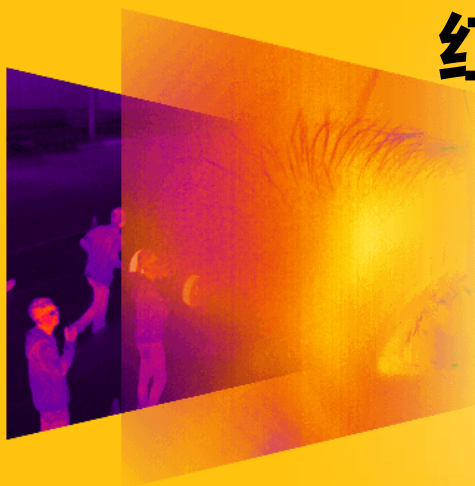


让热分析更加准确和便捷

红外热像在电子研发领域的应用及实操技巧分享

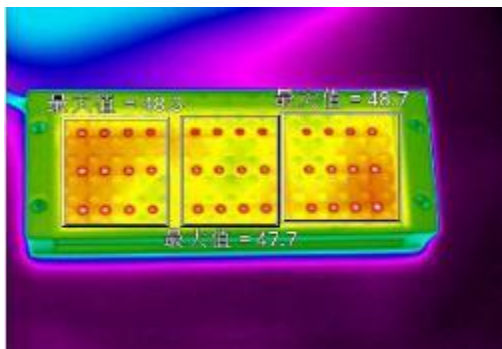


福禄克测试仪器（上海）有限公司
沈建祥

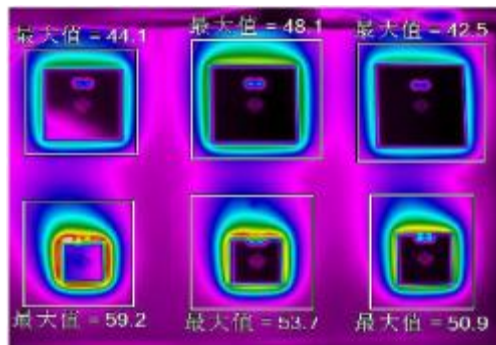


热像仪能为您做什么？

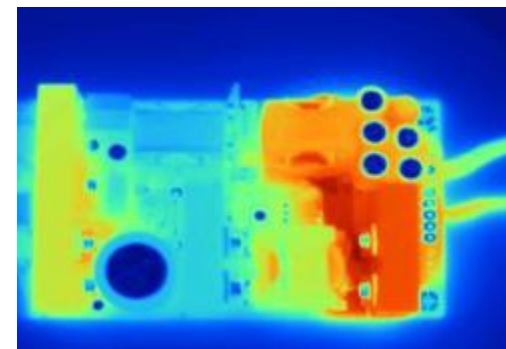
FLUKE®



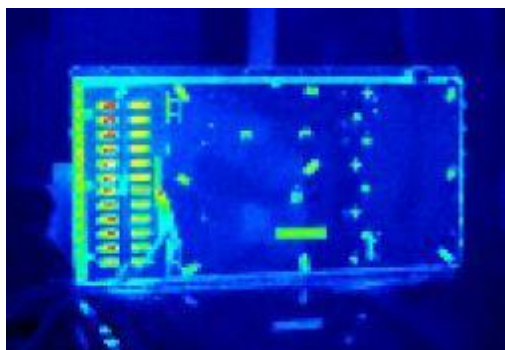
LED 灯具散热不均



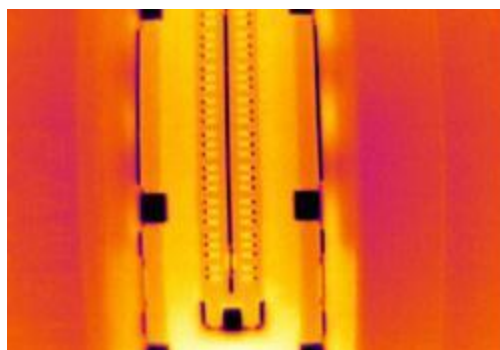
芯片散热分析



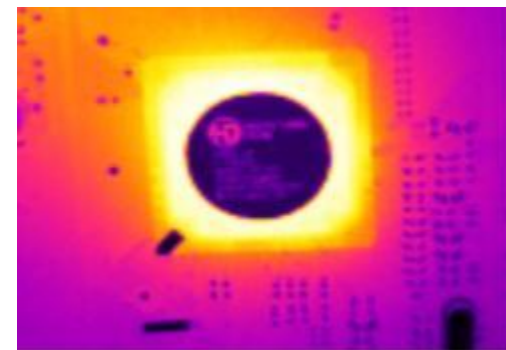
电子组件热分布



背光板质量检测



微小目标散热分析



芯片温度状态

传统温度检测方式所遇到的问题

FLUKE®

目前主要使用的测温方式为：

- 热电偶（TC）
- 热电阻（RTD）

此类接触式测温方式存在的问题：

- 无法做到表面整体温度分析；
- 探测器布点稀疏，可能会错漏检测点；
- 高压电气设备上的布点可能会有安全隐患；
- 小目标无法检测，特别是毫米级或更小尺寸的目标；
- 无法自动找出最高/最低温度，并进行自动跟踪；
- 反应慢，特别是在高速运动或温度剧烈变化时。

