

# 第一章 緒 論

## 1.1 研究背景與動機

低溫食品具有不須複雜的處理即可食用、不含防腐劑、方便儲存、較能保持食物原有的營養價值、且可將食物的精緻美味保留下來等等的特性，在現代人的生活中扮演著愈來愈重要的角色。隨著工作壓力的增加、婦女就業率的普及，整個社會的生活步調變得十分緊湊，外食的人口越來越多、加工食品以及低溫食品的需求量也大為增加。人們的食物採買習慣也由傳統的集中市場，轉為大型量販店及超級市場，因此食物的冷凍、冷藏技術都會直接影響食品品質，而低溫物流技術自然扮演了極具關鍵性的角色。尤其是未來我國加入WTO世界貿易組織，國內食品業的整體結構將受到大批進口原料及食品的衝擊而重整，積極的開發低溫物流系統成為低溫食品業中一個重要課題。

由於能資所開發了新型的蓄冷保溫櫃，打破以往需要使用冷凍車的運送模式，經過廠商實際的測試，關於能源成本節省的部分，有相當不錯的成效，由此為基礎產生的新型物流輸配送系統也因應而生。新的蓄冷技術使得原有的冷凍冷藏車配送模式，已經不適用於現在競爭激烈的低溫物流市場。對原有低溫配送系統產生的影響，如節省能源消耗、運輸成本的降低等，更是物流業者急需想了解的資訊。

此新型低溫物流系統在台灣才開始發展不久，目前只有少數幾家低溫物流公司採用或是試用過，而造成新式系統尚未被廣泛使用的原因可能為廠商不了解此新型與傳統低溫物流系統操作上之差異、兩系統的投資與營運成本之比較，以及既有的傳統低溫物流系統該如何處置等等。由於國內外針對此新型低溫物流系統的研究甚少，所以本研究擬針對此新式低溫物流系統作詳細說明，並與傳統低溫物流系統作對照，比較分析新舊系統在實際營運上的差異，供現行低溫物流業者作為參考。

## 1.2 研究目的與範圍

下列為本研究之研究目的：

- 一、 針對傳統與新式低溫物流系統在整個物流輸配送的運送流程，分析其過程所包含的成本項目，比較新舊系統成本特性之差異。
- 二、 構建傳統與新式低溫物流系統的成本分析模式，以便能更清楚了解兩系統在成本特性上的差異。
- 三、 以實際的營運資料（傳統系統）以及成本數值，做新式低溫物流節能實務上的驗證，供低溫物流業者作為採用新式低溫物流系統決策之參考依據。

## 1.3 研究內容與方法

本研究採用淨利和成本分析方法，比較新式低溫物流系統與傳統低溫物流配送系統在成本效益上的差異，研究流程如下：

### 一、問題界定：

首先透過相關的學術文獻與技術報告了解現今低溫物流系統的演變與更新，進一步確定本研究的研究動機、研究目的、研究範疇、研究方法與流程。

### 二、文獻回顧：

蒐集整理有關傳統與新式低溫物流系統、公路貨運業成本分析及成本效益比較方法等相關文獻資料。因此可瞭解低溫物流鏈的定義、新式低溫物流系統的應用實例、低溫物流相關的研究及各種成本比較分析方法。

### 三、現況分析：

分析低溫物流配送系統的作業特性與運作流程，以及傳統與新式兩系統投入的相關成本項目，以利後續做兩系統之成本分析比較。並蒐集國外先進國家（如日本）的低溫物流發展現況，以供台灣低溫物流業者作為參考。

#### 四、成本分析模式之構建：

依照兩系統作業特性與運作方式，配合適切的假設，分析兩系統各成本項目的特性與影響因子以建構兩系統的成本模式，並做初步的比較分析。參考公路局公路貨運運價之會計成本分類，對傳統和新式低溫物流系統的成本項目做分類，並比較分析各項成本的特性。

#### 五、個案研究：

透過案例公司的實際營運資料，可得到實務上傳統低溫物流系統的相關成本資料，如傳統冷凍冷藏車輛的購置成本、低溫物流中心集配人員的人數及人員相關成本、車輛保修成本、場站管理成本等。接著再以工研院與廠商（曾參與測試試用）提供的新式低溫物流系統的相關成本資料，如依產品溫度，以蓄冷箱為單位的制冷能源消耗成本、經平均攤提後每年需負擔的新式系統購置成本等等，配合合理的假設，計算出新式低溫系統的營運成本。

在成本效益分析上，本研究因以傳統系統的營運資料去推估新式系統的營運成本，其中有許多假設，如兩系統具有相同的繞行路徑、配送車輛數、貨運延噸公里數等，此假設會使得兩系統的營收相等，而以淨利的比較觀點，兩系統的成本效益分析便可由總成本或是平均延噸公里成本分析比較。被針對兩系統成本的差異部份，如車輛購置與保修、制冷方面、運輸配送油耗與新設備購置養護成本等作比較分析，看新式低溫物流系統是否如預期結果一樣具有節能效益。

#### 六、結論建議：

統合文獻與研究結果，提出本研究的結論與建議。

## 1.4 研究流程

本研究流程包含問題界定、文獻回顧、現況分析、成本分析模式以及個案研究，最後提出結論與建議。其流程如圖1-1所示。

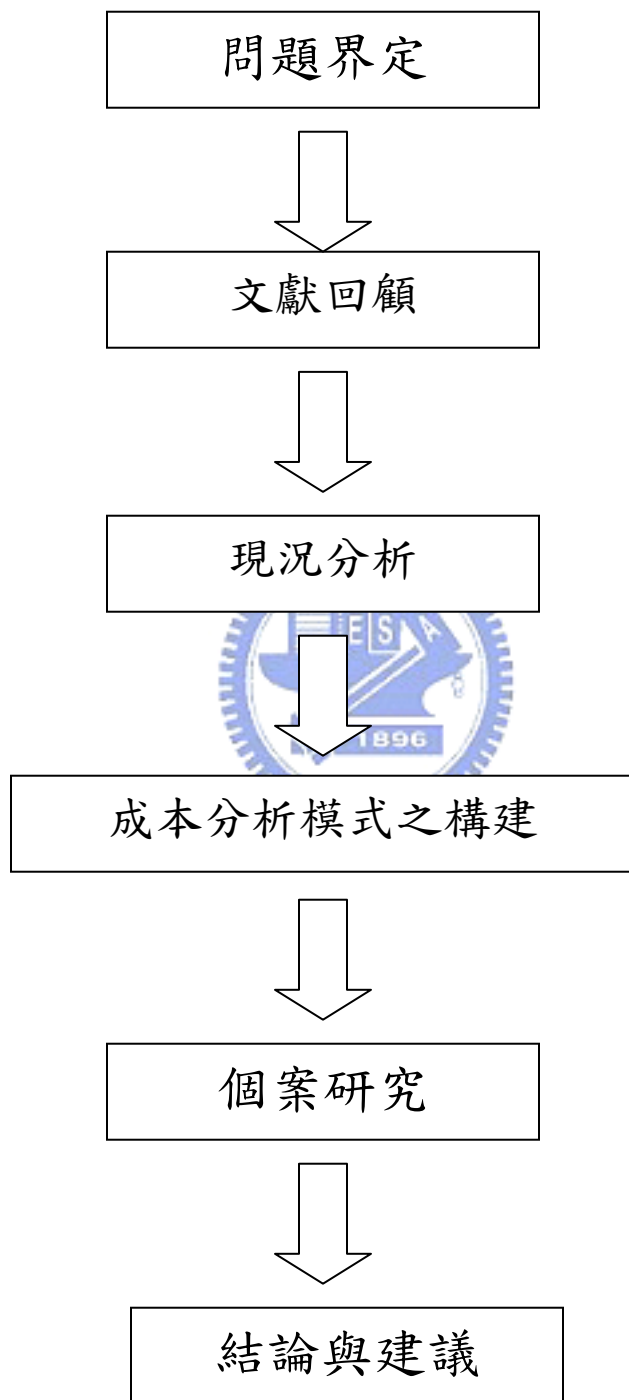


圖1-1 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧

### 2.1 低溫物流鏈之介紹

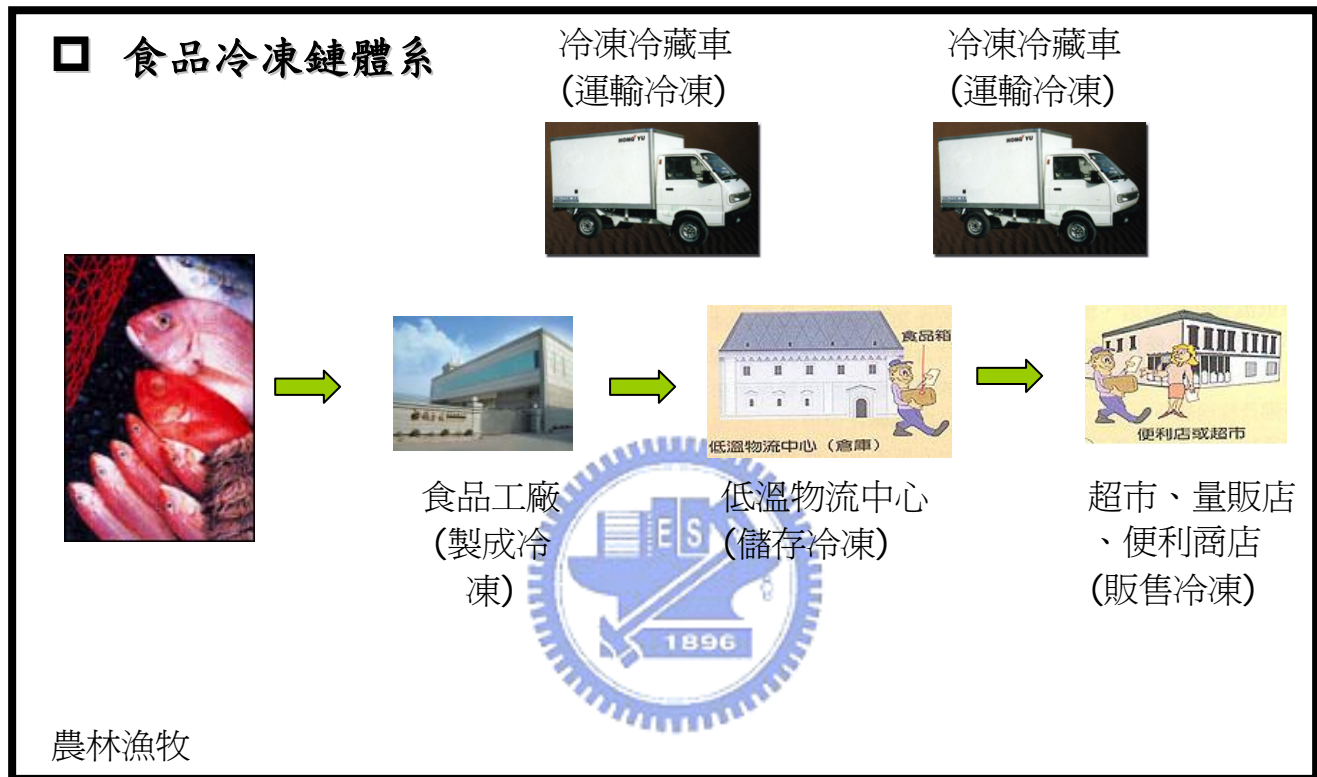


圖2-1，食品冷凍鏈體系

(資料來源:經濟部工業局。本研究整理)

近年來國內冷凍、冷藏等低溫食品逐漸被接受，除了其具備天然、易調理、方便、口味多樣等特性十分符合強調快速之消費需求外，國人對於「食」的要求，亦隨著雙薪家庭、工業化等環境變遷，而愈來愈受到大眾的青睞。以台灣地區食品加工業的發展歷程來說，由早期的罐頭轉變為冷凍食品的開發，進而提昇至現在的冷藏、鮮食等更高技術的食品型態。不管是冷凍、冷藏或鮮食食品，其都必須採用「低溫控制技術」加工製造，並且在全程低溫的監控下儲存，運輸配送和銷售，才能達到維護和確保食品最佳品質、口感、味道的目的，這即是所謂冷凍（藏）鏈(Cool Chain)的概念。



## 2.2 低溫物流配送系統

此節本研究參考經濟部能源局之能源節約技術報導期刊，低溫物流省能技術與應用研究（郭儒家，民91）及本研究所蒐集的相關文獻資料，針對傳統與新式低溫物流系統作詳細的比較介紹。

### 一、傳統低溫物流配送系統

傳統的低溫物流配送方式係依照顧客(商店或超級市場)所需求的食品，在低溫物流中心檢貨分裝再以食品箱裝妥後，經由運送人員搬運至冷凍車之內，照一定路線將食品箱依序送往各個運送點、商店或超級市場交給接受人員或店員，才算完成所有食品箱之運送工作。

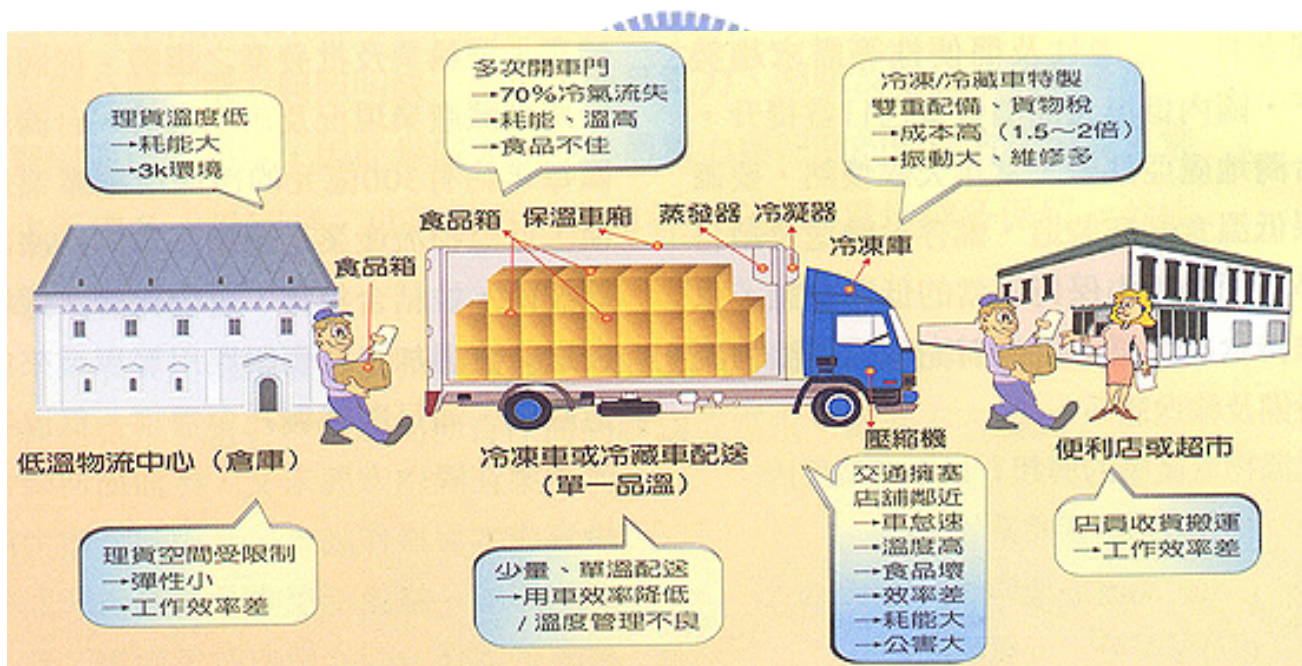


圖 2-2，傳統低溫物流輸送系統分析圖

此低溫物流輸配送過程中必須依賴造價昂貴的冷凍(冷藏)車進行，冷凍車除了有一般貨車相同的車體與機械之外，所差別的就是其車上之冷(凍)藏設備，主要包括有隔絕

外界熱量的冷凍車廂、排熱造冷的冷凍系統(壓縮機、冷凝器、蒸發器、控制機構及相關配件)及其他構件所共同組成。冷凍系統最主要用來排除來自於車廂體外傳熱與因開門卸貨時所帶進的熱氣，特別是配送時的多次開門熱負荷(約佔總熱負荷之 70%)為最，以產生並維持冷凍車廂內之低溫環境。配送用冷凍車之壓縮機由運輸貨車上的引擎來驅動，為冷凍系統的最主要動力來源，也就是說，冷凍系統產生冷氣的效果受到冷凍車引擎轉速的影響，當冷凍車之引擎在怠速運轉狀態時，即容易產生冷凍能力不足、排熱造冷效果不佳的現象，因此造成冷凍車廂內溫度持續升高，低溫食品無法保持於一固定適當的低溫狀態，而影響了食品的品質與安全。

由於台灣地區交通擁塞，汽車引擎經常發生怠速運轉的情況，機械式引擎帶動的冷凍車亦無倖免，造成引擎無法有效發揮運轉效率而降低了冷凍車之冷凍能力；而且台灣地區人口稠密，各商店間的配送距離過短，在完成一商店之部分食品箱的運送後，在冷凍車廂內部所增加的熱負荷還來不及冷卻移去，就已經抵達另一商店，而要再次承受開門卸貨時所造成的熱負荷侵入。因此，在每一趟配送過程中的每一次卸貨動作，就造成冷凍車內的冷度持續流失，如此惡性循環，使得低溫食品在 $-20^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ 的溫度環境中大幅度的變動，不僅讓低溫食品無法在所需適當的低溫下保持理想的品質，同時也造成引擎與壓縮機的負載變化過大，而降低引擎與壓縮機的使用壽命及能源的浪費。

再者，冷凍(冷藏)車造價昂貴，在冷凍能力與設備同等級比較下，車用較陸地上用多出 15%的貨物稅成本；且冷凍(冷藏)車使用數量多，造成冷凍設備數量又多又零星，其維修機率與成本倍增，總體性能效率下降，因此應用一般的低溫物流輸送系統會讓其設備成本與操作成本居高不下，特別在冷凍車輛設備部份。

其次，以目前冷凍車的功能多半僅能配送相同品溫之低溫食品，像是運送冰淇淋或冷凍食品者，只能選擇使用可維持在 $-18^{\circ}\text{C}$ 以下的冷凍車；運送鮮乳或冷藏食品者，只能選擇使用可維持在 $0^{\circ}\text{C}$ 以上不能結冰的冷藏車，因其保持品溫範圍不同所致，所以對於不同品溫的低溫食品必須分開運送，造成車輛使用效率的降低；或是分別購買兩部不同品溫之冷凍車或冷藏車來載運，這不但徒增投資與操作成本，更增加了管理上的負擔。

再者，低溫物流中心在低溫環境下，對低溫食品的檢集、分類及分裝等工作效率不彰。店員在冷凍車抵達卸貨時，唯恐低溫食品會升溫或融化，必須要放下手邊工作，立刻將食品箱搬運入庫或上櫃，這也影響了工作效率。

## 二、新式低溫物流配送系統

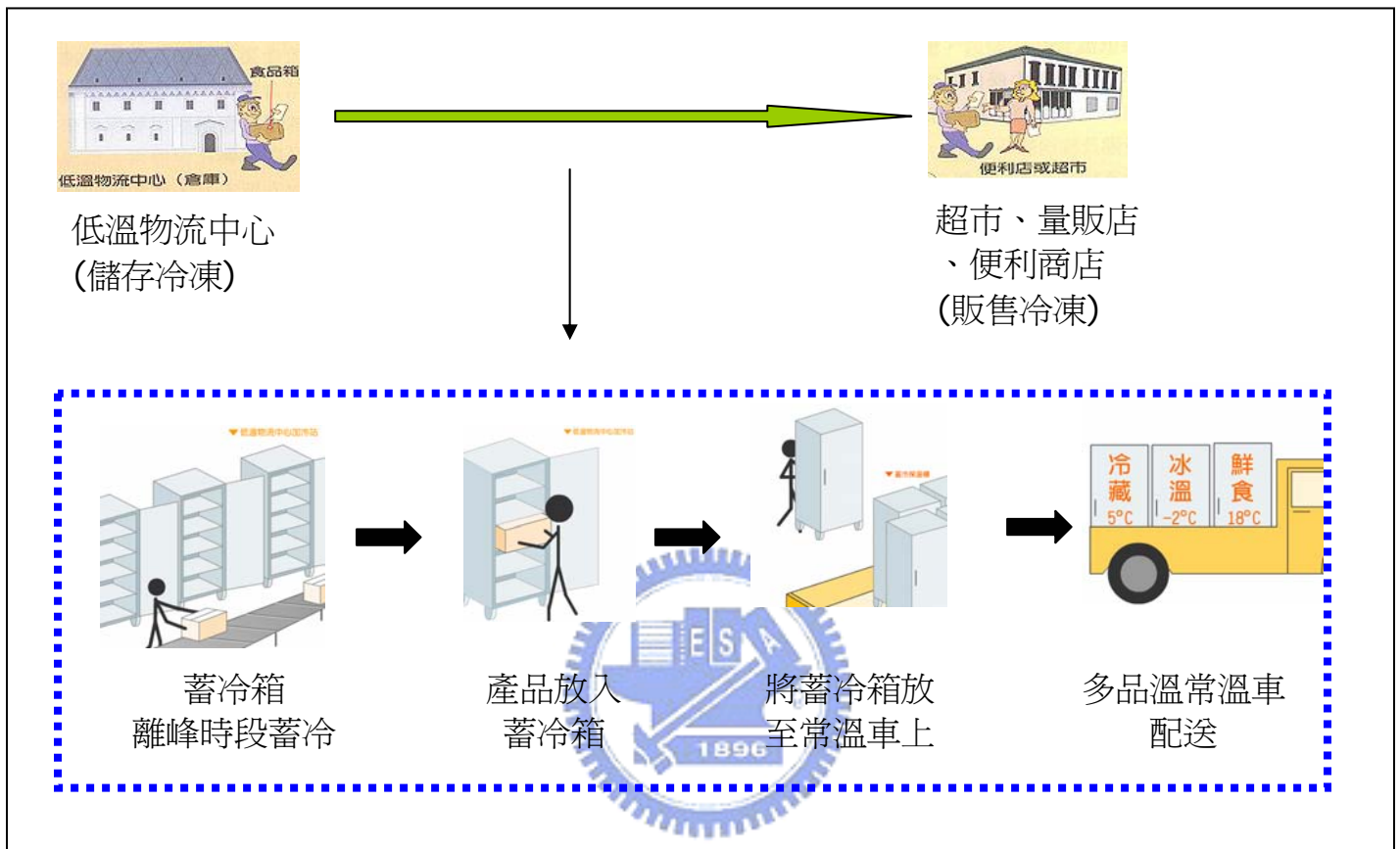


圖2-3，新式低溫物流配送系統分析圖

這是一種以創新設計之蓄冷櫃(箱)，取代現行冷凍車應用的低溫物流系統，在實際應用上又可分為：鹵水加冷型低溫物流輸送系統及置換加冷型低溫物流輸送系統二種型態。

此新型低溫物流輸送系統係利用物流中心之冷凍能力，藉加冷站傳輸於可移動蓄冷保溫櫃，使其蓄冷再釋冷以保存低溫食品於其中之穩定低溫環境，並僅採用一般貨車運送不同品溫的食品至各配送點。其好處在於：



1. 利用多品溫蓄冷保溫櫃運送食品，以解決冷凍車目前僅能運送單一品溫食品之問題，節省不開門的冷氣流失。
2. 不需利用冷凍車上之動力源來使蓄冷保溫櫃儲冷。
3. 可以針對不同物流之配送距離來運送多品溫之食品至各商店及超市，降低專用車輛於怠速時所產生的能源消耗與空氣污染問題。
4. 降低車輛專用所造成之投資成本的浪費，並且減少人員的搬運及提高工作效率。

置換加冷型低溫物流輸送系統，它提供了一種裝載低溫食品的蓄冷保溫櫃，在物流中心藉由凍結機集中儲冷，將可置換且適用不同品溫的蓄冷器降溫蓄冷(儲存冷能)，再把蓄冷器傳送置之蓄冷保溫櫃中，保持低溫食品之新鮮度，並且經由一般貨車即可運送裝載於蓄冷保溫櫃中之不同品溫的低溫食品，以進行無冷凍動力運載之低溫物流輸送。一般低溫物流輸送系統與新型低溫物流輸送系統之變換比較如表 2.1 所示。



表 2.1 新型低溫物流輸送系統之優點

| 變換前(傳統式) | 變換後(新型) | 變換特點/優勢       |
|----------|---------|---------------|
| 冷凍(藏)車廂  | 蓄冷保溫櫃   | 規格化、不用開門、區隔食品 |
| 車用冷凍機    | 屋用冷凍機   | 免貨物稅、集中運轉     |
| 冷凍(藏)車   | 一般常溫車   | 出車少、減少噪音/廢氣   |
| 車輛燃油製冷   | 離峰電力蓄冷  | 成本低、平衡電力      |
| 多車單溫配送   | 單車多溫共配  | 多品溫/時效管理      |

設置在低溫物流中心的系統包括：加冷凍結機、蓄冷保溫櫃(箱)及多數個蓄冷器。加冷凍結機利用夜間離峰用電時段進行運轉，將多數個蓄冷器凍結，白天物流理貨作業時，一方面將不同溫域的低溫貨品分類放入蓄冷保溫櫃(箱)內，一方面也放入不同溫域且以顏色區隔之蓄冷器，並封櫃(箱)，由一般常溫貨車共同配送直到交貨以後，以保持各種溫度食品(冷凍、冰溫、冷藏、常溫及熱食)的新鮮度，更節省不開門的冷氣流失。

