



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111263497 A

(43)申请公布日 2020.06.09

(21)申请号 202010052749.6

(22)申请日 2020.01.17

(71)申请人 南昌航空大学

地址 330063 江西省南昌市新建区丰和南大道696号

(72)发明人 代冀阳 赵玉坤 应进 吴歇尔 聂航 孙翊君 李品伟 鲁亮亮 王宁 李叶鼎

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569 代理人 杨媛媛

(51)Int.Cl.

H05B 47/11(2020.01)

H04W 84/18(2009.01)

H04L 12/40(2006.01)

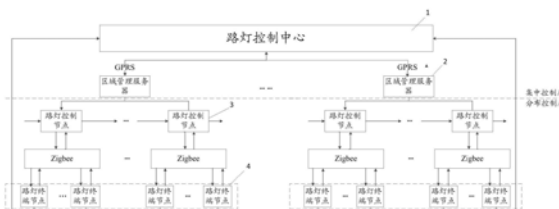
权利要求书3页 说明书11页 附图4页

(54)发明名称

一种基于无线Mesh自组网的智能光配置系统及方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于无线Mesh自组网的智能光配置系统及方法。路灯控制中心控制多个区域管理服务器，每个区域管理服务器管理区域内多个路灯控制节点，每个路灯控制节点控制多个路灯终端节点，采用集散式控制策略，避免了传统路灯控制过于集中而导致的照明系统瘫痪。路灯终端节点与路灯控制节点之间、路灯控制节点之间采用无线Mesh自组通信网络，便于远程控制和智能管理，克服了传统路灯组网灵活性差的缺陷。并且光配置方案考虑了实时路况和环境因素，根据不同的实时路况和环境数据，设置不同的路灯亮度，避免了现有技术中照明时间固定造成的电力资源的大量浪费，节约了电力成本，使路灯的亮度配置更为合理。



1. 一种基于无线Mesh自组网的智能光配置系统,其特征在于,所述系统包括:路灯控制中心、所述路灯控制中心控制的多个区域管理服务器、每个所述区域管理服务器的管理区域内设置有多路灯控制节点,每个所述路灯控制节点的控制区域内设置有多路灯终端节点;

每个所述路灯控制节点的控制区域内的多个路灯终端节点分别一一对应的设置在所述路灯控制节点的控制区域内的多个路灯上,并通过Zigbee无线通信与所述路灯控制节点连接,所述路灯终端节点用于采集状态数据,并将所述状态数据传输至所述路灯控制节点;所述状态数据包括路灯所在道路的行人车辆数据和环境数据;

所述路灯控制节点设置在路口的控制柜中,相邻的路灯控制节点之间通过现场总线连接;所述路灯控制节点通过Zigbee无线通信与所述路灯所在管理区域的区域管理服务器连接,所述路灯控制节点用于采集所述路灯控制节点的控制区域内的各个路灯在预设时间段消耗的电能值和所述路灯控制节点所在路口的环境光照强度,将所述电能值、所述环境光照强度和所述路灯控制节点的控制区域内的状态数据组成控制区域数据集,并将所述控制区域数据集传输至所述区域管理服务器;

所述区域管理服务器通过GPRS远程通信与所述路灯控制中心连接,所述区域管理服务器用于对管理区域内的所有的路灯控制节点的控制区域数据集进行封装,得到管理区域封装数据,并将所述管理区域封装数据传输至所述路灯控制中心;

所述路灯控制中心用于根据各个区域管理服务器上传的管理区域封装数据得到光配置方案,将所述光配置方案生成配置控制指令,并将所述配置控制指令依次通过所述区域管理服务器、所述路灯控制节点、所述路灯终端节点控制各个所述区域的各个路灯的状态。

2. 根据权利要求1所述的基于无线Mesh自组网的智能光配置系统,其特征在于,所述路灯终端节点包括:主控模块、微波雷达探测器、开关模块和第一Zigbee无线通信模块;

所述微波雷达探测器的信号输出端与所述主控模块的输入端连接,所述微波雷达探测器用于采集所述路灯所在道路的行人车辆数据,并将所述行人车辆数据传输至所述主控模块;

所述主控模块通过所述第一Zigbee无线通信模块与所述路灯控制节点连接,所述主控模块用于通过所述第一Zigbee无线通信模块将所述行人车辆数据传输至所述路灯控制节点,并接收所述路灯控制节点发送的配置控制指令;

所述主控模块的输出端与所述开关模块的输入端连接,所述开关模块的输出端与所述路灯连接,所述开关模块用于在所述主控模块的控制下,改变所述路灯的状态。

3. 根据权利要求2所述的基于无线Mesh自组网的智能光配置系统,其特征在于,所述路灯终端节点还包括:环境检测模块、继电器、聚热反光灯和静电吸附网;

所述聚热反光灯设置在所述路口的拐弯处;所述静电吸附网设置在所述路灯的灯杆上;

所述环境检测模块的信号输出端与所述主控模块的输入端连接,所述环境检测模块用于采集所述路口的环境数据,并将所述环境数据传输至所述主控模块;

所述主控模块的输出端与所述继电器的控制端连接,所述继电器的输出端分别与所述聚热反光灯、所述静电吸附网连接,所述继电器用于在所述主控模块的控制下,改变所述聚热反光灯的状态和所述静电吸附网的状态。

4. 根据权利要求2所述的基于无线Mesh自组网的智能光配置系统,其特征在于,所述路灯终端节点还包括:PWM模块;

所述主控模块的输出端与所述PWM模块的控制端连接,所述PWM模块的输出端与所述路灯连接,所述PWM模块用于在所述主控模块的控制下,改变所述路灯的亮度。

5. 根据权利要求1所述的基于无线Mesh自组网的智能光配置系统,其特征在于,所述路灯控制节点包括:光传感器、电流探头、电力分析模块、智能服务器和第二Zigbee无线通信模块;

所述光传感器设置在所述控制柜的外部;所述光传感器与所述智能服务器连接;所述光传感器用于采集所述路口的环境光照强度,并将所述环境光照强度传输至所述智能服务器;

所述电流探头的信号输出端与所述电力分析模块的输入端连接,所述电流探头用于测量输出至所述路灯控制节点的控制区域的所有路灯的电流值,并将所述电流值传输至所述电力分析模块;

所述电力分析模块的输出端与所述智能服务器的输入端连接,所述电力分析模块用于根据所述电流值,计算得到所述路口所在道路的各个路灯在预设时间段消耗的电能值,并将所述电能值传输至所述智能服务器;

所述智能服务器通过所述第二Zigbee无线通信模块与所述路灯终端节点连接;所述智能服务器用于通过所述第二Zigbee无线通信模块接收所述路口所在道路的各个路灯的状态数据,并将所述路口所在道路的各个路灯的状态数据、所述环境光照强度和所述电能值通过所述第二Zigbee无线通信模块传输至所述区域管理服务器;

所述智能服务器还用于通过所述第二Zigbee无线通信模块接收所述区域管理服务器发送的配置控制指令,并根据所述配置控制指令控制所述路口所在道路的各个路灯的状态。

6. 根据权利要求1所述的基于无线Mesh自组网的智能光配置系统,其特征在于,所述区域管理服务器包括:微控制器模块、GPRS远程通信模块和第三Zigbee无线通信模块;

