

# 以 CAN bus 架構太陽能電動船的安全通訊

文 / Johney Hu (TEL : 07-2157688 ; E-mail : johney\_hu@icpdas.com)

傳統的電池管理系統 (BMS) 採用點對點的單一控制方式，但太陽能電動船動輒上千個電池單元 (Battery cell)，點對點的控制已不能滿足系統的需求，粗大的線束不僅會佔用電動船艙內寶貴的空間，更無法滿足快速檢修的需求。在充滿雜訊的電氣環境下，CAN bus 可提供高度容錯的機制與錯誤校正的能力，讓電動船的控制網路系統擁有連線可靠、節省空間及方便檢修等特性。

## 引言

為了減緩全球暖化造成的氣候異常變遷問題，全球均致力於發展節能減碳技術，包括發展潔淨能源與提高能源使用效率。提倡並推廣節能減碳的技術，伴隨而生的綠能產業已成現今世界各國皆積極推展的新興產業，不但將會帶動龐大綠能產業商機，更漸成為 21 世紀全球社會、環境與經濟發展不可或缺的關鍵項目。台灣的天然資源匱乏，幾乎所有能源均來自於進口，而且多數來自政經情勢不穩定的中東地區，能源供應風險大。而台灣擁有極佳的技術研發和製造能力，具備資通訊、半導體、平面顯示器、機電、金屬、材料等產業之厚實基礎與充沛人才，這些優勢都易移轉於發展綠能產業。綠能產業發展不僅可用於國內市場，提高能源自主供應比例，亦有助對外爭取全球綠色經濟商機，促進經濟發展。因此，政府近年來積極推動綠能產業發展，期透過政府與民間企業通力合作，促使

我國綠能產業在競爭激烈的國際供應鏈中佔有一席之地。我國政府近年來積極輔導綠能觀光產業，持續投入太陽能電動船的開發，不僅維護河川或湖泊不受柴油與廢氣汙染，同時展現綠能科技與 [潔] 能應用，讓我國綠能產業能跨出實質的一大步。

太陽能電動船不僅帶來觀光經濟的收益，更在綠能技術有重大的突破，大量先進電子及監控技術被運用到電動船上，不但提昇了太陽能的發電效率外，更導入 CAN 通訊來管理電池 (BMS) 及動力設備，除了監控電池能量的使用外，更保障電動船的行船安全。傳統的電池管理系統 (BMS) 採用點對點的單一控制方式，在傳統單一電池的系統中倒是足以應付，但太陽能電動船動輒上千個電池單元 (Battery cell)，點對點的控制已不能滿足系統的需求，粗大的線束不僅會佔用電動船艙內寶貴的空間，更無法滿足快速檢修的需求；因此，電動船的控制系統逐漸導入成熟的

CAN bus (控制區域網路匯流排) 通訊技術，監控多種設備的狀況或運作情形，例如：電池電量 (SoC)、充放電管理、電池溫度、馬達轉速、太陽能板效能監控、岸邊充電系統、船身傾斜監控、燈控系统等等。在充滿雜訊的電氣環境下，CAN bus 可提供高度容錯的機制與錯誤校正的能力，讓電動船的控制網路系統擁有連線可靠、節省空間及方便檢修等特性。因此，CAN bus 通訊技術在各類傳感器及船舶儀表系統中，已成為綠能監控系統的標準通訊界面。

## CAN bus 特性及技術

德國 Bosch 在 1985 年提出 CAN BUS (Controller Area Network)，不但解決車內線束持續增加的問題，還為日後可靠且有效率的網路系統奠定了基礎。1993 年更制定為標準化 (ISO-11898)，由於具有高可靠性和錯誤檢測能力，也被廣泛應用在船舶、航空電子、大眾交通



