

匯流排技術發展演進

工業 USB 應用停看聽

作者：研華公司工業自動化學業群，阮北山 資深經理

對於自動化使用者而言，技術的演進既是機會也是挑戰。一方面，半導體及軟體的技術演進可提升電腦及機器運算的智慧



化及效能，使自動化程序的運作變得簡單與穩定，但另一方面，這些演進也帶來許多延申性的問題。一般而言，自動化產品的使用壽命通常可達數十年之久，隨著技術的演進，對於電腦運算的技術的演進，帶動自動化產品及應用程式的變革，隨著這波變革也引申出許多使用上的不便。因此，使用者要思考：為避免在下一波變革又重蹈覆轍，究竟該改變什麼？該採取那些防範措施？

在規畫設備的通訊傳輸架構時，所連結電腦的內部匯流排及所使用的電路都是考量的重點，有鑑於此，研華公司相信透過使用**萬用串列匯流排**，意即 **USB**，就能夠有效解決上述問題。而市場高度的使用需求是促成工業電腦傳輸介面改採匯流排的主因，目前，PCI Express 逐漸成為電腦背板的規格新標準，因此，改變裝置與電腦間的相互連線方式，將是不可避免的改變。除此之外，配備嵌入式處理器的主機

板日益普及，無論是 PCI Express 或其他標準的匯流排，其往往不會提供擴充匯流排介面。

想要解決以上的難題，所選擇的解決方案不僅必須兼具高速、穩定、精確並能夠滿足所需傳輸距離等特性，且產品使用壽命也要達到工業級的普遍標準之上。能夠符合上述需求的，便是**萬用串列匯流排 USB**。就像其他的工



業設備，幾乎所有的工業電腦在出貨時就已提供多個 USB 連接埠。USB 的傳輸速度切合使用需求，準確性可達毫秒，對於絕大部分的工業使用者來說具備前兩點特性已足夠。即使是加密連線及長距離橋接，USB 也只需要稍做修改，便能符合所有的工業應用準則。

不斷變革的電腦產業

商用電腦很早以前便已捨棄 IBM 在 1980 年代初所開發的「工業標準架構」ISA 匯流排，改採 Intel 及其他公司在 1990 年代中期研發的「週邊元件互連標準」PCI 匯流排，目前，Intel 及其他公司約在 2004 年推出的 PCI Express 已成為商用電腦的主流標準。

PCI 介面究竟還要多久才會從商用電腦中消失？這個答案仍是未知數。在不同標準的轉換期間，出現了兼具 ISA 及 PCI 插槽的主機板，使得 ISA 在 PCI 推出後

仍持續活躍了好幾年。要明確界定 ISA 在商用電腦市場消失的時間點並不容易，根據報告顯示，ISA 在 PCI 推出後仍持續風行長達十年之久。此外，目前在工業電腦中我們仍可見到 ISA 的軌跡，儘管外型上與嵌入式工業電腦的 PC/104 規格已不盡相同，但在應用上仍使用 ISA 匯流排。

從技術的觀點看來，相較於從 ISA 改變至 PCI，從 PCI 改變至 PCI Express 的時間也許會更快。原因在於從 PCI 汰換為 PCI Express 不需要修改設備既有的軟體程式，因此，開發人員不需要為了轉移應用程式而改寫程式碼，從 PCI 改變至 PCI Express，比起由 ISA 轉換至 PCI，前者的轉換成本低的許多。

PCI Express 另一項顯著的優勢，是傳輸效能的大幅提升，尤其是對於影像卡、Gigabit 乙太網路、高速影像擷取等高速應用程式，PCI 的資料傳輸率為每秒 133 Mb，PCI Express 的單向最高傳輸率則高達每秒 8 Gb。因此，各大高階圖形卡的製造商，例如 AMD 子公司 ATI 及其競爭對手 NVIDIA 都逐漸推出 PCI Express 晶片組。至於高畫格速率的影像擷取等其他應用程式，也開始利用全新匯流排的高速傳輸優勢。

但從另一方面來看，目前業界的 PCI 裝置類型複雜與數量龐大的程度，都遠超過 ISA 盛行的時期，PCI 究竟何時才會在消費市場消失，也許得等到完全消失才可得知。在轉換過程的期間，PCI 及 PCI Express 的插槽會配置在同一塊主機板上，由於轉換將影響使用者，因此各家主機板的製造廠都將此次的變革與轉換納入產品設計考量。

這個變革也不見得是壞事，一方面，PCI Express 能有效提升圖形傳輸效能，有助於工業應用程式的發展。目前這一類應用程式的圖形使用介面變的越來越豐富，因此，要是能加速更新圖形化使用介面，便能降低 CPU 的使用率。另一方面，機器視覺的應用程式也受惠於快速的資料傳輸效能，每秒能夠擷取的影像變的更多。而且，當市場需求量增長後，PCI Express 方案的成本也會較 PCI 解決方案來的更低。

