(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110389266 A
(43)申请公布日 2019.10.29

(21)申请号 201910629905.8

(22)申请日 2019.07.12

(71)申请人 湖南沛科交通工程技术股份有限公司
地址 410016 湖南省长沙市雨花区万家丽南路二段688号中南总部基地1-B栋13008号

(72)发明人 孟志强 周华安 李端峰 杨洪伟 顾龙慧 何湘桂 罗峰笑 周书

(74)专利代理机构 长沙朕扬知识产权代理事务所(普通合伙) 43213
代理人 何湘玲

(51)Int.Cl.
G01R 31/00(2006.01)
G01R 19/00(2006.01)
G08C 17/02(2006.01)

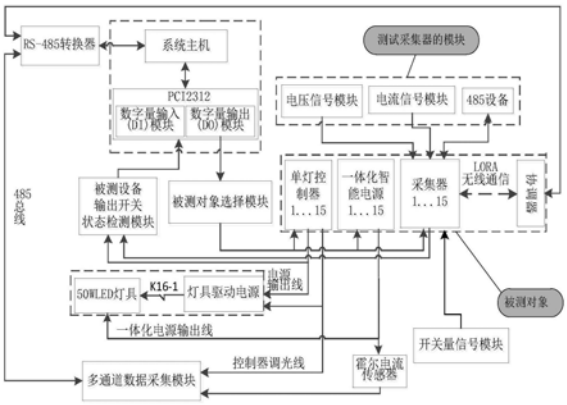
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

一种LoRa无线机电设备用测试系统及其测试方法

(57)摘要

本发明涉及无线机电设备测试技术领域,公开了一种LoRa无线机电设备用测试系统及其测试方法,以快速且准确地对LoRa无线机电设备进行自动配置与测试;本发明的测试系统包括主机、与主机无线连接的选择模块、与主机无线通讯连接的无线协调器、与待测LoRa无线机电设备连接的电压供给单元和调光测试模块,选择模块与待测LoRa无线机电设备连接;选择切换模块用于根据来自主机的测试指令选择待测LoRa无线机电设备,无线协调器用于将测试指令发送给相应种类的待测LoRa无线机电设备,待测LoRa无线机电设备的种类包括至少三类,分别为LoRa无线数据采集器、LoRa无线LED灯驱动电源、以及LoRa无线单灯控制器,测试指令包括测试对象种类信息和测试功能种类信息。



CN 110389266 A

1.一种LoRa无线机电设备用测试系统,其特征在于,包括:

主机、与所述主机无线连接的选择模块、与所述主机无线通讯连接的无线协调器、与待测LoRa无线机电设备连接的电压供给单元和调光测试模块,所述选择模块与所述待测LoRa无线机电设备连接;

所述选择切换模块用于根据来自主机的测试指令选择待测LoRa无线机电设备,所述无线协调器用于将测试指令发送给相应种类的待测LoRa无线机电设备,所述待测LoRa无线机电设备的种类包括至少三类,分别为LoRa无线数据采集器、LoRa无线LED灯驱动电源、以及LoRa无线单灯控制器,所述测试指令包括测试对象种类信息和测试功能种类信息;

当所述测试对象种类信息为LoRa无线数据采集器时,所述电压供给单元用于给所述待测LoRa无线数据采集器提供设定电压,所述待测LoRa无线数据采集器采集该设定电压得到测定电压值并将测定电压值反馈给所述无线协调器,所述无线协调器用于将测定电压值反馈给主机,所述主机用于将所述测定电压值与设定电压的电压值进行比对,若二者相符,则认为LoRa无线数据采集器通过电压采集功能测试;

当所述测试对象种类信息为LoRa无线单灯控制器时,所述主机用于产生第一调光测试指令通过无线协调器发送给LoRa无线单灯控制器,所述第一调光测试指令包括设定的调光电压值范围,调光测试模块用于采集LoRa无线单灯控制器在第一调光测试指令下执行相应动作时的反馈调光电压信号,对所述反馈调光电压信号进行滤波放大处理并转换为数字电压值后发送给主机或者通过无线协调器转发给主机,所述主机还用于将所述数字电压值与设定的调光电压值范围进行比较,若所述数字电压值在所述设定的调光电压值范围之间,认为LoRa无线单灯控制器通过调光测试功能;

当所述测试对象种类信息为LoRa无线LED灯驱动电源时,所述主机用于产生第二调光测试指令通过无线协调器发送给所述LoRa无线LED灯驱动电源,所述第二调光测试指令包括设定的调光电流值范围,调光测试模块用于采集LoRa无线LED灯驱动电源在第二调光测试指令下执行相应动作时的调光电流信号,对所述调光电流信号进行滤波放大处理并转换为数字电流值后发送给主机或者通过无线协调器转发给主机,所述主机还用于将所述数字电流值与设定的调光电流信号的电流值范围进行比较,若所述数字电流值在所述设定的调光电流值范围之间,认为LoRa无线LED灯驱动电源通过调光测试功能。

2.根据权利要求1所述的LoRa无线机电设备用测试系统,其特征在于,所述测试系统还包括电流供给单元,用于给所述待测LoRa无线数据采集器提供设定电流,所述待测LoRa无线数据采集器采集该测定电流值并将采集的测定电流值反馈给所述无线协调器;

所述主机还用于接收来自所述无线协调器的测定电流值,将所述测定电流值与设定电流的电流值进行比对,若二者相符,则认为LoRa无线数据采集器通过电流采集功能测试。

3.根据权利要求1所述的LoRa无线机电设备用测试系统,其特征在于,所述测试系统还包括用于模拟外部开关状态的开关量信号模拟单元,所述开关量信号模拟单元的正负极短接,正极连接至LoRa无线数据采集器的Kin+接口,负极连接至LoRa无线数据采集器的Kin-接口。

4.根据权利要求1所述的LoRa无线机电设备用测试系统,其特征在于,所述测试系统还包括输出开关状态检测模块,包括用于选择单灯控制器的第一继电器和用于检测单灯控制器内部继电器是否正常工作的第二继电器,所述第一继电器连接在所述待测LoRa无线单灯

控制器的输入端的火线上,所述第二继电器连接在所述待测LoRa无线单灯控制器的输出火线与零线上;其中,所述第二继电器的常闭触点一端接入板卡的数字两输入模块DIO接口,所述继电器的另一端接地。

5.根据权利要求1或4所述的LoRa无线机电设备用测试系统,其特征在于,所述调光测试模块包括放大滤波电路和转换器,所述放大滤波电路与待测述LoRa无线单灯控制器相连,所述转换器与所述放大滤波电路相连。

6.根据权利要求1所述的LoRa无线机电设备用测试系统,其特征在于,所述电压供给单元包括与用于提供设定电压的直流电源并连的且相互串联的第一分压电阻(R301)和第二分压电阻(R302),第一分压电阻(R301)和第二分压电阻(R302)之间接LoRa无线数据采集器的Vin+接口。

7.根据权利要求2所述的LoRa无线机电设备用测试系统,其特征在于,所述电流供给单元包括依次串联的第一二极管(D301)、第二二极管(D302)以及第三二极管(D303),所述第一二极管(D301)的正极连接用于提供设定电流的直流电源,所述第三二极管(D303)的负极连接所述LoRa无线数据采集器的lin+接口。

8.根据权利要求5所述的LoRa无线机电设备用测试系统,其特征在于,所述放大滤波电路包括芯片CD4052BM96、第一运算放大器、第二运算放大器、第三运算放大器、以及第四运算放大器;

所述第一运算放大器的第2个引脚为信号输入端,该第2个引脚通过电阻R201与所述待测LoRa无线单灯控制器的输出端相连,所述第一运算放大器的第1个引脚为输出端,该第1个引脚与所述芯片CD4052BM96的第13个引脚相连;

