

# 工業技術研究院

Industrial Technology  
Research Institute

## 固定原污染洩漏追查技術： 光學氣體成像儀技術

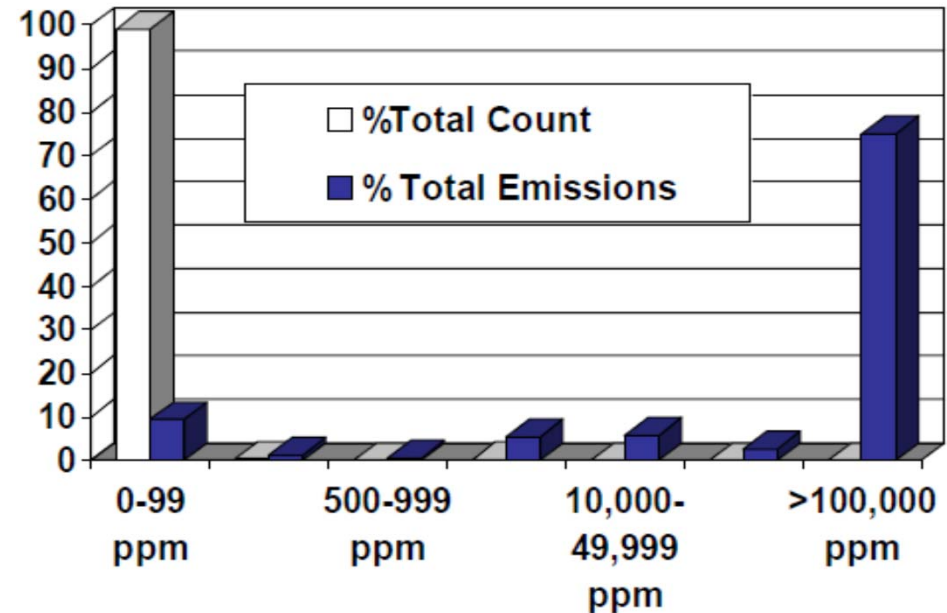
106 年 7 月

## 簡報內容

- 背景
- 工作原理
- 技術現況
- 限制與干擾
- 維護成本
- 洩漏影像

# 光學氣體成像技術背景

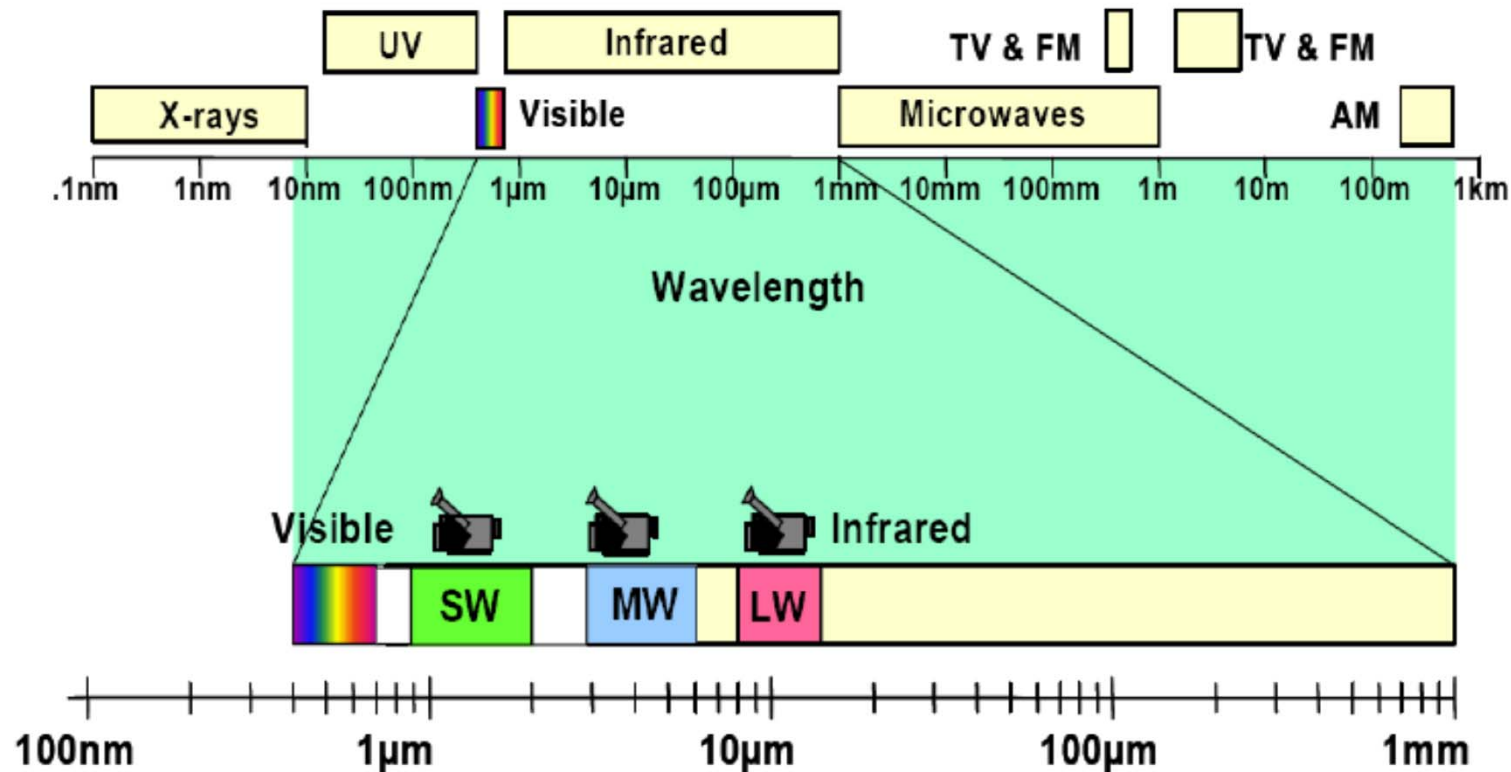
- ❑ 美國石油協會研究顯示92%可削減的排放來自僅約0.13% 的設備元件
- ❑ 傳統檢測元件洩漏的方式，利用攜帶型儀器逐一對工廠各設備元件進行檢測與維護
- ❑ 大型製程工廠每年花費超過100萬美金的經費於設備元件偵測洩漏與修護之工作上。



From API Publication 310



# 技術原理 – 電磁波



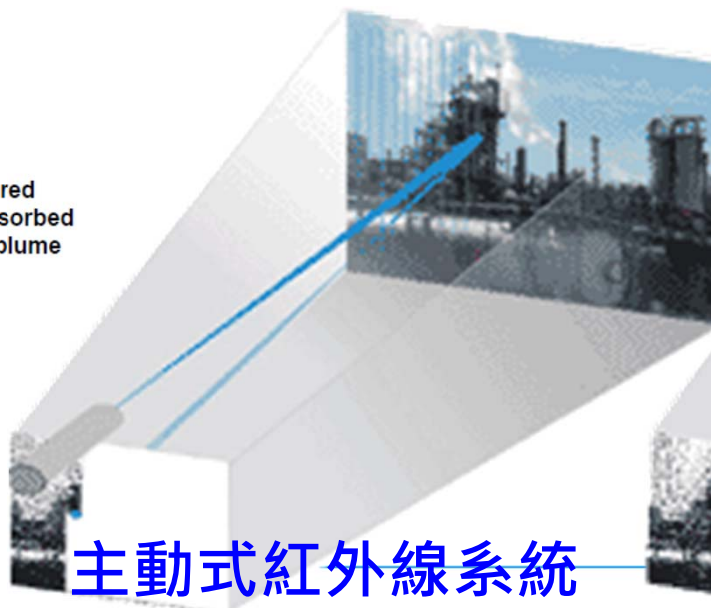
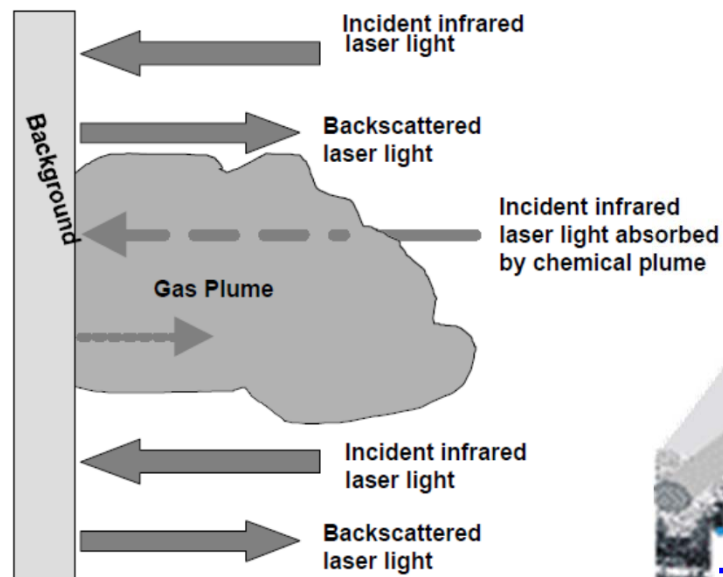
- ❑ 常用的中紅外光波長在 $25 \sim 2.5 \mu\text{m}$
- ❑ 紅外線氣體成像儀(Infrared Gas Imaging)通常使用三個不同區段的波長： $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 、 $3 \sim 5 \mu\text{m}$ 、 $8 \sim 12 \mu\text{m}$

# 技術原理

- 光學氣體成像技術(Optical Gas Imaging, OGI)主要分為兩種：
  - 主動式：儀器本身提供紅外光光源
  - 被動式：以環境(包含洩漏氣體)的熱輻射為紅外光光源
  
- 影像處理技術

## 技術原理 – 主動式

- 光學氣體成像技術(Optical Gas Imaging, OGI)主要分為兩種：主動式、被動式
  - 主動式：使用不同不同型態的雷射和強烈的紅外光源，及特定氣體適用之光譜的雷射。主動式影像需要良好的背景，才能將儀器的主動光源穿透氣體而反射回儀器。



