

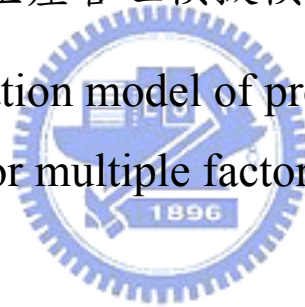
國立交通大學

交通運輸研究所

碩士論文

多廠區生產管理模擬模式之建構

Developing a simulation model of production management
for multiple factories



研 究 生： 江長恩

指導教授： 王傳芳 教授

黃台生 副教授

中華民國九十六年七月

多廠區生產管理模擬模式之建構

Developing a simulation model of production management
for multiple factories

研 究 生：江長恩

Student：Chang-En Chiang

指導教授：王傳芳 老師

Advisor：Chuan-Fang Wang

黃台生 老師

Tai-Sheng Huang

國 立 交 通 大 學

交 通 運 輸 研 究 所



Submitted to Institute of Traffic and Transportation

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master

In

Traffic and Transportation

June 2007

Taipei, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年七月

多廠區生產管理模擬模式之建構

研究生：江長恩

指導教授：王傳芳 老師

黃台生 老師

國立交通大學交通運輸研究所

摘 要

隨著產業界競爭環境激烈的改變，市場需求變化迅速，企業為求壓低成本、生產佈局全球化等因素，不斷的擴廠與合併，製造工廠也從傳統之單區位延伸至多區位，因此以往單廠區之生產規劃已不敷使用，在此環境之下，如何規劃與分配多廠區的資源與資訊利用便顯得相當重要。

本研究針對多廠區生產環境，建構系統化之模擬模式，將系統分為實體物件、作業流程、相關資訊流及決策系統四部分：

1. 實體物件包括訂單、物料、廠區、供應商及運輸工具，利用模擬軟體之物件導向特性設定各項實體物件之屬性，使其能運作於系統之各項作業中。
2. 作業流程包括中央規劃與單廠區內作業，各項作業順序與關係之釐清在系統規劃的合理性上尤其重要。
3. 相關資訊流包括外部如訂單資訊及供應商資訊，內部如存貨資訊、廠區資訊及運輸資訊，本研究加入機率函數使系統更能隨機模擬以避免流於規律，以接近真實環境。系統中一切運算及資料蒐集之工作均以相關資訊流為依據，因此其參數化之正確性與合理性均需加以考量。
4. 決策系統為模擬系統之核心，包括訂單分配與生產排程規劃，以及跨廠支援決策，決策準則及決策點的制定均影響著整體系統之效率與合用性。

透過情境假設之模擬結果分析，本研究之模擬模式易於觀察結果且具有修改之彈性，可依企業之環境變化作調整，可做為多廠區生產管理之規劃輔助工具。

關鍵詞：多廠區、生產管理、模擬模式

Developing a simulation model of production management for multiple factories

Student: Chang-En Chiang

**Adviser: Dr. Chuan-Fang Wang
Dr. Tai-Shen Huang**

**Institute of Traffic and Transportation,
National Chiao Tung University**

ABSTRACT

As the competitive environment of production industry changes fiercely, the market demand changes rapidly, in order to decrease the cost, and globalize production positions, companies expand and absorb factories, production factories positions become multiple from single, so the traditional production plan is not good enough anymore. So it is significantly important to plan and deal out resources and use information of multiple factories in this environment.

The objective of this research is to develop a systematized simulation model of multiple factories production management, divide the system into four parts: entity objects, operational processes, relative information flows and decision systems.

1. Entity objects include orders, materials, factories, distributorships and transportations, use the entity oriented characteristic of the simulation software to set attributes of all entity objects, make them can operate on system flows.
2. Operational processes include centralized and single-factory operations, clarifying sequence and relations between all operations is significantly important in rationality of the system planning.
3. Relative information flows include external information such as order and distributorship information, and internal information such as inventory, factory and transportation information. Input of distribution function in this research make the system more stochastic to close in real environment. All calculation and data collection processes are in accordance with relative information flows, so the accuracy and rationality of the parameters have to be considered deliberately.
4. Decision systems are the core of the simulation system, they include orders allocating and operation scheduling planning, and cross-factories supporting. Formulating decision criterion and decision point both influence the efficiency and fitness of use of the system.

After simulation analyzing of scenario hypothesis, it can be observed that the simulation model is easy to observe result and has elasticity of modifiability, it can be adjusted by changing environment, so it can be treated as assistant tool of multiple factories production management.

Key words: multi-site, production management, simulation model

誌謝

兩年的研究所生涯終於即將告一段落了，在完成這本論文最後一塊拼圖之前，真的要感謝很多人，首先最要感謝的是我的指導教授黃台生老師，在這兩年中很有耐心的教導我論文寫作技巧以及親和謙虛的待人處世道理，每次看到老師總是高舉右手並笑臉迎人的打招呼時，就覺得自己根本沒什麼好煩惱的，因為老師更是比我忙了N倍啊！另外也要感謝另一位指導教授王傳芳老師，在口試時力挺我過關，及對我的肯定。並謝謝兩位口試委員謝金生老師及賈凱傑老師，在口試時對於論文之建議與觀念上的修正，甚至還讓我有到相關產業實習的寶貴機會。

再來，謝謝週遭的一些親朋好友，認識快要一輩子的簡士凱，又會玩又會念書又會把妹真的讓我好生羨慕，但你總是不願離開台南，氣死人；潘婷最常跟我聊心事，跟你聊天是一件很舒服的事情，缺點是太難約；冠毛從進台大後就好事不斷，是個天之驕子，謝謝你常跟我分享心事和秘密；老鄧很愛虧我但你真的很好相處，是玩樂的好伙伴，祝你也趕快畢業&脫團；李定彥講話超白癡讓我在心情不好時能開心點，王偲綸雖然好像你比較該感謝我，不過你是和我笑點最合的人XD。還有很認真過生活的米妮、巧巧、欣兒、斯嘉；國中老友元厚、振忠、莉淳、皓軍；大學同學阿熊、惟中、阿炮、屎蛋、拔辣、泰瑋、大喜、佳鈴；學長姊懷明、玟瑤、書豪、秉正、群明、永祥；帶我上天堂又推我去地獄的小夏；東盟的新原、阿雄、阿富、哲維、國雄、明松、保志及所有隊友們；牌友阿銓、火車、紅毛；學弟妹依潔、泰山、雨薇、雅惠，我最敬愛、啟蒙我棒球生涯的外公，及外婆、阿姨、姨丈、姑姑、表姐美慧和其他親戚們，還有好多好多人族繁不及備載，謝謝你們的關心與照顧。

接著要謝謝我的家人，對我很有信心的老爸總是讓我沒有經濟上的壓力，很抱歉我目前真的沒有念博班的打算；比我早念研究所卻還未能畢業的老媽，看你為了論文苦惱真的挺難過的，謝謝你的照顧讓我衣食無虞，生活富足，祝你早日突破瓶頸；漸漸變成女人的老妹，雖然你常嗆我但我知道那是你特有的關心方式XD，祝你能順利考上研究所；還有在天堂的Kiki，謝謝你曾經帶給家裡的歡樂。

最後，輪到你們啦！ITT96的傢伙們！認識你們真的是我這兩年最大的收穫，你們比學位還要寶貴！我愛你們大家，研究所能交到感情這麼好的同學真的是很難得的一件事，幹會長累的跟狗一樣的阿秋是跟我tone最合的傢伙，每次的聚會沒有你就覺得少了什麼；A中對人誠意十足，卻是跟我完全極端的客氣王XD，也是個可以交心的好伙伴，但偶爾也要拿出你的man power啊！董晉曄是我見過最沒誠意的混帳，

但不知道為什麼總是會想找你玩，可能是腦子跟我一樣蠢吧；很遺憾不能一起畢業的良淵，太久沒跟你講話會翻譯不出你的火星話，提起精神來啊！做事認真且待人誠意十足的士軒是個好男兒，謝謝你在課業上的幫忙；唱歌好聽到爆且個性可愛的宇函，謝謝你悅耳的歌聲以及常陪我玩插眼睛遊戲XD；能力很強卻撈叨不停的大頭，謝謝你常讓我嗆以及出去玩的鐵咖；很有kuso天份的阿朋，終於讓你找到我這個伯樂啦，把你的耍蠢潛能開發到極致；講話很容易讓我火大的博彥，對事情認真的態度很值得我學習，但說話時麻煩真誠一點XD；外表美麗又擁有可愛內心的書婷，像你這麼樂觀開朗的女生真的很難得，謝謝你常常給我的鼓勵與捧場我的笑話；很有自己想法的菁怡，常常很想跟你多聊聊，不過都沒什麼機會，謝謝你神速的完成論文激發我的危機意識；很有神秘感但其實是個笨蛋的怡安，謝謝你為我解答一些有關女孩想法的問題；可愛又真誠的薰論，看你這兩年的起起伏伏，如今快要口試了真的很為你高興，謝謝你帶給lab的歡樂；很有喜感的Webber，我對你的幽默最沒有抵抗力，謝謝你結實的胸肌讓我捏以及和我分享跟老師meeting的心得；很大方有趣的依珊，總是對我很兇XD，謝謝你能認真又能哈啦的談吐，還有對我笑話很捧場的凱羚、常常嚇我趕我進度的靜宜、對人友善又親切的玥蓁、為我解答很多課業問題的龍哥、很想熟一點但都沒機會的文君、很容易聊到內心深處的Kilik、還蠻有趣的紅豆、很熱心的獼猴、知道很多好地方的芝吟、很有自己一套的大冠、很man的姿慧、很woman的笛箏以及很幸福的爵旭，有你們真好，希望大家未來都能走自己想要的路，有緣再相聚。

謹獻給所有關心過我、照顧過我的人，謝謝你們。

江長恩 謹致

2007. 07. 06

目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝	iii
目錄	v
表目錄	vii
圖目錄	viii
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的與課題.....	1
1.3 研究範圍.....	2
1.4 研究架構.....	2
1.5 研究方法與流程.....	3
第二章 文獻回顧	5
2.1 單廠區生產系統架構.....	5
2.1.1 主生產排程(master production schedule, MPS).....	5
2.1.2 材料檔(Item Master)	7
2.1.3 物料表(bill of material, BOM).....	7
2.1.4 庫存管理.....	8
2.1.5 訂單管理.....	10
2.2 多廠區生產系統之特性.....	12
2.3 多廠區生產系統各項作業內容.....	17
2.3.1 訂單分配.....	17
2.3.2 物料規劃.....	19
2.3.3 存貨管理.....	22
2.4 系統模擬相關文獻.....	24
2.4.1 eM-Plant 模擬軟體.....	24
2.4.2 eM-Plant 應用之相關文獻.....	25
第三章 多廠區生產管理之系統規劃	27
3.1 問題背景描述.....	27
3.2 多廠區生產系統範圍及架構.....	28
3.3 多廠區生產之作業系統規劃.....	31
3.3.1 實體設施.....	31
3.3.2 訂單分配.....	32
3.3.3 多廠物料規劃.....	34
3.3.4 多廠庫存管理.....	36
3.4 多廠區生產之資訊項目.....	37
3.5 多廠區生產之決策系統規劃.....	38
3.5.1 訂單分配與生產排程規劃.....	40
3.5.2 跨廠支援決策.....	41

第四章 多廠區生產管理之系統分析	43
4.1 系統假設.....	43
4.2 實體物件分析.....	44
4.2.1 訂單.....	44
4.2.2 物料.....	45
4.2.3 廠區.....	47
4.2.4 供應商.....	47
4.2.5 運輸設施.....	48
4.3 資訊項目分析.....	49
4.4 各項作業內容分析.....	51
4.4.1 訂單分配.....	52
4.4.2 採購作業.....	52
4.4.3 進料作業.....	54
4.4.4 出料作業.....	55
4.4.5 跨廠支援作業.....	56
4.4.6 運輸作業.....	57
4.4.7 生產作業.....	58
4.5 決策系統分析.....	59
4.5.1 訂單分配與生產排程規劃.....	59
4.5.2 跨廠支援決策.....	61
第五章 情境假設與模擬分析	65
5.1 情境假設.....	65
5.1.1A 公司之概況.....	65
5.1.2 訂單及物料.....	65
5.1.3 廠區及運輸.....	68
5.2 模擬分析.....	70
5.2.1 訂單資訊分析.....	70
5.2.2 物料需求與存貨分析.....	72
5.2.3 跨廠支援分析.....	73
第六章 結論與建議	75
6.1 結論.....	75
6.2 後續研究建議.....	75

表目錄

表 2-1 材料主檔圖例(按製造順序排列)	7
表 3-1 多廠生產系統資訊項目及其說明	38
表 4-1 訂單屬性表	44
表 4-2 物料項目屬性表	47
表 4-3 廠區物件屬性表	47
表 4-4 供應商屬性表	48
表 4-5 運輸設施屬性表	48
表 4-6 外部資訊項目內容說明與相關作業整理	49
表 4-7 內部資訊項目內容說明與相關作業整理	50
表 4-8 不同物料分類之採購策略設定	53
表 4-9 客戶重要程度與延遲成本之設定	64
表 5-1 訂單資訊	66
表 5-2 前十筆訂單物料需求	67
表 5-3 物料項目之 ABC 分類	68
表 5-4 各廠區之個別產能	68
表 5-5 廠區相對距離及運輸資訊	68
表 5-6 廠區資訊	69
表 5-7 訂單產出資訊	70
表 5-8 訂單分配結果	71
表 5-9 各廠訂單延遲情形	72
表 5-10 物料跨廠支援情形	74

圖目錄

圖 1-1 研究架構圖	3
圖 1-2 研究流程圖	4
圖 2-1 物品之 BOM 圖	8
圖 2-2 定量控制系統之控制程序與存貨實際變化圖	10
圖 2-3 訂單滿足流程	12
圖 2-4 中央規劃控制系統	13
圖 2-5 多廠與多樣化產品分配模式	16
圖 2-6 一般 BOM 結構圖	19
圖 2-7 BOMfr 結構圖：(a)家具;(b)椅子;(c)桌子	20
圖 2-8 存貨系統架構圖	23
圖 2-9 兩階層存貨系統架構圖	23
圖 3-1 本研究多廠區生產系統規劃架構圖	28
圖 3-2 供應鏈程序	29
圖 3-3 多廠區生產系統與子系統之關係	30
圖 3-4 多廠區生產管理系統架構圖	31
圖 3-5 多廠區訂單分配系統的基本架構	33
圖 3-6 多廠物料規劃模式示意圖	35
圖 3-7 單一廠區庫存系統	36
圖 3-8 多廠供給策略下跨廠相互支援之示意圖	36
圖 3-9 系統整體決策示意圖	39
圖 3-10 訂單分配與生產排程規劃決策架構圖	40
圖 3-11 訂單分配與生產排程規劃示意圖	41
圖 3-12 跨廠支援決策架構圖	41
圖 3-13 跨廠支援決策示意圖	42
圖 4-1 存貨金額與存貨項目百分比	46
圖 4-2 多廠區生產系統作業流程概述圖	51
圖 4-3 訂單分配流程圖	52
圖 4-4 採購作業流程圖	53
圖 4-5 進料作業流程圖	54
圖 4-6 出料作業流程圖	55
圖 4-7 跨廠支援作業	56
圖 4-8 運輸作業流程圖	57
圖 4-9 生產作業流程圖	58
圖 4-10 生產排程規劃之決策流程	60
圖 4-11 跨廠支援決策流程	63
圖 5-1 新竹廠區之訂單排程圖示	71
圖 5-2 新竹廠區電池 90VAC 存貨變化情形	72
圖 5-3 上海廠區顯示卡 G4 安全存量調整情形	73

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

隨著產業界競爭環境激烈的改變，市場需求變化迅速，面對客戶多變的訂單需求，且在提高對顧客的滿意度及允諾交期的前提下，企業獲利空間受到緊縮。因此，產能的提升、成本的有效控管及縮短生產週期，將是企業提高競爭力的關鍵。

企業面對產能無法負荷情況時，考慮以興建新廠、併購、擴建生產線或產品外包等方法擴充產能，且為了降低製造成本，將製造工廠外移至大陸與東南亞國家等人工成本較低的地區。因此，隨著製造工廠的增加，生產環境由原來的單一製造工廠，擴充至多個廠區，單廠的生產規劃已不符合多廠生產型態。

現今產業變遷迅速，產品的多元化、全球化已是必要的條件，尤其在台灣，由於人力成本高昂，將製造工廠移至大陸或東南亞國家的情形已蔚為風潮，因此各廠分散在不同區位的情形相當常見，如此一來生產管理也就從單區位衍生至複雜的多區位系統，各廠的生產特性、物料組合、資源共享、產能平衡、成本等課題皆須加以考量。然而，對於多區位工廠的管理作業，其規劃內容、範圍將複雜許多，必須考量各廠之間的物料整合與分配，產能以及製程管理、安排，各廠之庫存、物料皆可互相彌補共享，因此整個物料需求計畫之系統複雜度也龐大數倍。對於多廠區生產規劃之研究也逐漸展現，如張美滿(2002)、周哲維(2002)、林進添(2003)等人之研究。

本研究即在此環境下，擬構建一多廠區生產管理模擬模式，除將多廠區各項生產作業及有關資訊之釐清整合外，並強調其間之決策，及決策結果之呈現，希望對多廠區生產管理之發展提供一份助力。

1.2 研究目的與課題

本研究之主要目的為建構一整體性之多廠區生產管理模擬模式，幫助管理者瞭

解有關資訊，並作出正確決策。在此目的下，將進行之研究課題包含以下五項：

- 1.瞭解多廠區生產之作業流程及其特性。
- 2.瞭解多廠區生產之管理系統及有關資訊。
- 3.探討多廠區生產各項作業之關聯及有關決策。
- 4.多廠區生產作業系統一般化之處理方式。
- 5.整合前述各項成果，構建多廠區生產管理之模擬模式。

1.3 研究範圍

本研究之範圍為：

- 1.本研究探討範圍在於從企業接獲訂單至進入生產排程，包括訂單分配、存貨管理、物料管理、跨廠支援及生產作業等項目為範圍。
- 2.僅探討物料在生產流程中之作業，而不考慮人員之調派作業與成本。
- 3.系統作業僅至發出生產排程，成品完工後之倉儲與配送作業不在本研究範圍內。
- 4.本研究探討的係企業內部之生產作業流程，而非企業間之交流作業。

1.4 研究架構

本研究之研究架構如圖 1-1 所示，從國內外文獻中整理分析出多廠區生產管理之作業方式與流程，包括訂單分配、生產排程、物料展開、物料需求、庫存管理、跨廠支援等作業，其中之先後流程及影響，同時在上述工作中統整出多廠區生產管理系統在各項作業中必須考量之決策點及其決策準則，資訊流之傳遞及所有決策變數在各項作業與決策點之間之計算與調整；在上述兩項工作中，勾勒出整體系統雛型，整理分析出其中各項作業一般化之處理方式，將各項決策變數參數化，讓使用者能自行構建適合其生產作業流程之模型；整合以上結果，確定完整系統架構，從接到顧客訂單開始之生產流程，以及另一端庫存管理之進出貨流程為兩大主軸，透

過電腦程式呈現出細部流程與元素，構建多廠區生產管理模擬模式。

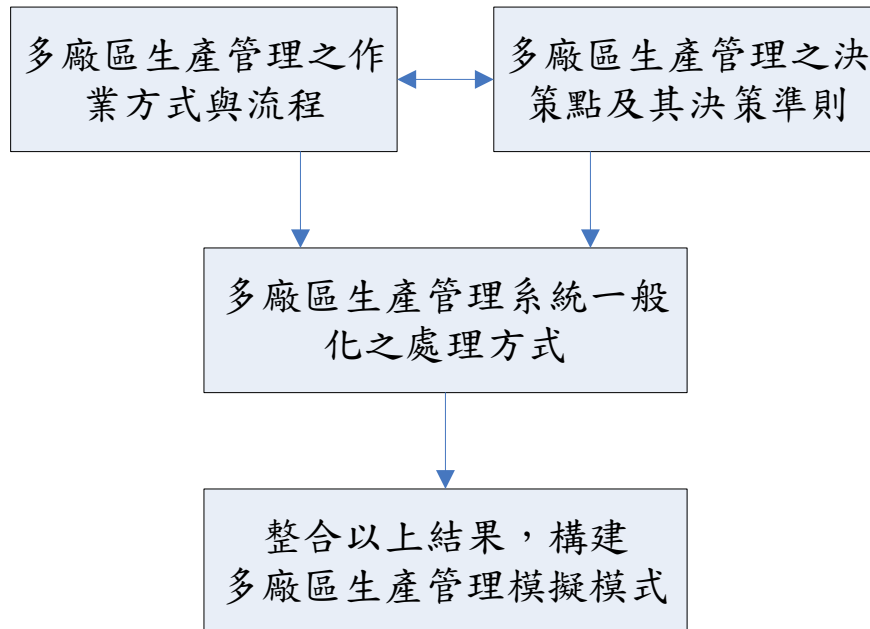


圖 1-1 研究架構圖

1.5 研究方法與流程

依據本研究之研究目的與欲探討之課題，以完成決策支援系統之建構與模擬，在前述的研究架構下，相關研究方法如下：

1. 文獻回顧

欲探討之國內外相關文獻將以以下三個主題進行蒐集：

- a. 製造業生產流程基本架構
- b. 多廠區生產作業流程與特性
- c. 多廠區各項作業決策點及決策準則

2. 多廠區生產管理模擬模式之建構

統整歸納出上述之資訊後，運用 eM-Plant V.7.0.2 軟體進行系統建構並加以模擬，此軟體具有模擬物流作業之能力，且為物件及事件導向(Object and Event Oriented)

及圖形化介面之模擬軟體，所以容易觀察相關物流過程，以建立一般化之模擬模式，輔助決策者制定決策。

依據上述之研究目的、課題、架構與方法，本研究之研究流程如圖 1-2 所示。首先定義研究架構，再確認研究方法與流程，並藉由文獻回顧擬定系統流程與架構，以及訂定決策因素，再以 eM-Plant 建構系統並實證，最後說明結論與建議。

