

# 不確定需求與物料相異下之倉儲設計

陳奕勳<sup>1</sup>

逢甲大學 工業工程與系統管理學系(所)碩士班 研究生

cih230230@gmail.com

王逸琦<sup>2</sup>

逢甲大學 工業工程與系統管理學系 教授

wangyc@fcu.edu.tw

## 摘要

以工廠來說，生產線的生產效率關係著工廠能生產的數量多寡，而物管人員的備料速度及準確度也影響著生產線能否及時生產，這時，倉庫的設施規劃就顯得相當重要，在多樣化的產品和未知的需求量下，每件產品的所需物料數量不同，產品之間也會有共用物料，倉庫要以什麼樣的儲存規劃才是最合適的，合適的倉庫儲存規劃才能使備料速度加快，即時提供給生產線所需物料，減少生產線等待的浪費以及備料時走動的浪費。

本研究會探討在不同的需求量，及不同的物料數下，考慮產品之間有共用物料的比例下，計算出每種情境在不同擺設的倉庫備料時所需要的時間，找出每種情境所適用的模型，以在倉庫規劃時，能用最佳的方式管理，也能利用最少的時間來完成備料作業。

**關鍵詞：**備料時間、設施規劃、倉儲管理

## 第一章 緒論

### 1.1 研究背景與動機

隨著越來越多的公司希望提高倉庫效率與減少成本，檢貨已經受到越來越多的重視。訂單備料(檢取客戶所需產品物料的過程)通常是一個勞動力密集的作業 (Goetschalckx 和 Ashayeri, 1989; Drury, 1988; Tompkins 等, 2003)，可能會消耗倉庫中所有勞力活動的 60% (Drury, 1988)，如果希望提高訂單備料效率，則需要減少訂單備料時間。由於這些原因，倉儲專業人士認為訂單備料是提高效率的最關鍵因素。

訂單備料管理，已被認定為一項重要而複雜的規劃作業 (Marchet 等, 2015)，為了在客戶服務方面與競爭對手區分開來，倉庫接受客戶的延遲訂單，同時快速及時地提供交貨，也因為接受客戶的延遲訂單，導致會再減少訂單剩餘的處理時間，此外，顧客的訂單模式已從原本的訂購數量少量或大量改變為少量多樣的模式。

然而現階段的倉儲管理具有競爭力主要為時間、成本、品質三要素，期望能以最少的時間從事倉儲活動，也能用最少的成本管理倉儲作業，來達到最佳的品質，倉儲管理者需掌握這三大重點，以滿足上、下游的需求。

### 1.2 研究目的

倉庫是現代供應鏈的一個關鍵方面，在當今企業的成功或失敗中發揮著重要作用 (Frazelle, 2002a)。倉庫運營的基本要求是從供應商那裡接收庫存單位 (SKU)，存儲 SKU，接收客戶訂單，檢索 SKU 並組裝出貨，並將完成的訂單配送給客戶，設計和操作倉庫以滿足這些要求涉及許多問題，需要在不同倉庫功能之間分配資源，例如：空間、人力和設備，並且每個功能都需要徹底實施和協調，以便在容量、吞吐量和服務方面達到系統要求的最低成本。

本研究以倉庫儲存規劃為背景，在需求不確定的環境下，以及產品所需物料的數量不同，考慮有共同物料及不同物料，再利用電腦模擬方式，試找出每種情境所適合的儲存規劃，決定是否要把共同物料規劃放在同一個料架或是各自放置料架即可，讓管理者能做出最適當的管理模式，也能利用最少的時間完成備料，減少不必要的時間浪費。

### 1.3 研究流程

本研究流程如圖 1.3 所示，首先確立本研究問題，接著收集相關文獻並建立研究之情境模式，再來利用電腦進行模擬實驗，模擬結束後針對其結果作分析與整理，最後做出結論與未來發展方向。

