

工程規劃與控制

Ch. 1 專案概論

吳獻堂

工程規劃與控制

Ch. 2 管理概論

吳獻堂

管理概論

過程的觀念

- 1、任何生產活動基本上都需要有輸入，並藉由轉換的機制，而生產出輸出。
- 2、此種模式即稱為過程。

管理概論

過程的性質

- 1、所有工作皆在過程中完成。
- 2、每個過程均有其輸入。
- 3、輸出乃過程的結果。
- 4、過程本身是一項附加價值的轉換。
- 5、輸出可為有形或無形。
- 6、一個過程的輸入往往是其他過程的輸出。

管理概論

過程的性質

- 7、每個輸出的下游皆為客戶。
- 8、每個輸入皆有其上游供應者。
- 9、客戶與供應者分別代表承接者與提供者，二者未必是人，可為機械、組織等。
- 10、任何過程本身均可能包括若干次過程。
- 11、組織的事物由許多相互關聯的過程組成。

管理概論

管理的定義

- 1、與他人及透過他人有效率地完成活動的過程。
- 2、與他人及透過他人有效率地完成活動的協調性與整合性過程。
- 3、指導與管制一個組織的協調性活動。

管理概論

管理的定義

- 1、效率是輸入與輸出的關係，並追求最低成本，即著重於方法、手段、不浪費資源。
- 2、管理亦重視成果，因此尚需追求有效性。

管理概論

組織的定義

- 1、為達成某種特定目的，對人們所作的有系統安排。
- 2、為達成某種特定目的，人們有慎思安排。

管理概論

組織的特徵

- 1、標的：任何組織都有一個目的。
- 2、人：每個組織都由人組成。
- 3、結構：所有組織會發展一套有系統的結構以界定並限制其成員行為，即規定、規章等。

管理概論

管理基本功能

- 1、規劃(planning)。
- 2、組織化(organizing)。
- 3、領導(leading)。
- 4、管制(controlling)。

專案概論

專案的概念

- 1、專案是一組經由協調與管制且有起迄時間之活動所組成，包括時間、成本與資源之限制下，從事達成符合特定要求目標之獨特的過程。
- 2、專案是一種暫時性的努力以創造出一項獨特的產品、服務或結果。

專案概論

專案三特性

- 1、暫時性：任何專案皆有明確的起迄時間點
- 2、獨特的產品、服務或結果：不論是產品、服務或結果，在某些特徵上有別於其他專案。
- 3、漸進式推演：隨著專案進展，取得詳細資訊，以持續改進與詳述計劃的內容。

專案概論

專案執行階段

- 1、規劃與可行性研究階段。
- 2、基本設計階段。
- 3、細部設計階段。
- 4、工程發包階段。
- 5、施工與驗收階段。
- 6、機關與廠商間工程接管階段。

專案概論

工程契約之種類

- 1、總價承包契約。
- 2、單價承包契約。
- 3、數量精算式總價承包契約。
- 4、成本報酬契約。
- 5、管理契約。
- 6、統包契約。

工程規劃與控制

Ch. 3 施工管理系統

吳獻堂

施工管理系統

系統(System)定義

- 1、組織內欲合力達成目標的元件集合體。
- 2、有工作次序關係的事務或部份群體。
- 3、一組相互關聯和相互依存之部份群體。
- 4、相互關聯或相互作用的元件集合體。
- 5、具有特定目的之相互關係的元件集合體。
- 6、組織為達目的，所有相互關聯或作用的元件集合體。

施工管理系統

系統特性

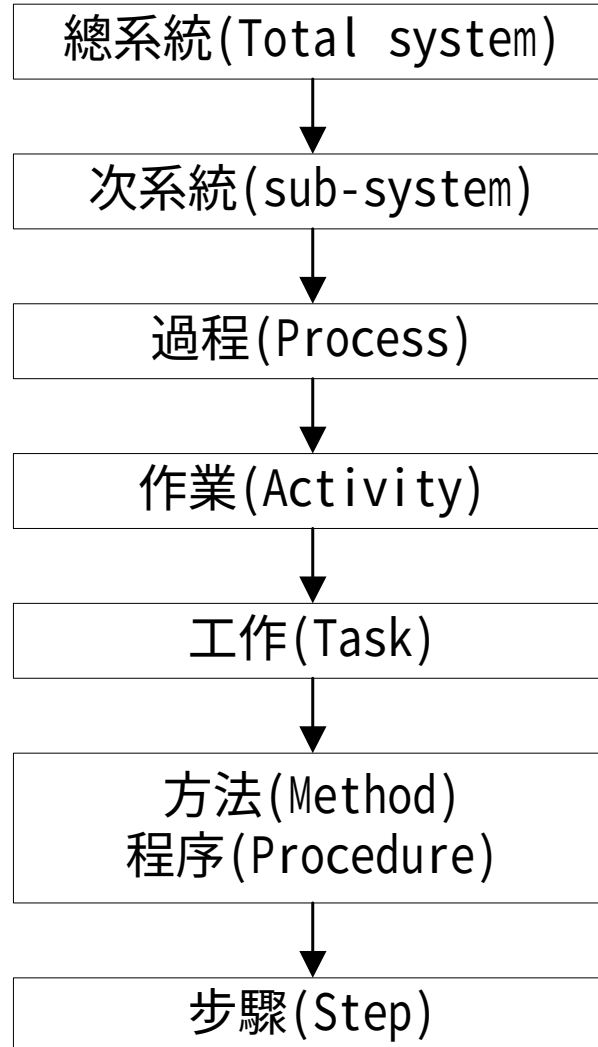
- 1、由2個以上可辨別的單體所構成的集合體。
單體：事物、部分、要項、元件、次系統
- 2、各單體之間皆具有關聯性或相互作用
- 3、各單體之間皆具有功能或目標性
- 4、系統有接受環境的輸入而產生輸出的效用

