

<<會計資訊系統課程講義>>

生產循環

~系統概念、DFD、REA、內控~

周國華

國立屏東大學會計學系

初版：2009.4.8

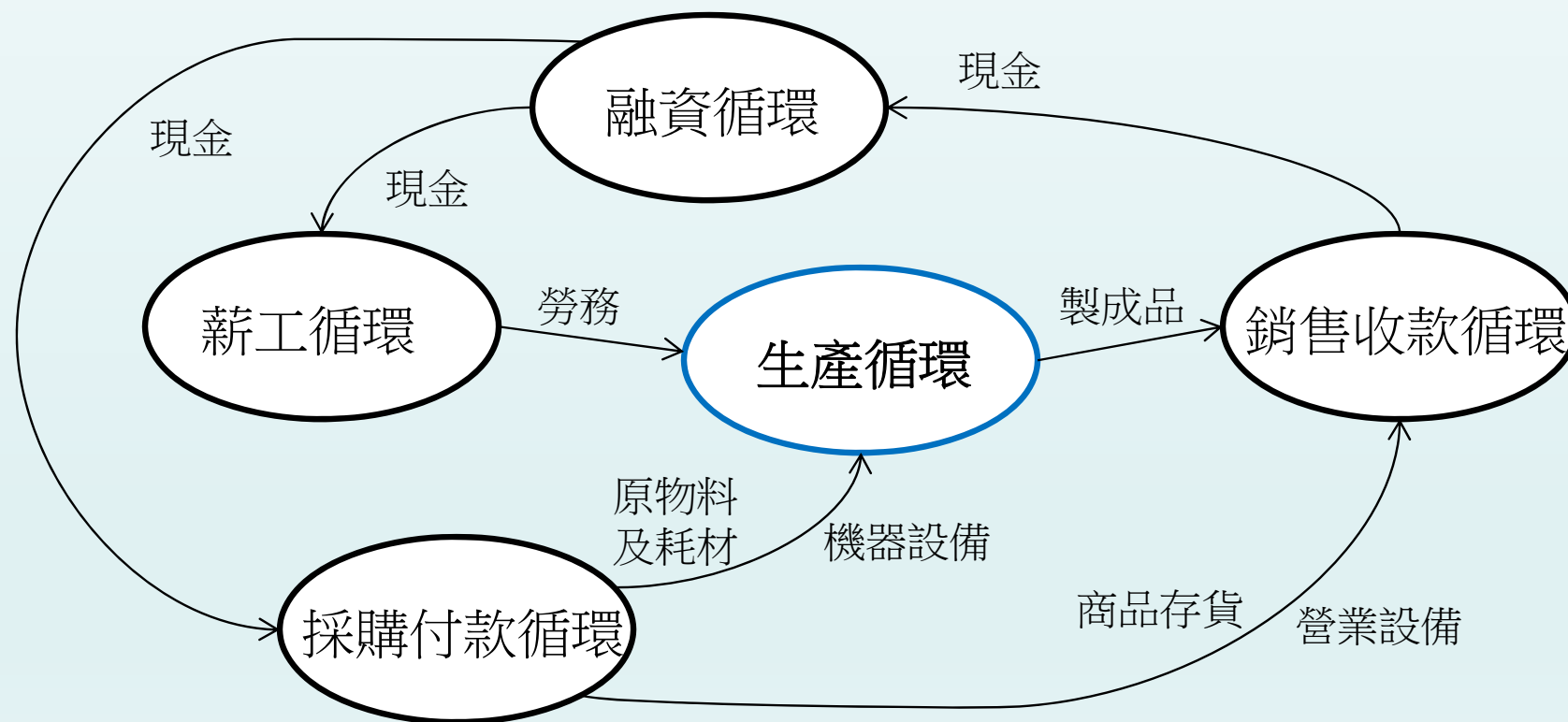
本次修訂：2024.5.7

智慧財產權聲明

- 本文件係由周國華老師獨自撰寫，除引用之概念屬於原文作者外，其餘文字及圖形內容之智慧財產權當然屬於周老師獨有。
- 任何機構或個人，在未取得周老師同意前，不得直接以本文件做為學校、研究機構、企業、會計師事務所、政府機關或財團法人機構舉辦教學或進修課程之教材，否則即屬侵權行為。
- 任何機構或個人，在未取得周老師同意前，不得在自行編撰的教材中直接大量引用本文件的內容。若屬單頁內部分內容之引用，亦請註明出處。

