

第三章

專案管理

■ 專案管理

專案	Project
專案管理	Project management

■ 專案結構

單純式專案組織	單純式專案	Pure project
功能性專案組織	功能性專案	Functional project
矩陣式專案組織	矩陣式專案	Matrix project

■ 工作結構分析

專案旅程碑	Project milestones
工作結構分析	Work Breakdown Structure
作業	Activities

■ 專案管制圖

甘特圖	Gantt chart
-----	-------------

■ 網路規劃模式

CPM 與單一估計時間	要徑	Critical path
CPM 與三個估計時間	前置作業	Immediate predecessors
監控進行中的專案	閒置時間	Slack time
	最早開始規劃	Early start schedule
	最晚開始規劃	Late start schedule

■ 時間與成本模式

最小成本排程	時間與成本模式	Time-cost models
(時間與成本的抉擇)		

■ 資源管理

進度追蹤

■ 要徑分析的注意要項

■ 結論

■ 個案：CPAone 的專案管理



微軟新的視窗 2000 軟體費時五年開發完成，超過 3,000 萬行的指令，使得視窗 2000 成為最大、也最複雜的商業軟體專案。微軟的目標在於研發可以同時用在膝上型、終端機及大型電腦的作業系統。他們是如何辦到的呢？

歡迎光臨微軟軟體工廠。綿延於 Washington 州 Redmond 市的微軟校區內，第 9、10、26、27、及 28 號大樓內，每天進行組合及拆解微軟公司巨大的視窗 2000 系統的工作。組合工作在每天下午六點進行，工程經理們彙集由數以千計程式員，當天所開發的新功能及除錯後的程式，如同汽車裝配一樣，將其組合在一起。如果一切進行順利，十二小時之後，組裝工作即完成。之後，再由品質部門的技術人員接手，他們利用 200 台電腦進程式測試，大約可以發現 250 到 400 種新的程式錯誤。經理們再針對「程式錯誤」的報告，來指派每天新的作業。隔天下午六點再重覆這樣的流程。

從 1995 年，這個流程即開始運作，遍及整個專案的週期，以及專案週期中目標的變更。當顧客開始要求系統中加入上線系統軟體及更簡便的介面，延長這項專案的完成時間。

所以，領導視窗 2000 專案是什麼感覺？Brian Valentine 是一個勇往向前的人。在 1996 年，他以領導微軟暢銷的企業級電子郵件軟體 Exchange 專案，擁有可完成任何任務的美譽。Valentine 說這項工作如期進行並沒有什麼困難，「我自己有一個很好的看法，領導人類歷史上最最重要的專案到底意義為何？」現在，這就是獻禮！

雖然本章的大部份內容，專注在專案管理的技術層面，如建構專案的網路圖及計算要徑，管理層面也是同等的重要。專案的成功靠的是團對合作。J.C. Penny 公司的專案管理教師 Paul B. Williams 強調，在事業的早期，成功的與人合作做專案，是晉昇的重要條件。

Williams 指出如果你自己正領導或工作於一個團隊中，其實你可能正領導或工作於一個專案中，而不自知。他認為領導一個團隊與領導一個專案的差別，僅在於團隊較重視作業與成員的關係，而專案較重視結果。成功的領導團隊將導致快速的晉昇。

■ 專案管理

專案可被定義為：「一連串彼此相關聯，目標相同且需耗費一段時間的作業。」專案管理則可被定義為：「計劃、指導且控制資源（人力、設備、及物料），並滿足專案的技術、成本、時間的限制。」

通常專案被認為是祇此一次的作業，但很多專案是可以重覆、或稍加改變而做其他應用。建築承包商蓋房子、或生產少量物品的公司，（如超級電腦、火車頭、或線性加速器等），都可視為專案。

專案由工作說明（statement of work, SOW）的開始；SOW 為書面資料，記載欲達成目標，簡要工作說明，及預定工作進度表；當然可能還包括預算及進度等等重要的績效評估標準與書面報告的規定。

■ 專案結構

在專案開始之前，經營階層必需決定，專案需採用何種專案組織，來連結公司與專案：單純式專案、功能式專案或矩陣式專案。若選擇矩陣組織，即不同的專案（矩陣的行），向功能部間（矩陣的列）借調資源。高階主管必須選擇採用弱勢、均勢、或強勢矩陣組織，端

選擇適當的專案領導人

高階經營者必須發揮判斷能力，主動去發掘、選擇、雇用及訓練，足以勝任完成專案需求的人。例如，豐田的高階經理會明確的選擇一個專案經理，他的個性和專案所要引進的產品特性相配合。因此，引進跑車時，目標市場為年輕且負冒險精神的顧客，他們選擇「戰鬥機駕駛型」的專案經理。開發高級轎車時，他們選擇「高階經理型」。它的目標是透過對專案及顧客的瞭解，選擇一個專案經理能內化產品的特性，提昇產品整體的績效。

視專案經理與功能部門經理彼此之間的權限。管理階層必須考慮專案領導人的個性。（參考「選擇適當的專案領導人」專欄）。以下將針對這三種組織結構的的優、缺點，並做一比較。

單純式專案組織

Tom Peters 曾預言：「世上大部份的工作都將是『腦力工作』，由許多小型專案導向的團隊，每一團隊皆是自主性強、及充滿創業機會的小組，所構成的半永久網路來完成；它所具備速度及彈性，宣告了我們祖先所發展出的科層式管理組織的滅亡。」Peters 顯然偏好單純式專案，即自即自足的專案小組全職專注於專案。

優點

- 專案經理對專案擁有完全的自主權。
- 小組成員只須面對一個老闆。因此，不必分心向功能部門經理展示忠誠度。
- 溝通的層級較短、決策的形成較快。
- 小組之榮譽感、原動力及使命感高。

缺點

- 在專案中設備及人員無法共用，造成資源重複現象。
- 組織的目標及政策被忽略，因為小組成員在心理上、及實際上皆已脫離公司總部。

- 造成功能部門對新科技的接受較緩慢，甚至脫節。
- 專案小組沒有功能部門為後路，造成其成員耽心會因專案的完成而失業，使得專案一再的延誤。

功能性專案組織

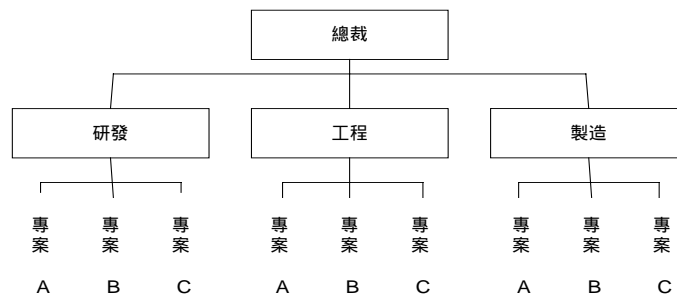
在專案組織結構光譜中的另一端，是將專案建構在功能性部門中。

優點

- 一個小組的成員可同時做許多的專案。
- 專業技術的能力，不會因人員的離開而遺失。
- 功能部門成為專案完成後的歸宿，成員有升遷的機會。
- 功能部門中有大量的專業人員，在處理專案中的技術問題時，會產生綜效。

缺點

- 與功能部門的功能沒有直接相關者，專案的觀點很快的會被改掉。
- 小組成員的原動力較弱。
- 專案顧客的需求被視為次要的，且對其回應較慢。



矩陣式專案組織

矩陣組織為古典的特殊組織形態，其嘗試組合功能式和單純式專案的結構；專案中的成員由不同功能部門的成員所組成，由專案經理決定工作內容與完成時間，而人員及技術由功能部門經理來控制。

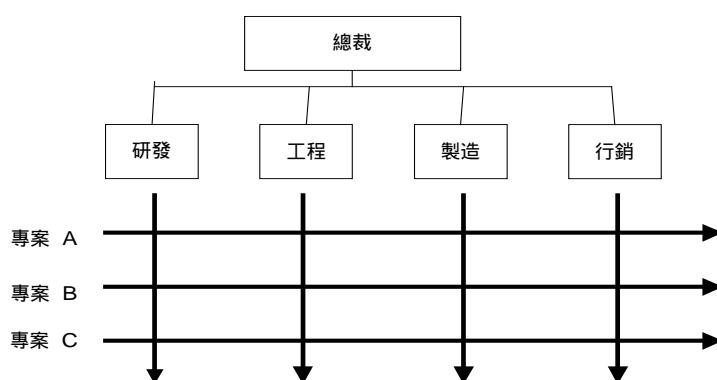
優點

- 強化與功能部門的溝通。
- 專案經理負有對專案成敗的責任。
- 可將資源重複的情形降至最低。
- 由於其成員屬於各功能部門，故其不會像單純式專案組織成員，擔心專案完成後出路的問題。
- 上級組織的政策被忠實的執行，因此專案能獲得較多的支持。

