



敏盛企業有限公司

MAVIN METROLOGY EN.CO.,LTD

FLUKE®

# 機電設備之紅外線熱影像檢測技術研討會

講師：敏盛企業 張家榮



熱像儀，可望可及！問題點，即拍即得

[www.mavin.com.tw](http://www.mavin.com.tw) 敏盛企業有限公司 03-5970828

**FLUKE**®

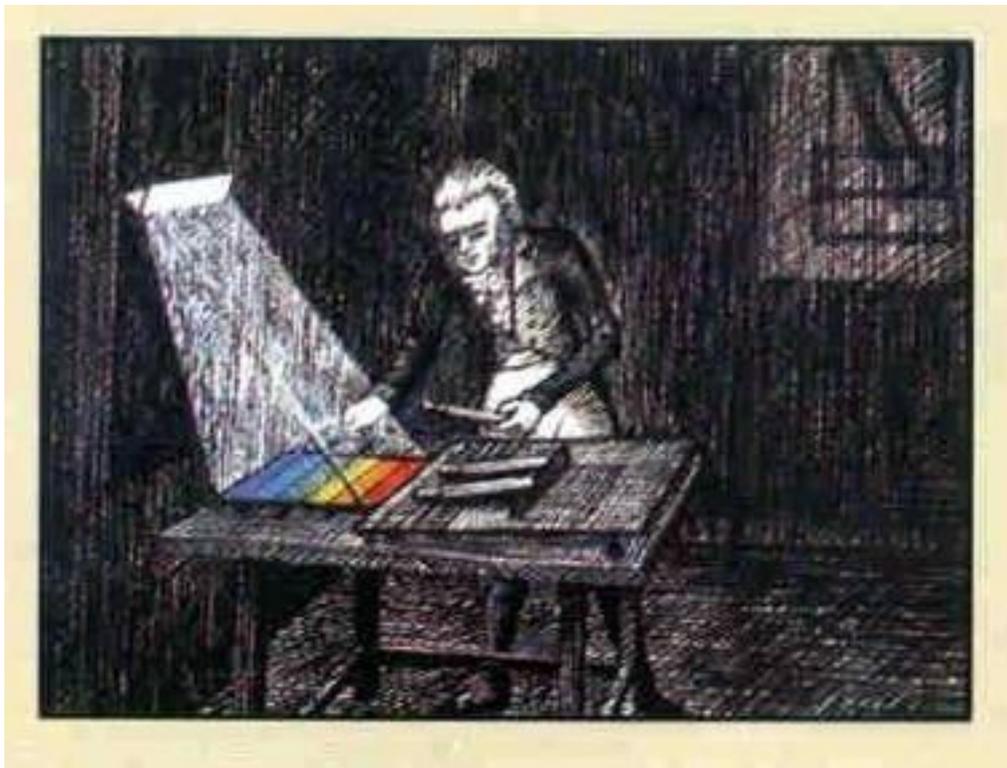
 敏盛企業有限公司  
MAVIN METROLOGY EN.CO.,LTD

# 紅外熱像原理

## 紅外線和熱影像基本概述

- 熱輻射原理與量測過程
- 輻射溫度標準追溯概念
- 影響量測的關鍵參數和誤差源分析

# 紅外輻射的發現



1800年，英國天文學家 William Herschel 用分光稜鏡將太陽光分解，依次測量不同顏色光的熱效應。

他發現，當水銀溫度計移到紅色光邊界以外，人眼看不見任何光線的黑暗區時，溫度反而比紅光區更高。反復試驗證明，在紅光外側存在一種人眼看不見的“熱線”，後稱為“紅外線”，也就是“紅外輻射”。

# 電磁波譜

電磁波譜是科學家們為了便於研究而給一系列輻射現象賦予的名稱。

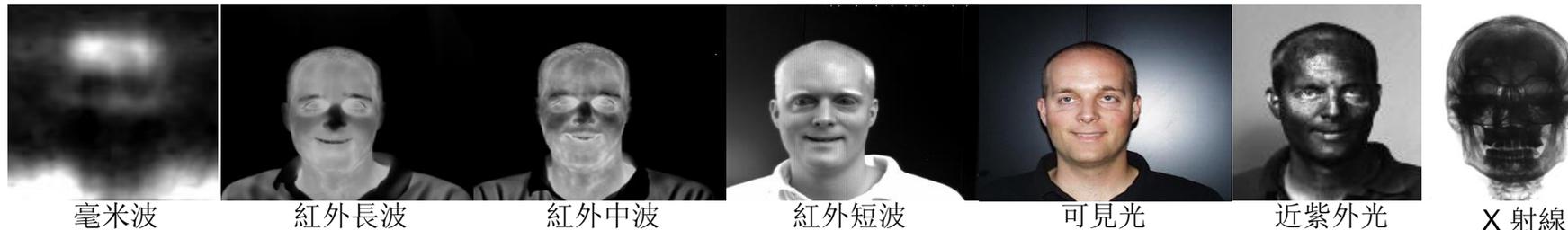
光波和無線電波等紅外線輻射是一種電磁能。



# 不同波長的畫面

長

短



毫米波

紅外長波

紅外中波

紅外短波

可見光

近紫外光

X 射線

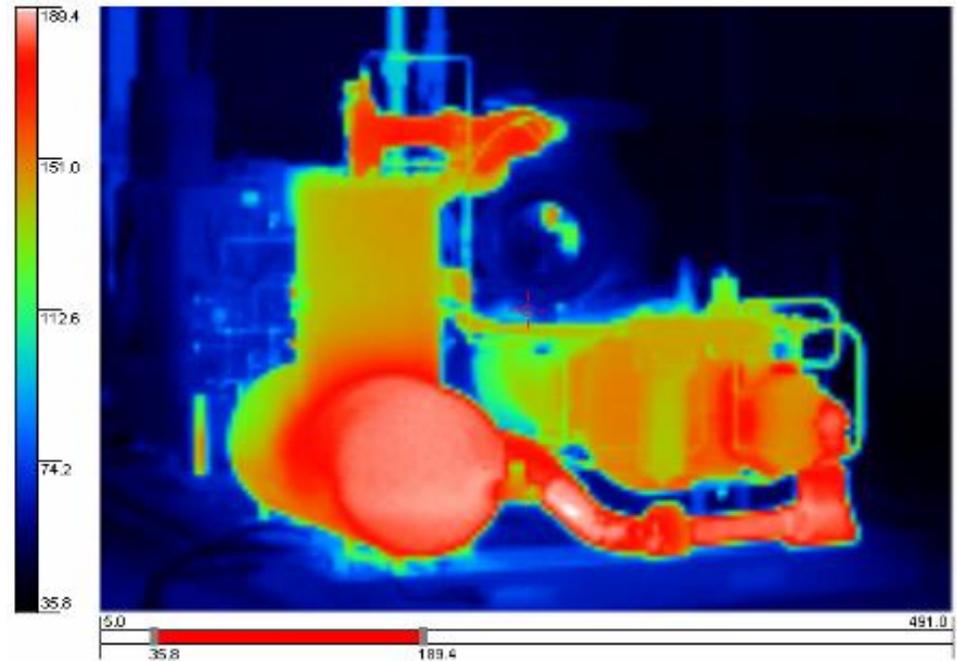


圖像來源: Austin Richards 博士的  
《Alien Visions》

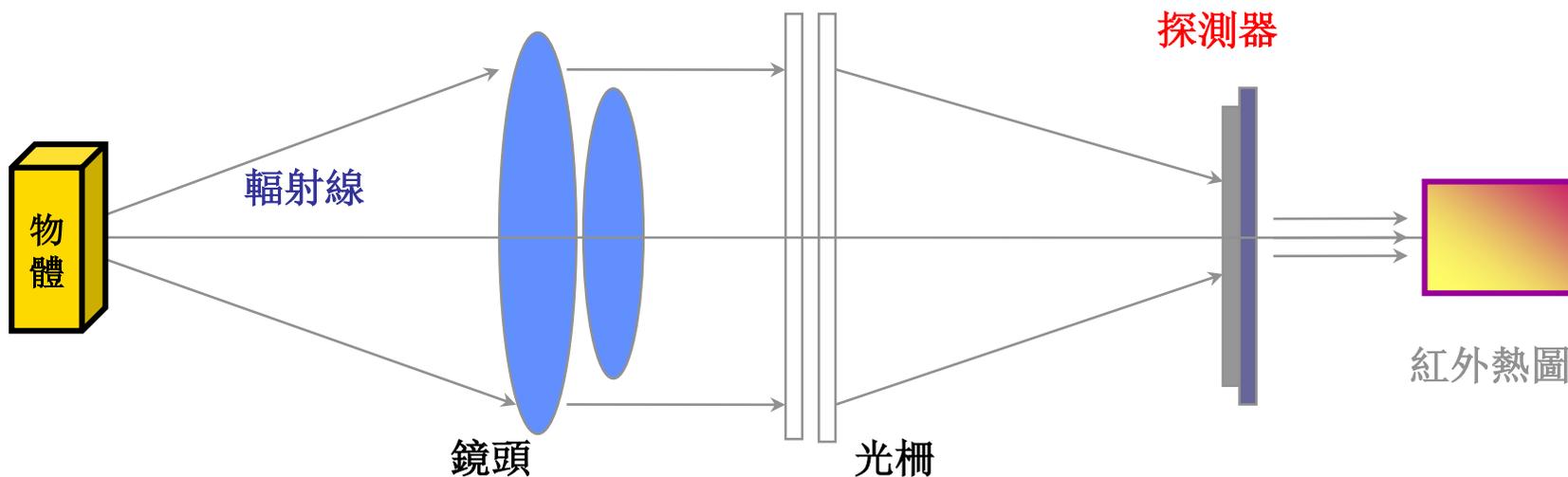
# 紅外線熱成像技術

熱成像技術是利用熱感應照相機的紅外線成像技術。

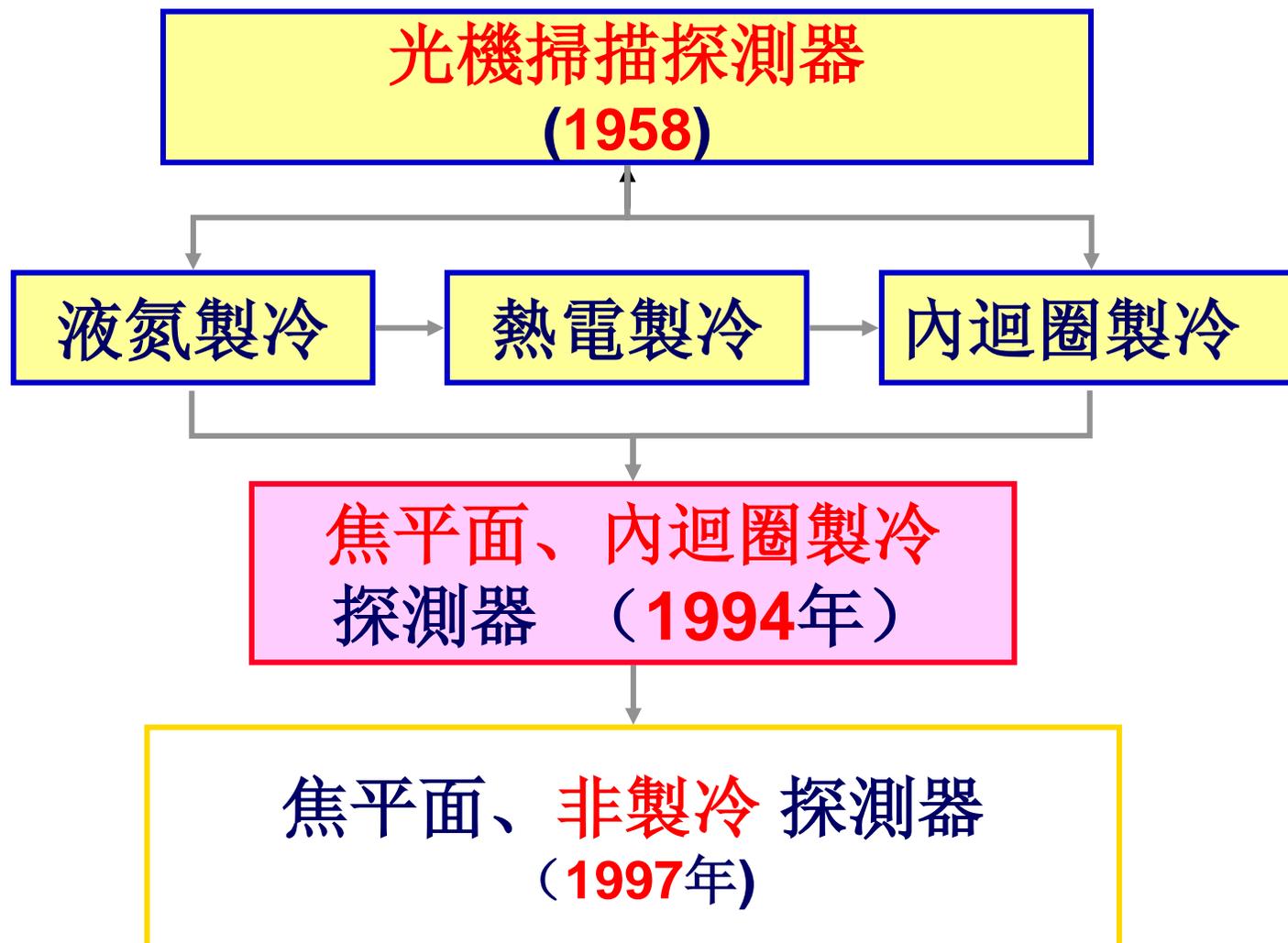
熱感應照相機可生成熱而不是光的圖像，它可以測量紅外（IR）能量，並將資料轉換成相應的溫度圖像。



# 紅外線熱像儀工作示意圖



# 紅外熱像技術的發展過程



# 那些年，我們曾經用過的熱像儀



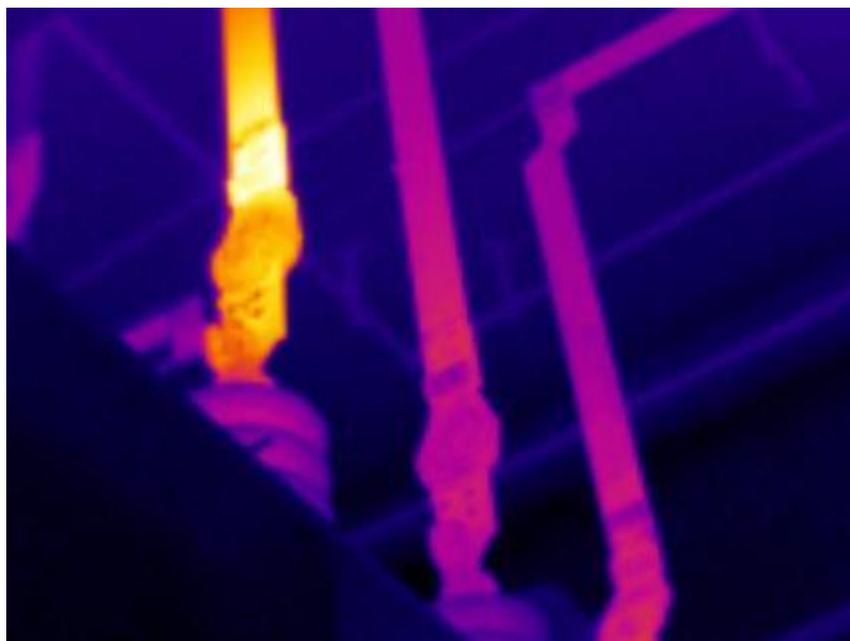
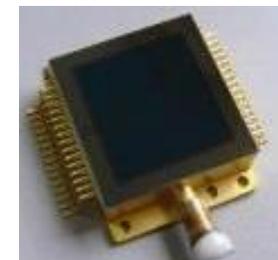
製冷型熱像儀巨大的體積和重量使當時的紅外熱像檢測成為絕對的“體力活”。



