

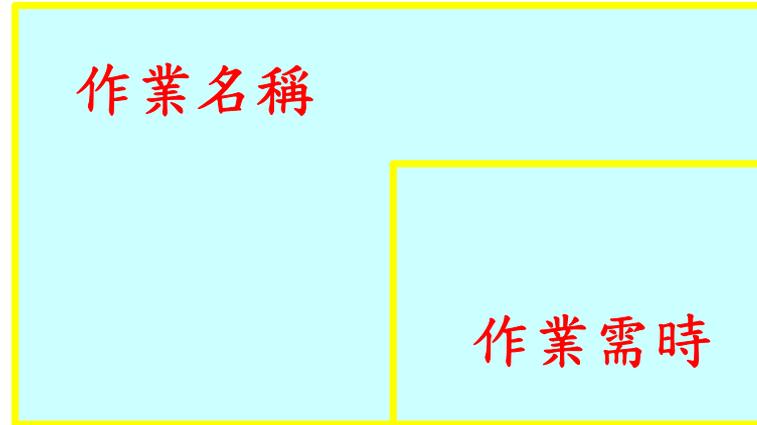
PDM網圖介紹

Precedence Diagram Method

PDM作業結點之規則及範例

- PDM網圖之繪圖準則：
 - 將作業置於結點上
 - 將作業有關的資訊登錄於結點上
 - 一般包含：作業名稱、作業日數、作業最早開始時間、作業最早結束時間、作業最遲開始時間、作業最遲結束時間、總淨時等。

常使用的結點型式



最早開始	作業需時	最早結束	
作業名稱及稱號			
最遲開始	總浮時	自由浮時	最遲結束

常使用的結點型式

最早開始	工作編號	最早結束
作業名稱		
作業時間		
最遲開始	總浮時	最遲結束

最早開始		最早結束	
作業編號	作業名稱	作業需時	
最遲開始		最遲結束	

常使用的結點型式

作業編號	最早開始	最早結束
	作業名稱	作業需時
	最遲開始	最遲結束
開始浮時	總浮時	自由浮時

本課程使用之結點格式

代碼	Dur	TF
作業名稱		
ES		EF
LS		LF

PDM箭線與結點之間的規則

- PDM作業的結點分為**開始側**與**結束側**;代表作開始時間與作業結束時間。PDM只允許作業關係從這裡出發或結束;換句話說,關係箭線只能從這裡出或進入另一個結點。

開始側

作業

結束側

PDM箭線與結點之間的規則

作業與作業間之關係

- 結束與開始 (Finish-to-Start ; **FS**)
- 開始與開始 (Start-to-Start ; **SS**)
- 開始與結束 (Start-to-Finish ; **SF**)
- 結束與結束 (Finish-to-Finish ; **FF**)

關係箭線之規則

範例：

關係型式 (Type of Relation)
延遲時間 (Lag)



FS
5



或

FS 5



關係箭線

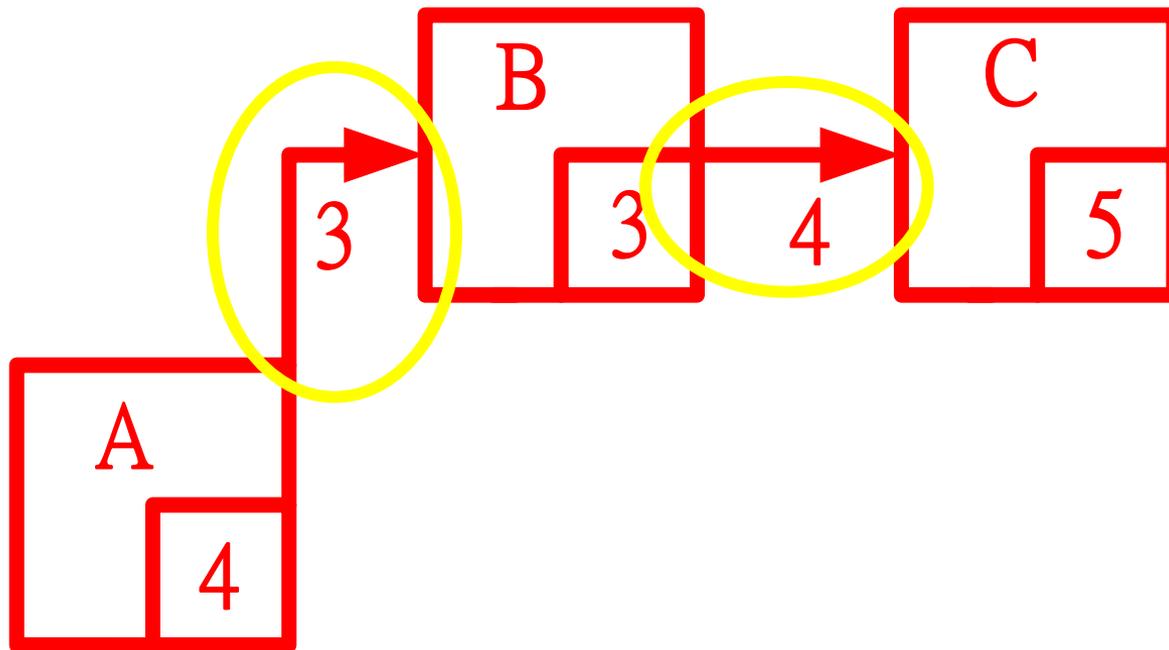
- 關係箭線介於作業與作業之間，用以代表**作業間之關係**。
- 箭頭上方可用來表示作業間之關係形式，如**FS (Finish-to-Start)**代表前置結束與後續開始之關係。
- 箭頭之下則用來記錄作業之間延遲時間(Lag Time)：如5則表示後續作業要等前置作業結束後5天才能進行。
- 作業之關係形式可由箭線之出發及箭頭之指向來判定，因此，一般亦可省略關係形式之註記。

PDM作業關係的延遲時間

- 所謂延遲時間(Lag)就是前行作業**開始**或**結束**後，後續作業可以開始進行前**須再等待**的**時間**。許多狀況下後續作業在前置作業完成後可立即開始即延遲時間為零。

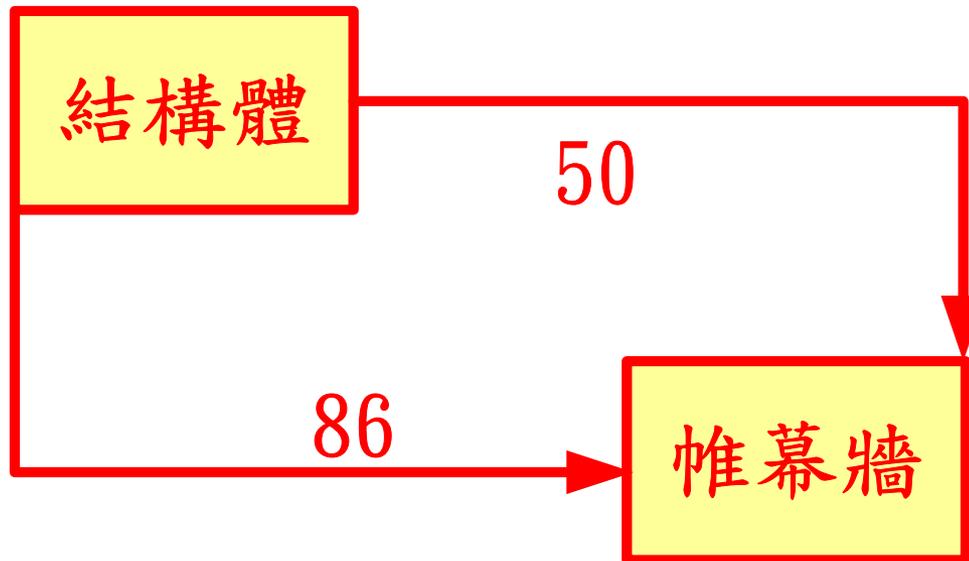
PDM作業關係的延遲時

- B作業要等A作業完成3天後方可以開始
- C作業要等B作業完成4天後方可以開始



PDM作業關係的延遲時間

- 結構體動工86天後帷幕牆就可以開始
- 結構體完成50天後帷幕牆才可以結束



ADM 與PDM作業關係之型式

- **ADM** 的作業與作業之間只能有**結束與開始**的關係，也就是前行作業完成後，後續作業方可以開始。
- **PDM** 的最大優點之一是它允許**四種不同的作業關係**。這些關係再加上**延遲時間**的應用,使得PDM更能接近實際工程的施工狀態。
- **結論**：營建工程之作業關係處理上PDM較ADM更具實用性。

