

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

營建時程延遲分析系統之建立(第2年) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 96-2221-E-216-027-MY2
執行期間：97年08月01日至98年10月31日
執行單位：中華大學營建管理研究所

計畫主持人：楊智斌

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：劉昀青
碩士班研究生-兼任助理人員：鄭伊君
碩士班研究生-兼任助理人員：李長鴻
碩士班研究生-兼任助理人員：蘇祺焜
碩士班研究生-兼任助理人員：葉靜瑤
碩士班研究生-兼任助理人員：翁紹偉
博士班研究生-兼任助理人員：高志魁
博士後研究：蔡閔光

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 01 月 05 日

營建時程延遲分析系統之建立

摘要

時程延遲在營建工程專案經常出現，而致使延遲的履約爭議日益增加。在解決延遲的履約爭議時，經常無法使契約雙方獲得滿意的結果。究其原因，除了延遲的責任歸屬不易確認外，另外一主要原因乃是延遲分析之計算結果無法令雙方滿意。時程延遲分析的計算方式已有數種模式被提出，但多數僅止於分析的流程，且不易與現有排程軟體搭配，因此建構國內適用的分析方法，進而開發可搭配使用的工具，將可協助解決國內營建專案面臨時程延遲分析所遭遇的問題。此系列研究已建立一可適用於國內之時程延遲計算方法，並進而建構一延遲分析系統，以供營建專案時程延遲分析時使用。

關鍵詞：遲延分析、營建專案、延遲分析系統

ABSTRACT

Schedule delays commonly appear in construction projects and result in delay claim progressively. In any delay claim, the resolution usually cannot satisfy both of the contract parties. The root causes of such circumstances are the responsibilities of any delay being hard to identify and the computation results of used analysis technique being unacceptable. Several previous studies have proposed various schedule delay analysis techniques. However, most of the techniques focus on the analysis process and the developed tools are hard to be incorporated into available scheduling software. It is necessary to establish a localized analysis technique and to develop a conjoint tool for resolving the problems of schedule delay analysis in construction projects. This serial study has established a localized analysis technique and has developed an analysis conjoint tool by Excel. Study results are valuable for resolving the delay problems of construction projects in Taiwan.

Keywords: Delay Analysis, Construction Projects, Delay Analysis System.

一、前言

由於營建工程專案的施工項目及工程界面日趨繁多、施工環境亦日趨繁雜，且工程建設施工週期長、各工程間之條件狀況迥異，具有強烈的獨特性，導致影響營建工程專案不確定性因素的發生機率頗大，經常造成工程專案的進度落後。由黃慶隆[1]的研究當中發現，國內重大公共工程之進度落後情形，普遍嚴重，平均約 73.88%的專案發生延遲的現象，而較預定工期縮短者，僅約 17.14%；而吳卓夫等[2]在行政院公共工程委員會的委託研究報告當中，亦曾針對行政院列管之重大公共工程進行延遲發生頻率之統計，其成果顯示總計在 283 筆列管之重大公共工程建設的案例資料中，僅有 38 筆(僅佔 13%)案例資料並無發生任何進度落後，顯見即便是政府列管的重大公共工程，工程進度落後發生的比率依然高。當工程發生時程延遲，契約雙方除須界定延遲的責任歸屬外，更須明確計算逾期日數或求償日數，而延遲分析時，經常發現爭議的雙方各持己見，甚至各自利用不同的觀點與計算基準，提出有利於本身的成果，以作為爭取本身權益的依據。由吳家德[3]的論文研究中，以國內公共工程為例，發現國內仲裁爭議以施工階段發生仲裁爭議的比例最高(約為 59.4%)，而其中又以工期延誤為最大之爭議因子(約為 13%)；而根據公部門仲裁失利之重要因子調查中發現，工期的核算是工程執行面上最大的失利因子，顯見工期核算在營建工程爭議發生時的重要性。然而合理的方式為何？是處理工期爭議與分析時程延遲必須先解決的課題。

工程延遲的發生除了責任難以區分的問題外，延遲計算的計算方法及認定標準亦經常是承包商與業主間主要的爭議點，目前常見的分析方法包括：What-if Technique、But-for Technique 及 Windows Analysis 等，但並未有甲乙雙方都認同之方法。通常業主為了管控施工承包商之

工程進度，大多會在契約條款中明訂逾期罰款之規定，一般工程所訂定之每日罰款金額約為契約總價之千分之一；而若每日罰金以總價千分之一計，工程費十億元之工程案每逾期一日，僅僅逾期罰款之金額即高達一百萬元，更遑論其他連帶增加的直接或間接工程費用，因此不論業主或是承包商為維護其自身權益與利益，除了在延遲原因的責任認定上各自據理力爭之外，對於延遲時間的計算亦是斤斤計較，然而，過去國內工程契約內容往往較為保護業主，同時有關延遲計算的方式，並未有明確的共識，以至於在延遲認定上經常存有爭議之問題，但隨著產業競爭國際化，誠信原則逐漸的受到各界重視，業主與承包商兩造在契約上的地位逐漸趨於平等，然而國內在延遲計算上並未有一套制式，或被認可的一套具共識的標準延遲計算方法，因此如何客觀、合理的計算出工程的延遲時間，以作為當工程不幸發生延遲時之索賠評估準則為時程管理的重要課題之一。

從目前國內相關文獻中發現，國內實務界採用的延遲分析並未有一定之方法論，多為分析者按其經驗進行，雖然其背後有要徑法做為理論基礎，然而分析結果的可重現性(應用於其他個案)，仍有極大的研究空間，因此本系列研究即針對如何建立一套可輔助營建工程專案延遲分析的資訊系統進行分析與實作。

二、計畫目的

本系列計畫針對營建專案之延遲計算方法進行詳盡之分析與探討，期望協助解決國內時程延遲分析所遭遇的困難，主要目的可歸納為下列數點：

1. 分析、彙整國內、外各種延遲計算方法之優、缺點，及所需要的文件。
2. 分析、彙整各種可取得(包含商用工具)延遲分析工具之功能與優、缺點，及系統所需的資訊。
3. 建立或提出國內適用之延遲計算方法。
4. 開發適用於國內之延遲分析輔助系統。
5. 透過個案之操作，驗證延遲分析輔助系統之可用性。

三、文獻回顧

(一) 延遲的類型

由於營建工程專案的複雜度高、介面繁多，因此經常造成延遲的發生；並依據其發生的型態、時間、以及造成的影響之不同，而有不同的分類方式。若依據延遲的特性可區分為下列七項：

1. 獨立延遲(independent delays)：指發生於個別獨立作業的延遲，延遲的發生與先前作業無關連。獨立延遲所造成的結果可以很輕易的被計算出來；而獨立延遲亦可能成為連續延遲的開端 [4]。
2. 連續延遲(serial delays)：又稱為傳遞性的延遲，是受到先前延遲所產生的影響。連續延遲的前提是延遲的起迄時間點會關聯到其他作業的延誤。若獨立延遲是單一的延遲，連續延遲就是在特定的時程中一連串沒有重疊的延遲，與個別的延遲不會有衝突，在整個計畫中很容易決定責任歸屬 [4]。
3. 共同延遲(concurrent delays)：Trauner [5]將共同延遲定義為兩個延遲事件在同一時間發生。另外 Kim 等人 [6]認為共同延遲為兩個或更多的延遲事件在同一時間區段中發生，而且其發生的形式相當複雜，兩個延遲的起始點/結束點可能相同也可能不相同、延遲的大小可能相同也可能不相同(完全重疊或部分重疊)，甚至延遲對於要徑的影響程度亦不一定相同。Arditi 與 Robinson [7]針對共同延遲所下的嚴謹定義中認為，共同延遲必須是兩個或更多的延遲事件在同一時間發生，且各個延遲對於專案整體的延遲均有所責任。由於共同延遲的型式較為複雜，使得共同延遲的分析相當的困難，僅單純使用要徑法之延遲分析技術進行分析，在處理延遲的共同效果部分將變得相當的不容易 [8]。

4. 步調延遲(pacing delays)：當承包商發現要徑上的作業有或將有業主所引起的延遲發生時，放慢非要徑作業項目以配合業主作業速度的延遲 [9]。由於業主的延遲影響專案完成日期，以致使承包商減緩專案工作速度並修改全部專案排程以便維持進度不變。目前步調延遲與浮時所有權的歸屬問題一樣仍相當具有爭議，未有定見 [10]。
5. OFCI 延遲(OFCI delays, owner-furnished, contractor-installed delays)：由業主提供材料，而承包商負責施工的狀況下，因業主延遲供料所造成之延遲 [9]。
6. 並行作業延遲(parallel prime delays)：在並行作業中，承包商為保持專案步調而延遲施工的時間 [9]。
7. 業主延遲(owner-caused delays)：承包商因預期到業主所應執行的相關作業將發生延遲之狀況，而自動選擇降低工率以配合業主的進度，以減少作業完成後的等待期間 [9]。

然而延遲的分類方式會因不同的觀點而有所差異，國內、外學者如：王添才 [11, 12]、Arditi 和 Robinson [7]、郭斯傑與詹前輝 [13]、Alkass [14]、Stumpf [4]、吳卓夫等 [2]、Lovejoy [15]、尹碧娟 [10]以及 Yang [16]等，在探討專案的時程延遲分析以及延遲的責任歸屬課題時，多以延遲的責任歸屬或是延遲事件的最終處置方式做為延遲的分類標準。說明如下後：

