

LoRa 隧道照明网络设备测试系统研究与设计

周华安¹, 顾龙慧^{2†}, 周书², 何湘桂², 周华妹²

(1. 湖南大学 机械与运载工程学院, 湖南 长沙 410082; 2. 湖南大学 电气与信息工程学院, 湖南 长沙 410082)

摘要:设计了一款 LoRa 无线隧道照明网络设备功能自动测试系统.该系统以易控(IN-SPEC)组态软件为开发平台,可一次性自动完成多达 15 台 LoRa 无线网络设备的功能测试和拷机运行,具有系统工艺参数输入,测试参数的实时采集、运算处理、存盘、显示、报表查看,以及故障自诊断与报警等功能.给出了测试系统电路设计,详细描述了测试系统功能模块程序流程图和关键程序的设计方法与实现原理.湖南某公司近万台套 LoRa 无线隧道照明网络设备的实际使用效果验证了测试系统设计的正确性与高性能.

关键词:LoRa 无线网络设备;易控组态软件;功能测试;自动测试系统

中图分类号:TP273

文献标志码:A

Research and Design on Test System for LoRa Tunnel Lighting Network Facilities

ZHOU Huaan¹, GU Longhui^{2†}, ZHOU Shu², HE Xianggui², ZHOU Huamei²

(1. College of Mechanical and Vehicle Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China;

2. College of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: An automatic function test system for LoRa wireless tunnel lighting network devices was designed. It uses INSPEC configuration software as the development platform, and it can automatically complete function test and torture running for as many as 15 LoRa wireless network equipments at one time. It has the functions of inputting of system process parameters, real-time acquainting, calculating and processing, storing, displaying, viewing and report form checking of test parameters, fault self-diagnosis and alarm etc. The circuit design of the test system was given, and the flow charts of function modules of the test system and the design methods and implementation principles of the key programs were described in detail. The correctness and high performance of the test system were verified by the application result of nearly 10,000 sets of LoRa wireless tunnel lighting network equipment used by a company in Hunan.

Key words: LoRa wireless network facilities; INSPEC; functional testing; automatic test systems

随着我国公路建设的发展,公路隧道建设与日俱增.交通运输部的最新数据统计显示,截至 2017 年

末,全国公路隧道共计 16 229 处、总长 15 280.51 km^[1],构成了我国公路网的重要组成部分.为了保障行车

* 收稿日期:2018-09-29

基金项目:湖南省交通运输厅 2017 年科技计划项目支持(201710), Hunan Transportation Department 2017 Science and Technology Project Support(201710)

作者简介:周华安(1962—),男,湖南常德人,高级工程师,湖南大学教师,硕士

† 通讯联系人, E-mail:lhgu_hnu@163.com

安全,隧道照明与控制在隧道建设中起着关键作用。目前我国隧道照明大多采取逻辑开关、时序调节等有线调光控制方法^[2],有线调光建设成本高、布线复杂、现场施工工艺繁琐,增加了施工的安全风险^[3-4]。为了解决上述问题,文献[5-6]分别研究了基于 WiFi、ZigBee 的隧道照明无线控制系统,但这些系统的无线控制器模块功能简单,没有灯具故障自动检测与定位功能,无法实现隧道照明设备工作状态的实时监控;文献[7-8]设计了基于 LoRa 的路灯照明控制系统,实现了路灯的定时控制,并能反馈照明设备状态。作者所在课题组已成功研究与开发了基于 LoRa 的无线隧道照明系统,并成功运用于湖南益娄等多条高速公路的隧道建设。该系统运行节能效果明显,能够实现 LED 灯具的无线智能调光和灯具故障自动检测与定位功能,不需要在隧道内布设大量的调光控制信号线缆^[9],可广泛应用于新建隧道照明安装和原有隧道照明改造。

LoRa 无线隧道照明系统的网络设备包括网络协调器和无线单灯控制器两类。这些设备在使用前需要进行 ID 号配置及功能测试,由于没有相应的自动配置与测试设备,上述工作只能人工采用 Modbus 调试助手来完成。由于 Modbus 协议的功能码多,数据结构不同,协议报文长度不等^[10-11],导致大批量无线网络设备的人工配置与测试存在以下问题:所需人力多、劳动强度大、配置与测试时间长、设备 ID 配置错误率高、测试效率低,不能很好地满足实际应用需求,严重制约 LoRa 无线隧道照明系统的推广应用。

