

東 海 大 學

工業工程與經營資訊學系

碩士論文

雲端先進規劃排程系統架構與建模方法之  
研究-以車用電子零件業為例

研 究 生：劉蓁莉

指 導 教 授：王立志 博士

中 華 民 國 一〇八 年 六 月

# **A Study of Cloud-based Advance Planning and Scheduling System Framework and Modeling Approach for Automotive Parts Manufacturing Industry**

By  
Jen-Li Liu

Advisor: Prof. Li-Chih Wang

A Thesis

Submitted to the Institute of Industrial Engineering and  
Enterprise Information at Tunghai University  
in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
in  
Industrial Engineering and Enterprise Information

June 2019  
Taichung, Taiwan

# 雲端先進規劃排程系統架構與建模方法之研究-

## 以車用電子零件業為例

學生：劉綦莉

指導教授：王立志 教授

東海大學工業工程與經營資訊學系

### 摘 要

數位化是近年來製造效率和品質提升的主要推動力，結合具有能連接實體和運算能力的虛實整合系統(Cyber Physical System, CPS)，使製造業能面對智慧製造全球化的趨勢。為使製造業者在全球製造環境中取得競爭力，先進規劃與排程(Advance Planning and Scheduling, APS)系統利用先進資訊科技及規劃技術，來改變生產規劃、排程、預測、產能負荷以評估和顧客及供應商間之交流。但臺灣大多數製造業(如金屬製造、汽車零部件組裝等)仍然高度依賴基於 excel 的生產規劃和 ERP 排程系統，由於各製程的生產特性及設備的數量差異很大，導致無法確保生產排程規劃結果能有效利用機台產能且合乎現場實際生產狀況。雖然使用 APS 系統可以滿足特定生產特性和規劃條件，但企業需要付出較高的實施成本，而現今也沒有一個完善的建模方法，使得中小型製造企業(SMEs)使用 APS 系統時遇到困難的挑戰。

本研究將結合雲端運算的特性以及先進規劃排程系統的資訊整合能力，提出一考量製造業現況及需求之雲端先進規劃排程系統架構與功能模組，並依據現有生產規劃流程發展出適用的建模方法。最後，我們亦將本研究所發展的方法應用在國內某車用電子零件業，應用結果顯示此方法能大幅降低系統導入及模型建立的時間並減少人力資源的成本，還能透過雲端先進規劃排程系統快速模擬出符合實際現況的規劃結果。

**關鍵字:**雲端架構、建模方法、統一塑模語言

# **A Study of Cloud-based Advance Planning and Scheduling System Framework and Modeling Approach for Automotive Parts Manufacturing Industry**

Student : Jen-Li Liu

Advisor : Prof. Li-Chih Wang

Department of Industrial Engineering and Enterprise Information  
Tunghai University

## **ABSTRACT**

Digitization has been the main driving force of manufacturing efficiency and quality improvement in recent years. Combined with the Cyber-Physical System (CPS) which connect physical object and computational capabilities, the manufacturing industry facing the global trend of intelligent manufacturing. To enable manufacturers to gain competitive advantage in the global manufacturing environment, the Advanced Planning and Scheduling (APS) system utilizes advanced information technology and planning techniques to change production planning, scheduling, forecasting, capacity load assessment, and communication between customers and suppliers. Most of manufacturing still heavily rely on the excel-based production planning and scheduling of ERP systems are widely used today in Taiwan, because the production characteristics and the number of machines of each process are very different. This way causes the system can't ensure the planning result is effective use of the machine capacity and accord with the actual production status. Although use APS can satisfy the specific production characteristics and planning constraints, the company need to pay the high implementation cost and lack a great modeling approach. The small and medium-sized manufacturing enterprises (SMEs) import advanced planning and scheduling systems have difficulty challenge.

This paper combines the characteristics of cloud computing and the information integration ability of APS, to proposes a cloud APS architecture and system functional modules suitable for the current requirements of industry. Then develops an appropriate modeling method based on the existing production planning process. Finally, applied in a well-known automotive parts manufacturing company in Taiwan, to verify that this method can solve the problems in imported the APS in SMEs. So the industry can achieve more accurate scheduling according to market dynamic change, greatly reduce the time of system import and the cost of human resources.

**Keywords: Cloud Computing Framework, Modeling Method, UML**

## 致謝

首先誠摯的感謝指導教授王立志博士，老師悉心的教導，不時的討論並指點我正確的方向，使我在這些年中獲益匪淺。老師對學問的嚴謹更是我輩學習的典範。

兩年來，研究室中的夥伴同甘共苦，有時一起熬夜吃宵夜、趕報告，有時閒暇休閒運動，有時認真討論學術研究。

其中特別感謝大樹、小胖、安杰學長們，讓我在剛開始踏入研究所就有很多的學習機會，即便他們忙於系統開發卻也在專案執行時幫助了我很多。感謝鳳芷、子寒、靖以學姊們傳承了 AUTO 的精神，並給我很多精神支持與鼓勵；尤其是子寒學姐就像是我的雙胞胎姊姊一樣，和你一起共是很有默契也很開心。也感謝小璧姊、美惠姊、美璇姊，你們活潑開朗的個性以及超強的辦事能力都是非常值得我學習的。身為同一線的同學阿桂，總是能不疾不徐的面對各種事情，謝謝妳這兩年的陪伴。另外還有必須感謝研究室的學弟妹，春儀，總是能在煩悶的時刻製造歡樂的氣氛；宇修，無時無刻認真學習與精進自己讓我非常佩服；阿龔，因為協助專案成為給力的小幫手；鄒鄒，給自己多點信心。還有在馬來西亞實習認識的好夥伴們，總是時不時在群組中關心我的近況並鼓勵我，有你們的陪伴，讓我順利走過這兩年。

此外，也必須感謝東海工業工程系，提供了我們一個舒適、適合學習的環境，系上所蘊含的特殊的家庭感，不管是老師、助教、同學、學長姐或是學弟妹，大家像牽著一條看不見的線，互相的關心、幫助，我想這可能是其他地方不容易擁有的。

最後，謹將此文獻給我摯愛的父親、母親還有妹妹，在這麼多年的求學過程中，有了你們生活上的支持與精神上的鼓勵，方使我無後顧之憂，順利完成學業，深深感謝你們的支持。

劉蓁莉 謹誌於  
東海大學工業工程與經營資訊學系  
中華民國一〇八年六月

# 目錄

ABSTRACT .....	II
致謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究背景與動機 .....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究方法與流程 .....	3
第二章 文獻探討.....	5
2.1 先進規劃排程 .....	5
2.2 雲端運算.....	6
2.3 雲端運算應用架構 .....	10
2.4 統一塑模語言 .....	13
2.5 建模方法.....	17
2.6 數位分身.....	17
第三章 雲端先進規劃排程系統架構與建模方法.....	20
3.1 問題討論.....	20
3.2 雲端先進規劃排程系統架構.....	22
3.3 建模方式發展 .....	32
3.4 模型建立步驟發展 .....	44
第四章 雲端先進規劃排程系統驗證與評估 .....	50
4.1 案例說明.....	50
4.2 方法驗證.....	51
4.3 績效評估.....	56
第五章 結論與未來展望 .....	62
5.1 結論 .....	62
5.2 未來研究方向 .....	62
參考文獻.....	64
附錄.....	69

## 表目錄

表 2.1 先進規劃排程系統演進.....	6
表 2.2 基本角色定義及範例.....	8
表 2.3 雲端製造分層架構.....	11
表 3.1 雲端先進規劃排程系統使用的 AWS 產品模組.....	29
表 3.2 圖表名稱及目的說明表.....	33
表 3.3 生產途程表格.....	45
表 3.4 C-APS 生產途程列表.....	47
表 3.5 C-APS 生產配置表.....	48
表 3.6 C-APS BoM 列表.....	48
表 3.7 C-APS 工時列表.....	49
表 4.1 運算速度統整.....	58

# 圖目錄

圖 1.1 以 APS 為核心的預想模型架構 .....	2
圖 1.2 研究步驟 .....	4
圖 2.1 雲端服務模式之環境架構 .....	7
圖 2.2 雲端運算部屬模型示意圖 .....	9
圖 2.3 Cloud platform architecture of cloud-based ERP .....	12
圖 2.4 Cloud platform architecture of cloud-based MES .....	12
圖 2.5 物件圖 .....	14
圖 2.6 元件圖 .....	14
圖 2.7 活動圖 .....	15
圖 2.8 使用者案例圖 .....	15
圖 2.9 循序圖 .....	16
圖 2.10 溝通圖 .....	16
圖 2.11 數位模型 (Digital Model) .....	18
圖 2.12 數位陰影 (Digital shadow) .....	18
圖 2.13 數位分身 (Digital Twin) .....	18
圖 3.1 BOM 表結構 .....	21
圖 3.2 雲端 APS 系統架構參考模型 .....	23
圖 3.3 雲端先進規劃排程系統功能架構 .....	25
圖 3.4 雲基礎設施即服務的魔力象限 .....	26
圖 3.5 雲端先進規劃排程系統服務模式 .....	27
圖 3.6 架構於 AWS 雲端服務平台流程圖 .....	28
圖 3.7 混合雲部署模型 .....	31
圖 3.8 模型發展步驟 .....	32
圖 3.9 結構圖 (Structure diagram) .....	35
圖 3.10 元件圖 (Component diagram) .....	36
圖 3.11 溝通圖 (Communication Diagram) 模型建立 .....	37
圖 3.12 溝通圖 (Communication Diagram) 模型維護 .....	38
圖 3.13 循序圖 (Sequence Diagram) .....	40
圖 3.14 類別圖 (Class diagram) .....	42
圖 3.15 套件圖 (Package Diagram) .....	43
圖 3.16 傳統建模流程架構 .....	44
圖 3.17 C-APS 建模流程架構 .....	45
圖 3.18 CAPS 生產途程表格格式關聯 .....	46
圖 4.1 車用電子零組件業生產流程表 .....	50
圖 4.2 車用電壓調節器 .....	51
圖 4.3 車用電壓調節器製程 .....	52
圖 4.4 厚膜電路版印刷 (HIC) 場佈及流程圖 .....	53

圖 4.5 車用電壓調節器場佈及流程圖(3F).....	54
圖 4.6 車用電壓調節器場佈及流程圖(2F).....	54
圖 4.7 HIC 資料 .....	55
圖 4.8 操作流程圖 .....	57
圖 4.9 生產週期比較 .....	59
圖 4.10 改善前導入時程(月).....	60
圖 4.11 改善後導入時程(日).....	61

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

### 1.1.1 研究背景

隨著科技日新月異，製造業已具有能力邁向數位化，數位化是近年來製造效率和品質提升的主要推動力。這種現象背後的主要催化劑是：運算能力（包含電力，數據和設備系統的連接能力）的提升(Baur, 2008)，但僅僅是數位化並不能主動提升生產效率與品質。因此由 Huang (2010)提出虛實整合系統（Cyber Physical System, CPS），具有能連接實體和運算能力的智能互聯系統。藉由虛實整合系統內的物聯網、大數據，已能提供製造業決策支援的依據。2011年由德國提出工業 4.0 的概念即提到製造業運用資訊技術轉型，除了大量運用自動化設備之外，更重要的是物聯網的應用，藉由感控系統蒐集大量的生產數據，並寫入大量規則，使機器主動參與生產流程的決策。意即虛實整合系統內除數據收集與溝通更需加入智慧化的概念。

智慧製造的特點是數位化和多面向服務與自主的 CPS 物件，協作供應鏈、集成和分散的決策、互相操作的能力與先進的分析(Lu, 2016)。Monostori *et al.* (2016)亦提到 CPS 最核心的導入元件應為具有「智慧」、「整合」、「互動」三大特性的「先進規劃排程」(Advanced Planning & Scheduling, APS)。這樣的系統，不是單一套排程軟體可達成的，它必須是一個能與 ERP、MES、SCM 等各系統介接整合的智慧排程互動平台，如圖 1.1 的以 APS 為核心的預想模型架構。

先進規劃與排程(Advanced Planning and Scheduling, APS)系統是利用先進資訊科技及規劃技術，對於不同的營運目標及規劃生產資源時，來決定資源分配模式，且同時使用有限產能、高速運算、耗盡料原則等特性，以滿足顧客需求，並解決過分加工、庫存浪費、製造過多或過早浪費、等待浪費及管理浪費等現場可能會發生的問題，APS 系統可使製造業者在全球製造環境中取得競爭力，用來改變生產計劃、排程、預測、產能負荷評估和顧客及供應商間之交流。

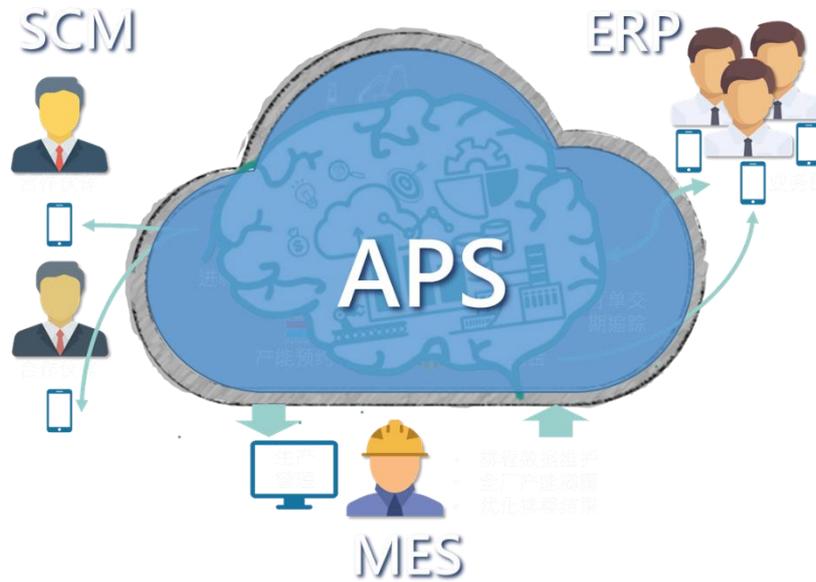


圖 1.1 以 APS 為核心的預想模型架構

(資料來源：本研究整理)

### 1.1.2 研究動機

Hsu *et al.* (2018)提到，大部分製造業(如金屬製造業、電子零件製造業等)仍然嚴重依賴於基於 Excel 的生產計畫和 ERP 排程系統。許多中小製造企業為滿足特殊的生產特性和提升產能利用率，欲導入 Advance Planning and Scheduling (APS)，卻在導入時遇到許多難題。在過去，企業常常在許多物理設備和伺服器上投入大量資金。壓力不僅來自於高資本投資，還來自安裝和維護作業系統和軟體服務的時間和人力。雲製造是在雲計算、IOT、虛擬化和面向服務技術的支援下，面向所有終端使用者的先進製造模式 (Zhong, 2017 and Xu, 2012)。Bittencourt *et al.* (2018)從雲計算的角度對排程的文獻進行了綜述，如雲製造多任務排程模型(Liu, 2017)。雲製造的特點是將生產資源連接到雲上並進行虛擬化，因此可將人力和設備的成本轉移到雲供應商上，節省運營成本。企業支付實際經營的需要，而不是高投資 (Wei, 2015)。

Li (2005)提出企業使用 APS 系統會遭遇到的 3 個重要問題：

- (1)沒有一個好的導入流程，使得企業必須花費更多人力及時間去維護資料與驗證結果。
- (2)系統功能複雜以及運算資料龐大，需投資高效能之運算伺服器，使得維護成本提高。
- (3)市場需求經常性的變動，資料更新變得更加頻繁，各系統間資料無法即時同步，導致 APS 規劃結果產生誤差。

為解決中小製造業在導入先進規劃排程系統時所遇到的難題，我們必須建立一個能即時進行資料更新的先進規劃排程系統架構並發展出一套能快速套用的模型建立方法，如此不僅能因應市場變動達到更準確的排程，還能大幅降低系統導入的時間並減少人力資源的成本。

## 1.2 研究目的

為解決目前台灣中小型企業系統間之資訊整合及因應現今智慧製造之趨勢，本研究將結合雲端運算的特性以及先進規劃排程系統的資訊整合能力提出一雲端先進規劃排程系統架構及建模方法。使用由 Wang *et al.* (2018) 建立之產能分析規劃模擬系統作為雲端先進規劃排程系統架構之基礎。

1. 整理雲端運算之相關文獻，並針對雲端架構之文獻提出探討。
2. 提出一適合製造業現況要求之雲端先進規劃排程系統架構與功能模組。
3. 整理現有生產規劃流程發展一適用於導入雲端先進規劃排程建模方法。
4. 了解車用電子零件業生產製程考量之特性、重要機台群組作動行為、派工法則、控制邏輯等。以本研究提出之架構與建模方法應用於車用電子零件業，進行資料驗證與效益評估。

## 1.3 研究方法與流程

本研究將研究步驟分成七個階段如圖 1.2 所示，由實地訪談開始，接著同時進行問題歸納與基本數據蒐集，資料收集完成後開始建立雲端系統架構與建模方法研究，架構確立完成並與建模方法整合後，大量蒐集產業案例公司數據進行建模，最後利用案例公司之實際數據進行本研究之雲端先進規劃排程系統驗證及效益評估。

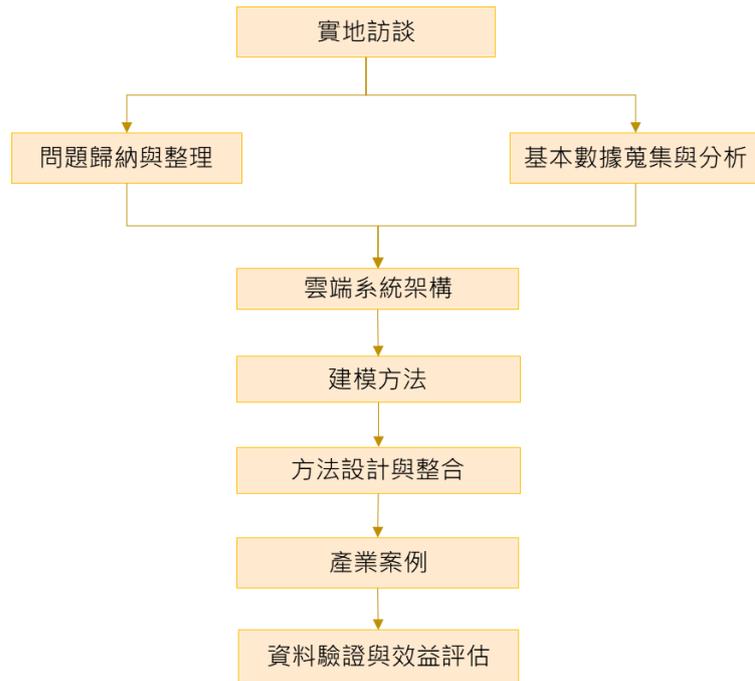


圖 1.2 研究步驟

(資料來源：本研究整理)

## 第二章 文獻探討

本章節將先說明先進規劃排程的演進過程，並且歸納目前先進規劃排程的趨勢，強調即時性的規劃。再進行雲端運算的文獻探討介紹雲端運算的三種服務模式、四大部署類型及五大特徵。先進規劃排程的運算能力結合雲端運算的優勢達到即時性的詳細規劃。接著探討雲端運算應用於企業資訊系統之架構，以作為雲端先進規劃排程系統之參考，最後建模方法利用數位分身的概念進行發展；本章節被歸類為四個部分：(1)先進規劃排程演進，(2)雲端運算定義及優勢，(3)雲端運算應用架構，(4)建模方法發展。

### 2.1 先進規劃排程

早期為了在整個訂單中匯總和計算單個產品的物料需求，出現了 MRP 系統方便企業計算成本；在 20 世紀末期 Gartner Group 發明了企業資源規劃這個術語，因為軟體工具逐漸整合了其他應用領域，例如預測、長期規劃和關鍵資源規劃，後來 ERP、MRP 漸漸成為許多企業主要的資訊系統，開始整合像是來自於電腦輔助設計、生產規劃、產品配置等資訊。在 2000 年時，主要 ERP 供應商開始整合 APS，但是 APS 並不是替代現有的 ERP，而是對其進行補充。ERP 系統處理基本的活動和事務，例如客戶訂單、會計等，而 APS 系統處理分析和決策支援的日常活動。Musselman *et al.* (2002) 以模擬規劃方式來解決長期生產規劃問題，但此時系統仍舊以非即時動態的資訊進行規劃，此種規劃方式無法對現場的生產環境做即時的變動，Wang and Lin (2009) 針對企業生產規劃控制問題，提出一個系統來解決即時動態變化的製造活動和異常狀態；Hvolby and Jenson (2010) 針對企業現場生產排程狀況，提出一套方法制定現場即時的排程規劃，Meissner and Aurich (2018) 提出一個生產規劃排程架構，利用雲端計算技術，使得生產規劃變得更加即時且透明化，也更加貼近製造現場。表 2.1 統整了以上先進規劃排程相關之研究，發現從原本解決企業長期的規劃問題，逐漸變成貼近製造現場的生產規劃，並且利用雲端計算、物聯網等技術，強調即時解決製造現場生產問題。

表 2.1 先進規劃排程系統演進

年份	論文名稱	作者	規劃方式	解決的問題	應用	雲端架構	即時
2002	THE ROLE OF SIMULATION IN ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING	Kenneth Musselman, Jean O.Reilly, Steven Duket	SIMULATION	長期生產規劃	X	X	X
2009	Heuristic factory planning algorithm for advanced planning and scheduling	Ling-Chieh Kung, Ching-Chin Chern*	heuristic algorithm	生產排程	X	X	X
2009	A multi-agent based agile manufacturing planning and control system	Li-Chih Wang *, Sian-Kun Lin	mathematical algorithms	生產規劃控制	V	X	V
2010	Technical and industrial issues of Advanced Planning and Scheduling (APS) systems	Hans-Henrik Hvolby *, Kenn Steger-Jensen	complex mathematical algorithms	生產排程	X	X	X
2016	Synchronized production planning and scheduling in semiconductor fabrication	Sun Hoon Kim *, Young Hoon Lee	Simulation & iterative algorithm	生產排程	V	X	V
2016	Development of a capacity analysis and planning simulation model for semiconductor fabrication	Li-Chih Wang & Allen Wang & Chun-Ya Chueh	SIMULATION	生產規劃產能分析	V	X	X
2018	Implications of Cyber-Physical Production Systems on Integrated process Planning and Scheduling	Hermann Meissner *, Jan C. Aurich	mathematical algorithms	生產排程流程規劃	X	V	V

(資料來源：本研究整理)

## 2.2 雲端運算

雲端運算是由大規模的網路伺服器組成，使用者可以將應用程式與檔案交付給網路上的伺服器進行管理，透過網際網路互相連接與存取資料，並不受時間、空間與地點的限制，可多人同時操作(蔡一郎, 2010)。美國國家技術標準局(National Institute of Standards and Technology, NIST)給雲端運算的定義，包括三類服務模式、四種部署模式、五項重要特徵及一般特性：

1. 服務模式：SaaS (Software as a Service) 軟體即服務、PaaS (Platform as a Service) 平台即服務、IaaS (Infrastructure as a Service) 基礎設施即服務。
2. 部署模型：公有雲 (Public Cloud) 、私有雲(Private Cloud)、社群雲 (Community Cloud) 、私有雲與公有雲動態調整資源雲 (Hybrid Cloud，稱為混合雲) 。
3. 重要特徵：隨著需要自助服務(On-demand Self-service) 、隨時隨地用任何網路裝置存取(Broad Network Access) 、多人共享資源池(Resource Pooling) 、快速重新部署靈活性(Rapid Elasticity)、可被監控與量測的服務(Measured Service) 。
4. 一般特性：大規模部署、彈性運算、虛擬化硬體設備、低成本的軟體維護、進階安全性...等。

接下來將利用 2.1.1、2.1.2、2.1.3 三個小節介紹雲端運算服務模式、雲端運算部署模型以及雲端運算重要特徵

## 2.2.1 雲端服務模式

雲端服務模式分為 IaaS 雲端服務基礎設施提供商（例如：Amazon EC2, Dropbox, VMware）通過網路託管虛擬化計算資源，提供數據存儲，高速計算和其他功能，作為雲端運算環境。PaaS 雲端服務平台提供商（例如：Salesforce, Google big query, Azure, Amazon Lambda）允許服務提供商和服務需求者通過提供平台來管理，開發和運行網頁應用程序，是雲端運算環境中的核心角色。SaaS 雲端服務提供商，根據客戶需求以及利用雲端服務平台之資源設計出多種雲端服務產品（例如：Slack, Shopify, Google, Survey monkey）。User 作為雲端服務需求者，客戶使用雲提供的服務。它們是雲環境中具有最大範圍的最終用戶，如圖 2.1 所示，呈現出雲端服務模式之環境架構。表 2.2 將詳細介紹雲端服務模式中每個基本角色的定義及範例。

