

Ch

1

## VB 圖形監控概論

- 1-1 PLC 概論
- 1-2 PLC 圖形監控
- 1-3 VB 簡介
- 1-4 PLC 通訊協定
- 1-5 PLC\_VB 圖形監控

## 1-1 PLC 概論

1969 年美國數位設備公司(DEC)為因應通用汽車(GM)公司量產的車種及汽車外觀之變化，導致傳統上以繼電器(Relay)為主之生產線的順序控制，在繼電器盤配線上須局部或全部的更動，而率先研發出世界上第一台以軟體程式取代硬體配線的可程式邏輯控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。

由於 PLC 具有：(1)程式編寫簡易；(2)安裝與維修方便；(3)體積小；(4)可靠度高；(5)程式記憶體與外部輸出容量可彈性擴充；(6)成本與繼電器盤配線不相上下；(7)可與電腦(PC)連線監控 等優點，故推出以來深受各行各業的喜愛。

爾後為適應複雜且嚴苛的工業環境，在硬體設計上又增加了一些完善的保護電路，諸如：(1)結構屏蔽；(2)濾波電路；(3)電源穩壓；(4)短路保護；(5)過電壓或欠電壓保護；(6)信號隔離；(7)突波吸收；(8)良好的接地 等，以防範各種內在之硬體損壞及外部的雜訊干擾。

由於國內、外產業結構及生產型態的改變，導致低成本、自動化及省力化已成為產業界一致追求之目標，PLC 由於具有上述優點及特性，故廣泛的應用於產業自動化的領域中。近年來半導體元件及微處理機科技日新月異，使得 PLC 的功能如虎添翼，其組成已由早期之整體式結構趨向於模組式及輕、薄、短、小等方面發展，不但程式掃描(Scan)的時間更加快速，複雜的數學運算、資料處理與網路通訊等功能則大為增強，簡易的便利指令使程式撰寫時更加得心應手。用戶(User)可根據自己的輸出需求加以彈性組合 I/O 或特殊功能模組，甚至可線上即時更換故障模組，以減少製程上的待機時間，充份發揮產能並獲取最大的經濟效益。

此外 PLC 國際標準 IEC-61131 的制定，加上 PLCopen 組織的成立以及 PLC 相關認證，將使 PLC 的硬體架構及功能逐漸標準化，而 IEC-61131-3 及-5 對於 PLC 編程語言及通訊標準之相關規定，使得 Windows-XP 或 Windows 7/8 等作業系統在 PLC↔PC 連線編程及監控中取得主導性的地位，進而使 PLC 邁入軟體導向的新世紀。



## 1-2 PLC圖形監控



圖形是視覺化的圖案或物件，它是一種共通的語言，日常生活中我們經常使用圖形來傳達或接收各種訊息。例如早期倉頡造字所使用的象形文字、岩石上或洞窟裡的壁畫，甚至近代的人類也嘗試使用一些通用的圖形或圖案，設法與外太空的生物通訊。

廣泛的圖形監控，意指適當的設計或發展一個親和性的人機介面，期能透過生動活潑的文、數字或圖形，來傳遞或顯示相關的接點狀態或資料暫存器數值，以展示或操控系統的製程和機械狀態。PLC 之圖形監控技術，大致上可分為下列幾種：

### 一、專用的人機介面(HMI-based)

此一方式之圖形監控，主要在於選購一專用的人機介面硬體，並配合其附屬的圖控軟體，在 PC 上進行圖控畫面的編輯和設計，並針對監控元件的編號或屬性作一些簡易的設定，經過編譯成執行檔後下載到人機介面，之後由人機介面執行其與 PLC(HMI↔PLC)之連線監控。

### 二、PC/IPC 圖形監控(PC-based)

PC-based 圖形監控，需對一般的程式語言及 PLC 通訊協定有基本的認知，然後在監控畫面中設置用戶的 I/O 介面或元件並撰寫程式碼，才能經由串列通訊埠執行 PLC 接點狀態或資料暫存器數值之讀取、寫入與控制，以達成所需的圖形監控。