所述微控制器模块通过所述第三Zigbee无线通信模块与所述路灯控制节点连接;所述微控制器模块通过所述GPRS远程通信模块与所述路灯控制中心连接;

所述微控制器用于对管理区域内的所有的路灯控制节点的控制区域数据集进行封装,得到管理区域封装数据,并将所述管理区域封装数据传输至所述路灯控制中心。

7. 一种基于无线Mesh自组网的智能光配置方法,其特征在于,所述方法包括:

获取数周的每个路灯终端节点的行人车辆数据;

对数周的每个路灯终端节点的行人车辆数据进行分类,获得每个路灯控制节点的所有采集时间点的行人车辆数据;

根据每个所述路灯控制节点的所有采集时间点的行人车辆数据,采用方差分析算法,获得每个所述路灯控制节点的每一周的每一天夜间的不同时间段的密度等级;

根据每个所述时间段的密度等级,采用层次聚类算法,将密度等级相同的时间段形成时间簇;

根据所述时间簇,获得光配置方案。

8. 根据权利要求7所述的基于无线Mesh自组网的集散式智能光配置方法,其特征在于,

所述根据所述时间簇,获得光配置方案,具体包括:

判断路灯控制中心是否设定了每个路灯控制节点的全年的最大电能消耗值,得到判断结果;

若所述判断结果表示所述路灯控制中心设定了每个路灯控制节点的全年的最大电能消耗值,则获取每个所述路灯控制节点基于最小亮度的全年的最小电能消耗值;

将每个所述路灯控制节点的全年的最大电能消耗值减去每个所述路灯控制节点基于最小亮度的全年的最小电能消耗值,得到每个所述路灯控制节点的全年的额外电能消耗值;

根据每个所述路灯控制节点的全年的额外电能消耗值和每个所述时间簇的密度等级,获得每个时间簇的额外电能消耗值;

根据每个所述时间簇的额外电能消耗值,计算每个所述时间簇的每个时间段的额外电能消耗值;

将每个所述时间段的额外电能消耗值与每个所述路灯控制节点在每个所述时间段内基于最小亮度的最小电能消耗值相加,计算每个所述时间段的实际总电能消耗值;

根据每个所述时间段的实际总电能消耗值和每个所述时间段的小时数,获得每个所述时间段内每个路灯终端节点的每个小时的平均实际总电能消耗值;

若所述判断结果表示所述路灯控制中心未设定每个路灯控制节点的全年的最大电能消耗值,则根据每个时间簇的密度等级,对每个时间段进行路灯光度调整。

9. 根据权利要求7所述的基于无线Mesh自组网的智能光配置方法,其特征在于,所述根据所述时间簇,获得光配置方案,之后还包括:

根据所述光配置方案,采用神经网络算法,获得所述光配置方案的电能消耗成本;

获取每个所述路灯控制节点所在道路的各个路灯的环境数据和每个所述路灯控制节点所在路口的环境光照强度;

根据所述电能消耗成本、所述环境数据和所述环境光照强度,调整所述光配置方案。

## 一种基于无线Mesh自组网的智能光配置系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及智能照明控制技术领域,特别是涉及一种基于无线Mesh自组网的集散式智能光配置系统及方法。

### 背景技术

[0002] 随着科技水平的快速提高,许多用户终端设备慢慢变得更加智能化,现在的城市照明系统也已经慢慢地趋于控制集成的智能化、设备的微型化、无线的网络化以及节能的环保化。道路照明不再只是要求照亮道路那样简单,人们如今更关注的是,在同样的情况下,怎样更有效率地、更加人性化地、更加绿色环保地优化道路照明系统。

[0003] 然而,目前城市照明系统还存在许多的问题:

[0004] (1) 现阶段的路灯控制系统架构属于有线式集中控制系统,由一个中央控制室统一控制,这种控制架构的缺陷在于,由于城市照明面积较广,需要构建多个控制系统,从而造成资源浪费,成本较高;

[0005] (2) 路灯控制过于集中,一旦控制中心或路由节点发生故障就会导致照明系统瘫痪;

[0006] (3) 现阶段的路灯控制系统架构灵活性较差;

[0007] (4) 没有完善的光照控制策略,照明时间固定,往往到了夜深人静时还是灯火通明,浪费了大量的电力资源。

[0008] 因此,提供一种能够克服传统路灯控制过于集中、组网灵活性差等缺陷的更为合理的路灯灯光配置方案和装置,是本领域亟待解决的一个技术难题。

### 发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种基于无线Mesh自组网的智能光配置系统及方法,能够克服传统路灯控制过于集中、组网灵活性差的缺陷,使路灯灯光配置更加合理和易于灵活控制。

[0010] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0011] 一种基于无线Mesh自组网的智能光配置系统,所述系统包括:路灯控制中心、所述路灯控制中心控制的多个区域管理服务器、每个所述区域管理服务器的管理区域内设置有多个路灯控制节点,每个所述路灯控制节点的控制区域内设置有多个路灯终端节点;

[0012] 每个所述路灯控制节点的控制区域内的多个路灯终端节点分别一一对应的设置在所述路灯控制节点的控制区域内的多个路灯上,并通过Zigbee无线通信与所述路灯控制节点连接,所述路灯终端节点用于采集状态数据,并将所述状态数据传输至所述路灯控制节点;所述状态数据包括路灯所在道路的行人车辆数据和环境数据;

[0013] 所述路灯控制节点设置在路口的控制柜中,相邻的路灯控制节点之间通过现场总线连接;所述路灯控制节点通过Zigbee无线通信与所述路灯所在管理区域的区域管理服务器连接,所述路灯控制节点用于采集所述路灯控制节点的控制区域内的各个路灯在预设时

间段消耗的电能值和所述路灯控制节点所在路口的环境光照强度,将所述电能值、所述环境光照强度和所述路灯控制节点的控制区域内的状态数据组成控制区域数据集,并将所述控制区域数据集传输至所述区域管理服务器;

[0014] 所述区域管理服务器通过GPRS远程通信与所述路灯控制中心连接,所述区域管理服务器用于对管理区域内的所有的路灯控制节点的控制区域数据集进行封装,得到管理区域封装数据,并将所述管理区域封装数据传输至所述路灯控制中心;

[0015] 所述路灯控制中心用于根据各个区域管理服务器上传的管理区域封装数据得到光配置方案,将所述光配置方案生成配置控制指令,并将所述配置控制指令依次通过所述区域管理服务器、所述路灯控制节点、所述路灯终端节点控制各个所述区域的各个路灯的状态。

[0016] 可选的,所述路灯终端节点包括:主控模块、微波雷达探测器、开关模块和第一Zigbee无线通信模块;

[0017] 所述微波雷达探测器的信号输出端与所述主控模块的输入端连接,所述微波雷达探测器用于采集所述路灯所在道路的行人车辆数据,并将所述行人车辆数据传输至所述主控模块;

[0018] 所述主控模块通过所述第一Zigbee无线通信模块与所述路灯控制节点连接,所述主控模块用于通过所述第一Zigbee无线通信模块将所述行人车辆数据传输至所述路灯控制节点,并接收所述路灯控制节点发送的配置控制指令;