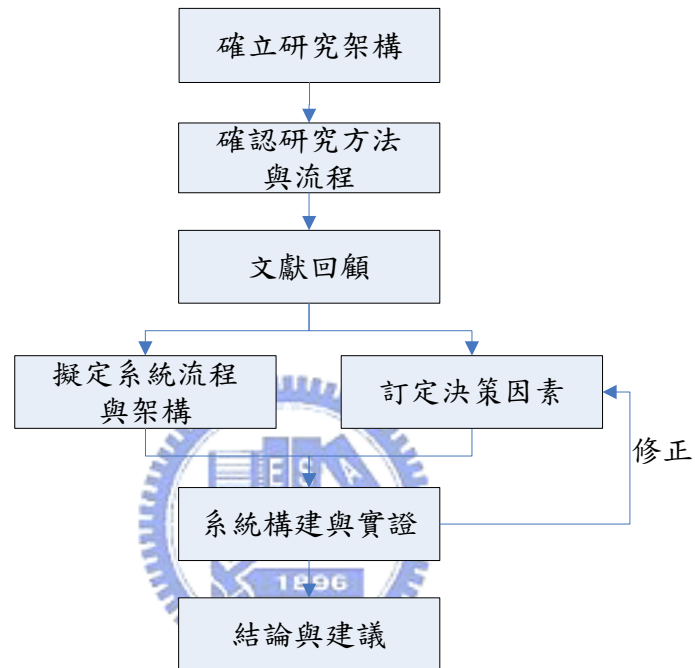


圖 1-2 研究流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 單廠區生產系統架構

本節將對單廠區生產系統作一統整性之介紹，以作為多廠區生產系統之基礎，梁培華(1982)將系統流程分為主生產排程(master production schedule, MPS)、材料檔(item master)、材料表(bills of materials, BOM)、庫存(inventory)管理及訂單(order)管理五類，此五項流程經由計算而能得出各種相依(dependent)材料的需求狀況，此即為單廠區生產系統之基本架構。

2.1.1 主生產排程(master production schedule, MPS)

美國生產與庫存管理協會（American Production & Inventory Control Society, APICS）對 MPS 之定義如下：MPS 就是一種生產計劃表，它表明了將生產何種產品(what will be made)，將生產多少(how many will be made)，以及在何時生產(when they will be made)，是一種生產計劃而非銷售計劃。它考慮到整個公司的資源調配，同時亦衡量公司本身與供應商產能(capacity)之配合，因此它是公司整體計劃的藍本。所有的資料、人力、廠房、設備與財務等計劃均由此衍生出來。

主生產排程為物料需求計畫(Material Requirement Planning, MRP)演算的原動力，所有材料的收發存均以 MPS 為主，如果沒有 MPS 的排定則無物料管理可言，一個完整的 MPS，需要深入地考慮所有內部與部份的環境，再透過計算與經驗加以排定方能得出最佳排程，以下各點為較重要之考慮因素。

1. 預測

預測為評估預算之基礎，其目的乃在於確定何時須提供何種品質，多少數量之物料，以免生產停頓，延遲交貨狀況之發生。藉由對未來顧客的需求預測，方能安排 MPS，生產或儲存成品及購買原物料。

2. 未交訂單(unshipped customer order)

一般而言，銷售預測是由未交訂單與預測部分所組成，其在接單式生產(make to order, MTO)及存貨式生產(make to stock, MTS)中均存在，同時未交訂單亦可作為往後訂單預測之參考數據。

3. 產品結構(bill of material structure)

在 MPS 的排定上，其項目並非完全依照銷售的產品別來排定，而是依產品的結構加以分析後排定。

4. 製造週期(manufacturing lead time)

每一產品之製造週期乃指工單之發出製造命令開始，至製成成品送交庫存倉庫或送交客戶之全部時間總和。欲提高服務水準，就必須迅速處理顧客之訂單，對每一產品之製造週期確實把握，方能適時發出生產指派，適時將成品送交顧客以提高交貨之服務水準。

5. 批量(Lot Sizing)

批量大小的決定，將立即影響到製程的穩定性與存貨的高低。在多樣少量的生產模型下，縮小批量是現代生產管理的一大挑戰，亦是降低生產成本的一項極其重要的因素。

6. 產能(capacity)

產能為一個工作單位(如人、機器、工作站)所能負荷的最大工作量，MPS 能根據製程資料，計算其在各工作單位之工作負荷量，將預定之製造命令投擲到適合之工作單位。

7. 材料可供量(materials availability)

材料狀況是影響製程排定的重要因素之一，尤其是前置時間(lead time)較長、獲得不易的材料更須加以考慮，以保製程排定之可靠性。

MPS 的發展步驟為：


1. 首先需確認需要的產生和來源，其來源包括客戶訂單、經銷商訂單、成品倉庫的需求、服務零件的需求、預測安全存貨、廠際訂單。

2. 然後將所有來源的需要合併在一起，即是所謂的工廠需求日程計劃 (schedule of factory requirements)，此計劃乃是發展 MPS 之第二步驟。
3. 依據工廠需求日程計劃，編製最後的 MPS。
4. 將初步的 MPS 與其它資源計劃(如：產能、空間、週轉資金)的負荷，同時一起考慮。
5. 模擬各個不同 MPS 的影響。
6. 最後，選擇最佳可行的 MPS。

2.1.2 材料檔(Item Master)

材料檔之紀錄項目可包括(1)料號；(2)名稱；(3)用量單位；(4)材料 ABC 區分；(5)單價；(6)供應商；(7)標準存貨週數；(8)前置時間；(9)安全存量。報表格式如表 3-1 所示。

表 2-1 材料主檔圖例(按製造順序排列)



Item Master By Parts (料號順序)		ITEM MASTER LIST						
P/N	DESCRIPTION	UNIT	CLASS	S.COST	VENDOR	STD INVTY	L-T	SAFETY
CAP 708672D	CAPACITOR	P	EE	\$.XXXX	XXX	XX	XX	XX
CAP 708681BK	CAPACITOR	P	EE	\$.XXXX	XXX	XX	XX	XX
CAP 706881BL	CAPACITOR	P	CC	\$.XXXX	XXX	XX	XX	XX
CAP 708681DE	CAPACITOR	P	CC	\$.XXXX	XXX	XX	XX	XX
CAP 708681EC	CAPACITOR	P	EE	\$.XXXX	XXX	XX	XX	XX
CAP 708681ED	CAPACITOR	P	CC	\$.XXXX	XXX	XX	XX	XX

資料來源：梁培華(1982)

2.1.3 物料表(bill of material, BOM)

物料表記錄產品的架構，在生產流程中，顯示出各零組件相互關聯的資訊，其在存貨項目、毛需求與淨需求的正確計算過程中，扮演著相當重要的角色，其能展示出一個產品的各層次結構，藉此可得知製造某項產品其所需要的材料、數量與順序。例: A 為某一最終產品，要生產一個 A 需要三個 B 和一個 C，相同的，一個 B

又需要一個 D 及二個 E，其餘以此類推。整體而言，物料清單包含了一個產品內的各級組裝與其下階零組件的組成數量關係及各級組裝之前置時間。一個產品結構樹 (product tree) 式的 BOM 圖如圖 2-1 所示。

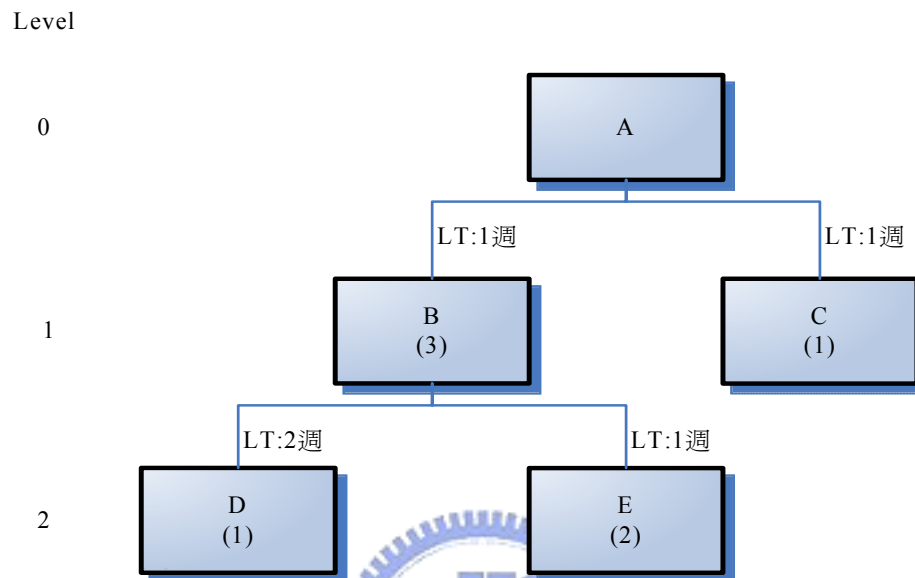


圖 2-1 物品之 BOM 圖

2.1.4 庫存管理

庫存資料之正確與否，直接影整體生產管理之執行效率，其目的在於適時適量的滿足其對現有及預期庫存的需求，同時避免過多無需求庫存的產生以免資金積壓進而影響資金調度的靈活性。

1. 供應鏈庫存管理

供應鏈是由原料供應商、製造商、配銷商、零售商與顧客所組成的複雜網路，其活動範圍從接受客戶訂單後到將產品交給顧客的過程，包括原物料採購、產品製造、配送、銷售、售後服務等。供應鏈庫存管理有別於以往單一企業的庫存管理，其主要考量整體供應鏈內上中下游的廠商，針對買賣雙方的採購與存貨系統，彼此相互協調合作，加以改善整體供應鏈效率，並以整體供應鏈總存貨成本最低為目標。

2. 存貨成本

物料之儲存，雖能提供滿足需求之任務，但此類物料之儲存，亦需支付各類之存貨成本(carrying cost)，通常此成本可分為下列五類：

- (1) 積壓資金之利潤損失與利息支出。
- (2) 保險費。
- (3) 陳舊過時及毀損跌價之損失。
- (4) 倉儲費用。
- (5) 倉儲管理費用。

3. 安全存量

安全存量的設定，在預防物料需求率或前置時間的不確定性所造成缺貨之情形發生，因為物料需求率的變異，導致需求短暫的波動，使其庫存比預期更快耗盡；前置時間的變異，則是延長供應貨品的時間。

周哲維(2003)將服務水準定義為：在前置時間這段時間，需求不超過供給的機率，亦即持有存量足以應付需求。儲存安全存量必須花費成本，安全存量不足卻會造成缺貨的風險，因此必須在安全存量的持有成本與降低存貨短缺的風險兩者之間取得平衡。

4. 定量存貨控制系統(Q-system)

此系統為存貨控制系統之一種，其以「訂購點」(reorder point)與「批量」(lot size)為控制之標準，其特性為每次之訂購量固定，而以實際消耗量來決定訂購時間，亦即以「訂購點」決定何時訂購，以「批量」決定訂購多少，其控制之程序與存貨實際變化之情形如圖 2-2 所示。

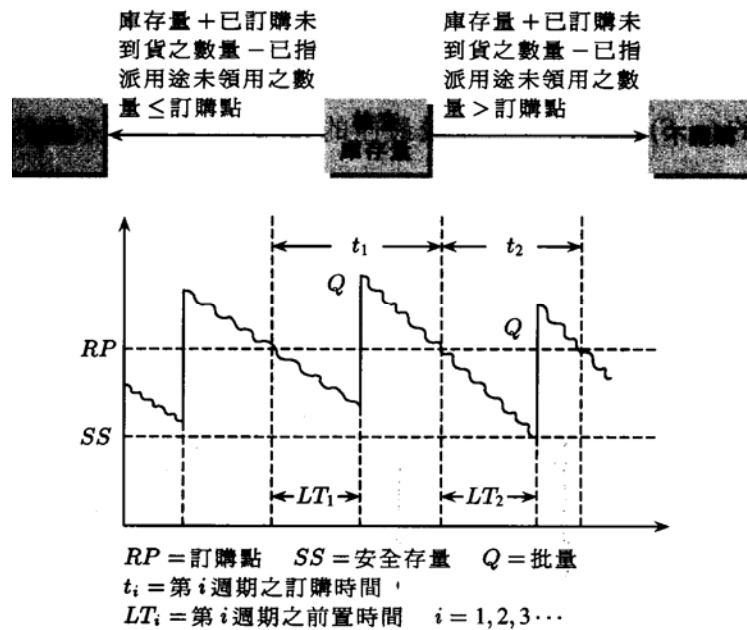


圖 2-2 定量控制系統之控制程序與存貨實際變化圖

資料來源：林清河(2006)

2.1.5 訂單管理

交易雙方的合作關係是從收到訂單開始到收到應收帳款為止，因此顧客訂單是系統運作的開始，在顧客訂單產生後，系統才能安排之後的採購、製造、配銷等主要活動。

1. 訂單管理系統的功能

Gopal(1993)認為訂單管理為一個用來整合製造和配銷系統的企業流程，其目標為規劃和監控滿足生產/服務訂單的相關活動，以滿足顧客需求。因此，訂單管理必須具備協調分配資源的功能。對於以製造為主的企業而言，透過訂單管理系統可以掌握企業資源使用的情況，在收到客戶訂單時快速分配企業所能供給的資源，才能回覆顧客交期以及可允訂貨數量，真正達到快速滿足顧客需求的最終目標。因此訂單管理系統需具備下述五個功能：

(1)接收訂單 (Accept Order)

訂單接收的功能主要是接收顧客端以不同形式傳送的訂單，包括以電話、傳真、或者是以EDI等方式所傳送的訂單，然後交由相關部門進行訂單的處理流程。

(2)確定訂單明細 (Configure Order)

確定訂單內容（包括產品的規格及交易條件）。

(3)資源分配 (Source Order)

對於如何以最佳的方式分配資源發揮企業供應鏈的功能，達到彈性滿足顧客要求之目標，因此訂單管理必須包含分配資源的功能。

(4)預備訂單管理計畫 (Prepare Order Management Plans)

根據生產的前置時間規劃產品生產時程，以掌握產品生產狀況，並在產品進行製造時適度追蹤生產進度。

(5)監督訂單 (Monitoring Order Delivery)

監督訂單的流程，從產生訂單、顧客收到產品到訂單歸檔，除了執行訂單進度的追蹤外，在面對顧客詢問訂單完成狀況時，亦可馬上回覆。

2. 訂單滿足流程

一般而言，訂單滿足流程所指的是「從接到顧客訂單開始，到將產品配送給顧客」的一個流程，在此流程中包含詢價、訂單收到、訂單接受、訂單處理、排程生產、貨品組裝、檢貨出貨、產品安裝/設置、開立發票與應收帳款等處理活動，如圖2-3所示。

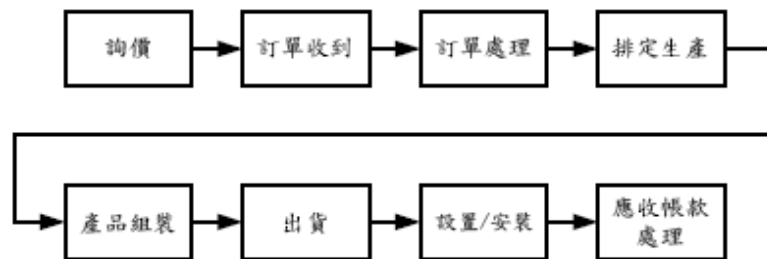


圖 2-3 訂單滿足流程

資料來源：Walker,1995

2.2 多廠區生產系統之特性

面臨多廠區的生產環境，企業為了適時、適地、適量的滿足顧客需求，必須妥善利用資源，規劃最佳的生產計劃。由於生產規劃包含資源規劃、物料規劃、產能規劃、產品配送計劃等相關規劃，彼此關係密切且複雜；因此，許多相關研究探討生產規劃模式，以解決實務上所發生的問題。

Thierry et al.(1995)提出中央規劃控制系統(Centralized multi-site planning and control)，以解決多廠區的生產規劃問題，先透過中央規劃控制系統進行企業多製造廠區的整體規劃，各廠區再執行其規劃結果，如圖 2-4 所示：

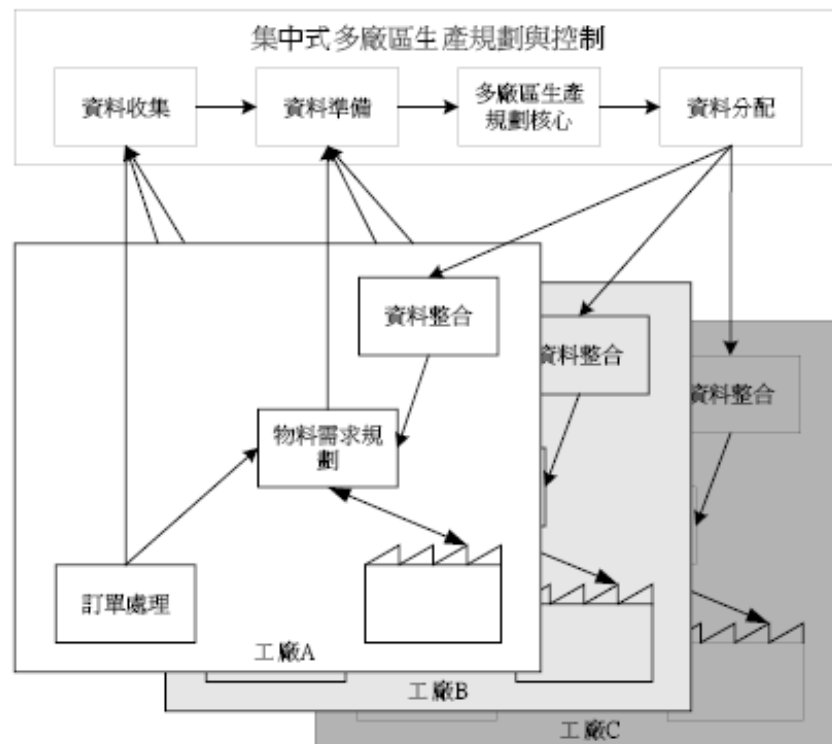


圖 2-4 中央規劃控制系統

資料來源：Thierry et al. (1995)

Thierry並認為多廠區的生產系統中，產品的製造流程是需要使用不同廠區內的資源。換句話說，單一產品的生產是具有替代性的，比如相同企業下的二個廠區，對某個生產流程可能具有相同製程能力或是具有互補能力。

解決多廠區生產規劃的問題，是藉由改善相同企業下不同生產單位間生產規劃與控制的合作關係。因此，這樣的問題主要是要決定不同生產單位需要生產的品項數量與各個生產單位間的運輸數量。它具有以下的基本資料：

1. 相同的企業下有不同的生產單位及其產能效益；
2. 用於生產零件的物料清單；
3. 生產不同組件與最終料件需要的資源數量；
4. 生產單位間的運輸時間。

及限制條件：

1. 產能限制；
2. 存貨與生產及運輸的平衡式；
3. 生產單位間生產與需求的限制；
4. 需求與運輸的限制。

Sauer et al. (1998)研究中探討生產規劃由單一廠區擴充至多廠區所面臨的問題：

1. 不同生產廠區之間，其製造流程彼此相互依賴且複雜
2. 整體生產規劃需要的資訊可用一般性資料取代精確資料
3. 整合單廠區生產規劃系統
4. 在動態生產製造環境，各廠區的生產規劃活動必須相互協調與合作
5. 單一廠區實際狀態的不確定性

作者將多廠區生產規劃問題歸類為MUST (Multi-Site Scheduling System)，對於處理MUST問題，作者同時導入模糊理論與啟發式演算法，採用啟發式排程策略、問題的分解與模糊資料和法則的處理來解決多廠區規劃問題，幫助生管人員在利用不明確的資料進行整體排程規劃(global level scheduling)時，同時兼顧各個工廠間(local level scheduling)排程計劃的穩健性與協調性，減少多廠區生產系統的複雜度，並提昇規劃結果的品質。

Sabri and Beamon(2000)定義供應鏈規劃是為控制存貨、採購及配銷的方法 (methods)、資源設施 (facilities)、供應商 (supplies)、顧客 (customers)、產品 (products)。為了分析供應鏈，該研究從供應鏈網路及其每層次的生產／配銷規劃進行分類討論：

1. 供應商 (supplier stage)：

2. 工廠 (plant stage)：

1. 運輸網路 (transformation network)
2. 運輸／分配決策 (transformation／allocation decision)
3. 存貨

3. 配銷 (distribution stage)

1. 配銷網路 (distribution network)

2. 位置／分配決策 (location/allocation decision)

3. 存貨

為了協調廠區間的運輸，多廠區生產規劃通常處理一個可共享的庫存。因此，企業藉由數個具有互補或替代生產能力的廠區，去規劃每個廠區間的互動合作。綜合上述，在多廠區生產系統的環境中，產品的生產流程是需要使用跨廠區間的資源，亦即產品的生產流程是存在替代性。解決多廠區生產的問題，是要改善不同廠區之間在生產規劃與控制層面的合作問題。

陳智勇(2000)指出當市場需求不能被延宕，而供應商又面臨供給不足的窘境時，供應商必須抉擇對該訂單接受與否。若不接受該訂單，則僅面臨的是損失短缺成本的情境，對正常的產能及其他訂單並無影響。但若供應商選擇接受該訂單，則供應商必須面臨產能調整或重新分配現有之訂單等現實狀況。產能調整實屬不易，而重新分配訂單卻是可行的解決之道。事實上，業界面臨的難題也多半是如何重新分配訂單使得供給之間均得最大利益。

Jayaraman and Pirkul(2001)利用多階層生產模式方式整合協調多廠間生產規劃，將製造工廠產能與零售商的產能限制一併考慮，建立混合式整數線性規劃模式，考量固定成本與變動成本的總成本最小，取得混合式分配生產之多階生產規劃模式，有效改善過去無法有效解決多廠整合協調生產的問題，其模型如圖2-2所示。

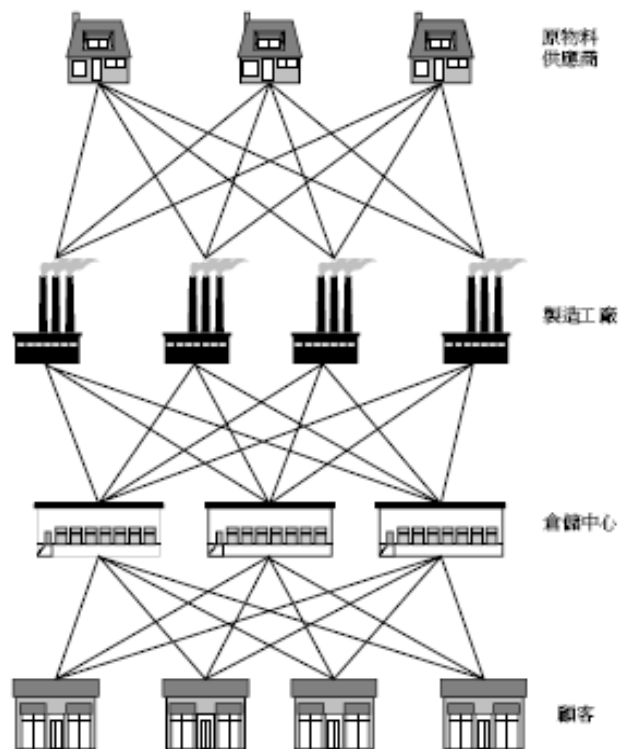


圖 2-5 多廠與多樣化產品分配模式

資料來源：Jayaraman and Pirkul (2001)