缺點

- 必須面對兩個主管，且常將功能主管之意見置於專案主管之前，因其掌握升遷大權。
- 矩陣式組織常是失敗的，除非專案經理有非常好的談判技巧。
- 局部最佳化是非常危險的。若專案經理緊握專案資源而不分享，則可能會危害到其它專案。

不論採用任何組織的形式，我們必須了解專案經理是顧客最主要的接觸人，因專案經理人要負專案成敗責任，溝通與彈性將會更強化。



■ 工作結構分析

專案由作業說明書（statement of work, SOW）開始，SOW 陳述專案所欲達成的目標，簡述的工作的內容，及指定專案開始及完成日期。可能還包括有績效衡量指標：預算執行、重要旅程碑、及報告書

內容等等。

專案可細分為任務 (task) , 通常完成期限不會超過數個月, 且可由一個部門獨立完成。次要任務 (subtask) 則視狀況需要, 將任務分得更細。

作業包裹 (work package) 將許多作業合併, 以便分派給一個單位來執行。它仍是專案管理的範圍, 工作包裹提供所欲完成作業的說明, 何時開始與完成, 預算, 績效衡量指標, 何時需完成何特定作業。這特定作業稱為「專案旅程碑 (Project Milestones) 」。典型的旅程碑有設計的完成、原型的完成、完成原型測試、完成試產。

工作結構分析 (work breakdown structure, WBS) 用來定義專案的任務、次要任務及作業包裹的架構。完成一個或多個作業包裹即是一個次要任務的完成。完成一個或多個次要任務即是一個任務的完成。最後完成一個或多個任務, 即是一個專案的完成。圖表 3.1 顯示一專案的工作結構分析。

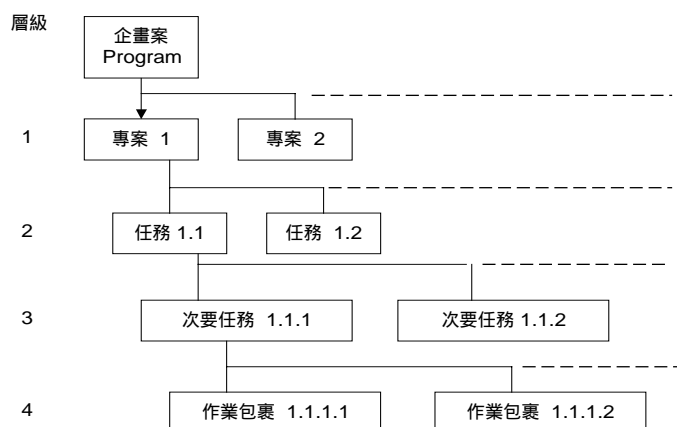
圖表 3.2 顯示光學掃瞄器的工作結構分析。工作結構分析之重要性在於其可以將專案分解成許多容易執行的項目。分解的層次的多寡是專案的複雜度而定。分解的詳細程度及層次多寡依下列條件而定：

- ◆ 個人或組織是否可以單獨勝任被分配的工作。
- ◆ 能否成為收集專案預算及成本資料的單位。

WBS 沒有一定的結構, 在同一個專案之下, 不同的專案小組可能會使用不同的 WBS。因此, 有些專家將專案管理視為一種藝術而非科學, 因為有太多不同的分析方式。端視專案人員的經驗與看法而定。

作業是工作結構分析主要內容, 也是專案中消耗時間單元。雖然作業經常是需要人員參與, 但並不是一定需要。例如, 等待油漆乾固可能就是一項作業。作業即是工作結構分析一部份。圖表 3.2 中, 設計望遠鏡 (1.1.1)、望遠鏡光學介面模擬 (1.1.2)、輔助光學模擬儀器規格 (1.2.4) 皆是作業。作業的最基本定義是作業完成即是專案完成。

圖表 3.1 工作結構分析



圖表 3.2 大型光學掃描器設計工作之分類結構

1	2	3	4		
X				1	光學模擬設計
	X			1.1	光學設計
		X		1.1.1	設計望遠鏡
		X		1.1.2	望遠鏡光學介面之模擬
		X		1.1.3	對焦系統的設計
		X		1.2.4	輔助光學模擬儀器規格
	X			1.2	系統性能分析
		X		1.2.1	所有系統之軟體控制
			X	1.2.1.1	邏輯流程圖之製作及分析
			X	1.2.1.2	基本控制指令設計
		X		1.2.2	遠程傳傳分析
		X		1.2.3	系統內 - 外調整方法的設計
		X		1.2.4	記錄及簡化資料需求
	X			1.3	系統整合
	X			1.4	成品分析
		X		1.4.1	成本/系統排程分析
		X		1.4.2	成本/系統性能分析
	X			1.5	管理
		X		1.5.1	系統設計/工程管理
		X		1.5.2	企劃管理
	X			1.6	長期使用項目之採購
		X		1.6.1	大型光學
		X		1.6.2	目標構成要素
		X		1.6.3	檢測

■ 專案管制圖

美國的國防部（一個最早使用專案管理之大型單位）發表許多非常有用的專案管理標準報表。許多已被直接或稍作修改，運用在公司的專案管理上。目前，許多電腦程式皆可輕易的產生專案管制圖，圖形幫助人們更容易瞭解專案。

簡單的甘特圖（Gantt Chart）是用來表示各工作所需要的時間及先後順序。獨立的作業可同時進行，其它的作業則必須依次序完成。成本分析圖將成本顯示在時間軸上，縱軸為人工、物料及經常性費用的金額，表示成本的來源及數量。

人工小時與成本之部門分佈圖，顯示在製造、財物等不同領域上，所需花費人工時數的百分比。例如，製造費佔總人工時數的百分之50，但其成本僅佔總經費的百分之40。其中人工時數又與專案總人工成本呈正比。

專案的進度管制圖，以垂直虛線表示現在的時間，可明確顯示專案之進度（已落後、現在沒有工作、繼續在執行）。時間及成本累計圖可顯示實際與預定成本的支用，成本是否超支。

里程碑圖可用來檢測專案計劃是否依進度在執行，里程碑的最好位置為主要活動的結束時刻。例如，主要活動的完成是「下單採購」、「收到發票」及「物料入庫」。

另外還有圖表可用來做更深入的成本及進度之比較，例如成本進度狀態表（cost schedules status report, CSSR），或是用來給付部份款項的標準，例如盈餘量表（earned value report）。

■ 網路規劃模式

兩個著名的網路規劃模式皆在1950年代被發展出來，要徑法（The Critical Path Method, CPM）是由杜邦公司為規劃化工廠之例行停機維

修的時程所發展出來的。因為在這個業界中，例行停機維修是相當常見的，準確地預估維修作業的時間並不困難。CPM 模式假設所有流程中的作業時間是可以估計的，且時間不會變動。計劃評核術（The Program Evaluation and Review Technique, PERT）是由美國海軍發展導彈專案時所發展出來。這是一個由 3,000 多個承保商共同承包的大型專案。因為導彈專案中許多的作業都是前所未作，所以，PERT 是用來處理作業時間不確定的工具。隨著時間的過去，CPM 與 PERT 的特性已漸不可分，在此我們僅介紹 CPM。

CPM 的發展應歸功於甘特圖被廣泛應用的結果。但甘特圖僅能處理小型專案中各項作業的時間，且很難顯示各項作業之間相關性，另外甘特圖亦沒有提供計算要徑的步驟。

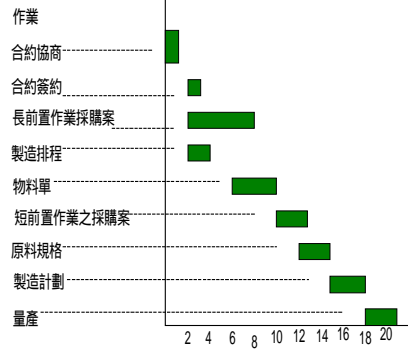
要徑作業是專案中的一連串作業，且其作業總時間最長，所連結起來的路徑。當要徑中的任何一個作業無法在預定時間內完成時，整個專案將會被延滯。規劃專案中各項作業的開始或完成時間，以及確認所有的要徑作業是 CPM 技術的主要目標。

CPM 與單一估計時間

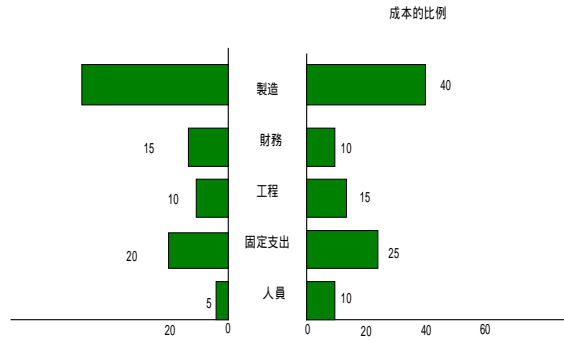
單一估計時間的應用前提在於每一個作業時間是已知的。稍後將討論作業時間的不確定性。假設你在學校裡有一項投資計劃的團體作業，你的指導老師建議你循著下列步驟進行分析：