施工管理系統

系統性質

- 1、任何具有相互關聯或相互作用及特定目標，並具有輸入、輸出的功能，用以掌握事物、要項、元件的集合體。
- 2、系統有大有小，總系統、次系統。

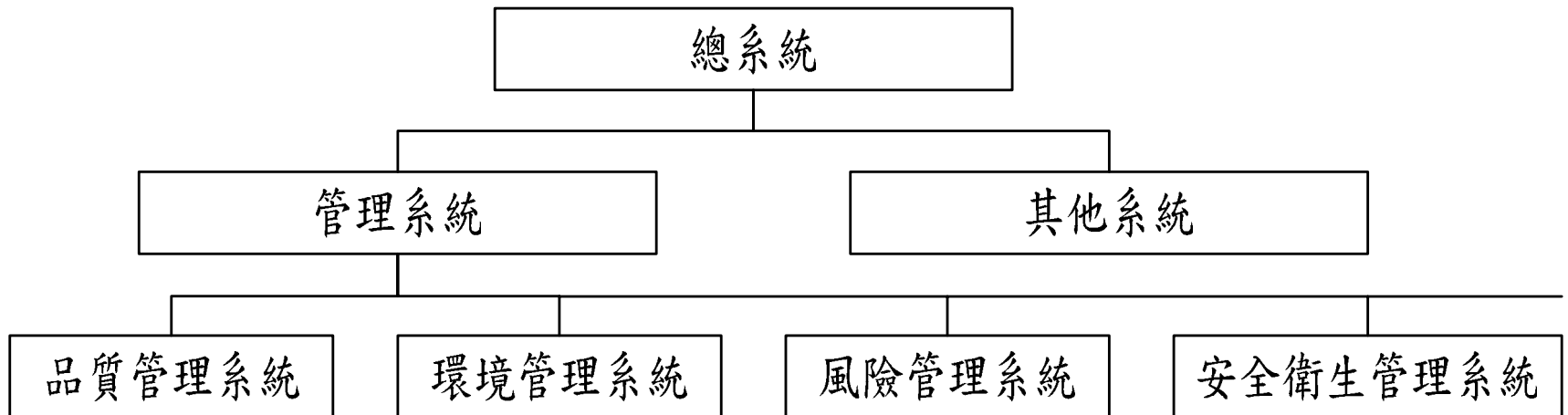
施工管理系統



施工管理系統

管理系統定義

1、ISO9000，2000：建立政策與目標並達成此目標的系統。



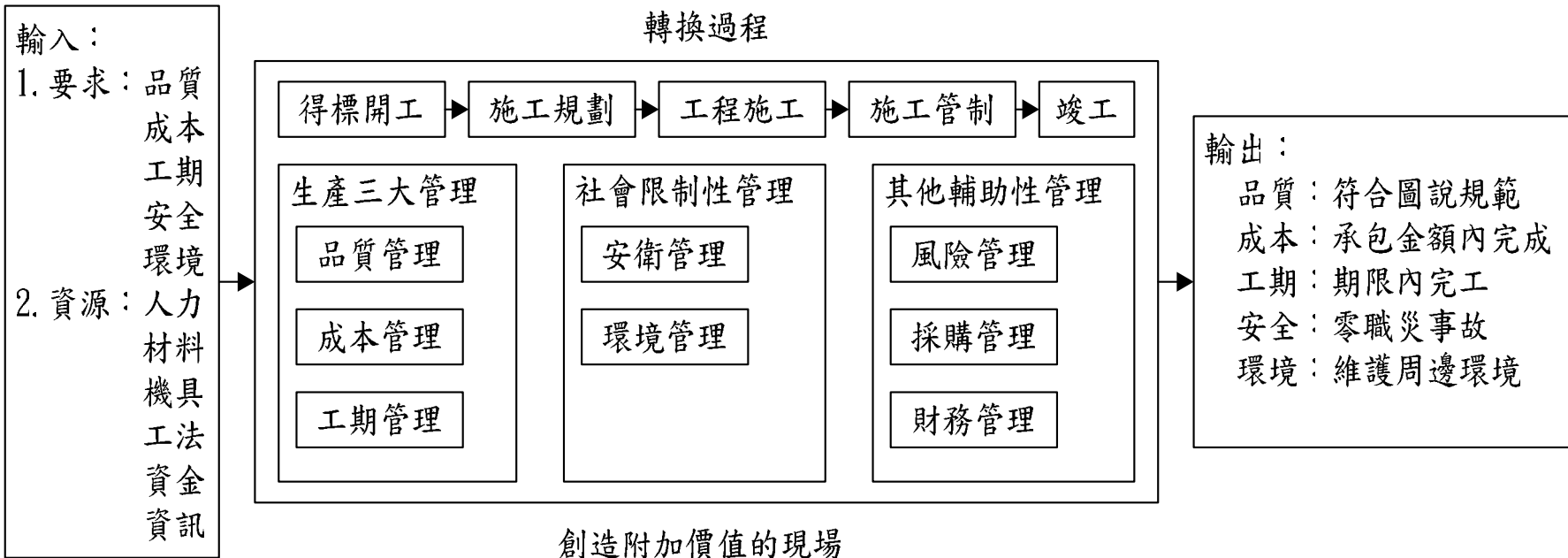
施工管理系統

施工管理的內涵

- 1、施工場所(現場)：可直接為業主創造附加價值，或/並提供工程標的物的工作執行場所
- 2、現場：將輸入轉變成輸出，包含各種過程
- 3、指導與管制組織內有關專案現場各項過程執行的協調性活動。包含：建立政策與目標、規劃、組織化、領導、管制

施工管理系統

施工管理系統模式



施工管理系統

過程的管理要領

- 1、明確目的：依契約、圖說、政策、目標，設定該過程的目的。
- 2、確定範圍：決定過程的起迄點，產品、活動之幅度。
- 3、確定輸入：決定準備、供應、提供什麼。
- 4、確定輸出：產出為何物、成果貢獻什麼。

施工管理系統

過程的管理要領

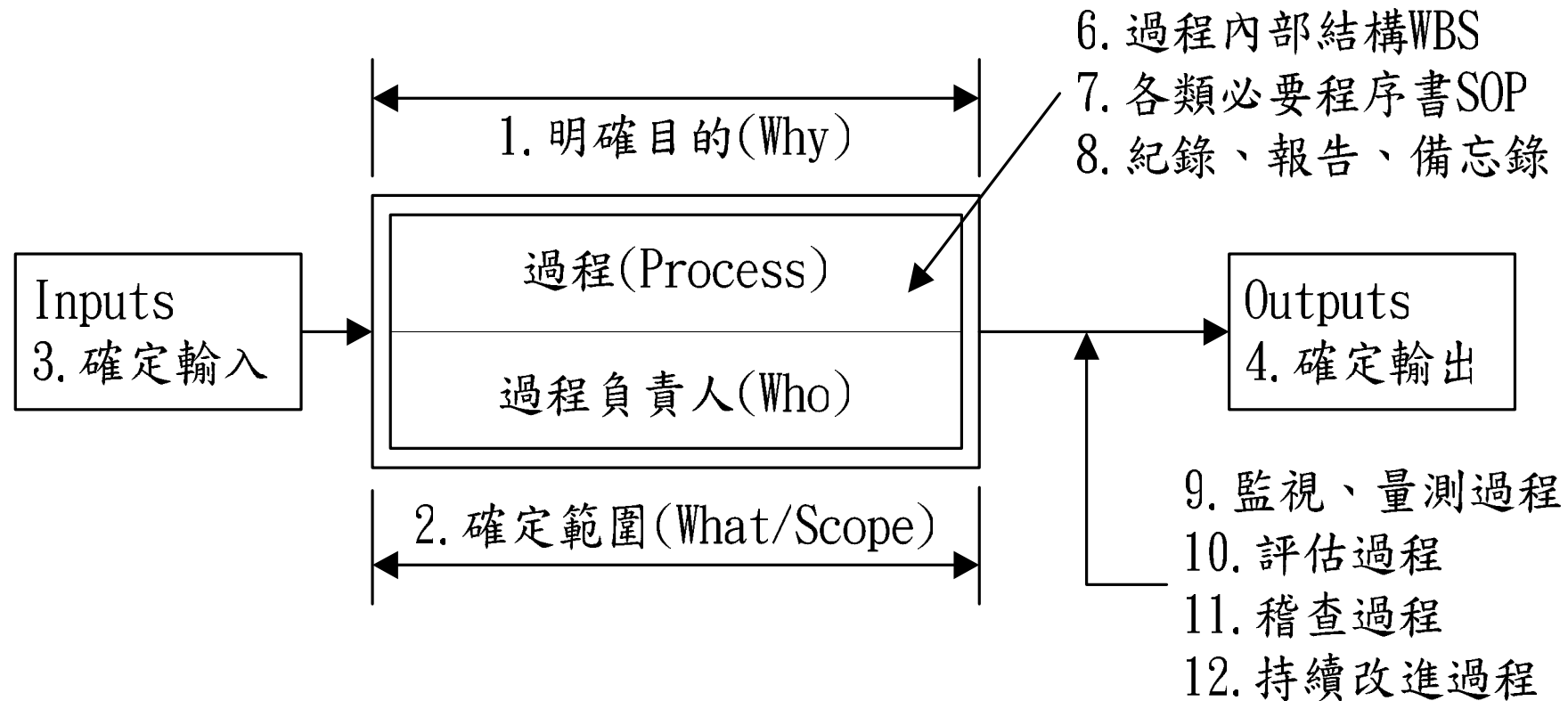
- 5、指派過程負責人。
- 6、建立過程內部結構：按分工結構圖WBS拆解
Work Breakdown Structure
- 7、準備程序書：各類必要程序書SOP
Standard Operating Procedure
- 8、確定紀錄：紀錄、報告、備忘錄。