本文针对 LoRa 无线隧道照明系统网络设备的特点与功能,运用易控组态软件作为开发平台,研究与开发了一套 LoRa 无线协调器和无线单灯控制器自动测试系统。该系统具有以下功能:可一次性完成 1 台协调器和 15 台单灯控制器的 ID 配置与功能测试、在线修改测试参数、自诊断设备和系统故障及报警、记录不合格产品 ID 号与故障类型、实时提取数据报表和参数、完成设备的自动拷机运行。该系统已完成了湖南某企业近万套 LoRa 无线隧道照明系统网络设备的实际 ID 配置与测试,运行结果表明系统效率高、错误率低、自动化程度高,且系统具有多种测试模式可供选择,使用灵活,满足应用需求。

1 测试系统的构成与电路设计

1.1 测试系统的构成

LoRa 无线隧道照明网络设备功能自动测试系统的组成如图 1 所示,主要由系统主机(工业控制计算机)、PCI8620 多功能数据采集板卡、开关量/模拟量隔离模块、RS232/RS485 转换器组成。图中无线协调器、单灯控制器为被测对象,灯具驱动电源和 LED 灯具为单灯控制器的负载。

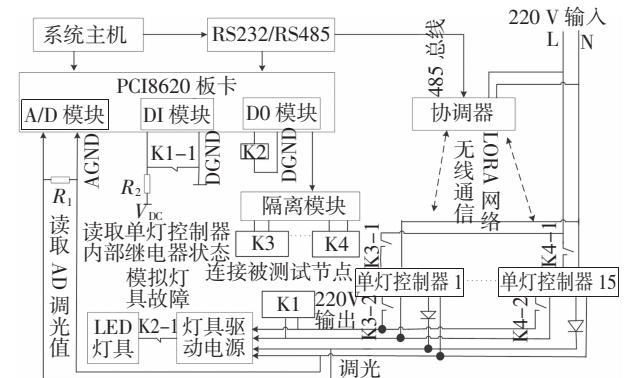


图 1 LoRa 无线网络设备功能自动测试系统组成

Fig.1 Composition of automatic test system

1.2 测试系统的电路设计

主机通过 RS232/RS485 转换器与 LoRa 无线协调器连接,实现主机与协调器之间的 485 通信,下传 ID 配置、功能测试或拷机的调光指令等命令,接收通过协调器上传的单灯控制器状态、故障等信息,并完成被测单灯控制器选择、配置与测试结果统计、报表、打印等自动测试系统的各项功能。

协调器在完成自身配置后,通过 LoRa 无线网络通信,向单灯控制器发布单灯控制器 ID 配置、测试与拷机指令,接收单灯控制器返回的相关状态、故障信息。单灯控制器通过 LoRa 无线通信,接收相关指令,执行相应功能操作,并返回相关信息。

PCI8620 内置于系统主机,其 A/D 模块用于在测试与拷机运行时采集单灯控制器输出的 0~10 V 调光控制信号,DI 模块通过继电器 Ka 常闭触点读取单灯控制器内部灯具驱动电源(AC220 V)的控制继电器状态,在 DI 输入端接 4.7 kΩ 上拉电阻实现对该状态的可靠获取;DO 模块有两项功能:一是通过继电器 Kb 常闭触点控制 LED 灯具与驱动电源之间的连接模拟灯具故障;二是通过继电器 Kc、Kd 等 15 个继电器控制单灯控制器的工作电源。

LoRa 无线单灯控制器的 ID 配置与功能测试只能一台台地进行,为了降低系统成本,将 15 个被测单灯控制器的调光信号输出端串联二极管,并联接入 AD 模块的 AD₀ 输入通道和灯具驱动电源的调光控制输入端,可隔离待测试的单灯控制器对被测单灯控制器调光信号的影响.基于 LoRa 单灯控制器调光信号输出端电路的特性,为确保串联二极管充分导通,实现调光信号的准确测试,在 AD₀ 与 AD 模块的 GND 之间并联 1 kΩ 电阻.对 DO 模块输出采用抗干扰能力强、性能稳定的超小型光电耦合器进行信号隔离,同时增加驱动能力;DI 输入端接 4.7 kΩ 上拉电阻,实现单灯控制器内部继电器状态的可靠获取.

