

An Omnibearing Remote Control Night-Light Based on 315 Mhz Wireless Radio Frequency Technique

Huiqi Li¹, Yingnan Ma², Xing Gao², Zongzhen Jin², Mian Yao¹, Yunkun Ning¹, Guoru Zhao^{1*}

¹Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenzhen Guangdong

²Beijing Research Center of Urban System Engineering, Beijing

Email: lihuiqi@siat.ac.cn, gr.zhao@siat.ac.cn

Received: Apr. 17th, 2015; accepted: May 3rd, 2015; published: May 8th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Aged tendency of population has become a worldwide trend in 21th century. Since the year of 2000, our country has gradually stepped into ageing country camp. Health issue, population development tendency of the aged has been attached more importance. As somatic function of the aged drops, the frequency of the aged getting up at night to wash, medicine, drink increases, the odds of falling and crushing in the darkness also increases. Especially for the aged who live alone, if accident happens at night, they will not get help easily. This paper designed a night-light aiming at reducing the aged inconvenience during their night activities. The night-light adopts wireless RF remote control technique, and the old can control night-light on and off remotely without remote aiming at the night-light, reducing the inconvenience of finding light switch at night. The key is designed simply and apparently, easy to press stably at night for the aged. LED lamp cap is adopted and circuit configuration and lamp luminance are optimized to control the night-light's cost, reduce power dissipation and save electricity, which solve the scruple of economic issue of some aged people.

Keywords

Night-Light, Wireless RF Technique, LED

基于315 Mhz无线射频技术的全向遥控小夜灯

李慧奇¹, 马英楠², 高 星², 靳宗振², 姚 冕¹, 宁运琨¹, 赵国如^{1*}

*通讯作者。

¹中国科学院深圳先进技术研究院, 广东 深圳

²北京城市系统工程研究中心, 北京

Email: lihuiqi@siat.ac.cn, gr.zhao@siat.ac.cn

收稿日期: 2015年4月17日; 录用日期: 2015年5月3日; 发布日期: 2015年5月8日

摘要

21世纪的人口老龄化浪潮已经成为了全球发展的趋势。自从2000年以来,我国逐渐步入了老龄化国家行列。老年人的健康问题、老年人人口数量的发展趋势等问题,现在已经受到很大的重视。老年人由于身体机能下降,夜间起夜、吃药、喝水等活动的频率增加,在黑暗中发生摔倒和撞伤的几率也增大。尤其对于独居老人,夜间发生意外伤害不易得到救助。本文针对老年人夜间活动不便设计了一种小夜灯,采用无线射频遥控技术,可以远程对小夜灯开关进行控制,且无需对准灯头,减少老年人夜间寻找灯泡开关的不便。按键设计简单大方,便于老年人夜间轻松稳定地按下。采用LED灯头和电路结构、亮度的优化设计,控制小夜灯成本,降低功耗和节约电能,解决部分老年人对于用经济成本方面的顾虑。

关键词

小夜灯, 无线射频技术, LED

1. 引言

随着世界范围内老年人口的增多,老年人的健康问题越来越受到关注[1]。老年人在夜间常有起夜、吃药、喝水等活动,由于身体机能下降,尤其是视力下降,在夜间活动中发生跌倒和撞伤的几率上升,对老年人的健康造成威胁[2]。为了方便老年人在夜间的活动,减少老年人夜间活动的风险,越来越多的小夜灯走进人们的生活。国内市场上的小夜灯多数是将低瓦数的节能灯通过电路直接接到交流电网中,功率不大但长时间点亮也造成电能的浪费,同时常亮的小夜灯也容易对敏感的老年人产生干扰,影响其睡眠质量;另一种人体感应小夜灯,通过被动红外或微波探测技术,实现人体感应和灯光控制,但结构复杂,造价较高,安装起来比较麻烦,并且只能感应移动的人体信号,人一旦静止,就无法感应,灯也随即熄灭,抗干扰性能不理想;人体在床上移动时,红外感应开关会误判为需要开灯而将夜灯点亮,即会产生误动作;还有一种基于红外遥控技术的遥控夜灯,控制方便,不会产生误操作,但存在着红外遥控的固有问题:在操作时遥控角度有限,遥控器必须对准灯头,角度过大时无法控制,并且遥控器和灯之间不能有墙壁、人体、家具等障碍物;此外,很多小夜灯都是电池供电,经常需要更换电池,这也增加了使用的成本[3] [4]。