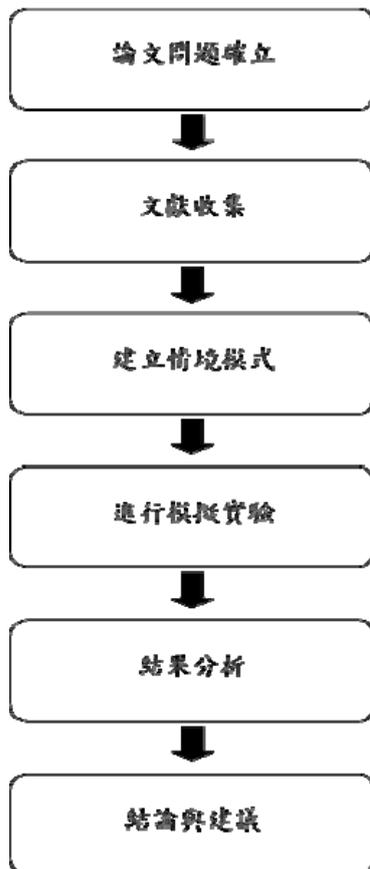


圖 1.3 論文研究流程圖

## 第二章 文獻探討

### 2.1 傳統倉庫與現今倉庫

傳統倉儲業與現代化倉儲最大的差別在於庫存環節，傳統倉儲業通過為客戶保管貨物來進行營利，而現代的倉儲管理模式已經參與到了整體的物流環節中，為上下游做好協調工作。

傳統的多平行通道倉庫系統的特點是矩形規劃（圖 2.1），庫存單位存放在縱向料架上，十字通道垂直位於料架通道上，並允許從一個通道移動到下一個通道，訂單備料過程中的備料員必須在同一個點開始和結束，該點能設計在倉庫中央或四個角落。（Theys 等，2010）

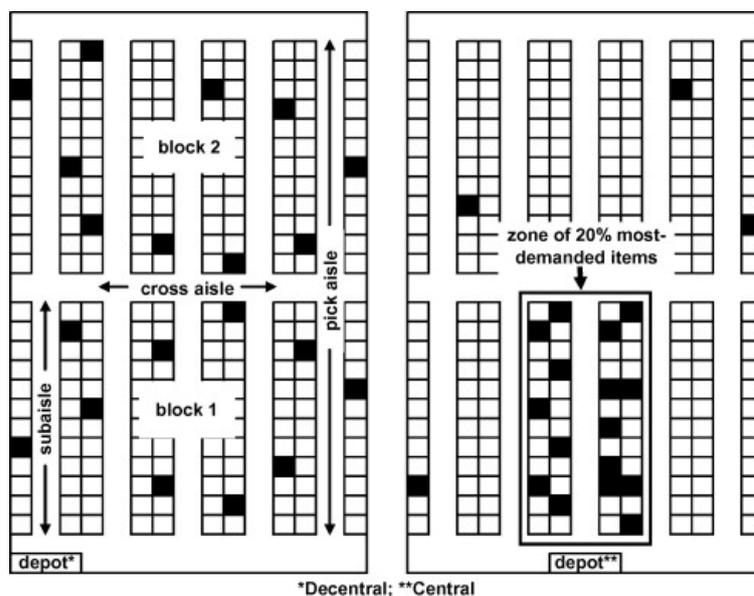


圖 2.1 傳統倉庫規劃

三種最常見的倉庫設計如圖 2.2 所示，設計 A (圖 2.2a) 在每條備料通道的每一端具有一條垂直與備料通道的通道，設計 B 和 C (圖 2.2b 和圖 2.2c) 與設計 A 類似，但在備料通道的中間插入了一條垂直通道，設計 B 和 C 可以看作是相同的設計，只是 P&D 點的位置不同而已。

