

# 貨櫃儲存場出口貨櫃儲位指派法則之研究

## Location Assignment of Export Containers in a Container Yards

許聖民 Shen Ming Hsu<sup>1</sup>

鄭超元 Chao-Yuan Cheng<sup>2</sup>

朱經武 Ching-Wu Chu<sup>3</sup>

### 摘要

目前傳統之貨櫃場儲位指派多半由人工經驗法則進行，並沒有認何理論基礎。而指派結果往往未能將儲區做有效之運用，經常造成不具生產力的翻櫃動作，導致成本上升。

為了改善目前人工經驗法則之指派方法，減少不具生產力之翻櫃動作並且提升港區貨櫃場的作業效率，本研究擬以目前之出口貨櫃儲存場之貨櫃為主要研究對象，建構貨櫃儲位指派法則，進而提升儲區的營運效率。

首先探討目前之人工經驗儲位指派，藉由與碼頭管理人員深入訪談，加上資料蒐集整理進而歸納出人工經驗法則。再依據可取得的貨櫃屬性資訊發展出一套儲位指派法則。本研究之指派法則分為兩個階段，第一階段處理貨櫃離站問題，探討儲區內貨櫃翻櫃動作；第二階段處理進站問題，探討如何在儲區內依照貨櫃屬性來逐一指派每只貨櫃。研究中利用 FORTRAN 程式語言處理在空儲區與非空儲區情境下，以最少翻櫃次數為目標，比較是否能有效改善人工經驗指派儲位。

經模擬實際作業結果顯示，運用貨櫃屬性規劃儲位指派法則相當可行，所建構的指派法則，能有效減少降低翻櫃次數。

**關鍵詞：**貨櫃儲位指派、貨櫃儲存場

### ABSTRACT

Currently the container slot assignment in the container yard is totally based on personal experience without any theoretical foundation, so the results of the assignment are often inefficient in terms of turn over movements of container and operating cost.

The main purpose of the study is to propose an efficient assigning rule in order to reduce turn over movements of container and improve the operational efficiency of the

<sup>1</sup> 國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士 e-mail: donnyshu@yahoo.com.tw

<sup>2</sup> 聖約翰科技大學電機系講師 E-mail: cyj@mail.sjsmit.edu.tw

<sup>3</sup> 國立臺灣海洋大學航運管理研究所教授 e-mail: cwchu@mail.ntou.edu.tw

container yard. We confine our research in the export containers of the container yard and the data of one month period is collected from a local container yard.

The literature review, depth interview and FORTRAN programming are the research methodologies in this study. Based on related literature review and the depth interview with the administrative staff of the container yard, we summarize the key attributes affecting the number of turn over movements. Following the key attributes, we design the assigning rule of the export containers and convert the assigning rule into FORTRAN program.

By comparing our assigning rule with the actual assigning based on personal experience within one month period, we find that our assigning rule is promising. The number of turn over movement is substantially reduced in two different scenarios.

**Key Words :** container slot assignment, container yard

## 壹、前言

目前傳統之貨櫃場儲位指派，多半由人工經驗法則進行，並無任何理論基礎。其指派結果往往未能將儲區做有效運用，亦經常造成不具生產力之翻櫃動作，導致成本上升。所以如何擬定有效之貨櫃儲位指派作業方式，使貨櫃順暢地由儲區取出，拖送至岸邊裝船，遂成為管理者關心並致力檢討之重要課題。

為了改善目前人工經驗法則之指派方法，減少不具生產力之翻櫃動作並提升港區貨櫃場的作業效率，所以本研究以出口貨櫃儲區之貨櫃為主要研究對象，建構貨櫃儲位指派法則，本研究之主要目的如下：

1. 探討儲存場貨櫃儲位指派之人工經驗法則。
2. 建構一貨櫃儲位指派法則，為貨櫃集散站管理者提供一套有效率之貨櫃儲位指派工具。
3. 研提結論與建議，以供實務單位及後續研究參考。

透過上述幾項課題之研究，期待能提升出口貨物儲區的作業效率，有效的運用有限之土地資源；未遂若能與貨櫃儲位管理結合，將有助於港埠貨櫃自動化的推動，進而提升我國港埠之競爭力。

本文組織結構如下，第二節為相關文獻回顧，第三節為研究現況分析，並於第四節研究貨櫃儲位指派法則，最後在第五節提出結論與建議。

## 貳、文獻回顧

### 2.1 國外貨櫃儲存場之相關研究

實務上櫃場管理已開發出應用系統，使用最普遍的首推韓國 Total soft bank 公司所開發出來的電腦自動化終端站作業系統(CATOS, Computer automated terminal operation system) (Total soft bank, 1998) [ 13 ]。該系統以整合整個貨櫃碼頭作業為主，區分為船舶積載計畫(Stowage plan)、儲存場指派(Yard assignment)、貨櫃偵測定位顯示(Position detecting and display)、船席調派(Berth allocation)等作業子系統，以生產力(Productivity)最大化為目標，並保留由作業人員，依系統指派(配置)結果再進行調整之功能。CATOS 目前已被亞洲數個國家的港口所運用，例如新加坡、橫濱、神戶、釜山等港(高傳凱，2002) [ 6 ]。

