

M03指令输入或是按下“手动正转”按钮，数控系统经过译码PLC Y1.0输出，KA4继电器通电，主触点闭合，变频器工作在“正转”模式；M04指令输入或是按下“手动反转”按钮，数控系统经过译码PLC Y1.1输出，KA5继电器通电，主触点闭合，变频器工作在“反转”模式；M05指令输入或是按下“手动停止”按钮，数控系统经过译码，PLC Y1.0、Y1.1无输出，主触点断开，变频器工作在“停止”模式。输出端子接口板如图3所示。

变频器的第3脚外接KA28继电器的主触点，当此引脚断开，变频器工作在“故障”模式（禁止电动机运转），第4脚的“复位”信号是当故障解除后，数控系统需外加至变频器一个“复位”信号，以便主轴电动机后续能够正常起动，此电路是通过数控系统的PLC输出Y1.6驱动KA19继电器来实现。另外的“零速”信号、“速度到达”和“故障报警”信号反馈至数控系统，作为数控系统决策、调节的依据；其转速是通过安装在主轴上的编码器反馈给数控系统，数控系统接收到转速信号后，再通过输出端口XS9调节0~10V直流模拟电压对转速进行控制。

3. 主轴常见故障类型及原因分析

主轴常见的故障现象有过流、过载、不能旋转及转速不稳等，其原因有电气、机械、外部电网、环境干扰、用户使用及加工参数等方面的原因，故障的类型、原因分析及排除如附表1所示。

4. 维修实例

下面结合一实例说明主轴故障诊断与排除的具体过程。

(1) 故障现象及背景。数控实训基地的数控车床（沈阳华中数控系统CAK36S型），秋季开学后，检查机床性能，启动数控

系统，按下“主轴正转”按钮发现主轴不能正向旋转。

(2) 维修思路。① 结合故障发生的背景，初步判断故障的可能原因：了解在什么时候、什么情况下发生的故障，当初有何现象发生等，有助于尽快锁定



图2 主轴控制原理框图

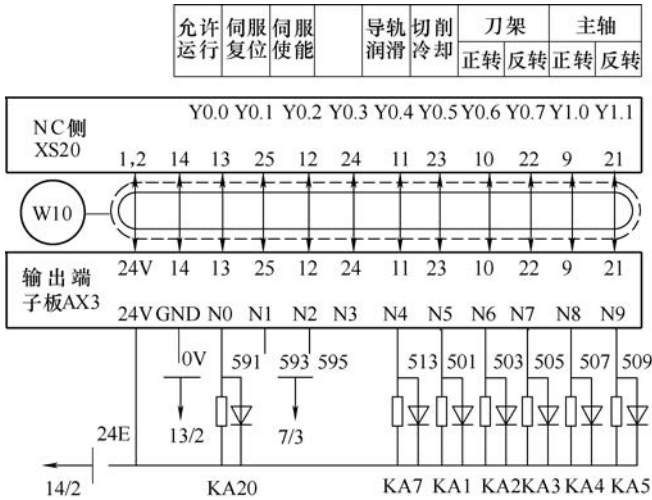


图3 输出端子接口板

表1 主轴常见故障类型原因分析及排除

故障现象	可能原因	排除措施
主轴不能旋转	机械传动部分卡死	重点检查传动系统
	控制系统及电动机存在故障	对照控制原理图排查
	负载过重	减小切削用量
变频器电动机过流过载	变频器及电动机的容量较小	选配适宜容量
	加减速时间常数设置过小	加大时间常数
	负载过重	减小切削用量
转速不稳	负载波动大	增大电动机变频器容量
	电源电压不稳	采取稳压措施
	编码器故障或性能不良	更换或维修编码器
主轴振动噪声过大	机械传动系统缺少润滑或皮带传动链过紧、轴承损坏等	维修、保养、更换
	变频器增益参数设置不当	重新设置
	系统电源相序不正确或缺相	调整校对
	电动机三相绕组对地或相互间局部短路	检查维修

故障原因。本实例中机床是经过暑假假期后发生故障的，初步判定这和机床假期的长期闲置有关，如暑假多雨、湿度大及电气元件易受潮失效等。②验证机床功能，进一步缩小故障范围：首先，在主轴不能旋转的情况下看刀架是否可以换位？如果刀位也不能旋转则故障多发生于它们的公共电路部分，如输出控制端口、强电电路等，结果没有发现问题；然后确定主轴只是单向不能正转（反转），还是两个方向都不能旋转。发现主轴的反向旋转正常，这就进一步说明故障点只存在于主轴“正转”的单向控制电路中。③诊断故障，锁定故障点：为了进一步快速缩小故障排查范围，以主轴电动

