

# 高效智慧廠務設備預知保養維護應用技術



美國福祿克公司  
台灣辦事處

鄧旭智  
Edmund Teng  
[edmund.teng@fluke.com](mailto:edmund.teng@fluke.com)

# 高效智慧廠務設備預知保養維護應用技術

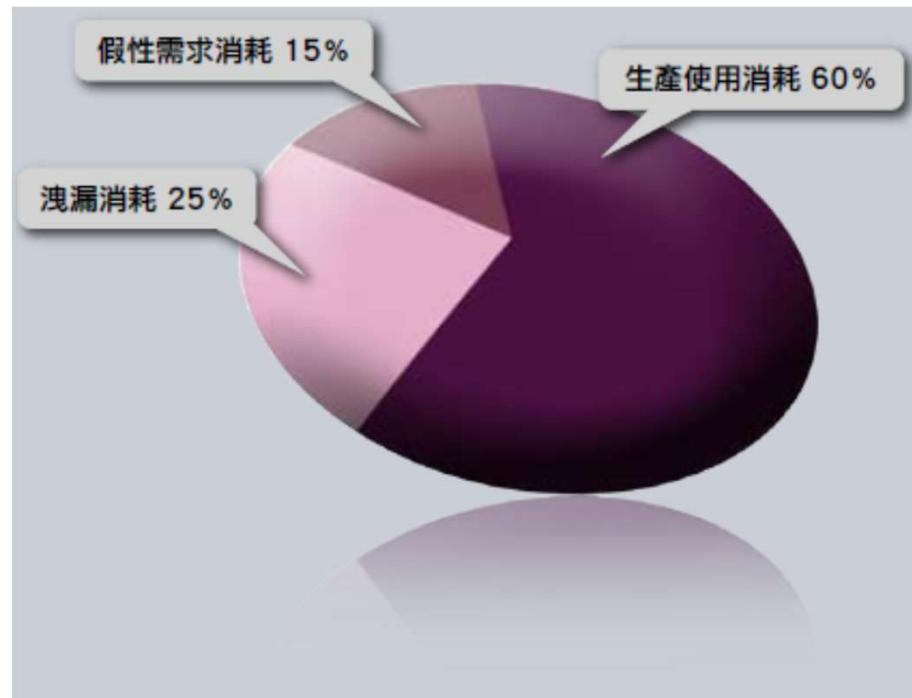
## 內容

- 空壓系統管路洩漏查找
- 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用
- 可調速馬達及驅動系統診斷

# 高效智慧廠務設備預知保養維護應用技術

## • 空壓系統管路洩漏查找

依據美國能源部的調查資料顯示：  
從整個空壓系統的能源使用狀況  
**洩漏部分約佔25%**，大概佔了整個  
能源成本的四分之一，在這這麼大的  
的佔比之下，防範空壓洩漏的發生  
確實已是一件刻不容緩的事。



經濟部能源局高效率馬達應用技術開發與推廣計畫 第5期 97年8月

# 高效智慧廠務設備預知保養維護應用技術

## • 空壓系統管路洩漏查找

### 空壓洩漏原因

造成空壓洩漏的原因，我們可以分為三大部分：

- 1.空壓管路與接頭閥門部份
- 2.空壓機本體與週邊配件部份
- 3.後端設備連結使用部份

# 高效智慧廠務設備預知保養維護應用技術

## • 空壓系統管路洩漏查找

### 空壓洩漏原因

#### 1. 空壓管路與接頭閥門部份

(1) 管路或接頭遭受不當的撞擊，或是裝配與選用的接頭不當而造成洩漏。

防制方式：定期為管路與接頭進行洩漏檢查，一旦發現立即進行處理或更換；在接頭部分儘量採用免洩漏型之快速接頭。

(2) 未即時關閉應該關閉之閥門，或者是閥門關閉不確實所導致的疏忽性洩漏。

防制方式：透過日常的巡檢方式，一旦發現立即進行處理。

# 高效智慧廠務設備預知保養維護應用技術

## • 空壓系統管路洩漏查找

空壓洩漏原因

2.空壓機本體與週邊配件部份

- (1) 離水閥或離水器因經常性或持續點狀性的排水所造成的空壓洩漏。
- (2) 另一種排水方式是運用半開閥門來進行排水，造成空壓洩漏。
- (3) 在壓縮空氣的乾燥部份，有些會運用無熱式之吸附式乾燥機，在再生循環時需透由壓縮空氣來進行，會增加壓縮空氣的洩漏量。
- (4) 氣壓缸因遭受不當的撞擊，或因某種原因造成損壞進而發生空壓洩漏。
- (5) 調壓閥及相關過濾元件、濾水杯等，因缺乏維護所造成之空壓洩漏。

# 高效智慧廠務設備預知保養維護應用技術

## • 空壓系統管路洩漏查找

空壓洩漏原因

3.後端設備連結使用部份

(1) 連接設備使用的軟管因破裂或者是所使用的接頭不良進而發生空壓洩漏(此等現象亦是在空壓系統的使用中，非常常見的一種洩漏問題)。  
防制方式：透過日常的巡檢方式，一旦發現立即進行處理與更換。

(2) 針對停用的用氣設備，未能及時將其用氣端進行隔離或拆除進而發生空壓洩漏(此等現象亦是在空壓系統的使用中，非常常見的一種洩漏問題)。  
防制方式：即時進行拆除，或者是在這些設備端加裝阻絕用之關斷閥門。

# 高效智慧廠務設備預知保養維護應用技術

## • 空壓系統管路洩漏查找

空壓洩漏所造成的能源浪費

如表所示為一不同開口孔徑，在不同的壓力下，其所產生的空氣洩漏量(CFM)。藉由此等洩漏量的大小，我們可以從中計算得知，在整個洩漏的過程中可造成多大無謂的能源浪費。

不同開口孔徑在不同壓力下的空氣洩漏量(CFM)

壓力(psig)	洩放孔徑(英吋)					
	1/64	1/32	1/16	1/8	1/4	3/8
70	0.3	1.2	4.8	19.2	76.7	173
80	0.33	1.3	5.4	21.4	85.7	193
90	0.37	1.5	5.9	23.8	94.8	213
100	0.41	1.6	6.5	26.0	104	234

註：全圓式開口洩放係數為0.91；半開尖銳開口洩放係數為0.61  
 資料來源：美國能源部 Air Challenge 計畫

經濟部能源局高效率馬達應用技術開發與推廣計畫 第5期 97年8月

# 高效智慧廠務設備預知保養維護應用技術

## • 空壓系統管路洩漏查找

空壓洩漏所造成的能源浪費

案例：某半導體封裝廠產線快速接頭管路洩漏  
檢測到產線上管路洩漏，塑膠管徑為 $1/4"$ ，空氣壓力為100 Psi

平均壓力100 psig(7 kg/cm<sup>2</sup>)；透過美國能源部 *Air Challenge* 計畫所提供的不同開口孔徑在不同壓力下的空氣洩漏量(CFM)，查表得知：快速接頭  $1/4$  英吋管徑洩露量為104CFM；**快速接頭洩漏係數為0.05~0.2**，平均約為0.125。

1CFM 約為1.7 CMH (M<sup>3</sup>/hr)

假設年平均用電時數:8000 小時；每1M<sup>3</sup>空氣耗電0.1KWh

- 全年節省電能:

$$104\text{CFM} \times 1.7 \text{ M}^3/\text{hr} \times 0.125 \times 8,000\text{hr/yr} = 176,800 \text{ M}^3/\text{yr}$$

$$176,800 \text{ M}^3/\text{yr} \times 0.1 \text{ 度/ M}^3 = 17,680 \text{ 度/年}$$

- 全年節省電費:

$$(以平均電價2.378 元/kWh 計算) 17680 \text{ 度/年} \times 2.378 \text{ 元/度} = 42,043 \text{ 元/年}$$