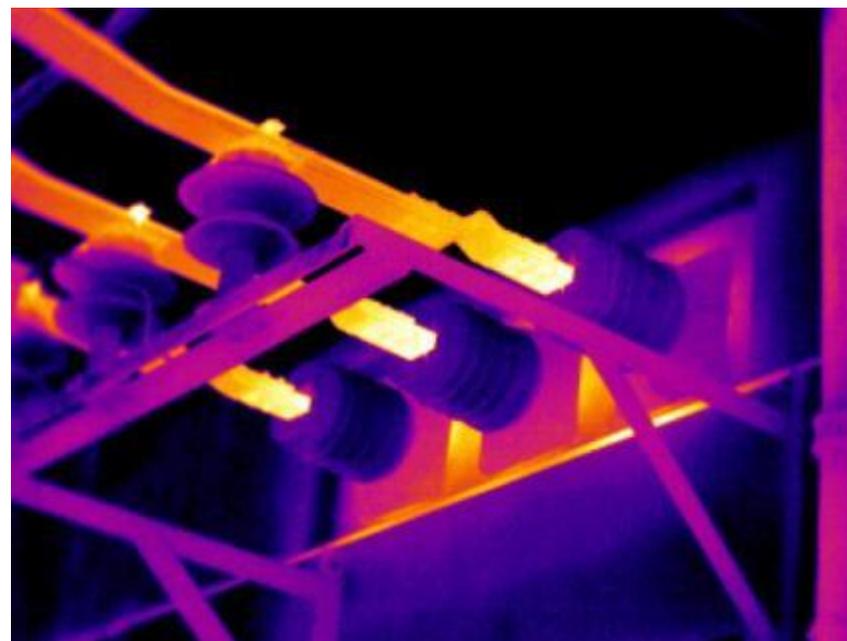
# 紅外熱像儀關鍵參數-像素

和數碼照相機一樣，熱像儀也有像素，只是像素以乘法顯示，如 $160 \times 120$ 、 $320 \times 240$ 等；

像素越多，紅外熱像圖越清晰。



160×120像素



320×240像素

# 紅外熱像儀所涉及的主要性能參數

- 像素
- 溫度量程
- 熱靈敏度 (NETD)
- 空間解析度 (IFOV)
- 精度
- 幀頻

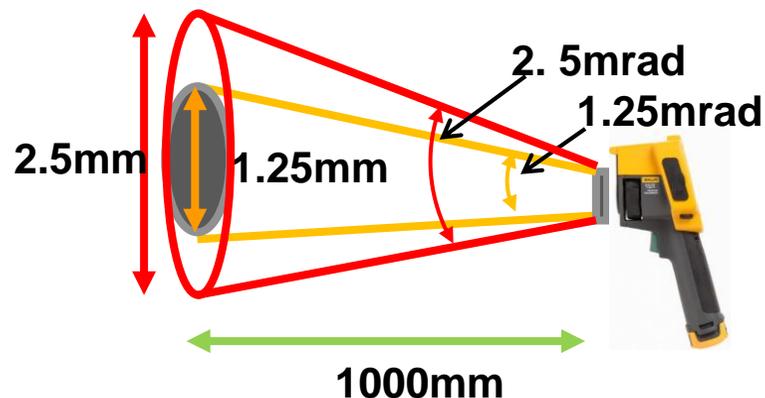
# 什麼是空間解析度 (IFOV) ？

空間解析度(IFOV) 也被稱為暫態視場角，即在多遠的距離可以分辨的目標最小尺寸是多少，IFOV的單位是mrad（毫弧度）。

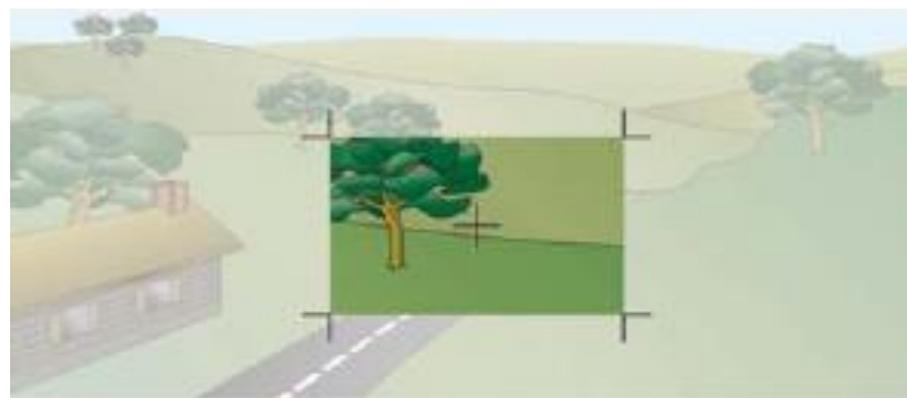
相同檢測距離， 同等像素情況下：

IFOV越大， 成像範圍越廣， 圖像越模糊。

IFOV越小， 成像範圍越小， 圖像越清晰。



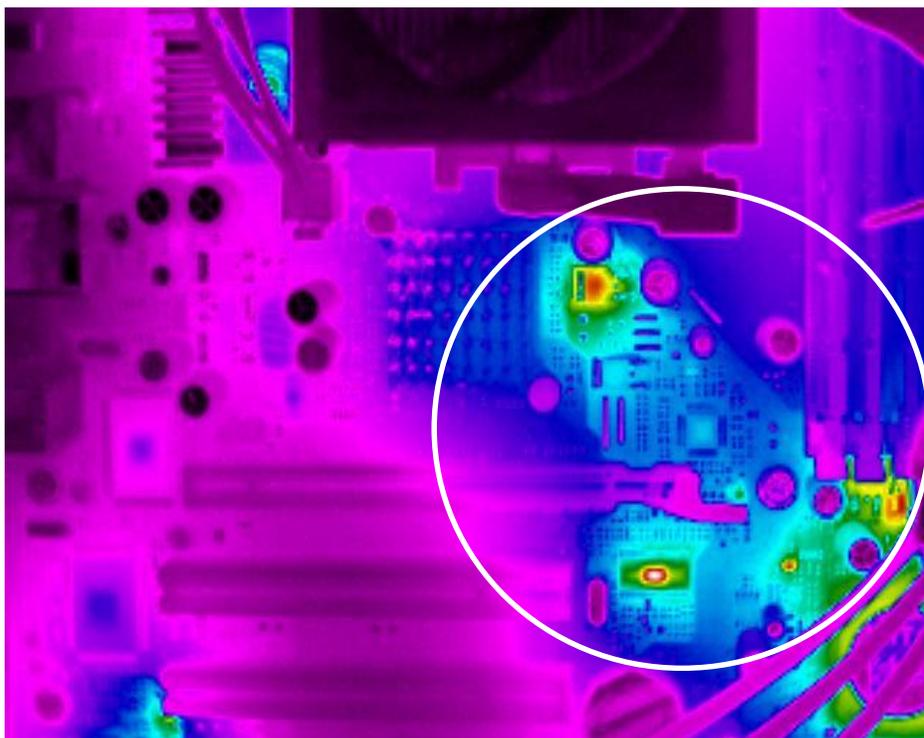
IFOV大，目標（樹）包含的像素少，細節不清晰



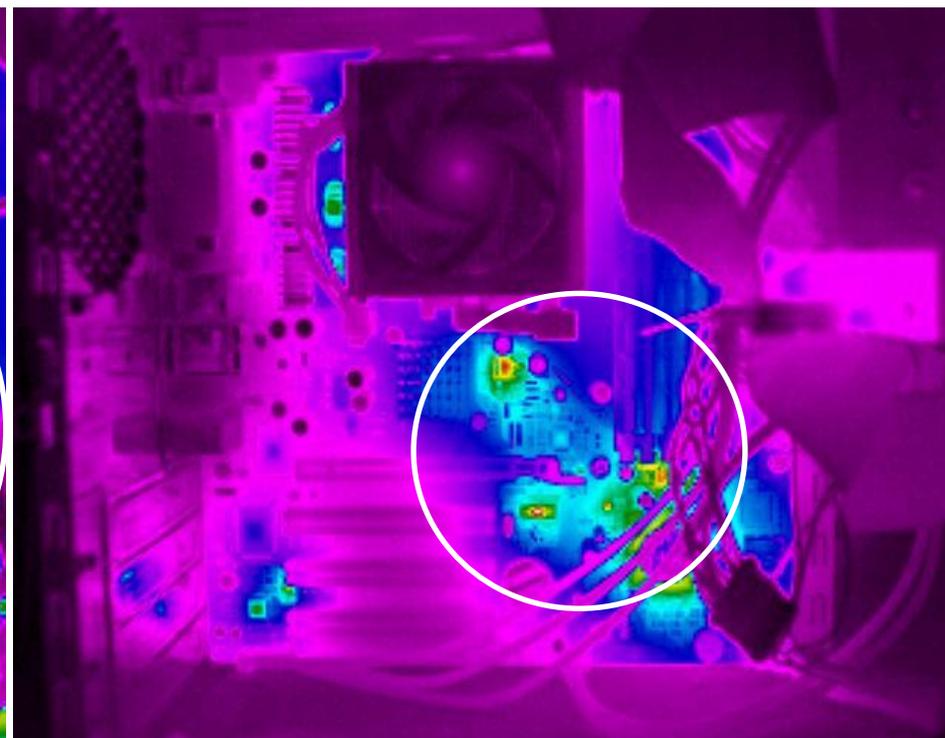
IFOV小，目標（樹）包含的像素多，細節清晰

# 空間解析度對圖像品質的影響

Ti400 Vs 某廠牌：對同一目標、在相同距離下拍攝，**Ti400熱圖更清晰**

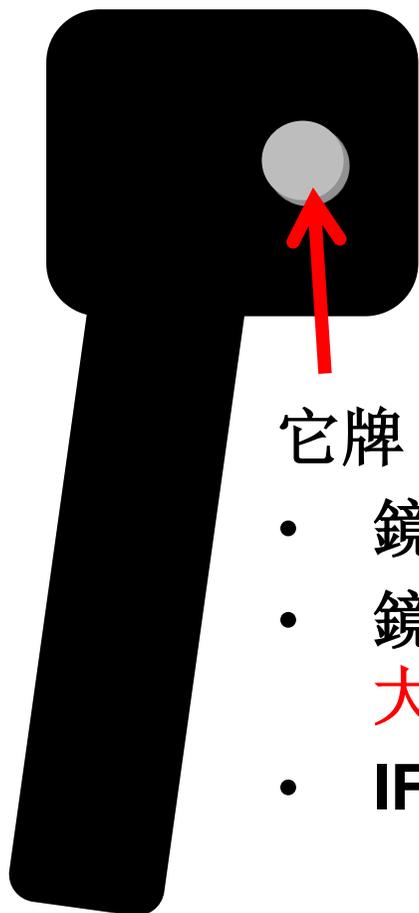


**Ti400:**  
像素 $320 \times 240$ ，**IFOV為 $1.31\text{mrad}$**



某廠牌  
像素 $320 \times 240$ ，**IFOV為 $2.5\text{mrad}$**

# FLUKE 的 IFOV 優勢如何體現



它牌

- 鏡頭直徑小
- 鏡頭角度 (FOV)  
大:  $45^{\circ} \times 34^{\circ}$
- IFOV大



以睿鑒系列為例

- 鏡頭直徑大
- 鏡頭角度 (FOV)  
小:  $23^{\circ} \times 17^{\circ}$
- IFOV小

## 紅外熱像儀關鍵參數-IFOV

如果要對目標看得更清晰，除了**像素**外，**IFOV**也是非常關鍵的，

**IFOV**越小，在相同的條件下（目標和距離均相同），**熱像圖**就越清晰。

# 您關注到 **IFOV** 了嗎？

# 在使用熱像儀中值得注意的問題

- 發射率的變化
- 紅外線視窗材料
- 反射/背景溫度補償
- 調焦
- 調色板的選擇

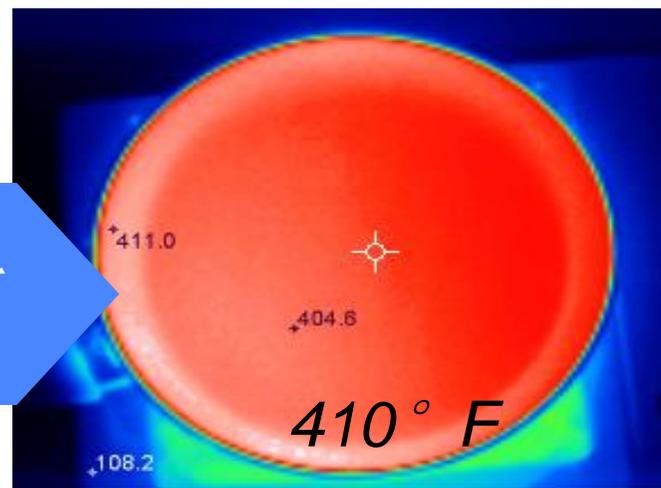
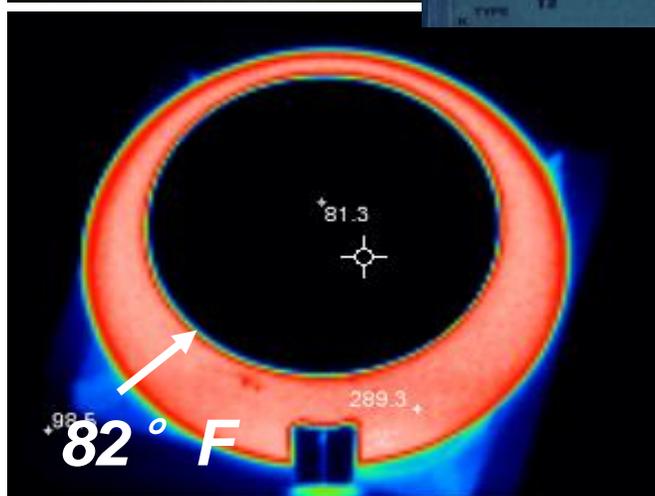
# 在使用熱像儀中值得注意的問題

- 發射率的變化
  - 紅外線視窗材料
  - 反射/背景溫度補償
  - 調焦
  - 調色板的選擇

# 發射率

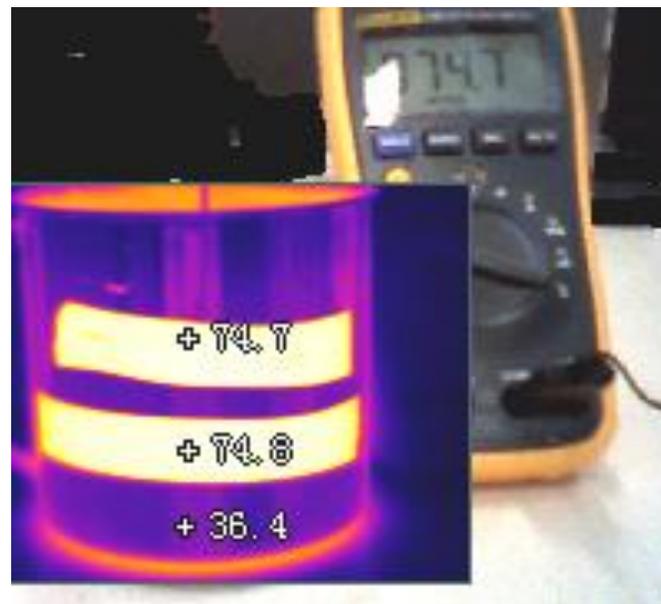
FLUKE®

敏盛企業有限公司  
MAVIN METROLOGY EN.CO.,LTD



## 發射率：讓我們來看一個實驗

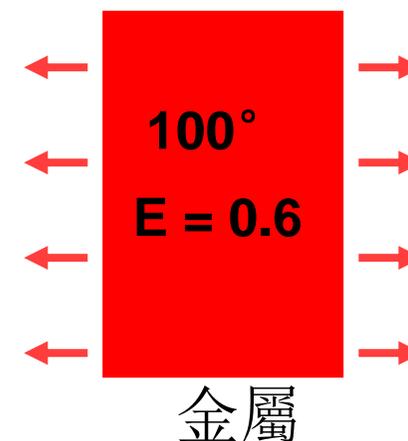
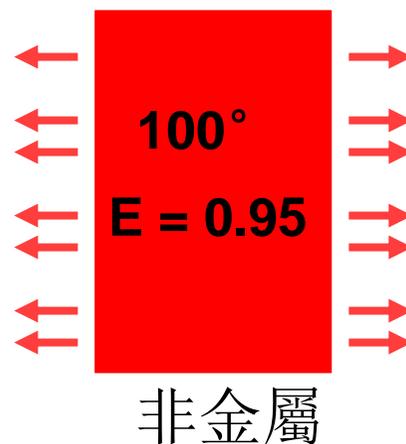
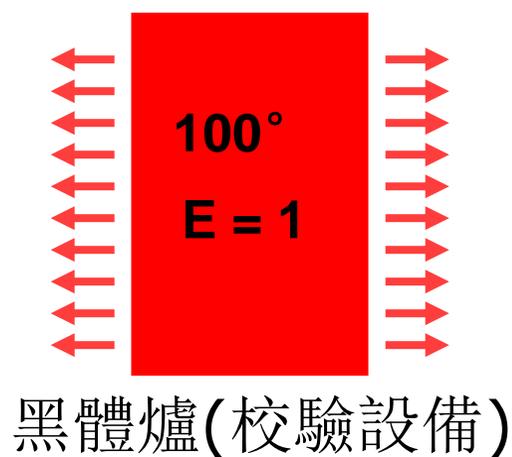
- 不銹鋼杯子上的溫度一致嗎？
- 為什麼會出現這個情況？
- 不同顏色的膠帶溫度一致嗎？



# 發射率：影響發射率的因素

發射率：物體幅射出熱的能力。

自然界中皮膚的發射率最高，為**0.98**。



# 發射率：影響發射率的因素

我們將檢測的目標分為非金屬和金屬材料兩大部分：

**大多數非金屬材料**（如塑膠、油漆、皮革、紙張等）發射率可設置為**0.95**，相同材質、不同顏色的目標其發射率非常接近，誤差通常不超過測量精度範圍；部分表面光亮的非金屬材料發射率較低（如瓷磚、玻璃等）。

**金屬材料**的發射率會受到下列因素的影響：

**材料** 不同材料發射率不同，如銅的發射率一般比鋁高。

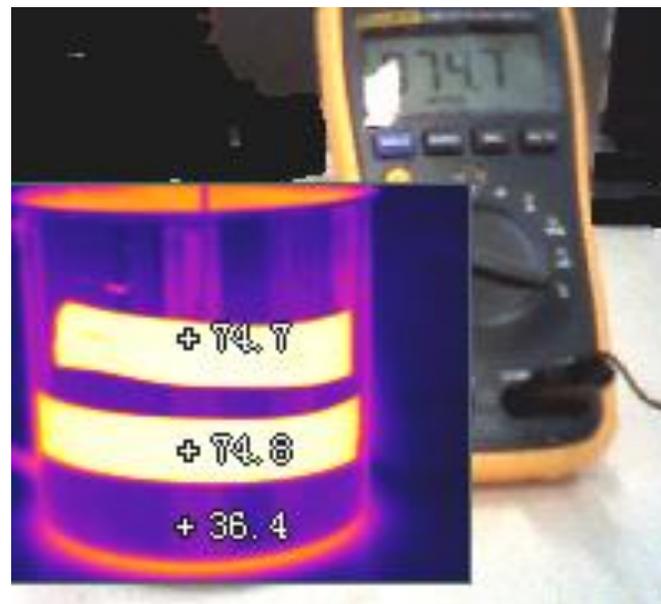
**表面光潔度** 通常表面粗糙的材料發射率比光潔表面高。

**表面顏色** 以黑色為代表的深色系表面發射率比淺色系高。

**表面形狀** 表面有凹陷、夾角或不平整規則的部位比平整的部位發射率高。

## 發射率：讓我們來看一個實驗

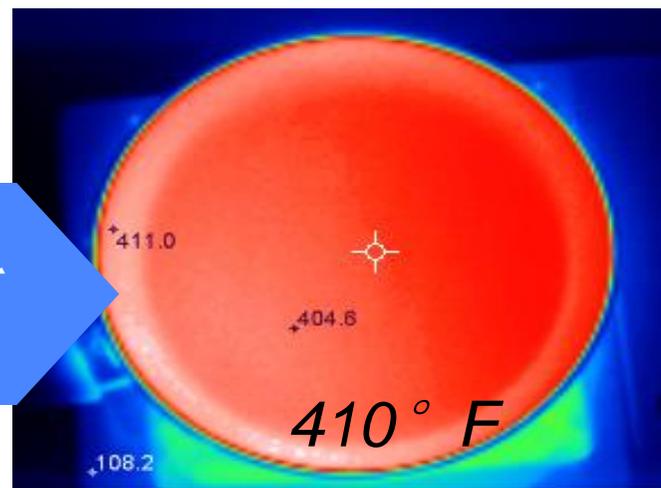
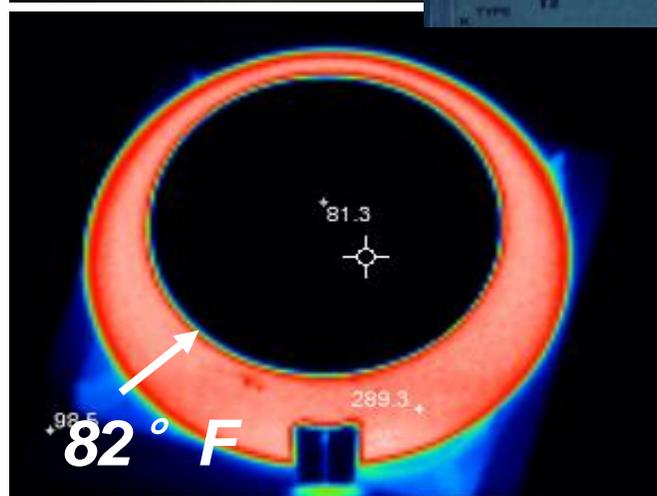
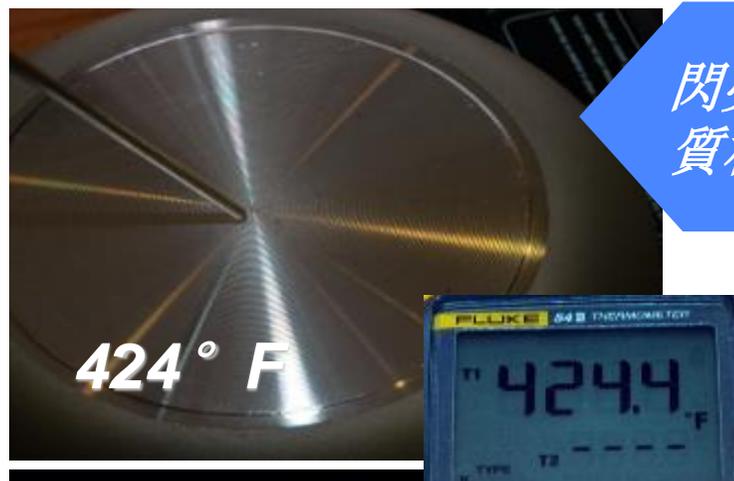
- 不銹鋼杯子上的溫度一致嗎？
- 為什麼會出現這個情況？
- 不同顏色的膠帶溫度一致嗎？



# 發射率

FLUKE®

敏盛企業有限公司  
MAVIN METROLOGY EN.CO.,LTD



## 發射率設置問題（一般檢測）

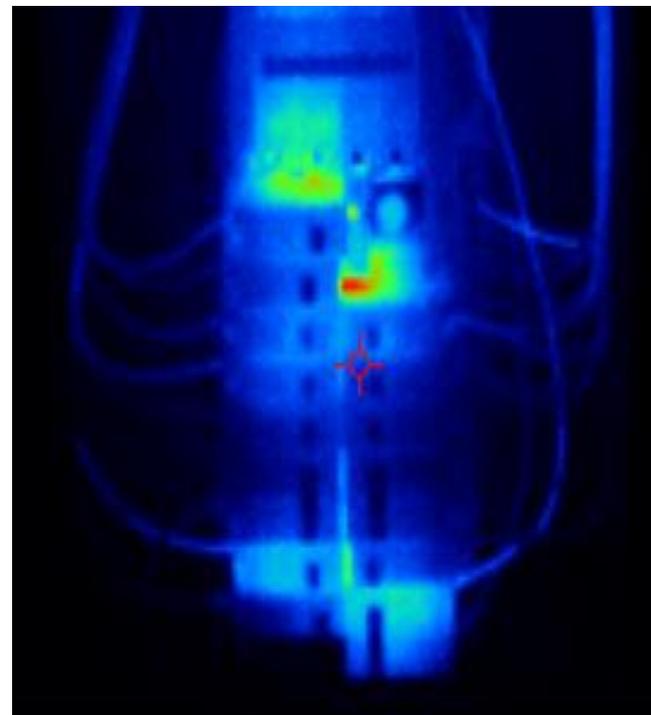
以**0.90**固定放射率進行檢測，如果有金屬材質：

- A** 與接頭緊密連接的非金屬材料(如橡膠、塑膠等)的溫度即為接頭溫度。
- B** 三相或多個部件進行比對，計算相對溫差。
- C** 若只有單個部件，可在軟體內進行針對該部位的發射率修正，同時比對環境溫度。
- D** 將金屬材料部分表面貼膠帶或塗漆。

# 在使用熱像儀中值得注意的問題

- 發射率的變化
- 紅外線視窗材料
- 反射/背景溫度補償
- 調焦
- 調色板的選擇

# 紅外窗口



絕大多數情況下，我們看到的只是表面；  
但是，我們想要瞭解的熱量卻通常源自於內部。  
我們如何透過密閉的外殼看到內部呢？

# 紅外窗口材料

對於8-14 $\mu\text{m}$ 的紅外波段來說，通常可見光可穿透的玻璃、有機玻璃等材料都變得難以透過，我們需要特殊的材料作為紅外測溫的視窗。

矽 (Si)

鍺 (Ge)

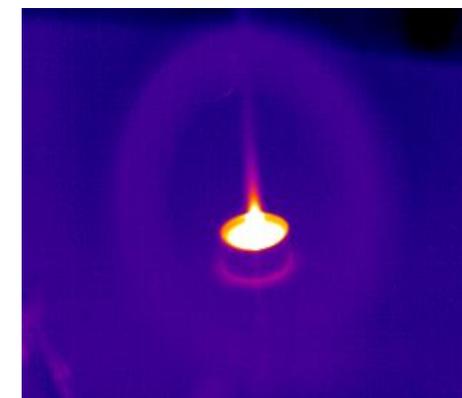
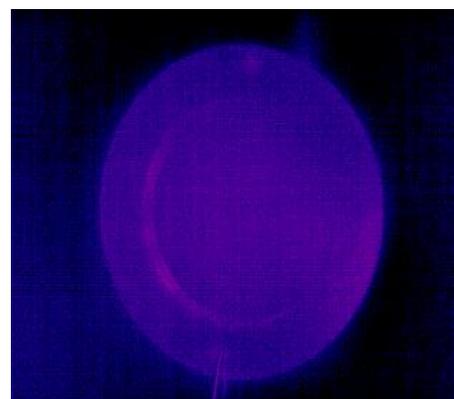
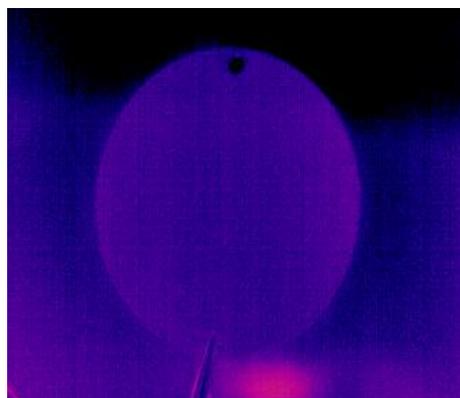
氟化鈣 (CaF)

硫化鋅 (ZnS)

硒化鋅 (ZnXe)



# 紅外窗口



# 紅外窗口材料

還有一種材料是我們日常生活中經常用到的：

## 保鮮膜

作用：

現場有較多粉塵和水氣時作為鏡頭保護用。

可以作為模擬密閉環境的外殼，在測量時必須先  
確認其透過率。

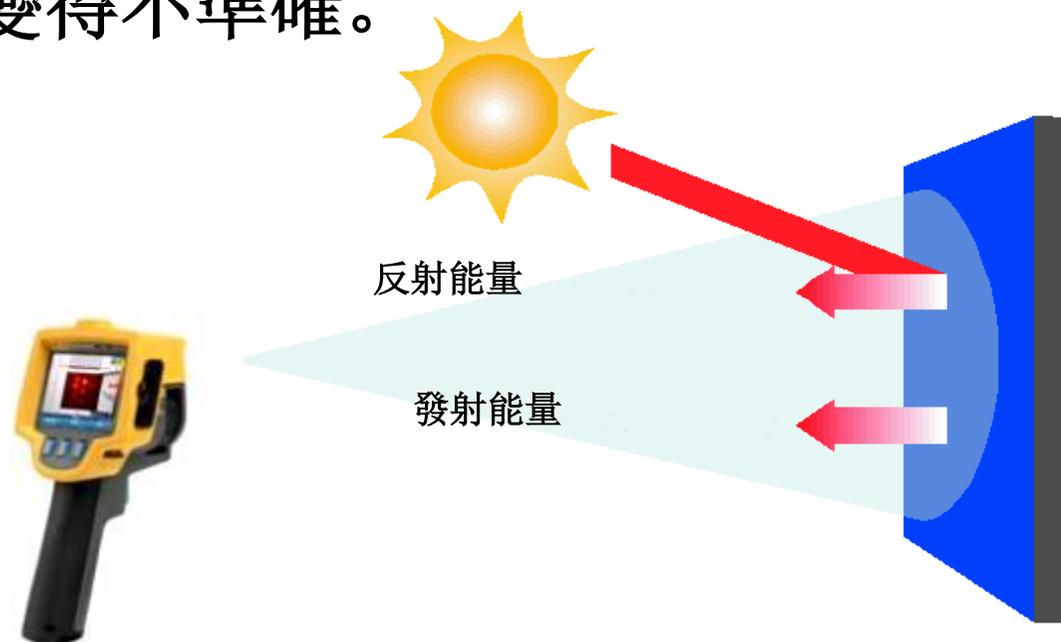
# 在使用熱像儀中值得注意的問題

- 發射率的變化
- 紅外線視窗材料
- 反射/背景溫度補償
- 調焦
- 調色板的選擇

## 背景溫度（反射溫度）補償

發射率較低的測量目標可以反射來自附近的物體的能量，這部分額外的反射能量會被添加到測量目標自身發射的能量中，從而使讀數變得不準確。

部分情況下，位於測量目標附近的物體（設備、或者其他熱源）的溫度會比測量目標的溫度高出很多。



## 背景溫度（反射溫度）補償

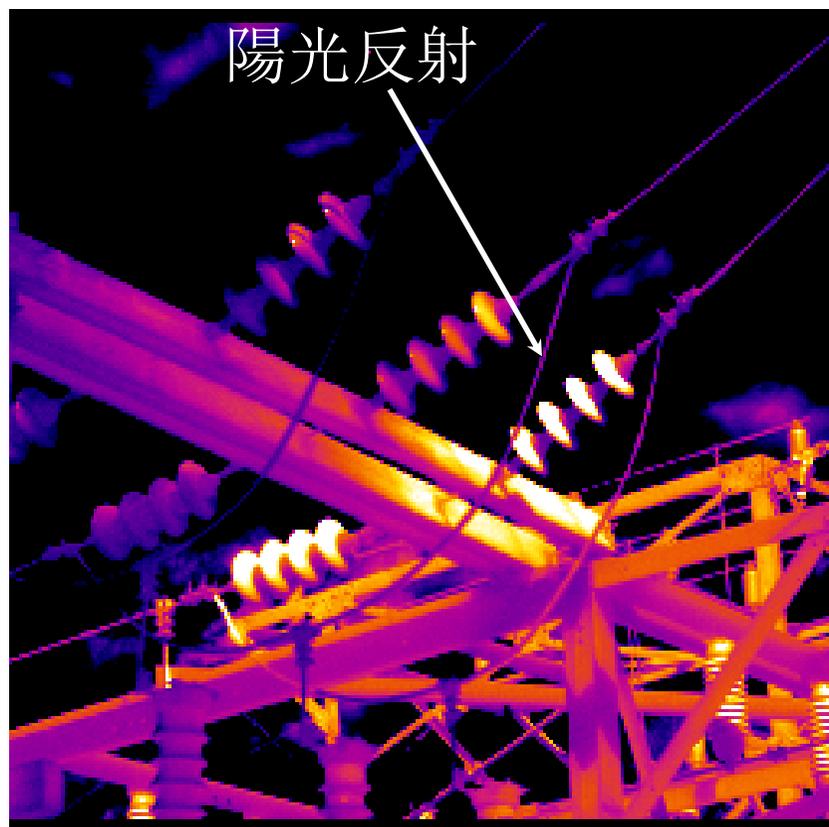
- 如果不能避免反射干擾，那我們該怎麼辦呢？

### 修正背景溫度（反射溫度補償）

- 哪些現場我們不能避免干擾呢？

# 避開陽光的反射

在晴朗的室外，陽光照射可能成為問題



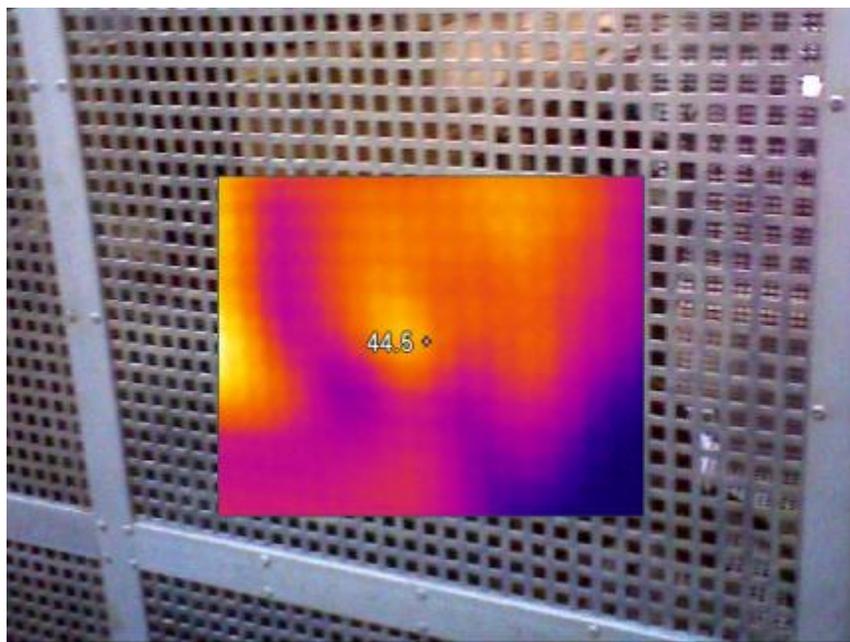
- 金屬表面對陽光的反射性很強
- 陽光使表面發熱
- 暗色表面會更熱
- 請嘗試在清早、陰天或夜間且負載都在運行時進行檢查

