

# 数控机床急停故障及维修实例

■ 华北机电学校（山西长治 046000） 焦连岷

■ 山西澳瑞特健康产业股份有限公司（长治 046000） 毕长平

■ 淮海工业集团有限公司试制工程部（山西长治 046000） 张 静

**摘要：**文章以沈阳华中数控CAK36S型数控车床为例，详细阐述了数控机床中急停电路的工作原理、发生故障的类型及原因，并结合具体实例，对故障维修的思路与方法进行了详尽的论述。

急停故障是数控机床中常见的故障之一，本文以沈阳华中CAK36S型数控车床为例，对急停电路的工作原理、故障发生的原因及处理方法予以剖析。

## 1. 急停的概念及意义

“急停”即“紧急情况（Emergency），需要停止”，急停回路的设置是当机床处于紧急情况下，系统能够立即处于“急停”状态，以防事故进一步扩大。数控机床进入急停状态后，主轴、伺服驱动与刀架等动力电路立即断电，并进入锁死与抱闸状态。

引起CNC系统启动“急停”程序的可以是外部操作人员，也可以是内部系统监控程序。当操作人员发现机床在运行过程中出现重大程序或操作错误，如产品的报废带来重大损失，机床飞车、撞刀等严重机床故障，乃至造成人身伤害时，应迅速果断拍下操作面板上的紧急停止按钮，迫使系统立即启动急停程序，进入急停状态；而内部监控程序启

动急停程序，则一般为机床在启动或机床运行过程中，通过监测电气、机械等外围情况是否能够满足运行条件，当不能满足运行条件时，即进入急停程序状态。出现此类情况大多为故障所致，本文讨论的急停故障正是属于此种情况。

## 2. 急停的工作原理

华中CAK36S型沈阳数控车床急停控制电路如图1所示。

图1中的SB7为“超程解除”按钮，Q3~Q6分别为X轴+X向、-X向，Z轴+Z向、-Z向超程限位开关，QF0为主轴电动机散热风扇的空气开关辅助触点，以

确保在主电动机风扇通电的情况下，可正常启动系统。另ES1端子和手轮的“急停按钮”串接后，接入数控系统的专用信号检测点（即本电路的急停按钮是接在了手轮连接线处，为节省篇幅，图中并未画出）。

与急停相关部分的控制电路如图2所示。

当X、Z轴的行程在规定的“有效区域”，即Q3~Q6任意一个行程开关没有被压下（致使其断开），操作面板的“急停按钮”未被按下（按下后断开），同时主电动机散热风扇通电（电动机可以很好地散热，不会被烧毁）→CNC的专用信号端子ES3输出低电平→KA28继电器线圈通电→主触点闭合，接通PLC输入端口的X2.4（见图2a），“外部允许”信号有效，KA28继电器另一路触点接入变频器的“外部故障”输入引脚（高电平为故障，见图2b），通知变频器外部电路正常；当CNC系统检测到伺服系统的准备好“READY”

