



公共工程施工綱要規範

「第01103章 進度管理」

「精進公共工程進度管理制度」

教育訓練

報告人：張行道
成功大學土木系教授

104年5~6月



報告大綱

- 一、進度延誤之現象與本質
- 二、進度表基本觀念
- 三、進度管理方法
- 四、進度成本管理流程
- 五、進度管理實際操作
- 六、結論與討論



一、進度延誤之現象

1. 工程訴訟中進度延誤是最常見的爭議
2. 訴訟不外乎主張成本與工期，成本要有具體費用事證，主張工期常用說的，證據不足
3. 工程進行中，進度表當壁紙，並不更新(update)
4. 工程進度常處於模糊狀態，不知真實進度，爭議留到後面再說
5. 工程進行中，進度表不反應實際施作數量(而更新)，又常發生不知歸責於誰的問題，承包商認為可延長100天，業主認為0天，爭議常拖到完工還未解決

施工規劃要做出預定進度表

1. 一個工程就做這麼一次施工規劃，預定進度表捨不得花錢做，幾十億 vs 十幾萬
2. 許多工程提送的進度表，進度管理所需的資料不足。
3. 承包商送出預訂進度表，機關也就核准。若工程進行不順利，麻煩也就開始
4. 預定進度不知是「最早」還是「最晚」時間
5. 要徑是網圖中最長的路徑，**不是**浮時為 0 的路徑
6. 預定進度劃好後要找出要徑。對多數工程，施工中要徑常改變，需要更新進度表才知道

進度管理要有方法

1. 一般工程沒用進度管理方法，只靠常識
2. 學進度管理，不只是學排程軟體 (P3, MS Project)。
學會Word軟體，也不會寫文章
3. 國內幾乎沒有這觀念：進度「作業」 schedule activity
對合約成本「項目」 (contract line item)
4. 是「作業」 vs. 「項目」，不是「作業項目」
5. 進度管理有一套方法，每個月做進度報告，能清楚計算實際進度，預測完工時間

要有進度規範

1. 一般規範的進度管理，寫得無法據以要求或執行，例如：「承包商應提施工網圖送審」
2. 工程糾紛也導源於不當的進度規範，需要有好的規範，據以做出好的進度報表。
3. 工程會於102年12月，於施工網要規範，加入第01103章「進度管理」規定，共8頁。
4. 工程規劃很重要，進度表是規劃的產品，藉由進度規範要求做好進度表，使工程人員做好規劃。
5. 工程人員對進度表之功能並不完全了解，藉由規範，可逐步要求、指引工程人員製作進度表，就像其他技術規範(如混凝土等)的功能一樣。
6. 進度規範是一套清楚的遊戲規則。

進度規範之內容摘要

1. 1.4 名詞定義，1.5 排程人員與軟體，1.6 浮時之使用。
2. 2.2 中階進度表之作業應依分工結構導出，作業數目適當，作業之工期不宜過長。進度表應以桿狀圖及先行法網圖表示，以月或週為時間標尺單位。
3. 2.5 進度表應包括進度說明，描述工作方法、邏輯關係、計算基準與假設。
4. 3.1 進度百分比之計算方式須由工程司與承包商雙方討論決定，可選擇施作的數量、完成的價值、達到的里程碑、經驗判斷等方式。
5. 3.2 進度表提送，3.3 進度表更新(update)，3.4 進度表修訂(revision)。
6. 4.2.2 本工程進度管理依完成進度估驗付款。4.2.3 如承包商未能按要求提送進度表，以致不能評估進度，得暫停估驗請款。

製作進度表需要經費(4.2.2)

工程類別 \ 規範要求	預定進度表及報告	進度表	作業報告	價值及資源報告	進度說明	進度表修訂	累積時數/月	人月
建築工程 (10億)	-	160	16	80	40	80	376	2.4
捷運機電工程 (10億)	200*	65	60	100	30	100	355	2.2
捷運工程 (20-30億)	-	24	8	24	16	80~160	152~232	1~1.5
國道建設 (20億)	300	10	12	16	4	120	162	1
停車場 (中正機場)	176	3	1	3	2	20~40	29~49	0.2~0.3

*小時

二、進度表基本觀念(1.4.2)

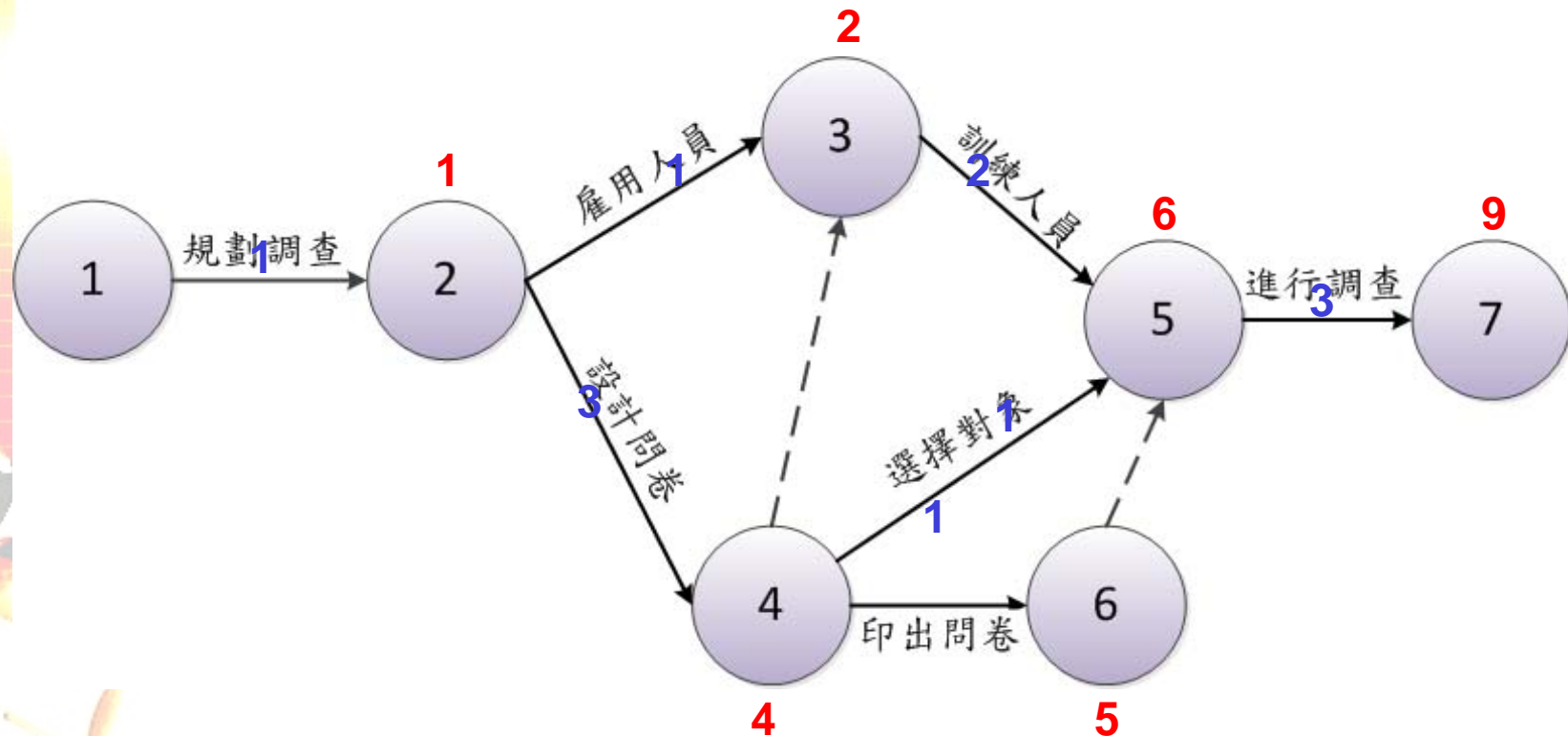
桿狀圖(Bar chart)

假設某工作包括7個作業(activity)

作業 \ 日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. 規劃調查	■								
2. 雇用人員		■							
3. 訓練人員					■	■			
4. 設計問卷		■	■	■	■				
5. 選擇對象					■				
6. 印出問卷					■				
7. 進行調查							■	■	■

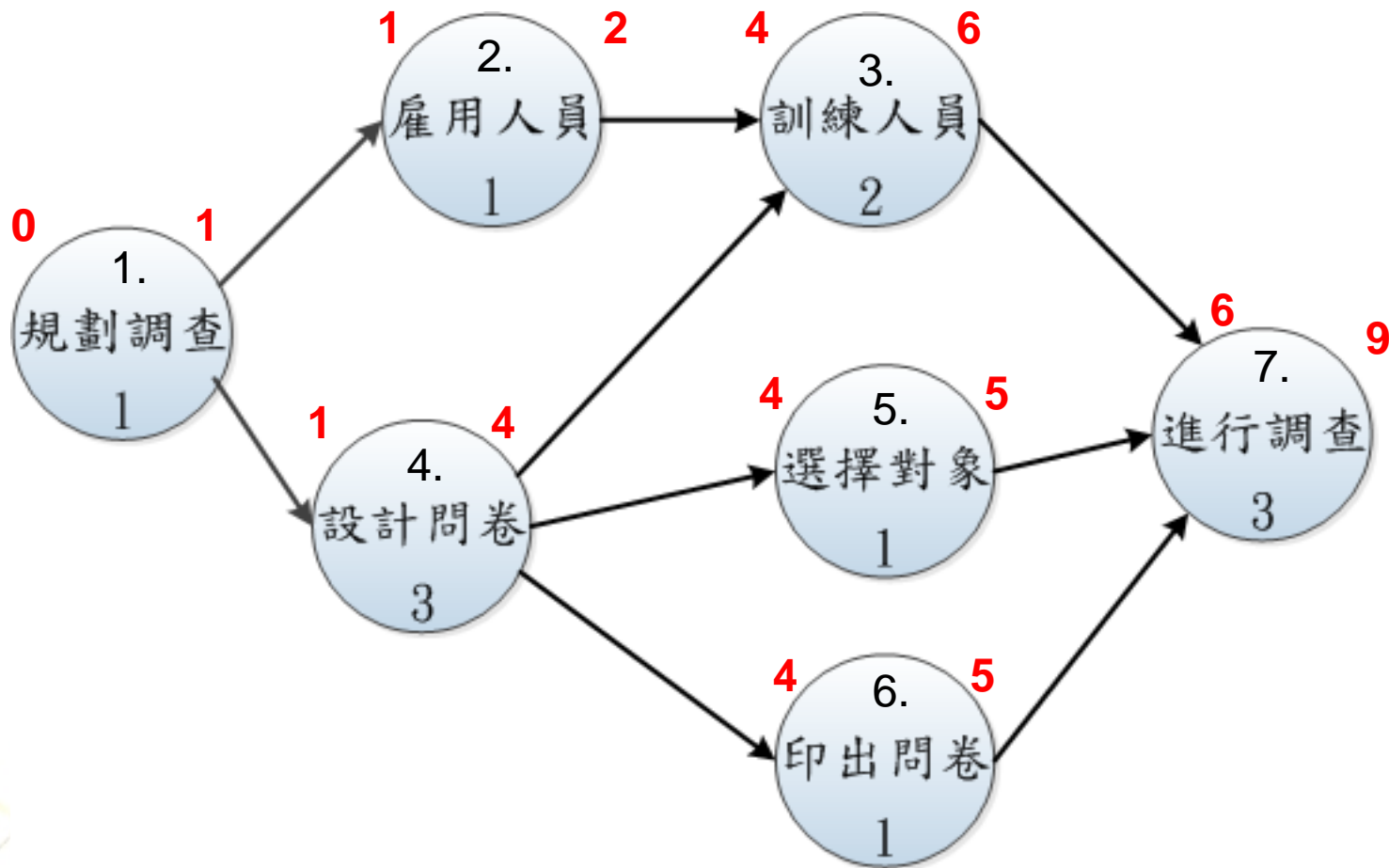
(1)箭線圖(1.4.3)

Activity on Arrow, AOA, 作業置於線上
最早使用的網圖(network)