红外热像可有效解决这些问题

FLUKE®

整体温度分析：最多可达78.6万个温度检测点，表面温度全覆盖；

可检测小目标：标准镜头最小检测140微米、加装微距镜头最小可检测25微米的目标；

非接触远距离：红外辐射测温，无需与危险目标进行接触；可以远至数十数百米外进行检测，安全、快速。

温度响应快速：帧频最高可达240Hz，适合目标快速移动或转动，以及温度的快速变化；

分析功能齐全：高低温自动捕捉、可移动点和可移动区域、带温度数据的录像、USB/高速以太网实时数据传输等。

案例一：自动找寻表面的最高温度点

FLUKE®

检测目标：

烤面包机的外壳

检测要求：

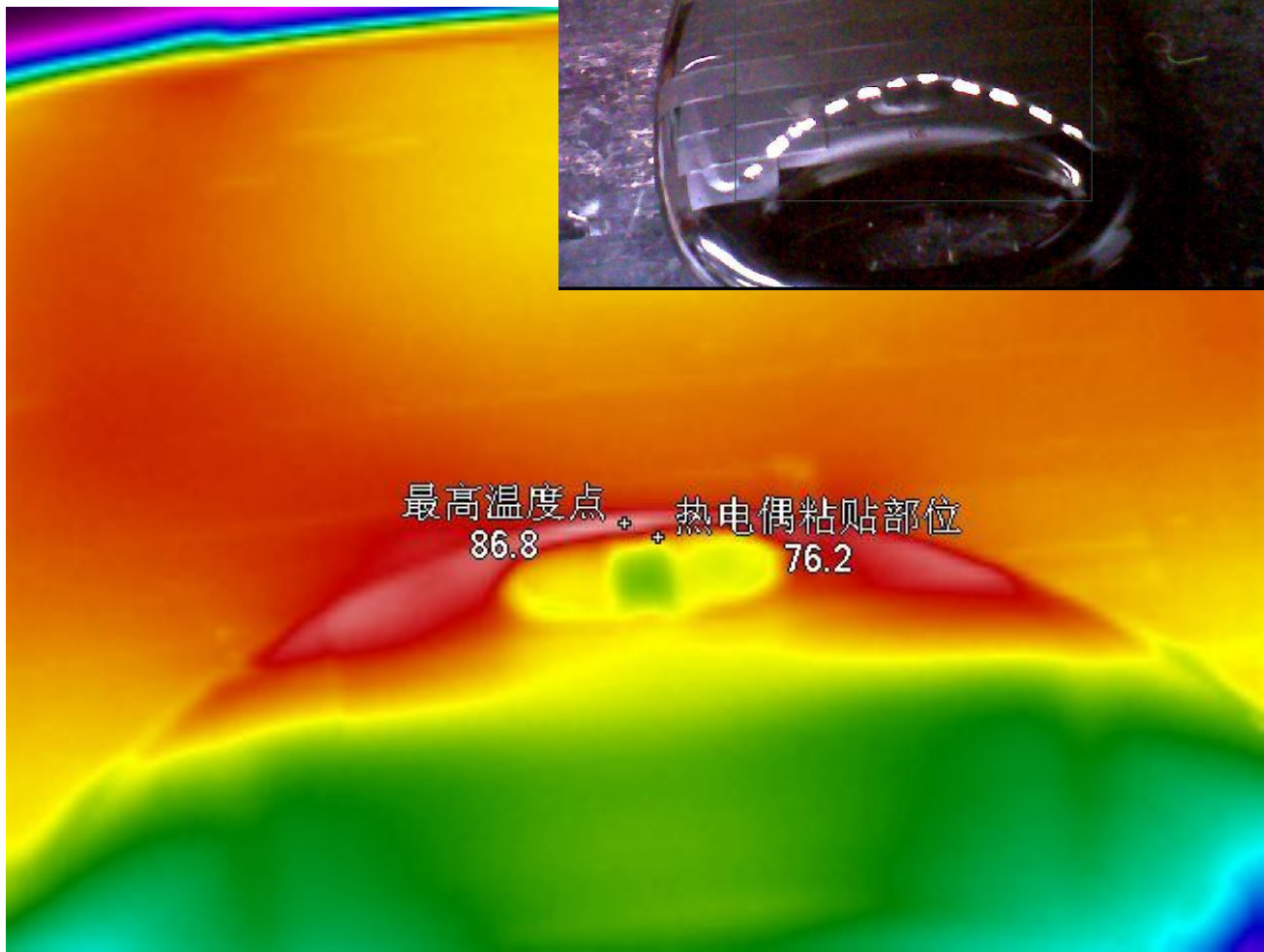
显示最高温度的位置和温度值。

问题：

与热电偶检测温度不一致，热像仪显示的最高温度比热电偶高 10℃。

原因分析：

从热像图中可以看出，热电偶的位置与热像图上的最高温度的位置有偏差。



案例二：微米级小目标（LED芯片）

