

# 生產管理

## 生產排程

講授：周富得 博士

清雲科技大學工業管理系

# 生 產 排 程

- ? 何謂生產排程
- ? 生產排程之評估準則
- ? 派工法則
- ? 排程問題之分類
- ? 排程問題之解法
- ? 單機排程問題
- ? 雙機排程問題
- ? 多機排程問題

# 何 謂 排 程

? 所謂排程係將系統中需要執行之作業，在滿足系統技術、資源或其他條件限制下，安排每一個作業之執行時間與順序，使其順利完成所有工作的決策過程

? 決策的內容：

- 1 針對有限的資源予以配置
- 1 針對使用的資源予以安排時程
- 1 針對作業項目予以排定執行次序

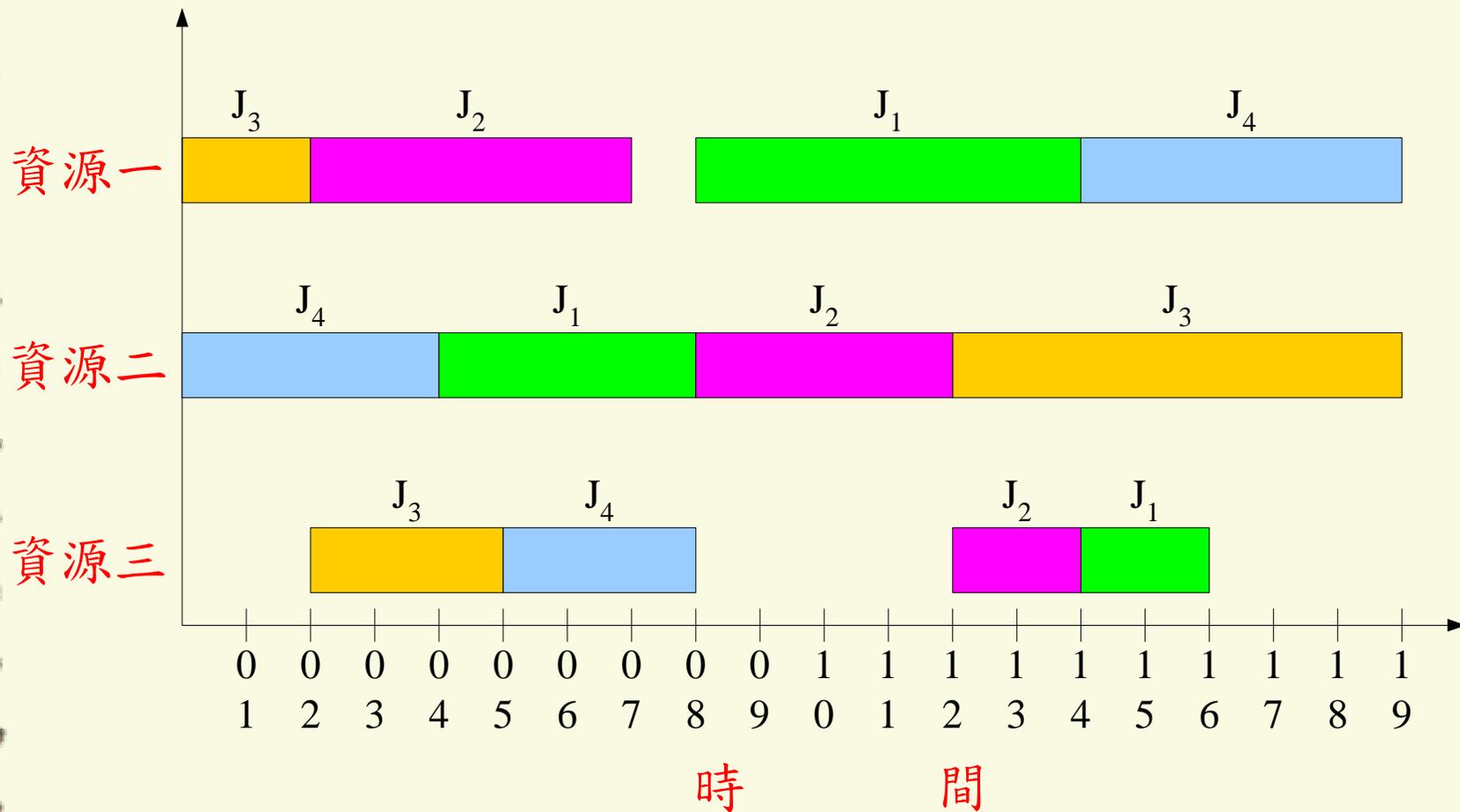
? 屬於組合最優(Combinatorial Optimization)問題之一

# 排程計畫的表達方式 — 甘特圖

工作項目	作業時間 (所需使用資源)		
	第一道製程	第二道製程	第三道製程
工作一	4 (資源二)	6 (資源一)	2 (資源三)
工作二	5 (資源一)	4 (資源二)	2 (資源三)
工作三	2 (資源一)	3 (資源三)	7 (資源二)
工作四	4 (資源二)	3 (資源三)	5 (資源一)