▲ 高雄 愛之船



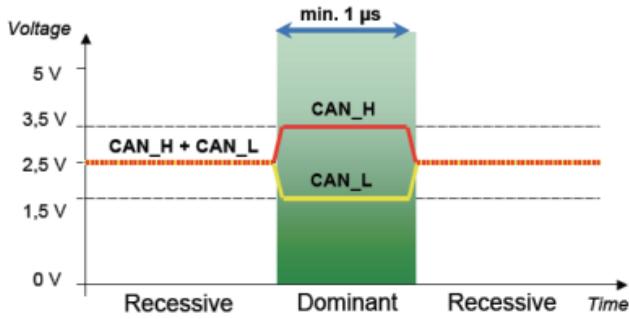
▲ 高雄 愛之船



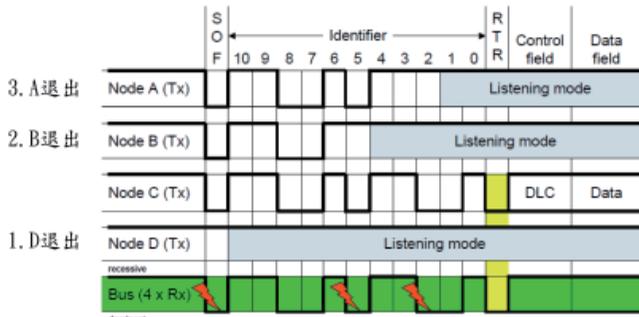
▲ 土耳其的 [飛魚] 綠色環保船

、農用設備、醫療設備、工業控制等等。

CAN BUS 協定具有相當可靠的錯誤處理、強大的容錯能力和偵錯機制，而且這些機制都由硬體自動偵測及處理，不必額外由軟體處理，網路訊息的傳輸不但有效率且更加安全。



▲ CAN bus 電氣特性



▲ 仲裁機制示意圖

CAN bus 具有以下優越的特性：

- ❑ 擁有容錯及防干擾的能力。
- ❑ 具有仲裁機制防止封包碰撞。
- ❑ 多節點而且多主端的特性，提升總線利用率。
- ❑ 可根據 CAN ID 過濾不必要的封包，減輕軟體處理的負擔。
- ❑ 可靠的錯誤處理和五種偵錯機制 (Bit Error、Stuff Error、CRC Error、Form Error、ACK Error)。
- ❑ 當 CAN bus 上的節點偵測到錯誤時，硬體會自動重

新發送該訊息到 bus 上。

- ❑ 節點在錯誤嚴重的情況下，能自動退出 CAN bus，維持 CAN bus 正常運作。
- ❑ 簡化配線複雜度及配線成本。

### 太陽能電動船架構



### 電池組及 BMS 電池管理系統

電池組是太陽能電動船的核心動力來源，BMS 是一套以 CAN 為通訊基礎的系統，用來監視上千個電池單元 (Battery Cell) 的狀況，將電池單元的 CAN bus 通訊埠串聯在一起，利用智能型的 I-8120W CAN 主端模組，來處理即時且龐大的電池通訊封包，能隨時監控每顆電池的作業與立即處理緊急事件，包括電池溫度、

### 電池管理及監視



▲ 德國 PlanetSolar



▲ 德國 [Solarshuttle]



▲ 澳洲 太陽能渡輪

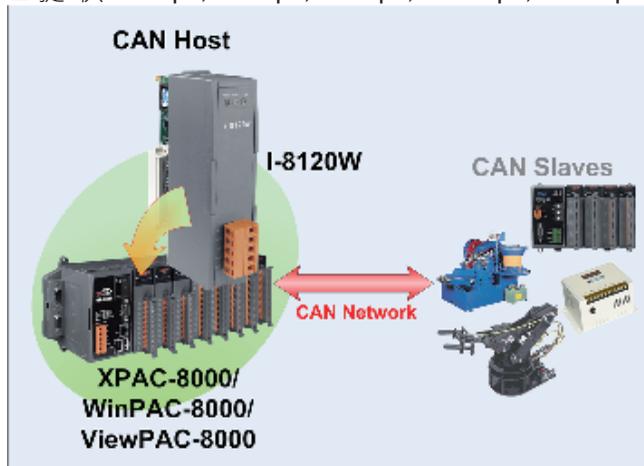
SOC、放電電流、充電電流... 等等，每顆電池都有獨一無二的身份編碼，所以 XP-8341 主機可以統計每一組電池的使用時數及充放次數，進而換算電池的使用壽命及計算電池的健康評等，老化的電池在保養時就可以依身份編碼更換及回收，讓航行中的電池都是狀況良好的，也可避免因電池故障而造成電動船停擺的窘境。

