

## 第四次工業革命 – Industrie 4.0



文 / 總編輯 陽毅平

最近在機械工業最夯的話題就是「工業 4.0」，這是工業大國德國提出來的，我們先來看一下這個革命的背景。十八世紀末，第一次工業革命將水力與蒸汽動力機器帶入了機械製造廠；二十世紀初期的第二次工業革命，電動機器使工廠可以作量產製造，取代許多勞力(manual labour)；而在 30 年前左右，電子與資訊科技帶動了自動化製造，將一部分腦力

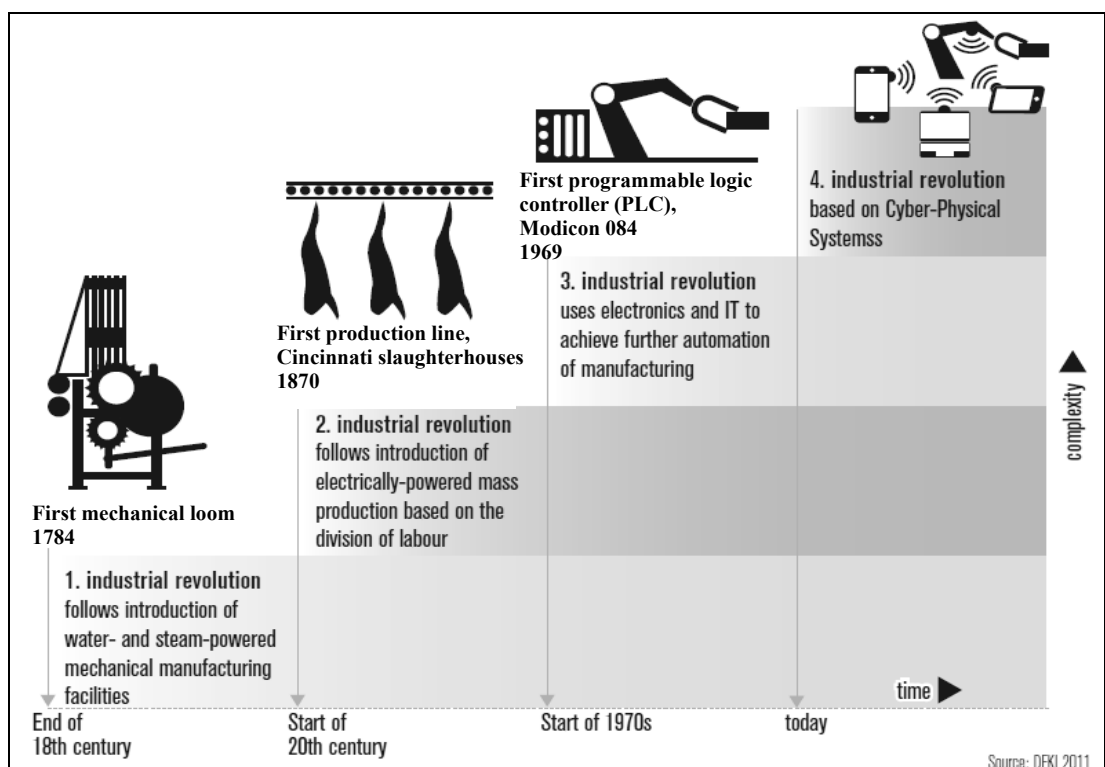


圖 1 工業革命的演進[1]

(brainwork)取代。如今，經由智慧網路(smart networks)或雲端計算(cloud computing)，以及智慧裝置(smart devices)的電腦化，已經可以將資通環境(IT infrastructure) 建立起來，如果再將一些裝置微型化，通訊網路高速化，整個世界將籠罩在無所不在的電腦化(ubiquitous computing)環境中。

德國擁有全世界最具競爭力的機械製造工業，因為她有管理複雜的工業流程，由世界各地不同的夥伴公司、執行不同的工作來完成。目前，有 90 % 的工業製造流程是藉由資通科技(information and communication technology, ICT)完成的。現在又有許多嵌入式系統(embedded systems)，也就是自動化的微處理電腦系統，彼此用無線網路通訊，將實體的機器，和虛擬的工作製程，整合成網宇實體系統(cyber-physical systems, CPS)。簡單的說，就是將過去的製造程序中，所有需要的機器、資訊、產品、和人力，都整合成為物聯服務網，英文叫做 Internet of Things and Services，這個平台就叫做工業 4.0。

德國可以推動工業 4.0 是因為她是世界頂尖製造設備供應者，最有潛力開創新的工業革命。德國在全球市場中有許多「隱形冠軍」(hidden champions)，供應特殊商品，德國百大中小企業中有 22 家是機器與整廠設備製造商，有三家在前十名，他們眼中的競爭者都在國內。機器與整廠設備是德國的主要的出口，與汽車和化工出口並駕齊驅。當然，德國有來自亞洲與美洲的競爭壓力，因此德國推行工業 4.0 的策略是政府與民間合作，同心協力，萬眾一心，為的是要鞏固德國工業的競爭力。

德國推動工業 4.0 是因為他們已經有了穩固的工業基礎，我國是否要完全複製德國的工業 4.0？還是要走出自己的工業革命？值得大家深思。德國在工業 4.0 的研究報告 [1] 中，有一句話可以給我們參考：「在推動工業 4.0 的同時，必須同時平衡社會文化與人文關懷」。追求工業 4.0 的方法，一定是要先穩固自己的基礎工業，提升製造精密度與可靠度。我們可以追求德國工業 4.0 的做法，但別忘了效法德國人實事求是的精神、一板一眼態度、他們對造物主的敬畏、對真理的執著、以及掌握基礎技術與關鍵技術的能力[2]。

### 參考資料

[1] H. Kagermann, W. Wahlster, and J. Helbig, *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*, Final report of the Industrie 4.0 Working Group, National Academy of Science and Engineering, 2013.

[2] 李家同，我們應該有第 2 次工業革命，九歌出版社，2010 年。 ■