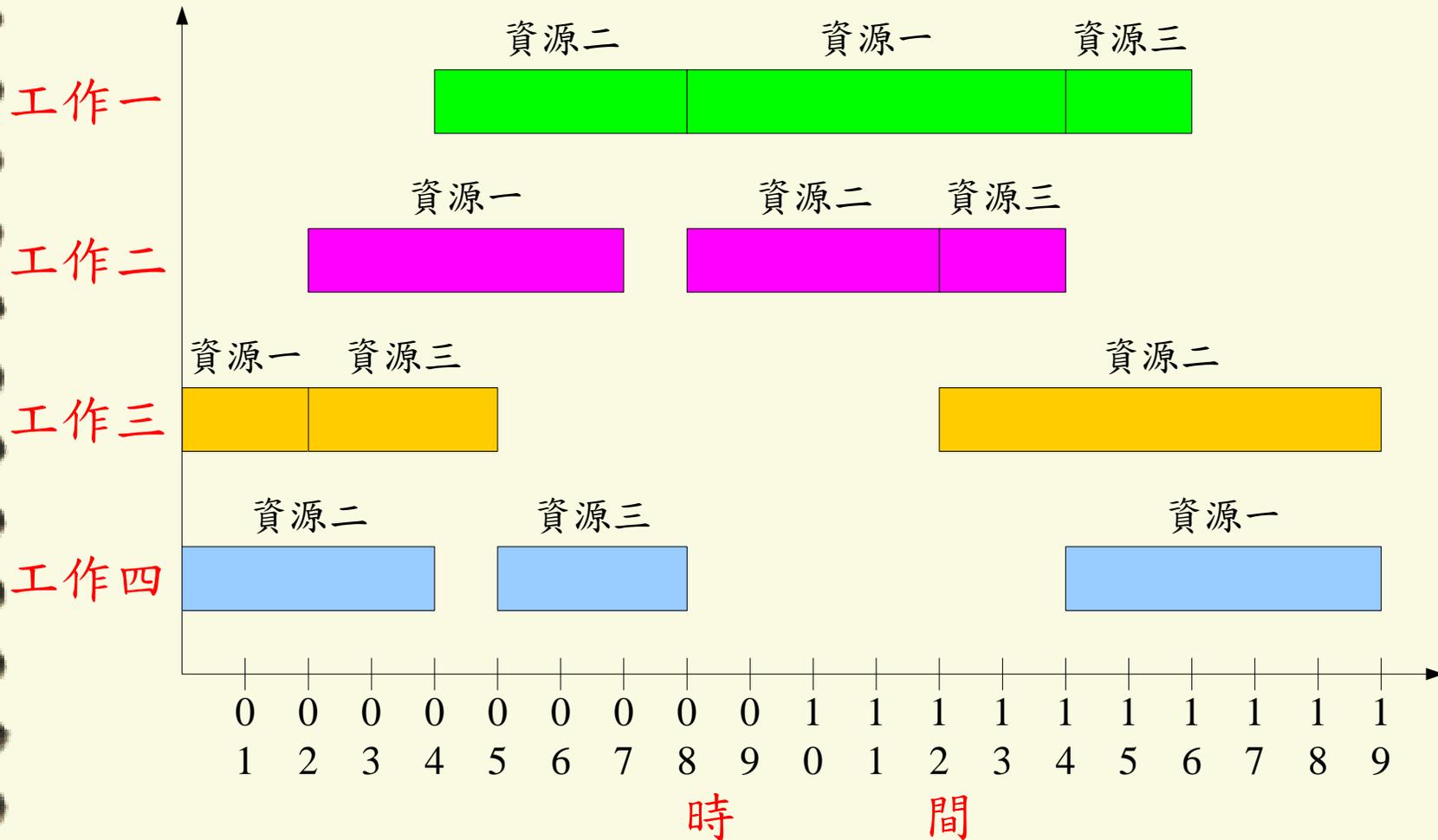
# 排程計畫的表達方式 — 甘特圖

? 以資源項目為導向



# 排程計畫的表達方式 — 甘特圖

? 以工作項目為導向



# 排 程 的 應 用

## ? 生產製造

1 生產排程

1 人力調度

## ? 服務業

1 醫院護士排班

1 醫院手術房安排

1 餐廳訂位

## ? 維修保養

1 維修排程

# 排 程 的 應 用

## ? 運輸與配送

1 時刻表

1 車輛調度

1 配送路徑

## ? 專案管理

1 專案排程

## ? 資訊與通訊

1 CPU 運算

1 封包傳遞順序

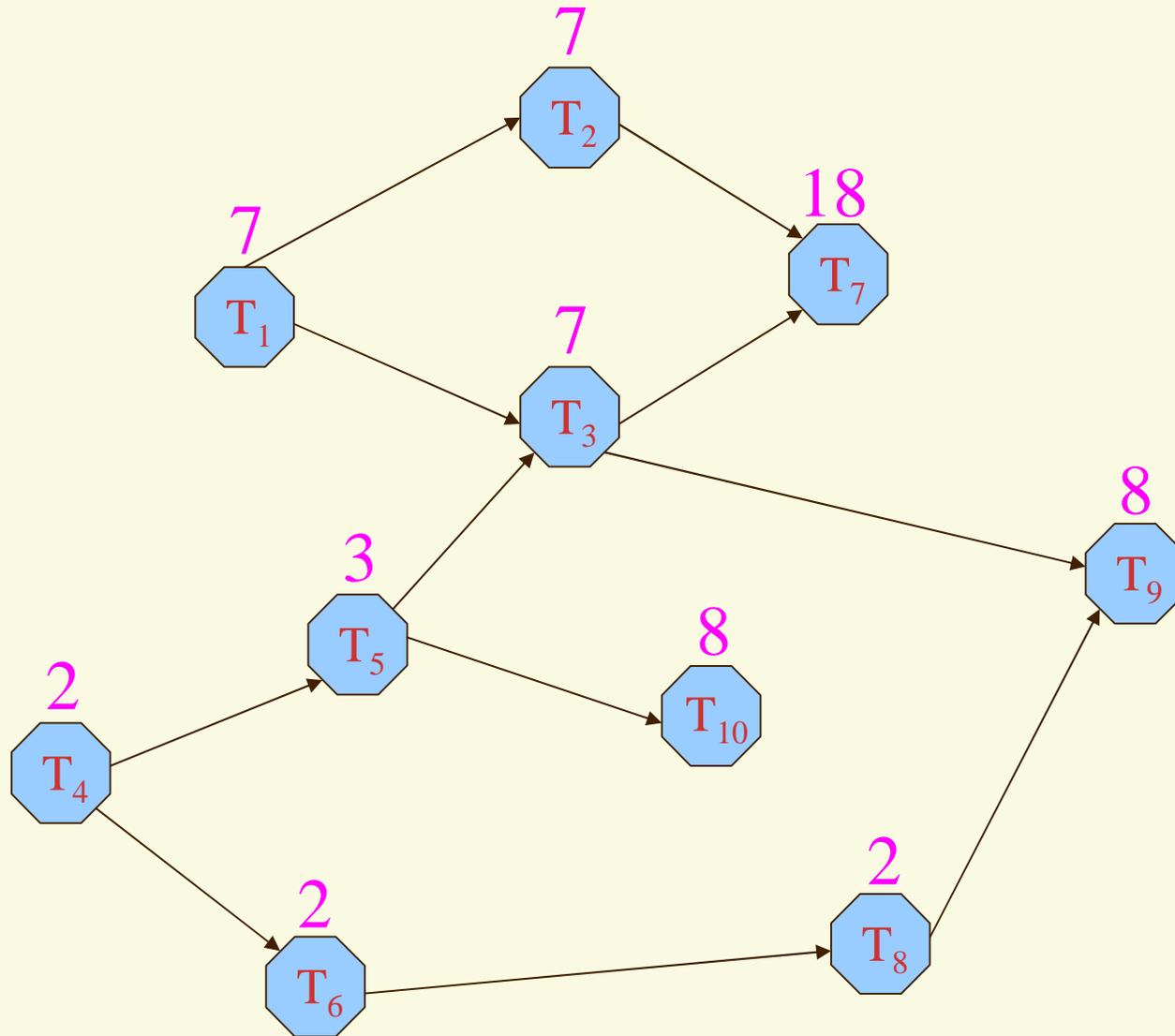
? :

# 排 程 的 應 用

## ? 腳踏車組裝問題

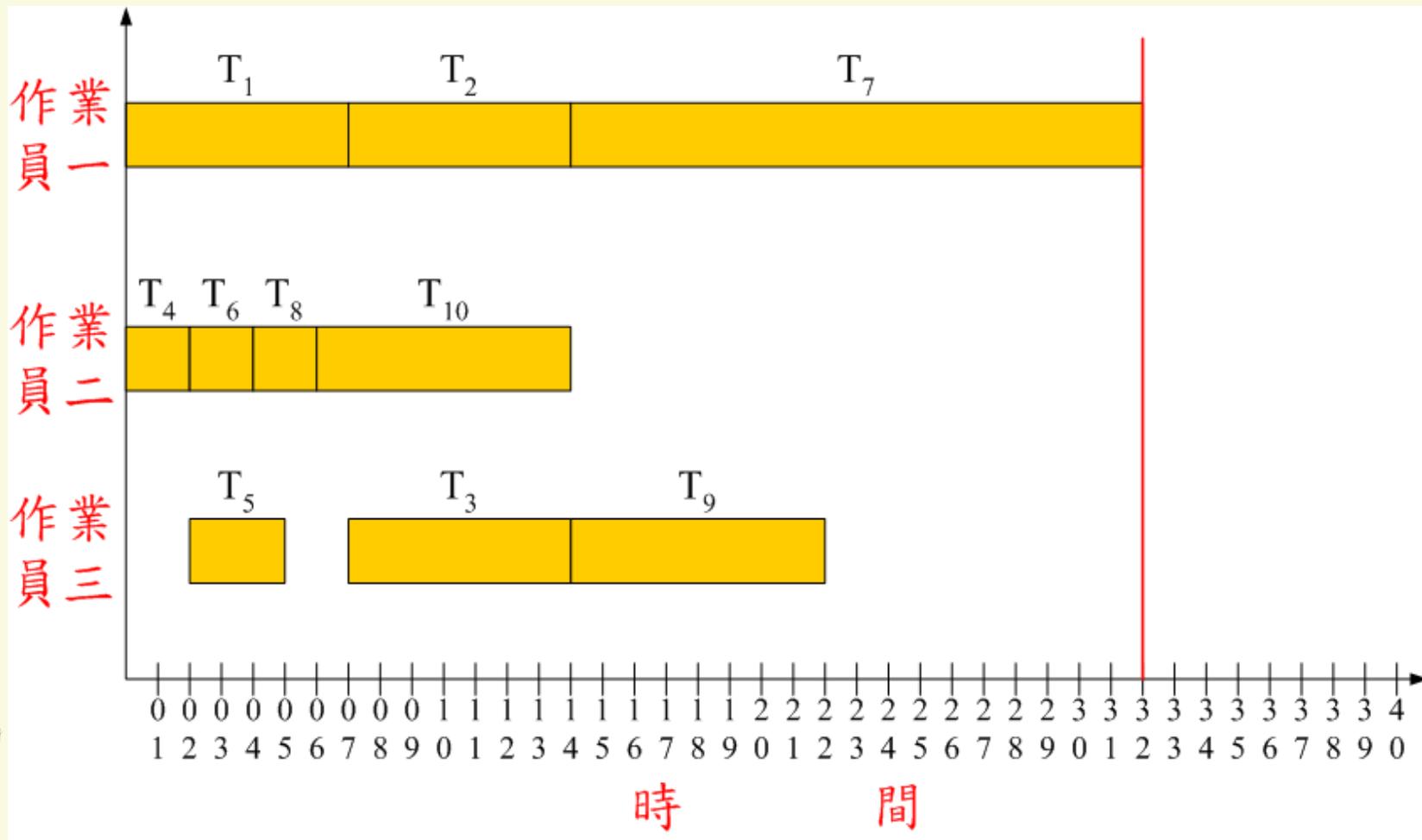
- 1 三位作業員
- 1 每一項作業均有固定已知的作業時間
- 1 作業之間具有先後次序關係之限制
- 1 每一項作業均需要一位作業員操作
- 1 每位作業員在時段內最多只能操作一項作業
- 1 每項作業一旦執行後中途不允許中斷