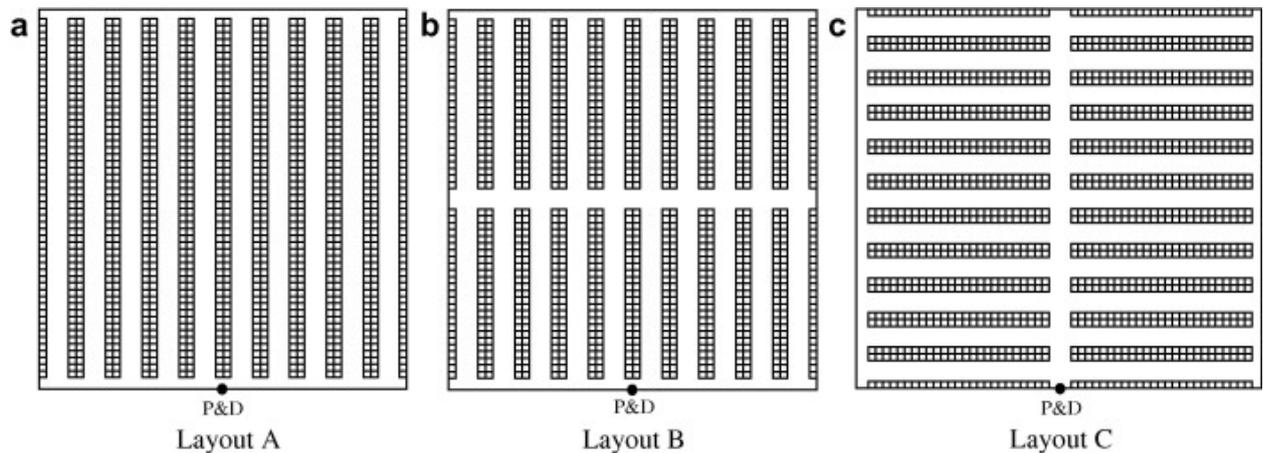


圖 2.2 三種常見倉庫設計

儘管倉庫設計實屬重要，但許多文獻得出的結論是，關於倉庫設計與人員應該採取什麼樣的设计系統方法的學術期刊相對較少。多年來的統整包括如下：

1. 以目前搜尋到的文獻來看，很少有論文涉及一般倉庫設計問題 (Ashayeri 和 Gelders, 1985)。
2. 沒有一個需求系統分析和設計倉庫方法以滿足最經濟的營運需求 (Rowley, 2000)。
3. 倉庫設計方法的理論基礎仍然不足 (Rouwenhorst 等, 2000)。
4. 倉儲系統整體設計和科學的方法似乎並不存在 (Goetschalckx 等, 2002)。

在沒有明確的和被接受的方法論的情況下，大多數倉庫設計者已經開發了他們自己的方法 (Oxley, 1994)。

## 2.2 豐田生產方式(TPS, Toyota Production System)

大野耐一(Taiichi Ohno 1912-1990)，豐田生產方式的創始人，把大規模製造方法的浪費劃分成七個主要類別：

1. 等待的浪費：機台閒置、工作量少、時常缺料、設備故障、生產線工作分配不平衡。
2. 搬運的浪費：搬運本身就是浪費，完全沒有附加價值。
3. 不良品的浪費：不良品產生，接造成人工、材料、機器等的浪費。
4. 動作的浪費：作業者與機器在動作中，沒有附加價值的動作。
5. 加工的浪費：與工程進度無關的不必要加工。
6. 庫存的浪費：庫存是萬惡之源，例如：多餘的材料、半成品、完成品。
7. 製造過多的浪費：比顧客或後製成需求的量、交期，還要多、快製造出來。

因此，所謂的「浪費」可以這樣的說明：對顧客而言不會產生附加價值，但卻會消耗資源的事情或狀態，簡單來說，不能創造出價值的活動就稱為浪費。

為了排除上述的浪費，大野耐一先生花了多年的時間專研，建構了今日所見的 TPS 架構，如圖 2.2 所示。

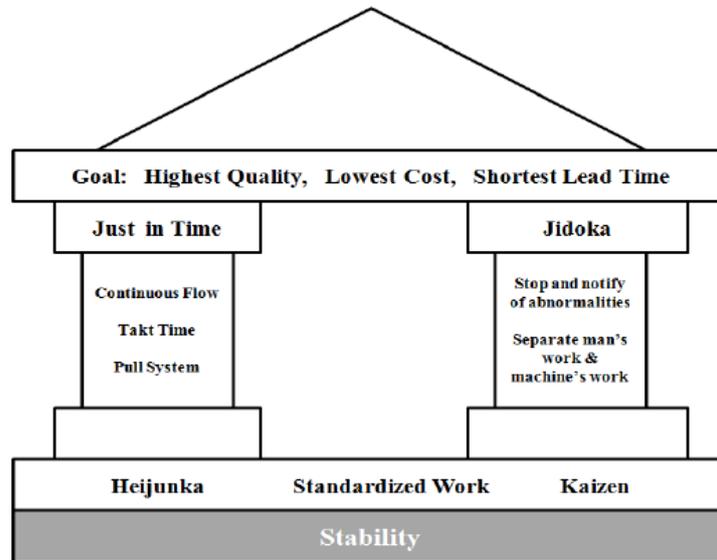


圖 2.3 Toyota Production System House

Toyota Production System House 為豐田生產方式的架構，秉持著消除浪費的基本理念，及時化(Just-in-time)與自働化(Jidoka)為 TPS 的兩大支柱，及時化是「在必要的時間做必要數量的必要動西」，自働化則是「發生異常時，具有自動停止裝置的機器」(Toshiko，2008)。

