

工程計畫與管理

工程計畫與管理

目 錄

第一章 緒 論

第一節 計畫與管理	1
第二節 甘梯進度表	3
第三節 流 程 圖	5
第四節 P E R T	5
第五節 C P M	8
第六節 其 他	9

第二章 甘梯進度表與作業網圖

第一節 甘梯進度表	11
第二節 作業網圖	14
第三節 作業網圖之種類	14

第三章 基本規則

第一節 各種符號	21
第二節 基本規則	22
第三節 基本表示法	25
第四節 構成作業網圖之三原則	27
例 題	28

第四章 關鍵路線與寬裕時間

第一節	關鍵路線	33
第二節	寬裕時間	35
第三節	最早開始時刻	36
第四節	最遲完成時刻	38
第五節	最早完成時刻與最遲開始時刻	39

第五章 寬裕時間的種類

第一節	總寬裕時間	41
第二節	干擾寬裕時間	42
第三節	自由寬裕時間	44
第四節	干擾寬裕時間與自由寬裕時間之關係	45
第五節	表解法計算各種時間	47

第六章 縮短工期

第一節	作業時間	54
第二節	關鍵路線之特性	59
第三節	縮短工期與關鍵路線	60
第四節	縮短工期之要領	64
第五節	中間工期之縮短	66
第六節	縮短工期注意要點	68
	例題	70

第七章 進度控制

第一節	PERT的三階段	77
-----	----------	----

第二節	進度控制之內容與週期	78
第三節	進度控制實例	79

第八章 資源調配

第一節	總 說	84
第二節	負 荷 圖	85
第三節	最早方案	88
第四節	最遲方案	93
第五節	修正方案	93
第六節	多工種之資源調配	95

第九章 工期與費用

第一節	緒 言	98
第二節	作業速度與直接費用	98
第三節	費用曲線與費用坡度	100
第四節	直接費用與縮短工期	102
第五節	最佳工期與最佳費用	111

第十章 裁決盒與裁決樹

第一節	總 說	115
第二節	裁 決 盒	115
第三節	裁決樹之定義	129
第四節	裁決樹之應用	131

第十一章 施工管理

第一節	緒 言	140
-----	-----	-----

第二節	施工計畫之檢討	142
第三節	進度控制與材料管理	145
第四節	機具管理與勞工管理	146
第五節	整理工地與防止災害	147
第六節	設計與施工系統化	148

第十二章 施工計畫

第一節	概 要	152
第二節	施工計畫的基本方針	154
第三節	作業天數之計算	156
第四節	作業量之基本公式	158
第五節	施工速度之基本公式	160
第六節	施工速度之計算例	164
第七節	工程條件與管理條件	169

第十三章 機械之選擇與臨時設備

第一節	選擇機械之一般條件	173
第二節	施工機具之經濟的選擇	174
第三節	機械設備之合理組合	187
第四節	臨時設備	190

第十四章 總 論

第一節	使用 P E R T 以後	194
第二節	工程管理之基本概念	196
第三節	如何減低工程單價	197
第四節	施工的經濟速度	200

第五節 施工機具之有效使用.....	202
參考書籍	208

工程計畫與管理

第一章 緒 論

第一節 計畫與管理

計畫與管理之對象，大自國家的長期計畫，如大壩、水庫、大造船廠、大鋼廠、發電廠及高樓大廈等之建造，小自各種日常計畫等，應有盡有。雖然其內容各自不同，變化多端，但有其共同之點，乃由現在此刻，向將來某一刻進行時，需要以人員、材料、費用、機具，配與各種方法，並帶著不確定的因素而邁進。

