

國立交通大學

交通運輸研究所

碩 士 論 文

物流中心空間配置模式應用

研 究 生：劉昱志

指導教授：王傳芳 教授

黃台生 教授

中 華 民 國 九 十 二 年 六 月

物流中心空間配置模式應用

An Application of Spatial Layout Model for Distribution Centers

研 究 生：劉昱志

Student：Yu-Chih Liou

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 碩士論文

A Thesis

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 of Engineering

In

Traffic and Transportation

June 2003

Taipei, Taiwan, Republic of China

中華民國九十二年六月

物流中心空間配置模式應用

研究生：劉昱志

指導教授：王傳芳教授

黃台生教授

國立交通大學交通運輸研究所 碩士班

摘要

隨著民眾消費習慣逐漸改變，市場商業型態也急遽轉型，供應商不再居於主導的地位，零售通路崛起成為最貼近消費者、反映市場需求的重要角色，整體行銷通路體系由多層次而複雜的通路逐漸轉為由供應商透過供應鍊(Supply Chain)將貨品送至各零售據點的作業方式。

傳統的生產競爭擴展到了商品流通與商情傳遞的競爭型態。物流中心(Distribution Center)整合各項通路機能，扮演著維繫上下游間的流通管道，成為產業物流系統中的重要單元，其營運效率足以影響整個物流系統的成敗，加上建置成本高昂，若是初期無法依照需求預先妥善規劃，屆時要想重新進行改善勢必需付出許多代價。本研究嘗試由物流中心內部空間佈置的角度，結合影響空間佈置之貨物特性、設備選用、作業程序、部門關聯性等因素，探討如何適當地佈置物流中心的內部空間，以期充分發揮物流中心之功能。

由於數學模式之最佳解求解費時，本研究結合定性與定量因素之考量，發展單樓層空間佈置模式之尋優演算法。建構式演算法程序包含兩個階段：(1)首先依據部門相鄰關聯性作為判斷的準則來決定各部門的佈置順序，以期相鄰關聯性較高之部門能夠盡量靠近；(2)依序針對各部門選擇適當的佈置位置，將部門放置於可用空間範圍內並完成佈置方案。透過範例分析，本研究之演算法求解迅速，佈置方案空間使用率高達八成且符合預期設定條件，結合電腦程式之圖像化方式來呈現空間佈置成果，本研究之成果可作為規劃者發展物流中心空間佈置方案時之輔助工具。

關鍵詞：物流中心、空間佈置

An Application of Spatial Layout Model for Distribution Centers

Student: Yu-Chih Liou

Advisors: Dr. Chuan-Fang Wang

Dr. Tai-Sheng Huang

Institute of Traffic and Transportation
National Chiao Tung University

Abstract

As the consumption habits change, the commercial market changes rapidly. Promotion approaches were multi-layer and complex. But nowadays, retailers, instead of suppliers, are in leading roles. Suppliers must coordinate with retailers and sell their products via the supply chains. The circulation of goods information is getting much more important than the manufacture.

In the supply chains, distribution centers (D.C.) assemble all functions of the promotion approaches and are the key facilities of the whole logistic system. Their operation efficiency has a great impact on the success or failure of the supply chains. Furthermore, it costs a lot to construct a D.C.. So we need a conscientious plan at the initial stage of the planning process. This paper utilizes the information of cargo, equipments, working process, and department relationships to develop a methodology for one-floor D.C. layout design with the considerations of quantitative and qualitative factors.

Because of the complexity of obtaining the optimization solution by analytical approach, a construction algorithm of layout design is proposed in this paper. It contains two major parts: (1) according to the relationships of the departments, we determine their priorities of layout sequences, (2) according to the priorities, we layout the departments in the available land space. This paper also proposes a computer program to solve the problem. The computer program can be an assistant tool for planners with the powerful computation ability and the visual layout display system.

Keywords: Distribution center, Layout

誌 謝

撰寫碩士論文的過程中，一路總是跌跌撞撞，感謝黃台生老師與王傳芳老師的指導，讓此篇論文得以順利完成。除了在論文研究上導正我的方向之外，黃老師認真負責的處事精神以及開朗樂觀的態度，不出一言也足以身教學生；王傳芳老師淵博的學識以及敏捷的思緒，時有嶄新的創意，更是令後生晚輩深感學海無涯而應當積極學習。

撰寫論文的過程，感恩身邊一群研究所同學的陪伴，同甘共苦的生活之中，不知不覺間培養出深厚的情感，彼此相互支持，也為苦悶的研究生生活增添幾分樂趣。

最後，自當感謝我親愛的家人，在我埋首書桌熬夜趕工時，總不忘為我送上一份宵夜以及輕聲的噓寒問暖，讓我在這段期間之內都能保持身體健康，連體重也增長了不少呢。

投筆從戎前夕，僅以此篇簡短的致謝，向所有幫助過此篇論文的人致上無限的感謝。

劉昱志 謹識

中華民國九十二年六月于桃園

目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VII
表目錄.....	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	4
第二章 文獻回顧與評析.....	5
2.1 空間佈置程序	5
2.2 空間佈置數學規劃模式	9
2.3 空間佈置啟發式演算法	11
2.3.1 建構式演算法.....	11
2.3.2 改善式演算法.....	12
2.4 小結.....	13
第三章 物流中心作業流程與設備需求	14
3.1 物流中心之類型	14
3.1.1 物流中心之定義.....	14
3.1.2 物流中心與傳統倉儲中心之比較.....	15
3.1.3 物流中心之類型.....	18

3.2 物流中心之作業流程	23
3.3 物流中心作業所需之設備	31
3.3.1 容器與單元化設備	31
3.3.2 運輸設備	33
3.3.3 存取設備	37
3.3.4 自動辨識與通訊設備	40
3.4 物流中心之貨品特性	42
3.5 小結	49
第四章 物流中心空間需求關係之建立	50
4.1 物流中心內部區域之空間需求	50
4.1.1 物流中心內部區域規劃	50
4.1.2 區域空間需求規劃	52
4.2 物流中心內部區域關聯性分析	60
第五章 空間佈置演算法之構建	62
5.1 演算法考量因素	62
5.1.1 假設條件	62
5.1.2 限制條件	63
5.1.3 部門鄰接方式	65
5.1.4 目標函數	66
5.2 構建物流中心空間佈置演算法	67
5.2.1 決定佈置順序	67
5.2.2 產生佈置方案	69
5.3 求解演算法	71
第六章 範例驗證與分析	78
6.1 範例情境說明	78
6.1.1 部門間貨物流量	78

6.1.2 部門相鄰關聯性.....	79
6.1.3 部門空間需求.....	80
6.2 範例佈置結果分析	82
第七章 結論與建議.....	85
7.1 結論.....	87
7.2 建議.....	88
參考文獻.....	89
英文文獻.....	89
中文文獻.....	91

圖目錄

圖 1.1 研究架構圖	3
圖 1.2 研究流程圖	4
圖 2.1 系統化佈置規劃程序	8
圖 2.2 一般設施規劃程序	9
圖 3.1 物流中心內部作業流程圖(1)	24
圖 3.2 物流中心內部作業流程圖(2)	26
圖 3.3 物流中心內部作業流程圖(3)	27
圖 3.4 模組化物流中心作業系統流程	30
圖 3.5 物流中心資料蒐集與規劃流程	43
圖 3.6 EIQ 分析法分析程序	45
圖 3.7 物流中心訂單需求變化	46
圖 4.1 倉儲區域之通道佈置示意圖	54
圖 4.2 加工貨品暫存區之貨品數量變化示意圖	56
圖 5.1 平面座標系統示意圖	63
圖 5.2 部門範圍重疊示意圖	64
圖 5.3 部門 X 軸投影範圍不重疊之示意圖	65
圖 5.4 兩部門相鄰方式示意圖	66
圖 5.5 設定部門佈置順序之流程圖	68
圖 5.6 產生佈置方案之流程示意圖	70
圖 5.7 演算法電腦程式資料處理流程	72
圖 5.8 演算法電腦程式操作畫面 (1)	73
圖 5.9 演算法電腦程式操作畫面 (2)	73
圖 5.10 演算法電腦程式操作畫面 (3)	74
圖 5.11 演算法電腦程式操作畫面 (4)	74
圖 5.12 演算法電腦程式操作畫面 (5)	76
圖 5.13 演算法電腦程式操作畫面 (6)	76
圖 5.14 演算法電腦程式操作畫面 (7)	77
圖 5.15 演算法電腦程式操作畫面 (8)	77
圖 6.1 範例(1)佈置結果示意圖	83
圖 6.2 範例(1)佈置方案之作業程序動線示意圖	84
圖 6.3 範例(2)佈置結果示意圖	85
圖 6.4 範例(2)佈置方案之作業程序動線示意圖	86

表目錄

表 2.1 鄰接程度指標列表.....	7
表 3.1 物流中心與傳統運輸之比較.....	16
表 3.2 物流中心與傳統倉儲之比較.....	16
表 3.3 現代化物流中心與傳統倉儲中心之比較.....	17
表 3.4 物流中心分類表—依通路角色與通路功能區分.....	20
表 3.5 物流中心特性分類.....	21
表 3.6 物流中心分類構面整理分析.....	23
表 3.7 物流中心之作業內涵.....	25
表 3.8 物流中心內部之一般化實體作業.....	31
表 3.9 容器設備類型說明.....	32
表 3.10 負載單元化設備類型說明.....	32
表 3.11 輸送機設備類型說明.....	33
表 3.12 分類輸送系統.....	34
表 3.13 分類輸送系統之比較.....	35
表 3.14 工業用車輛設備類型說明.....	35
表 3.15 單軌列車、起重機、吊車設備型態說明.....	36
表 3.16 單元負載儲存設備類型說明.....	37
表 3.17 單元負載取用設備類型說明.....	38
表 3.18 單元負載取用設備之比較.....	38
表 3.19 作業員領料系統之設備類型說明.....	39
表 3.20 發料至作業員系統之設備類型說明.....	40
表 3.21 自動辨識設備型態說明.....	40
表 3.22 自動化通訊設備型態說明.....	41
表 3.23 物流中心內部一般化實體作業之設備需求.....	42
表 3.25 EIQ 分析法分析元素之定義.....	44
表 3.26 EIQ 統計表範例.....	46
表 3.27 EIQ 分析法.....	47
表 3.28 倉儲區域儲存策略.....	48
表 3.29 訂單特性與揀貨策略分析表.....	48
表 3.30 揀貨策略說明.....	48
表 4.1 物流中心實體作業之作業區域分配.....	51
表 4.2 不同揀貨策略之分貨／集貨需求.....	57

表 4.4 物流中心內部區域關聯性.....	61
表 4.4 物流中心內部區域關聯性設定範例.....	61
表 6.1 物流中心各項作業程序列表.....	78
表 6.2 物流中心貨物流量表.....	79
表 6.3 物流中心部門相鄰關聯表.....	79
表 6.4 部門相鄰因素表.....	80
表 6.5 各部門空間需求設定列表.....	80
表 6.6 部門面積需求估算列表.....	81
表 6.7 範例(1)佈置方案之部門範圍列表.....	83
表 6.8 範例(1)作業程序之動線長度列表.....	84
表 6.9 範例(2)佈置方案之部門範圍列表.....	85
表 6.10 範例佈置方案比較表.....	86

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

近年來隨著經濟發展以及國民所得的提升，民眾的消費意識抬頭，消費習慣也隨之逐漸改變，使得整個市場商業型態也急遽轉型，供應商不再居於主導的地位，零售通路崛起成為最貼近消費者、反映市場需求的重要角色，整體行銷通路體系由多層次而複雜的通路逐漸轉為由供應商透過供應鍊(Supply Chain)將貨品送至各零售據點的作業方式。

傳統的生產競爭擴展到了商品流通與商情傳遞的競爭型態。物流中心(Distribution Center)整合了「物流、商流、金流、資訊流」等通路機能，扮演著維繫上下游間的流通管道，具有降低流通成本與增加商品競爭力的優勢，因而開始成為未來商業發展的重要設施。

物流中心作為產業物流系統中的重要單元，其營運效率足以影響整個物流系統的成敗，加上物流中心的建置成本高昂，若是初期無法依照需求預先妥善規劃，屆時要想重新進行改善勢必需付出許多代價，因此，發展一套完善的物流中心規劃程序是不可或缺的。本研究嘗試由物流中心內部空間佈置的角度，嘗試結合影響空間佈置之貨物特性、機具選用、作業程序...等相關因素，探討如何適當地佈置內部空間以充分發揮物流中心之功能。

我國之政策目前正積極推動發展全球運籌中心並鼓勵民間進行物流中心之設置與作業自動化，在此環境下，本研究應能有相當之意義。

1.2 研究目的與課題

傳統上，一般產業在開始進行設施規劃建設時，有關該設施之任務內容大多已由高階主管預先設定，爾後經由建築設計師設計硬體結構之後，才交由規劃者在給定的限制範圍與條件之下進行平面空間佈置與物料搬運系統等規劃作業。種種的限制加上規劃者主觀意識的影響，往往造成設計方案的結果成本過高或效率不彰，無法達到最佳的營運績效[26]。

為了減低個人主觀意識之影響，使規劃者在進行設施內部的空間佈置時能夠有一套較為客觀的規劃方式，本研究之目的在於發展空間佈置模式之尋優演算法，並且配合電腦程式以圖像化之方式來呈現空間佈置成果，以作為規劃者發展設施空間佈置方案時之輔助工具。

本研究之研究課題如下：

1. 瞭解物流中心之內部作業需求與相關限制。
2. 探討物流中心之系統組成與空間需求量比關係。

3. 構建物流中心空間佈置之尋優模式。
4. 探討空間佈置之演算法，並構建電腦尋優程式。
5. 檢驗模式之合理性。

1.3 研究範圍

本研究從物流中心空間需求之角度，探討物流中心之各種作業關連與內部空間佈置，並且考慮在作業與空間之需求已知的情況下來探討空間佈置之發展模式。本研究之範圍如下：

1. 考慮單一物流中心內部之平面空間佈置。
2. 僅探討單一樓層之物流中心，多樓層之情形不在本研究之範圍內。
3. 本研究之空間佈置方案僅為區塊式之部門佈置，各個區域內部空間之詳細佈置規劃不在本研究範圍之內。

1.4 研究架構

研究物流中心之空間佈置問題，必須先瞭解物流中心內部的各項空間需求以及各區域間的空間關聯性。本研究透過物流中心內部之貨品特性（體積大小、重量、包裝方式、...等）、作業流程關聯、以及作業機具設備之不同，分析其作業區域的空間需求量比關係以及各區域間的關聯性，進一步構建空間佈置之尋優模式，並發展尋優演算法來增進求解效率；最後透過電腦程式以圖像化的方式來呈現，更能清楚表達空間佈置方案之成果。本研究架構如圖 1.1 所示。

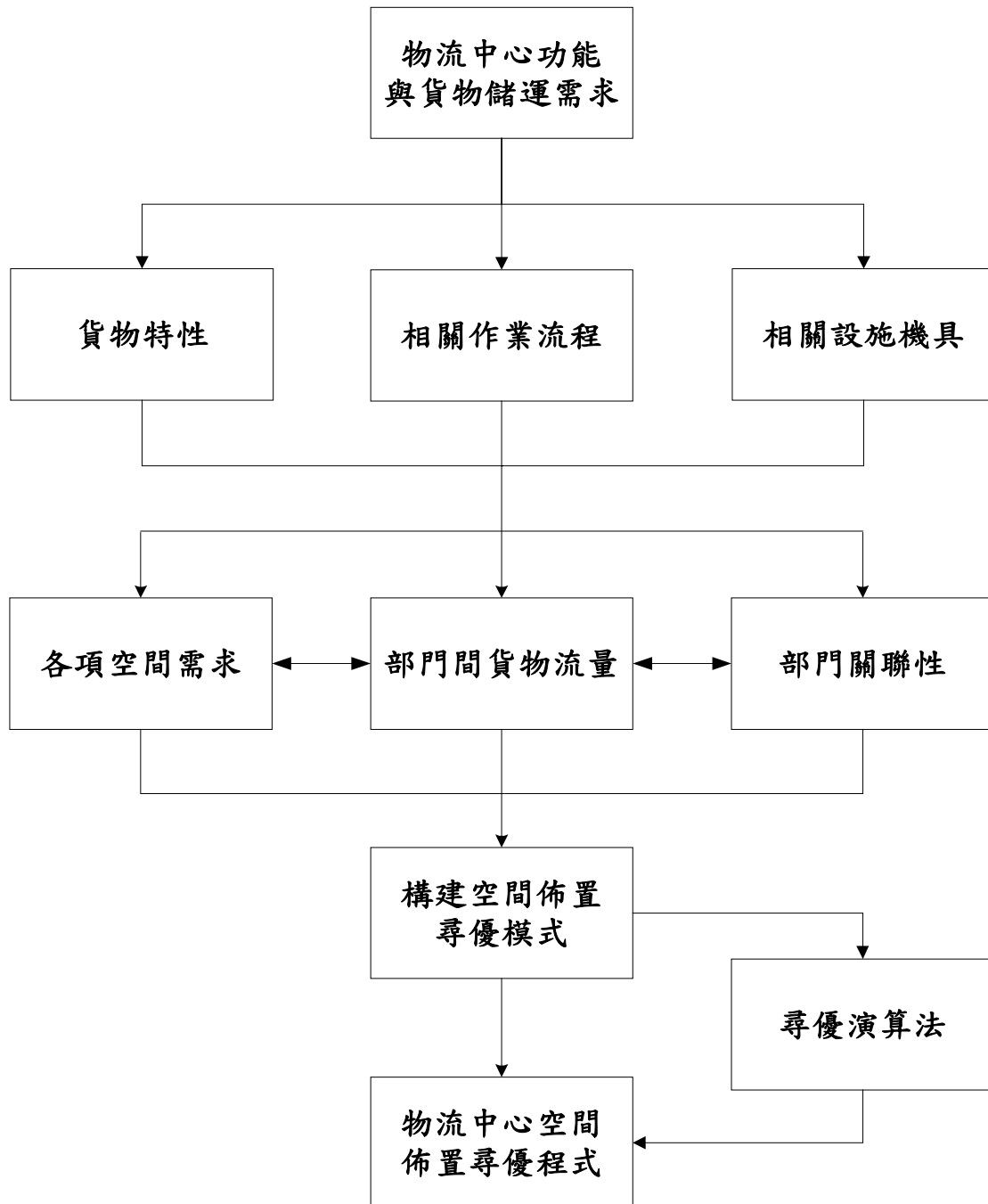


圖 1.1 研究架構圖

1.5 研究方法與流程

關於空間佈置之問題通常被定義為設施佈置 (Facility Layout)問題的一種，關於其求解方式，除了直接利用圖解之技巧來處理，而後隨著電腦的進步，學者也開始發展佈置邏輯法則與其數學規劃模型。

本研究利用文獻回顧法分析各類設施佈置方法之優缺點，以研擬合適之數學規劃模式，並且以適用之啟發式演算法來增進求解效率。

配合啟發式演算法之發展，本研究擬藉由撰寫電腦圖形化介面期使研究成果能夠以更清楚的方式呈現，作為規劃者進行規劃工作時之輔助工具。本研究流程如圖 1.2 所示。

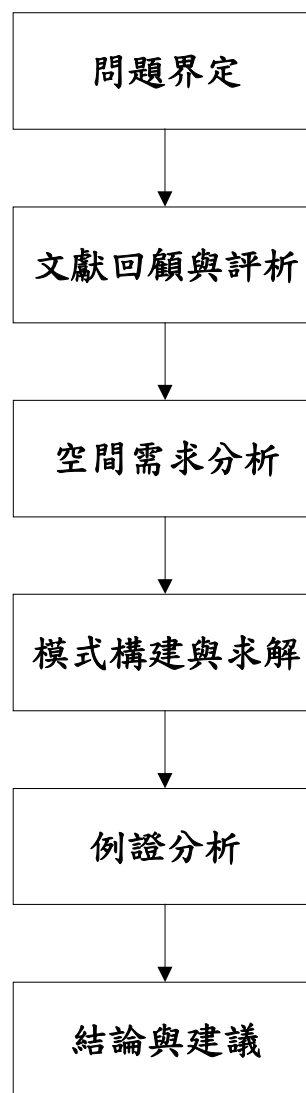


圖 1.2 研究流程圖

第二章 文獻回顧與評析

本章將回顧空間佈置方法之相關文獻，分做兩節來說明，2.1 節首先回顧空間佈置程序之相關文獻；2.2 節回顧空間佈置問題之數學模式與求解方法之相關文獻。

2.1 空間佈置程序

設施規劃之目的，在於透過整體性的通盤考量使設施能夠發揮功能並達成預期的目標。早期設施規劃之研究著重於製造業的「工廠佈置問題(Plant Layout Problem)」，主要探討工廠內部的空間佈置，直至近期由於服務業的蓬勃發展，其他類型的設施規劃也開始受到重視，關於設施位置選擇與內部物料搬運系統之研究也日益增加。舉凡所有活動空間的規劃，諸如倉庫、量販店、醫院...等等，雖然組成元素不盡相同，但在設施規劃上所用的原理卻都是相通的。

廣義而言，設施規劃的規劃範圍包含了設施位置選擇與設施內部設計兩大部分；其中，設施內部設計還包含有結構系統設計、設施佈置設計、與物料搬運系統設計三個部分[23]。

空間佈置在設施規劃的程序之中屬於設施佈置設計的一環，包括在建築物內部的部門空間規劃以及機具設備之陳設。1961 年 Reed 曾針對工廠設施提出工廠內部的空間佈置程序[23]，共分為十項程序：

1. 分析產品的製造過程。
2. 決定製造該產品所需要的程序。
3. 準備佈置計畫表。
4. 決定工作站設計。
5. 分析所需要的儲存區。
6. 規定通道的最小寬度。
7. 建立所需要的辦公室。
8. 考慮人員及服務設施。
9. 研究工廠服務項目。
10. 提供未來擴展準備。

上述步驟之中，Reed 認為佈置計畫表的準備工作是其中最重要的一項，透過佈置準備表來整理分析各項物料在工廠內部之作業流程、操作內容、操作標準時間、物料搬運需求、機器設備需求、與人力需求之各項資訊，以便作為執行後續各項步驟的依據。Reed 不僅提出工廠佈置程序，同時也建立了許多標準表格工具供規劃者操作使用，然而程序中對於其他步

驟如何發展、評估、與執行完整的空間佈置方案並無詳述；此外，也缺乏對於各作業區域間相互關聯性的考量。

Apple 於 1977 年提出了另一套工廠空間佈置程序[23]，其程序如下所列：

1. 取得基本資料。
2. 分析基本資料。
3. 設計生產程序。
4. 設計物料流程之形式。
5. 考慮一般物料搬運計畫。
6. 計算設備需求。
7. 規劃個別工作站。
8. 選擇特殊的物料搬運設備。
9. 協調相關作業群組。
10. 設計各項活動之相互關係。
11. 決定儲存設備。
12. 規劃服務及輔助活動。
13. 決定所需之空間大小。
14. 將活動分配到總空間內。
15. 考慮建築物的型式。
16. 完成主要佈置方案。
17. 選擇適當的人員來評估、調整並檢查佈置方案。
18. 取得批准。
19. 執行佈置方案。
20. 對佈置方案之執行過程實施跟催。

Apple 認為每個設施佈置的專案都各有其不同之處，因此在佈置程序上也不一定完全相同；上述的各項步驟可視情況調整執行的先後次序，因此，在程序的執行上更具有彈性。Apple 所提出的工廠佈置程序較 Reed 之程序更為詳細而完整，除了執行上較具有彈性之外，其利用物料搬運計畫來評估各部門面積需求，更加入了各部門活動間相互關係的考量因素，並且強調佈置方案之評估、檢驗、與執行跟催；然而，對於空間佈置方案之實際發展方法仍缺乏完整的說明。

Muther [17]於 1973 年發展出一套系統化佈置規劃程序(Systematic Layout Planning, SLP)，其架構如圖 2.1 所示。程序中首先輸入五項作業資料，包含有：產品 (Product)、數量 (Quantity)、途程安排 (Routing)、輔助

勞務 (Supporting Service)、與時間 (Time)；透過資料瞭解各作業之內容與關係後，接著進行物料流程分析與作業關聯分析，藉以發展關聯線圖 (relationship diagram) 來表達各作業空間之相對位置；最後加入空間上的需求，再依據各項實務限制與修正條件，便可以發展出可行的佈置方案，以供後續步驟評估與執行。

SLP 方法強調作業之間的關聯性，並且首先提出六項定性衡量指標來表達作業區域的鄰接程度 (closeness ratings) (如表 2.1)，以便利用總鄰接程度作為評估空間關聯線圖之指標。然而，當作業關聯性難以確定時，SLP 方法也可利用物料流程分析之從至圖來表達各部門間的物料搬運需求，藉以發展關聯線圖並以物料搬運成本來作為評估指標。

SLP 之規劃程序如圖 2.1 所示，其程序可用來發展區塊狀的佈置方案 (block layout)，然後再依據其他資訊可繼續執行區塊內的細部佈置 (detail layout)。整個程序之中，除了最後將空間關聯線圖轉換成區塊狀佈置方案需要較多的經驗來判斷之外，其餘的實施程序都相當直接，加上 Muther 設計有許多標準規劃作業表格供規劃者使用，因此使得 SLP 方法成為規劃者最常使用的空間佈置程序。

表 2.1 鄰接程度指標列表 [17]

符號	鄰接程度	量化數值
A	絕對必要	4
E	特別重要	3
I	重要	2
O	普通	1
U	不重要	0
X	不期望	-1

資料來源：Muther [17]

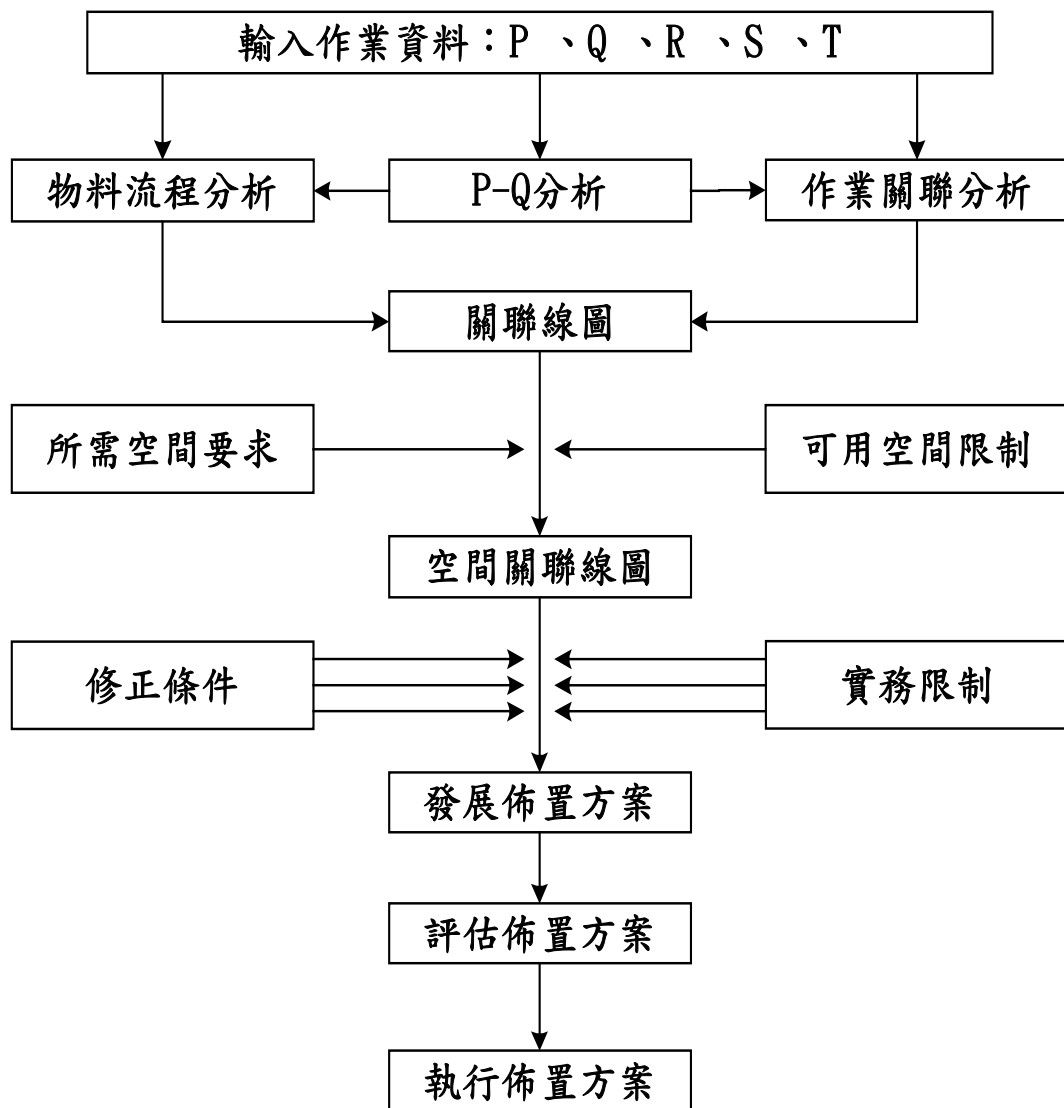


圖 2.1 系統化佈置規劃程序

資料來源：Muther [17]