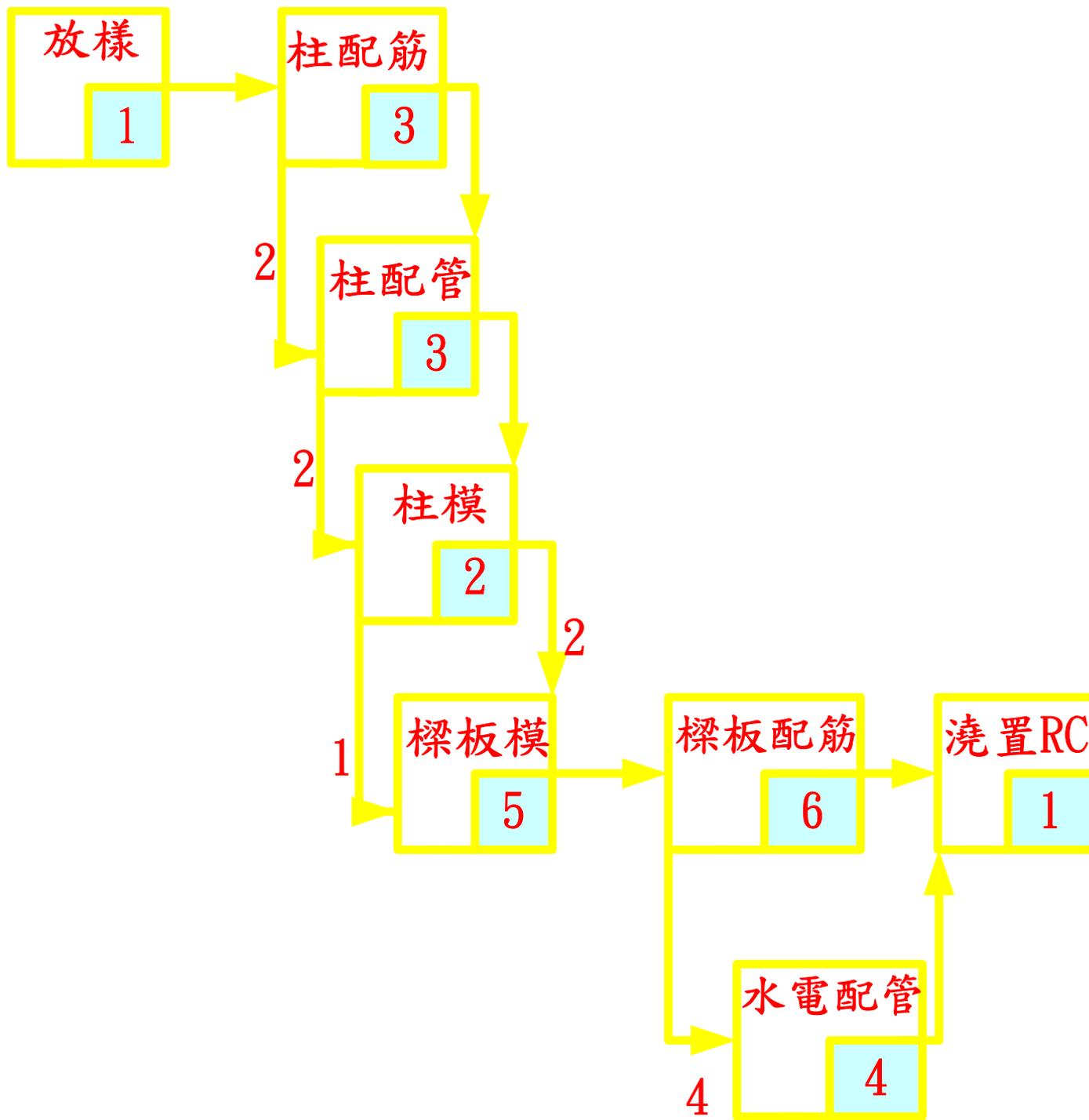
PDM 網圖之製作程序

1. **繪製關係邏輯草圖**：利用分工結構圖等工具將專案以草圖方式繪製。接著辨識其作業之先後秩序。找出最早作業，然後依序將尾隨之作業按次序劃出。
2. **進行日程計算**：由前進計算獲得最早日程及工期，再經由後退計算求得最遲日程，並算出作業浮時，關係浮時及求出要徑。
3. **建立工程進度日程表**：依據前項計算所得之工作天數換算為日曆天之進度表以利施工使用

練習例

作業項目	作業需時	後續作業和延遲時間
放樣	1	柱配筋 (FS, 0)
柱配筋	3	柱配管 (SS, 2) 、 (FF, 0)
柱配管	3	柱模 (SS, 2) 、 (FF, 0)
柱模	2	樑板模 (SS, 1) 、 (FF, 2)
樑板模	5	樑板配筋 (FS, 0)
樑板配筋	6	水電配管 (SS, 4) ; 澆置RC (FS, 0)
水電配管	4	澆置R. C. (FS, 0)
澆置R. C.	1	-----

案例之順序草圖



PDM之進度計算

■ (一)前進計算法：

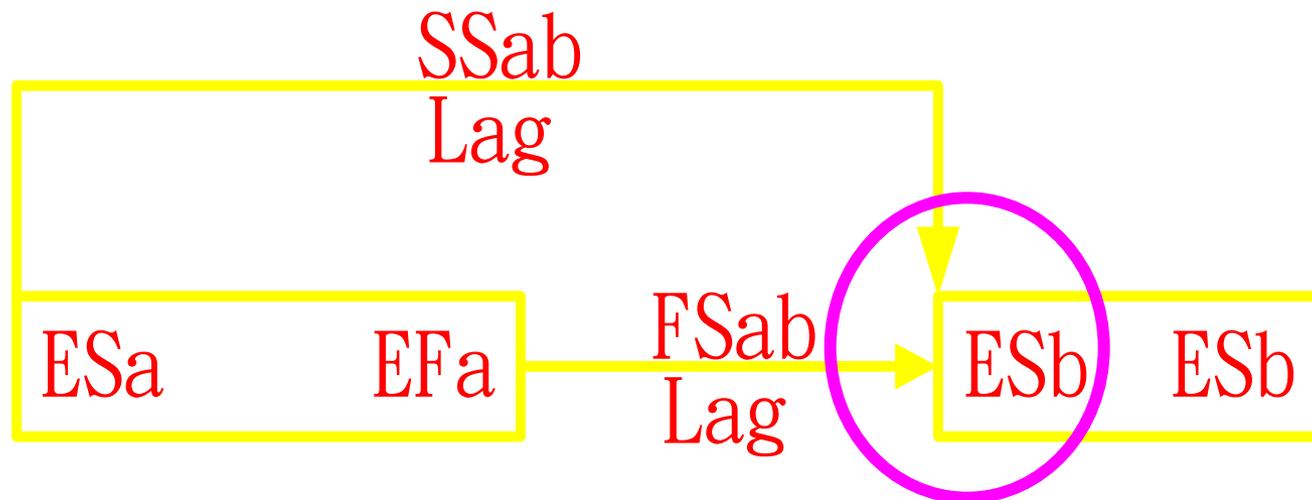
■ PDM前進計算法（Forward Pass）有：

■ 關係箭頭**進入**到作業之**開始側**

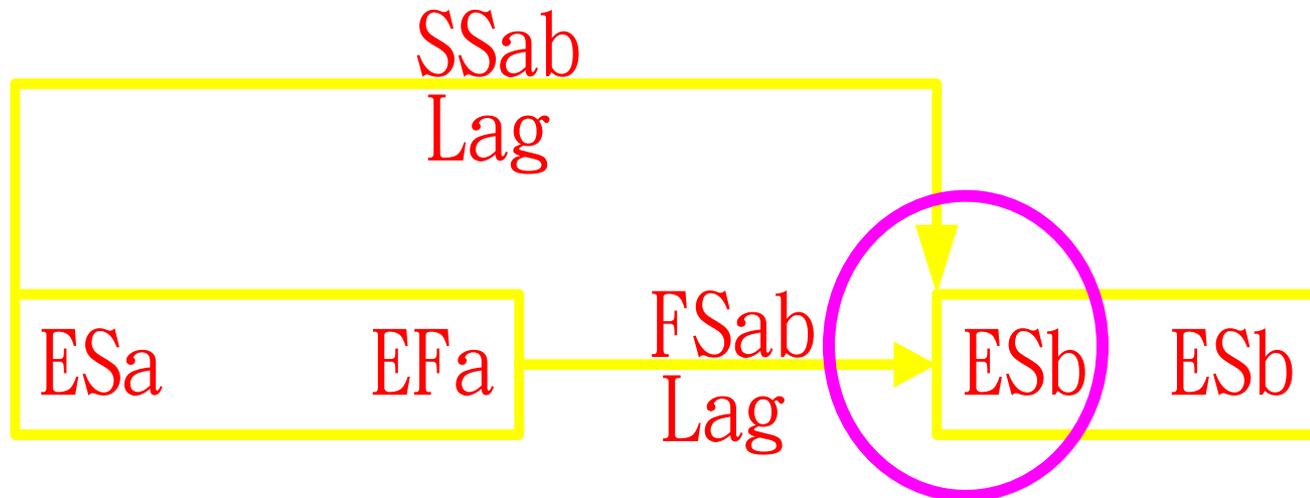
■ 關係箭頭**進入**到作業之**結束側**

(1) 關係箭頭進入到作業之開始側

- PDM之關係箭頭只能進入到作業的開始側或結束側；所以結束到開始的關係FS，或是開始到開始的關係SS的前進計算法是用來計算並找箭頭方向作業（即後續作業）的最早開始時間ESb（b作業的Early Start）