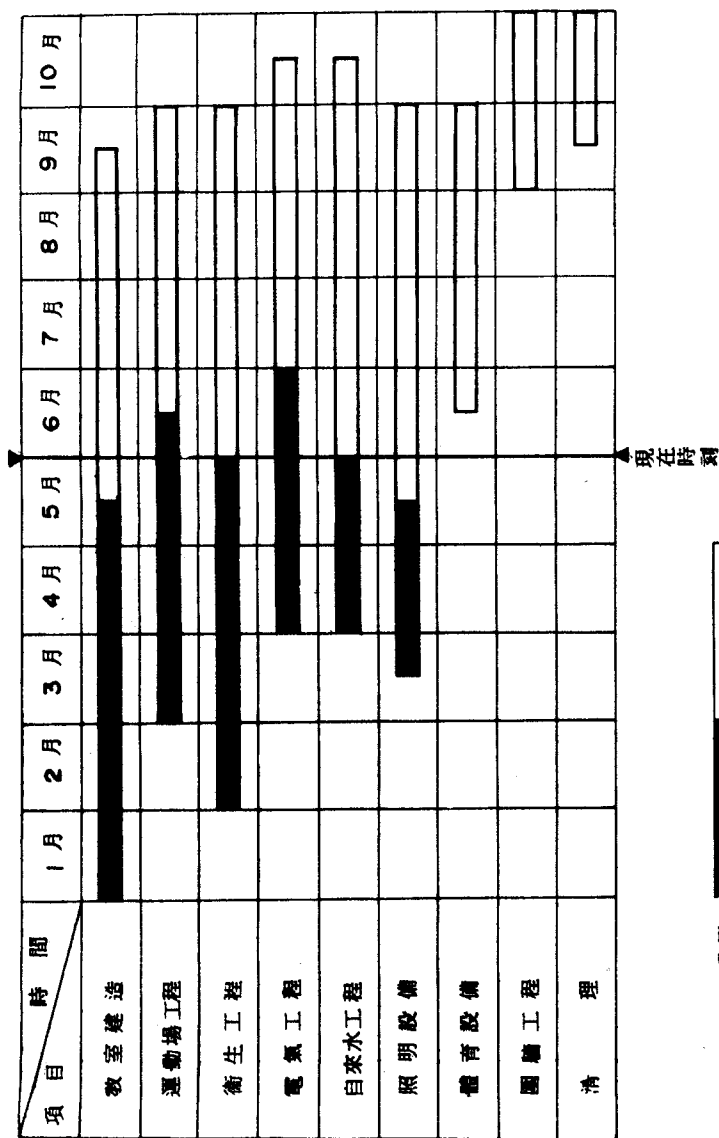
今日我們可利用之各種資源極為龐大，工程規模亦愈來愈大。為充分利用資源，配合世界潮流，如何驅向目標，乃為管理者之一大使命。

欲達到此計畫與管理之目的，管理行動可分以下兩階段。

一、計畫階段 (Planning cycle)

於最短期間，最低單價完成一工程之必要條件在於付諸實施之前，應予以充分的檢討與精密的計畫。並分析問題，在解決問題的各種方案中，由工期、資金之調度、技術之難易度，以評估何種方法為最佳方案。同時需要指出以下各點。

- (一) 必要作業。
- (二) 實施方法。
- (三) 負責人。



凡例： 已完工作 未完工作

第1-1圖

(四) 需要之人員、資金、裝配及材料。

(五) 開始時刻與完成時刻。

二、管理階段 (Control cycle)

依照在計畫階段決定之最佳方案，開始工作後，必須予以注意「有無邁向目標進行」。因此需要定期估驗，並對工程金額與品質控制予以管理，同時「預定」與「實際」予以詳細檢討與比較。

