

控制與連結技術於 食品與飲料製造業的應用

作者：研華公司工業自動化學業群，林巨範 資深經理

食品與飲料業長久以來皆以人力手動為操作模式，為了改善生產效率和品質控管，許多食品及飲料的加工程序已開始進行整合，並朝自動化的標準邁進。



食品與飲料業面對的困難之一，在於工廠中各項加工處理的性質皆不相同。舉例來說，原料的接收、儲存及加工等作業，同時涵蓋分散式和集中的自動化應用程序，而加工處理可能是批次處理、連續處理或是兩者混合。

我們以簡單的啤酒釀造為例。啤酒的原料包含啤酒花、大麥芽、調味香料和純水，每一項原料都必須分開處理。啤酒花和大麥芽是固體，故必須以固體處理設備處理，例如貯液槽、壓縮氣槽或真空流系統，以及皮帶輸送機和斗式輸送機。水和其他液態調味香料則是以傳統流體管道加以處理。啤酒在製酒壺中逐批製造，因此批次控管步驟包含開發配方並加以編程，然後按照配方中的步驟加工，其中包括自動化和手動操作。最後，如同其他儲罐應用，啤酒儲存必須經過泵輸送、控制、流量和液位標示等處理。

除此之外，啤酒加工的包裝程序係使用分散式機器控制及包裝系統，將瓶罐及包裝材料集合在一起，然後將啤酒注入瓶罐中，並檢查瓶罐是否出現破損或不明物體（Found Object

Debris)，接著再將瓶罐置入紙箱中，堆垛後準備出貨。其他飲料加工廠的作業方式亦有相似之處，然而需視狀況而定。

食品加工廠的種類從肉類與家禽，一直到濃縮湯品和其他食品，可說是應有盡有。各加工廠對於控管的要求大不相同，甚至在同一間工廠中也有極大的差異。

自從引進可程式自動控制器 (PAC) 並在辦公室（1990 年代已遷移至廠區）大幅提高乙太網路的使用率之後，製造控制與自動化產品已漸成趨勢。該類產品在整個食品或飲料加工廠中能加以廣泛應用，不再需要將工廠各端的系統及供應商混合搭配使用。相關產品包含 I/O、控制器、HMI 和圖形控制面板、機器視覺系統整合及工業網路產品。

自動化孤島 (Islands of Automation)

在許多食品及飲料加工廠中，每一程序皆由不同機械製造商視各流程所量身打造而成，即便加工程序非因應特定流程而生，機械製造商也會提出最適宜的完整解決方案。



圖一 通用圖形介面：人機介面(HMI)

有時操縱控制包括多個控制面板，由 NEMA 4 或 NEMA 12 控制面板內部固定線路的燈光、開關和中繼設備所構成，而有時工廠或公司的面板雖然功能相似，但操作與介面卻完全不同，操作人員因此需要更多訓

練。此外，若發生緊急狀況，操作人員在嘗試操作不熟悉的控制面板時，安全風險可能提高。

運用最新的自動化和通訊工具，食品飲料廠可藉助通用的使用者介面、通用配方和標準化批次編程，以及標準型工業乙太網路，進行資料蒐集和傳輸工作，排除許多潛在的安全問題。

無論是最小的 H-O-A（手動－停止－自動）操作站，或是最複雜的批次編程操作站，觸控式 LCD 螢幕的安裝，在使用上皆非常簡易，且直接透過乙太網路或序列互連，能與控制器和 I/O 互動。舉例來說，右邊這台 3.5 吋螢幕的觸控式平板電腦 (Touch Panel PC) 是汰換所有燈光和開關後的產物。