## 智能型 I-8120W CAN bus 主端模組

I-8120W 提供一個 5 針螺絲端子的 CAN 通訊擴充介面。其採用 NXP 的 SJA1000T CAN 控制器與 82C250 收發器，除了能支援 CAN 2.0A 與 2.0B 的規範外，同時也具有訊息重送、仲裁機制與錯誤偵測機制。結合泓格科技研發的主控制器優勢，如：WinPAC-8000 系列、XPAC-8000 系列或 ViewPAC 觸控主機... 等等，I-8120W 藉其上的 186 等級 CPU 與雙埠 RAM，能在不增加主控制器 CPU 負載的情況下，使主控制器成為高效率的多 CAN 通道之可程式 CAN 控制器。此外，搭配主控制器豐富的通訊功能，諸如 RS-232/RS-485/Ethernet 等介面，而成為可程式的設備伺服器。因此已廣泛的運用在各式各樣的 CAN 系統上。

### 特色：

- 支援 WinPAC-8000、XPAC-8000 或 ViewPAC 主機
- 遵循 ISO11898-2 規範
- 恩智浦 SJA1000T CAN 控制器搭配 16 MHz 震盪器
- CAN 介面端具有 2500 Vrms 光耦合隔離保護
- 可調式 120Ω 終端電阻開關
- 支援 11-bit 與 29-bit ID 的 CAN 訊息
- 提供 10kbps, 20kbps, 50kbps, 125kbps, 250kbps,



▲ 典型應用架構：

500kbps, 800kbps, and 1Mbps 等預設的速率外，允許使用者自訂特殊速率。

- 2048 筆訊息接收緩衝區與 256 筆訊息送出緩衝區
- 時間戳記 ±1ms 的精準度
- 中央處理器 :80186, 80MHz
- 內建看門狗
- 允許使用者自行開發 I-8120W 的韌體

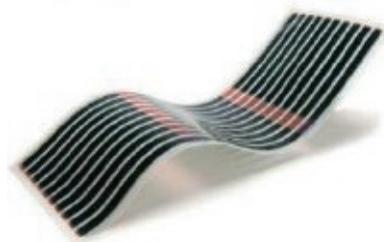
## 太陽能電動船充電技術

### 太陽能充電與岸邊快速充電

以目前矽晶太陽能電池效率為 25% 和 20%，薄膜太陽能電池為 10%~18% 來計算，約略是每 3 坪可以發電 1kW；以目前太陽能板的轉換效率而言，電動船的動力來源要全部靠太陽能提供，暫時是無法達成的，目前全球都在努力提升太陽能板的轉換效率，朝向全太陽能供電的目標。



