

基于 XBee-PRO 的数控机床数据传输系统设计

潘清眉, 鲍 敏, 徐莉振, 周晓伟

(浙江理工大学 机械与自动控制学院, 杭州 310018)

摘 要: 针对部分老式数控机床依赖机床提供的 RS232 和 RS485 串口通信接口与外界进行数据交换的通信方式以及有限的机床内存空间等问题,提出了利用 XBee-PRO 模块的 ZigBee 无线通讯,将数据存储于中间层存储芯片中。本系统提供的可视化操作界面便于操作者查看操作指令文件并记载传输文件。论文提供了一个方便而又快捷有效的数据传输系统,完成了数控程序的一体化管理系统的研制,并进行应用测试。

关键词: XBee-PRO; ZigBee; ATmega 16 L; 数控机床; 数据传输

中图分类号: TG502. 35 **文献标识码:** A

0 引 言

随着自动化技术和无线通信技术的高速发展,使数控机床拥有双向、高速的联网通讯功能已是工业生产的需要。依靠有线方式传输或者手工输入进行数控加工程序变更的机床,将很难适应多批次少量的定制化生产。部分老式数控系统,存储数控文件的空间是有限的,当加工程序较多,操作者不得不重复的进行删除和键入,频繁重复的数控输入操作浪费了大量的时间,也影响程序的稳定性,直接影响数控机床的工作效率^[1]。

针对上述问题,本系统采用 ZigBee 无线通讯,它所使用的 Zigbee 协议栈是较方便的无线网络协议栈,适用于低功耗、短距离、低速率的传输环境,可解决数控机床无线传输和对多个数控操作文件的保存、选择和传输功能。通过快速、便捷和稳定的 Zig-Bee 无线网络传送数控文件,它可以改变程序的手动输入和单机输入的费时局面,实现长距离数控文件的传输,既保证了系统的可靠性,也降低了 DNC 的投入成本。

1 数据传输系统结构设计

本系统的通信采用 ZigBee^[2-3] 无线网络,它是

一种高效、可靠的无线数据传输网络,名字来自于蜜蜂通过跳 ZigZag 形状的舞蹈来告知同伴新发现的食物源位置等信息,这是蜜蜂之间一种简单传达信息的方式。ZigBee 具有低功耗、低成本、短时延、网络容量大、数据传输可靠等特点,主要适用于自动控制、传输、传感、监控和远程控制等领域。

本系统包括上位机的发送端、下位机的数据接收端和终端显示三部分。硬件部分包括无线模块、处理器模块、串口扩展模块、存储模块、显示模块、电源模块以及接口电路。无线模块负责数据的接收和发送;处理器模块负责对数据的封包、拆包以及数据的转发;存储模块实现对数控程序文件的存储;电源模块以及相应的串口模块和接口电路共同实现电路的正常工作。图 1 为系统硬件模块图。

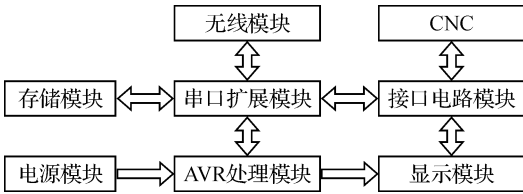


图 1 系统硬件模块

1.1 处理器模块

本系统采用的是 AVR 单片机的 ATmega 16L

处理器^[4],该芯片采用 Harvard 结构,具有独立的程序总线 and 数据总线,程序存储器的指令通过一级流水线运行,这样能提高整个芯片的性能和并行性,符合本系统的要求。

ATmega16L 芯片的 B 口与扩展芯片连接,控制选择与哪个子串口进行通讯并控制子串口数据流方向的流通。XTALI2 和 XTALI3 连接 8 MHz 的晶振,使得单片机能产生稳定的时钟频率。单片机

