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN JIDIANGONGCHENGLEI GUIHUA JIAOCAI

数控机床 故障诊断与维修

S

hukong Jichuang

Guzhang Zhenduan Yu Weixiu

■ 赵宏立 朱强 编著



人民邮电出版社

POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化部职高专“十二五”规划教材立项项目



21 世纪高职高专机电工程类规划教材

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN JIDIAN GONGCHENG LEI GUIHUA JIAOCAI

数控机床 故障诊断与维修

■ 赵宏立 朱强 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

数控机床故障诊断与维修 / 赵宏立, 朱强编著. --
北京: 人民邮电出版社, 2011.4
21世纪高职高专机电工程类规划教材
ISBN 978-7-115-24418-5

I. ①数… II. ①赵… ②朱… 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. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第019590号

内 容 提 要

本书结合数控机床的生产管理、维修维护、改造等方面的生产实践而编写, 共设计 10 个以工作过程为导向的项目, 围绕如何快速诊断与排除数控机床故障这一主题, 介绍了数控机床常见电气元件、数控系统、伺服系统、主轴系统、可编程机床控制器 (PLC)、串行通信电缆焊接与数据传输、I/O 模块、机械硬件等机构部件的故障诊断与维修, 书中内容采用数控机床厂家的维修实例为任务导向, 力求实践动手操作为目标, 充分体现理论知识与实践技能的结合及应用。

本书可作为企业从事数控机床维修、操作的各类技术人员和中高级技术工人的参考书, 也可供相关院校数控技术各专业的职业教育、技术培训及有关工程技术人员学习之用。

21 世纪高职高专机电工程类规划教材

数控机床故障诊断与维修

-
- ◆ 编 著 赵宏立 朱强
责任编辑 李育民
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5 2011 年 4 月第 1 版
字数: 414 千字 2011 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-24418-5

定价: 32.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前言

随着现代电子技术、计算机技术、自动化控制技术的日益发展,数控技术在我国也得到了飞跃发展,过去所有传统类的机床现在都有了数控机床品种,数控机床正逐渐成为现代机械制造技术更新换代的首选设备。但由于数控系统复杂且有技术专利,维修维护日益成为生产企业的难题,设备一旦过了保修期,若再进行维修会给企业造成经济、效益等方面的重重困难,为企业培养数控机床维修维护人员就成了当务之急。

本书针对我国数控机床操作人员缺乏维修实践经验,从实用性、可操作性和真实性的角度出发,以具体操作性较强的项目实例和任务实施为导向,来探求数控机床故障诊断的突破点,分析故障的根源,追寻解决方案,开拓思路和方法,为数控机床操作和维修人员提高分析故障、快速解决故障的能力。全书采用项目导入和工作任务驱动方式编写,共设计 10 个教学项目,每个项目由工作任务导入、相关知识、任务实施、技能拓展、自测题等环节组成,图文并茂,简单易学。书中内容与企业接轨,采用数控机床厂家的维修实例为任务导向,力求学生动手操作为目标,充分体现理论知识与实践技能的结合及应用。本书的编写人员全是“双师型”教师和企业数控维修维护的工作者,具有丰富的机床维修实践和教学经验,因而,本书具有实用性与先进性并举的特点及紧扣维修现场实际的鲜明特色。

书中每个项目都编写了一定数量的简答题和实训题,以增强从事本专业领域的基本能力和技能训练。书后还附有 FANUC 数控机床梯形图、电路图、报警表等 5 个附录,供学习和工作中查阅。

本书由赵宏立、朱强编著,其中项目一、三、四、五、八、九和附录 B、E 由赵宏立编著并统稿全书;绪论、项目二、六、七、十和附录 A、C、D 由朱强编著。沈阳重工集团崔忱、奇瑞汽车许斌、南京日上有限公司陆江、沈阳机床集团薛飞提供了大量的资料,沈阳职业技术学院周玮、关颖、王素艳,芜湖职业技术学院戴晓东、江荧及北京 FANUC 公司孙立提出了很多宝贵的修改意见,在此一并表示诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中疏漏在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2011 年 2 月