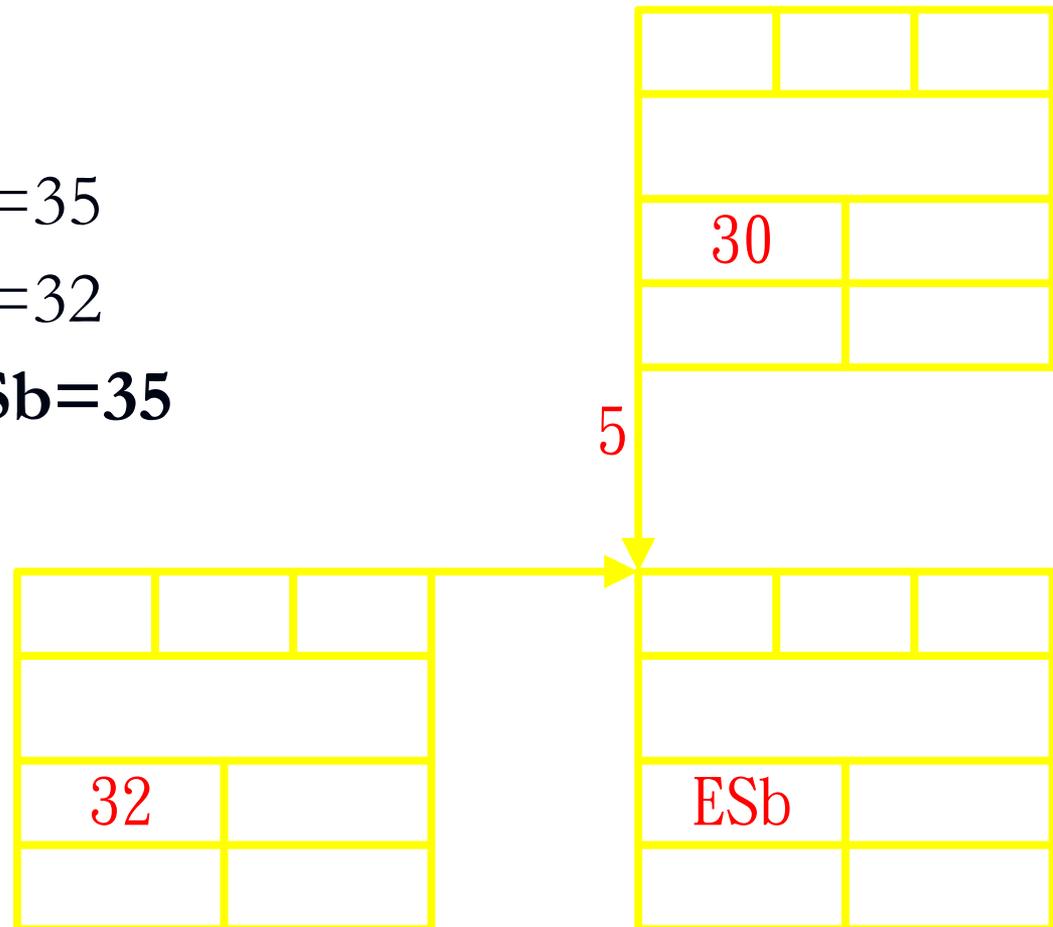
關係箭頭進入到作業之開始側之計算



- $ESb = EFa + FSab(Lag)$ 或
- $ESb = ESa + SSab(Lag)$
- (若有二值以上則取其較大者)

計算例：ESb = ?

- $ESb1 = 30 + 5 = 35$
- $ESb2 = 32 + 0 = 32$
- 取大者 $\rightarrow ESb = 35$

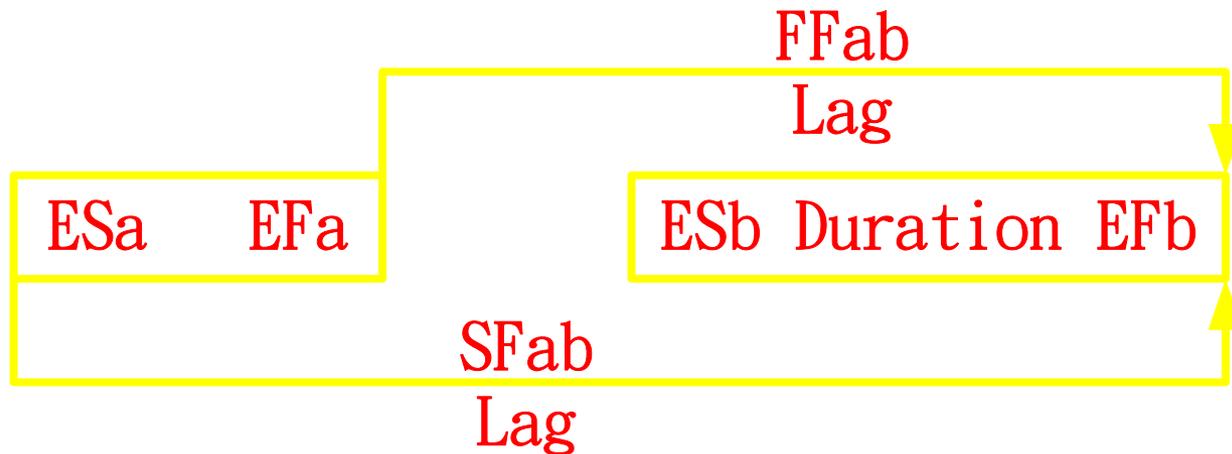


(2) 關係箭頭進入到作業之結束側：

- 結束到結束之關係FF，或開始到結束的關係SF，以及作業項目本身內部之關係是用來求關係箭頭方向的作業項目的最早結束時間EFb



關係箭頭進入到作業之結束側之計算

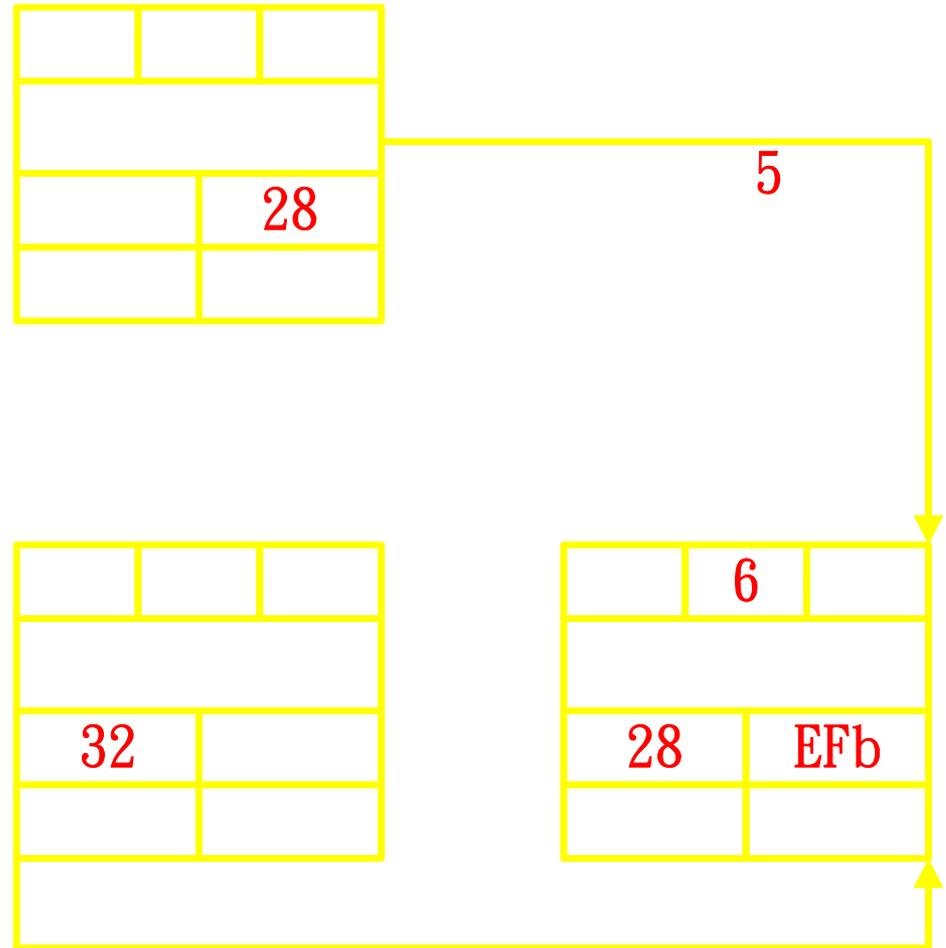


- $EFb = EFa + FFab(Lag)$
- $EFb = ESa + SFab(Lag)$
- $EFb = ESb + Duration$

(若有二值以上則取其中之最大者)

計算例：EFb=?

