

工程・工業

管理評核方法

增訂本

馬治平編著

PERT



世界書局印行



編撰大意

一、目的

計劃評核術 (Program Evaluation and Review Technique) 是近廿年來所發展的規劃與經營方法，以其應用頗為廣泛，曾在生產製造及工程管理等各方面均臻功效，故發展迅速，已引起我國工商界對此一新學術的重視，若干機構並已逐步付諸實施。尤其近代工程技術時有新猷，但是工程管理一仍舊貫，終難圓滿達成經建使命，因而對於管理革新之需求，益感迫切。本書針對此項需要，順應我國國情，着重實際工程業務，編撰 PERT 學術在工程方面的應用方法，以期自估價招（投）標以至於完工結束，始終掌握全盤經營大計，使檢討過去及策劃將來均有所準繩。

二、內容

計劃評核術 (PERT) 可分為五部份研究。

1. 基本程序 (The basic PERT procedure)

研究作業網的結構、編排、規劃、計算及繪圖等基本方法。

2. 進度評核 (PERT / Time)

研究規劃工程進度，控制工程進度，追蹤工程進度，及評核進度差異的原因以及解決瓶頸問題等方法。

3. 平衡線圖法 (L.O.B) 研究工業生產線的編排控制及考核方法。

4. 工期與成本規劃 (Critical path Method)

研究工期與成本配合取捨的基本法則，以及在最低成本原則之下，確定應行趕工項目的方法。

5. 工程成本評核 (PERT / Cost)

提供創業當局對於方案規劃決策及控制成本所需之完整的經營制度，藉制度功能以控制成本，並達成經營目標。

三、PERT與電腦

PERT技術對電腦多所利賴，有電腦可用固然很好，但亦不必以使用電腦為先決條件，因為數字愈繁複，電腦功效愈宏大，而一般處理中小型工程的機會，遠較處理大型工程的機會為多，如身邊並無電腦而需郵寄資料時，反不如人工計算之便捷，故本書力求說明人工計算方法，同時可供設計電腦計算程式的參考。

本書所述各項方法，大部份曾應用於控制二十五億以上的大型工程，對於存意過高，窒礙難行部份，概予從略。但以時代進步，需要更為精簡切實的方法，尚有賴於羣策羣力，研究發展，提出高見匡正之。

馬治平 謹識

PERT

工業管理評核方法

工程

目 錄

第一部份 進度評核方法 PERT / TIME

第一章 概 述

1.1 計劃評核方法的發展.....	1
1.2 評核方法的效用.....	2
1.3 制度的建立.....	3
1.4 制度之設計.....	6
1.5 制度之施行.....	7
1.6 制度之運用.....	8

第二章 作業網之結構

2.1 進度表的演變.....	10
2.2 各型作業網的判讀方法.....	11
2.3 簡單作業網.....	15
2.4 基本規則及術語.....	17
2.5 作業網應合邏輯.....	19
2.6 作業網編排要點.....	21
2.7 道路工程作業網製圖練習.....	22

第三章 作業網圖各項時間計算方法

3.1 作業路線及關鍵路線概念.....	24
----------------------	----

3.2 作業的開始與完成時刻	26
3.3 寬裕時間計算	30
3.4 關鍵路線的確定	34
3.5 矩陣法計算與電腦程式資料	34
3.6 繪制定案作業網	38
3.7 隧道工程作業網製圖練習	41
3.8 作業網計算練習	42
3.9 電腦輸入資料編製方法	44
3.10 不繪作業網圖編製輸入資料的方法	45
3.11 電腦輸入資料表編製舉例	48
3.12 電腦輸出資料的用法	54
3.13 或然率理論的應用	55
3.14 或然率計算舉例	59

第四章 作業網的繪製

4.1 作業網的階層劃分	63
4.2 繪製前的準備工作	63
4.3 作業網草圖	64
4.4 繪製網圖	66
4.5 建築工程作業網舉例	67

第五章 作業網的應用

5.1 如何確定趕工路線	69
5.2 如何安排工作人數	74
5.3 如何避免停工待料	76

5.4 加強分工分層負責.....	77
5.5 如何追趕工程進度.....	78
5.6 如何計算工程總進度.....	79
5.7 土木工程作業網繪製舉例.....	82

第二部份 生產管制平衡線方法

第六章 生產管制平衡線方法

6.1 概 念.....	87
6.2 平衡線的畫法.....	87
6.3 製造工業平衡線圖.....	95
6.4 多項目業務平衡線圖.....	99
6.5 作業日報表.....	102

