

紅外線式氣體偵測器與長距式氣體偵測器

一、前言

傳統檢測元件氣體洩漏的方式，乃利用攜帶型可燃性氣體偵測儀器(如火焰離子化偵測器(FID)、電化學式、半導體式、觸媒燃燒式氣體偵測器)逐一對工廠各設備元件進行洩漏檢測，且其測漏儀器需靠近氣體洩漏處，如圖 1。這種儀器檢測範圍狹小，檢測速度慢且對於某些場所不易進行檢測。因此發展出「紅外線式氣體偵測器」可在遠距離處量測該處的洩漏濃度值，尤其對於天然氣易蓄積的地下天然氣長途管線的地下閥箱之洩漏檢測「紅外線式氣體偵測器」更可發揮其遠距量測天然氣洩漏濃度的特點。

後來更發展出「長距式氣體偵測器」將傳統的氣體偵測範圍由點擴展到線的範圍，大大提升氣體洩漏偵測的效能。近來由於氣體偵測科技的發展，已有可攜式「長距式氣體偵測器」設備應用於天然氣長途管線的巡管或天然氣站場內協助快速尋找設備的洩漏點，也讓天然氣洩漏檢測的工作更有效率。



圖 1 傳統檢測元件氣體洩漏的方式需靠近洩漏處並逐一檢測

二、紅外線式氣體偵測器

紅外線式可燃性氣體偵測器主要是利用紅外線光吸收碳氫鍵化合物的光譜，並與不對外的參考光譜進行比較，得到所吸收之氣體濃度。紅外線式可燃性氣體偵測器使用兩個發射源與兩個接收器用於自我補償光束對準、光源強度和元件效率的變化。兩個紅外線光源的透射光束疊加在內部分光器上。洩漏氣體和參考信號疊加的 50% 通過氣體測量路徑並反射回測量偵測器。若有可燃氣體在光束路徑上將降低通過氣體的光束強度而參考光束則不受影響，這兩個訊號之間的差異與測量路徑中氣體濃度成正比。另外 50% 的重疊訊號通過分光器並進入補償偵測器。

補償偵測器監控兩個紅外線光源的強度，並自動補償任何長期漂移。平均故障間隔時間可能長達 15 年。由於其壽命長且不需實施定期校正，所以漸有取代觸媒式可燃性氣體偵測器成為市場主流的趨勢。

但因其無法吸收氫氣之光譜且易受水氣之干擾，選用時必須注意偵測對象及屋外環境濕氣。有些此類產品可防水氣干擾，使用時可以多加考量此問題。雖然紅外線式有諸多優點，但以目前而言，其建置費用仍較其它技術為高，且其有無法偵測氫氣的使用限制。因此，在規劃設計時仍需依偵測對象、位置、成本等因素加以考量。

三、長距式氣體偵測器

長距式氣體偵測器採用紅外線原理，而強化其紅外線光的功率達成長距離偵測的目的，為開放路徑式偵測器(Open-Path Gas Detector)。紅外線開放路徑式偵測器發出一束紅外光，探測沿著光束路徑的任何地方的氣體。這種線性傳感器(非傳統的單點式量測之氣體偵測器)通常可偵測範圍長達數公尺到幾百公尺。廣泛用於石油和石化工業，主要是為了可快速偵測到接近 LEL (通常為體積的百分之幾)濃度的可燃氣體。

長距式氣體偵測器通常在光直線路徑的兩端有單獨的發射器和接收器。有些儀器將發射源和接收器組合，當光束從測量路徑遠端的末端遇到反射器反彈光束即可在接收器收到氣體訊號。對於可攜式長距式氣體偵測器，儀器中則裝有一探測器，使用周圍物體的自然反照率代替反射器。吸收待檢測氣體(或氣體類別)的特殊紅外線波長。測量路徑中的雨，霧等也會降低接收信號的強度，因此通常會採一個或多個參考波長進行同時測量。然後由測量和參考波長處的信號損失的比率推斷出光束通過路徑所截取的氣體量。通常由微處理器執行計算，微處理器還執行各種檢查以驗證測量並防止誤警報。

測量的氣體量是沿著光束路徑的所有氣體的總和，有時稱為氣體的路徑積分濃度(path-integral concentration)。因此，在許多工業應用中使用的目的是為測量意外洩漏狀況的「氣體全部尺寸的自然偏差量」，而不是任何特定點所達到的「氣體濃度」。紅外線式可燃性氣體偵測器(傳統的單點式量測之氣體偵測器)的測量單位是 ppm(parts-per-million)或 %LEL，但開放路徑式偵測器的測量單位是 ppm · m 或 LEL · m。例如，早期在北海(North Sea oil)海上平台通常將火災和氣體安全系統的探測器設置至