▲ HIT 太陽能電池

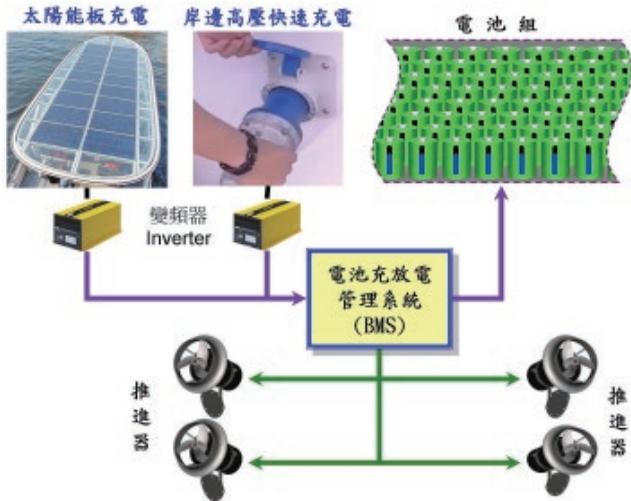


▲ 薄膜型 CIGS 太陽能電池

現階段的電動船的動力來源都至少有兩個，也就是太陽能板及岸邊快速充電的裝置，在風力充足的地方，也有使用風帆造的太陽能板，除了日照的動能外更能以風力來推動船身；在多種動力來源下，綠色能源暫時都無法持續地提供穩定的能量，因此電動船都會搭載充電電池，讓能量以電力儲存並適時的調節供需求；在白天日照充足時，多餘的電量會存放在電池中，相對地，在夜晚日照不足時，缺乏的動力就由電池提供，當電池電力不足時就需要回到岸邊對電池充電。

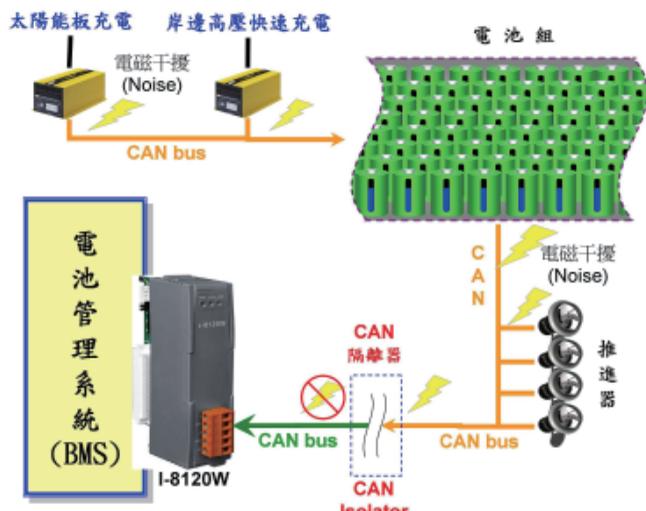
電池管理系統 (BMS) 是整艘電動船的控制核心，隨時監控推進器的電力需求及太陽能的發電量，當電力不足時立即由電池組供應充足的電力，電動船上的這些設備都是透過 CAN bus 串聯到電池管理系統 (BMS) 內，由 BMS 管理及監控電力的使用；不僅如此，在岸邊充電時，更要能顧及快速充電及電池的溫度，避免電池因為過高的溫度而造成損壞或是其他的危害。泓格科

技 I-8120W 智能型 CAN 主端模組，內建的微處理器能由客戶自行規劃韌體程式，這樣的優點是在面對大量的 CAN 訊息時，微處理器能先期處理及彙整，再把重要的訊息給上層的主機做進一步處理，能有效提升訊息的解讀效能及反應速度，減少主機處理 CAN 訊息的時間，讓整體 BMS 對於電力狀況的處理更加迅速。



### 過大的干擾雜訊與隔離

在一般工業應用上，設備廠房內或是靠近重機具的環境中，都是常見典型的電氣干擾環境，而電動船艙內也不例外，大量的電池單元、馬達運轉時的電磁波以及高壓電或高電流的快充設備都是干擾的來源；電磁干擾 (EMI) 是透過耦合或是接觸傳導的方式，過高的電磁干擾可能會嚴重影響設備的正常運作或是造成通訊不良；通訊電纜線是個很好的 EMI 傳輸媒介，也就是某一個設備受到干擾時，整個 CAN bus 網路都會產生通訊異