### 2.2 貨櫃儲存場場地規劃之相關研究

Table-Ibrahimi [ 12 ] 等人之研究係透過儲位指派之方式求出儲位需求，因此嚴格來說並未涉及櫃場管理之工作，所謂之「儲位指派」亦僅能視為「儲區指派」，為概略性的指派，並未詳細指派每一只貨櫃的儲位，該研究對船期安排確定之假設亦過於嚴格，即使是航商專用之貨櫃基地亦難以如此準確的安排船期。真正的儲位指派應依裝船計畫(Stowage plan)所訂之裝船順序(考慮每一只貨櫃之目的港、貨櫃重量、裝船櫃數)，安排每一只貨櫃之儲位，俾減少貨櫃存放順序與裝船順序不符之情形，以降低場地內翻櫃次數，加速裝船速度 (高傳凱，2002) [ 6 ]。

### 2.3 作業機具路線規劃之相關研究

謝玉霜(2000) [ 8 ] 針對港區貨櫃場軌道式門型起重機特性與移動路徑問題進行探討，並利用限制規劃進行模式建構。由於軌道式門型起重機在實際作業時，必須考慮依序移動與避免碰撞等限制因素，同時又需滿足貨櫃裝船順序，不易使用一般數學規劃表述與處理對應之目標函數與限制式，故該研究利用限制式規劃建構流量式、指標式與指標式簡捷模式等三種單部門型起重機之移動路徑模式，以移動路徑最短為目標，經簡例測試結果顯示指標式簡捷模式之效率較佳，故據以建立多部門型機之移動路徑問題。

趙時樑(2003) [ 7 ] 以門型起重機之貨櫃碼頭出口儲區為研究對象，探討取櫃

順序規劃問題。在機械結構特性考量下，將門型起重機取櫃順序規劃問題分為兩個子問題：門型起重機主體(簡稱大車)之移動路徑問題、與駕駛台車含夾櫃器(簡稱小車)之取櫃問題。

## 2.4 儲位指派之相關研究

高傳凱與藍武王(1998)〔3〕，利用數學規劃法，以平均每櫃作業時間最短為目標，建構貨櫃儲位指派模式，藉由模式建立與求解，尋求最佳之指派結果。在貨櫃屬性部分，依其資訊取得之可能性區分為「可取得」及「未能取得」兩大類，分別進行儲位指派，並比較「可取得」及「未能取得」兩大類貨櫃數量之比率變化時，對儲區分配比率與指派結果之影響。

高傳凱與藍武王(2000)〔4〕以最小翻櫃次數為目標，建構時空網路(Time-space network)貨櫃儲位指派模式。該模式可視為附加限制式之成本最小流量問題(Minimum cost flow problem with side constraints)，雖然可完整描述貨櫃儲位指派問題，唯因模式中變數及限制式之數目極為龐大，同時所構建之目標式為非線性函數(Non-linear function)，導致模式求解困難，而未進行求解，亦未能體驗模式之有效性。

高傳凱與藍武王(2002)〔5〕嘗試透過對貨櫃儲位指派問題進行解析，以最小翻櫃次數為目標，將貨櫃儲位指派問題建構為一整數規劃模式後，以LINGO軟體求解，並進行簡例測試及敏感度分析。經研究發現，貨櫃儲位指派問題之最佳解並非唯一，擴大底層儲位數，將可以減少翻櫃次數。

國外櫃場管理部分國家已經電腦化，而國內學者之相關研究幾乎均以數學規劃求解，在實際應用時有其困難度，因此本研究依據實際櫃場資料以模擬歸納出一些指派原則，以利業者過渡時期運用。

## 參、研究個案之現況分析

### 3.1 研究對象概況簡介

陽明海運在基隆港西 19 至西 21 貨櫃碼頭後線場地設有專用之貨櫃儲轉場，且西 19 號碼頭是基隆港吃水最深的碼頭，可安全容納 5000TEU 的貨櫃船靠泊；本研究選擇此專用碼頭作為研究對象，並實地參訪位於西 19~21 貨櫃碼頭之航商，以瞭解實際管理方式與作業流程。

圖 1 為該航商之碼頭場地佈置圖，貨櫃場主要分為兩個主要儲區，分別為進口、出口儲區。在出口儲區的規劃中，基本上有 21 段、14 排(分別可放 7 排 40 呎貨櫃、7 排 20 呎貨櫃)、4+1 層。每一儲區又配置兩部軌道式門型起重機，而貨櫃場旁所存放特殊貨櫃，則以跨載機或堆高機作業，岸肩則搭配兩部橋式起重機。

