

数控机床随机性故障检测诊断的几种方法

马宗敏, 杜正茂, 金 战

(一拖(洛阳)柴油机有限公司, 河南 洛阳 471003)

摘要:针对数控机床维修人员遇到随机性故障, 维修工作经常无法正常进行的问题, 分析了随机性故障和这种故障产生的两个原因。结合设备典型故障实例, 介绍了 5 种针对于这类故障的检测诊断方法。重点讲解了在掌握数控机床逻辑图、时序图和树状图的情况下, 如何建立正确的维修思路, 找出故障。同时说明了维修时应该注意的安全事项。研究结果表明, 该方法易于掌握和操作, 这几种方法对维修人员的工作有一定指导意义, 是对随机性故障的一种系统性总结。

关键词:数控机床; 随机故障; 检测诊断方法

中图分类号:TH164; TP277; TG5

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)07-0835-04

Detection and diagnosis methods for CNC machine randomness faults

MA Zong-min, DU Zheng-mao, JIN Zhan

(YTO Diesel Engine Co., Ltd., Luoyang 471003, China)

Abstract: Aiming that CNC machine maintenance personnel often meet stochastic malfunction, and repair work often can not be done, it was analyzed that what was causing trouble fault and the randomness of the two reasons. Combined with typical examples and the equipment fault, five kinds of based on this kind of fault detection and diagnosis methods were introduced. It was key explained in mastery of CNC machine logic diagram, timing diagram and the tree's case, establishing the correct maintenance ideas, how to find fault. At the same time the notes were explained that should pay attention to when maintenance safety matters. The results indicate that the methods presented is easy to grasp and operate. These methods to maintenance personnel work has certain significance, it is a systematic summary to randomness fault.

Key words: computer numerical control(CNC); randomness faults; detection diagnosis method

0 引言

近年来随着数控机床的应用广泛性和复杂性的提高, 呈现的故障多种多样, 各不相同, 如硬件故障、软故障、伺服系统故障等等。其中有一类故障—随机性故障是每一位设备维修人员都或多或少遇到过的问题。数控机床的随机性故障是指在相同条件下只是偶尔发生的故障。这类故障的特点是发生时间不确定, 过程短暂, 过后检查设备一切都正常。维修人员对这类故障往往无法进行正常的检测诊断工作, 也就无法确定故障原因并进行修理, 同时, 解决这类故障需要一定的维修周期, 无形中提高了设备的停歇台时, 降低了数控机床的使用效率^[1-2]。这类故障原因在机床说明书中

或者维修手册中也往往查不到, 很多情况下大家是凭经验维修。

本研究探讨了数控机床随机性故障检测诊断的几种方法。

1 数控机床随机性故障的产生原因

数控机床随机性故障的产生原因主要有两种: 一种情况是因为接触不良, 如电路板有虚焊; 接插件、开关、电位器等接触不良, 有时元器件内部也会发生接触不良; 另一种情况可能因为元器件老化或者其他原因使其参数变化或性能下降至临界点附近, 处于不稳定状态。平时尚可工作, 一旦外界条件(如温度、电压等)发生某种扰动, 即使扰动是在允许范围内, 也可能

使其瞬间越过临界点,使工作不正常。一旦扰动过去,又回到临界点这边,工作恢复正常。

此外还可能有其他的情况,例如电源干扰引起的数控机床瞬间误动作;机械、液压、电气之间的配合不太好等,也都有可能引起随机性故障。

2 数控机床随机性故障的检查诊断方法

遇到随机性故障,工作人员首先应仔细观察故障现场,向操作人员详细询问故障发生前及发生时这台设备和附近设备进行了哪些操作,故障发生时的现象是怎样的,故障发生后进行了哪些应急操作等。根据现场观察和了解的情况,结合该设备以前的维修记录,从现象和原理上大致判断故障的可能原因和部位。