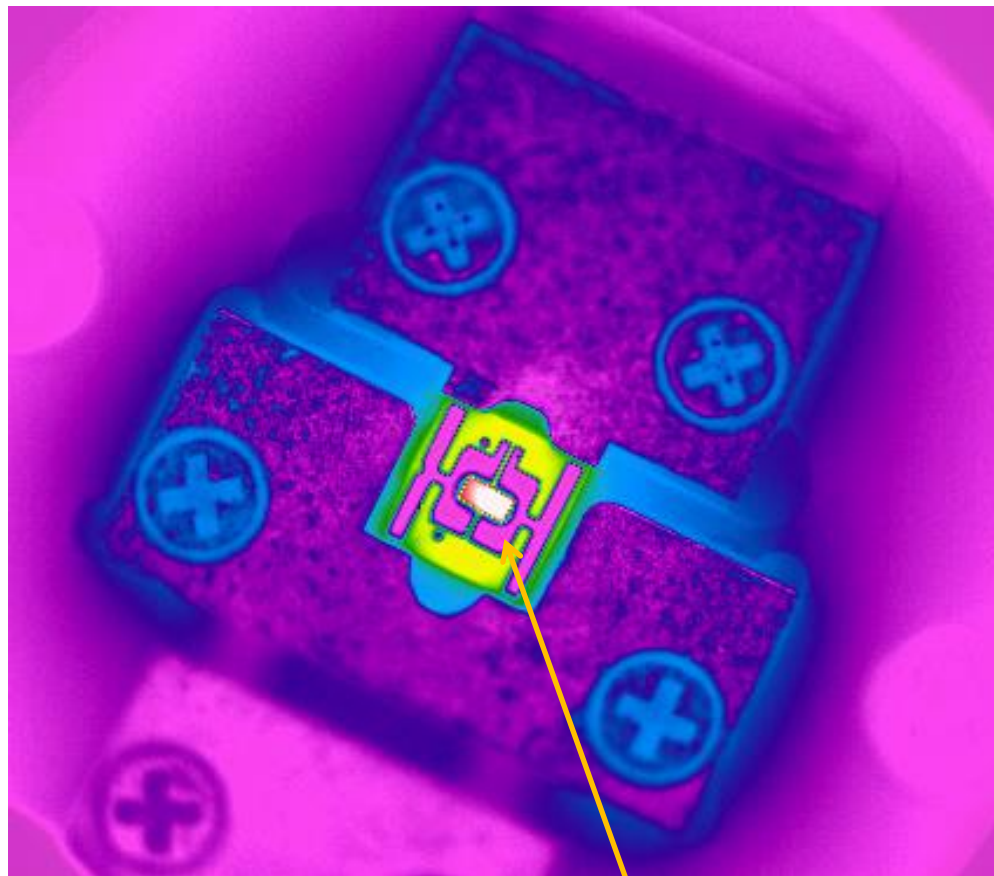
FLUKE®

中心处为LED芯片

检测目标：
封装前的LED芯片，并加载不同的测试电流。

检测难点：
目标小：芯片的尺寸只有1.5mm，还需要能看到表面的温度差异，并能进行具体温度数据的分析。

解决方案：
640像素热像仪+微距镜头+二维可调精密位移云台

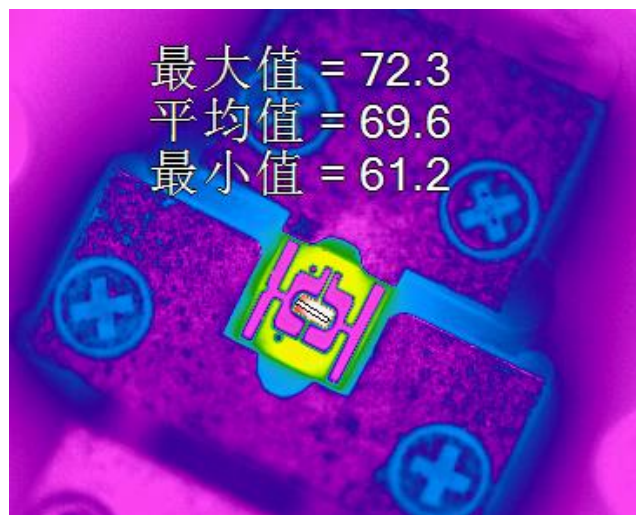


从热像画面可清晰看出，芯片的左右侧温度不均匀，研发人员可以此为依据，改进器件材料和散热设计。

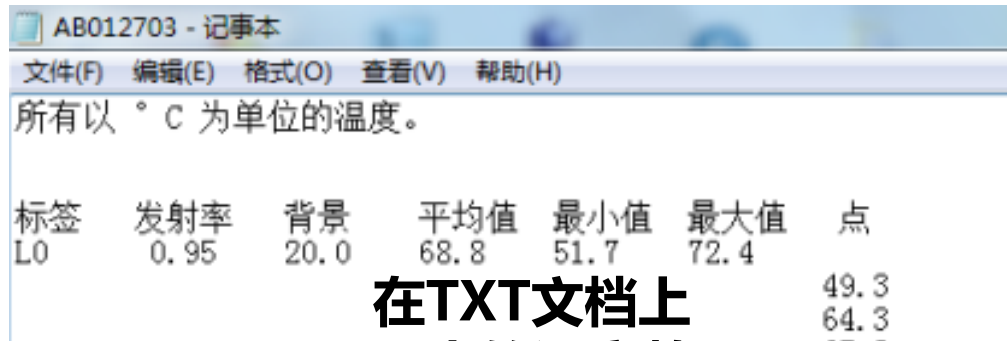
案例二：微米级小目标（LED芯片）

FLUKE®

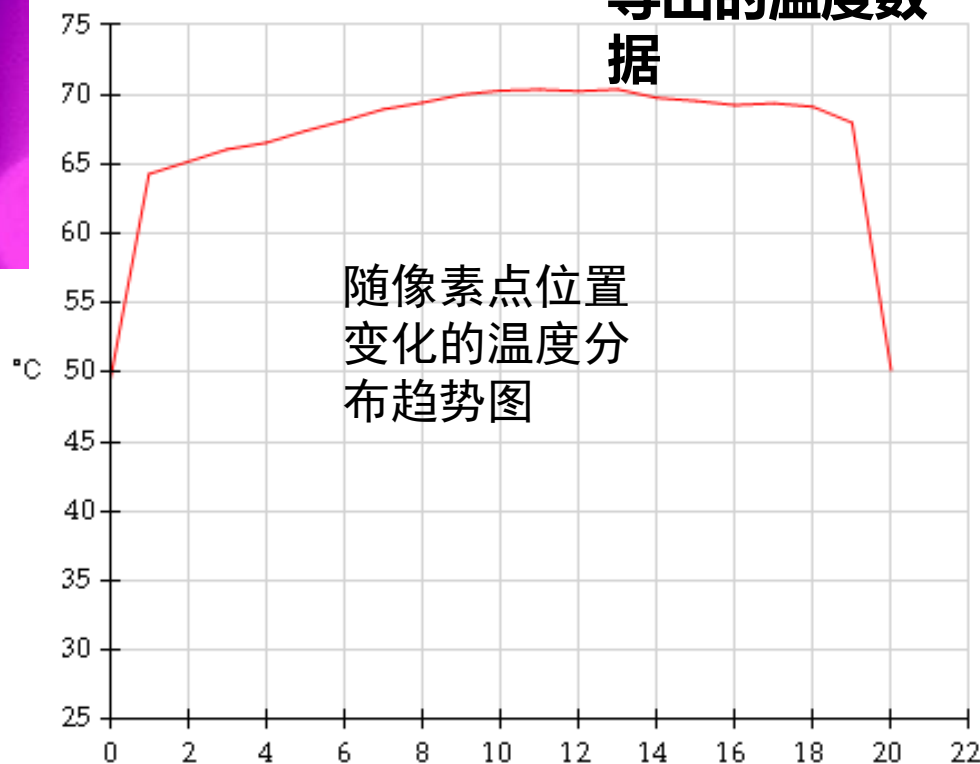
在软件上进行温度分析



在软件上对芯片的进行线温度分析，并可方便地导出温度数据，进行后期分析。



在TXT文档上
导出的温度数
据



案例三：液晶屏坏点检测