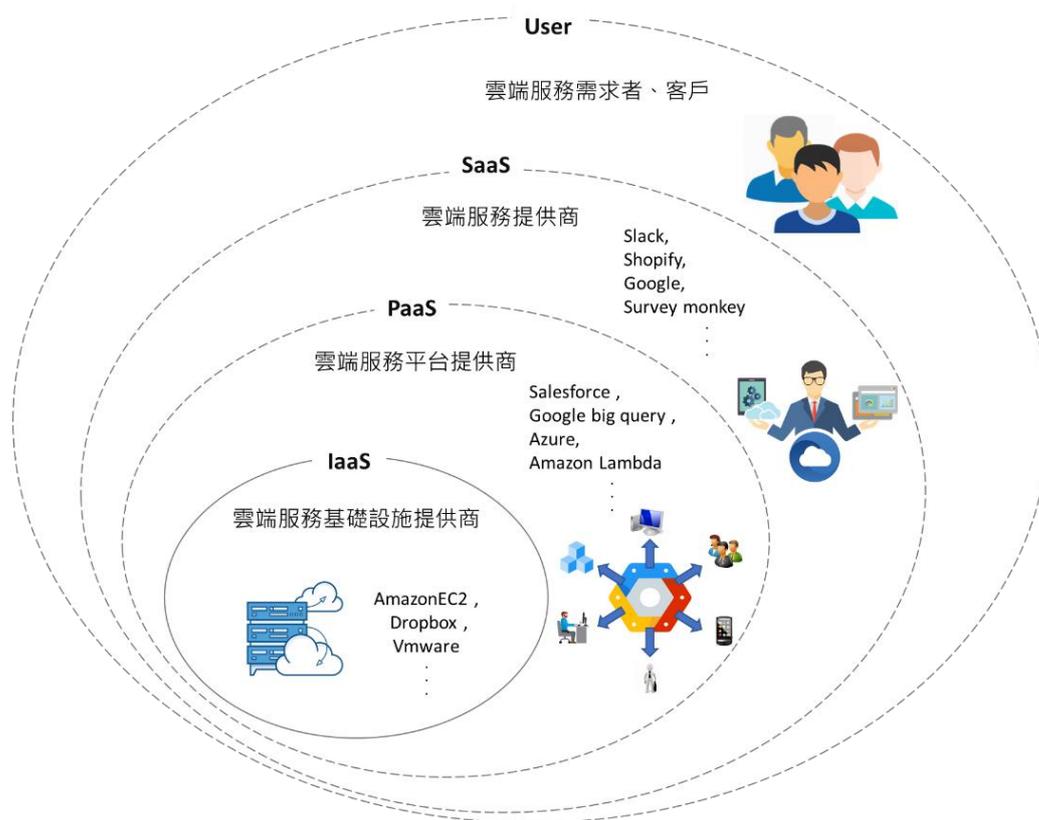


圖 2.1 雲端服務模式之環境架構

(資料來源：本研究整理)

表 2.2 基本角色定義及範例

角色	定義	範例
IaaS 雲服務基礎設施提供商	第三方提供商透過互聯網託管虛擬化運算資源	Dropbox, Amazon EC2, VMware
PaaS 雲服務平台提供商	第三方平台提供商，讓雲服務提供商與雲服務需求者進行開發、運行和管理網頁應用程式	Salesforce, Google big query, Azure, Amazon Lambda
SaaS 雲服務提供商	在雲服務平台中提供服務者	Slack, Shopify, Google, Survey monkey
User 雲服務需求者	使用雲服務之需求者	個人用戶或公司

(資料來源：本研究整理)

### 2.2.2 雲端運算部署模型

四個部署方式：私有雲(Public Cloud)、社群雲 (Community Cloud)、公有雲 (Public Cloud)、私有雲與公有雲動態調整資源雲 (Hybrid Cloud，稱為混合雲)，如圖 2.2。分別說明如下：

1. 私有雲(Public Cloud)：雲基礎設施專為組織而運作，這可能是由組織本身或第三方管理者就地部署(On premise)或遠端部署(Off premise)。其中，私有雲除具備公用雲環境的彈性優點，還能因網路與使用者受到特殊限制，且資料與程序皆在組織內部管理，較不受網路頻寬、安全疑慮、與法規限制等影響，讓雲端供應者及使用者更能掌控雲端基礎架構並改善安全與彈性。
2. 社群雲(Community Cloud)：雲基礎設施由眾多利益相仿的組織掌控及使用，社群成員可共同使用雲端資料及應用程式，他們擁有共同的關注問題，例如特定任務、安全要求、政策和合規性考量等。可能由組織或第三方管理，且可以就地部署與遠端部署。
3. 公用雲(Public Cloud)：雲基礎設施提供給一般大眾或一個大產業集團，由銷售雲服務的組織所擁有，除彈性之外，又能具備成本效益。其中「公用」不代表絕對的「免費」，另外「公用」並不表示使用者資料可供任何人查看，雲供應者通常會對使用者實施使用存取控制機制。
4. 混合雲(Hybrid Cloud)：雲基礎設施是由兩個或兩個以上組成的雲(私有、

社群或公用)，此種雲維持單一實體，但是藉由標準或專有技術聯繫在一起，使資料和應用程序具可移植性。此類這個模式中，使用者通常將非企業關鍵資訊外包，並在公用雲上處理，但同時掌控企業內部機敏服務及資料。

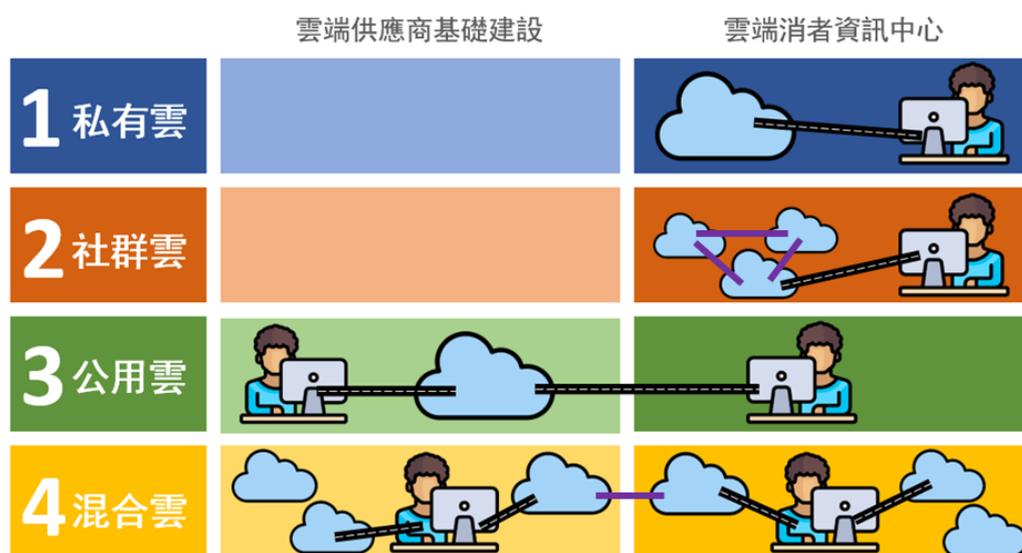


圖 2.2 雲端運算部屬模型示意圖

(資料來源：本研究整理)

### 2.2.3 雲端運算重要特徵

依據 NIST 對雲端運算的定義中，有明確提出幾項基本特徵。所定義的內容，雲端運算有五大重點特徵：

1. 隨選自助式服務(On-demand Self-service)：  
消費者可依據使用需求狀況自行使用雲端服務，不需再透過雲端供應者與之互動。
2. 隨時隨地使用任何網路裝置存取(Broad Network Access)：  
網路使用無所不在，亦即雲端供應者服務可隨時在網路取用，且使用者端無論大小，均可透過標準機制使用網路。
3. 共享式資源池(Resource Pooling)：  
資源彙整讓雲端供應者透過多租戶模式(Multi-tenancy)服務消費者，依據消費者要求，來指派或重新指派實體及虛擬資源，在所在地獨立性的

概念下，消費者通常不知道所有資源確切位置，只可能掌握國家、州或資料中心等大範圍區域地點。其中資源包括儲存、處理、記憶、網路頻寬和虛擬機等。

4. 快速且彈性的部署機制(Rapid Elasticity)：

彈性亦即能因應需求彈性且快速調整資源規模大小，對消費者而言，所提供的這種能力似乎是無限的，可以在任何時間被購買任何數量。

5. 監控與計費服務(Measured Service)：

計算服務量測中，雲端服務各層次均由雲端供應者掌控與監管，這對於計費、存取控制、資源優化、處理能力規畫及其他工作相當重要，確保資源使用可被監測、被控制和被報告，為供應者和消費者雙方提供透明化服務使用資訊。

## 2.3 雲端運算應用架構

目前雲端運算應用於製造業之分層結構及系統架構已被許多學者提出，包含三階層架構(Zheng *et al.*, 2017)、四階層架構(Xu, 2012)、五階層架構(Li *et al.*, 2010 and Zhang *et al.*, 2014)、七階層架構(Tao *et al.*, 2011)以及十二階層架構(Huang *et al.*, 2012)，統整於表 2.3 中。每個架構之複雜性及功能彈性度皆有所不同，但是它們皆包含三個主要的結構：資源層(Resources layer)、服務層(Service layer)和應用層(Application layer)。且大部分系統之應用領域皆為製造業，包含製造資源(例如：工具機、3D 列印設備、電腦輔助製造軟體、資料庫等)及製造能力(例如：生產程序模擬、產品設計、產品測試等)。

表 2.3 雲端製造分層架構

架構層數	名稱	作者
3 layers: application layer, service layer, resource layer	A system framework for OKP product planning in a cloud-based design environment	Zheng, P <i>et al.</i> (2017)
4 layers: application layer , global service layer, virtual service layer, manufacturing resource layer	From cloud computing to cloud manufacturing	Xu(2012)
5 layers: user layer, application layer, service layer, resource layer, physical layer	Cloud manufacturing: a new service-oriented networked manufacturing model	Li,B.H <i>et al.</i> (2010)
5 layers: resource layer, perception layer, service layer, middleware layer, application layer	Cloud manufacturing: a new manufacturing paradigm	Zhang <i>et al.</i> (2014)
7 layers: UI layer, Toolkit layer, Middleware layer, Virtual pool layer, Resource perception layer, Security management, Knowledge and data management	Cloud manufacturing: from concept to practice	Tao, F <i>et al.</i> (2011)
12 layers: manufacture resource layer, integrated operation environment layer, basic supporting layer, persistent supporting layer, engine layer, tool layer of cloud service platform, service component layer, service module layer, business model layer transaction layer, enterprise service bus (ESB) layer, user layer	Cloud manufacturing service platform for small- and medium-sized enterprises	Huang <i>et al.</i> (2012)

(資料來源：本研究整理)

亦有少數應用於企業資訊系統之雲端架構，例如 Gunawan *et al.* (2014) 提出基於雲端 ERP 系統開發的企業架構，使用 User layer、 Cloud-MES layer、 IOT layer、 Equipment layer 這四層(圖 2.3)建構出雲端平台架構與 Wang *et al.* (2018)提出基於 RFID 的雲端 MES 製造流程(圖 2.4)，並以雲端平臺架構的 User layer、 Application layer、 Resource layer 建出雲端 MES 系統的框架。

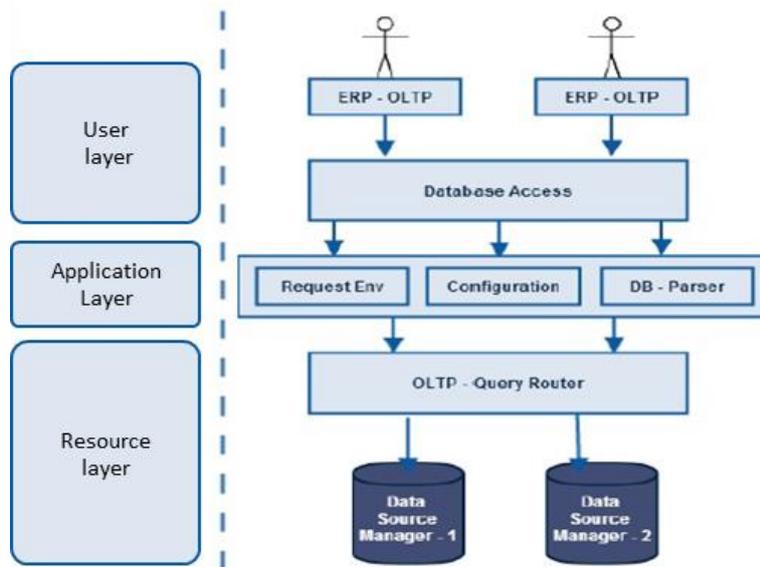


圖 2.3 Cloud platform architecture of cloud-based ERP

(資料來源: Gunawan *et al.*, 2014)

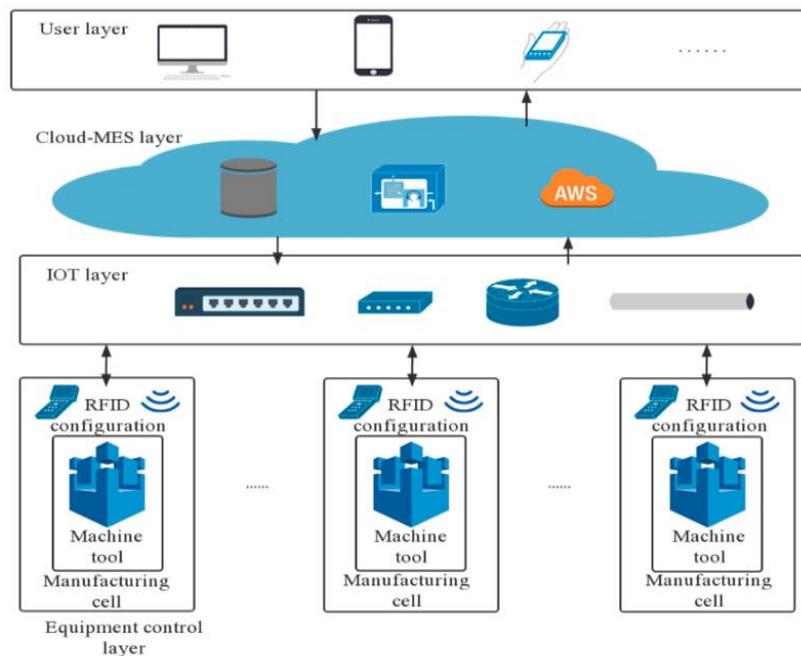


圖 2.4 Cloud platform architecture of cloud-based MES

(資料來源 : Wang *et al.*, 2018)

雲端運算應用於企業資訊系統之優點，Elragal *et al.* (2012)比較傳統 ERP 與雲端 ERP，結果顯示雲端 ERP 導入較快速，成本降低，使用方便性也較高。Al-Johani *et al.* (2013)調查雲端 ERP 的好處並提出一個框架，亦得出雲端 ERP 可以減少 30-40%之開發成本。Duan *et al.* (2013)亦在比較雲端

ERP 與傳統 ERP 得到運算成本下降，導入時間縮短以及快速更新等好處。Petri *et al.* (2014)發展出一雲端 MES 系統並規納其優點 1.技術複雜度降低 2.降低硬體設備投資 3.可即時彙整多場區之資料 4.降低操作流程之複雜性。Seethamraju (2015)研究 SaaS 服務模式之 ERP 在中小企業的適應性，結果顯示 SaaS 服務模式之 ERP 為中小企業的最佳選擇，支持可視化，標準化流程。統整上述學者之研究可得知雲端運算應用於企業資訊系統能使縮短運算時間、降低導入時間、減少硬體設備投資成本、及時彙整資料等。

## 2.4 統一塑模語言

統一塑模語言 UML(Unified Modeling Language)，為 Rational 公司整合 Booch (1999)、Rumbaugh and Jacobaso (1999)而提出的物件導向建模開發工具，是一種視覺化、文件化和規格化的塑模語言。對於系統的使用者，可以用 UML 來表達系統的功能，讓使用者對於系統所能從事的工作有一個高層次的了解。對於系統分析師，可以使用 UML 來做為討論系統架構的工具。對於軟體工程師，可以利用 UML 來從事物件導向的系統分析與設計，塑模出物件之間的靜態以及動態關係。系統的管理者也可以藉由 UML 來表達硬體或是軟體元件的部署與配置情形。由於 UML 開發最早是起源於模擬語言，因此極度適合用於模擬系統之開發使用。

UML 統合了物件導向方法論之各派不同的方法，提供了一致性的圖形語言做為開發系統的溝通媒介 Tsai (2013)。而軟體工程師最常使用 UML 的圖型模組，區分為三種類型：結構圖(structure diagram)、行為圖(behavior diagram)以及互動圖(interaction diagram)。結構圖主要強調系統模組，如物件圖(class diagram)與元件圖(component diagram)等。而行為圖被使用於描述系統的觸發事件，如活動圖(activity diagram)與使用者案例圖(use case diagram)等。互動圖(interaction diagram)則說明系統之間的資料流，如循序圖(sequence diagram)及溝通圖(communication diagram)。

### 1. 結構圖(structure diagram)分為：

- (1) 物件圖(class diagram)：代表了一個應用程序的靜態視圖，不僅用於可視化描述和記錄系統的不同方面，也可構建執行代碼的軟體應用程序。在大多數建模工具中，一個類有三個部分：頂部的名稱、中

間的屬性以及底部的操作或方法，物件之間不同的關係由不同類型的箭頭顯示，如圖 2.5。

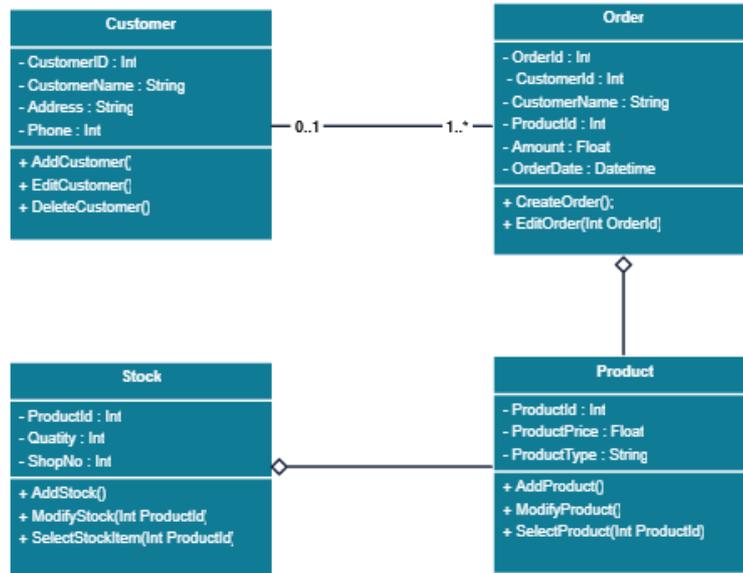


圖 2.5 物件圖

(資料來源：<https://creately.com/blog/diagrams/uml-diagram-types-examples/>)

- (2) 元件圖(component diagram)：元件圖用於模擬物理方面的系統，並顯示軟體系統元件間的結構關係，但不描述該系統的功能，而是描述了用於這些功能的元件。在處理複雜系統的檔案時，可以幫助開發人員將系統分解為更小的元件，如圖 2.6。

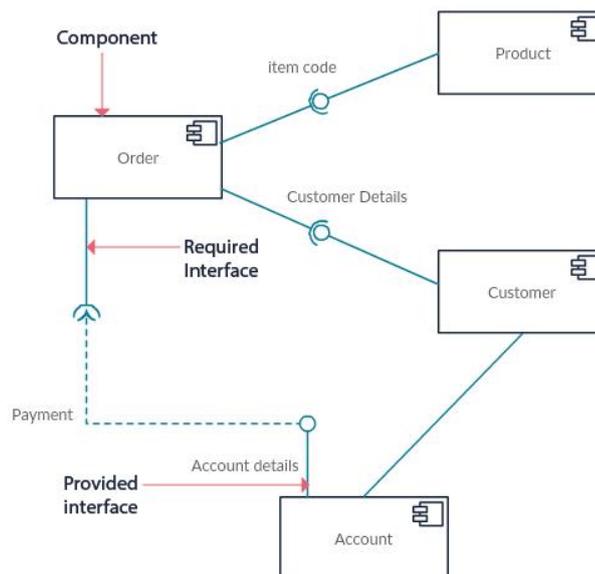


圖 2.6 元件圖

(資料來源：<https://creately.com/blog/diagrams/uml-diagram-types-examples/>)

## 2. 行為圖(behavior diagram)

- (1) 活動圖(activity diagram)：活動圖是進行業務流程建模的最重要的UML圖，在軟體開發中，通常用於描述不同活動和動作的流程，這些流程可以是連續的也可以是並行的，如圖 2.7。

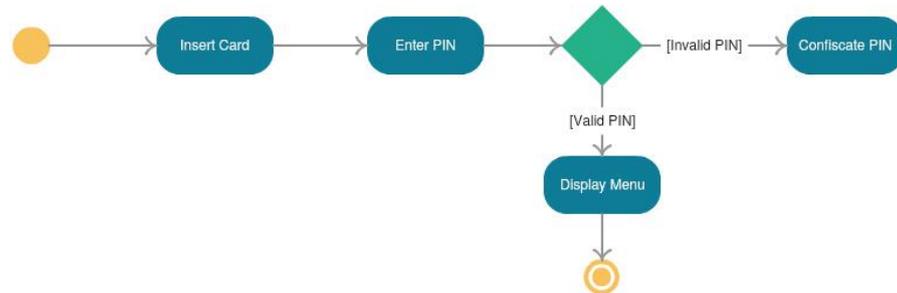


圖 2.7 活動圖

(資料來源：<https://creately.com/blog/diagrams/uml-diagram-types-examples/>)

- (2) 使用者案例圖(use case diagram)：為行為圖中最著名的圖表類型。使用者案例圖可獲得系統中涉及的參與者(人或組織的應用程式)、參與者所需的不同功能以及這些不同功能如何相互作用，如圖 2.8。

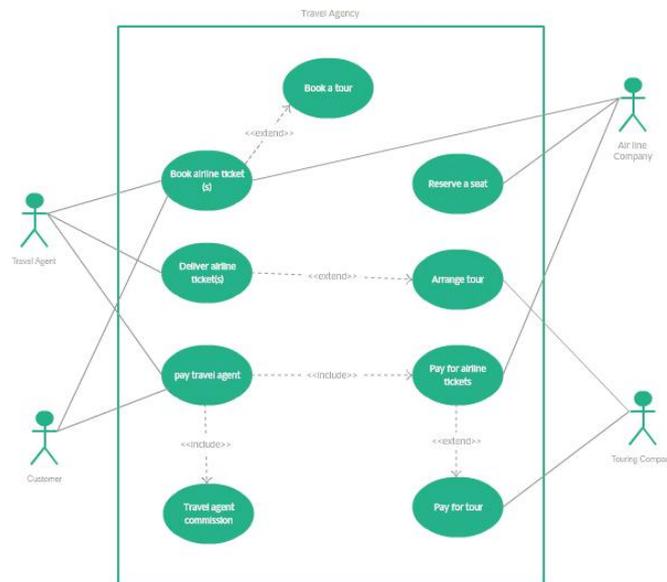


圖 2.8 使用者案例圖

(資料來源：<https://creately.com/blog/diagrams/uml-diagram-types-examples/>)

### 3. 互動圖((interaction diagram))

- (1) 循序圖(sequence diagram)：描述一個使用案例中模擬對象之間的交互，並且說明系統的不同部分如何相互作用以執行功能，以及執行特定使用案例時交互發生的順序。簡單來說，序列圖顯示系統各個部分以“序列”的方式來完成某些任務，如圖 2.9。

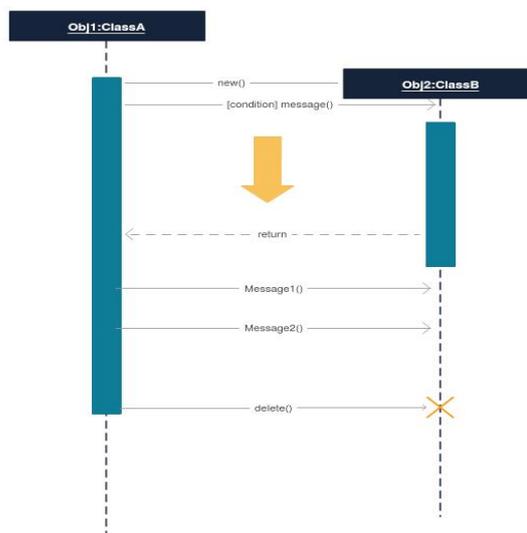


圖 2.9 循序圖

(資料來源：<https://creately.com/blog/diagrams/uml-diagram-types-examples/>)

- (2) 溝通圖(communication diagram)：通信圖類似於序列圖，兩者差異在於序列圖有完整的消息順序，雖然通信圖也可以從編號方案中看出順序，但並不這麼完整，而通信圖主要是顯示對象之間傳遞的完整消息，如圖 2.10。

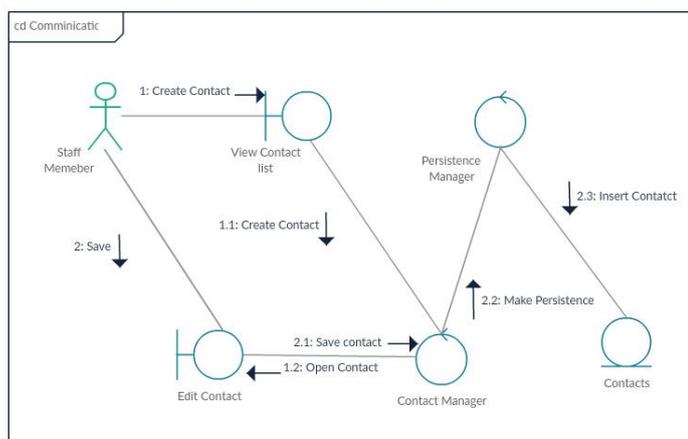


圖 2.10 溝通圖

(資料來源：<https://creately.com/blog/diagrams/uml-diagram-types-examples/>)

## 2.5 建模方法

雖然有許多方法可以創建資料模型，但根據 Len Silverston (1997)，只有兩種建模方法脫穎而出，自上而下(Bottom-up models)和自下而上(Top-down logical data models)：

自下而上模型或視圖集成(View Integration)模型通常是再造工程的結果。它們通常從現有數據結構表單，應用程序屏幕上的字段或報告開始。這些模型通常是物理的，特定於應用程序的，並且從企業的角度來看是不完整它們可能不會促進數據共享，特別是如果它們是在不參考組織的其他部分的情況下構建的。另一方面，自上而下的邏輯數據模型是通過從知道主題領域的人那裡獲取信息以抽象的方式創建的。系統可能無法實現邏輯模型中的所有實體，但模型可用作參考點或模板。有時，模型是以兩種方法的混合方式創建的：通過考慮應用程序的數據需求和結構，以及始終引用主題區域模型。不幸的是，在許多環境中，邏輯數據模型和物理數據模型之間的區別是模糊的。此外，一些 CASE (Computer Aided Software Engineering)工具不區分邏輯和物理數據模型。