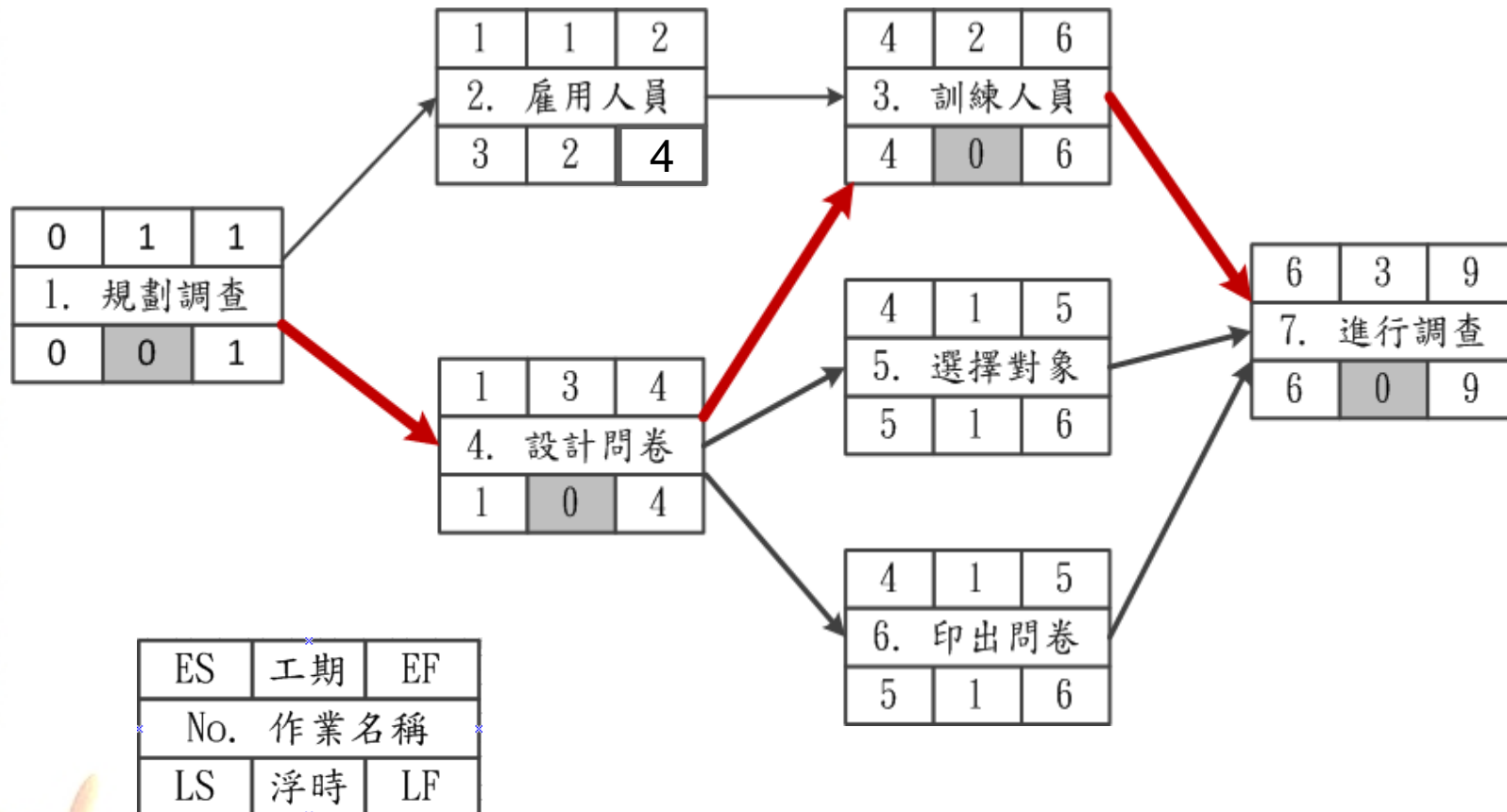
(2)結點圖(1.4.3)

Activity on Node, AON, 作業置於結點上



(3) 先行圖法(PDM, 1.4.5)

(Precedence Diagram Method) 現代也較進步的網圖方法

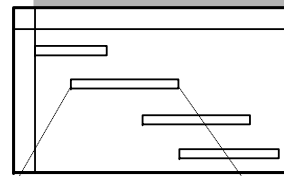


桿狀圖與網圖比較

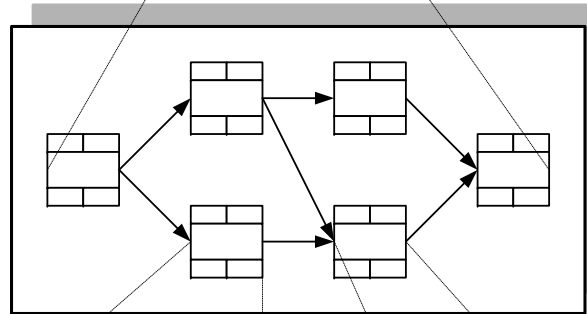
	優點	缺點
桿狀圖	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 易學易懂，人員訓練快。 ◆ 繪製容易，成本較為低廉。 ◆ 適用於主管階層。 ◆ 容易更新修正。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 無法明確表示作業間的邏輯關係。 ◆ 不易掌握各作業之間的互動關係及對整體專案的影響，亦即不易發現問題之癥結所在。 ◆ 不易因作業進度超前或落後，而提供有效之預測。
網圖	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 作業間的邏輯關係能明確表示，使用者一目瞭然。 ◆ 容易掌握作業間的互動，並可依浮時多寡，管理工程之進行。 ◆ 資源分配及運用更具彈性。 ◆ 對專案之進行能預測及控制。 ◆ 作業之關係與延時使用，使進度規劃更有彈性 (PDM)。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 排程人員須經專業訓練及培養。 ◆ 規劃時間較長，故所需成本較高。

進度表體系(1.4.8~1.4.10)

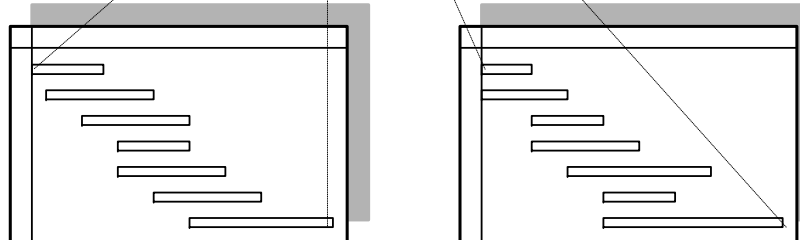
綱要進度表
(桿狀圖)
5~20個作業



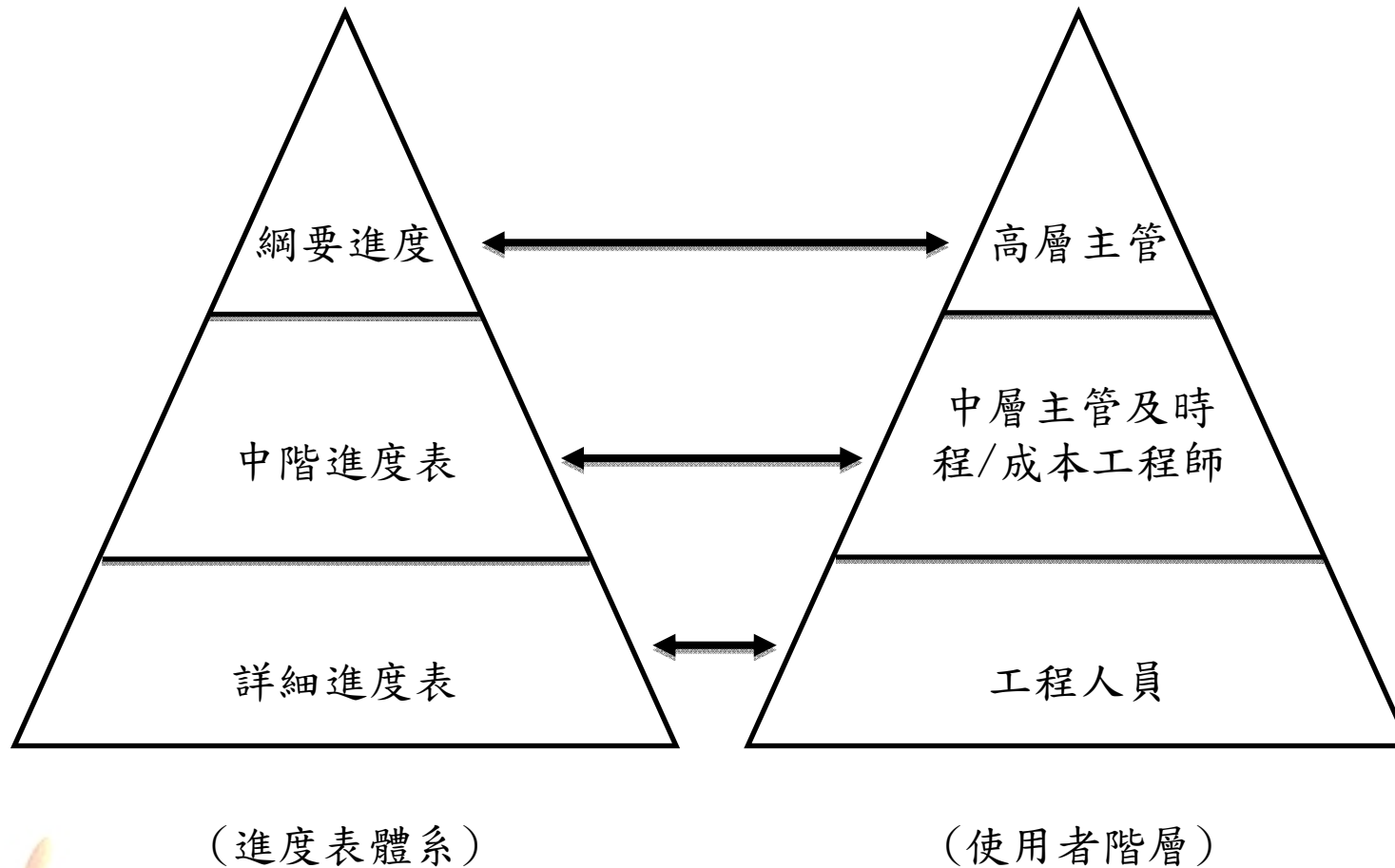
中階進度表
(網圖)
作業數目適當



詳細進度表
(桿狀圖)
以天為標尺



進度表體系與使用者對應

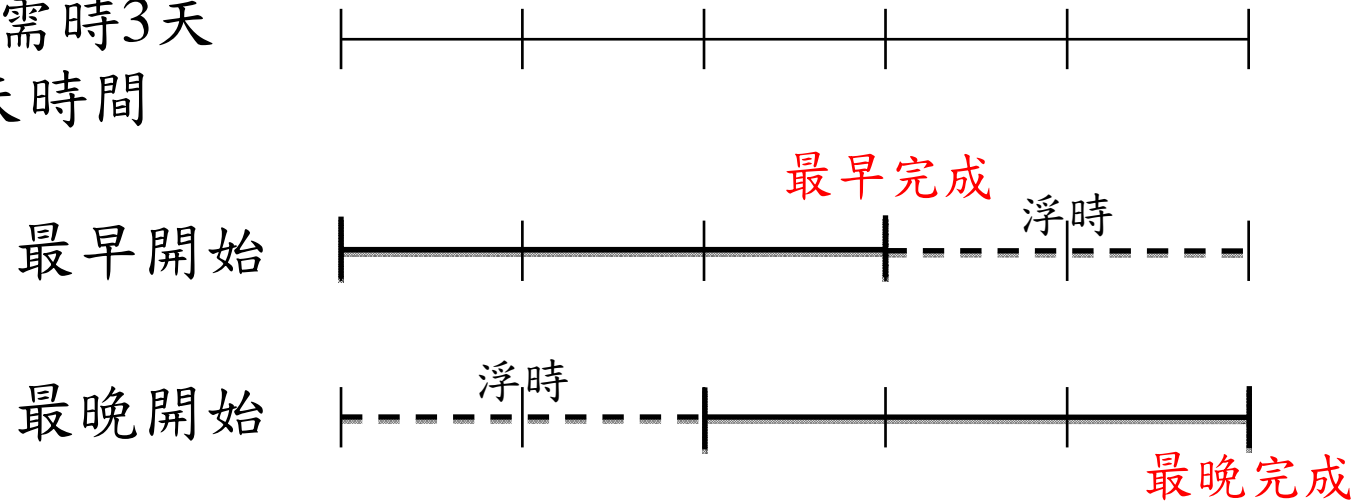


浮時觀念(1.4.6, 1.6.2)

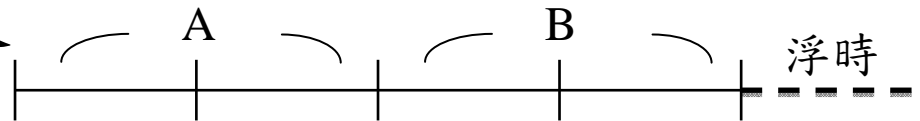
- 總浮時 (total float, TF)

該作業延誤但不會影響整個工程的時間

某作業需時3天
但有5天時間



A、B作業於同一路
徑，共有浮時1天





浮時抑制技巧(1.6.1)

1. 改變作業之邏輯關係，使其成為要徑作業
2. 延長作業之工期
3. 限制作業開始或完成時間
4. 限制資源，如材料進場隻數量、減少施工之機具或工班

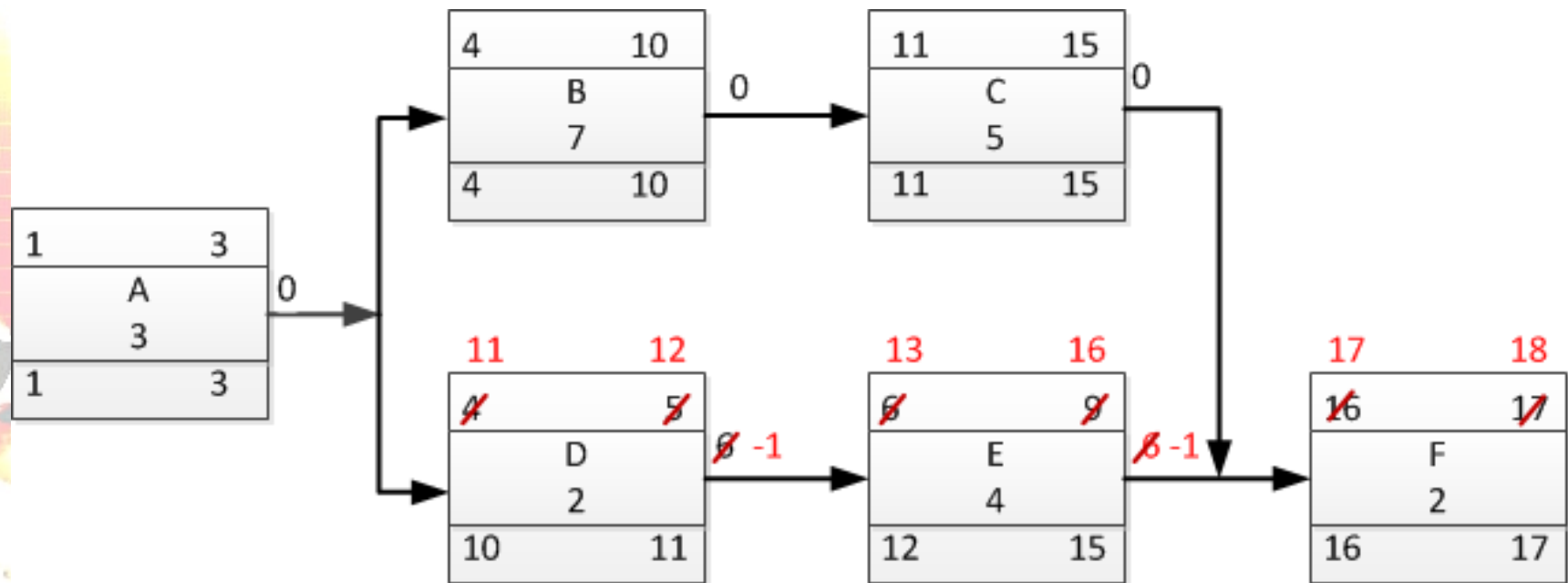
限制作業的開始時間(1.6.1)

