

# 瓦尔特HELI46数控磨刀机PLC 典型故障维修

■ 中航工业西安飞机工业集团有限责任公司（陕西 710089） 刘红安

**摘要：**数控磨刀机是一种高效率的刀具磨削加工机床，用于大部分形状的金属切削刀具的加工、开刃和修磨。德国瓦尔特HELI46六坐标数控磨刀机数控系统HMC-500为车间进行刀具的柔性制造提供人机交互及数控轴插补。但由于其多总线的数控系统控制结构，设备维护人员对磨刀机在加工过程中的异常及故障的处置也比较棘手。因此，通过对一台HELI46数控磨刀机PLC典型故障的分析及维修，提出了一种实用高效的现场问题处理方法，并将其固化为业务流程，可以高效对磨刀机异常情况故障进行处理，并提高磨刀机利用率。

德国瓦尔特HELI46数控磨刀机使用期逾15年，主要用于金属刀具的磨削制造。近期，机床异常频发，主要现象及故障特征为：机床加工过程中，突然操作面板上的进给倍率开关、工作方式选择开关失效，X、Y、Z、A、C和SP各坐标轴停止运行，HMC-500数控系统显示报警信息：

“1.紧急停止”、“2.X坐标轴未准备好……”、“3.Y坐标轴未准备好……”、“7.机床气压压力故障”和“8.PLC Interbus总线错误”等，磨刀机断电重启后，设备又暂时恢复正常，但在加工过程中又不定期出现上述报警及故障，导致多起砂轮、刀具损伤、报废事故，如此反复，加工效率低下，直接影响刀具的生产加工。为解决此问题，确保生产，必须对设备故障进行彻底维修。同时，由于该设备数控系统具有典型的多总线通信结构，通过对

此类结构数控系统的总线结构的研究，也提出一种维修多总线数控系统故障的方法。

## 1. 故障维修方案

经过对HELI46数控磨刀机异常情况现场勘查和故障分析，并对磨刀机数控系统HMC-500的系统软、硬件结构（见图1）进行研究后，确定了如下故障分析与维修方案：

（1）首先检查磨刀机机床侧电路工作状态，检查主气路工作状态，保证气源压力值正确设定范围0.6~0.8MPa，并且气源供给正常；磨刀机电柜供电电压在正常范围内，三相交流电压（ $380 \pm 15\%$ ）V；电器柜屏蔽、接地线完好，需要指出的是，必须对机床操作箱、HMC-500数控系统、伺服驱动器和伺服电动机进行重点检查；各坐标轴伺服电动机、冷却泵、液压泵电动机阻抗正常（线间 $\leq 5 \Omega$ ，

相间 $\geq -500 M\Omega$ ），无接地短路现象；控制各个电动机的接触器以及伺服驱动电源模块的前置接触器主触头吸合、断开灵敏，无氧化及熔焊点，灭弧器充放电正常，外观无烧黑、受热变形等异常现象；机床加工过程中，加工工艺参数设置合理正确，重点检查磨头的转速、各个坐标轴的进给值等，可以参考磨床编程说明书推荐的刀具磨削优化参数，确保磨刀机在磨削过程中进给平稳，无超程、过流和过载等。

（2）根据机床故障状态：X、Y、Z、A、C和SP各坐标轴全部停止运行，Indramat SERCOS驱动器HDS上的诊断数码管H1交替显示Ab、bb。可以借助对各坐标轴驱动器进行诊断，确保伺服驱动通信保持畅通，伺服单元状态正常，外围工作条件是否全部满足。

（3）检查为各坐标轴驱动器

提供直流母线工作电压的电源模块。保证三相动力线进线电压、相序正常，进线保护空气开关、接触器工作状态正常，电源模块本身无故障运行。

(4) 根据系统报警信息“PLC Interbus总线错误……”，检查HMC-500上下位控制器的通信状态，是否出现通信中断；如果通信中断，检查上位机MMI-BUS总线，下位机MAIN-BUS总线工作状态。

