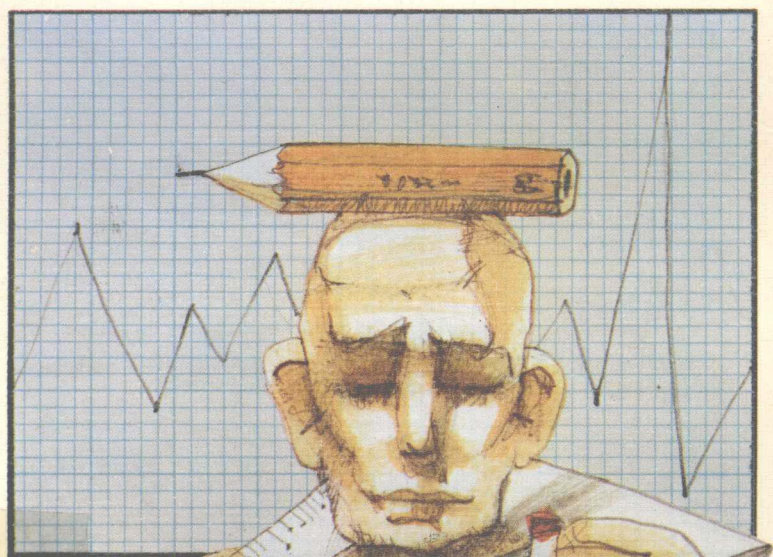


張家相 編著

計劃評核術管理

PERT CPM



黎明文化事業公司印行

張家相 編著

計劃評核術管理

PERT CPM

翻 有
印 著
必 作
究 權

491 • (68—46)

計 劃 評 核 術 管 理

編 著 者：張 家 相
出 版 者：黎明文化事業股份有限公司
行政院新聞局出版事業登記臺字第一八五號
發 行 所：

臺北永和秀朗路二段一六一巷一號
門 市 部：

臺北市長安東路一段五十六號

臺北市重慶南路一段四十九號

臺北市林森南路一〇七號文化大樓

高雄市五福四路九十五號

郵政劃撥帳戶一八〇六一號

印 刷 者：華風彩色印製股份有限公司

地 址：臺北市西園路二段二八一巷六弄廿八號

中 華 民 國 六 十 八 年 五 月 初 版

基本定價：貳 元 定價 85 元

►如有缺頁及倒裝請寄回換書◀

序 言

由於近代之科學昌明，百堵皆作，偉大的建築、複雜之機器、艙艙之船艦、靈巧之工具，甚至兒童之玩偶，無一不集十百人以至千萬人之智慧與勞力而成，換言之，亦即無數工作單位分工合作與共襄大事之結晶。此際，所發生之主要問題，並非技藝之不足，而是如何使分散之各工作單位，同軌同轍，亦步亦趨，密切啣接，在經濟節約與不失時限之原則下，以謀有成。

一九五七年間，美國海軍部計劃建造北極星飛彈潛艇，估計承包之廠商，大小有三千家之多，其中不乏主包、分包再分包等情事存在，如有若干廠商不能如約交貨，或有意外情事等，而不能先期發現、預謀解決，其不良結果將無可疑義歸之於總目標之達成。同時，欲使三千家廠商遵循時限，至少應有合理之計劃，以爲其工作之根據。因此，美國海軍部集專家精英，共同研究，發明科學性技巧之管理工具——計劃評核術，以管制北極星飛彈潛艇之建造，經八年之實驗，獲得空前之成功，一舉而震驚全美國，並進而震撼全世界，成爲今日管理之熱門，尤其是諸管理專家將同時發軔之要徑法(Critical Path Method)，揉合一體，使時間與成本之管制，更臻完善。足資爲我國國防及工商企業管理更進一步發展之藉助。

