

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.11.021

LK6804A 机床的数控化设计

景富军, 朱同兴

(中国兵器工业第五八研究所数控事业部, 四川 绵阳 621000)

摘要: 为满足 LK6804A 机床数控化配套需求, 设计了一套该机床的数控系统。采用德国西门子数控公司 840D 型数控散件模块和其它配套集成, 实现两轴进给控制、使用 PLC 实现开关信号控制并与 DMS 一起监控。该系统已投入实际使用。实践结果证明: 该套系统设计极具可行性和实用性, 充分激活了机床和系统功能, 具有很高的性价比。

关键词: 集成; PLC; DMS

中图分类号: TP277.2 **文献标志码:** A

Design of CNC System for LK6804A Machine

Jing Fujun, Zhu Tongxing

(Dept. of CNC Engineering, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

Abstract: For meet the needs of LK6804A machining's CNC transformation, we designed a numerical control system for the machine. Use the Germany's Siemens 840D CNC modules and other spare parts, integration and realized two axes feed control machine functions, and PLC realized switches control, the CNC and the DMS control act as monitor together. The system was used in the factory. The result shows that the design is feasible and practical, and activated the machine and the system functionality, highly cost-effective.

Keywords: integration; PLC; DMS

0 引言

LK6804A 卧式拉线机深孔螺旋拉床是西南自动化研究所自行设计、生产的专用配套机床。该机床采用一套德国西门子 840D 型数控系统和一套在线实时数据管理系统 (data management system, DMS) 等配套, 不仅能保证机床持续长久可靠地运行, 而且具有加工过程的运行方式监控、电机电流瞬时检测、全程数据记录、强化故障诊断、在异常发生后刀具能够沿原轨迹自动退出等特殊功能。为了实现机床数控化系统上述功能, 笔者对该数控系统进行了研究、设计、联调、使用。

1 系统配置

用户指定数控系统采用德国西门子 840D 型数控系统。考虑到机床 Z 直线进给轴数米深孔加工的长期可靠性及 C 轴旋转进给代替主轴旋转的稳定性, 两伺服电机功率配备余量大, 同时全闭环监控两轴运行实际过程。

如图 1, 该数控系统配置集成包括 NCU571.5 型 840D 数控系统模块、Z 轴及 C 轴伺服驱动电源功率控制模块、48 路开关量输入和 32 路开关量输出的 IM361 接口配套模块、Mini 电子手轮、强电

配套回路、完整的 DMS、配套 Z 轴的长度光栅与 C 轴的角度编码器和相应接口^[1-2], 构成系统闭环控制回路。

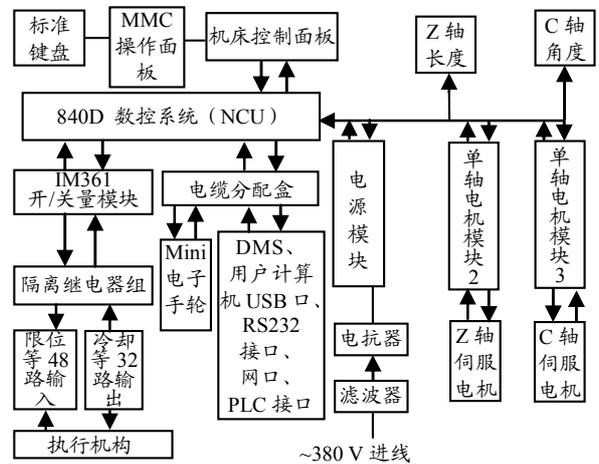


图 1 机床数控系统配置原理图

该数控系统通过 MPI 总线 ProFibus 方式电缆连接 2 轴进给驱动模块、NCU 和系统 MMC103 实现两进给轴控制; 伺服驱动电源模块采用三相 380 V 交流电源经交流稳压器、滤波器及电抗器处理供电, 具有过压、过流、欠压、过热、驱动正常就绪等自诊断保护功能; 通过两轴功率、单轴控制模块配合

收稿日期: 2011-07-21; 修回日期: 2011-08-29

作者简介: 景富军(1965—), 男, 四川人, 高级工程师, 从事自动控制、机床数控化技术研究。

驱动电机可实现拉线机床加工; 采用西门子 1FT6 系列伺服电机驱动, Z 轴电机用于控制进给返程和拉削, C 轴电机用于控制刀具旋转; 利用 6SN1118 单轴模块 X411/X412 接口反馈对应伺服电机速度, 利用 X421 接口反馈海德汉光栅尺检测的 Z 轴长度位置和 C 轴旋转角度 1 Vpp 正弦波信号, 实现数控系统 Z 轴和 C 轴全闭环控制^[1-2]。同时将光栅尺检测的 Z 轴长度位置和 C 轴旋转角度 TTL 信号分路到 DMS, DMS 检测监控各轴光栅瞬时位置, 保证了数控系统与 DMS 检测轴位置同步的一致性和及时性; 利用 6SN1118 单轴模块 X34 接口取得 Z 轴电机和 C 轴电机电流变化前馈瞬时值, 通过电流变换器随时将电机电流变化前馈瞬时值提供给 DMS 监控分析并提供给操作面板显示。