2.1 电源干扰引起的随机性故障

对于由电源干扰引起的随机性故障,可根据实际情况,采取相应的抗干扰措施即可奏效(如图 1 所示),从图 1 中可以看到有 5 种方法可以供维修人员使用,即屏蔽、接地、隔离、稳压和滤波。

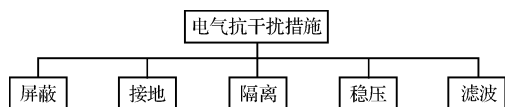


图 1 电气抗干扰措施

“一拖”公司一台曲轴内铣床有一段时间经常出现乱报警、中途停机的现象。经现场观察和了解后发现,故障总是发生在附近一台机床主轴电机启动的瞬间,而且在某段时间内发生得较频繁,这段时间正是车间用电负荷大的时间。经测量,电网电压只有 340 V 左右,用示波器测三相电源波形,当上述电机启动时,电源电压波形严重畸变。由此可确定该故障是由于电源电压过低引起电源干扰所致。通过采取“将两台机床电源线路分由两处配电箱供电,同时将曲轴内铣床的控制部分加装稳压电源”等措施后,问题得到了解决。

2.2 机、液、电配合问题引起的随机性故障

对于机械、液压、电气之间的配合问题引起的随机性故障,应通过仔细观察了解,如果故障总是发生在某个动作或动作转换过程中,应对这个动作或动作转换过程的机械、电气过程时序搞清楚。一台曲轴内铣床加工时序如图 2 所示,在 T_1 的上升沿开关 LS1 压合,工作台前进、镗刀退回;延时 TR 进入 T_2 上升沿,开关 LS2 压合,镗刀伸出,工作台继续前进;延时 TR 进入

T_1 下降沿,开关 LS3 压合,工作台退回;进入 T_2 下降沿,镗刀退回。从这个时序图中可以知道,工作台前进中镗刀慢速伸出,工作台退回时镗刀慢速退回。实际维修中经常遇见的是镗刀动作和工作台动作达不到工艺配合,或者镗刀提前伸出,或者退回太慢。由于程序是出厂编好经过反复调试过的,这个时候的维修重点不是考虑改时间常数 T,而是检查开关、液压和导轨等,即可把故障原因找到。

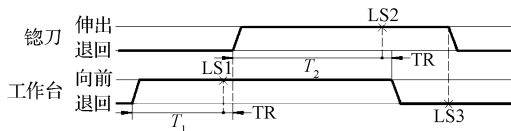


图 2 曲轴内铣床加工时序

前面叙述的曲轴内铣床,加工完成后偶尔不会自动放松。经检查,加工完成滑台返回压住原位开关后,滑台夹紧并应放松零件。由于机械磨损,滑台夹紧过程中滑台偶尔会离开原点,脱离原点开关,使得零件无法放松。如图 3 所示,若问题原因找到了,即可针对性地进行修理。

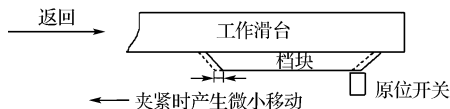


图 3 曲轴内铣床工作滑台机构

另外有些机床机械或液压动作后靠电气控制系统延时一段时间,保证动作到位后,再由行程开关确认。当机械阻力加大或其他原因使动作速度下降,以至延时间不能确保动作完成而发生的随机性故障,此情况在“一拖”公司多台数控机床上都发生过。可通过机械、液压方面的修理,或延长延时时间得以解决。有些行程开关与挡块位置调整不当,处于临界点位置,也可能引起随机故障,可通过正确调整挡块位置加以解决。

2.3 元件性能下降导致的随机性故障

对于因元件老化、参数变化、性能下降至临界点附近,而引起工作不稳定导致的随机性故障,可采用工作环境恶化试验法。本研究采用诸如使其在高温下工作、适当升高或降低工作电压等方法,使性能变差的元器件特性越过临界点彻底不能工作,将随机性故障变成稳定的故障,这样故障检测工作就可按部就班地进行。