王添才 [11, 12]認為工期展延的類型應分為有藉口之展延與無藉口之展延兩種。有藉口之展延包括天災、業主要求變更、規劃與規範之錯誤與疏失、圖說與現況不符、受外在單位干擾、協調不成、配合其他重大建設工程、甲方(業主)審查送審文件延誤、配合交通維持計畫與改道、其他等。而沒有藉口之展延則包括下包商執行不力與管理不當、材料供給延誤、施工錯誤導致重做、管理不當、界面協調不佳、施工與財務規劃不當等。而 Arditi 和 Robinson [7]在探討營建工程之共同延遲的訴訟問題時，將延遲的類型區分為：可接受可補償延遲、可接受但不補償延遲、不可接受延遲以及獨立延遲、連續延遲、共同延遲等六大類。郭斯傑、詹前輝 [13]則提出兩種延遲的分類方式，分別是以展延的處理模式以及造成展延之延遲原因來區分，而以延遲的處理模式分類則主要依據業主能否接受以及承包商能否獲得補償，將延遲區分為：得業主接受且可獲得補償的展延、得業主接受但不可獲得補償的展延、獲得業主接受之展延等三類。

Stumpf [4]將延遲分析所需之延遲類型區分為不可允許延遲、可允許延遲、無法補償延遲、可補償延遲等四項類別。吳卓夫等 [2]彙整國內外有關延遲分類之相關研究後，為了使延遲的分類能簡單明確的歸類出造成進度落後的展延原因，以符合國內工程慣用之詞句以及實際執行上之用詞語法加以詮釋說明，將延遲區分為：

1. 可歸責於業主且可補償：由於業主或業主代表之第三者所引起之進度落後情況，由業主承擔其相關責任。
2. 不可歸責於承包商及業主但不補償：非業主或承包商兩者之責任，為外在因素影響所造成之進度落後情況，如：惡劣氣候或人力物料短缺。
3. 可歸責於承包商：由於承包商自身的問題所引發之進度落後情況、由承包商自行承擔其責任，如：低生產率、不當施工等。

Alkass [17]及尹碧娟 [10]則將工程延遲的類型，依照承包商或業主是否需要負起影響完工日期或增加工程費用之責任，分為可原諒延遲(excusable delays)、以及不可原諒延遲(non-excusable delays)兩大類，說明如下：

1. 可原諒延遲：指非承包商的行為、超出承包商的控制或是雙方沒有錯誤或疏失的原因。這類延遲對要徑或非要徑的作業活動有多少影響、能否准許延長工期或是能否證明減少冗長工期必須更細節的分析才能判定。而可原諒延遲能進一步分類為「可獲得補償延遲(compensable delays)」與「不可獲得補償延遲(non-compensable delays)」。

- 1). 可獲得補償的延遲：指由於業主(同時包括業主代表如：工地負責人、監造建築師、工程師等)的行為或怠惰所導致的延遲；承包商遭遇造成此類延遲的原因時，不但被給予工期展延的權利同時也可獲得金錢上的補償。因延遲的責任在於業主，可補償延遲內容包括工期上的補償，以及承包商因延期所造成的額外損失的求償(直接與間接費用皆可)。
 - 2). 不可獲得補償的延遲：指該延遲之發生既不是業主也不是承包商所需負責任的，當遭遇到此類型的延遲時，在沒有任何的損害原因之下只有工期展延會被批准。雖然可延長工期，但是承包商不可以要求因延遲所造成的金錢損失之補償；業主吸收工期上的損失，承包商吸收成本上的損失，來降低延遲對雙方之衝擊。
2. 不可原諒延遲：指因承包商或其分包商所產生的延遲。當此類延遲發生時，承包商無法得到工期展延的權利，反之業主可就因延遲所造成的損失提出求償之權利。由於這些事件非關業主及設計單位之疏失及責任，一切都是在承包商可控制的範圍內之責任，因此如發生延遲，所造成之損害除必須由承包商自行負擔外，承包商甚至必須面臨到逾期罰款之懲罰。

Lovejoy [15]以及 Yang [16]等先後針對延遲責任的歸屬提出延遲事件的責任辨識流程，如圖 1 所示：

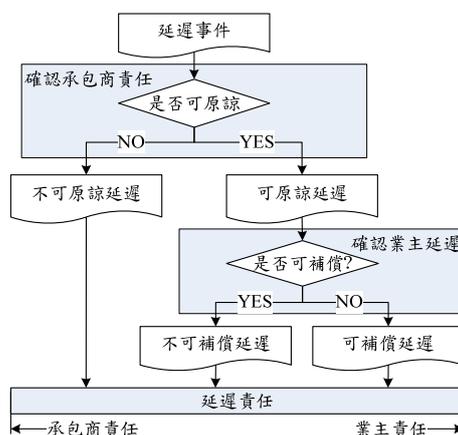


圖 1、延遲責任歸屬辨識流程圖

資料來源：[16]，本研究重繪

其他亦有學者由不同的觀點及時機看待延遲事件的發生，也因此有不同的延遲分類方式，例如：辛其亮 [18]從設計的觀點探討工程中造成變更設計的延遲原因之分類以及其責任歸屬，將延遲原因分為四大類型，如表 1 所示：

表 1、變更設計延遲原因類型整理表

編號	延遲責任類型	說明
1	設計者不必負責者	由於政策性之改變、與設計本身無關之時間配合問題
2	設計者需完全負責者	設計者本身疏忽或錯誤、設計者本身未做好協調溝通之工作、未確定材料或設備之來源
3	介於兩者之間，應負部份責任者	地質狀況、為配合其他機構之天然災害、國際性工程
4	假性變更設計	藉估驗計價消耗剩餘物資、礙於相關法令限制必須新增計價項目或改變計價單位

資料來源：[18]，本研究整理

另外，Chan 和 Kumaraswamy [19]則依據延遲與專案的相關性將延遲的分類分為八種，如表 2 所示：

表 2、延遲與專案關聯性之延遲分類整理表

編號	延遲分類	說明
1	專案相關	包含專案特性、必要的變更、多方面溝通、決策速度、地質狀況
2	業主相關	包含業主特性、專案財務、變更與需求、工程款(專案執行中)給付。
3	設計團隊相關	包含經驗、複雜設計、設計文件錯誤或延遲
4	承包商相關	包含承包商之專案計畫控制經驗、現場管理與監督、分包商層級、資金流量
5	物料相關	包含短缺、變更材料、採購計畫、預鑄比例
6	勞務相關	包含缺乏勞工、技術水準低落、不積極、生產力低
7	機具/設備相關	包含短缺、效率低、故障、錯誤選擇
8	其他因素相關	包含審圖或材料試驗之等待時間、環境關係與約束

資料來源：[19]，本研究整理

(二) 工程各階段延遲責任及發生原因

尹碧娟[10]針對國內外專家學者所提出之各工程階段延遲責任發生原因加以分類，將延遲發生原因歸類如表 3 所示。

表 3、工程各階段延遲責任及發生原因分類表

造成單位 工程階段	業主	設計單位	施工單位	其他原因
規劃階段延遲原因	1. 決策時間太長或太慢 2. 行政作業因素 3. 設限過多	1. 設計廠商計畫、預定工作進度不確實及人力缺乏 2. 低價搶標、財務困難 3. 行政作業因素	/	1. 法令限制（審核作業耗時） 2. 說明會（政治與利益抗爭）
設計階段延遲原因	1. 設計變更 2. 審核逾時 3. 增減工作內容數量 4. 決策時間太長 5. 財務周轉困難 6. 業主設限過多			1. 戰爭或罷工 2. 法令修改
發包階段延遲原因	1. 招標時間過長 2. 招標文件內容不完全	/	/	/
施工階段延遲原因	1. 延遲交付工地及通路 2. 設計變更 3. 增減工作內容數量 4. 決策時間太長 5. 財務周轉困難 6. 業主設限過多	1. 設計資料過遲交付 2. 設計錯誤或不良	1. 工地缺乏管理 2. 開工太遲 3. 資源配置及管理不善 4. 次包商素質不良 5. 施工錯誤 6. 改變工法或施工順序 7. 財務困難 8. 預定進度不確實及人力缺乏 9. 交貨延遲 10. 行政作業因素	1. 天候惡劣 2. 非預期之地下條件 3. 第三者介面阻礙（土地取得因素、管線遷移） 4. 戰爭或罷工 5. 法令修改 6. 放射性物質污染 7. 工作許可證核發困難 8. 政府機關冗長作業

資料來源：[10]

(三) 延遲分析程序相關研究

1. 國內相關研究

國內對於延遲分析的研究與國外相對而言較為少見，在官方較具參考、使用價值者以行政院公共工程委員會所發行之「公有建築物作業手冊」[20]為主，而在其「工期展延認定」的內容中指出：目前時程展延之計算方法眾多且「各種方法或浮時擁有權認定於實務應用上仍有些許困難」，僅建議應採用如圖 1 之處理流程及部分處理原則，但對於多變的時程延遲狀況然有不足之處，因此如何確立可被接受之方法並為其建立詳細之步驟，對於學術及實務皆有深入研究之必要性。