施工管理系統

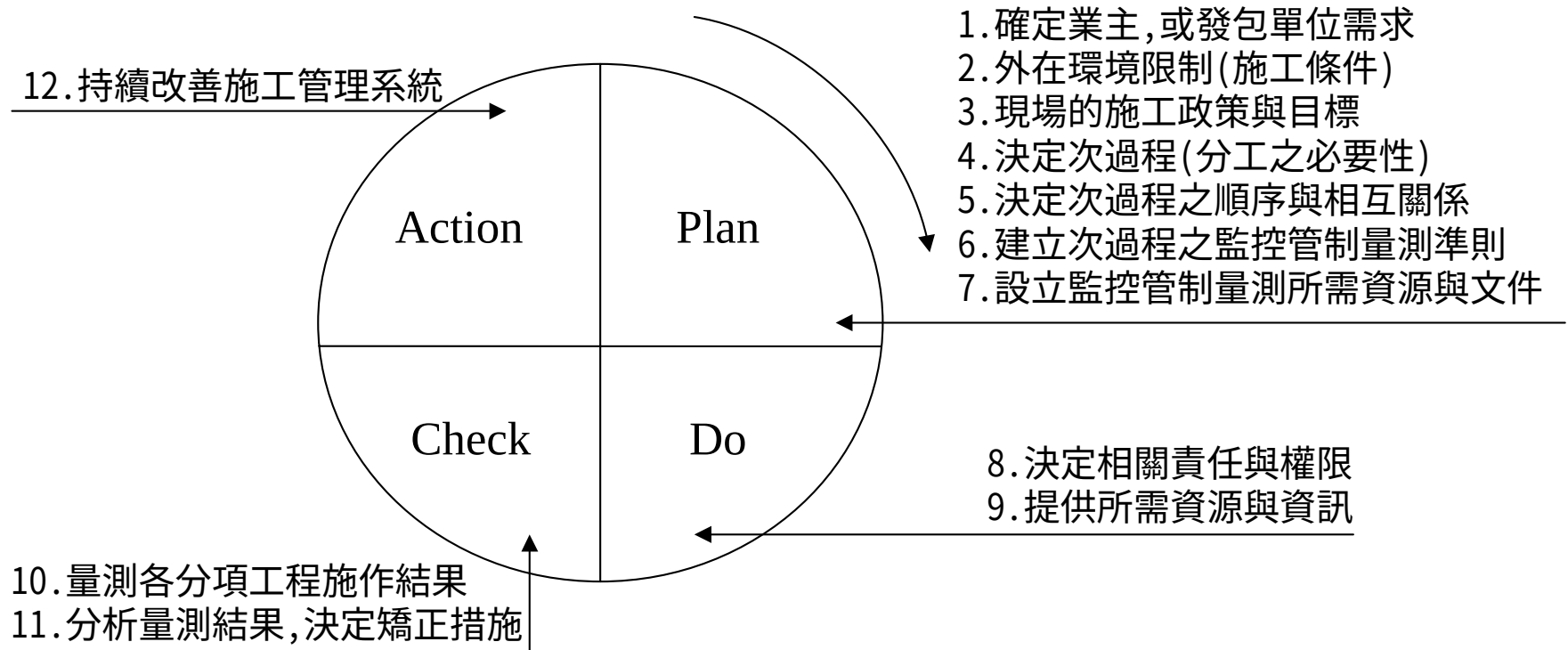
過程的管理要領

- 9、監視、量測過程：先預設量測指標。
- 10、評估過程：透過資料分析與指標比較。
- 11、稽查過程：針對不符合，採取矯正措施。
- 12、持續改進過程：用以提升能力。

施工管理系統



施工管理系統



工程規劃與控制

Ch. 4 施工規劃之基本事項

吳獻堂

施工規劃之基本事項

施工規劃概要

施工規劃目標，尋求

在工程期限內，

以預算內最少費用，

以安全為要件下，

構築合乎圖說規範品質之工程物，

施工方法與條件。

施工規劃之基本事項

施工規劃概要

1、事前調查

圖面、施工規範及其他契約條件之檢討。
現場實地調查。

施工規劃之基本事項

施工規劃概要

2、施工技術計劃

作業順序、施工方法。

工期、工作量、工程費檢討。

編製工程預定進度表。

施工機具選擇、臨時設備設計與配置。

品質管制計劃。

施工規劃之基本事項

施工規劃概要

- 3、供應採購計劃
- 下包招請計劃。
- 勞務計劃。
- 機械計劃。
- 材料計劃。
- 輸送計劃。

施工規劃之基本事項

施工規劃概要

4、管理控制計劃

現場管理組織編制。

預算書編制。

資金與收支計劃。

安全管理計劃。

各種計劃圖表製作。

施工規劃之基本事項

日程計劃基礎

- 1、決定工程進度、機械設備容量、台數。
- 2、日平均施工量 $\geq$ (工程作業量/可能日數)。
- 3、可能日數=日曆天數—假日數—天氣因素日
- 4、水文氣象、地形、地質等條件調查統計。

施工規劃之基本事項

標準施工量及施工速度

- 1、依各機械設備效能、台數而定。
- 2、參考各機械設備說明或經驗數據。

施工規劃之基本事項

常態分佈(p92)

1、平均值($\bar{X}$)、標準差(S)。

2、
$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

3、
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

工程規劃與控制

Ch. 5 PERT、CPM

吳獻堂

PERT、CPM

計劃評核術

考慮時間、人力、成本，求適當合宜計劃

Program Evaluation and Review Technique

要徑法

總費用最小之最佳工期

Critical Path Method

PERT、CPM

網圖(Network)

- 1、箭線圖Arrow Diagramming Method (ADM)
Activity on Arrow (AOA)
- 2、結點/節圖Precedence Diagramming Method
(PDM)
Activity on Node (AON)

PERT、CPM

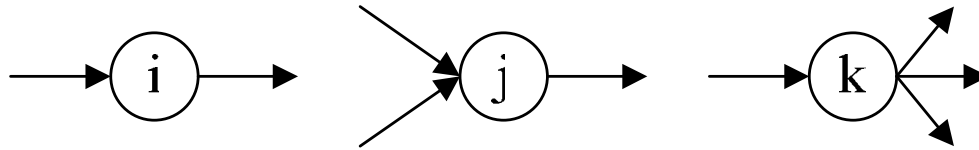
箭線圖(ADM)



- 1、Activity：作業名稱
 - 2、Duration：作業需時(天、時、...)
 - 3、i；j：結點編號，左小至右大，不可重複
 - 4、ES：最早開始時間；EF：最早結束時間
 - 5、LS：最遲開始時間；LF：最遲結束時間
- Early、Late、Start, Finish

PERT、CPM

箭線圖(ADM)