編者有鑒及此，乃集多方面之資料，與多年教學與潛心研究之心得，編成本書，其內容不但包含各家各派之發展背景及網狀圖技術之詳細說明，並且囊括最新作業技巧與電子計算機之協同作爲，以期有助於計劃評核術管理學術與實務之發展，爲避免杆格與混淆，書中之舉例，循同一建築工程解釋之，縱括其作爲與運用，儘量保持其脈絡一貫之精神。例如：網狀圖之繪製，各類網狀圖之比較，網狀圖之時間計算，工期之發展，日程之編排，電子計算機之時程計算，訂貨日程計算，時間與成本交替運用，資源分配與追查控制等，悉以工廠新

建之水電供應工程爲引，以整個工廠建築計劃爲歸，綱舉目張，序列分明，深入淺出，解說詳盡，愈演愈複雜，愈算愈精微，雖然各類工程，各有其特點，內容不盡雷同，但循此計劃之步驟與方法，逐次演譯，當步步爲營，終必達成功之境。是故，此書不僅是計劃評核與要徑法之介紹，教學之幫助，並且是計劃作業之藍本，尤其是配合管理程序之循環，使計劃評核術不但成爲有用之管理工具，而且納入管理之本體，使能獲致最高之管理功能，亦可爲管理界留作參考。

本書資料來源甚多，有美國與我國學人著作，亦有美國軍方之資料，編者才疏學淺，自出機杼者寥寥無幾。然能將各項資料之精華，摘錄之、排序之，成爲一套合理程序之編著，自覺一得之愚。雖然如此，但掛一之處，在所難免，尚祈先進諸公，不吝指正幸。

張家相謹識 62、2、28

計劃評核術管理目錄

第一章 概論	1
第一節 計劃評核術釋義	1
第二節 計劃評核術之緣起與發展	10
第三節 計劃評核術管理之要徑	15
第二章 網狀圖	25
第一節 網狀圖之經歷	25
第二節 網狀圖之內容	32
第三節 網狀圖之錯誤與修正	45
第四節 網狀圖之分類	52
第三章 網狀圖之繪製	63
第一節 網狀圖繪製之準備工作	63
第二節 網狀圖繪製之整理與發展工作	75
第四章 網狀圖時間計算	82
第一節 作業時間及其估計	82
第二節 最早期望日期與最遲容許日期	95
第三節 寬裕時差與要徑	108
第四節 符號網狀圖之時間計算	120
第五節 日程之編排	126
第六節 電子計算機之時程計算	131
第七節 訂貨日程計算	137

第五章	時間與成本之交替運用	148
第一節	縮短工期.....	148
第二節	最佳工期.....	176
第六章	資源調配計劃	180
第七章	追查與控制	203
第八章	或然性的運用	236
第九章	結論	243

計劃評核術管理

第一章 概 論

第一節 計劃評核術釋義

一、何謂計劃評核術？

計劃評核術就是計劃評價與查核的技術，原文為Program Evaluation and Review Technigue，簡稱 PERT，因為任何一項方案（Project），欲期其圓滿成功，事先必須有綿密的計劃，尤其是現代科學技術的高度發展，需要各種不同的人才、機構或契約商互相配合、分工合作與彼此協調一致，才能在預期的時間內，毫無延誤與浪費的達成最後目標，由是更迫切需要週詳可行的計劃，也是實際的工作計劃（Program），此種計劃應將參與者或參與機構，緊密地扣在一起，不論是相互關係，工作程序，時間安排，甚至作業成本，皆能簡單明瞭，精確易行，於是一般性計劃方法就有力不從心之感，甚至竄紅本世紀、久為世人普遍使用的甘梯線條圖（Gantt-chart or Bar-chart），亦瞠乎其後。所以此種計劃是一種新興的、科學的、可適應進步環境的計劃，它就是網狀圖（Network）式計劃。