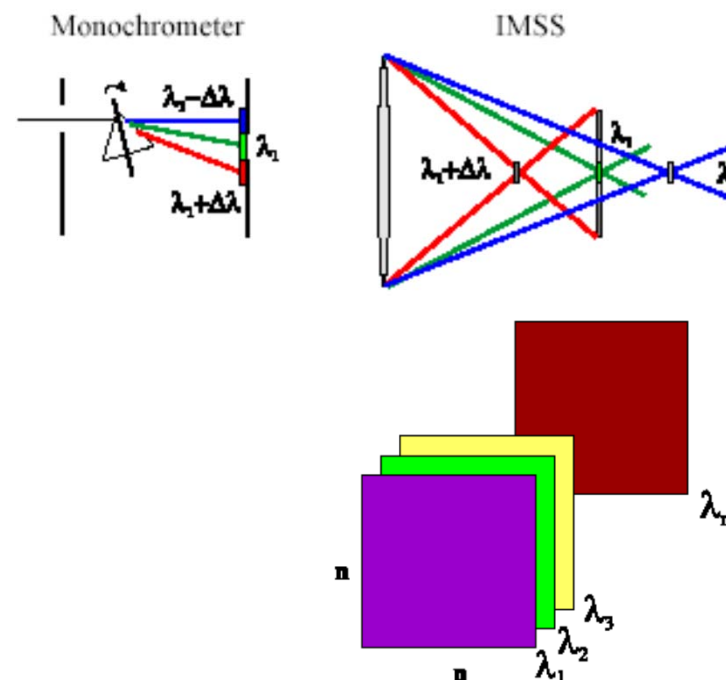
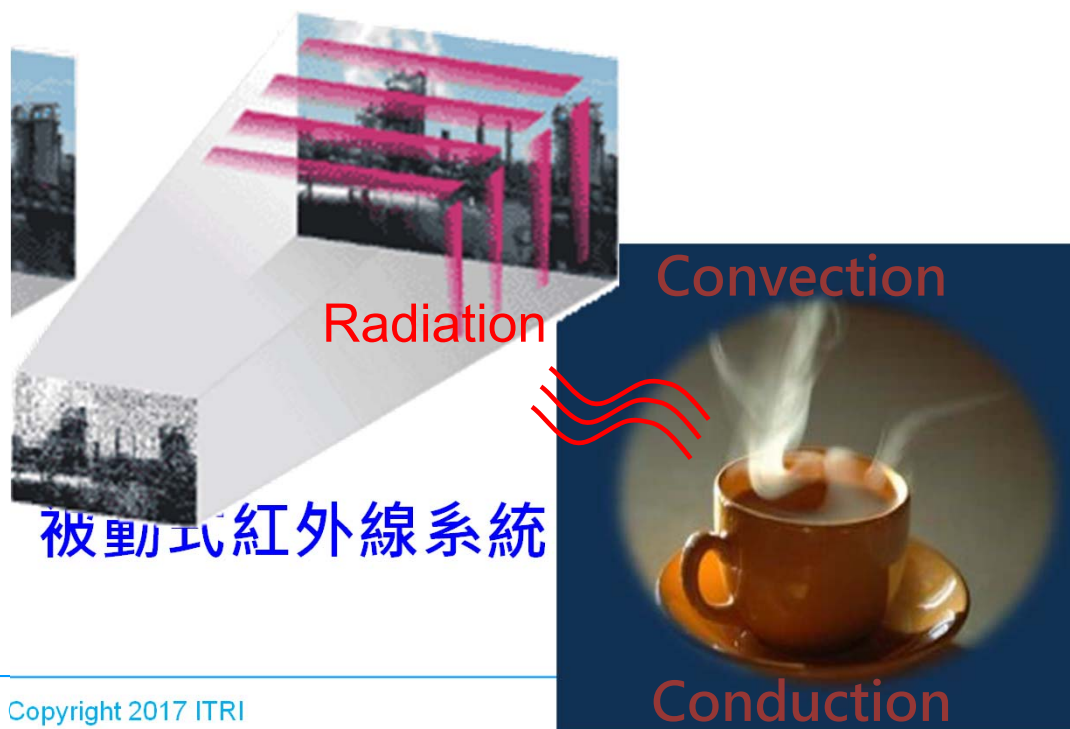
主動式紅外線系統



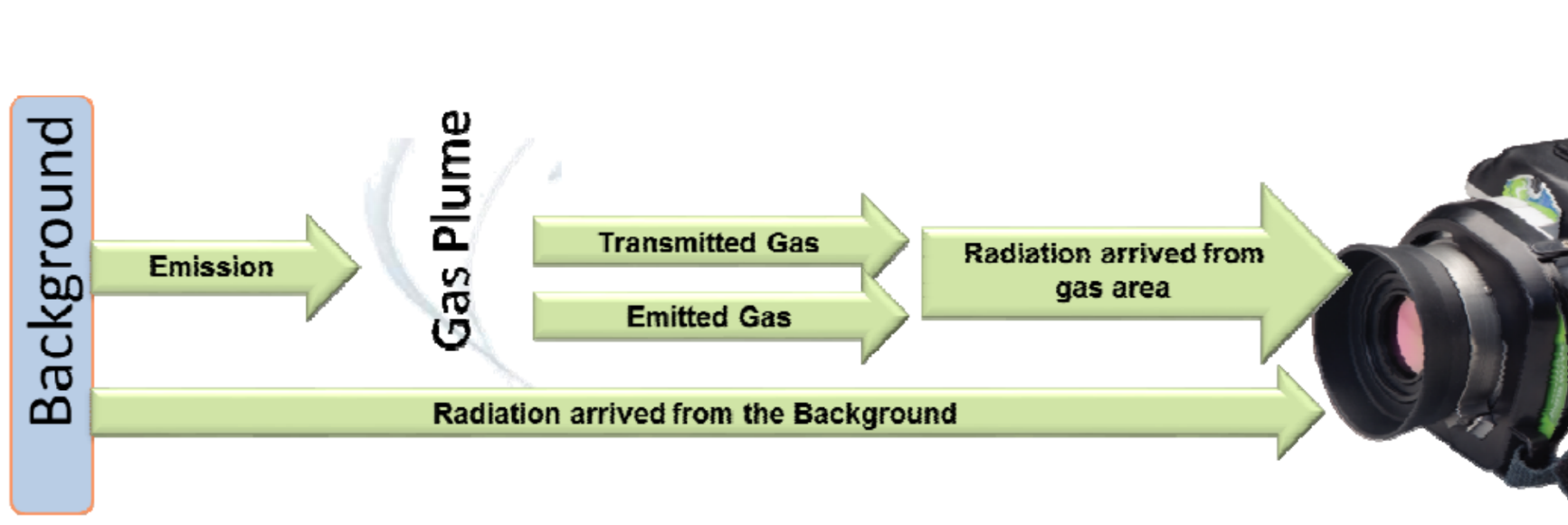
# 技術原理 – 被動式

## □ 被動式：

- 黑體輻射：使用3~14  $\mu\text{m}$ 紅外光範圍的背景熱輻射，氣體可顯像於冷背景或熱背景，只要氣體和背景之間有溫度差則可，氣體本身可作為輻射源。
- 繞射光學：色散光譜儀的原理，結合繞射成像光譜儀和自適可調濾波器



## 技術原理 – 被動式

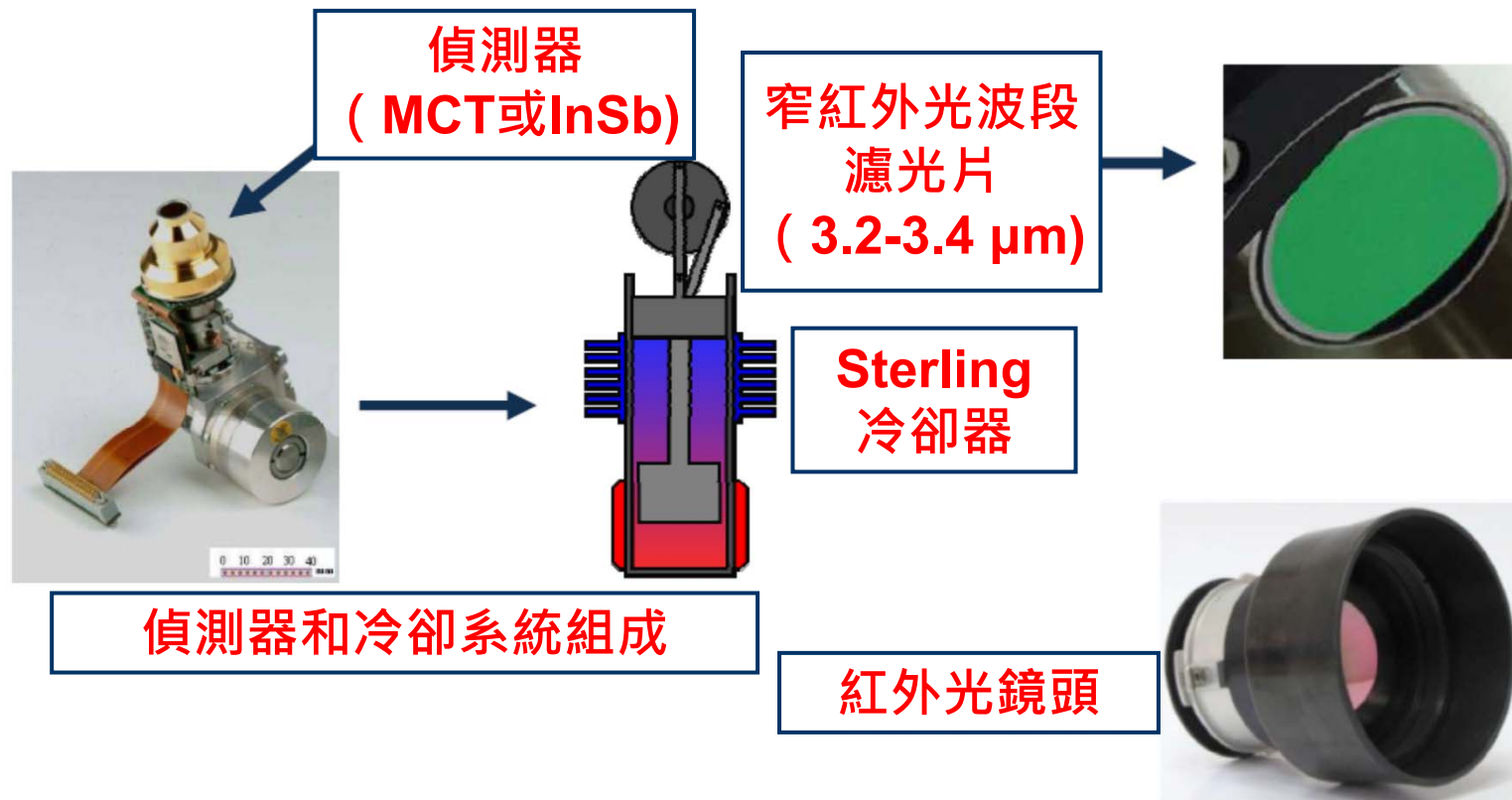


- ❑ 洩漏氣體的溫度和背景的溫度有差異
- ❑ 光學氣體成像儀的光譜頻帶和洩漏氣體的發射光譜(吸收率)一致
- ❑ 如果洩漏氣體的溫度和背景的溫度沒有差異時？

source : Health Consultant



# 光學氣體成像儀的基本元件 – 被動式



Mercury Cadmium Telluride (HgCdTe, or MCT)

Indium Antimonide (InSb)

# 系統比較

## ●主動式系統與被動式系統

	主動式系統	被動式系統
偵測極限	與發射源輸出功率、背景反射率有關	與洩漏流率相關 (洩漏氣體和背景的溫度差)
體積	大(重)	小
成本	高	低
定量可能性	有	有