# 排 程 的 應 用



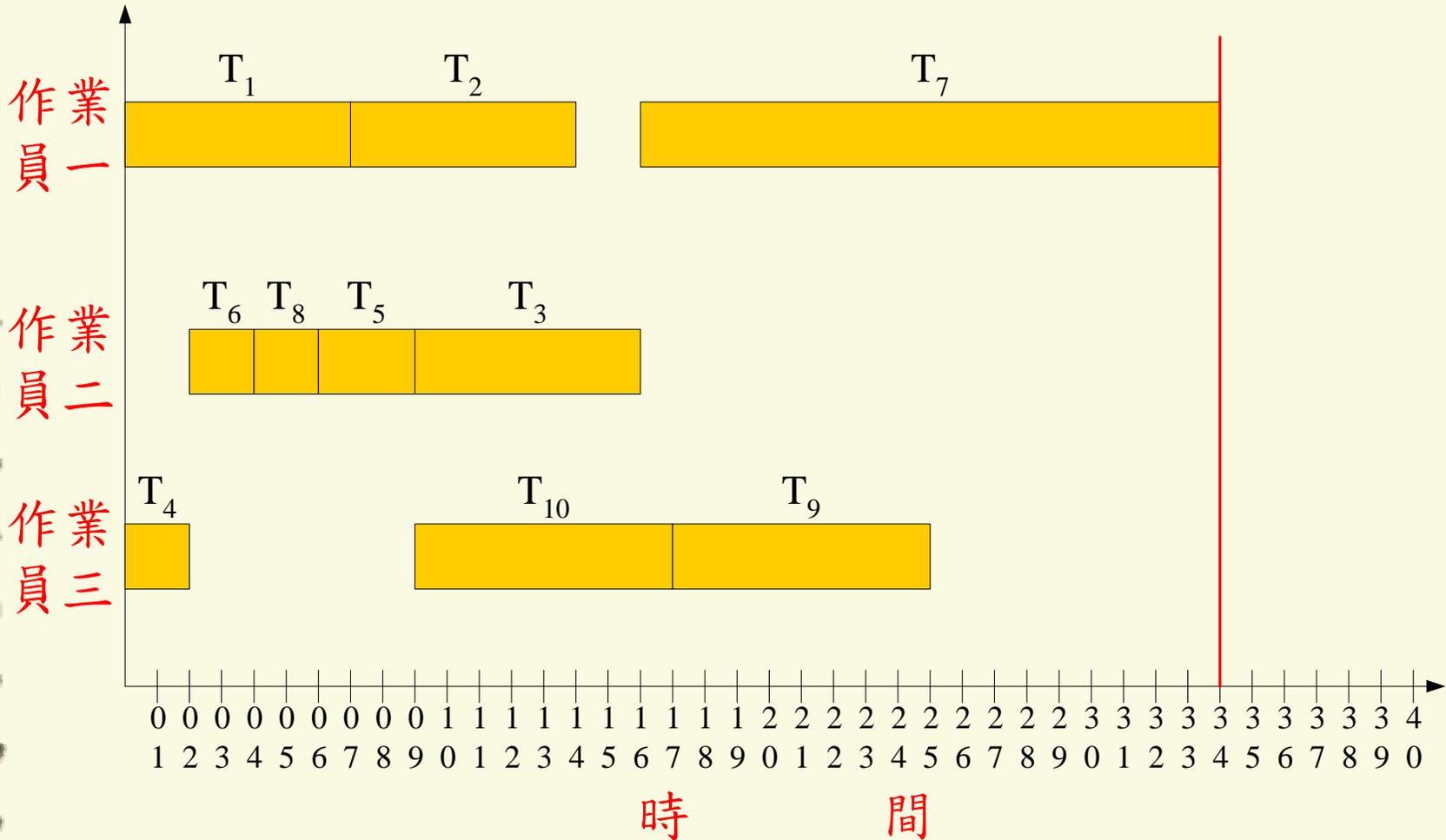
# 排 程 的 應 用

? 第一種排程計畫



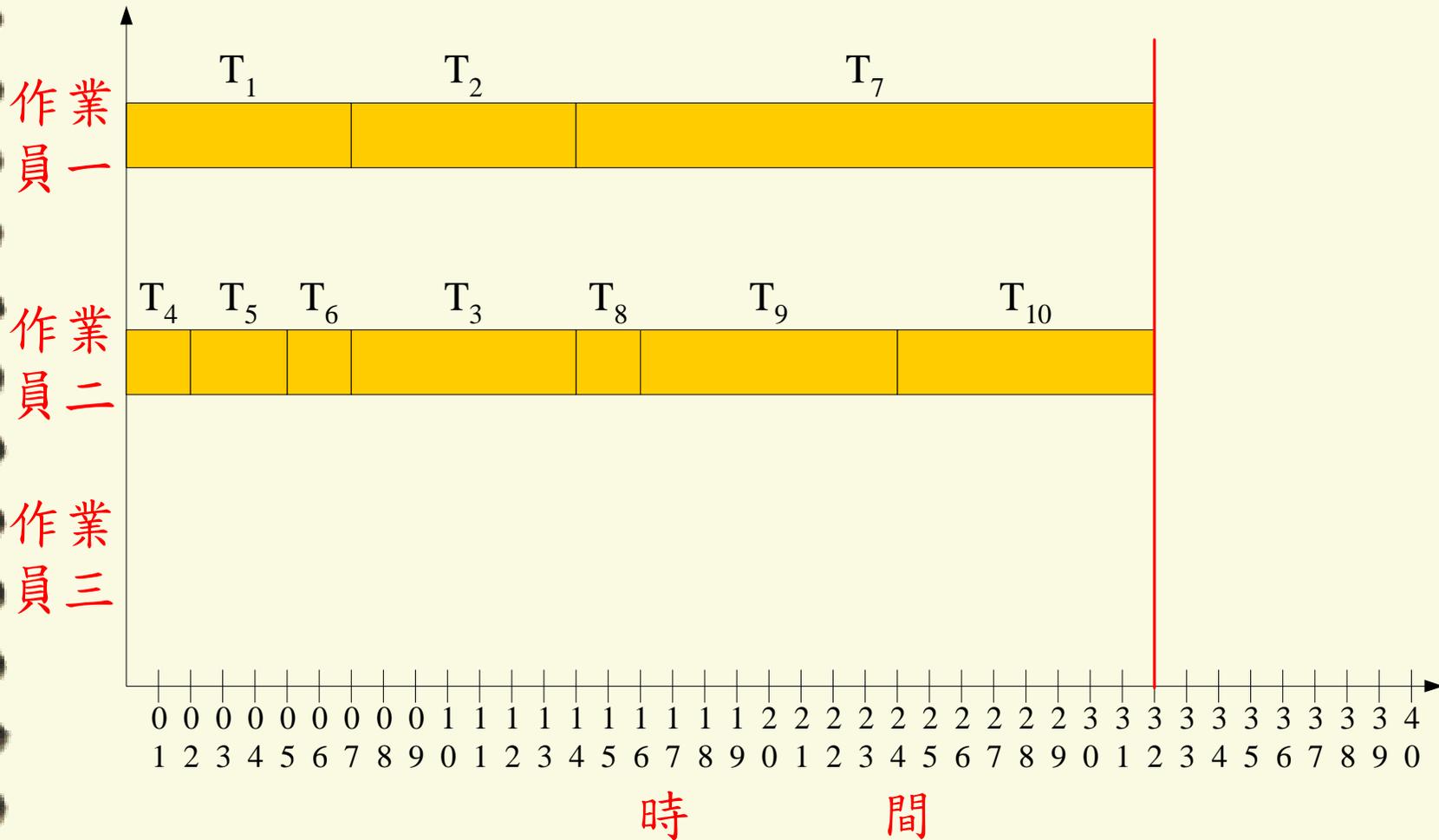
# 排 程 的 應 用

? 第二種排程計畫



# 排 程 的 應 用

? 最佳的排程計畫



# 排 程 的 應 用

## ? 學校安排教室問題

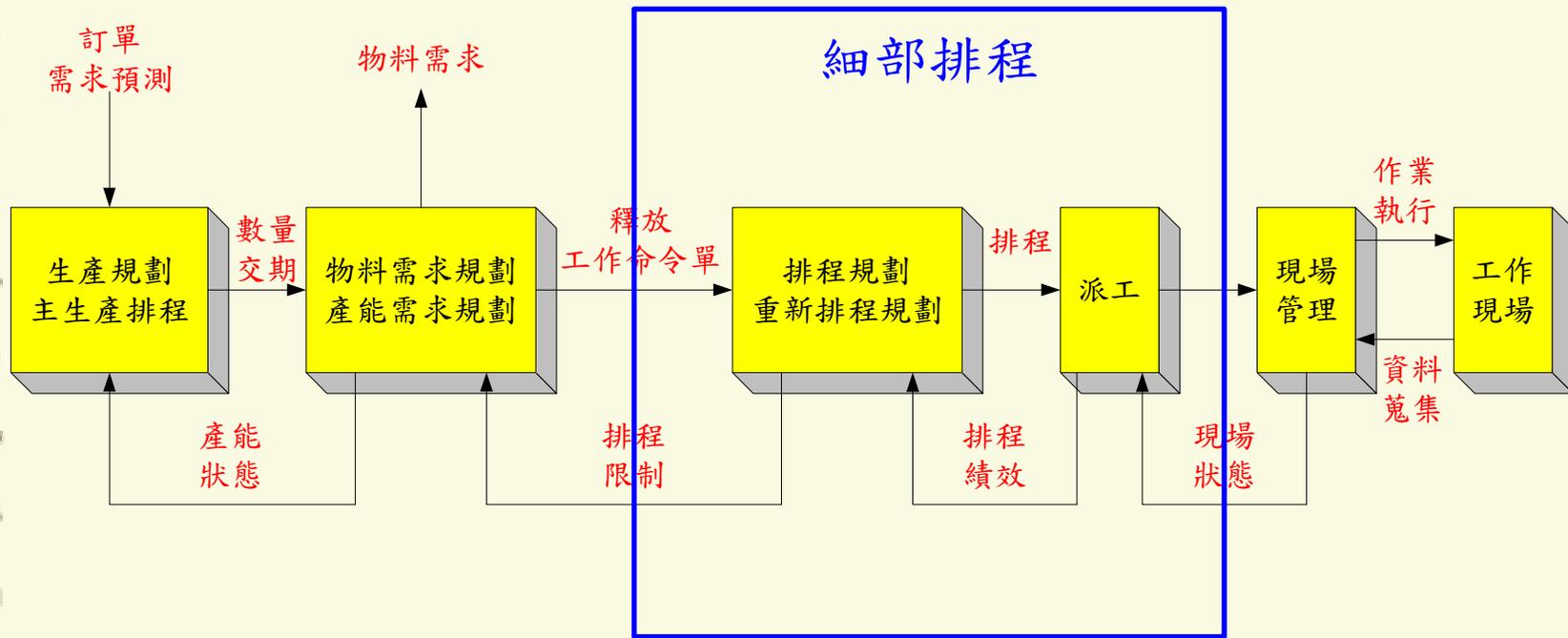
- 1 一共有十四位老師
- 1 總共有五間教室
- 1 總共有八節的時段

教師代碼	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	2	8	4	1	3	6	7	2	1	5	6	3	8	2
上課時段			5	2	4		8	3	2		7	4		3
					5									4

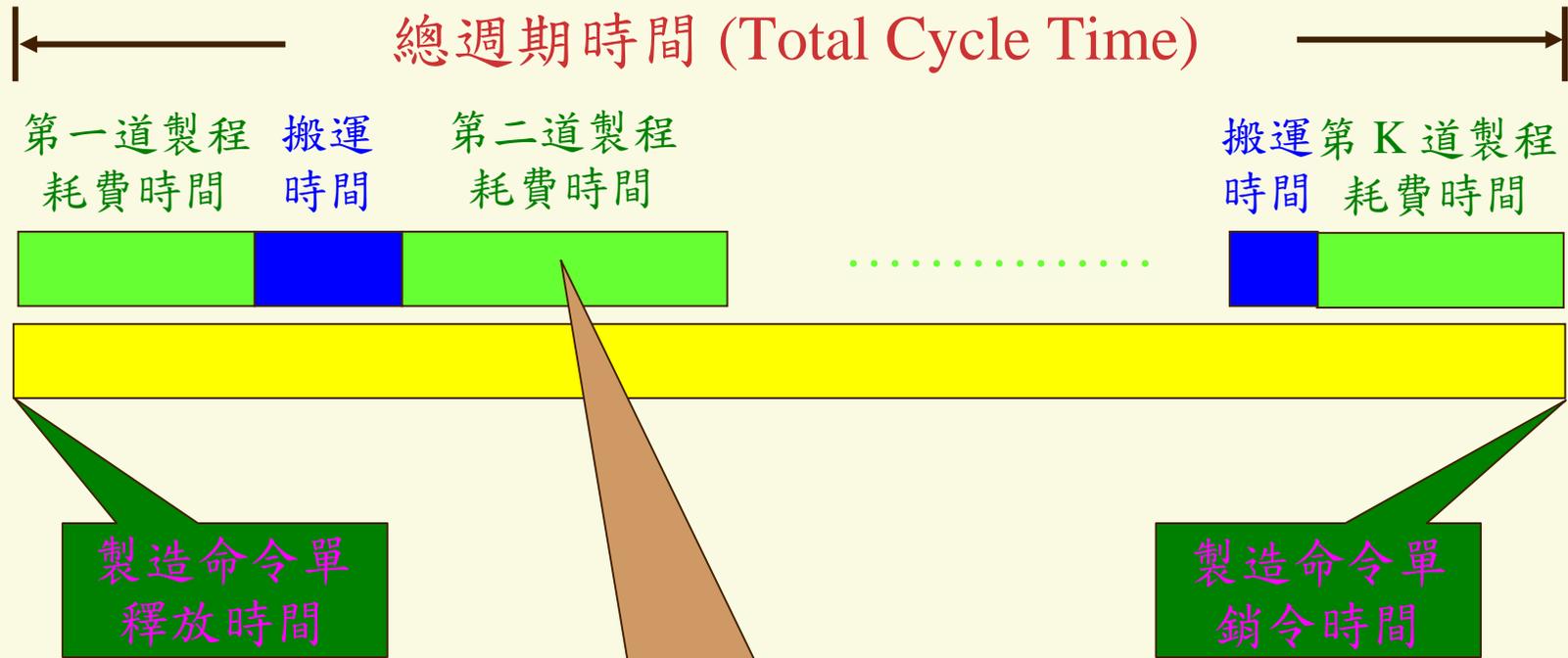
# 排 程 的 應 用

上課時段	1	2	3	4	5	6	7	8
教室一	D	D		C	C	F		B
教室二	I	I	E	E	E		G	G
教室三		H	H		J	K	K	
教室四		N	N	N				M
教室五		A	L	L				