1. 選擇一家公司
2. 蒐集該公司的年度報告及績效分析
3. 蒐集該公司的股價資料及繪製一股價圖
4. 每個人皆個別對資料進行分析，並利團體決策來決定是否購入該公司股票。

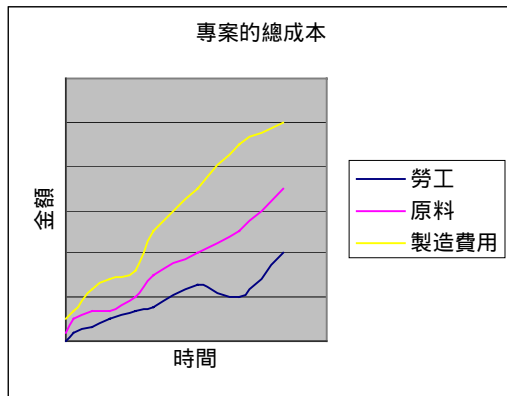
A.單一作業甘特圖



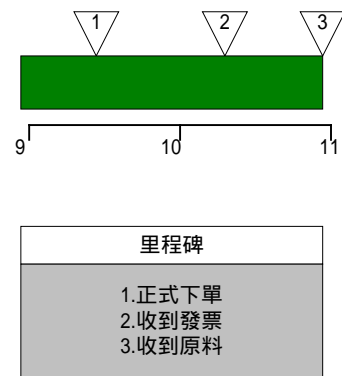
C.對成本與人工小時的劃分



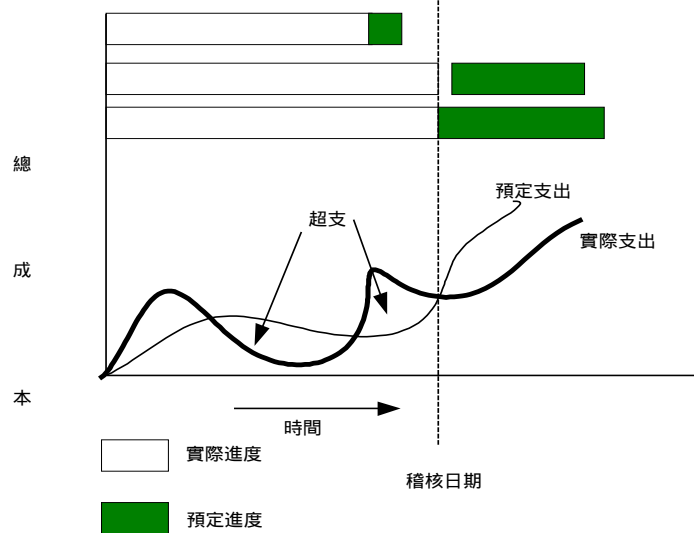
B.專案的總成本分析圖



E.長條圖/里程碑圖



D.成本跟工作軌跡的行程



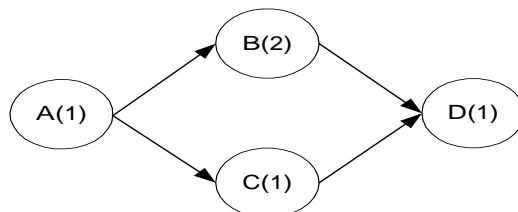
你的四人團隊決定將此專案分為四項作業分頭進行。第一項作業「選擇公司」必須四人全部參與，這項作業需費時一星期。一星期後，全體組員一起開會決定公司的選擇。會中並決定將小組分為兩組，兩人利用兩星期時間蒐集該公司年度報告及績效分析；另兩人則利用一星期蒐集有關股價資料及繪製股價圖。這兩項工作可分頭進行。最後，利用一星期由四人共同進行資料分析，進行團隊購股決策。

這是一個簡單的專案，但已足以示範整個過程。以下是整個過程的所有步驟：

1. 確認專案中每一個作業並推估完成時間。在這個案例中，我們將作業定義為 A (1)、B (2)、C (1)、D (1)，當中數字代表作業所需時間。

作業	代號	前置作業	時間(週)
選擇公司	A	無	1
年度報告及績效分析	B	A	2
股價資料及繪製股價圖	C	A	1
資料分析及購股決策	D	B, C	1

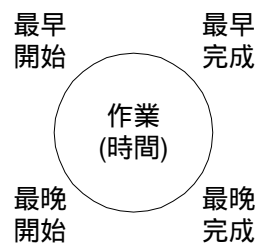
2. 定義出各個作業的先後關係，並繪製網路圖。一個簡單的方法是先找出各個作業的前置作業。前置作業是要開始一項作業時，所有應已完成的作業。如 A 作業須在 B、C 作業開始之前完成，而 B 及 C 完成之後，才能進行 D。



3. 決定要徑。由開始作業到結束作業之間，所有可能形成的連結（路徑）。本例中，有兩條路徑：A-B-D 或 A-C-D。要徑即是所有路徑中，所有作業費時最長的路徑。A-B-D 路徑費時四個星期，而 A-C-D 則需三個星期，故本專案的要徑為 A-B-D。要徑中的任何一個作業若有延滯，則整個專案便會延滯。

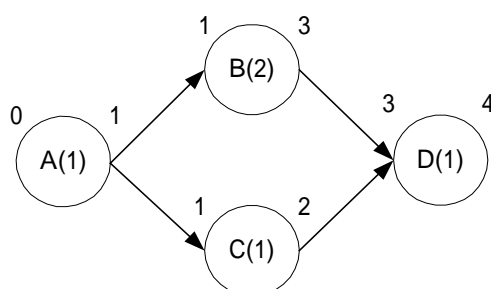
4. 決定最早開始（結束）及最晚開始（結束）的時間。

專案排成即是決定每一個作業開始及結束時間。專案中有些作業的開始及結束時間可能會有些寬裕，這些寬裕時間稱為作業的閒置時間（slack time）。專案中的每一個作業皆須計算四個時間：最早開始、最早完成、最晚開始、以及最晚完成。最早開始與最早完成是一項作業開始與完成的最早時刻。相同地，最晚開始與最晚完成是一項作業開始與完成的最晚時刻。最晚開始與最早開始之間的差異即是閒置時間。網路圖上，時間標示方法如下圖所示。

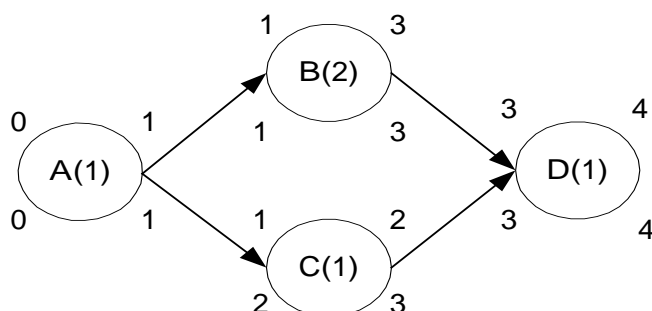


作業的最早開始、最早完成時間的計算，是由網路圖中第一個作業向後推算。如本例，由現在時刻（零）開始，作業 A 的最早開始時間為 0，最早完成時間為 1。作業 B 的最早開始時間為作業 A 的最早完成時間（1）；相同的，作業 C 的最早開始時間為 1。作業 B 最早完成時間為 3，作業 C 的最早完成時間為 2。作業 D 必須在 B 及 C

都作完之後，才能開始。因此，作業 D 最早開始時間為 3，而最早完成時間為 4（如圖所示）。



最晚開始與最晚完成的計算是由最後一個作業向前推算。作業 D 的最早可能完成時刻是 4；若我們希望專案不會有延誤，則作業 D 最晚完成時間必須設定為 4。因作業 D 需耗時 1，故作業 D 的最晚開始為 3。現在考慮作業 C，因作業 C 必須在時間為 3 時完成，以便作業 D 準時開始；所以，作業 C 的最晚完成時間應為 3，最早完成時間為 2。請注意最早開始與最晚開始、以及最晚開始與最晚完成的時間差異。因此，作業 C 有一週的閒置時間。作業 B 必須在時間為 3 時完成，以便作業 D 準時開始；所以，最晚完成時間為 3 最早完成為 1。作業 B 沒有閒置時間。最後，作業 A 必須先完成，以便作業 B 與 C 開始。因為，作業 B 必須比作業 C 先開始；亦即作業 A 必須即時完成，以便作業 B 開始。所以，作業 A 的最晚完成時刻為 1，最晚開始時刻為 0。請注意作業 A，B，與 D 皆無閒置時間。最後的網路圖如下。



