

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H05B 37/02 (2006.01)

H04Q 7/00 (2006.01)

G05B 11/01 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810060804.5

[43] 公开日 2008年10月8日

[11] 公开号 CN 101282605A

[22] 申请日 2008.3.21

[21] 申请号 200810060804.5

[71] 申请人 浙江大学城市学院

地址 310015 浙江省杭州市拱墅区湖州街 51 号

[72] 发明人 郑增威

[74] 专利代理机构 浙江杭州金通专利事务所有限公司

代理人 赵红英

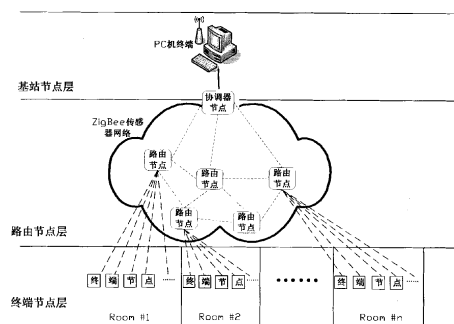
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称

基于 ZigBee 传感网的节能型室内照明无线智能控制系统及控制方法

[57] 摘要

本发明提供一种基于 ZigBee 无线通信技术节能型室内照明无线智能控制系统及控制方法，控制系统由多个无线网络节点组成的 ZigBee 通信网络和 PC 机构成，无线网络节点包括：协调器节点、路由节点以及终端节点，协调器节点与 PC 机相连构成照明控制中心，唯一的协调器节点和所有路由节点组成二级网络，路由节点和该房间内的终端节点构成控制每个房间照明模式的照明子系统，照明控制中心控制照明子系统各节点的状态及预设照明模式，照明子系统根据采集的环境信息，自主控制当前房间内的照明模式。本发明使得照明控制智能化，确保照度一致性，灯具寿命长，方便管理，维护费用低，节能环保。



1、一种基于 ZigBee 传感网的节能型室内照明无线智能控制系统，其特征在它由分布在楼宇中的多个无线网络节点组成的 ZigBee 通信网络和 PC 机构成，其中这些网络节点包括：协调器节点、路由节点以及终端节点，协调器节点与 PC 机相连构成系统中的照明控制中心，唯一的协调器节点和所有对应于楼宇中每一个房间的路由节点组成二级网络，对应于每一个房间的路由节点和该房间内的终端节点构成控制每个房间照明模式的照明子系统，照明控制中心控制照明子系统各节点的状态及预设房间内的照明模式，照明子系统根据采集的环境信息，自主控制当前房间内的照明模式。

2、根据权利要求 1 所述的基于 ZigBee 传感网的节能型室内照明无线智能控制系统，其特征在于所述的照明子系统具体还包括：

(A) 由安装在房间入口处的两个载有红外传感器的终端节点组成的人员进出检测模块，用于采集人员进出房间的信息；

(B) 至少由两个载有光敏传感器的终端节点组成的光线强度检测模块，其中有一个光敏传感器置于室内，有一个光敏传感器置于室外，用于采集光线强度信息；

(C) 由安装在定位节点的若干载有红外传感器的终端节点组成的人员位置检测模块，用于检测房间内人员位置及移动信息；

(D) 由载有灯控元件的终端节点组成的灯控模块，用于控制照明灯开关和亮度。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的基于 ZigBee 传感网的节能型室内照明无线智能控制系统，其特征在于：所述的协调器节点包括用于发送和接收数据的收发器，用于运行 ZigBee 协议栈的处理器，用于和 PC 机交互的 RS232 接口，协调器节点与 PC 机通过 RS232 总线连接，PC

机显示界面上展现整个 ZigBee 传感器网络中各节点的拓扑图，以及显示各节点的状态。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的基于 ZigBee 传感网的节能型室内照明无线智能控制系统，其特征在于：所述的路由节点包括用于发送和接收数据的收发器，用于运行 ZigBee 协议栈的处理器，主要负责与所对应房间内的终端节点进行交互，综合处理各终端节点采集到的环境信息。

5、根据权利要求 1 或 2 所述的基于 ZigBee 传感网的节能型室内照明无线智能控制系统，其特征在于：所述的终端节点包括用于发送和接收数据的收发器，用于运行 ZigBee 协议栈的处理器，用于采集数据的传感器或控制照明灯开关和亮度的灯控元件。

6、一种基于 ZigBee 传感网的节能型室内照明无线智能控制方法，其特征在于它包括以下步骤：

(A)分布在楼宇中的协调器节点、路由节点以及终端节点组成 ZigBee 通信网络，设置在楼宇中对应于每一个房间的路由节点和该房间内的终端节点构成控制每个房间照明模式的照明子系统，唯一的协调器节点和所有路由节点组成二级网络，协调器节点与 PC 机相连构成系统中的照明控制中心；

