

音速法特氣混合比例氣體分析儀技術與運用

前言

在氫能、半導體、熱處理、空分與食品飲料等製程中，氣體純度與二元混合比例往往直接影響產品品質、能源效率及設備運轉安全。傳統分析方式可能需要耗材、定期更換感測元件，或在不同氣體組合與量程之間進行繁複設定；當製程條件同時面對流量、壓力與溫度變動時，更需要具備穩定量測邏輯與工業通訊能力的線上分析工具。

JCT JSOS-300WM 為音速法（Speed of Sound）二元混合氣體分析儀，透過共振頻率偵測氣體聲速，配合溫度資訊及選定的氣體參數，持續換算混合氣體的濃度或純度。原廠提供超過 500 種可選氣體參數，量測單位可設定為 ppm 或 %，適合需要持續監控二元氣體組成的製程應用。

JSOS-300WM 音速法二元混合氣體分析儀

JSOS-300WM 的量測核心是「氣體組成改變會造成聲速改變」。儀器將樣氣導入共振式量測腔，透過聲學激發與共振頻率偵測取得氣體聲速，再以內建之氣體參數模型進行組成換算。由於量測原理不依賴濾紙、電化學電池或光學耗材，原廠指出設備無需更換移動件或耗材，並可免除現場重新校正需求。

儀器採觸控螢幕操作介面，可由使用者選擇氣體參數並調整量程，例如由全量程 0–100% 設定為 0–10% 的特定監測區間。其濃度準確度為 ± 0.01 至 $\pm 0.1\%$ ，實際表現依應用與氣體種類而定；電子響應時間為 T90 10 秒，量測更新率為 4.4 Hz。



圖 1：JSOS-300WM 聲速法二元混合氣體分析儀之 3D 剖面概念圖，展示樣氣、共振量測腔與聲速換算流程。

從聲速到濃度：量測原理與製程意義

在固定壓力與溫度條件下，二元混合氣體的比例變化會反映在不同的聲速上。JSOS-300WM 以共振頻率偵測方式量測聲速，聲速工作範圍為 100 至 1,500 m/s；系統再結合溫度與使用者選定的氣體參數，將聲學量測結果轉換成可供製程使用的濃度值。

這種架構有助於將氣體分析納入控制系統。JSOS-300WM 支援 0–5 V、0–10 V 與 4–20 mA 類比訊號，以及 RS-232、RS-422 與 USB 數位通訊；量測結果可傳送至 PLC、DCS 或資料收集系統，作為品質監控、警報邏輯與製程追溯的輸入依據。

多元氣體組合與製程應用

應用於多種製程場景，包括空分產品氣純度、校正氣瓶、焊接與潛水混合氣、PSA 氫氣純度、氮氣產生機、氫冷卻汽輪發電機、食品飲料 CO₂ 純度，以及熱處理爐與半導體特殊氣體分析。

舉例的二元氣體應用包括 B₂H₆ / H₂ 與 GeH₄ / H₂ 的半導體特殊混合氣、電解製程中的 H₂ / O₂ 氣體純度，以及熱處理退火爐中的 H₂ / N₂ 分析。這些應用的共同需求，是在連續製程中掌握混氣比例，並在氣體偏離設定值前提供可靠的趨勢與警示資料。

工業現場整合：從樣氣流道到控制訊號

JSOS-300WM 的標準樣氣入口與出口為 1/8 in–27 female NPT，樣氣流量最高可達 5 L/min，樣氣壓力最高可達 10.34 bara（150 psia）。標準機型的外殼防護等級為 IP60；採 NEMA 4 壁掛外殼的 JSOS-300WMH 版本可達 IP65。原廠亦提供 VCR 接頭版本 JSOS-300WMF，適用於半導體或腐蝕性混合氣體的連接需求。

量測腔的浸潤材質包含電解拋光 304 不鏽鋼等，並可加熱至 70°C。加熱能力有助於因應可能造成冷凝或溫度變化的樣氣條件；然而，對於反應性、腐蝕性或高危害氣體，仍應由使用端依實際濃度、壓力、溫度與材料相容性進行系統安全評估。

