



中国传感器与物联网产业联盟副理事长 郭源生

近来,在疫情防控阻击战中,一个名不经传的产品一举成名,成为神州大地的第一紧缺商品,并升级为战略性管控物资。它就是体温检测的“哨兵”——非接触式红外测温仪,也就是人们俗称的手持耳温与额温枪。

红外传感器产能不足,是导致温枪紧俏短缺的主要原因。可是,红外传感器原理、结构、性能如何? 测温枪的结构、原理、核心技术是什么? 为什么不接触就能测温? 其准确性、精度如何? 可否达到人体测温精度和医用计量标准要求呢?

## 红外线的应用

太阳以红外线方式把热量输送到地球,使得自然界中存在的任何物体几乎都具有能量的反射和透射作用,均含热能。

任何物体的分子和原子都会进行无规则的热运动,并以红外线方式不间断地向外辐射出热能,也被称为电磁波辐射。不同物质吸收太阳光能不同,其分子和原子的运动也不同,运动愈剧烈,辐射的能量愈大,反之,辐射的能量也愈小。因此,凡是高于绝对零度(−273.15℃)的物质都可以产生红外线,现代物理学称之为热射线。

1.什么是红外线。红外线(Infrared)也是一种电磁波,是波长介于可见光与微波(无线电波)之间的电磁波,单位常用微米

## 人体红外温度传感器

人体与其他生物体一样,自身也在向四周辐射释放红外能量,其波长一般为 $9\mu\text{m}\sim13\mu\text{m}$ ,是处在 $0.76\mu\text{m}\sim100\mu\text{m}$ 的近红外波段。由于该波长范围内的光线不被空气所吸收,也就是说,人体向外辐射的红外大小与环境影响无关,只是与人体含存与释放能量大小有关。因此,只要通过对人体自身辐射红外能量的测量就能准确地测定人体表面温度,人体红外温度传感器就是根据这一原理设计制作而成的。

非接触红外测温技术不需要接触被测量物,避免传染、烫伤等危险。它能快速、准确地测量出物体的表面温度,具有响应快、精度高、低成本、寿命长、使用安全等优点,在产品质量控制和监测、设备在线故障诊断、安全防护等方面发挥了重要作用。

1.红外温度传感器类型。根据红外线波长、功能、应用需求,红外传感器一般分

## 人体红外测温仪

手持耳温枪、额温枪,顾名思义,是用于检测人体耳腔、额头表面温度,外形类似于手枪形状的手持式红外测温仪。额温枪与耳温枪原理完全一致,都是采用红外测温原理,根据人体额头、耳腔内的温度与体温的关系得到人体的实际体温,二者只是结构和算法略有不同。它是由光学系统、光电探测器、信号放大器及信号处理、显示输出等部分组成。

简单地说就是由红外热电堆式温度传感器接收到人体表面发出的能量后,将红外能量转换成电信号,放大器把传感器电信号进行放大处理,通过模数转换(A/D转换)变为数字信号或调制解调处理转换成频率信号,再通过补偿修正、参数校准和算法模型等工作就可转换为医用级的高精度温度值。加上显示驱动电路、液晶显示屏、外壳和电池等组装一起,就成为一个完整的温枪。增加存储电路和微处理器等就可成为智能型温度检测仪。

1.测量电路组成。非接触式体温计的主控电路分模拟电路和数字电路两种,其中模拟电路的处理方法精确度得不到保证,一般用于工业测量;数字电路通过对信号进行放大,提高A/D转换器的分辨率,精确度可以达到 $\pm0.1^{\circ}\text{C}$ ,更适

( $\mu\text{m}$ )表示,范围为 $0.76\sim1000$ 微米,即760纳米(nm)到1毫米(mm)之间。红外线按波长分为近红外、中红外、远红外、极远红外四类。红外线在电磁波连续频谱中的位置是处于无线电波与可见光之间的区域,是比红光波长更长的非可见光。

研究发现,太阳光谱中从紫色光到红色光的热效应是逐渐增大的,而且最大的热效应出现在红外辐射的频率范围之内,因此,红外辐射又被称为热辐射或者热射线。物体的温度越高,向四周辐射的能量就越强,辐射出来的红外线就越多。

2.红外线的医学等应用。医用红外线一般可分为两类:近红外线与远红外线。对人体活化细胞组织、强化肝脏功能、促

为红外气体、红外图像、红外温度传感器三大门类。用于气体检测的红外气体传感器种类最为繁多。用于红外测温的传感器,按机理与使用环境划分为制冷、非制冷、接触、非接触四大类别。制冷的用于军事装备与设施、大型工程设施、工业过程、环境保护与监控等超远距离、高清晰系统;接触用于特殊物体常态化连续温度检测以及医用诊疗设备、测温电子皮肤等。而目前红外温度传感器根据能量转换所用材料不同,可分为以下几种类型:热释电型,硫酸三甘肽、钽酸锂等;热电堆型,N型和P型的多晶硅;二极管型,单晶或多晶PN结;热电容型,双材料薄膜;热敏电阻型,氧化钒、非晶硅等。