PC/IPC 圖形監控，又可分為下列 2 種模式：

#### (一) 套裝式圖控軟體

選購一合適的套裝式圖控軟體，在一般 PC/IPC 上進行圖控畫面的編輯、編譯及除錯，之後經由圖控軟體本身所提供之各 PLC 驅動程式(Driver)，由 PC/IPC 直接與 PLC(PC/IPC↔PLC)作連線監控。

## (二) 自行發展圖控軟體

利用現有的程式語言，諸如：Visual Basic(VB)、Turbo C、C++ Builder 之類的程式語言，在 PC 上自行設計、發展所需的 I/O 介面（硬體）及圖控畫面（軟體），進行 PC/IPC 與 PLC(PC/IPC↔PLC)之連線監控。

在 PLC 的圖形監控技術中，以使用專用的人機介面搭配其附屬的圖形監控軟體較為簡易、便利。因為就學習或使用者本身而言，充其量祇是就圖形監控元件的變量（編號）或屬性作一些簡單的設定而已。茲以北爾(Beijer)電子的圖形監控軟體 ADP6 為例，在監控畫面中規劃一個交替型按鈕、指示燈、數值輸入及數值顯示元件如圖 1.1(a)所示，其圖形監控結果如圖 1.1(b)所示。

在 ADP6 中開啟新專案，於功能表列的下拉表單中點選【設定工作參數】，以及欲連線監控的 PLC 機種之後，圖控軟體就會自動幫您設定好正確的通訊參數，如圖 1.2 所示。

至於交替型按鈕、指示燈、數值輸入及數值顯示元件的變量或屬性的簡易設定，則分別如圖 1.3 圖 1.6 所示。

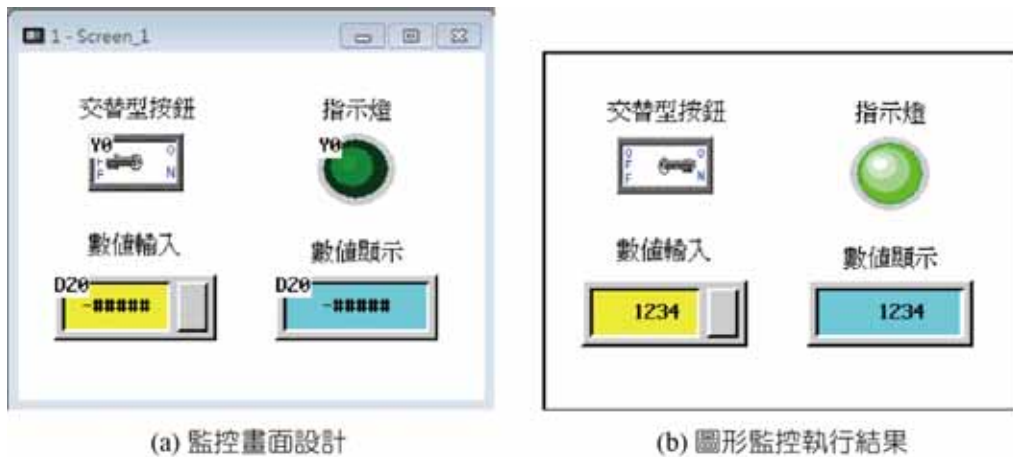
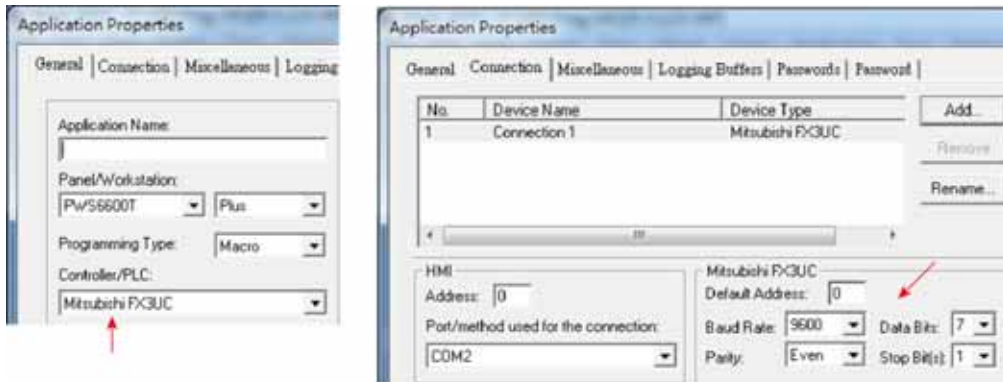