第三部份 工期與成本規劃方法CPM

第七章 工期與成本規劃方法

7.1 概 念.....	103
7.2 規劃的理論.....	103
7.3 全面規劃方法.....	105
7.4 選擇規劃方法.....	114
7.5 CPM的應用舉例.....	116
7.6 檢 討.....	126

第四部份 成本評核方法PERT/Cost

第八章 成本評核

8.1 概 念	131
8.2 評核的對象與效果	133
8.3 工程成本及人工代號編訂準則	134
8.4 單項工程成本代號編訂準則	139
8.5 施工通知單	141
8.6 基本報告	143
8.7 成本統計與費用攤轉	144
8.8 成本報告及評核	155
8.9 進度及成本評核圖	161

第九章 竣工決算

9.1 概 念	164
9.2 決算程式	165
9.3 決算表報	165

第十章 實 例

10.1 成功區處辦公室工程	166
10.2 鐵路高架工程	169

結 語	170
-----	-----

第一章 概 述

1.1 計劃評核方法的發展

早在1952年間，美國杜邦(Du Pont)公司已注意到數學家在網形分析計算上的成就，認為可能在工程規劃與編排方面加以運用。至1955年，該公司已有C.P.S.(Critical Path Scheduling) 關鍵路線編排法的構想，將每一作業規定起訖時間，並繪成網狀圖(Network)。次年使用電子計算機運算網圖上的數字。至1957年，美海軍特種計劃局(SPO-Special projects Office, U.S. Navy)鑒於當時各種管理工具難以滿足現代科學發展的需要，尤其在太空競賽及各種軍備發展中，例如北極星計劃主要承包廠商二百數十家，轉包的商廠多達九千家以上，如何促成整個計劃之如期實現，至感困難。該局多方研究各種方法之後，決意採用PERT制度(Program Evaluation and Review Technique)，由於實行PERT之故，北極星飛彈潛艇之建造，由原估十年縮短為八年完成。自1962年起，美政府對一切新開發的工程，決定全面採用PERT制度，因而成為在美國盛行的管理方法之一。

PERT制度在美國於1958年公開介紹後，民間廠商亦競相採用，不脛而走，甚至風行各國，不過各機構及民間各大公司，在實際運用上，為配合其本身原有的各種條件，增減融合，自行創立制度，以致在形態與方法上，變化繁多，但其基本理論仍屬同一淵源。

我國於何時引進PERT制度，尚難查考，惟各大機構，幾乎同時於民國五十五年開始倡導研究，旋以局部工程試行

PERT管理，以便研究建立本身所需之制度。

1.2 評核方法的效用

PERT在工程方面的應用尤為切實而廣泛，惟就工程管理觀點而言，PERT制度究將產生何種效用？是乃建立制度的先決問題。在工程營建當局，向以控制「品質」、「進度」及「成本」為其中心任務，「進度」與「品質」均影響成本，PERT制度所「評」「核」的對象，正是針對「進度」與「成本」而作，對各級施工人員提供管理控制所需的資料及情況報告，因此

此在美國及日本數年間已廣為採用，足證PERT制度具有無可否認的效益。茲以「品質」、「進度」及「成本」三者之間的連鎖關係為例，說明PERT之運用價值如下：



1.1

工程主管當局無不要求品質好，進度快，同時還要求成本節省，「好」、「快」、「省」三者相互間，予對方均有不利的影響，見圖中箭頭內符號總是與方框內符號相反，表明三者

之間可能發生的不協調現象。此問題久已存在，如今可以運用 C.P.M 技術使事前預先協調，免去臨事折衝說服之苦，又可運用 PERT / Time 控制工程進展，而以 PERT / Cost 控制工程成本。

三項主要作業之間的配合運用原則，列如下表。

技術與方法 實施階段 目標	規劃及設計	執行與控制	評核
	Planning	Performing	Evaluation
工程進度評核	PERT / Time L.O.B	PERT / Time L.O.B	PERT / Time L.O.B
最低成本規劃	C.P.M		
進度及成本評核	C.P.M	PERT / cost	PERT / cost

1.2 PERT 主要作業配合運用表

1.3 制度的建立

計劃評核制度雖有種種功能，但是否採用？仍然取決於機構的施政方針。以工程單位而論，不僅要求工程之安全存在，同時更要使其如期實現效益，以提高投資報酬率。就一般情形而言，工程本身多數能夠建設完成，但其進度與成本則未必盡如理想，因為難以控制的因素極多，挫折亦在所不免，但主管當局如能及早預知情況變化的趨勢，則可採取對策，因此，對預測性的報告甚感需要。報告以制度為依據，制度則以簡單易行，反映迅速確實為基礎，所以建立制度，不可失之於太苛太繁。