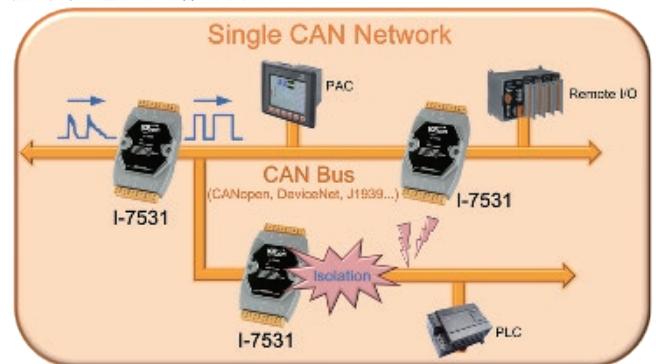
常，所以當遭受到嚴重的電磁干擾時，通常無法輕易查明來源；或是已知干擾來源，但卻無法輕易抑制或排除干擾，因此保障 CAN bus 避免嚴重的電磁干擾是個重要的課題。

電動船內的動力設備大多是馬達，馬達通常是巨大電磁干擾的主要來源，尤其高扭力馬達所產生的干擾，其電磁雜訊能量更是不容小覷，泓格科技深耕 CAN bus 技術多年來，在處理異常 CAN bus 不但累積豐富的經驗，也早已開發對應的產品來抑制或排除干擾。

電動船的控制系統中，馬達推進器與電池組都伴隨著 220V 電壓與數百安培的高電流，這對 DC 10V 以下的通訊電氣會產生極大的干擾，面對電磁干擾通常是採用隔離的方式，泓格科技目前已開發兩款 CAN 隔離器：

#### 1. 隔離型 CAN 訊號增益器 (I-7531: Isolated CAN Repeater)

此模組能針對受損但仍可辨識的 CAN 訊號，修復為正常的訊號並轉送到另一個 CAN port，同時能將雜訊隔離，不會轉送到另一端的 CAN 網路。在 I-7531 的 CAN 端具有 2500 Vrms 的光耦合隔離，而在兩 CAN 端與電源端也提供 3000 V 的 DC-DC 隔離保護，因而能有效隔絕不同 CAN 子網路間的雜訊干擾進而達到保護某特定子網路的目的。

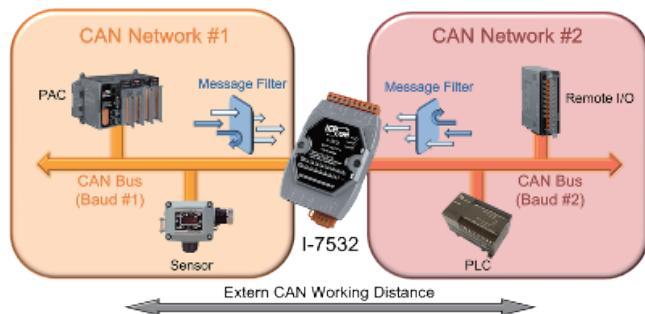


[http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial\\_communication/fieldbus/can\\_bus/repeater/i-7531.html](http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial_communication/fieldbus/can_bus/repeater/i-7531.html)



## 2. 隔離型 CAN 訊號橋接器 (I-7532: Isolated CAN Bridge)

I-7532 為一智能型 CAN 總線橋接器，此模組除了擁有增益器的隔離及修復功能外，還可以延長 CAN bus 的通訊距離，同時能連接兩個不同 CAN 鮑率 (Baud Rate) 的網路。此外，I-7532 亦具備 CAN 訊息過濾功能，當它連接兩個 CAN 網路時，能使 CAN 總線負載較重的網路不至於影響另外一端的 CAN 網路。



[http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial\\_communication/fieldbus/can\\_bus/repeater/i-7532.html](http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial_communication/fieldbus/can_bus/repeater/i-7532.html)