圖 1.1 ADP6 基本的圖形監控示意圖



(a) PLC 機種設定

(b) 通訊埠名稱及通訊參數設定

圖 1.2 ADP6 應用工作參數設定



圖 1.3 交替型按鈕元件屬性設定



圖 1.4 指示燈元件屬性設定

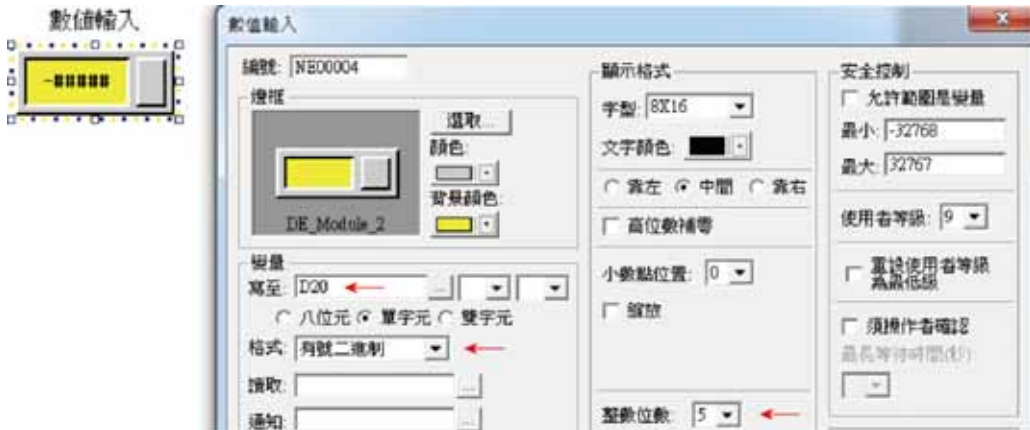


圖 1.5 數值輸入元件屬性設定



圖 1.6 數值顯示元件屬性設定

### 1-3 VB簡介

Visual Basic(VB)源自於 BASIC 程式語言，是微軟公司開發的程式語言。VB 擁有完善的圖形化使用者介面、視覺化的元件、兼具物件導向與事件驅動之程式設計理念、快速的應用程式開發系統、強大的除錯功能，加上第三方控制項的支援，提供使用者在程式開發上有多元化的選擇，也可以輕易的建立 ActiveX 控制項，因此是學習或開發應用程式的首選。



隨著微軟作業系統及應用軟體的不斷升級，VB 先後更新為 VB 6.0(VB6)→VB.Net(2003)→VB 2005→2008→2010 及 2012。微軟公司在 2008 年後停止所有 VB 6 的更新以及支援，而支援 VB6 軟體的作業平台系統 Windows XP 也在 2014 年 4 月 8 日終止更新，使得 VB6 在新的作業系統問世後畫下了休止符。

美中不足的是，VB 在升級時捨棄了許多在 VB6 中大量使用的語法和使用者介面，對部分保留下來的東西也改變了它的語意，諸如：物件名稱、處理事件的方法及物件的屬性（值）等，因此對習慣於 VB6 程式設計的用戶造成相當大的困擾。2005 年起微軟雖然宣布不再對非.NET 版本的 VB 進行支援，但在此同時它也提供免費版的 VB Express。雖然它具有與標準版相同的使用者介面，但是卻少了一些高階的功能和應用。此外 VB Express 版也包括了 VB6 的轉換器，提供 VB 舊版本升級的可行方法。