(B) 每一个房间内的终端节点将自身地址及工作状态信息发送至对应的路由节点，再由该路由节点转发给协调器节点，所有的路由节点将自身地址及工作状态信息发送至协调器节点，协调器节点将接收到的信息发送至 PC 机，PC 机显示各节点的状态；

(C) 当 PC 机显示某一终端节点工作不正常时，PC 机发送命令给对应的路由节点使用预设的照明模式，当 PC 机显示终端节点工作正常时，终端节点采集房间的环境信息，然后发送到该房间对应的路由节

点；

(D) 路由节点将采集的环境信息与预先设置的基值进行比较, 确定当前房间应设置的照明模式, 并通过载有灯控元件的终端节点控制照明灯的开关和亮度。

7、如权利要求 6 所述的节能型室内照明无线智能控制方法, 其特征在于, 其中步骤 (C) 进一步包括:

(C1) 在房间入口安装两个载有红外传感器的终端节点, 采集人员进出房间的信息;

(C2) 设置至少两个载有光敏传感器的终端节点, 其中有一个光敏传感器置于室内, 有一个光敏传感器置于室外, 采集外界光线强度信息;

(C3) 根据人员在房间的位置安装若干载有红外传感器的终端节点, 采集人员位置及移动的信息。

8、如权利要求 6 或 7 所述的节能型室内照明无线智能控制方法, 其特征在于, 其中步骤 (D) 进一步包括:

(D1) 路由节点根据采集的人员进出房间信息, 统计出房间内的人数, 若房间内的人数为 0 时, 照明模式为所有室内灯均不打开;

(D2) 若房间内的人数大于 0 时, 路由节点根据采集的外界光线强度信息计算当前光线强度级别, 若光线强度级别为亮, 照明模式为所有室内灯均不打开;

(D3) 若光线强度级别为阴暗或黑时, 路由节点根据采集的人数和人员位置及移动信息, 设置靠近人的灯较亮、远离人的灯较暗或关掉的照明模式。

9、如权利要求 7 所述的节能型室内照明无线智能控制方法, 其特征在于, 其中步骤 (C2) 进一步包括:

(C21) 位于室内的一个光敏传感器设置在窗帘拉上时可以遮挡的地

方，白天拉上窗帘后可感测黑暗的结果。

10、如权利要求 8 所述的节能型室内照明无线智能控制方法，其特征在于，其中步骤（D2）进一步包括：

（D21）路由器节点总是根据采集的较暗的光线值来计算当前光线强度级别。

基于 ZigBee 传感网的节能型室内照明 无线智能控制系统及控制方法

技术领域

本发明涉及一种照明控制系统及控制方法，更具体的说，涉及一种基于 ZigBee 传感网的节能型室内照明无线智能控制系统及控制方法。

背景技术

目前，传统室内照明系统很难满足人们对舒适性和节能的需求，主要存在以下缺陷：

(1)管理落后。传统室内照明系统是人为化的管理，采用手动开关，必须一路一路地开或关；

(2)能源浪费。现代家居与办公环境中，照明灯具量使用越来越多，人为造成照明能源浪费的现象仍然非常严重，无论房间有人还是无人，经常是“长明灯”，造成大量能源浪费；

(3)舒适性差。传统控制方式单一，只有开和关二种状态，往往造成不是太亮就是太暗的情况，不能根据实际需要来调整照明强度；

(4)布线复杂。为了增加控制的方式，经常要布置双控电路系统，甚至是安装多点控制开关，这样开关之间的电缆连线增多，使线路安装变得非常复杂，工程施工难度大大增加；

(5)灯具寿命短。灯具损坏的致命原因是电网过电压，只要能控制过电压就可以延长灯具的寿命。传统照明控制系统采用直开直关的方式，不能控制电网冲击电压和浪涌电压，使灯丝难免受到热冲击，灯具寿命将会缩短。

随着科学技术的发展,在许多应用领域,无线通信技术逐渐取代有线通信手段。比如:在短距离无线控制、监测、数据传输领域,通用的技术有 IEEE 802.11、蓝牙、HomeRF 等。它们有各自的优势,但仍然存在功耗大、组网能力差等劣势。为了弥补上述协议的不足,ZigBee 联盟于 2004 年 12 月中旬推出基于 IEEE 802.15.4 的 ZigBee 协议栈。ZigBee 无线通信技术不仅具有低成本、低功耗、低速率、低复杂度的特点,而且具有可靠性高、组网简单、灵活的优势。现在 ZigBee 无线通信技术的成熟为智能照明控制提供了一个良好的技术基础和应用环境,也为智能照明控制指明了一个发展方向。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是:基于 ZigBee 无线通信技术开发出一种节能型室内照明无线智能控制系统及控制方法,有效克服了传统室内照明系统存在的缺陷。

