

# 時間(Time)管理

## 本章學習重點

- 作業定義
- 作業排序
- 活動排序
- 作業工時預估
- 活動資源預估
- 工期預估
- 專案時程擬定
- 專案時程控制
- 關鍵鏈管理

本章主要探討專案管理金三角第一要素－「時間」，「專案時間管理」主要內容有活動定義、活動排序、活動資源估算、活動期程估算、時程發展與控制。教導如何利用時間管理程序來發展專案時程，及在限制條件、風險下的時間管理技巧。

表 6-1 專案管理五大流程群組與專案時間管理知識領域配適表

知識領域					
	起始 流程群組	規劃 流程群組	執行 流程群組	監督與控制 流程群組	結束 流程群組
專案時間 管理 (7子流程)		1 時程規劃管理 2 定義活動 3 排序活動 4 估算活動資源 5 估算活動期程 6 發展時程		7 控制時程	

表 6-2 專案時間管理概述(一)

1 時程規劃管理	2 定義活動	3 排序活動	4 估算活動資源
<b>投入</b> 1.專案管理計畫 2.專案核准證明(專案章程) 3.企業環境因素 4.組織流程資產	<b>投入</b> 1.時程管理計畫 2.範疇基準 3.企業環境因素 4.組織流程資產	<b>投入</b> 1.時程管理計畫 2.活動清單 3.活動屬性 4.里程碑清單 5.專案範疇說明書 6.企業環境因素 7.組織流程資產	<b>投入</b> 1.時程管理計畫 2.活動清單 3.活動屬性 4.資源行事曆 5.風險登錄冊 6.活動成本估算 7.企業環境因素 8.組織流程資產
<b>工具與技術</b> 1.專家判斷 2.分析技術 3.會議	<b>工具與技術</b> 1.分解(Decomposition) 2.滾動式規劃 3.專家判斷	<b>工具與技術</b> 1.順序圖示法(PDM) 2.依存關係判定 3.利用提前量和延遲量	<b>工具與技術</b> 1.專家判斷 2.替代方案分析 3.已發佈的估算資料 4.由下而上估算 5.專案管理軟體
<b>產出</b> 1.時程管理計畫	<b>產出</b> 1.活動清單 2.活動屬性 3.里程碑清單	<b>產出</b> 1.專案時程網路圖 2.專案文件更新	<b>產出</b> 1.活動資源需求 2.資源分解結構 3.專案文件更新

表 6-2 專案時間管理概述(二)

5 估算活動期程	6 發展時程	7 控制時程
<b>投入</b> 1.時程管理計畫 2.活動清單 3.活動屬性 4.資源行事曆 5.活動資源需求 6.專案範疇說明書 7.風險登錄冊 8.資源分解結構 9.企業環境因素 10.組織流程資產	<b>投入</b> 1.時程管理計畫 2.活動清單 3.活動屬性 4.資源行事曆 5.專案時程網路圖 6.活動資源需求 7.活動期間估算(Activity Duration Estimates) 8.專案範疇說明書 9.風險登錄冊 10.資源分解結構 11.專案人員指派 12.企業環境因素 13.組織流程資產	<b>投入</b> 1.專案管理計畫 2.專案時程 3.工作績效資料(Work Performance Data) 4.專案行事曆 5.時程資料 6.組織流程資產

5 估算活動期程	6 發展時程	7 控制時程
<b>工具與技術</b> 1.專家判斷 2.類比估算 3.參數估算 4.三點估算 5.群體決策技術 6.準備量分析(Reserve Analysis)	<b>工具與技術</b> 1.時程網路分析 2.要徑法(CPM) 3.關鍵鏈法(Critical Chain Method, CCM) 4.資源最佳化技術(Resource Optimization Techniques) 5.建模技術(Modeling Techniques) 6.提前與延後(Leads and Lags) 7.時程壓縮(Schedule Compression) 8.排程工具 (Scheduling Tool)	<b>工具與技術</b> 1.績效審查 2.專案管理軟體 3.資源最佳化技術(Resource Optimization Techniques) 4.建模技術(Modeling Techniques) 5.提前與延後(Leads and Lags) 6.時程壓縮(Schedule Compression) 7.排程工具 (Scheduling Tool)
<b>產出</b> 1.活動期間估算 2.專案文件更新	<b>產出</b> 1.專案時程 2.時程基準 3.時程資料 4.專案行事曆 5.專案管理計畫更新 6.專案文件更新	<b>產出</b> 1.工作績效資訊(Work Performance Information) 2.時程預測 3.變更請求 4.專案管理計畫更新 5.專案文件更新 6.組織流程資產更新

## 6-1 專案時間管理概述

### 一、先掌握專案範疇，再作時間管理

在專案管理中，「範疇」與「時間」的關係密不可分。將「範疇」與「時間」並列，可看出兩者的關係（如下圖所示），做好範疇管理是時間管理的基礎。先蒐集需求，定義範疇，建立工作分解結構（WBS），將「範疇管理」做好後，接下來就才能進行「時間管理」：定義活動，排序活動，估算活動資源／時程，最後發展時程。

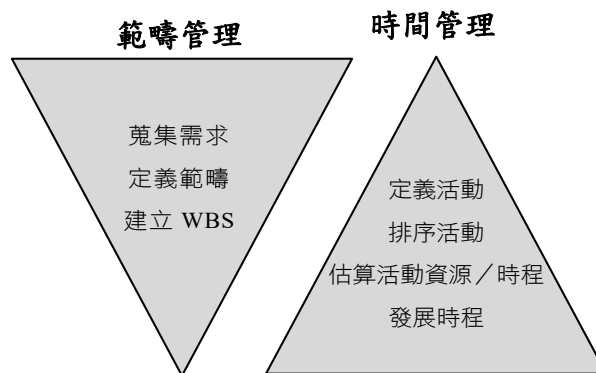


圖 6-1 範疇管理與時間管理的關係

「活動」是專案中，進行作業的管理單位。在專案執行過程，必須適當的分配活動或任務。透過範疇管理的「工作分解結構」（WBS），可再將「工作項目」進一步分解成「活動」，方便專案成員執行，共同完成專案。