由於 VB6 中的計時器(Timer)控制項，不具備多執行緒(Multi-thread)的特性。因此當 PC 監控介面同時啟動多個 Timer 元件，並以不同的時間間隔(interval)自單一的串列通訊埠(Com)分別向 PLC 讀取不同類組元件之數值資料時，PC 並不會自動協調各處理程式或程序(process)所發送命令，故有時會發生 PLC 回應訊息資料錯植之現象。此外當監控的各類組元件（例如：X、Y、M、T、D...等）或群組數量越多的時候，PLC 回應訊息的時間落後或延遲(Delay)現象也就更為明顯。

Visual Basic.NET 是植基於.NET Framework架構上的物件導向與事件驅動的程式語言，它具備多線程的特性，因此可以改善 PLC 在讀取不同類組元件或監控的各類組元件&群組數量偏多時，PLC 回應訊息中所產生的資料錯植現象。雖然很多程式編寫者還是習慣使用 VB6 來撰寫程式，但 VB.Net 版本之後在物件的類別及數量、程式的撰寫、網路通訊、資料庫鏈結等性能上精進不少，可以大幅提升程式執行的速度，故使用新版本的 VB 也就勢在必行。

## 1-4 PLC通訊協定



語言是人類溝通的工具或媒介，如果交談雙方沒有使用共通的語言，則彼此之間可能需要借助一些肢體語言來猜測對方的意思，要不就會發生「雞同鴨講」



等不知所云的情況。相同的，工業控制設備或裝置之間也需要制定共通的語言以傳輸訊息或交換資料，而通訊協定(Protocol)就是一種存在於 PC、PLC 與工控設備或裝置之間的共通語言。

在 PLC 的圖形監控技術中，雖然以使用套裝式圖形監控軟體較為簡易、便利，但是就學習或使用者本身而言只是知其然卻不知其所以然，無法理解 PLC↔PC 間如何透過 RS-232 或 RS-485 串列通訊埠執行接點狀態或資料暫存器數值之讀取、寫入與控制等。此外廣泛使用於工控系統中的條碼掃描器(Bar Code Reader, BCR)、電子磅秤(Electronic Load Cell)、溫度控制器，以及 Modbus 通訊和區域或網路通訊 等，若不了解這些設備或裝置本身所提供的元件硬體位址與通訊協定，就無法經由 PC 或 PLC 連線以讀取或寫入所需的接點或資料暫存器的資料。

其實在圖 1-3 圖 1-6 所示監控元件的屬性設定中，其等效的 PC→PLC 通訊協定命令訊息格式分別如下所示：

1. 交替型按鈕元件\_Y0  
= STX+強制 ON/OFF 命令+Y0 硬體位址+ETX+Sum
2. 指示燈元件\_Y0  
= STX+讀取命令+Y0~Y7 硬體位址+1 byte+ETX+Sum
3. 數值輸入件\_D20 (16 bits=2bytes)  
= STX+寫入命令+D20 硬體位址+2 bytes+寫入資料+ETX+Sum
4. 數值顯示元件\_D20  
= STX+讀取命令+D20 硬體位址+2 bytes+ETX+Sum

## 1-5 PLC\_VB圖形監控



有鑑於 PLC 在產業自動化中的樞紐地位，加以各技職院校均開設有 PLC 及 VB 等相關課程，若使用 VB 作為 PLC 的圖形監控，在教學、自學及實作上不但可坐收事半功倍之效，同時也可達到科技整合的目標，提昇機電控制的技術層次，也是作者編寫此書的目的。





VB6 與 VB.Net 在 PLC\_VB 的圖形監控上有某種程度的延續與相容性，加以微軟為初學者提供了精簡版的 Visual Studio 2010 Express，內含 Visual Basic 2010、Visual C# 2010、Visual C++2010 等 Express 版，提供使用者免費下載安裝，有助於學生、初學者 等程式語言的學習、設計、開發或評估。整體而言 Visual Studio 2010 or Express 較 VB6 在 PC→PLC 通訊速率上提昇了不少，而且程式碼撰寫也相對簡易。加以 Visual Studio 2010 升級為 2012 之後不再支援 Windows XP 作業系統。考量部分作業系統尚未全面升級為 Windows 7/8，故本書以 Visual Studio 2010 Express 作為 PLC\_VB 圖形監控之程式語言。