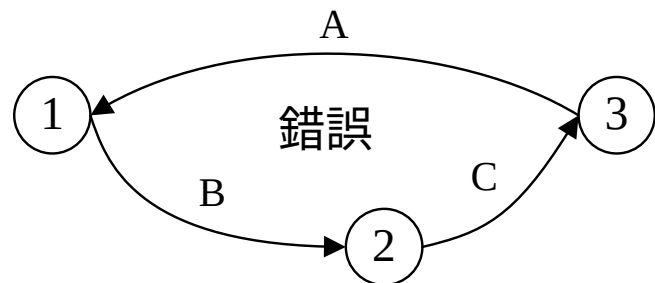
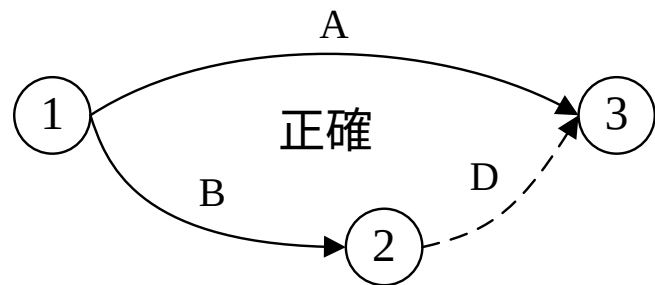
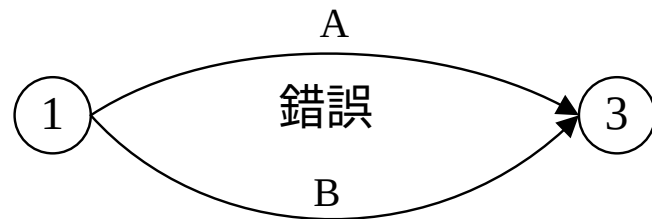


- 1、一般結點(Node) : i
- 2、匯點(Merge) : j
- 3、裂點(Burst) : k

PERT、CPM

箭線圖(ADM)

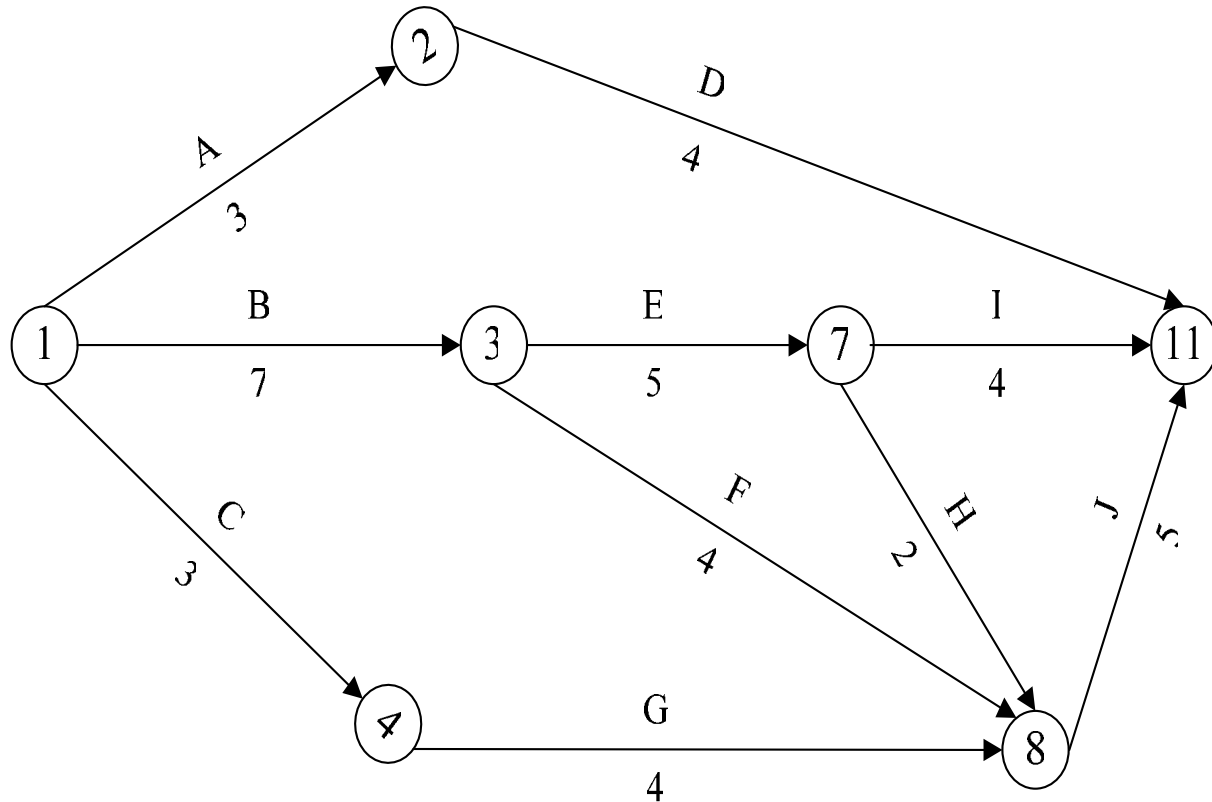
- 1、二個結點間僅有單一作業
- 2、虛作業(Dummy)工期為0
- 3、單一開始
- 4、單一結束
- 5、不可形成迴圈



PERT、CPM

箭線圖(ADM)

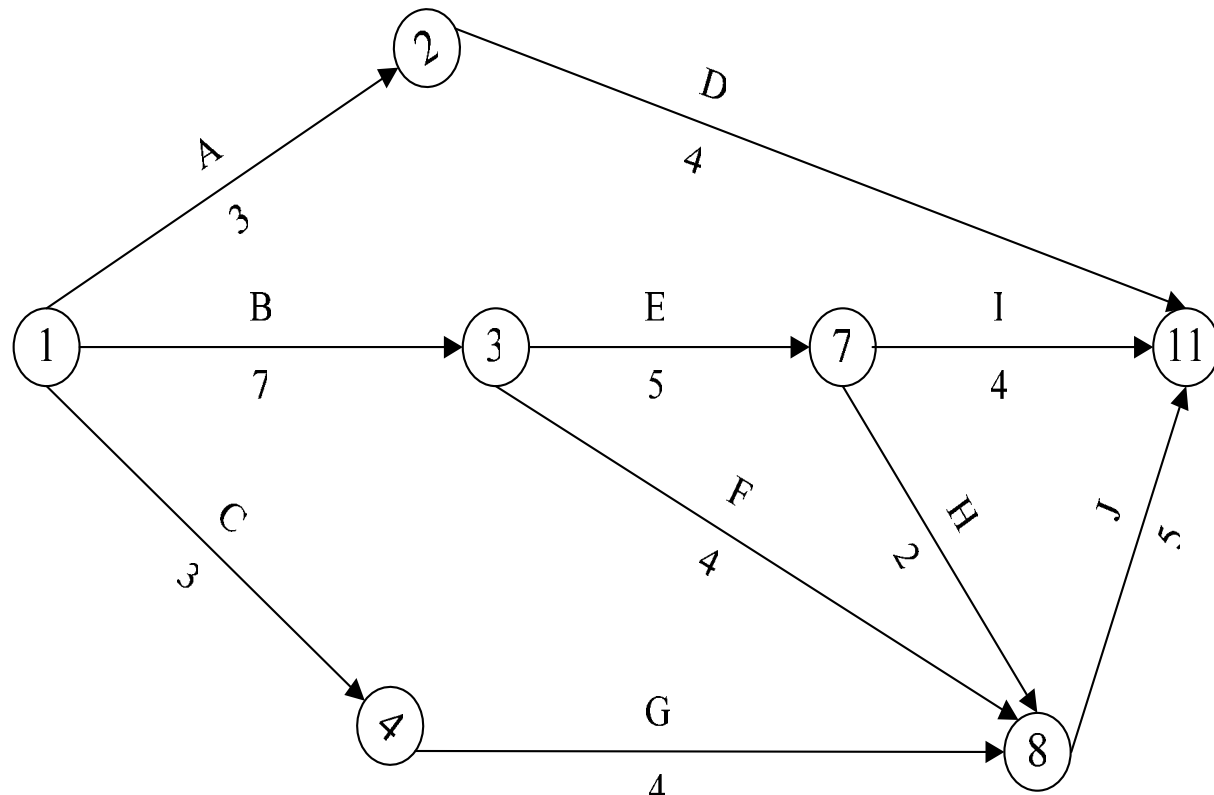
作業	需時	後續
A	3	D
B	7	E, F
C	3	G
D	4	—
E	5	H, I
F	4	J
G	4	J
H	2	J
I	4	—
J	5	—