为了解决上述技术问题,本发明采用以下技术方案:

一种基于 ZigBee 传感网的节能型室内照明无线智能控制系统,其特征在它由分布在楼宇中的多个无线网络节点组成的 ZigBee 通信网络和 PC 机构成,其中这些网络节点包括:协调器节点、路由节点以及终端节点,协调器节点与 PC 机相连构成系统中的照明控制中心,唯一的协调器节点和所有对应于楼宇中每一个房间的路由节点组成二级网络,对应于每一个房间的路由节点和该房间内的终端节点构成控制每个房间照明模式的照明子系统,照明控制中心控制照明子系统各节点的状态及预设房间内的照明模式,照明子系统根据采集的环境信息,自主控制当前房间内的照明模式。

所述的照明子系统具体还包括:

(A) 由安装在房间入口处的两个载有红外传感器的终端节点组成的人员进出检测模块,用于采集人员进出房间的信息;

(B) 至少由两个载有光敏传感器的终端节点组成的光线强度检测模块，其中有一个光敏传感器置于室内，有一个光敏传感器置于室外，用于采集光线强度信息；

(C) 由安装在定位节点的若干载有红外传感器的终端节点组成的人员位置检测模块，用于检测房间内人员位置及移动信息；

(D) 由载有灯控元件的终端节点组成的灯控模块，用于控制照明灯开关和亮度。

所述的协调器节点包括用于发送和接收数据的收发器，用于运行 ZigBee 协议栈的处理器，用于和 PC 机交互的 RS232 接口，协调器节点与 PC 机通过 RS232 总线连接，PC 机显示界面上展现整个 ZigBee 传感器网络中各节点的拓扑图，以及显示各节点的状态。

所述的路由节点包括用于发送和接收数据的收发器，用于运行 ZigBee 协议栈的处理器，主要负责与所对应房间内的终端节点进行交互，综合处理各终端节点采集到的环境信息。

所述的终端节点包括用于发送和接收数据的收发器，用于运行 ZigBee 协议栈的处理器，用于采集数据的传感器或控制照明灯开关和亮度的灯控元件。

一种基于 ZigBee 传感网的节能型室内照明无线智能控制方法，它包括以下步骤：

(A) 分布在楼宇中的协调器节点、路由节点以及终端节点组成 ZigBee 通信网络，设置在楼宇中对应于每一个房间的路由节点和该房间内的终端节点构成控制每个房间照明模式的照明子系统，唯一的协调器节点和所有路由节点组成二级网络，协调器节点与 PC 机相连构成系统中的照明控制中心；

(B) 每一个房间内的终端节点将自身地址及工作状态信息发送至对应的路由节点，再由该路由节点转发给协调器节点，所有的路由节点

将自身地址及工作状态信息发送至协调器节点，协调器节点将接收到的信息发送至 PC 机，PC 机显示各节点的状态；

(C) 当 PC 机显示某一终端节点工作不正常时，PC 机发送命令给对应的路由节点使用预设的照明模式，当 PC 机显示终端节点工作正常时，终端节点采集房间的环境信息，然后发送到该房间对应的路由节点；

(D) 路由节点将采集的环境信息与预先设置的基值进行比较，确定当前房间应设置的照明模式，并通过载有灯控元件的终端节点控制照明灯的开关和亮度。

其中步骤 (C) 进一步包括：

(C1) 在房间入口安装两个载有红外传感器的终端节点，采集人员进出房间的信息；

(C2) 设置至少两个载有光敏传感器的终端节点，其中有一个光敏传感器置于室内，有一个光敏传感器置于室外，采集外界光线强度信息；

(C3) 根据人员在房间的位置安装若干载有红外传感器的终端节点，采集人员位置及移动的信息。

其中步骤 (D) 进一步包括：

(D1) 路由节点根据采集的人员进出房间信息，统计出房间内的人数，若房间内的人数为 0 时，照明模式为所有室内灯均不打开；

(D2) 若房间内的人数大于 0 时，路由节点根据采集的外界光线强度信息计算当前光线强度级别，若光线强度级别为亮，照明模式为所有室内灯均不打开；

(D3) 若光线强度级别为阴暗或黑时，路由节点根据采集的人数和人员位置及移动信息，设置靠近人的灯较亮、远离人的灯较暗或关掉的照明模式。

其中步骤 (C2) 进一步包括：

(C21) 位于室内的一个光敏传感器设置在窗帘拉上时可以遮挡的地方，白天拉上窗帘后可感测黑暗的结果；

其中步骤 (D2) 进一步包括：

(D21) 路由器节点总是根据采集的较暗的光线值来计算当前光线强度级别。

本发明与现有技术相比具有以下的效果和优点：

(1)减少人为能源浪费：现代多数办公大楼中，人为造成照明能源浪费的现象仍然非常严重，无论房间是否有人，经常灯火通明。本发明利用红外探测功能可以自动关闭无人房间的照明灯，减少人为能量浪费，达到节能目的。

