YunTech 國立雲林科技大學
National Yunlin University of Science & Technology

課程3-應變監測儀器設備操作介紹

管考單位：中區技職校院區域教學資源中心
執行單位：國立雲林科技大學毒災應變諮詢中心

簡報大綱

- 監測目的
- 監測儀器介紹
- 毒性危害標準

現場偵檢目的

以做出快速、可靠之判斷為原則

用以鑑定和量測事故現場環境污染物

- 決定工作人員之防護措施
- 作為可能暴露危害之記錄
- 決定所需之因應措施
- 決定民眾之保護措施
- 評估事故對環境之衝擊

環境偵測方式

環境偵測

直接偵測

直讀式儀器(direct-realing instrument, DRI)可提供即時(real-time)污染物指標。

間接偵測

需藉媒介(media)或採樣容器取樣分析，加以分析。

現場偵檢儀器之介紹

已知目標物

- 檢知管
- 多用氣體偵測器
- 光離子偵測器(PID)
- 火焰游離偵測器(FID)
- pH試紙
- 紅外線熱影像儀

未知目標物

- 傅利葉紅外光譜儀(FTIR)
- 氣相質譜層析儀(Portable GC-MS)
- X射線螢光分析儀(XRF)

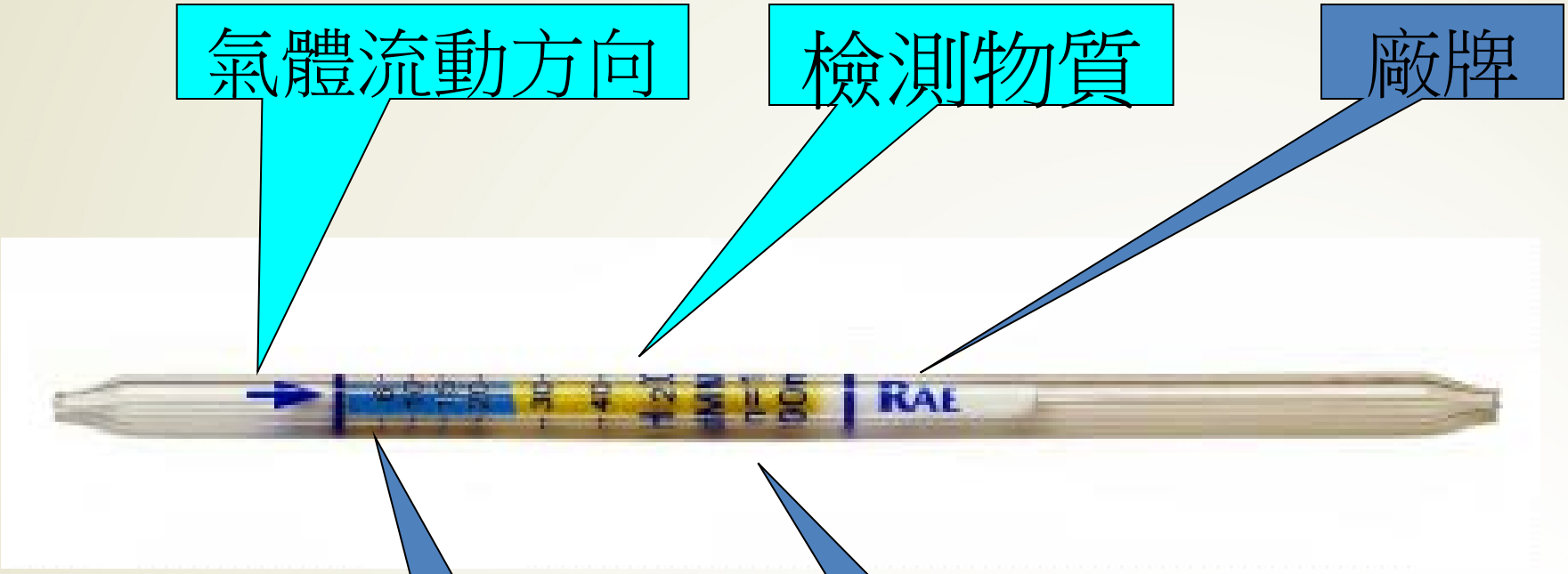
氣體檢知器(gas detector)

- 測定作業環境空氣中有害氣體(含蒸氣)之濃度用
- 檢知器:一般用之氣體採取器為容積100ml的金屬製筒或橡皮吸球
- 檢知管:直徑2~4 mm的細玻璃管，內裝固體 吸附劑，經試藥及發色劑處理之檢 知劑，並將兩端熔封

檢知管-使用程序

- 選擇擬測之氣體檢知管
- 折破玻璃管兩端，將進氣端朝向檢知器
- 選擇適用的抽氣體積
- 拉拉柄抽氣，直到終點指示變色
- 檢視檢知管呈色濃度判定

RAE檢知管－結構



氣體檢知管-優缺點

- 優點：
  一、價格低廉攜帶方便
  二、操作簡單快速
- 缺點：
  一、檢知管保存期限短（通常6個月)
  二、若現場監測對象物濃度低於監測閾值或高於最大濃度時均無法使用

檢知器-注意事項

- 1. 應注意各種干擾氣體之影響，以瞭解可能之誤差，並避免發生錯誤之判定
- 2. 應注意檢知管之有效期限，並妥善保存
- 3. 應注意檢知管之測定濃度範圍，儘可能選用容許濃度附近之低濃度檢知管，以減少誤差
- 4. 應定期檢查檢知器之吸氣量
- 5. 不同廠牌之檢知器，應使用其各自之檢知管

五用氣體偵測儀之簡介

可檢測硫化氫、氧濃度、LEL、CO、揮發性有機化合物（VOCs）；可應用於確定產生污染、但污染物質不明確時，有助於在第一時間了解空氣中存在的危害可能，界定污染範圍。