所使用的蓄冷保溫櫃(箱)，可製成單一型式規格，用以容納不同品溫的低溫食品，藉由可置換的蓄冷器儲存冷能，保持蓄冷保溫櫃內於一定低溫環境。其中蓄冷保溫櫃與蓄冷器是經由電腦分析其幾何尺寸、結構強度、蓄冷效率及釋冷效果，開發出適合台灣特殊的濕熱環境來應用；多品溫蓄冷器更有別於國外之平板形儲能容器之設計，且以顏色管理，區分不同溫域使用之低溫食品應用，使蓄冷保溫櫃(箱)無論是冷凍或冷藏應用，皆可維持穩定低溫超過 12 小時以上的能力，符合業界之實際需求。

不同低溫環境的維持則有賴於充填在蓄冷器中之不同蓄冷液的性質，工研院能資所研發出 5 種品溫的蓄冷液，以應用於保存各種低溫食品(包括生魚片、冰淇淋、冷凍食品、畜肉品、禽肉品、水產品、生鮮蔬菜、日配品、乳製品、米飯麵食及巧克力等)。此有別於其他國外之蓄冷液，特別是在融化均溫差微小(熱穩定性好)、相變(融化)潛熱大、價格價宜及多樣化等方面，為國外其它研究單位或公司所不及。

## ※ 新型低溫物流輸送系統的應用

簡單來說，就是以創新設計之蓄冷保溫櫃(箱)取代現行冷凍(冷藏)車，配送應用現行的常溫保存或碎冰保存的低溫食品應用，包括店鋪配送、貨運輸送、電子商務宅配、固定配置、餐廳配膳及其他應用，相關說明如下：

### 1. 店鋪配送

如圖 2-4 所示，低溫物流中心或生鮮處理中心依照顧客(商店、超級市場或連鎖餐飲店)所需求，將一般不同品溫的低溫食品或生鮮食品在低溫物流中心或生鮮處理中心，分別檢貨分裝入不同品溫的蓄冷保溫櫃，此時蓄冷保溫櫃同時進行加冷作業，待檢貨與加冷作業完成，再將裝妥食品的蓄冷保溫櫃送上一般貨車之內，照一定路線將所需食品依序送往各個商店、超級市場或配送點。

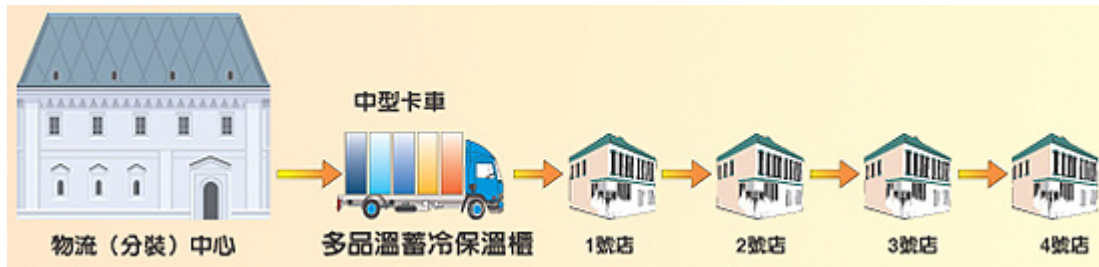


圖 2-4 店鋪配送示意圖

此種應用不但可使用在陸地運輸上，更可使用於海上運輸或是空中運輸，特別是對於離島、偏遠地區的連鎖商店、超級市場或餐飲店之配送，以及特殊水產、山產之處理配送，例如：離島設立便利商店，當其規模不足以設置一座低溫物流中心時，其後勤支援體系就有賴於本島的低溫物流中心協助，此時可依照離島顧客需求，在本島的低溫物流中心分別檢貨分裝入不同品溫、不同店鋪的蓄冷保溫櫃，再將裝妥食品的蓄冷保溫櫃送上一般貨車、交通船或飛機，依序送往離島各個商店，以達經濟、時效及品管之目的。

在實際應用方面，應用在統一星巴克(Starbucks)與伊是(IS)連鎖咖啡店之低溫與常溫食品配送，大榮公司在低溫物流中心接收 Starbucks 的配送資料，匯集供應商的低溫與常溫食品，經檢貨分裝處理，將低溫與常溫食品分別裝入蓄冷保溫箱與物流籃中，並藉由一般常溫貨車同時混載常溫與低溫貨品送往 Starbucks 各連鎖店。此實際應用不但使統一星巴克成為亞太地區食品衛生、配送效率與服務品質最佳者，也提早達成少量、多樣、新鮮、高頻及即時配送之未來物流趨勢，更讓服務業者大幅降低投資與經營成本（人、能、時、車及財），獲致頗佳之利益。



a. 低溫物流中心內之低溫理貨



b. 冷藏品(點心)+常溫品(麵包)出車

圖 2-5 Starbucks 連鎖咖啡店之店舖配送應用

## 2. 貨運輸送

如圖 2-6 所示，包括低溫的貨運、快遞及宅急便等業務公司，在各營業所收集顧客委託運送的低溫貨品(各種低溫食品/醫藥/血液/檢體)，藉蓄冷保溫櫃將不同品溫的低溫貨品集中送到基地中心，再由基地中心檢貨分裝至蓄冷保溫櫃，並藉由一般大型貨車送往各營業所，再分送到顧客指定的地點。

此種應用是最符合"Unit Load System"的觀念，也就是採用標準化、規格化的作業，利用棧板規格的蓄冷保溫櫃可獲致最高的配送效益，特別是對離島、偏遠鄉鎮之新路線配置最具價值與意義。



圖 2-6 貨運輸送示意圖



在實際應用方面如圖 2-7 所示，應用在國內一家知名的貨運公司各營業所低溫與常溫貨物之運輸。在各營業所收集顧客託運的低溫與常溫貨品，經檢貨分裝處理，將不同溫度的低溫貨品裝入不同蓄冷保溫櫃中，並藉由一般常溫貨車混載常溫貨品與低溫貨品(蓄冷櫃中)送往其他營業所，再分送到顧客指定地點。此實際應用常溫車共配，不但提高常溫車使用效率，更降低溫設備投資；且利用離峰電力蓄冷及不開門應用，節省電力成本，使得該公司逐步邁向「全方位整合物流」的目標。



圖 2-7 低溫與常溫貨物之運輸應用

### 3. 電子商務宅配

電子商務、網路購物乃未來時勢之所趨，儼然已成為近年來熱門話題，然而，發展 B2C 電子商務最大的瓶頸在於低溫食品(濕貨)宅配技術，也就是如何少量、多樣、新鮮、高頻及即時配送到網路購物顧客的手中，而新型多品溫無冷凍動力運載之低溫物流輸送系統剛好可使最棘手問題迎刃而解。

如圖 2-8 所示，各個顧客透過電子商務服務中心進行網路購物，電子商務服務中心將資訊分別傳給食品廠或貿易商與物流中心，以便藉冷凍貨車將各種低溫食品出貨至物流中心理貨，物流中心藉蓄冷保溫櫃與蓄冷袋將不同

品溫的低溫貨品分裝再整合，以一般常溫貨車同時混載常溫與低溫貨品送往密集無需冷凍機器配置的宅配點，並在宅配點拆櫃，藉由蓄冷袋直接配送到網路購物顧客的手中，做到少量、多樣、新鮮、高頻及即時的物流宅配。其中保持食品低溫條件的冷能(蓄冷器)供應與替換皆由物流中心來完成，免除宅配點對冷凍設備之購置與土地投資。

在實際應用方面已有易集網進行網路購物，特別是年菜(冷凍食品)的B2C 電子商務應用，各個顧客透過易集網進行網路訂購，或透過全家便利商店及萊爾富便利商店訂購，再透過貨運公司在營業所接收的配送資料，匯集供應商的年菜，經檢貨分裝處理分裝入蓄冷保溫箱中，並藉由一般常溫貨車配送到網路購物顧客的手中。

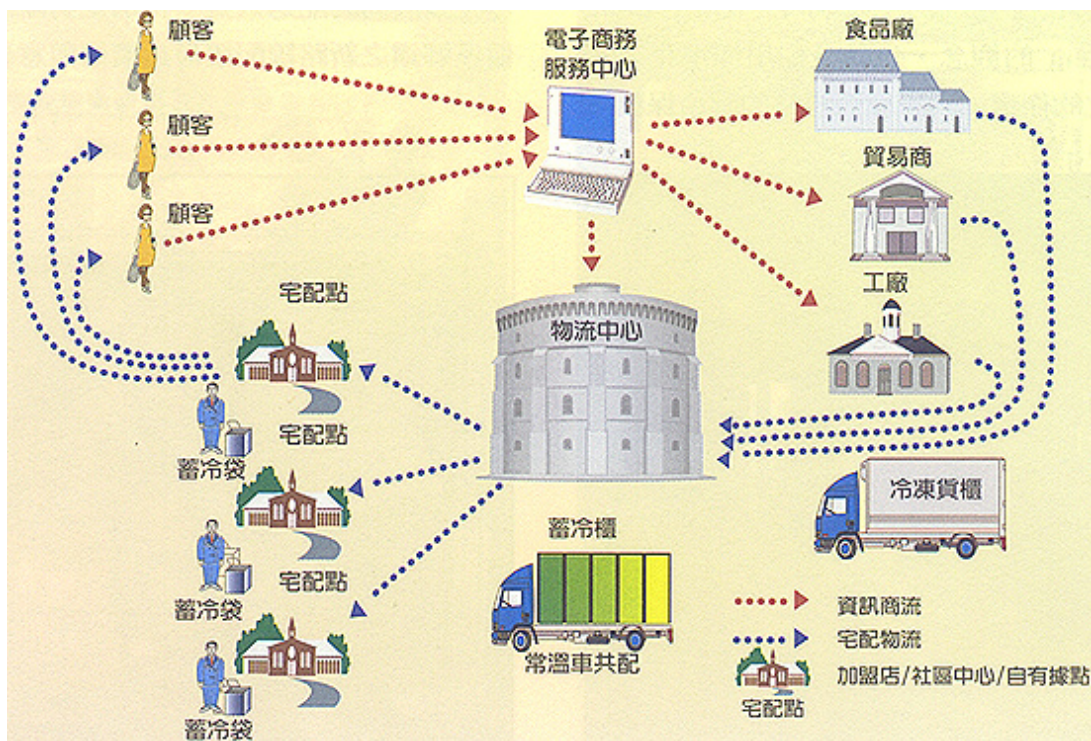


圖 2-8 電子商務宅配示意圖

#### 4. 固定配置

如圖 2-9 所示，將蓄冷保溫櫃固定配置某些狹窄而無冷凍倉庫之所，或清早、深夜無人配送之店舖，以充當機動性的小型冷凍倉庫之用。其次，對黃昏市場與風景區之配置應用，不但解決無電可用，無法保持食品新鮮的窘態，更創建「賣冰」(供應與替換蓄冷器)之新行業。

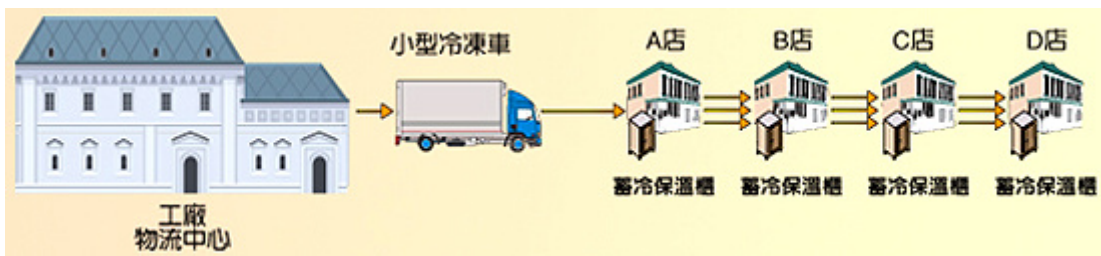


圖 2-9 固定配置示意圖

#### 5. 餐廳配膳

如圖 2-10 所示，大型旅館或餐廳舉辦大型宴會，使用低溫素材如生菜沙拉、冷盤等，需要保持鮮度時，將蓄冷保溫櫃(如實線所示)取代傳統冷藏倉庫及台車之用(如虛線所示)。



圖 2-10，餐廳配膳示意圖

此外，新型多品溫無冷凍動力運載之低溫物流輸送系統應用，在設備規格上可根據各種應用需求，諸如蓄冷保溫櫃的尺寸大小、蓄冷器容積(低溫持續力)大小及各種品溫區隔，進行整體應用設計，達到適合各種應用需求的最佳低溫物流效益。



## 2.3 低溫物流系統相關文獻

由於國內低溫物流為近幾年才受到重視的產業，其相關研究文獻並不多見，探討新式低溫物流配送系統的文獻，更是少見。大都是針對低溫物流市場做評析、對低溫物流中心作規劃討論或是物流箱最適容量的探討等等。以下就列舉有關於低溫物流的文獻。

李正雲等（1995）以市售鮮乳為研究對象，使用傳統低溫系統配送，利用電子溫度器測量 24 條配送路線和配送點的溫度變化，研究結果發現鮮乳自倉庫運出後，產品品溫維持在  $4\sim5^{\circ}\text{C}$ ，運送過程中隨運送時間的增加，品溫上升約  $2\sim4^{\circ}\text{C}$ 。由營業所配送至各零售點，因路線差異，配送時間在 0.2~9.5 小時之間。實際測試結果冷藏車溫度在  $1.5\sim23.5^{\circ}\text{C}$  時，品溫介於  $1\sim21^{\circ}\text{C}$ ，通常鮮乳製品在此高溫下，品質會有嚴重的劣化現象。而新式低溫系統經測試不會有溫度巨幅變化的現象，確保產品品質。

鄭大青等（1996）指出由於冷藏食品通常只經過低溫殺菌程序，因此在運銷過程中，其安全性與產品品質會受到溫度變化的影響，文中亦提到一般以產品中的菌數作為產品品質與安全的指標。控制低溫食品的菌數在安全範圍內的作法，便是控制微生物生長的速率。而影響微生物生長速率的環境因素有溫度、水活性、PH 等，其中最重要的就是溫度。朱中亮（2001）在研究報告中也提到低溫食品在不同溫度下所發生的品質劣化具有累積性，暴露在高溫下的時間愈久，產品品質劣化就愈嚴重。這種溫度與時間對產品品質的影響稱為 Time-Temperature-Tolerance (TTT)，所以低溫產品溫度的控管就是同時管理溫度與時間。

另外，彭瑞森（2002）以  $18^{\circ}\text{C}$  米飯製品在製程與流通過程污染狀況為例，研究同一批產品在  $18^{\circ}\text{C}$  與  $25^{\circ}\text{C}$  的配送溫度下，產品品質的差異。研究發現只有配送溫度  $18^{\circ}\text{C}$  的產品符合衛生標準。研究中亦發現食品微生物的來源，除原有產品中經烹煮後仍殘留的部份外，製程設備的真空冷卻器溫度計也是污染源，而配送溫度則是導致此菌較快速生長的原因。

由此可了解溫度的控制與保冷時間對低溫物流業來說相當重要，而新式低溫系統在



保冷品質上，經工研院與試用廠商測試結果，蓄冷箱保冷時間均可超過 12 小時，品質都比傳統低溫物流系統來得優。所以，低溫物流業者所需考量的就只是新式系統的購置成本與產品需求量的問題，關於此課題本研究會在第四章做討論。

在其他有關低溫物流的相關文獻有：

曾敏雅（1998）考慮在即時資訊下，加入都會區紅綠燈號誌的變化情形，找出不同車速下最適的配送路線。王保元（2002）將冷凍食品的保存期限和對消費者的配送時間要求合併視為時窗限制，並在違反此條件時，給予一懲罰值，構建 VRPTW 模式，並以基因演算法求解之。洪聖峰（2003）以傳統時間窗限制下的隨機車輛途程問題，加入低溫物流配送特性限制，建構一低溫物流配送路線的規劃模式。並以範例分析結果，透過敏感度分析，求得最佳車容量。楊志明（2004）以連鎖便利商店之低溫個案公司為例，探討物流箱與「物流績效」、「物流作業流程」的關係。研究結果顯示，導入新物流箱後，內部作業績效之單箱容積率、商品短溢率、理貨錯誤率均有明顯的改善，到店準時率與理貨效率則無明顯差異，惟有商品破損率有明顯變差的現象，其主要的原在於門市商品最低訂貨數下降，與新物流箱導入並無絕對關係；而外部的物流服務品質從結果分析顯示，新物流箱與原乳品箱比較，較能符合門市需求，並能提升整體物流服務品質。



## 2.4 公路貨運業成本分析相關文獻

回顧國內外相關文獻，在公路貨運成本分析方面，有下列研究文獻：

鄭國政（1998）對共同配送合併策略及配送成本影響因子作探討，以探詢各個共同配送合併策略中，可能影響物流配送成本高低的因素。運用了系統模擬的方法，採用實際資料建立了五個共同配送合併策略考量模式，針對物流業共同配送合作型態中，可能影響配送成本的因子：轉運站個數與位址、訂單分佈模式、委運配送費折扣數、車輛載運能力、物流中心個數與位址與貨品入庫方式，進行配送成本分析。

王小娥等（1998）對汽車貨物運輸業成本結構與相關彈性進行分析，其

分析主要結論如下：

1. 造成台灣汽車貨運業成本結構不同的主要因素為平均載運長度(營運範圍)，而非如國外之貨運收入或產出，
2. 汽車貨運業與汽車路線貨運業都具有密度經濟或輕微密度經濟。
3. 油料價格變動對汽車貨運業成本影響最大，勞動價格變動則對汽車路線貨運業成本影響最大。
4. 汽車貨運業與汽車路線貨運業都具有載運長度經濟與載運噸數經濟(但前者中之中程與長程運輸公司載運長度經濟較不明顯)，表示業者應提高載運長度與載運噸數。

許凱翔(1999)以Translog成本函數型態建立汽車貨運業與汽車路線貨運業之成本函數，經過適當的計量方法進行參數校估後，得到相關經濟指標，如密度經濟、成本產出彈性、要素價格成本彈性、邊際成本與平均成本等。經由這些經濟指標所代表的意義來說明國內汽車貨運業與汽車路線貨運業產業狀況，探討政府對於汽車貨運業與汽車路線貨運業之相關管制政策是否合適。

余明典(2005)探討低溫物流運輸之成本組合關係，並以之作為一成本動因分類之基礎，建立一個具批次成本及價格競爭之成本決策分析模式。並以業者的觀點模擬低溫物流運輸可能面臨之營運規劃及委外問題，並提出相關解決方案，作為不同情境變化與成本變動下之分析基礎。最後，以業者實際營運資料作分析討論。

文中提到一般低溫物流業的運輸成本大致上可分為下列四大項，將其分述如下：

### 一、車輛購置成本：

本研究探討的兩系統使用不同的配送車種，一般傳統的冷凍冷藏車，購置成本包含主車體、車廂保冷設備以及車內冷凍機組。車廂保冷設備的部份，市面上大多為外殼是鋁製外皮，內部以發泡PU之保溫材料做成的保溫車廂。冷凍機組又依廠牌、型式、輸出功率、安裝位置、驅動方式而有所不同。升降平台則是大型車所配置設備，亦是

根據廠牌與設備材質，價格有所不同。新式採用常溫車配送，購置成本包含主車體、一般車廂以及車內送風機組。除了冷凍機組及車廂外，新式系統車輛購置成本與傳統低溫系統具有相同的影響因子。

## 二、車輛運送成本：

低溫物流系統中，此成本項目內容包含在運輸過程中，隨著貨物載重、行駛里程以及運送時間變化的配送車輛油耗、冷凍機油耗、車輛及冷凍機保修等。另外還有每年隨車產生的賦稅、保險費用、檢驗費等。由於傳統與新式系統在此項成本上有顯著不同，本研究在第四章會作更詳細的分類討論。

## 三、人員成本：

此項成本包含運輸司機及搬運員工的薪資成本。因為低溫貨運需求有時會有運送點少、運量少且距離遠的情況，一天的行駛里程通常超過一兩百公里，運送噸數可能才兩噸。為平衡薪資，大多數物流公司會以載貨量多寡、行駛里程設立獎金制度，再根據基本員工薪資加總合計。如路程長而載運量少者以補貼方式處理。

## 四、運輸懲罰成本：

在運輸過程中因冷凍及冷藏機器故障或是人為搬運疏忽造成貨物損壞而賠償之成本。低溫物流運輸客戶對服務品質的要求，主要在於產品以完整且準時的送達。且司機及搬運工的服務態度，亦代表公司對外的形象。基於以上原因，一般供應端客戶會與物流運輸公司已訂立契約的方式，訂定長期合作關係。以下為一般的評量基準：

1. 送達時間的準確性。
2. 貨物之完整性（貨物損壞率）。
3. 貨品溫度之保持。

當運輸人員在運輸過程中發生貨物溫度失溫，或是搬運過程中造成貨物的毀損，低溫物流公司則必須賠償客戶的損失。此項成本的高低亦會反映出低溫物流公司的服務水準與服務品質。因此低溫物流公司會確實要求運輸人員的工作態度，並訂立相關罰

則，這部份的成本也會轉嫁到運輸人員的獎金扣除上，藉以有效管理運輸服務品質與公司形象的維護。

除上述四項成本項目，第五項成本為本研究補充之低溫物流業者若考慮採用新式低溫系統而產生的成本項目。

## 五、新式低溫系統：

若要採用新式低溫系統，則必須購置新式蓄冷設備，另外還需負擔新式蓄冷設備產生的蓄冷電耗及設備維修成本等。新式蓄冷設備有包含蓄冷器、蓄冷箱、加冷器等，這些都比須依據貨物需求量及種類來購置，其價格亦會有所差異。其內容本研究會在第四章做詳細的介紹。

表2.2 運輸成本項目彙總表

| 成本分類   | 項目          | 成本細項   | 可能影響因子             | 成本性質 |    |
|--------|-------------|--------|--------------------|------|----|
|        |             |        |                    | 固定   | 變動 |
| 車輛購置成本 | 車體          | 主車體    | 1. 廠牌與規格           | ◎    |    |
|        |             | 底盤     | 1. 廠牌與規格           | ◎    |    |
|        | 車廂與保溫器材     | 車廂外殼   | 1. 材料與尺寸           | ◎    |    |
|        |             | 保溫材料加工 | 1. 保溫方式<br>2. 加工方法 | ◎    |    |
|        | 冷凍冷藏機組      | 冷凍機組主體 | 1. 廠牌及規格           | ◎    |    |
|        |             | 相關管路配線 | 2. 機組型式            | ◎    |    |
|        | 升降平台        | 平台主體   | 1. 廠牌與規格           | ◎    |    |
|        |             | 油壓設備   | 2. 載重與材質           | ◎    |    |
| 車輛運送成本 | 冷凍冷藏機制冷油耗成本 | 冷凍機制冷  | 1. 運作時間<br>2. 產品品溫 |      | ◎  |
|        |             | 冷藏機制冷  | 3. 產品重量            |      | ◎  |



|            |                     |          |   |   |   |
|------------|---------------------|----------|---|---|---|
|            | 車體運送油耗              | 運送油耗     | 1. 載貨重量<br>2. 行駛里程<br>3. 駕駛習慣<br>4. 車況及路況 |   | ◎ |
|            | 保修及其他成本             | 輪胎、一般保養  | 1. 車況<br>2. 行駛里程<br>3. 駕駛習慣               |   | ◎ |
|            |                     | 過路費      | 1. 行駛里程                                   |   | ◎ |
|            |                     | 賦稅       | 1. 購入時間<br>2. 車輛規格                        | ◎ |   |
|            |                     | 保險費      | 1. 購入時間                                   | ◎ |   |
|            |                     | 定檢費      | 1. 購入時間<br>2. 車輛規格                        | ◎ |   |
|            |                     |          |   |   |   |
| 人員成本       | 配送員、裝卸員、<br>總公司管理人員 | 底薪       | 1. 專業性                                    | ◎ |   |
|            |                     | 加班費      | 2. 年資<br>3. 上班時數                          |   | ◎ |
|            |                     | 保險費      | 4. 工作態度                                   | ◎ |   |
|            |                     | 退休金      |   | ◎ |   |
|            |                     | 福利津貼     |   |   | ◎ |
| 懲罰成本       | 損壞與退貨成本             | 損壞與退貨成本  | 1. 專業性<br>2. 人員疏失<br>3. 機械故障率<br>4. 產品需求量 |   | ◎ |
| 新式低溫<br>系統 | 引進新系統額外產<br>生的成本    | 新設備購置成本  | 1. 產品需求量                                  |   | ◎ |
|            |                     | 新式設備制冷電耗 | 2. 營業站數目<br>3. 營業車輛數                      |   | ◎ |
|            |                     | 新式設備保修成本 | 4. 專業性                                    |   | ◎ |

資料來源：余明典（2005），本研究修改整理。

## 2.5 成本效益分析方法

成本效益分析(cost-benefit analysis)的目的，在了解投資方案所需付出的代價以及所能得到收穫之間的關係，並根據分析結果判斷投資方案的可行性或優劣順序。由於成本效益分析主要被應用於貨幣化的評估，因此成本與效益的橫樑較偏向可用金錢量化的項目，如資金的收入（營收）與支出（系統購置成本與營運成本）。至於其他較抽象、不能量化或是無法換算成貨幣價值的項目，一般被屏除於分析作業之外。

成本效益分析可用於經濟分析，也可用於財務分析，經濟分析中著重於整體社會經濟的效益與成本，而財務分析則是著重於方案產生之財務上的收入（營收）與支出（投資成本與營運成本）。本研究為以低溫物流業者的角度，評估兩系統何者具有投資經濟性，所以屬於上述之財務分析。

一般的成本效益分析方法有：一、現值法（presentworth method）二、年值法（annual worth method）三、終值法（futureworth method）四、內部報酬率法（internal rate of return method）五、益本比法（cost-benefit ratio method）。將其說明如下：