所述第二运算放大器的第6个引脚为输入端,该第6个引脚通过电阻R203与所述待测LoRa无线单灯控制器的输出端相连,所述第二运算放大器的第7个引脚为输出端,该第7个引脚与所述芯片CD4052BM96的第3个引脚相连;

所述芯片CD4052BM96的第13个引脚通过电阻R205连接至第三运算放大器的第9个引脚,所述第三运算放大器的第10个引脚通过电阻R206接地,所述第三运算放大器的第9个引脚和第8个引脚之间串接反馈电阻R207,且在所述反馈电阻R207两端并联电容C201,所述第三运算放大器的第8个引脚连接至转换器ADS1256;

所述芯片CD4052BM96的第3个引脚通过电阻R208连接至第四运算放大器的第13个引脚,所述第四运算放大器的第12个引脚通过电阻R209接地,所述第四运算放大电路的第13个引脚和第14个引脚之间串接反馈电阻R210,且在所述反馈电阻R210两端并联电容C202,所述第四运算放大器的第14个引脚连接至转换器ADS1256。

9.根据权利要求1所述的LoRa无线机电设备用测试系统,其特征在于,所述测试系统还包括第四二极管(D401)和霍尔电流互感器,所述第四二极管(D401)的正极连接LoRa无线LED灯驱动电源的ZL+接口,所述第四二极管(D401)的负极连接所述霍尔电流互感器,且在所述第四二极管(D401)和所述霍尔电流互感器之间设有开关(K1-4)。

10.一种应用于上述权利要求1-9任一所述的LoRa无线机电设备用测试系统的测试方法,其特征在于,具体包括以下步骤:

主机产生测试指令发送给选择切换模块,并同时将测试指令发送给无线协调器,选择切换模块根据测试指令选择待测LoRa无线机电设备,无线协调器将测试指令发送给相应种

类的待测LoRa无线机电设备；

当所述测试对象种类信息为LoRa无线数据采集器时，所述电压供给单元给所述待测LoRa无线数据采集器提供设定电压，所述待测LoRa无线数据采集器采集该设定电压得到测定电压值并将测定电压值反馈给所述无线协调器，所述无线协调器将测定电压值反馈给主机，所述主机将所述测定电压值与设定电压的电压值进行比对，若二者相符，则认为LoRa无线数据采集器通过电压采集功能测试；

当所述测试对象种类信息为LoRa无线单灯控制器时，所述主机产生第一调光测试指令通过无线协调器发送给LoRa无线单灯控制器，所述第一调光测试指令包括设定的调光电压值范围，调光测试模块采集LoRa无线单灯控制器在第一调光测试指令下执行相应动作时的反馈调光电压信号，对所述反馈调光电压信号进行滤波放大处理并转换为数字电压值后发送给主机或者通过无线协调器转发给主机，所述主机还将所述数字电压值与设定的调光电压值范围进行比较，若所述数字电压值在所述设定的调光电压值范围之间，认为LoRa无线单灯控制器通过调光测试功能；

当所述测试对象种类信息为LoRa无线LED灯驱动电源时，所述主机产生第二调光测试指令通过无线协调器发送给所述LoRa无线LED灯驱动电源，所述第二调光测试指令包括设定的调光电流值范围，调光测试模块采集LoRa无线LED灯驱动电源在第二调光测试指令下执行相应动作时的调光电流信号，对所述调光电流信号进行滤波放大处理并转换为数字电流值后发送给主机或者通过无线协调器转发给主机，所述主机还将所述数字电流值与设定的调光电流信号的电流值范围进行比较，若所述数字电流值在所述设定的调光电流值范围之间，认为LoRa无线LED灯驱动电源通过调光测试功能。

一种LoRa无线机电设备用测试系统及其测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无线机电设备测试技术领域，尤其涉及一种LoRa无线机电设备用测试系统及其测试方法。

背景技术

[0002] 近几年内，最新一代基于LoRa无线技术的照明控制系统已在高速公路得到大量的推广应用，必将成为公路隧道机电控制的主流技术与产品。在LoRa无线技术的照明控制系统中，LoRa无线机电设备占着举足轻重的地位。隧道安全问题重大，必须确保LoRa无线网络设备的产品质量安全，因此，在使用前，需要对LoRa无线网络设备进行ID号配置及功能测试，目前还没有相应的针对LoRa无线网络设备中的LoRa无线机电设备进行自动配置与测试的工具或方式。

[0003] 传统方法中，只能借用Modbus调试助手，人工完成对LoRa无线机电设备的ID配置与功能测试，这个过程中需要两人配合，一人主要负责测试系统的接线，一人负责操作计算机发送测试指令。由于Modbus协议的功能码多、数据结构不同、协议报文长度不等，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，且每次只能测试与调试一台设备，功效低，时间长，劳动强度大。显然，使用Modbus调试助手进行无线网络设备的人工配置与测试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。

[0004] 因此，如何快速且准确地对LoRa无线机电设备进行自动配置与测试，成为一个急需解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明目的在于提供一种LoRa无线机电设备用测试系统及其测试方法，以快速且准确地对LoRa无线机电设备进行自动配置与测试。

[0006] 为实现上述目的，本发明提供了一种LoRa无线机电设备用测试系统，包括：

[0007] 主机、与所述主机无线连接的选择模块、与所述主机无线通讯连接的无线协调器、与待测LoRa无线机电设备连接的电压供给单元和调光测试模块，所述选择模块与所述待测LoRa无线机电设备连接；

[0008] 所述选择切换模块用于根据来自主机的测试指令选择待测LoRa无线机电设备，所述无线协调器用于将测试指令发送给相应种类的待测LoRa无线机电设备，所述待测LoRa无线机电设备的种类包括至少三类，分别为LoRa无线数据采集器、LoRa无线LED灯驱动电源、以及LoRa无线单灯控制器，所述测试指令包括测试对象种类信息和测试功能种类信息；

[0009] 当所述测试对象种类信息为LoRa无线数据采集器时，所述电压供给单元用于给所述待测LoRa无线数据采集器提供设定电压，所述待测LoRa无线数据采集器采集该设定电压得到测定电压值并将测定电压值反馈给所述无线协调器，所述无线协调器用于将测定电压值反馈给主机，所述主机用于将所述测定电压值与设定电压的电压值进行比对，若二者相

符，则认为LoRa无线数据采集器通过电压采集功能测试；

[0010] 当所述测试对象种类信息为LoRa无线单灯控制器时，所述主机用于产生第一调光测试指令通过无线协调器发送给LoRa无线单灯控制器，所述第一调光测试指令包括设定的调光电压值范围，调光测试模块用于采集LoRa无线单灯控制器在第一调光测试指令下执行相应动作时的反馈调光电压信号，对所述反馈调光电压信号进行滤波放大处理并转换为数字电压值后发送给主机或者通过无线协调器转发给主机，所述主机还用于将所述数字电压值与设定的调光电压值范围进行比较，若所述数字电压值在所述设定的调光电压值范围之间，认为LoRa无线单灯控制器通过调光测试功能；

[0011] 当所述测试对象种类信息为LoRa无线LED灯驱动电源时，所述主机用于产生第二调光测试指令通过无线协调器发送给所述LoRa无线LED灯驱动电源，所述第二调光测试指令包括设定的调光电流值范围，调光测试模块用于采集LoRa无线LED灯驱动电源在第二调光测试指令下执行相应动作时的调光电流信号，对所述调光电流信号进行滤波放大处理并转换为数字电流值后发送给主机或者通过无线协调器转发给主机，所述主机还用于将所述数字电流值与设定的调光电流信号的电流值范围进行比较，若所述数字电流值在所述设定的调光电流值范围之间，认为LoRa无线LED灯驱动电源通过调光测试功能。