# 在使用熱像儀中值得注意的問題

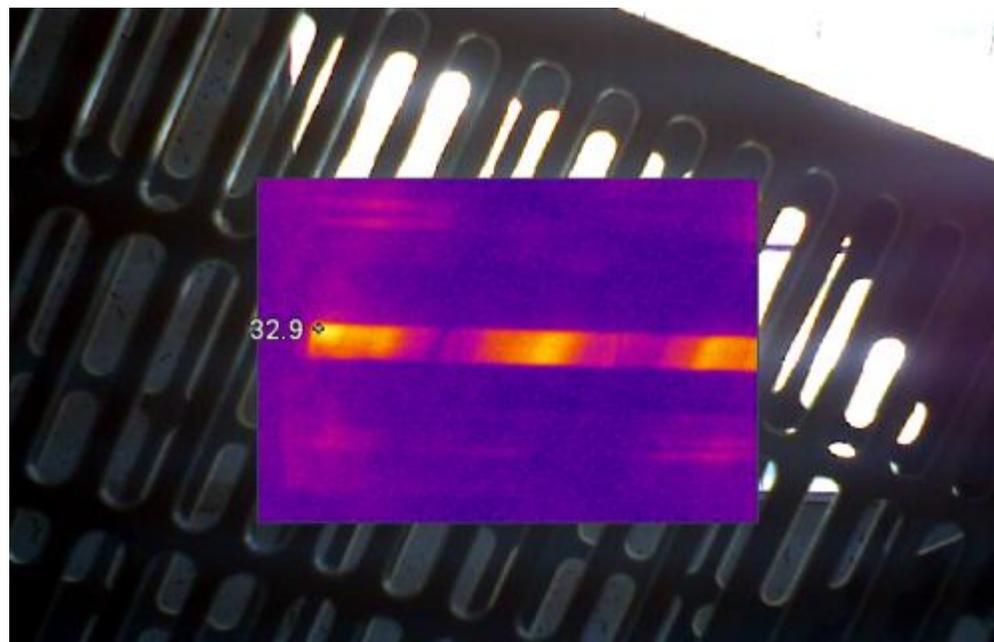
- 發射率的變化
- 紅外線視窗材料
- 反射/背景溫度補償
- 調焦
- 調色板的選擇

## 調焦的問題

- 若沒有準確調焦，就無法得到清晰的紅外熱像圖，也無法得到準確的目標溫度。
- 所有參數都可以在後臺軟體中方便地進行處理，只有調焦必須在場完成。



未準確調焦



對柵格後的目標準確調焦

## 如何準確調焦？

Fluke熱像儀完全重合的畫中畫模式（PIP），為準  
確調焦提供了方便的判斷依據。



準確調焦，  
紅外與可見光部分完全吻合



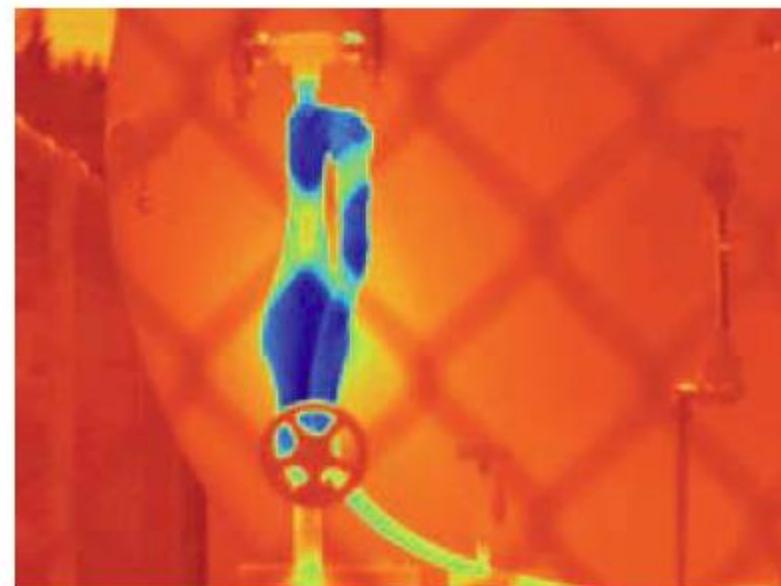
未準確調焦，  
紅外與可見光部分有錯位現象

# 雷射對焦功能



## 對焦不準確的熱圖

傳統自動對焦：聚焦於最近的物體，即畫面中的鐵絲網。



## 對焦準確的熱圖

福祿克 LaserSharp® 鐳射自動對焦：透過鐳射測距，準確聚焦於鐵絲網後的管線及閥門。

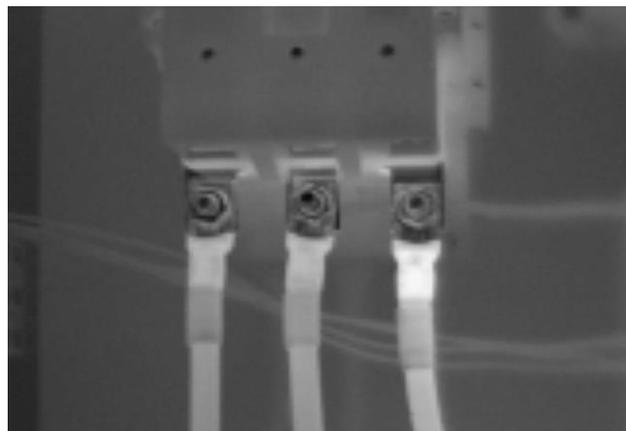
# 在使用熱像儀中值得注意的問題

- 發射率的變化
- 紅外線視窗材料
- 反射/背景溫度補償
- 調焦
- 調色板的選擇

# 調色板如何選擇？

熱像儀一般會提供**3種**調色板模式：

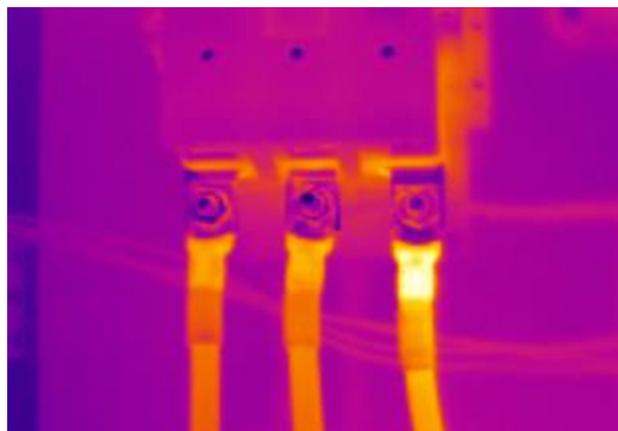
灰度、鐵紅、紅藍彩色（彩虹）。



**灰度**

輪廓線最清晰

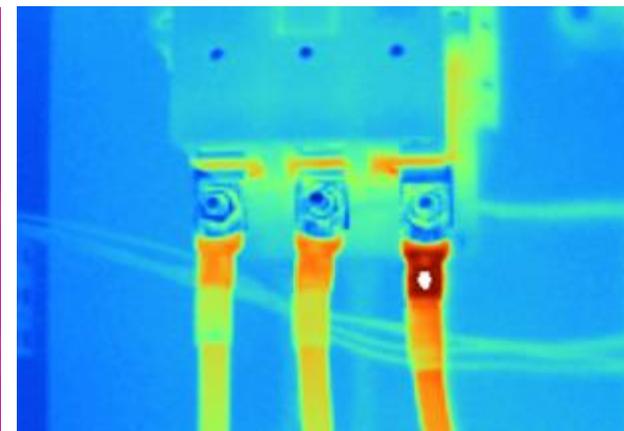
熱點較難判斷



**鐵紅**

輪廓線較清晰

熱點較易判斷



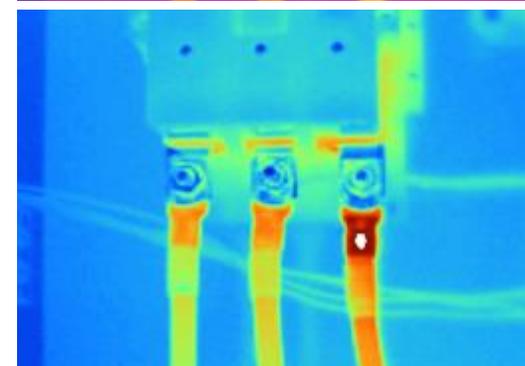
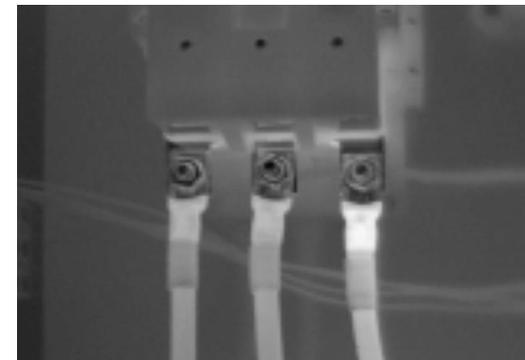
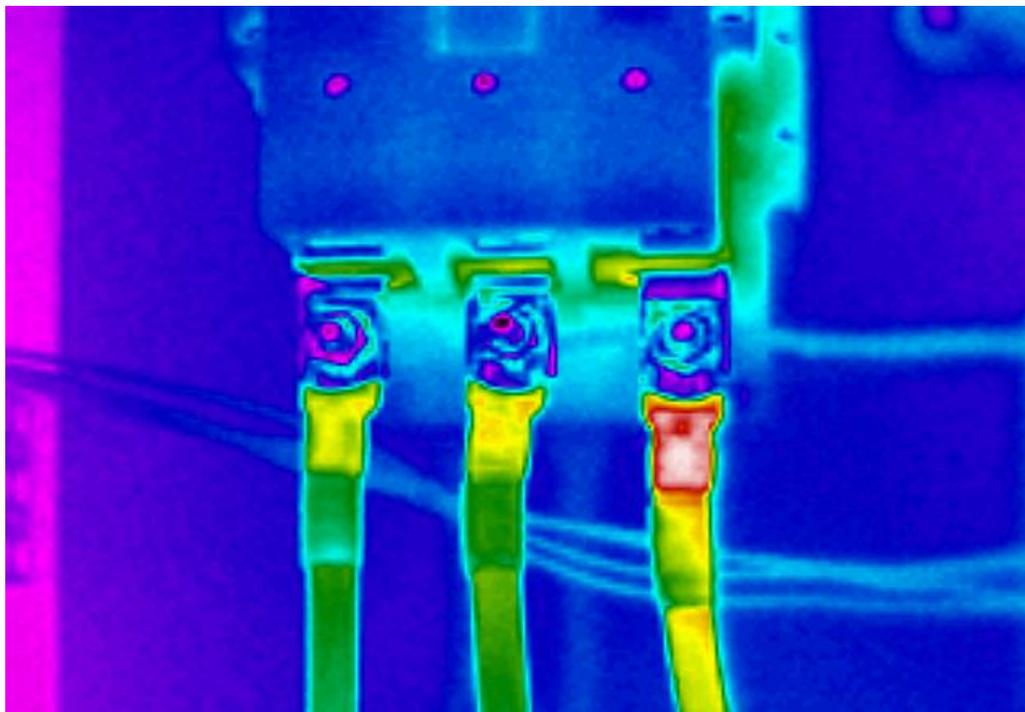
**紅藍彩色（彩虹）**

輪廓線較模糊

熱點最易判斷

# Fluke的特殊調色板 – 高對比

在適合現場捕捉熱點的紅藍彩色調色板基礎上，**Fluke**增加了高對比模式，更適合現場快速、清晰地捕捉問題點。

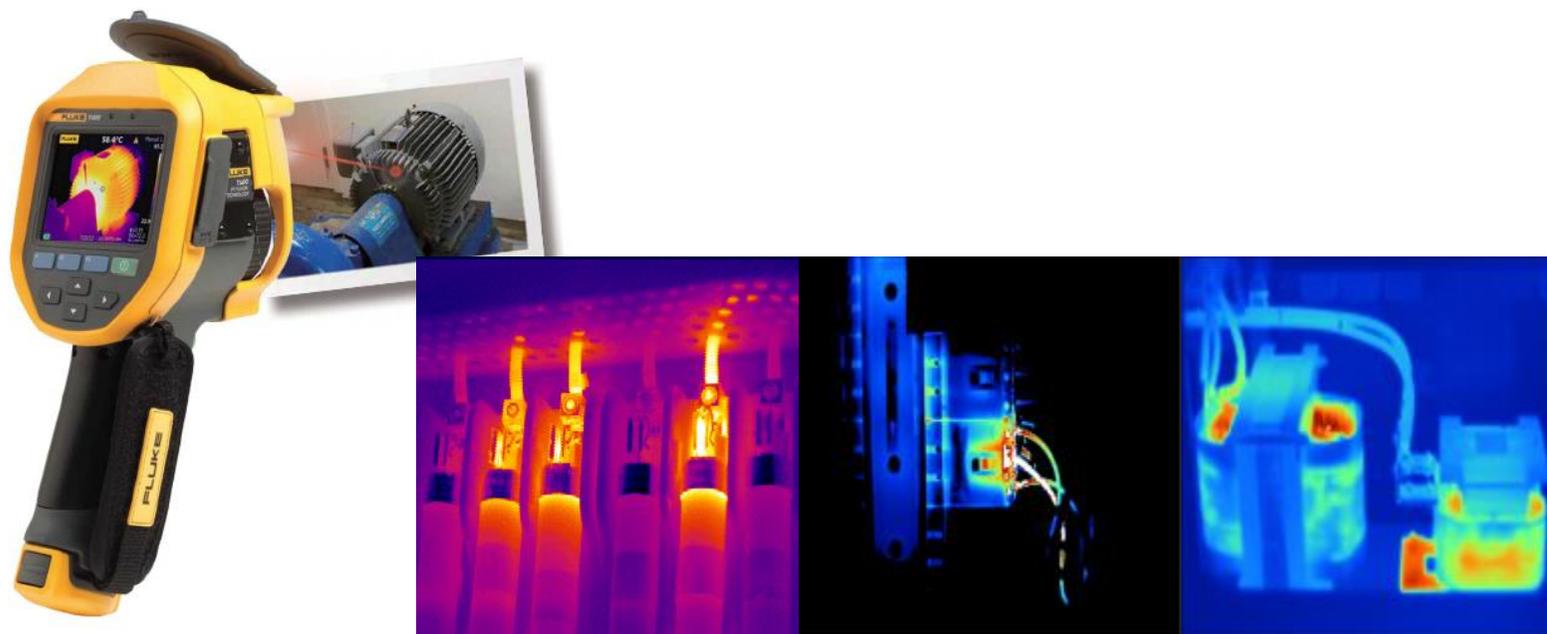


FLUKE®

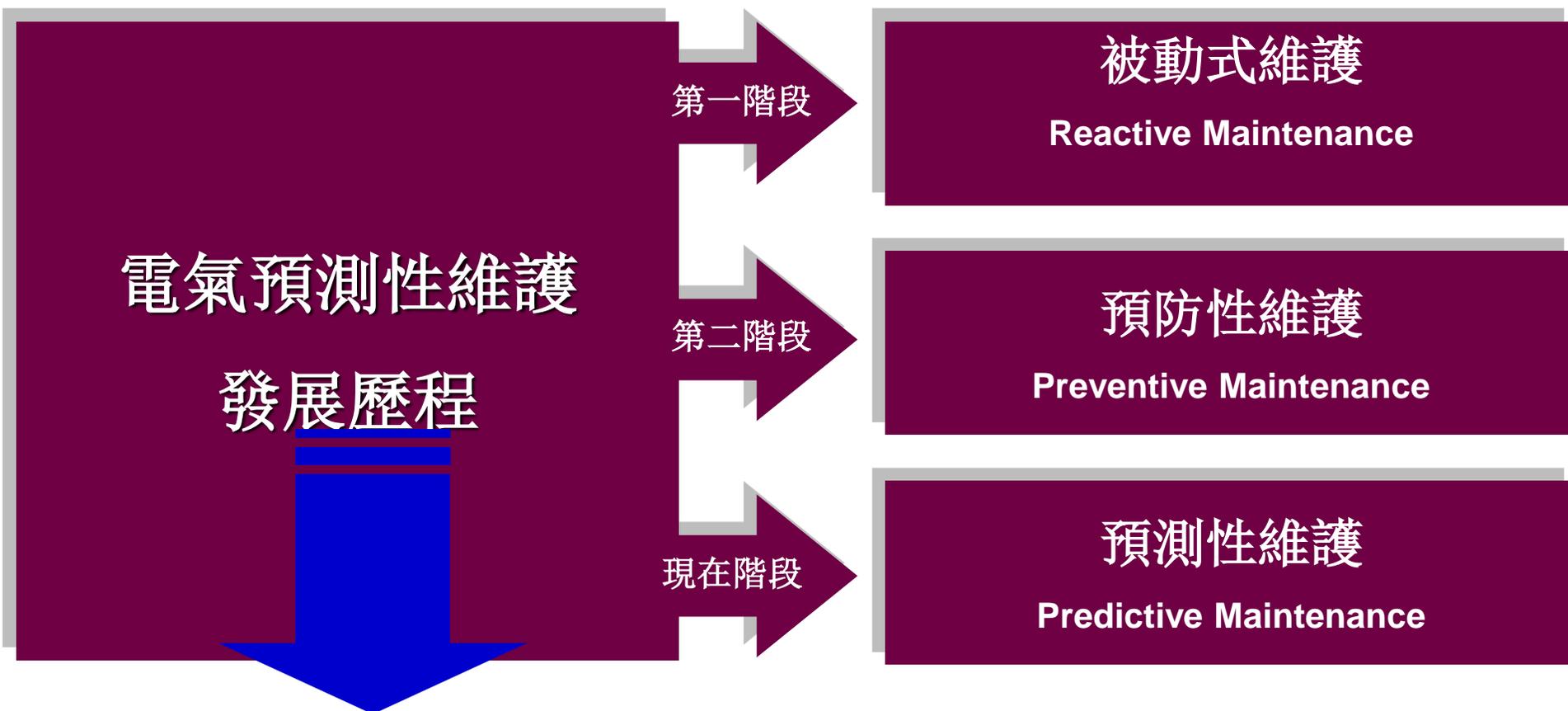
 敏盛企業有限公司  
MAVIN METROLOGY EN.CO.,LTD

# 中場休息！

## 紅外熱像儀應用 – 設備預測性維護



# 什麼是預測性維護？

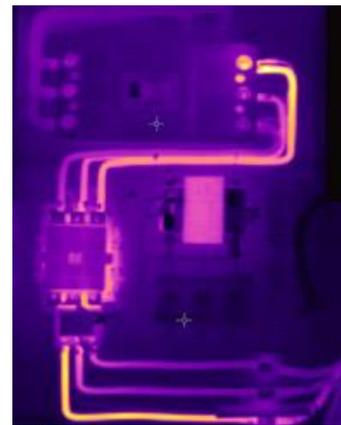


# 紅外熱像儀與紅外點溫儀的差別

紅外點溫儀採用紅外輻射的原理進行溫度檢測，其在液晶顯示屏上可即時顯示一個溫度值，紅外點溫儀多應用在PDM領域，也有部分使用在研發及技術部門。

紅外點溫儀相比熱像儀有以下的劣勢

- A 無法進行目標整體溫度分佈的分析，檢測效率低
- B 無法檢測較小的目標
- C 容易漏檢



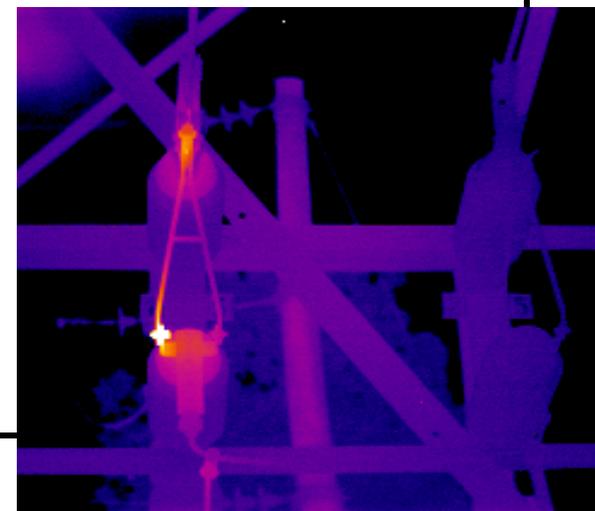
# 電氣檢測

## 通常的檢測部件

- 三相設備
- 電纜連接
- 變壓器
- 保險絲盒
- 絕緣器
- 電容器
- 斷路器
- 繼電器/開關
- **UPS電源**

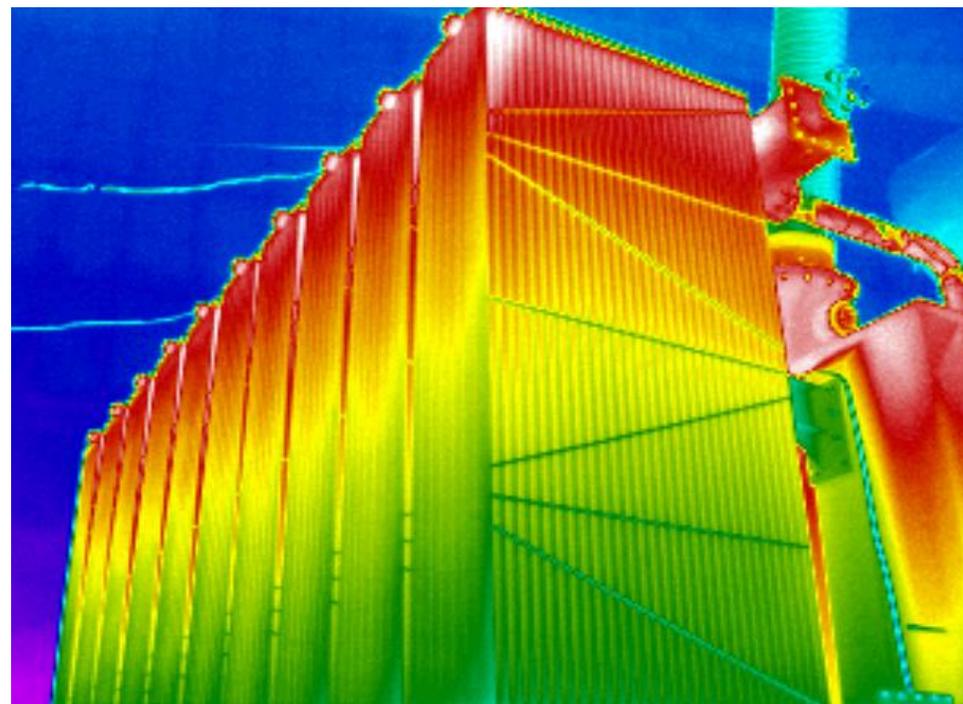
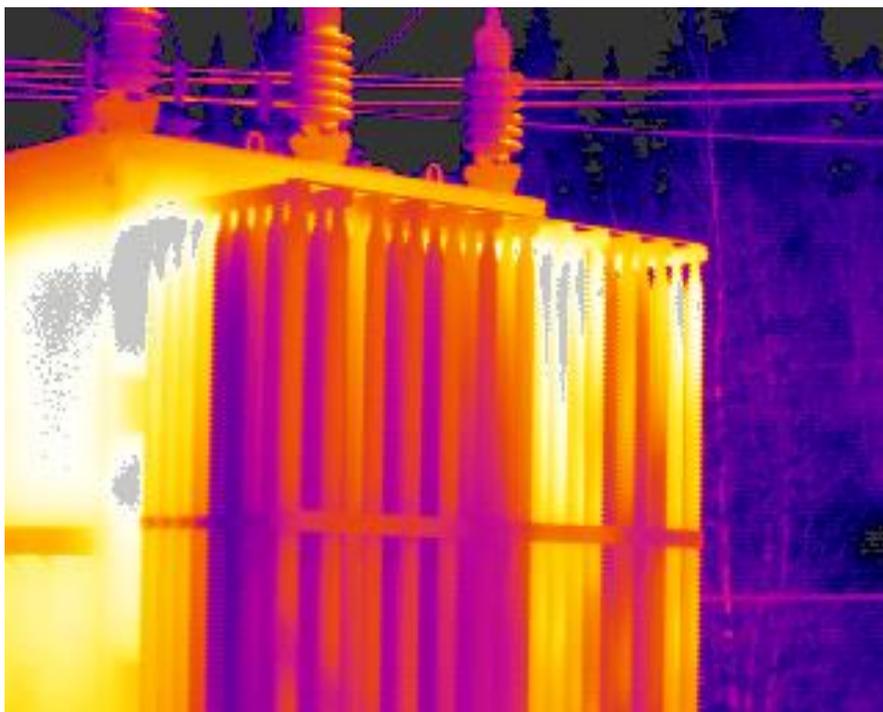
## 溫度異常點產生的主要原因