### 一、現值法：

現值法可能是目前運用最廣的經濟評估技術，在有關財務理論中，此法亦稱為淨值現值法，或折現現金流量法。其基本精神即對任何一投資方案，將其預估的現金流量，按其最低可接受報酬率，折現至現在的價值，此即為該方案的現值，也就是代表該方案的經濟價值。而現值法又可分為單一方案的現值評估法及兩互斥方案的現值評估法兩種。計算方案的現值公式為

$$PW = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) \times (1+i)^{-t} \dots\dots\dots (2-1)$$

說明：

PW：現值。

$B_t$ ：時期  $t$  之產出效益或營業收入

$C_t$ ：時期  $t$  之投入成本或營業支出

$I$ ：折現率，或是最低可接受報酬率。

$N$ ：計畫年限或是投資系統之使用年限。

現值法評估兩方案優劣方法：

分別計算出兩方案的現值（ $PW_1$ 、 $PW_2$ ），然後比較其值大小。


$PW_1 - PW_2 > 0$ ，方案一較優。

$PW_1 - PW_2 = 0$ ，兩方案一樣。

$PW_1 - PW_2 < 0$ ，方案二較優。

## 二、年值法：

年值法基本上是將一方案所預期的現金流量，按其折現率（或最低可接受報酬率），轉變成等額的年值當量以進行方案的評估。年值的計算公式為


$$AW = (A/P, i, n) \times \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) \times (1+i)^{-t} \dots\dots\dots (2-2)$$

說明：

$AW$ ：年值。

$(A/P, i, n)$ ：以複利計算之利息因子關係式，其中 $A/P$ 代表資金回收。亦即PW值轉換AW值的轉換因子。

年值法亦可分為單一方案年值法及兩互斥方案的年值法，而利用年值法來評估方案的步驟分別為：A. 單一方案：a. 計算該方案的年值；b. 如果年值大於零，則該方案值得投資；如果小於零則不值得投資；如果等於零則投資與否均可。B. 兩互斥方案：a. 計算每一方案的年值；b. 選擇年值較大的方案；若兩方案的年值皆小於零，且決策者

可以不投資任一方案時，最佳決策為「不投資」。

年值法評估兩方案優劣方法：

分別計算出兩方案的年值（ $AW_1$ 、 $AW_2$ ），然後比較其值大小。

$AW_1 - AW_2 > 0$ ，方案一較優。

$AW_1 - AW_2 = 0$ ，兩方案一樣。

$AW_1 - AW_2 < 0$ ，方案二較優。

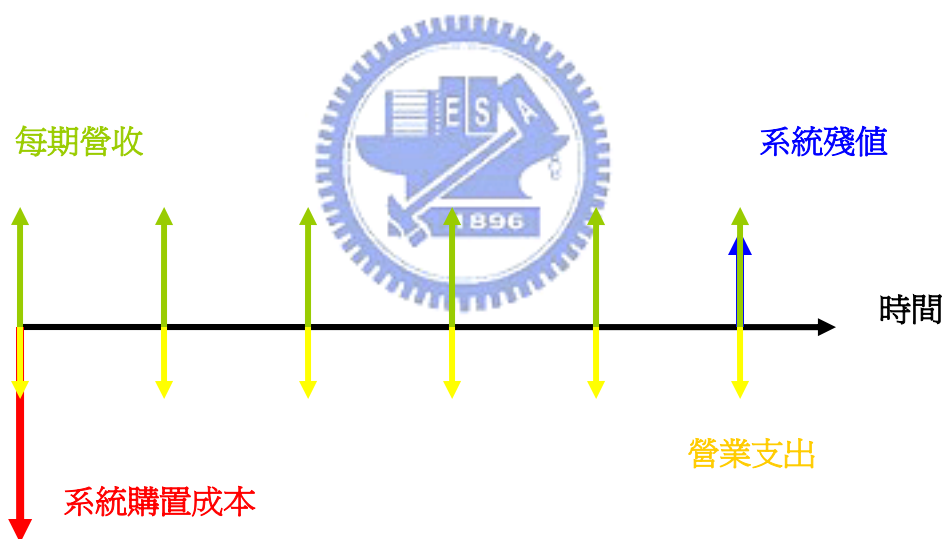


圖 2-11 年值法示意圖 1



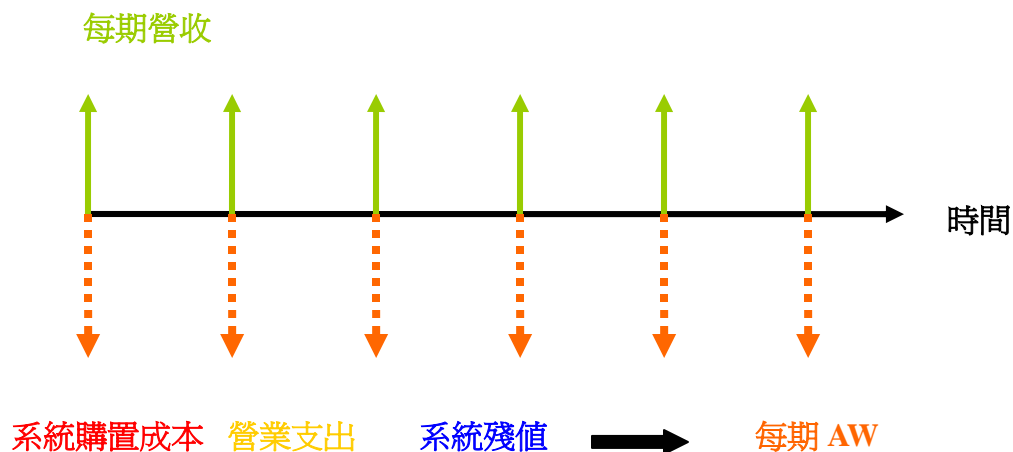


圖2-12 年值法示意圖2

### 三、 終值法：

終值法是將一方案所預期的現金流量，按其折現率（或最低可接受報酬率），轉換成終值當量，以進行方案的評估。終值法是用方案服務年限的終值當量代表該方案的價值，因此，其基本精神與現值法完全一樣；都是將發生在各期的現金流量轉換成單一的當量值，只是終值法的基準點在期末，而現值法的基準點在期初而已。終值法的計算公式為

$$FW = (F/P, i, n) \times \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) \times (1+i)^{-t} \dots\dots\dots (2-3)$$

說明：

FW           ：終值。

(F/P, i, n)：以複利計算之利息因子關係式，其中 F/P 代表終值。亦即PW值轉換AW值的轉換因子。

終值法評估兩方案優劣方法：

分別計算出兩方案的終值（ $FW_1$ 、 $FW_2$ ），然後比較其值大小。

$FW_1 - FW_2 > 0$ ，方案一較優。

$FW_1 - FW_2 = 0$ ，兩方案一樣。

$FW_1 - FW_2 < 0$ ，方案二較優。

#### 四、內部報酬率法

內部投資報酬率（Internal rate of return， $IRR$ ）的定義為，能使投資方案之所有現金流量（包括收入與支出）之現值或年值（Annual worth， $AW$ ）為零之利率稱之。計畫年限內，若將投資所帶來的收入予以再投資至其它方案，所產生之再投資報酬亦可一併納入至 $IRR$ 之計算。此外，期末之殘值亦可一併計算。

$$\sum_{t=0}^n (B_t - C_t)(1 + IRR)^{-t} = 0 \dots\dots\dots (2-4)$$

$B_t$ ：時期  $t$  之產出效益或營業收入

$C_t$ ：時期  $t$  之投入成本或營業支出

求取符合（式 2-4）的 $IRR$ 值，可以依以下步驟：

1. 分析總期間內，各時期之現金流量預估。
2. 設定 $IRR$ 之起始值，通常使用10%。
3. 已設定或調整之 $IRR$ 值，經由（式 4-4）計算淨現值。
4. 若步驟3所計算之淨現值等於零（及滿足（式 4-4）），則此設定值即為索求之 $IRR$ 值。若淨現值大於零，則提高設定之 $IRR$ 值，再回到步驟3繼續分析；反之，若此淨現值小於零，則降低設定之 $IRR$ 值，再回到步驟3繼續分析。

在進行單一方案評估時，若 *IRR* 值超過決策者所設定的目標值（通常是資金成本之利率水準），則方案具有財務可行性；反之則不具財務可行性。在進行多項方案評估比較時，以方案的 *IRR* 值高低做為評選準則，*IRR* 愈高者財務表現愈好。

## 五、益本比法：

益本比法用於評估投資計畫時，應計算在投資計畫開始後之各時期現金流量（效益）。因此，益本比是折算後的效益現值與折算後的成本現值的比值，或效益的等值對成本的等值之比率，所稱之等值可為如現值（PW）或年值（AW）。益本比有時又稱為節流與投資的比率（Saving to investment ratio, SIR）。

一般傳統效益評估的依據均以經濟分析為主，主要是有形的效益可用數據很清楚的表達其優劣。因此，為比較投資系統後所帶來的利益（營收）與投資系統所需之成本（系統購置與營運成本），可以「益本比」的方式來判斷。所謂益本比，係利用投資效益的當量值與其成本的當量值之比值（即  $B/C$ ），來評估投資方案的優劣（其當量值可用現值（PW）、年值（AW）或終值（FW）來加以衡量）。益本比有時又稱為節流與投資的比率（Saving to investment ratio, SIR）。

$$C = CP + CO + CR$$

$$B/C = PW(B) / [PW(CP) + PW(CO) + PW(CR)] \cdots \cdots (2-5)$$

$$B/C = AW(B) / [AW(CP) + AW(CO) + AW(CR)] \cdots \cdots (2-6)$$

$$B/C = FW(B) / [FW(CP) + FW(CO) + FW(CR)] \cdots \cdots (2-7)$$

說明：

B：產出效益或營收

C：投入成本與支出

CP：購置成本的每年分擔費用。

CO：每年的操作（營業）成本。

CR：每年的維護（系統保修）成本。

PW：現值當量。

AW：年值當量。

FW：終值當量。

若 $B/C \geq 1$ ，則表示利益大於或等於投資之總成本，因此可接受擬定之投資計畫。

若 $B/C < 1$ ，則表示利益小於投資之總成本，不值得投資。

兩個方案的益本比分析：若使用益本比評估兩投資計畫的方案，常進一步利用B/C增量分析來決定投資計畫的優劣，說明如下。

假設有P和Q兩個投資計畫，且P計畫與Q計畫之益本比皆大於1，即

$$\frac{B_P}{C_P} > 1, \quad \frac{B_Q}{C_Q} > 1$$

B/C 增量分析：
$$\frac{\Delta B_{P-Q}}{\Delta C_{P-Q}} = \frac{B_P - B_Q}{C_P - C_Q}$$

其中  $\Delta B_{P-Q}$  為 P 和 Q 計畫之產出效益增量關係

$\Delta C_{P-Q}$  為 P 和 Q 計畫之投入成本增量關係

評估準則：

當 
$$\frac{\Delta B_{P-Q}}{\Delta C_{P-Q}} = \frac{B_P - B_Q}{C_P - C_Q} > 1$$
，則表示 P 計畫比 Q 計畫較有可行性

當 
$$\frac{\Delta B_{P-Q}}{\Delta C_{P-Q}} = \frac{B_P - B_Q}{C_P - C_Q} < 1$$
，則表示 Q 計畫比 P 計畫較有可行性





表 2.3 兩方案評估方法比較

| 分析方法       | 說明  | 評估準則   |
|------------|---|--|
| (1) 現值法    | 計算兩方案各年期之預估淨效益流量 (B-C)，再將各年淨效益折成現值、年值或是終值並予以加總，以評估兩方案之可行性。              | $PW_1 - PW_2 > 0$ ，方案一較優<br>$PW_1 - PW_2 = 0$ ，兩方案一樣<br>$PW_1 - PW_2 < 0$ ，方案二較優<br>(或用 AW、FW 替代 PW)   |
| (2) 年值法    |   |  |
| (3) 終值法    |   |  |
| (4) 內部報酬率法 | 分別計算兩方案之 IRR 值，比較其大小作為評估準則。IRR 代表於評估年限期間能使淨現金流量現值總和為零之折現率，可使投資計畫達損益平衡狀態 | $IRR_1 > IRR_2$ ，方案 1 較優<br>$IRR_1 = IRR_2$ ，兩方案相同<br>$IRR_1 < IRR_2$ ，方案 2 較優   |
| (5) 益本比法   | 以兩方案產出效益與投資成本之現值、年值或是終值差值比，評估兩方案之優劣。                                    | 當 $\frac{\Delta B_{1-2}}{\Delta C_{1-2}} = \frac{B_1 - B_2}{C_1 - C_2} > 1$ ，<br>表示方案 1 較方案 2 優<br>當 $\frac{\Delta B_{1-2}}{\Delta C_{1-2}} = \frac{B_1 - B_2}{C_1 - C_2} < 1$ ，<br>表示方案 1 較方案 2 優 |

## 第三章 低溫物流配送系統現況分析

### 3.1 低溫物流配送系統之定義

低溫物流是透過管理程序在低溫食品流通的過程中（如運輸、倉儲、裝卸、包裝、流通加工、資訊等相關物流機能活動），有效結合低溫環境下之硬體設備，以創造價值、滿足顧客及社會性需求。

### 3.2 低溫物流配送系統之發展

#### 一、國內低溫物流配送業之規模

工研院經資中心從整體零售端的低溫食品銷售額來觀察國內低溫物流市場規模，整理估算2003年低溫食品銷售額約達2,192億元，並預估2003年低溫食品物流的需求市場約有351億元，近幾年低溫物流規模約在350~370億之間，預2004~2010年年平均成長率約為3%。依地理區位分則北部約為160億元、中部80億元、南部102億元，以及其他地區9億元。



市面流通販售的低溫食品種類繁多，隨著國人所得水準提高，帶動消費能力，以美食化、便利化取向的低溫食品，則在這樣的潮流中紛紛湧出。一般低溫食品因為不同溫度的屬性，而有常溫、冷藏、冷凍、恆溫、超低溫之分，統稱為低溫食品。較不講究的說法，僅分為冷藏食品(含冰溫食品)與冷凍食品(含冰品、超低溫食品)兩種。

然因這些產品對於溫度均有特殊要求，在物流作業上與常溫有顯著的差異。所謂物流，是指物品從生產地到消費者手上的流通過程。而低溫食品的物流則由卸裝、包裝、保管一直到輸送，整個配送過程都必須有溫度控制，才能維持食物原來的價值。這其中包含了冷凍、冷藏技術，食品從出廠到運送至消費者家中冷凍、冷藏，每個過程必須確保保鮮品質及安全衛生，對於低溫物流技術充滿了挑戰。

而工研院經資中心在89年針對國內低溫食品物流的經營現況作一研究，其中研究發現國內的低溫物流在廠商資本額來說比一般的常溫物流高，主要的原因為在低溫食品之物流設備因為有溫度控制的關係，牽涉到冷凍機組、保溫設施等等的配備，因此

以一輛 21 噸的貨車來舉例，常溫車的售價大約是 250-270 萬，但是 21 噸的冷凍、冷藏車則需要 400-450 萬左右，約略是常溫車的 1.6 倍。在低溫倉庫的造價成本上更是驚人，以裕國冷凍投資在北部五股九百坪的低溫倉儲中心為例，約需 1 億餘元的規模即可得知，因此在低溫設備的投資成本上，資金需求量很大。而此次調查低溫物流業者之資本額時發現，有 56% 業者之規模大約在 1-5 億的水準，而小型的廠商資本額至少也有千餘萬，相較於常溫物流業者當中，幾百萬資本額的小型廠商仍有將近一成至兩成的情形來看，低溫物流業者的資本額需求較常溫物流業者來得大。

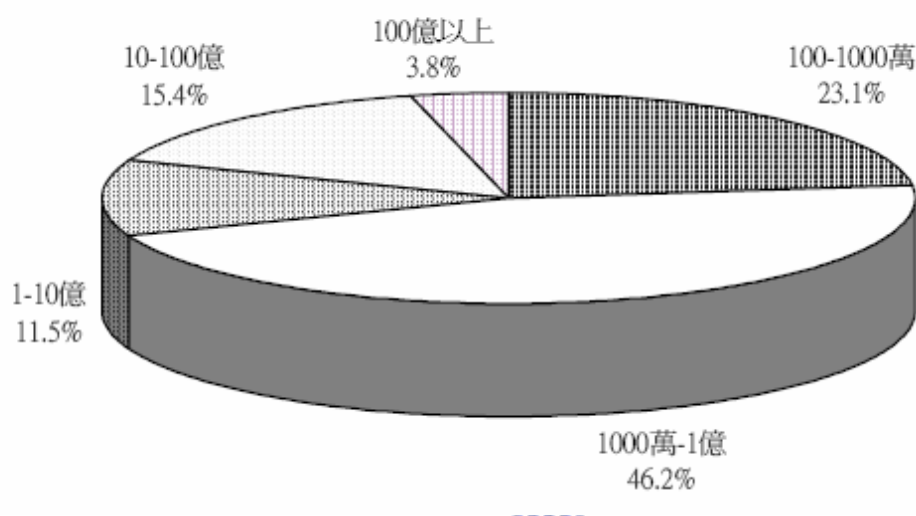


圖 3-1，我國低溫食品物流廠商之資本額分佈

資料來源：工研院經資中心 ITIS 計畫

## 二、運輸市場分析

隨著國人生活水平的提高及生活型態的改變，低溫食品已成為滿足現代人生活的必需品，在符合食品的健康性、安全性、經濟性及簡便性等需求趨勢下，國內低溫食品消費量已日益提升。台灣地處亞熱帶，常年天候燠熱，要確保低溫食品在製造、儲存、輸送及銷售等流通過程中保持適當的低溫狀態，以維持食品品質，就需有完善的低溫物流設備及輸送體系。

低溫物流產業的興起有以下幾個原因：

- (一)連鎖銷售體系的帶動
- (二)食品流通型態的變革
- (三)專業分工低風險的需要
- (四)低溫食品的普及成熟
- (五)都市化及人口集中
- (六)政府的積極推廣

低溫物流產業是一種符合潮流及需求所衍生出來的產業，並有逐漸整合，取代傳統倉儲業、運輸業及批發業之趨勢。從國內冷凍冷藏產業現況及市場來看，台灣地區每年約有300億元的冷凍冷藏產業規模(經濟部能源局，民92)，低溫物流產業是應用基本的冷凍冷藏技術，並結合銷售、倉儲保管、運輸配送、流通加工及資訊應用等專業來創造產值，滿足顧客與社會需求。低溫物流產業在國內方興未艾，然而如何降低投資成本與操作成本，其中包括電力能源的節省、維護低溫食品的品質、高效率經營運作及配合政府政策面等，都是未來發展的重要課題。

在眾多冷凍冷藏設備應用中，目前以低溫食品在倉儲、運輸及銷售連鎖過程中，維持適當低溫的低溫物流系統最具市場與前瞻性。從物流業市場來看，台灣地區每年約有 7,600 億元的產值，總產值佔國內生產總值的比重達 13%，加入 WTO 後，每年有超過新台幣 60 億元冷凍食品配送商機。以目前國內低溫物流應用情形而言，有 400 座傳統的冷凍冷藏倉庫供應全台低溫食品之保存，該設備多屬老舊、不符時代的需求，急待新設備來汰舊換新，以提升服務品質；且隨著低溫食品的大幅提升，保存低溫食品之冷凍冷藏倉庫亦不敷使用，興建低溫倉庫亦屬必要。目前全國有十餘座低溫物流中心，500 輛低溫配送車隊，將不足以應付國內所需，急待嶄新低溫物流體系的建立。同時在中國大陸與東南亞也有廣大市場，省能源、省人力、省空間、省時間、高品質、低污染及低成本之低溫物流輸送與倉儲系統的開發與應用，其產業遠景是可以預期的。



### 三、 低溫物流配送方式分析

台灣現在仍使用傳統低溫物流系統，傳統的低溫配送車容易因為交通壅塞引起引擎怠速運轉的情況，造成無法有效發揮引擎、發電機的運轉效率而產生冷凍能力不足的現象，因而造成食品無法固定保持於穩定低溫狀態。而由於配送點間的距離過短，在完成某配送點的開門運送後，冷凍車內部昇高的溫度還來不及下降時，就已經抵達下一個點，而要再一次承受開門卸貨時所造成的熱氣升溫，如此反覆過程下相當容易造成食品的品質受到損害。再者，目前一般的三溫層配送車是在車上裝置一套冷凍機組，然後在冷凍區及冷藏區的隔板上開出風口，將冷凍區的冷氣引至冷藏區來達到所謂的三溫層。但也由於冷藏溫度無法做精確的控制，所以常會出現原本放入冷藏溫層的生猛活跳海鮮，等送到消費者手中時，已經變成無法辨識的冰棍或冰磚。

#### 3.3 傳統與新型系統特性比較

目前國內貨運市場對於不同品溫的貨品，主要還是以專用車輛的方式來配送，也就是常溫食品以常溫車輛，低溫食品以冷凍冷藏車來配送。然而配送業者也體認到傳統的配送方式，已漸漸無法滿足低溫配送市場少量多品溫的市場需求。而新式的多品溫配送系統就此研發而生，此新型系統以降低投資與運轉成本為主要訴求，亦滿足目前市場上的需求趨勢。

以下針對傳統專用車配送系統、機電共用式保冷櫃與新式蓄冷保溫箱的特性與運作做一比較：

##### 一、傳統專用車配送系統：（非共配 / 常溫車＋冷凍車＋冷藏車）

傳統專用車配送系統之運送方法，即常溫食品以常溫車輛配送，低溫食品則是以冷凍車及冷藏車來配送，這也是目前大多數低溫物流業者所採行的運送方式。使用多種溫度車輛個別配送，車輛運能無法相互運用，空間彈性不足，在貨品少量多樣的特

性下，可能會造成大量運能的浪費，不太符合使用上的經濟。冷凍冷藏車以引擎驅動的機械壓縮式冷凍機組，維持產品所需的環境溫度，但是車體需裝設置冷凍機組，行車車況、開關門次數會影響到溫度控制與配送品質，而且其設置成本為一般常溫配送車輛的兩倍。又冷凍機組壽命很短（約 2~3 年），頗不具經濟效益。

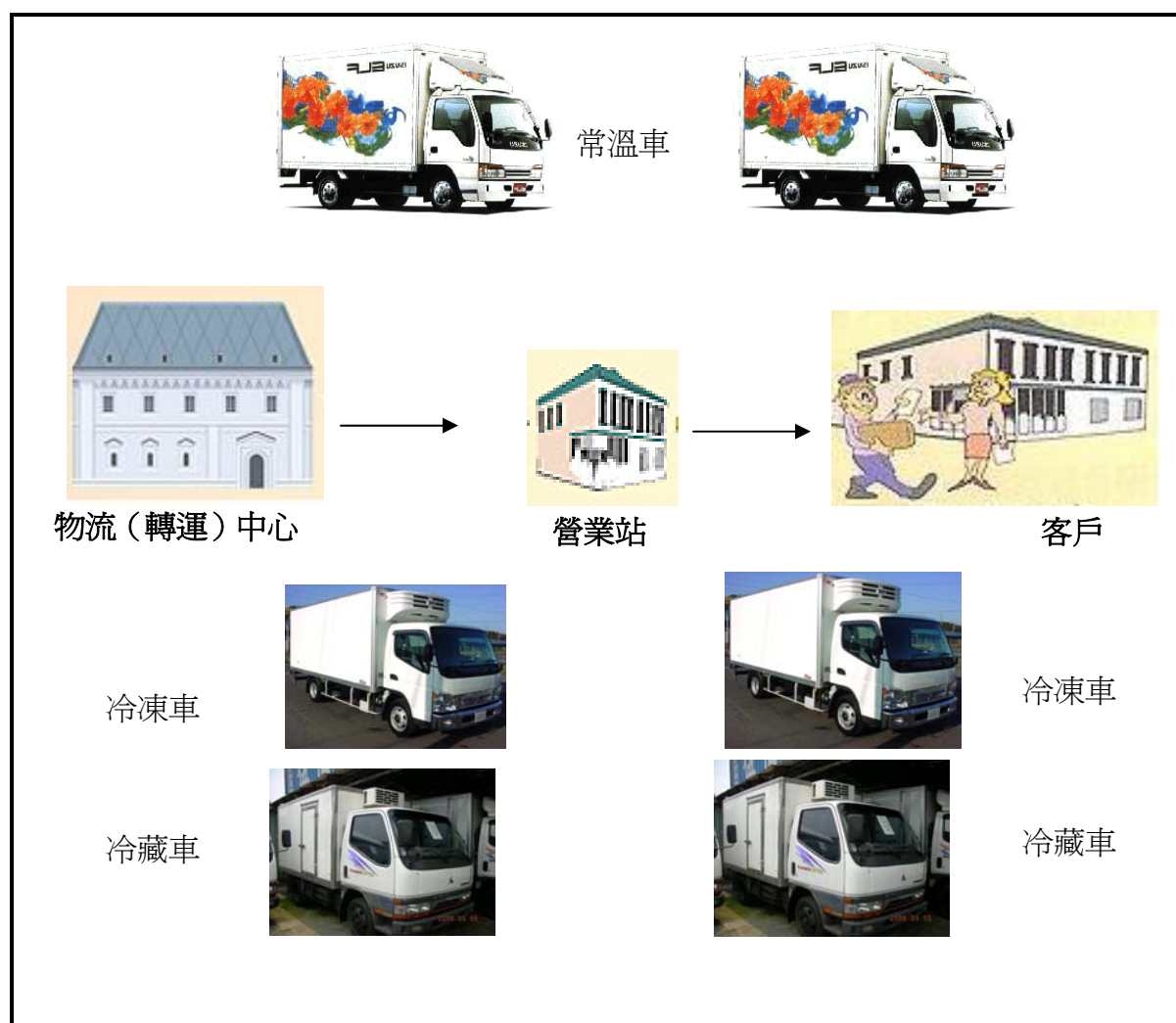


圖 3-2，傳統專用車配送系統示意圖

## 二、機電共用式保冷櫃多溫共配系統（共配 / 常溫車）

機電共用式保冷櫃多溫共配系統，就是用電冰箱式保冷櫃與蓄冷技術的結合。在保溫櫃體設置冷凍機組與蓄冷盤管，在營業所以電力驅動冷凍機組運轉同時蓄冷，當蓄冷完成後可以提配送過程所需的釋冷能源，並利用常溫貨車與常溫貨品共配，之前主要運用於營業站間貨物的轉運，可得到車廂彈性利用的好處，而缺點就是冷凍櫃體有裝置冷凍機組，其搬運重量大，會影響或車裝載重量、油耗與容積效率，且造價昂貴。此系統可達到多溫共配、有效利用車廂空間、節省運能等使用經濟效益。