[0019] 所述主控模块的输出端与所述开关模块的输入端连接,所述开关模块的输出端与所述路灯连接,所述开关模块用于在所述主控模块的控制下,改变所述路灯的状态。

[0020] 可选的,所述路灯终端节点还包括:环境检测模块、继电器、聚热反光灯和静电吸附网;

[0021] 所述聚热反光灯设置在所述路口的拐弯处;所述静电吸附网设置在所述路灯的灯杆上;

[0022] 所述环境检测模块的信号输出端与所述主控模块的输入端连接,所述环境检测模块用于采集所述路口的环境数据,并将所述环境数据传输至所述主控模块;

[0023] 所述主控模块的输出端与所述继电器的控制端连接,所述继电器的输出端分别与所述聚热反光灯、所述静电吸附网连接,所述继电器用于在所述主控模块的控制下,改变所述聚热反光灯的状态和所述静电吸附网的状态。

[0024] 可选的,所述路灯终端节点还包括:PWM模块;

[0025] 所述主控模块的输出端与所述PWM模块的控制端连接,所述PWM模块的输出端与所述路灯连接,所述PWM模块用于在所述主控模块的控制下,改变所述路灯的亮度。

[0026] 可选的,所述路灯控制节点包括:光传感器、电流探头、电力分析模块、智能服务器和第二Zigbee无线通信模块;

[0027] 所述光传感器设置在所述控制柜的外部;所述光传感器与所述智能服务器连接;所述光传感器用于采集所述路口的环境光照强度,并将所述环境光照强度传输至所述智能服务器;

[0028] 所述电流探头的信号输出端与所述电力分析模块的输入端连接,所述电流探头用于测量输出至所述路灯控制节点的控制区域的所有路灯的电流值,并将所述电流值传输至

所述电力分析模块；

[0029] 所述电力分析模块的输出端与所述智能服务器的输入端连接，所述电力分析模块用于根据所述电流值，计算得到所述路口所在道路的各个路灯在预设时间段消耗的电能值，并将所述电能值传输至所述智能服务器；

[0030] 所述智能服务器通过所述第二Zigbee无线通信模块与所述路灯终端节点连接；所述智能服务器用于通过所述第二Zigbee无线通信模块接收所述路口所在道路的各个路灯的状态数据，并将所述路口所在道路的各个路灯的状态数据、所述环境光照强度和所述电能值通过所述第二Zigbee无线通信模块传输至所述区域管理服务器；

[0031] 所述智能服务器还用于通过所述第二Zigbee无线通信模块接收所述区域管理服务器发送的配置控制指令，并根据所述配置控制指令控制所述路口所在道路的各个路灯的状态。

[0032] 可选的，所述区域管理服务器包括：微控制器模块、GPRS远程通信模块和第三Zigbee无线通信模块；

[0033] 所述微控制器模块通过所述第三Zigbee无线通信模块与所述路灯控制节点连接；所述微控制器模块通过所述GPRS远程通信模块与所述路灯控制中心连接；

[0034] 所述微控制器用于对管理区域内的所有的路灯控制节点的控制区域数据集进行封装，得到管理区域封装数据，并将所述管理区域封装数据传输至所述路灯控制中心。

[0035] 一种基于无线Mesh自组网的智能光配置方法，所述方法包括：

[0036] 获取数周的每个路灯终端节点的行人车辆数据；

[0037] 对数周的每个路灯终端节点的行人车辆数据进行分类，获得每个路灯控制节点的所有采集时间点的行人车辆数据；

[0038] 根据每个所述路灯控制节点的所有采集时间点的行人车辆数据，采用方差分析算法，获得每个所述路灯控制节点的每一周的每一天夜间的不同时间段的密度等级；

[0039] 根据每个所述时间段的密度等级，采用层次聚类算法，将密度等级相同的时间段形成时间簇；

[0040] 根据所述时间簇，获得光配置方案。

[0041] 可选的，所述根据所述时间簇，获得光配置方案，具体包括：

[0042] 判断路灯控制中心是否设定了每个路灯控制节点的全年的最大电能消耗值，得到判断结果；

[0043] 若所述判断结果表示所述路灯控制中心设定了每个路灯控制节点的全年的最大电能消耗值，则获取每个所述路灯控制节点基于最小亮度的全年的最小电能消耗值；

[0044] 将每个所述路灯控制节点的全年的最大电能消耗值减去每个所述路灯控制节点基于最小亮度的全年的最小电能消耗值，得到每个所述路灯控制节点的全年的额外电能消耗值；

[0045] 根据每个所述路灯控制节点的全年的额外电能消耗值和每个所述时间簇的密度等级，获得每个时间簇的额外电能消耗值；

[0046] 根据每个所述时间簇的额外电能消耗值，计算每个所述时间簇的每个时间段的额外电能消耗值；

[0047] 将每个所述时间段的额外电能消耗值与每个所述路灯控制节点在每个所述时间

段内基于最小亮度的最小电能消耗值相加,计算每个所述时间段的实际总电能消耗值;

[0048] 根据每个所述时间段的实际总电能消耗值和每个所述时间段的小时数,获得每个所述时间段内每个路灯终端节点的每个小时的平均实际总电能消耗值;

[0049] 若所述判断结果表示所述路灯控制中心未设定每个路灯控制节点的全年的最大电能消耗值,则根据每个时间簇的密度等级,对每个时间段进行路灯光度调整。

[0050] 可选的,所述根据所述时间簇,获得光配置方案,之后还包括:

[0051] 根据所述光配置方案,采用神经网络算法,获得所述光配置方案的电能消耗成本;

[0052] 获取每个所述路灯控制节点所在道路的各个路灯的环境数据和每个所述路灯控制节点所在路口的环境光照强度;

[0053] 根据所述电能消耗成本、所述环境数据和所述环境光照强度,调整所述光配置方案。

[0054] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:

[0055] 本发明提供的基于无线Mesh自组网的智能光配置系统中,路灯控制中心控制多个区域管理服务器,每个区域管理服务器管理区域内多个路灯控制节点,每个路灯控制节点控制多个路灯终端节点,采用集散式控制策略,避免了传统路灯控制过于集中而导致的照明系统瘫痪。路灯终端节点与路灯控制节点之间采用Zigbee无线通信技术进行通信,路灯控制节点与路灯控制节点之间采用现场总线技术进行通信,组成了无线Mesh自组通信网络,无线Mesh自组通信网络便于远程控制和智能管理,克服了传统路灯组网灵活性差的缺陷。并且路灯控制中心根据各个路灯终端节点实时采集的路灯所在道路的行人车辆数据和环境数据,得到光配置方案,该光配置方案考虑了实时路况和环境因素,根据不同的实时路况和环境数据,设置不同的路灯亮度,避免了现有技术中照明时间固定造成的电力资源的大量浪费,节约了电力成本,使路灯的亮度配置更为合理。

## 附图说明

[0056] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0057] 图1为本发明提供的基于无线Mesh自组网的智能光配置系统的结构图;

[0058] 图2为本发明提供的路灯终端节点的结构图;