生產循環

- 在製造業的企業價值鏈中，生產循環位居採購及付款循環、薪工循環與銷售及收款循環之間，透過原料、物料、耗材、製程設備及人力資源的投入，將原、物料加工製造後成為製成品，再銷售給客戶。



生產循環：系統結構

- 生產循環，主要係由設計產品及製程(designing product and process)、規劃及排程(planning and scheduling)、執行生產操作(performing production operations)、成本會計(performing cost accounting)等四項作業所組成。
- 在企業軟體實作上，生產循環，可大致分為生產規劃及控制系統、材料管理系統及成本控制系統三個部分。以下以**SAP**為例：
 - 在SAP最新版本的S/4 Hana系統中，製成品成本計算(Finished product costing)會牽涉到製成品主檔建立、原物料主檔建立、製成品用料清單(BOM表)建立、製成品途程(routing)建立、製成品成本估算等步驟，涵蓋物流(logistics)模組中的材料管理模組(materials management, MM)、生產模組(production)、及會計模組中的成本控制模組(Controlling)等相關功能。

產品創新 2-1

- 產品(或服務)要賣得出去，除了品質好、價錢低這兩項傳統條件外，具有產品創新(product innovation)能力更是製造業成功的重要條件：
 - 功能相同，但具有較佳美感的產品更易銷售。
 - 功能相同，但具有較佳品牌形象的產品更易銷售。
 - 產品生命週期價值較高的產品，較易銷售。例：Mercedes-Benz W124系列
 - 產品週邊配套服務較完整的產品，較易銷售。例：IBM PC vs. Apple PC, iPod/iPhone/iPad + iTunes + App Store + Apple TV, Android + Google Play, MIH開放平台
 - 具有突破性新功能的產品，可享有獨佔銷售優勢。例：Toyota Prius, Segway, Wii, Kinect, HTC Vive, Tesla OTA
 - 以破壞式創新出現的產品，也有不錯銷路。例：Asus EeePC, iPad, Apple Watch, DJI drones, ChatGPT

產品創新 2-2

- 產品創新能力植基於研究與發展(Research and Development, R&D)，但兩者亦有其差異：
 - 研究(R)致力於基礎技術的深耕及突破，成本及失敗風險都高，但較有機會產生突破性創新，並掌握關鍵性技術及核心專利。
 - 發展(D)是在研究(R)的基礎上做應用性的研發，較易看到成果。
 - 台灣大型企業都偏向小R大D，在國際市場上難以成為領導者。且常須支付鉅額核心專利使用費、或在專利侵權訴訟上劣居下風。
- 產品創新亦與工業設計能力有關，包含實用性、簡便性、輕巧、美感、藝術性..等，都會影響產品的價值與銷量。
 - 在產業轉型及升級的壓力下，台灣企業界過去十幾年來開始重視工業設計能力，大學校院也紛紛設置工業及商業設計相關系所。
 - 掌握工業設計能力，即使小型企業也能創造獨特競爭優勢。
 - 德國iF、red dot，美國IDEA，日本Good Design，是國際四大工業設計獎，台灣近年屢獲佳績，台科大並連續多年在iF設計獎中排名全球大學第一名，顯示工業設計已在學界及產業界紮根。