本文基于 315 Mhz 的无线射频遥控技术设计可遥控 LED 小夜灯,可以根据老人的需要对灯的亮灭进行远程控制,只需按下遥控器按键,无需对准灯头。遥控器按键针对老年人做了大而平滑的处理,更加人性化,方便老年人夜间准确稳定地按下按键。选择 LED 灯头并优化电路结构,亮度等,在满足照明需求的同时更加经济节能,解决部分老年人对于经济成本方面的考虑。此外,本设计的小夜灯是 220 V 交流直接供电,直接插拔的方式,即插即用,便于携带,遥控器也是可充电的,避免了经常更换电池的不便。本小夜灯设计主要有带有 PT2262 编码模块的发射部分、带有 PT2272 解码模块的接收部分以及电阻与 0.5 瓦 LED 灯的串联电路的 5 路并联电路的 LED 灯组。

2. 遥控技术方案

2.1. 无线射频技术与红外技术的对比

老年人使用小夜灯时候首先面对的问题就是寻找开关，遥控器很好的解决了老年人寻找开关的不便。市场上很多小夜灯遥控器都是用红外遥控，但是红外遥控有很多缺点。

首先，红外线有很强的方向性，不能穿透墙壁、家具、人体等障碍物，也就是说，在遥控器和设备之间不能有上述的这些障碍物的阻挡；其次，遥控角度有限制，遥控器偏离接收器角度过大就无法遥控；还有，红外线只适于单向的通讯，双向通讯很难实施且成本很高[5]。针对红外的以上缺点，无线射频遥控有以下四个优点[6]：

1) 无线射频遥控使用数百兆赫兹的无线电波取代红外光作为遥控信息的载体，由于它具有无方向性，可以穿透或绕过障碍物，传输距离远，抗干扰能力强等优点，上述使用红外遥控存在的种种限制便荡然无存。例如家电的摆设将不再受遥控角度的制约，而完全由用户的喜好决定，现在看来机顶盒可以不放在机顶上了；

2) 无线射频技术的遥控距离也远大于一般的红外遥控距离(数米到十米)。在同样的操控条件下，射频遥控的距离可以轻松达到数十米。根据不同应用需求，可以通过加大射频输出功率来进一步延长遥控距离；

3) 无线射频遥控还有一个十分明显的低功耗优势。红外遥控器一般使用两节五号或七号电池，通常每年要更换一次电池。而射频遥控器则可以做到四年更换一次电池。由于功耗低，射频遥控器甚至可以用纽扣电池供电，有利于产品小型化，外观更时尚；

4) 使用无线射频遥控，也可以轻易地实现单向或双向遥控功能。更重要的是，半导体厂商提供成熟的射频收发器集成电路，并提供详尽的参考设计，用户无需涉及射频方面的专业知识，就可以设计自己的射频遥控器。

2.2. 无线射频遥控的设计

目前市场上有很多无线遥控产品出售，质量参差不齐，有些还使用 LC 振荡器，频率漂移严重，性能不好。电子市场上，有一种性能稳定、价格便宜的无线遥控组件。该无线模块工作频率为 315 Mhz，采用声表谐振器 SAW 稳频，频率稳定度极高，当环境温度在 $-25\sim+85$ 度之间变化时，频飘仅为 3 ppm/度[7]。它与台湾普城公司生产的用 CMOS 工艺制造的低功耗低价位通用编解码集成芯片 PT2622/PT2722 配套使用时，可以实现遥控、遥测、数据采集、生物信号采集等功能[8]。该方案主要包含有发射部分、接收部分，LED 灯组为电阻与 0.5 瓦 LED 灯的串联电路的 5 路并联电路。

