

生 產 管 理

產 能 規 劃

講員：周 富 得 博士

清雲科技大學工業管理系

產 能 規 劃

- ? 產能規劃的重要性
- ? 產能的定義與衡量
- ? 影響產能的因素
- ? 資源需求規劃時應該考慮之因素
- ? 資源需求規劃的步驟
- ? 資源需求規劃方案的評估技術
- ? 產能規劃
 - 1 粗估產能規劃
 - 1 粗略產能需求規劃
 - 1 產能需求規劃

產 能 規 劃

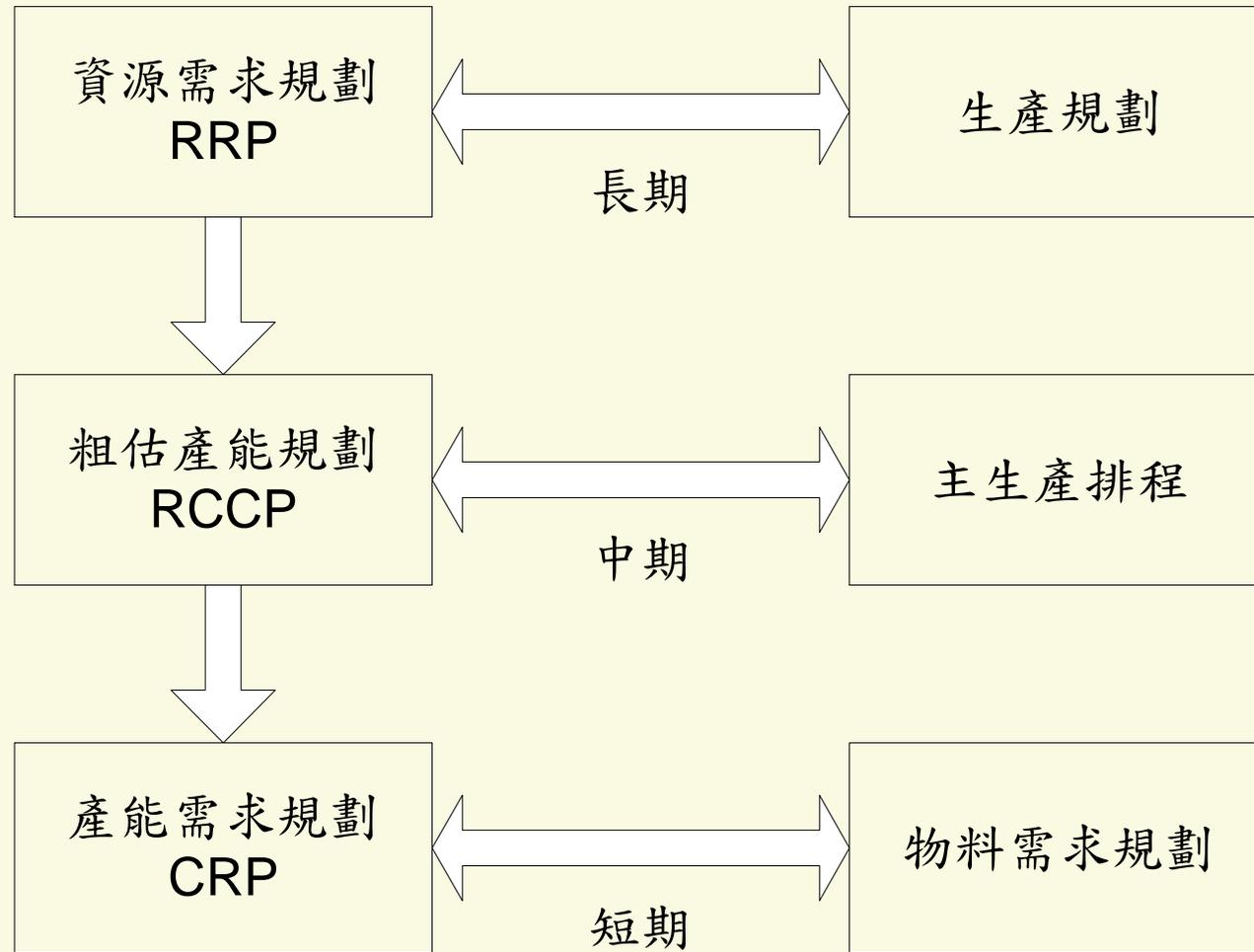
? 產能：

- 1 係指一個生產單位於現有的內在資源以及外在因素下，在某個生產時間內所能負荷的生產上限，亦即生產單位的最大產出率

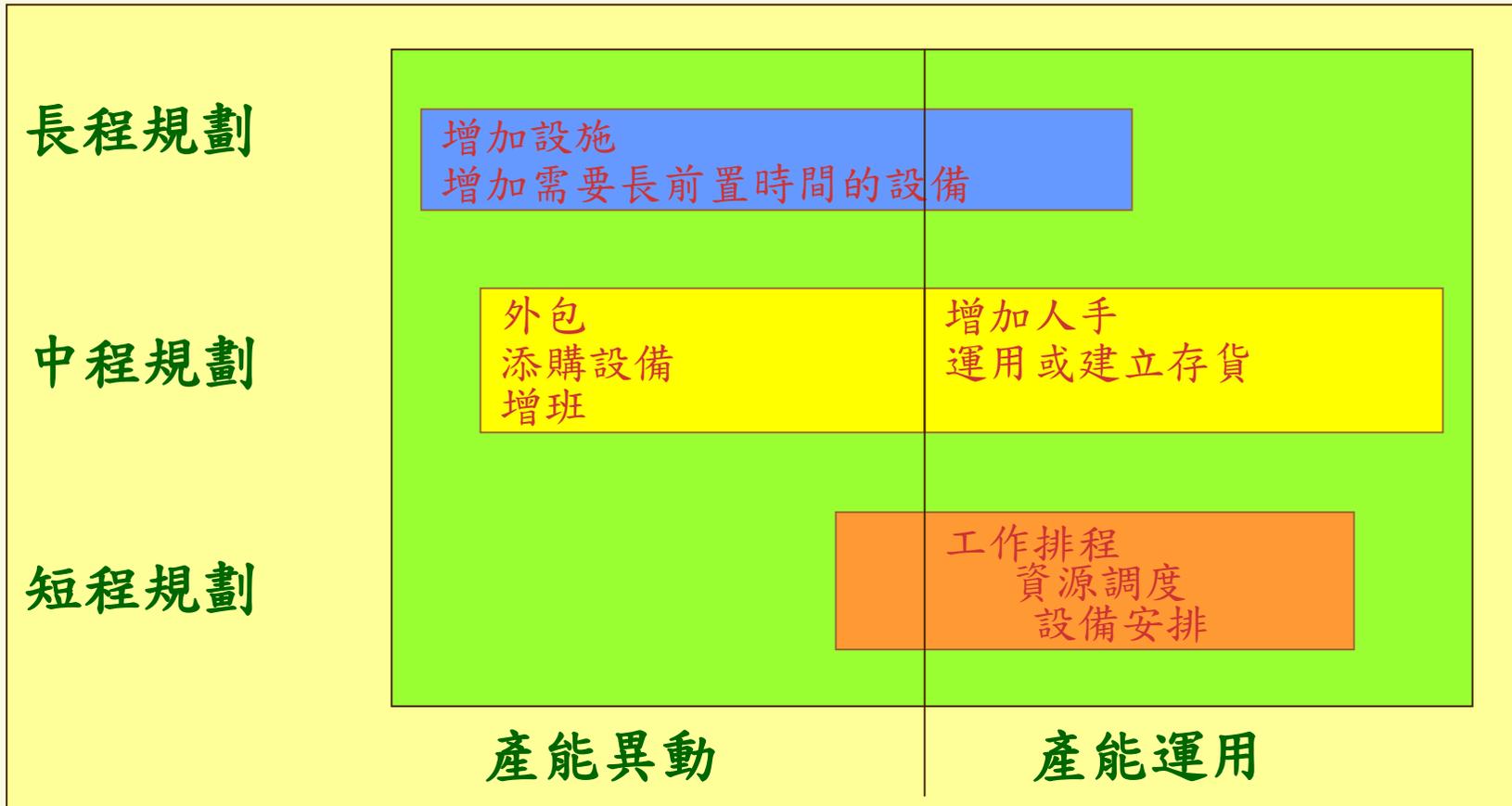
? 產能規劃：

- 1 係指組織機構檢視目前產能是否足以應付未來市場需求之變動。倘若產能過剩時，則需思考如何處置過剩產能；反之，倘若產能不足時，則需思考評估擴充產能之可能性，而這一連串的活動即是產能規劃