四用氣體偵測儀之簡介

- 偵測原理：

  觸媒燃燒式/電化學方式

- 電化學感測器可依量測物種不同，更換不同之感測器
- 優點：

  使用方式簡單、易於攜帶短時間獲知污染物濃度

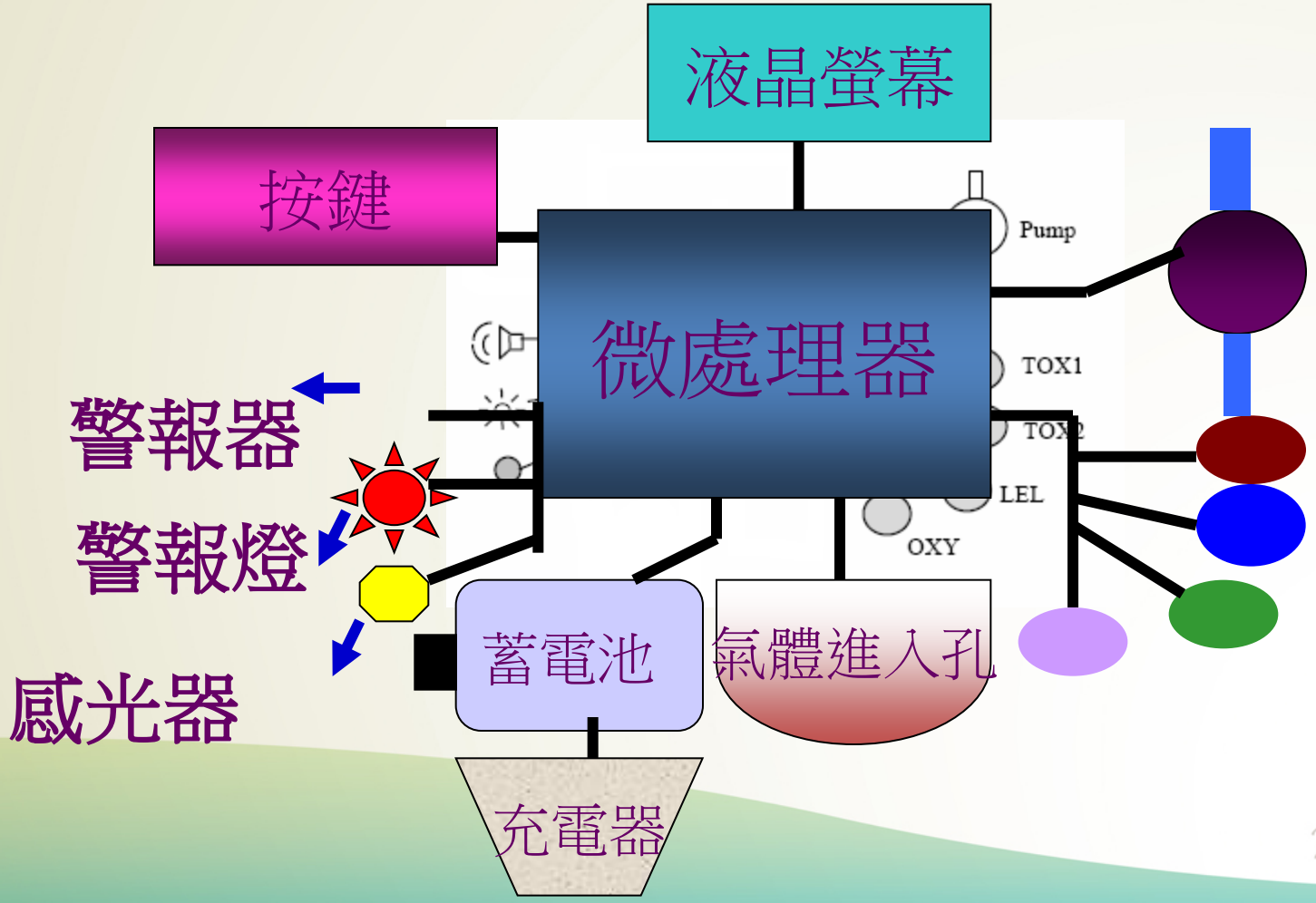
- 缺點：

  未知物不適合、干擾物、使用期限偵測極限（數ppm）

氣體範圍

- CH4：0~100%LEL
- C12：0-10ppm
- CO：0-500ppm
- SO2：0-20/100ppm

四用氣體偵測器原理



氣體範圍

- LEL：0~100%LEL
- O_2：0~30%
- H_2S：0~100 ppm
- CO：0~500 ppm

四用氣體偵測器操作

開機 → 螢幕顯示 ON → 型號 → 序號 → 時間 → 溫度 → 感應器 → 警報值 → 電池電壓 → 正常模式

四用氣體偵測器注意事項

疑難	可能的原因及解決辦法	
液晶背景	原因	設定模式錯誤 LED或液晶背景光故障
	解決辦法	檢查背景光是處於自動或手動式 洽詢合格的服務維修中心
警報器	原因	警報器故障
	解決辦法	洽詢合格的服務維修中心
Bat訊息	原因	電池電力不足
	解決辦法	將電池充電

四用氣體偵測器注意事項

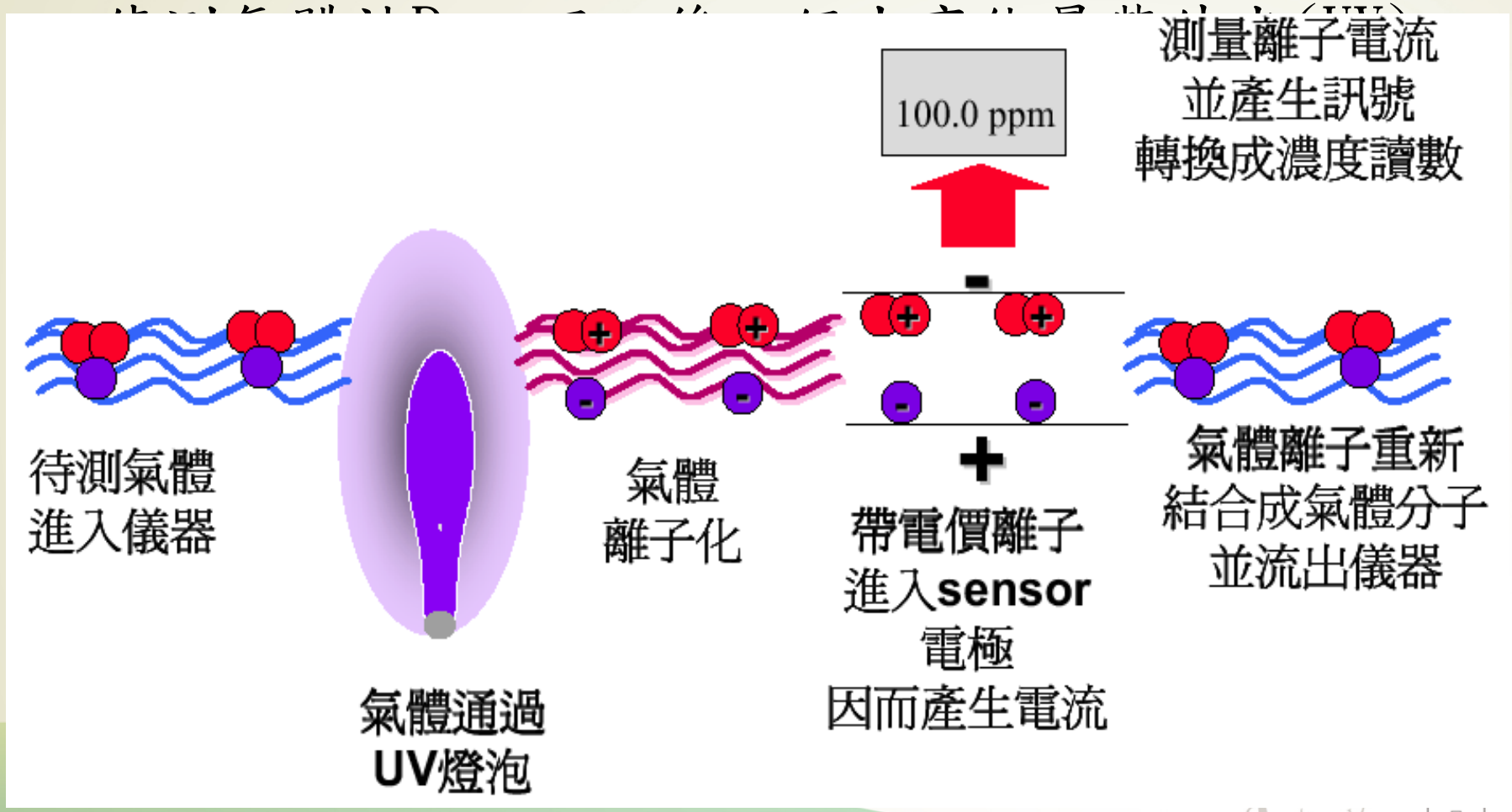
- 更換任一零件時，一定要關閉電源，並且在一個安全的場所下作更換或維修
- 請勿使用其他廠牌的電池配件 (電池、充電器)否則有可能損壞儀器之本質防爆功能
- 使用前請裝上水份過濾器，可過濾水氣及灰塵

Photoionization Detector 光離子化偵測器

探測器	10.6eV紅外線游離感應器(only)
電池	替換電池和可充電鎳氫電池組
操作時間	連續10小時
範圍，反應與響應時間	Isobutylene (calibration gas) 0 - 9999 ppb 1 ppb <5 sec 10.0 - 99.9 ppm 0.1ppm <5 sec 100 - 2000 ppm 1 ppm <5 sec
測量準確度	20 ppb or 10% (10.6eV)
警報設定	Low、High、STEL、TWA四種警報設定
警報音量	90 dB
溫度	-10℃ to 40℃
溼度	0% to 95%

樣品探測針
內部過濾器
警報發聲
樣品
採集
資料傳輸
電源孔 12V
MODE
MiniRAE

偵測原理


100.0 ppm
測量離子電流
並產生訊號
轉換成濃度讀數
待測氣體
進入儀器
氣體
離子化
帶電價離子
進入sensor
電極
因而產生電流
氣體離子重新
結合成氣體分子
並流出儀器
氣體通過
UV燈泡

