

# 红外热像仪期间核查方法的研究

田薇 胡斌 童宇 张超岳 刘伟光  
西安应用光学研究所 陕西 西安 710065

**摘要:** 本文深入研究了红外热像仪的基本原理、核查方法及其在不同领域的应用优势,并探讨了其未来的发展趋势。红外热像仪基于红外辐射原理,能够实现非接触式、快速且精确的测温,具有广泛的应用前景。在电力设备检测、建筑结构检测、医学影像诊断以及众多其他领域中,红外热像仪均展现出显著的核查效果。未来,红外热像仪将更加注重精确性、高效性和智能化,为用户提供更加全面、便捷的信息支持,为社会的可持续发展和安全运行提供有力保障。

**关键词:** 红外热像仪;核查方法;发展趋势

## 1 红外热像仪基本原理

### 1.1 红外热像仪的工作机制

红外热像仪是一种先进的非接触式测温设备,它的工作机制基于红外辐射原理。所有高于绝对零度(-273°C)的物体都会发出红外辐射,这是由于物体内部分子热运动的结果。红外热像仪利用这一特性,通过其内置的红外探测器、光学成像物镜以及光机扫描系统(先进的焦平面技术可能省去了光机扫描系统),接收被测目标的红外辐射能量分布图形。在被测物体与红外探测器之间,通常存在一个光学系统,用于将被测物体的红外辐射聚焦到红外探测器的光敏元件上。红外探测器再将接收到的红外辐射能量转换成电信号,这些电信号经过放大和处理后,被转换成标准的视频信号,最终通过电视屏或监测器以红外热像图的形式显示出来。红外热像图中的不同颜色代表被测物体的不同温度,通过查看热图像,可以直观地观察到被测目标的整体温度分布状况,进而研究其发热情况,为下一步工作提供判断依据。

### 1.2 红外热像仪的测温原理

红外热像仪的测温原理是建立在红外辐射与物体表面温度之间的紧密联系上的,如前所述,所有高于绝对零度的物体都会发出红外辐射,且其辐射能量的大小与物体自身温度的四次方成正比,而辐射出的波长则与物体的温度成反比。红外热像仪利用这一原理,通过其内置的红外探测器接收被测物体的红外辐射,并将其转换成电信号。这些电信号经过电子系统处理后,生成与被测物体表面温度分布相对应的红外热像图。通过分析热像图,可以得知被测物体各部分的温度情况<sup>[1]</sup>。值得注意的是,红外热像仪不仅能实现非接触式测温,还能在测量过程中保持较高的精度,通常可控制在 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 左右。这

使得红外热像仪在各个领域都具有广泛的应用前景,如工业生产中的设备监控、医疗领域的体温检测、安防监控等。

## 2 红外热像仪在核查方法中的优势

红外热像仪在核查方法中展现出了显著的优势,主要体现在以下几个方面:第一,红外热像仪能够实现非接触式测量,这一特性确保核查过程中被测对象不会受到任何物理干扰,从而保证测量结果的准确性和可靠性。特别是在对高温、高压或有毒有害环境进行核查时,红外热像仪的无接触测量方式极大地降低了操作风险和安全隐患。第二,红外热像仪具有快速扫描和成像的能力,能够在短时间内捕捉到被测对象的整体温度分布图像。这不仅提高核查工作的效率,还使得操作人员能够更直观地观察到被测对象的温度差异和异常变化,有助于及时发现问题并采取相应的处理措施。第三,红外热像仪的测温范围广、精度高,能够满足不同核查需求。其测量范围通常可覆盖从零下几十度到上千度的高温环境,且测量精度可达到 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 甚至更高<sup>[2]</sup>。这使得红外热像仪在需要精确测量和严格控制的场合中表现出色,如精密制造、质量检测等领域。

## 3 红外热像仪核查方法研究

### 3.1 红外热像仪在电力设备检测中的应用

电力系统中,设备如变压器、开关设备、母线以及电缆等在运行时会产生热量。红外热像仪能够通过非接触方式迅速捕捉这些设备表面的温度分布,进而揭示潜在的热故障。例如,在变压器中,局部过热可能预示绕组短路或绝缘损坏;在开关设备中,接触电阻增大或连接松动会导致接点过热。红外热像仪提供的热图像使技术人员能够快速定位这些热点,及时采取维修措施,防止故障升级为灾难性事故;定期的红外热成像检测还

有助于建立设备温度变化的历史记录，为设备寿命评估和维修计划的制定提供宝贵数据。通过红外热像仪的应用，电力部门能够显著提升设备可靠性和安全性，减少非计划停机时间，降低维护成本。

