

开放式数控系统的数字伺服接口和通讯协议

郇 极



郇 极 教授

摘要 开放式数控系统及数字伺服通讯技术是 90年代数控技术的主要发展方向之一,重点介绍欧洲的 SERCOS 协议和北京航空航天大学在其开放式数控系统上采用的 ADDP 协议

关键词 数字伺服系统 开放式数控 通讯接口

中国图书资料分类法分类号 TP334.7

1 开放式数控系统和数字伺服通讯技术

近年来随着 CNC 数控系统的技术成熟和普及应用,数控技术的发展出现如下特点:从传统的应用领域如车床、铣床、加工中心、磨床和线切割机、齿轮加工机床、板料加工机床等扩展到各种专用机床和其它机械设备。如果直接用通用的 CNC 系统去控制这些专用机床,一方面不能完全满足这些机床的控制要求,另一方面还有大量的多余功能。如果分别针对特定的机床或设备开发专用数控系统(包括硬件和软件),其开发费用十分昂贵,开发周期长,质量不易保证,最终将影响产品的市场竞争能力。此外,在传统的数控机床领域,很多机床制造厂也希望自己能够在标准数控系统上扩充某些特殊功能,开发出能最佳满足产品要求的控制系统。

针对数控技术的这种发展趋势,90年代初出现了开放式数控系统的概念。开放式数控系统,具有如下重要技术特征:①用户可以在较大范围内根据需要选择和配置硬件,如主轴轴数、伺服轴数和 PLC-IO 点数等;②用户可以在开放式环境下扩充系统的功能,例如开发最适合自己用途的人机界面,或者利用标准 NC 控制功能开发自己的专有控制功能;③系统能够直接运行其它标准的应用软件,例如 CAD 数据库等,利用现有软件开发出能最佳满足自己产品要求的控制系统。

为了满足上述第一项要求,最好采用数字伺服系统并用数字通讯技术连接 CNC 平台和机床驱动部分。数字伺服系统具有高速、高精度和无漂移等特点,发展非常迅速并且已经在数控机床中获得广泛应用。由于数字伺服系统本身具有位置反馈和位置控制功能,CNC 系统可以直接将位置指令传递给数字伺服系统,独立完成位置控制

开放式数控系统通常通过数字通讯接口(同轴电缆或光缆)和通讯协议控制伺服轴、主轴和 PLC-IO 接口,具有如下技术优越性:① CNC 与伺服之间采用光缆或同轴电缆连接,大大减少电缆布线,便于系统安装,提高可靠性;②系统扩充和精简方便,在同一硬件平台上,可以开发多种控制系统;③系统控制和诊断功能丰富,如控制方式切换和伺服参数设定等,便于系统安装和维护。

2 SERCOS 协议

数字通讯协议通常由各伺服系统和 CNC 制造厂制定,各厂家产品一般不具备互换性。为解决互换性问题,1990年由德国主要 CNC 系统制造商、伺服系统制造商和研究机构共同发起成立了 SERCOS (Serial Real Time Communication Specification) 协会,其目的是制定一个 CNC 系统与数字伺服系统之间的统一数据交换接口,提供产品的互换可能性。目前该协议已经被欧洲主要 CNC 和伺服系统制造商所接受,引起国际同行业重视,1995年成为 IEC1491 国际标准。

SERCOS 接口由一个主站 (Master, CNC 或 FMC) 和若干个从站 (Slave, 伺服、主轴或 PLC-IO) 组成,各站之间采用光缆联接,构成环形网,见图 1。站间的最大距离为 40 m,最大从站数为 254,通讯速度为 2 Mbit/s,主站与从站之间可以传送如下信息:位置、速度和扭矩指令值;位置、速度和扭矩实际值,伺服和电机参数,伺服状态和报警,控制方式命令,PLC-IO 开关量信号。

SERCOS 协议通讯数据包采用高级数据链路控制规程国际标准 (HDLC),其格式见图 2。数据包边界标志之间的数据为有效数据,地址段内容和数据段长度取决于数据包类型。SERCOS 协议共定义了 3 种数据类型:

(1) 主站同步数据 MST 由主站以固定周期发向所有从站,表示一次数据通讯周期的开始,

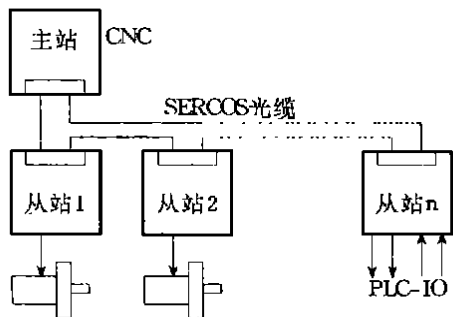


图1 SERCOS通讯网组成

数据边界标志8bit	地址段8bit	数据段nx8bit	校验段16bit	数据边界标志8bit
------------	---------	-----------	----------	------------

