

CK45 - 600X3 机床的数控化控制

景富军, 刘玲, 王新科, 范华献

(中国兵器工业第五八研究所 机械电气部, 四川 绵阳 621000)

摘要: 利用德国西门子数控公司 828D 型号数控系统模块、增添插补进给轴结构等平台, 设计了 CK45 - 600X3 型号机床复合功能的伺服驱动、PLC 编程的开关信号检测、12 工位刀塔控制等功能, 并与视频监控系统等一起完善了机床数控化的控制需求, 整机系统已用于实践。结果表明, 该套整机系统充分激活了机床和数控系统功能, 可行性和实用性很强, 具有很高的性价比。

关键词: 数控机床; 安全性; PLC; 伺服驱动; 信号检测; 刀塔控制

本文引用格式: 景富军, 刘玲, 王新科, 等. CK45 - 600X3 机床的数控化控制[J]. 四川兵工学报, 2014(11): 92 - 94.

中图分类号: TH116

文献标识码: A

文章编号: 1006 - 0707(2014)11 - 0092 - 04

Control of CNC System for CK45-600X3 Machine

JING Fu-jun, LIU Ling, WANG Xin-ke, FAN Hua-xian

(Department of Mechanical & Electrical, No. 58 Research Institute of
China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

Abstract: Using the platforms on the Germany's Siemens NC Company 828D CNC modules, additional interpolation Axis structure etc, we design servo drives, switches sign check on PLC program, and 12 station turret control for the function of the CK45-600X3 Machine composited, and from a complete with video supervisory control system perfected the machine CNC control needs. The system was put into practices. The result shows that, the machine system is activated on the mechanical and the CNC functionality, was feasible and practical, and highly cost-effective.

Key words: CNC machine; safety; PLC; servo drives; sign check; turret control

Citation format: JING Fu-jun, LIU Ling, WANG Xin-ke, et al. Control of CNC System for CK45-600X3 Machine[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2014(11): 92 - 94.

考虑到工件加工对象需要实现车削、钻孔、铣镗等功能, 针对选用的 CK45 - 600X3 型号斜床身机床的通用结构和专用机床功能实现的设计方案涉及整机系统加工过程的增设功能和可靠性要求, 配置了一套德国西门子 828D 型号数控系统的控制功能、驱动进给、PLC 接口、操作显示、机床操作等功能模块平台, 经过二次开发数控系统专用功能灵活地与该型号机床、机床专用配套部件、机床防护、监控系统、液压系统、动力刀塔、冷却系统等融为有机整体, 实现机床数控化复合功能控制。

1 整机结构设计

考虑到选用的 CK45 - 600X3 型号 45° 斜床身通用结构可以实现车床加工需求功能但无法实现铣削等功能要求, 结合整机结构和功能的实际需要, 增设了垂直于 Z 轴传动进给结构的 Y 轴进给传动机构并与 12 工位刀塔固定装置一起配装于 X 轴的传动斜面, 添置机床主轴系统的安装结构和 X 轴进给的传动机构, 再配以手动尾座、排屑系统、冷却液供给和排泄回路、主轴抱闸机构、进给伺服电机及配套电缆配装的

多级坦克链保护机构等,组成的整机系统机械结构内部总体布局(隐藏机床防护罩等)如图1三维模型所示。

整体机床设计时在加工区设计有固定喷头的冷却液回路。冷却液区间配套成斜面流动,通过机床防护罩限制冷却液的连续冲刷区间,使含有工件铁屑、粉末的冷却液顺畅排出加工区域。

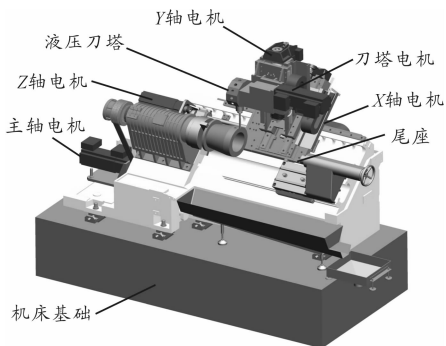


图1 整机系统机械结构内部总体布局的三维模型

机床尾座用于在切削加工时支撑工件端面的平稳性,保障加工工件的定位需求。尾座的导向依靠床身上的矩形导轨,在由Z轴滑板移动到定位后,采用压板固定定位。尾座600mm最大行程能满足实际使用要求。