例題 3.1：單一估計時間

許多曾經嘗試進入筆記型電腦市場的公司都失敗。假設你的公司相信，因現有產品的設計有缺陷，所以市場中還存在很大的需求。它們因太大、太小或太重，而無法容納標準的鍵盤。必要的時候，你期望中的電腦可放入夾克的口袋中。因此電腦應該小於 5×9.5×1（英寸），配備一個摺疊式鍵盤。重量應少於 15 盎司，配備一個液晶顯示器，一個微型的硬碟及網路卡。主要的目標市場是商務人士，但應有一個很更大的市場，如學生。零售價格應訂在 \$175~\$200 之間。

本專案即為設計、開發及製造出原型。在變化快速的電腦產業中，產品的研發到進入市場的時間不能超過一年。因此，這個專案小組必須要在八個月內（35 週）發展出原型。

解答

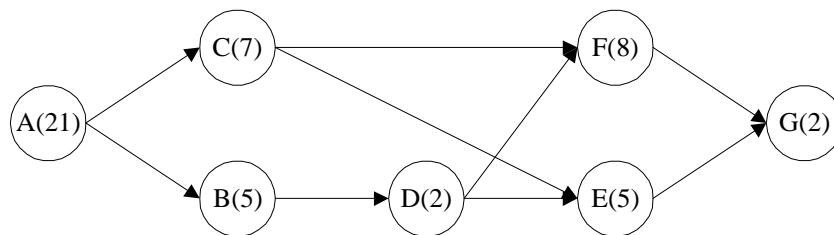
對專案小組而言，首要之務是開發專案的網路圖，和估計在 35 週內，開發電腦原型的可能性。以下我們將依其網路發展的步驟來探討：

1. 確認作業。專案小組決定專案中各主要工作如：電腦的設計、原型的建構、原型測試、加工方式的規範、評估自動化組裝設備、裝配線設備研究報告，及綜合研究報告內含設計、設備及使用方法。

圖表 3.4 電腦設計專案之 CPM

CPM 作業代號與時間評估

作業	代號	前置作業	週數
設計	A	-	21
原型製造	B	A	5
設備評估	C	A	7
原型測試	D	B	2
記錄設備報告	E	C,D	5
記錄方式報告	F	C,D	8
記錄最後報告	G	E,F	2



2. 作業的次序及網路結構。專案經理在與幕僚討論後，將各項工作改為次序表及網路圖（圖表 3.4）。其作業以節點的方式表示，而次序由箭頭來表示。

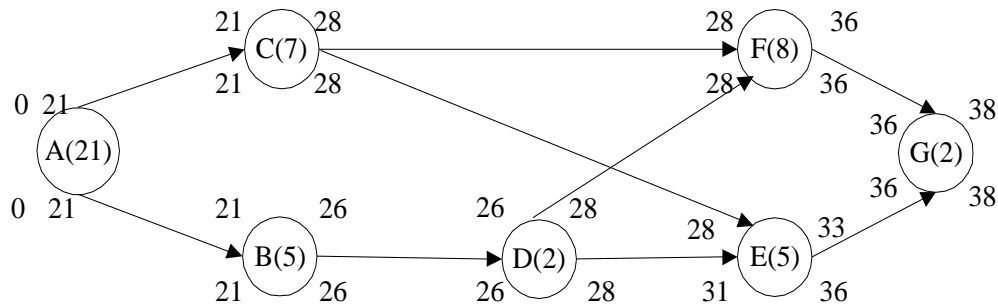
在建立網路圖時，必須注意並確定各作業的先後次序關係。例如，作業 A 在作業 B 之前，而作業 B 在作業 C 之前，作業 C 又在作業 A 之前，如此就不符合邏輯。

3. 決定要徑。所謂要徑即為網路中聯結作業（路徑）耗時最長的路徑，其中的作業皆無閒置時間。本網路圖有四條不同的路徑：A-C-F-G，A-C-E-G，A-B-D-F-G，及 A-B-D-E-G。這些路徑的時間分別為：38，35，38 與 35 週。請注意本專案有兩條不同的要徑；這顯示這是個相當複雜的專案。最早開始與最晚開始時間的計算，再一次顯示專案的複雜程度。

最早與最晚起始排程 最早起始排程是列示所有作業的最早開始時刻。非要徑作業在作業的完成時間與下一個作業的開始時間之間有閒置時間。最早起始排程採愈早完成專案中所有工作愈好的排程。

最晚起始排程是在不延誤專案完成的狀況下，列示所有作業的最晚開始時刻。使用最晚起始排程的動機是藉由延後採購物料、人工成本、及其他成本至需要時，以得到節省的目的。圖表 3.5 顯示所有的計算。其中只有作業 E 有閒置時間。

圖表 3.5 電腦設計之 CPM 網路



CPM 與三個估計時間

如果作業的完成時間僅用一個預估值是不可靠的，最佳的方式是使用三個預估時間。三個預估的方式不僅讓我們預估作業時間，也可預測專案完成時間的機率。簡言之，其程序如下：估計作業完成時間是加權平均值，由最可能時間、樂觀及悲觀時間計算而得。專案的期望完成時間由以下的方法計算而得。使用要徑作業的變異值可以計算得到，專案在一預定時間內完成的機率值。

閒置時間的計算及要徑的決定

作業	LS-ES	閒置時間	要徑作業
A	0-0	0	✓
B	21-21	0	✓
C	21-21	0	✓
D	26-26	0	✓
E	31-28	3	
F	28-28	0	✓
G	36-36	0	✓

例題 3.2：三個估計時間

與例題 3.1 相同，但對每個工作做三個時間估計。

解答

1. 確認專案中所有的作業。
2. 依據作業的先後次序繪製網路圖。
3. 每個作業之三個估計如下：

a = 樂觀時間：完成作業所需花費的最少時間（其機率通常小於百分之 λ ）。

m = 最可能的時間：通常是最有可能的完成時間，此值亦為步驟 4 的 beta 分配之眾數（mode）。

b = 悲觀時間：完成作業所需的最長時間（其機率通常小於百分之 λ ）。

一般而言，資訊的收集是由從事專案的人員中收集。

4. 計算每一作業之期望時間（expected time, ET），其計算公式如下：

$$ET = \frac{a + 4m + b}{6}$$

這是以統計之 beta 分配為主，其最可能之時間（m）為樂觀時間（a）或悲觀時間（b）的四倍。beta 分配是非常有彈性的，其發生機率的範圍通常限制在 a 與 b 之間的區域。

5. 決定要徑：使用期望時間的方式來計算要徑，與使用一個估計的方式相同。

6. 計算每個作業時間的變異數（ σ^2 ），其計算方式如下：

$$\sigma^2 = \left(\frac{b - a}{6} \right)^2$$

由公式可知，變異數為 a 與 b 值之差，除以 6，再平方。

7. 利用標準常態分配，計算專案在某特定期限內完成的機率。這是使用三種估計時間最有價值的地方，它允許分析師去衡量專案完成時間的不確定性。機率的計算如下：

- 加總要徑上的每一個作業之變異數值。
- 將此數值及專案預定完成日期，專案期望完成時間代入 Z 轉換公式，Z 的轉換公式如下：

$$Z = \frac{D - T_E}{\sqrt{\sum \sigma_{cp}^2}}$$

其中，D = 專案預定完成的日期

T_E = 專案的期望完成時間

$\sum \sigma_{CP}^2$ = 要徑作業變異數之加總

- c. Z 值的計算：其為專案預定完成日期與專案期望完成時間之差的標準差值。
- d. Z 值的使用：可求得專案於預定完成日期完成的機率（使用附表 D 來查機率值）專案期望完成時間為專案開始時間加上要徑作業時間之總合。

依循以上的步驟，可得各作業之期望時間及變異數（圖表 3.6）；此專案網路與上例相同，唯一不同處是其作業時間為加權平均數。使用與一個估計時間相同的方式，來決定要徑。三個估計與一個估計的不同處是，它可以計算作業完成的機率。圖表 3.7 為本例的網路與要徑。