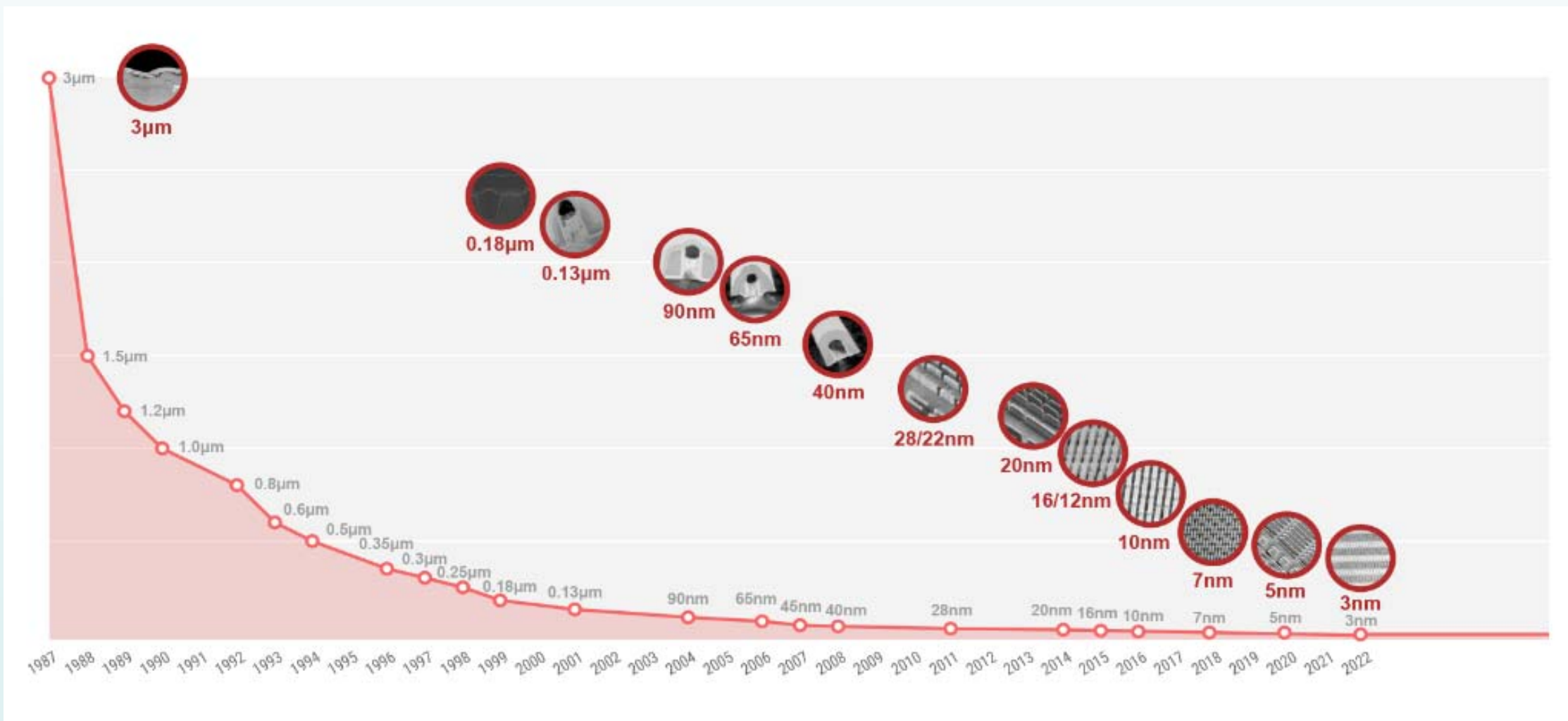
製程創新

- 製程創新(production process innovation)是指在產品製造程序上的改革，可以帶來以下好處：
 - 生產效率提升
 - 產品品質提高
 - 縮短交貨期間
 - 減少原物料庫存
 - 節省廠房空間
 - 促成產品創新
- 日本產業界盛行的訂單驅動生產(pull manufacturing)模式在1990年代中葉以後被全球企業推崇為重要的製程創新，它扭轉了過去大多數企業理所當然採用的按銷售預測生產(push manufacturing)模式，並帶動小批量、短整備時間、JIT、連續性生產運作、低庫存或零庫存、省空間等製程創新。