[0012] 优选地，所述测试系统还包括电流供给单元，用于给所述待测LoRa无线数据采集器提供设定电流，所述待测LoRa无线数据采集器采集该测定电流值并将采集的测定电流值反馈给所述无线协调器；

[0013] 所述主机还用于接收来自所述无线协调器的测定电流值，将所述测定电流值与设定电流的电流值进行比对，若二者相符，则认为LoRa无线数据采集器通过电流采集功能测试。

[0014] 优选地，所述测试系统还包括用于模拟外部开关状态的开关量信号模拟单元，所述开关量信号模拟单元的正负极短接，正极连接至LoRa无线数据采集器的Kin+接口，负极连接至LoRa无线数据采集器的Kin-接口。

[0015] 优选地，所述测试系统还包括输出开关状态检测模块，包括用于选择单灯控制器的第一继电器和用于检测单灯控制器内部继电器是否正常工作的第二继电器，所述第一继电器连接在所述待测LoRa无线单灯控制器的输入端的火线上，所述第二继电器连接在所述待测LoRa无线单灯控制器的输出火线与零线上；其中，所述第二继电器的常闭触点一端接入板卡的数字两输入模块DIO接口，所述继电器的另一端接地。

[0016] 优选地，所述调光测试模块包括放大滤波电路和转换器，所述放大滤波电路与待测述LoRa无线单灯控制器相连，所述转换器与所述放大滤波电路相连。

[0017] 优选地，所述电压供给单元包括与用于提供设定电压的直流电源并连的且相互串联的第一分压电阻R301和第二分压电阻R302，第一分压电阻R301和第二分压电阻R302之间接LoRa无线数据采集器的Vin+接口。

[0018] 优选地，所述电流供给单元包括依次串联的第一二极管D301、第二二极管D302以及第三二极管D303，所述第一二极管D301的正极连接用于提供设定电流的直流电源，所述第三二极管D303的负极连接所述LoRa无线数据采集器的Iin+接口。

[0019] 优选地，所述放大滤波电路包括芯片CD4052BM96、第一运算放大器、第二运算放大器、第三运算放大器、以及第四运算放大器；

[0020] 所述第一运算放大器的第2个引脚为信号输入端，该第2个引脚通过电阻R201与所述待测LoRa无线单灯控制器的输出端相连，所述第一运算放大器的第1个引脚为输出端，该第1个引脚与所述芯片CD4052BM96的第13个引脚相连；

[0021] 所述第二运算放大器的第6个引脚为输入端，该第6个引脚通过电阻R203与所述待测LoRa无线单灯控制器的输出端相连，所述第二运算放大器的第7个引脚为输出端，该第7个引脚与所述芯片CD4052BM96的第3个引脚相连；

[0022] 所述芯片CD4052BM96的第13个引脚通过电阻R205连接至第三运算放大器的第9个引脚，所述第三运算放大器的第10个引脚通过电阻R206接地，所述第三运算放大器的第9个引脚和第8个引脚之间串接反馈电阻R207，且在所述反馈电阻R207两端并联电容C201，所述第三运算放大器的第8个引脚连接至转换器ADS1256；

[0023] 所述芯片CD4052BM96的第3个引脚通过电阻R208连接至第四运算放大器的第13个引脚，所述第四运算放大器的第12个引脚通过电阻R209接地，所述第四运算放大电路的第13个引脚和第14个引脚之间串接反馈电阻R210，且在所述反馈电阻R210两端并联电容C202，所述第四运算放大器的第14个引脚连接至转换器ADS1256。

[0024] 优选地，所述测试系统还包括第四二极管D401和霍尔电流互感器，所述第四二极管D401的正极连接LoRa无线LED灯驱动电源的ZL+接口，所述第四二极管D401的负极连接所述霍尔电流互感器，且在所述第四二极管D401和所述霍尔电流互感器之间设有开关K1-4。

[0025] 作为一个总的技术构思，本发明还提供一种应用于上述LoRa无线机电设备用测试系统的测试方法，具体包括以下步骤：

[0026] 主机产生测试指令发送给选择切换模块，并同时将测试指令发送给无线协调器，选择切换模块根据测试指令选择待测LoRa无线机电设备，无线协调器将测试指令发送给相应种类的待测LoRa无线机电设备；

[0027] 当所述测试对象种类信息为LoRa无线数据采集器时，所述电压供给单元给所述待测LoRa无线数据采集器提供设定电压，所述待测LoRa无线数据采集器采集该设定电压得到测定电压值并将测定电压值反馈给所述无线协调器，所述无线协调器将测定电压值反馈给主机，所述主机将所述测定电压值与设定电压的电压值进行比对，若二者相符，则认为LoRa无线数据采集器通过电压采集功能测试；

[0028] 当所述测试对象种类信息为LoRa无线单灯控制器时，所述主机产生第一调光测试指令通过无线协调器发送给LoRa无线单灯控制器，所述第一调光测试指令包括设定的调光电压值范围，调光测试模块采集LoRa无线单灯控制器在第一调光测试指令下执行相应动作时的反馈调光电压信号，对所述反馈调光电压信号进行滤波放大处理并转换为数字电压值后发送给主机或者通过无线协调器转发给主机，所述主机还将所述数字电压值与设定的调光电压值范围进行比较，若所述数字电压值在所述设定的调光电压值范围之间，认为LoRa无线单灯控制器通过调光测试功能；

[0029] 当所述测试对象种类信息为LoRa无线LED灯驱动电源时，所述主机产生第二调光测试指令通过无线协调器发送给所述LoRa无线LED灯驱动电源，所述第二调光测试指令包括设定的调光电流值范围，调光测试模块采集LoRa无线LED灯驱动电源在第二调光测试指令下执行相应动作时的调光电流信号，对所述调光电流信号进行滤波放大处理并转换为数字电流值后发送给主机或者通过无线协调器转发给主机，所述主机还将所述数字电流值与

设定的调光电流信号的电流值范围进行比较，若所述数字电流值在所述设定的调光电流值范围之间，认为LoRa无线LED灯驱动电源通过调光测试功能。

[0030] 综上，本发明具有以下有益效果：

[0031] 本发明提供一种LoRa无线机电设备用测试系统及其测试方法，包括主机、与主机无线连接的选择模块、与主机无线通讯连接的无线协调器、与待测LoRa无线机电设备连接的电压供给单元和调光测试模块，选择模块与待测LoRa无线机电设备连接；通过选择模块可以灵活切换测试对象，可以快速且准确地对LoRa无线机电设备进行自动配置与测试，模块切换方便，实施成本低。

[0032] 下面将参照附图，对本发明作进一步详细的说明。

附图说明

[0033] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

[0034] 图1是本发明优选实施例的LoRa无线机电设备用测试系统电路结构示意图；

[0035] 图2是本发明优选实施例的用于测试LoRa无线数据采集器的电路图；

[0036] 图3是本发明优选实施例的用于测试LoRa无线单灯控制器的电路图；

[0037] 图4是本发明优选实施例的放大滤波电路图；

[0038] 图5是本发明优选实施例的用于测试LoRa无线LED灯驱动电源电路图；

[0039] 图6是本发明优选实施例的LoRa无线机电设备用测试系统的测试方法选择示意图；

[0040] 图7是本发明优选实施例的LoRa无线单灯控制器的测试方法流程图；

[0041] 图8是本发明优选实施例的LoRa无线LED灯驱动电源的测试方法流程图；

[0042] 图9是本发明优选实施例的LoRa无线数据采集器的测试方法流程图。

具体实施方式

[0043] 以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明，但是本发明可以由权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0044] 除非另有定义，下文中所使用的所有专业术语与本领域技术人员通常理解的含义相同。本发明专利申请说明书以及权利要求书中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而仅仅是为了便于对相应零部件进行区别。同样，“一个”或者“一”等类似词语不表示数量限制，而是表示存在至少一个。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接，而是可以包括电性的连接，不管是直接的还是间接的。