3. 遥控小夜灯工作原理和设计

3.1. 发射部分

该部分电路主要由 315 MHz 无线数据发射模块和编码集成 PT2262 组成，由 3.7 v 的可充电锂电池供电。该无线发射模块原理图如图 1~3 所示，它具有较宽的工作电压范围 3~12 V，当电压变化时发射频率基本不变，和发射模块配套的接收模块无需任何调整就能稳定地接收。当发射电压为 3 V 时，空旷地传输距离约 20~50 m，发射功率较小；当电压 5 V 时约 100~200 m；当电压 9 V 时约 300~500 m；当发射电压为 12 V 时，为最佳工作电压，具有较好的发射效果，发射电流约 60 毫安，空旷地传输距离 700~800 m，发射功率约 500 mW。当电压大于 12 V 时功耗增大，有效发射功率不再明显提高。发射模块采用 ASK 方式调制，以降低功耗。当数据信号停止时发射电流降为零，数据信号与 DF 发射模块输入端可以用电

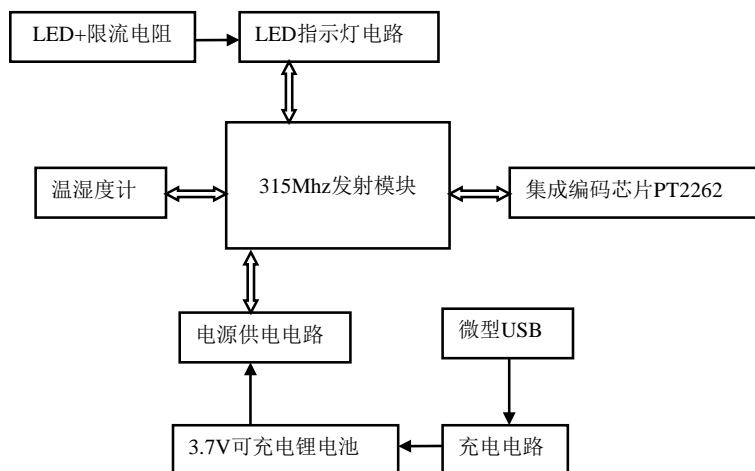


Figure 1. The block diagram of light emitting part
图 1. 小夜灯发射部分原理框图

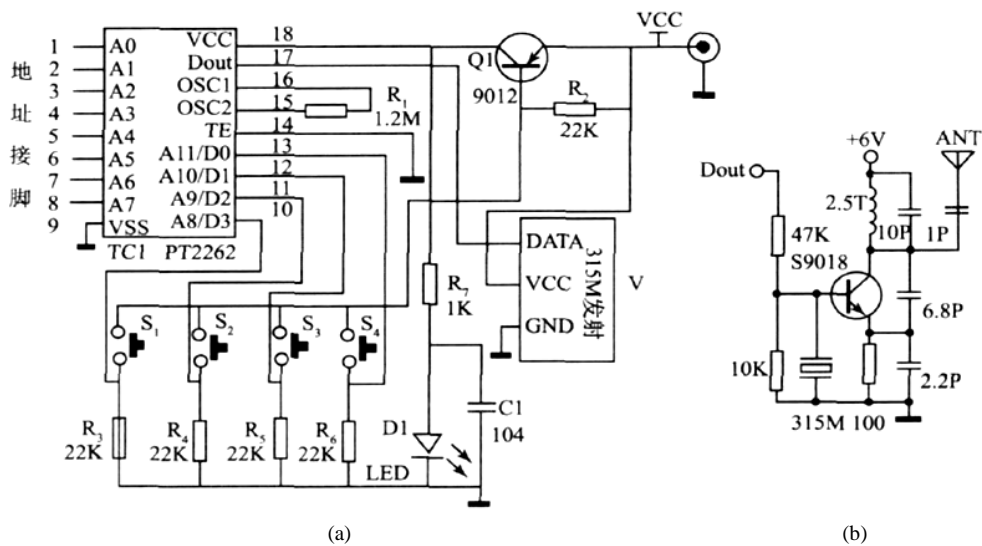


Figure 2. The circuit diagram of the launch part
图 2. 发射部分电路原理图

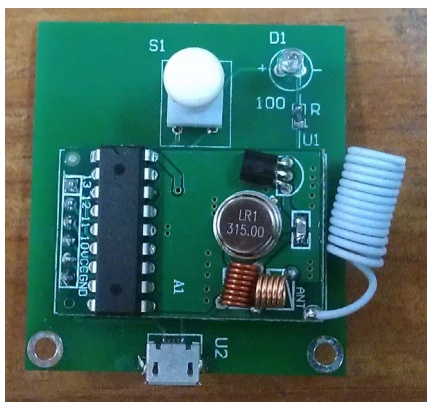


Figure 3. The physical map of transmitting part
图 3. 发射部分实物图

阻或者直接连接而不能用电容耦合, 否则 DF 发模块将不能正常工作。数据电平应接近 DF 数据模块的实际工作电压, 以获得较高的调制效果。平时没有按按钮时, 三极管 Q 截止, 编码集成数据结果 IC1 处于断电状态, 无线数据发射模块没有发射信号。当按钮 S1~S4 任何一个按下时, 三极管 Q1 导通, 编码集成 IC1 开始工作, 它根据数据输入端 D0~D3 的电平进行编码, 编码信号由: 地址码、数据码、同步码组成一个完整的码字。