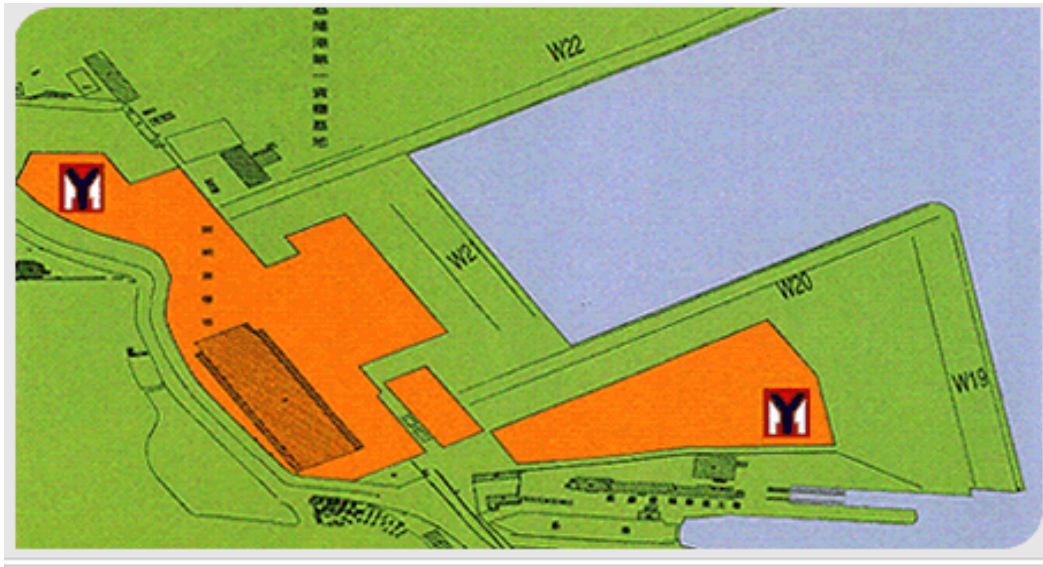


圖 1 基隆陽明貨櫃儲轉場

資料來源：陽明網站

### 3.2 貨櫃儲位指派相關資訊介紹

貨櫃儲位指派所需蒐集之資訊可歸納為兩大類，第一類為「數量」的資訊，第二類為「屬性」資訊，說明如下：

1. 數量：指進口櫃或出口櫃的數量。此項資料主要是提供儲位管理者參考，決定應規劃多少儲位提供貨櫃存放。
2. 屬性：主要包括貨櫃尺寸、貨櫃進存與離港日期、航班航次與目的港。

儲位指派考慮上述各種貨櫃屬性，主要理由如下：

(1).貨櫃尺寸：主要區隔不同長度的貨櫃，分開儲存。由於門式起重機吊架具有伸縮功能，若將二十呎與四十呎貨櫃混合堆在同一區域，作業時間將因為不斷的變換吊架的長度，反而增加。

(2).貨櫃進存：進存與離站日期時間關係到何時必須將儲位空留，而是否會在

指派時而造成壓櫃現象，而增加不必要的翻櫃動作。

(3).航班航次與目的港：出口貨櫃儲位指派時，會先將相同的航班存在同一區域中，再依據貨櫃輪抵達港口的順序歸類，但常常因為貨櫃基地儲存區空間有限，則將先抵達目的港的貨櫃存放在儲區最底層，如此在裝船時，可以讓最先到達目的港的貨櫃置於貨櫃輪上層，這樣可以避免在目的港卸載時，造成翻櫃作業。

實務上的貨櫃儲位指派，對於上述屬性因素，係以階層方式進行考量，各種屬性有其優先順位。貨櫃在指派前會先依該等屬性分群組，再依各群組的貨櫃數量分配儲區，最後再將個別的貨櫃指派到特定儲位（分群組之方式如圖 2 所示）。