# 空壓系統管路洩漏查找

- 聲音看得見：氣體洩漏 無所遁形



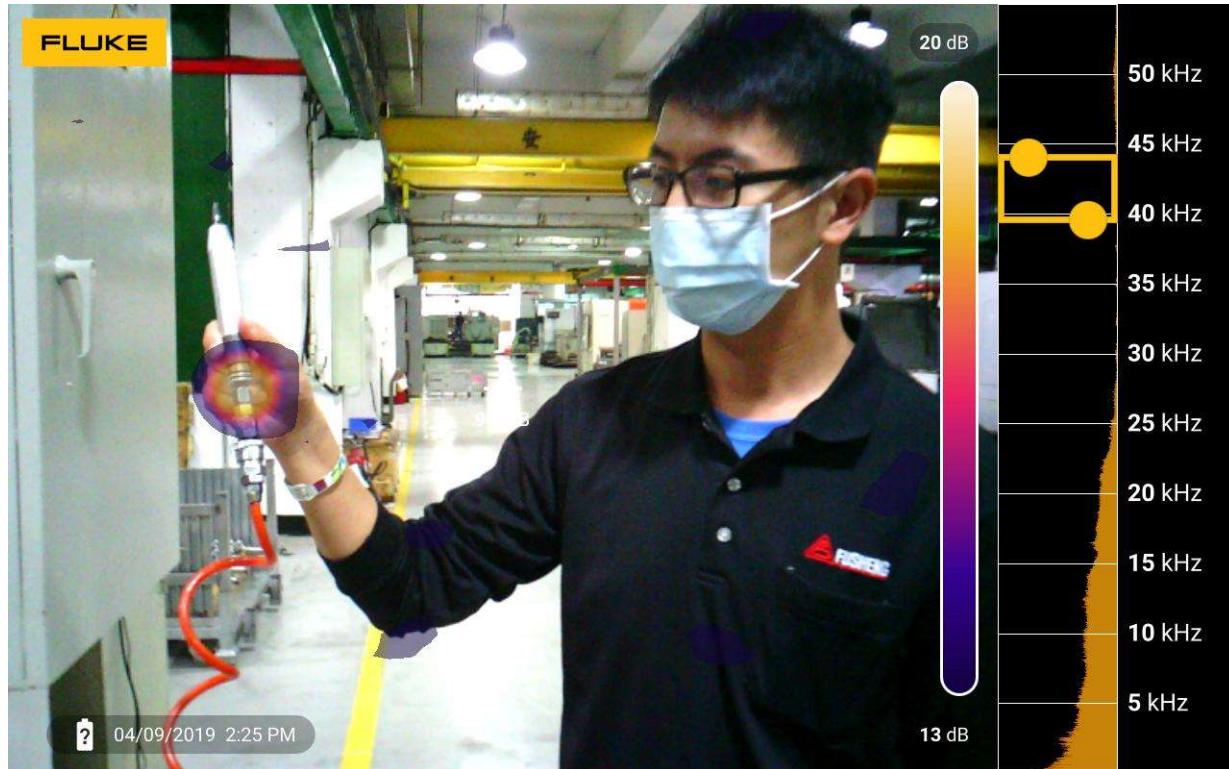
# 空壓系統管路洩漏查找

- 管路洩漏案例-mp4



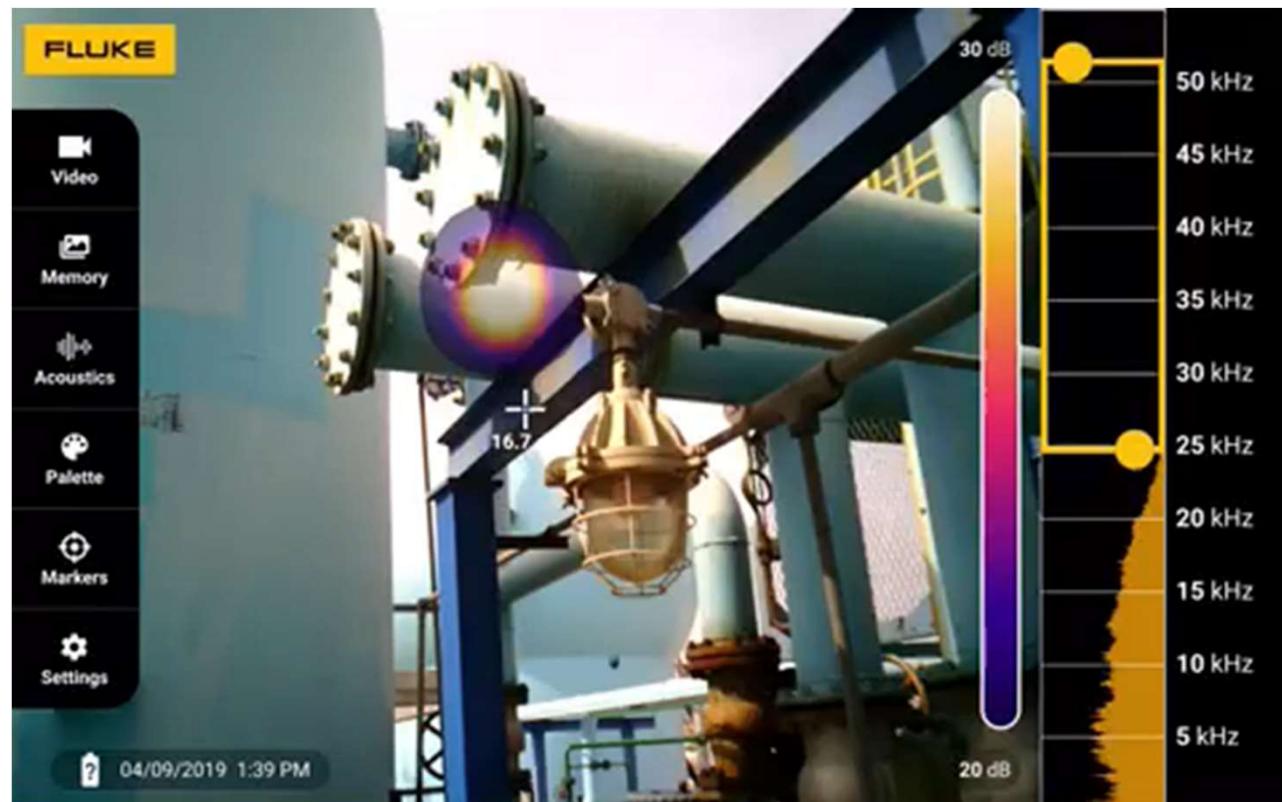
# Fluke ii900 實測案例

- 氣槍快速接頭氣體洩漏案例-JPEG



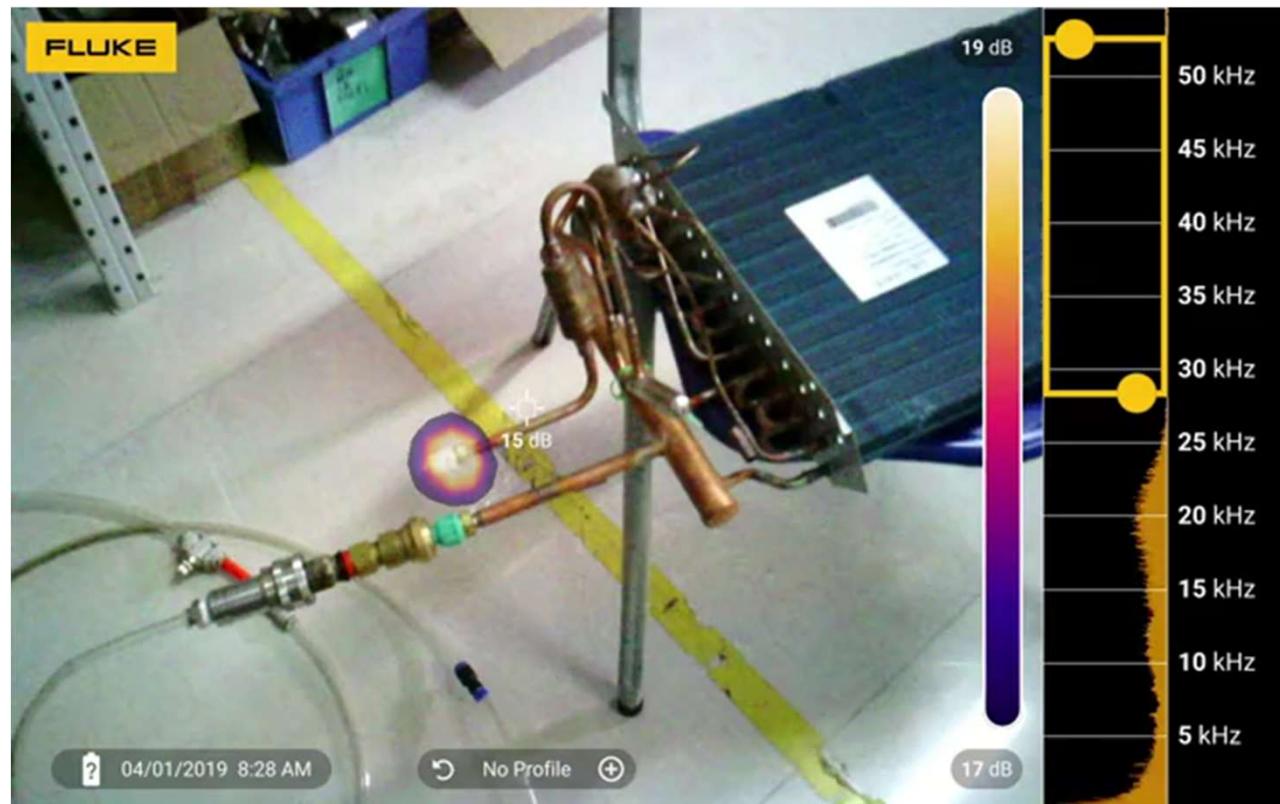
# Fluke ii900 實測案例

- 法蘭洩漏案例-mp4



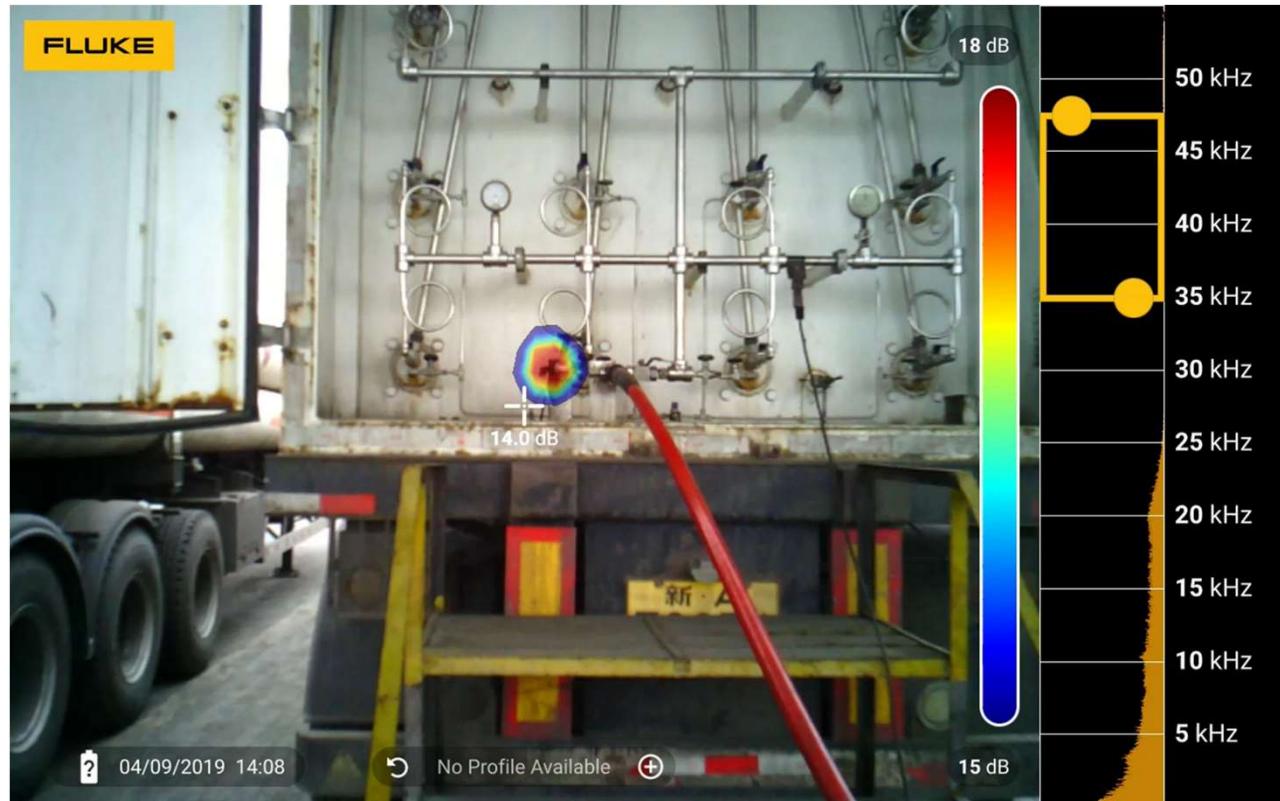
# Fluke ii900 實測案例

- 冷媒洩漏案例-mp4



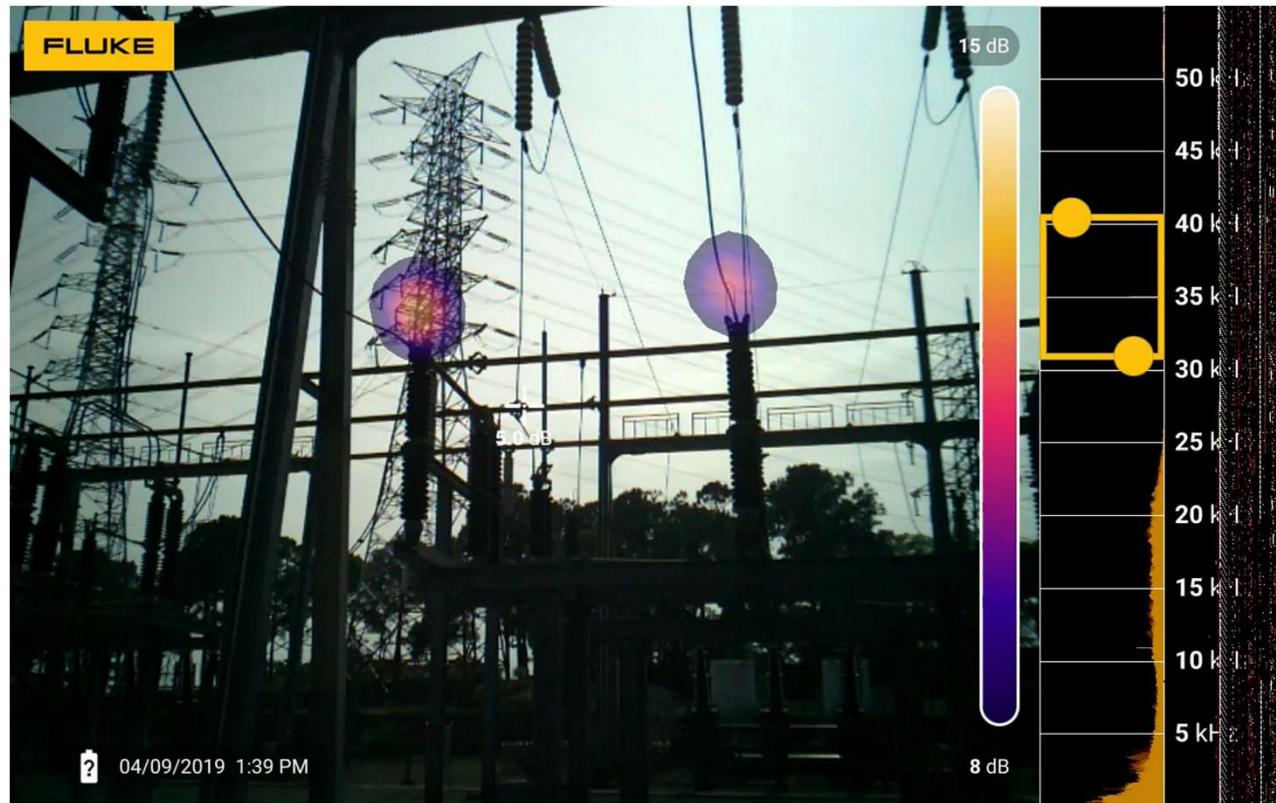
# Fluke ii900 實測案例

- 車載氣體系統槽洩漏案例-mp4



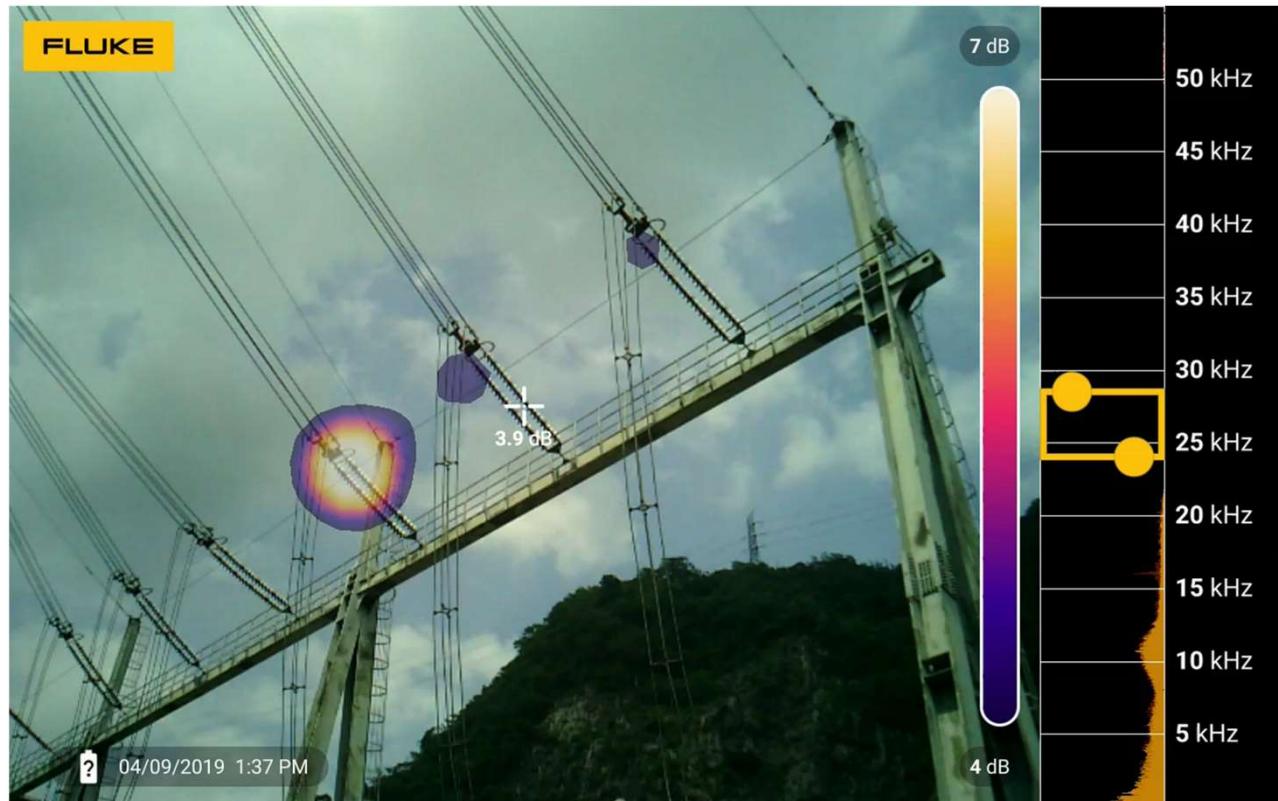
# Fluke ii900 實測案例

- 絶緣礙子尖端放電檢測案例-mp4



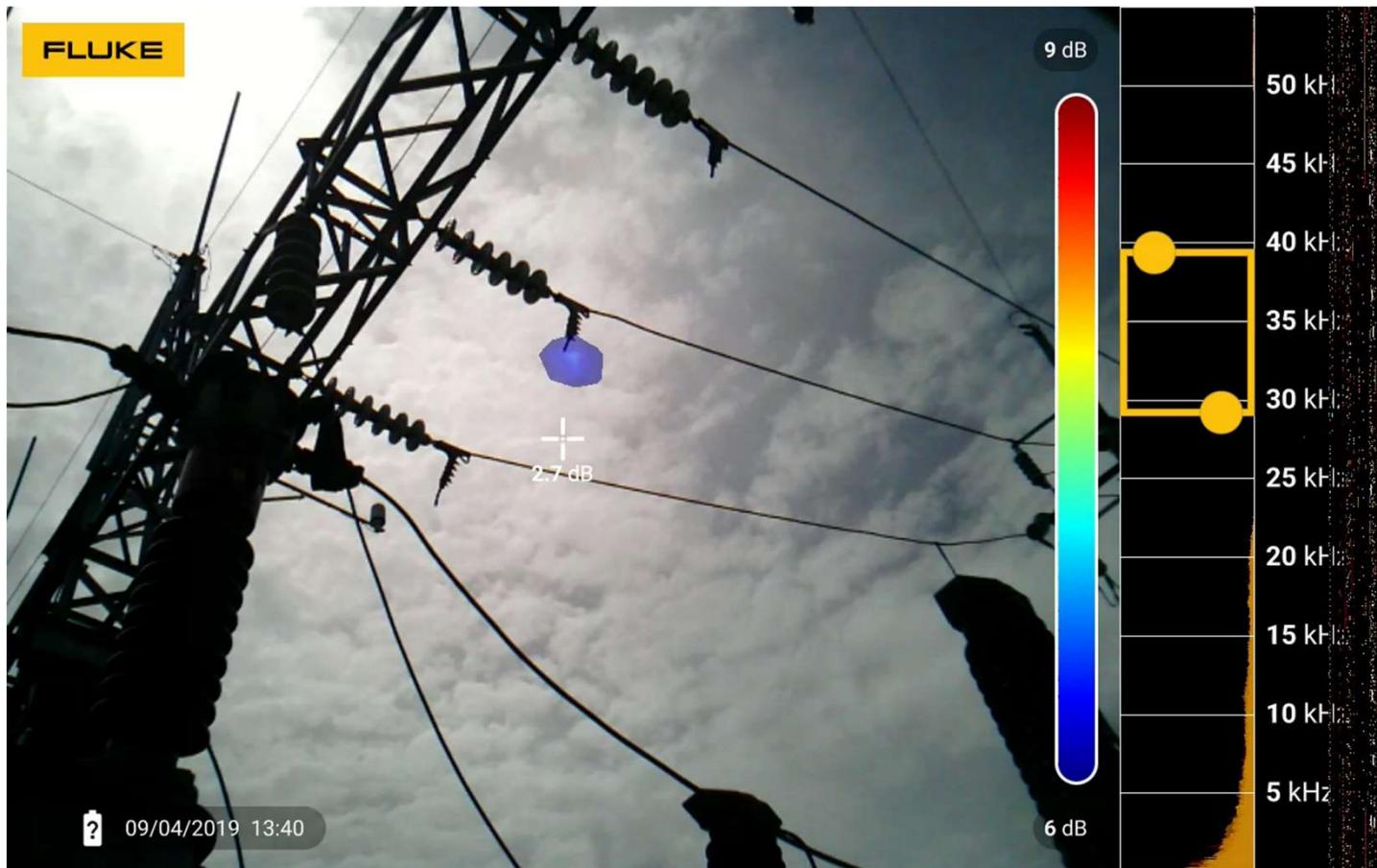
# Fluke ii900 實測案例

- 高壓電塔尖端放電檢測案例-mp4



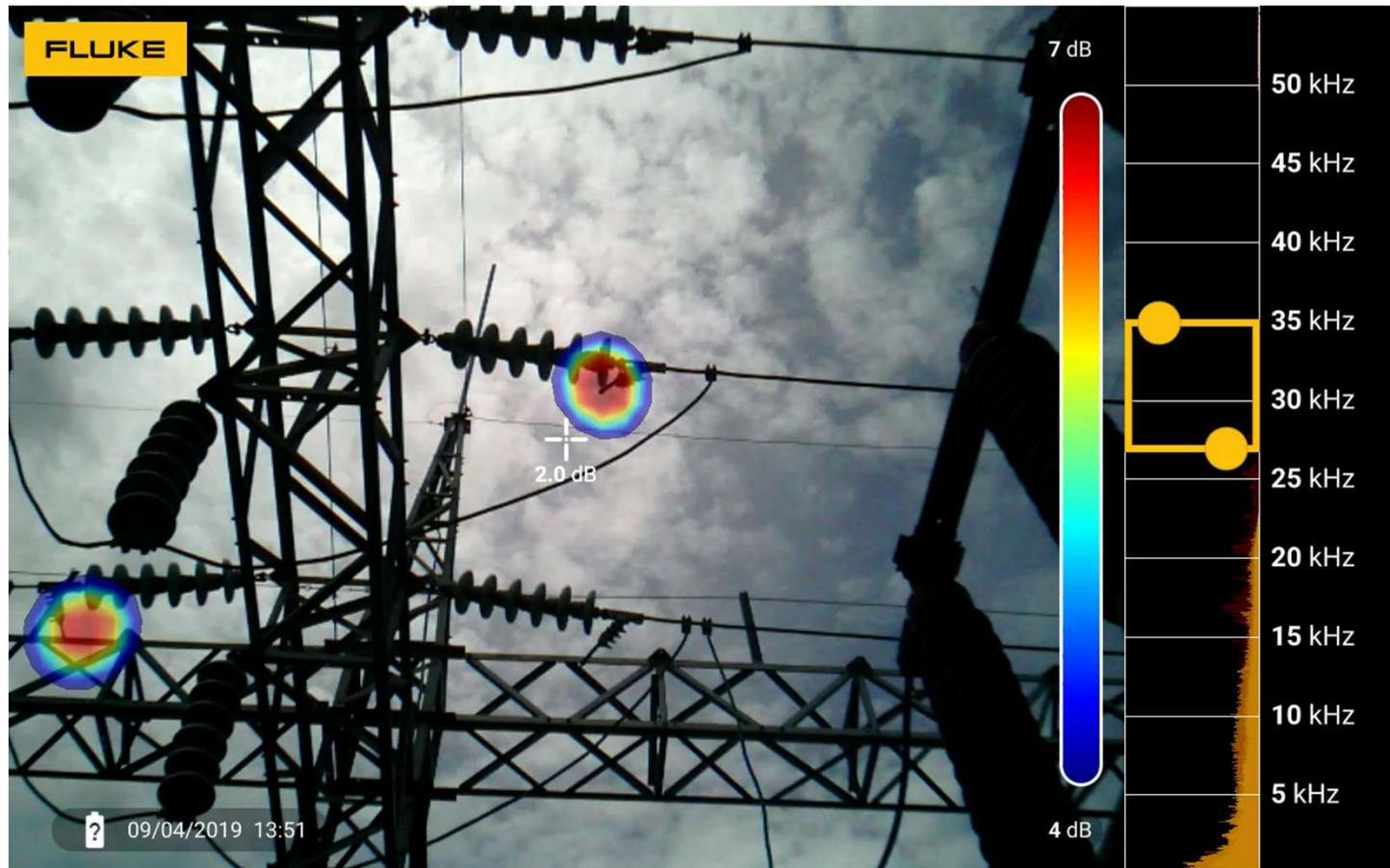
