

# 常见家用传感器工作原理及应用场景探究

李梦洋

天津科技大学 天津 300457

**【摘要】**：在智能家居与智能家电快速普及的当下，传感器作为电子信息与自动化技术的核心感知器件，已深度融入日常生活。本文选取家庭场景中应用最广泛的人体红外传感器、气体传感器两类典型器件，系统阐述其基本工作原理、核心特性与实际应用场景，结合家用设备运行逻辑分析技术落地价值，总结家用传感器的发展特点与未来方向。研究表明，家用传感器依靠物理效应实现非电量到电量的转化，承担环境感知、自动控制、安全防护等功能，是家庭生活智能化、自动化的基础部件，未来将朝着低功耗、微型化、集成化方向持续发展。

**【关键词】**：家用传感器；工作原理；应用场景；智能家居；自动化控制

DOI:10.12417/3083-5526.25.10.010

## 1 引言

随着现代电子信息、物联网技术与自动化控制技术的不断发展，传统家居生活正快速向智能化、便捷化、安全化转型。从智能照明、燃气报警到空调控温、自动洗衣，各类家用设备的自动化运行，都离不开一项核心基础器件——传感器。传感器被称作智能系统的“电子感官”，能够将温度、光线、人体活动、气体浓度等自然界的非电物理量，转化为电路可识别、系统可处理的电信号，为后续自动判断、执行控制提供数据支撑，是连接物理环境与电子控制系统的关键纽带。传感器技术是电子信息与自动化领域的重要基础内容，家用传感器则是该技术在民用场景中最直观、最广泛的应用载体。相较于工业级传感器，家用传感器具有成本低、体积小、功耗低、易部署、稳定性强等特点，无需复杂运维即可满足家庭长期使用需求，相关技术原理贴合电子信息与自动化专业基础理论体系，研究资料丰富、应用场景明确，具备较强的探究价值与实践意义。目前，家用传感器种类繁多、应用场景分散，国内相关研究多聚焦单一器件的技术优化，针对家庭场景的综合性基础探究较为系统。本文选取家庭中代表性强、普及度高的人体红外传感器、可燃气体传感器为研究对象，重点分析二者工作原理、典型应用及技术优势，梳理行业发展趋势，形成完整的综述性研究成果，可为家用传感器基础研究与民用技术推广提供参考。

## 2 传感器基础概述

传感器是一种能够感知被测信息，并按照既定规律将其转化为电信号或其他标准输出信号的检测装置，核心实现“感知—转换—输出”三大功能，其基本工作流程可概括为：被测量物理信号→敏感元件捕获→转换电路处理→标准电信号输出→控制系统执行按照家庭场景功能定位，家用传感器可分为环境监测类、安全防护类、自动控制类三大类别。此类传感器面向民用消费场景设计，在保证检测精度的前提下，更注重经济性、易用性与安全性，整体技术门槛适中、应用逻辑清晰，是理解传感技术与自动控制原理的典型研究对象。家用传感器

工作原理多基于热电效应、光电效应、热释电效应、半导体气敏效应等基础物理机制，理论体系成熟、易于理解，适合开展基础性综述研究。

## 3 典型家用传感器工作原理分析

### 3.1 人体红外传感器

#### 3.1.1 基本原理

人体红外传感器又称为热释电红外传感器（PIR），是家庭自动化控制领域应用最普遍的感知器件，主要用于检测人体或发热物体的移动行为，核心工作原理为热释电效应。人体体温恒定维持在 $36\sim 37^{\circ}\text{C}$ ，会持续向外辐射波长约 $10\mu\text{m}$ 的红外光线，该波段属于不可见光范畴。人体红外传感器内部集成高灵敏度热释电敏感元件，可精准捕捉外界红外辐射能量变化。当人体进入传感器有效检测区域时，红外辐射强度发生突变，敏感元件将热量变化转化为微弱电信号；该信号经内部放大、滤波电路处理后，输出稳定触发信号，驱动后续控制模块执行相应动作。为提升检测范围与抗干扰能力，人体红外传感器前端均配置菲涅尔透镜。该透镜可将分散红外光线聚焦至敏感元件表面，同时形成明暗交替的检测区域，显著提升对移动物体的识别精度，有效避免静态干扰引发的误触发。