该编码信号经无线数据发射模块 V1 进行调制后经天线发射到周围的空间。如果按钮一直按住则发射模块连续发射无线信号。当编码集成 IC1 (PT2262) 第 17 脚为低电平期间 315 MHz 的高频发射电路停止振荡, 所以高频发射电路完全受控于 PT2262 的 17 脚输出的数字信号, 从而对高频电路完成幅度键控(ASK 调制)相当于调制度为 100%的调幅。

3.2. 接收部分

3.2.1. 接收模块设计

315 MHz 无线数据接收模块有超再生式接收模块和超外差式接收模块两种, 超再生和超外差电路性能各有优缺点[9]。超再生式接收模块接收灵敏度为-105 dBm, 抗干扰能力差, 频率受温度漂移大, 采用带骨架的铜芯电感将频率调整到 315 MHz 后封固, 这与采用可调电容调整接收频率的电路相比, 温度、湿度稳定性及抗机械振动性能都有极大改善。超外差式接收模块抗干扰能力较强, 自身辐射极小, 背面有网状接地铜箔屏蔽, 可以减少自身振荡的泄漏和外界干扰信号的侵入; 输出端的波形在没有信号时比较干净, 干扰信号为短暂的针状脉冲, 不像超再生式接收电路会产生密集的噪声波形, 但近距离强信号时可能有阻塞现象。考虑到为减少目前各种家居电器的使用的相互干扰程度和该灯具的可靠性, 本制作选择后者作为实际的设计电路。

3.2.2. 解码芯片的设计

接收模块用的解码芯片为 PT2272 解码芯片, 其中有不同的后缀, 表示不同的功能, 有 L4/M4/L6/M6/T4/T6 之分, 其中 L 表示锁存输出, 数据只要成功接收就能一直保持对应的电平状态, 直到下次遥控数据发生变化时改变。M 表示非锁存输出, 数据脚输出的电平是瞬时的而且和发射端是否发射相对应, 可以用于类似点动的控制。T 表示自锁输出, 输出的数据脚能实现触发翻转工作逻辑, 数据只要成功接收就能一直保持对应的电平状态, 直到下次遥控数据发生变化时改变。自锁型四路相互独立互不影响, 可同时遥控四路, 如灯具的控制等。后缀的 6 和 4 表示有几路并行的控制通道, 当采用 4 路并行数据时 (PT2272-M4), 对应的地址编码应该是 8 位, 如果采用 6 路的并行数据时 (PT2272-M6), 对应的地址编码应该是 6 位[10] [11]。

