

及時化採購下之整合性存貨模式之研究

鍾少剛¹ (0953623178) 楊金山²

¹南台科技大學 (研究生)、M9350211@webmail.stut.edu.tw

²南台科技大學 (副教授)、yanger12@mail.stut.edu.tw

摘要

在現今競爭激烈的時代，企業的決策不再只是謀求獨立個體的利益，而是尋求供應鏈全體成員利益的最大化。透過及時化採購 (JIT purchasing) 技術可以整合供應商與零售商，使整體供應鏈獲得最佳的經濟效益。及時化採購優點為買方與賣方密切合作，長期採購合約約定賣方少量多次的小批量運送高品質產品，並縮短前置時間、降低存貨水準及減少設置與訂購成本。

本研究建構在及時化採購技術下，導入二階存貨模式，此系統在此只考慮單一存貨產品、單一買方與單一賣方；我們以最小總成本為目標，透過計量模式來尋找供應商最佳生產批量與零售商最佳採購批量。

關鍵字：及時化採購、整合性存貨模式

1. 緒論

對許多公司來說，存貨成本是影響整體利潤的最主要因素之一，若存貨過多將會導致資金的積壓，使得公司必須付出額外的管理、保險等成本，並且蒙受產品無形或有形損耗的損失；若存貨過少將會導致缺貨或閒置成本，使得服務水準及顧客滿意度下降，影響公司在市場上的產品形象及競爭力。

由日本豐田汽車所研發的及時化(Just In Time, JIT)生產系統技術，成功且有效的將存貨數量與存貨成本降到最低，進而總成本也隨著降低。由於及時化生產技術的問世，使得以生產者為主的推式生產系統改為以消費者為主的拉式生產系統。

由於及時化生產系統強調零庫存，公司為了要隨時滿足顧客的需求，管理人員在採購作業上就必須要注意產品的品質、價格、數量等因數，所以公司在實行 JIT 系統採購技術之下，就得考慮產品的運送品質與決定適當的存貨水準，而產品的運送品質取決於運費與運送次數兩大因素與總成本之間的關係。而在運費與運送次數的決定上，買賣雙方都在尋求符合自己的最佳運送次數與合理的最低運費，來使得自己本身的總成本為最低。本研究探討當運費降低時，運費歸屬及買賣雙方整合後的成本變化情形，並且是否符合 JIT 存貨策略下的少量多頻率的運送精神。

2. 文獻探討

Goyal(1976)提出，在單一買方與單一賣方的情況下，若賣方獲得買方的訂購數量與訂購週期時，賣方可以施行最佳的生產策略；當買方決定經濟訂購的策略後，得出其最佳訂購量與訂購點，再向賣方開出訂單，而賣方根據買方的購買資訊來決定自己的最佳生產策略。他同時又提出整合買方與賣方的成本函數，並且進一步獲得整合後的最適訂購批量與最適生產批量，得出整合後的買賣雙方總成本函數會低於個別實行經濟訂購批量與經濟生產批量帶入整合後的總成本函數。

Goyal(1988)提出，利用整合後的買賣雙方的總成本函數來決定買方的經濟訂購批量，並且加入一個決策變數 n ，來決定賣方一次生產的批量為買方的經濟訂購批量的 n 倍，其中 n 為一正整數。但在該模式中並沒有考慮運送成本，且限制賣方批量生產完後方可交貨。

Ha&Kim(1997)對買方的成本函數加入運送成本，再根據整合後的買賣雙方總成本函數來得出最適訂購批量與最佳運送次數，結果證明對於 JIT 採購的執行，在買方與賣方的小批量運送中，會使得買賣雙方的總成本為最小。

任岳峰(1999)考慮運費的歸屬對於買賣雙方在個別的成本、經濟訂購批量、經濟生產批量上的影響。他進一步假設在不允許缺貨的情形下，當運費歸屬於買方時，買方所決定的經濟訂購批量為賣方的經濟生產批量；當運費歸屬於賣方時，賣方所決定的經濟生產批量為買方的經濟訂購批量。再利用現金補償的方式，由因採用整合模式而使成本降低的一方提供現金來補償成本增加的另一方。

3. 基本假設與符號說明

3-1. 基本假設：

1. 在 JIT 環境下，針對單一產品，考慮單一買方與單一賣方的交易情況
2. 買方開出訂單，賣方分批運送交貨，即考慮運送成本
3. 賣方有足夠的產能來供給買方的需求
4. 年度需求率 D 為已知，且為一個固定的常數
5. 不允許缺貨
6. 買方每單位儲存成本大於賣方每單位儲存成本
7. 在 JIT 環境下，買賣雙方透過資訊的及時交換，充分表露各自的成本