的指令周期等都是按照该晶振频率来计算的。PA 口用来选做按钮开关,所有的开关都采用硬件防抖技术,从而保证开关的安全使用。PD 口不同的位分别有不同的功能,PD0、PD1 分别连接扩展芯片的母口通道接收和发射引脚,PD2 连接扩展芯片的 MS 引脚,控制选择模式,PD4 和 PD5 是连接 XBee-PRO 的 RTS 和 CTS 引脚,控制数据流。图 2 为 ATmega16L 外围电路连接原理图。

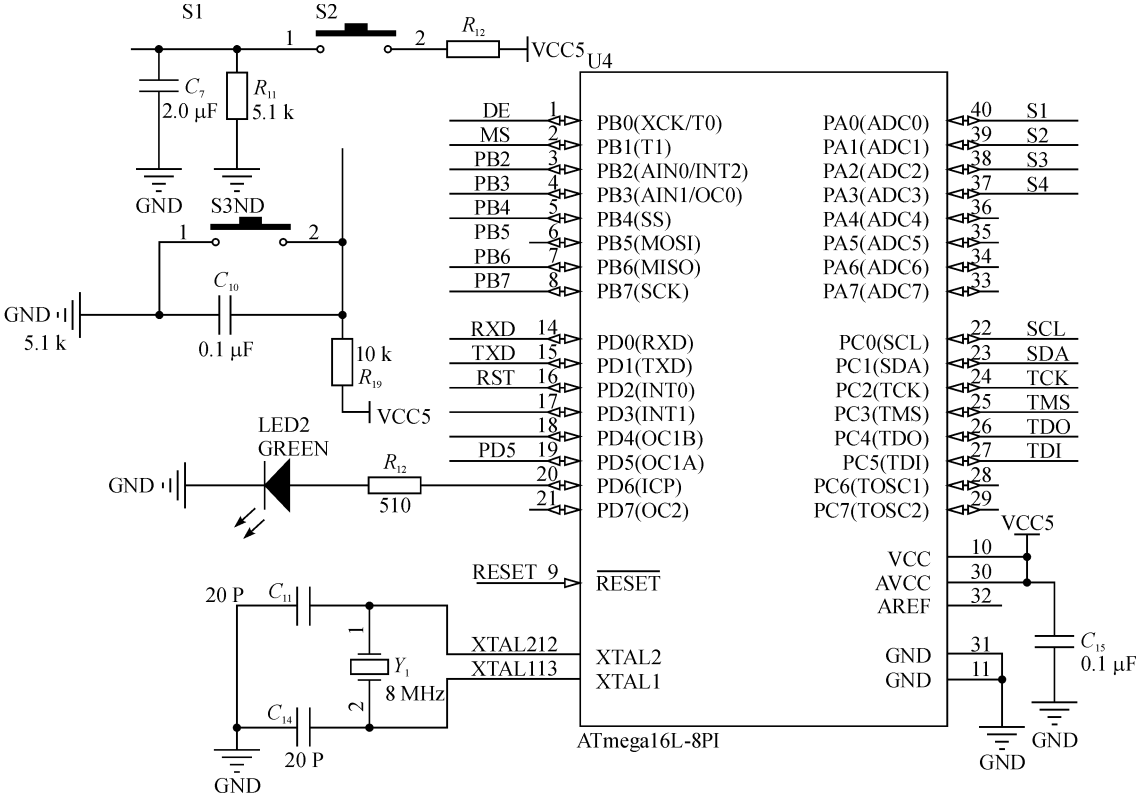


图2 ATmega16 L 外围电路连接原理

1.2 通信模块

系统采用 DIGI 公司的 XBee-PRO 模块作为无线传输模块,该模块与 XBee 模块相比在传输距离和接收灵敏度都有较明显的优势。具有对等网,点对点网以及点对多网络三种组网模式。XBee-PRO 模块使用接口方便功耗较低,传输速度合适,适合在机床工厂里的使用,因此本系统选择该模块。

整个终端接收的数据,可能会遇到因大量串行数据输入模块而造成 DI 缓冲溢出的问题,本系统启用 XBee 模块的 CTS 流控制来避免该问题。作为终端的节点接收模块,当没有任务时使其处于休眠模式以减少耗电^[5]。