(5) 上位控制器MMI-BUS总线的工作状态正常与否取决于上位控制器的MFA板状态，对MFA板进行诊断。

(6) 对下位机的系统板件MIO板、INTERNAL PLC板、MAIN-CPU板和SERCOS Master板进行诊断，各板件之间总线通信正常，本身无故障运行。

(7) 对数控系统的PLC的物理结构的各个子站单元进行监控

和诊断，保证各子单元之间总线通信正常，本身无故障运行。

(8) 运用数控系统HMC-500的PLC编程工具软件PLC-Programming在线对磨刀机PLC的CPU进行诊断，快速确定PLC故障点。

(9) 检修故障点，并进行PLC-Programming在线调试。磨刀机故障修复，交付使用，记录排故详细过程，资料归档，以备以后检修时查阅。

## 2. 技术关键分析

(1) 根据各坐标轴Indramat SERCOS总线驱动器HDS工作状态进行分析诊断，确保驱动器工作的条件必须满足，图2所示为X轴伺服驱动工作原理电路。

X坐标轴伺服电动机、绝对式编码器、伺服驱动器单元三者构成闭环调速系统。检查调速器工作状态，其中X坐标轴的SERCOS 总线地址设置拨码开关

S2 LOW、S3 HIGH设置正确，+24V直流母线电压正常，诊断窗口H1交替显示“Ab”、“bb”。表示伺服单元处于准备工作状态，必须和系统控制器通信正常后，才能启动。正常情况下，H1显示七段码“AF”。

(2) 了解HMC-500数控系统上下位控制器的工作原理，对满足伺服单元启动运行的信号进行分析，由于启动信号由下位控制器的MIO板输出驱动，因此对MIO板卡的工作状态进行具体分析。

(3) MIO板卡负责下位控制器的输入/输出功能，对机床外围电路的输入信号解耦，如同伺服驱动器准备好信号；并进行D/A转换后输出，如同伺服启动信号。MIO板的工作状态由一个7段码LED指示，正常时应该闪烁显示“0.”，表示下位控制器正在运行；而此时状态显示常亮的“8.”，则表示控制器上电后仅

