

智慧工業時代來臨

徐俊毅

一．電子資訊技術驅動 工廠智慧化

文藝復興逐漸解除了歐洲人的思想禁錮，開啟了他們的大航海時代，也讓人類社會進入近代文明時代。“科技樹”快速生長起來，不久以後人類就迎來了第一次工業革命。憑藉水力和蒸汽機提供的強大動力，從18世紀末開始，這些初級工業化力量為人類提供了前所未有的豐富產品和資源，改變物資的分配方式，甚至改變了社會結構，率先完成工業革命的英國成為日不落帝國。這是工業1.0時代。

19世紀後半期開始，電學的發展、電力的應用以及大發明時代的各種偉大發現，讓人類迅速告別了蒸汽時代，福特發明的流水線製造方法將工業生產能力再次提升一個臺階，兩次世界大戰充分展示了工業2.0的力量，儘管以這種方式呈現實在令人遺憾。

20世紀70年代，電腦技術的發展、可程式設計邏輯控制器PLC出現，使得工業製造的自動化程度大幅度提高，生產效率進一步提升，人類在工業製造中的體力勞動比例不斷下降。這一過程一直持續至今，被業內稱為工業3.0時代。在工業3.0時代，電子資訊技術以前所未有的速度前

進，特別是近20年的持續高速發展，不僅在工業製造方面，它幾乎滲透到了這個星球的各個角落，時刻改變著人們的生活。互聯網的快速發展，雲計算、物聯網等概念不斷湧現，電子半導體晶片功耗不斷降低而整合度卻在不斷增加，越來越多的新生事物出現在工業製造領域，這意味著變革的腳步近了，工業4.0即將到來，工廠會變得更具智慧。

二．工業4.0的關鍵技術

工業4.0一詞最早在2011年漢諾威工業博覽會被提出。2012年10月由羅伯特·博世有限公司的Siegfried Dais及德國科學院的

Henning Kagermann組成的工業4.0工作小組，向德國聯邦政府提出了工業4.0的實施建議。2013年德國聯邦教研部與聯邦經濟技術部於將“工業4.0”專案納入《高技術戰略2020》的十大未來專案中，計畫先期投入2億歐元，鼓勵工業領域新一代革命性技術的研發與創新。這種積極推動工業界開闢智慧製造模式的行為，立即吸引了全世界各國、特別是製造業大國的注意力。2014年，Intel、CISCO、GE、IBM及AT&T等半導體、通訊大廠共同組成工業網路結盟(Industrial Internet Consortium, IIC)，打算建立一套開放互通標準的工業物聯網智慧

圖說：電子技術，電腦科學家和工程師一起工作的跨學科未來的專案產業



圖片來源：www.zvei.org(德國電氣電子及信息技術協會)

系統，在全球範圍內尋找智慧工業的商機。更多業者意識到，在未來的工業製造競爭中，擁有勞動力多、勞動力價格便宜的一方很可能將不再有優勢。升級現有的製造模式，在未來的競爭中佔據有利地位，成為工業製造及相關業者迫切關注的議題。

在工業 4.0 的願景描述中，製造業中的所有資源和參與者都在電子資訊技術的說明下實現互動。通過監控、感測器系統構成的感知體系，數位和物理世界無縫銜接，智慧工廠中的製造資源網路包括製造設備、工業機器人、倉儲、物流系統網路獨立自主，可實現自我管理與配置，融入綜合規劃及管理系統。這一高度智慧化的生產系統，有可能為個人客戶和產品的獨特需求融入到設計、配置、以及生產、運營和回收各階段。客戶甚至可以在製造和運營之前最後一分鐘或進行中提出改變的需求，讓定制小批量產品的訂單也能產生利潤。

MES、虛擬設計與自動化系統整合、大資料處理(雲端計算)、CPS(Cyber Physical System)物理資訊融合系統、成為實現工業 4.0 的關鍵技術因素。

