

以 CAN bus 架构太阳能电动船的安全通讯

文 / Johney Hu

传统的电池管理系统 (BMS) 采用点对点的单一控制方式，但太阳能电动船动辄上千个电池单元 (Battery cell)，点对点的控制已不能满足系统的需求，粗大的线束不仅会占用电动船舱内宝贵的空间，更无法满足快速检修的需求。在充满噪声的电气环境下，CAN bus 可提供高容错机制与错误校正的能力，让电动船的控制网络系统拥有连线可靠、节省空间及方便检修等特性。

引言

为了减缓全球变暖所造成的气候异常问题，全球均致力于发展节能减碳技术，包括发展洁净能源与提高能源使用效率。提倡并推广节能减碳的技术，伴随而生的绿色能源产业已成现今世界各国都积极推展的新兴产业，不但将会带动庞大绿色能源产业商机，更逐渐成为 21 世纪全球社会、环境与经济发展不可或缺的关键项目。台湾的天然资源匮乏，几乎所有能源均来自于进口，而且多数来自政治与经济形势不稳定的中东地区，能源供应风险大。而台湾拥有极佳的技术研发和制造能力，具备资通讯、半导体、平面显示器、机电、金属、材料等产业的厚实基础与充沛人才，这些优势都易于发展绿色能源产业。绿色能源产业发展不仅可用于台湾地区市场，提高能源自主供应比例，还有助对外争取全球绿色能源商机，促进经济发展。因此，政府近年来积极推动绿色能源产业发展，期望通过政府

与民间企业通力合作，促使台湾的绿色能源产业在竞争激烈的国际供应链中占有一席之地。台湾地区政府近年来积极辅导绿色能源观光产业，持续投入太阳能电动船的开发，不仅维护河川或湖泊不受柴油与废气污染，同时展现绿色能源科技与节能应用，让我国绿色能源产业能跨出实质的一大步。

太阳能电动船不仅带来观光经济的收益，更在绿色能源技术有重大的突破，大量先进电子及监控技术被运用到电动船上，不但提升了太阳能的发电效率，更通过 CAN 通讯来管理电池 (BMS) 及动力设备，除了监控电池能量的使用外，还能保障电动船的行船安全。传统的电池管理系统 (BMS) 采用点对点的单一控制方式，在传统单一电池的系统中倒是足以应付，但太阳能电动船动辄上千个电池单元 (Battery cell)，点对点的控制已不能满足系统的需求，粗大的线束不仅会占用电动船舱内宝贵的空间，更

无法满足快速检修的需求；因此，电动船的控制系統逐渐导入成熟的 CAN bus (控制局域网络总线) 通讯技术，监控多种设备的状况或运转情况，例如：电池电量 (SoC)、充放电管理、电池温度、马达转速、太阳能板效能监控、岸边充电系统、船身倾斜监控、灯控系统等。在充满噪声的电气环境下，CAN bus 可提供高容错机制与错误校正的能力，让电动船的控制网络系统拥有连线可靠、节省空间及方便检修等特性。因此，CAN bus 通讯技术在各类传感器及船舶仪表系统中，已成为绿色能源监控系统的标准通讯界面。

CAN bus 特性及技术

德国 Bosch 在 1985 年提出 CAN BUS (Controller Area Network)，不但解决车内线束持续增加的问题，还为日后可靠且有效率的网络系统奠定了基础。1993 年更制定为标准化 (ISO-11898)，由于具有