## 二、對的時間管理方法

關於事情的輕重緩急，一般可用「時間的四個象限」來做為執行的原則。「時間的四個象限」就是把工作依照「重要性」與「緊急性」兩個特性，展開成四種狀況：

1. 重要且緊急：這是要最優先處理的。
2. 重要但不緊急：這是次優先處理的。
3. 不重要但緊急：這是第三順位處理。
4. 不重要也不緊急：這是最後才處理。

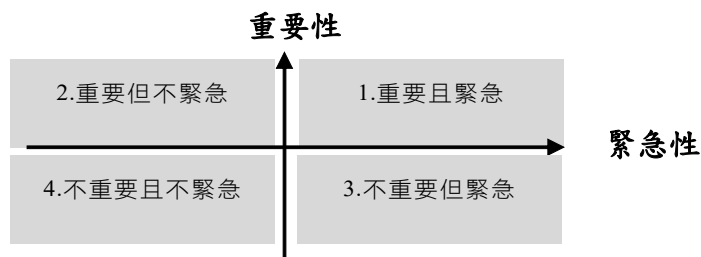


圖 6-2 時間的四個象限

在時間管理技巧方面，要有一個重要的觀念：盡可能在事情還沒有變緊急之前，就要妥善處理「重要但不緊急的事」，即是事先設法有效減少「重要且緊急的事」。

## 三、時間管理的主要工作程序

在判斷事情輕重緩急，擁有處理時間的基礎邏輯之後，就能進一步應用在專案中。首先，在專案範疇內，定義專案的各項「活動」，包含應要完成執行的工作；同時依照事情的先後邏輯，進行活動的排序。進而列出各項「活動」所需的資源內容與數量，包括人力、物力、設備、材料等，以及確認資源需求的時間。然後再根據「活動」的特性，估算活動所需的時間。最後，再根據各項活動的先後順序，彙整所需的時間與資源，訂出活動起始的時間點，發展出完整的時程規劃。並加入「里程碑」，做為專案執行過程中的階段性檢查點。

「里程碑」可能是專案執行過程中的重要事件或檢查點，又或是階段的分界點。在專案執行的過程中，透過里程碑的檢討，瞭解專案實際的執行狀況，若有延誤或突發狀況時，可以及早發現，及早補救，以確保專案最後能如期如質如效達成。

整理而言，專案時間管理的主要工作程序如下：

1. 定義與排序「活動」。
2. 列出各項活動所需的資源，以及確認資源需求的時間。
3. 估算每項活動所需的時間。
4. 發展時程。
5. 加入重要「里程碑」。

## 6-2 排定專案進度：網路圖

一般管理和專案管理有一個很大的不同，就是專案管理很注意排定進度。因此有學者認為「專案是為了解決問題所排定的進度表」。但不幸的是，有些人誤以為「專案管理充其量不過是排進度罷了」。這是很大的誤解。進度只是其中一項工具，用來管理專案工作，不應該被視為主體。

### 一、進度簡史

在 1985 年以前，排定專案進度的工具只有長條圖 (Bar Chart) 而已。自從亨利·甘特 (Henry Gantt) 用長條圖說明一項全國性系統的進度後，從此人們就把長條圖稱為「甘特圖」(Gantt Chart)。

長條圖製作容易，也容易看懂，至今仍是專案小組間溝通的利器，可以讓專案成員一目了然期限內需要完成多少工作；相較之下，箭線圖 (arrow diagram) 就有點複雜。不過，若是為了使專案成員瞭解某些作業之間的關聯性，和及時完成的重要性，箭號圖就變得很有用。

長條圖有個很大的缺點，就是很難看出某項作業的延誤，會對其他作業造成多少衝擊。原因是原始的長條圖中，並沒有把作業間的關聯性表達出來。

為了克服這缺點，在 1950 年代晚期與 1960 年代初期，分別發展出兩種解決方法；兩種都是利用「箭號圖」，來描繪專案中各項作業的先後或平行關係。其中一項方法是由杜邦 (Du Pont) 開發的要徑法 (Critical Path Method, CPM)；另一項方法是由

美國海軍以及布艾漢顧問集團（Booze, Allen, and Hamilton Consulting Group）共同發展出來的計畫評核術（Program Evaluation and Review Technique，PERT）。

基本上，要徑法（CPM）與計畫評核術（PERT）的主要差異在於，真正的計畫評核術須使用機率計算，而要徑法卻沒有。換句話說，使用計畫評核術可以計算一項活動在某一段時間內，可以完成的機率有多少，而要徑法就做不到這一點。

## 二、網路圖的基本概念

專案因內容繁複且各項作業間存在著技術上必須滿足的先後關係，又必須明確地指出各項作業執行的時段。為便於掌握整個專案，在規劃時可利用「網路圖」來表示計畫中各項作業間的先後關係，並利用網路規劃技術對作業工期進行估算，以及對各項資源做更有效的配置與運用。



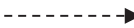
專案網路圖是將專案的各項作業與重要事件分別以聯結（Arcs）與節點（Nodes）表示，其中以聯結方向表示作業間的先後關係（Precedence relations）。網路所包含的節點與聯結個數越多即表示該問題越複雜。

使用網路圖進行專案規劃與控制的步驟如下：

1. 詳細描述整個專案計畫，尤其是各項作業之間的先後關係。
2. 繪製專案網路圖。
3. 估算整個專案之總完工時間，並找出專案的關鍵路徑（Critical Path，CP）。
4. 監督專案的工作進度，從關鍵路徑中找出可改善之處。

專案網路圖所用之符號與其意義如表 6-3 所示。聯結是連接節點的線段，其箭頭表示專案各作業的方向，箭頭的尾端表示作業開始，箭頭尖端表示作業完成。圓圈表示事件，又稱為節點，是作業的開始或結束時的狀態。

表 6-3 專案網路圖中各種符號意義表

符號	名稱	意義
	聯結（作業）	箭頭表示作業的完成，箭尾表示作業的開始。
	節點（活動）	表示活動。
	虛聯結（虛作業）	用於表示作業間的先後關係，本身不需時間。

