

基于 X-10 协议的智能照明系统的设计

于爱华¹,周 平¹,苏建伟²

(1. 浙江科技学院 自动化与电气工程学院,杭州 310023;2. 西安电子科技大学 微电子学院,西安 710071)

摘 要: 根据 X-10 协议的特点实现基于 X-10 协议智能照明系统。就遥控平台设计和电力载波的关键技术进行了详细研究,研制的基于遥控平台及 X-10 协议的智能照明系统,经测试使用后表明,达到了可靠稳定的通信效果,并且可以和国外 X-10 产品兼容。所采用的遥控接口与电力线载波接口方式对其他电力载波通信系统有一定的实用和参考价值。

关键词: X-10 协议;无线遥控;电力载波

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2007)02-0100-04

Design of Intelligent Lighting System Based on X-10 Protocol

YU Ai-hua¹, ZHOU Ping¹, SU Jian-wei²

(1. School of Automation Electrical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China; 2. Microelectronics Institute, Xidian University, Xi'an 710049, China)

Abstract: We study the key issue about wireless remote controller and power line carrier. The test result of intelligent lighting system using X-10 protocol based on wireless remote controller shows that it is effective and meet the requirement of compatibility with X-10 products made abroad. The interfaces of remote controller and power line carrier can be as a reference for other power line carrier communication(PLCC) system, which is proven to be practical.

Key words: X-10 protocol; wireless remote control; PLCC

X-10 在美国的发展已有二十多年的历史,目前仍是美国家庭自动化的主导系统。X-10 协议直接利用电力线作为控制总线,并通过电力线将各传感器、执行器和网关等设备连接在一起,各设备借助两组机械拨盘设定地址,通过地址绑定组成协调一致的系。X-10 控制总线使用电力线窄带载波技术,实现家庭内部各设备节点间的相互通信,无需布线,安装方便。

常见的 X-10 智能照明系统结构图^[1,2]如图 1。

无线数据传输广泛地运用在车辆监控、遥控遥测、小型无线网络、无线抄表、门禁系统、小区传呼、工业数据采集系统、无线标签、身份识别、非接触 RF 智能卡、小型无线数据终端、安全防火系统、无线遥控系统、生物信号采集、水文气象监控、机器人控制、无线 232 数据通信、无线 485/422 数据通信、数字音频、数字图像传输等领域中。其实现方式也

收稿日期: 2006-10-10

作者简介: 于爱华(1975—),男,江苏海安人,助理工程师,硕士,主要从事单片机、机器人和电力系统方面的工作。

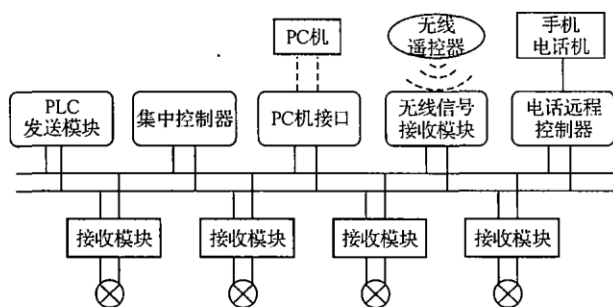


图1 X-10智能照明系统结构

很多,有无线射频技术、红外遥控技术等。红外遥控技术是一种利用红外线进行点对点通信的技术,其相应的软件和硬件技术都已比较成熟。它在技术上的主要优点是:无需专门申请特定频率的使用执照;具有移动通信设备所必需的体积小、功率低的特点;传输速率适合于家庭和办公室使用的网络;信号无干扰,传输准确度高;成本低廉。它的缺点是:由于它是一种视距传输技术,采用点到点的连接,具有方向性,两个设备之间如果传输数据,中间就不能有阻挡物,而且通讯距离较短,此外红外线LED不是一种十分耐用的器件。本文采用无线射频方式实现。

1 X-10通讯协议简介

X-10信号是加载在家用电力线上,满足X-10通信协议的脉冲群。其发送时刻为交流电正弦波过零点,过零点处有幅值为5V、频率为120kHz的脉冲时表示二进制信号1,无则表示信号0,如图2所示。X-10的数据“1”由二进制信号“10”表示,X-10的数据“0”由二进制信号“01”表示,这种采用反码编码的传输方法,可以防止总线空闲状态被误判定为一串数据“0”。选择在过零点在加载脉冲信号是因为在过零点处的噪声和干扰最少,且有利于信号传输的同步。

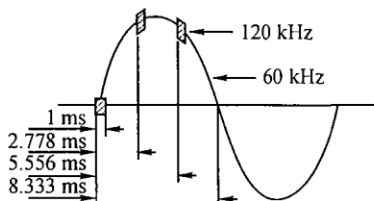


图2 三相交流电加载X-10信号示意

X-10信号的帧头标识符为1110,该标识符仅以真值形式传送,其余每个信号分别以真值和补码两种形式从交流电的零相位开始传送。为了和三相交流电的过零点相一致,在一个正弦波周期里需要传

送3次。一条完整的X-10指令由间隔3个电力线周期的两部分数据帧组成,如图3所示。前一部分为寻址帧,包括起始码、房间码和单元码;后一部分为命令帧,包括起始码、房间码和命令码。通信纠错采用寻址帧和命令帧都传输两遍的方法。X-10信号的具体编码参见图3。