Tompkins 等人[24]於 1996 年提出一般性設施規劃程序，可應用在各種空間佈置方案的規劃，其規劃程序如圖 2.2 所示。程序中分為三階段，第一階段先定義設施之目標與作業項目，第二階段為設計與評估可行方案之階段，第三階段則為實際執行的階段，並且持續觀察設施需求的變化以便進行修正與改善。Tompkins 等人所提出之程序之中，強調透過作業間的相互關係與空間需求來發展佈置方案。該程序中結合了對於方案評估與執行之重視以及對設施持續循環改善的原則，使得此規劃程序不僅只適用於新設施的建設，也可用於發展原有設施的改善方案。

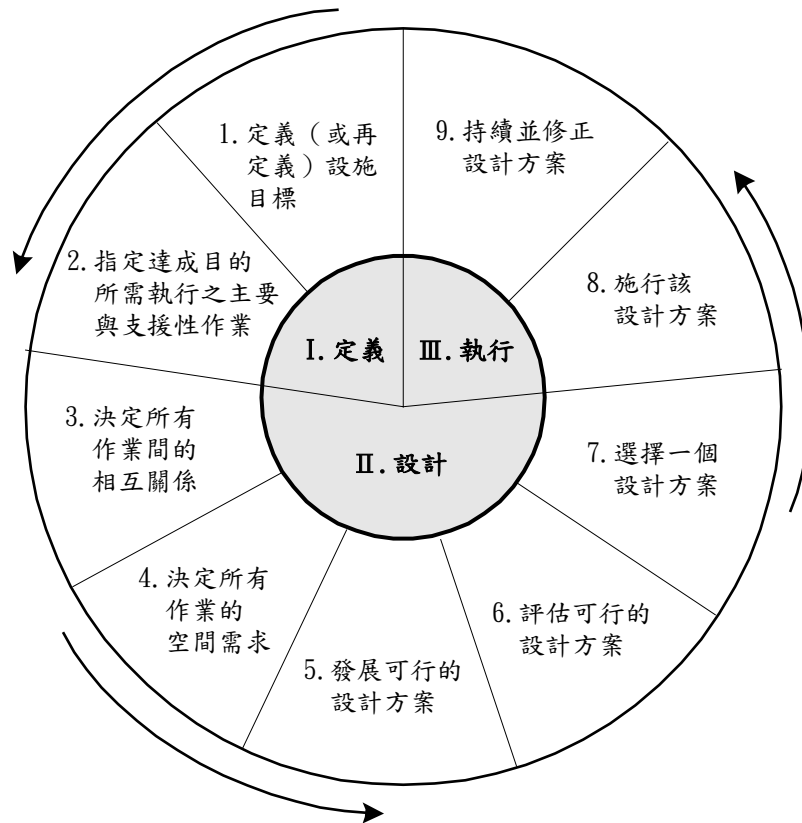


圖 2.2 一般設施規劃程序

資料來源：Tompkins [24]

2.2 空間佈置數學規劃模式

發展空間佈置方案之方法除了上述各種程序之外，尚有許多學者發展數學規劃模式來求解。關於空間佈置之問題常被定義為一種設施佈置問題來求解，而最早被提出的設施佈置模式為二次指派問題 (Quadratic Assignment Problem, 以下簡稱 QAP)。設施佈置的 QAP 模式首先由 Koopmans 與 Beckman [14]於 1957 年提出，在假設所有部門面積皆相等、部門間的距離已知、以及候選位置固定且已知的情形之下，將 n 個部門指派到 n 個候選位置上，並且求取內部物料搬運成本最小化之佈置方案（單位物料之搬運成本以搬運的距離來計算）。二次指派問題之模式如式 (2-1)~(2-4)：

$$\text{Min} \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n f_{ik} c_{jl} x_{ij} x_{kl} \quad (2-1)$$

S.t. :

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j=1,2,3,\dots,n \quad (2-2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i=1,2,3,\dots,n \quad (2-3)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \text{for all } i,j \quad (2-4)$$

n : 總部門數目(總候選位置數目)

f_{ik} : 部門 i 與部門 k 間之物料搬運流量

c_{jl} : 從候選位置 j 搬運單位物料到位置 l 之成本

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{部門 } i \text{ 佈置在候選位置 } j \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

QAP 模式的非線性目標式造成求解上的困難，最常使用的最佳解求解方法為利用分枝界定法(branch-and-bound approach) 來縮小 QAP 問題的求解範圍，最早由 Gilmore [10]與 Lawler [15]所提出。Sahni 與 Gonzalez [19] 於 1976 年證明 QAP 為 NP-Complete，當部門數目超過 15 個時，即使用分枝界定法也難以求解。

以 QAP 為基礎，Lawler [15]於 1963 年提出線性整數規劃模式 (Linear Integer Programing problems, LIP)，將 QAP 模式之非線性目標函數轉換成線性目標函數求解。模式中以一個 y 變數來取代兩個 x 變數的乘積，雖然將目標函數的冪次由二次降為一次，但卻大大地增加了限制式與變數的數量，使得求解效率並沒有顯著地改善。因此，Kaufman 與 Broeckx [13]於 1978 年提出混合整數規劃模式 (Mixed Integer Programing problems, MIP)，稍微改善了線性整數規劃模式變數與限制式過多的缺點。

除了求解困難之外，QAP 問題假設各候選位置已知且固定，而且各部門面積必須相等，與實際情形相去甚遠，使得 QAP 模式難以適用於一般化的設施佈置課題。對此 Bazaraa [3]於 1975 年提出二次配置覆蓋模式 (Quadratic set covering problem, QSP)，以 QAP 為基礎，將所有設施面積等分成許多個小區塊 (blocks)，並且加入限制式以確保每一個小區塊至多只被一個部門使用，使得每個部門的面積可以透過使用的區塊數來個別設定而打破 QAP 對部門面積相同之限制。在物料搬運成本的計算方面，QSP 也改

以兩個部門中心點之間的距離來計算。QSP 最大的缺點，在於當小區塊的數量增加時，問題的規模也隨之迅速擴張。

Foulds 與 Robinson [9]於 1976 年應用圖形理論 (graph theoretical approach)來求解設施佈置問題。類似 Muther 所發展之 SLP 方法，假設兩兩部門間的鄰接程度已知，以求取總鄰接程度最大化之佈置方案。此模式僅考慮部門之間的鄰接程度，並未考慮部門的面積與尺寸，模式之結果僅能得到部門之間是否相鄰的資訊，要進一步發展佈置方案時，還需視情況調整部門間的鄰接關係；此部分僅能仰賴規劃者之經驗來修正，或者使用啟發式的方法來處理；最後，還需調整部門之形狀與位置，以便符合實務上的限制。當部門數目過多時，模式求解最佳解還是相當費時。

前述之空間佈置數學規劃模式可大致歸納為追求物料搬運成本最小化之定量模式以及部門間總鄰接程度最大化之定性模式，Chen 與 Sha [6]於 1999 年使用多目標方法結合定量與定性模式，同時考慮物料搬運成本與部門間相鄰性之因素，希望使規劃結果更具整體性，但由於兩種因素計算之尺標單位不同，以多目標方法來結合仍有疑慮。

2.3 空間佈置啟發式演算法

由於空間佈置的問題規模龐大，利用數學規劃模式來求取最佳佈置方案在求解上有所困難，因此，近年來學者大多致力於發展求取次佳解 (suboptimal solution)的啟發式演算法。空間佈置問題之啟發式演算法大致可分為兩類來說明。

2.3.1 建構式演算法

建構式演算法之演算方式，主要是依據規劃者所訂定之準則來決定各個部門的佈置順序，並將部門一個接一個放到適當的位置上，直到所有部門都安排完畢並完成空間佈置方案。以下分別說明幾類常見的建構式演算法。

Seehof 與 Evans [20]於 1967 年所提出 ALDEP 演算法，其目的在於使部門間的總鄰接程度最大。首先規劃者隨機選擇一個部門佈置在整體空間的左上角，接著在其餘的部門之中選擇與前一個佈置的部門之間鄰接程度最大者作為接下來佈置的部門；反覆進行第二個步驟，並將各個部門以先下後右的方向進行佈置，直到所有的部門都完成佈置為止。

Lee 與 Moore [16]於 1967 年所提出的 CORELAP 演算法也是以部門間的鄰接程度來發展演算法。相較於 ALDEP 演算法，其最大的不同之處在於對第一個佈置部門的選擇方式以及開始佈置的位置。CORELAP 演算法首先計算各個部門與其他部門之間的總鄰接程度，並且以總鄰接程度最大的部門作為第一個佈置的部門，將其佈置於整體空間的中央位置，並且盡可能

使部門接近正方形；接著依次選取與第一個部門具有最大鄰接程度下一個佈置的部門，並將由中間向外佈置；若已經沒有符合條件的部門，則改以第二、第三...等等的已佈置部門來尋找。依此類推，直到所有的部門都已經完成佈置為止。

Edwards 等人[8]於 1970 年提出 MAT (Modular Allocation Technique)演算法來求解 QAP 問題。首先，將每一對部門間的物料搬運流量由大至小排列，再每一對候選位置間的距離由小而大排列，MAT 演算法之目的即在於使這兩組數字的乘積總和最小，並依此將每一對部門放入所對應的候選位置之中。理想情況下 MAT 法可獲得最佳解，但往往發生指派一對部門至相對應的候選位置時卻發現其中一個部門已經被指定過了，因而使求解的品質下降。MAT 演算法同樣受限於 QAP 的假設限制，因此在使用上較不普遍。

Apple 與 Deisenroth [2]於 1972 年提出 PLANT 演算法，其目的在於達到物料搬運成本最小之佈置。依據規劃者所設定的優先順序與部門間的物料搬運流量，規劃者有三種方式來發展佈置方案；將第一個選取的部門佈置於中央，其他部門依序以螺旋狀的方式加入；各部門之外型必須盡可能地接近正方形。

2.3.2 改善式演算法

改善式演算法之演算方法，是由規劃者事先給定一個起始的佈置方案，再經過有系統的交換方式將各部門的位置交換，直至目標值無法再改善為止。以下分別說明幾類常見的改善式演算法。

Armour 與 Buffa [1]於 1963 年提出 CRAFT 演算法，以一個初始的佈置方案，透過反覆交換相鄰或者具有相同面積之部門位置，以期達到物料搬運成本最小之佈置結果。CRAFT 演算法可說是最普遍的一種改善式演算法，但在部門間的面積不相等時其求解的品質會開始下降。

Tompkins 與 Reed [23]於 1976 年提出 COFAD 演算法，結合了 CRAFT 演算法以及物料搬運設備之選擇程序以達到物料搬運成本最小之佈置。首先以 CRAFT 演算法產生一個佈置方案，並且以此佈置方案中各部門間的物料搬運流量來選擇最小投資成本的物料搬運設備，再以 CRAFT 演算法來改善佈置。反覆進行此程序，直到無法再改善物料搬運成本為止。COFAD 演算法亦存在著 CRAFT 演算法的缺點，而且資料計算量更大、更為複雜。

由於改善式演算法必須透過一個初始的佈置方案執行演算的程序，部分學者便結合了建構式演算法以及改善式演算法，先放寬某些條件，以建構式演算法求得近似最佳解作為起始方案，再以改善式演算法來改良此方案，以期得到更好的結果。研究此類演算法之學者如 Burkard 與 Stratman [5]、Bazaraa 與 Kirca [4]、以及 Scriabin 與 Vergin[21]...等。

2.4 小結

空間佈置包含在設施規劃的程序之中，通常被定義為一種設施佈置問題，各項空間佈置程序說明了作業關聯性、物料搬運需求、以及部門空間需求為發展空間佈置方案的基礎；其中，SLP 程序最易於實施，為規劃者最常使用之程序。

空間佈置之數學規劃模式以二次指派問題（QAP）最早被提出，然而其 NP-Complete 的特性使得求解困難，加上對於部門面積與候選位置的條件限制，使得該模式無法適用於一般化的空間佈置問題。其後雖然有學者提出其他模式希望能改善 QAP 的缺點，但無論是追求物料搬運成本最小化的定量模式或是追求部門總鄰接程度最大化的定性模式，最終都無法獲得良好的求解效率。

近年來學者多致力於發展求取次佳解的啟發式演算法，以解決數學規劃模式求解效率不佳的問題。建構式演算法依據規劃者所訂定之準則，將部門一個接一個放到所規劃的位置上，直到所有的部門都安排完畢；改善式演算法以起始的佈置方案經過有系統的部門位置交換方式來改善目標值；更有學者結合兩者的優點先利用建構式演算法來發展起始佈置方案，再利用改善式演算法來尋找更好的佈置方案。

第三章 物流中心作業流程與設備需求

3.1 物流中心之類型

3.1.1 物流中心之定義

傳統上，行銷通路是由製造商、批發商、零售商等成員所組成，由於通路中的成員各自獨立，缺乏彼此間的合作與整體通路之規劃，過多的流通階層不但增加配銷時間與成本，也使得商品售價被層層轉嫁，消費者無法享受到應有的商品價值。隨著全球化的市場競爭、產品生命週期的縮短、以及消費者意識的提升，迫使企業必須著重於上下游之間的整合與管理，供應鏈管理於是開始受到企業的重視。

David 等人 [7]將供應鏈管理定義為：「利用一連串有效率的方法，來整合供應商、製造商、倉庫、和商店，使得商品可以正確的數量生產，並在正確的時間配送到正確的地點，為的就是在一個令顧客滿意的服務水準下，使得整體系統成本最小化。」供應鏈系統與傳統供銷體系之差異，在於供應鏈管理強調整個鏈的系統整合及成員的合作，將整體供應鏈視為單一個體，追求整體的最佳化與效率化；此外，供應鏈管理的經營哲學也由傳統的生產導向轉變為顧客導向，由推式系統轉變為拉式系統，並透過專業分工以求取最大的利益。

供應鏈之中，物流中心是一項十分重要的設施。根據經濟部商業司之定義[27]，「物流中心」係指針對製成品由工廠送到消費者手中之流程與管理，使銷售過程能作更有效處理而設置之單位。故凡從事將商品由製造商或進口商運送至零售商之中間流通業者，具有連結上游製造業至下游消費者，滿足消費者多樣少量的市場需求、縮短流通通路，降低流通成本等關鍵性機能，即可稱之為「物流中心」。而林立千[26]則更明確地將物流中心定義為：「凡從事將商品由製造商（或進口商）送至零售商之中間流通業者，具有連結上游製造業與下游消費業者，滿足多樣少量之市場需求、縮短流通時間、及降低流通成本等關鍵性機能者，即可稱之為物流中心。」

物流中心是通路整合下的新產物，在功能上，物流中心可以取代傳統的通路中間商，並且整合了運輸業與倉儲業的服務，它扮演著將產品由生產者端轉移到消費者端之中介角色，透過有效整合供應鏈之物流、商流、資訊流、與金流，使產品從製造、配送、銷售至消費者手上之過程中所包含之活動能快速有效地達成，促進產品流通、提高營運績效並滿足顧客需求，以達到整體供應鏈之最適化。

物流活動方面，物流中心在滿足消費者需求之前提下，強調物品倉儲保管、流通加工、與運輸配送之規劃及管理，藉此降低物流成本、縮短通

路距離，並能提升顧客滿意程度。商流活動方面，包含商品交易之流通通路及其所有權移轉之過程，用以促成商品交易之供需雙方都能夠獲取所需之產品或服務。資訊流活動方面，透過電腦與通訊技術之應用，物流中心可以有效串聯上游供應商以及下游配銷通路之資訊，使得供應鏈中的成員可以及時掌握正確的市場情報，快速反映消費者需求之變化，以提升整體供應鏈之競爭力。金流活動方面，包含與企業或個人之間因商品交易或提供服務所產生之資金移轉過程，為了增進資金移轉之方便性與安全性，物流中心必須與金融機構保持聯繫，以確保資金移轉過程之順暢[26]。

對於強調整體性規劃之供應鏈管理而言，物流中心對於整體物流、商流、資訊流、與金流之整合能力，使其成為掌控供應鏈成敗之關鍵設施。

3.1.2 物流中心與傳統倉儲中心之比較

在整體供應鏈之物流活動中，物流中心扮演著軸心角色而具有集中處理、專業分工、掌握通路、降低庫存、建立合作通路之功能。然而，在物流中心出現之前，企業的物流需求便已有倉儲中心在提供服務。乍看之下，物流中心似乎只是一座設備升級的倉儲中心，在許多功能上似乎大同小異；對於物流中心與傳統倉儲中心之差異，黃如舜 [28]曾就物流中心與傳統運輸及倉儲之異同進行比較。該研究中提到，在運輸功能方面，物流中心是以一種顧客導向的觀念積極去滿足客戶需求，強調行銷與物流之結合，注重顧客滿意度與運輸成本之間的平衡，而非一味地追求最低的運輸作業成本。而在倉儲功能方面，物流中心也延續這種積極創新的態度，採取利潤導向；透過其先進設備與管理之專業能力，物流中心強調時效性與滿足顧客需求，可以讓倉儲功能更具生產性，並充分發揮物流機能；物流中心以企業內獨立部門或子公司之型態，甚至可以不侷限於僅提供企業內部之倉儲服務。詳細比較結果如表 3.1 與表 3.2。

表 3.1 物流中心與傳統運輸之比較

項目	傳 統 運 輸	物 流 中 心
經營理念	運輸。	支援行銷。
功能定位	強調運輸績效。	強調配銷環境。
	視運輸為目的。	視運輸為手段。
	著重作業。	著重行銷。
策略方法	強調設備服務。	強調整體行銷支援系統。
	強調生產觀念。	強調行銷觀念。
	著重顧客運輸需要。	著重行銷與物流需要。
管理政策	使顧客的系統來配合自己的作業。	去配合顧客的物流需求。
	反應顧客的要求。	預期顧客的慾望與需要。
	目標在運輸與準時運送。	目標在整合顧客市場與物流需要。
作業	目標在降低成本與適時的服務。	強調成本管理：顧客服務與物流成本互償。
	強調本身作業效能。	強調在顧客服務方面的作業效能。
	注重作業效率。	著重作業效能。

資料來源：黃如舜 [28]

表 3.2 物流中心與傳統倉儲之比較

項 目	傳 統 倉 儲	物 流 中 心
經營理念	成本導向。	利潤導向、具策略性。
	提供企業內部服務。	除提供企業內部服務外，亦可對同業、異業提供資源。
組織定位	企業內附屬部門。	企業內獨立部門或子公司型態
服務觀念	著重安全性與正確性，較忽略時效性。	著重時效性兼顧安全性與正確性。
	內部管理優先	顧客服務優先。
倉庫定位	儲存、保管、靜態性。	物流機能發揮、動態性。
倉庫運用	空間的最大利用。	合理利用空間。
人力發展	著重管理能力。	著重管理能力與創新。
作業方式	以人力為主，機械化為輔。	結合人力導入自動化作業系統，追求 JIT。
工作氣氛	較消極被動。	積極主動，有生產性。
工作環境	辛苦、髒亂、危險。	清潔、明亮、人性化。

資料來源：黃如舜 [28]

此外，林立千亦就現代化物流中心與傳統倉儲中心之各項特點進行比較。比較結果如表 3.3。

表 3.3 現代化物流中心與傳統倉儲中心之比較

項 目	傳 統 倉 儲 中 心	現 代 化 物 流 中 心
經營理念	成本導向。	利潤導向。
	提供企業內部服務。	除提供企業內部服務外亦兼具對同業、異業支援服務。
		可進行垂直或水平策略之整合。
服務觀念	著重安全性、正確性，常忽略時效性。	時效之掌控為優先並兼顧安全性與正確性。
	內部管理優先。	
倉庫定位	儲存與保管。	物流機能之發揮。
倉庫運用	空間之最大利用。	合理利用空間。
作業方式	以人力作業為主。	結合人力導入自動化作業系統。
		資訊電腦化。
主要機能	倉儲、裝卸貨、工業包裝、流通加工等機能。	包含商品之配送、暫存、檢取、分類、流通加工、保管、採購、及產品設計開發等機能。
		最重要乃其具有資訊流通機能。
主要貢獻	倉儲作業功能及利用倉庫作為製造地與使用地之間的「緩衝地」。	可縮短物流流通之通路，使資源充分運用，達到經濟規模，降低中間成本，提高競爭力（有進、出口作業時則有通關功能）。
	往往被定位為存放物品的場所，用來調節供需之功能。	可降低缺貨率、賣場之庫存量、及訂貨等待時間，符合多樣少量之消費需求，並且實施戶對戶配送服務，進而提高品質。

資料來源：林立千 [26]

3.1.3 物流中心之類型

不同類型的物流中心，由於其設施定位不同，面對不同之目標功能、組織成員、產品特性、顧客需求等等因素，將會產生不同之作業流程、設備需求、作業要求等等，進而影響到物流中心的規劃設計。瞭解物流中心之類型，有助於規劃者進行設施定位之工作，因此，本節針對物流中心之類型進行比較探討。

由前述經濟部商業司之定義可知，物流業為一新興行業，在本質屬性上包含商業之批發功能、運輸業之配送機能、以及倉儲業之暫存保管功能，甚至還可能具備有工業之流通加工機能，其跨行業整合之特色，使得目前中華民國行業標準分類尚無該項行業別分類，各家學者對於物流中心之類型也缺乏系統性之分類標準，因此分類方式十分多樣化。

依據投資廠商之背景及企業策略運用方式，物流中心之類型可區分為[30]：

- 一、 M.D.C. (Distribution Center built by Maker)
由製造商所成立之物流中心。其目的在於掌握商品配銷通路，並達到商流與物流之專業分工。如味全集團的康國行銷、泰山企業的彬泰流通...等。
- 二、 W.D.C. (Distribution Center built by Wholesaler)
由傳統批發商或代理商所成立之物流中心。這種物流中心之重點在於加強對商品之掌握。如德記洋行之德記物流...等。
- 三、 T.D.C. (Distribution Center built by Trucker)
由貨運公司所成立之物流中心。藉由公司原有之運輸網路與營運廠站擴大營業範圍，發展成專業之物流中心。如新竹貨運、大榮貨運...等。
- 四、 Re.D.C. (Distribution Center built by Retailer)
由零售商向上整合所成立之物流中心。如全家便利商店之全台物流、頂好惠康超市之惠康物流...等。
- 五、 R.D.C. (Regional Distribution Center)
區域性物流中心，負責特定小區域之物流中心配送業務。如日茂物流。
- 六、 F.D.C. (Frontier Distribution Center)
中繼站或轉運站型態之物流中心。作為物品暫時存放之轉運站，或為大型車輛轉換成小型車輛之中繼站。如聯強國際。

上述六類分類之外，目前國內尚有由直銷商或通信販賣者所成立之物流中心(C.D.C., Distribution Center built by Catalog saler)，如安麗、統一型錄販賣...等)。

除了依據投資者背景之分類方式，參考中華民國物流協會之分類方式，物流中心可依其經營型態分為三類 [33]：

一、 封閉型物流中心：

此類型物流中心之主要特色為僅配送企業內部所需之商品，著重於服務企業內部為而不以營利為目的。

二、 專屬型物流中心：

此類型物流中心之主要特色在於服務企業集團，對集團子企業提供物流服務，有時也提供外部企業之服務。

三、 泛用型物流中心：

此類型物流中心的特色在於「開放型」之配送通路，不限定某一封閉通路，可以提供服務給任何有需求的產業。此類物流中心純粹提供專業物流功能，並不涉及商流活動。

若將物流中心依配銷通路進行分類，大致可將物流中心分為四種類型：

一、 配送到府之物流中心：

由於直銷、郵購、電視購物、與電子商務等行銷方式之興起，廠商透過物流中心直接將商品配銷到消費者手中，配銷對象為最終之消費者。其特性會因消費者生活形態與購買行為而有所不同。

二、 零售通路之物流中心：

配銷對象以零售商為主，包括連鎖商店或超市之賣場，以及單品、獨立之零售商店。

三、 批發通路之物流中心：

配銷對象以區域性之大批發商、量販店為主。

四、 綜合經營之物流中心：

無特定之配送對象，從大批發商至連鎖超商均可配送。

由於針對投資者角色不同進行之分類方式並未能表達出不同物流中心之策略特性。黃思明 [29]於民國 83 年針對物流中心之通路角色與通路功能進行探討，運用通路角色、物流活動、與商流活動三個分類構面來進行物流中心之分類。其分類構面說明如表 3.4。

表 3.4 物流中心分類表 —— 依通路角色與通路功能區分

		類 型	說 明
通路角色		1. 供應商兼中間商	物流中心為公司之送貨部門
		2. 零售商兼中間商	物流中心為公司之進貨部門
		3. 物流中心為一獨立公司	(1) 有一供應商為主要關係企業
			(2) 有一零售商為主要關係企業
			(3) 有一供應商與一零售商為主要關係企業
			(4) 上下游無主要關係企業
通路功能	物流活動	1. 以運輸功能為主	
		2. 以配送功能為主	(1) 配送體系內之超商或超市
			(2) 配送一般零售商店
			(3) 配送到體系內之大賣場
通路功能	商流活動	1. 無商流活動	專業物流作業
		2. 形式商流	專業物流作業及物權轉移
		3. 實質商流	包含完整商流作業
		4. 混合型	面對不同顧客有不同形式之功能

資料來源：黃思明[29]，本研究整理

黃思明對於物流中心之分類方式整合了先前幾種分類準則而顯得更具有系統性，相較先前幾種分類方法更多了一項商流活動之分析構面，其中，商流活動可分為「實質商流」與「形式商流」兩類。「實質商流」係指物流中心在交易過程之中擁有商品之所有權，並且實際參與商品之開發企畫、採購、決策、促銷、價格談判...等等商流活動；相對而言，「形式商流」僅指物流中心在交易過程中擁有商品之所有權，但並未參與其他商流活動，一般亦稱之為「代銷」或「代購」。

林立千亦針對通路功能與成本管理進行物流中心之特性分類[26]：

- 一、第一類物流中心為企業後勤單位部門，屬於公司內部組織的一部分，僅支援該公司之物流需求，亦即一般所稱之「封閉型」物流中心。此類物流中心並無單獨之服務收入，通常是該公司為執行商流、物流分離而衍生之產物。
- 二、第二類物流中心純粹提供物流服務，即一般所稱之「開放型」專業物流中心。收入來源 100% 均為物流服務收入。
- 三、第三類物流中心提供客戶形式商流服務，其與開放型物流中心在營運上頗為相似，差異之處僅在於其營業額包含了銷貨金額，因此通常營業額要比開放型物流中心高出許多。

- 四、第四類物流中心之通路功能包含實質商流與形式商流。之所以同時擁有二者，主要是因為此類物流中心多由製造商所成立，其面對現代化連鎖賣場時即扮演專屬經銷商之角色，從事形式物流之功能；當面對一般經銷商時，怎從事實質商流之功能。
- 五、第五類及第六類物流中心在經營型態上類似，唯一的差別在於第六類物流中心不僅具備實質商流之功能，亦可提供不含商流之純粹物流服務。因此，第五類物流中心之收入均屬於銷貨收入，而第六類物流中心之收入則可能包含物流收入與銷貨收入。

表 3.5 物流中心特性分類

	無商流	形式商流	兼具二種商流	實質商流
完全成本中心	第一類物流中心		第四類物流中心	第五類物流中心
	資生堂物流中心		彬泰流通	康國行銷
	遠百物流中心		聯合利華公司	金典食品
	萊爾富物流中心			掬盟行銷
成本暨利潤中心		第三類物流中心		第六類物流中心
		大榮貨運		德記物流
		捷盟行銷		潤成食品
		橋泰物流		
完全利潤中心	第二類物流中心			
	東源儲運			
	日茂物流			
	環緯流通			

資料來源：林立千 [26]