兩者的詳細功能比較如下表：

### CAN 訊號轉換器 (Converter) 系列產品選型

產品型號	通訊介面	產品功能簡述	高壓隔離
I-7530	CAN <--> RS-232	CAN 與 RS-232 訊號轉換器	3 kV
I-7530-FT		低速 / 容錯 CAN 與 RS-232 訊號轉換器	None
I-7530A-MR	CAN <--> RS-232/RS-422/RS-485	CAN 與 Modbus RTU 僕端訊號轉換器	3 kV
I-7530A		CAN 與 RS-232/RS-422/RS-485 訊號轉換器	3 kV
I-7540D	CAN <--> Ethernet	CAN 與 Ethernet 訊號轉換器	1 kV
I-7540D-MTCP		CAN 與 Modbus TCP 伺服器訊號轉換器	1 kV
I-7540D-WF	CAN <--> Wi-Fi	CAN 與 Wi-Fi 訊號轉換器	1 kV
I-7565	CAN * 1 <--> USB	USB 與 CAN 訊號轉換器	3 kV
I-7565-H1		高效能 1 埠 USB 與 CAN 訊號轉換器	3 kV
I-7565-H2	CAN * 2 <--> USB	高效能 2 埠 USB 與 CAN 訊號轉換器	3 kV
PISO-CAN series	CAN<--> PCI/PCI-Express	1/2/4/8 埠 CAN 通訊板卡	3 kV
I-8120W	CAN * 1	智能型 CAN 通訊模組 (適用於 XPAC, WinPAC, ViewPAC 主機)	3 kV

## CAN 隔離型模組

	I-7531	I-7532
類型	CAN bus 訊號增益器	CAN bus 訊號橋接器
鮑率 (Baud Rate)	自動偵測	5k~1Mbps
訊號延遲	∨	∨
延長 CAN bus 的通訊距離	X	∨
修復受干擾的 CAN 訊號	∨	∨
內建 CAN 封包緩衝	∨	∨
最多串接節點數	至少 100	至少 100
CAN 端隔離	∨	∨

泓格科技在網頁中，提供相當完整的 CAN 產品資訊；使用者能在產品網頁上找到更詳細的資料，如產品規格、型錄、操作手冊...等等；請參考以下連結。  
[http://www.icpdas.com/products/Remote\\_IO/can\\_bus/can\\_series.htm](http://www.icpdas.com/products/Remote_IO/can_bus/can_series.htm)

網頁中更提供其他 CAN 總線的應用案例，如自動混凝土系統、運鈔車監控、電車電能回收 (Power Regeneration) . . . 等等；請參考以下連結。

[http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial\\_communication/fieldbus/application\\_stories.html](http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial_communication/fieldbus/application_stories.html)

## 結論

綠色潔淨能源的電動載具如電動車或電動船，內部的各項設備都是以電力為主要能源，算是純電子化的交通工具，除了追求駕駛性能與電池續航力的技術外，電動載具的安全性更是重要的發展考量，也才能保障行車或行船的安全，因此，電動車或電動船的安全是不容忽視的議題。CAN 總線是一種串列通訊匯流排系統，在充滿雜訊的惡劣環境下，仍具有高階的資料整合能力，同時擁有高度容錯與偵錯處理能力，總線本身具有多主控端的電氣特性，而開放式的架構造就絕佳的使用彈

性，也才能滿足綠能市場多樣多變的需求。

泓格長期致力於 CAN bus 各項技術及相關產品開發，不僅為綠能發電或綠能載具提供多種 CAN bus 的解決方案，在國內的太陽能電場與風力電場也已成功導入 CAN bus 通訊技術，本著安全性的思維設計 CAN 產品，持續不斷的開發各種場合所需要的產品，以滿足客戶對於系統安全的需求。憑藉著泓格本身厚實的 CAN bus 的技術及豐富的工業通訊經驗，能使綠能工業以多元的方式整合，未來泓格將會持續開發更多的解決方案，以因應能源安全的難題。

# CAN

## 完整的通訊解決方案

### 多種介面與通訊協議之 Gateway/Converter

#### 多種介面與通訊協議之選擇

#### 特色介紹

- 提供DCON、Modbus RTU、Modbus TCP等通訊協議
- 支援多種介面轉換  
包含：RS-232、RS-485、Ethernet、USB、WiFi、CAN等
- 支援多種CAN通訊協議  
包括：CAN、CANopen、DeviceNet、J1939
- 豐富多元的設定工具，簡單易用，快速上手

