

自動化 & 科技生活 第87期

DeviceNet

在 PECVD/CVD 半導體設備中的通訊應用

從 MFC、真空控制到
分散式 I/O 的完整整合



應用故事

- ⚡ 海岸監視系統高可用性
RPAC-2858M 備援架構

重磅產品

- ⚡ 強化工控環境 邁向智慧製造新時代
GW-2500iM 系列資安型閘道器

技術論壇

- ⚡ 從定期保養到預知保養：
馬達健康監測如何降低停機風險



貼近泓格 ICP DAS Epoch

- 04** AI 預測性維護加速落地
泓格 PET-AR401 整合工研院 PMS 技術強化設備智慧維運
- 06** SEMICON Taiwan 泓格聚焦半導體智慧廠務，強化能源、環境與設備風險管理

應用故事 Application Story

- 08** DeviceNet 在 PECVD/CVD 半導體設備中的通訊應用
- 15** 打造高可靠度海岸監視系統
RPAC-2858M 自動切換備援架構

重磅產品 Products Column

- 19** 強化工控環境 邁向智慧製造新時代 - GW-2500iM 系列資安型閘道器

技術論壇 Technology Forum

- 24** 從定期保養到預知保養：馬達健康監測如何降低停機風險

新品焦點 New Products

- 30** I-8018W-G/S1 8 通道高速熱電偶 (Thermocouple) 輸入模組
- 31** iNS-3224-SFP 24-port 10/100 Mbps + 2 SFP Combo PoE(PSE) IoT 網路交換機

高速量測與可靠傳輸

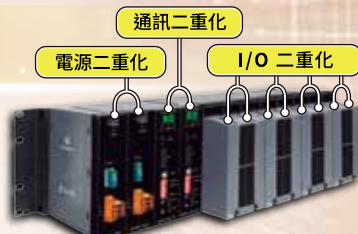
容錯備援



RPAC-2658M
RPAC備援控制器



RPS-4M
RPS冗餘電源



EtherCAT[®] RIO-9840
RIO冗餘I/O系統

控制器備援 200ms

電源備援 即時切換

I/O 備援 1ms

泓格科技股份有限公司

ICP DAS CO. LTD.

總公司

新竹縣湖口鄉新竹工業區光復北路 111 號

電話：03-5973366

傳真：03-597-3733

新店辦事處

新北市新店區寶橋路 235 巷 137 號 7 樓之 2

電話：02-89192220

板橋辦事處

新北市板橋區民生路一段 33 號 16 樓之 1

電話：02-29500655

台中辦事處

台中市北區臺灣大道二段 360 號 24 樓之 1

電話：04-2328-5522

台南辦事處

台南市新市區銘傳街 67 號一樓

電話：06-599-3666

高雄辦事處

高雄市前金區中山二路 505 號 3 樓

電話：07-2157688

發行人：葉迺迪

發行所：泓格科技股份有限公司

地址：新竹縣湖口鄉光復北路 111 號

中華郵政新竹雜字第 0059 號交寄登記證

登記為雜誌交寄

※ 版權所有，如蒙轉載請先惠予通知，謝謝。

※ 如要訂閱或取消訂閱請電洽

02-8919-2220 分機 1108 林小姐

多通道溫度量測

DAS-8421 / DAS-8821
4/8 槽乙太網路高速資料擷取系統



支援多種軟體開發工具



64/128 通道
熱電偶

RTD
48/96 通道

85-100Hz
每通道
採樣率

±0.1%
FSR

Ethernet 遠端模組

主機擴充模組



ET / PET-2217H 系列
高速類比量測



ET / PET-2215H 系列
RTD 量測



ET / PET-2218H 系列
電熱偶量測



I-8015W 系列
8/12 通道 RTD 輸入



I-8018W 系列
電熱偶量測

長距離通訊



T1L 線路

T1L 網路型 I/O 模組
(Modbus TCP)

ETL-2255

通道間隔離

抗地迴路

防串擾

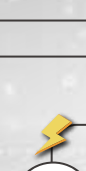
高共模電壓量測



馬達



流量計



水錶



壓力感測器

各通道獨立隔離



ET-2217CI / ET-2218CI
M-2217CI / M-2218CI
隔離型類比輸入模組



E-Catalog

遠端 I/O 擴充模組



E-Catalog

Remote I/O



泓格科技
ICP DAS CO., LTD.



Industrial Computer Products and Data Acquisition Systems

03-5973366

sales2@icpdas.com

www.icpdas.com

AI 預測性維護加速落地 泓格 PET-AR401 整合工研院 PMS 技術強化設備智慧維運

文 / 編輯部

隨著 AI 加速導入製造現場，設備維護也從定期保養與故障後維修，逐步朝向數據驅動的智慧預知維護 (Predictive Maintenance) 發展。工業技術研究院機械與機電系統研究所開發的「迴轉機械預兆診斷系統 (Prognosis Monitoring System,

PMS)」今年榮獲 2026 Edison Awards 金獎，顯示台灣在 AI 設備診斷與智慧維運領域的技術成果已獲得國際肯定。Edison Awards 官方資料亦將 PMS 列為 2026 年度金獎技術。

在產業落地方面，泓格推出的 PET-



▲ 圖一 | 泓格科技 PET-AR401 振動數據採集分析模組整合工研院振動 PHM 技術，透過設備振動監測與 AI 診斷，協助製造業導入預測性維護。

AR401 振動數據採集分析模組，已整合工研院振動「迴轉機械預兆診斷系統 (Prognosis Monitoring System, PMS)」技術，並搭配 iMotor Utility 視覺化介面，將設備振動量測、異常分析與健康狀態管理整合於單一應用架構。透過邊緣端即時運算與 AI 診斷，可協助現場快速辨識軸承、主軸、齒輪及馬達等旋轉設備的異常來源，降低對資深振動分析人員經驗的高度依賴。

PET-AR401 支援 4 通道 IEPE 振動感測器，並提供 Ethernet 與 Modbus TCP 通訊介面，可與既有機台、監控系統及上層管理平台整合；內建 AI 級振動解析、綜合健康指標及 17 項故障指標，可針對軸承磨耗、不平衡、鬆動、對心不良等常見旋轉機械問題進行分析，協助維護人員提早掌握設備健康狀態。

對半導體、工具機、高科技製造及能源產業而言，設備非預期停機往往不只是單一機台的維修問題，更可能連帶造成產線停擺、產品報廢與交期延誤。相較於固定週期保養，預測性維護可藉由長期蒐集設備運轉資料，在異常尚未演變為故障之前提出預警，使企業能依實際設備健康狀態安排維修時程。

工研院 PMS 技術即是將超過 30 年的振動監測與設備維修經驗，結合 AI 演算法建立設備診斷模型，可提供即時監測、自動故障診斷及剩餘使用壽命 (Remaining Useful Life, RUL) 預測。Edison Awards 資料指出，PMS 的預測準確率超過 90%，藉此降低非預期設備故障與停機風險。

工研院目前亦已將相關技術導入半導體、工具機及風電等產業場域。隨著 AI、邊緣運算與工業物聯網持續整合，設備健康管理正逐漸從單純的振動監測，走向「感測、分析、診斷、預測」的一體化智慧維運架構。

透過 PET-AR401 結合工研院 PHM 技術，泓格進一步將 AI 預兆診斷能力導入工業現場，讓企業可由設備端開始建立健康數據與異常判讀機制，逐步從「設備壞了再修」轉向「在故障發生前做出決策」，降低非預期停機風險，並提升設備稼動率與產線營運韌性。



▲ 圖二 | 2026 Edison Awards 獲獎成果記者會現場展示「迴轉機械預兆診斷系統 (PMS)」，呈現 AI 預兆診斷技術於設備智慧維運的實際應用。



▲ 圖三 | 工研院「迴轉機械預兆診斷系統 (PMS)」榮獲 2026 Edison Awards 金獎，展現台灣 AI 設備診斷與智慧製造技術的國際競爭力。

SEMICON Taiwan 泓格聚焦半導體智慧廠務，強化能源、環境與設備風險管理

文 / 編輯部

隨著半導體製程持續朝高精密、高稼動率與高度自動化發展，廠務系統的穩定性已成為影響產能、製程品質與營運韌性的關鍵。從配電、無塵室、冰水主機、機房設備到化學品供應管路，如何即時掌握分散的設備與環境資訊，並快速進行異常判讀與能源分析，已成為智慧廠務的重要課題。

泓格將於 2026 年 9 月 2 日至 9 月 4 日參加 SEMICON Taiwan 2026 國際半導體展，於台北南港展覽館二館 Q5238 攤位展出半導體廠務智慧監控與節能解決方案，聚焦能源管理、熱成像異常預警、潔淨室與環境監測、空調水側 AI 節能，以及機房與管路漏液偵測等應用。

能源管理與用電可視化，掌握高耗能設備

在能源管理方面，泓格整合智慧電錶與電錶集中器，蒐集配電盤、製程設備及公用系統用電資料，並透過 IoTstar、SCADA 或第三方管理系統進行即時監測、需量管理、能耗分析、報表彙整與異常告警，協助使用者辨識高耗能設備及異常用電情形，作

為節能改善與能源績效管理依據。

熱成像預警與環境監測，降低設備與製程風險

針對配電盤、伺服器機櫃、泵浦與馬達等高發熱設備，可利用紅外線溫度感測模組搭配邊緣控制器持續監測熱點變化，當溫度超限時即時發出警示，協助人員提早發現設備過熱、接點異常或散熱不良等潛在風險，降低人工巡檢負擔。