本文制作的小夜灯, 是为了方便人们对灯进行实时控制, 特别是老人都能控制自如, 所以为了简化灯的控制模式, 设计灯的控制模式为简单的单按键开关模式。解码芯片 M 型只能按着按钮才能保证灯的开启, 让发射模块持续发射信号会影响发射模块的寿命; L 型虽然不需要一直发射信号, 但是需要两路信号来控制灯的开与关, 一路控制开启, 另一路控制关断; T 型只需一路信号便可控制灯的开与关, 并且每次控制只需发射脉冲信号即可, 不用持续发射信号。又考虑灯具实际应用信号通道只有一路, 所以本夜灯设计采用 PT2272 (T4)的解码芯片。

3.2.3. 接收部分电路原理

接收部分的电路原理图如图 4~6 所示。该部分电路主要由 315 MHz 无线数据接收模块、解码集成 PT2272、D 触发器 401 组成。本制作使用后缀为 T4 的 PT2272 解码芯片 (PT2272-T4)。PT2272 工作电压为 5 V, 其中 A0~A11 为地址管脚, 用于进行地址编码, 可置为“0”, “1”或“f”(悬空), 但必须与 PT2262 一致, 否则不解码。D0~D3 为数据管脚, 当地址码与 PT2262 一致时, 数据管脚输出与 PT2262

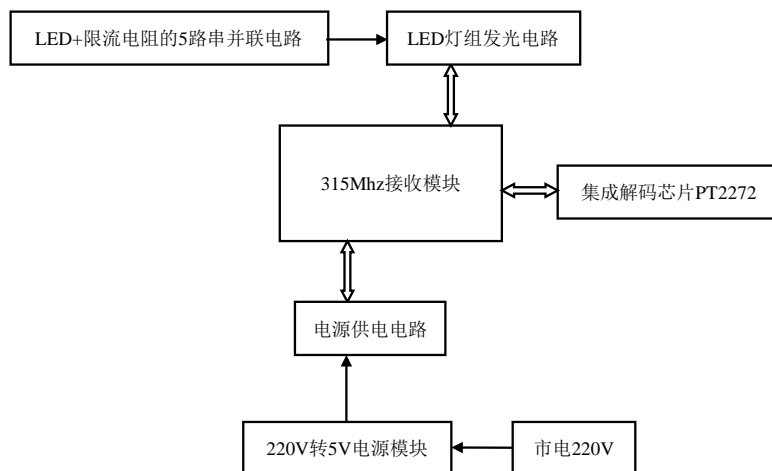


Figure 4. The circuit principal block diagram of the receiving part
图 4. 小夜灯接收部分电路原理框图

