

CAN BUS 在車用儀表板應用之量測

前 言

車用電子串列協定有很多種，應用較多的有LIN，CAN、FlexRay、TIP/C、SAEJ1850、TFCAN、ASRB、MOST等。美國汽車工程師協會（SAE）根據速率將車用電子訊號劃分為A、B、C三類。

■ A類：

串列協定標準包括TTP/A（Time Triggered Protocol/A）和LIN（Local Interconnect Net-work），其傳輸速率較低。

■ B類：

串列協定標準主要包括J1850、VAN，低速CAN。

■ C類：

串列協定標準主要包括TTP/C、FlexRay和高速CAN（ISO11898-2）都用於與汽車安全相關以及即時性要求比較高的地方。如動力系統，其傳輸速率比較高，通常在125kb/s到10Mb/s之間，必須支持即時的週期性的參數傳輸。

以目前台灣車用電子產業而言，最常見的是CAN BUS，接下來我們以CAN BUS進行解說。

 **CAN BUS簡介**

CAN-BUS(Controller Area Network - 控制器區域網路)在1993年制定為標準化ISO 11898-1，廣泛的應用在車用電子系統上。

CAN是一種差動串列協定，可提供高安全等級及有效率的即時控制。更具備了強大的偵錯和優先權判機制，在這樣的機制下，網路訊息的傳輸變的更為可靠而有效率。

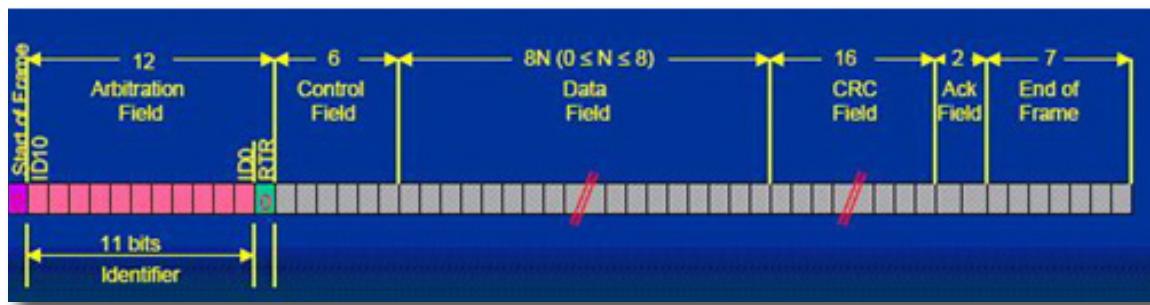
同時擁有低成本的特性，再加上CAN提供多主控端的架構，這種特色，特別適合使用在主系統或子系統下提供更完整智慧型網路設備。

CAN是建立在基於資訊導向傳輸協定的廣播傳輸機制(broadcast communication mechanism)上。CAN定義資訊的內容，利用訊息識別(message identifier，每個message identifier在整個網路中皆為獨一無二的)來定義內容和資訊的優先順位，以進行資訊的傳遞，CAN擁有了高度的彈性調整能力，可以在既有的網路中增加節點而不用在軟硬體上作修正與調整的作業，很遠的數據傳輸距離(10KM)、很高的數據傳輸率(1M bit/s)、可根據報文格式發送訊息不需指定裝置、可靠的錯誤處理與偵錯機制、訊息遭到破壞後可自動重發、節點在錯誤嚴重的情況下具有自動退出串列協定分析的功能。