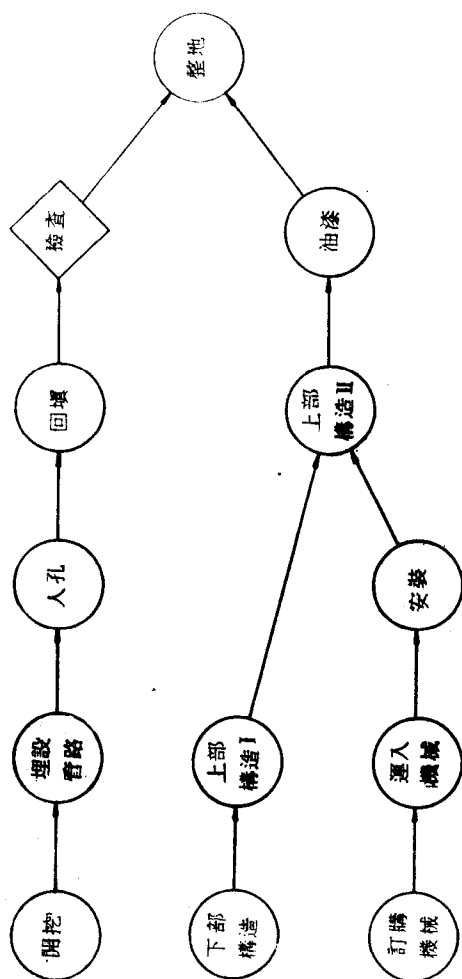
檢討與比較結果，將成為管理上之基本資料，如在實施過程中，因受內外各種條件之變化，則必須修正原案，追加、減少或刪除預算。

第二節 甘梯進度表

甘梯進度表 (Gantt - chart)，又稱線條式進度表 (Bar chart)，乃由美國 Frankford 兵器工廠顧問 H. L. Gantt 所發表，歷經第一次世界大戰而應用至今。

甘梯進度表如第 1-1 圖，以時間為橫軸，在縱軸逐項記入工程項目，並按工程期間以線條依其長短記入，如第 1-1 圖中「教室建造」由 1 月 1 日開始，至 9 月中旬完工；「運動場工程」由 3 月 1 日開始，至 9 月底完工；以下類推。

甘梯進度表之最大特點為簡單明瞭，容易繪製，容易應用。此乃為何美國甘梯氏自從第一次世界大戰發明，廣泛運用至今而不衰之道理。我國工程界也一直採用至今。然而其最大的缺點，也可說甘梯進度表之致命傷，在於無法表明相互關係與前後順序。如第 1-1 圖中「教室建造」自 1 月開始至 9 月中旬止；「運動場工程」自 3 月開始至 9 月止；「衛生工程」自 2 月開始至 9 月止。這些工程有無相互關係？在 5 月底核對進度時，發現「教室建造」落後預定進度半個月；「運動場工程」提前半個月；「衛生工程」恰好符合進度。這些提前或落後進度，對最後工期有無影響？需不需要趕工？若要趕工應先趕那



第 1-2 圖

一項工程？那一項工程為關鍵工程？甘梯進度表不能表達這些因素，只好依賴工程師之靈感與經驗來推測與決定。在此情況下，倘遇到複雜的計畫時，常在不重要的項目拼命投入過份的資源來趕工，却忽略了會影響大局的關鍵作業，雖然忙得團團轉，却徒勞無功，致使無法完成最後目標。

第三節 流 程 圖

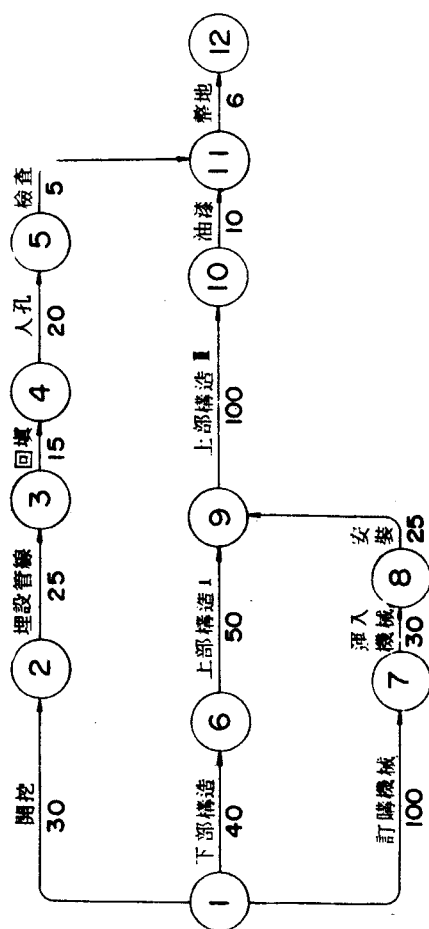
大約與甘梯進度表同時發明應用者，另有流程圖（Flow process chart）。流程圖可說明工程計畫之前後順序，施工方法及新構想，並可分析較複雜工程之內容。

