

# 基于 ZigBee 的车载交通灯监视系统设计

王春娥<sup>1</sup>,周磊<sup>2</sup>,徐子富<sup>2</sup>,郭健<sup>1</sup>,邱翀<sup>2</sup>,冯元杰<sup>1</sup>

(1. 盐城工学院 材料科学与工程学院, 江苏 盐城 224000; )  
(2. 盐城工学院 电气工程学院, 江苏 盐城 224000)

**摘要:**为解决驾驶员在城市道路十字路口遭遇前方大车遮挡、恶劣天气及眩光时,出现交通灯“盲视”现象而引发交通事故的问题,利用 ZigBee 灵活的组网功能,在城市道路的十字路口安装交通灯监视系统的主控端,在各个车辆上安装车载终端,形成基于 ZigBee 的车载交通灯监视系统。系统主控端承担网络管理和交通灯信息发送任务,车载终端负责交通灯信息数据接收、交通灯信息 LCD 显示和交通灯相位切换前语音提示驾驶员的任务,两者通过 ZigBee 进行无线通信,圆满地解决了驾驶员的“盲视”问题,极大地提升了十字路口的安全通行率。

**关键词:**盲视; ZigBee; 主控端; 车载终端; 驾驶安全率

**中图分类号:** U491.4

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-5322(2020)02-0070-04

在车流量大、交通比较复杂的十字路口,驾驶员需要在短时间内完成一系列操作,如遵守交通规则、选择正确车道、注意来往车辆、避让行人及非机动车等。然而处于交叉口的驾驶员,当视线被前方大车遮挡,或遭遇大雾、暴风雪等恶劣天气,或遭遇强光照射而产生眼睛的眩光现象时,都会无法及时获取交通灯信号。此时,即将驶入交叉口的驾驶员如果不能及时刹车,容易与前车追尾;准备驶离交叉口的驾驶员如果不能及时开动汽车,容易受到后方车辆的鸣笛催促,滋生急躁情绪,导致其不能全面观察交叉口周边的道路交通环境,从而给安全驾驶埋下隐患。

目前,国内外对交通灯信号的识别主要是基于图像识别技术<sup>[1-2]</sup>,该方法省去了无线发送接收系统,但是对图像采集及处理分析技术要求较高。因此,当交通灯被前方大车遮挡时,该方法不适用。而 ZigBee 技术因具有自组网能力强、功耗低、准确率高,不受环境干扰,实时性好等特点<sup>[3-7]</sup>,可以装备于车载交通灯监视系统。基于 ZigBee 的交通灯监视系统通过 LCD 显示和语音播报交叉口交通灯状态,可以提醒驾驶员提前进

行车辆状态的切换和准备工作,从而解决了由于遮挡、能见度低以及眩光等导致的交叉口处驾驶员无法准确获取交通灯状态而引发的交通安全问题;同时,该系统还可以进一步为交叉口的主控端加配无线网络通信模块,根据道路交通流的变化实时更新每个交叉口交通信号的配时方案,实现由云平台对城市道路网络区域内交叉口交通灯的统一控制,进一步提升城市管理的智慧化水平。

## 1 系统总体设计

基于 ZigBee 的车载交通灯监视系统由十字路口的可控端和车辆上的车载终端组成,两者通过 ZigBee 进行无线通信。系统框图如图 1 所示。

在可控端,为了协调器的调试方便,制作了基于 STM32 的交通灯信号发生器。其中 STM32 最小系统负责产生交通灯信号来控制模拟的交通灯,同时按照协议构建实时信息数据包并发送给 ZigBee 协调器; ZigBee 协调器以广播形式向网内的车载终端节点发送数据包。在实际应用中,可以把 ZigBee 协调器挂载在十字路口交通灯控制器的对外通信端口来获得当前的交通灯信息。