CAN BUS串列協定分析格式

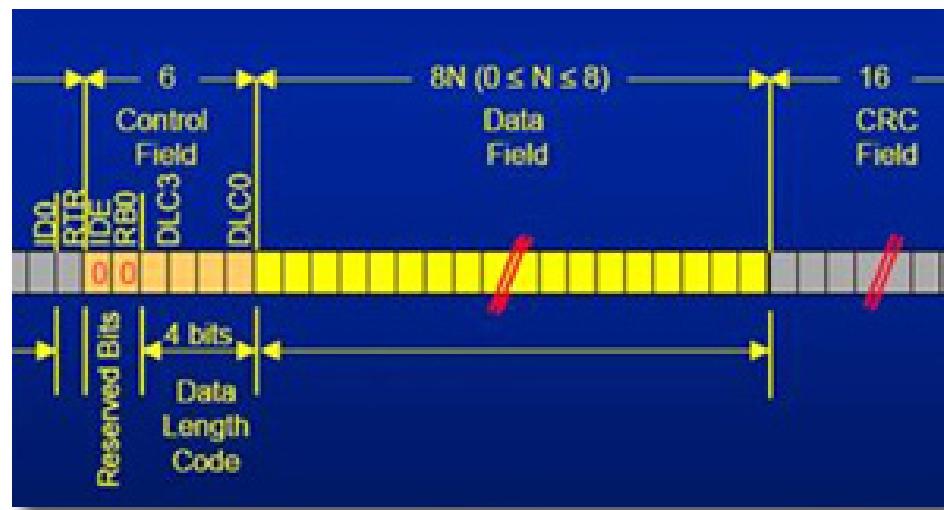
傳送資料的標準資料格式 (Basic Data Frame)

資料格式可分為標準格式 (Basic CAN) 與擴展格式 (Peli CAN)，標準格式傳送資料的格式 (Data Frame) 如圖一 CAN BUS 傳送格式，報文的格式分成 Start of bit (SOB)、Arbitration Field、Control Field、Data Filed、CRC Filed、ACK Filed、END of Frame。

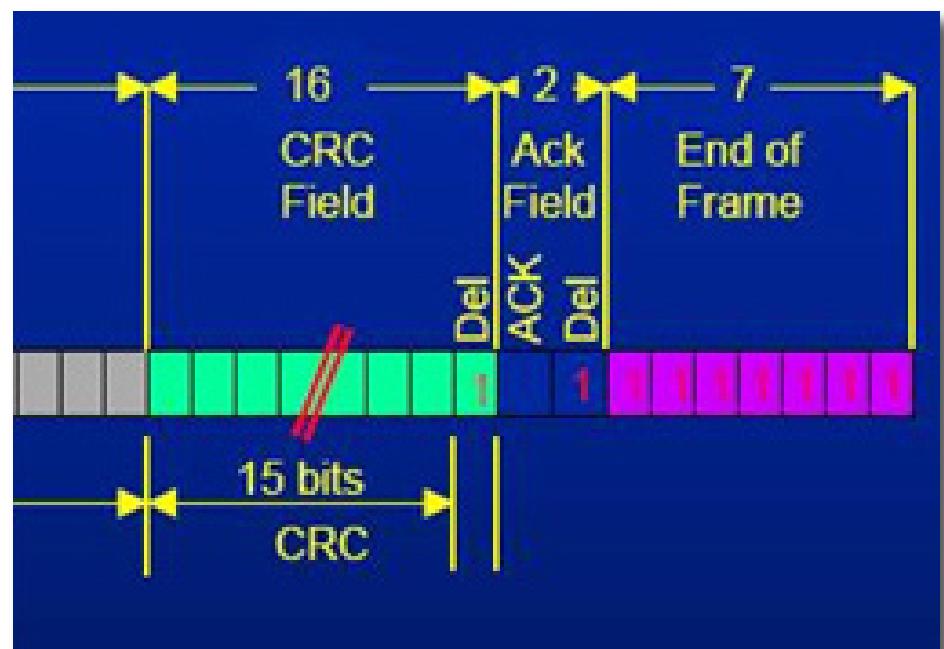


► 圖一 CAN BUS 傳送格式

- Start of frame：任何格式起始位元一定為0，表示要求遠方傳資料回來。
- Arbitration Field：Identifier為11bits主要功能是訊號發送時的順序排列，數值越小優先權越高，而排列由ID-10至ID-0，而ID-10至ID-4不可皆為1。最後RTR (Remote Transmit Request) 為傳送或遠程要求的判斷位元，當RTR=0表示傳Data出去，RTR=1表示要求遠方傳資料回來。
- Control Field：控制段由6個位元組成，包括數據長度代碼和兩個將來作為擴展格式用的保留位元。所發送的保留位元必需為0。接收器接收所有由0和1組合在一起的位元。如圖二及圖三控制段的IDE和RBO是保留位元一定是0，後面的4bit只能是0-8，表示後續data段將傳幾個bytes的資料。