圖二 研華 3.5"無風扇觸控式
液晶電腦 TPC-30T

此款觸控式平板電腦可取代所有舊款機器與程序控制面板的燈光、按鈕、中繼設備及線路，且擁有足夠的彈性應付廠區所有的控制面板應用。此類 HMI 是具有完整網路功能的嵌入式電腦，也可支援舊機器和控制器的序列介面。使用時得以預先設計面板、指示燈、介面工具集，以及物件的資料庫，並可於編輯畫面輕鬆組合各項元件，以取代過去硬接線操作面板使用的各項程序，包括尋找供應來源、採購、調用存貨、組合、組裝以及測試等等。即使是相當複雜的的批次步驟在過去可能需要數週時間，使用 HMI 面板只要幾天即可設計完成。使用通用 HMI 介面的操作人員，只需操作一次即可上手，不但能大幅節省成本，而且安全性也相對提升。

此外，HMI 在過去十年內也持續縮小體積、加快速度、提升智慧功能，並降低成本。這代表 HMI 可適用於更精密的控制應用，並執行複雜的數學運算、記錄資料、處理警訊管理演算法，持續產生即時精密圖形。



左圖為研華的 IPPC-8151S，不鏽鋼外殼下是含有完整信息功能的自動化運算平台。食品與飲料業使用的 HMI 面板，適合應用於衛生無菌的環境，並可支援各類設置，包括大型控制櫃中的嵌入面板、機背托座孔位標準安裝、傳統桌面支架安裝，以及利用支架安裝於牆壁或天花板上。

圖三 研華食品與飲料製造專用工業級無風扇平板電腦 IPPC-8151S

此產品設計符合國際防水等級 IP66 認證，防水亦防塵，因此能夠在食品或飲料加工廠房的任何一處使用。設計本身 經得起水柱噴灑及沖刷，即使內含腐蝕性化學物質亦然。觸控螢幕本身在酸性和鹼性環境中亦持久耐用，且能承受洗潔劑和商用去污劑的清洗。特別為食品與飲料業所建置的新一代 HMI，具備標準的「觸控清潔模式」功能，只要先作設定，在清洗過程中以特定手勢操作觸控式螢幕即可停用或啓動，避免清潔時的意外碰觸，此係為重要的安全特點。

專為食品與飲料業設計的 HMI 與控制系統，其另一項重要設計特色為外殼符合美國 FDA 衛生安全設計之要求。外殼本體為 專用在食品及外科手術的 316L 等級抗腐蝕不鏽鋼，不但抗氧化同時抗菌，其堅固外殼更能承受高震動和高濕度環境。所有為食品與飲料業（或延伸至製藥業與生技製藥工業）特別建置的 HMI，都必須符合美國食品及藥物管理局 (FDA) 21CFR177 規範的密封安全要求。

通用輸入/出(I/O) 和操控：可程式化自動控制器(PAC) 與嵌入式電腦

研華公司推出的 IPPC、TPC、APAX 與 UNO 設備，皆可與 HMI/PAC 裝置結合，適用於顯示和控制程序。在多種應用中，HMI 的主要用途為顯示 PAC 及廠區其他嵌入式 PC 控制器的資訊。



圖四 研華嵌入式自動化控制器

在 2000 年初，世界製造業與供應鍊研究權威機構 ARC Advisory Group 的分析師克雷格·雷斯尼克(Craig Resnick) 將一款在尺寸上與傳統可程式控制器(PLC) 十分相近的工業電腦重新包裝，命名為「可程式化自動控制器」(PAC)，雷斯尼克指出，PAC 須結合 工業電腦的運算能力、典型 PLC 的控制功能及穩定性和商業軟體(COTS) 作業系統及軟體功能。



圖五 研華新一代可程式自動化控制器 APAX 系列

在 2000 年初，世界製造業與供應鍊研究權威機構 ARC Advisory Group 的分析師克雷格·雷斯尼克(Craig Resnick) 將一款在尺寸上與傳統

可程式控制器(PLC) 十分相近的工業電腦重新

包裝，命名為「可程式化自動控制器」(PAC)，雷斯尼克指出，PAC 須結合 工業電腦的運算能力、典型 PLC 的控制功能及穩定性和商業軟體(COTS) 作業系統及軟體功能。