事實上，工程主管(Project Manager)是對最高階層負責，使工程在有限的時間，與有限的成本之下完成的，但工程管理(Project Management)原是一件很困難的工作，而現有組織結構在工程管理上未必能夠靈活有效適應施工的需要，爲了要達到工程目標，必須運用很多人的努力，而這些人又大部份並不在主管人的直接監督之下。

舉例來說，一項工程的新建，在工程主管直接監督之下的，只有施工人員，但與工程有關而並非直接監督的單位，尚有設計、工務、購料、儲運、財務、會計及包商工人等等，並不在少數。工程主管爲了要規劃、編排、控制工程的進度與成本，需要有一種很實用的管理工具，以便在連繫協調各方面獲得效果。

根據美國專家的報告：「工程主管的首要工作，在於指揮與調整該工程所牽涉的不同單位的作業，使他們的工作能夠指向於同一目標——就是工程的完成——但是由於現代的工程規模龐大，多方面的管理方式錯綜複雜，迫使主管人無法在各方面詳細探討，僅作較為廣泛而概括的討論。換句話說，就是「主管人不一定確知那些地方是關鍵作業(Critical Activity)，需要特別加以注意；或者一個作業的延遲或失敗，對於其他

作業又有何等的關係，對於整個工程之完工又有什麼影響。」所以說一個工程主管需要的，就是經常能夠了解工程動態報告，PERT 管理制度就是為合乎這個要求而設計的。它所可能具備的貢獻，大致可歸納為三方面。

1.3.1 「進度評核」及產銷平衡管制方面：

- (A) 掌握關鍵路線，實行例外原則 (Exception Principle) 管理。
- (B) 加強分工合作。
- (C) 控制生產數量，使其配合銷售需要。
- (D) 選擇重點趕工。
- (E) 追綜查核工程進度。
- (F) 發掘瓶頸問題，預先設法解決。
- (G) 合理調配運用工程資源。

1.3.2 「進度及成本」規劃方面：

- (A) 於事前規劃最合理之「工程預算」及「最佳工期」。
- (B) 工程開工後，亦可重行規劃適當之工期，並確立施工預算。
- (C) 充分運用 CPM 企劃效益。

1.3.3 「進度及成本」評核方面：

- (A) 建立成本工程司制度，正確處理工程成本歸屬。
- (B) 建立工程報告制度，蒐集工程成本資料。
- (C) 提供成本動態報告，及時檢討過去，策劃將來，以求
 擷節開支。
- (D) 按期處理需要分攤之營運費用，縮短竣工決算時間。
- (E) 查核「單位成本」發掘關鍵問題。
- (F) 追蹤工程進度，以求整體目標之達成。
- (G) 預測工程總成本，研考全盤施工計劃。
- (H) 分析定案單位成本，提供以後估價資料。

至於建立制度的過程，可以分成三個步驟進行：

- (A) 制度之設計(System Design)
- (B) 制度之施行(System Implementation)
- (C) 制度之運用(System Operation)

1.4 制度之設計

設計一個管理制度，最重要的工作在於「設立制度的目標」，然後詳細地設計一個能夠達到這個目標的方案。

制度目標必須明確，為便於研判起見，試行澄清下列問題：

- (A) 希望從這個制度得到什麼？
- (B) 制度所依據的報告來源是什麼？為了獲得資料，制度
 設計是不是完善？
- (C) 那些現有的報告、程序及方法可以納入新制度？那些
 是必須替代或修改？
- (D) 誰負責運用這個新制度？負責的主管有沒有足夠的能
 力與權力？

- (E) 打算應用新制度的範圍是什麼？整個機構嗎？一個大工程嗎？或是幾個小工程嗎？
- (F) 其他重要的管理制度怎麼樣跟 PERT 制度相連鎖？
- (G) 所需制度實施的特性是什麼？（例如運用成本、循環時間、Cycle time 所需人力）。

1.5 制度之施行 (System Implementation)

制度設計完竣後即行付諸實施 (Implementation) 也就是「規劃施工步驟」與「編排施工進度」。藉以事先預知瓶頸所在，所謂凡事豫則立，不豫則廢，並且在進度編定後，進一步還可以根據這個進度，編定資金與人力的運用計劃，對於工程的執行能夠有一個比較確切的認識與把握。

