

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.04.013

PLC 控制的新型气动式调墨系统

胡安涛¹, 林旺阳¹, 吴上生¹, 吕广军²

(1. 华南理工大学机械与汽车工程学院, 广东 广州 510640;

2. 广州穗光印刷设备有限公司, 广州 番禺 511483)

摘要:针对印刷机传统调墨斗人工调墨精度低、消耗人力物力的缺陷,以及电动式调墨系统机械结构复杂、机械部件易磨损、设备成本高等缺点,提出了一种 PLC 控制的气动式调墨系统。采用调墨轮替代了传统调墨系统的墨刀,设计出通过气压调节调墨轮和墨斗辊之间的间隙的新型调墨方式;设计了气动式气管道结构并介绍了气动过程;采用光电编码器编码原理和 PLC 高速计数器的计数原理,设计出将各墨区墨量数字化的方法;设计制造了气动式调墨系统样机并进行了调墨测试。试验证明该气动式调墨系统调墨准确可靠,提高了调墨效率,节省了调墨时间,具有可行性和实用性。

关键词:印刷机;调墨;PLC;气动

中图分类号:TS803

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)04-0052-05

New Pneumatic Ink Regulating Machine Controlled by PLC

HU Antao¹, LIN Wangyang¹, WU Shangsheng¹, LÜ Guangjun²

(1. School of Mechanical and Automotive Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2. Guangzhou suiguang printing equipment Co., Ltd., Panyu, Guangdong 511483, China)

Abstract: In view of the defects of low regulation accuracy and high resources cost on traditional ink regulating machine of the printing press, as well as the disadvantages of complication of mechanical structure, tendency of being worn, and high equipment cost on electric-drive ink regulating system, a new pneumatic ink regulating machine controlled by PLC was put forward. By using ink wheels instead of the traditional doctor blade, a new ink regulating method was designed, which was regulating the clearance between the ink wheels and ink fountain roller through air pressure. The structure of gas pipeline was designed, and the pneumatic process was introduced. Using the photoelectric rotary encoder and HSC of PLC, a new method of digitizing inking amount was designed as well. And on this basis, a prototype was made and tested, and the test result proved the feasibility and practicability of this new machine.

Key words: printing press; ink regulating; Programmable Logic Controller (PLC); pneumatic

1 传统手工调墨方式存在的弊端

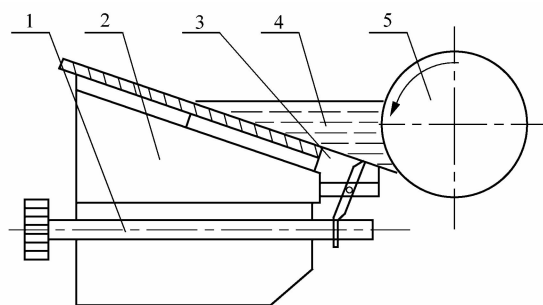
调墨系统是印刷机重要的组成部分,印刷机调墨性能的好坏,很大程度上决定着印品质量的高低。没有良好性能的调墨系统,就不能印出令人满意的印刷品^[1-2]。传统印刷机的调墨机构称为调墨斗^[3],如图1所示。即操作人员凭借经验旋动调墨螺丝,对每个调墨单元的墨键开度和墨刀转角进行调节,以确定每个印刷单元所需的墨量^[4]。这种调墨方式调墨时间长,精度低。调墨准确与否需依靠操作人员的操作经验进行判断。若调墨不准确,则要反复调试,浪费了大量的

时间和纸张。同时在实际生产中,某些区域不需要印刷,对应墨区的墨键需要关闭,长期操作下,使墨斗刀片和墨辊间存在间歇性摩擦,易造成墨斗刀片和墨辊的磨损,降低调墨精度。

随着现代科学技术的发展及生产生活水平的提高,人们对印刷品的质量要求越来越高^[5]。同时现代印刷速度很高,单张纸印刷机的印速可达18 000张/h,人工调墨无法满足实时性和高精度的要求,废品率也较高^[6-7]。因此自动调墨系统是实现印刷过程中精确、快速调墨的关键环节。