图2 SERCOS通讯协议格式

所有从站都将接收到本数据,主站通过 *MST* 数据控制 SERCOS接口环网的同步运行。

(2)伺服数据 *AT* 由各个伺服从站发往主站,可将多种伺服信息实时反馈给主站,如同伺服轴实际位置、转速、扭矩、报警信号、诊断信号、状态应答信号、伺服参数和 PLC输入等。

(3)指令数据 *MDT* 由主站发给从站,向从站发出控制指令,如同伺服轴指令位置、转速、扭矩、工作方式选择、行程极限、速度极限、扭矩极限、电机参数、伺服参数和 PLC输出等。

图 3 给出了 SERCOS工作时序,系统工作周

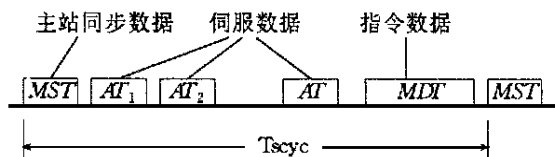


图3 SERCOS工作时序

期 T_{syc} 为 0.062, 0.125, 0.25, 0.5, (1~65) ms 可选, 主要取决于控制方式和从站数量。在一个工作周期中, SERCOS接口顺序完成以下工作: ① 主站发出主站同步数据 *MST*, 所有从站都收到此同步数据; ② 从站 1 向主站发伺服数据 AT_1 , 从站 2 向主站发伺服数据 AT_2 , …… , 从站 n 向主站发伺服数据 AT_n ; ③ 主站发出指令数据 *MDT*, 每个从站从 *MDT* 数据段中读取各自的指令数据。

SERCOS通讯协议由 SERCOS ASIC 芯片或 SERCOS 通讯卡完成。作为 SERCOS 用户只须按芯片的要求开发驱动程序即可实现控制系统对伺服的控制。

3 ADDP 协议

ADDP (AMK Digital Drive Protocol) 是由北

京航空航天大学开发并用于连接开放式数控系统 CH-2010 和德国 AMK 公司 AMKASYN 系列交流异步数字伺服单元的数字通讯协议^[1], 见图 4

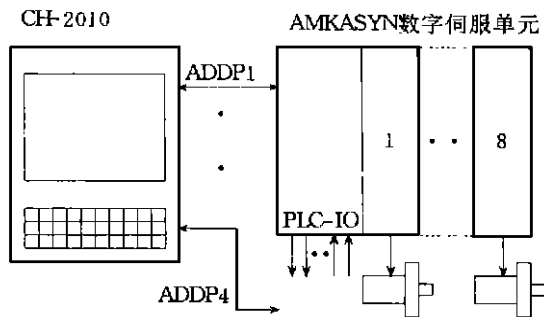


图4 CH-2010开放式数控系统

CH-2010 硬件采用 80486-66 或以上的工控 PC 计算机主板, 利用 ADDP 通讯协议控制 AMKASYN 数字伺服单元, 在 CH-2010 系统中称为机床控制单元。其控制功能包括伺服轴、主轴和 PLC-IO 接口。每个单元可以控制 1~8 个电机和 40~80 个 IO 接口, 根据机床的控制要求, 也可以选用 1~4 个单元, 控制更多的电机。通讯网卡与机床控制单元联接为同轴电缆, 通讯速度为 2.5 Mb/s, 通讯周期为 2~200 ms 可自由设定。利用 ADDP 协议, CNC 系统可以向机床控制单元发送如下指令: 电机的工作方式选择 (如主轴方式、进给轴方式、同步轴方式等)、进给轴位置、主轴转速、PLC 输出口状态设定。

同时可以从机床控制单元读回如下信息: 进给轴位置实际值、主轴转速实际值、PLC 输出口状态、报警信息。

这种控制方式的主要特点是 CNC 硬件平台独立于机床控制单元, 极大地简化了 CNC 硬件平台和连线, 便于标准化和系统配置, 系统控制轴数和类型的选择十分方便, 可以满足各种数控机床和其它设备的控制要求。