在潔淨室與廠務環境監測方面，則可針對溫度、濕度、二氧化碳、PM2.5、TVOC 及氣象參數進行感測，並透過 Modbus TCP/RTU、Wi-Fi、MQTT 等方式將數據傳送至監控平台，提供即時監測、歷史趨勢及事件追蹤，協助管理人員掌握環境變化。

空調水側 AI 節能，提升冰水系統運轉效率

面對半導體廠高耗能的空調與冰水系統，泓格以 ECO-2105 節能控制器搭配 UA-7231M 資料集中器，整合冰水主機、水泵、冷卻水塔、電表、水溫、流量及壓力等設備資訊，透過 3D

流道圖、動態趨勢與即時節能指標，將複雜數據轉化為視覺化資訊，並可建立專屬能耗模型，協助廠務人員辨識低效率運轉狀態。

系統並支援通訊備援與斷線資料補償，降低監控中斷及歷史資料遺失風險，作為設備調校、能源績效管理及後續節能改善的依據。

漏液即時告警，降低機房與管路事故風險

針對無塵室、冰水主機房、機房及管路周邊等漏液風險區域，iSN 系列漏液偵測模組可依實際需求彈性部署，最長偵測距離可達 500 公尺。當發生漏液或管線破裂時，可透過繼電器、聲光裝置、監控平台或行動通訊即時告警，並將資訊傳送至中控系統，協助人員快速處置，降低設備損壞與製程中斷風險。

開放式通訊架構，支援既有廠務系統整合

泓格相關解決方案支援 Modbus RTU/TCP、MQTT、HTTP、RESTful 及 Wi-Fi 等通訊

介面，可與既有 SCADA、EMS、BMS、MES 或第三方管理系統整合，並可由單一設備、局部區域或特定廠務系統開始導入，再依需求逐步擴充。

此次 SEMICON Taiwan 將完整呈現從現場感測、邊緣控制、資料傳輸到平台管理的智慧廠務架構，協助半導體業者提升設備可視性、異常應變效率與能源管理能力。

展覽資訊

SEMICON Taiwan 2026 國際半導體展

日期：2026 年 9 月 2 日至 9 月 4 日

地點：台北南港展覽館二館

泓格攤位：Q5238



ICPDAS 泓格科技
ICP DAS CO., LTD.

Semicon Taiwan
國際半導體展

展覽日期
2026
9/2 - 4

攤位號碼
Q5238

展覽位置
台北南港展覽館
二館1樓

DeviceNet 在 PECVD/CVD 半導體設備中的通訊應用

從 MFC、真空控制到分散式 I/O 的完整整合

泓格 DeviceNet 解決方案整合 PECVD / CVD 設備中的 MFC、真空控制、閥件、感測器與遠端 I/O，透過主站、從站模組、閘道器及 DNM_Utility，簡化多廠牌設備整合與配線，提升通訊穩定性、異常診斷效率與長時間運轉可靠度。

文 / Terry Lai

隨著 AI、高效能運算（HPC）與先進封裝技術持續發展，半導體製程對晶圓製造與封裝測試設備的精度、穩定性與自動化程度提出更高要求。對設備商而言，除了確保製程控制精準與長時間穩定運轉，如何整合大量感測器、致動器、I/O 模組及不同廠牌的製程設備，也成為機台設計的重要環節。

以 PECVD（Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition，電漿增強化學氣相沉積）與 CVD（Chemical Vapor Deposition，化學氣相沉積）設備為例，一套機台往往同時包含多路氣體供應、真空控制、腔體壓力監測、氣動閥件、類比感測器、遠端 I/O 與周邊控制模組。這些

設備分布於機台不同區域，且可能來自多家供應商，因此控制架構不僅需要穩定傳輸製程資料，也必須兼顧即時回應、故障診斷、設備擴充與後續維護。

DeviceNet 以 CAN 通訊技術為基礎，具備即時通訊、抗干擾、錯誤偵測、裝置診斷與簡化配線等特性，可透過主從式架構將多個現場裝置整合至同一通訊網路。在 PECVD/CVD 設備中，DeviceNet 可串接氣體控制、真空控制、閥件、遠端 I/O 與其他周邊裝置，使主控系統集中取得設備狀態、警報資訊與控制資料。

泓格科技提供 DeviceNet Master、DeviceNet Slave I/O、DeviceNet Gateway，以及

DNM_Utility 工具軟體，可協助設備商建立從現場訊號、設備通訊、協定轉換到調機維護的完整 DeviceNet 整合架構。

一條通訊網路，整合 PECVD/CVD 關鍵製程設備

PECVD/CVD 製程涉及氣體流量控制、反應腔體壓力調節、真空排氣、閥件切換及周邊訊號監測，各子系統必須依照製程序協同運作。

以沉積製程為例，控制系統需要持續取得 MFC (Mass Flow Controller，質量流量控制器) 的氣體流量、Throttle Valve 節流閥的位置與狀態、真空系統壓力、Valve Manifold 閥島動作，以及各類感測器與 I/O 訊號。若其中任一環節的狀態或警報無法即時回傳，不僅可能影響製程控制，也會增加設備異常排查與維護時間。

由於 MFC、節流閥、真空設備、閥島及分散式 I/O 通常位於不同區域，若每一項設備皆採獨立配線或個別通訊方式，控制系統將需要處理大量線材、不同介面及不同資料交換方式。

透過 DeviceNet 通訊協議，具備 DeviceNet 介面的現場設備可納入同一條工業通訊網路，使主控系統以一致的方式取得氣體流量、腔體壓力、閥件狀態、警報及設備運轉資訊，同時下達控制命令。如此可減少個別設備獨立整合所產生的複雜度，並讓製程資訊集中於控制平台管理。

跨品牌設備集中管理，DeviceNet Master 串起製程現場

在 PECVD/CVD 設備架構中，上位控制平

台通常負責製程流程、Recipe 配方管理、操作介面、設備狀態監控與資料紀錄；DeviceNet Master 則負責與現場 DeviceNet 從站進行資料交換。

透過 DeviceNet Master，控制平台可同時管理多個 DeviceNet 裝置，持續讀取感測資料、運轉狀態及警報資訊，並將控制命令傳送至指定設備，不需為每一種現場裝置建立不同的通訊機制。

實際設備可能採用來自不同供應商的製程模組，例如 MKS 的 MFC 或 Throttle Valve、SMC Valve Manifold、OMRON 或 Allen-Bradley I/O，以及其他具備 DeviceNet 通訊介面的控制模組。只要相關設備提供相容的 DeviceNet 介面，即可透過 DeviceNet Master 納入統一網路管理。

例如，主控系統可經由 DeviceNet Master 讀取 MFC 流量回授、確認節流閥位置與控制狀態、下達閥島切換命令，或取得遠端 I/O 的輸入輸出資訊，使不同品牌與功能的現場裝置透過一致的網路交換資料。

泓格提供多種 DeviceNet Master，可依控制平台選用不同介面，包括 USB、PCI、PCI Express，以及 PAC 專用擴充模組，協助設備商依既有控制架構進行整合。

從感測器到警報接點，分散式 I/O 納入統一管理

除了具備 DeviceNet 通訊介面的 MFC、節流閥與閥島外，PECVD/CVD 機台仍存在大量傳統數位與類比訊號。

常見訊號包括壓力開關、真空開關、門禁狀態、溫度訊號、類比壓力感測器、氣壓開關、

幫浦運轉狀態、閥位回授以及設備警報接點。若將所有訊號逐點拉回中央控制盤，不僅增加配線數量，也會提高機台組裝、查線與後續維修的複雜度。

泓格 CAN-20xxD 與 CAN-8x24 系列 DeviceNet 從站 I/O，可將分布於機台各處的類比與數位訊號直接接入 DeviceNet 網路。上位控制系統再透過 DeviceNet Master 統一取得各區域的 I/O 狀態，並控制對應輸出。

這類分散式 I/O 架構可減少大量訊號線集中回到主控制盤的需求，同時有利於設備模組化設計。當機台新增感測點、擴充腔體或調整子系統配置時，可依實際需求增加 I/O 模組，使設備擴充與維護更具彈性。

打通 DeviceNet 與 Ethernet，既有設備延續整合

半導體設備的生命週期長，同一套機台內經常同時存在不同世代的控制技術。

現場設備可能持續使用 DeviceNet，而新一代上位控制系統則採用 Modbus TCP / RTU。此時，設備更新並不一定需要全面汰換既有 DeviceNet 裝置，而是可透過 Gateway 建立不同通訊協定之間的資料交換。

泓格 GW-7243D-G 提供 DeviceNet Slave 功能，GW-7434D-G 則提供 DeviceNet Master 功能，兩者可與 Modbus TCP 系統進行資料交換，同時支援 RS-232、RS-485 及 Modbus ASCII /



RTU 通訊。

例如既有 PECVD/CVD 子系統仍以 DeviceNet 連接現場設備，而新的控制主機需要透過 Ethernet 讀取資料，即可透過 Gateway 將 DeviceNet 資料轉換至 Modbus TCP。設備商因此能保留既有現場裝置，同時逐步整合新的控制系統，降低設備升級過程中的硬體更換範圍與重新配線需求。