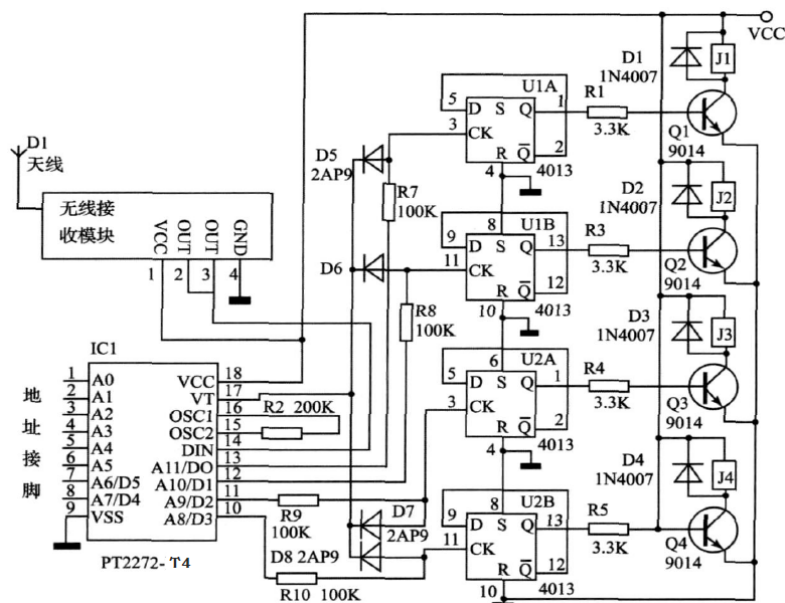


Figure 5. The circuit principle diagram of the receiving part
图 5. 接收部分电路原理图



Figure 6. The physical map of night lights
图 6. 小夜灯点亮实物图

数据端对应的高电平，锁存型只有在接收到下一数据时才能转换。DIN 为数据信号输入端，来自接收模块输出端。OSC1、OSC2 分别为振荡电阻的输入和输出端，外接电阻决定振荡频率。VT 为解码有效确认端，高电平有效。平时无线接收模块 D1 没有接收到空间的 315 MHz 信号时，输出的只是干扰信号，解码集成 PT2272-T4 (IC1)输出端 D0)D3 均为低电平。当无线接收模块收到空间的 315 MHz 信号时，经放大、变频、滤波等处理后输出控制信号，送到解码集成 IC1 第 14 脚进行解码。只有 PT2272 的地址端的电平状态与发射部分的 PT2262 的地址端一致时，对应的数据端才有高电平输出。本制作的地址为 FFFFFFFF，即全部悬空，制作时也可以改变自己决定地址码，最重要就是不要相互干扰。由 D 触发器 4013 构成的双稳态电路，当输入端 CK 为上升沿时输出端 Q 翻转，输出的电平可以通过控制继电器的断通，从而控制 LED 灯组的工作状态[12] [13]。

4. 测试与分析

4.1. 灯组选择

通过用 3.7 v 可充电锂电池对发射电路供电，220 v 转 5 v 的恒压源对包含 LED 灯组的接收电路进行供电，成功对 LED 灯组进行开关控制。接着对三种灯组进行测试，三组灯组分别串联 5 欧、10 欧、20 欧的电阻，所测得 LED 两端电压和灯组的总电流如表 1 所示。所用 LED 灯的额定电压为 3.20 V，所以组 1 的电压超过额定电压，容易烧坏灯珠，组 3 的电流过小，实际亮度较低，所以应该选择组 3 作为实际应用的灯组。其 LED 灯组两端的电压为 3.20 V，流过的电流为 300 mA，则灯组的功率为接近 1 W，符合家居夜灯的功率要求。

4.2. 灯组实时点亮测试

分别对灯组进行点亮 1 小时、2 小时、4 小时，测试灯组的实际工作情况，如表 2 所示。可知经不同的点亮时间灯组的功率稳定，流过灯组的电流并没有增加地很快，基本上不会影响 LED 灯的寿命。而实际工作温度符合行业标准要求的 60 度以内，散热合理，可安全使用。

5. 结论

本文针对老年人夜间活动不便设计了一种全向遥控小夜灯，对市场上结构和功能复杂的小夜灯进行了针对老年人夜间活动需求的简化，剔除一些不必要的功能。在满足照明需求的基础上，降低功耗，节

Table 1. The test of different lamp
表 1. 不同灯组的测试

分组	电压/V	电流/A	功率/W
1	3.37	0.32	1.08
2	3.20	0.30	0.96
3	3.08	0.10	0.31

Table 2. The real-time lighting test of light group
表 2. 灯组的实时点亮测试

点亮时间/h	电压/V	电流/A	功率/W	温度/°C
1	3.20	0.300	0.960	41
2	3.18	0.302	0.963	55
4	3.15	0.305	0.961	56