繪製網路圖之前必須先弄清楚整個專案各項作業間的先後關係。尤其對於大型專案而言，此項工作為最重要的任務之一。若作業的先後順序關係被忽略或錯誤，將會導致作業延誤，甚至造成專案無法完成。而專案中各項作業之先後順序關係有下列四種：

1. **先行作業 (Predecessors)**：於給定作業開始之前，必須完成的作業。
2. **後續作業 (Successors)**：在給定作業完成之後，才可以開始的作業。
3. **並行作業 (Parallel activity)**：與給定作業可同時進行的作業，兩者之間並無任何先後關係的要求。
4. **虛作業 (Dummy activity)**：僅用來表示作業間的先後關係，本身無實質工作內容，故不需要時間。

製作網路圖時，有兩個基本原則：

1. 盡可能先做合理的安排後，才來考量資源有限的問題。
2. 保持單一計時單位，絕對不要把小時和分鐘混合使用。若工作可細分到分鐘，應先把所有進度用分鐘做計時單位，排定後再把分鐘轉換成小時。注意，不要把計畫的計時單位做得太過詳細，但是也不能太過粗略。

此外，值得注意的是，網路圖的問題不見得只有一個答案。不同的人所繪製出來的網路圖，多多少少都有些不一樣的地方。繪製網路圖時，除了部分必須遵守的規則外，其餘都是非常彈性的。

表 6-4 網路圖常用的專有名詞

專有名詞	說明
活動 / 作業 (Activity)	活動是指會消耗資源或時間的作業。
關鍵活動 (Critical Activity)	所謂關鍵活動或關鍵作業，就是一定要在某一時間點內完成的活動或作業，沒有轉寰餘地。
要徑 (Critical Path)	要徑是指網路圖中，需時最長的路徑，也就是可以決定專案最快可以在什麼時候完成的路徑。
事件 (Events)	活動開始或完成的那一點稱為事件。一個事件是時間軸上的某一點，每個事件通常都會用一個圓圈來表示，圓圈中用數字或文字來命名。
里程碑 (Milestone)	專案中有某些特別重要的事件點，通常是一個階段工作的結束點稱為里程碑，也是專案檢討的焦點。
網路圖 (Network)	在專案中計畫各項活動間的關係，並以圖形方式表現出來，稱為網路圖。網路圖有時亦稱為「箭號圖」。

※資料來源：修改自 Lewis (2003)

有兩種方法可以用來排進度：第一種是由前向後法，第二種是由後向前法，通常最簡單的方法是由前向後法。

### 三、網路圖的繪製方式

專案的網路圖繪製方式，主要有兩種：一種是用聯結表示作業間之先後關係，以節點表示作業，稱為「節點圖示活動法」(Activity-On-Node, AON)；另一種是用聯結表示作業及先後關係，以節點表示作業的開始與結束，稱為「箭線圖示活動法」(Activity-On-Arrow, AOA)。

#### ▶ 節點圖示活動法 (AON)

「節點圖示活動法」(AON)以節點來表示一個「活動」(Activity)，箭線表示與此一「活動」相關的事件與先行關係，並以「活動」發生的順序，依序劃出「節點」與「箭線」，這種方式是「以活動為導向」的網路。在此的先行關係要求一個活動，必須在其之前的活動均已完成後才開始，範例如圖 6-3 所示，節點表示專題演講(活動)，而箭線分別代表起始與結束時間(事件)。

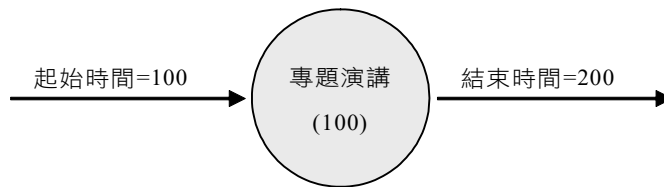


圖 6-3 節點圖示活動法 (AON) 範例

在「活動」(Activity)被繪製入網路圖之前，要先釐清：

1. 哪些活動是它的先行活動 (Predecessors) ?
2. 哪些活動是它的接續活動 (Successors) ?
3. 哪些活動可以同步進行或同步被完成 ?

基本上，除第一個活動之外，每個活動都會有「先行活動」，而所有「先行活動」必須在「現行活動」之前均以完成，而「接續活動」亦須等到「現行活動」完成之後才能開始進行。在繪製網路圖時，應清楚辨識哪些活動是序列活動？哪些活動是平行活動？若兩個活動之間有先行或接續關係，即為序列活動；而若兩個以上獨立的活動可以同時進行，則為平行活動。



### ▶ 箭線圖示活動法 (AOA)

箭線圖示活動法 (AOA) 是以箭線代表活動，並以節點代表事件，事件本身並不會消耗時間與資源，一個事件是一個或多個活動開始或結束的時點。因此，箭線圖示活動法 (AOA) 是事件導向的網路，強調活動的连接。採用箭線圖示活動法 (AOA) 規劃網路圖的慣例是將事件由左至由依序安排，範例如圖 6-4 所示：

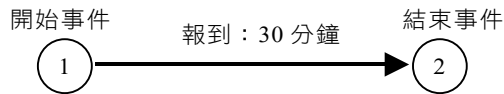


圖 6-4 箭線圖示活動法 (AOA) 範例

在繪製 AOA 網路圖時，必須遵守下列規則：

1. **節點編碼**：編號順序為由左到右，由上到下，由小到大。起點編號為最小，終點編號為最大。
2. **作業順序**：每個作業的起點編號都小於終點編號。要滿足此規則，可用圖形排序法 (Topological sorting)，對圖形進行節點排序。
3. 在一個節點開始之前，位於它之前的所有節點必須先完成其相關作業。如圖 6-5 所示，a、b、c 作業都完成了才能開始 d 作業。如圖 6-6 所示，a、b 作業都完成了才能開始 c、d 作業。如圖 6-7 所示，c 作業要等 b 作業完成才能開始，d 作業要等 a、b 作業完成才能開始。