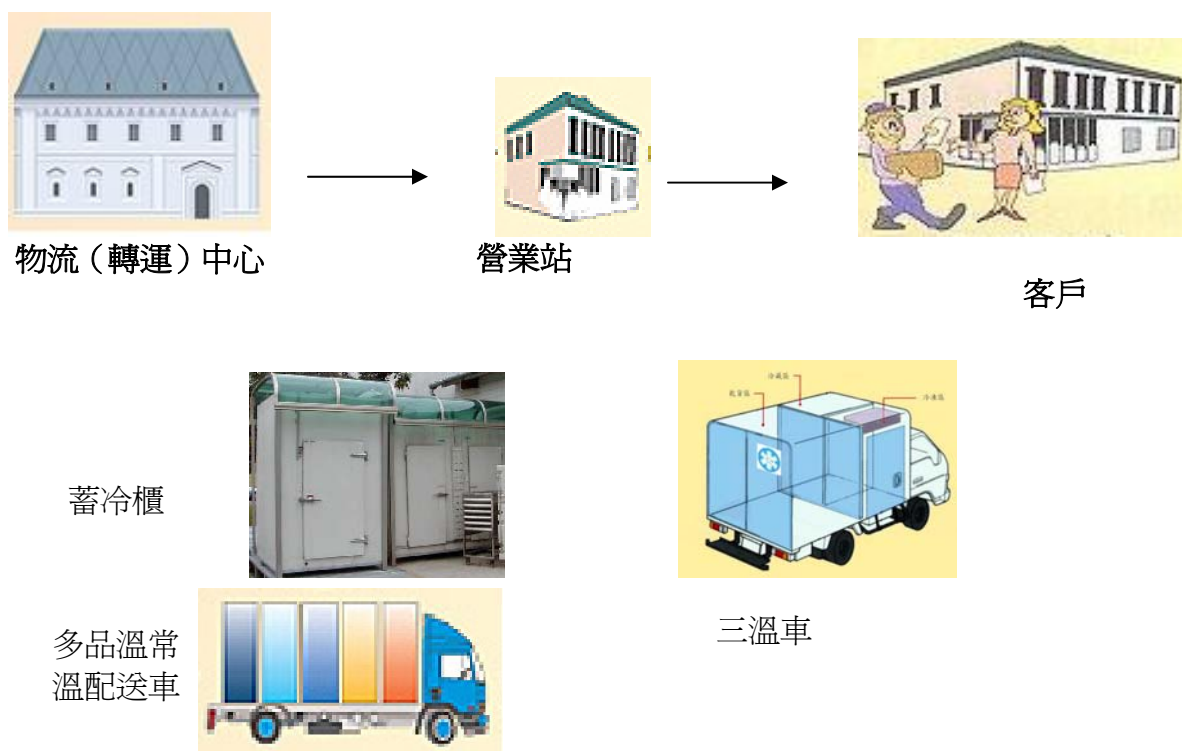


圖 3-3，機電共用式保冷櫃多溫共配系統示意圖

### 三、新式蓄冷保溫箱多溫共配系統（共配 / 常溫車）

新式蓄冷保溫箱多溫共配系統，如下圖所示，以創新設計的保溫箱取代現行冷凍冷藏車單一品溫的配送方式，利用可以抽換、不同溫度、以顏色區格溫層的蓄冷器放入規格化的保溫箱中釋冷，保持不同食品所需的品溫，並可藉由一般常溫配送車輛混合同運送區域的常溫貨品運送，為多品溫無冷凍動力運載之輸送系統。其優點包括：可多溫共配、車體免設置冷凍機組、凍結設備集中管理、運轉條件穩定、壽命長、設置成本低、溫度控制與配送品質較穩定、有效利用車廂空間等。

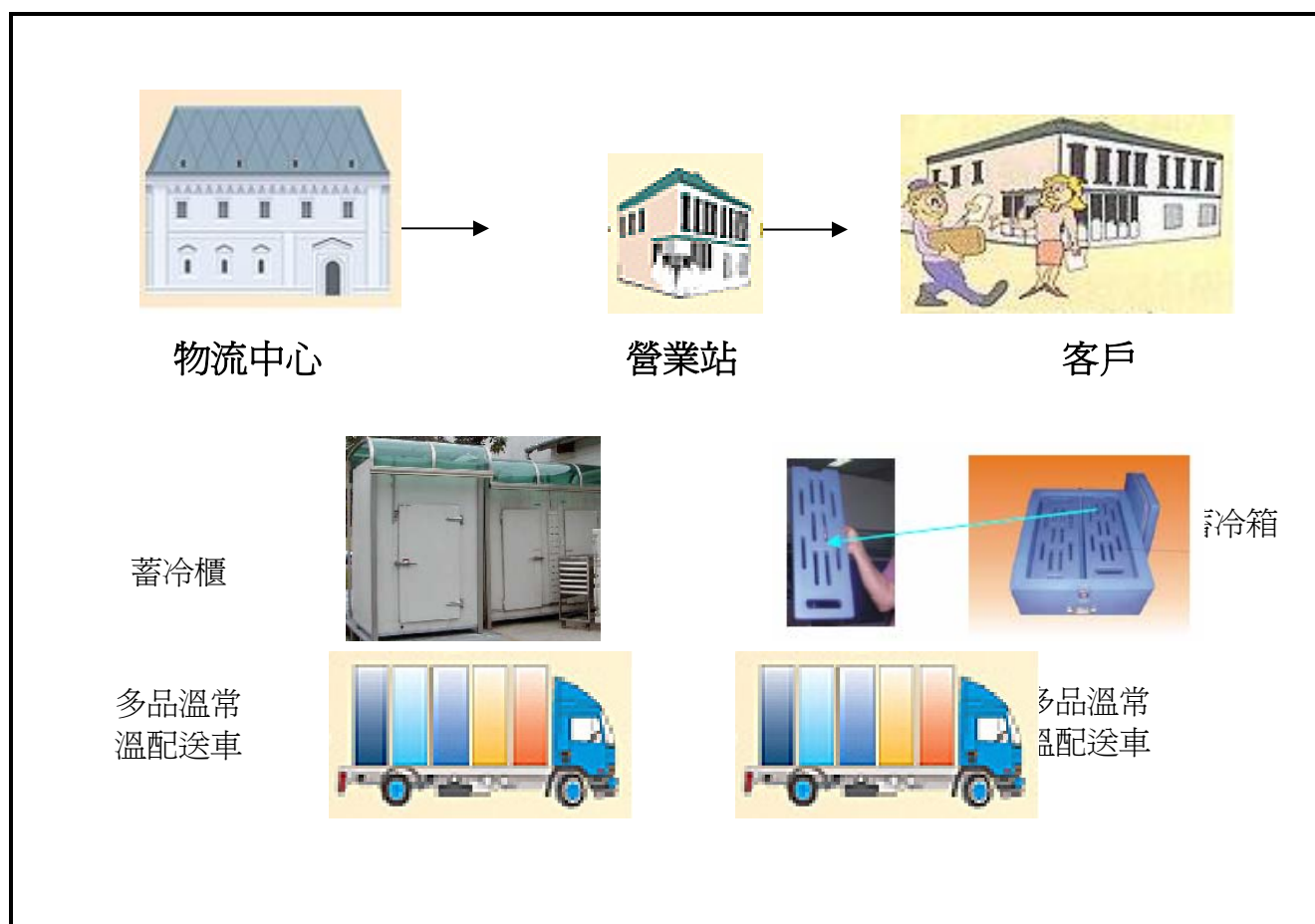


圖 3-4，新式蓄冷保溫箱多溫共配系統示意圖



表 3.1 三種多品溫運送系統特性比較

| 多品溫運送系統種類 |      | 傳統專用車配送系統            | 機電共用式保冷櫃                | 新式蓄冷保溫箱            |
|-----------|------|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 系統特色      |      | 多種溫度車輛個別配送，車引擎驅動冷凍機組 | 使用電冰箱式保冷櫃及機械式冷凍冷藏櫃多品溫配送 | 抽換式蓄冷保溫箱多品溫無冷凍動力配送 |
| 設備裝置需求    | 集配車  | 常溫車+冷凍車+冷藏車          | 常溫車+機械式冷凍箱              | 常溫車+蓄冷箱+蓄冷器        |
|           | 營業所  | 冷凍冷藏庫                | 冷凍庫+電冰箱保冷櫃              | 凍結機+蓄冷箱+蓄冷櫃        |
|           | 集散轉運 | 常溫車+ 冷凍車 + 冷藏車       | 常溫車 + 機械式冷凍箱            | 常溫車+蓄冷箱+蓄冷器        |
|           | 轉運中心 | 冷凍冷藏庫                | 冷凍庫+電冰箱保冷櫃              | 凍結機+蓄冷櫃            |
| 系統比較      | 溫層   | 同種車輛單一品溫             | 一車多溫                    | 一車多溫               |
|           | 多溫共配 | 不可                   | 可                       | 可                  |
|           | 冷凍系統 | 個別車用冷凍機              | 集中式一般用冷凍機               | 集中式一般用冷凍機          |
|           | 故障率  | 高                    | 稍高                      | 低                  |
|           | 持溫性  | 低(機械冷凍)              | 中等(機械冷凍)                | 高                  |
|           | 溫度彈性 | -                    | 低                       | 高(抽換多溫蓄冷器)         |
|           | 空間彈性 | -                    | 不高                      | 最高                 |
|           | 投資成本 | 最高(100%)             | 頗高(85%)                 | 最低(30%)            |
|           | 營運成本 | 最高                   | 中                       | 低                  |

## 一、 傳統低溫物流配送系統之限制與缺點

傳統低溫物流之配送方式，係依商家需求在低溫物流中心檢貨分裝，經由運送人員搬運至冷凍車內，再將食品送往各個運送點。以台灣目前機械式引擎帶動壓縮機之冷凍車而言，常因交通擁塞時引擎待速運轉，造成食品冷凍能力不足，而影響品質。且由於人口稠密，商家間的配送距離過短，頻繁的卸貨動作也會造成冷凍車內溫度持續流失(多次開門的熱負荷約佔總熱負荷之70%)，使得溫度在-20 °C ~10 °C間大幅波動，食品無法在所需的低溫下保持理想品質，同時引擎與壓縮機負載變化過大，因而降低其使用壽命且造成能源的浪費。再者，店家在冷凍車抵達卸貨時，必須擱置手邊工作，立即搬運及處理食品，否則食品會融化或升溫，影響人員的工作流程。此外，目前冷凍車或冷藏車僅可配送相同品溫之食品例如：無法同時載送冰淇淋和鮮乳，導致車輛使用率不足，且必須購買不同品溫之冷凍車，徒增投資、維修與操作成本及管理上的負擔。

## 二、 新式低溫物流配送系統之特性與優點

蓄冷保溫櫃取代冷凍車後，可排除因開門次數過多而影響食品品質的缺點；亦可同時配送不同品溫之食品，增加管理和使用的效率。而以一般貨車代替冷凍車，不需利用冷凍車上的動力源來使蓄冷保溫櫃儲冷，不會使引擎與壓縮機負載過大，增加成本及能源的浪費。再者，蓄冷保溫櫃可充當小型的冷凍倉庫，可持續保溫約12 小時以上，不影響到店家的工作流程。

和冷凍能力與設備同等級的冷凍運輸車比較，物流中心屋用冷凍機較車用減少15%的貨物稅，可節省初置成本。在倉儲檢貨方面，屋用冷凍機可利用夜間離峰電力儲冷，省下可觀的電費（尖離峰電費比為2 . 5 5 :1）。且順應物流中心規模來增設加冷站，初期投資不需太大，亦可彈性擴充規模。此外，新式低溫物流輸送除可應用在陸地運輸，更可使用於海上運輸或是空中運輸，特別是對於離島、偏遠地區商家的配送，擴展更多元的客源。低溫物流輸送系統相關技術已實際應用於Starbucks 與IS 連鎖咖啡店之共配、大榮貨運公司之各站所之低溫品運輸、和易集網年菜之宅配，獲得業者一致的口碑。

### 3.4 國內外低溫物流發展現況

#### 3.4.1 國內低溫物流發展現況

##### 一、 低溫食品進出口及內需市場規模

根據經濟部統計處資料及工研院經資中心的推估，國內廠商在低溫食品的產值(包括冷藏及冷凍)約為 1,400~1,600 億左右的規模水準，除了 1999 年有 1,630 億元的高峰之外，從 2000 年以來，低溫食品的產值大致上保持在 1,500 億元上下，以 1999 年來說達 1,630 億元、預估 2003 年將達 1,463 億元之規模。而在進口低溫食品的部分則是逐年增加，至 1999 年約有 408 億元的規模，2003 年則達 420 億元左右的水準。在出口值方面則似乎與進口情形相同有逐年增加的跡象，其中又以魚類及水產類的出口金額成長最大，再以出口國別計算發現以出口日本的金額最大，1999 年僅為 395 億元的出口值，而 2003 年根據前三季的表現推算，應該會成長達 470 億元的成交值。由國內低溫食品的產銷值、進出口值，大約可以推估國內低溫食品的市場需求約在 1,400~1,600 億元上下震盪，而 2003 年將可達到約 1,413 億元的市場規模量。然而因鮮食食品屬加工後產品，並均未納入產銷存統計資料中，使得產值部分低估。

而國內低溫食品產值低估，連帶影響國內低溫市場需求的估算，可以看出內需市場規模呈現逐年下滑的趨勢。內需市場規模的下降，除產值低估外，進口的減少亦是主因。2001 年由於台幣貶值，進口成本相對提高，使得國內產值較 2000 年衰退但出口值卻微幅上升。再以進出口量的趨勢來看，低溫食品進口量亦是逐年下滑，而 2003 年有微幅上升，出口量卻是逐年增加。出口量的增加主因為低溫食品業者以 OEM 的方式進行加工，即進口原料再加以廠商的技術優勢，在國內大量生產再出口外銷。

##### 二、 低溫食品銷售通路分析

在低溫物流之市場需求分析上亦需考慮不同通路的狀況來釐清物流運作上之需求。根據經濟部統計處的商業動態統計月報，其綜合商品的現代化零售通路約可分為百貨公司、超級市場、便利商店、量販店及其他等，但是低溫食品的營業額佔總營業額的

比例在各種通路上均不同。在百貨公司的整體營業額中，低溫食品的營業額約佔 1.5%、超級市場為 45%、便利商店 35%、量販店為 30%、其他為 20%。

表 3.2 我國低溫食品在現代化零售通路的銷售情形

單位：百萬元

| 年 份    | 現代化零售通路 |        |        |        |        |         | 餐飲業務<br>用通路 |
|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|-------------|
|        | 百貨公司    | 超級市場   | 便利商店   | 量販店    | 其他     | 合計      |             |
| 1999 年 | 2,054   | 33,514 | 36,871 | 33,129 | 19,210 | 124,778 | 53,476      |
| 2000 年 | 2,233   | 33,506 | 40,290 | 38,737 | 20,409 | 135,174 | 57,932      |
| 2001 年 | 2,321   | 34,642 | 44,832 | 41,001 | 19,258 | 142,055 | 60,881      |
| 2002 年 | 2,586   | 34,136 | 49,622 | 42,504 | 18,221 | 147,069 | 63,030      |
| 2003 年 | 2,464   | 36,577 | 52,890 | 42,598 | 18,927 | 153,456 | 65,767      |

註：2003 年為 1~6 月之推估值

資料來源：工研院經資中心(2003.12)

由上述各現代化零售通路低溫食品所佔的比例即可發現，以超級市場、便利商店、量販店的比重最為驚人。其中又以便利商店為最，低溫食品的營業額約佔整體營業額的 35%，甚至有些連鎖店更高達 45% 的成績，而冷藏與冷藏調理食品的興起為最主要的原因。

### 三、 低溫物流市場規模

根據工研院食品所進行低溫食品在國內餐飲業業務用通路與現代化零售通路調查結果得知，目前國內業務用通路與現代化零售通路之比例為 3：7，由此推估 2003 年業務用通路在低溫食品部分的銷售額約為 658 億元的規模。整體零售端的低溫食品銷售額在 2003 年約達 2,192 億元，若以低溫食品之物流費用佔營業額之 16% 來計算，工研院經資中心預估 2003 年國內廠商在低溫食品物流的需求市場約有 351 億元。

#### 3.4.2 日本

依據日本矢野經濟研究所(Yano Research Institue)的研究報告指出，日本低溫物流業者大約可分為四大類型：大型物流企業、地區物流企業、貨運路線物流企業與倉儲物流企業(如表 3.3)。以下就四個企業型態與未來發展趨勢分別說明：



表 3.3，日本低溫物流廠商類型與特性

|   |   |
|---|---|
| <p>①大型物流企業(製造商)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 市場規模 微增</li> <li>• 業態 資產型(asset)+<br/>非資產型(non-asset)</li> </ul> | <p>③貨運路線物流企業</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 市場規模 穩定</li> <li>• 業態 資產型</li> </ul>      |
| <p>②地區物流企業(含製造商)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 市場規模 擴大</li> <li>• 業態 資產型</li> </ul>                            | <p>④倉儲物流企業</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 市場規模 微增</li> <li>• 業態 分為資產型、非資產型</li> </ul> |

資料來源：日本矢野經濟研究所

## 一、大型物流企業(製造商)

以目前日本大型物流企業代表廠商西濃運輸、日本通運、YAMATO 運輸、西武運輸、東急 logistics 以及 TONAMI 運輸五家為例，5 家大型物流企業(製造商)的年營業額總計在 2001 年為 2,498 億日圓、2002 年為 2,531 億日圓，成長率約為 1.3%，預估至 2010 年為止的年成長率為 1%左右。(工研院，2004)主要預測今後由於環境問題等，車輛的費用會增加，所以會逐漸傾向轉形成非資產型之型態，例如名糖運輸對其持有車輛台數漸漸縮小，因此在整體營業額上可能呈現穩定或減少的情況。

## 二、地區物流企業(含製造商)

以目前日本地區物流企業代表廠商南日本運輸倉庫、南西物流、增田運輸、ABClogistics、GION、湘南物流、ASAHIlogistics 等 9 家為主，9 家地區物流企業的年營業額總計在 2001 年為 400 億日圓、2002 年為 465 億日圓，成長率約為 16%，預估至 2010 年為止前 4 大成長率達 7%、後 5 家為 20%。(工研院，2004)現在此類型企業屬於資產型比較多，今後由於環境問題，持有車輛台數不太會增加，不過由於資產是一

種商品特性，所以不太可能會驟減，因此轉型為增加租車比例、3PL 等的形態成為一部分的可能性很大。

由於此領域的企業與該地區連鎖店增長息息相關，主要進行該地區連鎖店之共同配送業務，由於日本連鎖店物流正努力將與批發商之間の間接交易，轉變為直接交易，預測今後直接交易的形態，會比現在多。另外，由於每家公司都打出獨特性，所以在製造商物流方面很強的企業、在連鎖店方面很強的企業、在餐飲業方面很強的企業等，預測將會更有特色。以企業之間互相合作等的形式，來處理小宗併裝的情形應該會更增加。

### 三、路線貨運物流企業

日本路線貨運物流企業包括有名糖運輸、雪印物流、味之素物流、TRANSMATE 等等，不過由於日本矢野經濟研究所 2003 年所進行的研究調查中，對日本路線貨運物流企業只有掌握到 RUNTEC 1 家公司之營收，所以很難做判斷相關低溫物流市場規模，不過考慮到小宗貨物的增加等，預估 2002 年到 2010 年之間的成長率每年是 1%，以處理製造商、小宗併裝(複數交易)型態為主。(工研院，2004)

### 四、倉儲物流企業

以目前日本倉儲物流企業代表廠商以 NTR 日本低溫流通、第一倉庫冷藏與 HUTECH NORIN 三者為主，3 家地區物流企業的年營業額總計在 2001 年為 581 億日圓、2002 年為 608 億日圓，成長率約為 4.7%，預估 2002 年到 2007 年之間的年成長率是 3%，2008 年到 2010 之間的成長率是 2%。(工研院，2004)由於特色是倉儲功能與裝卸貨物，所以資產型、非資產型企業都有，主要取決於企業本身發展方針不同而異。預測今後冷凍食品的市場會擴大，DC(庫存商品)也有可能稍微逐漸增加。目前主要客戶來源為製造商、連鎖店與餐飲業等十分多樣化，預測今後跟以冷凍食品為主的製造商，以及必須有庫存功能的餐飲業之間的交易會增加。

### 3.4.3 香港

#### 一、香港總體現況

香港是國際金融、商業、貿易和航運中心，尤其在進出口貿易活動上十分熱絡，其中進出口貿易佔國民生產總值約百分之二十，因此和國際貿易緊密相連的國際物流發展也十分發達，共同為香港帶來更多商機。再者，香港擁有優良的地理位置，為華南地區至世界各地提供快捷而迅速的海運和空運服務。根據資料顯示香港貨櫃碼頭已處理超過 1,800 萬個二十呎標準貨櫃；而香港國際機場的貨運處理量也超過 224 萬公噸，這顯示了香港已具備完善的貨運設施及雄厚的處理能力，反映出香港物流業發展之競爭優勢。

#### 二、低溫物流發展現況

然而因香港主要以國際進出口貿易為主要服務對象，因此可由低溫食品進出口規模來略窺低溫物流需求量。從低溫食品的進出口規模來看，香港低溫食品的進出口總值由1999~2002年約有47億美元、進出口總量約在400萬公噸上下的規模(如表3.3)。

表 3.4，香港進出口量

單位：公噸/千美元

| 年度   | 進口量       | 進口值       | 出口量     | 出口值     | 貿易總值      |
|------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|
| 1999 | 3,849,505 | 4,708,596 | 119,748 | 138,370 | 4,846,966 |
| 2000 | 4,059,022 | 4,876,701 | 122,584 | 139,147 | 5,015,848 |
| 2001 | 3,951,559 | 4,740,398 | 115,619 | 120,857 | 4,861,255 |
| 2002 | 3,927,137 | 4,576,955 | 108,190 | 121,679 | 4,698,635 |

資料來源：台經院進出口資料庫；工研院經資中心

### 3.5 小結

未來國內冷凍食品業高速成長及加入WTO 後，冷凍食品物流業蓬勃發展的期待下，國內冷凍食品大廠如何帶動國內冷凍食品的中小企業一併納入供應鏈體系，成為當前重要課題。未來將因應連鎖經營體系的帶動、食品流通型態的經濟效率變革、專業分工低風險的需要、都市化人口集中使冷凍食品的逐漸普及成熟、以及政府的積極推廣等等因素下蓬勃興起，為了創造符合時代需求將逐漸整合取代傳統冷凍倉儲業、低溫運輸業的驅勢，應用基本的冷凍冷藏技術，並結合販賣、倉儲保管、運輸配送、流通加工、資訊應用等專業的等冷凍食品物流的整合技術，以達成高效率、高品質、低成本等冷凍食品的預期願景。



## 第四章 成本分析模式之構建

### 4.1 問題敘述

本研究是以低溫物流業者的角度去探討使用兩系統的成本差異，在討論成本結構前，首先要了解低溫物流業者的運作流程。與一般常溫物流業者大致相同，低溫物流業者所提供的服務為以滿足客戶之運輸需求下，在供應端及需求端提供搬運、裝載、低溫運輸、卸貨、入庫等作業流程，最主要的差別就是產品具有低溫的保鮮需求。而在實際作業中，某些流程項目亦可由客戶端執行。譬如：待運貨品的搬運上車的作業，可能由客戶供應端的倉管搬運人員代為執行。客戶需求端的入庫作業，可能由客戶需求端來負責，以利之後的倉管作業。

一般的作業流程為由供應端顧客向低溫物流運輸公司下訂單，確認送貨種類、數量、起訖點及時間限制。物流配送公司在接獲各客戶訂單後，以現有配送車輛數、承載量、貨物數量、配送起訖點、配送時間限制與交通狀況等，規劃最佳配送車數量、最適配送路徑，甚至回程的收貨等配送策略。而在低溫物流配送過程，最重要還是低溫產品的保鮮，所以在維持一定服務水準下，追求最低的成本支出，便是現在低溫物流業者的經營理念。

本研究擬以低溫物流公司實際的會計帳目類別，將兩系統的營運成本項目作分類討論，分析兩系統因運作方式不同，而造成各成本上的差異。分別將兩系統各營運成本項目加以整合後，便可構建兩系統總成本模式。另外，本研究也將兩系統各成本項目依成本特性（變動&固定）歸類，如隨著貨運延噸公里變動的變動成本：行車油耗成本（TCTr）、制冷能源消耗（TCF）等；以及相對的固定成本項目：車輛購置折舊成本（TCP<sup>c</sup>）、制冷設備購置折舊成本（TCP<sup>f</sup>）和每年固定的廠房機械租金等，以利後續兩系統之比較。

