机床数控改造容易忽视的问题

内蒙古一机集团 （包头 014032） 邓传云

对机床进行数控改造包括早期数控机床的再生改造和普通机床的数控化改造。它是建立在机械变形和磨损不大，精度未丧失或者通过大修可恢复的前提下，对由于电气控制系统老化、能耗大、故障率高、产品更新换代、备件无法采购或者价格昂贵、维修困难等原因而从技术上采取的一项措施。

在机床数控化改造设计和安装调试过程中，往往重视机床功能和性能方面的问题，对机床保护和安全互锁条件方面考虑不如机床制造厂家周到细致。有时为了安装或者接线方便而忽视了安全问题，给日后使用维修埋下隐患，甚至酿成重大的设备人身事故。下面介绍笔者在机床数控改造中遇到的影响安全问题的几个实例。

1. 用交流接触器代替机床电源开关

在机床改造中常常需要更换电气柜，而机床电源开关由于体积大安装不便或者开关手柄长短不合适等原因，用交流接触器 BM 代替电源开关，在机床操作面板上安装电源接通、电源断开按钮，如图 1 所示。

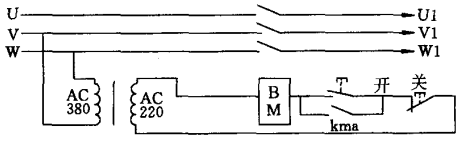


图 1

这种接法虽然能够控制机床的主要电源，但是在断电时不能完全切断机床与外部电源的联系，换句话说关电时机床仍然部分带电，如图中控制变压器 BM、辅助触点 kma、电源按钮等始终有电，容易造成维修人员触电或损坏测试仪表。

2. 用同一个继电器的不同触点分别控制交、直流回路

考虑 PLC 输出驱动能力或者负载电压不同，机床改造设计时，PLC 输出一般通过继电器控制负载如电磁阀，接触器等。有时为了节省输出点数，常将同一个继电器用不同触点分别控制交、直流或者高低压回路，从控制逻辑上看是没有问题的。但是继电器的触点之间距离较近，机床工作环境条件恶劣，空气潮湿或者空气中金属粉尘密度大，容易造成触点之间漏电，触点打火电弧引起短路，导致交流窜入直流回路或者高压窜入低压回路，轻则烧坏元器件，重则造成设备损坏。我公司就曾发生过因为继电器触点打火电弧短路导致交流 220V 进入直流 24V 回路，造成伺服阀放大器烧毁的事故。所以在设计继电器控制电路时应将交、直流、高、低压回路分开，使用不同的继电器分别控制。

3. 控制继电器线圈一端接电源，另一端通过开关、按钮或者控制触点接地

在安装调试过程中有时为了接线方便或者避免来回穿线，直接将控制继电器线圈一端接电源或 PLC 输出，另一端则通过开关、按钮或控制触点接地。这种接法从控制原理来说是可以的，但这些开关、按钮或触点的连线在机床中穿来穿去，有的还会随机床移动，如果绝缘磨损或失效，必然对地短路，使继电器误动作，造成设备人身事故。同理，控制线圈两端都接有触点或者采用集电极开路门驱动控制继电器线圈也是不可取的。正确接法应该是电源或 PLC 输出通过开关、按钮、触点等接继电器线圈一端，线圈另一端直接接地。

4. 限位开关采用常开接法

在机械需要限制行程位置的地方，安装机械式开关或者电磁感应式接近开关作为硬件安全限位是十分必要的。而在限位开关的接线上只能使用常闭开关，发生限位时常闭点打开，防止机械超出行程范围。但是由于某些原因特别是使用接近开关时接到了常开点上，这是很危险的。因为开关连线一旦出现开路性故障，则限位开关就会失去作用，超行程发生时容易撞坏机械部分，甚至引起更大事故。

5. PLC 程序设计时安全互锁条件不完备

现代数控机床基本上都是多轴协调工作的，如果某一部分出现问题，一方面要提示报警；如果涉及安全问题还应立即停止机床运动。而在机床数控改造过程中编制 PLC 程序时，对安全互锁条件考虑不够完善，常见的有以下几种情况。