產 能 規 劃



產 能 規 劃



產 能 與 經 濟 規 模

平均單位成本

每 天 產 出 數 量

產 能 與 經 濟 規 模

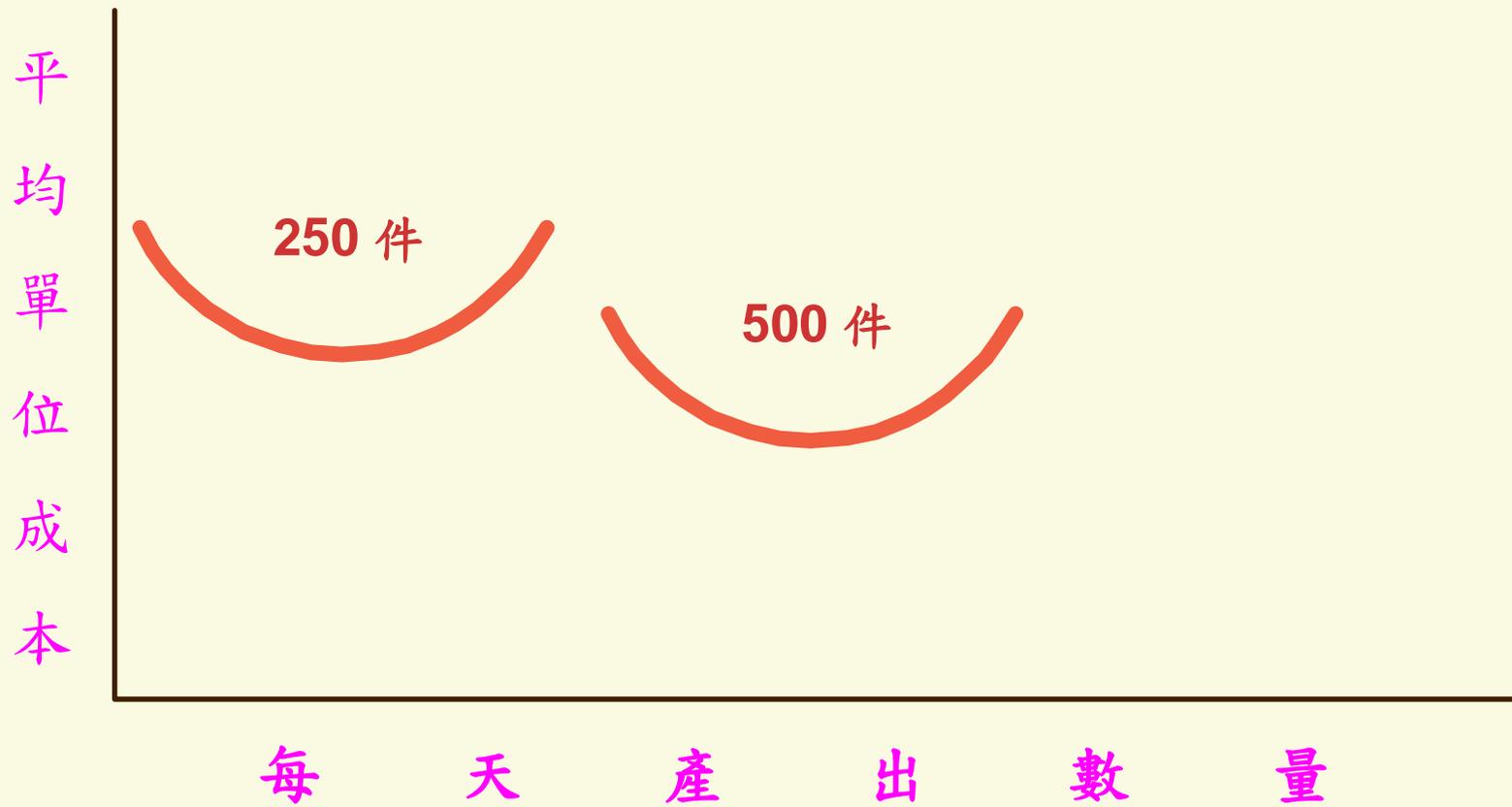
平
均
單
位
成
本

250 件

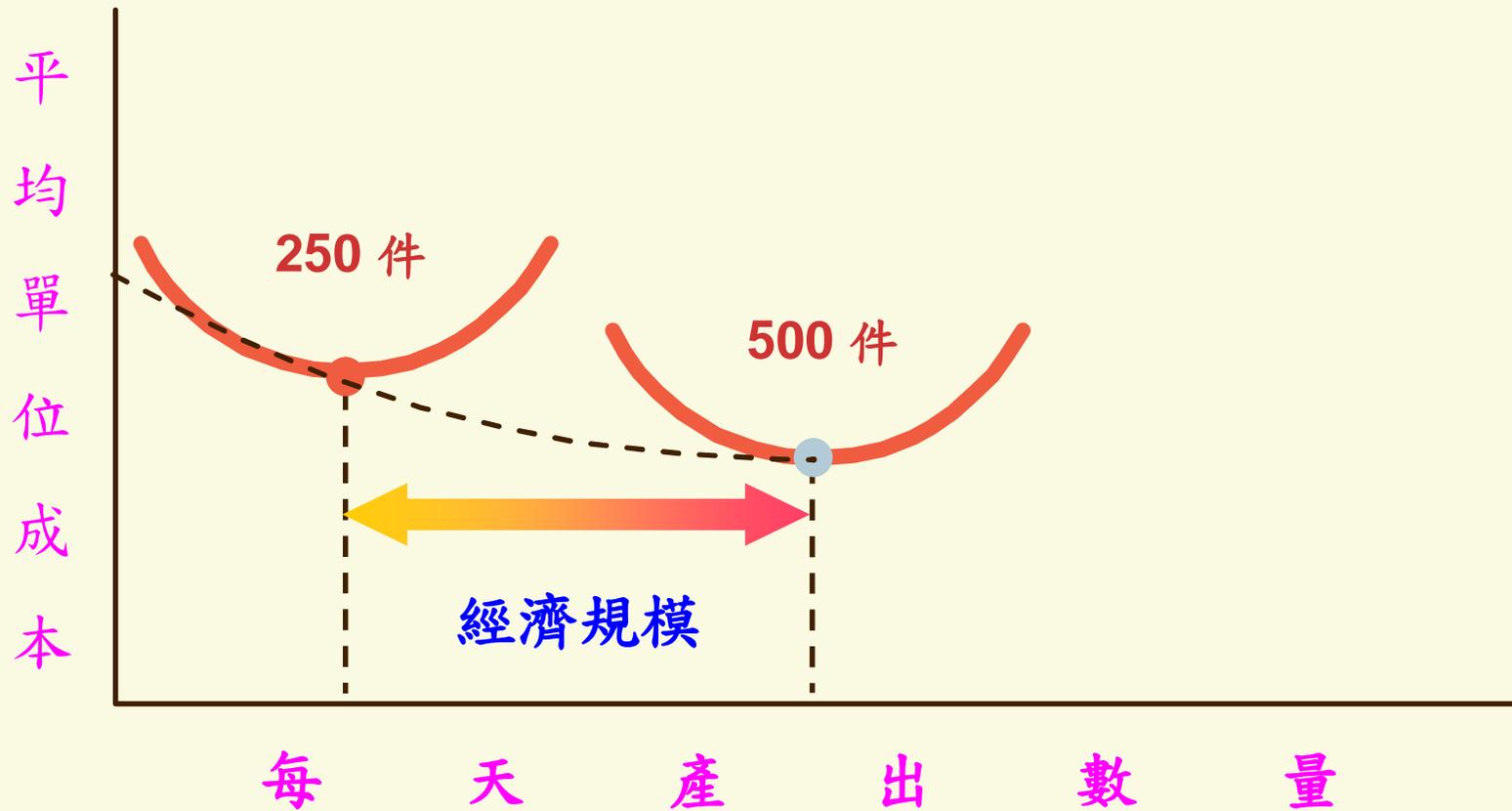


每 天 產 出 數 量

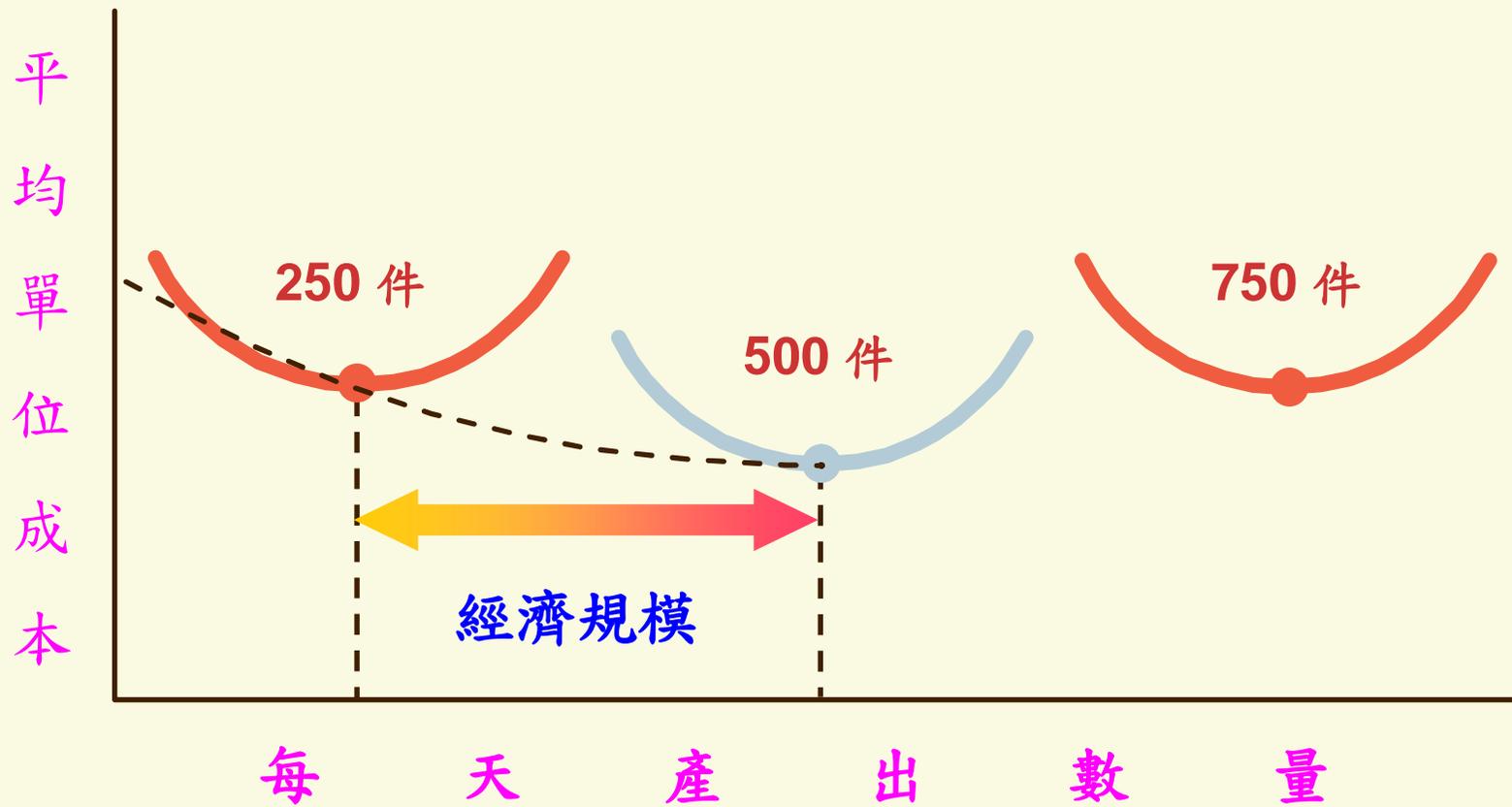
產能與經濟規模



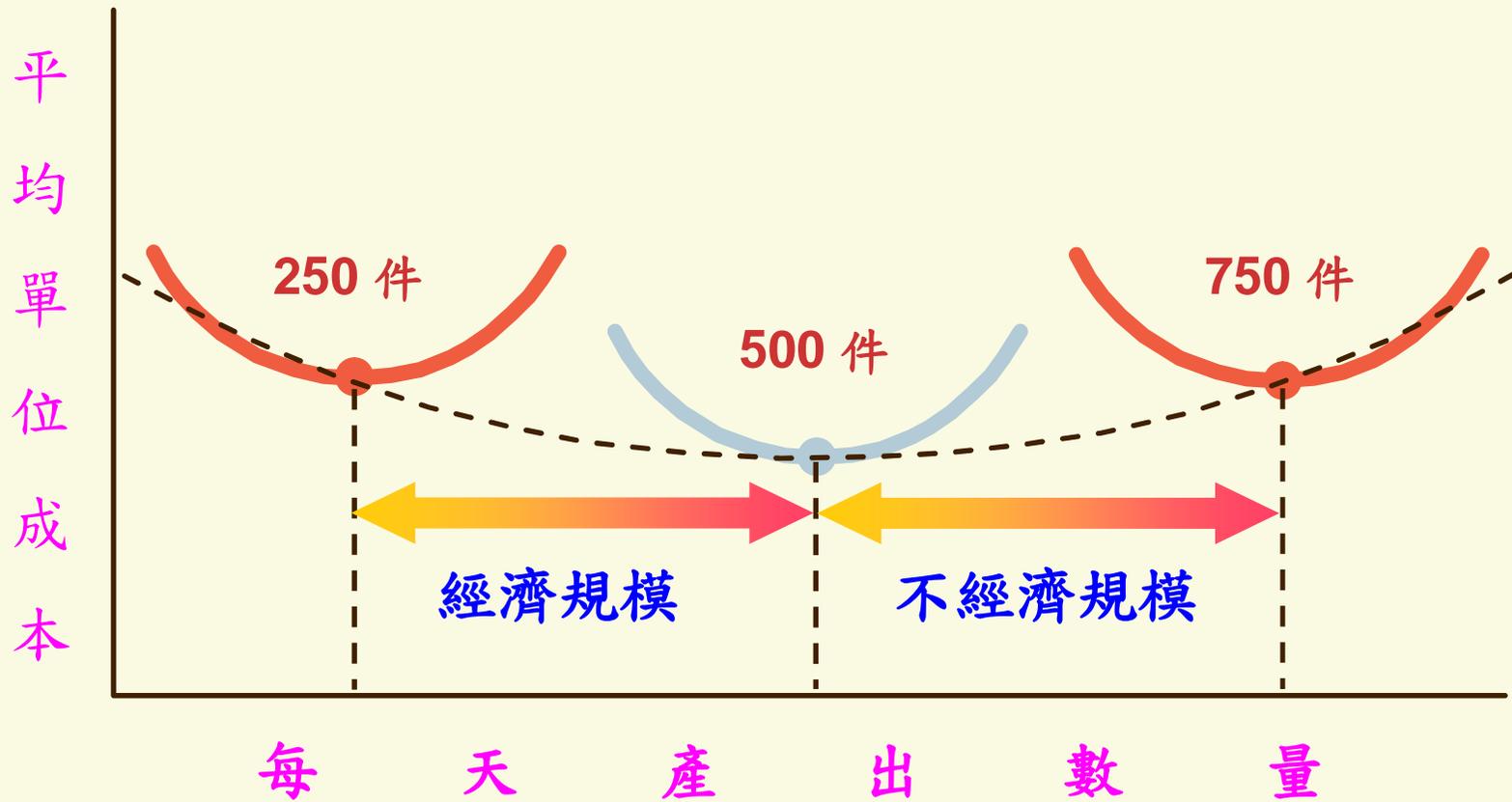
產能與經濟規模



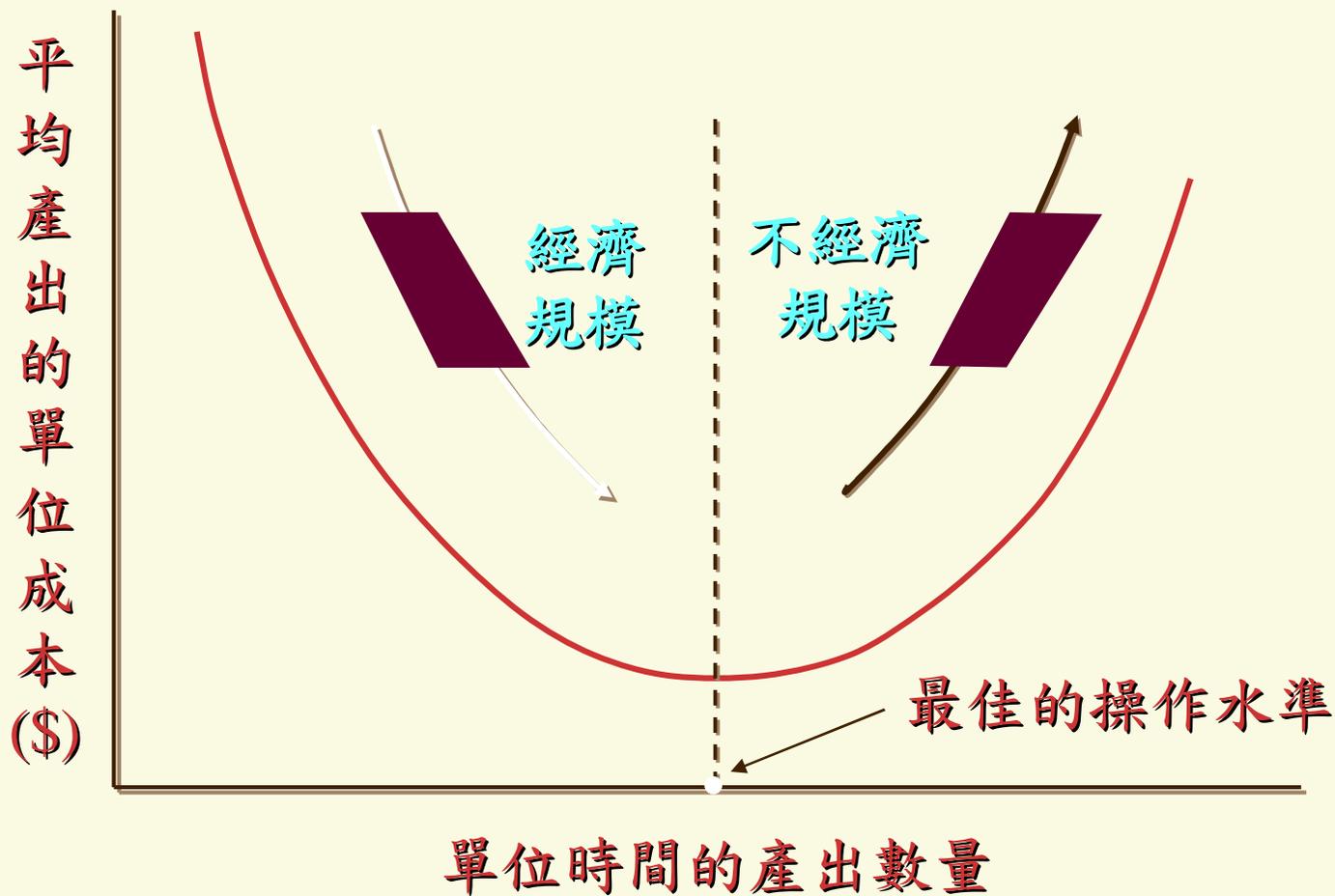
產能與經濟規模



產能與經濟規模



產能與經濟規模



為什麼要做產能規劃

- ? 用來評估是否要調整機器設備或人員數量的參考依據
- ? 用來評估是否需要尋求代工或外包合作伙伴的參考依據
- ? 用來評估是否能夠承接訂單的參考依據
- ? 用來評估訂單是否能夠如期完成的參考依據

產 能 規 劃

? 產能規劃的基本課題：

- 1 需要何種產能？
- 1 需要多少產能？
- 1 何時需要該產能？



產能規劃的重要性

- ? 產能是決定一個組織機構規模能力大小的主要因素
- ? 產能是營運成本中重要的函數變數之一
- ? 產能會影響其他作業成本，如折舊成本
- ? 產能投資是對於資源設備做承諾，因此一旦決策要更改時必定要付出相當的代價

產能的定義與衡量

? 設計產能：

- 1 在理想狀況下所能達到的最大產出，所以又稱為理想產能。也就是說，在機器不會故障、原物料不會短缺以及沒有不良品的狀況下之產出

? 期望產能：

- 1 將產品組合、排程因素、機器維修以及品質不良等因素考慮之後，期望的最大產出，通常亦稱之為有效產能

產能的定義與衡量

? 實際產出：

- 1 實際達成之產出，由於管理上之問題，因此通常會比期望產能少

$$\text{效率} = \frac{\text{實際產出}}{\text{期望產能}}$$

$$\text{利用率} = \frac{\text{實際產出}}{\text{設計產能}}$$

範 例 說 明

? 已知某汽車生產工廠的設計產能為每天 2200 輛；期望產能為每天 2000 輛；實際產出則是每天 1800 輛，試計算該工廠的效率與設備之利用率為何？

解：

$$\text{效率} = \frac{\text{實際產出}}{\text{期望產能}} = \frac{1800}{2000} = 90\%$$

$$\text{利用率} = \frac{\text{實際產出}}{\text{設計產能}} = \frac{1800}{2200} = 81.82\%$$

影 響 產 能 的 因 素

? 設施因素：

1 設備設計

1 廠址

1 工廠佈置

1 環境

? 產品因素：

1 設計

1 產品組合

影響產能的因素

? 製造流程因素：

1 製程順序

1 途程選擇

? 人為因素：

1 工作內容

1 訓練與經驗

1 補償

1 出勤

1 工作設計

1 激勵

1 學習曲線

1 流動率

影響產能的因素

? 生產作業因素：

1 排程

1 設備維修

1 物料管理

1 品質管理

1 運輸物流

? 外部因素：

1 產品標準

1 安全規定

1 工會要求

1 環保要求

1 法令規章

資源需求規劃時應該考慮之因素

- ? 在設計系統時必須預留產能變化之彈性
- ? 產能改變時必須做整體性之考量
- ? 產能改變時亦需針對相關的事宜作研究
- ? 產能改變時應該儘量平滑化
- ? 求取組織機構最適當之生產水準

資源需求規劃的步驟

- ? 預測未來的需求量
- ? 決定未來產能的規模
- ? 針對不同資源需求規劃發展可行方案
- ? 設定衡量之評估指標
- ? 評估方案
- ? 選擇方案並加以實施

資源需求規劃方案的評估技術

某工廠開發生產三種產品（分別為甲、乙、丙），其中某項製程中可採用的機器分別有A、B、C三種廠牌。一年工作 250 天，每天工作 8 小時，其他相關資料如下。試問在這種環境條件下，應該採購何種廠牌機器以及機器的數量？