不只完成通訊，DNM_Utility 加速設備調機與驗證

DeviceNet 硬體完成安裝後，真正影響設備開發效率的，往往是後續的從站搜尋、I/O 驗證、參數設定、通訊測試與異常排查。

PECVD/CVD 機台可能同時包含多個 DeviceNet 從站，工程人員需要逐一確認設備是否正常上線、資料是否正確回傳，以及控制命令與實際設備動作是否一致。若只能透過自行開發的程式進行驗證，將增加開發與調機所需時間。

泓格 DNM_Utility (DeviceNet Master Utility) 提供 DeviceNet 網路設定、從站搜尋、I/O 操作、參數存取與通訊狀態確認等功能，可作為設備開發、試車、維護及故障分析階段的工程工具。



▲ 圖：泓格 DNM_Utility 功能介紹

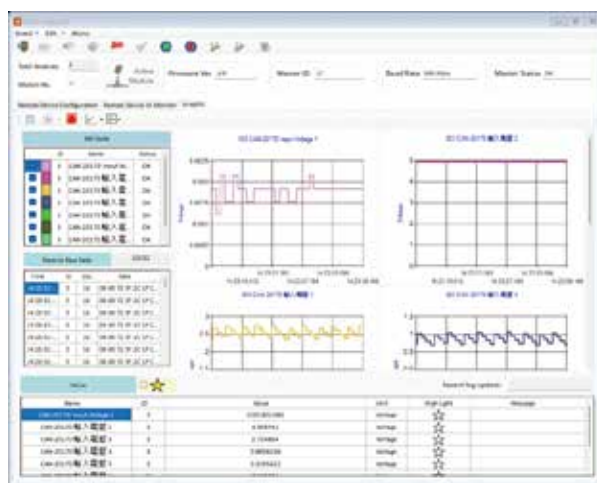
目前 DNM_Utility 可搭配 PISO-DNM100U、PEX-DNM100 及 I-7565-DNM 等 DeviceNet Master 使用，讓工程人員在正式控制程式完成前，即可先進行 DeviceNet 網路與從站裝置驗證。

Graphic：把原始資料轉成更容易判讀的製程趨勢

PECVD/CVD 調機過程中，工程師經常需要觀察類比壓力、MFC 流量回授、閥位訊號或其他連續型資料。

若僅查看即時數值，往往只能知道某一瞬間的資料，較難確認訊號變化是否與設備動作一致。

DNM_Utility 的 Graphic 功能可將從站回傳的原始數值轉換為工程單位，並以趨勢圖呈現資料變化。工程師可直接觀察壓力、流量或其他訊號隨時間的變化情形，進一步比對製程控制命令與設備實際反應。



▲ 圖：Graphic 監控 CAN-2017D 類比輸入資料變化

此功能特別適合應用於機台試車、感測器驗證與異常分析，協助工程師快速判斷問題來自現場設備、訊號本身或通訊資料。

Batch Access Object：一次處理多筆設備參數

DeviceNet 從站通常包含多項參數與狀態資料。

例如 MFC 可能包含設定值、實際流量、裝置狀態及警報資訊；節流閥可能包含控制模式、位置與診斷資訊；I/O 模組則具有各通道設定與設備參數。

若逐項進行讀寫，不僅操作時間較長，也容易在多設備環境中增加重複工作。

DNM_Utility 的 Batch Access Object 功能可將多筆參數存取需求集中執行，使工程師一次確認或設定多個 Object 資料。在機台導入、設備驗證及異常排查階段，可降低逐筆操作所需時間，使參數檢查流程更加一致。

Task Helper：將重複測試轉換為可持續執行的驗證流程

設備在調機、維修及長時間測試期間，經常需要反覆執行相同動作，例如控制輸出、讀取輸入狀態、發送 Explicit Message、等待設備回應，再確認結果是否符合預期。

若完全仰賴人工重複操作，不僅耗時，也不利於長時間穩定性驗證。

DNM_Utility 的 Task Helper 可將多個操作步驟建立為可重複執行的任務流程，讓工程人員不需額外撰寫測試程式，即可執行基本的自動化測試與循環驗證。

因此，DNM_Utility 的角色並不限於 DeviceNet 網路設定，而是可延伸至設備導入、試車、調機、維修與驗證等不同階段。透過 Graphic、Batch Access Object 與 Task Helper，可進一步降低工程人員在訊號確認、參數設定及重複測試上的操作負擔。

Slave ID	Service	Class	Instance	Data Byte	Delay	Description	Result
21	0x0E	0x01	0x01	0x01;	0	Vendor	{0x23} {0x3}
21	0x0E	0x01	0x01	0x02;	0	Product type	{0x0} {0x0}
21	0x0E	0x01	0x01	0x03;	0	Product code	{0x6} {0x0}
21	0x0E	0x01	0x01	0x04;	0	Major_Minor of firmware	{0x1} {0x1}
21	0x0E	0x01	0x01	0x05;	0	Status	{0x0} {0x0}
21	0x0E	0x01	0x01	0x06;	0	Serial number	{0x1} {0x0} {0x0} {0x0}
21	0x0E	0x01	0x01	0x07;	0	Product name	{0x0} {0x45} {0x43} {0x34} {0x2D} {0x44} {0x4E} {0x31} {0x31}
21	0x0E	0x01	0x01	0x0A;	0	Get Heartbeat Interval	{0x0}

▲ 圖：使用 Batch Access Object 批量存取 DeviceNet 從站資料

建立穩定、易整合且易維護的 PECVD/CVD 通訊架構

PECVD/CVD 設備需要長時間穩定運轉，同時整合氣體控制、真空系統、閥件、感測器與分散式 I/O。當設備內部包含多種品牌、不同功能與大量現場訊號時，通訊架構是否容易整合與維護，將直接影響設備開發、調機及後續服務效率。

透過 DeviceNet Master，可集中管理具備 DeviceNet 介面的 MFC、節流閥、閥島與其他製程設備；搭配 DeviceNet Slave I/O，可進一步將壓力、溫度、設備狀態與警報等分散式訊號納入同一網路；當設備同時存在 Ethernet 或 Modbus 系統時，則可透過 Gateway 建立不同協定間的資料交換。

再搭配 DNM_Utility，工程人員可於設備導入與維護期間進行從站搜尋、訊號監控、參數讀寫與重複性驗證，使 DeviceNet 不只是設備

之間的通訊介面，而是形成從現場裝置、控制平台到工程維護的完整整合架構。

對仍採用 DeviceNet，或需要延續既有 DeviceNet 設備的 PECVD/CVD 設備商而言，完整的主站、從站 I/O、Gateway 與工程工具，可在不大幅變更既有設備架構的前提下，降低多品牌設備與分散式訊號整合的複雜度，並提升機台開發、調機、驗證及後續維護效率。

產品選型參考

泓格 DeviceNet Master 涵蓋多種控制平台與介面。I-7565-DNM 採 USB 介面，適合 PC 或工業電腦透過 USB 建立 DeviceNet Master；PISO-DNM100U 採 PCI 介面；PEX-DNM100 採 PCI Express 介面；I-8124W、I-87124 與 I-9124 則可依不同 PAC 控制平台與擴充架構使用，設備商可依主控制器型態選擇對應的 DeviceNet Master。

在現場 I/O 整合方面，CAN-20xxD 為分散

Remote Device Configuration Remote Device IO Monitor Graphic Batch Access Object Task Script								
Add Delete Upper Lower Routine Start Pause Stop Skip Reset Log (Enable) Task Data								
Items	Value	Index	Task	Description	Result	Time	DelayTime	Current_Routine
Index	48	44	1:Analyze_IO_input	[Verify] Ch21 DO On			0	
Task Type	1:Analyze_IO_I...	45	2:Explicit	[Set] Ch22 DO On			50	
Description	[Verify] Ch23 O...	46	1:Analyze_IO_input	[Verify] Ch22 DO On			0	
Input MAC ID	21	47	2:Explicit	[Set] Ch23 DO On			50	
Input Connecti...	Poll	48	1:Analyze_IO_input	[Verify] Ch21 DO On			0	
Parse Input Da...	UInt16	49	2:Explicit	[Set] Ch24 DO On			50	
Input Data For...	Little Endian	50	1:Analyze_IO_input	[Verify] Ch24 DO On			0	
Input Data Sta...	0	51	2:Explicit	[Set] Ch25 DO On			50	
Input Data Sta...	0	52	1:Analyze_IO_input	[Verify] Ch25 DO On			0	
Input Parse Re...	0x80 0x00	53	2:Explicit	[Set] Ch26 DO On			50	
Input Converte...	128	54	1:Analyze_IO_input	[Verify] Ch26 DO On			0	
Delay(ms)	0	55	2:Explicit	[Set] Ch27 DO On			50	
Verify Method	Verify with Sta...	56	1:Analyze_IO_input	[Verify] Ch27 DO On			0	
Verify Value Ra...	128	57	2:Explicit	[Set] Ch28 DO On			50	
Verify Value Ra...	128	58	1:Analyze_IO_input	[Verify] Ch28 DO On			0	
		59	2:Explicit	[Set] Ch29 DO On			50	
		60	1:Analyze_IO_input	[Verify] Ch29 DO On			0	
		61	2:Explicit	[Set] Ch30 DO On			50	
		62	1:Analyze_IO_input	[Verify] Ch30 DO On			0	
		63	2:Explicit	[Set] Ch31 DO On			50	