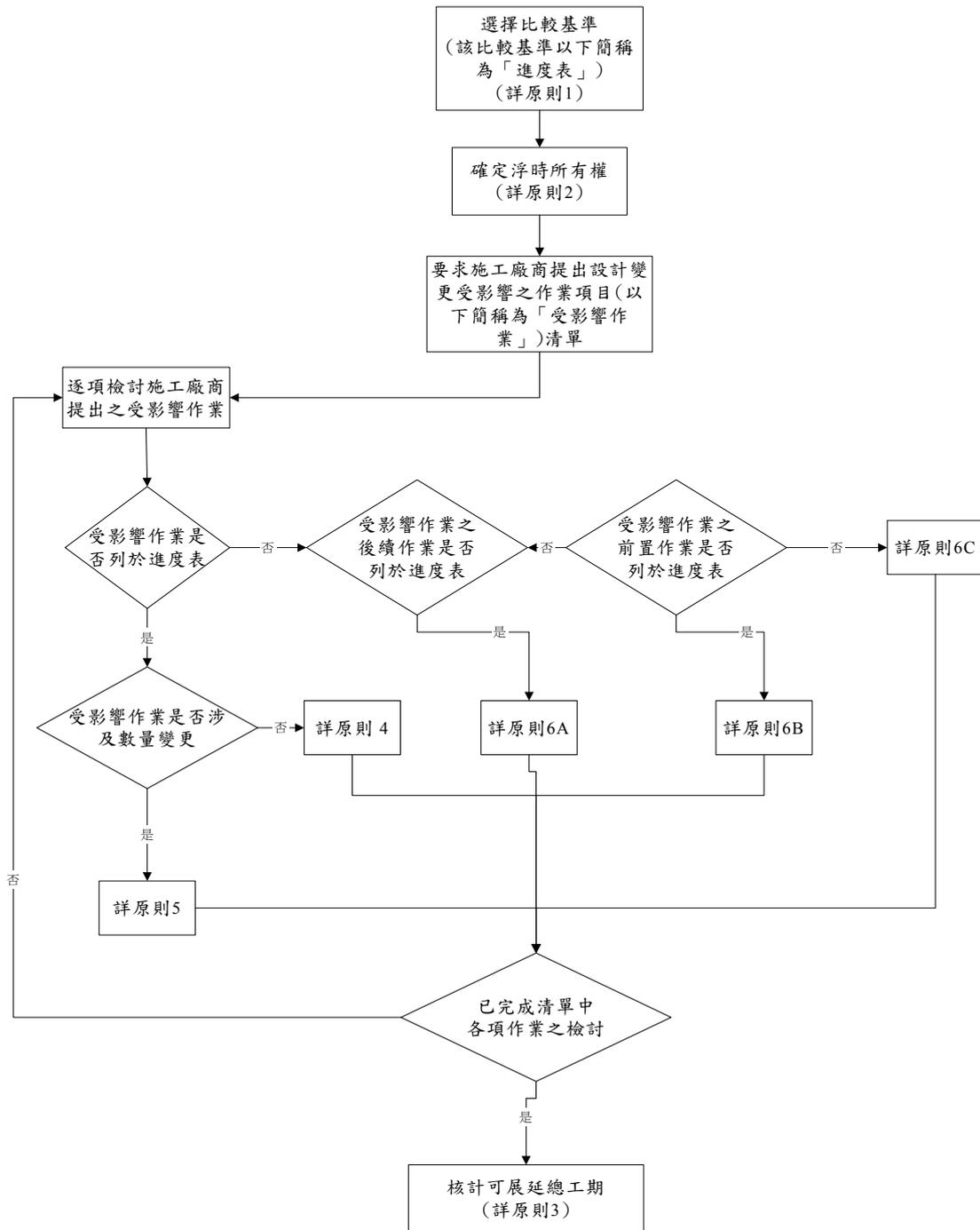


圖 2、辦理工期展延認定流程圖[20]

在學術研究中，則有鄭明龍[21]以法律的觀點探討國內工程之工程延遲浮時所有權、

與共同延遲外，並對各種時程的分析方法亦逐一探討，提出一簡略的程序供工程界相關人員瞭解分析法的本意與利用，並建議「結合分析方法的優點」及「利用資訊技術」，此即為本研究之研究核心與重點。另外，楊智斌與尹碧娟[22,23] 針對國外各式的時程延遲分析技術，分析常見五種時程延遲分析技術之作業概念及應用程序(如圖 3 所示)，尹碧娟[10]更進一步以 MS-Project 說明各式分析方法之操作程序，此亦為本研究擬執行的模式：應用時程延遲分析技術結合專案時程管理之工具，輔以實際案例之驗證，來大幅提升延遲分析技術之應用成效。

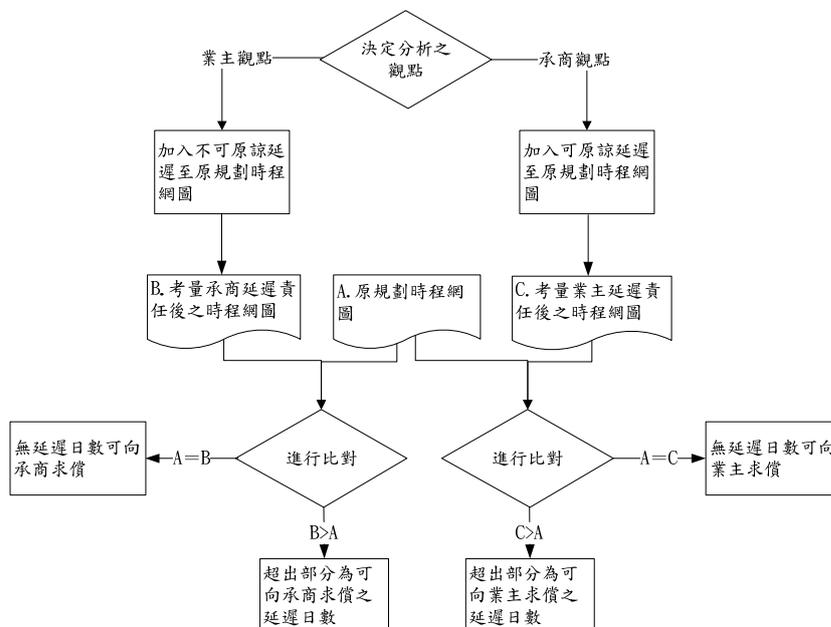


圖 3、原規劃時程擴展分析技術分析流程圖[10]

Yang and Kao [24]亦針對延遲分析的程序將專案在時程的爭議處理程序分為五個階段，如圖 4 所示，說明如下：

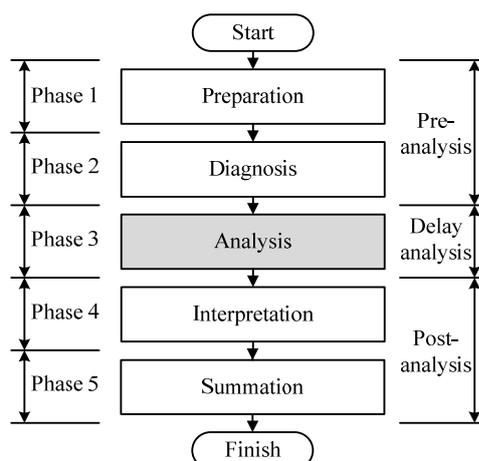


圖 4、延遲分析程序示意圖
資料來源：[24]

- 1) 階段一：為分析準備階段(Preparation)，準備、彙整所有的紀錄文件，包括規劃時程、投標文件、施工日報以及竣工時程等。
- 2) 階段二：為比較基礎的釐清階段(Diagnosis)，辨識出受到延遲影響的作業項目，並將

- 各延遲依據責任的歸屬加以區分，以為後續的分析基礎；延遲的類型則區分為可原諒可補償延遲、可原諒延遲不可補償以及不可原諒延遲等三種。
- 3) 階段三：為實質的分析階段(Analysis)，根據延遲分析資訊的條件(包括：資訊的可利用度、完整度、時間、以及經濟考量等)，選擇可用、可靠的延遲分析技術進行延遲的影響程度分析。
 - 4) 階段四：為分析項目的結果說明(Interpretation)，確認各個延遲對要徑、總工期的影響程度，其中以共同延遲等較具爭議性的延遲確認必須更加的明確，以釐清其責任的歸屬。
 - 5) 階段五：為分析成果的匯總階段(Summation)，將前述分析的結果加以彙整，並製作成完整的延遲分析報告。

階段一、二主要是分析前的準備工作，重點集中在為正式延遲分析所需要必要資訊的蒐集。相對的，階段四、五則是分析後的彙整，重點在於分析結果的總結；至於階段三的重點工作則是透過適當的延遲分析技術進行延遲的影響程度分析。

2. 國外相關研究

在國外有關時程延遲分析的研究中，Schumacher [25]針對延遲事件的分析程序提出四個問題協助分析者釐清延遲爭議的狀況，分別是：“what was supposed to happen?”、“what did happen?”、“what were the differences?”以及“how did they affect the project schedule?”。而延遲爭議處理的程序根據這四個簡單的問題可進一步分為四個簡易的階段，如圖 5 所示。階段一先必須確認專案預期執行的過程，即所謂的預定/執行進度；主要目的在於確認專案執行的管控基準。階段二則是確認實際上專案的執行狀況以及記錄；主要目的在於建立專案實際的執行現況資訊。階段三則是要釐清專案預定執行進度與實際進度之間的差異；主要利用延遲分析技術進行延遲事件對整個專案的影響評估。階段四則是根據評估的結果，將延遲的責任予以合理的分配。

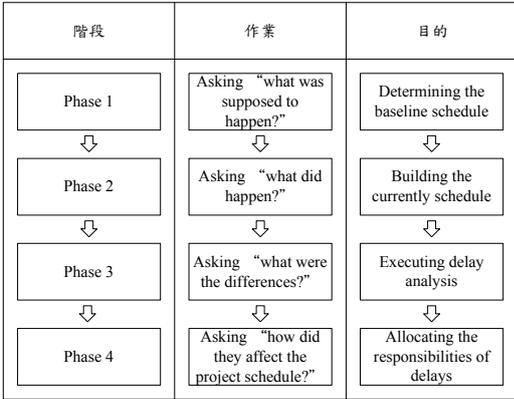


圖 5、延遲爭議處理四階段示意圖
資料來源：[26]