1.3 串口扩展部分

本系统中,单片机需要与无线通信模块、显示模块以及存储模块之间进行数据的交换,这些都需要

经过串口,而 ATmega 16 芯片只有 2 个可编程的串行 USART,不满足系统的要求,因此需要对串口进行扩展。通常情况下,采用三总线方式(数据总线、地址总线和控制总线)扩展芯片的功能。但是这种方式布线过多,易受干扰。因此本系统采用具有串口扩展外接的 GM8125^[6] 芯片。图 3 为 GM8125 外围电路连接图。

系统中 GM8125 芯片母串口管脚与 ATmega16 L 引脚相连,输出引脚分别是与 MAX23、MAX485、XBee-PRO 相连。其工作流程为:ATmea16L 先向地址 STADD2~0 送入选择发送的子串口的地址,再经过 ATmega16L 的 TXD 口向母串口发送要传输的数据,若选择另一个子串口,则改变 STADD2~0 的值即可,这里的 STADD2~0 分别有 PD4、PD5、以及 PD6 引脚控制。需要注意的是,在选用

多通道模式的时候,母串口的波特率将是子串口的 6 倍,因此,当只对一个子串口进行发送数据时,必须对母串口进行延时操作,或对母串口传输无效的

数据来实现,具体方法是将地址线 STDDA2~0 全设置为 0,这里的 STDDA2~0 分别有 PA5、PA6 以及 PA7 控制,再对母串口输入 0x00 即可。

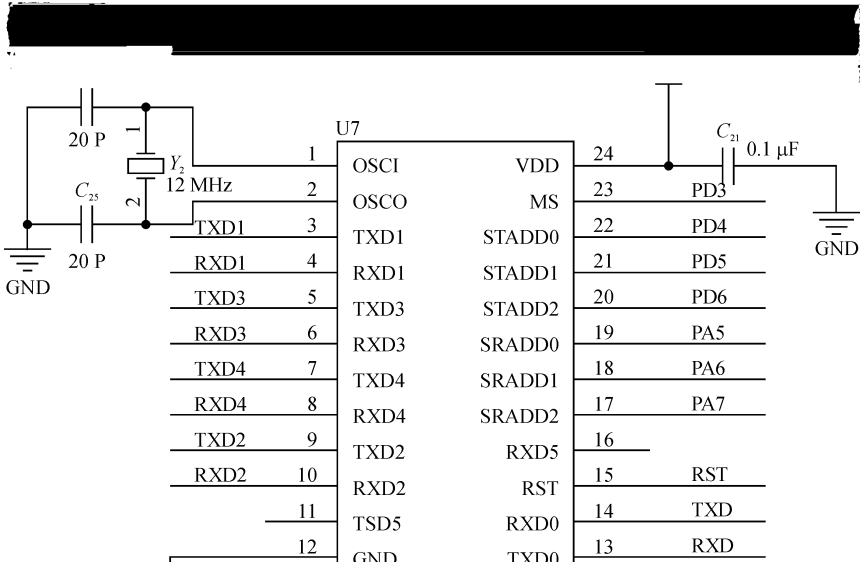


图 3 GM8125 外围电路连接图

1.4 存储器部分

设计采用串口接口的 Flash 存储芯片 AT45DB321D,拥有 32 M 的存储空间,方便与串口相接。本系统的存储部分是用来保存大量的数控机床的数控程序文件,一个数控文件大小为几百 K 至 1 M,32 M 容量可以存放至少 20 个文件,可供机床选择,而 ATmega16 L 的片内存储单元不能满足要求,所以对此进行相应的扩展。