P3用的演算法

最早時間限制(Early Constraints)

D作業開始不得早於8/11

ES	EF	總浮時
作業 工期		
LS	LF	



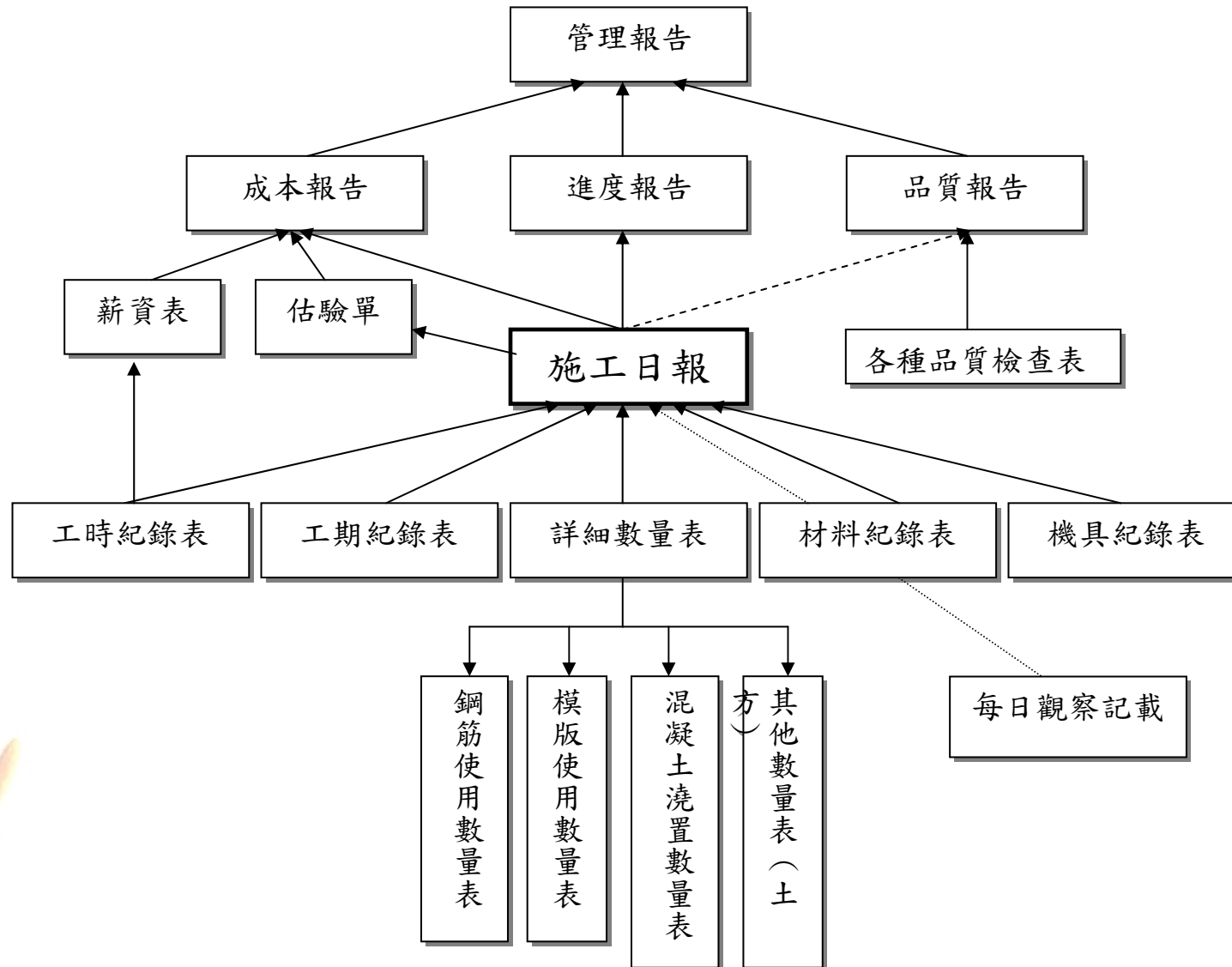


三、進度管理方法(2.5)

1. 施工紀錄(施工日報)。每週、月計算累積數量
2. 浮時管理。誰用掉浮時，同一路徑浮時共有
3. 進度計算。
4. 進度報告。
5. 定期更新。
6. 更正行動。找出差異原因，採取更正行動
7. 進度會議。討論進度問題並解決

施工日報為資料中心(3.3.2)

◆ 上、下游相關報表、紀錄

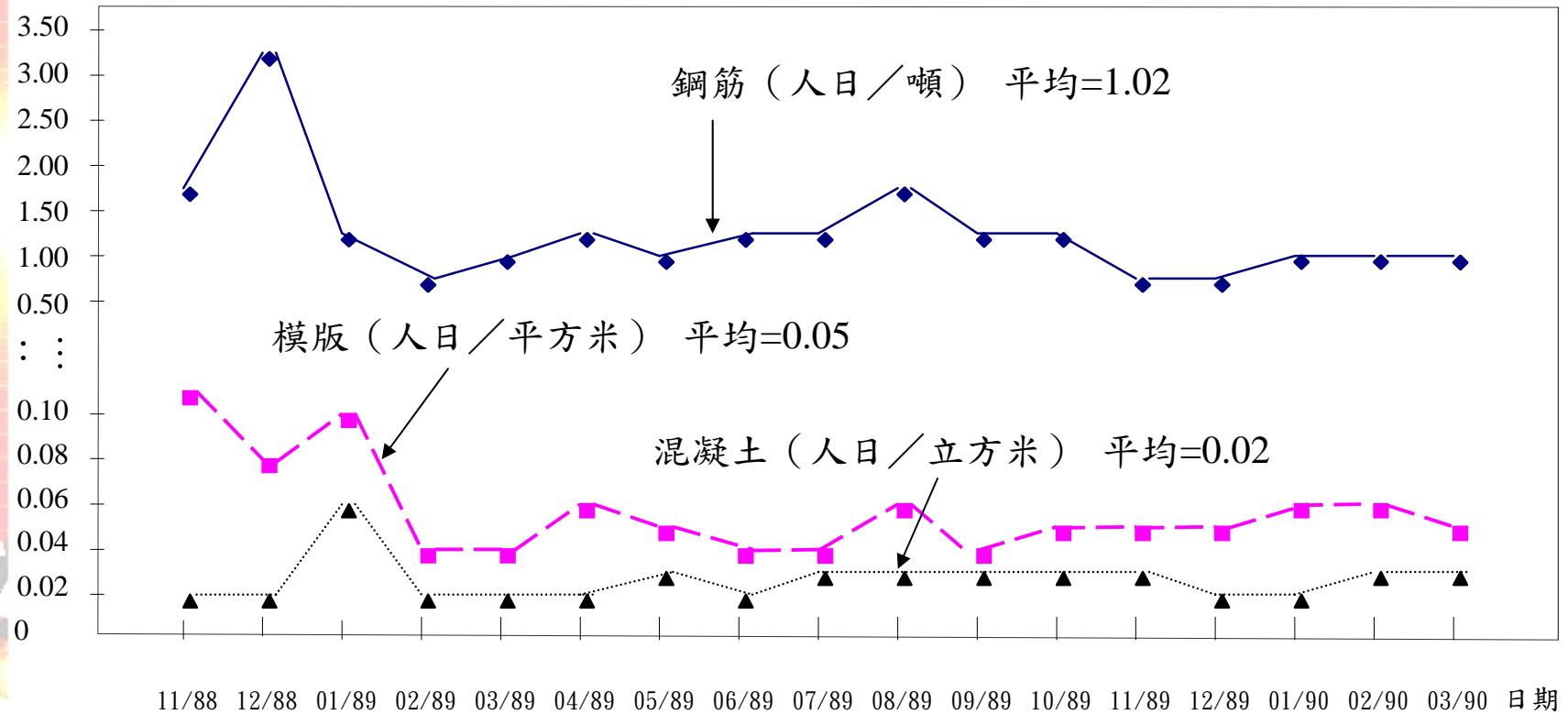


鋼筋工工率

期間	完成鋼筋數量 (噸)		鋼筋工人數 (人日)		鋼筋工人數 / 鋼筋數量	
	本月	累計	本月	累計	本月	累計
88年11月	348	348	543	543	1.56	1.56
88年12月	281	629	868	1,411	3.09	2.24
89年1月	906	1,535	996	2,407	1.10	1.57
89年2月	781	2,316	675	3,082	0.86	1.33
89年3月	1,277	3,593	1,242	4,324	0.97	1.20
89年4月	1,535	5,128	1,553	5,877	1.01	1.15
89年5月	1,858	6,986	1,702	7,579	0.92	1.08
89年6月	1,623	8,609	1,942	9,521	1.20	1.11
89年7月	1,469	10,078	1,955	11,476	1.33	1.14
89年8月	1,143	11,221	2,051	13,527	1.79	1.21
89年9月	1,359	12,580	1,419	14,946	1.04	1.19
89年10月	1,508	14,088	1,559	16,505	1.03	1.17
89年11月	2,537	16,625	1,941	18,446	0.77	1.11
89年12月	3,014	19,639	2,219	20,665	0.74	1.05
90年1月	1,764	21,403	1,741	22,406	0.99	1.05
90年2月	2,666	24,069	2,377	24,783	0.89	1.03
90年3月	1,928	25,997	1,832	26,615	0.95	1.02

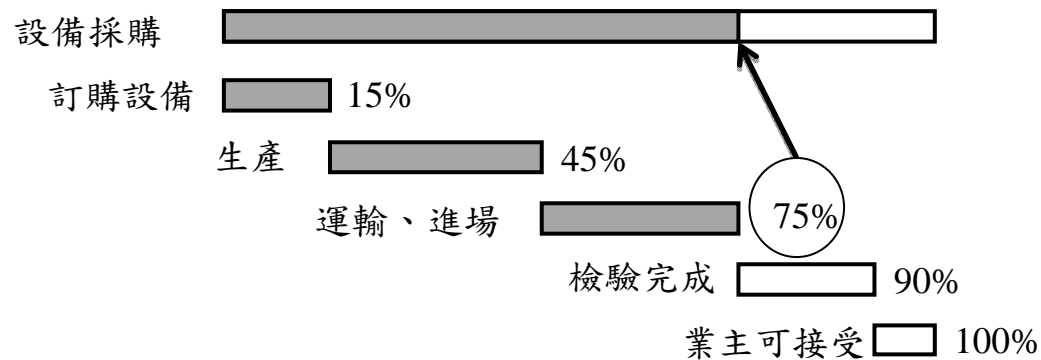
鋼筋、模板、混凝土工率

工率



進度計算的四種方法(3.1.2)

1. 完成數量。工作有長度、面積、體積或重量
2. 里程碑。連續作業組成的工作



3. 成本或工時比例。適用於專案管理、品質保證等長時間工作
4. 經驗估計。



定期更新(update)進度表應注意(3.3)