如第 1-2 圖為流程圖之一例。此與甘梯進度表所不同者，流程圖在于注重程序而甘梯進度表則在注重于時間。然兩者均無法表明工程進度之關鍵所在。

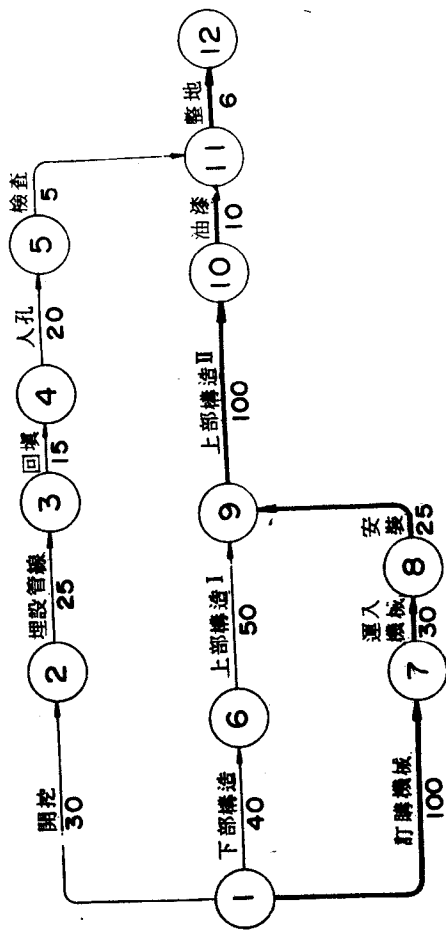
第四節 PERT

自從蘇聯于 1957 年成功的發射第一枚潑尼克（Sputnik）1 號人造衛星後，給以站在領導全世界科學之美國，莫大的打擊。美國深知為迎頭趕上，必須開發一種新的管理科學，以代替原有的方法，乃由美國海軍特種計畫局（Special Project Office, U.S. Navy 簡稱 S P O）得到洛克希德公司和漢彌爾頓公司（Booz, Allen and Hamilton）之協助與合作，遂于 1958 年 1 月 6 日發表 PERT（Program Evaluation and Review Technique）。PERT 可以說是專對計畫來做評價與調整的一種技術，是以推動太空科學的發展為開始，到被稱為集現代科學之精華而成的。

美國于 1958 年 9 月因應用 PERT，而發射第一次飛彈計畫成功，因其功不可沒，使六家共認 PERT 的價值。



第 1-3 圖 (a)



第 1-3 圖(b)

美國為北極星飛彈潛艇 (Fleet Ballistic Missile Program) 的建造，由于實行 P E R T，從原估十年建造時間縮短為八年，促使美國自 1962 年起，對一切新開發的工程，規定全部應採用 PERT 制度。

P E R T 由箭線與結點代表作業，按工作順序，依序連結完成之圖，稱為作業網圖 (Network)。經估計各項時間後，即可計算全工程，在計算過程中，必會產生關鍵路線 (Critical Path)，此觀念之產生，乃為 P E R T 之精華所在。

詳細說明請參閱本書第四章以後各節。

如第 1-3 圖(a)為自第 1-2 圖之流程圖以 P E R T 之作業網圖所繪製者。第 1-3 圖(b)之粗線表示關鍵路線。

第五節 CPM

自從 1957 年 1 月，美國的杜邦公司 (Du Pont Co.) 為建造新工廠而從事計畫與管理的研究，由 Engineering Service Division 之 M. R. Walker 與 Remington Rand 的 I. E. Kelley, Jr. 為主持人而完成了 CPM (Critical Path Method)。