**收稿日期:** 2019-09-11

**基金项目:** 盐城工学院 2019 年省级大学生创新创业训练计划项目(201930); 盐城工学院 2019 年校级大学生创新创业训练计划项目(2019124)。

**作者简介:** 王春娥(1983—),女,山东潍坊人,讲师,硕士,主要研究方向为交通设施、交通控制、智能交通等。

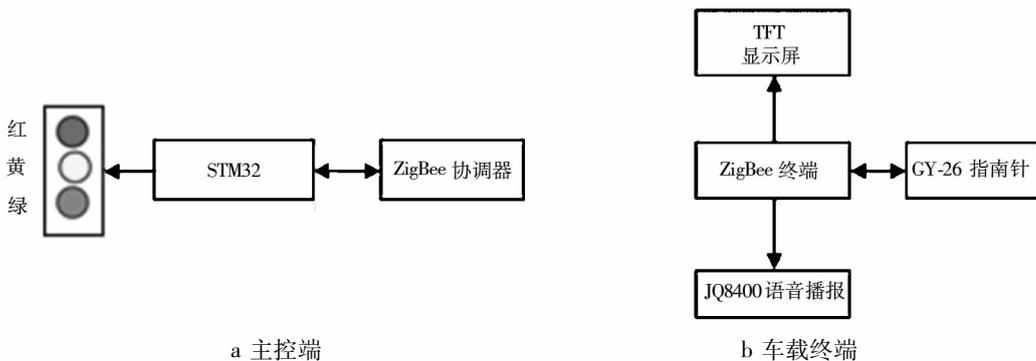


图 1 系统框图  
Fig 1 System diagram

车载终端由 ZigBee 终端、TFT 显示屏、GY-26 数字罗盘和 JQ8400-FL 语音播报模块组成。其中 ZigBee 终端负责接收主控端发送的交通灯实时信息数据包,同时遵从数据通信协议解析收到的数据包,并将解析出的待显示内容通过 TFT 显示屏显示给驾驶员;GY-26 数字罗盘负责判别当前车辆的行驶方向;ZigBee 终端根据数字罗盘提供的车辆行进方向信息,结合接收到的交通灯实时信息,在交通信号灯相位切换开始时发送控制指令,通知 JQ8400-FL 语音播报模块播放相应的语音提示音;JQ8400-FL 语音播报模块根据接收到的指

令通过播放语音提醒驾驶员进行车辆状态切换的准备工作。

## 2 软件系统设计

由图 1 的系统框图可知,基于 ZigBee 的车载交通灯监视系统由装配在十字路口处的主控端和交叉口处的多个车载终端构成,因此简单的一对多的数据广播通信模式即可满足系统的通信要求。本文系统网络的拓扑结构采用 ZigBee 星状拓扑结构,系统通信协议采用 TI 公司的 Z-Stack 协议栈。系统软件主程序流程图如图 2 所示。

