

東 海 大 學

工業工程與經營資訊學系

碩士論文

不平衡多階段類流程式生產之有限產能
生產規劃系統發展

研 究 生：翁玉潔
指 導 教 授：王立志 教授

中 華 民 國 一 〇 二 年 六 月

**The Development of a Finite Capacity Production
Planning System for Imbalanced Multi-Stage Flow Line
Based Production**

By
Yu-Jie Wong

Advisor : Prof. Li-Chih Wang

A Thesis

Submitted to the Institute of Industrial Engineering and Enterprise
Information at Tunghai University

June 2013

Taichung , Taiwan , Republic of China

不平衡多階段類流程式生產之有限產能生產規劃系統發展

學生：翁玉潔

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

為了因應龐大全球性市場需求的挑戰，企業除須具備紮實的生產基礎條件外，更需有效進行採購、生產及銷配運籌管理，以達成降低庫存、縮短由接單至出貨前置時間的目標，進而提升競爭優勢。多階段類流程式生產的生產特性屬於階段式且各階段為截然不同的特性，若未進行完善的生產規劃則會造成庫存高、前置時間長等問題。本研究希望將限制理論結合生產線平衡解決製程間特性極其不平衡的問題，發展一個以有限產能為基礎的生產規劃系統，並從整體系統的觀點解決各站生產特性不平衡及局部最佳化生產排程的問題。目的如下：1.提供保持生產線平衡的規劃方法。2.發展以有限產能為基礎的生產規劃系統。3.提出一個整合的生產規劃系統運作流程與使用情境。

關鍵字詞：生產線平衡、產能規劃、有限產能規劃

The Development of a Finite Capacity Production Planning System for Imbalanced Multi-Stage Flow Line Based Production

Student : Yu-Jie Wong

Advisor : Prof. Li-Chih Wang

Department of Industrial Engineering and Enterprise Information
Tunghai University

ABSTRACT

To fulfill the large demand of market, an enterprise should e and effective in-bound logistics, production logistics and outbound logistics management capability to reduce inventory and the lead time of order to deliver (OTD) process, then, increasing its competitive advantage. Finite Capacity Production Planning System for imbalanced multi-stage flow line based production are totally different. The faulty production planning causes the high level of inventory and long OTD lead time. This research will integrate TOC theory and production line balance model to solve the characteristics of unbalanced problem, and develop the production planning system which is based on finite capacity to systematically solve the problems of imbalance among each production stages and local optimization of production scheduling problems. The objective and expected results of this research may be summarized as follows:

1. Provide the method to keep line balance.
2. Develop the production planning system which is based on finite capacity.
3. Provide the procedure of an integrated production planning system and use-case.

Keywords: Line Balanced, Capacity Planning, Finite Capacity Planning.

誌謝

「以便以謝」—到如今耶和華都幫助我。

感謝上帝的帶領,讓我在兩年的碩士生活順利完成這份論文了!

在這兩年研究所過程當中,有歡笑也有淚水,對我來說研究所不僅是培養專業的知識,更重要的是讓我學習成長。過程中真實的感受到萬事都互相效力,無論是好事或是壞事,都成了過程中路徑的痕跡。

非常感謝指導老師 王立志老師的耐心指導,從來不放棄我,總是鼓勵我教導我,無論是在學業或是做人處事方面,教導我如何在生活中學習平衡,且給予我多次的機會,讓我重新打起精神,完成任何看來不可能的事!也很感謝老師在我們學習時提供我們機會接觸不同的專案,讓我體會到與業界合作時需有的責任感、態度及做事方法,了解企業實際營運的狀況及困境,透過學術方法分析現況,將理論結合實務,提出一套可行的方法,讓我更明白之間運作的關係。此外,論文口試期間,承蒙雲林科技大學 袁明鑑老師及海大學 陳怡文老師提供寶貴的意見,使本研究能夠有更好的結果。

再來要謝謝我親愛的父母及家人,總是以我為榮,在我學習的期間,提供我安心環境,不斷的鼓勵我,讓我完成這份論文。

最後我要謝謝一路陪伴我的摯友我的夥伴們!:)

有你們真好!!

翁玉潔 謹誌於
東海大學工業工程與經營資訊學系

民國一〇二年六月

目錄

摘要.....	i
ABSTRACT.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	v
圖目錄.....	vi
第一章 緒論.....	7
1.1 研究背景與動機.....	7
1.2 研究目的.....	7
1.3 研究流程.....	8
第二章 文獻探討.....	10
2.1 生產線平衡(Line Balancing).....	10
2.2 產能規劃(Capacity Planning).....	12
2.3 有限產能規劃(Finite Capacity Planning).....	13
第三章 不平衡多階段類流程式生產之有限產能生產規劃系統.....	16
3.1 生產線平衡.....	17
3.2 移轉批量.....	22
3.3 有限產能堆疊.....	31
3.4 系統發展.....	35
第四章 產業案例.....	60
4.1 產業案例簡介.....	60
4.2 情境案例驗證.....	65
4.3 規劃效益.....	68
第五章 結論與未來發展方向.....	70
5.1 結論.....	70
5.2 未來發展方向.....	70
參考文獻.....	71

表目錄

表 3.1 製程相關資訊.....	18
表 3.2 排程總完工時間與時間減少比例.....	22
表 3.3 資訊系統服務需求.....	37
表 3.4 要因特性分析.....	38
表 3.5 使用案例詞彙表(Use-Case Glossary)	42
表 3.6 案例敘述 Use-Case Narrative	44
表 3.7 篩選條件的 UI 工具定義	51
表 3.8 已發放工單資訊的 UI 工具定義	51
表 3.9 計劃單資訊的 UI 工具定義	52
表 3.10 加班&外包調整的 UI 工具定義	52
表 3.11 模擬工單開立-拆批的 UI 工具定義	53
表 3.12 模擬工單開立-併批的 UI 工具定義	54
表 3.13 圖表輸出的 UI 工具定義	54
表 4.1 工單資訊.....	65
表 4.2 FCPPS 系統規劃工單資訊結果.....	66
表 4.3 績效衡量表.....	68

圖目錄

圖 1.1 研究流程.....	9
圖 2.1 無限產能負荷.....	14
圖 2.2 有限產能負荷.....	14
圖 3.1 BOM 示意圖	18
圖 3.2 生產線平衡示意圖.....	18
圖 3.3 生產線平衡建置四步驟.....	19
圖 3.4 生產線平衡邏輯圖.....	20
圖 3.5 生產線平衡.....	20
圖 3.6 (a)排程 1.....	23
圖 3.7 (b)排程 2.....	23
圖 3.8 (c)排程 3.....	23
圖 3.9 移轉批量邏輯圖.....	24
圖 3.10 產能推疊邏輯圖.....	31
圖 3.11 系統架構圖.....	35
圖 3.12 系統發展過程.....	31
圖 3.13 魚骨圖(找問題的原因).....	39
圖 3.14 魚骨圖(問題的對策).....	40
圖 3.15 關聯圖 Context Diagram.....	40
圖 3.16 使用案例圖 Use-Case Model Diagram.....	41
圖 3.17 大排程循序圖.....	44
圖 3.18 大排程資訊活動圖.....	45
圖 3.19 FCPPS 架構圖.....	46
圖 3.20 FCPPS 運作流程圖.....	46
圖 3.21 FCPPS 五步驟.....	48
圖 3.22 資料管理圖.....	49
圖 3.23 資料關聯圖.....	50
圖 3.24 FCPPS 介面示意圖.....	56
圖 3.25 加班圖表.....	57
圖 3.26 外包圖表.....	57
圖 3.27 工單資訊.....	58
圖 3.28 機台資訊.....	59
圖 3.29 大排程資訊.....	59
圖 4.1 機械五金加工產業供應鏈示意圖.....	60
圖 4.2 各站生產特性及 WIP 現況示意圖.....	61
圖 4.3 現行生產排程流程.....	63
圖 4.4 系統使用生產規劃流程.....	64
圖 4.5 大排程資訊結果.....	67

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

在全球化經濟的競爭環境中，生產環境與過去大不相同，隨著生產環境及型態的改變，產品生命週期日趨縮減，訂單交期愈來愈短，由少樣多量進入多樣少量的生產型態，導致生產線換線次數倍增，無法有效運用產能。隨著資訊科技的進步，提升了排程的規劃時間與效益，良好的生產排程除了提高製令交期的準確性，增進顧客服務品質，更需平衡考量機器使用率、穩定供料速度與批量，以迅速反應變動因素，加強工廠應變能力，提高生產效率。而過去的生產品態同樣也隨著產生各種不同形式的變遷，主要有以下幾點(胡修武, 1998)：

1. 從大量標準化生產轉變為顧客個人化需求的少量多樣生產概念。
2. 從單純以企業利潤為導向的概念，轉變為製造服務化的生產概念。
3. 從推式(Push)生產模式，轉變為拉式(Pull)生產模式。
4. 從為庫存而生產的概念，轉變為無庫存及時生產的概念。
5. 從地域性的局部化競爭佈局，轉變為全球性的國際化競爭策略。

多階段類流程式生產(multi-stage, flow-line based)為一種生產各工件具有數個相類似的處理過程，經過數台機器的加工處理，但各個工件的加工順序不一定相同(陳嶽漢, 2009)。若多階段生產各製程特性不同，差異很大，會造成生產線生產不平衡、資訊串聯度不佳、產現在製品過多等問題，此時良好的生產規劃就顯得非常重要。

在過去大多數的企業中，傳統的物料需求規劃系統(Material requirements planning; MRP)被認為是資源規劃技術的準則，然而MRP為無限產能的假設、不準確的前置時間(Lead Time)計算等缺點，若須有完善的生產規劃需要以人工調整方法彌補MRP產生的缺陷。有鑒於此，本研究希望以限制理論結合生產線平衡解決多階段製程所帶來不平衡的問題，並以移轉批量結合有限產能生產規劃系統協助排程。

1.2 研究目的

建立有限產能生產規劃系統將有助於生產規劃人員進行生產規劃，減

輕生管人員規劃時的負擔，亦可有效改善公司所面臨之生管效益不彰問題。本研究主要目的是以生產線平衡方法考慮有限產能，發展從整體系統觀點以解決各站之間生產特性不平衡及資訊串連不佳的問題，並加入移轉批量的觀念，發展適用於多階段類流程式生產型態的生產規劃方法，以達成縮短生產時間與最小化總延遲時間的目標。

整體而言，本研究目的與預期目標如下：

1. 針對生產特性截然不同的階段式製程，提供一個能保持生產線平衡 (Line Balancing) 的規劃方法，決定各階製程的合理開工批量，以解決瓶頸製程並減少各站之間差異。
2. 發展一有限產能生產規劃系統，供生管人員於排程時可參考廠內產能負荷，並加入移轉批量觀念規劃出較適當的生產排程，縮短生產週期時間。
3. 提出一利用與現行ERP系統整合的生產規劃系統運作流程與使用情境，以提供產業界一簡單、有效的生產規劃模式與流程。

1.3 研究流程

有關研究方法此部分，首先須清楚了解問題，並收集相關文獻研究，以其發展系統方法，並進行系統設計，最終將系統規劃結果分析整理並提出本研究之結論與建議。

本研究流程架構如圖 1.1 所示，描述如下：

1. 問題定義與分析

根據研究背景動機，找出欲進行研究的問題，並加以分析，找出本研究的目的。

2. 文獻探討

蒐集國內外學者所提的相關研究，進行彙整分析，了解問題的核心所在。探討方向如下：

- (1) 生產線平衡(Line Balancing)
 - (2) 產能規劃(Capacity Planning)
 - (3) 有限產能規劃(Finite Capacity Planning)
3. 建構有限產能生產規劃系統方法

透過探討有限生產規劃系統的方法，以解決前述的問題。

4. 發展系統

將本研究所探討的方法，發展有限產能生產規劃系統(Finite Capacity Production Planning System ; FCPPS)。

5. 案例驗證

透過案例驗證，以檢視系統規劃績效是否合理。

6. 結論與建議

總結本研究成果，並提出對後續相關研究的建議。

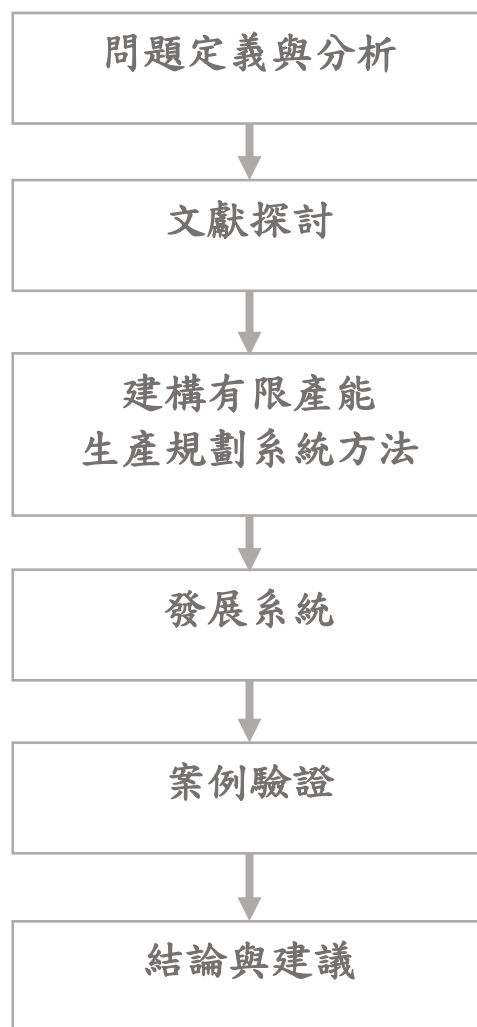


圖 1.1 研究流程(資料來源：本研究整理)

第二章 文獻探討

生產排程是生產管理的主要工作之一，其定義為在產能受限的生產系統中，如何安排工作的程序，使預期目標達到最佳化。一個良好的排程，可以使成本降低並提升生產效率，但生產資源往往有限且昂貴，所以須充分運用擁有的資源，使機器稼動率最大，並能獲得最大效益。本節將回顧並了解既有文獻和本研究相關之理論與方法，主要針對生產線平衡、產能規劃、有限產能規劃及生產規劃系統發展等問題做一探討。

2.1 生產線平衡 (Line Balancing)

組裝線平衡問題(Simple Assembly Line Balancing Problem, SALBP)，依 Baybars(1986)說法，SALBP可定義如下：

1. 所有輸入參數為已知且是確定值。
2. 一個作業不能被兩個或多個工作站分割。
3. 作業必須依照一定的先後順序加工，不可以任意變動。
4. 所有作業都必須被加工。
5. 所有工作站對於加工的任一作業都是有能力且由人力可以操控。
6. 每一作業的加工時間是獨立的，亦即作業的加工時間不會受工作站其前、後作業時間影響。
7. 任一作業可以在任一工作站加工。
8. 此組裝線不考慮支線或平行的子組裝線。
9. 此組裝線是假設以單一產品所設計。

若滿足上述1到9項定義，則屬於簡單組裝線平衡問題。

生產線平衡 (Line Balancing) 是一種使整個生產流程能順利生產的重要方法。面臨生產製程特性不平衡與少量多樣化的生產型態之下，生產線若未能具有彈性的安排，則無法適應多變的生產型態。生產線平衡除了縮短生產週期時間、各個工作站的製程時間愈一致愈好、越少在製品於生產線中停留或等待，若各站與瓶頸站的差距越少，而使用效率會越高。生產線平衡定義是指使生產線上各工作站的產出相等，使原料、零件在生產線上得以平穩的速度生產，避免瓶頸作業發生。管理者必須根據產量的需求決定工作站數目，然後將正式配備工作至各工作站。在完成配置後，管理

者應就整體及各工作站的產能利用率或效率進行計算，以決定瓶頸作業及生產線之效率。

柴康偉等人(2003)大致歸類一般產業所追求生產線平衡之主要目的如下：

1. 讓生產周期減少，使物流加速。
2. 清除、減少物料及半成品的週轉場所。
3. 將工作瓶頸消除以提高作業效率。
4. 穩定品質
5. 改善作業順序，並提昇士氣。

目前生產線平衡的研究多以演算法進行研究，如張敏君(2000)提出啟發式生產線平衡解法，以RPW演算法及IU演算法分別評估工作站使用率，在排定裝配順序之後再評估裝配線使用率為評估生產線平衡之指標。

蔣治平(1995)以檯燈裝配流程為例，應用啟發式方法並使用PROMODEL系統模擬軟體解決生產線的瓶頸問題，並找出其中會影響生產線平衡的因子。研究結果發現影響生產線整體績效最顯著的是降低週期時間。

葉文燿(2006)針對少量多樣接單式生產型態，以實務改善的方式探討兩種不同生產作業型態的大生產線與小生產線，兩者在少量多樣訂單生產時，以生產線平衡率、產品品質及使用作業人數等指標衡量作業績效。

Groover(1991)針對生產線平衡的問題為儘量安排各別的製程與裝配作業給各工作站，使每個工作站所需的時間儘可能相等。如果工作元件能做適當分組，使所有工作站所需的時間幾乎相等，即可獲得一個平衡的生產線。若有生產線平衡的問題時，可透過再分割工作單元、工作站間的存貨緩衝區、平行工作站等方法加以改善。

陳美仁(1980)針對生產線工作欲使其平衡，則每個工作所需之時間，應相等或近乎相等；否則工作週期短的工作，會使工作站產生閒置；而週期時間長的工作站，則會產生瓶頸。生產線平衡之方法可透過建立緩衝量、調整作業人員任務分配、重新分解或組合操作程序、操作程序變更、調整工作速度等進行改善。

呂英毅(2002)利用啟發式求解方法，在最大廠房面積及最小產能需求的

限制條件下，以最少的投資成本將產品群組化，以求得最佳的生產線數量。其研究只考量機器站作業及加工順序，以檢視產品整個製程的狀況。完成產品群組化後，運用生產線平衡的理論，在週期時間與工作站數未知、生產線長度限制的條件下，以最大效益為目標求得最佳的週期時間與工作站數。

2.2 產能規劃(Capacity Planning)

APICS Dictionary(Cox III與Blackstone，1998)將產能規劃(Capacity Planning)定義為決定長期產能水準的規劃，屬於資源規劃的一環，通常規劃的範圍為整個廠區或生產線，而產品則以產品族為單位進行規劃。Bermon等人(1999)指出產能規劃為考量產能受限制的工具與機台且以最大化利潤為前提之下，找出最適當的產品組合與數量，以及若須滿足所有需求時，必須擁有的產能水準，所以產能規劃可視為供需平衡的一項工具，藉由此規劃求出最佳的產能投資組合以及生產計畫。

Wang等人(2007)提出產能規劃之特色與考量現制：

1. 產能規劃規劃時程涵蓋2~18 個月
2. 產能規劃考量多種產品種類。
3. 產能規劃必須考量擴充產能之預算以及可擴充產能數量上限。
4. 產能規劃之總需求有逐漸增加的趨勢。
5. 多種資源來源，且每種資源可以生產多種產品種類(Multi-function resources)。
6. 資源有產能上限。

產能規劃所考量的產能是受限於產出所需產品設備數量及規劃時程，並從中規劃適當的產品種類及生產數量，使得公司利潤最大化。生產排程在製造系統中極為重要，其主要的功能在於能夠將市場及製造現場的資訊作有效的傳遞，所以主要的挑戰在於因應市場產品需求的快速變動，針對生產現場做有效的生產資源分配。

產能規劃方法大致可分為兩類，一為粗估產能規劃(Rough-Cut Capacity Planning, RCCP)，另一則為細部產能規劃(Detailed Capacity Planning, DCP)。二類方法地目標皆為提供機台或人力於某一期間內的產能負荷情形及使生產線平衡，並使決策人員妥善因應產能變化的情形。兩者不同點在

於：粗估產能規劃使用較粗略的資料且適用於粗略的產能預估；而細部產能規劃則考慮較詳細的資料，並能預測詳細的負荷變化情形。

Wang等人(2006)對於產能規劃(Capacity Planning)基本定義為在既有的瓶頸機台及其附屬資源的環境下，考量可投資購買瓶頸機台的預算下，最佳地決定瓶頸機台與其附屬資源搭配的狀況及瓶頸機台與附屬資源該生產哪些訂單需求。配置瓶頸測試機台與其附屬資源的產能，決定這些資源該生產哪些訂單，可以讓利潤最大且不違反瓶頸機台與其附屬資源的產能限制 (Wang等人,2003)。

Geng & Jiang(2008)將求解產能規劃的方法分為五類：(1)試算表(Spreadsheet)、(2)模擬為基礎的方式(Simulation-based Method)、(3)等候線模式(Queuing Model)、(4)線性規劃(Linear Programming, LP)與(5)隨機規劃(Stochastic Programming)。產能規劃方法與應用，從過去文獻當中可知對於產能規劃有許多研究，如決定未來期間每個機台所生產的產品種類與數量(Wang等人,2005)。配置瓶頸測試機台與其附屬資源的產能，決定這些資源該生產哪些顧客的訂單，可以讓利潤最大且不違反瓶頸機台與其附屬資源的產能限制(Wang等人, 2006)。Christie等人(2002)針對半導體製造廠，在考量單一階層多個製造廠區產能限制與多個產品族需求下的產能規劃問題。考慮機台資源、數量與製程特性的產能規劃，如Catay *et al.* (2003)不考量不確定性因子，僅考量單一廠區多個生產線、附屬設備的產能限制與多個產品族需求下的產能規劃。Wang *et al.* (2007)提出產能規劃包含兩個決策，一為考量供需平衡決定未來期間內所需使用到之資源組合；二為考量既有資源的產能限制、未來之需求數量，決定未來各期間之各產品的生產數量、存貨數量以及缺貨數量，使總成本最小化。

2.3 有限產能規劃(Finite Capacity Planning)

產能需求規劃一般而言有二種作法，一為無限負荷(Infinite Loading)，如圖2.1。另一為有限負荷(Finite Loading)，如圖2.2。無限負荷產能規劃允許機台的使用率高於可用產能且訂單無優先序、訂單之交期不可改變，估算法台的負荷程度，作為安排產能、機台、加班或外包的依據。有限負荷產能規劃使用率不得高於可用產能、訂單具有優先順序、訂單交期可能改變等，藉由產能規劃得合理的交期，並作為業務人員對外協調交期的參考依據。

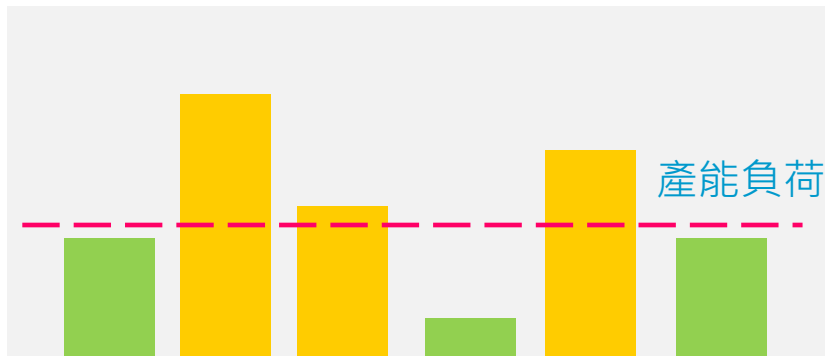


圖 2.1 無限產能負荷(資料來源：本研究整理)

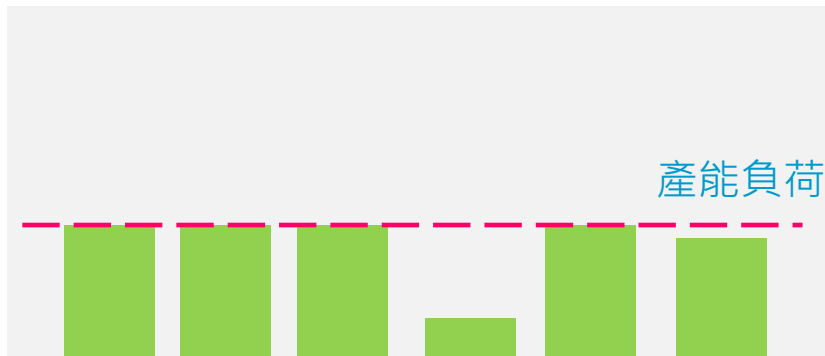


圖 2.2 有限產能負荷(資料來源：本研究整理)

有限產能規劃引擎承接供應鏈規劃的生產計劃，根據各生產單位的物料與產能供給情形，規劃各生產單位的物料採購與產品生產製造計劃，規劃內容強調是利用較先進規劃技術正確且即時地滿足物料與產品的需求。(王立志, 1999)傳統的生產規劃與排程系統主要以物料需求規劃(MRP)的計算邏輯為主，MRP主要的特質是時間階段的計算，為了確保MRP成功實行，必須要有一個良好的電腦程式與精確的主生產排程(MPS)、物料清單與存貨資料，若資料不正確，則MRP無法發揮其效能。此外MRP往往因為無缺料、無產能限制的假設，使得其執行結果和現場狀況有所差異而無法執行，且MRP單純以訂單交期為演算依據及無法正確掌握實際物料前置時間，也會造成規劃結果不佳。在考慮無限產能方面經驗進行調整，雖然MRP的結果會經產能需求規劃評估其可行性，但產能需求規劃僅能指出產能不足的現象，規劃人員必須以經驗進行調整，無法保證物料需求規劃的品質。(賴士葆, 1995)

RBM在於使用限制理論(Theory of Constraint ; TOC)(McMullen, T.B.,1998)來針對關鍵瓶頸機台進行排程。假設非關鍵機台具有無限產能，系統先針對關鍵機台進行排程工作，當出現機台超載的情況時，利用前推(Forward)及後推(Backward)的方式解決。在關鍵機台完成排程後，再針對非關鍵機台進行排程。每類規劃技術在使用時均需具有三個資訊檔：機台

資訊檔(Resource file)、生產途程資訊檔(Routing file)、工作資訊檔(Job file)，其中機台資訊檔提供機台可用產能的相關資訊；生產途程資訊檔提供每一工作單所需生產的產品需要經過哪些製程的相關資訊；工作資訊檔提供每一工作單的開工時間、交期、所需數量、顧客資訊等相關資訊。

小結

由過去文獻可知，有相當的研究在生產線平衡上，但少有以限制理論結合生產線平衡方法提供合理生產資訊，故本研究將以此方法，使生產製程間不平衡之差異降至最低以縮短生產週期時間。由過去研究可知，產能規劃於生產扮演很重要的角色，若欲有好的產能規劃，需進一步做設計，故我們期望以有限產能規劃作為生產規劃系統的方法，發展一系統，藉此更能增加生管人員對於廠內瓶頸站之控管，更能提升排程時之效益及精確度。

第三章 不平衡多階段類流程式生產之有限產能生產規劃系統

本章主要在說明不平衡多階段類流程式生產之有限產能生產規劃系統 (Finite Capacity Production Planning System ; FCPPS) 的重要內涵與系統發展，第 3.1 節說明生產線平衡方法，第 3.2 節說明生產規劃的移轉批量邏輯，第 3.3 節將針對系統的有限產能堆疊邏輯作一說明，第 3.4 節將說明 FCPPS 的系統發展。

以下為本研究的假設條件及已知資訊

假設條件

1. 不考慮原物料供給問題，意即無缺料狀況
2. 不考慮緊急插單狀況
3. 不考慮顧客優先順序
4. 不考慮人員缺席問題
5. 不考慮機台故障問題
6. 不考慮產品良率問題
7. 不考慮寬放時間
8. 不考慮物料準備時間
9. 不考慮搬運時間

已知資訊

1. 計畫單、工單相關資訊
 - 1.1 開始時間
 - 1.2 結束時間
 - 1.3 數量
 - 1.4 物料名稱
2. 途程相關資訊
 - 2.1 日產能
 - 2.2 滿板數量
 - 2.3 工作中心慣用機台
3. 機台相關資訊

3.1 工作中心

3.2 機台群組

3.3 可用機台

3.1 生產線平衡

生產上的不平衡有管理面的不平衡，也有生產上各個製程間特性差異極大造成的不平衡。其中管理上的不平衡是因各單位追求局部最佳化的績效指標，做為各單位努力的方向，但當各部門努力達成局部績效的最佳成果，並不表示達成整體最佳表現，反而可能是破壞整體成果。例如追求使用率或產能的績效，現場會減少換線的次數，而以大量的生產方式生產，其結果可能會生產過多的存貨，小批量的訂單被犧牲、以及生產時間過長等，雖然局部績效可使各部門達到局部最佳的效果，但對工廠整體而言卻造成了負面的影響。

生產上的不平衡則是某些產業因為生產型態特性影響，生產流程中最慢「瓶頸」不僅限制了流程的產出速度，更影響整體的生產力，而有時瓶頸站會同時出現幾個，還有可能會發生在不同的工作站。生產線會因為某一個瓶頸站而限制了產出，除了造成大量的在製品堆積，嚴重時還可能會造成生產中止，因此生產運作中必須找出瓶頸站的問題點，以降低瓶頸的作業時間，使生產線的流量平衡及提高有效產出。生產線平衡就是要克服瓶頸，應積極找出導致停機的主要原因，首先要掌握「瓶頸」製程，改善並降低瓶頸工作站的作業時間，消除生產瓶頸，縮短非生產時間造成的浪費，提高效率，獲取最大的利潤。以下為計算生產平衡率的公式

$$\text{平衡率} = \frac{\text{所有工作站時間和}}{\text{瓶頸工作站時間} \times \text{工作站總數}} \times 100\%$$

由此平衡率算出的數據可得知目前生產線平衡或不平衡，依據數據檢討如何提升平衡率，透過ECRS刪除(Eliminate)、合併(Combine)、重排(Rearrange)、簡化(Simplify)以達到生產線閒置時間最小化與設備使用率最大化。

以下使用傳統的生產線平衡作一簡例，如圖 3.1、表 3.1 及圖 3.2：

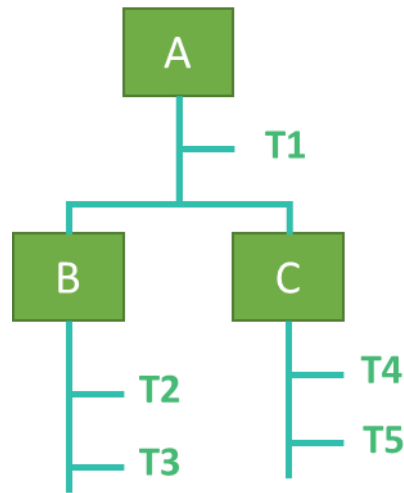


圖 3.1 BOM 示意圖(資料來源：本研究整理)