[0059] 图3为本发明提供的路灯控制节点的结构图;

[0060] 图4为本发明提供的区域管理服务器的结构图;

[0061] 图5为本发明提供的路灯控制中心的结构图;

[0062] 图6为本发明提供的基于无线Mesh自组网的智能光配置方法的流程图;

[0063] 图7为本发明提供的基于无线Mesh自组网的智能光配置方法的简易流程图;

[0064] 符号说明:1-路灯控制中心,2-区域管理服务器,3-路灯控制节点,4-路灯终端节点,5-主控模块,6-微波雷达探测器,7-开关模块,8-第一Zigbee无线通信模块,9-环境检测模块,901-PM2.5颗粒检测模块,902-CO<sub>2</sub>浓度检测模块,10-继电器,11-聚热反光灯,12-静电吸附网,13-PWM模块,14-远距离雷达测速器,15-电流检测模块,16-电压检测模块,17-电



源模块,18-光传感器,19-电流探头,20-电力分析模块,21-智能服务器,22-第二Zigbee无线通信模块,23-现场总线集线器,24-微控制器模块,25-GPRS远程通信模块,26-第三Zigbee无线通信模块。

### 具体实施方式

[0065] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0066] 本发明的目的是提供一种基于无线Mesh自组网的智能光配置系统及方法,能够克服传统路灯控制过于集中、组网灵活性差的缺陷,使路灯灯光配置更加合理和易于灵活控制。

[0067] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0068] 图1为本发明提供的基于无线Mesh自组网的智能光配置系统的结构图。如图1所示,系统包括:路灯控制中心1、路灯控制中心1控制的多个区域管理服务器2、每个区域管理服务器2的管理区域内设置有多个路灯控制节点3,每个路灯控制节点3的控制区域内设置有多个路灯终端节点4。

[0069] 每个路灯控制节点3的控制区域内的多个路灯终端节点4分别一一对应的设置在路灯控制节点3的控制区域内的多个路灯上,并通过Zigbee无线通信与路灯控制节点3连接,路灯终端节点4用于采集状态数据,并将状态数据传输至路灯控制节点3。状态数据包括路灯所在道路的行人车辆数据和环境数据。

[0070] 路灯控制节点3设置在路口的控制柜中,相邻的路灯控制节点3之间通过现场总线连接。路灯控制节点3通过Zigbee无线通信与路灯所在管理区域的区域管理服务器2连接,路灯控制节点3用于采集路灯控制节点3的控制区域内的各个路灯在预设时间段消耗的电能值和路灯控制节点3所在路口的环境光照强度,将电能值、环境光照强度和路灯控制节点3的控制区域内的状态数据组成控制区域数据集,并将控制区域数据集传输至区域管理服务器2。

[0071] 区域管理服务器2通过GPRS远程通信与路灯控制中心1连接,区域管理服务器2用于对管理区域内的所有的路灯控制节点3的控制区域数据集进行封装,得到管理区域封装数据,并将管理区域封装数据传输至路灯控制中心1。

[0072] 路灯控制中心1用于根据各个区域管理服务器2上传的管理区域封装数据得到光配置方案,将光配置方案生成配置控制指令,并将配置控制指令依次通过区域管理服务器2、路灯控制节点3、路灯终端节点4控制各个区域的各个路灯的状态。

[0073] 该系统采用集散式控制方式,分为集中控制层和分布控制层两个部分。集中控制层包括路灯控制中心1和区域管理服务器2,分布控制层包括路灯控制节点3(Lamp ControlAgent,LCA)和路灯终端节点4。

[0074] LCA之间组成“无线自组Mesh组间网络”,路灯终端节点4和LCA之间组成“无线自组Mesh组内网络”。各LCA之间可以通过Zigbee数据传输协议或现场总线技术(其内部实现信

息交换的通信协议可以是MODBUS协议、CAN总线协议)的通信收发装置自组无线Mesh组间网络。也可以同时通过 Zigbee数据传输协议、现场总线技术的通信收发装置自组无线Mesh组间网络。当发生突发状况(例如其中一个LCA出现故障)时,可以指定附近的一个LCA 对其组内路灯节点进行暂时管理,等待人员进行修复后恢复。在一个路灯组内包含多个路灯终端节点4,LCA与组内成员路灯终端节点4之间的关系表现为组内中心节点对组内成员的控制指挥作用,LCA接收来自区域管理服务器2 接收到的路灯控制中心1的实时控制方案,根据下载的控制方案对每组路灯终端节点4进行控制及数据采集工作。

[0075] 由于路灯控制中心1是根据不同区域管理服务器2上传的相关信息得到的光配置方案,所以得到的光配置方案具有一定的“区域性”。路灯控制中心根据不同区域管理服务器上传的具体数据,将不同的光配置方案加载到每个区域管理服务器管理区域的各个自组mesh网络中执行。

[0076] 如图2所示,路灯终端节点4包括:主控模块5、微波雷达探测器6、开关模块7和第一Zigbee无线通信模块8。

[0077] 微波雷达探测器6的信号输出端与主控模块5的输入端连接,微波雷达探测器6用于采集路灯所在道路的行人车辆数据,并将行人车辆数据传输至主控模块5。

[0078] 主控模块5通过第一Zigbee无线通信模块8与路灯控制节点3连接,主控模块5用于通过第一Zigbee无线通信模块8将行人车辆数据传输至路灯控制节点3,并接收路灯控制节点3发送的配置控制指令。

[0079] 主控模块5的输出端与开关模块7的输入端连接,开关模块7的输出端与路灯连接,开关模块7用于在主控模块5的控制下,改变路灯的状态,实现路灯的开关操作。

[0080] 主控模块5采用微控制器STM32作为主控制器与其他模块相连,是路灯终端节点4的控制中心。第一Zigbee无线通信模块8采用CC2530模块。

[0081] 路灯终端节点4还包括:环境检测模块9、继电器10、聚热反光灯11和静电吸附网12。

[0082] 聚热反光灯11设置在路口的拐弯处。静电吸附网12设置在路灯的灯杆上。

[0083] 环境检测模块9的信号输出端与主控模块5的输入端连接,环境检测模块9用于采集路口的环境数据,并将环境数据传输至主控模块5。环境检测模块9集成了PM2.5颗粒检测模块901、CO2浓度检测模块902,用于对日常道路主要环境指标进行监测,如道路雾霾浓度检测和道路汽车尾气排放情况检测,并将PM2.5颗粒检测模块901检测到的PM2.5浓度和CO2浓度检测模块902检测到的CO2浓度传输至主控制模块。并且根据不同需要,环境检测模块9不限于本发明所提及的PM2.5颗粒检测模块901和CO2浓度检测模块902。

[0084] 主控模块5的输出端与继电器10的控制端连接,继电器10的输出端分别与聚热反光灯11、静电吸附网12连接,继电器10用于在主控模块5的控制下,改变聚热反光灯11的状态和静电吸附网12的状态。

[0085] 聚热反光灯11、静电吸附网12连接与继电器10构成道路安全保障模块。当主控制模块接收到的PM2.5浓度大于预设PM2.5浓度阈值时,主控制模块通过控制继电器10,打开聚热反光灯11和静电吸附网12,聚热反光灯11亮起,能够提高行车在遇到雾霾天气拐弯时的安全性;静电吸附网12吸附颗粒物降低道路环境颗粒浓度,提高行车能见度。