1.5 电源模块及其他设计要点

本系统直接使用从设备数控附属电源接出的 24 V 电压或者 12 V 电压进行转换。部分老式机床的附属电源提供的电压虽然已经是直流电压,但是

还是含有少许的交流成分,使得提供的电压的质量不高。为了得到质量更好的直流电压,可以利用电容对直流成分和交流成分不同的电抗特性,滤去电压中的交流成分,而保持直流成分,使波形平滑,接近理想的直流成分。因此在电路中都需要加个大电容,使得回放电路时间常数 RC 较大,则输出电压波较为理想。

系统中单片机及其它芯片需要的电压分别是 5 V 和 3.3 V,因此需要对电压进行相应的转化,保证芯片的正常运行。本系统中 DC/DC24 V 转 5 V 的电压使用的是 WB2405D-6 W 电源模块。图 4 为 24 V 转 5 V 电路连接图。

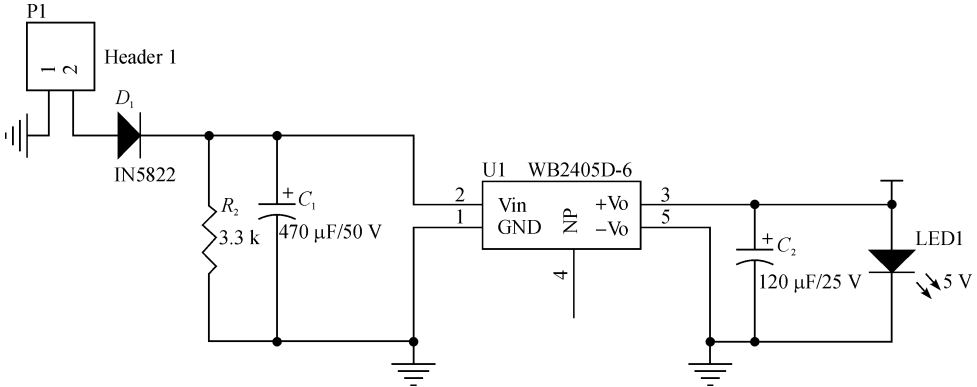


图 4 24 V 转 5 V 电路连接

WB2405D-6 W 电源模块有电压隔离的效果,满足系统的需要。但是该模块的输入电路对正负极极性没有反接保护功能,因此需要在电路的输入端

口串接一个二极管,不仅用于保护电路、防止电流逆流,还起着降压的作用。

当使用的电压为机床提供的为 12 V 电压时,此

时使用的电源模块型号是 WB1205D-6 W,其电路连接图与 WB2405D-6 W 的电路连接图相同。

将 DC5 V 转 3.3 V 使用芯片型号为 SPX1117-3.3 V。根据 SPX1117-3.3 V 芯片的使用手册可知,在其输出端连接一个 22 μ F 的钽电容用于改善瞬态响应和稳定性。图 5 为 5 V 转 3.3 V 电路接连图。

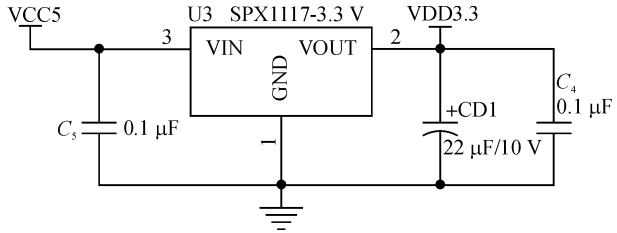


图 5 5 V 转 3.3 V 电路连接

2 软件设计

一个完整的 ZigBee 无线数据传输系统由监控主机、ZigBee 无线网络以及接收终端组成。系统的结构如图 6 所示,在试验过程中,使用 PC 机代替机床进行试验传输。