資源需求規劃方案的評估技術

產品	年度需求量
產品甲	2000單位
產品乙	1000單位
產品丙	3000單位

機器廠牌	機器單價	每單位標準加工時間 (小時)		
		產品甲	產品乙	產品丙
A 廠牌機器	\$30,000	5.0	4.0	3.5
B 廠牌機器	\$50,000	3.0	2.5	1.8
C 廠牌機器	\$80,000	2.0	1.8	1.0

資源需求規劃方案的評估技術

? 壹、如果限制只能購買單一廠牌機器時

1 每一部機器一年可工作的時數為

$$250 \times 8.0 = 2000 \text{ 工作小時}$$

1 若採用 A 廠牌機器時，每年一共需要

$$2000 \times 5.0 + 1000 \times 4.0 + 3000 \times 3.5 = 24500 \text{ 工作小時}$$

1 因此一共需要 A 廠牌機器 13 部

1 若採用 B 廠牌機器時，每年一共需要

$$2000 \times 3.0 + 1000 \times 2.5 + 3000 \times 1.8 = 13900 \text{ 工作小時}$$

1 因此一共需要 B 廠牌機器 7 部

資源需求規劃方案的評估技術

1 若採用 C 廠牌機器時，每年一共需要

$$2000 \times 2.0 + 1000 \times 1.8 + 3000 \times 1.0 = 8800 \text{ 工作小時}$$

1 因此一共需要 C 廠牌機器 5 部

? 若採用 A 廠牌機器時，需投資 \$390,000

? 若採用 B 廠牌機器時，需投資 \$350,000

? 若採用 C 廠牌機器時，需投資 \$400,000

==> 決策採購 B 廠牌機器 7 部，一共需要投資
\$350,000

資源需求規劃方案的評估技術

？貳、如果可以採購混合廠牌機器時

1 混合整數規劃模式：

○ 假設 A 廠牌機器購買 X 台

○ B 廠牌機器購買 Y 台

○ C 廠牌機器購買 Z 台

○ 假設產品甲使用 A 廠牌機器生產 A_1 單位

○ 假設產品甲使用 B 廠牌機器生產 B_1 單位

○ 假設產品甲使用 C 廠牌機器生產 C_1 單位

資源需求規劃方案的評估技術

- 假設產品乙使用 A 廠牌機器生產 A_2 單位
- 假設產品乙使用 B 廠牌機器生產 B_2 單位
- 假設產品乙使用 C 廠牌機器生產 C_2 單位
- 假設產品丙使用 A 廠牌機器生產 A_3 單位
- 假設產品丙使用 B 廠牌機器生產 B_3 單位
- 假設產品丙使用 C 廠牌機器生產 C_3 單位

資源需求規劃方案的評估技術

目標函數：（投資金額最小化）

$$\text{Min } Z = 30000X + 50000Y + 80000Z$$

限制式：

生產數量的件數：

$$A_1 + B_1 + C_1 = 2000$$

$$A_2 + B_2 + C_2 = 1000$$

$$A_3 + B_3 + C_3 = 3000$$

工作時數的限制：

$$5.0A_1 + 4.0A_2 + 3.5A_3 \leq 2000X$$

$$3.0B_1 + 2.5B_2 + 1.8B_3 \leq 2000Y$$

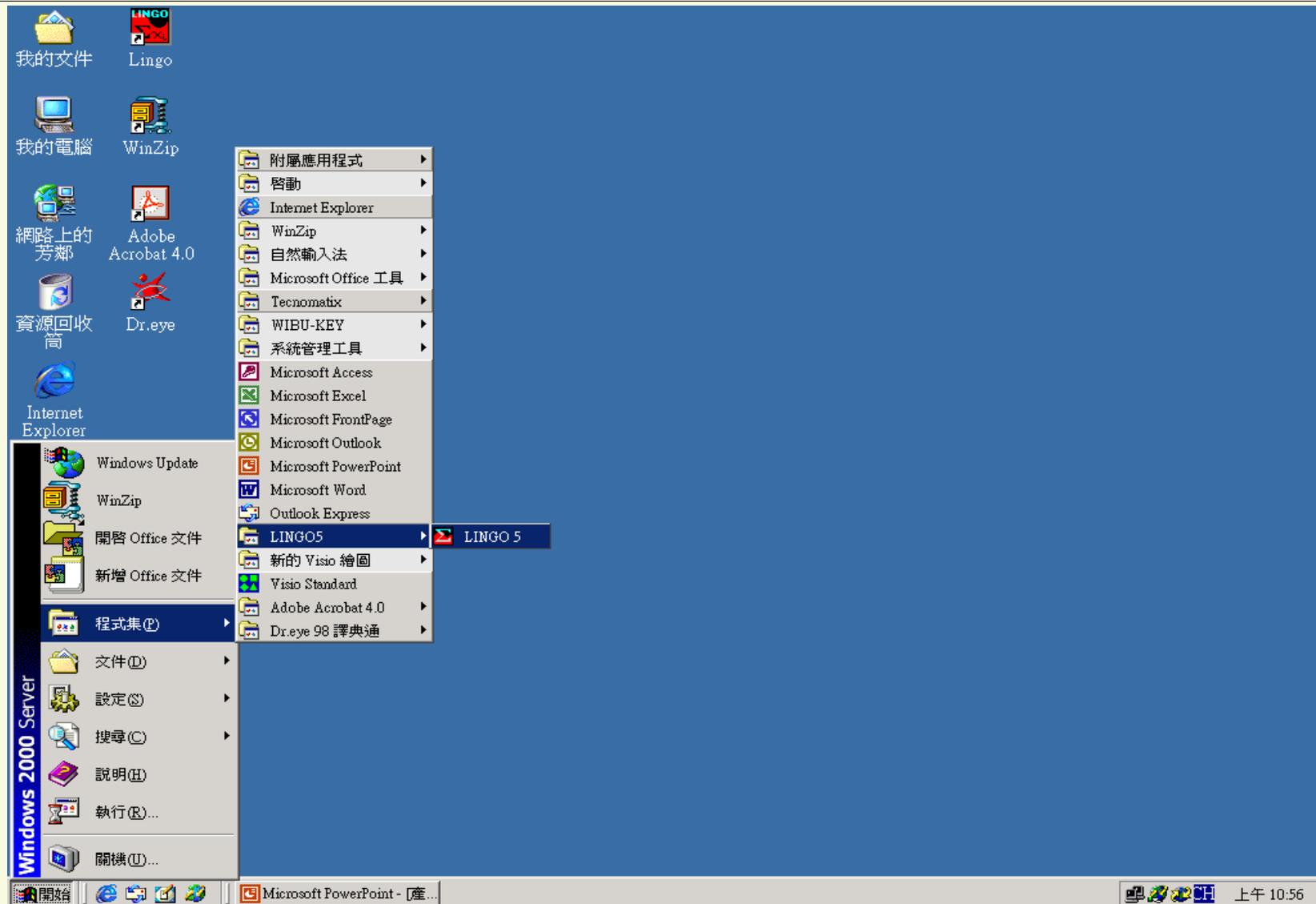
$$2.0C_1 + 1.8C_2 + 1.0C_3 \leq 2000Z$$

所有變數均為正整數

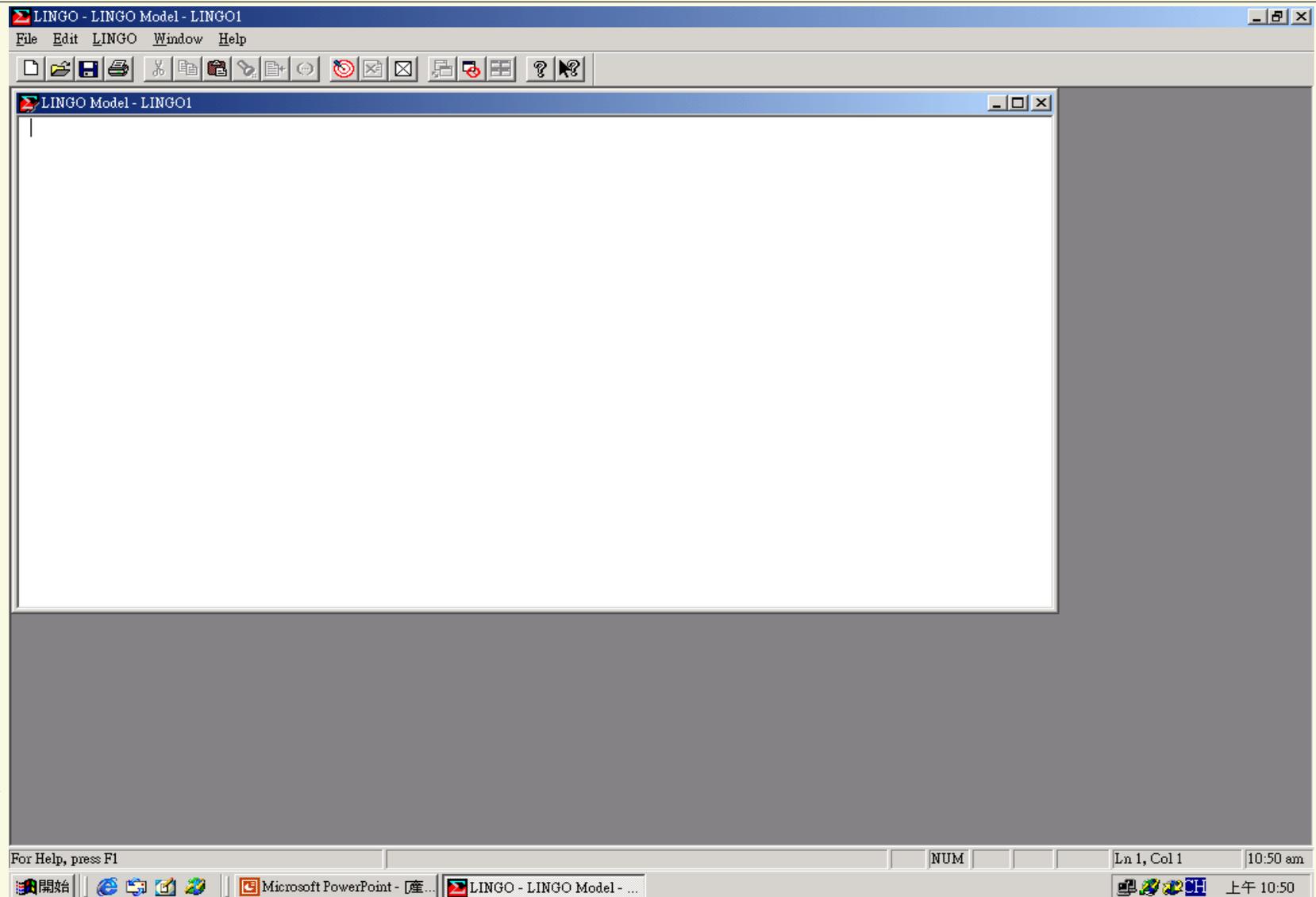
資源需求規劃方案的評估技術

- ? 採用 A 廠牌機器七部，需投資 \$210,000
- ? 採用 B 廠牌機器一部，需投資 \$50,000
- ? 採用 C 廠牌機器一部，需投資 \$80,000
- ? 一共需要投資 \$340,000

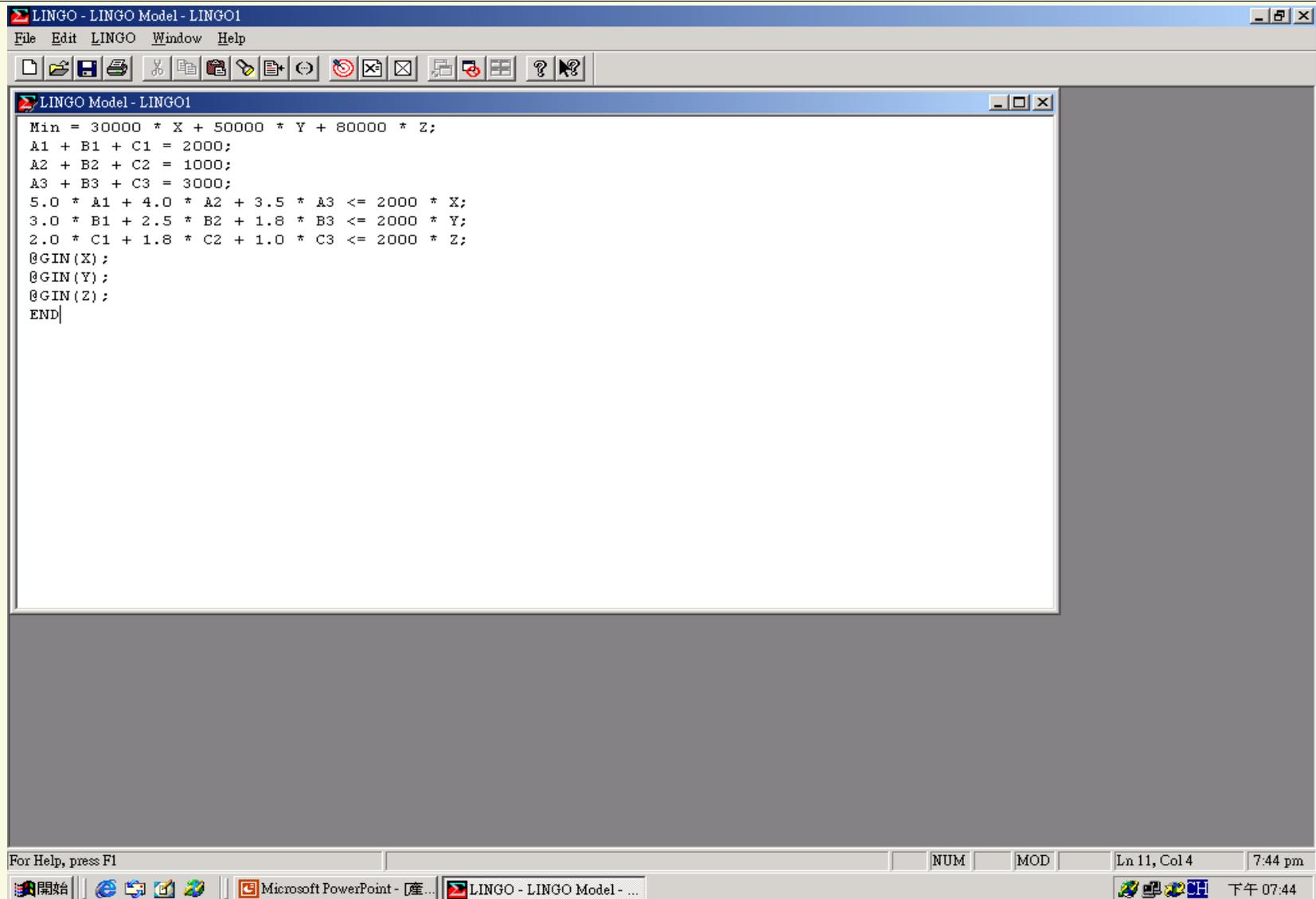
啟動 LINGO 的方式



L I N G O 的 啟 始 畫 面



撰寫 LINGO 模式的畫面



The screenshot shows the LINGO software interface. The main window displays a linear programming model with the following text:

```
Min = 30000 * X + 50000 * Y + 80000 * Z;  
A1 + B1 + C1 = 2000;  
A2 + B2 + C2 = 1000;  
A3 + B3 + C3 = 3000;  
5.0 * A1 + 4.0 * A2 + 3.5 * A3 <= 2000 * X;  
3.0 * B1 + 2.5 * B2 + 1.8 * B3 <= 2000 * Y;  
2.0 * C1 + 1.8 * C2 + 1.0 * C3 <= 2000 * Z;  
@GIN(X);  
@GIN(Y);  
@GIN(Z);  
END|
```

The interface includes a menu bar (File, Edit, LINGO, Window, Help), a toolbar with various icons, and a status bar at the bottom showing "For Help, press F1", "NUM", "MOD", "Ln 11, Col 4", and "7:44 pm". The taskbar at the bottom shows the Start button, several icons, and open applications: "Microsoft PowerPoint - [產...", "LINGO - LINGO Model - ...", and a system clock showing "下午 07:44".

