

利用PLC溯源排除机床故障

■ 中航飞机西安飞机分公司设备厂 (陕西 710089) 陈国良

摘要: 本文针对实际工作中一例数控机床无明确报警信息类典型故障,分析了产生故障的原因,研究了利用PLC排除数控机床故障的方法。遵循逆向溯源的思路,由果及因,并通过M代码反编译,快速解决了一例五轴加工中心C轴抖动的疑难故障。

数控机床以其高速、高效和高精度的优势被广泛应用于各个工业领域,随着数控机床功能以及集约化程度的不断提高,数控机床的故障现象也越来越纷繁复杂。机械、电气及数控系统各个环节之间相互影响,经常会出现一些没有明确故障报警信息说明的故障,利用报警信息和电气图样,按图索骥的传统方法已不能够快速准确地解决这类故障。而采用逆向溯源的思想,利用PLC

程序由果及因、反向诊断查找故障原因,对于这类故障有着事半功倍的效果。

1. 问题描述

我公司一台五轴加工中心在加工程序时,机床需要进行五轴联动插补。当加工至N9134~N11025程序范围时,机床C轴出现抖动现象;特别是当执行到A轴角度变化较小而C轴角度变化较大的程序段时,C轴抖动现象更

加明显而且伴有明显滞后现象。

由于在此之前机床运行正常,且C轴在“JOG”方式下运行平稳,故而应先排除机械故障。试运行其他之前运行过的五轴程序,未发现上述故障现象。与工艺人员沟通确认该程序为两年前运行过的类似程序,排除了程序不合理的可能性。经过初步分析,认为故障原因可能是由于机床参数发生改变,导致伺服增益不匹配引起。

产品的时候只需更换弹性胀套即可,避免了重复转换和调整工装夹具的时间。

以下为OP15序几种不同产品定位孔尺寸对比:KC254定位孔尺寸为($\phi 80 \pm 0.015$) mm; KC284定位孔尺寸为 $\phi 72H7$; KC354定位孔尺寸为 $\phi 91H7$; KC284D定位孔尺寸为 $\phi 72N7$; KC554定位孔尺寸为 $\phi 100H7$ 。

通过对以上措施的实施,不仅成功地解决了 $\phi 45t7$ 与($\phi 80 \pm 0.015$) mm的同轴度、 $\phi 45$ mm外圆端面与 $\phi 45$ mm和 $\phi 80$ mm公共轴线垂直度不能满足设计图样要求的问题,同时还节省了大量的调整时间、精力和工作强度,为公司抓住了有利的市场需求,争取了宝贵的时间,同时保证了公司全年计划目标的完成。

4. 胀套式气动夹具日常维护

(1) 定期拆洗弹性胀套和心轴表面,保证表面清洁,避免出现拉毛现象。

(2) 长期保持油水分离器内有干净的润滑油,以延长电磁阀的使

用寿命。

(3) 定期对弹性胀套、心轴和定位面涂抹润滑油,防止长时间闲置出现锈蚀。

(4) 夹具在长时间闲置时保证弹性胀套处于放松状态,避免出现弹性疲劳。

参考文献:

- [1] 李明,王合增,黄培嘉,等. 轮式拖拉机整体式前桥桥壳的加工分析[J]. 拖拉机与农业运输, 2000 (5): 44-47.

MW (收稿日期: 20161009)

2. 故障分析

先对机床A、C轴有关参数进行检查及调整,再次运行该程序,未发生明显的改善。加载之前存储的NC备份参数,发现只有在初次加载2008年的机床原始备份时,上述故障现象消失;但再次执行NCK复位,机床重启后执行程序时,上述故障现象又再次出现。通过以上试验及排除过程,说明故障不是由于机床参数原因引起,之前的思路被否定。