表 3.1 製程相關資訊 (資料來源：本研究整理)

A 產品的製造途程	作業順序	T3	T2	T5	T4	T1
	機台	S3	S2	S5	S4	S1
	加工時間 (分/件)	18	24	20	22	20

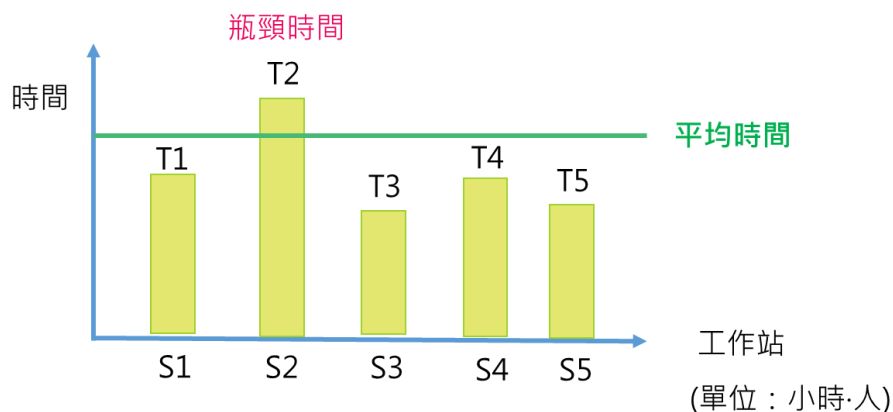


圖 3.2 生產線平衡示意圖(資料來源：本研究整理)

例如：某個產線有 5 個工作站，各工作站時間分別為 20 秒，24 秒，18 秒，22 秒，20 秒。由此可知此產線瓶頸為 24 秒，則此產線的平衡率= $(20+24+18+22+20)/(24*5)*100\% = 104 / 120 *100\% = 86.7\%$

由此可知，本生產線平衡率為 86.7%。

3.1.1 生產線平衡四步驟

本研究將發展一新的生產線平衡新思維，首先必須先以單品線平衡觀點結合以限制理論為基礎找出瓶頸製程的手法，制定各站產出平衡下之標準產能。接續再依據接單後產品組合重新平衡各站設備機台數安排、加班

策略、工單投料批量調整及外包政策訂定，再回續到以各站WIP Buffer緩衝量決定各站工單續投或減小批量的循環。生產線平衡建置之四步驟如圖 3.3：

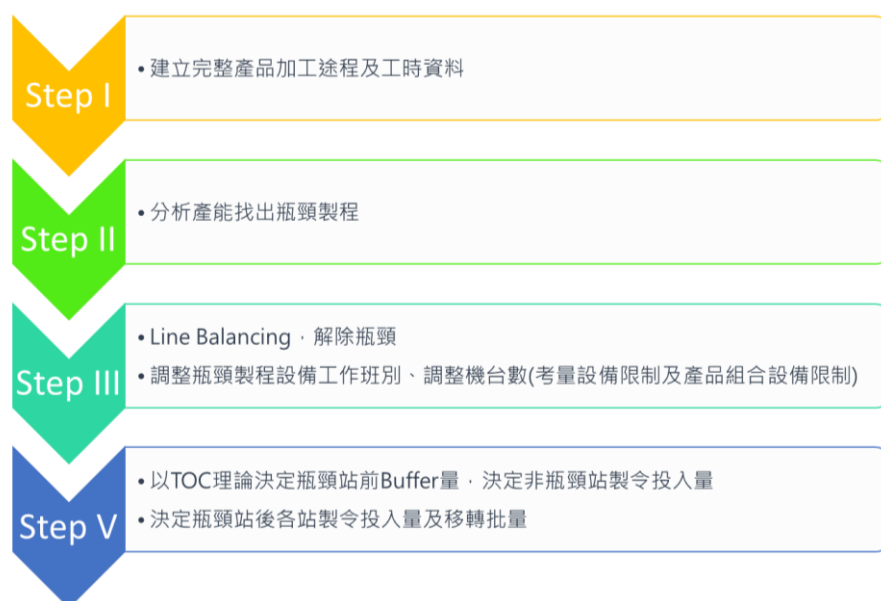


圖 3.3 生產線平衡建置四步驟(資料來源：本研究整理)

3.1.2 生產線平衡邏輯圖

由生產線平衡觀念，本研究結合限制理論建置一生產線平衡(Line Balancing)，為解決各站生產特性不同及負荷不平衡之問題，利用各生產量與標準時間去換算總需求時間及機台有效生產率，換算所需的機台數量並與實際機台數量比較與分析，生產線平衡邏輯如圖 3.4。

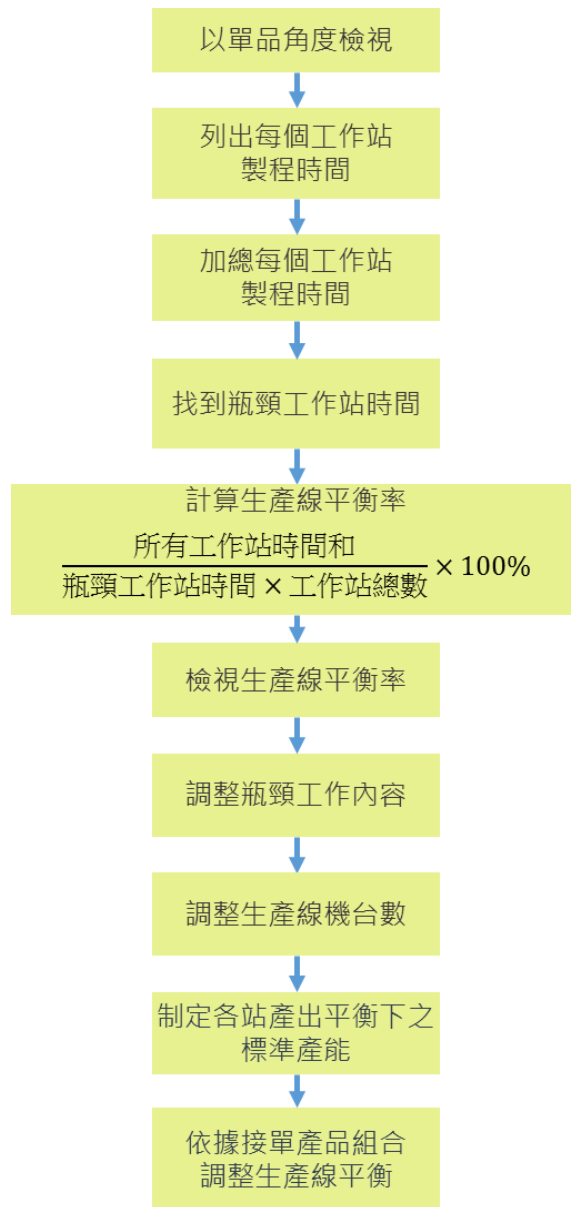


圖 3.4 生產線平衡邏輯圖(資料來源：本研究整理)

透過生產線平衡計算後如圖 3.5 為生產線平衡產出，由此線平衡可得知各產品所需適合使用生產的機台數及合理的生產批量，給予生管人員排程時參考，使排程有整體性規劃，讓產線更平衡，生產效率達到最大化。

單位	鍛造									BFO	批量
工作中心	裁切			鍛造			GDB				
中心代號	1121										
料號	基礎	班	H	基礎	班	H	基礎	班	H	總天	
8-015-10	9900	1	8	11400	1	8	96000	1	0.8	2.1025	9900
8-015-13	8500	1	9	10500	1	9	44800	1	2.5	2.5647	8500
8-015-16	6400	1	9	8200	1	9	25600	1	3	2.625	6400
8-015-20	6750	1	1	3800	2	17	17920	1	4.0134	2.7517	6750
8-025-07	8500	1	9	7600	1	9	25600	1	3.375	2.6719	7600
8-025-10	6750	1	9	3800	2	17	15360	1	4.5156	3.8145	6750

圖 3.5 生產線平衡(資料來源：本研究整理)

生產線平衡建置後，則需落實此生產線平衡所設定的資訊，以減少各

站製程不平衡情形。讓有限資源充分應用於有經濟價值的作業活動上，以達到降低庫存、降低接單到出貨的時間，提高存貨周轉率。

3.2 移轉批量

本研究的產能規劃方法以有限產能的方法進行產能堆疊，並加入移轉批量(Transfer Batch)的概念，使得規劃結果更符合實際生產情形，也有效縮短產出時間。移轉批量的觀念源自於最佳化生產技術，是指工件每次從前一站被搬移到下一站的批量大小，而移轉批量的大小決定所需搬運的次數，且在生產上可透過移轉批量壓縮完工時間，因此移轉批量不一定等於生產批量，移轉批量可大幅縮短完工時間。

在流程型生產系統中，生產批量在系統裡的時間大部分耗費在等待上，且處理批量越大，等待時間越久。因此，若將生產批量分割成數個移轉批量，在一製程完成後，能立即送至下一製程繼續加工處理，不用等到整個生產批完成後，再移送至下一個製程。如此，同一生產批就可在不同製程上並行處理，造成系統作業同步進行加速生產，所以移轉批量能有效縮短生產前置時間，故逐漸受到學界與企業界重視。

以下應用一個範例說明移轉批量對完工時間的影響。假設一流程型工廠由三個製程所組成，每個製程僅有一部機器，產品製程依序由第一部機器(M1)、第二部機器(M2)到第三部機器(M3)生產，三部機器每單位的流程時間分別為4、6及5分鐘。現在有一批60單位的訂單欲進行生產。採用以下三種分割方法：(1)不分割、(2)兩個相等子批、(3)三個相等子批，產生的結果分別以排程1、2以及3表示，如圖3.6排程(a)、圖3.7排程(b)、圖3.8排程(c)所示。此外，三種分割方法所產生的總完工時間與時間減少比例如表3.2所示。

表 3.2 排程總完工時間與時間減少比例(資料來源：本研究整理)

分割方法	總完工時間	時間減少比例
排程1	900(分)	---
排程2	630(分)	30%
排程3	540(分)	40%

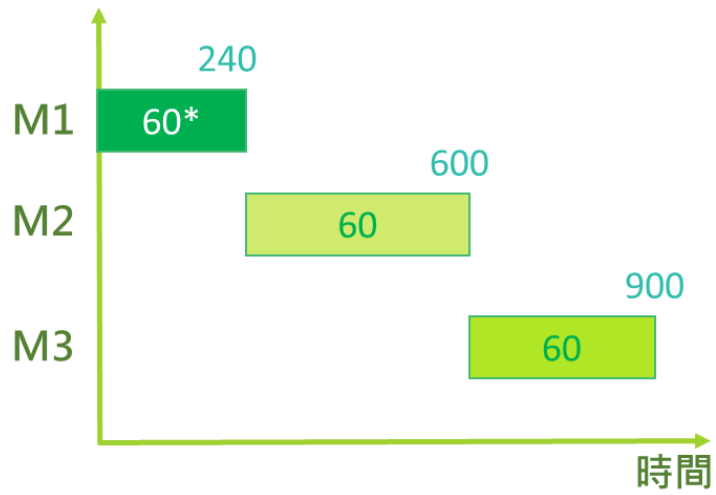


圖 3.6 (a)排程 1(資料來源：本研究整理)

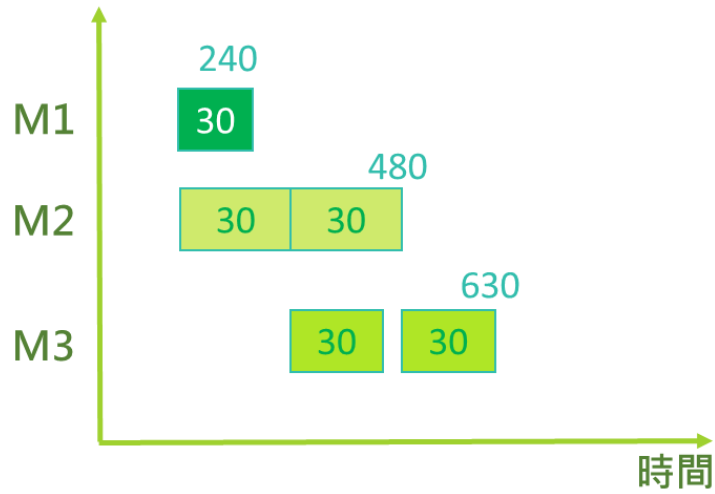


圖 3.7 (b)排程 2(資料來源：本研究整理)

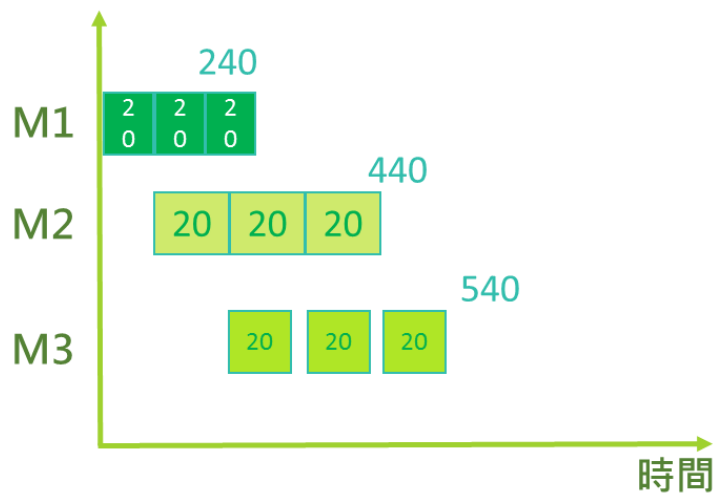


圖 3.8 (c)排程 3(資料來源：本研究整理)

*表示一個子批量大小

由圖 3.6 (a)排程 1、圖 3.7(b)排程 2、圖 3.8(c)排程 3 和表 3.2 可知，排程 1 的總完工時間為 900 分，排程 2 的總完工時間為 630 分，其時間減少的比例為 30%。排程 3 的總完工時間為 540 分，時間減少的比例為 40%。由此可知，使用移轉批量所產生的排程 2 與排程 3 的總完工時間比未使用移轉批量所產生的排程 1 的總完工時間短。由此例可知加入移轉批量時，批量越分割越小時，總完工時間會越來越少。

3.2.1 移轉批量邏輯

本系統加入移轉批量進行生產規劃，期望符合實際生產情形搭配移轉。本研究以日產量及滿板數作為定義移轉批量的資訊，將設定日產量為一天生產時間內可以生產的數量，而滿板數為生產料件至一定的數量，將在製品移轉至下一製程生產的數量。首先，定義移轉批量的數量，若日產量大於滿板數，則移轉批量等於滿板數，若日產量小於滿板數，則移轉批量等於日產量。下一步，判斷前製程及後製程時間長短，以決定後製程所需開工及完工的時間及日期，移轉批量的邏輯，如圖 3.9。

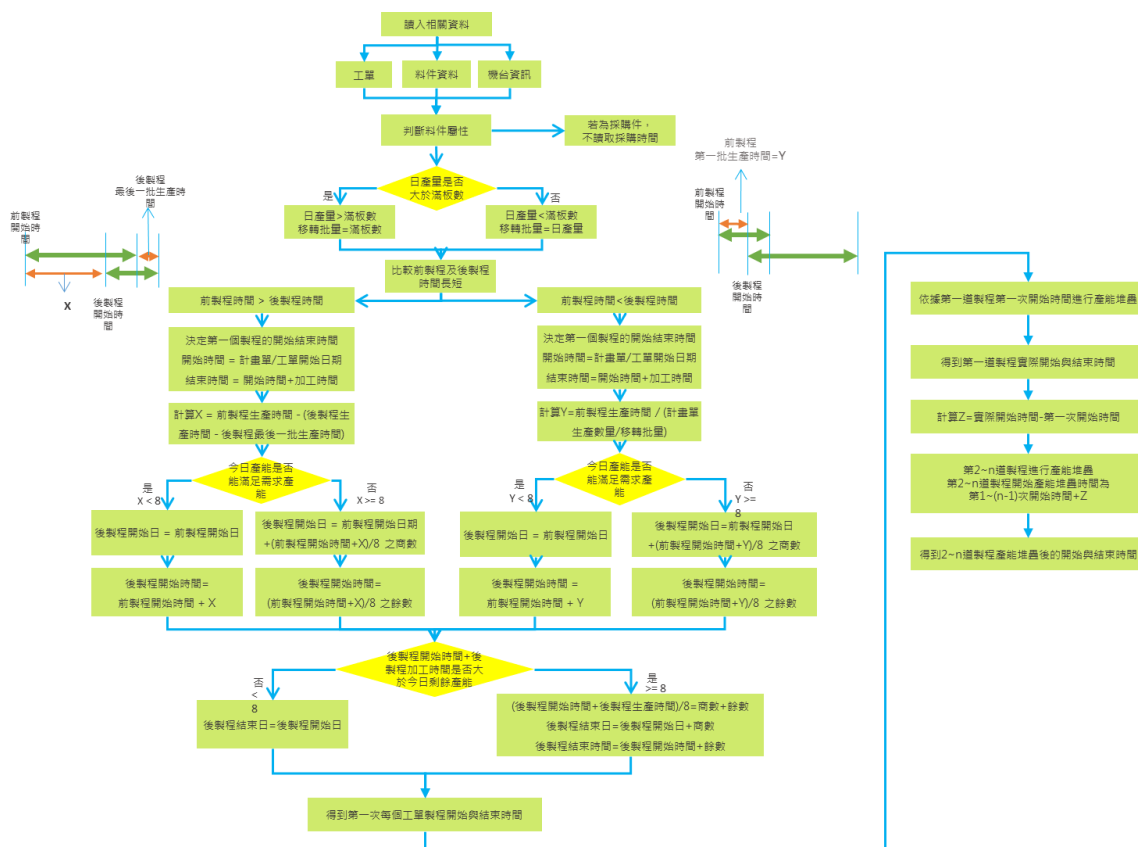


圖 3.9 移轉批量邏輯圖(資料來源：本研究整理)

3.2.2 移轉批量邏輯的虛擬碼

以下為移轉批量邏輯的虛擬碼，虛擬碼是一種介於自然語言與程式語言的敘述，使用不正規且較直覺的符號，在演算法發展過程中，將問題解決的邏輯表達出來。虛擬碼撰寫與修改都比流程圖容易，且沒有一定的語法標準，也不受限於某一種特定的程式語言，通常是由使用者以特定的關鍵字、簡潔的敘述或運算式來表示。

移轉批量的虛擬碼

For $i = 1$ to ubound(計劃單數)

For $j = 1$ to ubound(製程數)

計劃單 i 的各製程 j 所需加工的時數 = 計劃單 i 需求數量/
(製程 j 日產量/8)

If(製程 j 的日產量 > 滿板數) 移轉批量 = 滿板數

If(前製程 $j-1$ 時間 < 製程 j 時間)

If(前製程 $j-1$ 開始加工時間 + 前製程 $j-1$ 第一批移轉批量製造
的時間 ≥ 8)

製程 j 開始日期 = 前製程 $j-1$ 開始日 + 前製程 $j-1$ 做完一個
批量的時間

製程 j 開始時間 = (前製程 $j-1$ 開始時間 + 前製程 $j-1$
第一批生產時間) mod 8

If(製程 j 開始時間 + 製程 j 生產時間 \geq 今日產能)

(製程 j 開始時間 + 製程 j 生產時間) / 8 = 商數 + 餘數

製程 j 結束日期 = 製程 j 開始日期 + 商數

製程 j 結束時間 = 製程 j 開始時間 + 餘數

If(製程 j 開始時間 + 製程 j 生產時間 < 今日產能)

製程 j 開始日期 = 製程 j 結束日期

製程 j 結束時間 = 製程 j 開始時間 + 製程 j 生產時間

If(前製程 $j-1$ 開始加工時間 + 前製程 $j-1$ 第一批移轉批量製造
的時間 < 8)

製程 j 開始日期=前製程 j-1 開始日

製程 j 開始時間=前製程 j-1 開始時間+(前製程 j-1
生產時間/(計劃單 i 生產數量/移轉批量))

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 \geq 今日產能)

(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間)/8 = 商數+餘數

製程 j 結束日期=製程 j 開始日期+商數

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+餘數

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 $<$ 今日產能)

製程 j 開始日期=製程 j 結束日期

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+製程 j 生產時間

If(前製程 j-1 時間 $>$ 製程 j 時間)

If(前製程 j-1 生產時間-(製程 j 生產時間-製程 j 最後一批
生產的時間)=X \geq 8)

製程 j 開始日期=前製程 j-1 開始日+(前製程 j-1 開始時間
+X)/8 之商數

製程 j 開始時間=(前製程 j-1 開始時間+X)/8 之餘數

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 \geq 今日產能)

(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間)/8 = 商數+餘數

製程 j 結束日期=製程 j 開始日期+商數

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+餘數

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 $<$ 今日產能)

製程 j 開始日期=製程 j 結束日期

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+製程 j 生產時間

If(前製程 j-1 生產時間-(製程 j 生產時間-製程 j 最後一批
生產的時間)=X $<$ 8)

製程 j 開始日期=前製程 j-1 開始日期

製程 j 開始時間=前製程 j-1 開始時間+X

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 \geq 今日產能)

(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間)/8 = 商數+餘數

製程 j 結束日期=製程 j 開始日期+商數

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+餘數

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 $<$ 今日產能)

製程 j 開始日期=製程 j 結束日期

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+製程 j 生產時間

If(製程 j 的日產量 $<$ 滿板數)移轉批量=日產量

If(前製程 j-1 時間 $<$ 製程 j 時間)

If(前製程 j-1 開始加工時間+前製程 j-1 第一批移轉批量
製造的時間 \geq 8)

製程 j 開始日期=前製程 j-1 開始日+前製程 j-1 做完一個
批量的時間

製程 j 開始時間=(前製程 j-1 開始時間+前製程 j-1
第一批生產時間)mod8

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 \geq 今日產能)

(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間)/8 = 商數+餘數

製程 j 結束日期=製程 j 開始日期+商數

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+餘數

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 $<$ 今日產能)

製程 j 開始日期=製程 j 結束日期

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+製程 j 生產時間

If(前製程 j-1 開始加工時間+前製程 j-1 第一批移轉批量
製造的時間 $<$ 8)

製程 j 開始日期=前製程 j-1 開始日

製程 j 開始時間=前製程 j-1 開始時間+(前製程 j-1
生產時間/(計劃單 i 生產數量/移轉批量))

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 \geq 今日產能)

(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間)/8 = 商數+餘數

製程 j 結束日期=製程 j 開始日期+商數

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+餘數

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 $<$ 今日產能)

製程 j 開始日期=製程 j 結束日期

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+製程 j 生產時間

If(前製程 j-1 時間 $>$ 製程 j 時間)

If(前製程 j-1 生產時間-(製程 j 生產時間-製程 j 最後一批生產的時間)=X \geq 8)

製程 j 開始日期=前製程 j-1 開始日+(前製程 j-1

開始時間+X)/8 之商數

製程 j 開始時間=(前製程 j-1 開始時間+X)/8 之餘數

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 \geq 今日產能)

(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間)/8 = 商數+餘數

製程 j 結束日期=製程 j 開始日期+商數

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+餘數

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 $<$ 今日產能)

製程 j 開始日期=製程 j 結束日期

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+製程 j 生產時間

If(前製程 j-1 生產時間-(製程 j 生產時間-製程 j 最後一批生產的時間)=X $<$ 8)

製程 j 開始日期=前製程 j-1 開始日期

製程 j 開始時間=前製程 j-1 開始時間+X

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間 \geq 今日產能)

(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間)/8 = 商數+餘數

製程 j 結束日期=製程 j 開始日期+商數

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+餘數

If(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間<今日產能)

製程 j 開始日期=製程 j 結束日期

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+製程 j 生產時間

3.2.3 移轉批量的演算步驟

Step 1 計算計劃單數

計算計劃單數目，計劃單 i 從第一筆計算到 ubound

Step 2 計算製程數

計算計劃單製程數目，製程數 j 從第一筆計算到 ubound

Step 3 計算計劃單各製程所需加工時數

計劃單 i 的各製程 j 所需加工的時數 = 計劃單 i 需求數量 / (製程 j 日產量/8)

Step 4.1 定義移轉批量數

若製程 j 的日產量 > 滿板數，則移轉批量 = 滿板數

Step 4.2 定義移轉批量數

若製程 j 的日產量 < 滿板數，則移轉批量 = 日產量

Step 5.1 判斷前製程與後製程時間長短，若前製程 j-1 時間 < 製程 j 時間

Step 5.2 判斷前製程與後製程時間長短，前製程 j-1 時間 > 製程 j 時間

Step 5.1.1 判斷前製程加上第一批移轉批量製造時間是否大於一天產能

前製程 j-1 開始加工時間 + 前製程 j-1 第一批移轉批量製造的時間
≥ 8

Step 5.1.2 判斷前製程加上第一批移轉批量製造時間是否大於一天產能

前製程 j-1 開始加工時間 + 前製程 j-1 第一批移轉批量製造的時間
< 8

Step 5.2.1 若前製程 j-1 生產時間 - (製程 j 生產時間 - 製程 j 最後一批生產的時間) = X ≥ 8)

製程 j 開始日期 = 前製程 j-1 開始日 + (前製程 j-1 開始時間 + X) / 8
之商數

製程 j 開始時間=(前製程 j-1 開始時間+X)/8 之餘數

Step 5.3.1 前製程 j-1 生產時間-(製程 j 生產時間-製程 j 最後一批生產的時間)=X<8)

製程 j 開始日期=前製程 j-1 開始日期

製程 j 開始時間=前製程 j-1 開始時間+X

Step 5.3.2 前製程 j-1 開始加工時間+前製程 j-1 第一批移轉批量製造的時間<8)

製程 j 開始日期=前製程 j-1 開始日

製程 j 開始時間=前製程 j-1 開始時間+(前製程 j-1 生產時間/(計劃單 i 生產數量/移轉批量))

Step 5.1.1.1 若前製程加上第一批移轉批量製造時間>=一天產能，計算製程 j 開始日期及時間

製程 j 開始日期=前製程 j-1 開始日+前製程 j-1 做完一個批量的時間

製程 j 開始時間=(前製程 j-1 開始時間+前製程 j-1 第一批生產時間)mod8

Step 5.1.2.1 若前製程加上第一批移轉批量製造時間>=一天產能，計算製程 j 開始日期及時間

製程 j 開始日期=前製程 j-1 開始日

製程 j 開始時間=前製程 j-1 開始時間+(前製程 j-1 生產時間/(計劃單 i 生產數量/移轉批量))

Step 6.1 若製程 j 開始時間+製程 j 生產時間>=今日產能

(製程 j 開始時間+製程 j 生產時間)/8 = 商數+餘數

製程 j 結束日期=製程 j 開始日期+商數

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+餘數

Step 6.2 若製程 j 開始時間+製程 j 生產時間<今日產能

製程 j 開始日期=製程 j 結束日期

製程 j 結束時間=製程 j 開始時間+製程 j 生產時間

3.3 有限產能堆疊

本研究生產規劃系統除了加入移轉批量以縮短完工時間，且以有限產能進行產能堆疊，使產能得以有效使用。每日可用產能為 8 小時，針對已發放工單各途程可適用機台，選擇可用的機台，利用有限的剩餘產能進行機台選擇並計算剩餘可用產能，若可用產能小於 8 小時則可進行產能堆疊。反之則選擇其他可用的機台，或是將生產時間延後，產能堆疊後產生規劃的預計開始時間及結束時間作為產能堆疊的資訊。若進行加班則增加可用時數，一天最多為 3 小時，若進行途程外包，則將現有途程所佔據的產能移除。

3.3.1 產能堆疊邏輯

本研究所使用的產能堆疊邏輯，如圖 3.10。

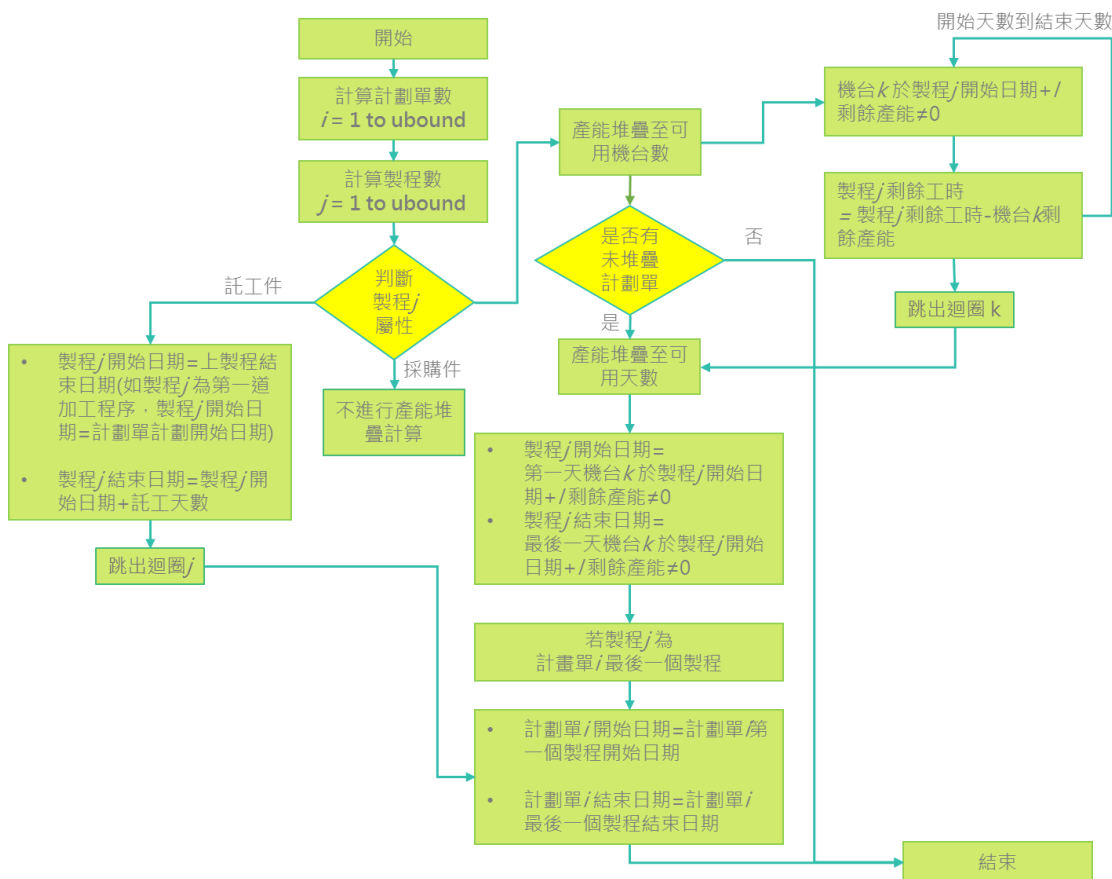


圖 3.10 產能推疊邏輯圖(資料來源：本研究整理)

