

道路照明效果检测机器人的研制

秦洪海¹ 李靖² 毛宇² 陈忠军³ 秦大为²

(1. 石家庄市城市照明管护中心, 河北 石家庄 050000; 2. 盐城师范学院电光源检测技术研究所, 江苏 盐城 224002;
3. 盐城市朗普电子设备有限公司, 江苏 盐城 224002)

摘要: 依据 GB/T 5700《照明测量方法》的要求, 利用无线 433 MHz 免申请频段发射接收频率, 基于北斗定位系统设计道路照明效果检测机器人, 主要测量技术指标有平均照度、照度均匀度、环境比等, 用于现场检测和数据分析。在设计中着重解决了机器人的行走控制、照度信号检测、抗干扰及无线数据传输、快速测量等关键技术问题, 并利用 VB、MATLAB 等软件平台自行设计了配套软件。

关键词: 道路照明; 平均照度; 照度均匀度; 检测机器人; 智能化检测

中图分类号: TM923.07

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1002-6150.2024.01.009

Development of the Robot for Road Lighting Effect Detection

QIN Honghai¹ LI Jing² MAO Yu² CHEN Zhongjun³ QIN Dawei²

(1. Shijiazhuang Urban Lighting Management Center, Shijiazhuang 050000, China;
2. Electric Light Source Detection Technology Research Institute of Yancheng Normal University, Yancheng 224002, China;
3. Yancheng Langpu Electronic Equipment Co., Ltd., Yancheng 224002, China)

Abstract: According to the requirements of GB/T 5700 "Measurement Methods for Lighting", the road lighting effect detection robot is designed based on the Beidou positioning system by using the wireless 433 MHz free application frequency band. The main measurement technical indicators include average illuminance, illuminance uniformity, surround ratio, etc., which are used for field detection and data analysis. In the design, the robot mainly solves the key technical problems such as walking control, illuminance signal detection, anti-interference, wireless data transmission and rapid measurement, etc., and designs the supporting software by using VB, MATLAB and other software platforms.

Key words: road lighting; average illuminance; illuminance uniformity; detection robot; intelligent detection

0 引言

在国内的道路照明行业中, 照度计通常用于传统的手动逐点测量的方法来检测街道照明系统照度和照度均匀度等数据测量记录。在用于道路照明的传统照度测量方案中, 无论是通过使用四点法还是采用中心法, 都执行手动逐点测量。存在许多缺点, 如被测点点多, 测量记录处理工作量大, 遮挡等, 并且在已

通车的道路进行测量还存在交通安全问题。与此同时, 随着城建事业的迅速发展, 传统的手工逐点检测方法来评估道路照明的质量已不适应形势的发展。

为此, 该项目提出了一种基于传统道路照明照度测量方法的新型的照度测量方法, 经实践证明是切实可行的。依据 GB/T 5700《照明测量方法》的要求, 利用无线 433 MHz 免申请频段发射接收频率, 设计了一种具有现场检测和数据分析功能的检测机器人, 其主

作者简介: 秦洪海, 高级工程师, 主要从事道路照明技术与管理研究。

通信作者: 秦大为, 教授, 主要从事道路照明研究。

要设计指标有道路照明的平均照度、照度均匀度、环境比等。在设计中着重解决了机器人的行走控制、照度信号检测及无线数据传输、快速测量等关键技术的研究,并设计了配套软件。另外考虑了电磁干扰、杂散光等因素对测试精度、信号传输稳定性的影响。为了避免干扰信号对检测精度的影响,加装了滤波装置以及屏蔽外壳,以保证数据的准确性。数据分析结果表明,本设计测试精度满足国家标准对测量仪器的要求,系统可以很好地弥补目前道路照明检测行业所存在的不足,实现了道路照明户外检测的智能化^[1]。

1 总体架构

光源发出的光通过传感器接收,进行光电转换,得到需要的信号后进行进一步放大处理,模数转换,经过检测机器人上的微控制器单元进行数据处理集成,然后通过无线数据传输模块发送给上位机;上位机分析和处理无线数据传输模块接收的数据,最后以图表的形式在计算机上显示出来,系统总体框架如图 1 所示,图 2 所示为检测机器人实物图片。