MES 系統即製造企業生產過程執行管理系統，是面向製造企業車間執行層的生產資訊化管理系統，其存在發展已經有很多年時間，不同之處是，在工業 4.0 時代，MES 系統需要承

擔、管理更大的資料量，是整個工業 4.0 軟體層面的關鍵技術。2014 年 10 月，西門子將 CamStar 公司(一家在 MES 領域的知名企業，在電子、半導體、機械製造、醫療設備、太陽能等行業有著豐富的應用實施經驗，主要客戶有 SanDisk、IBM、日立、蔡司、雅培、飛利浦等)收購，整合如西門子 PLM 部門，進一步增強其在工業數位化領域的軟實力。

虛擬設計與自動化系統的整合可以大幅減少設計階段的各項成本，提升生產效率，加速產品上市時間，迎接產品多樣性的挑戰。

早在 2010 年，全球製造業每年新增的資料量就達到 2EB(相當於一百多萬塊 2TB 硬碟)，並且逐年提升。大量資料的分析使用成為工業 4.0 的另一關鍵因素，這些大量資料不僅提供生產系統的一舉一動，發現故障，查找產品瑕疵，還可以為客戶提供更為精確的市場預測。IBM 列舉了他們的一位客戶：一家年生產大約 40 萬副滑雪板的製造商(Blizzard Ski)，其中某些型號產品使用多達 18 種材料並需要長達 16 個星期的生產時間。通過使用大資料分析，預測滑雪運動趨勢、天氣模式以及影響其業務的其他短期市場變化，還有優化生產線

系統，讓這家公司將生產週期縮短為 8 周，並已經可以迅速滿足某些滑雪地區不斷變化的需求。

資訊物理融合系統(CPS)：虛擬世界與現實世界溝通的依賴大量傳感設備，將這些傳感設備連接起來就構成了物聯網(IoT)。伴隨著晶片設計、加工製造以及各種 SoC 應用，晶片製造商他們正在努力突破各種技術障礙，將各種設備連接起來。物聯網技術在工業中已得到廣泛應用，借助這項技術，在未來的智慧工廠中，產品資訊都被輸入到產品零部件本身，它們會根據自身生產需求，直接與生產系統和設備溝通，發出接下來所需生產過程的指令，指揮設備把自己生產出來。這種自主生產模式能夠滿足每一位元用戶的“定制”需求。PLC、感測器融合、類比電子技術、數模混合技術都將在工業 4.0 的資訊物理系統中進一步發展，這也是工業 4.0 內容中，除機器人、製造設備以外，最“硬”的部分。

工業 4.0 的發展將為 PLC、感測器網路、電機控制還有人機界面等等電子產品的大量需求，這對半導體廠商來說是絕對不容錯過的盛宴，特別是那些擁有混合信號處理能力的類比半導體公司