在多次试验中发现,当执行到有A、C轴同时参与插补程序段,C轴出现抖动时,A轴总是先于C轴到达当前执行程序语句的指令给定位置,然后信息提示框会迅速闪出一个报警提示。由于该提示以“黑色”文章出现并且瞬间消失,且当C轴也到达指令位置后,机床可以继续执行下一条程序语句,所以很容易被忽略。针对这一现象,在运行程序的同时,将系统画面切换至“诊断”界面,此时发现提示信息为“25080: Axis 5th position monitor”(A轴准确停止位置监控)。但是对比A轴指令位置 and 实际反馈位置的偏差,其偏差值处于“MD 36010(精确停止位置偏差)”的范围内。

由于在A轴处于固定角度,C轴与其他X、Y、Z三轴同时插补时没有抖动及滞后现象,因此可以判断出现C轴抖动及滞后的原因是当出现A轴精确停止位置偏差报警时,系统会在一个PLC循环周期内切断通道的使能信号,而当下一个PLC循环周期到来时,由于报警以及消除而重新给

定通道的使能信号,而这条语句中恰好C轴需要定位一个较大的角度,需要持续运动,因此出现了抖动及滞后的现象。经过以上分析,这一故障原因是由于A轴精确停止偏差引起,所以需要排除A轴可能存在的原因。在MDA方式下,编辑如下程序对A轴进行测试:

```
G0 G90 C0 A0
M3 S1000 G1 F1500
AB:
G91 A0.3
G04 F2
G91 -A0.3
G04 F2
GOTO AB
```

在运行程序时发现,当A轴在进行小角度定位时,可以按照指令要求定位至目标位置,但当执行滞留2s的停顿时,25080号报警信息并未出现,取而代之的是“600511: Channel 1 5th axis feed disable”的报警提示。该报警不需要操作人员干涉,程序也可以在停留2s之后继续顺序运行。当去掉上面程序中G04 F2(暂停2s)的语句时,不会产生报警信息。将程序更改为C轴单独小角度定位,出现和A轴同样的现象,只是报警变为“600411: Channel 1 4h axis feed disable”。

600511为PLC给NCK的报警信息,既然数控指令已经发出,而且A轴也可以准确定位,但是PLC却一直提示A轴进给使能丢失。说明A轴在运动过程中NC和PLC之间存在冲突。那么为何在不执行A轴等待命令时A轴不会出现报警?经过分析,这是由于一

个PLC扫描周期一般为0.05s,而NC会预读程序,并在下一个PLC循环周期内发出相应指令,因此当连续进给时,不会出现600511的报警。

通过以上试验分析可以得出结论:A、C轴存在同样的故障现象,不能单一地去查找单轴相关的参数及条件,而应该从总的方向着手。由于600411及600511的报警属于西门子系统标准的报警信息,有着明确的PLC地址,秉承因果相承、顺藤摸瓜的思想,决定借助STEP7软件,在线对机床进行监控,通过PLC程序来排除这一故障。

3. 故障排除过程

600411及600511属于NCK-PLC的报警,西门子系统用一个标准的DB2数据块来处理这些报警信息,如表1所示。

经过与图1对比分析,可以找到600411及600511分别对应DB2.DBX151.3和DB2.DBX153.3。用STEP7软件下载教程PLC程序并在生成的变量索引表中进行搜索,可以快速找到600411及600511分别在FC54和FC55中被调用和赋值。

仔细分析FC54和FC55功能块的梯形图,可以得到结论:PLC程序中的I(输入)信号为两个坐标轴夹紧与松开的压力开关检测信号,其他DB34.DBXxxx, DB35.DBXxxx为A、C轴控制与使能相关的PLC信号,属于轴控制信号。根据之前分析的思路主要对影响通道的信号进行排查。经过分析,PLC中#TEMP4、M12.5、Q110.4(A轴锁死释

放)是引起报警产生的基本条件。600411是由于#TEMP4被触发。而600511是由于Q110.4被触发。通过PLC逐级向上追踪,可以锁定发生上述故障的原因是由于DB21.DBX195.2和DB21.DBX195.7信号处于高电平。这两个信号是NCK-PLC的通道信号,还需要借助PLC Interface进行进一步分析。