# 技術現況

被動式



**Flir GasFindIR**  
[www.flir.com](http://www.flir.com)



**GIT Sherlock VOC**  
[www.gitint.com](http://www.gitint.com)

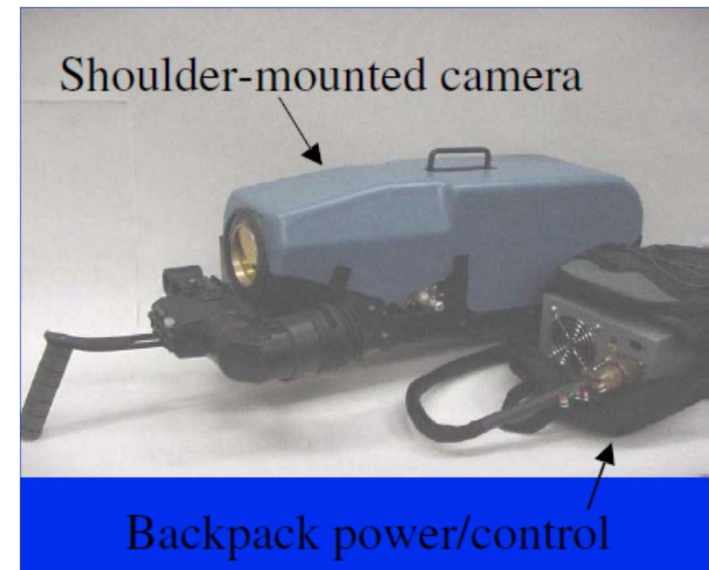


**Flir GF320**  
[www.flir.com](http://www.flir.com)



**Opgal EyeCGas**  
[www.eyecgas.com/](http://www.eyecgas.com/)

主動式



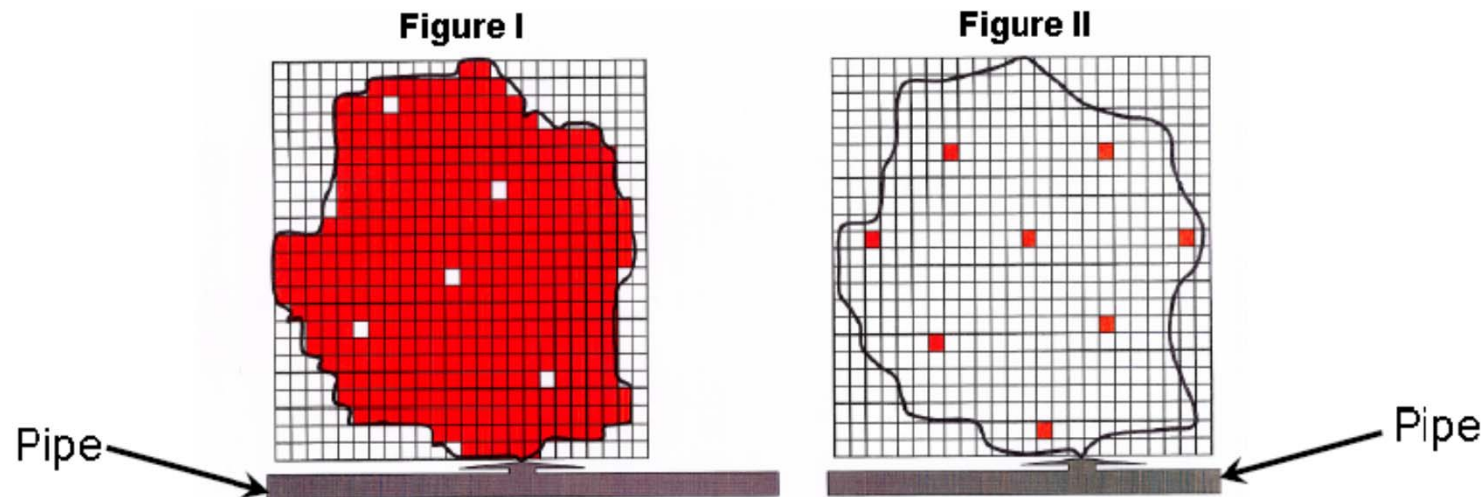
## 被動式紅外線成像儀 – FLIR GF320

- 顯像儀使用了光學濾鏡，讓特定波長範圍的紅外線光譜能夠穿透進來，而此波長恰好等於VOC 分子鍵的振動能/旋轉能轉換時所發出之波長。
- 顯像儀對於各種不同氣體和蒸氣的偵測靈敏度極佳。
- 就溫度而言，使用適當的濾鏡後，顯像儀的靈敏度為 <25mK ( 0.025°C)
  - GF320配置HSM(High Sensitivity Mode)模式，溫度差的解析率可低至0.014 °C → 更低的偵測極限？



# FLIR GF320原理 – 1

- 利用有機氣體(碳氫化合物)會吸收特定波長紅外線信號的特性
  - 紅色方格為吸收IR波段之有機氣體成分;白色方格為其他排放的氣體成分.



## FLIR GF320原理 – 2

- 背景的IR輻射波段信號輻射至紅外線熱像儀F3xx系列部分受有機氣體吸收,部分穿透,受吸收後就看不到背景熱像圖

Figure III

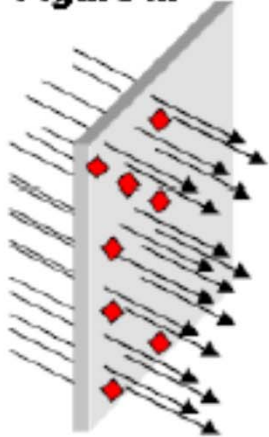
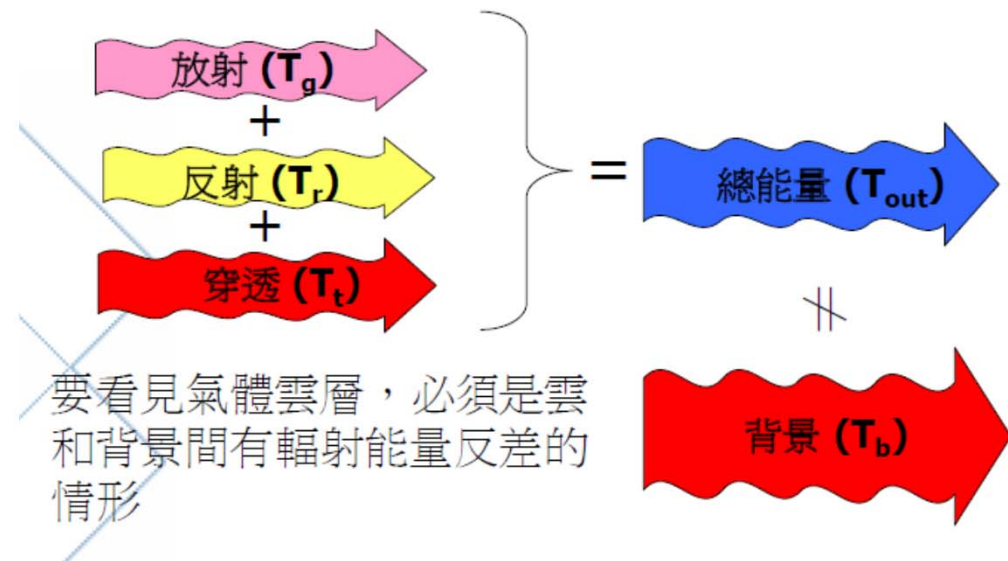
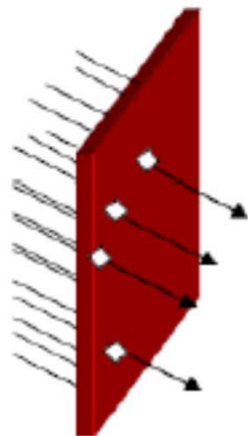


Figure IV



# 技術現況

## FLIR可篩檢物種

項目	物質	項目	物質
1	Methane ( 甲烷 )	11	Isoprene ( 異戊二烯 )
2	Ethane ( 乙烷 )	12	1-Pentene ( 戊烯 )
3	Propane ( 丙烷 )	13	Benzene ( 苯 )
4	Butane ( 丁烷 )	14	Toluene ( 甲苯 )
5	Pentane ( 戊烷 )	15	Xylene ( 二甲苯 )
6	Hexane ( 己烷 )	16	Ethyl-Benzene ( 乙苯 )
7	Heptane ( 庚烷 )	17	Methanol ( 甲醇 )
8	Octane ( 辛烷 )	18	Ethanol ( 乙醇 )
9	Ethylene ( 乙烯 )	19	Methyl Ethyl Ketone( 丁酮 )
10	Propylene ( 丙烯 )	20	MIBK ( 甲基戊酮 )

# 技術現況

## 可篩檢物種

項目	物質	項目	物質
1	四氫呋喃	12	92無鉛汽油*
2	1,3丁二烯	13	95無鉛汽油*
3	異丙苯	14	LPG(液化石油氣)*
4	丙酮	15	軸封油*
5	乙二醇	16	對二乙基苯
6	環氧乙烷	17	異丙醚
7	正丁烷	18	異丙醇
8	異丁烷	19	環己烷
9	BTX(芳香烴混合物)* (苯、甲苯、二甲苯)	20	C8*
10	烷化油*	21	MTBE
11	輕油*	22	甲醚



# 技術限制及干擾

## 限制因素

1. 物種成分
2. 洩漏量(偵測極限)
3. 煙流型式
4. 距離

## 干擾因素

1. 環境風速(設備元件檢測)
2. 水氣
3. 熱氣(不適用於熱排放源)
4. 視角
5. 背景

200nm GasFindIR Camera - Tested OCT 2005			
	Wind Speeds		
	0mph	2mph	5mph
Compound	g/hr	g/hr	g/hr
Benzene	3.5	17.5	38.6
Ethanol	0.7	3.5	14
Ethylbenzene	1.5	7.6	17.5
Heptane	1.8	4.8	8.4
Hexane	1.7	3.5	8.7
Isoprene	8.1	14.3	38.8
Methanol	3.8	7.3	24.3
MEK	3.5	17.7	31.8
MIBK	2.1	4.9	13.3
Octane	1.2	3.4	8.7
Pentane	3.0	6.1	17.7
1-Pentene	5.6	19.7	43.8
Toluene	3.8	5.3	14.3
Xylene	1.9	9.1	18.9
Butane	0.4	1.5	4.2
Ethane	0.6	1.9	3.5
Methane	0.8	2	6
Propane	0.4	1.3	1.3
Ethylene	4.4	7.3	13.9
Propylene	2.9	8.9	15.9

## 維護成本(光學氣體成像儀)

儀器耗材	單價(元)	年使用量	說 明
電池	2,500	5顆	電池壽命以1年計
拭鏡紙	200	10盒	每盒50張
氦氣充填	200,000	0.5次	年操作2,000小時 每操作4,000小時進行充填
純丁烷(10L)	4,800	4支	每季使用一支