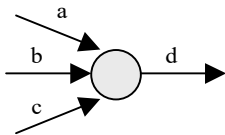


圖 6-5 繪圖規則一

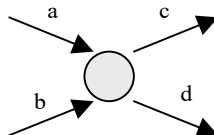


圖 6-6 繪圖規則二

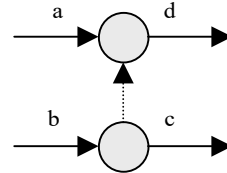


圖 6-7 繪圖規則三

4. **任何二個節點之間不可有二個以上的聯結直接連接**：這是為避免在以流量網路模式表示時產生符號的混淆。如圖 6-8 所示，a、b 作業同時由節點 1 到節點 2，為避免混淆不清，必須用到虛作業 c，並加入新節點 3，如圖 6-9 所示。

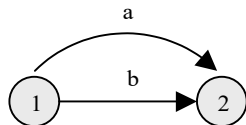


圖 6-8 繪圖規則四

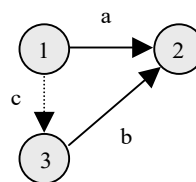


圖 6-9 繪圖規則五

5. **路線不可循環 (Cycle)**：起點與終點相同，不斷重覆的一系列作業，稱為循環。當專案網路圖有路線循環時，表示專案沒有完成的時候，這顯示作業的先後關係在邏輯上有錯誤，如圖 6-10。

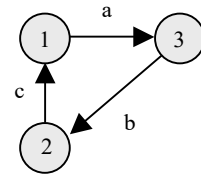


圖 6-10 繪圖規則六

### ▶ 有時 AOA 需有虛擬活動 (Dummy Activities)

為澄清兩個活動間的優先關係，有時箭線圖示活動法 (AOA) 需要有一個虛擬活動 (Dummy Activity)。虛擬活動用來表示先行關係，它即不是工作 (work)，也不是時間 (time)，只是當作一個連接點 (connector)，因此使用上應精簡以簡化網路圖。表 6-5 與圖 6-11 為 AOA 的範例。

表 6-5 活動與先行工作

活動	先行工作	期程 (日)
	—	3
B	—	6
C	A	3
D	A,B	4
E	C,D	3

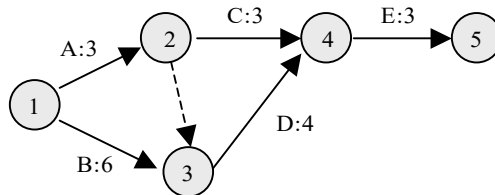


圖 6-11 具有虛擬活動的 AOA 網路圖

### ▶ AON 與 AOA 之比較

Hillier and Lieberman (2001) 認為，傳統的專案網路大都以 AOA 來表示，但 AON 網路圖比傳統 AOA 網路圖多了下列優點：

1. AON 網路圖比 AOA 網路圖容易建構。
2. AON 網路圖以圖形化表示，比較直覺易懂。
3. 當專案排程需調整或改變時，AON 網路圖較 AOA 網路圖容易修正。

4. AON 方式繪圖不須用到虛作業，網路圖的繪製較為容易。使用 AOA 方式繪圖，常須用到虛作業，以充分指出作業之間的先後關係；而用 AON 方式繪圖，不會用到虛作業。大多數專案規劃電腦軟體都採用 AON 的方法繪製網路圖及進行專案的規劃與控制，原因也是以 AON 方式繪製專案網路圖不需用到虛作業。

因以上的優點，AON 專案網路圖逐漸為使用者接受，是現在較普遍用來表示專案排程的網路圖。但採用 AOA 方式繪製專案網路圖，所需的節點通常比以 AON 方式繪製所需的節點數少，而且採用 AOA 繪圖法是以流量網路方式表示專案網路。因此，採用 AOA 方式可便利採用流量網路分析方法進行專案的規劃。

### 6-3 傳統專案時程控制的技術

對專案管理來說，時程控制一直是個不易掌握的問題，依據麥肯錫研究指出，在一個新產品的專案，若是準時完成但預算超支 50%，其所貢獻的營業額，將少於符合預算專案的 4%；但該研究亦預測，一個符合預算卻延宕時程六個月的專案，其貢獻的營業額，將少於準時完成專案的 33%，可見專案時程的控制是個無法忽視的策略項目。傳統時程控制的方法有甘特圖 (Gantt Chart)、要徑法 (CPM)、計畫評核術 (PERT) 等技術。

#### 一、甘特圖 (Gantt Chart)

甘特圖 (Gantt Chart) 基本上呈現條狀，故又稱為「條狀圖」，橫軸表示「時間」，縱軸表示「活動項目」或「工作項目」，線條表示在整個期間裡，計劃和實際活動完成的情況。甘特圖是專案計畫與日程安排最常使用的工具之一，它使管理者能以簡單的方式，將專案中的作業活動與時間關係建立起來，以利管理者管理專案進度。

管理者可藉由甘特圖，看出專案進度的全貌；當專案開始執行後，也可進一步看出還有哪些工作項目未完成，並可評估工作提前或延後，是一種簡單的專案時間管理工具。基本上，依據「工作分解結構」(WBS) 的活動，進行排序後，接下來就能用甘特圖的方式來呈現專案進度。一般而言，甘特圖較適用於包含三十個以下作業活動的專案，三十個以上之專案則採用計畫評核術 (PERT) 或要徑法 (CPM) 方式較佳。

