

基于 PROFIBUS 的计算机数控系统研究

岳秋琴 武汉船舶职业技术学院 (430050)

熊清平 华中科技大学数控工程中心(430074)

Abstract

This paper proposes CNC system based on field bus on the basis of analyzing of which routing is complex and maintaining is difficult for past CNC system. Combining with CNC system of machining center, it gives out the system's structure based on field bus, sums up the application characteristics, and also discusses the communication principle of this system.

Keywords: Fieldbus, CNC system, PROFIBUS-DP, system structure, communication principle

摘要

本文在分析了传统计算机数控系统布线复杂和维护困难的基础上,提出基于现场总线的计算机数控系统。结合数控加工中心,给出了该数控系统的现场总线结构,总结了该系统在应用中的特点,并论述了该系统的通信原理。

关键词: 现场总线, 计算机数控系统, PROFIBUS-DP, 系统结构, 通信原理

在数控系统中,随着计算机技术、网络技术与数控技术越来越紧密地结合,由此而产生的具有开放性的串行总线型计算机数控系统,正在取代传统的并行式数控系统,并将成为市场的主流产品。利用现场总线构建数控系统,使系统通过高速串行总线与各伺服单元相连,仅需一根电缆或一对双绞线即可。

1 基于 PROFIBUS-DP 的计算机数控系统

1.1 系统结构

以加工中心数控系统为例,构建基于 PROFIBUS-DP 的计算机数控系统,系统结构如图 1 所示。该系统采用传输效率最高的单主站型网络拓扑结构。其中,CNC 装置作为 DP 主站,通过对零件加工程序的译码、处理,将强电控制信息(如辅助功能 M、主轴功能 S、刀具功能 T 等信息),以主——从通信方式传输给辅助控制装置 PLC。该 PLC 作为智能从站,接受 CNC 主站传来的信息,通过 I/O 接口模块实现机床开关量的控制。主轴控制单元以及三根进给轴的伺服驱动单元均作为 DP 从站,由主站 CNC 装置分别实现主轴的转速控制和进给坐标轴的位置及速度控制。检测装置作为 DP 从站,对执行部件的位移、角度、速度进行检测和反馈,CNC 主站周期性地读取反馈信息并进行处理。PC 上位机只起编程和监控作用,其内部装有 STEP 7 基本软件和 DVA S7 通信软件,用于编程和对 PROFIBUS-DP 网进行组态和通讯设置。

1.2 设备选型与配置

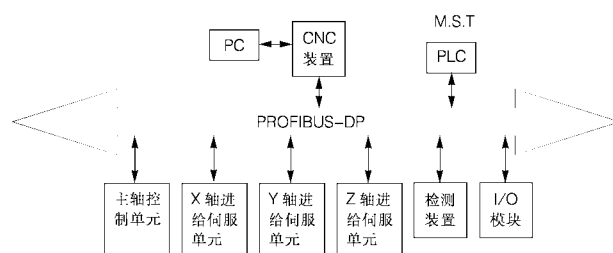


图 1 基于 PROFIBUS-DP 的计算机数控系统结构

CNC 装置采用西门子的 SINUMERIK 840D 型 CNC 装置。该装置内部主处理器 NCU573 中有集成的 CPU315-2DP,可与 PROFIBUS-DP 直接相连,实现通信。也可采用国产 CNC 装置,但必须配置相应的 DP 通信模块,才能与 PROFIBUS-DP 网络相连。

从站 PLC 实现各种辅助功能的控制,根据其性能要求,选择 S7-300 系列的模块式中小型 PLC。其处理器 CPU315-2DP 带有内置的 PROFIBUS-DP 接口,符合 EN50 170 标准,可直接将 PLC 挂到总线上,不需要另外的通讯接口及转换接口,连接十分方便。

主轴驱动单元作为 DP 从站,采用西门子的 SIMOVERT MASTERDRIVES 交流驱动。SIMOVERT 主驱动器是三相交流变频器,可作为交流电机驱动器或电力逆变器使用,具有 230V~690V 电压,适于 2.2KW~1500KW 的单电机或多电机驱动。利用 PROFIBUS-DP 接口模块 CB1,可直接将 SIMOVERT 主驱动器连接到总线上。

X、Y、Z 轴进给伺服驱动单元作为三个 DP 从站,均采用西门子公司模块化交流伺服驱动系统 SIMODRIVE611A/D/U。使用 CBP 通信模块可将此数字式交流伺服驱动系统直接连接到 PROFIBUS-DP 总线上。

从站检测装置选用装有光电旋转编码器的 SIMODRIVER 传感器——具有 PROFIBUS 的绝对编码器,用于测量机械位移、角度、速度。PROFIBUS 绝对值编码器可作为从站通过 PROFIBUS 接口与主站连接,可与 PROFIBUS 上的数字式控制器、PLC、驱动器、定位显示器一起使用,并且可通过主站完成远程参数配置。