数控系统配置双 DC24V、10A 型开关电源, 其中一个专供数控系统 NCU 及系统操作面板部分, 另一个专用于 PLC 接口及机床外围 DC24V 信号; 另外专配开关电源供电 DMS; 上述各开关电源原边电压均通过隔离变压器交流供电 220 V, 副边 DC 电压输出不共地; 各供电回路独立使用, 大大提高了控制系统整体抗干扰力。

数控系统通过配置的 S7-300 型 PLC-IM361 模块扩展配套 48 路开关量输入和 32 路开关量输出接口^[2,4], 用于控制机床急停、Z 轴限位、两轴零点、冷却、润滑、Mini 手轮信号、驱动模块信号 48 及 63 等信号时序控制、各进给轴脉冲使能、DMS 应答系统运行方式、机床报警反馈、空调监控等信号。各输入和输出信号均通过继电器隔离和滤波处理, 进一步增强接口抗干扰能力。

数控系统 NC 编程符合 DIN 66025 标准, 具有国际通用高级语言编程特色的用户友好程序编程器和编程界面, 通过系统编程指南^[3]的学习可方便人工或编程软件的编程。

考虑到外界市电意外停电而系统此时必须要保存相关轴重要数据, 系统配置有 1 kW 功率、AC220V 在线式 UPS 电源和自动可靠切换的供电回路, 用于保证系统掉电后控制系统、PLC 及光栅回路的直流电源供电, 用于 DMS 激活停电中断信号并记录下当前进给轴位置数据及 PLC 当前相关接口状态, 用于 DMS 为系统再次正常上电工作生成相关轴轨迹退刀数据文件; 在市电掉电瞬间, 利用电源模块直流母线点 P600-M600 放电能量通过接触器转接到 P500-M500, 利用电源模块内部直流电源回路提供给 NCU、光栅等部件的工作电源维持在掉电与切换

过程处理程序时供电时间不短于 1 s^[2,4]; 隔离变压器不缺电时 KM 接触器线包断电, UPS 充电。隔离变压器缺电时 KM 接触器线包接通, 切换为 UPS 电源供电直流电源回路。UPS 供电时间不短于 3 min, 保证有足够时间用于 DMS 自动处理相关数据和文件。硬件切换强电回路如图 2。

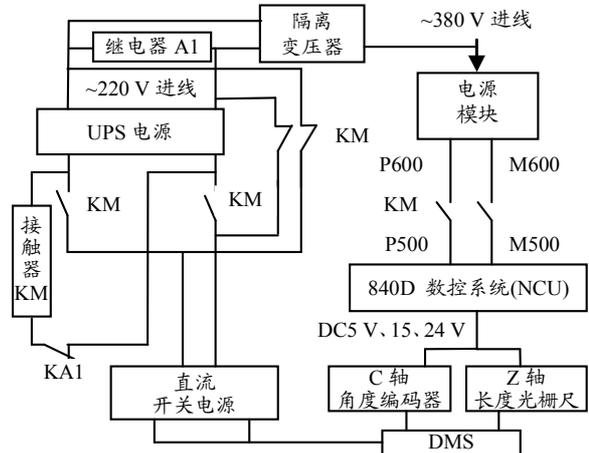


图 2 UPS 自动切换回路图

数控系统配置有硬盘、RS232 串行通讯接口、局域网接口和 USB 接口等相应功能, 用于保存、传送系统文件和数据到外界计算机或 DMS。

数控系统伺服电机通过皮带轮、精密减速机与精密滚珠丝杠副连接传动进给; 传动回路具有高扭转、适应自动传动控制快速响应、而且背隙、迟滞极小, 可以获得极高的重复定位精度和进给定位精度; 利用进给伺服电机自带的编码器和相应轴配套的光栅, 对机床机械传动部分位置进行全程绝对位置检测, 构成全闭环系统。

2 其它功能设计

840D 数控系统的机床控制面板采用铣床板控制面板, 利用面板上备用自定义按键设置单左行、单右行、倍率修调、功能失效、运行测试、换刀、收刀、冷却干预、润滑、报警应答、DMS 复位、系统电源启/停、空调启/停、急停等独特按键功能; 系统操作箱增装 Z、C 进给轴电流变化指示表; 进给倍率开关用于控制 Z、C 两进给轴速度调节。

系统内部定义了如冷却启/停位置、润滑流量、进刀速度等数十个全局变量, 设置了数十个 14512[**]位控标志和 14510[**]字单元, 可方便用户设置和改变加工需要的相关专用参数^[1-2,4-5]。