甘特圖是一個展示簡單活動或事件隨時間或費用變化的方法。一個活動代表從一個時間點到另一個時間點所需的工作量。事件被表示為一個或數個活動的起點或終點。

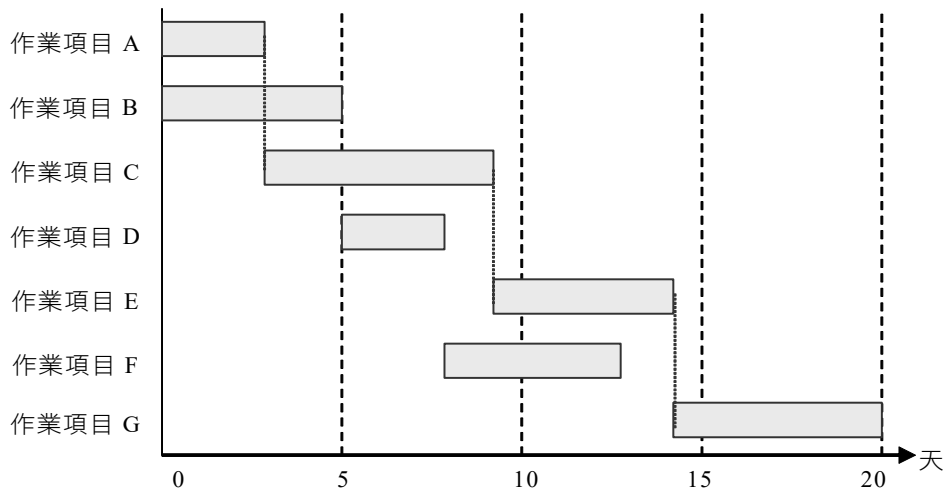


圖 6-12 甘特圖範例

甘特圖常被用來展現專案現行進度，其提供的資訊包含有活動項目、預估開始時間、預估完成時間、現行作業進度等，優點為簡單易懂，且易於變更；但亦存有無法顯示各類活動相關程度（例如作業完成後，何者後續作業始可開始）、無法評估活動提早或延後開工(完工)，以及不確定性風險因素對專案的影響等問題。Nicholas(2001)指出，甘特圖無法清楚顯示工作元素間的相互關係，以及具有不適用大型專案等缺點。

基本上，甘特圖的優點在於它很容易理解和改變，但是應用甘特圖有三個限制：

1. 甘特圖沒有表明活動間的相互關係，因此，也無法表示活動的網路關係，沒有這個關係，長條圖就沒有預測價值。說白一點，傳統的甘特圖無法顯示作業間的關聯性，因此如果有一項作業延遲了，無法明顯地看出對其他作業的影響。
2. 甘特圖無法表示較早或較晚開始的結果。
3. 甘特圖無法表示在執行活動中的不確定性，因此，也沒有敏感度分析。
4. 繪製甘特圖時，計畫與時程是同時被繪製，因此，要調整是件麻煩的事，尤其是在專案一剛開始就延誤，許多線條就必須要重新繪製。

甘特圖加上里程碑時點，就成為里程碑圖（Milestone），如圖 6-13 所示。

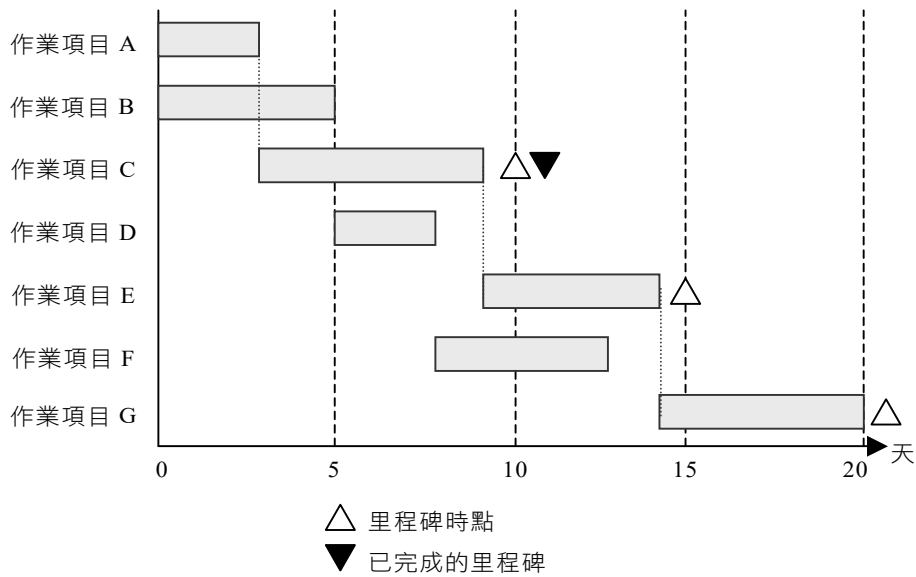


圖 6-13 里程碑圖範例

在以前排定專案進度的工具只有長條圖 (bar chart) 而已，但自從 Gantt 用長條圖說明一項全國性系統的進度後，從此人們也把長條圖稱為甘特圖 (Gantt Chart)。不過長條圖有個很大的缺點，就是很難看出某項作業的延誤，會對其他作業造成多大的衝擊。原因在於原始的長條圖中，並沒有把作業間的關聯性表達出來。為了克服這項缺點，分別發展出兩種解決方法；這兩種都是利用箭號圖，來描繪專案中各項作業的先後或平行的關係。其中一項方法，是否杜邦 (Du Pont) 開發的要徑法 (CPM)；另一項方法是美國海軍特殊專案室以及 Allen & Hamition co. 共同發展的計畫評核術 (PERT)。

## 二、要徑法 (CPM)

要徑法 (Critical Path Method, 縮寫成 CPM) 是於 1957 年由美國杜邦公司所發展，目的在於運用網圖管理技術，對專案做充分的籌畫，期以最少的資源於最短的時間內達成專案目標。其運用是以單一估計時間建構專案的時間網路圖，網路圖中「總浮時」 (Total Float Time) 或「總寬裕」 (Total Slack) 為零的作業即為「要徑」，此乃決定專案是否能於預定期間內準時完成之關鍵路徑；並以要徑作為權衡基礎，逐步尋求專案最適的成本及時程。要徑法在每個活動中僅用一個時間值，並且沒有統計分配，而可能的變異於規劃之初，均已納入詳盡的考量中；且要徑法是一種決策方法，是權衡成本及時間的程序，用以獲得兩者間最適的組合。