LINGO 模式求解的畫面

The screenshot displays the LINGO software interface. The main window shows a solution report for a linear programming problem. The report includes the following summary statistics:

```

Rows=      7 Vars=     12 No. integer vars=     3 ( all are linear)
Nonzeros=   27 Constraint nonz=   21(   10 are +- 1) Density=0.297
Smallest and largest elements in abs value=   1.00000   80000.0
No. < :    3 No. =:    3 No. > :    0, Obj=MIN, GUBs <=   3
Single cols=    0

Global optimal solution found at step:           9
Objective value:                               340000.0
Branch count:                                  1
    
```

Below the summary, a table lists the values and reduced costs for each variable:

Variable	Value	Reduced Cost
X	7.000000	30000.00
Y	1.000000	50000.00
Z	1.000000	80000.00
A1	2000.000	0.0000000
B1	0.0000000	0.0000000
C1	0.0000000	0.0000000
A2	830.9179	0.0000000
B2	0.0000000	0.0000000
C2	169.0821	0.0000000
A3	193.2367	0.0000000
B3	1111.111	0.0000000
C3	1695.652	0.0000000

At the bottom of the report, the following headers are visible:

```

Row      Slack or Surplus      Dual Price
    
```

An overlaid dialog box titled "LINGO Solver Status [LINGO1]" provides a summary of the solver's performance:

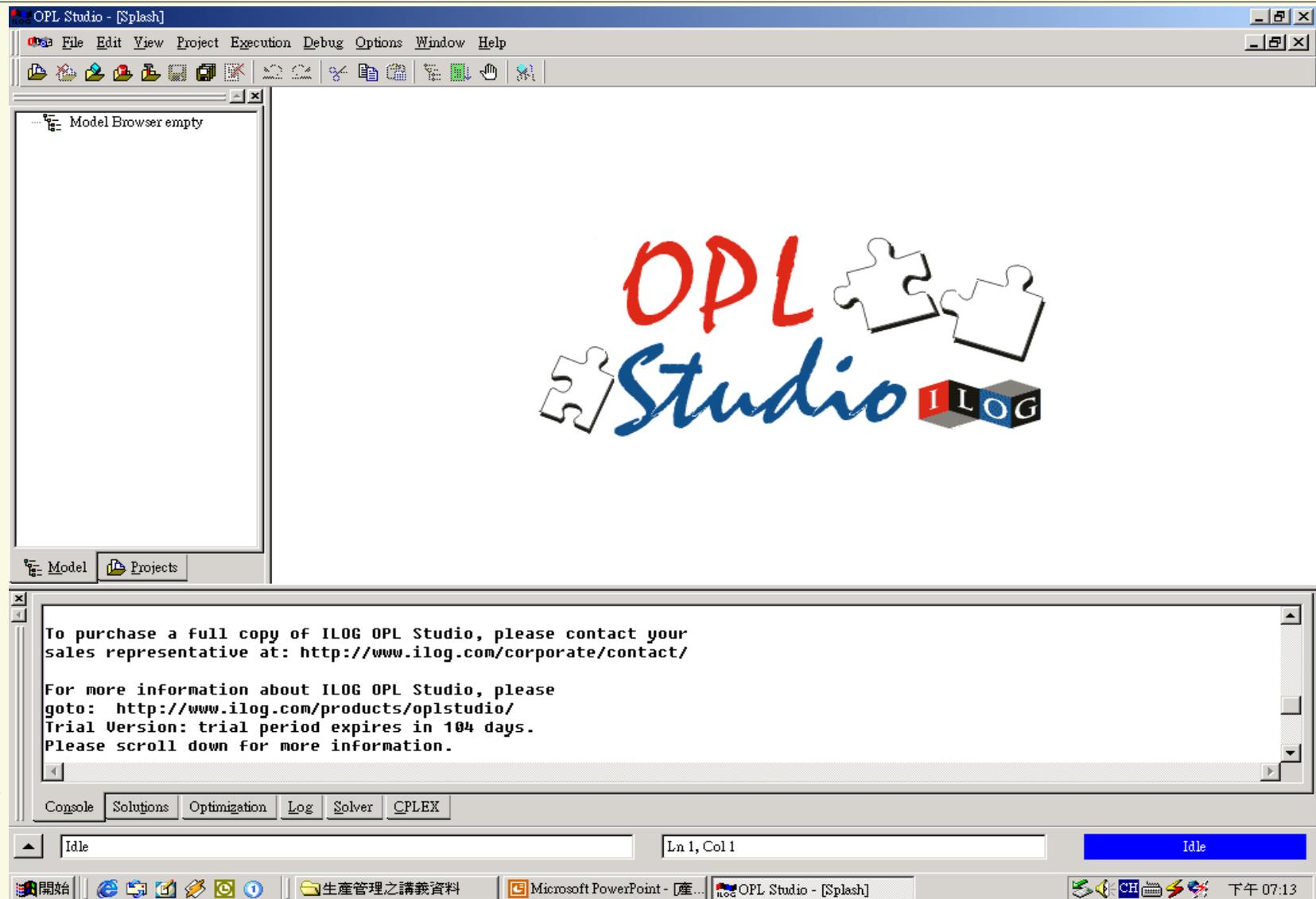
- Variables:** Total: 12, Nonlinear: 0, Integers: 3
- Constraints:** Total: 7, Nonlinear: 0
- Optimizer Status:** State: Global Optimum, Iterations: 9, Infeasibility: 0, Objective: 340000, Best IP: 340000, IP Bound: 340000
- Nonzeros:** Total: 27, Nonlinear: 0
- Generator Memory Used (K):** 4
- Elapsed Runtime (hh:mm:ss):** 00:00:00
- Update interval:** 2

The Windows taskbar at the bottom shows the following information: "For Help, press F1", "NUM", "Ln 1, Col 1", "7:46 pm", and active windows for "Microsoft PowerPoint - [產..." and "LINGO - [Solution Report...".