# 生產管理與生產排程之關係

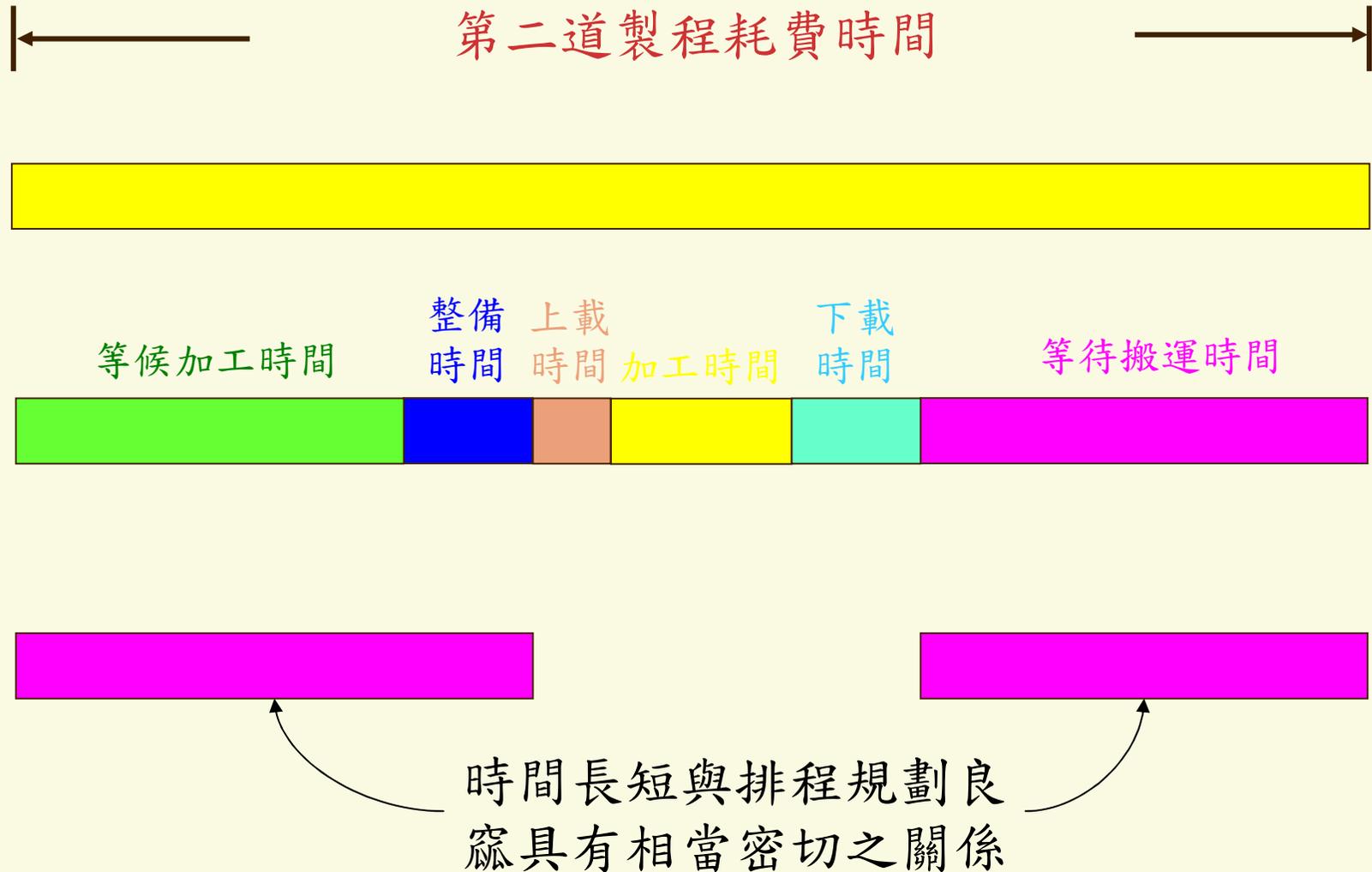


# 生產管理與生產排程之關係



放大予以解析

# 生產管理與生產排程之關係



# 生產排程的術語名詞

? No Wait

? Blocking

? Permutation

? Reentry

? Preemption

? Time Window

? Non-Delay

? Dominant

? :

? :

# 生產排程中常見之符號定義

$D_i$  : 第*i*個工作之交期時間

$P_i$  : 第*i*個工作之作業時間

$P_{ij}$  : 第*i*個工作在第*j*台機器上之作業時間

$S_i$  : 第*i*個工作可以開始加工之時間

$R_j$  : 第*j*台機器可以開始加工之時間

# 生產排程中常見之符號定義

$C_i$  : 第*i*個工作完成作業之時間

$F_i$  : 第*i*個工作之流程時間

$$F_i = C_i - S_i$$

$L_i$  : 第*i*個工作之延遲時間 (*Lateness*)

$$L_i = C_i - D_i$$

$T_i$  : 第*i*個工作之遲交時間 (*Tardiness*)

$$T_i = \text{Max}(0, C_i - D_i)$$

# 生產排程問題的分類

? 依據作業時間特性來區分：

## 1 確定性排程問題 (Deterministic)

⊖ 作業時間均為確定性之時間

## 1 隨機性排程問題 (Stochastic)

⊖ 作業時間呈現隨機性之機率分配

# 生產排程問題的分類

? 依據工作抵達系統狀況來區分：

## 1 靜態排程問題 (Static)

○ 進行排程規劃時，所有工作均需同時抵達系統

## 1 動態排程問題 (Dynamic)

○ 進行排程規劃時，工作可以不需要同時抵達系統

# 生產排程問題的分類

? 依據加工機台數量來區分：

## 1 單機排程問題 (Single-Machine)

☉ 所有工作均需經由此機器來加工

## 1 雙機排程問題 (Two-Machine)

☉ 工作經由兩種機器來加工

## 1 多機排程問題 (Multi-Machine)

☉ 工作經由多種機器來加工

# 生產排程問題的分類

? 依據作業流程方式來區分：

## 1 流程型工廠排程問題 (Flow Shop)

☉ 所有工作均需依照固定且一致之加工流程，依序的流經所有機器設備進行加工

## 1 零工型工廠排程問題 (Job Shop)

☉ 每一個工作的加工流程不儘相同

## 1 開放型工廠排程問題 (Open Shop)

# 生產排程問題的分類

? 其他

1 批次加工機台排程問題 (Batch Machine)

1 平行機台排程問題 (Parallel Machine)

1 :

1 :

# 生產排程問題的分類

$$n/m = 1/r_i / \sum_{i=1}^n C_i$$

? 第一個欄位

1 工作個數

? 第二個欄位

1 工廠型態與機器數量

? 第三個欄位

1 工作特性與條件

? 第四個欄位

1 目標函數

# 生產排程的派工法則

? 所謂派工法則是指機器目前處於可以使用的狀況下，有多個工作正在等候加工，規劃者依據實際狀況來判斷安排一項工作優先加工



# 生產排程的派工法則

? 任意優先派工法則：

1 Random

1 從各個候選工作當中，任意挑選一個工作來優先進行加工

? 先進先出優先派工法則：

1 FIFO (First In First Out)

1 從各個候選工作當中，挑選一個最先進入系統的工作來優先進行加工

# 生產排程的派工法則

## ? 最短作業時間優先派工法則：

1 SPT (Shortest Processing Time)

1 從各個候選工作當中，挑選一個最短作業時間的工作來優先進行加工

## ? 最早交期時間優先派工法則：

1 EDD (Earliest Due Date)

1 從各個候選工作當中，挑選一個最早交期時間的工作來優先進行加工

# 生產排程的派工法則

? 最短寬裕時間優先派工法則：

1 ST (Slack Time)

1 從各個候選工作當中，挑選一個最短寬裕時間的工作來優先進行加工

? :

? :

# 生產排程的派工法則

## ? 生產排程派工法則的分類：

### 1 靜態

○ 不會隨著安排時間變化而改變工作順序

### 1 動態

○ 會隨著安排時間變化而改變工作順序

### 1 局部

○ 只根據目前機器與等候工作狀態而進行派工作業

### 1 整體

○ 會根據目前機器與等候工作狀態外，還會參考其他製程機器與等候工作狀態來作全盤性派工作業

# 生產排程的評估準則

? 與流程時間相關之評估準則：

1 所有工作完工時間 (Makespan)

$$\delta C_{\max} = \text{Max}(C_i)$$

1 平均完工時間

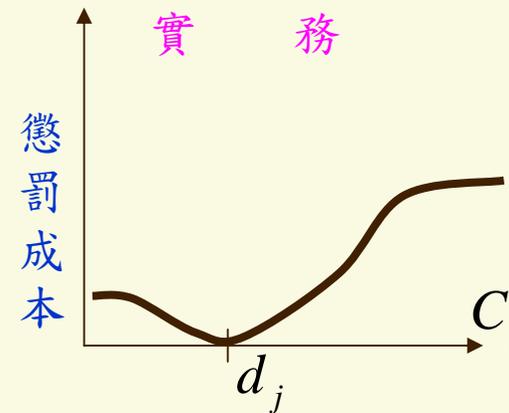
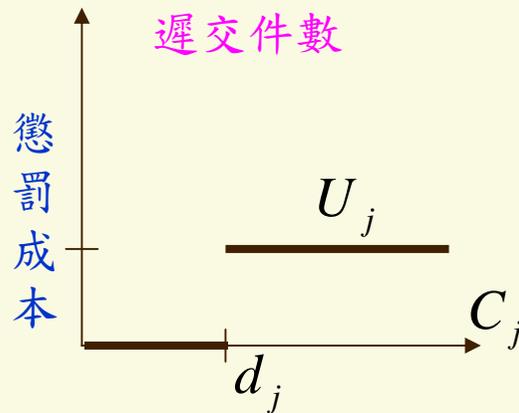
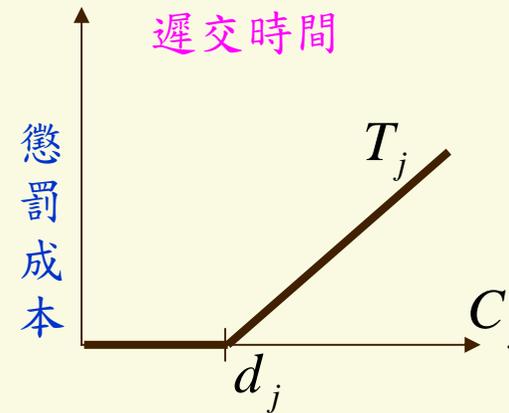
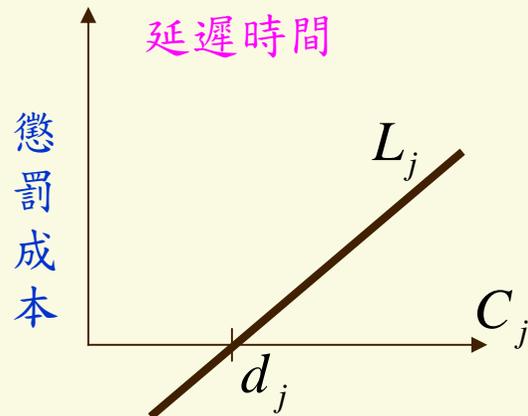
$$\delta \bar{C} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N C_i$$