2 测试系统的功能

自动测试系统的功能如表 1 所示.

表 1 自动测试系统功能表

Tab.1 Function table of automatic test system

功能	单灯控制器	协调器
测试数量	15	1
测试模式	自动/手动/拷机	自动/手动
在线配置	测试参数/ID 号	测试参数/网络号/ 网络大小/ID 号
报表	测试历史数据/故障类型	测试历史数据/故障类型
报警	声音/图形提示	声音/图形提示
故障类型	无线通信/调光/灯具故障 检测/节点故障检测/ID 号 配置	无线通信/调光/灯具故障 检测/节点故障检测/网络 号、网络大小、ID 配置

3 测试系统的主要模块与程序流程图

工业组态软件已广泛应用于工业控制领域^[12-13],基于 .Net Framework 的易控组态面向自动化系统的通用数据采集和监控,提供了大量的常用工控设备驱动程序,支持多种通信协议^[14].本自动测试系统采用易控组态建立人机界面(HMI/MMI)环境,设计了参数设置、自动测试、拷机测试、手动测试、协调器测试、历史记录查看等软件功能模块.

1)参数设置.参数设置模块主要完成包括 LoRa 无线网络的网络大小、网络号、单灯控制器组号、单灯控制器 ID 号、测试起始 ID、AD 门限值、拷机测试时长、测试循环次数、每次循环检测台数等参数的设置.

2)自动测试.自动测试模块的测试流程如图 2 所示,用于对出厂 ID 号默认为 0 的 LoRa 无线网络设备进行自动 ID 配置以及功能测试.15 个单灯控制器为一组,测试的主要内容依次为:无线通信测试、ID 配置检测、关开继电器动作测试、单灯控制器调光、节点故障读取检测、灯具故障读取检测、最终 ID 号码配置检测等.其中 ID(jd)表示给被测单灯控制器配置的节点 ID 号,DO_n 为开关量输出 1,对应单灯控制器电源上电,称为被测对象,否则,为待测对象, $n=0,1,2,\dots,14$.

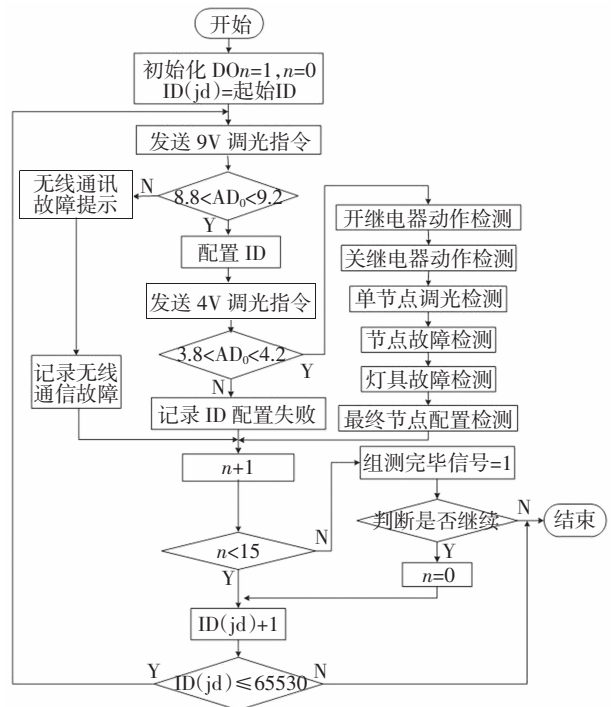


图 2 自动测试流程图

Fig.2 The flow chart of automatic test

3)拷机测试.拷机测试主要用于对已成功配置 ID 号,且功能完好的 LoRa 单灯控制器进行稳定性检测,拷机测试流程如图 3 所示.拷机运行时,首先发送节点 ID 读取指令获得被测节点 ID 号,然后进行测试,测试流程与自动测试基本相同,但不记录故障类型,而是记录累计运行时间、累计运行次数.图中:NH(mc)表示循环一次出现故障的个数;NH(zg)代表总共出现故障的个数;P(xhcs)代表实际测试循环次数;P(ys)代表预设循环次数.