#### 3.1.2 核心特性

人体红外传感器高度适配家庭使用场景，具备显著应用优势：一是被动检测，器件自身不发射辐射信号，仅接收外界红外能量，无电磁污染，使用安全无害；二是超低功耗，待机电流处于微安级别，电池供电即可实现长期连续工作；三是响应迅速，可在毫秒级完成信号采集与输出；四是造价低廉，结构简单、工艺成熟，适合规模化民用普及。该类传感器也存在一定应用局限：仅对移动红外热源敏感，无法识别静止人体；易受温度骤变、强光直射、气流波动干扰，实际安装需避开空调出风口、阳光直射及热源直吹区域。

### 3.2 半导体可燃气体传感器

#### 3.2.1 基本原理

可燃气体传感器是家庭安全防护的核心基础器件，主要用于检测天然气、液化石油气、一氧化碳等易燃易爆及有毒有害气体，防范泄漏引发的安全事故，民用领域主流产品为半导体式气体传感器。其核心工作原理为半导体气敏效应：传感器核心敏感材料采用二氧化锡（SnO<sub>2</sub>）金属氧化物半导体，在洁净空气环境中，材料表面会吸附氧气分子，俘获内部载流子，使器件呈现高电阻状态；当环境中存在可燃气体时，气体分子与吸附氧发生氧化还原反应，释放自由电子，降低材料表面电阻，电阻变化幅度与气体浓度呈正相关。器件内置转换电路实时采集电阻变化信号，将其转化为标准电压信号，控制系统通过信号幅值判断气体浓度水平，当浓度超出安全阈值时，立即驱动声光模块发出预警。

#### 3.2.2 核心特性

半导体可燃气体传感器具备优异的民用适配性：一是检测灵敏度高，可快速捕捉微量泄漏气体，预警及时可靠；二是响应恢复速度快，能够实时跟随气体浓度变化输出信号；三是结构小巧，易于嵌入燃气报警器、集成灶、智能油烟机等家用设备；四是使用寿命较长，正常环境下可稳定工作 3~5 年。该类器件主要不足在于：长期使用后敏感材料会出现自然老化，需定期校验或更换；对多种可燃气体均产生响应，无法精准区分气体种类，但在家庭安防场景中，仅需实现泄漏预警即可满足使用需求。

## 4 典型家用传感器应用场景分析

### 4.1 人体红外传感器应用场景

#### 4.1.1 智能照明自动控制

人体红外传感器最核心的民用场景为智能照明自动控制，广泛应用于玄关、走廊、卫生间、阳台、楼梯间等公共区域。将传感器与灯具控制电路联动，可实现“人来灯亮、人走灯灭”的全自动运行。当人员进入检测区域时，传感器迅速捕获人体红外辐射变化，输出触发信号驱动继电器闭合，灯具即时启动；人员离开后，传感器无法检测到红外信号变化，延时数十秒后自动切断电路，灯具熄灭。该方案无需人工干预，既提升了夜间使用便捷性，又避免了长明灯造成的电能浪费，节能效益与实用价值突出。

#### 4.1.2 家庭安防入侵报警

人体红外传感器是家庭安防系统的核心感知单元，常部署于门窗周边、客厅、卧室等关键区域，与安防主机、声光报警器、远程通信模块协同工作。用户外出时开启布防模式，若有非法人员闯入室内，传感器可快速识别人体移动信号，即时触发安防系统，现场发出高分贝警报震慑入侵者，同时通过智能网关向用户终端推送报警信息，实现本地预警与远程通知同步

执行，具备部署灵活、响应迅速、成本可控等优势。

### 4.1.3 智能家电感应控制

除照明与安防领域外，人体红外传感器还广泛应用于各类智能家电产品。如智能浴室镜、卫浴柜靠近自动亮灯，感应式垃圾桶人体接近自动开盖，公共厨卫排风系统有人自动启动等，有效提升了家居生活的智能化水平与卫生便捷性。

### 4.2 可燃气体传感器应用场景

#### 4.2.1 厨房燃气泄漏安全报警

厨房是家庭燃气使用核心区域，也是气体泄漏高风险场景，可燃气体传感器多集成于独立燃气报警器、集成灶、智能油烟机等设备中，实现 24 小时不间断浓度监测。当发生燃气软管破损、阀门未关紧、灶具意外熄火等泄漏情况时，传感器可在 1~3 秒内识别气体异常，立即发出 85dB 以上声光警报，提醒现场人员及时处置。高端智能产品还可联动电磁切断阀、智能开窗器，实现泄漏超标后自动关阀、通风换气，形成“检测—报警—处置”闭环安全防护体系。