1 平均流程時間

$$\delta \bar{F} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N F_i$$

# 生產排程的評估準則

? 與交期相關之懲罰成本函數：



# 生產排程之評估準則

? 與交期相關之評估準則：

1 最大遲交時間

δ  $T_{\max}$

1 平均延遲時間

δ  $\bar{L} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N L_i$

1 平均遲交時間

δ  $\bar{T} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N T_i$

1 遲交件數

δ  $N_T$

# 生產排程之評估準則

? 與流程時間相關之評估準則：

1 所有工作完工時間(Makespan)

$$\delta C_{\max} = \text{Max}(C_i)$$

1 平均完工時間

$$\delta \bar{C} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N C_i$$

1 平均流程時間

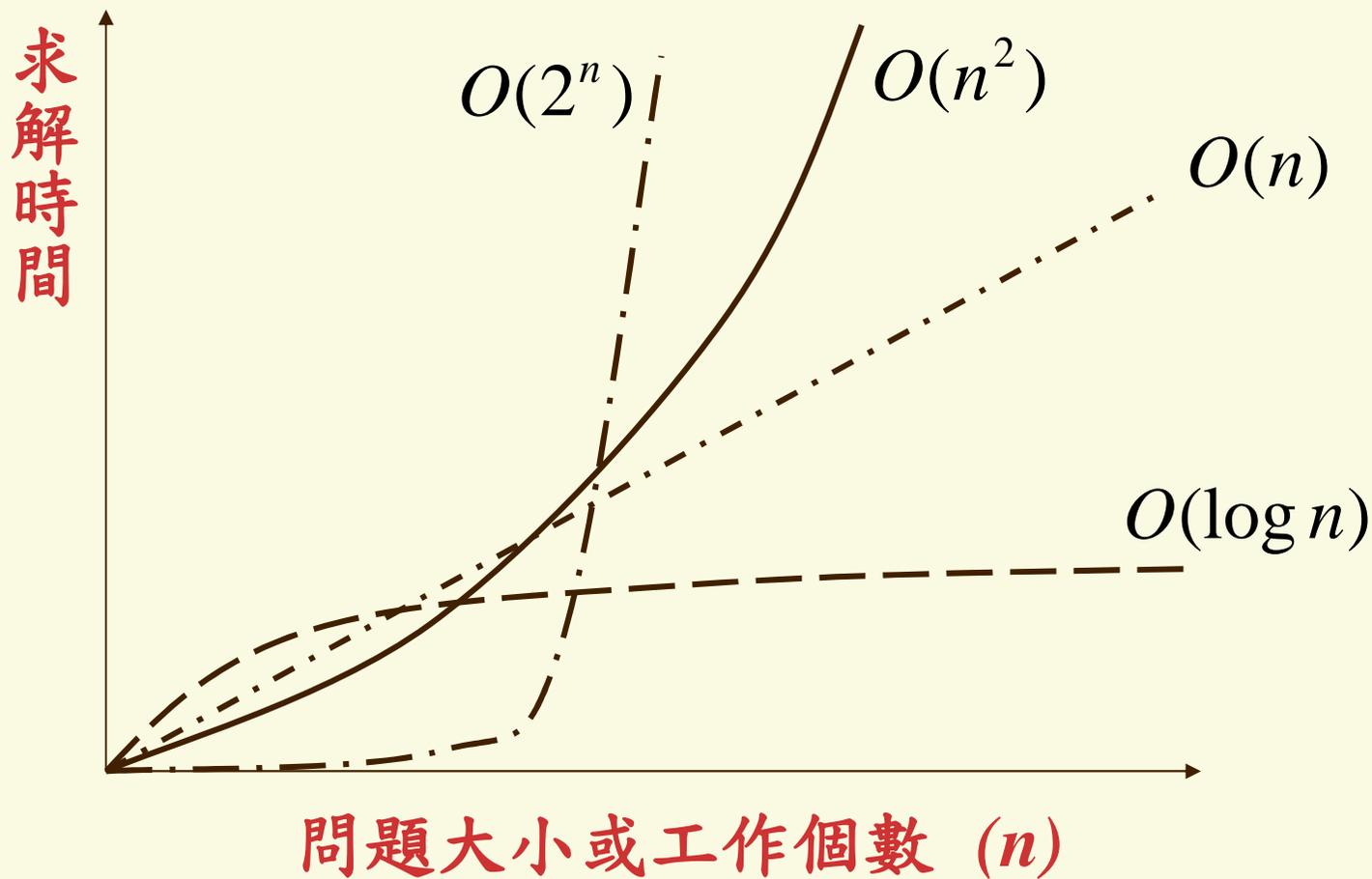
$$\delta \bar{F} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N F_i$$

# 問 題 複 雜 度

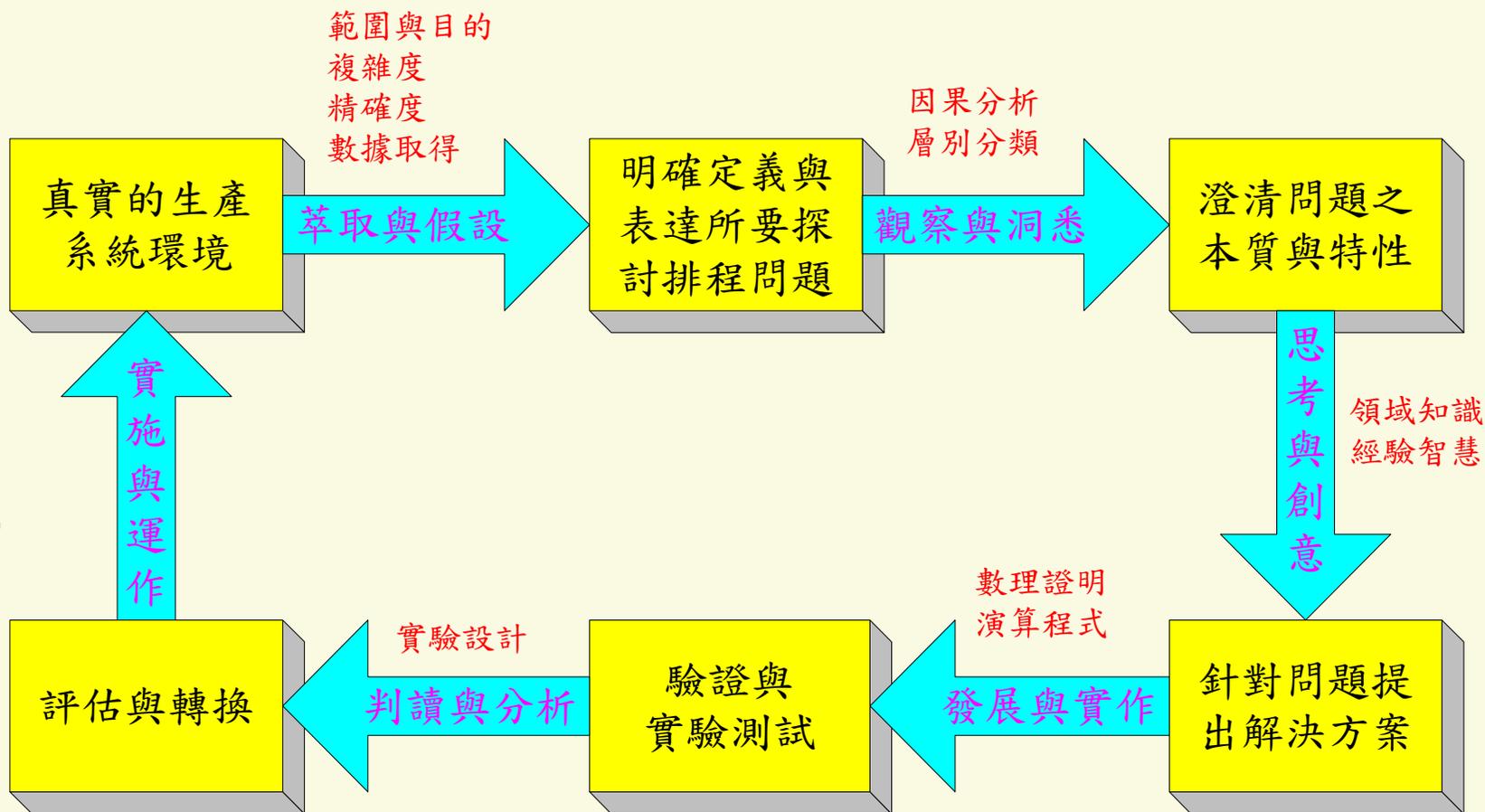
n	$\log n$	n	$n \log n$	$n^2$	$n^3$	$2^n$	$3^n$	n!
10	$10^{-6}$ 秒	$10^{-5}$ 秒	$10^{-5}$ 秒	$10^{-4}$ 秒	$10^{-3}$ 秒	$10^{-3}$ 秒	0.059 秒	3.62 秒
20	$10^{-6}$ 秒	$10^{-5}$ 秒	$10^{-5}$ 秒	$10^{-4}$ 秒	$10^{-2}$ 秒	1 秒	58 分	77147 年
50	$10^{-6}$ 秒	$10^{-5}$ 秒	$10^{-4}$ 秒	0.0025 秒	0.125 秒	36 年	$2 \times 10^{10}$ 年	極大
1000	$10^{-6}$ 秒	$10^{-3}$ 秒	$10^{-3}$ 秒	1 秒	16 分	極大	極大	極大
$10^6$	$10^{-5}$ 秒	1 秒	14 秒	12 天	31709 年	極大	極大	極大
$10^9$	$10^{-5}$ 秒	16 分	6 小時	31709 年	$10^{13}$ 年	極大	極大	極大

假設電腦每秒能運算一百萬次

# 問 題 複 雜 度



# 解決生產排程問題的方法



# 解決生產排程問題的方法

? 最佳解方法：



- 1 數學解析法
- 1 窮舉法 (Enumeration Algorithm)
- 1 動態規劃 (Dynamic Programming)
- 1 數學規劃 (Mathematical Programming)
- 1 分枝界限法 (Branch And Bound)
- 1 限制規劃法 (Constraint Programming)

# 解決生產排程問題的方法

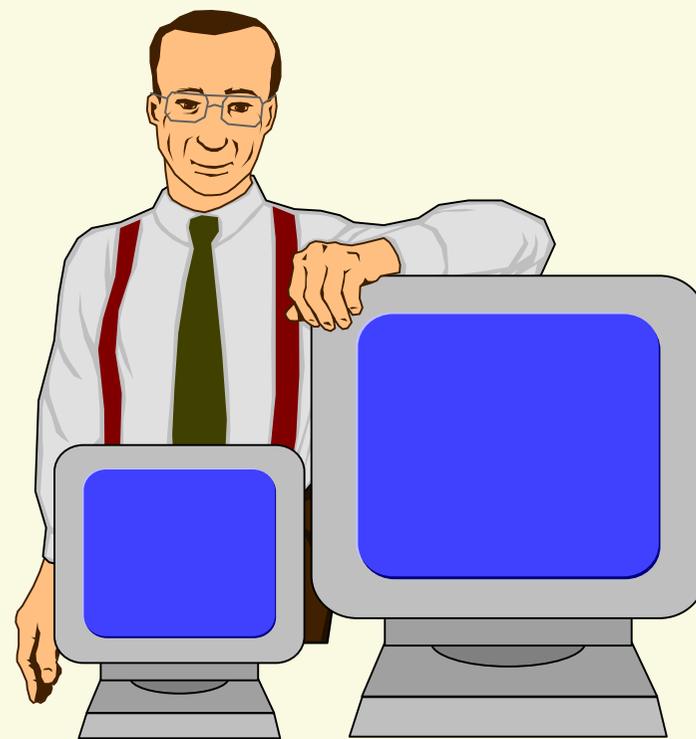
? 近似最佳解方法：

- 1 派工法則 (Dispatching Rule)
- 1 複合派工法則 (Composite Dispatching Rule)
- 1 啟發式演算法 (Heuristic Algorithm)
- 1 最佳化搜尋演算法 (Optimization Search)
  - 兩兩交換方法 (Pairwise Interchange)
  - 模擬退火法 (Simulated Annealing)
  - 禁忌搜尋法 (Tabu Search)
  - 集束搜尋法 (Beam Search)
  - 基因配對法 (Genetic Algorithm)
- 1 人工智慧推論 (Artificial Intelligence)