啟動 ILOG 的方式



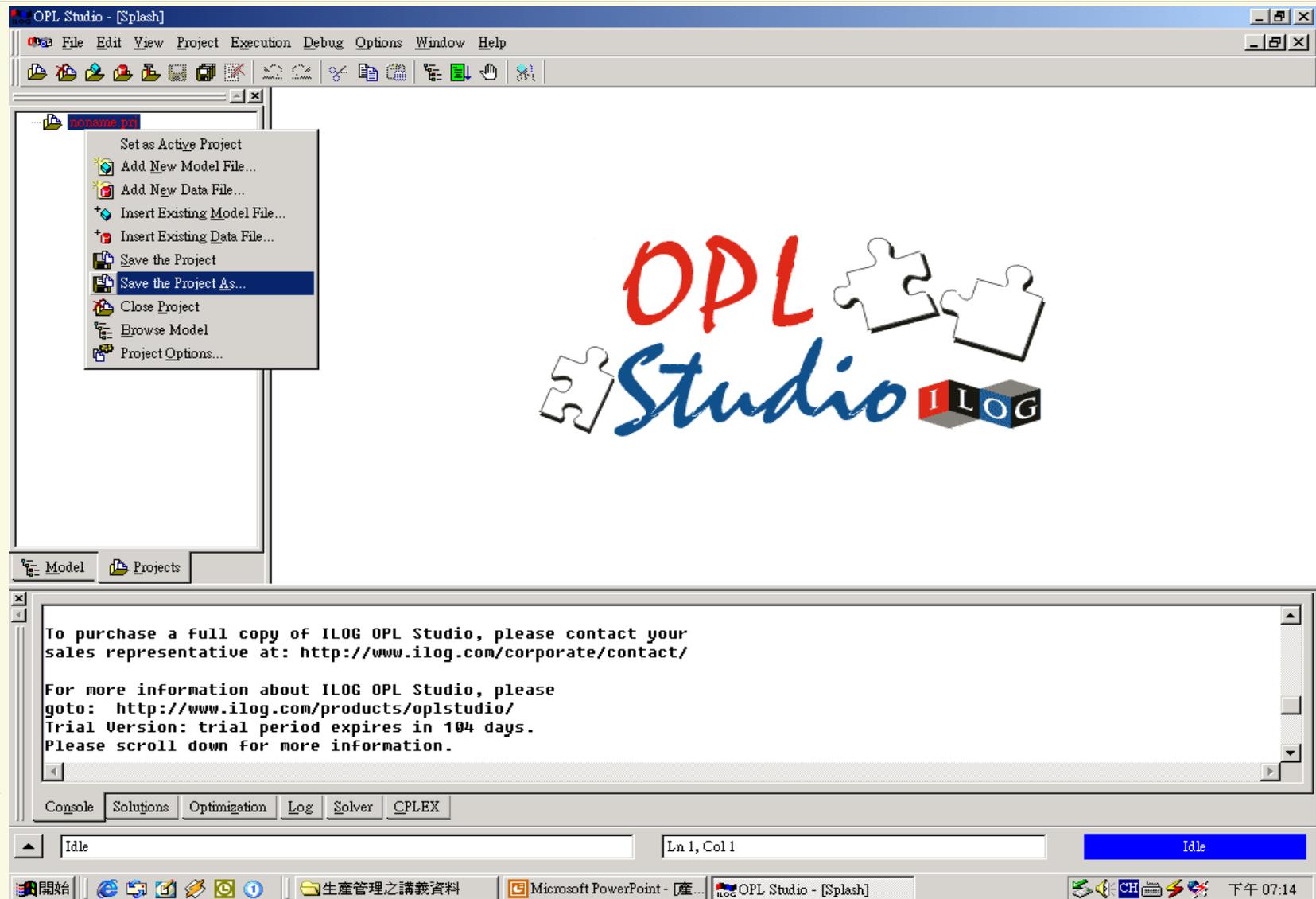
I L O G 的 啟 始 畫 面



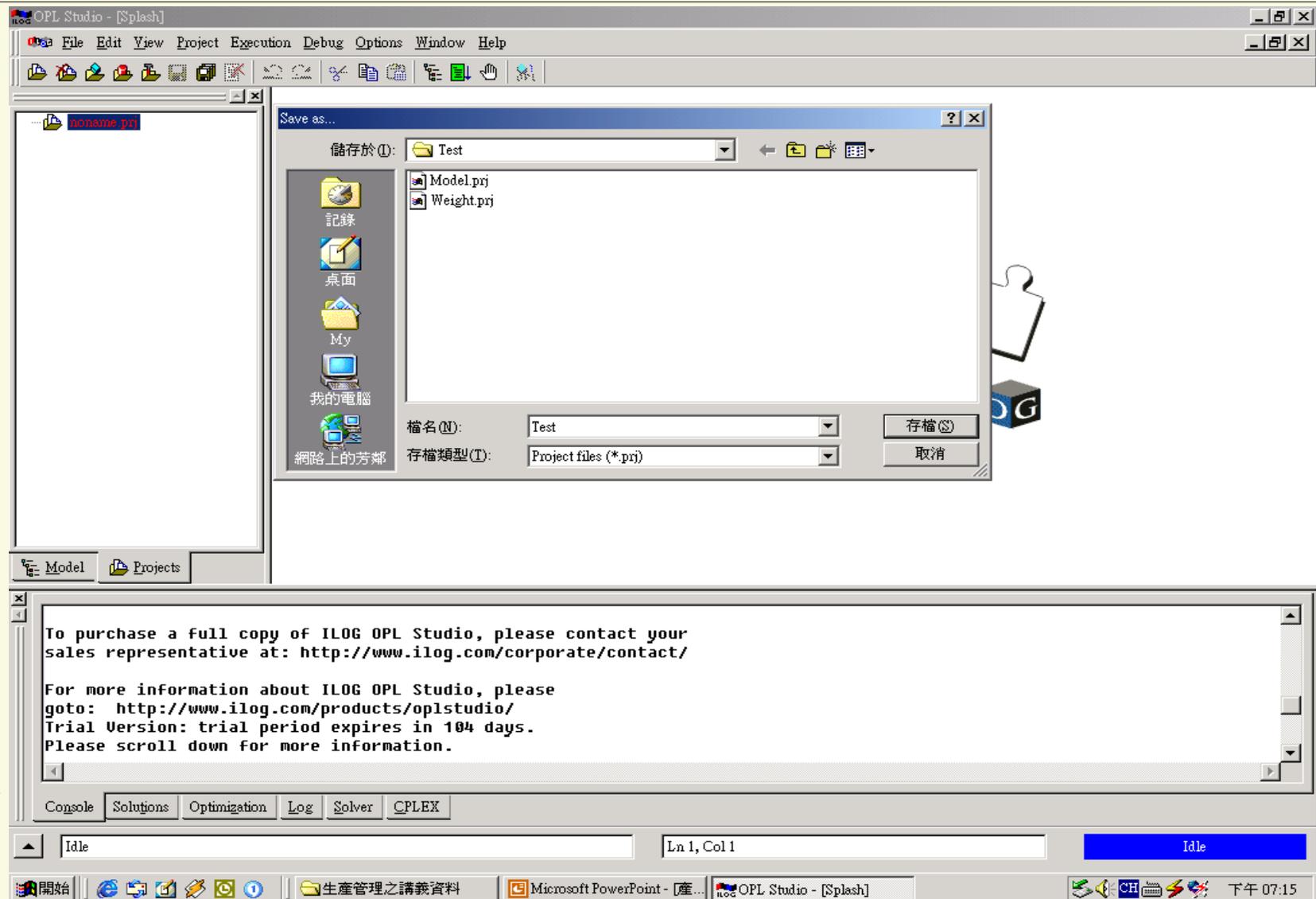
ILOG 建立模式的步驟



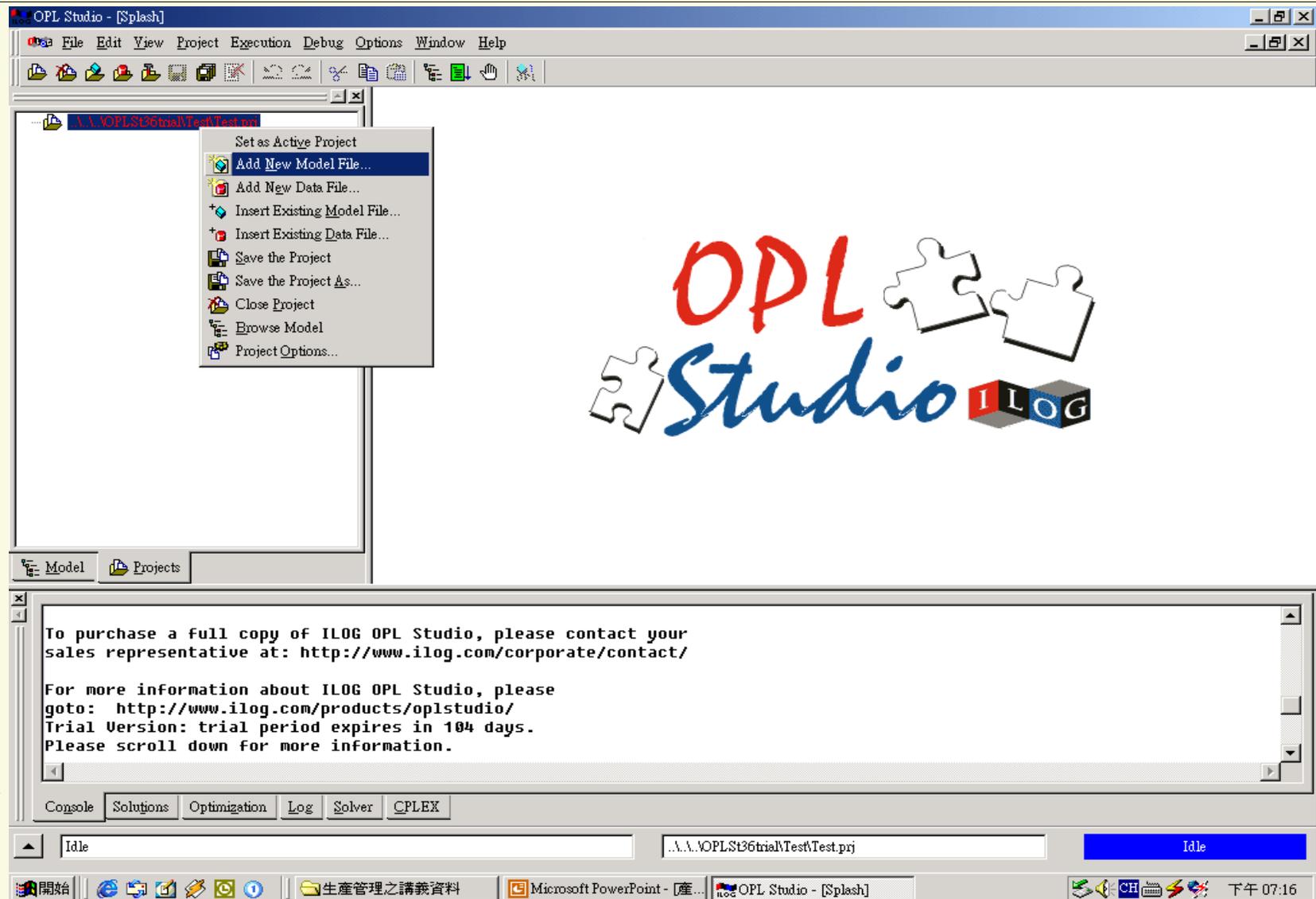
ILOG 建立模式的步驟



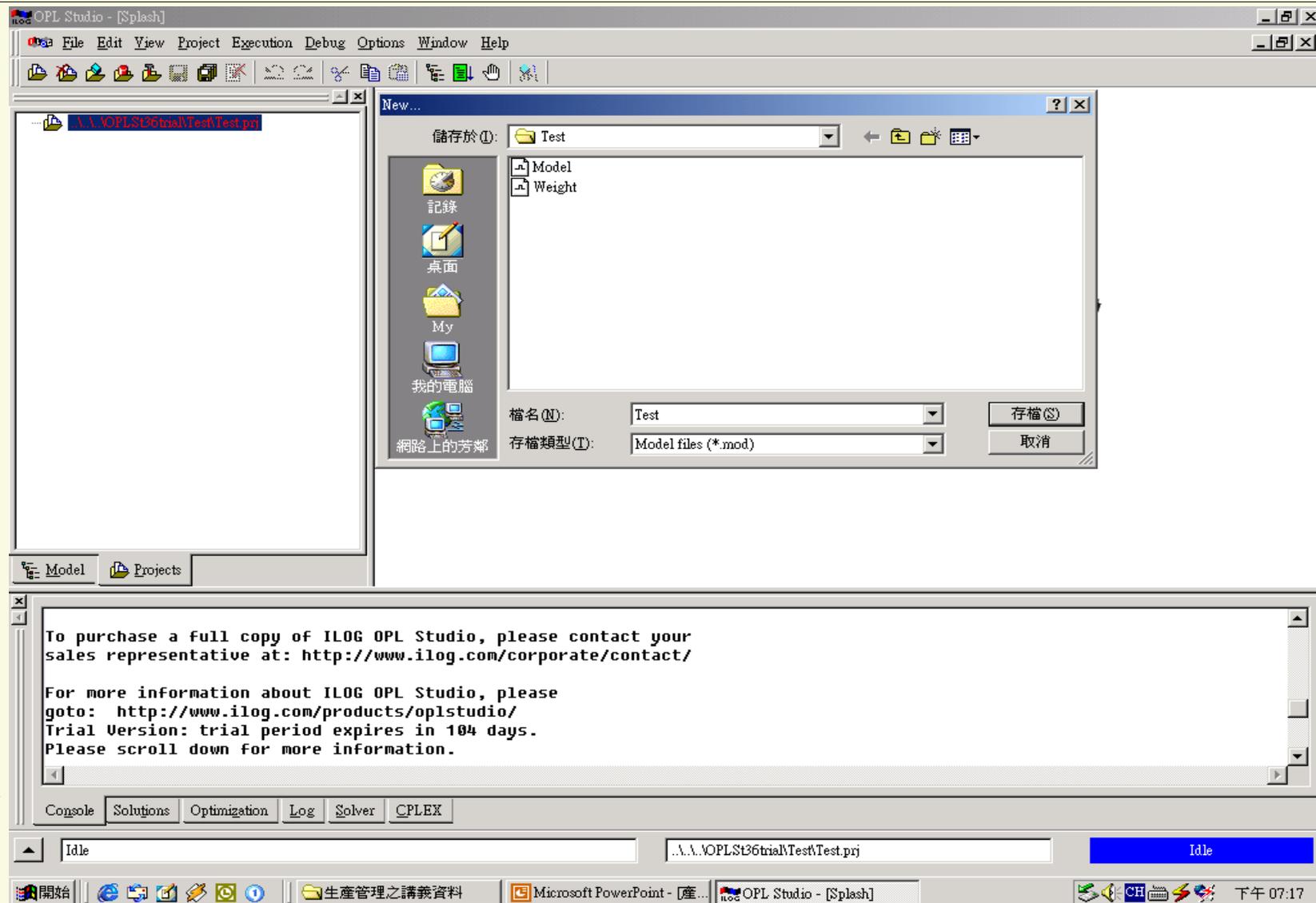
ILOG 建立模式的步驟



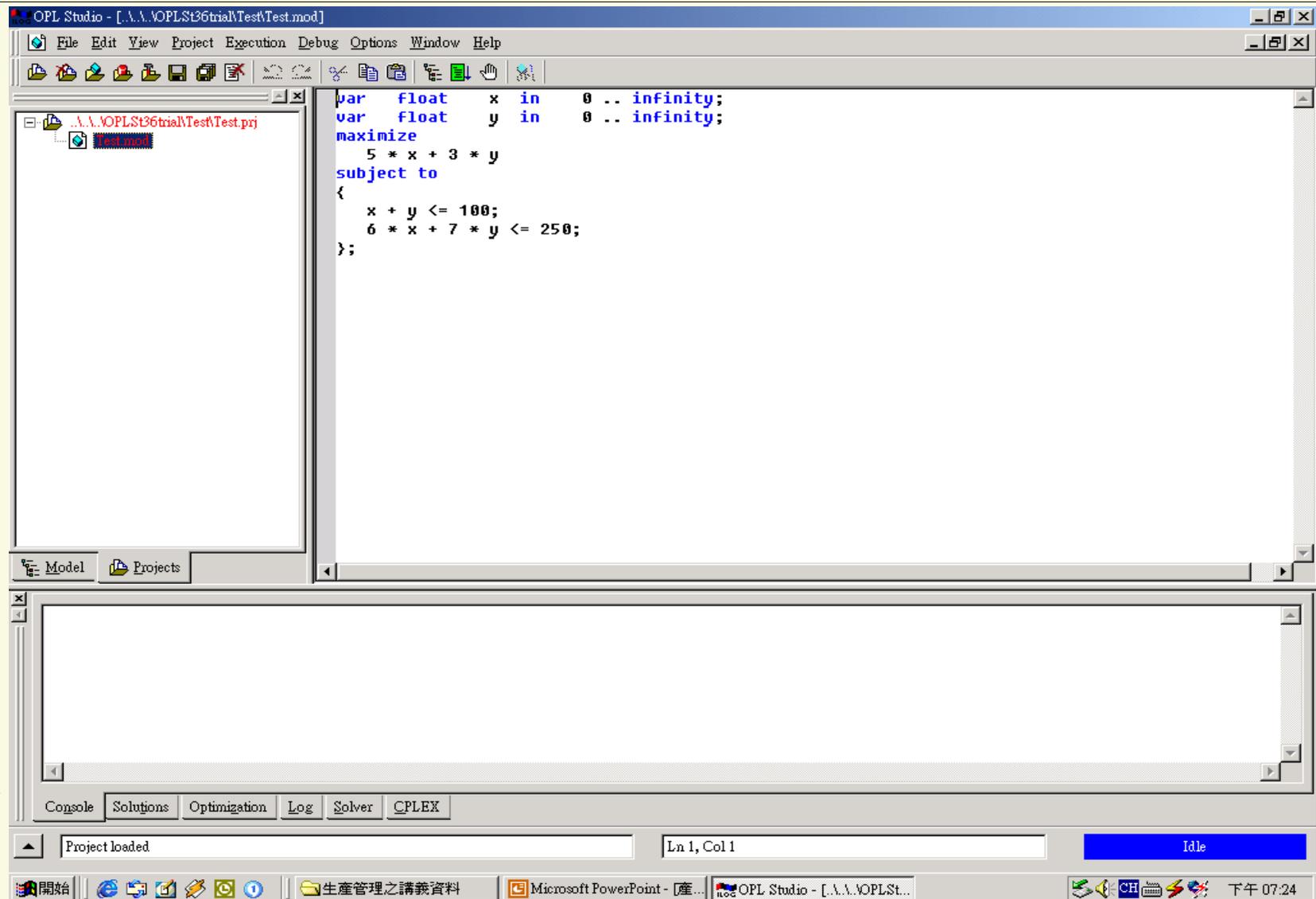
ILOG 建立模式的步驟



ILOG 建立模式的步驟



ILOG 建立模式的步驟



執行 I L O G 模式

The screenshot displays the OPL Studio interface with the following components:

- Menu Bar:** File, Edit, View, Project, Execution, Debug, Options, Window, Help.
- Toolbar:** Includes icons for file operations, execution, and help.
- Project Explorer:** Shows a project named 'A.A.VOPLSt36trialTestTest.prj'.
- Model Editor:** Contains the following code:

```
var float x in 0 .. infinity;  
var float y in 0 .. infinity;  
maximize  
5 * x + 3 * y  
subject to  
{  
  x + y <= 100;  
  6 * x + 7 * y <= 250;  
};
```
- Callout:** A yellow speech bubble with the text "執行求解的按鈕" (Execute the solve button) points to the green 'Solve' icon in the toolbar.
- Bottom Panel:** Includes tabs for Console, Solutions, Optimization, Log, Solver, and CPLEX. The status bar shows "Project loaded", "Ln 1, Col 1", and "Idle".
- Taskbar:** Shows the Windows taskbar with the time "下午 07:26" and the title bar "OPL Studio - [A.A.VOPLSt...]".

執行 I L O G 模式

The screenshot displays the OPL Studio interface. The main window shows a linear programming model with the following code:

```
var float x in 0 .. infinity;  
var float y in 0 .. infinity;  
maximize  
  5 * x + 3 * y  
subject to  
{  
  x + y <= 100;  
  6 * x + 7 * y <= 250;  
};
```

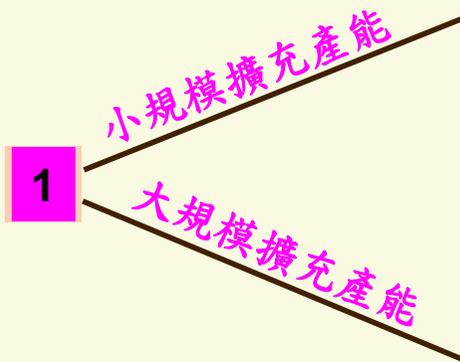
A red oval highlights the 'Solutions' tab at the bottom of the window, which displays the optimal solution:

```
Optimal Solution with Objective Value: 208.3333  
x = 41.6667  
y = 0.0000
```

A blue thought bubble with the text '執行結果' (Execution Result) is positioned over the solution output. The status bar at the bottom shows 'Next solution?' and 'Waiting'.