## 2.6 數位分身

數位分身(Digital Twin)是指物件或系統的多元軟體模型，借助感測器來理解標的物件或系統的真實處境，可根據不同的目的進行模擬；Digital Twin 首先於航空航天領域提出，最近才在製造環境中採用，若能善加運用 Digital Twin，即等於建立一套智慧代理人，可以主動修復與規劃設備服務，規劃製程、產線或整座工廠，從而及早預測設備的潛在故障因子、強化產品開發，終至提升營運效能(Negri, 2017)。

數位分身多數應用於歷史資料分析、現況監控及未來預測三個部分，應用領域可分為航空、機械、製造、資訊四個主要領域，

Kritzinger *et al.* (2018) 將應用在製造業的數位分身論文，根據資料整合的層級，大致分為以下三個類別：

1. 數位模型 (Digital Model, DM)：將現有實體對象以數字的方式做轉換，但在這之中數據轉換皆以手動完成，若實體對象改變，則數位對象並不會有所影響，如圖 2.11。

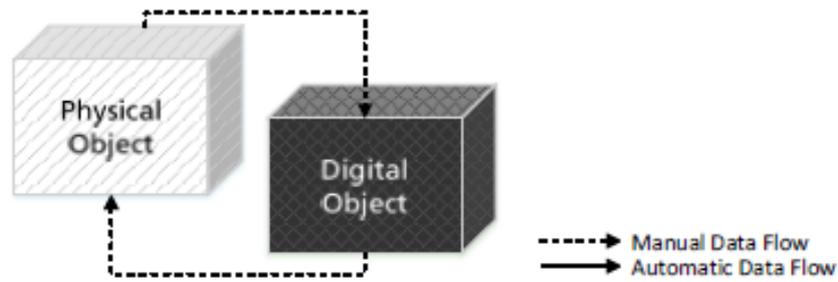


圖 2.11 數位模型 (Digital Model)

(資料來源：Kritzinger *et al.*, 2018)

2. 數位陰影(Digital Shadow, DS):現有實體對象和數位對象之間存在自動單向數據轉換，實體對象改變則未直接影響是位對象的變動，如圖 2.12。

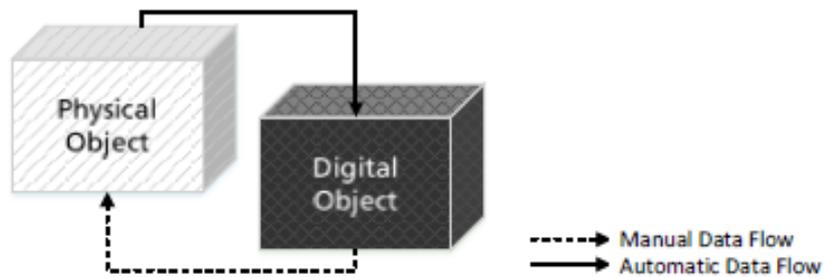


圖 2.12 數位陰影 (Digital shadow)

(資料來源：Kritzinger *et al.*, 2018)

3. 數位分身(Digital Twin, DT):現有實體對象和數位對象之間的數據流是完全集成的，簡單來說就是數位對象可以控制實體對象，實體對象的變化也可由數位對象看見，如圖 2.13。

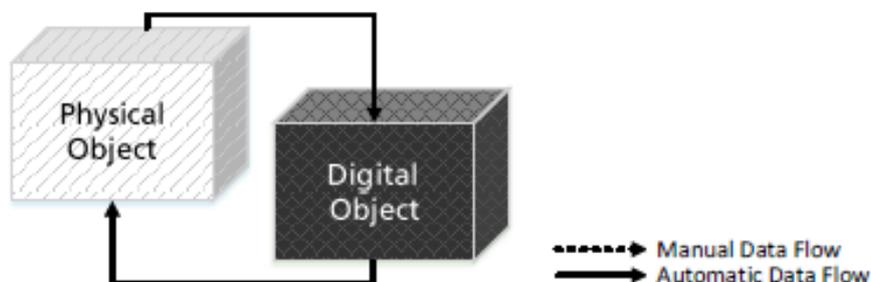


圖 2.13 數位分身 (Digital Twin)

(資料來源：Kritzinger *et al.*, 2018)

數位分身為製造業提供一個模擬以及優化生產系統的機會，並且能夠詳細顯示整個製造的過程，例如 Rosen *et al.* (2015)利用數位分身的概念，使生產單位可依照訂單進行生產規劃與控制；Susto *et al.* (2015)提出一預測維修保養概念，使用機台所產生的當機資料進行建模，並採用動態決策規則進行維護管理；D'Addona *et al.* (2017)以感測器獲得機台即時數據，並將數據藉由機器學習算法評估預期維護措施；Uhlemann *et al.* (2017)利用自動和應用獨立的數據採樣和變化來完成連續生產系統的評估與規劃；Terkaj *et al.* (2015)以監控系統的即時數據、生產計劃方式、模擬結果建立一虛擬工廠，並與實際工廠的狀態同步，並在工廠內實現即時模擬；Kuhlenkotter *et al.* (2017)將智能產品服務系統的高複雜度、變化程度大的即時狀態轉為基於數字的系統，以探索智能產品服務系統生命週期管理的新知識和方法。憑藉上述論文可以得知數位分身在製造業的應用可以分為：生產規劃與控制、機台維修保養、生產佈置設計、產品生命週期、製程設計五大類，藉由實體對象的狀態或以感測器所收集的數據，轉化為數位的型態，並利用這些數據進行模擬，以達到幫助企業提高競爭力、生產力和效率。

## 第三章 雲端先進規劃排程系統架構與建模方法

第三章將介紹本研究的系統架構與建模方法發展；本章將分成四個小節，第一節將對目前中小型製造業在排程上遇到的問題加以描述；第二節說明雲端系統部署方法，包括系統架構、部署方式的選擇；第三節，說明在此系統架構下的建模方式發展；第四節進行建模流程說明。

### 3.1 問題討論

台灣的製造業以中小企業為主力，在資源有限的情況下，企業難有長遠的規劃，對歷史愈悠久的企業主來說，在決策及營運流程皆有其既有的框架，無疑風險過大。製造業一般而言，有分接單生產、計劃性生產的生產製造模式。為了因應市場變動快速，以顧客導向為主，訂單的產品型態逐漸轉變為少量多樣、產品的生命週期短且客製化需求多，因此企業中產品的生產資訊(製程、工時)變動快速，難以標準化。此外，銷售人員為掌握商機，常會發生短交期急插單或是訂單需求變異等情況。物料類型繁雜情況下，在有限交貨期的時間壓力，使產品生產作業的負擔加重，且因屬於短期性的密集生產，通常須具有一定生產技術，非屬臨時替代人力所能勝任取代。在客製化接單環境趨勢之下，產品種類多、各段製程的生產特性及設備的數量差異很大、BOM 表結構複雜，如圖 3.1 所示，訂單用料的變更加深了物料採購的複雜性，為了降低生產成本及避免原材料之短缺風險，替代料件問題是組裝產業中重要的決策，替代料件的管理目的種類多，使整體成本及缺料風險降低。如何滿足計劃、生產來使用，真正的規劃活動卻是從正式接單後開始，在現場的作業流程中，會根據訂單，發放並進行投料，而會依據途程來決定須執行之製程，每個加工作業可能搭配特定的設備或模具進行加工，而這些製造程序可能伴隨著機台操作時間、加工參數設定、派工法則、生產模式等等。

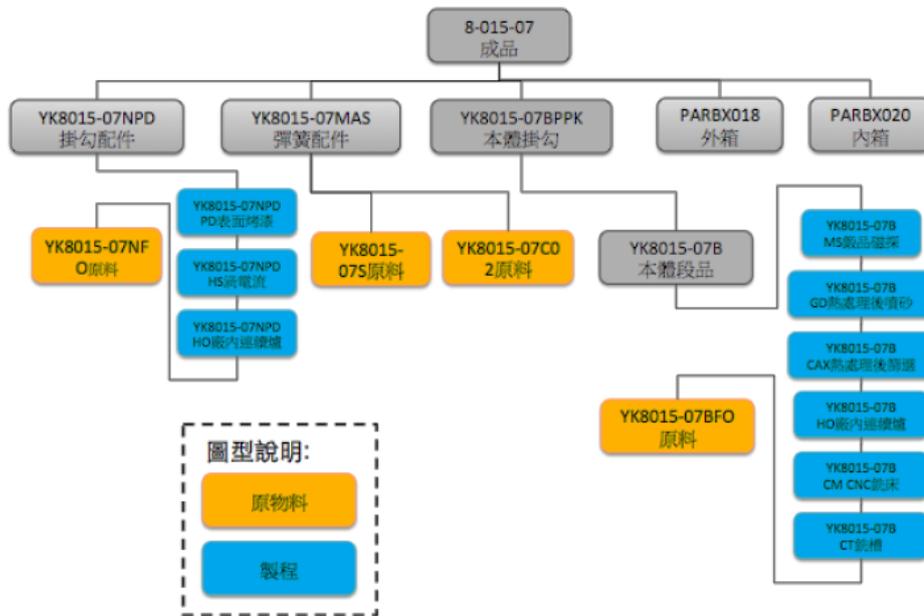


圖 3.1 BOM 表結構

(資料來源: 周安杰, 2016)

人力資源是發展國內製造業瓶頸之一，隨市場需求及訂單的波動，生產趨勢之改變，常因生產人力不足，導致產線閒置的問題。影響之原因包羅萬象，由人力組成的生產或組裝線，容易因為換線頻繁，增加人為作業失誤，導致產品需要回修或報廢，或因作業員經驗與素質差異，員工流動頻繁，新員工重新熟悉工作崗位、輪班方式、不定期休假及生產時之突發狀況，造成產品品質不穩定。

基於上述段落說明，生產管理人員在考量生產規劃時皆須考量複雜的生產限制，將整理如下：

1. 產品少量多樣，客製化程度高
2. 產品生命週期短
3. 訂單需求經常性的變異
4. 訂單需求時間緊迫
5. 生產流程複雜
6. BOM 表結構複雜，替代物料繁多
7. 人力資源難以估算，生產工時與品質不穩定

目前台灣中小型企業仍多以 EXCEL 做生產排程之規劃，無法預知且無法符合現場之動態行為且運算速度較為緩慢，大多數利用歷史生產資訊的平均值或是量測時所得之估計值，造成銷售業務與生產製造有衝突現象。Wang *et al.* (2018)提出之 Capacity Analysis and Planning Simulation (CAPS)為生產規劃模擬系統，可為此提供一產銷協調解決方案，但在使用此系統前需要現場生產的限制與資訊，方能建立出 CAPS 所需的虛擬工廠模型。

在製造業資訊化過程中，需要各部門間的頻繁溝通與協調，討論出一致性與正規化的資料蒐集方式，並在資訊變更時做出即時性的調整與定期的資料清潔，方能減少各部門資訊溝通的問題產生；下列為製造業資訊化的常見問題：

1. 資訊收集延遲
2. 各部門間資訊斷接
3. 資訊收集不齊全
4. 現場產能資訊不透明

### 3.2 雲端先進規劃排程系統架構

本研究所提出的雲端先進規劃排程系統架構將基於 Wang *et al.* (2018)所提出 Capacity Analysis and Planning Simulation (CAPS)產能分析規劃模擬系統進行發展，結合 Amazon Web Service (AWS)雲端運算，建構出一雲端先進規劃排程系統(C-APS)架構，其系統特性在於能節省時間及使用成本，並能夠提供給中小型製造業中與生產排程相關人員(例如：生管、現場人員、業務及採購)不同的功能服務並在最即時的情況下了解生產狀況。

根據第二章雲端運算應用架構的探討所歸納，雲端架構必須含有基本的資源層(Resources layer)、服務層(Service layer)和應用層(Application layer)。而本研究的雲端先進規劃排程系統架構整理出製造業中與排程相關的人員，將這些人員歸納於使用者層(User layer)，如圖 3.2 所示。接下來將詳細說明各層內包含的資訊，由上至下，使用者層(User layer)內包含負責生產排程的生管人員、接收排程計畫的現場作業人員、更新物料規劃的採購人員與更新訂的業務人員。應用層(Application layer)包含了雲端先進規劃排程系統的

系統功能，包含業務使用的銷售訂單新增、銷售訂單管理；生管使用的智能排程、排程結果查詢、產能圖表分析；現場人員更新報工資訊；採購更新物料規劃及系統運算出的建議物料規劃等。接著，服務層(Service layer)包含核心的模擬引擎，又可以將模擬引擎分為預測模型、監控模型及分析模型，透過這三種不同的模型服務實現應用層所提及的功能。最後，資源層(Resources layer)可以分為虛擬資源(Virtual Resources)以及實體資源(Physical Resources)，虛擬資源包含生產現場的報工資料、即時設備狀況或是設備加工工時...等，另外還有產品資訊、訂單資訊、設備資訊、庫存資訊、MRP、進銷存...等。這些資料一般被記錄在MES及ERP系統中，即使部分中小型企業沒有完整的資訊系統，依舊會使用紙本或是Excel來記錄上述的資訊；實體資源也能稱為硬體設備，包含網頁伺服器、運算伺服器、API伺服器、記憶體及收集設備加工資訊的感測器。在上述實體資源中除了感測器之外，其餘的伺服器或是記憶體等皆是使用AWS(Amazon Web Service)所提供之服務。

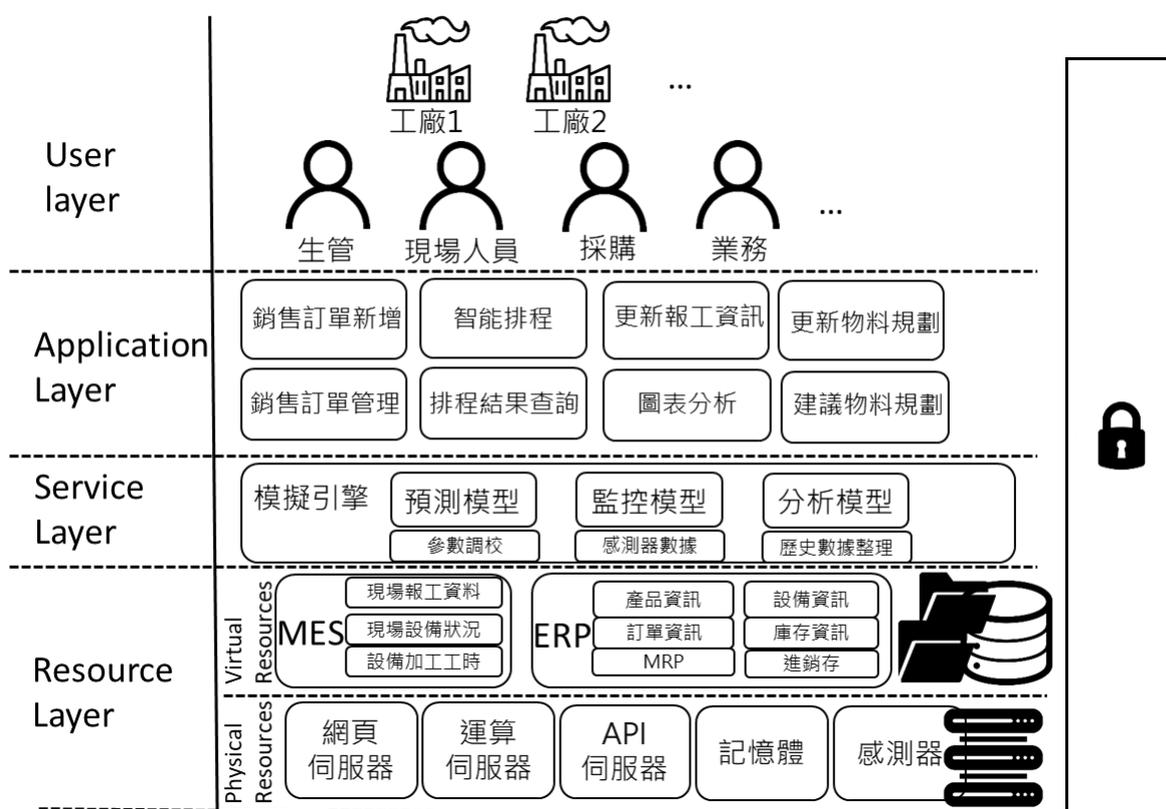


圖 3.2 雲端 APS 系統架構參考模型

(資料來源：本研究整理)

### 3.2.1 雲端先進規劃排程系統功能架構與模組

本文提出的基於雲端先進規劃排程系統架構(C-APS)以產能分析規劃模擬系統(CAPS)為基礎，經由ERP與MES系統搭配而成，其中CAPS操作流程，由五個主要階段模組組成：(1)範例模板下載，(2)使用者操作平台，(3)基本資料輸入，(4)雲端運算和(5)結果輸出，各模組內容簡述如下：

- (1)範例模板下載：雲端先進規劃排程系統架構(C-APS)為一生產規劃排程企業資訊系統，因此在使用C-APS進行運算前須先將需求之生產資料按照格式輸入至C-APS系統之內。因此，在雲端先進規劃排程系統架構之下將建立一個雲端儲存空間(Cloud storage)，並將需求資料的範例檔案儲存於此，提供使用者下載與參考使用。
- (2)使用者操作平台：以網頁的方式提供使用者人性化的介面，使用帳號管理功能權限，達到多人多終端的同步使用。
- (3)基本資料輸入：基本資料輸入的目的是建立一虛擬工廠模型，提供C-APS運算使用，並且發生變異時須即時更新已確定每次的生產規劃排程皆是符合工廠實際狀況進行模擬。模塊由排程基本資料和連接其他系統資料庫組成。前者為第一點所提到的C-APS需求之生產資料包括物料資訊和資源群組資訊(例如：機器組類型、機器可用時間、預定維修保養時間、運行時間、機台參數)。後者會由MES系統與ERP系統組成，MES常存儲在製造環境中應用的即時資訊(例如：設備的控制參數、生產報工數量與生產完成數量與時間等)；ERP系統能即時更新銷售業務需求的變更(例如：緊急插單、訂單交期與數量等)，庫存與採購物料資訊的更新等即時更新資料。將於3.3發展此虛擬工廠模型的建立方式與資料收集流程，並於3.4詳細說明資料需求格式與使用方式。
- (4)雲端運算：雲端運算模塊主要為用戶提供設置計劃和控制參數(例如：可用時間，預定PM)的接口。然後，雲端運算模塊將激活模擬模塊以生成可問責的生產/操作計劃，該計劃通常充分利用可用容量來滿足每週/每月需求計劃。最後，兩種類型的輸出存儲在數據庫中，包括生產輸出性能(例如：每日總和，週期時間，運行表，按流程

的WIP，按流程移動)和分析結果(例如：關鍵機床工具，AT波動影響，預定PM)。

- (5)結果輸出：所有生產輸出信息通過API(application programming interface)定期導出到外部數據庫，輸出結果將使用網頁或是雲端儲存的Excel進行分析和圖形表示。對於系統框架和功能模塊，數據模型，類間消息傳遞，容量規劃和容量影響分析模塊的系統操作過程的詳細描述，可以參考(Wang *et al.*, 2018)。圖3.3描繪了基於雲端先進規劃和調度(C-APS)系統的系統框架和功能模塊，IDPS系統是規劃引擎並存儲在AWS等公共雲中，C-APS中有三個主要部分：(1)輸入和輸出UI，(2)三個用於下載/上傳模板表，修改生產基本數據，設置計劃和調度數據的功能模塊，以及(3)數據庫。

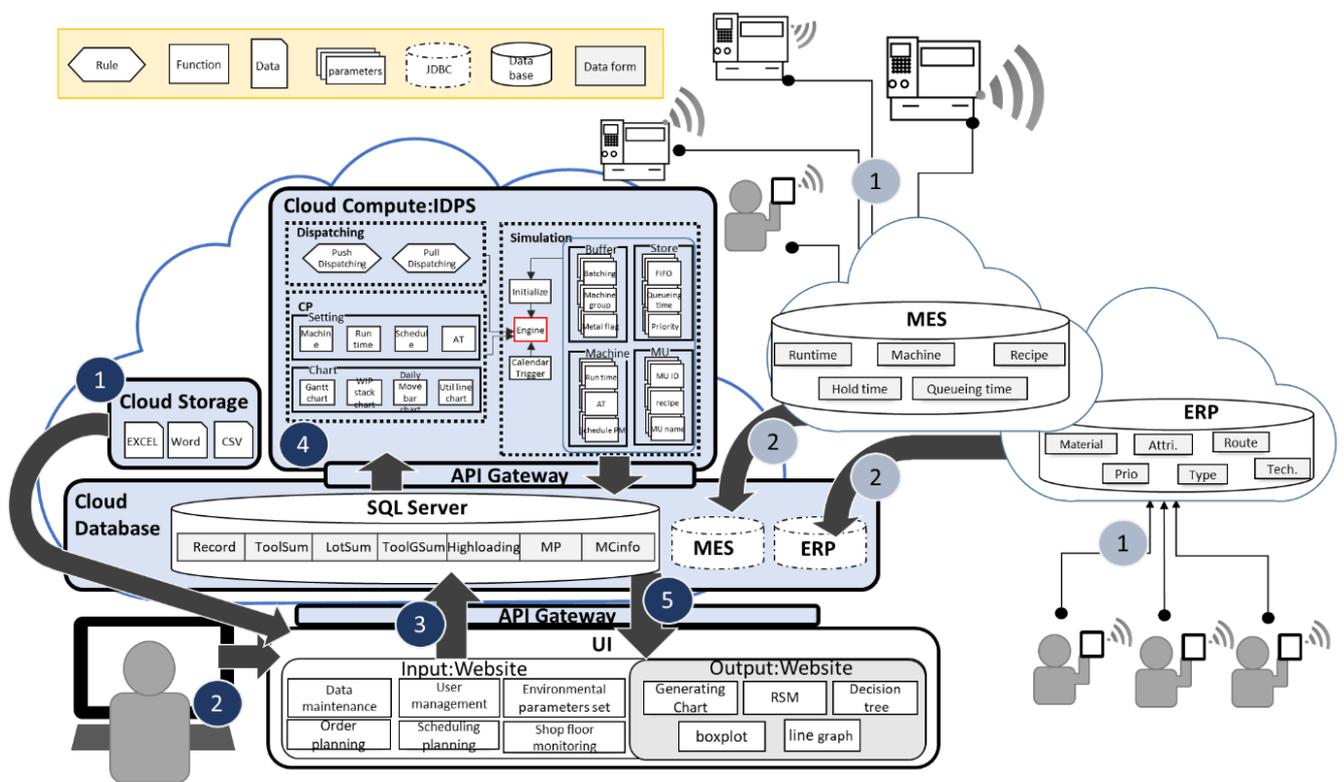


圖 3.3 雲端先進規劃排程系統功能架構

(資料來源：本研究整理)

### 3.2.2 雲端先進規劃系統服務模式

此雲端先進規劃排程系統屬於 SaaS (Software as a service)之服務模式且為一雲端企業資訊系統，因此需要建置於一穩定可靠的商用雲端平台。根據 Gartner 2018 年的 Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service, Worldwide 報告中，AWS 連續 8 年被定位在領導者之象限，且產品功能齊全，如圖 3.4。進一步分析後，本研究選用 AWS 之產品模組作為本研究雲端先進規劃排程系統的雲端服務基礎設施(IaaS)與雲端服務平台(PaaS)，它是安全的雲端平台，提供運算能力、資料庫儲存、內容交付及其他協助企業擴展和成長的功能。AWS 提供各式各樣的全球雲端產品，包含運算、儲存、資料庫、分析、行動、開發人員工具、管理工具、物聯網 (IoT)、安全和企業應用程式，如圖 3.5。



圖 3.4 雲基礎設施即服務的魔力象限

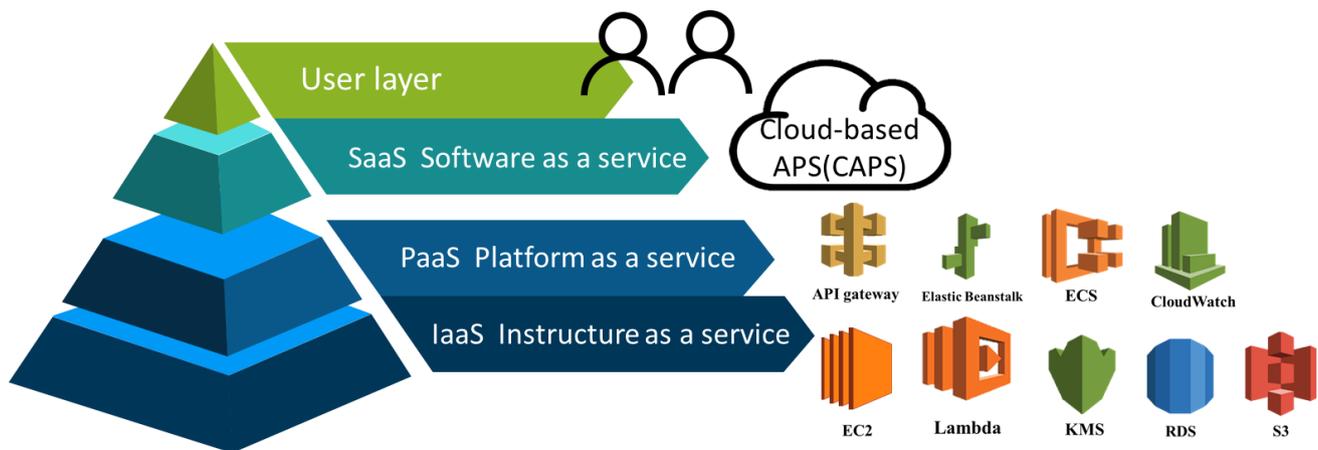


圖 3.5 雲端先進規劃排程系統服務模式

(資料來源：本研究整理)