FLUKE®

检测目标：

平板电脑及手机液晶屏，检测液晶屏上的坏点，坏点由于内阻较高呈现微量的热点。

检测难点：

1、目标小，液晶屏像素点最小仅为40微米。

2、温差小，问题点的最小温差仅为 0.05°C 或更小。

解决方案：

640像素热像仪+微距镜头+二维可调精密位移云台

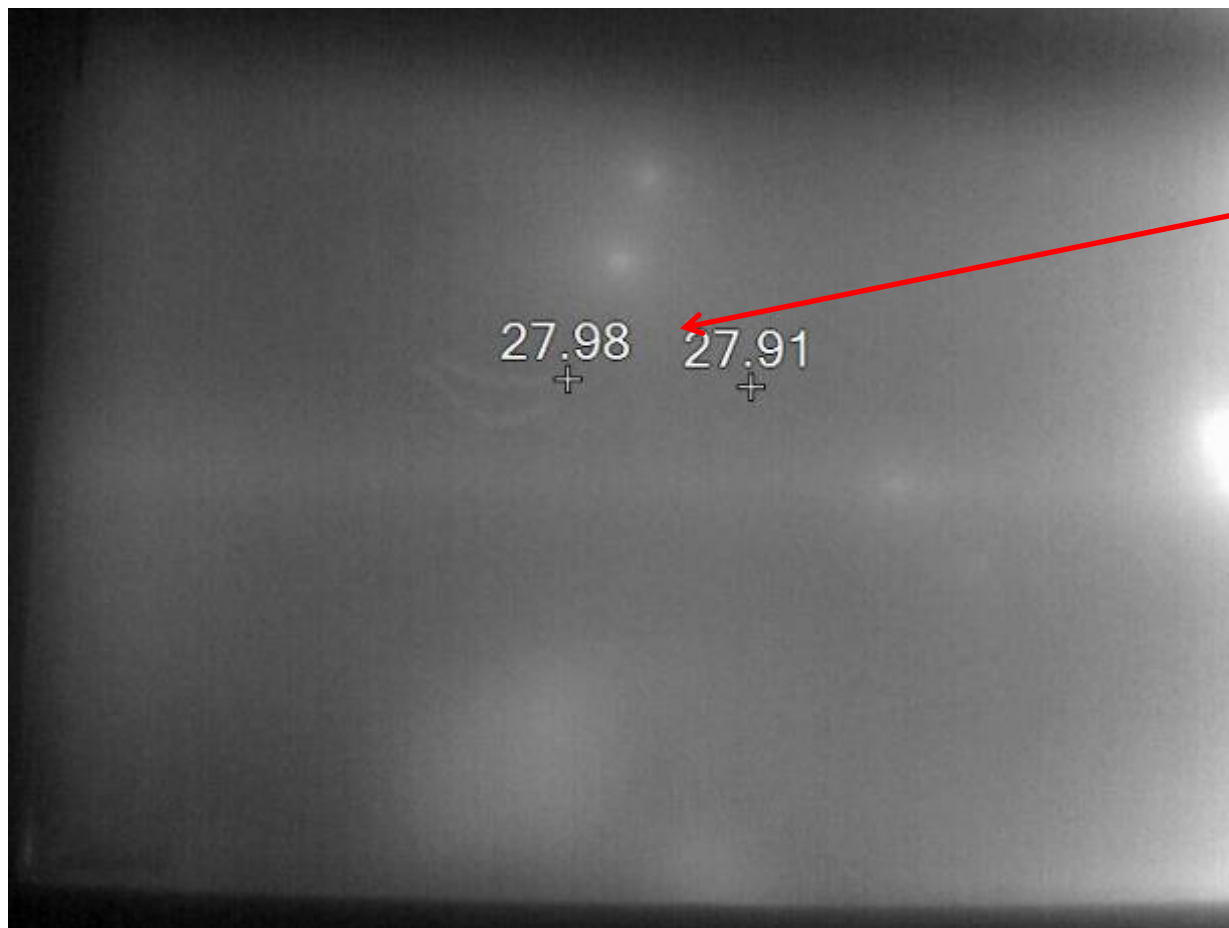


液晶屏面板上清晰可见3个坏点（红圈处），但问题不仅在于3个坏点。

案例三：液晶屏坏点检测

FLUKE®

小温差是检测难点



三角形边框区域与正常部分温差仅为 0.08°C ，

热灵敏度是衡量热像仪检测小目标的能力，目前640像素热像仪热灵敏度为 0.05°C ，最高可达 0.03°C 。

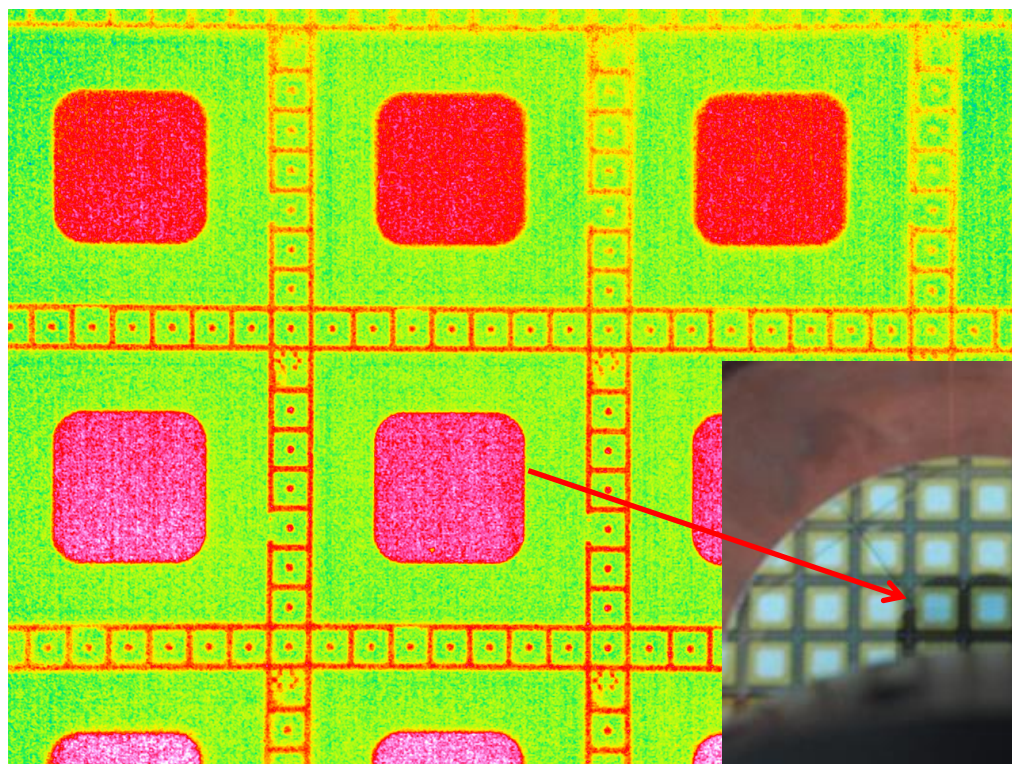
案例四：芯片晶格检测

FLUKE®

检测目标：
最小尺寸在50微米以
内的芯片晶格。

检测难点：
1、目标小。
2、现场有红外窗口，