通訊協定一般而言實屬大同小異，故書中所提及之通訊協定、通訊命令的解說與實作，對其他廠牌或機種之 PLC 亦可適用。俗云：「師傅領進門，修行在個人」，但願您能針對每個學習範例用心體會、勤加練習，相信假以時日定可「青出於藍，而更勝於藍」。



## 習題

1. PLC 圖形監控技術，大致上可分為哪幾種，試簡述之。
2. 使用 VB6 執行 PLC 圖形監控，有何缺點？
3. 使用 VB.Net 執行 PLC 圖形監控，有何優點？
4. 何謂通訊協定(Protocol)？
5. 試述使用套裝式圖形監控軟體執行 PLC 圖形監控的：(1)優點、(2)缺點。

# Ch2

## 串列通訊

- 2-1 設備通訊模式
- 2-2 資料傳輸方式
- 2-3 串列通訊傳輸介面
- 2-4 串列通訊埠



完整的通訊系統包含傳送端、接收端與資料傳送的實際通道(Channel)或媒介(Media)。在古代人們透過：眼神、肢體、語言、符號、飛鴿、狼煙、烽火以及日行千里的駿馬和遍布各地的驛站等方式來進行訊息的傳遞。時下的郵政、電話、傳真、網路、手機、宅配等也隱含著某種型式的通訊，如今隨著科技的進步、通訊媒介及技術的日新月異，通訊距離也逐漸無遠弗屆。

至於 PLC 與外部設備(External devices)通訊之目的，則在於使 PLC 與外部設備之間可以進行資料的讀取與寫入、資料交換以及資源的共享。

## 2-1 設備通訊模式



二個通訊設備之間的通訊模式，依資料傳輸的方向可以分為：

### 一、單工(Simplex)

指資料只能朝單一方向傳輸，不能雙向流動，有如交通道路中的單行道，只允許人車單方向通行。

### 二、全雙工(Full duplex)

指資料可以雙向流動，傳送端與接收端可以在同一時間傳送和接收資料，日常生活中使用的電話或手機就是全雙工的系統。工業控制系統中常用的 RS232 和 RS422 等串列傳輸介面，其通訊方式亦為全雙工模式。

### 三、半雙工(Half duplex)

指資料雖然可以雙向流動，但傳送端與接收端雙方，在同一時間只能單方向的傳送或接收資料；無線電對講機就是半雙工系統的一個例子。工業控制系統中常用的 RS485 或 USB 等串列傳輸介面，其通訊方式為半雙工模式。

## 2-2 資料傳輸方式

### 一、同步與非同步傳輸

資料傳輸方式，依據同步訊號之有無可以分為：

#### (一) 同步傳輸(Synchronous transfer)

在串列通訊的傳送和接收兩端，使用一條傳輸線來傳送同步時脈(clock)或信號，作為通訊時的依據，一般需要用到 25 支接腳(pin)。同步傳輸一般是在一群字元前後加上控制和錯誤偵測等判別位元，以告知接收端其所傳送的一群字元是否正確。

#### (二) 非同步傳輸(Asynchronous transfer)

不需要另外使用一條傳輸線來傳送同步時脈或信號，而是使用啟始位元(Start bit)及結束位元(Stop bit)，作為通訊時的依據，一般只要 9 支接腳即可。非同步傳輸一般是在每一個字元前後加上控制和錯誤偵測等判別位元，以告知接收端其所傳送的每一個字元是否正確。