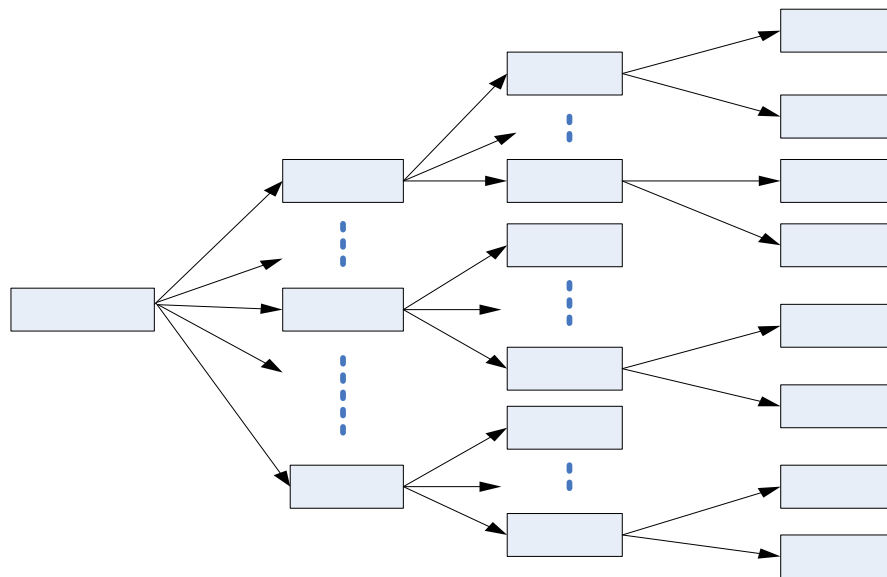


圖 2 貨櫃分群組所考量因素階層圖

由於貨櫃基地對儲區之規劃僅能依經驗法則分配儲區，其結果並不能保證對儲區做最有效之運用。而經驗法則之所以造成無效率，主要是因為未能精確求算可能發生的翻櫃次數及作業時間，因此若能改進經驗法則指派法，則能改善作業效率。

## 肆、貨櫃儲位指派之模擬分析

### 4.1 人工指派實例分析

本研究以陽明海運基隆碼頭貨櫃場站十二月份之出口貨櫃儲區資料進行探討，總共有 1488 筆貨櫃屬性資料，在資料經整理後，利用 FORTRAN 語言計算以

人工經驗法則所造成的翻櫃次數。

而陽明海運基隆碼頭在處理貨櫃儲位指派時，其基本法則如下：

1. 判斷待指派的貨櫃是否在儲區內有相同船名、相同卸貨港的貨櫃存在。如果成立，則指派規則為在相同的位置往上堆疊。
2. 判斷待指派的貨櫃是否儲區內有相同船名、不同卸貨港的貨櫃存在。如果有，則選擇靠近的空儲位指派。
3. 先依據船名、卸貨港當作依據，再區分其貨櫃尺寸大小來指派。如圖 3 所示。

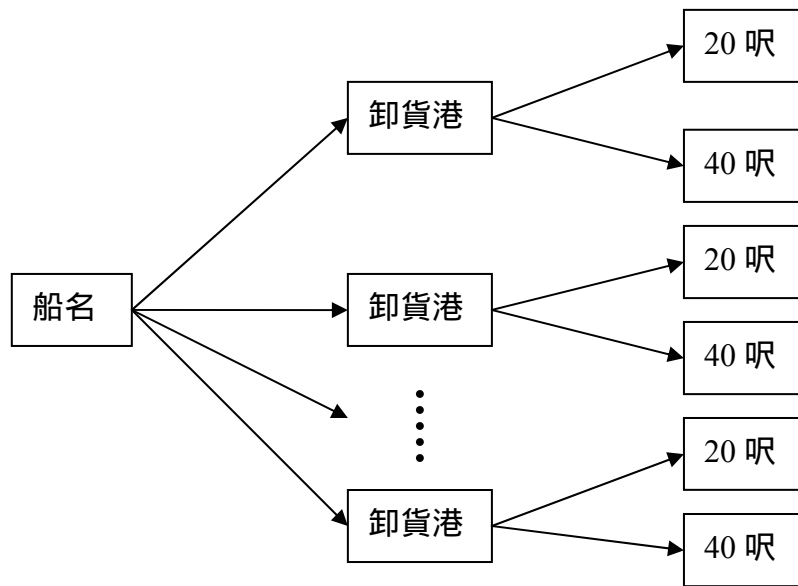


圖 3 人工儲位指派法則

4. 若有造成翻櫃的情況，將貨櫃調離至鄰近的空儲位暫時堆疊，不會再將搬回原儲位。

由於人工指派通常會依據不同的狀況，而改變其指派的方法。但是上述之人工經驗儲位指派法則是根據與貨櫃場站管理者深入訪談和分析貨櫃場站以前記錄而得之通則。

#### 4.1.1 資料整理

從貨櫃場站取得結關日屬於十二月份所有船舶資料文字檔，再利用 EXCEL 進行整理彙總，依據每筆資料之進儲區日期時間先後與屬性做由小至大之排序。

#### 4.1.2 基本假設

為模擬人工指派運作，程式必須設定在其他狀況不變下，計算以人工指派所造成的每週翻櫃次數，並輸出記錄翻櫃資料。其基本假設如下：

1. 場站儲區為 21 排、11 段、4+1 層的儲位空間。
2. 場站儲位空間足夠容納處理此 1488 筆資料。
3. 為出口貨櫃進存、離站作業，不做整理規劃。
4. 採用單一門型起重機作業。
5. 將 20 呎貨櫃與 40 呎貨櫃區分。
6. 依照原始資料指派位置存放。
7. 貨櫃產生翻櫃動作時，將其調離至暫存儲區，不予再規劃。
8. 貨櫃到達與離開場站時間均先預知。

#### 4.1.3 人工指派之主程式流程

依照整理過後資料逐筆讀入程式中，利用事件驅動轉換成時間先後，再記錄其每筆貨櫃存放位置與離開時資料，並且寫出每筆翻櫃之日期時間以及詳細屬性資料。其有關人工指派程式之流程如圖 2 所示。