利用系统 NCU 的 X121 分线盒接口 4 个高速输入位和 4 个高速输出位与 DMS 的 I/O 连接构成模拟串行通信接口回路。部分通讯规约为: 串行模拟

通信同步时钟采用 PLC 循环周期，通常 PLC 周期为 8/16 ms，每 2 个 PLC 周期传送一个数据位；片选信号低电平有效，每传送完一类信息片选置“1”，再次传送片选置“0”；每类信息传送有效数据前加一个字节，作为当前传送信息标示。例如：字节值为“01”，表示传送程序名称，字节值为“02”，表示传送工件编号，字节值为“03”表示传送机床坐标值等。采用求和校验方式对传送信息计算校验，因此在有效信息后附加 2 个和值字节。系统 PLC 向 DMS 发送数据，PLC 通过 HSO0 向 DMS 请求发送 RTS，DMS 接收 RTS 并就绪后经 HSI0 通知 PLC，PLC 使 HSO0=0 后经 HSO2 发送串行数据 TXD；PLC 接收的 DMS 发送数据，PLC 通过 HSO1 向 DMS 发送终端准备好 DTR，DMS 接受 DTR 并就绪后经 HSI1 通知 PLC，PLC 使 HSO1=0 后经 HSI2 接受串行数据 RXD；PLC 发送时钟 TXC 或接收时钟 RXC 均由 PLC 通过 HSO3 编程实现。HSI O 接口信号在 NC 和 PLC 的 I/O 模块之间的传递时间在 0.5 ms 左右；如果 DMS 接收或者发送过程中出现异常，则 DMS 经 PLC 的 HSI3 向 PLC 发送异常中断停止信号。对应通讯接口硬件连接示意如图 3。

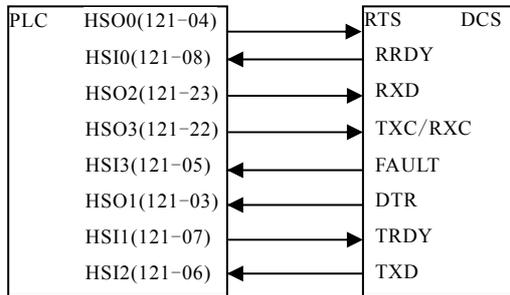


图 3 X121 高速接口与 DCS 接口图

3 DMS 功能说明

DMS 与西门子 840D 数控系统共同完成工件加工与过程监控。DMS 接口连接原理如图 4。DMS 与 840D 数控系统采用弱电耦合的集成方式，将运动控制与状态监控有机的统一起来，双方既可以单独工作，也协调工作。而这些功能的实现，仅靠通过触摸屏设置参数与系统操作按键就可方便地完成。DMS 主要实现功能有：设置加工相关的工艺参数并能最终自动生成符合工艺要求和过程安全的 G 代码多类型加工程序，为数控系统提供程序输入；对加工过程进行参数配置的监控，包括数控系统运行方式、轴运动轨迹、电机电流等模拟量；一旦检测到某项异常，DMS 立即向 840D 和用户报警，以获得相应的处理，从而大大提高加工过程的安全性；

DMS 采用标准的 Windows 界面，12 寸触摸屏可直观操作参数、程序、诊断等功能；60GB 的硬盘和 USB 接口及局网接口便于用户管理系统数据功能。

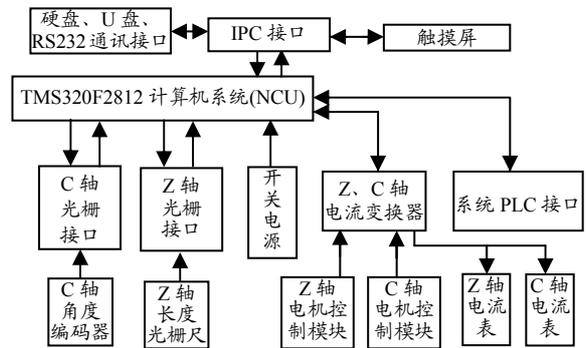


图 4 DMS 接口原理图

4 报警信息监控

冷却泵故障、润滑油泵故障、行程超限故障、电源模块故障、驱动模块故障、840D 系统故障、单轴位置超差故障、轴联动位置超差故障、电机负载电流超差、空调器故障、紧急停止故障、DMS 系统故障、系统与 DMS 通信出错故障等报警信号的处理，均在数控系统及 DMS 系统内部进行，并在两系统显著位置提示用户。如遇影响加工精度的报警信号则停机待检，并利用电源三色指示灯闪烁等提示操作者，进一步保证用户对系统报警过程的及时监控和处理；数控系统加工精度机床无法保证时，启动螺补功能，可调节加工精度的提高；数控系统设置有 Z 轴硬、软限位开关，可确保机械加工过程行程的安全性和可靠性^[1,4-5]。

5 结束语

经过设计、配装、联机调试和使用，该机床数控系统功能和机械加工精度达到用户要求，具有性价比高、可靠性高、抗干扰力强、专用性强等特点，为机床数控化系统配套提供了较好的解决方案和实际案例。

参考文献：

[1] SINUMERIK 810D/840D 操作指南[Z]. 北京：西门子(中国)有限公司, 2006.
 [2] SINUMERIK 810D/840D 简明调试指南[Z]. 北京：西门子(中国)有限公司, 2006.
 [3] SINUMERIK 810D/840D 编程指南[Z]. 北京：西门子(中国)有限公司, 2006.
 [4] SINUMERIK 810D/840D 功能描述[Z]. 北京：西门子(中国)有限公司, 2006.
 [5] SINUMERIK DOC ON CD 光盘资料[Z]. 北京：西门子(中国)有限公司, 2010.