計劃擬訂完成後，能不能達成預定的目標？計劃進度是否合理？有無修正之必要？計劃完成日期與規定完成日期有無差異？對可供使用的資源是否作最有效的運用？以及其他由於可變性與不定性所產生的問題，有沒有辦法來應付？皆成問題。也就是說，計劃雖已擬訂完成，還要經過一番評價工作，以評定此計劃是否為最合理、最成功、最完整、最可靠與最經濟的結晶，然後才能放心大胆地付諸實施。這種評價（Evaluation）工作是必需的，因為它是計劃後

與實施前的工作重心，也是計劃是否可行易行的基礎。傳統式計劃的評價工作，困難重重，顧此失彼，找不到重點，探索不夠澈底，分析不夠細微，有瞎子摸象之感；惟有網狀圖式計劃的評價工作，才是可行易行，尤其網狀圖式計劃可以利用電子計算機，以行評價，為其他任何傳統式計劃所望塵莫及者。

假使「實際執行」是一匹快馬，則「計劃」就是馬韁繩，馬韁繩是專司指導控制快馬行動的工具，與計劃負責指導控制實施執行的情形，完全一樣。若過份重視最初計劃，否認實際環境對實際執行的影響，不是馬失前蹄，便是繞着馬栓打轉，很難達到旅程的最後目標。也就是說，「實際」應予承認，「計劃」不能固守，當實際環境有了變遷，實際執行有了差異，計劃即應予以修訂，以配合進度，一如快馬飛馳之際，馬韁繩應予適度調整，配合快馬之需要，使其跑得更快。如何使「計劃」與「實際進度」密切配合？其方法有二；一為認識實際進度狀況，一為適時修正計劃。此認識與修正的工作，也就是查核（Review）的工作，一方面認真而確實地查核實際進度與成本，一方面還要詳細地查核已行的計劃，如此作為，一定不會使計劃落空，不會使實際工作受到窒息，並且不會使前途茫然無序。

這種科學的網狀圖式的計劃，配合審慎的評價，並且在實施中不斷地查核，使實施進度循着最正確的軌道運行，計劃的力量發揮得淋漓盡至，以保證方案的成功，是今日高度科技時代的基本要求，雖然我們並不視此為應付一切問題，進行任何事業的唯一法寶，但我們却當它是一種技術（Technique），一種可運用於企業、行政、工業、生產等管理的計劃、執行與考核的技術。以期使任何方案皆能在最適當的時間內、最低的成本中與最有效的產出要求下，百分之百的成功。

二、什麼是計劃評核術？

（例一：如有一個人，帶着虎一隻、羊一隻與菜一籃，準備要過河

前往對岸，此時，河邊只有投幣自動小橡皮筏一條，此小筏僅允許一人帶一項過河，但是，羊不得與虎單獨在一起，菜亦不得與羊單獨在一起，此種情況下，此人該如何以最少往復次數（最短時間）及最少投幣次數（最低成本）達成安全渡河的目的？（事實上，往復次數少，渡河時間短，投幣次數亦相對減少。）

未解答此問題前，我們先將此岸與彼岸的可能狀況列舉如下表：

此 岸	彼 岸
1 人、虎、羊、菜	A 無
2 人、虎、羊	B 菜
3 人、虎、菜	C 羊
4 人、羊、菜	D 虎
5 羊、虎、菜	E 人
6 人、羊	F 虎、菜
7 人、菜	G 虎、羊
8 人、虎	H 羊、菜
9 人	I 羊、虎、菜