收稿日期:2014-02-21;修回日期:2014-03-20

作者简介:胡安涛(1989),男,山西兴县人,硕士,主要研究方向为机械装备自动控制理论及应用。E-mail:jiangyetaotao@163.com



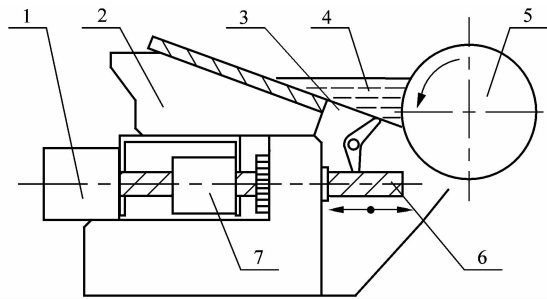
1—墨键;2—墨斗;3—墨刀;4—油墨;5—墨斗辊

图1 手工调墨斗简化机构

Figure 1 Simplified structure of manually regulating ink fountain

2 电动调墨系统的原理及存在的缺陷

目前国内外已研制出的自动调墨系统,大多采用电动式调墨原理。简化结构如图2所示,通过可编程控制器控制伺服电机1旋转,借助螺旋机构6将伺服电机的转动变为平行移动,再通过杠杆机构来调节每个墨区墨斗刀片缝隙大小以控制供墨量。电机转角大小可通过与电机同轴的电位计7进行检测^[8]。这种调墨系统提高了调墨精度和效率,但结构较为复杂,设计制造难度较大。而且每个墨区配置1台伺服电机,整体设备价格昂贵。此外这种调墨系统也没有解决墨斗刀片和墨辊之间间歇性的摩擦问题。



1—电机;2—墨斗;3—墨刀;4—油墨;5—墨斗辊;6—螺旋机构;7—电位计

图2 电动式调墨系统简化结构

Figure 2 Simplified structure of electric ink regulating machine

3 气动式调墨系统的结构及调墨过程

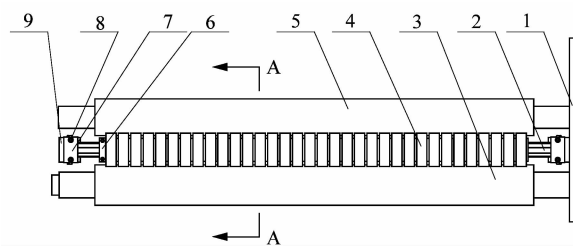
针对传统手工调墨方式的弊端,以及目前已研制出的电动式调墨系统存在的技术、经济效益方面的缺陷,本文研究一种新型气动式自动调墨系统。

3.1 气动式调墨系统结构组成

该调墨系统整体机械结构包括调墨主系统及其他部件。其中供墨源包括墨斗、刮墨刀、墨刀底板,整个系统固定在机架上,调墨主系统是进行自动调墨的核

心部分,也是本文研究的核心内容。调墨主系统结构如图3和图4所示。

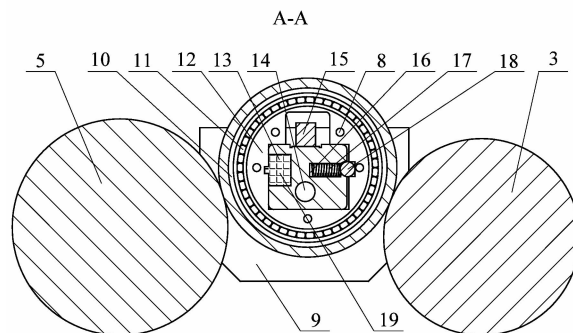
如图3所示,支柱2是气动调墨的重要部件,支柱两端安装在支柱座9中,用压块7压紧,并通过螺栓将支柱固定在辅助侧板上。调墨轮4等距间隔安装在支柱2中,墨斗辊5和受墨辊3的墨辊轴端通过链轮与电机轴连接,在电机带动下按预定速度转动。调墨轮4是气动调墨的核心部件。调墨轮包括调墨圈10、深沟球轴承11和固定块12,如图4。高压气体通过气管道14进入系统,并推动活塞19移动,进而推动调墨轮4靠近墨斗辊5。系统排气后,通过压缩弹簧17的回复力,使调墨轮靠向受墨辊3,从而实现自动调墨。气体充气、排气通过电磁阀15的通断电进行控制。