表 3.1 整理了九項雲端先進規劃排程系統(C-APS)所使用到的產品模組介紹。圖 3.6 為使用 AWS 建立之雲端先進規劃排程服務架構，以下將依序介紹使用到之 AWS 產品。

使用者在能取得網路連線的環境下可透過不同終端連至網頁，透過 Elastic Beanstalk 連接網頁上的功能及維持網頁運行，而此網頁是架構在 EC2 雲端伺服器上，API Gateway 為前端使用者介面與後端運算處理之間的資料傳輸橋樑，例如：新增訂單至資料庫、更新採購計畫、將排程參數及基本資料輸入至排程引擎和排程結果獲取並呈現於網頁等。透過 Key Management Service (KMS)來控制使用者對 AWS 服務和資源的存取權限。

接著，連接到核心引擎執行功能的 LAMBDA，LAMBDA 為無伺服器運算服務，因此無須架設於伺服器之上，只需透過 API 連接即能觸發 LAMBDA 中的功能，所有功能程序皆透過它來執行，包括排程運算及運算後的結果存取動作皆是透過 LAMBDA 處理，運算後的結果存至 RDS 關聯資料庫，將排程資料做備份，若使用者想接排程報表輸出至本地端則會透過 S3 執行暫存及輸出，亦為需求基本資料範例檔案之暫存區。另外 ECS 則是容器化部署的工具，能夠將黃色虛線內的服務模組包括環境快速分享給

用戶使用。最後 Cloud Watch 則是負責監控系統的效能變化、優化資源使用情況，以及透過整合的檢視來查看運作狀態。

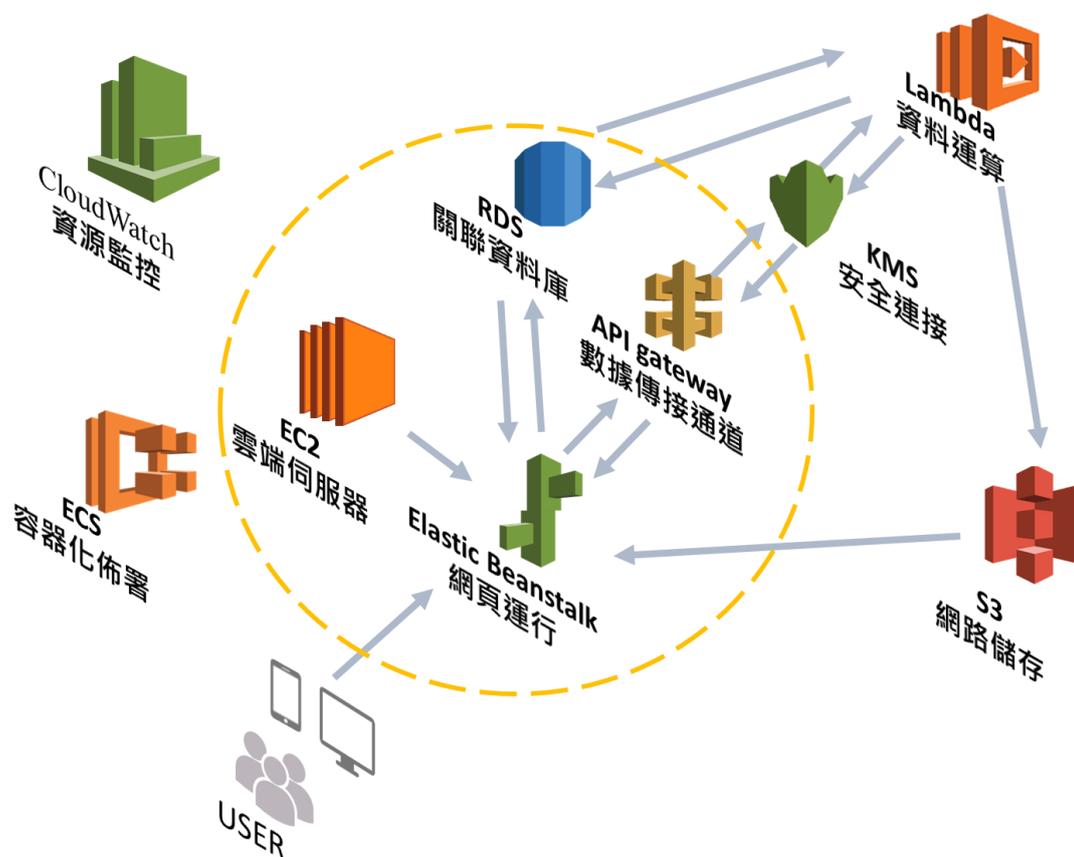


圖 3.6 架構於 AWS 雲端服務平台流程圖

(資料來源：本研究整理)

表 3.1 雲端先進規劃排程系統使用的 AWS 產品模組

產品名稱	產品介紹
AWS Elastic Beanstalk	AWS Elastic Beanstalk 是一項易用的服務，只需上傳程式碼，從容量佈建、負載平衡、自動調整規模到應用程式運作狀態監控的部署，Elastic Beanstalk 都可為您自動處理。
Amazon EC2	Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) 是一種 Web 服務，可在雲端提供安全、可調整大小的運算容量。該服務旨在降低開發人員進行 Web 規模雲端運算的難度。
Amazon API Gateway	Amazon API Gateway 是一種全受管的服務，可讓開發人員輕鬆地建立、發佈、維護、監控和保護任何規模的 API。
Amazon RDS	Amazon Relational Database Service (Amazon RDS) 讓使用者能夠在雲端中輕鬆設定、操作和擴展關聯式資料庫。可自動處理硬體佈建、資料庫設定、修補程式和備份等耗時的管理任務。
S3	S3 提供完整的安全與合規功能，甚至可符合最嚴格的法規需求。它提供客戶彈性，使其可針對成本優化、存取控制和管理資料。
AWS Key Management Service (KMS)	AWS Key Management Service (KMS) 讓您輕鬆建立及管理金鑰，並控制多種 AWS 服務和應用程式的加密使用。
AWS Lambda	AWS Lambda 是一種無伺服器運算服務，可執行程式碼以回應事件，並自動為您管理基礎運算資源。可以使用 AWS Lambda 透過自訂邏輯來擴展其他 AWS 服務。
Amazon Elastic Container Service	Amazon Elastic Container Service (Amazon ECS) 是可高度擴展的高效能容器協調服務，支援 Docker 容器，可讓您在 AWS 上輕鬆執行及擴展容器化應用程式。
Amazon CloudWatch	Amazon CloudWatch 是針對開發人員、系統業者、網路可靠性工程師 (SRE) 和 IT 管理員建置的監控和管理服務。CloudWatch 為您提供資料和可行的洞見以監控應用程式、了解並回應整個系統的效能變化、優化資源使用情況，以及透過整合的檢視來查看運作狀態。

(資料來源: <https://aws.amazon.com>)

### 3.2.3 雲端先進規劃排程系統部署模型

前一小節雲端先進規劃排程系統服務模式，此小節接著介紹雲端先進規劃排程系統之部署模型，由第二章文獻探討後得知部署模型可分私有雲、社群雲、公有雲及混合雲，其中社群雲較特殊為由眾多利益相仿的組織掌控及使用，例如：學校、政府單位等，較不適用於雲端先進規劃排程系統架構，因此本小節僅針對私有雲、公有雲、混合雲三種部署模型進行研究。本研究將雲端先進規劃排程系統建置於 AWS 商用雲端服務平台，屬於公有雲；而中小型製造業內部也會存在其他企業資訊系統，此多數為私有雲，因此本研究為滿足上述兩種不同的系統需求採用了混合雲的部署方式，使用混合雲的部署方式能將非企業關鍵資訊外包，並在公用雲上處理，但同時掌控企業內部機密服務及資料。

圖 3.7 為混合雲部署模型，雲端先進規劃排程系統分為三個部分：

(1)模擬引擎(2)網頁伺服器及(3)資料庫伺服器，各伺服器之間皆透過 API 做資料傳輸，而企業內部的 ERP 及 MES 亦是透過 API 將資料傳輸至模擬引擎，而使用者透過網頁伺服器連結 API 控制模擬引擎進行規劃排程，運算完成的結果再透過 API 儲存至資料庫伺服器內並同時回饋給網頁伺服器，讓使用者能立即從網頁上查看規劃排程的結果。

這樣的混合雲架構不僅能保護企業內部資料的安全性並能利用公有雲的便利性，也能讓雲端先進規劃排程系統透過一個不影響原企業資訊系統運作架構的方式來導入，不需花費大量人力成本變更原始資訊系統資料庫，因為伺服器雲端化，也能降低在硬體設備上的投資與控管的成本。

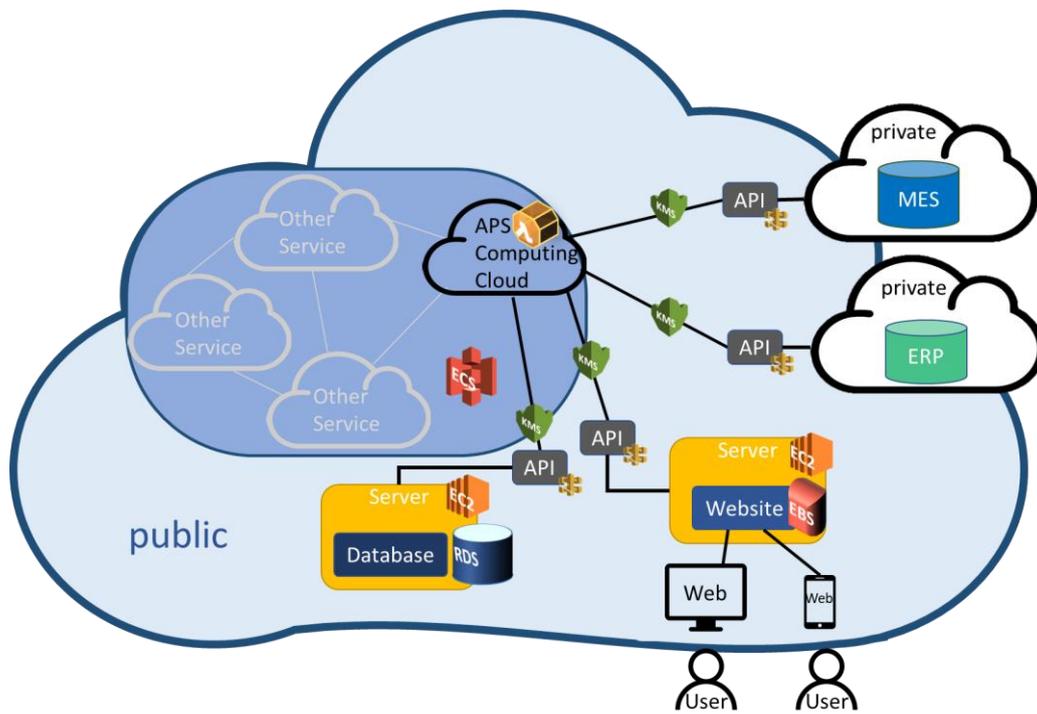


圖 3.7 混合雲部署模型

(資料來源：本研究整理)

### 3.3 建模方式發展

第 3.2 節詳述了雲端先進規劃排程系統架構(C-APS)，在 3.2.3 的系統功能架構中的第三個功能模組為基本資料輸入，意指中小型製造業欲使用此雲端先進規劃排程系統進行生產排程前，需先用生產基本資料建立一虛擬工廠模型，此虛擬工廠模型須包含產品名稱、途程、資源群組、生產工時、訂單資訊、庫存資訊以及前面描述的中小型製造業常有的生產限制條件等。將虛擬工廠模型建立完成並輸入雲端先進規劃排程系統後才能模擬出能派工至現場的生產排程。

本節將發展一套建模方法利用統一塑模語言(UML)定義出件模方法發展步驟，是一種視覺化、文件化和規格化的塑模語言。楊仁和(2006)亦在書中提及 UML 模型元素幾乎適用於任何物件導向系統。發展步驟詳如圖 3.8 及以下說明。

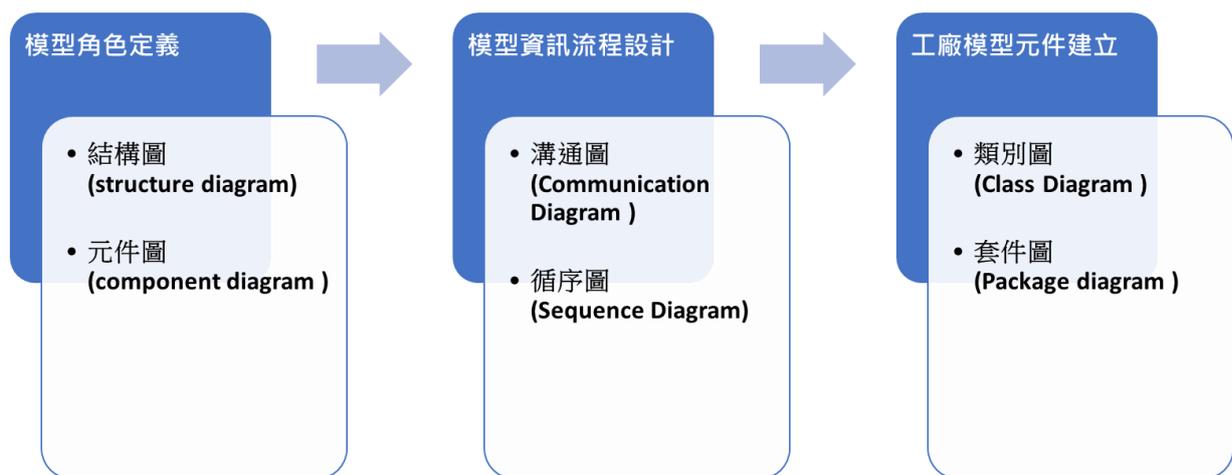


圖 3.8 模型發展步驟

(資料來源：本研究整理)

發展步驟可分為：(1)模型角色定義，(2)模型資訊流程設計，及(3)工廠模型元件建立，由於虛擬工廠模型會如 3.2.3 節所述，與多個資訊系統相關聯，但未清楚定義模型、系統、使用者三者之間的關係，因此在第一步驟使用結構圖 (Structure Diagram)進行模型角色定義，元件圖 (Component Diagram)會進行各系統內資料元件的關聯性；第二步驟將承接結構圖的關聯，運用溝通圖(Communication Diagram)設計出使用者的溝通媒介，並使用循序圖 (Sequence Diagram)進行模型資訊傳遞流程設計；最後，第三步驟使

用類別圖 (Class Diagram)去說明 C-APS 模型的物件以及物件參數並羅列出現行資訊系統中相關的表單與內容，再使用套件圖 (Package Diagram)進行工廠模型元件建立與資訊關聯。上述圖表的使用目的可歸納如表 3.2：

表 3.2 圖表名稱及目的說明表

圖表	說明
結構圖	使用結構圖表來建立表示的概念真實世界及其之間的關係，或是將其部分分解軟體系統類別圖表的概念性圖表。
元件圖	描述系統重要元件之間的組織架構，元件可以包含其他元件或多個類別。
溝通圖	描述物件的互動，強調物件之間的關係、訊息流向和控制流程。
循序圖	使用順序圖表來顯示動作項目或參與互動，而產生的事件，依時間順序排列的物件。
類別圖	目標系統中，個表單的屬性與之間的關聯性
套件圖	使用套件圖表來群組系統中的相關項目。

此階段希望建立一完整的虛擬工廠模型，因此開始時先定義工廠內各角色、各資訊系統與虛擬工廠模型之間的關係。首先規劃本研究期望虛擬工廠模型的資料傳接方式，可以利用結構圖及元件圖呈現。

### 1. 結構圖 (Structure Diagram)

建立結構圖為以虛擬工廠為中心分類下列角色，此結構圖將分為兩個部分，上層是說明模型建立的相關系統與角色；下層則是說明模型建立後可達到的功能並將功能對應至使用者，如圖 3.9 所示。

上層分為三個部分，由中小型製造業常見的企業資訊系統 MES、ERP、APS 作為分類：

- (1) MES 系統底下的使用者包含更新報工的製造人員、回傳機台運作狀態的設備管理人員以及回傳加工不良品或異常的品管人員。
- (2) ERP 系統底下的使用者包含控管庫存數量的庫管人員、更新採購計畫的採購人員以及變更訂單需求的銷售業務與客戶。

(3) APS 系統底下的使用者為訂定生產計畫的生產管理。

下層分亦為三個部分，將虛擬工廠模型以時間劃分成三個模型，歷史分析模型、現況監控模型、未來預測模型：

- (1) 歷史分析模型底下的使用者工業工程師(IE)可利用歷史模型分析製造現場問題發生原因，例如生產流程的問題：生產瓶頸發生的製程或是產能利用率低的原因。
- (2) 現況監控模型底下的使用者品質管理人員、庫存管理人員、製造管理人員及設備管理人員透過現況模型進行即時監控，客戶則可透過現況模型查看訂單生產進度，生產管理人員(PP)由現況模型產生的生產計畫發放至現場。
- (3) 未來預測模型底下的使用者工業工程師(IE)透過分析歷史模型找到問題發生之原因後，如前面提到的生產瓶頸，可透過加班試算或新增設備來試算能否解決此問題，利用未來模型反覆搜尋改善方法，銷售業務可透過未來模型獲得銷售預測，生產管理人員(PP)也可以是算未來的生產計畫，採購則是透過未來模型取得生產管理人員的生產計畫以及建議的採購計畫。

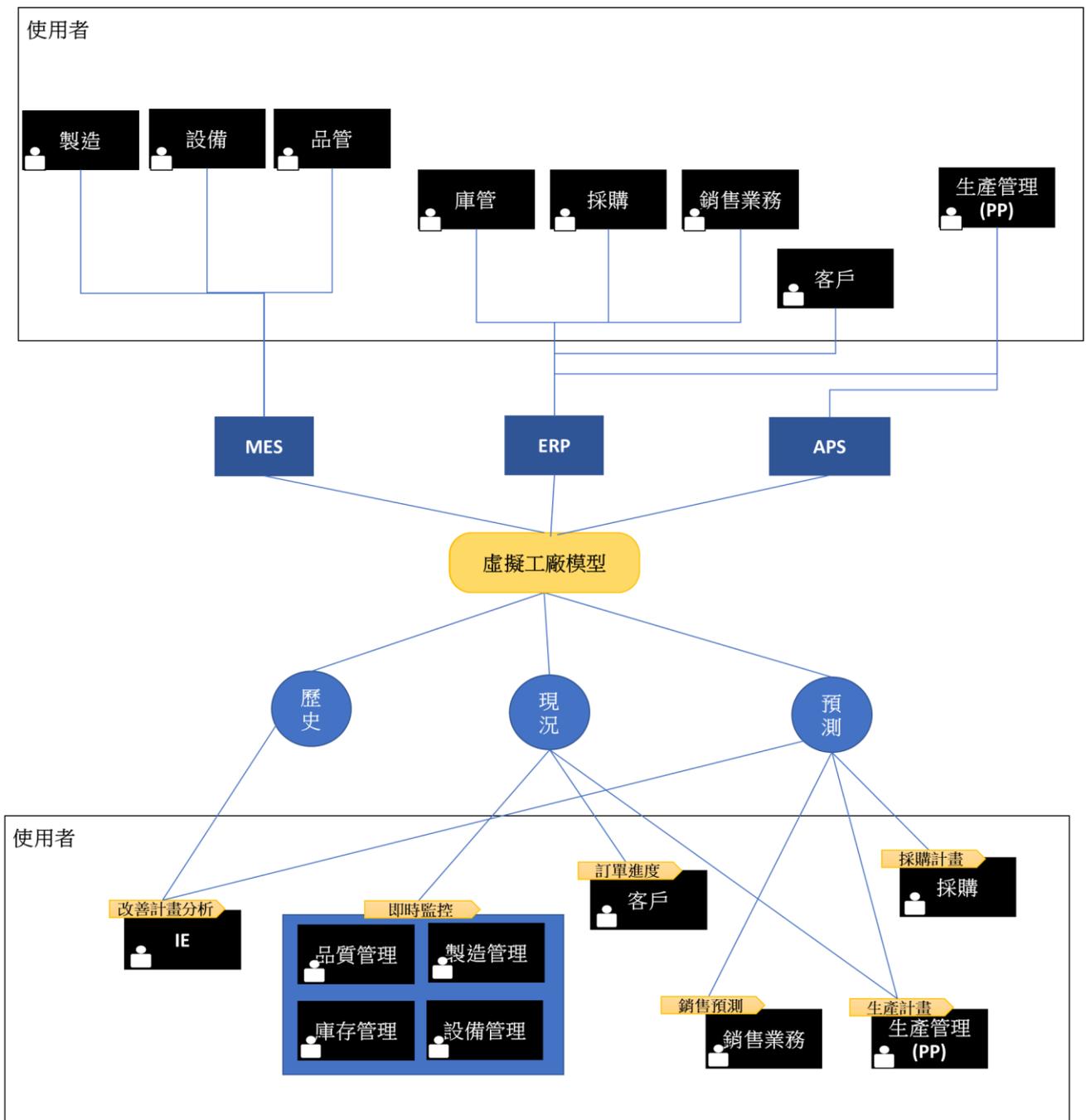


圖 3.9 結構圖 (Structure diagram)

## 2. 元件圖 (Component Diagram)

元件圖以結構圖下層虛擬工廠提供給使用者的功能為出發，將上述功能列為雲端服務，透過雲端服務模塊向外連接至虛擬工廠模型再連接至虛擬工廠的資訊來源，如圖 3.10。

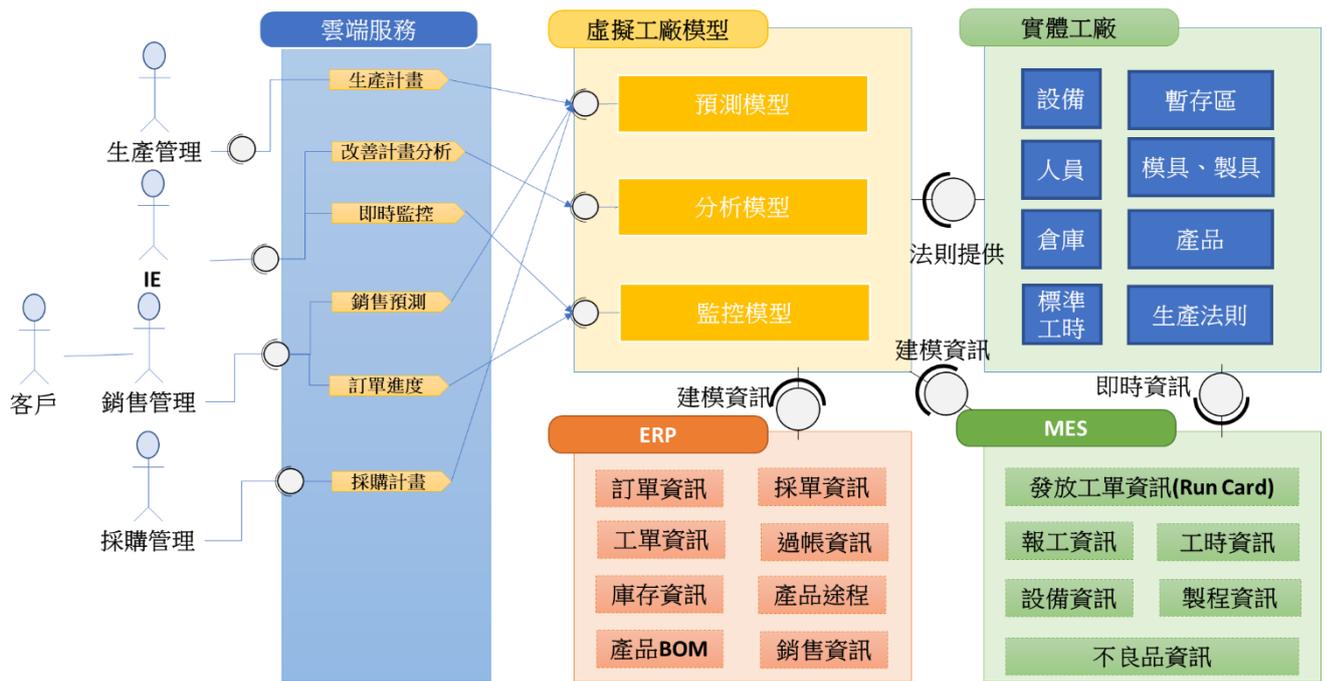


圖 3.10 元件圖(Component diagram)

由元件圖可以深入了解虛擬工廠模型是由實體工廠提供的生產法則、ERP 內的建模資訊、MES 的建模資訊所構成：

- (1) 實體工廠在生產製造實所考量的生產限制與派工法則，包括工廠內的實體物件設備、人員、倉庫、暫存區、搭配設備進行生產的模具、制具、產品、標準工時...等。
- (2) ERP 內包含銷售業務新增或修改的訂單資訊、過去的銷售資訊、過帳紀錄(物料或生產紀錄)、採購人員的採購單資訊、準備發放至現場的工單資訊、目前原物料的庫存資訊，生產製造時需要的產品途程、產品 BOM...等。
- (3) MES 是與製造現場最貼近的系統，裡面記錄著各項生產資訊，包含已發放至現場的工單資訊，多數工單會被拆批進行小批量生產，為確認各個個批量目前的生產進度以及對應的工單，因此會在工單號底下附加一個 Run Card 號碼，現場人員回傳的報工進度、工單實際加工時間、設備狀態資訊、不良品紀錄以及製程資訊。