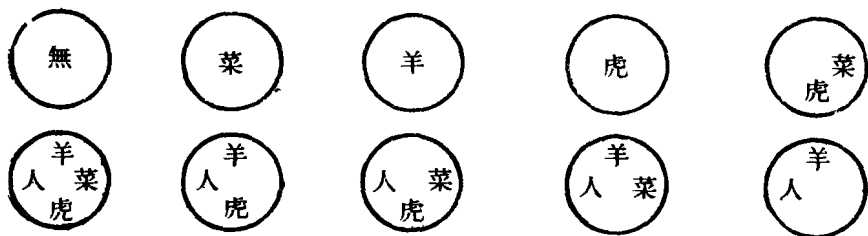
根據上表九個狀況，首將違反假定與無意義的狀況，予以剔除。說明如下：

○5 E 狀況與9 I 狀況，有兩種原因應予剔除：

1. 5 E 狀況與9 I 狀況，同為一岸有「人」，一岸有「羊、虎、菜」，是重複的狀況，應予剔除。因此，其他八個皆可行兩岸互易的狀況，可免而未予填列。
2. 5 E 狀況與9 I 狀況，同為一岸有「人」，意即此「人」不是單獨首先過河，即是最後回此岸一次，毫無意義，故應予剔除。

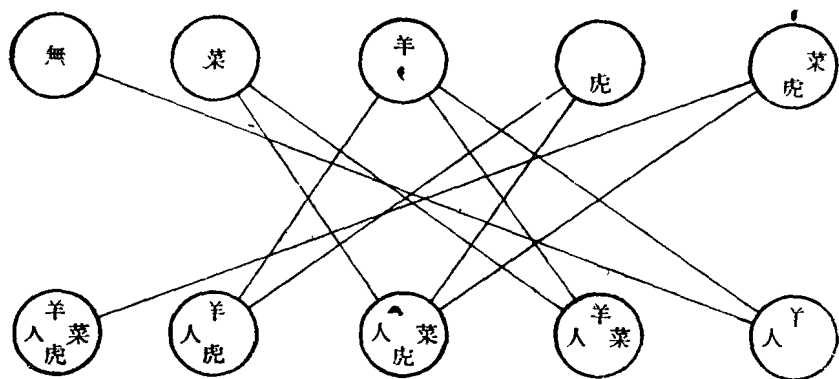
○7 G 狀況與8 F 狀況，屬「虎羊」與「羊菜」單獨在一起的狀況，違反立案假定，故亦應予剔除。

因此，上表於整理後，僅剩下1A、2B、3C、4D、6F等五個狀況，其排列情形如下：（附圖一〇一）



附圖 101

上列十個圓圈中，應該僅有可行與不可行的兩個情況，例如，X岸的「人羊虎菜」過河時，僅有「人羊」過河、「虎菜」不過河的一種情況是可行；再者如X岸的「人羊虎」過河時，僅有「人羊」過河而留「虎」，或「人虎」過河而留「羊」是可行，其他皆不合邏輯。因此，我們可將「可行」者聯之以線，以表明其關係。其圖形如下：（附圖一〇二）

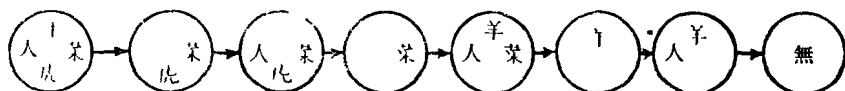


附圖 102

爲着要使人羊虎菜全部過河，所以我們應有左列的「人羊虎菜」圓圈聯至右列的「無」圓圈，並且是路徑最短。現在我

們所找出的最短路徑共有兩條：

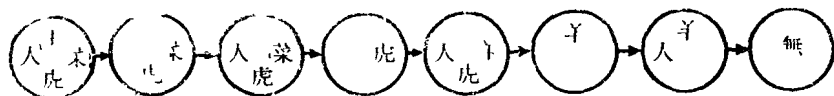
⊖第一條路徑是：（此路徑各圓圈皆表示此岸的情況，各箭線皆表示渡河行為。）（附圖一〇三）



附圖 103

其步驟爲：「人羊」過河留「虎菜」；「人」回航留「羊」於彼岸，而此岸則有「人虎菜」；「人虎」過河留「菜」於此岸，而彼岸則有「人虎羊」；「人羊」回航留「虎」於彼岸，而此岸又有「人羊菜」；「人菜」過河留「羊」於此岸，而彼岸又有「人虎菜」；「人」回航則成「虎菜」在彼岸，「人羊」在此岸；最後「人羊」過河，完成全渡。