(2)自动调光，充分利用自然光：本发明中的光敏传感器通过测定工作环境的照度，与设定值比较来控制灯具亮度调节开关。当室外光较强时，室内照度自动调暗，室外光较弱时，室内照度则自动调亮，使室内的照度始终保持在恒定值附近，从而能够充分利用自然光实现节能的目的，也可提供一个不受季节与外部气候环境影响的相对稳定的视觉环境。

(3)自动调光，保持照度的一致性：一般照明设计师对新建的建筑物进行设计时，均会考虑到随着时间的推移，灯具的效率和房间墙面反射率会不断衰减。因此，其初始照度均设置得较高，这种设计不仅造成建筑物使用期的照度不一致，而且由于照度偏高设计造成不必要的能源浪费。采用本发明后，可以智能调光，系统将会按照预先设置的标准亮度使照明区域保持恒定的照度，而不受灯具效率降低和墙面反射率衰减的影响，这也是本发明可节约能源原因之一。

(4)创造舒适环境，提高工作效率：本发明可以根据不同场景需要，自动调整室内多种灯光强度，使环境光线更为舒适，有利于提高生活品质和改善工作效率。

(5)延长灯具寿命：灯具损坏的致命原因是电网过电压，只要能控制过电压就可以延长灯具的寿命。本发明采用软启动的方式，能控制电网冲击电压和浪涌电压，使灯丝免受热冲击，灯具寿命得到延长。本发明通常能使灯具寿命延长 2~4 倍，不仅节省大量灯具，而且大大减少更换灯具的工作量，有效地降低了照明系统的运行费用，对于大量使用灯具和安装困难的区域具有特殊的意义。

(6)提高管理水平，减少维护费用：本发明将普通照明人为的开与关转换成了智能化管理。如果应用到大楼的管理，既能在降低运行费用中得到经济回报，还能省去常规照明所需的大部分配电控制设备，大大简化和节省穿管布线工作量，大大减少大楼的运行维护费用。

综上所述，采用本发明带来的好处主要表现在：照明控制智能化，确保照度一致性，场景变换灵活，产生可观的节能效果，延长灯具寿命，提高管理水平，减少维护费用，改善环境舒适度，有利于提高工作效率等。因此，本发明具备良好的发展前景，将产生巨大的社会价值和经济价值，不仅可以大大降低能耗，减少人为能源浪费，实现更加节能舒适的室内环境，而且也将为建设节约型社会做出重要贡献。

附图说明

图 1 是本发明的系统网络层次图。

图 2 是本发明单个房间照明控制子系统的网络模型图。

图 3 是系统控制总流程图。

图 4 是路由节点控制逻辑示意图。

具体实施方式

图 1 是本发明的系统网络层次图，本发明构造一种基于 ZigBee 传感网的节能型室内照明无线智能控制系统，它由分布在楼宇中的多个无线网络节点组成的 ZigBee 通信网络和 PC 机构成，这些节点包括协调器节点、路由节点以及终端节点，其中所有的路由节点与协调器

节点称为主节点，终端节点称为从节点，由一个路由节点和其对应房间内的所有从节点构成的网络称为星形网络，协调器节点与 PC 机相连并一起构成本系统中的基站节点，基站节点也就是照明控制中心，照明控制中心一方面可以向网络中的其它节点发送命令，预设对应房间的照明模式，另一方面还可以通过接收各节点的反馈信息，展现整个网络的拓扑结构图，唯一的协调器节点和楼宇中所有对应于每一个房间的路由节点组成二级网络，对应于每一个房间的路由节点和该房间内的终端节点构成控制每个房间照明模式的照明子系统。

照明子系统具体还包括：（A）由安装在房间入口处的两个载有红外传感器的终端节点组成的人员进出检测模块，用于采集人员进出房间的信息；（B）至少由两个载有光敏传感器的终端节点组成的光线强度检测模块，其中有一个光敏传感器置于室内，有一个光敏传感器置于室外，用于采集光线强度信息；（C）由安装在定位节点的若干载有红外传感器的终端节点组成的人员位置检测模块，用于检测房间内人员位置及移动信息；（D）由载有灯控元件的终端节点组成的灯控模块，用于控制照明灯开关和亮度。