“庫存是萬惡之源”，而所有改善行動皆會直接或間接地和消除庫存有關，何謂庫存的浪費，例如：堆積過多的物料或半成品，備料時就會多出搬運、堆積、找尋這些動作；當在作業時，無法有效執行先進先出，也會增加盤點時間跟錯誤率；物料久置不用後，會導致生鏽之類的外在改變，當研發出新產品，舊的物料就會造成資金積壓，不僅造成資金總額增大，還會增加利息和倉庫的管理費用。

### 第三章 研究方法

#### 3.1 研究環境

訂單備料佔倉庫總營運成本的比例不低於 55% (Bartholdi and Hackman, 2006) 至 65% (Coyle 等, 1996)。此外，訂單備料佔倉庫總工作量的 60% (Drury, 1988)，因此，倉庫儲存設計好壞對成本有重要的關係，也意味著存儲策略決策對訂單備料績效有重要影響，但每間工廠的倉庫還是都存在著這些問題，例如：庫存積壓、環境雜亂、料架標示不清...等問題，備料人員都會有習慣成自然的心態，不會想要把環境整理好，5S 並沒有徹底執行並維持，這些問題累積起來都會造成倉庫管理不佳，也嚴重影響到備料的時間，進而造成人員做事效率下降，人事成本上升。

#### 3.2 問題描述

本研究主要為三種產品，三種產品所需物料也不相同，但仍會有一些共同使用的物料，如果倉庫並沒有規劃妥當的話，就有可能會發生以下問題，A 產品所需的物料並沒有全部在同一個倉庫；或是有些共同物料都放在 B 倉庫，當今天要備 C 產品的物料時，就必須跑到 B 倉庫備料，導致備料時間過長，需要多加派人手，所以當產品之間有共同物料時，要判斷是否需要將相同物料放在同一個倉庫，以利減少時間的浪費。

總需求量為任意數 (Tn)，三種產品  $n_i$  (台)  $i=1,2,3$  所需比例為三種情況 (70%，20%，10%)；(40%，40%，20%)；(34%，33%，33%)，每個產品所需料件量為  $p_i$ ，而相同物料比例為 1/2，單一料件備料時間為  $n_i * 3 * k$ ，3 為撿一個料的時間(sec)，k 為撿料時多數一數減少的時間，k 值如表 3.1，例如當  $n_i=130$  則  $k=0.4$ ，所以單一料件備料時間  $T_{pi}$  為  $130*3*0.4=156$  (秒)，移動時間( $t_m$ )如圖 3.1，當所需物料數在 70 個以下時，則移動時間為 140 秒，所需物料在 71~105 個時，所需時間則為 216 秒，以此類推，但是如果在相同物料的倉庫下，就只能算一次移動時間，所以總備料時間為：

$$T_{ti} = p_i * T_{pi} + T_{mi}$$

$T_n$  總需求量

$n_i$   $i=1\sim3$  產品需求量

$p_i$   $i=1\sim3$  產品所需料件量  
 $T_{pi}$   $i=1\sim3$  單一料件備料時間  
 $T_{mi}$   $i=1\sim3$  移動時間  
 $T_{ti}=n_i * T_{pi} + T_{mi}$   $i=1\sim3$  備料時間

表 3.1 k 值

k 值
$1 \leq n_i \leq 50, k=0.3$
$51 \leq n_i \leq 100, k=0.35$
$101 \leq n_i \leq 150, k=0.4$
$151 \leq n_i \leq 200, k=0.45$
$201 \leq n_i \leq 250, k=0.5$