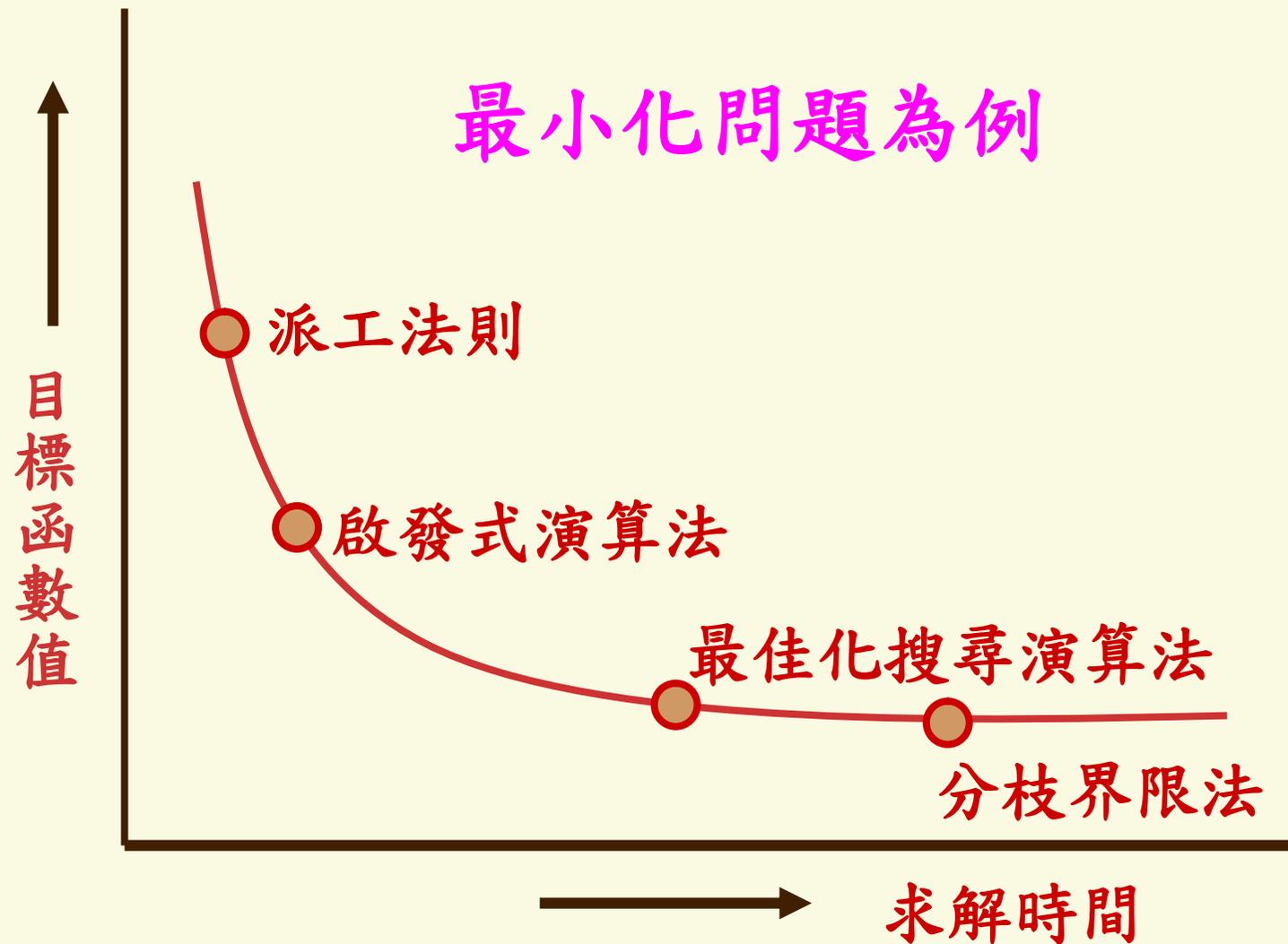
# 解決生產排程問題的方法

? 評估與選擇解決方法之考量因素：

- 1 求解品質
- 1 求解速度
- 1 方法運作之簡易程度
- 1 方法運作實施的成本



# 解決生產排程問題的方法



# 單機排程問題



# 單機排程範例

工作 $J_i$	加工時間 $P_i$	可以開始加工時間 $S_i$	交期時間 $D_i$
$J_1$	1	0	2
$J_2$	5	0	7
$J_3$	3	0	8
$J_4$	9	0	13
$J_5$	7	0	11

? 加工順序的所有可行排列方式一共有  
 $5!=120$ 種

# 單機排程範例——數學規劃

目標函數：

$$\text{Min } Z$$

限制式：

$$C_1 = P_1 \cdot Z_{11} + P_2 \cdot Z_{21} + P_3 \cdot Z_{31} + P_4 \cdot Z_{41} + P_5 \cdot Z_{51}$$

$$C_2 = C_1 + P_1 \cdot Z_{12} + P_2 \cdot Z_{22} + P_3 \cdot Z_{32} + P_4 \cdot Z_{42} + P_5 \cdot Z_{52}$$

$$C_3 = C_2 + P_1 \cdot Z_{13} + P_2 \cdot Z_{23} + P_3 \cdot Z_{33} + P_4 \cdot Z_{43} + P_5 \cdot Z_{53}$$

$$C_4 = C_3 + P_1 \cdot Z_{14} + P_2 \cdot Z_{24} + P_3 \cdot Z_{34} + P_4 \cdot Z_{44} + P_5 \cdot Z_{54}$$

$$C_5 = C_4 + P_1 \cdot Z_{15} + P_2 \cdot Z_{25} + P_3 \cdot Z_{35} + P_4 \cdot Z_{45} + P_5 \cdot Z_{55}$$

$$Z_{11} + Z_{12} + Z_{13} + Z_{14} + Z_{15} = 1$$

$$Z_{21} + Z_{22} + Z_{23} + Z_{24} + Z_{25} = 1$$

$$Z_{31} + Z_{32} + Z_{33} + Z_{34} + Z_{35} = 1$$

$$Z_{41} + Z_{42} + Z_{43} + Z_{44} + Z_{45} = 1$$

$$Z_{51} + Z_{52} + Z_{53} + Z_{54} + Z_{55} = 1$$

$$Z_{11} + Z_{21} + Z_{31} + Z_{41} + Z_{51} = 1$$

$$Z_{12} + Z_{22} + Z_{32} + Z_{42} + Z_{52} = 1$$

$$Z_{13} + Z_{23} + Z_{33} + Z_{43} + Z_{53} = 1$$

$$Z_{14} + Z_{24} + Z_{34} + Z_{44} + Z_{54} = 1$$

$$Z_{15} + Z_{25} + Z_{35} + Z_{45} + Z_{55} = 1$$

# 單機排程範例——派工法則

## ? 任意優先派工法則

1 排定之加工順序為：J<sub>3</sub>--J<sub>2</sub>--J<sub>1</sub>--J<sub>4</sub>--J<sub>5</sub>

工作 J <sub>i</sub>	加工 時間 P <sub>i</sub>	可以開始 加工時間 ST <sub>i</sub>	完成 時間 C <sub>i</sub>	交期 時間 D <sub>i</sub>	延遲 時間 L <sub>i</sub>	遲交 時間 T <sub>i</sub>	流程 時間 F <sub>i</sub>
J <sub>3</sub>	3	0	3	8	-5	0	3
J <sub>2</sub>	5	3	8	7	1	1	8
J <sub>1</sub>	1	8	9	2	7	7	9
J <sub>4</sub>	9	9	18	13	5	5	18
J <sub>5</sub>	7	18	25	11	14	14	25

$$T_{\max} = 14 \quad \bar{T} = \frac{27}{5} = 5.4 \quad C_{\max} = 25 \quad \bar{F} = \frac{63}{5} = 12.6$$

$$\bar{L} = \frac{22}{5} = 4.4 \quad N_T = 4 \quad \bar{C} = \frac{63}{5} = 12.6$$

# 單機排程範例——派工法則

## ? 最短作業時間優先派工法則

1 排定之加工順序為：J<sub>1</sub>--J<sub>3</sub>--J<sub>2</sub>--J<sub>5</sub>--J<sub>4</sub>

工作 J <sub>i</sub>	加工 時間 P <sub>i</sub>	可以開始 加工時間 ST <sub>i</sub>	完成 時間 C <sub>i</sub>	交期 時間 D <sub>i</sub>	延遲 時間 L <sub>i</sub>	遲交 時間 T <sub>i</sub>	流程 時間 F <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	1	0	1	2	-1	0	1
J <sub>3</sub>	3	1	4	8	-4	0	4
J <sub>2</sub>	5	4	9	7	2	2	9
J <sub>5</sub>	7	9	16	11	5	5	16
J <sub>4</sub>	9	16	25	13	12	12	25

$$T_{\max} = 12 \quad \bar{T} = \frac{19}{5} = 3.8 \quad C_{\max} = 25 \quad \bar{F} = \frac{55}{5} = 11.0$$

$$\bar{L} = \frac{14}{5} = 2.8 \quad N_T = 3 \quad \bar{C} = \frac{55}{5} = 11.0$$

# 單機排程範例——派工法則

? 最早交期時間優先派工法則

1 排定之加工順序為：J<sub>1</sub>--J<sub>2</sub>--J<sub>3</sub>--J<sub>5</sub>--J<sub>4</sub>

工作 J <sub>i</sub>	加工 時間 P <sub>i</sub>	可以開始 加工時間 ST <sub>i</sub>	完成 時間 C <sub>i</sub>	交期 時間 D <sub>i</sub>	延遲 時間 L <sub>i</sub>	遲交 時間 T <sub>i</sub>	流程 時間 F <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	1	0	1	2	-1	0	1
J <sub>2</sub>	5	1	6	7	-1	0	6
J <sub>3</sub>	3	6	9	8	1	1	9
J <sub>5</sub>	7	9	16	11	5	5	16
J <sub>4</sub>	9	16	25	13	12	12	25

$$T_{\max} = 12 \quad \bar{T} = \frac{18}{5} = 3.6 \quad C_{\max} = 25 \quad \bar{F} = \frac{57}{5} = 11.4$$

$$\bar{L} = \frac{16}{5} = 3.2 \quad N_T = 3 \quad \bar{C} = \frac{57}{5} = 11.4$$

# 單機排程範例——派工法則

? 最短寬裕時間優先派工法則

工作	J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>	J <sub>3</sub>	J <sub>4</sub>	J <sub>5</sub>
交期時間	2	7	8	13	11
作業時間	1	5	3	9	7
寬裕時間	1	2	5	4	4