► 圖二 Control Field -1

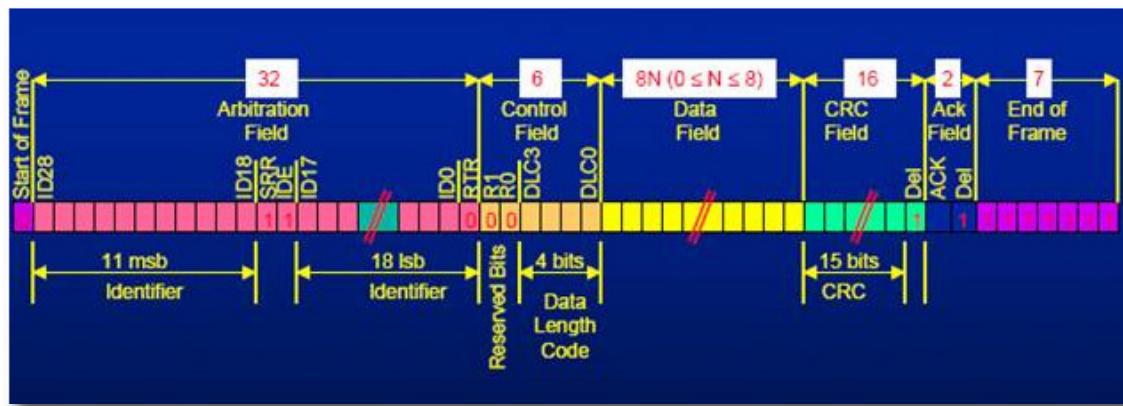


► 圖三 Control Field -2

- Data Field：所需要傳的資料，先傳MSB，只能傳0-8bytes的Data。
- CRC Field：16bit CRC驗證碼，最後一個Del為界定符，固定為1。
- Ack Field：此為接收端的回傳訊息，有兩個位元，最後一個Del為界定符，固定為1。若接收成功Ack就回傳0，則傳送端就知道接收端已接收到資料。
- END of Frame：1111111 (2) 表結束。

◎ 傳送資料的擴展資料格式 (Peli Data Frame)

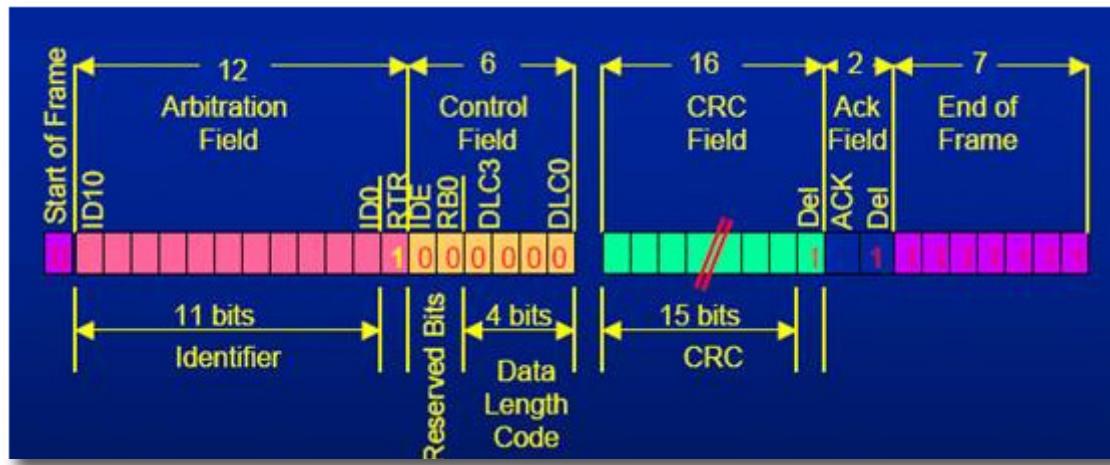
擴展格式 (Peli CAN) 中，傳送資料的資料格式 (Data Frame) 如圖四，報文的格式也分成 Start of bit (SOB) 、 Arbitration Field 、 Control Field 、 Data Filed 、 CRC Filed 、 ACK Filed 、 END of Frame 等七小節。不過 Arbitration Field 的部分多了 18bit，而 SRR 與 IDE 皆為 1 。