### 二、並列與串列傳輸

資料傳輸方式若根據同一時間內傳輸的 bits 作為比較或判斷的基準，則可以區分為並列傳輸與串列傳輸兩種，如圖 2.1 所示。

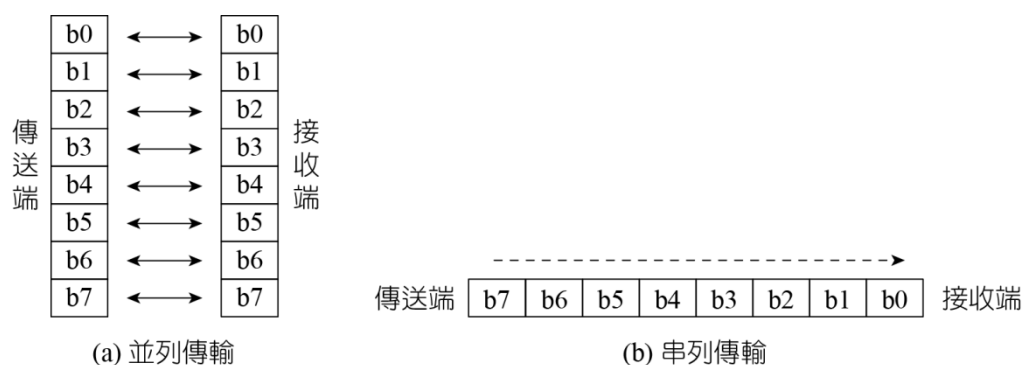


圖 2.1 資料傳輸方式

### (一) 並列傳輸(Parallel transfer)

指資料傳送端與接收端的雙方使用 2 條以上的連接線，經由同步時脈（信號）控制以傳送資料。由於同一時間內可傳輸的 bits 較多，因此傳輸量大且速度快。但是後來因為傳輸速率要求的提升，並列傳輸在資料的同步上遭遇到一些困難，故並列傳輸方式已走入歷史。

### (二) 串列傳輸(Serial transfer)

串列傳輸沒有使用同步時派，而是使用一條單向的連接線，在同一個時間裡一次只能傳送 1 bit。常用的編碼方式是：起始位元(1 Start bit)+資料位元( 7/8 Data bits)+同位檢查位元(Parity bit)+停止位元( 1/2 Stop bit)。由此可知傳送一個字元符號(Character)至少需要 10 個一序列的位元，而起始及停止位元則用於控制資料傳送的開始和結束。

## 2-3 串列通訊傳輸介面

### 一、RS-232

RS-232 是 IBM-PC 的串列通訊連接標準，它是一種點對點式(Point to Point, P2P)的非平衡傳輸，其信號傳輸方式如圖 2.2 所示，信號的準位(Level)是參考地線而來。在傳輸線上有分布式的電阻及電容存在，因而會產生雜訊干擾及信號衰減，使接收端的信號準位發生變化，造成傳送端與接收端的信號準位大小不一，使傳送訊號發生錯誤，故 RS-232 通訊傳輸距離不長大約為 15 公尺，傳輸頻寬約 19.2Kbit/s。

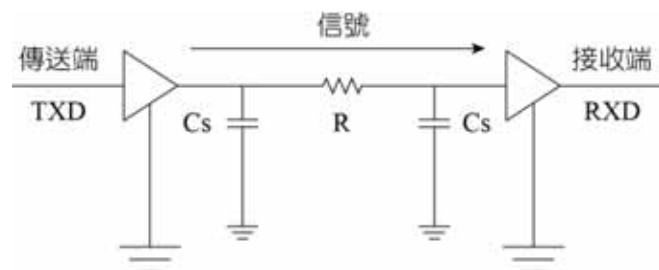


圖 2.2 RS232 信號傳輸方式

RS-232 設計之初指定了 20 個不同的訊號連線端，使用 25 個 D-sub 接腳 (pin) 構成的 DB-25 連結器 (Connector)。但是由於大部分的設備在資料傳輸時只使用到少數的 pin，所以 9-pins 的 D-sub 或 DB-9 連接器因應而生。RS-232 腳位編號及其意義，則如表 2.1 所示。早期有很多的電腦主機或筆電 (NB/Laptop) 都配備有 9 接腳的 COM Port，如圖 2.3 所示。但目前的 PC 或 NB 已不再內建標準的 RS-232 DB-9 連接器，而是提供數個 USB 連接埠。

