

# 基于 CAN 总线与单片机的音乐喷泉控制系统

赵政春 谭 跃

(湖南城市学院物理与电信工程系, 益阳 413000)

**摘要** 介绍了一种基于 CAN 总线的分布式音乐喷泉控制系统的设计, 各喷泉点采用 AT89S52 单片机作为控制核心。该系统设计的有效控制范围大约为 1 km 内, 通信位速率约为 75 Kbit/s, 喷泉点可达数十个。设计了系统硬件构成, 建立了 CAN 多帧控制协议并对帧结构进行了扩展, 对软件实现作出了分析。

**关键词** CAN AT89S52 音乐喷泉 多帧协议 扩展帧。

**中图法分类号** TP273.6; **文献标志码** B

目前, 随着一般城市公园、广场和普通住宅区的日趋扩大, 其音乐喷泉系统的喷泉点逐渐趋向智能化、分散化、小型化, 由于其控制要求比较简单, 使用单片机完全可以满足要求, 而且因其成本低则更易于普及, 是未来音乐喷泉的发展趋势<sup>[1]</sup>。由于 CAN 总线的高可靠、高速传输性的特点, 且基于它的测控系统在可靠性、适应性、扩展性、可维护性及抗故障能力等方面与传统的测控系统相比具有明显的优越性, 为了易于实现集中管理、分散控制和实现模块化、通用化、系列化的设计要求。所以笔者在这里提出一种基于 CAN 总线的以单片机为控制核心的分布式音乐喷泉控制系统的原理及其实现方法。

## 1 CAN 总线特点及控制系统结构

CAN 总线协议是建立在 ISO/OSI 开放系统互连模型基础上的, 其模型结构包括 OSI 底层的物理层、数据链路层和顶层的应用层<sup>[2]</sup>, 其特点可以简要概括为: ①多主工作方式; ②多主站依据优先级

进行总线访问, 优先级由用户自定义, 可满足不同的实时要求; ③非破坏性总线仲裁技术; ④可编程报文接收滤波; ⑤短帧结构, 受干扰概率低, 具有极好的检错效果; ⑥具有超强的检错能力; ⑦暂时错误和永久性故障节点判别的能力以及故障节点的自动脱离等。同时, CAN 总线最高传输速率可达 1 mb/s(在 40 m 内), 传输速率为 5 kb/s 时, 可传输 10 km<sup>[2]</sup>。本系统主要由上位计算机及监控软件、基于 PCI 总线的 CAN 智能网络通信适配器及与其相配套的设备驱动程序(WDM)、现场控制节点单元和基于 CAN 现场总线其他功能模块组成。

## 2 系统硬件设计

### 2.1 节点控制单元

节点单元的主控制器采用 ATMEL 公司的 AT89S52 单片机, 其运算速度较 AT89C 系列单片机有较大提高, 静态工作频率为(0~33) MHz, 片内集成有双数据指针 DPTR、看门狗、低功耗休闲状态及关电模式、关电方式下的中断恢复等功能。片内还具有 8 KB 的 FLASH 程序存储器和 256 B 的 RAM, 另外, 它还增加了一个功能极强的、具有独特应用的 16 位定时/计数器<sup>[3]</sup>。复位电路采用 IMP708 芯片, 该芯片具有上电复位、看门狗和电源监控功能。

2010 年 2 月 10 日收到 湖南省益阳市科技项目(2009JZ02)、湖南省自然科学基金项目(07JJ6119)资助  
第一作者简介: 赵政春(1976—), 男, 湖南益阳人, 讲师, 硕士, 研究方向: 计算机控制、传感器技术。E-mail: zzc413224@163.com。

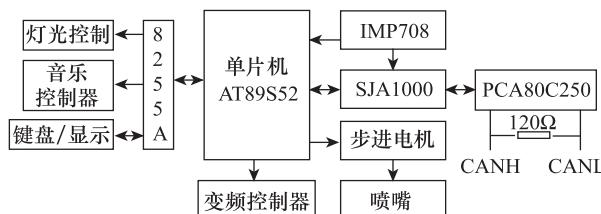


图 1 节点控制单元结构图

## 2.2 CAN 通信连接

在节点中,CAN 通信网络部分采用了 PHILIPS 公司的集成 CAN 控制芯片 SJA1000(CAN 总线控制器)和 PCA80C250(CAN 总线收发器),采用了 BasicCAN 模式,系统中设置 CAN 总线的传输量约为 75 kb/s,且晶振频率定为 16 MHz,CAN 总线系统任意两个节点之间的最大距离为 130 m,此时总线定时 BTR0 值为 00H,BTR1 值定为 1CH。使用是为了提高 CAN 总线网络的驱动能力(即通信距离和带负载能力)。微处理部分,采用了 AT89S52CPU 负责实现与总线网络的通信,为了防止 CAN 总线超载时采样数据丢失,在系统中加入 1 片 E<sup>2</sup>PROM 存储器 24LS256 来缓存不能及时发送的采样数据。