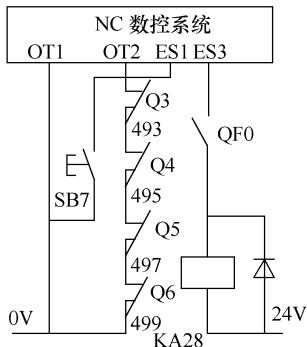


图1 急停控制电路

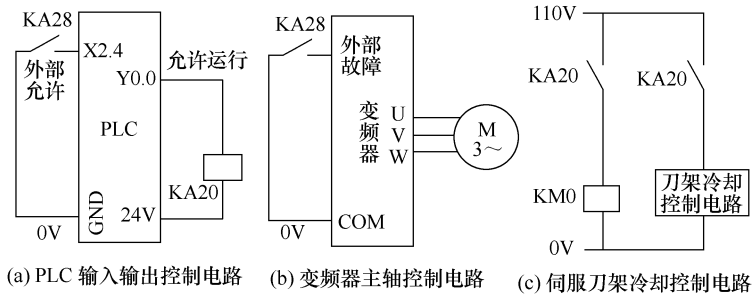


图2 急停相关控制电路

信号（PLC的X2.5）、主轴报警信号（PLC的X3.0），外部允许（PLC的X2.4），同时一切正常后→CNC系统向伺服驱动器通过PLC Y0.2发送“使能信号”，同时PLC Y0.0“允许运行”信号有效（见图2a）→KA20继电器线圈通电→KM0接触器通电并自锁→伺服系统三相220V交流电源（图中并未画出），刀架、冷却电路所需的110V交流电源接入（见图2c）→系统启动完毕，进入待机状态。

当Q3~Q6其中任意一个行程开关一旦被压下（即X、Z轴任一方向超程）或QF0断开→KA28继电器线圈断电→外接变频器第3脚的KA28继电器主触点断开→变频器工作在“故障”模式（禁止电动机运转），同时PLC的X2.4“外部允许”信号无效→PLC Y0.0“允许运行”信号无效→KA20继电器线圈断电→伺服系统、刀架冷却等电路的动力电源被断开，系统处于“急停”状态。

由此可见，当X、Z轴任一方向超程时，系统将进入急停状态，为了“解除急停”状态，可以通过手动按下操作面板上的“超程解除”按钮，旁路Q3~Q6

行程开关，强制使KA28通电，“外部允许”信号有效，机床处于“临时正常”状态，而此时按下对应超程轴的反方向运动手动按钮，可使超程轴移动至“有效区域”，行程开关被“松开”后，系统的“急停”状态被解除。

综上所述，数控系统中的硬件急停一般为系统厂家采用专用的PLC接入检测点，对其硬件进行检测，一旦发现运行条件不能满足事先约定的规定要求时，便启动急停程序，进入急停状态。

### 3. 引起急停故障的类型及原因

发生急停故障的原因一般分为由软件引起与硬件引起，如果机床不是在调试阶段，又没有修

改参数，则硬件故障较为常见。故障的类型及原因如附表所示。

### 4. 维修实例

下面结合一个具体急停故障实例，说明其维修过程：

（1）故障现象。华中数控CAK36S型沈阳数控车床，机床开机回参考点的过程中，Z轴行程至全行程大约过半时机床出现急停。转入手动状态后，按下“超程解除”按钮，使Z轴负向移动，急停状态可以解除，再次返回到回参考点操作，当Z轴再次正向移动到大约同样坐标位置，又出现急停。

为了验证其他功能状态情况如何，转入手动状态后，当Z轴运行至大约同样位置，系统同样发生急停，进入急停状态。

（2）故障分析。根据机床屏幕现象及电气柜元部件的状态（继电器已经断开），可以判断这是一起典型的急停故障。又根据“超程解除”按钮可以解除急停状态，初步判断是Z轴正向移动受限所致。

（3）故障诊断。首先从软件方面着手，检查和坐标轴行程相关的重要参数“软限位”是否有

急停故障的类型及原因

| 故障类型 | 故障原因                         |
|------|------------------------------|
| 软件   | PLC采样高低电平设置错误                |
|      | 采样检测输入输出点硬件与参数定义不一致          |
|      | 数控系统与主轴、伺服及刀架等电路握手联络信号设置错误   |
|      | 正负软限位设置不合理                   |
|      | 其他参数设置错误或不合理                 |
| 硬件   | 操作面板急停按钮性能差、接触不良             |
|      | 极限限位行程开关卡滞、弹簧失效等产生误动作        |
|      | 极限限位行程开关挡块位置偏移等引起误动作         |
|      | 数控系统与主轴、伺服及刀架等电路握手联络信号的连接线断路 |
|      | 急停回路链通路中连接线断线或接触不良           |