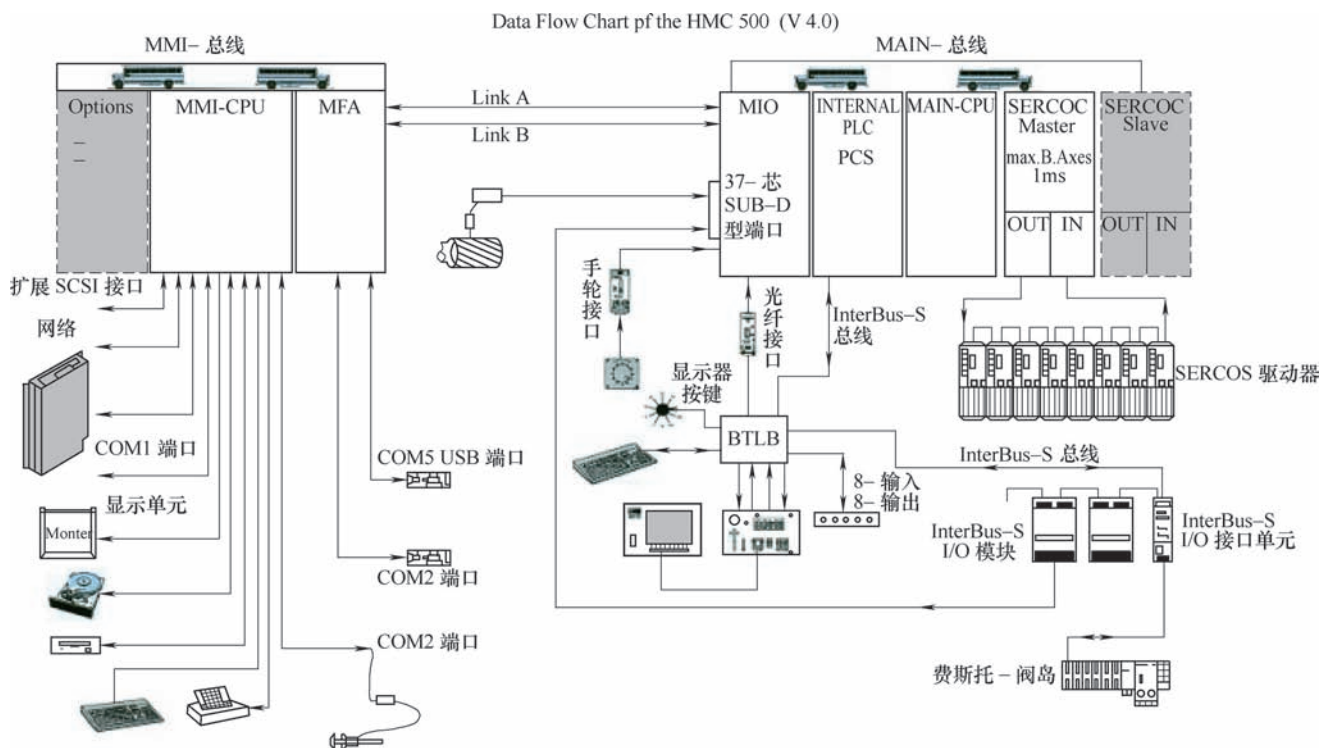


图1 HMC-500数控系统结构

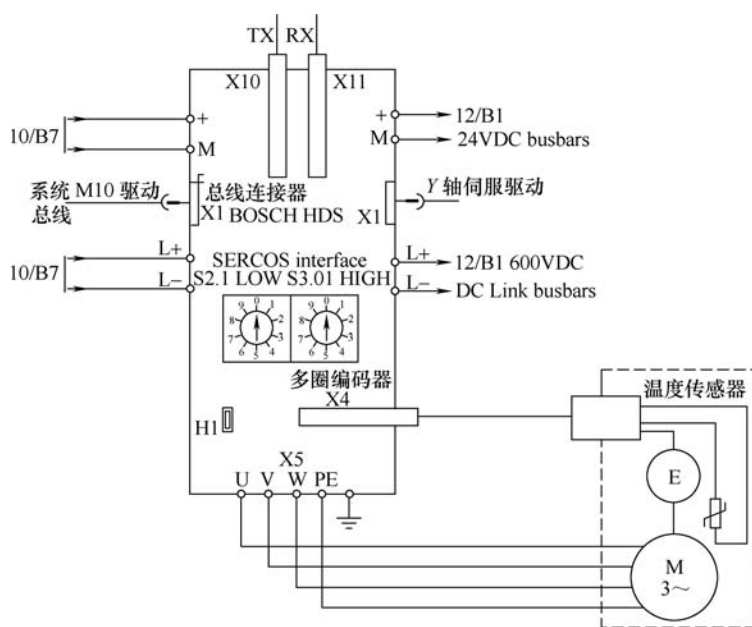


图2 X轴伺服驱动工作原理电路

完成初始化而已，并未正常运行。

(4) 分析MIO板卡的工作原理。MIO板并非在下位控制器中独立运行，它通过上位控制器的MFA板与上位控制器MMI（人机单元）进行人机交互与数据通信，MFA板负责上位控制器MMI（人机单元）的多功能输入输出功能，同时它在上下位控制器之间负责进行数据传输与交换。因为该设备数控系统HMC-500上下位控制器采用双总线结构，总线工作方式轮询式令牌访问，板件数量多，每一块板件功能单一。上、下位工控器分别负责不同任务对象处理，并且相互之间进行数据交互。下位控制器主要负责伺服插补以及机床外围电路的PLC逻辑控制。对磨刀机故障现象进行试验分析后发现：当设备出现故障时，上位机MMI产生应答报警：“PLC Interbus总线错误……”，说明上位控制器MMI（人机单元）以及下位控制器的MIO板工作正常，系统能够对

PLC故障进行诊断并报警。

分析磨刀机故障原理的过程非常关键,这是因为此类数控系统不同于当今国际上流行的其他通用数控系统,譬如德国西门子840 Dsl、828D,日本FANUC31i、0-iD,意大利FIDIA C20、C40等,这一类数控系统的特点是,数控系统NC单元功能集成度高,单一总线布局且传输速度快( $\geq 1.5\text{Mbps}$ )。如西门子840 Dsl的负责NC差补、PLC解耦、耦合的功能模块就全部集成在NCU710.X单元一体上,通过Profinet总线与系统驱动、输入输出模块进行通信,因此,数控系统自诊断功能强大,并且NCU710.X单元的7段码LED指示以及状态指示灯也能够对系统异常进行快速判断。