Reams(1989)、Zafar(1996)以及 Bordoli(1998)等學者先後針對時程延遲分析的步驟，提出其看法，本研究整理如表 4 所示：

表 4、時程延遲分析步驟整理表

學者	時程延遲分析步驟
Reams(1989)	Step 1: isolate in time when each alleged delay, impact, or acceleration directive occurred Step 2: select the earliest occurring delay Step 3: determine how previous delays and impacts have affected the delay under analysis Step 4: determine the type of the alleged delay Step 5: perform a schedule analysis

	Step 6: interpret the results Step 7: if warranted from Step 6, allocate time and sum adjustments Step 8: update the schedule Step 9: repeat Step3 through 8 for each alleged delay or acceleration directive
Zafar(1996)	Step 1: review the bid documents and base-line schedule Step 2: analyze the scheduling updated Step 3: make a site visit Step 4: review correspondence, memos to file, and photographs Step 5: review the request for information (RFI) file Step 6: review the change order files Step 7: review the project progress meeting minutes Step 8: review the superintendent's daily report and quality control report Step 9: interview field personnel Step 10: review the pay request/pay report Step 11: prepare an as-built schedule
Bordoli(1998)	Step 1: prepare as-planned network and classification of delays Step 2: identify first delaying event Step 3: identify progress at delay data Step 4: update the network Step 5: simulate the first relevant event Step 6: consider mitigating action Step 7: consider subsequent relevant events Step 8: consider the effect of omissions Step 9: make a conclusion and reassess if necessary Step 10: collate and present results

資料來源：[14, 17, 27]

3. 小結

綜合前面之初步分析後發現，國外對於延遲分析方法及執行方式已建立相當不錯之基礎，但國內對於延遲分析方法的探討則略顯不足，尤其是延遲分析方法的適用性探討，是否所有的分析方法皆可適用，甚或哪一種方法才是目前國內工程現況最合適之方法，實有進一步研究之必要。根據本研究先前的分析指出，國內並無一套制式可接受的方法，實務上大多數利用大家熟知的要徑法(CPM)，輔以有經驗者的經驗法則，逐事件慢慢解析。此外，目前大多數的研究大多僅於流程及程序之描述，少有資訊系統之輔助，因此建構實用之輔助資訊系統，除可輔助決定真正適用之方法外，更可使真正需要使用者易於使用並計算出正確、合理及可接受的結果。

(四) 時程延遲分析技術分類

在前述調查、彙整的眾多的延遲分析技術中，Yang et al. [16]針對延遲分析技術分析特性，將延遲分析技術更進一步的依據方法的特性區分為：數學式(mathematical)、程序式(process-based)以及電腦化(computer-based)等三種模式，如圖 6 所示，說明如下：

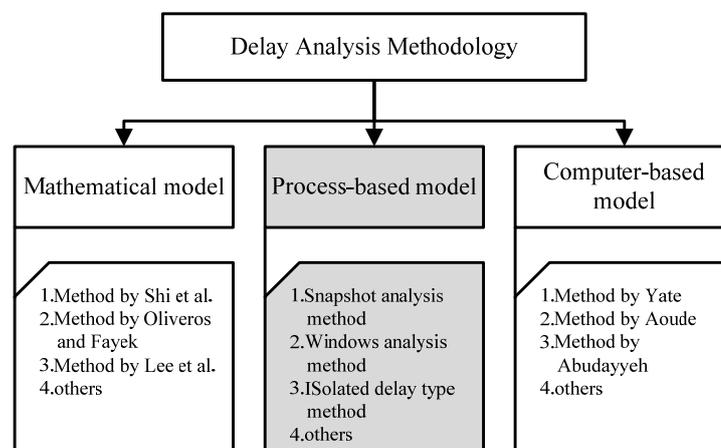


圖 6、延遲分析技術基本分類方式示意圖

資料來源：[16]

1. 數學式

數學式的延遲分析技術多用於協助分析者精確的計算每一個延遲事件在專案中對個別作業上的影響程度，如：Shi 等人 [27]所提出的 Equation-activity-based calculation method proposed、Oliveros 與 Fayek [28]提出利用模糊邏輯估算延遲工期以改善延遲分析的功能、以及 Lee 等人 [29]所提的考慮生產率的延遲分析技術等，均為數學式的延遲分析技術。

2. 程序式

程序式延遲分析技術包括 Global impact technique、Net impact technique、Adjusted as-built CPM、As-planned expanded、But-for、Snapshot technique、Time impact technique、Windows analysis 以及 Isolated delay type techniques 等 [24]。主要是利用專案執行的順序性、前後關係等特性作為延遲分析的依據，以釐清延遲天數、責任的方法。程序式延遲分析技術可再更進一步依據分析的過程予以區分。包括有：概念式(concept method)、前進式(forward path method)、後退式(backward path method)以及動態方法(dynamic method)等四類 [24]，如圖 7 所示，說明如下：

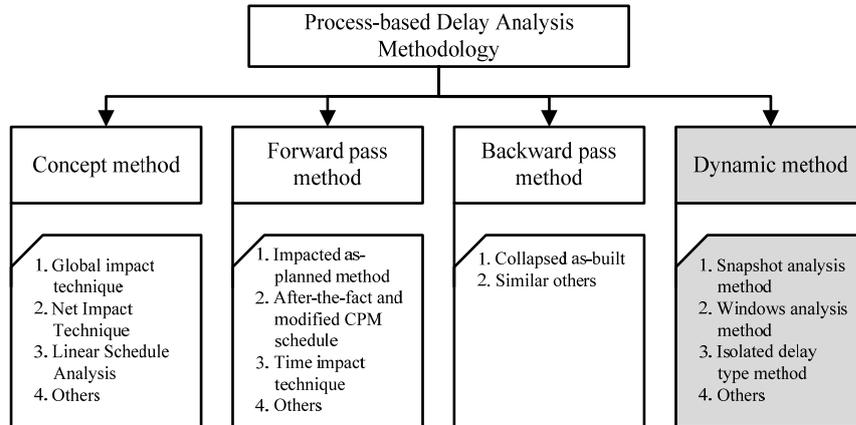


圖 7、程序性延遲分析技術分類示意圖

資料來源：[24]

- 1). 概念式方法：概念式方法是依據專案的竣工時程所記錄到的專案時程資訊，以及原規劃時程預定的專案執行時程資訊；透過與規劃時程及比較基準時程的差異比較，計算出時程的差異結果，進而確定專案延遲的天數。
- 2). 前進式分析方法：前進式分析方法的觀念與要徑法之前進計算相同，以原規劃時程(或業主核定時程)為基礎，透過前進計算的觀念逐一檢討包含所有延遲事件的影響性之專案完成時間的變化，以確定各個延遲事件對專案發生影響的延遲日數。
- 3). 後退式分析方法：後退式分析方法與前進式分析技術同樣是利用要徑法的觀念，但後退式分析方法是以前進式分析技術為基礎，利用後退計算的觀念逐一檢討排除延遲事件的影響性後之專案完成時間的變化，以確定各個延遲事件對專案發生影響的延遲日數。
- 4). 動態式方法：動態式方法較前述的方法更具彈性，可依據分析者所欲分析的時間區段、時機進行延遲事件的影響程度分析。分析者可依據需求即時分析延遲事件對專案的影響。

以下針對上述所調查的所有延遲分析技術中之程序式延遲分析技術進行整理。各方法之概述、衍生或相似的方法，如表 5 所示：

表 5、延遲分析技術分類整理表

延遲分析方法	方法概述	類似/雷同方法	分類
Reams' systematic approach (Reams 1989)	This method systematically isolates the impact in time of each alleged delay, impact or acceleration directive occurred, then determines the type of the alleged delay by comparing the impacts of previous delays.	None	concept method
Global impact technique (Alkass et al. 1995)	This method represents all the delays and disruptions on a bar chart, and then calculates the total delay by summarizing all delaying events.	None	concept method
Net impact technique (Alkass et al. 1995)	This method is similar to the global impact technique, but only the net effect of all the delays. The method determines total delay by calculating the difference between the as-planned and the as-built completion dates.	Adjusted as-built CPM technique (Alkass et al. 1995, 1996)	concept method
Dollar-to-time relationship (Zafar 1996)	This method supports the direct relationship between the project cost and time. However, delay value is hard to calculate from the extra cost.	None	concept method
Bar chart analysis (Zack 2000, 2001)	This method compares the as-planned bar chart with an as-built bar chart prepared by recording delays on extended or added bars. This method systematically ignores the lack of underlying logic between the activities.	As-built bar chart (Bordoli and Baldwin 1998)	concept method
CPM update review (Zack 2000, 2001)	This method examines each schedule update submitted on the project, and explains the cause of the delay on each update, without performing any further analysis.	None	concept method
As-planned versus as-built analysis (Zack 2000, 2001)	Similar to the bar chart analysis method, this method simply compares the baseline or as-planned schedule with the final or as-built schedule. The time owed is calculated by subtracting the time planned from the actual time expended to determine.	None	concept method
Linear schedule analysis (Zack 2000, 2001)	This method is only used for linear type projects. The method compares the as-planned schedule with actual linear progress.	None	concept method
B&B's delay analysis method (Bordoli and Baldwin 1998)	This method uses critical path techniques to simulate the impact of events that have been identified as likely to cause delays to the project. This method is a clear, straightforward step-by-step approach with a dynamic model considered by both experts and practitioners.	None	forward path method
Snapshot technique (Alkass et al. 1995)	This method divides the as-built schedule into a number of consecutive snapshot (time period) and updates the as-planned schedule by imposing all delays that occur in each snapshot and in succession. The method records the delay caused by each update, and then summarizes all the recorded delays.	None	dynamic method
Isolated delay type (Alkass et al. 1995)	This method is similar to the snapshot technique, except that it classifies delay types as excusable compensable delays, excusable non-compensable delays and non-excusable delays, instead of considering all the delays together. The method imposes the delay to update the as-planned schedule and summarizes all apportioned delay values that have been recorded.	None	dynamic method
After-the-fact and modified CPM schedule (Zafar 1996)	Similar to the impacted as-planned method, this method uses a created new baseline or modified as-planned schedule, instead of the original as-planned schedule.	None	forward path method
Impacted as-planned method (Zack 2000, 2001)	This method starts with the as-planned schedule and adds delay one by one (generally caused by other party) to an activity to demonstrate why the project was completed later than planned.	As-planned plus delay analysis (Zack 2000, 2001, Stumpf 2000); impacted baseline schedule (Zafar 2001); what-if (Schumacher 1995, Stumpf 2000); affected baseline schedule (Al-Saggat 1998); as-planned method (Conlin and Retik 1997)	forward path method
Modified but-for (Schumacher 1995)	This method designed to produce repeatable and accurate results by reconciling all parties' points of view. This method uses the Venn diagram representation for three-party critical delays and the selected set of compensation rules (Mbabazi et al. 2005).	None	dynamic method
Apportionment delay method (Ng et al. 2004)	This method is a compromise between the net impact and but-for techniques. It apportions the actual delay amount according to the ratios of the compensable-delay, non-excusable-delay and excusable -delay to the total delays.	None	dynamic method