PERT、CPM

箭線圖(ADM)

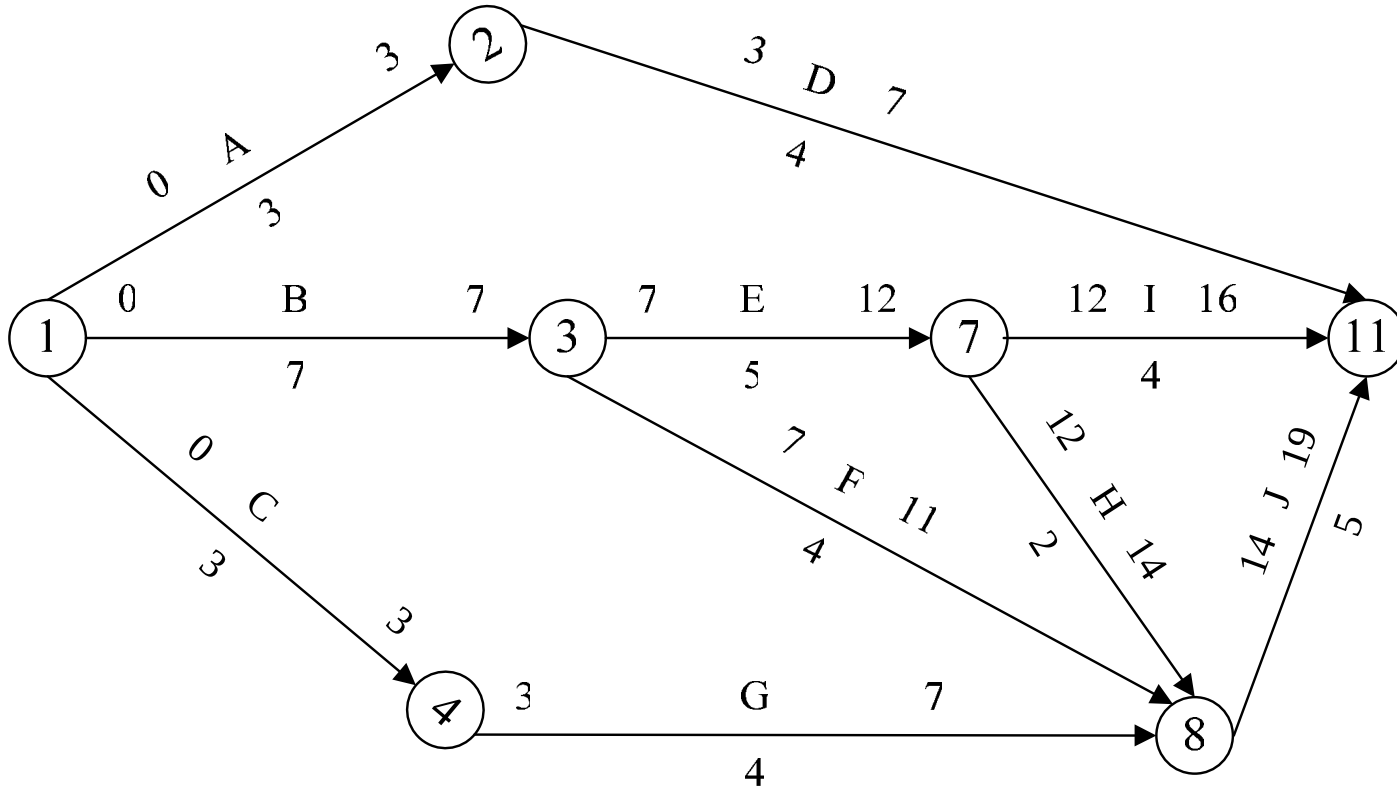
作業	需時	前項
A	3	—
B	7	—
C	3	—
D	4	A
E	5	B
F	4	B
G	4	C
H	2	E
I	4	E
J	5	F,G,H



PERT、CPM

箭線圖(ADM)

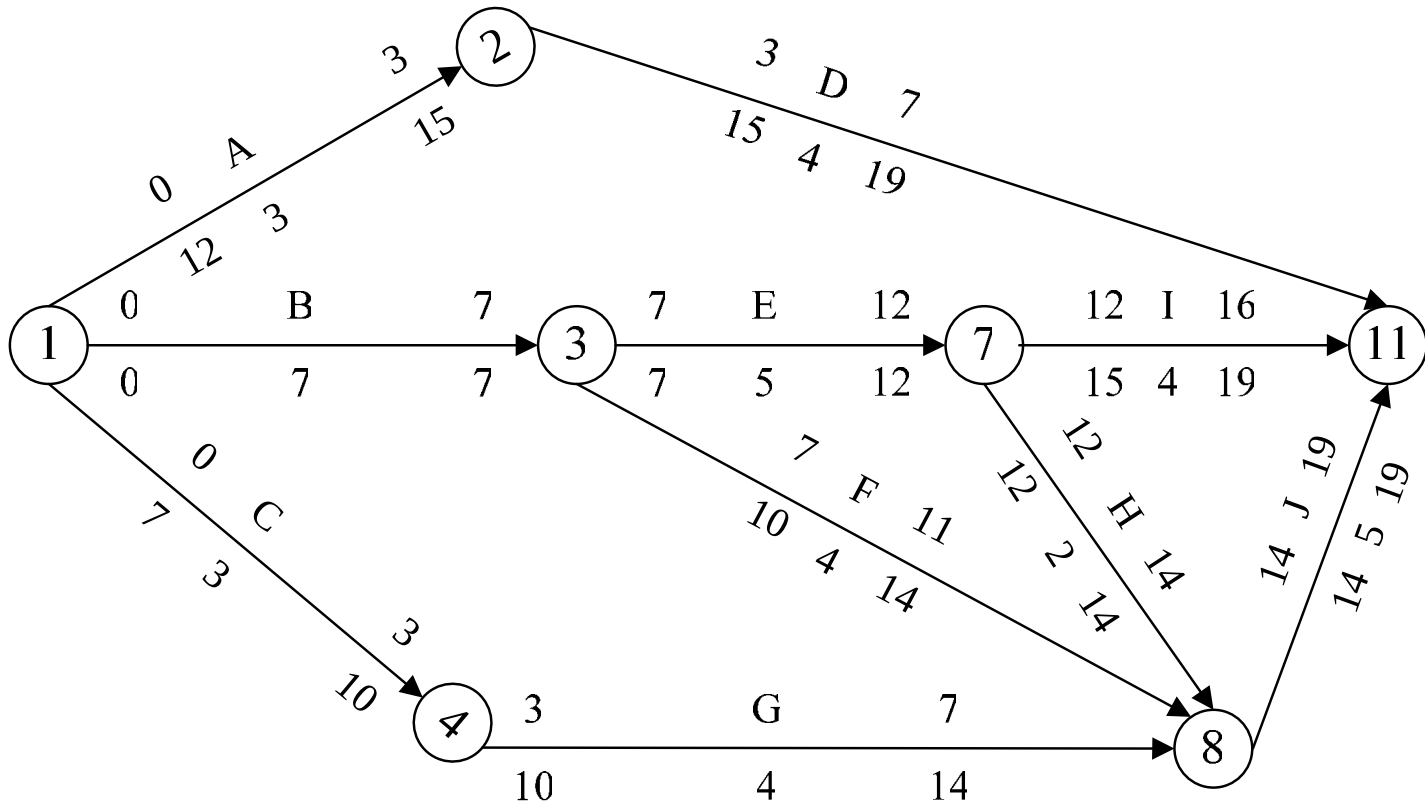
1、前進計算： $EF=ES+Dur$ ，取大值



PERT、CPM

箭線圖(ADM)