半導體產業的製程創新

- 過去數十年，全球半導體產業遵循摩爾定律(Moore's law)，以平均每隔18個月讓相同面積IC晶片上的電晶體數量增加一倍的模式，讓晶片的效能持續提升、功耗持續下降。
- 半導體晶片的微縮製程在摩爾定律的引領之下，不斷挑戰物理極限，台積電5nm(五奈米)製程已於2020Q2量產、4nm於2022Q1量產，3nm於2022年下半年量產。2奈米預計於2025年量產
 - * 一米(m)=1000毫米，一毫米(mm)=1000微米，一微米(μm)=1000奈米
- 有鑑於摩爾定律在微縮製程上已逼近極限，近年來半導體公司紛紛採用3D封裝技術，例如台積電的CoWoS技術、韓國三星的X-Cube技術，將運算核心與異構微型晶片或小晶片整合在一起，大幅縮小微裝置尺寸。
- 比利時魯汶大學的IMEC及美國的SRC是全球知名的半導體研究中心，許多半導體技術的基礎研究(R)都在這兩個機構主導下跨國合作進行，世界各國半導體大企業一起出錢、出人，合力解決基礎研究遇到的難題。在基礎研究獲得突破性成果後，參與的各國半導體企業再各自帶回去做進一步的應用研發(D)。

台積電邏輯製程發展進路圖



取材自台積電網頁：https://www.tsmc.com/chinese/dedicatedFoundry/technology/logic/l_3nm

代工製造 2-1

- 台灣大多數製造業都以代工方式為國外品牌大廠生產商品，代工模式可分為以下幾種：
 - **OEM (Original Equipment Manufacturing**，原始設備製造)：代工廠按照客戶設計原圖做代工製造。
 - **ODM (Original Design Manufacturing**，原始設計製造)：由代工廠負責設計及製造。代工廠必須具有優異的工業設計能力。
 - **EMS (Electronics Manufacturing Service**，電子製造服務)：和**OEM**相比，多了全球組裝及全球交貨。代工廠必須具有全球運籌能力。
 - **CMMS (Component Module Move Service**，零組件模組化快速出貨與服務)：由鴻海提出的代工服務模式，和**EMS**相比，往上多了設計，往下多了客戶服務及全球維修。
 - **晶圓代工(Merchant Foundry)**：由台積電及聯電創造的半導體代工製造模式，**IC**設計業者將晶片設計圖交給晶圓代工業者製造，再交給封測業者進行封裝測試，成品交由**IC**設計業者出售給零組件或系統業者。

代工製造 2-2

- 台灣大多數代工製造業都因為競爭廠商多且彼此技術能力接近，致使市場淪為由國際品牌大廠主導的買方市場，代工價格不斷向下砍，導致毛利率偏低：
 - 以電子資訊產品系統代工業為例，台灣有鴻海、廣達、仁寶、緯創、英業達、和碩等國際一流的ODM大廠，每一家都能符合國際知名品牌商的產品製造品質及全球運籌要求，但大家都是第一名的結果，變成都不值錢了。在彼此激烈競爭下，這些系統代工業者的毛利率長年維持在3%~4%之間，被戲稱為茅山道士(毛3到4)。但鴻海因具有更傑出的供應鏈整合及全球運籌能力，得享較高毛利率。
 - 相對上，台積電及聯電這兩家晶圓代工業者，在十幾年前亦彼此競逐高階製程的投資，在技術相當下，也形成買方市場，代工價格由IC設計業者決定。但後來聯電策略性放棄追逐先進製程的投資，僅專注在成熟製程上，使晶圓代工市場僅剩台積電這家第一名業者，最先進製程只有台積電能提供，代工價格轉而變成買賣雙方合理議定。台積電因此得享有62.2%的超高毛利率(2022Q4財報數據)。