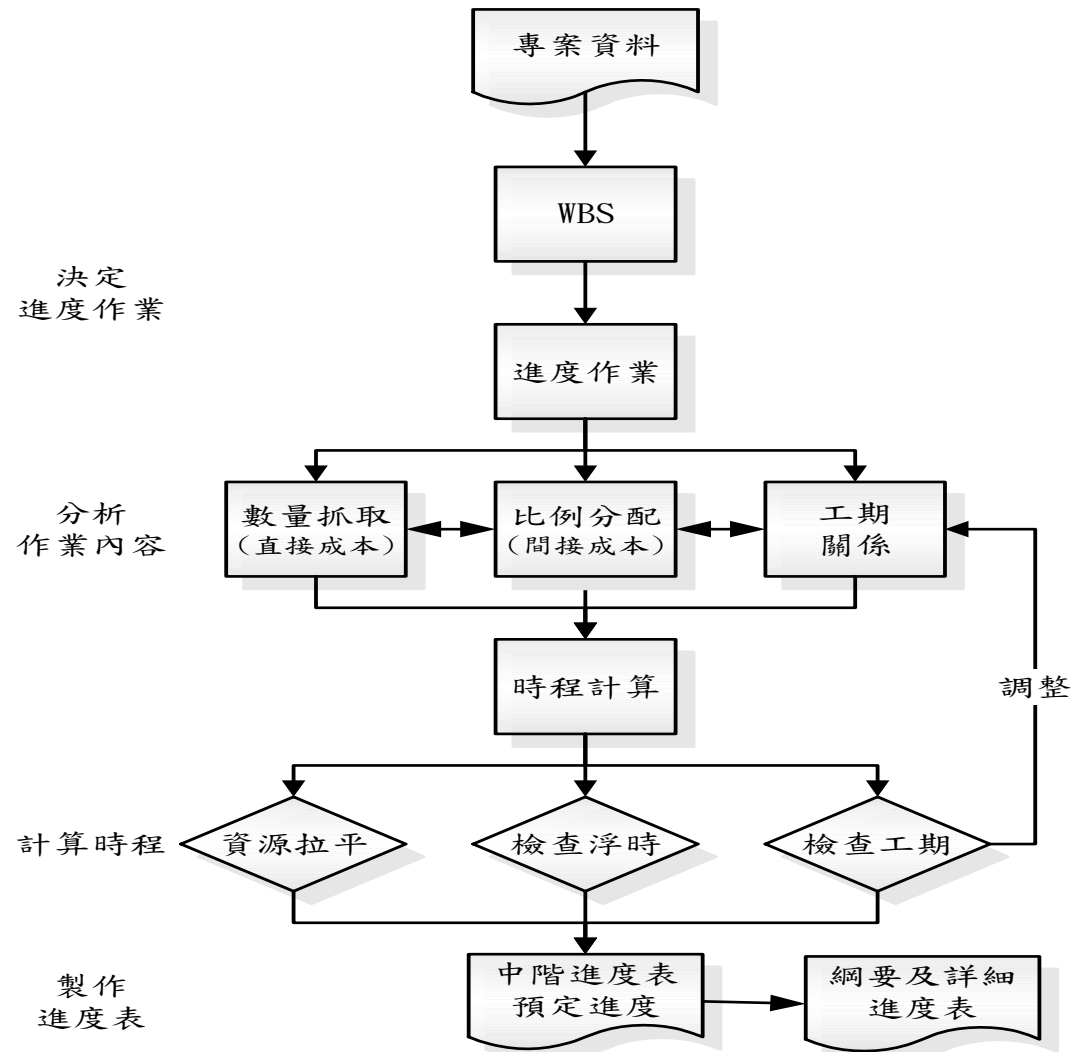
1. 已完成的作業，及進行中作業之完成百分比
2. 邏輯關係的改變，及進度表修正後所新增或刪除的作業
3. 資源的配置與運用，特別是資源運用上的限制及閒置
4. 工作範圍、要徑、工期的變更
5. 與前期進度比對，可找出本期進展
6. 浮時的運用，特別是要徑作業與浮時少的作業



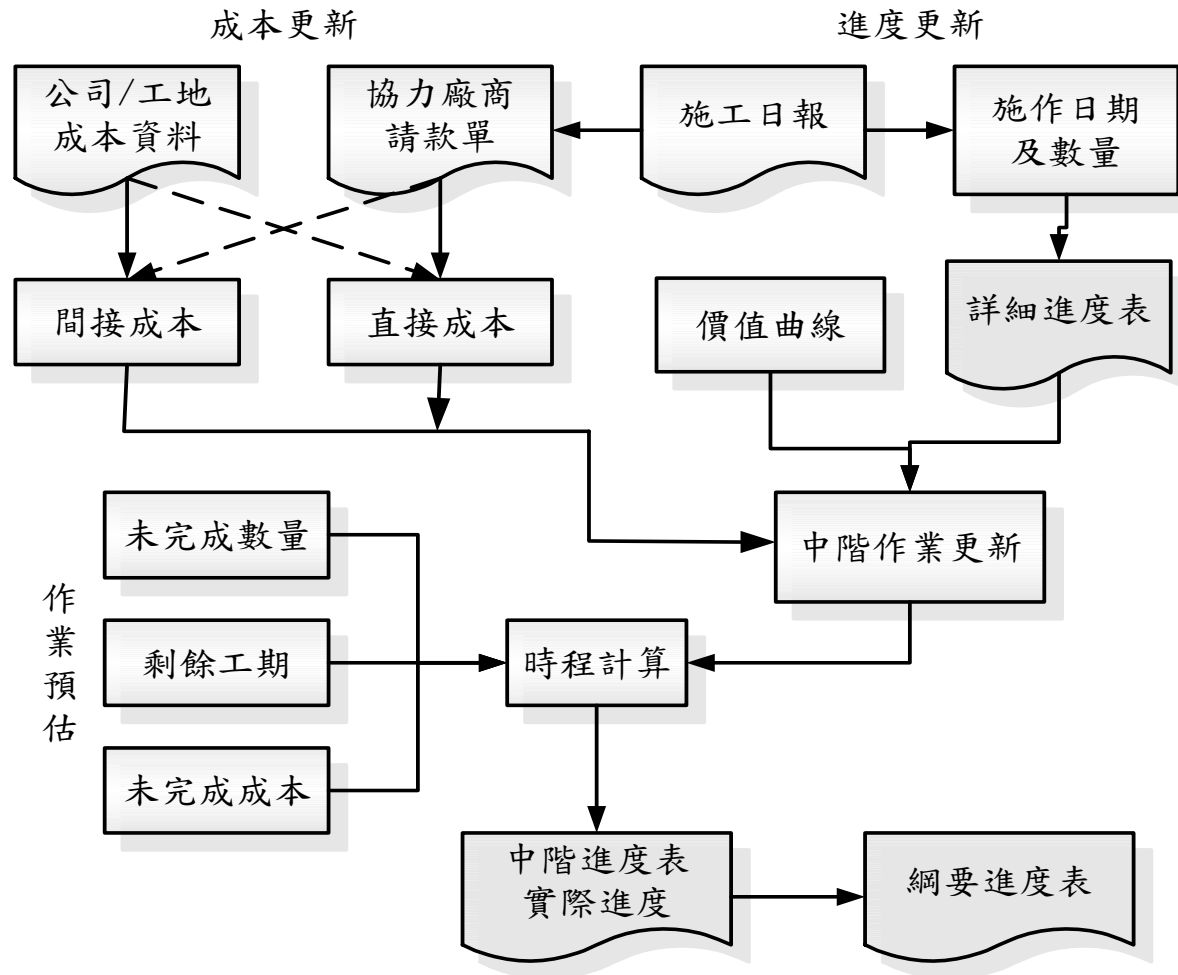
四、進度成本管理流程

- ✚ 進度成本規劃
- ✚ 進度成本控制
- ✚ 進度成本預警
- ✚ 整合進度與成本單元

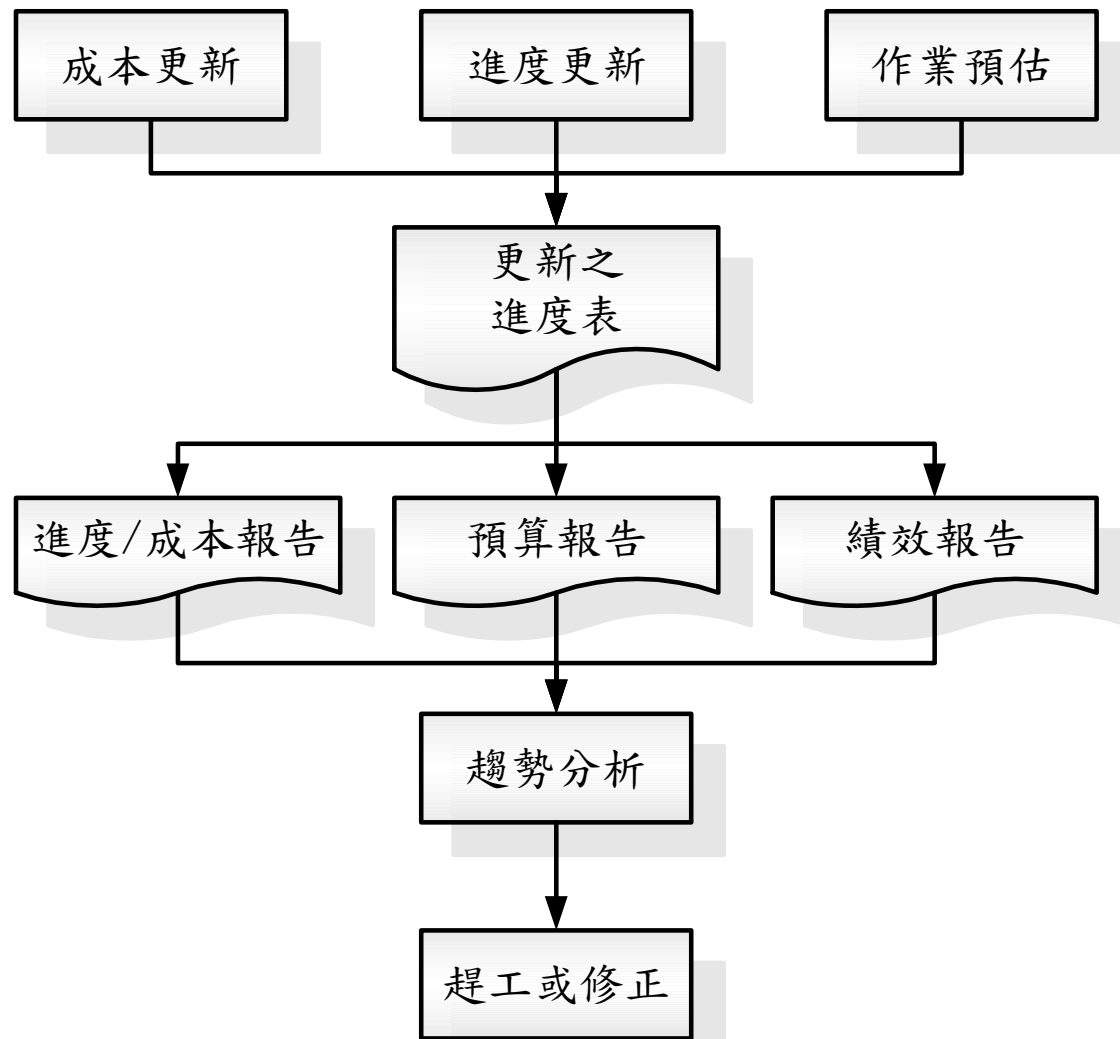
進度成本規劃流程



進度成本控制流程



進度成本預警流程

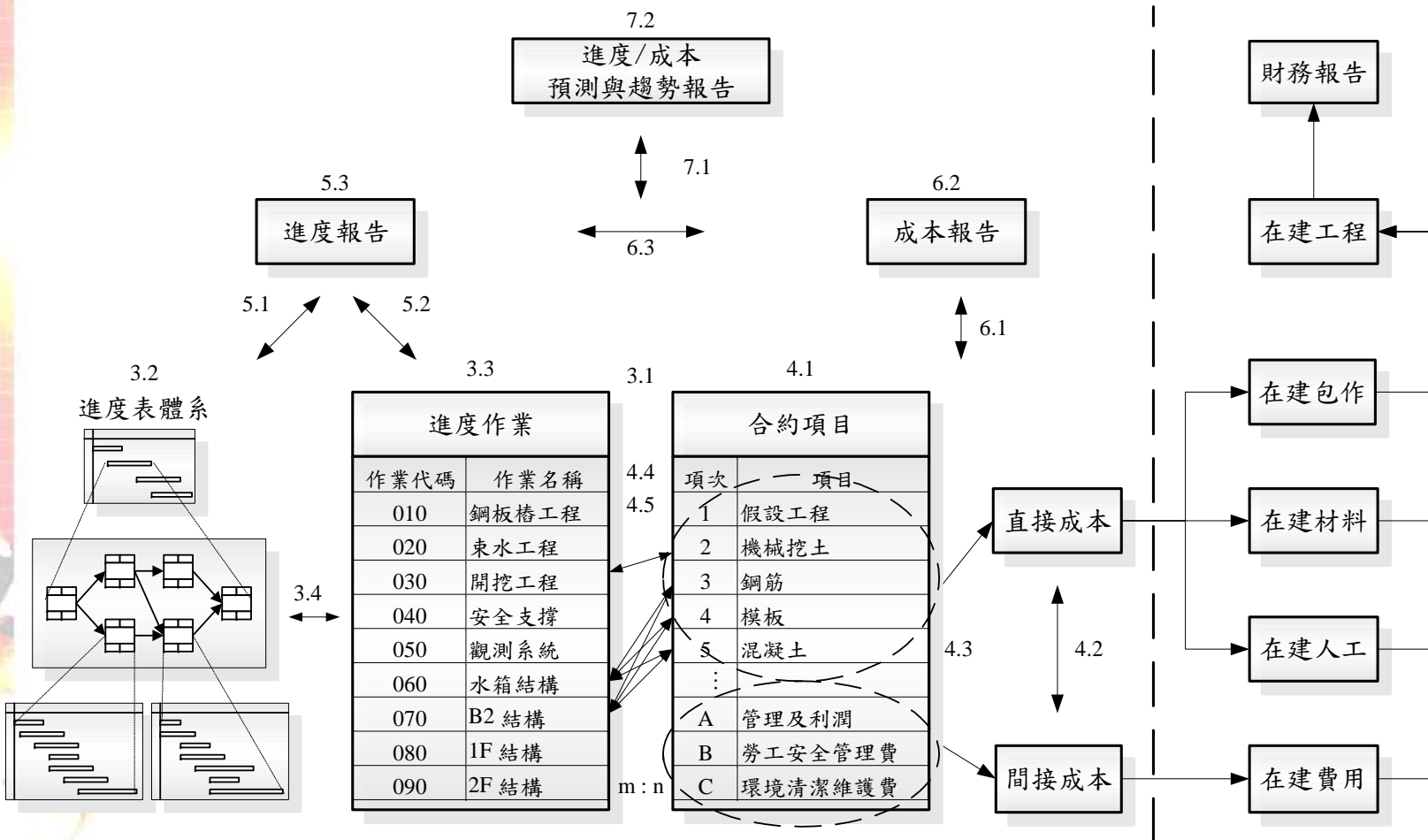


進度成本體系(單元)