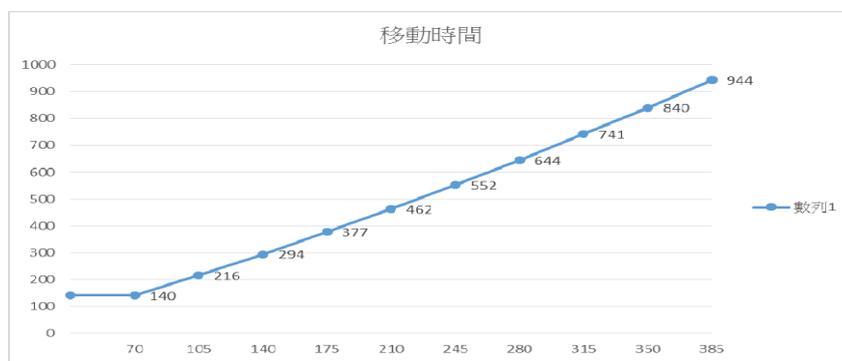


圖 3.1 移動時間

## 第四章 結果分析與討論

### 4.1 實驗概述

本研究以三種所需比例情況 (70%, 20%, 10%); (40%, 40%, 20%); (34%, 33%, 33%), 在 A 產品與 B 產品有 1/2 比例的相同物料下, 比較相同物料集中在同一倉庫與各自存放不集中兩種方式, 找出何種方式能用較少的時間完成備料。

### 4.2 結果分析

所需比例 (70%, 20%, 10%) 情況下

	總需求量(T <sub>d</sub> ):	300							
	台數比例	產品需求量(n <sub>i</sub> )	料件(p <sub>i</sub> )	料件相同比例	料件相同量	單一料件備料時間(T <sub>pi</sub> )	移動時間(T <sub>mi</sub> )	備料時間(T <sub>ti</sub> )(s)	備料時間(T <sub>ti</sub> )(hr)
A商品	0.7	210	200	0.5	100	315	462	63462	17.62833333
B商品	0.2	60	170	0.5	85	63	377	11087	3.079722222
C商品	0.1	30	250	1	250	27	644	7394	2.053888889
							總時間:	81943	22.76194444

圖 4.1 (70%, 20%, 10%) 各自存放

	總需求量(T <sub>d</sub> ):	300							
	台數比例	產品需求量(n <sub>i</sub> )	料件(p <sub>i</sub> )	料件相同比例	料件相同量	單一料件備料時間(T <sub>pi</sub> )	移動時間(T <sub>mi</sub> )	備料時間(T <sub>ti</sub> )(s)	備料時間(T <sub>ti</sub> )(hr)
A商品	0.7	210	200	0.5	100	315	432	63432	17.62
B商品	0.2	60	170	0.5	85	63	356	11066	3.073888889
C商品	0.1	30	250	1	250	27	644	7394	2.053888889
							總時間:	81676	22.68777778

圖 4.2 (70%, 20%, 10%) 相同物料集中存放

所需比例（40%，40%，20%）情況下

總需求量( $T_n$ ):	300								
	台數比例	產品需求量( $n_i$ )	料件( $p_i$ )	料件相同比例	料件相同量	單一料件備料時間( $T_{pi}$ )	移動時間( $T_{mi}$ )	備料時間( $T_{bi}$ (s))	備料時間( $T_{bi}$ (hr))
A商品	0.4	120	200	0.5	100	144	462	29262	8.128333333
B商品	0.4	120	170	0.5	85	144	377	24857	6.904722222
C商品	0.2	60	250	1	250	63	644	16394	4.553888889
							總時間:	70513	19.58694444

圖 4.3（40%，40%，20%）各自存放

總需求量( $T_n$ ):	300								
	台數比例	產品需求量( $n_i$ )	料件( $p_i$ )	料件相同比例	料件相同量	單一料件備料時間( $T_{pi}$ )	移動時間( $T_{mi}$ )	備料時間( $T_{bi}$ (s))	備料時間( $T_{bi}$ (hr))
A商品	0.4	120	200	0.5	100	144	432	29232	8.12
B商品	0.4	120	170	0.5	85	144	356	24836	6.898888889
C商品	0.2	60	250	1	250	63	644	16394	4.553888889
							總時間:	70246	19.51277778