目 录

绪论	1	项目二 数控机床硬件接口连接	28
一、数控机床工作原理及组成	1	一、工作任务导入	28
(一) 数控机床工作原理	1	二、相关知识	30
(二) 数控机床的组成	1	(一) CNC 系统模块及接口作用	30
二、数控机床故障诊断及维护的内容	3	(二) 伺服系统模块及接口作用	33
(一) 数控机床故障来源及分类	3	(三) 主轴模块及接口作用	35
(二) 数控机床预防性维护内容	5	(四) I/O Link 模块及接口作用	35
三、数控机床故障诊断及维护的特点	7	三、任务实施	36
四、数控机床的故障诊断方法	8	(一) CNC 系统与伺服系统模块接口连接	36
五、数控机床维护、维修工作的安全规范	10	(二) CNC 系统与主轴模块接口连接	39
小结	11	(三) CNC 系统与 I/O Link 模块接口连接	40
自测题	11	四、技能拓展	42
项目一 数控机床常用电气元件认知及检测	12	(一) 手轮接口及连接	42
一、工作任务导入	12	(二) CNC 控制单元电源的连接	43
二、相关知识	13	小结	44
(一) 万用表的使用	13	自测题	44
(二) 示波器的使用	15	项目三 数控机床参数设定	45
(三) 数控电气元件认知与检测	16	一、工作任务导入	45
三、任务实施	21	二、相关知识	45
(一) 用万用表测量电路中的电压、电流、电阻	21	(一) 数控机床参数及作用	46
(二) 用示波器检测电路信号	23	(二) 数控系统参数显示与修改	47
(三) 数控电气元件检测	23	(三) 伺服参数的初始化与故障诊断	48
(四) 数控机床电气线路的拆装	23	(四) 常见数控系统参数设定	53
四、技能拓展	24	三、任务实施	55
(一) 用万用表测量三极管和电容	24	(一) 伺服参数初始化与设置	55
(二) 强电回路故障诊断与维修方法	25	(二) 软限位参数诊断与设定	57
小结	26	(三) 刀架换刀故障诊断与参数设定	57
自测题	26		

四、技能拓展	59
(一) CNC 系统显示语言参数修改	59
(二) 参数全清后的报警解除与基本参数设置	59
小结	60
自测题	60
项目四 数控机床 PMC 控制与应用	62
一、工作任务导入	62
二、相关知识	63
(一) PMC 在数控机床中的作用	63
(二) PMC 与 CNC、MT 之间的接口地址	64
(三) PMC 语言及编程	65
(四) PMC 显示操作与故障诊断方法	72
三、任务实施	78
(一) PMC 基本操作与调试	78
(二) PMC 控制主轴正反转实训	80
(三) PMC 实现刀架换刀诊断实训	81
四、技能拓展	82
(一) 设定跟踪参数	82
(二) 跟踪参数界面操作	83
小结	84
自测题	84
项目五 数控机床数据的传输与备份	85
一、工作任务导入	85
二、相关知识	86
(一) 使用存储卡进行数据备份和恢复	86
(二) 使用计算机 RS-232-C 串口进行数据备份和恢复	96
(三) RS-232-C 串行接口通信故障与排除	101
三、任务实施	103
(一) 焊接 RS-232-C 电缆	103
(二) 数控程序的上传与下载	104
(三) PMC 梯形图的备份与恢复	104
(四) CNC 系统参数的备份与恢复	105

四、技能拓展	106
(一) 螺距误差补偿量的备份与恢复	106
(二) 利用 Windows 超级终端传输数据	107
小结	109
自测题	109
项目六 CNC 系统的故障诊断与维修	110
一、工作任务导入	110
二、相关知识	111
(一) CNC 系统故障报警类型	111
(二) CNC 系统软件故障检测与维修	112
(三) CNC 系统硬件故障诊断与维修	116
三、任务实施	120
(一) P/S 程序报警诊断与恢复	120
(二) 系统黑屏诊断与维修	120
四、技能拓展	121
(一) 系统开机急停诊断与维修	121
(二) 系统死机故障诊断与维修	123
小结	124
自测题	124
项目七 伺服系统的故障诊断与维修	125
一、工作任务导入	125
二、相关知识	126
(一) 伺服系统的常见报警与处理方法	126
(二) 伺服位置反馈装置故障诊断方法	133
(三) 伺服进给装置故障诊断方法	135
三、任务实施	137
(一) 伺服轴跟踪误差过大报警及排除	137
(二) 伺服轴进给抖动、爬行故障诊断与排除	139
(三) 光栅尺的拆装与调试实训	140
四、技能拓展	143

(一) 伺服电动机过载或过热报警故障诊断与排除	143
(二) 伺服轴进给失控故障诊断与排除	146
小结	147
自测题	147
项目八 主轴系统的故障诊断与维修	148
一、工作任务导入	148
二、相关知识	149
(一) 伺服主轴与变频主轴的区别	149
(二) 机床主轴部件拆装与调整	150
(三) 主轴变频器的调试	152
(四) 主轴伺服系统的故障形式与诊断	155
三、任务实施	158
(一) 主轴电动机正反转互换实训	158
(二) 变频器常见故障及排除	159
四、技能拓展	161
(一) 车螺纹乱牙、节距不准故障与维修	161
(二) 主轴不准停故障与排除	163
(三) 主轴振动和噪声异常的故障与排除	163
(四) 主轴转速不正常的故障与排除	164
小结	165
自测题	165
项目九 系统与 I/O 模块故障诊断与维修	167
一、工作任务导入	167
二、相关知识	168
(一) 系统主板与 I/O Link 模块	168
(二) 系统与 I/O Link 模块故障的诊断方法	170
三、任务实施	176
(一) 将系统上电启动和关闭按钮功能调换实训	176
(二) 回零故障诊断	178
(三) 手轮无动作故障与维修	179