張美滿(2002)探討流程型訂單式生產型態工廠為多廠區跨廠產能規劃問題，已知未來一季訂單需求為規劃範圍，考慮廠區之銷售量及各廠區工作站機台產能負荷下，找出產能不足工作站進行跨廠區產能規劃平衡。利用所發展之三階段數學模式：第一階段對於各廠區銷售產能負荷下，作一估算以預先得知各廠區所應生產的訂單數量與產品類別，使得整體產出的製造成本與延誤成本達最小；第二階段對於各廠區產能需求作一估算以預先得知各工作站產能利用之情形與產品產出狀況，使得生產成本、外包成本、延遲成本與閒置成本達最小；第三階段針對第二階段最小成本解下，產能不足之工作站進行跨廠平衡生產，估算應該跨廠規劃產能以達產品產出符合交期之成本最小之最佳分配。經由計算結果，管理者可以在複雜且多廠區多產品的製程裡，得知各廠區產品需求量及工作站產能負荷情況，針對產能不足之工作站進行跨廠或外包生產，除了可以滿足訂單交期外，並可作為多廠區生產調配生產的依據。

2.3 多廠區生產系統各項作業內容

在多廠區的生產環境中，系統之複雜性勢必較單廠區生產環境高，本節分別針對訂單分配、多廠物料規劃與存貨管理三方面在多廠區生產環境下之內容進行探討，以釐清各項作業間之關係與其中之作業細節。

2.3.1 訂單分配

為了縮短產品在製造產業供應鏈上的流動時間，快速滿足顧客需求，黃黎毅(1996)仔細檢討訂單管理的功能，並建立訂單管理系統執行時的資訊流程和資源分配決策模式。該研究的進行分為兩階段：第一階段界定訂單管理的功能，再分解功能，並制定從上而下的訂單管理系統資訊流程。透過資訊流程的分析探討訂單管理系統運作時各功能間的資訊傳遞。第二階段則以限制理論 (Theory Constraint, TC) 和關鍵資源的概念為基礎，發展訂單資源分配的決策模式。當總公司收到顧客的訂單後，考量各廠可承諾數量 (Avialable to Promise, ATP)及生產資源，統一進行訂單的分配，並進行生產規劃。最後可求算出是否可滿足顧客的交期要求。黃黎毅(1996)更分別對計畫式生產、裝配式生產、及訂單式生產的生產策略進行分析比較。訂單管理系統以接受顧客訂單時為進入點，也就是接受到顧客資訊的傳入為起始點。在訂單管理過程中，重視顧客的資訊，從生產開始到完成，提供給顧客的資訊均是當下最新的也是內部供應鏈的即時資訊。

Sauer(1998)等認為多廠區生產的訂單分配問題，可視為不同工廠間的生產流程分派問題，其主要特性分為：

- 1.不同工廠之間，其生產流程的相互依賴性是很複雜的。
 - a.A工廠所製造的產品是B工廠所需要的。
 - b.相同的品項可能被不同工廠所製造（可能造成不同的成本）。
 - c.不同工廠之間的零件運輸問題。
- 2.全域排程需要的資訊類型是以一般性資料來取代精確資料，例如：
 - a.以機器群組來替代單一機器的產能資訊。

- b.中間或最終產品所估計的製造時間。
- 3.單一工廠之既存排程系統的整合。
- 4.企業下的所有工廠，其分散的排程活動間合作之必須性。
- 5.單一工廠的實際狀態之不確定性。

多廠區訂單分配問題，一般多以批量方式解決問題，其包含訂單的切割（產品種類、數量）、生產、運送等行為。Sauer et al.(1998)研究中對於訂單分配問題，結合模糊理論與啟發演算法，將訂單為主的問題分解為：系統粗略評估排定的訂單，被分類為“較困難完成的訂單”優先被製造，使其在訂單交期內達到訂單需求。

Timpe and Kallrath(2000)以一個具有數個生產工廠與銷售點的化學公司為研究對象，以各項生產因子（如訂單數量、物料流量、存貨、運送等）為限制條件，提出一混合整數規劃模式（Mixed-Integer Linear Programming, MILP），期望在公司獲益最大的目標下，求得各個工廠最適宜的生產數量。然而，僅著重於如何分配、協調各工廠的生產數量，以滿足訂單需求，未考量訂單交期的限制，而每個規劃周期只能進行一次生產轉換（mode change），也是此模式之限制。

曾煥雯(2000)跨廠訂單分配的研究，考慮多製造工廠在生產不同產品類別之訂單時，各工廠所需付出之製造成本、設置成本，且考慮各工廠在規劃期間內產能所能承受的負荷限制，建構混合整數規劃的問題模式，在產能限制下尋找成本最小，以滿足訂單交期，提供決策者對於多廠訂單分配之決定。

林慈傑(2002)建立一個考慮到多間工廠在生產不同產品種類的訂單時，各工廠所需付出的製造成本、設置成本、運輸成本與因故未能如期完成的訂單交期(Due Date)延誤成本，且包含各工廠在規劃期間內其產能所能承受負荷限制的問題模式。除建立此訂單分配問題的混合整數規劃(Mixed-Integer Programming, MIP)數學模式外，並提出特殊的類運輸問題(Quasi-Transportation Problem, QTP)模式以模式化此多廠訂單分配問題。

2.3.2物料規劃

Hastings and Yeh (1992)研究中提出在電腦化的生產與存貨控制系統中，主要的兩個資料：物料表(BOM)與生產途程(Routing)以往都是分開的資料，但彼此又必須相互參考，此研究將BOM與Routing合併稱為製造料表(Bill of manufacture, BOMfr)，BOMfr直接表示產品需要何種物料及如何被製造，此方法促進工程、生產與物料人員共同建構產品的最佳生產方式，適合生產控制、物料管理及成本的估算。BOMfr有下列三項特徵：1.一個產品有一個或多個製造程序；2.一產品的製造程序需要數量不等的物料〈包括零個物料〉；3.被指定給某一製造程序的物料是由相對應BOM的子階料件所組成。圖2-6、圖2-7說明一般BOM與BOMfr的表達方式。

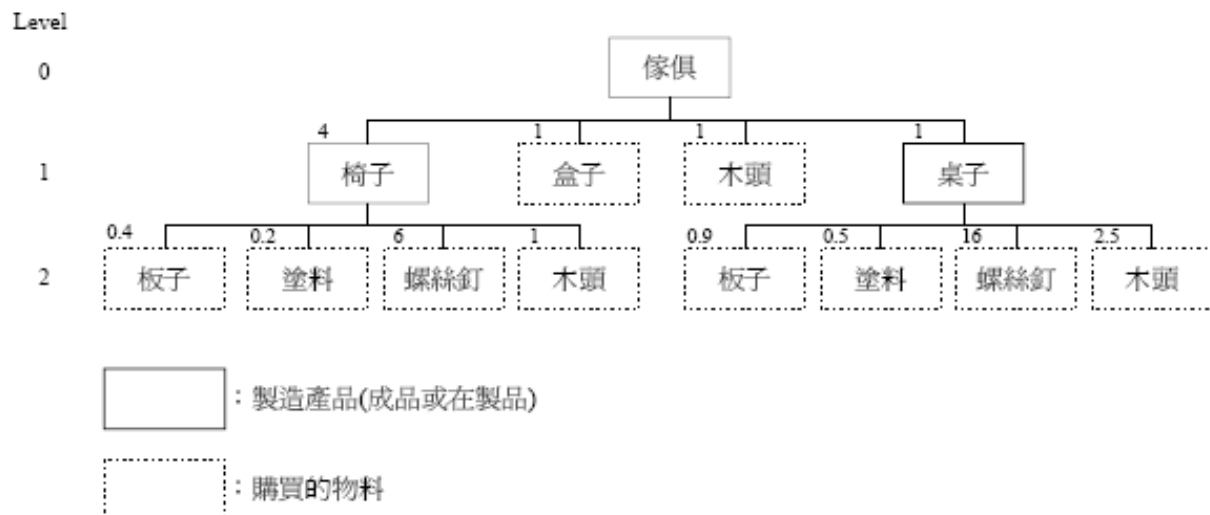


圖 2-6 一般 BOM 結構圖

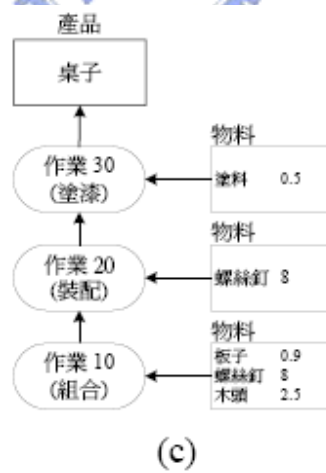
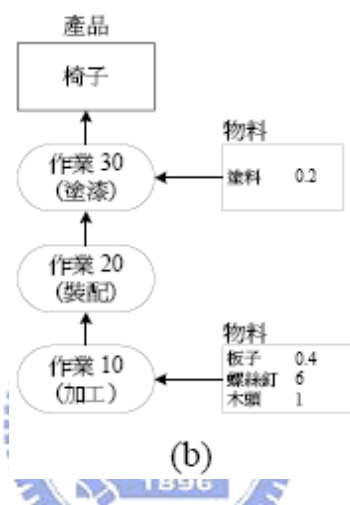
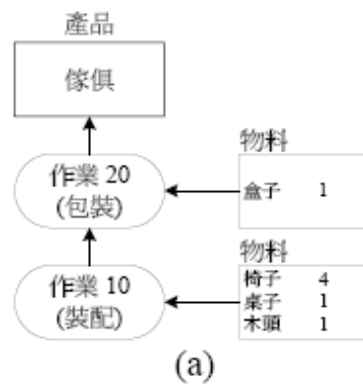


圖 2-7 BOMfr 結構圖：(a)家具;(b)椅子;(c)桌子

資料來源：Hastings and Yeh(1992)

Wacker and Miller (2000)由生產規劃及控制的觀點，說明規劃物料表(Planning bills of material)在裝配式生產環境(Configuration to order, CTO)如何簡化一個複雜的產品結構。研究提出規劃物料表使用於CTO環境的方法論，以解決產品多樣化的問題，透過規劃物料表的設計提供新產品開發環境，提昇產品製造品質；研究中更提出四個主要製造競爭力：品質、成本、交期及彈性，都與 BOM 有相關聯。

呂執中(2000)就現有MRP系統中不同功能整合提出有關之研究：

- 1.修改傳統的物料需求規劃系統架構，研究發現物料需求展開、材料表展開及動態批量皆可以平行化處理，並由此建立物料需求規劃系統於分散式處理環境的架構。
- 2.批量是MRP系統重要的問題，其中動態批量模式是生產／存貨系統中最常用的模式之一。其根據Wagner與Whitin的動態模式，推導動態批量的演算法，並由此推導動態批量的平行演算法並評估其績效。循序演算法的複雜度為 $O(n^3)$ ，平行演算法的複雜度為 $O(n^2p)$ ，而 p 表示處理器的個數。研究發現速度比的曲線接近直線，其意義是當問題的規模非常大時，所建議的演算法是有效且適用於分散式計算環境。
- 3.提出下一層次毛需求量的演算法，同時建議分散式MRP需求展開的架構及演算法，可大幅降低計算的複雜度。

蔣承洋(2001)研究印刷電路板產業中多層板在製程前的物料規劃，主要研究包括在訂單資訊和生產途程已知的情況下，結合物料表與生產途程資訊，將訂單產品需求快速地轉換成物料需求，以計算實際生產時各製程所需的物料項目及數量；提出一整數規劃模式，同時考量各原物料使用性質與價值，以及各項物料的生產型態：計劃式生產方式(Make to Stock, MTS)或是訂單式生產方式(Make to Order, MTO)，在存貨成本最低情況的採購決策模式。

王聖哲(2005)探討LCM產業於多廠區製造環境下的物料規劃問題，以存貨滿足在多廠製造環境之需求的前提下，規劃多廠的物料規劃及各廠物料相關問題。考慮企業整體的作業成本與各廠的物料庫存數量，在滿足訂單交期與物料採購限制下，使該規劃區間內承接訂單的利潤總和最大，並且提升廠區間資源共用程度。由於企業可能面臨不同的規劃情節，因此以訂單數量多寡、企業規模大小及不同的調撥策略進行測試，證明訂單數量多寡在規劃運算上有相當大的影響，而企業採用全域調撥策略將帶來更大的利潤。

2.3.3存貨管理

Silver(1975)對於生產或訂購所產生的成本提出，廠商生產或訂購時，也許會包括了每種產品皆會發生之主要生產前置成本，以及不同產品在生產時，對於自身而言發生之生產前置成本，若要對多樣產品進行聯合補貨時，勢必會發現不同物料其不同生產前置時間對於整體存貨系統將有重大影響。研究中一樣運用EOQ的概念，計算出不同物料每次補貨時之最佳補貨時段（interval）。研究中指出，對多樣產品採取聯合補貨時，會發生下列特點：

1. 增加平均存貨成本。
2. 增加系統控制成本。
3. 減少系統運作彈性。

由於會發生上述情形，所以求取各種產品之最佳訂購時段即為研究重心，並以微分的方式求取最佳訂購時段。在成本考量方面，此研究主要考量生產前置成本、個別產品生產前置成本及存貨持有成本。在計算出最佳訂購時段之後，在利用訂購時段與期間總需求的關係求取最佳訂購量。研究中對於降低生產前置成本方面有相關貢獻，並對於聯合補貨形成的特性皆有所考量，並以加總的方式呈現於模式當中。對於多產品或多物料進行訂購或存貨時給予考量的方向。

Page and Paul(1976)提出，不同的物料有著不同的存貨性質，從物料本身不同的屬性即可看出端倪，如購買價格、需求量、單位存貨成本.....等。在不考慮倉儲空間的影響之下，針對於不同物料但又穩定的需求，建構一經濟訂購量模式。其考慮的限制為資本額度有限，必須做最有效的購買，而對於經濟訂購量的計算，主要運用兩種方法，第一種方式為利用拉格蘭日的計算方法，對多物料進行微分計算，在有限的資本額下，進行經濟訂購量的計算。第二種方式即固定其訂購區間，亦即統一訂購時間點，在每一期的某幾個時間下進行物料訂購。

Axsater(1990a)研究一個中央倉儲與多個零售商的兩階層存貨問題，如圖 2-8 所示；在假設前置時間固定及零售商需求符合Poisson分配，並限制中央倉儲的補貨策略是一對一的情況下，採用再訂購點及最高庫存水準($S-1, S$)的存貨策略，也就是當存貨系統之再訂購點小於最高庫存數量1個時，就必須補充存貨至最高存貨水準 S 的狀態。此研究利用遞迴的程序，在最小的存貨成本及缺貨成本下，求算出最低的整體存貨水準。

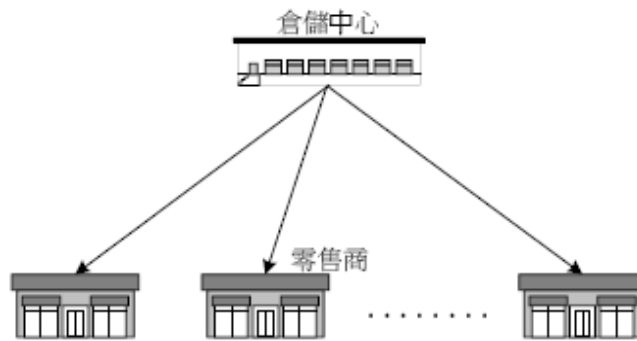


圖 2-8 存貨系統架構圖

資料來源：Axsater(1990)

隨後 Axsater(1990b)擴充兩階層存貨系統，原本零售商只能從中央倉儲補貨的情形延伸，增加為零售商跟零售商之間在缺貨情況即將發生前，彼此之間可以緊急相互運送產品，避免發生缺貨的情況，如圖2-9。

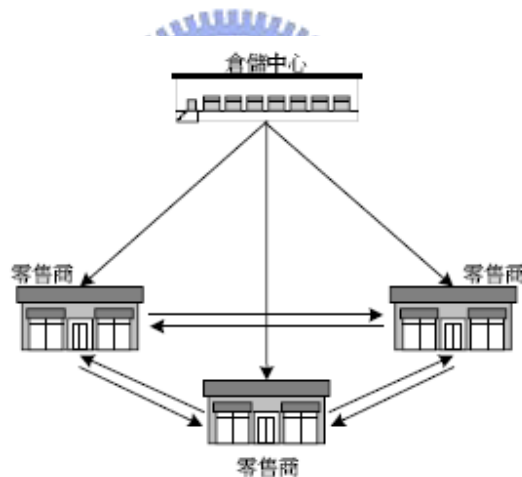


圖 2-9 兩階層存貨系統架構圖

資料來源：Axsater(1990)

Tagaras(1992)研究探討在不可忽略採購階段的前置時間與不相等的成本因子，對兩個廠區的定期存貨系統的影響；當某一廠區發生缺貨時，利用廠區間的緊急運送方式來解決缺貨的情況。由研究結果得知當兩個廠區存貨可以相互支援時，在存貨表現上優於傳統上各廠區存貨不能相互支援的情況。Tagaras(1999)擴充先前之研究，將兩個廠區擴充成三個廠區，研究一個中央倉儲與多個通路零售商之間在處理即將發生產品短缺的情形時，整體存貨系統表現，其存貨系統是採用多面供給

(Lateral transshipment)的方法，即當某一通路商發生產品短缺的情況時，不只是由中央倉儲可以提供產品，其他的通路商若有多餘的存貨時，亦可將產品配送至缺貨的通路商，此種存貨管理方式可以有效的減少整個系統的存貨成本，且可增加通路商對顧客的滿意度。

Güder and Zydiak(1999)提出對於在多樣倉儲資源限制下，多產品的訂購策略。其參考先前對於單一倉儲限制下所建構的成本模式，再予以部分的修改。針對產品獨立週期、固定週期及非固定週期進行訂購量求解。研究直覺地將產品存放時會運用到的資源納入成本考量，同樣也是利用啟發式演算來建構成本模式及相關限制式。研究中成本模式主要包含了訂購成本及存貨持有成本，主要求解最佳訂購量，求解方式為採用拉格蘭日微分，把成本目標式及資源限制式共同考慮以求得最佳解。考量到多產品的訂購方式，也就是訂購週期的影響，研究中主要分為三個部分探討，分別是產品獨立週期（Independence cycle）、固定週期（Fixed cycle）、非固定週期（Non-stationary）三種。研究發現到，採取固定週期的方式，在資源限制較低的情況下，成本會最低，然而提升資源的限制程度之後，非固定週期的方式成本較低。研究中顯示，在倉儲資源某種程度的限制下，對於多產品的訂購，必須要考量到訂購週期的長短，以有所因應。固定週期與非固定週期訂購方式，對於不同的倉儲限制下有著不同的效果。研究中也指出在面臨倉儲資源限制與購買數量折扣兩者，對於存貨管理而言，彼此之間有取捨關係。

Herer and Tzur(2001)研究在動態確定需求環境的運輸策略，探討當製造工廠向供應商採購，且製造工廠間可以彼此運送的情況，考量各工廠對供應商採購，且製造工廠間可以彼此運送的情況，考量各工廠對供應商的採購成本、運送成本、持有成本以及彼此間運送的成本，發展一有效的多項式時間演算法，決定在規劃區間內各廠區應購買多少和運送多少。

2.4 系統模擬相關文獻

2.4.1 eM-Plant 模擬軟體

本研究方法為系統模擬，模擬工具將使用eM-Plant 模擬軟體，此軟體可應用於製造業(Manufacturing)、物料管理(Material Handling)、交易過程(Business Process)、

物流(Logistics)、配送(Distribution)、排程(Scheduling)、航線均衡(Line Balancing)、過程確認(Process verification)及供應鏈(Supply chain)等相關模擬，而目前主要的市場使用者為製造業的汽車、電子、造船、機械生產，以及航線、物流、配送、醫院及銀行業務規劃與管理，但也是目前學術相關研究運用廣泛的軟體，例如：醫院手術排程、供應鏈管理、生產排程、物料搬運及物流中心存貨與檢貨管理等皆有相關運用之研究，所以本研究也採用此軟體為模擬工具。

林則孟(2001)指出eM-Plant是標準化的物件及事件為導向(Object and Event Oriented)的圖形化模擬軟體，透過此模擬軟體的強大功能，使使用者可以快速、有彈性地將有關生產及運籌管理方面複雜的系統構建完成。

2.4.2 eM-Plant應用之相關文獻

Heinicke及Hickman(2000)介紹生產作業瓶頸的模擬分析，其藉由eM-Plant 的自動瓶頸偵測、物料流動圖像化、Gantt Wizard、動態目錄與路徑、基因演算法及DataFit等物件分析瓶頸問題。

劉得彥(2000)構建晶圓廠生產排程系統與模擬平台，系統模擬平台包含生產規劃與排程模組、現場流程控制模組、虛擬晶圓廠模組、展示介面模組、資料庫模組與環境構建模組，此系統開發程序的分析設計階段包含物件導向分析設計與結構化分析設計，其中物件導向分析設計，係利用統一模式化語言（UML）為工具，以發揮eM-Plant 軟體原有物件導向模擬的特性，而結構化分析與設計可使得複雜的方法論與演算法能順利且正確地導入系統。

吳俊寬(2000)以國內某大型晶圓製造廠之自動化物料搬運系統(Automated Material Handling System, AMHS)為研究的對象，將複雜的300mm 搬運環境，抽象、簡化為適合研究的案例，使用eM-Plant 物件導向模擬軟體，配合UML 為基礎之物件導向模擬模式發展程序方法論，建構interbay 與intrabay 直接整合的連接式自動化物料搬運系統，分別討論搬運車的分類、搬運車的計算、派車法則等等的搬運策略。

陳俊元(2001)研究分析診斷與改善知名筆記型電腦製造廠之系統組裝線(System Assembly Line)，從系統組裝線之績效表現及現場實際觀察中找出其無效率處，提出

具體建議改善方案並以eM-Plant 模擬，模擬結果預估其可能效益，其效益包括：1. 整廠平均日產能增加7.6%，改善效益約397 台；2.整廠平均WIP 數量減少22.5%，改善效益約1695 台；3.實際週期時間改善約49%~56%。