[0045] 实施例1

[0046] 如图1所示，本实施例提供一种LoRa无线机电设备用测试系统，包括：

[0047] 主机、与所述主机无线连接的选择模块、与所述主机无线通讯连接的无线协调器、与待测LoRa无线机电设备连接的电压供给单元和调光测试模块，所述选择模块与所述待测LoRa无线机电设备连接；

[0048] 所述选择切换模块用于根据来自主机的测试指令选择待测LoRa无线机电设备，所

述无线协调器用于将测试指令发送给相应种类的待测LoRa无线机电设备，所述待测LoRa无线机电设备的种类包括至少三类，分别为LoRa无线数据采集器、LoRa无线LED灯驱动电源、以及LoRa无线单灯控制器，所述测试指令包括测试对象种类信息和测试功能种类信息；

[0049] 当所述测试对象种类信息为LoRa无线数据采集器时，所述电压供给单元用于给所述待测LoRa无线数据采集器提供设定电压，所述待测LoRa无线数据采集器采集该设定电压得到测定电压值并将测定电压值反馈给所述无线协调器，所述无线协调器用于将测定电压值反馈给主机，所述主机用于将所述测定电压值与设定电压的电压值进行比对，若二者相符，则认为LoRa无线数据采集器通过电压采集功能测试；

[0050] 当所述测试对象种类信息为LoRa无线单灯控制器时，所述主机用于产生第一调光测试指令通过无线协调器发送给LoRa无线单灯控制器，所述第一调光测试指令包括设定的调光电压值范围，调光测试模块用于采集LoRa无线单灯控制器在第一调光测试指令下执行相应动作时的反馈调光电压信号，对所述反馈调光电压信号进行滤波放大处理并转换为数字电压值后发送给主机或者通过无线协调器转发给主机，所述主机还用于将所述数字电压值与设定的调光电压值范围进行比较，若所述数字电压值在所述设定的调光电压值范围之间，认为LoRa无线单灯控制器通过调光测试功能。

[0051] 上述的LoRa无线机电设备用测试系统，通过选择模块可以灵活切换测试对象，可以快速且准确地对LoRa无线机电设备进行自动配置与测试，模块切换方便，实施成本低。

[0052] 值得说明的是，上述第一调光测试指令为0-10V调光，上述第二调光测试指令为0-1A直流调光。

[0053] 作为本实施例优选的实施方式，测试系统还包括电流供给单元，用于给待测LoRa无线数据采集器提供设定电流，待测LoRa无线数据采集器采集该测定电流值并将采集的测定电流值反馈给无线协调器；

[0054] 主机还用于接收来自无线协调器的测定电流值，将测定电流值与设定电流的电流值进行比对，若二者相符，则认为LoRa无线数据采集器通过电流采集功能测试。

[0055] 作为本实施例优选的实施方式，测试系统还包括用于模拟外部开关状态的开关量信号模拟单元，如图2所示，开关量信号模拟单元的正负极短接，正极连接至LoRa无线数据采集器的Kin+接口，负极连接至LoRa无线数据采集器的Kin-接口。

[0056] 作为本实施例优选的实施方式，测试系统还包括输出开关状态检测模块，如图3所示，包括用于选择单灯控制器的第一继电器和用于检测单灯控制器内部继电器是否正常工作的第二继电器，第一继电器连接在待测LoRa无线单灯控制器的输入端的火线上，第二继电器连接在待测LoRa无线单灯控制器的输出火线与零线上；其中，第二继电器的常闭触点一端接入板卡的数字两输入模块DIO接口，继电器的另一端接地。

[0057] 作为本实施例优选的实施方式，电压供给单元包括与用于提供设定电压的直流电源并连的且相互串联的第一分压电阻R301和第二分压电阻R302，第一分压电阻R301和第二分压电阻R302之间接LoRa无线数据采集器的Vin+接口。

[0058] 作为本实施例优选的实施方式，电流供给单元包括依次串联的第一二极管(D301)、第二二极管D302以及第三二极管D303，第一二极管D301的正极连接用于提供设定电流的直流电源，第三二极管D303的负极连接LoRa无线数据采集器的Iin+接口。

[0059] 作为本实施例优选的实施方式，如图4所示，放大滤波电路包括芯片CD4052BM96、

第一运算放大器、第二运算放大器、第三运算放大器、以及第四运算放大器；

[0060] 第一运算放大器的第2个引脚为信号输入端，该第2个引脚通过电阻R201与待测LoRa无线单灯控制器的输出端相连，第一运算放大器的第1个引脚为输出端，该第1个引脚与芯片CD4052BM96的第13个引脚相连；

[0061] 第二运算放大器的第6个引脚为输入端，该第6个引脚通过电阻R203与待测LoRa无线单灯控制器的输出端相连，第二运算放大器的第7个引脚为输出端，该第7个引脚与芯片CD4052BM96的第3个引脚相连；

[0062] 芯片CD4052BM96的第13个引脚通过电阻R205连接至第三运算放大器的第9个引脚，第三运算放大器的第10个引脚通过电阻R206接地，第三运算放大器的第9个引脚和第8个引脚之间串接反馈电阻R207，且在反馈电阻R207两端并联电容C201，第三运算放大器的第8个引脚连接至转换器ADS1256；

[0063] 芯片CD4052BM96的第3个引脚通过电阻R208连接至第四运算放大器的第13个引脚，第四运算放大器的第12个引脚通过电阻R209接地，第四运算放大电路的第13个引脚和第14个引脚之间串接反馈电阻R210，且在反馈电阻R210两端并联电容C202，第四运算放大器的第14个引脚连接至转换器ADS1256。

[0064] 具体地，放大滤波电路实现了不同输入电压的增益自动切换，根据测试系统被测模拟量的实际变化范围，将输入范围划分为0～1.25V、1.25～2.5V、2.5～5V、以及5～10V四挡，通过程控模拟开关选择不同的反馈电阻值，得到不同的电压放大倍数，本实施例中，放大滤波电路的放大倍数分别为4倍、2倍、1倍、以及0.5倍。其中，芯片CD4052BM96、第一运算放大器、第二运算放大器、第三运算放大器、第四运算放大器以及相关外围电路构成两级放大电路，实现两路模拟量输入的可变增益控制和滤波。两路一级放大的4个不同反馈电阻R211～R214、R215～R218分别接入CD4052的X组和Y组输入通道，构成可变4增益反向放大器；第二级放大电路为放大倍数为1的反向放大器，例如上述的反馈电阻R207和电容C201组成单位增益滤波电路，使电路中输出电压极性与输入电压极性一直，还能滤除信号中的高频噪声。

[0065] 作为本实施例优选的实施方式，如图5所示，测试系统还包括R301二极管D401和霍尔电流互感器，R301二极管D401的正极连接LoRa无线LED灯驱动电源的ZL+接口，R301二极管D401的负极连接霍尔电流互感器，且在R301二极管D401和霍尔电流互感器之间设有开关K1-4。本实施例中，LoRa无线LED灯驱动电源的ZL+接口(电源输出线正极)接二极管D_{401}，防止其他设备的功率倒灌，然后接入霍尔电流互感器线圈，霍尔电流互感器输出端接放大滤波电路输入端；霍尔电流互感器用于将电流信号转换为电压信号，然后传输给放大滤波电路，从而检测LoRa无线LED灯驱动电源输出线上的电流信号；此外设备输出开关状态的检测通过检测设备输出线上电流值变化情况完成。

