

SINUMERIK 802D sl 和 PLC 在 圆盘锯床系统中的应用

张继深, 项占琴*

(浙江大学 现代制造工程研究所, 浙江 杭州 310027)

摘要:为实现硬质合金圆盘锯床系统的精确控制和自动运行,分析了生产工艺特点,建立了锯床机械主体结构,采用了 SINUMERIK 802D sl 数控系统和 S7-300PLC 相结合,通过 Profibus 总线进行系统集成,完成了系统的硬件配置和软件设计。实践证明,该控制系统控制精确、运行稳定、自动化程度高。

关键词:圆盘锯床; SINUMERIK 802D sl; 可编程逻辑控制器; Profibus-DP

中图分类号: TH39; TH161; TG502.31

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2011)06-0668-03

Application of the Sinumerik 802D sl and PLC on the circular sawing system

ZHANG Ji-shen, XIANG Zhan-qin

(Institute of Advanced Manufacturing Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Aiming at realizing accuracy control and automation of circular sawing machine, the main production process was investigated and primary mechanical structure was established. A control system was set up, in which SINUMERIK 802D sl system, S7-300 PLC and Profibus-DP were integrated. It was introduced that the hardware configuration and software design were successfully achieved in the system. The results indicate that the successful application advances the system greatly by improving its precision, enhancing its reliability and upgrading its degree of automation.

Key words: circular sawing machine; SINUMERIK 802D sl; programmable logic controller(PLC); Profibus-DP

0 引 言

随着国内装备制造业整体水平的不断提高,无缝钢管生产线上的设备基本实现国产化,而硬质合金圆盘锯床作为具有高性能、高精度、高稳定性、高自动化要求的机床设备,目前仍旧依赖进口。在高压锅炉、核电等特殊产业不断发展的催生下,无缝钢管产品性能不断提升,对锯床设备的性能要求越来越高。目前,国内现有的圆盘锯床设备^[1]普遍存在很多问题,如锯切加工精度差、系统稳定性差、工艺安排不合理、效率低、自动化程度低等。由此,切实提高国产圆盘锯床的控制精度,提高作业稳定性和自动化程度是提高锯床生产技术的關鍵。

本研究基于 Profibus-DP 总线技术^[2],将西门子 802D sl 和 PLC 应用于立式圆盘锯床控制系统中。

1 工艺流程

圆盘锯床种类较多,按工艺安排不同分为管坯锯、管排锯、改尺锯。根据工艺安排的各不相同,其控制系统也相对复杂多变。本研究以最典型的立式圆盘锯床为研发对象,管排水平纵向输送,圆盘锯床立式布置。管排锯床锯切工艺流程^[3]如图 1 所示:平辊(1)将管排输送至料头对齐挡板(9);对齐后,夹紧装置(2、6、10)将管排夹紧;启动锯床主机(5)的主轴和辅助系统,伺服进给;锯透钢管后,远端夹紧装置(2、10)松开,锯床夹紧(6)将出料侧钢管断面移开,锯床主机(5)将锯片和主轴向出料侧移出,进给系统快速退回;料头剔除(7),落入料筐(8)继续输送和对齐,开始下一个循环。较短料尾的剔除需由成品管反向输送将其顶送至料尾剔除装置(4)。夹紧系统由锯床夹紧(6)

和远端夹紧(2、10)组成,对齐挡板分为料头(9)和料尾对齐挡板(3),剔除装置则按进出料端分为料头(7)和料尾剔除装置(4)两部分。

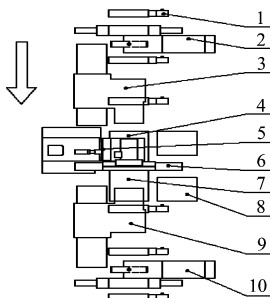


图1 管排锯床生产线工艺流程

1—平辊;2—进料远端夹紧;3—料尾对齐挡板;4—料尾剔除装置;5—圆盘锯床;6—锯床夹紧装置;7—料头剔除装置;8—料筐;9—料头对齐挡板;10—出料远端夹紧

立式圆盘锯床主机的立面图如图2所示。

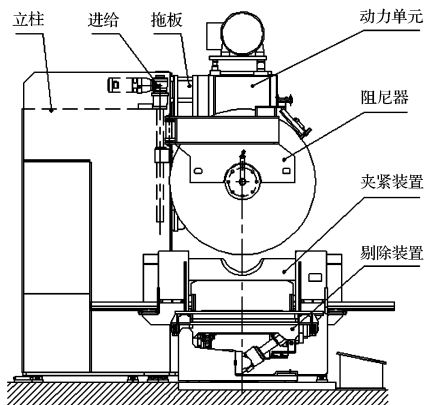


图2 立式圆盘锯床主机立面图

锯床主机的主要运动为主轴的变频调速运动和进给轴的伺服驱动进给运动。辅机包括辊道电机、对齐电机、液压站、液压阀站、润滑电机以及各动作执行器件和信号采集器件等。锯床机械设计保证切削性能的主要技术方案有:“零侧隙”变位齿轮传动设计、齿轮无键联接技术、减速箱主轴滑移技术^[4]、进给系统模块阻尼机构^[5]等。锯床锯切的实际效果如图3所示。

