

文章编号:1674-2869(2017)03-0296-06

基于输电线传输的打铃测控系统

张泽旺^{1,2,3}, 富巍³, 苏庆雄^{1,2}, 杨坚伟¹

1. 厦门理工学院光电与通信工程学院, 福建 厦门 361024;
2. 通信网络与信息处理福建省高校重点实验室, 福建 厦门 361024;
3. 厦门理工学院电子技术应用研究所, 福建 厦门 361024

摘要:针对传统的打铃系统信号接口多、控制功能单一等问题,提出了一种基于输电线传输的新型打铃测控系统.该系统应用载波调制和频分复用等技术,以微控制器 AT89C51 单片机作为系统的控制芯片,采用中断等指令对软件系统进行了编程设计,同时使用 PCF8591、MAX232 及相关电路实现了数据转换与通信.测试结果表明,接收端解调信号的周期为 63 μs , 占空比为 50%, 与发送端调制信号参数一致,解调效果好,且响铃系统控制精准.该打铃测控系统成本低,维护管理方便.

关键词:电力载波通信;载波调制;打铃系统;测控传输

中图分类号: TN915.853; TN919.6.3; TP273.3 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1674-2869.2017.03.015

Wiring Free Ringing Control System Based on Power Line Transmission

ZHANG Zewang^{1,2,3}, FU Wei³, SU Qingqiong^{1,2}, YANG Jianwei¹

1. School of Optoelectronics & Communication Engineering, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024, China;
2. Fujian Key Laboratory of Communication Network and Information Processing, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024, China;
3. Electronic Technology Application Research Institute, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024, China

Abstract: There are many problems in traditional bell ringing system, such as multi-interface of signal and single control function. A new type of bell ringing measure and control system was proposed based on power line transmission, adopting carrier modulation and frequency division multiplexing technology. The system introduces the instructions such as interrupt to be programmed, using microcontroller unit microcontroller AT89C51 as the control chip and PCF8591, MAX232 and related circuit as the data transfer and communication module. The test result shows that the period of demodulated signal in receiver is 63 μs , and the duty cycle is 50%, which are the same as the signal parameters in sender, revealing the demodulation effect is good, and the bell ringing system can be control precisely. Besides the bell ringing system has low cost, and is convenient in maintenance and management.

Keywords: power line communication; carrier modulation; ringing system; information transmission

传统的打铃系统主要分两种,一种是将所有的控制线接入主控室,并按需要在控制箱上做相应的调整,缺点是信号接口多,且需要进行大量的

布线,花费较大,在某种程度上也影响系统的美观.另一种是将打铃指令直接写入打铃系统中,只要时间一到便开始在规定的时间内响铃,缺点是

收稿日期:2017-01-03

基金项目:福建省教育厅 A 类科技项目(JA14244);福建省自然科学基金(2014J01254);厦门市科技计划项目(3502Z20153019)

作者简介:张泽旺,工程师,实验师. E-mail: zwzhang@xmut.edu.cn.

引文格式:张泽旺,富巍,苏庆雄,等.基于输电线传输的打铃测控系统[J].武汉工程大学学报,2017,39(3):296-301.

ZHANG Z W, FU W, SU Q X, et al. Wiring free ringing control system based on power line transmission[J]. Journal of Wuhan Institute of Technology, 2017, 39(3): 296-301.

会发生各个响铃不同步的情况,且控制功能单一,不易更改调整,只适合小型或单间的场所. 综上分析,设计了一种基于输电线传输的新型打铃测控系统,该系统无需重新架设通信线路,能复用输电线进行通信,不占用无线电频率资源,既可以省去布线的麻烦,后期维护也较为方便^[1].

1 系统方案设计

1.1 控制系统设计

基于输电线传输的打铃控制系统如图1所示,

由主机模组、分机模组和传输分配网络等部分组成,主机模组有载波调制电路、DA(Digital to Analog)转换电路、显示与控制电路、电源电路等,每个分机模组都有各自的载波解调电路、AD采集电路、响铃电路、电源电路等. 将控制数据等信号的频谱搬移到高频载波,即信号的载波调制. 无需重新架设通信线路,能复用输电线进行数据通信,不占用无线电频率资源^[2]. 当载波调制信号送达分机接收端后,分机通过载波解调电路还原控制数据信号,实现控制响铃状态^[3].