物流中心亦可依據倉儲保管溫層功能之不同分為以下幾種類型：

- 一、常溫型物流中心：

常溫下作業，處理一般適用於常溫保存之食品、罐頭、化妝品、清潔用品、設備...等，一般物流中心多屬於此類。
- 二、冷凍型物流中心：

溫層控制在-25℃到-18℃，主要配送物品為冰品、冷凍食品...等。
- 三、冷藏型物流中心：

其溫層控制在 1℃左右，主要配送物品為生鮮食品、乳製品、蔬菜...等。

四、 空調型物流中心：

其溫層控制在 16°C 到 18°C，主要配送物品為巧克力、糖果、藥品...等。

若考慮到國際性之物流活動，物流中心尚可依貨物起迄點區分為以下三類 [31]：

一、 轉口型物流中心：

供應商由國外進口貨物，經由物流中心組裝後，再配送至其它國家的顧客。

二、 進口型物流中心：

供應商由國外進口貨物，藉由本地物流中心配送至國內顧客。

三、 出口型物流中心：

供應商將本國供應之貨物，藉由物流中心組裝後，配送至國外顧客。

總整上述各種分類方式，本研究整理物流中心之各項分類構面如表 3.6：

一、 通路角色：

物流中心依據通路角色不同之分類方式，可參考黃思明之分類法則。

二、 功能範圍：

物流中心之功能範圍不僅止於物流與商流功能，更包含有資訊流與金流之功能，因此，依據功能範圍進行物流中心之分類時應包含此四項功能。

三、 目標顧客：

為了滿足不同目標顧客之需求，物流中心將會發展出不同之營運型態。若以配銷對象來區別，物流中心大致可分為配送到府之物流中心、零售通路之物流中心、批發通路之物流中心、以及綜合經營之物流中心。

四、 商品特性：

面對不同商品特性，物流中心之設備必須有不同的設計。例如不同倉儲溫層需求之商品、易腐壞之商品、危險物品、具時效性之商品、高單價之商品...等等，都應有適當的物流中心型態來提供物流服務。

五、 作業服務項目：

物流中心提供各種作業服務項目，一般包含有倉儲管理服務、運輸配送服務、附加價值服務、行政資訊服務、整體物流規劃服務...等等，用以滿足其所設定之功能需求。依據物流中心所提供之作業服務項目，可進行物流中心之分類。

表 3.6 物流中心分類構面整理分析

	分 類 方 式 與 說 明	
通路角色	1. 供應商兼中間商	物流中心為公司之送貨部門。
	2. 零售商兼中間商	物流中心為公司之進貨部門。
	3. 物流中心為一獨立公司	(1) 有一供應商為主要關係企業。
		(2) 有一零售商為主要關係企業。
		(3) 有一供應商與一零售商為主要關係企業。
		(4) 上下游無主要關係企業。
功能範圍	包含物流、商流、資訊流、及金流。	
目標顧客	若以配銷對象來區別，大致可分為配送到府之物流中心、零售通路之物流中心、批發通路之物流中心、以及綜合經營之物流中心。	
商品特性	面對不同商品特性，物流中心之設備必須有不同的設計，因而產生不同型態之物流中心。	
作業服務項目	運輸配送服務	如：配送服務、運輸規劃。
	倉儲管理服務	如：倉儲管理、存貨管理。
	附加價值服務	如：包裝、重整改裝。
	行政資訊服務	如：訂單管理、海關通關作業。
	整體物流規劃服務	如：資訊支援、貨物追蹤。

資料來源：本研究整理

3.2 物流中心之作業流程

物流中心屬於服務業設施，其內部運作型態與製造業設施差異很大，有別於著重於生產製程之工廠作業流程。本節將進行物流中心之作業流程分析，探討物流中心之一般化作業流程，以便針對物流中心之作業特性選用適當之設備，並規劃所需之作業空間。關於物流中心之基本作業功能與流程，各學者之研究結果分別敘述如下：

美國物流協會從管理之角度，提出了 14 項物流活動：(1) 顧客服務、(2) 需求預測、(3) 流通通訊、(4) 存貨控制、(5) 物料搬運、(6) 訂單處理、(7) 零組件服務支援、(8) 廠房及倉庫地點選擇、(9) 採購作業、(10) 包裝、(11) 退貨處理、(12) 廢棄物處理、(13) 交通及運輸、(14) 倉管及儲存作業。

賴明玲與陳妙禎 [34]將物流機能劃分為：商品販賣機能、倉儲保管機能、商品輸配送機能、商品流通加工機能、與資訊提供機能五項，從而可發展物流中心之作業活動。

Govindaraj 等人 [11]認為商品由進入物流中心到離開之過程中，物流中心共可發揮三種功能：

一、 混合(blending)：

接收工廠送來的各種商品，並且依照顧客的訂單將所需之商品取出予以混合成同一批貨物。

二、 匹配(impedance matching)：

將相對上數量較多且輸入次數較少的流入商品(in-bound flows of products)與數量較少且輸出次數較多的流出商品(out-bound flows of products)予以同步化(synchronizing)。

三、 附加價值(value adding)：

透過包裝、組合、加工等客制化服務來提升商品的價值。

依此三項功能，Govindaraj 等人將物流中心之作業分為以下幾個項目：

(1) 接收作業、(2) 檢驗作業、(3) 儲存作業、(4) 揀貨作業、(5) 理貨作業、(6) 裝運作業、(7) 越倉作業。

此外，Tompkins 等人[24] 於 1996 年也曾歸納整理前人之研究成果，認為物流中心應包含下列幾項主要作業：(1) 接收作業、(2) 包裝前置作業、(3) 入庫作業、(4) 儲存作業、(5) 揀貨作業、(6) 打包\貼標作業、(7) 分類\累積作業、(8) 包裝\裝運、(9) 越倉作業、(10) 補貨。圖 3.1 表達了上述主要作業之流程與相互關係。

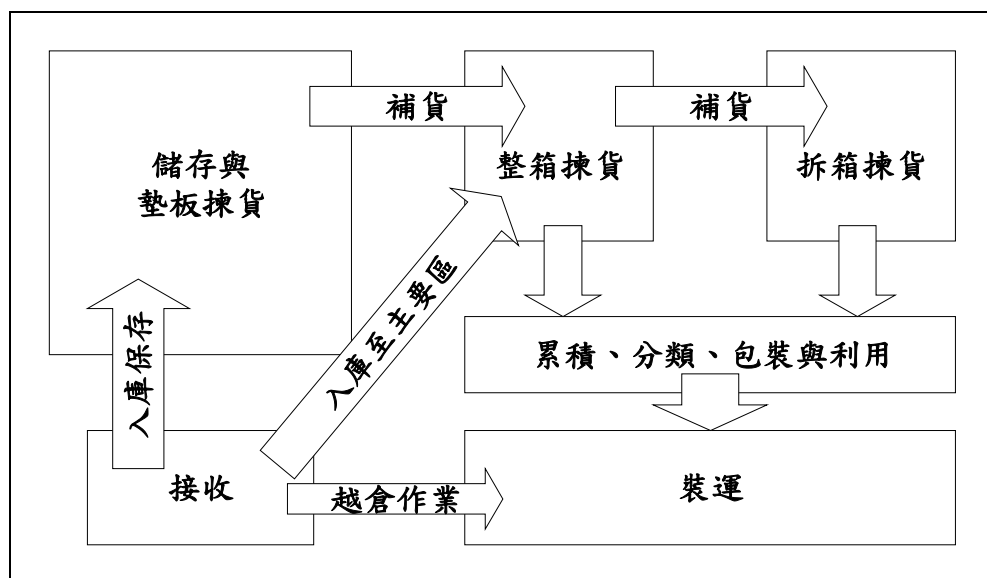


圖 3.1 物流中心內部作業流程圖(1)

資料來源：Tompkins [24]

謝明翰 [35]於民國 86 年運用 IDEF (ICAM Definition Method, Integrated Computer Aided Manufacturing Definition Method)方法，針對物流中心之系統作業與系統架構兩方面來探討其作業內涵。IDEF 方法使用結構化之方式取得系統之資訊，並運用分解技術將複雜之系統方成數個功能模組來表示，近年來，IDEF 方法在系統規劃上已獲得普遍之應用。該研究中將系統作業面定義為訂貨處理、進貨作業、存貨管理、揀貨作業、銷貨處理、及退貨管理六大機能，系統架構面則分為物流策略、硬體設施、資訊系統、及管控活動四類分析項目。如表 3.7 所示。

表 3.7 物流中心之作業內涵

		系統作業面					
		訂貨處理	進貨處理	存貨管理	揀貨作業	銷貨處理	退貨管理
系統架構面	物流策略	採購時機	進貨方式	存貨單位選用	揀貨單位選用	銷貨成本分析	退貨處理原則
		貨源規劃	收貨規劃	補貨時機	揀取原則	裝車原則	售後服務
		訂單處理原則	流量分析	區域規劃原則	揀貨方式	出貨品檢制度	
		供應商評估	商品特性分析	盤點作業方式	理貨合流方式	通路分析	
		商品屬性	貨品編碼方式	通道佈置	流通加工與包裝範圍	配送法則	
		商品開發	進貨品檢制度	搬運設備購置原則		搬運設備購置原則	
		訂購數量	搬運設備購置原則		搬運設備購置原則		
		議價程序					
		帳單處理方式					
	硬體設施	EOS/POS 硬體導入	托板規格佈置	倉儲設備佈置	動管儲位區分	車輛佈置	分級判斷
			車輛佈置	儲存容器佈置	揀貨容器佈置	檢核系統	良品歸庫作業
		EDI 標準格式訂定	搬運系統	入庫作業	搬運系統	搬運系統	瑕疵品再加工作業
			檢核系統	搬運系統	流通加工與包裝系統	動線規劃	
		FAX/HT/VAN 傳輸網路建構	動線規劃	動線規劃			廢品銷毀作業
			條碼硬體導入		理貨合流系統		
					動線規劃		
	資訊系統	EOS/POS 系統	條碼系統	儲位規劃	揀貨資訊	銷貨資訊	料帳補正系統
		訂單處理系統	進廠流程	產品資料	理貨合流資訊	途程分派系統	
		採購系統	產品登錄系統	日期管理	揀貨流程		
		帳單處理系統		盤點系統			
	管控活動	人力資源管理、績效管理、營運管理、作業指標評定、設備維護、資訊更新					

資料來源：謝明翰[35]

陳慧娟 [32]將物流中心之作業流程區分為採購、進貨、進貨檢驗、入庫、存放、揀取、包裝、分類、出貨檢查、裝貨、配送、訂貨等，其管理活動包括營業管理、庫存管理、採購管理、帳務管理、進貨管理、儲存管理、及出貨管理等。如圖 3.2 所示，陳慧娟之研究除了說明與貨物處理有關之實體作業流程外，也表達了上層資訊管理作業之流程與相對關聯性。

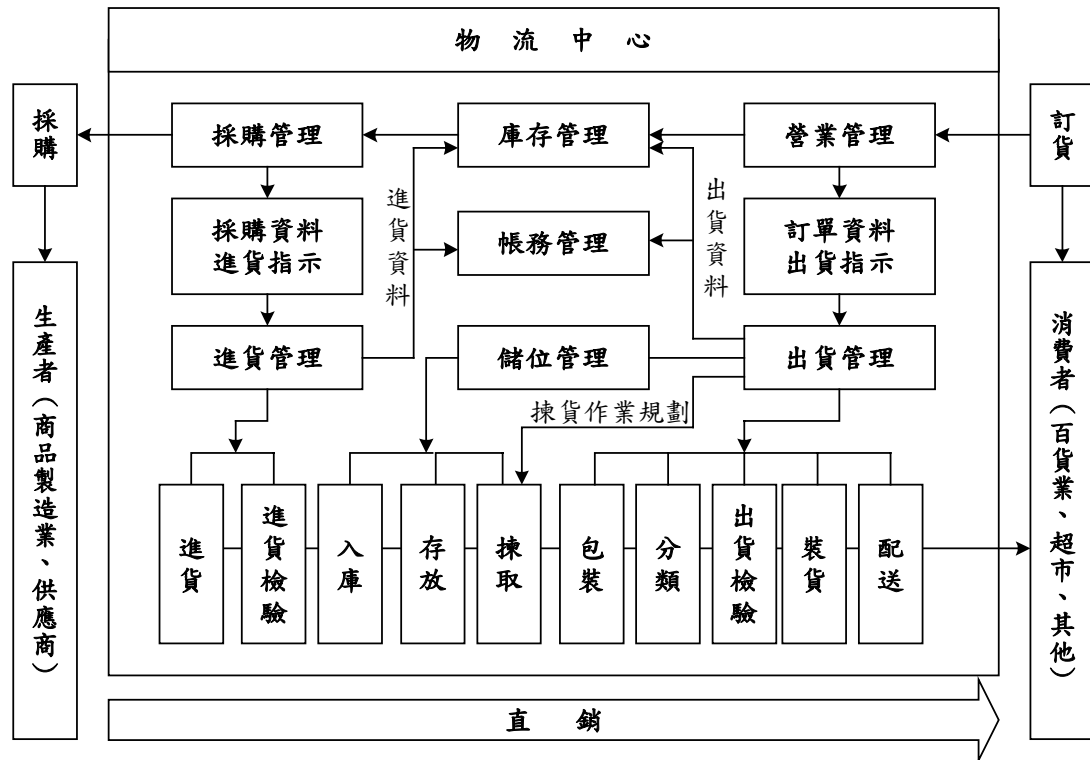


圖 3.2 物流中心內部作業流程圖(2)

資料來源：陳慧娟[32]

張傳杰[30] 於民國 86 年將物流中心之作業流程劃分為實體物流與資訊流兩部分進行探討，並說明物流中心之作業流程與上游供貨廠商與下游客戶間之關連性。其中，物流中心之實體物流作業項目包含有進貨、進貨檢驗、卸載、入庫、入庫管理、補貨、揀貨、流通加工、集貨暫存、出貨檢驗、裝載上車、配送、退貨、退貨分類；資訊流作業項目包含有接單、訂單處理、出貨準備、與採購。如圖 3.3 所示。

物流、商流、資訊流、金流是維繫物流中心運作之四大要素，其中資訊流更是物流中心運作順暢與否之關鍵因素。相較於先前介紹之研究結果，陳慧娟與張傳杰之研究同時考量了物流中心內部之實體物流與資訊流，不但更能完整描述整個物流中心之作業流程，同時也明確地表達了資訊流在物流中心作業流程中所扮演之重要性。

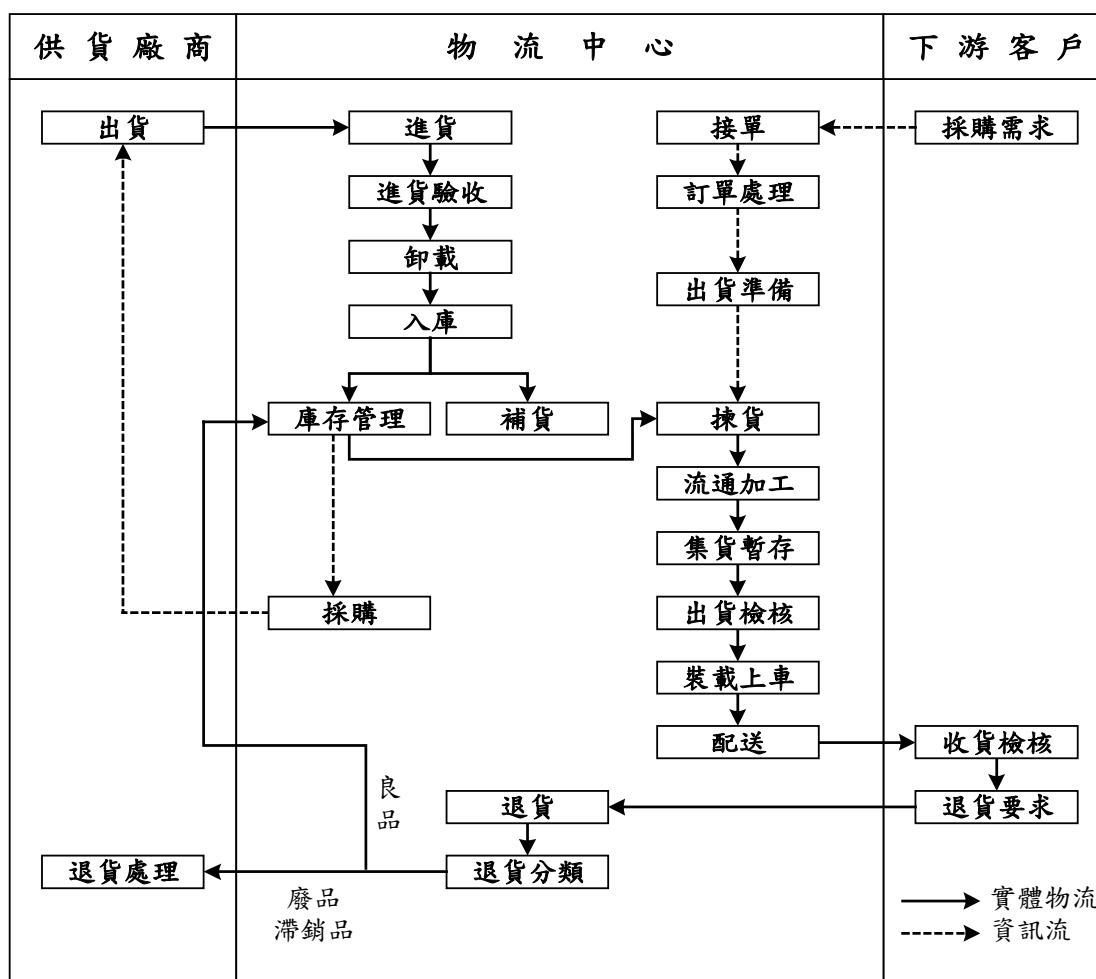


圖 3.3 物流中心內部作業流程圖(3)

資料來源：張傳杰[30]

透過文獻蒐集，可發現過去關於物流中心作業流程之論述，不但所提出之作業項目不盡相同，所使用之名詞及其涵蓋的作業內容也缺乏一致性。對於物流中心之作業流程，各家學者均有自己的定義，使得後續研究者與物流中心之設計者無所是從。因此，林立千 [26]利用模組化分析方法針對物流中心發展一套普遍性之作業模組，以期能運用模組系統之組合完整表達物流中心之作業，明快而準確地呈現其作業風貌，並作為後續研究者之分析工具。

林立千之作業模組亦分為實體功能模組與資訊功能模組兩大類，整體作業模組如圖 3.4，分別說明如下：

一、實體功能模組

為物流中心之一般性實體作業，依其功能特性共可劃分為以下九個模組，分別說明如下：

1. 進貨實體模組：

進貨實體模組包含物流中心對其所購入之貨品，從供應商送貨抵達開始直到貨品入庫為止所實施之一連貫實體作業，為實體貨品進入物流中心之初步處理作業。

2. 儲存實體模組：

儲存實體模組之目的在於輔助其他作業順利進行「存」與「取」之動作，並及時掌握庫存變化。一般物流中心之倉儲區域還可分為「保管區」與「動管區」兩類。保管區存放的是大批量或週轉率較低的貨品；動管區存放的是週轉率較高且小批量的貨品。

3. 揀貨實體模組：

揀貨實體模組在物流中心接受顧客訂單之商業活動中，負責將顧客訂購之貨品由倉儲區域中取出。揀貨方式主要可分為依訂單揀貨之「訂單別揀貨」與依貨品揀貨之「批量揀貨」兩種方式。

4. 補貨實體模組：

補貨實體模組之主要目的是為了保持揀貨作業順暢，避免揀貨區缺貨而無法及時滿足顧客訂單需求。因此，補貨作業為揀貨作業之前置作業，負責將貨物從保管區移動到動管區以支援訂單揀取作業。

5. 分貨／集貨實體模組：

分貨／集貨實體模組可定義為揀貨作業完畢後，再將貨品依客戶別或配送路線進行分類集中之工作。其執行與否與作業量多寡與揀貨方式有關。

6. 流通加工實體模組：

流通加工實體模組是一項可以提高服務品質、保護產品、並增加附加價值之作業模組，在物流系統中屬於一種可選擇性之附加服務作業，並非每一種商品或每一位客戶都需要此項作業。依客戶需求之不同，其作業流程可能於商品到達驗收後馬上進行加工，或者於揀貨或分貨／集貨作業完成後才進行。

7. 出貨實體模組：

出貨實體模組意指將揀取分類完成之貨品做好出貨檢查，並加上適當之包裝保護，根據車輛趟次別或廠商別等指示將物品運至出貨暫存區，最後裝車配送。

8. 輸配送實體模組：

輸配送實體模組意指將顧客訂購之貨品，使用運送工具從生產地或物流中心送至顧客手中之一切實體活動。輸送指作長距離大量貨品之移動，或與距離無關之據點間貨物的移動，屬於區域間之貨物移動；而配送指作短距離少量貨物之移動，或從企業送達顧客處之移動，屬於區域內之貨物移動。

9. 退貨實體模組：

物流中心之退貨物流依照退貨作業發起人之不同可分為兩類，第一類是由零售端顧客發起，乃配送人員所運送之商品發生損壞、滯銷、瑕疵、地點或數量錯誤，或資源回收，必須將商品自顧客處取回送返物流中心進行處理；第二類是由物流中心發起，乃因物品過期、品質瑕疵、或數量過多而退回給上游供應廠商。

上述各項實體功能模組之作業內容，皆是以「由資訊功能模組發出作業資訊 → 產生實體作業 → 實體作業完成並將訊息傳送予資訊功能模組完成資料更新作業」之方式進行，將實體作業與資訊作業作緊密之連結。此外，在各項實體物流作業之間，針對不同型態之貨品適時適量地移動至適當的位置進行下一個作業之動作，稱之為搬運實體作業。

二、資訊功能模組

依據使用目的之不同，將資訊功能模組分為兩個群組。第一個群組包含七個資訊功能模組，其目的為支援實體功能模組；第二個群組包含三個資訊功能模組，其目的為支援物流中心之營運管理。其模組作業內容說明如下：

1. 支援實體功能模組之資訊功能模組：

- (1) 訂單資訊模組
- (2) 採購資訊模組
- (3) 進貨資訊模組
- (4) 庫存儲位資訊模組
- (5) 出貨資訊模組
- (6) 輸配送資訊模組
- (7) 退貨資訊模組

2. 支援物流中心營運管理之資訊功能模組：

- (1) 設備管理資訊模組
- (2) 財務會計資訊模組
- (3) 營運績效管理資訊模組

林立千所提出之模組化作業系統，可說綜整了其他學者的研究成果，對於一般化物流中心之各種作業項目之定義明確，也清楚地表達流程上的關聯性，有助於本研究瞭解物流中心之作業特性。

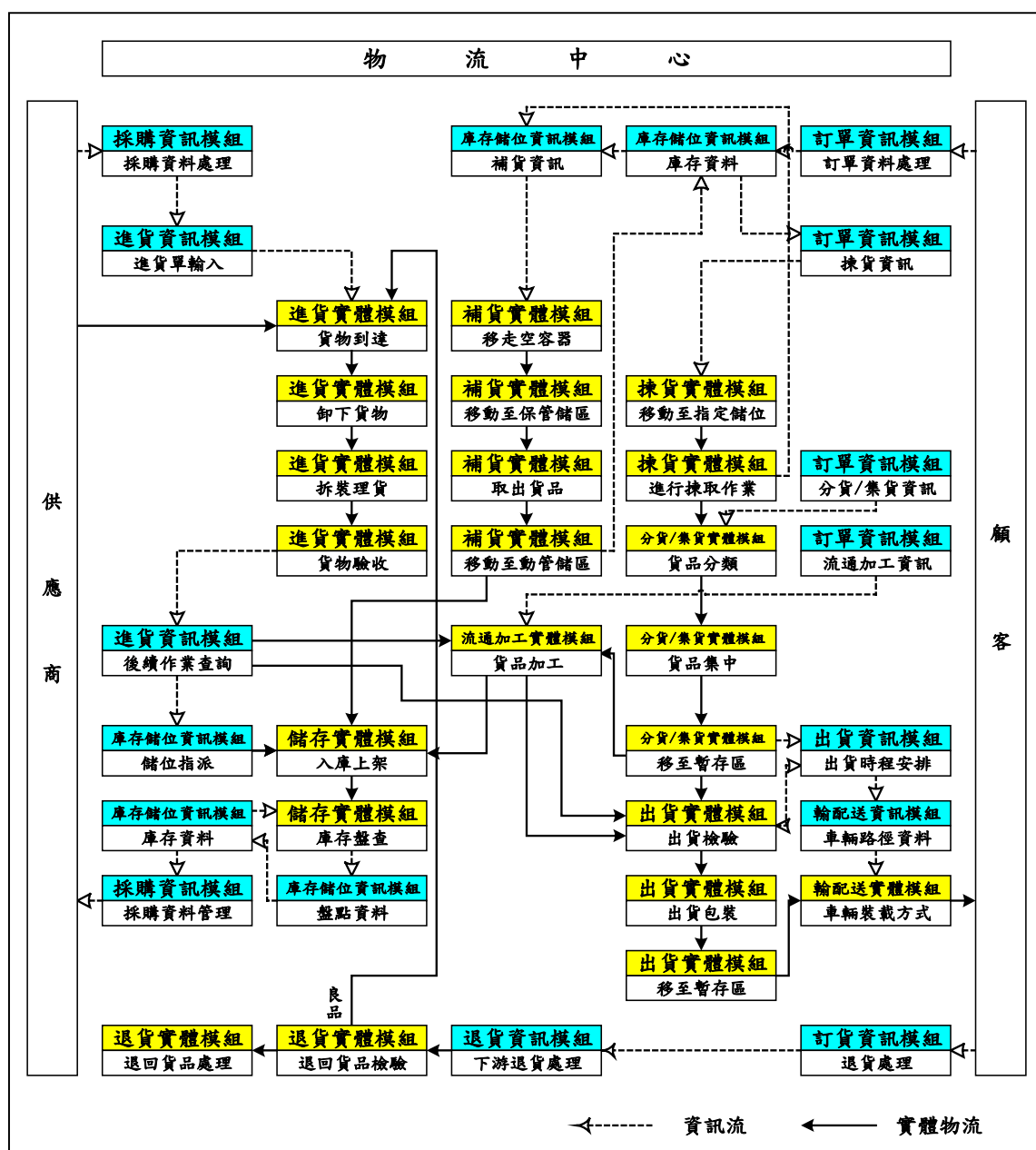


圖 3.4 模組化物流中心作業系統流程

資料來源：林立千[26]

透過物流中心之作業流程分析，可發現其內部空間之佈置主要受到實體物流之影響，資訊流的傳遞活動並不需要佔用實體空間。因此，參考林立千之實體功能模組，本研究定義物流中心內部之一般化實體作業如下表所列：

表 3.8 物流中心內部之一般化實體作業

實體功能模組	作 業 內 容	
進貨實體模組	1. 貨物到達	2. 卸下貨物
	3. 拆裝理貨	4. 貨物驗收
儲存實體模組	1. 入庫上架	2. 庫存盤查
揀貨實體模組	1. 移動到指定儲位	2. 進行揀取作業
補貨實體模組	1. 移走空容器	2. 移動至保管區
	3. 取出貨品	4. 移動貨品至動管區
分貨／集貨實體模組	1. 貨品分類	2. 貨品集中
	3. 移至出貨暫存區	
流通加工實體模組	1. 貨品加工	
出貨實體模組	1. 出貨檢驗	2. 出貨包裝
	3. 移至出貨暫存區	4. 裝車
退貨實體模組	1. 退回貨品檢驗	2. 退回貨品處理

資料來源：本研究整理

依此定義，可繼續探討物流中心作業設備需求及作業空間需求，以完成發展空間佈置方案之前置工作。

3.3 物流中心作業所需之設備

關於物流中心作業所需之設備，依據物料搬運系統(Material Handling System, MHS)對於物料之包裝保護、移動、存取、與控制等四項主要功能，將其分為四大類型：

(1) 容器與單元化設備(containers and unitizing equipment)、(2) 運輸設備(transportation equipment)、(3) 存取設備(storage and retrieval equipment)、(4) 自動辨識與通訊設備(automatic identification and communication equipment)。本節將分別說明各種類型之設備特性，並分析物流中心各種作業之設備需求[12][24]。

3.3.1 容器與單元化設備

單元負載原則是物料搬運的重要原則。透過容器與單元化設備來達成貨品的單元化，有助於執行物料搬運和儲存作業，同時也確保物料之安全性。容器與單元化設備包含了容器設備與負載單元化設備兩大類，分別說明如下：

一、 容器設備

一般而言，物料如何移動、儲存、與控制，與物料本身之包裝方式有關，透過容器設備之使用將鬆散的物品集中為單元化負載，有助於貨品的搬運與儲存。因此，選擇容器是一項關鍵性的決定，也是物料搬運系統的重要基礎；在選定容器的同時，應同時考量其對於後續移動、儲存、和控制技術等作業之影響。常見之容器設備類型列於表 3.9。