⊖第二條路徑是：（括註同上）（附圖一〇四）



附圖 104

其步驟爲：「人羊」過河留「虎菜」；「人」回航留「羊」於彼岸，此岸則有「人虎菜」；「人菜」過河留「虎」於此岸，彼岸則有「人羊菜」；「人羊」回航留「菜」於彼岸，此岸又有「人虎羊」；「人虎」過河留「羊」於此岸，彼岸又有「人虎菜」；「人」回航則成「虎菜」在彼岸，「人羊」在此岸；最後「人羊」過河，完成全渡。

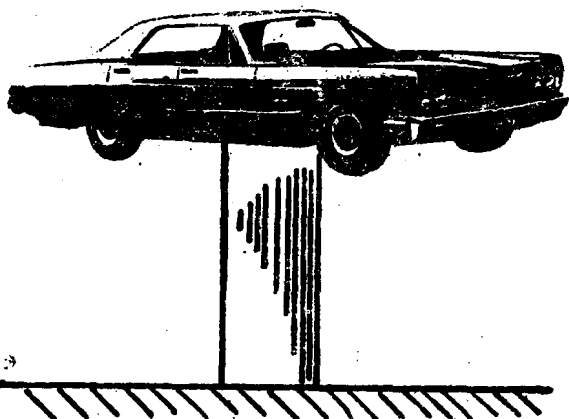
上述兩條渡河方法的繪圖路徑，皆屬最短的路徑，各含七條箭線，亦即渡河七次，或曰此人只需往返三次半。其他方法皆超過七條箭線，亦即渡河時間皆長，渡河成本皆高。

本例旨在說明計劃評核術利用圓圈與箭線所組成的網狀圖

，可易於對一項方案尋找出最合理、最便捷、最成功、最經濟的實施手段，俾建立計劃評核術本質的第一個印象。

(二)例二：為小型乘車保養廠保養工作程序。現行小型乘車保養廠內

，通常設置一汽車頂升柱，利用機械力量，將汽車頂起至適當高度，以便利汽車保養工作的實施（如圖一〇五）

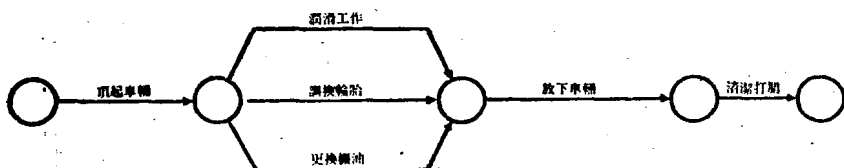


附圖 105

。汽車保養工作可概分為：

- ①潤滑工作。
- ②調換輪胎。
- ③更換機油。
- ④清潔打臘。

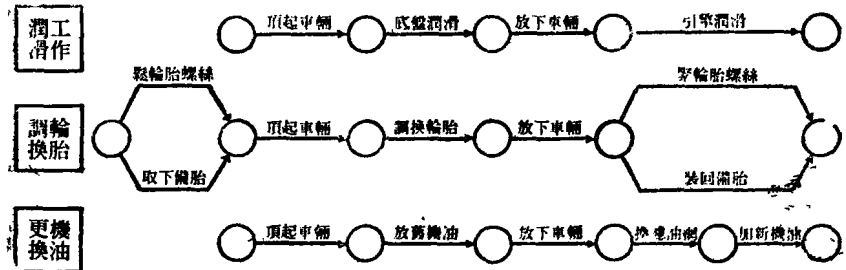
當汽車進入保養間後，是否需要先行頂起，則由保養人員決定之，假若保養人員決定先行頂起車輛，則此作業程序應為：（附圖一〇六）