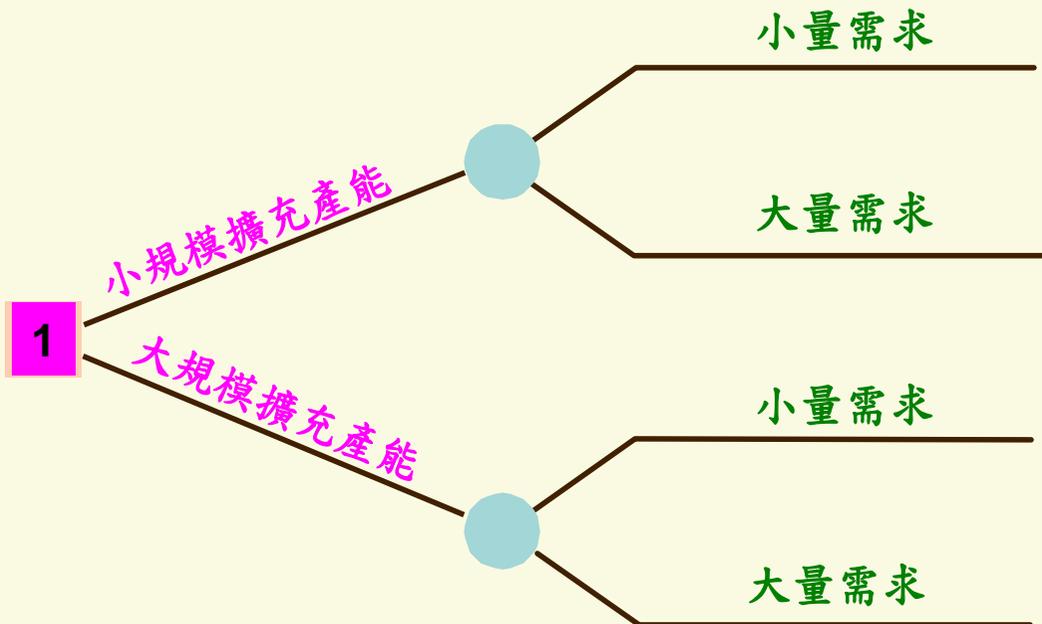
資源需求規劃方案的評估技術

決策樹



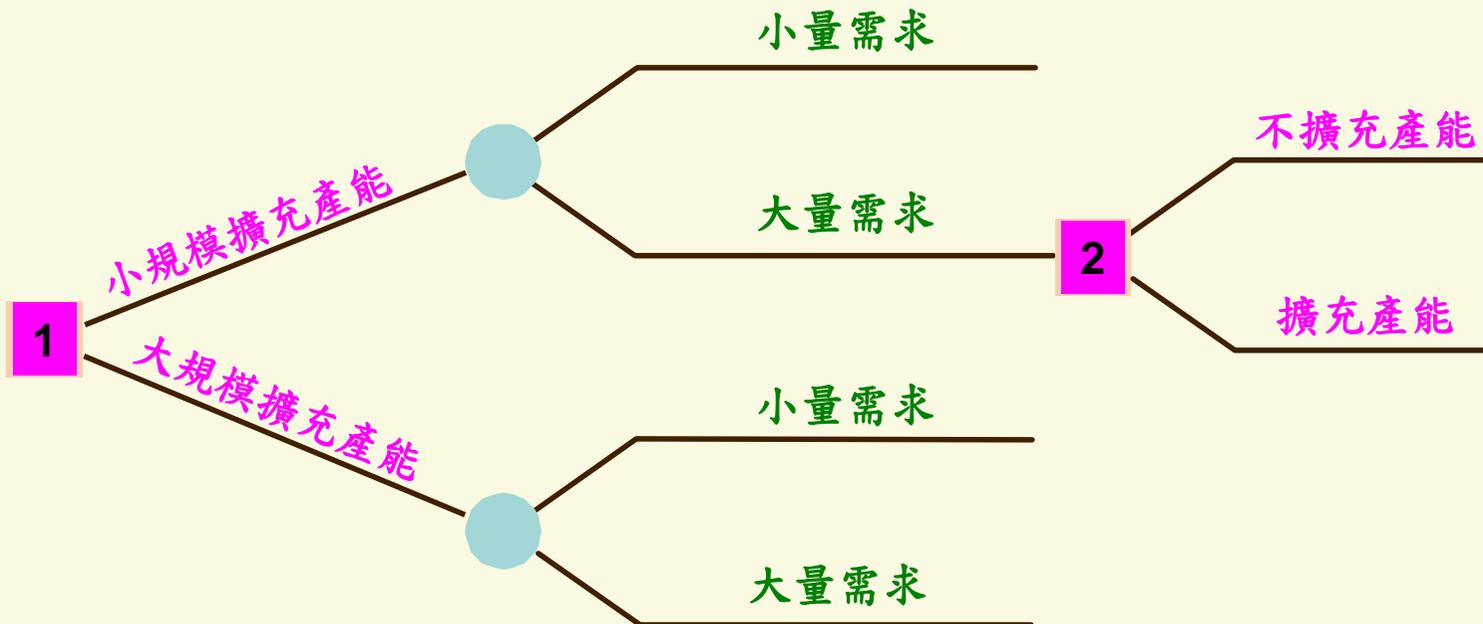
資源需求規劃方案的評估技術

決策樹



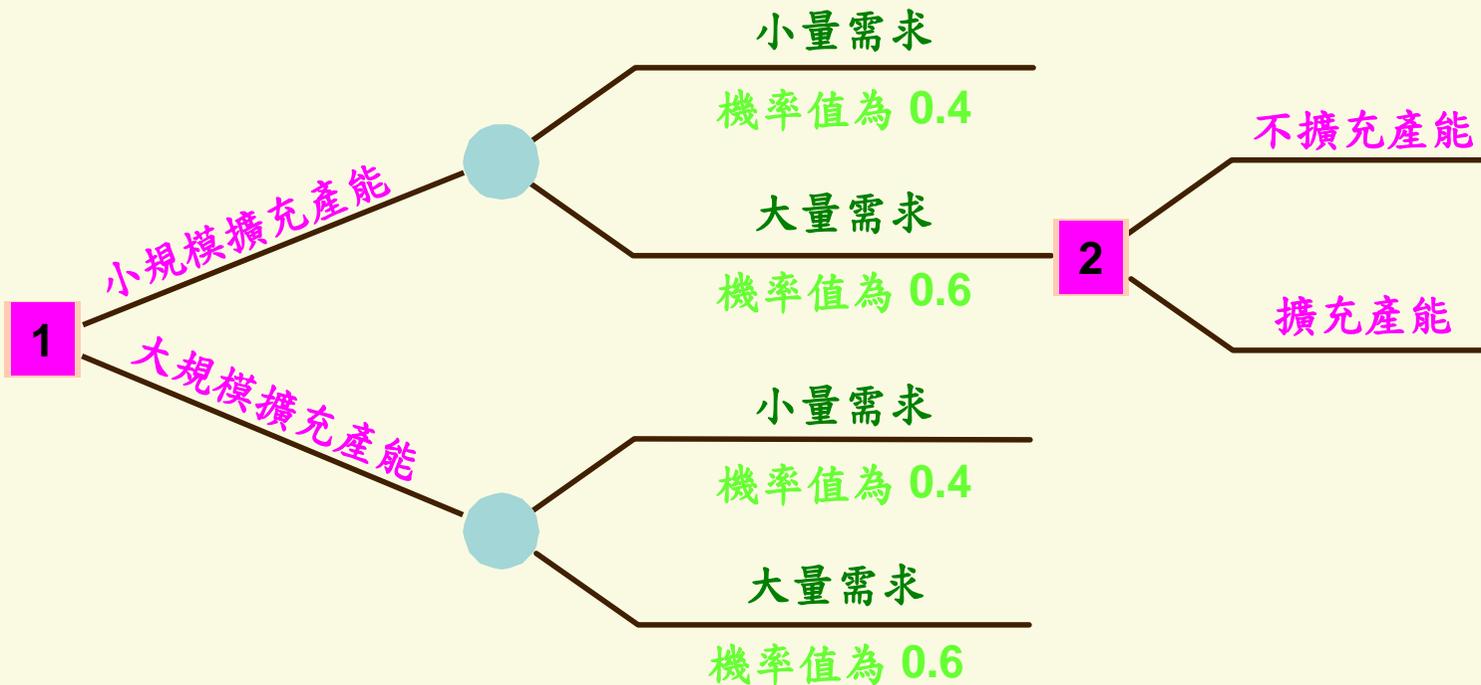
資源需求規劃方案的評估技術

決策樹



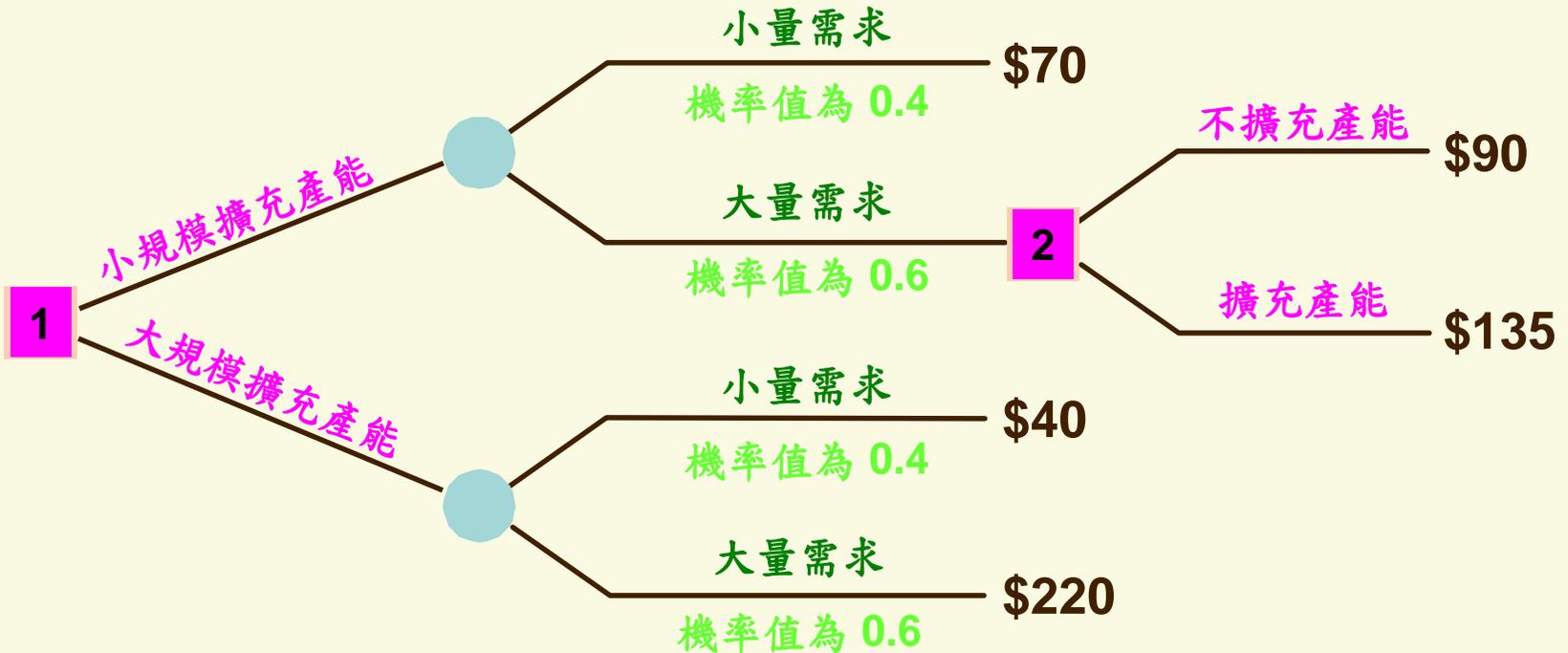
資源需求規劃方案的評估技術

決策樹



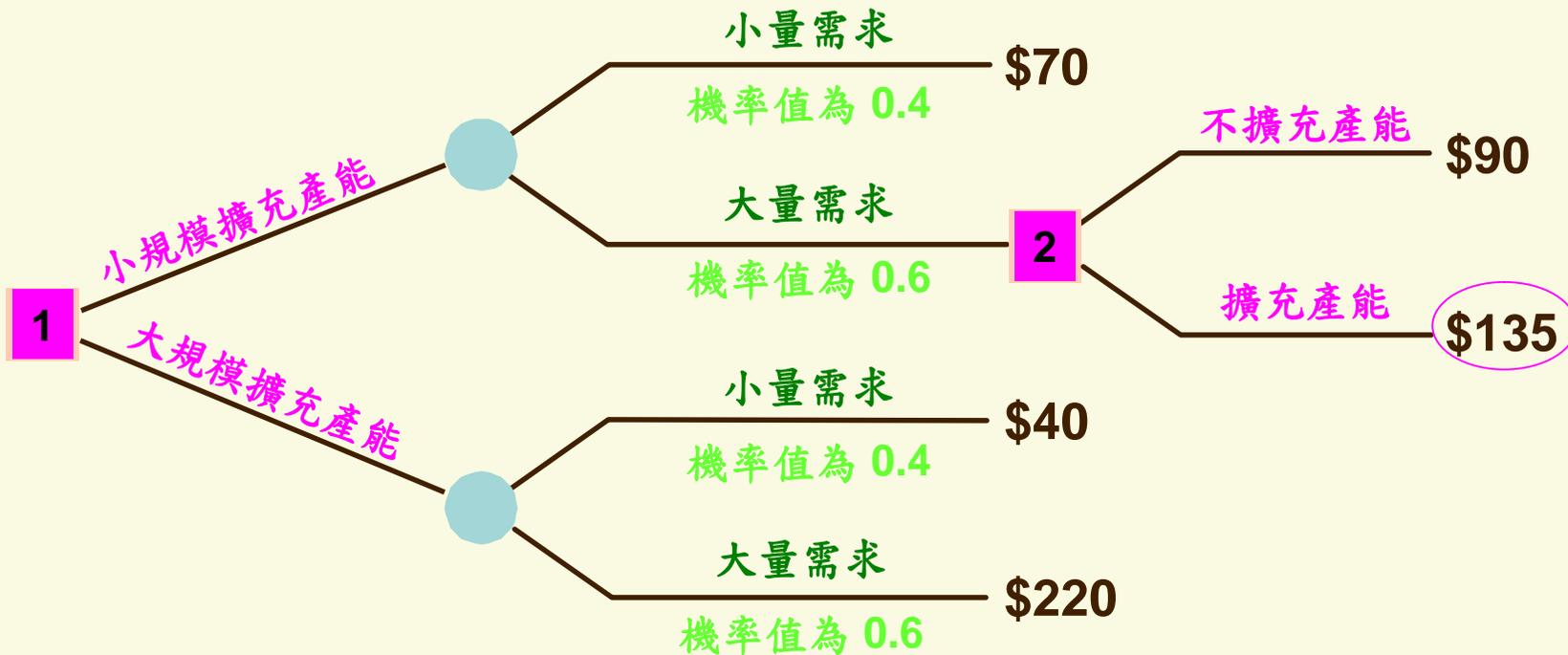
資源需求規劃方案的評估技術

決策樹



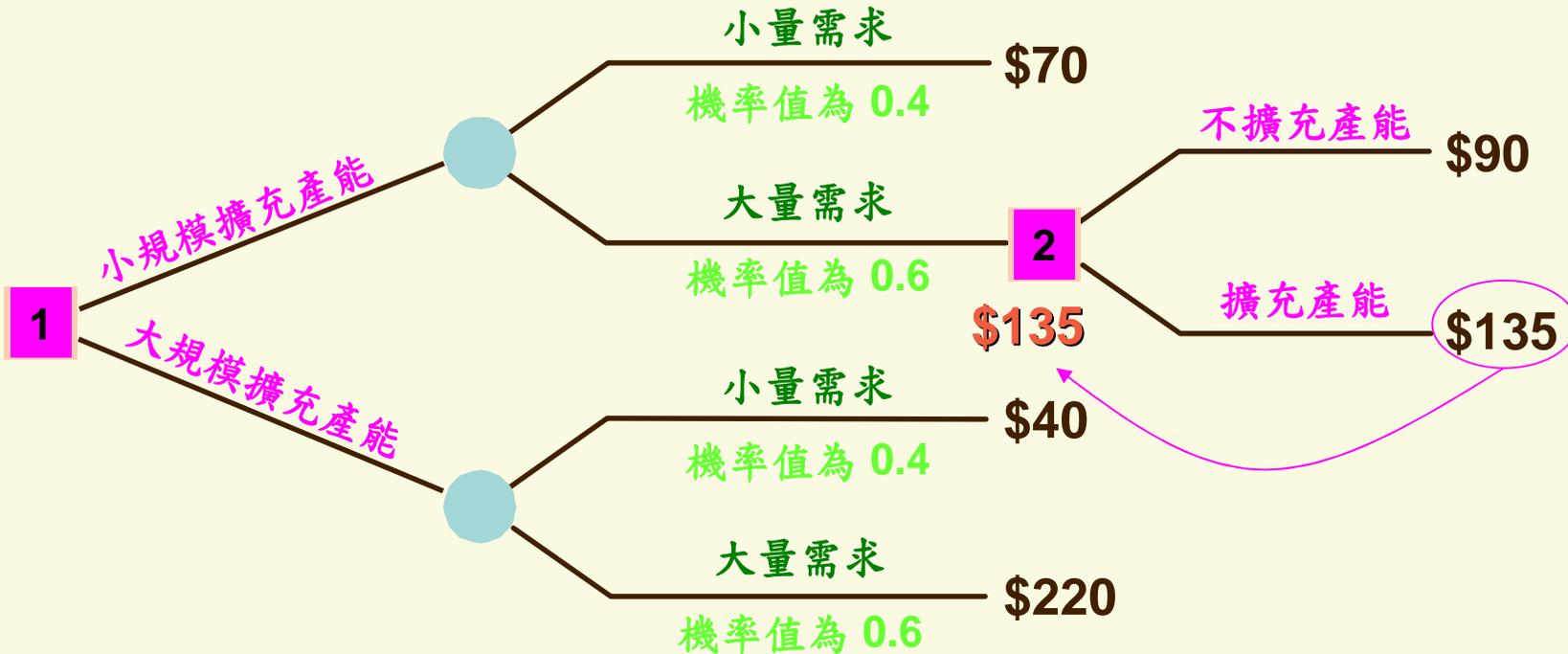
資源需求規劃方案的評估技術

決策樹