无法贴近检测，普通
的微距镜头不能使用。

解决方案：
TiX660+长焦镜头+
微距镜头3+二维可调
精密位移云台



**大师之选系列独特的微距镜头3可在10 cm处检测
最小35微米的目标。**

如何提高红外热像检测准确性？

FLUKE®

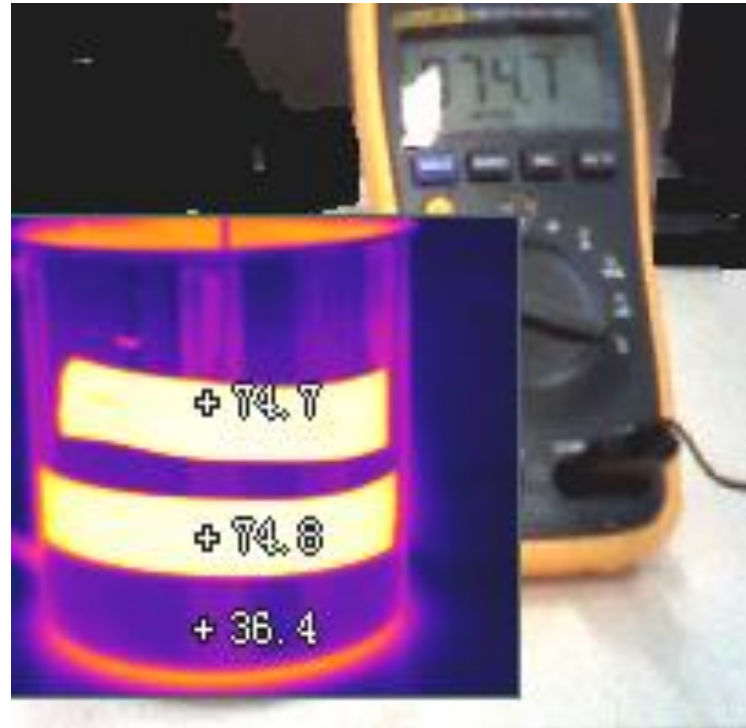
在现场检测中，可能会出现红外测温仪器与实际被测目标温度不相符的情况，如果可以排除仪器本身的故障，其问题基本由下列两个原因导致：

- **发射率的修正**
- **避免反射及背景温度补偿**

发射率：让我们来看一个实验

FLUKE®

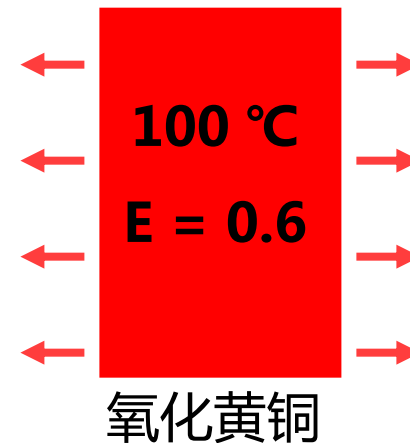
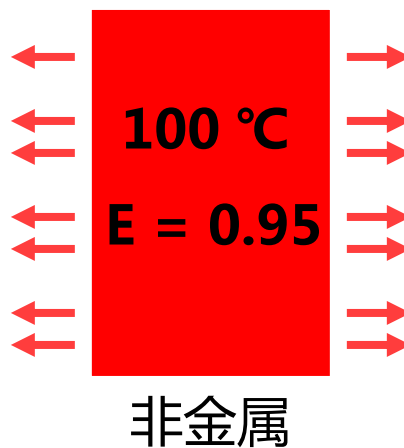
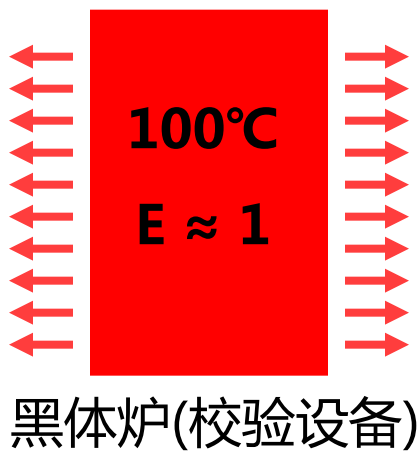
- 不锈钢杯子上的温度一致吗？
- 为什么会出现这个情况？
- 不同颜色的胶带温度一致吗？