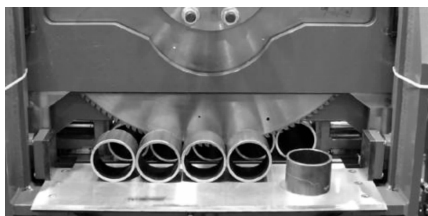


图3 锯切效果图

2 控制系统硬件设计

2.1 控制系统结构

工控机作为锯床控制系统的过程监控层级设备,

通过 RS232 接口和 802D sl 数控系统通讯,通过 CP5611 卡和 MPI 电缆与 S7-300 PLC 通讯,传输现场信息和控制指令。802D sl 和 S7-300 PLC 之间通过 I/O 模块和中间继电器进行通讯。Profibus 是为一般工业应用而设计的一种开放的标准通讯协议,属于单元级和现场级的 SIMATIC 网络,适用于中小数据量的传输。Profibus 采用主、从站网络拓扑结构。DP 网络正是基于这种拓扑结构,主站周期性顺序同从站交换数据^[6-7]。802D sl 数控系统和 S7-300 PLC 组成现场控制系统的两个主站,外部设备通过现场控制总线 Profibus-DP 连接。控制系统框图如图4所示。

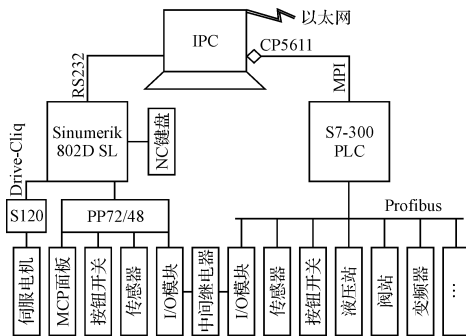


图4 圆盘锯床控制系统框图

SINUMERIK 802D sl 是集成所有数控系统元件(数字控制器、可编程控制器、人机操作界面)于一体的控制系统。802D sl 所配套的驱动系统接口采用西门子可分布式安装以简化系统结构驱动技术。802D sl 提供的 DRIVE-CLiQ 接口可以连接多达 6 轴数字驱动。802D sl 为标准的数控车床和数控铣床提供了完备的功能,其配套的模块化结构的驱动系统为各种应用提供了极大的灵活性。802D sl 系统的硬件网络如图5所示。

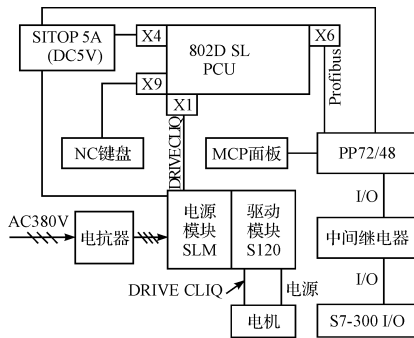


图5 802D sl 硬件系统图

PLC 通过 Profibus 总线控制变频器的变频调节,802D sl 配备 S120 驱动模块和内置编码器的 1FT6 伺服电机完成进给轴的精确控制。此外,PLC 还作为辅机控制主站,基于 Profibus 总线和配置必要的 ET200M(分布式 I/O 模块)实现远程控制,管理辊道、对齐挡板、剔除

装置、液压站、液压阀站等辅机设备的时序动作^[8]。

2.2 控制系统主要硬件配置

锯床控制系统硬件由上位计算机系统、PLC、模拟量输入/输出模块、802D sl 系统、伺服电机、变频器等组成,其主要硬件配置如表 1 所示。

表 1 控制系统主要硬件配置

| 序号 | 名称 | 数量 | 作用 |
|----|------------|----|--------------|
| 1 | 工控机 | 1 | 监控、编程作业 |
| 2 | CPU315-2DP | 1 | PLC 控制核心 |
| 3 | CP5611 | 1 | PLC 与工控机通讯 |
| 4 | PS307 5A | 1 | 稳定低压直流电源 |
| 5 | SM321 | 5 | 模拟量输入 |
| 6 | SM322 | 3 | 模拟量输出 |
| 7 | IM365 | 1 | 扩展接口模块 |
| 8 | 802D sl | 1 | 伺服控制核心 |
| 9 | SLM | 1 | 稳定高压直流电源 |
| 10 | S120 | 1 | 伺服驱动模块 |
| 11 | PP72/48 | 1 | 802D sl 通讯接口 |
| 12 | 伺服电机 | 1 | 驱动直线进给 |
| 13 | 变频器 | 1 | 驱动主轴变频电机 |