Chen、Lee及Selikson(2002)構建化學廠成品物流活動之模擬模式，此模擬模式包含工廠、筒倉、裝袋及運輸之架構，其處理連續物料流動問題、無停止生產線及運作複雜且隨機的物流過程，以提供分析物流能量、決策支援及設施設備規劃之使用，所以目的為筒倉設施最佳數量與體積之規劃。

王彥霖(2002)以飛機結構體尾翼組裝專案為例，藉由eM-Plant 模擬軟體構建虛擬工廠，針對該專案月需求1 架至6 架量之可能訂單變動情況，結合工廠設施規劃軟體，對專案生產進行事前模擬，預先得知組裝時可能發生之問題，並找出各訂貨情形下最適宜之設施佈置方式，以縮短尾翼組裝週期時間、降低生產成本並提高訂單達成率。

詹彥倫(2005)以eM-Plant構建物流中心模擬模式，分析物流中心之問題及eM-Plant應用之支援程度等因素，提供如何應用eM-Plant軟體於物流中心之技巧，再將eM-Plant於物流中心應用加以分類，並發展各種類應用之構建技巧。

第三章 多廠區生產管理之系統規劃

3.1 問題背景描述

在台灣製造業朝向「台灣接單，全球製造運籌」的發展趨勢之下，企業面對的已不再是區域性的競爭，而是全球化的競爭與挑戰，企業必須擁有接收全球顧客的訂單，並且快速滿足需求顧客的需求之基本能力。在此趨勢下，各企業必須改變其策略與營運模式，進行全球化的佈局以及中央式接單與規劃的營運模式，才能快速回應顧客以及均勻分配全球的資源，達到最大的競爭力與最少成本的目標。

然而，在此種全球化與中央接單的營運模式下，企業紛紛開始思考如何有效進行中央式資源規劃，包含了訂單分配規劃、物料採購規劃以及運輸配送規劃；以及在中央式資源規劃下，各工廠該如何基於中央式資源規劃的資訊以及工廠生產上的限制與目標進行工廠內部的最佳生產計劃。

本研究旨在探討企業具有多製造工廠在整體企業中之規劃問題，系統中之多間製造廠區為平行階層，廠區各自座落在不同之地理位置。在中央統一接單之後如何將訂單合理分配至各個製造廠區，針對存貨不足之廠區進行多廠補貨決策，以物料採購或運輸配送之方式滿足客戶訂單之需求。

本研究之多廠區生產系統從企業接收訂單開始，至各廠區之生產作業結束，需經過訂單分配、庫存管理、多廠物料規劃、採購、跨廠支援等細部流程，如圖3-1所示，在企業統一承接訂單後，將訂單分配至客戶指定收貨地點之廠區，再進入各廠區之中，將各廠物料之存貨情形做一整體性之規劃，來決定每個廠區接下來應採取之措施，如向供應商採購物料、哪個廠區該支援物料至別的廠區等工作，待各廠之物料規劃均處理妥善之後，始進行生產作業，其中所牽涉之資訊項目包含了訂單資訊、物料資訊、廠區資訊、存貨資訊、供應商資訊及運輸資訊等動態及靜態參數，以及隨機發生之突發事件等。

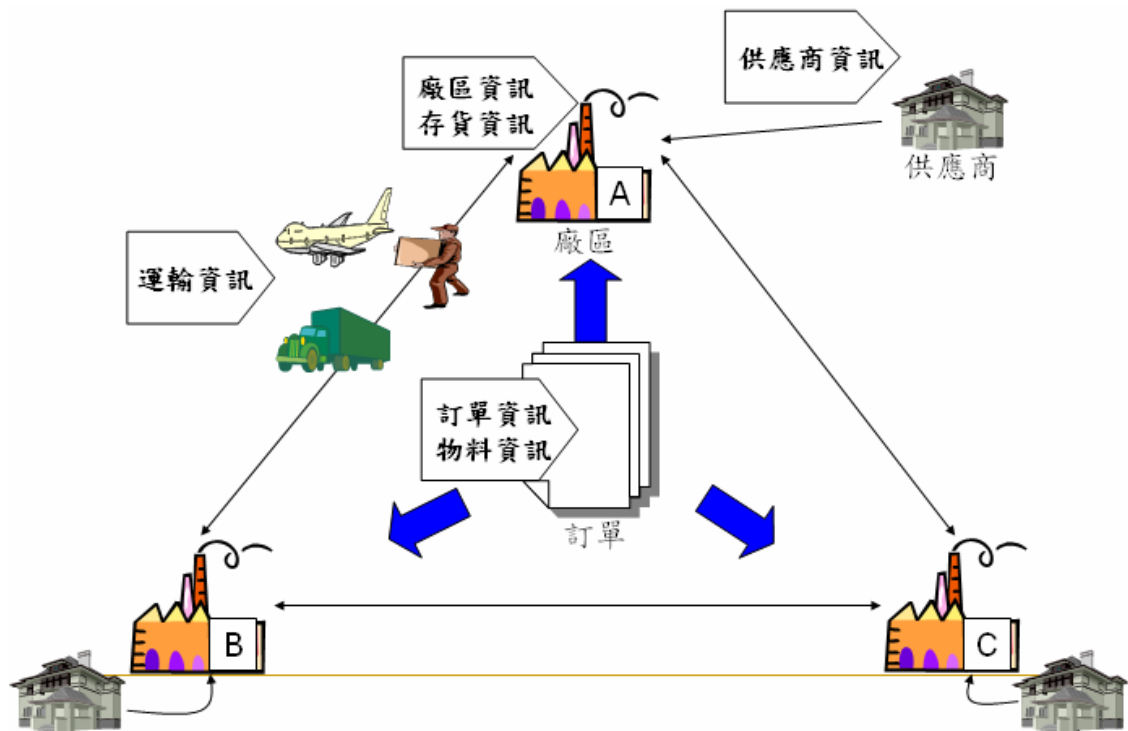


圖 3-1 本研究多廠區生產系統規劃架構圖

3.2 多廠區生產系統範圍及架構

本研究之範圍在企業之供應鏈體系中，屬於上游之供應及生產體系，Benita M. Beamon(1998)將供應鏈定義為：數個商業體（包括供應商、製造商、配銷與零售商）之間的整合過程，他們共同合作以達成取得原料、將原料轉換為特定的最終產品及運送最終產品給零售商。因此供應鏈可以說由兩個基本的、整合的系統所構成：(1) 生產規劃與存貨控制系統；(2) 配銷與後勤系統。如圖3-2所示。本研究之系統範圍則屬於第一種。

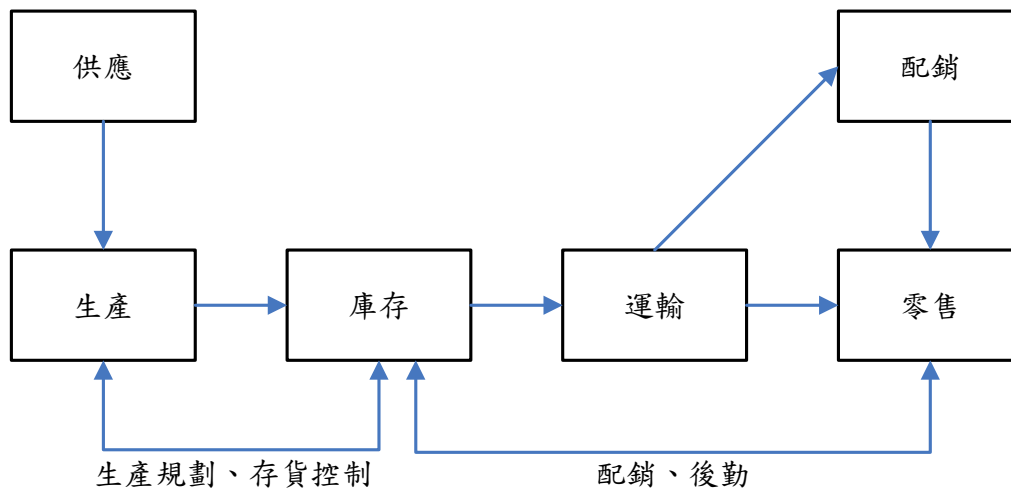


圖 3-2 供應鏈程序

資料來源：Benita M.Beamon(1998)

在生產規劃與存貨控制系統中，包含了生產與庫存兩個次程序以及其間的介面。生產規劃描繪出整個製造過程（包括原料的取得與時間安排、製造過程的設計與時間安排、以及物料持有的設計與控制）的設計與管理。由供應鏈架構看來，我們可以發現在整個供應鏈的整合中，從原物料、工廠、運送到消費者整環節中，如何讓產品適時到達顧客手中，工廠的製造滿足訂單交期是相當重要的。在整體供應鏈中，製造廠區由多個組成，其中具相同生產性質之廠區，由來自不同企業或相同企業之廠區所構成。在講求共同合作之供應鏈體系中，應如何整合各廠區之生產計畫，以滿足顧客之需求將是重要的一環。在本研究中欲建構模擬模式，處理數個具相同生產性質之廠區生產管理，以資源共享、降低資源浪費以滿足顧客訂單需求，提供多廠區生產管理規劃之參考，且提供管理者對細部生產計畫作更完整規劃。

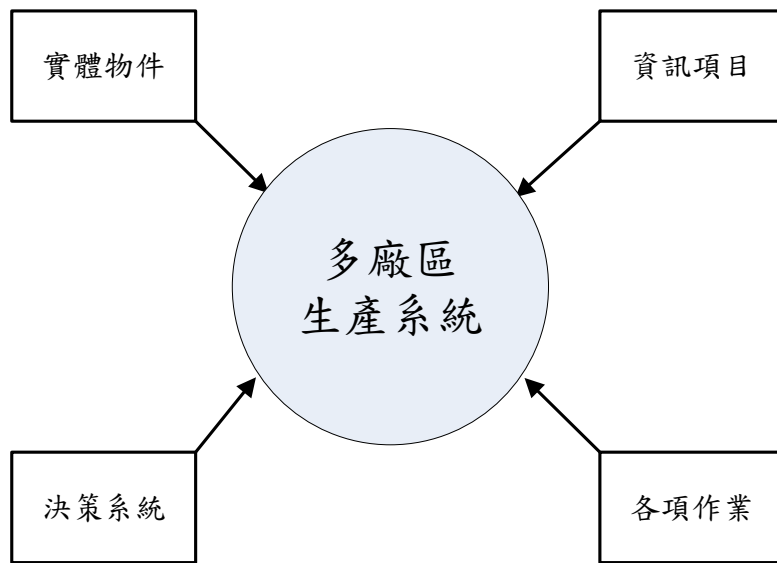


圖 3-3 多廠區生產系統與子系統之關係

本研究在探討企業具有多個生產廠區在整體企業之生產管理問題，從如何將訂單數量合理分配至每一製造廠區，進行各廠之主生產排程、訂單排程、物料規劃、採購計畫及跨廠支援策略等，並設定與安排系統內之各項作業及資訊項目相互之關係與規則，因此必須在各個子系統中做細部之規劃與分析，如圖3-3所示，子系統包含了各項作業、實體物件、決策系統及資訊項目等，才能建構一個完整的多廠區生產系統模擬模式。而各項作業中又包含實體物件與作業內容，決策系統包含決策準則與演算法，兩個子系統之資訊項目相互流通用以分析與計算，建構出本研究之多廠區生產系統。如圖3-4所示。

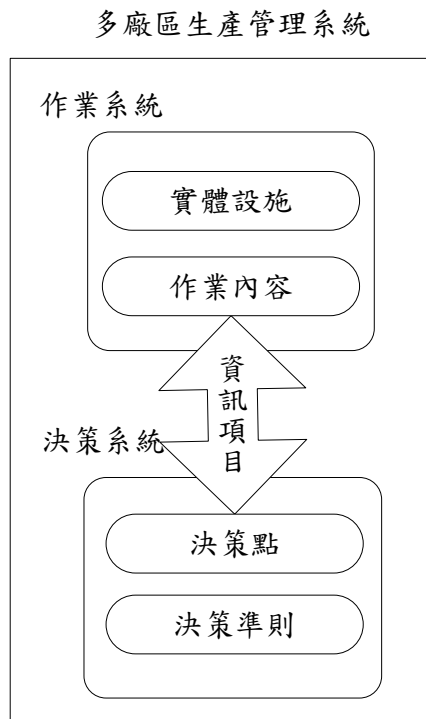


圖 3-4 多廠區生產管理系統架構圖

3.3 多廠區生產之作業系統規劃

由前述可知，本研究之多廠區系統可分為「作業系統」與「決策系統」，以及串起兩系統之「資訊項目」。

本節將說明「作業系統」中內所包含之作業流程以及實體設施。「實體設施」將定義各實體設備之項目與屬性。「作業內容」則闡述各項作業之處理方式，作業內容以「訂單分配」、「多廠物料規劃」及「多廠庫存管理」三方向，說明各多廠區生產系統中，各項作業之流程與處理方式。

3.3.1 實體設施

多廠區生產系統中，實體設施指的是用於各項作業中之設備，大至工廠、供應商，小至物料、訂單皆屬之。以下將對系統中之實體設施做說明。

(1) 訂單：訂單由欲訂購產品之下游客戶所發出，由中央統一接單，經由訂單分配決策後再分配給各個廠區做產品之生產工作。訂單內容將影響整個系統後續之運作，訂單上紀錄產品需求及交期等資訊，經由物料表之展開後便能換算成物料需求以進行後續之作業。

(2) 物料：物料為用來加工製造產品之原料，生產一個產品可能需要少則數個，多則數千個物料，因此物料之管理顯得相當重要。物料之來源為供應商以及各廠區內之存貨，依其價值加以分類，從數量多單價低至數量少單價高做出A、B、C之分類，此分類法亦是物料管理中普遍所使用之方式。

(3) 廠區：廠區即為各個實體工廠，面積可至數百坪之廣，並包括進出貨設施、生產機具、倉庫、作業人員、搬運設備、電腦設備等皆屬廠區之細節。在多廠區生產系統之巨觀角度中，可將廠區視為一個「工作站」，負責物料之進出，依訂單分配之結果，照訂單需求將物料生產成產品。

(4) 供應商：供應商負責提供物料給各廠區。在系統中供應商被設定為每個廠區均有其各自之一家物料供應商，每間供應商之物料價格、前置時間均不一，重要之物料甚至有缺貨之機率會發生，在進行多廠補貨策略時得以考慮之，來做出較適當之決策。

(5) 運輸工具：當物料在各廠區間流通時，即需要使用運輸工具來運送，運輸工具有其運輸成本與運輸時間，在跨廠支援時必須加以考量來改變工廠之生產排程。

3.3.2 訂單分配

訂單分配問題是屬於生產管理中訂單管理的環節，屬離散事件。在過去生產技術不若今日發達的時期，由於生產資源及顧客需求都有限，因此企業對於所承接到的訂單多半是以人工的方式(經驗法則)指派給生產系統。面對生產條件較單純時，在執行上並不會為企業內部帶來額外的成本。

然而目前的產業環境競爭激烈，不像過往單純。以台灣半導體代工業為例，接單量是企業存活的指標之一。因此面對龐大的訂單量，人工的處理方式已無法勝任，必須改以自動化、資訊化，才能處理來源廣大且需求互異的大筆訂單。使用電腦化的訂單分配系統可節省不必要的成本付出及人力的浪費。

企業在統一接單後，根據顧客重要程度、訂單交期、訂單數量或利潤等排序原則，排出訂單優先順序後，作為此訂單分配模式的輸入值，即訂單優先順序已知。針對規劃區間內的每一訂單需求，考量各廠區現有物料存貨情況是否可提供此一訂單生產，若廠區有足夠的物料提供此訂單，將此訂單優先分配至此廠區生產；反之，廠區對訂單有不足情況時，針對此訂單需求物料尚不足的物料數量，考量這些不足物料的再訂購物料成本，以各廠區最小物料成本為目標，尋找可提供訂單生產的廠區，提供決策者對訂單分配的參考。

一般來說，訂單分配系統可分為三大部分：(1)訂單進入；(2)訂單分配；(3)訂單開立，如圖 3-5 所示。

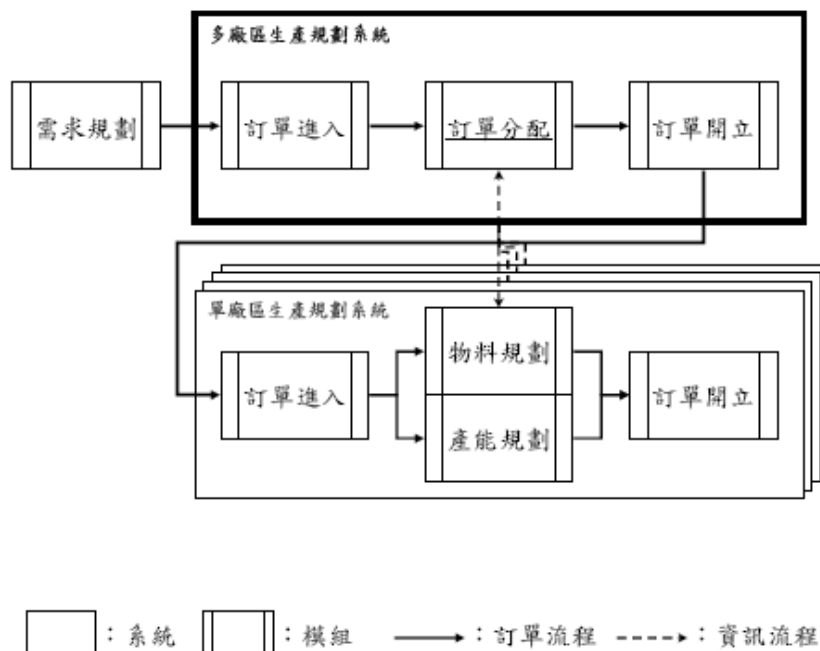


圖 3-5 多廠區訂單分配系統的基本架構

資料來源：王世欽，民91

「需求規劃」彙總整個供應鏈(來自於外部企業或顧客)的需求訂單(Demand Order ; DO)，需求來源包括顧客及預測需求，將這些訂單資訊輸入至多廠區生產規劃系統的「訂單進入」部分。「訂單進入」負責收集需求訂單相關的生產資料傳送給「訂單分配」執行訂單分配的功能，包括物料清單(Bill Of Materials ; BOM)與途程資料(routing date)、資源清單(Bill Of Resources ; BOR)與產能負荷(capacity loading)

狀況、及訂單資料(交期、數量、需求來源等)與成本資訊等資訊流。

「訂單分配」為多廠區生產規劃系統的核心功能，主要是依「訂單進入」所輸入的生產資料，將需求訂單分配給各個工廠，其輸出的資訊是各個工廠所需要生產及運輸的訂單數量與交期。接著，「訂單開立」負責把訂單分配的結果，即各個品項（原物料、中間產品和最終產品）的需求訂單開立至各個工廠，進入單廠區生產規劃系統的「訂單進入」模組執行各個工廠的基本資料輸入功能。

其中，「訂單分配」模組進行訂單分配的過程中，可能與單廠區生產規劃系統的「物料規劃」與「產能規劃」模組進行資訊傳達，以增進多廠區生產規劃系統的規劃結果之精確性與可行性。

3.3.3 多廠物料規劃

本研究之多廠物料規劃參考周哲維(2002)模式之概念，在多廠區生產系統中，物料規劃之情形如圖 3-6 所示，各廠區獲得物料之方式除了向供應商採購之外，還能彼此使用運輸工具供輸物料，使有足夠物料之廠區在不影響本身訂單需求之前提下，能支援物料不足之廠區。此舉為在滿足規劃區間內物料需求下，採用物料存貨風險共擔之方式，即各廠區之間物料可以彼此流通，並以物料存貨數量及各項物料相關成本為考量因子，透過此方式能達到全部廠區的整體總物料成本最小。

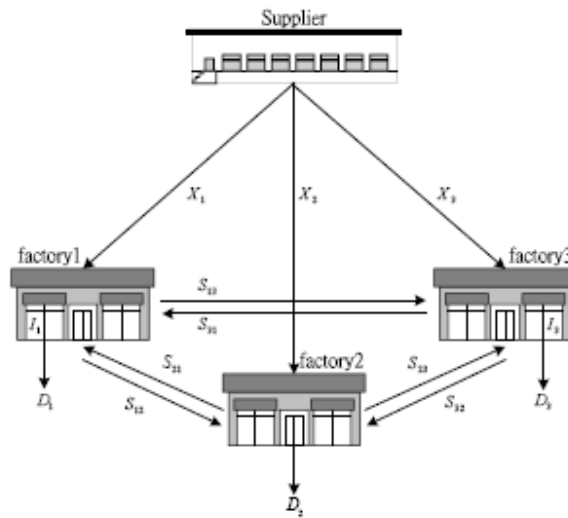


圖 3-6 多廠物料規劃模式示意圖

資料來源：周哲維，民 91

透過圖 3-6 的多廠物料規劃模式示意圖，可得知在各廠區物料可以彼此支援情況，除了可以向供應商購買物料(X_f)，若廠區 f 有過多的物料存貨(I_f)，可以優先運送物料(S_{fk})至其他需要之廠區 k 。此作法可以降低製造工廠的存貨成本，且節省製造工廠在供應商購買物料的採購成本，但必須考量廠區間物料彼此支援的運送成本、存貨成本與採購成本之間的取捨(trade-off)關係。

變數定義：

D_f ：廠區 f 對某重要物料的需求量

I_f ：廠區 f 對某重要物料的存貨數量

X_f ：廠區 f 向供應商購買某重要物料的數量

S_{fk} ：廠區 f 支援廠區 k 某重要物料的數量

透過此跨廠物料規劃模式，以全部廠區總物料成本最小為目標下，可得到：1. 在各廠區現有重要物料與零組件存貨數量已知下，求得尚有多餘物料可支援他廠生產的廠區；2. 可供給的物料項目與數量至何處廠區；3. 在各廠區物料存貨可相互支援，各廠區對於訂單需求物料尚需購買的數量。

3.3.4 多廠庫存管理

隨著生產環境的改變，從原來單一廠區擴充至多廠區的生產製造環境，由圖 3-7 可了解過去單一廠區對於庫存的設定，只需考慮單廠對於物料的需求、供應商提供物料的前置時間與服務水準因子。