3. 電腦化

電腦化的方法主要是透過電腦程式的設計來協助分析者收集、記錄必要的資訊以執行明確的延遲分析計算。電腦化的延遲分析技術包括有：Yates [30] 應用資訊技術處理相關

的資訊，使系統具備決定專案延遲原因的能力所發展的營建決策支援系統。另外 Aoude [31]所開發電腦程式則利用一般專案的評估資訊分析專案及作業層級的延遲，該系統可在營建專案中輔助延遲事件的定義與量化。Abudayyeh [32]則為了要明確的呈現出圖形畫面、聲音資料、延遲的管理資訊以及潛在的索賠在營建工程專案延遲中所扮演的角色，而發展一套具多媒體功能的營建延遲管理系統。

(五) 時程延遲分析技術分析與比較

1. 時程延遲分析技術分析

本研究以尹碧娟[10]所分析之總體影響技術(Global Impact Technique)、淨影響技術(Net Impact Technique)、原規劃時程擴展分析技術(As-Planned Expanded Technique)、崩塌竣工時程分析技術(Collapsed As-Built Analysis)、快照分析技術(Snapshot Analysis Technique)、視窗分析技術(Window Analysis Technique)及獨立延遲形式技術(Isolated Delay Type)等七種國外常用之延遲分析技術為基礎以及之後提出之獨立式崩塌竣工延遲分析技術(Isolated Collapsed As-Built Delay Analysis)，共八種延遲分析技術，分析其分析方法之概念與優缺點，整理如表 6 所示[4,10,21,14]。

表 6、延遲分析方法比較表

技術名稱	基本概念	優點	缺點
總體影響技術	以桿狀圖呈現時程資訊，以原規劃時程為基礎，比較原規劃與竣工時程，找出每一個延遲事件的開始及結束時間點及其延遲工期；再將這些個別延遲工期加總為總延遲工期。	簡易計算	1.無法區別延遲事件的責任歸屬。 2.未考慮共同延遲。 3.計算過於簡化，無法區別延遲類型。 4.無法反映真實及即時修正進度之變化。 5.不被工程爭議的仲裁法庭所接受。
淨影響技術	將所有延遲、銜接時間、變更設計及停工指示都標記在竣工時程表之上，遇有作業發生延遲重疊時間，只計算一次，避免延遲時間重複計算，以計算出所有延遲的淨影響結果。	與總體影響技術分析相較，此方法以淨延遲時間解釋延遲對於專案整體工期之影響，對雙方而言較為合理。	1.雖考量共同延遲之影響，但只做到了不重複計算時間，並未真正將共同延遲責任多寡作為區分。 2.過於簡化，無法細察延遲類型及責任區別。 3.無法完全反映工程過程之真實性及即時修正進度變化。 4.不被仲裁法庭所接受。
原規劃時程擴展分析技術	以原規劃時程網圖為基礎，並考慮雙方觀點，將對方延遲責任加入後所形成的工期與原規劃完工工期進行比對，而比對後所計算出的工期差異即為對方應負責之延遲工期。	區別延遲責任，對於雙方的解釋效果較簡單，能夠輕易且重點式的提出對方責任延遲。	1.若原規劃進度基線排程有邏輯上缺點，在分析操作上會較複雜。 2.無法分析共同延遲及釐清作業連續及累計性延遲。
崩塌竣工時程分析技術	由於實際竣工時程可透過施工日報表、會議記錄及雙方往來文件中建立，因此分析實際竣工時程遠比分析原規劃時程或重建後授權用時程容易印證其真實性。此一分析方法是以前述竣工時程為分析基礎，故在國外最為仲裁工程爭議法庭採用。且崩塌竣工時程分析技術分析結果易於讓雙方辨識、接受，因此普遍成了索賠的工具[9]。	大幅降低雙方對時程準確性之疑慮	1.無法分析共同延遲及釐清作業連續與累計性延遲。 2.需要業主與承包商詳細記錄發生原因與影響工期之因素，並於建立排程前需共同認定歸咎延遲原因與計算方式以作為排定後比對之依據。 3.必須確認網圖中所有的作業其邏輯前後關係是正確的，如雙方認定邏輯前後關係不一致，則會有爭議產生。 4.無法於施工過程中作為選擇要徑及資源分配之參考工具。
快照分析技術	片段實際發生工期紀錄所造成之延遲，依雙方責任比例分擔，直至分析到實際竣工時程，雙方依責任所累計之延遲日數即為對方求償日數。	此分析技術為一系統化且客觀性的方法，可分析出片段時間發生之共同延遲、連續性延遲及累積性延遲對專案整體工期之影響。	1.準確度因使用快照數目而定，若簡化快照次數則爭議相對較大。 2.分析前需確認可原諒不可補償之歸責計算方式，依據比例計算延遲責任分擔之結果是否等同於主要影響階段性之延遲結果，還待商榷。
視窗分析技術	視窗分析技術類似於快照分析技術，相似處在於將專案分成數個片段以不同時間點檢視延遲或延遲事件之影響效果；但快照分析技術分析焦點在延遲或延遲事件所「涵蓋的時期」，而本視窗分析技術將分析焦點專注於延遲或延遲事件之「本身」。其作業概念為：「個別重大延遲事件其造成專案延遲之影響日數，依雙方責任比例分擔，直至分析到實際竣工時程，雙方依責任所累計之延遲日數即為對方求償日數。」	1.可於施工過程中任何時間點作分析，在分析過程中可分析出連續性、累積性延遲。 2.可檢視後續施工作業之進度及邏輯關係，以此判定後續作業如何追趕先前已發生之延遲，為非常客觀及機動性的方法。	1.無法衡量「共同延遲」之後續影響。 2.方法過程相當耗時且需要投入大量人力作延遲分析導致分析成本昂貴。 3.分析前雙方必須需確認可原諒不可補償之歸責計算方式。 4.需要經常性的更新專案進度，於人力資源上必須有專門的排程人力資源，以便隨時加入變更工項工期，而原規劃要徑移轉，需考量其他的作業影響及資源配合，使其影響專案完成時間遞延結果一併列明，因此作業程序相當繁複。
獨立延遲形式技術	是同時掌控延遲發生的分類、共同延遲以及即時要徑分析這三項時程管控延遲的重點，其作業概念為「以雙方責任區分，將對方之責任延遲事件分段分析出對總體工程之影響，直至分析到實際竣工時程，雙方依責任所累計之延遲日數即為對方求償日數。」	1.此分析技術掌控延遲發生的分類、共同延遲以及即時要徑分析這三項時程管控延遲的重點 2.在任一時段分析延遲，並考量因作業變動產生浮時可由雙方共用。	1.方法花費時間、人力及成本僅次於視窗分析技術，但如果因想減少作業量而將簡化分析分段，則本技術的準確度相對降低。 2.責任比例分攤必須依據進行分析前細分延遲類型，延遲類型中可原諒不可補償之延遲分擔責任之爭議較大，故必須於分析前雙方需確認可原諒不可補償之歸責計算方式。 3.經常性的更新專案進度，於人力資源上必須有專攻排程人力資源，隨時加入變更工項工期，易使原規劃要徑移轉，需考量其他的作業影響及資源配合，使其影響完工時間遞延結果一併列明，但作業程序相當繁複。
獨立式崩塌竣工延遲分析技術	此延遲分析技術作業概念為：「以雙方責任區分，將對方之責任延遲事件分段還原出對總體工程之影響，直至還原到原規劃時程完工時間，雙方依分段責任所累計之延遲日數即為對方求償日數。」	1.以雙方觀點作分析，釐清該階段時間雙方發生延遲，個別對整體專案工期之影響。 2.分段分析，可分析出連續性、累積性及共同延遲之影響。 3.此分析技術使用實際竣工時程做為分析基礎，可避免原規劃時程作業漏項、無法與竣工時程比對分析之困擾。 4.考量因作業變動產生浮時可由雙方共用。	1.無法做為即時性分析工具。 2.訂定比較基準時間過程複雜，需由專業時程排程技術人員操作。 3.計算過程方法耗時，但分析時間較視窗分析技術縮短，重建基礎分析排程較獨立形式延遲分析技術容易。