- 負載不平衡
- 諧波
- 超載/過電壓
- 接頭鬆動或者氧化導致電阻增大
- 絕緣開裂
- 部件故障
- 配線錯誤



## 應用點：變壓器冷卻迴圈

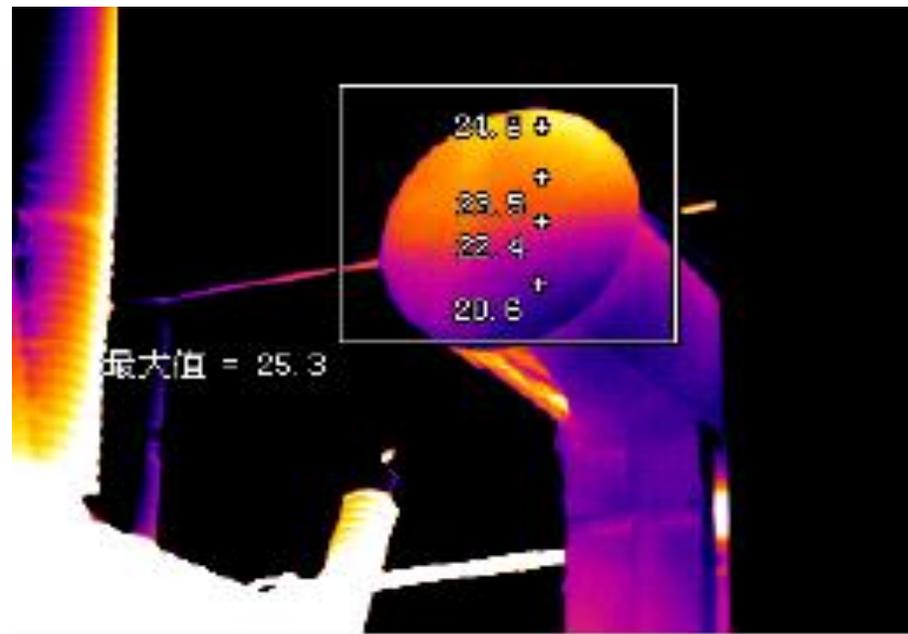
隨著設備溫度的升高，冷卻迴圈受阻的部位由過熱而導致故障發生。



# 應用點：壓指彈簧及油枕



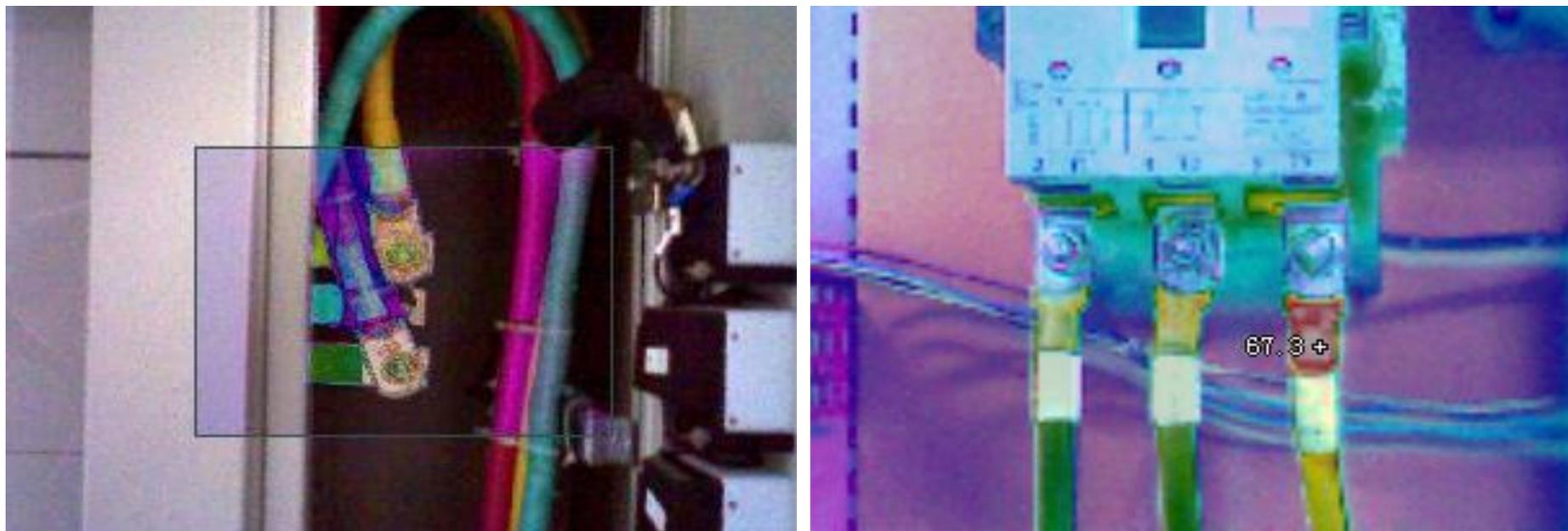
中間觸頭壓指彈簧壓接不良



油枕油位線

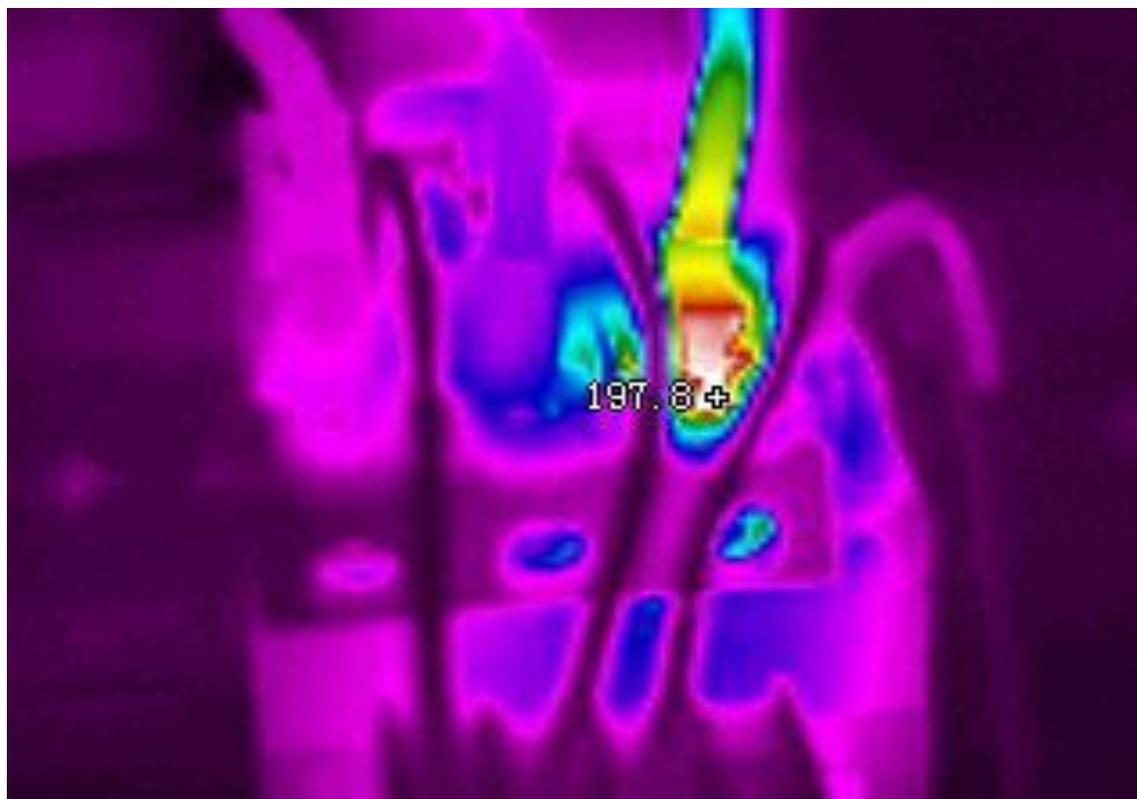
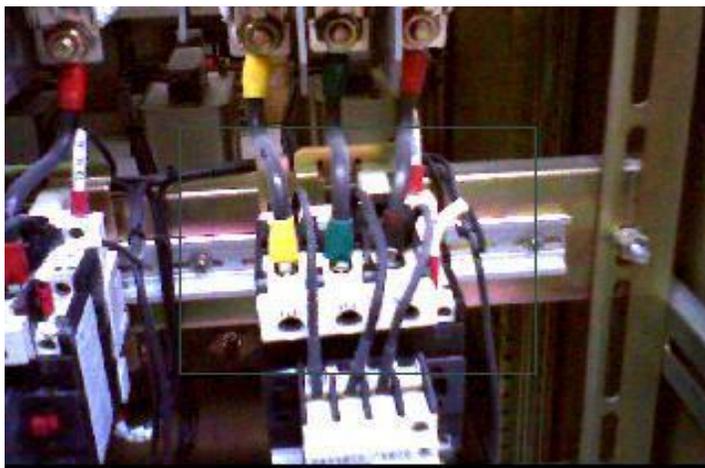
## 應用點：電氣連接

- 電纜連線點鬆動是導致過熱故障發生的重要原因之一。
- 一般連接點超過 $70^{\circ}\text{C}$ ，或高於環境溫度 $30^{\circ}\text{C}$ ，即認為有隱患存在。



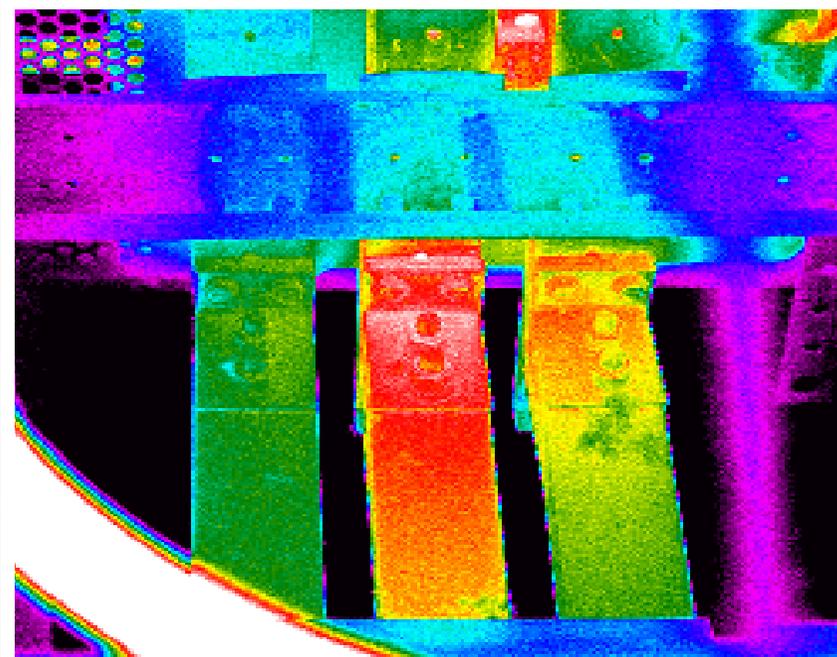
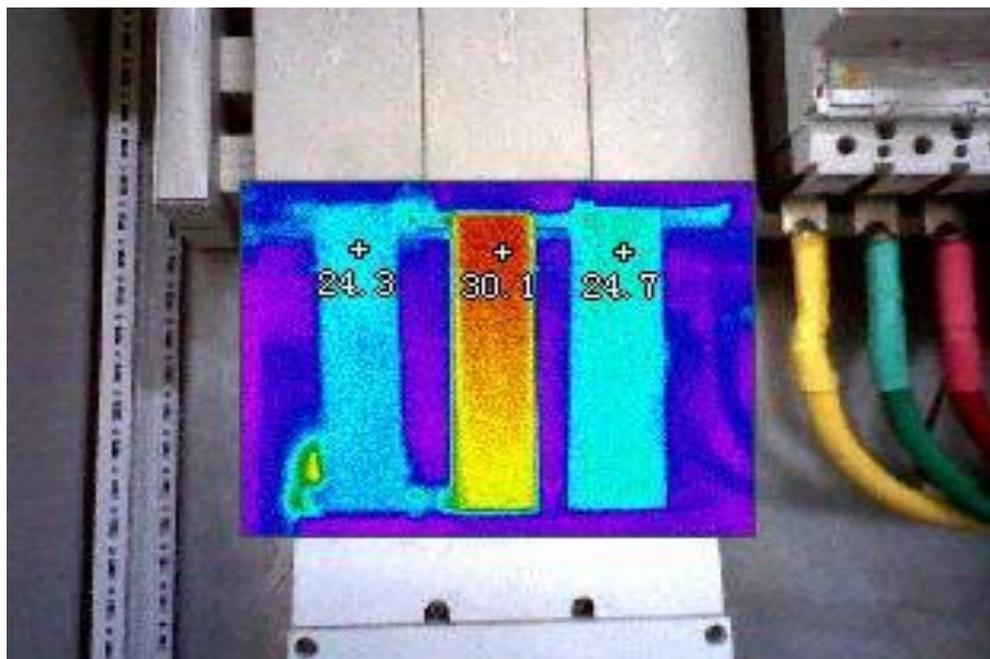
## 應用點：電氣連接

- 接頭氧化腐蝕或連接過緊同樣會造成高溫點。

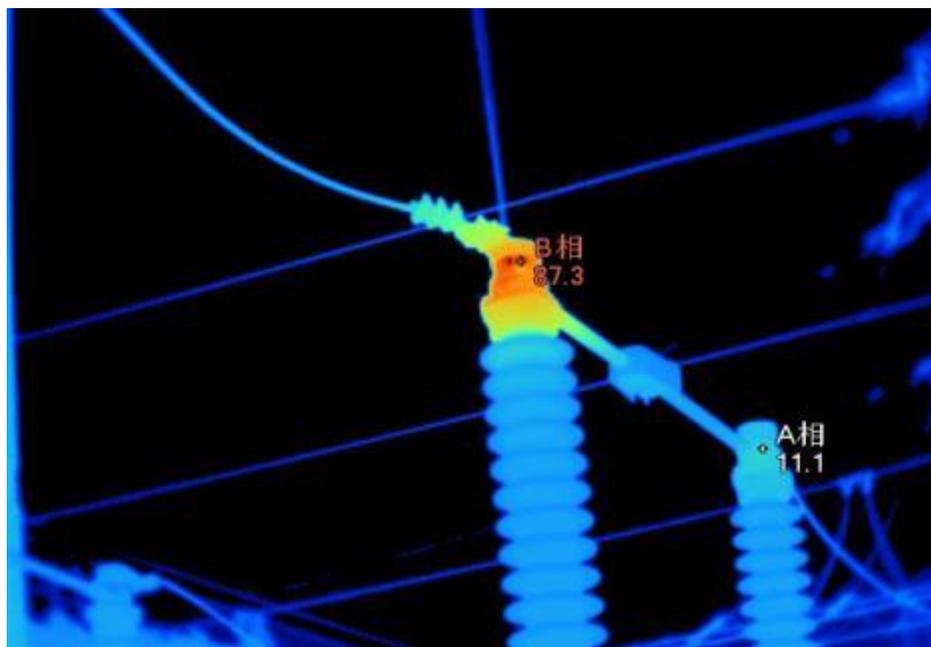


## 應用點：三相接線排

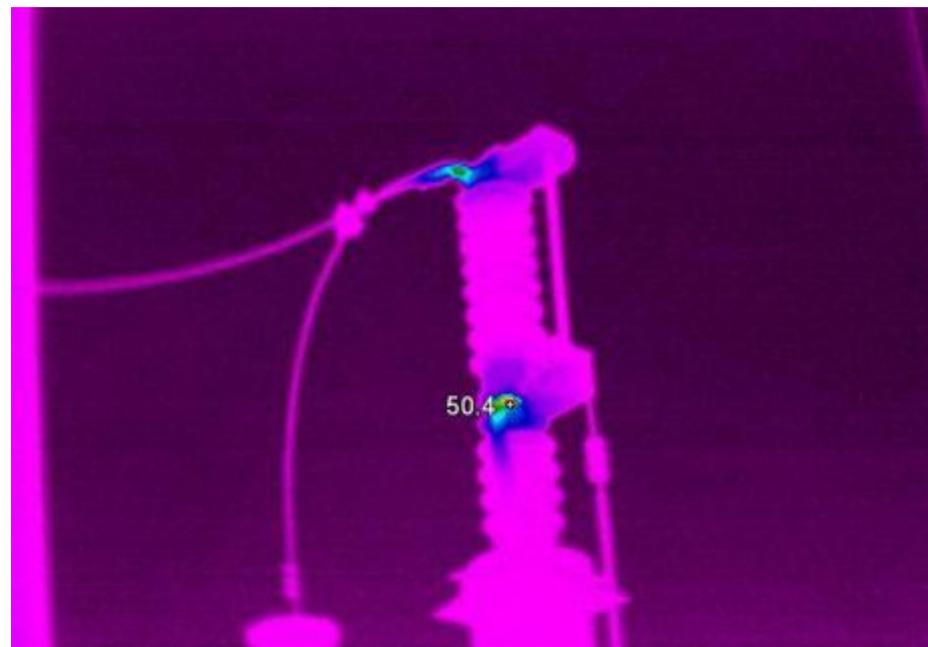
- 接觸點問題
- 電能品質問題
- 在正常負載下，若最大溫差超過**20%**，則預示可能有隱患存在。



# 應用點：35KV氧化鋅避雷器

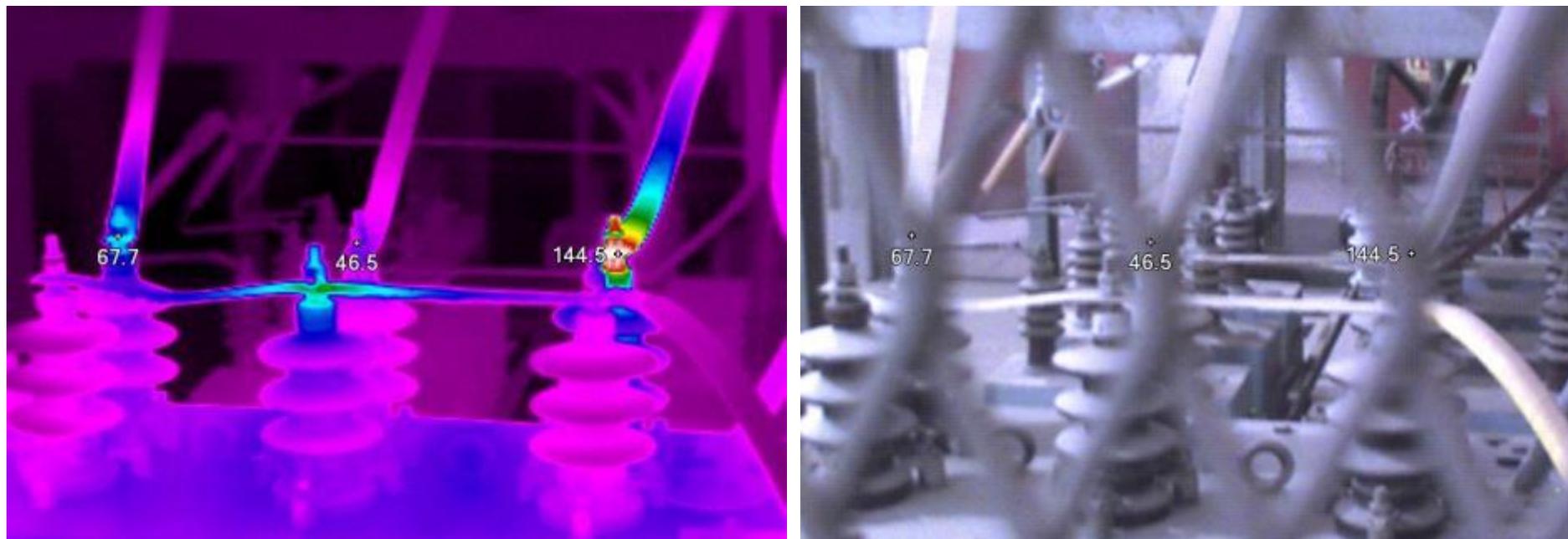


充油套管冷卻不良



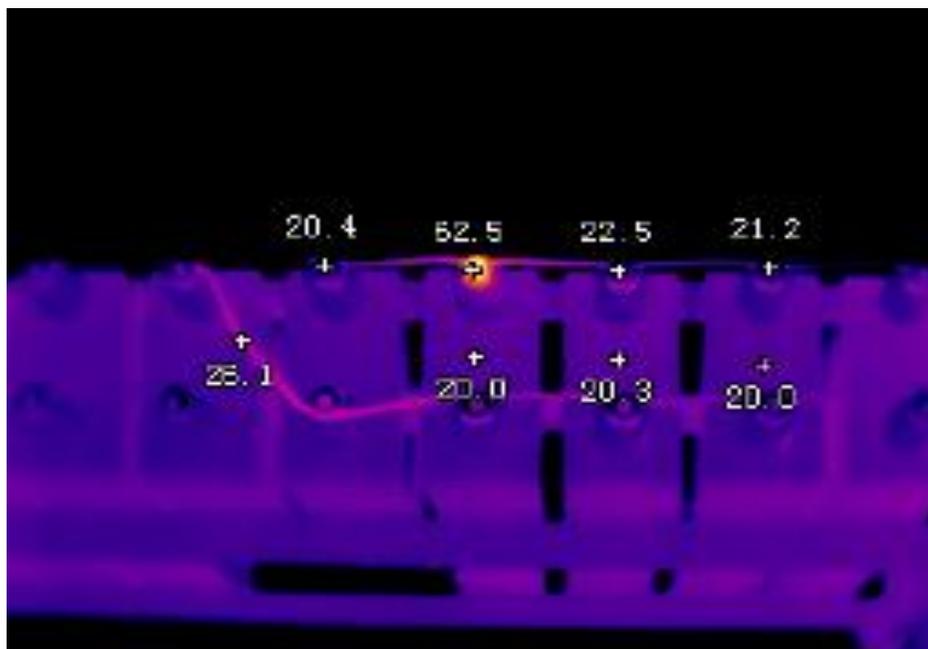
35KV氧化鋅避雷器絕緣老化

# 應用點：35KV電抗器接頭



## 35KV電抗器接頭溫度異常

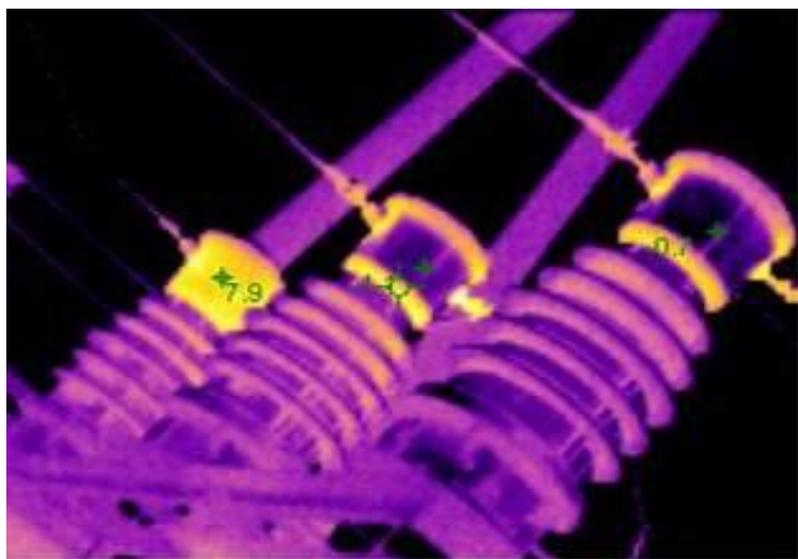
# 應用點：電容器接頭



## 電容器接頭溫度異常

## 應用點：互感器

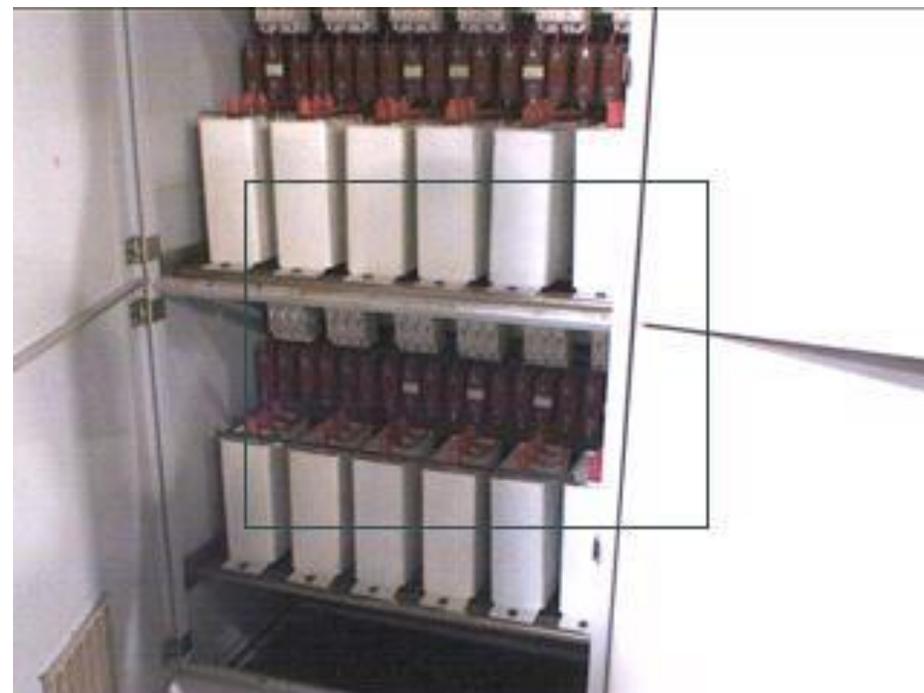
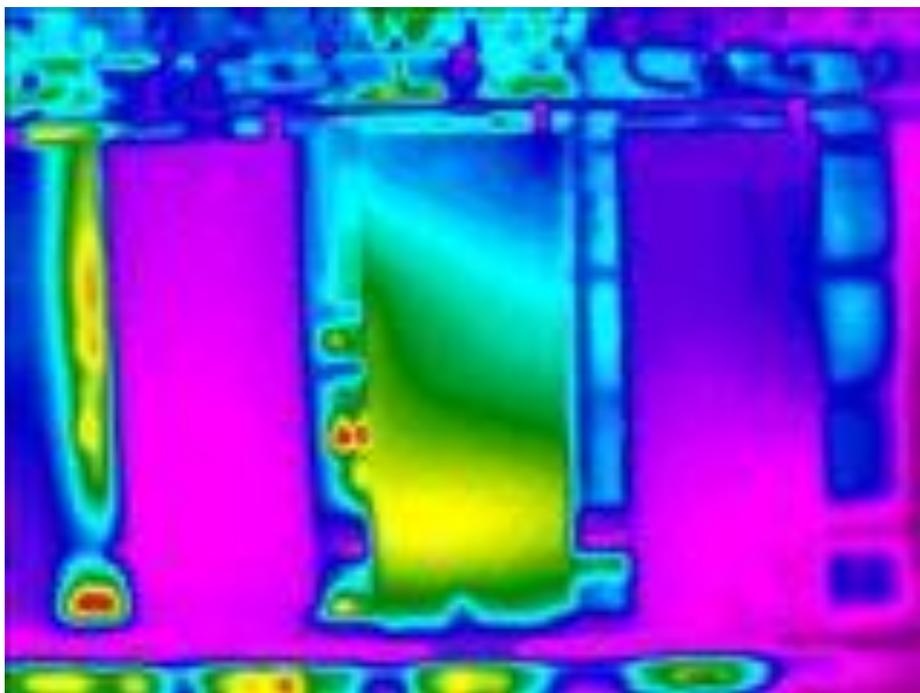
互感器：將一次系統的高電壓和大電流按比例變換成低電壓和小電流，供給測量儀錶和保護裝置使用的設備。



電流互感器冷卻不良

## 應用點：電容器

- 電容器溫度一般不得超過 $80^{\circ}\text{C}$ ，過熱容易導致器件損壞甚至爆炸。



## 互動：哪些行業關注上述電氣設備？

冶金、石化、電廠、造紙、製藥、煙草、水泥、玻璃、食品飲料等過程行業.....