发射率：影响发射率的因素

FLUKE®

- 检测的目标分为非金属和金属材料两大部分；
- 大多数非金属材料（如塑料、油漆、皮革、纸张等）发射率为0.95左右，相同材质、不同颜色的目标其发射率非常接近。



发射率：影响发射率的因素

FLUKE®

- 金属材料的发射率会受到诸多因素的影响：

- 材料

不同材料发射率不同，如铜的发射率一般比铝高。

- 表面光洁度

通常表面粗糙的材料发射率比光洁表面高。

- 表面颜色

以黑色为代表的深色系表面发射率比浅色系高。

- 表面形状

表面有凹陷、夹角或不平整的部位比平整的部位发射率高。

解决方案：用非金属材料覆盖金属表面

FLUKE®

➤ 涂漆

油漆笔可较全面地将所有部位进行均匀涂抹。
办公室通常所用的白板笔其溶剂为酒精，在表面光亮的金属上不容易涂抹均匀。

➤ 粘贴胶带纸

➤ 涂导热硅脂（重点推荐）

解决方案：发射率设置

FLUKE®

• DL/T664-2008附录表E

表 E.1 常用材料发射率的参考值

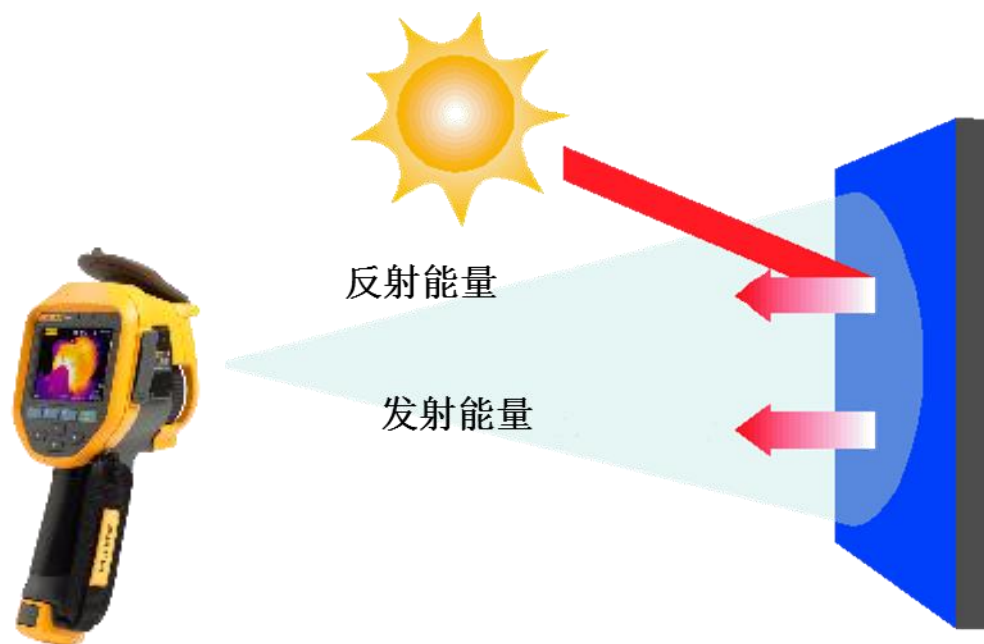
材 料	温度 ℃	发射率近似值	材 料	温度 ℃	发射率近似值
抛光铝或铝箔	100	0.09	棉纺织品(全颜色)	—	0.95
轻度氧化铝	25~600	0.10~0.20	丝绸	—	0.78
强氧化铝	25~600	0.30~0.40	羊毛	—	0.78
黄铜镜面	28	0.03	皮肤	—	0.98
氧化黄铜	200~600	0.59~0.61	木材	—	0.78
抛光铸铁	200	0.21	树皮	—	0.98
加工铸铁	20	0.44	石头	—	0.92
完全生锈轧铁板	20	0.69	混凝土	—	0.94
完全生锈氧化钢	22	0.66	石子	—	0.28~0.44
完全生锈铁板	25	0.80	墙粉	—	0.92
完全生锈铸铁	40~250	0.95	石棉板	25	0.96

反射的影响及背景温度补偿

FLUKE®

发射率较低的测量目标可以反射来自附近的物体的能量，这部分额外的反射能量会被添加到测量目标自身发射的能量中，从而使读数变得不准确。

如果位于测量目标附近的物体（设备、或者其他热源）的温度会比测量目标的温度高出很多，当目标是光亮材料，反射回引起严重的误差。



密闭空间检测

FLUKE®

热像仪能通过玻璃或有机玻璃的观察窗看到内部的发热吗？



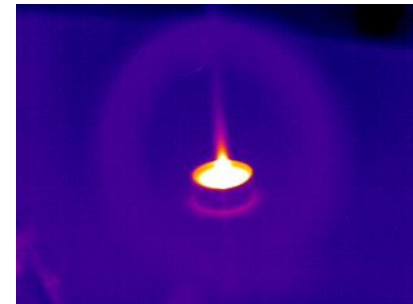
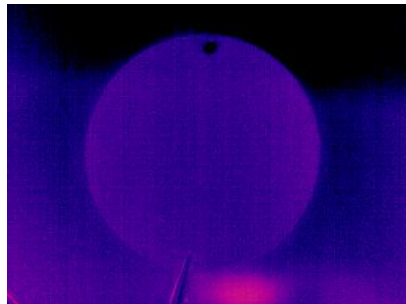
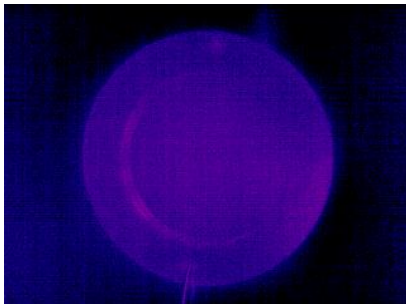
观察窗



密闭空间检测：透过红外能量的材料

FLUKE®

不同材料的遮挡物，需要看到背后点燃的蜡烛。



玻璃

铝板

红外窗口

密闭空间检测：什么材料能做红外窗口

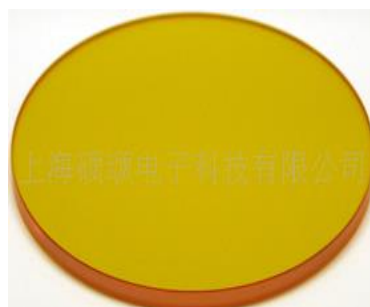
FLUKE®

- ▶ 对于8-14 μm 的长波红外能量来说，需要特殊的材料作为红外测温的窗口

- 硅 (Si)
- 锗 (Ge)
- 氟化钙 (CaF_2)
- 硫化锌 (ZnS)
- 硒化锌 (ZnSe)



