**P6 何謂工業4.0**

產品開發、生產、服務的現場要通過軟體和網路進行交流。生產流程的計畫將不再是提前幾個月或者幾年制定，而是按照最新的情況靈活調整。資訊和指示將在產品與生產設備之間即時互通，實現生產流程的優化。從而製造出面面俱到的產品。(雲端，大數據，物聯網，智慧設備)

**P7 歷史演進**

(1)工業1.0

特點：工業1.0使用的機器都是以蒸汽或者水力作為動力驅動，雖然效率並不高，但是因為首次用機器代替人工，因此具有非常重要的劃時代的意義。

意義：工業1.0時開始使用機器代替手工，標誌著人類不甘於將自身全部精力投入在手工上。這個階段的機器製作粗糙，只能用蒸汽或者水力驅動，來完成一些有限的工作，但是以機器代替人類工作的工業思想開始成為工業發展的主流。

(2)工業2.0

特點：工業1.0中，使用蒸汽和水力的機器滿足不了人類社會告訴發展的需求，新的能源動力和機器引導了第二次工業革命的發生。在工業2.0中，得益於內燃機和發電機的發明，電器得到了廣泛的使用。此時的機器有著足夠的動力，汽車、輪船、飛機等交通工具得到了飛速發展，機器的功能也變得更加多樣化。

意義：並且，得益於電話機的發展，人類之間的通訊變得簡單快捷，訊息在人類之間的傳播為第三次工業革命奠定了基礎。

(3)工業3.0

特點：工業3.0相對於工業2.0發生了更加巨大的變化。第三次工業革命不再局限於簡單機械，原子能、航天技術、電子計算機、人工材料、遺傳工程等具有高度科技含量的產品和技術得到了日益精進的發展。

意義：在工業3.0中，以網際網路為訊息技術的發展和應用幾乎把地球上的每個人都聯繫了起來。工業中的生產出現了各種各樣的機器人，以往那些高危、複雜、枯燥的工序都可以使用機器代替，並且得到更大的經濟效益。

(4)工業4.0

工業4.0的時間比較模糊，到今日，工業4.0的成就並沒有覆蓋工業3.0的規模。我們現如今應處於工業3.0到工業4.0的過渡期。

特點：最大程度地實現生產的自動化。物聯網技術和大數據在工業4.0中承擔核心技術支持，越來越多的機器人會代替人工，甚至是完全替代，實現「無人工廠」。

**P8 主要設計原則**

1.協同操作化(Interoperability)

指的是智慧型工廠內所有設備與零組件彼此之間都會透過IOT的RFID，Tag或Internet來協同合作，包括機台對零組件等等。

2.視覺化(Virtualization)

指的是人機協同，虛實融合系統(CPS)管理者都會利用視覺化的電腦軟體模擬系統來監測與控制實體的機械系統。

3.分散式自主化(Decentralization)

智慧工廠內的智慧機台本身都具備自我偵測、自我評估、自我最佳化的自主能力，很多決策並不需要中央來管控，而且為了簡短溝通時間，機器與機器之間也能透過物聯網系統來自主性決定如何來相互協同，因此跟傳統的中央主控式系統比較而言，他是數逾一種分散型自主性的協同系統。

4.即時化的能力(Real-Time)

CPS系統透過物聯網能夠即時的蒐集、分析資料，並在第一時間付諸行動。

5.模組化(Modularity)

智慧工廠內的機台設備大部分都是模組化的設計，可以機動的、彈性的調整生產線已快速反應市場需求的變化。

**P22 個別案例**

西門子:

全球最先進的西門子安貝格廠的「分身」西門子成都廠，

安貝格廠和成都廠，是西門子向「工業4.0工廠的工廠」轉型的兩座示範廠。這座在中國成都高新區的廠，三年前投產，像德國安貝格廠一樣，一貫的德式低調。安貝格廠有一千人，成都廠只有三百多人。

* 首個海外的工業4.0廠
* 完全客製化生產

兩座廠房一樣悄然無聲，只見看似流水線、其實同一段工作檯，這一秒跟下一秒工序完全不一樣、完全客製化的產線

* 整條價值鏈虛實整合

從研發、生產、訂單管理、供應商管理到物流，整條價值鏈都虛實整合、連成一氣，是西門子在海外，唯一的工業4.0示範廠。

* 接單二十四小時之後就能交貨
* 每年總計三億個元件，都有自己的身分證

兩座廠都在接單二十四小時之後，就能交貨。平均每五十八秒，就能生產出一件工業4.0的關鍵套件。每年總計三億個元件，都有自己的身分證，讓能夠思考、溝通的送料、加工的設備去辨識：是什麼物件？屬於哪件產品的部件？該被送到哪條生產線？進行什麼工序？每天產生並儲存這類資訊，逾五千萬條。

* 將客戶從工程、營運到服務，集成串聯起來

出廠交到客戶端後，這些產品又扮演西門子為客戶整合軟硬體、打造一體化工程到營運解決方案的其中一個環節，西門子靠這些MES（生產執行系統）、PLM（產品生命週期管理）和TIA（完全集成自動化）套裝產品，扮演「工業4.0工廠的工廠」，將客戶從工程、營運到服務，集成串聯起來。

哈雷:

哈雷從七年前就開始(2011)客製化機車,哈雷的口號：「早上來設計您的機車，下午就騎車回家」。一直到「工業4.0」一詞爆紅，哈雷才恍然大悟──原來自己是工業4.0的先行者。

* 獨一無二、極具個人色彩

哈雷讓車主在一千三百多種選項裡，選擇他想要哪種車、車型、顏色和其他細節，車主每一次變更設計，哈雷都會對應改變3D模型，好讓客戶過目。

* 下訂到交貨，只要六小時

哈雷年產二十五萬台機車，從訂製到交貨，整條價值鏈花最多時間的，是準車主來溝通自己夢想中那台哈雷的細節。但敲定細節之後，真正下訂到交貨，只要六小時(1/4天)。以前這個過程，要二十一天。

* 資訊科技整合

一旦敲定所有細節，哈雷便根據訂單，在利用資訊科技，整合了研發部門與現場生產、經銷與客戶服務的產銷系統裡，迅速一個步驟接一個步驟地進行設計、製造和客戶服務。過程中，車主隨時都可以知道，自己的愛車處在哪一個階段。

* 六小時交貨的關鍵：研華電腦
* 預防性監控維護

哈雷能夠六小時出貨的關鍵之一，還有台灣工業電腦龍頭研華的貢獻。哈雷靠光線折射發光的輪圈發光的散熱片，機床必須產生很大的共振才能生產，機床容易折損故障，導致製程中斷，產品報銷。

直到哈雷用了研華的控制器，監控德國機床，做到預防性監控維護，問題才得以解決，六小時交貨的境界才真正實現。