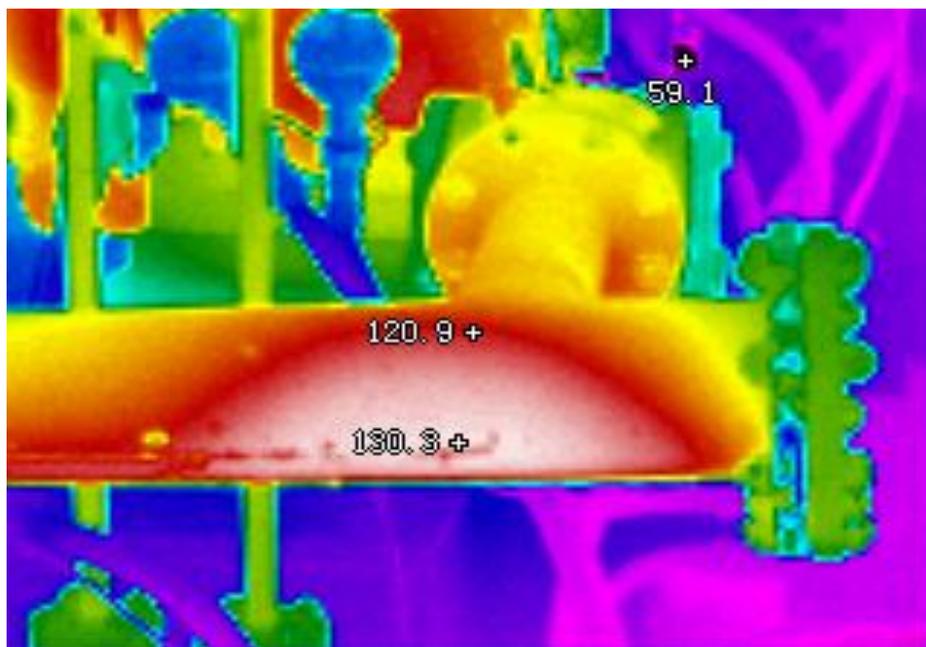
汽車、電子等大、中型製造業.....

其他企、事業單位如醫院、體育場館.....

凡是有較大用電需求的企業均對電氣系統的維護比較關注，熱像儀是目前發現問題的最有效工具之一。

## 應用點：管路檢測

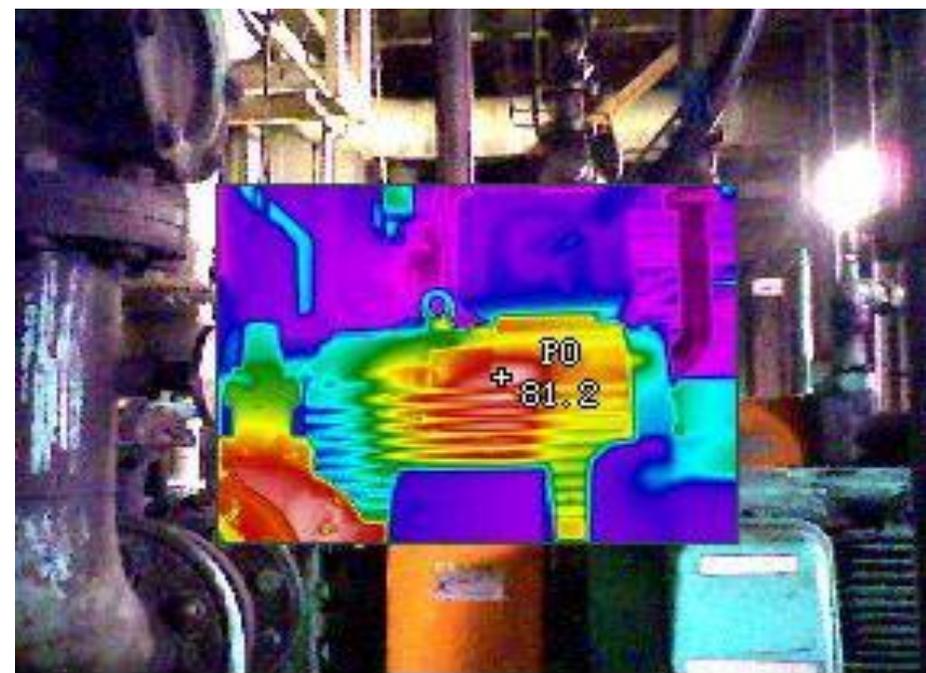
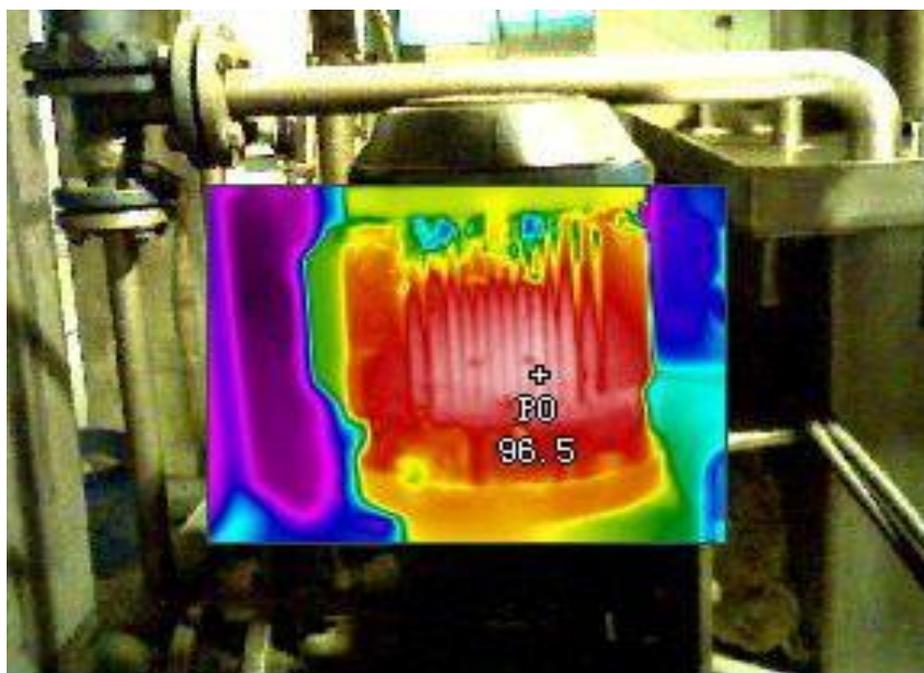
紅外熱像儀可以方便地查看管道的保溫隔熱層有無損壞，或是否有洩漏的隱患。



**問題： 哪些行業關注管道檢測？**

## 應用點：電機檢測

電機發生過熱後會導致加速老化，造成故障，引發停產事故。

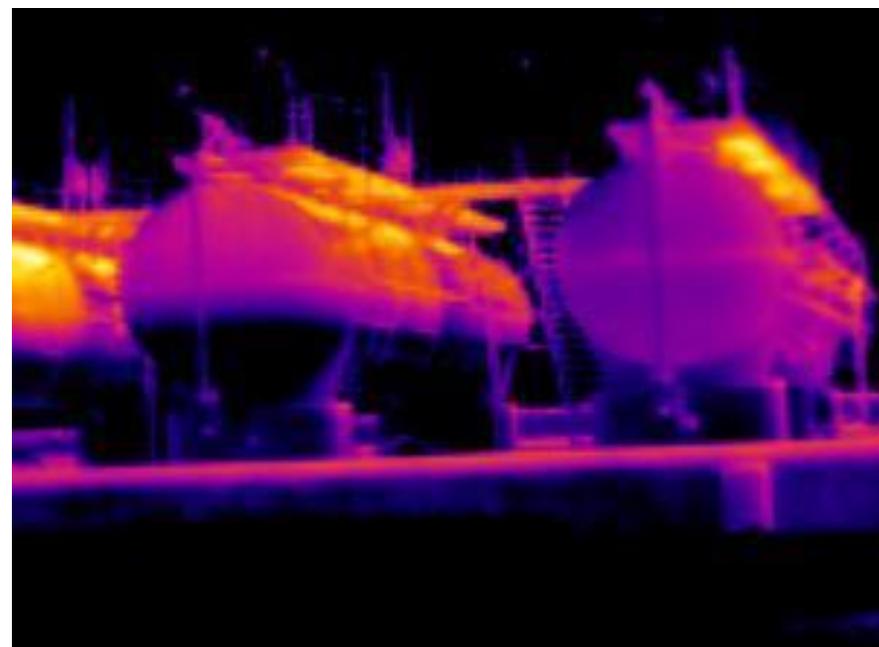


**問題： 哪些行業關注電機檢測？**

## 應用點：儲罐液位線檢測

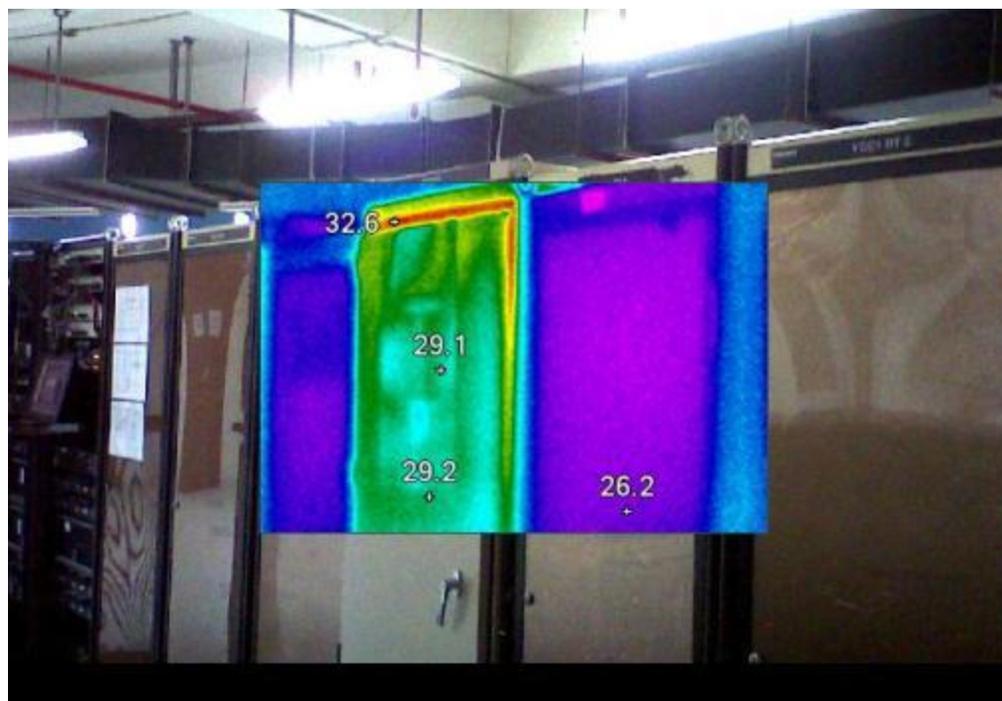
問題1：紅外熱像為什麼可以測量液位線？

問題2：在有液位元計的情況下為什麼還要進行紅外熱像液位線檢測？



## 應用點：機櫃檢測

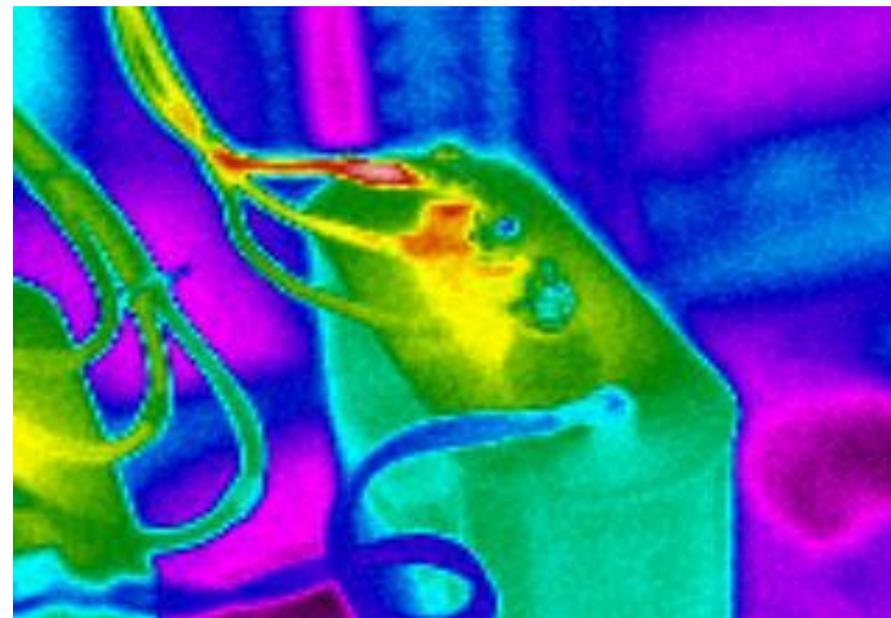
- 檢測機櫃外表面溫度可以及時發現機櫃內設備存在的問題。



**問題：請問應用在什麼行業？還有其他的應用嗎？**

## 應用點：UPS電源維護

- 大型UPS電源的電池組放電電流較大，使用熱像儀可以快速檢測電池組各連接端子接觸情況以及各單體電池的溫度狀態。



# 問題

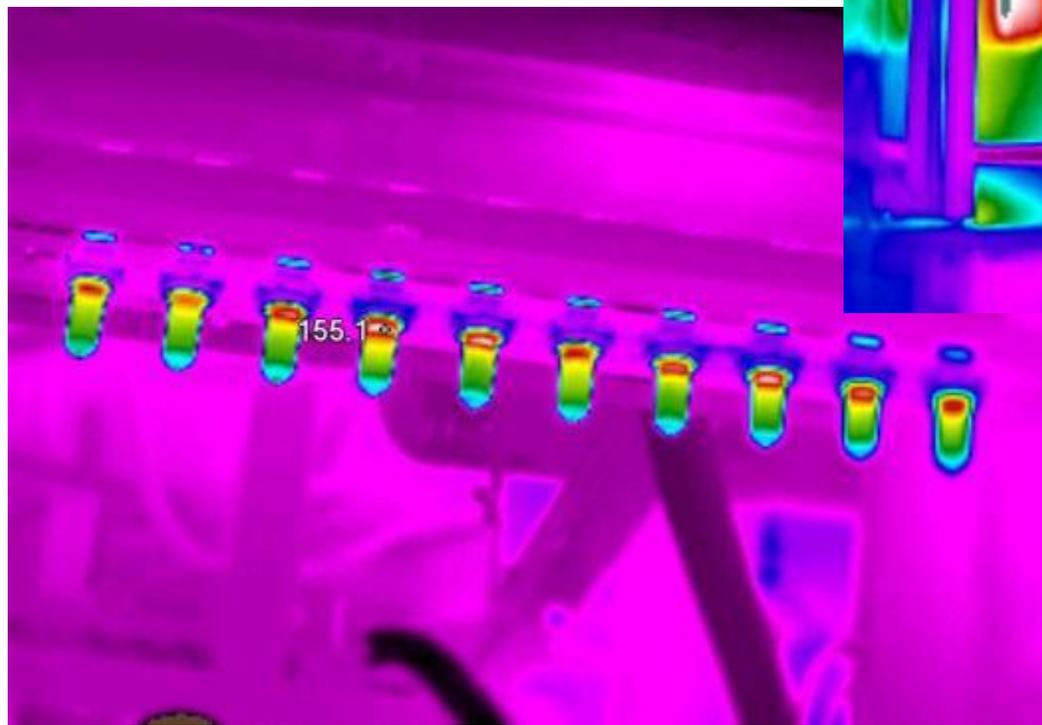
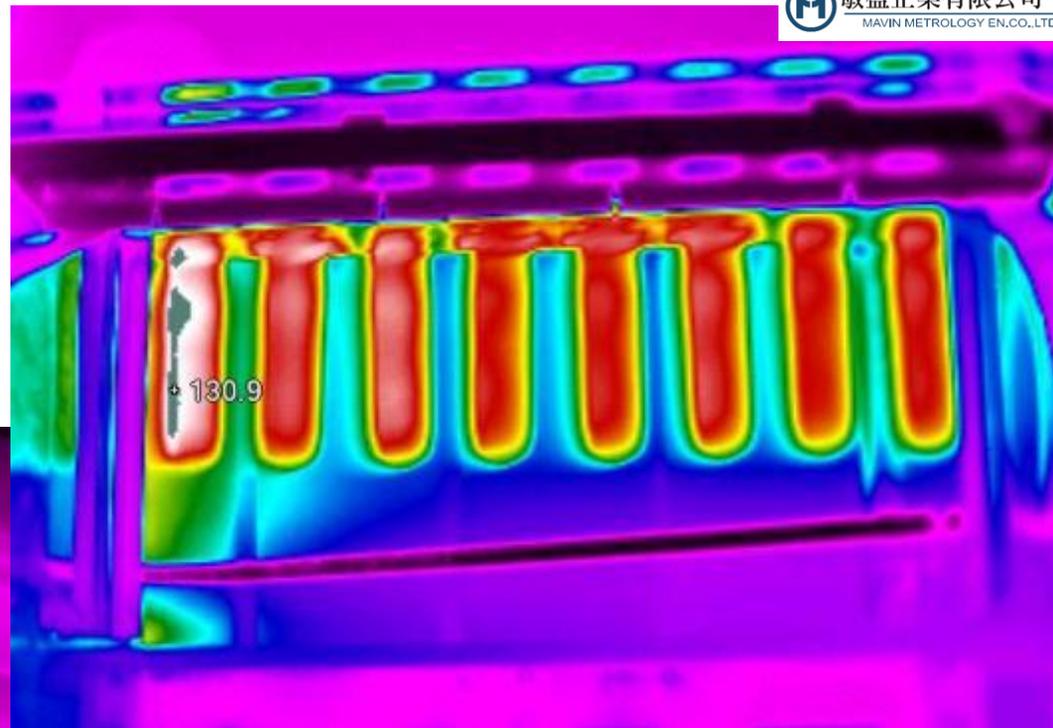
# 還有其他應用嗎？

請大家看一個案例

請問這是什麼應用？

FLUKE®

M 敏盛企業有限公司  
MAVIN METROLOGY EN.CO.,LTD



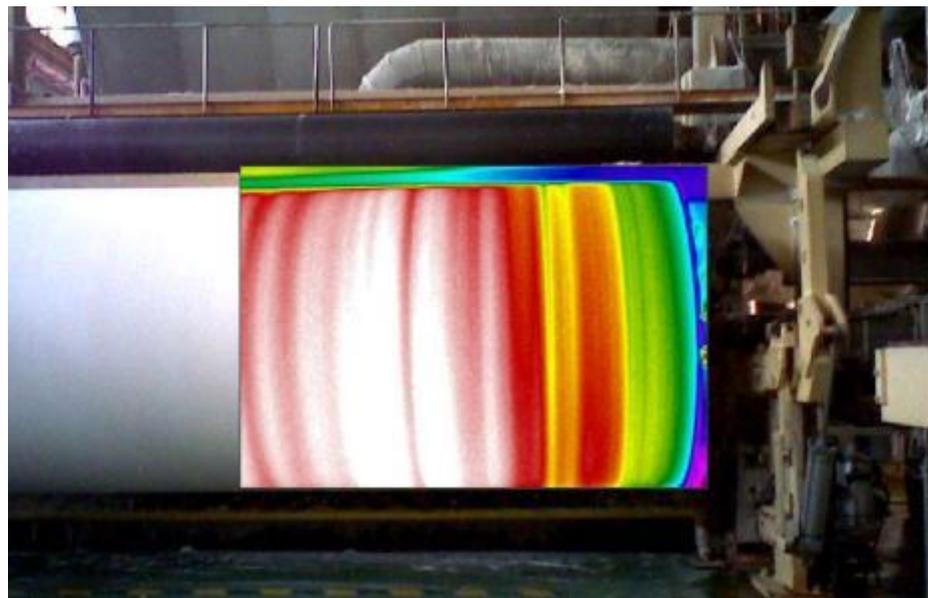
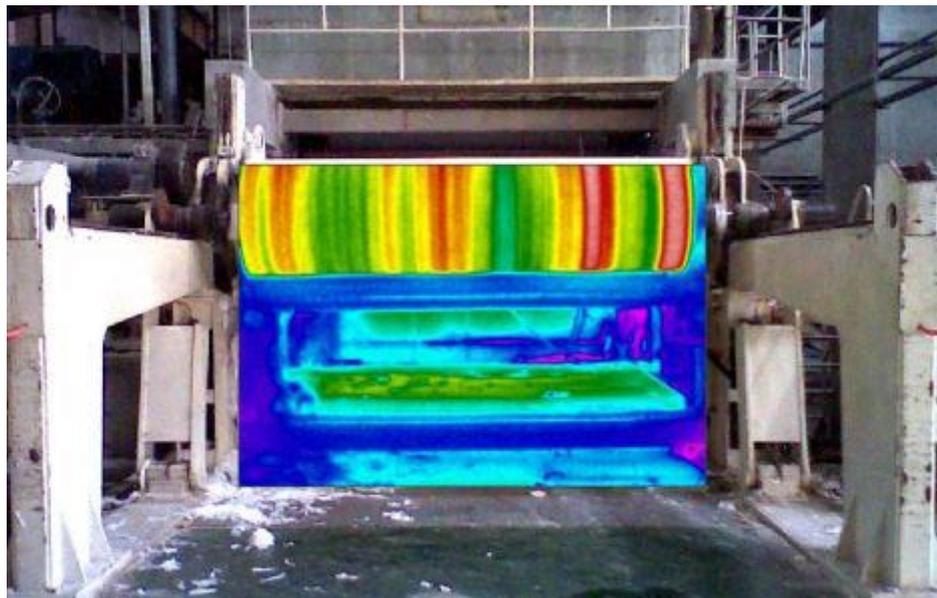
熱像儀，可望可及！問題點，即拍即得

www.mavin.com.tw 敏盛企業有限公司 03-5970828

# 滾筒檢測

FLUKE®

M 敏盛企業有限公司  
MAVIN METROLOGY EN.CO.,LTD



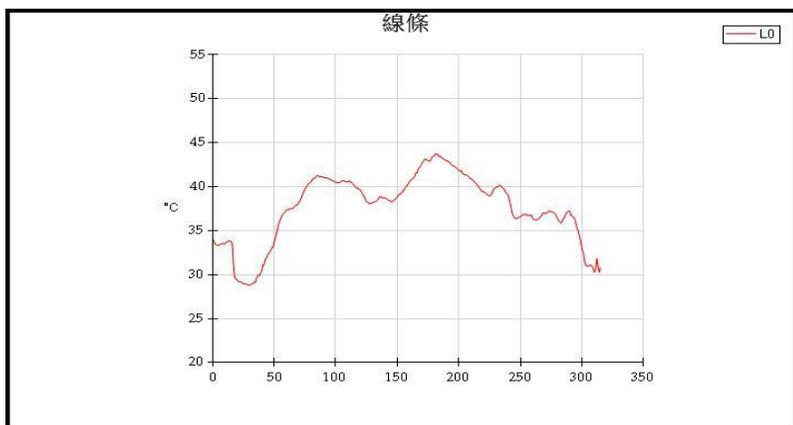
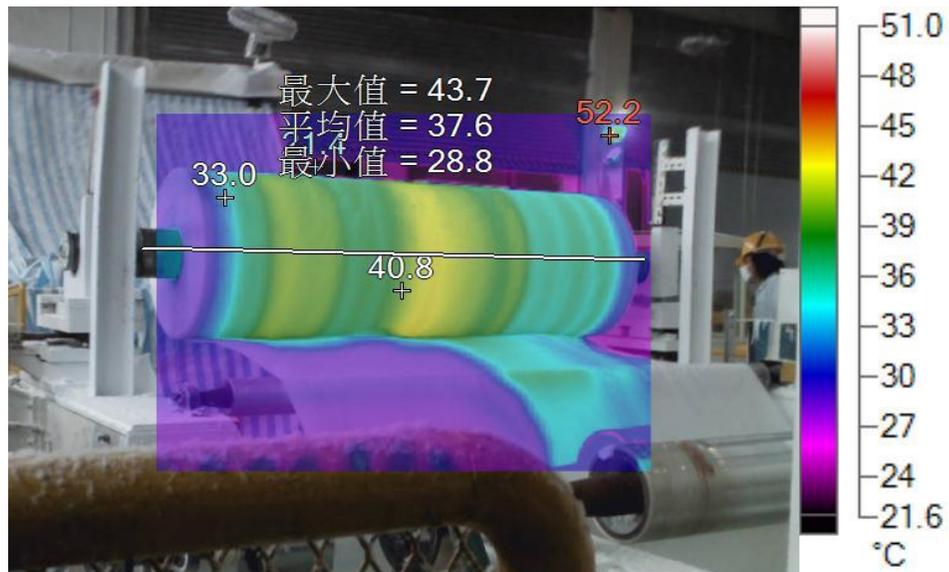
熱像儀，可望可及！問題點，即拍即得