各階段的意義分述如下：

1. 設定貨櫃屬性資料並設定儲區空間。
2. 讀入 1488 筆貨櫃屬性資料包括船名、航次、卸貨港、貨櫃號碼、20 呎/40 呎、貨櫃種類、進站日期時間、離站日期時間、人工指派儲位(X, Y, Z)。
3. 由於原始資料日期格式為 20041201，時間格式為 1010，所以將所有日期時間轉換成“總分鐘”來進行比較時間發生的先後次序。
4. 掃描整個出口儲區決定有  $b_n$  個貨櫃要離開。若  $b_n \neq 0$  時，表示有  $b_n$  個貨櫃要離開；若  $b_n = 0$ ，則跳過離櫃流程，進行人工指派儲位。
5. 若有  $b_n$  個貨櫃要離開，則從中尋找，將最早要離開之貨櫃號碼以及相關屬性資料。



6. 找出最早要離開之貨櫃，再進行判斷此貨櫃上方是否有貨櫃存在。若有貨櫃壓櫃則將貨櫃資料記錄至檔案 3，並且搬移貨櫃並清除此儲位所有資料。若上方沒有貨櫃存在，則將最早離開貨櫃資料記錄到檔案 4，並且清除最早要離開之貨櫃儲位以及資料，每當有貨櫃離開時，則令  $bz=bz+1$ 。貨櫃離開流程直到  $b_n$  個貨櫃都完全離開( $b_n=b_z$ )，若還沒有結束則繼續找出目前最早離開貨櫃號碼，但此貨櫃不能是空貨櫃號碼。
7. 如果沒有貨櫃要離開則依照人工指派的儲位，將每筆貨櫃資料指派到所屬的儲位，並且將指派的資料記錄到檔案 1。
8. 檢視資料是否已達到 1488 筆，否則繼續進行。
9. 結束程式。

#### 4.1.3 人工指派之結果分析

經過整理分析每週翻櫃次數以及平均翻櫃次數，其結果如表 1 所示：

表 1 人工指派每週翻櫃次數以及平均翻櫃次數

日期 (週)	翻櫃次數
20041201~20041205(1)	1
20041206~20041212(2)	5
20041213~20041219(3)	13
20041220~20041226(4)	5
20041227~20041231(5)	6
總翻櫃次數	30
每週平均翻櫃次數	6