四、技能拓展	180
(一) 加工中出现自动复位故障与排除	180
(二) 系统死机的故障与排除	180
小结	180
自测题	181
项目十 数控机床机械故障诊断与维修	182
一、工作任务导入	182
二、相关知识	182
(一) 数控机床常见机械故障类型	182
(二) 机床参考点与返回参考点的故障与维修	184
(三) 刀架故障诊断方法	186
(四) 进给传动系统的维护与故障诊断	187
(五) 加工中心换刀装置维护与故障诊断	192
三、任务实施	194
(一) 数控车床 Z 轴拆装与精度检测	194
(二) 主轴或进给轴噪声大、加工精度差的故障与排除	196
四、技能拓展	197
(一) 急停功能及其故障排除	197
(二) 刀库或机械手换刀时与主轴碰撞故障与排除	199
小结	200
自测题	200
附录	201
附录 A FANUC 16/18/21/0i 系统 PMC 信号地址表	201
附录 B FANUC 0i Mate TC 系统梯形图详解	204
附录 C FANUC 0 系统常见报警表	219
附录 D FANUC 16/18/21/0i/0i Mate 系统参数表	226
附录 E FANUC 0i Mate 数控机床电路图	232
参考文献	258

绪 论

【学习目标】

- 能够识记数控机床的工作原理及其组成。
- 了解数控机床故障诊断及维修的内容与特点。
- 对数控机床常见故障及其诊断方法有初步的认识。
- 重点掌握数控机床维护、维修工作的安全规范。

一、数控机床工作原理及组成

（一）数控机床工作原理

数控机床是采用了数控技术的机床，它用数字信号控制机床运动及其加工过程。具体地说，是将刀具移动轨迹等加工信息用数字化的代码记录在程序介质上，然后输入数控装置，经过译码、运算，发出指令，经伺服放大、伺服驱动和反馈，自动控制机床上的刀具与工件之间的相对运动，从而加工出形状、尺寸与精度符合要求的零件。

（二）数控机床的组成

数控机床一般由输入/输出设备、数控装置（CNC）、可编程控制器（PLC）、伺服单元、驱动装置（或称执行机构）、电气控制装置、辅助装置、机床本体及测量装置组成。图 0-1 所示为数控机床的构成。

1. 输入/输出设备

输入/输出设备是机床数控系统和操作人员进行信息交流、实现人机对话的交互设备。

输入设备的作用是将程序载体上的数控代码变成相应的电脉冲信号，传送并存入数控装置内。目前，数控机床的输入设备有键盘、磁盘驱动器、光电阅读机等。

输出设备是显示器，有 CRT 显示器和彩色液晶显示器两种。它为操作人员提供加工程序、坐标值以及报警信号等必要的信息。

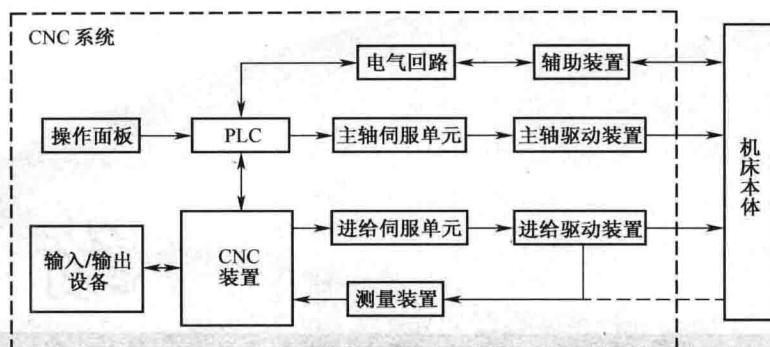


图 0-1 数控机床的构成

2. 数控装置（CNC 装置）

数控装置是计算机数控系统的核心，它是由硬件和软件两部分组成的。硬件主要包括微处理器（CPU）、存储器、局部总线、外围逻辑电路以及与 CNC 系统其他组成部分联系的接口等，软件包括管理软件和控制软件。

CNC 装置的作用：它接收的是输入装置送来的脉冲信号，信号经过数控装置的系统软件或逻辑电路进行编译、运算和逻辑处理后，输出各种信号和指令，控制机床的各个部分，使其进行规定的、有序的动作。通过 CNC 装置内硬件和软件的合理组织与协调配合，实现各种数控功能，使数控机床按照操作者的要求，有条不紊地进行加工。

