

基于 AT89C52 的机车光电转速传感器测控仪设计

Designing the Testing and Controlling Instrument of the Photoelectric Rotating Speed Sensor Based on AT89C52

姚彩虹

(兰州城市学院工学系机电测试研究所, 兰州 730070)

摘 要: 针对光电转速传感器性能指标测试的必要性和传统测试仪的局限性, 引入 AT89C52 双微处理器模块结构, 设计开发出先进而实用的高性能、高可靠性的新一代光电转速传感器测控仪, 实现光电转速传感器的驱动和测试工作。介绍测控仪驱动电路、测试电路模块的硬件设计; 并通过步进电机驱动程序和测试电路程序介绍软件设计工作。实际运行表明, 所开发的测控仪提升了工作效率和测试的客观性, 具有一定的实用价值。

关键词: 脉冲 传感器 微处理器 步进电动机

中图分类号: TP277

文献标识码: A

Abstract: Aiming at the necessity of performance test of photoelectric rotating speed sensor and the limitation of traditional testing instruments, by using dual-processor modular structure of AT89C52, a new testing instrument is designed and developed, which is a generation of advanced instrument with practical high performance and high reliability. The photoelectric rotating speed sensor is driven and tested by the instrument. The drive and test of the photoelectric rotating speed sensor are implemented. The hardware design of drive and test circuit module in testing and controlling instrument are introduced, and the software design is also presented by drive and test circuit procedures of step motor. The practical running indicates the developed testing and controlling instrument improves working efficiency and testing objective reality, it has definitely practical value.

Keywords: Pulse Sensor Microprocessor Step motor

0 引言

TQG15 机车光电转速传感器是用于检测铁路机车车辆车轮转速的光电式转速传感器, 为机车电气控制系统提供电脉冲信号, 是机车安全、可靠、正常工作的主要参数之一。为保证 TQG15 机车光电转速传感器的质量和性能, 其检测工作至关重要。

传统的检测装置基于手工操作, 只能进行几个有限性能指标的检测, 存在精度不高和工作效率低等缺点。随着电子技术的不断发展, 尤其是单片机技术在智能仪器仪表中的广泛应用, 开发新一代高性能而实用的光电传感器测控仪势在必行。

1 TQG15 机车光电转速传感器

1.1 结构和工作原理

TQG15 机车光电转速传感器由支承机构、转轴及万向联轴传动机构、光电转换电路系统三部分组成。光电转换电路的核心是光栅盘和光敏三极管组成的小电路板, 光栅盘固定在转轴轴伸端部, 通过七芯电缆连接小电路板和外接电路, 七芯电缆分为 A、B 两组, 每组三根引线, 其中两根引线用于接 15 V 直流电源; 另

一根用于输出脉冲信号。

TQG15 机车光电转速传感器接上 15 V 电源后, 利用发光二极管作为光源, 光栅盘在车轮转轴的带动下而旋转, 由于光栅盘的遮挡作用, 从而使光源变为断续光, 致使光断续器中的光敏三极管通、断交替切换而产生脉冲信号, 经过电路的放大整形后, 输出与转速成比例的方波脉冲列, 以满足机车电气控制系统的工作需要。

1.2 性能指标及测试内容

测控仪所需的性能指标为: 工作直流电源: $(15 \pm 15\%)$ V, 功耗电流小于 50 mA, 输出脉冲幅值 (负载电阻 3 k Ω 时): 高电平 ≥ 9 V, 低电平 ≤ 2 V, 相位差: $90^\circ \pm 50\%$, 转速范围: 0 ~ 1 000 r/min, 每圈的脉冲数: 200, 输出方波波形占空比: $(50 \pm 20)\%$ 。测控仪所需的测试参数为: 转速、脉冲数、脉冲最低高电平、脉冲最高低电平和脉冲占空比。

2 测控仪硬件设计

AT89C52 是一种低功耗、高性能、CMOS 型微处理器, 片内含有 8 k 的可反复擦写的只读程序存储器和 256 B 的 RAM, 所开发的测控仪选用 AT89C52 单片机。