提供大容量手动润滑装置用于工件加工间歇期间人工手动润滑机床导轨、丝杠等传动部件,充分保障整机传动部件润滑的实际需要。

增添各种电器配套连接装置、多级坦克链、冷却液和液压站管路、机床信号装配等结构附件;机床床身内部合理布局增添的加强筋结构更利于保障床身整体刚度和承载能力的实际需求。

通过在机床加工区增装防爆摄像机实现对工件加工过程的实时监视控制。监控系统主要由防爆摄像机、监视器、硬盘录像机、DC24V低电压机床防爆LED照明灯等组成。摄像机及照明灯安装在机床的防护罩上,监视在机床加工区的实际工况;监视器装置于操作台正面,方便人工实时监视和加工管理;通过1T容量硬盘录像机长期保存相关图像资料;通过专用鼠标操作实现监视过程图像资料的录像、重放、选择性剪辑、加工过程的分析和判断等。

上述措施的实施可进一步保障机床系统接口、操作、加工过程的实用可靠性。

2 数控系统设计

考虑德国西门子数控公司828D最新型号的PPU26数控系统能实现如下功能:10.4" TFT彩色液晶显示器和全功能键盘操作界面;支持单通道的卧式和立式加工中心控制;最多可以控制8个轴运动,可联动轴数4轴(包括主轴);购置功能独立的车削和铣削系统软件为二次开发数控系统功能提供实用平台,属于车铣复合机床的优选系统;系统无位置定位及发射装置,用户可根据需要安放在任意场所,并可根

据需要变更安放场地;系统图形化编程和加工过程可以自动模拟和控制;系统运行方式包括手动、MDA单段、自动;配套CF卡、USB和网口的方便使用有利于系统与外界的数据交换;配置一块72路开关量输入、48路开关量输出I/O模块充分接口整机系统的相关信号并有充分余量进一步扩展;系统给定伺服进给电机输出分辨率0.001mm,进给伺服电机重复定位精度0.005mm,能满足本机床的加工精度要求^[1,2]。上述特点决定了选用该型号数控系统配套CK45-600X3型专用机床控制功能可以满足实际需要。

整机数控系统由操作台、控制柜、机床床身配套伺服电机和配套电缆、机床开关接口及转接电缆等主要器件组成。操作台由选用的西门子828D数控系统及显示模块、MMC483机床控制模块、开关量I/O接口模块、显示加工过程摄像的监视器和1T存储容量的硬盘等组成;控制柜由机床强电回路、伺服电机驱动回路、中间继电器隔离回路等构成;整机外围配套件由信号转接箱、刀塔控制、液压站驱动、机床轴零点及限位开关、机床防爆照明灯、冷却控制、手动润滑、对刀Mini电子手轮等回路组成^[1,2]。数控系统原理配置图如图2所示。

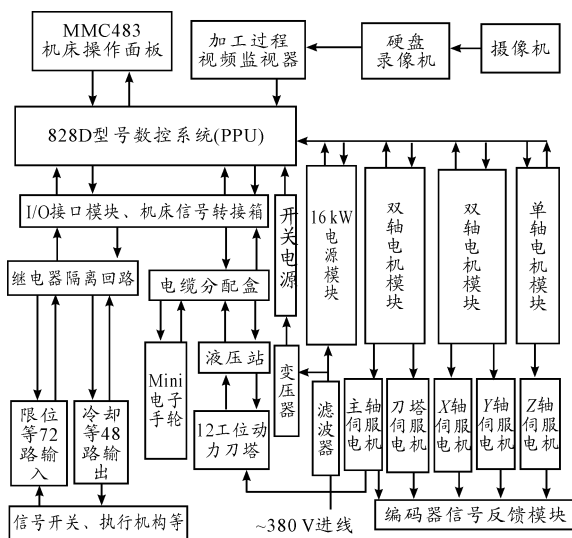


图2 828D型号数控系统配置原理图

数控系统配置一个DC24V、20A型开关电源提供数控系统、驱动模块等的DC用电;另配一个DC12V、1A型的本安型开关电源供电机床床身相关开关信号。上述开关电源的原边AC220V电压均通过隔离变压器的副边分组供电。各供电回路独立工作,能极大提高控制系统整体抗干扰力。