# Fluke ii900 實測案例

- 部分放電-mp4



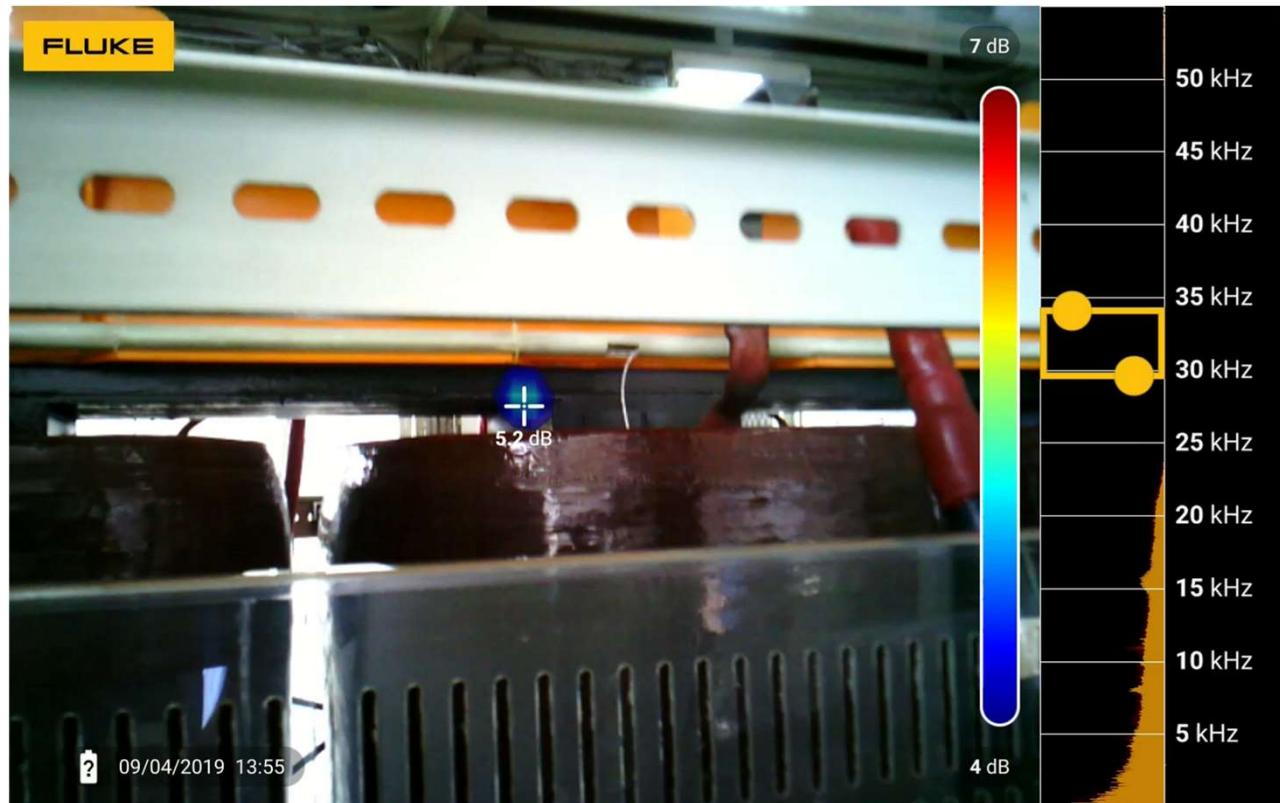
# Fluke ii900 實測案例

- 絶緣礙子部分放電-mp4



# Fluke ii900 實測案例

- 乾式變壓器部分放電-mp4



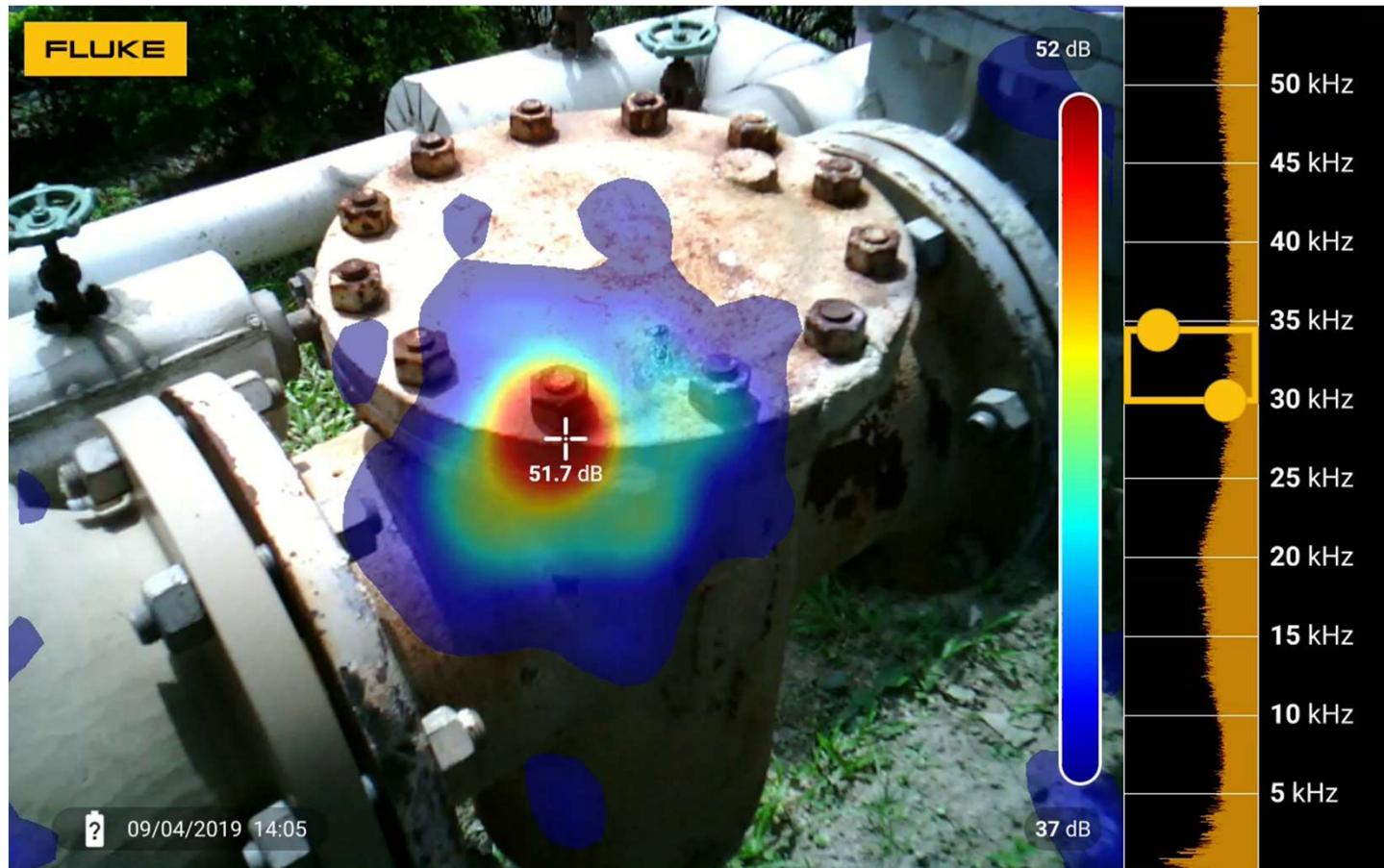
# Fluke ii900 實測案例

- 蒸氣洩漏-mp4



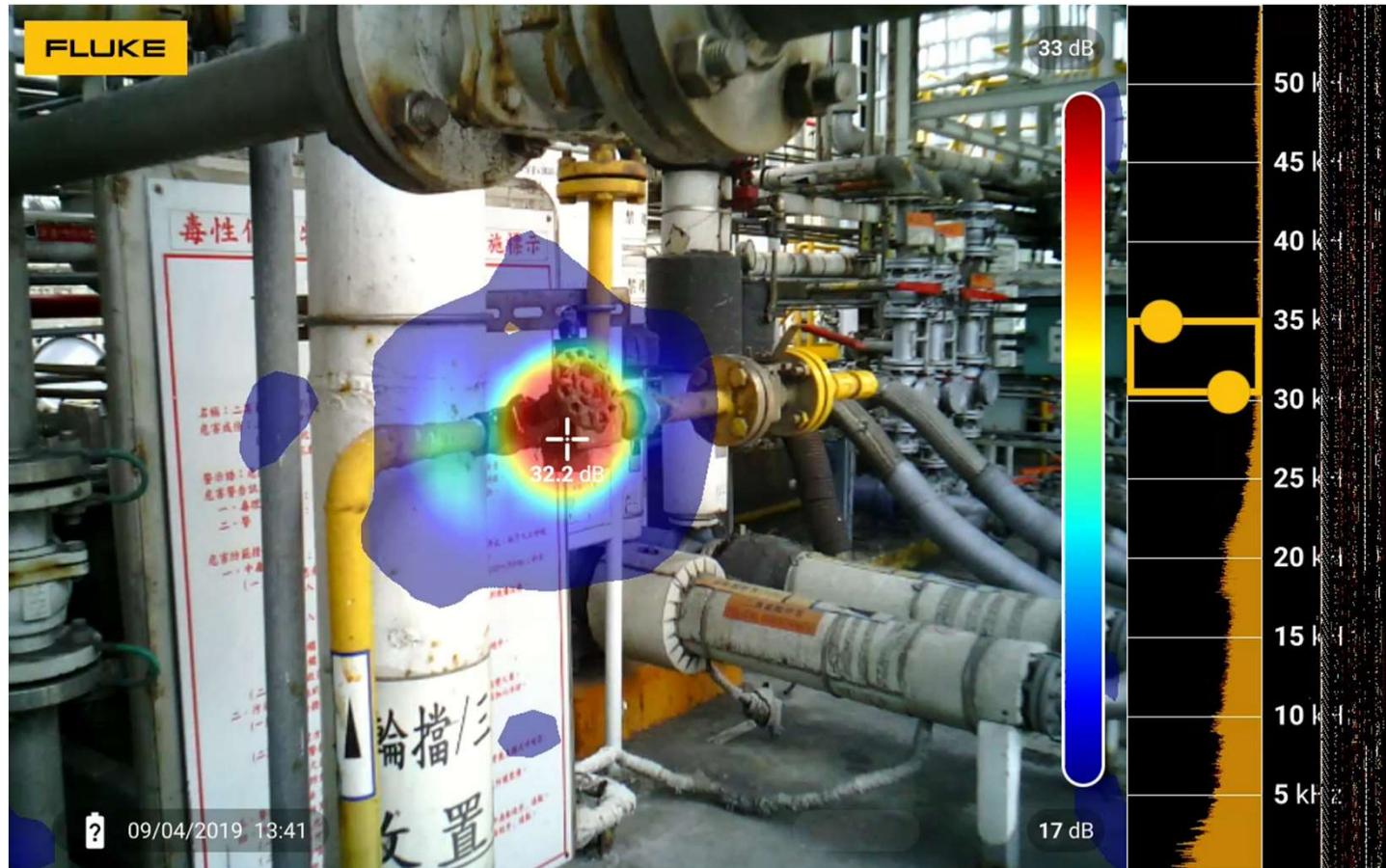
# Fluke ii900 實測案例

- 法蘭蒸氣洩漏-mp4



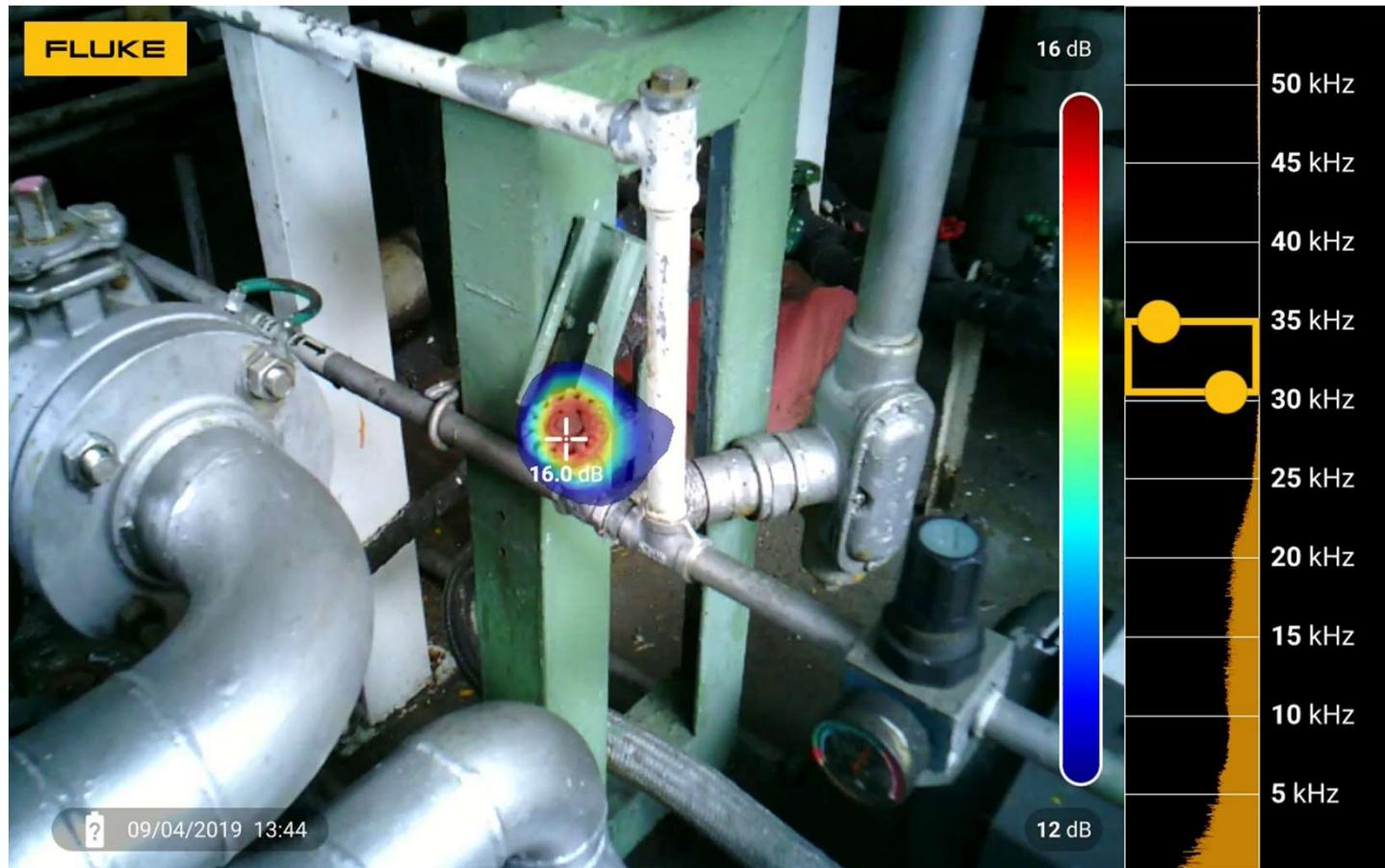
# Fluke ii900 實測案例

- 氣閥洩漏-mp4



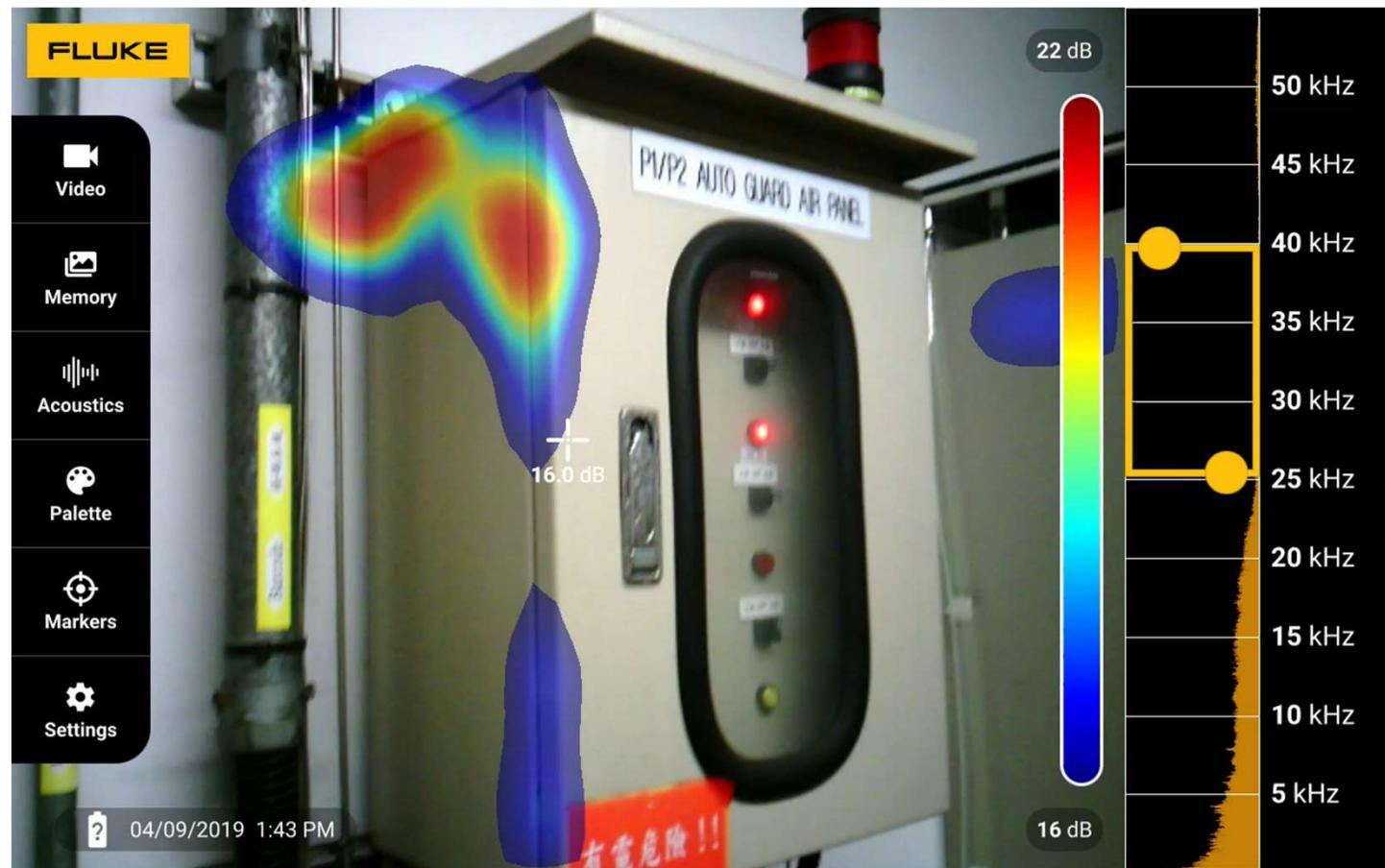
# Fluke ii900 實測案例

- 氣閥開關洩漏-mp4



# Fluke ii900 實測案例

- 氣體管路洩漏-mp4



# Fluke ii900與傳統超音波工具相比

## 超音波工具 20分鐘查找一個洩漏

- 傾聽並確定噪音是否來自洩漏
- 需要經驗，培訓和認證
- 涉及逐點縝密的檢查



使用遠程傳感器逐點掃描，監聽潛在洩漏。