品牌

- 許多國際知名品牌商本身並無製造部門，有的保留工業設計部門，將產品以**OEM**方式委外代工；有的只剩下品牌及通路，將產品的設計及製造均委外(**ODM**)。
- 台灣企業經歷多年的**OEM**、**ODM**、**EMS**、**CMMS**等代工生產模式，近年有少數企業開始走向品牌建立之路：
 - **Asus** (華碩) 及 **Acer** (宏碁)：2022Q1全球**PC**市佔率分居第五及第六名的個人電腦業者，目前專注於品牌及通路，已無製造部門。
 - **HTC** (宏達電)：過去曾被視為**Android**平台智慧型手機的領導廠商之一，近幾年已改為專攻**HTC Vive** 系列虛擬實境產品。
 - **Giant** (巨大)、**Merida** (美利達)、**Volando** (大田) 及 **Birdy** (鴻太)：自行車製造業是台灣最成功的品牌產業，**Giant**及**Merida**是國際自行車賽事的常勝軍，**Birdy**則被奉為小折(折疊車)的夢幻經典。
 - 台灣其他馳名國際的品牌：趨勢科技(**Trend Micro**)、法藍瓷(**Franz**)、琉璃工房(**LiuliGongFang**)、康師傅、旺旺、鼎泰豐、85度C、王品、納智捷(**Luxgen**)、聯發科(**MediaTek**)、台達電(**Delta**)、喬山..