[0066] 实施例2

[0067] 如图6所示，本实施例提供一种应用于上述实施例1中的测试系统的测试方法，具体包括以下步骤：

[0068] 主机产生测试指令发送给选择切换模块，并同时将测试指令发送给无线协调器，选择切换模块根据测试指令选择待测LoRa无线机电设备，无线协调器将测试指令发送给相应种类的待测LoRa无线机电设备；

[0069] 当所述测试对象种类信息为LoRa无线数据采集器时，所述电压供给单元给所述待测LoRa无线数据采集器提供设定电压，所述待测LoRa无线数据采集器采集该设定电压得到测定电压值并将测定电压值反馈给所述无线协调器，所述无线协调器将测定电压值反馈给主机，所述主机将所述测定电压值与设定电压的电压值进行比对，若二者相符，则认为LoRa无线数据采集器通过电压采集功能测试；

[0070] 当所述测试对象种类信息为LoRa无线单灯控制器时，所述主机产生第一调光测试指令通过无线协调器发送给LoRa无线单灯控制器，所述第一调光测试指令包括设定的调光电压值范围，调光测试模块采集LoRa无线单灯控制器在第一调光测试指令下执行相应动作时的反馈调光电压信号，对所述反馈调光电压信号进行滤波放大处理并转换为数字电压值后发送给主机或者通过无线协调器转发给主机，所述主机还将所述数字电压值与设定的调光电压值范围进行比较，若所述数字电压值在所述设定的调光电压值范围之间，认为LoRa无线单灯控制器通过调光测试功能；

[0071] 当所述测试对象种类信息为LoRa无线LED灯驱动电源时，所述主机产生第二调光测试指令通过无线协调器发送给所述LoRa无线LED灯驱动电源，所述第二调光测试指令包括设定的调光电流值范围，调光测试模块采集LoRa无线LED灯驱动电源在第二调光测试指令下执行相应动作时的调光电流信号，对所述调光电流信号进行滤波放大处理并转换为数字电流值后发送给主机或者通过无线协调器转发给主机，所述主机还将所述数字电流值与设定的调光电流信号的电流值范围进行比较，若所述数字电流值在所述设定的调光电流值范围之间，认为LoRa无线LED灯驱动电源通过调光测试功能。

[0072] 具体地，如图7所示，需要说明的是，图7中串口1指图1中的RS485转换器到协调器。串口2体现在图1中的RS485转换器到多通道数据采集模块。

[0073] 由于LoRa无线单灯控制器的待测功能种类还包括无线通信功能、ID号配置功能、LED灯具驱动电源开关控制功能、节点故障检测定位功能以及灯具故障检测功能，故在测试LoRa无线单灯控制器时，测试方法包括：初始化LoRa无线单灯控制器的调光输出最大幅值为10V；首先对LoRa无线单灯控制器进行一次9V调光，通过调光测试模块读取LoRa无线单灯控制器输出的调光电压值V_{AD}。若$8.8V<V_{AD}<9.2V$成立(误差允许范围设置为0.2V)，则进行下一步配置，若$8.8V<V_{AD}<9.2V$不成立，则认为LoRa无线单灯控制器没有执行调光指令。需要说明的是，在实际情况中，单灯控制器存在两项功能故障的概率极低，此时发送关闭继电器的指令，如果继电器动作则说明调光存在故障，如果继电器不动作，判定为单灯控制器存在无线通信故障，系统不再对该节点进行其他功能测试，继续测试下一个设备。本实施例中，调光测试模块包括放大滤波电路和转换器，放大滤波电路与待测述LoRa无线单灯控制器相连，转换器与放大滤波电路相连，通过放大滤波电路对采集的电压信号进行放大，可以防止信号在传输过程中失真，且该放大滤波电路设计简单，降低了实施成本。

[0074] 为LoRa无线单灯控制器配置ID号后，通过发送与ID号对应的单节点调光指令，让其进行4V调光，若$3.8V<V_{AD}<4.2V$，说明此ID号的单灯控制器执行了调光动作，即ID配置成功，若$3.8V<V_{AD}<4.2V$不成立，说明此ID的单灯控制器没有接受指令，即ID配置不成功。

[0075] 进一步地，对节点发送断开继电器指令，节点内部继电器执行动作后，节点输出线上电压为0，板卡DIO模块读取数据会变为低电平。若检测到DIO＝0，则说明节点内部继电器没有故障，否则记录故障类型为断开继电器故障。

[0076] 在检测节点读取灯具状态的功能时，需要使DO15＝0模拟灯具故障的状态。发送状态读取指令XX 03 00 01,设备正常情况下返回的协议格式为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,因此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。需要说明的是,在判断驱动电源开关控制功能时,只需判断单灯控制器的内部继电器是否故障。

[0077] 需要说明的是,在实际情况中,LoRa无线LED灯驱动电源是LoRa无线单灯控制器与驱动电源相结合组成,具有LoRa无线单灯控制器的所有功能,因此其待测功能种类、测试指令以及测试顺序均与LoRa无线单灯控制器相同,如图8所示。但是,应当区分的是,在进行调光功能测试时,LoRa无线单灯控制器为0-10V调光,LoRa无线LED灯驱动电源为0～1A直流电流调光。

[0078] 进一步地,如图9所示,LoRa无线数据采集器的待测功能包括ID号配置、0～10V模拟电压信号输入、4～20mA模拟电流信号输入、开关量输入输出、数据的透传性。即,除上述已描述的测试方法,LoRa无线数据采集器的测试方法还包括:通过无线协调器发送配置ID指令给LoRa无线数据采集器,然后再发送读取LoRa无线数据采集器的ID指令,若读取到的无线采集器ID与配置相同,则实现ID成功配置。

[0079] 通过主机将透传数据通过无线协调器发送给无线采集器,然后采集器通过串口将透传数据传送到主机,在主机中判断LoRa无线数据采集器传送的透传数据与通过无线协调器发送的透传数据是否相同,若相同,则透传数据功能正常。

[0080] 需要说明的是,上述测试方式还包括对LoRa无线机电设备的拷机测试,拷机测试主要用于对已成功配置ID号,且功能完好的LoRa无线机电设备进行测试,主要检测设备可靠性。通过拷机测试可以对设备进行烤机,确保设备长时间运行且功能仍正常。