表 3.9 容器設備類型說明

容 器 設 備		
分 類		特 性 說 明
托 板	二口型托板	相對兩邊有舉叉插口之平托板。
	四口型托板	前後左右四邊具有舉叉插口之平托板。
	單面使用型托板	雙面之面板，但僅單面可供裝載之平托板。
	雙面使用型托板	雙面之面板，兩面均可供裝載之平托板。
物 流 箱	折疊籠	由金屬網組成，可多層堆疊及折疊儲放以節省存放空間，並可配合堆高機使用。適合少樣多量之散裝貨品儲存。
	巢積型	以反覆使用為目的之塑膠製儲運容器，可落進堆疊，適用於農產品業、食品業、物流業等。
	疊積型	以反覆使用為目的之塑膠製儲運容器，長方形可互相堆疊，適用於農產品業、食品業、物流業等。

資料來源：Johnson[12], Tompkins[24]

二、 負載單元化設備

除了使用容器設備來實現單元負載之外，還有一些專門設計來建立單元負載之設備，稱之為負載單元化設備。常見之負載單元化設備之類型如表 3.10。

表 3.10 負載單元化設備類型說明

負 載 單 元 化 設 備		
分 類		特 性 說 明
彈性伸縮纏繞	收縮包裝	利用塑膠袋將負載之物件覆蓋，再加熱包裝負載而成。適用於小型物件。
	彈性伸縮纏繞	利用機器設備將塑膠膜緊緊纏繞負載，使用多層包裹之方式以達到與收縮包裝之相同保護效果。
托板封裝裝置	托板封裝裝置	接收產品之後，將其置於預先訂好型式之托板上。適用於盒裝、罐裝或瓶裝之物件搬運。

	托板拆裝裝置	接收托板之後，自動將產品移離托板。適用於盒裝、罐裝或瓶裝之物件搬運。
--	---------------	------------------------------------

資料來源：Johnson[12], Tompkins[24]

3.3.2 運輸設備

運輸設備包含有輸送機、工業用車輛、與單軌列車、起重機、吊車三大類，分別說明如下：

一、輸送機設備

輸送機可用於固定路徑上之物料運輸，但由於較佔用空間，通常只有在特定工作點之間有大量物料需要進行頻繁的搬運工作時，才值得考慮設置。輸送機又可區分為不同之類型，如表 3.11 所列。

表 3.11 輸送機設備類型說明

輸 送 機 設 備		
分 類	特 性 說 明	使 用 時 機
重力式輸送機	滾輪式 又稱為「溜冰鞋滑輪」，主要特點為重量輕，易於搬動，且在轉彎部分滾輪可獨立轉動。組裝、拆裝快速容易。	對於表面較軟、較輕之物品，提供較佳之輸送性。但底部有挖空之容器或籃子則不適用。
	滾筒式 滾筒、軸、軸承、骨架、支撐架等元件之組合，可滿足多樣性之應用需求。	適用於硬紙箱、木箱、塑膠容器，但不適用於附有滾輪之負載。
	滾珠式 在床台上裝有可任意方向轉動之萬向滾珠。	適用於表面較硬之物品。多灰塵之環境不適用此設備。
動力式輸送機	鏈條式 直接以鏈條承載貨物，且鏈條兩邊板片直接在支撐軌道上滑行。	構造簡單，維護容易，成本低廉，但噪音大，需使用低摩擦係數且耐磨耗之材料。適用於較輕之負載以及較短距離之運送。
	滾筒式 構造類似皮帶式輸送機，不同處在於皮帶上方裝有一列承載滾筒，下方裝有調整鬆緊之壓力滾筒。	應用於較重之負載，也廣泛使用於油污、潮濕、及高低溫環境。
儲積式輸送機	區段儲積 將輸送機分為幾個區段，每區段動力由一感測器控制，動作時可將下一區段動力切斷。	適用於避免後方物品推擠前方物品之情形。
	連續儲積 在某段時間內關閉大部分之動力，僅保存少許段落具有動力，使整條輸送機仍保有少量之驅動動力，以避免對物品造成損壞。	適用於避免後方物品推擠前方物品之情形。

皮帶式 輸送機	滑輪式	皮帶下方以滑輪支撐，使皮帶於其上方滑動。	適用於較輕之負載及低速度之情況。
	滾筒式	皮帶下方以數組排列之滾筒支撐，使皮帶於其上方滑動。	適用於較重之負載。
立體式 輸送機	螺旋式	螺旋滑槽式垂直輸送機，利用重力及螺旋之傾斜使塑膠桶內之貨品能平穩地滑至下一層樓。結構簡單，維護容易。	省空間且適用於需連續垂直輸送之場合，但僅可用於塑膠箱之輸送。
	懸吊式	高架懸空設置單軌條或間隔並列之複軌條，並安裝可吊物品之吊運車，以鏈輪驅動鏈條，使吊運車循環輸送物品。	適合噴洗、噴漆、烘乾、裝配、及輸送儲存等工作。一般懸吊之物品以 50 公斤以下人力可搬運為原則。
	升降式	可分為垂直板條式與垂直拖盤式升降輸送機。可連續搬運，升降台無需交換，輸送速度快。	垂直板條式適用於小物品單出與單入之高速垂直搬運，垂直拖盤式適用於多出入口之垂直搬運。

資料來源：Johnson[12], Tompkins[24]

輸送機除了輸送貨品的功能之外，配合其他的分類裝置，輸送機也可提供貨品分類之功能，將具有相似特性之貨品送往相同的位置集中。一般常見之分類輸送系統如表 3.12 與表 3.13 所示。

表 3.12 分類輸送系統

分 類 輸 送 系 統 設 備	
分 類	特 性 說 明
推離分向裝置	在輸送機側邊或上方設置推離裝置，可將貨品朝輸送機之垂直方向推離，以此進行貨品之分類。
移動式板條輸送機	直接在滾筒式輸送機的線上執行貨品分類作業。
突起滾輪裝置	在滾筒式輸送機的滾筒之間裝置斜向滾輪，收到指令時滾輪會突起，將貨品導向正確的輸送方向。適用於平底貨品的分類作業。
突起滾筒裝置	類似突起滾輪裝置，在滾筒式或鏈條式輸送機的滾筒或鏈條之間裝置滾輪，突起時可將貨品加以分流。適用於平底重型貨品之分類作業。
傾倒盤	利用傾倒盤之不同傾倒方向進行盤內貨品之分類。適用於各種外型（長型之外）之輕型物品的分類作業。

資料來源：Johnson[12], Tompkins[24]

表 3.13 分類輸送系統之比較

	人工	推離分向 裝置	移動式 板條	突起滾輪	突起滾筒	傾倒盤
每分鐘 最大分類量	15~25	30~35	50~150	65~150	15~20	65~300
負荷範圍	1~75 磅	1~75 磅	1~200 磅	3~300 磅	10~200 磅	1~300 磅
最短間隔距離	接觸	5~7 呎	4~5 呎	4~5 呎	接近接觸	1 呎
分類器衝擊力	溫和	中等	溫和	溫和	溫和	中強
原始投資成本	最低	中	高	高	中低	高
維護成本	最低	低	中高	中	低	中高

資料來源：Tompkins[24]

二、工業用車輛

工業用車輛有時亦稱之為可變路徑設備(variable path equipment)，具有較佳之機動性；當物料之移動非連續性或者移動之距離較長時，通常考慮使用工業用車輛來運送。工業用車輛之類型可大致分為徒步型、車乘型、與自動型三大類來加以說明，各類設備說明如表 3.14 所列。

表 3.14 工業用車輛設備類型說明

工 業 用 車 輛 設 備			
分 類		特 性 說 明	使 用 時 機
徒 步 型	手推車	以人力操作的方式來搬運貨品。	最常使用的廉價搬運設備，適合輕型負載作短距離的搬運。
	托板起重車	用於舉升、搬運裝於托板上的貨品。可使用人力或電力操作。	適合短距離的托板搬運，舉升能力在 6 到 10 呎之間。
	徒步堆疊車	增強托板起重車的舉升能力。可使用叉架或加裝抓舉裝置來存取貨品。	在低產出率、短距離移動、低垂直儲存高度、與低成本要求的作業環境中，徒步堆疊車是最理想的選擇。
車 乘 型	托板車	增強托板起重車之運輸能力。	電力驅動的車輛使得操作人員可以坐在車上作較遠距離的搬運。
	台車	利用平台承載貨品，而非使用叉架或托板。	沒有舉升能力，只能提供運輸功能。
	平衡式堆高機	又稱為叉舉車。利用後輪提供平衡的重量，使車輛可以舉升貨品。前方叉架可視需求不同改裝平台或撞槌。	通道需求較寬（10 到 13 呎），但成本低而彈性大，為托板存取作業最常用之設備。

自動型	自動導引車 (AGV)	無人駕駛的電力驅動車輛，利用導引系統或人工智慧使車輛沿著預定路徑行進。	高度自動化，節省人力，但投資成本較高。
	單軌自動列車 (SPM)	電腦控制的電動列車沿著高架軌道移動。	可程式化自動控制，高架軌道不佔用地板空間，但投資成本較高。

資料來源：Johnson[12], Tompkins[24]

三、單軌列車、起重機、吊車

單軌列車與起重機通常應用於較廣大之地區內將物料由某一處輸送至另一處，吊車則便於物料之定位、舉升、以及小區域內的輸送。單軌列車、吊車、與起重機在移動路徑的彈性以及物料搬運的連續性方面都介於輸送機與工業用車輛之間，但其所能負荷之重量有較多的變化組合。各類設備說明如表 3.15 所列。

表 3.15 單軌列車、起重機、吊車設備型態說明

單軌列車、起重機、吊車設備		
分類	特性說明	使用時機
單軌列車	設有傳動裝置之高架軌道，其軌道上方或下方裝置有搬運設備；傳動裝置可分為動力式或非動力式。	單軌列車與懸吊式輸送機十分類似，不同處在於單軌列車中的傳動裝置均屬於獨立運作。
吊車	附設於單軌列車或起重機上之吊升設備。使用之動力可為手動、電動、或氣動。	適用各種物料之搬運。
橋式起重機	如一座橋樑附著於軌道上，並可在整個工作範圍內移動。可分為上騎式與下吊式兩類，上騎式承載較重，下吊式用途較廣。	從輕工具到重金屬平版，幾乎任何物料皆可搬運。
旋臂起重機	旋臂架設於牆壁或地面上，利用旋臂上的吊車裝置與旋臂轉動來搬運貨品。	適用各種物料之搬運。
塔式起重機	由固定於地面或軌道車上的直柱與橫樑所構成，利用橫樑上的吊車來搬運物料。	常用於建築工地，亦可用於物料搬運作業。
堆置型起重機	類似橋式起重機，以構架裝置取代吊車，構架上裝有叉子或平台來舉升單元負載。可利用遙控或由構架上駕駛室之操作員直接操作。	常見於儲架上進行單元負載分類或存取之作業。

資料來源：Johnson[12], Tompkins[24]

3.3.3 存取設備

存取設備之主要目的在於臨時保管物料或建立存貨以供日後取用。存取設備可分為單元負載存取設備與小型負載存取設備兩類，但有些取料裝置是附屬於運輸設備之上，有些則自行獨立成另一型態之設備。分別說明如下：

一、 單元負載存取設備

單元負載存取設備基本上用於處理最大之負荷，如托板、大型箱子等，並作為單位負載之存貨管理、補貨作業...等之設備。單元負載存取設備可進一步細分為儲放單元負載之單元負載儲存設備以及提領單元負載之單元負載取用設備，設備比較說明如表 3.16 至表 3.18 所列。

表 3.16 單元負載儲存設備類型說明

單 元 負 載 儲 存 設 備		
分 類	特 性 說 明	使 用 時 機
區塊式堆放	將單元負載由地面往上堆放，無須其他設備。	適用於以托板大量存取的環境。
托板堆放架	可攜移式之設備，當以托板形式堆放時置於托板上方，以增加堆疊能力。	類似區塊式堆放，適用於負載本身不適合互相堆疊之情形。
單排料架	金屬簡易料架，其儲存格位可直接存取單元負載。	最常用之儲存料架，利用金屬支撐加強貨品垂直儲存的能力。
雙排料架	類似單排料架，但提供兩倍的負載深度。	可節省走道空間而增加樓地板空間利用率，但須配合兩倍長度的叉舉裝置。
駛入式料架	由雙排料架衍生而來，料架深度增加，並允許堆高機進入料架存取單元負載。	節省走道空間。適用少樣多量且出貨頻率較低之貨品存放。
駛出式料架	結構類似駛入式料架，但兩端均可進出，可由一端置入，另一端取用。	類似駛入式料架之適用情形，且可做到先進先出之存貨管理。
流動式料架	設置滑輪或滾筒等，利用重力將單元負載由料架之存入端送至取用端。	先進先出之存貨管理，兼顧高產出率與高儲存密度，但設置成本也較高。適用週轉率高之貨品。
後推式料架	存入貨品時會將原有之貨品往後推；當貨品被取走時，後方的貨品便利用重力向前補位。	提供後進先出之存貨管理。
移動式料架	將單排料架裝上滑輪或軌道，使整列料架可以移動。存取時需將相鄰的儲存料架移開以形成通道。	使用於空間不足與存貨週轉率較低之場合。

懸臂式料架	料架由一系列垂直的柱子所構成，凸臂由柱子向外伸出以承載貨品。	適用於儲放長型的貨品。如管子、棍棒、沙發長椅...等。
-------	--------------------------------	-----------------------------

資料來源：Johnson[12], Tompkins[24]

表 3.17 單元負載取用設備類型說明

單 元 負 載 取 用 設 備		
分 類	特 性 說 明	使 用 時 機
徒步堆疊機	增強托板起重車之舉升能力，以便能將單元負載堆疊於儲放架上。	適用於短距離之搬運。
平衡式堆高機	又稱為叉舉車。利用後輪提供平衡的重量，使車輛可以舉升貨品。	成本低而彈性大，為托板存取作業最常用之設備；但不適用於雙排料架之存取。
自動存取機	穿梭於料架間之固定軌道上之存取系統，可以同時進行水平和垂直方向之運動。	移動快速，舉升力強，成本高昂。通常用於處理超過 1,000 磅之貨品。
窄道車輛	頂提式	以防止翻覆之桿座代替平衡之重量來支撐負載及穩定車身。通道寬度之需求可以減少到 7~9 英尺。
	側載式	由車輛之單側來存取貨品，可避免為接近儲位而需在通道中轉彎之情形。可適用於不同型態之負載，並減少通道之空間。
	塔車	可由車輛兩側存取貨品，且不需在走道內進行迴轉。在樓地板面積受限之情況下，可有效增加儲存空間。
	混合式	改良自動存取機之存取設備，可任意在每個通道內移動。為窄道車輛中舉升能力最強者，成本也最高。

資料來源：Johnson[12], Tompkins[24]

表 3.18 單元負載取用設備之比較

	平衡式	頂提式	側載式	塔車	混合式	自動存取
車輛成本	\$30,000	\$35,000	\$75,000	\$95,000	\$125,000	\$200,000
舉升能力	22 呎	21 呎	30 呎	40 呎	50 呎	75 呎
通道寬度	10~13 呎	7~9 呎	5~7 呎	5~7 呎	5~7 呎	4~5 呎
負載能力	2~10k	2~6k	2~10k	3~4k	2~4k	2~5k
舉升速度	80 fpm	60 fpm	50 fpm	75 fpm	60 fpm	100 fpm
行進速度	550 fpm	470 fpm	440 fpm	490 fpm	490 fpm	500 fpm

資料來源：Tompkins[24]

二、 小型負載存取設備

小型負載存取設備常用於動管區中，處理較少量之輕型貨品。小型負載存取設備可區分為作業員需到儲存位置領取物料(man-to-part)之作業員領料系統(Operator-to-Stock, OTS)以及將物料傳送至作業員處供其取用(part-to-man)之發料至作業員系統(Stock-to-Operator, STO)。

作業員領料系統之構造較為單純，主要還是依賴人力在儲區通道之間搜尋各類訂單貨品，並配合機械化之車輛搬運貨品。雖然人類在辨識與分類取貨的能力上十分優秀，但在搜尋、移動、與等待之間，卻消耗了整體的工作效率。因此，發料至作業員系統利用自動化機械縮短搜尋訂單貨品的時間，並將貨品送至揀貨人員面前，藉此彌補人力搜尋與移動的弱點，提升揀貨作業之生產力，對商品安全性也有較佳之保護；但其缺點在於造價昂貴、較無重組之彈性、以及需要較多的維修作業。

各類型之小型負載存取設備分別說明如表 3.19 至表 3.20 所列。

表 3.19 作業員領料系統之設備類型說明

作 業 員 領 料 系 統 之 設 備			
分 類		特 性 說 明	使 用 時 機
儲存設備	箱架	金屬製的貨架上堆放以箱為單位的貨品，以人工進行揀取。	成本低、安裝容易、維護需求少，但空間利用率低，需要較多人力，且貨品安全性較差。
	紙箱流動架	類似流動式料架，專門存放以箱為單位之貨品，利用貨品重力與底部之滾筒使貨品滑向揀貨區。	先進先出之存貨管理，且可縮短揀貨作業員之徒步距離。
	儲放櫃	利用儲物櫃之抽屜作為單品儲存之儲位。	空間利用率較高，且可提供較佳之貨品安全性，但設置成本也較高。適用於高單價之貨品。
	機動儲存	類似移動式料架，將平行軌道埋設於地面，儲存設備底部裝上滾輪以形成機動化之儲存設備。	箱架、紙箱流動架與儲放櫃都可以設置成機動化儲存裝置。適用於空間有限之情形。
取用設備	揀貨車	專供訂單別揀貨用之揀貨車輛，包含多種型式，一般設有訂單別之分隔裝置、文書作業器具...等。	適用於訂單別揀貨之揀貨作業，可同時揀取多張訂單。
	載人自動存取機	可載人移動至貨品位置之自動存取機。可以使用專用軌道或者自由移動於通道間。	使用載人自動存取機時，貨品儲存高度可以增加，有助於提升空間利用率。

資料來源：Johnson[12], Tompkins[24]

表 3.20 發料至作業員系統之設備類型說明

發 料 至 作 業 員 系 統 之 設 備		
分 類	特 性 說 明	使 用 時 機
水平式旋轉台	序列式相連結之箱架，透過馬達驅動，可繞著垂直於地面的中心軸旋轉。作業員站在旋轉台前，從箱架中取出貨品。	空間利用率高。長度與高度的設計，需依據揀貨率的需求以及建築物的空間限制來決定。
垂直式旋轉台	類似水平式旋轉台，箱架繞著水平的中心軸旋轉，外層包覆金屬以增加貨品安全性。	使用時機類似水平式旋轉台，但貨品安全性較高，成本也較高。
微件自動存取機	適用於小型負載之自動存取機。	最複雜而昂貴的系統。長度與高度的設計需依據揀貨率的需求以及建築物的空間限制來決定。
自動配送裝置	由配送器與輸送機組成，貨品由配送器底部落到輸送機上，由輸送機送往作業員端。	適用於類似形狀與尺寸大小之小型貨品，如化妝品、藥品、出版品...等。

資料來源：Johnson[12], Tompkins[24]

3.3.4 自動辨識與通訊設備

透過自動辨識與通訊技術之協助，可以達到及時掌控物料之數量、來源、去處、現在位置...等重要訊息，作為自動控制之目的，減少人力成本與人為造成之疏失。自動辨識與通訊設備包含自動辨識設備與自動通訊設備兩大類，分別說明如表 3.21 與表 3.22。

表 3.21 自動辨識設備型態說明

自 動 辨 識 設 備		
分 類	特 性 說 明	使 用 時 機
條碼系統	條碼	運用一組印刷線條與線條間的空白間隙來表示不同字元。
	條碼閱讀機	接觸式或非接觸式之掃描器，利用射出光線讀取條碼之反射光，進而辨識條碼代表之字元。較快，適用於大量貨物之快速處理。
	條碼印刷機	列印條碼標籤之印刷機，可分為雷射、熱感應、序列式、撞擊式、與噴墨式五種。條碼印刷機之列印品質好壞，將影響條碼辨識之效果。

光學字元辨識	類似條碼閱讀機，利用光學掃描器直接辨識一般文字。	不需另外設計條碼系統，但光學辨識之要求比條碼系統更為嚴格，判讀速度慢，且稍有印刷異常都會造成誤判。
無線電頻率標籤	將資料編碼儲存於晶體內，當晶體標籤通過無線電天線的接收範圍時便能接收解讀標籤之內容。	標籤辨識不受環境影響，資料可長久保持，並且適用於高速辨識作業。
磁條	利用磁性物質來儲存大量資料，並透過接觸式讀取機進行判讀。	資料辨識可靠而不受髒污影響，資料內容可重複更動，但辨識速度較慢且成本較條碼系統高。
機器視覺	透過鏡頭攝取物品之照片，利用電腦進行編碼與資料庫之建立，作為日後比較辨識之依據。	辨識速度中等，精準度主要受照明品質影響，設置成本最高。

資料來源：Johnson[12], Tompkins[24]

表 3.22 自動化通訊設備型態說明

自 動 通 訊 設 備		
分 類	特 性 說 明	使 用 時 機
無線電頻率資料終端機	包含螢幕顯示器、輸入鍵盤、與特殊功能鍵，經由預定的頻率與電腦主機進行資料交換。	與自動辨識設備結合，以達到辨識與管理之功能。
聲音耳機	將電腦資料轉換成合成語音，或將人類的聲音轉換成電腦可辨識之資料，以便達到作業員與電腦系統之溝通。	適用於作業員之雙手與眼睛都必須同時從事生產工作之情形。
燈號與計算機輔助	電腦系統透過儲位上之燈號指示作業員揀取正確的貨品，作業員完成揀取後按下儲位上的按鈕以回報作業完成。	燈號系統適用於各種儲存設備。可以提升揀貨正確率、縮短揀貨時間，並可減少文書作業程序。
智慧型卡片	利用可儲存資料之卡片（如：磁卡）來儲存並傳遞資訊。	可儲存大量資料，但必須配合判讀設備使用。

資料來源：Johnson[12], Tompkins[24]

前述四大類設備包括了物流中心內部所需之各項設備，與物流中心之實體物流作業流程息息相關。而在這四類設備之外，物流中心尚需要一項貨棧設備，以供貨物順利進出物流中心。綜觀物流中心內部之一般化實體作業，其設備需求可整理如表 3.23 所列。

表 3.23 物流中心內部一般化實體作業之設備需求

實體功能模組	作 業 內 容	設 備 需 求
進貨	1. 貨物到達	貨棧設備
	2. 卸下貨物	運輸設備
	3. 拆裝理貨	容器與單元化設備
	4. 貨物驗收	自動辨識與通訊設備
儲存	1. 入庫上架	運輸設備、儲存設備
	2. 庫存盤查	自動辨識與通訊設備
揀貨	1. 移動到指定儲位	運輸設備
	2. 進行揀取作業	取用設備、自動辨識與通訊設備
補貨	1. 移走空容器	取用設備
	2. 移動至保管區	運輸設備
	3. 取出貨品	取用設備
	4. 移動貨品至動管區	運輸設備
分貨／集貨	1. 貨品分類	自動辨識與通訊設備
	2. 貨品集中	自動辨識與通訊設備
	3. 移至出貨暫存區	運輸設備
流通加工	1. 貨品加工	拆箱、貼標、包裝設備
出貨	1. 出貨檢驗	自動辨識與通訊設備
	2. 出貨包裝	容器與單元化設備
	3. 移至出貨暫存區	運輸設備
	4. 裝車	貨棧設備
退貨	1. 退回貨品檢驗	自動辨識與通訊設備
	2. 退回貨品處理	運輸設備

資料來源：本研究整理

3.4 物流中心之貨品特性

貨品可說是一切物流活動的根本，在物流中心之中，不僅倉儲作業會受到貨品的不同而有所影響，其他物流作業也必須與貨品特性互相配合。因此，在發展物流中心規劃方案之階段中，必須先瞭解其所處理之各項貨品特性。

物流中心規劃之初期準備階段，必須先針對貨品進行各項基本資料之蒐集。例如，透過分析上下游客戶之資料，可以掌握產業特性與物流中心之功能定位；透過商品品項資料與商品特性資料之蒐集，可瞭解各類商品之儲存性質（如體積大小、包裝需求、耐壓性、保存溫度...等），作為設備選擇與決定儲存方式之參考；透過訂單資料與銷售資料之預測，更可預先瞭解物流中心各項進出商品之數量與頻率，作為設定營運工作量與訂定各

種作業策略之參考。整體說來，大致可透過下列三項基本資料之蒐集分析來瞭解物流中心所處理之貨品特性，並可用於評估作業設備之選擇與內部空間需求之估算：

- 一、貨物品項資料：由上游廠商處取得物流中心之進貨項目資料。
- 二、貨品物性資料：由上游廠商處取得貨品之體積、重量、包裝方式...等資料。
- 三、訂單資料：運用歷史資料分析，預估下游廠商之訂貨需求。

圖 3.5 說明了蒐集之資料與規劃流程之關聯。

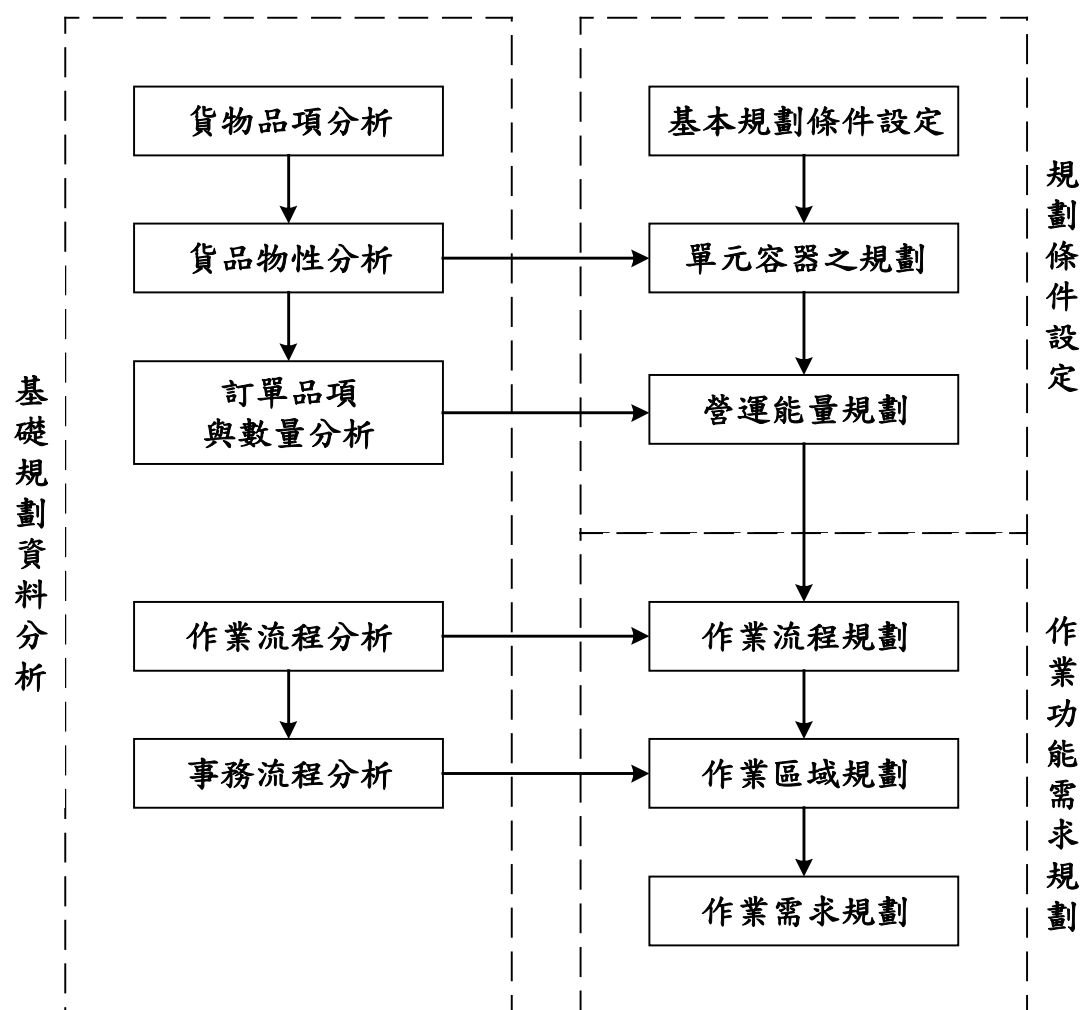


圖 3.5 物流中心資料蒐集與規劃流程

資料來源：張傳杰[30]，本研究整理

如圖 3.5，物流中心之資料蒐集與規劃程序開始於進貨品項之分析，透過上游廠商提供之品項資料，預先瞭解物流中心所處理之貨品對象。確定貨品項目之後，接著開始進行貨品物性之分析。針對各項貨品瞭解其物理