▲ 圖：自動化測試 CAN-2057D-32 與 CAN-2053D 數位輸出和輸入

式 DeviceNet I/O 系列，可依不同型號提供類比輸入／輸出、數位輸入／輸出、計數器、頻率輸入與 PWM 等功能；CAN-8x24 則採插槽式 I/O 架構，可依設備所需訊號型態配置 I/O 模組。

若設備需要整合不同通訊協定，GW-7243D-G 可提供 DeviceNet Slave 與 Modbus 系統之間的資料交換，GW-7434D-G 則提供 DeviceNet Master 功能，可連接 DeviceNet 從

站並與 Modbus TCP、Modbus ASCII / RTU 系統交換資料。

透過 Master、Slave I/O、Gateway 與 DNM_Utility 的搭配，可依 PECVD/CVD 機台既有控制平台、現場設備類型與通訊架構，建立對應的 DeviceNet 整合方案。

DeviceNet 主站

產品型號	主機介面／安裝平台	CAN 接頭
I-7565-DNM	USB	9-pin D-Sub
PISO-DNM100U	PCI，支援 5 V / 3.3 V	5-pin 端子台或 9-pin D-Sub，依型號而定
PEX-DNM100	PCI Express	5-pin 端子台或 9-pin D-Sub，依型號而定
I-8124W	I-8K 插槽；適用 XPAC、WinPAC、ViewPAC	5-pin 端子台
I-87124	I-87K 插槽；適用 XPAC、WinPAC、ViewPAC	5-pin 端子台
I-9124	I-9K 插槽；適用 WinPAC	5-pin 端子台

DeviceNet 從站

產品系列	安裝形式	主要 I/O 功能
CAN-20xxD	分散式 I/O 模組	類比輸入／輸出、數位輸入／輸出、計數器、頻率輸入、PWM 輸出
CAN-8x24	插槽式 I/O 模組	類比輸入／輸出、數位輸入／輸出、計數器、頻率輸入

註 :xx 代表實際功能型號；x 代表插槽數量。

DeviceNet 閘道器

產品型號	DeviceNet 角色	乙太網路	串列介面	串列通訊協定
GW-7243D-G	從站 Slave	Modbus TCP	1 × RS-232、1 × RS-485	Modbus ASCII / RTU
GW-7434D-G	主站 Master	Modbus TCP	1 × RS-232、1 × RS-485	Modbus ASCII / RTU



打造高可靠度海岸監視系統

RPAC-2858M 自動切換備援架構

透過 RPAC-2858M 備援控制器，建構海岸監視系統雙機備援架構，整合遠端 I/O、電力監控、HMI、VPN 與 SCADA。透過快速自動切換、即時控制及多元通訊能力，提升偏遠燈塔站點的系統可靠度、遠端管理效率與維護彈性。

文 / 研發八處

在波濤洶湧的海岸線上，每一座燈塔與監控站都是航行安全的守護者。對於系統整合商與自動化工程師而言，最深層的噩夢莫過於：部署在極端偏遠、高溫鹽霧環境中的控制器突然失效。這時，損失的不再只是幾行感測數據，而是整條航道的指引功能，甚至可能引發無法挽回的災難。在工業物聯網（IIoT）的技術敘事中，我們常追求雲端運算與大數據，但「高可靠度」才是刻進硬體底層的靈魂。泓格科技推出的 RPAC-2858M，其設計初衷便是為了在那些「絕對不能斷線」的嚴苛應用中，建立一道系統韌性的最後防線。

超過 130 處燈塔站點，面臨三項系統整合課題

這項應用源自南亞某大國沿岸燈塔監視系統升級專案，涵蓋超過 130 處燈塔站點，由當地跨國海事系統整合商負責設計與部署。

由於各站點長期處於高濕、鹽霧環境，且位置分散、維護不易，系統需同時滿足三項需求：

1. 高可用性，控制器異常時須快速切換至備援設備。
2. 多樣化資料採集能力，整合電力計、環境感測器及類比、數位訊號。

- 遠端管理，各站點須透過 VPN 將資料傳送至中央 SCADA 系統，進行跨區域集中監控。

雙 RPAC-2858M 建立自動切換備援核心

為降低單一控制器故障造成的監控中斷風險，系統採用兩台 RPAC-2858M 組成 Main / Backup 雙主機備援架構。

兩台控制器透過 RS-422 進行 Heartbeat 心跳偵測，持續確認彼此運行狀態；另一方面，利用獨立乙太網路進行資料同步，使備援控制器能維持與主控制器一致的變數狀態。

當主控制器發生異常時，備援控制器可於 0.2 秒內接手控制工作，降低控制器故障造成的系統中斷時間。

這樣的設計特別適合分散於偏遠地區、難以即時派員維護的燈塔站點，透過控制層本身的備援機制，提高整體系統持續運行能力。

分散式 I/O 整合現場監測訊號

在現場資料擷取方面，系統透過乙太網路 Remote I/O 建構分散式架構，整合不同類型的感測與設備訊號。

其中，ET-7217 負責類比訊號採集，例如電壓與電流感測訊號；ET-7244 則提供數位輸入與數位輸出，用於設備開關狀態監控及控制。

在電力監控方面，透過 Modbus RTU 整合三相電力計，即時取得燈塔設備的用電資訊。

透過分散式 I/O 架構，可將不同設備與感測訊號集中整合至控制平台，再進一步進行資

零斷線藍圖：三層式高可靠度監控架構



▲ 圖 1：高可靠度海岸監視系統架構圖

料處理與傳輸。

從現場 HMI 到中央 SCADA 的遠端監控

為兼顧現場操作與中央管理需求，各燈塔站點配置觸控式人機介面，讓現場維護人員可直接查看設備與系統狀態。

同時，系統透過 4G VPN 路由器建立遠端通訊連線，將各站點資料傳送至中央控制室的 SCADA 系統，使管理人員能集中掌握不同地區燈塔的運行狀況。

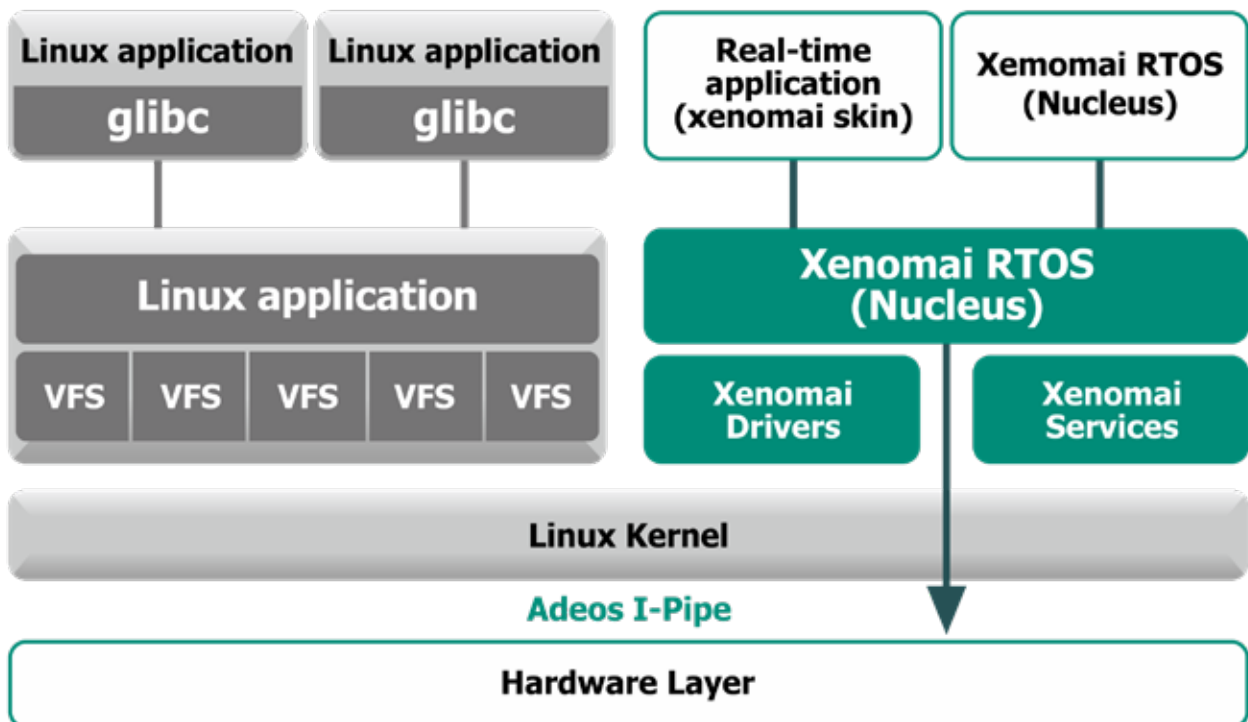
如此一來，即使站點位於偏遠海岸，仍可透過中央監控掌握設備狀態，降低完全依賴現場人工巡檢的限制。

RPAC-2858M 兼顧即時控制與通訊需求

海岸監視系統除了執行控制邏輯，也需同步處理 I/O 資料、遠端通訊與監控等工作，因此控制平台的即時性與多工處理能力同樣重要。

RPAC-2858M 搭載 Cortex-A53 1.6 GHz 四核心處理器，運行 Linux Kernel 4.14.78，並整合 Xenomai Real-time Framework。透過 Xenomai 即時架構，可讓控制相關工作維持穩定的執行週期，系統 Scan Time 可維持於 1 ms 至 15 ms，同時降低 4G VPN 傳輸、Web Server 等非即時工作對控制程序的影響，使控制與通訊功能能在同一平台上協同運行。