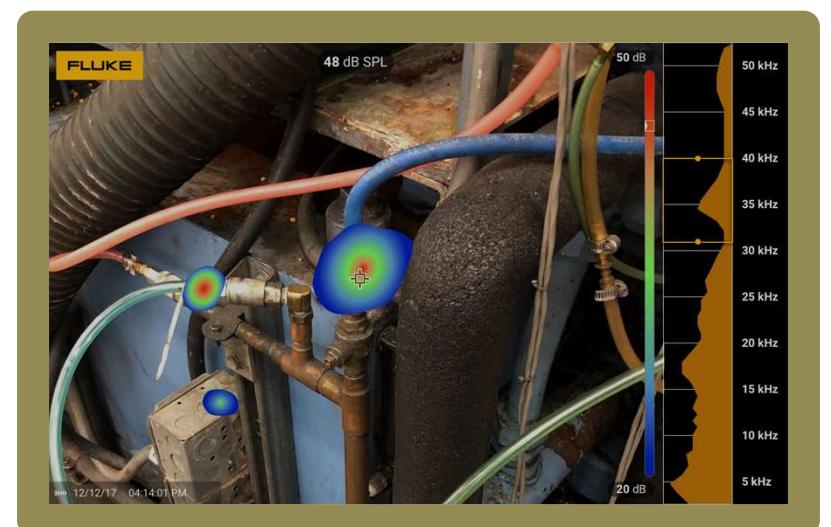
靠近，置換超音波傳感器，確認是洩漏，確定洩漏源。



手動標註洩漏並寫下該洩漏位置

## FLUKE ii900 5分鐘查明2個洩漏

- 從擴展範圍一目了然地掃描大區域
- 拍攝確定洩漏位置的圖片
- 查看單個圖像上的多個洩漏
- 記錄和分享圖片和視頻以進行報告



# 空壓系統管路洩漏查找

- 聲音看得見：氣體洩漏 無所遁形



- **頻率範圍** : 2K~52KHz
- **聲壓靈敏度** : 可在最遠 10 米處檢測到 7 bar 壓力下  $2.5 \text{ cm}^3/\text{s}$  的洩漏量
- **操作距離範圍** : 0.5m~50m
- **感測器測量範圍**:  
2 kHz 頻率下為 29.7 dB 至 120 dB  
19 kHz 頻率下為 16 dB 至 106.3 dB  
52 kHz 頻率下為 21.4 dB 至 117 dB
- **頻寬選擇** : 使用者可選擇
- **記憶體/儲存容量** : 999張JPG圖檔及20個錄影檔(30秒mp4)
- **資料傳輸介面** : 使用USB-C傳送數據到電腦

# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

- 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量。