- $EFb1 = 28 + 5 = 33$
- $EFb2 = 32 + 0 = 32$
- $EFb3 = 28 + 6 = 34$
- 取最大者故
 $EFb = 34$



PDM之進度計算

(2) PDM後退計算法：

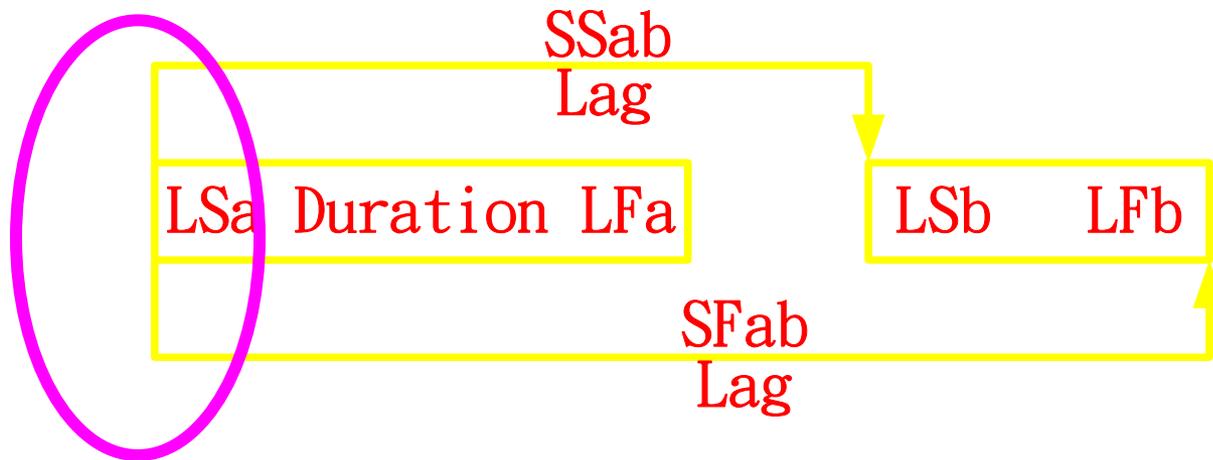
- 後退計算法是用來計算作業的**最遲時間**，一旦工期確定，則有些作業不一定要在最早開始時間開始或最早結束時間結束。所以求得最長工期後，接著就是要計算在不影響工期的狀況下各作業之**最遲開始時間和最遲完成時間**。
- 後退計算法可分為：
 - 由前置作業開始側引導出的關係箭線
 - 由前置作業結束側引導出的關係箭線

(1) 由前置作業開始側引導出的關係箭線

- 開始到開始的關係SSab
- 開始到結束的關係SFab
- 以及作業項目本身內部之關係
- 均為用來倒著計算前置作業的最遲開始時間LSa.

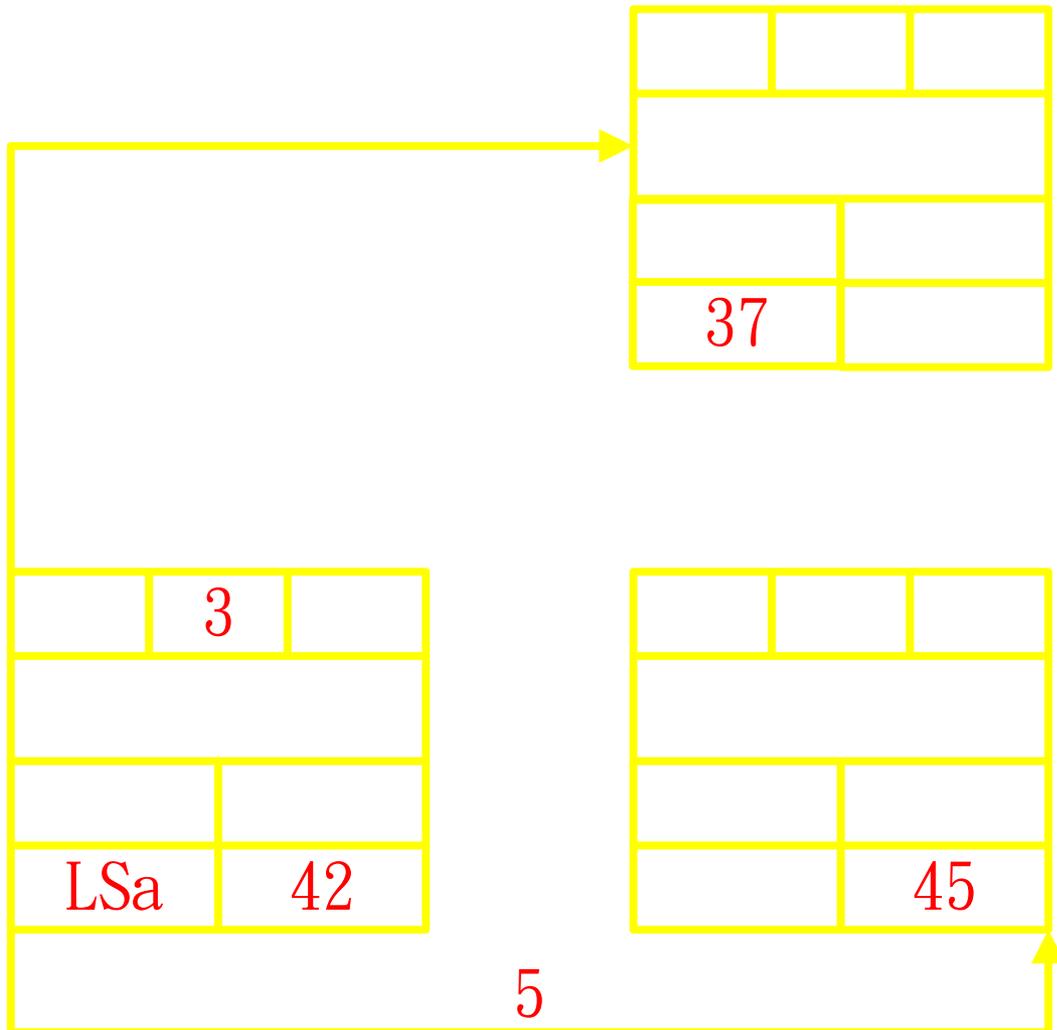


關係箭尾進入到作業之開始側之計算



- $LSa = LSb - SSab(Lag)$ 或
 - $LSa = LFb - SFab(Lag)$ 或
 - $LSa = LFa - Duration$
- (取其中之最小者)

計算例：LSa=?



- $LSa1 = 37 - 0 = 37$
 - $LSa2 = 45 - 5 = 40$
 - $LSa3 = 42 - 3 = 39$
- 取最小值
- 故 $LSa = 37$

