

## 第四章 實驗結果

在第三章中定義了模擬系統的基本假設、建構模式及模擬流程，根據前面的定義開發模擬系統並收集實驗結果。本研究模擬7個工作階段，13個處理步驟，擁有1個處理步驟的工作階段配置4名操作人員，擁有2個處理步驟的工作階段配置8名操作人員，以此類推，是一個具有迴流特性之彈性流程式生產，而依據輕中重不同類型的工作，將維修廠分為輕廠、中廠、重廠，三廠輕中重工作比例皆不同，其中輕度損傷工作的操作時間假設為 $U(1,50)$ 、中度損傷工作的操作時間假設為 $U(1,75)$ 、重度損傷工作的操作時間假設為 $U(1,100)$ 。兩個交期鬆緊因子，緊縮 $a=1.2$  及寬鬆 $a=1.5$ ，在多工處理的部分考慮了合作所需的成本，於是三種合作係數，1.01、1.03、1.05，而多工的程度分為兩種，50%與100%，50%代表一個工作最多的多工人數為該工作階段操作人員的50%，同理100%為該工作階段操作人員的100%。兩種實驗做模擬，實驗一為具有迴流特性之彈性流程式生產派工法則實驗(單工)，實驗二為具有迴流特性之彈性流程式生產派工法則實驗(多工)，實驗一及實驗二的詳細資料請參照附錄一、二。附錄一及附錄二分別記錄在每一種模擬情境中，相對績效指標的十次平均值及在十次模擬中表現最好的次數。

### 第一節 實驗一結果與結論

實驗一具有迴流特性之彈性流程式生產派工法則實驗(單工)，測試十種常見之派工法則，模擬情境部分，維修廠廠別區分為輕廠、中廠、重廠，鬆緊因子分為1.2、1.5，模擬情境整理如表4-1，其詳細實驗資料如附錄一，將在各模擬實驗情境中相對績效指標平均表現較好的前三種派工法則整理如表4-2、表4-2和表4-3，而各績效指標探討如下。

### 一、平均流程時間

在平均流程時間中，我們可以發現原本在不具迴流特性之彈性流程式排程問題中表現良好的SPT，在具迴流特性下依然表現良好。不同之處，發現MDD、MOD在具迴流的問題中表現良好，另外在工作較重的中、重廠情境中，AVPRO也有不錯的表現。

### 二、最大流程時間

在最大流程時間中，原本在不具迴流特性問題中表現良好之FDD，在具迴流的問題中依舊表現出色。同時發現在交期較緊的狀況之下S/OPN和ODD會有良好之表現，在交期較鬆(鬆緊因子1.5)的狀況之下，則是(OPFSLK/PT; FDD)和(OPFSLK/PT; ODD)會有良好之表現。

### 三、平均延遲時間

在平均延遲時間中，原本在不具迴流特性問題中表現良好之MOD、MDD、SPT、EDD依舊表現良好，另外(OPFSLK/PT; FDD)在工作較重的中、重廠且交期較鬆(鬆緊因子1.5)的情境下表現良好。

### 四、最大延遲時間

在最大延遲時間中，ODD、EDD、S/OPN、(OPFSLK/PT; ODD)都仍舊表現良好，唯一不同在於FDD在這邊也有良好之表現，這是和不具迴流特性之問題有所不同的。

### 五、延遲工作百分比

再延遲工作百分比中，原本在不具迴流特性問題中表現良好之AVPRO、SPT在這邊依舊表現良好。不同之處是原本在不具迴流特性問題中表現不怎麼樣的MDD、MOD、ODD，在此迴流的問題中，表現良好。

表4-1 六種單工模擬情境

模擬情境	維修廠廠別	鬆緊因子
1	輕廠	1.2
2	輕廠	1.5
3	中廠	1.2
4	中廠	1.5
5	重廠	1.2
6	重廠	1.5

資料來源：本研究整理

表 4-2 實驗一結果 維修廠廠別為輕廠的實驗結果

指標	鬆緊因子	維修廠廠別 輕廠
平均流程時間	1.2	SPT MOD MDD
	1.5	SPT MOD MDD
最大流程時間	1.2	FDD ODD S/OPN
	1.5	FDD (OPFSLK/PT; FDD) (OPFSLK/PT; ODD)
平均延遲時間	1.2	MOD SPT MDD
	1.5	MOD SPT MDD
最大延遲時間	1.2	ODD FDD S/OPN
	1.5	ODD S/OPN FDD
延遲工作百分比	1.2	AVPRO SPT MDD
	1.5	MDD SPT MOD

