数控机床主轴润滑监控完善案例

程光，郑建国，张强，王永炜
山西航天清华装备有限责任公司　山西长治　046000

摘要：分析了数控车床CKA6180在使用过程中，出现的主轴箱在缺少润滑油的情况下因长时间运转而导致各轴轴承和齿轮发生严重磨损的现象。通过将原有的普通压力表换装为电接点压力表，监测液压系统的压力信号，使数控系统在机床发生故障导致主轴箱失去润滑油时，能够及时地发出报警信息并按预定程序实现自动停机，防止因故障扩大而造成不可挽回的损失。

关键词：数控机床；主轴箱；磨损；润滑；报警；监测

1　序言

数控车床CKA6180采用FANUC Series 0*i* Mate TC数控系统，在使用过程中，主轴箱出现了振动大和声音异常的现象。打开主轴箱盖检查发现：箱内各轴轴承及齿轮十分干燥，严重缺少润滑油，齿轮与各轴轴承均出现不同程度的磨损，大量磨损铁粉粘附并堆积在各轴和箱壁上（见图1），主轴轴承滚柱因缺油磨损已发黑（见图2）。很明显，这种情况已经持续了较长的时间。

图1　磨损铁粉堆积在轴和箱壁上

图2　轴承滚柱磨损发黑

2　故障排除过程

查阅机床说明书了解其工作原理：由液压电动机驱动液压泵为液压系统提供压力，润滑油经由管路引入主轴箱为各齿轮及轴承提供润滑。检查发现，由于电动机与液压泵之间联轴器的损坏，使液压泵得不到动力，系统没有压力就无法为主轴箱提供润滑，导致发生故障。在更换新的联轴器后，故障得到排除。

3　故障原因分析

故障排除后，虽然机床可以继续运转，但是由于部分齿轮磨损严重，因此主轴箱仍存在一定的振动和噪声，且主轴轴承已达不到原本的旋转精度，使机床失去了原有的精加工能力，只能采取降级使用的办法，进行半精加工或者粗加工。如果要恢复机床原有的精度，则需要将受损齿轮和轴承全部更换，维修费用较高。

根据机床的工作原理分析如下：断路器为液压电动机提供保护，当电动机发生过载、短路等电气故障时，断路器会跳闸，切断电动机的动力；同时系统会发出报警，机床停止运行。但是，当发生联轴器故障或是液压泵断轴等机械故障时，液压泵因得不到动力而不能产生液压力，润滑油也就不能到达主轴箱。这时电动机处于空转状态，断路器不动作，机床也没有报警发生，但主轴仍可以继续运

转。在不知不觉中，操作人员按部就班地进行生产，主轴箱在没有润滑油的情况下继续运转，磨损逐渐加剧，直至异常振动及噪声发展到一定程度，才引起操作人员的注意。

4　改进措施

为了避免因操作人员不能主动、及时地发现问题而导致发生故障，就需要通过技术手段为机床提供安全保障。具体思路为：将主轴箱润滑油的流量信号或液压压力信号引入机床PMC（机床可编程逻辑控制器）中，并编辑一段相应顺序的程序控制机床的运行。当发生故障时数控系统会发出报警，并根据机床不同的运行状态由PMC分别采用不同的措施使机床停止运行，从而达到保护机床的目的。

对信号的不同采集方法进行比较如下。如果采用流量信号方式，则需将流量感应阀串接于主轴润滑管路中，才能达到监测流量的目的，并需要解决安装固定的问题，具体操作比较繁琐；如果采用液压压力信号的方式，只需将原有液压系统的压力表更换为耐振电接点压力表即可。相比之下，后者更简单易行，工作量小，对原系统的状况改变小，性价比较高。

4.1　信号引入

将原装的普通压力表（见图3）更换为耐振电接点压力表（见图4），并通过一段两芯控制线将信号接入至数控系统的I/O输入模块的接线端子X0002.7上。

图3　原装的普通压力表

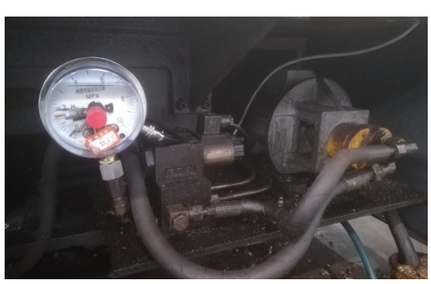

图4　更换后的耐振电接点压力表

将耐振电接点压力表的压力上限设定为1.5MPa（见图5），其值略低于液压系统的额定压力。当实际压力低于1.5MPa时，触点断开；当实际压力高于1.5MPa时，触点接通。