协调器节点在硬件方面主要包括：用于发送和接收数据的收发器，用于运行 ZigBee 协议栈的处理器，还可以包括用于和 PC 机交互的 RS232 接口，协调器节点与 PC 机可通过 RS232 总线连接，也可通过无线通协议无线连接，在 PC 机显示界面上展现整个 ZigBee 传感器网络的拓扑结构图、预设房间内的照明模式以及显示各节点的“健康”状态，如是否处于欠压状态。

路由节点在硬件方面主要包括：用于发送和接收数据的收发器，用于运行 ZigBee 协议栈的处理器，路由节点主要负责转发相邻节点的信息，以及与所对应房间内的其它终端节点进行交互，通过综合终端节点采集到的环境信息来设置当前房间内的照明模式。另外，路由

节点还可以接收、转发 PC 机终端发送的信息，设置用户需求的照明模式。

终端节点在硬件方面主要包括：用于发送和接收数据的收发器，用于运行 ZigBee 协议栈的处理器，用于采集数据的传感器（红外传感器和光敏传感器）或控制照明灯开关和亮度的灯控元件，该灯控元件可以是控制照明灯开关的可控硅电路，和控制照明灯亮暗及亮度的电压输出端口。

协调器节点、路由节点以及终端节点还包括所需的 6 到 9 伏的电源，协调器节点和路由节点可用交流电源，终端节点可用直流电源。终端节点采用电池供电，节点在无数据处理时进入休眠状态，一节普通电池可工作半年到二年之久，节能效果十分明显，各节点只有约半个手掌大小，安装方便、简单。

参见图 3，每一个房间内的终端节点将自身地址及工作状态信息通过 ZigBee 无线通信协议发送至对应的路由节点，再由该路由节点通过 ZigBee 无线通信协议转发给协调器节点，所有的路由节点将自身地址及工作状态信息通过 ZigBee 无线通信协议发送至协调器节点，协调器节点将接收到的信息通过 RS232 总线或无线通信协议发送至 PC 机，PC 机显示各节点的状态；当 PC 机显示某一终端节点工作不正常时，无法准确采集外界环境信息时，PC 机发送命令给对应的路由节点使用预设的照明模式，当 PC 机显示终端节点工作正常时，终端节点采集房间的环境信息，然后发送到该房间对应的路由节点；路由节点将采集的环境信息与预先设置的基值进行比较，确定当前房间应设置的照明模式，并通过载有灯控元件的终端节点控制照明灯的开关和亮度。

图 2 是本发明单个房间照明控制子系统的网络模型图，安装在房间入口处的两个载有红外传感器的终端节点 I、II（红外终端节点）

用来探测人员的进出，可以根据红外传感器感测信号，进而产生中断的顺序来判断人员是进入房间还是走出房间，并将探测信号及时发送给 0 号路由节点，载有光敏传感器的终端节点 A、B（光敏终端节点）用于采集当前的光线强度值，一个安装在室内，一个安装在室外，设置灯的亮暗由采集到的较大的光线值（即较暗的光线值）来决定，另外，安装在室内的位置最好是当窗帘拉上时，可以遮挡住的地方，这样做的目的是可以使白天拉上窗帘后，室内光敏传感器能感测出黑暗的结果，这两个节点会定期向本房间对应的 0 号路由节点发送新采集到的光线强度值，载有红外传感器的 5、6、7、8 号终端节点（红外终端节点）均为定位节点，用来探测房间内人的位置，终端节点 X、Y、Z 为灯控终端节点，用于控制照明灯，其中 X 控制室内四盏下照明灯，Y 控制台灯，Z 控制两盏壁灯。

图 4 是路由节点控制逻辑示意图，0 号路由节点根据采集的人员进出房间信息，统计出房间内的人数，若房间内的人数为 0 时，设为所有室内灯均不打开的照明模式 0；若房间内的人数为 1 人时，0 号路由节点根据采集的外界光线强度信息计算当前光线强度级别，路由节点总是根据采集的较暗的光线值来计算当前光线强度级别，若光线强度级别为亮，设为所有室内灯均不打开照明模式 0；若光线强度级别为黑时，0 号路由节点根据采集的人员位置及移动信息，设置靠近人的灯较亮、远离人的灯较暗或关掉的不同的照明模式，当人员位于 5、6、7 号终端节点时，设照明模式 3：表示全亮两壁灯靠门的两盏下照灯，靠窗的两盏下照灯亮 60%，关台灯；当人员位于 8 号终端节点时，设照明模式 2：表示全亮台灯及靠窗的两盏下照灯，靠门的两盏下照灯亮 60%，关两壁灯；人员位于其它位置时，设照明模式 1：表示全亮室顶四盏下照灯；若光线强度级别为暗时，当人员位于 5、6、7 号终端节点时，设照明模式 4 表示两壁灯亮 80% 靠门的两盏下