1—辅助侧板;2—支柱;3—受墨辊;4—调墨轮;5—墨斗辊;6—端定位块;7—支柱座压块;8—内六角螺母;9—支柱座

图3 调墨主系统结构主视图

Figure 3 Front view of main structure of ink regulating machine



3—受墨辊;5—墨斗辊;9—支柱座;10—调墨圈;11—深沟球轴承;12—固定块;13—气缸;14—支柱气管道;15—电磁阀;16—圆柱孔;17—弹簧;18—定位钢球;19—活塞

图4 A—A 剖视图

Figure 4 Section view of A—A

3.2 气管道的结构及气动式调墨过程

调墨系统充气时,电磁阀15通电,高压气体通过支柱气管道14和通气管道1进入电磁阀,如图5所示。然后气体再通过通气管道2由电磁阀进入支柱气缸13,推动活塞19移动。气管道1和气管道2构成调

墨系统充气过程的气管路。

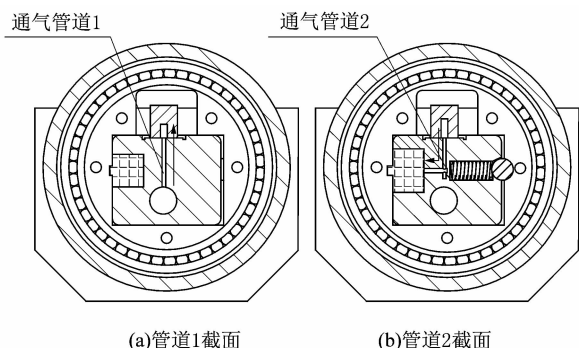


图5 气缸充气通路结构

Figure 5 Structure of inflatable passage of air cylinder

排气过程中,电磁阀断电,充气气管路被电磁阀切断,排气气管路连通,气缸中的高压气体首先经通气管道2进入电磁阀入气口,如图6所示。然后气体通过电磁阀从支柱上的排气管道(图6通气管道3)排出。通气管道2和通气管道3构成调墨系统排气过程的气管路。

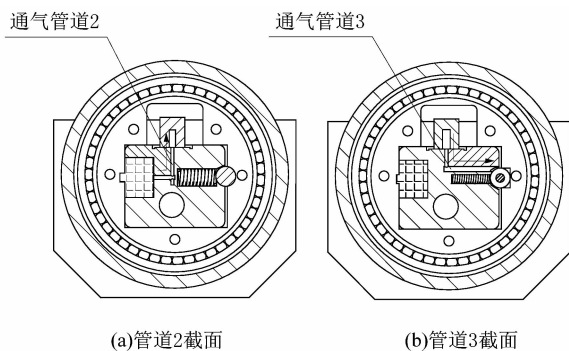


图6 气缸排气通路结构

Figure 6 Structure of exhaust passage of air cylinder

工作时,在人机界面输入每个墨区所需墨量的数值。在PLC控制下,电磁阀通电,高压气体沿着图5的充气管路进入气缸,推动活塞进而推动调墨轮靠向墨斗辊,在摩擦力的作用下,调墨轮随墨斗辊一起转动,墨斗辊将一定厚度的油墨均匀涂抹在调墨轮的外圆柱面上。

当调墨量达到设定值时,PLC控制电磁阀断电,此时气缸中的高压气体沿着图6的排气通路排到外界。在压缩弹簧回复力作用下,调墨轮靠向受墨辊。并随受墨辊一起转动,将一定单位量的油墨准确、快速地传递给受墨辊。至此,一个完整的调墨周期结束。

4 控制系统组成及其控制过程

系统以FX3U-128MR/ES-A型PLC为核心控制部件,以E40S6-800P/R-3-L-24型(奥托尼克斯)光电编

码器作为将调墨量数字化的核心元件。

4.1 光电编码器作用原理

光电编码器是一种可以将墨斗辊转动的圆弧长度转化为脉冲数量的装置,从而间接实现了数字化调墨。其工作原理如图7。码盘随轴转动时,其上的透光和遮光缝隙使光源发出的光在光敏元件产生一系列周期性的矩形脉冲信号,这种信号被脉冲接收元件接收并输入到PLC中,并输送到其内部的高速计数器单元。