► 圖四 擴展格式 (Peli CAN)

◎ 向遠端要求資料的遠程格式 (Remote Transmit Request Frame)

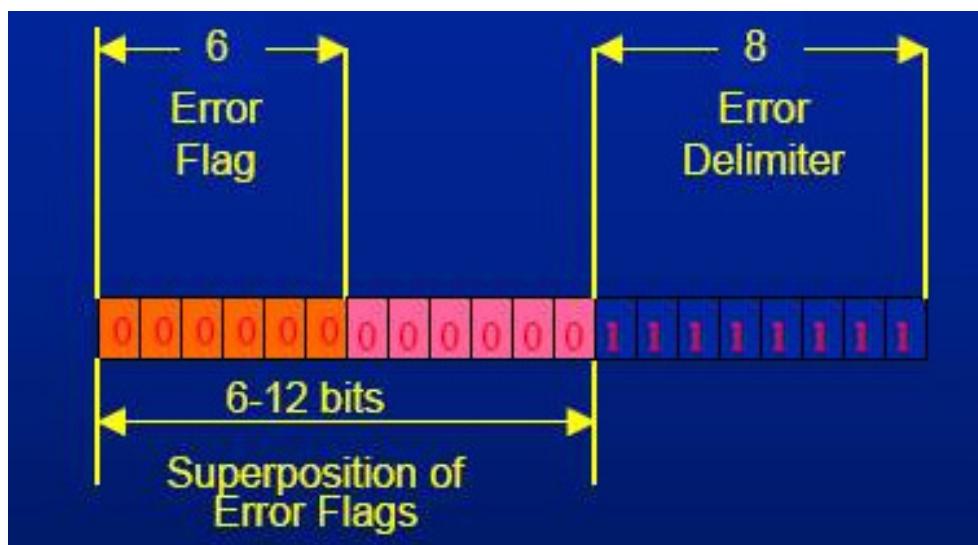
當RTR=1，表示向遠端要求資料的遠程格式Remote Transmit Request Frame，此時的DLC3..DLC0為所需回傳資料的Data bytes。且此格式無Data Filed，如圖五。



► 圖五 Remote Transmit Request Frame

◎ 向節點報告出錯的出錯格式 (Error Frame)

主動錯誤標誌由6個連續的顯性位元構成。這種位元順序主動打破了位元填充規則。所有其他站在識別到產生的位元填充錯誤後，會自行產生錯誤幘，稱為錯誤回應標誌。錯誤幘欄位因此包含6到12 個連續顯性位（由1 個或多個節點產生）。錯誤幘以錯誤定界符欄位為結束。在錯誤幘發送完畢後，串列協定分析活動恢復正常狀態，被中斷的節點會嘗試重新發送被中止的報文。錯誤界定符：錯誤定界符由8 個隱性位元組成，允許串列協定分析節點在錯誤發生後重新啟動串列協定分析通信，如圖六。