PID可測量之氣體

- 有機氣體(含碳原子之化合物)
  - ✓ 芳香族(帶有苯環的物質) ，如甲苯
  - ✓ 酮類及醛類(帶有C=O 鏈結物質) ，如丙酮、乙醛
  - ✓ 胺類及氨基化合物(帶有N原子之含碳化合物) ，如二甲基胺
  - ✓ 碳氫氯化物，如三氯乙烯(TCE)
  - ✓ 碳化物，如硫醇
  - ✓ 碳氫化合物，如異丁烯
  - ✓ 醇類，如丙醇

儀器外觀

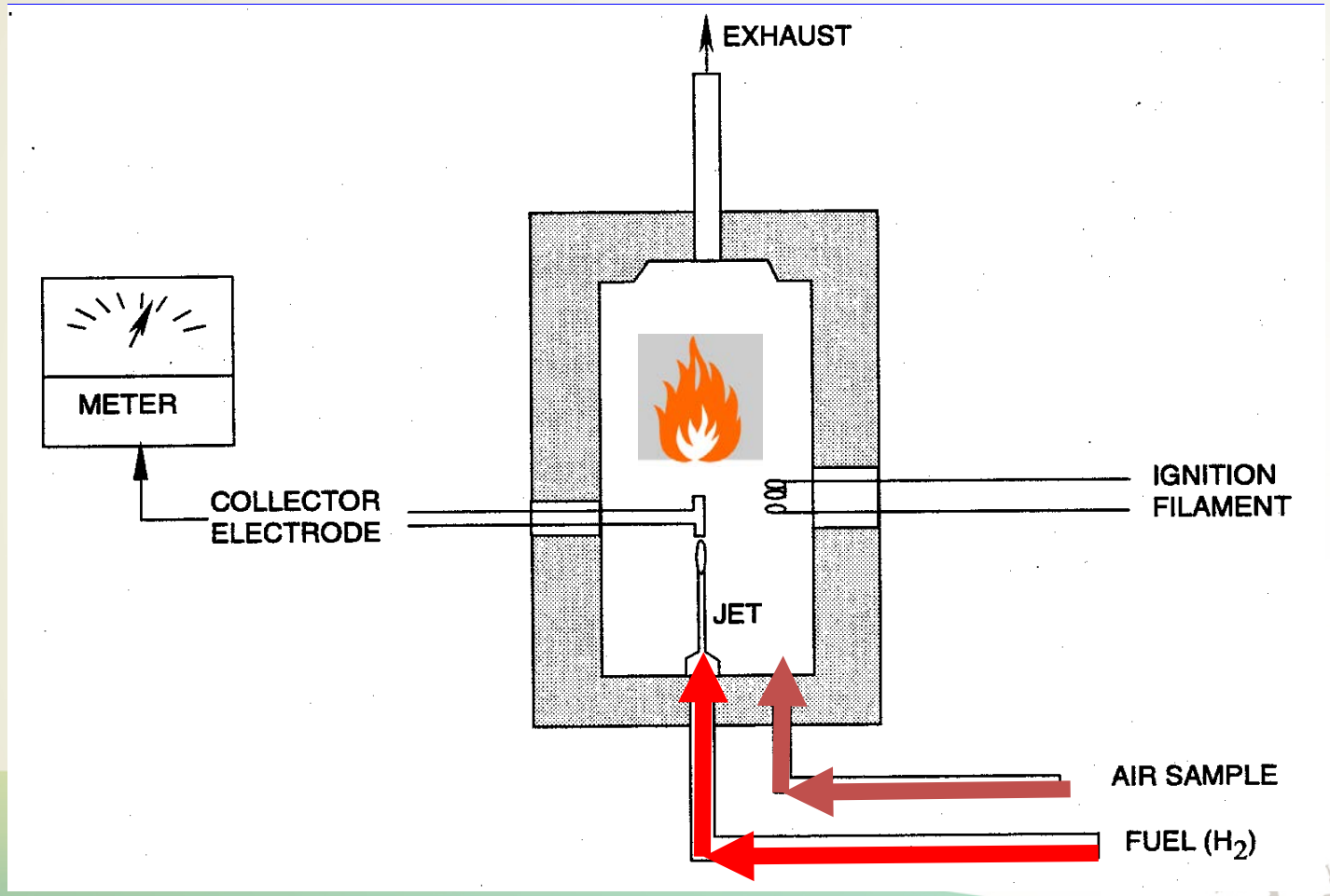
主機

偵測槍

取樣探頭

配件

FID之原理


EXHAUST
METER
COLLECTOR
ELECTRODE
IGNITION
FILAMENT
JET
AIR SAMPLE
FUEL (H_2)

FID之原理

- 火焰離子式偵測器利用氫氣與空氣燃燒所產生之火焰來量測有機物，當碳氫化合物進入燃燒區內時，離子會經由下列反應式產生。

$$RH + O \rightarrow RHO+ \rightarrow e^- \rightarrow H_2O \rightarrow CO_2$$

偵測範圍

- 動態偵測範圍：10000-50000$_{ppm}$
- 線性偵測範圍：1-10000$_{ppm}$

- 線性範圍：以10000$_{ppm}$校正。
- 動態範圍：以外差法計算。
- 稀釋套件：固定十倍稀釋。

基本操作

按鍵	功能
ON	開機
OFF	關機
CONTROL	多功能控制按鍵可啟動或關閉馬達，FID及點火
EXIT	清除輸入錯誤輸入資料、錯誤訊息與警告畫面
ENTER	1.儲存輸入之文字或其他資訊 2.回應畫面選單之問題 3.使用標準型偵測槍時可取代LOG鍵儲存資料
Left/Right箭頭	移動文字輸入位置
Up/Down箭頭	操作畫面選擇或於設定(SETUP)輸入捲軸式選取功能
數字按鍵	於不同功能選單中供輸入文字或數字。 輸入0-9數字，按一次按鍵 輸入A-Z，0-9，空白鍵，按二次按鍵

FID之優點

- 動態及線性偵測範圍較廣。
- 對含甲烷的有機氣體具高靈敏度。
- 非常穩定且再現性高。
- 完全不受大氣中一氧化碳、二氧化碳干擾。

FID之缺點

- 水蒸氣不可太多。
- 注意氧氣濃度須大於16%。
- 無法偵測無機物。

§注意事項§

- 充電8～12小時
- 7.5V以上可使用8小時
- 熄火：短Beep兩聲 銀幕右上會有閃爍F
- 氫氣瓶：保持500 psi以上

攜帶式pH計之簡介

針對現場水樣、消防廢水進行水質測定，優點為攜帶方便、讀值準確、具溫度補償功能、操作簡單、快速。

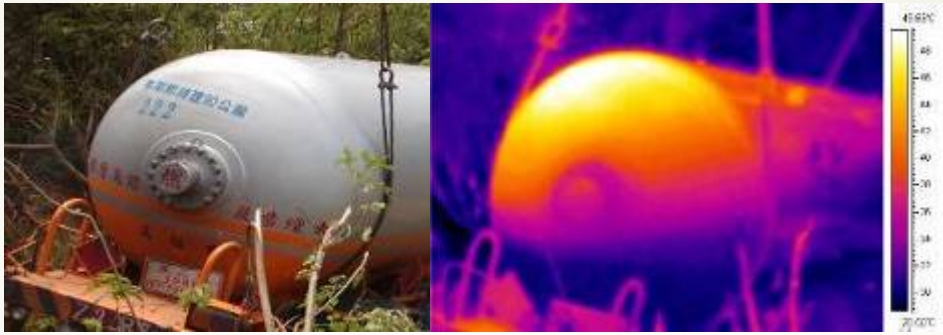
缺點為：感應端易受水體中懸浮微粒、蛋白質附著而影響精度；可經由清潔以及校正進行修正。