2、後退計算： $LS=LF-Dur$ ，取小值



PERT、CPM

箭線圖(ADM)

3、總浮時(Total Float)：

一作業項目，在不影響整個工程之完工期限下，其所能允許延誤之時間。

$$TF = LF - EF$$



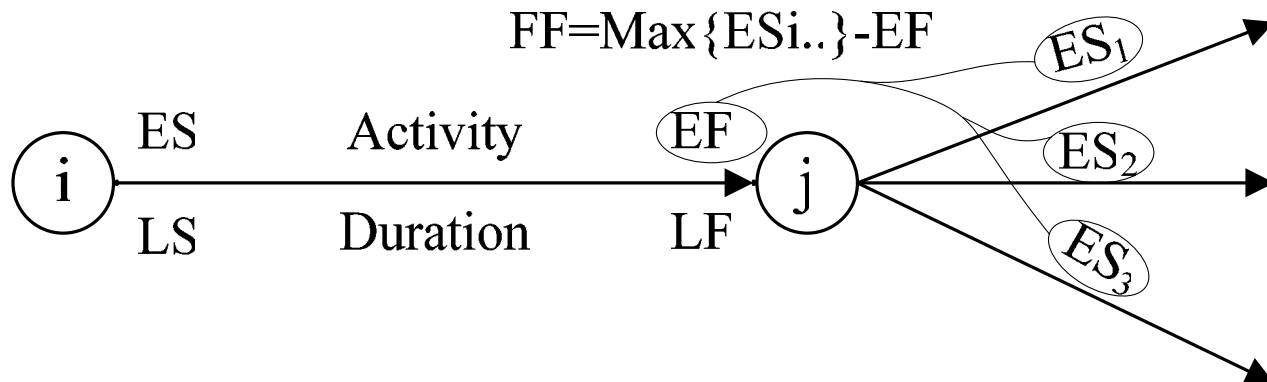
PERT、CPM

箭線圖(ADM)

4、自由浮時(Free Float)：

一作業項目，在不影響下一作業之最早開工時間，其所能允許延誤之時間。

$$FF = ES_{\text{後續最大}} - EF$$



PERT、CPM

箭線圖(ADM)

5、干擾浮時(Interfering Float)：

一作業項目所能延誤之時間，雖不致影響整個工程，但卻影響後續作業之寬裕時間

$$IF = TF - FF$$

6、要徑(Critical Path)：

網圖中最長時間之路徑，各作業均無寬裕時間(TF為0)

PERT、CPM

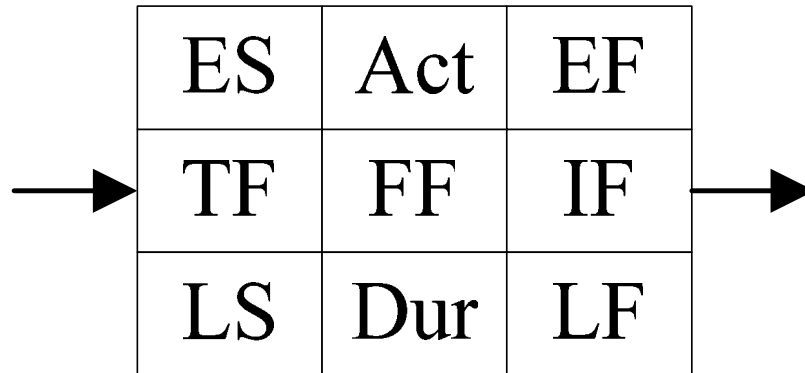
作業	需時	ES	EF	LS	LF	TF	FF	IF	CPM
A	3	0	3	12	15	12	0	12	
B	7	0	7	0	7	0	0	0	*
C	3	0	3	7	10	7	0	7	
D	4	3	7	15	19	12	12	0	
E	5	7	12	7	12	0	0	0	*
F	4	7	11	10	14	3	3	0	
G	4	3	7	10	14	7	7	0	
H	2	12	14	12	14	0	0	0	*
I	4	12	16	15	19	3	3	0	
J	5	14	19	14	19	0	0	0	*

$$EF=ES+Dur, \quad TF=LF-EF, \quad IF=TF-FF$$

PERT、CPM

結點圖(PDM)

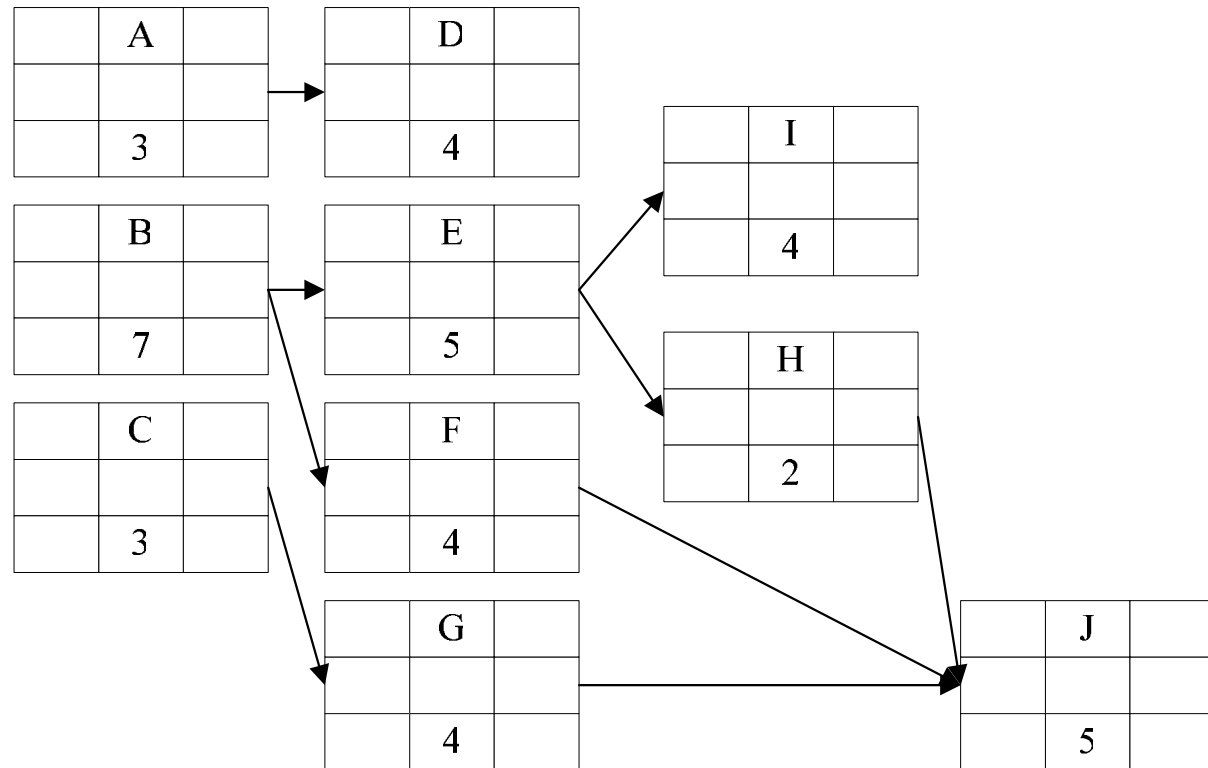
1、作業在結點上



PERT、CPM

結點圖(PDM)