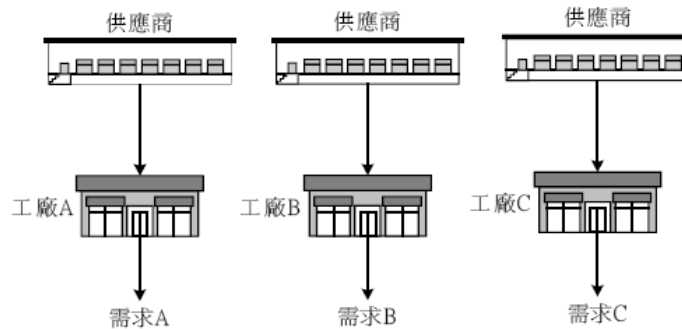


圖 3-7 單一廠區庫存系統

資料來源：周哲維，民 91

在單一廠區庫存系統中，各供應商若發生物料短缺之情形時，並沒有辦法得到有效的解決方式，因而只能任由該物料之前置時間變長，並影響其相對工廠之生產排程。因此本研究採用周哲維(2002)之跨廠安全存量設定模式，如圖3-8，說明了多廠區間可相互支援物料情況的庫存系統。

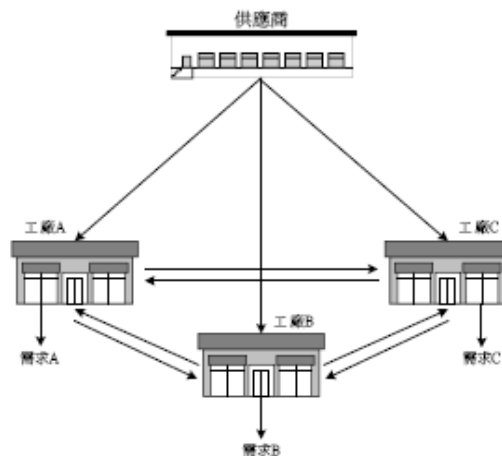


圖 3-8 多廠供給策略下跨廠相互支援之示意圖

資料來源：周哲維，民 91

在考慮供應商將物料送至工廠的前置時間、廠區彼此支援的運送時間、物料需求量、各廠區彼此支援的數量以及物料成本等因素下，得到一合理安全存量，期望在不缺貨的情況，能有效降低物料庫存量，減少存貨成本。此外，也必須考慮各廠區彼此支援物料發生的運送成本，比較各廠區花費之運送成本與採購成本之間的 trade-off，也就是當此物料運送成本高於採購成本時，將不會使此物料納入跨廠相互支援之考量，即是仍以單廠為考量設定其安全存量。

3.4 多廠區生產之資訊項目

如3.1節所說明，系統中需有眾多之資訊項目，在作業系統和決策系統之間傳遞，作為運算及決策之用，且須時常被更新，保持正確之資訊，以維持整體系統之運作。在本系統中，資訊項目被分為外部資訊及內部資訊，外部資訊包含「訂單資訊」及「供應商資訊」；內部資訊則包含「存貨資訊」、「廠區資訊」以及「運輸資訊」，其內容整理於表3-1：



表 3-1 多廠生產系統資訊項目及其說明

分類	資訊項目	資訊說明
外部 資訊	訂單資訊	訂單資訊包含產品交期、客戶重要程度以及產品需求項目及數量，產品需求展開成物料需求項目及數量，眾多作業及決策系統均以此為基礎進行後續工作。
	供應商資訊	供應商資訊包含物料價格、物料進貨之前置時間及購買之經濟訂購量，各廠區有其各自之物料供應商，而各供應商與廠區間之供應商資訊皆有所不同。
內部 資訊	存貨資訊	存貨資訊為紀錄各廠庫存物料項目及數量之資料庫，與生產作業及進貨作業皆相關，必須時常更新且正確無誤。
	廠區資訊	廠區資訊包含生產成本、各廠缺料項目及數量、安全庫存量與生產排程等，由於是多廠生產環境，因此各廠之廠區資訊均有所不同，進而會影響到訂單分配、物料採購及跨廠支援等策略。
	運輸資訊	運輸資訊為物料跨廠支援時之運輸成本、運輸時間及運輸之物料項目及數量等資訊，廠區間之距離將決定其內容。

3.5 多廠區生產之決策系統規劃

前節說明本系統之作業子系統之內容以及資訊項目，本節將介紹決策子系統，說明在多廠區生產系統中，會遇到之決策點以及所考量之決策準則。不同決策之選擇能影響整體系統之總成本以及效率，如果做出最佳決策有賴於決策準則如何擬定以及正確無誤的資訊流傳遞方能達成，而系統必須先有以下之先決假設條件：

- (1) 客戶訂單由中央統一承接，而非各廠區自行接單；
- (2) 本系統採中央式規劃方法 (centralized multi-site planning)，中央能完全掌握各廠區之內部資訊。

系統之整體決策流程示意圖：

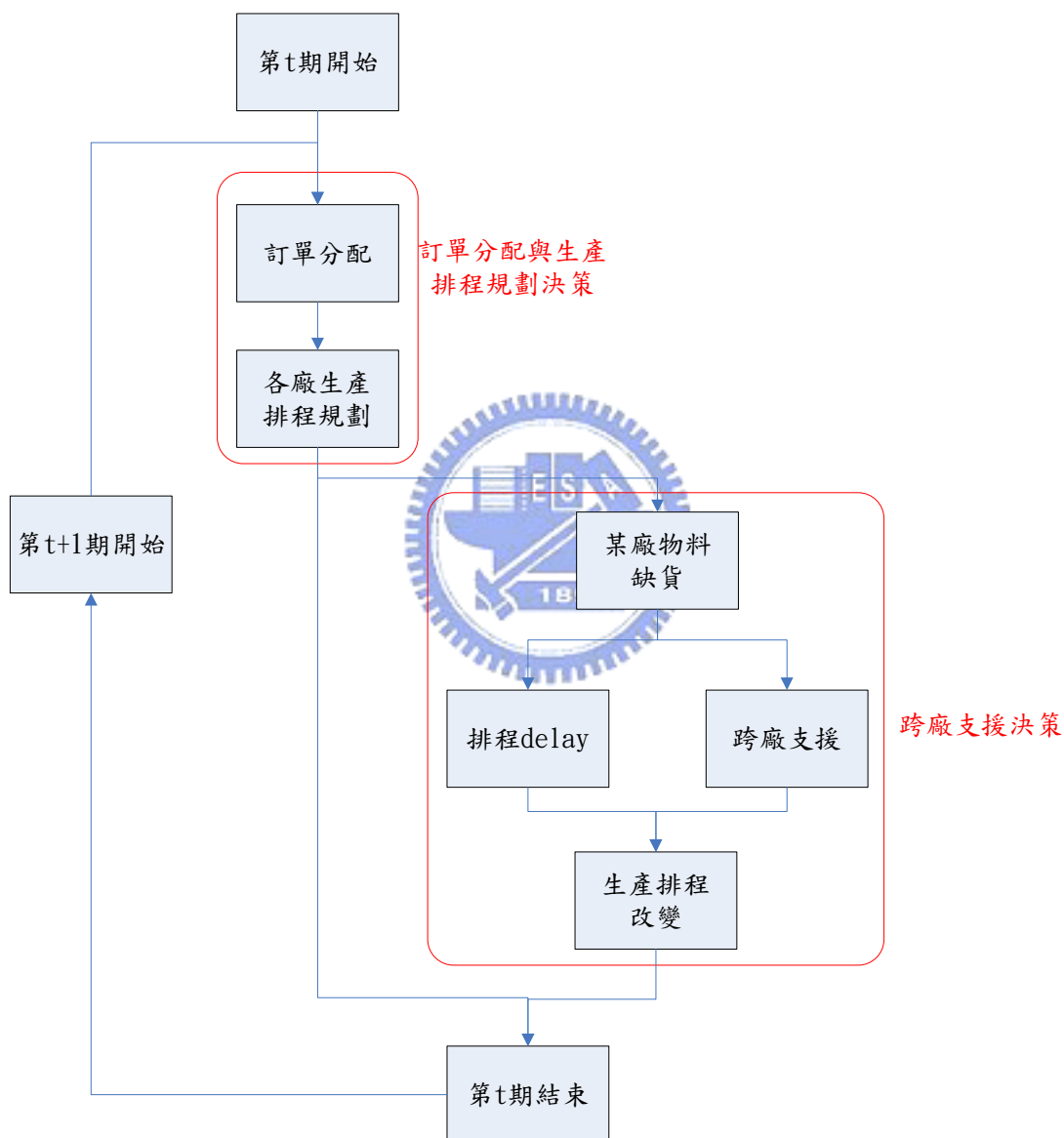


圖 3-9 系統整體決策示意圖

圖3-9包含了訂單分配與生產規劃及跨廠支援兩個決策模組，以下將做概要說明。

3.5.1 訂單分配與生產排程規劃

在訂單分配的問題上，Yangm(1994)等人指出訂單分配規則可分為兩大類：

1. 以時間為基礎：如依據工件交期、剩餘處理時間、目前流程時間等進行分配。
2. 以成本為基礎：如以工件價值、剩餘處理物料價值等為評量依據。

本研究將以此兩大類基礎為原則下建立訂單分配之規則。訂單分配問題的產生始於企業得知顧客訂單數量、產品項目、交期、及評估工廠可用生產資源後進行訂單分配，系統於每期規劃時段之起始日做一次訂單分配，並安排各廠區之該期生產排程。決策之架構如圖3-10所示：



圖 3-10 訂單分配與生產排程規劃決策架構圖

圖3-10說明了訂單分配決策先經由「訂單資訊」中之訂單交期、顧客重要程度、客戶收貨地點等「訂單資訊」，以及「廠區資訊」中之各廠產能等輸入值可得第t期訂單分配之結果，此結果在經過各廠之生產排程規劃後，決定各廠訂單排程及採購策略，以完成各廠區之當期預定生產排程。在本系統生產排程規劃中，不同物料分類的採購方式為：A類物料以定量方式採購，再購點則為平均前置時間；B類物料定期採購，每次訂購下一期之需求量；C類物料則隨時補充，無前置時間之考量，此採購方式之設定將影響到下一節之跨廠支援決策。

訂單分配與生產排程規劃之流程如圖3-11所示，第t期由中央統一接獲客戶之產品訂單後，依照客戶指定之收貨地點將訂單分配至該廠區，此時各廠將進行生產規劃排程，若廠區產能無法負荷，將對訂單做部分篩選，以重新安排生產排程。

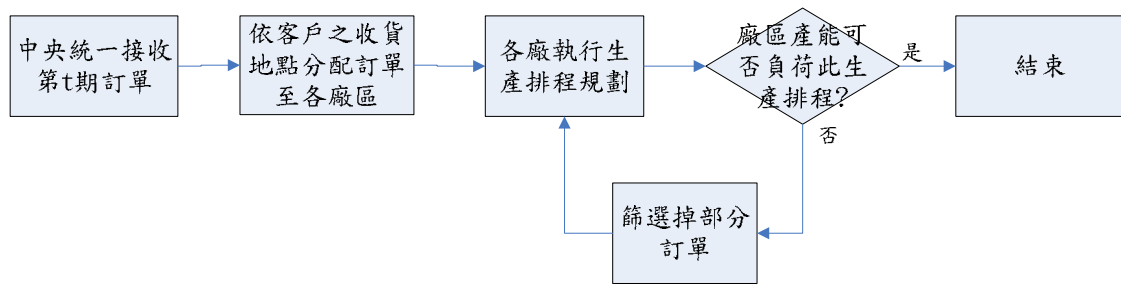


圖 3-11 訂單分配與生產排程規劃示意圖

3.5.2 跨廠支援決策

跨廠支援決策為隨機發生，主要在於供應商之物料前置時間過長時，影響到預定之生產排程延遲，此時系統需考量受影響之排程訂單的客戶重要程度，來決定是否由他廠支援物料。系統之架構如圖3-12所示：



圖 3-12 跨廠支援決策架構圖

圖3-12說明跨廠支援決策之各項輸入與輸出變數，會影響支援與被支援廠區之預定生產排程，圖3-13為多廠補貨決策示意圖，當物料到了再購點向供應商下採購訂單時，供應商能立即通知廠區該次物料之前置時間，若此前置時間將影響到預定之生產排程，則必須考量跨廠支援之可能性，此時考量受影響之預定訂單排程客戶

重要程度來決定是否進行跨廠支援，若為極重要客戶，則無條件進行跨廠支援，在找尋可支援之廠區後方能維持預定生產排程；若為重要客戶，則需權衡延遲成本與運輸成本之多寡，在本研究中延遲成本定義為延遲交貨對企業信譽的損害、罰金、客戶下次可能不願再下訂單等損失，為已知參數；若為一般客戶，則允許生產排程延遲，至供應商物料到來再進行生產作業。

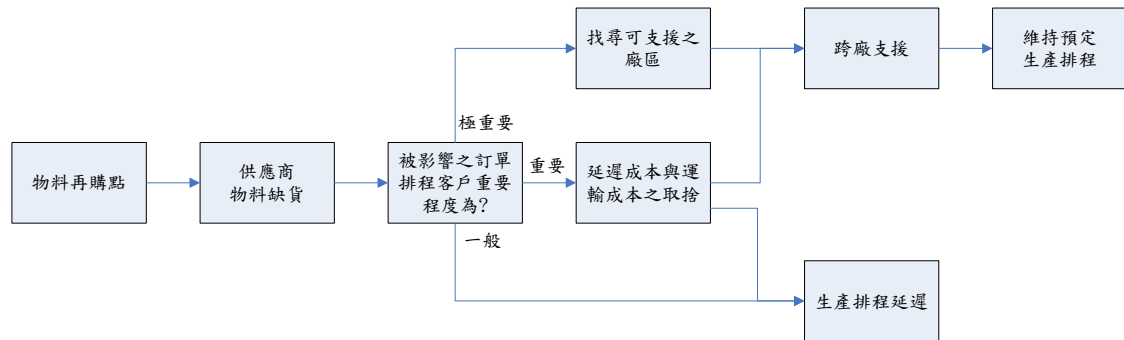


圖3-13 跨廠支援決策示意圖

由以上之概略說明可知，系統中除了以規劃的方法處理多廠區生產管理，亦包含了動態以及隨機之參數來對不同狀況做不同之處理方式，詳細之運作與決策準則將於4.5.2節中加以闡述。

第四章 多廠區生產管理之系統分析

本章將對多廠區生產系統做出實境問題之分析，以在進入模擬軟體前對整體系統架構做出完整的掌握與釐清，以下將系統分為「實體物件」、「各項作業內容」、「資訊項目」以及「決策系統」分析。實體物件分析說明本研究多廠區生產系統中實體設備之屬性與分類，以及適用之時刻；各項作業內容分析說明各項作業之流程細節，包含系統內之資訊流及決策點與各項作業相互之關係；資訊項目分析則說明系統中資訊內容與決策、各項作業間之相互關係，已知參數及決策變數之輸入與產出；決策系統分析說明本研究在進行各項決策時所做出之假設以及面對之限制條件，採用之演算法與決策規則，以及輸入、產出參數為何。

4.1 系統假設

本研究針對之產業為多工廠之製造業，並將眾多數據參數化，以使用模擬數據作為實驗之依據，然而模擬系統必然無法完全囊括現實中所有情況，故為求方便探討本研究主題以及排除過於複雜之狀況，給予本研究系統假設如下：

1. 假設企業接單皆是以 MTO(Make To Order)或是 MTC(Make To Configuration)的方式生產，不會有預先生產以備接單的情況。
2. 不同訂單有不同產品需求，訂單不可分割至不同廠區生產。
3. 各製造工廠生產產品類別與生產流程皆相同。
4. 各廠區之產能以一期時間為單位，在本研究中之一期時間特指為週。
5. 各廠區之存貨情況已知。
6. 各廠區物料可彼此流通，在跨廠支援時可由物料充足之廠區支援缺貨之目標廠區。
7. 各廠區之供應商只有一家，故物料不會有競爭削價之情況發生。
8. 所有成本（如採購成本、運輸成本、存貨成本）皆為已知。
9. 重要物料（A 類物料）及一般物料（B 類物料）才考慮跨廠支援作業，零件及消耗品（C 類物料）均由廠區自行向其供應商採購。
10. 各廠區間之支援物料單位運送量，即一貨箱可裝載物料數量已知。

11. 各廠區之運輸設施與人工調配均隨時可進行運輸作業。

4.2 實體物件分析

此節針對多廠區生產系統實境中之實體設備，在模擬模式中一般化之項目以及作法，以及系統中各項作業與設備間之關係，而主要實體設備有訂單、物料、廠區、供應商及運輸工具等，對設備之屬性與項目加以定義，以適用於模擬模式中。

4.2.1 訂單

由於本研究之系統流程為從企業統一接單開始，因此訂單為開啟系統之物件，其內容如表4-1所示，每筆訂單有其各自之編號，並紀錄該訂單需求之產品項目及數量，可轉換成該訂單之物料需求項目及數量，並且由客戶分類，會影響訂單處理排序之優先順序以及跨廠支援決策。

表 4-1 訂單屬性表

訂單項目	屬性值	說明
訂單編號	1,2,...,O	給予每筆訂單編號，方便管理作業之進行。
交期	T	產品必須交給客戶之規劃時段，以 T 代表第幾期，為一正整數。
產品需求項目	1,2,...,G	訂單所紀錄之產品需求項目，以編號代表。
產品需求數量	D_g	訂單所記錄之產品需求數量，為一正整數。
延遲成本	U_o	當客戶之訂單產品被迫延遲交貨時，必須付給客戶之罰金，或企業信譽、客戶流失之損失，依客戶重要程度而有所不同。 U_o 代表訂單 o 之延遲成本 U。
客戶分類	一般、重要、極重要	依照客戶之分類，將訂單分為一般客戶之訂單及重要客戶之訂單。

4.2.2 物料

物料項目為貫穿整個系統之最重要之物件，所有作業流程均與物料項目相關，從訂單分配開始物料表與訂單資訊之整合，展開物料需求項目與數量，至進出貨作業、採購作業、存貨作業、運輸作業、跨廠支援作業及生產作業等，均在計算與分析每項作業中各物料項目之用量與調配。物料項目之分類參考相關文獻之 ABC 分類法，將物料分為重要物料（A 類物料）、一般物料（B 類物料）及零件或消耗性物料（C 類物料）。以下對存貨 ABC 分類法做一概略之說明：

對於原物料與零組件，由於種類繁多且成本不一，可以從過去的物料資料發現部分的物料項目其種類、數量不多，卻佔了很高的資金比例；部分物料項目其種類、數量很多，卻佔較少的資金比例。傳統上針對上述現象多以存貨 ABC 分類加以管理，將存貨區分為極重要的 A 級存貨項目、次重要的 B 級存貨項目及不重要的 C 級存貨項目，其基本的分類準則如下：

1. A 級存貨項目少但金額高，存貨項目約佔總存貨項目的 10%，而其存貨金額高達 70%。
2. B 級存貨介於 A 級與 C 級存貨之間，存貨項目約佔總存貨項目的 25%，存貨金額達 20%。
3. C 級存貨則項目多但金額少，存貨項目約佔總存貨項目的 65%而存貨金額卻僅有 10%。

各級物料之存貨項目與存貨金額相對比例關係如圖 4-1 所示

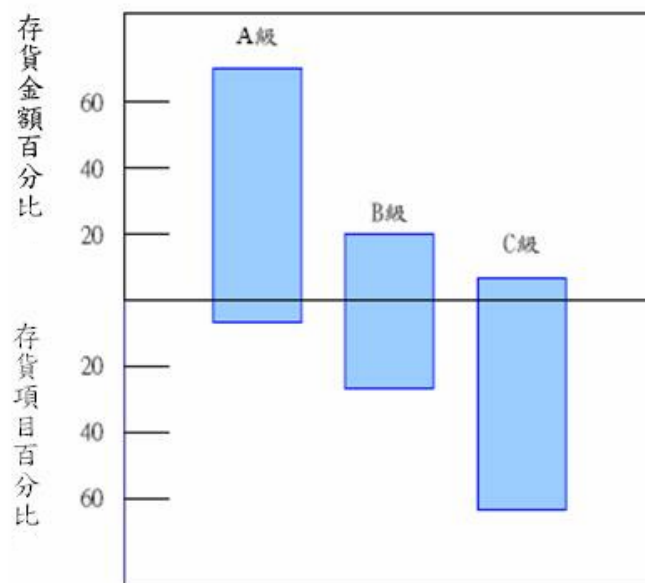


圖 4-1 存貨金額與存貨項目百分比

資料來源：顏憶茹、張淳智(1999)

使用存貨 ABC 分類後，本研究再對三類物料之屬性與特性做出整理如表 4-2 所示。在存貨 ABC 分類法為原則下，將物料性質分為重要物料、一般物料及零件或消耗性物料；物料編號即以其 ABC 分類為開頭；物料種類之直接物料為原物料或配件，會隨著訂單需求不同而改變其規格，間接物料則為支援產品製造或維持機具運作，必須使用之消耗性物料，不會因訂單需求的改變而有所不同；由於有許多物料供應商提供物料之前置時間會有所變動，造成企業物料來源的不穩定，因此，在此考慮到物料供應來源穩定與否作為物料屬性之一，供應商之物料前置時間依物料分類不同而有變異程度上之差異，以機率函數之型式表示，4.2.4 節中將做說明；在進行物料跨廠支援時，價值較低之 C 類物料將不符合成本效益，因此在跨廠支援作業及決策時，僅考慮 A 與 B 兩類物料。

表 4-2 物料項目屬性表

物料項目	物料編號	物料性質	物料種類	前置時間	是否適用跨廠支援
A	Axxxx	重要物料	直接物料	變異大	是
B	Bxxxx	一般物料	直接或間接物料	變異小	是
C	Cxxxx	零件或消耗品	間接物料	0	否

4.2.3 廠區

廠區設施即為分散於不同位置之工廠，每個廠區有其各自之屬性，以及廠區與廠區間相對之屬性，兩者皆為系統中已知之參數，整理及說明如下表 4-3 所示。

表 4-3 廠區物件屬性表

分類	屬性	說明
廠區自身屬性	廠區編號 (1、2、.....、F)	給予每個廠區編號，以利管理作業之進行。F 為一正整數
	產能 (C_f)	廠區在固定時間內能生產之產品數量。 C_f 代表廠區 f 在一個規劃時段內之生產量為 C 個。
廠區間相對關係	距離 ($K_{ff'}$)	系統中之廠區地理位置是相對的，因此遠或近皆是以廠與廠之間之距離來決定。 $K_{ff'}$ 代表廠區 f 距離目標廠區 f' 公里

4.2.4 供應商

供應商為各廠區附屬之物料供應來源，每個廠區皆有一家供應商提供 A、B、C 三類之物料，A 及 B 類物料偶有發生延遲之機率，C 類物料則隨時能提供良好之供

應。物料採購成本為已知參數，以 P 表示之，而物料前置時間在系統中為一機率函數，為常態分配，當物料前置時間過長時，即代表供應商物料缺貨，系統將會權衡是否進行跨廠支援作業，物料前置時間之平均值均大於跨廠支援之運輸時間，如表 4-4 所示。