- 热像感測器接收被測物體的輻射的電磁能量。

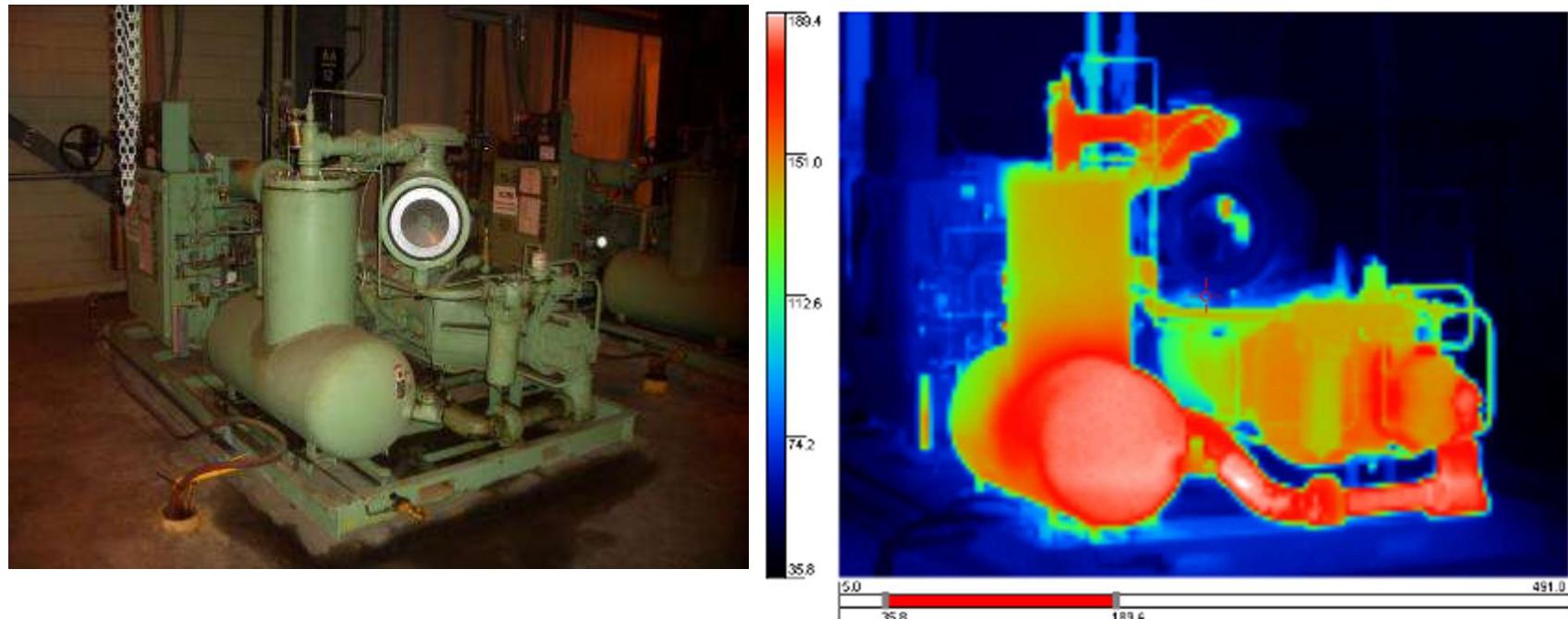


# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

- 紅外線熱成像技術

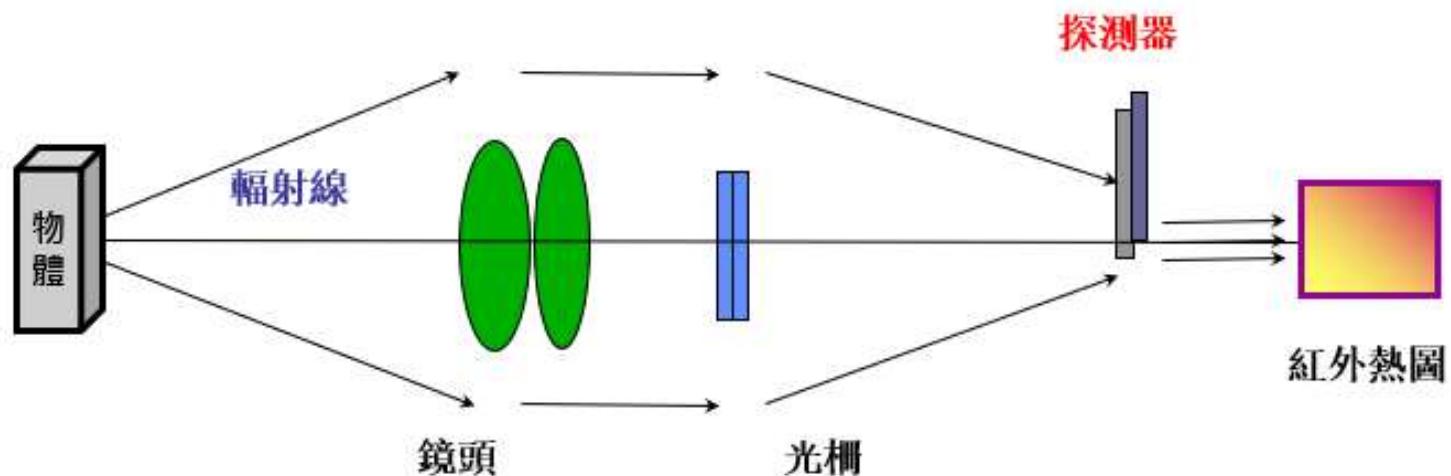
- 熱成像技術是利用熱感應相機的紅外線成像技術。
- 熱感應相機可生成熱而不是光的圖像，它可以測量紅外（IR）能量，並將資料轉換成相應的溫度圖像。



# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

- 紅外線熱像像儀工作示意圖

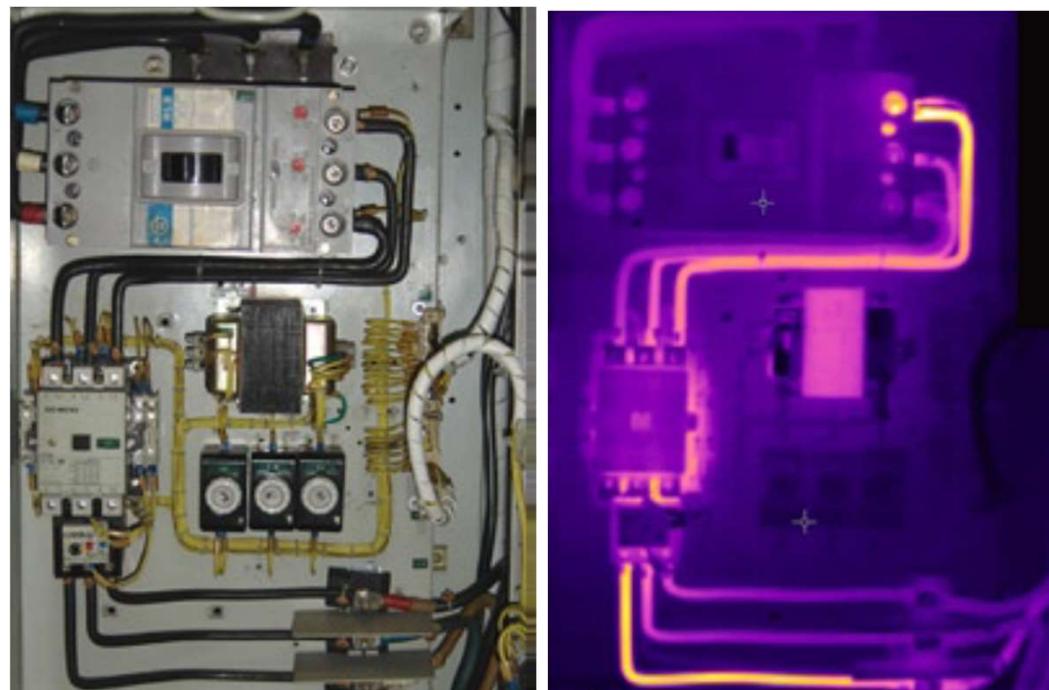


# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

- 紅外熱像儀與紅外測溫儀有何不同

- 與僅能夠捕獲單點溫度值的紅外測溫儀不同的是，熱像儀可以將整個目標的溫度特性形成一個平面圖像，而非單個溫度。



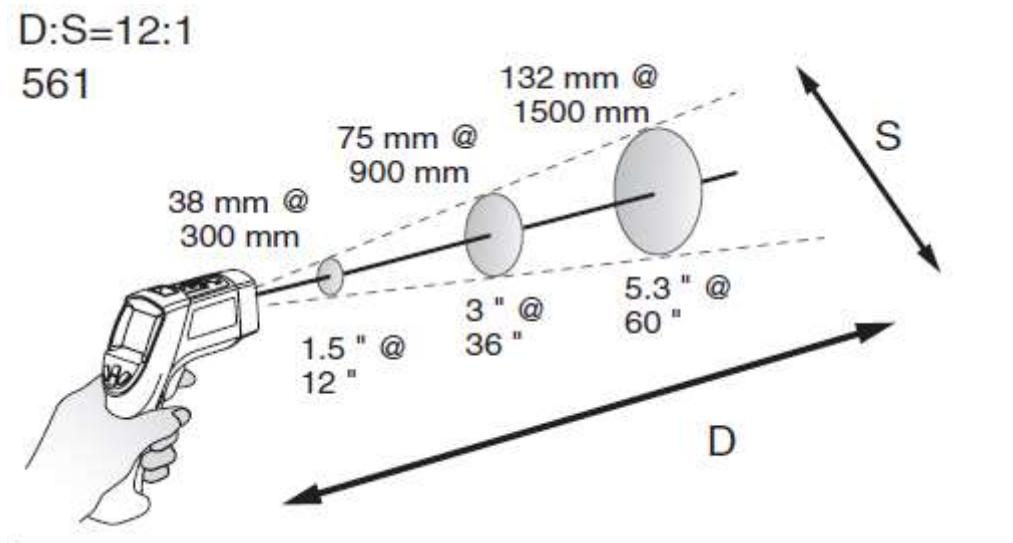
# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