[0081] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

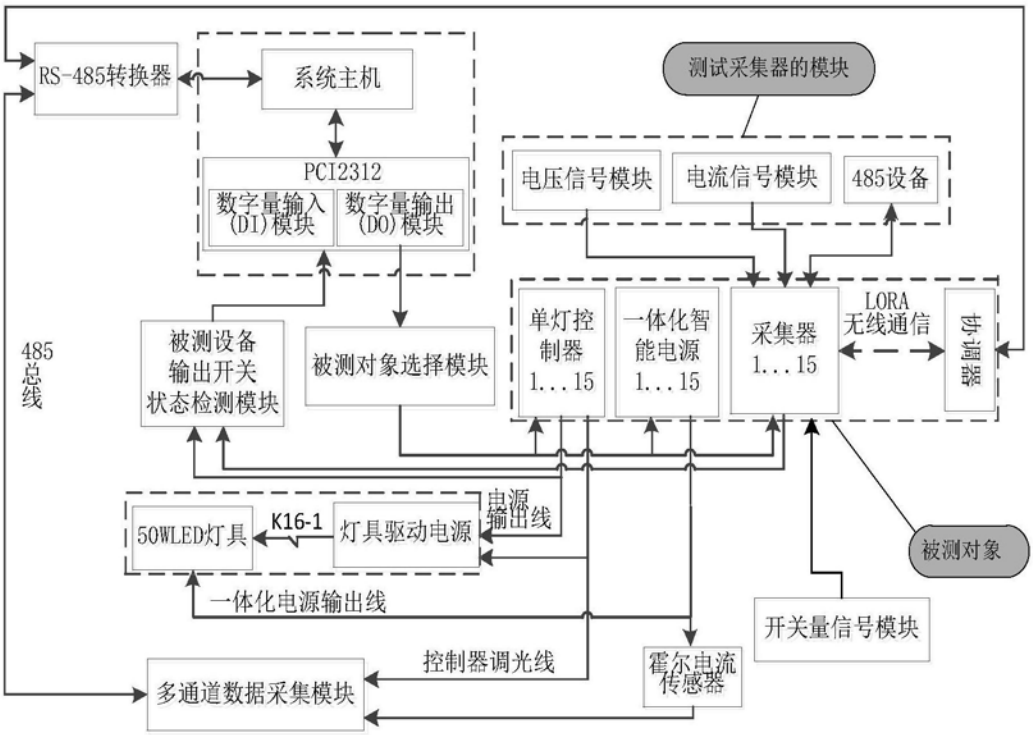

RS-485转换器
系统主机
PCI2312
数字量输入(DI)模块
数字量输出(DO)模块
测试采集器的模块
电压信号模块
电流信号模块
485设备
485总线
被测设备输出开关状态检测模块
被测对象选择模块
单灯控制器1...15
一体化智能电源1...15
采集器1...15
LORA无线通信
协调器
50WLED灯具
K16-1
灯具驱动电源
电源输出线
被测对象
一体化电源输出线
开关量信号模块
控制器调光线
霍尔电流传感器
多通道数据采集模块

图1

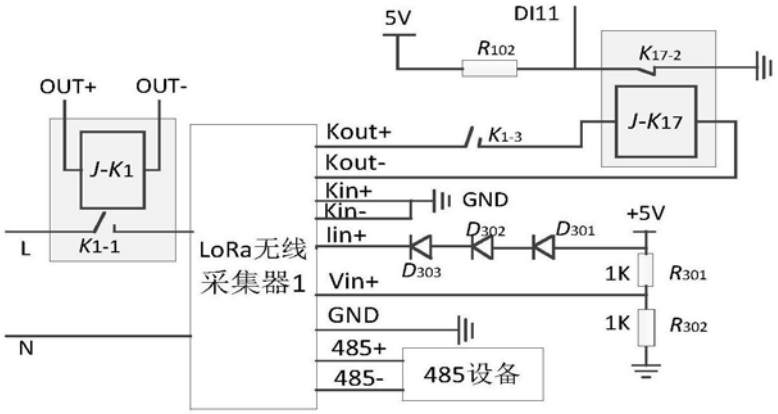

5V
DI11
R102
K17-2
J-K17
OUT+
OUT-
J-K1
K1-1
L
N
Kout+
Kout-
Kin+
Kin-
GND
Iin+
Vin+
GND
485+
485-
K1-3
D302
D301
D303
+5V
1K
R301
1K
R302
LoRa无线采集器1
485设备

图2

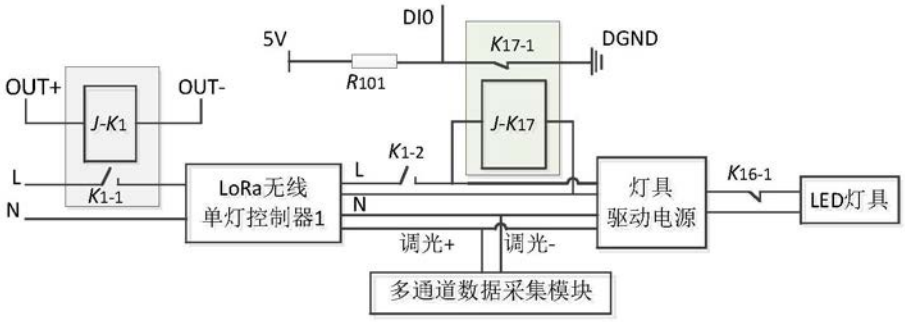

DI0
5V
K17-1
DGND
R101
OUT+
OUT-
J-K1
J-K17
K1-2
L
K1-1
LoRa无线
单灯控制器1
L
N
灯具
驱动电源
K16-1
LED灯具
N
调光+
调光-
多通道数据采集模块

图3

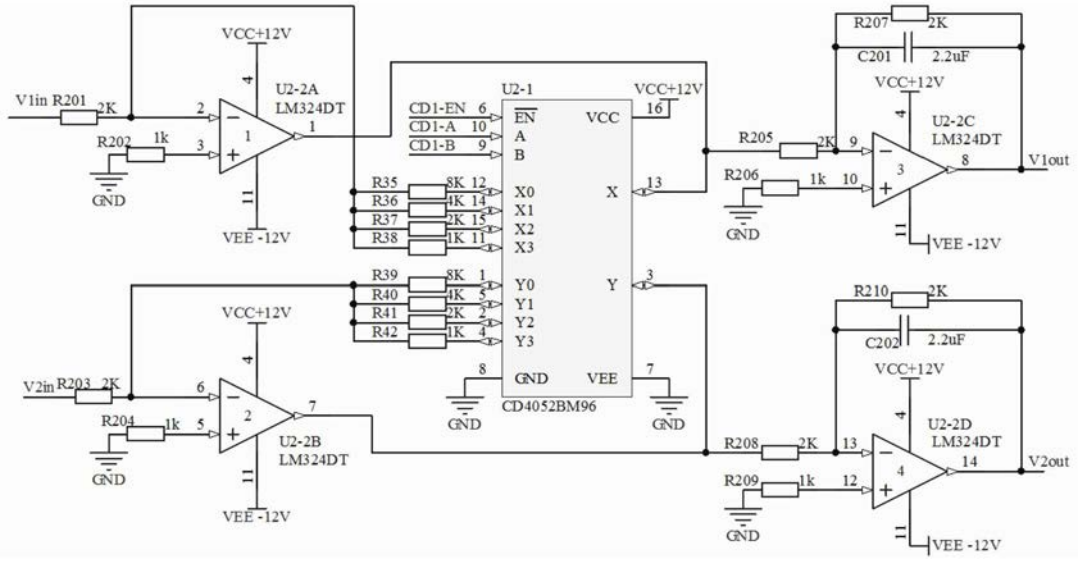

VCC+12V
U2-2A
LM324DT
V1in R201 2K
R202 1k
GND
VEE -12V
U2-1
CD1-EN 6
CD1-A 10
CD1-B 9
EN
VCC
A
B
X0
X1
X2
X3
X
Y0
Y1
Y2
Y3
Y
GND
VEE
CD4052BM96
R35 8K 12
R36 4K 14
R37 2K 15
R38 1K 11
R39 8K 1
R40 4K 5
R41 2K 2
R42 1K 4
R207 2K
C201 2.2uF
R205 2K
R206 1k
U2-2C
LM324DT
V1out
R210 2K
C202 2.2uF
U2-2D
LM324DT
V2out
V2in R203 2K
R204 1k
U2-2B
LM324DT
R208 2K
R209 1k

图4

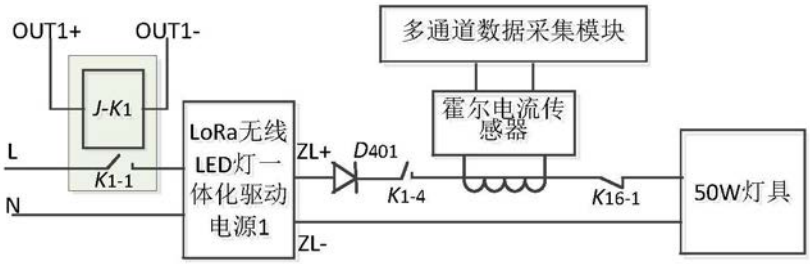

OUT1+
OUT1-
J-K1
K1-1
L
N
LoRa无线
LED灯一
体化驱动
电源1
ZL+
ZL-
D401
K1-4
多通道数据采集模块
霍尔电流传
感器
K16-1
50W灯具