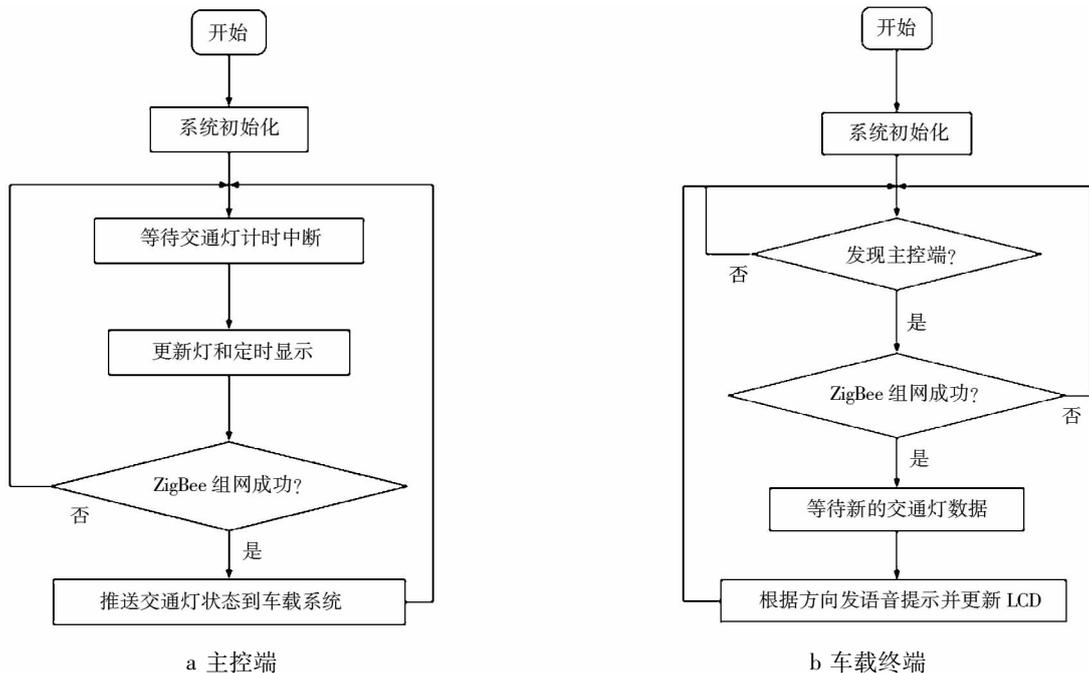


图 2 软件主程序流程图  
Fig 2 Flow chart of software main program

图 2a 是系统主控端的程序流程图,其主要任务是模拟十字路口交通灯的工作状态,监测并处理当前 ZigBee 网络中车载终端的进网与退网;并

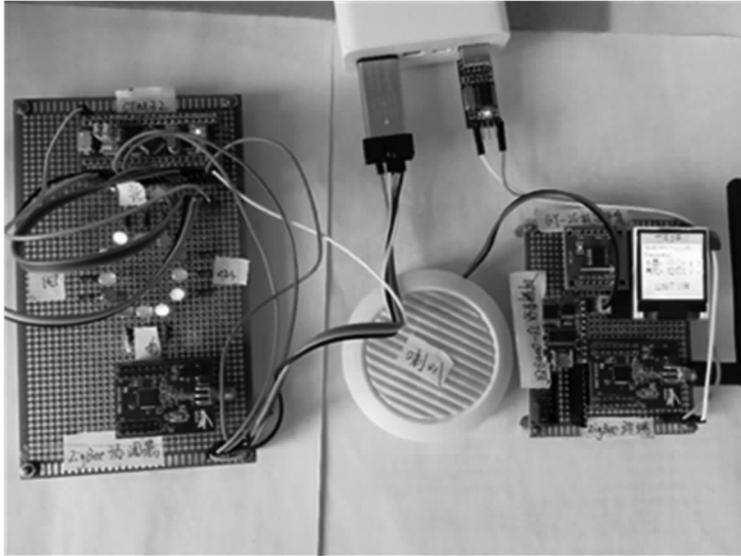
在每次系统设定的中断时间到来后更新交通灯显示,同时通过 ZigBee 主控端向车载终端发送交通灯的实时信息。

图 2b 是车载终端的程序流程图,其主要任务是搜寻位于十字路口的主控端并完成进网和退网请求;然后根据主控端广播发过来的交通灯状态信息,结合车载数字罗盘给定的行车方向,实时更新 LCD 上的交通灯信息,并在交通信号灯相位切换开始时用语音提醒驾驶员。

### 3 硬件系统设计及调试

基于 ZigBee 的车载交通灯监视系统最终硬

件实物图如图 3 所示,图中左侧为主控端,右侧为车载终端。图 4 为主控端与车载终端的 ZigBee 核心板,图 5 为 ZigBee 天线接收用差分结构的巴伦电路。巴伦电路是 ZigBee 核心板的设计重点,其主要借助差分电路高增益,抗电磁干扰、抗电源噪声、抗地噪声能力强,抑制偶次谐波等的优点,把天线接收到的信号  $U_3$  转化为相位相差  $180^\circ$  的差分输入信号  $U_1$  和  $U_2$ ,原理如下:

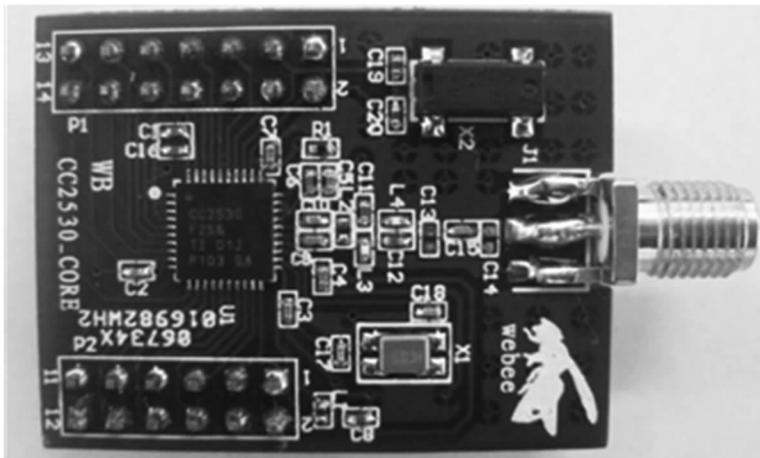


a 主控端

b 车载终端

图 3 硬件实物

Fig 3 Hardware Objects



a 主控端

b 车载终端

图 4 ZigBee 核心板

Fig 4 ZigBee Core board

$$U_1 = \frac{\omega L \times \omega C}{(\omega L \times \omega C - 1)} \times U_3$$

$$U_2 = \frac{1}{(1 - \omega L \times \omega C)} \times U_3$$

式中: $U_1$ 、 $U_2$  为  $U_3$  经过巴伦电路处理后输出的相位差为  $180^\circ$  的差分电压信号, V;  $U_3$  为 ZigBee 天线接收到的电压信号, V;  $\omega$  为 ZigBee 天线的谐振角频率, rad/s; 电感  $L = L_2 = L_3 = 2.7 \times$