- 紅外線測溫儀

- 距離與光點直徑(D:S)

裝置所測區域的光點直徑 (S) 隨被測目標距離 (D) 的增大而增大。測溫距離與光點直徑之間的關係如圖所示。光點直徑表示 90 % 能量圈。

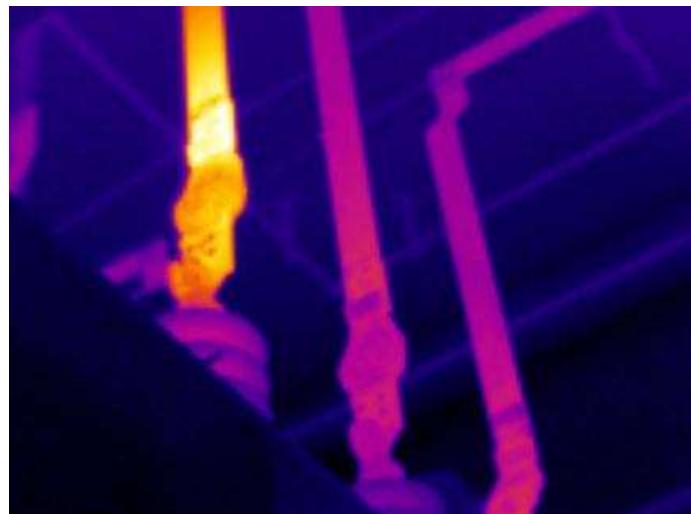
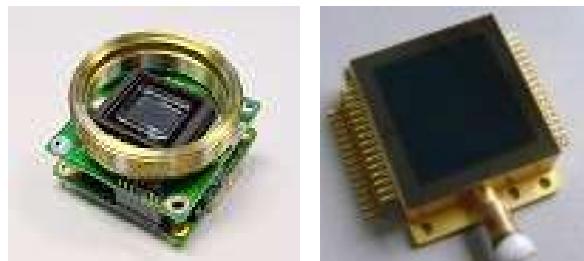


# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

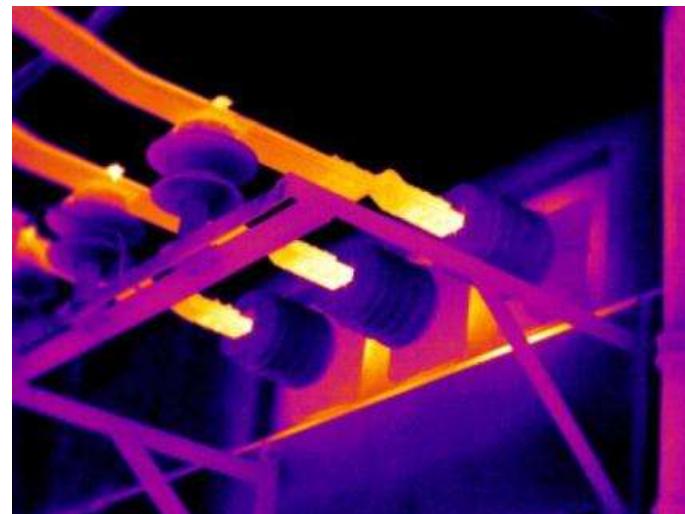
## 紅外線熱影像基本原理

- 紅外線熱像儀-像素

- 和數位照相機一樣，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，紅外線熱像圖越清晰。



160×120像素

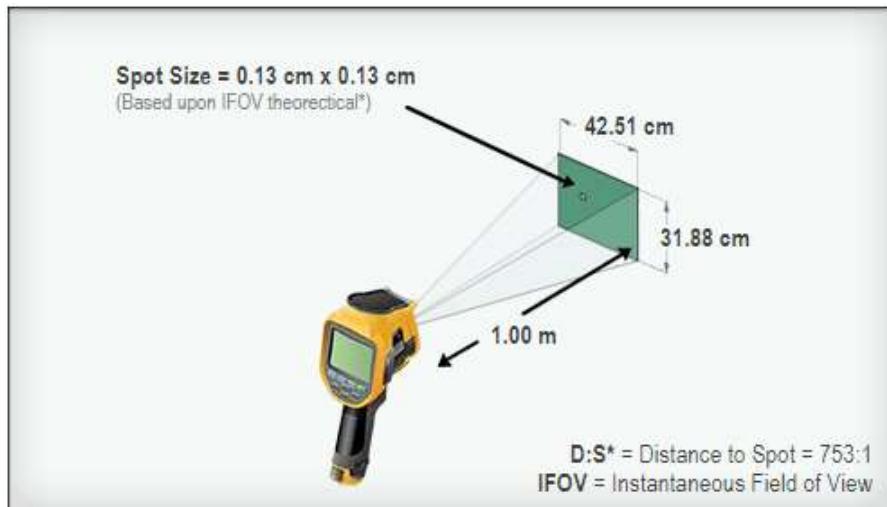


320×240像素

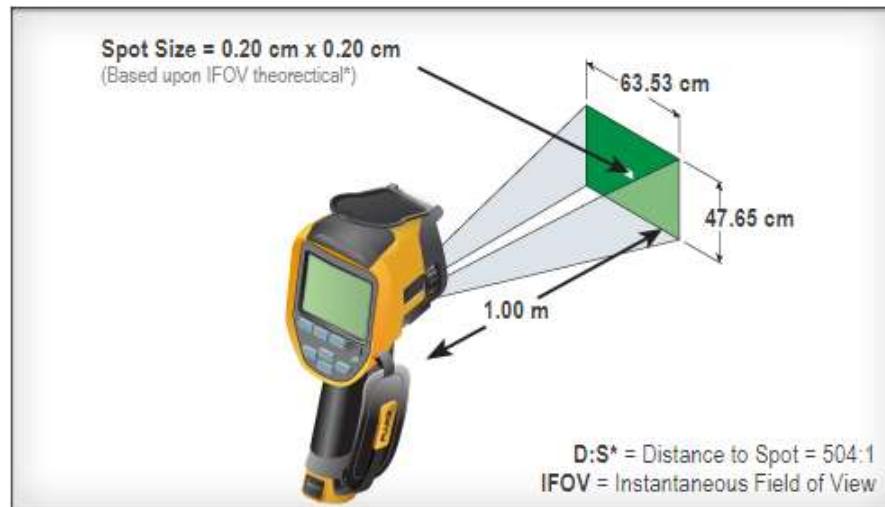
# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

### •紅外線熱像儀-IFOV



Ti400PRO 像素320\*240



TiS75 像素320\*240

# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

- 紅外線熱像儀-IFOV

$$\frac{\frac{2\pi}{180} \times \text{FOV}}{\text{像素}} \times \text{距離} \approx \text{直徑}$$

\\

**IFOV**

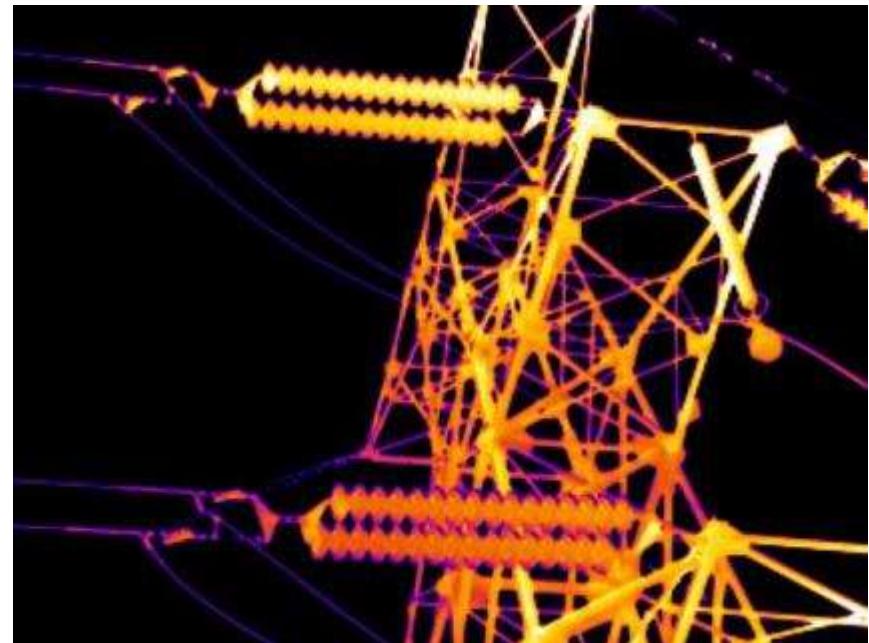
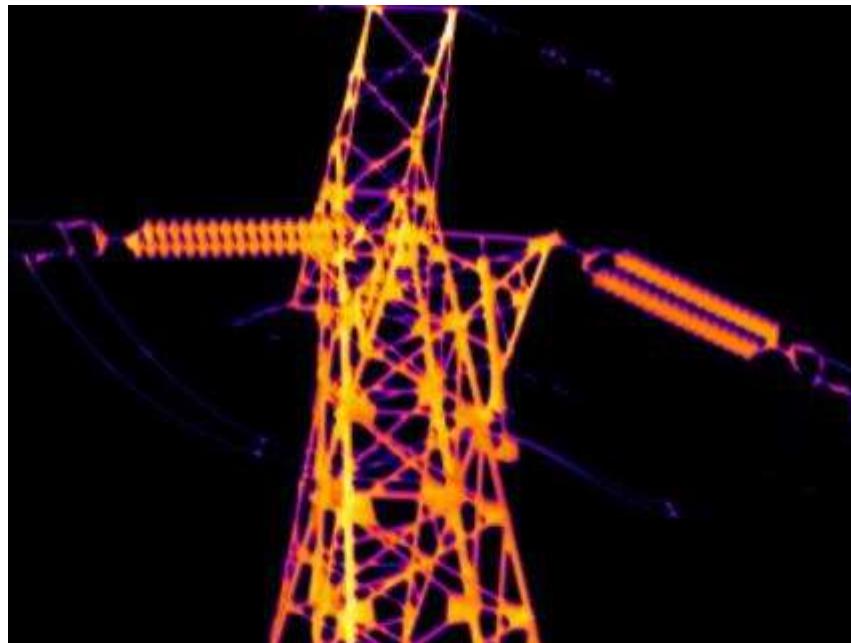
例如：在1米外檢測一個電氣櫃，熱像儀的IFOV是1.25mRad，只要最小目標的直徑大於1.25mm，熱像儀就可以檢測出是否有溫差存在，從而發現電氣櫃內的接頭或線纜等設備的故障，要檢測較小的目標，空間解析度越小越好。

# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

•紅外線熱像儀-IFOV

空間解析度不足以辨識出目標怎麼辦？

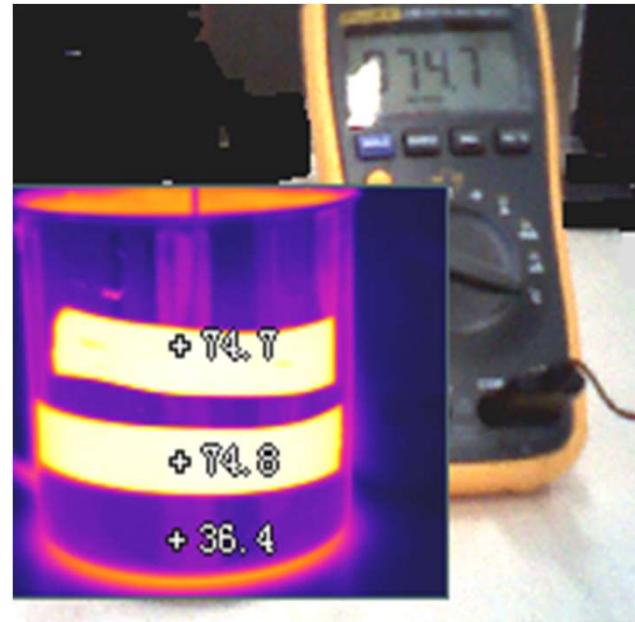


# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

- 紅外線熱像儀-放射率

- 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？



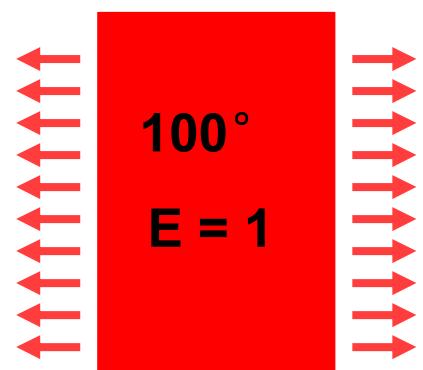
# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