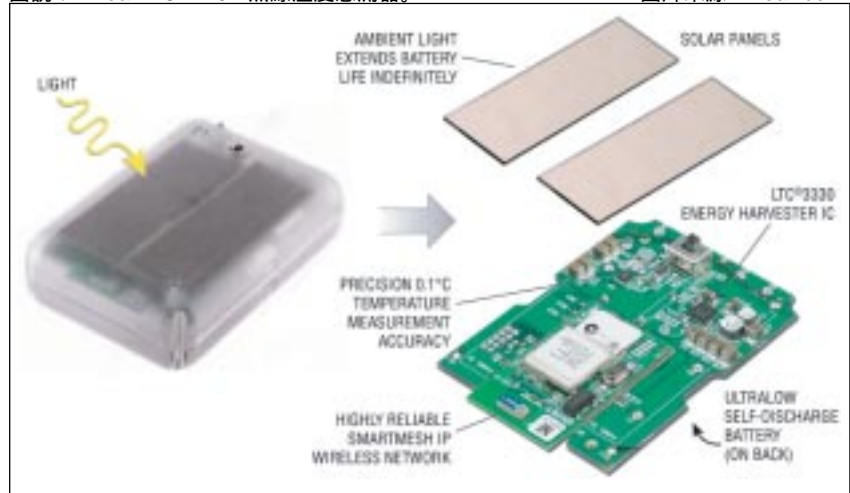
廠商的解決方案

Linear- 具有太陽能電池壽命延長器的高準確度無線溫度感測器

早在 2011 年，Linear 就通過收購 Dust Networks 進入工業組網市場，Dust Networks 提供了具有先進網路管理及全面安全特性的可靠、適應性強和可擴展的無線產品。將其與 Eterna 超低功率 IEEE 802.15.4 SoC 相結合，就能獲得可部署在任何可以搜集資料之場合的無線感測器網路。此後推出了 SmartMesh IP 與 SmartMesh WirelessHART 組合的解決方案為客戶提供無線感測器應用。憑藉在感測器信號鏈的技術優勢，Linear 可以提供高精度、高可靠性以及超低功耗的傳感解決方案。2014 年 10 月，Linear 推出 DC2126A 高準確度無線溫度感測器，其依靠環境光提供電源。一個 24 位 ADC 讀取一個由高精度電壓基準施加偏置的熱敏電阻資料。一個開關電源從內置的太陽能電池板收集能量，並在沒有環境光可用的情況下自動切換至內部電池。DC2126A 的核心是 LTP5901-IPM，該 SmartMesh IP 無線節點提供了超低功耗無線網路連接和 > 99.999% 的資料可靠性，並將溫度傳送至一個中央接入點(管理器)。LTP5901-IPM 具有一個內置的 ARM Cortex-M3 處理器，其可採用 SmartMesh IP 片內軟體發展套件(片內 SDK)裝入用戶開發的應

圖說：Linear DC2126A 無線溫度感測器。

圖片來源：linear.com



用代碼。在 DC2126A 中，定制應用代碼負責控制電壓基準的週期操作，對取自 ADC 的讀數進行採樣，並通過 Smart Mesh IP 網路傳送資料包。通過把一個無線射頻模組連接至一個 ADC、基準和熱敏電阻，可構成一個無線溫度感測器。該電路由一個能從電池或太陽能電池板獲取功率的能量收集器來供電。DC2126A 可以容易地加至 DC9000B SmartMesh IP 入門套件或任何 SmartMesh IP 網路。溫度讀數通過網絡傳送至一個演示用的 PC 軟體圖形化使用者介面 (GUI)，該 GUI 可顯示溫度並告知使用者 DC2126A 運行所依靠的

電源是太陽能還是電池。

ADI：集成 ARM Cortex-M4 內核的混合信號控制器

工業機器人、工業電機的開發者提出降低功耗、減少轉矩波動和提高速度控制精度等需求，再加上閉環控制方案對提高模擬轉換精度的需求，讓 ADI 的 ADSP-CM40x 系列混合信號控制處理器脫穎而出。這款基於 ARM Cortex-M4 處理器內核，其浮點運算單元

圖說：ADI ADSP-CM40x 開發板，圖片來源：analog.com



工作頻率最高達 240 MHz，集成最高 384KB SRAM 記憶體、最高 2MB 快閃記憶體、多個加速器和齊全的外設，專門針對電機控制和光伏(PV)逆變器控制而優化，同時還包括一個由兩個 16 位元 SAR 型 ADC 和兩個 12 位元 DAC 構成的類比模組。ADSP-CM40x 系列以單電源(VDD_EXT/VDD_ANA)供電，用內部穩壓器和一個外部調整管自行生成內部電壓源。ADSP-CM40x 混合信號控制處理器集成了許多業界領先的系統外設和豐富的記憶體，在一個集成封裝中，提供 RISC 式程式設計能力、高級通信和先進的信號處理能力。除了工業應用，這款產品還覆蓋包括嵌入式、儀器儀錶、醫療和消費電子等應用領域。