生產循環：相關文件及名詞

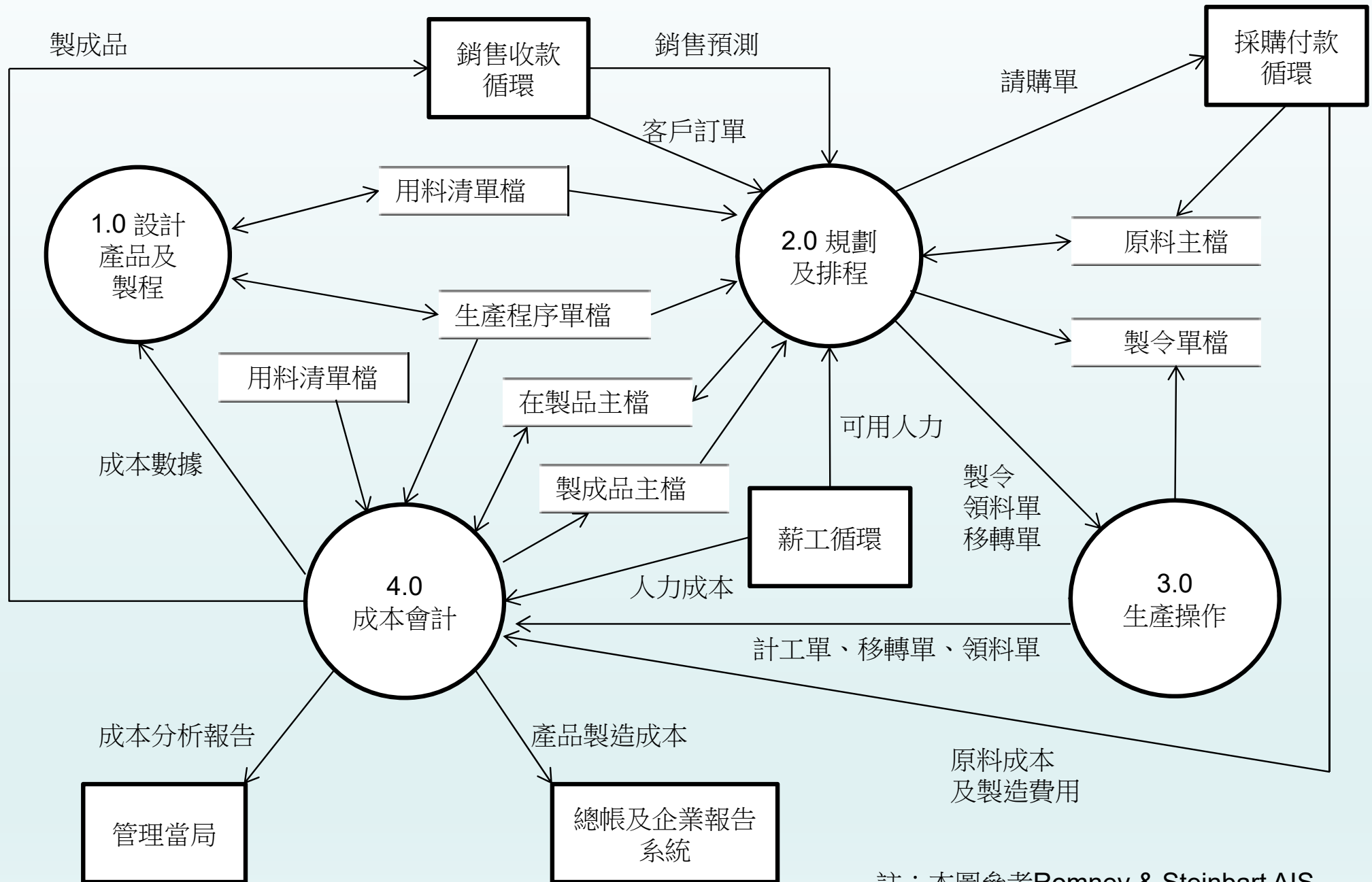
- 在生產循環中，通常可看到以下文件及名詞：
 - 電腦輔助設計及工程(computer-assisted design and emgineering, CAD/CAE)、電子設計自動化(Electronic Design Automation, EDA)
 - 材料單 or 用料清單(bill of materials, BOM)
 - 途程(routing) or 生產程序單or操作單(operations list)
 - 電腦輔助程序規劃(computer-assisted process planning, CAPP)
 - 工作站及工作中心(workstations and work centers)
 - 主生產排程(master production schedule, MPS)
 - 材料需求規劃(materials requirement planning, MRP)
 - 製令單(production order)
 - 領料單(materials requisition)
 - 移轉單(move tickets)
 - 計工單(job time ticket)

- 生產入庫單
- 彈性製造系統(flexible manufacturing systems, FMS)
- 電腦整合製造(computer-integrated manufacturing, CIM)
- 電腦輔助製造(computer-assisted manufacturing, CAM)
- 電腦數值控制(computer numerical control, CNC)
- 自動儲存及擷取系統(automated storage and retrieval systems, AS/RS)
- 自動導引運輸系統(automated guided vehicle systems, AGVS)
- 產能需求規劃(capacity requirement planning, CRP)
- 製造資源規劃(manufacturing resource planning, MRP II)
- 即時化生產(just-in-time, JIT)
- 製造執行系統(manufacturing execution system, MES)