► 圖六 Error Frame

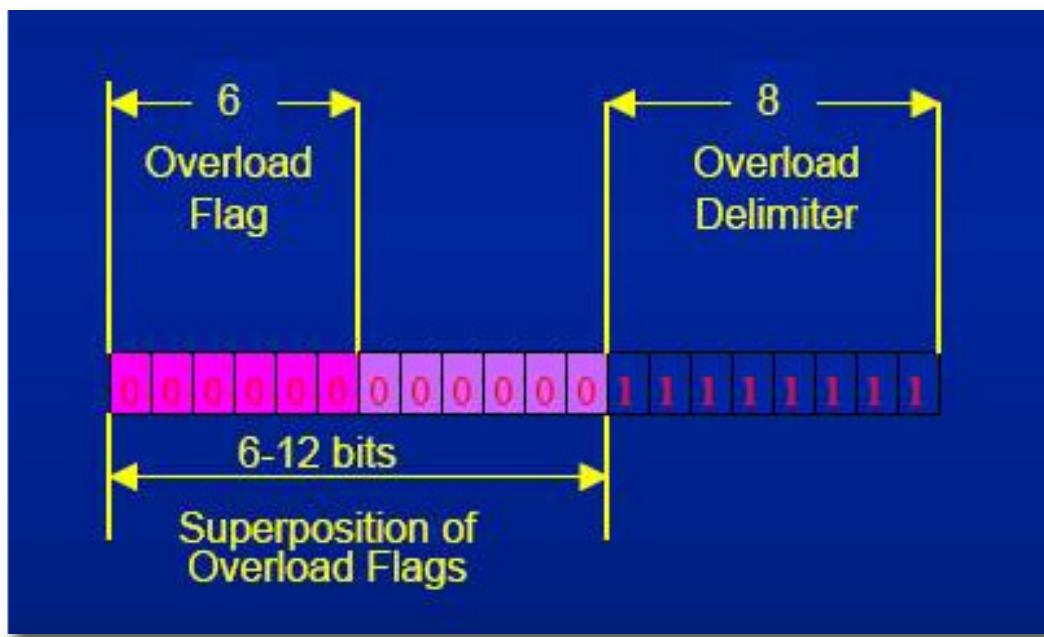
◎ 節點電路尚未準備好會要求延遲傳送的過載格式 (Overload Frame)

如圖七所示，有兩個方式會產生過載格式：

■ 節點的內部條件(節點處理資料中，對於下一筆資料需要延遲)，起始於第一個間歇期間位元。

■ 間歇期間檢測到”0”，起始於檢測到間歇期間為”0”的下一個位元。

過載標誌會發出六個”0”，此六個”0”會破壞間歇的格式，使其他節點知道此時有節點發出過載標誌。當發送完過載標誌，節點會發出8個”1”，其他節點也會在完成後發出7個”1”。



► 圖七 Overload Frame

◎ 報文間的空隙 (Interframe Space)

報文間的空隙分為間歇與bus空閒兩種。間歇為3個”1”，此期間不可傳送任何訊息，除了過載格式例外。bus空閒為各節點都未發送資料，所以此長度示任意的，任何節點都可在此時發送自己的資料。當有節點處於錯誤被動，會在間歇後發出8個”1”，讓其他的節點有機會重發自己的資訊。

