

文章编号: 1672-8785(2014)05-0038-04

基于热释电红外感应的节水沐浴器设计

周晓伟 王 菲 马会娟 郭新民 侯俊才*

(西北农林科技大学机械与电子工程学院, 陕西杨凌 712100)

摘 要: 当前市场售卖的感应沐浴器大多采用反射式红外传感器来控制沐浴器系统。此类传感器存在误报现象, 会导致水流浪费。为改善这种误报现象, 设计了一种新型低能耗红外感应节水沐浴器控制系统, 该系统采用热释电红外感应模块。当接收到人在移动过程中散发出的连续红外信号时, 模块会输出电信号, 通过电磁继电器打开电磁水阀, 控制水流, 从而有效解决使用过程中的误报现象。同时该模块利用管式水流发电机供电, 可节约电能。实验证明, 此沐浴器能可靠工作, 具有一定的实用价值。

关键词: 热释电红外感应; 低功耗; 管式水流发电机; 节水; 沐浴器

中图分类号: TM02 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2014.05.008

Design of Water-saving Shower Based on Pyroelectric Infrared Sensor

ZHOU Xiao-wei, WANG Fei, MA Hui-juan, GUO Xin-min, HOU Jun-cai

(College of Mechanical and Electric Engineering, Northwest A and F University, Yangling 712100, China)

Abstract: Currently, most of induction bath showers on sale use reflective infrared sensors to control their water control systems. Since the reflective infrared sensors may give wrong information, waste of water may occur. To avoid this phenomenon, a new low energy consumption infrared water control system for showers is designed. The system is based on a pyroelectric infrared sensor module. When the continuous infrared signals emitted from a moving human body are received, the module may output electric signals to an electromagnetic relay. Then, the electric relay lets a solenoid valve be turned on. Thus, the misinformation problem is solved effectively. In addition, because a tubular flow generator is used, the module can save electric energy. The experimental result shows that the shower can run reliably and can be put into practical use.

Key words: pyroelectric infrared induction; low energy consumption; tubular flow generator; water saving; bath unit

0 引言

在经济快速发展的当今时代, 建设节约资源型社会的理念已深入人心。家庭生活中, 传统的淋浴方式水资源浪费严重。传统淋浴器的打开与关闭是通过手动控制开关实现的。由于洗

浴过程中人们一般不会中途关闭阀门, 即使中途不用水时, 水也在流动, 因此使用此类沐浴器存在严重的水资源浪费现象。较之先进的技术是利用红外感应来控制开关。但目前用得较多的红外感应沐浴器大多采用反射式红外传感器,

收稿日期: 2014-03-29

基金项目: 西北农林科技大学大学生创新项目, 西北农林科技大学教学改革研究项目 (JY1302060)

作者简介: 周晓伟 (1991-), 男, 河北石家庄人, 本科, 木材科学与工程专业。

E-mail: 1290619905@qq.com * 通讯作者 E-mail: hjc5035@sina.com

其通过红外线发射管发射红外线脉冲信号, 经外物反射后由接收管接收并解调, 从而控制电磁阀动作。此类传感器在工作时容易因外物引起误报而导致水资源浪费, 同时此类传感器需要由外部电源供电, 消耗电能。基于节水节能考虑, 本文采用热释电红外感应模块代替反射式红外传感器, 利用热释电红外感应模块的热释电效应滤除人体以外其他光谱的作用, 实现人到水流、人去水止的节水目的, 并避免由外物引起的误报现象。另外, 该淋浴器不使用外部电源, 而是通过安装于淋浴进水管路上的管式水流发电机供电来驱动整个控制系统工作的, 可节水节能, 符合节约型社会的低能耗省资源要求。

1 系统工作原理

系统由人体感应机构、控制机构、执行机构和供电机构四大部分组成, 原理框图如图 1 所示。

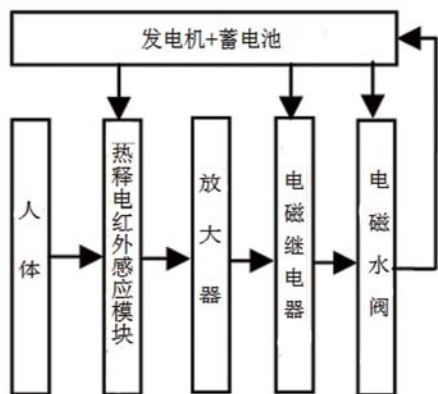


图 1 系统工作原理框图

当人处于感应机构(热释电红外感应模块)的感应区域且保持运动状态时, 热释电红外感应模块输出高电平, 经控制机构放大及电磁继电器作用, 执行系统的塑料电磁水阀做出相应的动作, 即电磁水阀开启, 水流通过。当人离开感应区域时, 热释电红外感应模块处于待机状态, 输出低电平, 控制系统、执行系统处于断开状态。整个系统的电能由安装于水流管道上的管式水流发电机供电。当水流流过发电机时, 水的动能转化为发电机的电能, 一部分用于系统工作用电, 另一部分贮存于蓄电池内, 供感应机构处于待机状态时使用。