图5

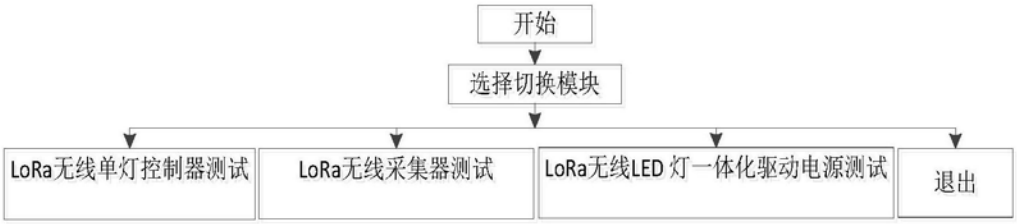

开始
选择切换模块
LoRa无线单灯控制器测试
LoRa无线采集器测试
LoRa无线LED灯一体化驱动电源测试
退出

图6

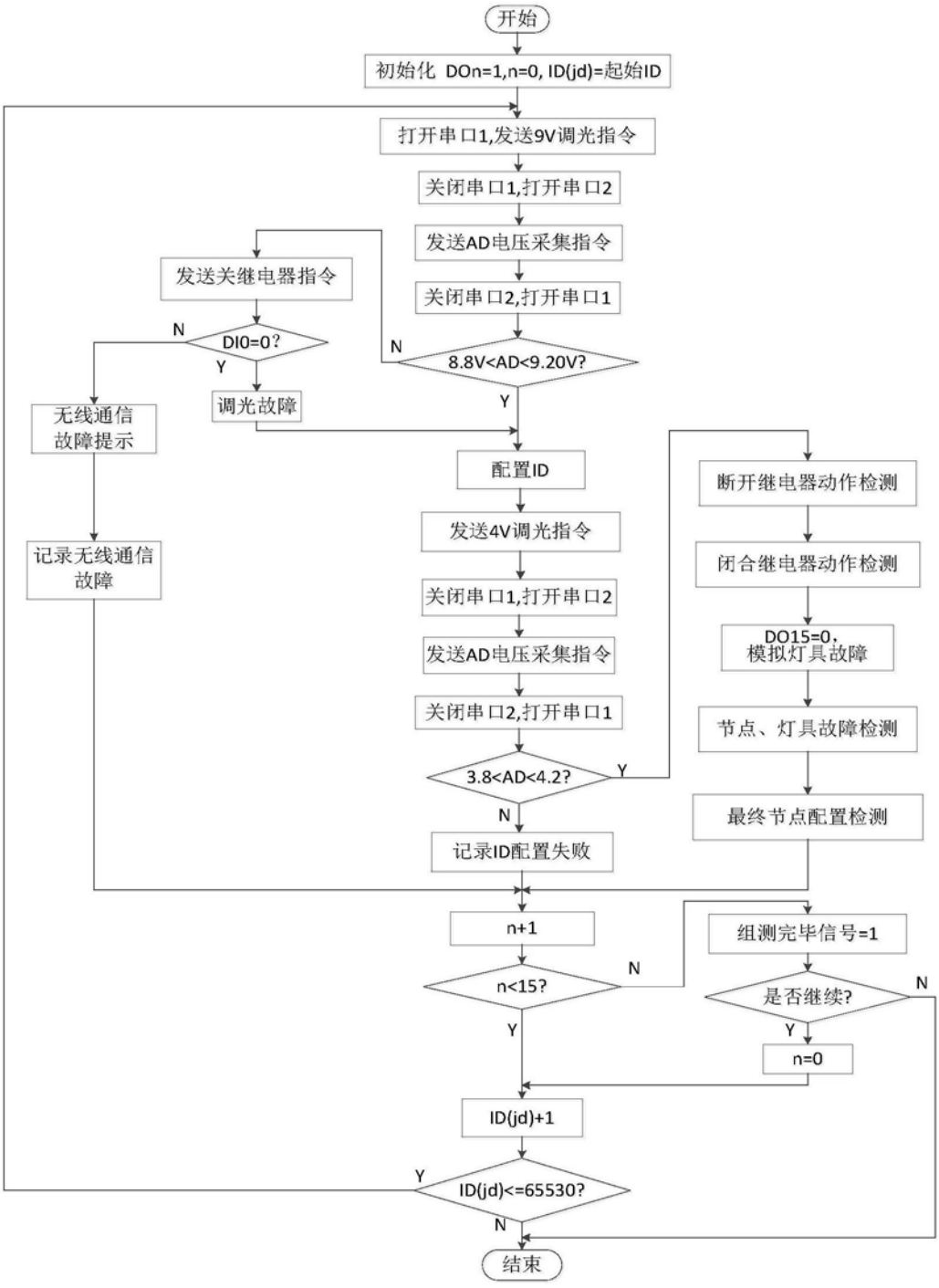

开始
初始化 DOn=1,n=0, ID(jd)=起始ID
打开串口1,发送9V调光指令
关闭串口1,打开串口2
发送AD电压采集指令
关闭串口2,打开串口1
8.8V<AD<9.20V?
N
Y
发送关继电器指令
DI0=0?
N
Y
调光故障
无线通信故障提示
记录无线通信故障
配置ID
发送4V调光指令
关闭串口1,打开串口2
发送AD电压采集指令
关闭串口2,打开串口1
3.8<AD<4.2?
Y
N
记录ID配置失败
断开继电器动作检测
闭合继电器动作检测
DO15=0,模拟灯具故障
节点、灯具故障检测
最终节点配置检测
n+1
n<15?
N
Y
组测完毕信号=1
是否继续?
N
Y
n=0
ID(jd)+1
ID(jd)<=65530?
Y
N
结束