根据光电传感器的工作原理、主要性能指标和测试内容,测控仪总体原理结构示意图如图 1 所示。

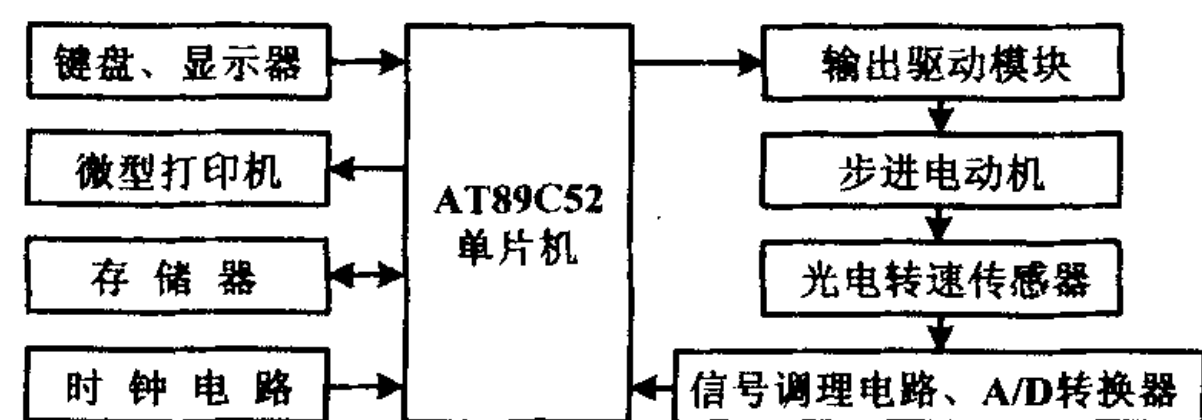


图 1 测控仪硬件结构图

Fig. 1 Hardware structure of measuring and controlling instrument

其工作过程为:通过键盘对系统进行初始化和功能设置后,执行 AT89C52 中的应用程序,输出脉冲信号,驱动步进电动机及光电传感器旋转,通过信号调理电路和 A/D 转换器,把光电传感器所输出的脉冲信号转换为数字信号,送入 AT89C52 单片机,数据处理后,送显示器和微型打印机输出。

步进电动机升降速控制需要两级定时器中断处理;尽管光电转速传感器脉冲信号的测试内容可进行分步处理,但在测试占空比、两通道的相位差等参数时,都需要两个定时器配合。而 AT89C52 片内只能提供三个定时/计数器,单一 AT89C52 的资源无法胜任测控仪的工作。另外,为了简化测控仪的操作和使用,本测控仪采用了双 AT89C52 微处理器的结构形式,因此,光电转速传感器测控仪分为驱动电路和信号测试电路两大功能模块。

2.1 驱动电路模块设计

为了驱动光电传感器旋转,并能方便地调整其转速,需要选择适合于本系统特点和应用的电动机,作为光电转速传感器的动力装置。步进电动机具有四个特点:①步距角和转速大小仅与脉冲频率成正比;②通过改变脉冲频率的大小可大范围地调节电机转速;③能实现快速起动、制动、反转;④控制精度高,运行可靠。步进电动机这四个方面的特点,适用于本系统,所以在测试仪的驱动部分选用步进电动机作为动力装置。

步进电动机是一种把电脉冲转换成角位移的电动机。由专用的驱动电源向步进电动机提供一系列具有一定规律的电脉冲信号,每输入一个电脉冲,步进电动机就前进一步,其角位移与脉冲数成正比,电机转速与脉冲频率成正比,转速和转向与各相绕组的通电方式有关^[1]。