▲ 高雄 爱之船



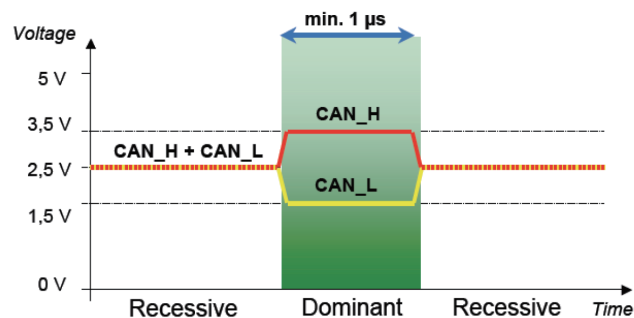
▲ 高雄 爱之船



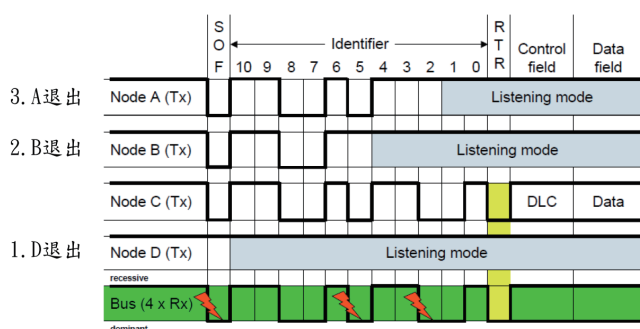
▲ 土耳其的 [飞鱼] 绿色环保船

高可靠性和错误检测能力，也被广泛应用在船舶、航空电子、大众交通、农用设备、医疗设备、工业控制等。

CAN BUS 协议具有相当可靠的错误处理、强大的容错能力和侦错机制，而且这些机制都由硬件自动侦测及处理，不必额外由软件处理，网络信息的传输不但有效率且更加安全。



p CAN bus 电气特性



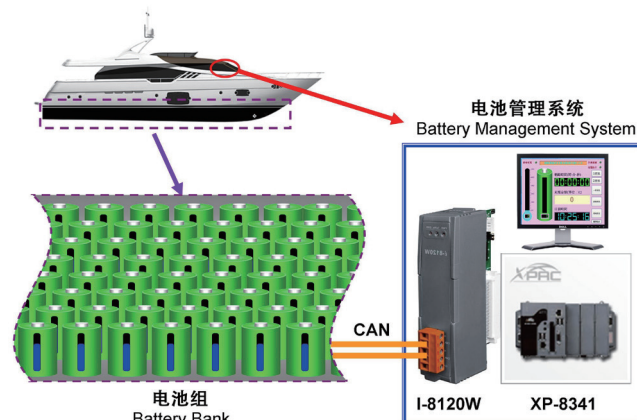
p 仲裁机制示意图

CAN bus 具有以下优越的特性：

- 拥有容错及防干扰的能力。
- 具有仲裁机制防止封包碰撞。
- 多节点而且多主站的特性，提升总线利用率。
- 可根据 CAN ID 过滤不必要的封包，减轻软件处理的负担。
- 可靠的错误处理和五种侦错机制 (Bit Error、Stuff Error、CRC Error、Form Error、ACK Error)。

- 当 CAN bus 上的节点侦测到错误时，硬件会自动重新发送该信息到 bus 上。
- 节点在错误严重的情况下，能自动退出 CAN bus，维持 CAN bus 正常运作。
- 简化配线复杂度及配线成本。

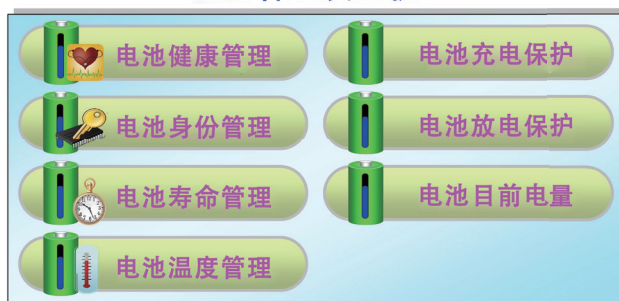
太阳能电动船架构



电池组及 BMS 电池管理系统

电池组是太阳能电动船的核心动力来源，BMS 是一套以 CAN 为通讯基础的系统，用来监视上千个电池单元 (Battery Cell) 的状况，将电池单元的 CAN bus 通讯端口串联在一起，利用智能型的 I-8120W CAN 主站模块，来处理实时且庞大的电池通讯封包，能随时监控

电池管理及监视



▲ 德国 PlanetSolar



▲ 德国 [Solarshuttle]