图7

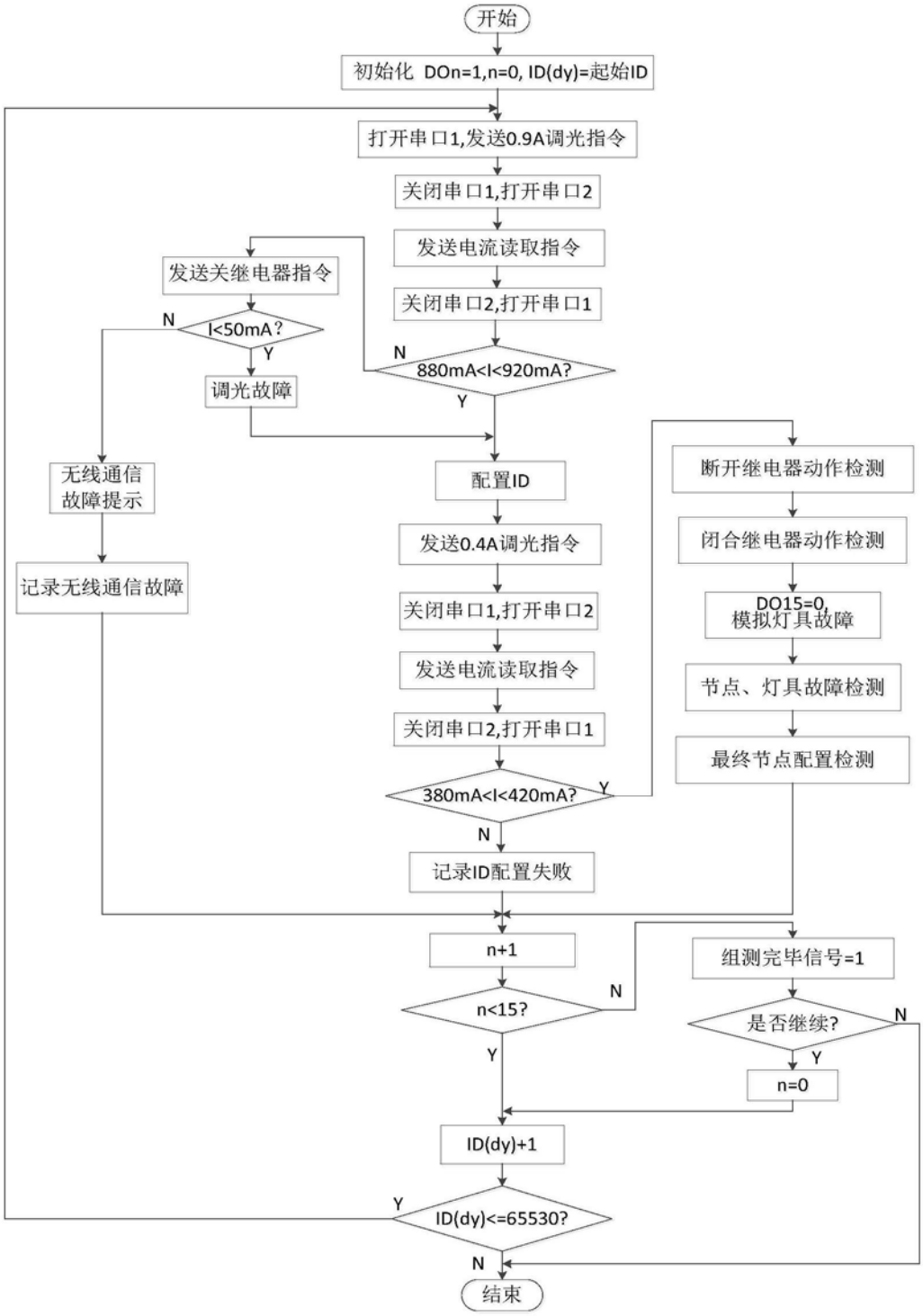

开始
初始化 DOn=1,n=0, ID(dy)=起始ID
打开串口1,发送0.9A调光指令
关闭串口1,打开串口2
发送电流读取指令
关闭串口2,打开串口1
880mA<I<920mA?
N
Y
发送关继电器指令
I<50mA?
N
Y
调光故障
无线通信故障提示
记录无线通信故障
配置ID
发送0.4A调光指令
关闭串口1,打开串口2
发送电流读取指令
关闭串口2,打开串口1
380mA<I<420mA?
Y
N
记录ID配置失败
断开继电器动作检测
闭合继电器动作检测
DO15=0,模拟灯具故障
节点、灯具故障检测
最终节点配置检测
n+1
n<15?
N
Y
组测完毕信号=1
是否继续?
N
Y
n=0
ID(dy)+1
ID(dy)<=65530?
Y
N
结束

图8

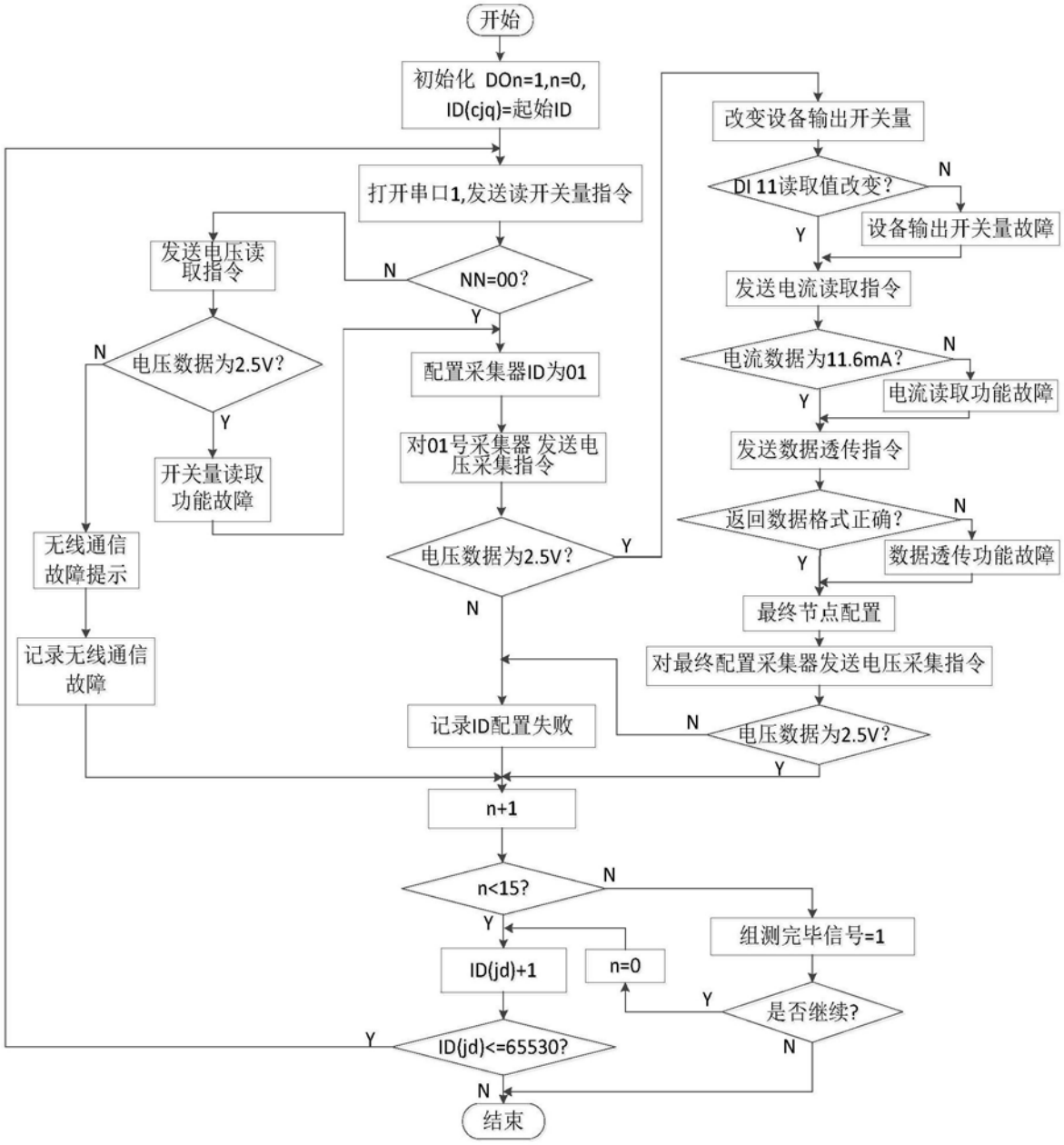

开始
初始化 DOn=1,n=0,
ID(cjq)=起始ID
打开串口1,发送读开关量指令
发送电压读取指令
NN=00?
N
Y
电压数据为2.5V?
N
Y
开关量读取功能故障
无线通信故障提示
记录无线通信故障
配置采集器ID为01
对01号采集器 发送电压采集指令
电压数据为2.5V?
Y
N
记录ID配置失败
改变设备输出开关量
DI 11读取值改变?
N
Y
设备输出开关量故障
发送电流读取指令
电流数据为11.6mA?
N
Y
电流读取功能故障
发送数据透传指令
返回数据格式正确?
N
Y
数据透传功能故障
最终节点配置
对最终配置采集器发送电压采集指令
电压数据为2.5V?
N
Y
n+1
n<15?
N
Y
ID(jd)+1
n=0
ID(jd)<=65530?
Y
N
组测完毕信号=1
是否继续?
Y
N
结束

图9