表 2.1 RS-232 腳位編號及其意義

25Pin	9Pin	簡寫	意義	說明
8	1	CD	Carrier Detect	載波偵測
3	2	RXD	Receive	接收
2	3	TXD	Transmit	傳送
20	4	DTR	Data Terminal Ready	資料端備妥
7	5	GND	Ground	地線
6	6	DSR	Data Set Ready	資料備妥
4	7	RTS	Request to Send	要求傳送
5	8	CTS	Clear to Send	清除以備傳送
22	9	RI	Ring Indicator	響鈴偵測



圖 2.3 電腦主機上 COM Port 及其接腳

就大多數的通訊設備而言，一般只要使用其中的 3 個 pin-TXD、RXD 及 GND，便可達到全雙工的通訊，圖 2.4 為 RS-232 常用之接線方式。因為 RS-232 實作簡易，且價格便宜，故廣泛應用於工業上作為串列通訊的標準配備。



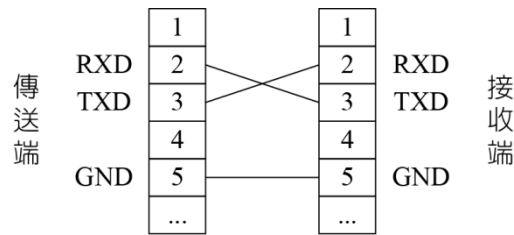


圖 2.4 RS-232 常用之接線方式

## 二、RS-422

RS-422 是由 RS-232 發展而來，採用 4 線、平衡式差動方式傳輸信號，因此可以消除雜訊干擾，故傳輸頻寬 10Mbit/s 及通訊距離 1,200 公尺均較 RS-232 為佳。RS-422 採用多點通訊的資料傳輸協定，允許在相同傳輸線上連接多個接收節點(node)，最多可達 10 個節點，亦即 1 個為主設備(Master)，其餘為從屬設備(Slave)，從屬設備之間無法通訊。RS-422 串列傳輸介面，其通訊模式是屬於全雙工。

## 三、RS-485

RS-485 是 RS-422 在無法多點雙向通信下的改進，所以 RS-485 許多特性與 RS-422 相似。RS-485 亦採平衡式差動方式傳輸信號，可採用 2 線與 4 線模式，2 線模式可實現真正的多點雙向通信。採用 4 線連接時，與 RS-422 一樣只能實現點對多點的通信，但接收的點數上限則可提高到 32 個設備。在半雙工通訊模式之下，可以採用一對多的接線方式以構成區域網路。

RS-232、RS-422 與 RS-485 在通訊模式、信號傳輸方式、通訊距離 等之特性比較，如表 2.2 所示。

表 2.2 RS-232、RS-422 與 RS-485 特性比較

串列通訊介面	RS-232	RS-422	RS-485
通訊模式	全雙工	全雙工	半雙工
信號傳輸方式	單一接點	差動式	差動式
接線方式	9線/3線式	4線/2線式	2線式
最大傳輸速率(bps)	19200	10M	10M
通訊距離	15公尺	1200公尺	1200公尺
傳送：接收 節點數	1:1	1:10	32:32
抗雜訊干擾能力	差	佳	佳

## 四、USB (Universal Serial Bus)

通用串列匯流排它是一種改良型的串列通訊傳輸介面，廣泛地應用於 PC、PLC、以及行動裝置等資訊&通訊相關產品。USB 採用差動信號傳輸，訊號使用 D+和 D-的雙絞線傳輸，其常用外型、腳位及功能如圖 2.5 所示。USB 通訊模式屬於半雙工，其傳輸速率較傳統的 RS-232 串列埠提升很多，USB 1.1 最大傳輸速率為 12Mbps，USB 2.0 為 480Mbps，至於 USB 3.0 則為 5Gbps。USB 其最大特點為一種具備熱插拔(Hot Plug)以及隨插即用(Plug & play, PnP)的外接式傳輸介面，且可連接的裝置上限達到 127 個，但 USB 在工業配線上經常會遭遇到抗雜訊干擾差、通訊距離短 (30 公尺) 以及纜線沒有栓鎖機制的問題。