利用 AT89C52 单片机构成光电转速传感器的驱动电路模块,输出所需频率的脉冲信号。根据驱动电路的功能要求和步进电动机的工作原理,测控仪驱动

电路的模块硬件原理如图 2 所示。

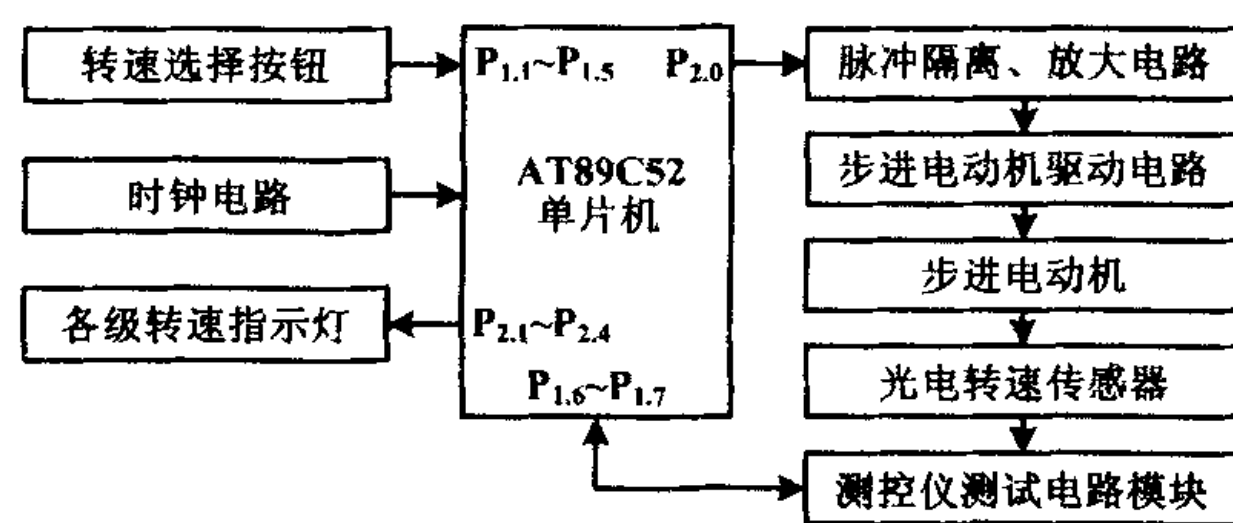


图 2 驱动电路模块结构示意图

Fig. 2 Structure schematic of driver module

在图 2 中为了对步进电动机的转速实行分级控制,在 AT89C52 单片机 P_1 端口的管脚接入控制 300、500、700 和 900 四级转速 (r/min) 工作的按键。利用 P_2 端口的部分管脚驱动发光二极管,指示步进电动机的当前转速工作段。同时, $P_{2.0}$ 管脚输出步进电动机所需脉冲信号,控制步进电动机工作。另外, $P_{1.6}$ 和 $P_{1.7}$ 管脚用于实现驱动电路和测试电路的简单通信功能,即步进电动机工作到所需转速后,利用 $P_{1.6}$ 控制测试电路进行测试工作,而测试完成后,用 $P_{1.7}$ 控制步进电动机可进入下档工作。