www.mavin.com.tw 敏盛企業有限公司 03-5970828

# 滾筒檢測

FLUKE®

敏盛企業有限公司  
MAVIN METROLOGY EN.CO.,LTD



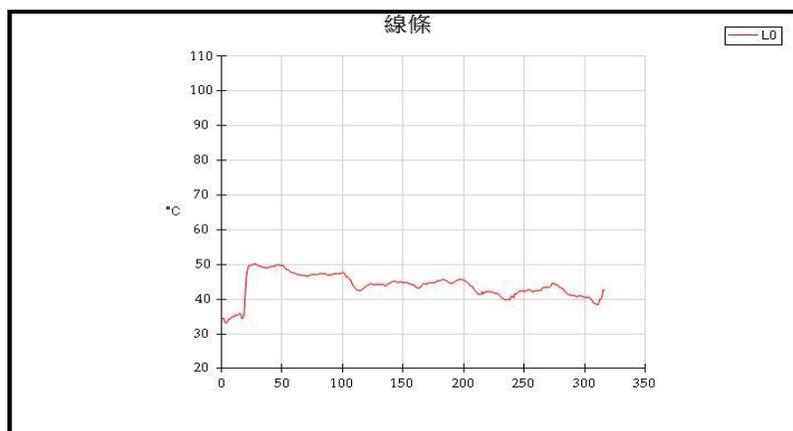
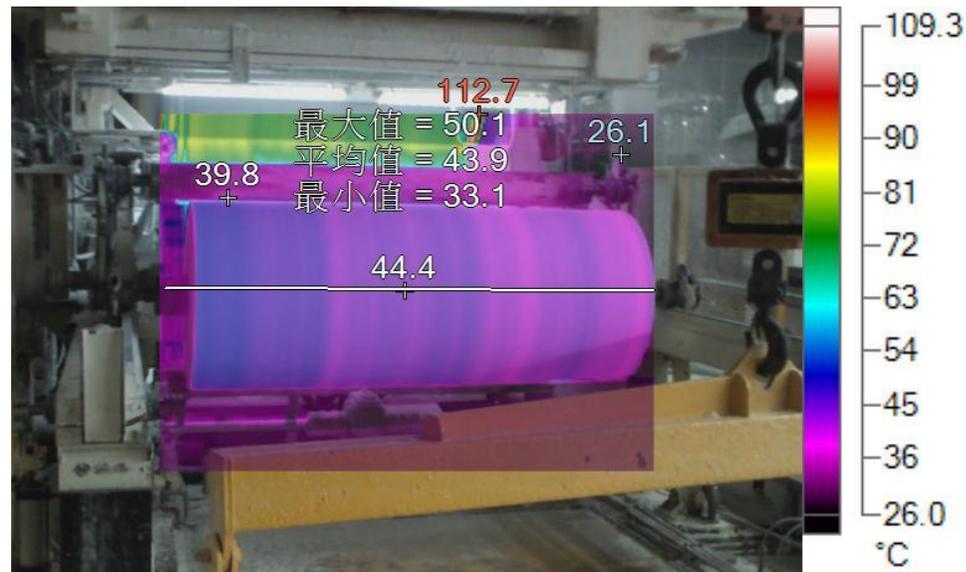
熱像儀，可望可及！問題點，即拍即得

www.mavin.com.tw 敏盛企業有限公司 03-5970828

# 滾筒檢測

FLUKE®

敏盛企業有限公司  
MAVIN METROLOGY EN.CO.,LTD



熱像儀，可望可及！問題點，即拍即得

www.mavin.com.tw 敏盛企業有限公司 03-5970828



FLUKE®

M 敏盛企業有限公司  
MAVIN METROLOGY EN.CO.,LTD

## 紅外熱像應用 – 研發、建築及其他



熱像儀，可望可及！問題點，即拍即得

www.mavin.com.tw 敏盛企業有限公司 03-5970828

# 研發 – 溫度參數的測量

在使用紅外熱像儀前，進行溫度檢測通常採用的手段：

- 紅外點溫儀
- 資料獲取器
- 貼片鉑電阻



**問題：這些測溫手段是否有問題？**

# 紅外熱像儀與資料獲取器的差別

接觸式資料獲取器一般只有**4-10**點，因使用熱電偶做為溫度傳感器，故反應時間在數秒至數分鐘，同時使用接觸式資料獲取器還將改變所測器件的散熱狀況；

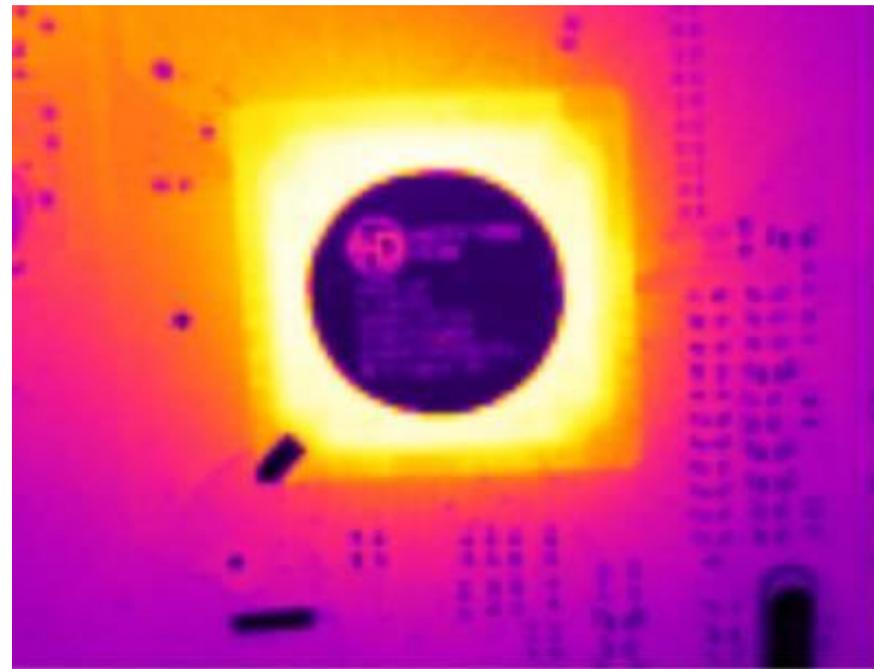
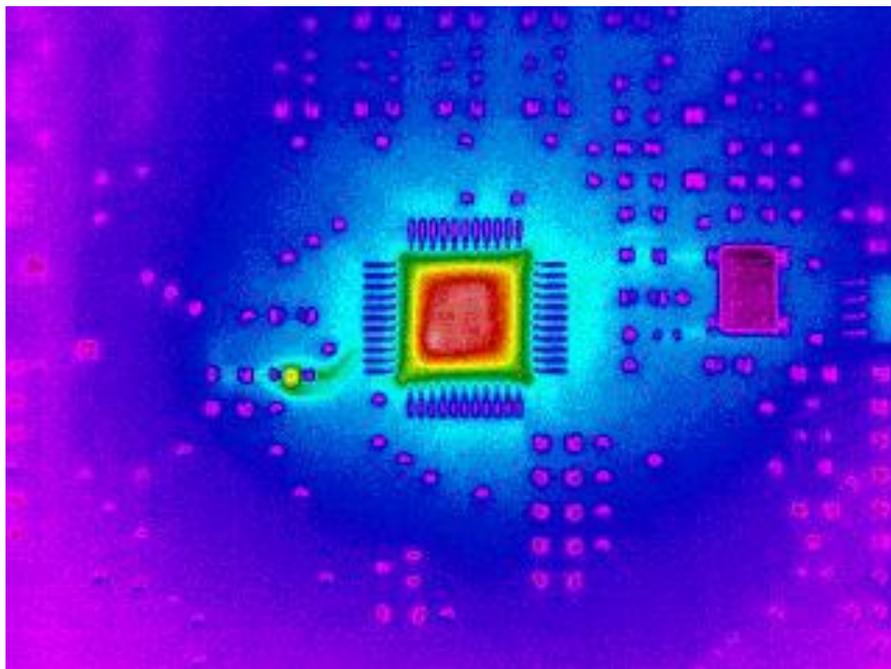
紅外點溫儀只能測量一個區域的平均溫度，無法檢測整體溫度分佈及較小的目標；紅外熱像儀的採樣點數以萬計，反應速度小於**1**秒，同時非接觸測量使原有的溫度場不受干擾。



- 成像品質好
- 可測量小目標
- 反應快速
- 不破壞原有溫度場
- 方便快捷

## 應用點：電路晶片

- 晶片表面溫度一般要求在 $120^{\circ}\text{C}$ 以下，超過則會影響晶片的使用壽命，造成產品電路運行受阻；同時其他元器件也有相應的溫度限制。



顯示器主晶片發熱狀態

## 應用點：電路系統

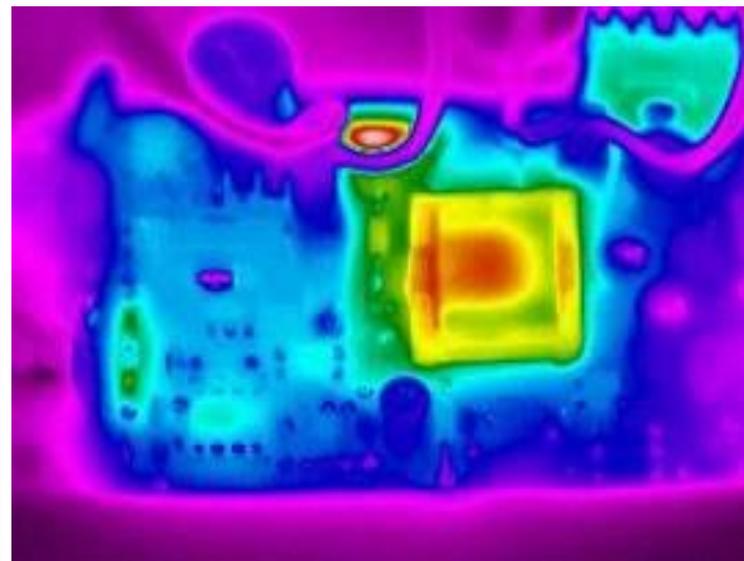
- 通過電路系統的發熱檢測，可以判斷散熱系統的工作效能及器件選用是否合理。



電源



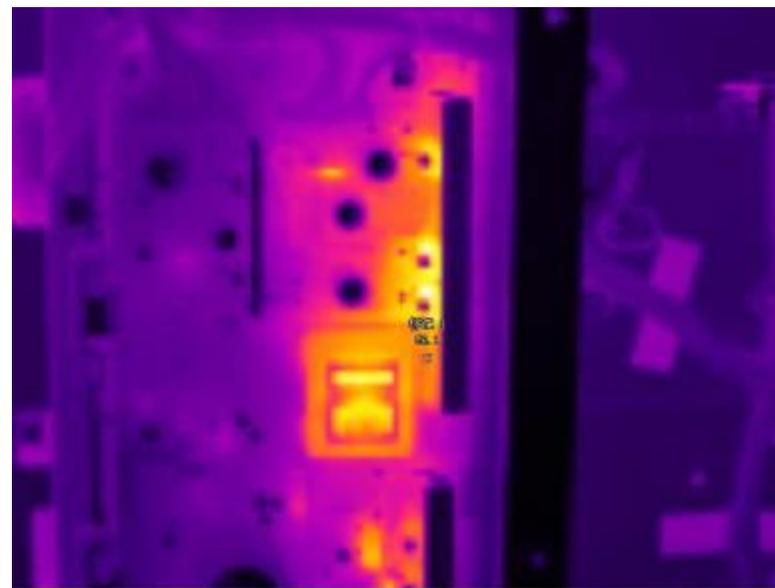
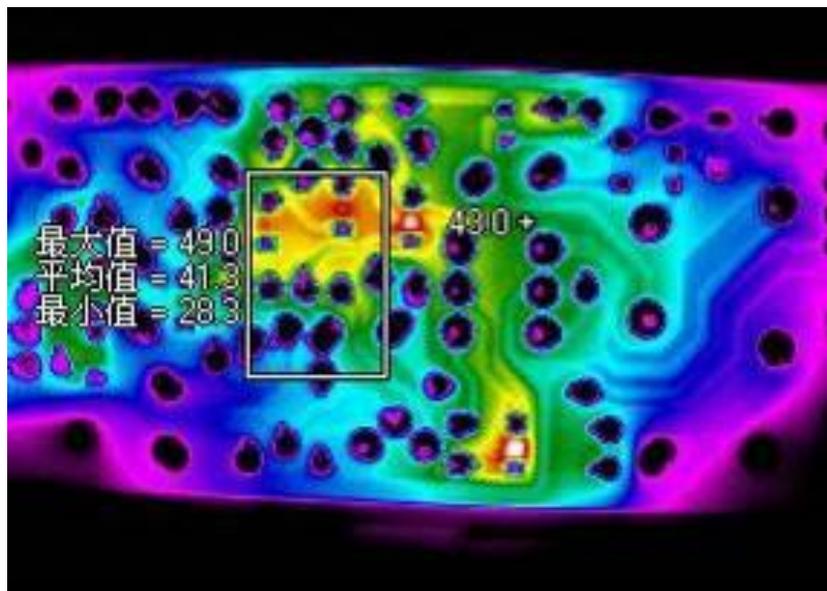
電源模組



變壓器發熱狀況

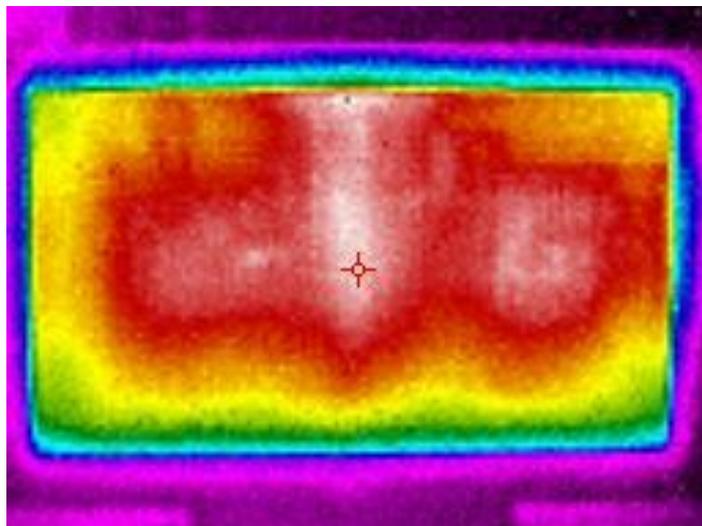
## 應用點：PCB板發熱狀態

- 電路器件的發熱會傳遞到PCB板，一般PCB板任意部分的溫度需控制在 $50^{\circ}\text{C}$ 內，極限溫度為 $70^{\circ}\text{C}$ 。
- 紅外熱像儀可以檢測上微小發熱點，確保PCB板的正常工作。

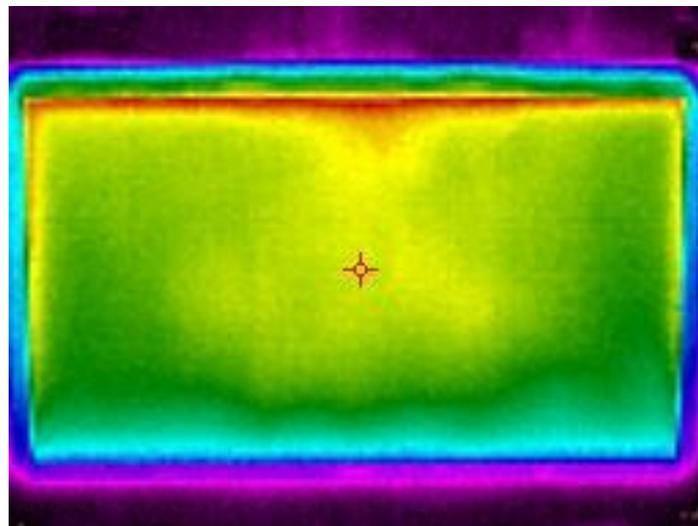


## 應用點：LCD面板

- 液晶面板的溫度一般控制在**30-50°C**，以液晶屏大小而異，液晶屏尺寸越大其表面平均溫度越高；面板發熱是由於燈管及背光板的熱量傳遞；整個面板溫度最大差異一般控制在**5°C**，同時極限溫度不能超過**50°C**。



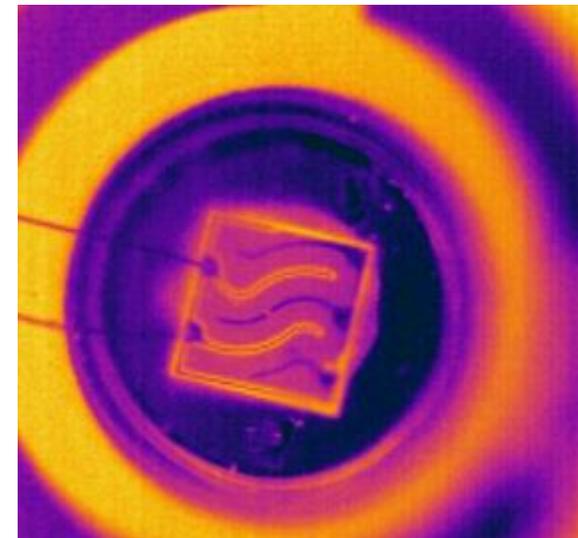
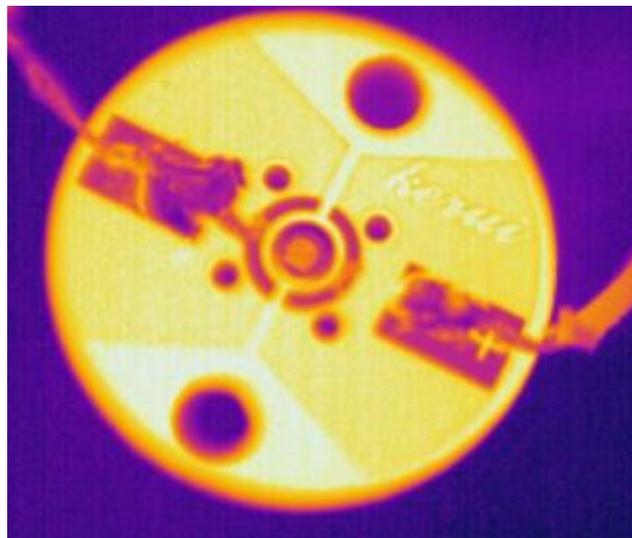
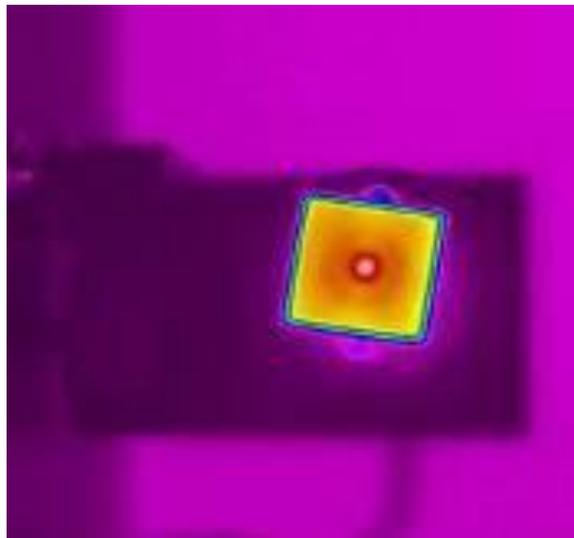
面板溫度異常