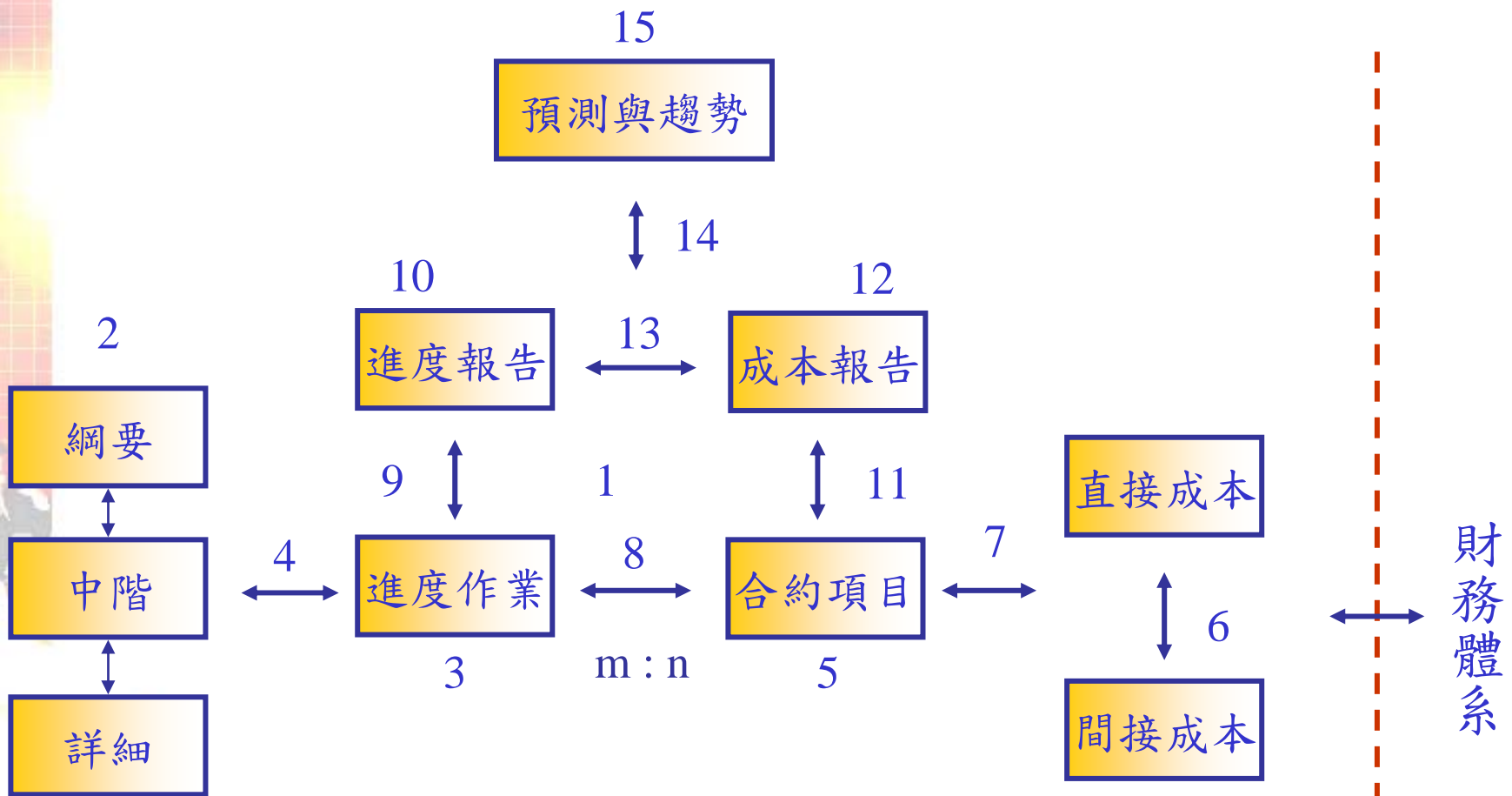
綱要

中階

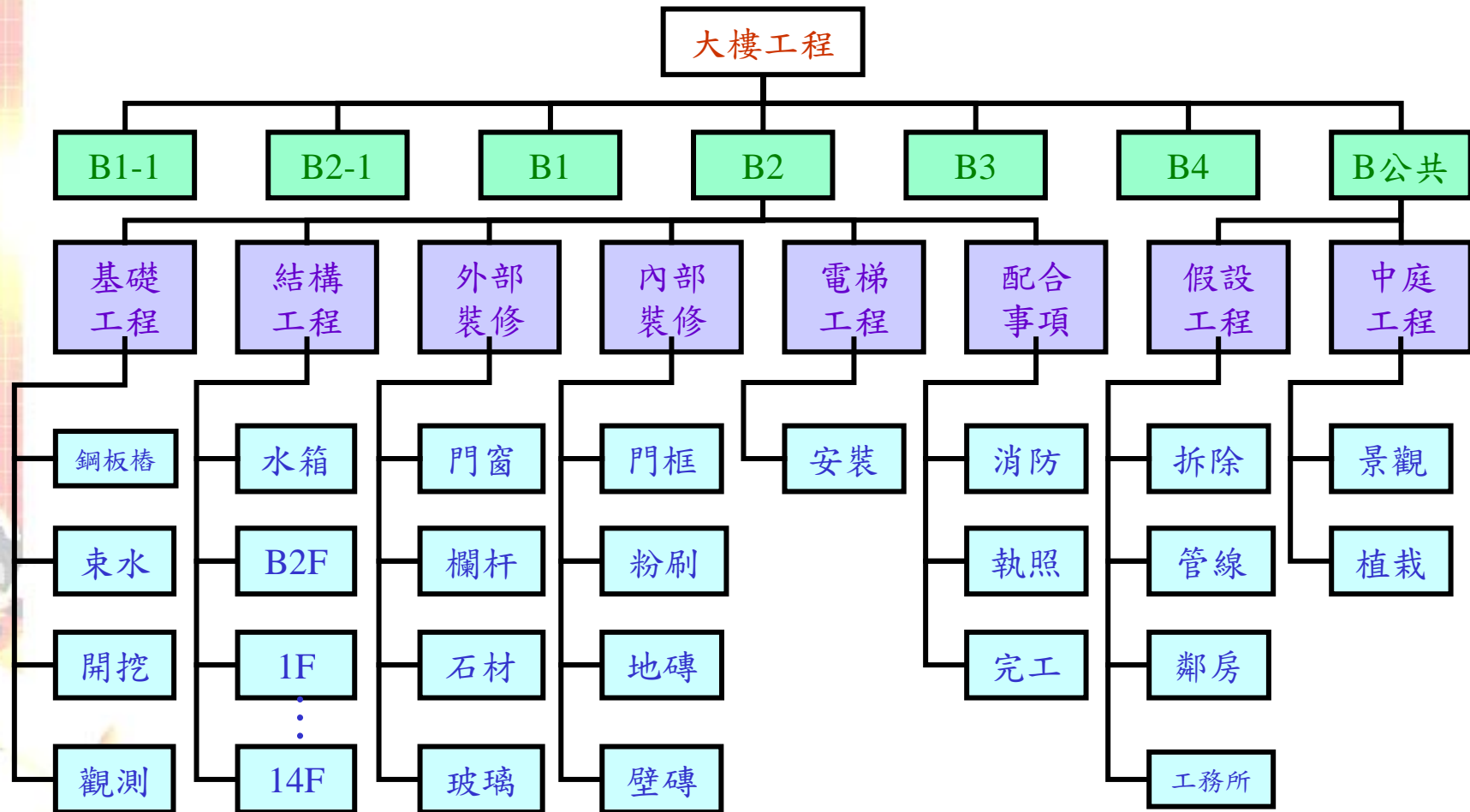
詳細



五、進度管理實際操作



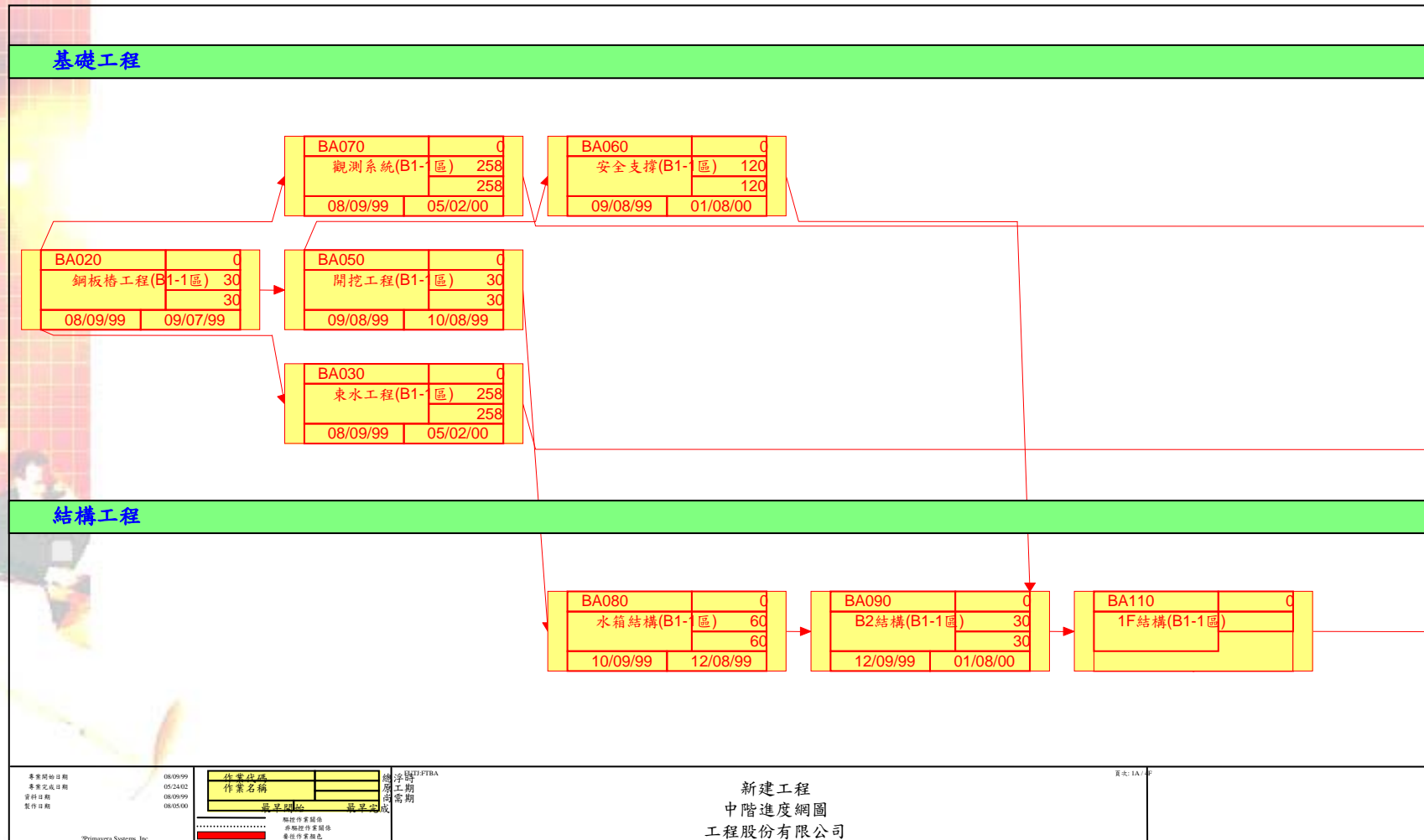
1. WBS分工結構 (1.4.1, 2.2.1)



3. 進度作業(2.3)

作業代碼	作業名稱	工期	後續作業	關係	延時
BA020	鋼板樁工程	30	BA030	SS	10
			BA050	FS	0
			BA070	SS	0
BA030	束水工程	258	BA140	FF	0
BA050	開挖工程	30	BA060	SS	0
			BA080	FS	0
BA060	安全支撐	120	BA090	FF	0
BA070	觀測系統	258	BA140	FF	0
BA080	水箱結構	60	BA090	FS	0
BA090	B2結構	30	BA110	FS	0
BA110	1F結構	30	BA120	FS	0
BA120	2F結構	30	BA130	FS	0
BA130	3F結構	30	BA140	FS	0
BA140	4F結構	18	BA150	FS	0