相關電腦檔案

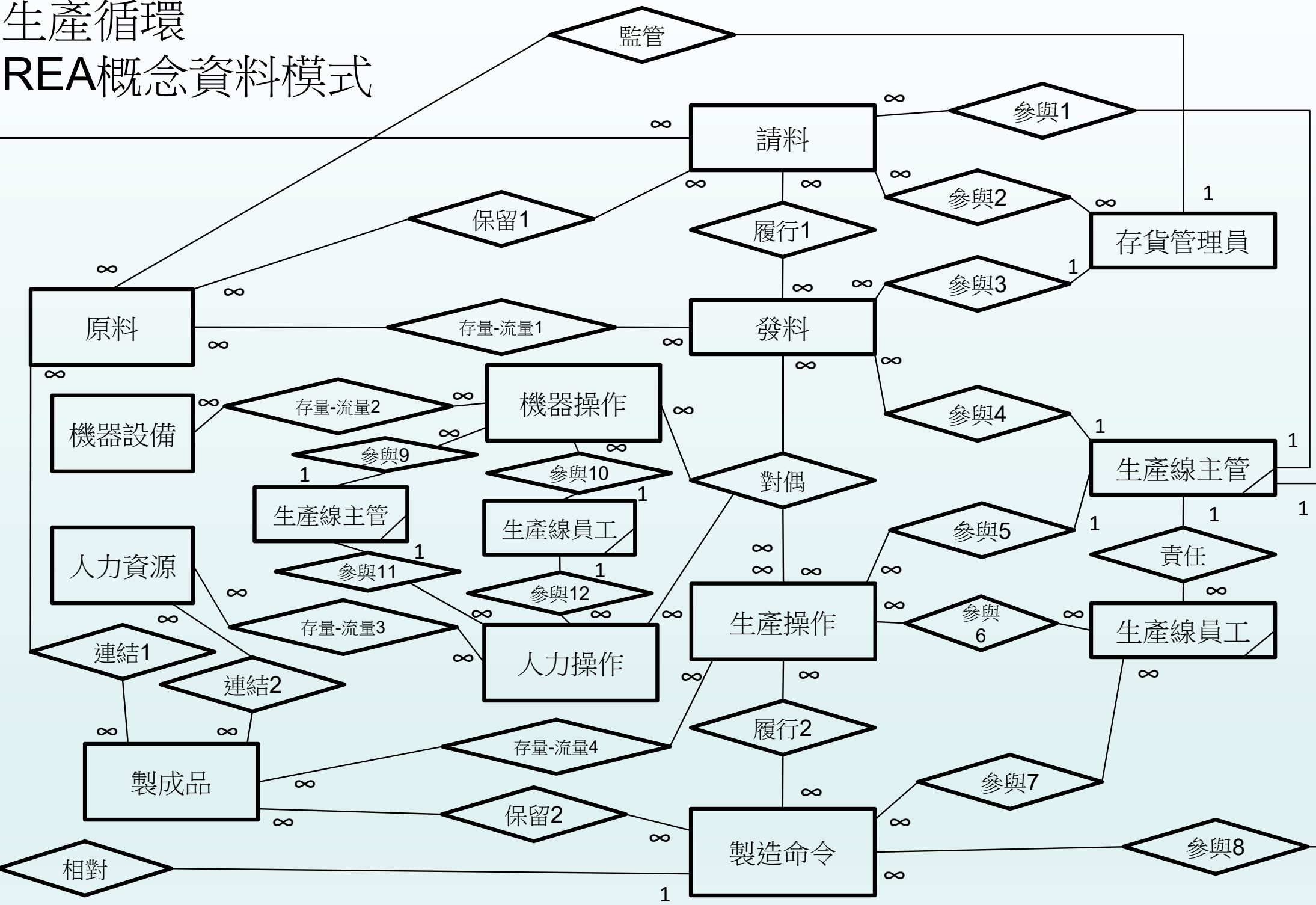
- 主檔(master files, 記錄REA中的資源及參與者)
 - 原料主檔
 - 在製品主檔
 - 製成品主檔
- 交易檔(transaction files, 記錄REA中的事件)
 - 用料清單檔
 - 製令單檔
 - 生產程序單檔
 - 主生產排程檔