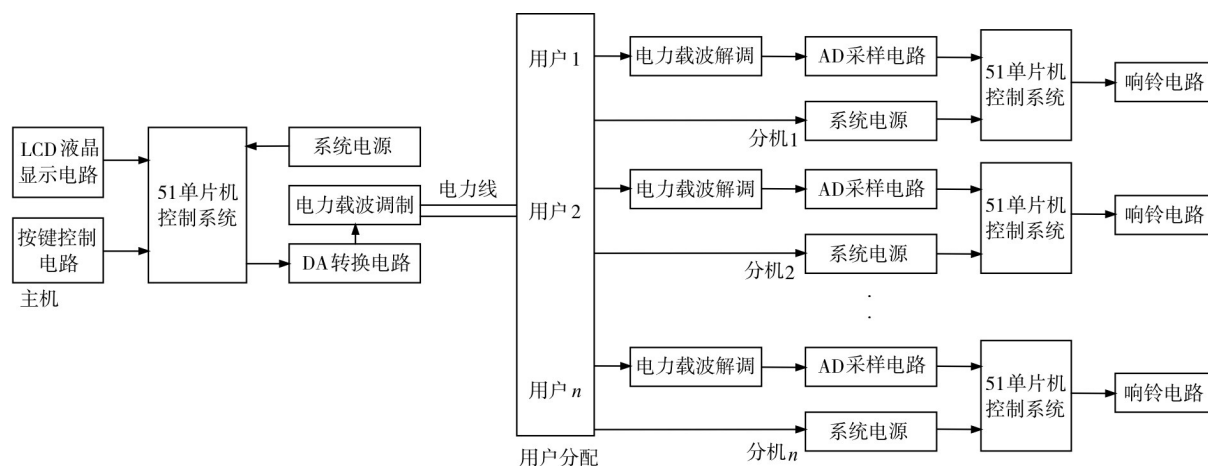


图1 系统控制框图

Fig. 1 Block diagram of system controlling

1.2 频带传输系统的设计

带通调制技术中,幅移键控调制,会由于输电线上的噪声影响接收振幅,导致传输错误;频移键控调制是利用数字基带信号控制载波的频率变换,误码率较高;相移键控调制是利用数字基带信号进行相位控制连续载波,目前无线通讯和载波通讯的相关领域应用较多,且误码率较低,所以本

系统选择相移键控调制方式^[4]. 相移键控调制是用二进制数字基带信号来进行相位控制连续载波系统^[5].

数字相移键控调制器由基带调制和数字上变频部分组成,如图2所示,能实现串并转换、相位映射、成形滤波、内插变换和数字上变频^[6-7].

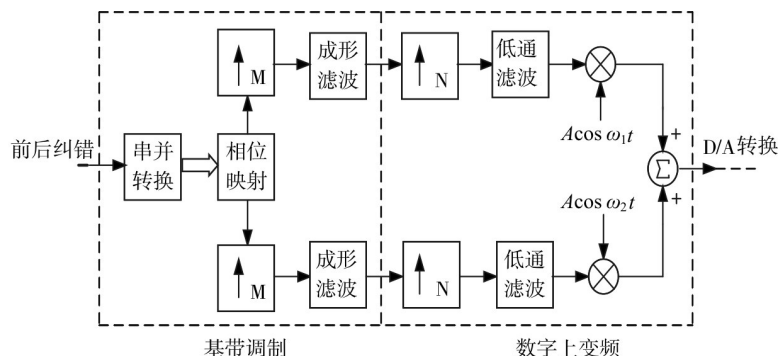


图2 数字PSK调制器方框图

Fig. 2 Block diagram of all-digital PSK modulator

数字式相移键控解调器由数字下变频和基带解调部分组成. 采用高稳定度晶体振荡器产生本

振时钟, 根据载波恢复的方式, 设计为反馈型结构, 如图 3 所示.