3.3.2 產能堆疊的虛擬碼

以下為進行產能堆疊運算時，所用的虛擬碼

```
For i = 1 to ubound(計畫單數)
  For j = 1 to ubound(製程數)
    If(製程 j=託工件)
      製程 j 開始日期=上製程結束日期(如製程 j 為第一道加工程
      序，製程 j 開始日期=計畫單計畫開始日期)
      製程 j 結束日期=製程 j 開始日期+託工天數
      跳出迴圈 j
    End if
    If(製程 j=採購件)
      跳過製程 j 產能堆疊計算
      跳出迴圈 j
    End if
    For l=0 to ubound(可用天數)
      For k=1 to ubound(可用機台數)
        If(機台 k 於製程 j 開始日期+l 剩餘產能≠0)
          製程 j 剩餘工時=製程 j 剩餘工時-機台 k 剩餘產能
          跳出迴圈 k
        End if
      Next
      If(製程 j 剩餘工時=0)
        製程 j 開始日期=第一天機台 k 於製程 j 開始日期+l 剩餘產能≠0
        製程 j 結束日期=最後一天機台 k 於製程 j 開始日期+l 剩餘產能≠0
        跳出迴圈 j
      End if
    Next
  End if
  If(製程 j 為計畫單 i 最後一個製程)
```

計畫單 i 開始日期=計畫單 i 第一個製程開始日期
計畫單 i 結束日期=計畫單 i 最後一個製程結束日期
跳出迴圈 j
End if
Next
Next

3.3.3 產能堆疊的演算步驟

Step 1 計算計劃單數

計算計劃單數目，計劃單 i 從第一筆計算到 ubound

Step 2 計算製程數

計算製程數目，計劃單的製程 i 從第一筆計算到 ubound

Step 3 判斷製程 j 屬性

製程 j 屬性分為託工件、採購件及廠內生產的製程

Step 4.1 若製程 j 屬性為託工件

(1)製程 j 開始日期=上製程結束日期(如製程 j 為第一道加工程序，製程 j 開始日期=計劃單計劃開始日期)

(2)製程 j 結束日期=製程 j 開始日期+託工天數

Step 4.2 若製程 j 屬性為採購件

採購時間不進行產能堆疊計算

Step 4.3 若製程 j 屬性為廠內生產製程

將產能堆疊至可用機台數

Step 5 計算選擇的機台開始日期並加上本機台剩餘的產能

機台 k 於製程 j 開始日期+ l 剩餘產能 $\neq 0$

Step 6 若step5不等於0，則計算製程 j 剩餘工時

製程 j 剩餘工時= 製程 j 剩餘工時-機台 k 剩餘產能

Step 7 跳出迴圈 k

計算完各製程堆疊各機台，則跳出迴圈 k

Step 8.1 計算產能堆疊時間

計算各機台進行各製程產能堆疊的時間

Step 9 產能堆疊至可用天數

(1)製程 j 開始日期=

第一天機台 k 於製程 j 開始日期+ l 剩餘產能 $\neq 0$

(2)製程 j 結束日期=

最後一天機台 k 於製程 j 開始日期+ l 剩餘產能 $\neq 0$

Step 10 若製程 j 為計畫單 i 最後一個製程

(1)計畫單 i 開始日期=計畫單 i 第一個製程開始日期

(2)計畫單 i 結束日期=計畫單 i 最後一個製程結束日期

3.4 系統發展

系統架構可概分為以下五大部分，概要說明如下：一、使用者介面由 Excel VBA 進行輸入；二、FCPPS 系統功能為呈現產能負荷、模擬工單發放及規畫生產排程；三、規劃模組以移轉批量及有限產能邏輯運算進行產能規劃；四、資料單元由資料庫及運算邏輯建立；五、產出為 Excel 報表，系統架構圖如圖 3.11。

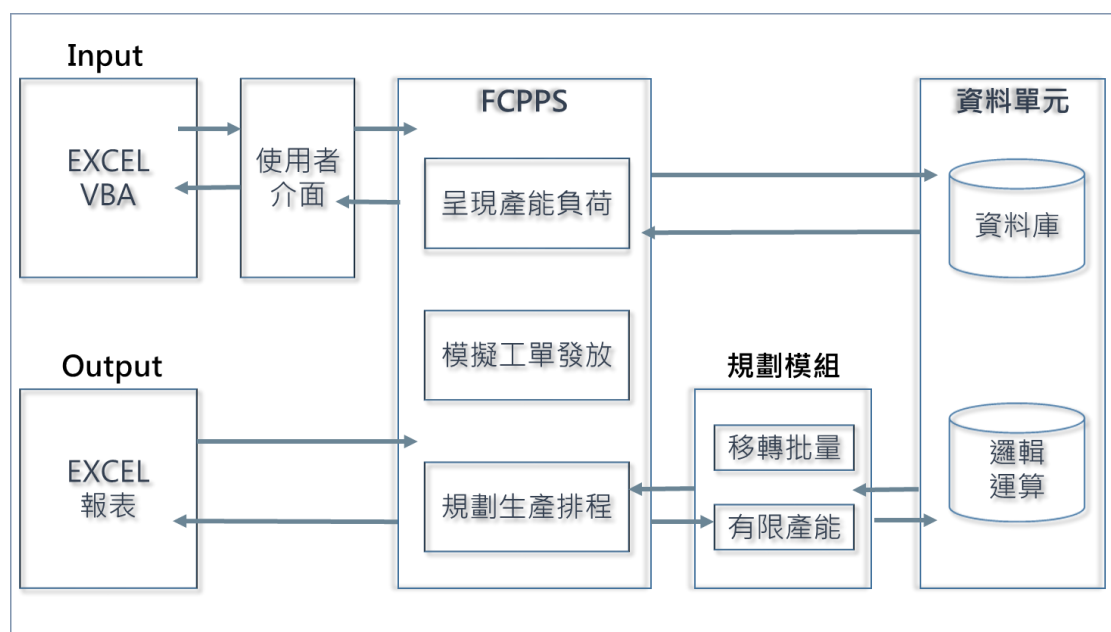


圖 3.11 系統架構圖(資料來源：本研究整理)

由於本研究欲發展的有限產能生產規劃系統必須符合使用者需求及現行資訊應用系統的限制，因此，本研究使用 OMG(Object Management Group) 組織在 2001 年所提出 MDA (Model Driven Architecture) 的軟體發展概念。透過 MDA 所定義的軟體發展模型開發系統，進一步達到更順利的跨平台目標，解決一般在開發系統時維護原始程式碼的困難，即較高一層的系統文件資料仍須使用人工進行維護以保持系統的一致性與正確性。在 MDA 的架構中，系統發展過程如圖 3.12 所示，主要包含四個階段：1.需求分析階段，2.系統分析階段，3.系統設計階段及 4.系統開發與測試階段。

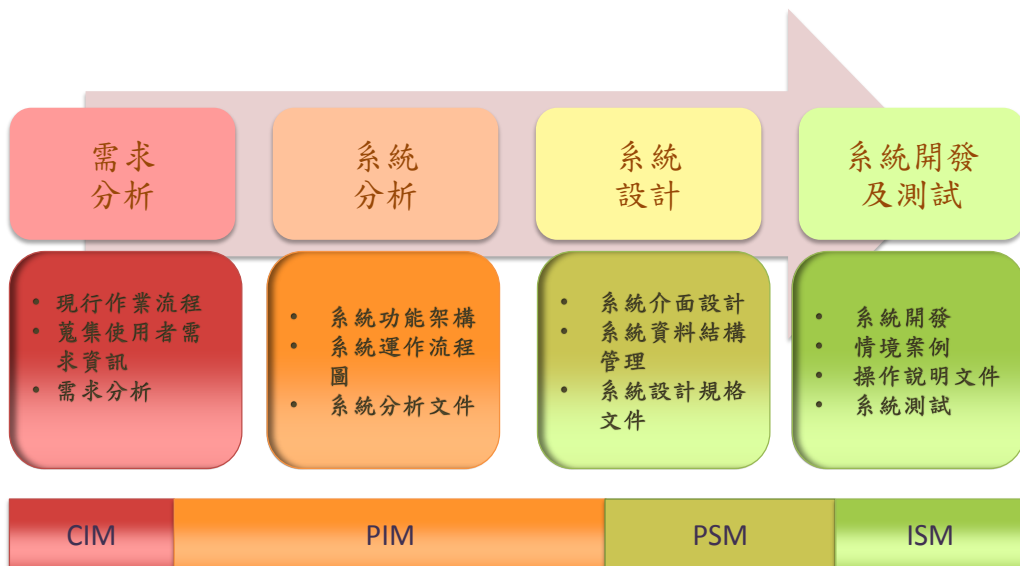


圖 3.12 系統發展過程(資料來源：本研究整理)

以下分別對各階段進行方法簡單說明：

1. CIM (Computational Independent Model)

不展示系統的架構，以與電腦無關的觀點看待系統，是商務使用者在訪談中，以他們的角度描述需求。

2. PIM (Platform Independent Model)

PIM 是一種抽象的模型，單純描述企業規則和功能，使用完整定義的語法和語義讓電腦可以自動解譯，由於只是一種抽象的描述文件所以在不涉及開發技術與系統運作平台下可以將問題描述的更為明確，此階段主要是描述如何解決企業運作的問題，最常見的方法是以統一塑模語言(Unified Modeling Language, UML)來完成此階段的塑模。

3. PSM (Platform Specific Model)

PSM 是將上一階段 PIM 產生的文件轉換成使用者指定平台；相對於 PIM，此階段是相依於特定平台技術，如有關於 SQL Server 的 PIM 就轉換為相對應技術，像是"Table"、"Primary Key"等相關 pattern，都在此階段進行轉換。

4. ISM (Implementation Specific Model)

因為上一階段 PSM 已經轉換為使用者指定的技術平台，所以此階段只需根據 PSM 的相關文件轉換為程式碼即可。

MDA 的基本精神在於先不考慮任何資訊技術，CIM 與 PIM 都是抽象的模型，CIM 以使用者的角度描述使用者需求；PIM 則專注在各領域應用系統的模型化，但仍不考慮使用的技術，到了 PSM 階段可以透過 PIM 與 PSM 的模型，彼此間根據 MDA 制定之標準以及模型間所定義的轉換規則自動轉換。而最終步驟 ISM 階段則是 PSM 到軟體程式碼的自動生成。MDA 的關鍵是軟體開發過程中，每個階段(或步驟)的產出均是下一個階段的輸入，MDA 的發展生命週期跟其他的系統開發模式(例如，瀑布式或 RUP 模式)的系統發展生命週期並無差別，但主要的差別是在發展過程中步驟的產出，強調該產出主要是由電腦可以理解的模式表達，在需求分析階段對應到 MDA 的 CIM，此階段的產出主要是以文字敘述，這些產出式進行分析工作的主要來源，該階段的產出主要是建構出 PIM，而 PIM 是進行低階設計階段的主要資訊來源，該階段主要是建構出 PSM，而 PSM 則是進程式編譯階段的主要資訊來源，該階段的產出主要是建構出程式碼。針對各階段的工作項目分別說明如下：

3.4.1 需求分析

由於發展資訊系統的目的是要開發使用者真正想要的且需要的系統，因此，我們必須清楚了解使用者對於系統的目標與需求，如此一來，開發出來的系統才能讓使用者使用。在得到使用者需求之前，須先了解使用者現行的作業流程，因此，本研究首先需要了解現行作業流程，再掌握使用者對於這套新系統之使用需求。過去有許多方法都被用來定義使用者需求，本研究以訪談的方式針對未來會使用這套系統的關鍵使用者進行訪談，訪談結果範例呈現如表 3.3。

表 3.3 資訊系統服務需求(資料來源：本研究整理)

資訊系統服務需求	
需求日 2013/06/01	服務需求單位 生產管理
主要使用者 使用單位：生管部、各站生管、製造部、 後勤管理部門	需求發起人 發起單位：東海企業資源整合 系統研究室
服務需求類型 ○資訊策略計劃 ○現有應用程序改善 ○不確定	

資訊系統服務需求

- 新應用程式研發
- 現有應用程式維護
- 其他_____

簡敘問題、機會與行動

生物管規劃流程中，因各站生產特性極其不同，導致各製程間生產不平衡，且各站為獨立排程規劃，在局部最佳化下，缺少整合性大排程架構，無法掌控。

簡敘預期成果

本研究希望以生產線平衡，以合理的生產批量及生產機台數量，解決多階段製程間製程特性差異大的問題。並以有限產能生產規劃系統，加入移轉批量壓縮完工日期，並將現況及模擬生產資訊結果以圖表呈現，即可查看廠內機台負荷和工單資訊，對瓶頸站加以控管。並進行調整工單模擬發放之情形，期望以規劃產出的建議排程結果協助生管人員排程時間及負擔，提升排程之準確度及效益。

執行

- 可行性評估審核

指派給

- 可行性評估免核

核定預算

- 需求延誤
2014/05/31

開始日期_2013/06/01_結案日期

- 需求駁回

積壓執行日

理由_____

授權簽章：_____

授權簽章：

主席,執行執導機構

需求發起人

製表人：翁玉潔

在需求分析中，根據使用者需求描述使用者需求，我們將更深入的分析每一個需求功能，換言之，我們將進一步的使用其他系統分析手法。

我們以要因特性分析，藉由此手法分析因果關係、訂定系統改善之目標並描述此系統之限制，如表 3.4：

表 3.4 要因特性分析(資料來源：本研究整理)

要因特性分析	
專案名稱：不平衡多階段類流程式之有限產能生產規劃系統	專案管理者：王立志教授

要因特性分析			
製作者：翁玉潔		最後更新者：翁玉潔	
製作日期：2013/02/04		最後更新日：2013/02/04	
要因特性分析		系統改善目標	
問題或機會	要因特性	系統目標	系統限制
不平衡多階段類流程式之有限產能生產規劃系統	1. 生產各站製程特性不平衡 2. 無法掌控在製品數量 3. 局部最佳化(各站排程依提高稼動率為準則)	1. 將生產資訊系統化，減輕生管人員排程負荷，以協助生產排程 2. 呈現廠內負荷 3. 利用此系統模擬排程，並進行工單資訊之調整	1. 目前未能規劃在製品量最佳解 2. 無法自動排程

以下使用魚骨圖探討現況分析，將造成某項結果的眾多原因，以系統的方式圖解之，亦即以圖表來表達結果（特性）與原因（要因）之間的關係找出問題主要原因，藉以提出解決方案。而魚骨圖是有方向性的，它的方向有不同意義，魚頭向右是用來找問題的原因，魚頭向左則是用來找方法對策。分析一個事件時，要再找原因之後進行對策分析，如此一來，這樣才是完整的分析，魚骨圖現況分析如圖 3.13 及圖 3.14。

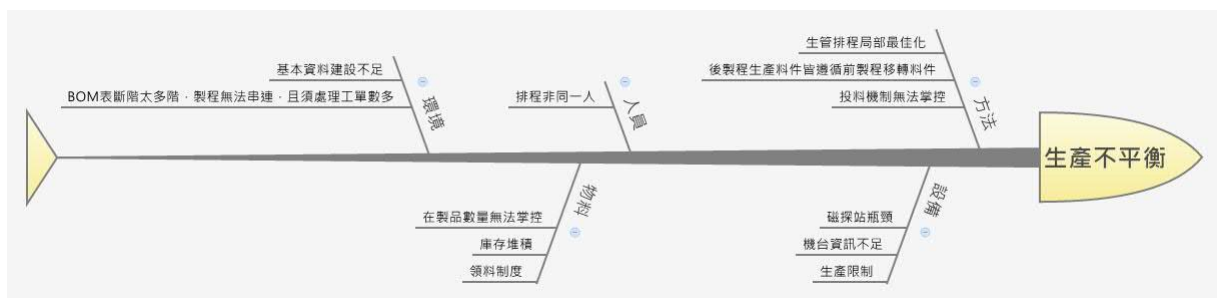


圖 3.13 魚骨圖(找問題的原因) (資料來源：本研究整理)

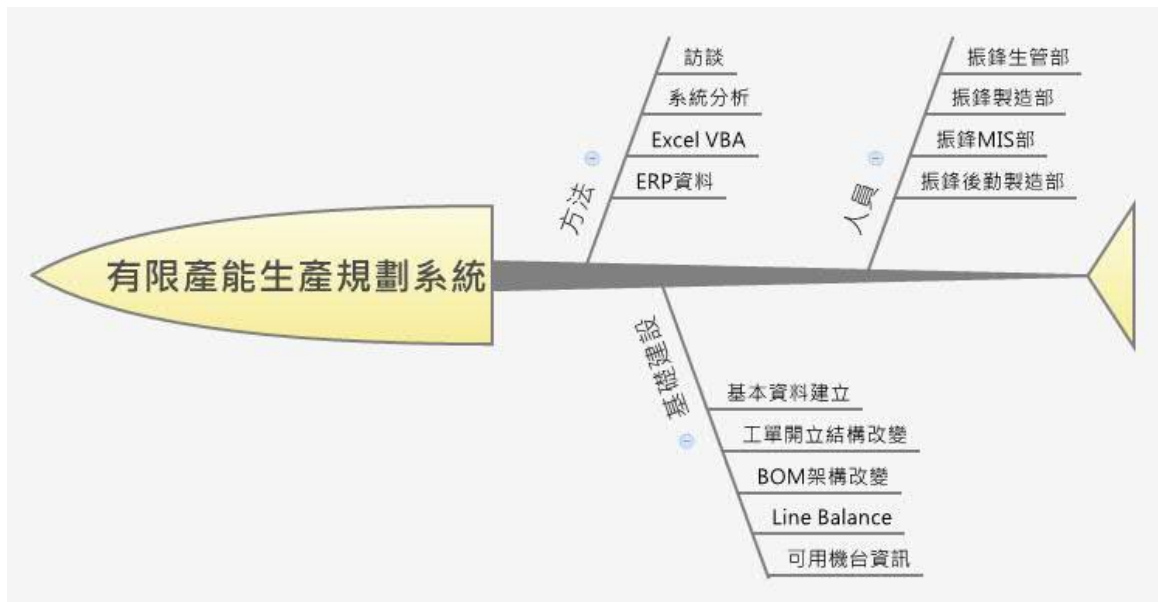


圖 3.14 魚骨圖(問題的對策) (資料來源：本研究整理)

3.4.2 系統分析

我們得到系統需求的資訊，做系統化的分析，並找到對於此系統所要達到之目標。此系統之使用者包含生管人員、製造人員、IE 人員及後勤製造部人員，而 MIS 人員及本研究則負責此系統之開發，使用此系統之關聯圖 (Context Diagram) 如圖 3.15：

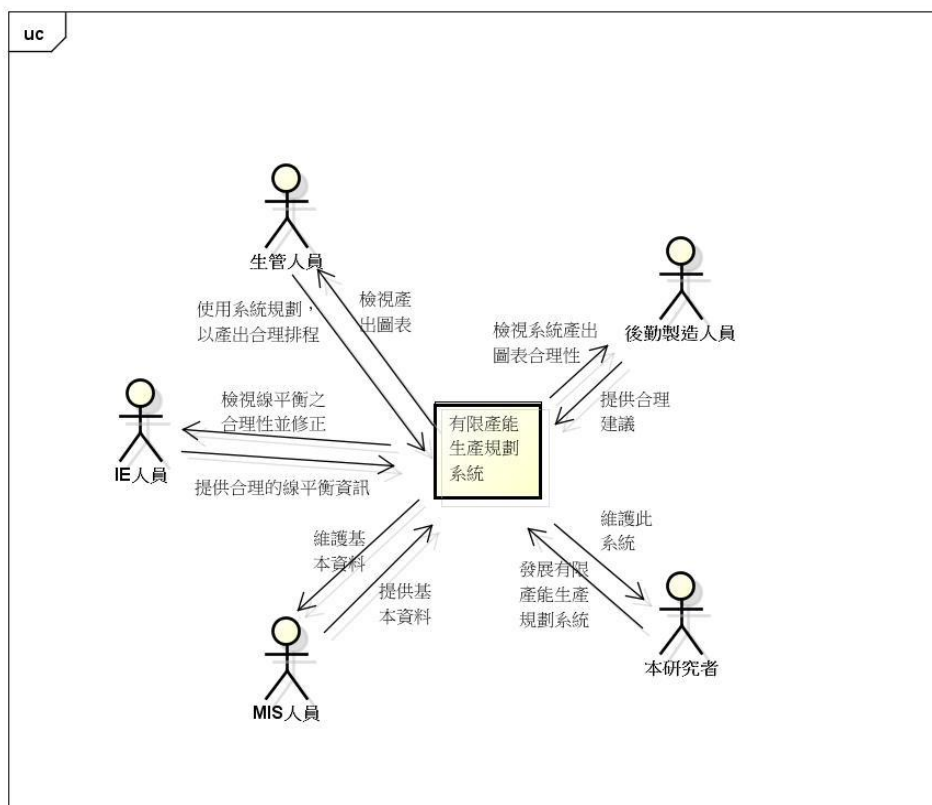
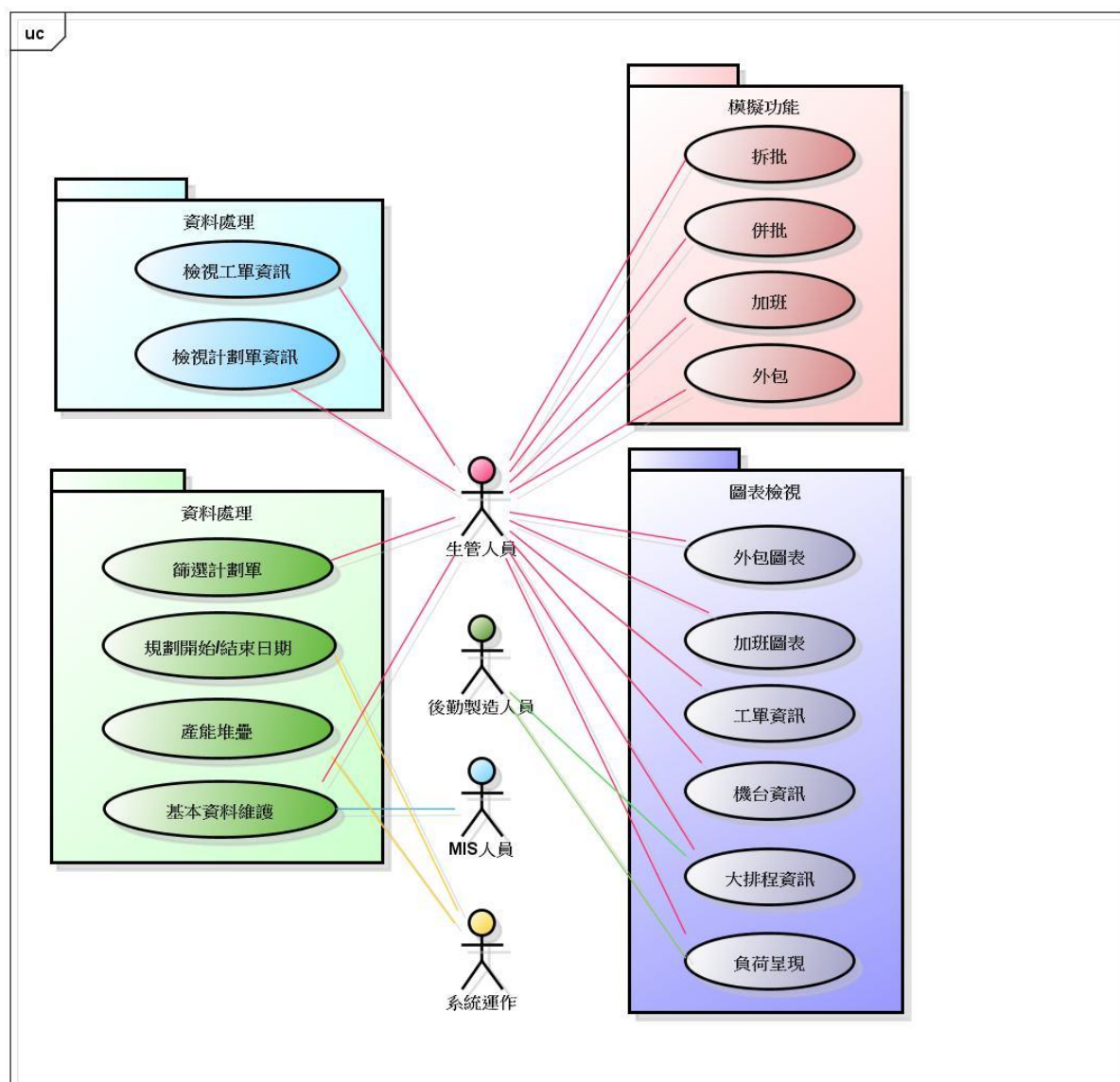


圖 3.15 關聯圖 Context Diagram(資料來源：本研究整理)

了解此系統的使用背景關聯後，再使用使用案例圖(Use-Case Diagram)，從使用者的觀點呈現系統功能的需求，描述系統的行為者與系統間的互動行為與關係。使用案例圖(Use-Case Diagram)，主要分為以下兩個部分：

- Actor：代表使用者與系統使用案例互動的代表，一般而言角色可為：人(human)、硬體設備(hardware device)、其他系統，而非只針對人而已。
- Use Case：使用案例描述系統要完成的成果，而不是如何進行，通常 Use Case 是一個動作，例如：檢視工單資訊、篩選計劃單等等…

本研究的使用案例圖如圖 3.16，分別有四個子案例及 16 個案例，呈現彼此之間相互的關係與行動。



powered by Astah

圖 3.16 使用案例圖 Use-Case Model Diagram(資料來源：本研究整理)

將上述各個與此系統相關的使用案例以使用案例詞彙表(Use-Case Glossary)做一敘述，並描述相關使用者及使用者所扮演的角色，如表 3.5。

表 3.5 使用案例詞彙表(Use-Case Glossary) (資料來源：本研究整理)

Use-Case Glossary		
Use-Case Name	Use-Case Description	Participating Actors and Roles
檢視工單資訊	檢視已發放工單資訊	生管人員(主要使用者)
檢視計劃單資訊	檢視未來 3 個月所需生產之計劃單資訊	生管人員(主要使用者)
篩選計劃單	可依篩選條件篩選欲查看的計劃單	生管人員(主要使用者)
規劃開始/結束日期	有限生產規劃系統依照預計開始/結束日，透過移轉批量結合產能堆疊，展算合理的規劃開始/結束日期	系統運作(主要運作)
產能堆疊	系統透過可用機台計算機台所剩餘的產能，並將各製程所需佔用的產能，依序堆疊至可用機台	系統運作(主要運作)
基本資料維護	主要途程資料、基本資料由 MIS 人員於 SAP 維護，生管人員需更新變動的基本資料，如 BOM 表、途程、生產線平衡及可用機台資訊	MIS 人員(主要使用者) 生管人員(輔助使用者)
拆批	可將批量過大的計劃單，拆成數批生產	生管人員(主要使用者)
	可將相同料號的計劃	生管人員(主要使用者)

Use-Case Glossary		
併批	單，合併生產	
加班	可將某天某台機台產能增加作加班模擬	生管人員(主要使用者)
外包	可將某天某製程產能增加作外包模擬	生管人員(主要使用者)
外包圖表	將模擬後的外包調整作圖表呈現，以檢視合理性	生管人員(主要使用者)
加班圖表	將模擬後的加班調整作圖表呈現，以檢視合理性	生管人員(主要使用者)
工單資訊	將模擬後的資訊以工單角度呈現，並產生新的規劃開始及結束日期	生管人員(主要使用者)
機台資訊	將模擬後的資訊以機台角度呈現，可看出哪天那些機台生產哪些工單，且剩下多少產能	生管人員(主要使用者)
大排程資訊	此表為主要做一整體的檢視的報表，檢視某料號的製程於某日生產，並看出前後製程建議開始生產及結束日	生管人員(主要使用者) 後勤製造人員(檢視資訊合理性)
負荷呈現	由負荷圖表可檢視廠內某機台、某張計劃單或某張工單所佔用的產能，可檢視出何為瓶頸，並加以作模擬調整	生管人員(主要使用者) 後勤製造人員(檢視資訊合理性)

若只透過Use-Case的圖形化表達，是不夠的，還有許多需求細節需要

透過一般的文字，仔細地記錄下來才行。因此，除了案例圖，我們還會使用「案例敘述」(Use Case Narrative)將所需要的條件，而只取出有效率，對於系統有重大影響以及對於情境描述有幫助之部分，此部份如表3.6：

使用者案例名稱	大排程資訊	
簡短說明	此表為主要做一整體的檢視的報表，檢視某料號的製程於某日生產，並看出前後製程建議開始生產及結束日	
參與者	生管人員、後勤製造人員	
相關使用案例	外包圖表、加班圖表、工單資訊、機台資訊、負荷呈現	
活動流程	參與者	系統
	Step2：選擇檢視大排程資訊 Step4：檢視大排程資訊報表的合理性	Step1：生產排程規劃 Step3：匯出報表