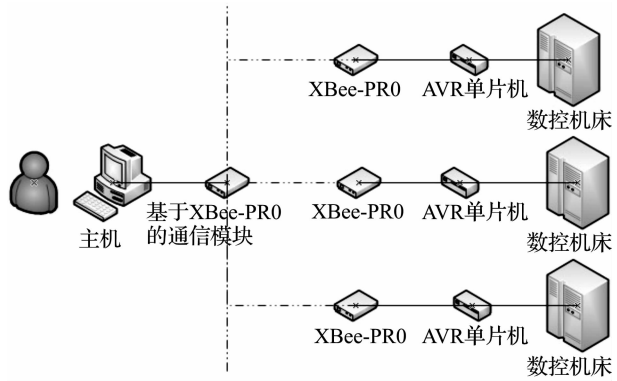


图 6 系统的结构

软件模块主要包括上位机的主机监控界面、网络节点的设计以及终端显示界面的设计。图 7 为系统网络构建流程图。

2.1 上位机的软件设计

本系统的监控主机软件设计分为 3 大块: UI 界面部分、数据库操作部分和串口的收发部分。UI 主要完成用户操作界面与数据库显示界面以及用户操作记录显示;数据库操作包括发送日志存储和文件数据存储;串口收发是根据 Zigbee 协议处理数据,完成点对多的选择性发送以及接收,并检测发送效果,接收端未接受到数据进行重发,并带有版本校验功能。

本系统中共建立了两个 Hashtable,一个是用来存放机床号和终端的 16 位 IP 地址,当终端进入

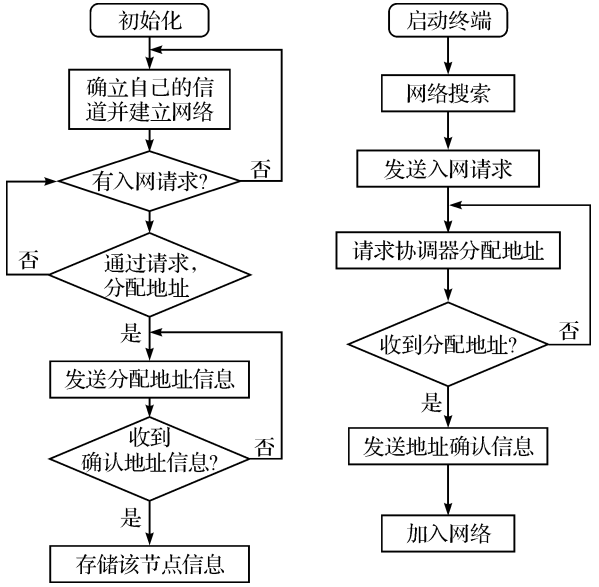


图 7 网络构建流程

网络后,就向上位机发送一个接入请求并将自己的机床号送数据。另一个 Hashtable 是用于存放文件的 MD5 值和终端的 16 位 IP 地址。当下位机收到数据时,将会给监控主机一个回复,监控主机会将此表刚建立起来的 MD5 值和 IP 删除,监控主机每相隔 10 s 检查这个 Hashtable,若没有发送成功,此对应值就一直存在,监控主机再次发送数据。设计中选择一个小型数据库存放数控机床的参数。图 8 为上位机操作界面,用户通过按钮可以选择多个设备,并同时向其发送相应的数控文件,方便快捷。

2.2 下位机的软件设计

整个下位机的工作流程为:当下位机没有数据时将进入休眠状态,此时的节点功耗也是最低的;节点进入工作状态时,下位机所要做的就是对串口进行读写操作。下位机显示器是使用昆仑通态公司的 TPC1062K/KS 的触摸屏,在触摸屏上有下载,版本校验等选项,使用者可以通过选择相应的按钮和文件给相应的机床。

图 9 为使用 MCGSE 组态软件制作编写的终端显示图。该界面使用了 MCGS 组态软件,其驱动程序的开发是基于 MCGS 脚本驱动软件。MCGS 脚本驱动软件为用户提供了一套完整规范的设备驱动程序接口,包括 5 个属性函数、串口操作函数、I/O 端口操作函数以及 8 个方法函数等,MCGS 通过调用相应的接口来完成驱动相应的功能。系统中下位机给触摸屏一个固定占用的 RS-232 串口,为使在触摸屏上显示信息,需要通过驱动程序向触摸屏内相应的地址传输对应的数据。