紅外線熱像儀之簡介

- 紅外熱像儀是通過非接觸探測紅外能量（熱量），進而在顯示器上生成熱圖像和溫度值，並可以對溫度值進行計算的一種檢測設備。

紅外線熱像儀之簡介

- 紅外線熱影像檢測提供了一簡易之量測災害事故容器殘留液體之量、與溫度量測，可判斷：
  - 容器液位位置
  - 容器破裂位置與破洞大小



- 有失控反應(runaway reaction)熱爆炸疑慮之容器，透過直接、非接觸的溫度量測將提供一簡易、安全之判斷熱爆炸的方法。

傅利葉紅外光譜儀 (FTIR)之簡介

- 偵測極限 > 1 ppb
- 連續進氣為每一分鐘顯示一次圖譜
- 操作簡易，但圖譜分析需技術及經驗
- 僅限有機氣體分析
- 單原子與雙原子分子不能分析
  - 惰性氣體-He，Ne、雙原子分子- O_2，N_2，H_2，Cl_2，F_2
- 內建約360種圖譜

紅外光譜原理

- 當電磁輻射通過待測物時，由於分子的振動，部份頻率的光會為其吸收（適用與限制）
- 每種分子會吸收特定頻率之光線，構成其獨特之“指紋”（定性）
- 分子濃度高低與其所形成之紅外光吸收光譜強度成正比（定量）