工作時間：8小時/天 x 5天/周

**光學氣體成像儀之維護費用約為140,000元/年-台**

# 洩漏影像

## 設備元件

管線



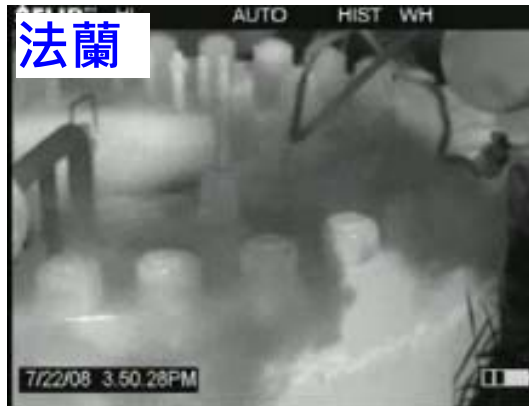
流體：C4

輕質液閥



流體：C4

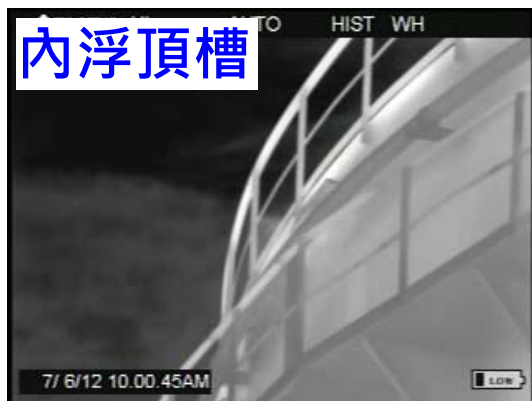
法蘭



流體：LPG

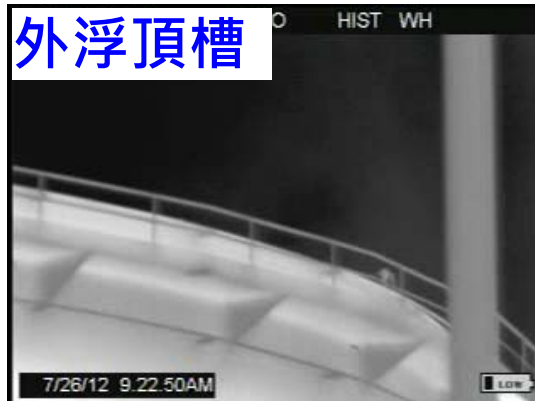
## 儲槽

內浮頂槽



流體：重石油腦

外浮頂槽



流體：95無鉛汽油

# 洩漏影像

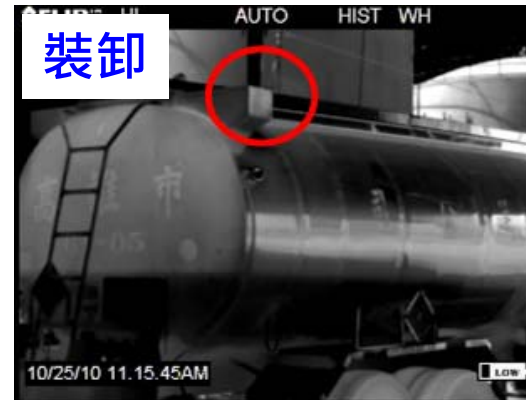
## 廢水場及裝載

### 廢水場



位置：陰井地下水蓋  
流體：廢水

### 裝卸



位置：油罐車入料口  
流體：DMF

## 加油站

### 汽車



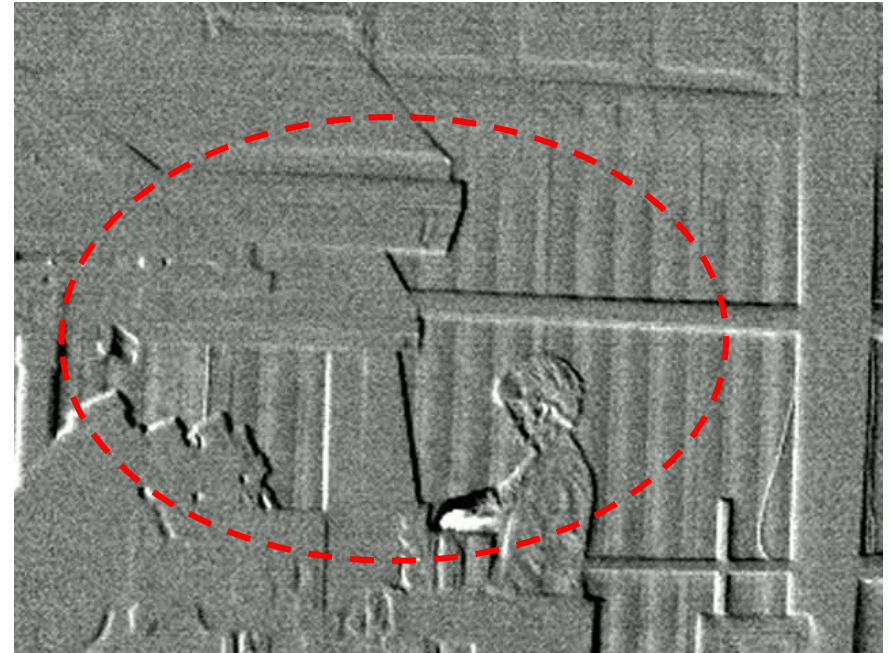
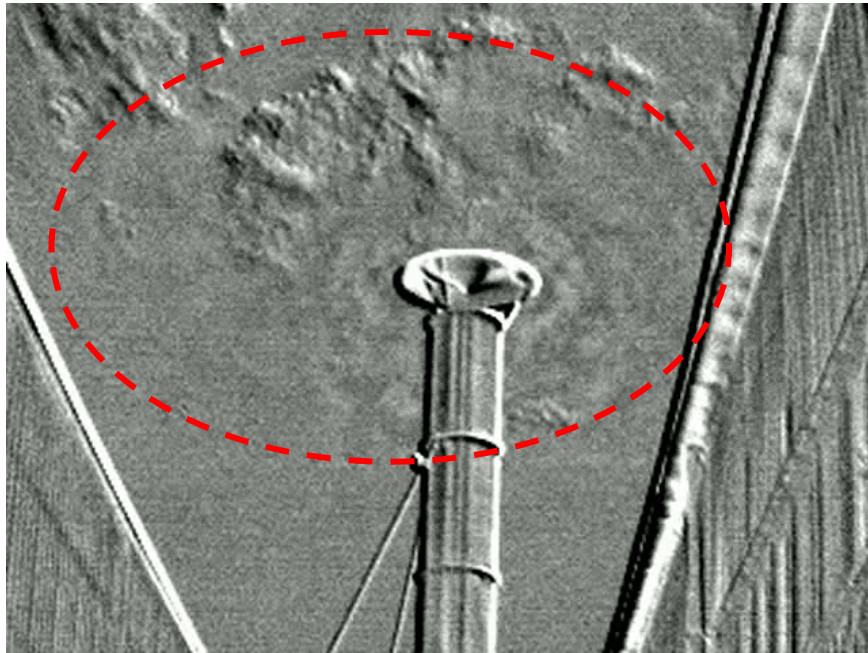
### 機車