机的正（反）转控制继电器KA4（KA5）是否吸合为分界点，用以判断故障点是存在于控制继电器之前还是之后，根据电气控制原理图逐一排查，详细的故障诊断流程如图4所示。

根据图4所示的排查思路，首先发现KA4继电器未吸合（吸合指示灯未亮），再用万用表测量KA4继电器的驱动线圈无电压，进一步通过输出端子板上的指示灯确认输出端子板的N8（507#线，参见图3 输出端子接口板）及通过数控系统菜单查看PLC Y1.0的输出正常，因此确定故障点发生于KA4继电器驱动线圈至输出端子板之间的连接线部分。

（3）故障排除。用螺丝刀旋下输出端口的507#线，发现连接线

的“圆柱型”金属接头已经生锈，换上新的接头，用压线钳压牢，开机起动主轴，运转恢复正常。

5. 结语

主轴旋转运动是数控车床的主运动，输出功率大，在使用过程中起动频繁，容易出现故障，因此，主轴故障是数控车床中最为常见的故障之一。对于数控维修人员，能根据故障现象，进行分析、判断故障的部位并进行排除是必备的技能之一，同时也是从业人员岗位职业能力的的基本要求。

本文通过对主轴控制原理的阐述及故障维修实例的过程剖析，旨在使读者掌握一种排除主轴故障的理念、思路和方法。当然，主轴故障发生的原因是多方面的，除了电气方面，还有机械、外部干扰及程序加工参数等方面的因素，要想全面熟练掌握主轴的维修技术，以最短的时间找到故障原因并进行排除，需要平时多思、多问、多记、多实践和多积累，只有这样，当我们在工作中遇到突发问题时，才会得心应手、从容面对。

参考文献：

- [1] 武汉华中数控有限公司. HSV-16交流伺服驱动系统说明书 [E]. 武汉：武汉华中数控有限公司，2010.
- [2] 于万成. 数控机床结构与维修 [M]. 北京：人民邮电出版社，2009.
- [3] 徐衡. 数控机床故障诊断与维护 [M]. 北京：机械工业出版社，2011.

MW（收稿日期：20160320）

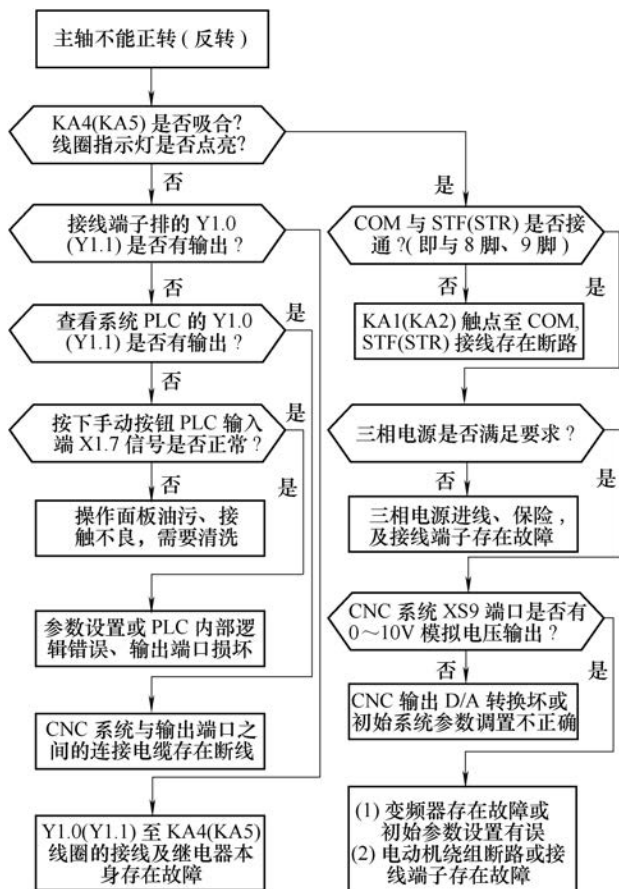


图4 主轴不能正（反）转故障诊断流程图