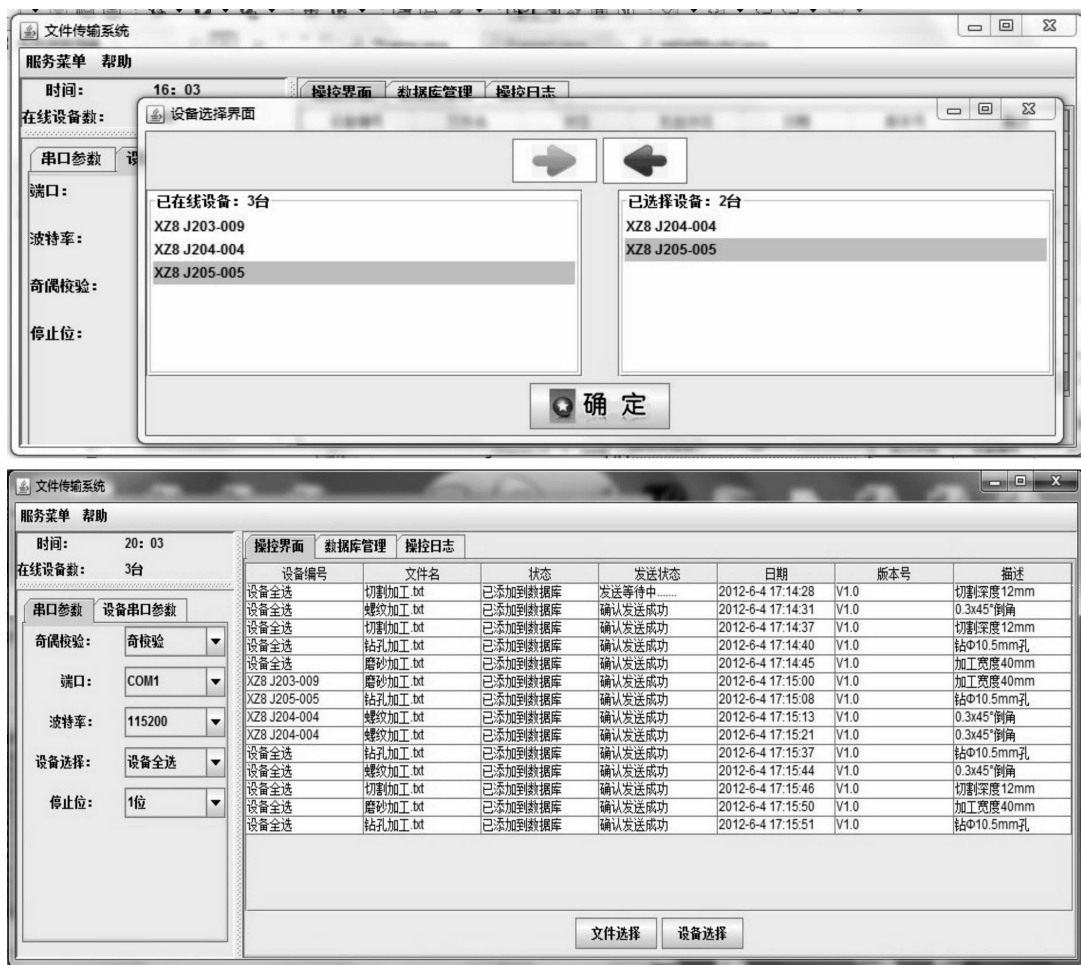


图 8 上位机操作界面

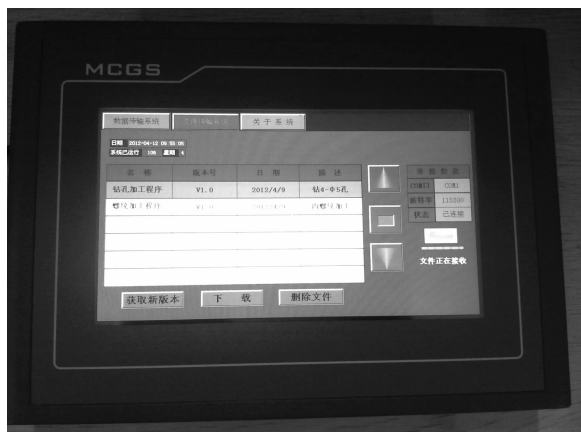


图 9 终端显示界面

3 结 论

此次设计提出了一种较为新颖的数控机床数据传输系统设计方案,采用现今在工业领域应用较为广泛的 Zigbee 无线传输方式,下位机的大容量存储器可供放 20 多个数控操作指令文件,便于操作者使用。无线传输方式弥补了有线传输的局限性和机床手动输入操作文件指令的繁琐性,具有可靠、传输距

离远及扩展性强等优点。通过实验证明,传输的数据完整可靠,为改变老式机床的纸带输入程序和手动输入程序的机床通信提供了新的途径。

参考文献:

- [1] 赵光伟,李秀栋. 数控机床网络通信让机床的数据传输、管理更方便[J]. CAD/CAM 与造信息化, 2003(9): 92-94.
- [2] 胡国珍,王 泉,魏 旻. 基于 ZigBee 的工业无线网关研究[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2009(5): 25-28.
- [3] 张 飞,钱 盟,程树林. 一种实用的蓝牙数控系统实时数据传输技术[J]. 现代电子技术, 2006, 118(13): 91-94.
- [4] 江华丽,蔡 署. 基于 ATmega128L 的 Zigbee 节点硬件设计与实现[J]. 电子测量技术. 2011,34(4): 33-35.
- [5] 王静霞. 一种与 ZigBee/802. 15. 4 协议兼容的 RF 模块 XBee/XBee-Pro 及其应用[J]. 仪表技术与传感器. 2008(4): 8-20.
- [6] GM8125 1 扩 5 通用异步串口扩展芯片[DB/OL]. [2008-11-08]. <http://wenku.baidu.com/view/12e1e12d915f804d2b16c12c.html>.

Based on XBee-PRO CNC Data Transmission System Design

PAN Qing-mei, BAO Min, XU Li-zhen, ZHOU Xiao-wei

(School of Machinery & Automation, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: To address various problems related to the CNC machine tool numerical control system, such as relying on the RS232 or RS485 serial communication interface, exchanging data with the outside world, and limited machine memory space, this paper proposes a program that uses XBee-PRO Modules ZigBee wireless communications and stored data in the memory chip of the middle layer. The program provides the visual interface to facilitate the viewing of the operating instructions file and document transfer files. This paper presents a convenient, effective, and efficient data transmission system, the results of the complete development and application testing of an integrated management system for the NC program.