表 3.6 案例敘述 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

以下使用循序圖進行描述系統運作時物件間的互動行為，著重於時間的先後順序為主軸，以表達物件間的訊息傳遞與處理程序，如圖 3.17。

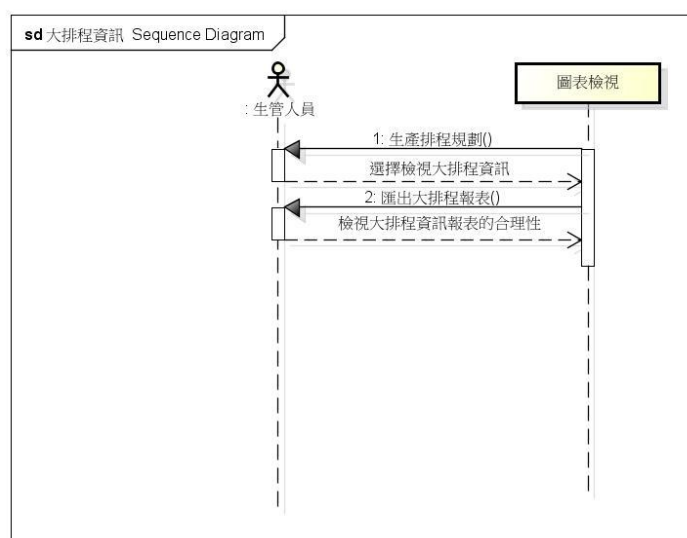


圖 3.17 大排程循序圖(資料來源：本研究整理)

以下使用活動圖(Activity Diagram)呈現各個行動之間的流程，概念和傳統的流程圖一樣，但可表達的意義更多，如圖 3.18。

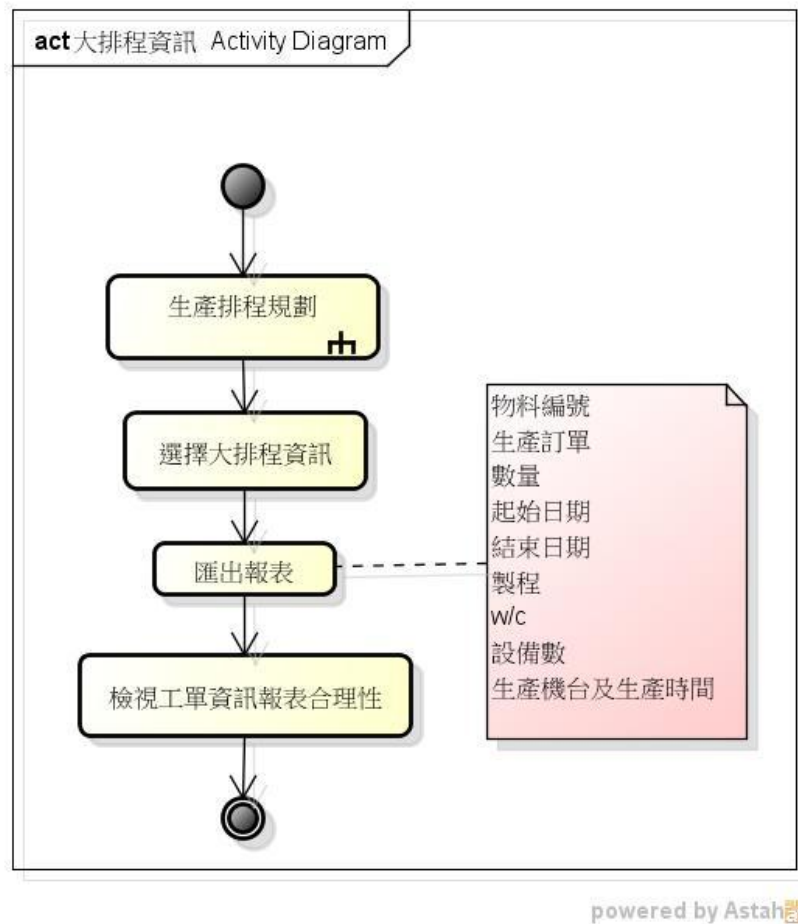


圖 3.18 大排程資訊活動圖(資料來源：本研究整理)

3.4.3 系統設計

系統設計階段包含使用者介面設計與資料庫設計，以下先介紹整個系統運作的流程。

1. 系統運作流程

此 FCPPS 系統以 Excel VBA 工具與現行 ERP 系統整合進行生產規劃，並模擬工單發放時廠內負荷及工單調整資訊之情形，產出建議規劃排程結果，期望給生管人員一合理的排程資訊。換言之此系統就是搭配生管排程，作一有限產能生產規劃。

系統架構圖如圖 3.19，可看出此有限產能生產規劃系統分為四部分，分別為生產線平衡建置、由 SAP 產生之資訊、有限生產規劃系統及生管排程。

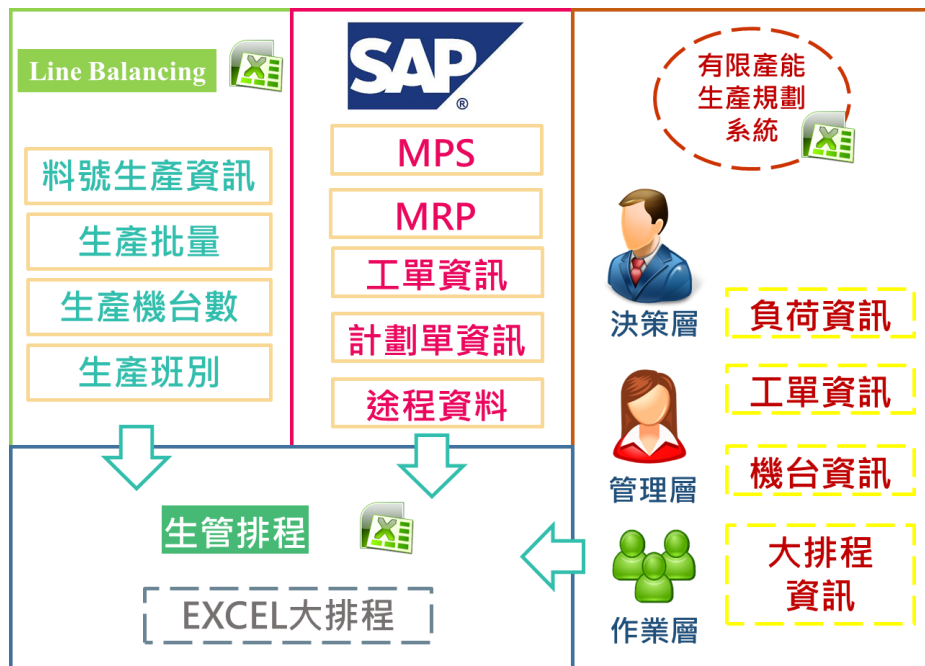


圖 3.19 FCPPS 架構圖(資料來源：本研究整理)

在系統發展前，透過使用者需求訪談，瞭解使用者需求，先繪製出一流程圖作為發展之依據，並依其流程步驟完成系統開發，圖 3.20 為系統運作流程圖，預計分為 6 大部份，說明如下：

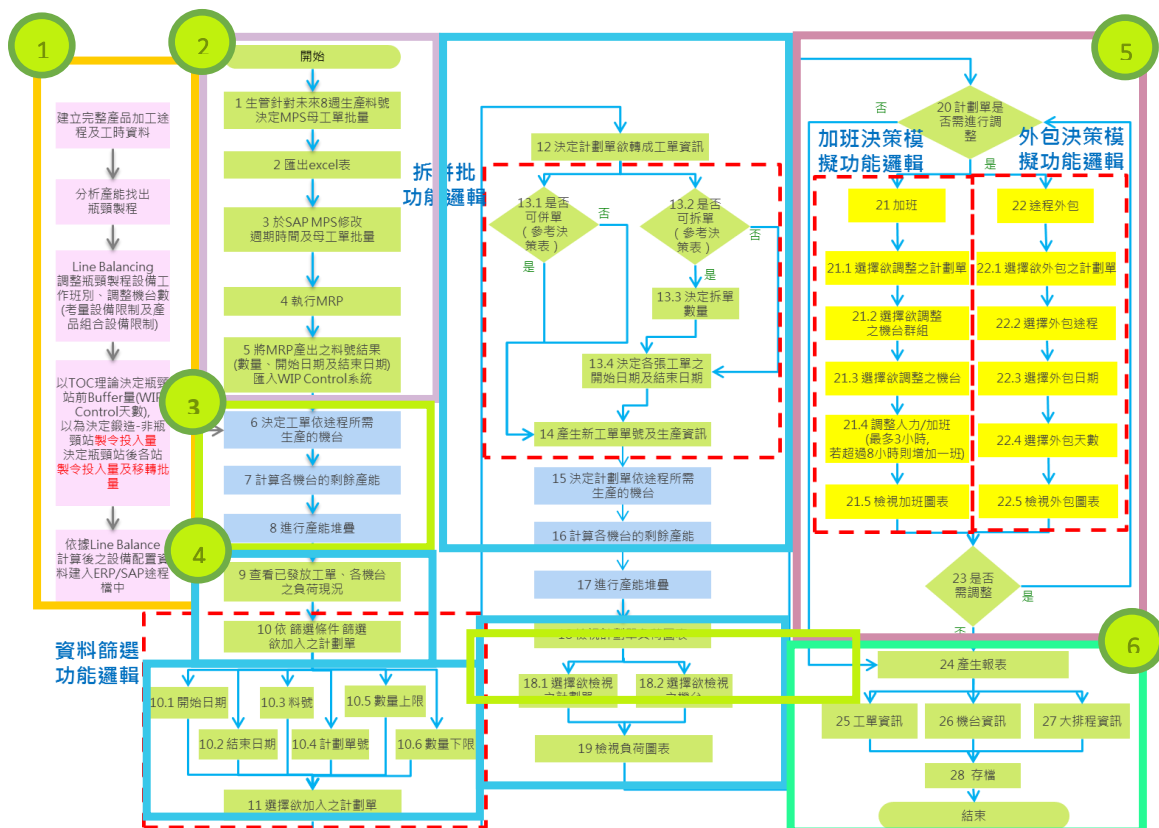


圖 3.20 FCPPS 運作流程圖(資料來源：本研究整理)

(1) 主生產計劃(Master planning schedule ; MPS)

在 SAP 系統依據現有庫存、訂單預測，將未來 8 週生產策略

的成品料號作規劃，決定每週需生產的數量批量，以達生產平衡。並將其 MPS 結果匯出於 excel 表，進行生產數量微調，再於 SAP 系統進行修改，以得到最適之生產批量，最後再重新執行 MRP。

(2) 現況資料由 MRP 匯入有限產能生產規劃系統，進行產能負荷及建議排程運算

(3) 模擬欲加入之計劃單，進行拆併批決策

排程時首先決定是否將此計劃單進行拆批量或是併批量之決策，隨即決定各張工單之生產批量及開始生產日期，並產生新工單單號及資訊。此有限產能生產規劃系統則會依決定之計劃單轉為工單之資訊，進行生產負荷及在製品量變化之模擬，以呈現新的工單加入後，生產負荷是否仍在工單達交日期範圍內。

(4) 對於欲發放計劃單進行調整模擬之情形

模擬加入之計劃單投入若超出訂定之交期，則需進行工單資訊之調整。調整資訊可進行加班及外包之調整，進行一資訊之調整，需查看是否超出交期之標準。

(5) 儲存規劃結果

所有規劃動作完後即儲存規劃之工單資訊，並將此規劃結果產出報表，以便下次規劃參考及檢討。

經過數個月執行此系統，需將不適合之參數作修正，依各站情況進行調整，以更符合現實狀況。

2. 有限產能生產規劃系統 FCPPS 五步驟

本系統由四個主要部分互相配合達成，經由參考整體性計算後所訂定之生產線平衡資訊，並於有限產能生產規劃系統查看在製品量並進行控管及模擬工單發放情形之控制系統，搭配生產排程，希望藉此協助解決對於各站生產特性所造成之不平衡及在製品量難以掌控之問題。而有限產能生產規劃系統內部進行之五個步驟，如圖 3.21：

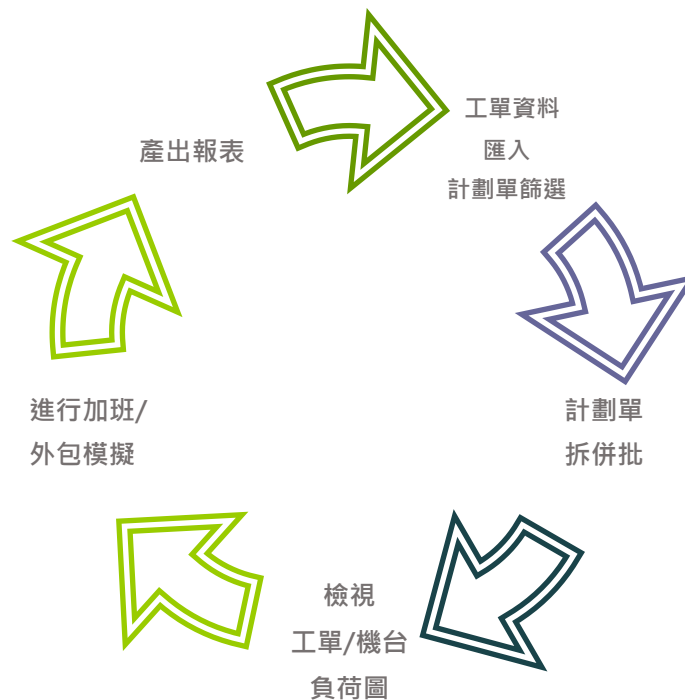


圖 3.21 FCPPS 五步驟(資料來源：本研究整理)

3. 資料管理

資料管理包含此系統所需要的資料格式與匯入/匯出方式設計，資料來源包含 SAP 中維護之基本資料庫檔、excel 所維護的生產線資料檔及生管維護生產料號對應機台之檔案。資料之管理架構如圖 3.22。

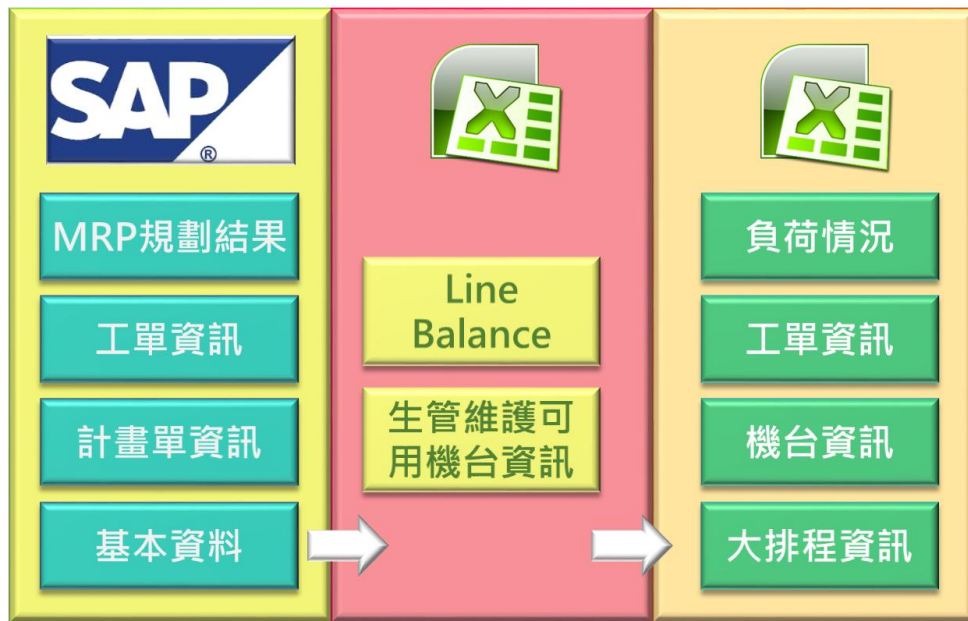


圖 3.22 資料管理圖(資料來源：本研究整理)

以下為 VBA 程式內，撰寫所需用到基本資料及運算功能之名稱之間的關聯，分為 4 大組：a 組為基本資料，b 組為開始結束日及產能堆疊計算，c 組為加班及外包模擬之計算邏輯，d 組部分則為表單產出所需使用之資料。如圖 3.23。

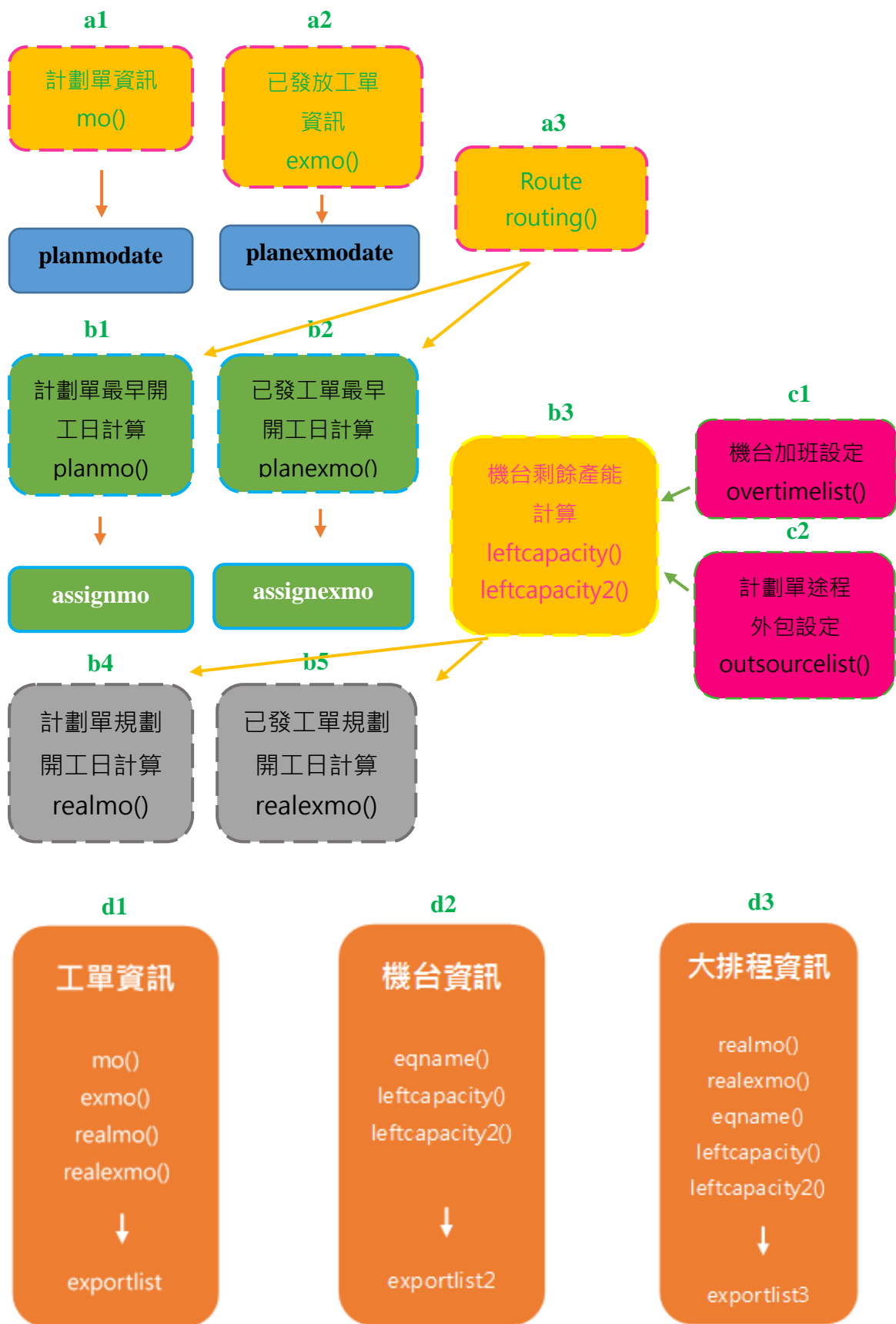


圖 3.23 資料關聯圖(資料來源：本研究整理)

3. 使用者介面設計

內容涵蓋在系統操作介面上，需要包含哪些功能選單或是操作按鍵，並說明系統操作程序中，所包含的每一個需求功能，如表 3.7 至表 3.13。

表 3.7 篩選條件的 UI 工具定義(資料來源：本研究整理)

UI 標題：篩選條件		
描述：此介面為以 6 個篩選條件篩選欲加入模擬的計劃單。		
Toolkit title	Toolkit Type	Functionality and Conception
開始日期	TextBox	輸入欲加入的計劃單開始日期進行篩選
結束日期	TextBox	輸入欲加入的計劃單結束日期進行篩選
計劃單號	ComboBox	選擇欲加入的計劃單單號進行篩選
料號	TextBox	輸入欲加入的料號進行篩選
數量上限	TextBox	輸入欲加入的計劃單數量上限進行篩選
數量下限	TextBox	輸入欲加入的計劃單數量下限進行篩選
篩選	CommandButton	決定進行篩選一動作
存入基本資料	CommandButton	將基本資料存入系統

表 3.8 已發放工單資訊的 UI 工具定義(資料來源：本研究整理)

UI 標題：已發放工單資訊		
描述：此介面為呈現在途已發放工單資訊。		
Toolkit title	Toolkit Type	Functionality and

UI 標題：已發放工單資訊		
		Conception
工單單號 物料料號 數量 開始日期 結束日期	ListBox	呈現在途已發放工單資訊

表 3.9 計劃單資訊的 UI 工具定義(資料來源：本研究整理)

UI 標題：計劃單資訊		
描述：此介面為呈現篩選後的計劃單資訊，並利用併批->拆批按鈕進行拆批或併批的決定。		
Toolkit title	Toolkit Type	Functionality and Conception
計劃單號 物料料號 數量 開始日期 結束日期	ListBox	呈現篩選後的計劃單資訊
併批->拆批	ToggleButton	選擇拆批或併批的動作

表 3.10 加班&外包調整的 UI 工具定義(資料來源：本研究整理)

UI 標題：加班&外包調整		
描述：此介面為對於模擬工單發放資訊條件進行調整，可進行加班至各機台的模擬或外包的某途程的模擬。		
Toolkit title	Toolkit Type	Functionality and Conception
加班：WC	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲進行模擬加班的工作中心
加班：EQG	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲進

UI 標題：加班&外包調整		
		行模擬加班的機台群組
加班：EQ	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲進行模擬加班的機台
加班：日期 / 月	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲模擬進行加班日期的月份
加班：日期 / 日	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲模擬進行加班日期的日期
加班：時數	TextBox	輸入欲模擬加班的時數，最多 3 小時
工單單號	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲進行模擬外包的工單單號
外包途程	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲進行模擬外包的途程
外包數量	ScrollBar	此滑動捲動軸可選擇欲進行模擬外包的數量
外包日期 / 月	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲進行模擬外包日期的月份
外包日期 / 日	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲進行模擬外包日期的日期
天數	TextBox	輸入欲進行模擬某途程外包的天數

表 3.11 模擬工單開立-拆批的 UI 工具定義(資料來源：本研究整理)

UI 標題：模擬工單開立-拆批		
描述：此介面為呈現選取後欲進行拆批的計劃單資訊。		
Toolkit title	Toolkit Type	Functionality and Conception

UI 標題：模擬工單開立-拆批		
工單單號 計劃單號 料號 數量 開始日期 結束日期	ListBox	呈現選取後欲進行拆批的計劃單資訊，並可選取某計劃單，輸入拆批數量、開始日期及結束日期

表 3.12 模擬工單開立-併批的 UI 工具定義(資料來源：本研究整理)

UI 標題：模擬工單開立-併批		
描述：此介面為呈現選取後欲進行併批的計劃單資訊。		
Toolkit title	Toolkit Type	Functionality and Conception
工單單號 計劃單號 料號 數量 開始日期 結束日期	ListBox	呈現選取後欲進行併批的計劃單資訊
重設	CommandButton	清除拆併批模擬的資料

表 3.13 圖表輸出的 UI 工具定義(資料來源：本研究整理)

UI 標題：圖表輸出		
描述：此為主要欲呈現輸出圖表的介面。		
Toolkit title	Toolkit Type	Functionality and Conception
計劃工單	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲檢視負荷的某筆計劃工單
已發放工單	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲

UI 標題：圖表輸出		
		檢視負荷的某筆已發放工單
機台	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲檢視負荷的某台機台
報表種類	ComboBox	此下拉式選單為選擇欲檢視的報表種類，分別有工單資訊、機台資訊及大排程資訊
開始日期	TextBox	輸入開始日期以檢視日期區間的負荷情況
結束日期	TextBox	輸入結束日期以檢視日期區間的負荷情況
進行運算	CommandButton	將規劃模擬的資訊進行產能規劃運算
輸出圖表	CommandButton	決定將圖表輸出以便檢視
清除圖表	CommandButton	將全部的負荷圖清空
匯出報表	CommandButton	匯出選擇欲呈現的報表

本研究以 Excel VBA 工具為基礎作一有限產能生產規劃系統 FCPPS 介面設計，系統畫面分為六大部份，各部份功能介紹如圖 3.24：

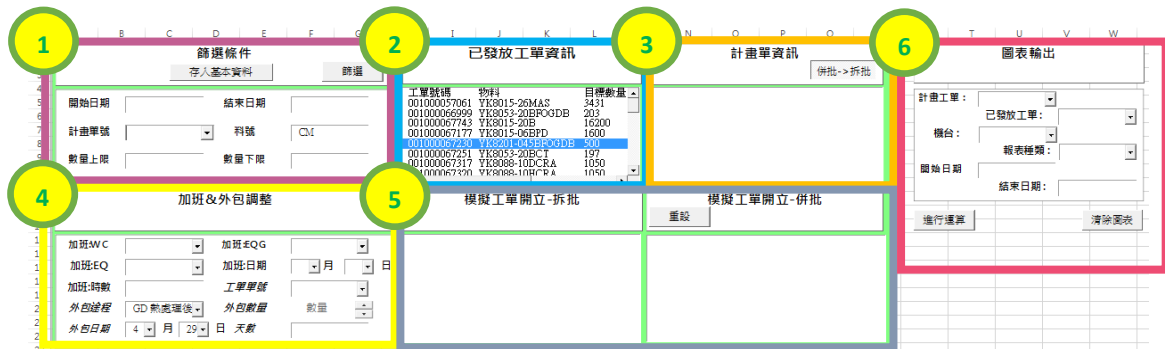


圖 3.24 FCPPS 介面示意圖(資料來源：本研究整理)

1. 篩選條件

資料來源由 MRP 所規劃之結果而來，產生預計開工日及完工日，我們將規劃之資料結果匯入有限產能生產規劃系統後，並以此結果做為基礎，將資訊進行規劃。首先，將欲發放之需求計劃單做條件篩選，使計劃單數量減少，而篩選條件為：開始日期、結束日期、計劃單號、物料料號、數量上限及數量下限。依篩選條件篩選後之計劃單，則會在第三欄呈現篩選後之計劃單資訊。

2. 已發放工單資訊

此欄位呈現目前已發放的在途工單資訊，資訊欄位有工單單號、物料料號、數量、開始日期及結束日期。

3. 計劃單資訊

此欄位經篩選條件篩選後可呈現預計模擬發放的計劃單資訊，資訊欄位有計劃單單號、物料料號、數量、開始日期及結束日期。由此欄位決策是否將相同料號的計劃單進行併批，或是將生產數量過多的計劃單進行拆單決策。

4. 調整模擬

為了使產能增加或是調整不符交期的計劃單，可透過調整模擬動作進行模擬，模擬功能分為兩部分，分別為加班及外包。如果欲增加產能時數小於 8 小時，則可透過加班功能針對各機台作加班之模擬，其模擬動作為：選擇工作中心→選擇加班機器群組選擇加班機台→選擇加班月份→選擇加班日期→選擇加班時數，以進行加班之模擬，且可產出模擬加班之相關圖表資，如圖 3.25。

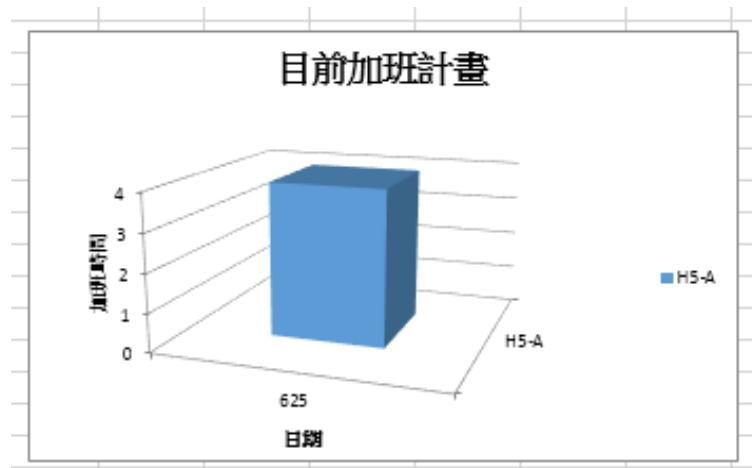


圖 3.25 加班圖表(資料來源：本研究整理)

假如因為產能不足或是加工製程所需時間過長，則可透過外包某途程進行模擬，其模擬動作為：選擇計劃單號→選擇欲外包途程→輸入外包數量→選擇加班月份→選擇加班日期，則可進行途程外包，且可產出模擬外包之相關圖表資訊，如圖 3.26。

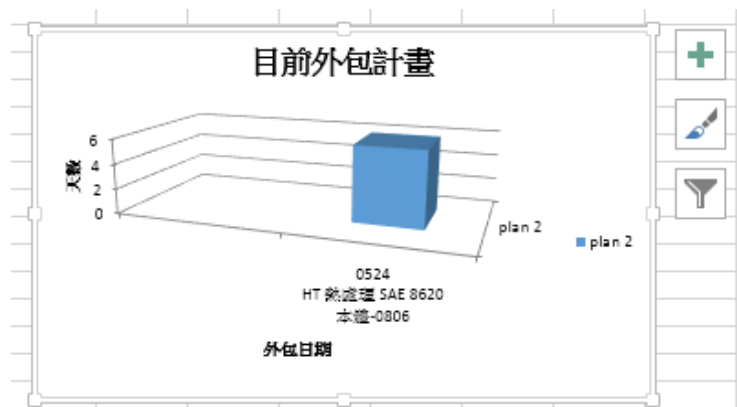


圖 3.26 外包圖表(資料來源：本研究整理)