資料來源：本研究整理

表 4-3 實驗一結果 維修廠廠別為中廠的實驗結果

指標	鬆緊因子	維修廠廠別 中廠
平均流程時間	1.2	MDD SPT AVPRO
	1.5	SPT AVPRO MDD
最大流程時間	1.2	FDD S/OPN ODD
	1.5	FDD (OPFSLK/PT; FDD) (OPFSLK/PT; ODD)
平均延遲時間	1.2	MDD EDD MOD
	1.5	MOD (OPFSLK/PT; FDD) ODD
最大延遲時間	1.2	S/OPN ODD FDD
	1.5	ODD (OPFSLK/PT; ODD) S/OPN
延遲工作百分比	1.2	AVPRO SPT MDD
	1.5	MOD MDD ODD

資料來源：本研究整理

表 4-4 實驗一結果 維修廠廠別為重廠的實驗結果

指標	鬆緊因子	維修廠廠別 重廠
平均流程時間	1.2	SPT MOD MDD
	1.5	SPT MOD AVPRO
最大流程時間	1.2	FDD ODD S/OPN
	1.5	FDD (OPFSLK/PT; FDD) ODD
平均延遲時間	1.2	MOD SPT MDD
	1.5	MOD (OPFSLK/PT; FDD) MDD
最大延遲時間	1.2	ODD FDD S/OPN
	1.5	ODD S/OPN EDD
延遲工作百分比	1.2	AVPRO SPT MDD
	1.5	AVPRO SPT MOD

資料來源：本研究整理

## 第二節 實驗二結果與結論

實驗一具有迴流特性之彈性流程式生產派工法則實驗(多工)，測試十種常見之派工法則，其中因為要進行多工(多人可同時操作一個工作)，因此會有合作成本，本實驗將合作成本化成合作係數，合作係數分為三個層次為1.01、1.03、1.05，此外多人進行多工的比例在此也分為兩等，至多50%操作人員進行多工與至多100%操作人員進行多工，維修廠廠別區分為輕廠、中廠、重廠，鬆緊因子分為1.2、1.5，模擬情境整理如表4-5其詳細實驗資料如附錄二，將在各模擬實驗情境中相對績效指標平均表現較好的前三種派工法則整理如表4-6、表4-7、表4-8、表4-9和表4-10，而各績效指標探討如下。

### 一、平均流程時間

在平均流程時間部分，幾乎所有的狀況之下都顯示，SPT、AVPRO、MDD表現良好，表示在具迴流特性之彈性流程式排程問題中，不論單工或是多工，以平均流程時間為指標下，使用SPT、AVPRO、MDD都可獲得良好之結果。

### 二、最大流程時間

在最大流程時間部分，FDD、(OPFSLK/PT; FDD)、(OPFSLK/PT; ODD)、ODD、S/OPN依舊表現良好，而在這邊也發現多工比例差別的影響、S/OPN在多工人數較多狀況下會有較好的表現，也就是在多工比例100%的設定下比多工比例50%表現來的好。同時EDD在多工的狀況下相對於單工也有較好之表現。

### 三、平均延遲時間

在平均延遲時間部分，在單工中表現良好的MDD、MOD、EDD、SPT、(OPFSLK/PT; FDD)，在多工的狀況下依然有兩好之表現，同時也發現MDD在多工比例高，也就是多工比例100%下的表現比多工比例50%下的表現來的好。

#### 四、最大延遲時間

在最大延遲時間部分，EDD、ODD、S/OPN 在所有的情境下，普遍都有優良的表現，而(OPFSLK/PT; ODD)在工作較輕的輕廠中表現較不突出，但在工作較重的中、重廠中就有較優秀的表現，此為較特別之處。此外在不具迴流特性問題中並不會有優異表現之 FDD 和(OPFSLK/PT; FDD)，在此處確有優異之表現，此為最大不同之處。

#### 五、延遲工作百分比

在延遲工作百分比部分，SPT、AVPRO 在所有情境下依舊有很好的表現，同時 AVPRO 在多工程度較高也就是多工 100%的狀況之下會比多工 50%的狀況表現來的優異。而和不具迴流特性問題有所不同的是，EDD 和 S/OPN 在這個部分表現並不是很突出，較特別的是在不具迴流特性問題中表現並不突出之 MDD 和 MOD 卻在這個部分有良好之表現，此為最大不同之處。

表4-5 三十六種多工模擬情境

模擬情境	維修廠廠別	鬆緊因子	合作係數	多工比例
1	輕廠	1.2	1.01	50%
2	輕廠	1.2	1.01	100%
3	輕廠	1.2	1.03	50%
4	輕廠	1.2	1.03	100%
5	輕廠	1.2	1.05	50%
6	輕廠	1.2	1.05	100%
7	輕廠	1.5	1.01	50%
8	輕廠	1.5	1.01	100%
9	輕廠	1.5	1.03	50%
10	輕廠	1.5	1.03	100%
11	輕廠	1.5	1.05	50%
12	輕廠	1.5	1.05	100%
13	中廠	1.2	1.01	50%
14	中廠	1.2	1.01	100%
15	中廠	1.2	1.03	50%
16	中廠	1.2	1.03	100%
17	中廠	1.2	1.05	50%
18	中廠	1.2	1.05	100%
19	中廠	1.5	1.01	50%
20	中廠	1.5	1.01	100%
21	中廠	1.5	1.03	50%
22	中廠	1.5	1.03	100%
23	中廠	1.5	1.05	50%