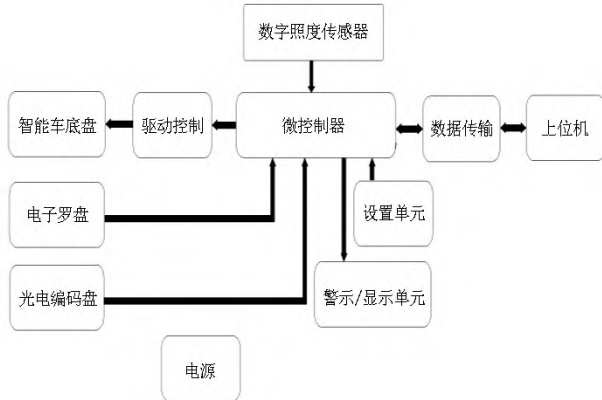


图 1 系统总体框架图
Fig.1 Overall framework of the system



图 2 道路照明效果检测机器人实物图
Fig.2 Real image of the road lighting effect detection robot

图 3 所示为道路照明效果检测机器人的检测路线图。

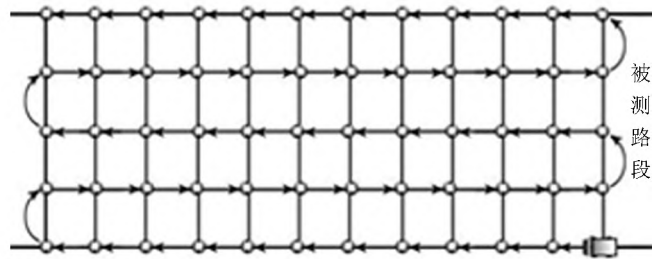


图 3 检测机器人检测路线图
Fig.3 Inspection roadmap of the inspection robot

2 硬件组成

2.1 智能移动小车

2.1.1 驱动部分

(1) 电机: 采用日本 NAMIKI 电机,并配有行星减速箱,采用 4 只 L298 作为电机驱动;

(2) 电源: 采用 4 只 10 Ah 3.7 V 动力型锂电池作为移动测试小车的供电电源;

(3) 电子罗盘模块: 采用 GY-26 型电子指南针模块,该模块的角度分辨率可达到 0.1°;

(4) 光电编码盘: 驱动轴转动一圈,光电编码器可以输出 160 个脉冲,主驱动轮外径 42 mm,分辨率为 0.8 mm。

2.1.2 检测部分

(1) 照度传感器: 采用 BH1750 数字照度计作为照度检测传感器;

(2) 无线数据收发模块: AS14-TTL 无线跳频串口模块用作系统的数据传输模块。

2.2 数据处理中心

(1) 笔记本电脑(装有自编数据采集处理软件);