### 3. 溝通圖 (Communication Diagram)

描述物件的互動，強調物件之間的關係、訊息 流向和控制流程。此為蒐集建模資料的溝通流程，由結構圖中的關聯接點延伸出人員與系統間是如何操作以及溝通，如圖 3.11。

本研究發展之建模方法是為提供一個快捷的模型建立方式給 C-APS 進行排程規劃，因此是以與 C-APS 關係最為密切的生管發起溝通。首先，生管需要確認此 C-APS 的需求資料格式，API 為前端使用者介面與後端資料處理之間的資料傳輸橋樑，透過 API 提出請求，C-APS 藉由 Excel 檔案回傳需求資料的格式讓生管人員可以直接從網頁上下載此 Excel 範例檔案，生管人員在了解此資料格式後，開始請求各相關部門協助收集生產數據，MIS 部門負責撈取 ERP 及 MES 系統中的資訊，製造現場人員負責提供生產限制與邏輯，最終以生管人員統整回傳的資料並以 Excel 檔案方式回傳至 C-APS，由於 Excel 資料量較大因此會以資料拆分讀取的方式，再透過 API 進行檔案分批傳輸並完成在 C-APS 中的模型建立。

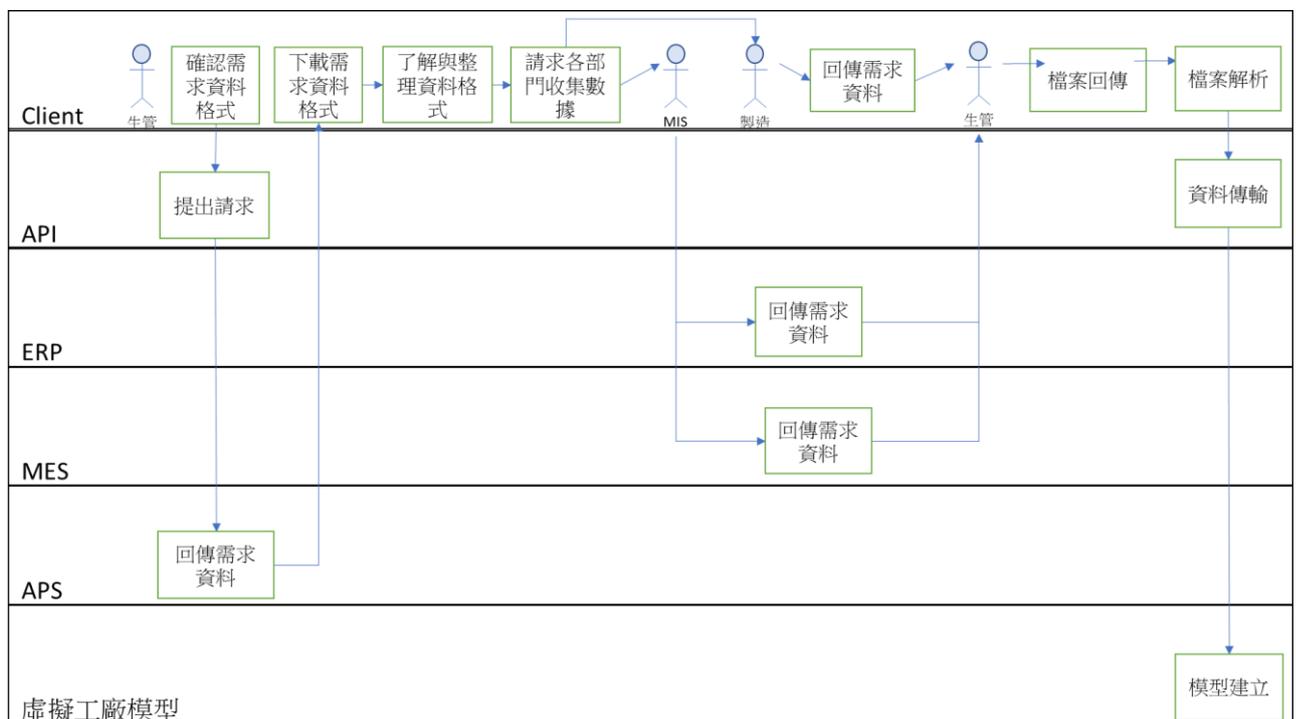


圖 3.11 溝通圖(Communication Diagram)模型建立

初次模型建立由圖 3.11 的溝通圖流程建立，而往後的模型維護則需透過各部門人員回傳及時生產資訊，維護模型時製造現場的生產人員尤其重要。

現場回傳加工的時際數據，工單的進出站時間、在製品數量、不良品數量、設備異常狀況記錄，而這些資料會回傳至 MES 再由 MIS 人員每天定時更新給生管，生管整理後維護每天的初始化工廠模型；設備異常的發生會影響生產計劃，屬於需即時更新的數據，因此將直接回傳給生管進行模型調整並產生新的生產計劃派工至製造現場。銷售業務與採購會將訂單及採購單更新至 ERP 系統內，再由 MIS 部門每天定時更新給生管人員，生管人員在維護每天初始化模型的同時將更新的訂單及採購單放入工廠模型內，並回傳至 C-APS 完成每天的模型更新，如圖 3.12。

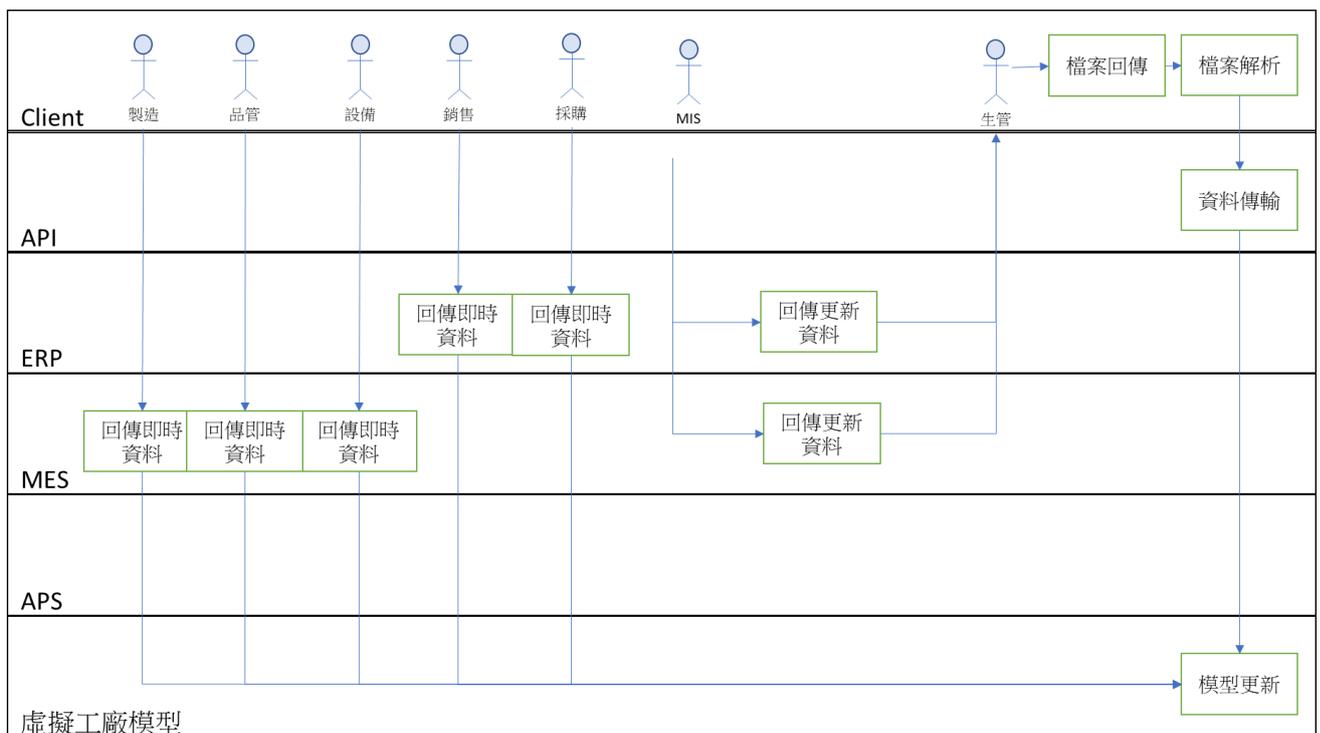


圖 3.12 溝通圖(Communication Diagram)模型維護

#### 4. 循序圖 (Sequence Diagram)

循序圖為一個了解相互作用之圖，了解彼此間以什麼順序進行操作。循序圖通常與正在開發系統之邏輯順序有所相關連，如圖 3.13。

由前面的溝通圖延伸，詳細說明各部門人員撈取的資料以及順序，將循序圖分為三個部分進行說明，分別為初次模型建立時(1)系統提供基本資料，(2)生產人員提供的基本資料及後續使用，及(3)模型維護的即時資料。

系統提供的基本資料：首先由 MIS 至資訊系統篩選需求資料，訂單及工單資料，裡面包含產品編號、產品名稱、需加工數量及期望交期，取得生產需求後接著篩選產品資訊，包含產品編號、產品名稱、產品途程、產品 BOM 表、指定的加工機台、機台可用時間(人員班別)、標準工時等，取得產品資訊後接著篩選庫存資料，包含成品庫存、半成品庫存及原物料的庫存，查看原物料的庫存是否足夠，有時發生原物料庫存不足的情形，則需查看採購的進料規劃是否能在生產前排除缺料的情形，因此亦會將採購單納入模型之中，採購單內含採購單號、物料編號、物料名稱及與供應商協調的進料時程。

生產人員提供的基本資料：由人員提供的資料有臨時變異的班別及現場生產的限制、派工邏輯或調整工時；系統內紀錄的資訊為標準工時及標準班別，但若遇到國定假日或人員休假則會由現場人員進行彈性調整，生產時若為人力加工的製程，常會因操作人員的熟悉程度不同而產生生產效率的差異，因此不能完全參照系統給訂的標準工時設定，若能量化其差異則能讓現場人員做工時調整。接著調整設備生產時的派工邏輯，如批量生產的集批資料、移轉批量、製程間的等候時間又或者是機台本身可設定多種不同的加工參數，例如：烘烤機台的溫度與時間調整，這些限制通常與產品或製程特性相關。

模型維護的即時資料：每日更新工單及在製品數量與即時的生產異常數據回傳。

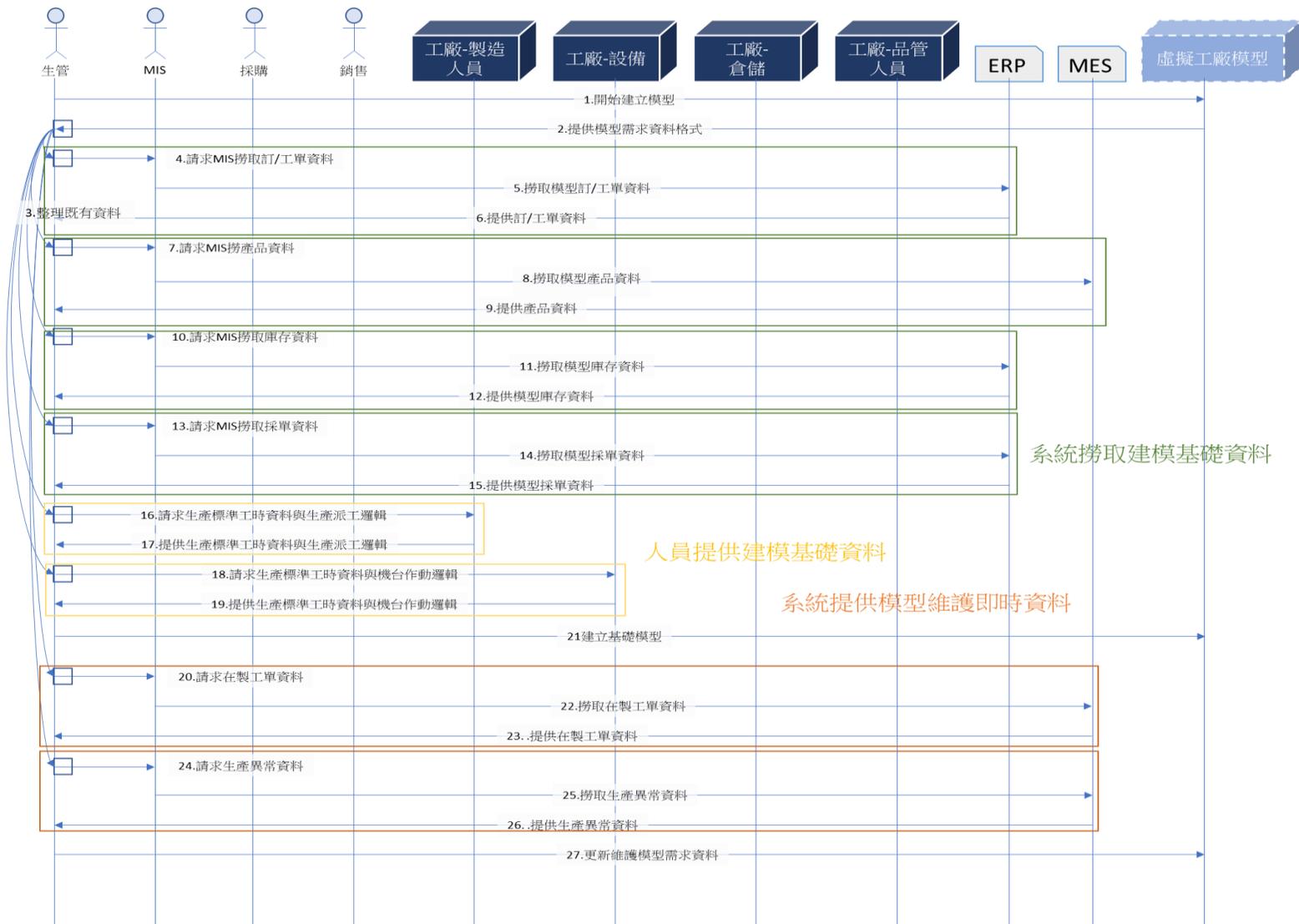


圖 3.13 循序圖(Sequence Diagram)

## 5. 類別圖(Class diagram)

類別圖在統一建模語言(UML)中，是顯示系統的靜態架構圖。類別圖為物件導向之建模主要圖示，可以分為主要元素、系統中相關屬性及編譯方法，如圖 3.14。

由前面的元件圖可得知，虛擬工廠模型之資料是由物件及資訊所構成，而物件資料來自實體工廠，在此將實體工廠分為資源及物料兩個分項：

- (1) 資源裡面包含設備、人員及倉庫，設備加工時常需要搭配模製具一起加工，所以將模具掛階在設備下，而在設備的屬性裡亦須設定此設備是否需要搭配人員操作，在此分為自動加工機與半自動加工機兩種子類別。人員加工時若有手工具的搭配也可將其掛階至人員之下，人員的子類別裡須設定此人員是否有搭配固定機台加工，在此分為配合設備與人力加工兩種子類別。倉庫則是分為成品倉、半成品倉與原物料倉三種子類別。
- (2) 物料可以分為成品、自製的原物料(自製件)、採購的原物料(採購件)、自製件成品為自製的原物料亦可當作成品販售，例如：電壓調節器的自製原物料電路板，為原物料但也可直接銷售。

虛擬工廠模型之資訊資料則由 MES 及 ERP 而來下列為可從系統中獲取的詳細資料：

- (1) 從 MES 中提取物料資訊與資源資訊，物料資訊包含產品 BOM 表、生產途程、生產的標準工時
- (2) 從 ERP 中提取庫存資訊、採購單資訊與訂單資訊

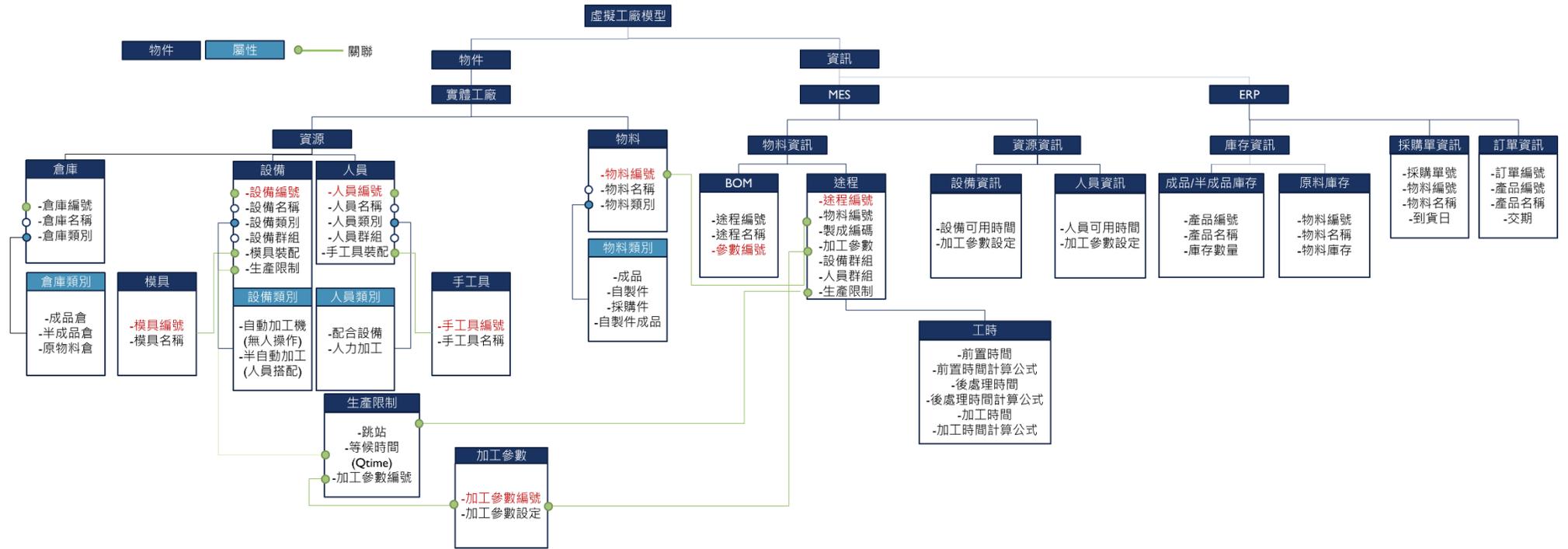


圖 3.14 類別圖(Class diagram)

## 6. 套件圖 (Package Diagram)

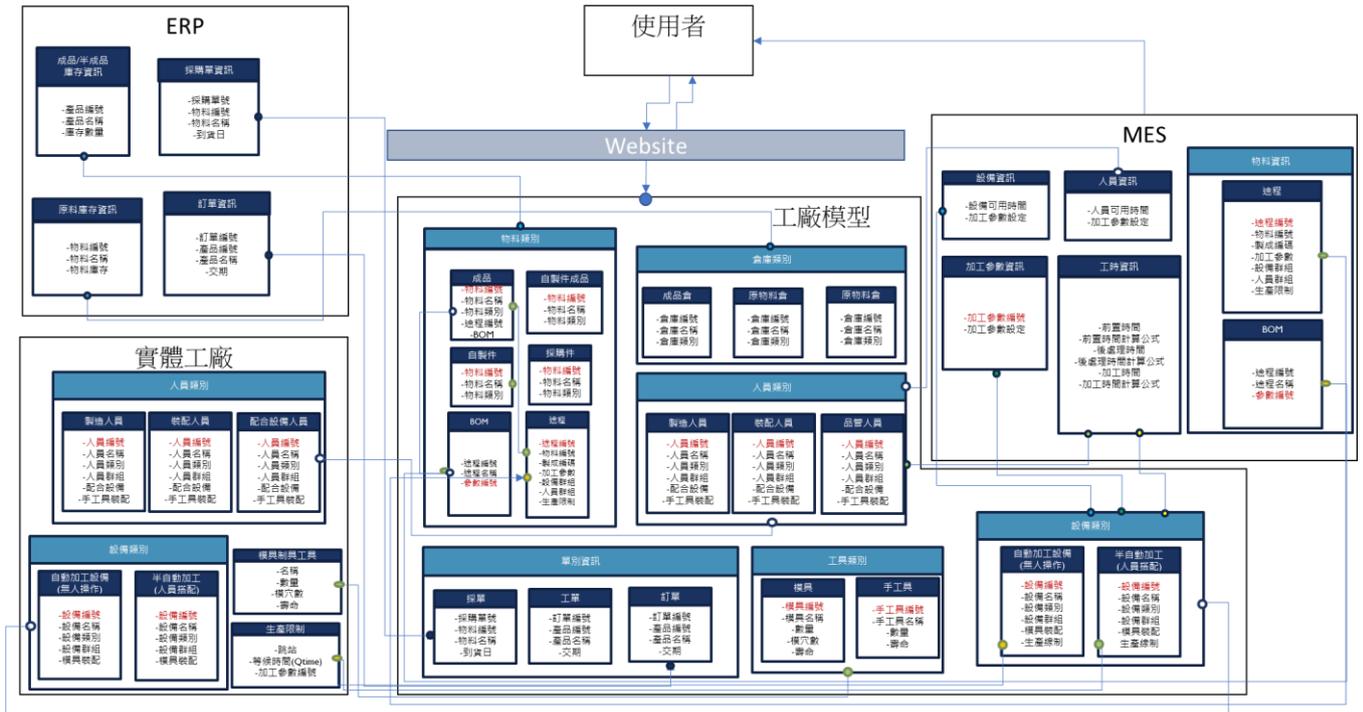


圖 3.15 套件圖 (Package Diagram)

上一節中的類別圖，已經將建立模型的物件與屬性用分類的方式羅列出來，由於模型是基於 JAVA 物件導向語言發展，物件的關係很多是層包層的，例如：工廠包含著設備群組，而設備群組又包含著設備；因此其物件的關係並非完全適用於類別圖表達的方式。本章節將會承接類別圖的類別物件，加入物件與套件的關係，去充分表達虛擬工廠模型其上下階層的關係。

該套件圖加上使用者主要可以分成五個區塊，以虛擬工廠模型為中心，連結著 ERP 系統、MES 系統、實體工廠以及使用者，藉由該圖 3.15 套件圖，可以清楚了解虛擬工廠模型所需資料格式與資料關聯來源，工廠模型所需建模套件主要可以分成六大項：物料類別、設備類別、倉庫類別、人員類別、工具類別與單別資訊類別；物料類別包含了物料的类型以及生產的圖成語 BOM 相關資訊，可以使用 MES 提供相關的生產資訊，以 ERP 提供 BOM 與物料類型資訊；設備類別包含了自動設備與半自動設備，人員類別包含了製造人員、裝配人員以及測試人員，設備與人員這兩項類別，可以由 MES 提供生產資訊與實體工廠作業員提供限制邏輯進行資源模型建立；工具類別會由實體工廠現場人員提供數量、壽命與使用等相關資訊進行模擬建模；倉庫類別可以從 ERP 中的扣帳紀錄去找到實際物料的扣帳使用與

庫存數量，可以用此資訊進行庫存模型建立；C-APS 使用的單別資訊也可以從 ERP 的訂單、採單與工單資訊直接匯入建立訂單模型。

### 3.4 模型建立步驟發展

#### 3.4.1 建模步驟比較

圖 3.16 為傳統建模流程架構，建模的順序是以資料收集的順序來建立的，資料收集的時程依照企業資訊化程度不一而有所不同，但資料與資料間的關聯必須是環環相扣的，若資料收集的關聯沒對應好，可能建立出來的模型與實際就會有所落差，甚至是出現模型建立的衝突，例如：假如在產品途程建立時，品項 A 需要用烘烤設備進行加工，但在機台群組與機台建立中，卻沒有建立該機台，這就會出現模型的衝突，在進行模擬品項 A 生產時會出現無法加工的狀態。

但這些資料的來源可能來自各個部門或是系統，並以各種不同的完整度建立出來，因此收集來的格式與承受度也都各不相同，若以原有的方式建立模型，可能需要大量的資料修正與調教的時間。

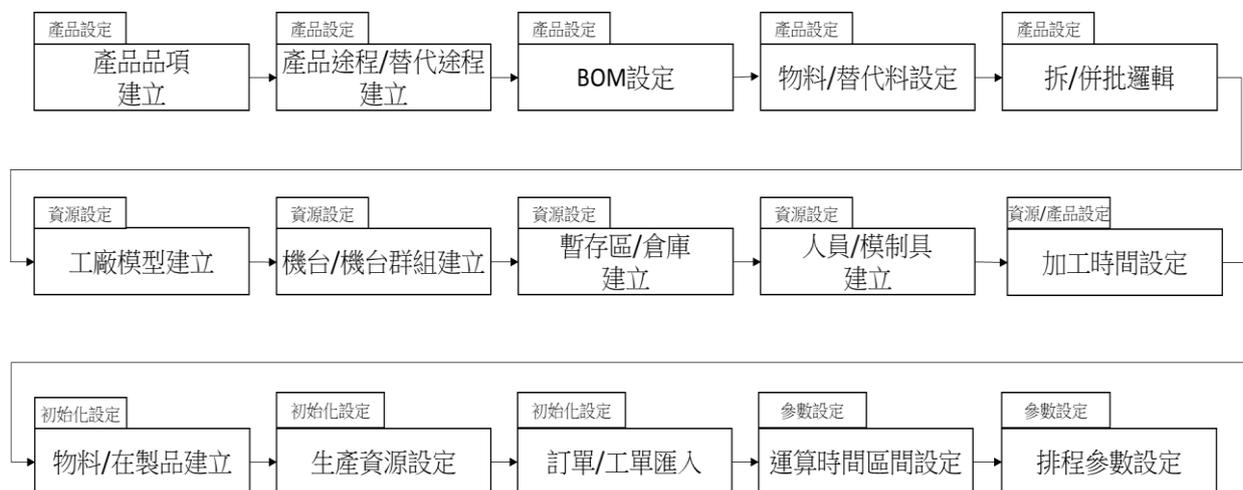


圖 3.16 傳統建模流程架構

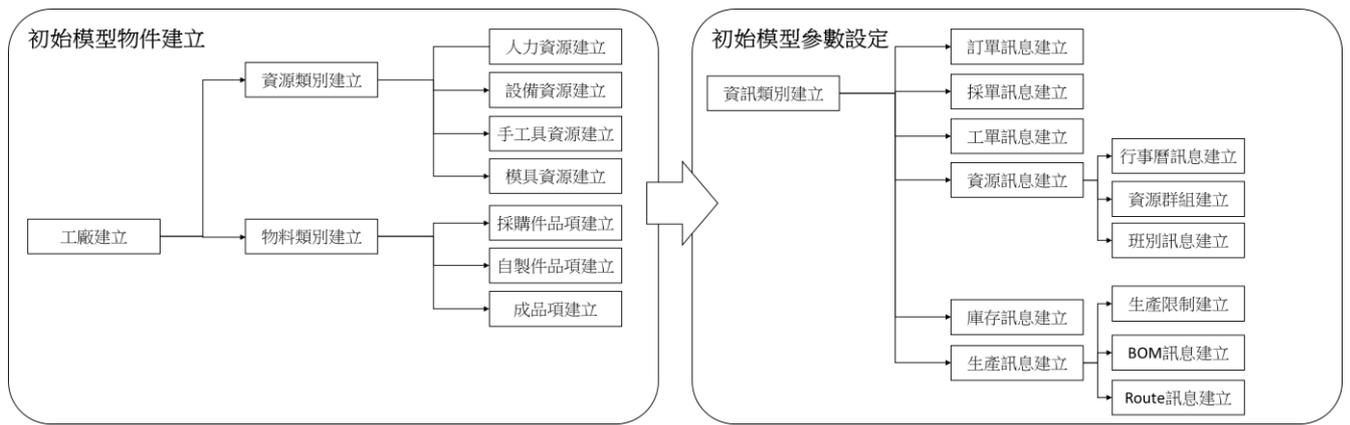


圖 3.17 C-APS 建模流程架構

為此本研究發展出新的建模流程，圖 3.17 為 C-APS 建模流程架構，從上一節 Package Diagram 中可以清楚定義出，模型需求資料的種類以及其來源，而物件導向模型的優勢，就是能夠快速地發展與修正模型，僅須建立出其類別母體，即可從母體類別快速複製出新的類別子項。舉例來說，工廠添購了新的設備，而該設備效率比原設備高出了 20 百分比，模型可以從原設備複製出新的設備，僅需要修改工時資訊即可。