人为改动。通过参数菜单打开相应操作项，查看正向软限位为 $-8\,000\,\mu\text{m}$ （打开同样型号硬件配置的机床进行查看，也是做了如此设置），本机床的零点偏差设置为零，回参考点位置后即为机床坐标系的原点，负向 $8\,000\,\mu\text{m}$ ，即在回参考点后的负向 $8\text{mm}$ 处，此机床采用正向移动回参考点的方式，参考点设在了Z轴的正向行程极限位置附近，而软限位的设置紧靠参考点，当前产生急停的滞留位置距离软限位的位置相差甚远，显然不是软限位所引起。为了确保排除软件故障，又认真核对了其他相关参数设置，并未发现有何异常。

其次检查硬件。先对元部件进行排查。与超程硬件相关的有操作面板的急停按钮， $\pm X$ 、 $\pm Z$ 的行程开关。对Z向、X向的行程开关是否良好，挡块位置是否偏移，操作面板的急停按钮是否卡滞（弹簧老化不能复位）等都进行了详细检查，特别是和Z向行程相关的元部件，并未发现异常。

排除了元部件的原因后，最有可能出现的问题就是连接线了。为了判断问题是否出在了连接线上，将行程开关的连接线从接线端子处断开（即线号495#与499#之间的Z向行程连接线，491#、495#之间连接为X向行程开关连接线），然后用万用表的欧姆挡进行测量，结果连接线导通情况正常。

经检查和Z向行程相关的行程开关、挡块及连接线等硬件一切正常，但在Z向移动过程中产生了急停现象，结果有些令人

费解。后经仔细分析电气原理图及现场布线图发现：在超程回路中除了Z向，还有X向。X向与Z向的连接电缆都是穿过与Z向平行的电缆保护导链管路连接至机床电气柜的（见图3），因为电缆一直随Z轴移动而弯曲移动，当行程至曲率半径最小处时（图3中B处），很容易引起电缆断线。为此，将电气柜中的495#线断开，用万用表对OT2与495#线之间进行测量，结果发现断路，最后经进一步诊断确定为X负向至接线排端子的连接线（495#线）断线。

（4）故障排除。因为是线路断线，所以故障排除工作主要是把新的电缆换上即可，由于其他行程开关及回参考点的连接线同样老化，所以考虑在此次维修中一并换掉。因为线路是从电气柜连接至行程开关现场，布线需要涉及到穿管路，所以维修工作也主要是穿电缆工作。将旧的电缆从行程开关及接线端子排处拆下，同时拆开电缆保护导链管路，将旧电缆的一端和新的电缆绑接好，一人从一端拖拽旧电缆，另一人从另一端放线、规整并推送新电缆，直至新电缆从另一端全部被拖拽出。穿缆成功后，重新制作接头、线卡、线号和标签，同时安装套管，按电气连接图连接，检查无误后通电

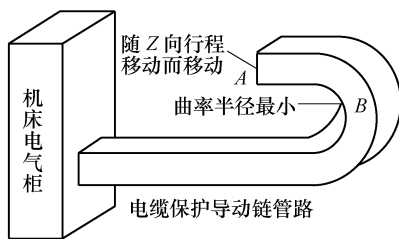


图3 机床电缆保护导链管路示意图

试车，结果一切正常。

（5）心得体会。本故障通过“超程解除”按钮可以恢复正常状态，其实可以确定和硬件相关，而软限位只有在回参考点之后才起作用，所以可以排除故障是由于软件限位引起的。

由于本故障是在Z向移动时产生限位急停，很容易想到故障原因和Z向轴控制回路相关（也正是因为此对维修思路产生了误导），其实由于X、Z向电缆穿在同一管路中，需经常移动弯曲，当Z向移动至保护导链管路曲率半径最小处时（图3中B处），会对其中的电缆造成较大的影响，而此时的X向电缆断路，同样会造成急停回路断开引起急停，如果直接检测急停回路，排除了Z向故障后，可以直接对X向进行检测，也很容易检测出X向连接线断路；另在Z轴行程至某处时产生急停，也容易想到与位置相关的电缆存在问题，而与位置移动相关的电缆就是拖动管路中的电缆，如果先卸开电缆保护导链管路，轻轻地触动电缆，会发现急停故障时而出现时而消失，据此也可很快确定是哪根电缆发生了故障。