表 4-4 供應商屬性表

物料種類	物料採購成本	物料前置時間
A類	$P_m(\text{元})$	$N(\mu_A, \sigma_A^2)(\text{期})$
B類		$N(\mu_B, \sigma_B^2)(\text{期})$
C類		0

4.2.5 運輸設施

運輸設備在於物料跨廠支援時所需用到之運輸工具。如表 4-5 所示，運輸時間亦為一常態分配函數，但較供應商採購前置時間短，運輸時間每 200 公里 R 元，在進行跨廠支援決策時將與延遲成本作權衡，選擇成本較低之處理方式。在進行運輸作業時有基本運輸量以符合運輸成本，此數目設定為 H 個。而運輸作業只考量 A、B 類物料之調配，C 類物料不進行跨廠支援作業。

表 4-5 運輸設施屬性表

運輸時間	運輸成本	貨箱容量	可供載運之物料項目
$N(\mu_T, \sigma_T^2)(\text{期})$	$R \text{ 元}/200 \text{ 公里}$	$H(\text{個})$	A、B

4.3 資訊項目分析

資訊流分析說明多廠區生產管理中各作業所需之資訊項目，以作為模擬模式中輸入與輸出資訊流之用，資訊項目可分為外部資訊與內部資訊，外部資訊可包括訂單資訊與供應商資訊，而內部資訊則包括物料資訊、存貨資訊、廠區資訊及運輸資訊等。各種資訊之說明及相關作業如表4-6、4-7所示。

表 4-6 外部資訊項目內容說明與相關作業整理

分類	資訊項目	資訊內容	資訊說明	相關作業及決策
外部 資訊	訂單資訊	交期 (第T期)	為訂單產品所需交付予客戶之日期， 交期越早之訂單將 優先被處理	生產排程規劃
		客戶分類 (一般、重要、極重要)	如表4-1所示	訂單分配 生產排程規劃 跨廠支援決策
		產品需求 (D_g 個)	如表4-1所示	訂單分配決策 生產排程規劃 出貨作業
	供應商資訊	物料前置時間 ($N(\mu_m, \sigma_m^2)$ 天)	如表4-4所示	生產排程規劃 進貨作業
		採購物料項目及數量 (Q_m 個)	採購物料依物料分類而有不同之採購策略，4.4.2節將做 詳細說明	採購作業

表 4-7 內部資訊項目內容說明與相關作業整理

分類	資訊項目	資訊內容	資訊說明	相關作業及決策
內部 資訊	存貨資訊	各廠存貨項目及數量 (I_{mf} 個)	紀錄各廠庫存物料項目及數量之資料庫。 I_{mf} 表f廠區物料項目m第t期之存貨數量I個	生產排程規劃 跨廠支援決策 出貨作業
		安全存量 (S_{mf} 個)	能使物料存貨在採購前置時間內保持足以應付生產排程之數量。 S_{mf} 代表f廠區物料項目m之安全存量S個	採購作業
	廠區資訊	產能 (C_f 個/期)	如表4-3所示	生產排程規劃
		延遲成本 (U_o 元)	如表4-3所示	跨廠支援決策
		提供支援之廠區 (f)	經跨廠支援決策所決定之輸出值， f為提供支援之廠區編號	跨廠支援決策
		目標廠區 (f')	經跨廠支援決策所決定之輸出值， f' 為接受支援之目標廠區編號	跨廠支援決策
		生產排程 (M_{ftg} 個/期)	經過規劃後某期產品需生產之數量， M_{ft} 代表廠區f在第t期規劃期間需生產M個產品項目g	生產排程規劃 跨廠支援決策 出貨作業
	運輸資訊	距離 (K公里)	如表4-3所示	跨廠支援決策
		運輸成本 (R元/公里)	進行跨廠支援作業時，物料調配所需 花費之成本，每公里成本R元	跨廠支援決策
		運輸時間 ($N(\mu_T, \sigma_T^2)$ 期/公里)	進行跨廠支援作業時，物料調配所需 花費之時間，每公里須耗時常態分配 $N(\mu_T, \sigma_T^2)$ 期規劃時段	進貨作業 運輸作業
		運輸物料項目及數量 (nH_m 個)	運輸物料數量至少須為一個貨箱容 量能裝載物料項目m之數目 H_m ，因此 總運量須為 H_m 之倍數，n為一正整數	跨廠支援作業 運輸作業

4.4 各項作業內容分析

本節將分析多廠區生產環境之各項作業內容，包括訂單分配、採購作業、進貨作業、出貨作業、跨廠支援作業、運輸作業及生產作業等，整體作業流程如圖 4-2 所示，作業內容分為中央規劃作業與單廠區內作業。經由中央規劃之訂單分配與生產排程規劃後，各廠區接獲各自需承接之訂單，接著進行「出貨作業」送出訂單物料需求以進行生產；定期或不定期向供應商購買物料及決定批量，為「採購作業」，當供應商發生物料缺貨情形時，由中央評估分析「跨廠支援作業」後決定是否由其他廠區支援物料，若要跨廠支援，「進貨作業」決定物料運輸時間以得知到貨時間並更新庫存資訊。若有需支援其他廠區之狀況產生或要進行生產作業，則進行「出貨作業」以更新庫存資訊，最後於「生產作業」中投入物料需求項目及數量。

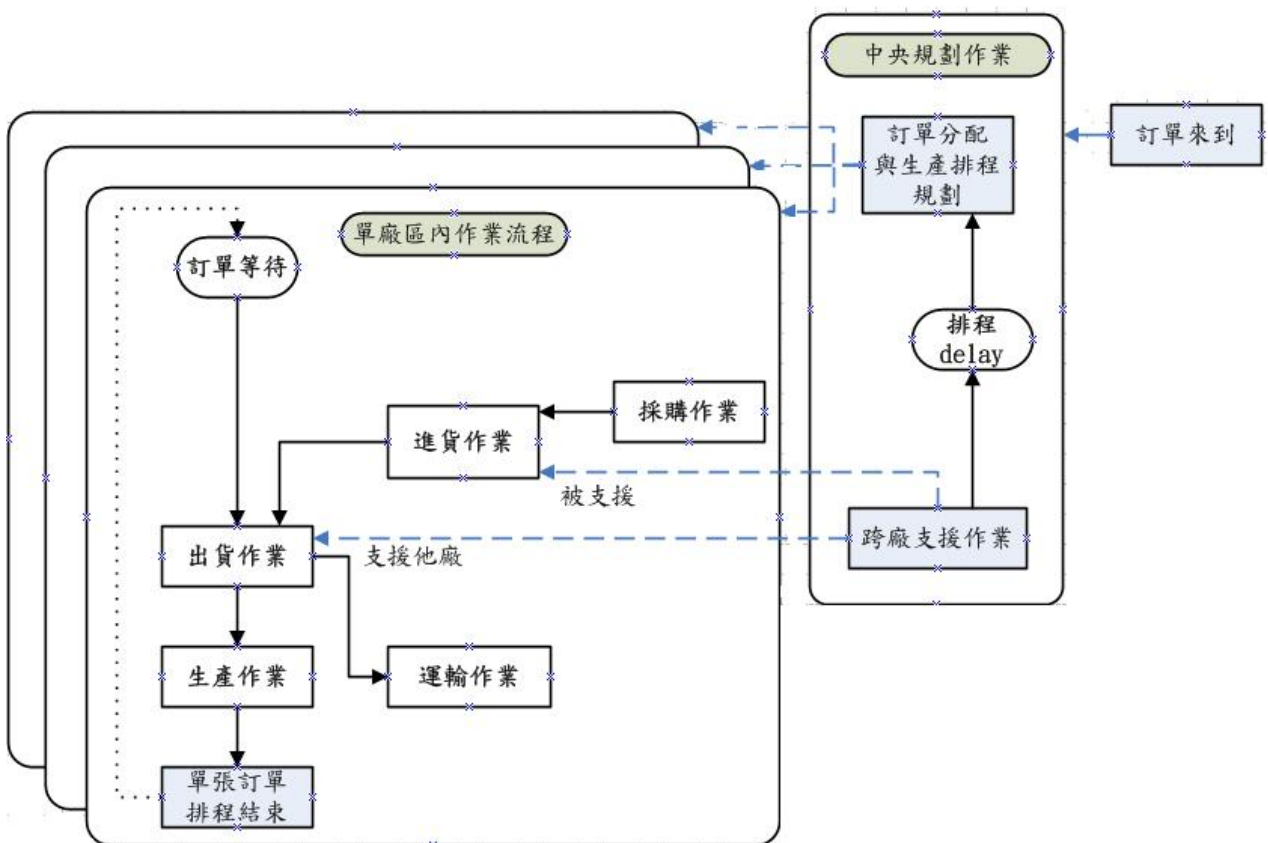


圖 4-2 多廠區生產系統作業流程概述圖

4.4.1 訂單分配

訂單分配之作業屬於中央規劃之作業，生產排程規劃之決策分析及邏輯規則將於 4.4 節中說明。訂單分配作業流程如圖 4-3 所示。

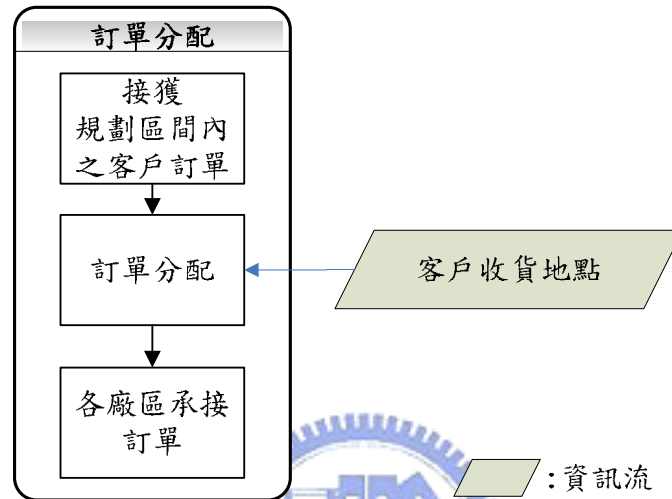


圖 4-3 訂單分配流程圖

系統接獲客戶訂單後，依客戶收貨地點將訂單分配至該地點所在之廠區，將決定該訂單由何廠區來承接。

4.4.2 採購作業

採購作業為各廠向其對應之供應商採買物料之作業，由於製造業物料之採購有其一定之經濟訂購量，因此批量之數量尤其關鍵。系統中依物料ABC分類而有所不同之採購策略，A類物料以定期採購之方式，在每張訂單開始生產前之該物料採購前置時間平均值 μ_A 期購買 Q_A 之批量，而 Q_A 為每期變動之參數，由當時庫存量、訂單需求量及安全存量計算，A類安全存量之算法為服務水準之 z 值與前置時間需求標準差之乘積，本研究將A類物料之服務水準設定為0.9，經查表後之 z 值為1.28；B類物料則採定量採購之方式，每次採購之批量設定為 Q_B ，在物料存量到達再購點時即向供應商購買 Q_B 批量，再購點之算法如表4-8所示，B類物料之服務水準設定為0.7，經查表後之 z 值為0.52；C類物料則被設定為無限供應之物料，前置時間為0，不加以考

量其再購時間點及批量。在系統進行到若干期間後，會進行策略之檢討修正，A類物料之檢討期為每筆訂單之起始期，B類物料則是累積六張訂單後之下一次訂購期。表4-8說明 Q_A 及 Q_B 之設定方式，圖4-4則為採購作業流程圖。

表 4-8 不同物料分類之採購策略設定

物料分類	存量管理	設定
A	定期採購	<p>在每筆訂單開始生產前 μ_A 期訂購</p> <p>$Q_A = \text{該筆訂單物料 } m \text{ 需求量 } D_m - \text{庫存量 } I_m + \text{安全存量 } S_A$</p> <p>$S_A = 1.28 \times \sigma_A \times \text{訂單 } o \text{ 排程中每期之物料項目 } m \text{ 需求量 } DT_{om}$</p>
B	定量採購	<p>當存量到達再購點時訂購</p> <p>$Q_B = \text{前六張訂單該物料之平均需求}$</p> <p>再購點 $= \mu_B \times \text{該筆訂單 } o \text{ 物料 } m \text{ 每期用量 } DT_{om} + \text{安全存量 } S_B$</p> <p>$S_B = 0.52 \times \sigma_B \times \text{訂單 } o \text{ 排程中每期之物料項目 } m \text{ 需求量 } DT_{om}$</p>

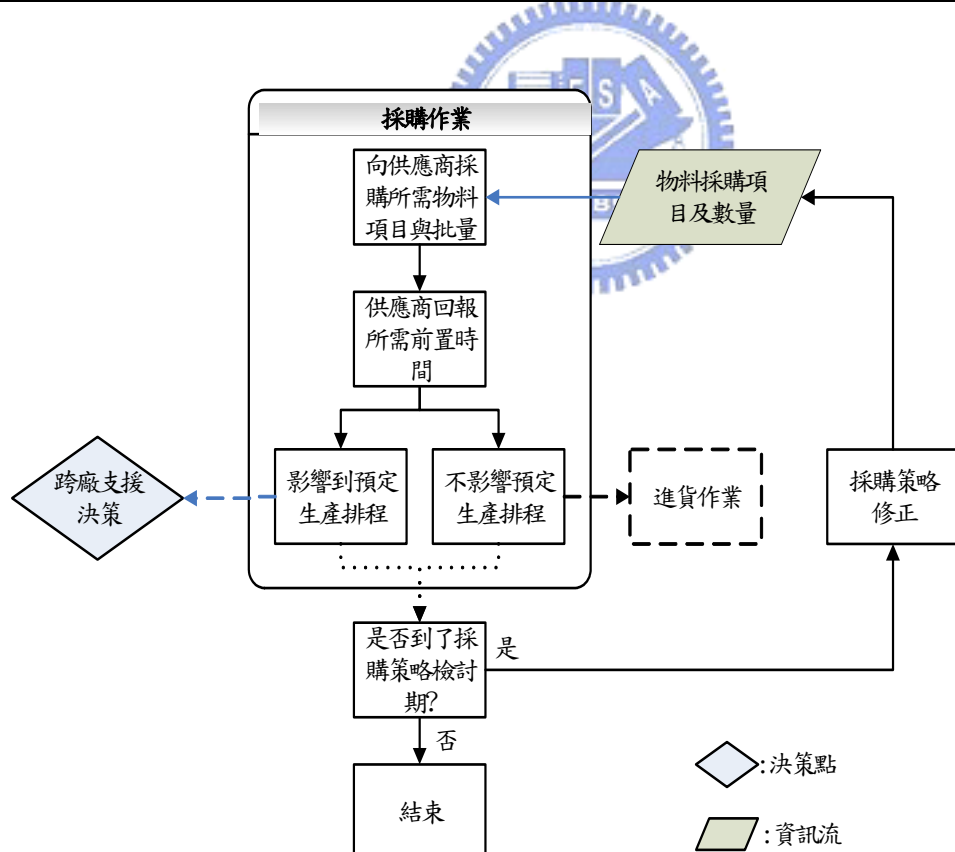


圖 4-4 採購作業流程圖

4.4.3 進料作業

進料作業發生在供應商或其他廠區支援之物料到來時，在由供應商資訊及運輸資訊中已知物料之前置時間下，得知物料送達之日期，再將物料送至廠內庫存並設置於生產機具上，最後更新存貨資訊，修正目前廠區內各物料之庫存數目，流程如圖 4-5 所示。

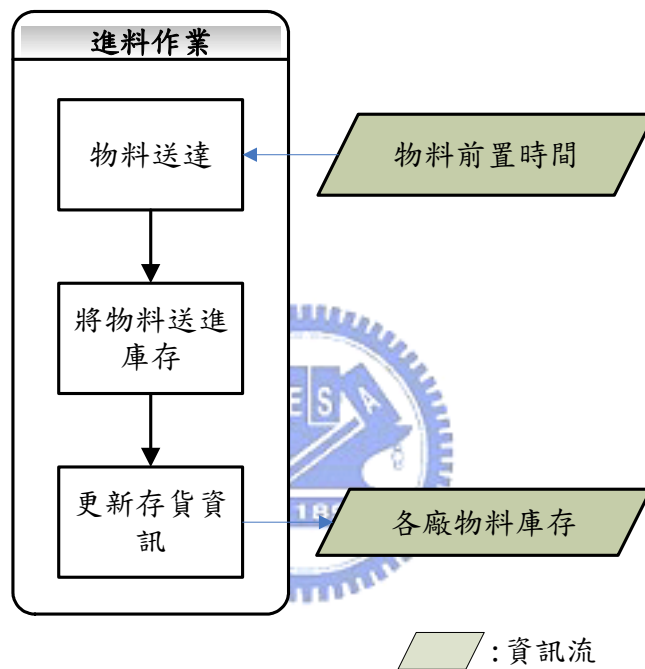


圖 4-5 進料作業流程圖

4.4.4 出料作業

出料作業發生於開始進行生產作業前以及運輸作業(支援其他廠區)前，除了進行生產作業，而由預定生產排程得知當期出貨之物料項目及數量外；尚有進行運輸作業(支援其他廠區)之機會，則依跨廠支援決策之結果得知需支援之物料項目及數量，再將物料送至生產機具或載貨運具上，最後更新存貨資訊，修正目前廠區內各物料之庫存數目，如圖4-6所示。

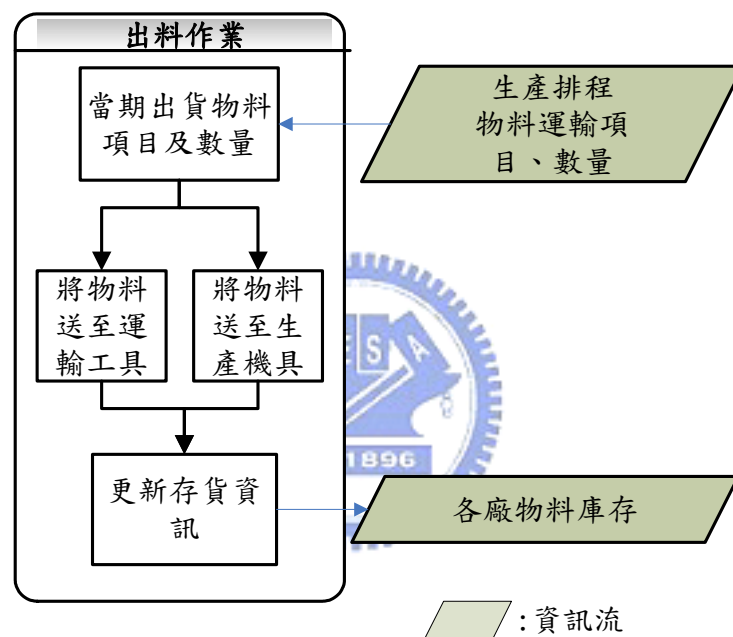


圖 4-6 出料作業流程圖

4.4.5 跨廠支援作業

跨廠支援作業為中央所規劃作業之一，流程如圖 4-7 所示，在跨廠支援決策之結果為進行支援作業時，必須先尋找存貨足夠支援之廠區，再依被影響排程之訂單客戶重要程度，過濾掉被影響訂單客戶為極重要客戶之廠區，再篩選出距離目標廠區最近之支援廠區，並接續此廠區進行運輸作業，期間之詳細內容將於 4.5.2 節中說明。

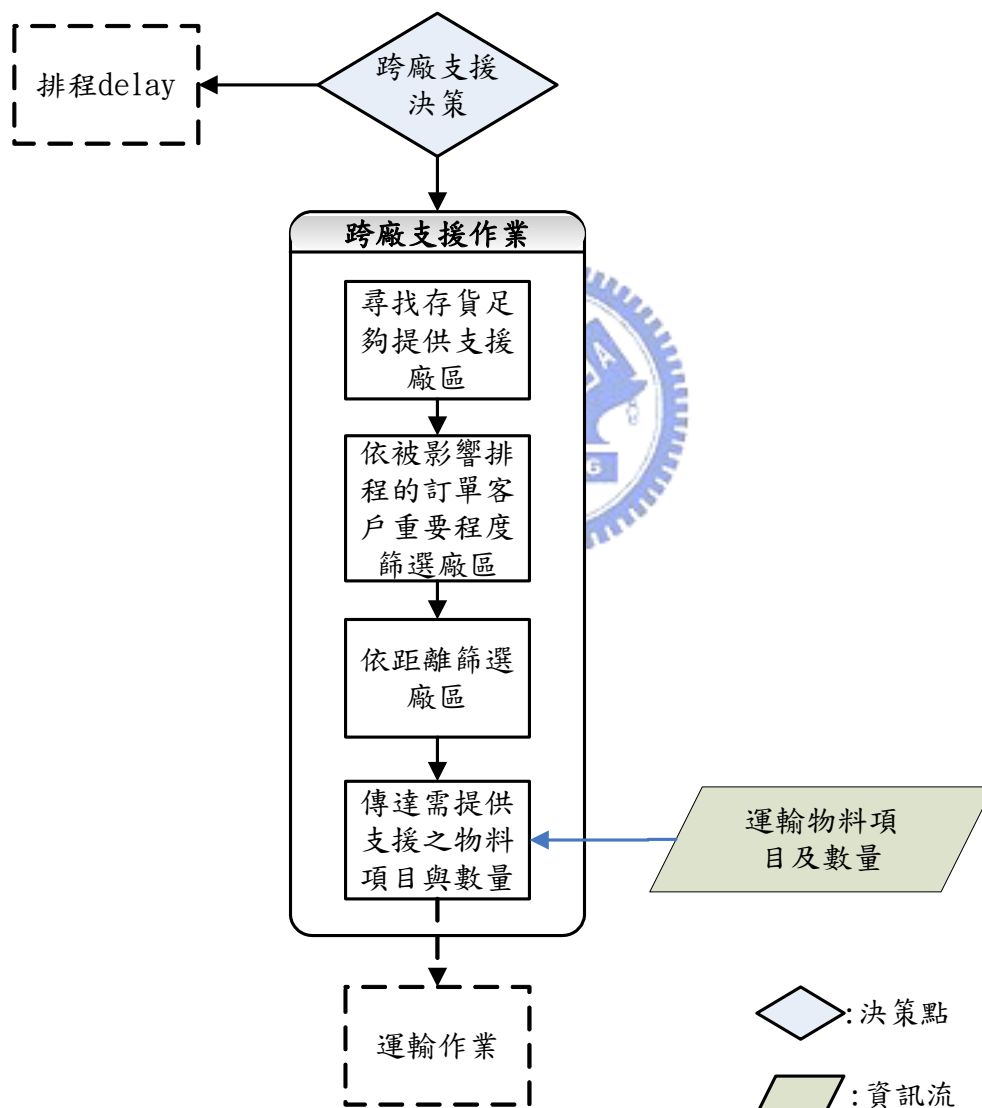


圖 4-7 跨廠支援作業

4.4.6 運輸作業

運輸作業接續在跨廠支援之後，此時已由中央進到廠區之中，接獲中央的支援其他廠區通知，則將運輸物料項目及數量以貨箱送至運輸工具上，經由運輸途程後送達目標廠區，再接續目標廠區之進貨作業，流程如圖 4-8 所示。