#### 4.2.2 室内一氧化碳安全防护

冬季使用燃气热水器、炭火取暖时，若空间密闭通风不足，易引发一氧化碳积聚中毒事故。搭载一氧化碳检测功能的气体传感器，可实时监测室内有毒气体浓度，超标后即时报警，有效防范密闭空间中中毒风险，尤其适用于老旧住宅及通风条件较差的居住空间。

#### 4.2.3 厨卫智能联动控制

在智能家居系统架构下，可燃气体传感器可实现多设备协同运行。当检测到轻微燃气泄漏或厨房油烟浓度过高时，无需人工操作，自动启动油烟机、排风扇进行通风换气，降低室内有害气体浓度，实现安全防护与环境调节一体化，进一步提升家居运行的智能化与安全性。

## 5 家用传感器技术特点与发展趋势

### 5.1 家用传感器现有技术特点

综合典型器件应用特性，当前家用传感器已形成成熟的民用技术特征：一是普及化低成本，电路与结构设计简洁，生产制造成本低廉，适合全民用市场推广；二是部署使用简易，无需复杂参数配置，通电即可工作，安装调试无专业门槛；三是低功耗运行，适配电池供电与家居弱电环境，长期使用无额外能耗负担；四是功能专一稳定，聚焦家庭核心检测需求，功能精简、故障率低、运行可靠；五是联动性强，可快速对接家电、照明、安防系统，轻松实现自动化联动控制。

### 5.2 家用传感器未来发展趋势

一是微型化与集成化。传感器体积将持续向芯片级缩减，便于隐藏式嵌入家电、墙面、灯具等载体，不影响家居整体美观；同时实现多参数集成检测，单一器件可同时感知多种环境

信号,减少硬件数量与部署成本。二是低功耗与无源化。持续优化器件与电路设计,进一步降低待机及工作功耗,部分产品可实现光能、热能、振动能自供电,摆脱电池与线缆束缚,提升安装灵活性与运维便利性。三是智能化与抗干扰化。内置微型处理单元,具备信号滤波、干扰识别、误触发抑制功能,有效降低环境因素对检测精度的影响,提升运行稳定性与判断准确性。四是无线化与联网化。依托WiFi、蓝牙、物联网等无线通信技术,实现传感器数据云端上传与远程交互,用户可通过移动终端实时查看监测数据、接收预警信息、管控联动设备,构建全场景远程智能家居管控体系。

## 6 结论

本文围绕常见家用传感器,系统分析了人体红外传感器、可燃气体传感器的工作原理、核心特性及典型应用场景,研究

表明:家用传感器是传感技术与自动化控制在民用领域的典型应用,依托基础物理效应实现非电量向电量的转化,是实现家居智能化、安全化、自动化的核心基础部件。人体红外传感器基于热释电效应实现移动热源检测,具备低功耗、被动检测、成本低廉等优势,广泛应用于智能照明、安防报警、感应家电领域;可燃气体传感器基于半导体气敏效应实现有害气体监测,具有灵敏度高、响应快速、实用性强等特点,是家庭燃气安全与室内环境防护的核心保障。二者分别覆盖家庭自动控制与安全防护核心场景,技术成熟、应用广泛、民生价值突出。从发展方向来看,家用传感器将持续朝着微型化、低功耗、智能化、无线联网方向升级,在提升家居生活品质、保障居家安全方面发挥愈发重要的作用。本文研究成果可为家用传感器基础应用研究、智能家居系统设计及民用传感技术推广提供理论参考。

## 参考文献:

- [1] 王兆安,黄俊. 电工电子技术(第5版)[M]. 北京:机械工业出版社,2020.
- [2] 李刚. 智能家居传感器技术应用现状与发展[J]. 物联网技术,2024,14(5):89-92.
- [3] 张敏. 常见家用传感器工作原理及居家应用分析[J]. 电子技术与软件工程,2023(18):210-213.
- [4] 赵文博. 家用燃气安全检测传感器应用研究[J]. 电子制作,2024(2):45-47.
- [5] 陈亮. 热释电红外传感器在智能家居中的应用探究[J]. 科技视界,2023(30):12-15.