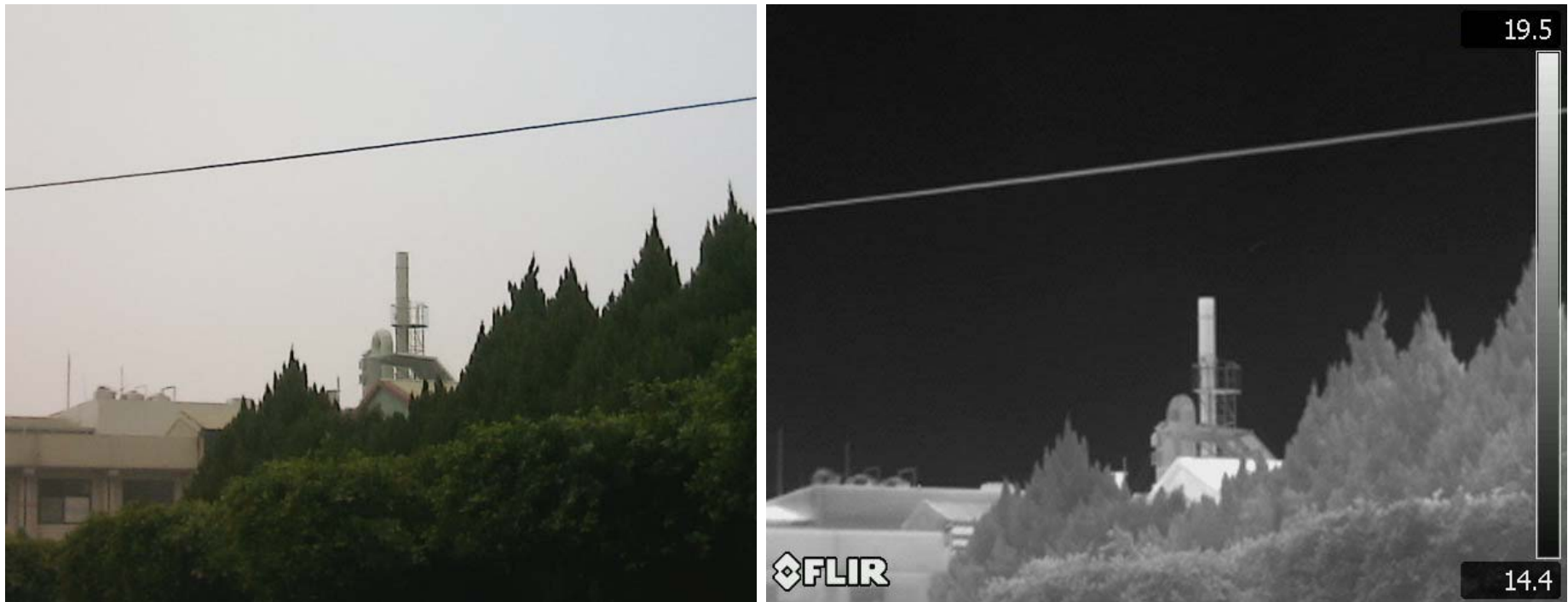
# 煙囪排放高度(擴散)、集氣罩



## 氣體成像技術-3

### □ 紅外線成像儀對常溫處理設備之廢氣排放的量測

- 水洗塔
- 活性碳吸附塔
- 冷卻水塔

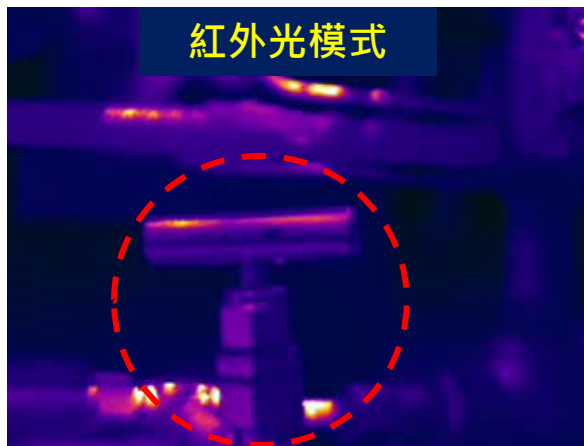




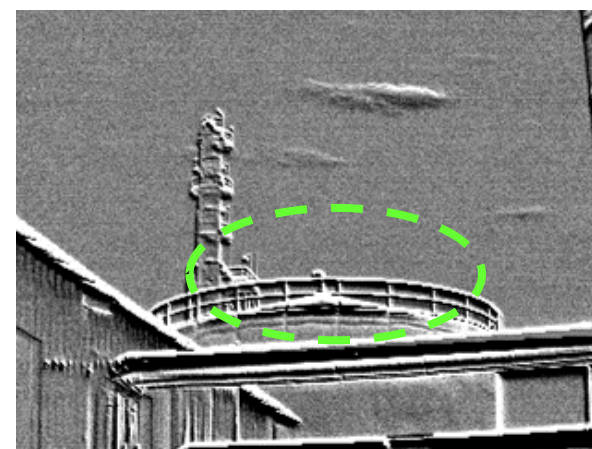
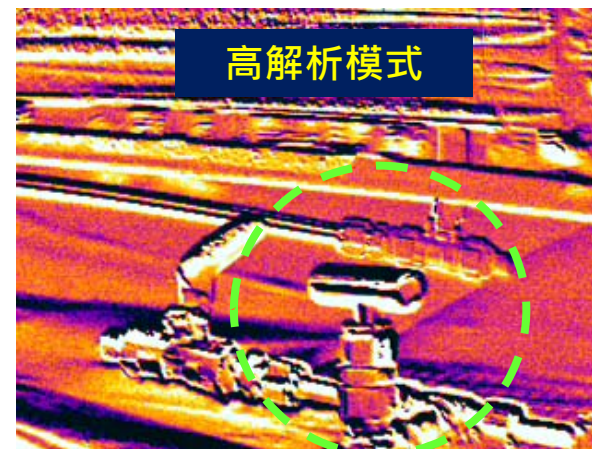
可見光模式



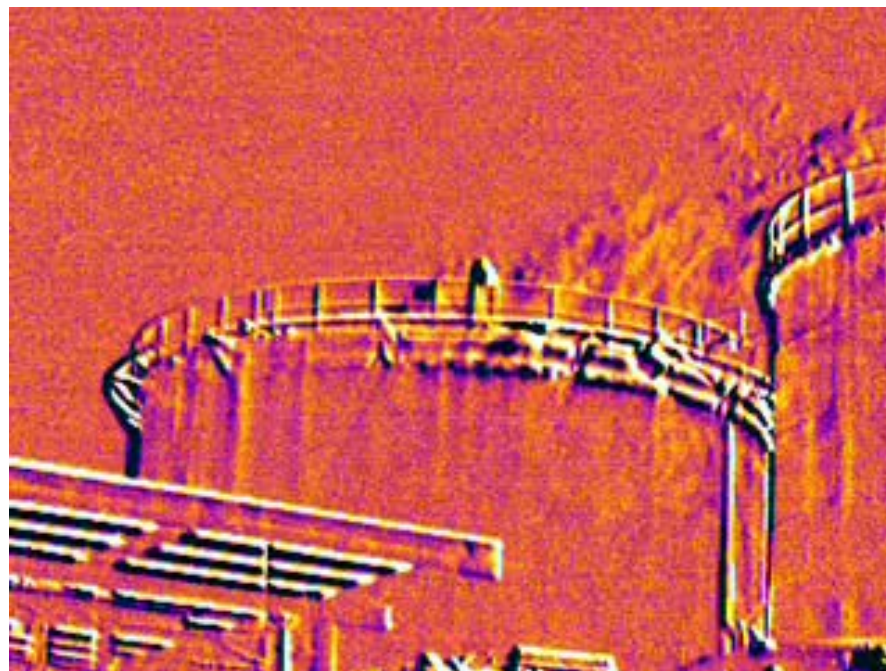
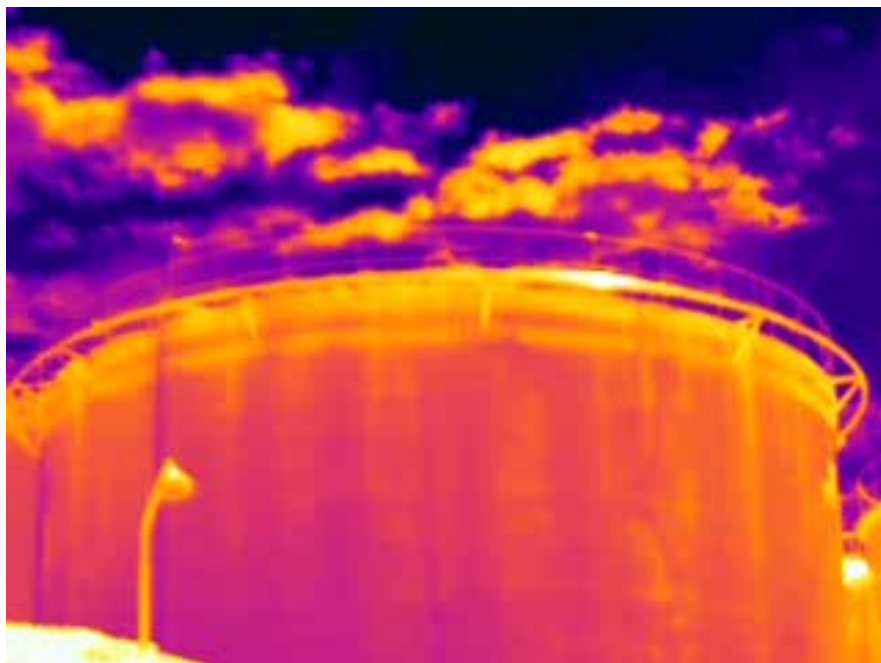
紅外光模式



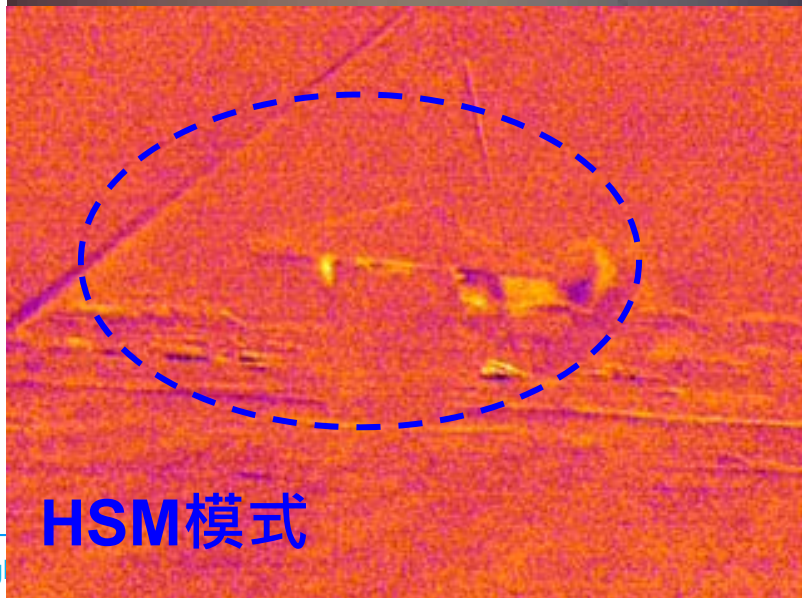
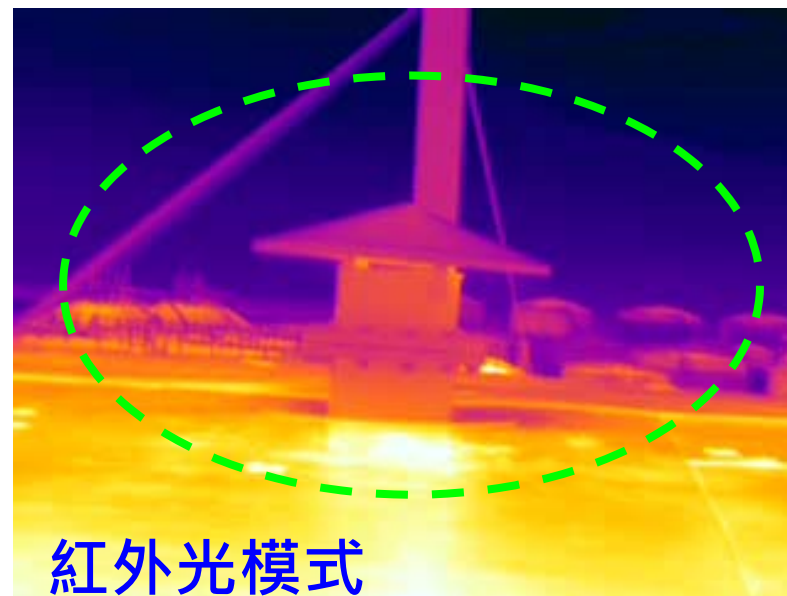
高解析模式



# 儲槽逸散

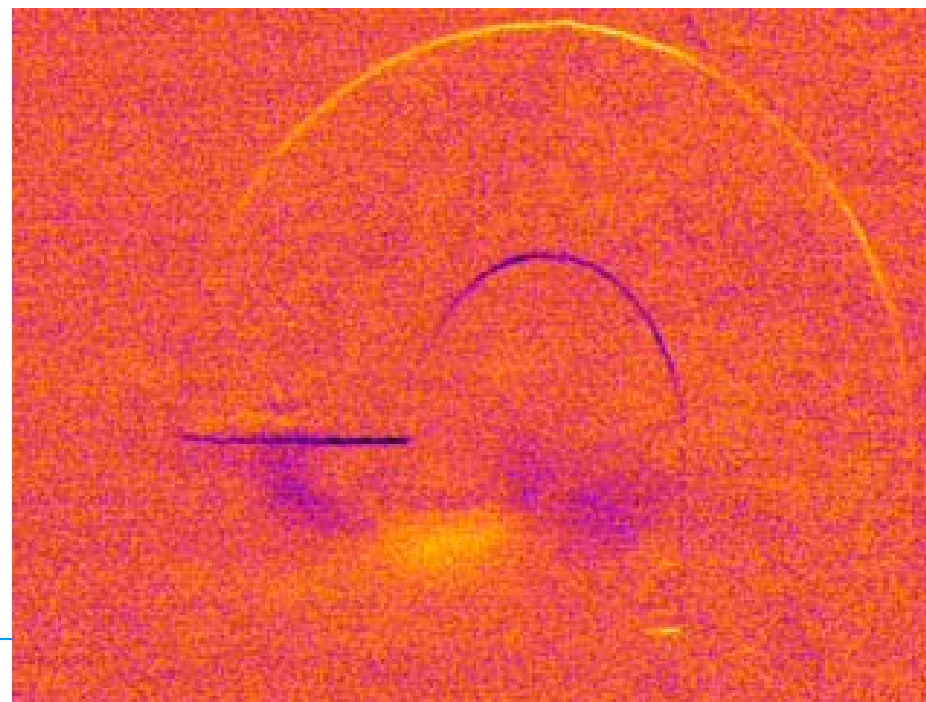
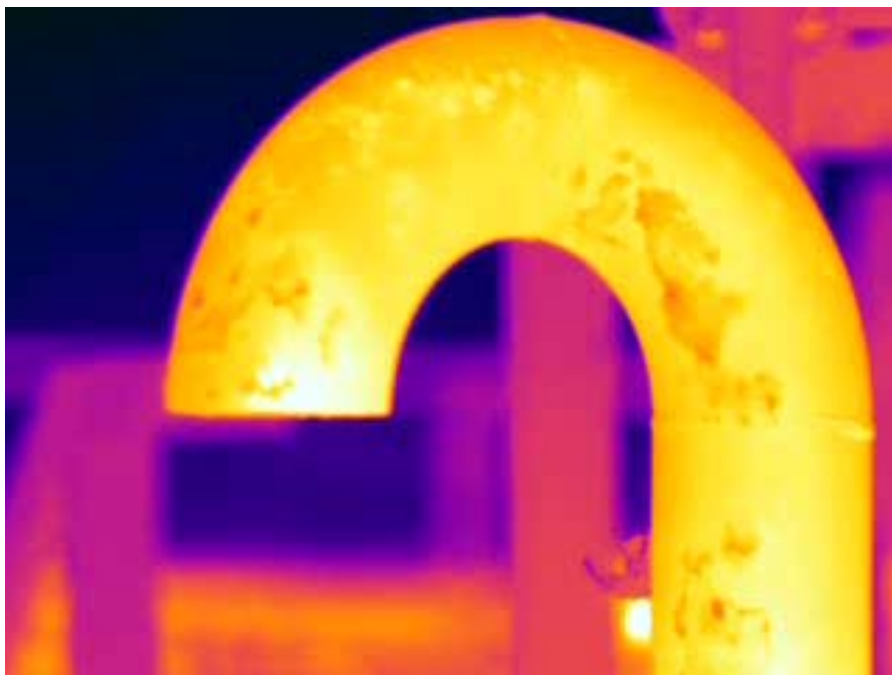