4)协调器测试.协调器测试是使用一个功能完好的单灯控制器测试协调器,包括对该协调器的网络号、网络大小进行配置,测试过程中应排除单灯控制器故障的影响.协调器测试流程如图 4 所示, ID(xtq)是给协调器配置的 ID 号,初始值是测试前进行参数设置的起始 ID.由于协调器每次只能单个测

试,所以在每测完一个就,就有提示信号,测试过程中只使用数字输出量端口 DO₀.

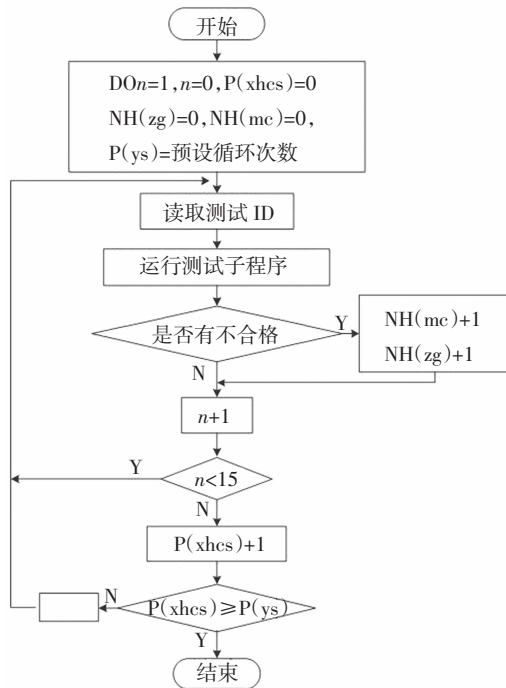


图3 拷机测试流程图

Fig.3 The flow chart of infinite loop test

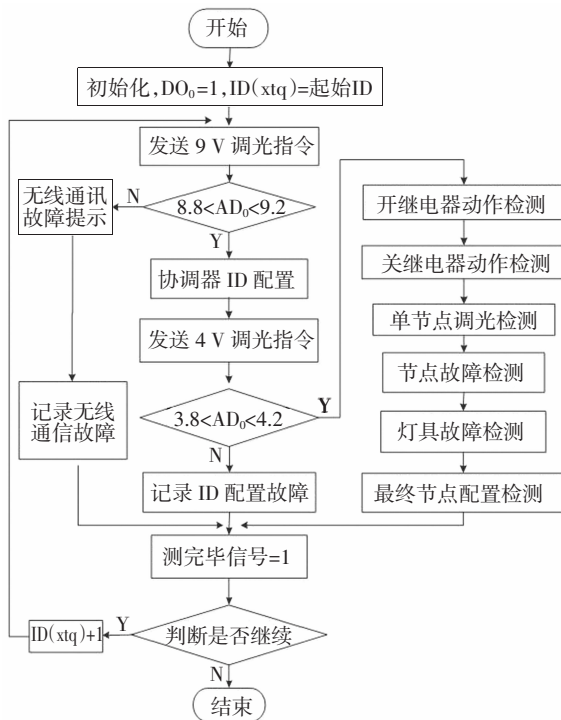


图4 协调器测试流程图

Fig.4 The flow chart of coordinator test

测试报表,记录数据如表 2 所示.

表 2 测试记录数据

Tab.2 Data sheet of test record

工作模式	记录数据
单灯控制器自动测试模式	控制器 ID 号、故障控制器 ID 号、故障类型
单灯控制器拷机运行模式	拷机时长、拷机循环次数、每次循环错误次数、总错误次数、错误率
协调器测试模式	故障协调器 ID、故障类型

4 测试系统主要功能实现

4.1 I/O 通讯的实现

系统程序实现的关键在于如何实现组态软件与协调器设备的 I/O 通信连接,传统的实现方法有 3 种:1) 用易控组态软件自带的串口设备组态功能进行连接,在 IO 通讯节点下选择“串口设备”.2) 与第一种方法大体相同,在选择串口设备时选择“虚拟设备”.3) 外加 PLC 设备,通过 PLC 设备与下位机连接进行读写操作.第一种方法要求协调器使用标准的 Modbus 协议,且只能使用“01”“03”“04”“07”“14”等 5 种功能码,不能随意对通道进行开关、读写操作.第二种方法可以使用任意功能码,但同样无法实现对通道设备随时开关、读写操作.第三种方法的实现虽然对协调器的读写方便,但是 PLC 的使用增加了设备成本和工作量^[14-15].