作業	需時	後續
A	3	D
B	7	E, F
C	3	G
D	4	—
E	5	H, I
F	4	J
G	4	J
H	2	J
I	4	—
J	5	—

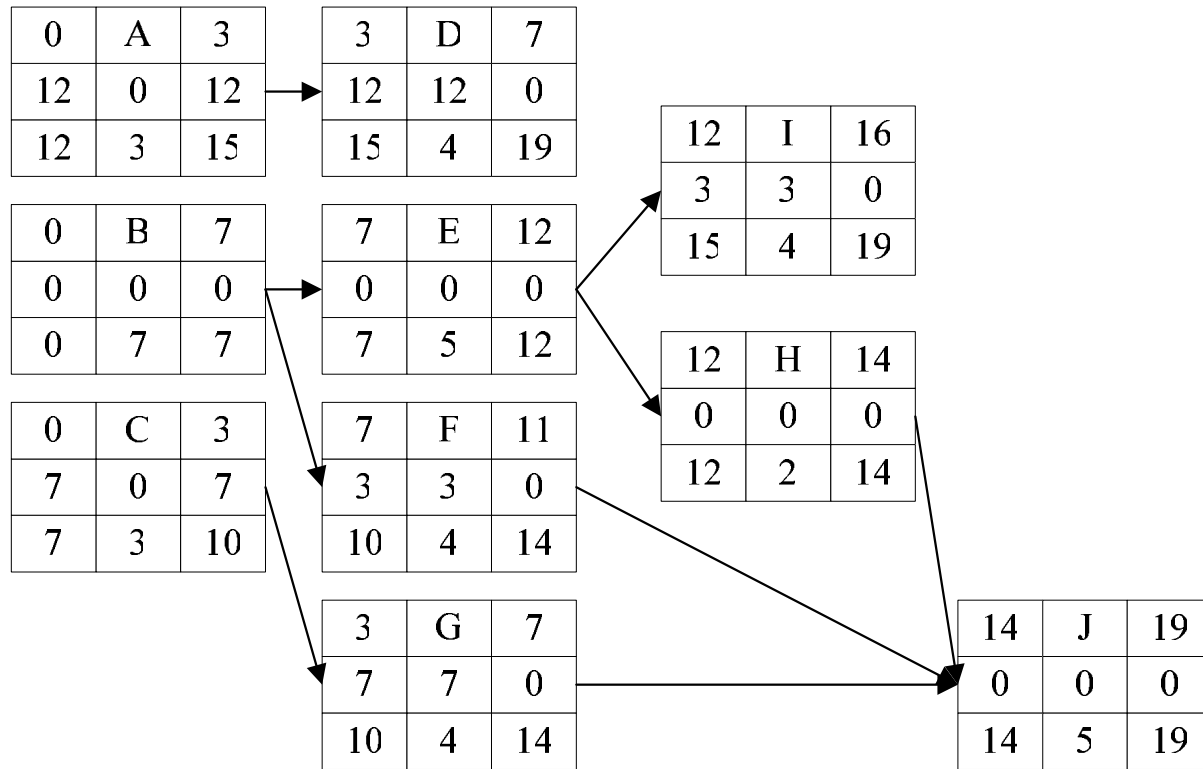


→	ES	Act	EF	
	TF	FF	IF	→
	LS	Dur	LF	

PERT、CPM

結點圖(PDM)

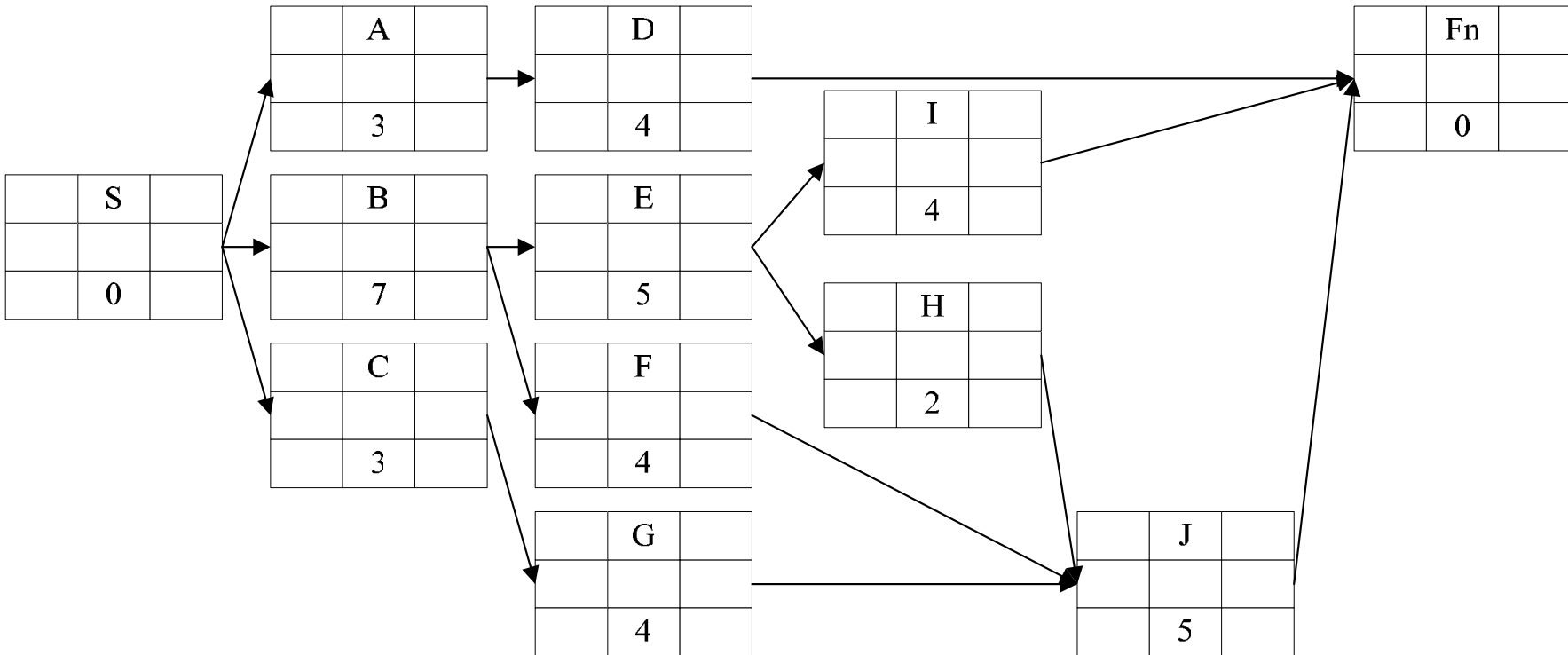
作業	需時	後續
A	3	D
B	7	E, F
C	3	G
D	4	—
E	5	H, I
F	4	J
G	4	J
H	2	J
I	4	—
J	5	—



PERT、CPM

半矩陣法

1、結點圖，單一開始，單一結束：



PERT, CPM

半矩陣法

2、任意放置，沒有次序，但橫向縱向相同

(* : 關係)

S之後續

作業：

A, B, C

A之後續

作業：

D

[illegible]

PERT, CPM

半矩陣法

3、開始之ES, $EF=0$, $EF=ES+Dur$

4、由EF 往左

遇*往上

比對ES

保留大値

[illegible]

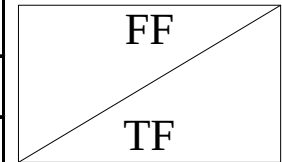
半矩陣法(ES, EF)

[illegible]

PERT、CPM

半矩陣法(FF)