图 5 为 ADDP 通讯协议, 由 NC 指令页和伺服状态页组成。在系统通讯周期, CNC 通过 NC 指令页向伺服发送各伺服轴和 PLC 控制指令, 并从伺服状态页读取各轴实际值和 PLC 输出值。与 SERCOS 相比, ADDP 硬件价格低, 协议比较简单, 便于开发驱动程序。但控制轴数较少, 不具备不同厂家产品的互换性。

4 发展趋势

可以预见, 数字伺服通讯接口将成为未来先进数控系统的重要特征之一, 尤其是 SERCOS 协议, 将成为广泛被接受的行业标准。与此同时, 著

开放式数控系统的构造 界面与协议

林弈鸿 李心力



林弈鸿 教授

摘要 开放式体系结构数控系统是当今数控技术发展的主流。讨论了开放式数控系统的系统结构、功能划分、系统“容量”、接口界面及其协议。

关键词 数控 开放结构 功能划分 系统“容量”

中国图书资料分类法分类号 TP273

由于计算技术、信息技术、网络技术的迅速发展,数控系统的开放式体系结构的优越性已为越来越多的系统制造商、设备制造商和用户所认识和欢迎。它迅速使数控系统在通用化、柔性化、智能化和网络化方面大大发展,推动数控技术得到更广泛的应用,提高了数控在市场上的竞争力。因而,近几年来,许多国家纷纷采取措施,投入大量人力、财力进行研究开发。如美国科学制造中心(NCIMS)与空军共同领导的“下一代工作站 机床控制器体系结构”NGC(The Next Generation Work-station/Machine Control);欧共体的“自动化系统中开放式体系结构 OSACA(Open System Architecture for Control Within Automation Systems);日本的 OSEC(Open System Environment for Controller)计划等。这些研究的初步成果已逐步得到应用,例如 Cincinnati Milacron从1995年开始在其所生产的加工中心、铣床、车床及激光加工等设备中采用开放式体系结构的 A2100系统(应用双处理器组成,Windows NT操作系统的多任务、多过程、多功能的开放式系统)。

我国的数控技术,通过“八五”以自主知识产权为目标的攻关后,取得突破性进展。我们在分析技术发

展趋势,形成产业的环境条件和调查分析用户(包括设备制造厂和最终用户)对已有数控系统的意见后,确定所开发的华中I型数控系统采用以工业PC为硬件平台,DOS Windows及其丰富的支持软件为软件平台的开放式体系结构,使系统具有良好的通用性、柔性、适应性、扩展性,从而大大缩短了通用系统、特殊专用系统开发生产周期,提高了系统可靠性和软件工程化速度。国内其它单位也都先后开发开放式体系结构系统,然而就总体而言,还仅仅处于开始阶段。

开放式体系结构还有许多问题,必须迅速开展研究,形成共识,并制定能够为大家遵守的法则。通过我们自身的实践讨论以下两个问题。

1 开放式系统体系结构的构造

研究、开发、设计开放式系统首先要回答的问题是,系统应如何构成或组成,为此必须研究体系结构中硬软件功能划分的概念、原则,功能模块任务及各功能间联系;必须回答系统开放程度,并由此制定不同开放程度时不同的结构;必须研究开放体系结构的容量问题,即如何防止“系统”过载。这些问题在 NGC OSACA OSEC中都在进行探讨^[1]。我们认为:

(1)“开放结构意味着什么?”对这一问题尚

准。如日本 FANUC公司的最新产品 16i/18i采用 FSSB(FANUC Serial Servo Bus)协议,而美国 ROCKWELL公司的 9系列系统可使用多种协议,其中包括 SERCOS。

参 考 文 献

- 1 郇极. CNC系统数字伺服通讯协议 SERCOS. 机械工业自动化, 1997(2): 33~35

郇极 男,1953年生。北京航空航天大学(北京市 100083)教授。从事机床控制技术方面教学和研究工作。

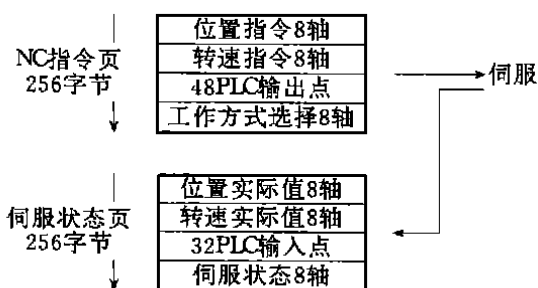


图5 ADDP通讯协议

名的数控和伺服系统生产厂为保持其产品的技术特点和系统的最优配置,也将同时使用自己的标

towards OACNC. It uses old OACNC as one of the system components and has the functions and features of open architecture system. Two kind of ECNC systems, functional extracted CNC (FECNC) and PC-based open extracted CNC (OECNC) are included. The basic principle and system scheme, the implementation of hardware and software of the new system are given in the paper. An example which uses ECNC to elliptical piston CNC turning machine is also presented to show the usefulness and effectiveness of the ECNC system.