3. 可编程逻辑控制器（PLC）

数控机床通过 CNC 和 PLC 共同完成控制功能，其中 CNC 主要完成与数字运算和管理等有关的功能，如零件程序的编辑、插补运算、译码、刀具运动的位置伺服控制等；而 PLC 主要完成与逻辑运算有关的一些动作，它接收 CNC 的控制代码 M（辅助功能）、S（主轴转速）、T（选刀、换刀）等开关量动作信息，然后进行译码，转换成对应的控制信号，控制辅助装置完成机床相应的开关动作，如工件的装夹、刀具的更换、切削液的开关等一些辅助动作。它还接收机床操作面板的指令，一方面直接控制机床的动作（如手动操作机床），另一方面将一部分指令送往数控装置用于加工过程的控制。

4. 伺服单元

伺服单元是将来自数控装置的速度和位移指令，经伺服单元变换和放大后，通过驱动装置转变成机床进给运动的速度、方向和位移。因此，伺服单元是数控装置与机床本体的联系环节，它把来自数控装置的微弱指令信号放大成控制驱动装置的大功率信号。伺服单元分为主轴单元和进给单元等，伺服单元就其反馈装置和反馈信号而言又有开环系统、半闭环系统和闭环系统之分。



开环系统没有检测反馈装置，其机床移动部件的定位精度主要由步进电动机制造精度和机床丝杠制造精度来保证。

5. 驱动装置

驱动装置把经过伺服单元放大的指令信号变为机械运动。目前常用的驱动装置有直流伺服电动机和交流伺服电动机,且交流伺服电动机正逐渐取代直流伺服电动机。

伺服单元和驱动装置合称为伺服驱动系统,它是机床工作的动力装置,计算机数控装置的指令要靠伺服驱动系统付诸实施,伺服驱动装置包括主轴驱动单元(主要控制主轴的速度)和进给驱动单元(主要是进给系统的速度控制和位置控制)。伺服驱动系统是数控机床的重要组成部分。从某种意义上说,数控机床的功能主要取决于数控装置,而数控机床的性能主要取决于伺服驱动系统。伺服驱动系统性能的好坏直接影响数控机床的加工精度和生产率,因此要求伺服驱动系统具有良好的快速响应性能,能准确而迅速地跟踪数控装置的数字指令信号。

6. 机床本体

机床本体即数控机床的机械部件,包括主运动部件、进给运动部件、执行部件和基础部件,如底座、立柱、工作台(刀架)、滑鞍、导轨等。为了保证数控机床的快速响应特性,数控机床上普遍采用精密滚珠丝杠和直线运动导轨副。为了保证数控机床的高精度、高效率和高自动化加工,要求其机械结构具有较高的动态特性、动态刚度、阻尼精度、耐磨性和抗热变形等性能。

二、数控机床故障诊断及维护的内容

(一) 数控机床故障来源及分类

1. 故障衡量标准

数控机床是机电一体化在机械加工领域中的典型产品,它是将机械、电气、自动化控制、电机、检测、计算机、机床、液压、气动等技术集中于一体的自动化设备,具有高精度、高效率和高适应性的特点。

衡量数控机床稳定性和可靠性的指标是平均无故障时间(Mean Time Between Failures, MTBF),即两次故障间隔的时间;同时,当设备出现故障后,要求排除故障的修理时间(Mean Time To Repair, 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,一方面要加强机床的日常维护,延长无故障时间;另一方面当出现故障后,要尽快诊断出原因并加以修复,提高维修效率。

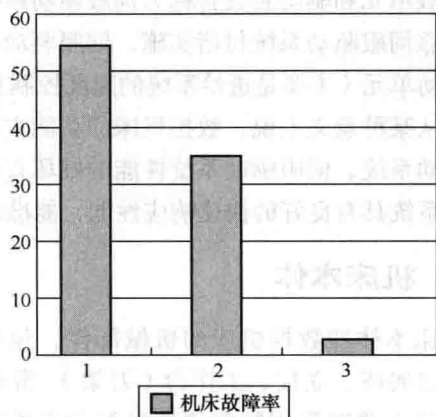
2. 故障分类与来源

(1) 机械故障与电气故障。数控机床由机床本体和电气控制系统两大部分组成。就其故障分类来说,数控机床的故障可以分为机械故障和电气故障两大类。

机械类故障常发生在主轴箱的冷却和润滑、导轨副和丝杠螺母副的间隙调整、润滑及支撑的预紧、液压与气动装置的压力和流量调整等方面。

数控机床从电气角度看,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,因此,电气系统的故障诊断及维护内容多、涉及面广,如伺服系统、强电柜及操作面板,另外还包含数控系统与机床及机床电气设备之间的接口电路,如驱动电路、位置反馈电路、电源及保护电路和开/关信号连接电路等。电气系统是数控机床维护与故障诊断的重点。