在控制程式開發與維護方面，RPAC-2858M 內建符合 IEC 61131-3 標準的 Win-GRAF 軟邏輯開發軟體，工程師可使用 LD、ST 等程式語言進行控制邏輯開發。Win-GRAF 並支援 On-line Change 線上修改功



▲ 圖 2：Xenomai 雙核心架構圖

能，可在系統持續運行的情況下調整控制邏輯或相關參數。

對於站點分散、現場維護不易的海岸監視應用來說，這項功能可提升後續程式調整與系統維護的彈性。



▲ 圖 3：Win-GRAF 軟體邏輯平台

多種工業通訊協定，提高設備整合彈性

燈塔站點內可能同時存在不同世代及不同通訊介面的設備，因此控制器除了即時運算能力之外，也必須具備足夠的通訊整合彈性。

RPAC-2858M 支援 OPC UA Server、Modbus TCP / RTU、DCON 與使用者自定義協定，可因應不同現場設備的資料交換需求。

OPC UA Server 可用於跨平台通訊；Modbus TCP / RTU 可整合 Ethernet 與序列通訊設備；DCON 可連接泓格科技相關 I/O 模組；使用者自定義協定則提供特殊設備的整合彈性。

除此之外，RPAC-2858M 的 COM1、COM2 與 COM3 通訊埠具備 2500 V_{DC} 隔離保護，可提升工業現場通訊介面的防護能力。

從單一設備備援到完整遠端監控架構

透過 RPAC-2858M 雙主機備援、分散式

I/O、電力監控與 4G VPN 通訊整合，本案建立兼顧控制可靠度、資料採集與中央管理的完整架構。

當主控制器異常時，備援控制器可於 0.2 秒內接手；透過中央 SCADA，管理人員亦可遠端掌握各站點設備狀態。Win-GRAF 與多種工業通訊介面則提供後續控制邏輯調整、I/O 擴充與第三方設備整合所需的彈性。

對於燈塔、海岸監測及其他分散、偏遠且需長時間持續運行的自動化應用而言，系統設計不僅需要資料採集與遠端通訊，更須考量設備故障時的持續運作能力。RPAC-2858M 結合雙機自動切換、即時控制與遠端管理，可作為串聯現場控制與中央監控的核心平台。

產品資訊

RPAC-2858M	Linux 作業系統的 Win-GRAF 可程式化控制器
ET-7217	網路型 I/O 模組，8-ch AI, 4-ch DO
ET-7244	網路型 I/O 模組，8-ch DI, 8-ch DO
PM-5133	3.5" 觸控螢幕，三相智能電錶，Modbus RTU

使用者可以在網頁上獲得更詳細的產品資訊，例如產品規格、操作手冊…等，請參考以下連結：

<https://www.icpdas.com/tw/product/p02.php?root=641&kind=1012>

<https://www.icpdas.com/tw/product/RPAC-2858M>



強化工控環境 邁向智慧製造新時代 - GW-2500iM 系列資安型閘道器

隨著智慧製造與工業物聯網快速發展，工控設備在提升連線效率的同時，也面臨更高的資安風險。泓格 GW-2500iM 資安型閘道器整合 Modbus TCP 與 RTU/ASCII 通訊轉換、TLS 加密、網路驗證及存取控管等功能，協助企業在保留既有設備架構下，提升工控通訊安全、設備管理與系統部署彈性。

文 / Cindy Huang

隨著智慧製造與工業自動化持續發展，工廠內 PLC、RTU、感測設備、SCADA 與上層資訊系統之間的連線日益緊密。設備互聯程度提高，也使工控網路逐漸面臨更多來自資料傳輸、身分驗證與設備存取管理等資安需求。

泓格科技推出新一代 GW-2500iM 資安型閘道器，在傳統工業閘道器的通訊轉換功能之

外，進一步整合多項安全通訊與網路管理機制，協助企業在既有設備架構下提升通訊安全，同時兼顧設備整合與部署彈性，為智慧製造建立更安全的連線基礎。

工業資安再進化，打造智慧工廠的第一道安全防線

隨著智慧製造、工業物聯網 (IIoT) 與數位轉型快速發展，工廠設備彼此互聯已成為現代製造業的重要架構。OT (Operational Technology) 網路與 IT 系統的整合範圍持續擴大，設備除了需要維持穩定與即時通訊，也必須面對未授權存取、資料傳輸安全與工控網路攻擊等風險。如何在確保產線穩定運作的同時，強化通訊安全與設備防護能力，已成為智慧工廠建置的重要課題。

泓格科技 GW-2500iM 工業資安閘道器專為工業控制環境設計。相較於傳統 Modbus Gateway 主要著重於通訊協定轉換，GW-2500iM 進一步將「通訊轉換」與「資安防護」整合於單一設備中，支援 Modbus TCP 與 Modbus RTU/ASCII 通訊，可整合既有 PLC、RTU、電力監控設備、SCADA 與各類工控設備。企業不需大幅更動原有系統架構，即可逐步提升既有 Modbus 系統的通訊安全。

在資安功能方面，GW-2500iM 整合 HTTPS

安全管理、TLS 加密傳輸、AES-128/AES-256、SHA-256、IEEE 802.1X 網路驗證與 IP Address Filter 等多項安全機制，可從設備管理、網路存取與資料傳輸等不同層面強化通訊安全。同時支援 IPv4/IPv6 Dual Stack、VLAN、QoS、LAN Bypass 與 PoE 等工業網路功能，兼顧網路可靠性與現場部署彈性。

無論應用於智慧製造、半導體、能源管理、水處理或其他工業控制場域，GW-2500iM 都可部署於既有 Modbus 設備與 Ethernet 網路之間，作為 OT 設備對外通訊的重要節點，協助企業建立安全、穩定且易於管理的資料傳輸環境。

資安型 GW-2500iM 與一般 Modbus Gateway 比較

傳統 Modbus Gateway 的主要任務，是解決 Ethernet 與 Serial 設備之間的通訊轉換需

規格 \ 類型	GW-2500iM 系列	傳統型閘道器
Modbus 通訊協定	Modbus TCP/UDP/TLS	Modbus TCP/UDP
Web	HTTP/HTTPS	HTTP
傳輸加密	AES-128、AES-256、SHA-256	-
IEEE 802.1X	EAP、PEAP	-
使用者驗證	使用者帳號驗證	無 / 簡易帳號
PoE 供電	IEEE 802.3af, Class 2	多數無支援
防止未授權存取	HTTPS + IP Filter + Authentication	-
IPv6	IPv4 / IPv6 Dual Stack	多數無支援
SNMPv3	安全網管	-

▲ 表 1 GW-2500iM 資安型閘道器與傳統 Modbus 閘道器功能比較

求。隨著工控設備逐步接入企業網路、SCADA 與遠端管理系統，Gateway 所扮演的角色也從單純的協定轉換，進一步延伸至設備存取與通訊安全。

GW-2500iM 除支援 Modbus TCP/UDP 外，進一步加入 Modbus TLS、HTTP/HTTPS、IEEE 802.1X、使用者帳號驗證、IP Filter 與 SNMPv3 等功能，同時支援 AES-128/AES-256、SHA-256、IPv4/IPv6 Dual Stack 及 IEEE 802.3af PoE，可將設備整合、網路管理與安全通訊集中於同一平台。

產品特色

多重資安防護機制，強化工控通訊安全

當工控設備逐步接入 Ethernet、企業網路與遠端管理系統後，除了需要確保資料可以穩定傳輸，也必須進一步管理設備登入、網路連線與資料交換過程中的安全性。

GW-2500iM 提供 HTTPS 網頁管理介面與 Modbus TLS 加密通訊，並支援 SSL/TLS 憑證驗證、AES-128/AES-256、SHA-256，以及 IEEE 802.1X 網路驗證。針對設備連線來源，也可透過 IP Address Filter 建立白名單或黑名單，

並搭配 Netstat 即時檢視網路連線狀態，掌握設備目前的通訊情形。

透過不同層級的安全機制，GW-2500iM 可從設備管理、網路存取與資料傳輸三個面向提升 Modbus 通訊環境的安全性，讓既有工控設備在維持原有控制架構的同時，也能逐步因應現代 OT 網路的資安需求。

工業協定轉換，延續既有設備使用價值

許多工廠目前仍大量使用 RS-232、RS-422 或 RS-485 通訊設備，若因網路升級而全面更換既有 PLC、RTU、儀表或控制器，不僅設備成本高，也可能增加系統修改、測試與停機導入的負擔。

GW-2500iM 支援 Modbus TCP 與 Modbus RTU/ASCII 之間的協定轉換，可讓既有 Serial 設備接入 Ethernet 網路，使不同世代與不同通訊介面的設備在同一系統架構下進行資料交換。企業可在保留既有設備的前提下進行網路升級，不需因通訊介面差異全面汰換設備，有助於降低系統整合成本與改造幅度。