2.4 接触不良引起的随机性故障

对于接触不良而引起的随机性故障,应根据故障过程和现象进行分析,初步确定故障部位是控制部分、驱动部分还是反馈部分,是数控部分还是程控部分。

故障部位初步确定后,再做进一步的检查:

- (1) 如果此时故障现象还存在,应尽量少插拔、少晃动,以避免故障现象消失,抓住机会进行检查测量;
- (2) 如果故障现象已经消失,可轻轻敲打或晃动可疑的接插件、开关、元器件等。当敲打或晃动某处时故障现象出现,则故障点可能就在附近,仔细检查就可查出。

但是很多情况下敲打晃动仍无法使故障现象重现,笔者在维修过程中摸索出几种方法:

(1) 逐次逼近法。机床的故障可比喻为一棵大树。故障现象为树干,可能引起故障的原因为树叶。有很多树叶,就是要找到是哪片树叶引起的故障。普通故障可能很容易地通过树干,经检查测量,顺藤摸瓜似地查出引起故障的树叶。而对于随机性的故障,本研究采取在每个树杈分叉处加设记忆环节的办法。

对于控制程序部分可编写加入记忆程序回路(如图 4 所示)。结合图 4 看到的是一个 3 个条件的判断逻辑图。当“条件”出现都要进行判断,如果“否”(即条件不满足)则进入“记忆”;如果“是”(即条件满足)则进入下一个“条件”,直到查出故障点。图中灰色标识的“记忆”可以理解为引起随机故障的一个可疑点。

对于硬件电路本研究采用接入记忆示波器的方法(如图 5 所示)。当随机性故障发生一次,本研究根据记忆环节的记忆,可确定故障是在那个树杈上,然后再在下一个树杈处加设记忆环节,就这样随机性故障发生一次,查找故障源就逼近一步,直到最终查到故障源。

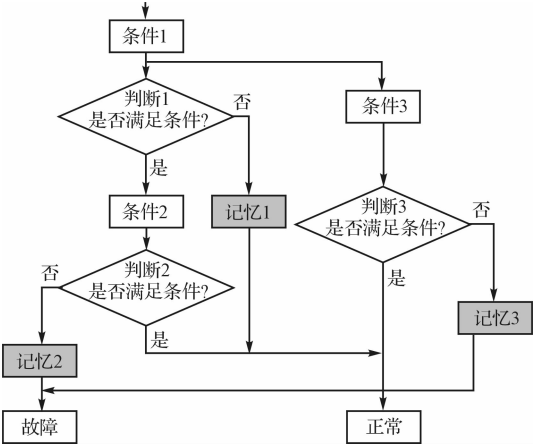


图 4 记忆程序回路原理图

笔者在 SCAN 凸轮轴磨床、M13336 缸体铣镗专机等多台机床随机性故障的诊断查找中成功应用这种方法。

例如 M39610 缸盖枪铰专机有一段时间经常出现电源故障灯亮,屏幕显示“Fault Power Part →Starting Condition For NC-Axis Missing”。结合电源故障灯亮和

屏幕显示信息,检查发现 SIEMENS 伺服驱动器 SIMOVERT P 6SC60 的故障监控板上报警红灯亮,而其他一切正常。报警灯的输出信号是靠保持电路控制着^[3-4]。由于所有故障检测电路(输入电源监视、直流监视、±15 V 监视和控制板监视)都输出到这个报警灯(如图 5 所示),笔者将这个报警灯作为树干开始(即图 5 从左至右)查起,采用记忆示波器等工具直接接入电路板上的合适位置作为记忆环节,从故障监控板查到调节控制板,再查到反馈输入板。

