

数控车床辅助电路控制原理解析 及维修实例

■ 华北机电学校（山西长治 046000） 焦连岷 李丛俭

■ 山西澳瑞特健康产业股份有限公司（长治 046000） 毕长平

摘要：文章以沈阳华中数控CAK36S型数控车床为例，详细阐述了刀架换刀、切削液冷却和机床润滑等辅助电路的电气控制原理，常见故障现象、原因及排除方法，并结合“数控刀架一直旋转不停”故障具体实例，对其故障维修思路与方法进行了详尽的论述。

数控机床的辅助电路是指除主轴运动、进给运动之外的控制电路，包括数控液压卡盘、换刀装置、润滑、冷却、照明、空调、自动排屑及自动分度控制台等电路，起到“辅助”作用，从而使机床能够更加高效、便利地工作。本文以沈阳华中CAK36S型数控车床为例，对其中的数控换刀、冷却和润滑等辅助电路的工作原理、故障现象及排除思路与方法做一些探讨。

1. 辅助电路的工作原理

（1）刀架与冷却电路。刀架与冷却主电路和控制电路如图1、图2所示。图中的KM2为冷却电动机的接触器，KM3Z和KM3F为刀架正向旋转和反向旋转接触器。

刀架电路：数控车床的刀架一般采用四工位或六工位旋转刀架，其工作过程一般包括“刀架抬起”、“旋转选刀”、“传递刀位到达信号”、“刀架锁紧”

等几个工作步骤。

换刀过程通过刀架电动机正转完成，反转时间通过PLC定时时间继电器确定，“选刀”通过“刀位到达”信号与数控系统进行联络。

工作过程：换刀指令或手动按钮输入→CNC系统内部逻辑控制→Y0.6输出有效→KA2继电器吸合→KM3Z吸合→刀架电动机正向旋转选刀→检测到选刀刀位到达输入信号→Y0.7输出有效

（Y0.6输出无效）→KM3F吸合（KM3Z断开）→电动机反向旋转，刀架锁紧且定时器开始计时→锁紧时间到Y0.7输出无效→换刀完成。

相关的输入输出端口信号电路如图3、图4所示。

冷却电路：冷却电路的作用是在机床加工过程中，启动冷却电动机，向被切削工件和刀具之间喷洒冷却液，以降低工件及其刀具表面的温度，提高工件的加工精度，减少刀具的磨损及延长

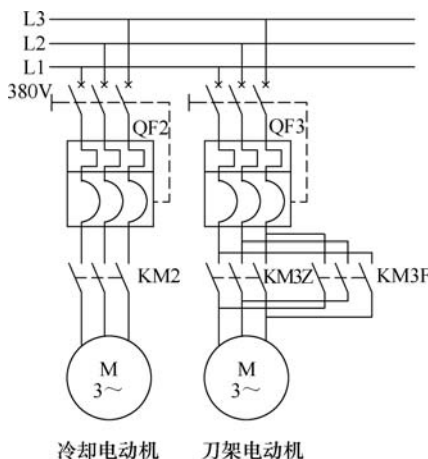


图1 刀架、冷却主电路

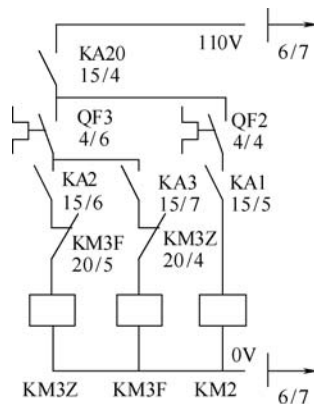


图2 刀架、冷却控制电路

刀具的使用寿命。

冷却电路执行装置采用专用冷却电动机，由输出端口的PLC Y0.5驱动KA1中间继电器，控制KM2接触器的通断来完成。

工作过程：按下手动“冷却启动”按钮或输入指令（M07）→数控系统解析译码→PLC Y0.5输出有效→KA1中间继电器线圈通电→主触点闭合→KM2继电器线圈通电→主触点接通冷却电动机主电路→冷却电动机启动；按下手动“冷却停止”按钮或输入指令（M09）则是相反的过程。