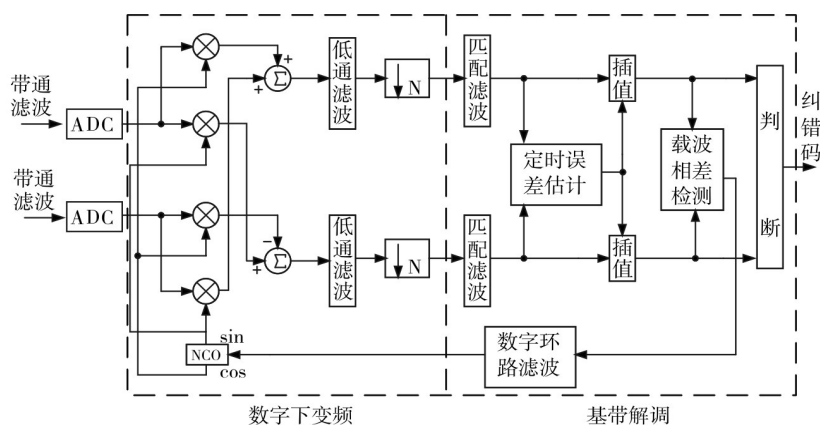


图 3 数字 PSK 解调器结构图

Fig. 3 Structure diagram of digital PSK modulator

反馈型与前馈型相比, 利用定时恢复和载波恢复电路, 消除同步参数对信号判断的不利影响, 优化误码性能. 在定时恢复的最佳采样点, 载波相差检测器形成相位误差信号, 通过数字环路滤波器产生控制信号, 控制数字控制振荡器的频率和相位, 以达到解调的目的^[8].

2 系统硬件设计

2.1 响铃监控电路设计

为了更加精准控制响铃状态, 设计了响铃控制及其监测电路, 如图 4 所示, 用 BUZZER 蜂鸣器模拟打铃, 用 MIC 驻极体话筒监测蜂鸣器接收到响铃指令后, 响铃状态是否正常, 以便实时调整控制数据^[9].

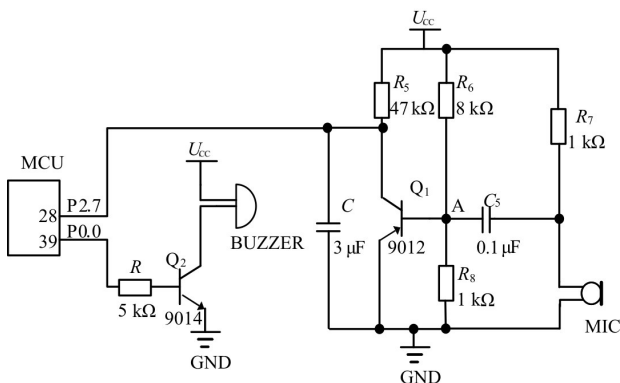


图 4 蜂鸣器和响铃检测示意图

Fig. 4 Schematic diagram of buzzer and alarm detection

图 4 中, 若电源电压 U_{cc} 为 5 V, 选用驻极体话筒的工作电压 U_M 为 4.5 V, 电流峰值 I_{max} 为 1 mA, 则有:

$$(U_{cc} - U_M)/R_7 \leq I_{max}, \quad (1)$$

由式 (1) 可知, $R_7 \geq 500 \Omega$; 偏置电阻 R_7 选 1 k Ω .

若设定蜂鸣器发出频率 3 kHz 的脉冲, 则 MIC 接收到周期约为 330 μs , 占空比为 33% 的脉冲, 高电平持续时间约为 100 μs , 由图 4 易知 A 点为低电平时, Q_1 导通, 电容短路放电, A 点为高电平时, Q_1 截止, 电容充电, 所以电容在高电平持续时间 100 μs 内充电电压 U_c 为:

$$\because U_c = U_{cc} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad (2)$$

且 $\tau = R_5 C$, 代入式 (2) 可得, $t = R_5 C \ln(U_{cc}/U_c)$;

$$\therefore 100 \mu s = 47 k\Omega \times 3 \mu F \times \ln \frac{5}{U_c} V;$$

$$\therefore U_c = 0.82 V;$$

\therefore 电容 C 在高电平 100 μs 内充电电压最高为 0.82 V, 示意图如图 5 所示; 即单片机 P2.7 口接收电压应达 0.82 V.

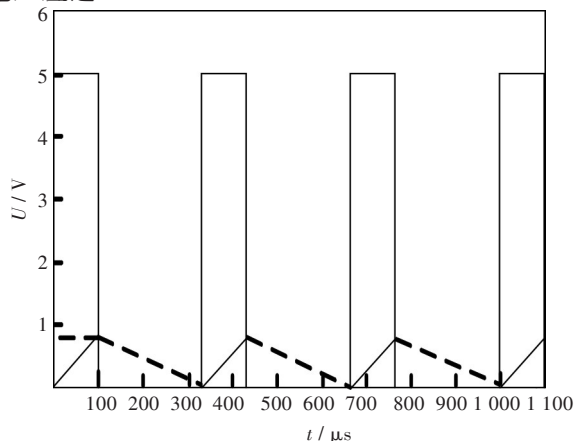


图 5 响铃监测电容充电曲线

Fig. 5 Capacitor charge curve of alarm monitoring system

2.2 AD和DA转化电路设计

AD采样电路和DA转换电路如图6和图7所示,两个电路分别作用于主机发送模组和分机接收模组,由于速度上的限制所以可以考虑多个电

力载波模块差时检查,差时接收^[10].图6电路上所示的滑动变阻器和图7电路LED指示是为了模拟波形的变化,也是为了检查信号是否握手成功^[11].