一般而言，使用者必須善用最新的技術，而 PCI Express 確實在此方面具備優勢。雖然，還有部份使用者仍採用 ISA，不過數量卻是逐年遞減，實際上，仍有許多使用者是採用 PCI 來完成設備間的連結。

此外，不論是 ISA 或 PCI，這些舊式的內部匯流排目前都能提供符合市場需求標準的傳輸速度及準確性，可存取電腦的衍生時脈，例如 ISA 為 8 MHz，PCI 為 33 MHz，而且兩者皆能提供每秒達 Mb 等級的傳輸率。因此，這些內部匯流排為工業應用程式帶來顯著的優勢，任何想要取而代之的匯流排都必須要能提供以上這些優勢。

創新思考

研華公司相信，好的解決方案都必需經過創新思考。而工業應用程式長久以來的標準作法，是先設立一個內部電腦匯流排，再設立一個外部現場總線。現場總線負責處理整個廠房內的通訊，內部電腦匯流排則負責提供處理器及外部的連結傳輸。如此的分工的確能提升運作效率，但並不表示內部匯流排在與外部設備通訊時

扮演重要角色，因此，匯流排轉換後所延申出的後果可能遠超出電腦技術變革所帶來的好處。如果所有的資料擷取裝置能夠移出電腦外，不只可解決上述問題，還可帶來許多優點。



例如：內部匯流排標準的創新及演進將不再干擾現場網路傳輸，因此，工業電腦的內部架構便能輕易改採 PCI Express，以享受轉換後所獲得的效能及成本效益，甚至能讓圖形卡及其他的應用程式能獲得最佳的運作效能及高速的執行速度。在選擇外接式的資料擷取裝置時應該考量其是否能符合使用壽命長的標準，否則，隨著裝置的汰舊或汰換，當裝置移出電腦外後只會導致更多使用上的問題。在完成自動化解決方案的建置後，預估的設備使用壽命應至少達十年，最好越長越好。

其他創新措施的必要元素，也同樣必須出自工業應用程式本身，包括例如：傳輸速度與準確性、距離及穩定性等。首先，傳輸率必須足以應付資料及控制的需求。對於部分情況而言只需要極小容量的 bps 便已足夠，但其它情況則需要更高的傳輸率，甚至達 Mb 以上。其次，大部分的工業應用程式皆能在毫秒的時頻下運作良好。

傳輸距離大多以每十公尺作為測量標準的單位，但部分面積較大的廠房則需要較長的傳輸距離，且廠房環境滿佈震動與灰塵、溼度高，現場甚至發生其它更糟的狀況，因此，所選擇的方案也必須能於各種惡劣的環境下運作。

最後，如果資料擷取裝置要移出電腦之外，千萬不能選擇無法長期穩定使用的標準。不只所有的電腦，就連大部分的工業機台也要必須能互連，能符合此項準則，才能避免因特殊規格導致執行成本的增加。

其實還有更多選擇

在研究此項創新方法的同時，我們也有其它多元化的選擇，其中包含透過有線的傳輸，例如：各種乙太網路、Firewire (IEEE-1394) 及 USB，或是無線通訊，例如：藍芽及其它各種 802.11 的應用或是無線 USB。



在眾多方案中，應用最普遍的算是乙太網路及 USB，這兩種傳輸介面幾乎在每一台電腦上都找的到，而工業機台採用這兩種介面的比例也越來越高，預估這兩種介面的市場需求會持續成長，預估供貨期將長達十年以上。使用者能受惠於因應用普及化所導致成本持續下降的好處，但是，此兩種介面皆的工業應用程式皆有與連接裝置整合的問題，特別對於特定的工業應用尤其甚是，因此，使用者在選購前都必須多方考量。

例如，乙太網路通訊協定並非只有單一標準，而是包含一系列的通訊協定，其版本在經過 30 多年的演進，目前已成為區域網路的標準，其地位甚至超越無線網路。其版本的差異是在於傳輸速度的不同，因此，目前在工業資料擷取應用程式中，高達十分之四分別採用 100 Mbps 及 Gbps 等級的乙太網路。

從本質或廣義來看，乙太網路無法提供即時的傳輸效能，其在大部分的應用程式中執行時，乙太網路無法避免競爭節點之間的資料衝突，也無法確保任何傳輸上的品質。因此，在部分關鍵的作業環境中，如果廠房的機台中斷而需要即時維修，但內部時鐘仍不停運行，這時，乙太網路的傳輸就會故障，當流量過多時，網路的回應時間從原本以微秒為單位傳輸則可能提高至毫秒，這將嚴重影響即時傳輸的穩定性。



目前的確有方法可解決這些問題，例如：採用即時傳輸的乙太網路通訊協定，但關鍵在於各通訊協定間彼此並不相容，因此，除非各版本整合成單一標準，否則使用者仍可能選擇錯誤的方案。