[0086] 路灯终端节点4还包括:PWM模块13。

[0087] 主控模块5的输出端与PWM模块13的控制端连接,PWM模块13的输出端与路灯连接,PWM模块13用于在主控模块5的控制下,改变路灯的亮度。

[0088] 由图2可知,路灯终端节点4还包括:电流检测模块15、电压检测模块 16、电源模块17和远距离雷达测速器14。

[0089] 电流检测模块15的检测端与路灯连接,电流检测模块15的信号输出端与主控模块5的输入端连接,电流检测模块15用于实时采集路灯的电流值,并将电流值传输至主控模块5,最终传输至路灯控制中心1。

[0090] 电压检测模块16的检测端与路灯连接,电压检测模块16的信号输出端与主控模块5的输入端连接,电压检测模块16用于实时采集路灯的电压值,并将电压值传输至主控模块5,最终传输至路灯控制中心1。

[0091] 电源模块17为各模块进行供电,采用交流变直流多输出电源模块17。

[0092] 远距离雷达测速器14与微波雷达探测器6构成行人车辆检测模块,远距离雷达测速器14可以辅助微波雷达探测器6检测周围车辆流量和行人流量情况。

[0093] 如图3所示,路灯控制节点3包括:光传感器18、电流探头19、电力分析模块20、智能服务器21和第二Zigbee无线通信模块22。

[0094] 光传感器18设置在控制柜的外部。光传感器18与智能服务器21连接。光传感器18用于采集路口的环境光照强度,并将环境光照强度传输至智能服务器21。电流探头19的信号输出端与电力分析模块20的输入端连接,电流探头19用于测量输出至路灯控制节点3的控制区域的所有路灯的电流值,并将电流值传输至电力分析模块20。电流探头19可采用UT-P40型号的探头。

[0095] 电力分析模块20的输出端通过RS-485接口与智能服务器21的输入端连接,通过MODBUS协议与智能服务器21进行数据交互。电力分析模块20用于根据电流值,计算得到路口所在道路的各个路灯在预设时间段消耗的电能值,并将电能值传输至智能服务器21。电力分析模块20可采用CVM-MINI 型多功能表。

[0096] 智能服务器21通过第二Zigbee无线通信模块22与路灯终端节点4连接。智能服务器21用于通过第二Zigbee无线通信模块22接收路口所在道路的各个路灯的状态数据,并将路口所在道路的各个路灯的状态数据、环境光照强度和电能值通过第二Zigbee无线通信模块22传输至区域管理服务器2。

[0097] 智能服务器21还用于通过第二Zigbee无线通信模块22接收区域管理服务器2发送的配置控制指令,并根据配置控制指令控制路口所在道路的各个路灯的状态。

[0098] 智能服务器21可以选择美国Echelon公司的智能服务器21,型号多样可以满足多种应用场景,智能服务器21还提供用于配置和远程管理的SOAP接口,用于与开发的系统集成。在街道照明系统中,智能服务器21可以通过第二Zigbee无线通信模块22控制和监控多达255个单灯或双灯头。

[0099] 路灯控制节点3还包括:现场总线集线器23。现场总线集线器23用于汇集多条现场总线传输的信息,智能服务器21可以通过现场总线集线器23,实现对组内路灯终端节点4及其他LCA的寻址和通信,并为组内路灯提供电能。

[0100] 如图4所示,区域管理服务器2包括:微控制器模块24、GPRS远程通信模块25和第三Zigbee无线通信模块26。

[0101] 微控制器模块24通过第三Zigbee无线通信模块26与路灯控制节点3连接。微控制器模块24通过GPRS远程通信模块25与路灯控制中心1连接。

[0102] 微控制器用于对管理区域内的所有的路灯控制节点3的控制区域数据集进行封装,得到管理区域封装数据,并将管理区域封装数据传输至路灯控制中心1。微控制器为基于Ucos II 系统的STM32处理器。

[0103] 图5为本发明提供的路灯控制中心1的结构图。如图5所示,路灯控制中心1涉及的软件包括网络应用程序层、管理服务层、物理抽象层。

[0104] 网络应用程序层与管理服务层连接;所述网络应用程序层用于管理和监控多个路灯终端节点4的状态;管理服务层通过物理抽象层与区域管理服务器2 连接;管理服务层用于获取各个区域管理服务器2上传的管理区域封装数据,并根据各个区域管理服务器2上传的管理区域封装数据生成光配置方案,将光配置方案转化为配置控制指令,并将配置控制指令传输至区域管理服务器2。

[0105] 网络应用程序层包括:手动控制/监控模块、路灯设备管理模块、光模式管理模块、电能消耗评估模块、道路安全管理模块和道路环境管理模块。

[0106] 手动控制/监控模块用于控制并监控各个区域的各个路灯的亮度。路灯设备管理模块用于设置各个区域的路灯控制节点3和路灯终端节点4的初始化工作,并控制路灯终端节点4的状态。光模式管理模块用于预设多种光配置方案。电能消耗评估模块用于获取各个区域的各个路灯控制节点3在预设时间段消耗的电能值。道路安全管理模块用于获取各个区域的行人车辆数据。道路环境管理模块用于获取各个区域的环境数据和环境光照强度。

[0107] 管理服务层包括:数据源模块、数据分析模块、光模式发生器和控制指令发生器。

[0108] 数据源模块与数据分析模块连接,数据源模块用于获取各个区域管理服务器2上传的管理区域封装数据,并将各个区域管理服务器2上传的管理区域封装数据传输至数据分析模块。数据分析模块与光模式发生器连接,数据分析模块用于对各个区域上传的各个路灯的行人车辆数据进行分类,得到分类数据,并将分类数据、各个区域管理服务器2上传的管理区域封装数据均传输至光模式发生器。

[0109] 光模式发生器用于根据分类数据、各个区域管理服务器2上传的管理区域封装数据生成光配置方案,并将光配置方案传输至数据分析模块。数据分析模块还用于根据光配置方案,预测光配置方案的电能消耗成本,并将电能消耗成本传输至光模式发生器。光模式发生器与控制指令发生器连接,光模式发生器还用于根据电能消耗成本,调整光配置方案,并将调整后的光配置方案传输至控制指令发生器。

[0110] 控制指令发生器与物理抽象层连接,控制指令发生器用于将光配置方案转换为配置控制指令,并将配置控制指令通过物理抽象层传输至区域管理服务器 2。物理抽象层用来与多种设施进行通信,设施种类不进行约束,本发明中主要与区域服务器进行通信。

[0111] 路灯控制中心1由工控机进行控制,是本发明整个系统的控制核心。

[0112] 本发明将Zigbee无线通信技术、智能网络技术、人工智能(Artificial Intelligence, AI) 技术进行融合,不仅能够解决传统路灯控制过于集中、组网灵活性差的问题,还能采用多种算法根据城市实际道路状况得到更为合理的路灯灯光配置方案,从而实现智能管理、快速组网、优化照明状况、降低照明成本。