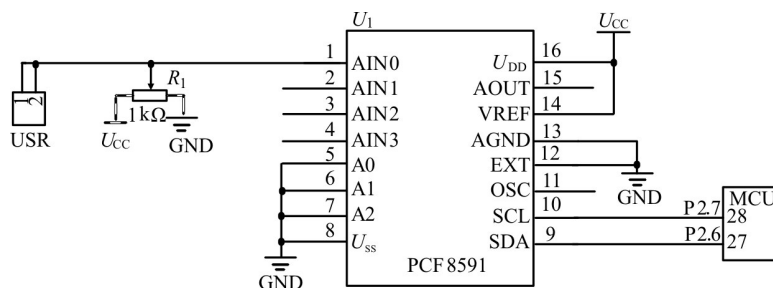


图6 AD转化过程

Fig. 6 Process design of AD transform

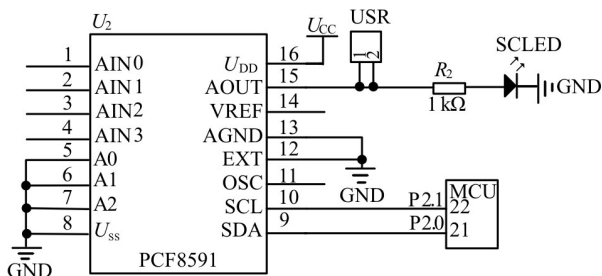


图7 DA转化过程

Fig. 7 Process of DA transform

2.3 串口通信电路设计

串口通信电路如图8所示,电路采用双工发送/接收器接口的电平转换电路芯片MAX232为核心,外接合适的元器件构成.其芯片内部有自升压电路,电平倍增电路,可将+5V电平转化成-10V~+10V,满足RS-232C标准对应的逻辑1和逻辑0的电平要求.片内有2个发送器,2个接收器,有TTL信号输入/RS-232C输出的功能.该芯片可与TTL/CMOS电平兼容,使用简便^[12].

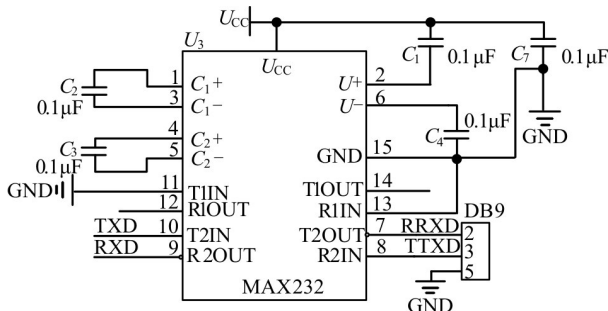


图8 MAX232外围电路图

Fig. 8 Circuitry of peripheral of MAX232

3 系统软件设计

软件设计流程如图9所示.串口通信模块用来

进行数据的传输和指令的发送,时间计数模块用来显示标准时间、设置响铃时间并确认是否发出响铃指令,显示模块是为了显示设置时间和操作菜单等^[13].