特性，包括重量、體積大小、保存溫度、外部包裝、堆疊能力...等，做為規劃單元容器、儲存環境、存取設備、運輸設備...等之系統參考依據。

由於各項貨品之特性不同，包裝方式也不一定相同，可能是以盒、箱、包為單位，在比較不同商品之數量時將會有所困難；為了在後續的分析過程中衡量貨品數量時能有比較之基準單位，進行貨品物性分析之後便可依其結果初步規劃適當的單元容器設備，以便設定計算貨品數量之單位（例如以托板為單位），有利於繼續進行後續規劃程序。

分析完各項貨品之物理特性之後，接著開始進行貨品數量之分析，依其結果可預估物流中心營運之貨品處理數量以及其他作業量的需求。傳統設施規劃之規劃對象多為製造業工廠設施，普遍使用 Muther 之 SLP 法來發展佈置方案，對於貨品數量之分析多使用 P-Q 分析法（Product-Quantity Analytics），依據生產之產品與其數量之關係作為發展規劃方案之參考依據，屬於一種生產導向之規劃分析。然而，物流中心之作業服務主要在於滿足顧客之需求，採用 P-Q 分析法並無法完全反應顧客需求之變化。為了加入顧客需求之考量因素，物流中心可以採用訂單品項與數量分析法（EIQ Analytics，以下簡稱 EIQ 分析法）來進行貨品數量分析[26]。

EIQ 分析法利用代表物流系統特性之三大元素：接收訂單（Entry of Order, E）、貨物品項（Item, I）、與貨品數量（Quantity, Q）來分析物流系統之需求特性。透過訂單資料之取樣蒐集與圖表化分析，規劃者較容易掌握物流作業特性，從而規劃作業系統、倉儲管理、揀貨策略...等事項。EIQ 分析法三大分析元素之定義如表 3.25。其分析程序如圖 3.6 所示，其中第四項程序 EQ、IQ、EN、與 IK 分別代表四種分析方式，後續內容中將對其多做說明。

表 3.25 EIQ 分析法分析元素之定義

分析元素	定 義	說 明
接收訂單	單一訂單之定義，在於訂單具有同時揀貨且同時配送至同一地點之特性。	1. 訂單截止時間內接收之訂單具備前述單一訂單之特性者，可視為同一張訂單而予以合併。 2. 同一訂單中要求以不同時間或不同地點配送貨品時，視為多張訂單且必須進行訂單分割。
貨物品項	單一貨物品項之定義，在於同類貨品以同樣的質、量進行同樣形式之包裝。	例如：同樣之飲料貨品，一打裝與半打裝之飲料即視為兩種不同之貨物品項。

貨品數量	<p>EIQ 分析法之貨品數量定義，在於單一訂單、單一貨物品項之訂購數量。</p> <p>例如：編號 0001 訂單之中，廠商訂購一打裝 A 飲料之數量。</p>
-------------	---

資料來源：林立千[26]，本研究整理

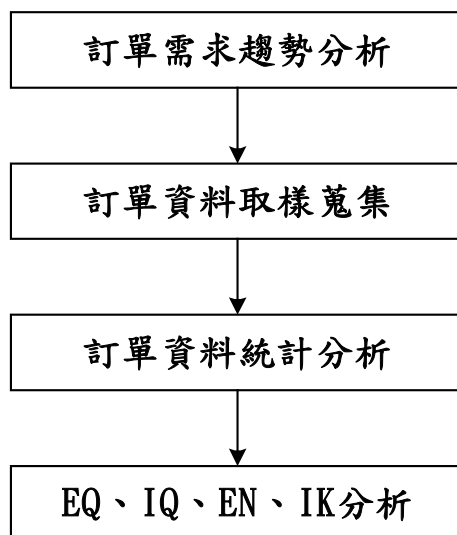


圖 3.6 EIQ 分析法分析程序

資料來源：林立千[26]，本研究整理

由於一般物流中心所處理之貨物品項繁多，使得進行 EIQ 分析法所需蒐集之資料量較多，適合針對特定之短期時窗進行訂單資料之取樣來表現物流中心之整體訂單需求。物流中心之訂單需求通常並非持續穩定不變之狀態，可能隨著時間之不同產生週期性或不規律的變化，規劃者必須先瞭解中長期之訂單變動趨勢，評估不同取樣基準之影響，進而決定適當之時窗進行訂單資料取樣。

若以訂單之尖峰期間進行取樣分析並依此規劃系統，雖然可以滿足物流中心之最大作業需求，但離峰期間人員與設備之閒置將使得資源利用效率降低；反之，若以離峰期間之取樣資料來規劃系統，雖然投資成本較低，則設備與人員可能常常供不應求，使得業務必須採取外包的形式；若以一般期間之取樣資料進行規劃，在尖峰時間可能必須採取加班或外包業務之方式來彌補。貨品需求之間離峰影響並不在本研究範圍之內，在本論文中不做深入探討，但規劃者務必審慎決定適當之訂單資料取樣時窗，以免錯估訂單需求而影響規劃結果。

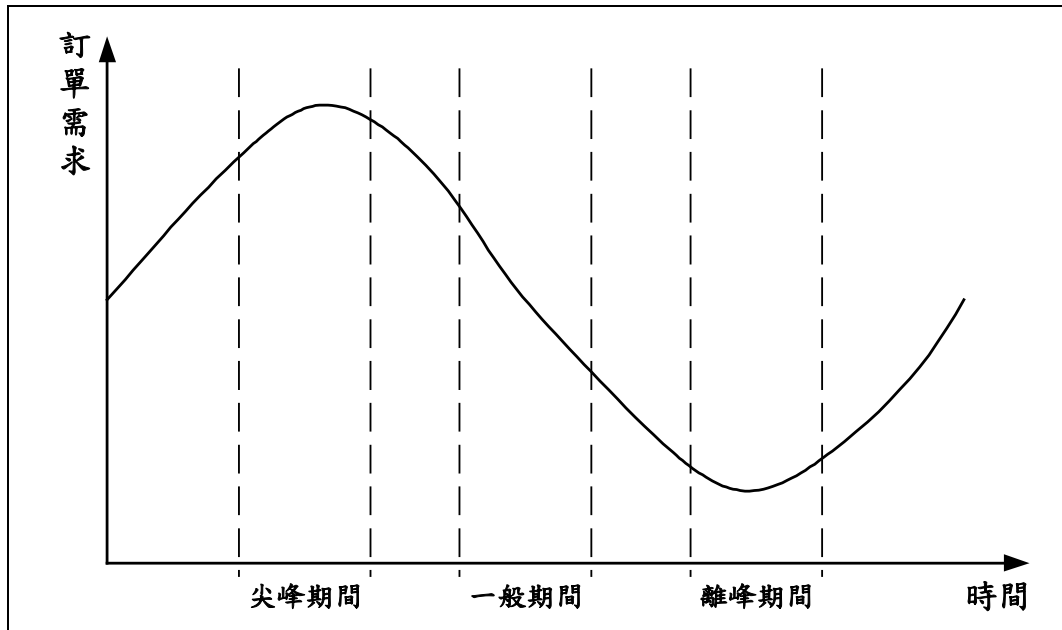


圖 3.7 物流中心訂單需求變化

資料來源：本研究整理

完成訂單資料之取樣工作後，可利用統計方法（如：平均值、最大值、最小值、總數、柏拉圖分析、次數分佈、ABC 分析等）將訂單資料進行彙整。EIQ 分析法特別強調貨品數量單位之一致性，分析過程中必須將所有訂單品項之出貨數量轉換成相同的計算單位，以相同基準來進行貨品數量之比較分析，否則將會失去分析的意義。

表 3.26 為 EIQ 統計表之範例。接著，EIQ 分析法可進一步將訂單資料分別以四類分析圖表進行分析，各類分析方式如表 3.27 所示。

表 3.26 EIQ 統計表範例

品項 訂單	1	2	3	4	5	6	EQ	EN
1	0	15	8	3	4	0	30	4
2	3	12	12	0	0	0	27	3
3	5	5	5	5	5	5	30	6
4	0	1	1	3	3	0	8	4
5	0	0	5	4	6	7	22	4
IQ	8	33	31	15	18	12	117	
IK	2	4	5	4	4	2		21

表 3.27 EIQ 分析法

分析方式	內 容	說 明
EQ 分析	單一訂單出貨數量之分析。	透過 EQ 分析之資料可以明確地掌握貨品配送之需求，並瞭解客戶之訂貨量及其所佔比例，有助於進行客戶之分類與管理。
IQ 分析	單一貨物品項之出貨總數量分析。	透過 IQ 分析之資料可瞭解貨品之出貨情形，並掌握當期出貨之主要貨品，使管理人員能針對主要貨品加強管控。
EN 分析	單一訂單出貨品項數之分析。	透過 EN 分析之資料，可以掌握客戶訂購品項數之多寡及其分佈情形。
IK 分析	單一貨物品項之出貨次數分析。	透過 IK 分析之資料，可以瞭解單一貨物品項被不同客戶訂購之次數，有助於掌握各種貨物品項之出貨頻率。

資料來源：林立千[26]，本研究整理

應用 EIQ 分析法進行物流中心之貨品數量分析能夠提供物流中心規劃時所需之重要資訊，各種應用如下所述：

一、 客戶管理：

每一張訂單之資料都代表著一位下游客戶之需求。透過 EQ 分析之資料可得知客戶訂貨數量之分佈情形，依此可針對不同訂貨數量之顧客進行分群，以便掌握主要客戶之族群。

二、 貨品行銷：

EIQ 分析法可針對貨物品項進行 IK 分析與 IQ 分析。由 IK 分析之資料可看出貨品之銷售對象是否普遍，或者僅針對特定對象進行銷售；由 IQ 分析法之資料可掌握物流中心之主要貨品，並判斷貨品之行銷狀況是否良好或者呈現滯銷的狀態。

三、 倉儲需求：

透過 IQ 分析掌握物流中心之貨品出貨數量以及 IK 分析掌握貨品出貨頻率，便可以分析物流中心之貨品重要性，針對貨品出貨數量與頻率施行適當之儲區規劃與儲存策略。一般常見之儲存策略大致可分為三類，如表 3.28 所示。隨機儲存之儲位可供任何貨品共用，因此空間利用率較高，適用於空間有限之物流中心，但在管理與存取效率上則較為不利。定位儲存給定每一項貨品固定的儲位空間，有助於作業人員記憶儲位，且可安排週轉率較高的貨品放置於較便於存取的儲位，因此管理與存取效率較高；但由於儲位不能共用，且必須預留足夠的空間給每一項貨品，因此空間利用率較低。分區隨機儲存策略結合了前述兩者之特點，優缺點也介於兩者之間；當貨品特性有明顯地差異時，適合使用分區隨機儲存之策略。

表 3.28 倉儲區域儲存策略

儲位管理策略	儲存方式	優點	缺點
隨機儲存 (Random)	透過隨機指派的過程，指定每一個入庫貨品存放的儲位。	貨品共用儲位，使得空間利用率較高。	貨品儲位不固定，影響揀貨效率。
定位儲存 (Dedicated)	每一項貨品都指定有固定的儲位，可針對貨品之週轉率或其他特性安排儲位。	貨品儲位較固定，揀貨效率較高。	貨品不得共用儲位，空間利用率較低。
分區隨機儲存 (Class-Based)	將貨品按照一定特性加以分群，每一群組設定固定儲區，儲區內之儲位則隨機指派。適用於貨品週轉率差別較大或貨品間有相關性之情形。	介於隨機儲存與定位儲存之間。	介於隨機儲存與定位儲存之間。

資料來源：張傳杰[30]，陳慧娟[32]，本研究整理

四、揀貨需求：

EIQ 分析法可針對訂單進行 EN 與 EQ 分析。透過 EN 分析之資料，可以瞭解物流中心之訂單需求屬於多樣化或少樣化；配合 EQ 分析之資料，可以判斷客戶之訂貨特性屬於多量化或少量化。依此訂單品項與數量特性，可將不同貨品之揀貨特性進行分類，並規劃適當的揀貨系統與揀貨策略。不同訂單特性適用之揀貨策略整理如表 3.29 與表 3.30 所示。當各類貨品依其揀貨特性可明顯分成幾個族群時，也可同時針對不同揀貨特性之各群貨品分別規劃採用不同揀貨系統與策略之揀貨區域。

表 3.29 訂單特性與揀貨策略分析表

<div> <div>單一品項數量</div> <div> <div>訂單品項數</div> </div> </div>	多 樣	少 樣
	多 量	少 量
多 量	訂單分割	訂單別揀取
少 量	訂單分割+批量揀取	批量揀取

資料來源：張傳杰[30]，陳慧娟[32]，本研究整理

表 3.30 揀貨策略說明

揀貨策略	作業方式	優點	缺點
訂單別揀取 (收割式揀貨)	揀貨人員每次僅針對單一訂單進行揀貨。	1.作業單純。 2.作業責任分明。 3.少樣多量時較具有效率。	品項多時揀貨路徑容易重複，揀貨路徑較長。
批量揀取 (播種式揀貨)	揀貨人員大量揀取同一品項之貨品，再分配給多張訂單之需求。	1.縮短揀貨路徑。 2.多樣少量時較具效率。	1.增加分類成本。 2.增加訂單前置處理作業。 3.無法作即時反應。
彙整訂單揀取	彙整同一地區之訂單，同時揀取後集中出貨。	1.縮短揀貨路徑。 2.作業責任分明。 3.適用品項目少時。	1.增加訂單前置處理作業。
訂單分割	將訂單分割成若干子訂單，分別揀取後再集中。	1.增加揀貨效率。 2.貨品項目較多時適用。	1.增加訂單集中成本。 2.增加訂單前置處理作業。

資料來源：林立千[26]，陳慧娟[32]，本研究整理

五、 配送需求：

EIQ 分析法可以瞭解不同客戶之訂購品項與配送數量，輔以各品項之體積重量、車輛載重、配送客戶所在地、交通路線...等資訊，便可以掌握物流中心之配送需求，以便發展其配送系統。

六、 物流設備需求：

EIQ 分析法提供物流中心之物流特性資訊，配合貨品物性之分析，可用來選擇適當的物流設備。

透過各項基本資料之蒐集分析，可掌握物流中心之貨品特性與訂單特性，配合作業流程分析與作業區域之規劃，接著便可以開始估算物流中心各區域之空間需求，以便發展空間佈置方案。

3.5 小結

物流中心以時間與地點效用來提升企業附加價值，本章分別說明其內部影響空間佈置之作業流程、機具設備、與貨品特性三項要素。作業流程部分，實體物流作業直接影響物流中心之空間需求；機具設備的選擇組合眾多，規劃初期應避免先入為主的定見，而對能滿足物料搬運需求之設施設備皆給予適當考量；貨品特性方面，透過貨品基本資料之蒐集分析掌握作業特性與需求。綜合此三項要素，便可以進一步規劃空間佈置之需求。

第四章 物流中心空間需求關係之建立

物流中心內部各區域之空間需求估算以及各區域間之關聯性分析，可說是物流中心發展空間佈置方案之基礎。透過有系統地空間需求分析程序合理預估各個區域與通道所需之空間大小，可避免日後營運時因空間不足影響作業效率，或因空間過大造成投資上的浪費。進行空間佈置時若能考量區域間之關聯性，更可以增加作業營運之效率，並且避免各區域間之不當影響。

4.1 物流中心內部區域之空間需求

本節開始進行物流中心內部各區域之空間需求估算。首先 4.1.1 節規劃物流中心內部所需之各種區域；接著 4.1.2 節分別針對物流中心內部所需之各區域分析其空間需求。

4.1.1 物流中心內部區域規劃

物流中心內部所包含之區域，大致可區分為物流作業區域、行政區域、勞務區域、與廠房週邊區域四類。以下分別針對四類區域進行說明。

一、 物流作業區域

物流作業區域為物流中心內部實體物流作業進行之區域。依據 3.2 節所定義之一般化物流中心實體作業，物流中心之物流作業區域可分為下列七個區域：

1. 進貨區域：

為貨物到達、卸貨、理貨、貨物驗收之作業區域。主要包含有貨車停靠空間、卸貨平台、與進貨暫存區三個部分

2. 倉儲區域－保存區：

存放大批量或週轉率較低之貨品，為貨物上架、庫存盤查、與補貨作業之區域。遇有大批量之訂單需求時，也會直接在保存區進行揀貨作業。

3. 倉儲區域－動管區：

存放較小量或週轉率較高之貨品，為貨物上架、庫存盤查、揀貨、補貨作業之區域。

4. 流通加工區域：

商品進行拆裝、裹包、裝箱、貼標...等加工作業項目之作業區域。若是當進貨驗收後即進行之加工包裝作業，僅需在進貨暫存區設置簡易之流通加工空間，待加工後再進入儲存區；對於其他流通加工

需求則應設立一專用之流通加工作業空間。

5. 分貨／集貨區域：

揀貨作業完畢後，將貨品依訂單客戶別進行分類，再依配送路線進行集中之工作區域。

6. 出貨區域：

顧客訂購之貨品進行檢驗、包裝，等待裝車出貨之作業區域。主要包含有貨車停靠空間、出貨平台、與出貨暫存區三個部分。

7. 退貨處理區域：

退回貨品進行檢驗與分類處理之作業區域。

各項實體作業與物流作業區域之關聯，整理如表 4.1 所示。

表 4.1 物流中心實體作業之作業區域分配

實體功能模組	作業內容	作業區域
進貨實體模組	貨物到達	進貨區域
	卸下貨物	
	拆裝理貨	
	貨物驗收	
儲存實體模組	入庫上架	倉儲區域
	庫存盤查	
揀貨實體模組	移動到指定儲位	倉儲區域—動管區
	進行揀取作業	
補貨實體模組	移走空容器	倉儲區域—動管區
	移動至保管區	倉儲區域—保管區
	取出貨品	
	移動貨品至動管區	倉儲區域—動管區
分貨／集貨實體模組	貨品分類	分貨／集貨區域
	貨品集中	
	移至出貨區域	出貨區域
流通加工實體模組	貨品加工	流通加工區域
出貨實體模組	出貨檢驗	出貨區域
	出貨包裝	
	移至出貨暫存區	
	裝車	
退貨實體模組	退回貨品檢驗	退貨處理區域
	退回貨品處理	

資料來源：本研究整理

二、 行政區域

行政區域為輔助物流中心實體作業與營運管理之作業區域，主要為員工處理行政工作與管理業務之區域。常見之行政區域列舉如下：

1. 辦公室：員工辦公之區域，分為一般辦公室或現場辦公區。
2. 檔案室：作為文件儲存保管之用。
3. 會議簡報室：員工進行開會或簡報之區域。
4. 會客室：接待訪客之區域。

三、 勞務區域

勞務區域為提供各項員工服務之區域，以滿足員工飲食、休息、盥洗、放置個人物品...等各項需求，其設計良莠將影響到員工之工作情緒與生產力。物流中心常見之勞務區域列舉如下：

1. 盥洗室：提供良好之衛生設備。
2. 員工休息室：提供員工暫時休息之區域，如茶水間、吸煙室。
3. 司機休息室：配合司機之作業習性及庫存區管制要求，可另設司機休息區於入出庫作業區附近，方便便利司機上、下貨或等待相關事務表單作業。
4. 衣帽間：提供員工放置個人物品之區域。
5. 醫務室：提供員工基本醫療服務之區域。
6. 員工餐廳：提供員工餐飲服務之區域。

四、 廠房週邊區域

廠房週邊區域包含廠房建築結構及物流中心營運所需之水電、動力、土木、空調、安全消防...等相關週邊設施，在進行物流中心佈置規劃時亦須加以考慮。

4.1.2 區域空間需求規劃

物流中心內部各區域之空間需求，主要受到使用空間之貨品、設備、與作業人員影響。不論物流中心之內部空間如何佈置，都必須先瞭解各區域所需之空間大小；許多規劃者往往忽略了空間需求規劃的重要性，結果反而影響規劃的成效。透過合理預估物流中心內部各區域的空間需求，可避免日後營運時因空間不足影響作業效率，或因所需空間設計過大造成投資上的浪費。

由於發展空間佈置方案之主要目的在於將各部門安排在廠區內部合適的位置，而非規劃各區域之內部空間細部佈置，因此並不需要十分仔細的空間估算結果，過於複雜的估算方式反而會使得初步方案的規劃過程變得十分繁雜。本研究僅採用較簡易之估算方式來預估各區域之空間需求，以

滿足物流中心之最大工作量要求。

一、倉儲區域

依據先前的定義，我們可將倉儲區域可分為保管區與動管區兩部分，兩者之空間需求估算方式相同，主要差異在於儲放貨品之種類與數量不同。因此，選擇儲放貨品之種類與數量，將是決定保管區與動管區空間需求的第一步驟。倉儲區域之空間需求主要包含貨品存放之空間與人員設備移動之通道空間兩部分，貨品存放空間之估算受到儲存之貨品與儲存設備之影響；而通道空間之估算則受取用設備之形式與通道規劃影響。以下將分別透過貨品存放空間與通道空間來估算倉儲區域之整體空間需求。

1. 貨品存放空間需求

Rosenbaltt and Roll [18]曾提出倉庫之中的倉儲空間需求大小，主要決定於儲存的貨品特性及其訂單特性。

透過 EIQ 分析法之 IQ 分析，我們可以得到尖峰期間各品項之每日平均出貨量，將其乘上貨品之庫存天數後再加總，便可以得到倉儲區域儲存貨品之總數量。接著考慮儲存設備之容量，將貨品之總數量除以單位儲存設備之容量，得到貨品所需之儲存設備數量。最後再乘上單位儲存設備之平面空間大小，即可得到貨品存放空間需求之估算結果。

假設第 i 種貨品之每日平均出貨量為 q_i 個托板，庫存天數為 t_i 天，則倉儲區域儲存貨品之總數量 TQ 為：

$$TQ = \sum_i q_i \times t_i$$

配合儲存設備之選擇，若每單位儲存設備可立體儲放 n 個托板，利用貨品總數量 TQ 除以 n （無條件進位）即可得到儲存設備之最小需求數量。假設單位儲存設備之寬度為 w ，深度為 d ，則倉儲區域之貨品存放空間需求 S_s 為：

$$S_s = \frac{TQ}{n} \times w \times d = \frac{\sum_i q_i \times t_i}{n} \times w \times d$$

2. 通道空間

通道空間可由通道寬度乘以通道長度來估算。關於通道之寬度，各種機械設備依據設計條件與過去之使用經驗，通常都設定有空間使用標準之最低需求，倉儲區域之通道寬度便可依據取用設備之空間使用標準來決定。而關於通道之長度，如圖 4.1 所示，縱向通道之長度與儲存設備之寬度以及行列佈置之數量有關，此外，還需考量是否設置有橫向之通道；在狹長型的倉儲區域之中，通常需要規劃橫向之通道以縮短入庫上架或揀貨、補貨作業之行走路徑。

通道規劃佈置之課題另有許多研究專文討論，此部分並不在本研究之研究範圍內。依據經濟部商業司之建議，通道空間一般可設為貨品存放空間之 35% [27]。

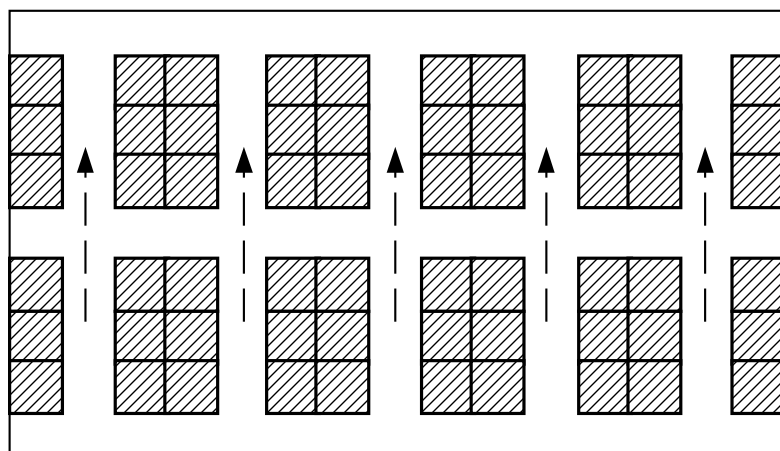


圖 4.1 倉儲區域之通道佈置示意圖

若需預先決定通道佈置之情形，以圖 4.1 為例，假設倉儲區域中設有 $2Nf$ 行儲存設備，每行共有 X 個單位寬度為 w 、深度為 d 之儲存設備，除了倉儲區域兩邊之外，每兩排儲存設備背向並排，使取用設備可在通道中左右存取兩邊之貨品，則倉儲區域中總共需要 Nf 條縱向通道。橫向通道方面，假設共有 Nr 條橫向通道。參考取用設備之空間使用標準，假定通道寬度需求為 Wp 。

每一行縱向通道的長度為 X 個儲存設備之寬度總和再加上 Nr 個與橫向通道之交叉路口寬度，此長度再乘上通道寬度 Wp 即為每條縱向通道之空間需求。 Nf 條縱向通道之空間需求 Sf 為：

$$Sf = \left(X \times w + Nr \times Wp \right) \times Wp \times Nf$$

每一列橫向通道的長度為 $2Nf$ 個儲存設備之深度總和再加上 Nf 個與縱向通道之交叉路口寬度，此長度再乘上通道寬度 Wp 即為每條橫向通道之空間需求。 Nr 條橫向通道之空間需求 Sr 為：

$$Sr = \left(2Nf \times d + Nf \times Wp \right) \times Wp \times Nr$$

縱向通道之空間需求加上橫向通道之空間需求，最後再減去交叉路口重複計算之部分，得到倉儲區域中之總通道空間需求 Sp 為：

$$Sp = Sf + Sr - Nr \times Nf \times Wp^2$$

貨品存放空間與通道空間估算結果之總和，即為倉儲區域之空間需求。

二、流通加工區域

貨品在流通加工區域主要進行拆裝、裹包、裝箱、貼標...等加工項目，其使用的設備如拆箱機、裹包機、釘箱機、標價機、條碼列印機...等設備本身所佔用的面積並不大，而且大多需要工作人員來操作使用。因此，大致可將流通加工區域之空間需求分為加工作業空間以及加工貨品暫存空間兩部分來估算。

1. 加工作業空間

加工作業空間為工作人員使用加工設備進行貨品加工作業時所需之空間範圍。不同於物流中心內部其他作業區域之工作性質，加工區域之作業人員並不需要頻繁而快速地在區域內移動，為了增加作業的熟練度以便提升工作的效率，每位工作人員通常都在固定的空間範圍內反覆進行同樣的加工動作。因此，透過估算每位工作人員的作業空間需求以及流通加工區域所需之工作人員數目，可用來推估加工作業空間之空間需求。

假設流通加工區域每天需要處理之貨品數量為 Nm ，每位工作人員每小時可處理 Xm 個貨品，流通加工區域每天工作時數為 Tm 個小時，則流通加工區域總共需要之工作人員數 Np 為：

$$Np = \frac{Nm}{Xm \times Tm}$$

若每位工作人員之作業空間需求為 Su ，則加工作業空間之需求 Sm 為：

$$Sm = Np \times Su = \frac{Nm \times Su}{Xm \times Tm}$$

2. 加工貨品暫存區

加工商品暫存空間主要用來暫時存放等待加工的貨品以及完成加工後準備運往別處的貨品，暫存區之空間需求主要與貨品之到達與離開的速度有關。當貨品以整批送達的形式被送到流通加工區域來進行加工作業，而完成加工之貨品累積到適合搬運的數量時便會被送離，因此，貨品離開加工貨品暫存區之速度端賴工作人員之作業效率；若工作人員之作業效率穩定，則貨品也將維持一定的速度被送離。

如圖 4.2 所示，加工貨品暫存區之貨品數量變化特性，在理想之情況下，每批貨品送達時都可以馬上得到工作人員的服務，並且在下一批貨品送達時剛好完成前一批貨品的加工作業，使得人力資源可以充分被利用，工作人員不會發生閒置的情形，同時也可以使貨品暫存空間的需求達到最經濟的使用效率。