(2) 由前置作業結束側引導出的關係箭線

- 結束到結束FFab的關係或結束到開始FSab的關係是用來計算前置作業的最遲結束時間 LFa 。



- $LFa = LFb - FFab(Lag)$ 或
- $LFa = LSb - FSab(Lag)$

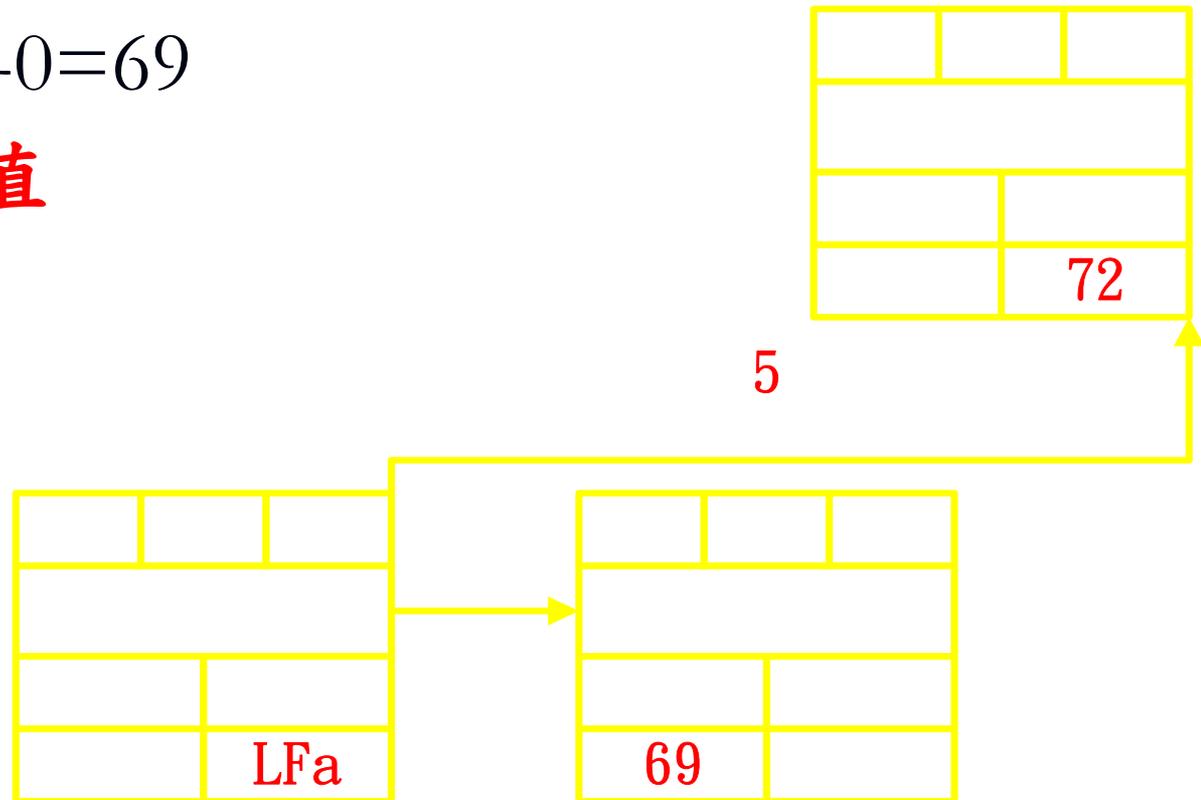
(取其最小值)

計算例：LFa=?

- $LFa_1 = 72 - 5 = 67$
- $LFa_2 = 69 - 0 = 69$

取小値

- $LFa = 67$



PDM浮時之計算

■ 浮時(Float)：

- PDM的總浮時和自由浮時與ADM略同。
- 除此之外，PDM多了作業與作業之間的關係浮時。
- 因此浮時於PDM的情況下可分為作業浮時與關係浮時兩類。

作業浮時

- 總浮時 (Total Float) TF :
- 作業總浮時是用來顯示那些作業具有緊急性
- PDM總浮時有三種不同類型
 - 開始浮時
 - 結束浮時
 - 最小浮時
- 浮時的計算是根據作業的時程而來的，一般取結束浮時或計算後之最小值來表示作業的總浮時，而 **P3**則有上述三種方式供使用者自行設訂

開始浮時

- 作業開始浮時 (Task Start Float) $TSF=LS-ES$
- 有時作業本身並不一定具有緊急性，但是該作業的開始時間可能具有緊急性。假設在開始與開始的邏輯關係下，若該作業不開始則其後續作業無法開始。若作業的最遲開始時間(LS)大於最早開始時間(ES)，則該作業為在開始點上具有寬裕時間；但如果最早開始時間(ES)和最遲開始時間(LS)一致，且其後續作業亦為一要徑作業，則該作業的開始時間點及其所包含的延遲時間(Lag)則具有緊急性
- 在此我們將其定義為**開始要徑 (Start Critical)SC**。在這些時間點上如有任何延誤則將使最後完工日期延後。

結束浮時

- 作業結束浮時 (Task Finish Float) $TFF=LF-EF$
- 有時候雖然作業本身不具緊急性，但是作業的完成時間卻有可能具有緊急性
- 因此若作業的最遲結束時間(LF)大於最早結束時間(EF)即 $LF-EF > 0$ 則該作業在結束點上具有寬裕時間
- 若是作業的最早結束時間(EF)與最遲結束時間(LF)相同時，則此作業的結束時間具有緊急性： $LF-EF=0$
- 在此我們將其定義為**結束要徑 (Finish Critical)FC**。在這些作業的**結束時間點**上如有任何延誤則將使整體工期延後

作業總浮時

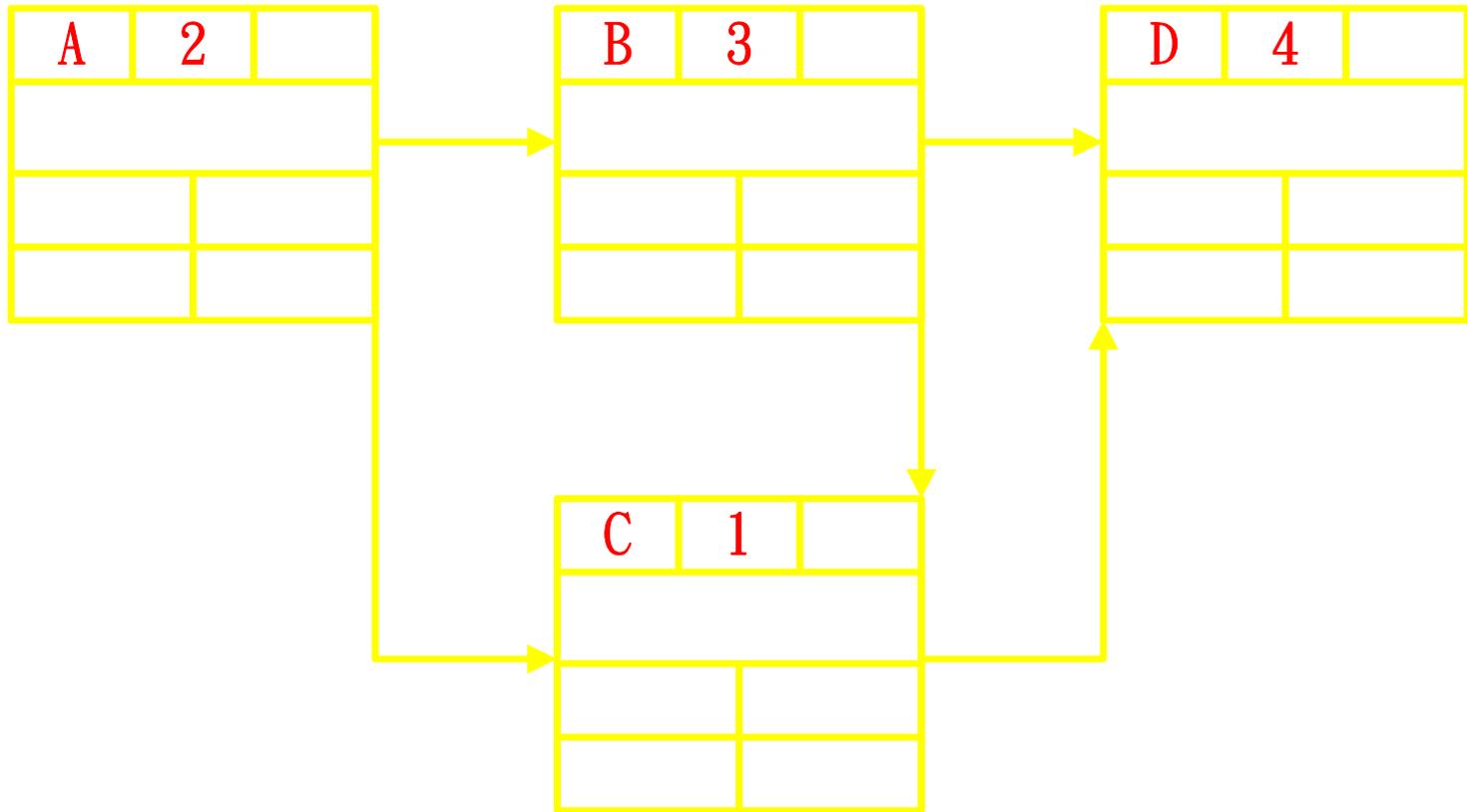
- 作業總浮時 (Task Total Float)
 - $TTF = LF - ES - Dur$
 - $TTF > 0$ 寬裕作業
 - $TTF = 0$ 要徑作業
 - 當作業是為要徑作業時，它必須於最早開始時間(ES)開始，而且要在最早結束時間 (EF) 結束，否則此工程將會被延誤。
- 作業連續與否對浮時之影響：
 - 一般：作業為連續性
 - 實際：為配合現場情況有時需中斷
 - 對一個無干擾無間斷的作業而言，開始浮時應等於結束浮時，而此特性可提供做為計算結果之檢查。
- ※注意：本課程所介紹PDM之內容均假設作業可間斷。