24	中廠	1.5	1.05	100%
25	重廠	1.2	1.01	50%
26	重廠	1.2	1.01	100%
27	重廠	1.2	1.03	50%
28	重廠	1.2	1.03	100%
29	重廠	1.2	1.05	50%
30	重廠	1.2	1.05	100%
31	重廠	1.5	1.01	50%
32	重廠	1.5	1.01	100%
33	重廠	1.5	1.03	50%
34	重廠	1.5	1.03	100%
35	重廠	1.5	1.05	50%
36	重廠	1.5	1.05	100%

資料來源：本研究整理

表 4-6 實驗二結果 平均流程時間

模擬情境	前三名派工法則
1	SPT AVPRO MDD
2	SPT AVPRO MDD
3	SPT AVPRO MDD
4	SPT AVPRO MDD
5	SPT AVPRO MDD
6	AVPRO MDD SPT
7	SPT AVPRO MDD
8	SPT AVPRO MDD
9	SPT AVPRO MDD
10	SPT AVPRO MDD
11	SPT AVPRO MDD
12	AVPRO SPT

	MDD
13	AVPRO MDD EDD
14	AVPRO SPT MDD
15	SPT AVPRO MDD
16	AVPRO SPT MDD
17	EDD MDD AVPRO
18	AVPRO MDD SPT
19	SPT AVPRO MDD
20	AVPRO SPT MDD
21	SPT AVPRO MDD
22	AVPRO SPT MDD
23	SPT AVPRO MDD
24	AVPRO SPT MDD

25	SPT AVPRO MDD
26	AVPRO SPT MDD
27	SPT AVPRO MDD
28	AVPRO MDD SPT
29	SPT AVPRO MDD
30	AVPRO MDD SPT
31	SPT AVPRO MDD
32	AVPRO SPT MDD
33	AVPRO SPT MDD
34	AVPRO SPT MDD
35	AVPRO SPT MDD
36	AVPRO SPT MDD

資料來源：本研究整理

表 4-7 實驗二結果 最大流程時間

模擬情境	前三名派工法則
1	FDD ODD (OPFSLK/PT; FDD)
2	FDD ODD S/OPN
3	FDD (OPFSLK/PT; ODD) (OPFSLK/PT; FDD)
4	FDD S/OPN ODD
5	FDD S/OPN ODD
6	S/OPN EDD FDD
7	(OPFSLK/PT; ODD) FDD (OPFSLK/PT; FDD)
8	FDD (OPFSLK/PT; FDD) (OPFSLK/PT; ODD)
9	FDD (OPFSLK/PT; FDD) ODD
10	FDD S/OPN ODD
11	FDD ODD (OPFSLK/PT; FDD)
12	S/OPN EDD

	FDD
13	EDD FDD (OPFSLK/PT; FDD)
14	FDD ODD S/OPN
15	FDD (OPFSLK/PT; FDD) ODD
16	EDD S/OPN FDD
17	(OPFSLK/PT; ODD) EDD (OPFSLK/PT; FDD)
18	EDD S/OPN FDD
19	FDD (OPFSLK/PT; FDD) (OPFSLK/PT; ODD)
20	FDD (OPFSLK/PT; FDD) ODD
21	FDD (OPFSLK/PT; FDD) ODD
22	FDD S/OPN EDD
23	FDD (OPFSLK/PT; FDD) (OPFSLK/PT; ODD)
24	FDD S/OPN EDD

25	FDD (OPFSLK/PT; FDD) ODD
26	EDD FDD S/OPN
27	FDD ODD (OPFSLK/PT; FDD)
28	EDD S/OPN FDD
29	FDD (OPFSLK/PT; FDD) ODD
30	S/OPN EDD FDD
31	FDD (OPFSLK/PT; FDD) (OPFSLK/PT; ODD)
32	FDD EDD (OPFSLK/PT; FDD)
33	FDD (OPFSLK/PT; FDD) S/OPN
34	EDD (OPFSLK/PT; FDD) FDD
35	FDD S/OPN EDD
36	S/OPN EDD FDD