3 控制系统软件设计

3.1 组态设计

系统组态包括 802D sl 和 S7-300 PLC 组态两部分,主要内容是确定从站地址、数目、数据传输速率、输入/输出等。

802D sl 数控系统集成了内置 PLC 系统,可以对机床进行逻辑控制。首先进行系统初始化,采用工具软件 RSC802 将铣床初始化文件传入 802D sl 系统。PLC 系统须首先进行逻辑调试,确保所有安全功能准确无误,然后再进行驱动器调试和 802D sl 参数设置:启动 PLC 编程工具设定以太网参数,编制简单程序传入并检查 PLC 内部地址状态和地址冲突。若调试程序引用子程序库内容,则需要在制造商“EVENING”口令下设定 PLC 机床参数。S120 的调试需首先检查驱动器固件版本一致性,再开机后进行自动拓扑识别和确认。NC 系统调试需在“EVENING”口令下进行,按序对 Profibus 总线、定位模块、位置控制使能、传动系统参数配比等进行一系列设置。最后须进行系统的数据备份^[9]。

本研究通过 STEP-7 V5.4 + 软件进行 S7-300 PLC 的设置。首先建立新项目,搭建 Profibus 主站系统,将 SM321、SM322、IM365 等模块放入相应插槽中,设定 MPI 地址和 Profibus 通讯速率等^[10]。

3.2 软件编程设计

控制系统软件分为:上位机软件、802D sl 软件和

PLC 软件。上位机软件用于传输生产信息、监测系统运行状态等,在此不再赘述。

802D sl 采用标准

的 PLC 的编程语言 Micro/WIN 进行控制逻辑设计,并且随机提供标准的 PLC 子程序库和实例程序。系统提供的标准子程序,分别实现用户初始化、PLC 初始化、急停处理、机床面板 MCP 信号传递、MCP 和 HMI 信号处

理、主轴和进给轴的控制这些功能。本研究自编程序实现了选择数控程序和与 S7-300 进行交流等功能。其程序流程图^[11]如图 6 所示。

S7-300 PLC 程序由一个组织块 OB 和若干个函数 FC 组成。OB1 是主程序,包括手动和自动的程序调用。FC 函数分别完成系统动作的各个子动作。

整个系统主要包括自动和手动两种控制方式,自动控制是生产中的主要控制方式,基本上不需要人工干预,能够按照控制工艺流程自动实现。手动控制方式主要用于系统调试和处理异常情况。PLC 程序基本按顺序控制的结构编写,程序条理清晰、调试方便。程序中利用中间存储器,来保存 PLC 运行时的中间变量。程序还使用状态位,相当于内部虚拟开关或继电器,用来控制 PLC 的流程走向。S7-300 PLC 流程图如图 7 所示。

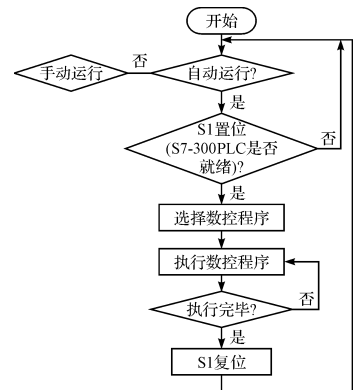


图 6 802D sl PLC 流程图

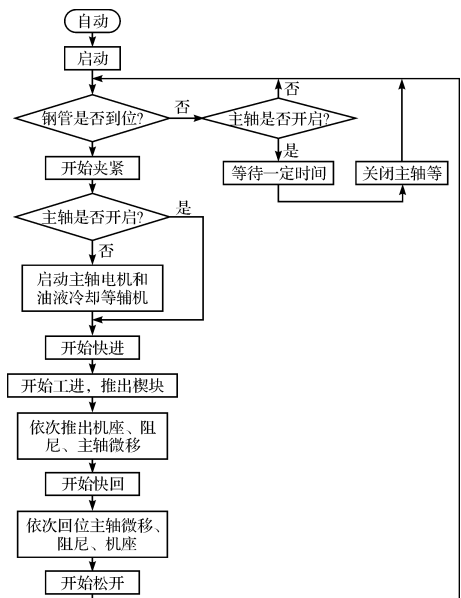


图 7 S7-300 PLC 程序流程图

振动台在低频及超低频时快速调整振级的方案。基本思想是按振动台工作的不同频段,采用线性逼近和逐步移频相结合的分频段控制策略,实现了振级的迅速、精确调整。

该系统充分应用 LabVIEW 图形化编程语言的优势,方便地实现了仪器控制、数据采集等功能。人机界面友好、操作方便可靠,测试精度和效率较高,实际应用效果良好,提高了超低频振动校准的自动化程度。