最初于 1958 年 3 月實施于 1,000 萬美金之建廠工作，發揮了輝煌效果，較原定計畫約縮短兩個月工期。

杜邦公司不但把 CPM 應用在大工程，連運用在短期間之安全管理上或維護工作上，也發揮極佳效果，如由原來需要 125 小時停工大修的工作，可縮短至 93 小時，再熟練後還可縮短至 78 小時，省却 47 小時，因此杜邦公司在實施 CPM 後的第一年，即節省約 100 萬美金。僅此節省的費用，便足抵該公司前後多年發展 CPM 所化費用的五倍以上。

又美國加泰迪克建設公司 (Catalytic Construction Co.)

使用 CPM 于 47 個建築工程，總金額達二億美金以上，其效果平均節省時間 22 %，平均節省金額為 15 %。因而該公司反而歡迎在契約中規定逾期罰款及提前完工發給獎金的條款。

CPM 除了有 PERT 之效能外，可調整「費用」與「工期」，並可顯示那一作業必須趕工，或表示若欲降低全工程費，必須趕工至何種程度。換言之，可求最佳費用 (Optimum Cost) 與最佳工期 (Optimum Duration)。以便判斷究應縮短工期或延長工期，做為決定經濟性選擇的依據。(請參閱第九章工期與費用)。

第六節 其 他

為有效控制成本，由原來之 PERT 進一步研究發展者稱為 PERT / COST。原來之 PERT，則稱為 PERT / TIME 以便區別。

PERT 與 CPM 均以單一計畫為對象，若對多數計畫需同時處理，對多數計畫，如何有效利用各計畫間的人力、材料、機具、資金等各種資源，已由美國的顧問公司 C - E - I - R 及杜邦公司共同開發稱為 RAMPS (Resource Allocation and Multi-Project Scheduling)。

1967 年美國國際電腦公司 (International Business Machine，簡稱為 IBM)，應用 IBM 1130 及 360 型電腦推出 PCS (Project Control System)。又于 1974 年隨著 IBM 370 型電腦推出 PROJACS (Project Analysis and Control System)。

其他有如稱為 CPS (Critical Path System) 或 CPT (Critical Path Techniques) 等等，名稱雖異，但原理乃為如何發現計畫中之各工程關鍵所在，以解決此關鍵問題，則其他各種問題即可迎刃而解。

我國自民國 56 年由各公營機構引進 PERT 或 CPM 以來，

有些機構並規定必須使用 P E R T 為控制進度之手段。如我國台灣區南北高速公路之契約中規定必須使用 P C S 。台灣電力公司建造之第一座核能電廠，便以 P C S 來控制。

第二章 甘梯進度表與作業網圖

第一節 甘梯進度表

甘梯進度表，又名線條式進度表，如第一章第二節所述。

茲為具體說明，將以簡單之混凝土基礎工程為例，說明如下；今有如第 2-1 圖之基礎混凝土工程，其所需工作天數如第 2-1 表。

第 2-1 表

項 目	工作 天
基礎開挖	2
排卵石及壓實	2
澆置混凝土	1

依第 2-1 表，即可繪成如第 2-2 圖(a)之甘梯進度表。但工地之施工，通常不必等基礎開挖完成後才開始排卵石，事實上第 2-1 圖中①之基礎開挖完成，要繼續做②部份時，在①之部份即可開始排卵石。因此甘梯進度表即可繪成如第 2-2 圖(b)。全工程可縮短一天。

由第 2-2 圖(b)，雖在進度表中，並未說明「基礎開挖」，「排卵石及壓實」及「澆置混凝土」各項之相互關係，但吾人並不難發現，一定是基礎開挖做一半，即開始做排卵石之工作，因為此工程項目少，工程內容簡單，極易了解計畫者之意圖。