相关输入输出端口信号电路如图3、图4所示，输入输出连接板连接数控系统与外围电路，主要起到信号“转换”、“匹

配”、“隔离”和“信号线延伸”等作用，其端口类型分P型和N型，P型为高电平信号输入（输出）有效，N型为低电平信号输入（输出）有效。

（2）润滑电路。润滑主电路如图5所示，控制电路如图4所示。

润滑电路主要控制润滑电动机，给导轨、滚珠丝杠进行润滑，以减少传动中的摩擦，提高传动精度，延长机床使用寿命。沈阳华中CAK36S型数控车床润滑电动机采用直流24V电压供电，通过PLC的Y0.4驱动KA7，接通润滑电动机，驱动润滑泵给润滑管路提供具有一定压力的润滑脂完成润滑。KA1中间继电器

接通与断开的时间是通过设置CNC系统PMC参数确定的。

工作过程：开始润滑（一般为开机上电即润滑）→PMC参数确定润滑时长→Y0.4输出有效→KA7线圈通电→触点将润滑电动机接通24V电压→润滑电动机开始工作→系统定时器开始计时→PMC参数确定的润滑时间到→Y0.4输出无效→KA7线圈断电→触点将润滑电动机24V电压断开→停止润滑→系统定时器开始计时→PMC参数确定的润滑间隔时间到→重复下一周期的润滑。

2. 常见故障现象分析

（1）刀架故障。刀架故障是数控机床中常见的故障之一，主要有刀架不能正常换刀，找不到刀号及不能准确定位等，常见的故障现象及原因分析如表1所列。

刀架不能换刀故障的诊断流程如图6所示。

（2）冷却和润滑。冷却和润滑的故障现象及原因分析如表2所列。

3. 维修实例

冷却和润滑电路的故障发生率相对较低，控制电路也较简

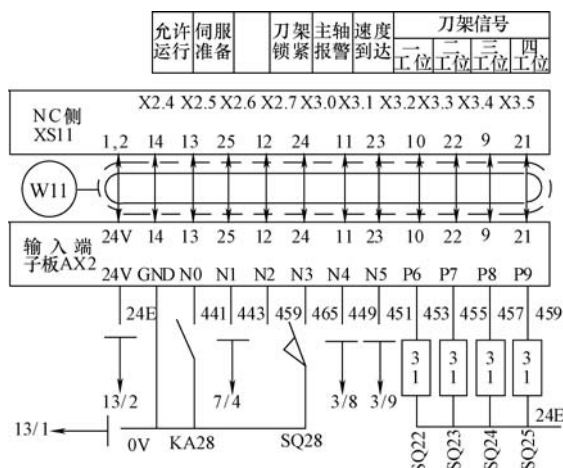


图3 输入端子接口板

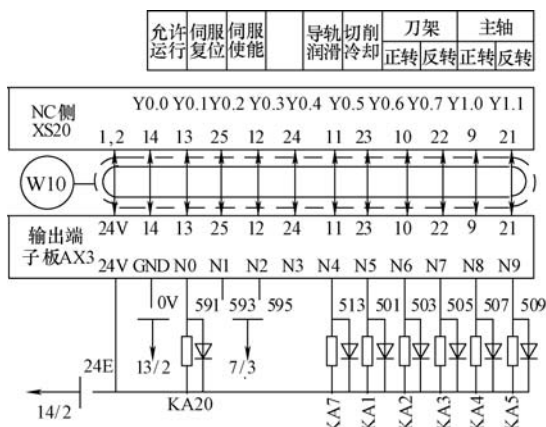


图4 输出端子接口板

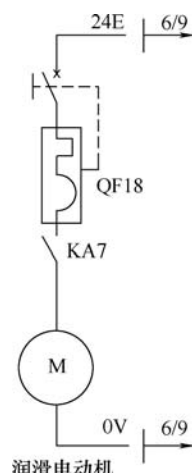


图5 润滑主电路

表1 刀架故障现象原因分析及排除

故障现象	常见原因		排除方法
刀架不能换刀	机械故障	机械部分卡死	检查机械传动部分
	电气故障	电动机不能正反转	检查电动机控制电路
		相序接反, 电源缺相	校对电源相序
找不到刀位, 刀架转个不停	所有刀位都找不到	发讯盘公共电路或参数设置错误	检查发讯盘公共电路如电源等, 重新设置参数
	个别刀位找不到	相应发讯盘信号检测与控制电路故障或参数设置错误	重点检查相应发讯盘电路重新设置参数
刀号与实际位置不符	实际物理检测信号与PLC定义的输入地址不符		修改PLC的逻辑地址或调整接线物理端口地址
刀架转不到位或过冲	发讯盘电路松动或霍尔元件检测相对位置偏移		重新调整校对相对位置
刀架不能锁紧	PMC参数设置的锁紧时间过短		调整锁紧时间1.2~1.5s