I/O 接口模块,通过其相应的 DP 通信接口,与 DP 总线相连,实现 DP 主站对 I/O 从站设备的控制。根据计算机数控系统 I/O 装置的特点及要求,本系统采用 ET 200M 型 I/O 装置,该装置通过接口模块 IM 153 与 PROFIBUS-DP 现场总线相连。

1.3 系统特点

PROFIBUS-DP 应用于计算机数控系统后,和传统的计算机数控系统相比,具有以下特点:

1) CNC 装置与现场伺服单元及分散的 I/O 模块之间,可利用多种传输介质,如双绞线、光纤、同轴电缆等,提高了不同场合的适应性。

2) 系统中的多个伺服单元只用一条物理介质完成数据传输,节省大量现场接线,使安装简单、易于维护且工程造价低。

3) 采用数字信号传输技术,与模拟信号相比,避免了信号衰减和共模干扰,还可以实现检错和纠错功能,从而极大地提高了信号传输的可靠性和精度。

4) PROFIBUS-DP 的应用,构成了一种新的全分散性数控系统的体系结构。从根本上改变了 DCS 集中与分散相结合的集散控制系统体系,简化了系统结构,提高了可靠性。

5) PROFIBUS-DP 总线构成的计算机数控系统,是一种全开放的系统。不同厂家的 CNC、PLC、伺服驱动等装置,可通过 PROFIBUS-DP 接口挂到同一总线上运行。避免因选择了某一品牌的产品而被“框死”了使用设备的选择范围。

2 通信原理

PROFIBUS-DP 现场总线数据链路层包括两种介质存取方式,即令牌总线方式和主——从方式的混合存取方式。其中,令牌总线方式与局域网 IEEE802.4 中的规约相一致。它规定了主站间的介质存取控制方式。本系统采用单主站的线型网络拓扑结构,因此只讨论主站与从站之间的介质存取控制规约。纯主——从方

式的介质存取控制与局域网标准不同。它符合 OSI 参考模型数据链路层中的 HDLC 非平衡正常响应模式。

下面以主站 CNC 装置和从站 PLC 为例,具体说明 PROFIBUS-DP 网数据链路层的工作过程。如图 2 所示,主站 CNC 和从站 PLC 给出了在半双工方式下非平衡正常响应模式下的通信过程,具体被分为 3 个阶段:数据链路的建立,数据的传输,数据链路的释放。

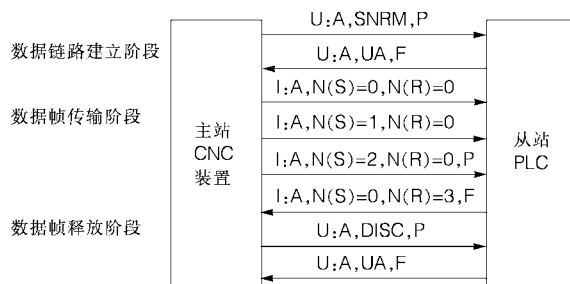


图 2 PROFIBUS-DP 数据链路层的工作过程

第 1 阶段为数据链路的建立阶段,主站 CNC 装置使用 U 帧的置正常响应模式 SNRM 命令,在地址字段 A 中填入从站 PLC 的地址,表示在多个从站的多点结构中选择 PLC 为与之连接的从站,探测位 P 为 1,记为 U:A,SNRM,P。从站 PLC 接到 SNRM 命令后,用 U 帧的无编号确认命令 UA 作为响应主站建立数据链路的确认,记为 U:A,UA,F。终止位 F 用于从站对主站探测 P 的应答。这一过程在实际操作中是通过专有的 DVA S7 通信软件包来实现的,系统网络中 PC 上位机将组态好的主站 CNC 和从站 PLC 的地址和特性参量传送给主站 CNC,由主站 CNC 向从站 PLC 分配地址和组态,若从站 PLC 的特性与主站分配的特性相同,便承认自己是该从站,并与主站建立数据链路的连接。

第 2 阶段为数据帧的传输阶段,主站 CNC 中的固有程序循环执行,向特定的数据块 DBi 中写入指令参数,特定的功能块 FBj 从中读取参数并向从站 PLC 发送,第一个编号为 0 的信息帧中 N(S)=0,由于未接到 PLC 的从站帧, N(R)=0,则此 I 帧记为 I:A,N(S)=0,N(R)=0。第 2、3 个从主站连续发送的信息帧则记为 I:A,N(S)=1,N(R)=0 与 I:A,N(S)=2,N(R)=0。如果主站在发送第 3 个帧时使用了探测位 P,而且从站 PLC 也有信息帧要发送,则此 I 帧记为 I:A,N(S)=0,N(R)=3。其中 N(S)=0 表示从站 PLC 发送的 I 帧序号为 0;N(R)=3 表示从站 PLC 已正确接收序号为 2 及它以前的 I 帧,下一次主站发送的 I 帧序号应为 3,这里的 N(R)也起到了对主站发送 I 帧的捎带确认作用。若从站 PLC 只有一帧发送,应标志终止符 F,此时的 I 帧为 I:A,N(S)=0,N(R)=3,F。

(下转第 12 页)