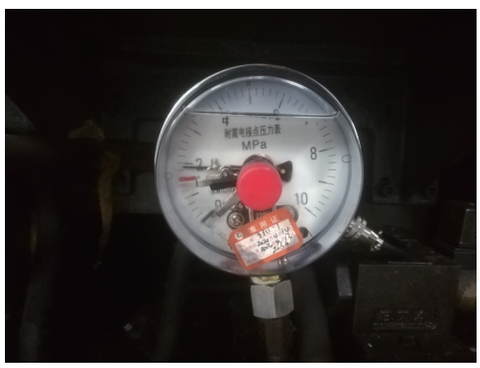

图5　压力上限设定为1.5MPa

4.2　程序编制

根据监测压力信号为0或1的状态，在原有顺序程序的基础上，编制控制程序。

（1）当压力值大于设定值时　图6中的压力信号输入端X0002.7状态为1，则R0154.0状态为1。

图6　压力信号输入

图7中的R0154.0状态为1和R0154.6为0，则R0154.7状态为1。

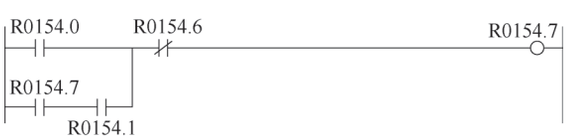

图7　主轴正转、反转条件控制

图8和图9中的R0154.7均为1，则正转输出Y0006.0和反转输出Y0006.1均可以正常输出，这时

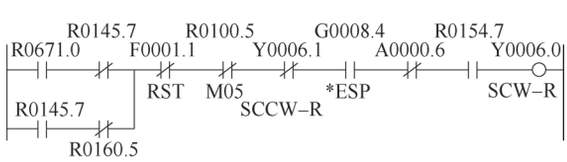

图8　主轴正转

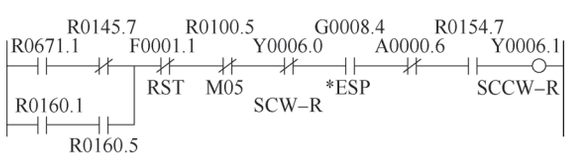

图9　主轴反转

无论手动或自动控制，主轴正转、反转都可以正常起动运行，操作人员可以进行生产加工。

（2）当出现故障使压力值小于设定值时 图6中的X0002.7状态为0，则R0154.0状态变为0；图10中的R0154.0状态变为0，则信息信号A0002.1状态变为1。发生报警时，系统屏幕显示“1021 Lack of hydraulic pressure”（缺少液压压力）的报警信息（见图11）。

图10 压力低报警信号

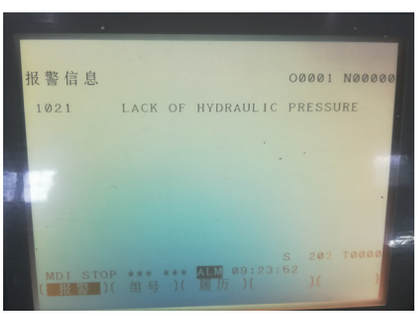

图11 监测压力低报警画面

1）主轴处于未运行状态时：R0154.0状态为0，R0154.7状态也为0，则正转输出Y0006.0（见图8）与反转输出Y0006.1也为0，主轴不能起动运行，操作人员不能进行生产加工。

2）主轴处于运行状态时：虽然这时R0154.0状态为0，但是通过图7中R0154.7与R0154.1的串接线路使R0154.7保持为1，则正转输出Y0006.0（见图8）或反转输出Y0006.1（见图9）也保持为1，主轴仍然继续运行，保持生产加工状态。图12中的R0154.1、R0154.0与自动运行中的信号F0000.7使单程序段信号G0046.1状态变为1，在执行完当前指令后机床将自动暂停，生产加工中断。

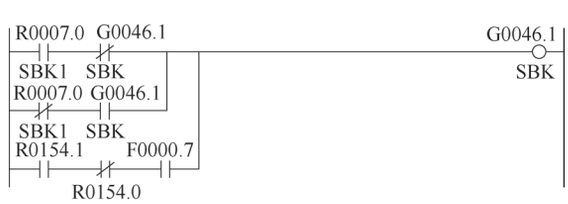

图12 单程序段信号

图13中的R0154.0与R0154.1使计时器T0010进入计时状态，计时器T0010设置时长为1min。操作人员在发现报警后，可以在1min内主动操作，停止机床的运行。