(1)机床在加工中主轴突然停转，而进给轴还在运动，容易造成刀具或者工件损坏。

软硬兼施维修数控机床

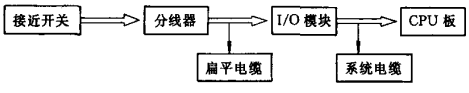
济南第四机床厂 （山东 250101） 伏圣科

我厂一台上海重型机床厂产 MK5216 型数控龙门导轨磨床，发生故障而停机。

系统显示器显示报警文本：N7020 = R AXIS = LIMITS。查阅随机资料知该报警是 *R* 轴（磨头修整器垂直运动伺服轴）负限位，在机床上找到负限位开关后，却发现触发金属块与负限位开关相距甚远，即该伺服轴并没有运动到负限位，但却导致该轴不能继续向负方向运动，无法进行砂轮修整工作。

没到限位为什么会发生限位报警呢？查阅机床电气说明书得知，该负限位开关用的是 PNP 常闭型接近开关，对应 PLC 输入点地址 I63.5，在没有触发的情况下，应为高电平 1 信号，但从系统诊断菜单下检查 PLC 状态，却发现 I63.5 = 0。经测量作为 PLC 输入信号用的 DC24V 电源存在，并且通过更换法排除了接近开关的问题。

PLC 输入信号进入系统内部的通道如下图：



在以上信号流程图中，经过测量检查也排除了分线器、扁平电缆，系统电缆的问题，现在故障集中在 I/O 模块和 CPU 板上，本着由外到内，先简后繁的维修原则，首先假设故障在 I/O 模块，那么问题就在 I/O 模块内部与输入点地址 I63.5 对应的硬件部分损坏，导致输入信号不能传入系统，并且可能性比较大。

但限于技术条件，我们无法检测维修 I/O 模块，只好查到模块定货号：6FX 1132—1BA01，与西门子系统供货商取得联系，但该模块无现货，若从德国进货需几个月的周期，由于该设备为单一设备，停机会严重影响生产。最后我们想到可以修改 PLC 程序，避开故障输入点。该机床配置的是西门子 810G 数控系统，由于我厂产品数控磨床曾配置过该系统，所以具备修改 PLC 程序的条件。于是用 S5 编程软件首先从系统运行 PLC 程序，找到 I63.5 地址，用一个没有使用的输入点地址替换，相应改变负限位开关在分线器上的接点，然后重新下载 PLC 程序，断电重新启动后，限位报警消失，故障排除。

这同时证明了我们的诊断思路是正确的，故障在 I/O 模块，CPU 板正常。所以对于数控机床的维修要从软件和硬件两个方面通盘考虑，软硬兼施，双管齐下，往往能够开拓思路，少费周折，节约时间，降低成本，达到事半功倍的效果。

（收稿日期：20040516）

（2）执行主轴换挡动作时，采用断电延时条件判别，有时主轴速度并未达到安全挂挡范围，就开始换挡，时常发生撞齿、顶齿事故。

（3）自动换刀以后，没有打开切削液（M08 指令）就开始继续执行加工程序。

6. 直接从交流 380V 一相和机床 PE 端取得交流 220V 电源

在机床改造中，当需要交流 220V 电源时，不是通过 380V/220V 变压器取得，而是直接从交流 380V 一相和机床 PE 接地端构成，如图 2 所示。

这种接法的危害有二，其一是一旦接地线发生开路性故障，整个负载对地将成为 220V 交流的带电体，会给操作或维修人员造成触电的危险。其二是交流 220V 电流流过地线，容易对弱电电路形成干扰，特别是接地线长或者负载电流大时尤其严重。正确方法应是通过变压器获取，既有隔离作用，又不会共地造成危害。

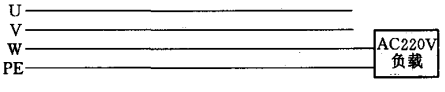


图 2

7. 接线违背上进下出原则

在给机床电柜配线时，对电源开关，保险或者接触器只顾接线方便，违背电气接线要求上进下出原则，错误地将电源进线从下端口接入，而将负载接到上端口，图纸上又没有特别注明，给维修人员测试或人身造成意外隐患。

（收稿日期：20040420）