2.2 测试电路模块设计

根据光电转速传感器所输出电脉冲信号的特点及所需的测试参数,测控仪的测量电路模块硬件结构原理如图 3 所示。

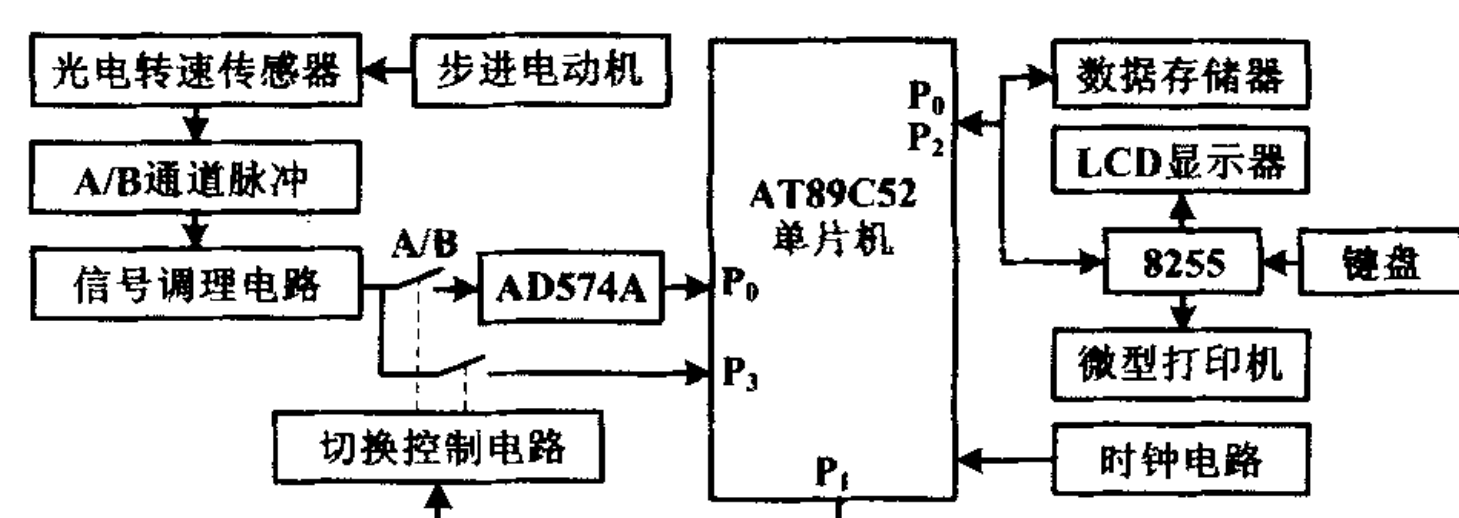


图 3 测试电路结构示意图

Fig. 3 Structure schematic of test circuit

图 3 中测量电路主要由四个部分组成:①信号调理及采集电路,把光电转速传感器 15 V 的矩形波信号转换为 AT89C52 能接收的 CMOS 电平。用来测量光电传感器的脉冲数、脉冲占空比和相位差等参数。另外,利用高性能的 AD574A 模数转换器实现脉冲信号高、低电平幅值的测量;②切换控制电路,利用 P_1 端口选择接通 A、B 通道的脉冲信号;满足 A、B 两通道脉冲信号的测试工作;③I/O 电路,一是利用键盘输入电路的有关功能键实现有关信息的初始化和不同测试内容的转换;二是利用 LCD 液晶显示器及时显示测试仪的工作情况;三是利用微型打印机把测试结果打印存档。④单片机 AT89C52,AT89C52 是测试电路的核心,实现

协调数据的输入、输出、运算和处理工作。

3 软件设计

软件设计立足于系统功能、性能和用户的要求,采用模块化结构和“自顶向下”的方法进行设计工作。为提高工作效率,运行时尽量减少人工干预和操作,同时,系统初始化在线可调、工作状态直观显示。根据测控仪的硬件结构布局和功能需求,软件设计内容主要包括步进电动机的驱动和信号测试两个基本模块,下面对它们进行说明。

3.1 步进电动机驱动程序开发

光电传感器性能参数的测试,需要在多级转速的驱动下对其输出的电脉冲信号分别进行测试。步进电动机的多级转速是利用 AT89C52 应用系统,通过改变驱动脉冲的频率来实现,另外步进电动机存在极限启动频率和最大工作频率的限制,即加减速过大存在失步的问题,在设计其控制程序时给予充分的考虑^[2]。图 4 所示就是按照系统的要求所设计的驱动部分主程序模块流程图。