实践证明,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%,如图 0-2 所示。



1—数控机床操作和保养不当占 57% 2—电气系统占 37.5%
3—数控系统占 5.5%

图 0-2 数控机床故障来源

(2) 系统性故障和随机性故障。

① 系统性故障。系统性故障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降到使用极限值,必然会发生液位报警,使机床停机。再如,机床加工中切削量过大,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。对数控机床的正确使用与维护可以避免这类系统性故障发生。

② 随机性故障。随机性故障指数控机床工作时只是偶然发生的一次或两次故障。此类故障具有偶然性,因此,其原因分析与故障诊断较其他故障困难。这类故障的发生与安装质量、组件排列、参数设定、元器件品质、操作失误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、电源波动与机械震动、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。

(3) 硬件故障、软件故障和干扰故障。

① 硬件故障。硬件故障是指数控装置的印制电路板上的集成电路芯片、独立元件、接插件以及外部连接组件等发生的故障。这类故障也称“死故障”,只有更换已损坏的器件才能排除。比较常见的是输入/输出接口损坏,电动机、刀架损坏等。

② 软件故障。软件故障指数控系统加工程序错误,系统程序和参数的设定不正确或丢失,计算机的运算出错等。通过认真检查程序和修改参数可以解决这类故障。但是,参数的修改要慎重,一定要搞清参数的含义以及与其相关的其他参数方可修改,否则顾此失彼还会产生新的故障,甚至发生机床动作失控。

③ 干扰故障。干扰故障指由于内部或外部干扰引发的故障。例如,由于系统线路分布不合

理、电源地线配置不当、接地不良、工作环境恶劣等引发的故障。

（二）数控机床预防性维护内容

1. 预防性维护的重要性

数控机床运行一段时间后，某些元器件或机械部件难免有损坏或故障现象。对于这种高精度、高效益且又昂贵的设备，如何延长元器件的寿命和零部件的磨损周期，预防各种故障，特别是将恶性事故消灭在萌芽状态，从而提高系统的平均无故障工作时间和使用寿命，一个很重要的方面是要做好预防性维护。

2. 预防性维护工作的主要内容

（1）严格遵循操作规程。数控系统编程、操作和维修人员必须经过专门的技术培训，熟悉所用数控机床的机械、数控系统、强电设备、液压、气源等部分，以及使用环境、加工条件等；能按机床和系统使用说明书的要求正确、合理地使用，尽量避免因操作不当引起的故障。通常数控机床在使用的第一年内，有 1/3 以上的系统故障是由于操作不当引起的。应按操作规程要求进行日常维护工作。

（2）防止数控装置过热。定期清理数控装置的散热通风系统，经常检查数控装置上各冷却风扇工作是否正常。应视车间环境状况，每半年或一个季度检查清扫过滤器一次。当环境温度过高，造成数控装置内温度达到 55℃ 以上时，应及时加装空调装置。

（3）经常监视数控系统的电网电压。数控系统允许的电网电压范围是额定值的 85%~110%，如果超出此范围，轻则使数控系统不能稳定工作，重则会造成重要电子部件损坏。因此，要经常注意电网电压的波动。对于电网质量比较恶劣的地区，应及时配置数控系统专用的交流稳压电源，这将使故障率有明显的降低。

（4）定期检查和更换直流电动机电刷。目前一些老的数控机床上大部分使用的是直流电动机。这种电动机电刷的过度磨损会影响其性能甚至损坏，所以必须定期检查电刷。数控车床、数控铣床、加工中心等，应每年检查一次；频繁加速机床（如冲床等），应每两个月检查一次。检查步骤如下。

① 要在数控系统处于断电状态，且电动机已经完全冷却的情况下进行检查。

② 取下橡胶刷帽，用旋具拧下刷盖，取出电刷。

③ 测量电刷长度，如磨损到原长的一半左右时，必须更换同型号的新电刷。

④ 仔细检查电刷的弧形接触面是否有深沟或裂缝，以及电刷弹簧上有无打火痕迹。如有上述现象，必须换上新电刷，并在一个月后再次检查。如还发生上述现象，则应考虑电动机的工作条件是否过分恶劣或电动机本身是否有问题。

⑤ 用不含金属粉末及水分的压缩空气导入电刷孔，吹净粘在刷孔壁上的电刷粉末。如果难以吹净，可用旋具尖轻轻清理，直至孔壁全部干净为止。清理时注意不要碰到换向器表面。

⑥ 重新装上电刷，拧紧刷盖。更换了电刷后，要使电动机空运行跑合一段时间，以使电刷表面与换向器表面吻合良好。

（5）防止尘埃进入数控装置内。日常除了进行检修外，应尽量少开电气柜门。因为车间内空气中飘浮的灰尘和金属粉末落在印制电路板和电气接插件上，容易造成元件间绝缘性能下降，从而出现故障甚至使元件损坏。有些数控机床的主轴控制系统安置在强电柜中，强电门关得不严，是使电