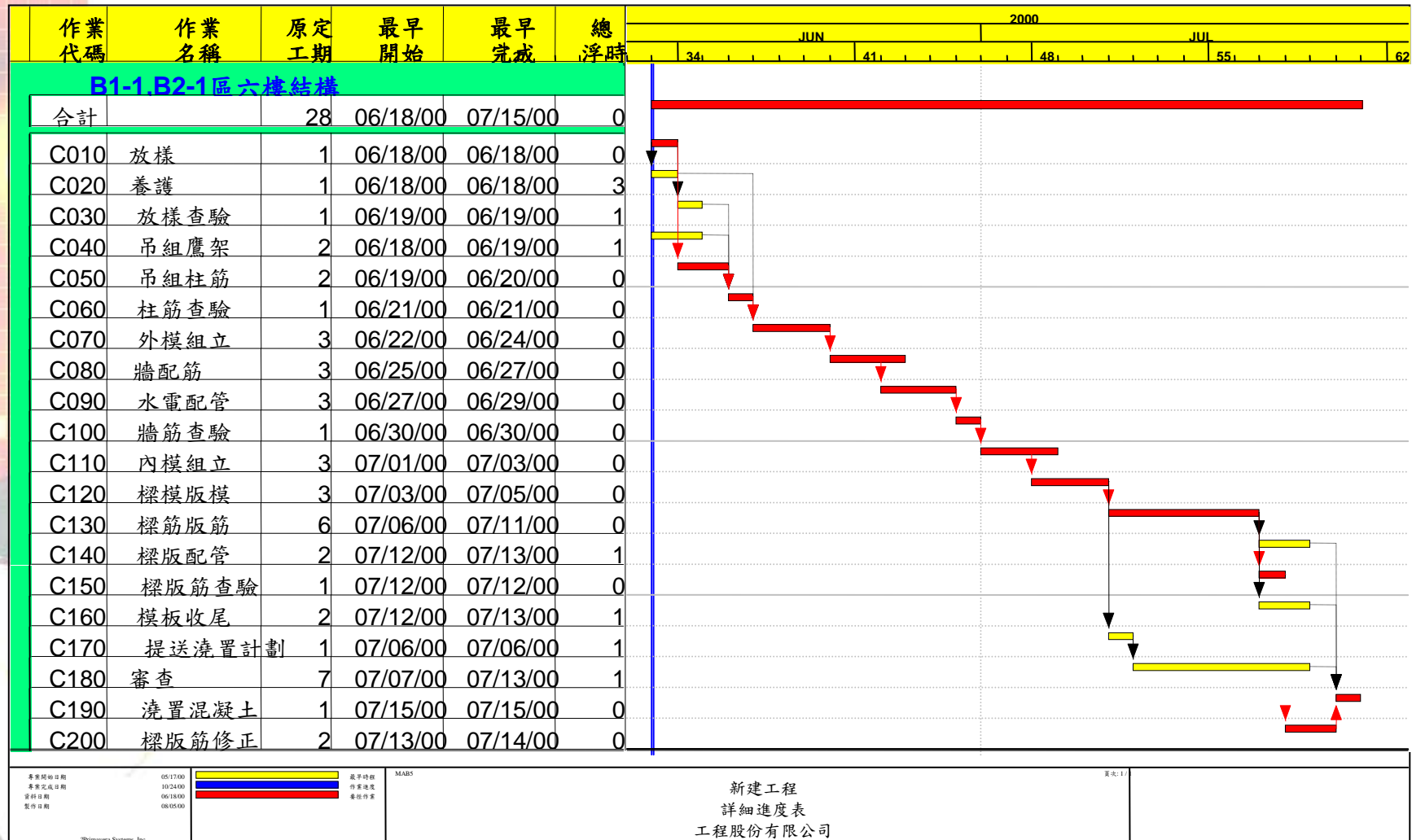
4. 中階進度表 (網圖 2.2.2)



4. 綱要進度表(2.1)

作業代碼	作業名稱	原定工期	最早開始	最早完成	總浮時	1999												2000												2001												2002																															
+ B1-1區大樓工程																																																																									
		990	08/09/99	05/24/02	0	[Gantt bar: 08/09/99 to 05/24/02]																																																																			
+ B2-1區大樓工程																																																																									
		990	08/09/99	05/24/02	0	[Gantt bar: 08/09/99 to 05/24/02]																																																																			
+ B1區大樓工程																																																																									
		990	01/10/00	10/24/02	0	[Gantt bar: 01/10/00 to 10/24/02]																																																																			
+ B2區大樓工程																																																																									
		990	01/10/00	10/24/02	0	[Gantt bar: 01/10/00 to 10/24/02]																																																																			
+ B3區大樓工程																																																																									
		960	05/02/00	01/10/03	0	[Gantt bar: 05/02/00 to 01/10/03]																																																																			
+ B4區大樓工程																																																																									
		960	05/02/00	01/10/03	0	[Gantt bar: 05/02/00 to 01/10/03]																																																																			
+ B公共區																																																																									
		1,421	12/08/98	12/02/02	38	[Gantt bar: 12/08/98 to 12/02/02]																																																																			
+ A區大樓工程																																																																									
		960	05/02/00	01/10/03	0	[Gantt bar: 05/02/00 to 01/10/03]																																																																			
+ A公共區																																																																									
		929	05/02/00	12/09/02	0	[Gantt bar: 05/02/00 to 12/09/02]																																																																			
<table border="0"> <tr> <td>專案開始日期</td> <td>12/08/98</td> <td></td> <td>數字標註</td> <td>PUTP</td> </tr> <tr> <td>專案完成日期</td> <td>01/10/03</td> <td></td> <td>最終標註</td> <td></td> </tr> <tr> <td>資料日期</td> <td>12/08/98</td> <td></td> <td>作業進度</td> <td></td> </tr> <tr> <td>製作日期</td> <td>08/05/00</td> <td></td> <td>審核作業</td> <td></td> </tr> </table>						專案開始日期	12/08/98		數字標註	PUTP	專案完成日期	01/10/03		最終標註		資料日期	12/08/98		作業進度		製作日期	08/05/00		審核作業																																																	
專案開始日期	12/08/98		數字標註	PUTP																																																																					
專案完成日期	01/10/03		最終標註																																																																						
資料日期	12/08/98		作業進度																																																																						
製作日期	08/05/00		審核作業																																																																						
<p>Primavera Systems, Inc.</p> <p>新建工程 綱要進度表 工程有限公司</p> <p>頁次: 1</p>																																																																									

4. 詳細進度表(2.6)



5. 工程價目表(2.4.1)

合約項次	合約項目	單位	數量	單價	複價
1	假設工程	式	1	1,701,400	1,213,032
2	放樣	M2	26,121	35	24
3	機械挖土含運棄	M3	29,544	98	66
6	水平安全支撐及中間樁	式	1	4,063,880	2,738,460
7	地下室安全觀察系統	式	1	260,000	175,202
8	鋼管鷹架	M2	22,150	180	121
12	混凝土 3500 PSI	M3	13,611	1,950	1,314
13	混凝土 4000 PSI	M3	3,194	2,050	1,381
15	普通模板	M2	130,429	330	222
17	鋼筋組立 FY=4200	T	1,592	14,800	9,973
伍	管理及利潤	式	1	16,978,619	11,441,105
陸	勞工安全管理費	式	1	346,502	233,492
柒	環境清潔維護費	式	1	346,502	233,492
捌	工程保險費	式	1	1,039,507	700,476
玖	工程品管費	式	1	1,039,507	700,476
拾	稅金	式	1	18,312,654	12,340,048

6. 直接與間接成本

項目	6月	累計
直接成本	39,361,940	189,151,589
工地間接成本	1,879,821	32,683,780
公司管理費	293,585	5,061,888
合計	41,535,346	226,897,257
間接/直接	5.60%	19.90%

8. 進度作業與合約項目之關係(2.4.1)

作業名稱	項次	合約項目	單位	數量	單價	複價
一樓結構	2	放樣	M2	1511	24	36,272
	11	鋼管鷹架	M2	1380	121	166,980
	16	混凝土 4000 PSI	M3	918	1,381	1,267,537
	17	清水模板	M2	1260	290	365,510
	18	普通模板	M2	7170	222	1,591,771
	19	鋼筋組立 FY=2800	T	105	9,771	1,028,495
	20	鋼筋組立 FY=4200	T	100	9,973	995,804
			間接費用			
		合計				6,051,312



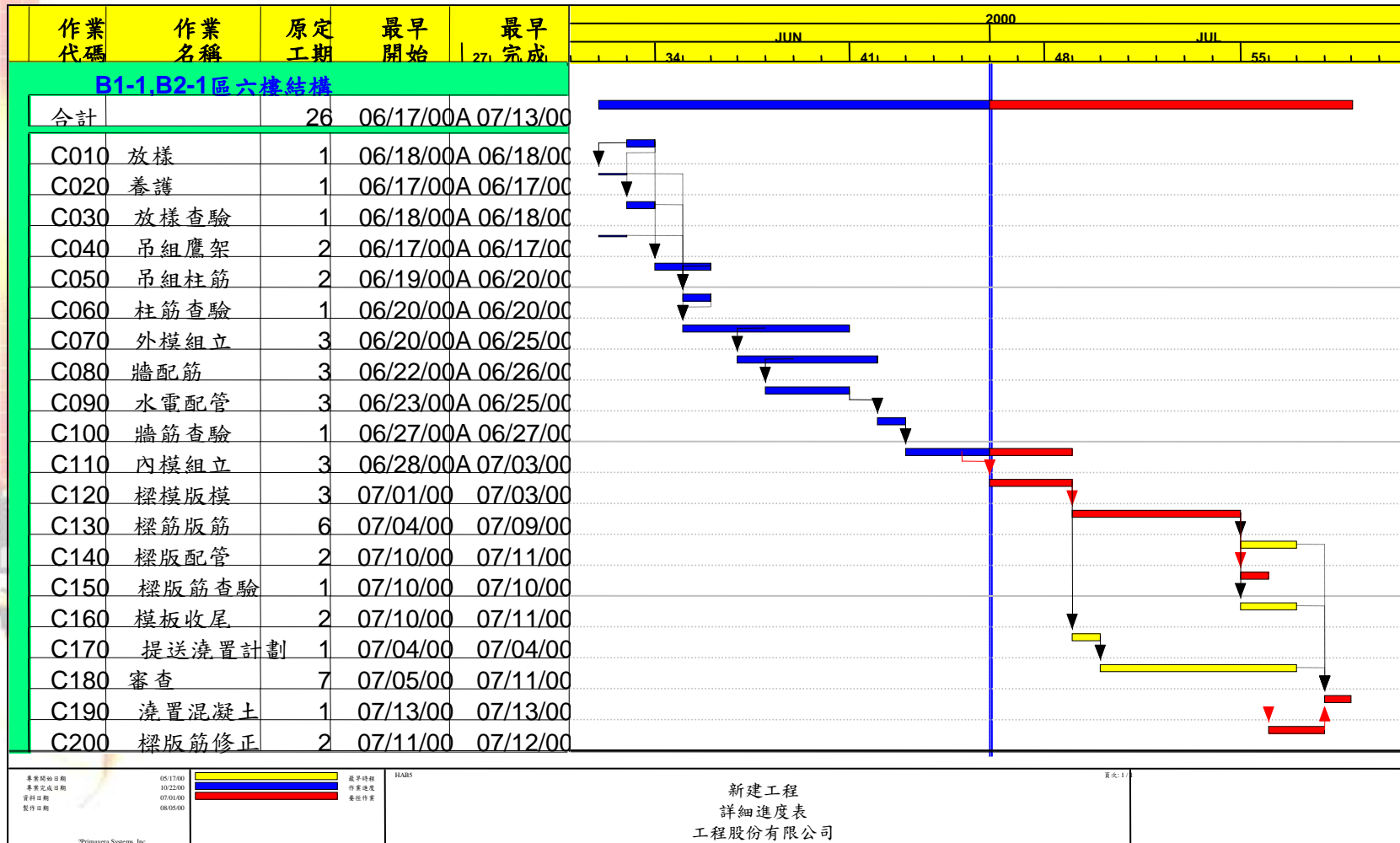
9. 進度表更新(3.3)