總浮時之決定

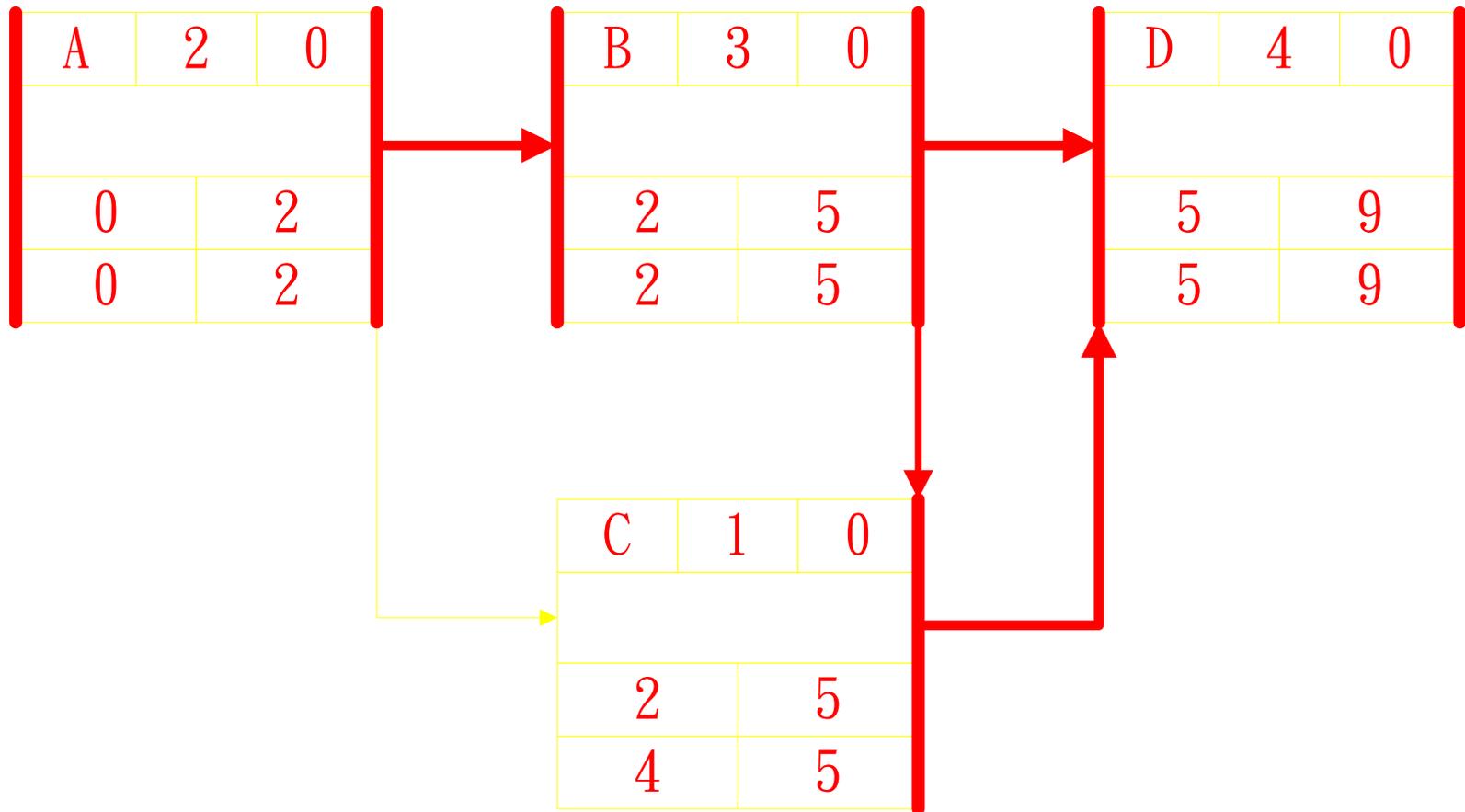
- 一般：多採用**結束浮時**作為總浮時
- P3：提供**開始浮時**及**結束浮時**二種選擇模式，不作選擇時則自動設定為**結束浮時**
- 作業間斷與否：
- P3：提供**連續**及**斷續**二種選擇模式，不作選擇時則自動設定為**連續**模式