[0113] 对应于上述基于无线Mesh自组网的智能光配置系统,本发明还提供了一种基于无

线Mesh自组网的智能光配置方法,如图6所示,方法包括:

[0114] S601,获取数周的每个路灯终端节点4的行人车辆数据。对应于图7中的“收集数周的行人和车辆流量的历史数据”。

[0115] S602,对数周的每个路灯终端节点4的行人车辆数据进行分类,获得每个路灯控制节点3的所有采集时间点的行人车辆数据。

[0116] S603,根据每个路灯控制节点3的所有采集时间点的行人车辆数据,采用方差分析算法,获得每个路灯控制节点3的每一周的每一天夜间的不同时间段的密度等级。对应于图7中的“采用方差分析算法进行分类”。

[0117] 根据采集的数周的行人车辆数据密度的最大值和最小值,将行人车辆数据密度分为5个等级,密度等级由高到低记作X1、X2、X3、X4和X5。同时也根据路灯的最大亮度和最小亮度的差值将控制路灯电能输出的PWM值平均分为5个等级,PWM输出等级由高到低记作Y1、Y2、Y3、Y4、Y5。5个密度等级X1、X2、X3、X4、X5分别对应于PWM输出等级Y1、Y2、Y3、Y4、Y5。

[0118] S604,根据每个时间段的密度等级,采用层次聚类算法,将密度等级相同的时间段形成时间簇,具体包括:

[0119] 将每个时间段所对应的密度等级作为聚类算法的输入;输出设为5个时间簇。

[0120] 将每个时间段设为一个独立的时间簇。

[0121] 计算任意两个独立的时间簇所对应的密度等级之间的距离,找到距离最小的两个时间簇。

[0122] 将得到的距离最小的两个时间簇合并为一个时间簇。

[0123] 重复以上两个步骤,直到最终生成5个时间簇。

[0124] S604对应于图7的“采用层次聚类算法进行聚类”和“得到具体照明方案时间组”。

[0125] S605,根据时间簇,获得光配置方案,具体包括:

[0126] 判断路灯控制中心1是否设定了每个路灯控制节点3的全年的最大电能消耗值,得到判断结果。

[0127] 若判断结果表示路灯控制中心1设定了每个路灯控制节点3的全年的最大电能消耗值,则获取每个路灯控制节点3基于最小亮度的全年的最小电能消耗值。

[0128] 将每个路灯控制节点3的全年的最大电能消耗值减去每个路灯控制节点3基于最小亮度的全年的最小电能消耗值,得到每个路灯控制节点3的全年的额外电能消耗值。

[0129] 根据每个路灯控制节点3的全年的额外电能消耗值和每个时间簇的密度等级(此处的密度等级也可以为PWM输出等级),获得每个时间簇的额外电能消耗值。

[0130] 根据每个时间簇的额外电能消耗值,计算每个时间簇的每个时间段的额外电能消耗值。

[0131] 将每个时间段的额外电能消耗值与每个路灯控制节点3在每个时间段内基于最小亮度的最小电能消耗值相加,计算每个时间段的实际总电能消耗值。

[0132] 根据每个时间段的实际总电能消耗值和每个时间段的小时数,获得每个时间段内每个路灯终端节点4的每个小时的平均实际总电能消耗值。

[0133] 若判断结果表示路灯控制中心1未设定每个路灯控制节点3的全年的最大电能消耗值,则根据每个时间簇的密度等级,对每个时间段进行路灯光度调整。

[0134] S605,之后还包括:

[0135] 根据光配置方案,采用神经网络算法,获得光配置方案的电能消耗成本,具体包括:

[0136] 网络的初始化:将行人车辆数据、路灯电能PWM输出作为函数输入,将电能消耗成本作为输出,使用神经网络(Back-Propagation Network, BP)算法建立该非线性系统的模型。

[0137] BP神经网络训练函数:按上述得到的光配置方案执行,采集十周的行人车辆数据和路灯电能PWM输出的数据,同时采集这十周的电能消耗成本数据,并使用这些数据作为训练数据训练BP神经网络。

[0138] 电能消耗成本预测:使用上述步骤训练得到的BP神经网络预测函数,对光配置方案的路灯电能消耗成本进行预测,得到光配置方案的电能消耗成本。为了使预测精度更高,可以不断使用数据对BP神经网络函数进行迭代。

[0139] 此步骤对应于图7的“对方案成本进行预测,采用神经网络MLP多层感知器进行支出估计”。

[0140] 通过BP神经网络预测函数的电能消耗成本估计,便可以将预测数据反馈至光配置方案的更新中,从而不断优化现有的光配置方案。

[0141] 获取每个路灯控制节点3所在道路的各个路灯的环境数据和每个路灯控制节点3所在路口的环境光照强度。

[0142] 根据电能消耗成本、环境数据和环境光照强度,调整光配置方案,具体包括:

[0143] 当电能消耗成本高于预设电能消耗成本时,适当降低路灯的亮度。

[0144] 当出现阴天、雾霾、日食等影响白天能见度的天气时,即环境数据高于预设环境数据阈值或者环境光照强度低于预设环境光照强度阈值时,开启路灯。对应于图7的“结合天气和其他影响照明的因素等进行适当调整”。

[0145] S601之前系统各个路灯控制节点3和各个路灯终端节点4通电后进行自检,查看是否能够正常工作并初始化。若初始化成功(各个节点的各项功能模块都能够正常工作,工作指示灯显示正常),整个系统进入正常工作的状态。若初始化失败,将会产生故障,系统将会检测到故障节点。

[0146] 本发明提出一种基于无线Mesh自组网技术的集散式智能光配置方法,通过层次聚类算法,方差分析算法(Analysis of Variance, ANOVA)、BP神经网络等统计学的各种技术,根据收集到的不同区域内的行人和交通流量的信息、天气因素、系统电力消耗评估进行处理得到一种合理的光配置方案。

[0147] 本发明与现有技术相比,具有以下技术效果:

[0148] (1) 本发明技术方案层次分明,能够达到城市路灯智能化管理的目的;

[0149] (2) 本发明能够解决路灯终端各种参数采集的问题。建设智能路灯系统,需要使灯光配置更加环保、更加人性化。本发明方案在路灯终端采集多种环境数据,并将其变化情况考虑到最终灯光配置方案的评估当中。

[0150] (3) 在这个控制结构中,采用无线短距离Zigbee技术和智能网络技术相结合形成由LCA组成的“无线自组Mesh组间网络”,以及由路灯终端节点和LCA组成的“无线自组Mesh组内网络”,组网速度快、效率高,这样极大的加强了系统控制的灵活性和稳定性。

[0151] (4) 本发明采用集散方式控制策略,摒弃现有的路灯控制过于集中的方案。由于

Mesh网络的拓扑结构为网状式,所以允许网络的其中某个节点失效而不会影响整个系统的正常运作。当某个LCA出现故障时,邻近的LCA可以通过自组Mesh组间网络获得故障LCA的控制权,暂时管理相应的路灯,等待工作人员修复故障LCA。