将旋转式光电编码器安装在墨斗辊轴上,使其随墨斗辊一起转动。本系统使用的编码器脉冲频率为800个/转。已知墨斗辊直径为280 mm,则脉冲当量^[9-10]为

$$280 \div 800 = 0.35 \text{ mm/个}$$

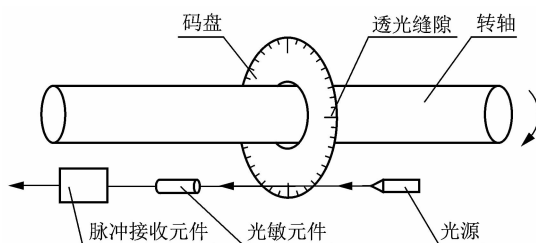


图7 光电编码器原理图

Figure 7 Schematic diagram of photoelectric rotary encoder

一个脉冲当量定义为一个单位的调墨量。设控制每个电磁阀断电所对应的高速计数器预设脉冲个数为 N ,由A相脉冲提供,Z相信号每转输出1个脉冲,用于基准点定位。墨斗辊转动时,将编码器检测到的脉冲个数输入到PLC高速计数器模块,运用高计数器的高速计数功能,实现对电磁阀通断电的实时控制。

4.2 PLC控制过程及控制流程

气动式调墨控制系统硬件接线如图8所示,主要包括动力驱动部分,光电编码部分,程序控制和执行部分。其中动力驱动部分包括变频器和墨斗辊伺服电机,驱动墨辊按照设定的速度转动。光电编码器的计数信号A通过X0点输入到高速计数器C235,Z相脉冲从X2点输入。在人机界面设定每个墨区所需墨量单位数 N ,即计数器的设定值。调墨系统启动后,PLC控制电磁阀通电,在调墨轮靠向墨斗辊瞬间,软件触发高速计数器常开触点X11闭合,开始计数,当脉冲数达到设定值 N 时,计数器常闭触点动作,输出端Y断电,使得输出端对应的电磁阀DJ断电,气缸排气。在弹簧力作用下,调墨轮带着 N 个单位的墨量靠向受墨辊,并将墨量传递给受墨辊,如此,一个墨区的调墨控