表2 冷却、润滑故障现象及原因分析及排除

故障现象	故障原因	排除方法
无润滑和冷却	润滑、冷却电动机未启动	检查相应控制电路
	PLC参数设置不合理	重新合理设置PLC参数
冷却液、润滑不足	管路堵塞、叶片(轮)脏	清理管路和电动机叶片(轮)

单, 在此举一数控机床刀架维修实例, 用以说明维修思路。

(1) 故障现象。手动换刀时, 刀架一直转个不停, 直到屏幕提示: “PLC换刀超时”才停下来。

(2) 故障分析。刀架一直

旋转不停, 说明刀架电动机正向旋转控制电路正常, 根本原因是由于数控系统一直检测不到“刀位到达”的信号, 从而一直旋转刀位进行寻找, 直到到达PLC确定的最长换刀时间才迫使刀架旋转停下来, 此故障的原因通常是

由于检测元件本身及与其连接的控制电路(连接线)存在故障所致。

(3) 维修思路。首先要确定是只有个别的刀位号找不到, 还是所有的刀位号都找不到。若是前者, 一般为该刀位的检测元件存在故障的可能性较大; 若是后者, 通常是由于检测元件的公共电路存在故障的可能性较大, 如24V电源线、地线等, 因为所有的检测元件同时发生故障的几率不大。

(4) 维修过程。根据前述的故障分析及维修思路, 首先确定是个别的刀位号找不到, 还是所有的刀位号都找不到。通过手动换刀和MDI指令输入, 结果都不能正常换刀, 由此确定故障点很可能发生在“公共电路”。因此, 首先用万用表检测24V电源电压是否正常, 结果没有发现异常; 然后再通过观察输入继电器板的信号指示灯及PLC的输入输出状态指示判断刀位到达检测信号是否正常, 结果发现4个刀位信号一切正常; 为了验证刀架是否完好, 将该刀架的相应控制连接线拆下, 并用延长线接到同型号同配置的一台相邻机床上, 结果换刀一切正常, 由此证明刀架本身并没有故障。将刀架控制电路重新接回原机床, 结果故障依旧, 怀疑刀位检测信号电路连接有误, 依据电气原理图仔细检查核对其连接, 也未发现问题。后经仔细询问操作人员故障发生过程时得知: 该机床昨天由于不能正常启动, 屏幕提示系统文件丢失, 于是使用另一台同型号机床系统中的存储卡进行了“克

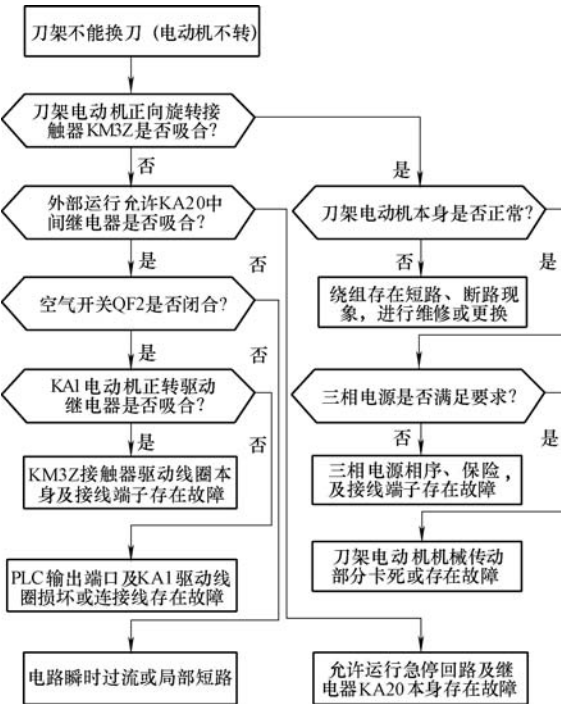


图6 刀架不能换刀故障诊断流程图

隆”，经这样处理后系统能够正常启动，并验证了相关功能（唯独没有进行刀架换刀操作），工作也正常，第2天上班后进行加工时出现了问题。听取操作人员的解释之后得知，故障是发生在重装系统之后，那故障原因很可能和软件的PLC配置有关，于是打开PLC的配置画面，进行查验。