本设计在易控组态软件提供的驱动程序开发模板下,调用 Window 动态连接库(DLL 文件),引用微软.net 中的 SerialPort 串口控件,用 C# 编写 I/O 通信程序,实现 I/O 系统的自定义功能,最后使用 SerialPort.Write() 将数据写入串行端口输出缓冲区.该程序可以根据测试需要随时打开或者关闭 IO 设备,读写操作方便,主要程序如下(指令中发送,返回的数据均为十六进制):

```
public static void 单节点调光()
```

```
{
```

```

System.IO.Ports.SerialPortComDevice =
new System.IO.Ports.SerialPort ("COM2");//实例化端口
ComDevice.PortName = "COM2"; //端口命名
ComDevice.BaudRate = (int) 9600; //设置波特率
ComDevice.DataBits = (int) 8; //设置数据位
ComDevice.Parity=Parity. None; //无奇偶检验
byte[] SingleDimming={Convert.ToByte(指令.协调器 ID),
06,00,01,00,28}; //单节点调光指令
    
```

5) 历史记录查看. 历史记录查看模块用于记录、保存各种测试模式下的测试结果,并自动生成

```

ComDevice.Open(); //开串口
ComDevice.Write(SingleDimming_AddCRC,0,
SingleDimming_AddCRC.Length); //写指令
ComDevice.Read (InputBuf5,0,15); //读返回值
ComDevice.Close (); //关串口
}

```

4.2 单灯控制器功能测试及故障统计方法

单灯控制器需测试的功能包括 LoRa 无线通信、ID 配置、调光、LED 灯具驱动电源继电器控制、节点故障检测、灯具故障检测与定位 6 项。测试系统还可完成对上述功能故障的诊断。相应测试与故障诊断方法如下:

1) 通过检测单灯控制器输出的调光信号值间接判断 LoRa 无线通信是否正常。接入测试系统的单灯控制器的初始化调光输出信号幅值为最大值 10 V, 测试系统首先对单灯控制器进行一次 9 V 调光, 通过板卡 AD₀ 通道采集单灯控制器输出的调光电压值 V_{AD} :

$$V_{AD} = V_{AD_0}/1\ 000+0.5 \quad (1)$$

若 $8.8\text{ V} < V_{AD} < 9.2\text{ V}$ 不成立, 说明单灯控制器没有执行调光指令, 即存在无线通信故障, 系统不再对该节点进行其他功能测试, 自动测试下一个节点设备。

2) 为单灯控制器配置 ID 号后, 通过发送与 ID 号对应的单节点调光指令, 让其进行 4 V 调光, 以此判断 ID 配置是否成功, 若 $3.8\text{ V} < V_{AD} < 4.2\text{ V}$, 说明 ID 配置成功, 若不成立, 说明 ID 配置不成功。

3) 对节点发送关闭继电器指令, 由 DI 模块读取数据, 若 DI=0 则没有故障, 否则记录故障类型“关继电器故障”。

4) 灯具状态读取功能的检测, 首先通过板卡数字输出量 DO₁₅=0 关闭灯具, 模拟灯具故障。发送状态读取指令 XX 03 00 01 (XX 是协调器的 ID 号, 03 是功能码, 00 01 是节点的 ID 号), 设备正常情况下返回的数据格式为 XX 03 00 01 LL。其中 LL 表示故障状态信息: LL 为 00, 表示灯具坏了, 同时也表明单灯控制器工作正常, 能进行无线通信; LL 为 01 表示灯具正常; LL 为 02 则表示单灯控制器有故障, 无法通信。因为已经模拟了灯具故障, 在这种情况下应该返回的数据为 XX 03 00 01 00, 所以在测试时直接根据返回数据的第五个字节判断。

5) 拷机测试记录每次循环中故障节点及故障节点总数, 并计算节点故障率, 该计算公式为:

$$g = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n \times T} \quad (2)$$