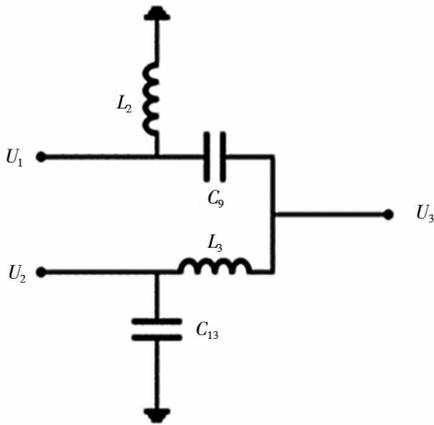


图5 巴伦电路

Fig 5 Barron circuit

$10^{-9}$  H, 电容  $C = C_9 = C_{13} = 1.2 \times 10^{-12}$  F。

基于 ZigBee 的车载交通灯监视系统的硬件实物系统实现了 ZigBee 组网、ZigBee 退网、交通灯换向、车载指南针方向判别和语音报警等主要功能,其创新之处是使用差异化命令字的方式实

现了单个串口挂接两个设备的功能。

## 4 结论

利用 ZigBee 灵活的组网功能,在城市道路的十字路口安装交通灯监视系统的主控端,在各个车辆上安装车载终端,两者通过 ZigBee 进行无线通信,形成基于 ZigBee 的车载交通灯监视系统。在该系统中,交叉口主控端承担网络管理和交通灯信息发送任务;车载终端负责交通灯信息数据接收、交通灯信息 LCD 显示和交通灯相位切换前语音提示驾驶员的任务。设计以最少的硬件投入解决了十字路口驾驶员在遭遇前车遮挡、恶劣天气、眩光等情况时无法实时、准确获取交通灯信息的问题,即解决了驾驶员的“盲视”问题,极大地提升了十字路口的安全通行率,具有很高的市场推广价值。该系统的下一步目标是在主控端和终端均加入无线网通信模块,同时配以大数据网络云,以实现城市交通的智能化管理。

## 参考文献:

- [1] 金充充,何立平,朱仲杰,等. 雾霾天气下交通信号灯定位与识别算法[J]. 浙江万里学院学报,2018,31(6):61-68.
- [2] 程俊达,张舵. 基于智能车控制系统的交通灯定位识别算法设计[J]. 工业控制计算机,2018,31(6):42-43.
- [3] 文枰. 基于 ZigBee 的智能路灯管理系统设计[J]. 自动化技术与应用,2018,37(12):176-180.
- [4] 冯飞龙,冯豫韬. 面向绿红色盲人群的交通灯设计研究[J]. 工业设计,2018(11):37-38.
- [5] 秦岭,郝雅楠,杜永兴,等. 强背景光下 LED 交通灯的可见光通信误码率分析[J]. 电子测量与仪器学报,2017,31(5):676-681.
- [6] 潘玉兰,刘广聪. 无线传感器网络的特点和应用[J]. 电子技术与软件工程,2019(4):14-15.
- [7] 宗平. 一种 LED 交通信号灯的设计与实现[D]. 北京:北京交通大学,2011.

# Design of Vehicle-mounted Traffic Light Monitoring System Based on ZigBee

WANG Chun'e<sup>1</sup>, ZHOU Lei<sup>2</sup>, XU Zifu<sup>2</sup>, GUO Jian<sup>1</sup>, Qiu Chong<sup>2</sup>, FENG Yuanjie<sup>1</sup>

(1. School of Materials Science and Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224000, China;  
2. School of Electrical Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224000, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of traffic accidents caused by traffic lights "blind" when drivers encounter the block, bad weather and glare in front of them at urban road intersections, ZigBee's flexible networking function is used to install the main control end of traffic light monitoring system at urban road intersections, and vehicle terminals are installed on each vehicle to form ZigBee Based vehicle-mounted traffic lights monitoring system. The main control terminal of the system is responsible for the task of network management and traffic light information sending, and the vehicle terminal is responsible for the task of traffic light information data receiving, traffic light information LCD display and voice prompt to the driver before the traffic light phase switching. The two wireless communication through ZigBee successfully solves the problem of "blind vision" of the driver and greatly improves the safe traffic rate of the intersection.

**Keywords:** blindness; ZigBee; main control terminal; vehicle terminal; driving safety rate

(责任编辑:李华云)