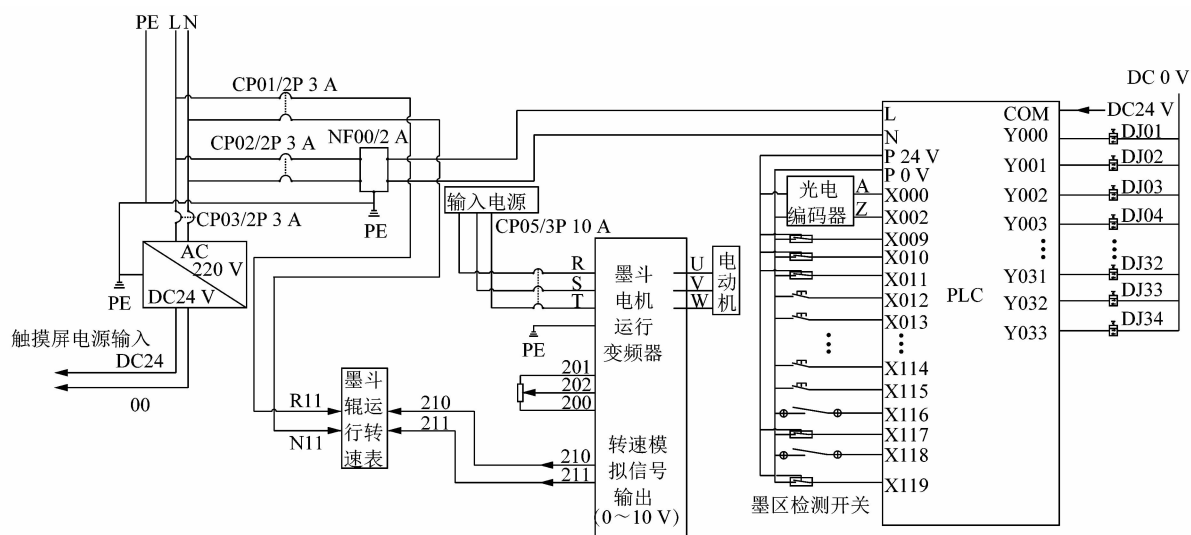


图 8 调墨控制系统硬件连接图

Figure 8 Hardware connection of control system of the new ink regulating machine

制结束。调墨控制系统的控制流程如图 9 所示。

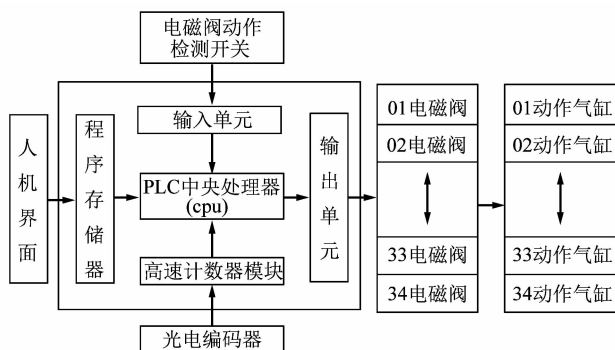


图 9 调墨过程控制流程图

Figure 9 Control flow chart of ink regulating process

5 调墨系统样机测试及结果分析

该调墨系统在机械结构和控制系统研究设计的基础上,与相关印刷设备公司合作生产了试验样机,样机测试如图 10 所示。



图 10 样机调墨测试图

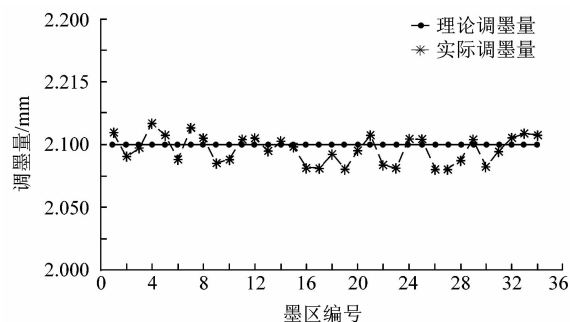
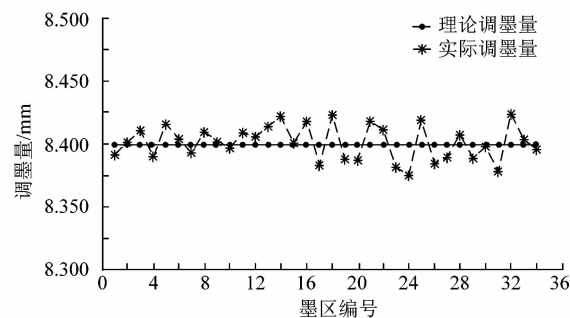
Figure 10 Prototype testing of ink regulation

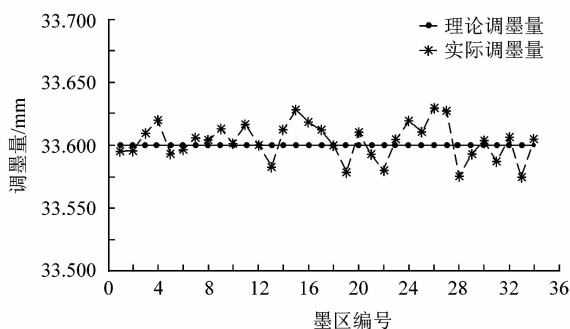
人机界面分别将 N 设定为 6, 24, 96 共 3 组调墨测试值。将调墨单位数转换为调墨轮上的圆弧长度,即

调墨理论值,分别为:

$$0.35 \times 6 = 2.1 \text{ mm}, 0.35 \times 24 = 8.4 \text{ mm}, 0.35 \times 96 = 33.6 \text{ mm}.$$

根据设定值对样机进行测试,测定受墨辊着墨后相应墨区油墨的圆弧长度,将测量结果绘制为测试结果如图 11 ~ 图 13。

图 11 $N=6$ 测试结果Figure 11 Testing result of $N=6$ 图 12 $N=24$ 测试结果Figure 12 Testing result of $N=24$

图 13 $N=96$ 测试结果Figure 13 Testing result of $N=96$

由测试结果可知,当设定不同的调墨单位进行样机测试时,实际调墨量和理论调墨量之间的偏差很小,实际调墨量维持在 $(0.35 \times N \pm 0.025)$ mm 的范围内波动,误差不超过 ± 0.025 mm,达到了较高的精度水平。样机测试证明了 PLC 高速计数器对输入脉冲的高速计数和响应能力,也验证了本论文所述调墨系统的实用性和可行性。