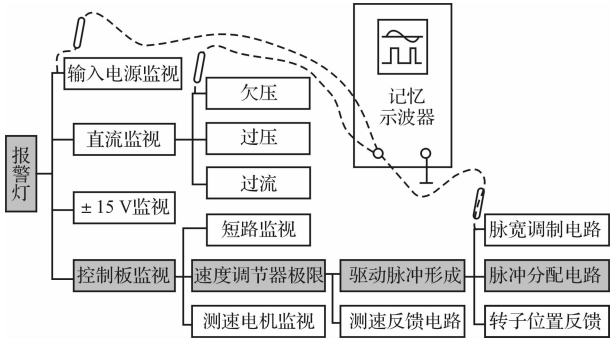


图 5 记忆示波器测量缸盖枪铰专机报警灯树状图

最后查到伺服电机内部,笔者发现电机内部的转子位置传感器插头与插座之间接触不良。将此插座的弹簧片重新夹紧后,该随机性故障就再也不出现了。图 5 中灰色标识的即为检查出故障的测量步骤路线。

(2) 交换法。一般维修中经常采用替换法,将好的电气零部件替换可疑的零部件。如果故障消除,则说明被替换的零部件是有故障的。而对于随机性故障如果采用替换法,由于随机性故障发生的不确定性,替换后将不能确定故障是否已排除,也不能确定被替换下来的零部件是否有故障。

而交换法非常适合随机性故障的诊断。将另一台设备或同一台设备上好的相同零部件,同可疑零部件进行交换,然后让其工作,观察随机性故障是否转移。如果没有转移,说明故障源不在所交换的零部件上,可再试着交换别的可疑零部件。如果故障现象转移到所交换的另一台设备或部位,说明故障源就在所交换的零部件内部,可用交换法进一步对该零部件内部的可疑部位进行试验,直至找到故障源。所交换的零部件可以大到整个系统,也可以小到一根电线。

由此可以看出,用交换法诊断随机性故障具有简单易查的优点,但需要有两台机床或同机床上具有相同零部件的条件限制。即使如此,在诊断接触不良等随机性故障时,交换法仍是笔者常用的方法。

例如有一段时间一拖公司缸盖枪铰专机 M39610 的滑台控制系统 PC10 时常出现死机报警。在排除了

电源等外部因素后,将 PC10 整个机框跟另一台机床 M39611 的 PC10 进行了交换。结果 M39610 好了,而 M39611 的 PC10 报警了,这说明故障源就在这个 PC10 机框内。笔者又进一步交换 PC10 内部的线路板。当中央存储器板 MEZ 交换后,故障又转移了,说明故障源就在这块线路板上。笔者进而再交换该板上的集成电路,最后找到故障原因是由于一块集成电路与插座之间接触不良造成的。

2.5 充分利用 CNC 系统功能诊断随机性故障

有些数控系统例如 FANUC 0i、16/18、160i/180i 等具有信号变化跟踪记录功能、波形曲线功能等(如图 6、图 7 所示),可跟踪记忆若干个输入、输出、内部单元以前发生过的动作变化 1 或 0(跟踪记录存储器容量为 256 字节),或将伺服驱动系统运动曲线(包括位置误差、移动命令的脉冲分配、电流、实际速度、扭矩命令、模拟发热等)记录下来^[5-6]。当随机性故障发生时,可充分利用这些功能,对故障发生的过程、动作进行分析,对诊断随机性故障非常有帮助。