透過網頁管理介面，工程人員亦可直接進行設備設定與管理，使 GW-2500iM 不只是協定



▲ 圖 1 | GW-2500iM OT / IT 安全通訊與協定整合示意

轉換設備，也成為既有 OT 設備連接 Ethernet 網路的重要橋梁。

異常網路流量防護，提升設備通訊穩定性

工控設備通常需要長時間保持網路連線，當設備短時間內接收到大量異常封包時，可能占用網路與系統資源，進而影響正常通訊。

GW-2500iM 內建阻斷服務攻擊相關防護機制 (DoS / DDoS)，可在偵測異常網路流量時進行流量管理，降低大量異常封包對設備正常通訊造成的影響，並盡可能維持 Ethernet 通訊與設備運作穩定性。

IPv4 / IPv6 雙協定，完整工業網路管理，提升通訊彈性

面對 IPv4 與 IPv6 並存的網路環境，GW-2500iM 採用 Dual Stack 設計，可同時支援 IPv4 與 IPv6，既能延續既有 IPv4 網路架構，也保留未來導入 IPv6 的擴充彈性。產品同時支援 SLAAC 自動位址設定與 IPv6 Plug-and-Play，可降低 IPv4 與 IPv6 共存環境下的網路設定複雜度。

在設備管理方面，GW-2500iM 支援 mDNS 主機名稱解析，可利用固定的 .local 主機名稱存取設備。即使設備透過 DHCP 取得的 IP 位址發生變更，使用者仍可透過固定主機名稱進行連線，減少重新查找 IP 位址所需的管理作業。

針對工業網路流量管理，GW-2500iM 支援 IEEE 802.1Q VLAN，可依應用需求進行網路邏輯分區；搭配 IEEE 802.1p Priority 與 QoS (Quality of Service) 機制，可針對重要控制封包設定較高的傳輸優先權。當網路流量增加



▲ 圖 2 | GW-2500iM 網頁管理介面

時，關鍵工控資料可優先傳輸，降低網路壅塞對控制通訊造成的影響。

簡化配線與管理，提高現場部署效率

除了通訊與資安功能之外，實際工業現場的設備安裝空間、網路配線與供電條件，也會直接影響系統部署效率與建置成本。

GW-2500iM 內建 2-Port Ethernet Switch，可建立 Daisy Chain 菊鏈式網路架構。多台設備連續部署時，可直接利用雙乙太網路埠進行串接，減少額外交換器與網路配線需求，有助於簡化施工並提高後續系統擴充彈性。

在供電方面，GW-2500iM 符合 IEEE 802.3af PoE 標準，可透過 Ethernet 網路線取得電力，同時也支援 DC 電源、AC Adapter 及其他輔助電源配置方式。工程人員可依設備安裝位置與現場供電條件選擇適合的方式，在部分應用環境中可進一步減少額外電源配線。

GW-2500iM 同時提供 Web-based 管理介面，使用者可直接透過標準瀏覽器登入設備進行設定與管理，不需額外安裝專用軟體。管理介面支援 HTTP 與 HTTPS，可進行遠端設備設定，也能跨不同作業平台使用，有助於降低維護成本。

結語

隨著智慧製造、工業物聯網與設備聯網持續發展，工控系統的通訊需求已不再只是讓設備彼此連線，資料加密、網路驗證、設備存取與通訊管理也逐漸成為系統建置的重要考量。

對既有工控系統而言，全面更換 PLC、RTU、儀表及現場控制設備往往需要投入大量成本，也可能增加系統修改與停機導入的負擔。如何在延續既有設備使用的同時提升通訊安全，是許多 OT 網路升級時需要面對的實際問題。GW-2500iM 可作為 Modbus TCP 與

GW-2500iM 系列選型

Modbus TCP ↔ RTU/ASCII 資安型閘道器，支援 PoE 與端子型電源輸入

型號	序列埠數	序列介面	Ethernet
GW-2515iM	1 Port	RS-422 / RS-485	2-Port 10/100 Mbps
GW-2525iM	2 Ports	RS-422 / RS-485	2-Port 10/100 Mbps
GW-2535iM	3 Ports	RS-422 / RS-485	2-Port 10/100 Mbps
GW-2518iM	1 Port	RS-232 / RS-422 / RS-485	2-Port 10/100 Mbps
GW-2528iM	2 Ports	RS-232 / RS-422 / RS-485	2-Port 10/100 Mbps

※ 介面說明：RS-232 採 3-wire、RS-422 採 4-wire、RS-485 採 2-wire 通訊配置

▲ 表 2 GW-2500iM 系列通訊介面與型號選型表

Modbus RTU/ASCII 之間的最佳橋樑。資安型閘道器，在不需大幅改變既有設備架構的情況下，整合協定轉換、安全通訊、網路驗證與存取管理功能。部署於既有 Modbus 設備與 Ethernet 網路之間，可延續現場 PLC、RTU、儀表與控制設備的使用價值，同時提升設備連線與管理的安全性。

從單純的設備互聯，進一步走向更安全的工業通訊，GW-2500iM 將 Modbus 協定轉

換與資安機制整合於同一閘道器，協助既有 Modbus 應用建立更安全、穩定且易於管理的通訊環境，讓企業在兼顧既有設備投資的前提下，逐步提升智慧工廠的 OT 網路安全能力。



打造工業控制系統的資安防線

工業控制、邊緣運算與安全通訊整合方案



傳輸層加密
防竊聽與竄改



網路層防禦
主動阻斷威脅



設備層主動防護
身份認證與主動式防護

系統整合監控 (Monitoring)



SmartView

SCADA Integration

- 使用者權限控管
SSL Encryption
- Audit Trail 操作追蹤
- 安全遠端存取

網路與通訊安全 (Network & Comms)



GW-6000

Secure Gateway

- 端到端通訊加密
(TLS / HTTPS)
- X.509 憑證
- 防暴力破解 / 鎖定機制

端點與邊緣控制 (Endpoint & Edge)



**RPAC-2658M /
RPAC-9848**

Edge Controller/PAC

- MDVPN 安全遠端連線
- 防火牆機制
- IDS/IPS 入侵防禦
- OverlayFS 防竄改
- Secure OTA 更新

底層資料擷取 (Physical I/O)



U-7500 系列

Remote I/O

- OPC UA / RESTful
- SSL/TLS 加密
- X.509 憑證驗證
- IP 白名單機制
- HTTPS 安全管理

PET-AR401

AI Edge 智慧振動監測裝置

即時監測 · 智能診斷 · 預知維護



AI Edge 邊緣運算



即時振動分析



17 種故障診斷



健康度評估



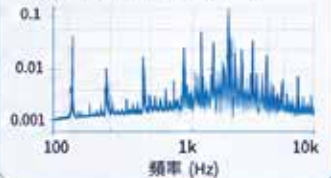
分散式監測架構



設備綜合健康指標



振動頻譜 (Spectrum)



診斷結果 (Diagnosis)

- ☒ · 不平衡 (Unbalance)
- ☐ · 不對中 (Misalignment)
- ☐ · 軸承異常 (Bearing Fault)
- ☐ · 機械鬆動 (Looseness)
- ☐ · 共振 (Resonance)

從振動訊號到健康度評估 馬達健康監測如何實現預知維護

PET-AR401 透過邊緣運算即時分析設備振動、辨識異常與故障原因，搭配 iMotor Utility 集中管理，協助企業掌握設備劣化趨勢、降低非預期停機與過度保養，建立數據驅動的智慧維護決策。

文 / Mac Cho

工研院多年投入馬達健康診斷技術研究，透過振動訊號分析設備運轉狀態，並結合健康度評估模型，協助使用者及早發現設備異常、掌握劣化趨勢，在故障發生前規劃維護作業，降低非預期停機風險。

泓格科技與工研院合作完成技術轉移，將這套成熟的振動診斷模型導入 PET-AR401 AI Edge 智慧振動監測裝置。透過邊緣運算 (AI Edge Computing)，可於設備端即時分析振動訊號，分散式監測每台馬達的健康狀態，提供健康度指標、異常警示及故障診斷資訊，協

助企業建構高效率、低延遲且易於擴充的智慧預知維護 (Predictive Maintenance) 解決方案。PET-AR401 同時支援 17 項故障因子模型，並可依據 ISO 20816 標準提供設備健康評級。

從反應式維修到 AI 預知維護： 打造智慧工廠的馬達健康監測系統

在現代工廠中，馬達是驅動各類設備運轉的重要核心。無論是幫浦、風機、壓縮機、輸

送帶或 CNC 機台，幾乎都仰賴旋轉機械持續運作。一旦馬達發生異常，往往不只是更換零件這麼簡單，更可能造成整條產線停工、生產延誤，甚至影響交期與企業營運。

因此，如何在設備真正故障之前掌握健康狀況，已成為智慧製造的重要課題。

傳統維修方式的限制

長期以來，設備維護主要採用兩種方式。

反應式維修 (Reactive Maintenance)

設備發生故障後才進行維修，是最傳統也是最被動的維護方式。

這種方式雖然不需要額外投入設備監測成本，但當故障發生時，設備通常已經停止運轉，甚至可能進一步造成產線停工、生產延誤或連鎖性的營運損失。

對製造業而言，真正需要面對的往往不只是零件更換與維修費用，而是非預期停機所帶來的產能與交期風險。

預防性維修 (Preventive Maintenance)