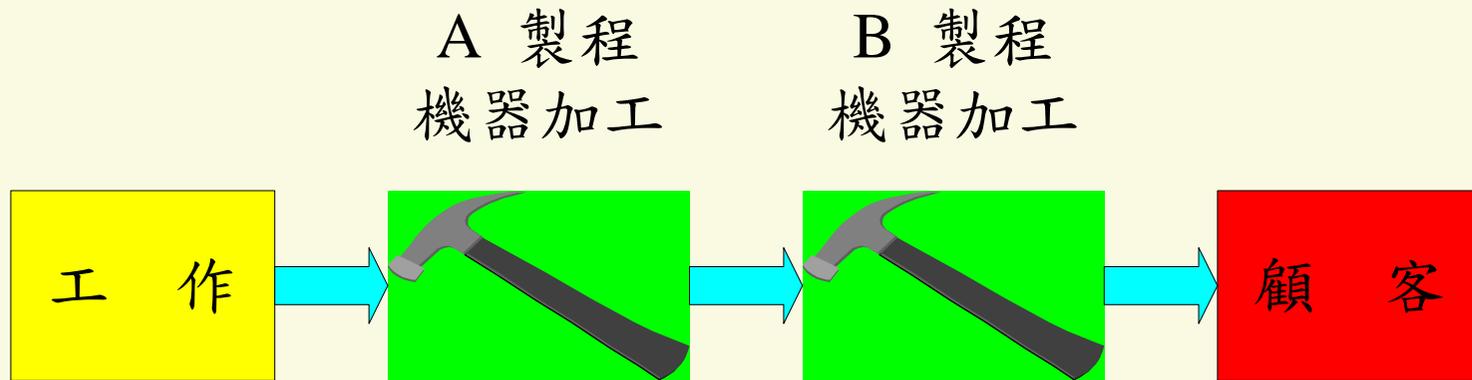
1 排定之加工順序為：J<sub>1</sub>--J<sub>2</sub>--J<sub>5</sub>--J<sub>4</sub>--J<sub>3</sub>

工作 J <sub>i</sub>	加工 時間 P <sub>i</sub>	可以開始 加工時間 ST <sub>i</sub>	完成 時間 C <sub>i</sub>	交期 時間 D <sub>i</sub>	延遲 時間 L <sub>i</sub>	遲交 時間 T <sub>i</sub>	流程 時間 F <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	1	0	1	2	-1	0	1
J <sub>2</sub>	5	1	6	7	-1	0	6
J <sub>5</sub>	7	6	13	11	2	2	13
J <sub>4</sub>	9	13	22	13	9	9	22
J <sub>3</sub>	3	22	25	8	17	17	25

# 單機排程範例——派工法則

$$T_{\max} = 17 \quad \bar{T} = \frac{28}{5} = 3.6 \quad C_{\max} = 25 \quad \bar{F} = \frac{67}{5} = 13.4$$
$$\bar{L} = \frac{26}{5} = 5.2 \quad N_T = 3 \quad \bar{C} = \frac{67}{5} = 13.4$$

# 雙機排程問題



# 雙機排程範例

工作 $J_i$	A 製程 加工時間 $P_{i1}$	B 製程 加工時間 $P_{i2}$	可以開始 加工時間 $S_i$
$J_1$	4	5	0
$J_2$	4	1	0
$J_3$	10	4	0
$J_4$	6	10	0
$J_5$	2	3	0

? 加工順序的所有可行排列方式一共有  
 $5!=120$ 種

# Johnson 法則排程演算法

? 如果評估準則為  $C_{\max}$  (Makespan) 時，則

此演算法可以獲得最佳解

? 如果評估準則並非為  $C_{\max}$  時，則此演算

法不見得可以獲得最佳解

# Johnson 法則排程演算法

- ? 找出所有作業時間當中之最小者
- ? 如果此時間發生在A製程時，則指派此工作在前面，否則就指派在後面

工作 $J_i$	A 製程 加工時間 $P_{i1}$	B 製程 加工時間 $P_{i2}$	可以開始 加工時間 $S_i$
$J_1$	4	5	0
$J_2$	4	1	0
$J_3$	10	4	0
$J_4$	6	10	0
$J_5$	2	3	0

作業順序一	作業順序二	作業順序三	作業順序四	作業順序五
				$J_2$

# Johnson 法則排程演算法

? 刪除工作二，並且重複上述之步驟

工作 $J_i$	A 製程 加工時間 $P_{i1}$	B 製程 加工時間 $P_{i2}$	可以開始 加工時間 $S_i$
$J_1$	4	5	0
$J_2$	4	1	0
$J_3$	10	4	0
$J_4$	6	10	0
$J_5$	2	3	0

作業順序一	作業順序二	作業順序三	作業順序四	作業順序五
$J_5$				$J_2$

# Johnson 法則排程演算法

? 刪除工作五，並且重複上述之步驟

工作 $J_i$	A 製程 加工時間 $P_{i1}$	B 製程 加工時間 $P_{i2}$	可以開始 加工時間 $S_i$
$J_1$	4	5	0
$J_2$	4	1	0
$J_3$	10	4	0
$J_4$	6	10	0
$J_5$	2	3	0

作業順序一	作業順序二	作業順序三	作業順序四	作業順序五
$J_5$			$J_3$	$J_2$

# Johnson 法則排程演算法

? 刪除工作三，並且重複上述之步驟

工作 $J_i$	A 製程 加工時間 $P_{i1}$	B 製程 加工時間 $P_{i2}$	可以開始 加工時間 $S_i$
$J_1$	4	5	0
$J_2$	4	1	0
$J_3$	10	4	0
$J_4$	6	10	0
$J_5$	2	3	0