标准的西门子S7-300PLC程序对0~100的M代码进行了预处理,用户也可以根据需求编译自己的M代码,这时PLC里会生成一个DB75 (Decoding list) 的数据块,检查下载的PLC程序发现DB75模块并未编译,因此可判定PLC程序采用的是标准的M解码列表。其对应的Interface M Commands如表2所示。

查找表2,可以对M代码进行反编译:DB21.DBX195.2对应M10指令, DB21.DBX195.7对应M15指令;而#TEMP4及Q110.4

的DB21.DBX195.3对应M11, DB21.DBX196.0对应M16指令。这两组指令西门子没有明确定义,属于厂家自定义的辅助动作指令。

4. 故障排除

通过PLC在线诊断的方法,我们可以得出结论:产生上述故障现象的原因是由于M10及M15被执行,导致坐标轴锁死,锁紧压力检测信号I9.7 (C轴夹紧)、I3.6 (A轴左侧压力夹紧)和I3.7 (A轴右侧压力夹紧)处于高电平。从而当#TEMP4及Q110.4置位时会产生进给轴使能丢失的报警,因此需要将M10及M15复位。

在MDA方式下执行M10、M11、M15和16指令进行研究试验,发现当M11、M16被执行后,A、C轴锁紧检测变为低电平;M10、M15被执行后,A、C轴锁紧检测变为高电平。可以得出结论:M10、M15指令用于A、

C轴辅助锁死,M11和M16对应A、C轴辅助锁紧释放。在进行定角度切削时,需要将A、C轴锁死以增强机床刚性;而当在执行五轴插补时为了保证动态响应性,应该首先将锁死两个坐标轴的电磁阀释放,即执行M11和M16指令。

在原程序中增加M11和M16指令,再次执行加工程序,故障现象消失,很快加工出了合格的产品。

5. 结语

M代码属于非模态指令,生效的M代码会在NC系统重启后被复位。根据其设定等级(对应不同的PLC和NC参数设置)不同,在系统正常运行阶段,其保持生效的状态也不相同。打开机床操作界面下“当前生效的G、M代码”画面可以看到,M10、M11、M15及M16指令只有处于正在执行的程序语句时生效,而且M11、M16会在第一次PLC循环中被复位以保证机床的A、C轴在处于静止位置时可靠锁紧。一旦当前指令语句执行完毕或者按下“RESET”按键,这两组代码就会复位,但是A、C轴的锁紧及释放电磁阀却未动作,因此导致在使用过程中出现诸如A、C轴定摆加工时未可靠锁紧发生窜动或者在需要插补动作时未打开出现抖动现象。

参考文献:

[1] 西 门 子 中 国 有 限 公 司 . 840D_810D简明安装调试指南 [E]. 北京: 西门子(中国)有限公司数字化工厂集团, 2008.

MW (收稿日期: 20160825)

表1 西门子840D报警处理DB2列表

轴区域	坐标轴/主轴							
144	600107	600106	600105	600104	600103	600102	600101	600100
	停止进给/主轴停止 (报警号600100到600115, 用于进给轴/主轴1)							
145	600115	600114	600113	600112	600111	600110	600109	600108
146~147	报警号600200~600215, 用于进给轴/主轴2							
148~149	报警号600200~600215, 用于进给轴/主轴3							
150~151	报警号600200~600215, 用于进给轴/主轴4							
152~153	报警号600200~600215, 用于进给轴/主轴5							
154~155	报警号600200~600215, 用于进给轴/主轴6							

表2 Interface M Commands

DB21~DB30	Signals from NCK channel (NCK-PLC)							
Byte	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Dbb194	M07	M06	M05	M04	M03	M02	M01	M00
Dbb195	M15	M14	M13	M12	M11	M10	M09	M08
Dbb196	M23	M22	M21	M20	M19	M18	M17	M16