資料來源：本研究整理

表 4-8 實驗二結果 平均延遲時間

模擬情境	前三名派工法則
1	(OPFSLK/PT; FDD) MOD (OPFSLK/PT; ODD)
2	MOD MDD SPT
3	EDD (OPFSLK/PT; FDD) FDD
4	MDD SPT MOD
5	MOD SPT MDD
6	AVPRO MDD SPT
7	EDD (OPFSLK/PT; FDD) ODD
8	(OPFSLK/PT; FDD) EDD FDD
9	(OPFSLK/PT; FDD) (OPFSLK/PT; ODD) MOD
10	MDD MOD SPT
11	(OPFSLK/PT; FDD) MDD MOD
12	MDD AVPRO

	SPT
13	EDD (OPFSLK/PT; FDD) MDD
14	MDD AVPRO MOD
15	(OPFSLK/PT; FDD) MOD (OPFSLK/PT; ODD)
16	MDD AVPRO MOD
17	EDD (OPFSLK/PT; FDD) S/OPN
18	MDD AVPRO EDD
19	(OPFSLK/PT; FDD) EDD FDD
20	MOD MDD (OPFSLK/PT; FDD)
21	(OPFSLK/PT; FDD) (OPFSLK/PT; ODD) ODD
22	MDD MOD AVPRO
23	EDD (OPFSLK/PT; FDD) ODD
24	MDD SPT AVPRO

25	(OPFSLK/PT; FDD) MOD EDD
26	MDD AVPRO MOD
27	MOD (OPFSLK/PT; FDD) MDD
28	EDD MDD AVPRO
29	(OPFSLK/PT; FDD) EDD MOD
30	MDD AVPRO SPT
31	(OPFSLK/PT; FDD) FDD EDD
32	MDD EDD (OPFSLK/PT; FDD)
33	(OPFSLK/PT; FDD) MDD (OPFSLK/PT; ODD)
34	MDD EDD AVPRO
35	MDD MOD AVPRO
36	AVPRO MDD SPT

資料來源：本研究整理

表 4-9 實驗二結果 最大延遲時間

模擬情境	前三名派工法則
1	ODD EDD FDD
2	ODD FDD EDD
3	EDD ODD FDD
4	EDD S/OPN ODD
5	ODD FDD EDD
6	S/OPN EDD ODD
7	EDD ODD (OPFSLK/PT; FDD)
8	EDD ODD FDD
9	ODD EDD FDD
10	EDD S/OPN ODD
11	EDD ODD S/OPN
12	S/OPN EDD

	ODD
13	EDD ODD (OPFSLK/PT; FDD)
14	ODD FDD EDD
15	ODD FDD (OPFSLK/PT; FDD)
16	EDD S/OPN ODD
17	EDD S/OPN ODD
18	EDD S/OPN (OPFSLK/PT; FDD)
19	EDD ODD (OPFSLK/PT; FDD)
20	MOD EDD FDD
21	EDD ODD (OPFSLK/PT; FDD)
22	EDD S/OPN ODD
23	EDD (OPFSLK/PT; FDD) ODD
24	(OPFSLK/PT; ODD) EDD S/OPN

25	EDD ODD FDD
26	EDD ODD S/OPN
27	ODD FDD EDD
28	EDD S/OPN (OPFSLK/PT; FDD)
29	EDD ODD FDD
30	EDD S/OPN ODD
31	EDD ODD (OPFSLK/PT; ODD)
32	EDD ODD (OPFSLK/PT; ODD)
33	EDD ODD S/OPN
34	EDD S/OPN (OPFSLK/PT; FDD)
35	EDD S/OPN ODD
36	EDD S/OPN ODD

資料來源：本研究整理

表 4-10 實驗二結果 延遲工作百分比

模擬情境	前三名派工法則
1	MOD MDD SPT
2	MDD AVPRO MOD
3	MOD EDD (OPFSLK/PT; FDD)
4	MDD SPT AVPRO
5	MDD MOD SPT
6	MDD AVPRO SPT
7	MOD MDD EDD
8	MDD MOD SPT
9	MOD MDD SPT
10	MDD AVPRO SPT
11	MDD MOD SPT
12	MDD AVPRO

	SPT
13	MDD EDD MOD
14	AVPRO MDD SPT
15	MDD MOD AVPRO
16	MDD AVPRO SPT
17	EDD MDD S/OPN
18	MDD AVPRO SPT
19	MDD MOD (OPFSLK/PT; FDD)
20	AVPRO SPT MDD
21	MDD MOD AVPRO
22	MDD AVPRO SPT
23	EDD MDD (OPFSLK/PT; FDD)
24	MDD AVPRO SPT

25	MDD MOD SPT
26	AVPRO MDD SPT
27	MDD AVPRO SPT
28	MDD AVPRO SPT
29	MDD MOD SPT
30	AVPRO MDD SPT
31	MDD MOD (OPFSLK/PT; FDD)
32	MDD AVPRO SPT
33	MDD MOD AVPRO
34	MDD AVPRO SPT
35	MDD AVPRO SPT
36	AVPRO MDD SPT

資料來源：本研究整理