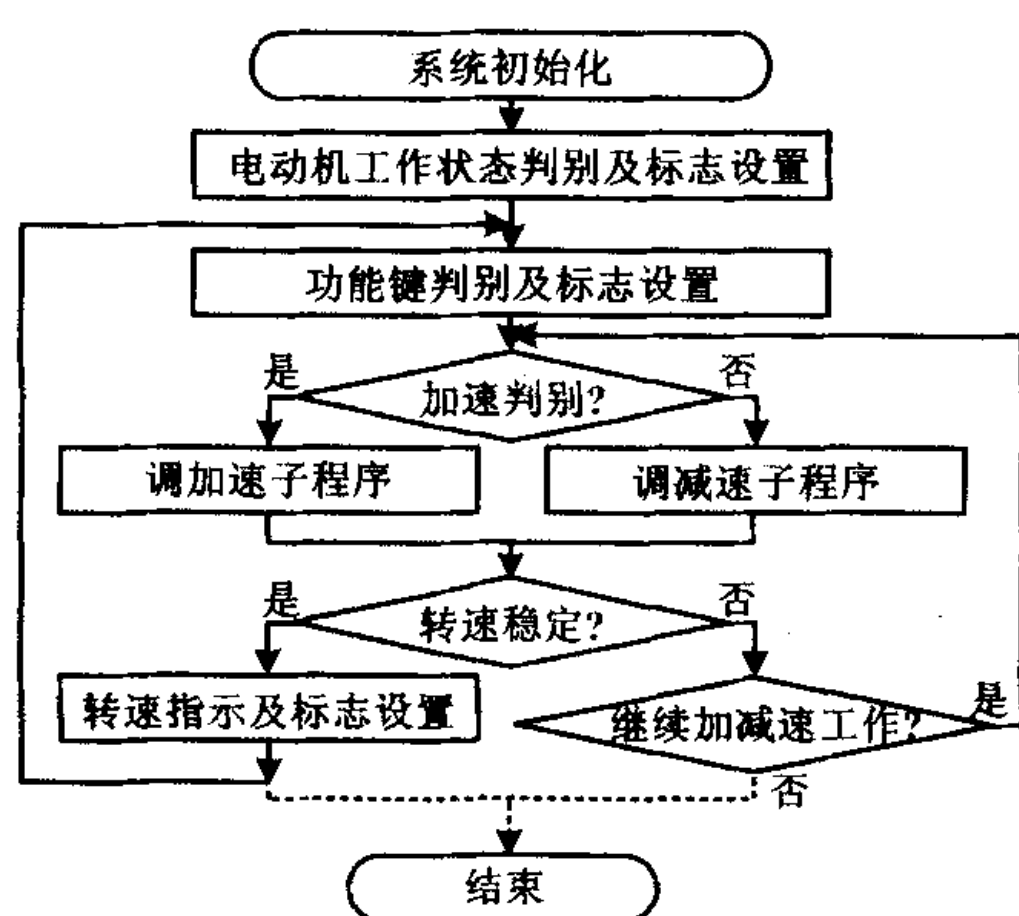


图 4 步进电动机控制主程序流程图

Fig. 4 Flowchart of main control program for step motor

在开发步进电动机驱动程序时,还应处理三个问题:一是对电动机工作状态标志的规划和应用;二是步进电动机加减速的离散分档和运行频率的对应关系确定;三是因脉冲频率是利用单片机的定时器中断输出的,但中断响应及定时器初值的装载存在附加延时,程序进行必要的处理^[2]。

3.2 测试模块软件开发

测试模块的软件分为监控程序和中断服务程序,其中每一部分又由许多功能子模块组成。监控程序主要包括初始化模块、自诊断与测试模块、显示模块和键扫描与处理等模块;中断服务程序主要包括 A/D 转换、数据读取、定时器及时钟处理等功能模块。

根据测试电路功能要求,其监控程序总体流程如

图 5 所示。各监控子模块的主要功能为:初始化模块,用于初始化扩展口、内部 RAM、特殊功能寄存器 (SFR) 和工作状态标志;测试诊断模块,用于检查数据输入、输出通道、数模转换器和显示器等硬件电路工作是否正常;显示模块,用于显示所测试工作参数和工作状态;键扫描与处理模块,完成键识别及相应功能的执行,每个键都设定标志位。主要功能键及作用分别为:批号键用于设定检测批次;日期键用于设定检测日期;通道键用于切换 A/B 脉冲输出通道;测试键用于执行测试功能;打印键控制微型打印机输出测试报告。