省电能,同时做了方便老年人夜间操作的设计,使小夜灯在老年人使用时更体现出实用性、简便性、人性化。设计出的小夜灯,完成组装和测试,测试结果表明,本小夜灯工作时功率稳定,亮度合适,散热合理,遥控器可全向控制灯的亮灭,开关按键显眼,夜灯即插即用,遥控器可充电,符合家居夜灯的要求,适合老年人夜间使用。

本文设计的小夜灯,采用编码集成芯 2622 + ASK 无线调制方式实现无线发射,无线信号接收采用带解码芯片 PT2722 (T4)的 315 MHz 的超外差接收模块实现。本小夜灯的无线遥控距离大于 15 m,且为全向遥控,控制上更加灵活,通过无线射频遥控技术控制 LED 灯组的电源的开与关,使用方便,能有效消除整体灯具的待机功耗。使用时遥控器时无需对准灯头,对任意方向都可以控制小夜灯的亮灭,减少老年人夜间寻找灯泡开关的不便。遥控器开关按键采用单按键设计,并平滑处理,简单显眼,便于老年人夜间轻松稳定地按下。采用 LED 灯头和电路结构、亮度的优化设计,控制小夜灯成本,降低功耗和节约电能,解决部分老年人对于经济成本等方面的心理顾虑。此外,小夜灯使用 220 V 交流供电,直接插拔的方式,即插即用,方便携带;遥控器使用可充电锂电池,减少更换电池的不便。

本文设计的小夜灯可以用于有老年人的家庭,尤其是有夜间如厕习惯或者吃药的老年人,也可以用于老年福利院、老年公寓等老年人比较多的社会福利机构。老年人可以随身携带夜灯与夜灯遥控器,出行的时候也可以方便使用,不受地点的限制。一种应用场景是,老年人把遥控器放在床头,在半夜出来活动时,直接按下遥控器开关,小夜灯打开;在活动结束后,盖好被子后,再按下遥控器,小夜灯熄灭。

基金项目

国家自然科学基金项目(51105359);北京市科学技术研究院市级财政项目(PXM2014_178215_000015)。

参考文献 (References)

- [1] 中华人民共和国卫生部编 (2003) 2003 年中国卫生统计年鉴. 中国协和医科大学出版社,北京,215-249.
- [2] 代胜 (2001) 小夜灯常识. *家庭电子*, **04**, 33.
- [3] 陈余,王璇 (2010) 家居智能小夜灯的设计. *科技信息*, **29**, 318-318.
- [4] 何万库,潘小飞,刘儒来 (2010) 基于 315MHz 无线模块的智能车辆管理系统. *数据采集与处理*, **S1**, 200-202.
- [5] 王俊 (2006) 315 无线模块的应用. *电子制作*, **03**, 35-36.
- [6] 葛海江,金烨栋,陈亦伦,孙亮程,张雨婷 (2013) 一种无线智能插座设计与开发. *山东工业技术*, **12**, 16-17.
- [7] Saw, S.M., Zhang, M.Z., Hong, R.Z., Fu, Z.F., Pang, M.H. and Tan, D.T. (2002) Near-work activity, night-lights, and myopia in the Singapore-China study. *Archives of Ophthalmology*, **120**, 620-627.
- [8] 王朝阳,顾时勤 (2005) 低功耗、声光控小夜灯. *家庭电子*, **10**, 40.
- [9] 郑博仁,张玉兴 (2005) 基于全集成收发芯片 CC1000 的无线数据传输设计. *电子工程师*, **02**, 35-38.
- [10] 张泰 (2000) 《微光小夜灯》的改进. *电子制作*, **07**, 35.
- [11] 时新 (2000) 全晶振式射频收发模块. *电子制作*, **08**, 14-15.
- [12] 电路飞翔 (2008) 节能小夜灯. *电子制作*, **08**, 24-25.
- [13] 张立 (2010) 直插式夜灯的安全设计分析. *安全与电磁兼容*, **02**, 41-44.