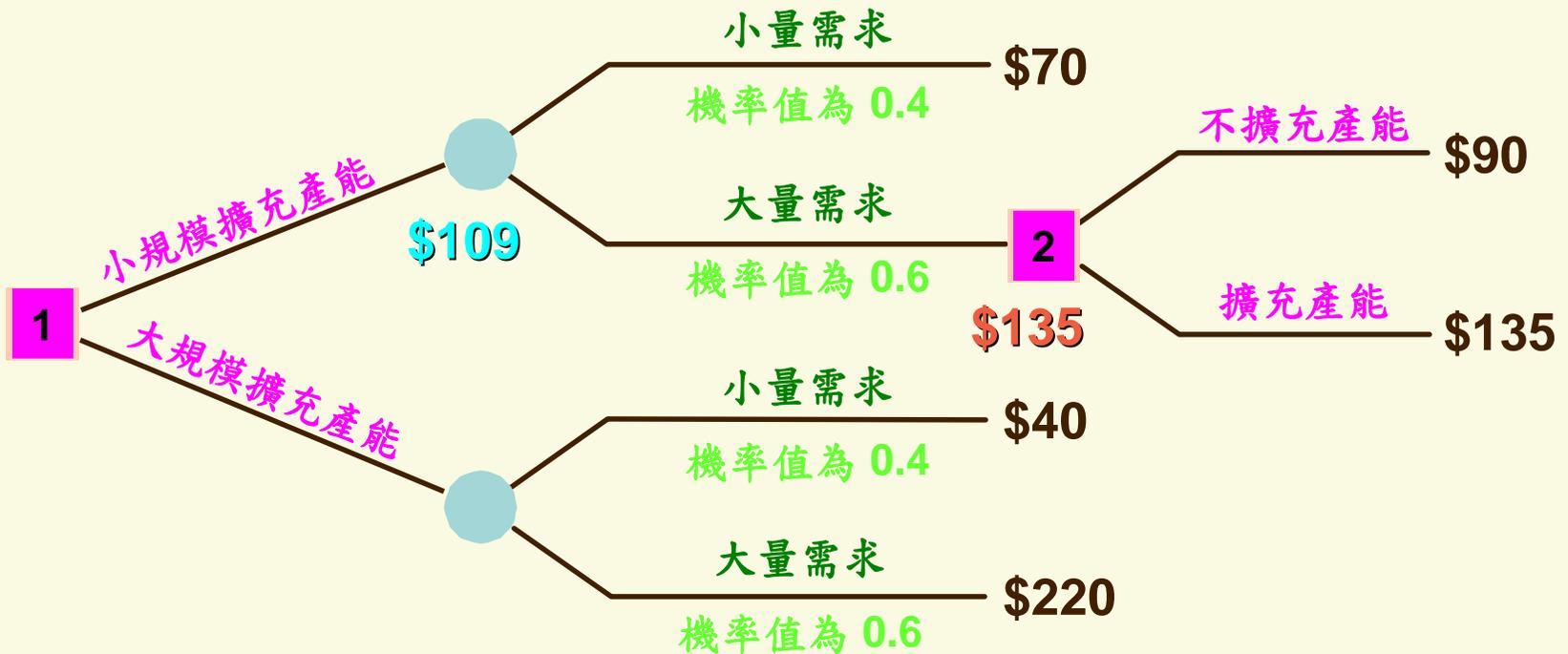
資源需求規劃方案的評估技術

決策樹



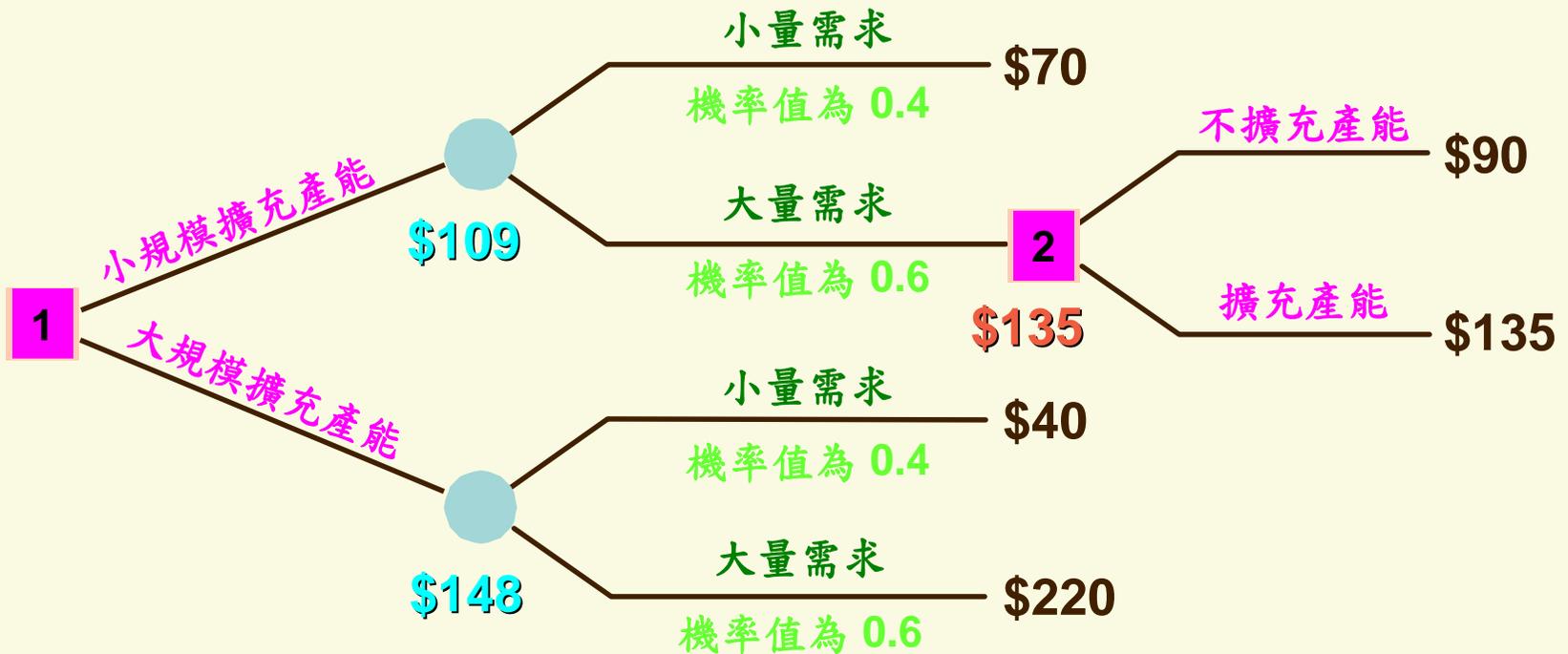
資源需求規劃方案的評估技術

決策樹



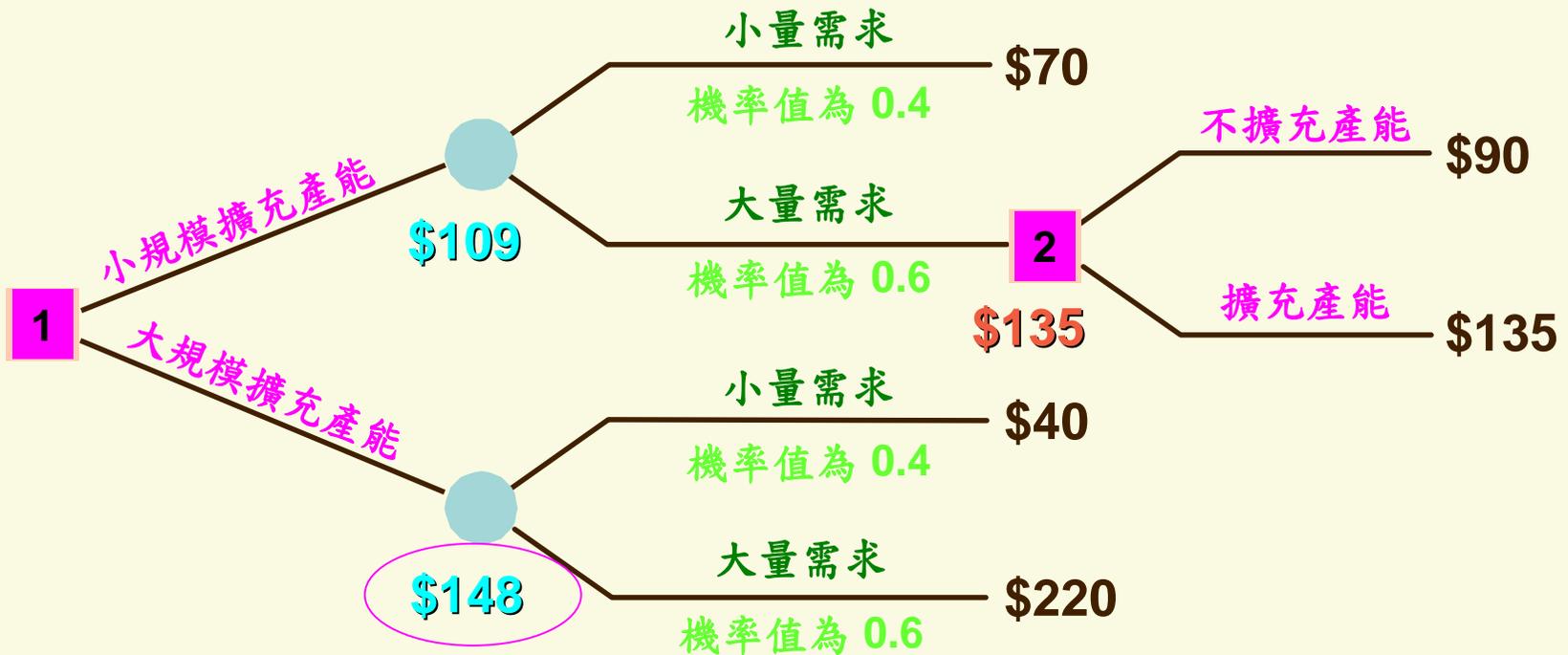
資源需求規劃方案的評估技術

決策樹



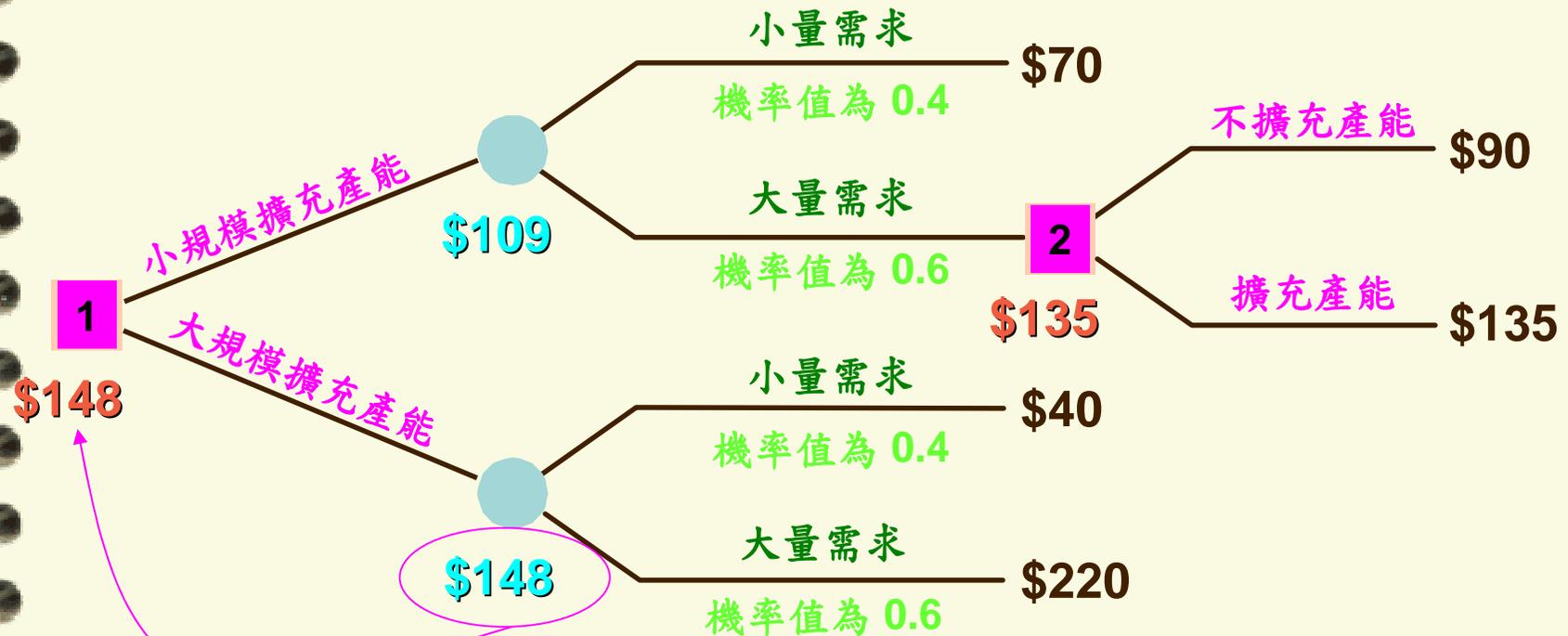
資源需求規劃方案的評估技術

決策樹



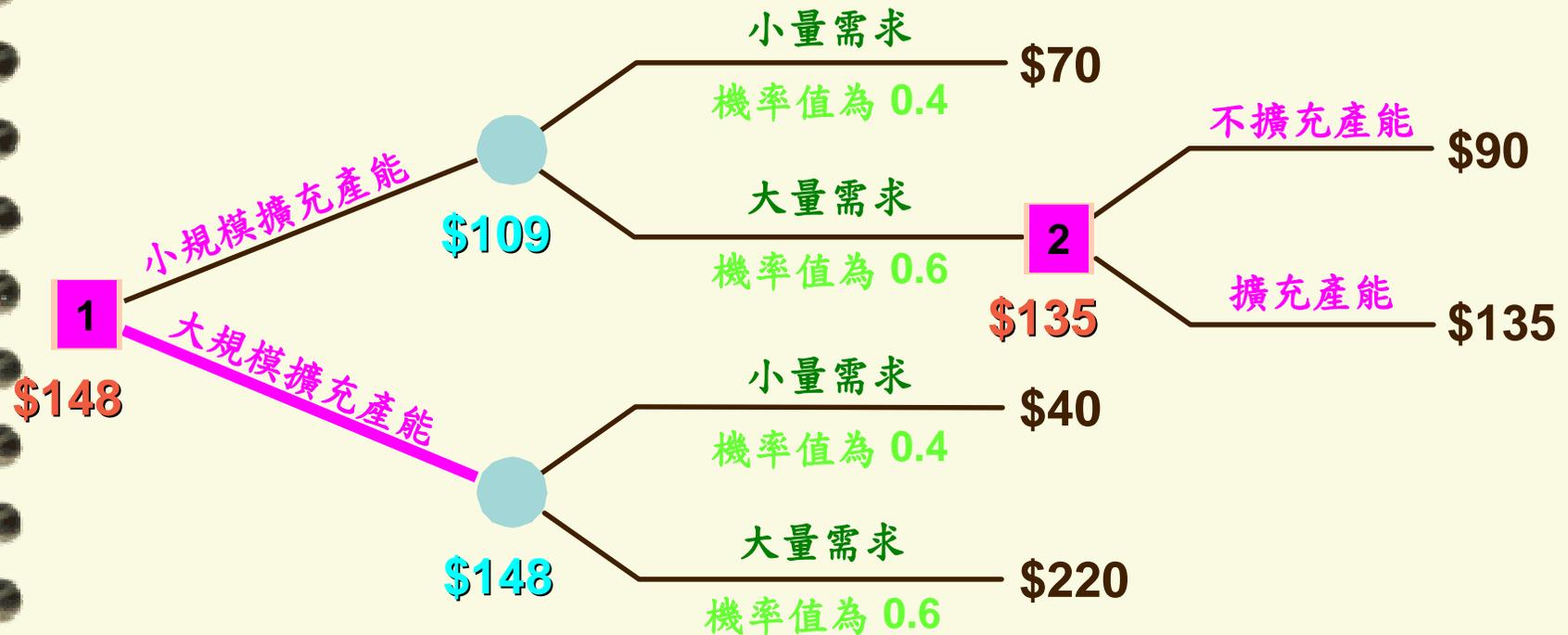
資源需求規劃方案的評估技術

決策樹



資源需求規劃方案的評估技術

決策樹



產能規劃時所需具備的資料

? 訂單或工作命令單

? 生產途程

? 零件料表 (BOM)