2 系统硬件

2.1 人体感应机构

人体感应机构采用的主要元器件是完整版的 HC-SR501 人体感应模块。该模块利用热释电红外感应原理, 全自动感应, 人进入其感应范围时输出高电平, 人离开感应范围时自动延时关闭高电平, 输出低电平。

热释电红外感应器的工作原理如图 2 所示。传感器的窗口接收光线, 滤光片对接收到的光线进行滤光, 使得自然界的白光信号不能透过滤光片照射到热释电元件上, 而只让特定波长的红外信号透过并作用于热释电元件。因红外光线照射到热释电元件上下表面的光照不同引起该元件内产生电子, 大量电子作定向移动形成电流, 经过场效应管的放大作用输出电压信号。

热释电红外传感器的波长灵敏度稳定($0.2 \sim 20 \mu\text{m}$)。滤光片的作用是对某些特定的光进行捕捉, 防止干扰, 把不需要的光谱过滤掉。人体辐射出的红外光线波长($9 \sim 10 \mu\text{m}$)在传感器的波长灵敏度范围内, 因此通过使用带通滤光片($8 \sim 11 \mu\text{m}$), 可以保证把人体以外的光谱过滤掉^[1]。

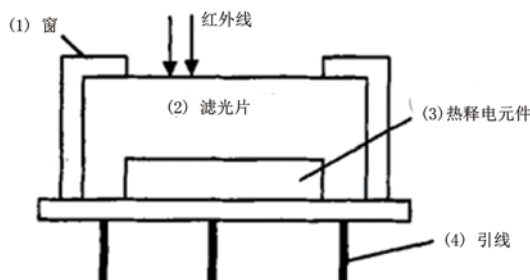


图 2 传感器的构造图

2.2 控制机构

控制机构由电磁继电器构成, 当人在感应区域移动时, 感应器接收到人体移动信号, 输出高电平, 从而引起控制系统的电磁继电器开关闭合。电磁继电器的驱动原理如图 3 所示。

图 3 中, 三极管 Q5 的基极 B 接到热释电红外传感器的输出端, 三极管的发射极 E 接到继电器线圈的一端, 继电器线圈的另一端接到发电机电源正极上。继电器线圈两端并接一个二

极管 1N4148, 用于吸收释放继电器线圈断电时产生的反向电动势, 防止反向电动势击穿三极管 Q5 及干扰其他电路。

CN2 为接线端子, 1、2、3 连接继电器的输出, 其中 3 接到继电器的常开接点, 2 接到继电器的动接点, 1 接到继电器的常闭接点。继电器吸合时 2-3 接通, 相当于开关闭合, 因此利用 2-3 接线来控制后续电路。

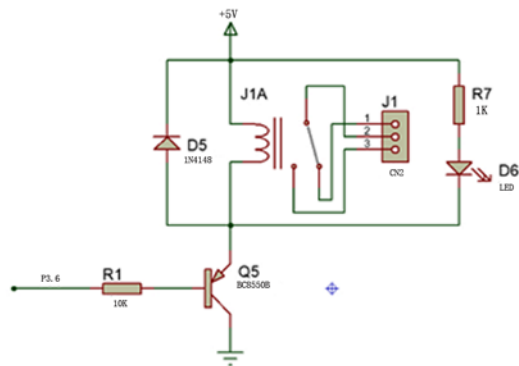


图 3 电磁继电器驱动原理图

2.3 执行机构

执行机构的主要构成器件是先导式膜片电磁阀, 即二位三通膜片式电磁阀。该阀结构简单, 价格便宜, 尺寸小巧, 被广泛应用在压力 $p \leq 1.5 \text{ MPa}$ 的场合。通电时, 电磁阀把先导孔打开, 上腔室压力迅速下降, 在关闭件周围形成上低下高的压差, 水流推动关闭件向上移动, 阀门打开; 断电时, 弹簧力把先导孔关闭, 入口压力通过旁通孔迅速腔室在关阀件周围形成下低上高的压差, 水流推动关闭件向下移动, 关闭阀门^[2]。

2.4 供电机构

供电机构使用一种管式水流发电机。该发电机由主体、转动发电机构及面盖组成, 其中转动发电机构由叶轮、发电机、磁铁和蓄电池构成。所述电机为无轴电机, 其磁铁能随叶轮转动, 设置于无轴电机内四周。该无轴电机的线圈与内周侧转动的磁铁进行切割磁力线运动, 从而产生电能。

将该无轴电机连接至包含整流单元和稳压单元的电路板。电路板处理后的电流输出至负

载, 同时电路板还与充电电池连接, 充电电池配有过充保护电路。

当水力冲击叶轮带动磁铁转动时, 磁铁和无轴电机切割磁力线产生交流电能, 同时通过电路板将交流转换为直流, 并把多余的电量储存于电池内。当发电量少的时候, 电池内的电会自动放出, 补给所接的负载^[3]。