气元件损坏、主轴控制失灵的一个原因。当夏天气温过高时,有些使用者干脆打开数控柜门,用电风扇往数控柜内吹风,以降低机内温度,使机床勉强工作。这种办法最终会导致系统加速损坏。

(6) 存储器用电池要定期检查和更换。数控系统中 CMOS 存储器中的存储内容在断电时靠电池供电保持。一般采用锂电池或可充电的镍镉电池。当电池电压下降至一定值就会造成参数丢失。因此,要定期检查电池电压,当该电压下降至限定值或出现电池电压报警,应及时更换电池。更换电池时,要在数控系统通电状态下进行,避免存储参数丢失。一旦参数丢失,在换上新电池后,应重新将参数输入。

(7) 数控系统长期不用时的维护。当数控机床长期闲置不用时,也应定期对数控系统进行维护保养。首先,应经常给数控系统通电,在机床锁住不动的情况下,让其空运行;其次,在空气湿度较大的梅雨季节应该天天通电,利用电器元件本身发热驱走数控柜内的潮气,以保证电子部件的性能稳定可靠。

(8) 数控机床日常保养。为了更具体地说明数控机床日常保养的周期、检查部位和要求,这里附上某数控机床日常保养一览表,如表 0-1 所示,以供参考。

表 0-1 数控机床定期保养表

序号	检查周期	检查部位	检查要求
1	每天	导轨润滑	检查润滑油的油面、油量,及时添加润滑油。检查润滑油泵能否定时启动、泵油及停止,导轨各润滑点在泵油时是否有润滑油流出
2	每天	X、Y、Z 导轨	清除导轨面上的切屑、脏物、冷却水剂,检查导轨润滑油是否充分,导轨面上有无划伤损坏及锈斑,导轨防尘刮板上有无夹带铁屑,如果是安装滚动滑块的导轨,当导轨上出现划伤时应检查滚动滑块
3	每天	压缩空气气源	检查气源供气压力是否正常,含水量是否过大
4	每天	机床液压系统	油箱、油泵无异常噪声,压力表指示正常工作压力,油箱工作油面在允许范围内,各管路接头无泄漏和明显震动
5	每天	主轴箱液压平衡系统	平衡油路无泄漏,平衡压力表指示正常,主轴箱在上下快速移动时压力表波动不大,油路补油机构动作正常
6	每天	各种电气装置及散热、通风装置	数控柜及机床电气柜进、排风扇工作正常,风道过滤网无堵塞,主轴电机、伺服电机、冷却风道正常,恒温油箱、液压油箱的冷却散热片通风正常
7	每天	各种防护装置	导轨、机床防护罩动作灵活而无漏水,刀库防护栏杆、机床工作区防护栏检查门开关动作正常,在机床四周各防护装置上的操作按钮、开关、急停按钮工作正常
8	每周	过滤网	清洗各电柜进气过滤网
9	半年	滚珠丝杠螺母副	清洗丝杠上旧的润滑脂,涂上新油脂,清洗螺母两端的防尘圈
10	半年	液压油路	清洗溢流阀、减压阀、滤油器、油箱油底,更换或过滤液压油,注意在向油箱加入新油时必须经过过滤和去水分
11	半年	主轴润滑恒温油箱	清洗过滤器,更换润滑油,检查主轴箱各润滑点是否正常供油

续表

序号	检查周期	检查部位	检查要求
12	每年	直流伺服、电机碳刷	从碳刷窝内取出碳刷,用酒精棉清除碳刷窝内和整流子上碳粉;当发现整流子表面被电弧烧伤时,抛光表面、去毛刺;更换长度过短的电刷,并跑合后才能正常使用
13	每年	润滑油泵、滤油器等	清理润滑油箱池底,清洗更换滤油器
14	不定期	各轴导轨上镶条,压紧滚轮,丝杠,主轴传动带	按机床说明书的规定调整间隙或预紧
15	不定期	冷却水箱	检查水箱液面高度,冷却液各级过滤装置是否工作正常,冷却液是否变质,经常清洗过滤器,疏通防护罩和床身上各回水通道
16	不定期	清理废油池	及时取走废油池中废油,以免外溢,当发现油池中突然油量增多时,应检查液压管路中漏油点

三、数控机床故障诊断及维护的特点

按照数控机床故障频率的高低,整个使用寿命周期大致可分为3个阶段,即初始使用期、相对稳定期以及寿命终了期,如图0-3所示。

1. 初始使用期

从整机安装调试后,开始运行半年至一年期间,故障频率较高,一般无规律可寻。在这个时期,电气、液压和气动系统故障频率约占90%。数控机床使用初期之所以故障频繁,原因大致如下。