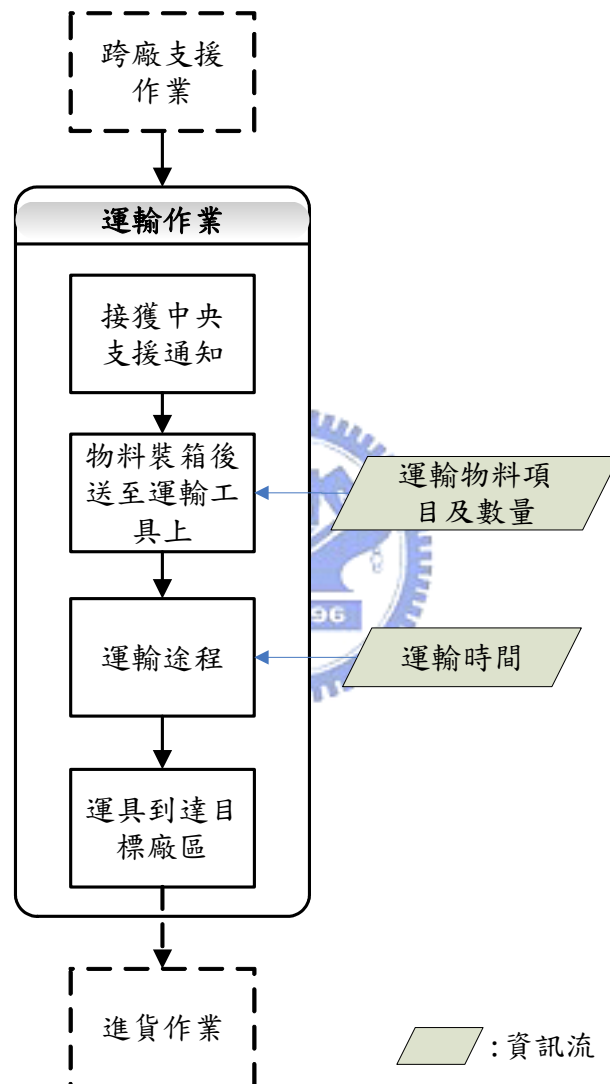


圖 4-8 運輸作業流程圖

4.4.7 生產作業

生產作業為系統內之最後一項作業，功能在於將先前各項作業與決策後所規劃之物料進行產品之製造，在廠區已備齊訂單所需之物料項目與數量後，即進行物料之裝配工作，最後成品產出。如圖 4-9 所示。

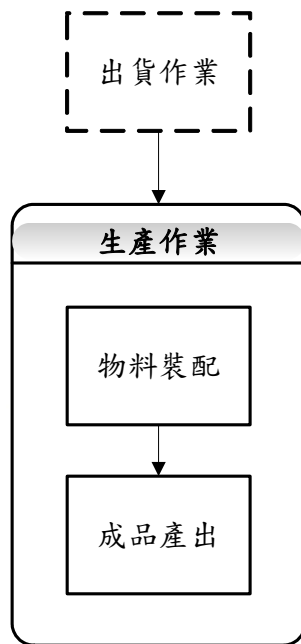


圖 4-9 生產作業流程圖

4.5 決策系統分析

在多廠區生產系統中，有若干決策點須加以考量，以使得整體系統之總體效益最大，本節將說明本研究決策之內容，包含假設條件、決策準則、輸入與產出資訊等。

4.5.1 訂單分配與生產排程規劃

訂單分配之目的在於將中央接獲之訂單送至負責承接之廠區，再由生產排程規劃將各廠之主生產排程，包含物料需求、採購策略、訂單排程等作一完整之規劃，以使系統能按部就班依照預定之生產計劃運作。生產排程規劃依照訂單產品需求、交期、工廠產能、訂單物料需求等輸入值可得訂單處理順序以及各期物料需求等產出，決策內容如下：

代號說明

o ：訂單序號

g ：產品項目

m ：物料項目

T_o ：訂單 o 之可接受交期第 T 期

C_{fg} ：廠區 f 對於產品項目 g 之每日產能 C 個

L_{of} ：訂單 o 在廠區 f 生產需花費 L 期

D_{og} ：訂單 o 的產品項目 g 之需求量

D_{om} ：訂單 o 之物料項目 m 需求量

DT_{om} ：訂單 o 排程中每期之物料項目 m 之需求量



決策流程

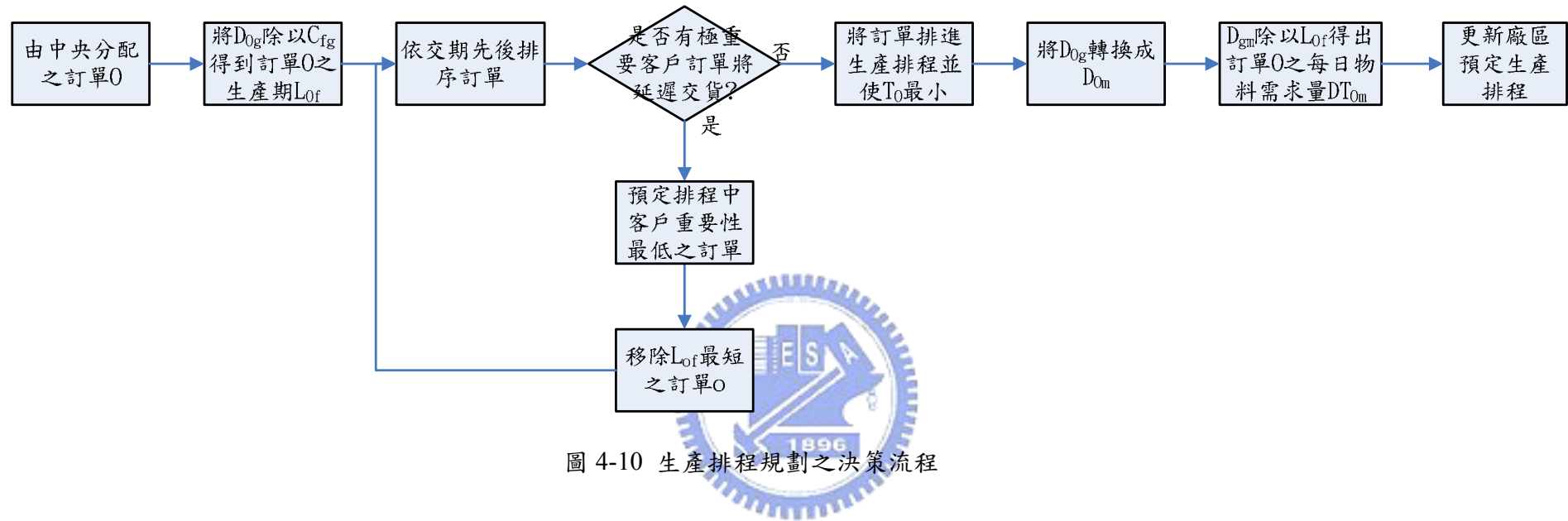


圖 4-10 生產排程規劃之決策流程

圖4-10說明廠區f在接收中央所分配之訂單O後，先計算訂單O之所需生產時間（期），而系統中訂單之優先順序法則（priority rules）採EDD（Earliest Due Date）最早到期日法排序訂單，此時排序結果中，若有極重要客戶訂單完工期R晚於交期T，則必須在非極重要客戶之訂單之中，考慮損失利潤最少之訂單，因此選取需時L最短者，再重複一次排序之動作，在決定訂單排序後，便在最小化R之準則下訂定訂單排程，以提高廠區之使用率，並可由每筆訂單之產品需求轉化成物料需求，而得出每期生產排程。由上述得知，生產排程規劃可得以下之輸出結果：

1. 廠區f第t期物料項目m之需求量 D_{ftm}

2. 廠區f之訂單排程

3. 訂單o之完工期 R_o

4. 延遲交貨之訂單

4.5.2 跨廠支援決策



跨廠支援決策發生於供應商物料缺貨時，系統必須權衡客戶重要程度、他廠排程與存貨狀況以及運輸成本來決定是否支援、由哪個廠區支援以及支援物料項目及數量。由於物料之前置時間為一常態分配函數，因此物料缺貨之情形即以前置時間過長表現於系統當中，因此跨廠支援決策並非一例行性決策，當物料前置時間長至影響到預定排程時才需執行，決策內容如下：

代號說明

o：訂單序號

g：產品項目

m：物料項目

F：廠區編號

t：當期規劃時段第t期

t' ：物料 m 之存貨水準為0之規劃時段第 t' 期

t'' ：運輸作業將物料送至目標廠區之規劃時段第 t'' 期

f ：提供支援之廠區

f' ：被支援之目標廠區

$[f]$ ：被選取之 f 群組

$M_{f't'g}$ ：目標廠區 f' 第 t' 期之預定生產排程 M 個產品項目 g

$LT_{f'tm}$ ：目標廠區 f' 之供應商回報第 t 期物料項目 m 之前置時間 LT 期

μ_m ：物料項目 m 之平均前置時間 μ 期

$R_{ff'}$ ：廠區 f 至目標廠區 f' 之運輸成本 R 元

$K_{ff'}$ ：廠區 f 至目標廠區 f' 之運輸距離 K 公里

H_m ：物料項目 m 之每個貨箱裝載量 H 個

n ：貨箱運輸數目

I_{tmf} ：廠區 f 物料項目 m 第 t 期存貨水準



決策流程

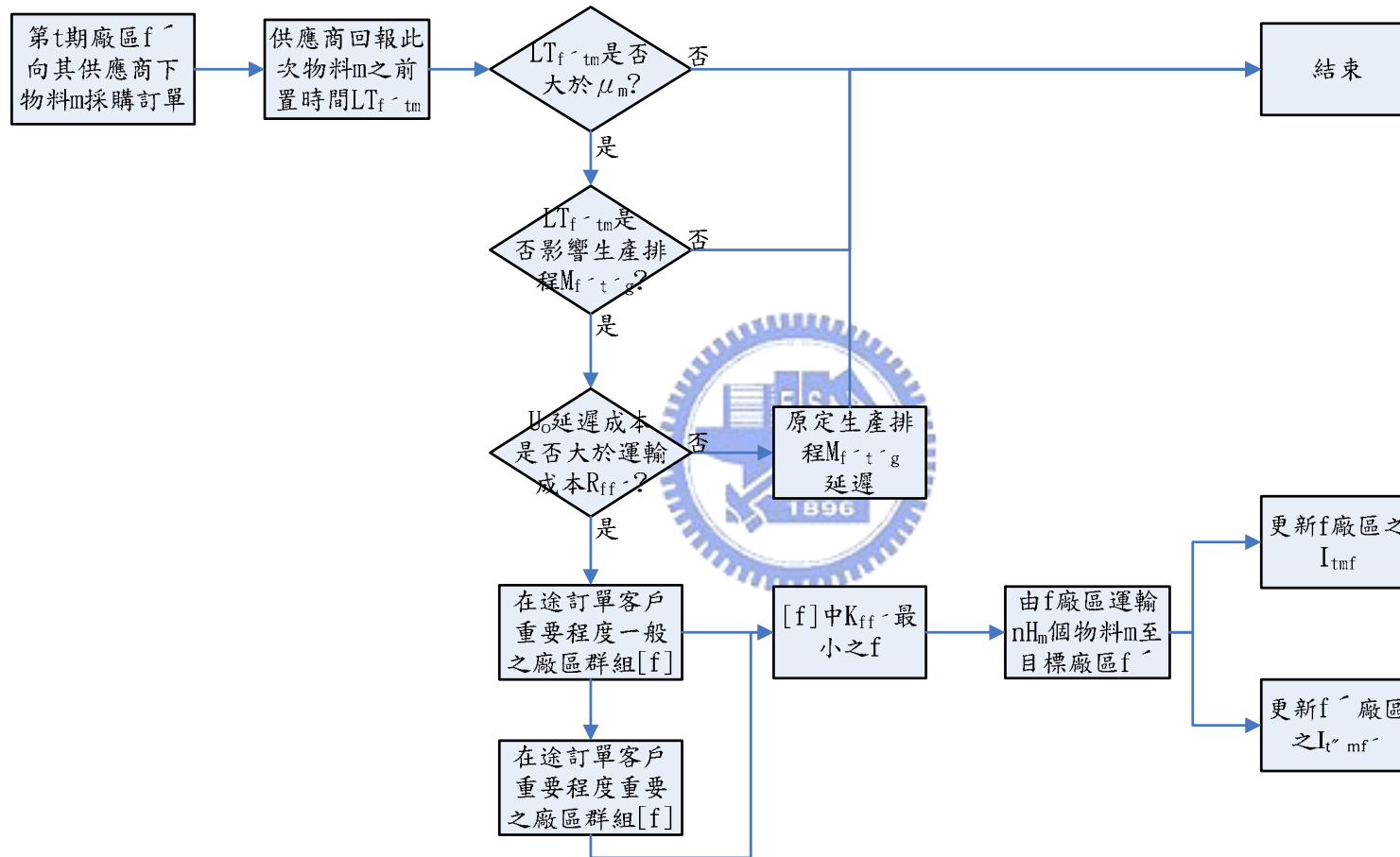


圖 4-11 跨廠支援決策流程

圖4-11說明跨廠支援決策流程，在預定採購策略下，第 t 期廠區 f' 向其供應商採購物料項目 m ，此時供應商將回報該期物料 m 之前置時間 $LT_{f'tm}$ ，若 $LT_{f'tm}$ 不大於 μ_m 或不影響預定生產排程 $M_{f't'g}$ ，則決策便結束，不做任何調整。反之，若 $LT_{f'tm}$ 過長，也就是供應商發生缺貨情之情形，此時系統需權衡延遲成本 U_o 與運輸成本 $R_{ff'}$ 之大小，延遲成本依訂單客戶重要程度作區分，由表4-9可知極重要客戶訂單由於延遲成本設定為無限大，因此務必進行接續之運輸調配作業，重要客戶訂單則與其給定之延遲成本 U_o 權衡，而一般客戶之延遲成本設定為0，因此不進行運輸調配作業，此時目標廠區 f' 原定生產排程 $M_{f't'g}$ 將因而延遲。

表 4-9 客戶重要程度與延遲成本之設定

客戶重要程度	延遲成本
極重要	∞
重要	U_o
一般	0

若決策結果為進行運輸調配作業以跨廠支援，則優先尋找在途訂單為一般客戶之廠區，其次再尋找重要客戶之廠區，此時已有口袋廠區名單 $[f]$ ，則在 $[f]$ 中找出距離目標廠區最近，即 $K_{ff'}$ 最小之廠區 f ，運輸 nH_m 個物料 m 至目標廠區 f' ， n 為貨箱數， nH_m 大於物料 m 之經濟訂購量 Q_m ，最後更新廠區 f 當期物料 m 存貨水準 I_{tmf} ，以及目標廠區 f' 收到支援物料時之物料 m 存貨水準 $I_{t' m f'}$ 。

綜合前述，可得知跨廠支援決策可產出以下之輸出結果：

- 1.發出支援之廠區 f
- 2.目標廠區 f'
- 3.發出支援之物料項目 m 及數量 nH_m
- 4.廠區 f' 生產排程延遲期數 $t + LT_{f'tm} - t'$
- 5.廠區 f 第 t 期存貨水準 I_{tmf}
- 6.廠區 f' 第 t'' 期存貨水準 $I_{t' m f'}$

第五章 情境假設與模擬分析

經由前述之模擬模式規劃設計後，本章將假設一情境符合所建構之模擬模式設定之生產環境，以模擬模式加以分析。

5.1 情境假設

5.1.1 A公司之概況

假設企業A公司為一筆記型電腦製造商，擁有三間平行製造廠區，座落於新竹、上海及深圳，每個廠區有其各自之供應商提供物料來源，A公司之生產方式為MTO (Make To Order)，沒有預留產品存貨，每間廠區之生產產品類型相同，有在途訂單為一張之上限，產能上限則有所差異，A公司能生產之產品規格有五種，客戶訂單由公司中央統一接單，而客戶指定之收貨地點亦分為新竹、上海、深圳三個地點。在A公司之客戶群中，有一長期合作之品牌大廠，長久以來保持著良好合作關係，而且訂單需求量也大量且穩定，被列為極重要客戶，一旦發生產品缺貨，A公司必須付出巨額賠償金來補償該客戶，因此A公司在規劃上必須極力將此客戶訂單排程規劃在交期之前，且力求物料存貨水準不缺貨。在各廠區必須進行跨廠支援時，均以貨箱裝載由航空貨運加上貨車來運輸物料，由於交通壅塞與航機排班等因素，因此運輸時間並非一定值。A公司所生產的產品，為多種物料所裝配，如電池、CPU、LCD液晶螢幕等，各種物料項目有若干不同的規格，如電池分為50VAC、70VAC、90VAC三種規格，廠區之生產線能對於不同規格的物料作調整，產能單位均以單位時間能製造的產品數表示，單位時間則為一週。

5.1.2 訂單及物料

A公司訂單資訊如表5-1，系統將依每週 $\lambda = 1$ （筆/7天）之卜瓦松分配，在每個規劃時段開始時產生訂單，共產出30張隨機訂單，每次分配至同一廠區之訂單由零至兩張不等，交期亦由系統產生一合理值以供各廠區規劃其生產排程。

表 5-1 訂單資訊

訂單編號	產品項目	產品數量	客戶重要程度	延遲成本	收貨地點	交期
N01	Titans	75000	重要	5250	系統產生	系統產生
N02	Apollo	50000	極重要	∞	系統產生	系統產生
N03	Athene	60000	一般	0	系統產生	系統產生
N04	Hera	120000	一般	0	系統產生	系統產生
N05	Zeus	80000	重要	4000	系統產生	系統產生
N06	Titans	100000	重要	7000	系統產生	系統產生
N07	Apollo	90000	極重要	∞	系統產生	系統產生
N08	Athene	75000	一般	0	系統產生	系統產生
N09	Hera	60000	一般	0	系統產生	系統產生
N10	Zeus	55000	重要	2750	系統產生	系統產生
N11	Titans	90000	重要	6300	系統產生	系統產生
N12	Apollo	110000	極重要	∞	系統產生	系統產生
N13	Athene	125000	一般	0	系統產生	系統產生
N14	Hera	90000	一般	0	系統產生	系統產生
N15	Zeus	160000	重要	8000	系統產生	系統產生
N16	Titans	175000	重要	12250	系統產生	系統產生
N17	Apollo	55000	極重要	∞	系統產生	系統產生
N18	Athene	60000	一般	0	系統產生	系統產生
N19	Hera	85000	一般	0	系統產生	系統產生
N20	Zeus	90000	重要	4500	系統產生	系統產生
N21	Titans	75000	重要	5250	系統產生	系統產生
N22	Apollo	150000	極重要	∞	系統產生	系統產生
N23	Athene	90000	一般	0	系統產生	系統產生
N24	Hera	80000	一般	0	系統產生	系統產生
N25	Zeus	50000	重要	2500	系統產生	系統產生
N26	Titans	80000	重要	5600	系統產生	系統產生
N27	Apollo	120000	極重要	∞	系統產生	系統產生
N28	Athene	125000	一般	0	系統產生	系統產生
N29	Hera	75000	一般	0	系統產生	系統產生
N30	Zeus	100000	重要	5000	系統產生	系統產生

訂單產品經轉換後可得物料需求，前十筆訂單之物料需求如表5-2所示。

表 5-2 前十筆訂單物料需求

物料項目	訂單物料需求（千個）									
	訂單編號									
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
電池 50VAC	75	0	0	0	0	100	0	0	0	0
電池 90VAC	0	50	60	120	80	0	90	75	60	55
CPU 800Hz	75	0	0	0	0	100	0	0	0	0
CPU 1.80GHz	0	50	0	0	0	0	90	0	0	0
CPU 2.00GHz	0	0	60	0	0	0	0	75	0	0
CPU 2.20GHz	0	0	0	120	0	0	0	0	60	0
CPU 2.40GHz	0	0	0	0	80	0	0	0	0	55
HDD 20GB	75	0	0	0	0	100	0	0	0	0
HDD 30GB	0	50	0	0	0	0	90	0	0	0
HDD 40GB	0	0	60	120	0	0	0	75	60	0
HDD 60GB	0	0	0	0	80	0	0	0	0	55
K/B 85/86 keys	75	0	0	0	0	100	0	0	0	0
K/B 85/86/90 keys	0	50	60	120	80	0	90	75	60	55
LCD 12.1"	75	0	0	0	0	100	0	0	0	0
LCD 15"	0	50	60	0	0	0	90	75	0	0
LCD 15"+	0	0	0	120	80	0	0	0	60	55
主機板 P4S533-VM	0	50	60	120	80	0	90	75	60	55
主機板 P4S533-E	75	0	0	0	0	100	0	0	0	0
SDRAM PC133	75	0	0	0	0	100	0	0	0	0
SDRAM PC2100	0	50	60	120	80	0	90	75	60	55
顯示卡 G2	75	0	0	0	0	100	0	0	0	0
顯示卡 G4	0	50	60	120	80	0	90	75	60	55
CD-ROM	75	0	0	0	0	100	0	0	0	0
CD-RW	0	50	60	0	0	0	90	75	0	0
DVD-ROM	0	0	0	120	80	0	0	0	60	55
ECP	75	50	60	120	80	100	90	75	60	55
塑膠下蓋 AIO	0	50	60	120	80	0	90	75	60	55
塑膠下蓋 PD	75	0	0	0	0	100	0	0	0	0
塑膠上蓋 AIO	0	50	60	120	80	0	90	75	60	55
塑膠上蓋 PD	75	0	0	0	0	100	0	0	0	0
Floppy	75	50	60	120	80	100	90	75	60	55