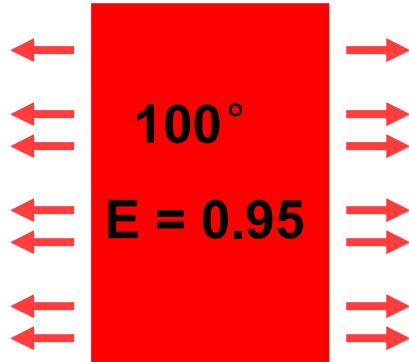
### •紅外線熱像儀-放射率

我們將檢測的目標分為**非金屬**和**金屬材料**兩大部分：

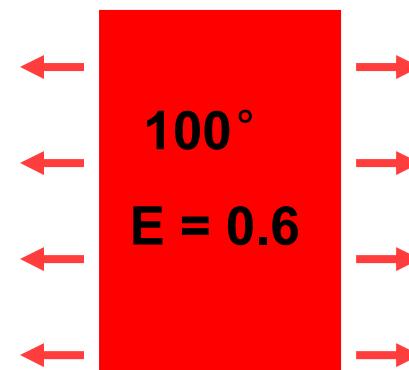
大多數非金屬材料（如塑膠、油漆、皮革、紙張等）放射率為0.95左右，相同材質、不同顏色的目標其放射率非常接近，自然界中皮膚的放射率最高，為0.98。



黑體爐(校驗設備)



非金屬



金屬

# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

### •紅外線熱像儀-放射率

以0.90固定放射率進行檢測，如果有金屬材質：

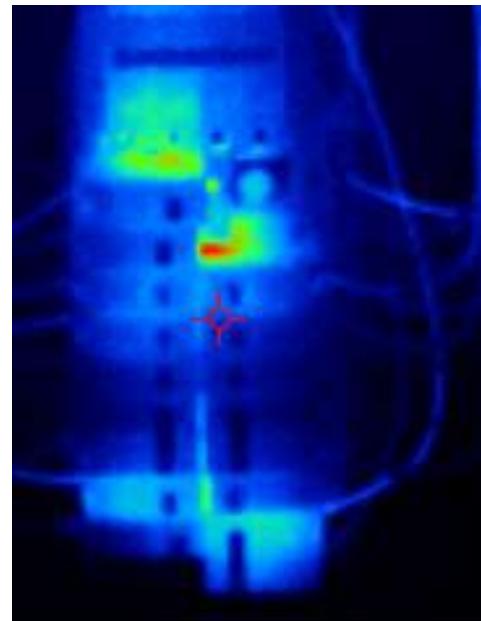
- A. 與接頭緊密連接的非金屬材料(如橡膠、塑膠等)的溫度即為接頭溫度。
- B. 三相或多個部件進行比對，計算相對溫差。
- C. 若只有單個部件，可在軟體內進行針對該部位的放射率修正，同時比對環境溫度。
- D. 將金屬材料部分表面貼膠帶或塗漆。

# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

### •紅外線熱像儀-紅外線視窗

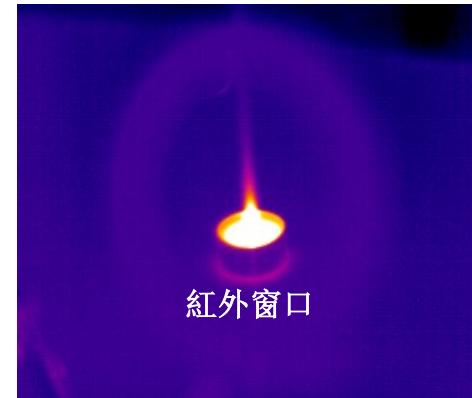
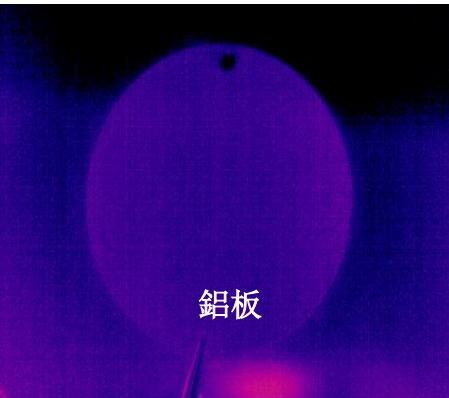
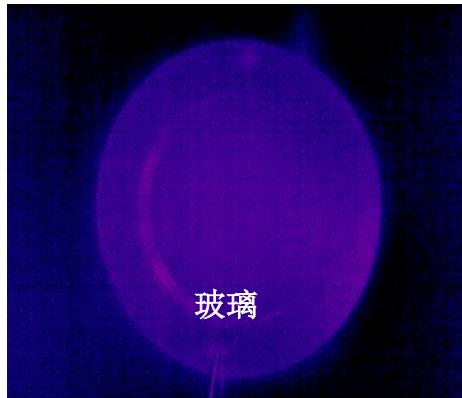
- 純多數情況下，我們看到的只是表面；但是，我們想要瞭解的熱量卻通常源自於內部。
- 我們如何透過密閉的外殼看到內部呢？



# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

- 紅外線熱像儀-紅外線視窗



# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像基本原理

### •紅外線熱像儀-紅外線視窗

對於 $8\text{-}14\mu\text{m}$ 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 )  
鎵 ( Ge )  
氟化鈣 ( CaF )  
硫化鋅 ( ZnS )  
硒化鋅 ( ZnXe )

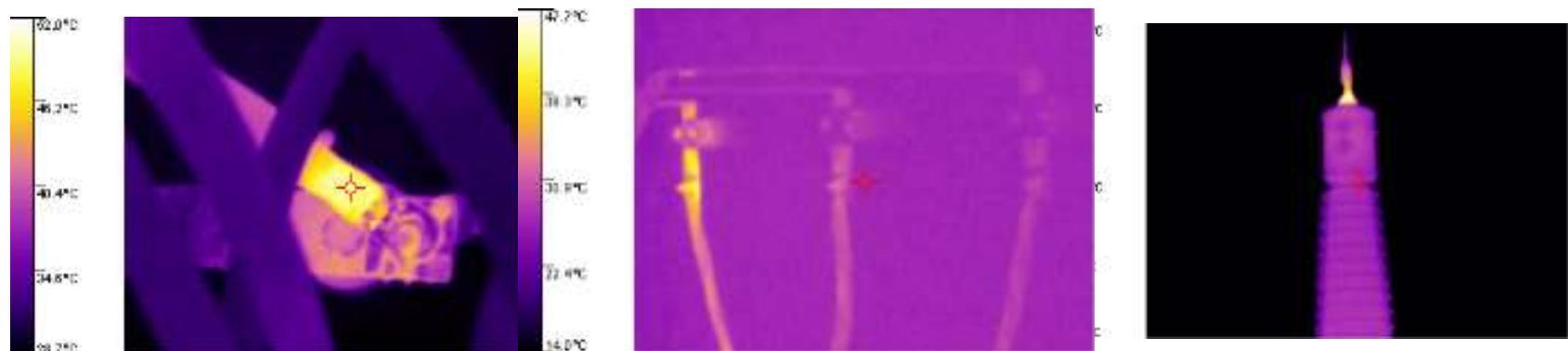


# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像應用案例

- 紅外線拍攝-電氣應用

變壓器、套管、斷路器、刀閘、互感器、電力電容器、避雷器、電力電纜、匯流排、導線、組合電氣、絕緣礙子、低壓電器以及具有電流、電壓致熱效應或其他致熱效應的設備的二次回路等。