3-2. 符號說明：

符號旁若有標記 B 則表示買方(Buyer)，標記 V 則表示賣方(Vendor)，標記 J 則表示整合模式。

Q_B	:	買方訂購批量
Q_V	:	賣方生產批量
D	:	年度需求率
P	:	年度生產率，其中 $P > D$
H_V	:	賣方每單位儲存成本

H_B	:	買方每單位儲存成本，其中 $H_B > H_V$
A	:	買方每次訂購的訂購成本
S	:	賣方每次生產的設置成本
N	:	運送次數
F	:	每次運送的運送成本，與運輸量的多寡無關，即無數量折扣
$TRC(Q)$:	單位時間總成本
$JTRC(Q)$:	整合模式下的單位時間總成本

4. 模式的建立

本研究以任岳峰(1999)所提出的運費歸屬模式為基礎，並以 Aderohunmu(1995)及 Ha & Kim(1997)所提出的成本函數為基本架構，此兩篇文獻都是將運輸費用歸屬於買方來承擔，在此進一步討論將運費歸屬於賣方，及買賣雙方整合後成本與運費的關係，當運費越低時，越符合 JIT 少量多頻率的運輸方式，達到買賣雙方最低總成本。

4-1. Aderohunmu 的成本模式

在 Aderohunmu(1997)文中是將運費歸屬於買方，以下將分為運費歸買方，運費歸賣方，以及整合買賣雙方後的成本模式加以討論。買賣雙方的成本函數如下：

$$TRC_B(Q_B) = \frac{D(A + NF)}{Q_B} + \frac{Q_B}{2N} H_B \quad (1)$$

$$TRC_V(Q_V) = \frac{D}{Q_V} S + \frac{Q_V}{2} H_V \left[\frac{1}{N} + \left(1 - \frac{D}{P} \right) \right] \quad (2)$$

4-1-1. 運送成本歸於買方

我們將 $TRC_B(Q_B)$ 函數對 Q_B 微分，得出最佳訂購批量 Q_B^* 及最佳訂購批量下的成本函數 $TRC_B(Q_B^*)$ ，進一步得出最佳生產批量 Q_V^* 與最佳生產批量下的成本函數 $TRC_V(Q_V^*)$ ：

$$Q_B^* = \sqrt{\frac{2ND(A + NF)}{H_B}} \quad (3)$$

$$TRC_B(Q_B^*) = \frac{D(A + NF)}{Q_B^*} + \frac{Q_B^*}{2N} H_B \quad (4)$$

$$Q_V^* = Q_B^* \quad (5)$$

$$TRC_V(Q_V^*) = \frac{D}{Q_V^*} S + \frac{Q_V^*}{2} H_V \left[\frac{1}{N} + \left(1 - \frac{D}{P} \right) \right] \quad (6)$$

4-1-2. 運送成本歸於賣方

修改(1)與(2)式，將買方的運送費用 F 歸於賣方來承擔，得出新的買賣雙方的成本函數：

$$TRC_B(Q_B) = \frac{D}{Q_B} A + \frac{Q_B}{2N} H_B \quad (7)$$

$$TRC_V(Q_V) = \frac{D(S + NF)}{Q_V} + \frac{Q_V}{2} H_V \left[\frac{1}{N} + \left(1 - \frac{D}{P} \right) \right] \quad (8)$$

我們將 $TRC_V(Q_V)$ 函數對 Q_V 微分，得出最佳生產批量 Q_V^* 及最佳生產批量下的成本函數 $TRC_V(Q_V^*)$ ，進一步得出最佳訂購批量 Q_B^* 與最佳訂購批量下的成本函數 $TRC_B(Q_B^*)$ ：

$$Q_V^* = \sqrt{\frac{2D(S + NF)}{H_V \left[\frac{1}{N} + \left(1 - \frac{D}{P} \right) \right]}} \quad (9)$$

$$TRC_V(Q_V^*) = \frac{D(S + NF)}{Q_V^*} + \frac{Q_V^*}{2} H_V \left[\frac{1}{N} + \left(1 - \frac{D}{P} \right) \right] \quad (10)$$

$$Q_B^* = Q_V^* \quad (11)$$

$$TRC_B(Q_B^*) = \frac{D}{Q_B^*} A + \frac{Q_B^*}{2N} H_B \quad (12)$$

4-1-3. 買賣雙方的整合成本函數

由於運費歸於買方或賣方整合後的成本函數不變，我們就以運費歸屬於買方時的買賣雙方成本函數來做為整合後的成本函數，故由(1)和(2)式相加，得出買賣雙方整合後的成本函數：

$$JTRC(Q_J) = \frac{D(A + S + NF)}{Q_J} + \frac{Q_J}{2N} \left[H_B + H_V + NH_V \left(1 - \frac{D}{P} \right) \right] \quad (13)$$