其实,这些类型都只是在接收红外能量后,转换方式和材料能效比不同而已。

2.红外热电堆式温度传感器。目前耳、

用于人体温度的测量。

红外温枪核心芯片主要由ADC芯片CS1258和控制芯片CSU8RP1382D设计组成,可实现按键控制、LCD显示、电量检测等功能;模数转换芯片CS1258具有24bit分辨率,且输出速率10Hz~1280Hz分8档可选;也可支持性能、普通、低功耗、休眠模式,同时还支持电压测量、温度测量、BIM 测量及手动测量模式,单命令切换。CSU8RP1382D芯片作为SoC控制芯片,是8位RISC架构的高性能单片机MCU,集成了18Bit高精度ADC和LCD显示模块。内置 $4\text{K}\times16$ 位一次性可编程存储器(OTP ROM),384字节数据存储器(SRAM),只有43条单字指令,8级存储堆栈,最快指令周期2MHz。常用的测量系统,其外围只需7个普通电容即可。在工作电压(2.5V~3.6V)范围内任意把系统校准数据保存到OTP内,具有UART通信口。

为了扩大温度测量范围,先通过一个高压LDO RS3002把电池电压转为3V,供整个系统使用,包括为单片机、背光灯、运放等器件供电,然后再用一个低功耗LDO RS3236从3V降为1.5V,以便能给热电堆提供一个参考电压,让测量温度范围扩大。单片机通过读取热电堆

红外线在人造卫星以及工业、卫生、科研、日常生活等方面的应用将日益广泛。

进血液循环、治疗慢性炎症等都有积极作用。

当然,红外线在日常生活中的应用也非常广泛,红外光波炉能够迅速产生高温高热,加热效率极高,冷却速度也快,而且保证食物色泽,不会烤焦。高温杀菌、监控设备、手机的红外接口、宾馆的房门卡、电视机遥控器等,都有红外线的应用。红外线在军事上的应用更为普遍,红外夜视器材在现代化战争中发挥着重要作用。

3.红外热像技术。由于各种物体比如人、动物、车辆、飞机等吸收与含存的热能量强度不同,向外辐射的热红外能量自然不同,都能展示出各自不同的红外辐射能量强度分布图形。当接受被测目标物体

根据红外线波长、功能、应用需求,红外传感器分为红外气体、红外图像、红外温度传感器三类。

额温枪采用的红外传感器均为热电堆式,基本物理原理是塞贝克效应。红外热电堆式温度传感器类似于热电偶,由可透过特定波长范围的红外滤光片和红外接收的热电堆芯片组成。外加一个腔内环境比对温度基准(陶瓷热敏电阻等校准温度用)。热电堆芯片常用的材料有Poly Si/Al、N-Poly Si/P-Poly Si。

(1)红外滤光片是能够过滤不同波长的光敏感元件。其结构简单但工艺复杂,通常采用半导体材料和工艺,结合MEMS技术,形成精确度极高的透光窗口。不同规格的窗口,可以透过设计范围或特定波长的红外线,其他波长的则不能通过。由于不同物体释放的红外能不同,不同环境下测量方式不同,一般需要设计不同窗口作为检测该物体红外温度传感器的特定光敏感元件。

耳温、额温枪可用于医院、学校、海关、机场等综合性场所的快速筛查。

内部的NTC电阻与固定 $100\text{k}\Omega$ 电阻分压后的电压值,计算出不同环境温度对比后的温度准确值。

由于热电堆的输出电阻较高,放大器倍数大概需要100倍以上,以便将小于 $10\mu\text{V}$ 的传感器信号放大后输入给处理器。系统还使用ST17H26智能蓝牙芯片,通过手机APP可以实现测温的历史数据保存与曲线变化。

此电路系统除温枪外,在电子衡器、精密测量及控制系统、智能穿戴测量等都能使用。

2.技术参数指标与产品特征。人体测温仪最佳红外波长为 $9\mu\text{m}\sim13\mu\text{m}$ ,最大值温度测量区间为 $35^{\circ}\text{C}\sim45^{\circ}\text{C}$ 之间。通过对耳、额表面温度与实际体温的偏差值修正、校准,便能显示准确的体温值。具体参数指标如下:精确测量,测量偏差 $\leq\pm0.3^{\circ}\text{C}$ ;快速测温,测量时间 $<1$ 秒钟;测量距离,在5cm~15cm之内都可以适应,无需固定测量距离;屏幕显示,屏幕液晶显示测量温度;单位转换,使用摄氏度、华氏度互相转换;温度报警,自由设定报警温度;存储数据,存储测量数据,便于分析参考对比;非接触性,对人体耳腔、额头测量,不接触人体皮肤;设置修改,可修改、设置参数,适应