Key words: XBee-PRO; ZigBee; ATmega 16L; CNC machine tools; data transmission

(责任编辑: 朱松英)

(上接第 836 页)

Interactive Motion Analysis of the YWZ Dexterous Hand

QIN Cong^a, YANG Wen-zhen^b, ZHANG Hua^b, SHAO Ming-chao^b

(Zhejiang Sci-Tech University, a. School of Informatics,

b. School of Machinery and Automation, Hangzhou 310018, China)

Abstract: This paper analyzes the motion characteristics and explains the interactive motion simulation of a dexterous robot hand with multiple degrees of freedom. First, we introduce the mechanical structure and degree of freedom of the YWZ dexterous robot hand. Second, we deduce the kinematic equation of the robot hand via the D-H method. Lastly, we propose a method that makes the motion simulation of the robot hand interactive. The results show that the interactive method can adjust the direction of rotation and the angle of each joint in the simulation process in real time through the optimization grab action. Don't have repeatedly kinematics parameter settings. The method improves the efficiency of the kinematic simulation, which is beneficial to the mechanical structure of the dexterous hand design and control scheme, and helps provide a theoretical basis for the development and actual control of the dexterous hand.

Key words: dexterous robot hand; kinematics analysis; kinematics simulation; interaction

(责任编辑: 朱松英)