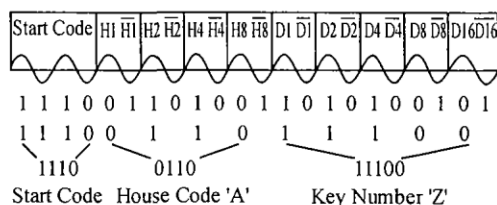


图3 一帧数据

2 系统设计

系统设计分为主控模块、从控模块、无线遥控模块3个部分。

2.1 硬件设计

主、从控制器模块与无线发送的结构图如图4所示。

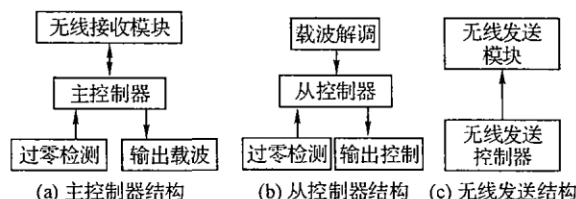
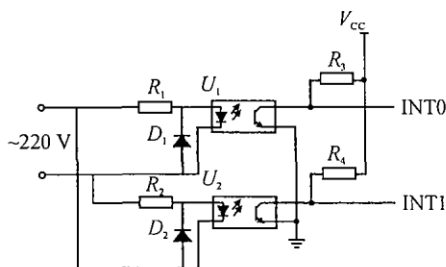


图4 结构示意图

2.1.1 过零检测电路,调光输出电路 过零检测电路功能是检测220V交流电正弦波的过零点,通知控制器同步发送或者接收信号。过零检测电路功能是在每一电力周期的电压过零点处各产生相应的脉冲信号,分别输出至控制器的中断INT0,INT1脚,作为微处理器发射X-10信号的同步信号,其电路图如图5所示。由于在过零时进行开关控制,可以减轻对电路的冲击,故在从控制模块中,通过对8个周期过零点可控硅开关控制,可以实现8级调光,调光控制电路如图6所示。



2.2 软件设计

主控模块软件流程如图11。本系统要求产生 (120 ± 5) kHz的振荡载波,可以有两种方式实现:一种是硬件振荡电路,该方法增加了成本,而且调试不便,稳定性也不高;笔者采用软件方法,通过计算指令周期实现。对于12 M晶振,每个指令周期为 $1 \mu\text{s}$,通过使得每个循环为8个指令周期可以得到精确的125 K的振荡频率。

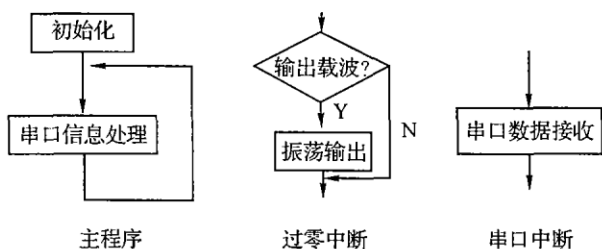


图11 主控模块软件流程图

单片机和无线收发通信模块工作时,由于过高的数据速率会降低接收灵敏度及增大误码率甚至根本无法工作,笔者使用波特率设置为1 200。信息码格式也很重要,它将直接影响到数据的可靠收发。

本文码组格式方案:前导码+同步码+数据帧

为了增加系统的检错能力,采用曼彻斯特编码。在1 bit的传输时间中点,从高电平向低电平的负跳变表示信号“0”,从低电平向高电平的正跳变表示信号“1”,如图12。

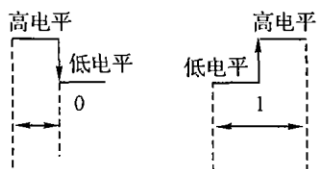


图12 曼彻斯特编码

对于从控制器来说,其主要任务是根据X-10协议解码,执行相应的操作。这里不详细介绍。

3 测试与结论

笔者对所开发设计的基于X-10协议的智能照明系统,在实验室环境下进行了测试使用。在距离小于200 m范围内,遥控器收发性能可靠。其电力载波信号在一般负载(灯泡)可以在800 m电力线

上衰减不超过3 dB,该装置可以和PSC01替换使用,满足X-10兼容性。实验中发现,开关电源对系统影响较大,尤其在信号传输结点之间,应该避免在线路出现。要解决电力线干扰,电力线上负载变化,阻抗匹配和X-10信号被吸收等问题^[4-7],可以从两个方面解决:一方面规范用电,另一方面提高系统的抗干扰能力,采用AFC(自动频率控制)和AGC(自动增益控制)或多频点发送信号,这些方面有待进一步研究。

4 结 语

照明系统是生活中最为常用、最为基础的系统,它的智能化无疑会给人们的生活带来深刻的影响。它不仅大大方便了人们的生活,也许还会从一定程度上改变人们的生活方式,从而提高人们的生活质量。

参考文献:

- [1] 刘敬猛,王田苗,孟思,等. 智能化网络家电控制中电力载波模块的设计[J]. 电子技术应用,2002(3):20-22.
- [2] 刘志斌. X-10协议及其在智能家居系统中的应用[J]. 微电子学与计算机,2004(3):13-15.
- [3] 仲元昌,曾孝平. 低压电力线载波通信的接口电路设计[J]. 重庆大学学报:自然科学版,2004(3):18-20.
- [4] JOHN Newbury, William Miller. Multiprotocol Routing for Automatic Remote Meter Reading Using Power Line Carrier Systems[J]. IEEE Transactions on Power Delivery,2001,16(1):1-5.
- [5] MANFRED Zimmermann, laus Dostert. Analysis and Modeling of Impulsive Noise in Broad-Band Powerline Communications [J]. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility,2002,44(1):249-258.
- [6] CHARLES J Kim, Mohamed F Chouikha. Attenuation Characteristics of High Rate Home-Networking PLC Signals[J]. IEEE Transactions on Power Delivery,2002,17(4):945-950.
- [7] TIAN Yew Lim. Tat-Wai Chan. Experimenting Remote Kilowatt-hour Meter Reading Through Low Voltage Power Lines at Dense Housing Estates [J]. IEEE Transactions on Power Delivery,2002,17(3):708-711.