接著，再以案例 T 公司實際營運的資料（傳統低溫物流系統），經過合理的推算得到，在相同營運規模下，該公司使用新式低溫系統的營運成本，再比較兩系統財務上總營運成本的差異，便可清楚的了解兩系統在不同營運規模條件下之相對經濟性。以供低溫物流業者作為未來營運策略的參考。



## 4.2 方案比較分析方法

由於新式低溫物流系統實際營運資料取得困難，所以本研究採用 2.5 節之年值淨利法來比較兩系統投入成本（系統購置、營業費用）與產出效益（營收）。但因新式系統才剛發展不久，實際營運資料無法取得，所以本研究以傳統低溫物流系統的營運資料，在相同的營運規模下，去推估新式低溫物流系統的營運成本。而相同的營運規模意涵著兩系統具有相同的：

1. 車隊規模 ( $QV_i$ )
2. 員工人數 ( $QL$ )
- 3 員工薪資支出 ( $CL$ )
4. 營業站數 ( $M$ )
5. 配送路徑相同 ( $D$ )
6. 總運送貨物噸數 ( $W$ )
7. 年貨損率，年貨損賠償成本 ( $TCBR$ )
8. 總延噸公里數相同 ( $DW$ )
9. 總營收相同
10. 兩系統相同車種，運能



由於有以上之假設，所以兩系統具有相同的營業收入  $B$ 。根據淨利比較的準則，有以下的推論：

假設 傳統系統的營收為  $B_1$ ，投入成本為  $C_1$ ，淨利為  $R_1$

新式系統的營收為  $B_2$ ，投入成本為  $C_2$ ，淨利為  $R_2$

∴ 傳統系統之淨利（年值） $R_1 = B_1 - C_1$

新式系統之淨利（年值） $R_2 = B_2 - C_2$

當  $R_1 - R_2 > 0 \rightarrow$  傳統系統 較 新式系統 具 經濟性。

當  $R_1 - R_2 = 0 \rightarrow$  兩系統具相同的經濟性。

當  $R_1 - R_2 < 0 \rightarrow$  新式系統 較 傳統系統 具 經濟性。

又  $B_1 = B_2$

$\therefore$

當  $C_1 - C_2 < 0 \rightarrow$  表示 傳統系統 較 新式系統 具有經濟性。

當  $C_1 - C_2 = 0 \rightarrow$  兩系統具相同的經濟性。

當  $C_1 - C_2 > 0 \rightarrow$  表示新式系統 較 新式系統 具有經濟性。

由以上的推論可得知要比較兩系統的投資經濟性，只要討論兩系統投入及營運成本便可。而使用年值法討論是假設在系統的使用年限內，系統購置的平均攤銷成本與每年營運成本的總和作為比較基礎。亦即以年平均支出成本作為兩系統比較的基礎。

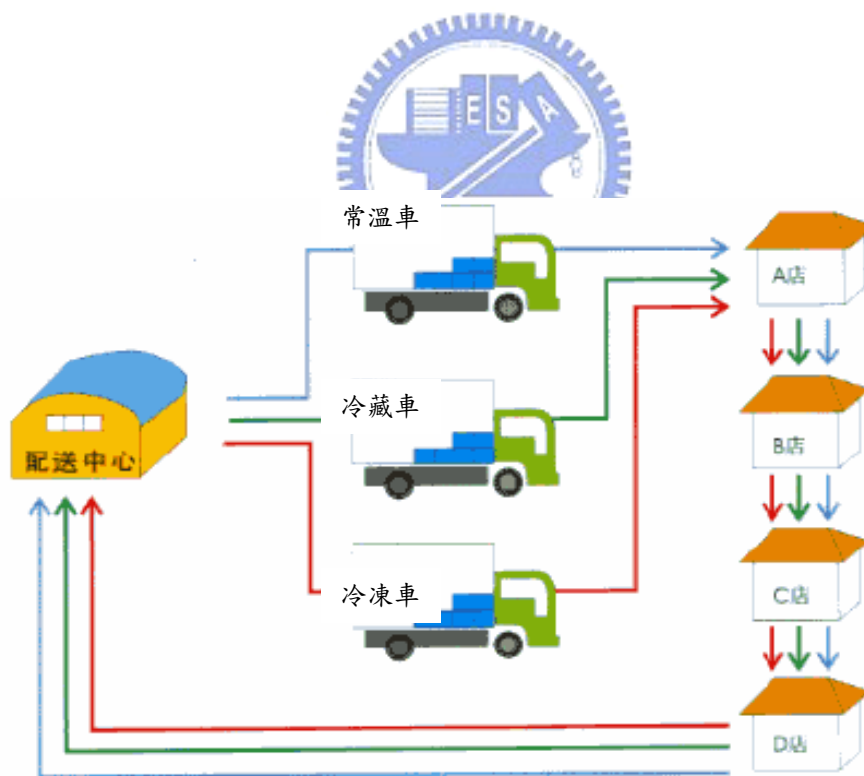


圖 4-1，傳統低溫物流系統示意圖

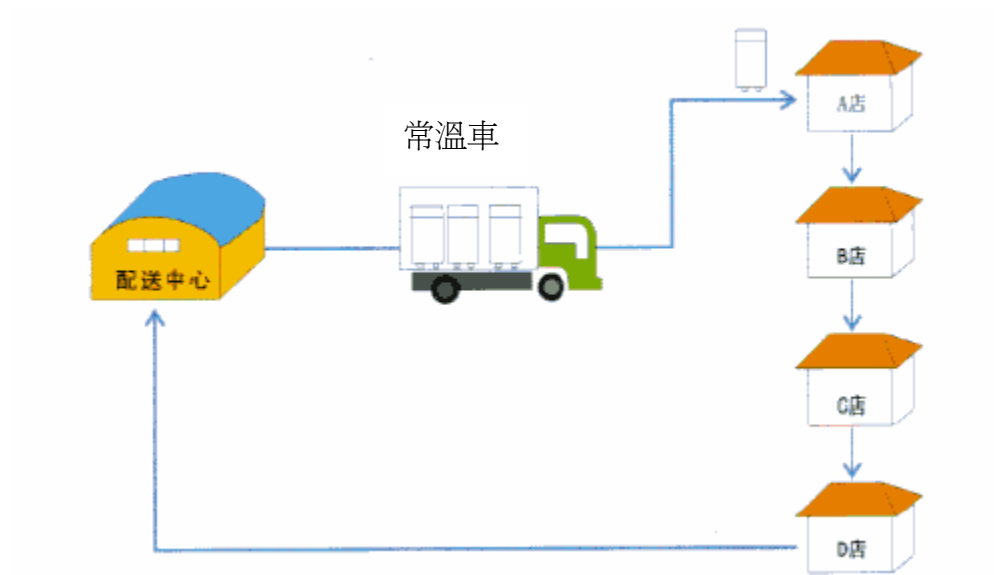


圖 4-2，新式低溫物流系統示意圖

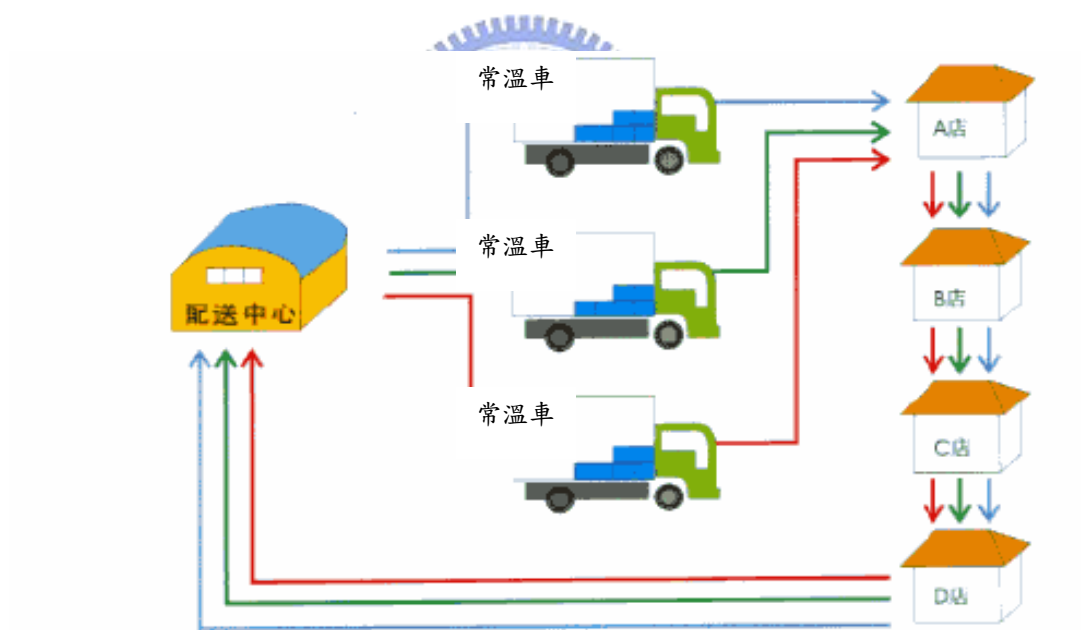


圖 4-3，本模式設定的新式低溫物流系統示意圖

### 4.3 成本結構與模式

#### 4.3.1 一般低溫物流系統之成本分析

一般低溫物流系統成本結構是由總變動成本（TVC）與總固定成本（TFC）來構成，意即 總成本（TC）= TVC + TFC，其關係如圖 4-4 所示。

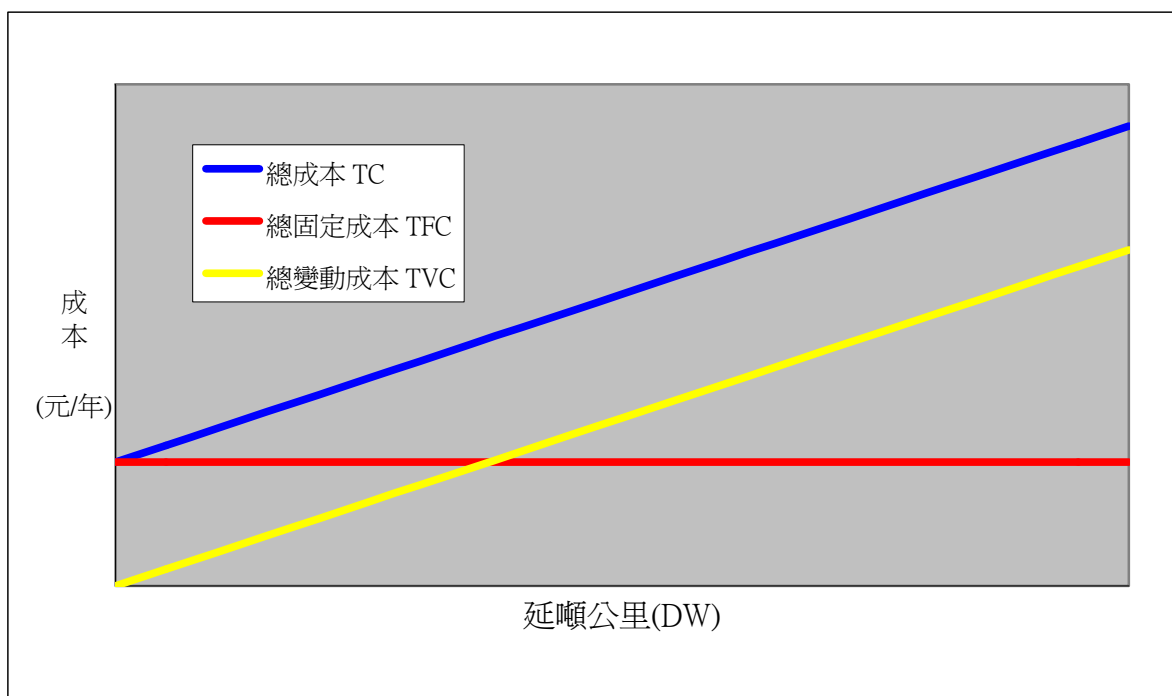


圖 4-4 總成本、變動成本與固定成本之關係圖

變動成本是會隨著貨運量的變化而變化的成本項目，一般包含有運輸油料成本、制冷能源消耗成本、車輛維修成本等。反之，固定成本為不會隨著貨運量的變化而變化的成本項目（當 貨運量 < 系統運能上限），其中包括車輛購置成本、制冷設備購置成本、人員成本與其他資本成本等。

要比較兩系統成本的差異，必須求出平均成本（AC）。平均成本一般可以運送貨物之噸數或延噸公里為單位，本文所探討的問題則以延噸公里較為適宜。而平均延噸公里的總成本、變動成本和固定成本的關係如下圖所示。如圖，平均成本 AC 會隨著貨運量的增加而遞減，此為規模經濟的現象。平均成本 AC 圖形以下之面積即為總投入成本（TC）。平均固定成本 AFC 也會隨著貨運量的增加而減少；平均變動成本則是維持不變。

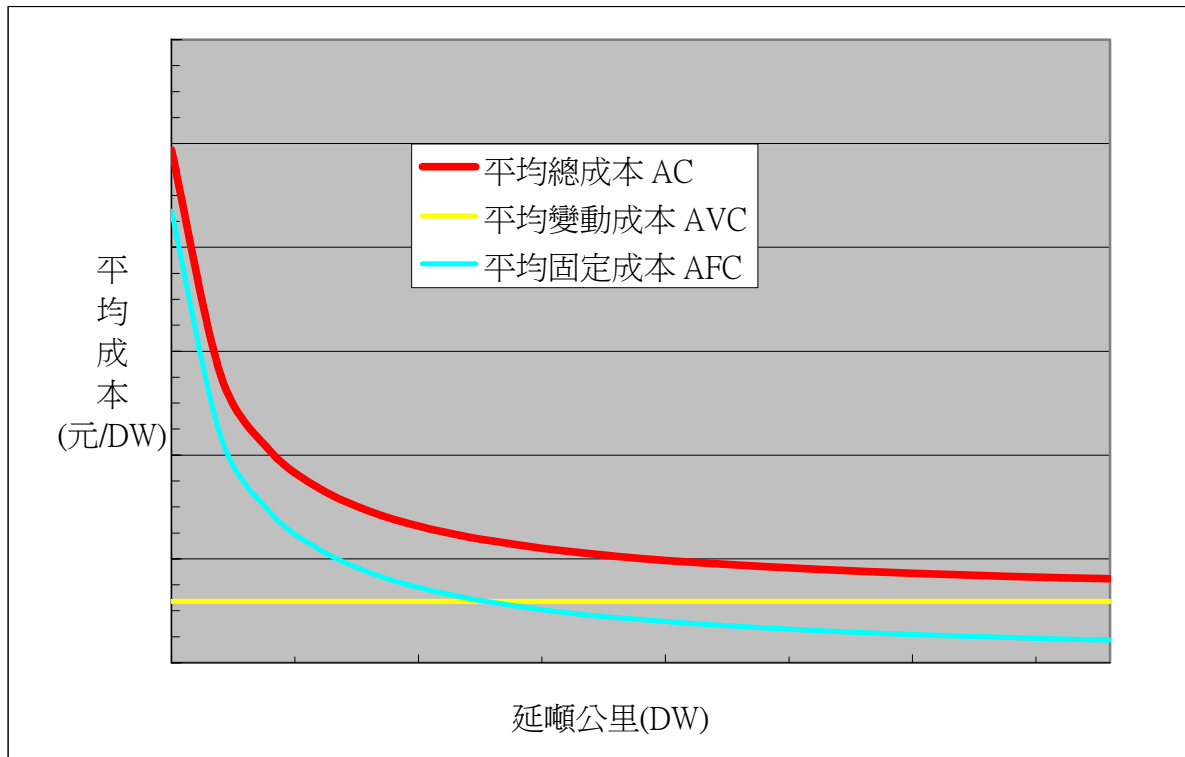


圖 4-5 ，平均成本、平均變動成本與平均固定成本之關係圖

假設有兩物流系統（系統 1 與系統 2），兩系統的總固定成本、總變動成本和總成本分別為  $TFC_1 = 200$ 、 $TFC_2 = 300$ 、 $TVC_1$ 、 $TVC_2$ 、 $TC_1$  以及  $TC_2$ 。平均每單位延噸公里變動成本分別為 10 元與 5 元。所以隨著貨運延噸公里數的增加，三種成本變化關係如圖 4-6。平均成本關係圖如圖 4-6。



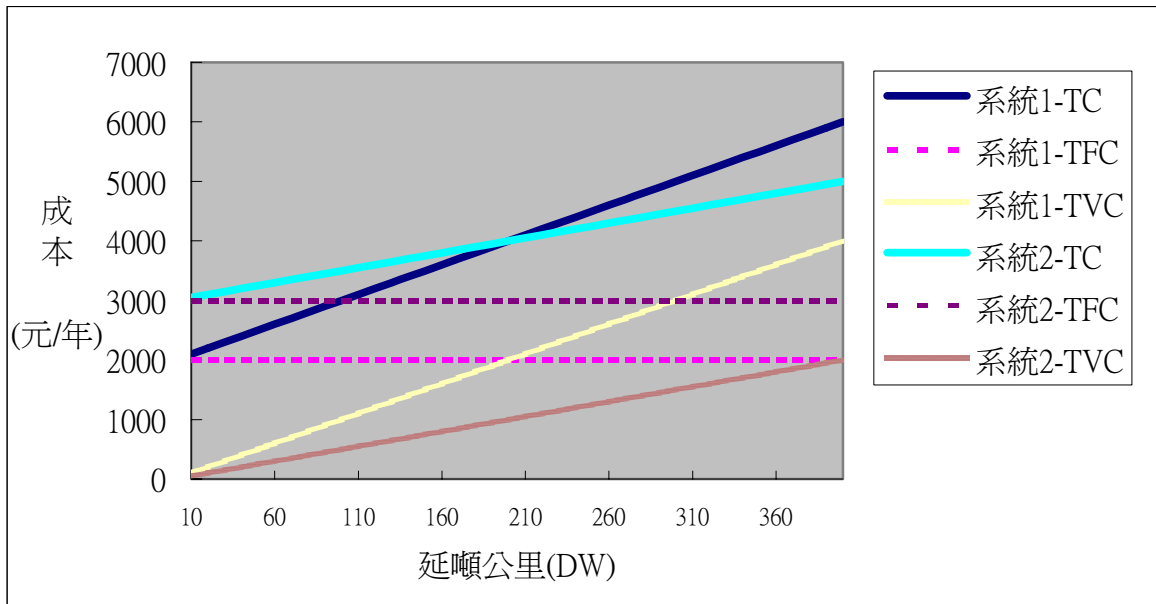


圖 4-6， 兩系統成本比較（簡例 1）

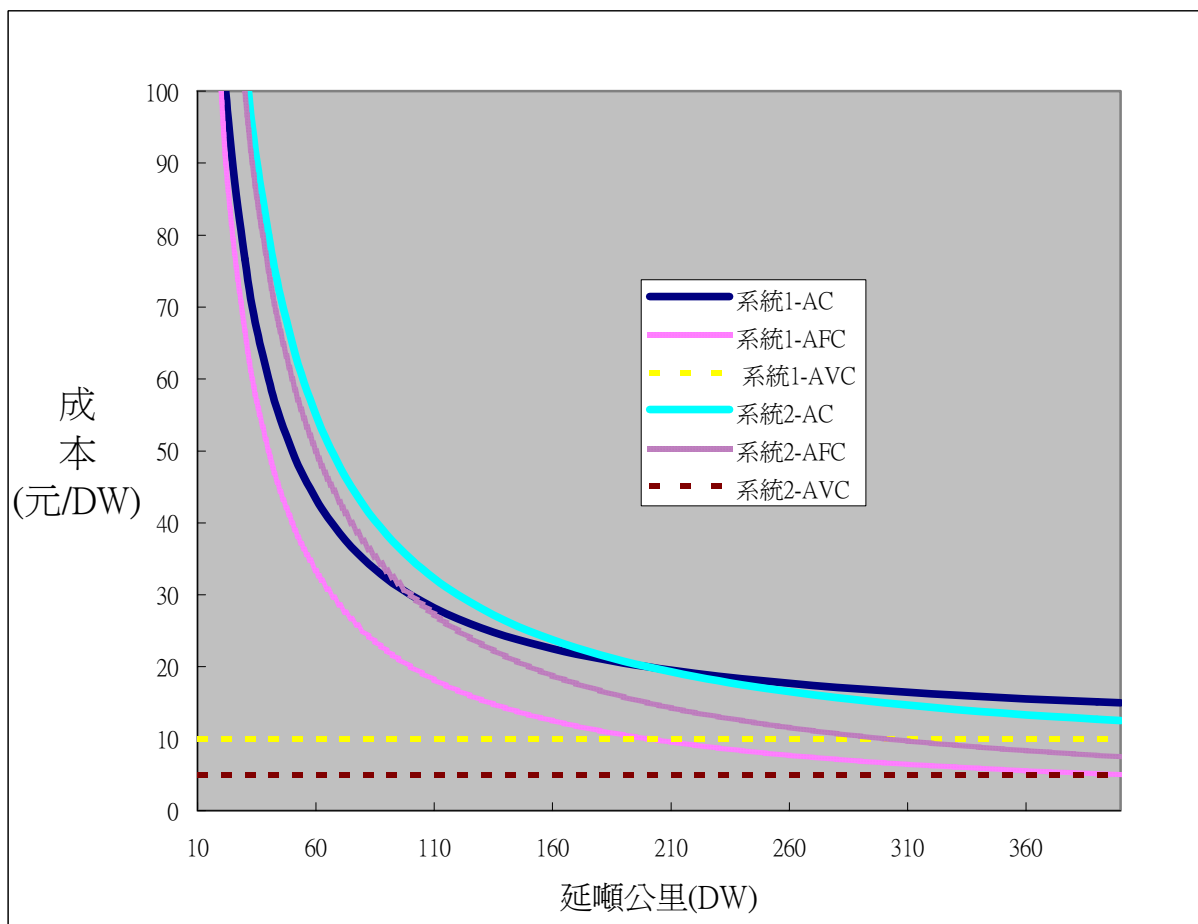


圖 4-7， 兩系統平均成本（簡例 1）

由圖 4-6 可以看出兩系統在貨運需求量 200 延噸公里以內，系統 2 支出的總成本皆大於系統 1。但貨運量超過 200 延噸公里系統 2 支出的總成本反而小於系統 1。因為每單位延噸公里兩者相差有 2 倍之多，隨著貨運量（延噸公里數）的增加，系統 1 的總成本便慢慢追上系統 2。由圖 4-7 也可看出當貨運量超過 200 延噸公里時，系統 2 的平均延噸公里成本也開始比系統 1 平均成本低。

但若固定成本改變成  $TFC_1 = 200$ 、 $TFC_2 = 300$ ，其餘不變，兩系統的成本圖形如圖 4-8、圖 4-9。從兩張圖中可以發現系統 1 的總成本支出永遠比系統 2 的高，平均延噸公里成本也是系統 1 大於系統 2。在此情形下，若兩系統營收相同，以財務成本分析的觀點，便可肯定系統 2 較系統 1 具有較佳的經濟性。