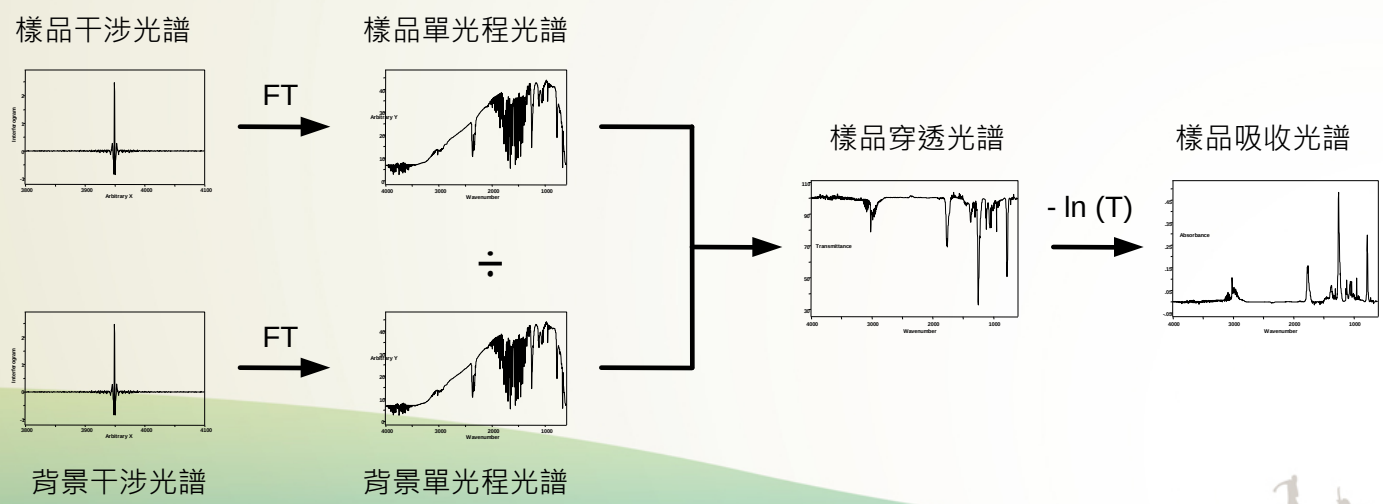
紅外光偵測原理

紅外光源 → 光束 → 監測區域空間 → 偵檢器 → 干涉圖譜 → 單光程圖譜（樣品/背景） → 吸收圖譜

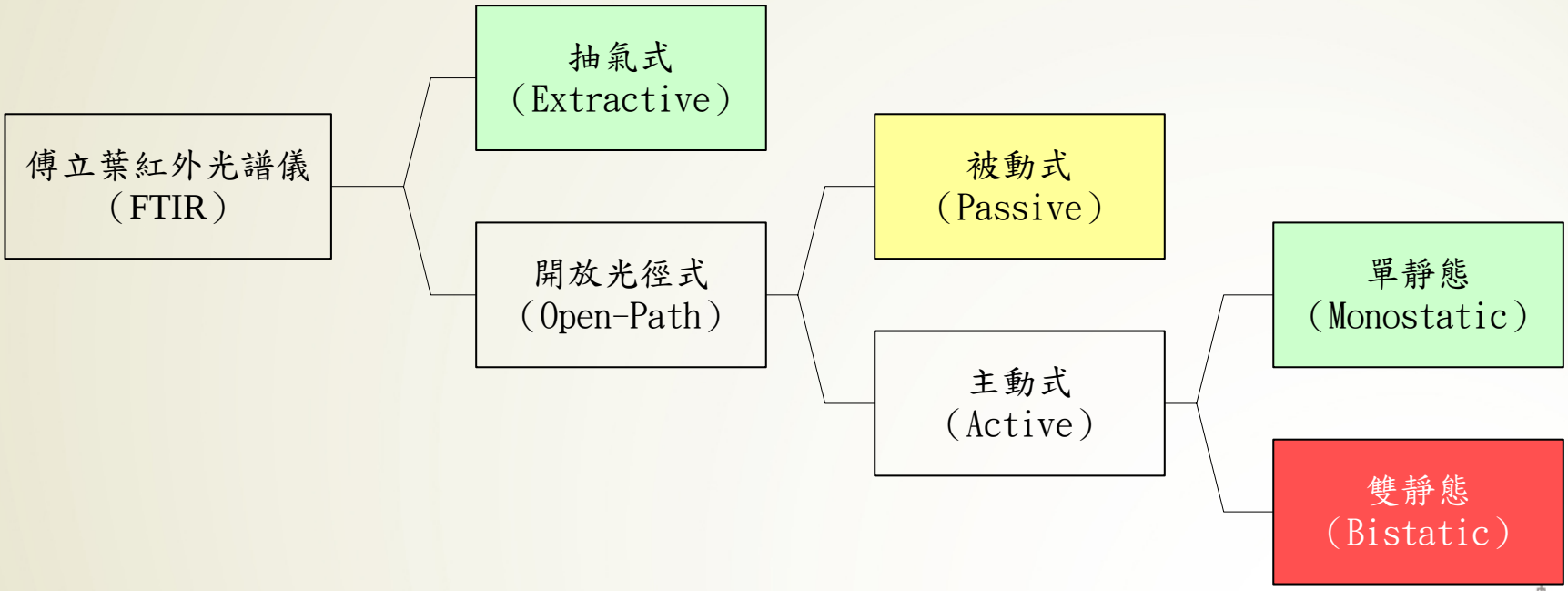
監測區域空間 ↑ 能量被氣體分子吸收

干涉圖譜 ↓ 傅立葉轉換

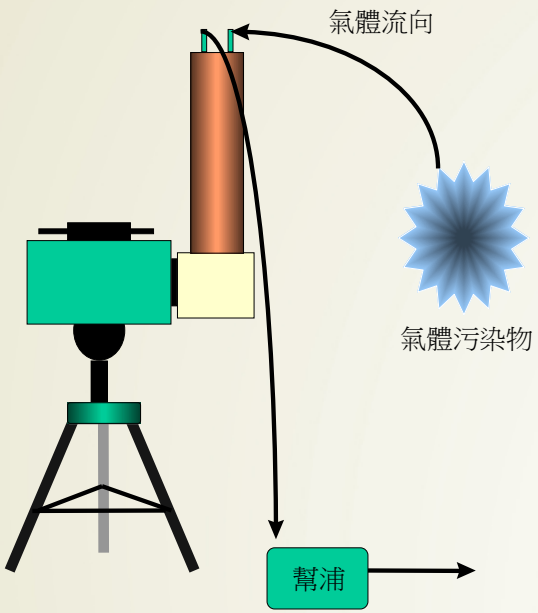
吸收圖譜 ↓ 比爾定律運算

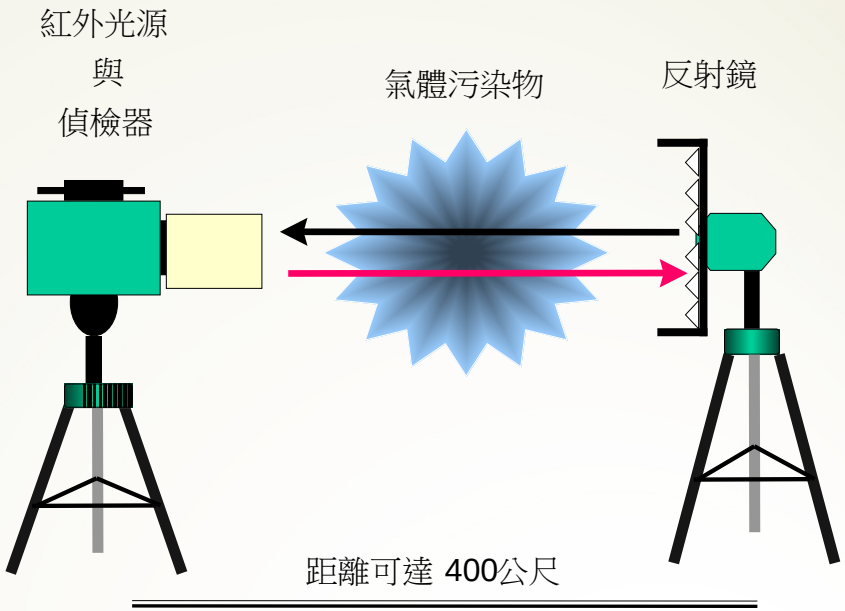


FTIR儀器型態


傅立葉紅外光譜儀
（FTIR）
抽氣式
（Extractive）
開放光徑式
（Open-Path）
被動式
（Passive）
主動式
（Active）
單靜態
（Monostatic）
雙靜態
（Bistatic）

FTIR儀器型態(1)

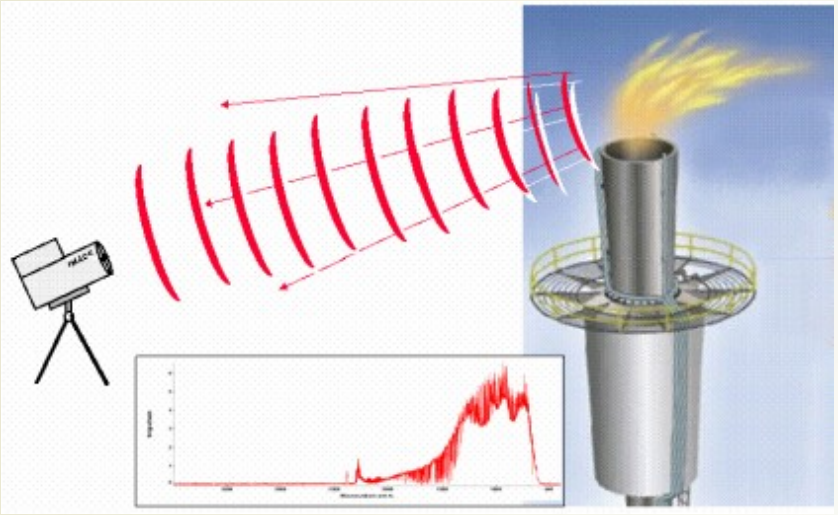




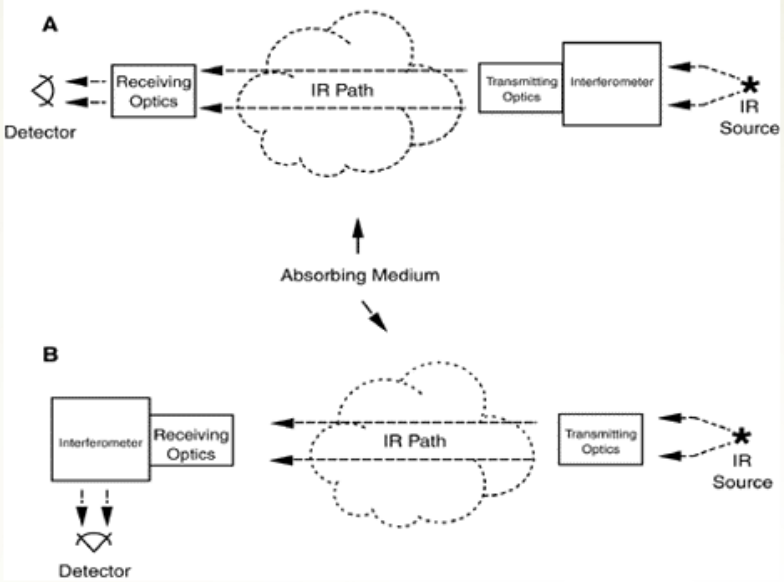
Extractive FTIR
（抽氣式）

Open-path FTIR
（單靜態）

FTIR儀器型態(2)



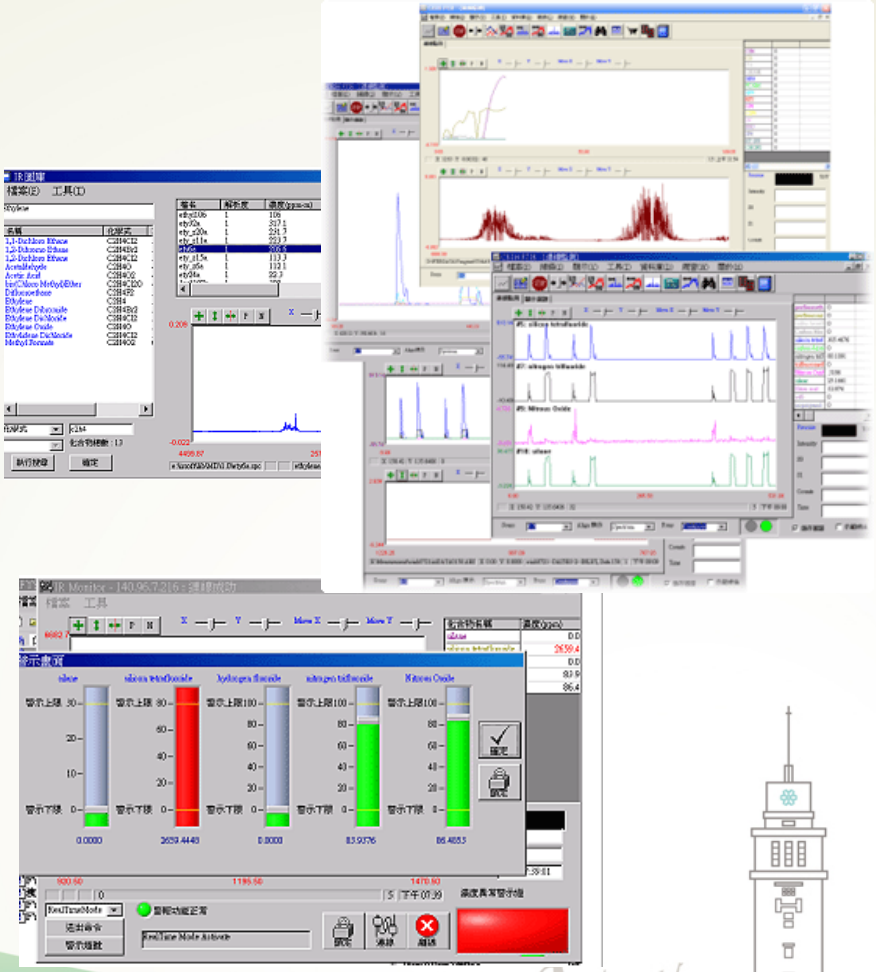
Passive FTIR
（被動式）



Bistatic FTIR
（雙靜態）

CESH-FTIR軟體簡介

- CESH-FTIR連續監測軟體為工業技術研究院能源與環境研究所研發團隊針對FTIR分析儀之『即時與連續監測』應用
- 具備簡易操作介面、優異分析以及多元顯示能力
- 提供完整且多元化光譜檢視功能
- 整合性紅外光參考圖譜資料庫，並強化光譜鑑認能力
- 定量程式編輯精靈與光譜濃度計算功能
- 即時監控濃度變化，並具有濃度警示系統