提升傳輸效能最有效的方法，便是以 IEEE-1588 標準為作為通訊協定的基礎，該標準能以次微秒的準確度進行同步傳輸，使遠距裝置能輪流透過乙太網路傳輸，而不會干擾其他通訊。另一方面，裝置及網路堆疊實作也必須使用 IEEE-1588 作為建構基礎。

然而，使用者無需等待整合版本的標準出現，他們還有其他更好的選擇，那就是 USB，尤其是當 USB 2.0 的規格出現後，資料傳輸率高達 480 Mbps，幾乎所有的主機板及工業裝置皆配備 USB 介面，在對資料擷取裝置的使用者進行滲透研究後，更可見該規格的普遍性。USB 的滲透率在幾年前只有 25%，但到了 2007 年已躍升至近 50%。

顯而易見的是，USB 除了應用普遍外，也具備傳輸準確的特性，其反應時間的單位為微秒，足以提供大部分的工業應用程式使用，但各種裝置間(PDA 等可攜式裝置，以及無線連接裝置)的 USB 仍有不同的通訊版本。

USB 於廠房應用時，的確有兩項本質上的問題。首先是距離，因為一般標準的 USB 傳輸線只有 5 公尺長，但使用網路線及延長線，可以將距離延長至 100 公尺，使 USB 的佈建能擴展至整個廠房。

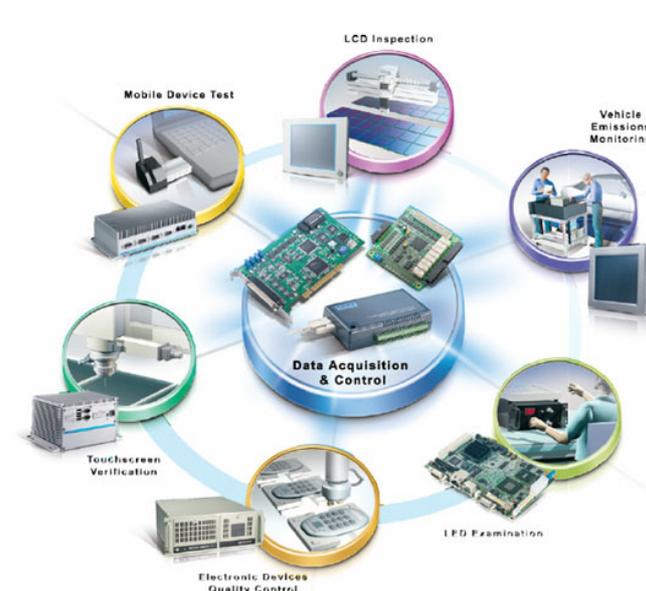
第二個問題與 USB 連接接頭有關。為了方便 USB 插入及拔出，其使用熱交換接頭，接頭上沒有像其他接頭那樣的卡榫，因此，只須輕輕拉扯便可讓傳輸線脫落，即使是意外脫落，也會導致整個廠房網路中斷，就算非意外，工業環境中不可避免的震動也可將促使脫落的發生，導致通訊無預警中斷。這個問題同樣有解決方法，例如：使用研華專為 USB type A 及 type B 接頭所研發的螺絲鎖夾。type A 接頭上的螺絲夾可以取下，使其也能用於商用電腦，在裝上螺絲夾之後，螺絲夾可以附接到裝在資料擷取裝置及集線器上



的套件，從而固定傳輸線，有效預防震動，避免脫落的發生。該特殊方案成本便宜，與用來固定印表機串列或其他傳輸線所使用的技術類似。

建議及結論

對於工業使用者來說，電腦匯流排架構的變更演進既是挑戰，也是機會。機會在於新技術的誕生通常能提高運作效能，而且可用於全新的應用程式。而挑戰則是因為匯流排在資料擷取的過程中扮演核心角色，一不小心就將造成系統運作的停擺。



透過將資料擷取裝置移出匯流排及電腦的方式，可以有效避免上述問題的發生，使用者也能善加利用新型匯流排來強化效能。不過，對於資料擷取裝置流經的通訊通道仍須仔細挑選：普及性、資料傳輸率、準確性、穩定性及傳輸距離等都是重要的考量要素。

雖然目前沒有匯流排能夠滿足以上所有的準則，但只要以極低的成本稍加修改，例如：使用延長器及可鎖式接頭，也能滿足自動化及工業應用程式的需求，經

過些許改良，使用者不需要研發新的標準，也無須修改其他軟體的驅動程式，USB 即可因應工業環境的不同需求，提供資料擷取、傳輸及控制訊號的通道。

只有採取正確的解決方案，才能持續獲得最好的成果，技術的變革將會開創更多進步的機會。

~本文到此結束~