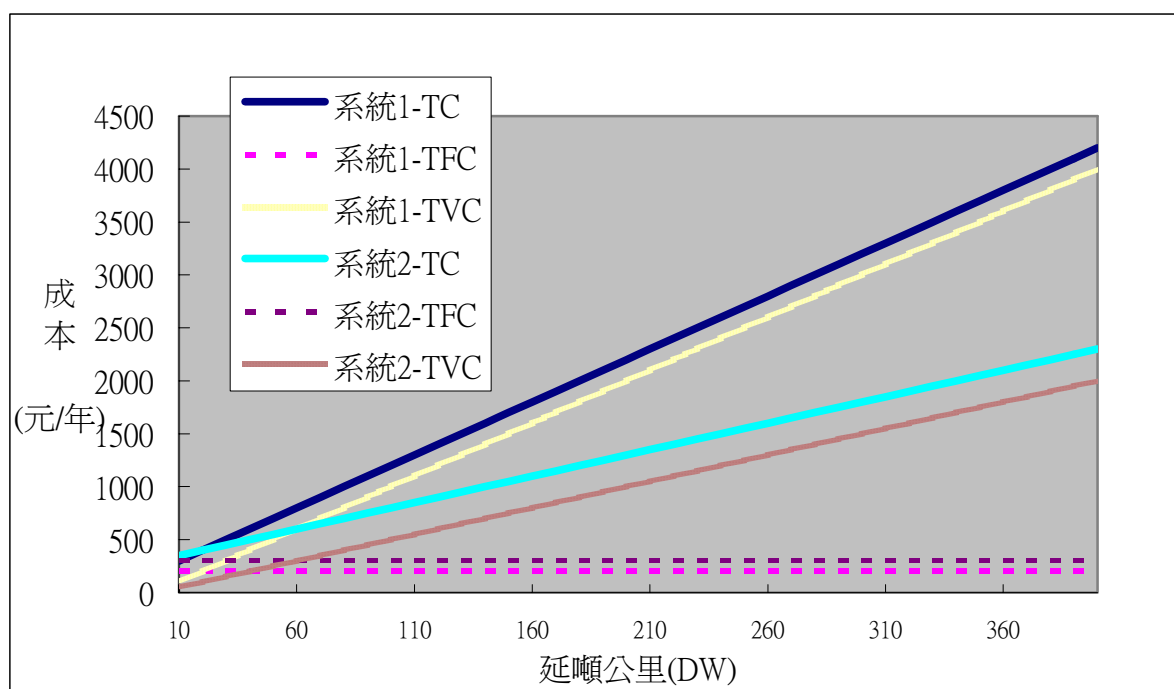


圖 4-8 兩系統成本比較（簡例 2）

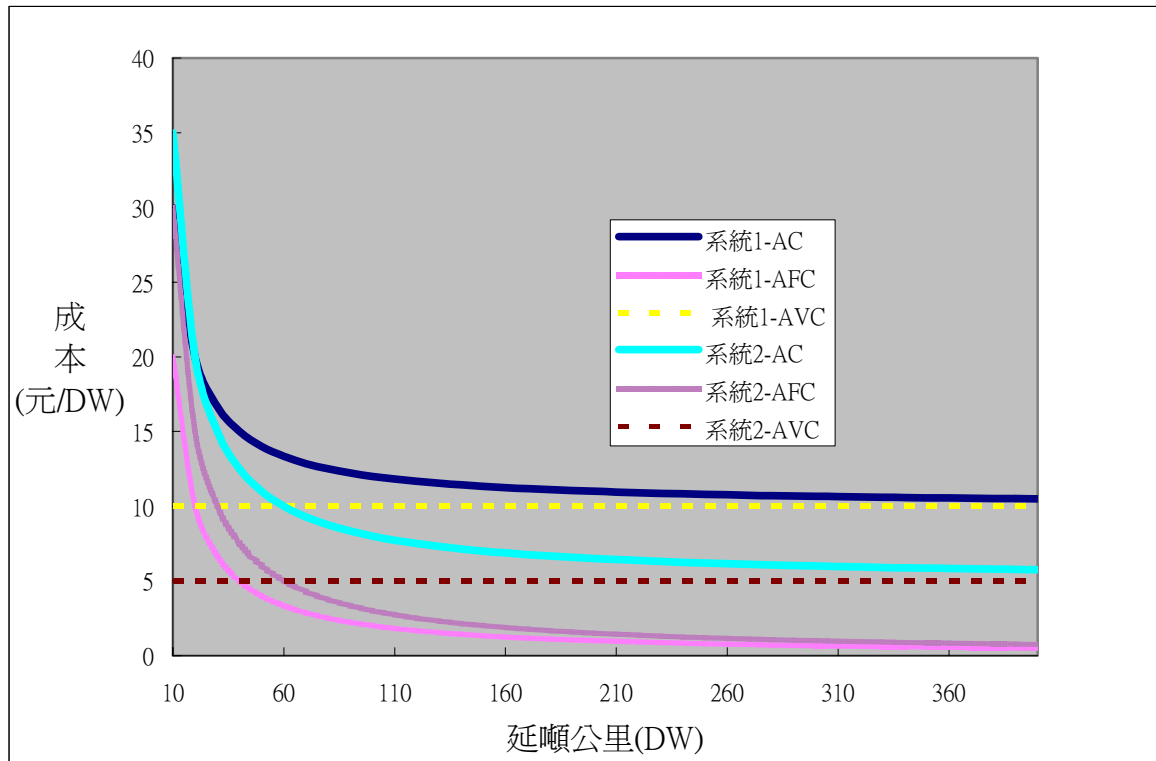


圖 4-9 兩系統平均成本（簡例 2）

所以，在以下的小節先將兩種低溫物流系統的成本項目依特性作分類，以利研究的分析比較。

#### 4.3.2 低溫物流系統成本分類

根據公路局公路貨運調整運價之會計科目分類（附錄 1）以及兩種低溫物流系統運作的特性，本研究將兩系同成本項目分類如表 4.1 所示。

表 4.1 本研究低溫物流系統之相關成本項目與內容

| 低溫物流系統    |                   |  |
|-----------|-------------------|--|
| 成本分類      | 成本項目              | 內容   |
| 能源消耗成本    | (1) 車輛運輸油耗成本      | ◎行車燃料<br>◎附屬油料                                   |
|           | (2) 制冷能源消耗成本      | ◎車內冷凍機油耗、加冷器的電耗                                  |
| 勞動成本      | (3) 人員薪資成本        | ◎行車員工薪資<br>◎其他員工薪資—<br>修車員工、管理員工、站所員工            |
| 維修成本      | (4) 車輛保修及車輛其他變動成本 | ◎輪胎費用<br>◎車輛保養清潔、車輛修護<br>◎行車附支—<br>違規罰款、事故賠償、過路費 |
|           | (5) 制冷設備保修成本      | ◎冷凍機保養、冷凍機修護以及其附屬支出                              |
| 資本及其他營運成本 | (6) 車輛與車廂設備折舊成本   | ◎車輛與車廂設備購置折舊攤銷成本                                 |
|           | (7) 制冷設備折舊成本      | ◎車內冷凍機與新式蓄冷設備之購置折舊攤銷成本                           |
|           | (8) 貨損賠償成本        | ◎貨損賠償成本—貨物賠償損失                                   |
|           | (9) 配送車輛之衍生成本支出   | ◎車輛其他衍生費用—<br>牌照稅、車輛保險、燃料稅、檢驗費                   |
|           | (10) 其他營業成本       | ◎其他保險費用—<br>場站與辦公房舍保險                            |
|           |                   | ◎管理費用—<br>水電費、郵電費、交際費、辦公用品費、<br>廣告費、法律與手續費、賠償費   |
|           |                   | ◎站所費用—土地租金、房屋租金                                  |
|           |                   | ◎其他稅捐財務費用—<br>場站房屋與土地稅、辦公房屋與土地稅、場站土地利息           |

|  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
|  |  | ◎其他折舊費用—<br>場站設備折舊、辦公設備折舊、修車設備<br>折舊等 |
|--|--|---------------------------------------|

資料來源：本研究整理。

#### 4.3.3 傳統低溫物流系統之成本模式

根據上述成本分類，以下為傳統低溫物流系統之年成本支出項目。

##### (1) 傳統-車輛運輸油耗成本

在運輸油耗方面，影響運輸油耗成本的關鍵，就是運送貨物的延噸公里數。  
傳統低溫物流系統的車輛運輸油耗成本，是以冷凍冷藏車的運輸油耗來表示：

$$TCTr_l = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (CTr_{lij} \times DW_{ij}), \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-1)$$

說明：

j           ：車輛編號。j=1, …, J。

$CTr_{lij}$     ：傳統低溫物流系統，車種i第j輛車的單位延噸公里成本。

$DW_{ij}$      ：車種i第j輛車之年延噸公里。

$TCTr_l$      ：傳統低溫物流系統之總車輛運輸油耗成本。

##### (2) 傳統-制冷能源消耗成本（車用冷凍機運轉）

此項成本是新式與傳統明顯不同的成本項目。傳統是利用車用冷凍機運轉制冷，產生制冷油耗成本。傳統低溫物流系統的制冷油耗成本，會根據載運貨物的種類與延噸公里而變動，其關係式如下所示：



$$TCF_l = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K (CF_{ijk} \times DW_{ijk}), \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-2)$$

說明：

k       ：產品種類， $k=1, \dots, K$ 。例：運送產品總共有 5 種， $k=1, \dots, 5$ 。

$CF_{ijk}$ ：傳統低溫物流系統，車種  $i$  第  $j$  輛車，運送產品類別  $k$  的單位延噸公里油耗成本。

$TCF_l$ ：傳統低溫物流系統之總制冷油耗成本。

### (3) 傳統-員工薪資成本

此項成本包括配送員固定薪資、集配站人員薪資、場站管理員薪資、總公司職員成本薪資等。



$$TCL_l = \sum_{i=1}^I CL_{li} \times QV_i, \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-3)$$

說明：

$l$        ：員工類別。 $l=1, \dots, L$ 。

$CL_l$    ：第  $l$  種員工之薪資成本支出。

$QL_{li}$ ：傳統低溫物流系統，第  $l$  種員工之員工數。

$TCL_l$ ：傳統低溫物流系統之總人員薪資成本。

#### (4) 傳統-車輛保修及車輛其他變動成本

此項成本，一般來說包括車輛輪胎的修護和更換、引擎機油的修護與更換、車輛清潔成本、過路費、違規罰款和意外事故賠償等項目。這些成本細項與車輛的行駛里程數和載運噸數有關，所以以延噸公里數為影響變數。關係式如下所示：

$$TCR_1 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (CCR_{1ij} \times DW_{ij}), \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-4)$$

說明：

$DW_i$  : 車種  $i$  所有車輛的年延噸公里總數。

$DW_{ij}$  : 車種  $i$  第  $j$  輛車，年延噸公里數。

$CCR_{1ij}$  : 傳統低溫物流系統，車種  $i$  第  $j$  輛車之單位里程的保修成本。

$TCR_1$  : 傳統低溫物流系統之總車輛保修成本。



#### (5) 傳統-制冷設備保修成本（冷凍機保修成本）

除了車輛的保養修護外，冷凍機保養修護的成本會隨著運送貨物種類、噸數與運送距離而有所變化。

$$TCFR_1 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K CFR_{1ijk} \times DW_{ijk}, \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-5)$$

說明：

$CFR_{1ijk}$  : 傳統低溫物流系統，車種  $i$  第  $j$  輛車運送產品種類  $k$ ，單位延噸公里的保修成本。

$TCFR_1$  : 傳統低溫物流系統，冷凍機保修總成本。

## (6) 傳統-車輛與保冷車廂設備購置成本

此項成本包含傳統低溫物流運送車輛與車廂設備的購置成本，由前述章節我們可以知道，傳統低溫物流系統是使用一般的冷凍冷藏車來運送貨品。所以傳統低溫物流系統的車輛購置項目的內容包括：車廂保冷設備與車輛主體之購置成本。又本研究以年平均成本來做評量單位，所以購置成本的加總還需考慮車輛的折舊年限，折算出每年應攤銷的車輛折舊費用。根據營利事業所得稅查核準則，資產採直線折舊法折舊，殘值＝固定資產之實際成本／(折舊年限＋1)，每年折舊攤提費用＝[購置成本－殘值]／折舊(使用)年限。綜上所述，傳統低溫物流系統車輛購置成本可以以(式4-2)來表示：

$$TCD_1 = \left( \sum_{i=1}^I CP_{li}^c \times QV_i \right) - \left( \sum_{i=1}^I CP_{li}^c \times QV_i \right) / (DY^c + 1), \text{單位：元/年}$$

.....(4-7)

$$TCP_1^c = \left[ \left( \sum_{i=1}^I CP_{li}^c \times QV_i \right) - \left( \sum_{i=1}^I CP_{li}^c \times QV_i \right) / (DY^c + 1) \right] / DY^c$$

經化簡後，可得

$$TCP_1^c = \left( \sum_{i=1}^I CP_{li}^c \times QV_i \right) / (DY^c + 1), \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-8)$$

說明：

i       ：車種，i=1，…，I。

$CP_{li}^c$    ：傳統低溫物流系統，車種i車體、保冷車廂設施購置與裝設成本。

$QV_i$     ：第i種車輛之車輛數。

$DY^c$     ：車輛與保冷車廂設備的折舊年限。

$TCD_1^c$    ：傳統低溫物流系統，車體與保冷車廂設備年折舊費用。

$TCP_1^c$    ：傳統低溫物流系統，車體與保冷車廂設備之年平均購置成本

### (7) 傳統-制冷設備購置成本（車內冷凍冷藏機組）

低溫物流系統與常溫物流系統不同的地方就在於低溫有嚴格的產品運送溫度限制，而在傳統低溫物流系統中，冷能的來源便是車內冷凍冷藏機組，其每年折舊攤銷成本會受冷凍機數量（同冷凍車車輛）與折舊年限影響。

依據上一項折舊成本計算，同理

$$TCP_1^f = \sum_{i=1}^I (CP_{1i}^f \times QV_i) / (DY_1^f + 1), \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-9)$$

說明：

$CP_{1i}^f$  : 傳統低溫物流系統，車種*i*配送車上冷凍機組之購置成本。

$DY_1^f$  : 冷凍機的折舊年限。

$TCD_1^f$  : 傳統物流系統，冷凍冷藏機年折舊攤提費用。

$TCP_1^f$  : 傳統低溫物流系統，冷凍冷藏機年平均購置成本。

### (8) 傳統-貨損賠償成本

此項成本以年平均單位延噸公里的貨損賠償成本與年延噸公里的乘積加總而得。

$$TCBR_1 = CBR_1 \times \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K DW_{ijk}, \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-10)$$

說明：

$CBR_1$  : 年平均單位延噸公里之貨損賠償成本。

$TCBR_1$  : 傳統低溫物流系統之總貨損賠償成本。

### (9) 傳統-配送車輛之衍生成本支出

此項成本支出是配送車輛每年衍生的成本，如每年須繳納的保險費、燃料稅、牌照稅、定檢費用等。

$$TCI_1 = \sum_{i=1}^I CI_{1i} \times QV_i, \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-11)$$

說明：

$CI_{1i}$  : 傳統低溫物流系統，第*i*種配送車每年須支付的衍生費用。

$TCI_1$  : 年平均車輛衍生費用之總和。

### (10) 傳統-其他營業成本

其他營業成本項目，如營業站使用成本（燈照、地租等）、公司其他的營業成本（水電費、郵電費、交際費、辦公用品費、廣告費、法律與手續費等），為兩系統相同支出的成本。

$$TOC_1 = \sum_{m=1}^M CFB_{1m} + TCA_1, \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-12)$$

說明：

$m$  : 營業站編號， $m=1, \dots, M$ 。

$CFB_{1m}$  : 傳統低溫物流系統，第*m*個營業站之廠房使用成本。

$TCA_1$  : 傳統低溫物流系統總公司的年營業成本支出。

$TOC_1$  : 傳統低溫物流系統之其他營業成本總和。

綜上所述，傳統低溫物流系統的總成本模式如下所示。



$$\begin{aligned}
& TC_1 \\
& = (TCTr_1 + TCF_1 + TCR_1 + TCFR_1 + TCBR_1) + (TCP_1^c + TCP_1^f + TCI_{li} + TCL_1 + TOC_1) \\
& = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K [(CF_{1ijk} + CFR_{1ijk} + CBR_1) \times DW_{ijk}] \\
& + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J [(CTr_{1ij} + CCR_{1ij}) \times DW_{ij}] \\
& + \sum_{i=1}^I \left( (CP_{li}^c / (DY^c + 1)) + (CP_{li}^f / (DY_1^f + 1)) + CI_{li} \right) \times QV_i \\
& + \sum_{i=1}^I CI_{li} \times QV_i + \sum_{m=1}^M CFB_{1m} + TCA_1 \\
& , \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-13)
\end{aligned}$$

其中，依成本特性分類如表 4.2：

表 4.2 傳統物流系統成本特性分類表

| 成本特性 | 成本項目  | 影響因子     | 單位  |
|------|---|----------|-----|
| 變動成本 | (1)車輛運輸油耗成本 (TCTr <sub>1</sub> )                | 延噸公里(DW) | 元/年 |
|      | (2)制冷能源消耗成本 (TCF <sub>1</sub> )                 | 延噸公里(DW) | 元/年 |
|      | (4)車輛保修及車輛其他變動成本 (TCR <sub>1</sub> )            | 延噸公里(DW) | 元/年 |
|      | (5)制冷設備保修成本 (TCFR <sub>1</sub> )                | 延噸公里(DW) | 元/年 |
|      | (8)貨損賠償成本 (TCBR <sub>1</sub> )                  | 延噸公里(DW) | 元/年 |
| 固定成本 | (6)車輛與車廂設備折舊成本 (TCP <sub>1</sub> <sup>c</sup> ) | 車輛數(QV)  | 元/年 |
|      | (7)制冷設備折舊成本 (TCP <sub>1</sub> <sup>f</sup> )    | 車輛數(QV)  | 元/年 |
|      | (3)人員薪資成本 (TCL <sub>1</sub> )                   | 員工數(QL)  | 元/年 |
|      | (9)配送車輛之衍生成本支出 (TCI <sub>1</sub> )              | 車輛數(QV)  | 元/年 |
|      | (10)其他營業成本 (TOC <sub>1</sub> )                  | -        | 元/年 |
| 總和   | TC <sub>1</sub>                                 |          | 元/年 |

#### 4.3.4 新式低溫物流系統之成本模式

依據前述的成本特性分析和(表 4-2)，新式低溫物流系統的成本項目一部分與傳統系統一樣，一部分則是有差異。此小節將討論新式與傳統為兩系統有差異的成本項目；第二部份則是相同的部份先討論新式系統與傳統系統有差異的成本項目。

##### (1) 新式-車輛運輸油耗成本

在運輸油耗方面，影響運輸油耗成本的關鍵，就是運送貨物的延噸公里數。新式低溫物流系統的車輛運輸油耗成本，是用常溫車的運輸油耗來表示：

$$TCTr_2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (CTr_{ij} \times DW_{ij}), \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-14)$$

說明：

j : 車輛編號。j=1, ..., J。

$CTr_{ij}$  : 新式低溫物流系統，車種i第j輛車的單位延噸公里成本。

$DW_{ij}$  : 車種i第j輛車之年延噸公里。

$TCTr_1$  : 新式低溫物流系統之總車輛運輸油耗成本。

##### (2) 新式-制冷能源消耗成本

此項成本是新式與傳統明顯不同的成本項目。新式低溫物流系統制冷是利用離峰時間的電力，在營業站先行蓄冷，再放入裝有產品的蓄冷箱釋冷，以保持產品低溫。所以新式制冷成本會隨著運送的產品重量(W)而有所改變，關係式如下所示：

$$TCF_2 = \sum_{k=1}^K (CF_{2k} \times W_k), \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-15)$$

說明：

$k$ ：產品種類，例：若運送產品總共有 5 種， $k=1, \dots, 5$ 。

$CF_{2k}$ ：新式低溫物流系統，運送第 $k$ 種產品的每噸需要的制冷電耗成本。

$TCF_2$ ：新式低溫物流系統之總制冷能源消耗成本。

而每年耗電量的估算，以下將詳細說明：

### 【新式低溫物流系統之蓄冷電耗的分析】

表 4.3 低溫高除能蓄冷液分類表

| 編號   | No. 1          | No. 2      | No. 3       | No. 4        | No. 5      |
|------|----------------|------------|-------------|--------------|------------|
| 共晶溫度 | -37℃           | -28℃       | -11℃        | -2℃          | 0℃         |
| 融化潛熱 | 80 kCal/kg     | 77 kCal/kg | 71 kCal/kg  | 53 kCal/kg   | 42 kCal/kg |
| 儲存環境 | -31 ~ -27<br>℃ | -22 ~ -18℃ | -3 ~ +1℃    | 4 ~ 10℃      | 10 ~ -15℃  |
| 適用食品 | 生魚片            | 冰淇淋、冷凍食品   | 畜肉品、禽肉品、水產品 | 生鮮蔬菜、日配品、乳製品 | 米飯麵食、巧克力   |

資料來源：中國冷凍空調雜誌，1999。

表 4.4 基本電費與流動電費

|                  |       |
|------------------|-------|
| 基本電費(元/kWatt)    | 140.7 |
| 流動電費(元/ kWatt-h) | 1.73  |

資料來源：台灣電力公司

說明：

1. 假設 年運送貨品噸數  $W$  (單位：公噸)；貨運種類為冷凍 (編號 2)。
2.  $1 \text{ 度} = 1(\text{kWatt-h})$ ;  $1 \text{ kWatt-h} = 859.9 \text{ kCal}$ ;  $1 \text{ kCal} = 0.001163 \text{ kWatt-h}$ 。
3. 上表之基本電費與流動電費是依據台灣電力公司 94 年 4 月 20 日公佈之低壓供電綜合用電之夏月非時間電價計算。
4. 基本電費 = 裝置契約容量 (kW)  $\times$  基本電費 (元/KWatt)
5. 流動電費 = 用電度數 (kWatt-h)  $\times$  每度之流動電費 (元/KW-h)
6. 總電費 = 基本電費 + 流動電費

◎ 新式低溫物流系統，每月運送每單位重量 (公噸) 貨物的電耗度數

= [ 貨品每噸所需能量  $\times$  月貨運噸數 ] / ( 能源單位轉換數 )

$$= \frac{77000(\text{kCal} / \text{tons}) \times \text{月貨運噸數}(\text{tons})}{859.9(\text{kCal} / \text{kWatt-h})}, \text{單位：電度}(\text{kWatt-h})$$

所以



新式低溫物流系統，每年制冷電耗成本

= 基本電費 + 流動電費

$$= \left[ \text{裝置契約容量}(\text{kWatt}) \times \text{基本電費}(\text{元/kWatt}) + \left[ \text{每月用電度數}(\text{kWatt-h}) \times \text{每度之流動電費}(\text{元/kWatt-h}) \right] \right] \times 12$$

$$= \left[ \text{裝置契約容量}(\text{kWatt}) \times \text{基本電費}(\text{元/kWatt}) + \left[ \frac{\text{低溫貨品每噸所需能量}(\text{kCal} / \text{tons}) \times \text{月平均貨運噸數}(\text{tons})}{859.9(\text{kCal} / \text{kWatt-h})} \times \text{每度之流動電費}(\text{元/kWatt-h}) \right] \right] \times 12, \text{單位：元/年。}$$

#### (4) 新式-車輛保修及車輛其他變動成本

此項成本如同傳統低溫物流系統，一般來說包括車輛輪胎的修護和更換、引擎機油的修護與更換、車輛清潔成本、過路費、違規罰款和意外事故賠償等項目。這些成本細項與車輛的行駛里程數、與兩系統使用的配送車輛有關，所以新式低溫物流系統中，此項成本如下所示：

$$TCR_2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (CCR_{2ij} \times DW_{ij}), \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-16)$$

說明：

$DW_i$  : 車種  $i$  所有車輛的年載運延噸公里總數。

$DW_{ij}$  : 車種  $i$  第  $j$  輛車，年載運延噸公里數。

$CCR_{2i}$  : 新式低溫物流系統，車種  $i$  所有車輛之單位里程的保修成本。

$CCR_{2ij}$  : 新式低溫物流系統，車種  $i$  第  $j$  輛車之單位里程的保修成本。

#### (5) 新式-制冷設備保修成本（新式蓄冷設備保修成本）

除了車輛的保養修護外，新式低溫物流系統使用的新式蓄冷設備，如蓄冷器、加冷器等等，一般而言其保養修護的成本會與運送貨物種類、噸數、使用次數有關。所以，以各新式設備每年固定的保修成本的加總表示。

$$TCFR_2 = \sum_{k=1}^K CFR_{2k} \times W_k, \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-17)$$

說明：

$CFR_{2k}$  : 新式低溫物流系統全部制冷設備，滿足產品種類  $k$  單位重量需求品溫，需支出的平均年保修成本。

$TCFR_2$  : 傳統低溫物流系統，冷凍機保修總成本。



## (6) 新式-車輛與一般車廂設備購置成本

此項成本包含新式低溫物流系統之運送車輛與車廂設備的購置成本，由前述章節我們可以知道，新式低溫物流系統是使用一般的常溫車來運送貨品，所以新式低溫物流系統的車輛購置項目的包括：車輛主體與一般車廂設備之購置成本和裝設成本。與傳統低溫物流系統相同，新式購置成本的計算也要考慮車輛的折舊年限，折算出每年應攤銷的車輛折舊費用。所以，新式低溫物流系統車輛購置成本可以整理如下：

$$TCD_2 = \left( \sum_{i=1}^I CP_{2i}^c \times QV_i \right) - \left( \sum_{i=1}^I CP_{2i}^c \times QV_i \right) / (DY^c + 1), \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-18)$$

$$TCP_2^c = \left[ \left( \sum_{i=1}^I CP_{1i}^c \times QV_i \right) - \left( \sum_{i=1}^I CP_{1i}^c \times QV_i \right) / (DY^c + 1) \right] / DY^c \dots\dots\dots (4-19)$$

經化簡後，可得

$$TCP_2^c = \left( \sum_{i=1}^I CP_{2i}^c \times QV_i \right) / (DY^c + 1), \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-20)$$

說明：

i : 車種，i=1 → 3.5 噸、i=2 → 7 噸。

$CP_{1i}^c$  : 傳統低溫物流系統，車種i車體、車廂設施購置與裝設成本。

$QV_i$  : 第i種車輛之車輛數。

$DY^c$  : 車輛與車廂保冷設備的折舊年限。

$TCD_1^c$  : 新式低溫物流系統，車體與一般車廂設備年折舊費用。

$TCP_1^c$  : 新式低溫物流系統，車體與一般車廂設備之年平均購置成本。

### (7) 新式-制冷設備購置成本（新式蓄冷設備購置成本）

一般來說，設備的購買支出成本會受設備的數量、規格種類影響。

$$TCP_2^f = \sum_{n=1}^N \left[ \left( CP_{2n}^f \times QE_n - \left( (CP_{2n}^f \times QE_n) / (DY_{2n}^f + 1) \right) \right) / DY_{2n}^f \right]$$

，單位：元/年 ..... (4-21)

依據前述折舊成本計算，同理可推得

$$TCP_2^f = \sum_{n=1}^N \left[ (CP_{2n}^f \times QE_n) / (DY_{2n}^f + 1) \right], \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-23)$$

說明：

- n           ：新式蓄冷設備種類， $n=1, \dots, N$
- $CP_{1i}^f$        ：傳統低溫物流系統，車種i配送車上冷凍機組之購置成本。
- $DY^f$         ：冷凍機的折舊年限。
- $TCD_{1i}^f$       ：傳統低溫物流系統，冷凍冷藏機年折舊攤提費用。
- $TCP_{1i}^f$       ：傳統低溫物流系統，冷凍冷藏機年平均購置成本。

根據工研院與案例廠商所提供的資訊，新式設備包括蓄冷器、蓄冷箱、蓄冷櫃、凍結機等數量，均可依照營業站數和車隊規模做合理的預購數量推測。一台車 3.5 噸常溫車配置 2 個蓄冷箱；每個營業站所配置一台凍結機、兩台蓄冷櫃。