 **CAN BUS訊號實際測量**

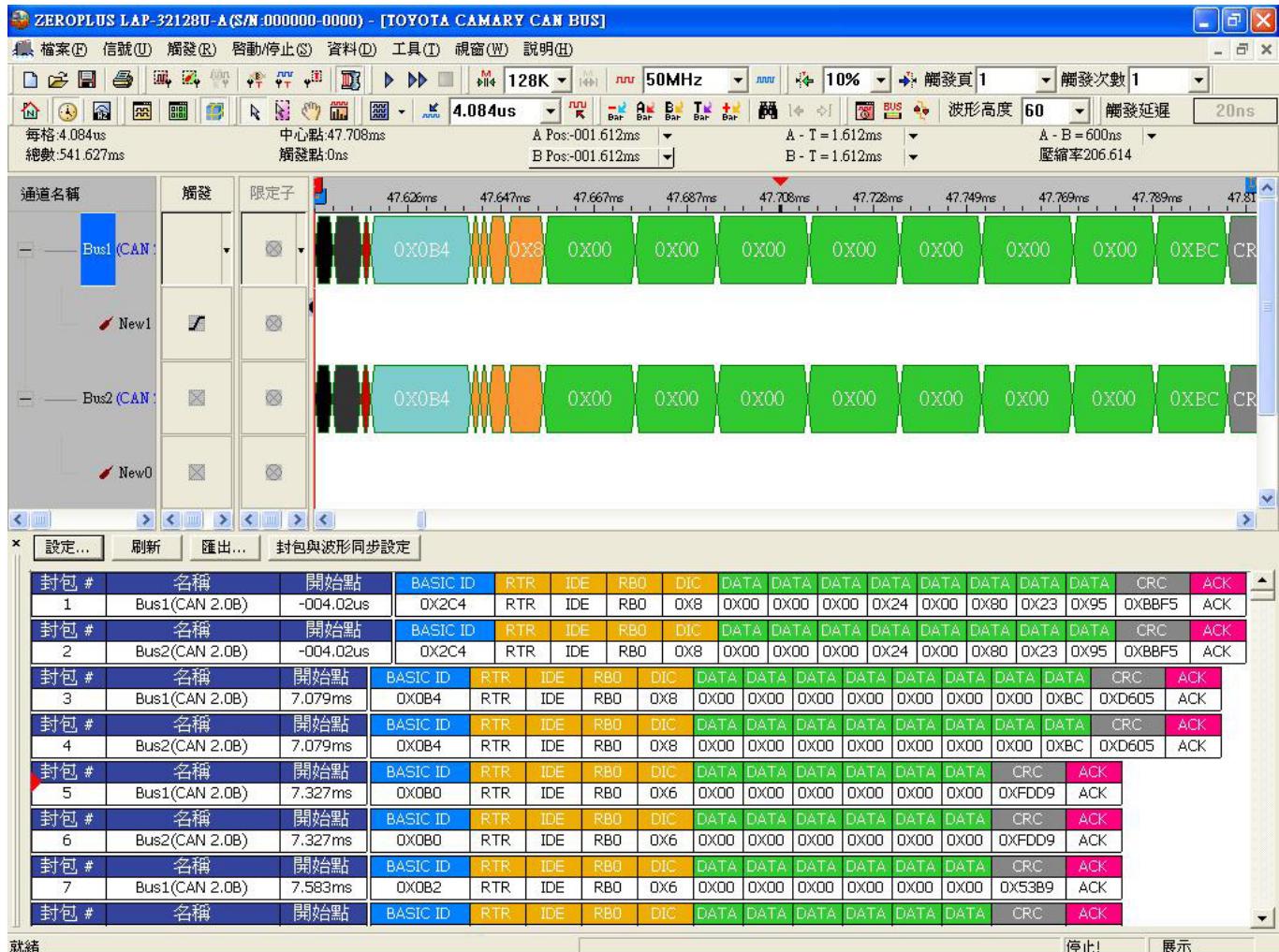
經過前面對於CAN BUS 的介紹，相信對於這一種在車用電子領域中的串列協定有了初步的認知，接下來讓我們看看CAN BUS 在汽車上的實際訊號表現。

孕龍邏輯分析儀的攜帶方便，可幫助工程師面對各種測量環境都能得心應手，如圖八所示，使用孕龍邏輯分析儀搭配筆記型電腦，很輕易的就可以直接在汽車上進行CAN BUS訊號的測量。



► 圖八 在汽車上實際測量CAN BUS訊號

將孕龍邏輯分析儀的AO接上CAN H訊號、B0接上CAN L訊號，因CAN BUS為差動訊號且CAN H與CAN L的訊號電壓並不一樣，故需將兩條訊號線分別接至不同的Port上，並將 A Port 與 B Port 的觸發準位分別設定，接地線直接接至汽車門邊扣環上即可。實際的訊號擷取狀況如圖九所示。以圖中封包1而言，透過孕龍邏輯分析儀CAN串列協定分析模組，可快速的進行CAN BUS訊號解碼，搭配上封包列表顯示，可清楚的看出每一筆CAN BUS的起始時間及封包內容、資料數值、CRC_(註1)等，如DIC = 0X8代表該封包內夾帶8筆資料，透過封包列表顯示可清楚看見8筆資料中的數值。