6 结论

1) 本文研究了一种新型气动式自动调墨系统,介绍了该调墨系统的机械结构组成,分析了气动式调墨过程。这种调墨系统采用控制调墨轮和墨斗辊相对转动的圆弧长的方法调墨,与传统调墨方式不同,有效避免了墨刀和墨斗辊可能产生的间歇性摩擦,提高了设备的耐用型。同时采用高压气体作为动力,相比电动式,更加经济,有效降低设备造价。

(上接第 51 页)

之后,各伺服驱动器进入高速同步状态,利用 SERCOS 环路中的 MST 同步报文来保持同步。各伺服驱动器采用相同的中断周期(不断被 MST 同步),保证了新的指令值在所有伺服驱动器中被同时执行以及所有的伺服驱动器在同一时间开始采样实际值。在高速运转的报机中,各伺服驱动器利用虚拟主轴提供的速度指令,各自计算位置并加以伺服控制,实现的是高精度的位置同步控制。

7 结论

经过实验验证,本文设计的伺服控制器,可以通过 SERCOS 接口接入现有报机的 SERCOS 环路,通过配置获取机器虚拟主轴的信息,实现与整机的同步运行;而利用硬件协议栈的以太网,可以非常简便地与上位机实现大量数据的快速交换,提供在线数据记录和故障诊断的功能。

2) 研究该调墨系统的控制系统组成及控制过程,给出了系统硬件电路图和调墨流程图,详细论述了光电编码器和 PLC 高速计数器将调墨过程数字化的调墨过程。

3) 在理论研究的基础上,生产了试验样机,并进行了调墨性能测试,通过分析测试结果,证明了该调墨系统的可行性和实用性。

参考文献:

- [1] 张海燕,张伟. 胶印机输墨系统设计的计算机仿真研究[J]. 包装工程,2003,24(5):51-53.
- [2] TOLLE D A, EVERS D P, VIGO B W, ET AL. Streamlined LCA of soy-based ink printing. [J]. International Journal of Life Cycle Assessment,2000,5(6):374-384.
- [3] 余节约. 浅析胶印机调墨斗需考虑的因素[J]. 印刷技术,2009(10):54-56.
- [4] 赵明磊,成刚虎,娄卫清. 胶印机供墨方式对输墨性能的影响[J]. 轻工机械,2008,26(4):39-41.
- [5] 张海燕. 创新设计胶印输墨系统保证高品质印刷[J]. 印刷经理人,2010(8):78.
- [6] ENGLUND C, VERIKAS A. Ink feed control in a web-fed offset printing press[J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology,2008,39(9/10):919-930.
- [7] 张伟,高军,李长涛. 基于 PC 的分区控制调墨系统的研究[J]. 包装工程,2009,30(10):114-116.
- [8] 孙玉秋,常瑞,张伟华. 墨量微机控制实验系统的研制[J]. 北京印刷学院学报,2002,10(3):12-15.
- [9] 卢宁,张晋宏. 一种用 PLC 和旋转编码器测量位移的方法[J]. 机械工程与自动化,2007(4):154-155.
- [10] STUART B. Pulse generation-encoder interfacing to microcontrollers [J]. Circuit Cellar,2007,68(206):58-61.

参考文献:

- [1] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,2008.
- [2] 戚志华,章白瑜,杜颜,等. 纸机传动控制系统的配置与控制原理[J]. 轻工机械,2011,29(2):53-56.
- [3] STMicroelectronics. SERCON816 reference manual [Z]. Suessen: STMicroelectronics,2006.
- [4] 白帆,马钧华. 基于以太网的同步伺服通讯协议设计[J]. 电气传动,2012,42(4):47-51.
- [5] 邹极,尹旭峰. 数字伺服通讯协议 SERCOS 驱动程序设计及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版,2005.
- [6] WIZnet. W5100 datasheet[Z]. Seoul:WIZnet,2011.
- [7] 邹依依,郭灿新,黄成军,等. W5100 在 DSP 远程以太网数据通讯系统中的应用[J]. 工业控制计算机,2008,21(8):20-23.
- [8] Rigobert Kynast. SERCOS II specification [Z]. Suessen: Rigobert Kynast,2006.
- [9] 舒志兵. 现场总线网络化多轴运动控制系统[M]. 上海:上海科学技术出版社,2012.
- [10] Baumuller. MDrive operating instructions [Z]. Nuremberg: Baumuller,2008.