## 不同模式的洩漏 – 儲槽的呼吸閥

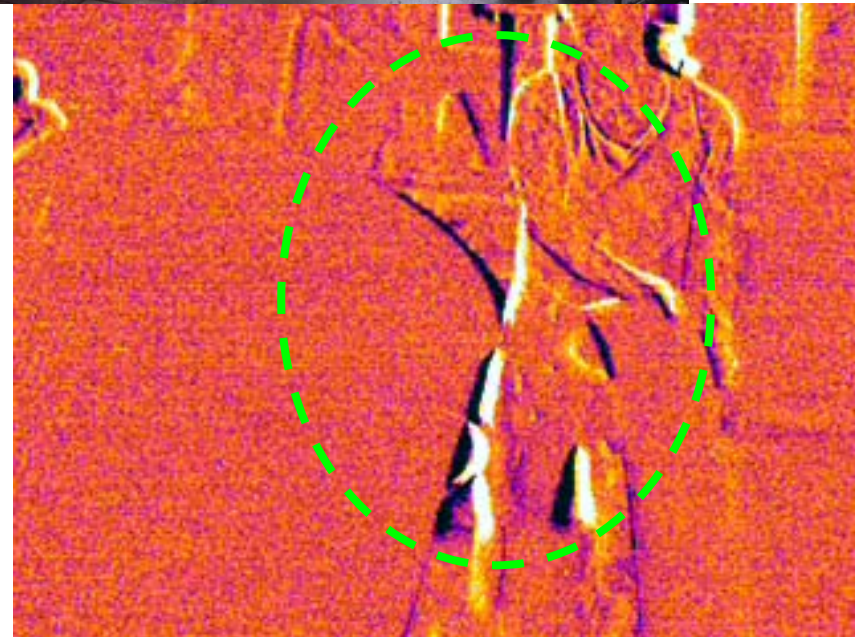
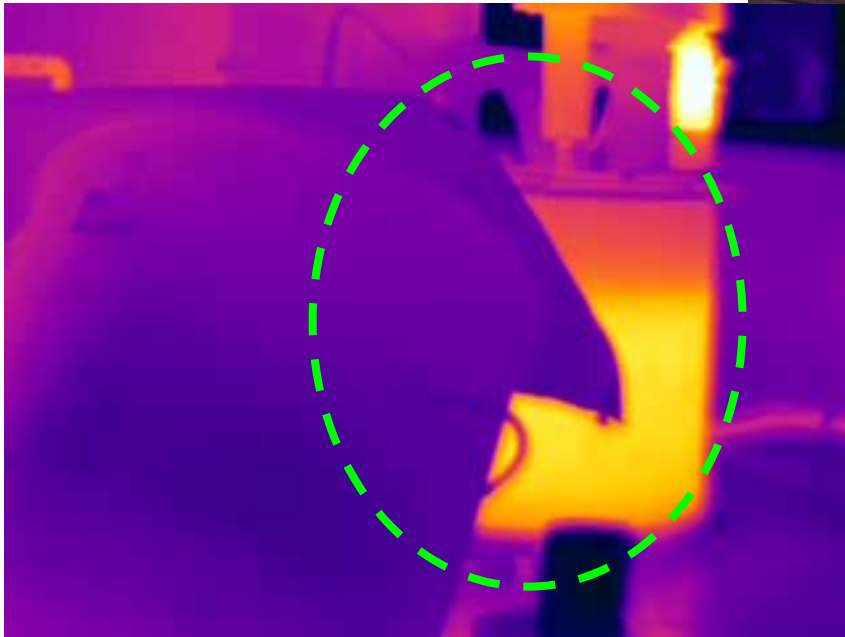




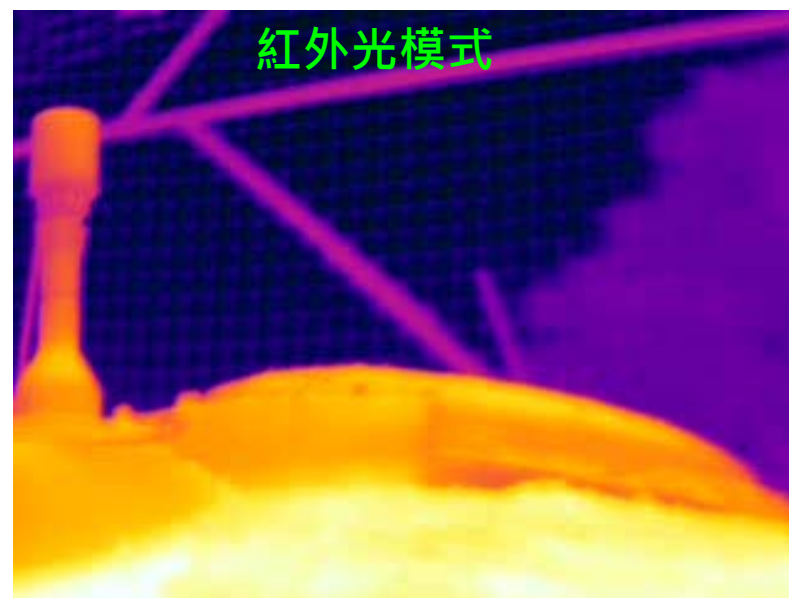
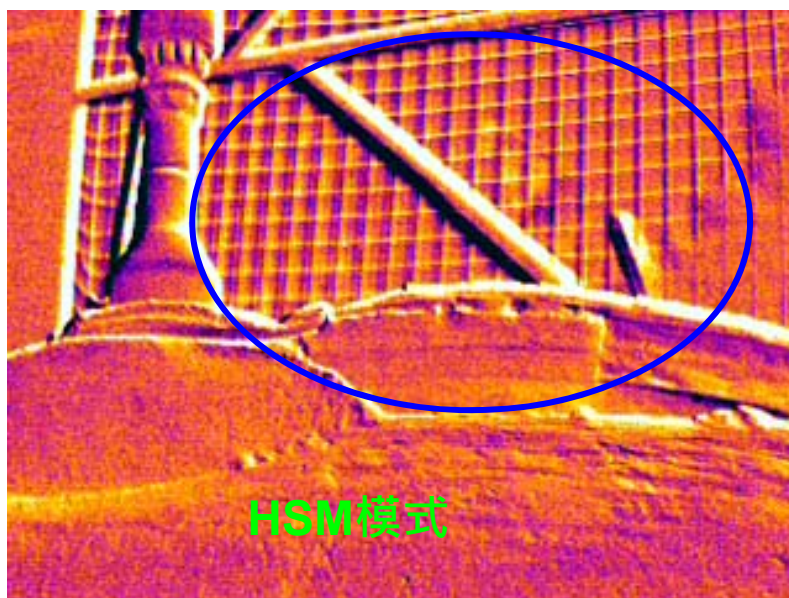
## 不同模式的洩漏 – 儲槽



# 油漆塗料製程

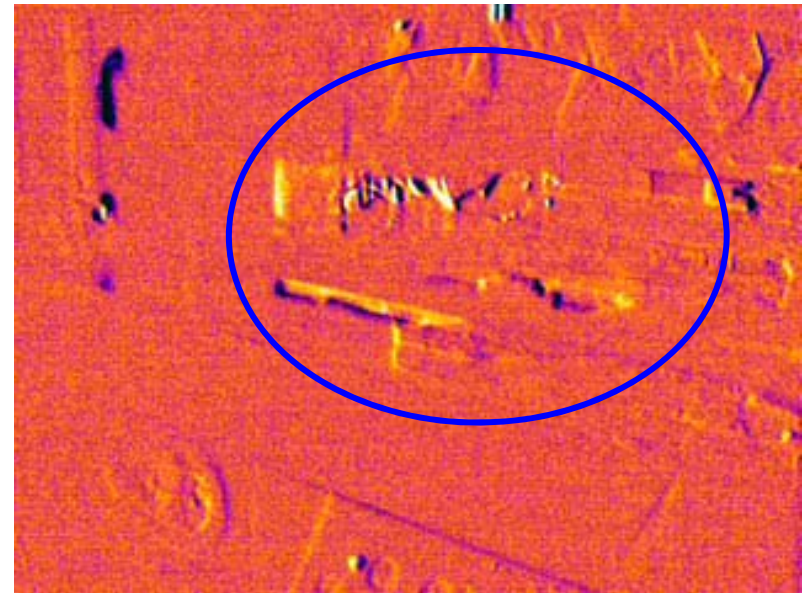
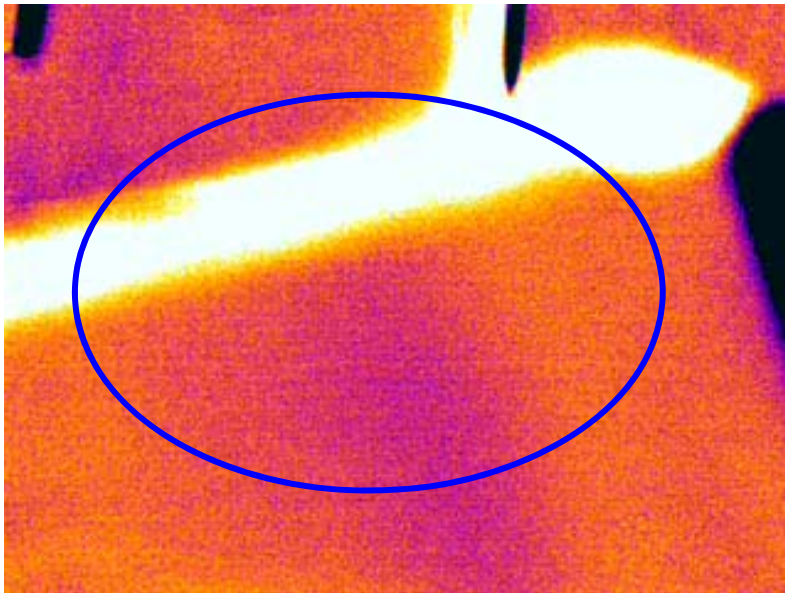