另一種常見方式，是依照固定時間或設備運轉時數安排定期保養，例如依週期更換軸承、皮帶或潤滑油。

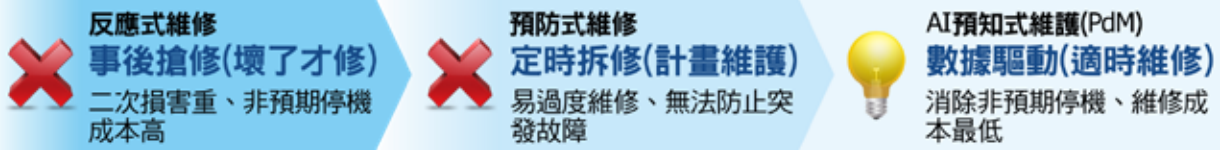
這種方式雖可降低部分突發故障風險，但固定保養週期末必完全符合每一部設備的實際健康狀況。

有些零件仍處於正常使用狀態，卻因保養週期而提前更換，可能增加不必要的維護成本；相反地，設備也可能在兩次保養期間發生異常，使定期保養仍存在監測空窗。

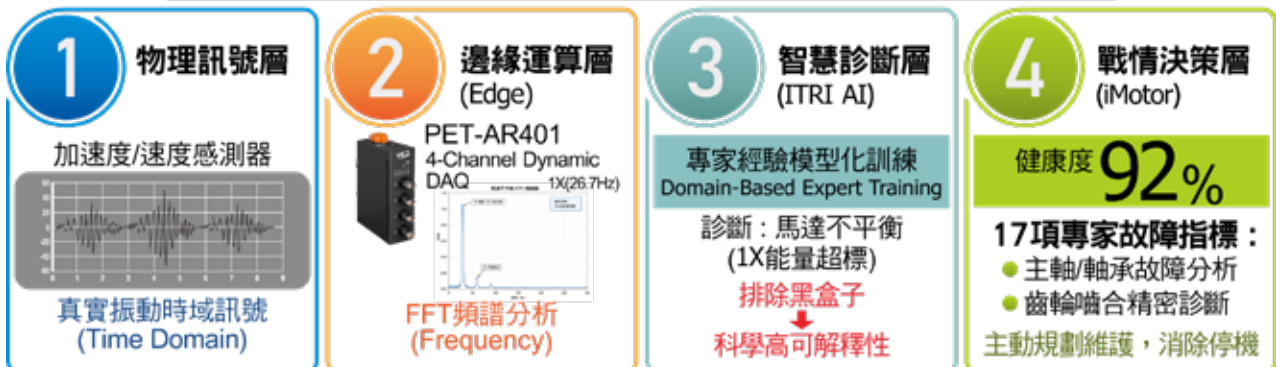
因此，如何從「固定時間保養」進一步走向「依設備實際狀態維護」，逐漸成為智慧製

從反應式維修到AI預知維護：馬達健康監測技術架構

維修策略效能演進 (Evolution of Maintenance Strategies)



iMotor 數據採樣與 AI 診斷流向 (System Architecture & Data Flow)



造的重要課題。

從定期保養走向預知維護

定期保養雖然降低了突發故障的機率，但也容易造成過度維修。許多零件仍處於正常可用狀態，卻因保養週期而提前更換，不僅增加維護成本，也無法避免週期間突然發生的異常。

近年來，工業物聯網 (IIoT)、感測技術與人工智慧逐漸成熟，設備維護也開始朝向智慧預知維護 (Predictive Maintenance) 發展。

企業不再需要依賴固定保養週期，而是根據設備的實際健康狀況安排維護時機，大幅提升維修效率，同時降低停機風險。

也就是將維護模式從：



逐步轉變為：



透過設備狀態資訊輔助維修決策，有助於降低非預期停機風險，同時減少不必要的提前保養。

為什麼振動能反映馬達健康？

對於旋轉機械而言，振動就像人體的心跳。

設備在正常運轉時，會呈現穩定的振動特徵；當零件開始磨損、鬆動或產生偏移時，振動訊號便會率先發生變化，而且通常早於溫度升高或設備停止運轉。

透過分析振動頻譜，可以辨識許多常見故障，例如：

- 不平衡 (Unbalance)
- 不對中 (Misalignment)
- 機械鬆動 (Mechanical Looseness)
- 軸承磨損 (Bearing Fault)
- 齒輪異常 (Gear Fault)
- 共振 (Resonance)

因此，振動分析已成為旋轉設備健康監測最重要的方法之一。

AI Edge：讓診斷發生在設備端

工研院多年投入旋轉機械健康診斷技術研究，透過振動訊號分析結合健康度評估模型，建立設備健康診斷技術，協助使用者掌握設備異常與健康狀態變化。

泓格科技與工研院合作完成技術移轉，進一步將相關診斷技術整合至 PET-AR401 AI Edge 智慧振動監測裝置。

不同於單純將原始振動資料傳送至中央系統後再進行分析，PET-AR401 將振動資料採集、分析與診斷能力整合於設備端，可直接產生設備健康與故障診斷資訊。

PET-AR401 支援 4 通道 IEPE 外接式加速規，解析度與取樣頻率達 24-bit / 128 kS/s，並提供乙太網路介面，支援 Modbus TCP 與 Raw Data，方便與既有監控或上位系統進行整合。

將分析能力部署於設備端，也有助於減少所有原始振動資料皆需集中處理的需求。當企業逐步增加設備監測節點時，可以依照現場架構進行分散式部署，使設備診斷能力更貼近現場。

可解釋的馬達健康度，讓診斷結果更值得信賴

近年來人工智慧技術快速發展，但許多 AI 模型屬於黑盒子（Black Box），只能提供診斷結果，卻無法說明判斷依據。

例如系統僅顯示：

健康度：73%

使用者仍然無法判斷設備究竟發生了什麼問題，也難以制定後續維修策略。

因此，設備健康監測真正具有價值的地方，不只是產生健康度，而是能進一步協助使用者了解可能的異常來源。

PET-AR401 將 AI 振動解析與設備診斷整合於設備端，可產生綜合健康指標，並具備 17 項故障因子模型。

這些故障因子涵蓋馬達、主軸、軸承與齒

輪等常見旋轉機械異常，可將複雜的振動訊號進一步轉換為較容易理解的設備診斷資訊。

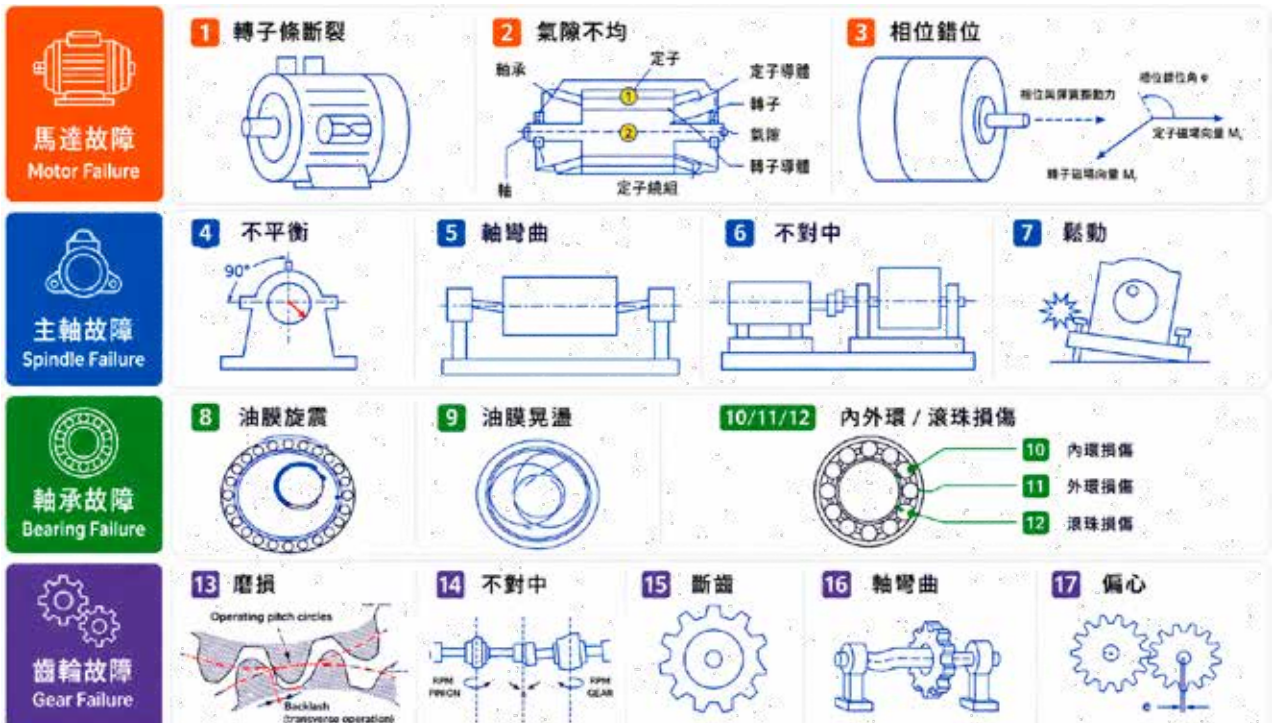
例如：

- 一倍轉速振動異常，推測設備不平衡
- 二倍轉速振動增加，可能發生軸心不對中
- 軸承特徵頻率異常，疑似軸承磨損

透過可解釋的診斷結果，維修人員能快速掌握 17 項異常原因，大幅提升診斷效率與決策信心。相較於單純提供原始振動值，這種診斷方式更能協助維修人員快速掌握可能的故障方向，進一步作為現場檢查與維護決策的依據。