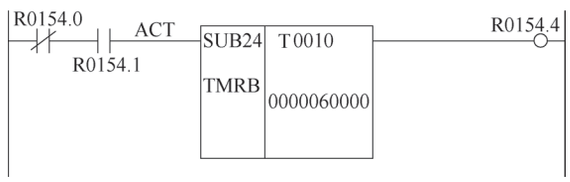

图13 自动停机延时

3）计时器T0010经过1min计时完毕，如果操作人员仍然没有执行操作，机床当前加工程序的指令又没有执行完毕，那么主轴仍然处于运行状态。图13中的R0154.4状态变为1，图14中的R0154.4状态变为1，则R0154.6状态变为1。图15中的R0154.6状态变为1，则R0154.7状态转变为0，使正转输出Y0006.0（见图8）与反转输出Y0006.1（见图9）状态均为0，主电动机断电，主轴停止运转。

图14 用于自动停机保持的继电器

图15 主轴正反转条件控制

图16中的R0154.6状态变为1，使紧急停止信号G0008.4状态变为0，机床进入紧急状态，机床所有动作停止，生产加工中断。图17中的R0154.6状态变为1，则信息显示信号A0002.2状态为1。

图16 紧急停止

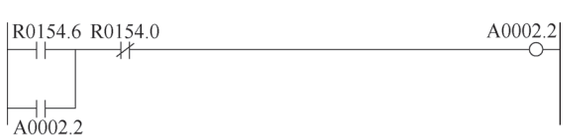

图17 自动停机报警信号

发生报警时，系统显示屏显示“1022 Lack of spindle oil emergency stop”（缺少主轴润滑油，紧急停止）的报警信息（见图18）。

4）操作人员只需按下“复位”键，即可解除当前的紧急停止状态。在液压系统的压力未恢复时，

数控机床抖动典型故障分析及解决办法

胡辉，马旭德，吕辉，任瑞青
昌河飞机工业（集团）有限责任公司　江西景德镇　333002

摘要：针对数控机床抖动故障的实际案例，简单说明其原因及解决办法。
关键词：FIDIA；机床；抖动；电动机；三轴加速度传感器

1　序言

1台意大利FIDIA五轴龙门加工中心的*Z*轴采用伺服电动机通过同步齿形带驱动丝杠的传动方式，并且将海德汉光栅尺作为位置反馈以实现全闭环控制。在*Z*轴停止后经常出现抖动的现象，抖动位置不固定且无规律。

2　故障分析

仔细观察，发现*Z*轴停止后，首先是*Z*轴伺服电动机出现啸叫，继而引起整个滑枕抖动。由于该轴采用全闭环控制，*Z*轴停止的时候并非是绝对停止，而是处于动态位置调整，因此怀疑是因闭环控制振荡而造成机床抖动。

针对上述故障，先后检查伺服电动机安装是否紧固、同步齿形带是否通胀紧、丝杠两端支撑轴承支座是否松动、丝杠导轨的润滑情况以及平衡缸压力情况，均未发现明显问题。

3　解决办法

1）尝试优化*Z*轴速度环控制参数，通过调整速

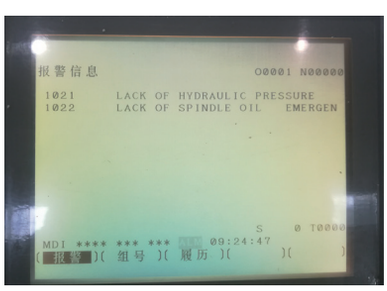

图18　自动停机后报警画面

主轴在手动或自动模式下均不能起动，报警信息A0002.1与A0002.2不可清除；待液压系统的压力恢复之后，报警信息可自动清除。

4.3　程序验证

经过以上步骤，主轴润滑保护控制程序就已经全部完成了。依照上述方法对机床进行改进，并经现场测试，机床在以上几种运行状态下均得到了有效的控制，显示效果良好，问题得到圆满解决。

5　结束语

上述数控机床主轴润滑监控完善的案例，可以为维修同型号机床或类似型号机床的相似故障提供参考。

在市场竞争激烈的环境下，由于各种原因，有些机床在出厂时就有可能存在功能不完善的情况，因此对维修人员提出了更高的要求。维修人员不仅要完成好日常设备的维修保养等本职工作，更要在工作中及时发现设备的缺陷和安全隐患，并善于运用专业技能对问题设备进行必要的创新、改进和升级，消除潜在的隐患，使设备的功能趋于完善，运行更为安全可靠，避免给企业造成不必要的经济损失。

参考文献：

[1] 宋松，王悦，杨中力．图解FANUC PMC编程与应用[M]．北京：机械工业出版社，2011．
[2] 宋松，李兵．FANUC 0*i*数控系统连接调试与维修诊断[M]．北京：化学工业出版社，2015．

MW 20210218