左圖為研華的 PAC 控制器 (APAX)，可謂是新一代 PAC，完美體現 PAC 系統的所有優點，於單一平台中整合控制、資訊處理和網路功能。

利用最新的自動化科技，並參考現代電腦普遍使用的雙核心多處理器架構，APAX 系統提供

雙控制器架構，兩個控制器可以執行不同的作業，增加系統的穩定度及彈性。除此之外，APAX 不同等級的控制器，都能夠使用相同的 I/O 模組，也就是說如果想昇級系統，只要更換控制器即可。因此可以提供系統最佳的擴充性，並降低系統的複雜度，可大幅地降低系統建置成本。

新一代的 PAC 平台能提供食品及飲料業加工廠房的所有控制需求。在分散式網路中，PAC 能夠在系統的前端直接負責控制作業，執行各種完整及複雜的運算，所以可以擔任系統的前端運算節點。如此一來，上層的高階功能設備，包括 DCS 現場控制器和 SCADA 遠端遙控單元 (RTU)，與原本屬於下層的可編程控制設備之間的界線就會變得較為模糊。



一般的 PAC 現在可提供：

- 多網域功能，包含單一平台上的邏輯、連續和運動控制
- 開放式、模組化的架構，符合網路介面或協定的現行標準
- 單一的多重開發平台，內建通用標籤與單一資料庫
- 軟體工具：可設計牽涉多部機器或處理單元的處理流程

Process Control 流程控制

為食品與飲料業特別建置的 PAC 必須同時支援流量、液位、溫度、壓力的數位、分散及類比 I/O，而且必須提供電壓 (0-5 VDC)、電流 (4-20 mADC) 和低頻（脈衝）類比輸入功

能。除非 PAC 內建精密的 PID 控制演算法，否則這些輸入設備根本無用武之地。舉例來說，本文的 APAX 5570 便配備極精密的自動迴路調協功能。PAC 必須具備強大的運算能力以便足以支援這些功能。

批次處理

早期 PLC 的設計以分散輸入為主。各類 I/O 的發展及 IEC61131-3 標準的「順序功能流程圖」(Sequential Function Chart) 語言，尤其是 ISA88（批次處理標準）的發展，讓 PAC 有機會變身為完整的批次處理控制器，能完全在現場進行執行配方、步驟圖和順序功能流程的工作。同時，由於 PAC 可利用標準工業乙太網路輕鬆連接網路，使用者可利用相同的運算平台，將這些分散式控制的優點，擴大落實至各式連續、批次和分散程序。

運動控制

可做為連續程序控制器或批次控制器的 PAC，也可以用作快速運動控制器，用於食品或飲料加工廠的包裝線。例如，控制啤酒製造的同一個運算平台，可以同時控制複雜的貼標和包裝應用程序，更可利用相同的編程工具和工程資料庫加以編程。單是這樣已能節省了大量成本和訓練支出，更別說是因為使用 APAX 等通用運算平台所減少的庫存與零件。

影像偵測

快速運動控制的高速，讓 PAC 也能用於視覺系統和影像偵測。

通用網路和通訊：工業乙太網路

由於 PAC 是具有特殊用途的 PC，其桌上型姐妹產品可共用內建的網路功能連接標準網路，如乙太網路。大多數 PAC 內建標準網路介面協定的功能，例如 TCP/IP、SMTP 與 OPC，可以將多個舊式工業現場網路，例如 Modbus、

RS232/422、RS485、CANbus、DeviceNet、Profibus、Foundation fieldbus，與標準乙太網路結合，有線或無線的方式皆可。

未來的食品飲料工廠

食品、飲料和製藥工業未來的控制工作，需要連結功能強大的 HMI 與模組化 I/O、堅固的運算平台（如 PAC），以及具有完整工業乙太網路產品的嵌入式 PC（擁有受控的交換器、網路供電 (Power over Ethernet) 和通用工程工具）。

在通用運算平台上生產以上工具，意味著終端用戶只需選擇一個供應商，即可獲得適用於整個廠區的各项應用，讓工廠在採購、庫存、零件、安全性、訓練操作及維護方面都能達到節約效益。

~本文到此結束~