因為在專案網路中存在兩條要徑，我們應選擇變異數較大的要徑，來計算專案如期完成的機率。主要基於管理應專注於變異較大的作業。基於這個原因，選擇作業 A、C、F 及 G 之變異數，來計算專案完成的機率為

$$\sum \sigma_{CP}^2 = 9 + 2\frac{7}{9} + \frac{1}{9} + 0 = 11.89$$

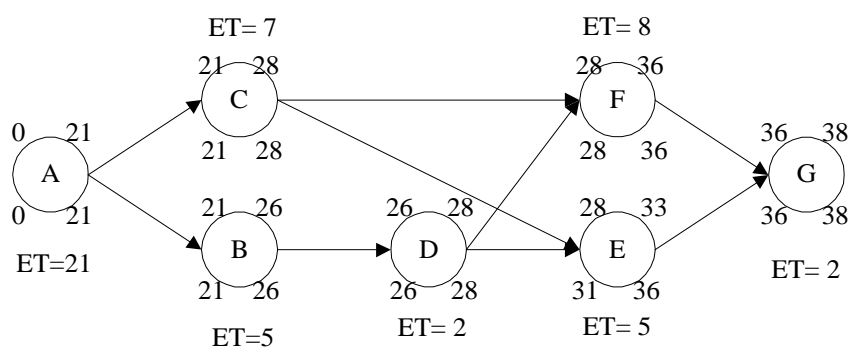
假設經營者要求計算專案在 35 週內完成之機率，則 D 為 35，而專案的期望完成時間（ T_E ）為 38，Z 之值如下式：

$$Z = \frac{D - T_E}{\sqrt{\sum \sigma_{cp}^2}} = \frac{35 - 38}{\sqrt{11.89}} = -0.87$$

圖表 3.6 作業之期望時數及變異數

作業	代號	估計時間			期望時數	作業的變異數
		A	m	b	$\frac{a+4m+b}{6}$	$\left(\frac{b-a}{6}\right)^2$
設計	A	10	22	28	21	9
原型製造	B	4	4	10	5	1
設備評估	C	4	6	14	7	$2\frac{7}{9}$
原型測試	D	1	2	3	2	$\frac{1}{9}$
記錄報告	E	1	5	9	5	$1\frac{7}{9}$
記錄使用方式報告	F	7	8	9	8	$\frac{1}{9}$
記錄最後報告	G	2	2	2	2	0

圖表 3.7 三個時間估計之電腦專案設計



由附錄 D 可知，當 Z 之值為 - 0.87 時，其機率為 0.19，表示專案經理只有百分之 19 的機率，可以在 35 週內完成專案；需注意的是此機率是指完成要徑 ACEG 的機率；因為還有其它要徑、或其他路徑可能變成要徑，則其完成機率將比 0.19 來的小。

監控進行中的專案

保持專案的精準是非常重要的，在專案進行時，如何確保專案依照預訂的時間執行，儘早發現執行時所遇到的問題，才有足夠的時間來解決。亦可成為成本的監控及工程款的給付基礎。即使如此，專案排程監控常常還是非常草率，或完全被放棄。

■ 時間與成本模式

實務上，專案經理對完成專案的成本與時間一樣關心。因此，才有時間與成本模式的開發。這個模式是 CPM 的延伸，嘗試開發專案的最小成本排程，並控制進行中專案的費用。

最小成本排程

最小成本排程的基本假設是專案成本及作業完成時間有一定的關係。縮短作業時間需額外成本，另外，延後專案亦需額外成本。縮短工期的成本為直接成本：有些與人工成本有關，例如加班、增加雇員、員工轉調；而其他則與資源成本有關，例如添購或租用更有效率的設備、增加附屬性配備。

與延長專案有關的成本稱為專案間接成本：如管理費、設備、資源的機會成本、和契約有關的罰鍰，以及損失某些獎金。由於作業的直接成本和專案的間接成本，皆與時間有關，且為互斥。因此排程即嘗試去尋找一個專案的作業期限，使其成本最小。

依循以下五個步驟，可以找到最小成本的點；圖表 3.8 以四個作業的網路圖為例。首先假設八天的間接成本為固定，且以每天 5 元的比例增加。

1. 繪製 CPM 網路圖：圖中每一個作業需包括：
 - a. 正常成本（NC）：作業的最低期望成本。
（圖表 3.8，各節點之下，較小的成本）
 - b. 正常時間（NT）：正常成本下的作業時間。
 - c. 趕工時間（CT）：最短的作業時間。
 - d. 趕工成本（CC）趕工時的作業成本。
2. 決定每一作業的單位時間趕工成本，其關係可藉由連結座標點（CC, CT）與（NC, NT）的圖來表示，連結線可能為凹線、凸線、直線

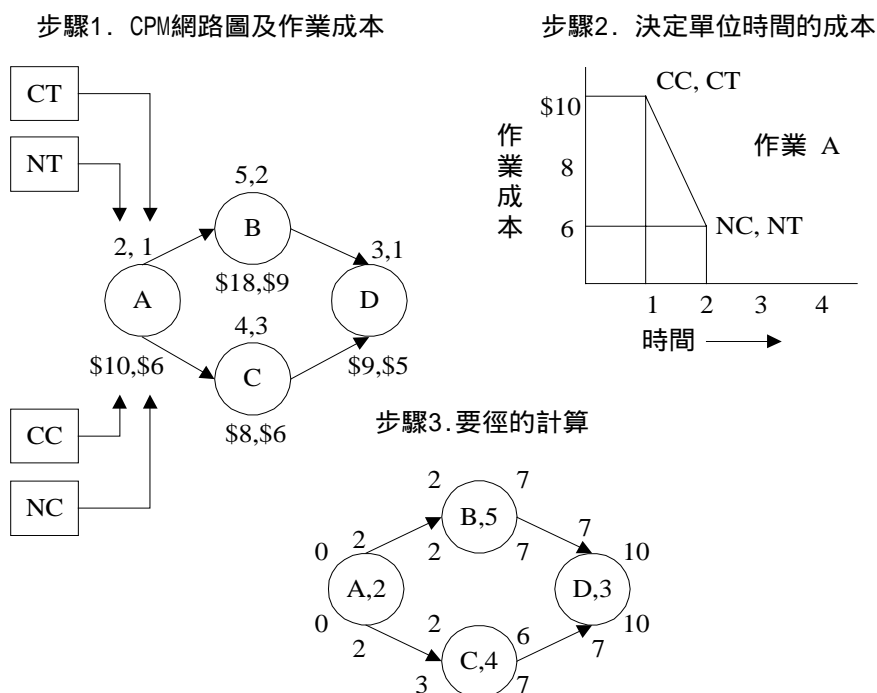
或其它型式，視作業的實際成本結構而定。例如：作業 A 可以假設其時間成本是線性的關係（如圖表 3.8），此假設常被用來導出加班單位成本。利用斜率公式

$$\text{斜率} = (CC - NC) \div (NT - CT)$$

圖表 3.9 列示所有作業的加班成本。

3. 要徑的計算：這個網路之排程需花費 10 天，其要徑為 A, B, D。
4. 縮短要徑作業成本最小之作業：最簡單的方法是從正常時間排程開始，找到要徑，減少要徑上最小成本之作業一天。然後重新計算新的要徑，再減少新要徑一天。經過反覆的計算，至得到令人滿意的完成時間或無法再短的工時。圖表 3.10 列示一次縮短一天工時的計算。

圖表 3.8 權衡時間與成本之步驟



圖表 3.9 計算每一作業趕工一天之成本

作業	CC - NC	NC - CT	$\frac{CC - NC}{NT - CT}$	趕工時 每天的成本	作業可以 減少之天數
A	\$10 - \$6	2 - 1	$\frac{\$10 - \$6}{2 - 1}$	\$4	1
B	\$18 - \$9	5 - 2	$\frac{\$18 - \$9}{5 - 2}$	\$3	3
C	\$8 - \$6	4 - 3	$\frac{\$8 - \$6}{4 - 3}$	\$2	1
D	\$9 - \$5	3 - 1	$\frac{\$9 - \$5}{3 - 1}$	\$2	2

5. 繪製專案的直接 間接及總成本曲線，並找尋其最小成本：圖表 3.11 所示，間接成本在前八天均為 10 元，超過八天後每天增加 5 元，而直接成本是由圖表 3.10 的資料所繪出，總成本為直接與間接成本的總合。

將每天之間接及直接成本相加後，可得總專案成本的曲線。仔細觀察可以發現在第八天時，可得最小成本為 40 元。

■ 資源管理

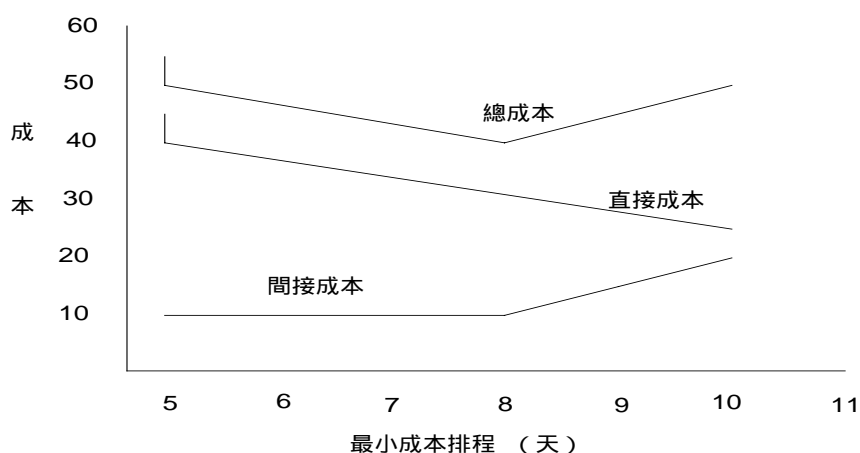
除了所有作業的排程，專案管理仍需做資源的分配。現在的軟體均可以很快的顯示資源負荷過重問題，即指派的資源量超過可用的量。