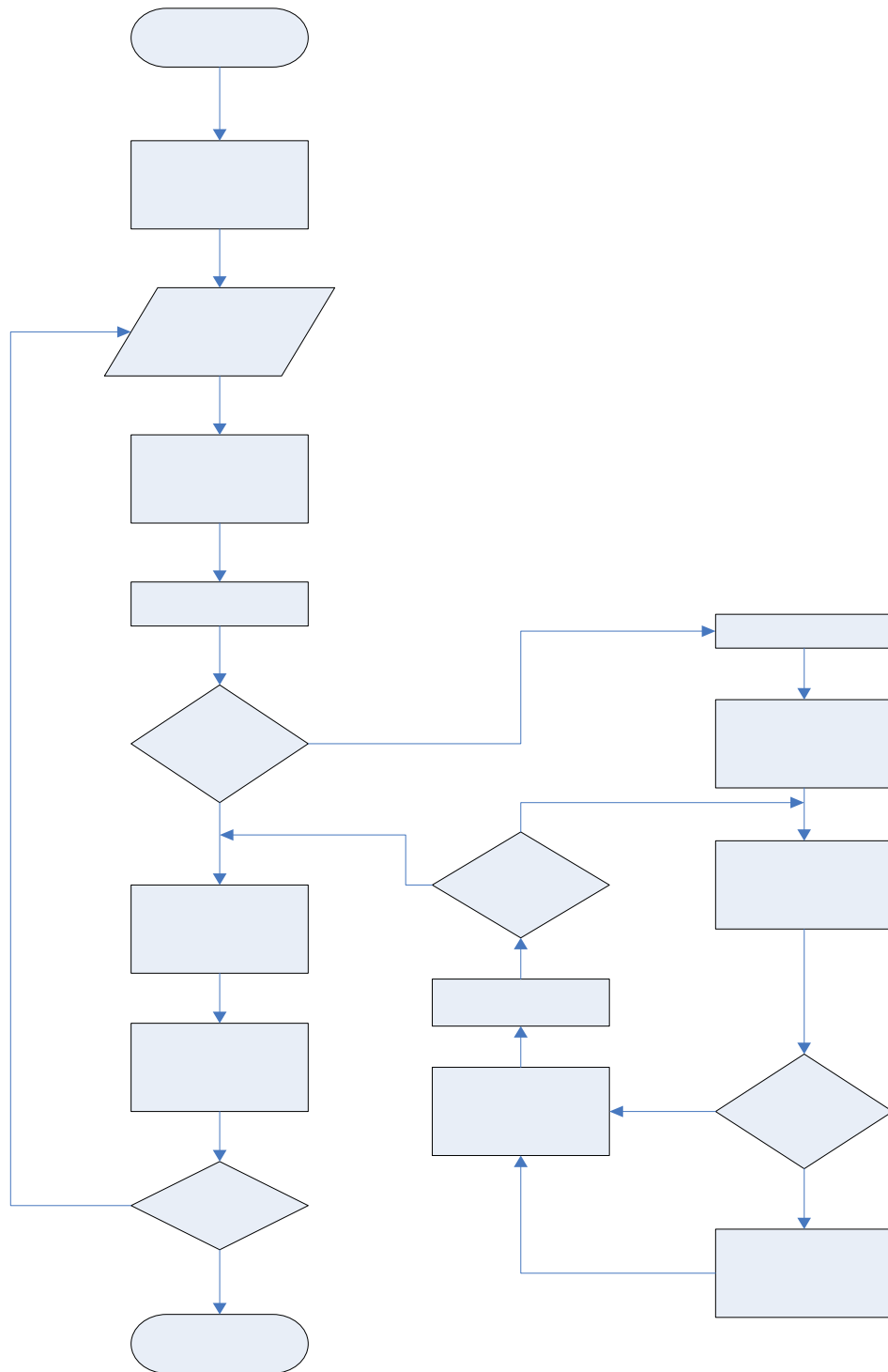


圖 4 人工指派程式流程圖

開

設定起始  
間、貨

讀入貨  
料庫

## 4.2 電腦儲位指派法則

出口貨櫃數量取決於航商攬貨結果及出口商辦理結關情況，確定之出口數量在攬貨截止或結關日前仍未能確定，但此時已有部份出口貨櫃已經運抵場站，亦即在出口貨櫃數量確定前，即已產生儲位指派之需求。所以出口貨櫃「數量」、「時間」的資訊不明確，而導致在做儲位指派時的困難。所以本研究利用上節所討論之分群階層來設計一套指派法則，探討是否能有效的改善翻櫃情況，基本法則如下：

1. 將貨櫃依照尺寸大小分至兩儲區。1~13 排放置 40 呎貨櫃，15~21 排放置 20 呎貨櫃。
2. 搜尋儲區內具有相同船名、相同卸貨港之貨櫃，將相同的貨櫃往上堆疊，若已堆滿 4 層，在相同一排內找尋靠近的空儲位指派。在往上堆疊時，需判斷下方貨櫃是否較早離開儲區，避免壓櫃情況產生。
3. 搜尋儲區內具有相同船名但不同卸貨港之貨櫃，在同一排相同船名內尋找靠近的空儲位指派。
4. 將不同船名、不同卸貨港之貨櫃，指派至同尺寸之儲區中，其準則為哪一排的空儲位比較多，在此排中再尋找空儲位指派。
5. 若有翻櫃的情況，將其貨櫃調離至暫存儲區，不予再規劃。

## 4.3 模擬空儲區情境下之儲位指派與分析

### 4.3.1 基本假設

為架構模擬空儲區之儲位指派運作，所以程式撰寫時必須設定在其他狀況不變下，進行計算指派所造成的每週翻櫃次數，並輸出翻櫃資料。其基本假設如下：

1. 儲區內無貨櫃。
2. 貨櫃資料逐筆讀入、逐筆指派。
3. 場站儲區為 21 排、11 段、4+1 層的儲位空間。
4. 場站儲位空間足夠容納處理此 1488 筆資料。
5. 為出口貨櫃進存、離站作業，不做整理規劃。

6. 採用單一門型起重機作業。
7. 將 20 呎貨櫃與 40 呎貨櫃區分。
8. 貨櫃產生翻櫃動作時，將其調離至暫存儲區，不予再規劃。
9. 貨櫃到達與離開場站時間均先預知。