圖 4.4（40%，40%，20%）相同物料集中存放

所需比例（34%，33%，33%）情況下

總需求量( $T_n$ ):	300								
	台數比例	產品需求量( $n_i$ )	料件( $p_i$ )	料件相同比例	料件相同量	單一料件備料時間( $T_{pi}$ )	移動時間( $T_{mi}$ )	備料時間( $T_{bi}$ (s))	備料時間( $T_{bi}$ (hr))
A商品	0.34	102	200	0.5	100	122.4	462	24942	6.928333333
B商品	0.33	99	170	0.5	85	103.95	377	18048.5	5.013472222
C商品	0.33	99	250	1	250	103.95	644	26631.5	7.397638889
							總時間:	69622	19.33944444

圖 4.5（34%，33%，33%）各自存放

總需求量( $T_n$ ):	300								
	台數比例	產品需求量( $n_i$ )	料件( $p_i$ )	料件相同比例	料件相同量	單一料件備料時間( $T_{pi}$ )	移動時間( $T_{mi}$ )	備料時間( $T_{bi}$ (s))	備料時間( $T_{bi}$ (hr))
A商品	0.34	102	200	0.5	100	122.4	432	24912	6.92
B商品	0.33	99	170	0.5	85	103.95	356	18027.5	5.007638889
C商品	0.33	99	250	1	250	103.95	644	26631.5	7.397638889
							總時間:	69355	19.26527778

圖 4.6（34%，33%，33%）相同物料集中存放

由以上數據可發現，其實料件備料的時間基本上差異不大，影響總時間的因素在於移動時間，把相同物料集中存放，能減少走動的浪費，加快備料的時間，而這些時間就能拿來運用在其他事情上，長期累積下來的話，也能減少一位的人力成本。

### 4.3 結論

本研究是以總需求量 300 台為案例，當今天需求量到 3000 台時，節省下來的時間會更可觀，或是料件量比較大時，將相同物料集中存放可省下更多的移動時間，所以當企業今天要擴廠規劃倉庫時，事前的規劃很重要，如果物料開始存放後才發現需要改善時，就必須再花更多的時間、人力成本，這樣就不符合效益，還倒不如一開始多花點時間規劃，不僅能減少備料時間，在倉庫管理上也能更加有效率。

### 參考文獻

1. 成澤俊子、John Shook，李兆華(譯) (2009)，大家來學TPS豐田改善直達車，中衛發展中心。
2. 豐田生產方式研究會，周姚君(譯) (2013)，圖解豐田生產方式，經濟新潮社。
3. B.Rouwenhorsta & B.Reuterb & V.Stockrahmb & G.J.van Houtumc & R.J.Mantela & W.H.M.Zijmc (2000), Warehouse design and control: Framework and literature review, European Journal of Operational Research Volume 122, Issue 3, Pages 515-533

4. Christophe Theys & Olli Bräysy & Wout Dullaert & Birger Raa (2010), Using a TSP heuristic for routing order pickers in warehouses, *European Journal of Operational Research* Volume 200, Issue 3, Pages 755-763
5. Jinxiang Gu & Marc Goetschalckx & Leon F. McGinnis (2007), Research on warehouse operation: A comprehensive review, *European Journal of Operational Research* Volume 177, Issue 1, Pages 1-21
6. Letitia M.Pohl & Russell D.Meller & Kevin R.Gue (2009), An analysis of dual-command operations in common warehouse designs, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* Volume 45, Issue 3, Pages 367-379
7. Peter Baker & Marco Canessa (2009), Warehouse design: A structured approach, *European Journal of Operational Research* Volume 193, Issue 2, Pages 425-436
8. René de Koster & Tho Le-Duc & Kees Jan Roodbergen (2007), Design and control of warehouse order picking: A literature review, *European Journal of Operational Research* Volume 182, Issue 2, Pages 481-501
9. Teun van Gils & Katrien Ramaekers & Kris Braekers & Benoît Depaire & An Caris (2018), Increasing order picking efficiency by integrating storage, batching, zone picking, and routing policy decisions, *International Journal of Production Economics* Volume 197, Pages 243-261
10. Ying-Chin Ho & Teng-Sheng Su & Zhi-Bin Shi (2008), Order-batching methods for an order-picking warehouse with two cross aisles, *Computers & Industrial Engineering* Volume 55, Issue 2, Pages 321-347