以人工處理資源負荷過重的問題時，可以增加資源或重新排程：改變擁有閒置時間的作業之資源使用時刻，可有效的調節資源。

圖表 3.10 減少專案執行的時間

現存之 要徑	每一作業 還可趕工的天數	作業之 趕工成本	趕工時最少成 本的作業	網路中所有 作業之成本	專案執行 時間
ABD	所有作業都是正常的時間及成本			\$26	10
ABD	A-1, B-3, D-2	A-4, B-3, D-2	D	28	9
ABD	A-1, B-3, D-1	A-4, B-3, D-2	D	30	8
ABD	A-1, B-3	A-4, B-3	B	33	7
ABCD	A-1, B-2, C-1	A-4, B-3, C-2	A*	37	6
ABCD	B-2, C-1	B-3, C-2	B&C	42	5
ABCD	B-1	B-3	B	45	5

圖表 3.11 成本圖及最小成本排程



中階到高階專案管理系統可經由平準化（Leveling）的方式，來解決資源過度配置的問題。有許多經驗法則可用，如低度優先的工作可延後至高度優先工作完成後再執行，或者是讓專案提前或延後完成。

進度追蹤

專案管理真正開始於當專案開始進行後，專案進度會與最初所規劃的進度有所不同。專案管理軟體可以同時處理許多不同的進度，也可以比較每個月的進度。

追蹤用甘特圖將實際進度與規劃的甘特圖重疊在一起，使任何偏差很容易被注意。規劃的起始/結束時間與實際的開始/結束點做一比較，可以顯示差異的存在。也可以只顯示完成時間落後於規劃時間的活動。

管理者可以運用例外管理來控制預算成本及實際成本。

■ 要徑分析的注意要項

使用專案網路要徑分析必需遵守幾個基本假設。本節綜合一些重要的假設及其盲點。一個特別困難的課題是使用三個估計時間的人是否懂得統計：作業的時間為 Beta 分配、三個時間的估計、作業時間的

變異數、使用常態分佈來計算專案完成的機率，都很容易被誤用，而這些誤解將進一步妨礙專案規劃的使用。管理者必須確定那些負責監控專案的人確實瞭解這些統計值。

1. 假設：專案中之作業可以明確的定義（即每一個作業均有清楚的起點及終點時間）。

盲點：複雜的專案常常會隨著專案之進行，而修改其內容。因此，最早的網路，到後來可能會變得完全不準確。另外，明確的定義作業，再繪出網路圖，往往會限制專案的彈性，而無法適應專案的動態變化。

2. 假設：專案中的作業之先後順序可明確的定義並形成網路。

盲點：網路中各作業的次序關係，並不一定能事先得知。事實上，在一些的專案中，作業存在的條件視其前一作業的完成與否而定。

3. 假設：專案控制必須專注於要徑上。

盲點：藉由加總各個作業的期望完成時間，而找到耗費最久（長）時間（或沒有閒置時間）的路徑，最後並不一定是專案成敗的關鍵。在專案進行時，常會發生一些不在要徑上的作業，因過度延遲而延長專案的完成時間。由於這個原因，故管理上有以重要作業來替代要徑的觀念。即需將注意力集中於較可能變異的「近似要徑（near-critical path）」作業。近似要徑中沒有任何作業在要徑上，即近似要徑中的作業有閒置時間存在，但其中的作業若有延誤，可能會使其成為要徑。顯而易見的，若網路上有許多平行的路徑，則其中某些路徑成為近似要徑的可能性愈大。反之亦然。

常見的專案管理資訊系統

專案管理的技術及觀念在 90 年代受到廣泛的注意，同時，專案管理用的軟體亦大量增加。

幾年前，只有少數幾種適用於微電腦的專案管理套裝軟體，但到了 1994 年專案管理資訊系統 (PMIS) 用的電腦軟體已超過 100 種，應用這些軟體的個案亦呈指數倍數的增加。在本校 MBA 的學程中，超過一半以上的學生使用過這些軟體，幾乎所有人都知到一種以上的這種軟體（如 Microsoft Project for Windows, Primavera Project Planner, Time Line, Project Scheduler, Milestone, Schedule Publisher, Texim Project）。在 90 年代早期，或許每班只有一個學生曾用過專案的軟體系統，同時，我們的教學用軟體並不包含成本的計算、資源的平準化 (leveling) 顯示 PERT 或甘特圖；以下所指的三個例子，皆是管理資訊系統的突破發展。

微軟的 Project 擁有線上教學系統，這也是其受歡迎的原因，它是屬於中型的專案管理系統，此套裝軟體可以排程、資源分配及平準化資源，並控制成本及繪出高品質的圖表。

如果所專注的只是排程，如：Kidasa 的 Milestones 可繪出甘特圖且顯示每個活動的先後次序，當專案開始展開且排程需要最新的進展時，甘特圖可以很容易的修正開始或結束日期。

最後，對管理者而言，每一個大型的專案或是由數個專案所組成的大型計劃，其常選擇 Primavera 的 Project Planner。

4. 假設：使用三個估計時間時，作業時間是 beta 分配，專案的變異數為要徑上所有作業之變異數的總合。

盲點：雖然最初選擇 beta 分配有許多好的理由，但若以統計的觀點來看其組成，則存在許多的問題。第一：此公式實際上是由 beta 分配中的均數與變異數修正而成。若是與基本公式比較，可發現期望值會出現百分之十的誤差，而變異數有百分之五的誤差。第二：作業時間的分配是有限、固定及連續的型式。若使用其它分配，會產出不同的平均數及變異數。第三：取得三個有效時間的估計值，並將其放入公式中，有許多實務上的困難。因為，估計一個作業的時間就很困難，更遑論三個，且對 a 與 b 做主觀上的定義，在實質上並沒有什麼意義。

最後，採用要徑法常成為被批評的目標。雖然，採用 PERT 或 CPM 的成本很少會超過專案總成本的百分之二，若再加上工作結構分

析 (WBS) 及許多報告，它會變得昂貴些，但不會超過專案總成本的百分之五。儘管如此，增加的成本通常遠小於改進排程或縮短專案時間所帶來的效益。

■ 結論

雖然本章大部分是討論有關網路的技術，我們還是強調團隊合作的重要；有效的專案管理不只是一要徑排程；它需要清晰、明確的來劃分專案的責任歸屬，一個簡單且具有時效性的報告系統，和良好的人力資源管理。

專案的失敗通常是由許多原因所造成。其中一個重要的原因是：專案規劃階段投入不夠；此外，除非有高階管理者的支持與一個優秀專案經理，專案計劃註定會失敗。

■ 關鍵詞

專案 (Project)：一連串彼此相關聯，目標相同且需耗費一段時間的作業。

專案管理 (Project Management)：計劃、指導且控制資源 (人力、設備、及物料)，並滿足專案的技術、成本、時間的限制。

單純式專案 (Pure Project)：自即自足的專案小組全職專注於專案。

功能式專案 (Functional Project)：專案建構在功能性部門中。

矩陣式專案 (Matrix Project)：組合功能式和單純式專案的結構；專案中的成員由不同功能部門的成員所組成，由專案經理決定工作內容與完成時間，而人員及技術由功能部門經理來控制。

專案里程碑 (Project Milestone)：專案中的特殊事件。

工作結構分析 (Work Breakdown Structure)：專案的任務、次要任務及作業包裹的架構。

作業 (Activities)：專案中的一小部分工作，完成一個或多個作業，即是一個專案的完成。

甘特圖 (Gantt Chart)：圖形顯示專案中各項作業的時間，及各項作業之間相關性，又稱長條圖。

要徑 (Critical Path)：專案中的一連串作業，且其作業總時間最長，

所連結起來的路徑。要徑上無閒置時間。

前置作業 (Immediate Predecessor)：要開始一項作業時，所有應已完成的作業。

閒置時間 (Slack Time)：作業的開始及結束時間的寬裕時間。

最早開始排程 (Early Start Schedule)：專案中所有作業皆採最早開始時間的排程。

最晚開始排程 (Late Start Schedule)：所有作業採最晚開始時刻。使用最晚起始排程的動機是藉由延後採購物料、人工成本、及其他成本至需要時，以得到節省的目的。