# 廢水桶 – 桶蓋逸散

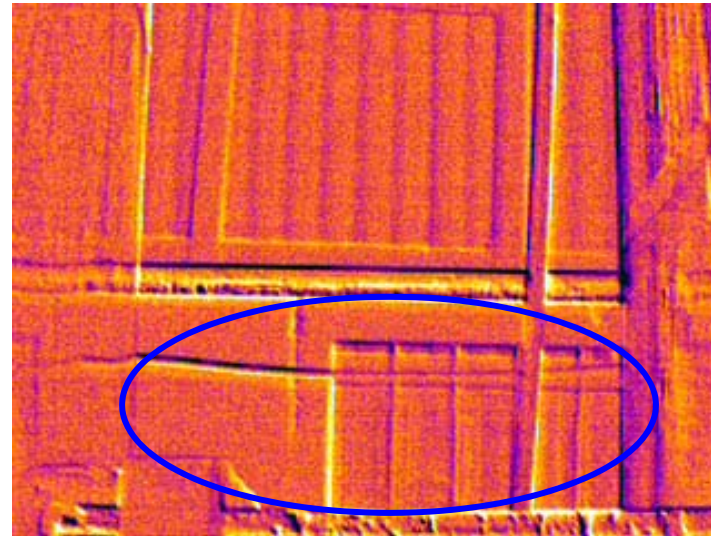
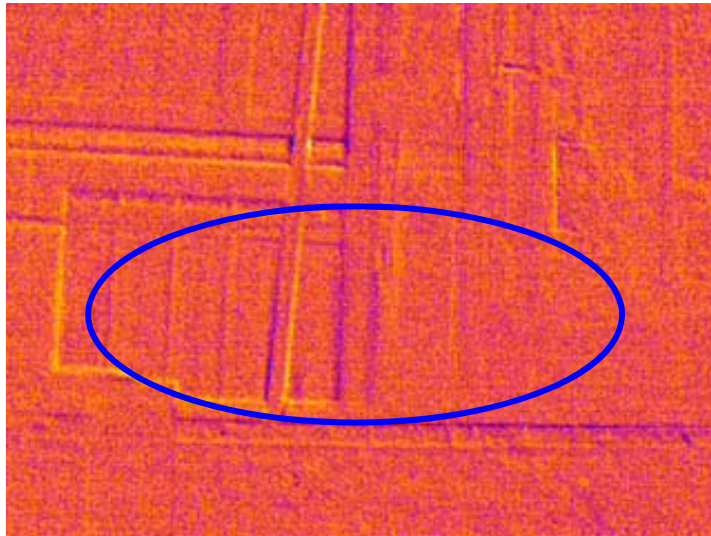




## 網版印刷 – 印刷機擦拭

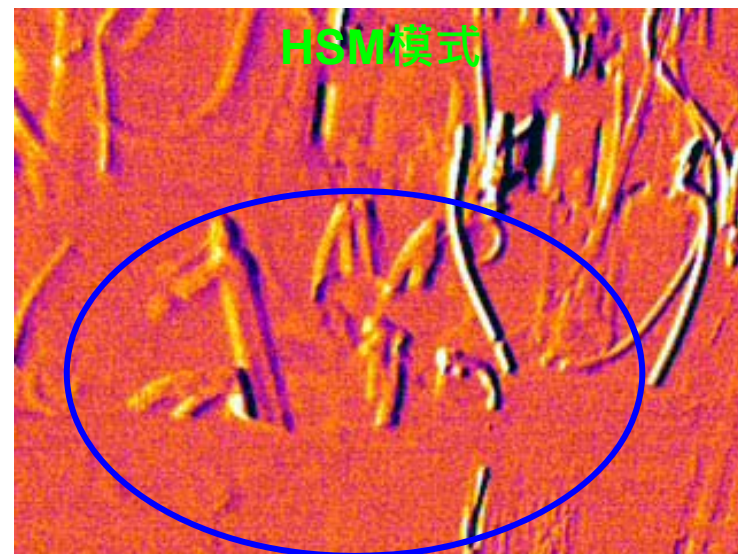


# 活性炭吸附設備

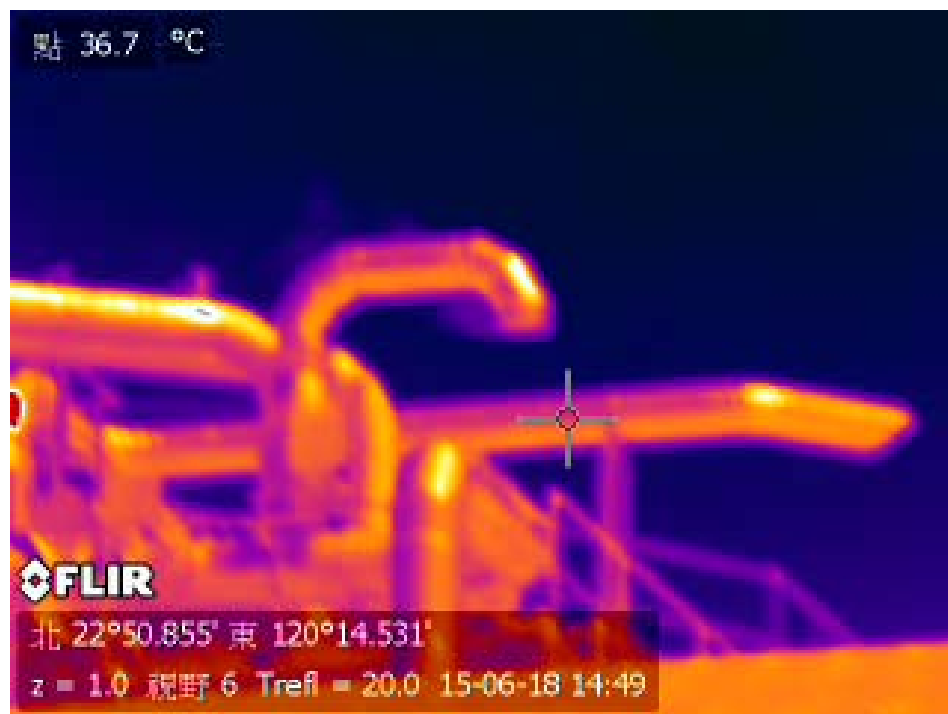




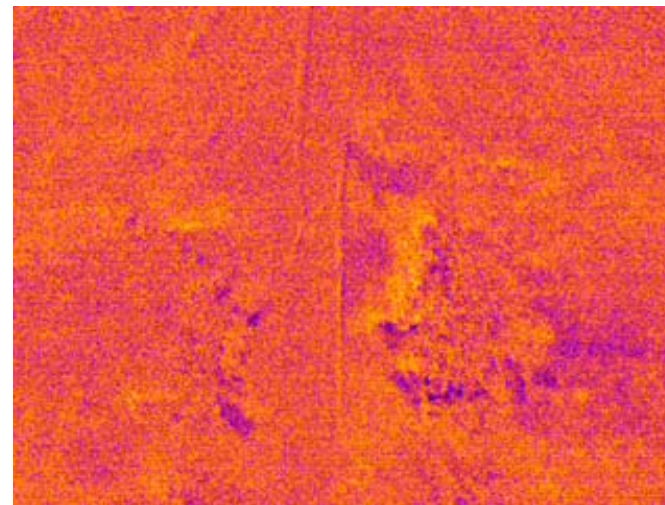
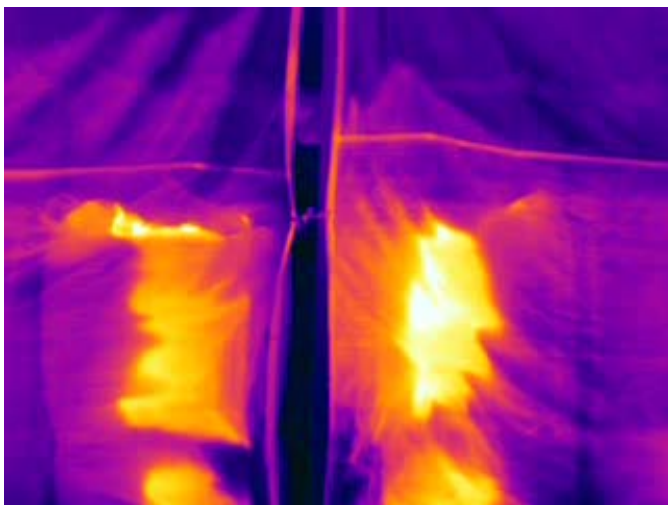
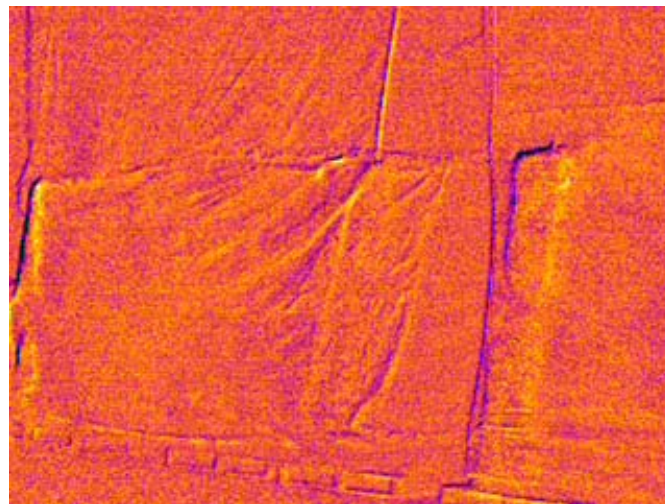
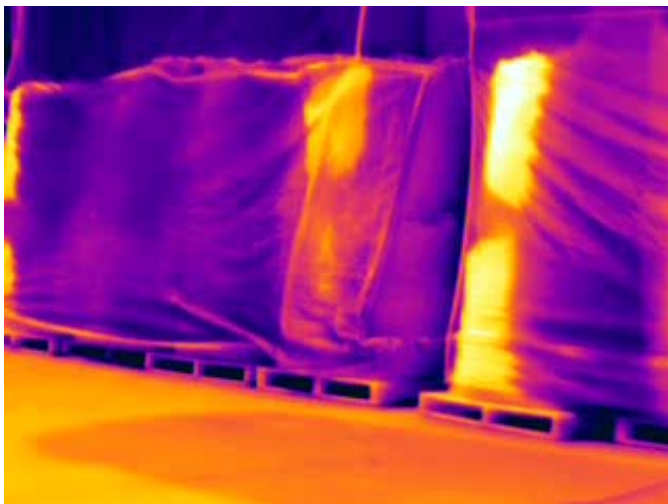
# 溶劑桶逸散