(2) 数据接收模块: AS14-TTL 无线跳频串口模块用作系统的数据传输模块^[2]。

2.3 电路原理

电路原理图如图 4 所示。

这套系统是以单片机为核心,通过单片机来控制 A/D 转换模块,大大提高了系统的可靠性,单片机采用了 AT89S52 高性能单片机,单片机的 C 语言程序如下。

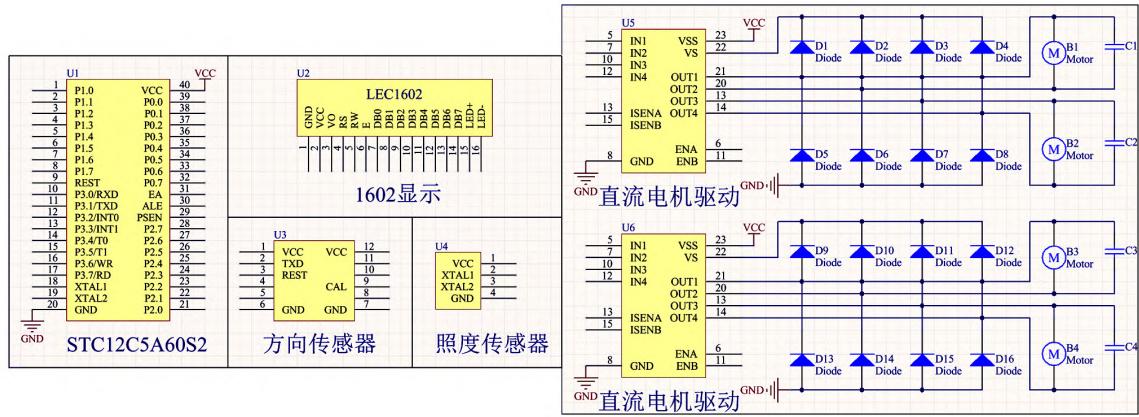


图 4 电路原理图

Fig. 4 The circuit principle diagram

```
#Jinclude < reg52. h >
#Jinclude < intrins. h >
#Jdefine uint unsigned int
#Jdefine uchar unsigned char
sbit ALE = P2^3;
sbit START = P2^4;
sbit OE = P2^5;
sbit EOC = P2^6;
uchar shujuflag;
uchar data adddata [2] = { 0x000x00 };
voide init() //初始函数
{
    TMOD = 0x20;
    TH1 = 0xfd;
    TL1 = 0xfd;
    TR1 = 1;
    SCON = 0x50;
    PCON = 0x00;
    EA = 1;
    ES = 1;
    P2 = 0xc0;
    P0 = 0xff;
}
voide delay( uchar z) //延时函数
{
    uchar x ,y;
    for( x = z; x >0; x--)
    for( y = 110; y >0; y--)
}
voide main() //主函数
```

```
{
    init( );
    while( 1)
    {
        if( flag = = 1)
        {
            ad( );
            delay( 1);
            send( );
        }
    }
}
voide retr( ) interrupt4 //串口中断
{
    if( R1)
    {
        uchar n;
        R1 = 0; //接收复位
        n = SBUF; //接收数据
        switch( n)
        {
            case 115: flag = 1;
            break;
            case 116: flag = 0;
            break;
            default: ;
            break;
        }
    }
}
}
```

此外,为了提高产品的整体性和方便性,本系统还配备了高性能的笔记本计算机和北斗定位系统,可以使测量人员随时了解测试车所处的位置。

3 软件功能

利用 VB、MATLAB 等软件编写了测试功能齐全的界面,测试界面如图 5 所示。实现了计算机软件对智能小车的自动化控制、检测以及检测数据的自动发送、自动储存^[3]。

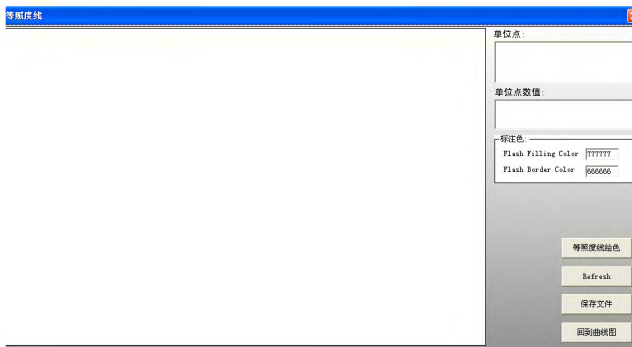


图 5 软件测试界面

Fig. 5 Software test interface

软件加上了数据库功能,可将每次测量的数据保存在计算机中,可方便随时调看;也可将一条道路的多个车道的数据全部叠加起来,计算出一个总的平均照度和照度均匀度。该软件还嵌入了北斗卫星定位仪软件,可实现地图操作、查询、图层控制,方便测量人员了解目前所处的位置。

4 技术难点与特色

(1) 照度传感器的选择、信号放大、干扰信号处理及无线通信电路的硬件设计;

(2) 智能小车行走轨迹的自动规划与自动修正,通过程序的自动设定以及小车本身传感器的对自身位置的修正,从而达到测量时的自动规划及修正;

(3) 软件功能实现和减少软件处理数据的时间;

(4) 对已有照度检测模块进行了电路升级改造,

使之数据传输更快捷、更方便,更能满足测试要求。着重研发了能够通过无线传输实时检测道路照度功能;

(5) 与传统的道路照度检测仪器相比,实现了动态化检测;测试智能化、绿色化,填补了该技术的空白^[4]。

5 主要参数

(1) 照度测量精度: $\pm 5\%$;

(2) 照度测量范围: $0 \sim 500 \text{ lx}$;

(3) 照度均匀度测量范围: $0 \sim 1$;

(4) 无线通信距离: 5000 m (开阔地);

(5) 取样速度: $10 \sim 15 \text{ 次/秒}$;

(6) 机器人行驶速度: $10 \sim 30 \text{ km/h}$;

(7) 机器人检测间隔: 约 $20 \sim 50 \text{ cm}$ 。

6 结束语

经过了在实验室和道路路面上的多次试验结果证明,该机器人满足了设计要求,实现了道路平均照度、照度均匀度、环境比的智能化测量并可以在现场实现对路灯灯具的等照度曲线的现场绘制。该机器人已经盐城市路灯管理处等单位试用,使用情况良好,达到了预期设计的测试技术指标。其测试精度、采集速度、工作效率都得到了大大的提高,有效保障了测试人员的安全,让整体的测试工作更加准确、方便、快捷、安全。

参 考 文 献

- [1] 秦大为. 道路照明测量技术 [M]. 南京: 南京大学出版社 2021: 160 - 165.
- [2] 秦大为, 李克用, 冯醒. 适于监测用照度计的无线传输电路 [J]. 照明工程学报. 2012 23(6): 118 - 121.
- [3] 麦伟民, 戴锦文, 卜祥晒, 等. 一种无线数传车载式道路照明检测系统 [J]. 中国照明电器, 2015(2): 34 - 36, 41.
- [4] 余永权. ATME189 系列单片机应用技术 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社 2002: 15 - 18.