時間與成本模式 (Time-Cost Models)：這個模式是 CPM 的延伸，嘗試開發專案的最小成本排程，並控制進行中專案的費用。

■ 公式回顧

期望時間
$$ET = \frac{a + 4m + b}{6}$$

活動時間的變異數 (σ^2)
$$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$$

Z 的轉換公式
$$Z = \frac{D - T_E}{\sqrt{\sum \sigma_{cp}^2}}$$

■ 範例

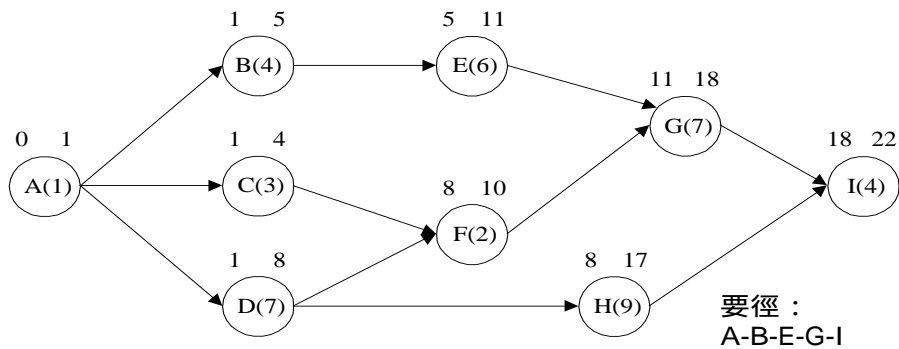
1. 一個專案之作業及時間列於下表。

作業	時間(天數)	前置作業
A	1	-
B	4	A
C	3	A
D	7	A
E	6	B
F	2	C,D
G	7	E,F
H	9	D
I	4	G,H

- 畫出要徑圖
- 列出最早起始及結束時間
- 列出要徑
- 如果 F 的時間變為 4 天，則會發生什麼問題？

解答

a.b.c.之答案列於下圖



新的要徑為 A-D-F-G-I，專案完成時間為 23 天。

2.下表列出一專案中，各作業之前置作業、正常及趕工的時間及成本。

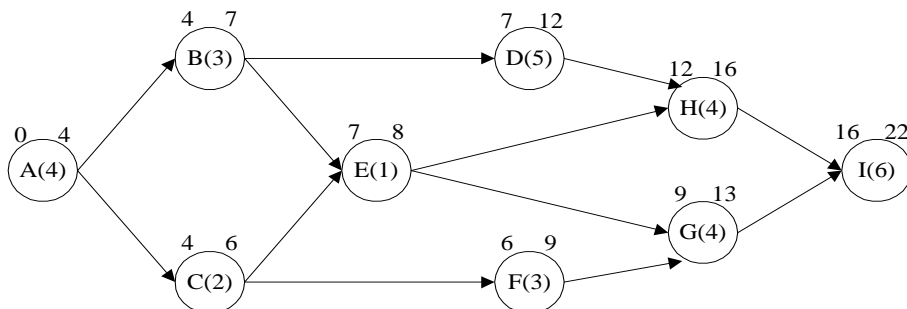
作業	前置作業	作業時間(週)		成本	
		正常	趕工	正常	趕工
A	-	4	2	\$10,000	\$11,000
B	A	3	2	6,000	9,000
C	A	2	1	4,000	6,000
D	B	5	3	14,000	18,000
E	B,C	1	1	9,000	9,000
F	C	3	2	7,000	8,000
G	E,F	4	2	13,000	25,000
H	D,E	4	1	11,000	18,000
I	H,G	6	5	20,000	29,000

a.找出專案之要徑及預計完成時間？

b.若將專案完成時間減少三週；需縮短那些作業，且其成本將為何？

解答

專案網路



a. 專案要徑為 A-B-D-H-I；完成時間為 22 週。

b.

作業	趕工成本	正常成本	正常時間	趕工時間	每週的成本	週數
A	\$11,000	\$10,000	4	2	\$ 500	2
B	9,000	6,000	6	2	3,000	1
C	6,000	4,000	2	1	2,000	1
D	18,000	14,000	5	3	2,000	2
E	9,000	9,000	1	1		0
F	8,000	7,000	3	2	1,000	1
G	25,000	13,000	4	2	6,000	2
H	18,000	11,000	4	1	2,333	3
I	29,000	20,000	6	5	9,000	1

1. 第一週：要徑 (CP) = A-B-D-H-I；作業 A 最便宜，要徑不變。
2. 第二週：作業 A 依然最便宜。要徑不變。
3. 第三週：作業 A 不能再趕工，可選的方案有 B (\$3,000)、D (\$2,000)、H (\$2,333)、I (\$9,000)；所以選擇 D。

專案縮短三週之最小成本如下

A	\$ 11,000
B	6,000
C	4,000
D	16,000
E	9,000
F	7,000
G	13,000
H	11,000
I	20,000
	<u>\$ 97,000</u>

■ 複習與討論

1. 您曾參與過什麼專案，對於所參與的專案給與定義或描述：工作結構分析、企劃案、專案、任務、次要任務及作業包裹。
2. 造成專案排程缺失的原因有那些？
3. 如果你是專案經理，請討論有那些圖表是你想要看的。
4. 專案必須具備那些特徵才能適用要徑排程？何種型式的專案最適合使用要徑法。
5. 最小成本排程的基本假設條件為何？這些條件合理嗎？
6. 「專案管理應該以要徑為重點」您對這句話的看法如何。
7. 為何承包政府專案活動的承包商，總希望其承包之活動能是要徑？在何種狀況下，它才會想避開要徑。

■ 習題

1. 下表為一專案的部份作業，請用要徑法（CPM）為其排程：

作業	前置作業	時間(週數)
A	-	6
B	A	3
C	A	7
D	C	2
E	B,D	4
F	D	3
G	E,F	7

- 繪出網路圖？
- 要徑為何？
- 完成此專案需花多少時間？
- 作業 B 有多少閒置時間？

2. 利用 CPM 規劃下列作業：

作業	前置作業	時間(週數)
A	-	1
B	A	4
C	A	3
D	B	2
E	C,D	5
F	D	2
G	F	2
H	E,G	3

- 繪出網路圖？
- 要徑為何？
- 專案完成時間？
- 哪些作業有閒置時間？為何？

3. 研發部門正準備去競標一項為商業航空器所發展之新型通訊系統的大型專案計劃，各作業名稱、時間及前置作業列表如下：

作業	前置作業	時間 (週數)
A	-	3
B	A	2
C	A	4
D	A	4
E	B	6
F	C,D	6
G	D,F	2
H	D	3
I	E,G,H	3

- 請繪出網路圖？
- 要徑為何？
- 假設要盡可能地縮短專案的完成時間，B、C、D 及 G 作業皆可各縮短兩週，請問你會選擇何者？
- 新的要徑為何？完成時間為何？

4. 一建築專案細分為以下 10 個作業：

作業	前置作業	時間 (週數)
1	-	4
2	1	2
3	1	4
4	1	3
5	2,3	5
6	3	6
7	4	2
8	5	3
9	6,7	5
10	8,9	7

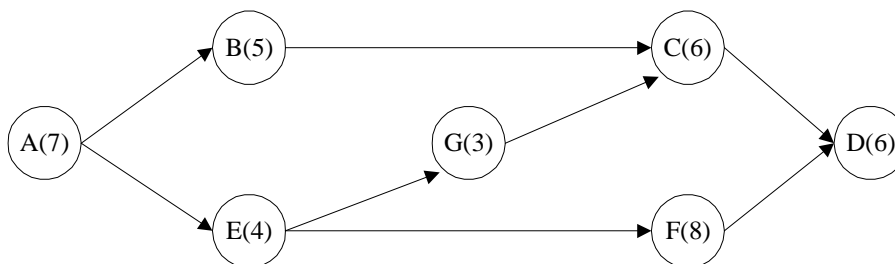
- 繪出網路圖？
- 找出要徑？
- 如果作業 1 及 10 的時間不能縮短，但作業 2 到 9 皆可縮短至一週，每縮短一週成本為 10,000 元；試問若需縮短 4 週的時間，你會選擇縮短那些作業呢？

5. 下列作業依 CPM 來排程：

作業	前置作業	期望時間(天數)		
		a	m	b
A	-	1	3	5
B	A	1	2	3
C	B	1	2	3
D	A	2	3	4
E	D	3	4	11
F	C,E	3	4	5
G	F	1	4	6
H	G	2	4	5