ACT	S	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Fn		
DUR	0	3	7	3	4	5	4	4	2	4	5	0		
ES	0	0	0	0	3	7	7	3	12	12	14	19	EF	ACT
	0/	0/	0/	0/									0	S
		0/			0/								3	A
			0/			0/	0/						7	B
				0/				0/					3	C
					12/							12/	7	D
						0/			0/	0/			12	E
							3/				3/		11	F
								7/			7/		7	G
									0/		0/		14	H
										3/		3/	16	I
											0/	0/	19	J
												0/	19	Fn



$$12 = 19(ES) - 7(EF)$$

$$3 = 19(ES) - 16(EF)$$

$$0 = 19(ES) - 19(EF)$$

最後作業之FF=0

向左移至斜邊上(相交格位)，取最小值，即為FF

PERT, CPM

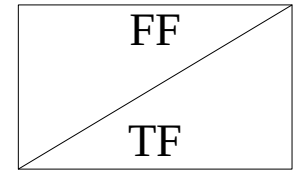
半矩陣法(FF)

[illegible]

PERT、CPM

半矩陣法(TF)

ACT	S	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Fn		
DUR	0	3	7	3	4	5	4	4	2	4	5	0		
ES	0	0	0	0	3	7	7	3	12	12	14	19	EF	ACT
	0/0	0/12	0/0	0/7									0	S
		0/12			0/12								3	A
			0/0			0/0	0/3						7	B
				0/7				0/7					3	C
					12/12							12/12	7	D
						0/0			0/0	0/3			12	E
							3/3				3/3		11	F
								7/7			7/7		7	G
									0/0		0/0		14	H
										3/3		3/3	16	I
											0/0	0/0	19	J
												0/0	19	Fn



$$12 = 19(ES) - 7(EF)$$

$$3 = 19(ES) - 16(EF)$$

$$0 = 19(ES) - 19(EF)$$

最後作業之TF=FF=0

向左移至斜邊上(相交格位)，取最小值，即為TF

PERT、CPM

半矩陣法(TF)

ACT	S	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Fn		
DUR	0	3	7	3	4	5	4	4	2	4	5	0		
ES	0	0	0	0	3	7	7	3	12	12	14	19	EF	ACT
	0/0	0/12	0/0	0/7									0	S
		0/12			0/12								3	A
			0/0			0/0	0/3						7	B
				0/7				0/7					3	C
					12/12							12/12	7	D
						0/0			0/0	0/3			12	E
							3/3				3/3		11	F
								7/7			7/7		7	G
									0/0		0/0		14	H
										3/3		3/3	16	I
											0/0	0/0	19	J
												0/0	19	Fn

PERT、CPM

半矩陣法

CPM=S->B->E->H->J->Fn

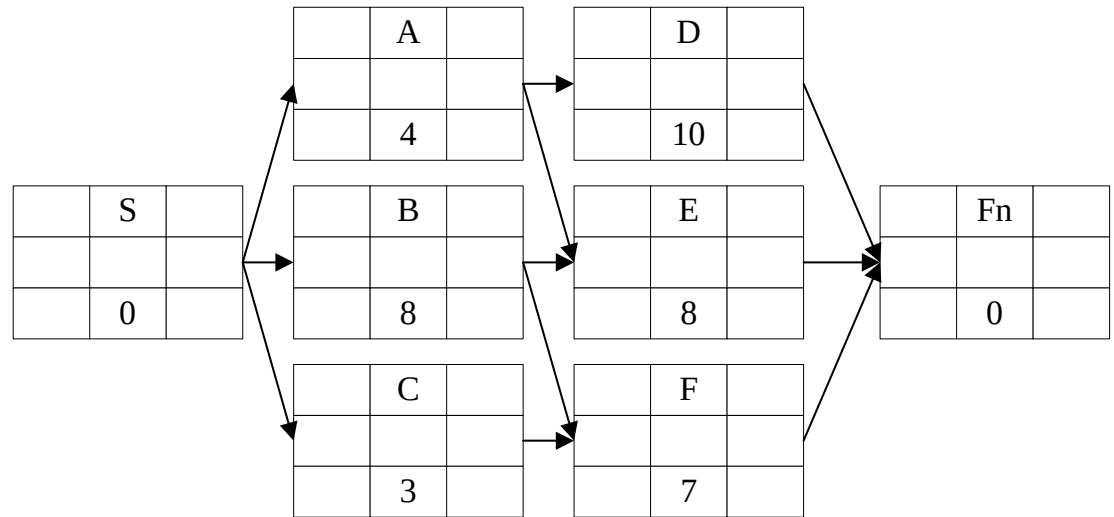
ACT	ES	EF	LS=TF+ES	LF=TF+EF	TF	FF	IF=TF-FF	CPM
S	0	0	0	0	0	0	0	*
A	0	3	12	15	12	0	12	
B	0	7	0	7	0	0	0	*
C	0	3	7	10	7	0	7	
D	3	7	15	19	12	12	0	
E	7	12	7	12	0	0	0	*
F	7	11	10	14	3	3	0	
G	3	7	10	14	7	7	0	
H	12	14	12	14	0	0	0	*
I	12	16	15	19	3	3	0	
J	14	19	14	19	0	0	0	*
Fn	19	19	19	19	0	0	0	*

PERT、CPM

趕工計劃(Least-Cost, Time-Cost Trade Off)

1、由要徑上趕工，縮短成本最小者。

作業	需時	後續
S	0	A,B, C
A	6	D,E
B	6	E,F
C	4	F
D	6	Fn
E	3	Fn
F	2	Fn
Fn	0	—



	ACT	S	A	B	C	D	E	F	Fn
Duration	Normal	0	4	8	3	10	8	7	0
	Crash	0	2	5	2	6	6	4	0
Cost	Normal	\$0	\$400	\$800	\$600	\$500	\$800	\$700	\$0
	Crash	\$0	\$500	\$980	\$700	\$600	\$950	\$1,000	\$0
OverHead	\$100	\$0	\$50	\$60	\$100	\$25	\$75	\$100	\$0

PERT、CPM

趕工計劃(Least-Cost, Time-Cost Trade Off)

2、縮短工期可能產生新要徑，需重新計算。

項次	工期	作業項目								總成本	權衡 曲線
		S	A	B	C	D	E	F	Fn		
1	16	0	4	8	3	10	8	7	0	\$5,400	
2	15	0	4	7	3	10	8	7	0	\$5,360	
3	14	0	4	6	3	10	8	7	0	\$5,320	
4	14	0	4	6	3	9	8	7	0	\$5,345	
5	13	0	4	5	3	9	8	7	0	\$5,305	
6	13	0	4	5	3	8	8	7	0	\$5,330	
7	12	0	4	5	3	8	7	7	0	\$5,305	P
8	12	0	4	5	3	7	7	7	0	\$5,330	
9	12	0	4	5	3	7	6	7	0	\$5,405	
10	11	0	4	5	3	7	6	6	0	\$5,405	P
11	11	0	4	5	3	6	6	6	0	\$5,430	
12	11	0	4	5	3	6	6	5	0	\$5,530	

PERT、CPM

趕工計劃(Least-Cost, Time-Cost Trade Off)

2、縮短工期可能產生新要徑，需重新計算。

項次	工期	作業項目									總成本	權衡曲線
		S	A	B	C	D	E	F	G	Fn		
1	11	0	6	6	4	6	3	2	2	0	\$3,255	
2	10	0	6	6	4	6	2	2	2	0	\$3,220	
3	10	0	6	6	4	6	2	2	2	0	\$3,220	
4	9	0	6	5	3	6	2	2	2	0	\$3,215	
5	9	0	6	5	3	6	2	2	2	0	\$3,215	
6	8	0	6	4	2	6	2	2	2	0	\$3,210	
7	8	0	6	4	2	6	2	2	2	0	\$3,210	
8	7	0	6	4	2	5	2	1	2	0	\$3,210	
9	7	0	6	4	2	5	2	1	2	0	\$3,210	
10	6	0	6	4	2	5	2	1	1	0	\$3,190	P