Key words extracted CNC system open architecture CNC system CNC manufacturing system

Digital Drive Interface and Communication Protocol for Open Architecture CNC System

Huan Ji (Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing, China) p 20-22

Abstract Open architecture CNC and its communication interface with digital drive are one of major developments in the field of NC in 90s. Some CNC system producers like FANUC Japan, Rockwell USA and Beijing University of Aeronautics and Astronautics China have introduced new products based on this technology. This paper describes the communication protocol of digital drive and its application on open architecture CNC.

Key words digital drive open architecture CNC communication interface

Two Problems to be Researched on CNC Systems With OSA (Open System Architecture)

Lin Yihong Li Xiaoli Li Xiaoli (Huazhong University of Science & Technology, Wuhan, China) p 22-24

Abstract CNCs with OSA are the main stream in today's NC (numerical control) technology. 1990s saw many countries putting a large number of financial resources and human resources into developing and producing variable CNCs with OSA, which move NC technology forward greatly. However, at the beginning of development, OSA has still many problems, which should be studied as soon as possible. This paper discussed the system architecture, function division, system "capacity", interface boundary and its protocol.

Key words NC open architecture function division system "capacity"

A New Type of Integrated DNC System

Wang Shilong Liu Fei Tao Guibao Jian Yi Zhang Xumei (Chongqing University, Chongqing, China) p 25-28

Abstract This paper presents a system in which the plugged-program technology is adopted for the first time, and in which the Control-Area-Networks Bus is used as a communicating platform. In order to integrate control of different NC systems, the communication protocol's core has to resolve the problem of communicating competition in real-time, avoid the influence of dirt and vary temperature, transmit the NC programs simultaneously to all NC systems, request NC program from the machine tool's operation panel, realize that the data of PDM/

CAD/CAPP/CAM and DNC is shared. Eight sorts of function are provided with this system, such as process planning, equipment management, tool management, materials management, NC program management, quality management, order management and DNC communication. This system is able to be applied in every NC manufacturing workshop.

Key words DNC numerical control integrated manufacturing field-bus

Simulation of NC Machining Based on Improved Image Space Method

Zhao Jizheng Wei Shengmin Yang Pengji (Northwestern Polytechnical University, Xi'an, China) p 28-31

Abstract In this paper, the authors introduce an image space discrete method for NC machining process simulation. Image space technique was introduced by Van Hook firstly, he realized NC simulation on personal computer. But, it could not give users accurate information about milling results and effective observing way in simulation. To improve Hook's algorithm, the authors organize the data structure in a new way. The improved algorithm makes it possible for users to cut or scale the image and evaluate every image point accurately. At the same time, the descent of time efficiency is trivial. The algorithm has been implemented perfectly on workstation, the correctness of this technique is proved practically.

Key words Numerical control CAD/CAM NC verification NC simulation

Thermal Error Mode Analysis and Robust Modeling for Thermal Error Compensation on a CNC Turning Center

Yang Jianguo Xue Bingyuan (Shanghai Jiaotong University, Shanghai, China) p 31-35

Abstract In this paper, the robust modeling approach is proposed, which can minimize the errors coming from temperature measuring noise and the adverse effect due to environmental changes. As a result, the number of the thermal sensors has been reduced from 16 to 4, meanwhile the thermal error of the turning center has been reduced from $35 \mu\text{m}$ to $12 \mu\text{m}$ in diameter. The thermal error compensation system has been applied to a turning center in daily production for more than 1 year period and it can keep year round accuracy.

Key words machine accuracy thermal error mode robust modeling error compensation

On the Structure of Autonomous Controllers and the Technologies Involved

Li Bin Wu Bo Luo Xin Yang Shuzi (Huazhong University of Science & Technology, Wuhan, China) p 36-38

Abstract The present study, in view of the deficiencies of the normal numerical control system, discusses the design strategies and the associated functions for an autonomous machining equipment and after that, a prototype structure of autonomous machining equipment is proposed. The function of the respective modules of the autonomous controller is investigated and the related