### 3.2 红外热像仪在建筑结构检测中的应用

红外热像仪在建筑结构检测中的价值在于其能够检测建筑物的能量损失、水分侵入以及结构缺陷等问题。建筑物表面温度的异常分布往往反映了内部结构的隐患，例如，隔热层缺失或损坏会导致热量损失加剧，表现为墙体或屋顶的温度异常低。红外热像仪能够迅速捕捉到这些温差，指导维修人员定位并修复隔热层问题。在检测水分侵入方面，湿材料比干材料导热性好，因此水分积聚的区域（如屋顶渗漏、墙体裂缝）在红外图像中显示为较热区域。通过红外热成像，可以快速确定渗水位置，避免进一步的损坏；红外热像仪还能用于检测混凝土结构的热裂缝、空鼓等问题，提高建筑安全性<sup>[3]</sup>。总之，红外热像仪的应用极大地提升了建筑结构检测的效率和准确性，有助于延长建筑寿命，保障居住和工作环境的舒适与安全。

### 3.3 红外热像仪在医学影像诊断中的应用

医学红外成像（或称热成像）是一种无创、无痛、无辐射的检测手段，能够评估人体表面温度分布，从而反映血液循环、炎症、神经活动等生理病理过程。例如，在乳腺检查中，红外热成像能够检测到由于肿瘤血管增生导致的局部温度异常，尽管其诊断准确性需结合其他影像学手段，但作为初步筛查工具具有一定的价值。此外，红外热成像还被用于评估慢性疼痛、肌肉紧张、关节炎等疾病，帮助医生理解疼痛的来源和性质。在神经系统疾病如面瘫、偏头痛的诊断中，红外热成像可以显示面部或头部的温度失衡，为治疗提供线索。虽然医学红外成像的应用仍处于发展阶段，但随着技术的不断进步和研究的深入，其在辅助诊断、疾病监测和疗效评估方面的潜力将得到进一步挖掘。

### 3.4 其他领域中红外热像仪的应用研究

除了电力、建筑和医学领域，红外热像仪在众多其他领域也展现出广泛的应用前景。在安防监控中，红外热像仪能够穿透烟雾和黑暗，提供清晰的目标图像，有效增强夜间和低光照条件下的监控能力。（1）在农业领域，红外热像仪用于检测植物的水分状况、病虫害感染和光合作用效率，帮助农民优化灌溉和施肥策略，提高作物产量和质量。在环境保护方面，红外热成像技术被用于监测森林火灾、工业排放和动物迁徙等，为环境保护和生态研究提供重要数据。（2）在考古学和艺术保

护领域，红外热像仪能够揭示古代建筑和艺术品的内部的隐藏结构、水分分布和损伤情况，为文化遗产的保护和修复提供科学依据。在考古学中，红外热像仪的应用尤为独特。古代建筑和遗址往往因年代久远而遭受风雨侵蚀，内部结构难以直接观察。红外热像仪通过捕捉建筑表面的温度差异，可以揭示出墙体内部的空洞、裂缝和水分积聚情况，为考古学家提供关于建筑结构和历史变迁的重要线索。例如，在长城的维护中，红外热像仪帮助专家发现墙体内部的空洞和裂缝，指导了修复工作的进行；红外热像仪还能用于检测壁画、雕塑等艺术品的水分分布和损伤情况，为艺术品的保护和修复提供精确指导。（3）在环境保护领域，红外热像仪的应用同样广泛。森林火灾是环境保护的一大威胁，红外热像仪能够迅速捕捉到火灾的热源，为消防部门提供准确的火情信息，有助于快速响应和灭火。（4）红外热像仪还能用于监测工业排放，通过捕捉排放物的温度分布，可以评估排放物的成分和浓度，为环境保护部门提供监管依据。在动物迁徙研究中，红外热像仪能够捕捉到夜间活动的动物，如鸟类和哺乳动物，为生态学家提供关于动物迁徙路径、栖息地和活动规律的重要数据<sup>[4]</sup>。（5）红外热像仪在军事、航空航天、体育科学等领域也发挥着重要作用。在军事领域，红外热像仪被用于夜间侦察、目标跟踪和导弹制导等方面，提高了军事行动的隐蔽性和准确性。在航空航天领域，红外热像仪用于监测飞机和航天器的热防护系统、发动机性能和结构健康状态，确保飞行安全。