► 圖九 使用孕龍邏輯分析儀測量CAN BUS實際畫面

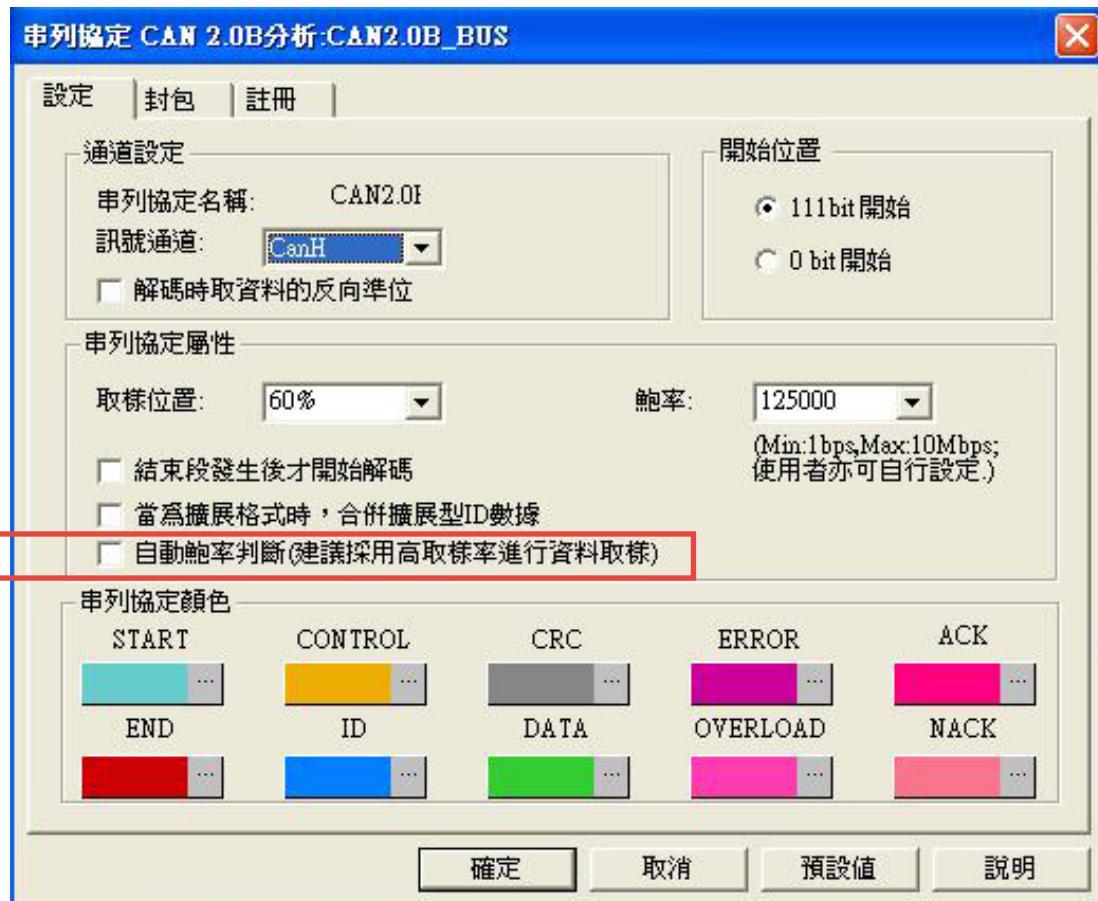
註1：

CRC檢查是針對突發性、單一位元或奇數個位元錯誤進行檢查的動作，已表示資料傳輸的過程中是否錯誤。主要的運作方式是將資料位元 $D(X)$ 除以多項式 $G(X)$ 進行運算，不同的CRC檢查則有不同的多項式 $G(X)$ 產生，經過除法運算後可得知餘數 $R(X)$ 來進行判斷。



CAN BUS串列分析模組設定

CAN BUS訊號使用Baud Rate做為訊號傳送的速度依據，孕龍科技邏輯分析儀CAN BUS串列分析模組擁有自動Baud Rate偵測功能^(註2)，工程師在面對未知的CAN BUS時更能輕鬆分析（如圖十）。