式中: N_i 代表每次循环出错的个数; T 为预设台数 ($1 \leq T \leq 15$); n 为已循环次数。

4.3 报表记录实现

为了监控测试过程状况, 方便查看已检测节点数据, 系统设计了历史记录和报表生成模块。易控本身设计的历史记录分为定时记录 and 变化记录^[16-17]。这两种记录方式都不能满足测试系统对测试数据记录的要求: 条件触发式记录, 即只在诊断出发生故障时才记录。本设计通过配置 Window 下的 ODBC (Open Database Connectivity, 开放数据库互连) 数据库访问编程接口、使用 Excel 数据源的驱动程序 Microsoft Excel Driver (*.xls、*.xlsx、*.xlsm、*.xlsb) 连接 Excel 文件, 在易控组态软件下对 ODBC 数据库访问配置, 在系统界面加入“导出到 Excel”按钮, 同时使用 Windows 系统的“文本框”控件设置保存路径, 实现了数据记录与报表实时数据库设计。在测试过程中, 数据在易控脚本程序中用 C# 语句直接记录在 Excel 文档里, 实现数据导入 Excel 的部分程序如下:

```

for(int i=0; i<datasettable.Tables[0].Rows.Count; i++)
{
    string a1=Convert.ToString( datasettable.Tables[0].Rows[i][1]);
    string a2=Convert.ToString( datasettable.Tables[0].Rows[i][2]);
    string a3=Convert.ToString( datasettable.Tables[1].Rows[i][2]);
    string a4=Convert.ToString( datasettable.Tables[2].Rows[i][2]);
    string zstr=string.Format("insert into [Sheet1$](时间,变量 1,
    变量 2,变量 3) values({1},{2},{3})",a1,a2,a3,a4);
    oda=new OleDbCommand(zstr,ole);
    oda.ExecuteNonQuery();
}

```

5 测试系统运行结果分析

1) 系统在湖南某公司投入使用, 对 9 500 台单灯控制器进行 ID 配置及功能测试, 一次性连接 15 台, 每测一组用时约 10.75 min, 累计用时 6 808 min, 测试正确率统计如表 3 所示。

表 3 9 500 台单灯控制器测试正确率统计

Tab.3 Accuracy statistics on test of 9 500 controllers %

	ID 配置	无线通信	调光	节点故障诊断	灯具故障诊断
正确率	99.32	98.74	99.87	99.43	98.73

2) 表 4 为对应调光比例 0~100% 的单灯控制器期望调光输出与自动测量数据。在调光比例 5% 时误差最大, 自动测量数据与期望电压的实测误差为 1%。

表4 0~100%调光输出电压自动测试数据表

Tab.4 Automatic test data of 0~100 % light output voltage

参数	数值						
调光比例/%	0	5	10	15	20	25	30
期望输出/V	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
实际输出/V	0	0.50	0.99	1.50	1.99	2.49	2.99
误差/%	0	0.2	0.8	0	0.5	0.4	0.3
调光比例/%	35	40	45	50	55	60	65
期望输出/V	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
实际输出/V	3.50	3.99	4.49	4.98	5.49	5.99	6.52
误差/%	0	0.25	0.22	0.40	0.18	0.16	0.30
调光比例/%	70	75	80	85	90	95	100
期望输出/V	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
实际输出/V	6.99	7.50	8.02	8.49	9.01	9.51	9.99
误差/%	0.14	0	0.25	0.12	0.11	0.11	0.10

6 结论

LoRa 无线网络设备功能自动测试系统已正式在湖南某交通公司投入运行,运行结果表明:该系统操作方便,性能可靠,ID 配置错误概率为 0,连续测试 15 台单灯控制器所需时间约 10 min,而人工测试需要 2 人配合,所需时间至少 30 min;系统具备的多种故障自诊断功能和实时数据记录与报表功能,为产品质量保障提供了科学依据。