本故障是属于电气元部件“虚接”现象所引起，表象是和Z轴相关，而其实是和Z轴的移动过程中Z轴的位置相关，引起故障的原因并非和Z轴的电气相关，而问题的根源恰恰出在X轴，本故障现象具有一定地迷惑性。

## 5. 结语

急停故障是数控机床中常见的故障现象之一，引起该故障的

# 利用工装提高MX5212万能木模铣床功效

■ 世林（漯河）冶金设备有限公司（河南 462000） 马 林 宋君广 王宏毅

**摘要：**为适应新工艺对冷却壁模型项目木模加工的需要，公司购进了一台MX5212万能木模铣床，经过对其刀具、加工工装及设备基础的设计与改进，使铣床发挥了最大的功效。

公司现行冷却壁燕尾槽成型工艺采用型腔下芯工艺。型腔下芯工艺的冷却壁模型不带燕尾槽，冷却壁主体砂型制作完成后，直接在砂型型腔内放入单独制作好的燕尾槽砂芯。这种工艺的缺点一直制约着冷却壁综合技术性能的提升。

经过我公司项目组人员考察、结合我公司实际生产工艺，采用自新的冷却壁模型，将能很好地解决冷却壁型腔下芯工艺存在的一些问题。公司目前的木模制作装备水平不能满足要求，需增加专用加工设备，购进合适的木模加工设备。

## 1. MX5212万能木模铣床

为满足冷却壁模型（尤其是

木模活块）的加工要求，公司产品策划部、制造工艺部与木模工段联合，针对冷却壁砖槽活块特殊部位的加工设备，于2013年4~5月进行了市场考察，经过详细的技术交流，四川都江堰都江堰木机械厂生产的MX5212万能木模铣床符合公司项目技术要求，为推进新工艺的早日实施，经公司领导审议后，决定购进本设备。

本机床能用于铣削几何形状较复杂的木模，机床的工作台能机动移动，主要技术参数有：工作台面距主轴端面最大距离680mm，最大加工半径1800mm，主轴转速有三挡，分别为1060r/min、2150r/min和4320r/min，工作台面（长×宽）

为1200mm×1200mm，电动机总功率13kW，最大外形尺寸4900mm×2900mm×2435mm（见图1）。公司技术人员利用设计的刀具、工装，并对基础设计的改进，显著提高了铣床的功效。

## 2. 铣床刀具的设计与制作

（1）铣床刀具设计。铣床设备供应方只能提供常规的标准铣床刀具，针对我公司的产品特点，常规的标准刀具不能满足生产和加工的需要；为使机床加工性能得以充分发挥，需要配套加工刀具。

根据冷却壁自带芯木模模型的实际加工工艺情况，木模工段、制造工艺部和产品策划部协

原因是多方面的，但最终的根源却是一致的，不外乎是外围硬件电路及内部软件逻辑错误，在多数情况下若不是人为改动，软件发生故障的几率较小，多为硬件故障所致，这就要求维修人员一方面熟知原理，另一方面需要耐心细致，处理故障讲究方法与原则，只有这样才能尽快缩小故障范围，确诊故障部位，及时排除

故障。

本文虽然是以华中数控车床为例进行的阐述，但维修的方法原则以及指导思想是相通相近的，所以对其他数控系统类型的机床同样具有参考、借鉴的指导意义。

## 参考文献：

[1] 沈阳第一机床厂技术中心. 沈阳华中数控系统CAK36S型数控车

床电气原理图[E]. 沈阳：沈阳第一机床厂，2012.

[2] 武汉华中数控有限公司. 世纪星数控装置连接说明书[E]. 武汉：武汉华中数控有限公司，2010.

[3] 张光跃. 数控机床电气连接与调试[M]. 北京：机械工业出版社，2011.

MW（收稿日期：20160928）