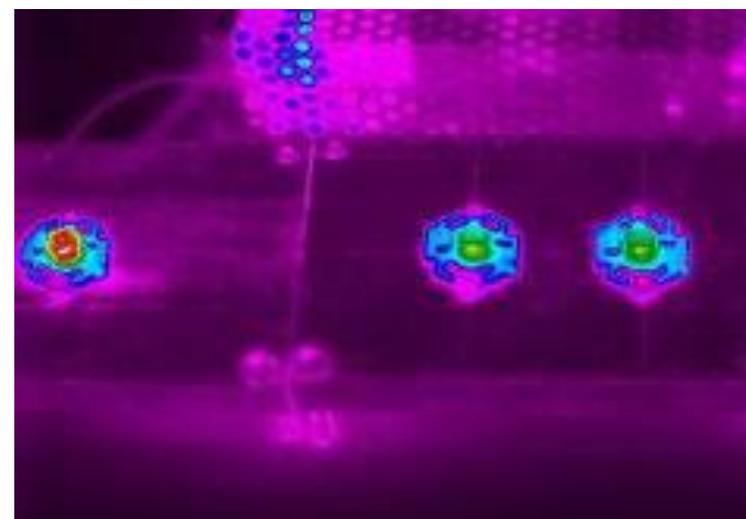
面板溫度正常



# 應用點：LED行業

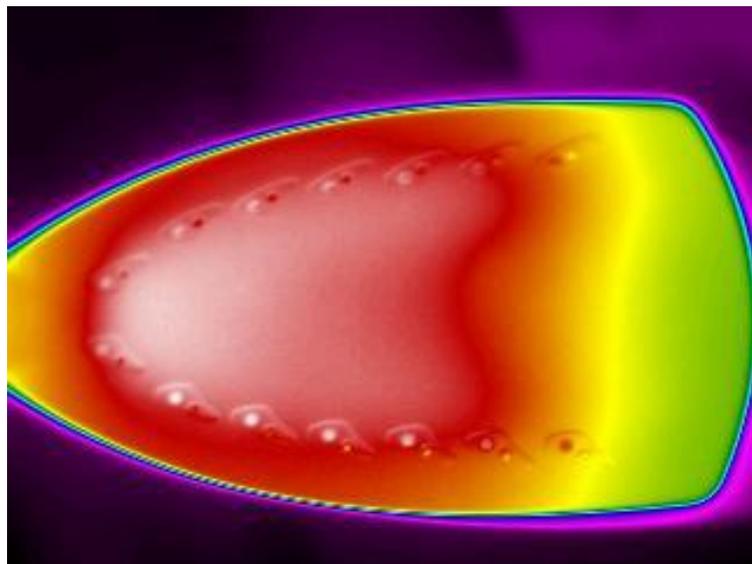


問題：對熱像儀有特殊要求嗎？

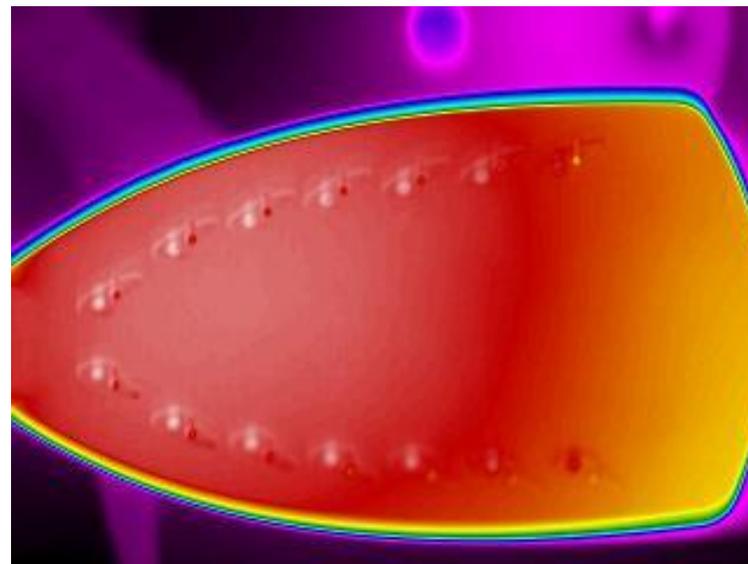


## 應用點：小家電

- 電熨斗底座的熱絲纏繞方式和品質直接影響底座溫度。熱度的分佈的發熱的品質；設計是管部門從紅外熱像圖中可以檢驗。



底座溫度不均勻



底座溫度均勻

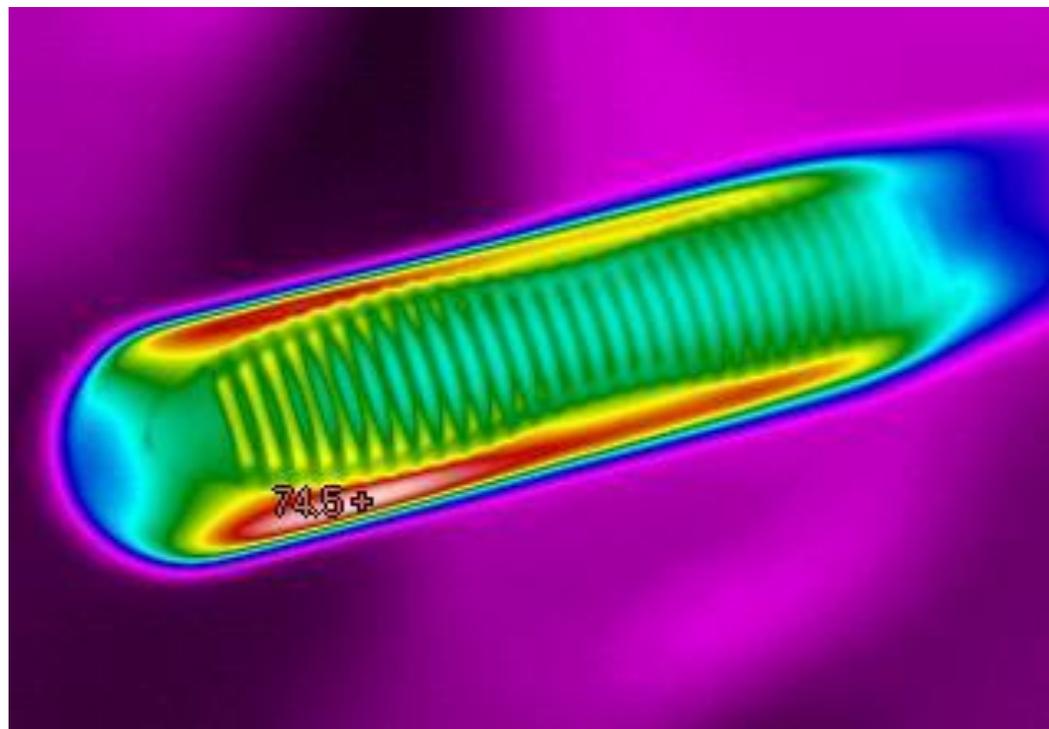
**問題：還有哪些產品可以用熱像檢測？**

## 應用點：外殼溫度檢測

- 內部線路或器件故障導致發熱，熱量可以通過傳導、對流等形式傳遞到外殼，所以我們可以直接在外殼上發現溫度異常。

使用紅外熱像儀可進行外殼表面溫度分佈情況的測試，其目的：

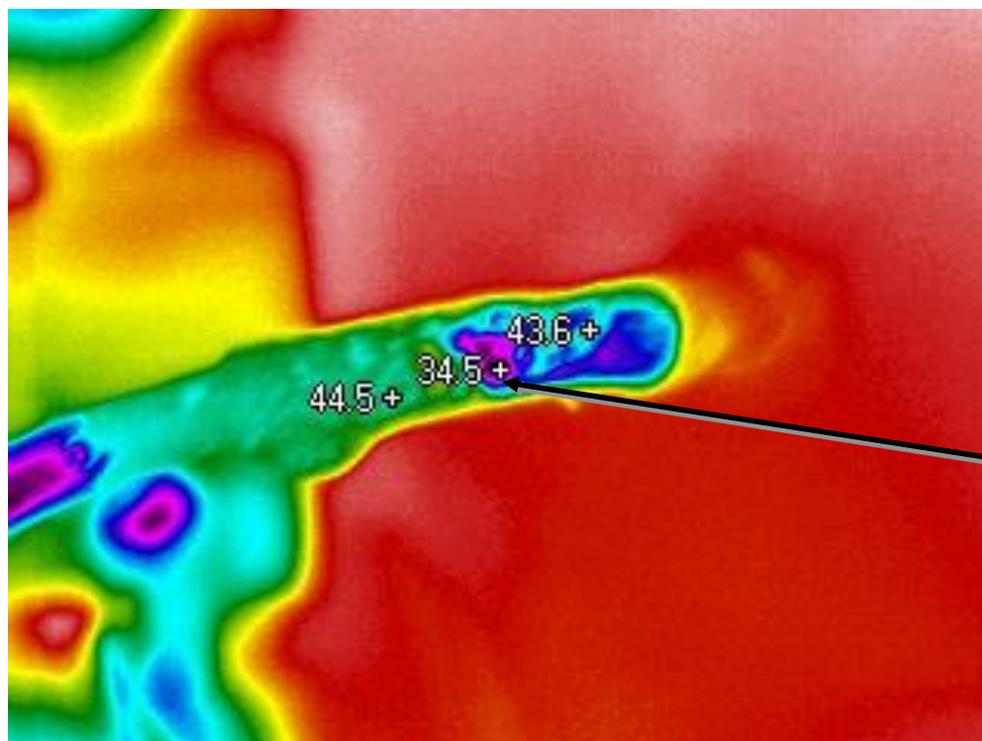
- 確保使用者安全。
- 避免內部元器件發熱或熱量傳遞造成的外殼過熱現象。



手柄局部過熱

## 應用點：製冷設備洩漏檢測

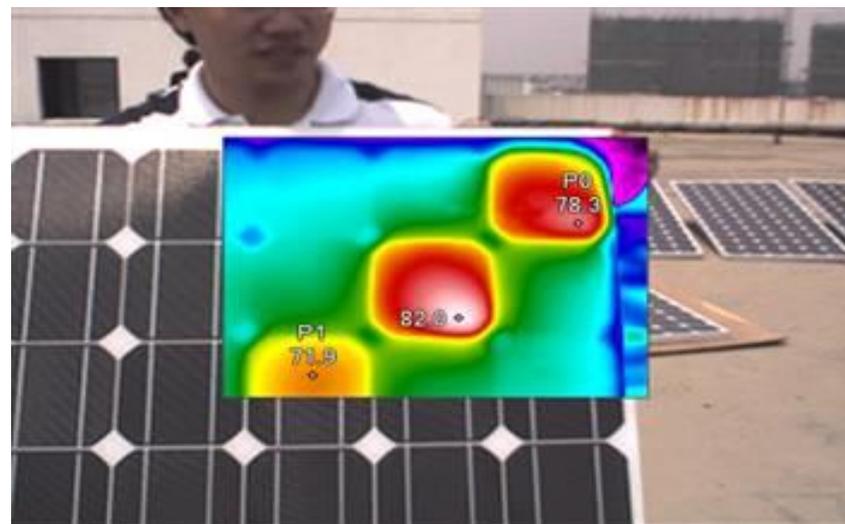
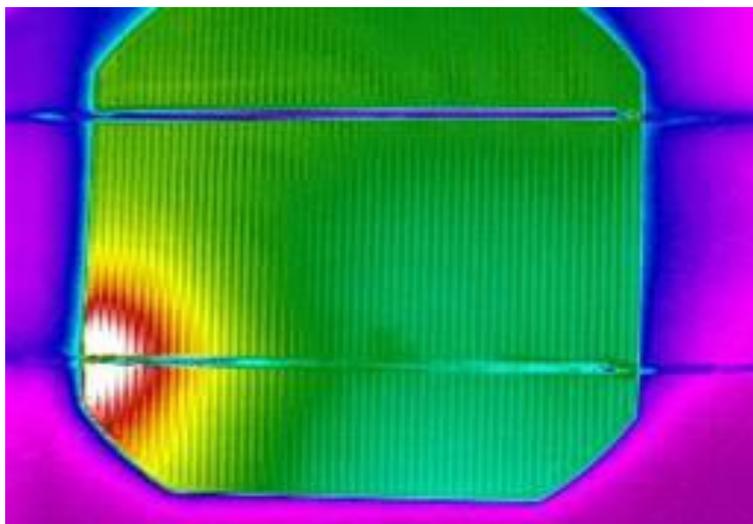
- 製冷系統中，涉及到製冷劑洩漏的部位主要有壓縮機部分連接管件的焊接部分（工藝管、高壓管、低壓管）、篩檢程式、毛細管以及冷凝器和蒸發器連接銅管的焊點等，紅外熱像儀可快速定位洩漏點。



工藝管焊接處洩漏

## 應用點：太陽能

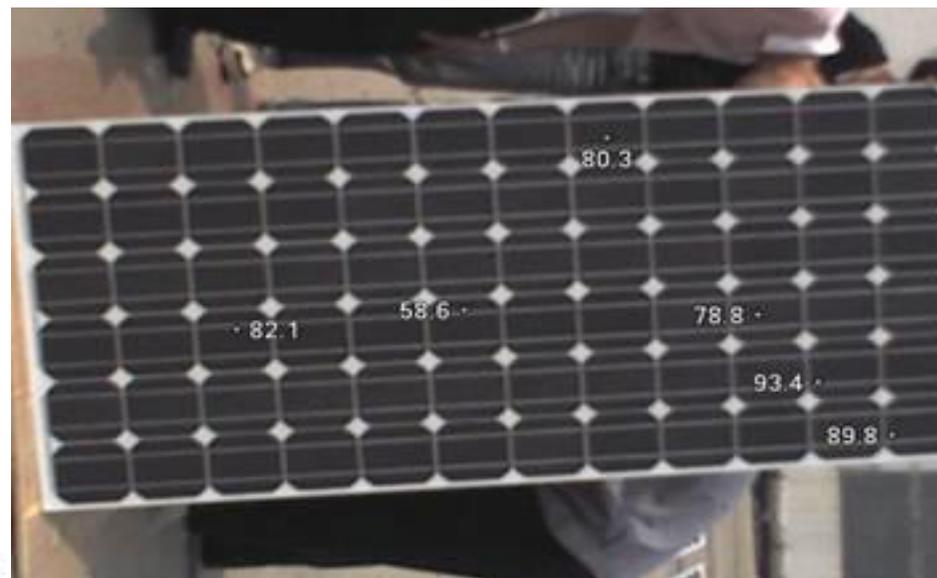
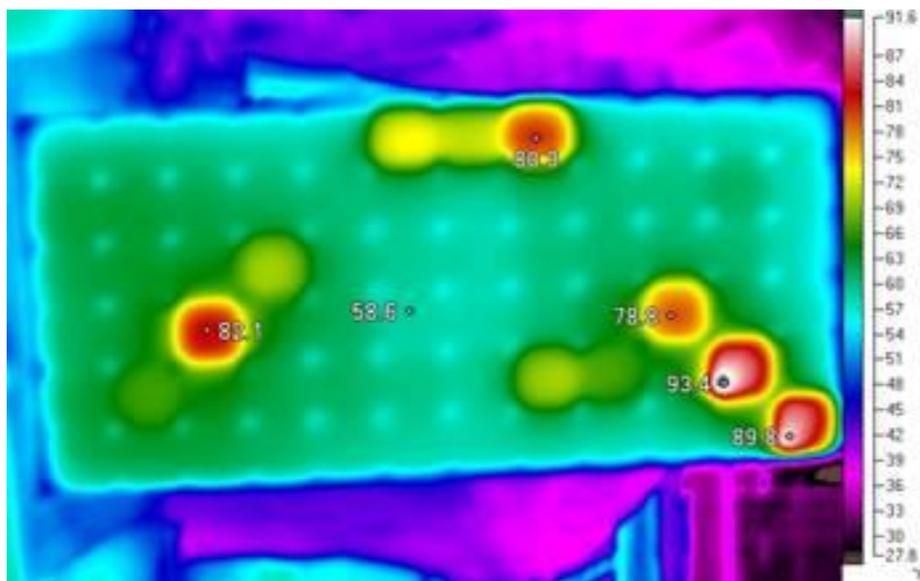
- 熱斑會嚴重的破壞太陽電池元件或系統，需要對太陽電池元件進行熱斑檢測，避免元件所產生的能量被熱斑的元件所消耗，同時避免由於熱斑可能給太陽能元件或系統的壽命帶來的威脅。
- 使用紅外熱像儀可以簡便快捷檢測出元件熱斑。



# 應用點：太陽能

## IEC61215標準：

《國際標準地面用晶體矽光伏元件設計鑒定和定型標準》中第10.9章“熱斑耐久試驗”。

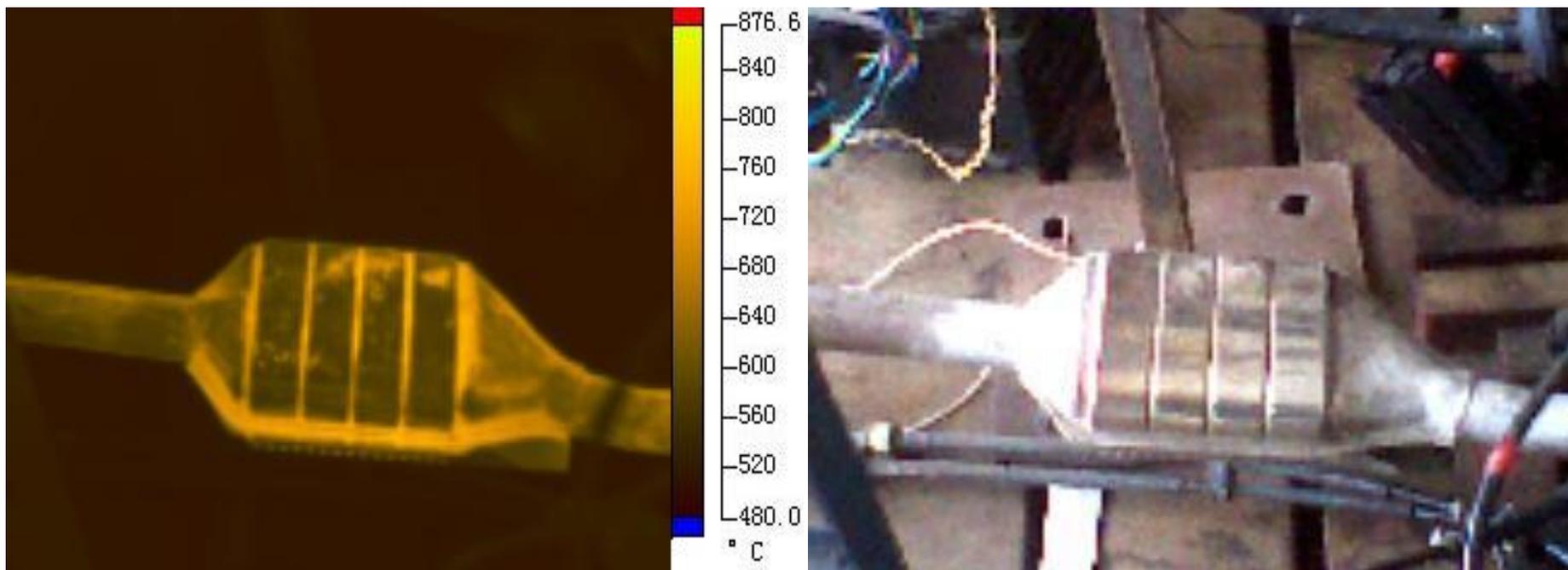


## 應用點：汽車研發（發動機）

- 利用熱像儀，可以檢測發動機溫度場資訊，分析發動機缸體溫度異常原因，提高發動機工作效率。



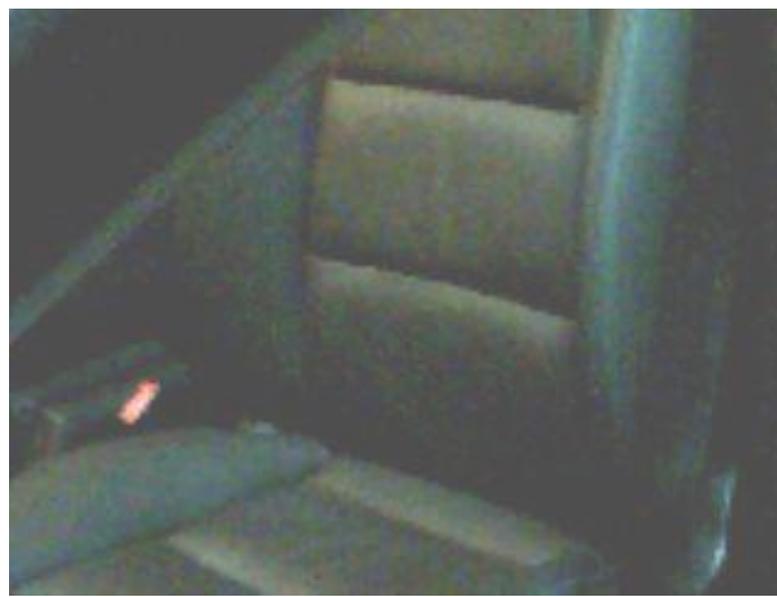
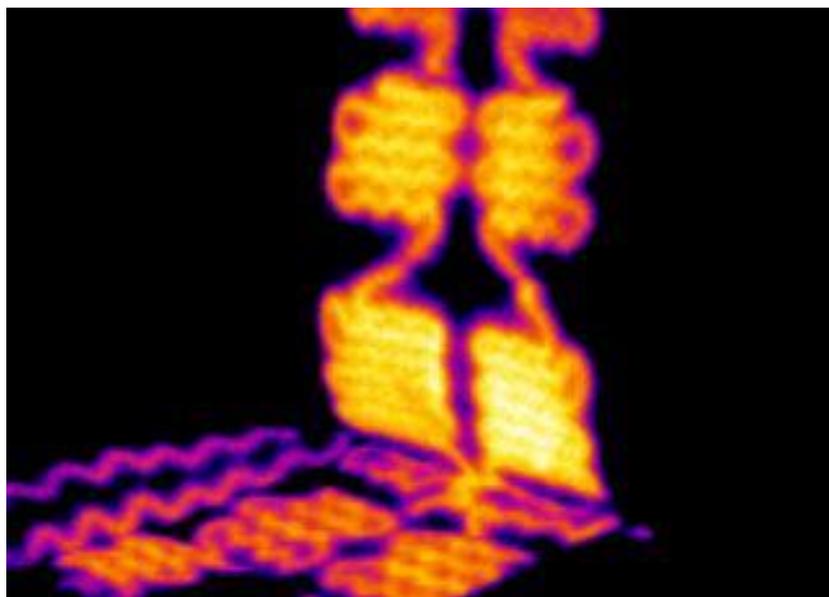
## 應用點：汽車研發（排氣系統）



**問題：汽車研發還有其他應用嗎？**

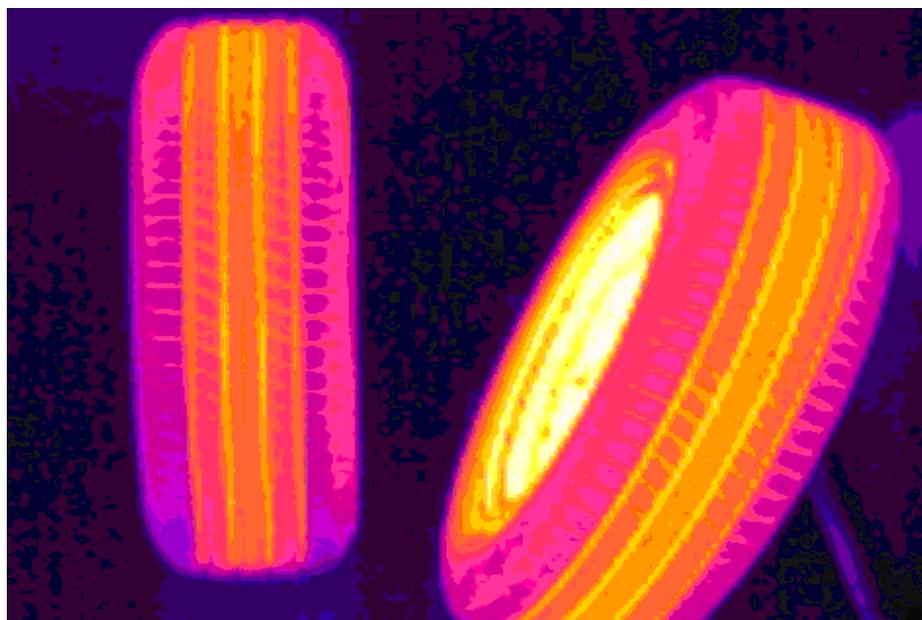
## 應用點：汽車研發（加熱座椅）

- 座椅加熱系統在高檔汽車的使用越來越多，利用熱像儀，可以對加熱單元及線束單元正確地安裝，對系統的耐久性和可靠性起關鍵的作用。避免不適當的安裝影響整個系統的可靠性，減小可能給座椅使用者帶來安全風險。



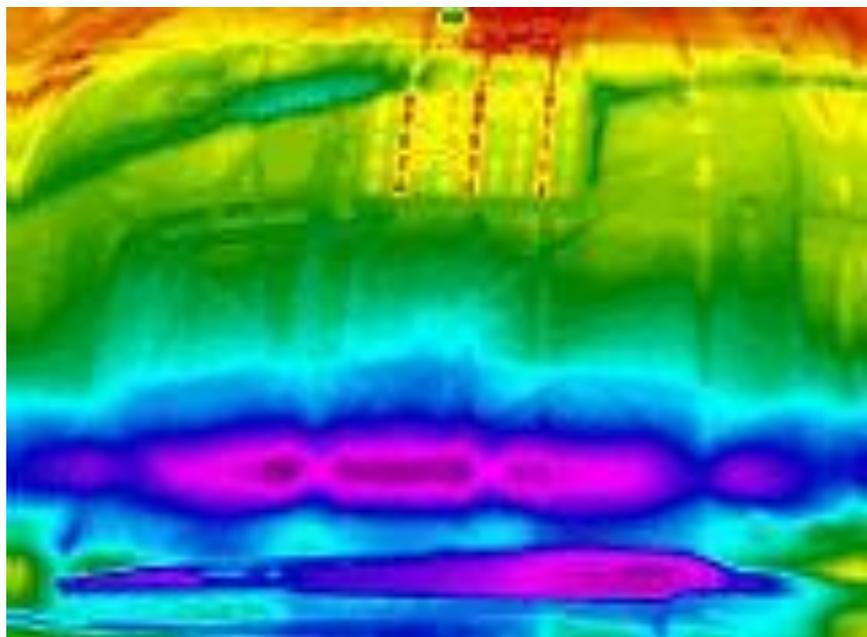
## 應用點：汽車研發（輪胎）

- 輪胎表面溫度反映了輪胎的工作狀態，同時也直接與輪胎性能息息相關。
- 利用熱像儀，可以改善輪胎設計、提高輪胎產品品質，提升汽車整體性能。



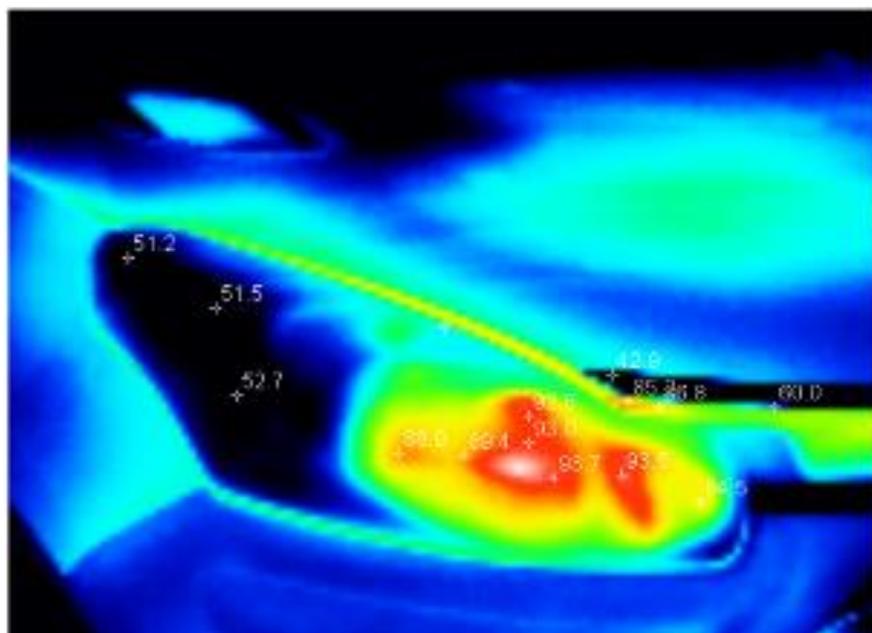
## 應用點：汽車研發（前風擋）

- 汽車前風擋玻璃保持清晰是安全行車的基本條件，對汽車前風擋進行溫度檢測分析，可以說明汽車開發工程師完善和優化位於汽車前風擋的HVAC、風道等各處風口大小、流量分配以及風道形狀等，達到快速消霧、確保行車安全。



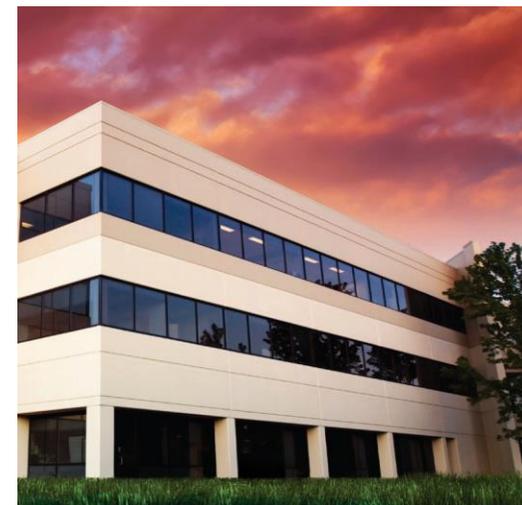
## 應用點：汽車研發（前照燈）

- 對於前照燈設計來說，散熱較為重要，散熱重點在整個頭燈腔體的均溫設計，同時在燈罩材料的選擇上則需考慮能否承受來自燈泡的高溫；
- 紅外熱像儀通過檢測燈罩溫度分佈來說明進行前照燈的設計。



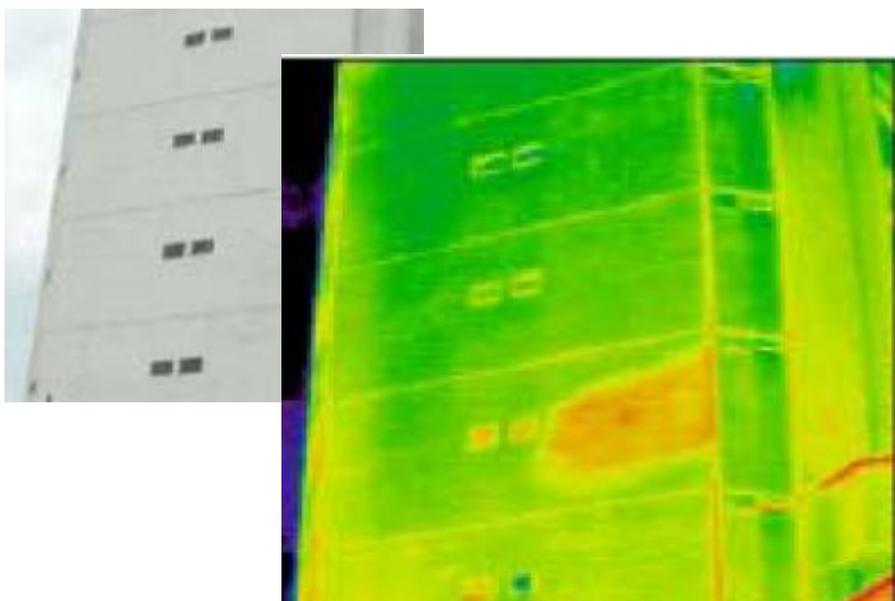
# 紅外熱像技術應用於建築檢測

- 空鼓（剝落）檢測
- 裂縫檢測
- 粘帖飾面檢測
- 隧道滲水檢測
- 隔熱層缺失或損壞狀況
- 尋找建築損壞部位
- 查找水份積聚區域
- 用於屋頂及舊建築翻修
- 建築電氣安全檢測