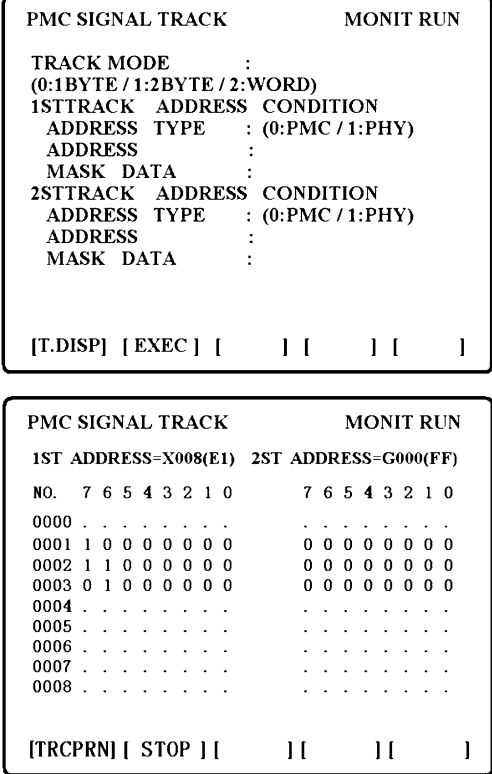


图 6 PMC(可编程控制器)信号跟踪窗口图

数控机床出现故障一般都有报警提示,在一般情况下,如不去按操作面板上的复位键或者断电,这些报警是不会自行消除的,原因是这些报警在程序中编辑有自锁功能,不带自锁的报警,在人机界面(HMI)中的报警历史信息中也可以找到。知道了报警代码,可以

通过程序或手册查看具体报警信息。

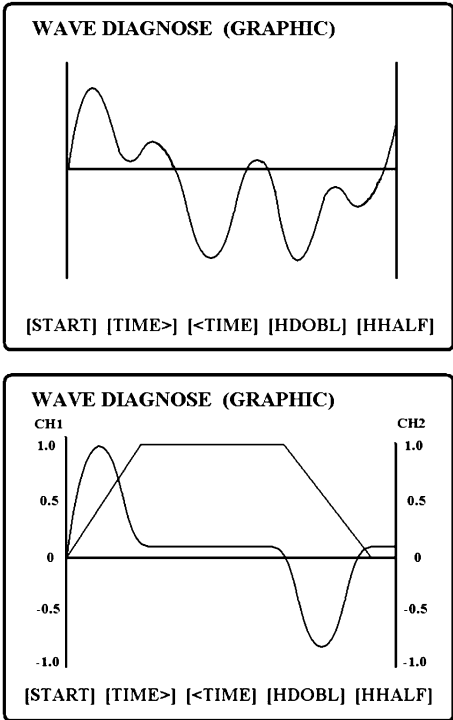


图 7 伺服驱动系统运动曲线窗口图

3 诊断随机性故障的注意事项

(1) 由于随机性故障发生的时间不确定,为了监测故障,往往需要让设备“带病”工作,等待故障的重现。对于故障发生时可能出现危险或造成零件报废的情况,需要采取适当的措施加以保护。

例如有一台曲轴磨床,当磨削到精磨阶段时,砂轮架偶尔会发生快速冲刀现象。冲刀的结果,轻则会磨废零件,重则可能使砂轮破碎飞出造成人身、设备事故。为此,本研究利用 PLC 的高速计数功能,对步进电机的进给脉冲和角度编码器的反馈脉冲进行计数,组成保护电路。同时与前面说过的记忆环节结合起来,进行编程。当进入精磨阶段时,一旦出现高速情况,立即切断步进电机电源,同时记录故障发生时的过程现象。这样既保证了不会出现危险,同时为故障的诊断提供了依据。

(2) 由于随机性故障发生的频率不确定,整个故障检测的周期可能拖得很长,每次检测、操作都要做好详细的纪录,对故障检测结果进行分析,对下一步的检测步骤进行规划,做好准备。应珍惜每一次故障出现的机会,充分利用,以缩短整个故障诊断的周期。

(下转第 849 页)

其主要功能是在计算机控制下,通过复杂路径将物料按一定的停位精度送到指定位置上,通过设置初始站点、邻近站点、运动方向等参数设置初始状态。生产管理软件主要由基础数据管理和生产调度管理任务组成,完成工艺制定、工艺路线规划,并据此进行生产任务调度管理。生产执行软件主要由系统状态监视、生产任务调度执行、生产脚本管理、系统信息管理任务组成,完成系统设备运行状态并控制自动化设备的动作,同时进行生产任务和仓储任务的执行,并提供设备运行的监控界面给操作人员。