- 繪出網路圖？
- 確認要徑？
- 專案完成時間為何？
- 16 天完成專案的機率為何？

6. 下圖為一網路圖及各作業所需週數：



- 要徑為何？
- 專案完成時間為何？
- 假設作業 F 可縮短 2 週，作業 B 可縮短 1 週，則其對完成時間的影響為何？

7. 下表為一專案的計劃：

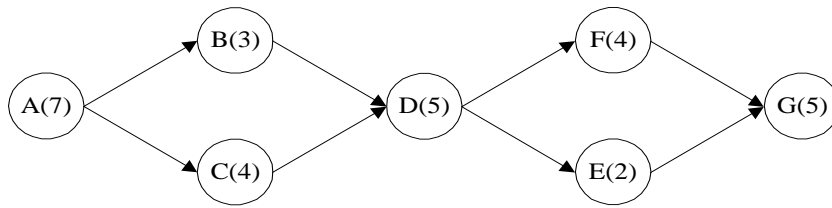
工作編號	前置工作	A	M	b
1	-	2	3	4
2	1	1	2	2
3	1	4	5	12
4	1	3	4	11
5	2	1	3	5
6	3	1	2	3
7	4	1	8	9
8	5,6	2	4	6
9	8	2	4	12
10	7	3	4	5
11	9,10	5	7	8

- 繪製網路圖？
- 確認要徑？
- 專案的期望完成時間為何？
- 你有下列的選擇，但需增加 1,500 元的成本
 - 工作 5 減少 2 天的時間
 - 工作 3 減少 2 天的時間
 - 工作 7 減少 2 天的時間

如果每提早一天完成工作，可節省 1,000 元的成本，請問你會選擇那一個作業呢？

- 專案完成時間超過 30 天的機率為多少？

8. 下圖為一專案之網路圖，及其作業時間（天）：



- 請找出其要徑？
- 下表列出其正常作業時間及趕工時間及其對應之成本：

作業	正常時間	趕工時間	正常成本	趕工成本
A	7	6	\$7,000	\$ 8,000
B	3	2	5,000	7,000
C	4	3	9,000	10,200
D	5	4	3,000	4,500
E	2	1	2,000	3,000
F	4	2	4,000	7,000
G	5	4	5,000	8,000

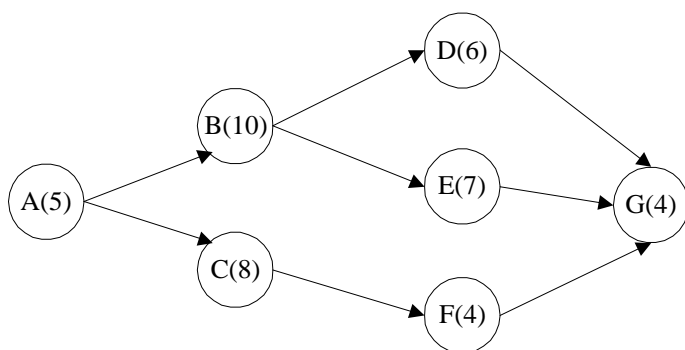
如果專案必需縮短 4 天的時間，請依序指出被縮短的作業，且其對應總成本為何？

9. 一連鎖百貨公司的總部之營業部，提供每月庫存報表，供採購人員參考；資料如下表所示，請使用要徑法決定：

工作及內容	前置時間	時間(時數)
a 開始	-	0
b 印出顧客購買之電腦報表	a	10
c 獲得每月庫存記錄	a	20
d 核對購買及庫存記錄	b,c	30
e 加編各部門之庫存記錄	b,c	20
f 測量定貨時間	e	40
g 為代理商準備之庫存報表	d,f	20
h 結束	g	0

- 所有流程需花費多少時間？
- 哪些工作可以延後，且不會影響接下來工作的起始時間？

10. 網路圖如下：



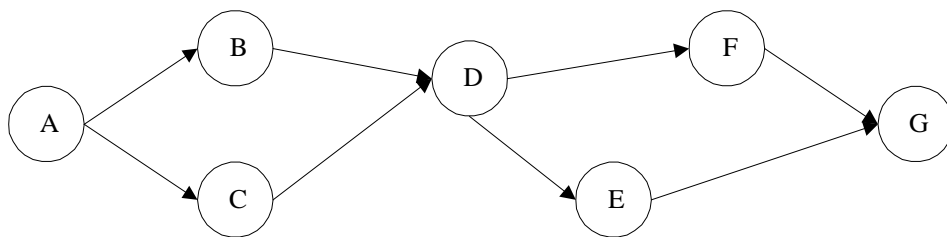
- 決定專案之要徑及其最早完工時間？
- 若需將專案完成時間減少 4 週，試列示你如何求得最後的排程的所有步驟？

其成本及作業時間如下表，作業成本與天數呈線性的關係

作業*	正常時間(週數)	正常成本	趕工時間(週數)	趕工成本
A	5	\$ 7,000	3	\$13,000
B	10	12,000	7	18,000
C	8	5,000	7	7,000
D	6	4,000	5	5,000
E	7	3,000	6	6,000
F	4	6,000	3	7,000
G	4	7,000	3	9,000

*每一個作業不可能被縮短到比趕工時間還短

11. 下列網路圖及其作業之正常估計時間：



作業	時間(週數)
A	7
B	2
C	4
D	5
E	2
F	4
G	5

- 確認要徑為何？
- 完成專案需花費多少時間？
- 哪些作業有閒置時間？多少？

- d. 下表為此專案之正常、趕工時間及成本，如果要縮短兩週的時間，請問你要縮減哪些作業的時間？其成本漸增的情況如何？要徑是否會改變？

作業	正常時間	趕工時間	正常成本	趕工成本	可能縮短之週數	趕工成本 (成本/週)
A	7	6	\$7,000	\$ 8,000		
B	2	1	5,000	7,000		
C	4	3	9,000	10,200		
D	5	4	3,000	4,500		
E	2	1	2,000	3,000		
F	4	2	4,000	7,000		
G	5	4	5,000	8,000		

12. 假設網路資料如下：

作業	正常時間(週)	正常成本	趕工時間	趕工成本	前置作業
A	2	\$50	1	\$70	-
B	4	80	2	160	A
C	8	70	4	110	A
D	6	60	5	80	A
E	7	100	6	130	B
F	4	40	3	100	D
G	5	100	4	150	E,F

- 請繪製網路圖。
- 若各作業以正常時間完成，請確認要徑。
- 假設專案完成時間為 13,14,15,16,17,18 週，請計算專案最小總直接成本。
- 假設在不同完成時間之下，間接成本為\$400 (18 週)，\$350 (17 週)，\$300 (16 週)，\$250 (15 週)，\$200 (14 週)，\$150 (13 週)，試計算不同條件下專案完成總成本。

個案

CPAone 的專案管理

美國六大會計事務所之一 CPAone 的稽核部門製作符合通用會計原則的財務報表。對於大型的稽核，因任務的大小及面臨廣泛的問題，常需要許多人共同合作。例如，稽核舉國知名的公司，就必須動員具有個種專長的稽核員，去分析該公司在各個地區的業務活動。基於人員的數目、專長、技能、與個性的多樣性，因此需要一個專案經理才能有效地監控與推動稽核。稽核的作業首先將委任公司指派給一個事務所的合夥人開始，通常都是熟需客戶業務的合夥人。該合夥人成為該稽核專案的專案經理，並撰寫稽核計劃書，挑選稽核人員，分工授權，排定時程，及預算。

專案經理開始研究委任公司的收入報表，損益平衡表，以及其他財務報表。如果委任公司的財務名聲不佳，專案經理可以為 CPAone 決定拒絕接受委任業務。如果決定接受委任，專案經理便開始準備計劃書，列示稽核的大方向，預計完成日期，以及預估費用。

專案經理以委任公司的大小及部門的多寡決定稽核的大方向。然後一部門、一部門地指派稽核員，稽核專案是單純式專案：每一個專案皆因其任務需求的專長來組成。通常一個專案有一或二個會計師，一或二個資深會計師，以及專案經理。在計劃書被接受之前，專案經理即已開始指派工作及設定完成日期。成本的估算是基於預估的人工小時。

專案經理必須確認所有稽核的工作皆嚴格遵循「稽核標準 Book of Auditing Standards」以及準時完成。專案經理與委任公司每週會面討論進度。如果有些問題不能馬上解決，專案經理可從 CPAone 公司內立即徵召稅務或顧問部門的人員。當稽核人員無法了解委任公司之財務報表時，專案經理可能要求委任公司相關人員進行解說。稽核完成之後提供跟催的服務。專案經理視自己是委任公司的代表，如果國稅局要求進行稽核。

問題：

1. 試列舉此專案得旅程碑？你是否需要額外資訊來繪製 CPM 網路圖？
2. 專案經理有哪些管理上的職責？