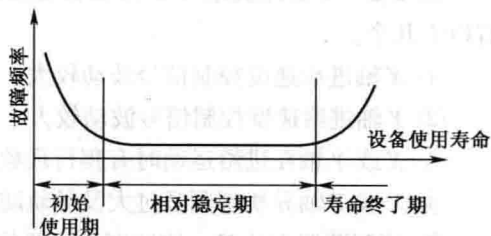


图 0-3 设备使用寿命-故障频率曲线

(1) 机械部分。由于机床在出厂前磨合时间较短和部件装配可能存在的误差,所以在机床使用初期会产生较大的磨合磨损,使设备相对运动部件之间产生较大的间隙,导致故障的发生。

(2) 电气部分。数控机床运行时,由于电路的发热,交变负荷、浪涌电流及反电势的冲击,性能较差的元器件因电流冲击或电压击穿而失效,或特性曲线发生变化,会导致系统不能正常工作。

(3) 液压部分。新安装的油缸或汽缸里面可能产生锈蚀,或空气管道没清理干净,一些杂物和水分也可能进入,会造成液压、气动部分的初期故障。

除此之外,还有元件、材料本身性能等原因会造成早期故障,这个时期一般在保修期以内。因此,数控机床购回后,应尽快使用,使早期故障尽量地显示在保修期内。

2. 相对稳定期

数控机床在经历了初期的磨合和调整,开始进入相对稳定的正常运行期。此时各类元器件本身的故障较为少见,但不排除偶发故障的产生,所以,在这个时期内要坚持做好设备运行记录,以备排除故障时参考。相对稳定期一般为7~10年。

3. 寿命终了期

寿命终了期出现在数控机床使用的后期,其特点是故障率随着运行时间的增加而升高。出现这种现象的基本原因是数控机床的零部件及电子元器件经过长时间的运行,由于疲劳、磨损、老化等原因,使用寿命已接近完结,从而处于故障频发状态。

数控机床故障率曲线变化的3个阶段,真实地反映了从磨合、调试、正常工作到大修或报废的故障率变化规律,加强日常管理与维护保养,可以延长相对稳定期,以获得最佳投资效益。

四、数控机床的故障诊断方法

由于数控机床属于机电一体化设备,因此,对它的维护和故障诊断,既有常规的方法,又有专门的技术和检测手段。

例 0-1 某数控机床的坐标轴在正、反向进给时产生震动。故障产生的因素有以下几个。

- ① 导轨副和滚珠丝杠螺母副的配合间隙过大。
- ② 伺服电机和丝杠的联轴器松动。
- ③ 电气参数(如加减速速度时间)设定过小,使伺服系统在换向时超调,从而引起机床震动。

例 0-2 某数控铣床 X-Y 两轴联动加工平面轮廓时,零件表面出现条纹。故障产生的因素有以下几个。

- ① X 轴进给速度控制信号波动较大。
- ② Y 轴进给速度控制信号波动较大。
- ③ X 或 Y 轴在进给运动时有爬行现象。
- ④ X 或 Y 轴导轨副预紧过大及导轨防护板摩擦力较大。
- ⑤ 检测装置有故障,使速度或位置信号反馈不稳定。
- ⑥ 伺服电机运行不正常。
- ⑦ 伺服电机和丝杠的联轴器有松动,传动忽紧忽松。
- ⑧ 系统参数(如位置增益)设置不当等。

由此可见,数控机床故障具有综合性和复杂性的特点,引起数控机床故障的因素是多方面的,有时故障现象是电气方面的,但引起的原因是机械方面的;或者两者皆有。所以,要根据故障的现象和原因,采用合适的诊断方法和诊断设备,做出正确的判断。

数控机床故障诊断分为故障检测、故障判断与隔离、故障定位3个阶段。第一阶段的故障检测就是对数控系统进行测试,判断是否存在故障;第二阶段故障判断与隔离是正确把握所发生故障的类型,分离出故障的可能部位;第三阶段是将故障定位到可以更换的模块或印制线路板,从而及时修复数控机床故障。数控机床故障诊断的基本方法如下。

1. 直观法

直观法是一种最基本的方法,也是一种最简单的方法。维修人员根据故障发生时产生的各种光、声、味等异常现象,认真检查系统的每一处,观察是否有烧毁和损伤痕迹,往往可将故障范围缩小到一个模块,甚至一块印制线路板,但这要求维修人员具有丰富的实践经验以及综合判断的能力。

2. 自诊断功能法

数控装置自诊断系统的运行机制是：一般系统开机后，自动诊断整个硬件系统，为系统的正常工作做好准备，另外就是在运行或输入加工程序过程中，一旦发生错误，则数控系统自动进入自诊断状态，通过故障检测，定位并发出故障报警信息。