采用AC380V三相电源经滤波器处理供电16kW电源模块提供电机驱动电能。电源模块具有过压、过流、欠压、过热、驱动正常就绪等自诊断保护回路功能;数控系统通过Drive-CLiQ总线接口结合2个双轴、一个单轴Sinamics Combi模块分别驱动5个1FS6系列伺服电机的运动;5个伺服电机的编码器速度反馈信号通过一个DMC20集线器与5个SMC30模块的sin/cos信号模块接口和电机驱动模块回路一起构成半闭环给控制系统。

通过编制实用的 PLC 程序实现 I/O 模块接口机床急停、进给轴限位、机床零点、冷却、润滑、Mini 手轮信号、模块驱动等信号的瞬时状态、时序控制、进给轴脉冲使能、应答系统运行方式、机床报警等信号检测控制。机床床身所有开关信号选用非接触电感式传感器。该类传感器工作电压 DC12V, 它们经过高质量的屏蔽电缆和外套软管保护分别连接到信号转接箱后, 再通过光电耦合器隔离, 转接电缆再分别对接到动力间的控制柜和操作间的数控系统操作台等接口, 充分保障各开关信号的安全可靠性连接和数控系统抗干扰能力和性能。

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辑器和编程界面, 通过系统基础编程手册^[3]的学习可方便人工编程或编程软件的后置变通处理。考虑到机床 X、Y 轴间 45° 斜轴进给结构的特殊功能, 充分利用 828D 型号数控系统具有的轴间偶合联动软件功能, 通过编制多个转换软件子程序得以实现加工需要, 具有特殊性^[3-5]。

数控系统采用铣床面板控制模块。利用机床控制面板上 15 个备用自定义按键定义手动冷却、冷却液加热干预、刀具设置、程序双键自动启/停、主轴抱闸控制等独特功能, 丰富了数控系统控制功能。

3 其他控制设计

冷却系统主要由冷却箱、2 个并用冷却泵 (每个冷却泵功率 200 W、1450RPM, 其中一个备用)、冷却液温度控制箱、冷却液加热器及冷却管路等组成。冷却系统放置于控制柜房间, 通过冷却管路将冷却液送至专用机床加工间的刀塔冷却液喷头。数控系统控制电磁阀向冷却箱供冷却液。冷却箱上配置有相应的冷却液位上、下液位监测开关, 数控系统根据监测结果自动切换供水阀的打开/关闭; 冷却液加热器主要保证冷却液的温度在设定的范围内, 直接安装在冷却箱旁, 通过自定义按键功能手动启动/停止冷却液的加热与否, 既节能又灵活地保障冷却液的流动可用性。数控系统自动监控两冷却泵回路的工作状况、冷却液管真实压力并自动实现两冷却液回路功用的正常切换, 并及时提示或急停报警冷却回路的故障信息。

液压系统由液压站、液压管及配套接口、供电回路、电磁阀、PLC 接口等组成, 放置于控制柜房间。液压系统推动动力刀塔的可靠啮合动作并自动检测液压回路的畅通供压实际状况。

增加 2 路压力监测回路, 随时检测冷却液回路压力、刀塔回路液压压力的真实性能, 确认冷却液是否真流、刀塔液压压力是否存在, 进一步完善了整机系统的实效控制和可靠性性能。

选用 DUPLOMATIC 公司生产的 12 工位动力刀塔控制机床系统的刀具转动和换刀工作。该刀塔配套单个伺服电机驱动, 刀具转动或刀塔换刀的实现依靠液压站配合推动切换; 刀塔上配置直角动力刀座 (径向) 和直刀座 (轴向) 各一