对于磨刀机HMC-500数控系统就另当别论,因为HMC-500数控系统是20世纪的数控产品,受制于当时的IC设计制造与计算机应用水平,使得这一时期的数控系统主流设计思想就是多任务层

级，系统是多总线结构（主要是串行总线），并由多个具有单一功能的模块搭建而成。这就决定了数控系统不能对由其他层级的异常引发的故障做出快速而准确的自诊断。较为典型的数控系统有西门子810系列，FANUC6/7系列，FIDIA C2等。因此，对于多总线结构的数控系统必须仔细研究各个功能模块的功能及其在工作正常、异常时的状态，并进行试验对比，得出正确判断异常原因的可靠依据，否则，对故障机理混沌不清，得出的结论自相矛盾，而数控系统零部件采购周期又长，价格昂贵，一旦故障判断失误，将产生采购的零部件积压浪费，并导致设备长时间停机，设备利用率低，经济价值损失巨大。

分析故障原理可以借助鱼刺图工具，将可能导致某故障的所有原因全部列举出来，再通过精确的试验对比，将干扰项、无关项和疑似项一一剔除，最后得出的结论就是磨刀机故障点。因此，在这方面花费时间是必要和值得的。

(5) Interbus总线是机床PLC CPU对输入输出点位的子站接口单元的通信总线,其核心部件是下位控制器的INTERNAL PLC板。通过INTERNAL PLC板集成的Interbus接口,数控系统对机床的PLC子站如操作面板接口-BTL8、控制机床输入输出点位的总线接口模块——InterBus-S Interface Modul进行轮询访问。INTERNAL PLC板的工作状态由一个7段码LED指示,正常工作时应该显示“b.”,而此时状态显

示常亮的“0.”，则表示板件处于“RESET”状态，并未正常运行，原因可能是INTERNAL PLC板件硬件故障或者板件上用于存储PLC程序的固件失效。

(6) 初步诊断INTERNAL PLC板损坏，更换后，必须重新装载PLC用户程序PR\_PLCLV16，启动系统，此时板件状态改变，7段码显示常亮的“086.”，表示机床PLC运行中断，如图3所示。

(7) 由于此时机床报警不明确，已经无法运用INTERNAL PLC板的7段码状态指示灯以及测试点对故障进行诊断分析。必须利用HMC-500的PLC软件工具PLC-Programming对PLC的CPU进行在线诊断。

(8) 利用PLC工具PLC-Programming的Project功能对PLC组件进行诊断，发现逻辑地址为“6”的组件-机床操作面板-BTL8无法正常组态，操作面板指示灯也不亮，按键不起作用，说明BTL8板件故障。更换后，

机床报警消失，连续24h试机，HMC-500数控系统未再出现报警：“1.紧急停止”、“2.X坐标轴未准备好……”、“3.Y坐标轴未准备好……”、“7.机床气压压力故障”和“8.PLC Interbus总线错误”等，磨刀机恢复正常工作。

### 3. 多总线数控系统故障排查流程图

根据以上磨刀机“PLC典型故障”的维修过程，梳理出多总线数控系统故障排查流程，如图4所示。

### 4. 结语

对于多总线数控系统的工作异常情况必须清楚系统各个模块的功能以及相互之间通信的总线形式，分层检查总线的工作状态，当无法利用数控系统自诊断功能对疑难故障进行诊断时，采用数控系统软硬件结合的排故方法，可以高效排除机床疑难、复杂故障，节省维修费用，减少停机时间，提高机床利用率。