(1) 启动诊断。启动诊断指 CNC 每次从通电开始到进入正常的运行准备状态为止，系统内部诊断程序自动执行的诊断。利用启动诊断，可以测出系统的大部分硬件故障。

(2) 在线诊断。在线诊断指 CNC 系统的内部诊断程序，在系统处于正常运行状态时，实时自动对数控装置、伺服系统、外部的 I/O 及其他外部装置进行自动测试，并显示有关状态信息和故障。系统不仅能在屏幕上显示报警符号及报警内容，而且还能实时显示 CNC 内部关键标志寄存器及 PLC 内操作单元的状态，为故障诊断提供了极大方便。在线诊断对 CNC 系统的操作者和维修人员分析系统故障的原因、确定故障部位都有很大的帮助。

(3) 离线诊断。当 CNC 系统出现故障或要判断系统是否真有故障时，往往要停止加工和停机进行检查，这就是离线诊断(或称脱机诊断)。离线诊断的主要目的是修复系统和故障定位，力求把故障定位在尽可能小的范围内。

3. 参数(机床数据)检查法

在数控系统中有许多参数(或机床数据)地址，其中存入的参数值是机床出厂时通过调整确定的，它们直接影响着数控机床的性能。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. PLC 检查法

(1) 利用 PLC 的状态信息诊断故障。PLC 检测故障的机理是通过机床厂家编制的 PLC 梯形的各种逻辑状态，对 PLC 产生报警的故障或没有报警的故障进行分析和诊断，从而提高诊断故障的速度和准确性。

(2) 利用 PLC 梯形图跟踪法诊断故障。数控机床出现的绝大部分故障都是通过 PLC 程序检查出来的。有些故障可在屏幕上直接显示出报警原因和报警信息，还有些故障不产生报警信息，只是有些动作不执行。遇到后一种情况，跟踪 PLC 梯形图的运行是确诊故障很有效的方法，特别是复杂的故障必须使用编程器来跟踪梯形图进行诊断。

5. 功能程序测试法

功能程序测试法是将数控系统的功能(如直接定位、圆弧插补、螺纹切削、固定循环、用户宏程序等)用编制的程序进行测试。用它来检查机床执行这些功能的准确性和可靠性，从而快速判断系统哪个功能不良，进而判断出故障发生的原因。本方法对于长期闲置的数控机床或机床第一次开机自检，以及机床加工超差(无报警)，难以确定是编程或操作的错误，还是机床故障所致，是一种较好的方法。

6. 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。所谓交换法，就是在分析出故障

大致起因的情况下,维修人员利用备用的印制线路板、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线路板或芯片一级。这实际上也是在验证分析的正确性。

7. 单步执行程序确定故障点

数控系统一般都具有程序单步执行功能,这个功能常用于调试加工程序。当执行加工程序出现故障时,采用单步执行程序可快速确认故障点,从而排除故障。

8. 测量比较法

测量比较法是诊断机床故障的基本方法,利用万用表、相序表、示波器、震动检测仪等仪器,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。

9. 敲击法

如果数控系统的故障若有若无,可用敲击法检查出故障的部位所在。CNC 系统是由多块线路板组成的,板上有许多焊点,板与板之间或模块与模块之间又通过插件或电缆相连。所以,任何一处的虚焊或接触不良,就会成为产生故障的主要原因。检查时,用绝缘物轻轻敲打可疑部位,如果确实是因虚焊或接触不良而引起的故障,则该故障会重复出现。

10. 原理分析法

根据数控系统的组成原理,可从逻辑上分析出各点的逻辑电平和特征参数(如电压值或波形等),然后用万用表、逻辑笔、示波器等对其进行测量、分析和比较,从而对故障进行定位。

此外,还有局部升温法以及多种新出现和应用的方法。总之,按照不同的故障现象,同时选用几个方法灵活应用、综合分析,才能逐步缩小故障范围,较快地排除故障。

五、数控机床维护、维修工作的安全规范

数控机床维修工作必须遵守有关的安全规范,避免发生安全事故或由于操作不当造成设备损坏。只能由经过技术培训的人员来进行数控机床的维修工作,在检查机床操作之前要熟悉机床厂家提供的机床说明书。维修时安全注意事项如下。

(1) 打开机床防护罩后,衣服和头发可能会卷到主轴或其他部件中,因此检查机床运转时要站在离机床远点、衣服不被主轴等卷到的地方进行,女生一定要戴帽子。

(2) 打开电柜门检查维修时,因高压部分会带来电击的危险,所以切勿触碰高压部分。在检查操作之前,要先检查高压部分安装的防护罩。

(3) 在运行机床之前,要充分检查所输入的数据是否正确。使用者若不小心用错误的数据操作了机床,会使机床动作不正常,而引起工件或机床损坏甚至伤及使用者。

(4) 更换元件时必须关闭 CNC 装置的电源和强电部分的主电源。如果只关闭 CNC 的电源,电源仍会继续向伺服部分供电,这种情况下更换单元时,单元会损坏,也有可能被电击。

(5) 关闭电源后,伺服放大器和主轴放大器的电压会保留一会儿,因此,触摸会被电击。所以至少要在关闭电源 20min 后,再更换放大器。