氟化钙窗口都是透明的



部分硫化锌窗口呈淡黄色，对可见光拍摄有所影响

密闭空间检测：福禄克红外窗口产品

FLUKE®



Fluke CV系列红外窗口安装在设备的外壳上，热像仪可透过窗口检测内部设备

真空炉可以装红外窗口吗

FLUKE®

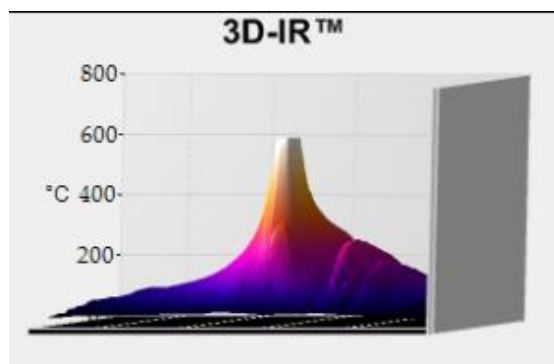
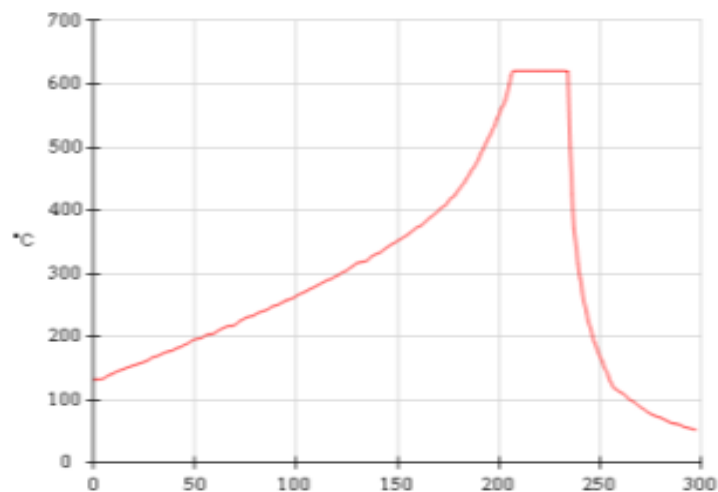
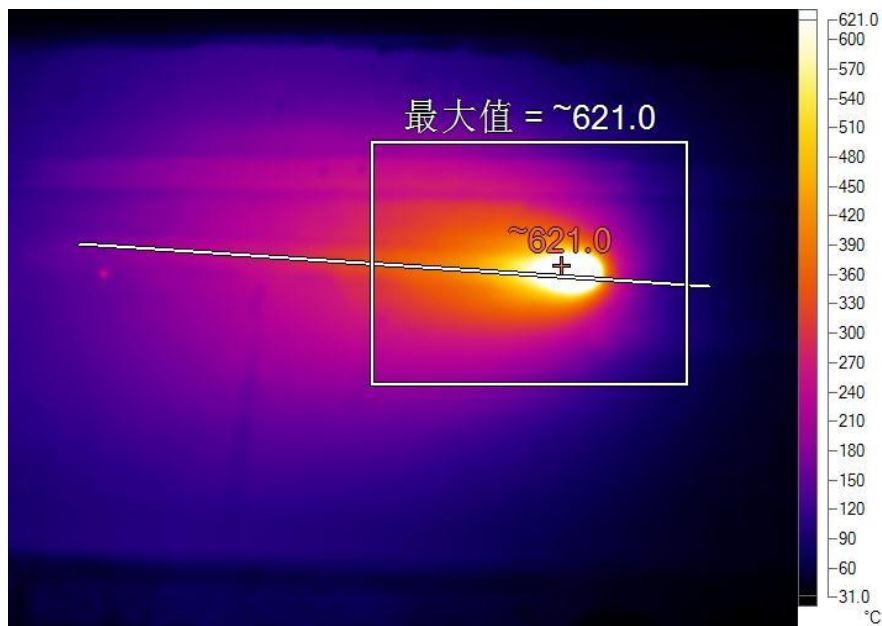
真空炉
红外窗
口现场



- ▶ 真空炉红外窗口厚度10mm，窗口直径50mm，直径厚度比不超过5:1
- ▶ 正压加热炉现场建议红外窗口厚度至少为6mm，可适用于压力不超过0.5MPa（5公斤）的炉体，压力增加时红外窗口可相应增厚