3 系统的工作过程

一般情况下, 该系统处于待机状态。由于人体感应机构接收不到变化的红外信号, 便向控制机构输出低电平即 0V 电压。此时控制机构电路不能接通, 系统后续电路便不工作。当人走进感应机构的感应范围且移动时, 感应机构因接收到的人体红外信号有时间差, 便向控制机构输出 3 V 电信号。此时控制机构电路接通, 并通过电磁继电器的作用接通执行机构电路, 执行机构的塑料电磁水阀打开, 水便流出, 同时, 水流过供电机构发电机时, 水的动能转换为电能, 供系统工作。

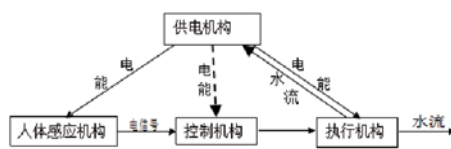


图 4 系统的工作过程图

4 实验过程

4.1 实验设计阶段

在实验过程中, 对系统进行了角度调节和距离调节。感应角度是通过套在传感器菲涅尔透镜外面的一正方形套筒调节的, 通过改变透镜在该套筒内的深度 d 可改变角度 α 的大小, 如图 5 所示。当人在透镜正前端 50 cm 处横向移动时, 通过指示灯的亮暗可知本设计系统的工作情况, 从而调节 d 的大小。由于热释电传感器采用菲涅尔透镜, 提高了传感器的最大感应距离与灵敏度。为了不降低传感器的灵敏度, 本设计通过在距透镜前端 100 cm 处用挡板模拟浴室间隔板, 缩短了感应距离。

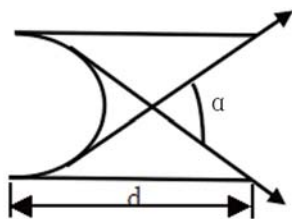


图 5 感应角度调节的示意图

4.2 实验验证阶段

将设计制作的样品接入水流管道, 当人在感应区域走过时沐浴器喷洒出水; 当人走进感应区域停留 3 min 以上, 并不断作出洗浴动作时, 沐浴器会一直喷洒出水; 当人不在感应区域内用纸板、塑料板在感应区域晃动时, 沐浴器没有反应。实验也证明发电机的内置锂电池可供本设计系统正常使用。

5 结论

本文设计了一种基于热释电红外感应模块及管式水流发电机的新型低能耗红外感应节水

沐浴器控制系统。该系统通过感知人体红外信号的变化来控制水流管道的开启与关闭, 无须动手即可享受洗浴, 是一种智能型控制系统。同时, 管式水流发电机的供电对于节能减排有重要意义。实验证明, 该系统在 0~1.0 m 的范围内可靠工作, 使用方便, 可以达到人到水流、人去水止的目的。经发电机发电、锂电池储存后, 系统供电稳定。本设计为智能型洗浴产品提供了一种新方案。

参考文献

- [1] 杨波, 陈忧先. 热释电红外传感器的原理和应用 [J]. 仪表技术, 2008(6): 66-68.
- [2] 侯守全, 杨涛, 孙晓丽, 等. 膜片式电磁换向阀的功能扩展 [J]. 液压与气动, 2002(5): 46-47.
- [3] 北京圣科宏业科技有限公司. 管式水流发电机: 中国, 200820124680.8[P]. 2009-10-28.

(上接第 33 页)

直接影响信号采样的精确度。本文采用经过改进的数字倍频方法对参考激光信号进行了处理, 解决了误差累计问题, 并减小了由倍频误差产生的非均匀性。

参考文献

- [1] 杨隆梓, 段星辉, 魏焕东, 等. 星载傅立叶光谱仪数

据采集技术研究 [J]. 科学技术与工程, 2008, 8(8): 2034-2037.

- [2] 黄涛, 严普强. 全数字化锁相倍频器的设计 [J]. 清华大学学报 (自然科学版), 1990, 30(2): 61-67.
- [3] 侯宝生. 基于 VHDL 的数字倍频器设计 [J]. 科学技术与工程, 2009, 9(3): 705-708.
- [4] 林霄舸, 段尚枢. 一种低频高精度全数字化倍频器 [J]. 哈尔滨工业大学学报, 1995, 27(3): 109-113.

(上接第 37 页)

3 结论

利用偏振成像技术探测草地背景中的伪装目标, 具有传统方法所不具备的优点, 特别是对于深绿色钢基实验样品, 在一定条件下效果比较明显。虽然本文的偏振成像探测实验还有很多待完善的地方, 但这对伪装目标偏振成像探测技术具有一定的理论意义与应用价值。

参考文献

- [1] 都安平. 成像偏振探测的若干关键技术研究 [D]. 西北工业大学硕士论文, 2006.
- [2] 孙晓兵, 乔延利, 洪津, 等. 人工目标偏振特征实验研究 [J]. 高技术通讯, 2003, 13(8): 23-27.
- [3] 马丽芳, 陈宗胜, 徐延亮, 等. 阴天条件下草地和伪装涂层的光谱偏振特性 [J]. 探测与控制学报, 2011, 33(2): 19-22.
- [4] 张朝阳, 程海峰, 陈朝辉, 等. 自然背景中伪装网的散射偏振度与成像研究 [J]. 国防科技大学学报, 2008, 30(5): 34-37.
- [5] 赵永强. 成像偏振光谱遥感及应用 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2011.