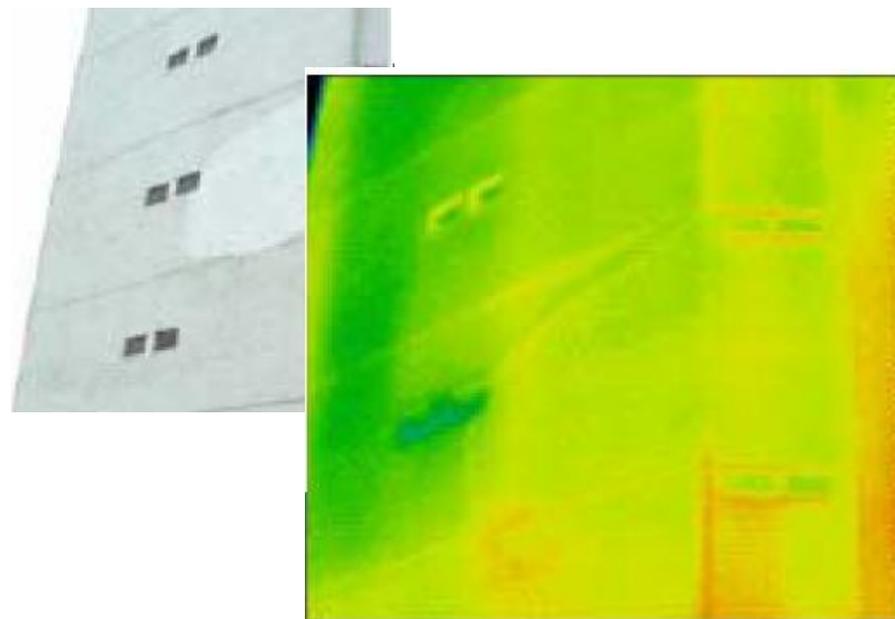


## 應用點：外牆空鼓檢測

- 相對於傳統的手敲法檢測，紅外熱像儀檢測無需搭設腳手架，可以大面積進行拍攝並記錄，通過紅外圖像可以清楚精確的分辨出損傷的面積和程度。



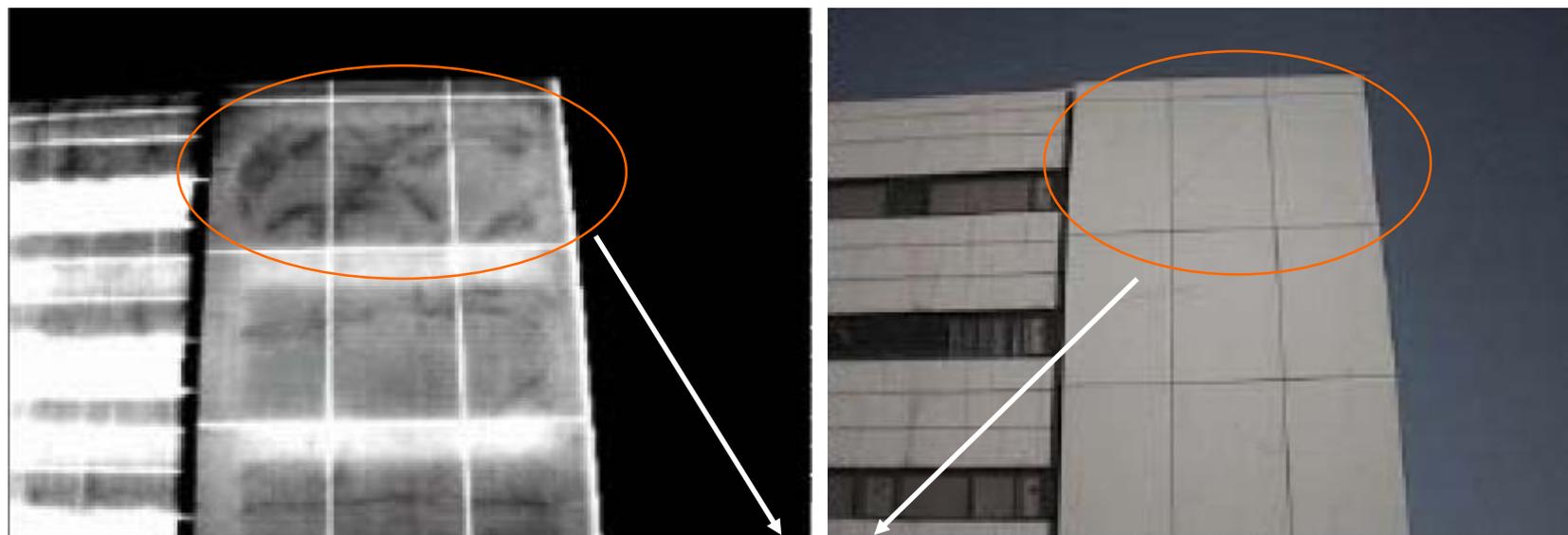
維修前紅外圖像



維修後紅外圖像

## 應用點：裂縫檢測

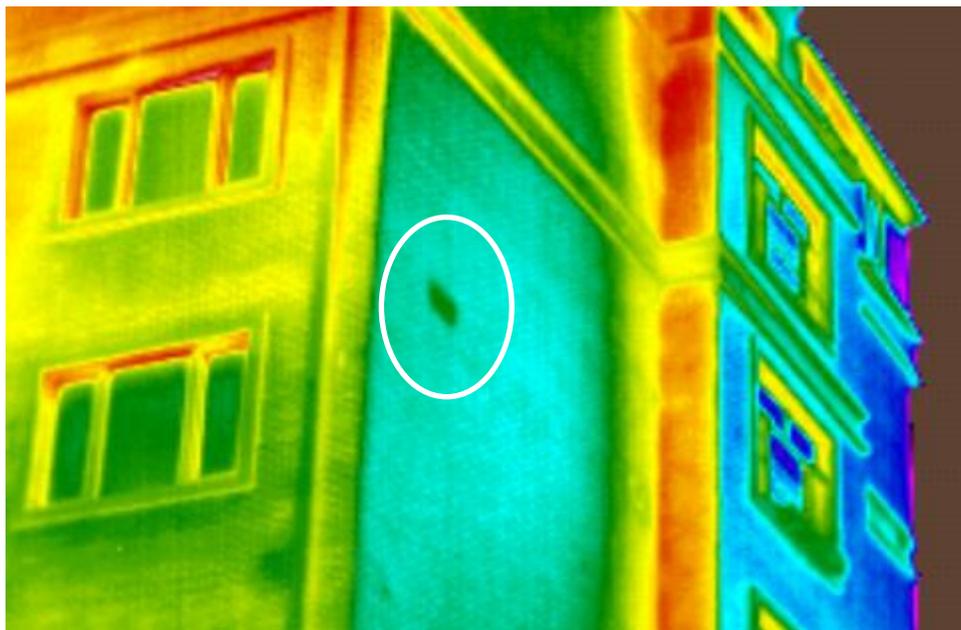
- 由於建築結構運動、或者使用了不合格的水泥 混凝土材料都可能引起牆體裂縫，這些隱藏的缺陷很難通過常規的檢測方法發現，但通過紅外熱像檢測可以快速清楚的顯示問題。



牆體裂縫部分

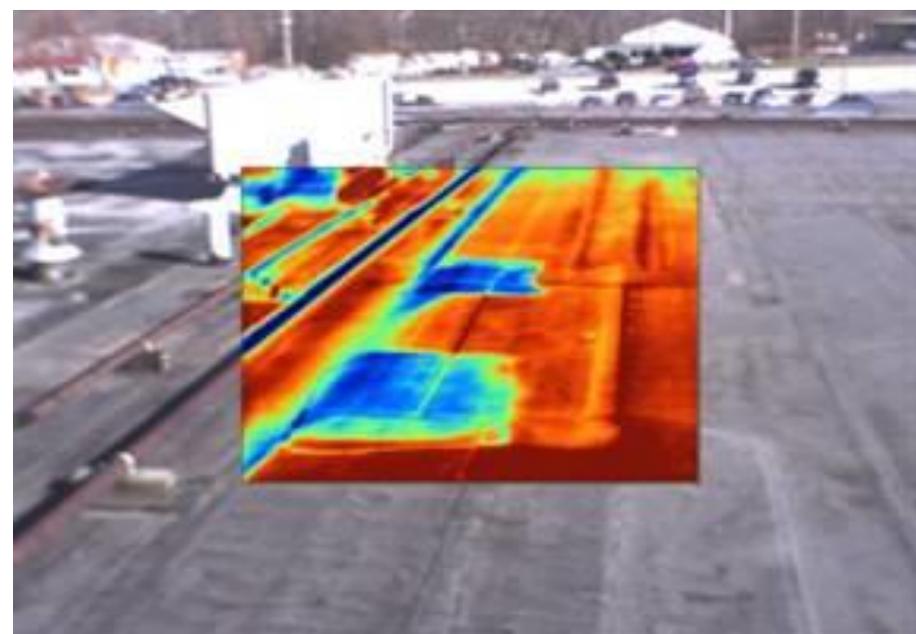
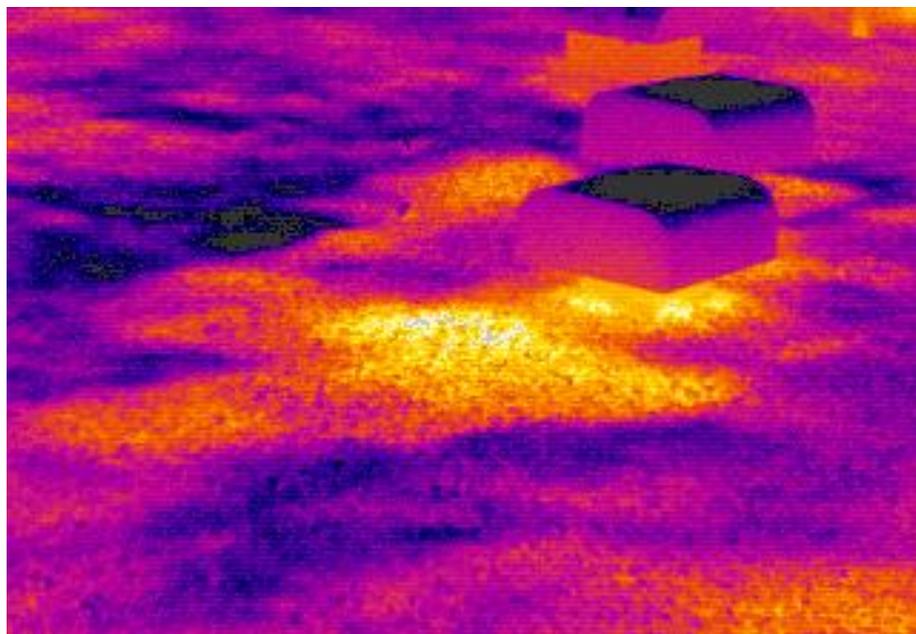
## 應用點：粘帖飾面檢測

- 粘貼飾面由於粘貼不良，容易造成滲水甚至剝落容易造成安全隱患。
- 這些缺陷往往逃不過紅外熱像儀的“眼睛”。



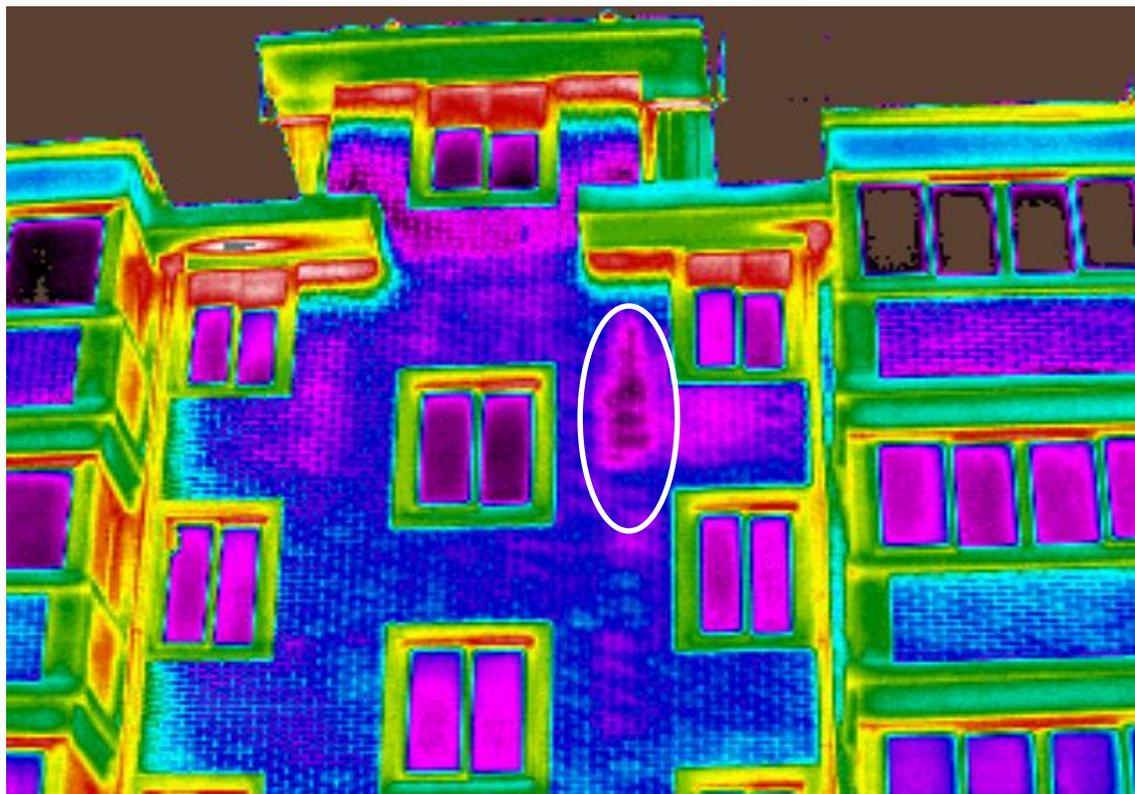
# 屋頂防水層滲漏檢測

- 熱像儀可以直觀、形象地顯示防水層滲漏的位置，節約大量的時間和維修費用。



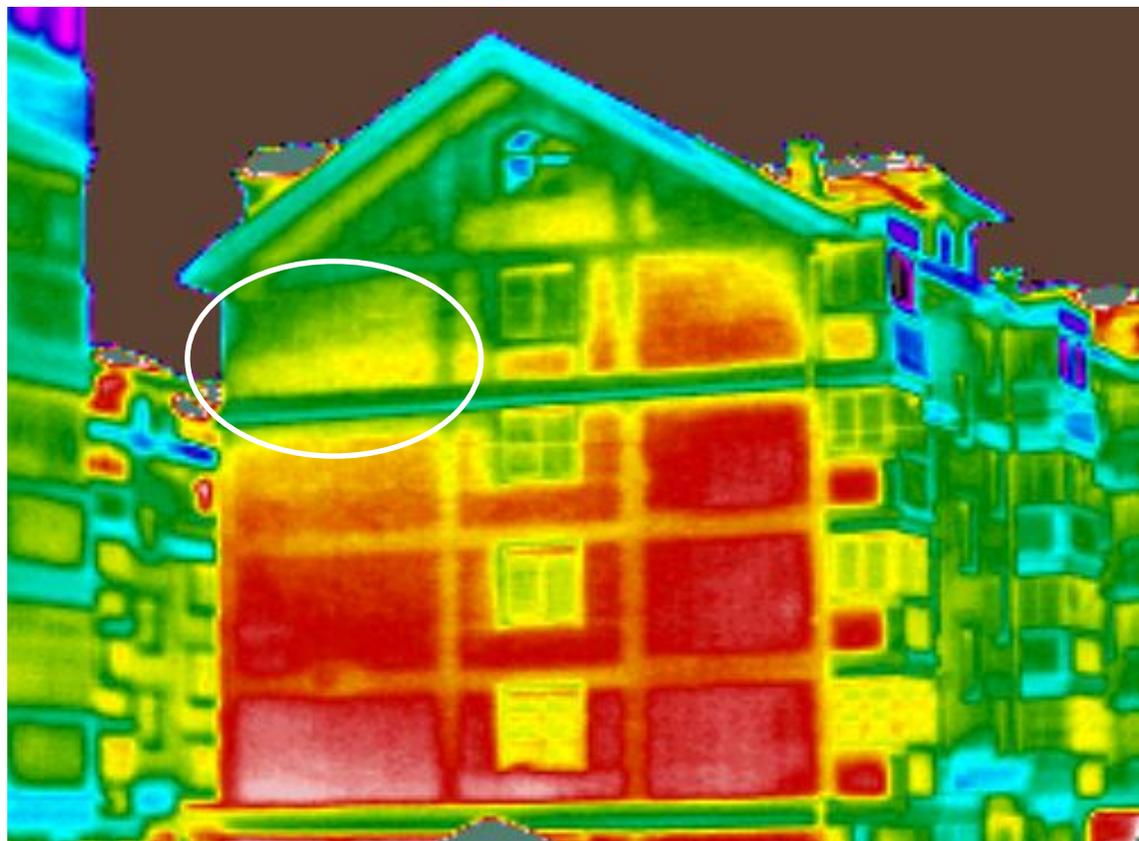
## 應用點：外牆滲水檢測

- 水份可滲過牆壁中的介面和裂縫並積累起來，從而導致結構部件損壞、黴變，紅外熱像儀可方便指示滲漏部位，使問題點得到及時維修。



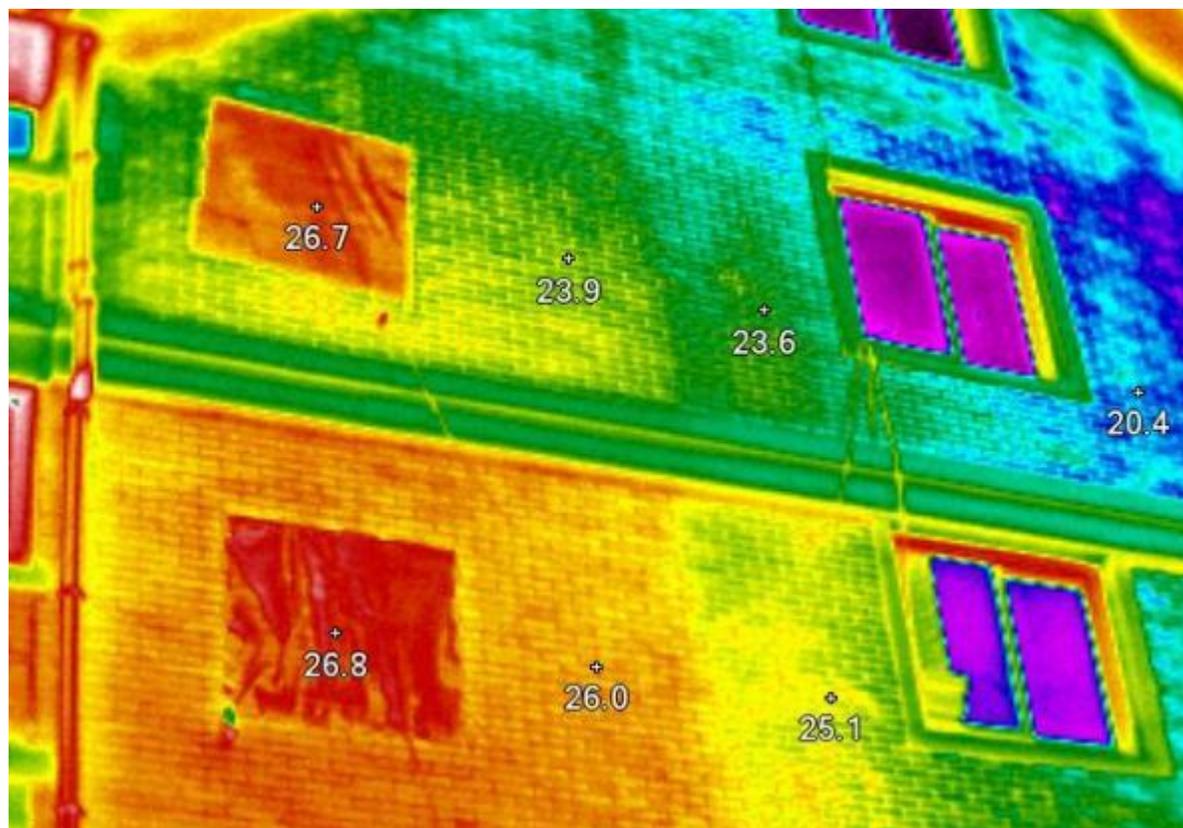
## 檢查隔熱層缺失或損壞狀況

- 利用紅外熱像儀在結構內部和外部進行的檢查可指示出隔熱層的位置、形狀和強度。

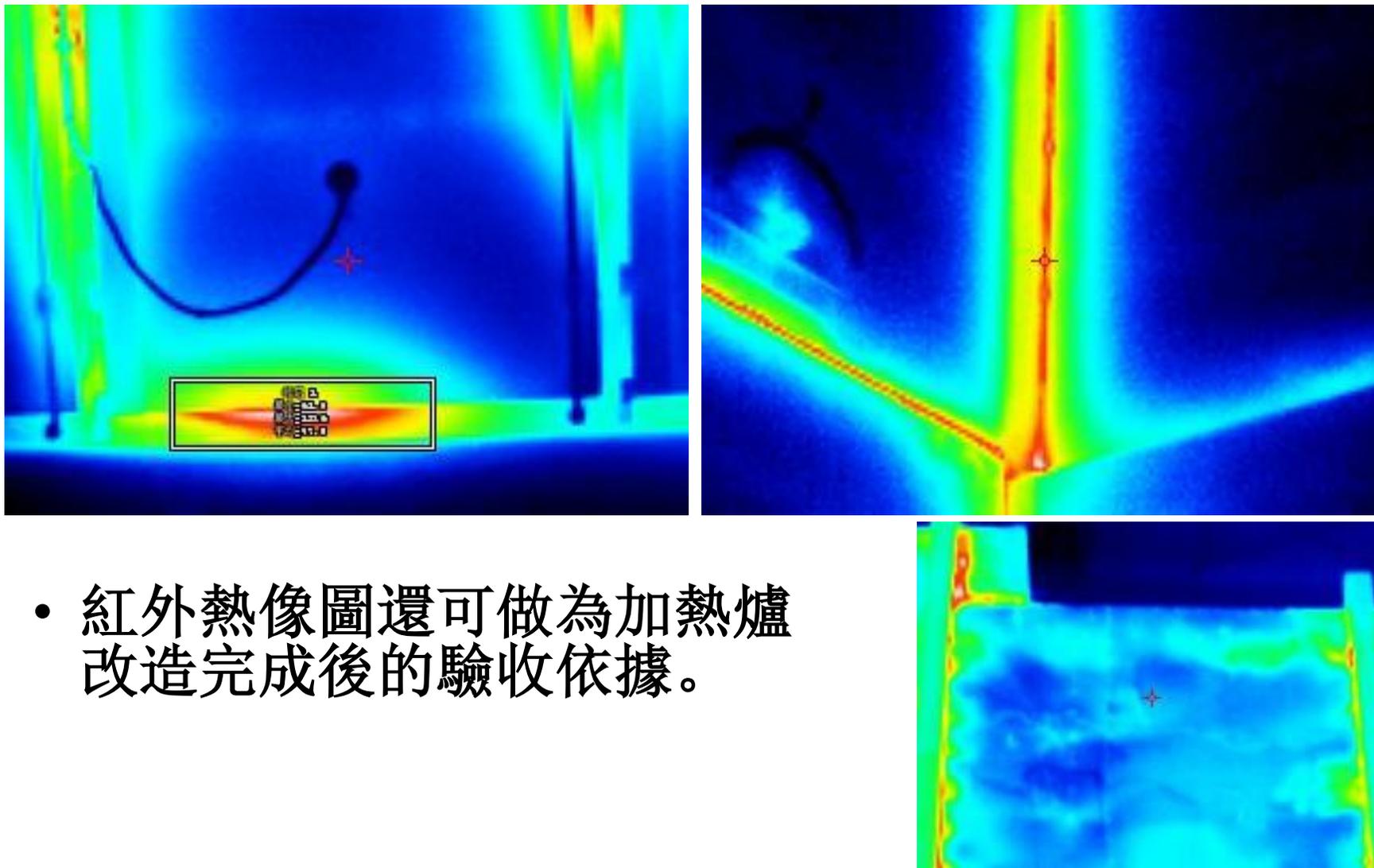


## 應用點：評估建築材料的節能效果

- 對各種環境條件下內外牆表面、門和窗戶的材料性能進行測試，以確定保持或反射熱量的能力。



# 應用點：節能（加熱爐改造）



- 紅外熱像圖還可做為加熱爐改造完成後的驗收依據。

**FLUKE**®

 敏盛企業有限公司  
MAVIN METROLOGY EN.CO.,LTD

# 謝謝！