整的计算机系统。目前的硬件工艺也已经可以做到在一段时间内保证破坏者不能通过破坏硬件的方法了解 IC 卡内部的保密信息,因而只要有一个比较完善的 IC 卡的操作系统 (Card Operating System, 简称 COS),就可以防止伪造,保护内部的保密信息。IC 卡的防伪性和保密性,使之成为标识身份和存放保密信息的最佳载体。而从网络购物到未来信息社会的各种身份认证,所需要的正是这样的一个信息载体。

按 IC 卡的结构,即卡片中所嵌入的集成电路及外围电路等的不同,通常可将其分为四大类:存储器卡、逻辑加密卡、CPU 卡或微处理器卡、非接触式 IC 卡。非接触式 IC 卡,又称为射频卡,它是世界上最近几年发展起来的一项新技术,具有可靠性高、操作方便、防冲突、加密性能好、可以适合于多种应用的优点被广泛采用。

3.2 系统的安全性分析

由于系统提供复杂的多种服务,使得体系结构相当庞大,涉及人员也较为庞杂,因此应按子系统的不同需求进行分级安全保护,从而最大限度地减小系统经营者和系统用户的风险。应该采用多级的密钥与口令管理,并按不同子系统安全需求实现多种密码保护,同时应能支持联网与不联网的小额支付应用的用户消费余额的结帐,从而有效防止越权操作,保障一卡通系统的安全运行。

3.3 系统的数据分析和辅助决策的实现

通过建立数据仓库系统,并在此基础上进行 OLAP 和数据挖掘,系统可以很好的达到辅助决策的目的。

Microsoft 公司的 SQL Server 2000 管理数据仓库。它提供了完备而有效的组件,可以快速建立良好的数据仓库系统,并能方便的完成数据分析与挖掘任务。它的数据仓库组织结构如图 3。

在 SQL Server 2000 中捆绑了代码名为 Plato 的 OLAP 服务器,称为 Analysis Services。该工具是数据仓库解决方案的核心组件,它提供在线分析处

理(OLAP)服务,包括从企业报表和分析到数据建模和决策支持。Analysis Services 使用简便,提供了大量的分析功能和数据挖掘功能,其立方体浏览器(Cube Browser)简化了三维数据的分析过程,为数据建模和决策支持提供了全面的支持。

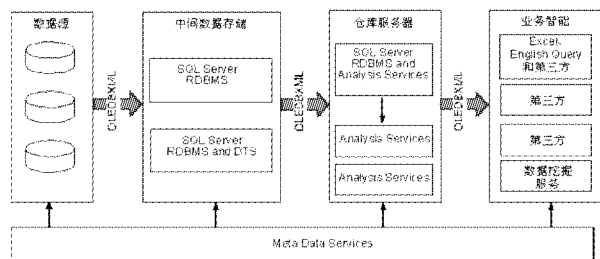


图 3 SQL Server 2000 数据仓库组织结构

4 结束语

本文介绍了校园一卡通系统的目的,功能和应用范围,通过对校园一卡通系统的数据流分析提出了系统的总体规划模型和层次结构,并围绕其实现进行了一些关键技术问题的探讨。但是,由于校园一卡通系统所涉及的范围非常广,技术点也非常多,在其实现的过程中必将遇到非常多的问题,欢迎广大读者进行更多的探讨。校园一卡通系统的实现必将更好的推动校园的数字化建设,对教育事业的发展产生深远的影响。

参考文献

- 1 Lou Agosta. 数据仓库技术指南. 人民邮电出版社, 2000
- 2 Erik Thomsen, George Spofford, Dick Chase. Microsoft OLAP 解决方案. 人民邮电出版社, 2000
- 3 何大可, 李晓航, 饶伟. 多功能 IC 卡系统设计与系统安全性. 计算机应用, 1999(9)
- 4 陈天华. 基于 IC 卡的交通管理系统. 工业仪表与自动化装置, 1999(5)
- 5 天喻城市一卡通应用案例. 武汉天喻信息产业有限公司, 2001
- 6 数据仓库. <http://www.863cims.net/MonographicTech/support/database/>

[收稿日期:2002.6.19]

(上接第 40 页)

第 3 阶段为数据链路的释放阶段。当主站 CNC 装置和从站 PLC 都没有信息帧要发送,或者主站将与其它从站建立链路连接时,则应释放此链路连接。此时,主站可使用 U 帧释放连接命令 DISC 来释放连接,即 U:A,DISC,P。从站 PLC 则用 U 帧的 UA 予以确认,即 U:A,UA,F。至此,一次完整的数据链路中帧的传输过程结束了。

3 结束语

计算机数控系统采用了 PROFIBUS-DP 现场总线控制模式后,整个系统可靠性强、结构简单、操作方便。也可根据用户实际需要数控系统的硬、软件进行灵活配置,真正实现计算机数控系统的开放性。

参考文献

- 1 PROFIBUS Specification, Order No. 0.032
- 2 阳光惠. 现场总线技术及其应用. 清华大学出版社, 1999

[收稿日期:2002.4.9]