iMotor Utility：設備健康一目了然

除了設備端的 AI 分析之外，一套完整的設備健康監測架構，也需要讓使用者可以快速理解診斷結果。



透過 iMotor Utility 視覺化介面，可將設備監測與診斷資訊轉換為較直觀的健康狀態呈現，協助管理者查看設備健康度、異常狀態、歷史趨勢與故障診斷結果。

相較於直接查看複雜的振動波形與頻譜，透過視覺化介面呈現健康資訊，可以讓現場人員更快掌握哪些設備需要優先關注。

尤其當監測設備逐漸增加時，維護人員真正需要的不是逐一檢查所有振動數據，而是快速找到健康狀態發生變化的設備，再進一步查看可能的異常原因。

管理者可快速掌握：

- 設備健康度
- 異常警示
- 歷史趨勢
- 故障診斷結果
- 維修建議

即使管理數百台設備，也能透過健康度排序與燈號管理，在短時間內找出最需要優先處理的設備。

PET-AR401 本身內建 17 項故障因子模型，涵蓋馬達、主軸、軸承與齒輪等設備常見故障，可協助使用者縮短從「發現異常」到「判斷問題方向」之間所需的時間。

建立以數據為基礎的維修決策

AI 馬達健康監測系統最大的價值，不只是提供健康度數值，而是建立一套以數據為基礎的維護決策流程。

企業可藉由持續監測設備健康狀態，提早安排維修、降低非預期停機、避免過度保養，並提升設備使用壽命與維修效率。

維護工作的判斷依據也可以逐步從：

固定時間與人工經驗

轉變為：



如此一來，有助於降低非預期停機風險、減少不必要的提前保養，同時提高故障排查與維護工作的效率。

從被動等待故障，到主動掌握設備健康；從依靠經驗判斷，到以 AI 與數據輔助決策，預知維護正逐漸成為智慧製造不可或缺的重要技術。

當設備開始「說話」，真正重要的不只是收到警報，而是能不能理解設備所傳達的異常資訊。

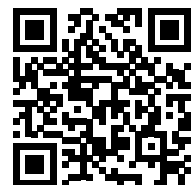
透過 PET-AR401 將振動、AI 分析、綜合健康指標與 17 項故障因子診斷整合於設備端，企業可以進一步將原本複雜的振動資料轉化為更具判讀價值的設備健康資訊。PET-AR401 同時提供 Ethernet、Modbus TCP 與 Raw Data 介面，方便與既有系統進行後續整合。

真正的預知維護，不只是提早知道設備可能出現問題，而是讓企業有機會在故障真正造成停機之前，看懂設備狀態、判斷異常方向，並做出更合適的維護決策。

這正是 AI 馬達健康監測系統所帶來的核心價值。

PET-AR401 產品資訊

<https://www.icpdas.com/tw/product/PET-AR401>



I-8018W-G/S1

8 通道高速熱電偶 (Thermocouple) 輸入模組



100 Hz 高速取樣，強化多通道溫度資料擷取能力

泓格 I-8018W-G/S1 8 通道高速熱電偶輸入模組，搭配 CN-1825 子板使用，提供 8 個熱電偶輸入通道，每通道支援最高 100 Hz 取樣率，可因應需要較高資料更新頻率的多通道溫度量測與資料擷取需求。

I-8018W-G/S1 支援 J、K、T、E、R、S、B、N、C、L、M 及 L DIN43710 等多種熱電偶型式，各通道可獨立設定，使用者可依不同量測條件彈性配置，在單一模組中整合多點溫度訊號。模組採用 16-bit 解析度，每通道取樣頻率可達 100 Hz，相較於 I-87018W-G 的 10 Hz 取樣規格，可提供更高頻率的溫度資料更新。

I-8018W-G/S1 適合需要同時監測多個溫度測點，並持續取得較高頻率溫度變化資料的系統。例如設備製程中的多點溫度監控、加熱或熱處理設備的溫度資料擷取，以及測試設備中不同測點的溫度紀錄等。透過 8 個可獨立設定的熱電偶輸入通道，可依各測點使用的熱電偶類型進行配置；100 Hz 的取樣能力則有助於取得較密集的溫度變化資料。

在量測與輸入保護方面，I-8018W-G/S1 每通道皆具備自動冷點補償 (Cold Junction Compensation)、熱電偶斷線偵測及 30 V DC 過電壓保護，可支援熱電偶溫度量測，並協助系統辨識輸入端異常狀態。

通訊方面，I-8018W-G/S1 支援 Modbus RTU 通訊協定，UART 傳輸速率最高可達 921K bps，每個模組占用一個 COM Port；並提供 Windows 10 IoT、WES7、Windows CE 6.0、Windows CE 7.0 及 Linux OS PAC 等平台的 COM Port 驅動程式，可配合不同 PAC 系統架構進行整合。

透過 8 通道熱電偶輸入、每通道 100 Hz 高速取樣、多種熱電偶型式支援，以及冷點補償、斷線偵測與過電壓保護等功能，I-8018W-G/S1 可作為多點溫度監測與高速溫度資料擷取的 I/O 選擇，協助使用者整合溫度量測與控制系統。

了解更多產品資訊：https://www.icpdas.com/tw/product/I-8018W-G_S1



iNS-3224-SFP

24-port 10/100 Mbps + 2 SFP Combo PoE(PSE) IoT 網路交換機

整合 PoE 遠端管理、電源排程與 LAN Bypass，提升網路設備管理彈性

泓格 iNS-3224-SFP 24 埠 PoE(PSE) IoT 網路交換機，提供 24 個 10/100 Mbps 網路埠及 2 個 100/1000 Mbps SFP/RJ Combo 埠，並支援 IEEE 802.3af/at PoE 供電功能，每個 PoE 埠最大可提供 30 W 電力，適合需要集中整合網路通訊與設備供電的系統架構。

iNS-3224-SFP 支援自動協商、流量控制與 MDI/MDI-X 等網路功能，24 個網路埠皆具備 PoE 供電能力，並配置獨立 PoE 狀態指示燈，方便使用者快速確認各埠的供電狀態。另提供 2 個 100/1000 Mbps SFP/RJ Combo 埠，可依系統架構選擇銅纜或光纖連線方式，增加網路擴充與配置彈性。

在設備管理方面，iNS-3224-SFP 內建 Web GUI 網頁操作介面，使用者可透過網路遠端查看各埠連線狀態，並進行 PoE 電源管理。其電源排程功能可依設定時段自動開啟或關閉設備供電，在設備無須持續運作的期間切斷電源，有助於降低不必要的能源使用。產品同時支援 SNMP_v2c 與 Modbus 協定，便於整合至既有

網路與監控管理系統。

此外，iNS-3224-SFP 支援 LAN Bypass 功能，當交換機模組斷電時，埠 1 與埠 2 可維持網路通訊不中斷，降低設備斷電對特定網路連線造成的影響。整機採用 1U 機架式設計，便於安裝於標準機櫃中。

透過多埠 PoE 供電、遠端電源管理、排程控制、SFP/RJ Combo 擴充及 LAN Bypass 等功能，iNS-3224-SFP 可協助使用者集中管理多台網路設備的通訊與供電，提供更具彈性的 IoT 網路建置與管理方式。

了解更多產品資訊：<https://www.icpdas.com/tw/product/iNS-3224-SFP>

振動預診解決方案



自動分析引擎



一鍵健康指標



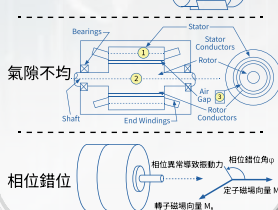
17 項故障因素模型

17種故障因素

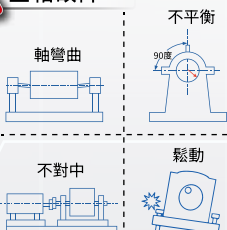


馬達故障

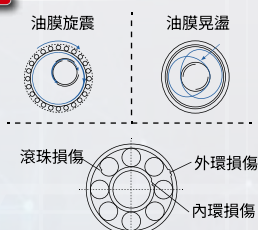
轉子條斷裂



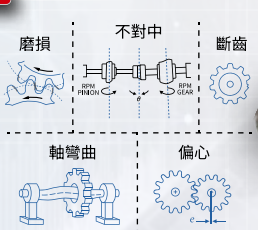
主軸故障



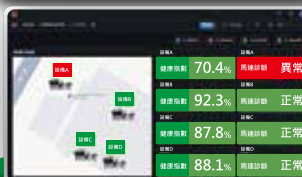
軸承故障



齒輪故障



振動訊號採集 | 故障診斷分析



綜合健康指標



整合工研院PMS技術

128 kS/s 高速採樣

24 位元ADC

4 通道IEPE輸入

iSN 振動感測器系列



iSN-701X-ma
iSN-701X



iSN-711-MRTU
iSN-713-MRTU



iSN-701-F15-L030
iSN-701-F15-L060

iWSN

無線振動感測器系列



iWSN-100X-CLE
iWSN-101X-CLE



iXN-2VB1
iXN-2VB3

乙太網路 高速數據採集模組 + SG 系列



PET-7H16M
PET-7H24M



SG-3227
SG-3037



iSN-701-F15-L030
iSN-703-F1-L015

AR 系列 高速振動數據記錄器



AR-200/300-T/400



iSN-701-F15-L030
iSN-701-F15-L060



E-Catalog

Vibration
Measurement
Solution



E-Catalog

振動量測
解決方案