## 2.3 子系统

灯光子系统包括灯光控制器、光源发生器、喷泉灯具等器件,灯光控制器接收来自单片机 89S52 的音乐指令并进行相应的灯光控制。音乐子系统由音乐发生器、声音卡、音箱组成,主控计算机通过对 MIDI 音乐信号的识别,进行译码和编码,并通过 CAN 总线传输最终将信号输出到节点控制器,使喷泉的造型及灯光的变化与音乐保持同步,从而达到喷泉水型、灯光及色彩的变化与音乐情绪的完美结合。喷泉驱动与执行机构部分包括驱动电路、变频音乐喷泉控制器、变频器、电磁阀、潜水泵等执行机构。变频音乐喷泉控制器的音乐信号处理部分是变频型音乐喷泉控制的中心,可以对多路信号进行控制,每路控制一台变频调速器<sup>[4]</sup>,将音乐信号转换成变频调速器所能接受的 4 mA—20 mA 的直流电流信号,来驱动变频调速器,使喷泉的喷高随音乐信号的大小而变化。

## 3 通信链路协议

在本系统中,考虑到数据量较大,而单个帧无法传送长度超过 8 个字节的报文,采用了多帧控制协议。多帧控制协议把标识符域中对报文优先级影响最大的前 6 位独立出来用于优先级配置,从而减弱了总线仲裁与数据路由之间的耦合关系<sup>[5]</sup>。多帧控制协议属于网络层传输层协议,其核心是标识符域的分配和定义。为了尽量不占用 CAN 帧数据域的空间,并提高报文的寻址能力和可控性,多帧控制协议采用 CAN 的扩展帧格式。CAN 帧可分为信息域、标识符域和数据域 3 个部分。本文基于独立 CAN 控制器 SJA1000。为实现多帧控制协议,CAN 标识符域被划分为 6 个子域。

## 4 软件设计

系统软件由上位机监控软件和节点单元控制器软件组成,喷泉节点模块的软件采用结构化设计,具有良好的模块性,可修改性和可移植性,程序用 C 语言和 ASM51 语言混合编写。软件设计主要包括单片机的初始化程序、报文发送和接收程序以及 CAN 总线的初始化设计,这是 CAN 总线设计中的重要一环,也是一个设计难点。为了提高通信的实时性,采用中断接收方式,在初始化时使 SJA1000 工作在 BasicCAN 模式。上位机监控软件利用 DELPHI 开发的,包括系统监控、通信管理、数据处理、控制命令、动态显示等模块,具有界面友好、显示直观、操作方便等优点。

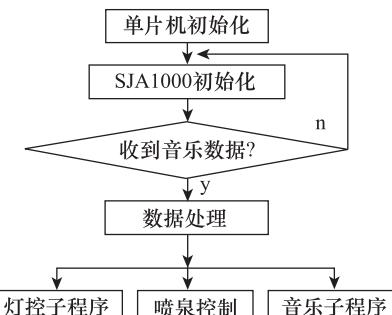


图 2 喷泉节点控制流程图

## 5 实验测试

笔者在单个喷泉节点上选取了《春之声》曲进行了多次实验。指令从上位机发出,距离实验节点约150 m,发出指令后节点响应及时,传输效率达到预期要求。CAN 节点单片机控制器收到喷泉指令后,立即开始初始化程序启动下层各子系统工程,经测试各子系统工作正常,将表演程序在音乐喷泉试验装置上与音乐进行了同步表演,结果非常令人满意。

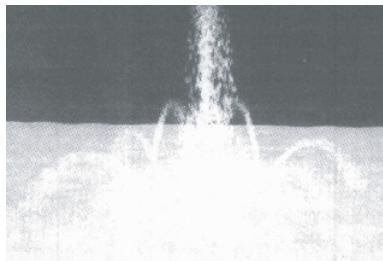


图3 《春之声》曲音乐喷泉图

## 6 结束语

相对一般的喷泉系统,本设计使用 CAN 总线技

术,对于日趋小型、分散、智能化的喷泉系统更易于实现集中管理、分散控制和实现模块化,而采用单片机进行控制,电气部分体积小,使整体安装调试非常方便,音乐控制效果也不错。本系统的有效控制范围大约为 1 km 内,通信位速率约为 75 kbit/s,喷泉点可达数十个。通过建立 CAN 多帧控制协议并对帧结构进行扩展,方便地实现了传输数据量较大情况下上位机与下位机控制器的实时通信,该系统具有造价低、结构简单、可靠性高且应用灵活的特点。

### 参 考 文 献

- 1 张长君. 单片机控制在音乐喷泉中的应用. 计算机工程与设计, 2006;25(10):1905—1906
- 2 Etschberger K. CAN-based higher layer protocols and profiles. <http://www.zlgmcu.com>, 2006;10—21.
- 3 孙育才. ATMEL 新型 AT89S52 系列单片机及其应用. 北京:清华大学出版社, 2005
- 4 王连涛. 变频控制系统在音乐喷泉中的应用. 工程建设与设计, 2005;16;57—58
- 5 许杭. CAN 总线上层协议的设计. 计算机工程, 2007;24(33): 258—259

## A Control System of Musical Fountain Based on CAN and Microcontroller

ZHAO Zhen-chun, TAN Yue

(Department of Physics and Telecom Engineering, Hunan City University, Yiyang 413000, P. R. China)

**[Abstract]** A design of distributed musical fountain control system based on CAN bus is presented, in which every fountain node use AT89S52 microcontroller as the control core. The system's effective control range is about 1 km, it's communications bit rate is about 75 kbit / s, besides fountain nodes can achieve tens of. Hardware of the system is designed, and created a multi-frame CAN control agreement , and frame structure is also expanded. At last the analysis of software is made of.

**[Keywords]** CAN      AT89S52      musical fountain      multi-frame agreement      expansion frame