在 PERT 的時程估算中，必須進行順時計算與逆時計算。所謂順時計算主要是估算整個專案從最先之作業（起始作業）開始，逐步向最後一個作業（結束作業）完成所需的時間，以求出各作業與各事件的最早開始時間（ES）與最早完成時間（EF）。逆時計算則用於已知專案總工期時，對各作業與各事件的最晚開始時間（LS）和最晚完成時間（LF）進行時間的逆推。

PERT 計算的最後階段為計算作業浮時（Float time）或稱作業寬裕時間（Slack time）。浮時可解釋為作業的延遲，它是個不影響整個專案總工期的時間量。其延遲時間與工期之關係可分為總浮時（Total float）、自由浮時（Free float）、安全浮時（Safety float）與干擾浮時（Interference float time）四種，詳細說明如下：

1. **總浮時（Total float, TF）**：是指在給定之作業的所有前置作業都盡可能儘早完成，而所有後續作業都盡可能延後開始的情況下，該作業的寬裕時間。它是不影響整個專案總工期之下，給定之作業可延遲開始的最大寬裕時間。
2. **自由浮時（Free float, FF）**：是指在給定之作業的所有前置作業都盡可能儘早完成，而所有後續作業也都盡可能儘早開始的情況下，該作業的寬裕時間。**自由浮時**是某作業可以延遲的天數，而且此延遲並不會造成整個工程延誤，同時也不會影響到後續作業的最早開始時間；因此，自由浮時只受同一連鎖關係的先前作業所影響。
3. **安全浮時（Safety float, SF）**：是指在給定之作業的所有前置作業都盡可能延後完成，而所有後續作業也都盡可能延後開始的情況下，該作業的寬裕時間。
4. **干擾浮時（Interference float time, IF）**：是指在給定之作業的所有前置作業都盡可能延後完成，而所有後續作業都盡可能儘早開始的情況下，該作業的寬裕時間。是由結點間除了作業所需的時間外之部分空閒時間所構成，但若與自由浮時作比較，則如果將這段時間使用了，則雖然不會影響工期，但卻會影響其後續作業的最早開始時間。

從專案計畫的開始到整個專案的完成，其作業將不限於單一的順序，這些不同順序的作業稱為網路的路徑，每條路徑所需的時間總長度為所有作業工期的總和，其中最長之路徑稱為該專案網路圖的關鍵路徑。關鍵路徑上各作業所需時間之總和即為整個專案的總工期。若有不同路徑的時間總長度相同，那麼該專案之關鍵路徑就不只一條。關鍵路徑的重要性是在於路徑上的任何活動，若有延誤就會影響到整個專案的進度，而其他非關鍵路徑工作進度的遲延，不一定會影響到整個專案的進度。反之，若要縮短該專案的總工期，則應在關鍵路徑上設法縮短其作業工期。因此，專案計畫之關鍵路徑有下列三項特性：

1. 專案網路圖一定有關鍵路徑，而且可能不只一條。
2. 關鍵路徑上所有作業與事件之寬裕時間（TF、FF、SF 與 IF）均為 0。
3. 作業浮時的耗用，亦可能產生新的關鍵路徑，同時原作業寬裕時間為零者，將可能會產生負浮時。

綜合而言，要徑上的作業為專案規劃與控制之重點。要做好專案的規劃與排程，就必須掌握要徑作業，適當地配置可用的人力、物力以縮短要徑的工期。在這過程中也必須同時掌握要徑的改變，以免錯置資源。在專案時程的控制上，要徑作業的提早或延後完成意味著專案進度的提前或延後。當這差異為顯著時，意味著必須對後續的作業進行重新規劃與排程工作。這也就是專案管理循環精神之所在。

#### 四、圖解評核術（GERT）

圖解評核術（Graphical Evaluation and Review Technique，GERT）類似於計畫評核術（PERT），但又優於計畫評核術。不論是節點式網路圖還是箭頭式網路圖，專案都只能由網路圖的左邊逐漸進行到右邊，直到專案結束。但是 GERT 允許機率性的分支和反複進行的迴圈，也就是說 GERT 允許出現循環、分支、以及多個專案結果。

在過去，如果測試失敗，使用 PERT 技術，無法根據測試結果，從不同的分支中選擇一種以繼續專案的執行，可能需要重複做多次測試。如果使用 GERT 就沒有這樣的問題。

#### 五、PERT 與 CPM 的比較

基本上，PERT 與 CPM 都是時間導向的方法，兩者主要都在決定專案工作時間的排程，並利用網路圖的技術，求出專案中的要徑，再進一步調配各項的資源，以達有效之運用，最後則於作業進行中追查，控制進度與成本，並配合品質管制使專案能順利達成目標。

PERT 與 CPM 間最主要的差異為：

1. PERT 運用三時估計法，而 CPM 則使用單時估計法。
2. PERT 較偏重於機率性的時間估計，而 CPM 則較偏重於固定的時間估計。
3. PERT 用箭頭代表活動，而 CPM 則使用節點代表活動。

## 6-6 關鍵鏈管理

### 一、關鍵鏈的發展

Goldratt(1997)運用制約論 (TOC) 發展出一套稱為關鍵鏈 (Critical Chain) 的技術，以找出專案管理核心問題，並提供有效的解決之道，快速提升專案管理之績效表現。Goldratt(1997)認為，衡量一系統之表現或產出，於專案管理上為時程與成本，而系統內往往存有重要之關鍵因素影響其表現，此即所謂「制約因素」，對專案管理而言即為「要徑」，因要徑係指專案內有邏輯先後相依關係之最長作業程序，藉由辨識系統之制約因素，可協助管理者尋求著力點以改善系統或專案效能。

關鍵鏈主要的作用是讓專案管理人員專注於資源分配的問題，其施行之五項主要步驟分述如下（流程詳如圖 6-17 所示）：

1. 辨識 (Identify) 系統的制約 (Constraint) 因素。
2. 剝削 (Exploit) 系統的制約因素。
3. 將非制約因素遷就 (Subordinate) 制約因素。
4. 尋求方法鬆綁 (Elevate) 或突破制約因素。
5. 回復至步驟 1，尋求系統新的制約因素；並防止原系統所存有之慣性 (Inertia) 再形成制約因素。