## 難以檢測排放口

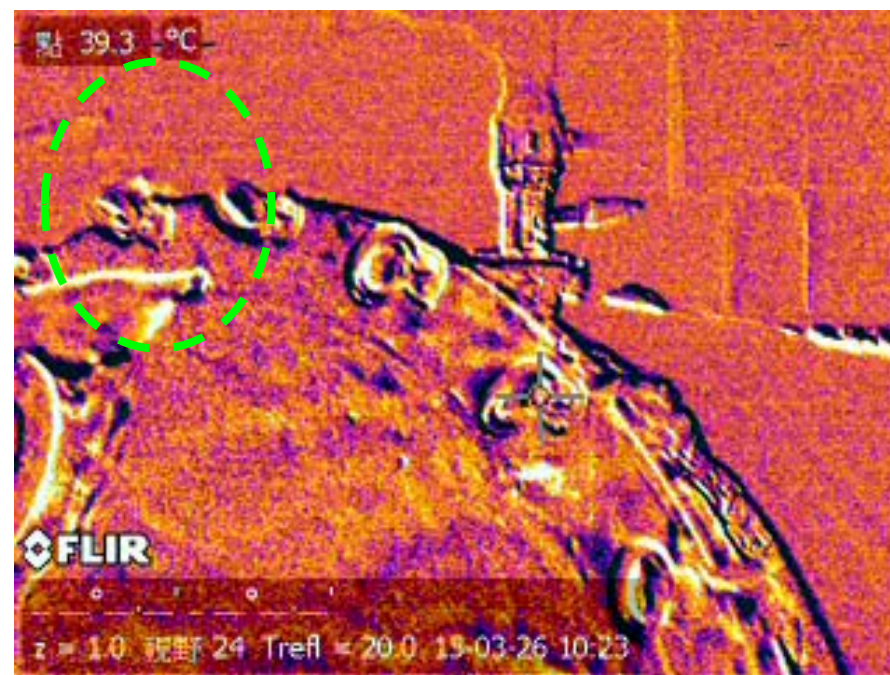


## 廢活性碳暫存區

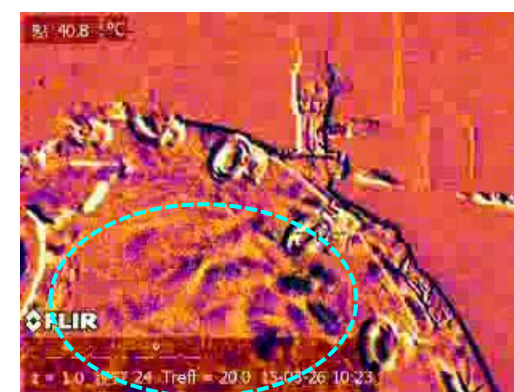
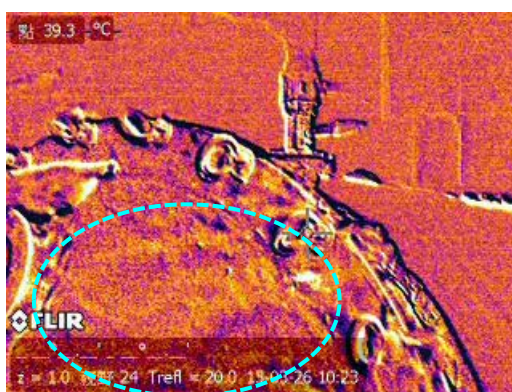
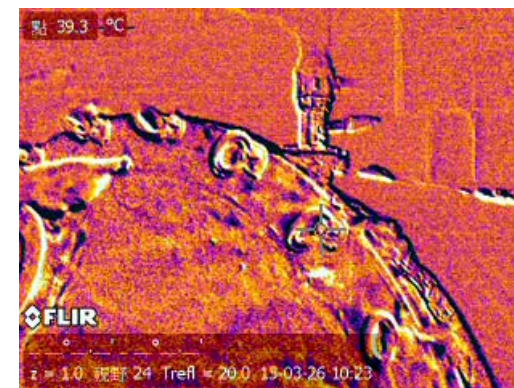




## 製程反應器 – 高溫

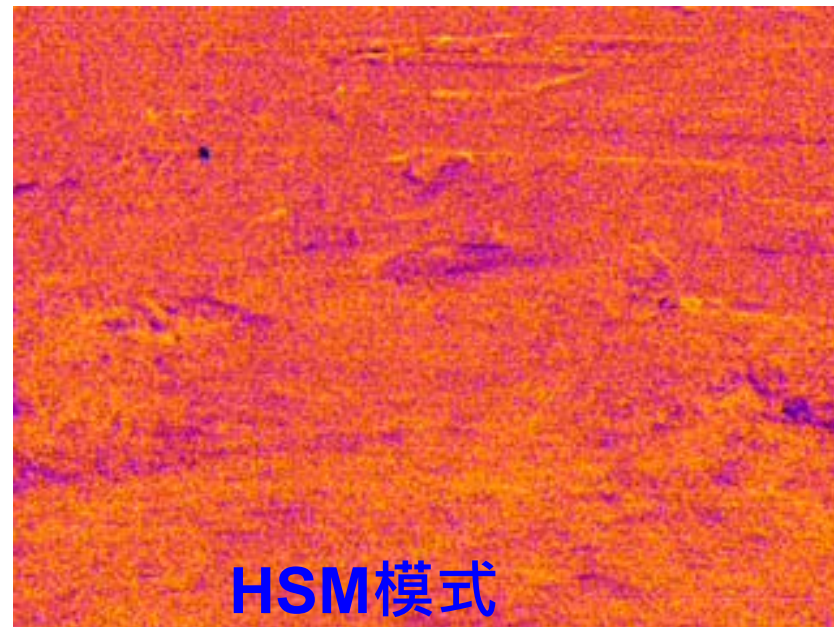
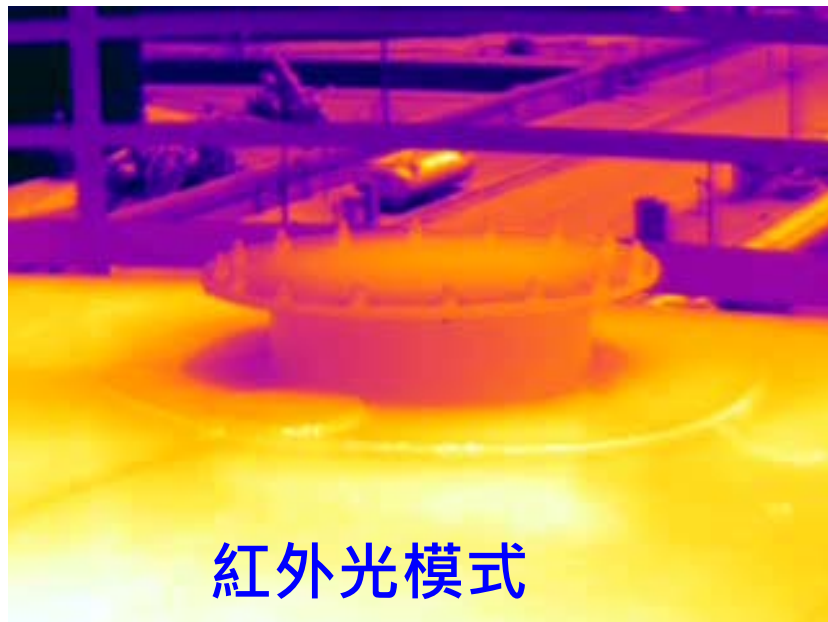


# 影片分解

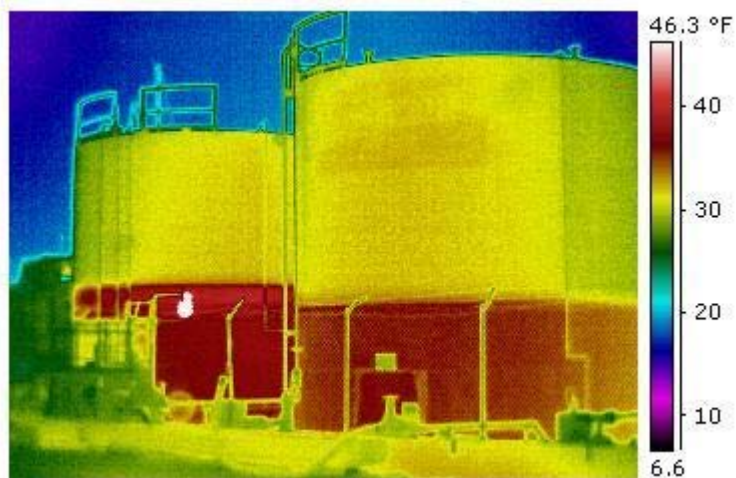




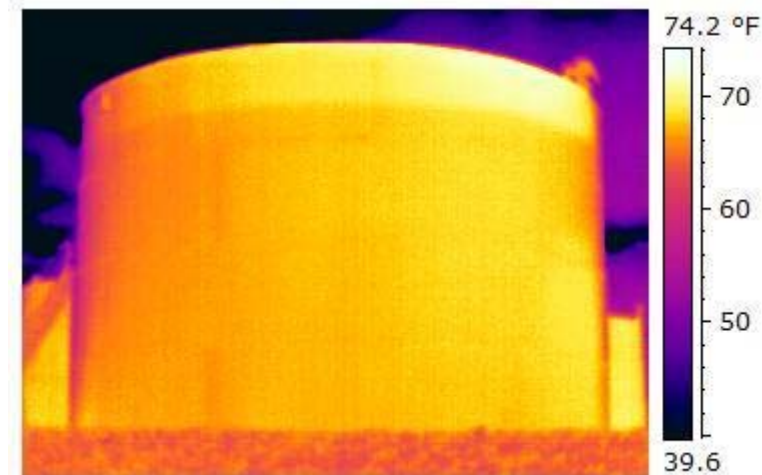
# HSM模式可能發生的誤判



## 其他用途 – 儲槽內容量



**Tank Levels**



**A Full Tank**





## 聲 明

本文件作者已盡力確保資料的準確性，惟任何未經授權擅自使用本資料所造成的損害，作者及工研院均不負賠償責任。

This document is prepared with utmost care by the speaker. However, neither the speaker nor ITRI shall be liable for any loss or damage arising out of unauthorized use or access to the contents hereof.

# 工業技術研究院

Industrial Technology  
Research Institute

簡報完畢  
敬請指教