福禄克红外热像技术—温度分布曲线

FLUKE®



激光焊接过程中焊点的表面温度及使用Fluke热像仪标准配套的Smartview软件导出焊点轨迹的温度分布曲线。

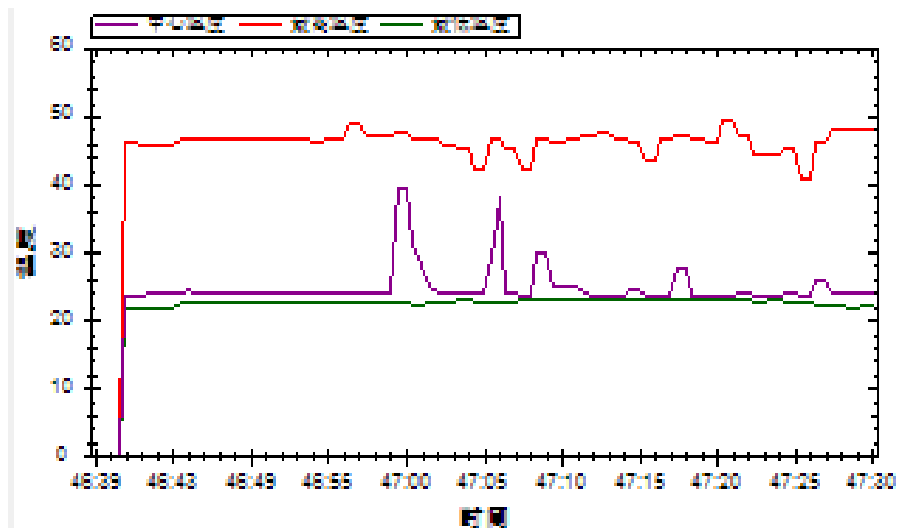
实时温度数据记录和长时间检测的矛盾

➤ 实时温度数据记录
反应快速
数据文件极大
通常连续检测时间不较短

➤ 长时间检测使用连拍功能
最小间隔3秒

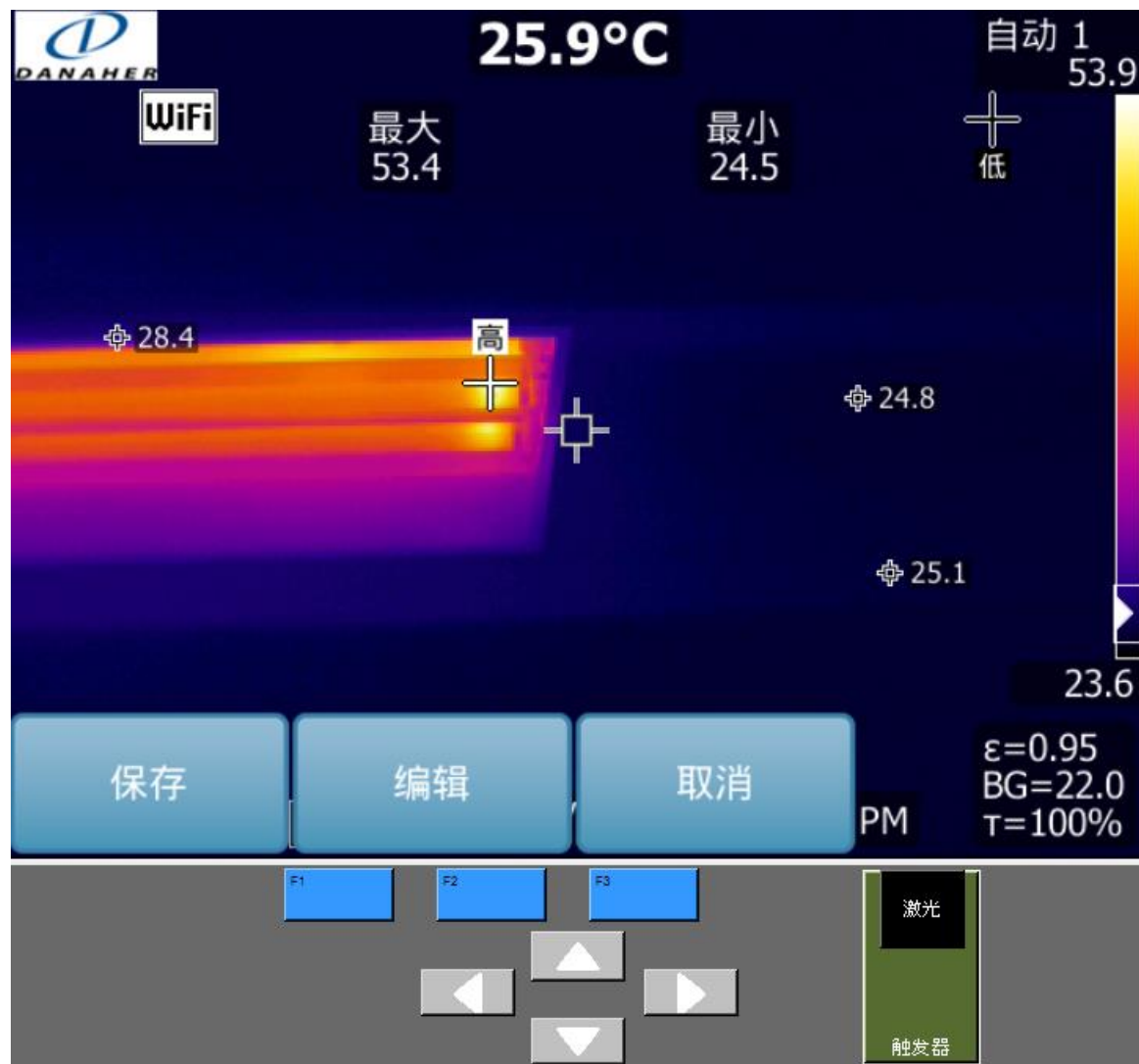
保存数量多
可温度触发

适合温度变化不大的现场（如老化），长时间连续检测



福禄克红外热像技术-远程控制

FLUKE®



通过USB线与计算机连接，可在软件中对热像仪执行所有操作：

- 激光自动对焦
- 可移动点
- 保存热像图
- 其他参数设置

在人员不宜进入的场合（如有放射性、场地狭小等）中对目标进行拍摄和跟踪。

数据流输出和分析记录

FLUKE®

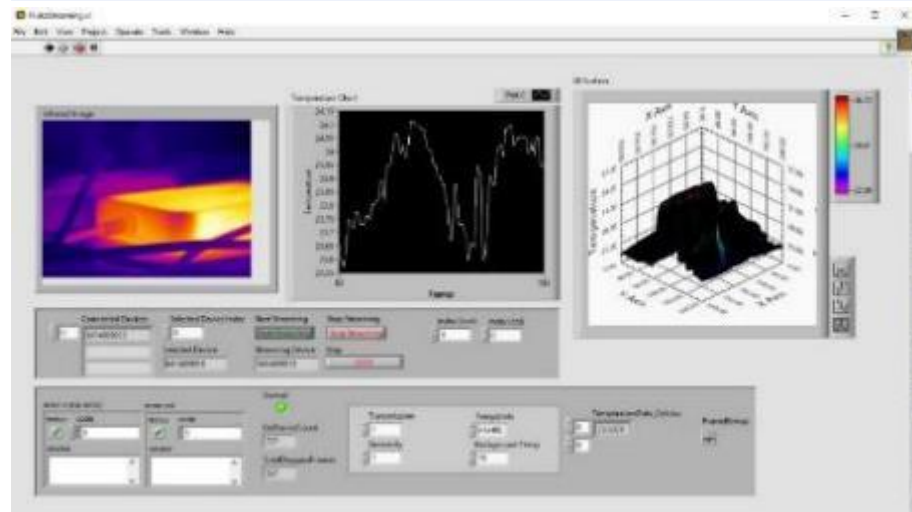
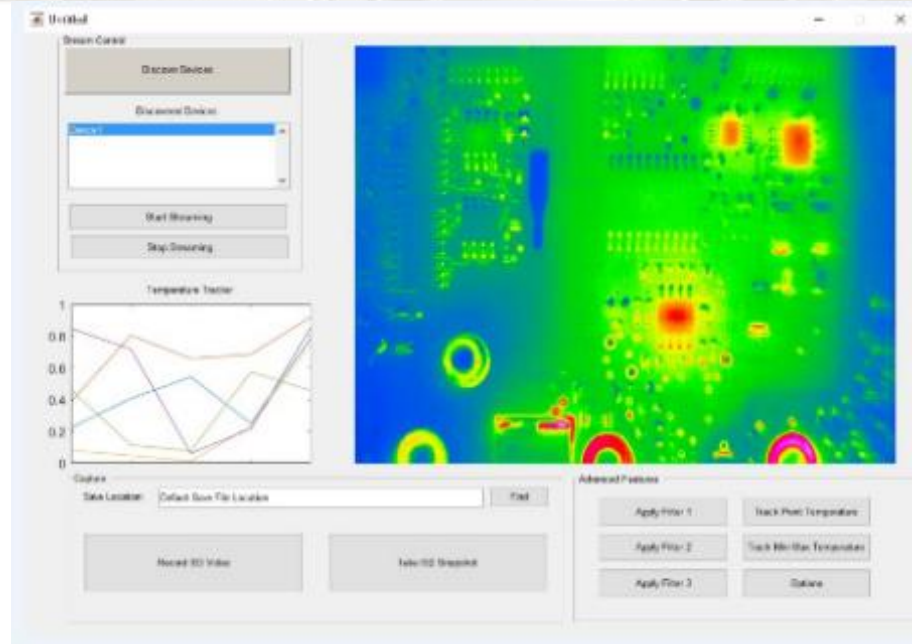
Fluke热像仪温度数据流输出，可以进行实时温度分析和记录。



MATLAB & LabVIEW SDK

FLUKE®

- 标准的软件二次开发工具
- 可在数据流基础上进行框架构建、数据解析
- 满足符合特殊需求的各种分析功能。



**关注福禄克微信公众号
获取更多案例及技术分享**



问答环节