件, 分别完成工件的轴向和径向换向加工; 刀塔上的刀具旋转完成工件端面及圆柱面上的钻孔、铣削等加工。动力刀塔上的刀塔转位实现换刀功能并配合主轴旋转完成工件车削等加工。通过编制 NC 程序联手 PLC 程序实现系统内部数据区的信息共享, 从而推动液压站动作、动力刀塔或刀具啮合、刀塔或刀具零点信号的识别、刀塔或刀具转动条件判断、对驱动伺服电机的速度给定和位置判断的时序处理、就近换刀算法的编程链接、刀塔动作时序的充分保障、刀塔过载等报警判断等功能的综合应用实现刀塔或刀具转动功能的控制。刀塔转动控制过程框图如图 3 所示。

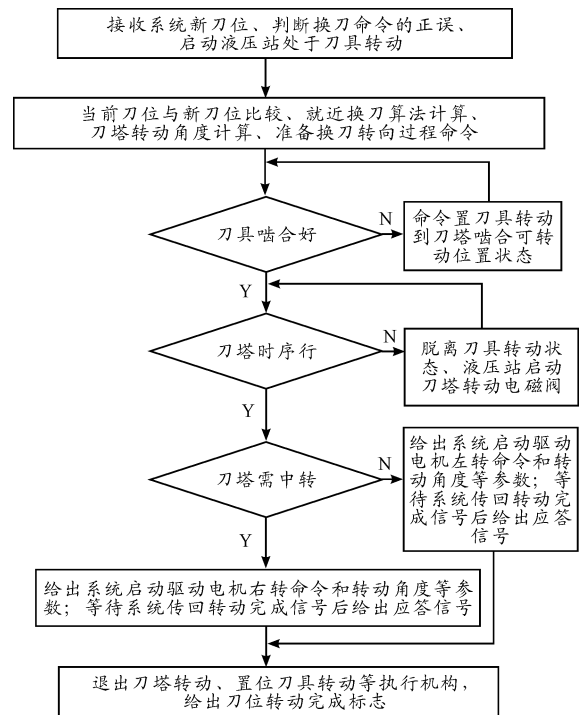


图 3 刀塔转动控制过程框图

考虑到加工过程的可控性, 设置了机床加工区门开关、床身防护门开关、加工间门开关等信号监测, 只有这些信号都接通系统自动加工才能成为可能; 考虑到加工操作的专用性, 在操作台装配有专用的“程序启动”、“程序停止”。操作柜、控制柜、电子手轮上都分别配置有“急停”按钮可提供多方位的安全急停操作; 只有当“程序启动”和系统程序“自动启动”按键同时按下, 程序自动加工才会有效; 只要“程序停止”或系统程序“暂停”按钮或“急停”开关任意一个有效, 系统自动加工过程都可停顿, 有利于及时响应停止加工过程控制, 避免部分误操作可减免机床、工件等可能的部分损失; 在机床加工间配挂有西门子数控公司生产的 Mini 型电子手轮, 方便操作对刀。

有效消除工件在加工过程产生的静电是必需的。将防护门、动力刀塔、机床床体等单独引接地线埋进大地; 数控系统、操作台、控制柜等其他接地点共地另引接地线接入大地, 充分保障设备用电的安全。

亮区域中的一个关键点和测试图像黑暗区域的一个关键点,通过 SIFT 算法,有可能成为正确的匹配对。但是在我们提出的改进算法中,自适应阈值可以剔除这些错误匹配,在特定区域,提高了关键点匹配精度。

3 实验结果

本实验采用车载红外热像仪拍摄的视频图像,利用 Matlab(Matlab7.9)在 PC 机(Intel Core 2 Duo CPU E8400 3.0 GHz,2GB RAM)上进行仿真。图 3 和图 4 给出了原始 SIFT 算法与自适应阈值选取的改进 SIFT 算法仿真对比结果。从结果中可以看出,采用原始 SIFT 算法存在较多误匹配,匹配精度低。而采用本文提出改进算法,误匹配明显减少,匹配精度高。