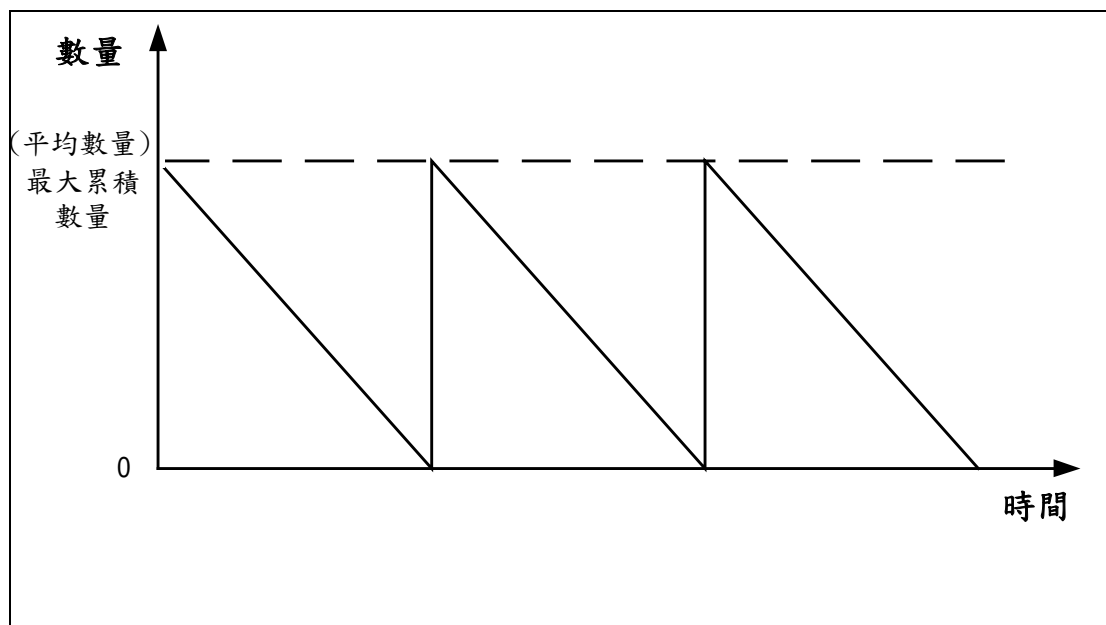


圖 4.2 加工貨品暫存區之貨品數量變化示意圖

在理想的情況之下，假設流通加工區域每天需要處理之貨品數量為 Nm ，將其除上每日貨品送達的次數 n 以算出放置在加工貨品暫存區之貨品平均數量，則貨品之最大累積數量即為貨品每次送達之平均數量。加工貨品暫存區之空間需求必須能夠滿足貨品最大累積數量之放置與搬運的需求，因此，先將貨品最大累積數量除上單位儲存設備之容量 x ，得到加工貨品暫存區所需的儲存設備數量，再乘上單位儲存設備所佔用的地板面積 a ，再加上約佔 35% 全部空間之內部通道空間，即可得到加工貨品暫存區之空間需求估算結果 S 為：

$$S = \frac{2Nm}{n} \times \frac{a}{x} \div (1 - 35\%)$$

最後，將加工作業空間與加工貨品暫存空間之估算結果加總之後，即可得到流通加工區域之空間需求估算結果。

三、分貨／集貨區域

分貨／集貨作業之主要目的在於配合揀貨作業正確而迅速地集中顧客所訂購之貨品，以便進行後續的出貨作業；當完成揀貨作業之後，分貨／集貨作業便將貨品依訂單別與配送車次之不同進行分類集中的工作，接著便將貨品送至出貨暫存區等待裝車出貨。

由於揀貨策略之不同，物流中心之分貨／集貨需求也有所不同，如表 4.2 所示，當使用之揀貨策略為訂單別揀取時，只需要依據配送車次之不同進行集貨作業，而無須進行分貨作業；若是配合批量揀取，則必須先依據訂單別進行分貨作業，而後再進行集貨作業。有時，分貨作業也可能與揀

貨作業同時進行，當貨品數量較少時，揀貨人員一邊揀取貨品便同時進行訂單分類的工作，以便增加整體作業的效率。

表 4.2 不同揀貨策略之分貨／集貨需求

揀貨策略	作業方式	分貨需求	集貨需求
訂單別揀取 (收割式揀貨)	揀貨人員每次僅針對單一訂單進行揀貨。	無須分貨。	可依配送車次集貨。
批量揀取 (播種式揀貨)	揀貨人員一次同時揀取多張訂單。	依訂單別分貨。	可依配送車次集貨。
彙整訂單揀取	彙整同一地區之訂單，同時揀取後集中出貨。	無須分貨。	無須集貨。
訂單分割	將貨品項目較多之訂單分割成若干子訂單，分別揀取後再集中。	若結合批量揀取則需分類。	依訂單別與配送車次進行集貨。

資料來源：林立千[26]，本研究整理

若同時具備有分貨與集貨之需求，則分貨／集貨區域之空間需求可分為分類設備空間與集貨空間兩部分。

1. 分類設備空間

假設分貨作業需要 x 台分類設備，而每個分類設備使用的平面空間為 S_m ，則分類設備所使用的空間需求 S 可以設備數量乘上單一設備使用之空間來計算。

分類設備之需求數量 x ，可利用每日出貨的數量除以單一分類設備每小時作業量以及分貨作業每日的工作時數來估算，利用 EIQ 分析法之 EQ 分析，我們可以得到平均每張訂單之出貨數量，將其乘上平均每日之出貨訂單數，即可估算每日出貨數量 N_c 。

因此，分類設備空間需求之估算如下：

$$S = x \times S_m = \frac{N_c}{N_m \times T_w} \times S_m$$

2. 集貨空間

貨品經過分類設備完成分貨的程序後，屬於相同訂單的貨品便集中在集貨空間，等待一併送往出貨暫存區。假設每台分類設備平均每次可處理 Em 張訂單，每張訂單平均貨品數量為 Ne ，則 x 台分類設備同時可處理的訂單數為 x 乘上 Em 再乘上 Ne 。將貨品數量除上拖板容量以便轉換成儲放貨品所需的拖板數量，乘上拖板的單位面積後再加上通道所需的空間，即可估算出集貨空間之需求。

假設通道空間約佔集貨空間之 35%，集貨空間之面積估算結果 S 為：

$$S = x \times Em \times Ne \times \frac{a}{n} \div (1 - 35\%)$$

將分類設備空間加上集貨空間，即可得到分貨／集貨區域的空間需求估算結果。

四、出貨區域

出貨區域之空間主要包含有貨車停靠空間、出貨平台、與出貨暫存區三個部分，本研究中僅探討出貨平台與出貨暫存區之空間需求。出貨區域之所需空間大小與其作業量有關，要估算出貨區域之空間需求首先必須要瞭解出貨區域之每日作業量，利用 EIQ 分析法之 EQ 分析，我們可以得到平均每張訂單之出貨數量，將其乘上平均每日之出貨訂單數，即可估算出貨區域每日處理之出貨數量。

1. 出貨平台

出貨平台是將貨品由暫存區裝上貨車時人員、搬運設備、與貨品移動所需的空間。出貨平台由前方貨車端到後方暫存區之間的深度，必須能夠滿足搬運設備交錯往返其間的移動空間需求，參考經濟部商業司之設定 [27]，若以人力結合平衡式堆高機作為主要的搬運工具，出貨平台之深度大約需要 6 公尺，比照平衡式堆高機的使用空間標準，大約為堆高機通道寬度之兩倍。

以出貨平台之深度乘上出貨平台寬度 Wd ，即可得到出貨平台之空間需求估算結果。

2. 出貨暫存區

當貨品依照訂單特性之不同進行分貨／集貨作業之後，隨即被送到出貨暫存區準備裝上貨車。出貨暫存區位於出貨平台後方，其設置目的主要在於提供貨品裝車配送前的暫存空間，避免因為貨品裝車速度較慢而與搬運作業無法配合，有助於使貨品之出貨作業更為流暢；此外，出貨暫存區還提供了出貨之前進行最後一次檢驗確認的機會，使得輸配送作業的錯誤率得以降低。

由於出貨區域是以車次為單位進行出貨，同一車次之貨品陸續累積在出貨存放區之後，等待該車次的車輛到達時便一次同時裝車配送。因此，出貨暫存區之空間需求也必須以每車次貨品之存放空間來思考。出貨暫存區需要提供多少車次的貨品存放空間，主要與出貨區域每次所能服務的貨車數量有關，亦即出貨區域的貨棧數目；此外，還需考慮到裝車作業的效率。

本研究引用經濟部商業司 [30]所提出之出貨暫存區空間估算方式，依據先前估算貨車停靠空間時所計算的每日出貨車次 N_t 以及出貨區域之貨棧數 N_d ，假設平均每輛貨車在出貨區域的停留時間為 T_s ，平均每車次之貨品裝載時間為 T_l ，則出貨暫存區所需存放之貨品車次數 N_b 為：

$$N_b = \left(\left| T_s - T_l \right| \times N_t \right) / T_s + N_d$$

接著將出貨暫存區存放之貨品車次數乘上每輛貨車所裝載之貨品數量，即可算出出貨暫存區所能容納之貨品數量。如同倉儲區域之空間需求估算方式，將出貨暫存區之總貨品數量除上單位儲存設備之容量，以計算出貨暫存區所需的儲存設備數量。通常出貨暫存區多採用區塊式堆放之儲存方式，直接利用托板或其他單元容器將貨品堆放在地面上。接著再將儲存設備之數量乘上單位儲存設備所佔用的平面空間，即可得到貨品所佔用之平面空間。由於通道空間之計算比較複雜，因此僅假設出貨暫存區之內部通道空間佔全部空間的 35%，依此可利用貨品存放之空間除以 65% 來得到出貨暫存區之空間需求估算結果。

假設每輛貨車裝載有 N_l 個托板之貨品，每個托板的面積為 a ，則出貨暫存區之空間需求 S_b 為：

$$S_b = N_b \times N_l \times a / (1 - 35\%)$$

透過分別估算貨車停靠空間、卸貨平台、與進貨暫存區之空間需求，將三者加總之後即可得到進貨區域之空間需求估算結果。

五、進貨區域

進貨區域與出貨區域之空間需求相似，主要包含有貨車停靠空間、卸貨平台、與理貨暫存區三個部分。要估算此三個部分的空間需求，必須先掌握進貨區域之每日進貨數量，進而估算每日進貨的貨車數量以及進貨區域所需規劃的貨棧數量。透過分別估算貨車停靠空間、卸貨平台、與理貨暫存區之空間需求，將三者加總之後即可得到進貨區域之空間需求估算結果。

六、退貨處理區域

退貨處理區域主要包含退貨檢驗區以及不良品報廢區兩部分，為了避免影響正常作業流程，退貨處理區域適合安排在物流中心內部經濟效益較低之區域。

1. 退貨檢驗區

假設出貨的貨品之中平均退貨率為 Re ，利用 EIQ 分析法估算每日的出貨數量 Nd ，也可以依此乘上平均退貨率來估算每日的退貨數量。考慮以拖板平面放置所需的單位面積 a 以及佔 35% 全部空間的通道需求，退貨檢驗區的空間需求 Se 可估算如下：

$$Se = Nd \times Re \times a \div (1 - 35\%)$$

2. 不良品暫存區

經過檢驗後的退回貨品，若為無法再利用的不良品，則需要放置在不良品暫存區等待回收或清運。假設每日的出貨數量 Nd ，出貨貨品平均退貨率為 Re ，而退回貨品中的不良品比例為 D 。考慮以拖板平面放置所需的單位面積 a 以及佔 35% 全部空間的通道需求，退貨檢驗區的空間需求 Sd 可估算如下：

$$Sd = Nd \times Re \times D \times a \div (1 - 35\%)$$

以退貨檢驗區與不良品暫存區之空間需求加總，即可得到退貨處理區域之空間需求估算結果。

4.2 物流中心內部區域關聯性分析

物流作業區域之部門可透過 4.1 節估算其空間需求，相較於其他屬於行政區域、勞務區域、以及廠房週邊區域之部門，這些實體物流作業部門對於中心空間規劃之影響較為顯而易見。然而，透過部門間的關聯性分析，我們可以發現非實體物流作業之部門對於空間規劃之重要影響。

實體物流作業部門之間若貨物搬運作業量越大，則兩部門間的關聯性也越強，對此類關聯性較強之部門若能避免大量貨品之長距離往來搬運，便能有效地增進搬運作業的效率。同樣地，行政部門與勞務部門間若是具有人員往來頻繁的特性，若能盡量將兩個部門佈置在附近，有助於縮短人員行走的距離，對於增進之營運效率同樣有正面的效益。由此可知，部門間之關聯性將直接影響到空間佈置方案之規劃，關聯性越大之部門越應該佈置在一起。

透過部門關聯性分析除了可看出部門需要相鄰的強烈程度，還可看出其他空間佈置上的影響因素。如倉儲區之冷藏貨品區與常溫貨品區兩者對

於貨品的保存溫度需求不同，如將兩個部門放置在一起容易導致常溫貨品的變質，因此兩者應該保持分離。因此，對於關聯性越小的部門，在進行空間佈置時比較不需要考慮規劃在一起，有時甚至需要盡量分離以避免互相影響。

依據 4.1.1 節所規劃之四類區域進行物流中心內部各區域之關聯性分析，如表 4.4 所示，本研究利用 Muther[17]所提出之六項定性衡量指標，以 A、E、I、O、U、X 六個定性衡量標準來表現物流中心內部各區域之關聯性，分別表示部門間最強烈之鄰接需求到最不期望接近之程度。

表 4.4 物流中心內部區域關聯性

指標	部門鄰接程度
A	具絕對重要性
E	特別重要
I	重要
O	普通
U	不重要
X	不要接近

資料來源：Muther[17]

表 4.4 物流中心內部區域關聯性設定範例

物流中心內部區域	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. 進貨區域		E	I	O	U	U	U	I	O	U
2. 倉儲區域-保管區			E	I	O	U	O	O	X	U
3. 倉儲區域-動管區				E	O	U	O	O	X	U
4. 分貨／集貨區域					I	E	U	O	X	U
5. 流通加工區域						I	U	O	X	U
6. 出貨區域							U	I	U	U
7. 退貨處理區域								O	U	U
8. 行政區域									O	U
9. 勞務區域										U
10. 廠房週邊區域										

第五章 空間佈置演算法之構建

透過文獻回顧，可得知關於設施佈置之各種求解方式主要有下列幾項缺點：

1. 運用數學模式求解最佳解之方式，部門數量增加會使問題規模呈指數成長，因此面對大型問題時（部門數目超過 15 個），求解最佳解幾乎不可行。即使採用啟發式演算法，也常因問題規模擴大而求解費時。
2. 為了簡化問題，數學模式通常假設部門面積相等，並假設部門之候選位置已知，如此的假設並不符合實際情形。
3. 連續性之數學模式可用來求解連續平面空間中不同面積之設施佈置問題，雖然較符合現實情境，但必須仰賴更複雜的限制式來表達問題，使得求解更為困難。
4. 由於進貨部門與出貨部門通常與其他部門具有較大的貨物搬運流量，因此許多求解方法產生之佈置方案常會發生將進出貨部門佈置在空間內部中央位置之不合理情形。
5. 過去之空間佈置求解方式大多無法處理可用空間內部出現障礙物（如：建物樑柱、水電設備...等）之情形。而僅考慮物流搬運成本之求解方式也無法合理地處理辦公室、員工休息室...等非物流作業部門設施之佈置問題。

本研究嘗試構建物流中心之空間佈置演算法，改善上述各項缺點。透過啟發式的解法增進求解的效率，在合理的時間成本下獲取較好的佈置方案解答。最後將演算法撰寫成電腦程式，以便利用電腦強大的運算能力、適當的使用者互動介面、以及電腦繪圖介面來增進演算法之實用性。

5.1 演算法考量因素

5.1.1 假設條件

本研究之空間佈置演算法在下列各項假設條件之下求解物流中心之空間佈置問題：

1. 僅考慮平面佈置，不考慮多樓層之情形。
2. 以連續平面空間來進行佈置，而非預定候選之佈置位置，並設定最小長度計算單位為一公尺。
3. 假設物流中心可用空間為矩形，且其面積與長寬已知。但可透過預設固定位置之障礙空間來表達非矩形之可用空間。
4. 假設部門形狀為矩形且面積與長寬已知，並可選擇是否限制各部門之尺寸方向（垂直或水平）。

5. 假設部門間貨物往來流量已知。
6. 假設部門間之相鄰關聯性已知。
7. 不考慮部門之實際出入位置，僅假設以部門中心點之間的直線距離來計算部門間的距離。

5.1.2 限制條件

本研究之演算法採用連續平面空間作為佈置之可用範圍，其平面座標系統如下圖 5.1 所示，虛線部分代表物流中心之可用空間。利用各部門之左下角座標(X_i, Y_i)、長度(L_i)、與寬度(W_i)即可表達該部門之佈置情形。

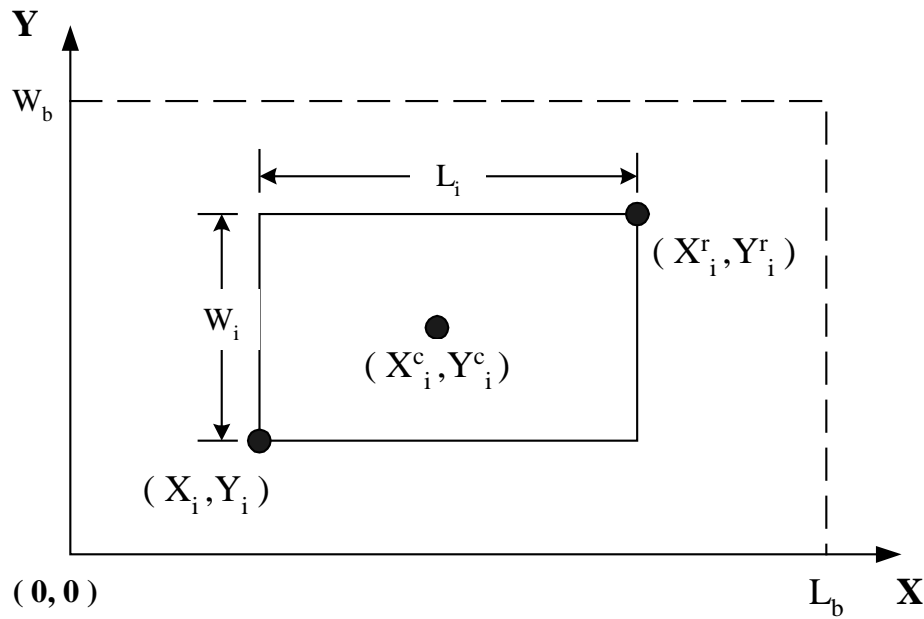


圖 5.1 平面座標系統示意圖

本研究之模式限制條件主要有下列兩點：

一、 部門範圍不可超出物流中心之可用空間。

各個部門僅能佈置於物流中心之可用空間之內，超出這個範圍之佈置即為不合理的佈置方式。因此，部門範圍必須包含在物流中心之可用空間之內，亦即下列限制式必須成立：

$$X_i \geq 0 \text{ and } X_i^r \leq L_b \text{ and } Y_i \geq 0 \text{ and } Y_i^r \leq W_b \quad (6-1)$$

二、 部門範圍不可有相互重疊之情形。

部門之間如果發生重疊的現象，表示同一塊平面空間同時被兩個以上的部門使用，在空間佈置上屬於不合理之情形。因此，在發展佈置方案時，必須小心檢視是否造成部門範圍重疊之情形。

如圖 5.2 所示，部門 i 與部門 j 發生範圍重疊現象，斜線部分表示兩部門重疊之部分；此時，兩個部門在 X 軸與 Y 軸上的投影也會產生重疊。若

要確保兩個部門不會發生重疊，就必須使兩部門在 X 軸與 Y 軸上的投影皆不產生重疊。以下分別就 X 座標與 Y 座標來進行探討。

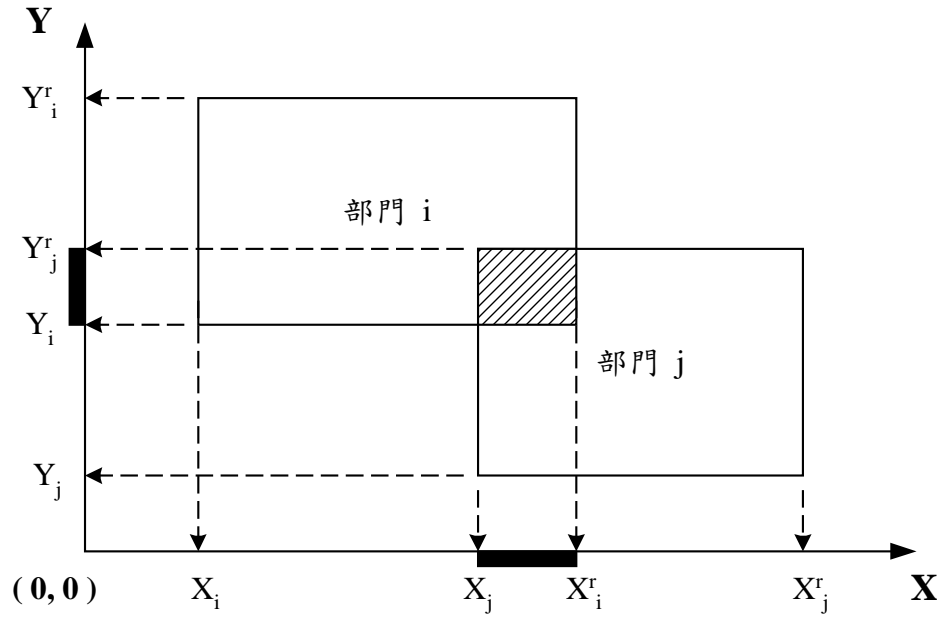


圖 5.2 部門範圍重疊示意圖

就 X 座標看來，部門 i 在 X 軸上的投影範圍為 (X_i, X_{ri}) ，部門 j 在 X 軸上的投影範圍為 (X_j, X_{rj}) ，要使兩者不發生重疊，必須滿足下列限制式：

$$(X_j^r - X_i > 0 \text{ and } X_i^r - X_j \leq 0) \quad (6-2)$$

$$\text{or } (X_i^r - X_j > 0 \text{ and } X_j^r - X_i \leq 0) \quad (6-3)$$

如圖 5.3 所示，(6-2)式表示 j 部門於 X 軸上投影範圍在 i 部門於 X 軸上投影範圍之右側時，其投影範圍不會重疊。(6-3)式則表示 j 部門於 X 軸上投影範圍在 i 部門於 X 軸上投影範圍之左側時，兩者之投影範圍不重疊。結合(6-2)式與(6-3)式，可寫成限制式如下：

$$\text{Min } (X_i^r - X_j, X_j^r - X_i) \leq 0 \quad (6-4)$$

同理，在 Y 軸部分，若要使兩部門之投影範圍不重疊，必須滿足下列限制式：

$$\text{Min } (Y_i^r - Y_j, Y_j^r - Y_i) \leq 0 \quad (6-5)$$

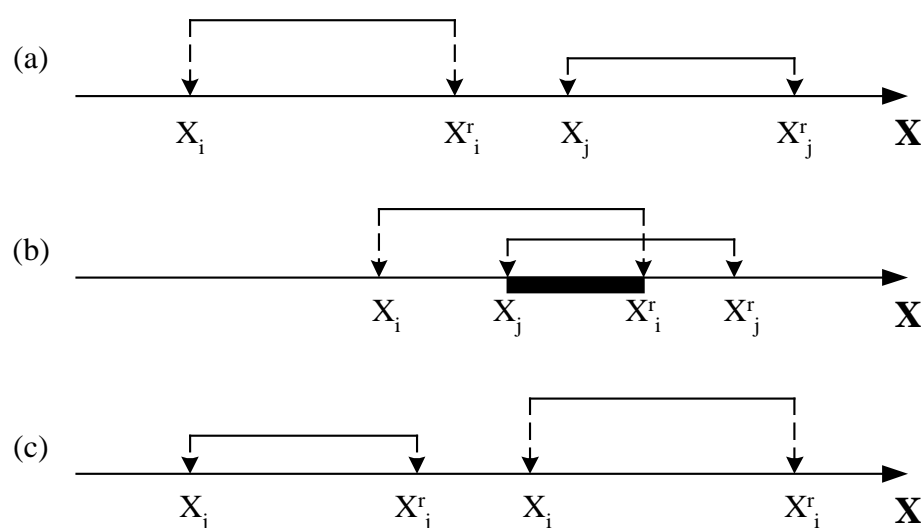


圖 5.3 部門 X 軸投影範圍不重疊之示意圖

- (a) 部門 i 範圍在部門 j 範圍之左側
- (b) 部門 i 範圍與部門 j 之範圍重疊
- (c) 部門 i 範圍在部門 j 範圍之右側

5.1.3 部門鄰接方式

由於不同部門間會有面積與長寬尺寸之差別，因此在考量兩個部門如何相鄰時，便產生了許多種可能性。若要符合實際之情境，必須嘗試每一種可能情形並從中找出最佳的解答，但過多的可能情境又會增加問題的規模，造成求解的困難，因此在求解效率的考量之下，本研究之演算法僅限定數種部門鄰接的可能方式進行比較。

在固定部門長寬尺寸與放置方向的情形之下，兩個部門的鄰接方式便僅需單純地討論彼此間的相對位置。為了使兩個部門相鄰之後的整體組合形狀能更為整齊，本研究之演算法採用部門中心點與部門邊緣作為參考之依據來討論兩部門鄰接時可能的組合情形，當要決定兩部門之相鄰方式時，可先選擇上下相鄰或左右相鄰，接著再考慮要以中心點或部門邊緣來彼此對齊，以完成兩部門之鄰接佈置。

如下圖 5.4 所示，就部門 j 在上而部門 i 在下之情形看來，部門 j 與部門 i 相鄰之方式共有 7 種組合；因此，兩部門相鄰之方式共有 28 種組合可供選擇。

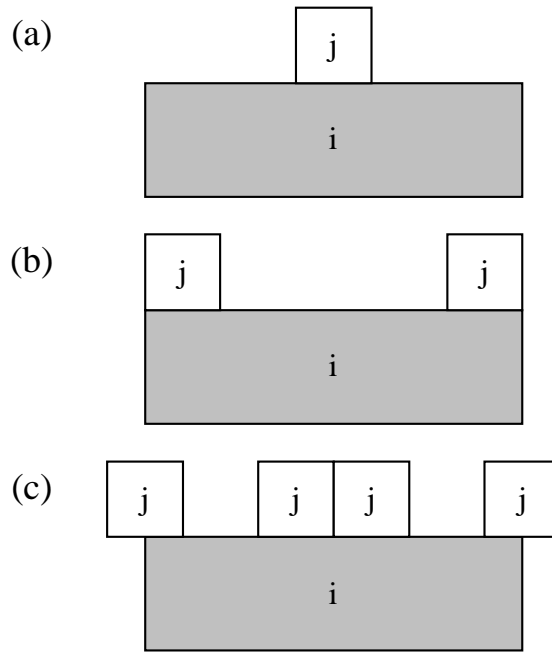


圖 5.4 兩部門相鄰方式示意圖

- (a) 中點對中點
(b) 邊線對邊線
(c) 中點對邊線

5.1.4 目標函數

文獻中，對於空間佈置問題之目標函數的處理方式主要分為兩派，一為追求最小總物流搬運成本，另一為追求最大總部門相鄰關聯性。為了盡可能符合實際情境，許多學者也嘗試以多目標方式結合此兩項定量與定性之指標以作為模式的目標函數，然而由於定性指標難以合理量化，結合後的目標函數自然缺乏說服力。

同時考量定性與定量之因素可以使規劃的佈置方案更具整體性，但勉強結合兩項指標似乎並非合理的作法，因此，本研究改以最小總物流搬運成本作為單一目標，構建一受限於部門關聯性之空間佈置演算法，使得佈置結果能夠同時達成降低總物流搬運成本與增加總部門關聯性此兩項目標。本研究之目標方程式定義如下：

$$\text{Min} \sum_{i \in D} \sum_{j \in D} f_{ij} d_{ij} \quad (6-6)$$

D：所有欲佈置之部門集合

f_{ij} ：由部門 i 搬運至部門 j 之貨物流量

d_{ij} ：部門 i 中心點與部門 j 中心點之直線距離

5.2 構建物流中心空間佈置演算法

本研究之演算法屬於建構式演算法，演算之程序主要包含兩個階段：(1) 首先依據部門相鄰關聯性作為判斷的準則來決定各部門的佈置順序，以期相鄰關聯性較高之部門能夠盡量靠近；(2) 依序針對各部門選擇適當的佈置位置，將部門放置於可用空間範圍內並完成佈置方案。以下分別說明兩階段之演算法流程。

5.2.1 決定佈置順序

建構式演算法採用一個部門接一個部門依序進行佈置之方式，當面對 N 個部門的空間佈置問題，若要由所有的佈置順序組合中找出最佳的解答，一共要嘗試 $N!$ 種可能組合。本研究為了有效簡化問題規模，採用決定佈置順序之方式，由 $N!$ 種可能中找出一組較佳的佈置順序來完成佈置。