攜帶式氣相層析質譜儀之簡介

- Hazardous Air Pollutants on SITE

(現場偵測危害空氣污染物質)

熱線風速計

- 熱線式風速計也叫熱球式風速計，其構造原理為一種能測低風速的量測儀器，測定範圍為0.2 ~ 20.0 公尺/秒。

- 由熱球式伸縮測棒和測量儀錶兩部分組成，探頭有一個直徑0.6mm的玻璃球，球內繞有加熱玻璃球用的鎳鉻絲圈和兩個串聯的熱電偶，熱電偶的冷端連接在磷銅質的支柱上，直接暴露在氣流中。

風速計原理

- 在兩針之間繫一細金屬線，然後對金屬線通電加熱，並將此線置於流場中，則此細線之電組會隨流速之變化而改變。

風速計的優缺點

- 體積小，對流場干擾小； 風速計
- 適用範圍廣。不僅可用於氣體也可用於液體，在氣體的亞聲速、跨聲速和超聲速流動中均可使用
- 頻率響應高，可高達1 MH z。

風速計的優缺點

- 測量精度高，重複性好。熱線風速儀的缺點是探頭對流場有一定干擾，熱線容易斷裂。
- 除了測量平均速度外，還可測量脈動值和湍流量；除了測量單方向運動外還可同時測量多個方向的速度分量。

風速計的用途

- 測量平均流動的速度和方向。
- 測量來流的脈動速度及其頻譜。
- 測量湍流中的雷諾應力及兩點的速度相關性、時間相關性。
- 測量壁面切應力（通常是採用與壁面平齊放置的熱膜探頭來進行的，原理與熱線測速相似）。

輻射偵測器簡介

- 測量 α 、 β 、 γ 放射線之放射線
- 曝露在輻射源附近，能監測可能的輻射強度
- 可測量環境上的輻射污染
- 可設定警報值，當所測量的數值超過設定值，會自動響起警報

輻射偵測原理

- 採用蓋格管來偵測輻射訊號。每當輻射穿過蓋格管時，蓋格管會電離產生脈波電流。每個脈波電流會經由電子計算的方式當成一個計數。

事故處理之輻射偵測儀器使用步驟

- 人員警報器：評估個人工作劑量
- 高劑量率偵檢器：判斷輻射劑量
- 快速加馬偵檢儀：確認加馬輻射範圍
- 污染偵檢器：取樣分析確認污染範圍
- 加馬能譜分析儀：鑑定核種
- 低劑量率偵檢器：評估表面等效劑量率

輻射劑量偵檢器性能比較

	蓋格型	游離腔	閃爍體
優點	輻射反應快 高劑量場所 量產價廉	準確度佳 方向性佳 價　貴	靈敏度高 低劑量場所
缺點	方向性差 壽命較短 無感時間	需溫壓修正 離子在結合 暖機時間長	光電管易受潮 飽和現象 準確度差 能依性差

自動體外心臟去顫器

- 自動體外心臟去顫器
- （英文：Automated External Defibrillator，縮寫：AED）或稱自動體外電擊器、自動電擊器、自動去顫器、心臟去顫器及傻瓜電擊器等，是一種可以攜帶的醫療設備，它可以診斷特定的心律不正，並且給予去顫電擊，專門為急救瀕臨猝死病患的儀器。

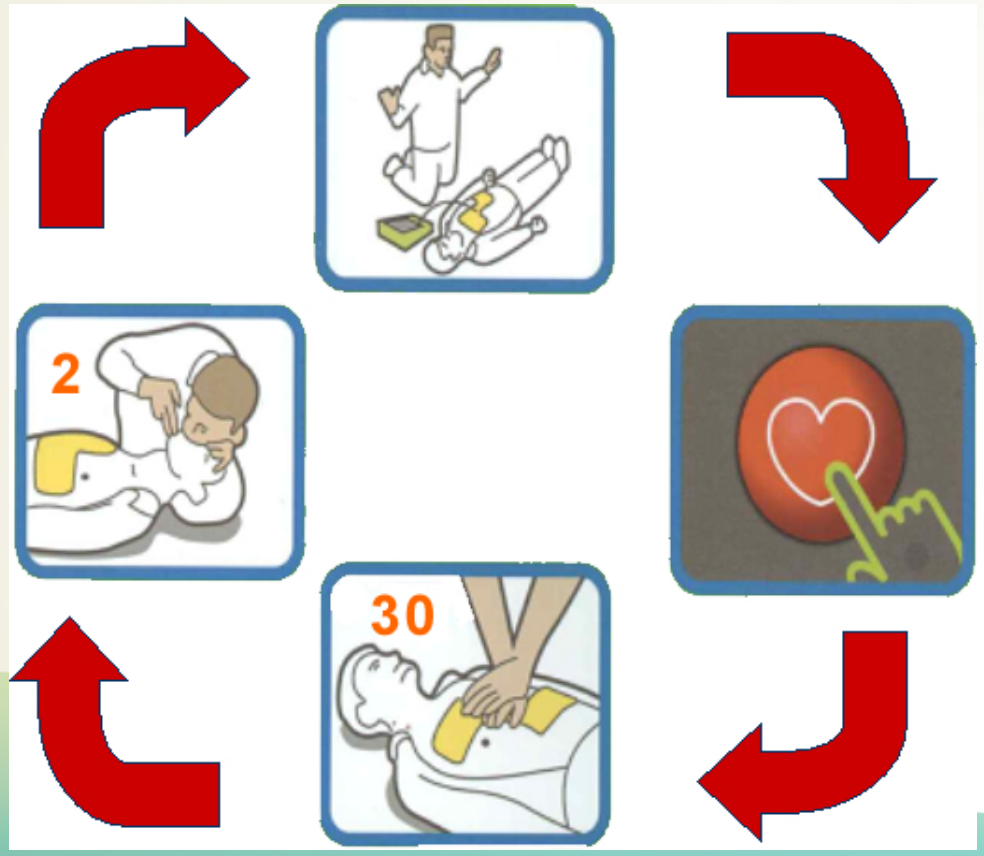
自動去顫器的使用

- AED操作流程：
- ＜確定（懷疑）病人無意識、無呼吸、無心跳，則開始使用AED

Step1. 打開電源
Step2. 將貼片貼在病人身上 (電擊貼片黏貼位置如有潮溼，必須擦乾，並緊貼於皮膚；如有外傷亦需避開。)
Step3. AED自動分析心律，不要碰觸病人
Step4. 依據機器指示，如需電擊，待機器充完電後按下電擊鈕
※緊急醫療救護法：救護人員以外之人使用AED救人免責（救護人員於非值勤期間，亦適用之）

使用時機

- 當患者沒有意識，沒有呼吸，也沒有脈搏時，就可以使用AED。



毒性的專業用語(一)