5. 工單拆併批

經由 MRP 規劃出的開始結束日期篩選預計發放之計劃單資訊，決定是否轉換成生產工單，並參考由生產線平衡的合理開工批量、班數及機台數作拆批或併批之決策。若此計劃單之數量過大，則將此計劃單之數量拆成數批工單，避免生產數量太大造成生產時間太長而使現場在製品堆積過久，而影響產出時間。若計劃單生產之料號生產數量不多，可將其他同料號的計劃單合併進行生產，產生一新的工單，以減少換模次數。

6. 圖表輸出

圖表輸出可依使用者想要知道的資訊呈現規劃資料及結果。負荷圖

可分為工單負荷及機台負荷之長條圖。模擬報表為加班報表及外包報表。三大報表可分為工單資訊、機台資訊及大排程資訊。

工單資訊為模擬計畫單加入後規劃出的結果，其中包含了在途工單的資訊，可由此表單檢視由 ERP 產出預計開工及完工日，及由系統規劃後計算的規劃開工日及規劃完工日。由此表單可進行檢驗規劃後結果之合理性，是否超出交期，若規劃結果不如預期，則可調整計劃單的資訊，選擇重新規劃、加班或外包計劃，如圖 3.27。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	計畫單號	料號	數量	工單單號	預計開工日	規劃開工日	預計完工日	規劃完工日		
2										
3	PLAN01	8-015-07	7673	plan 1	20130519	20130507	20130619			
4	PLAN02	YK8015-07B	7482	plan 2	20130720		20130820			
5	PLAN03	YK8015-07MAS	1494	plan 3	20130524		20130624			
6										
7		YK8025-07BFO	2825	MO1	20130613	20130619	20130713	20130614		
8		YK8025-13B	6330	MO2	20130617	20131014	20130717	20130730		
9		YK8025-10B	6492	MO3	20130522	20131029	20130622	20130810		
10		YK8015-07B	5036	MO4	20130511		20130611			
11		YK8025-07L	6233	MO5	20130528	20130510	20130628	20130615		
12		YK8026-10LFO	1030	MO6	20130520	20130507	20130620	20130507		
13		YK8025-07B	1709	MO7	20130716	20131030	20130816	20130819		
14		YK8025-10B	5637	MO8	20130510	20131114	20130610	20130909		
15		YK8039-07B	5331	MO9	20130509		20130609			
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										

圖 3.27 工單資訊(資料來源：本研究整理)

機台資訊為模擬計畫單加入後規劃出的結果，可由此表單檢視機台在每日所生產的計劃單及工單有哪些，並進行檢驗規劃後結果之合理性，機台負荷是否過大，可調整計劃單的資訊，選擇重新規劃、加班或外包計劃，如圖 3.28。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	機台名稱	20130507	20130508	20130509	20130510	20130511	20130512	20130513	20130514	20130515	20130516	20130517	20130518	20130519	20130520	20130521
2	f1															
3	f3	MO6 : 7														
4	f4															
5	f14	MO6 : 7														
6	f16	MO6 : 2														
7	A01															
8	A08															
9	A12															
10	B03															
11	B01				MO8 : 0	MO8 : 0		MO8 : 0	MO8 : 0	MO8 : 0	MO8 : 0	MO8 : 0	MO8 : 0		MO8 : 0	MO8 : 0
12	E5															
13	H1-A															
14	H2-A															
15	H4-A			MO5 : 0	MO5 : 6											
16	H5-A	MO5 : 0	MO5 : 0	MO5 : 0												
17	P01															
18																
19																
20																
21																
22																
23																

圖 3.28 機台資訊(資料來源：本研究整理)

大排程資訊為主要檢視的建議生產規劃結果，其中包含了在途工單的資訊，可由此表單檢視各製程所使用生產的機台在哪時生產、生產了多少時間的各個詳細資訊。由此表單可進行檢驗規劃後結果之合理性，是否超出交期，若規劃結果不如預期，則可調整計劃單的資訊，選擇重新規劃、加班或外包計劃，如圖 3.28。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	物料編號	生產訂單	數量	起始日期	結束日期	製程	W/C	設備數	20130507 星期二	20130508 星期三	20130509 星期四	20130510 星期五	20130511 星期六
2	8-015-07	plan 1	7673										
3				20130507	20130507	FK(組裝)		1					
4	YK8015-07B	plan 2	7482										
5	YK8015-07MAS	plan 3	1494										
6	YK8025-07BFO	MO1	2825										
7				20130614	20130614	SA(裁切)		1					
8				20130614	20130614	FG(銜造)		1					
9				20130614	20130615	HR(正常化)		1					
10				20130615	20130619	GDB(噴砂)		1					
11	YK8025-13B	MO2	6330										
12				20130617	20130730	CM(CNC銑床)		1					
13				20130730	20130822	CT(機械加工)		1					
14				20130822	20130827	CTA(機械加工)		1					
15				20130827	20130829	EG(磨毛邊)		1					
16				20130829	20130912	HT(熱處理)		1					
17				20130912	20131012	GD(噴砂)		1					
18				20131012	20131014	MS(磁探)		1					
19	YK8025-10B	MO3	6492										
20				20130522	20130810	CM(CNC銑床)		1					
21				20130810	20130821	CT(機械加工)		1					
22				20130821	20130829	CTA(機械加工)		1					
23				20130829	20130902	EG(磨毛邊)		1					

圖 3.29 大排程資訊(資料來源：本研究整理)

3.4.4 系統開發及測試

開發此系統時，需先設計幾個測試情境，加以驗證此系統的功能是否符合使用者需求。當系統測試可行，則將真實資料倒入，進行系統上線。試行幾個月後，若實際需求有落差，則可進行調整，以提供更精確之模擬。

第四章 產業案例

4.1 產業案例簡介

舉凡工業或個人所使用之安全掛鉤生產，屬於機械五金加工產業之範疇。安全掛鉤產品可分為五大類，包含合金鋼安全起重鍊吊鉤、鋼索連接件、高級卸克、工業安全帶五金零件及不銹鋼製鋼索配件。2005 年全球安全吊鉤市場產值約為新台幣 145.35 億元，產業整體成長率維持在 15~16%。雖然安全吊鉤市場規模不大，但原本市場內安全供應商數目較少，再加上金融海嘯的衝擊，造成部分的廠商陸續退出市場，使得安全吊鉤市場逐漸形成群雄割據，少數廠商佔領的情況。Y 公司之產品包括工業用所需大型鉤具與個人用安全配件，由於其產品具有市場競爭力且為全球化市場，使 y 公司營運版圖囊括歐洲、紐西蘭、澳洲等國家。

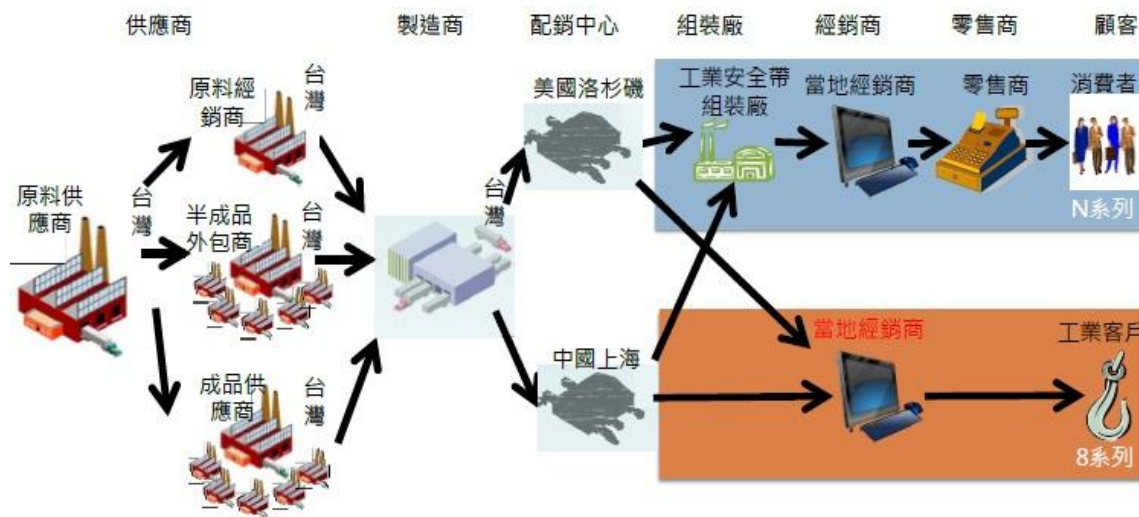


圖 4.1 機械五金加工產業供應鏈示意圖(資料來源：本研究整理)

然而，工業用所需大型鉤具之技術層次較繁雜，市場上的產品品質也參差不齊，且產品於製造完成後，須透過各地的經銷商，銷售到下游的各製造業工廠，如圖 4.1。工業用的大型鉤具屬於客製化之產品，但在最小訂購量與採購經濟批量兩者不對等的情形下，容易造成存貨過多的情形；而個人用安全配件屬於代工型模式，其技術層次相較於工業用掛鉤低，競爭廠商彼此間產品品質差異不大，然而其產品細項類別繁多且客製化程度高。由於個人配件產品屬於計劃性生產的方式，雖規模較大的顧客會提供業者年度的銷售預測以便生產，但如果遇到新產品開發市場，業界的業務單位對銷售預測準確性掌握度不高，供應商在產能上時常有負荷不堪的情

形發生，而無法配合業者的生產排程需求。因此，如何降低成本、減少浪費、縮短生產週期時間、進而提升產能利用率，為機械五金加工業界面對未來龐大市場需求的挑戰。

整體而言，本產業生產安全掛鉤產品為多階段類流程式生產，各工件具有數個相類似的處理過程，經過數台機台的加工處理，但各個工件的加工順序不一定相同，其生產製程分為四大段，分別有鍛造課、加工課、熱處理課及組裝課。但各站之間的生產製程特性極為不同，鍛造課為單樣產品進行大量生產；而加工課卻為少量多樣的生產特質，且生產線內有多部機台、多種製程、生產多產品的特性；再者熱處理課為少量多樣及多量多樣兼具的生產特質且為併批生產；最後組裝課則是以人進行組裝少量多樣與多量少樣特質兼具的生產方式，其四大站生產特性極其不平衡。由於工業用的大型鉤具和個人用安全配件之接單策略不相同，且各站之間的生產製程特性差異極大，又因各站之間設備的數量與設備特性都不盡相同，進而造成了以下的問題，如圖 4.2 所示：

1. 各製程間生產週期時間不平衡
2. 機台負荷、生產進度狀態、WIP 數量掌控不易，造成現場 WIP 量多且放置時間長
3. 因各站之間串聯度不夠，品質狀況回饋速度慢

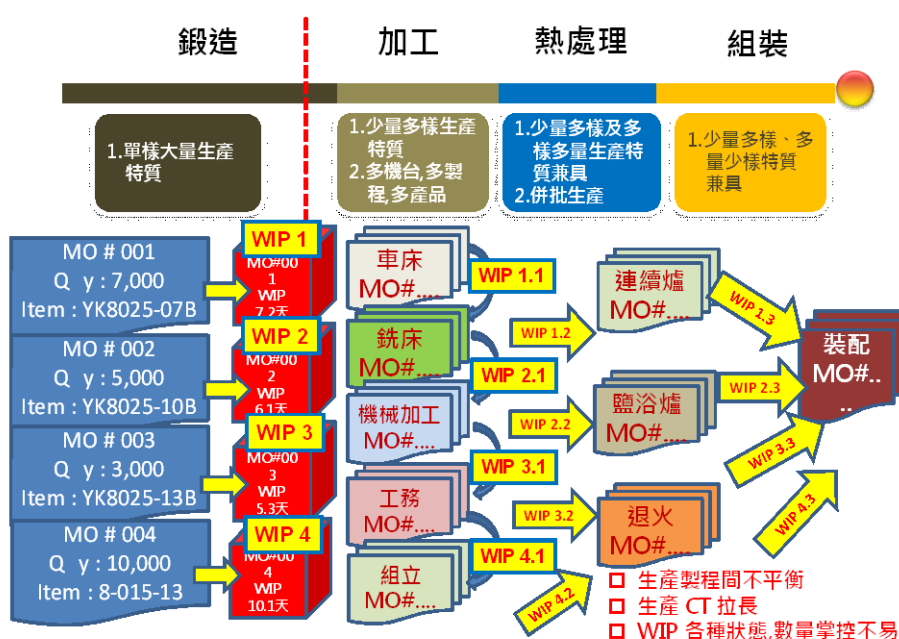


圖 4.2 各站生產特性及 WIP 現況示意圖(資料來源：本研究整理)

如上所述，由於Y公司各站製程的生產特性及各站的設備數量與特性差

異極大，雖然投入了相當高的經費在機台設備的硬體上，也投入了相當多精神在建置軟體系統之上，如SAP ERP系統，但對於現行作業與作業之間的串聯度仍不足，各階製程的生產規劃與排程作業都是人工以excel處理，造成了各站與各站之間資訊無法串聯、生管人員必須花相當長的時間針對各階生產線的各站進行獨立的生產排程，此種作法不但出錯機率較大、資料的保存性及整體性亦較不足，更造成在製品居高不下、接單至出貨時間長。

Y公司生產現行規劃流程如圖4.3，規劃前端由業務接的客戶訂單及公司進行生產預測的數量，進入MRP進行規劃，產出計劃性的工單開始及結束日期，生管人員由MRP產出之結果，分別以各階段各大站製程由EXCEL進行人工的生產排程規劃，再將計劃單於SAP系統轉成工單，已投入產線進行生產。由此現行生產規劃流程可知，MRP規劃前無MPS預先進行規劃，由MRP規劃產出的結果是極其不準確的。再者，生產排程分成多階段局部性規劃，缺乏整體性規劃，容易造成資訊串聯度不夠，且生產排程由EXCEL規劃，生管人員需花費很多的時間進行規劃。再者，因生產製程間製程特性差異極其不平衡，若未先進行生產線平衡調整合理的生產批量及適當的生產機台數，則無法使生產順暢。

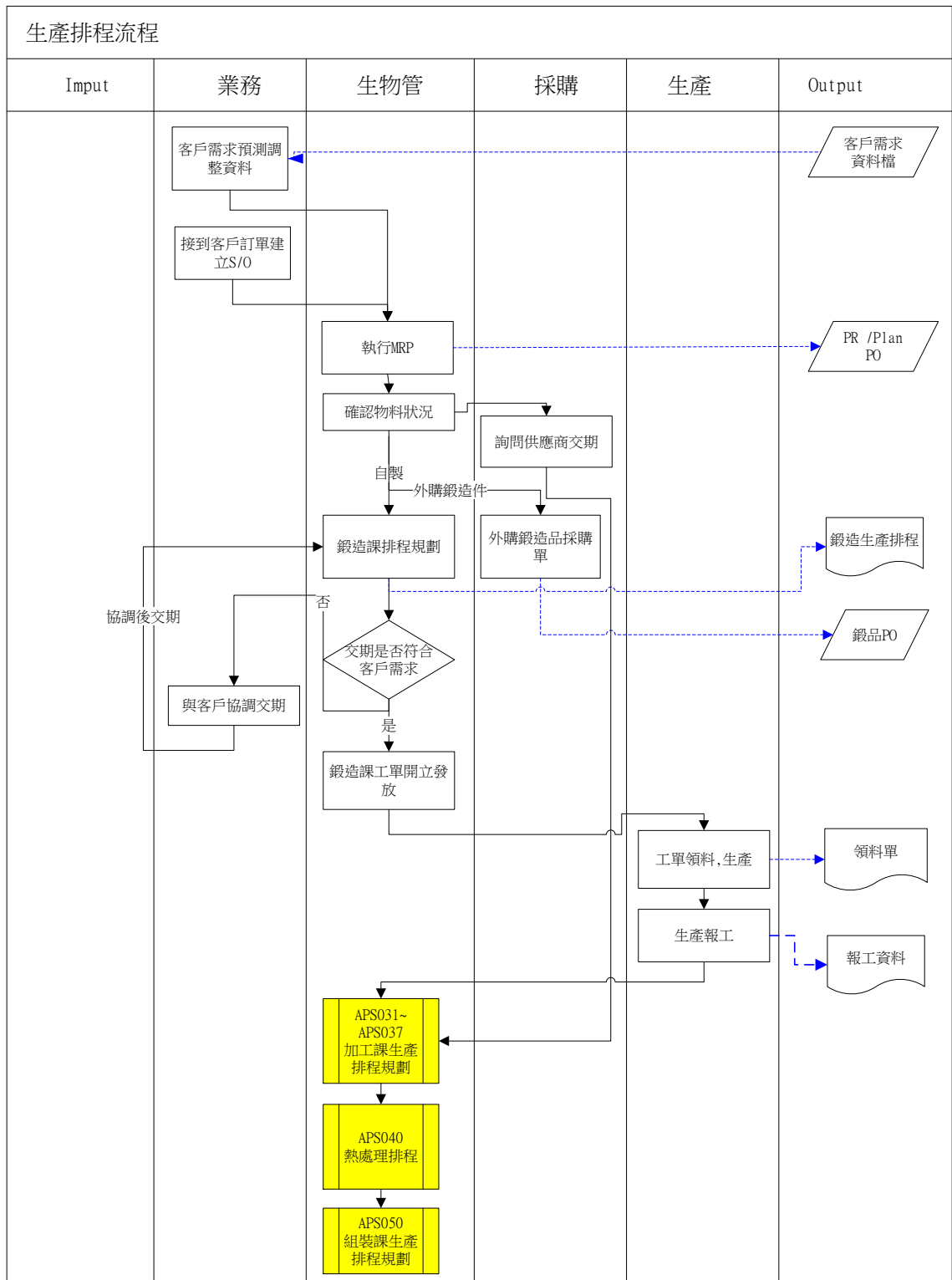


圖 4.3 現行生產排程流程(資料來源：本研究整理)

因此，本研究針對現行生產排程流程進行整體生產規劃，生產規劃流程如圖4.4，跨越了三大系統：ERP SAP、Excel及以EXCEL VBA發展之有限產能生產規劃系統工具。規劃流程始於IE單位於ERP內料號基本資料之建立，同時再據以在Excel檔內建立單品線平衡資料，之後由業務單位於ERP內建立銷售預測及客戶訂單→彙由生管主管執行MPS規劃→再將調整後之

MPS結果轉入MRP做為物料規劃依據，產生計畫請購單及計畫工單→此計畫性訂單資料再轉匯入此生產規劃系統內，依據訂單達交日及各站負荷管控標準，進行投料拆併批管理、加班規劃、或委外規劃之參數模擬；將於模擬後之安排修正Excel內的各站排程規劃，並產出相關報表，然後據以調整MRP內計畫單之日期及數量，並發放為正式請購單及工單。

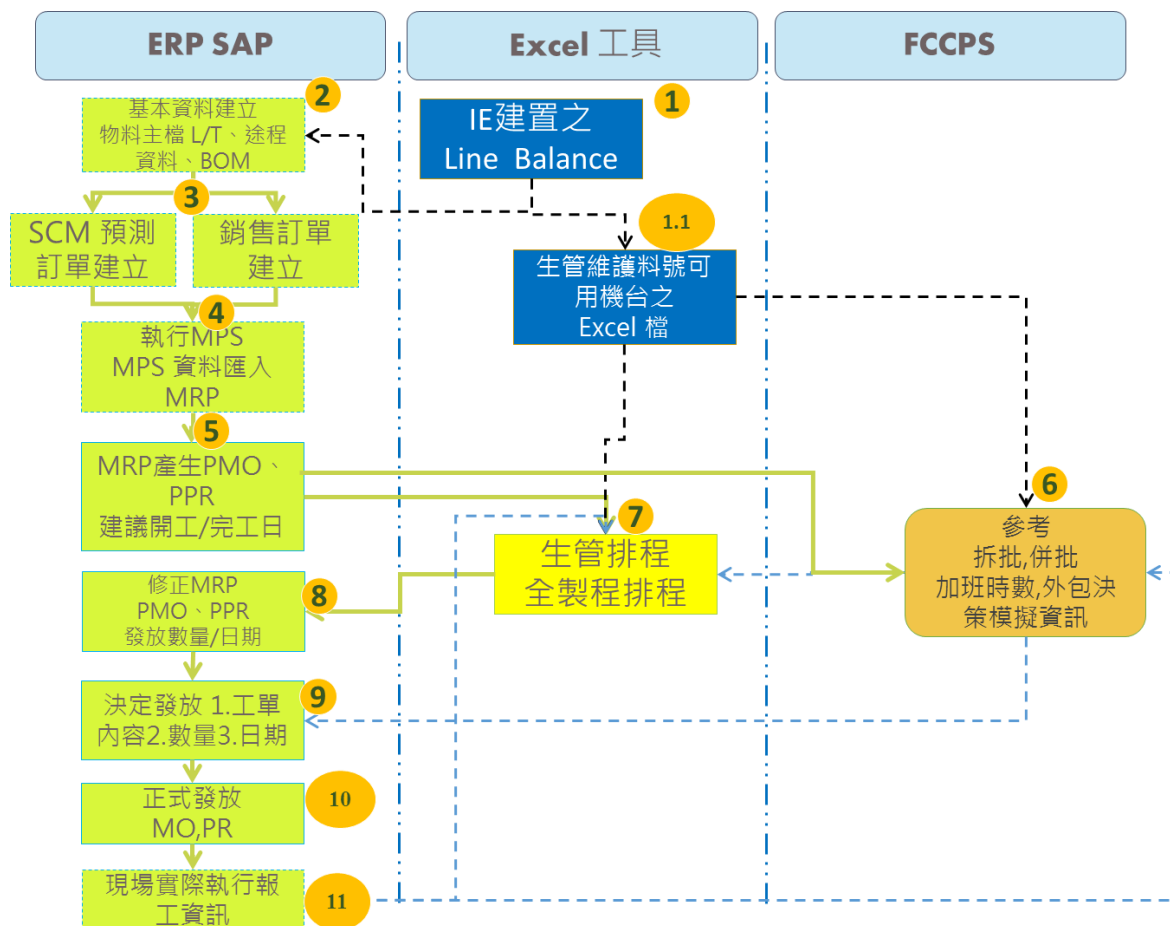


圖 4.4 系統使用生產規劃流程(資料來源：本研究整理)

4.2 情境案例驗證

本節希望藉由建構實際生產管理排程之案例，案例驗證以10筆工單進行規劃，工單資訊如表4.1。驗證本研究所提出系統的可行方法與效用。另一方面藉由真實的案例情況，套用至有限產能之生產規劃系統驗證其正確性。案例驗證將比較人工方式於excel進行排程及使用FCPPS系統進行生產規劃，藉由降低訂單於整體生產的時間，以及移轉批量的運用，使得訂單延遲的情況獲得改善，而總生產途程時間也較原本之規劃模式來的短。

表 4.1 工單資訊(資料來源：本研究整理)

計畫單號	料號	數量	工單單號	預計開工日	預計完工日
754109	YKX041-20BPT	1134	plan 1	20130624	20130626
769651	YKX041-20BMS	174	plan 2	20130621	20130621
966132	YK8303-25ASDT	28	plan 3	20130627	20130627
984046	YK8022-06ASAS	6	plan 4	20130621	20130621
1022784	YK8019-03ASAS	15	plan 5	20130620	20130620
1044101	YK8015-22MAS1	10	plan 6	20130628	20130701
966133	YK8303-25CFDT	28	plan 7	20130627	20130627
1022457	YKN3035YLS/N1765	40	plan 8	20130625	20130625
1028045	YKN3035AS01	40	plan 9	20130625	20130625
1039195	YKN2868G-TRCPLS	50	plan 10	20130625	20130625

經由本系統規劃出來的規劃結果如表 4.2，產生各規劃開始日及規劃完工日，並以此驗證各工單是否可於交期內如期達交。規劃結果依產生大排程所需資訊呈現規劃結果，如圖 4.5，可得知各工單的各製程於各機台所需生產的日期及時間，由此表可得知移轉批量的效果，並經由此資訊做效益評估。

表 4.2 FCPPS 系統規劃工單資訊結果(資料來源：本研究整理)

計畫單號	料號	數量	工單單號	預計開工日	規劃開工日	預計完工日	規劃完工日
754109	YKX041-20BPT	1134	plan 1	20130624	20130624	20130626	20130626
769651	YKX041-20BMS	174	plan 2	20130621	20130621	20130621	20130621
966132	YK8303-25ASDT	28	plan 3	20130627	20130627	20130627	20130627
984046	YK8022-06ASAS	6	plan 4	20130621	20130621	20130621	20130621
1022784	YK8019-03ASAS	15	plan 5	20130620	20130620	20130620	20130620
1044101	YK8015-22MAS1	10	plan 6	20130628	20130628	20130701	20130628
966133	YK8303-25CFDT	28	plan 7	20130627	20130627	20130627	20130627
1022457	YKN3035YLS/N1765	40	plan 8	20130625	20130625	20130625	20130625
1028045	YKN3035AS01	40	plan 9	20130625	20130625	20130625	20130625
1039195	YKN2868G-TRCPLS	50	plan 10	20130625	20130625	20130625	20130625

物料編號	生產訂單	數量	起始日期	結束日期	製程	W/C	設備數	20130619	20130620	20130621	20130622	20130623	20130624	20130625	20130626	計劃單 資訊
YKX041-20BPT	plan 1	1134	20130624	20130626	PT PT MPF 全檢 本體-20		1						E55 7	E55 8	E55 3	
YKX041-20BMS	plan 2	174	20130621	20130621	MS MS 磁探 本體-20		1			H4-A 1						
YK8303-25ASDT	plan 3	28	20130627	20130627	DT DT 攻牙 半成品 25T		1									E04 2
YK8022-06ASAS	plan 4	6	20130621	20130621	AS AS 半成品組立廠內 組合作		1			J1 1						
YK8019-03ASAS	plan 5	15	20130620	20130620	AS AS 半成品組立廠內 組合作		1		J1 1							
YK8015-22MAS1	plan 6	10	20130628	20130628	AS AS 半成品組立廠內 彈體-22		1									J1 1
YK8303-25CFDT	plan 7	28	20130627	20130627	DT DT 攻牙 旋轉頭+內軸螺帽 25T		1									E04 1
YKN3035YLS/N17	plan 8	40	20130625	20130625	LS LS 長彈片 雷射/客戶特殊字體		1							P11 1		
YKN3035AS01	plan 9	40	20130625	20130625	AS AS 半成品組立廠內		1							J5 1		
YKN2868G-TRCPL	plan 10	50	20130625	20130625	LS LS 雷射刻字		1							P11 1		
YKN3035M	1000067359	12501	20130619	20130731	CR M 旋轉環		1	C01 7	C01 8	C01 8	C01 8		C01 8	C01 8	C01 8	
			20130731	20130731	HO M 旋轉環		1									
			20130731	20130802	GD M 旋轉環		1									
YKN3610B	1000067387	7624	20130619	20130627	CM B 本體		1	B03 7	B03 8	B03 8	B03 8		B03 8	B03 8	B03 8	
			20130627	20130627	HO B 本體		1									H3-A 3
			20130628	20130628	GD B 本體		1									H5-A 3
YK8501-04H	1000067395	600	20130619	20130620	CM H 連桿-04		1	B01 7	B01 5							
			20130620	20130621	HTW H 連桿-04		1		H1-A 1	H1-A 1						
			20130621	20130621	GD H 連桿-04		1			H5-A 1						
			20130621	20130622	MS H 連桿-04		1			H4-A 2	H4-A 1					
			20130731	20130802	CRX H 連桿-04		1									
YK8043-16B	1000067510	207	20130620	20130621	CM B 本體-16		1		B01 7	B01 3						
			20130621	20130622	CMA B 本體-16		1			B01 3	B01 4					
			20130621	20130622	HT B 本體-16		1			H1-A 2	H1-A 4					
			20130622	20130622	GD B 本體-16		1				H5-A 1					
			20130624	20130624	MS B 本體-16		1						H4-A 1			

圖 4.5 大排程資訊結果(資料來源：本研究整理)

4.3 規劃效益

本研究所探討之績效衡量指標有，分別為訂單平均延遲時間(Mean Tardiness)及訂單延遲率(Tardy Percentage)作為主要的評估績效指標，藉由此兩項指標來評估排程結果的績效。此兩項衡量指標代表了工廠是否能準時出貨的能力，同時也反應了客戶們的滿意程度。

本規劃案例共計10張計劃單進行規劃比較，由生管人員於excel進行手動排程，規劃需花費1小時30分，由系統規劃只需5分鐘，其中5分鐘進行規劃，而產出報表只需10秒。由此規劃時間比較，可知此系統可大幅提升生管人員於排程規劃的效率，縮短排程時間。而訂單的完工時間與訂單交期的差異時間結果如下表，本系統以移轉批量加上有限產能進行堆疊，因此可大幅縮短交期及完工差異的時間。

表 4.3 績效衡量表(資料來源：本研究整理)

	人工排程	FCPPS規劃
規劃時間	1小時30分	5分鐘
平均延遲時間	0天	提早0.2天
訂單達交率	100%	100%

1. 平均延遲時間

訂單之完工時間 C_i 與訂單交期 D_i 間的差距，差異時間即訂單完工時間扣除訂單的交期 $L_i = C_i - D_i$ ，若差距小於零則稱為提早；反之，若差距大於零則稱為延遲 $T_i = \max \{0, L_i\}$ ，而平均延遲時間 T 為所有延遲訂單之延遲時間總和除以訂單之總數 m 。本研究規劃出來的結果，平均延遲時間提早了0.2天。由此可知，若本研究規劃可落實達成，則可使交期提早，提高顧客滿意度。

$$\bar{T} = \frac{\sum_{j=1}^m T_i}{m} =$$

2. 訂單達交率

延遲的訂單數目佔所有訂單數目的比率，其中， N_T 為達交的訂單數， m 為所有訂單之總數。

$$\frac{N_T}{m} \times 100\%$$

由於本研究規劃結果皆於預計完工日完成，所以訂單達交率為 100%。由此可知，若以本系統的規劃結果落實，則對於訂單的延遲率可減至最低。

本研究之方法有較短的平均延遲時間與較高的達交率，表示能符合交期需求的機會較高，同時也降低因訂單延遲程度嚴重，面臨客戶可能抽單的問題。本身應降低訂單的平均延遲時間及訂單延遲的比率，以提高客戶的滿意程度。

本研究以生產線平衡為出發點，作為平衡整體生產線的依據，使得生產線可以平準生產。

表4.4 規劃比較(資料來源：本研究整理)

	現行規劃	FCPPS 規劃
生產線平衡	目前生產排程分成多階段局部性規劃，缺乏整體性規劃，資訊串聯度不夠	依整體生產線考量計算，產生每個料號所需生產的班數及機台數，使得生產效率得以平準
移轉批量	目前有生產線上實行滿棧板滿桶策略，雖然有紀錄各料號移轉批量數量，但以人工生產排程較難以掌控移轉批量而無落實，且資料不齊全，無法確實縮短生產週期時間	有效縮短生產週期時間，更符合實際生產
有限產能規劃	MRP 為無限產能規劃，較無法準確進行生產規劃	以有限產能規劃較符合實際生產線情況，能有效控制生產線上在製品情形

第五章 結論與未來發展方向

5.1 結論

本研究根據生產線平衡、移轉批量及有限產能概念，發展出以有限產能為優先考量之現場管理模式，並以Y公司之現場數據進行案例驗證，而依據前面章節的模式建構與驗證後，得到不錯的成果與績效，而本研究之具體成果如下所示：

1. 提供一個能保持生產線的規劃方法，決定合理開工及生產機台數，以減少各站製程之間的差異。
2. 發展一有限產能生產規劃系統，供生管人員參考廠內產能負荷，加入移轉批量觀念規劃出較適當的生產排程，縮短生產週期時間。
3. 提供產業界一簡單、有效的生產規劃模式與流程。

5.2 未來發展方向

1. 本研究是以 VBA 來建構此系統，雖然 VBA 在使用介面與程式擴充上有不錯的表現，然而因程式本身的限制，在複雜的運算及資料處理上可能須花費較多時間，建議後續研究可以較完整的功能模組，結合資料庫，以減少不必要的運算及讀取時間。
2. 建議後續研究可考慮使用不同的演算法，以求得最佳解，其他排程演算法如基因演算法、粒子群演算法、模擬退火法、啟發式演算法等對生產排程問題最佳解會有不錯成效。

參考文獻

1. 王立志。(1999)。系統化運籌與供應鏈管理。台中市：滄海書局。
2. 王立志。(2003)。供應鏈實戰手冊-應用APS跨越MRP鴻溝。台中市：鼎誠資訊。
3. 方世榮譯。(1991)。自動化生產系統及電腦整合製造(原作者：Groover, M.P.)。台北市：曉園出版社。
4. 王國鈺。(2007)。液晶面板驅動IC內引腳接合製程生產排程支援系統建構。國立成功大學工學院工程管理碩士專班碩士論文，台南市。
5. 李俞潤。(2005)。工廠分析及生產線改善—以晶圓再生廠為例。國立清華大學碩士論文，新竹市。
6. 呂英毅。(2002)。二次電池組裝線佈置問題。逢甲大學工業工程研究所碩士論文，台中市。
7. 林鈺瀚。(2009)。漁網生產之產能規劃模式研發與實作。國立成功大學製造工程研究所碩士論文，台南市。
8. 胡修武。(1998)。我國製造業快速回應計劃介紹。資策會。
<http://140.112.14.76/case/qrpaper.htm>。
9. 郭乃正。(2004)。以在製品控管為基礎之前推式模擬排程與DBR排程之比較分析。雲林科技大學工業工程與管理研究所碩士論文，雲林縣。
10. 柴康偉、張蓓蒂、蔡爭岳。(2003)。生產線最佳化配置之研究—以個案公司為例。遠東學報。20(3)。
11. 葉文耀。(2006)。提升電子組裝業生產線之生產績效-以交換式電源供應器為例。國立屏東科技大學工業管理研究所碩士論文，屏東縣。
12. 陳美仁。(1980)。工廠佈置與物料搬運。台北市：三民書局。
13. 游為舒。(2003)。結合專案管理與限制理論之生產排程法。中華大學科技管理研究所碩士論文，新竹市。
14. 葉信岐。(2012)。能自身調整在製品數量之模擬排程設計-以太陽能電池生產排程為例。雲林科技大學工業工程與管理研究所碩士論文，雲林縣。
15. 陳嶽漢。(2009)。TOC式煉鋼生產系統模擬實例研究。國立成功大學工學院工程管理碩士在職專班碩士論文，台南市。
16. 傅和彥(譯)(2000)。生產管理-六版三刷(原作者：William J.