5LEL·m 的全程讀數，並分別在 1LELm 和 3LEL·m 觸發低報警和高報警。有報告指出在工業環境中最小造成破壞的氣體雲團其尺寸為 5m，故一般對洩漏氣體雲尺寸的警報設定值為 1m，長距式氣體偵測器製造廠商建議的警戒值如下：低警報 1 LEL·m(100% LEL·1m)，高警報 3 LEL·m(100% LEL·3m)。紅外線式氣體偵測器若要偵測高敏感範圍(highly sensitive range)以 ppm·m 單位顯示偵測結果，若要偵測危害範圍(hazardous range)則以 LEL·m 單位顯示偵測結果。長距式氣體偵測器單一量測值顯示有許多不同組合的物理解釋意義，如表 1。

表 1 長距式氣體偵測器顯示值的組合

G A S C L O U D		C A L C U L A T I O N		
Concentration	Length	Concentration x Length=		Measurement
50 ppm	2 meters	50 x 2	=	100 ppm·meter
10 ppm	10 meters	10 x 10	=	100 ppm·meter
100 ppm	20 meters	100 x 20	=	2000 ppm·meter
10 % LEL	2 meters	.10 x 2	=	.2 LEL·meter
25% LEL	4 meters	.25 x 4	=	1 LEL·meter
100% LEL	1 meter	1 x 1	=	1 LEL·meter

長距式氣體偵測器通常比只能單點檢測的紅外線式氣體偵測器貴上許多。因此，若其使用在只需檢測某些位置的氣體濃度上的應用幾乎沒有競爭優勢。檢測單點位置的紅外線式氣體偵測器可以放置在已知位置來量測最高氣體濃度，這種測量相對來說並不需要很快的量測響應。長距式氣體偵測器非常適合用於戶外情況，因為即使已知可能的氣體洩漏位置，對氣體洩漏後擴散成雲狀或羽流狀的變化狀況也無法在裝置偵測器(設置於單點位置以便量測出洩漏狀況)前就可預測氣體洩漏在戶外擴展演變的狀況，因此使用單點檢測的紅外線式氣體偵測器可能也無法偵測到此氣體洩漏狀態。使用單點檢測紅外線式氣體偵測器做緊密佈置檢測到此種洩漏狀況前，洩漏之氣體就幾乎肯定會進入長距式氣體偵測器

所設定的線性光束偵測範圍內了。此外，裝置在戶外位置的單點檢測紅外線式氣體偵測器需要安裝防風雨罩，也會增加不少偵測反應時程。長距式氣體偵測器還可以在需要一整排單點檢測紅外線式氣體偵測器偵測氣體洩漏的狀況下，簡單就可以達到相同的防護覆蓋面積。一個長距式氣體偵測器不僅可以代替多個紅外線式氣體偵測器，而且其安裝、維護、佈線等成本可能也會降低。

目前市面上有可偵測範圍長達 200 米的長距式氣體偵測器產品。因為長距式氣體偵測器是直線型的偵測範圍，以防災的角度看，長距式氣體偵測技術日漸成熟將對廠區防護有莫大助益。



圖 2 長距式氣體偵測器(左圖發射器，右圖接收器)

近來「東京瓦斯」和「Anritsu」公司聯合發展出了一種可攜長距式甲烷偵測器(Portable Remote Methane Detector；簡稱 PRMD)。據信，這是世界上第一台可從一定距離外偵測天然氣的可攜帶型裝置。在高處或窄處使用傳統偵測瓦斯漏氣的方式需要較長的檢查時間，所以為了克服這些困難，確有遠距偵測設備的需求。東京瓦斯的可攜長距式氣體偵測器進來也逐漸為國內天然氣業者引進使用，如圖 3。



圖 3 可攜式長距式氣體偵測器

五、結語

天然氣是極度易燃氣體，若發生天然氣洩漏，在火源引燃的情形下會發生劇烈燃燒。對於液化天然氣廠這種廠區範圍大又有很多重要天然氣設備的單位最適合使用「長距式氣體偵測器」來偵測設備洩漏的狀況並對某區域設定警報值以警戒其狀況。

對於長途天然氣輸氣管線之巡管可使用「紅外線式氣體偵測器」或可攜式「長距式氣體偵測器」都是非常適合的，尤其對於場站外的地下閥箱的天然氣洩漏檢測使用「紅外線式氣體偵測器」更可發揮其特點。對於可能發生洩漏處的地下天然氣管線巡管也建議使用可攜式「長距式氣體偵測器」可一次掃描較大面積的範圍較有效率的檢測出管線洩漏的狀況。