作業可中斷

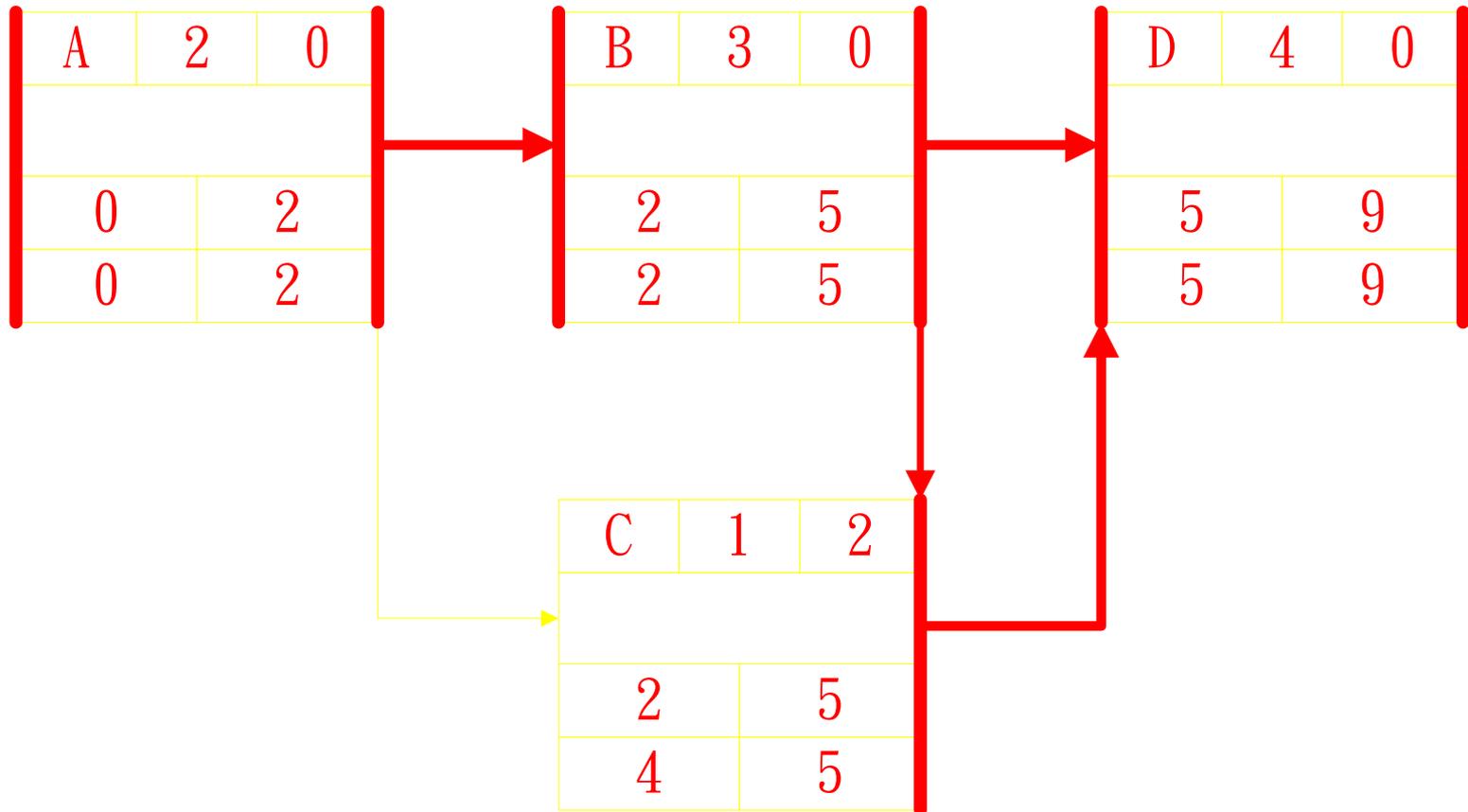
分別以結束浮時及開始浮時計算要徑



作業可中斷，以結束浮時計算要徑

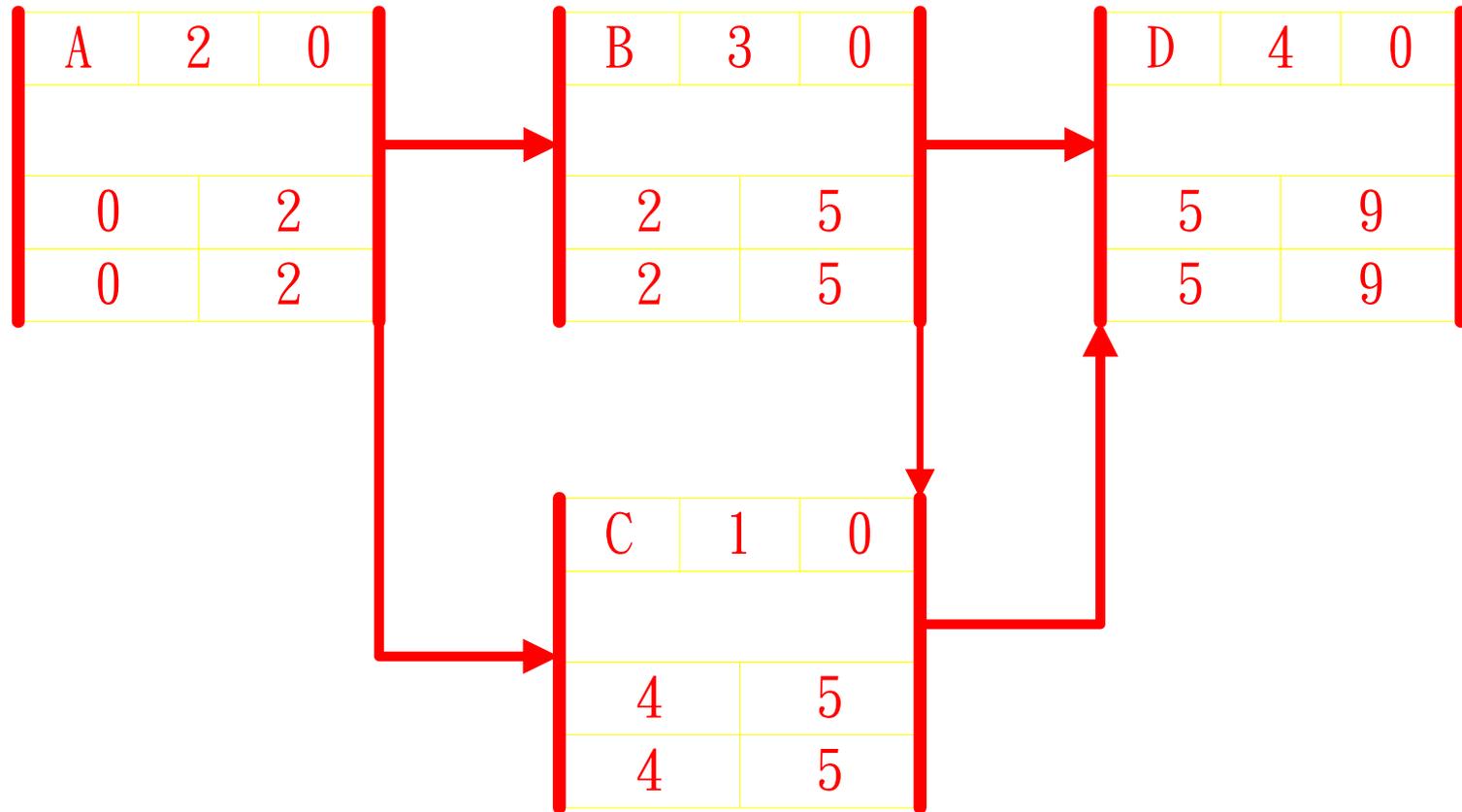


作業可中斷，以開始浮時計算要徑



作業不可中斷

作業總浮時 = 開始浮時 = 結束浮時



自由浮時 (Free Float) FF

- **自由浮時**：一個作業可以延遲的時間，而此延遲不但不會影響到整個工程的進度，而且也不會影響到下一個作業的最早作業時間。
- **PDM網圖之自由浮時的計算如下**：
 - a：前置作業 b：後續作業 Lag：作業延遲時間
 - 結束——開始之間的關係(FS)： $FFa=ESb-EFa-Lag$
 - 結束——結束之間的關係(FF)： $FFa=EFb-EFa-Lag$
 - 開始——開始之間的關係(SS)： $FFa=ESb-ESa-Lag$
 - 開始——結束之間的關係(FS)： $FFa=EFb-ESa-Lag$
- **要領**：
 - $FF=箭頭邊的最早時間-箭尾邊的最早時間-Lag$
 - 如有二個以上的自由浮時，則取其小值

關係浮時(Relationship Float) RF

- 在PDM中，以邏輯網圖來描述整體作業間的邏輯關係，而箭線就是表示前後兩項作業間的關係；更明確的說箭線是用以表示**前置作業的局部**與**後續作業的局部**間之關係。當箭線所連接的前後兩作業之間沒有寬裕的時間時，即此箭線上的RF為0，則此關係具有緊急性(Critical)，因此我們可以判定此**箭線位於要徑之上**。
- 然而在某些狀況下某些**作業本身未必完全是要徑作業**，但這些作業與其他作業之間的**關係浮時卻為零**，則此箭線被**仍視為要徑**。
- 由關係浮時的觀念，我們得以將要徑作業連結起來形成一條直至完工為止的連續作業路徑。

關係浮時的計算

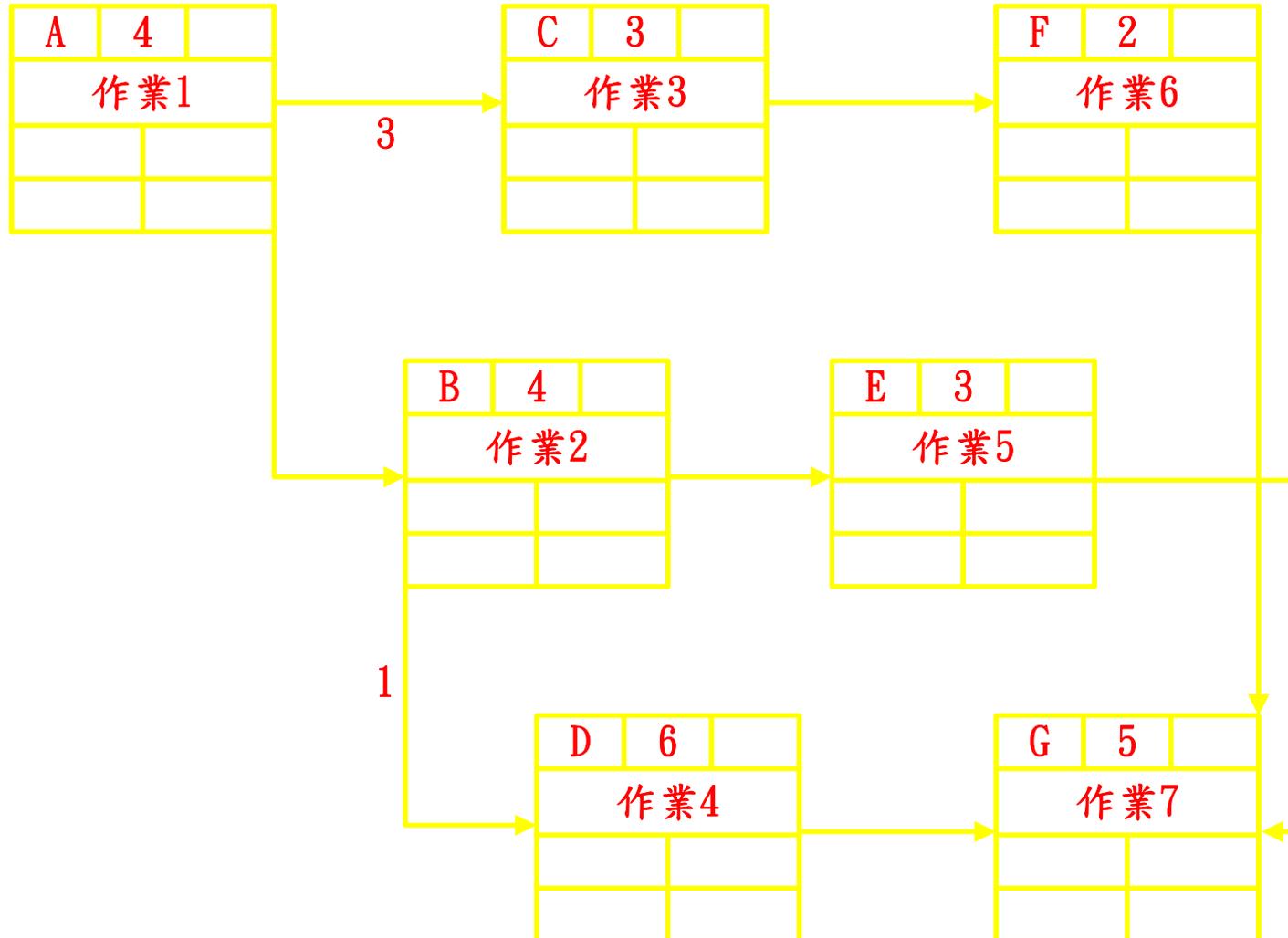
- F-S關係: $RF=LSb-EFa-Lag$
- F-F關係: $RF=LFb-EFa-Lag$
- S-S關係: $RF=LSb-ESa-Lag$
- S-F關係: $RF=LFb-ESa-Lag$