照灯亮 60%，关其余灯；当人员位于 8 号终端节时，设照明模式 6：表示台灯亮 80%，靠窗的两盏下照灯亮 60%，关其余灯；当人员在其它位置时，设照明模式 5：表示四盏下照灯开启 80%亮度；

当室内人数大于 1，光线强度级别为暗时，人员位于 5、6、7 号终端节点时，设照明模式 7：表示两壁灯亮 80%，靠门的两盏下照灯亮 80%，靠窗的两盏下照灯亮 60%，关其余灯；当人员位于 5、6、7、8 号终端节点时，设照明模式 8：表示所有室内灯以 80%亮度打开；人员位于其它位置时，设照明模式 5：表示四盏下照灯开启 80%；

当室内人数大于 1，光线强度级别为黑时，人员位于 5、6、7 号终端节点时，设照明模式 9：表示两壁灯全亮，靠门的两盏下照全灯亮，靠窗的两盏下照灯亮 80%，关其余灯；当人员位于 5、6、7、8 号终端节点时，设照明模式 10：表示所有室内灯以全亮方式打开，人员位于其它位置时，设照明模式 1：表示全亮室顶四盏下照灯。

整个网络初始化成功后，系统开始工作于全自动状态。首先，照明控制中心显示整个网络的拓扑结构图，显示各个节点的“健康”状态，当房间内采集外界环境信息的终端节点工作正常时，一分钟后转为该房间子系统自主控制，否则固定使用预设的照明模式。当网络中某个节点的工作电压下降到接近正常工作最低电压时，会主动向照明控制中心反馈信息，表明该节点需要更换电池，照明控制中心收到反馈信息后，将该节点显示为欠压状态。