但本研究將不採用此項概括性的推估方法，而是依據冷凍冷藏的噸數（ $W_{\text{冷藏}}$ ， $W_{\text{冷凍}}$ ）去推估新式制冷設備的數量 $Q_n$ 。

$$Q_n = (W_{\text{冷藏}}, W_{\text{冷凍}}) \dots\dots\dots (4-22)$$

表 4.5 新式制冷設備種類

| 設備項目       | 單價      | 個數    | 使用年<br>限 |
|------------|---------|-------|----------|
| 凍結機        | 380,000 | $Q_1$ | 6        |
| 蓄冷保溫櫃      | 60,000  | $Q_2$ | 6        |
| 蓄冷保溫箱      | 9,000   | $Q_3$ | 10       |
| 保溫櫃用蓄冷器-冷凍 | 700     | $Q_4$ | 10       |
| 保溫櫃用蓄冷器-冷藏 | 500     | $Q_5$ | 10       |
| 保溫箱用蓄冷器-冷凍 | 600     | $Q_6$ | 10       |
| 保溫箱用蓄冷器-冷藏 | 400     | $Q_7$ | 10       |

首先，因為研究前提假設，兩系統同種車(噸數)運能相同，所以可經由傳統低溫物流系統的低溫車體積與載重限制，去推估新式低溫物流系統同噸數的常溫車需要多少蓄冷箱。每個蓄冷箱需要 5~6 個蓄冷器搭配使用，通常會另外購置一個作為備用。至於蓄冷保溫櫃與凍結機的數量，本研究就根據工研院與案例公司的經驗配置，每個營業站 1 台凍結機，2 個蓄冷保溫櫃。

以下成本項目為兩系統營運過程中，相同支出的成本項目。

### (3) 新式-員工薪資成本

此項成本在新式低溫物流系統中的內容也包括配送員固定薪資、集配站人員薪資、場站管理員薪資、總公司職員成本薪資等。由於假設條件，其估算值會與傳統系統此項成本估算值相同。

$$TCL_2 = \sum_{i=1}^I CL_{2i} \times QL_i = TCL_2, \text{ 單位: 元/年 } \dots\dots\dots (4-24)$$

說明：

$I$  : 員工類別。

$CL_I$  : 第  $I$  種員工之薪資成本支出。

$QL_{2I}$  : 新式低溫物流系統，第  $I$  種員工之員工數。

$TCL_1$  : 傳統低溫物流系統之總人員薪資成本。

$TCL_2$  : 新式低溫物流系統之總人員薪資成本。

### (8) 新式-貨損賠償成本

如同傳統低溫物流系統，新式低溫物系統的此項成本也是以年平均單位延噸公里的貨損賠償成本與年延噸公里的乘積加總而得。但由於假設兩系統年貨損率、延噸公里也相同，所以此項成本在兩系統中，為相同的成本支出項目。

$$TCBR_2 = CBR_2 \times \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K DW_{ijk} = TCBR_1, \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-25)$$

說明：

$CBR_2$  : 新式低溫物流系統，年平均單位延噸公里之貨損賠償成本。

$TCBR_1$  : 傳統低溫物流系統之總貨損賠償成本。

$TCBR_2$  : 新式低溫物流系統之總貨損賠償成本。

### (9) 新式-配送車輛之衍生成本支出

此項成本支出是配送車輛每年衍生的成本，如每年須繳納的保險費、燃料稅、牌照稅、定檢費用等。因為此項成本為依據車輛排氣量 (c. c. ) 來作收費，又本研究假設兩系統使用同一種車隊規模，就是各車種噸數與車輛數相同，所以此項成本對兩系統來說為相同的成本支出項目。

$$TCI_2 = \sum_{i=1}^I CI_{2i} \times QI_{ii} = TCI_1, \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-26)$$

說明：

$CI_{2i}$  : 新式低溫物流系統，第*i*種配送車每年須支付的衍生費用。

$TCI_2$  : 年平均總車輛衍生費用。

### (10) 新式-其他營業成本

如前述，此成本為兩系統相同支出的成本，內容包括燈照、地租等，不再贅述。

$$TOC_2 = \sum_{m=1}^M CFB_{2m} + TCA_2 = TOC_1, \text{單位：元/年} \dots\dots\dots (4-27)$$

說明：

$m$  : 營業站編號， $m=1, \dots, M$ 。

$CFB_{2m}$  : 傳統低溫物流系統，第*m*個營業站之廠房使用成本。

$TCA_2$  : 新式低溫物流系統總公司的年營業成本支出。

$TOC_1$  : 傳統低溫物流系統之其他營業成本總和。

$TOC_2$  : 新式低溫物流系統之其他營業成本總和。

綜上所述，新式低溫物流系統的總成本模式如下所示。



$$\begin{aligned}
& TC_2 \\
& = (TCTr_2 + TCF_2 + TCR_2 + TCFR_2 + TCBR_1) + (TCP_2^c + TCP_2^f + TCI_{2i} + TCL_2 + TOC_2) \\
& = \left( \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K DW_{ijk} \right) \times CBR_2 + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J [(CTr_{ij} + CCR_{2ij}) \times DW_{ij}] \\
& + \sum_{k=1}^K (CF_{2k} + CFR_{2k}) \times W_k \\
& + \sum_{i=1}^I [(CP_{2i}^c / (DY^c + 1)) + (CP_{2ni}^f / (DY_{2n}^f + 1)) + CI_{2i}] \times QV_i \\
& + \sum_{n=1}^N [(CP_{2n}^f \times QE_n) / (DY_{2n}^f + 1)] \\
& + \sum_{i=1}^I CL_{2i} \times QL_i + \sum_{m=1}^M CFB_{2m} + TCA_2
\end{aligned}$$

，單位： 元/年 ..... (4-28)

其中，依成本特性分類如下表：

表 4.6 新式物流系統成本特性分類表

| 成本特性 | 成本項目  | 影響因子     | 單位  |
|------|---|----------|-----|
| 變動成本 | (1)車輛運輸油耗成本 (TCTr <sub>2</sub> )                | 延噸公里(DW) | 元/年 |
|      | (2)制冷能源消耗成本 (TCF <sub>2</sub> )                 | 延噸公里(DW) | 元/年 |
|      | (4)車輛保修及車輛其他變動成本 (TCR <sub>2</sub> )            | 延噸公里(DW) | 元/年 |
|      | (5)制冷設備保修成本 (TCFR <sub>2</sub> )                | 延噸公里(DW) | 元/年 |
|      | (8)貨損賠償成本 (TCBR <sub>2</sub> )                  | 延噸公里(DW) | 元/年 |
| 固定成本 | (6)車輛與車廂設備折舊成本 (TCP <sub>2</sub> <sup>c</sup> ) | 車輛數(QV)  | 元/年 |
|      | (7)制冷設備折舊成本 (TCP <sub>2</sub> <sup>f</sup> )    | 貨物噸數(W)  | 元/年 |
|      | (3)人員薪資成本 (TCL <sub>2</sub> )                   | 員工數(QL)  | 元/年 |
|      | (9)配送車輛之衍生成本支出 (TCI <sub>2</sub> )              | 車輛數(QV)  | 元/年 |

|    |                         |   |     |
|----|-------------------------|---|-----|
|    | (10) 其他營業成本 ( $TOC_2$ ) | - | 元/年 |
| 總和 | $TC_2$                  |   | 元/年 |

#### 4.3.5 兩系統之成本比較分析

根據前面章節的敘述，可知新式與傳統低溫物流系統在成本支出的差異，主要原因為運送車輛、制冷方式等。將兩系統在實際運作與本研究假設下，有差異的成本項目整理如表 4.7 所示。

表 4.7 兩系統相異成本項目比較表

| 成本分類      | 成本項目              | 兩系統成本比較                  | 說明                       |
|-----------|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| 油料能源成本    | (1) 車輛運輸油耗成本      | $TCTr_1^c \neq TCTr_2^c$ | 傳統：冷凍冷藏車<br>新式：常溫車       |
|           | (2) 制冷能源消耗成本      | $TCF_1^f \neq TCF_2^f$   | 傳統：引擎油耗制冷<br>新式：站所電耗制冷   |
| 勞動成本      | (3) 人員薪資成本        | $TCL_1 = TCL_2$          | -                        |
| 維修成本      | (4) 車輛保修及車輛其他變動成本 | $TCR_1 \neq TCR_2$       | 傳統：低溫車引擎保修<br>新式：常溫車引擎保修 |
|           | (5) 制冷設備保修成本      | $TCFR_1 \neq TCFR_2$     | 傳統：冷凍冷藏機保修<br>新式：蓄冷設備保修  |
| 資本及其他營業成本 | (6) 車輛與車廂設備折舊成本   | $TCP_1^c \neq TCP_2^c$   | 傳統：低溫車輛購置<br>新式：常溫車輛購置   |
|           | (7) 制冷設備折舊成本      | $TCP_1^f \neq TCP_1^f$   | 傳統：車內冷凍機構置<br>新式：蓄冷設備購置  |
|           | (8) 貨損賠償成本        | $TCL_1 = TCL_2$          | -                        |
|           | (9) 配送車輛之衍生成本支出   | $TCI_1 = TCI_2$          | -                        |
|           | (10) 其他營業成本       | $TOC_1 = TOC_2$          | -                        |

#### 4.4 新舊系統之成本比較指標

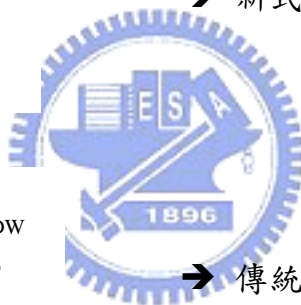
一般可以總成本、平均延噸公里成本、平均載運噸數成本，來比較兩系統的成本投資經濟性。根據以上的成本分析，我們可以分別推得兩系統的總成本與平均延噸公里成本。所以，本研究擬採總成本與單位延噸公里成本作為評估指標。

$$AC_1^{DW} = TC_1 / DW \quad ; \quad AC_2^{DW} = TC_2 / DW$$

$$AC_1^D = TC_1 / D \quad ; \quad AC_2^D = TC_2 / D$$

$$\begin{array}{l} \text{若} \quad \begin{array}{l} TC_1 > TC_2 \\ AC_1^{DW} > AC_2^{DW} \\ AC_1^D > AC_2^D \end{array} \end{array} \quad \rightarrow \text{新式系統 較 傳統系統 較優。}$$

$$\begin{array}{l} \text{若} \quad \begin{array}{l} TC_1 < TC_2 \\ AC_1^{DW} < AC_2^{DW} \\ AC_1^D < AC_2^D \end{array} \end{array} \quad \rightarrow \text{傳統系統 較 新式系統 較優。}$$



說明：

$TC_1$  : 傳統低溫物流系統總成本。

$TC_2$  : 新式低溫物流系統總成本。

$AC_1^{DW}$  : 傳統低溫物流系統，平均每單位延噸公里成本。

$AC_2^{DW}$  : 新式低溫物流系統，平均每單位延噸公里成本。

$AC_1^D$  : 傳統低溫物流系統，平均每單位車公里成本。

$AC_2^D$  : 新式低溫物流系統，平均每單位車公里成本。

## 第五章 案例分析

### 5.1 案例公司簡介

本研究是針對某一家低溫物流貨運業，以傳統低溫物流系統之實際營運資料，推估新式系統的同規模下營業所需的固定成本（新制冷設備之購置等）與變動成本（配送油耗及制冷電耗），配合原本的配送營運資料，做新式與傳統低溫物流系統的成本比較分析。

本研究所選定的案例公司（以下簡稱 T 公司），成立於 1954 年，主要業務包括路線貨運、常低溫物流倉儲、國內外快遞運送、常低溫宅配服務等，是屬於全方位的物流服務公司。每年平均載運量超過 500 萬噸，員工規模約為 4000 人，車隊規模包含各式規格噸數，總共 3000 餘輛。

表 5-1，案例 T 公司 基本資料表

| 案例公司 - T 公司 基本資料 |             |
|------------------|-------------|
| 成立年份             | 1954 年      |
| 產業類別             | 運輸倉儲物流      |
| 資本額              | 52 億        |
| 服務據點             | 250 處       |
| 員工人數             | 4300 人      |
| 自有車隊規模           | 2900 餘輛     |
| 自有土地面積           | 276500 平方公尺 |

營業項目的部份，T 公司最早由傳統的路線貨運到現在的低溫物流，其他發展過程都因應著目前市場的需求。以完整的運輸系統提供各行各業少量多樣的零擔運輸服務，其主要的業務範圍包含：汽車貨運、汽車路線貨運、汽車貨櫃貨運、倉儲業務、冷凍及冷藏業務、前項附帶業務之經營及投資、其他事業之投資等等，其中路線貨運為其主要經營項目。

表 5-2，T 公司營業項目比重

| 營業項目    | 佔營收比重 (%) |
|---------|-----------|
| 1. 低溫物流 | 12        |
| 2. 常溫物流 | 8.53      |
| 3. 快遞   | 3.49      |
| 4. 宅配   | 10.98     |
| 5. 路線貨運 | 65        |

## 5.2 案例公司基本成本資料

### 一、低溫物流部門相關營運資料（傳統低溫物流系統）

1. 總共 126 輛低溫車輛：3.5 噸：90 輛。7 噸：36 輛。車輛使用年限 6 年。
2. 18 個營業站所；232 位營業人員，平均薪資 35,500（元/月）
3. 年延噸公里數：4,695,000（延噸公里/年），年崽運噸數 45,000（噸/年）
4. 年油耗成本（含制冷油耗）：51,394,500（元/年）
5. 車用冷凍機年維修成本總和：1,116,000（元/年）
6. 車輛保修成本年總額：2,689,090（元/年）
7. 車輛之衍生成本支出年總額：1,170,673（元/年）
8. 其他營業成本年總額：121,196,117（元/年）
9. 年貨損賠償金額約 200,000（元/年）

### 二、新式低溫物流系統相關營運資料

1. 常溫車購置成本：3.5 噸：677,000（元）。7 噸：1,365,000（元）
2. 3.5 噸油耗：9.35（升/100 延噸公里）。7 噸油耗：13.51（升/100 延噸公里）
3. 柴油價格：23.5（元/升）
4. 3.5 噸平均需要 30 個蓄冷箱。7 噸平均需要 50 個蓄冷箱。
5. 新式制冷設備的保修成本約佔購置費用的 15%。（工研院與廠商提供）
6. 年利率設定為 8%。（根據 88 年，汽車貨物運輸業成本結構之設定）



### 三、本研究之案例分析數據之取得管道分述如下

1. T 公司的低溫物流部門實際的營運資料。(傳統低溫物流系統相關營運資料)
2. T 公司試用經驗與工業技術研究院所提供的新式低溫系統的相關成本。  
(新式低溫系統相關成本)
3. 電洽某貨車經銷商。(貨車與冷凍機組的實際市場價格)
4. 電洽販售蓄冷箱公司。(蓄冷箱規格與實際販售價格)
5. 台灣電力公司網站。(營業用電相關資訊)

### 5.3 兩系統成本比較與分析

依據以上相關營運資料以及新式系統的相關參數，可推得兩系統各成本項目數值，如表 5.3。

表 5.3，兩系統成本項目比較表

| 成本分類   | 成本項目   | 傳統低溫物流系統<br>(案例公司資料)   | 新式低溫物流系統  | 單位  |
|--------|--|--|---|-----|
| 油料能源成本 | (1) 車輛運輸油耗成本 (TCTr <sup>c</sup> )<br>+<br>(2) 制冷能源消耗成本 (TCF <sup>f</sup> ) | (1) 車輛運輸油耗成本<br>: 18,900,244<br><br>(2) 制冷能源消耗成本<br>: 6,000,109<br><br>總和 : 19,500,353 | (1) 車輛運輸油耗成本<br>(TCTr <sup>c</sup> <sub>2</sub> ) : 11,779,281<br><br>(2) 制冷能源消耗成本<br>(TCF <sup>f</sup> <sub>2</sub> ) : 5,711,459<br><br>總和 : 17,490,740 | 元/年 |
| 勞動成本   | (3) 人員薪資成本 (TCL)   | 98,832,667   | 98,832,667  | 元/年 |
| 維修     | (4) 車輛保修及車輛其他變動成本 (TCR)  | 2,689,091  | 2,151,272   | 元/年 |

|           |                                     |               |               |     |
|-----------|-------------------------------------|---------------|---------------|-----|
| 成本        | (5) 制冷設備保修成本 (TCFR)                 | 1, 116, 367   | 1, 039, 935   | 元/年 |
| 資本及其他營業成本 | (6) 車輛與車廂設備折舊成本 (TCP <sup>c</sup> ) | 23, 403, 084  | 15, 724, 286  | 元/年 |
|           | (7) 制冷設備折舊成本 (TCP <sup>f</sup> )    | 2, 250, 089   | 6, 932, 957   | 元/年 |
|           | (8) 貨損賠償成本 (TCBR)                   | 21, 056       | 21, 056       | 元/年 |
|           | (9) 配送車輛之衍生成本支出 (TCI)               | 1, 170, 673   | 1, 170, 673   | 元/年 |
|           | (10)其他營業成本 (TOC)                    | 121, 196, 117 | 121, 196, 117 | 元/年 |
| 總和        | 總成本                                 | 270, 354, 187 | 264, 737, 923 | 元/年 |