- 要領：

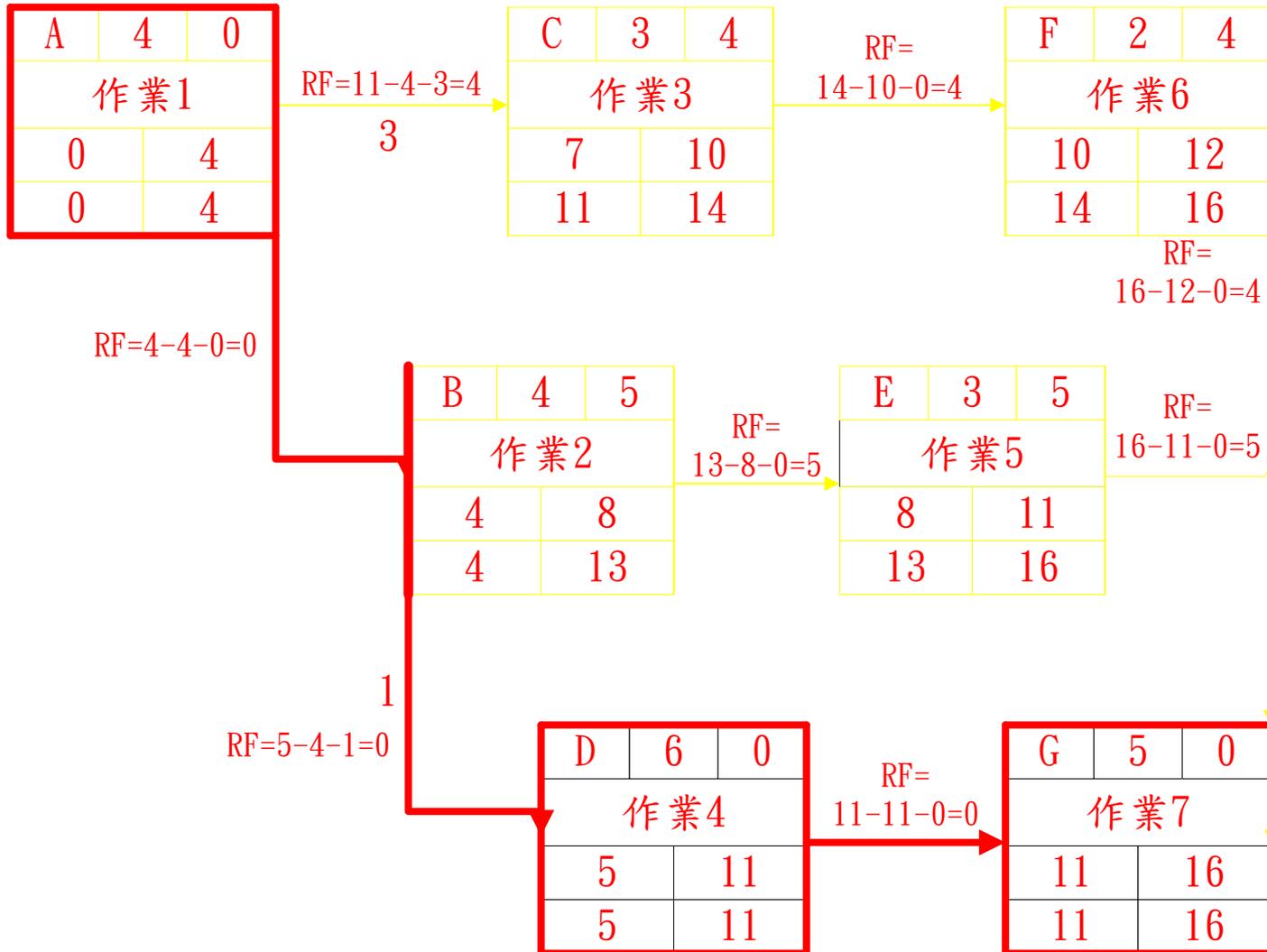
$RF=$ 箭頭邊的最遲時間-箭尾邊的最早時間-Lag

練習：

作業可以中斷以結束浮時計算要徑



解答



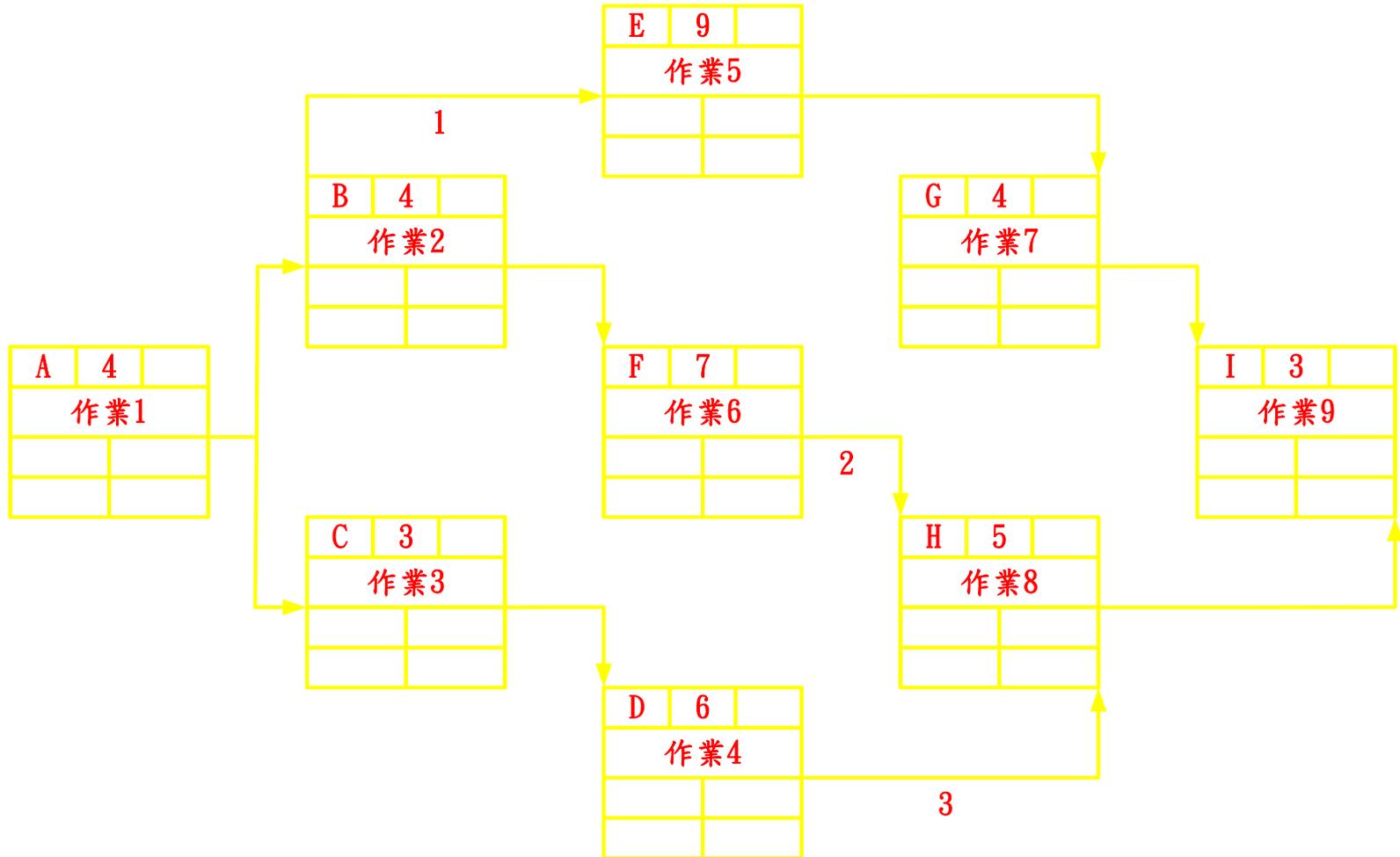
PDM與ADM之比較

1. PDM比ADM較能表達工程現場的實際作業狀況
2. ADM網圖則較PDM網圖易讀及易懂。
3. ADM須先求得結點時間後才能找到作業日程；PDM則可以直接找到作業日程
4. ADM因為作業間關係的表達較不理想，所以才有虛作業的使用；PDM沒有虛作業
5. PDM容易表示作業間的延遲關係

結論：

PDM較ADM適合用於營建工程的進度規劃與控制作業

練習例



答案

作業名稱	最早開始	最早完成	最晚開始	最晚完成	總浮時	要徑
A	0	4	0	4	0	●
B	4	8	4	8	0	●
C	4	7	10	13	6	
D	7	13	13	19	6	
E	5	14	10	19	5	
F	8	15	8	15	0	●
G	10	14	15	19	5	
H	17	22	17	22	0	●
I	19	22	19	22	0	●

答案