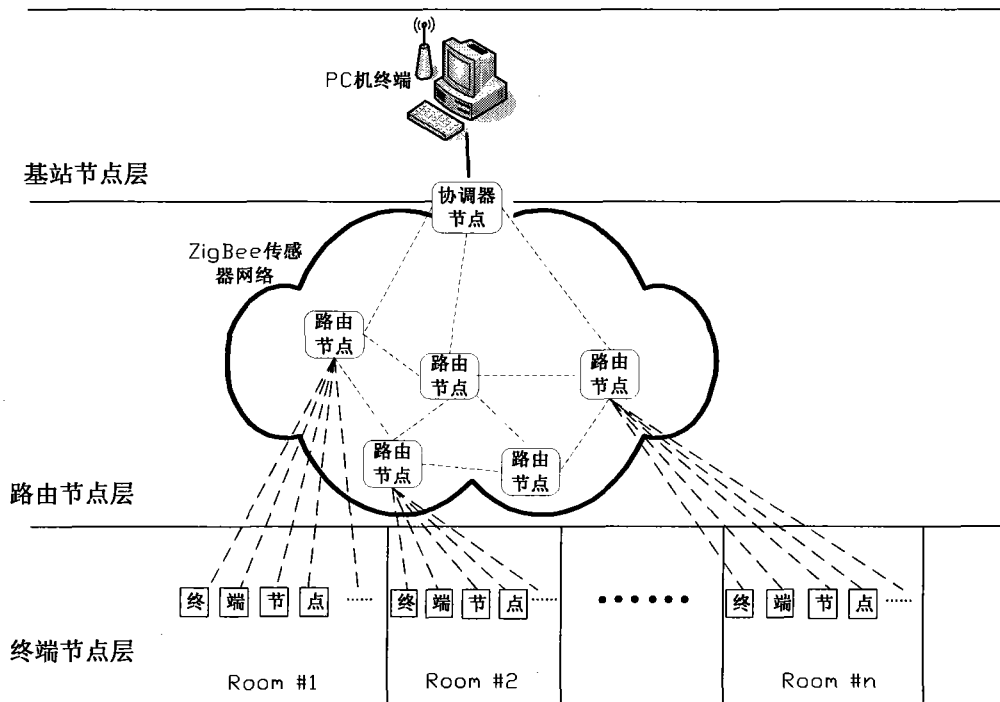


图 1

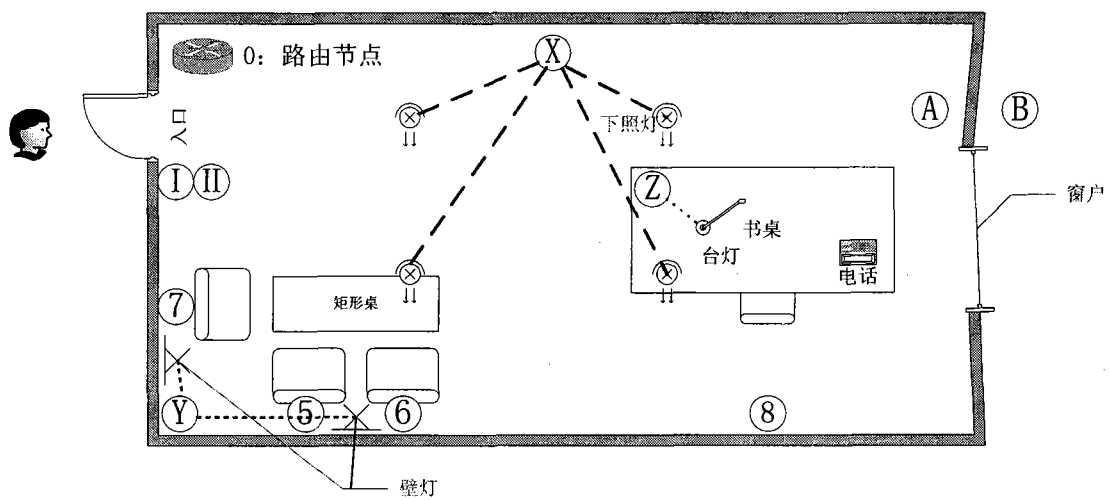


图 2