物料之ABC分類如表5-3所示，不同分類會影響該物料之採購策略及跨廠支援決策。

表 5-3 物料項目之 ABC 分類

物料分類	物料項目
A	CPU、HDD、LCD、光碟機
B	電池、主機板、顯示卡
C	key、SDRAM、ECP、塑膠蓋、Floppy

5.1.3 廠區及運輸

三個廠區之產能如表5-4所示。

表 5-4 各廠區之個別產能

廠區	產能 (個/日)
新竹	7143
上海	5714
深圳	7143

相對運輸距離與換算後之運輸成本及時間如表5-5所示。

表 5-5 廠區相對距離及運輸資訊

廠區關係	運輸距離 (公里)	運輸成本 (元)	運輸時間 (天)	經調整之運輸 時間 (天)
新竹—上海	700	4900	$N(0.245, 0.035^2)$	1
新竹—深圳	800	5600	$N(0.28, 0.035^2)$	1
上海—深圳	1200	8400	$N(0.42, 0.035^2)$	1

在運輸時間之設定中，由於系統之單位規劃時段為一天，經計算後之結果為小於1之小數，但此數值為直接以地理直線距離換算結果，若考慮裝箱、物流作業、出

入關作業程序及兩岸轉機作業等時間，為求方便系統作業，三項作業均調整設定為一天。

各廠區資訊包括各廠各物料之前置時間、初始存貨量及初始安全存量，表5-6列出部分廠區資訊，A類物料之特性為平均前置時間短，變異數大，B類物料則為平均前置時間長，變異數小，C類物料之前置時間則為0。

表 5-6 廠區資訊

物料項目	前置時間 (天)			初始存貨量 (千個)			初始安全存量 (千個)		
	廠區			廠區			廠區		
	新竹	上海	深圳	新竹	上海	深圳	新竹	上海	深圳
電池 50VAC	N (3,1 ²)	N (3,1 ²)	N (2,1 ²)	50	10	50	20	20	20
電池 90VAC				35	40	35	20	20	20
CPU 800Hz				40	10	40	10	10	10
CPU 1.80GHz				20	25	20	10	10	10
CPU 2.00GHz				15	20	15	10	10	10
CPU 2.20GHz				25	10	25	10	10	10
CPU 2.40GHz				25	10	25	10	10	10
HDD 20GB				20	40	20	10	10	10
HDD 30GB				20	10	20	10	10	10
⋮									
塑膠上蓋 AIO	N (3,1 ²)	N (3,1 ²)	N (2,1 ²)	25	20	45	-	-	-
塑膠上蓋 PD				25	30	40	-	-	-
Floppy				150	150	150	-	-	-

5.2 模擬分析

根據5.1節A公司之相關資訊數據套用至模擬模式中，進行30週之模擬運作，分別對訂單、生產排程、存量及跨廠支援情形作分析。

5.2.1 訂單資訊分析

經模擬運作後，訂單產出之順序、收貨地點與交期如表5-7所示。

表 5-7 訂單產出資訊

訂單產出 順序	訂單編號	收貨地點	交期
1	N03	上海	第3週
2	N01	上海	第4週
3	N05	新竹	第7週
4	N04	深圳	第10週
5	N02	新竹	第7週
6	N09	新竹	第12週
7	N06	上海	第10週
8	N08	新竹	第15週
9	N10	深圳	第13週
10	N07	深圳	第18週
11	N15	深圳	第20週
12	N12	上海	第15週
13	N11	上海	第23週
14	N14	新竹	第17週
⋮			
28	N26	深圳	第35週
29	N30	深圳	第40週
30	N27	新竹	第38週

經過訂單分配之決策後，訂單分配結果及拒收訂單如表5-8所示。

表 5-8 訂單分配結果

廠區	訂單編號
新竹	N05、N02、N09、N08、N14、N17、N16、N25、N21、N29、N27
上海	N03、N01、N06、N12、N11、N20、N19、N23、N28
深圳	N04、N10、N07、N15、N13、N18、N24、N22、N26、N30
拒收訂單	無

當各廠在每期收到其訂單時，將針對該訂單之交期、所需工作週數做出訂單排程，於模擬結束後可得各廠30週內之訂單排程，以新竹廠區為例之訂單排程結果如圖5-1所示，可得知系統設定1/1為起始模擬日期，至7/30結束，共30週，因此訂單N27屬尚未完工之情形，其預計完工週為8/1。而在此次模擬中，可看出N16為延遲訂單，其餘訂單皆能在交期之前完工。

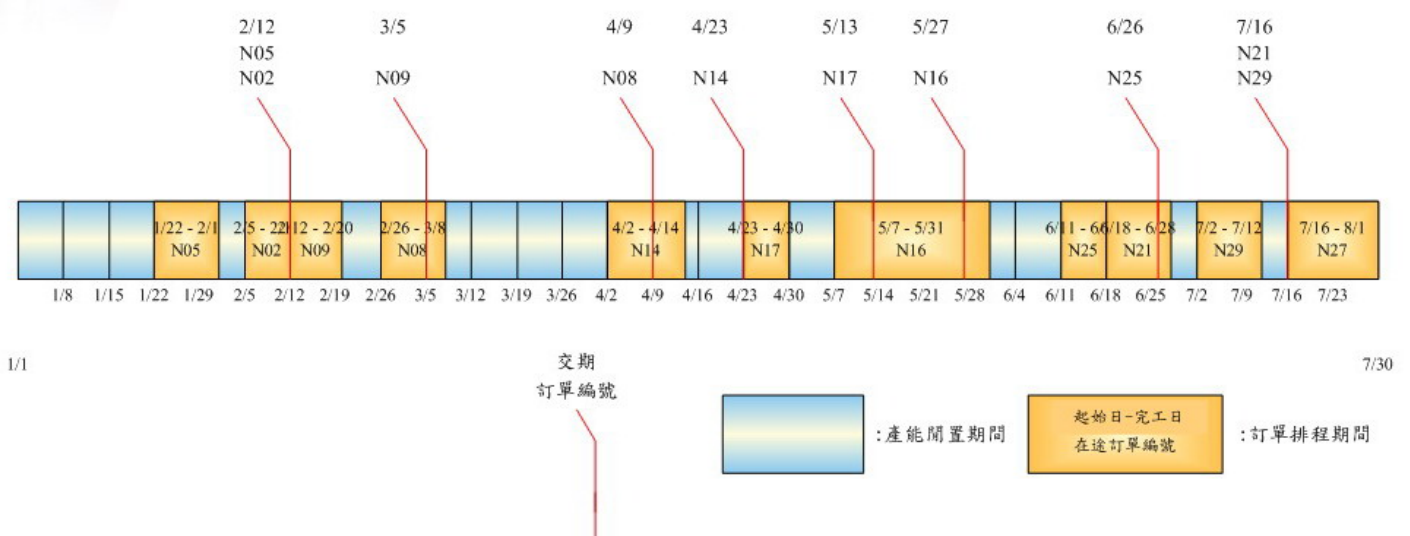


圖 5-1 新竹廠區之訂單排程圖示

表5-9為各廠區訂單延遲之情形，可看出新竹、上海廠區皆有一筆延遲訂單，原因可歸咎於新竹、深圳承接訂單數較多，因而可能發生產能不足之現象而使訂單延遲。

表 5-9 各廠訂單延遲情形

廠區	延遲訂單編號	延遲天數
新竹	N16	4
上海	N28	3
深圳	無	-

5.2.2 物料需求與存貨分析

圖5-2為新竹廠區電池90VAC在系統運作期間存貨之變化情形，系統初始之安全存量設定為20,000，由於電池之物料ABC分類為B類物料，因此其採購策略為定量存量管理，即當物料存量低於再購點時予以採購，而電池90VAC在新竹廠區之初始再購點設定為60,000，前置時間則為 $N(3,1^2)$ 週，因此一般而言物料將於下採購訂單的下一期到貨，圖中曲線水平之部分為當期在途訂單無電池90VAC之需求，或是廠區處於閒置期。

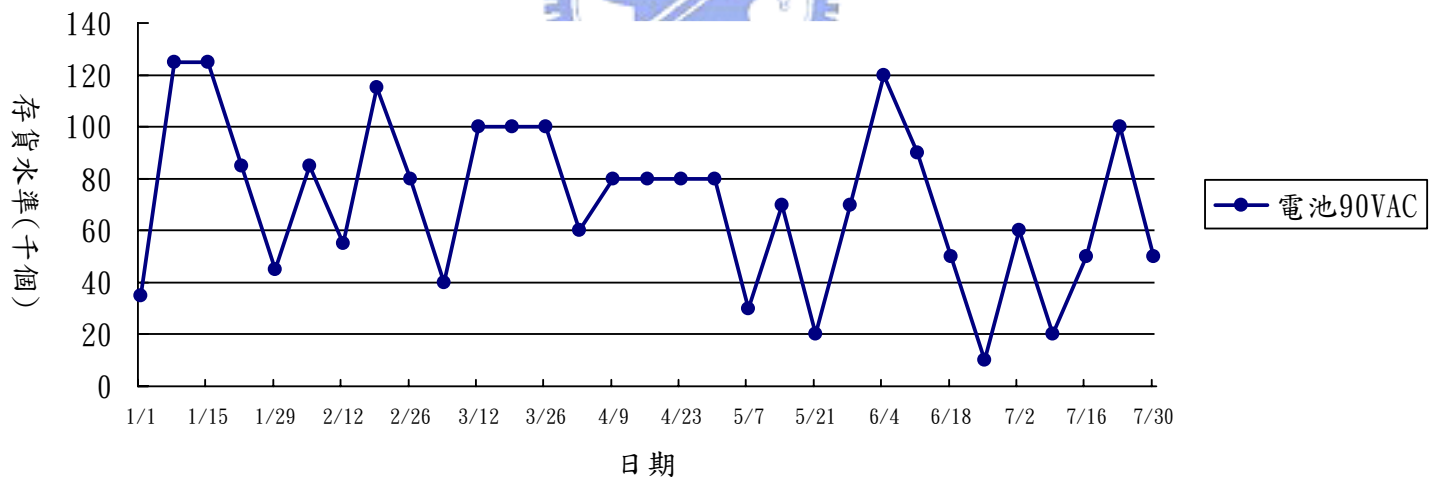


圖5-2 新竹廠區電池90VAC存貨變化情形

本研究對於採購策略加入檢討修正之機制，對於A、B類物料有不同之計算方式，內容如4.2.2節所述，以上海廠區之顯示卡G4為例，顯示卡屬於B類物料，因此安全存量修正期為每生產六筆訂單後進行一次檢討，其安全存量之調整情形如圖5-3所示，可看出上海廠區顯示卡G4之安全存量之初始設定為20,000個，到了5/21即第

20週經系統調整後變為6,000，如此一來可節省更多存貨成本。

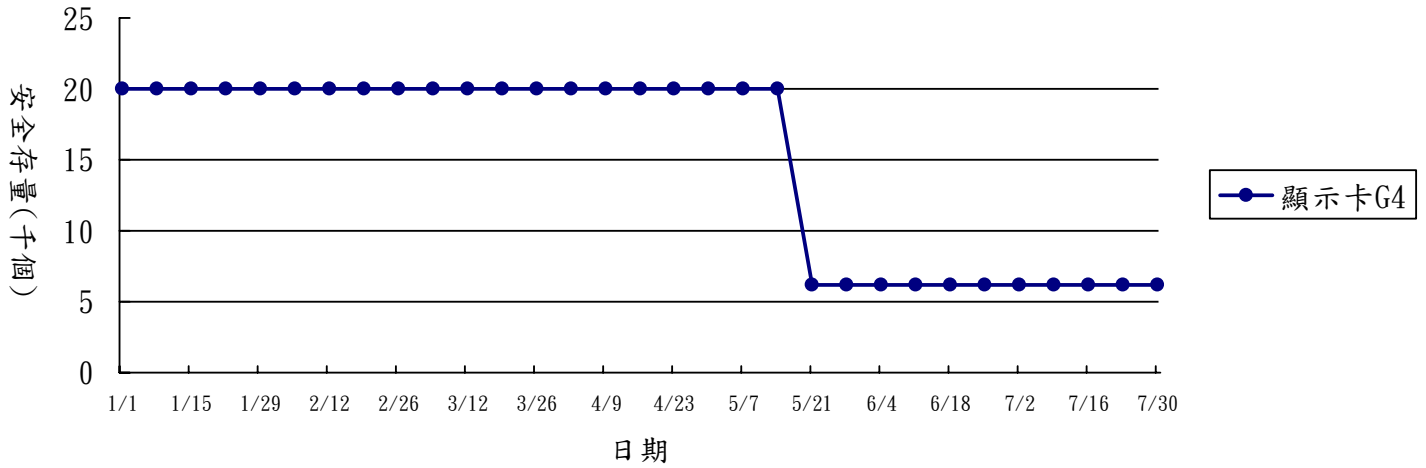


圖 5-3 上海廠區顯示卡 G4 安全存量調整情形

5.2.3 跨廠支援分析

當廠區進行物料採購作業時，若供應商回報之前置時間過長以致影響預定生產排程，將進行跨廠支援決策之權衡，其決策內容如4.5.2節所述，各廠物料跨廠支援之情形如表5-10所示，由於C類物料不加入跨廠支援決策之考量，因此表中只紀錄A、B類物料之支援情形，物料之貨箱單位運載數量均設定為5,000個，因此運輸作業之運載量均需為其倍數。

表 5-10 物料跨廠支援情形

物料項目	日期,物料支援數量(千個)					
	新竹→ 上海	新竹→ 深圳	上海→ 深圳	上海→ 新竹	深圳→ 新竹	深圳→ 上海
電池 50VAC	0	0	0	0	0	0
電池 90VAC	0	0	0	0	6/18,10	0
CPU 800Hz	0	0	0	0	0	0
CPU 1.80GHz	0	0	0	0	0	0
CPU 2.00GHz	0	0	0	0	0	0
CPU 2.20GHz	0	0	0	0	0	0
CPU 2.40GHz	0	0	0	0	0	0
HDD 20GB	0	0	0	0	0	0
HDD 30GB	0	0	0	0	0	0
HDD 40GB	0	0	0	0	0	0
HDD 60GB	0	0	0	0	0	0
LCD 12.1"	0	0	0	0	0	0
LCD 15"	0	0	0	0	0	0
LCD 15"+	0	0	0	0	0	0
主機板 P4S533-VM	0	0	3/19,20	0	0	4/16,10
主機板 P4S533-E	0	0	0	0	0	0
顯示卡 G2	0	0	0	0	0	0
顯示卡 G4	0	0	0	0	0	0
CD-ROM	0	0	0	0	0	0
CD-RW	0	0	0	0	0	0
DVD-ROM	0	0	0	0	0	0

第六章 結論與建議

6.1 結論

在製造業追求生產佈局全球化及降低生產成本的目的下，廠商不斷向遷移廠區至中國大陸、東南亞等地，而在各廠分散在不同區位的情形下，生產管理從單區位衍生至複雜的多區位系統，各廠的生產特性、物料組合、資源共享、產能平衡、成本等課題皆須加以考量。然而，對於多區位工廠的管理作業，其規劃內容、範圍將複雜許多，必須考量各廠之間的物料整合與分配，產能以及製程管理、安排，各廠之庫存、物料皆可互相彌補共享，因此整個物料需求計畫之系統複雜度也龐大數倍。因此，對於多廠區生產管理規劃有其研究之價值與必要，本研究以系統模擬之方式，釐清多廠區生產管理之實體物件、作業流程、相關資訊及決策系統，統整並一般化其內容使系統能貼近一般擁有多生產廠區之製造業之生產環境。

系統模擬相較於過去眾多文獻使用之最佳化模式，在於較富有改變規劃細節內容之彈性，即易於修改與調整，且更易於加入動態與隨機參數，使系統更貼近真實狀況，且能藉由模擬軟體之特性，觀察物料之使用狀況，經由調整後之變化，並可藉由改變作業流程及假設參數之設定，增加系統運作之流暢與正確性。研究中將多廠區生產管理實體物件分為訂單、物料、廠區、供應商及運輸工具，可個別針對物件之屬性給予不同之設定，對於應用於不同案例時可做適當的調整。在供應商之前置時間及運輸工具之運輸時間上給予一常態分配函數而並非常數，更貼近現實狀況中物料處理時間上之非確定性。

相較於市面上眾多客製化之商用軟體，本系統較容易應用在中小型製造業，可藉由快速輸入所需參數並作些微調整，快速模擬出結果以供使用者作適當之決策及規劃。

6.2 後續研究建議

本研究以系統模擬之方式建構一多廠區生產管理環境，並套用本研究之假設情境作實驗及分析，因此在研究限制條件及基本假設上做改變可作為未來研究之方向

與建議：

1. 本研究未考慮企業生產外包之情形，未來可藉由廠區物件之新增並加上訂單需求超過產能上限之條件，使得系統更貼近現實。
2. 本研究之運輸工具僅設定一種方式，但若在重型製造業如汽車、建材等運輸方式尚有海運貨櫃之運輸方式，其運輸時間及成本均需額外考慮則可能造成不同之決策結果。
3. 各廠區之供應商可由一間增加為多間，並加入物料成本變動與競爭削價之考量，以使系統更趨於完善且貼近真實環境。



參考文獻

1. 陳碧暉，「半導體多廠區生產計劃」，國立清華大學工業工程與工程管理學系碩士論文，民國九十年
2. 李春賢，「研發機構物料管理之研究」，中原大學工業工程研究所碩士論文，民國九十一年
3. 高莉莉，「物料管理中備料作業的關鍵成功因素—以印刷電路板廠為例」，中原大學企業管理研究所碩士論文，民國九十三年
4. 吳俊寬，「晶圓廠連接式自動化物料搬運系統搬運策略之模擬分析」，國立清華大學工業工程與工程管理學系，民國八十九年
5. 蔣承洋，「整合物料表與生產途程之多層印刷電路板整體物料規劃」，元智大學工業工程研究所碩士論文，民國八十九年
6. 林進添，「有限產能與物料下之跨廠區多階製程訂單分配」，元智大學工業工程與管理學系碩士論文，民國九十二年
7. 周哲維，「多廠區整體物料規劃」，元智大學工業工程與管理學系碩士論文，民國九十一年
8. 詹彥倫，「eM-Plant 於物流中心模擬模式應用之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國九十四年
9. 林慈傑，「以遺傳演算法求解類運輸問題模式化的多廠訂單分配問題」，國立台灣大學工業工程研究所碩士論文，民國九十一年
10. 張美滿，「多廠區跨廠產能規劃之探討」，元智大學工業工程研究所碩士論文，民國九十一年
11. 王世欽，「多廠區生產系統之訂單分配模式—以液晶顯示器產業為例」，東海大學工業工程與經營資訊研究所碩士論文，民國九十一年
12. 姜林杰佑、張逸輝、陳家明、黃家祚，「系統模擬 eM-Plant (SiMPLE⁺⁺) 操作與實務」，華泰文化事業公司，民國九十年
13. 林則孟，「系統模擬理論與應用」，滄海書局，民國九十年
14. 郭乃蓁，「晶圓製造廠多廠間訂單抵換機制之構建」，國立交通大學工業工程與管理學系碩士論文，民國九十年
15. 郭曜賑，「UML 為基礎之物件導向模擬模式發展程序方法論-晶圓廠自動物料搬運」，國立清華大學工業工程與工程管理學系碩士論文，民國八十七年。
16. 劉得彥，「以 eM-Plant 軟體建構晶圓廠生產排程系統與模擬平台」，國立交通大

學工業工程與管理系碩士論文，民國八十九年

17. 林清河，「物料管理(三版)」，華泰文化事業公司，民國九十五年
18. 梁培華、戴萬成，「MRP 理論、實務與電腦化」，松崗電腦圖書資料有限公司，民國七十三年
19. 林震岩，『資訊科技擴散之整合性模式研究--以 MRP 系統為例』，中原學報第 27 卷第 2 期，頁 21-31，民國八十八年
20. 張育仁，『物料需求規劃(MRP 系統)的興起與演進』，工業自動化電子化第 10 期，頁 27-30，民國九十一年
21. 張世杰，『提升企業體質的工具—MRP』，工業自動化電子化第 10 期，頁 31-33，民國九十一年
22. Yenisey, Mehmet Mutlu, 2006, A flow-network approach for equilibrium of material requirements planning, *International Journal of Production Economics* Volume: 102, Issue: 2, August, 2006, pp. 317-332
23. Ghobbar, Adel A.; Friend, Chris H., 2004, The material requirements planning system for aircraft maintenance and inventory control: a note, *Journal of Air Transport Management* Volume: 10, Issue: 3, May, 2004, pp. 217-221
24. Ang, James S.K.; Sum, Chee-Chuong; Yeo, Lei-Noy, 2002 , A multiple-case design methodology for studying MRP success and CSFs, *Information and Management* Volume: 39, Issue: 4, January, 2002, pp. 271-281
25. Mula, J.; Poler, R.; Garcia, J.P., MRP with flexible constraints: A fuzzy mathematical programming approach, *Fuzzy Sets and Systems* Volume: 157, Issue: 1, January 1, 2006, pp. 74-97
26. Ibn-Homaid, Naief Turki, 2002, A comparative evaluation of construction and manufacturing materials management, *International Journal of Project Management* Volume: 20, Issue: 4, May, 2002, pp. 263-270
27. Rom, Walter O.; Tukel, Oya Icmeli; Muscatello, Joseph R., 2002, MRP in a job shop environment using a resource constrained project scheduling model, *Omega* Volume: 30, Issue: 4, August, 2002, pp. 275-286
28. Clark, Alistair R., 2003, Optimization approximations for capacity constrained material requirements planning, *International Journal of Production Economics* Volume: 84, Issue: 2, May 11, 2003, pp. 115-131
29. Rabinovich, Elliot; Evers, Philip T., 2002, Enterprise-wide adoption patterns of

- inventory management practices and information systems, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review Volume: 38, Issue: 6, November, 2002, pp. 389-404
30. Grubbström, Robert W.; Wang, Zhiping, 2003, A stochastic model of multi-level/multi-stage capacity-constrained production–inventory systems, International Journal of Production Economics Volume: 81-82, January 11, 2003, pp. 483-494
31. Zhou, Li; Grubbström, Robert W., 2004, Analysis of the effect of commonality in multi-level inventory systems applying MRP theory, International Journal of Production Economics Volume: 90, Issue: 2, July 28, 2004, pp. 251-263
32. van Donselaar, K.H.; Gubbels, B.J., 2002, How to release orders in order to minimise system inventory and system nervousness?, International Journal of Production Economics Volume: 78, Issue: 3, August 11, 2002, pp. 335-343
33. Koh, S.C.L.; Saad, S.M., 2003, MRP-controlled manufacturing environment disturbed by uncertainty, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing Volume: 19, Issue: 1-2, February - April, 2003, pp. 157-171
34. Grubbström, Robert W.; Thu Thuy Huynh, Thi, 2006, Multi-level, multi-stage capacity-constrained production–inventory systems in discrete time with non-zero lead times using MRP theory, International Journal of Production Economics Volume: 101, Issue: 1, May, 2006, pp. 53-62