附圖 106

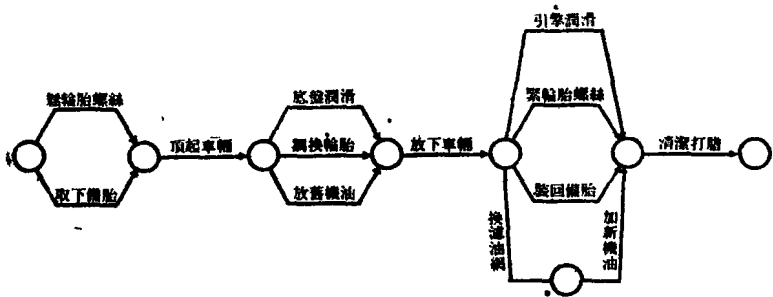
依上圖所示，車輛頂起後再行潤滑工作、調換輪胎與更換機油，事實上有困難。以潤滑工作而言，固然車底盤之潤滑甚為方便，但引擎部門之潤滑則須爬高行之；以調換輪胎工作而言，鬆

輪胎螺絲與裝卸備胎，異常吃力；以更換機油而言，放機油固然方便，而加機油則成問題。如果要使每一細部工作皆能達到方便的目的，若無良好之安排，勢必此保養之車輛，一會兒頂起，一會兒放下。因此，在良好管理原則下，應制定一項合理可行的程序，以免浪費人力與時間。但在未排定程序以前，我們應先將各工作予以較細之劃分，以俾能適應各種狀況的需要。其劃分的情形與先後順序的安排如下：（附圖一〇七）



附圖 107

上圖「潤滑工作」、「調換輪胎」與「更換機油」三項工作中，皆有「頂起車輛」與「放下車輛」的動作，若將之合而為一，則不但合乎邏輯，並合乎簡捷的要求，使整個保養工作井然有序。其合併後之情形如下：（附圖一〇八）



附圖 108

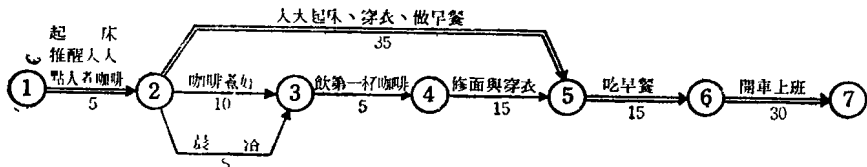
上述網狀圖調製完成後，保養人員則知何時應「頂起車輛」，何時應「放下車輛」，不會發生前後矛盾與不知所措的行動。並且顯示出計劃的簡單性，各部門工作人員動作之配合，人與人間，單位與單位間的關係，就是使用的工具亦可在此圖上作一良好的調配，以順利達成整體的目標。

此例說明以網狀圖作為基礎的計劃評核術，對任何性質的工作，甚至浩大的方案工程，皆能產出最理想的計劃與執行成果，而建立計劃評核術本質的第二個印象。

（例三：設某國一對新婚夫婦，其夫在某一公司工作，該公司上午八時半上班，此夫婦自鬧鐘響後，直至上班時間內，其應做的工作或行動及其時間，表列如下：

工作或行動，	時間（分）。
起床，推醒太太，點火煮咖啡，	五分鐘。
咖啡煮好，	十分鐘。
太太起床、穿衣、做早餐，	三十五分鐘。
晨浴，	八分鐘。
飲第一杯咖啡，	五分鐘。
修面與穿衣，	十五分鐘。
吃早餐與第二杯咖啡，	十五分鐘。
開車上班，	三〇分鐘。