#### 4.3.2 空儲區儲位指派之主程式流程

其有關空儲區儲位指派程式之流程如圖 5 所示。

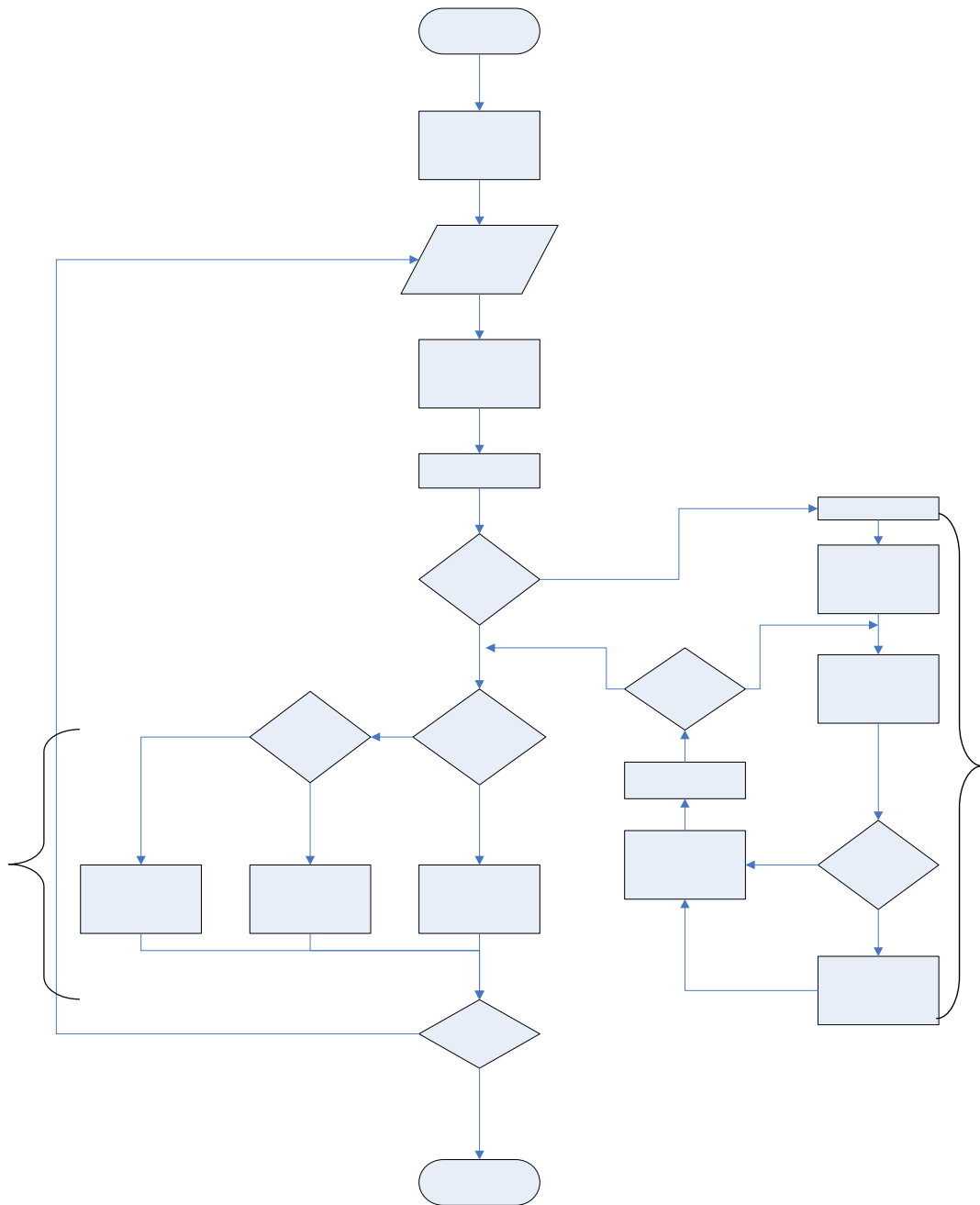


圖 5 空儲區儲位指派流程圖

#### 4.3.3 空儲區儲位指派之結果分析

經過整理分析每週翻櫃次數以及平均翻櫃次數(表 2)，與人工儲位指派作比較，探討是否能有效的利用歸類屬性做儲位指派，改進減少不必要的翻櫃動作。

表 2 儲位指派法則與人工經驗法則之翻櫃次數比較

日期 (週)	人工指派翻櫃次數	儲位指派法則翻櫃次數
20041201~20041205(1)	0	0
20041206~20041212(2)	1	0
20041213~20041219(3)	5	0
20041220~20041226(4)	16	0
20041227~20041231(5)	8	0
總翻櫃次數	30	0
每週平均翻櫃次數	6	0

由上述結果分析，儲位指派法則在每週的翻櫃次數、總翻櫃次數與平均翻櫃次數都少於人工經驗法則。而可得知此法則能有效的改進目前人工法則，減少不具生產力的翻櫃動作，讓場站內貨櫃的移動更加流暢。

#### 4.4 模擬已有貨櫃於儲區情境下儲位指派與分析

##### 4.4.1 基本假設

除儲區內有貨櫃存在外，其餘之假設與 4.3.1 小節之基本假設相同。

##### 4.4.2 已有貨櫃儲區指派之主程式流程

此部分模擬情境仍就採用與人工指派相同資料，以陽明海運公司十二月份出口儲區資料進行分析，由於需要產生儲區內已有貨櫃存在，由於人工經驗指派前兩週只有一次的翻櫃動作，所以利用十二月份前兩週(20041201~20041211)的資料共有 226 只貨櫃來還原原始儲區狀況，再利用剩餘三週資料進行比較儲位指派法則與人工經驗法則。有關儲位指派程式之流程如圖 6 所示。而其程式中進站處理、離站處理的屬性資料如同空儲區指派。



#### 4.4.3 已有貨櫃儲區儲位指派之結果分析

經過整理分析每週翻櫃次數以及平均翻櫃次數(詳表 3)，並與人工儲位指派作比較，探討是否能有效的利用歸類屬性做儲位指派，改進減少不必要的翻櫃動作。

表 3 人工指派與指派法則之翻櫃次數比較

日期(週)	人工指派翻櫃次數	儲位指派法則翻櫃次數
20041206~20041212(2)	1	6
20041213~20041219(3)	5	5
20041220~20041226(4)	16	0
20041227~20041231(5)	8	0
總翻櫃次數	30	11
每週平均翻櫃次數	6	2.2