- Stevenson)。台北市：前程企管。
17. 黃信榮。(2002)。**記憶體IC最終測試廠主生產規劃系統之構建**。交通大學工業工程與管理學系碩士論文，新竹市。
 18. 張敏君。(2000)。**混合性產品裝配線平衡之研究**。碩士論文。國立雲林科技大學工業工程與管理研究所，雲林縣。
 19. 蔣治平。(1995)。**裝配線合理化之應用研究**。*正修學報*，8，109-115。
 20. 賴士葆。(1995)。**生產作業管理理論與實務**。台北市：華泰文化事業股份有限公司。
 21. Baybars, I. (1986).A survey of exact algorithms for the simple assembly line balancing problem.*Management Science*,32(8),909-932.
 22. Bermon, S., and Hood, S.(1999).Capacit optimization planning system (CAPS).*Interfaces*,29(5),31-50.
 23. Bechte, W.(1988).Theory and Practice of Load-Oriented Manufacturing Control.*International Journal of Production Research*,26,375-395.
 24. Çatay, B., Erengüç, Ş. S., and Vakharia, A. J.(2003).Tool capacity planning in semiconductor manufacturing.*Computers and Operations Research*,30(9),349-1366.
 25. Cartwright. H.(1994).Getting the Time Right - The Use of Genetic Algorithm in Scheduling.*Proc. of Adaptive computing and Information Processing Conf..Bruncl, London. UNISYS*. 393-411.
 26. Cox III, J.F., & Blackstone, J.H.(1998).APICS Dictionary.APICS- The Educational Society for Resource Management.Ninth Edition.
 27. Christie, R. M. E., & Wu, S. D.(2002).Semiconductor Capacity Planning: Stochastic Modeling and Computational Studies.*IIE Transactions*.
 28. Fang. H.L.. Ross. P. & Come, D.A.(1993).Promising genetic algorithm approach to job-shop scheduling, rescheduling, and open-shop scheduling programming.In Proc. of the Fifth International Conference on Genetic Algorithms. *Urbana-Campaign.IL*.375-382.
 29. Gross, D. & C. M. Harris.(1974).*Fundamentals of Queueing Theory*. New York.U. S. A. : John Wiley & Sons Inc.
 30. McMullen, T.B.(1998).*Introduction to the Theory of Constraints (TOC) ManagementSystem*. Boca Raton : CRC Press.
 31. Plenert, G., Kirchmier, B. (2000).*Finite Capacity Scheduling*. New York. :

John Wiley & Sons Inc.

32. Richard E. DeVor.(1992).Tsong-how Chang, John W. Sutherland, Statistical quality design and control: contemporary concepts and methods.台北市：華泰文化。
33. Wang, S. M. , Wang K. J. , Wee H. M. , & Chen J.C. (2005).An Economic Capacity Planning ModelConsidering Inventory and Capital Time Value.*ICCSA*.2005.LNCS 3483.333–341.
34. Wang, K.J., & Hou, T. C. (2003).Modelling and resolving the joint problem of capacity expansion and allocation with multiple resources and a limited budget in the semiconductor testing industry. *International Journal of Production Research*. 41(14).
35. Wang, K. J., Wang, S. M., & Yang, S. J.(2006).A resource portfolio model for equipment investment and allocation of semiconductor testing industry. *European Journal of Operational Research*.
36. Wang, S. M., J.C. Chena & K.-J. Wang.(2007).Resource portfolio planning of make-to-stock products using a constraint programming-based genetic algorithm.*Omega*. 35(2),237-246.

附錄

表 1 檢視工單資訊 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	檢視工單資訊	
簡短說明	檢視已發放工單資訊	
參與者	生管人員	
相關使用案例	檢視計劃單資訊	
活動流程	參與者	系統
	Step2：檢視在途工單資訊	Step1：由 webi 將 ERP 之工單資訊匯入

表 2 檢視計劃單資訊 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	檢視計劃單資訊	
簡短說明	檢視未來 3 個月所需生產之計劃單資訊	
參與者	生管人員	
相關使用案例	檢視工單資訊	
活動流程	參與者	系統
	Step2：依篩選條件篩選計劃單	Step1：匯入計劃單資訊 Step3：產生篩選後的計劃單結果
	Step4：檢視計劃單資訊	

表 3 篩選計劃單 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	篩選計劃單	
簡短說明	可依篩選條件篩選欲查看的計劃單	
參與者	生管人員	
相關使用案例	規劃開始/結束日期、產能堆疊、基本資料維護	
活動流程	參與者	系統
	Step2：可依開始日期、結束日期、計劃單號、料號、數量上限及數量下限條件做篩選 Step4：檢視篩選後的計劃單資訊	Step1：呈現計劃單資訊 Step3：產生篩選後的計劃單結果

表 4 規劃開始/結束日期 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	規劃開始/結束日期	
簡短說明	有限生產規劃系統依照預計開始/結束日，透過移轉批量結合產能堆疊，展算合理的規劃開始/結束日期	
參與者	系統運作	
相關使用案例	篩選計劃單、產能堆疊、基本資料維護	
活動流程	參與者	系統
	Step2：於拆批決定開始結束日期 Step7：檢視規劃開始/結束日期是否超出交期是否合理	Step1：將 MRP 產生計劃單的預計開始/結束日匯入 Step3：依照預計開始日期進行計算 Step4：產生規劃開始日 Step5：進行產能堆疊 Step6：產生規劃結束日

表 5 產能堆疊 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	產能堆疊	
簡短說明	系統透過可用機台計算機台所剩餘的產能，並將各製程所需佔用的產能，依序堆疊至可用機台	
參與者	系統運作	
相關使用案例	篩選計劃單、規劃開始/結束日期、基本資料維護	
活動流程	參與者	系統
	Step5：選擇欲檢視報表，檢視產能堆疊是否合理	Step1：依計劃單預計開始日計算規劃開始日及時間 Step2：依途程基本資料選擇可用機台 Step3：佔用生產所需產能，進行堆疊 Step4：產生規劃結束日及時間

表 6 基本資料維護 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	基本資料維護	
簡短說明	主要途程資料、基本資料由 MIS 人員於 SAP 維護，生管人員需更新變動的基本資料，如 BOM 表、途程、生產線平衡及可用機台資訊	
參與者	MIS 人員、生管人員	
相關使用案例	篩選計劃單、規劃開始/結束日期、產能堆疊	
活動流程	參與者	系統
	Step1：EXCEL 基本資料建入 SAP 系統 Step5：檢視系統排程規劃結果，並維護基本資料	Step2：將基本資料匯入系統 Step3：利用 webi 將計劃單工單資訊匯入 Step4：使用基本資料進行生產排程規劃

表 7 拆批 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	拆批	
簡短說明	可將批量過大的計劃單，拆成數批生產	
參與者	生管人員	
相關使用案例	併批、加班、外包	
活動流程	參與者	系統
	Step2：檢視計劃單資訊 Step3：檢視某計劃單工單數量是否過大 Step4：決定是哪張計劃單需拆批 Step5：決定計劃單需分成幾批 Step6：決定計劃單每批的數量、開始及結束日	Step1：產生計劃單資訊

表 8 加班 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	加班	
簡短說明	可將某天某台機台產能增加作加班模擬	
參與者	生管人員	
相關使用案例	拆批、併批、外包	
活動流程	參與者	系統
	Step2：檢視工單資訊 Step3：選擇計劃單 Step5：檢視計劃單負荷圖表 Step6：選擇加班工作中心 Step7：選擇加班機器群組 Step8：選擇加班機台 Step9：選擇加班日期 Step10：輸入加班時數 Step13：檢視加班圖表是否合理	Step1：規劃生產排程 Step4：產生計劃單負荷 Step11：進行加班產能堆疊運算 Step12：產生加班表

表 9 併批 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	併批	
簡短說明	可將相同料號的計劃單，合併生產	
參與者	生管人員	
相關使用案例	拆批、加班、外包	
活動流程	參與者	系統
	Step2：檢視計劃單資訊 Step3：檢視是否有相同料號的計劃單 Step4：決定哪幾張計劃單可進行併批	Step1：產生計劃單資訊 Step5：產生新的計劃單單號、數量、開始及結束日

表 10 外包 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	外包	
簡短說明	可將某天某製程產能增加作外包模擬	
參與者	生管人員	
相關使用案例	拆批、併批、加班	
活動流程	參與者	系統
	Step2：檢視工單資訊 Step3：選擇計劃單 Step5：檢視計劃單負荷圖表 Step6：選擇工單單號 Step7：選擇外包途程 Step8：選擇外包日期 Step9：決定外包天數 Step12：檢視外包圖表是否合理	Step1：規劃生產排程 Step4：產生計劃單負荷 Step10：進行外包產能堆疊運算 Step11：產生外包表

表 11 外包圖表 Use-Case Narrative (資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	外包	
簡短說明	將模擬後的外包調整作圖表呈現，以檢視合理性	
參與者	生管人員	
相關使用案例	加班圖表、工單資訊、機台資訊、大排程資訊、負荷呈現	
活動流程	參與者	系統
	Step3：檢視外包模擬是否合理	Step1：外包規劃模擬 Step2：產生外包表

表 12 加班圖表 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	加班圖表	
簡短說明	將模擬後的加班調整作圖表呈現，以檢視合理性	
參與者	生管人員	
相關使用案例	外包圖表、工單資訊、機台資訊、大排程資訊、負荷呈現	
活動流程	參與者	系統
	Step3：檢視加班模擬是否合理	Step1：加班規劃模擬 Step2：產生加班表

表 13 工單資訊 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

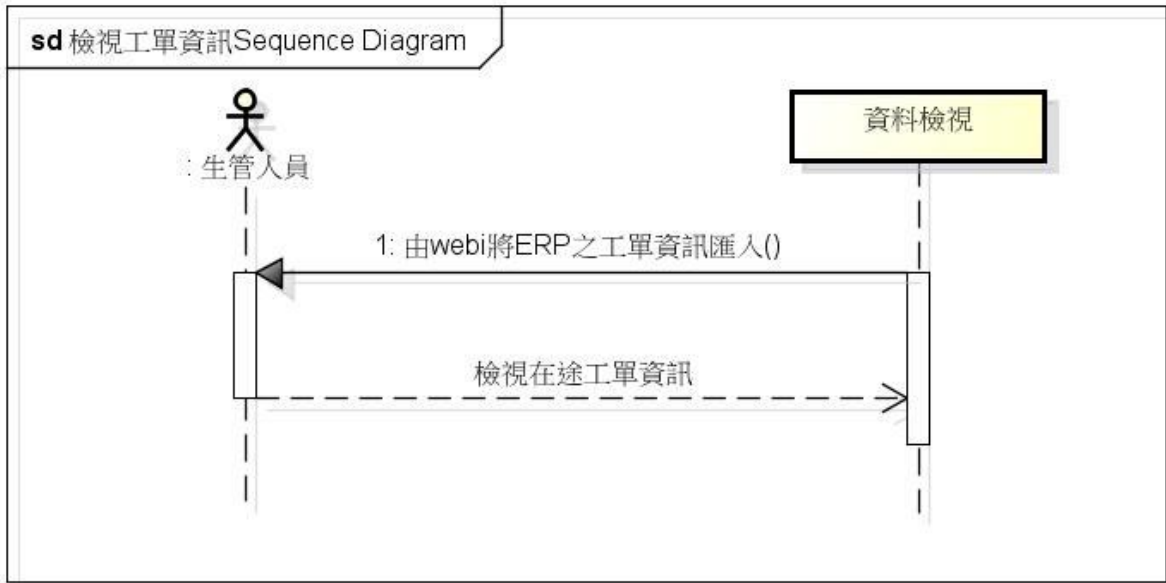
使用者案例名稱	工單資訊	
簡短說明	將模擬後的資訊以工單角度呈現，並產生新的規劃開始及結束日期	
參與者	生管人員	
相關使用案例	外包圖表、加班圖表、機台資訊、大排程資訊、負荷呈現	
活動流程	參與者	系統
	Step2：選擇檢視計劃工單資訊 Step4：檢視工單資訊報表合理性	Step1：生產排程規劃 Step3：匯出報表

表 14 機台資訊 Use-Case Narrative(資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	機台資訊	
簡短說明	將模擬後的資訊以機台角度呈現，可看出哪天那些機台生產哪些工單，且剩下多少產能	
參與者	生管人員	
相關使用案例	外包圖表、加班圖表、工單資訊、大排程資訊、負荷呈現	
活動流程	參與者	系統
	Step2：選擇檢視機台資訊 Step4：檢視機台資訊報表合理性	Step1：生產排程規劃 Step3：匯出報表

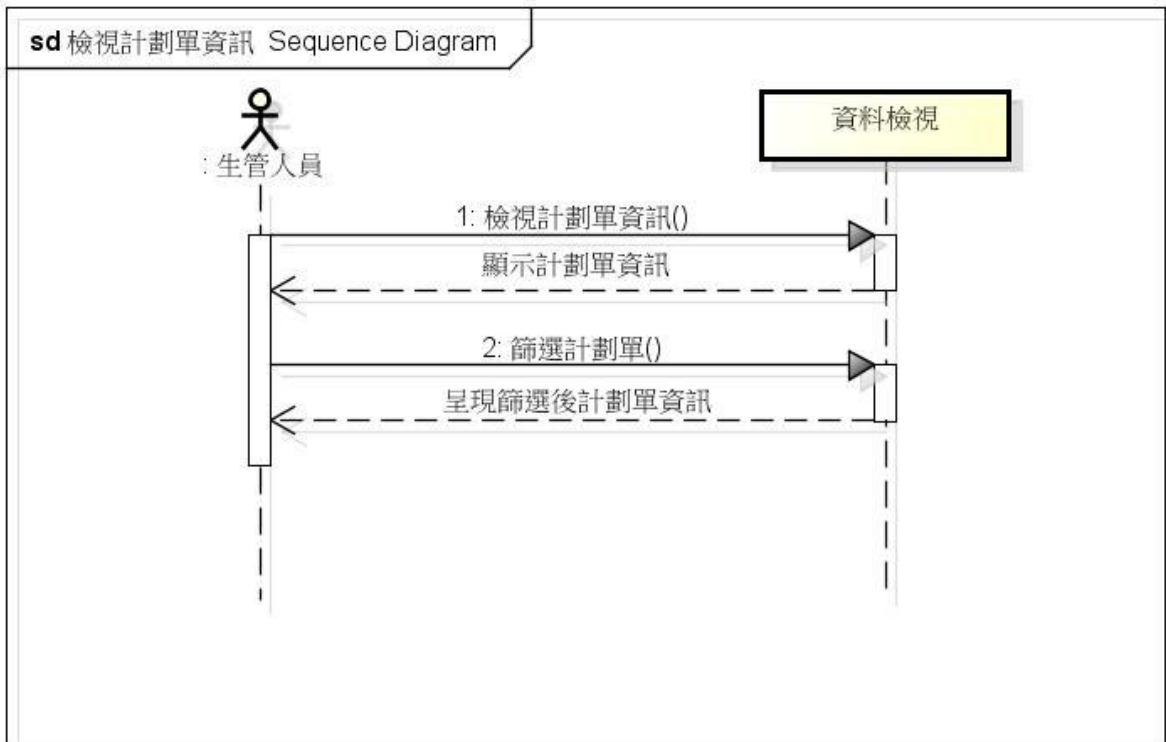
表 15 負荷呈現 Use-Case Narrative (資料來源：本研究整理)

使用者案例名稱	負荷呈現	
簡短說明	由負荷圖表可檢視廠內某機台、某張計劃單或某張工單所佔用的產能，可檢視出何為瓶頸，並加以作模擬調整	
參與者	生管人員、後勤製造人員	
相關使用案例	外包圖表、加班圖表、工單資訊、機台資訊、大排程資訊	
活動流程	參與者	系統
	Step2：選擇計畫工單或已發放工單或機台 Step4：檢視產能負荷圖表的合理性	Step1：生產排程規劃 Step3：匯出圖表



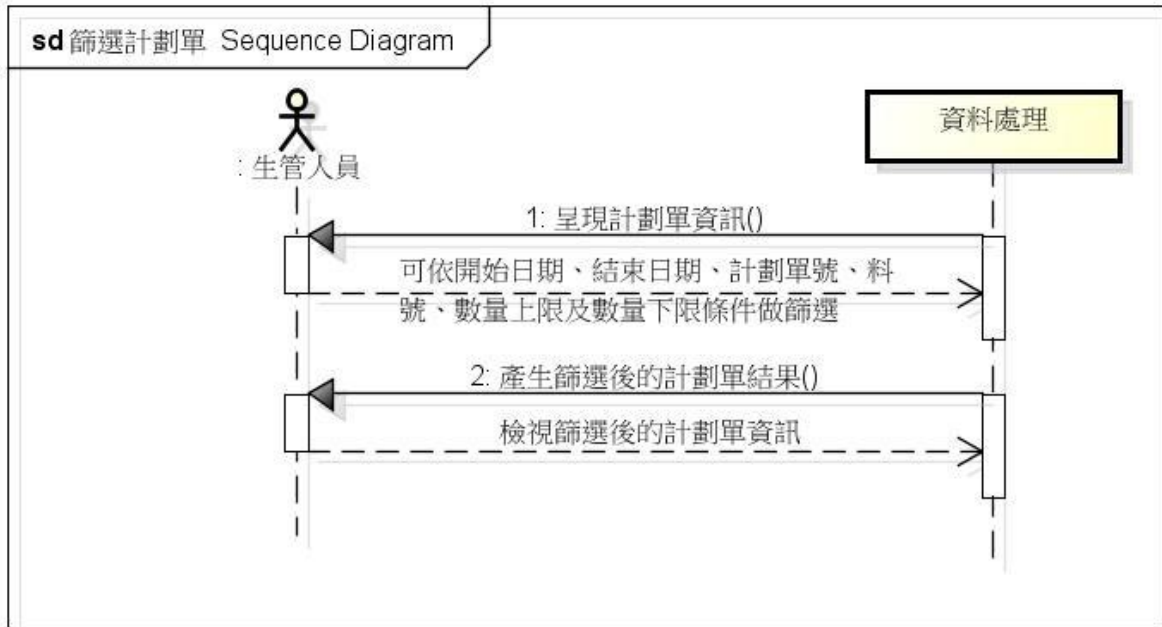
powered by Astah

圖 1 檢視工單資訊循序圖(資料來源：本研究整理)



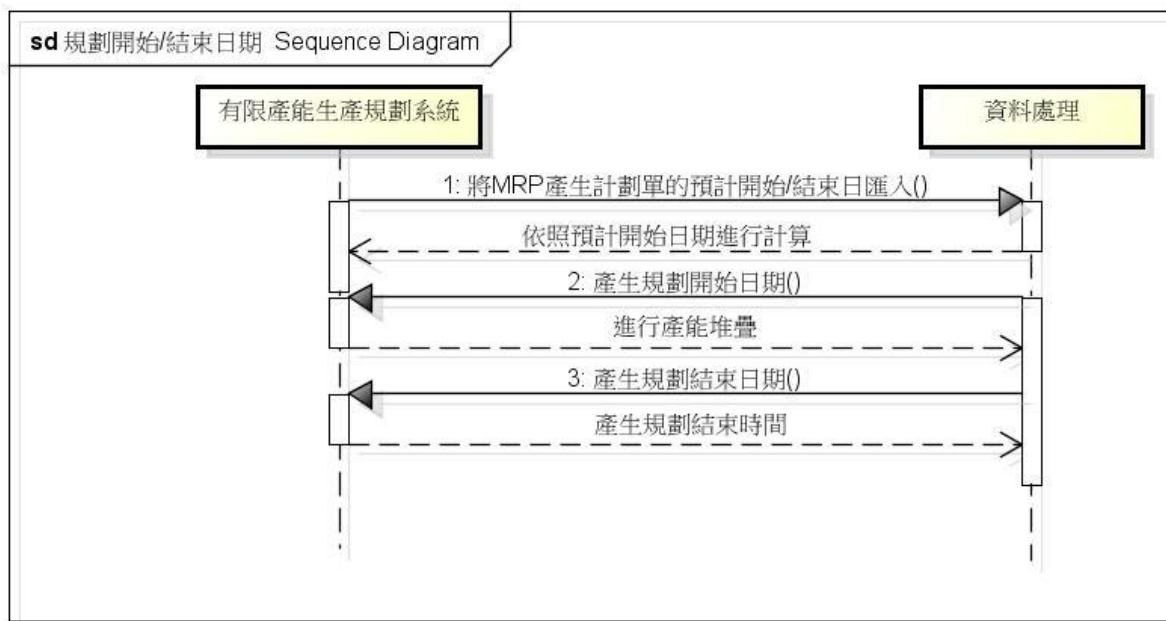
powered by Astah

圖 2 檢視計劃單資訊循序圖(資料來源：本研究整理)



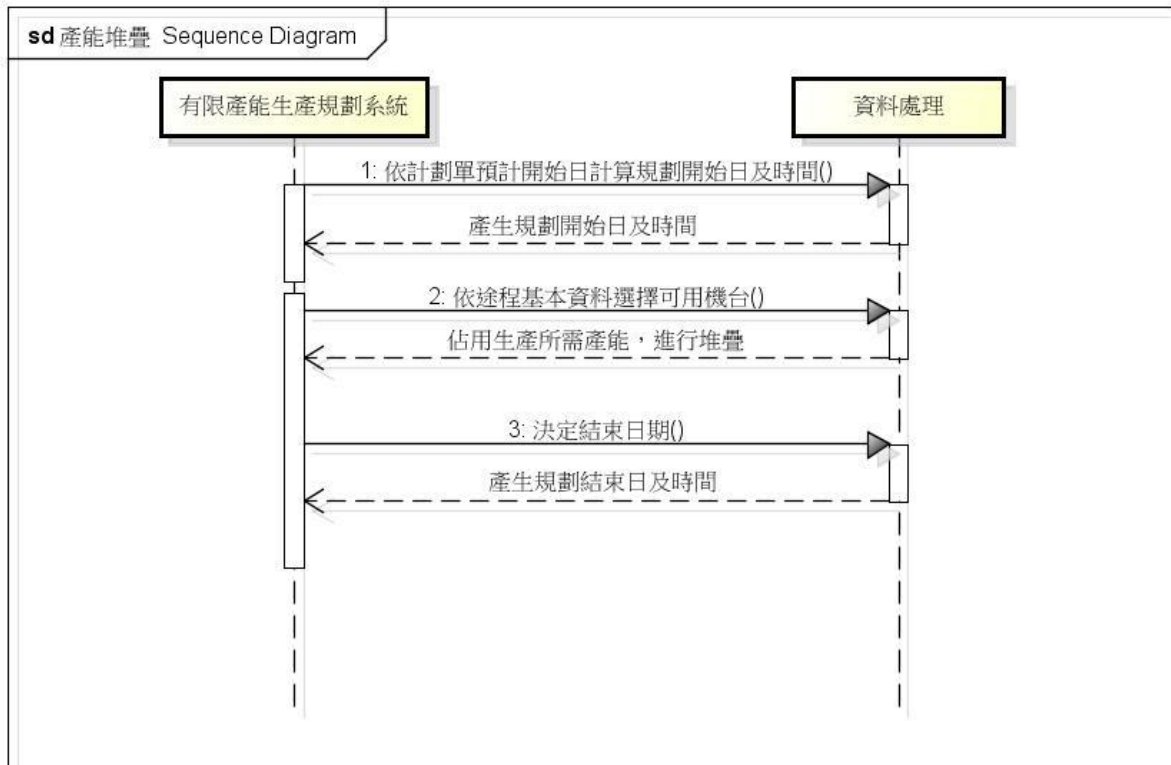
powered by Astah

圖 3 篩選計劃單循序圖(資料來源：本研究整理)



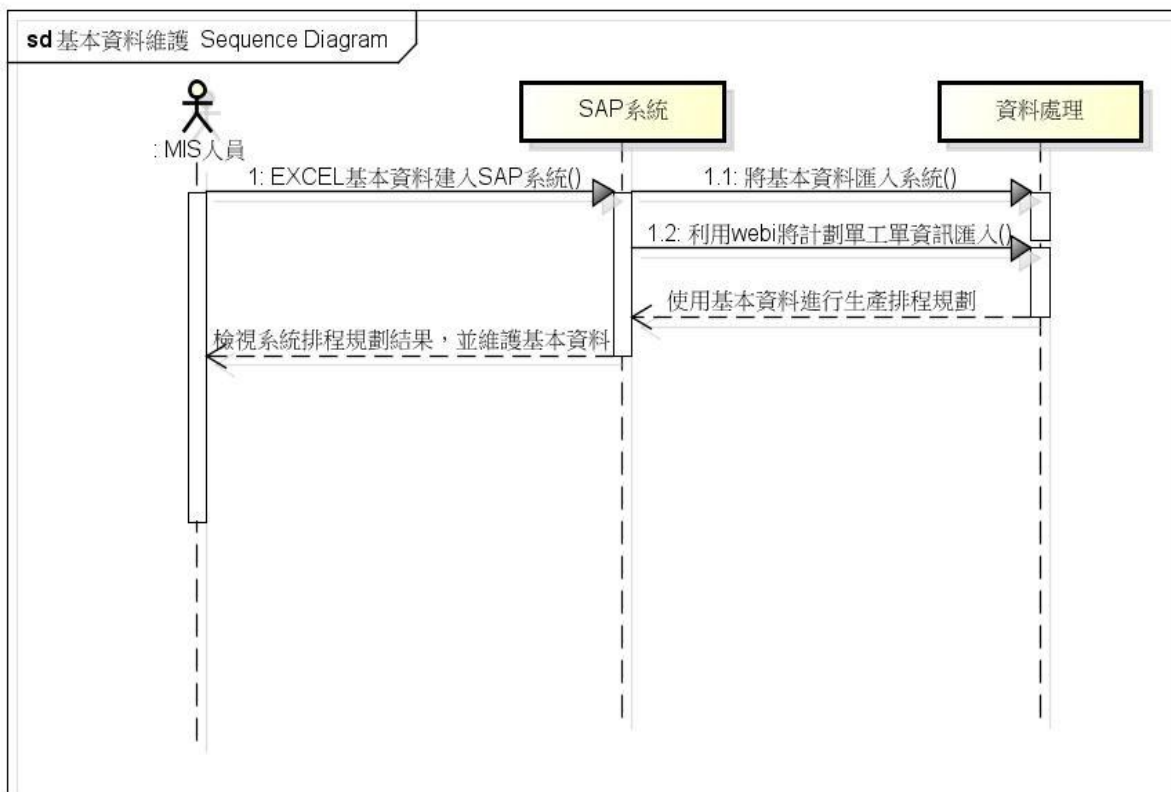
powered by Astah

圖 4 規劃開始/結束日期循序圖(資料來源：本研究整理)