現在讓我們將這位先生及其方案助理（太太）行動的先後與併行關係，予以整理，則可繪出如下的網狀圖。（附圖一〇九）



附圖 109

根據上述網狀圖，我們發現各箭線有單線與雙線之別，單就②⑤兩圓圈以內之各箭線而言，「太太起床、穿衣、做早餐」是雙線，時間為三十五分鐘；而「咖啡煮好」、「飲第一杯咖啡」與「修面與穿衣」三項行動是三條單線，其時間各為十分鐘，五分鐘與十五分鐘，共計三十分鐘。單線總時間小於雙線時間，此意即謂單線路徑上的各行動，若有延誤，只要不超三十五分鐘（ $35-30=5$ ），皆不會影響準時上班；此外，若這對新婚夫婦必須提早五分鐘上班，在單線路徑上縮短時間，必定毫無效果，惟有在雙線路徑上縮短五分鐘，才能達到提早五分鐘上班的目的。

此例說明計劃評核術中的網狀面，其作業箭線時間若加以計算，則可獲得各作業行動更進一步的認識，與計劃作為更有效的手段，如果再加上成本的推敲，更能在整個成本上獲致利益。此例為建立計劃評核術本質的第三個印象。（本例節錄自喬治W烏爾里奇先生Mr. George W. Ulrich講座之前言）。

④什麼是計劃評核術呢？計劃評核術就是「網狀圖管理術」，與其同時發展的要徑法（Critical Path Method）同出一轍，是將方案的工作內容，適當地劃分成很多工作單元，排定合理而經濟的順序，計算其時間，而予資源以適當分配，並不斷作適應進度的調整與修正，俾計劃臻於完善，執行毫無偏失，經濟資源、節約工期。總之，計劃評核術就是一套完整的工具，將可變的時間、資源及技術諸因素，納入計劃、執行、監督、考核的統一管理之內，安排良好的進度，衡量實際的現況，預謀未來的改善，先期分析作業費用，提供管理人員以最佳的管理原則、管理方法和管理技術。所以說，計劃評核術是現代管理科學的結晶，也是最得力的管理工具，為各級管理者最佳的助手。

總統在「科學的道理」續編中，對計劃執行中評核與管制的要領，曾有詳細的訓示：

「在計劃執行當中，必須重規評核與管制的步驟，其要領為：

- ⊖工作程序系統表的製作，（應將每一重大節目，每一主要工作，從開始到完成，列舉步驟程序，然後再依其步驟程序間的連帶關係，以製成其執行系統的路線圖表）。
- ⊖對計劃目標的評核，（應注重計劃之是否合理？構想與實際，是否發生差異？）
- ⊖對計劃重點的審定，（應認定計劃的重點所在，並審核其輕重緩急，適宜調度）。
- ⊖對計劃可行性的評價，（應依需要、預算及一切可能之條件，與可能之變化，評定其可行性）。
- ⊖對計劃進度的管制，（隨時瞭解計劃進度，預知完成日期，從事機動管制與考核的考核）。」

這段訓示，與計劃評核術的本質，完全相符。所以要了解計劃評核術是什麼，這段訓示給予最確切的解釋。

第二節 計劃評核術之緣起與發展

三、計劃評核術之緣起：計劃評核術之緣起，持論有二：

- (一)計劃評核術根源於要徑法說：根據美國伊州石島美陸軍管理工程訓練處（U S Army Managment Engineering Training Agency, Rock Island, Illinois）所採用之教科書云：「一九五七年時，杜邦公司，（E. I Du Pont）之摩根華克（Morgan R. Walker）與雷敏頓公司（Remington Rand）之詹姆士凱利（James E. Kelley）兩人，向世人介紹網狀圖法，來改進建廠工作之計劃作業，進度之排定，以及整體協調。此一新方法，促使一整體方案的完整。此實計劃評核術的先驅，即為目前衆所週知的要徑法（C.P.M）將要徑法與網狀圖之繪製相結合，即成為計劃評核術。」
- (二)計劃評核術與要徑法同時發軔說：根據約瑟夫霍羅維茲（Goseph Horowitz）所著之要徑排程術，（Critical Path Scheduling）（亦稱要徑法），計劃評核術與要徑法，乃同時發生者，該書說：「