在第二週時指派法則的翻櫃次數比人工經驗法則多，而且第三週仍維持相同的翻櫃次數，但由翻櫃記錄表顯示造成壓櫃的貨櫃是在 2004 年 12 月 11 日之前就已堆疊在儲區內的貨櫃。又綜合比較各週翻櫃狀況與平均每週翻櫃次數，還是能說明儲位指派法則優於人工經驗法則，有改善降低翻櫃情況。

## 伍、 結論與建議

### 5.1 結論

本研究針對陽明海運公司在碼頭之出口貨櫃儲區進行探討，分別在空儲區和 2004 年 12 月 11 日當天有貨櫃的兩種情境下，進行模擬人工經驗指派和儲位指派法則，以最少翻櫃次數來分析比較其優劣。茲整理研究結果如下：

#### 1. 空儲區之模擬

利用空的儲區來模擬儲位指派，將貨櫃依照尺寸分成 20 呎與 40 呎兩個區域，在將同屬性(相同船名、相同卸貨港)或相似屬性(相同船名、不同卸貨港)的貨櫃堆疊在一起，而在 12 月份的模擬過程中，結果儲位指派法則並無任何翻櫃動作，所以相較於人工指派法則有顯著改善。

#### 2. 2004 年 12 月 11 日儲區之模擬

實際的儲存場堆疊情況不可能為空儲區，所以本研究利用取得之前兩週(12 月 11 日以前)資料還原儲區貨櫃堆疊現況，經模擬結果發現在 12 月 11 日之後的指派結果，總翻櫃次數為 11 次，每週平均翻櫃次數 2.2 次，則分別優於人工經驗法則



的總翻櫃次數 30 次和每週平均翻櫃次數 6 次，所以在實際的情境下，儲位指派法則也有效改善翻櫃次數。

## 5.2 建議

基於前述結論，本研究建議如下：

### 1. 儲位指派

將同屬性貨櫃，盡量採高層(往上)堆疊，相似屬性貨櫃，採取平鋪(同排)堆置，不同屬性貨櫃，宜採取空間較大的排來堆疊，則可減少翻櫃次數。

### 2. 櫃場管理

貨櫃屬性資訊取得高低會影響指派後的翻櫃次數，資訊取得越高，則翻櫃次數將隨之降低。所以櫃場經營者及管理者可透過評估費率或優先作業 等優惠之可行性，鼓勵使用者能夠提供櫃場所需之充足資訊，如此可使櫃場經營者在指派儲位時，更能有效安排，增加場區作業順暢，減少成本，提高生產力。

未來可嘗試建立整合儲位指派與櫃場資料管理之模式，以提升本研究實務上之可用性。

## 參考文獻

1. 林光、張志清，*航業經營與管理*，台北市：航貿文化事業有限公司，民國九十年。
2. 周和平，*貨櫃裝卸實務*，高雄縣：周氏兄弟出版社，民國八十年。
3. 高傳凱、藍武王，“貨櫃堆積場儲位指派之研究”，第七屆校際運輸學術聯誼研討會，國立成功大學交通運輸研究所，台南，民國八十七年四月，頁 257-271。
4. 高傳凱、藍武王，“減少貨櫃場內不具生產力動作之貨櫃儲位指派模式”，*交通運輸*，第十九期，民國八十九年六月，頁 30-39。
5. 高傳凱、藍武王，“貨櫃儲存場儲位指派模式建構與求解”，*運輸學刊*，第十四卷，第四期，民國九十一年，頁 99-117。
6. 高傳凱，“貨櫃儲存場堆積策略模擬與儲位指派模式建構”，博士論文，國立交通大學交通運輸研究所，民國九十一年。
7. 趙時樑，“出口儲區門型起重機取櫃問題之研究”，國立成功大學交通管理學系博士論文，民國九十二年。
8. 謝玉霜，“限制式規劃應用於港區貨櫃場軌道式門型起重機移動路徑之研究”，

國立成功大學交通管理學系碩士論文，民國八十九年。

9. 陽明海運 <http://www.yml.com.tw>.
10. Chen, T., “Yard operations in the container terminal a study in the ‘unproductive moves’ ”, *Maritime Policy and Management*, 26(1): 22- 38, 1999.
11. Kim, Kap Hwan and Bae, Jong Wook, “Re-marshaling export containers in port container terminals”, *Computers & Industrial Engineering*, 35(3/4): 655- 658, 1998.
12. Taleb-Ibrahimi, M., Bernardo, D.C. and Daganzo, C.F., “ Storage space vs. handling work in container terminal”, *Transportation Research\_B*, 27(1): 13-32, 1993.
13. Total soft bank, System description for CATOS, Pusan, Korea, 1998.