產品編碼(*)	工藝序號(*)	工作中心編碼	工序	產品名稱	產品規格	移轉批量
0001	1	HIC/SP	印刷C	車用電壓調節器0001	8	500
0001	2	HIC/BK	烘烤(G)	車用電壓調節器0001	8	500
0001	3	HIC/FN_850	燒結	車用電壓調節器0001	8	500
0001	4	HIC/SP	印刷銲接1	車用電壓調節器0001	8	500
0001	5	HIC/BK	烘烤(G)	車用電壓調節器0001	8	500
0001	6	HIC/FN_850	燒結	車用電壓調節器0001	8	500
0001	7	HIC/SP	印刷R.1	車用電壓調節器0001	8	500
0001	8	HIC/BK	烘烤(R)	車用電壓調節器0001	8	500
產品編碼(*)	工藝序號(*)	工作中心編碼	工序	產品名稱	產品規格	移轉批量
0001	2		印刷	印刷電路板		1
0001	3		印刷	印刷電路板		1
0001	4		印刷	印刷電路板		1
0001	5		印刷	印刷電路板		1
0001	6		印刷	印刷電路板		1
0001	7		印刷	印刷電路板		1
0001	8		印刷	印刷電路板		1
0001	9		印刷	印刷電路板		1
0001	10		印刷	印刷電路板		1
0001	11		印刷	印刷電路板		1
0001	12		印刷	印刷電路板		1
0001	13		印刷	印刷電路板		1
0001	14		印刷	印刷電路板		1
0001	15		印刷	印刷電路板		1
0001	16		印刷	印刷電路板		1
0001	17		印刷	印刷電路板		1
0001	18		印刷	印刷電路板		1
0001	19		印刷	印刷電路板		1
0001	20		印刷	印刷電路板		1
				紙箱		1
				膠捲		1

表 3.3 生產途程表格

除了以複製母體快速發展模型外，本研究將表單格式正規畫與單純化，使得該表單的收集方式，能夠有效的進行分工作業。例如：過去如果全由

現場獨立填寫生產途程資訊，如問題描述所說產品少量多樣，需要維護的資料往往是過於龐大，需要分派給不同人員進行維護，而就原有的格式「生產途程」這一張表格來說明如表 3.3，這張表格內不僅有生產產品的圖程編號也具有生產訊息的參數設定，而且還有每個途程 BOM 表的展開結構等，因此經常性的會出現一張表格甚至是表格中的一筆資料，都是由不同人去完成的，因此產生資料錯誤或是衝突的可能性將大幅增加，即便能經過仔細的比對，能保證資料不出現錯誤，但是在一次合作填寫建模資料的過程中，人與人之間的溝通可能無法單依靠資料與格式可以完成的，需要花費更龐大的時間去做資料說明與解釋，並花大量的時間去做資料檢查，這將會耗費大量人力成本；因此本研究藉由 3.3 節的建模架構發展出「物件導向資料結構」，透過物件導向結構與正規化，能減少資料表單內容中的重複性與相依性，因此不會產生表單欄位內相依性衝突的現象，且能更有效的分工收集資料，可以確保資料不重複，也能減少系統因資料錯誤或是不全出現錯誤。

### 3.4.2 物件導向資料結構

由 3.4.1 所提的建模步驟所提到的資料收集的挑戰，與可能發生的風險，針對這些問題本研究發展出了「物件導向資料結構」的建模資料收集格式，本節將使用實際上 CAPS 資料使用格式-「生產途程」去做調整，並說明調整的邏輯與步驟。

表 3.3 為 CAPS 所使用的建模資料投入格式，該格式為方便串聯，途程-工時-使用物料-生產線制等資料，因而發展出來的大型表格，但對於 MIS 或是生管人員來說，此表格雖然能充分表達出資料與現場的直接關聯，但不便於使用於資料收集或是分工時的說明。

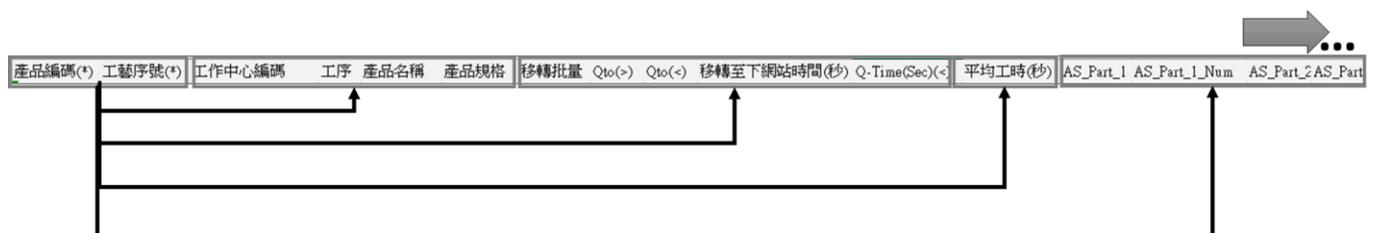


圖 3.18 CAPS 生產途程表格格式關聯

為此本研究根據 3.3 中所整理出 Package Diagram 來做為資料主架構，並融入了 CAPS 的資料內容與正規化的表格格式，圖 3.18 是本研究根據 CAPS「生產途程」的關聯性所連接結果，最終將該表格分成了以下幾張表：

### 1. 生產途程列表

該表格式生產途程表格的核心，以產品編碼與工藝序號為 Primary key，而後面再使用工作中心編碼、生產配置的編碼與工時配置編碼來對應其工時資訊，工作中心與生產配置，此表格目的為列出生產途程的順序與名稱等資訊，如表 3.4。

表 3.4 C-APS 生產途程列表

產品編碼(*)	工藝序號(*)	工序	產品名稱	產品規格	工作中心編碼	生產配置編碼	工時編碼
0001		1 印刷C	車用電壓調節器0001	8	HIC/SP	R1	RT1
0001		2 烘烤(G)	車用電壓調節器0001	8	HIC/BK	R2	RT2
0001		3 燒結	車用電壓調節器0001	8	HIC/FN_850	R3	RT3
0001		4 印刷跨接1	車用電壓調節器0001	8	HIC/SP	R4	RT4
0001		5 烘烤(G)	車用電壓調節器0001	8	HIC/BK	R5	RT5
0001		6 燒結	車用電壓調節器0001	8	HIC/FN_850	R6	RT6
0001		7 印刷R1	車用電壓調節器0001	8	HIC/SP	R7	RT7
0001		8 烘烤(R)	車用電壓調節器0001	8	HIC/BK	R8	RT8
0001		9 印刷R2	車用電壓調節器0001	8	HIC/SP	R9	RT9
0001		10 烘烤(R)	車用電壓調節器0001	8	HIC/BK	R10	RT10
0001		11 印刷R3	車用電壓調節器0001	8	HIC/SP	R11	RT11
0001		12 烘烤(R)	車用電壓調節器0001	8	HIC/BK	R12	RT12
0001		13 印刷跨接2	車用電壓調節器0001	8	HIC/SP	R13	RT13
0001		14 烘烤(R)	車用電壓調節器0001	8	HIC/BK	R14	RT14
0001		15 印刷C2	車用電壓調節器0001	8	HIC/SP	R15	RT15
0001		16 烘烤(G)	車用電壓調節器0001	8	HIC/BK	R16	RT16
0001		17 印刷G	車用電壓調節器0001	8	HIC/SP	R17	RT17
0001		18 烘烤(G)	車用電壓調節器0001	8	HIC/BK	R18	RT18
0001		19 燒結	車用電壓調節器0001	8	HIC/FN_500	R19	RT19
0001		20 雷射切割	車用電壓調節器0001	8	LT	R20	RT20
0001		21 總檢	車用電壓調節器0001	8	PTB	R21	RT21
0001		22 包裝	車用電壓調節器0001	8	PACK	R22	RT22
0001		23 QC管制站	車用電壓調節器0001	8	QC	R23	RT23

### 2. 生產配置列表

生產配置表紀錄了每一段途程所擁有的配置參數，其中包括 Q-Time、批量移轉等，而這些配置屬於一個配置群組，並建立配置編碼作為該表格的 Primary Key，若有相同的生產配置可以不用重複建立，比如：表 3.5 中的 R20~R23 節為重複配置，而可以在生產途程列表直接對應至 R20 即可，R21、R22 與 R23 可以不用重新建立。

表 3.5 C-APS 生產配置表

生產配置編碼(*)	移轉批量	Qto(>)	Qto(<)	移轉至下:Q-Time(Sec)(<)	產品編碼	工藝序號
R1	500	2	600		0001	1
R2	500	3	1200		0001	2
R3	500	4	1200		0001	3
R4	500	5	600		0001	4
R5	500	6	1200		0001	5
R6	500	7	1200		0001	6
R7	500	8	600		0001	7
R8	500	9	1200		0001	8
R9	500	10	600		0001	9
R10	500	11	1200		0001	10
R11	500	12	600		0001	11
R12	500	13	1200		0001	12
R13	500	14	600		0001	13
R14	500	15	1200		0001	14
R15	500	16	600		0001	15
R16	500	17	1200		0001	16
R17	500	18	600		0001	17
R18	500	19	1200		0001	18
R19	500	20	1200		0001	19
R20	500				0001	20
R21	500				0001	21
R22	500				0001	22
R23	500				0001	23

### 3. BoM (Bill of material)列表

表 3.6 為生產途程中所使用物料的表格，以 BoM 編碼為 Primary Key，其中可以發現到，表格因為是以產品編碼與工藝作對應，因此可以不用保留原本無限延展的格式，也可以大幅的減少資料格儲存的空間。

表 3.6 C-APS BoM 列表

BOM編碼(*)	產品編碼	工藝序號	物料編號	數量	階層
B1	0001	1	印刷電路	1	1
B2	0001	22	紙箱	1	1
B3	0001	22	膠捲	1	1

### 4. 工時列表

生產工時列表，為記錄一產品途程中所計算工時的參數，其中

CAPS 將模型工作時間分成三段，前置時間、加工時間與後處理時間，但單純只有工時相關的資訊，該表格新增了「工時編碼」作為 Primary Key，該欄位可以快速地與途程編碼座連接，如表 3.7。

表 3.7 C-APS 工時列表

工時編碼	资源编码	產品編碼	工藝序號	機台加工	生产批量	LP_Metho	工时计算	DL_Methc	LP_P1	LP_P2	工时计算	工时计算	DL_P1	DL_P2
RT1	HIC/SP	0001	1	1	1	M1	M2	M1	0	0	35.53	0	0	0
RT2	HIC/BK	0001	2	1	1	M1	M2	M1	0	0	1200.00	0	0	0
RT3	HIC/FN_850	0001	3	1	1	M1	M2	M1	0	0	2700.00	0	0	0
RT4	HIC/SP	0001	4	1	1	M1	M2	M1	0	0	35.53	0	0	0
RT5	HIC/BK	0001	5	1	1	M1	M2	M1	0	0	600.00	0	0	0
RT6	HIC/FN_850	0001	6	1	1	M1	M2	M1	0	0	2700.00	0	0	0
RT7	HIC/SP	0001	7	1	1	M1	M2	M1	0	0	35.53	0	0	0
RT8	HIC/BK	0001	8	1	1	M1	M2	M1	0	0	600.00	0	0	0
RT9	HIC/SP	0001	9	1	1	M1	M2	M1	0	0	35.53	0	0	0
RT10	HIC/BK	0001	10	1	1	M1	M2	M1	0	0	600.00	0	0	0
RT11	HIC/SP	0001	11	1	1	M1	M2	M1	0	0	35.53	0	0	0
RT12	HIC/BK	0001	12	1	1	M1	M2	M1	0	0	600.00	0	0	0
RT13	HIC/SP	0001	13	1	1	M1	M2	M1	0	0	35.53	0	0	0
RT14	HIC/BK	0001	14	1	1	M1	M2	M1	0	0	600.00	0	0	0
RT15	HIC/SP	0001	15	1	1	M1	M2	M1	0	0	35.53	0	0	0
RT16	HIC/BK	0001	16	1	1	M1	M2	M1	0	0	600.00	0	0	0
RT17	HIC/SP	0001	17	1	1	M1	M2	M1	0	0	35.53	0	0	0
RT18	HIC/BK	0001	18	1	1	M1	M2	M1	0	0	1200.00	0	0	0
RT19	HIC/FN_500	0001	19	1	1	M1	M2	M1	0	0	2700.00	0	0	0
RT20	LT	0001	20	1	1	M1	M2	M1	0	0	84.00	0	0	0
RT21	PTB	0001	21	1	1	M1	M2	M1	0	0	0.00	0	0	0
RT22	PACK	0001	22	1	1	M1	M2	M1	0	0	0.00	0	0	0
RT23	QC	0001	23	1	1	M1	M2	M1	0	0	0.00	0	0	0

由物件導向資料架構下建立的四張表單，結構清晰且能夠避免資料重複或是遺漏等問題，此外，這些表格還有結構簡單與沒有相依性的特點，因此可以很容易的分工給不同部門人員去分頭收集各資料表的內容，可以大幅提升建模的效率與資料穩定性。

## 第四章 雲端先進規劃排程系統驗證與評估

本章節將運用第三章所歸納出的建模方式與建模步驟，實際運用真實案例；本章節會分成三小節，4.1 將針對案例說明其背景與生產製程的特性，4.2 會著重在對 4.1 的生產製程與特性去進行建模，4.3 將對於件出來的模型與使用架構去做使用功能的績效評估。

### 4.1 案例說明

車用電子零件近年來不斷迅速發展，為配合現今市場需求，不斷推陳出新的技術極為重要，產品品項也越趨繁雜，因此本章節將以一家生產車用電子零件之電壓調節器(Voltage Regulator)公司為例。

本案例公司為國內重要的汽車電子零件公司。整體而言，汽車生產製造業為一技術與資本相當密集的產業，其供應鏈相當龐大，包含的產業相當廣泛，由三萬個以上的零件才能組成一部車，製造這些零件的產業包括鋼鐵、塑膠、橡膠、玻璃、機械、電機、電子等，因汽車產業的供應鏈長度而有「火車頭工業」之稱。其中車用電子零件近年來不斷快速發展，市場相當活絡，主要製程如圖 4.1 所示。此公司過去兩年曾導入商用 APS-MP(Material Planning)及 APS-CP(Capacity Planning)系統，由於 APS-CP 系統未能考慮車用電子零件業重要製程的生產特性與限制條件，以導致無法規劃出有效益且可執行的生產作業排程。本案例公司過去主要以人工排產方式，而一般以人工排產方式都是先入為主，但未仔細考量許多因素，例如：預計產出時間不符，導致交期延後造成客戶對公司信心度下降等。

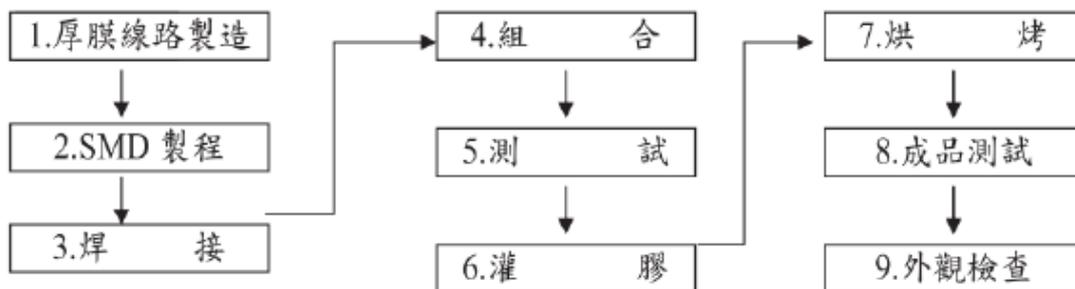


圖 4.1 車用電子零組件業生產流程表

(資料來源：案例公司提供)

## 4.2 方法驗證

本節將對於案例公司車用電子零件之電壓調節器(Voltage Regulator, VR)進行製程介紹與限制條件說明，並利用項案例公司收集之資料進行模型建立。

### 4.2.1 製程介紹

首先進行車用電壓調節器製程介紹，圖 4.2 為車用電壓調節器示意圖。透過至案例公司參觀及訪談整理出車用電壓調節器之製程，如圖 4.3。上半部灰色部分為圖 4.1 第一步驟厚膜電路版印刷(Hybrid IC, HIC)之詳細展開製程，車用電壓調節器之基底原物料為電路板，因此第一步驟為厚膜電路版印刷，厚膜電路版印刷之製程為多層電路板印刷，可整理為印刷、烘烤、燒結三項製程重複循環直至印刷致需求層數後進行雷射切割、總檢，厚膜印刷後的電路板可為車用電壓調節器之原料亦可為包裝出貨的成品，故將此部分分為入庫待下一段製程發料以及包裝出貨。下半部分則是從 SMD 打件製程開始，因前述厚膜電路印刷雖為車用電壓調節器之原物料但亦可當作誠品出貨，因此案例公司將 SMD 認定為車用電壓調節器的第一製程，SMD 為一連續製程，包含點錫膏、打件、連續爐烘烤以及機器視覺辨識檢驗。接下來進行雷射切割、導線焊接、畫膠、散熱片黏著再畫膠進行外殼組裝，接著進入烘烤爐將黏著劑烘乾，完成後灌防水膠再進行烘乾，再來就可以進行測試加上蓋及包裝，結束整個製造流程。



圖 4.2 車用電壓調節器

(資料來源：案例公司提供)

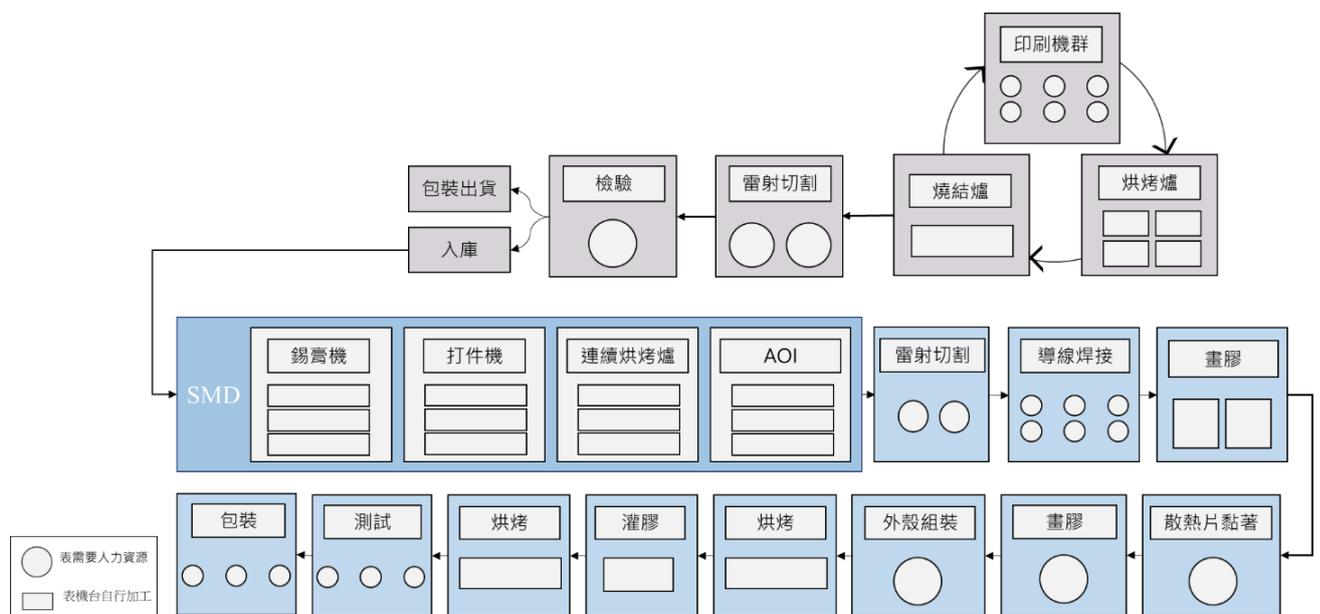


圖 4.3 車用電壓調節器製程

(資料來源:本研究整理)

接下來將分為厚膜電路印刷以及車用電壓調節器兩段製程進行說明以及限制條件整理。由厚膜電路印刷(HIC)開始，圖 4.4 為厚膜電路版印刷(HIC)場佈及流程圖，在廠內電路板使用倉夾移動，一個倉夾能置放最多 100 片的電路板，共有八台印刷機台組成印刷機群組，印刷完一倉夾後移至暫存區靜置 10 分鐘，靜置的目的在於使電路塗料均勻分布，接著進烤箱烘烤將印刷的塗料烘乾，共有四個烤箱每個烤箱內能烘烤最多四個倉夾也就是 400 片的電路板，烘烤時根據印刷塗料不同須設定不同的溫度及時間，共分為三種 150°C 10 分鐘、150°C 20 分鐘及 190°C 90 分鐘，烘烤完成移置靜置區降溫，降溫約 20 分鐘後移至燒結的靜置區等待燒結，燒結機台一次最多可進 600 大片，燒結製程為一連續爐，一次燒結約 45 分鐘。燒結完成在靜置區降溫後移至靜置區待作業員來提取並繼續下一層的印刷。

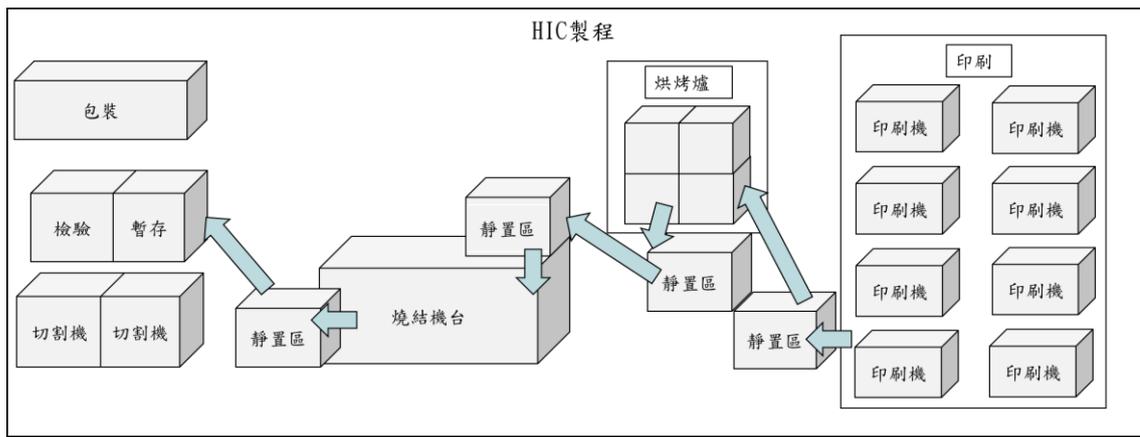


圖 4.4 厚膜電路版印刷(HIC)場佈及流程圖

將 HIC 部分的生產限制條件整理如下：

1. 移轉批量設定為 100 大片，烘烤站設定為 400 大片，因一個烤爐最多可放 400 大片，燒結站設定為 600 大片，因燒結爐旁的暫存架最多可放置 600 大片。
2. 烘烤參數有 150°C 10mins、150°C 20mins、190 °C 90mins 三種，分別設定為 Recipe1(150-10)、Recipe2(150-20)、Recipe3(190-90)，設定 Recipe 可幫助集批，並可設定 Recipe 之間的換線時間達到更精確的模擬(目前換線時間設定為 10s)。
3. 印刷站後的靜置時間-600s
4. 烘烤站後的冷卻時間-1200s
5. 燒結站後的冷卻時間-1200s