2. 時程延遲分析技術比較

延遲分析技術礙於本身的假設或基礎方法論的限制不免各存有一些應用上的限制。因此，各個延遲分析技術所能處理的延遲狀況、能力不盡相同。以下針對各延遲分析技術的差異進行比較，說明如下：

在延遲分析技術之適用性部分，鄭明龍 [21]針對 Global impact technique、Net impact technique、Adjusted as-built CPM technique、As-planned expanded technique、As-built collapsing technique、Snapshot technique、Time impact technique、Modified as-built method、Window analysis 以及 Isolated delay type technique 等時程延遲分析技術的適用性進行整理，如表 7 所示。其中以 Windows analysis 以及 Isolated delay type technique 所能處理的延遲類型最為廣泛(包括延遲責任的區分、共同延遲的處理以及即時性的分析等)。

表 7、延遲分析法之適用性整理表

延遲分析技術	簡易性	責任區分	共同延遲	即時性	分析文件	要徑變化
Global impact technique	○					
Net impact technique	○					
Adjusted as-built CPM technique	○		○		I, II	
As-planned expanded	○				I, II	
As-built collapsing technique		○	○		II	
Snapshot technique			○	○	III, IV	
Time impact technique			○	○	III, IV	
Modified as-built method			○	○	III, IV	
Window analysis		○	○	○	III, IV	○
Isolated delay type technique		○	○	○	III, IV	○

※I：原規劃時程；II：部分更新時程；III：定期更新時程；IV：包含延遲資訊之定期更新時程。資料來源：[21]

另外 Lovejoy [15]則針對 Planned vs. As-built method、Impact as-planned method、Windows analysis、以及 Collapsed as-built method 等四種延遲分析技術的資料需求、分析效益以及正確性進行比較，如表 8 所示。就分析的正確性而言，時窗分析法的正確性是當中最最高的一項，但相對的在分析過程中必須花費更多的心力，對於分析資料的需求亦較高。

表 8、時程延遲分析技術簡易比較表

方法	資料需求	效果需求	期望正確性
Planned vs. As-built	Extensive	Average	Fair
Impacted As-planned	Moderate	Average	Good
Windows analysis	Extensive	Major	Excellent
Collapsed as-built	Extensive	Significant	Very good

資料來源：[15]

尹碧娟 [10]針對 Global impact technique、Net impact technique、As-planned expanded technique、Collapsed as-built analysis、Snapshot analysis technique、Window analysis、Isolated delay type 等七種常見的時程延遲分析技術的分析程序以及分析結果的優、缺點進行分析，如表 9 所示。

表 9、常見時程延遲分析技術比較整理表

分析技術	優點				缺點		
	延遲分類	共同延遲	連續延遲	即時要徑分析	邏輯缺陷、漏項	分析耗時、昂貴	依比例分擔責任具爭議
Global impact technique	-	-	-	-	-	-	-
Net impact technique	-	-	-	-	-	-	-
As-planned expanded technique	○	-	-	-	○	-	-
Collapsed as-built analysis	○	-	-	-	-	-	-
Snapshot analysis technique	-	○	○	-	○	-	○
Windows analysis	○	-	○	○	○	○	○
Isolated delay type	○	○	○	○	○	○	-

○: with the capability; -: without the capability. 資料來源：[10]

根據尹碧娟 [10]的比較結果發現 Window analysis 以及 Isolated delay type 是常見的時程延遲分析法中較為優異的兩種方法。而常見的時程延遲分析技術在分析的過程中所需要的文件種類，則彙整如表 10 所示；就分析的基礎文件、分析前需準備的文件、以及分析時比對的文件需求而言，Window analysis 與 Isolated delay type 兩種方法的需求幾乎相同，主要為原規劃時程以及分析後調整時程。

表 10、常見時程延遲分析技術分析所需文件整理表

分析技術	分析基礎文件		分析前需準備文件 (參考計算用)			分析時比對文件		
	原規劃時程	實際竣工時程	原規劃時程	實際竣工時程	延遲歸責分類文件	原規劃時程	實際竣工時程	延遲分析用調整後時程
Global impact technique	○	○	○	○	-	○	○	-
Net impact technique	○	○	○	○	-	○	○	-
As-planned expanded technique	○	-	○	○	○	○	-	○
Collapsed as-built analysis	-	○	○	○	○	-	○	○
Snapshot analysis technique	○	-	○	○	○	○	-	○
Windows analysis	○	-	○	-	○	○	-	○
Isolated delay type	○	-	○	-	○	○	-	○

○: with the capability; -: without the capability. 資料來源：[10]

Yang et al. [16]根據過去的相關研究成果，針對延遲的分析功能，包括：即時分析、共同延遲的處理、步調延遲的分析等，彙整目前較為熱門的延遲分析技術進行比較，如表 11 所示。發現時窗分析法較其他延遲分析技術所能處理的延遲狀況較多，也能處理相對較為複雜的延遲狀況。而時窗分析法分析結果的正確性也受到國外的法庭所肯定 [33]。

在上述常見的延遲分析技術的比較與分析研究中，就分析結果的正確性以及分析的功能性而言，時窗分析法是公認最為正確、分析功能最為齊備的延遲分析技術；雖然時窗分析法往往在資料需求度、分析的效率以及經濟性上較其他分析技術來的嚴格、費時以及昂貴。然而對於營建工程專案動輒數千萬、上億如此龐大的工程規模而言，善用嚴謹、正確的分析技術對於維護雙方的權利均是相當重要的課題。

表 11、延遲分析技術功能性比較整理表

延遲分析方法	功能			
	即時要徑分析	即時延遲資訊分析	共同延遲	步調延遲
As-planned vs. as-built method	×	×	×	×
Global impact technique	×	×	×	×
As-planned technique	×	×	×	×
Impacted as-planned technique	×	×	×	×
Net impact technique	×	×	×	×
Time impact technique analysis	○	○	×	×
But-for	×	×	○	×
Isolated delay type technique	○	×	○	×
Snapshot technique	○	○	○	×
Windows analysis	○	○	○	×

○: with the capability; ×: without the capability. 資料來源：[16]

3. 小結

彙整前述本研究回溯的文獻，有關本研究對於延遲以及時程延遲分析技術之整理如下：

- 1). 延遲分類：由於時程延遲分析的結果經常牽涉到延遲作業的責任歸屬以及費用的索賠。因此，用以分析時程延遲時所採用的延遲分類，必須能明確的指出延遲的責任歸屬以及費用補償方式。國內、外有關時程延遲分析的研究中，亦多將延遲的分類依據契約雙方的延遲責任歸屬進行分類；故本研究亦以延遲的責任歸屬作為分類的依據，

將延遲區分為三大類，分別為：不可原諒延遲 (non-excusable delay, NE)、可原諒可補償延遲 (excusable compensable delay, EC)以及可原諒不可補償延遲 (excusable non-compensable delay, EN)等三類。另外，延遲責任的認定上通常以專案最初或是最終的要徑做為判斷延遲事件是否對於專案的完成時間造成影響。然而，如此的判斷可能忽略了專案要徑的變動性，因此本研究認為實際的延遲責任應以該延遲是否對專案造成實際的影響而定，意即必須考慮到延遲的時間效果以及專案要徑的變動性。

- 2). 時程延遲分析技術：國內的施工紀錄資訊迄今仍為估驗計價導向，對於時程相關資訊的紀錄標準、資訊的取得、彙整均未有統一標準，導致竣工時程不受重視。延遲分析所需要的資訊在目前的施工資訊紀錄中難以獲得，對於必須依據規劃及竣工時程進行差異比較之時程延遲分析技術將成為一大難題。另外隨著專案規模及複雜度的增加，使得延遲分析的工作日趨繁雜，若延遲事件仍持續為事後的檢討、分析，極容易造成資料上認定的疑慮。具備即時、動態分析能力的延遲分析技術才是當今日漸複雜的專案環境中所迫切需要的。

(六) 時程延遲分析要項

通常營建專案在延遲情況下，承包商必需證明工期延長的原因，由於提出證明的時間緊迫，平常所歸納整理的資料不齊全，大部分都是在沒有系統性及組織性的狀況下做延長工期資料彙整，故很容易造成承包商需要賠償及自身之損失，且承包商必須償付延遲期間的所有損失，因為幾乎在工程標單的項目裡沒有多餘的款項可以去支付延遲所要付的損失。針對於延遲分析要項，依據尹碧娟[10]引述 Al-Saggaf(1998)，建議應包含以下步驟：