? 加工時間

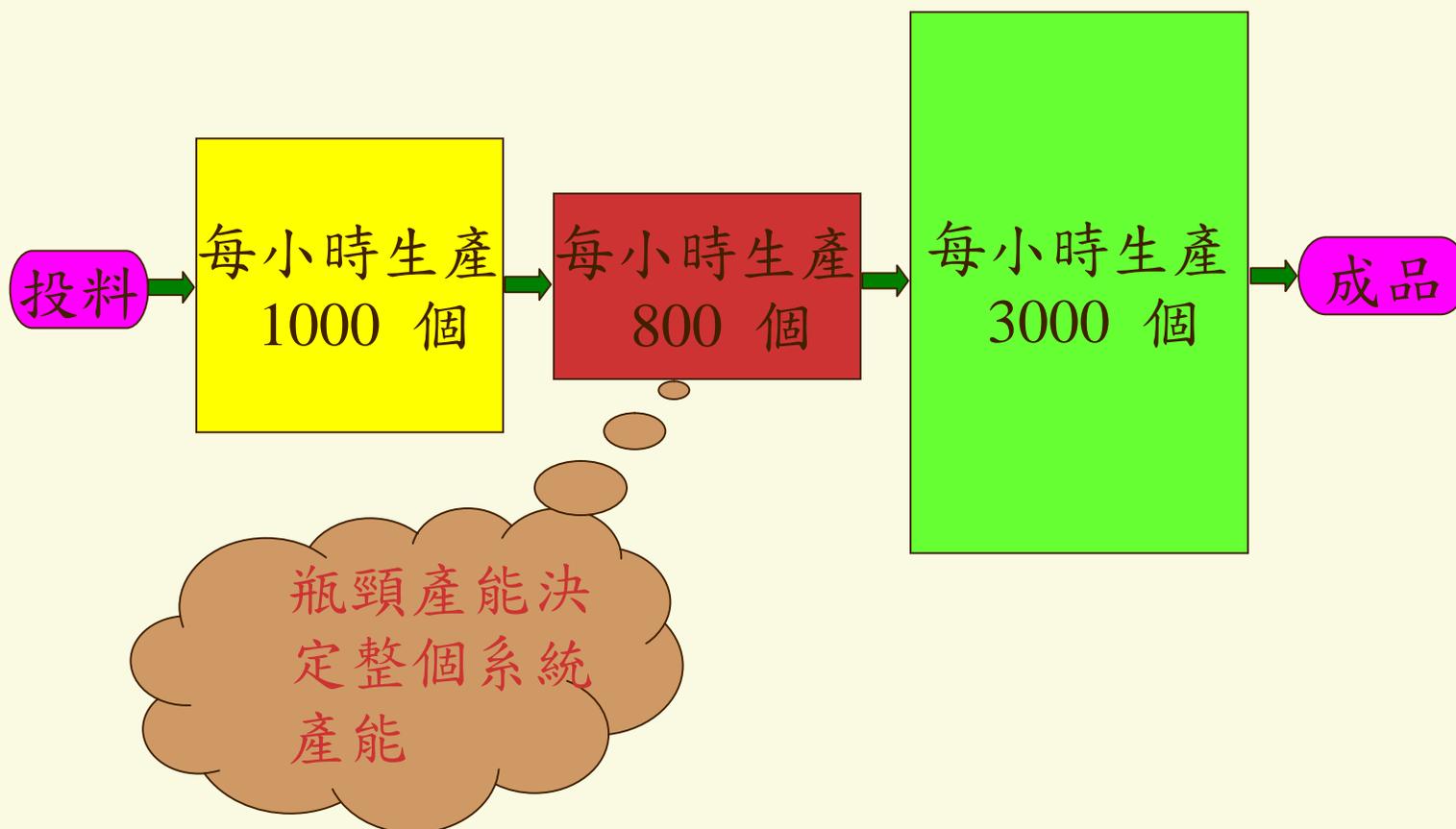
? 料況

? 機器設備與人員的狀況

? 外包或代工伙伴的處理狀況

生產系統的產能決定

? 由瓶頸機台的產能來決定整個生產系統的產能



粗 估 產 能 規 劃

? 屬於中期規劃階段，與主生產排程互動

? 計算簡單，但是不精確

? 沒有考慮作業途程 Offset 的因素

? 通常是用來估算機器設備與人員所需數量
的參考

粗 估 產 能 規 劃

? 範例 :

- 1 某工廠目前主要生產 A 與 B 兩種產品
- 1 A 產品生產一個所需的總工時為 0.95 小時
- 1 B 產品生產一個所需的總工時為 1.85 小時
- 1 工時的詳細資料如下 :

產品種類	機 台			合計工時
	X	Y	Z	
A	0.30	0.45	0.20	0.95
B	0.65	0.40	0.80	1.85

- 1 主生產排程資料如下 :

產品種類	日 期		
	10月4日	10月5日	10月6日
A	33	40	37
B	17	13	28

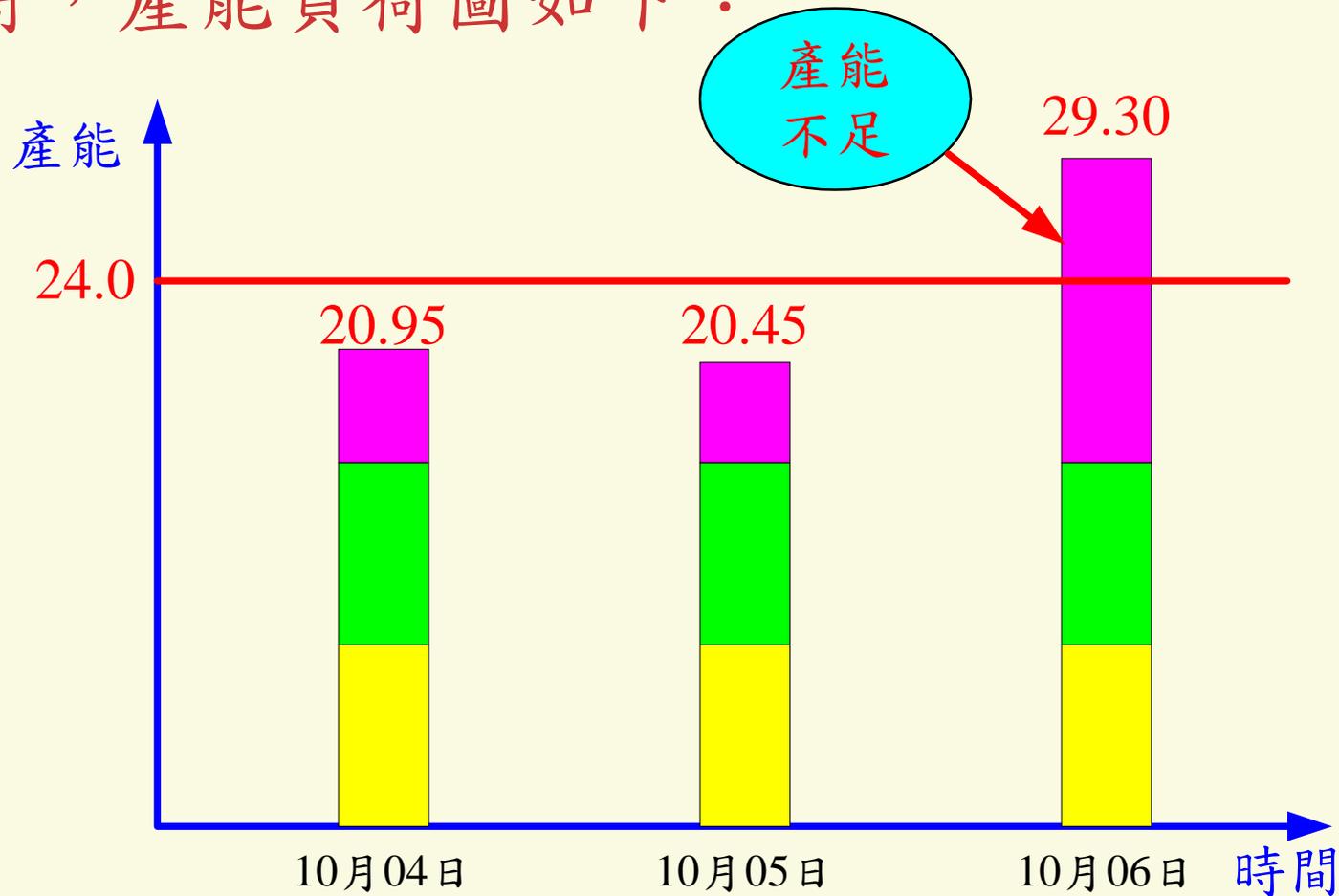
粗 估 產 能 規 劃

? 產能負荷 :

機台種類	日 期		
	10月4日	10月5日	10月6日
X	20.95	20.45	29.30
Y	21.65	23.20	27.85
Z	20.20	18.40	29.80
合計	62.80	62.05	86.95

粗 估 產 能 規 劃

? 假設 X 機器總共有 3 台，每天工作 8 小時，產能負荷圖如下：



粗略的產能需求規劃

- ? 屬於短期規劃階段，與物料需求規劃互動
- ? 計算簡單，但是不精確
- ? 沒有考慮作業途程 Offset 的因素
- ? 通常是用來估算機器設備與人員所需數量的參考

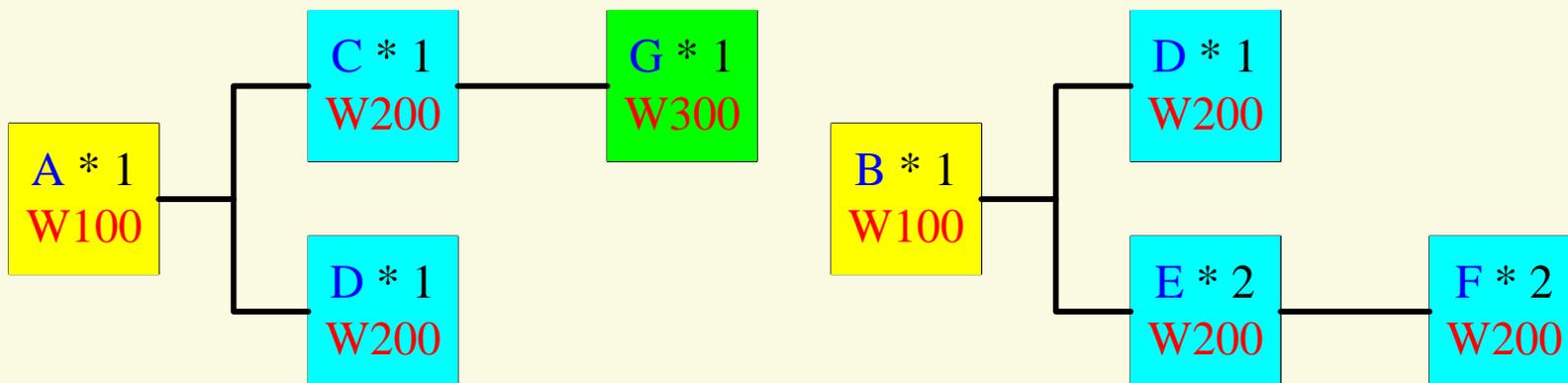
粗略的產能需求規劃

? 範例：

- 1 某工廠目前主要生產 A 與 B 兩種產品
- 1 生產排程資料如下：

產品種類	日期		
	10月4日	10月5日	10月6日
A 需求量	35	30	40
B 需求量	25	30	20

- 1 生產途程與零件料表 (BOM) 資料如下：



粗略的產能需求規劃

1 生產加工時間

零組件 名稱	工作機台 名稱	標準 批量	整備 時間	平均分攤 整備時間	每件加 工時間	單件合計 加工時間
A	W100	40	2.0	0.050	0.025	0.075
B	W100	20	1.0	0.050	1.250	1.300
C	W200	40	2.0	0.050	0.575	0.625
D	W200	50	2.0	0.040	0.175	0.215
E	W200	100	2.0	0.020	0.350	0.370
F	W200	100	2.0	0.020	0.500	0.520
G	W300	50	2.0	0.040	0.450	0.490

粗略的產能需求規劃

? 產能計算

$$W100 (10月04日) = 0.075 \times 35 + 1.300 \times 25 = 35.125$$

$$W100 (10月05日) = 0.075 \times 30 + 1.300 \times 30 = 41.250$$

$$W100 (10月06日) = 0.075 \times 40 + 1.300 \times 20 = 29.000$$

$$\begin{aligned} W200 (10月04日) &= 0.625 \times 35 + 0.215 \times 35 + 0.215 \times 25 \\ &\quad + 0.370 \times 25 \times 2 + 0.520 \times 25 \times 4 = 105.275 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W200 (10月05日) &= 0.625 \times 30 + 0.215 \times 30 + 0.215 \times 30 \\ &\quad + 0.370 \times 30 \times 2 + 0.520 \times 30 \times 4 = 116.250 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W200 (10月06日) &= 0.625 \times 40 + 0.215 \times 40 + 0.215 \times 20 \\ &\quad + 0.370 \times 20 \times 2 + 0.520 \times 20 \times 4 = 94.300 \end{aligned}$$

$$W300 (10月04日) = 0.490 \times 35 = 17.150$$

$$W300 (10月05日) = 0.490 \times 30 = 14.700$$

$$W300 (10月06日) = 0.490 \times 40 = 19.600$$

粗略的產能需求規劃

機台種類	日期		
	10月4日	10月5日	10月6日
W100	35.125	41.250	29.000
W200	105.275	116.250	94.300
W300	17.150	14.700	19.600

產 能 需 求 規 劃

- ? 屬於短期規劃階段，與物料需求規劃互動
- ? 計算精確
- ? 有考慮作業途程 Offset 的因素
- ? 通常是用來估算機器設備與人員所需數量
以及訂單完成時間

產 能 需 求 規 劃

? 範例：

- 1 某工廠目前主要生產 A 與 B 兩種產品
- 1 生產排程資料如下：

產品種類	日 期		
	10月4日	10月5日	10月6日
A 需求量	15	20	15
B 需求量	20	15	15

- 1 生產途程、作業時間與零件料表資料：

前置時間一天 前置時間一天 前置時間一天 前置時間一天



產 能 需 求 規 劃

機台	日 期				
	10月02日	10月03日	10月04日	10月05日	10月06日
W100			A(A): $0.25 \times 15 = 3.75$ B(B): $0.10 \times 20 = 2.00$ 一共5.75小時	A(A): $0.25 \times 20 = 5.00$ B(B): $0.10 \times 15 = 1.50$ 一共6.50小時	A(A): $0.25 \times 15 = 3.75$ B(B): $0.10 \times 15 = 1.50$ 一共5.25小時
W200	A(G): $0.12 \times 15 = 1.80$ B(F): $0.03 \times 20 \times 4 = 2.40$ 一共4.20小時	A(G): $0.12 \times 20 = 2.40$ A(D): $0.15 \times 15 = 2.25$ B(D): $0.16 \times 20 = 3.20$ B(E): $0.04 \times 20 \times 2 = 1.60$ B(F): $0.03 \times 15 \times 4 = 1.80$ 一共11.25小時	A(G): $0.12 \times 15 = 1.80$ A(D): $0.15 \times 20 = 3.00$ B(D): $0.16 \times 15 = 2.40$ B(E): $0.04 \times 15 \times 2 = 1.20$ B(F): $0.03 \times 15 \times 4 = 1.80$ 一共10.20小時	A(D): $0.15 \times 15 = 2.25$ B(D): $0.16 \times 15 = 2.40$ B(E): $0.04 \times 15 \times 2 = 1.20$ 一共5.85小時	
W300		A(C): $0.20 \times 15 = 3.00$ 一共3.00小時	A(C): $0.20 \times 20 = 4.00$ 一共4.00小時	A(C): $0.20 \times 15 = 3.00$ 一共3.00小時	

課程講授完畢

謝謝！