接下來進行後段製程的介紹，此段加工製程分為上下兩個樓層，因此分為圖 4.5 及圖 4.6 呈現，圖 4.5 從 SMD 開始共有三條生產線，但是通常僅使用 SMD-1 及 SMD-2 兩條產線生產，並且部分產品指定在 SMD-1 加工，SMD-3 作為產品開發及加班時使用。SMD 製程完成後送至雷射切割區進行電阻切割，再來進行導線焊接，導線焊接方式有兩種，在圖 4.5 中看到的為人力焊接(三人一機)第一人點錫膏，第二人排導線，第三人檢查並放入移轉箱內，經過此製程後就必須移轉至樓下進行後續的加工，但廠內並無固定的移轉批量，僅設定半天移轉一次。

3F

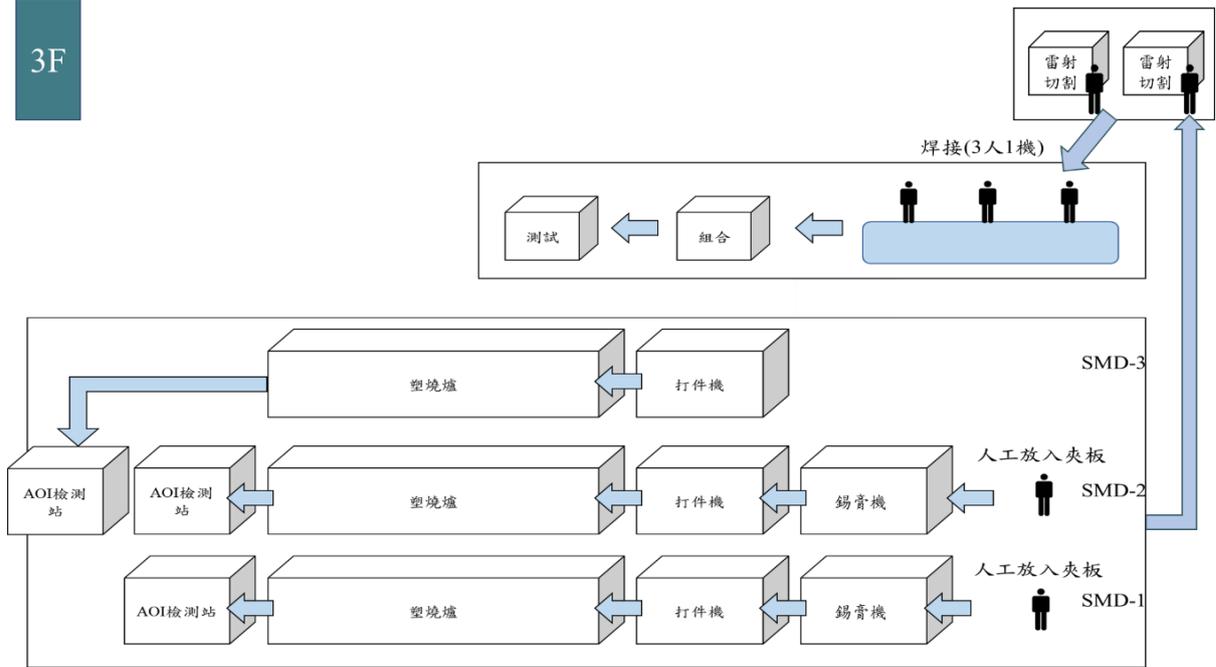


圖 4.5 車用電壓調節器場佈及流程圖(3F)

移轉至二樓之後可以看到第一站也是焊接，但這裡的焊接為自動導線焊接機，因此是一人三機，與樓上三人一機的生產方式不同。接下來進入一連串的加工，從散熱片黏貼至最後的測試及外觀檢查，屬於流水線型的加工，連續進料且中間不會有插隊行為產生。

2F

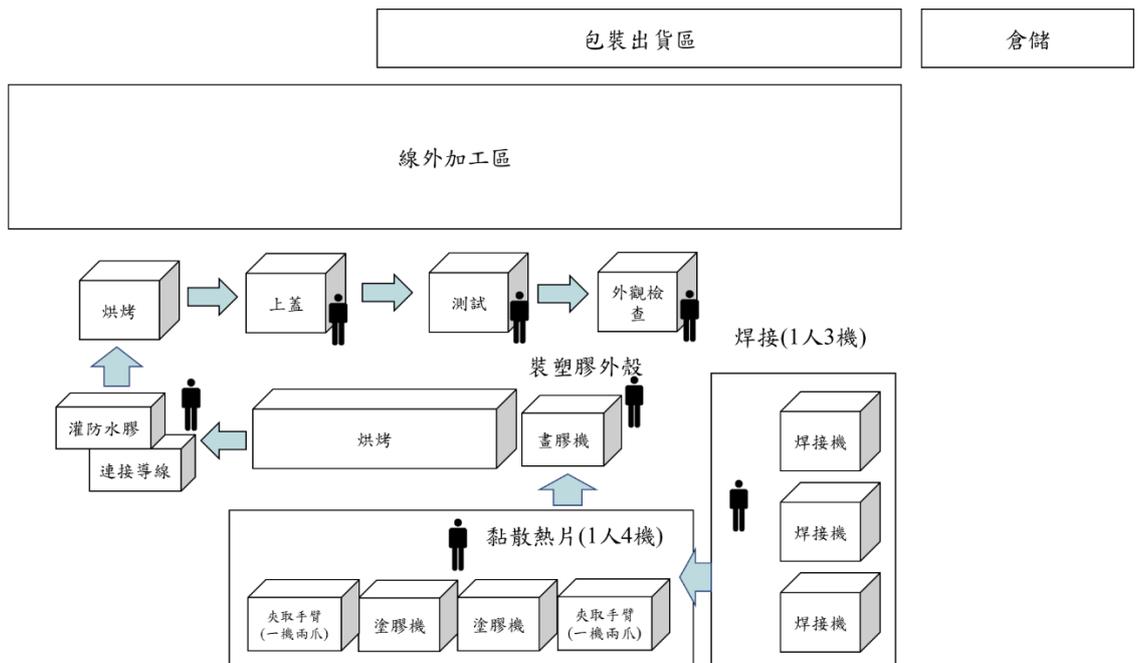


圖 4.6 車用電壓調節器場佈及流程圖(2F)

將車用電壓調節器部分的生產限制條件整理如下:

1. 部分產品與製程需在指定的機台加工
2. 移轉方式為半天移轉方式，無固定移轉批量
3. 後段製程從散熱片畫膠至總檢為流水線型生產方式，工時計算方式須以瓶頸工時來計算

#### 4.2.2 模型建立

實際去現場並了解其製程後，統整出製程介紹於前一小節呈現。接下來，要開始進行資料收集與模型建立，資料收集會按照 3.3 節的溝通圖與循序圖的步驟來進行，而模型建立則是按照 3.4 節統整出的表格進行。

這部分本研究將以 HIC 部分進行模型建立，首先向 MIS 部門及現場分別提取需要的資料，圖 4.7 為本次取得之 HIC 資料並在表單名稱前加註此資料表在圖 3.17 架構中屬於何種類型之資料。共有五張表單：

1. HIC 流程：此資料表能提供物料類別建立、生產資訊建立兩項資訊
2. 已開工單\_v2：此資料表能提供訂單訊息建立
3. SHIFT：記錄各班別詳細的開始及結束時間，能提供資源訊息建立
4. WC：Week Calendar，記錄週行事曆，需與 SHIFT 表單搭配使用
5. 資源：紀錄資源列表與資源群組，提供資源類別建立的資訊

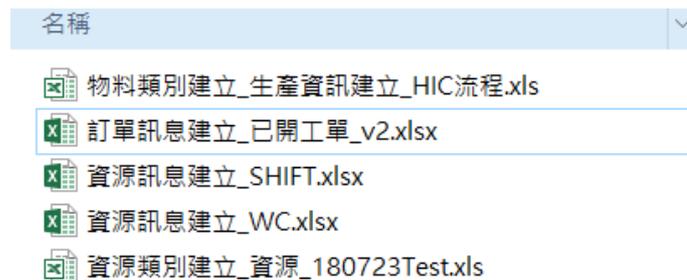


圖 4.7 HIC 資料

將此資料整理後輸入第三章發展出的資料表格式內，詳細資料內容在附錄一呈現。

## 4.3 績效評估

由於本研究是基於既有系統的雲端架構整合與建模流程的優化，因此 4.3 的績效評估會對於架構的功能性與建模流程的使用性與效益去做評測。

### 4.3.1 雲端架構績效評估

雲端架構在本研究分成五大部分，範例模板下載、使用者操作平台、基本資料輸入、雲端運算與結果輸出，在此會對每一個部分進行使用效益的評估。測試的環境為：作業系統：Window 10、核心：core-i7、RAM：16GB、網速：10mbps。

#### 1. 範例模板下載

下載模板範例在 C-APS 中，會有兩種範例模板進行下載，一是通用型範例資料表單下載，二是使用者模型範例表單下載，第一種的資料模型是用於使用者初次建模所使用的參考格式下載，大小為 37,025 bytes 在網路下行速度於 10 mbps 的情況下，可以在 1 秒以內下載下來；第二種的完整版本模型範例下載，可以讓使用者在已經見過模型的情況下進行範例下載，其大小為 12,902,893 bytes，在同樣網路下行速度於 10 mbps 的情況下，也能在 1.3 秒內下載完成；該等待時間經使用者訪談是可以被使用者接受的。

#### 2. 使用者操作平台

根據案例使用者操作的流程進行整理，可以將操作分成四個項目，基本模型建立與維護、生產規劃、規劃結果檢視與結果下載。而使用完整使用流程與實際配合的人員如下圖所示。

##### (1) 基本模型建立與維護

案例中操作流程的核心為生產管理人員，基本資料收集與模型建立，起始由生管人員從，雲端儲存空間去下載範例格式，並由生管分配給現場與 MIS 去收集資料，最終由生管完成模型建立。

##### (2) 生產規劃

使用建立完程的規劃模型進行生產排產規劃，運用雲端運算的功能進行規畫並將結果儲存至雲端資料庫中，如圖 4.8。

### (3) 規劃結果檢視

規劃出來的結果將從雲端資料庫上撈取資料下來，以讓生管在系統頁面上直檢視排產完的結果，經過多次排產可以去比較不同排產版本的差異，有助於決策使用，詳細流程如圖 4.8。

### (4) 結果下載

規劃出來的結果，可再使用網路儲存空件，結果檔案從雲端資料庫中，產生成 Excel 檔案供生管人員直接在上面編輯，並發放致現場供人員使用。

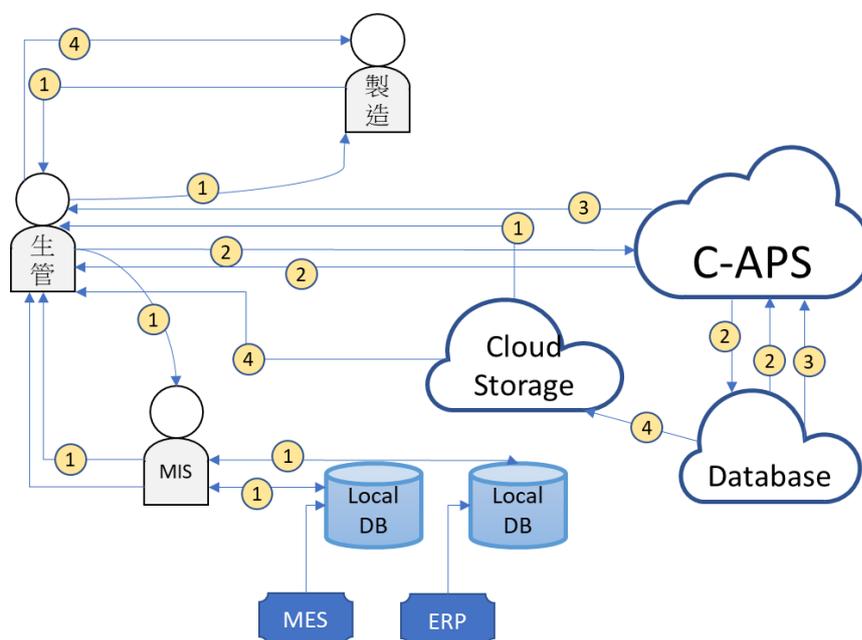


圖 4.8 操作流程圖

## 3. 基本模型建立與資料維護

基本資料收集與模型建立，這部分是指資料收集完成後，上傳模型資料生成模型，所花費的時間，案例資料檔案最大 36,121,332 bytes，檔案中包含了 1015 個產品品項，產品途程平均是 20~28 個生產途程，以 10Mbps 的上行網速，上傳建模耗時約 77 秒。

## 4. 雲端運算

虛擬工廠模型建立完成，進行 163 筆單的排產規劃，雲計算時間，以 10Mbps 的上下行網速，每次規劃約耗時 46 秒鐘。

## 5. 結果輸出

輸出結果分成介面呈現以及檔案下載介面呈現會分成五張表以及一張甘特圖去呈現，以 10Mbps 的上下行網速，耗時 3~5 秒每張，大小為 1,372,138 bytes 的結果檔案產生與下載約為 5 秒。

本次執行案例排產的所有功能加總時間最長為 158 秒，在僅不到三分鐘的時間完成一次排程，表 4.1 統整了案例公司一個月需求訂單，共 163 筆訂單所規劃出生產排程的平均時耗時。相較於案例公司內目前的排程狀況因流程複雜往往排程一次就需花費 2 天的時間且無法更新即時資訊造成排程的延遲，C-APS 能大幅降低排程所需的時間並簡化內部溝通的流程。

表 4.1 運算速度統整

情境	資料大小	速度
下載範例檔	37,025 bytes	1秒內
下載建模資料	12,902,893 bytes	1.3秒
上傳建模資料	36,121,332 bytes	77秒
排程運算	163筆訂單	46秒
製作並下載排程結果	1,372,138 bytes	5秒

接著透過生產週期的比較來檢視 C-APS 模擬支結果與案例公司期望支生產週期是否相符，圖 4.9 中灰色部分為訂單投產數量、藍色的點為期望的生產週期、橘色的點為 C-APS 模擬出的生產週期，可以觀察出橘色的曲線與藍色的曲線幾乎吻合且橘色的曲線略低於藍色曲線，意指 C-APS 模擬出的生產週期能符合案例公司期望的生產週期，不僅如此，因為模擬系統能將產能利用率提高藉此降低了生產週期。

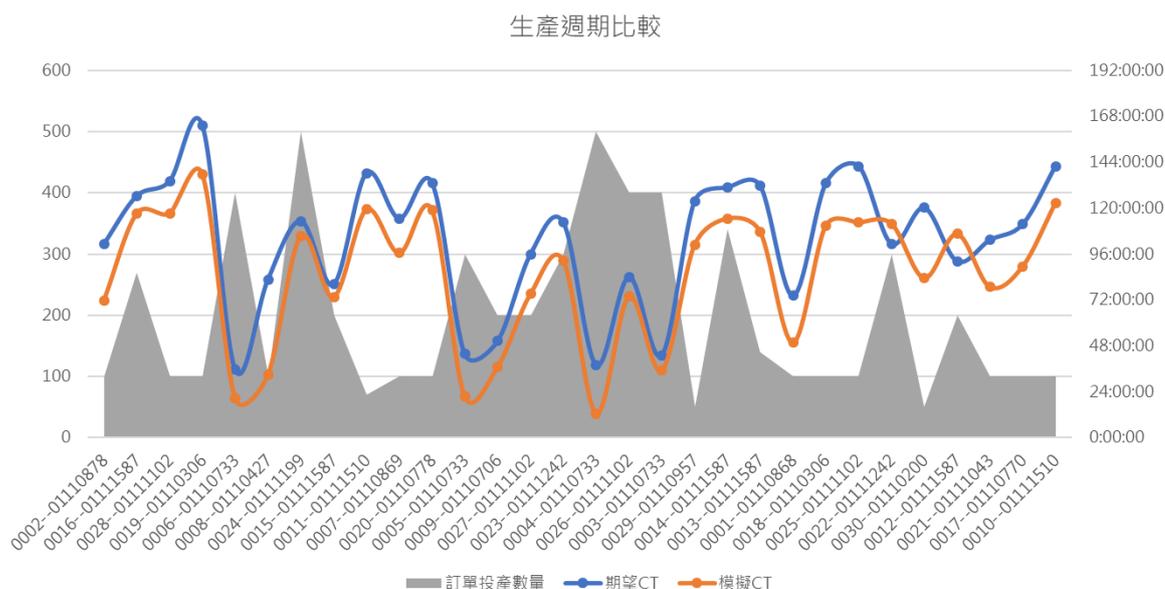


圖 4.9 生產週期比較



是由生管來彙整，造成工作負擔。

透過 3.4 的溝通圖與循序圖，整理出與各部門的溝通順序以及分別像他們提取不同的資料，可大幅縮短來回反覆的溝通時間，且透過 3.4 的類別圖與套件圖清楚列出模型所需的資料並定義各部門負責之資料，可降低生管彙整資料的時間，生管只需檢查有無遺漏並上傳至系統，資料更新則是交給責任部門來維護。通過新的溝通流程與建模資料架構，各部門間有效的溝通，進行資料分工收集，進一步達成合力建模的目標，這將大幅降低資料收集時間，如圖 4.10 所示，資料收集由 8 個月縮短至 14 天，能夠大幅降低資料收集時間的原因是過去收集資料沒有明確的流程容易發生來回重工的現象，導致資料清潔與資料驗證的時間也跟著被延長，現在資料清潔在資料收集一周後開始並能與資料驗證同時進行，由於資料收集的確實，且新的建模表單格式是與案例公司共同討論而來，大部分之資料格式都能符合 MIS 部門從 ERP 及 MES 系統輸出的格式，不需要多餘的資料轉換能夠直接對應填入，因此模型建立能在一週內完成，並同時進行驗證及修改，最後一周利用系統運算出的生產排程來驗證模型是否準確，並給予回饋。這整段過程由原本的 11 個月縮短為 1 個月的時間完成。

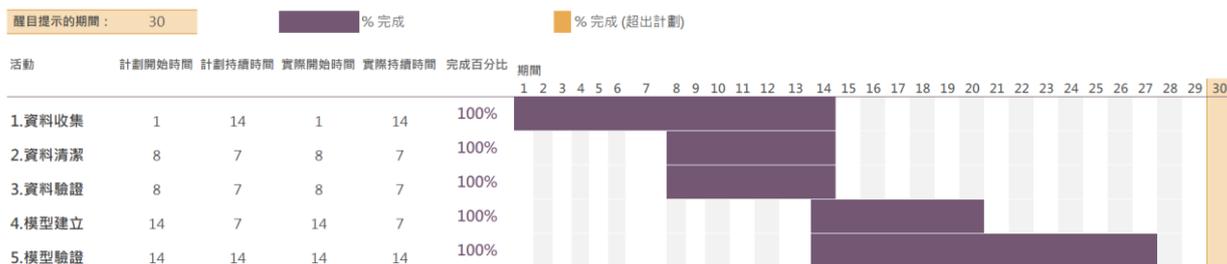


圖 4.11 改善後導入時程(日)

如同上個段落所提及，新的建模資料架構內的表單格式大部分符合本研究案例公司所使用之資訊系統，因本研究案例公司資訊化程度高且使用之資訊系統皆為台灣市佔率較高之資訊系統，因此建立出此資料格式與建模流程，相信能直接提供給台灣大多數之中小企業使用亦或是進行簡單的資料格式轉換即可。

## 第五章 結論與未來展望

### 5.1 結論

隨著消費行為的轉變，從大量的標準化產品轉為少量多樣的客製化產品，從設計到生產都要求快速有效率。在這個快速變化的市場中，中小型製造業的生產模式努力轉型以配合市場需求，轉型的第一步驟數位化又稱資訊化，多數製造業中存在 ERP 及 MES 等企業資訊化系統，多數記錄著工廠內部過去或現行發生的資料，可供當下立即反應或日後進行追蹤。對於未來規劃的預測系統較為欠缺，通常是透過生管人員進行生產預測規劃，但產品種類不斷增加與需求變動快速的情況下，生管人員人力規劃的方式逐漸無法滿足變動的速度。此時，先進規劃排程系統顯得尤為重要，但因為先進規劃排程系統運算資料量龐大，投資高效能的伺服器使得維護成本、需求資料更新頻繁，各資訊系統兼資料無法即時同步導致規劃結果的誤差以及沒有一個良好的導入方式使得企業需花費更多的人力成本，而在導入最費時的莫過於資料收集與生產限制設定，基於這些原因先進規劃排程系統在中小型製造業的普及率明顯比其他資訊系統低。本研究透過雲端架構降低中小型製造業在硬體設備投資的成本、即時接收需求的變化並能快速回應，不僅僅將先進規劃排程系統帶到了另一個層次，本研究亦發展了一套建模方法提供中小型製造業明確的資料收集流程與列出模型所需資料(包含後續模型維護資料)，能大幅降低製造業在導入先進規劃排程系統花費的時間與人力成本。

### 5.2 未來研究方向

本研究基於雲端架構與 CAPS 結合，並發展出一物件導向架構建模方法，以一車用電子零件業做為案例，驗證方法可行性。

但是本研究的模型依據數位分身模型三階段(Digital Twin, Digital Shadow、Digital Model)的定義，結論出目前本研究所提出之系統架構仍然是處於 Digital Model 的階段，因此許多即時性的模型數據對接，都還是利用手動的方式去對接，如資料庫對傳甚至是 Excel 檔案的方式去傳接即時資訊，未來希望能夠朝向 Digital Twin 的概念去建立模型，才能達成更多面

向的應用，如本研究 3.3 所提及的雲端功能架構方能更加完整。

此外，對於物件導向建模方法的發展，本研究僅能做出資料收集格式以及轉換，其建模數據類型，也僅僅是侷限在 CAPS 中的資料格式的優化，基於科技的日新月異，未來也期望能加入更多 Sensor 或是現場控制系統的結合與即時資訊的建立，讓資料的收集不是專注於 APS 中，讓模型應用層面更加廣泛。

綜合上述的雲端架構與資料收集的層面外，再未來也期望可以透過數位模型，進行複雜的大數據決策分析並與 AI 做一個結合，讓自動化預測可以轉往決策判斷上，例如：銷售產品組合分析模型轉為建議銷售預測再轉為銷售預測模型，或設備當機分析模型轉成設備當機預測模型轉為維修保養執行模型...等，能讓數位模型不僅僅只是一個決策支援的工具，更能昇華為一個智慧化有決策能力的工業大腦。

## 參考文獻

### 中文文獻

- [1]. 王建军 (2002)。UML 建模: 实例分析。《微计算机信息》, **18(5)**, 66-68。
- [2]. 方红萍、陈和平 (2006)。信息系统 UML 建模研究。《计算机工程与设计》, **27(19)**, 3613-3615。
- [3]. 林姿華 (2010)。全世界漫步在雲端— 淺談科技新知識 [雲端運算]。《E-Soc Journal》, **(86)**。
- [4]. 蔡一郎 (2010)。雲端運算與雲端安全架構。《資訊安全通訊》, **16(4)**, 84-93。

### 英文部分

- [1]. Al-Johani, A. A., & Youssef, A. E. (2013). A framework for ERP systems in SME based on cloud computing technology. *International Journal on Cloud Computing: Services and Architecture*, 3(3), 1-14.
- [2]. Almendros-Jiménez, J. M., & Iribarne, L. (2009). UML modeling of user and database interaction. *The Computer Journal*, 52(3), 348-367.
- [3]. Baur, M., & Schank, T. (Ed.). (2008). *Dynamic graph drawing in visone*. Wien: Univ., Fak. für Informatik.
- [4]. Bittencourt, L. F., Goldman, A., Madeira, E. R., da Fonseca, N. L., & Sakellariou, R. (2018). Scheduling in distributed systems: A cloud computing perspective. *Computer Science Review*, 30, 31-54.
- [5]. Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (1999). *The unified modeling language reference manual (Vol. 2)*. USA: Addison-Wesley.
- [6]. Chang, V., & Wills, G. (2016). A model to compare cloud and non-cloud storage of Big Data. *Future Generation Computer Systems*, 57, 56-76.
- [7]. D'Addona, Dorian M.; Ullah, A. M. M. Sharif; Matarazzo, D. (2017). Tool-wear prediction and pattern-recognition using artificial neural network and DNA-based computing. *In J Intell Manuf*, 28 (6), 1285–1301.
- [8]. Duan, J., Faker, P., Fesak, A., & Stuart, T. (2013). *Benefits and drawbacks of cloud-based versus traditional ERP systems*. Proceedings of the 2012-13 course on Advanced Resource Planning.
- [9]. Duro, J. A., Padget, J. A., Bowen, C. R., Kim, H. A., & Nassehi, A. (2016). Multi-sensor data fusion framework for CNC machining monitoring. *Mechanical systems and signal processing*, 66, 505-520.
- [10]. El Kafhali, S., & Salah, K. (2018). Performance analysis of multi-core VMs hosting cloud SaaS applications. *Computer Standards & Interfaces*, 55, 126-135.
- [11]. Elragal, A., & El Kommos, M. (2012). In-house versus in-cloud ERP systems: a comparative study. *Journal of Enterprise Resource Planning Studies*, 1, 2012.
- [12]. Fylaktopoulos, G., Skolarikis, M., Papadopoulos, I., Goumas, G., Sotiropoulos, A., & Maglogiannis, I. (2018). A distributed modular platform for the development of cloud

- based applications. *Future Generation Computer Systems*, 78, 127-141.
- [13].Gunawan, A. I., & Surendro, K. (2014, August). *Enterprise architecture for cloud-based ERP system development*. In 2014 International Conference of Advanced Informatics: Concept, Theory and Application (ICAICTA) (pp. 57-62). IEEE.
- [14].Helo, P., Suorsa, M., Hao, Y., & Anussornmritisarn, P. (2014). Toward a cloud-based manufacturing execution system for distributed manufacturing. *Computers in Industry*, 65(4), 646-656.
- [15].Hsu, T. H., Wang, L. C., & Chu, P. C. (2018). Development of a Cloud-based Advanced Planning and Scheduling System. *Procedia Manufacturing*, 17, 427-434.
- [16].Huang, B., Li, C., Yin, C., & Zhao, X. (2013). Cloud manufacturing service platform for small-and medium-sized enterprises. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 65(9-12), 1261-1272.
- [17].Huang, H. M., Tidwell, T., Gill, C., Lu, C., Gao, X., & Dyke, S. (2010, April). *Cyber-physical systems for real-time hybrid structural testing: a case study*. In Proceedings of the 1st ACM/IEEE international conference on cyber-physical systems (pp. 69-78). ACM.
- [18].Hvolby, H. H., & Steger-Jensen, K. (2010). Technical and industrial issues of Advanced Planning and Scheduling (APS) systems. *Computers in Industry*, 61(9), 845-851.
- [19].Kim, S. H., & Lee, Y. H. (2016). Synchronized production planning and scheduling in semiconductor fabrication. *Computers & Industrial Engineering*, 96, 72-85.
- [20].Knapp, A., Koch, N., Zhang, G., & Hassler, H. M. (2004, October). *Modeling business processes in web applications with ArgoUWE*. In International Conference on the Unified Modeling Language (pp. 69-83). Berlin, Springer.
- [21].Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., & Sihn, W. (2018). Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1016-1022.
- [22].Kuhlenkötter, Bernd; Wilkens, Uta; Bender, Beate; Abramovici, Michael; Süße, Thomas; Göbel, Jens et al. (2017). New Perspectives for Generating Smart PSS Solutions – Life Cycle, Methodologies and Transformation. *In Procedia CIRP*, 64, 217–222.
- [23].Kung, L. C., & Chern, C. C. (2009). Heuristic factory planning algorithm for advanced planning and scheduling. *Computers & Operations Research*, 36(9), 2513-2530.
- [24].Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23. sciencedirect.
- [25].Li, B. H., Zhang, L., Wang, S. L., Tao, F., Cao, J. W., Jiang, X. D., & Chai, X. D. (2010). Cloud manufacturing: a new service-oriented networked manufacturing model. *Computer integrated manufacturing systems*, 16(1), 1-7.
- [26].Li, Y. (2005). Study on the Integrated Information Systems of APS, ERP and MES [J]. *Logistics Technology*, 10.