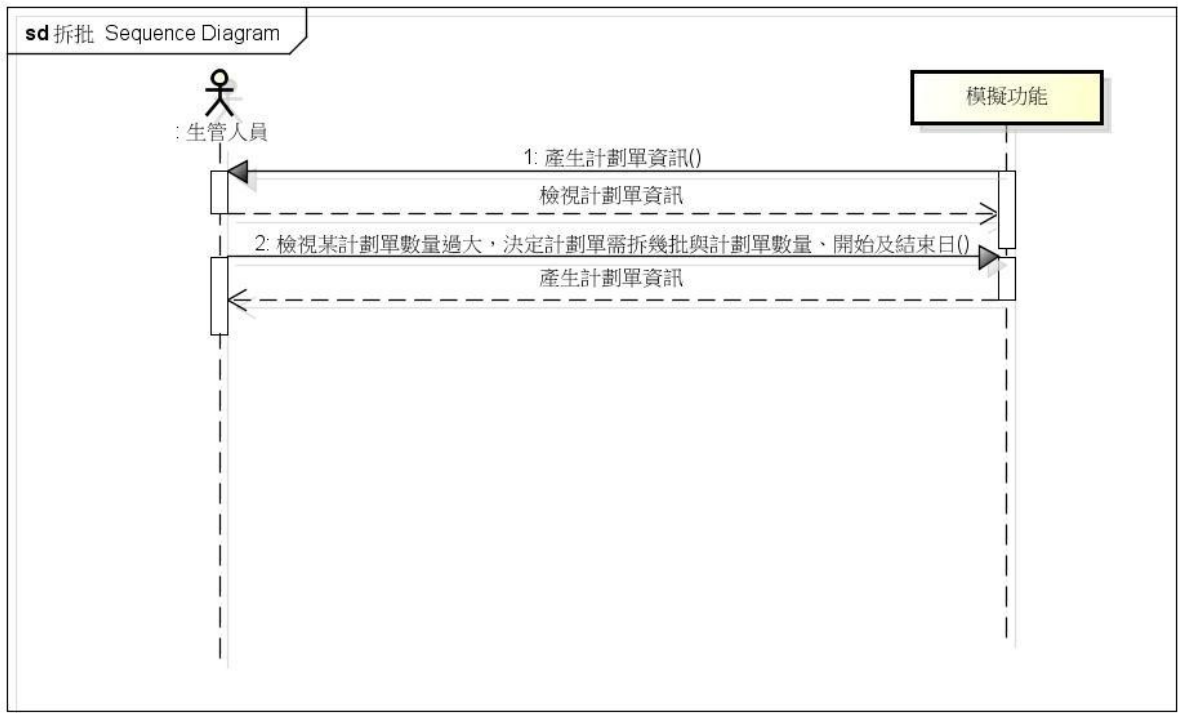
powered by Astah

圖 5 產能堆疊循序圖(資料來源：本研究整理)



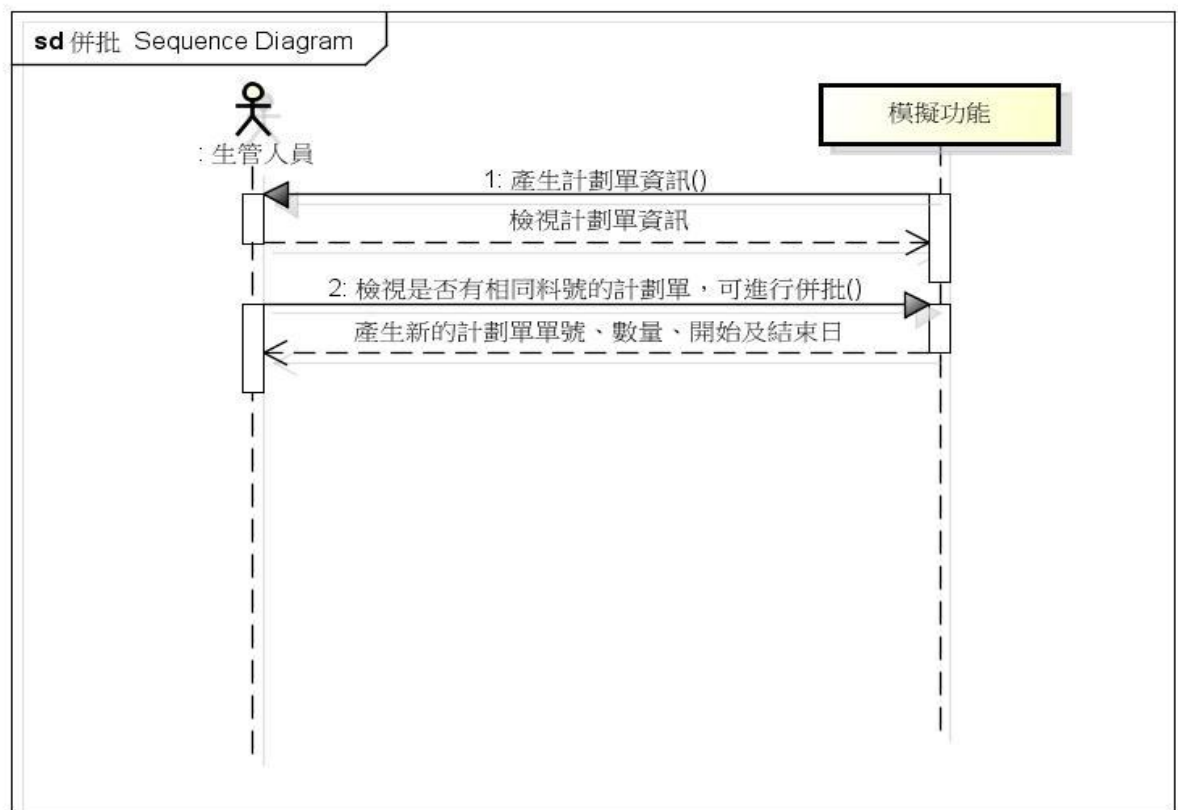
powered by Astah

圖 6 基本資料維護循序圖(資料來源：本研究整理)



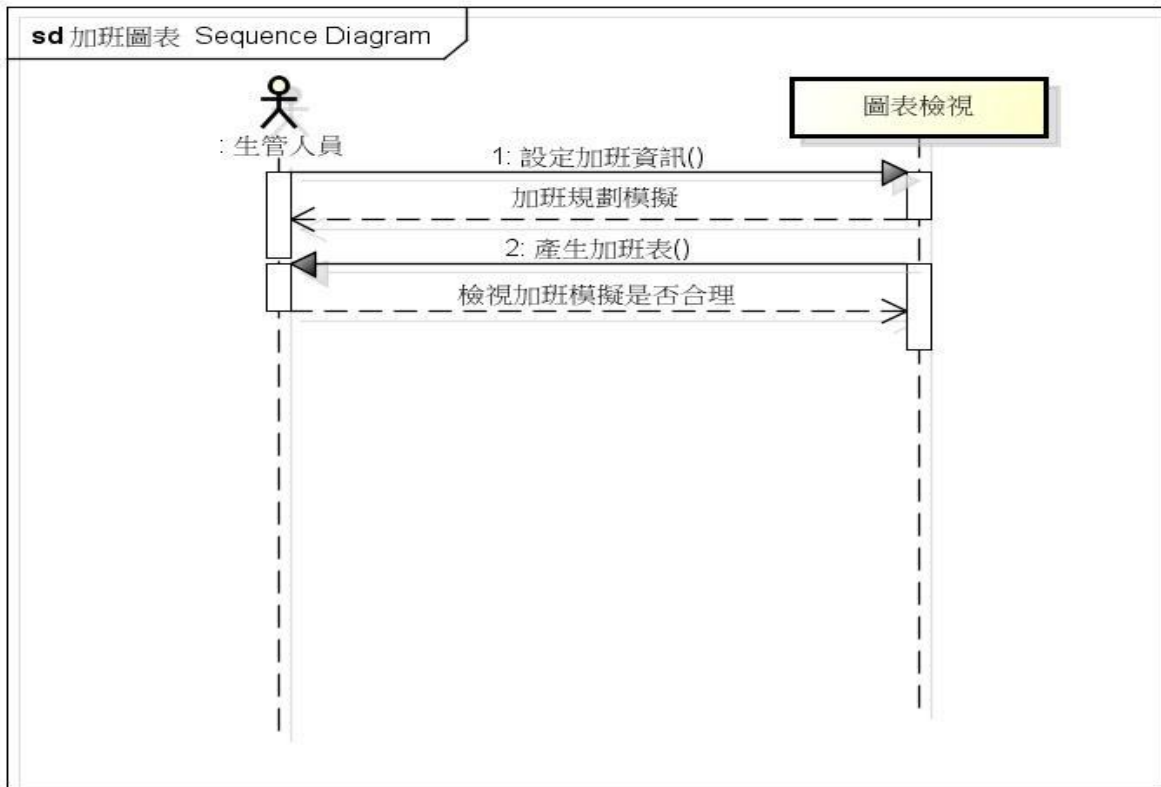
powered by Astah

圖 7 拆批循序圖(資料來源：本研究整理)



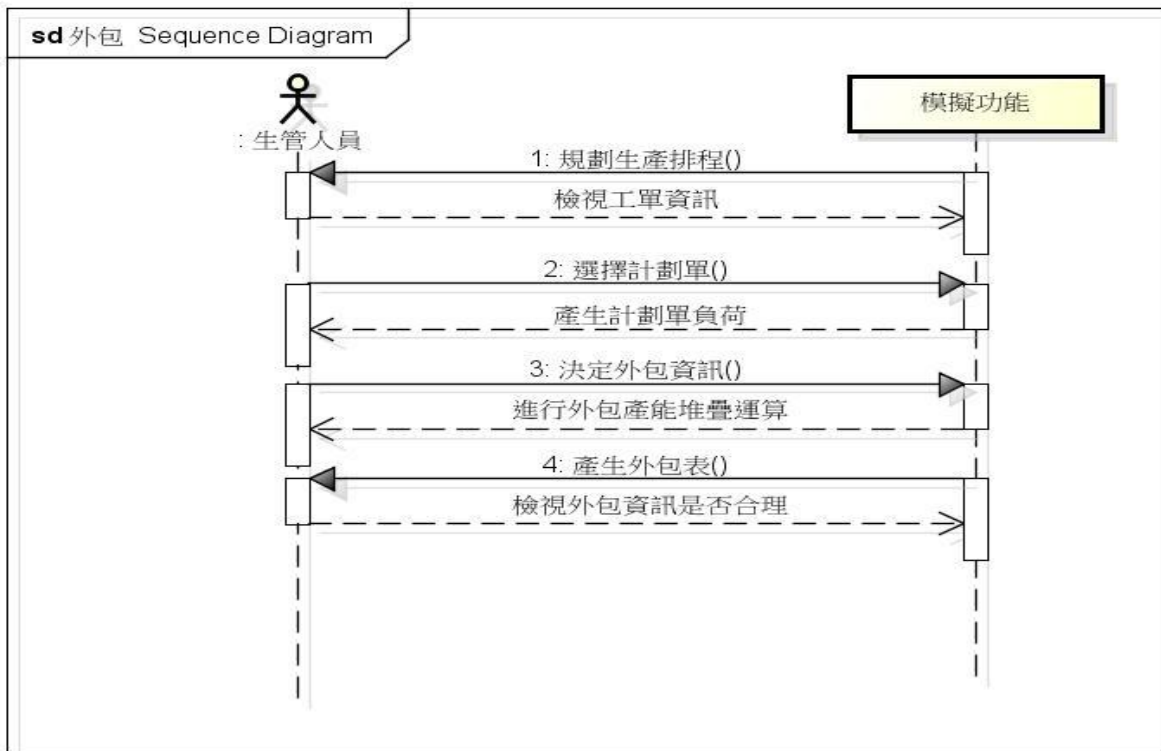
powered by Astah

圖 8 併批循序圖(資料來源：本研究整理)



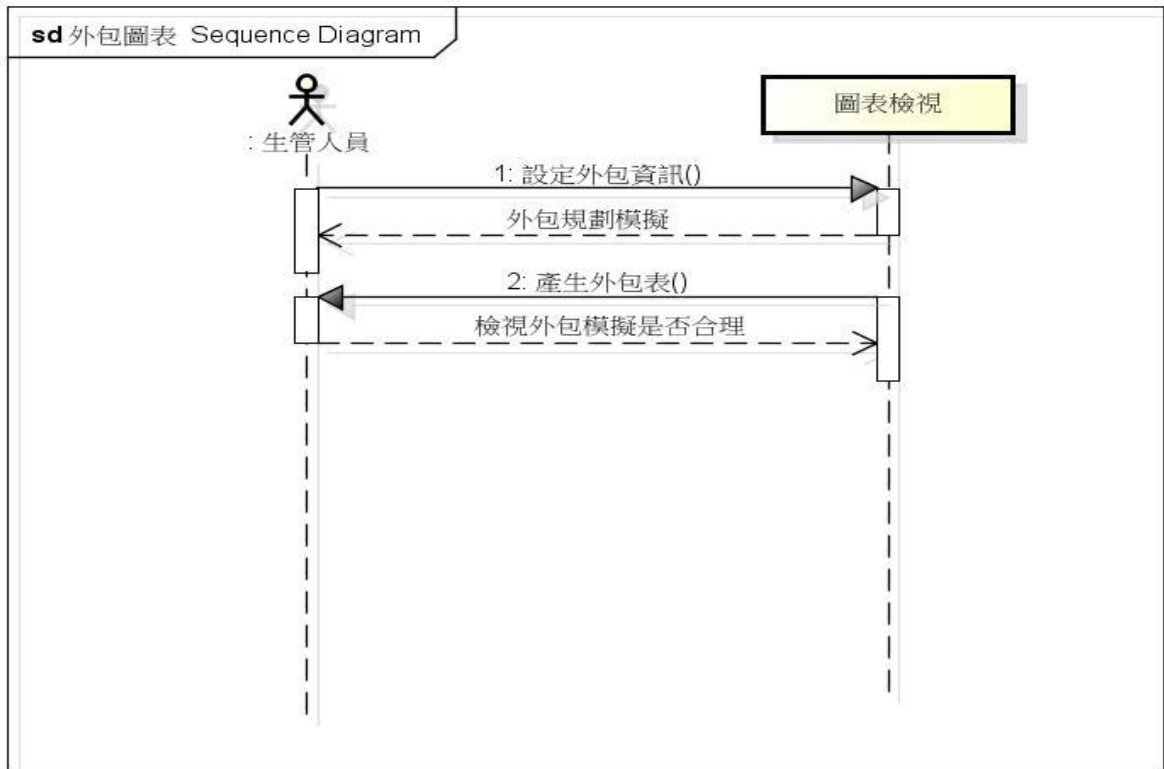
powered by Astah

圖 9 加班循序圖(資料來源：本研究整理)



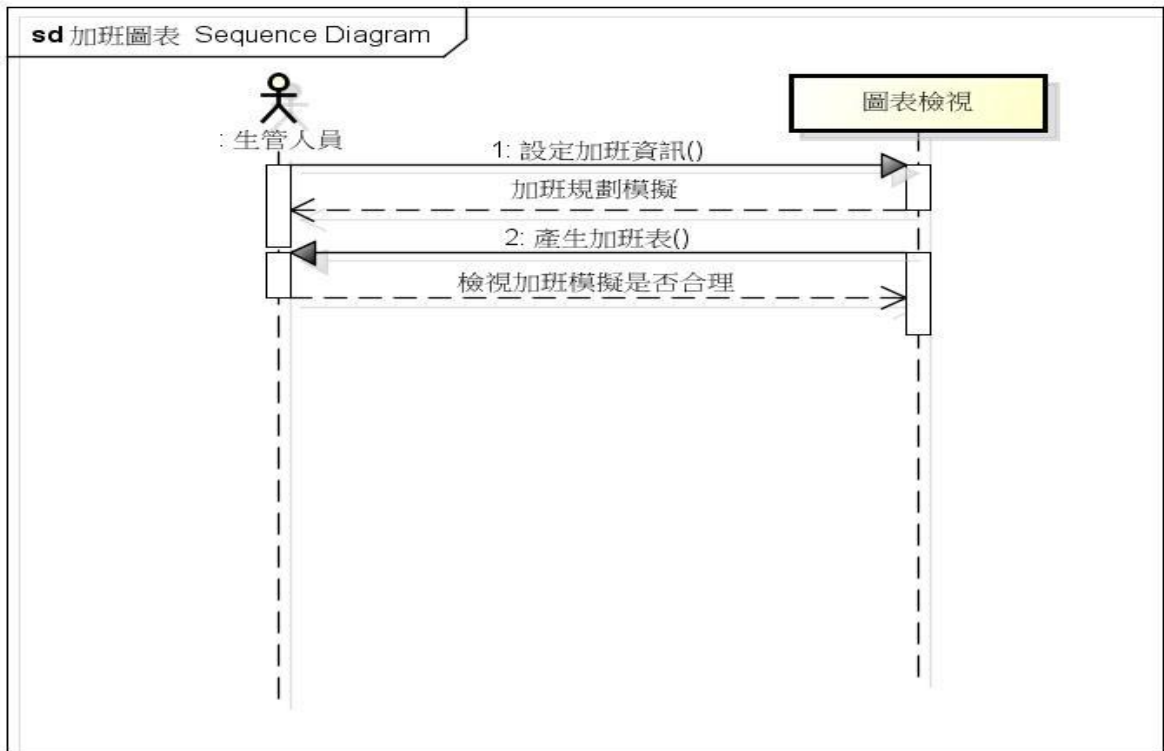
powered by Astah

圖 10 外包循序圖(資料來源：本研究整理)



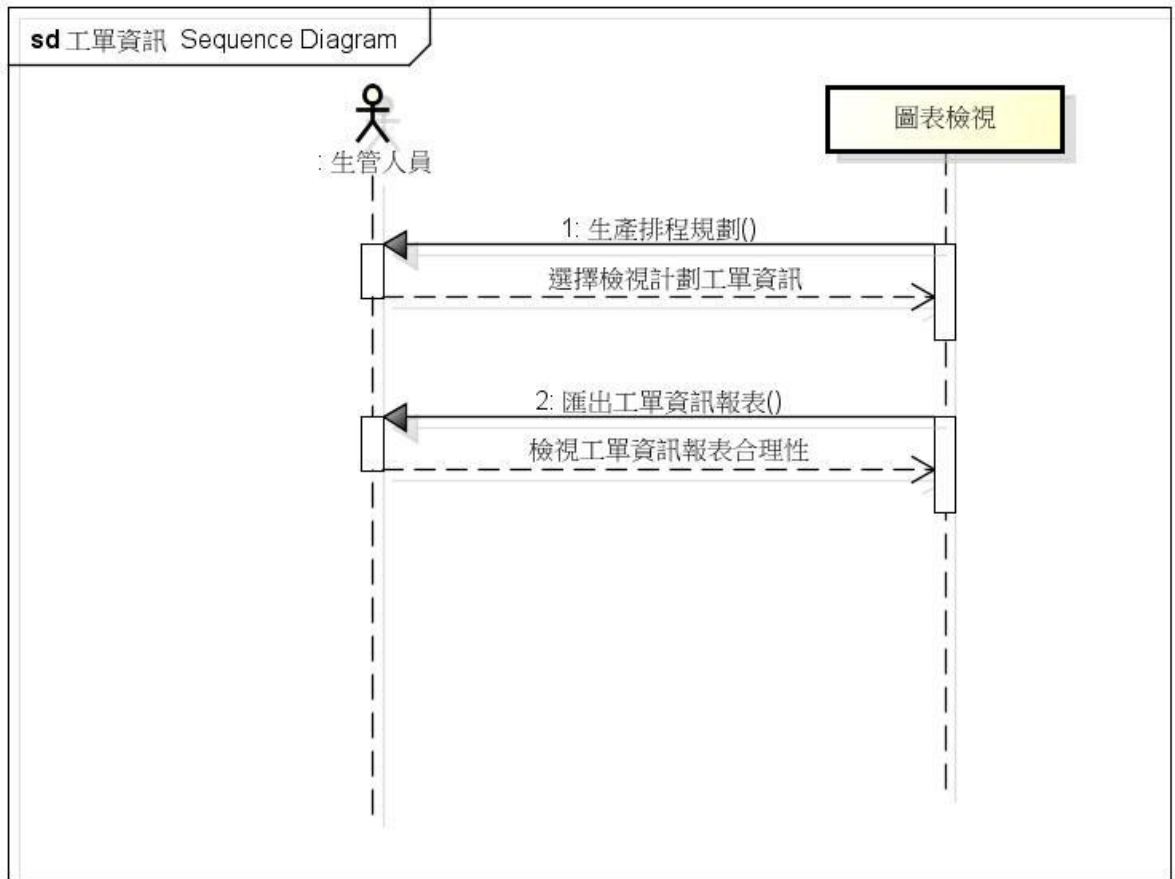
powered by Astah

圖 11 外包圖表循序圖(資料來源：本研究整理)



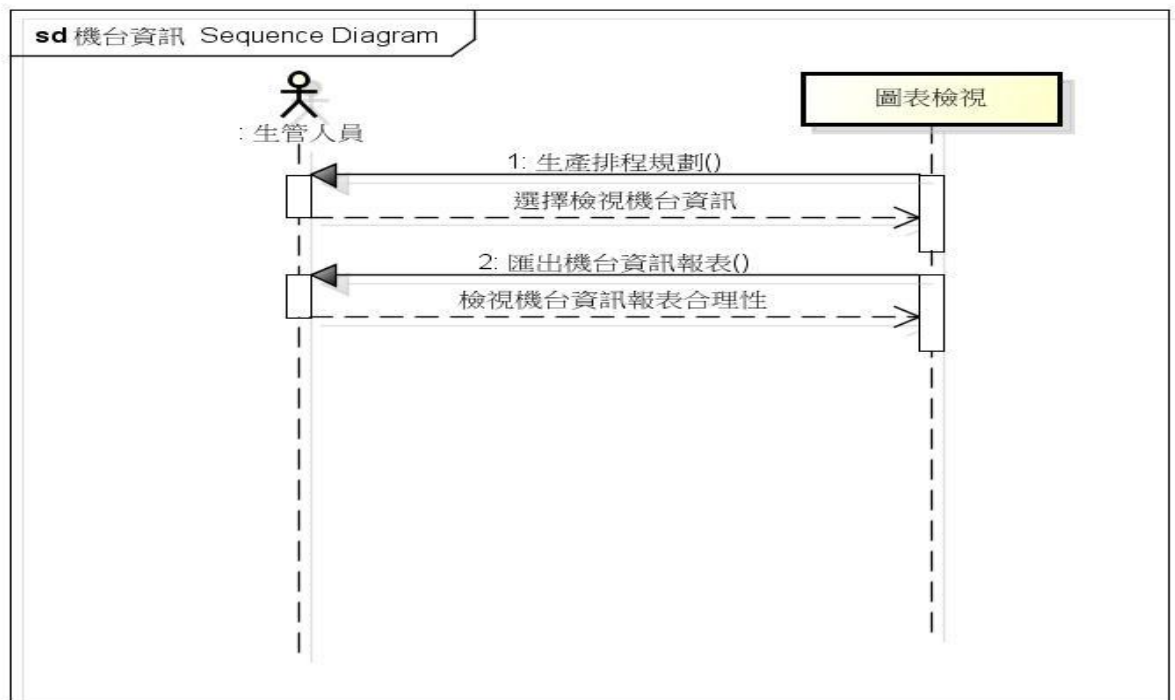
powered by Astah

圖 12 加班圖表循序圖(資料來源：本研究整理)



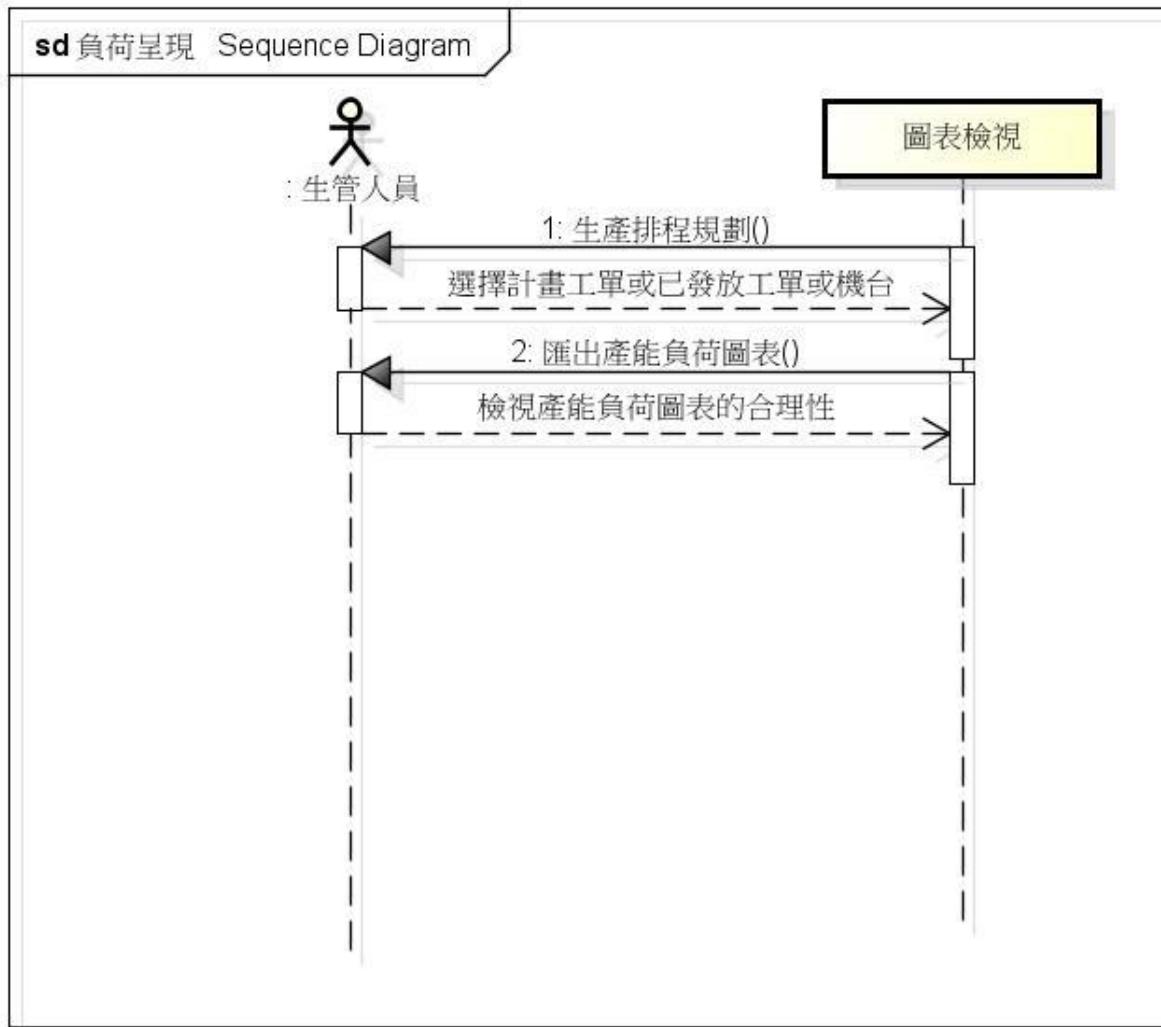
powered by Astah

圖 13 工單資訊循序圖(資料來源：本研究整理)



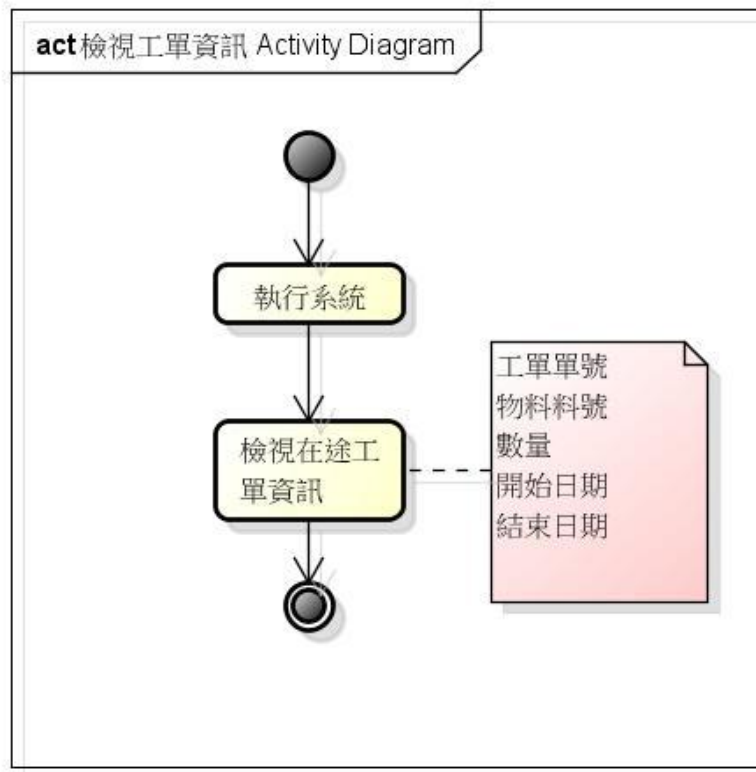
powered by Astah

圖 14 機台資訊循序圖(資料來源：本研究整理)