参考文献(References):

- [1] 应海雄,许晓鸣,郑家龙. 振动传感器的计算机自动标定系统设计[J]. 上海交通大学学报:自然科学版,1997,31(6):119-122.
- [2] 王光庆. 改善振动校准系统性能相关技术问题的研究及其实现[D]. 杭州:浙江大学机械工程学院,2003:56-57.
- [3] 王光庆,何 闻,贾叔仕. 振动校准自动控制系统中软件设计的研究[J]. 机电工程,2001,18(5):193-195.
- [4] 于 梅. 低频超低频振动计量技术的研究及展望[J]. 振动与冲击,2007,28(11):83-86.
- [5] 董林玺. 振动校准装置测控系统的研究[D]. 杭州:浙江

大学机械工程学院,2001.

- [6] 郑家龙,沈士三,陈隆道. 振动传感器自动标定系统的研究[J]. 浙江大学学报:自然科学版,1994,28(5):481-488.
- [7] 丁勇山,蒋东翔,李 凯,等. 基于 LabVIEW 的振动数据采集与分析系统[J]. 振动与冲击,2006,25(8):482-484.
- [8] 孟 凯,陈小虎. 基于 LabVIEW 的数据采集、监测系统的设计[J]. 机械,2009,36(11):35-37.
- [9] GANI A, SALAMI M J E. A LabVIEW based Data Acquisition System for Vibration Monitoring and Analysis [C]// Student Conference on Research and Development Proceedings, Malaysia: [s. n.],2002:62-65.
- [10] ABU-MULAWEH H I, MUELLER D W. The use of labVIEW and data acquisition to monitor and control a bench-top air-to-water heat pump [J]. **Computer Applications in Engineering Education**,2008,6(2):83-91.
- [11] 阮奇桢. 我和 LabVIEW:一个 NI 工程师的十年编程经验 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2009.
- [12] 李青霞,任 焱,陈俊达. 基于 LabVIEW 的“振动自动测试与分析系统”[J]. 振动与冲击,2003,22(2):30-32.

[编辑:柴福莉]

(上接第 670 页)

4 结束语

该系统成功地将 SINUMRIK802D sl 和 S7-300 PLC 应用于圆盘锯床及其生产线自动控制系统中,既发挥了 802D sl 的精确伺服驱动能力和 PLC 的自动控制功能,又在基于 Profibus 总线技术的基础上降低了现场施工和调试工作量。系统工作稳定可靠,调试维护方便,具备完善的自诊断和故障处理能力。

通过 802D 和 S7-300 PLC 的成功应用,使系统性能大幅提升,快进快退速度由 3 m/min 提高到 4.5 m/min,进给精度误差由 0.01 mm/z 提高到 0.005 mm/z,锯切面粗糙度由 Ra25 提高到 Ra12.5,系统连续无故障运行时间达 48 天,操作工数量则由原来的 2~3 人缩减为仅需 1 人监控。目前,该圆盘锯床设备已经通过内蒙古自治区级科技成果鉴定。鉴定结果表明:该系统具有较高的控制精度、稳定性和自动化程度,应当尽快投入量产。

参考文献(References):

- [1] 郭北涛. 国内外金切锯床的现状与发展趋势[J]. 制造技

术与机床,2004(2):32-33.

- [2] 丁家国. Profibus 现场总线在圆盘锯控制系统中的应用[J]. 安徽工业大学学报,2004,21(2):134-137.
- [3] 穆晓明,朱建伟,杜 威. Profibus 现场总线在锯切系统中的应用[J]. 冶金工业自动化,2009(S1):57-59.
- [4] 姜晓勇,张继深. 圆盘锯床减速箱的主轴滑移机构. 发明专利:ZL2009 10100447. 5[P]. 2010-12-01.
- [5] 姜晓勇,张继深. 圆盘锯床的导轨减振阻尼机构. 发明专利. ZL200910100448. x[P]. 2010-12-01.
- [6] 徐 忠,王万良,蒋一波,等. 基于 Profibus-DP 的远程数控系统通讯研究[J]. 机电工程. 2009,26(2):42-45.
- [7] IBRAH M O. Building an interconnection between profibus and ATM networks[J]. **Journal of Network and Computer Applications**,2007,30(2):1082-1084.
- [8] 刘 锴,周 海. 深入浅出西门子 S7-300 PLC[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [9] SIEMENS Ltd. SINUMERIK 802D Solution Line 简明调试手册: 2008. 1[M]. SIEMENS Ltd.,2008.
- [10] 龚仲华. S7-200/300/400PLC 应用技术(通用篇)[M]. 北京:人民邮电出版社,2007.
- [11] SIEMENS Ltd.. Description of PLC Subroutine Library V02.00.00 for SINUMERIK 802D sl [M]. SIEMENS Ltd.,2006.

[编辑:李 辉]