参考文献

- [1] 赵跃峰,张生瑞,马壮林.基于部分优势比的公路隧道交通事故严重程度分析模型[J].中国公路报,2018,31(9):159-166.
ZHAO Y F,ZHANG R S,MA Z L. Analysis model of traffic accident severity in highway tunnels based on partial superiority ratio [J]. China Journal of Highway and Transport,2018,31(9):159-166. (In Chinese)
- [2] 杨超,王志伟.公路隧道照明节能技术[J].现代隧道技术,2010,47(2):102-105.
YANG C,WANG Z W. Road tunnel lighting energy-saving technology [J]. Modern Tunnelling Technology,2010,47(2):102-105. (In Chinese)
- [3] PAN G,KE H. Study on energy-saving lighting of optical catheter system at road tunnel threshold zone [C]// Proceedings of 2012 Symposium on Photonics and Optoelectronics (SOPO).Shanghai: IEEE,2012:1-3.
- [4] CARNI D L,GRIMALDI D,LAMONACA F,et al. A smart control to operate the lighting system in the road tunnels[C]// Proceedings of 2013 IEEE 7th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS).Berlin: IEEE,2013,2:786-790.
- [5] 杨得鸿.基于 wifi 无线网络的公路隧道照明控制系统设计[J].科技视界,2017(31):155-156.
YANG D H. Design of road tunnel lighting control system based on wifi wireless network [J]. Science and Technology Vision,2017(31):155-156. (In Chinese)
- [6] 于东东.基于 ZigBee 的智能 LED 隧道照明系统的设计[D].上海:东华大学信息科学与技术学院,2015:31-67.
YU D D. Design of intelligent LED tunnel lighting system based on ZigBee[D]. Shanghai: School of Information Science and Technology, Donghua University,2015:31-67. (In Chinese)
- [7] 刘文娟,朱留存,夏建琪.基于 LoRa 的路灯控制系统设计[J].通讯世界,2017(4):239-240.
LIU W J,ZHU L C,XIA J Q. Design of street lamp control system based on Lora [J]. Communication World,2017(4):239-240. (In Chinese)
- [8] 黄洁文.基于 LoRa 技术的智能校园照明管理系统[J].装备制造技术,2018(4):121-122.
HUANG J W. Campus lighting management system based on Lora technology [J]. Equipment Manufacturing Technology,2018(4):121-122. (In Chinese)
- [9] 湖南沛科交通股份有限公司.一种基于 LORA 技术的无线单灯控制系统:2018203604435[P].2018-08-24.
Hunan Peike Transportation Company Ltd. A wireless single lamp control system based on lora technology:2018203604435 [P]. 2018-08-24. (In Chinese)
- [10] GOLDENBERG N,WOOL A. Accurate modeling of Modbus/TCP for intrusion detection in SCADA systems [J]. International Journal of Critical Infrastructure Protection,2013,6:63-75.
- [11] 左卫,程永新. Modbus 协议原理及安全性分析 [J]. 通信技术,2013,42(12):66-69.
ZUO W,CHENG Y X. Modbus protocol principle and security analysis [J]. Communication Technology,2013,42(12):66-69. (In Chinese)
- [12] 李永科,李建增,田庆民.一种基于组态技术实现的通用自动测试系统 [J]. 计算机测量与控制,2005,13(8):758-760.
LI Y K,LI J Z,TIAN Q M. A universal automatic test system based on configuration technology [J]. Computer Measurement & Control,2005,13(8):758-760. (In Chinese)
- [13] 刘俊,柳春图,李颖红,等.新一代工控组态软件 MCGS 及应用 [J]. 新技术新工艺,2000(6):10-11.
LIU J,LIU C T,LI Y H,et al. A new generation of industrial control configuration software MCGS and its application [J]. New Technology and New Process,2000(6):10-11. (In Chinese)
- [14] 张贝克,苇龙,杨宁.组态软件基础与工程应用[M].北京:机械工业出版社,2011:39-41.
ZHANG B K,WEI L,YANG N. Configuration software foundation and engineering application [M]. Beijing:Mechanical Industry Press,2011:39-41. (In Chinese)
- [15] 徐健.基于易控组态软件的液位监控系统设计与实现[J].工业控制计算机,2015,28(9):18-21.
XU J. Design and implementation of liquid level monitoring system based on easy control configuration software [J]. Industrial Control Computer,2015,28(9):18-21. (In Chinese)
- [16] 王春峰,张明宝,史夏丽,等.基于易控组态软件和 PLC 的送料系统设计[J].机械工程与自动化,2010(3):155-159.
WANG C F,ZHANG M B,SHI X L,et al. Design of feeding system based on easy control configuration software and PLC [J]. Mechanical Engineering and Automation,2010(3):155-159. (In Chinese)
- [17] 王国新,李明.基于易控(INSPEC)2008 的数据采集及电脑监控系统[J].工业控制计算机,2009,22(7):17,19.
WANG G X,LI M. Data acquisition and computer monitoring system based on easy control (INSPEC) 2008 [J]. Industrial Control Computer,2009,22(7):17,19. (In Chinese)