1. 蒐集有關工期相關資料

- (1)重新檢閱投標及契約文件內容，如工期計算認定方式、最後完工日期及停工、復工或追加工期辦理條件等，以了解專案計畫內容及規格。
- (2)重新檢討契約文件基準時程，確認預定施工計畫里程碑時間完成的工期資料及實際工期。若發現有任何時間排列錯誤或異常，應該要特別標示，以利後續調查。
- (3)重新閱讀每份專案實際進度報告，並利用每次更新專案進度計畫的原因找出直接或間接影響計畫時程關鍵點及影響工期範圍，不同更新版本的工期，專案要徑及浮時應該被檢討其是否為影響專案工期之路線。
- (4)檢討計畫中往來行文、會議記錄，一般往來行文件可以預估或敘述延遲的狀況。會議記錄包含有關於業主是否指示變更需求及額外要求工作內容、作業發生時間點、工作內容是否有疏失等重要影響工期的訊息，可以從相關內容確認有關計畫延遲的責任問題。
- (5)檢討計畫中工作日報、品質控制及安全衛生管理文件，工作日報包含承包商與次包商每日工作內容、作業天候之影響，並可從其中找出是否因某單項要徑作業延遲、天候、次包商出勤狀況等來判定工期延遲之合理性。品質控制及安全衛生管理文件中可獲得承包商或次包商是否因品質與安全衛生管理問題影響工作進度。
- (6)檢討變更設計檔案：如：業主圖說規範釋疑、重新設計要求、變更材料及工法，承包商如因依變更指示傳導訊息給分包商、供應商的時間及內容，其工作相關性對於作業內容順序的改變，是否是因為上述內容以確認業主所提出變更要求的主要來源。
- (7)重新調閱估驗計價資料，藉以確認階段工程施工完成進度與是否因付款問題造成工期延遲原因。估驗付款為依據業主或監造單位核可情形而決定。可從核對付款進度與日報施工進度的差異中獲得問題癥結，有助於確認是否為施工問題造成延遲。
- (8)進行工地現場實地了解，其作用在於幫助做延遲分析人員去更了解專案，了解工作的範圍內容與契約執行是否相符。實地瞭解工地現場人員應該包含業主承辦人員與主管、監造人員，他們是應為實際在專案工作的參與者或具專案有專業經驗者。拜訪人員應

在查核中做查核紀錄。

- (9)訪談現場工作人員，因為他們最了解實際施工情形，而且可以協助了解複雜的操作邏輯，有助於瞭解直接或間接影響延遲原因。
- (10)準備或依工作日報建立一份實際竣工進度，且工作項目要與原規劃時程一致的，新增項目必需確實標記，以便比對實際誤差何處，遇有雙方較為爭議工期之部分，最好列明己方提出之觀點、原因，以獲得對方認同，或是召開會議協調認同實際竣工進度。

2. 在延遲分析階段，提出專案進行中各類延遲之時間點

- (1)依據甲乙雙方確認之責任日數，考量分析人員技術、可用之參考文件及可用分析時間之長短，選擇適用之工程延遲分析技術進行時程延遲分析。
- (2)以原規劃時程與實際竣工時程比對後做各工項完成時間、要徑時間、工作里程碑時間比較，比對出工程落後情形。這是避免將延遲的全部責任歸咎給接近完工倒數施工的單項工程。分析報告內並應詳示延遲真正發生的時間點、時間差及工作項目。當實際竣工工期比原規劃工期時間長時，應於施工表上記錄那段期間所發生的每一件事情。
- (3)確認要徑作業變化，浮時關係的改變影響範圍：時程網圖主要分析為專案中每一工作項目完成時間、工作項目作業關係與整個完工延遲之間的關係。而網圖分析的基本要求就是確認是否俱有浮時的差別，當要徑作業延遲或非要徑作業超過原規劃時間佔用浮時時間，施工計畫整個要徑、非要徑就會改變，通常發生此種情形時就會延遲。因此決定要徑對延遲損失的計算是很重要的。

3. 確認分析後責任歸屬資料雙方之觀點

- (1)依照上述蒐集文件內容表列延遲事件、發生時間點及延遲日數，按照延遲的原因，提出原始未延遲分析計算之雙方責任歸屬日數，送交甲乙雙方相關人員確認可補償工期之延遲是否有缺漏或爭議。
- (2)如對分析結果產生爭議，召開協調會提出或解釋疑義，後續作修正分析或提出他種分析方式重新計算，加以驗證，直至雙方認可分析結果。

四、分析方法建立

(一) 基本概念

Isolated Collapsed But-For Method(以下以ICBF 簡稱)運用了 Isolated Delay Type(以下以IDT 簡稱)的概念，但與 IDT 分析法最大之不同為ICBF 分析法所分析之網圖為實際竣工網圖，從結束點至起始點回推分段建立各分段之比對基準，分析實際竣工網圖也可清楚的反映出所有延遲事件之實際開始與結束的時間以及實際之工期。ICBF 分析法不但保有CBF(Collapsed But-For Method)分析法與 IDT 分析法的優點，更克服了CBF 分析法與 IDT 分析法之間的缺點，簡單來說，ICBF 分析法即為 CBF 分析法與 IDT 分析法之組合。有關ICBF 分析法之基本概念敘述如下：

對於ICBF 分析法所分析的每一個時段而言，如果沒有延遲發生，代表著專案完成時間已經被調整為一個合理的時間。對於判定單一延遲事件所造成的影響是業主或承包商所必須負責的，這個調整後的時間將成為一個新的判定基準。分析任何一個延遲事件對契約雙方所造成的影響，基本上必須分別考慮新產生的基準時程與因受到某些延遲事件而受影響的工期之間的差異。此外，為了清楚的釐清因為這些延遲事件而被影響的作業所必須擔負的延遲責任，ICBF 分析法會擷取某些時窗後再分別進行延遲的計算，而所擷取的時窗中可能會包含數個作業。

(二) 分析流程

圖 8 為ICBF 分析法之分析流程圖，此分析法以實際竣工網圖作為比較之基準，並清

楚描述如何判定甲乙雙方延遲認之歸屬。其分析內容詳述於下列步驟：

首先，延遲原因之責任歸屬必須先行區分，各分段比對基準時間訂出後，得到分段實際竣工比對基準完工工期，當有延遲發生時，將實際竣工網圖依據重大要徑變更事件分成”階段分析時程點”，並以每時段之開始日為分段日。ICBF 分析法修正了每一階段之分析時段的作業前後時間點的工期及邏輯關係，這個修正過的時程是一個調整後的實際竣工時程網圖，也是延遲分析比對的基準網圖，此部分與 IDT 分析法相當類似。完成調整現階段分析時段之時程網圖後，ICBF 分析法會加入兩個獨立的觀點，分別是業主與承包商的觀點，接下來，以實際竣工比對基準時程網圖將該分段內所有作業發生之延遲分別以業主及承包商觀點加入（業主觀點加入可原諒延遲日數，承包商觀點加入不可原諒延遲日數）之後再分段考量業主與承包商延遲責任之調整後時程網圖，藉此找出分段因業主及承包商延遲而累算之完工工期，再與比對基準專案完工工期相減，可得出因為己方責任，該分段發生延遲影響之日數。加總每段分析雙方應負之延遲日數，即為雙方求償延遲日數之依據。

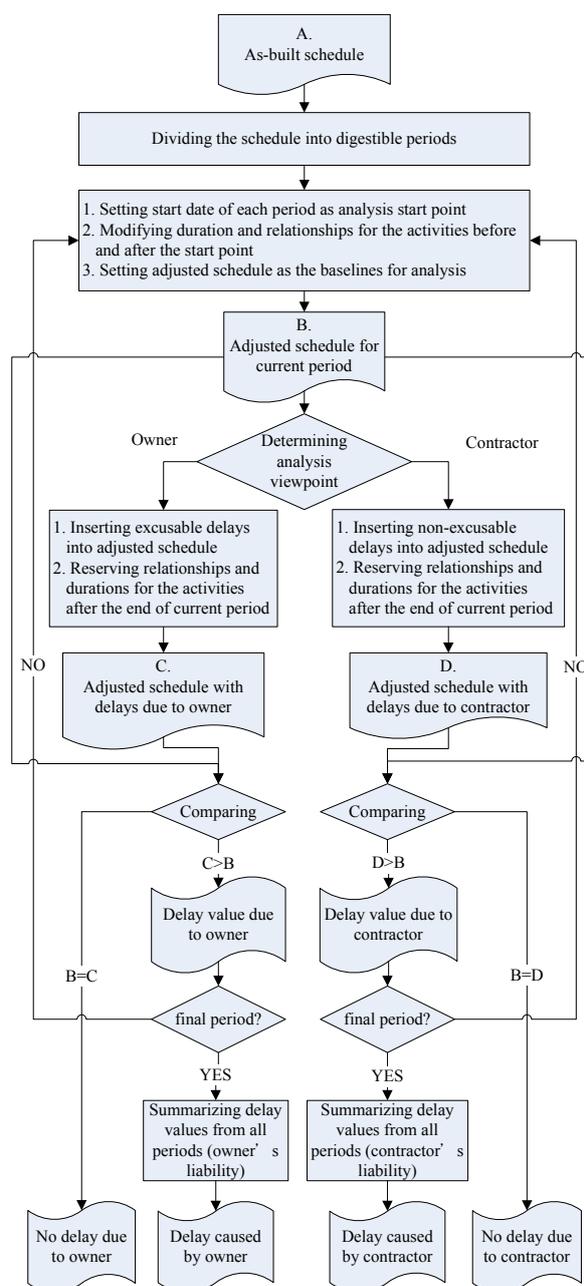


圖 8、ICBF 分析流程圖

資料來源：[34]

(三) 先決條件與機制

ICBF 分析法分析時所需之文件與 IDT 分析法相同，包括了原規劃網圖與實際竣工網圖以及任何修正後的時程網圖(最低限度必須擁有原規劃網圖與實際竣工網圖)，而這些任何修正過後的網圖可能在專案執行時已經被修正過(即承包商根據專案實際執行的情況所更新的時程網圖)，延遲分析時必須將專案的實際總工期分割為若干個分析時段，在此部分 ICBF 分析法與 IDT 分析法所使用的邏輯是相同的。決定所要分割時段之時間點的關鍵在於找出作業重大變更要徑時間與主要延遲的開始與結束時間及以週期訂定分析時段點的時間(如每個月、每兩個月或每季等分段週期)。