生產循環：第0階邏輯DFD



註：本圖參考Romney & Steinbart AIS
12ed. 圖14-2 編譯而成

生產循環
REA概念資料模式



邏輯資料模式

- 生產循環**REA**模式的對偶關係，是以三減一增的形式呈現(發料、機器操作、人力操作為資源減少事件，生產操作為資源增加事件)
- 按前頁**REA**概念模式擬出生產循環的邏輯資料模式，包含**29**個資料表如下(實底線代表主索引，虛底線代表外來鍵)：
 - 製造命令資料表(製令編號, 製令日期時間, 要求完成時間, 主管編號)
 - 請料資料表(請料編號, 請料日期時間, 主管編號, 製令編號)
 - 生產操作資料表(批次編號, 開始日期時間, 結束日期時間, 預計產量, 實際產量, 主管編號)
 - 履行2關係表(製令編號, 批次編號)
 - 存量-流量4關係表(批次編號, 製成品型態編號)
 - 保留2關係表(製成品型態編號, 製令編號, 預計完成數量)
 - 製成品資料表(製成品型態編號, 內容描述, 每個包裝內含數量, 標價)

生產線主管資料表(主管編號, 姓名, 地址, 聯絡電話)

生產線員工資料表(員工編號, 姓名, 地址, 聯絡電話, 主管編號)

參與6關係表(批次編號, 員工編號)

生產操作-發料對偶關係表(批次編號, 發料編號)

發料資料表(發料編號, 發料時間, 發出地點, 存貨管理員編號, 主管編號)

存量-流量1關係表(原料編號, 發料編號, 發出數量, 衡量單位)

原料資料表(原料編號, 內容描述, 衡量單位, 每單位標準成本, 管理員編號)

存貨管理員資料表(管理員編號, 姓名, 地址, 聯絡電話)

生產操作-人力操作對偶關係表(批次編號, 人力操作編號)

人力操作資料表(人力操作編號, 開始日期時間, 結束日期時間, 員工編號, 主管編號)

人力資源資料表(人力型態編號, 工作內容描述)

存量-流量3關係表(人力型態編號, 人力操作編號)

生產操作-機器操作對偶關係表(批次編號, 機器操作編號)

機器操作資料表(機器操作編號, 開始日期時間, 結束日期時間, 員工編號, 主管編號)

機器設備資料表(設備編號, 描述, 購置日期, 成本, 估計耐用年限, 估計殘值)

存量-流量2關係表(設備編號, 機器操作編號)

參與7關係表(製令編號, 員工編號)

參與2關係表(請料編號, 管理員編號)

保留1關係表(原料編號, 請料編號, 保留數量, 衡量單位)

履行1關係表(請料編號, 發料編號)

連結1關係表(製成品型態編號, 原料編號, 原料耗用數量, 衡量單位, 每批次生產量)

連結2關係表(製成品型態編號, 人力型態編號)

內部控制

- 公開發行公司建立內部控制制度處理準則第7條：公開發行公司之內部控制制度應涵蓋所有營運活動，遵循所屬產業法令，並應依企業所屬產業特性以營運循環類型區分，訂定對下列循環之控制作業：

.....

- 三、生產循環：包括環境安全管理、職業安全衛生管理、擬訂生產計畫、開立用料清單、儲存材料、領料、投入生產、製程安全控管、製成品品質管制、下腳及廢棄物管理、產品成分標示、計算存貨生產成本、計算銷貨成本等之政策及程序。

.....

生產循環的風險與控制

以下為生產循環常見的風險及對應的控制：

- 不良的產品及製程設計導致過高的生產成本。
控制：對各項產品及製程的設計選項做成本分析，並分析產品保證及維修成本
- 產品生產過多或生產不足。
控制：設置生產規劃系統，覆核生產規劃及訂單資料
- 存貨或設備資產竊取
控制：倉儲進出及工廠設備取用管制，存貨移轉紀錄
- 產能投資不適當
控制：MRP II應更精準，誘使設備供應商競價
- 生產運作中斷
控制：備援計劃，損害控制規劃
- 不正確的成本資料
控制：原始成本資料自動登錄及擷取，資料處理完整性控制
- 製造費用分攤不當
控制：使用ABC作業成本制