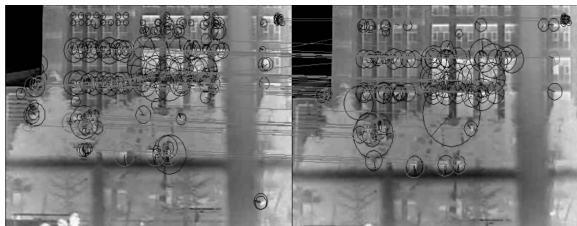


图 3 原始 SIFT 算法

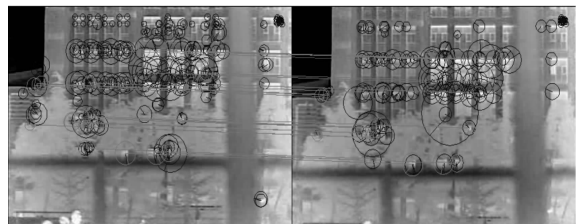


图 4 自适应阈值选取的改进 SIFT 算法

4 结论

本文针对 SIFT 算法中阈值选择不当对图像匹配的影响,提出一种自适应阈值选取的改进 SIFT 算法,较好地剔除了图像匹配时的不稳定关键点。实验结果表明,使用本文提出的改进算法,与原始 SIFT 算法相比,明显提高了关键点匹配精度。

参考文献:

- [1] 张勇,王新赛,李明明,等.一种鲁棒的车载红外视频电子稳像算法[J].强激光与粒子束,2013,25(4):853-857.
- [2] David G. Lowe. Object Recognition from Local Scale-Invariant Features [C]. Proc. of the International Conference on Computer Vision, Corfu, Greece, 1999.
- [3] David G. Lowe. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints [C]. Proc. of the International Journal of Computer Vision, 2004, 60(2): 91-110.
- [4] Edward Rosten, T. Drummond. Fusing points and lines for high performance tracking [C]. In ICCV, 2005: 1508-1515.
- [5] Elmar Mair, Gregory D. Hager, Darius Burschka. Adaptive and generic corner detection based on the accelerated segment test [C]. In ECCV, 2010: 183-196.
- [6] Matsushita Y, O fek E, Tang X, et al. Full-frame video stabilization with motion inpainting [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2006, 28(7): 1150-1163.

(责任编辑 周江川)

(上接第 94 页)编码器反馈、冷却泵、液压站、动力刀塔、紧急停止、运行过程限位等器件故障报警信号的处理,均通过数控系统报警处理软件和 PLC 开发的实用程序自动处理(响应动作作为系统提示、暂停、急停待修等)并在系统面板右上角显著位置每隔 3 s 时间轮流显示相关报警信息;数控系统配置有进给轴的硬、软件限位开关,可确保工件加工过程行程的安全性和可靠性要求^[1,4,5]。

4 结束语

经过整机结构和数控系统的具体设计制造、装配联调和使用,该套复合机床的数控系统功能和机械加工精度等达到了用户需求,具有专用性强、易于扩展、抗干扰力强、可靠性高等显著特点,为专用机床数控化配套设计和控制提供了很好地解决方案和实际应用范例^[1-2]。

参考文献:

- [1] 西门子(中国)有限公司. SINUMERIK 828D/828DBASIC 简明调试手册[Z]. 北京:西门子(中国)有限公司工业业务领域 驱动技术集团,2012.
- [2] 景富军,朱同兴. LK6804A 机床的数控化设计[J]. 兵工自动化,2011,30(11):78-80.
- [3] 西门子(中国)有限公司. SINUMERIK 828D SINAMICS S120. 参数描述[Z]. 北京:西门子(中国)有限公司工业业务领域 驱动技术集团,2012.
- [4] 西门子(中国)有限公司. SINUMERIK 840D/828D 基础部分编程手册[Z]. 北京:西门子(中国)有限公司工业业务领域 驱动技术集团,2012.
- [5] 西门子(中国)有限公司. SINUMERIK 828D 诊断说明[Z]. 北京:西门子(中国)有限公司工业业务领域 驱动技术集团,2012.

(责任编辑 杨继森)