- # 實際時間更新：施工日報
- # 完成百分比更新：進度曲線
- # 實際成本更新：費用資料、請款單

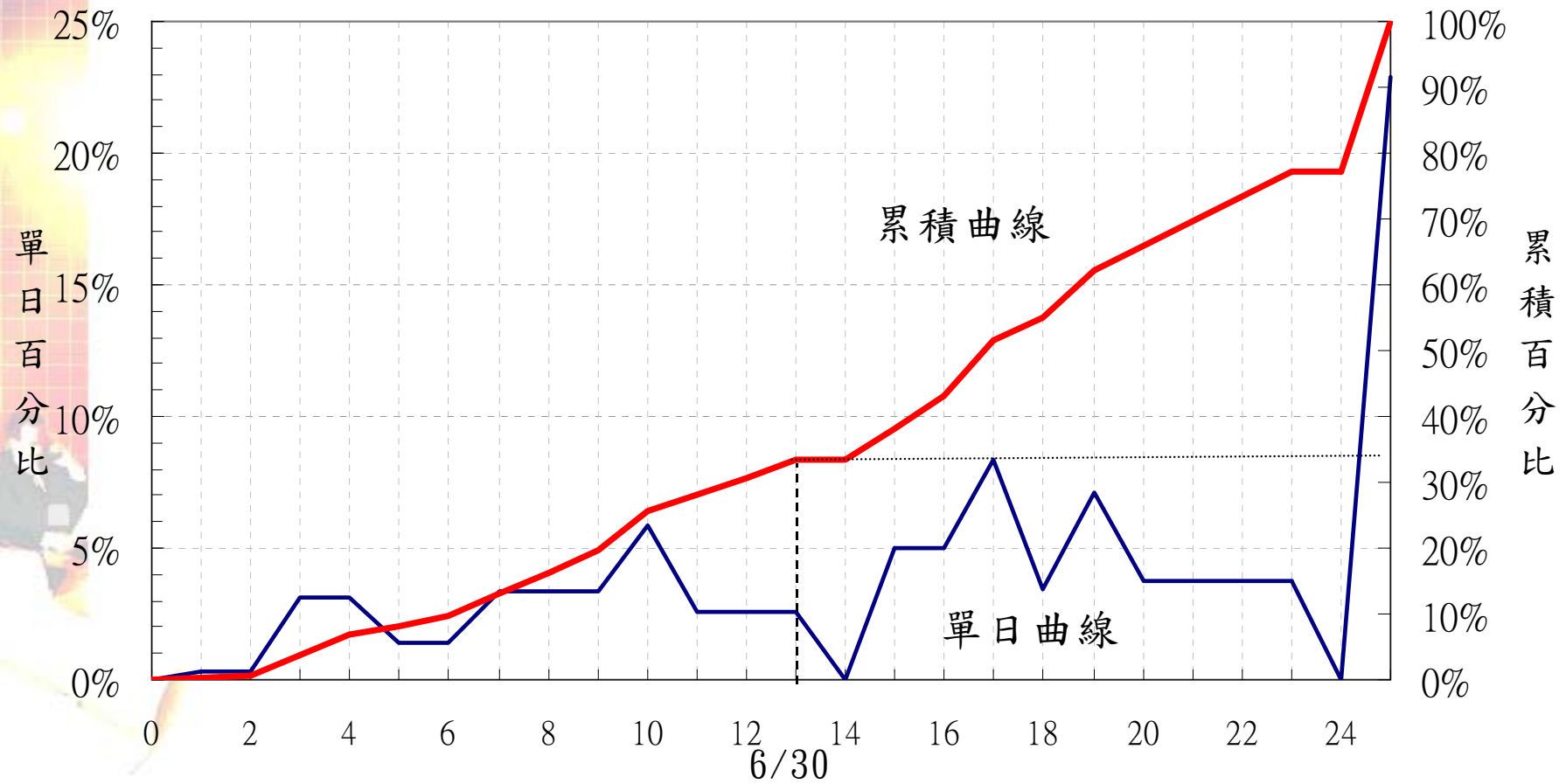
9. 施工日報

工程名稱	建築工程		A區:	B區:	A, B棟	C, D, E, F棟	G, H, I棟	J, K, L, M棟
工程地點	施工日數		69	施工日數	199	161	69	69
合約工期	1000日曆天		不算日數	499	不算日數	370	407	499
填表日期	89年6月30日	星期五	剩餘工期	931	剩餘工期	801	839	931
氣候	上午 晴		下午 晴		開工日期：87年7月30日			
施工 職別	施工人數		施工 職別	施工人數		材料取樣試驗記錄		
	本日工數	累計工數		本日工數	累計工數	施工區域取樣項目		數量
放樣工	2	625	門窗工		0	(D5. 2-A6, B10-B12. 2)大底3500PSI 混凝土28天抗壓試驗		8組
鋼筋工	77	700	土工		0			
模板工	87	10992	鐵件工		0	(D5. 2-D7. 2, B12. 2-B18. 7)大底3500PSI混 凝土28天抗壓試驗		8組
混凝土工	20	13355	水電工		113			
工地 重要 記事	<p>1. A-C棟3FL混凝土澆置, 共計4000PSI:912立方。(君鈺)</p> <p>3. B2區(E、F棟)B2F水箱蓋混凝土澆置, 共計3500PSI:6立方。(君鈺)</p> <p>4. R、S棟7FL樑鋼筋組立及自主檢查。</p> <p>5. P、Q棟6FL牆內模組立及緊結固定。</p> <p>6. N、O棟5FL牆外模及牆鋼筋組立。</p> <p>7. B2區(A1~A5. 2, B12. 2~B19)1FL樑、版模板組立及支撐緊結固定。</p> <p>8. B2-1區(D5. 2~A5. 2, C12. 2~C20)B2F柱鋼筋組立。</p>							
材料名稱	單位	入場	累計	備考	材料名稱	單位	入場	
土 方	m ³		0		水 泥	包	400	
級 配	m ³		0		細 砂	m ³	66	
普通模板	m ²		66.0		紅 磚	塊		
清水模板	m ²		20246.0		10*10 壁磚	塊		
完 成 數 量				完 成 數 量				
區別	工程項目	本日完成數量(%)	累計完成數量(%)	區別	工程項目	本日完成數量(%)		
B區	鋼筋FY=2800	0.0206108617%	3.4662785092%	B區	清水模板	0.0203907819%		
B區	鋼筋FY=4200	0.0401614667%	2.6917878787%	B區	筏基1:2防水粉刷	0.0009868116%		

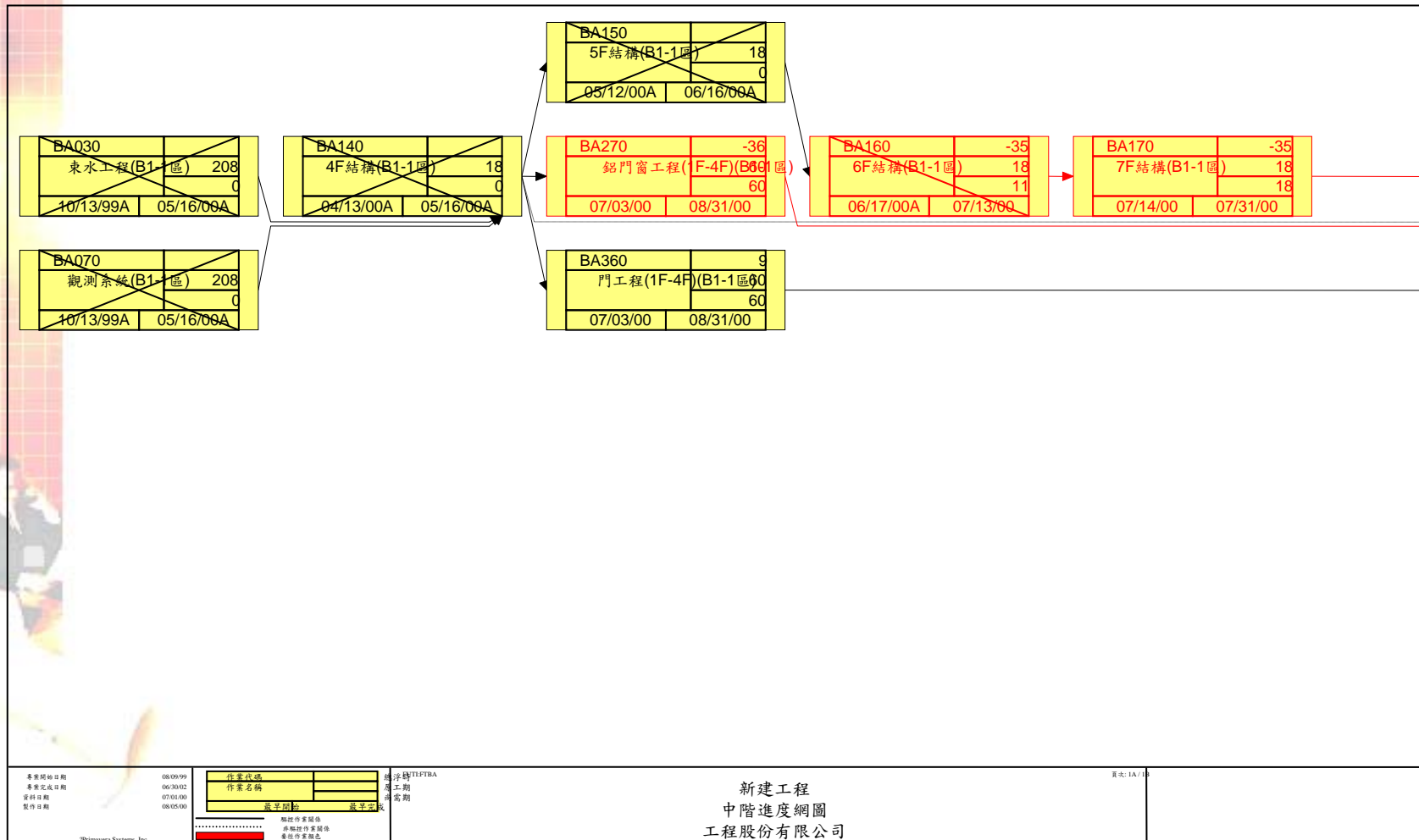
9. 詳細進度表更新



9. 價值曲線(1.4.7)



10. 中階進度表(網圖)更新



10. 綱要進度表更新

作業代碼	作業名稱	原定工期	最早開始	最早完成	總浮時	1999				2000				2001				2002			
						Gantt Chart (Timeline)															
+ B1-1區大樓工程						[Gantt Chart: 1999-2002]															
		1,015	08/20/99A	06/30/02	-36	[Gantt Chart: 1999-2002]															
+ B2-1區大樓工程						[Gantt Chart: 1999-2002]															
		1,015	08/20/99A	06/30/02	-36	[Gantt Chart: 1999-2002]															
+ B1區大樓工程						[Gantt Chart: 1999-2002]															
		1,069	10/16/99A	10/19/02	5	[Gantt Chart: 1999-2002]															
+ B2區大樓工程						[Gantt Chart: 1999-2002]															
		1,000	01/21/00A	11/15/02	-21	[Gantt Chart: 1999-2002]															
+ B3區大樓工程						[Gantt Chart: 1999-2002]															
		960	07/01/00	03/14/03	-59	[Gantt Chart: 1999-2002]															
+ B4區大樓工程						[Gantt Chart: 1999-2002]															
		983	05/08/00A	02/12/03	-29	[Gantt Chart: 1999-2002]															
+ B公共區						[Gantt Chart: 1999-2002]															
		1,450	12/08/98A	12/31/02	9	[Gantt Chart: 1999-2002]															
+ A區大樓工程						[Gantt Chart: 1999-2002]															
		960	07/01/00	03/14/03	-59	[Gantt Chart: 1999-2002]															
+ A公共區						[Gantt Chart: 1999-2002]															
		1,487	12/08/98A	02/11/03	-58	[Gantt Chart: 1999-2002]															

專案開始日期	12/08/98	圖字樣	PC/D	頁次/1
專案完成日期	03/14/03	最終狀態		
資料日期	07/01/00	作業進度		
製作日期	08/05/00	審核作業		

新建工程
 綱要進度表
 工程股份有限公司



13. 實獲值方法(2.4.1)