的红外辐射能量分布图形并反映到红外探测器的光敏元件上,通过对物体的红外热像进行光扫描后,聚焦在单元或分光探测器上,再由探测器将红外辐射能转换成电信号,经放大、转换或标准视频信号处理,显示出与被测物体表面的热分布场相对应的红外热像图。由于热像分布图信号非常弱,与可见光图像相比,缺少层次和立体感。为更有效地判断被测目标的红外热分布场,通常采用图像亮度调节、对比度控制、实际校准、伪色彩描绘与标定等技术来达到实用效果。因此,一种由红外探测器、光学成像物镜和光扫描系统构成的红外热像仪应运而生。一切物体不受烟、雾及树木等障碍物的影响,不论白天和夜晚都能清晰地被观察到,这是目前人类掌握的最先进的物体(夜视)观测器材。

随着社会经济发展与科技进步,红外热成像这项技术必将大规模地应用于民用市场领域。

(2)热电堆芯片是通过热隔离支撑层、Poly Si参杂、背腔刻蚀(干法或湿法)或正面释放(XeF)等关键工艺制作而成,用于吸收红外热能。当被测物体特定波长红外辐射给热电堆吸收体吸收后,瞬间热电堆焦变体的电荷发生变化,积累后形成电动势,即电压值。热电堆芯片阻值通常在 $50\text{k}\Omega\sim100\text{k}\Omega$ 、响应率通常在 $50\text{V/W}\sim200\text{V/W}$ 。

(3)热电堆式温度传感器参数指标。测量范围:−50℃~100℃;测量精度:0.1℃以内,±0.1%以内;工作温度:−20℃~+85℃;最大测量距离:≤0~50mm(加透镜300mm~500mm);输出电压:0~10mV;热电堆温度传感器最大量程范围可以做到−60℃~+1200℃范围。

(4)封装形式与应用范围。热电堆式温度传感器即可以是模拟量输出,也可作为开关量输出。因此,可广泛应用于空调、微波炉等智能家电,大型复印机、烘干机等各种工业智能设备,以及电力控制系统的各种设备温度监控,还可用在红外气体测量、工业环境、安防控制、可穿戴设备、人体感应开关等各种配套使用。

白、黑、黄、棕色不同肤色人种等;易于使用,一键测量,操作方便。

此外,手持温枪也有软肋和注意事项。由于防护镜片是最易损坏的部分。因此,必须小心保护探头镜片,探头镜片需要保持干净,清洗要用棉签或软布沾水或酒精轻轻擦拭,不得浸水或阳光直接暴晒,也不可重摔或碰撞,以免导致其损坏。

3.产品应用范围与发展趋势。人体正常体温对于每个人来说都是独一无二的,从 $34.7^{\circ}\text{C}\sim38^{\circ}\text{C}$ 不等,取决于测量温度的部位和个体差异。世卫组织(WHO)提供的人体正常体温的标准参考数值是:耳内, $35.8^{\circ}\text{C}\sim38^{\circ}\text{C}$ ;腋窝, $34.7^{\circ}\text{C}\sim37.3^{\circ}\text{C}$ ;口腔, $35.5^{\circ}\text{C}\sim37.5^{\circ}\text{C}$ ;直肠, $36.6^{\circ}\text{C}\sim38^{\circ}\text{C}$ 。

耳温、额温枪适合家庭、宾馆、图书馆、大型企事业单位,也可以用于医院、学校、海关、机场等综合性场所的快速筛查,还可提供给医务人员 in 诊所使用。

由于刻度读取准确性、水银(汞)生产工艺、使用回收等环保因素,国际上已经淘汰水银温度计,提倡采用电子温度计,但电子温度计也需要接触测量(腋下、口腔、肛门等),对于儿童、重症患者的测温就有一定的难度和不方便。因此,随着科技进步与技术创新,通过结构、功能、精度、测量方式的改进,未来会有类似温枪的更多创新人体智能化测温产品问世,并充实医疗、家庭等市场,满足不同需求,服务于更多人群。

面对新冠肺炎疫情的突然爆发,陕西物联网产业联盟积极发挥公共服务平台作用,为联盟企业提供各种政策信息,并组织联盟众多企业发挥各自优势,为疫情防控提供了许多产品、技术及服务,在危急时刻诠释了“责任担当”。