施行步驟如下：

- (A) 開辦講習班，訓練有關員工及承包廠商。
- (B) 聯繫有關單位，填寫作業方案規劃表，領導繪製總作業網 (Master Network)
- (C) 指導各單位繪製分作業網 (Sub-network)
- (D) 估計作業期間 (Activity Duration)
- (E) 計算結點時刻、作業時刻、總寬裕、及自由寬裕。
- (F) 研判計算結果，包括：
 - A. 檢討關鍵路線與寬裕路線是否妥當。
 - B. 比較計算進度與指定進度。
 - C. 驗明可能的拖延。
 - D. 覆核並確認所估計數字。
 - E. 把計算結果分送給各有關人員。

- (G) 編排作業進度，繪成作業網圖（Time - Scaled Network）呈核。
- (H) 根據核定之作業網圖，編繪成本累積曲線。
- (I) 根據核定之作業網圖，編繪人力負載曲線。
- (J) 研判成本累積曲線與人力負載曲線，必要時修正作業網圖。
- (K) 編製報告圖表送各級主管。此種報告應指出將來可能引起問題的地方，以及這些問題的嚴重性，並提示解決這些問題的正確行動。
- (L) 解決有關的問題並改訂方案。
- (M) 反覆上述步驟，直至得到一個在進度、成本、及機具人力等各方面都能夠滿意的方案為止。

1.6 制度之運用

工程開展後，應該運用管理報告制度，對於工程的進行情形定期加以評核：

- (A) 對於作業網繼續加以評價、校對、改良，以反映工程的最新情況。
- (B) 依據最新資料修正作業期間。
- (C) 依據最新資料修正成本、人力之估計。
- (D) 在作業網上記錄工程進度。
- (E) 累計工程成本及工料之實際數字。
- (F) 定期重算結點時刻、作業時刻、總寬裕、及自由寬裕。
- (G) 研判計算結果：
 - A. 標出關鍵路線與寬裕路線。

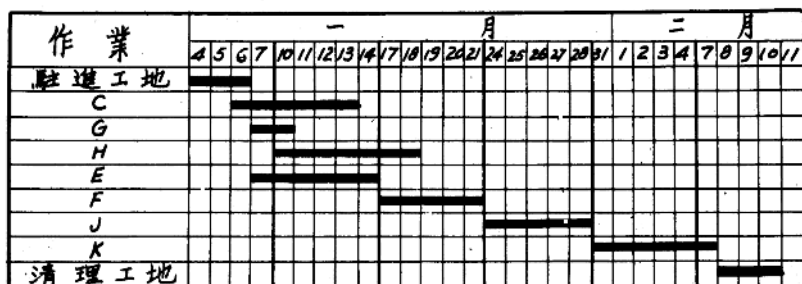
- B. 比較進度、成本、人力之估計數字與實際數字，並作總成本之預測。
 - C. 認明實際的或可能的延遲 (Slippage) 及超支 (Overrun) 或不足 (Underrun) 。
 - D. 對於可能採取的行動加以評價。
- (H) 編製報告及圖表
- A. 以圖文方式摘要說明計算結果。
 - B. 簡單說明可能有問題的地方，並建議解決問題應採取的行動。
 - C. 印刷及分發報告致各級主管。
- (I) 定期反覆上述步驟，直至工程完成為止。

第二章 作業網之結構

PERT的一切研究與表達，完全以作業網為基礎，故應先自作業網的編繪方法着手，作業網的型態變化繁多，本書之編撰以實用為主，故採用最為簡化的箭線型。

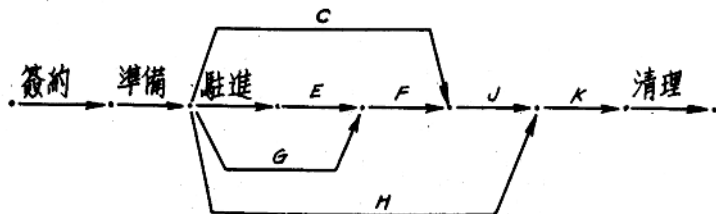
2.1 進度表的演變

多年以來，一般已習用甘德氏桿狀圖（Henry L. Gantt's Bar Chart），見第2.1圖，為極常見的進度表。



2.1

圖中每一項工作，必定有其先後關係，若以箭線指明其孰先孰後，並以圓圈表示一項工作的開始與完成，即成為網狀圖，見2.2圖，為網狀圖的草圖。



2.2