我們將 $JTRC(Q_J)$ 函數對 Q_J 微分，得出整合模式下的最適訂購批量/生產批量 Q_J^* ，進一步得出整合模式下的最適訂購批量/生產批量之買賣雙方的整合成本函數：

$$Q_J^* = \sqrt{\frac{2ND(A + S + NF)}{H_B + H_V + NH_V \left(1 - \frac{D}{P} \right)}} \quad (14)$$

$$JTRC(Q_J^*) = \frac{D(A + S + NF)}{Q_J^*} + \frac{Q_J^*}{2N} \left[H_B + H_V + NH_V \left(1 - \frac{D}{P} \right) \right] \quad (15)$$

4-2. Ha & Kim 的成本模式

在 Ha & Kim(1997)文中也是將運費歸於買方，以下將分為運費歸買方，運費歸賣方，以及整合買賣雙方後的成本模式加以討論。買賣雙方的成本函數如下：

$$TRC_B(Q_B) = \frac{D(A + NF)}{Q_B} + \frac{Q_B}{2N} H_B \quad (16)$$

$$TRC_V(Q_V) = \frac{D}{Q_V} S + \frac{Q_V H_V}{2N} \left[(2-N) \frac{D}{P} + N - 1 \right] \quad (17)$$

4-2-1. 運送成本歸於買方

我們將 $TRC_B(Q_B)$ 函數對 Q_B 微分，得出最佳訂購批量 Q_B^* 及最佳訂購批量下的成本函數 $TRC_B(Q_B^*)$ ，進一步得出最佳生產批量 Q_V^* 與最佳生產批量下的成本函數 $TRC_V(Q_V^*)$ ：

$$Q_B^* = \sqrt{\frac{2ND(A+NF)}{H_B}} \quad (18)$$

$$TRC_B(Q_B^*) = \frac{D(A+NF)}{Q_B^*} + \frac{Q_B^*}{2N} H_B \quad (19)$$

$$Q_V^* = Q_B^* \quad (20)$$

$$TRC_V(Q_V^*) = \frac{D}{Q_V^*} S + \frac{Q_V^* H_V}{2N} \left[(2-N) \frac{D}{P} + N - 1 \right] \quad (21)$$

4-2-2. 運送成本歸於賣方

修改(16)與(17)式，將買方的運送費用 F 歸於賣方來承擔，得出新的買賣雙方的成本函數：

$$TRC_B(Q_B) = \frac{D}{Q_B} A + \frac{Q_B}{2N} H_B \quad (22)$$

$$TRC_V(Q_V) = \frac{D(S+NF)}{Q_V} + \frac{Q_V H_V}{2N} \left[(2-N) \frac{D}{P} + N - 1 \right] \quad (23)$$

我們將 $TRC_V(Q_V)$ 函數對 Q_V 微分，得出最佳生產批量 Q_V^* 及最佳生產批量下的成本函數 $TRC_V(Q_V^*)$ ，進一步得出最佳訂購批量 Q_B^* 與最佳訂購批量下的成本函數 $TRC_B(Q_B^*)$ ：

$$Q_V^* = \sqrt{\frac{2ND(S+NF)}{H_V \left[(2-N) \frac{D}{P} + N - 1 \right]}} \quad (24)$$

$$TRC_V(Q_V^*) = \frac{D(S+NF)}{Q_V^*} + \frac{Q_V^* H_V}{2N} \left[(2-N) \frac{D}{P} + N - 1 \right] \quad (25)$$

$$Q_B^* = Q_V^* \quad (26)$$

$$TRC_B(Q_B^*) = \frac{D}{Q_B^*} A + \frac{Q_B^*}{2N} H_B \quad (27)$$

4-2-3. 買賣雙方的整合成本函數

由於運費歸於買方或賣方整合後的成本函數不變，我們就以運費歸屬於買方時的買賣雙方成本函數來做為整合後的成本函數，故由(16)和(17)式相加，得出買賣雙方整合後的成本函數：

$$JTRC_J(Q_J) = \frac{D(A+S+NF)}{Q_J} + \frac{Q_J}{2N} \left\{ H_B + H_V \left[(2-N)\frac{D}{P} + N - I \right] \right\} \quad (28)$$

我們將 $JTRC_J(Q_J)$ 函數對 Q_J 微分，得出整合模式下的最適訂購批量/生產批量 Q_J^* ，進一步得出整合模式下的最適訂購批量/生產批量之買賣雙方的整合成本函數：

$$Q_J^* = \sqrt{\frac{2ND(A+S+NF)}{H_B + H_V \left[(2-N)\frac{D}{P} + N - I \right]}} \quad (29)$$

$$JTRC_J(Q_J^*) = \frac{D(A+S+NF)}{Q_J^*} + \frac{Q_J^*}{2N} \left\{ H_B + H_V \left[(2-N)\frac{D}{P} + N - I \right] \right\} \quad (30)$$