▲ 澳洲 太阳能轮渡

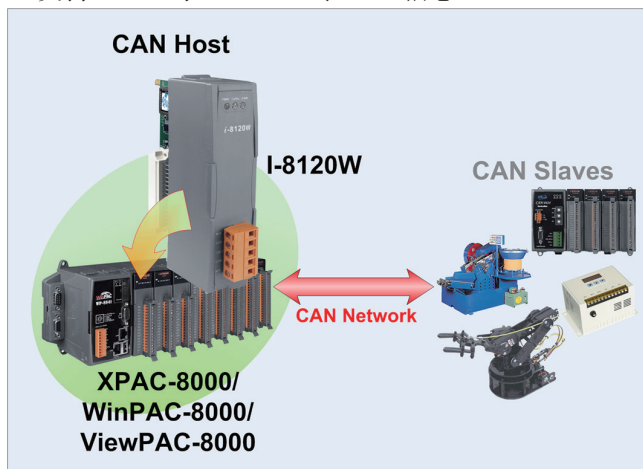
每颗电池的作业与立即处理紧急事件，包括电池温度、SOC、放电电流、充电电流等，每颗电池都有独一无二的身份编码，所以 XP-8341 主机可以统计每一组电池的使用时数及充放次数，进而换算电池的使用寿命及计算电池的健康评估等，老化的电池在保养时就可以依身份编码更换及回收，让航行中的电池都是状况良好的，也可避免因电池故障而造成电动船停驶的窘境。

智能型 I-8120W CAN bus 主站模块

I-8120W 提供一个 5 针螺丝端子的 CAN 通讯扩充接口。其采用 NXP 的 SJA1000T CAN 控制器与 82C250 收发器，除了能支持 CAN 2.0A 与 2.0B 的规范外，同时也具有信息重送、仲裁机制与错误侦测机制。结合泓格科技研发的主控制器优势，如：WinPAC-8000 系列、XPAC-8000 系列或 ViewPAC 触控主机等，I-8120W 藉其上的 186 等级 CPU 与双端口 RAM，能在不增加主控制器 CPU 负载的情况下，使主控制器成为高效率的多 CAN 通道可编程 CAN 控制器。此外，搭配主控制器丰富的通讯功能，诸如 RS-232/RS-485/Ethernet 等接口，成为可编程的设备服务器。因此，可广泛运用于各类 CAN 系统上。

特色：

- 支持 WinPAC-8000、XPAC-8000 或 ViewPAC 主机
- 遵循 ISO11898-2 规范
- 恩智浦 SJA1000T CAN 控制器搭配 16 MHz 振荡器
- CAN 接口端具有 2500 Vrms 光耦合隔离保护
- 可调式 120 Ω 终端电阻开关
- 支持 11-bit 与 29-bit ID 的 CAN 信息



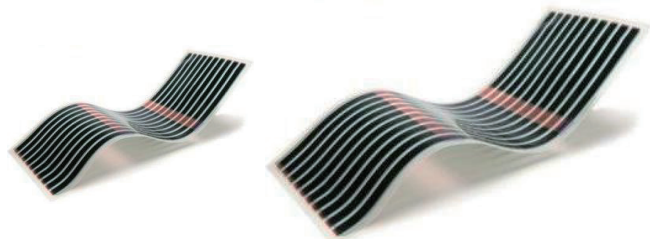
▲ 典型应用架构

- 提供 10kbps, 20kbps, 50kbps, 125kbps, 250kbps, 500kbps, 800kbps, and 1Mbps 等预设的波特率外，允许使用者自定义特殊波特率。
- 2048 笔信息接收缓冲区与 256 笔信息送出缓冲区
- 时间戳 $\pm 1\text{ms}$ 的精准度
- 中央处理器 :80186, 80MHz
- 内建看门狗
- 允许使用者自行开发 I-8120W 的固件

太阳能电动船充电技术

太阳能充电与岸边快速充电

以目前晶硅太阳能电池效率为 25% 和 20%，薄膜太阳能电池为 10%~18% 来计算，约略是每 3 坪可以发电 1kW；以目前太阳能板的转换效率而言，电动船的动力来源要全部靠太阳能提供，暂时是无法达成的，目前全球都在努力提升太阳能板的转换效率，朝向全太阳能供电的目标发展。