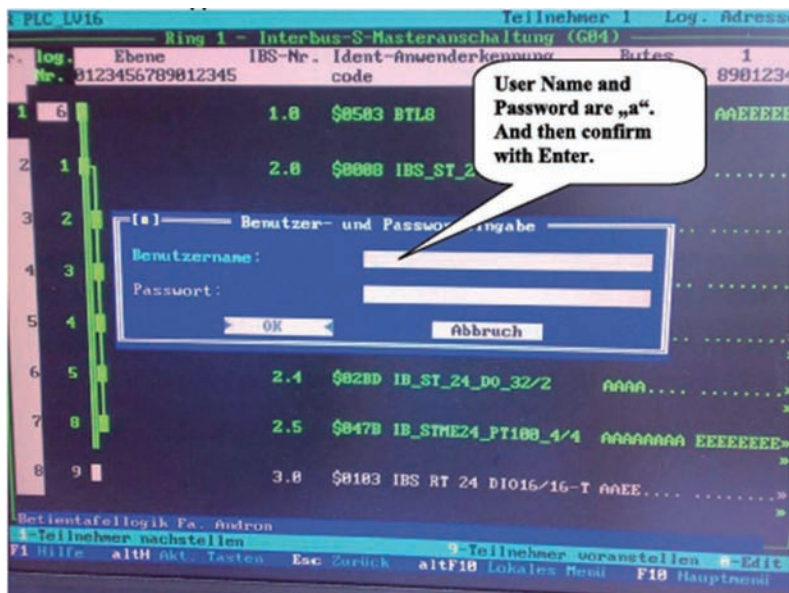


图3 INTERNAL PLC板固件装载

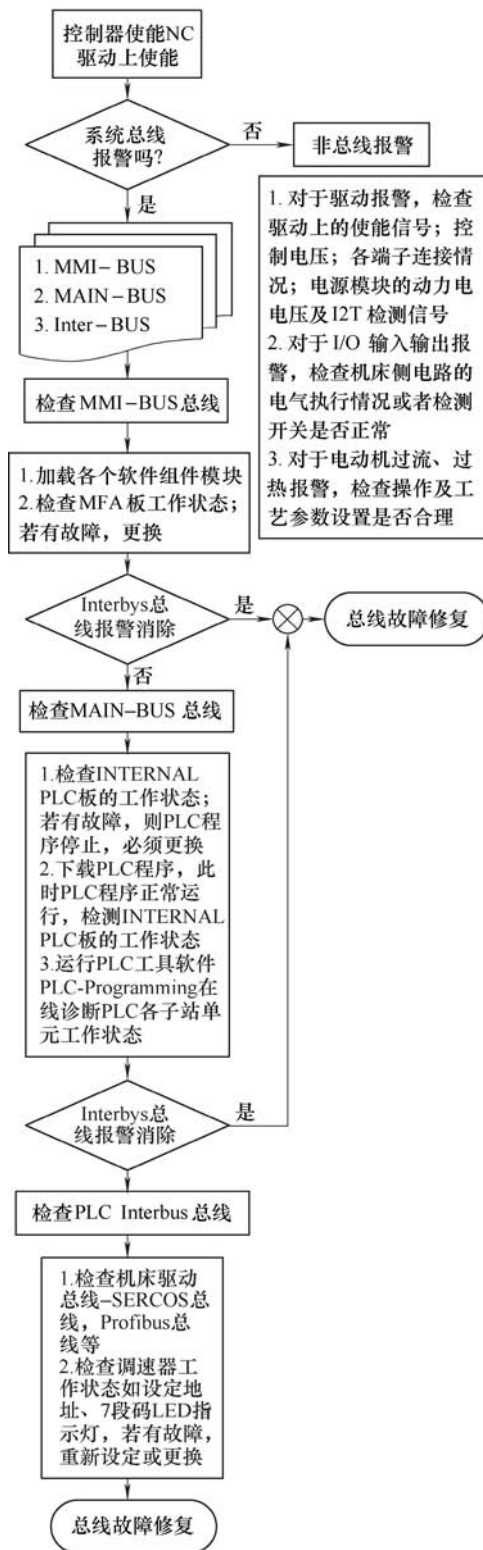


图 4

### 参考文献:

- [1] 潘海丽. 数控机床故障分析与维修[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2006: 138-149.

MW (收稿日期: 20170320)