- [27].Liu, S., Chan, F. T., Yang, J., & Niu, B. (2018). Understanding the effect of cloud computing on organizational agility: An empirical examination. *International Journal of Information Management*, 43, 98-111.
- [28].Liu, Y., Xu, X., Zhang, L., Wang, L., & Zhong, R. Y. (2017). Workload-based multi-task scheduling in cloud manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 45, 3-20.
- [29].Lopez, J., & Rubio, J. E. (2018). Access control for cyber-physical systems interconnected to the cloud. *Computer Networks*, 134, 46-54.
- [30].Lu, Y., Xu, X., & Xu, J. (2014). Development of a hybrid manufacturing cloud. *Journal of Manufacturing Systems*, 33(4), 551-566.
- [31].Maravelias, C. T., & Sung, C. (2009). Integration of production planning and scheduling: Overview, challenges and opportunities. *Computers & Chemical Engineering*, 33(12), 1919-1930.
- [32].Mell, P., & Grance, T. (2009). *Perspectives on cloud computing and standards*. USA, NIST.
- [33].Meissner, H., & Aurich, J. C. (2019). Implications of Cyber-Physical Production Systems on Integrated Process Planning and Scheduling. *Procedia Manufacturing*, 28, 167-173.
- [34].Milshteyn, A., Mendoza, S., Herman, G., Tsai, E., Lin, A., Lam, A. S. & Liu, C. (2013). *UML of a Touch Based 3D Visualization Environment for the Semantic Information System*. In Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science (Vol. 1).
- [35].Monostori, L., Kádár, B., Bauernhansl, T., Kondoh, S., Kumara, S., Reinhart, G., & Ueda, K. (2016). Cyber-physical systems in manufacturing. *CIRP Annals*, 65(2), 621-641.
- [36].Musselman, K., O'Reilly, J., & Duket, S. (2002, December). *Supply chain planning: the role of simulation in advanced planning and scheduling*. In Proceedings of the 34th conference on Winter simulation: exploring new frontiers (pp. 1825-1830). Winter Simulation Conference.
- [37].Ndip-Agbor, E., Cao, J., & Ehmann, K. (2018). Towards smart manufacturing process selection in Cyber-Physical Systems. *Manufacturing Letters*, 17, 1-5.
- [38].Negri, E., Fumagalli, L., & Macchi, M. (2017). A review of the roles of digital twin in cps-based production systems. *Procedia Manufacturing*, 11, 939-948.
- [39].NIST. (2017). *Smart manufacturing operations planning and control program*. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg.
- [40].Nummenmaa, T., Tiensuu, A., Berki, E., Mikkonen, T., Kuittinen, J., & Kultima, A. (2011). Supporting agile development by facilitating natural user interaction with executable formal specifications. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 36(4), 1-10.
- [41].Ren, L., Zhang, L., Tao, F., Zhao, C., Chai, X., & Zhao, X. (2015). Cloud manufacturing: from concept to practice. *Enterprise Information Systems*, 9(2), 186-209.
- [42].Rosen, Roland; Wichert, Georg von; Lo, George; Bettenhausen, Kurt D. (2015). About The Importance of Autonomy and Digital Twins for the Future of Manufacturing. *In*

- [43]. Ruivo, P., Robrigues, J., Johansson, B., Oliveira, T., & Rebelo, J. (2017). Differences in ERP Value between Iberian Manufacturing and Services SMEs. *Procedia computer science*, 121, 707-715.
- [44]. Seethamraju, R. (2015). Adoption of software as a service (SaaS) enterprise resource planning (ERP) systems in small and medium sized enterprises (SMEs). *Information systems frontiers*, 17(3), 475-492.
- [45]. Schmidt, J. P., Muller, T., & Weyrich, M. (2018). Methodology for the model driven development of service oriented plant controls. *Procedia CIRP*, 67, 173-178.
- [46]. Siderska, J., & Mubarok, K. (2018). Cloud Manufacturing Platform and Architecture Design. *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*, 1(1), 673-680.
- [47]. Silverston, L., Inmon, W. H., & Graziano, K. (1997). *The data model resource book: a library of logical data models and data warehouse designs*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [48]. Sørheller, V. U., Høvik, E. J., Hustad, E., & Vassilakopoulou, P. (2018). Implementing cloud ERP solutions: a review of sociotechnical concerns. *Procedia computer science*, 138, 470-477.
- [49]. Susto, Gian Antonio; Schirru, Andrea; Pampuri, Simone; McLoone, Seán; Beghi, Alessandro (2015). Machine learning for predictive maintenance: A multiple classifier approach. In *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 11 (3), 812–820.
- [50]. Tao, F., Zhang, L., Venkatesh, V. C., Luo, Y., & Cheng, Y. (2011). Cloud manufacturing: a computing and service-oriented manufacturing model. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 25(10), 1969-1976.
- [51]. Terkaj, Walter; Tolio, Tullio; Urgo, Marcello (2015). A virtual factory approach for in situ simulation to support production and maintenance planning. In *CIRP Annals*, 64 (1), 451–454.
- [52]. Tolosana-Calasanz, R., Banares, J. A., & Colom, J. M. (2018). Model-driven development of data intensive applications over cloud resources. *Future Generation Computer Systems*, 87, 888-909.
- [53]. Uhlemann, Thomas H.-J.; Lehmann, Christian; Steinhilper, Rolf (2017a). The Digital Twin. Realizing the CyberPhysical Production System for Industry 4.0. In *Procedia CIRP*, 61, 335–340.
- [54]. Wang, L. C., & Lin, S. K. (2009). A multi-agent based agile manufacturing planning and control system. *Computers & Industrial Engineering*, 57(2), 620-640.
- [55]. Wang, L. C., Wang, A., & Chueh, C. Y. (2018). Development of a capacity analysis and planning simulation model for semiconductor fabrication. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 99(1-4), 37-52.
- [56]. Wei, X., & Liu, H. (2015). A cloud manufacturing resource allocation model based on ant colony optimization algorithm. *Int J Grid Distrib Comput*, 8(1), 55-66.

- [57]. Xu, X. (2012). From cloud computing to cloud manufacturing. *Robotics and computer-integrated manufacturing*, 28(1), 75-86.
- [58]. Yaseen, S. G. (2009). Critical factors affecting enterprise resource planning implementation: an explanatory case study. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 9(4), 359-363.
- [59]. Younas, M., Jawawi, D. N., Ghani, I., Fries, T., & Kazmi, R. (2018). Agile development in the cloud computing environment: A systematic review. *Information and Software Technology*, 103, 142-158.
- [60]. Lu, Y., Morris, K. C., & Frechette, S. (2016). Current standards landscape for smart manufacturing systems. *National Institute of Standards and Technology, NISTIR*, 8107, 39.
- [61]. Zhang, L., Luo, Y., Tao, F., Li, B. H., Ren, L., Zhang, X., ... & Liu, Y. (2014). Cloud manufacturing: a new manufacturing paradigm. *Enterprise Information Systems*, 8(2), 167-187.
- [62]. Zheng, P., Lu, Y., Xu, X., & Xie, S. Q. (2017). A system framework for OKP product planning in a cloud-based design environment. *Robotics and computer-integrated manufacturing*, 45, 73-85.
- [63]. Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. *Engineering*, 3(5), 616-630.

## 附錄

### 附錄一：資料表格式

此部分是以 HIC 的一個品項(01110788)為例

#### 1. 工廠

	1	2	3
1	工廠編號	工廠名稱	
2	MT	MT_Daya	
3			
4			
5			
6			

#### 2. 資源列表

	1	2	3
1	資源編號	資源名稱	資源類別編號
2	BT_01	BT_01	1
3	BT_02	BT_02	1
4	BT_03	BT_03	1
5	BT_04	BT_04	1
6	BT_05	BT_05	1

#### 3. 資源類別

	1	2
1	資源類別編號	資源類別名稱
2		0 倉庫
3		1 設備
4		2 人員
5		3 模具
6		4 手工具

#### 4. 資源群組

	1	2
1	資源群組編號	資源群組描述
2	HIC/SP	
3	HIC/SP_HOLE	貫穿孔
4	HIC/BK	
5	HIC/FN_850	
6	HIC/FN_500	
7	TH/BT	
8	LT	
9	PTB	
10	PACK	
11	QC	
12	W_人員	
13	後段_人員	
14	01110788_SP_C	

## 5. 資源群組對應

	1	2	3
1	資源群組對應編號	資源編號	資源群組編號
2		1 BT_01	HIC/SP
3		2 BT_02	HIC/SP
4		3 BT_03	HIC/SP
5		4 BT_04	HIC/SP
6		5 BT_05	HIC/SP
7		6 BT_06	HIC/SP
8		7 BT_07	HIC/SP
9		8 BT_08	HIC/SP
10		9 BT_01	HIC/SP_HOLE
11		10 BT_02	HIC/SP_HOLE

## 6. 倉庫配置

	1	2	3	4
1	配置編號	倉庫名稱	倉庫類別	儲位數量
2				
3				
4				
5				

## 7. 設備配置

	1	2	3
1	配置編號	設備類別(0:自動 1:配合人力)	模具裝配(0:無 1:有)
2	M01		1
3	M02		0
4	M03		0
5			

## 8. 模具配置

	1	2	3
1	配置編號	模穴數	壽命
2	S01	1	10
3			

## 9. 人員配置

	1	2	3	4
1	配置編號	人員類別(0:人力 1:配合設備)	手工具裝配(0:無 1:有)	使用年度行事曆(0:否 1:是)
2	H01	1	0	1
3				

## 10. 手工具配置

	1	2	3
1	配置編號	手工具名稱	手工具群組
2			
3			

## 11. 物料類別

	1	2
1	物料類別編號	物料類別名稱
2		0 採購件
3		1 自製件
4		2 成品

## 12. 採購件

	1	2	3
1	採購件編號	採購件名稱	物料類別編號
2			
3			
4			

## 13. 自製件

	1	2	3
1	自製件編號	自製件名稱	物料類別編號
2			
3			
4			

#### 14. 成品

	1	2	3
1	成品編號	成品名稱	物料類別編號
2	01110788	車用電壓調節器電路板A	2
3			
4			

#### 15. 途程列表

	1	2	3	4	5	6
1	途程編號	成品/自製件編號	工序號	工序名稱	規格	生產配置編號
2	01110788_001	01110788	1	印刷C	8	con_1
3	01110788_002	01110788	2	烘烤(G)	8	con_2
4	01110788_003	01110788	3	燒結	8	con_3
5	01110788_004	01110788	4	印刷跨接1	8	con_4
6	01110788_005	01110788	5	烘烤(G)	8	con_5
7	01110788_006	01110788	6	燒結	8	con_6
8	01110788_007	01110788	7	印刷R1	8	con_7
9	01110788_008	01110788	8	烘烤(R)	8	con_8
10	01110788_009	01110788	9	印刷R2	8	con_9
11	01110788_010	01110788	10	烘烤(R)	8	con_10
12	01110788_011	01110788	11	印刷R3	8	con_11
13	01110788_012	01110788	12	烘烤(R)	8	con_12
14	01110788_013	01110788	13	印刷跨接2	8	con_13
15	01110788_014	01110788	14	烘烤(R)	8	con_14
16	01110788_015	01110788	15	印刷C2	8	con_15
17	01110788_016	01110788	16	烘烤(G)	8	con_16
18	01110788_017	01110788	17	印刷G	8	con_17
19	01110788_018	01110788	18	烘烤(G)	8	con_18

#### 16. 途程 BOM 表

BOM編碼(*)	成品編號	途程編號	物料編號	數量	階層
B1	01110788	01110788_001	陶瓷基板	1	1
B2	01110788	01110788_022	紙箱	1	1
B3	01110788	01110788_022	膠捲	1	1

## 17. 途程資源使用列表

	1	2	3
1	資源使用編號	資源群組編號	途程編號
2		1 HIC/SP	01110788_001
3		2 HIC/BK	01110788_002
4		3 HIC/FN_850	01110788_003
5		4 HIC/SP	01110788_004
6		5 HIC/BK	01110788_005
7		6 HIC/FN_850	01110788_006
8		7 HIC/SP	01110788_007
9		8 HIC/BK	01110788_008
10		9 HIC/SP	01110788_009
11		10 HIC/BK	01110788_010
12		11 HIC/SP	01110788_011
13		12 HIC/BK	01110788_012
14		13 HIC/SP	01110788_013
15		14 HIC/BK	01110788_014
16		15 HIC/SP	01110788_015
17		16 HIC/BK	01110788_016
18		17 HIC/SP	01110788_017
19		18 HIC/BK	01110788_018
20		19 HIC/FN_500	01110788_019
21		20 LT	01110788_020
22		21 PTB	01110788_021
23		22 PACK	01110788_022

## 18. 生產配置表

	1	2	3	4	5
1	生產配置編號(*)	移轉批量	Qto(>)	Qto(<)	移轉至下一站時間(秒)
2	con_1	100	2		600
3	con_2	100	3		1200
4	con_3	100	4		1200
5	con_4	100	5		600
6	con_5	100	6		1200
7	con_6	100	7		1200
8	con_7	100	8		600
9	con_8	100	9		1200
10	con_9	100	10		600
11	con_10	100	11		1200
12	con_11	100	12		600
13	con_12	100	13		1200
14	con_13	100	14		600
15	con_14	100	15		1200
16	con_15	100	16		600
17	con_16	100	17		1200
18	con_17	100	18		600
19	con_18	100	19		1200
20	con_19	100	20		1200

## 19. 產品資源工時列表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	工時編號	資源加工參數編號	生產批量	LP_Method	工時計算模式	DL_Method	LP_P1	LP_P2	工時計算參數_1	工時計算參數_2
2	RT_1	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
3	RT_2	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
4	RT_3	R 電阻調機	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
5	RT_4	R 電阻調機	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
6	RT_5	R 電阻調機	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
7	RT_6	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
8	RT_7	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
9	RT_8	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
10	RT_9	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
11	RT_10	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
12	RT_11	R 電阻調機	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
13	RT_12	R 電阻調機	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
14	RT_13	R 電阻調機	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
15	RT_14	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
16	RT_15	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
17	RT_16	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
18	RT_17	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
19	RT_18	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
20	RT_19	R 電阻調機	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
21	RT_20	R 電阻調機	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
22	RT_21	R 電阻調機	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
23	RT_22	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
24	RT_23	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
25	RT_24	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
26	RT_25	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
27	RT_26	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
28	RT_27	R 電阻調機	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
29	RT_28	R 電阻調機	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
30	RT_29	R 電阻調機	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
31	RT_30	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53
32	RT_31	一般	1	M1	M2	M1	0	0	0	35.53

## 20. 資源加工參數

	1
1	資源加工參數編號(*)
2	一般
3	R 電阻調機
4	150-10
5	150-20
6	190-90
7	

## 21. 換線

	1	2	3	4	5	6	7
1	換線編號	資源編號	資源加工參數	資源加工參數(後)	換線時間	換線啟動累積WIP量	強制換線等候時間(Sec)
2	1	HIC/BK_1	150_10	150_20	10	100	10
3	2	HIC/BK_2	150_10	150_20	10	100	10
4	3	HIC/BK_3	150_10	150_20	10	100	10
5	4	HIC/BK_4	150_10	150_20	10	100	10
6	5	HIC/BK_1	150_20	150_10	10	100	10
7	6	HIC/BK_2	150_20	150_10	10	100	10
8	7	HIC/BK_3	150_20	150_10	10	100	10
9	8	HIC/BK_4	150_20	150_10	10	100	10
10	9	HIC/BK_1	150_10	190_90	10	100	10
11	10	HIC/BK_2	150_10	190_90	10	100	10
12	11	HIC/BK_3	150_10	190_90	10	100	10
13	12	HIC/BK_4	150_10	190_90	10	100	10
14	13	HIC/BK_1	150_20	190_90	10	100	10
15	14	HIC/BK_2	150_20	190_90	10	100	10
16	15	HIC/BK_3	150_20	190_90	10	100	10
17	16	HIC/BK_4	150_20	190_90	10	100	10
18	17	HIC/BK_1	190_90	150_10	10	100	10
19	18	HIC/BK_2	190_90	150_10	10	100	10
20	19	HIC/BK_3	190_90	150_10	10	100	10
21	20	HIC/BK_4	190_90	150_10	10	100	10
22	21	HIC/BK_1	190_90	150_20	10	100	10
23	22	HIC/BK_2	190_90	150_20	10	100	10
24	23	HIC/BK_3	190_90	150_20	10	100	10
25	24	HIC/BK_4	190_90	150_20	10	100	10
26	25	BT_01	一般	R電阻調機	3600	500	7200
27	26	BT_02	一般	R電阻調機	3600	500	7200
28	27	BT_03	一般	R電阻調機	3600	500	7200
29	28	BT_04	一般	R電阻調機	3600	500	7200
30	29	BT_05	一般	R電阻調機	3600	500	7200
31	30	BT_06	一般	R電阻調機	3600	500	7200
32	31	BT_07	一般	R電阻調機	3600	500	7200
33	32	BT_08	一般	R電阻調機	3600	500	7200
34	33	BT_01	R電阻調機	一般	10	500	7200
35	34	BT_02	R電阻調機	一般	10	500	7200
36	35	BT_03	R電阻調機	一般	10	500	7200
37	36	BT_04	R電阻調機	一般	10	500	7200
38	37	BT_05	R電阻調機	一般	10	500	7200
39	38	BT_06	R電阻調機	一般	10	500	7200
40	39	BT_07	R電阻調機	一般	10	500	7200
41	40	BT_08	R電阻調機	一般	10	500	7200

## 22. 年度行事曆

	1	2	3	4	5	6
1	行事曆編碼	開始時間	結束時間	行事曆類型編碼	描述	班別天數
2	C81	2018/1/1	2018/1/1	0	休假	
3	C82	2018/2/15	2018/2/15	0	休假	
4	C83	2018/2/16	2018/2/16	0	休假	
5	C84	2018/2/19	2018/2/19	0	休假	
6	C85	2018/2/20	2018/2/20	0	休假	
7	C86	2018/2/28	2018/2/28	0	休假	
8	C87	2018/3/31	2018/3/31	1	補班	1
9	C88	2018/4/4	2018/4/4	0	休假	
10	C89	2018/4/5	2018/4/5	0	休假	
11	C90	2018/4/6	2018/4/6	0	休假	
12	C91	2018/5/1	2018/5/1	0	休假	
13	C92	2018/6/18	2018/6/18	0	休假	
14	C93	2018/9/24	2018/9/24	0	休假	
15	C94	2018/10/10	2018/10/10	0	休假	
16	C95	2018/12/1	2018/12/1	1	補班	1
17	C96	2018/12/15	2018/12/15	1	補班	1
18	C97	2018/12/22	2018/12/22	1	補班	1
19	C98	2018/12/27	2018/12/27	0	休假	
20	C99	2018/12/28	2018/12/28	0	休假	
21	C100	2018/12/31	2018/12/31	0	休假	
22	C101	2019/1/1	2019/1/1	0	休假	
23	C102	2019/2/15	2019/2/15	0	休假	
24	C103	2019/2/18	2019/2/18	0	休假	
25	C104	2019/2/19	2019/2/19	0	休假	
26	C105	2019/2/20	2019/2/20	0	休假	
27	C106	2019/2/28	2019/2/28	0	休假	

## 23. 資源使用班別

	1	2	3
1	資源使用班別編號	資源編號	班別編號
2		1 BT_01	Shift1
3		2 BT_02	Shift1
4		3 BT_03	Shift1
5		4 BT_04	Shift1
6		5 BT_05	Shift1
7		6 BT_06	Shift1
8		7 BT_07	Shift1
9		8 BT_08	Shift1
10		9 BT_01	Shift1
11		10 BT_02	Shift1
12		11 BT_03	Shift1
13		12 HIC/BK-1	Shift1
14		13 HIC/BK-2	Shift1
15		14 HIC/BK-3	Shift1
16		15 HIC/BK-4	Shift1
17		16 燒結-850	Shift1
18		17 燒結-500	Shift1
19		18 TH/BT-1	Shift1
20		19 HIC_LASER_01	Shift1
21		20 HIC_LASER_02	Shift1
22		21 INSP-1	Shift1
23		22 PACK-1	Shift1
24		23 QC-1	Shift1
25		24 W_01	Shift1
26		25 W_02	Shift1
27		26 W_03	Shift1
28		27 W_04	Shift1
29		28 W_05	Shift1
30		29 W_06	Shift1

## 24. 班別時間

	1	2	3	4	5
1	班別事件編號	開始時間	結束時間	班別天數	班別編號
2	S1	08:00	17:00	1	Shift1
3	S2	08:00	17:00	2	Shift1
4	S3	08:00	17:00	3	Shift1
5	S4	08:00	17:00	4	Shift1
6	S5	08:00	17:00	5	Shift1
7	S6	08:00	17:00	6	Shift1
8	S7	08:00	17:00	7	Shift1
9	S8	17:10	22:00	7	Shift1

## 25. 資源班別

	1	2	3	4
1	班別編號	開始日期	循環時間	班別描述
2	Shift1	2019/5/18	7	一般-加班
3	Shift2	2019/5/18	7	一般
4	Shift3	2019/7/13	4	做二休二
5	Shift4	2019/7/13	3	做二修一
6	Shift5	2019/7/13	14	一般雙周
7				

## 26. 庫存

	1	2	3	4
1	資源編號	物料編號	物料名稱	庫存數量
2				
3				

## 27. 採購單

	1	2	3	4
1	採購單號	採購件編號	採購件名稱	到貨日
2				
3				
4				
5				

## 28. 訂單

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	訂單編號	成品編號	成品名稱	交期	客戶	數量	價格	訂單類別編號	優先級別	開始途程編號	結束途程編號
2	Order01	T002384	車用電子01	2019/05/20 00:00:00	Cus_1	100	\$\$	2	10	1	26
3	Order02	T004406	車用電子02	2019/05/18 00:00:00	Cus_1	100	\$\$	2	10	1	26
4	Order03	T004670	車用電子03	2019/05/18 00:00:00	Cus_1	100	\$\$	2	10	1	26
5	Order04	T005013	車用電子04	2019/05/18 00:00:00	Cus_1	100	\$\$	2	10	1	26
6	Order05	T004570	車用電子05	2019/05/20 00:00:00	Cus_1	100	\$\$	2	10	1	26
7	Order06	T005003	車用電子06	2019/05/18 00:00:00	Cus_1	100	\$\$	2	10	1	26
8	Order07	T004669	車用電子07	2019/05/20 00:00:00	Cus_1	150	\$\$	2	10	1	26
9	Order08	T004519	車用電子08	2019/05/20 00:00:00	Cus_1	200	\$\$	2	10	1	26
10	Order09	T004805	車用電子09	2019/05/18 00:00:00	Cus_1	100	\$\$	2	10	1	26
11	Order10	T004946	車用電子10	2019/05/18 00:00:00	Cus_1	100	\$\$	2	10	1	26
12	Order11	T004971	車用電子11	2019/05/20 00:00:00	Cus_1	200	\$\$	2	10	1	26
13	Order12	T005373	車用電子12	2019/05/20 00:00:00	Cus_1	100	\$\$	2	10	1	26
14	Order13	T005010	車用電子13	2019/05/21 00:00:00	Cus_1	50	\$\$	2	10	1	26
15	Order14	T005012	車用電子14	2019/05/20 00:00:00	Cus_1	200	\$\$	2	10	1	26
16	Order15	T004975	車用電子15	2019/05/21 00:00:00	Cus_1	100	\$\$	2	10	1	26
17	Order16	T004573	車用電子16	2019/05/21 00:00:00	Cus_1	100	\$\$	2	10	1	26

## 29. 訂單類別

	1	2	3
1	訂單類別編號	訂單類別	描述
2		0	未確認訂單
3		1	詢單
4		2	訂單
5		3	未發放工單
6		4	發放工單
7			