要如何決定部門佈置的先後順序呢？可由兩部門間的定量關係或定性關係來決定。定量關係可考慮部門間的貨物搬運量，若兩部門間的貨物搬運量越高，則越需要將兩部門的佈置順序安排在一起以便能佈置在鄰近的位置並縮短彼此間的搬運距離。定性關係則可考慮部門間的相鄰關聯性，若兩部門間的相鄰關聯性越高，則越需要將兩部門的佈置順序安排在一起，使兩個需要相鄰的部門能彼此更靠近。

部門間的貨物搬運量越大，表示其相鄰關聯性也越大，但反觀部門間相鄰關聯性越大，卻不一定反映貨物往來搬運量越大。因此本研究決定採用部門相鄰關聯性作為決定佈置順序之參考依據，目的除了使相鄰關聯性較大的部門盡可能地彼此靠近之外，也在於賦予演算法處理非物流作業部門之佈置問題，避免某些定性因素的重要性因採用定量指標而被忽略了。

在決定部門佈置順序的同時，為了避免出現進貨部門與出貨部門出現在物流中心內部之不合理情形，本研究之演算法於規劃佈置方案前預先由使用者決定出貨部門與進貨部門之位置。在決定佈置順序方面，則排除進貨部門與出貨部門，僅需考慮其他部門之佈置順序。

決定佈置順序之步驟如下：

- 一、 各部門間之相鄰關聯性資料。
- 二、 將進貨部門為加入佈置順序集合中。
- 三、 由其他部門中選出與佈置順序集合中的部門具有最大相鄰關聯值的部門。
- 四、 若選出兩個以上的部門，則依據與所有部門間的總相鄰關聯數值大小選出最大者。
- 五、 若依然選出兩個以上的部門，則隨機選取其中一個部門。
- 六、 將所選擇的部門加入佈置順序集合中。

- 七、重複步驟三至步驟六，直至所有部門都已加入佈置順序集合。
- 八、步驟結束。佈置順序集合中的部門排列順序即為部門佈置之順序。

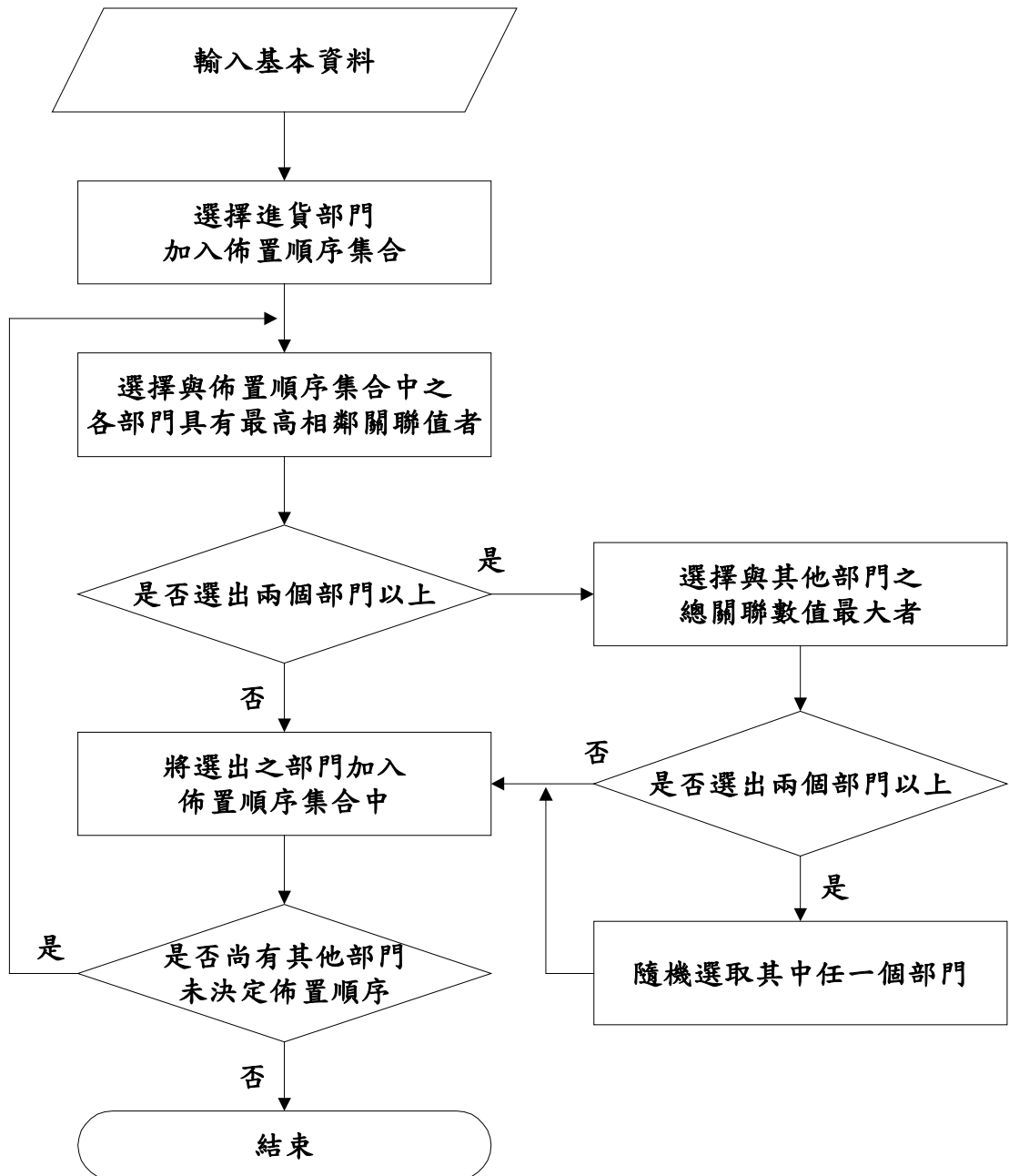


圖 5.5 設定部門佈置順序之流程圖

5.2.2 產生佈置方案

依據演算法第一部份所產生之部門佈置順序，演算法第二部分之程序主要在於依序為每個部門選擇適當的位置來進行佈置，當每個等待佈置的部門都完成佈置工作，就產生了一個完整的佈置方案。

除了部門的佈置位置會影響到佈置方案的結果之外，本研究還考量到部門尺寸方向之因素，亦即規劃者可決定部門之長度與寬度是否可交換，藉此影響部門呈現水平或垂直的佈置方向。

由於本研究之演算法在開始佈置部門之前，預先設定進貨部門與出貨部門必須佈置在物流中心可用空間四邊之前提，並且由規劃者來決定位置，因此，當進行產生佈置方案之程序時也由進貨部門的四邊開始，以進貨部門作為佈置位置的開端，如同貨物由進貨部門直至出貨部門之程序一般，依序進行各部門之佈置。

產生佈置方案之流程如下：

- 一、輸入基本資料。
- 二、設定最小成本為一極大值。
- 三、產生一組各部門佈置方向之組合。
- 四、依部門佈置順序選擇一個等待佈置之部門。
- 五、由已佈置部門之四邊選擇一個可供部門佈置之位置。如無，則進行步驟十。
- 六、判斷是否超出可用空間之範圍。如是，回到步驟五。
- 七、判斷是否與其他已佈置部門發生重疊。如是，回到步驟五。
- 八、重複步驟五至步驟七，直至完成所有部門之佈置工作。
- 九、計算新佈置方案之總物流搬運成本。如新成本比最小成本更小，則紀錄新佈置方案為最佳方案，新成本為最小成本。
- 十、重複步驟三至步驟九，直至嘗試過所有部門佈置方向之可能組合情形。
- 十一、如最小成本不為極大值，則完成最佳佈置方案；反之，則表示無法求解。
- 十二、步驟結束。

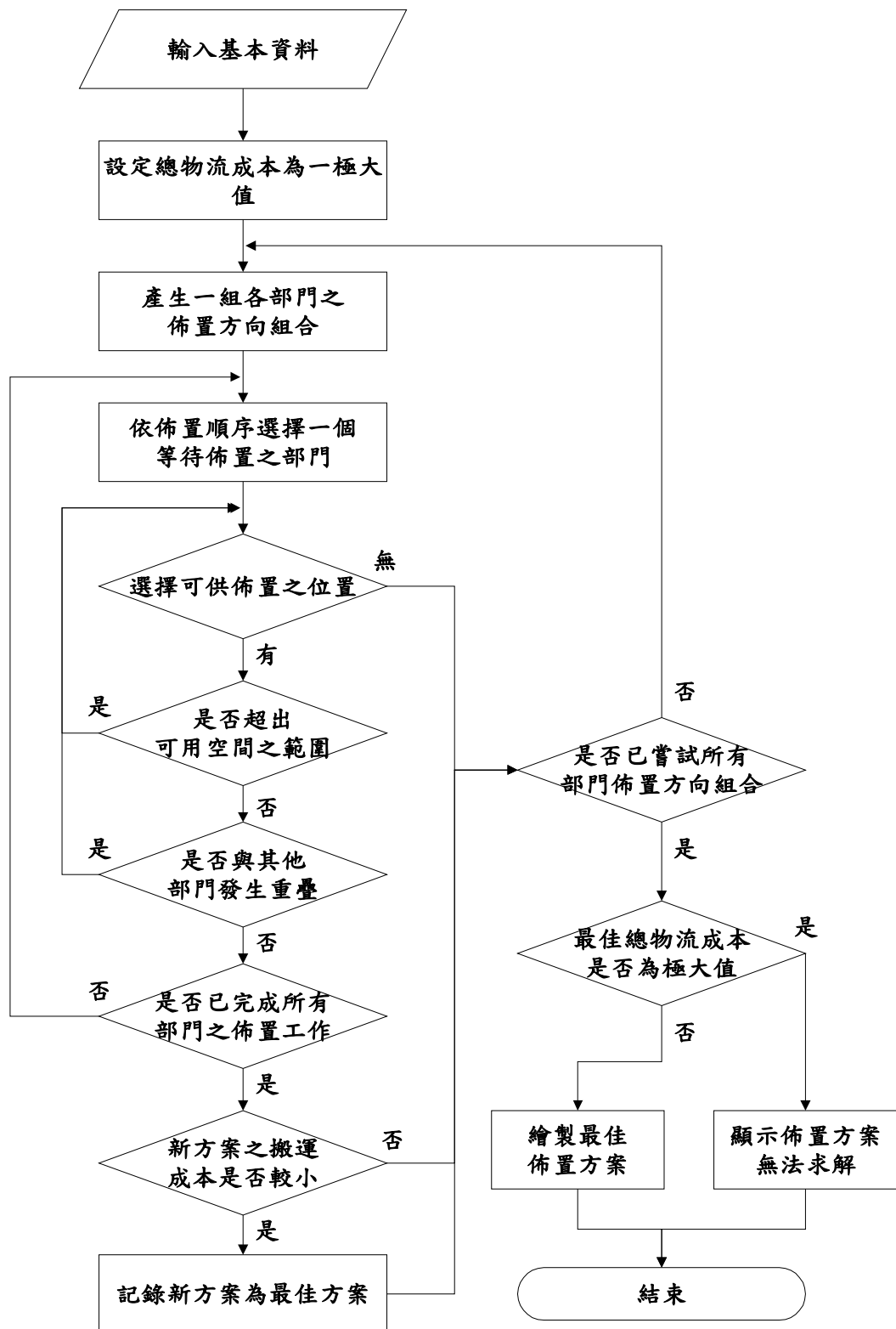


圖 5.6 產生佈置方案之流程示意圖

5.3 求解演算法

為了求解 5.2 節所建構之空間佈置演算法，本研究利用 Visual Basic Version 6.0 程式語言撰寫專用之電腦程式，在 Windows 2000 的作業環境之下，配合 AMD Athlon™ XP 1800+之個人電腦硬體進行測試與執行。撰寫電腦程式之目的，除了在利用電腦快速運算的能力來求解問題，更可配合互動式的操作環境與圖形化的成果展現，作為規劃者進行空間佈置規劃時的有利工具。

本研究之演算法電腦程式主要包含三大模組：(1)資料設定模組、(2)佈置演算法模組、(3)繪圖模組。其資料處理流程如圖 5.7 所示，逐步引導規劃者輸入演算法所需之重要參數直至完成最終佈置方案。

資料設定模組部分，包含設定物流中心之可用空間、設定進出動線、設定進出貨部門之佈置、輸入固定位置之部門設施資料、以及輸入欲佈置之部門資料五個程序。

設定物流中心可用空間之操作畫面如圖 5.8 所示，透過規劃者輸入可用空間之長度與寬度來表達可用空間之範圍。

物流中心之進出動線與出入口位置直接影響進出貨部門之佈置。圖 5.9 為設定進出動線之操作畫面，透過三種基本進出動線擇一來決定進出貨部門相對於可用空間之大略位置。接著進一步設定進出貨部門之面積與確切的佈置位置（如圖 5.10），部門之面積透過輸入長度與寬度來表達，而佈置位置則可選擇輸入部門之左下角座標位置或者直接在佈置示意圖上以滑鼠拖曳部門至適當的位置。

廠房週邊區域如結構樑柱、水電設施、…等相關週邊設施，在規劃部門佈置方案時通常已是固定位置且無法變動的，為了避免佈置其他部門時不小心使用到此類部門設施所佔用的空間，本研究所建構之演算法程式於產生佈置方案前可預先佈置固定位置之部門設施。如圖 5.11 所示，透過輸入此類部門設施之矩形長寬與左下角座標位置來表達其所佔用的空間範圍，並於產生佈置方案時限制其他部門不得使用此部分之空間範圍。此外，此項功能也可用來表達非矩形之物流中心可用空間，透過預先佈置障礙空間之方式，限定佈置其他部門時不得使用此障礙空間，可使得可用空間之形狀有更多的變化而能更符合實際空間之需求。

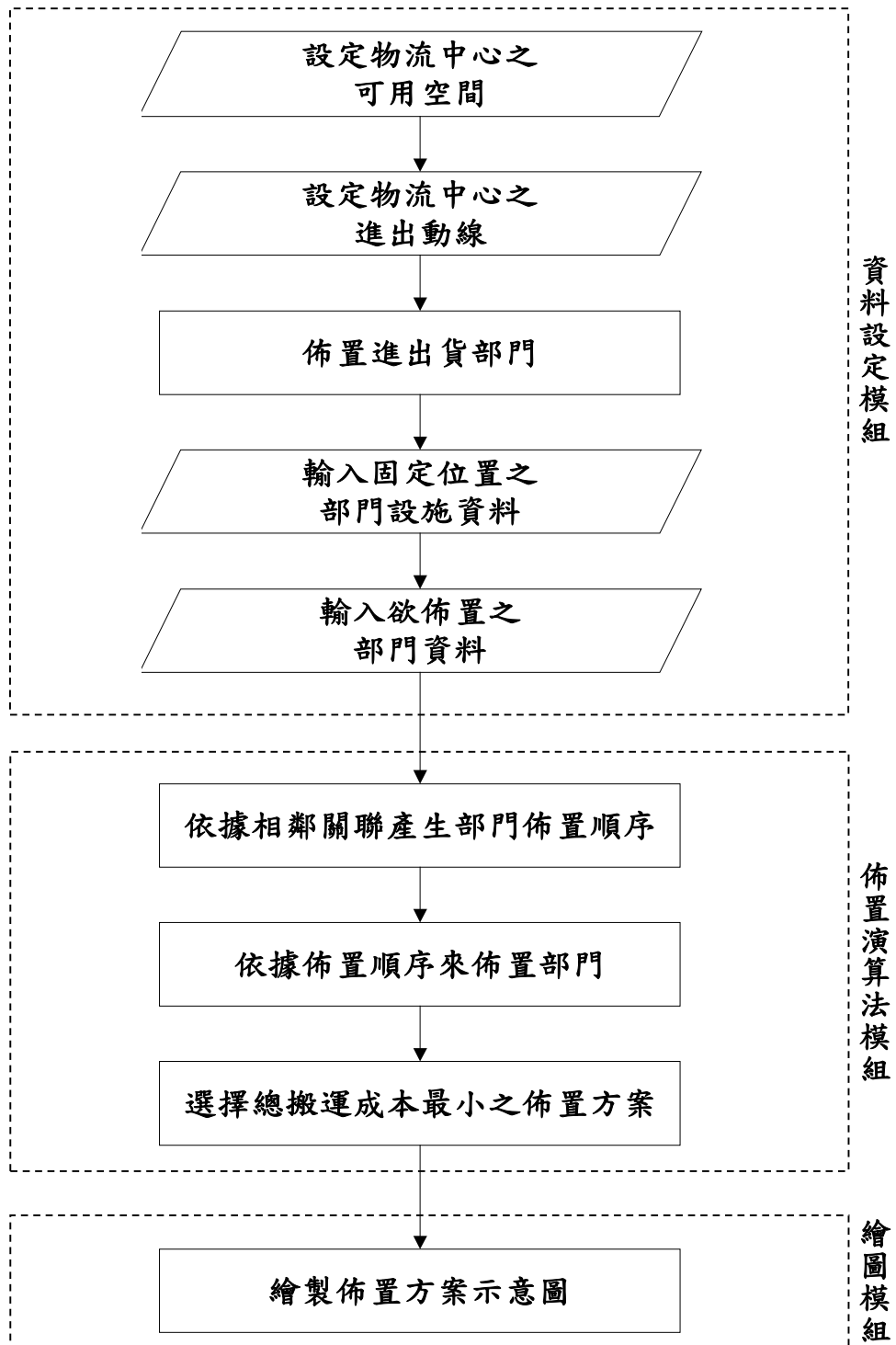


圖 5.7 演算法電腦程式資料處理流程



圖 5.8 演算法電腦程式操作畫面 (1)



圖 5.9 演算法電腦程式操作畫面 (2)

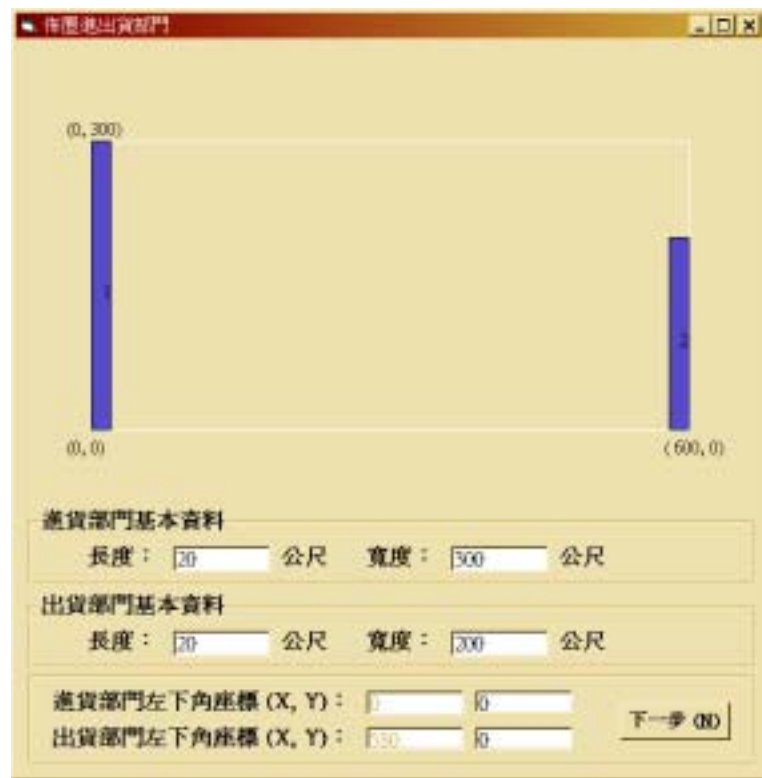


圖 5.10 演算法電腦程式操作畫面 (3)



圖 5.11 演算法電腦程式操作畫面 (4)

針對欲佈置之部門，本研究之演算法程式需由規劃者輸入部門長寬、部門間流量、與部門間關聯值共三項主要資料。圖 5.12 為輸入部門長寬資料之操作畫面，除了進出貨部門之資料已在先前的步驟中設定完成，其他部門之資料皆透過讀入之檔案資料來設定。其中，「固定尺寸」欄位表示各部門之尺寸方向（垂直或水平）是否可改變之限制情形，如選擇固定尺寸，則表示佈置過程中該部門之尺寸保持原先設定的長度與寬度，反之，則該部門可嘗試以交換長度與寬度的新尺寸來進行佈置。圖 5.13 為輸入部門間流量與部門間關聯值之操作畫面。

完成基本資料之設定後，演算法程式開始進入到佈置演算法模組。依據輸入之各項資料產生各部門的佈置順序，並依此嘗試各種部門佈置組合的可能，從中選出總搬運成本最小之最佳佈置方案。若嘗試過所有的佈置組合都無法產生完整的佈置方案使每個部門都有適當的佈置位置，則程式將傳回無法佈置之錯誤訊息。

透過佈置演算法模組的運算結果產生出可能組合中的最佳佈置方案，接著利用繪圖模組來展現佈置的成果。如圖 5.14，由佈置結果示意圖可清楚地展現整個可用空間之範圍以及每個部門之大小與佈置位置；透過滑鼠將游標移動至示意圖的部門上，下方的資訊欄便會顯示出該部門的名稱與佈置範圍；關於佈置方案之整體資訊，包含使用空間、空間利用率、總物流搬運成本、以及程式運算時間，同樣顯示於下方的資訊欄中；透過右下角的「部門資料列表」功能鈕，也可查詢所有佈置部門與固定位置部門設施之資料（如圖 5.15）。



圖 5.12 演算法電腦程式操作畫面 (5)



圖 5.13 演算法電腦程式操作畫面 (6)

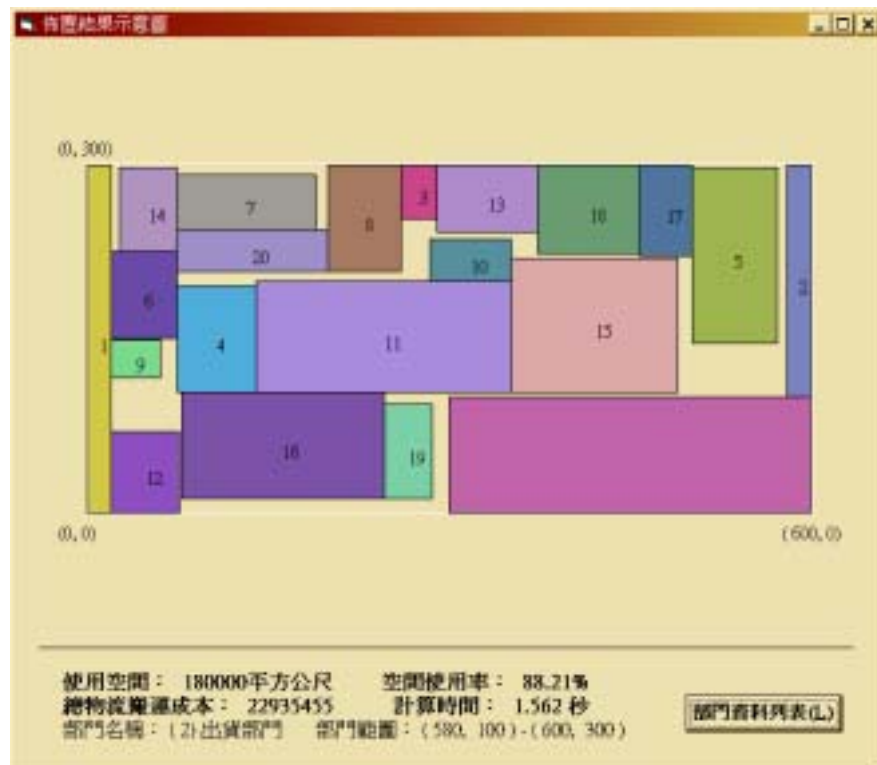


圖 5.14 演算法電腦程式操作畫面 (7)

部門資料列表					
部門資料					
	名 稱	長度(公尺)	寬度(公尺)	端點X座標	端點Y座標
1	產貨部門	20	300	0	0
2	出貨部門	20	200	580	100
3	部門3	30	46	260	254
4	部門4	66	92	74	104
5	部門5	70	152	502	146
6	部門6	54	76	20	150
7	部門7	116	48	74	244
8	部門8	60	92	200	208
9	部門9	40	34	20	116
10	部門10	68	36	284	200
11	部門11	212	96	140	104
12	部門12	56	70	20	0
13	部門13	66	66	200	146
總計		180000	180000	180000	180000
固定位置之部門設施資料					
	名 稱	長度(公尺)	寬度(公尺)	端點X座標	端點Y座標
1	固定設施一	300	100	300	0

圖 5.15 演算法電腦程式操作畫面 (8)

第六章 範例驗證與分析

6.1 範例情境說明

由於文獻中求解空間佈置問題之各類模式與本研究之假設不盡相同，因此無法直接引用文獻案例之資料作為本研究演算法之驗證案例。本節中將設計適當之範例作為演算法驗證分析之用，對於本研究之演算法必須具備有部門間貨物流量、部門相鄰關聯性、以及部門空間需求三項基本資料，本節之中將分別說明範例中此三項基本資料之設定。

6.1.1 部門間貨物流量

本研究設定物流中心之各項作業可歸納為八種作業程序，如表 6.1 所示，每種作業程序需將貨品往來搬運於各個部門之間。例如，程序 1 表示貨品進貨之後隨即存放於保管區中，透過補貨作業運送到動管區，接著經過加工作業後於分貨／集貨區整理成批，送往出貨區裝車出貨之作業程序。每種程序之作業量各佔不同比例，以物流中心每日總作業量為 1,000 個拖板之貨量來計算，可推算出各項程序的每日作業量。

表 6.1 物流中心各項作業程序列表

區 域	程序 1	程序 2	程序 3	程序 4	程序 5	程序 6	程序 7	程序 8
1. 進貨區	1	1	1	1	1	1	1	1
2. 倉儲保管區	2	3	2	2			3	
3. 倉儲動管區	3	4	3		2		4	
4. 流通加工區	4	2					5	
5. 分貨/集貨區	5	5	4	3	3	2	6	
6. 出貨區	6	6	5	4	4	3	7	3
7. 退貨處理區							2	2
作業量比例	25%	15%	20%	10%	20%	5%	4%	1%
每日作業量	250	150	200	100	200	50	40	10
每日總作業量	1,000 拖板							

透過表 6.1 可得知各項作業程序之每日作業量，配合各程序之部門往來情形，可推算出各部門間的貨物流量資料，表 6.2 為推算之部門間貨物流量表。依據表 6.2 之流量資料，可計算佈置方案之總物流搬運成本以評估佈置方案之優劣，並可作為評估部門間相鄰關聯性之參考。

表 6.2 物流中心貨物流量表

迄點區域 起點區域	1	2	3	4	5	6	7
1. 進貨區		550	200	150	50		50
2. 倉儲保存區			640		100		
3. 倉儲動管區				290	550		
4. 流通加工區		150			290		
5. 分貨／集貨區						990	
6. 出貨區							
7. 退貨處理區		40				10	

6.1.2 部門相鄰關聯性

6.1.1 節設定之貨物流量表中包含了七個與實體物流作業有關之部門，除了這些部門之外，本研究之範例中還包含了辦公行政區以及員工休息區，兩者分別屬於行政區域與勞務區域。實體物流作業之相關部門可透過彼此間的貨物流量來評估相鄰關聯性，而行政區域與勞務區域與其他部門並沒有貨物往來的需求，因此必須透過其他因素來評估。

表 6.3 為本研究設定之部門相鄰關聯表，中央欄位右上部分為部門間的關聯性指標，左下部分則為評估之考量因素。部門相鄰之評估因素如表 6.4 所列。

表 6.3 物流中心部門相鄰關聯表

區 域	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. 進貨區		A	E	E	I	O	I	E	I
2. 倉儲保管區	1, 3		A	I	E	O	O	I	X
3. 倉儲動管區	1, 3	1, 5		E	A	O	U	I	X
4. 流通加工區	3	3	1, 3		E	E	O	I	X
5. 分貨／集貨區		1, 3	1, 3	1, 3		A	U	I	X
6. 出貨區	4			1, 3	1, 3		O	E	I
7. 退貨處理區	3	2				3		E	X
8. 辦公行政區	2	2	2	2	2	2	2		A
9. 員工休息區	7	6	6	6	6	7	6	7	

表 6.4 部門相鄰因素表

號 碼	部 門 鄰 接 因 素
1	貨物搬運流量大
2	資訊流通頻繁
3	配合作業流程
4	需要共同的人員
5	需要共同的設備
6	貨品安全之考量
7	提昇工作環境