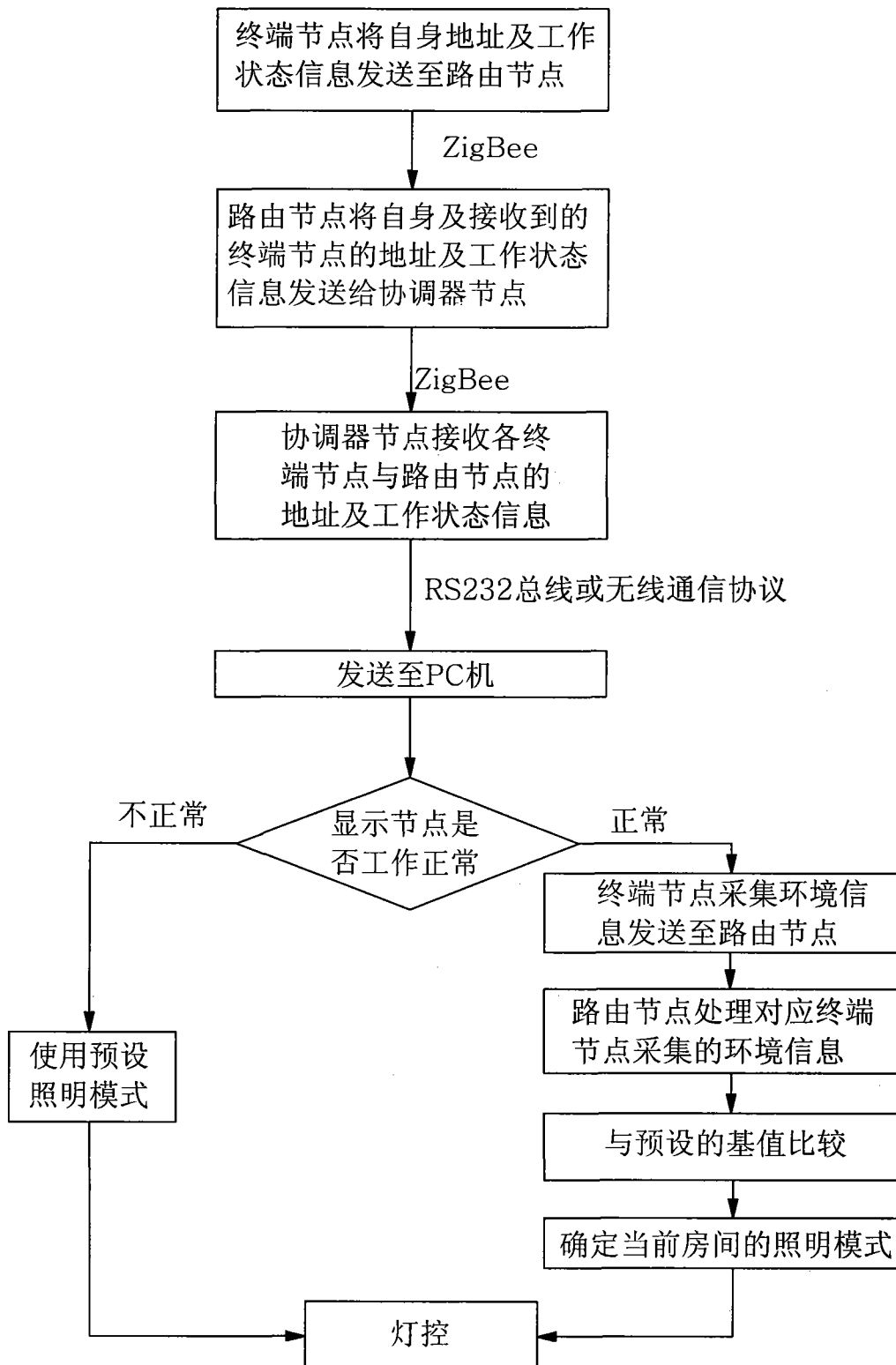


图3

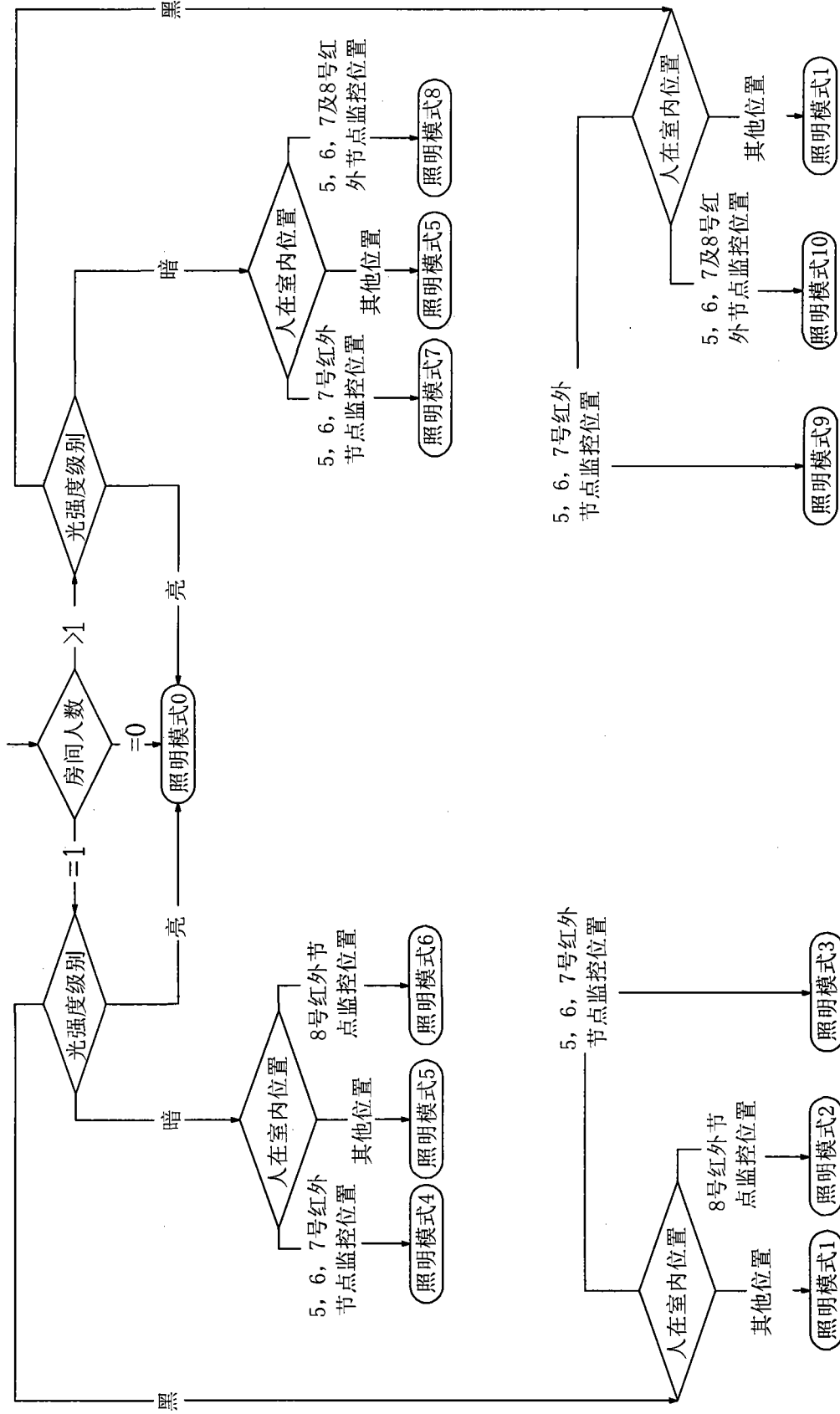


图4