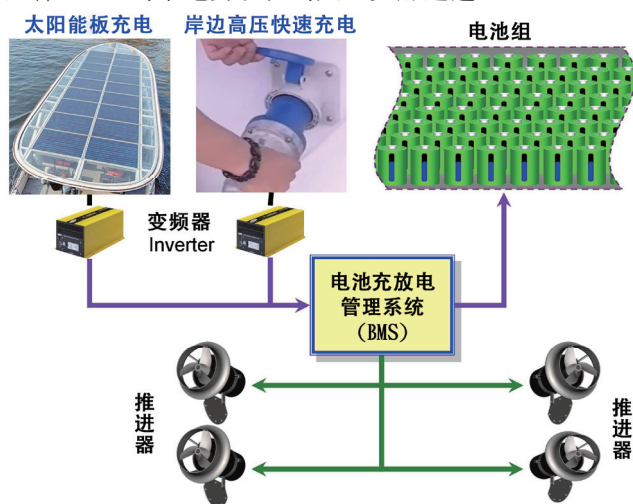
▲ HIT 太阳能电池

▲ 薄膜型 CIGS 太阳能电池

现阶段电动船的动力来源都至少有两个，也就是太阳能板及岸边快速充电装置，在风力充足的地方，也有使用风帆造的太阳能板，除了日照的动能外更能以风力来推动船身；在多种动力来源下，绿色能源暂时都无法持续地提供稳定的能量，因此电动船都会搭载充电电池，让能量以电力储存并适时的调节供需量；在白天日照充足时，多余的电量会存放在电池中，相对的，在夜晚日照不足时，缺乏的动力就由电池提供，当电池电力不足时就需要回到岸边对电池充电。

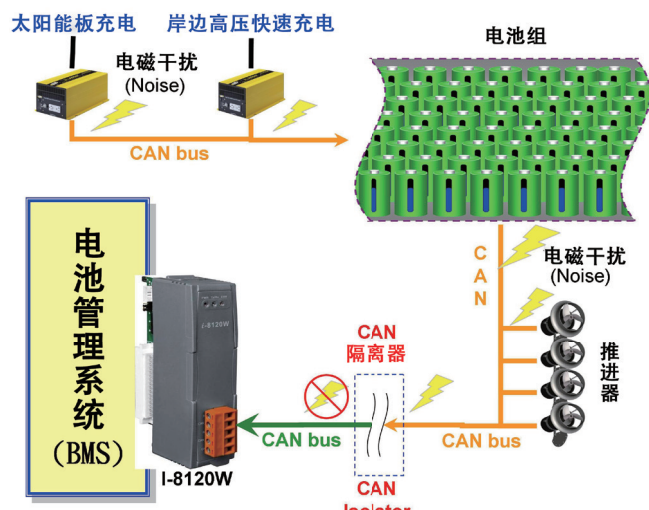
电池管理系统 (BMS) 是整艘电动船的控制核心，随时监控推进器的电力需求及太阳能的发电量，当电力不足时立即由电池组供应充足的电力，电动船上的这些设备都是通过 CAN bus 串联到电池管理系统 (BMS) 内，由 BMS 管理及监控电力的使用；不仅如此，在岸边充电时，还可兼顾快速充电及电池的温度，避免电池

因为过高的温度而造成损坏或是其他的危害。泓格科技 I-8120W 智能型 CAN 主站模块，内建的微处理器能由客户自行规划固件程序，这样的优点是在面对大量的 CAN 信息时，微处理器能先期处理及汇整，再把重要的信息给上层的主机做进一步处理，能有效提升信息的读取及反应速度，减少主机处理 CAN 信息的时间，让整体 BMS 对于电力状况的处理更加迅速。