5. 實例說明

以 $D=1000$ 、 $P=3000$ 、 $A=25$ 、 $S=400$ 、 $H_V=4$ 、 $H_B=5$ 等為以下所有例題的數據，探討當運費降低時($F=50$ 、 $F=25$ 、 $F=5$)，愈能符合 JIT 少量多頻率的運送精神。在此以 EXCEL 軟體算出在買賣雙方聯合成本最低點時的最適訂購批量/生產批量與運送次數，並且數量方面小數點後無條件進位，求一正整數值，成本方面取小數點後兩位四捨五入，求一近似值。

5-1. 以 Aderohunmu 模式為例：

例 5-1-1. 運送成本歸買方：

由(3)、(4)、(5)、(6)式得出：

表 1. 例 5-1-1 數據分析比較表

	F=50	F=25	F=5
訂購數量	600	548	594
運送次數	4	5	11
買方總成本	750	547.72	269.68
賣方總成本	1766.67	1679.68	1573.13
聯合總成本	2516.67	2227.4	1842.81

例 5-1-2. 運送成本歸賣方：

由(9)、(10)、(11)、(12)式得出：

表 2. 例 5-1-2 數據分析比較表

	F=50	F=25	F=5
訂購數量	649	616	579
運送次數	6	8	17
買方總成本	308.61	232.98	128.26
賣方總成本	2160.25	1949.36	1677.77

聯合總成本	2468.86	2182.34	1806.03
-------	---------	---------	---------

例 5-1-3. 整合後的成本：

由(1)、(2)、(7)、(8)、(14)、(15)式得出：

表 3. 例 5-1-3 數據分析比較表

	F=50		F=25		F=5	
	F 歸買方	F 歸賣方	F 歸買方	F 歸賣方	F 歸買方	F 歸賣方
訂購數量	550		575		565	
運送次數	5		8		17	
買方總成本	775.1	320.36	571.3	222.97	277.79	127.33
賣方總成本	1680.51	2135.25	1605.76	1954.09	1527.75	1678.21
聯合總成本	2455.61		2177.06		1805.54	

5-2. 以 Ha & Kim 模式為例：

例 5-2-1. 運送成本歸買方：

由(18)、(19)、(20)、(21)式得出：

表 4. 例 5-2-1 數據分析比較表

	F=50	F=25	F=5
訂購數量	600	548	548
運送次數	4	5	10
買方總成本	750	547.72	273.86
賣方總成本	1366.67	1387.56	1424.08
聯合總成本	2116.67	1935.28	1697.94

例 5-2-2. 運送成本歸賣方：

由(24)、(25)、(26)、(27)式得出：

表 5. 例 5-2-2 數據分析比較表

	F=50	F=25	F=5
訂購數量	718	662	598
運送次數	4	5	11
買方總成本	483.07	368.52	177.7
賣方總成本	1673.32	1587.45	1521.96
聯合總成本	2156.39	1955.97	1699.66

例 5-2-3. 整合後的成本：

由(16)、(17)、(22)、(23)、(29)、(30)式得出：

表 6. 例 5-2-3 數據分析比較表

	F=50	F=25	F=5
--	------	------	-----

	F 歸買方	F 歸賣方	F 歸買方	F 歸賣方	F 歸買方	F 歸賣方
訂購數量	544		569		566	
運送次數	3		5		11	
買方總成本	774.98	499.14	548.11	328.35	269.99	172.76
賣方總成本	1339.79	1615.63	1385.8	1605.56	1427.07	1524.3
聯合總成本	2114.77		1933.91		1697.06	

由以上數據可以看出，不管運費歸屬於買方或賣方，或是買賣雙方採取整合模式，只要當運費降低時，愈符合 JIT 少量多頻率的運送精神。

6. 結論

當運費降低時，愈能符合 JIT 少量多頻率的運送精神，無論是運費歸屬於買方或運費歸屬於賣方，或是買賣雙方採取整合後的成本模式，買賣雙方應該尋求運費的最低點，來符合 JIT 少量多頻率的運送方式，進而使得雙方的總成本最低。

參考文獻

- 任岳峰，1999，及時化生產系統下整合存貨模式，國立台灣科技大學管理研究所工業管理學程碩士論文。
- Aderohunmu, R. et al, 1995, Joint vendor-buyer policy in JIT manufacturing. *Journal of the Operational Research Society*, 46, 375-485.
- Goyal, S. K, 1976, An integrated inventory model for a single supplier-single customer problem. *INT. J. PROD. RES.*, 15, 107-111.
- Goyal, S. K, 1988, A joint economic-lot-size model for purchasing and vendor :A comment. *Decision Sciences*, 19, 236-241.
- Ha, D. and Kim, S. L, 1997, Implementation of JIT purchasing :An integrated approach. *Production Planning & Control*, 8, 152-157.