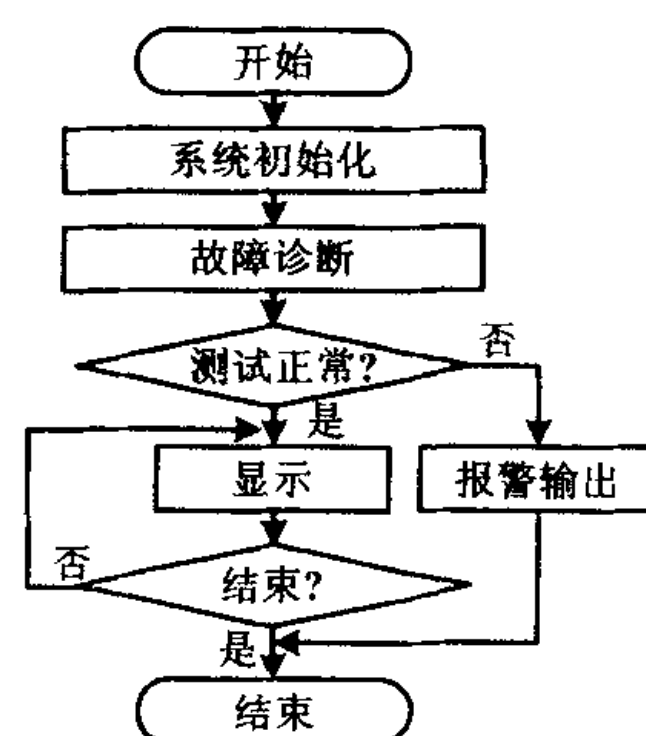


图 5 监控程序流程图

Fig. 5 Flowchart of monitoring program

根据系统的需要,脉冲多个性能指标的测量,是在主程序测试键的控制下,进行逐项测试工作,测试模块的工作流程如图 6 所示。测试的具体实施需要相应的子程序模块、中断服务程序及硬件接线的有机结合。

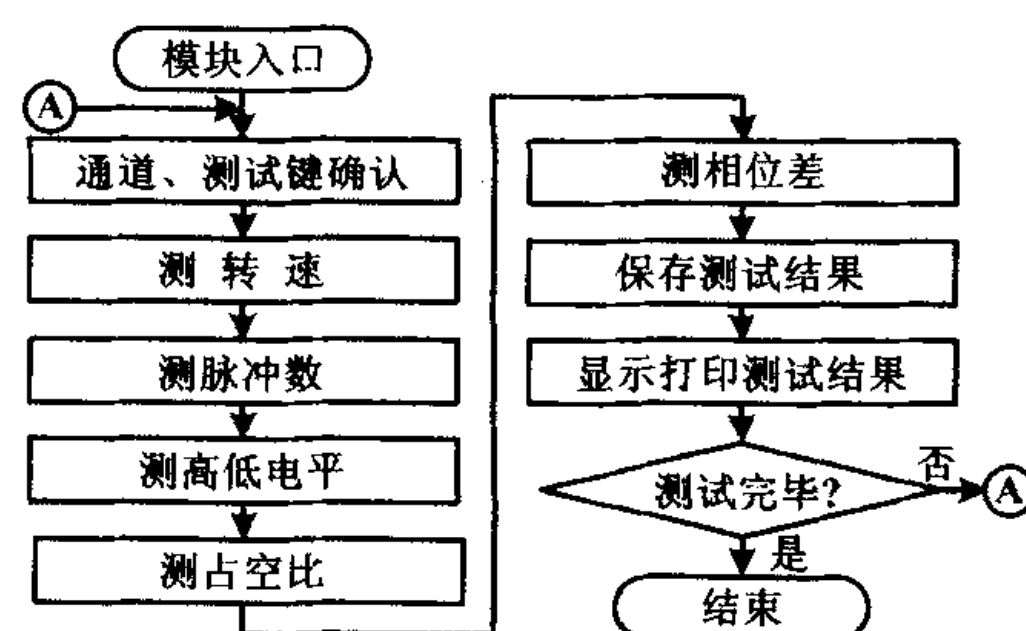


图 6 测试模块的工作流程示意图

Fig. 6 Operational flowchart of testing module

主要参数测试方法为:其一、脉冲数的测量,合格的光栅盘应该开有 200 个槽,根据步进电动机的转速,可确定一圈所需的时间,定时累计脉冲总数;其二、高、低电平测量,属于模拟量测试,利用脉冲的上升沿和下降沿作为中断标志,利用 A/D 转换器,把模拟电压转换为数字量;其三、占空比测量,把脉冲输入到外部中断接口,利用其上升沿和下降沿分别控制两个定时器起动和停止;其四、两通道相位差测量,在相位差功能键的控制下,完成有关接线切换,使 A、B 通道的脉冲信号都接到两个外部中断端口,再利用一个定时器确

定其滞后时间,结合脉冲信号的周期即可确定两者的相位差。

4 结束语

所开发的光电转速传感器测控仪采用了双微处理器结构,在系统的硬件和软件两个方面采用模块化结构,其控制操作简单实用,工作性能和可靠性很高。实际运行表明,所设计的测控仪具有很高的实用价值。

参考文献

- 1 林海波. 基于单片机的步进电动机均匀细分驱动器的实现[J]. 自动化仪表, 2004, 25(9): 60 - 61.
- 2 付家才. 单片机控制工程实践技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 152 - 155.