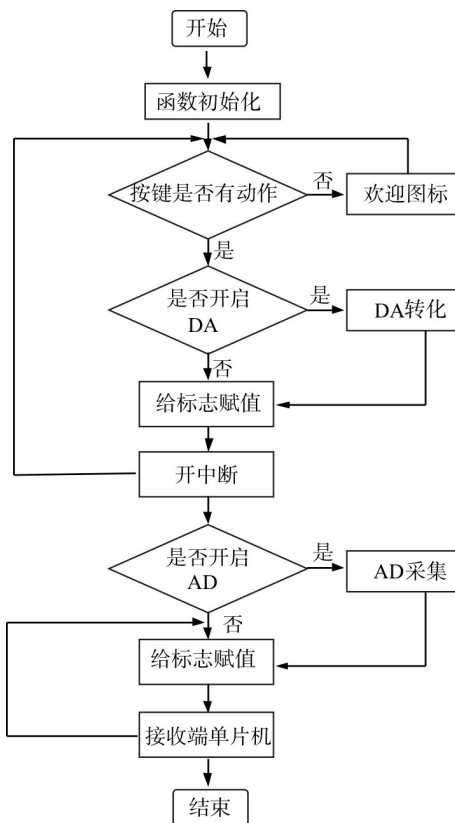


图9 软件设计流程

Fig. 9 Software design flowchart

4 系统测试

4.1 响铃监控电路测试

经过对图4响铃监控电路实际测试,响铃电路

监测电容 C 在高电平 $100\ \mu\text{s}$ 内电压变化曲线如图 10 所示.

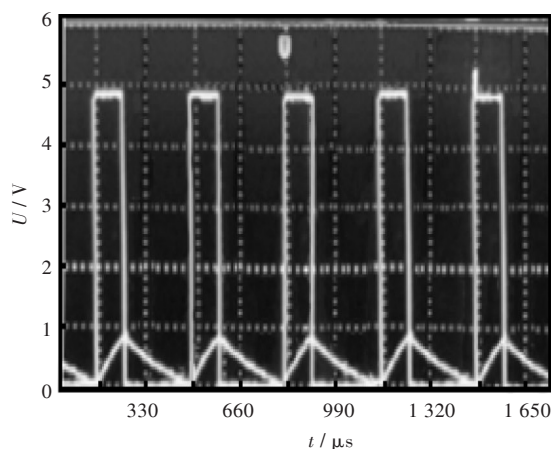


图 10 响铃监测实际波形

Fig. 10 Real waveform of alarm detection

由图 10 可知,经实际测试,每隔 $330\ \mu\text{s}$,在每个周期的高电平 $100\ \mu\text{s}$ 内,都能检测到电容 C 两端电压,即单片机 P2.7 口对地电压最高约为 $0.82\ \text{V}$,测试结果与图 5 响铃监测理论数据一致,说明响铃系统控制精准,响铃及其控制电路工作正常.

4.2 频带传输系统测试

4.2.1 测试原理 PSK 相移键控调制是利用载波的不同相位来传递数字信息,利用二进制数据来控制载波的相位在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 间切换来调制载波的零相位角度,该过程是进行频谱变换的过程,振幅和频率保持不变. PSK 控制结构图如图 11 所示^[14].

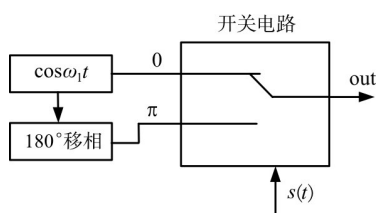


图 11 PSK 控制结构图

Fig. 11 Structure diagram of PSK controlling

4.2.2 测试结果分析 系统经过实际测试,发送端主机数字 PSK 调制器的输出波形如图 12、接收端分机解调后波形如图 13 所示^[15],接收端解调信号周期 T 为 $63\ \mu\text{s}$, 占空比 D 为 50% ,与发送端调制信号参数一致,对照波形表明,其发送调制、接收解调效果良好.