过大的干扰噪声与隔离

在一般工业应用上，设备厂房内或是靠近重机械的环境中，都是常见典型的电气干扰环境，而电动船舱内也不例外，大量的电池单元、马达运转时的电磁波以及高压电或高电流的快充设备都是干扰的来源；电磁干扰 (EMI) 是通过耦合或是接触传导的方式，过高的电磁干扰可能会严重影响设备的正常运作或是造成通讯不良；通讯电缆线是个很好的 EMI 传输媒介，也就是某一个



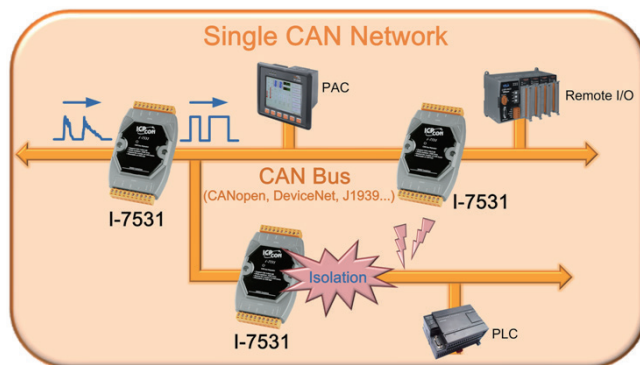
设备受到干扰时，整个 CAN bus 网络都会产生通讯异常，所以当遭受到严重的电磁干扰时，通常无法轻易查明来源；或是已知干扰来源，但却无法轻易抑制或排除干扰，因此保障 CAN bus 避免严重的电磁干扰是个重要的课题。

电动船内的动力设备大多是马达，马达通常是巨大电磁干扰的主要来源，尤其高扭矩马达所产生的干扰，其电磁噪声能量更是不容小觑。泓格科技深耕 CAN bus 技术多年来，在处理异常 CAN bus 不但累积丰富的经验，也早已开发对应的产品来抑制或排除干扰。

电动船的控制系统中，马达推进器与电池组都伴随着 220V 电压与数百安培的高电流，这对 DC 10V 以下的通讯电气会产生极大的干扰，面对电磁干扰通常是采用隔离的方式，泓格科技目前已开发两款 CAN 隔离器：

1. 隔离型 CAN 信号中继器 (I-7531: Isolated CAN Repeater)

此模块能针对受损但仍可辨识的 CAN 信号，修复为正常的信号并转送到另一个 CAN port，同时能将噪声隔离，不会转送到另一端的 CAN 网络。在 I-7531 的 CAN 端具有 2500 Vrms 的光耦合隔离，而在两 CAN 端与电源端也提供 3000 V 的 DC-DC 隔离保护，因而能有效隔绝不同 CAN 子网间的噪声干扰进而达到保护某特定子网的目的。

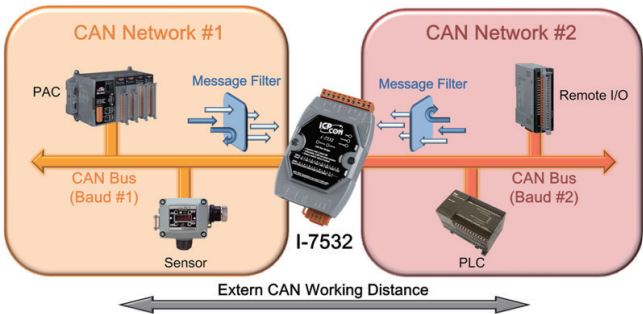


http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial_communication/fieldbus/can_bus/repeater/i-7531.html



2. 隔离型 CAN 信号网桥 (I-7532: Isolated CAN Bridge)

I-7532 为一智能型 CAN 总线网桥，此模块除了拥有中继器的隔离及修复功能外，还可以延长 CAN bus 的通讯距离，同时能连接两个不同 CAN 波特率 (Baud Rate) 的网络。此外，I-7532 还具备 CAN 信息过滤功能，当它连接两个 CAN 网络时，能使 CAN 总线负载较重的网络不至于影响另外一端的 CAN 网络。



http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial_communication/fieldbus/can_bus/repeater/i-7532.html