Maxim：微型 PLC 平臺讓工業 4.0 盡在掌握

可程式設計邏輯控制器(PLC)是控制並協調整個工廠感測器和機器的核心模組。每年因工廠維護及相應的生產損失造成的費用高達 8 千億美元。為降低此項成本，全球工業 4.0 版開發 能夠促使製造商設備更加智慧、更加高效。“智慧化整合”(高度整合應對寬泛的工業問題)與特有的工藝技術相結合，Maxim 的微型 PLC 平臺可將外形尺寸縮小 10 倍、功耗降低 50% 以上、數位 I/O 輸出資料處理速度加快 70 倍。該平臺能夠快速有效地降低工業維護成本、延長正常工作時間。

圖說：Maxim 微型 PLC 平臺



Maxim 已經開發出多款支援工業 4.0 版分散式模型，配合微型 PLC 平臺使用的產品：

MAX11270：24 位、10mW、
 - ADC，內置 PGA，在同類產品中具有最高的信噪比(SNR)和最低功耗

MAX17515：5A、2.4V 至 5.5V 輸入、完備開關模式電源，內置電感，可有效降低能耗和發熱，效率高達 92%

MAX17552：4V 至 60V、100mA、超小尺寸、同步降壓 DC-DC 轉換器，符合 IEC61131-2 PLC 標準，有效降低熱耗達

50% 以上

Maxim Integrated 業務管理執行總監 Jeff DeAngelis 表示：“微型 PLC 平臺是智慧整合的成果，我們通過專業的系統知識和類比工藝整合能力，說明客戶邁向工業 4.0 進程。現在，我們的客戶能夠構建更小、更快、更高效的工業控制器，從容掌控工業 4.0 的未來。”

德州儀器：擁有工業自動化的完整方案

作為全球最大的類比半導體



公司，德州儀器擁有從可程式設計邏輯控制器和工業電腦到人機介面、工業外設和工廠通信的自動化系統在內的幾乎全部解決方案。提供從微處理器到基於 ARM 的微處理器的廣泛解決方案組合，並通過電源管理、資料轉換器、介面、無線收發器、放大器、工業驅動器中豐富的系列類比 IC 加以完善。覆蓋整個解決方案空間並允許自動化設備製造商靈活製造面向未來的產品。

2015年3月16日 -- 德州儀器 (TI) 發佈了全新 Sitara AM437x 工業開發套件 (IDK)。在開發人員能夠差別化和優化馬達控制工業系統設計的同時，AM437x IDK 有助於評估基於 ARM Cortex - A9 內核的高整合度 Sitara AM4379 和 AM4377 處理器的多協定、工業通訊和回饋介面功能。

AM437x IDK 將馬達控制回饋與那些為變頻器、伺服系統驅動或 AC 優質驅動提供單晶片驅動解決方案的經認證工業乙太網協定組合在一起。除了馬達控制應用，此套件有助於其他工業自動化應用的開發，例如可程式設計設計邏輯控制器 (PLC)，以及人機介面 (HMI) 等等。AM437x IDK 整合了經認證，可隨時投產的工業通訊協定，這些協議為開發人員提供友好的工業系統解決方案平臺。

自動化系統對於工廠的生產力會產生積極的影響，在這些工廠中採用快速且可靠的網路通訊會大大提高產量，借助四核 PRU 的 Sitara AM437x 處理器可提供最高的整合度，進而為工業單晶片驅動解決方案實現多協定的通訊和回饋介面。

Sitara AM437x IDK 特點：

這個單晶片解決方案在馬達控制與較進階通訊之間架起了一座橋樑；

IDK 在一個單晶片內將回饋和工業通訊協定組合在一起，進而提高了整合度並減小了封裝尺寸；

此平臺驅動同步，有助於降低通訊和控制之間的延遲；

透過可程式設計設計即時單元 (PRU) 支援經認證多協定工業乙太網路；

透過 PRU 實現用於馬達控制的多協定回饋介面；

針對變頻驅動的場定向控制 (FOC)。 CTA