► 圖十 CAN BUS串列分析模組設定畫面

註2：

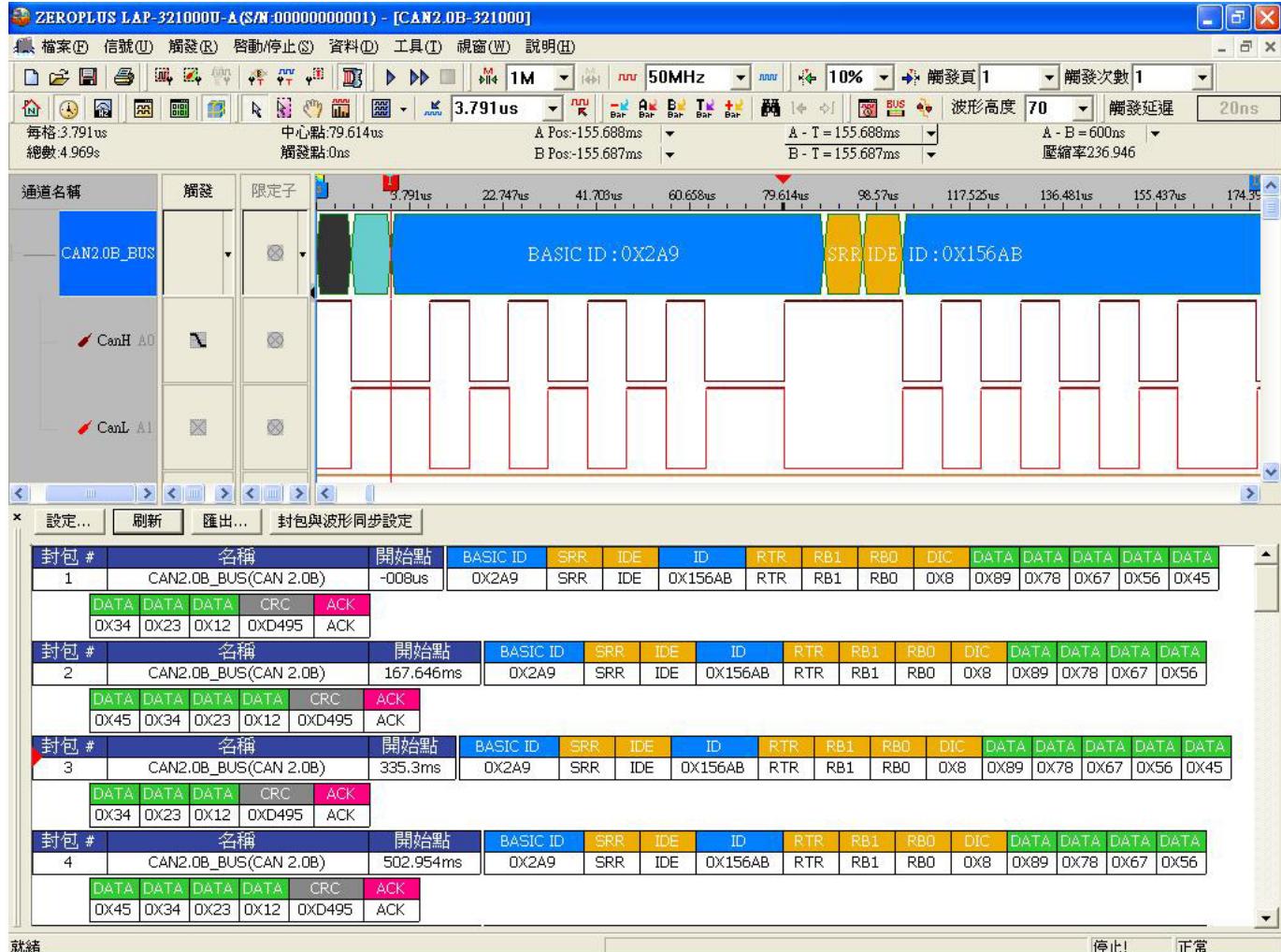
孕龍科技CAN BUS串列分析模組可自行判斷波形中最小的脈波寬度進行Baud Rate轉換，當工程師面對未知的訊號時，便無須手動計算以加速專案進行。

串列協定封包觸發

CAN BUS系統架構上擁有許多的節點，每一個節點都有相對應的BASIC ID，孕龍科技邏輯分析儀在LAP-322000U-A支援了串列協定封包觸發，讓工程師可指定特定的CAN BUS訊號狀態作為觸發條件。（圖十一為設定BASIC ID 0X2A9，圖十二為觸發完成）



► 圖十一 串列協定封包觸發設定畫面



► 圖十二 串列協定封包觸發完成

 **總 結**

車用電子技術發展日新月異，不但提升了汽車性能，也更加保障了行車安全。然而，跟上這股進化的潮流也需要有相對應的工具，孕龍邏輯分析儀串列協定分析模組目前支援大約四十種串列協定訊號，從車用電子到IC介面、從PC系統到多媒體傳輸，都有相對應的解碼模組，相信工程師擁有這些解碼功能必定可增加工作效率。