## 陕西物联网企业科技战“疫”

本报记者 诸玲珍

发挥平台作用  
为企业开工提供帮助

在抗击疫情和企业复工的重要时刻,陕西物联网产业联盟积极发挥公共服务平台作用,为企业开工复工提供各种帮助。

联盟秘书处安排专人每天利用联盟网站和公众号,及时发布有关政府管理部门的通知信息,帮助企业做好开工复工准备工作。他们在第一时间发布了工信部《关于应对新型冠状病毒肺炎疫情帮助中小企业复工复产共渡难关有关工作的通知》《陕西省应对新冠肺炎疫情支持中小微企业稳定健康发展的若干措施》和《陕西省人民政府关于坚决打赢疫情防控阻击战促进经济平稳健康发展的意见》,根据这些通知和意见,帮助企业制定复工复产方案,落实疫情防控主体责任和各项措施,确保企业生产生活平稳有序。

2月8日,西安市政府印发了《关于有效应对疫情促进经济平稳发展的21条措施》,陕西物联网产业联盟立刻进行了解读,使企业及时了解到解减成本、扩投资、稳就业、促发展等一系列政策“组合拳”帮企业“轻装上阵”的实际意义。

此外,联盟还及时发布了西安高新区助力企业复工的六项用工专项政策,为企业复工做好服务。

组织联盟单位用科技产品  
助力抗“疫”

为了有效地管理隔离人员,联盟理事长单位——西安中星测控有限公司推出了“物联网封条”,这款基于NB-IoT技术的“疫区隔离监控系统”,不管是在PC端还是在手机端,都可以有效监测隔离人员的出行动态。目前,中星测控已经开始了复工生产,全面接受产品预定,为最后战胜疫情,做持续努力。

2月6日,联盟企业——西安富立叶微电子有限责任公司收到了西安市中心医院西安市第八医院新院区的一封信感谢信,这是西安公共卫生中心应急院区对富立叶公司无偿捐赠移动护理PDA助力医院信息化建设褒奖。西安富立叶微电子有限公司作为全球第一台安卓Android平台PDA的缔造者,专注于物联网数据采集设备研究,公司接到产品生产任务后积极响应,立刻组织协调,第一时间参与调试部署,助力抗疫工作。他们无偿捐赠的首批移动护理F760莲花系列PDA当天完成交付,并通过了指挥部的验收。该系列移动护理手持终端,可有效提升医护效率,帮助医护人员解决从护士站到病床边“最后50米”的信息手工处理难题,降低医护工作强度,关键时刻极大地提高了处置效率。设备管理人员不用到达现场,可远程实现软件升级安装、设备故障排查以及各项功能管理,防止医护人员和病人的交叉感染,守护生命健康。

新冠肺炎疫情爆发以来,武汉作为核心区,医疗废物处置压力十分巨大,有的固体废物不得不暂存于专用仓库中,给抗疫医疗一线人员身体健康带来了极大的风险。当西安优势物联网科技有限公司了解到这个情况后,作为专注于智能紫外消毒的物联网科技企业,他们积极行动,克服生产困难。近日,经多方协调,西安优势物联网科技有限公司分别向“浙江大学第一附属医院赴武汉抗疫团队”和“武汉医疗固体废物处理中心”无偿提供了20套和6套智能紫外消毒产品,用于一线人员的工作和生活环境消毒。该产品是“泛在物联网”与“专业紫外消毒”融合的结晶,具有“远距离无线控制、人体感应保护、消毒状态警示、人员误闖关闭、定时自动消毒”等多重智能防护功能,能从根本上解决传统紫外消毒的管控难题,实现更智能、更安全、更可靠、更高效的消毒。

针对企业复工可能造成的人员流动和聚集,做好全面排查职工流向,掌握职工身体状况,变得十分重要,海尔数字科技(西安)有限公司卡奥斯COSMOPlat“火速上线”全员防疫智能管理”平台。该平台为各级政府、社会组织、企业、个人免费提供精准的疫情信息管理和分析服务,支持智能采集、数据统计分析、异常监控等功能,极大地简化了日常工作流程,节省人力资源成本。

防疫物资是疫情防控中非常关键的环节,从生产、运输到存储的每个环节都应该做好准确、实时的监管。为战“疫”助力,西安墨科通讯科技有限公司推出了“防疫物资智能追踪”产品,能对物资的生产、运输、存储各个环节,提供高精度的定位及温湿度信息采集,并在超出安全范围后自动报警,有效对防疫物资进行监管,为防疫物资的安全保驾护航。