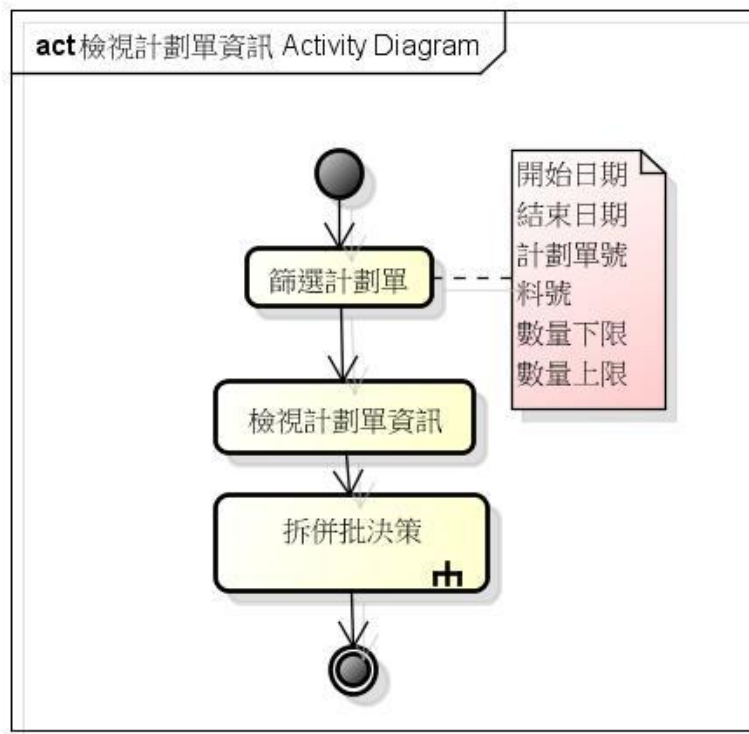
powered by Astah

圖 15 負荷圖表循序圖(資料來源：本研究整理)



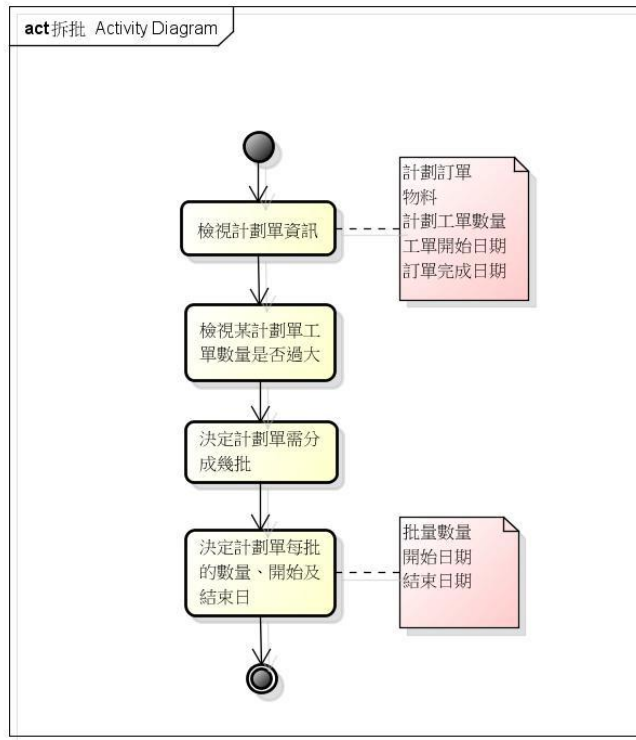
powered by Astah

圖 16 檢視工單資訊活動圖(資料來源：本研究整理)



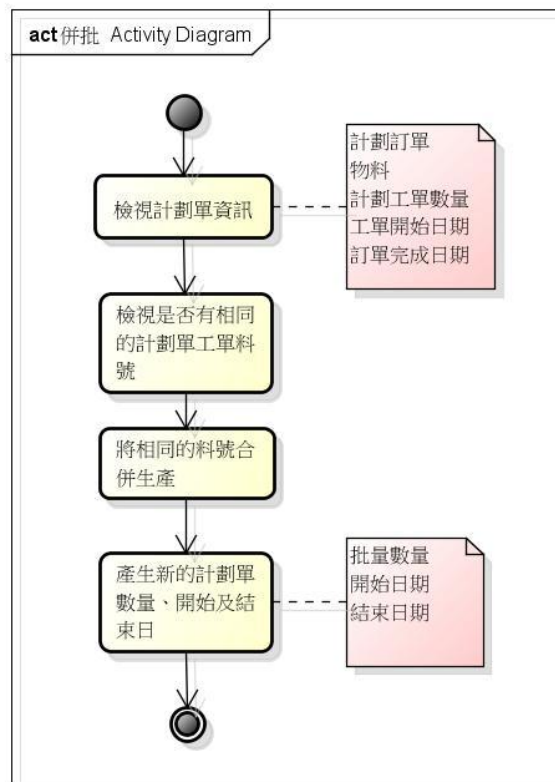
powered by Astah

圖 17 檢視計劃單資訊活動圖(資料來源：本研究整理)



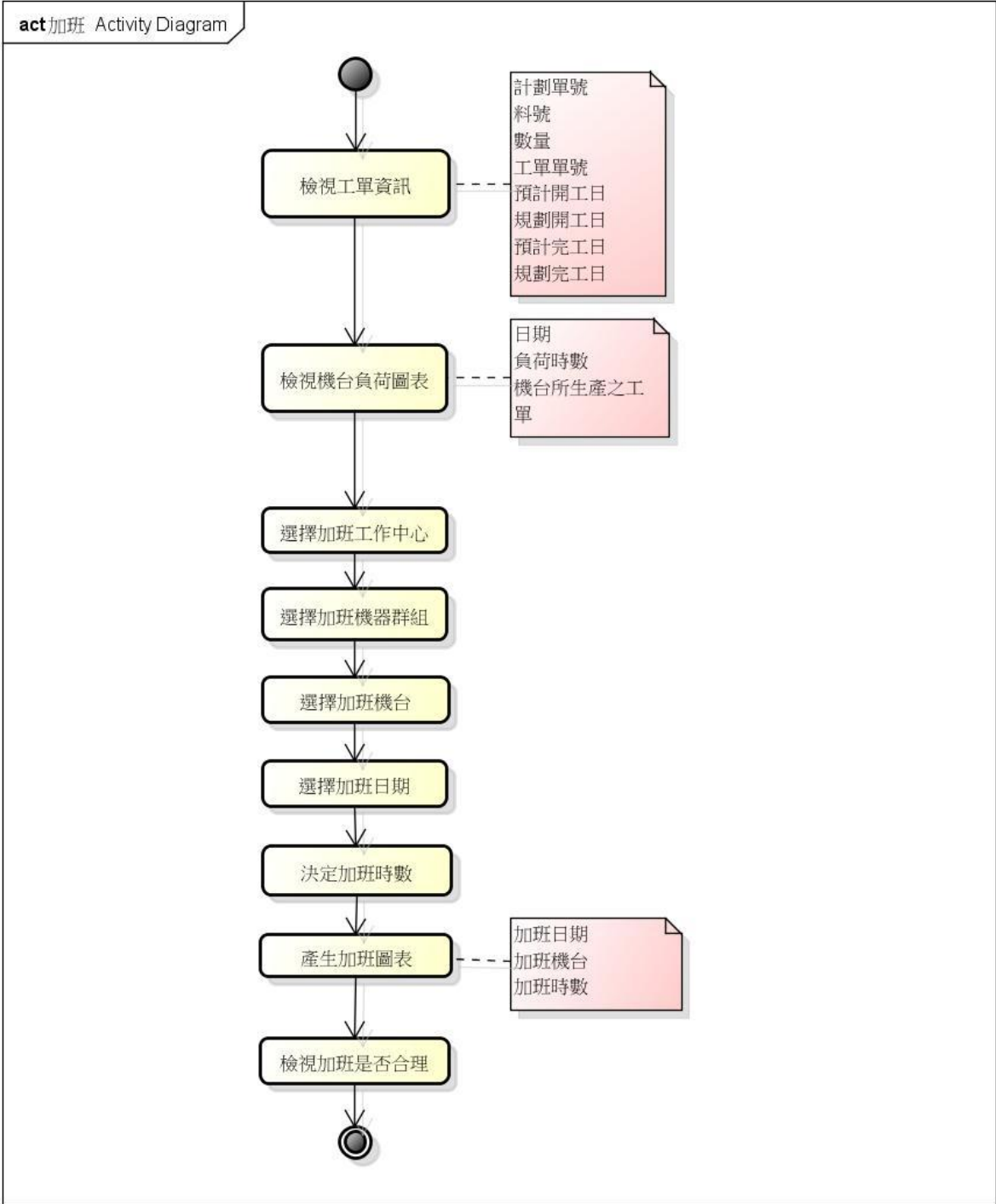
powered by Astah

圖 18 拆批活動圖(資料來源：本研究整理)



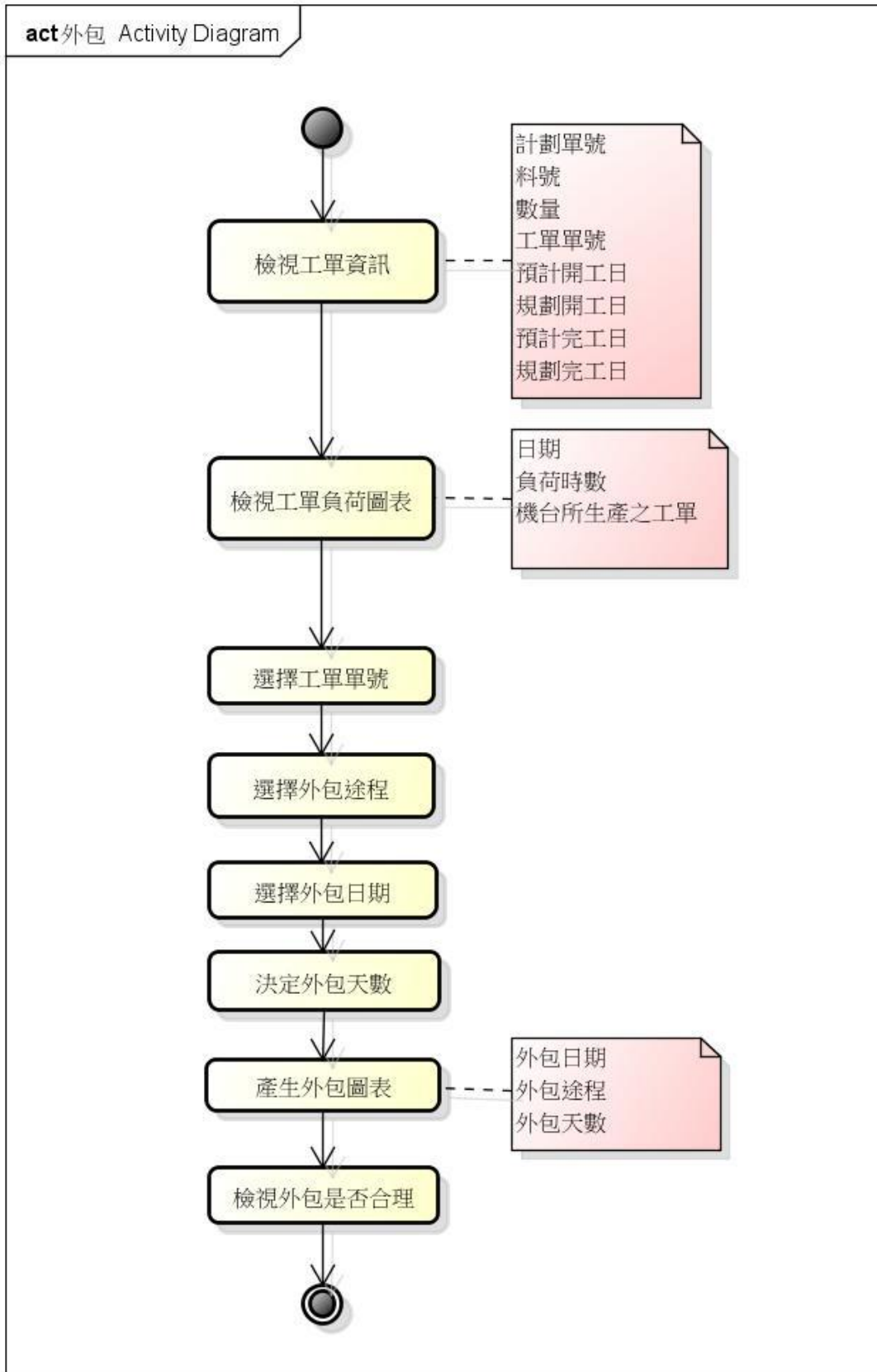
powered by Astah

圖 19 併批活動圖(資料來源：本研究整理)



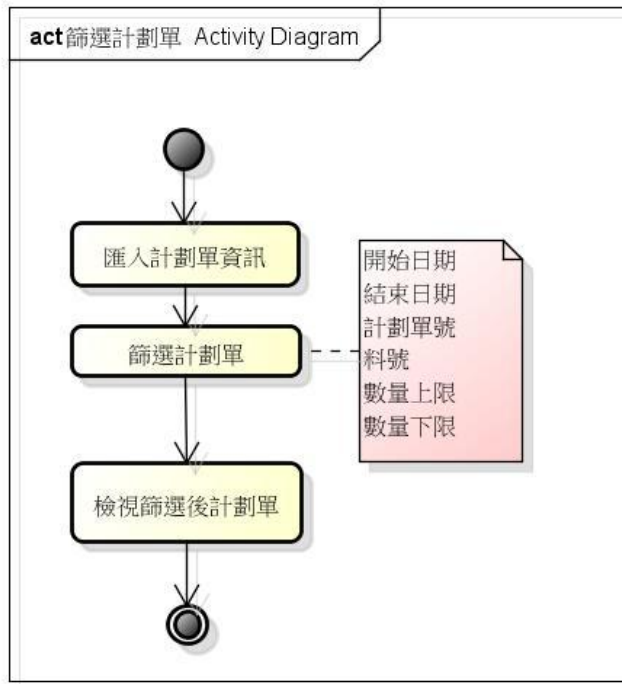
powered by Astah

圖 20 加班活動圖(資料來源：本研究整理)



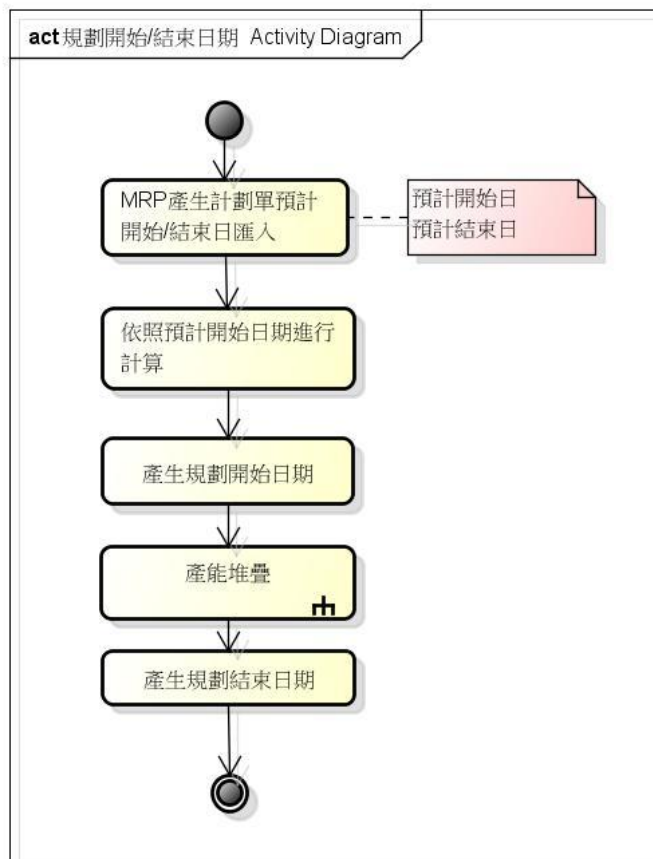
powered by Astah

圖 21 外包活動圖(資料來源：本研究整理)



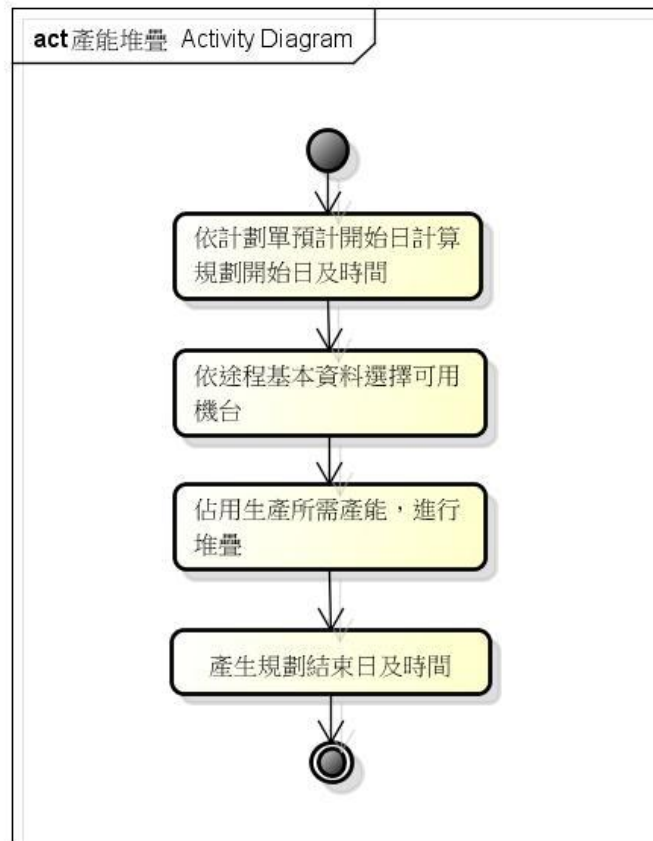
powered by Astah

圖 22 篩選計劃單活動圖(資料來源：本研究整理)



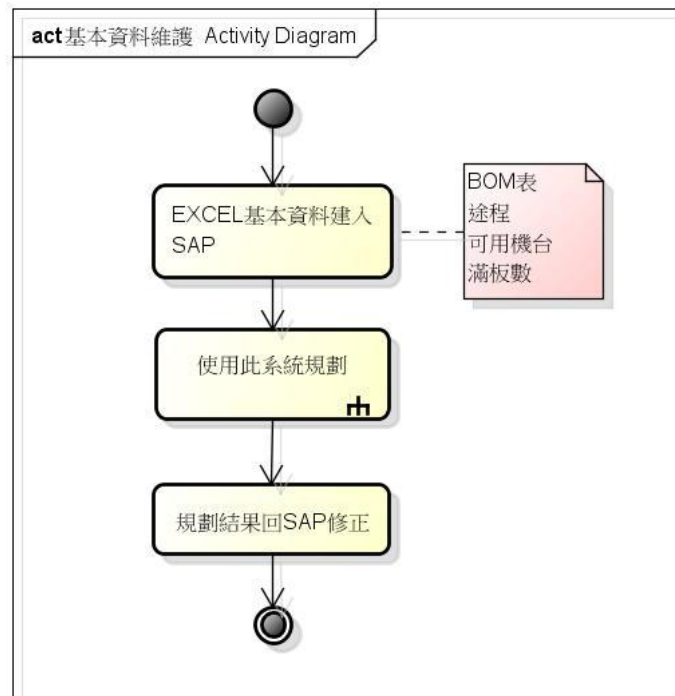
powered by Astah

圖 23 規劃開始/結束日活動圖(資料來源：本研究整理)



powered by Astah

圖 24 產能堆疊活動圖(資料來源：本研究整理)



powered by Astah

圖 25 基本資料維護活動圖(資料來源：本研究整理)

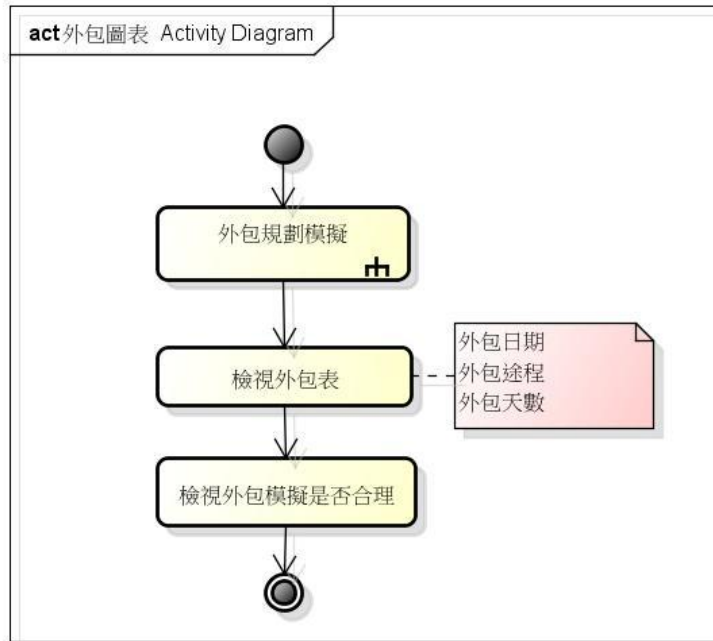


圖 26 外包圖表活動圖(資料來源：本研究整理)

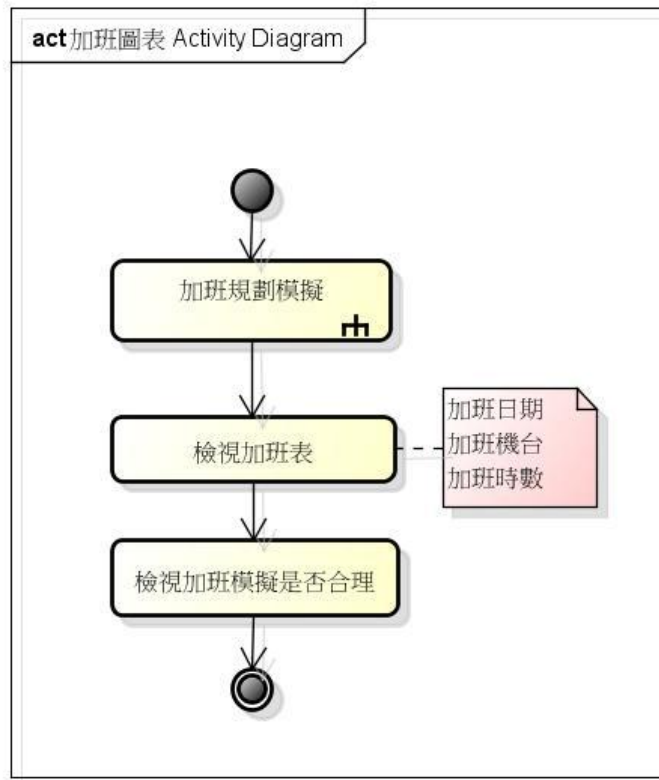
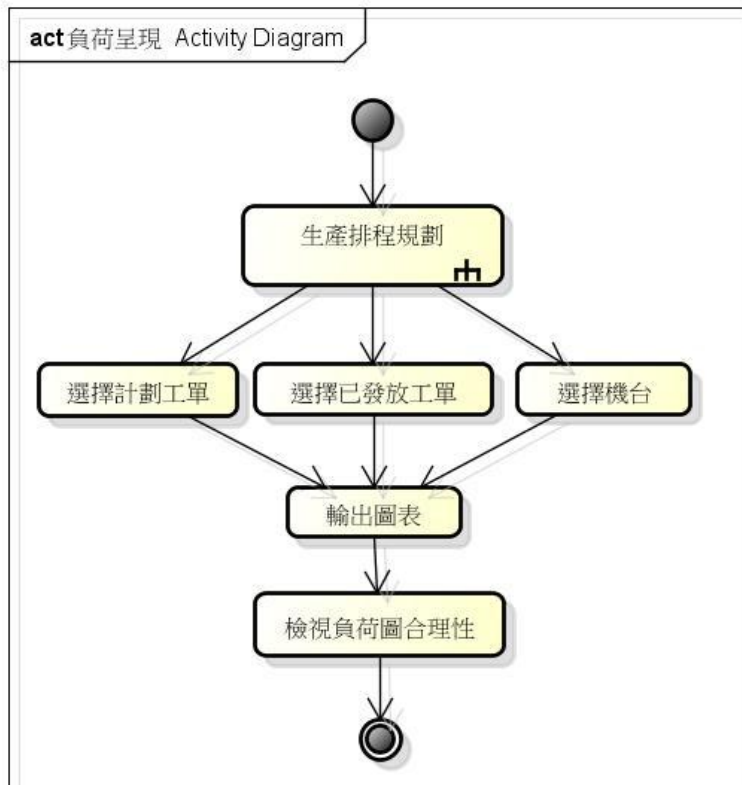
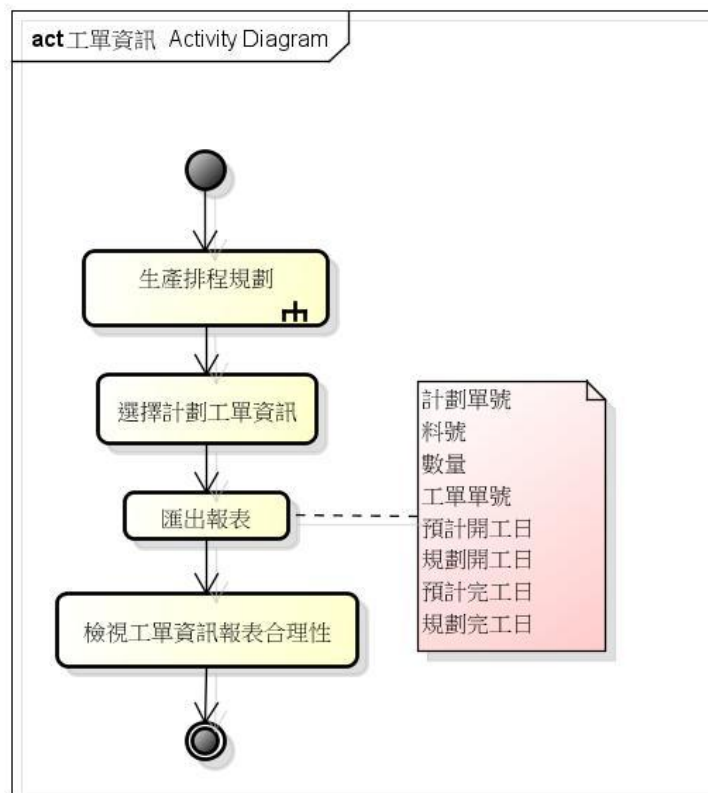


圖 27 加班圖表活動圖(資料來源：本研究整理)



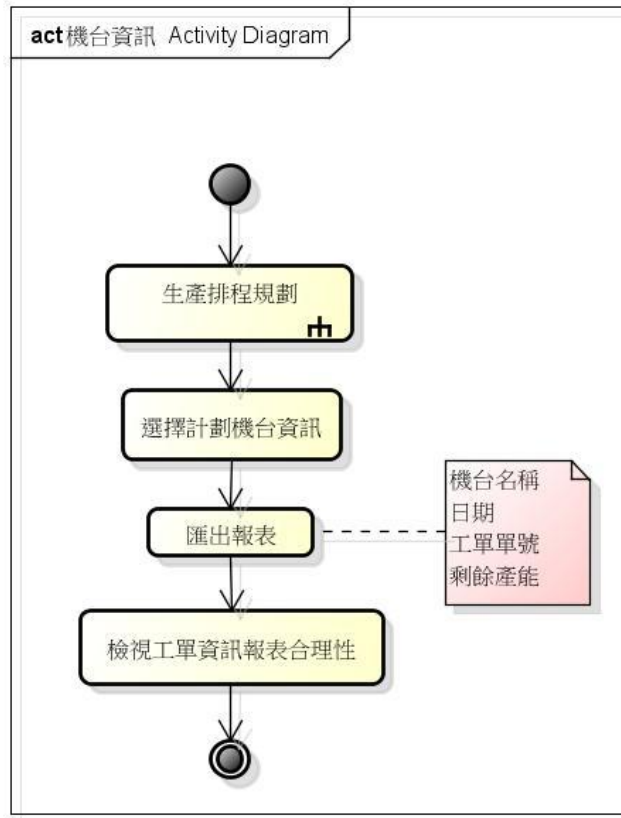
powered by Astah

圖 28 負荷呈現活動圖(資料來源：本研究整理)



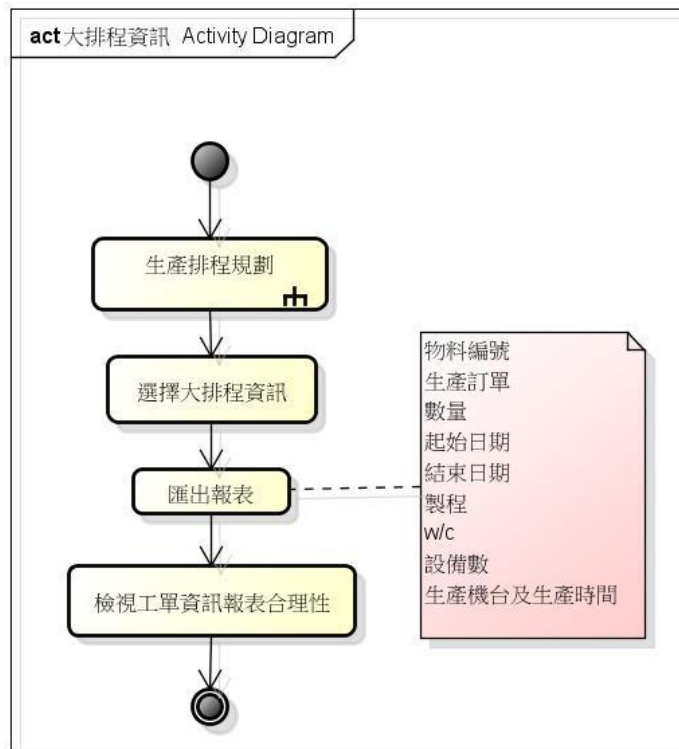
powered by Astah

圖 29 工單資訊活動圖(資料來源：本研究整理)



powered by Astah

圖 30 機台資訊活動圖(資料來源：本研究整理)



powered by Astah

圖 31 大排程資訊活動圖(資料來源：本研究整理)