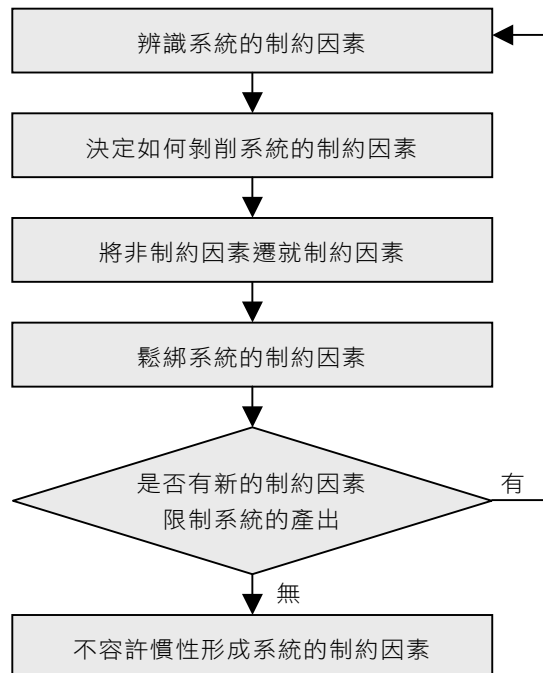


圖 6-17 關鍵鏈的步驟程序圖



Elton & Roe(1998)認為，關鍵鏈帶來專案管理的紀律，讓專案經理及專案團隊維持聚焦於少數的關鍵區域—要徑任務及關鍵資源。Pinto（2002）宣稱在專案管理技術及方法的領域中，專案管理研究的主要發展已進入「專案風險管理」及「關鍵鏈專案管理」。

## 二、關鍵鏈的緩衝管理

關鍵鏈緩衝的建立，即是一種專案風險處置的概念，在專案流程的不同位置設置不同大小的緩衝，便有不同的效能，但均是一種風險處置的作為。關鍵鏈在專案最後設置專案緩衝（Project Buffer），及非要徑進入要徑時設置接駁緩衝（Feeding Buffer），以吸收因專案的不確定性所造成的時間延宕風險，利用緩衝控制專案的進度。而緩衝管理的機制，對於關鍵鏈緩衝區大小之決定，及專案完工期程有很大的影響。

關鍵鏈在規則上是決定緩衝的位置及數量，在控制上則是監控緩衝（buffer）之剩餘達到控制進度之目的，但緩衝消耗的本身是事後才知道，因此沒有預警功能，有緩衝（buffer）只代表有應變適應的能力，係作風險事件發生後的處理，但無法經由解讀進度採取更積極的事前預防措施，就專案管理宏觀的立場而言，如能運用 EVM 的預警機制，結合 CCPM 產生互補的效果，將能提供專案更多的處置因應時間及資源。

## 6-7 專案時間管理實務

### 一、及時專案

我們可以把及時生產（just in time）的概念，應用在專案管理上。要完成專案，最快的方法就是第一次就做對。如果專案可以達到這樣的境界，就可稱之為「及時專案」。事實上，把事情第一次就做對的額外成本是零！只有重做某個工作時，才會耗費額外的成本。研究顯示，每個專案都有將近 30% 的成本是花費在「重做」上。很明顯地，許多專案團隊在「第一次就做好」這件事上，做得還不夠好！

「及時專案」的基本精神有兩點：

1. 減少造成遲緩的原因。
2. 導入加速專案進行的流程，並且確認成功可以不斷地重複。

為有效減緩影響專案速度的根本原因，專案團隊必須從一個全面的觀點來處理。高階管理者必須要帶頭解決這些問題。依據過去的經驗，最常造成專案推動遲緩的原因如下：

1. 專案規模太大。較小型、期間較短的專案會比大型專案更具彈性，變動的機會較小，也比較容易讓專案團隊掌握與執行，因此專案團隊也比較可能完成專案。
2. 專案期間過長。依據經驗法則，小型專案的時間不宜超過九個月。
3. 專案的優先順序不斷地改變。
4. 資源不足。
5. 因品質不良而不斷重做。
6. 不完善的專案規劃，尤其是不充分的專案定義。
7. 完美主義。

## 二、專案時間管理的實務議題

良好的時間管理對於專案團隊而言，是不可或缺的。下列建議有助於專案團隊有效做好專案時間管理：

1. 在每週結束時，確認未來您想要完成的幾個目標（建議 2~5 個）
2. 在每天結束時，將次日要做的事列一個清單。
3. 在每天早晨，唸一次所要做的工作清單中之第一項工作，並檢視它。
4. 控制干擾事項：不要讓電話、電子郵件或是未預約而來的訪客打斷您所想完成的清單項目。
5. 學習說「不」：不要讓自己陷入太多的活動當中，那將會耗去您許多時間，而不能完成您應完成的目標，應試著拒絕一些無關的會議、行程、重複事件....等。
6. 有效運用等候時間。
7. 試著一次就處理完成大部分的文件。

## 三、趕工縮程 (Crashing)

專案經理在安排時程上，常會面臨的問題不外是安排好專案的時程後，面臨初步的專案時程比當初預期的時程來得長，或是契約規定的時間不合理，只好將專案的時程重新安排或重新的估算（壓縮）來符合專案時程上的限制。