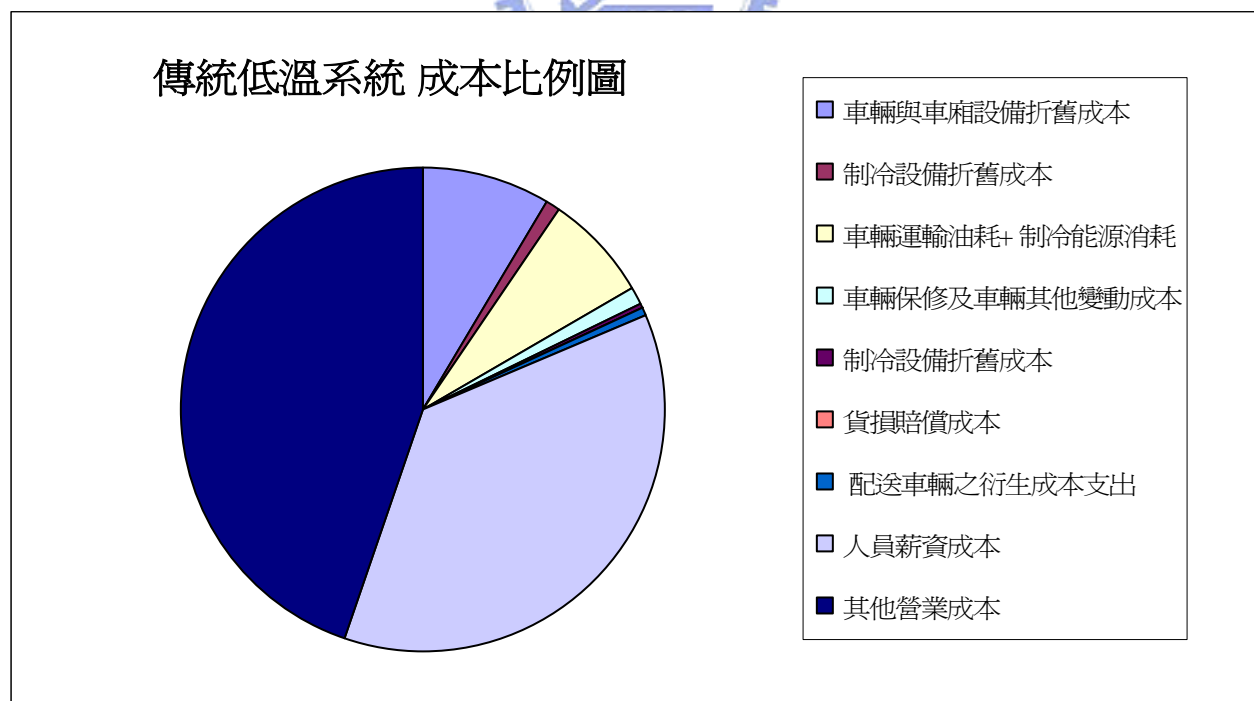


圖 5-1，傳統低溫物流系統各項成本所佔比例圖

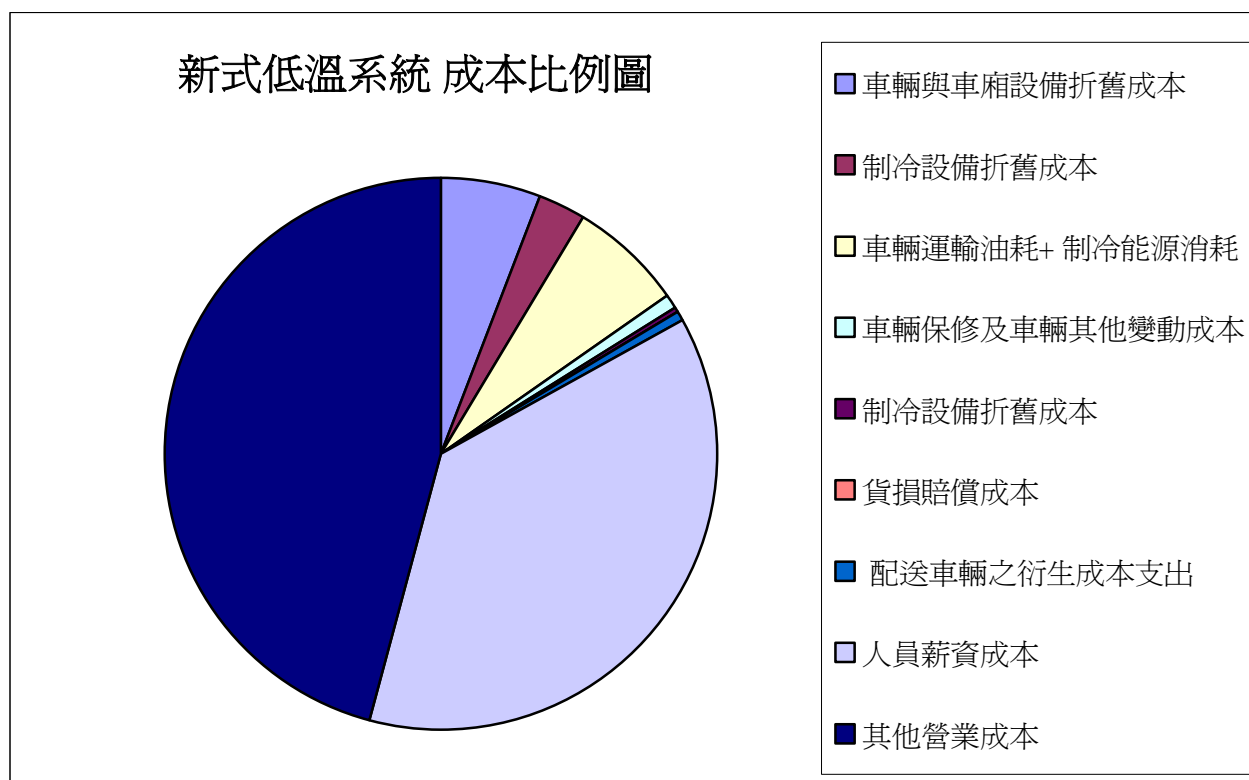


圖 5-2，新式低溫物流系統各項成本所佔比例圖

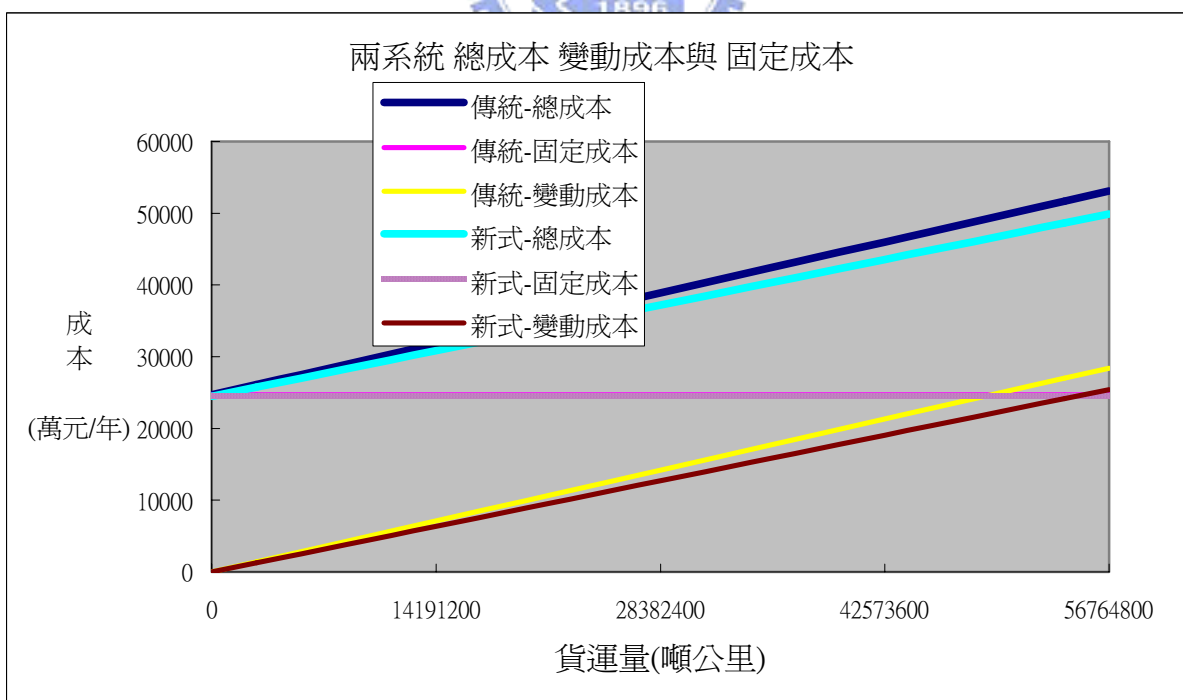


圖 5-3，案例 T 公司使用兩系統總成本比較表

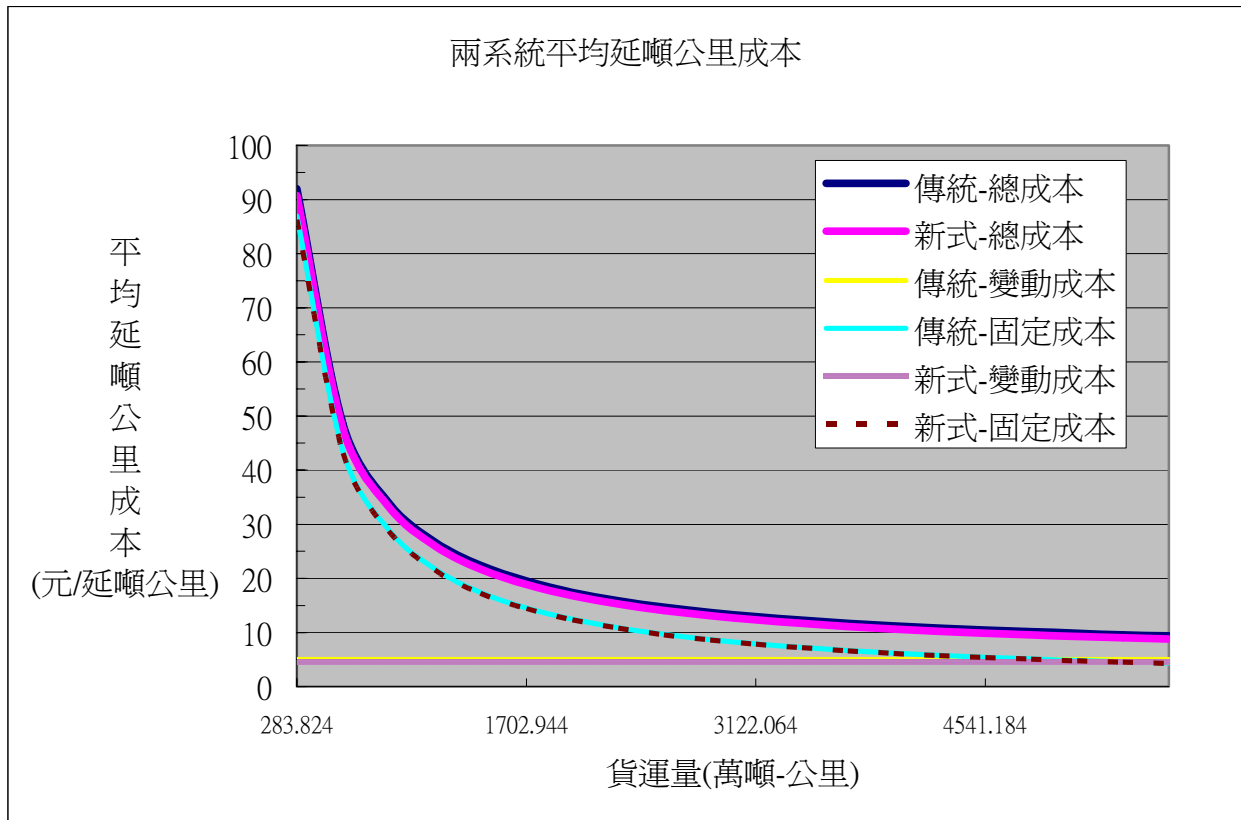


圖 5-4，案例 T 公司使用兩系統平均成本比較表

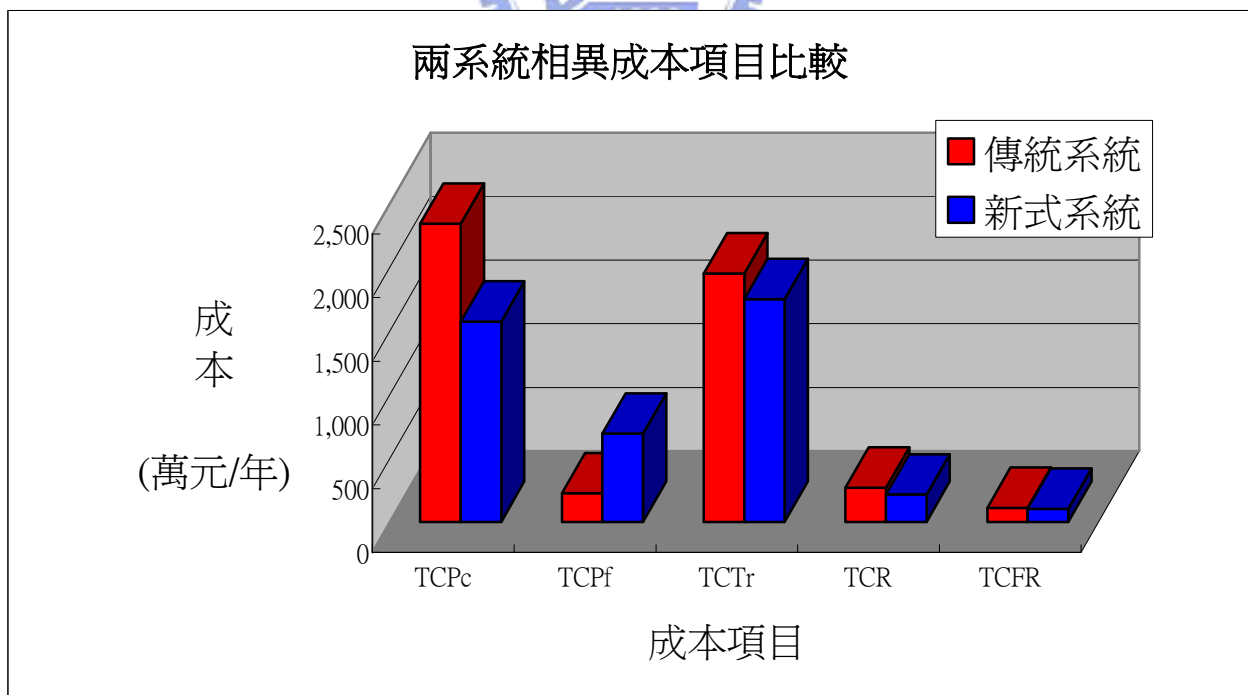


圖 5-5，兩系統差異成本比較

表 5.4 兩系統變動與固定成本之比較

| 成本項目       | 傳統低溫系統      | 新式低溫系統      | 單位     |
|------------|-------------|-------------|--------|
| 總固定成本      | 246,848,790 | 265,825,128 | 元/年    |
| 總變動成本      | 23,505,390  | 21,023,757  | 元/年    |
| 平均延噸公里變動成本 | 5.01        | 4.48        | 元/延噸公里 |

表 5.5 評估兩系統成本經濟性之結果

| 成本項目         | 傳統低溫系統      | 新式低溫系統      | 單位     |
|--------------|-------------|-------------|--------|
| (1) 總成本      | 270,354,187 | 264,737,924 | 元/年    |
| (2) 平均延噸公里成本 | 57.58       | 56.61       | 元/延噸公里 |

由以上的分析結果，可以得到下列的初步結論：

1. 經本研究分析，T 公司在年貨運量四百萬七十五萬延噸公里的貨運需求下，使用傳統低溫物流系統平均年營運成本支出兩億七千萬元，新式低溫物流系統為兩億六千萬元。兩者相差一千多萬，不難看出新式低溫物流系統的經濟性。
2. 在【車輛運輸油耗＋制冷能源消耗】成本項目上，經過實際數值計算後，發現其實新式系統的數值確有所標榜的省能，一年約可省下兩百萬元。但是實際營運上，新式系統所造成的能源節省不止於此，理由分述如下：
  - (1) 由於在新式低溫系統的成本估算方面，本研究是採取保守的估算，並沒有將新式系統的所有優勢數量化去計算，所以此數值無法完全顯現出其省能效益。
  - (2) 在車輛的估算方面，新式系統實際營運所需的車輛一定比本研究所估算的來得少（本研究假設新式系統使用車輛數與傳統系統相同），車輛數為影響配送油耗的關鍵因素之一。因為傳統低溫物流系統必須每種品溫



分派一輛車，而新式低溫系統可利用不同溫層蓄冷箱運送來解決這個問題。

3. 在【新設備購置與養護成本】成本上，本研究經過相關單位所提供的實際成本數值，加上合理的假設與推估，計算出每年該公司所必須支出的新設備購置與養護成本約七百萬元。以資本額超過 50 億的貨運公司來看，這項支出實屬牛毛。
4. 以兩系統單位延噸公里變動成本來看，傳統低溫物流系統為 5.01（元/延噸公里）；新式低溫物流系統約為 4.48（元/延噸公里）。兩者差距不大，但由圖 5-3 可看出隨著貨運延噸公里數的增加，新式低溫物流系統的投資成本優勢就愈明顯。
5. 由圖 5-5 可以發現兩系統主要差異部分還是車輛購置折舊成本，其次是運輸油耗和制冷能源消耗成本，以及制冷設備購置折舊成本。



## 第六章 結論與建議

本研究首先探討傳統低溫物流系統與新式低溫物流系統的運作流程與相關成本。再透過成本模式的構建與案例公司所提供的相關資料，在合理的假設條件下，分析比較兩系統運作上主要成本的差異。最後，分析比較兩系統投入成本結果。本章茲將主要研究結果，整合歸納如下。

### 6.1 結論

一、過去的文獻鮮少談及新式低溫物流系統，本研究搜集並彙整有關新式低溫物流系統的相關資訊，並與傳統低溫物流系統相比較，了解兩系統主要差異的部份：

#### 1. 使用的配送車種：

傳統低溫物流系統使用冷凍冷藏車做運輸配送；新式低溫物流系統則是使用常溫車來配送，兩者在實際運作上，因常溫車可混合常溫物品配送，所以使用效益會比傳統冷凍冷藏車來得高。

#### 2. 保持產品溫度的方式：

在此方面，傳統低溫物流系統是採用車用引擎驅動的車內冷凍機製冷，透過保冷車廂的隔熱效果，達成保持產品溫度的目的。但由於台灣地區交通擁塞，汽車引擎經常發生怠速運轉的情況，機械式引擎帶動的冷凍車，造成引擎無法有效發揮運轉效率而降低了冷凍車之冷凍能力，因而導致低溫產品之毀損。

新式低溫物流系統是運用蓄冷器先行在營業站蓄冷，再與貨物一起放入隔熱蓄冷箱中，由常溫車做運輸配送。由工研院研究測試發現蓄冷能力超過 12 小時以上，足以負荷低溫物流配送保持產品溫度的時效要求。其優點可歸納如下：

- (1) 利用多品溫蓄冷保溫櫃運送食品，以解決冷凍車目前僅能運送單一品溫食品之問題，節省不開門的冷氣流失。
- (2) 不需利用冷凍車上之動力源來使蓄冷保溫櫃儲冷。利用離峰時段蓄冷。

(3) 可以針對不同物流之配送距離來運送多品溫之食品至各商店及超市，降低專用車輛於怠速時所產生的能源消耗與空氣污染問題。

(4) 降低車輛專用所造成之投資成本的浪費，並且減少人員的搬運及提高工作效率。

## 二、傳統與低溫物流配送系統之成本比較（個案分析結果）：

1. 透過本研究的成本效益分析結果，可以發現新式低溫物流系統與傳統低溫物流系統相比，在相關投入成本與產出效益如同案例 T 公司的情況下，平均每年可節省約 1000 萬元。
2. 經本研究分析傳統與新式系統運作流程，可以發現在各項投入成本中，主要差異的部份在於：車輛購置與保修、制冷方面、運輸配送油耗以及新設備購置與養護成本等。其中以車輛購置折舊成本方面差距最大，在此項目中新式系統占有極大的成本優勢。
3. 在制冷與運輸配送油耗的部份，新式系統與傳統系統的差異約為年平均一千萬元，其實際效益應該不止於此。因為與本研究在估算新式低溫物流系統成本項目時的假設有關係，譬如：採取保守的估算，並沒有將新式系統的所有優勢數量化去計算，如保守的車輛估算方法。

本研究以研究單位與實際營運業者之實際營運資料，推估新式系統的營運成本值，並指出其主要投入成本之差異，進而比較其相關的平均成本值，發現新式低溫物流系統確有其省能效益。可供已有常溫車隊，想跨足低溫物流市場的貨運業者，或是採用傳統低溫配送系統的現行低溫物流業者作為決策是否引進新式低溫物流系統的參考依據。

## 三、未來國內冷凍食品業高速成長及加入WTO 後，冷凍食品物流業為因應連鎖經營體系的帶動、食品流通型態的經濟效率變革、專業分工低風險的需要、都市化人口

集中使冷凍食品的逐漸普及成熟、以及政府的積極推廣等等因素下而蓬勃興起。而創造符合時代需求必須逐漸整合取代傳統冷凍倉儲業、低溫運輸業，應用基本的冷凍冷藏技術，結合販賣、倉儲保管、運輸配送、流通加工、資訊應用等專業的等冷凍食品物流的整合技術，以達成高效率、高品質、低成本等冷凍食品的預期願景。

## 6.2 建議

本研究除上述所獲得之結論外，亦針對研究過程中面臨之缺失或間接衍生的課題提出若干建議，以供後續研究作參考。

- 一、由於資料取得的限制，本研究有許多簡化的假設，如：傳統與新式低溫車輛數相同、營業人數相同、只考慮低溫物品之配送等等。雖為合理的假設條件，但實際營運情形可能與假設情況有些許的出入，可能會缺乏分析情境之真實性。
- 二、本研究的研究範疇，著重於兩系統成本效能性(Fielding, 1985)的比較(財務面)。要完整的討論兩系統間的差異，最好其他層面也一併考量如成本效率性、服務效能性、服務品質等。
- 三、本研究主要探討同一家物流公司分別採用兩系統的成本效益比較。但其實物流業者經營的方式有很多，如：自有車隊(案例公司)、外包車輛營運、租用車、合併聯營等方式。各種營運方式的成本效益評估也是現行低溫物流業者，極想了解的資訊，謹提供作為後續研究之參考。
- 四、本研究將大部分現行低溫物流業者所採用之傳統低溫物流系統與工研院能資所所研發之蓄冷式低溫物流系統做一比較分析。而現行低溫物流業者除上述兩系統外，另有採用三溫車的運送方式(黑貓宅急便)，一樣可達到一車多品溫配送，但在系統比較上，礙於營運資料蒐集困難，本研究並無探討，在此提出供後續研究作參考。

## 參考文獻

1. 張炳陽、盧福明、陳貽倫、蕭介忠、李允中、蔡慶隆，「生鮮食品低溫運銷設備」，食品工業發展研究所，1989。
2. 李正雲，葉安義，「加熱溫度與時間對於澱粉類食品之影響」，台灣食品科技學會年會，1995。
3. 鄭大青、李宜穎、朱中亮，「冷藏乳品在不同溫度下之微生物生長動力學」，食品工業發展研究所研究報告，1996。
4. 郭儒家，「冷凍車現況與發展概述」，中國冷凍空調雜誌，1996。
5. 陳柏文，「物流中心易腐物品之機動配送模式研究」，國立雲林技術學院工業工程與管理技術研究所碩士論文，1996。
6. 陳柏文，「物流中心易腐物品之機動配送模式研究」，國立雲林技術學院工業工程與管理技術研究所碩士論文，1996。
7. 郭儒家，「冷凍車現況與發展概述」，中國冷凍空調雜誌，1996。
8. 曾敏雅，「時窗限制下都會區夜間之低溫物流配送路線規劃研究」，國立中興大學農產運銷研究所碩士論文，1998。
9. 劉幼帆，「冷凍及冷藏調理食品工業現況及發展」，工業簡訊，P24-P37，1998。
10. 鄭國政，「共同配送策略之運輸成本分析」，中原大學工業工程學系碩士論文，1998。
11. 蘇雄義、李宗儒、蔡智發，「公路汽車貨運現況問題與運價準則之檢討研究」，交通部運輸研究所，1998。
12. 鄭大青、蔡穎杰、朱中亮，「冷藏及即食食品溫度管理」，食品工業發展研究所研究報告，1999。
13. 陳淑芳、陳玉玲，「冷藏食品加工技術及配送系統現況」，食品工業發展研究所，1999。
14. 林正章、王小娥、陳春益，「公路汽車貨運運價準則檢討修訂之研究」，交通部運輸研究所，1999。
15. 蘇雄義、李宗儒、蔡智發，「公路汽車貨運現況問題與運價準則之檢討研究」，交通部運輸研究所，1999。
16. 王小娥、許凱翔，「汽車貨物運輸業成本結構與相關彈性之分析」，運輸計劃季刊，第9卷，第3期，頁603-634，2000。



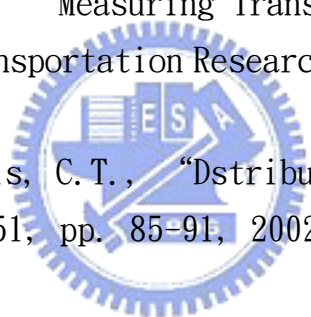
17. 許凱翔，「汽車貨物運輸業成本函數之研究」，國立成功大學交通管理科學系碩士論文，2000。
18. 王保元，「物流中心冷凍食品配送模式之研究」，朝陽科技大學工業工程與管理學系碩士論文，2000。
19. 經濟部商業司，「我國產業物流費用調查報告書」。台北：經濟部商業司，2000。
20. 蔣寬和、梁添富、吳英偉，「工程經濟學」，滄海書局，2000。
21. 李克聰，「工程經濟學」，華泰文化事業出版社，2000。
22. 經濟部商業司(2001b)，「中華民國物流年鑑」，台北：經濟部商業司，2001。
23. 池惠婷、郭儒家，「我國低溫食品物流發展現況」，工業技術研究院，2001。
24. 朱中亮，「冷藏食品溫度管理」，食品工業34期，2002a。
25. 朱中亮，「鮮食類食品溫度控制對品質之影響」，2002b。
26. 彭瑞森，「仙人掌桿菌對18°C米飯產品之影響」，食品工業第 34期，2002。
27. 陳玉玲、華傑，「我國食品業務流管理現況」，食品工業發展研究所，2002。
28. 郭儒家，「低溫物流省能技術與應用研究」，經濟部能源節約技術報導，第47期，頁4-20，2002。
29. 洪聖峰，「低溫物流配送路線問題之研究」，國立交通大學運輸科技與管理學研究所碩士論文，2003。
30. 吳芸蕙，「國內低溫物流市場規模」，工業技術研究院，2004。
31. 楊志明，「物流箱的開發與應用-以連鎖便利商店低溫物流公司為例」，南台科技大學工業管理研究所碩士論文，2004。
32. 何山田，「低溫物流中心之規劃設計—以嘉豐低溫物流中心為例」，國立中山大學管理學院 高階經營碩士學程專班 (EMBA)碩士論文，2004。
33. 王貳瑞、蔡登茂、侯君溥，「物流管理」，睿煜出版社，2004。
34. 交通部統計要覽，2005。
35. 余明典，「低溫物流運輸成本模式決策分析」，屏東科技大學工業管理所碩士論文，2005。
36. 中華民國物流協會網站，<http://www.talm.org.tw/default.asp>
37. 公開資訊觀測站，<http://newmops.tse.com.tw/>
38. 經濟部能源委員會，[http://www.ctciectdc.org.tw/print/47\\_2.htm#a1](http://www.ctciectdc.org.tw/print/47_2.htm#a1)



39. 經濟部技術處，

[http://innovation3.tdp.org.tw/group/application/tdp\\_rds/index.php](http://innovation3.tdp.org.tw/group/application/tdp_rds/index.php)

40. Dajani, J.S. and G. Gilbert “Measuring the Performance of Transit System,” *Transportation Planning and Technology*, Vol.4 , pp. 79-103, 1978.
41. Fielding, G.J., T. T. Bakitsky and M.E. Brenner, “Performance Evaluation for Bus Transit,” *Transportation Research-A*, Vol. 19A, No.1, pp. 73-82, 1985.
42. Ying, John S., “Regulatory Reform and Technical Change: New Evidence of Scale Economies in Trucking” , *Southern Economic Journal*, Vol. 56, No. 4, pp. 996-1009, 1990.
43. Gagne, Robert, “On the Relevant Elasticity Estimates for Cost Structure Analyses of the Trucking Industry” , *the Review of Economics and Statistics*, Vol. 72, No. 1, pp. 160-164, 1990.
44. Chu, X. and G.J. Fielding, “Measuring Transit Performance Using Data Envelopment Analysis,” *Transportation Research-A*, Vol.26A, No. 3, pp. 223-230, 1992.
45. Tarantilis, C.D., Kiranoudis, C.T., “Distribution of Fresh Meat,” *Journal of Food Engineering*, Vol. 51, pp. 85-91, 2002.



## 附錄一 公路局調整運價之會計科目

成本分類與會計費用科目對照表

| 項 目  | 公路局調整運價之會計科目   | 提報監理單位年報成本項目                                   |
|------|--|--|
| 油料成本 | 燃料   | 油料費  |
|      | 附屬油料   |  |
| 勞動成本 | 行車員工薪資<br>其他員工薪資—<br>修車員工、管理員工、站所員工                  | 薪資 <sup>7</sup> 、旅費                            |
| 維修成本 | 輪胎費用   | 輪胎費用   |
|      | 修車材料   | 修理費用   |
|      | 修車附支   |  |
| 其他成本 | 稅捐費用—<br>燃料稅、牌照稅、檢驗費、場站房屋與土地稅、<br>辦公房屋與土地稅           | 稅捐費用   |
|      | 保險費用—<br>車輛保險、場站與辦公房舍保險                              | 保險費用   |
|      | 行車附支—<br>違規罰款、事故賠償                                   | 違規罰款   |
|      | 管理費用—<br>水電費、郵電費、交際費、辦公用品費、廣告費、<br>法律與手續費、賠償費        | 廣告費、交際費、辦公用品費、水電費、<br>郵電費、過路過橋費、賠償費、法律及<br>手續費 |
|      | 站所費用—<br>貨故賠償、土地租金、房屋租金                              | 轉運費、其他   |
|      | 財務費用—<br>車輛利息、車租費用、場站土地利息                            | 利息費用   |
|      | 折舊費用 <sup>8</sup> —<br>車輛折舊、場站設備折舊、辦公設備折舊、修車設<br>備折舊 | 車輛折舊、設備折舊                                      |
|      |  |  |

## 附錄二 台灣電力公司 電價表

(低壓供電綜合用電之夏月非時間電價)

### 四、電 價：

用戶得選按「非時間電價」或「時間電價」計費。

#### (一)非時間電價：

| 分 類      |                  |         | 非營業用                    |                     | 營 業 用                   |                     |        |
|----------|------------------|---------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|--------|
|          |                  |         | 夏 月<br>(6月1日至<br>9月30日) | 非夏月<br>(夏月以<br>外時間) | 夏 月<br>(6月1日至<br>9月30日) | 非夏月<br>(夏月以<br>外時間) |        |
| 基本<br>電費 | 裝 置 契 約          |         | 每 瓦<br>每 月              | 140.70元             |                         | 140.70元             |        |
|          | 需 量<br>契 約       | 經 常 契 約 | 每 瓦<br>每 月              | 239.40              | 176.40                  | 239.40              | 176.40 |
|          |                  | 非夏月契約   | 每 瓦<br>每 月              | —                   | 176.40                  | —                   | 176.40 |
| 流動<br>電費 | 每瓦用電60小時以<br>內部分 |         | 每 度                     | 1.512               | 1.438                   | 1.732               | 1.638  |
|          | 每瓦用電61小時以<br>上部分 |         | 每 度                     | 1.732               | 1.638                   |                     |        |

(二)時間電價(二段式需量契約)：

| 分 類           |             |         |                            | 非營業用                    |                     | 營 業 用                   |                     |
|---------------|-------------|---------|----------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
|               |             |         |                            | 夏 月<br>(6月1日至<br>9月30日) | 非夏月<br>(夏月以<br>外時間) | 夏 月<br>(6月1日至<br>9月30日) | 非夏月<br>(夏月以<br>外時間) |
| 基本電費          | 按戶計收(每戶每月)  |         |                            | 262.50元                 |                     | 262.50元                 |                     |
|               | 經常契約(每瓦每月)  |         |                            | 239.40                  | 176.40              | 239.40                  | 176.40              |
|               | 非夏月契約(每瓦每月) |         |                            | —                       | 176.40              | —                       | 176.40              |
|               | 離峰契約(每瓦每月)  |         |                            | 47.80                   | 35.20               | 47.80                   | 35.20               |
| 流動電費<br>(每 度) | 週一至週五       | 尖 峰 時 間 | 07:30~22:30                | 2.163                   | 2.100               | 2.205                   | 2.142               |
|               |             | 離 峰 時 間 | 00:00~07:30<br>22:30~24:00 | 0.819                   | 0.756               | 0.840                   | 0.777               |
|               | 週六          | 半尖峰時間   | 07:30~22:30                | 1.407                   | 1.344               | 1.438                   | 1.375               |
|               |             | 離 峰 時 間 | 00:00~07:30<br>22:30~24:00 | 0.819                   | 0.756               | 0.840                   | 0.777               |
|               | 週日及<br>離峰日  | 離 峰 時 間 | 全 日                        | 0.819                   | 0.756               | 0.840                   | 0.777               |
|               |             |         |                            |                         |                     |                         |                     |

註：(1)週六半尖峰時間如需另訂契約時，其基本電費按離峰契約基本電費計收。

(2)離峰日：如下表所列日期。

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| 中 華 民 國 開 國 紀 念 日 | 1月 1日         |
| 春 節               | 農曆除夕~ 1月 5日   |
| 和 平 紀 念 日         | 2月28日         |
| 民 族 掃 墓 節         | 4月 4日 或 4月 5日 |
| 勞 動 節             | 5月 1日         |
| 端 午 節             | 農 曆 5月 5日     |
| 中 秋 節             | 農 曆 8月15日     |
| 國 慶 日             | 10月10日        |