作業順序一	作業順序二	作業順序三	作業順序四	作業順序五
$J_5$	$J_1$		$J_3$	$J_2$

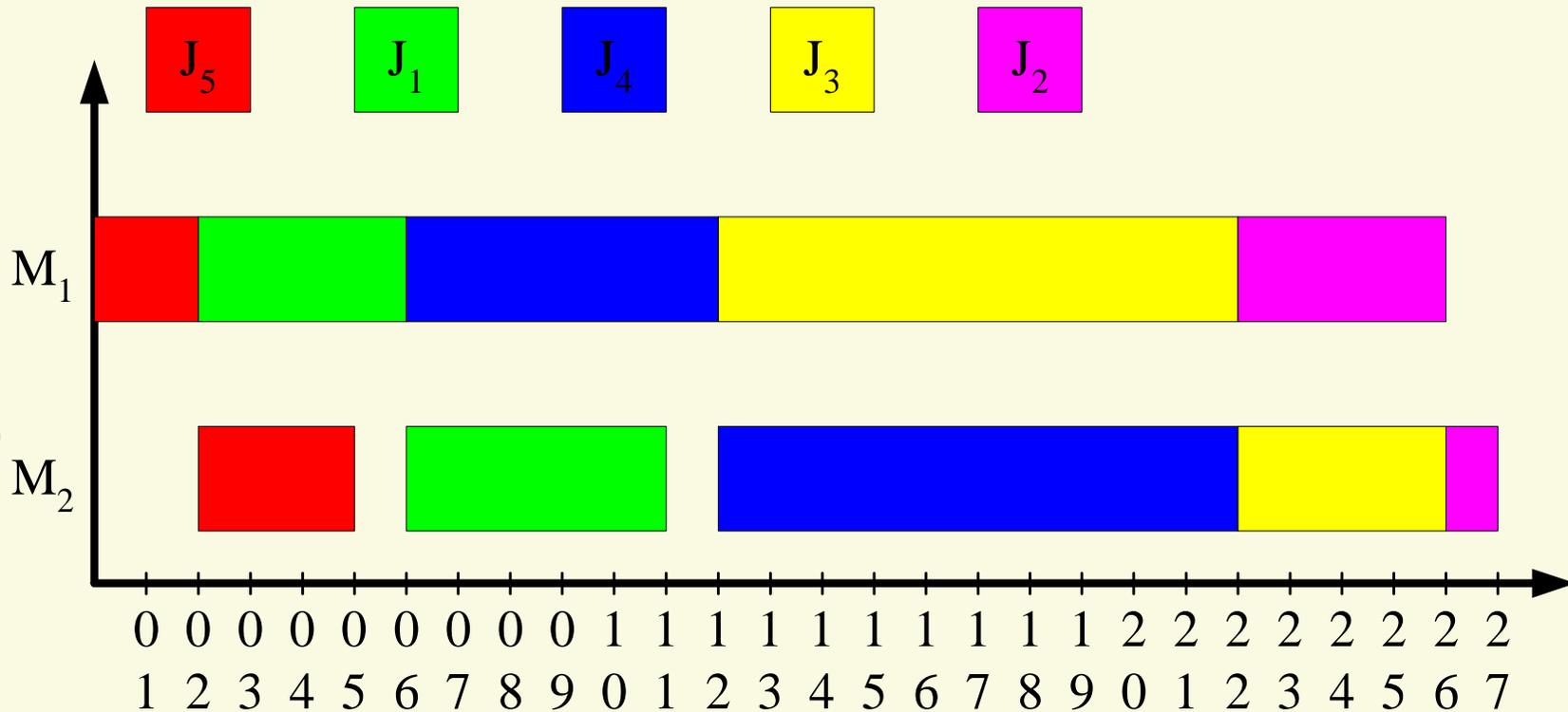
# Johnson 法則排程演算法

? 刪除工作一，並且重複上述之步驟

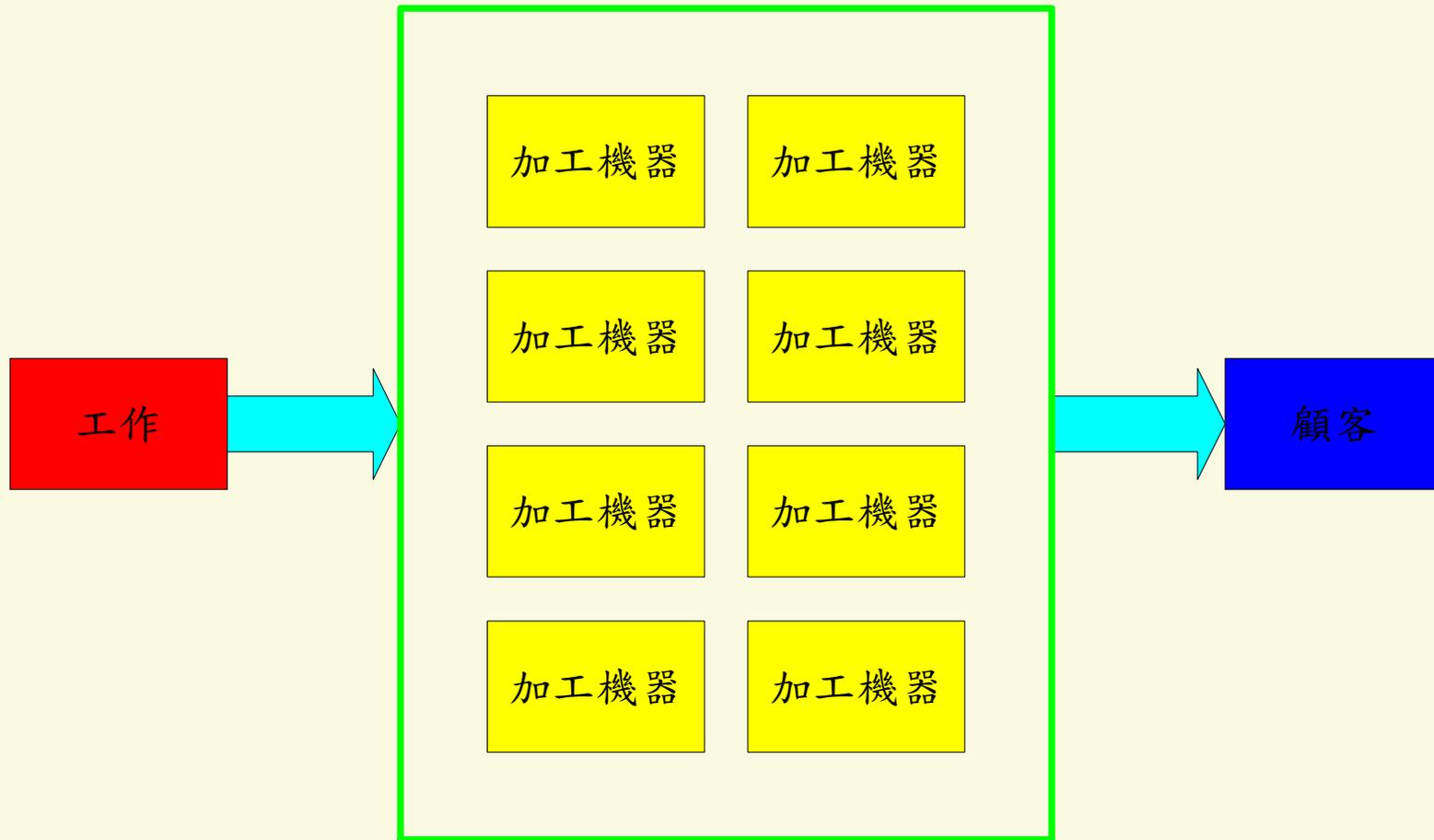
工作 $J_i$	A 製程 加工時間 $P_{i1}$	B 製程 加工時間 $P_{i2}$	可以開始 加工時間 $S_i$
$J_1$	4	5	0
$J_2$	4	1	0
$J_3$	10	4	0
$J_4$	6	10	0
$J_5$	2	3	0

作業順序一	作業順序二	作業順序三	作業順序四	作業順序五
$J_5$	$J_1$	$J_4$	$J_3$	$J_2$

# Johnson 法則排程演算法結果



# 多機排程問題



# 多機排程範例

工作	第一道加工順序	第二道加工順序	第三道加工順序
J <sub>1</sub>	(2,4)	(1,6)	(3,2)
J <sub>2</sub>	(1,5)	(2,4)	(3,2)
J <sub>3</sub>	(1,2)	(3,3)	(2,7)
J <sub>4</sub>	(2,4)	(3,3)	(1,5)
(加工機器編號，作業時間)			

? 加工順序的所有可行排列方式一共有  
 $(4!)^3=13824$ 種

# 多機排程範例

Stage 01	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	0	0	4	12	2,1,3
J <sub>2</sub>	0	0	0	0	5	11	1,2,3
J <sub>3</sub>	2	0	0	0	2	12	1,3,2
J <sub>4</sub>	0	0	0	0	4	12	2,3,1
RT <sub>j</sub>	0	0	0				

Stage 02	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	0	0	4	12	2,1,3
J <sub>2</sub>	0	0	0	0	5	11	1,2,3
J <sub>3</sub>	0	0	0	2	3	10	3,2
J <sub>4</sub>	0	4	0	0	4	12	2,3,1
RT <sub>j</sub>	2	0	0				

# 多機排程範例

Stage 03	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	0	0	4	12	2,1,3
J <sub>2</sub>	5	0	0	0	5	11	1,2,3
J <sub>3</sub>	0	0	0	2	3	10	3,2
J <sub>4</sub>	0	0	0	4	3	8	3,1
RT <sub>j</sub>	2	4	0				

Stage 04	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	0	0	4	12	2,1,3
J <sub>2</sub>	0	0	0	7	4	6	2,3
J <sub>3</sub>	0	0	3	2	3	10	3,2
J <sub>4</sub>	0	0	0	4	3	8	3,1
RT <sub>j</sub>	7	4	0				

# 多機排程範例

Stage 05	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	0	4	0	0	4	12	2,1,3
J <sub>2</sub>	0	0	0	7	4	6	2,3
J <sub>3</sub>	0	0	0	5	7	7	2
J <sub>4</sub>	0	0	0	4	3	8	3,1
RT <sub>j</sub>	7	4	5				

Stage 06	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	0	8	6	8	1,3
J <sub>2</sub>	0	0	0	7	4	6	2,3
J <sub>3</sub>	0	0	0	5	7	7	2
J <sub>4</sub>	0	0	3	4	3	8	3,1
RT <sub>j</sub>	7	8	5				

# 多機排程範例

Stage 07	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	6	0	0	8	6	8	1,3
J <sub>2</sub>	0	0	0	7	4	6	2,3
J <sub>3</sub>	0	0	0	5	7	7	2
J <sub>4</sub>	0	0	0	8	5	5	1
RT <sub>j</sub>	7	8	8				

Stage 08	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	0	14	2	2	3
J <sub>2</sub>	0	4	0	7	4	6	2,3
J <sub>3</sub>	0	0	0	5	7	7	2
J <sub>4</sub>	0	0	0	8	5	5	1
RT <sub>j</sub>	14	8	8				

# 多機排程範例

Stage 09	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	0	14	2	2	3
J <sub>2</sub>	0	0	0	12	2	2	3
J <sub>3</sub>	0	7	0	5	7	7	2
J <sub>4</sub>	0	0	0	8	5	5	1
RT <sub>j</sub>	14	12	8				

Stage 10	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	0	14	2	2	3
J <sub>2</sub>	0	0	2	12	2	2	3
J <sub>3</sub>	0	0	0	19	0	0	---
J <sub>4</sub>	0	0	0	8	5	5	1
RT <sub>j</sub>	14	19	8				

# 多機排程範例

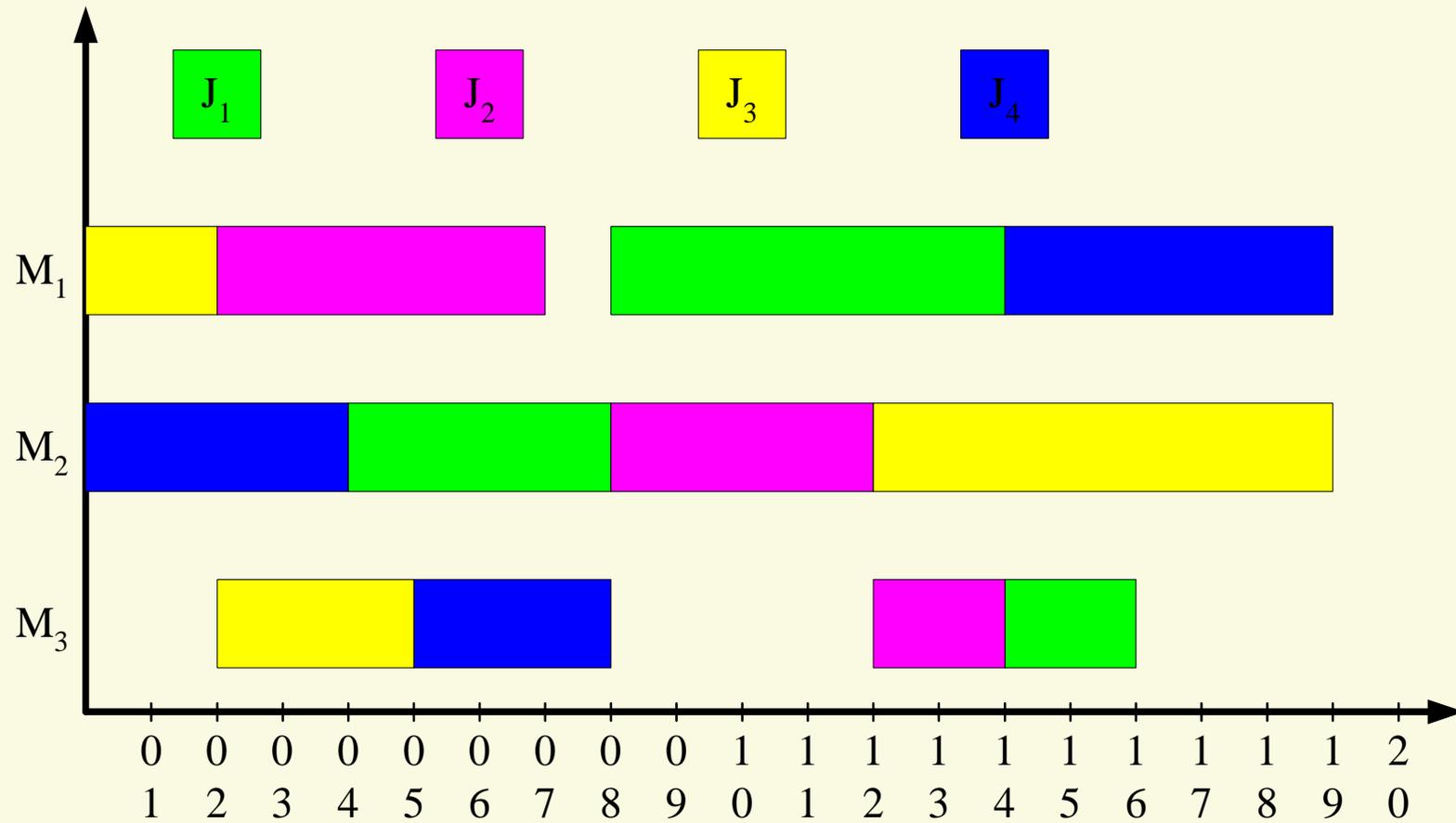
Stage 11	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	0	14	2	2	3
J <sub>2</sub>	0	0	0	14	0	0	---
J <sub>3</sub>	0	0	0	19	0	0	---
J <sub>4</sub>	5	0	0	8	5	5	1
RT <sub>j</sub>	14	19	14				

Stage 12	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	2	14	2	2	3
J <sub>2</sub>	0	0	0	14	0	0	---
J <sub>3</sub>	0	0	0	19	0	0	---
J <sub>4</sub>	0	0	0	19	0	0	---
RT <sub>j</sub>	19	19	14				

# 多機排程範例

Stage 13	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	ST <sub>i</sub>	P <sub>ij</sub>	RR <sub>i</sub>	RS <sub>i</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	0	16	0	0	---
J <sub>2</sub>	0	0	0	14	0	0	---
J <sub>3</sub>	0	0	0	19	0	0	---
J <sub>4</sub>	0	0	0	19	0	0	---
RT <sub>j</sub>	19	19	16				

# 多機排程範例



課程講授完畢

謝謝！