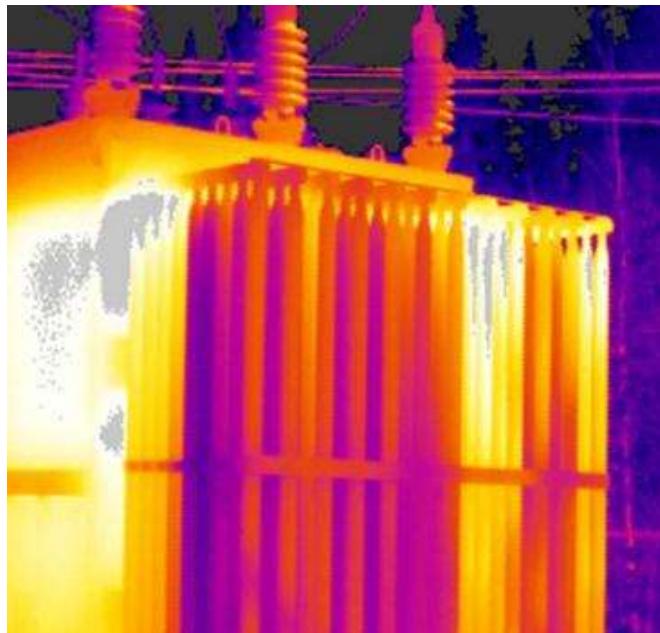


# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

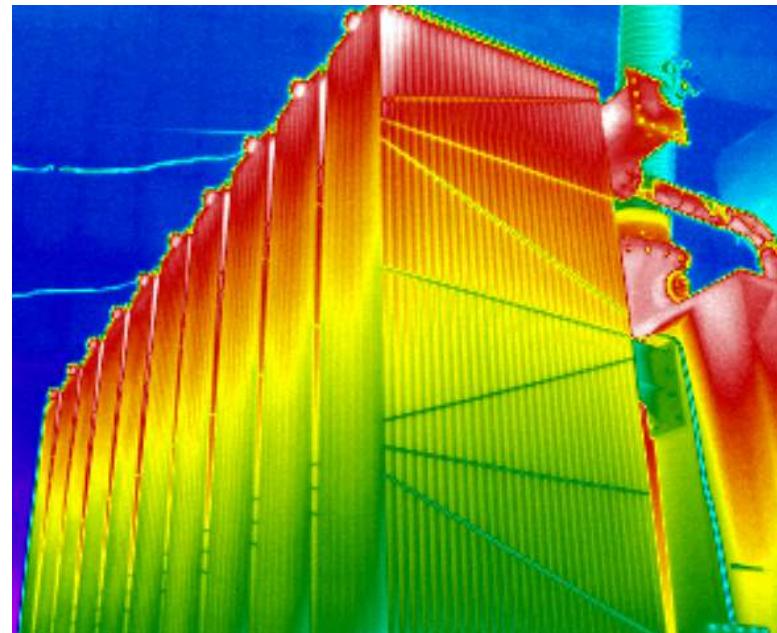
## 紅外線熱影像應用案例

### •紅外線熱像儀-油浸式變壓器冷卻迴圈

冷卻迴路發生堵塞，無冷卻油流過的部分會呈現低溫區域；正常的冷卻迴圈箱表面應該是左右溫度均勻，上部溫度高、下部溫度低。



低溫部分冷卻迴圈堵塞



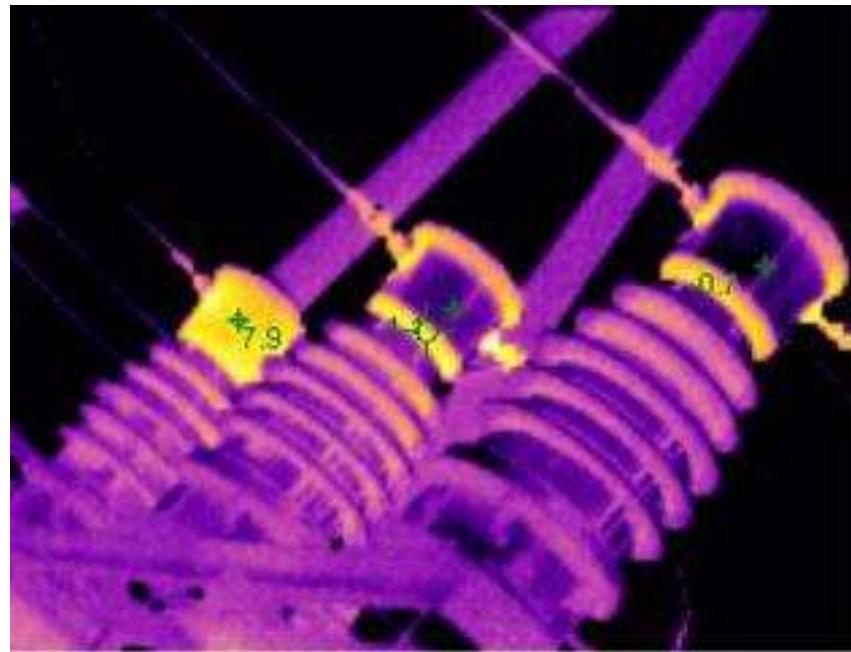
冷卻迴圈正常

# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像應用案例

- 紅外線熱像儀-電流互感器

110KV CT，A相充油套管缺油導致發熱。

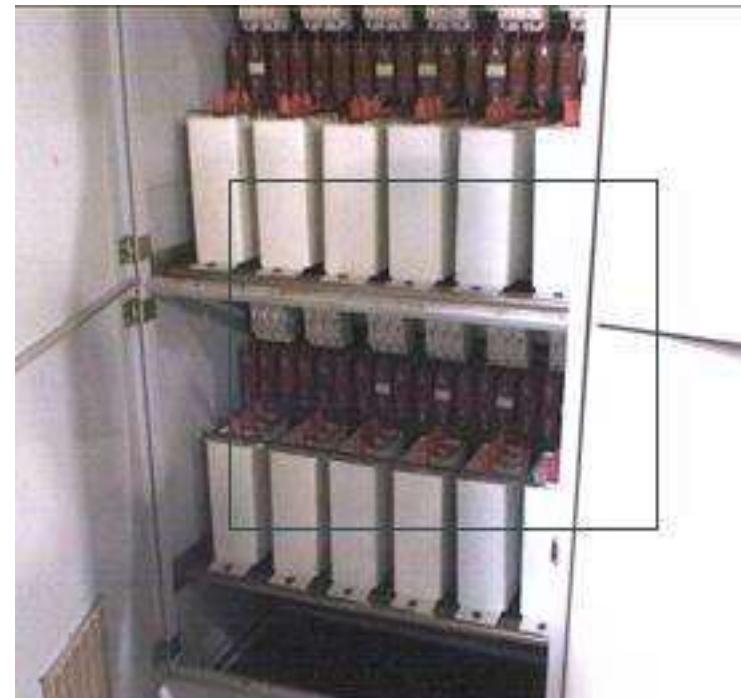
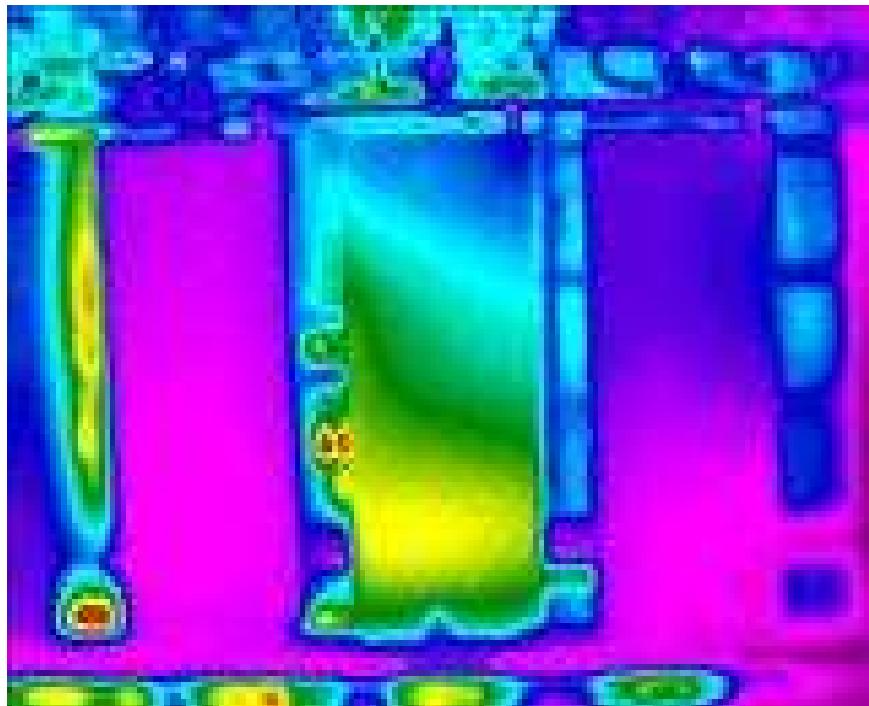


# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像應用案例

### •紅外線熱像儀-電容器

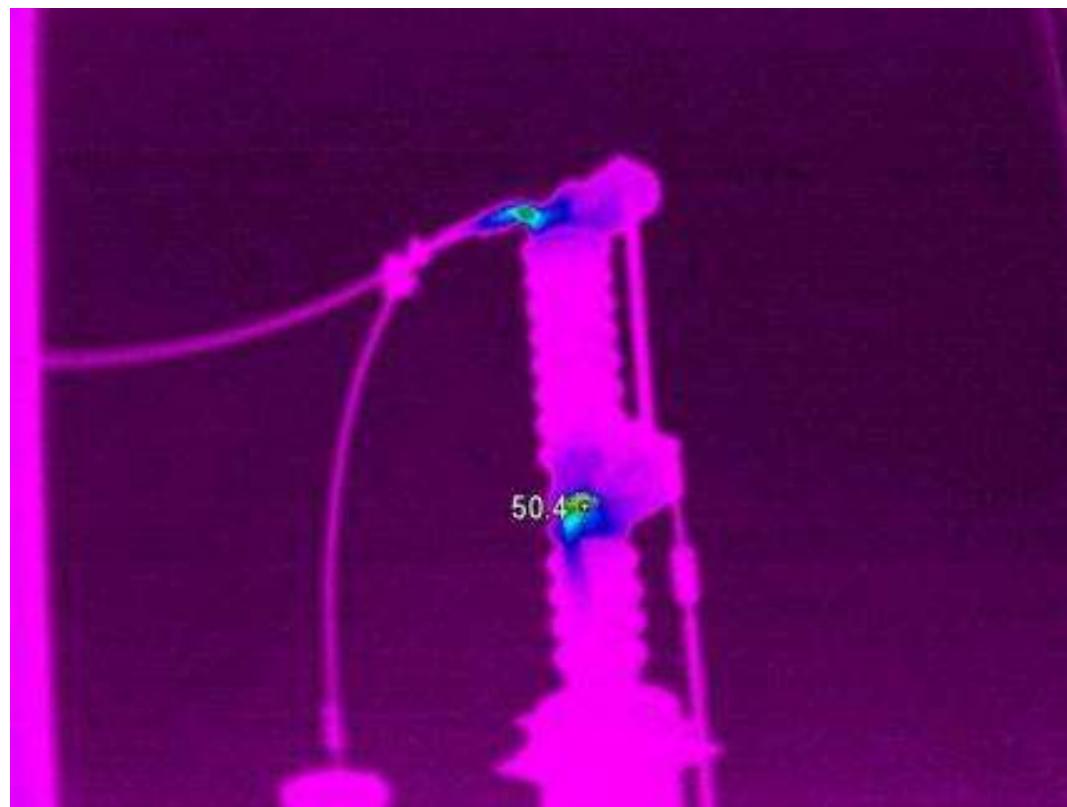
- 電容器溫度一般不得超過80°C，過熱容易導致器件損壞甚至爆炸。
- 電容器運行的環境溫度不得高於40 °C。



# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像應用案例

- 紅外線熱像儀-35KV氧化鋅避雷器絕緣老化



# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像應用案例

### •紅外線熱像儀-匯流排

負載相差10%為三相不平衡，通過計算得知，三相接線排的最大允許溫差為15°C。



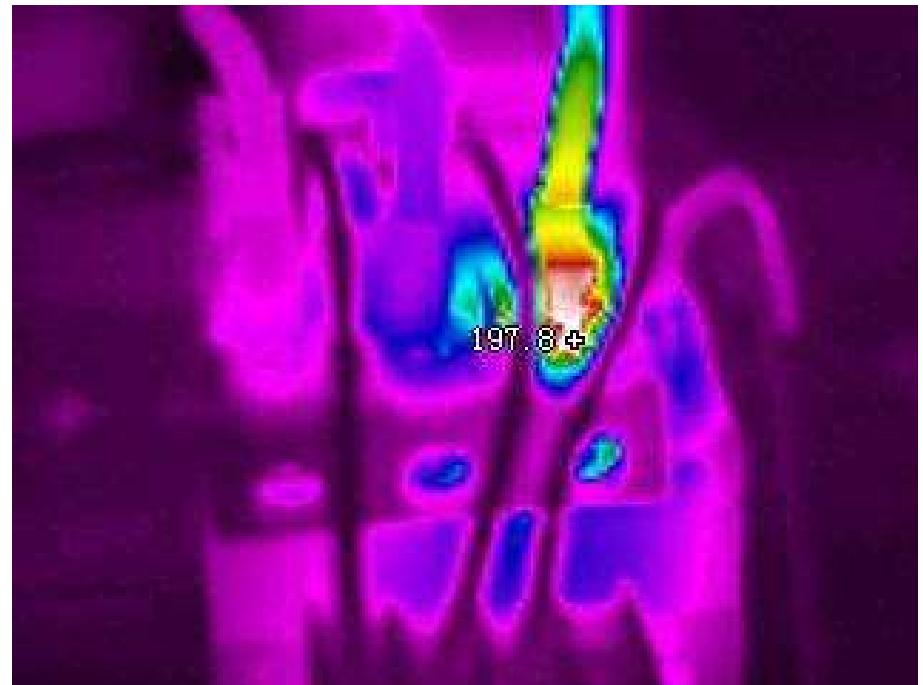
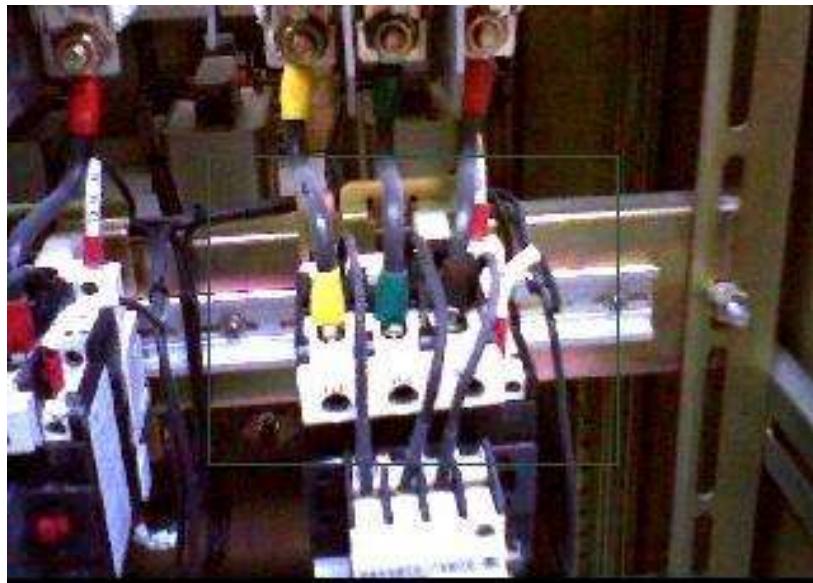
檢測三相匯流排時，請注意光亮銅排帶來的反射干擾。

# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像應用案例

### •紅外線熱像儀-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。
- 連接點超過 $70^{\circ}\text{C}$ 或溫差 $15^{\circ}\text{C}$ ，即認為有隱患存在。



據統計，約70%的電氣故障是由接頭過熱引起。

# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像應用案例

- 紅外線熱像儀-電氣連接

- 接頭氧化腐蝕或連接過緊同樣會造成高溫點。

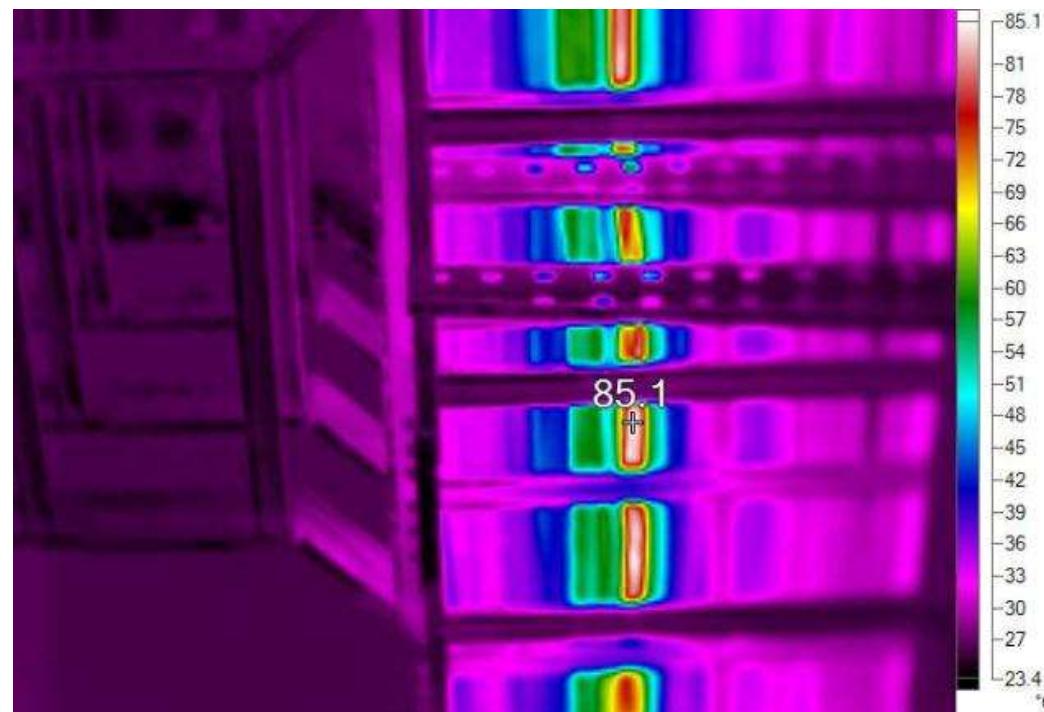


# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像應用案例

### •紅外線熱像儀-線路超載

- 導線內電流過大會使導線整體均勻發熱，線纜的絕緣層若長時間處於70°C以上高溫，將會導致絕緣老化，引發漏電、短路及電氣火災。



# 紅外線熱像儀工廠設備診斷應用

## 紅外線熱影像應用案例

### •紅外線熱像儀-UPS電源維護

- 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。
- 鉛酸蓄電池由於**橋接不良**或**漏酸**會在表面形成高溫，電池在運行過程中會產生氫氣，高溫與氫氣在密閉環境中可能會引發起火或爆炸。