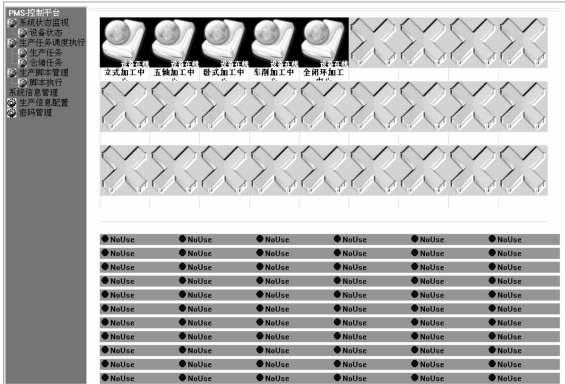


图 8 生产执行软件

5 结束语

该系统中的软、硬件实现了模块化设计,因此所有单元设备的软硬件均可以独立操作。实际运行结果证明该系统联机/单机运行可靠,作为一个融合了现代物流、自动化过程控制、先进制造等三大领域的综合教学

与研究平台,适合多专业学生进行实训;在该平台上,涉及到多学科专业技术,老师和学生可利用该平台进行研究与验证。

参考文献(References):

[1] 倪卫东. 基于 FMS 的自动立体仓库物流管理系统设计[J]. 福建电脑,2005(12):89-90,86.

[2] KEES J R, IRIS F A V. A survey of literature on automated storage and retrieval systems[J]. **European Journal of Operational Research**,2009,194(2):343-362.

[3] 崔万瑞,刘 锐,江 岩. 柔性制造车间立体仓库信息管理的研究[J]. 新技术新工艺,2003(1):2-4.

[4] JOHN J K, RICHARD G R. Optimal stock picking decisions in automatic storage and retrieval systems[J]. **Omega**, 1986,14(3):239-244.

[5] 刘昌祺,董 良. 自动化立体仓库设计[M]. 北京:机械工业出版社,2004.

[6] 上海德马物流技术有限公司. 物流工程实验室[EB/OL]. [2006-12-21]. <http://www.damon.com.cn/>.

[7] LEE S G, SOUZA R D, ONG E K. Simulation modelling of a narrow aisle automated storage and retrieval system (AS/RS) serviced by rail-guided[J]. **Computers in Industry**, 1996,30(3):241-253.

[8] 孟 涛,方 凯,舒宝山,等. 自动化仓库系统中的信息通信的实现方案[J]. 总线与网络,2007(5):44-47.

[9] 都 珂,周 璇,喻寿益. 工业控制组态软件地设计与应用[J]. 基础自动化,2001,8(5):48-50.

[10] 马国化. 监控组态软件及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,2001.

[编辑:李 辉]

(上接第 838 页)

4 结束语

随机性故障只是数控机床众多故障中的一种,当故障出现时,平时积累的经验、收集的资料非常关键,应该加以注意。一些大的设备制造公司根据实际工作中由于设计缺陷造成的随机性故障,不断修改和完善系统软件或硬件。这些修改以维修信息的形式不断提供给维修人员。以此作为故障排除的依据,可以正确彻底排除故障。笔者总结的以上 5 种方法,都是在多次维修实践中反复应用的,易于操作和掌握。

参考文献(References):

[1] 曲海波. 伺服系统中检测器件常见故障与维修[J]. 设备

管理和维修,2008(2):33-35.

[2] 龚炳铮. 机电一体化技术手册:第 2 卷[M]. 2 版. 北京:机械工业出版社,2009.

[3] landis-ntc. 4rpl 14 × 48 MF II CYLINDRICAL GRINDER INSTRUCTION MANUAL[K]. landis- ntc,1992.

[4] SIEGLER R, HILLER B, ROACKER F. HELLER Uni-Pro PC80 1-AXIS-NC MANUAL[K]. HELLER GmbH,1986.

[5] BEIJING-FANVC Ltd. . BEIJING-FANUC Oi-B 维修说明书[K]. BEIJING-FANUC Ltd. ,2008.

[6] FANVC Ltd. . FANUC SYSTEM 6T-MODEL B MAINTENANCE MANUAL[K]. FANUC Ltd. ,1983.

[编辑:李 辉]