①在系统主菜单下找到“PLC”子菜单（如果没有出现“PLC”菜单可按下F10扩展菜单项）如图7所示。②按下F1，选择“编辑PLC”选项，并输入正确口令密码，出现提示：编辑PLC将退出系统，继续吗（Y/N）？如图8所示。③选择“Y”，进入PLC编辑界面，通过上下光标键选择“车床系统”，再通过PgUp和PgDn键找到刀架配置选项，如图9所示。

故障原因终于被找到：1、2、3和4号刀位检测信号输入端分别被定义为“X2.0、X2.1、X2.2和X2.3”，但物理地址依据电气原理图的连接为“X3.2、X3.3、X3.4和X3.5”，虽然发讯盘电路工作正常，信号检测电路依据电气原理图的连接也没有问题，但是CNC系统PLC参数定义的检测点和实际硬件连接的输入点两者不一致，造成CNC系统一直在旋转刀架寻找相应刀位信号，但始终未找到故障现象。

（5）故障排除。利用光标的键和TAB键将刀位检测信号输入端定义的“X2.0、X2.1、X2.2和X2.3”改为“X3.2、X3.3、X3.4和X3.5”，如图10所示。

按ESC键退出编辑系统，系统提示：“是否生产标准PLC



图7 系统主菜单



图8 PLC编辑提示画面



图9 刀架信号配置画面（初始配置）

[illegible]

图10 刀架信号配置画面（更改后配置）

头文件PLC_map.h? ”，选择“是”，退出系统，重新编译PLC文件，关机后再次重启系统，刀架工作恢复正常。

(6) 故障反思。掌握故障发生时现场的第一手资料对于维修很重要，本例中如果能够事先及早询问工作人员故障发生的具体时间、原因及相互关联等细节，得知是在重装系统软件后发生的，就会很容易想到故障很可能

和软件配置有关，这样就会少走许多弯路，更加高效、及时地排除故障。

4. 结语

数控机床维修是一项严谨、耐心和细致的工作，除了要对其工作原理熟悉熟知之外，还需要平时多积累、多实践。从维修的角度讲，故障是没有主、辅之分的，正如“木桶短板理论”那样——盛水的多少是由最短木

板决定的，数控机床能可靠运行的时间恰恰取决于那些薄弱环节，因此，我们重视主轴电路、进给等的同时，辅助电路的维修维护工作同样应引起维修人员的重视，只有平时做好了充分的“预案”，当这些故障一旦发生时，才能够做到思路清晰，从容应对，及时处理和解决问题，最大限度地减少由此带来的经济损失，从而保障数控机床的正常生产与运行，更好地为国民生产服务。

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: 20160510)

2016年1~6月机械工业战略性新兴产业经济运行及投资情况

1~6月机械工业战略新兴产业累计实现主营业务收入10 099.11亿元,同比增长9.17%,增速高于机械工业总体2.49个百分点。

其中当月完成主营业务收入2 127.78亿元，同比增长9.67%，光伏设备及元器件制造和光纤、光缆制造对6月主营业务收入增长的贡献率较高，分别为44.82%和17.86%，光学仪器制造、气体压缩机械制造和发电机及发电机组制造等12个行业6月主营业务收入

同比下降。

1~6月机械工业战略新兴产业实现利润总额590.82亿元,同比增长16.61%,增速明显高于机械工业总体,这也是2016年以来,机械工业战略新兴产业利润增速首次提高。光伏设备及元器件制造,光纤、光缆制造和发电机及发电机组制造等39个小行业1~6月累计利润总额同比增加,其中光伏设备及元器件制造对利润总额增加的贡献率高达52.29%。

1~6月机械工业战略新兴产业主营业务收入利润率5.85，同比提高0.37个百分点，利润率略低于机械工业总体。

1~6月机械工业战略新兴产业主营业务收入在机械工业总体中的比重持续了2016年以来的上升趋势，达到8.95%，同比提高0.20个百分点；机械工业战略新兴产业利润总额在机械工业总体中的占比为7.84%，同比提高0.68个百分点。