[0152] (5) 本发明采用神经网络估计得到光配置方案的消耗预测和相应的成本。通过层次聚类算法,ANOVA方差分析算法、BP神经网络等统计学的各种技术,根据收集到的不同区域内的行人和交通流量的信息、天气因素、系统电力消耗评估进行处理得到一种合理的光配置方案。

[0153] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0154] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

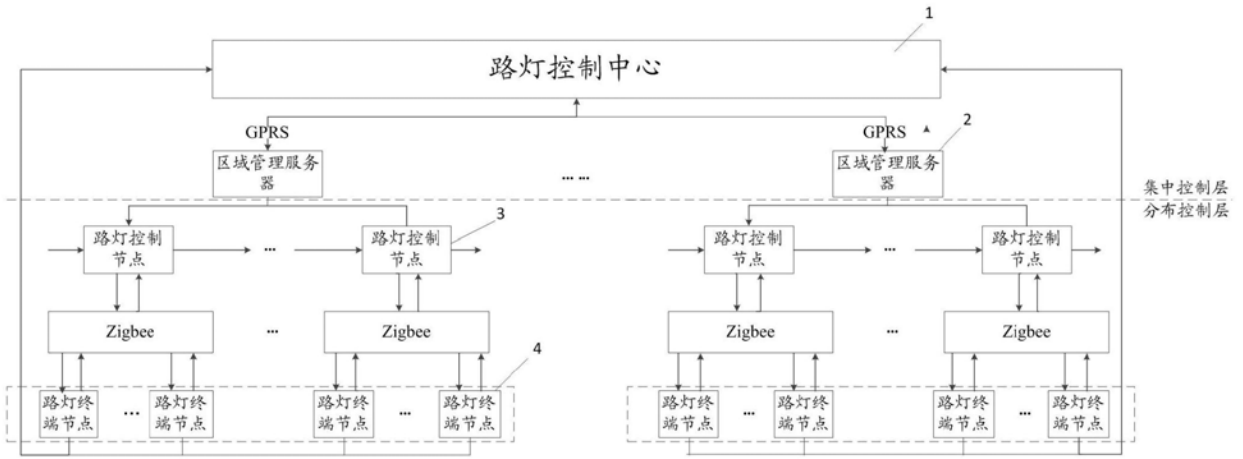