趕工縮程 (Crashing) 實際上，是在時間與成本之間取得權衡。為了合理的決定哪些作業要趕工縮程，專案經理必須獲得下列資訊：

1. 每項作業的正常時間與趕工時間的估計值。
2. 每項作業的正常成本與趕工成本的估計值。
3. 列出要徑上的作業。

趕工縮程（Crashing）的方法主要包括四個步驟：

1. 找出專案的要徑。要徑上的作業最有趕工的可能，因為縮短要徑上的作業才能縮短專案期程。可藉由專案管理資訊系統（Project Management Information System, PMIS）協助。
2. 判別要徑上活動的關係（強制依存關係、刻意依存關係、外部依存關係或資源依存關係）。
  - (1) 強制依存關係：可用提前（Lead）後續活動的方法達到類似快速跟進法（Fast tracking；平行作業）的效果。
  - (2) 刻意依存關係：可用縮程法（Crashing）增加該活動的資源來趕工、要求該資源加快工作或增加工作時間，以達到縮短活動時程的效果。還有一個方法可以用來節省專案的時程，那就是使用快速跟進法來將這些活動以平行作業的方式來安排。解決方式就是將這一類的工作分配給不同的資源來平行（同步）的分別執行。
  - (3) 外部依存關係：這一類的活動因為是專案可以掌控範圍外的必要活動所以通常沒法加速該活動，如：申請施工許可證、申請產品符合某規範的證明。但是如果該活動的執行單位具快速服務的流程，則有時可以多一些花費，走快速辦理的流程，請該單位以最速件辦理。
  - (4) 資源依存關係：如果活動受限於某資源而造成時程過長、延誤或無法如預期時間（準時）開始，可以更換更適當的資源來從事該活動，除非該資是唯一可以選擇的資源。
3. 利用資源撫平（Resource Leveling）的技術找出過度使用或閒置的資源
  - (1) 過度工作的資源：將其工作合理化，如：使用延後（Lag）的技巧來錯開某資源同一時期的重疊工作。
  - (2) 閒置的資源：將其未達使用率時段的工作增加；如：調度該資源去支援過度工作的資源。
  - (3) 將非要徑活動上的資源調度部分的使用率來支援要徑上的活動，如此可以協助要徑活動趕工並縮短時程，雖然該非要徑活動的時程因為資源的使用率不足而造成落後，但只要是浮時（Float）未被耗盡，仍然是不得已而可行的方法。
4. 檢查專案的時程：經以上步驟調整後的時程應該可以符合專案的時程限制了，如果仍然太長則回到步驟 1 重新來過。因為有時專案的要徑在此時會改變或要徑本來就不只一條，所以要再針對要徑上的活動來努力。

值得注意的是：

1. 因為要徑是專案從開始到結束最長的路徑，該路徑上的活動如果變短，專案必然受益（提前完成），反之，該活動時程耽誤或延長，專案就會受害（延遲完成），所以專案經理/人員一定要能夠判斷專案的要徑。
2. 要能夠判斷專案活動間的關係及其必要性，除非專案經理/人員非常有經驗，否則應該與該活動的負責人一起來安排/判斷活動間的關係及估算適當的時程。
3. 當調整非要徑活動的使用率；調度該活動的資源來支援要徑的活動，可以縮短專案的時程，而且成本也不一定增加，因為是自己專案的資源，比較不會有資源的限制（要用該資源時，該資源沒有空），但需要專案經理/人員有足夠的經驗及使用專案管理資訊系統（PMIS）來協助才比較可以面面俱到。

#### 四、資源分派 (Resource Allocation) 與資源撫平 (Resource Leveling)

「資源負荷」(Resource Loading) 是描述專案在某特定期間內，所需要的各種資源數量之情形。任何企業都資源有限，專案管理如同其他管理工作一樣，必須在有限的資源下完成專案任務。專案時程規劃方面，透過資源分派 (Resource Allocation) 與資源撫平 (Resource Leveling) 的方式，企業在有限資源情況下進行專案時程規劃，以使專案能在有限資源情況下得到可行的時程規劃，並進一步調整使企業資源能做更有效的分配。

資源撫平 (Resource Leveling) 又稱為資源平整 (Resource Smoothing)。所謂資源撫平 (Resource Leveling) 是將專案中各活動所必須的資源，予以平衡成更加平順的 (smoothed) 程序。資源撫平的目的在於使專案全程的資源需求都能維持在平穩的基礎上，其排程係以資源的可用度及可管理程度來決定。

資源撫平法 (Resource Leveling Heuristics) 是一種網路分析的方法，其排程係以資源的可用度及可管理程度來決定：當資源過度分派 (Over Authorization) 或是不平衡時，便可考慮進行調配、資源限制等因素，再利用寬延時間的彈性進行資源撫平。資源撫平方法有：「浮動時間法」與「任務分割法」。此外，通常經過資源撫平後之時程會比原時程為長。

在有限資源下，工作分派可適度地作以下的調整：

1. 將一個人的時間分割以支援一個以上的工作。
2. 將活動細分以增加分配的彈性。
3. 指派能力強或有經驗的人負責要徑上或人力分配不足的工作。

4. 以加班、外包、購買等方式尋求內部或外部的額外資源。
5. 與客戶協商，請求配合。

## 五、資源限定 (Resource-limited Scheduling)

資源限定 (Resource-limited Scheduling) 是指當可利用的資源是固定時，發展出最短時程的方法。「資源限定」是一種反覆進行的方法，在最小寬裕時間下，將作業資源不斷重分配，直至所有資源皆應用。為了不超出資源限定範圍，資源固定會拉長專案完成時間。

對大型專案來說，其需要運用許多不同資源，每項資源都有不同限制，「資源限定」就變得十分複雜。藉由各種各樣不同專案管理軟體的運用，可協助將「資源限定」發揮得淋漓盡致。

基本上，要想解決資源衝突或想要做資源撫平或資源限定，專案管理軟體大都可以提供兩種選擇：

1. **選擇由人工方式校正：**這種方式是使用者修正任務資訊、任務需求或資源清單，然後再核對看看資源問題是否解決。
2. **選擇由軟體自動校正：**如果選擇由軟體自動校正，軟體會自動顯示訊息詢問是否同意延長期限。

總結來說，資源撫平是試圖在需求情況下，將資源做最小幅度的調整，以利時程發展。資源撫平的目的是期望在需求完成時間下，盡可能地平衡資源，使專案不致延長時間。在資源撫平下，專案需求完成的時間被固定，資源在假設下呈現變動。而「資源限定」則是固定可利用的資源，追求與發展最短的專案時程。兩者關係如下圖所示：

	固定	變動
資源撫平	專案需求 完成時間	資源
資源限定	資源	專案需求 完成時間

圖 6-18 資源撫平與資源限定