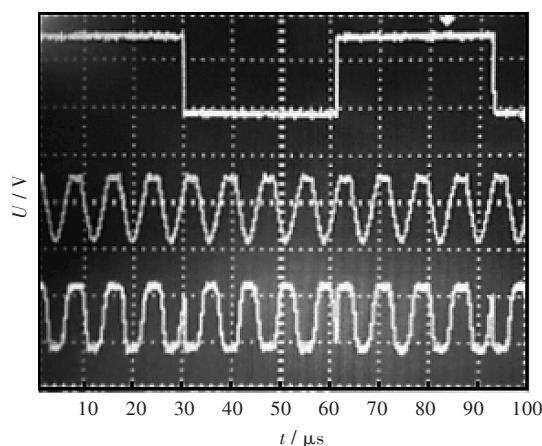


图 12 发送端主机 PSK 调制波形图

Fig. 12 Waveform of PSK modulation

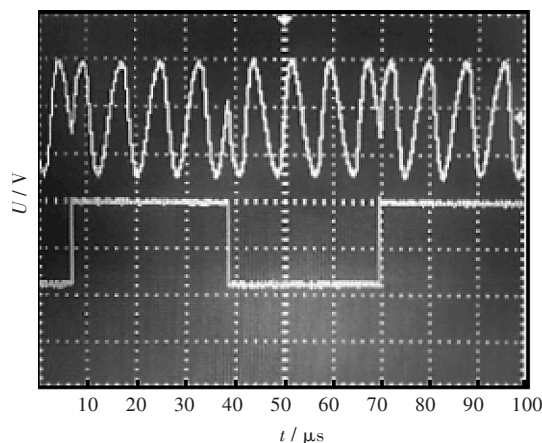


图 13 接收端分机 PSK 解调波形图

Fig. 13 Waveform of PSK demodulation

5 结 语

本文设计的基于输电线传输的打铃测控系统采用输电线路进行通信,无需重新架设专线,不占用无线电频率资源,能传输控制数据信息,以实现异地控制响铃状态.系统经实际测试,效果良好;并且成本较低、无辐射污染,可应用于巡视监控、智能家居、物联网抄表、环境及路况监视等众多场合.符合智慧城市节能环保的设计要求,具有较好的应用发展前景.

参考文献:

- [1] 张淑娥,孔英会,高强.电力系统通信技术[M].北京:中国电力出版社,2009.

- [2] 蒋伟,宋涛,吴兆平.智能配电网台区用户信息梳理系统设计[J].测控技术,2015,34(11):135-138.
JIANG W, SONG T, WU Z P. Design of information combing system for smart distribution grid transformer region customer [J]. Measurement & Control Technology, 2015, 34(11): 135-138.
- [3] 张泽旺.一种基于电力载波通信的无布线打铃系统.中国专利,ZL201420856021.9[P].2014-04-15.
- [4] 梁波,周生伟,韩云.电力载波技术在用电信息采集系统中的应用[J].电力系统通信,2013,34(2):78-81.
LIANG B, ZHOU S W, HAN Y. Application of power line carrier technology in power-using information collection system [J]. Telecommunications for Electric Power System, 2013, 34(2): 78-81.
- [5] 郑安平,罗丹羽,姜艺.嵌入式以太网通信的智能电表设计[J].电力系统通信,2007,28(11):15-21.
ZHENG A P, LUO D Y, LOU Y. An embedded ethernet communication smart meters [J]. Telecommunications for Electric Power System, 2007, 28(11): 15-21.
- [6] 陈进熹,王忠飞.基于电力载波的远程开关[J].机电工程,2012,29(9):1095-1099.
CHEN J X, WANG Z F. Design of long-distance switch based on power line communication [J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2012, 29(9): 1095-1099.
- [7] 于洪珍.通信电子电路[M].北京:清华大学出版社,2015.
- [8] 田印祥.全数字PSK调制解调器结构的研究[J].电视技术,2007,31(8):43-45.
TIAN Y X. The study of the structure of all-digital PSK modem[J]. Ideo Engineering, 2007, 31(8): 43-45.
- [9] 陈进熹,朱鸿,丁洁瑾.基于电力载波的楼宇灯光集中控制系统设计[J].照明工程学报,2015,26(5):57-60.
CHEN J X, ZHU H, DING J J. Design centralized control system of building lighting equipment based on power line carrier [J]. China Illuminating Engineering Journal, 2015, 26(5): 57-60.
- [10] 阎石.数字电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2010.
- [11] 詹平红,丁函,李文娟.单片机多串口通信扩展的设计及其应用[J].自动化与仪器仪表,2015(2):3-4.
ZHAN P H, DING H, LI W J. Design and application of SCM serial communication extension [J]. Automation & Instrumentation, 2015(2): 3-4.
- [12] 季媛媛,文小玲.智能路灯监控与管理系统的的设计[J].武汉工程大学学报,2016,38(5):404-409.
JI Y Y, WEN X L. Monitoring and management system of intelligent streetlight [J]. Journal of Wuhan Institute of Technology, 2016, 38(5): 404-409.
- [13] 徐敏,刘建春,关键生.单片机原理及应用[M].北京:机械工业出版社,2012.
- [14] 樊昌信,曹丽娜.通信原理[M].北京:国防工业出版社,2015.
- [15] 张高境,熊兴中.电力载波通信中的干扰特性及抑制技术分析[J].电信科学,2016(2):182-188.
ZHANG G J, XIONG X Z. Interference characteristics and suppression techniques in power line communication [J]. Telecommunications Science, 2016 (2): 182-188.

本文编辑:陈小平