## 4 红外热像仪核查方法的发展趋势

### 4.1 红外热像仪技术的发展趋势

近年来，随着MEMS传感器芯片、CMOS读出电路等关键技术的突破，红外探测器的性能得到了显著提升，其探测率、灵敏度等关键指标不断提高。这使得红外热像仪的成像质量更加优越，能够在更复杂的环境中提供清晰、准确的热图像；智能化、网络化技术的发展也为红外热像仪带来更多的可能性。通过结合人工智能算法，红外热像仪能够实现更精准的目标识别与跟踪，以及实时数据分析，为用户提供更加全面的信息支持。同时，随着5G等通信技术的普及，红外热像仪的数据传输速度也得到大幅提升，便于实现远程监控和实时数据传输。随着新材料、新工艺和新技术的不断应用，红外热像仪的性能将进一步优化，实现更高的性价比和更广泛的应用场景。预计在未来几年，红外热像仪技术将迎来黄金发展期，为各个领域的核查工作提供更加可靠的技术支持。

#### 4.2 红外热像仪应用领域的拓展

红外热像仪的应用领域正在不断拓展,从传统的军事、安防领域逐渐扩展到工业、医疗、教育、科研等多个领域。在军用领域,红外热像仪主要用于夜间侦察、目标跟踪和导弹制导等方面,发挥着不可替代的作用。而在民用领域,随着非制冷红外热成像技术的发展,红外热像仪的应用也越来越广泛。在工业领域,红外热像仪被广泛应用于温度测量、设备检测、故障诊断等方面,有效提升工业生产的安全性和效率。在医疗领域,医用红外热像仪作为一种非接触式的检测技术,具有广泛的应用前景,如炎症检测、血液循环异常评估、神经系统疾病诊断等。另外,红外热像仪在教育、科研等领域的应用也越来越广泛,如用于生理学、病理学等学科的研究和教学等<sup>[5]</sup>。

#### 4.3 红外热像仪在核查方法中的未来发展方向

红外热像仪在核查方法中的未来发展方向将更加注重精确性、高效性和智能化。一方面,随着技术的不断进步,红外热像仪的成像质量和测温精度将得到进一步提升,为核查工作提供更加可靠的数据支持。另一方面,通过结合人工智能、大数据等前沿技术,红外热像仪将能够实现更加智能化的核查方法。例如,利用深度学习算法对红外图像进行智能分析,自动识别异常热点、温度分布不均等问题,提高核查的效率和准确性。另外,结合物联网技术,红外热像仪可以实时监测和记录设备或结构的温度数据,构建温度变化的时间序列模型,预测潜在故障,实现预防性维护;在核查方法的具体应用上,未来红外热像仪将更加注重跨学科融合和定制化服务。例如,在电力巡检中,结合无人机技术,实现远程、高效、全面的电力设施热成像检测,降低人员安全风险,提高检测效率。在建筑节能评估中,红外热

像仪将与BIM(建筑信息模型)技术结合,实现建筑能耗的精准监测与优化,推动绿色建筑的发展。随着社会对环境保护和可持续发展的重视,红外热像仪在环境监测、节能减排等领域的应用也将得到进一步加强。例如,利用红外热像仪监测工业排放的热源,评估其温度分布和排放量,为环保部门提供执法依据。未来,红外热像仪在核查方法中的发展还将注重用户体验和便捷性。

#### 结束语

综上所述,红外热像仪作为一种先进的非接触式测温设备,在各个领域都发挥着重要作用。其独特的测温原理和成像技术,使得红外热像仪在电力设备检测、建筑结构检测、医学影像诊断等方面展现出显著的优势。随着技术的不断进步和应用的深入拓展,红外热像仪的性能将进一步优化,应用领域也将更加广泛。

#### 参考文献

- [1] 欧阳宇佳,詹佳才,郭嘉荣,等.红外热像仪期间核查方法的研究[J].科技资讯,2024,22(1):86-89.DOI:10.16661/j.cnki.1672-3791.2305-5042-1184.
- [2] 陆忠海,王晓娜,侯德鑫,等.面向非稳态传热的热像仪相对测温性能评估[J].计量学报.2022,43(12).DOI:10.3969/j.issn.1000-1158.2022.12.12.
- [3] 朱经国,杨峻涛,张军,等.红外额温计的高精度黑体辐射源的设计与试验[J].山东农业大学学报(自然科学版).2022,53(6).DOI:10.3969/j.issn.1000-2324.2022.06.025.
- [4] 李猛,郭娟,季新杰,等.红外隐身涂层光谱发射率测量定标研究[J].激光与红外.2022,52(3).DOI:10.3969/j.issn.1001-5078.2022.03.012.
- [5] 孙海蓉,李帆.基于注意力机制的光伏热斑识别[J].太阳能学报.2023,44(2).DOI:10.19912/j.0254-0096.tynxb.2021-1141.