6.1.3 部門空間需求

依據 4.1.2 節所提出之物流中心各部門空間需求規劃方式，本研究設定範例之各部門空間需求估算條件如表 6.6 所列。依據表 6.6 之估算結果可得出七個實體物流作業相關部門之空間需求，而屬於行政區域之辦公行政區以及屬於勞務區域之員工休息區，本研究之範例則逕行設定其空間需求。

除了空間需求之外，本研究之演算法還需設定部門之長度與寬度。由於進貨部門與出貨部門各需設置八個貨棧以供裝卸貨物，因此設定兩部門之寬度為 80 公尺。其餘各部門則以 3：2 之長寬比例來設定部門長度與寬度。綜整範例之各部門空間需求與長寬設定如表 6.5 所列。

表 6.5 各部門空間需求設定列表

部 門 名 稱	空間需求 (m ²)	長 度 (m)	寬 度 (m)
1. 進貨區	1,405	18	80
2. 倉儲保管區	4,270	80	53
3. 倉儲動管區	2,908	66	44
4. 流通加工區	396	24	16
5. 分貨/集貨區	490	27	18
6. 出貨區	1,405	18	80
7. 退貨處理區	113	13	9
8. 辦公行政區	600	30	20
9. 員工休息區	1,000	39	26
總空間需求	12,587 m ²		

表 6.6 部門面積需求估算列表

部 門 面 積 需 求 設 定		
1. 進 貨 區	貨品數量：1000 拖板/日	工作時數：8 小時/天
	貨車載量：16 拖板/車	貨車數量：63 車次/日
	停留時間：1 小時/車次	貨棧數目：8 個
	平台深度：5 m	
	卸貨平台面積：40 m ²	
	卸載時間：0.4 小時/車次	暫存貨量：45.8 車次貨量
	暫存方式：單層拖板堆放	單位尺寸：1.1m x 1.1m
	通道比例：35%	
	理貨暫存區面積：1365 m ²	
	進貨區總面積：1,405 m ²	
2. 保 存 區	貨品數量：740 拖板/日	平均庫存天：5 天
	儲存設備：3 層式單排料架	搬運設備：平衡式堆高機
	單位尺寸：1.5m x 1.5m	通道比例：35%
	倉儲保存區總面積：4,270 m ²	
3. 動 管 區	貨品數量：840 拖板/日	平均庫存天：3 天
	儲存設備：3 層式單排料架	搬運設備：平衡式堆高機
	單位尺寸：1.5m x 1.5m	通道比例：35%
	倉儲動管區總面積：2,908 m ²	
4. 流 通 加 工 區	貨品數量：440 拖板/日	工作時數：8 小時/天
	工作空間：16 m ² /人	效率：3 拖板/人/小時
	加工作業空間：294 m ²	
	暫存方式：單層拖板堆放	單位尺寸：1.1m x 1.1m
	通道比例：35%	到貨次數：8 次/天
	加工貨品暫存區面積：102 m ²	
5. 分 貨 ／ 集 貨 區	流通加工區總面積：396 m ²	
	貨品數量：990 拖板/日	
	設備：自動分類機	效率：36 拖板/分類機/小時
	工作空間：100 m ² /分類機	設備數量：4 部
	分貨空間：400 m ²	
	平均訂單數：3 張/分類機/次	平均訂量：4 拖板/訂單
	暫存方式：單層拖板堆放	單位尺寸：1.1m x 1.1m
	通道比例：35%	
	集貨空間：90 m ²	
	分貨／集貨區總面積：490 m ²	

6. 出貨區	貨品數量：1000 拖板/日	工作時數：8 小時/天
	貨車載量：16 拖板/車	貨車數量：63 車次/日
	停留時間：1 小時/車次	貨棧數目：8 個
	平台深度：5 m	
	出貨平台面積：40 m ²	
	裝載時間：0.4 小時/車次	暫存貨量：45.8 車次貨量
	暫存方式：單層拖板堆放	單位尺寸：1.1m x 1.1m
	通道比例：35%	
	出貨暫存區面積：1365 m ²	
	出貨區總面積：1,405 m ²	
7. 退貨處理區	貨品數量：50 拖板/日	通道比例：35%
	暫存方式：單層拖板堆放	單位尺寸：1.1m x 1.1m
	退貨檢驗區：93 m ²	
	不良品比例：20 %	
	不良品暫存區：19 m ²	
	退貨處理區總面積：113 m ²	

6.2 範例佈置結果分析

依據 6.1 節之情境，在假設預先取得可用土地之情形之下，設定可用空間為長 200 公尺、寬 100 公尺之矩形空間，並預期將出入口設置在可用空間之對邊，以上為範例(1)之情境設定。透過演算法程式執行之範例(1)佈置結果如圖 6.1 所示，表 6.7 表示範例(1)佈置方案之部門編號與佈置範圍。

範例(1)程式計算時間僅需 0.03 秒，顯示在九個部門的問題規模之下，計算時間對本研究之空間佈置規劃作業可說不構成任何困擾。接著分析佈置方案之優劣，由作業效率、空間使用效率、部門相鄰關聯性、動線流暢性…等要素來進行評估。

佈置方案之作業效率，可透過目標函數之總物流搬運成本來比較。總搬運成本越小，表示作業所需之人力設備以及作業時間也越少。範例(1)佈置結果得到之總物流搬運成本為 235,237 (單位：棧板數 x 公尺)。

空間使用效率方面，可參考佈置方案使用之空間大小以及部門實際佔用之空間使用比例。使用之空間越小表示物流中心之土地購置成本越低，而空間使用比例越高則代表土地資源得以充分運用。範例(1)佈置方案之使用空間為 15,714 平方公尺，空間使用率為 80.34%。

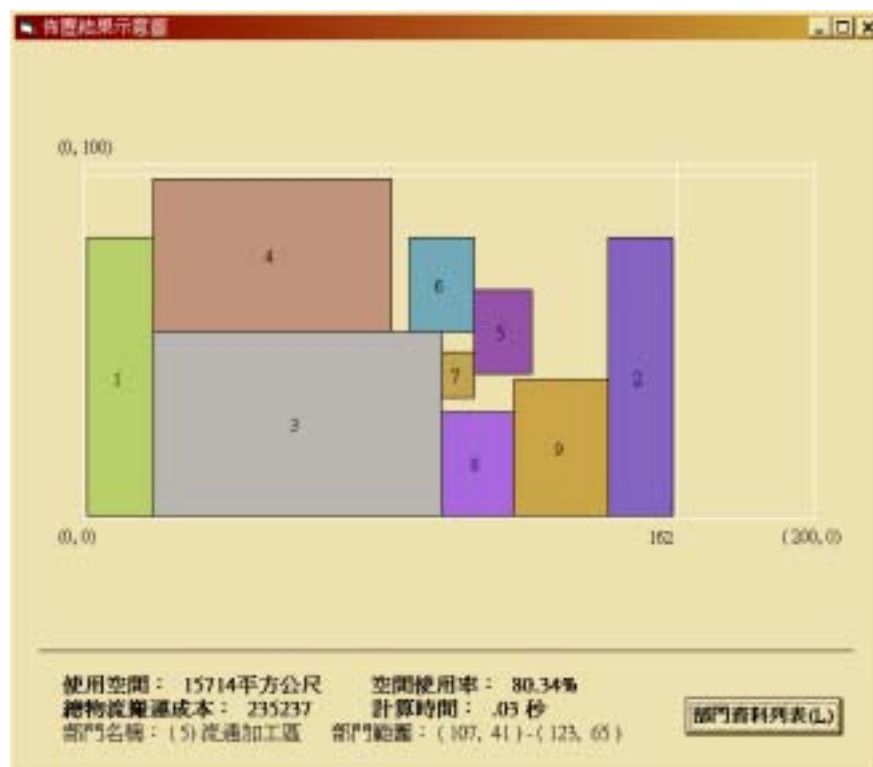


圖 6.1 範例(1)佈置結果示意圖

表 6.7 範例(1)佈置方案之部門範圍列表

部門名稱	右下角座標		左下角座標		中心點座標	
	X	Y	X	Y	X	Y
1. 進貨區	0	0	18	80	9	40
2. 出貨區	144	0	162	80	153	40
3. 倉儲保管區	18	0	98	53	58	26.5
4. 倉儲動管區	18	53	84	97	51	75
5. 流通加工區	107	41	123	65	115	53
6. 分貨／集貨區	89	53	107	80	98	66.5
7. 退貨處理區	98	34	107	47	102.5	40.5
8. 辦公行政區	98	0	118	30	108	15
9. 員工休息區	118	0	144	39	131	19.5

部門相鄰關聯性之方面，範例(1)中相鄰關聯值為 A 者包含有進貨部門與保管區、保管區與動管區、動管區與分貨集貨區、分貨集貨區與出貨區、辦公行政區與員工休息區五個部門組合，以範例佈置方案中之編號來看，五個部門組合分別為(1, 3)、(3, 4)、(4, 6)、(6, 2)、與(8, 9)，其中除了分貨集貨區與出貨區(6, 2)因未使用之空間阻隔未能直接鄰接，其餘四個部門鄰接組合皆成立。在不宜接近之部門組合方面，佈置方案之員工休息區（部門編號 9）也確實遠離了其他實體物流作業之區域，沒有產生接觸的情形。因此，範例之佈置結果符合部門關聯性之設定條件。

除了分析部門關聯性之外，透過作業動線圖更能清楚表示出佈置方案對於作業程序之影響。圖 6.2 顯示範例(1)中前三大作業量之主要作業程序動線，表 6.8 則列出範例(1)中各項作業程序之動線長度。

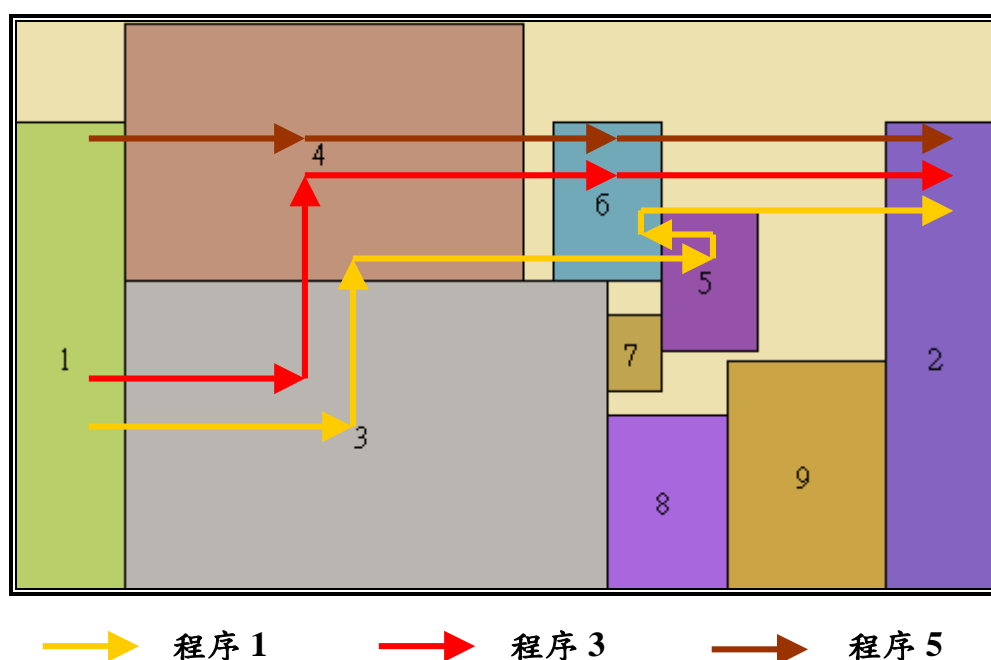


圖 6.2 範例(1)佈置方案之作業程序動線示意圖

表 6.8 範例(1)作業程序之動線長度列表

	程序 1	程序 3	程序 5	程序 2	程序 4	程序 6	程序 7	程序 8
作業量 (拖板/日)	250	200	200	150	100	50	40	10
部門數量	6	6	5	4	4	3	7	3
動線長度 (m)	250.3	208.6	163.5	327.5	168.4	153.9	339.6	144.0

參照範例(1)之情境設定，但將出入貨部門之外的其他各部門改以 2：1 之長寬比例來設定部門長度與寬度，依此作為範例(2)之情境設定。透過演算法程式執行之範例(2)佈置結果如圖 6.3 所示，表 6.9 表示範例(1)佈置方案之部門編號與佈置範圍，圖 6.4 為範例(2)前三大主要作業程序之動線圖。

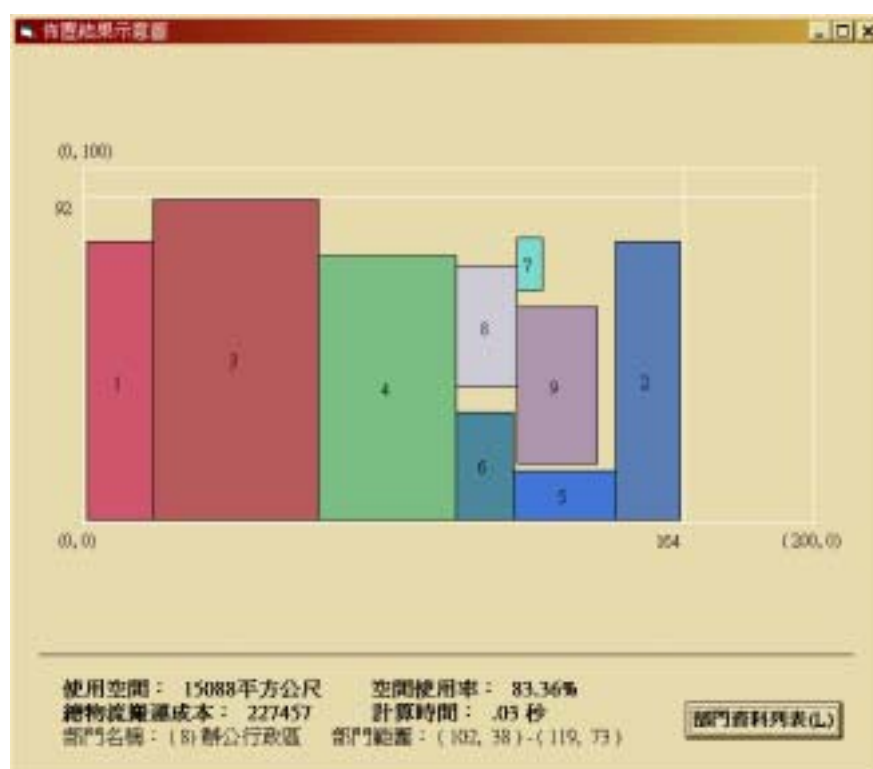


圖 6.3 範例(2)佈置結果示意圖

表 6.9 範例(2)佈置方案之部門範圍列表

部門名稱	右下角座標		左下角座標		中心點座標	
	X	Y	X	Y	X	Y
1. 進貨區	0	0	18	80	9	40
2. 出貨區	146	0	164	80	155	40
3. 倉儲保管區	18	0	64	92	41	46
4. 倉儲動管區	64	0	102	76	83	38
5. 流通加工區	118	0	146	14	132	7
6. 分貨／集貨區	102	0	118	31	110	15.5
7. 退貨處理區	119	66	126	81	122.5	73.5
8. 辦公行政區	102	38	119	73	110.5	55.5
9. 員工休息區	119	16	141	61	130	38.5

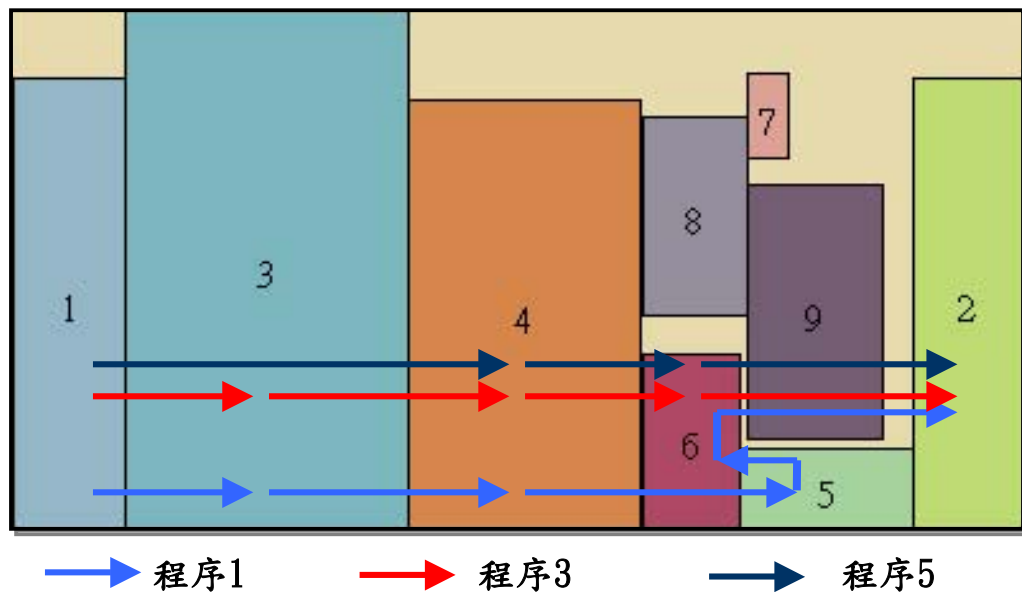


圖 6.4 範例(2)佈置方案之作業程序動線示意圖

比較範例(1)與範例(2)之佈置結果，表 6.10 為範例(1)與範例(2)之佈置方案比較表。主要作業動線長度表示前三大作業程序（程序 1、程序 3、程序 5）之動線長度總和。由表中可看出，範例(2)在使用空間、空間使用率、物流搬運成本、主要作業動線長度四向量化指標方面的表現都比範例(1)的佈置方案更佳，主要作業動線也沒有發生嚴重交織阻礙的情形，但進一步觀察部門相鄰關聯性之設定，發現範例(2)的佈置方案中，(9)員工休息區與(5)流通加工區、(6)分貨／集貨區、以及(7)退貨處理區發生相鄰，不符合預期結果，相較之下，範例(1)之方案仍為較可行之佈置方案。

表 6.10 範例佈置方案比較表

	使用空間	空間使用率	物流搬運成本	主要作業動線長度	作業動線流暢性	相鄰關聯
範例(1)	15,714 m ²	80.34%	235,237	622.4 m	流暢	合理
範例(2)	15,088 m ²	83.36%	227,457	613.9 m	流暢	(9)員工休息區

第七章 結論與建議

7.1 結論

1. 物流中心具備有連結上游製造業與下游消費業者，滿足多樣少量之市場需求、縮短流通時間、及降低流通成本等關鍵性機能，因掌控整體物流、商流、資訊流、與金流之整合而成為供應鏈成敗之關鍵設施。其內部空間佈置適當與否將影響到整體供應鏈之營運效率。
2. 物流中心內部之作業流程大致可分為實體物流作業與資訊流作業兩部分。實體物流作業直接影響到空間佈置之規劃，資訊流作業則因不佔用空間以及可透過通訊技術縮短距離之特性，對空間佈置之影響較小。
3. 物流中心內部可區分為物流作業區域、行政區域、勞務區域、以及廠房週邊區域四類區域，其空間佈置規劃除了受到土地可用空間之限制外，還受到作業流程需求、機具設備選擇、及其處理貨品之特性影響。
4. 製造業工廠設施多運用 P-Q 分析法 (Product-Quantity Analytics) 來分析作業量，屬於生產導向之規劃分析，而物流中心之作業著重於滿足顧客的需求，因此可透過 EIQ 分析法分析訂單數目 (Entry of Order)、貨物品項 (Item)、與貨品數目 (Quantity) 之變化，以便掌握明確掌握之作業需求。
5. 本研究提出物流作業區域之各部門空間需求估算方式，透過作業流程規劃、設備選擇、與貨品特性分析可估算出參與實體物流作業之各部門空間需求。
6. 在進行物流中心空間佈置規劃作業時，針對各部門間的相鄰關聯性進行分析，除了有助於增進營運效率，更可避免誤將不應相鄰之部門佈置在一起之可能，同時得以明確地表達出營運管理上之定性要素在空間佈置作業上的影響。
7. 本研究提出物流中心空間佈置規劃之啟發式演算法，透過輸入各部門之空間需求、貨物流量、以及相鄰關聯性三項重要資料，在物流中心可用空間之限制以及進出動線之選擇條件之下，求解連續平面空間中總貨物搬運成本最小之佈置方案。連續平面空間之假設較符合實際規劃之情形，配合選擇進出動線之方式，更可避免進貨部門或出貨部門出現在可用空間中央部分之不合理情形。遇有形狀不規則之可用空間（視為含有固定位置之障礙物）或者固定位置之部門設施，也可輸入固定部門設施之資料來反應這類情況。
8. 本研究之啟發式演算法主要包含兩個階段。第一階段利用相鄰關聯性決定各部門之佈置順序以簡化求解之範圍，並盡可能使關聯性高之部門佈置在一起；第二階段依序將各部門佈置在可用空間上，並嘗試各種部門

尺寸方向之組合情形，尋找其中總物流搬運成本最小之佈置方案。

9. 本研究構建演算法之電腦程式，利用電腦之強大運算能力來求解問題，並且透過互動式的使用者介面彈性地決定各項參數，最後利用繪圖介面呈現佈置方案，得出直覺而明瞭的解答。透過範例驗證與分析得知，本研究之演算法求解效率良好，針對 9 個部門之空間佈置問題僅需 0.03 秒的計算時間；空間利用率也達到 80.34%，作業動線流暢，部門關聯性符合預期條件，滿足一般對於佈置方案之要求。但部門位置與長寬尺寸仍須由規劃者進行修正，才能真正作為可施行之佈置方案。

7.2 建議

1. 對於空間需求之評估，本研究僅針對物流作業區域之各部門提出估算方式，對於行政區域、勞務區域、以及廠房周邊區域僅以假設之空間需求來進行範例分析，未來研究者可針對此部分之空間需求估算進行探討。
2. 本研究之演算法於選擇各部門之適當佈置位置時，僅考慮其與已佈置部門之中點與側邊間的相對關係來決定可能的部門鄰接位置，雖然縮小了求解的範圍，卻也可能因此漏失了更好的解答，未來研究者對於連續空間中兩部門間之相對鄰接位置可繼續進行探討。
3. 本研究之演算法雖然可對不同部門設定個別的空間需求，但是對於長度與寬度之標準能然必須由規劃者給定條件，雖然可透過水平或垂直的尺寸變化（交換長寬）來增加佈置的彈性，但是仍然無法達到任意變化部門的長寬尺寸，後續研究者可繼續探討。
4. 由於本研究之演算法並未清楚定義各部門之實際往來路徑，僅以部門中心點間的直線距離作為兩部門間的距離估算，未來可加入對於各部門進出通道位置與實際行走距離之研究。
5. 本研究之演算法納入部門相鄰關聯性之考量，對於不應相鄰之部門，演算法能避免兩者直接鄰接的情形，但對於雖未直接鄰接卻彼此十分接近，且中間無其他部門相隔之情形則無法辨別，後續研究者可對此進行研究探討。
6. 物流中心內部除了貨品之流動之外，人員之動線也是值得重視的要素。如何將人員動線納入空間佈置之考量因素，後續研究者可繼續研究探討。
7. 目標市場與經營環境之變動性將影響到訂單量與貨品數量之需求，但物流中心之空間佈置一旦完成便難以變更，如何產生一個彈性的佈置方案來因應將來可能的變化可做為未來研究的課題。

參考文獻

英文文獻

1. Armour, G.C., and Buffa, E.S., "A heuristic algorithm and simulation approach to relative allocation of facilities", *Management Science*, vol.9, no.2, p.294~300, 1963.
2. Apple, J.M., and Deisenroth, M.P., "A computerized plant layout analysis and evaluation technique", technical paper, Annual AIIE Conference, Norcross, GA, 1972.
3. Bazaraa, M.S. and M.D. Sherali, "Benders' partition scheme applied to new formulation of the quadratic assignment problem," *Naval Research Logistics Quarterly*, vol.27, p.29~41, 1980.
4. Bazaraa, M.S., and Kirca, O., "A branch-and bound-based heuristic for solving the QAP", *Naval Research Logistics Quarterly*, vol.30, p.287~304, 1983.
5. Burkard, R.E., and Stratman, K.H., "Numerical investigations on quadratic assignment problems", *Naval Research Logistics Quarterly*, vol.25, p.129~144, 1978.
6. Chen, C.W., and D.Y. Sha, "A design approach to the multi-objective facility layout problem," *International Journal of Production Research*, vol.37, p.1175~1196, 1999.
7. David S.L., Philip k., and Edith S.L., *Designing and Managing the Supply Chain, Concepts, Strategies, and Case Studies*, McMraw-Hill Companies Inc., 2001.
8. Edwards, H.K., Gillett, B.E., and Hale, M.C., "Modular allocation technique (MAT)," *Management Science*, vol.17, no.3, p.161~169, 1970.
9. Foulds, L.R., and Robinson, D.F., "A strategy for solving the plant layout problem", *Operations Research Quarterly*, vol.27, no.4, p.845~855, 1976.
10. Gilmore, P.C., "Optimal and Suboptimal Algorithms for the Quadratic Assignment Problem," *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, vol.10, p.305~313, 1962.
11. Govindaraj, T., Edgar, E., Blanco, and Douglas, A. Bodner, Marc Goetschalckx, Leon F. McGinnis, and Gunter P. Sharp, "Design of warehousing and distribution systems: an object model of facilities, functions and information," *IEEE*, p.1099~1104, 2000.
12. Johnson, J.C., and Wood, D.F., *Contemporary Logistics*, Sixth Edition,

- Prentice-Hall Inc., 1996.
13. Kaufman, L., and F. Broeckx, "An algorithm for the quadratic assignment problem using Bender's decomposition," *European Journal of Operational Research*, vol.2, p.204~211, 1978.
 14. Koopmans, T.C. and Beckman, M., "Assignment Problems and the Location of Economic Activities," *Econometrica*, vol.25, p.53~76 1957.
 15. Lawer, E.L., "The Quadrastic Assignment Problem," *Management Science*, v.9, p.586~599, 1963.
 16. Lee, R., and Moore, J.M., "CORELAP—computerized relationship layout planning", *Journal of Industrial Engineering*, vol.18, p.195~200, 1967.
 17. Muther, R., *Systematic layout planning*, 2nd edition, 1983.
 18. Rosenblatt, M.J. and Roll, Y., "Warehouse capacity in stochastic environment", *International Journals of Production Research*, vol. 26, no.12, p.101~103, 1988.
 19. Sahni, S. and T. Gonzalez, "P-Complete Approximation Problem", *Journal of Associated Computing Machinery*, vol.23, p.555~565, 1976.
 20. Seehof, J.M., and Evans, W.O., "Automateed layout design program", *The Journal of Industrial Engineering*, vol.18, no.2, p.690~695, 1967.
 21. Scriabin, M., and Vergin, R.C., "A cluster-analytic approach to facility layout", *Management Science*, vol.31, no.1, p.33~49, 1985.
 22. Tam, K.Y., and S.G. Li, " A hierarchical approach to the facility layout problem," *International Journal of Production Research*, vol. 29, p.165-184, 1991.
 23. Tompkns, J.A., and R. Jr. Reed, "An applied model for the facilities design problem," *International Journal of Production Research*, vol.14, p.583~595, 1976.
 24. Tompkins, White, Bozer, Frazelle, Tanchoco, Trevino, *Facility Planning*, John Willey & Sons, Inc., 1996.
 25. Welgama, P.S., and P.R. Gibson, "Computer-aided facility layout – a status report," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol.10, p.66-77, 1995.

中文文獻

26. 林立千，設施規劃與物流中心設計，民國 90 年。
27. 陳泰明，物流中心之規劃設計，經濟部商業司，民國 85 年。
28. 黃如舜，影響台灣地區產業選擇第三者國際儲運服務因素之研究，國立交通大學管理科學研究所碩士論文，民國 87 年。
29. 黃思明，「台灣物流業者的類型與核心管理技術」，物流管理系列研討會論文集，第 124-135 頁，民國 83 年 12 月。
30. 張傳杰，物流中心系統化的佈置與規劃，經濟部商業自動化系列叢書，民國 86 年。
31. 陳春益、鍾再復、王以南，「在國內設置亞太物流中心之探討」，1999 國際物流研討會論文集，民國 88 年 1 月。
32. 陳慧娟，物流中心作業系統，經濟部商業自動化系列叢書，民國 86 年。
33. 蘇雄義，企業物流導論，華泰書局，民國 87 年。
34. 賴明玲、陳妙禎，物流中心資訊系統概論，經濟部商業自動化系列叢書，民國 83 年。
35. 謝明翰，物流中心系統功能性整合設計模式，國立台灣大學工業工程學研究所碩士論文，民國 86 年。