- ✚ 進度/成本指標

BCWS、BCWP (earned value)、ACWP

- ✚ 進度/成本差異

$$SV = BCWP - BCWS$$

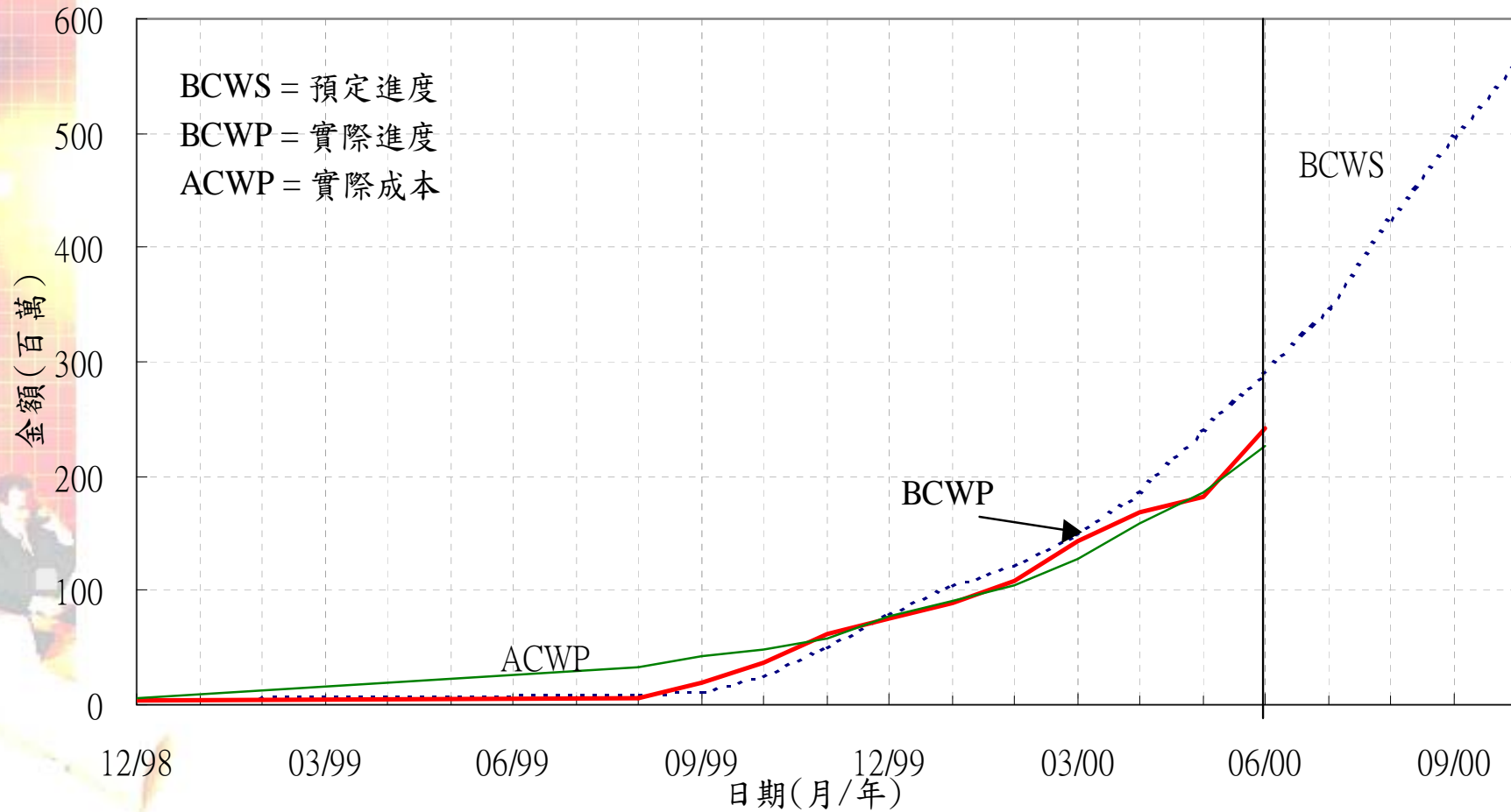
$$CV = BCWP - ACWP$$

- ✚ 進度/成本績效指數

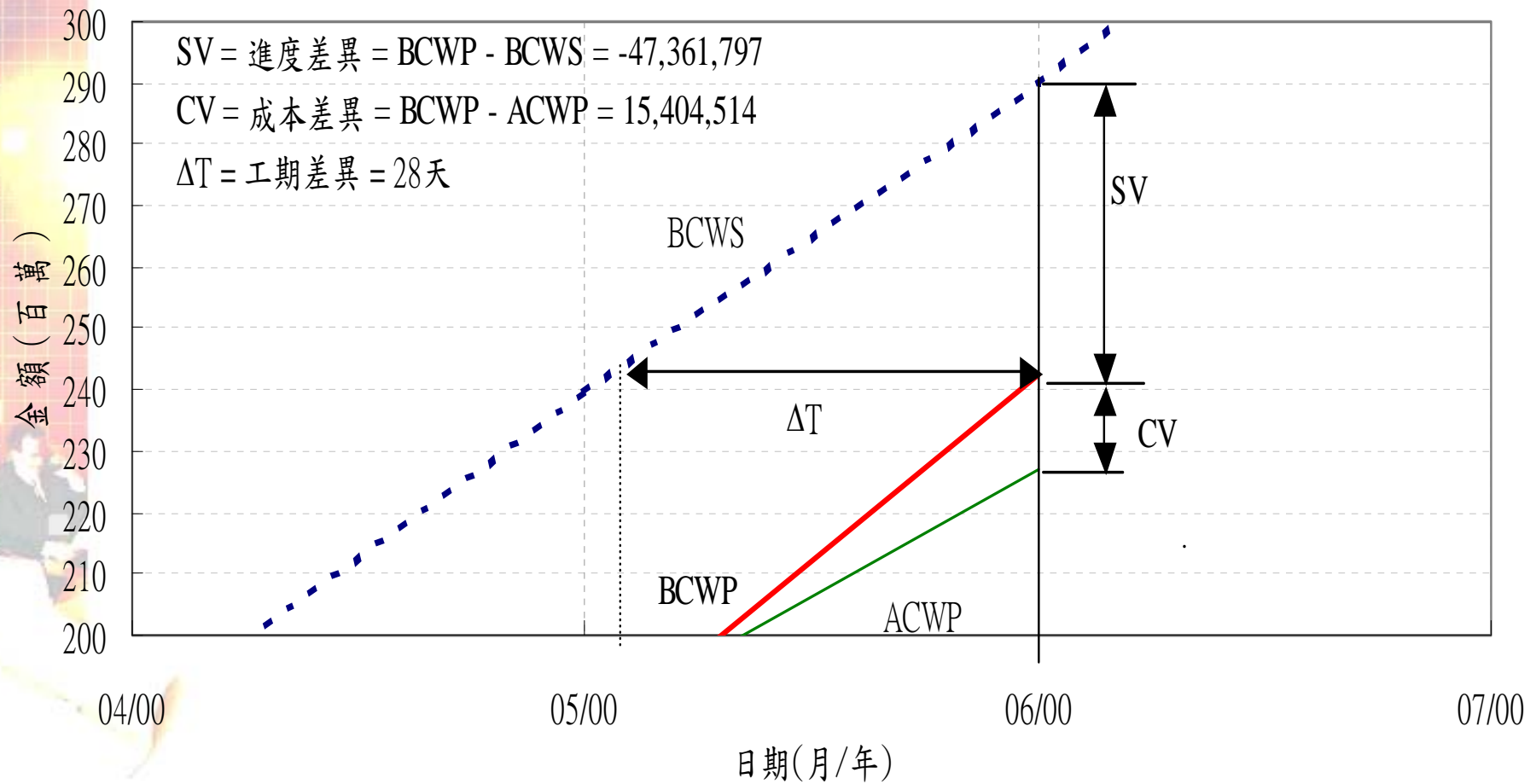
$$SPI = BCWP / BCWS$$

$$CPI = BCWP / ACWP$$

13. 進度/成本曲線



13. 進度/成本差異



14. 預測方法

- ± 進度 < 50% : 假設後續工作績效與規劃相同

$$\text{待支成本} = \text{預算} * (1 - \text{完成}\%)$$

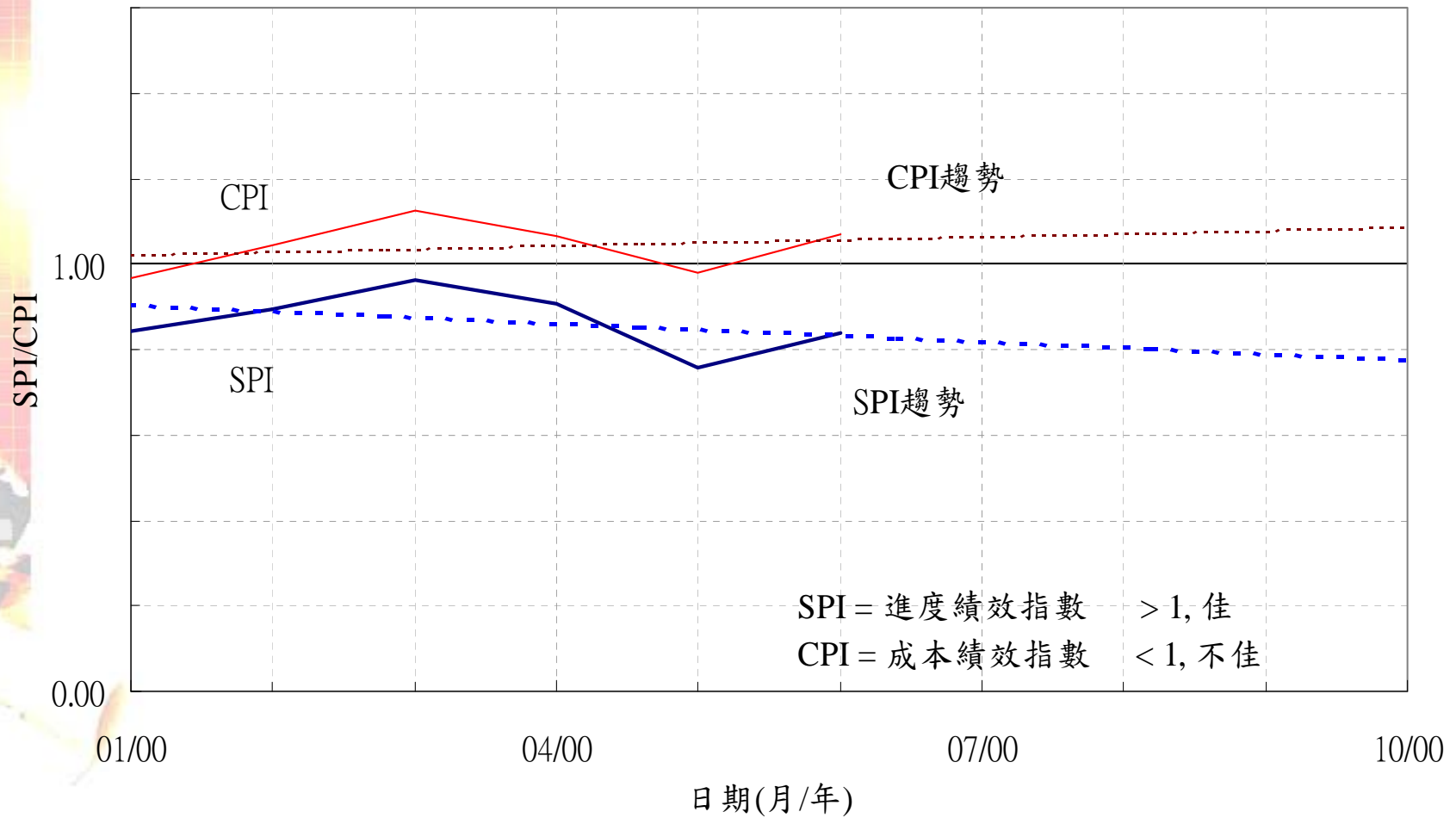
$$\text{例: } 70 = 100 * (1 - 30\%)$$

- ± 進度 > 50% : 假設後續工作以現行績效進行

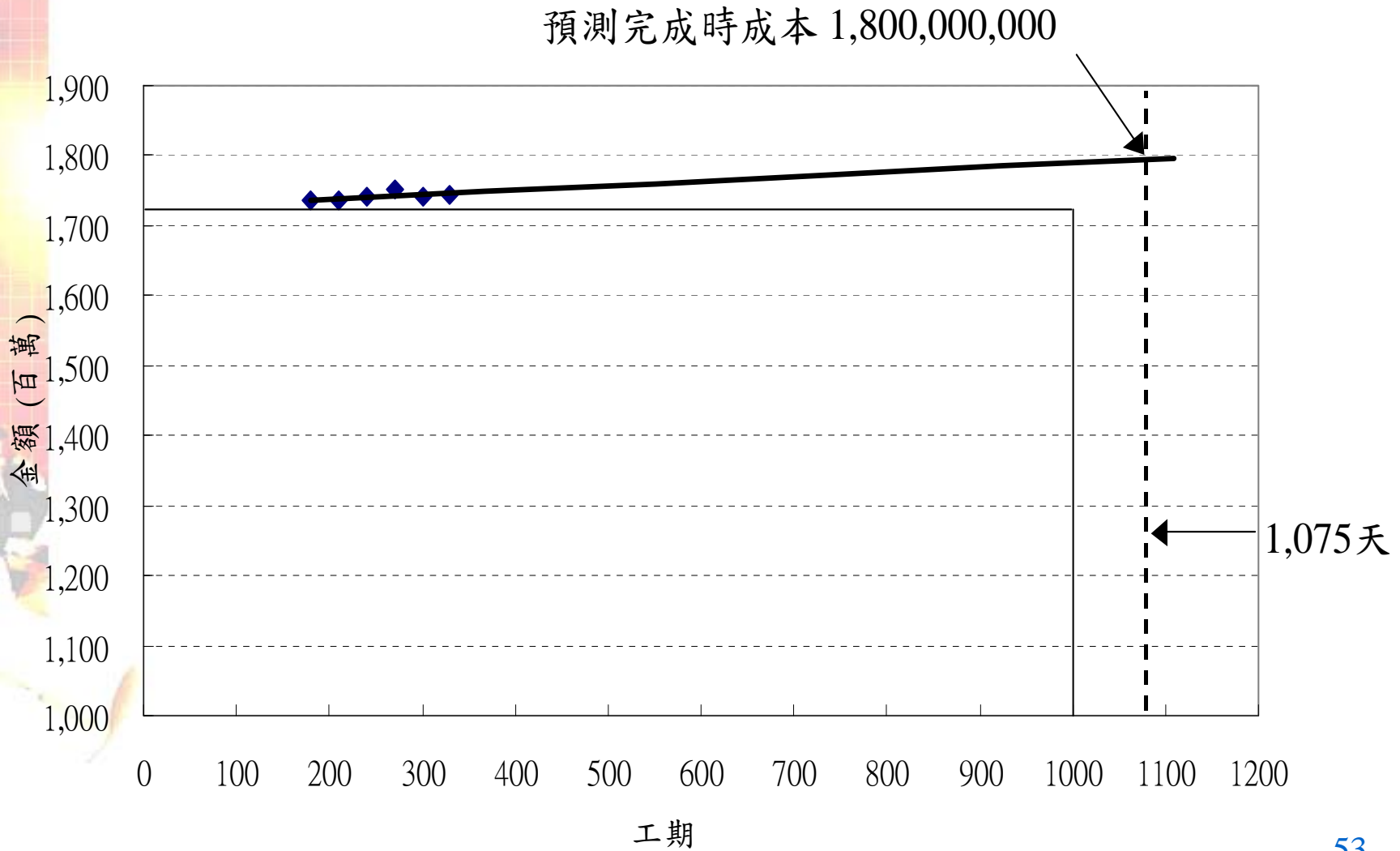
$$\text{待支成本} = (\text{實際成本} / \text{完成}\%) - \text{實際成本}$$

$$\text{例: } 53 = (80 / 60\%) - 80$$

15. SPI/CPI趨勢



15. 進度/成本趨勢



六、結論

1. 進度規範能指引工程做好進度管理
2. 進度元素(規範、要徑、浮時等)使用多，進度績效佳
3. 進度更新時，各作業都要更新。可要求承包商提送進度更新電子檔案
4. 完成百分比很重要，是估計未完成工作量的基礎
5. 實際進度要反應作業的完成數量(從施工日報中)，並預估未完數量
6. 要做進度報表，包括預定、實際、待完成數字
7. 進度管理應有獨立計價項目，就像品質管理一樣



敬請指教