修改稿收到日期: 2006 - 04 - 05。

作者姚彩虹, 女, 1968 年生, 现为西安理工大学工程管理专业在读硕士研究生, 讲师; 主要从事机电领域的教学和科研工作。

(上接第 18 页)

另外, 动态测试案例还包括了对不同现场设备间信息分发服务的测试, 以测试设备间的数据传递能力。

4 结束语

验证设备互操作能力的手段主要是互操作测试。EPA 作为我国第一个具有完全自主知识产权的现场总线标准, 为其设计和实现互操作测试系统, 对于 EPA 的推广应用具有重要的推动作用。

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, 1999.
- 2 Fieldbus Foundation. FOUNDATION™ Fieldbus Interoperability

Test System User's Guide [EB/OL]. [2001 - 02]. Ver 4. 01. <http://www.fieldbus.org>.

- 3 PROFIBUS International. Test Specifications for PROFIBUS-DP Slaves, [EB/OL]. [2000 - 02]. Ver 2. 0. <http://www.profibus.com>.
- 4 IEC TC65/WG6. Function block for industrial process measurement and control system; Part 1 - Architecture [EB/OL]. [1999 - 11]. <http://www.iec.org>.
- 5 IEC SC65C. Function blocks for process control-Part 1: Overview of system aspects [EB/OL]. [2002 - 08]. <http://www.iec.org>.

修改稿收到日期: 2006 - 06 - 22。

第一作者王忠锋, 男, 1976 年生, 2006 年毕业于中国科学院沈阳自动化所, 获博士学位; 主要从事现场总线控制系统、工业以太网以及无线工业通信等领域的研究。

2006 年第五届“工业自动化与标准化”研讨会在北京成功落下帷幕

2006 年 9 月 6 日 ~ 7 日, 由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会主办, 机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、《仪器仪表标准化与计量》杂志协办的第五届“工业自动化与标准化”——《安全控制中的工业网络技术及其应用》研讨会在北京举行。此次会议共吸引了约 360 名最终用户、系统集成商、制造商、研究人员、培训工程师、政府官员等前来参加。

由中国国家标准化管理委员会主任助理宿忠民先生和中国机械工业联合会常务副会长张小虞先生致开幕词。机械工业仪器仪表综合技术经济研究所所长薛一平先生代表主办方向广大来宾致词, 感谢各参讲公司和观众对此次研讨会的支持。接着, 美国埃施朗公司、西门子(中国)有限公司、罗克韦尔自动化、欧姆龙(中国)有限公司、三菱电机、浙江中控技术有限公司、ASI 国际组织富士电机公司等分别做了精彩的主题报告。其中, 机械工业仪器仪表综合技术经济研究所副所长、IEC SC65A/MT13 中国专家冯晓升教授做了功能安全技术的相关报告, 受到大家的热烈欢迎。IEC 61508 一直是大家备受关注的国际标准, 此标准目前也已转化为中国国家推荐性标准, 今年年底即将发布。

此次研讨会, 主办方还特别邀请到 IEC SC65C/WG11 工作组组长 Ludwig Winkel 先生、IEC SC65C/WG12 工作组组长 Valerie Demassieux 女士做题为“IEC 61784 - 2 以太网技术框架和体系”和“工业网络的安全通信规约”的工作组报告。最后一位演讲者德国 TUV 集团的 Joachim Iden 先生就功能安全评估和认证方面的报告十分精彩, 吸引了每位来宾, 互动热烈。

为期两天的会议在北京成功落下帷幕。此次会议集中了“功能安全”、“网络安全”、“系统冗余”、“安全认证”等热点问题, 使国内自动化领域的研发人员和用户能够更多地了解工业自动化安全控制技术的集成解决方案和最新技术发展动态, 为国内外技术专家和用户之间创造了一次难得的交流机会。