- 每立方米毫克(mg/m^3)
  - 常見的毒性單位，指每立方公尺的空氣中所含物質的毫克數。
- 可以用下面的公式進行轉換成ppm：

$$ppm = [(mg/m^3) / (mw)] \times (24.44)$$

$$mg/m^3 = [(mw) / (ppm)] / 24.44$$

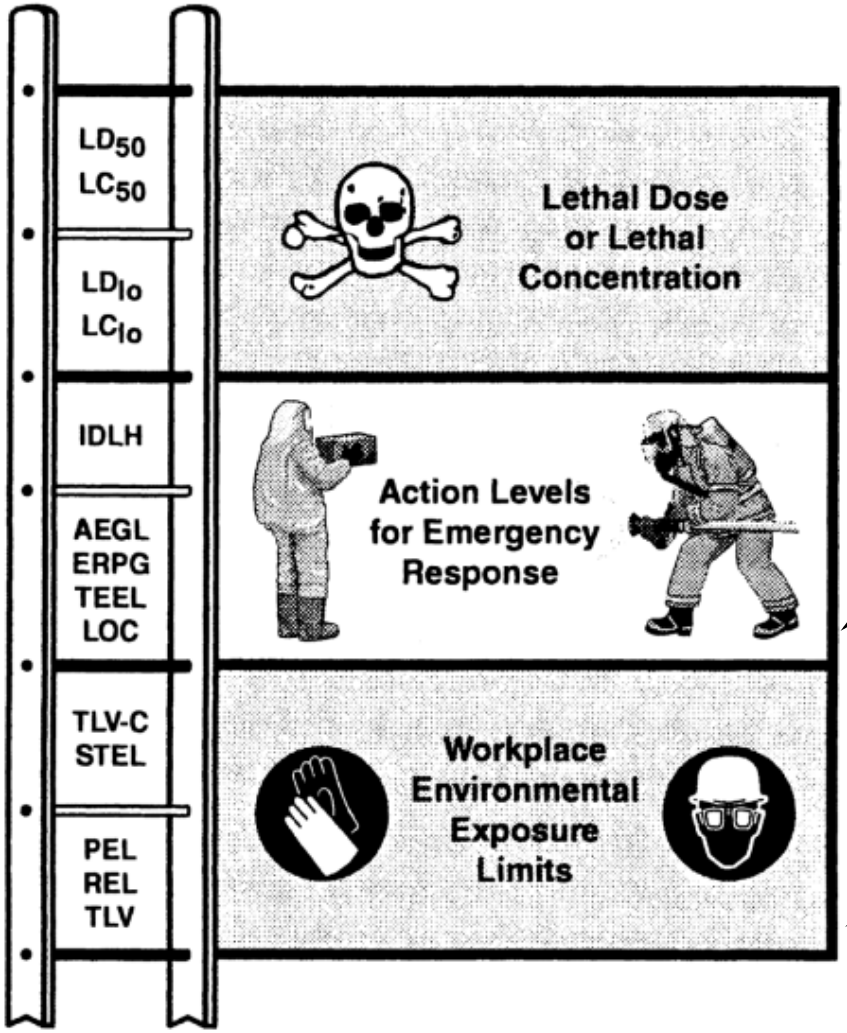
毒性的專業用語(二)

- LD：致死劑量(LD_{50}= 50%的死亡率，LD_{10}=第一例死亡)
- LC：致死濃度(LC_{50}= 50%的死亡率，LC_{10}=第一例死亡)
- IDLH：立即危害生命和健康
- AEGL：急性暴露的指標(1、2 、3)
- ERPG：緊急應變計劃的指引(1、2 、3)
- TEEL ：臨時緊急暴露極限(1、2 、3)

毒性的專業用語(三)

- LOC：影響的程度
- TVL-C：極限閾值上限
- STEL：短期暴露極限
- PEL：允許的暴露極限(OSHA的限制)
- REL：建議的的暴露極限
- TLA：閾限值時間加權平均值(TWA)

毒性的專業用語(四)



此區塊對人體會有造成死亡的傷害。

於區塊內應選擇完善防護設備及呼吸器防止對人體造成直接傷害。

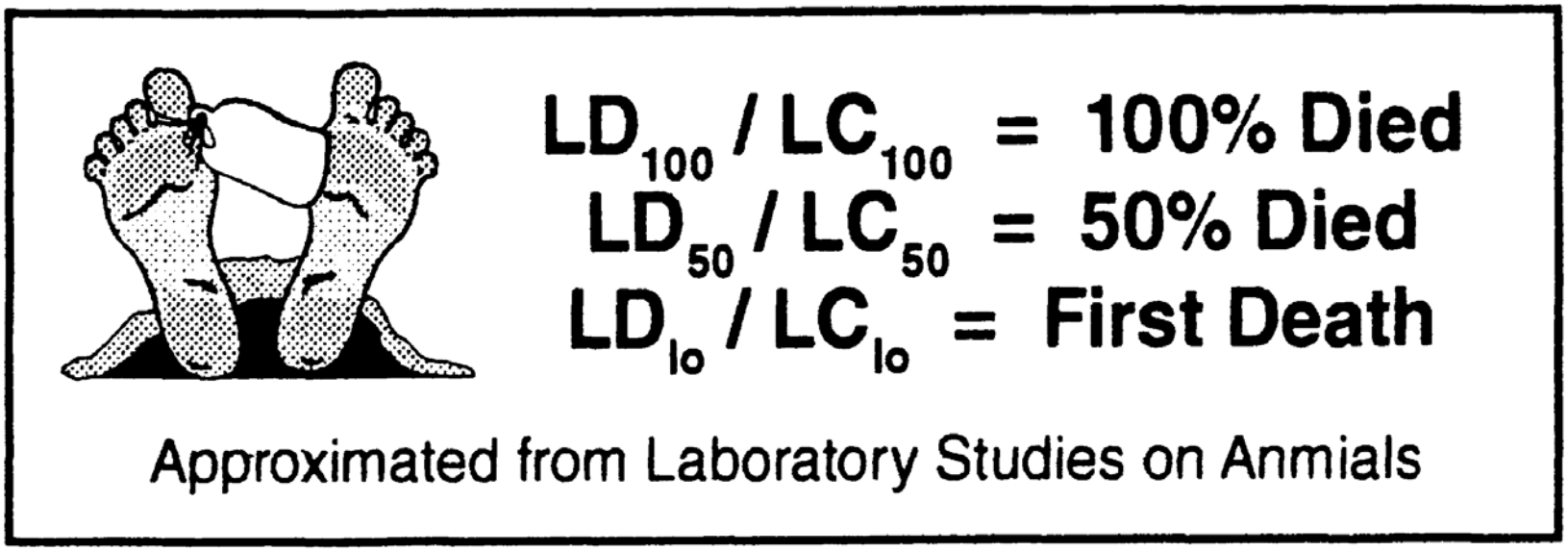
應於容許範圍下使用適當的防護設備。

致命的等級(一)

- 致死劑量(LD)
  - 通常用於固體和液體形式的化學品，並以毫克(mg/kg)表示。
- 致死濃度 (LC)
  - 用於氣體和蒸氣形式的化學品，通常使用ppm或ppb表示。

致命的等級(二)

- LD_{50}、LC_{50}指標
  - 指接觸化學品特定的劑量或濃度時，測試者會有50%機率死亡。
  - LD_{100}、LC_{100}表示100%的死亡。
  - LD_{lo}、LC_{lo}表示研究中死亡的第一個人。



致命的等級(三)

- LD_{50}、LC_{50}指標
  - 指大白鼠對於有毒和劇毒物質的化學品，進行食入、吸收、吸入的實驗區分。
  - 指測試期間(14天內)只有死亡，無機能衰退的影響。
  - 此數據為動物的實驗，只可能判斷出影響人類的近似值。

緊急應變等級(一)

- IDLH：立即危害生命和健康指標
  - 指氣體濃度可直接威脅生命，造成健康不可逆的影響。
  - 用於NIOSH和OSHA在工作場所中，選擇呼吸防護設備的參考數值。
  - 以毒理學數據作為根據；但是可燃性的風險常大於毒性的IDLH值。
  - 常用於搶救和救援之間的判斷，避免暴露在高濃度下，使得生存機會下降。

緊急應變等級(二)

- LOC：受影響的程度
  - 指地理區域內化學物質的釋放風險，用於疏散或就地掩護的措施，並無健康影響的相關說明。
  - 僅僅是一個10%的安全邊界，例如: 10%的爆炸下限(LEL)，提供進入可燃範圍的安全邊界。
  - 通常被認定為10% IDLH或3倍TLV-TWA。