两者的详细功能比较如下表：

CAN 信号转换器 (Converter) 系列产品选型

产品型号	通讯接口	产品功能简述	高压隔离
I-7530	CAN <--> RS-232	CAN 与 RS-232 信号转换器	3 kV
I-7530-FT		低速 / 容错 CAN 与 RS-232 信号转换器	None
I-7530A-MR	CAN <--> RS-232/RS-422/RS-485	CAN 与 Modbus RTU 从站信号转换器	3 kV
I-7530A		CAN 与 RS-232/RS-422/RS-485 信号转换器	3 kV
I-7540D	CAN <--> Ethernet	CAN 与 Ethernet 信号转换器	1 kV
I-7540D-MTCP		CAN 与 Modbus TCP 协议信号转换器	1 kV
I-7540D-WF	CAN <--> Wi-Fi	CAN 与 Wi-Fi 信号转换器	1 kV
I-7565	CAN * 1 <--> USB	USB 与 CAN 信号转换器	3 kV
I-7565-H1		高效能 1 口 USB 与 CAN 信号转换器	3 kV
I-7565-H2	CAN * 2 <--> USB	高效能 2 口 USB 与 CAN 信号转换器	3 kV
PISO-CAN series	CAN<--> PCI/PCI-Express	1/2/4/8 端口 CAN 通讯板卡	3 kV
I-8120W	CAN * 1	智能型 CAN 通讯模块 (适用于 XPAC, WinPAC, ViewPAC 主机)	3 kV

CAN 隔离型模块

	I-7531	I-7532
类型	CAN bus 信号中继器	CAN bus 信号网桥
波特率 (Baud Rate)	自动侦测	5k~1Mbps
信号延迟	√	√
延长 CAN bus 的通讯距离	X	√
修复受干扰的 CAN 信号	√	√
内建 CAN 封包缓冲	√	√
最多串接节点数	至少 100	至少 100
CAN 端隔离	√	√

泓格科技在网页中，提供相当完整的 CAN 产品信息；用户能在产品网页上找到更详细的数据，如产品规格、型录、操作手册等；请参考以下链接。

http://www.icpdas.com/products/Remote_IO/can_bus/can_series.htm

网页中更提供其他 CAN 总线的应用案例，如自动混凝土系统、运钞车监控、电车电能回收 (Power Regeneration) 等；请参考以下链接。

http://www.icpdas.com/root/product/solutions/industrial_communication/fieldbus/application_stories.html

结论

绿色洁净能源的电动交通工具如电动车或电动船，内部的各项设备都是以电力为主要能源，算是纯电子化的交通工具，除了追求驾驭性能与电池续航力的技术外，电动载具的安全性更是重要的发展方向，为保障行车或行船的安全，电动车或电动船的安全是不容忽视的议题。CAN 总线是一种串行通讯总线系统，在充满噪声的恶劣环境下，仍具有高级的数据整合能力，同时拥有高度容错与侦错处理能力，总线本身具有多主控端的电气特性，而开放式的架构造就绝佳的使用弹性，也才

能满足绿色能源市场多变的需求。

泓格长期致力于 CAN bus 各项技术及相关产品开发，不仅为绿色环保发电或交通工具提供多种 CAN bus 解决方案，在岛内的太阳能电场与风力电场也已成功导入 CAN bus 通讯技术，本着安全性的思维设计 CAN 产品，持续不断的开发各种场合所需要的产品，以满足客户对于系统安全的需求。凭借着泓格本身厚实的 CAN bus 的技术及丰富的工业通讯经验，能使绿色能源工业以多元的方式整合，未来泓格将会持续开发更多的解决方案，以应对能源安全的难题。

CAN

完整的通讯解决方案

多种界面与通讯协议之Gateway/Converter

特色介绍

- 提供DCON、Modbus RTU、Modbus TCP等通讯协议
- 支持多种界面转换，包含：RS-232, RS-485, Ethernet, USB, Wi-Fi, CAN等
- 支持多种CAN通讯协议，包括：CAN, CANopen, DeviceNet, J1939
- 丰富多样的设定工具，简单易用，迅速上手

多种界面与通讯协议的选择