图1

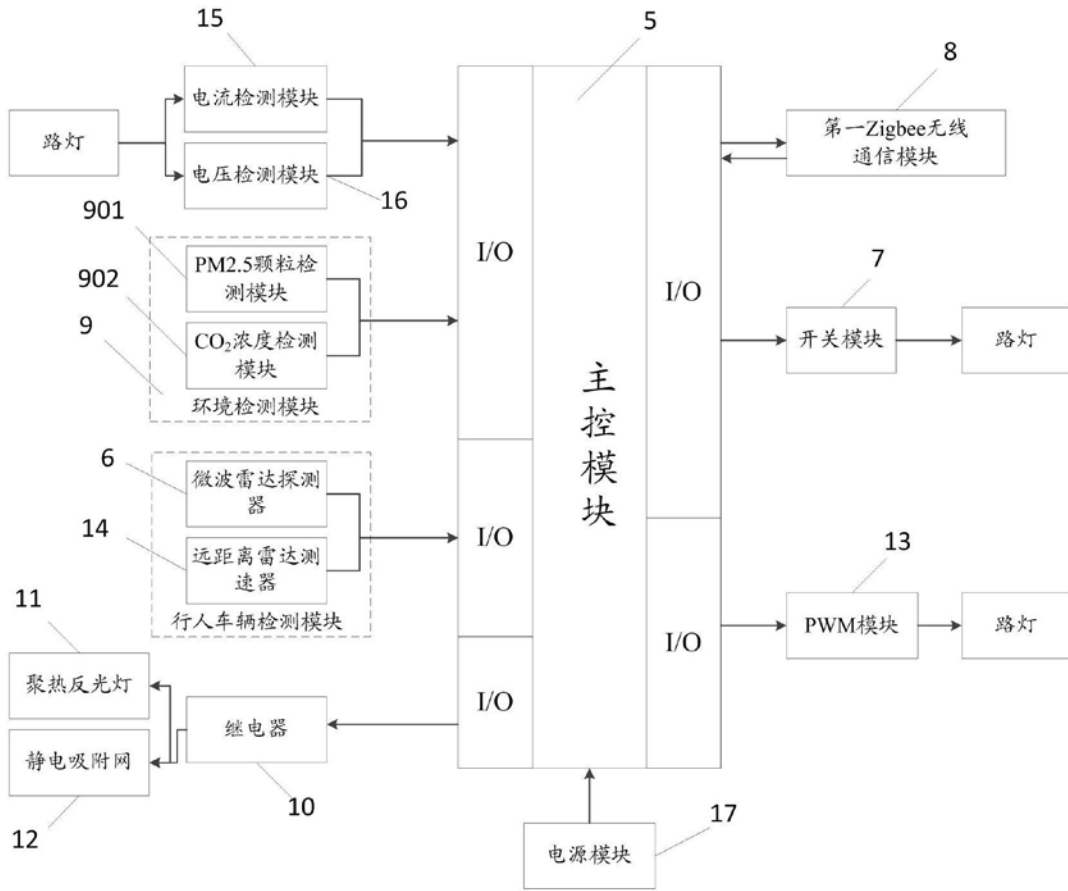


图2



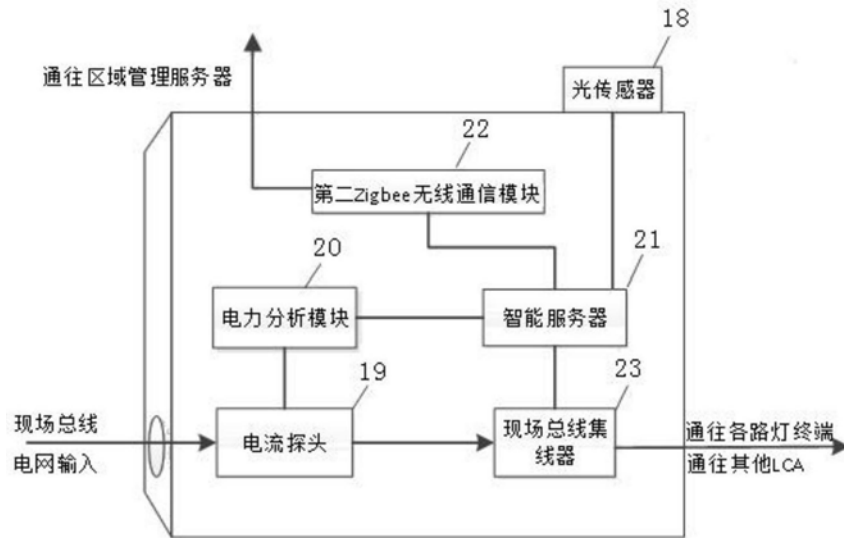


图3

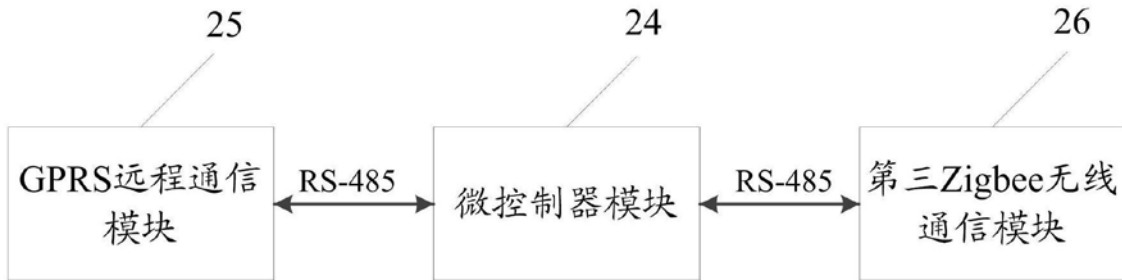


图4

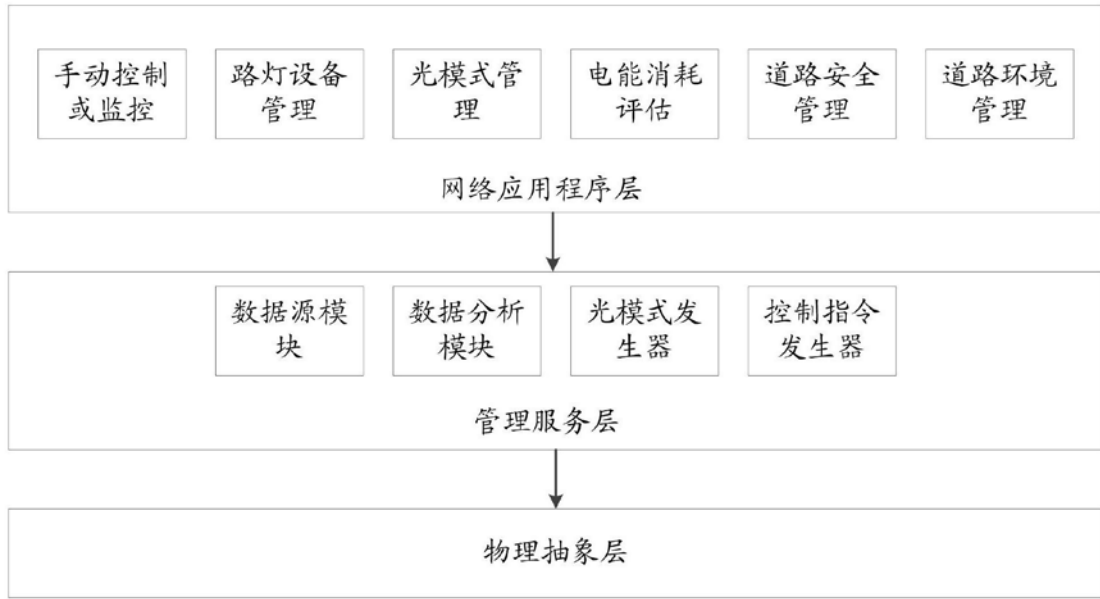


图5

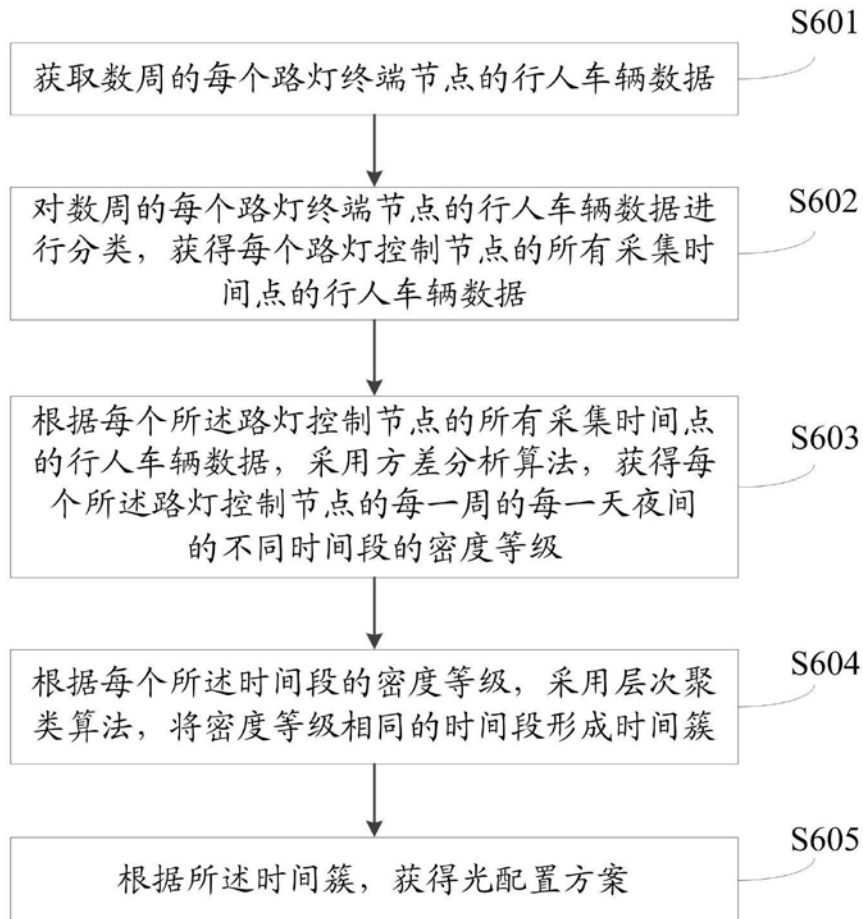


图6

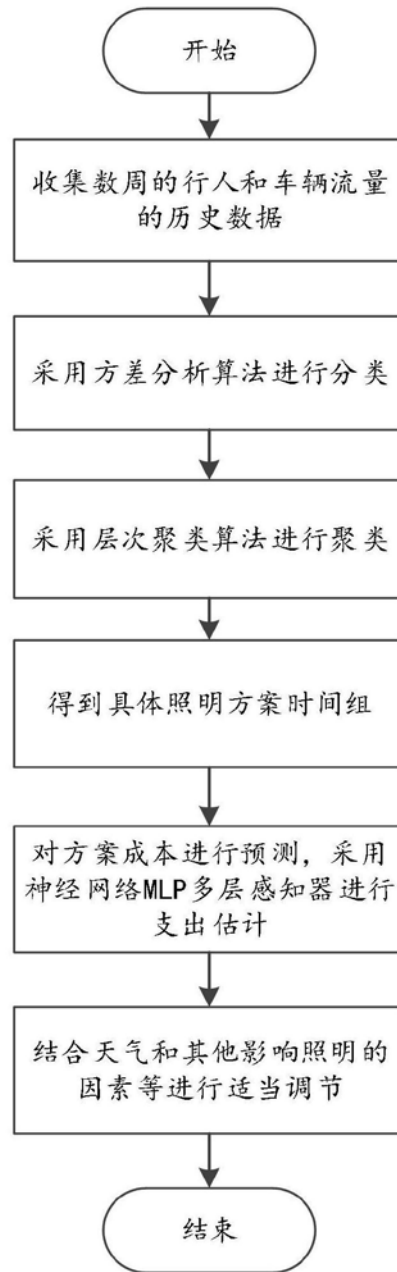


图7