防護行動的標準(一)

- PAC ：保護行動的準則，用於緊急規劃和社區保護。
  - 第一選擇指標:急性暴露參考值 (AEGLs)
  - 第二選擇指標:緊急應變計畫指南(ERPGs)
  - 第三選擇指標緊急暴露限值(TEEL)

防護行動的標準(二)

- AEGLs：急性暴露指南等級
  - AEGL-1:超出濃度時會有顯著的不適、刺激與某些無感覺的效果。
  - AEGL-2:對健康造成不可逆轉或嚴重的造成不良健康影響及能力受損。
  - AEGL-3 :威脅生命且造成健康不良影響或死亡。

防護行動的標準(三)

- ERPGs：緊急應變計劃指引
  - 身體持續暴露超過一個小時的不利影響，並且只能反映出長期併發症。
  - 最大容許濃度:
    - ERPG-1:暴露於有毒氣體環境中1小時內，只有不良健康效應，不會有其他不良影響的。
    - ERPG-2:人員暴露於有毒氣體環境中1小時內，而不致使身體造成不可恢復之傷害。
    - ERPG-3:人員暴露於有毒氣體環境中約1小時，而不致對生命造成威脅。

防護行動的標準(四)

以氯氣為例

IDLH	10 ppm
AEGL-1(60min)	0.5 ppm
AEGL-2(60min)	2 ppm
AEGL-3(60min)	0.5 ppm
ERPG-1	1 ppm
ERPG-2	3 ppm
ERPG-3	20 ppm

防護行動的標準(五)

- TEEL：緊急暴露限值
  - 使用於沒有AEGLs或ERPGs的化學製品緊急事件中。
  - 由其他數據得出的一個近似值，並無經過廣泛的研究與評議。
  - 而TEEL-0的濃度對於大多數人並沒有明顯的健康影響風險。

環境暴露限值(一)

- WEEL：職業環境暴露限制
  - 一天內所能暴露最大容許濃度(每天8至10小時，每週40小時)，多次後沒有對健康造成不良影響的最高濃度。
- PEL：允許暴露限值
  - 由職業安全及健康管理局(OSHA)所建立的，以時間平均濃度(TWA)為基準。
- TLV-TWA：八小時日平均容許暴露濃度
  - 為美國政府工業衛生會議(ACGIH)之一，以8小時輪班和40小時的工作週作為基礎。

環境暴露限值(二)

- STEL：短期暴露極限
  - 指工人只能暴露於15分鐘時間內， 且暴露時間應相隔至少60分鐘，而且每天不能重複超過4次，通稱TLV- STEL。

- TLV-C：最高限額暴露極限濃度
  - 在任何情況下皆不能超過的限制時間，否則對人體有嚴重影響。

嗅覺閾值

- 嗅覺閾值
  - 指物質在空氣中可以聞到的最低濃度。
  - 當危險濃度遠低於嗅覺閾值時，則會使人無法發覺而受到傷害。
  - 如氯氣：當人無法嗅出氯氣時，並非是因為氯已消退，很可能是因為嗅覺疲勞阻礙的關係，而影響對氯氣的嗅覺。

危險區域

- PIH有毒吸入危害區域
  - 指有毒氣體表示(DOT Class 2)
- TIH毒性吸入危害區域
  - 指有毒物質表示(DOT Class 6)
- 當兩種皆有情況下則是最糟糕的危險區。

Zone	LC_{50} >	LC_{50} ≤	DOT Class
A	—	200 ppm	2 & 6
B	200 ppm	1000 ppm	2 & 6
C	1000 ppm	3000 ppm	2
D	3000 ppm	5000 ppm	2

農藥標示

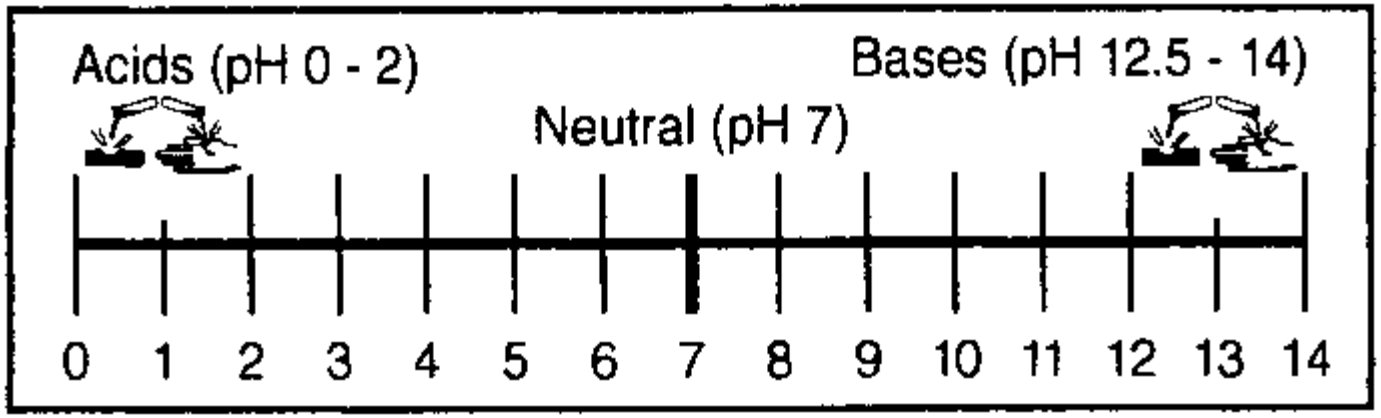
- 農藥容器上的標籤
  - 危險標示分別為以下三種：
    - 高毒性
    - 中度毒性
    - 相對較低毒性
  - 當閃火點低於80°F(26.7℃)極易燃的情況也必須表示於標籤上。

腐蝕性及pH範圍

- 腐蝕性物質
  - 對於金屬和活體組織造成破壞與退化，且具有溶解及穿透的化學作用。
  - 酸性及鹼性皆被列為腐蝕性。
    - 酸是化合物釋放(H_3O^-)溶解於水中所形成。
    - 鹼為氫氧根離子(OH^-)在水中溶解所形成。
  - 酸性及鹼性的測量:
    - 由pH值可以發現酸性及鹼性，範圍可從0到14，pH=7為中性，pH值在0至6.9為酸性；鹼性的pH值範圍在7.1至14之間。

腐蝕性及pH範圍

- pH值的表示
  - 是以對數表示，代表每個數字具有10倍差距的腐蝕性。
    - 例如:pH=1及pH=2相差十倍，與pH值3相差一百倍酸性；而在鹼性方面pH值13與pH值12相差十倍，與pH值11則相差一百倍鹼性。



腐蝕性及pH範圍

- 腐蝕性對人體的傷害
  - 酸性物質接觸皮膚會引起組織硬化，甚至吞噬組織，但只會達到某一定程度的損害。
  - 鹼性會使組織軟化並溶解，達到更深入和嚴重受傷。
  - 當腐蝕性物質殘留在身體時，損害則會持續發生，直到腐蝕性徹底沖洗乾淨。
  - 腐蝕性會產生直接性的刺激，很少無法發覺疼痛情況。
  - 固體的腐蝕性物質不會直接影響組織，直到與皮膚上的水分接觸才會發生反應(如排汗、淋浴等)。

參考文獻

- 台灣AED World，http://www.aedworld.com.tw/news.html，2013年11月6日。
- 行政院勞工委員會，http://ghs.cla.gov.tw/frontPage/index.html，2013年4月12日。
- Jill Meryl Levy，The Hazmat Chemistry Pocket Pal，2009（ISBN：978-0-9819079-1-8）。
- 勞工安全衛生研究所，http://www.iosh.gov.tw/ ，2013年8月10日。
- Secretariat of Transport and Communications，2012，Ememergency Response Guidbook（ISBN：1598046349）
- 行政院環境保護署，http://www.epa.gov.tw/ch/SitePath.aspx?busin=324&path=1702&list=1702，2013年6月15日。