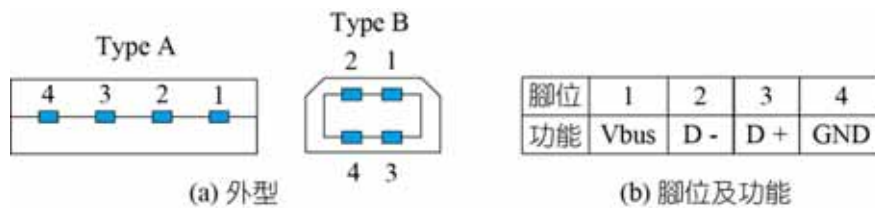


圖 2.5 USB

## 2-4 串列通訊埠

### 一、串列通訊埠

大多數的工業控制設備都支援串列通訊，以方便訊息的傳送端和接收端進行相關資料的讀出(Read)、寫入(Write)或控制。PC 的串列通訊埠原先統一為 9-pins 的 RS-232 通訊埠，但目前的 PC 或 NB 已不再內建標準的 RS232 DB-9 連接器，而是提供數個 USB 連接埠。

### 二、FX-PLC

因內建有 RS-422 通訊埠，因此使用者可根據自己的需求，自行選用一個 USB to RS-232/422/485 的轉換器。市售的 USB→RS-232(9 Pins)串列通訊埠模組如圖 2.6 所示。USB 型態的信號轉換器具有熱插拔的功能，安裝之後系統會自動掃描並在[裝置管理員][通訊連接埠]中產生一個虛擬的串列通訊埠 Prolific USB-to-Serial Comm Port，如圖 2.7 所示，其被分配的埠位名稱或編號為 COM 4。



圖 2.6 USB to RS-232(9Pin)的轉換器



圖 2.7 虛擬的串列通訊埠 Prolific USB-to-Serial Comm Port

### 三、埠位名稱或編號

串列通訊埠實際連線的埠位名稱或編號，例如：

[VB 6]：MSComm1.CommPort =2

[VB 2010]：SerialPort1.PortName="COM2"

### 四、參數設定

串列通訊的雙方必須設定相同的傳輸參數，才能執行資料的存取。常用之通訊參數如下：

1. 通訊速率（連線速度或頻寬），或稱鮑率(baud)：最常見的通訊速率有 9600 bps、19200 bps、115.2K bps 等。
2. 同位檢查(Parity check)：奇同位(Odd)、偶同位(Even)或不作同位檢查(Non)。
3. 資料位元(Data bit)：大部分為 7 bits，部分則採 8 bits。
4. 停止位元(Stop bit)：大部分為 1 bits，部分則採 2 bits。
5. 交握協定(Handshaking)：通訊系統雙方在建立通訊連結之前，針對資料傳輸速度或流量所作的軟/硬體信號管控。常用的有 XOn/XOff、Request To Send、Request To Send XOn/XOff 等，需要依照通訊協定及傳輸方式來選擇正確的交握協定。



## 五、開啟與關閉

### 1. 開啟串列通訊埠

[VB 6] : MSComm1.PortOpen =True

[VB 2010] : SerialPort1.Open()

### 2. 關閉串列通訊埠

[VB 6] : MSComm1.PortOpen =False

[VB 2010] : SerialPort1.Close()



## 習題

1. 設備間的通訊模式，依資料傳輸的方向可以分為哪幾種，試簡述之。
2. 何謂同步與非同步傳輸？
3. 何謂並列與串列傳輸？
4. 串列通訊傳輸介面有哪幾種？
5. RS-232 常用之接線方式為何？
6. 試比較 RS-232、RS-422 與 RS-485 的特性。
7. 何謂 USB(Universal Serial Bus)？
8. 試述 USB：(1)優點、(2)缺點。
9. 串列通訊埠常用之通訊參數有哪些？