對於每一個分析區間的開始時間而言，ICBF 分析法會針對其開始時間、結束時間以及工期進行修正，而上述所修正的三個部分是根據這個分析時間點之前已完成之所有作業的實際開始、實際結束時間與工期作為目前所要分析的開始時間結束時間以及工期。對於作業已經開始但尚未完成的情況而言，ICBF 分析法輸入實際之開始時間作為目前所要分析的開始時間，並修正其剩餘之工期(即利用原使之工期減掉延遲之工期)，並保持原始的邏輯關係以作為其後續之使用。對於在這個分析時間點之後已完成之所有作業而言，這些作業將會在先前的區間中被分析，而他們的原規劃工期會被當作目前所要分析的工期，並且保留原規劃工期之邏輯關係；而其他作業項目將從他們的實際開始時間和原規劃工期進行分析。對於最後一個分析區間而言，比對基準工期則必須使用專案原規劃時程之工期。

(四) 演算法之方程式說明

1. 該演算法共包含七個方程式，包含了：

$$(1) \quad Dur_i^{base} = Dur_i^{act} + Dur_i^{plan} \quad (\text{區段實際竣工比對基準完工工期} = \text{區段點前作業之實際工期日數} + \text{區段點後作業原規劃工期日數})$$

$$(2) \quad Dur_i^{own} = Dur_i^{base} + (Dur_i^{EN} + Dur_i^{EC}) \quad [\text{區段因業主延遲而累算之完工工期} = \text{區段實際竣工比對基準完工工期} + (\text{區段可原諒但不可獲得補償的延遲日數} + \text{區段可原諒可獲得補償的延遲日數})]$$

$$(3) \quad Dur_i^{con} = Dur_i^{base} + Dur_i^{NE} \quad (\text{區段因承包商延遲而累算之完工工期} = \text{區段實際竣工比對基準完工工期} + \text{區段不可原諒的延遲日數})$$

$$(4) \quad Duty_i^{own} = Dur_i^{own} - Dur_i^{base} \quad (\text{區段業主需負責延遲日數} = \text{區段因業主延遲而累算之完工工期} - \text{區段實際竣工比對基準完工工期})$$

$$(5) \quad Duty_i^{con} = Dur_i^{con} - Dur_i^{base} \quad (\text{區段承包商需負責延遲日數} = \text{區段因承包商延遲而累算之完工工期} - \text{區段實際竣工比對基準完工工期})$$

$$(6) \quad Duty^{own} = \sum_{i=1}^n Duty_i^{own} \quad (\text{業主需負責延遲日數} = \text{各區段業主需負責延遲日數之加總})$$

$$(7) \quad Duty^{con} = \sum_{i=1}^n Duty_i^{con} \quad (\text{承包商需負責延遲日數} = \text{各區段承包商須負責延遲日數之加總})$$

其中 Dur 為 Duration；base 為 baseline；act 為 actual；EN 為 excusable-non-compensable 延遲；EC 為 excusable-compensable 延遲；NE 為 non-excusable 延遲；own 為 owner；con 為 contractor。 Dur_i^{base} 為區段實際竣工比對基準完工工期； Dur_i^{act} 為區段點前作業之實際工期日數； Dur_i^{plan} 為區段點後作業原規劃工期日數； Dur_i^{own} 為區段因業主延遲而累算之完工工期； Dur_i^{con} 為區段因承包商延遲而累算之完工工期； Dur_i^{EN} 為可原諒但不可獲得補償之延遲的工期； Dur_i^{EC} 為可原諒可獲得補償之延遲的工期； Dur_i^{NE} 為不可原諒之延遲的工期； $Duty_i^{own}$ 為區段業主需負責延遲日數； $Duty_i^{con}$ 為區段承包商需負責延遲日數； $Duty^{own}$ 為業主

需負責延遲日數； $Duty^{con}$ 為承包商需負責延遲日數。

(五) Baseline Schedule Development Algorithm

專案完成時間之基準點依據以下五種類型來決定每個作業項目的開始時間與完成時間。

1. 第一種方法適用於當所在的分析區間下，所分析的作業在分析時間點前即完成作業，像是將此作業放在其實際開始到實際結束時間。
2. 第二種方法適用於當所在的分析區間下，所分析的作業有部分的執行在分析時間點前即完成但仍有部分在分析期間內執行，此類型之作業是使用其實際之開始時間加上保留其實際工期後之工期，而保留其實際工期後之工期的延遲事件已經被移除。
3. 第三種方法適用於當所在的分析區間下，所分析的作業均正在執行，此類型之作業是使用其實際之開始時間加上其原規劃之工期(所有延遲事件均已去除)，或開始考慮將所有延遲消除後的邏輯關係並維持其原規劃之工期正確性。
4. 第四種方法適用於當所在的分析區間下，所分析的作業有部分正在執行但仍有部分尚未執行之作業，此類型之作業是使用實際之開始時間加上先前分析區間的調整後工期。
5. 第五種方法適用於當所在的分析區間下，所分析的作業在分析時間點前即完成作業，此類型之作業是使用原規劃之工期，但其開始時間必須考慮先前作業之邏輯關係。

五、系統開發與案例實證

(一) 系統開發

本研究採用 Microsoft Visual Basic for Application (VBA)語言建構一自動化與系統化的營建時程延遲分析系統，並同時整合 Isolated Collapsed But-For (ICBF)分析法。該程式的執行應用程式為 Microsoft Excel 2007 版本。但是根據本研究實測結果，該分析系統亦可在 Excel 的早期版本上正確無誤地運作，例如 Excel 1997、2000 和 2003 版本。因此該系統在使用性上可以符合多數人員與系統之需求。

本研究透過五個系統建構過程完成此分析系統，如圖 9 所示，包含了：

1. 匯入相關資料：本分析系統在營建時程延遲分析過程中需要三種類別的資料，分別是 as-planned、as-built 和相關時程網圖。然而，不同的專案會有不同的管理方式。上述三種類別的資料可能會被儲存成不同的檔案格式，例如 Microsoft Word、Excel 和 Project 檔案。因此，確認與轉換相關檔案格式是使此分析系統正確執行的基本且主要步驟。故本研究除了允許使用者自行填寫營建時程延遲分析資料外，亦可匯入已存在的文字檔(Text files)和 Microsoft Excel 和 Project 檔案。
2. 區隔分析區間：所需資料正確載入營建時程延遲分析系統後，本系統將基於作業的主要變化和作業執行期區隔出所需的分析區間(analysis scenarios)。此分析區間又代表了延遲分析的時間點。為了便利分析期間的資料正確性，本研究主要採用 VBA 語言的群組(group)技巧將相關的作業分群。

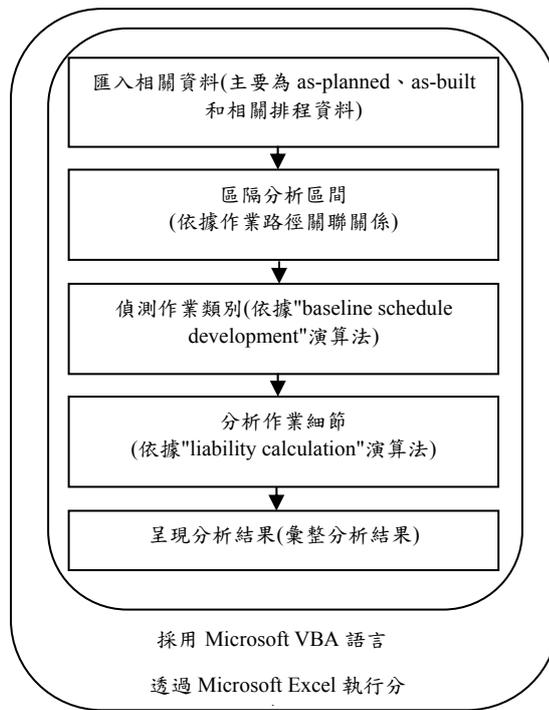


圖 9、系統建構過程

3. 偵測作業類別：在分析區間成功地區隔後，本研究基於 ICBF 分析法的「baseline schedule development」演算法將所有作業的類別進行偵測與定義。而作業類別主要可分成五大類，如圖 11 所示。
 - (1) Type I：當所在的分析區間下，所分析的作業在分析時間點前即完成作業；
 - (2) Type II：當所在的分析區間下，所分析的作業有部分的執行在分析時間點前即完成但仍有部分在分析期間內執行；
 - (3) Type III：當所在的分析區間下，所分析的作業均正在執行；
 - (4) Type IV：當所在的分析區間下，所分析的作業有部分正在執行但仍有部分尚未執行之作業；
 - (5) Type V：當所在的分析區間下，所分析的作業在分析時間點前即完成作業。

為達成上述作業類別的偵測，本研究採用 VBA 語言的「If-Then」和「For-Next」技巧。示範程式碼摘錄於圖 10。
4. 分析作業細節：確認所有作業在不同分析區間內的作業類別後，本分析系統將基於 ICBF 分析法的「liability calculation」演算法進行作業延遲細節的分析。本系統將自動地引入 Microsoft Excel 內建的數學函式完成上述方程式的計算，例如「summary」和「maximum」。
5. 呈現分析結果：最後，本延遲分析完成所有作業分析後會將所有分析結果系統化地整合顯示。同時，使用者可以依據專案的需求會出成不同檔案格式(例如 XML 和 Microsoft Project 檔案)，以利後續其他延遲分析。

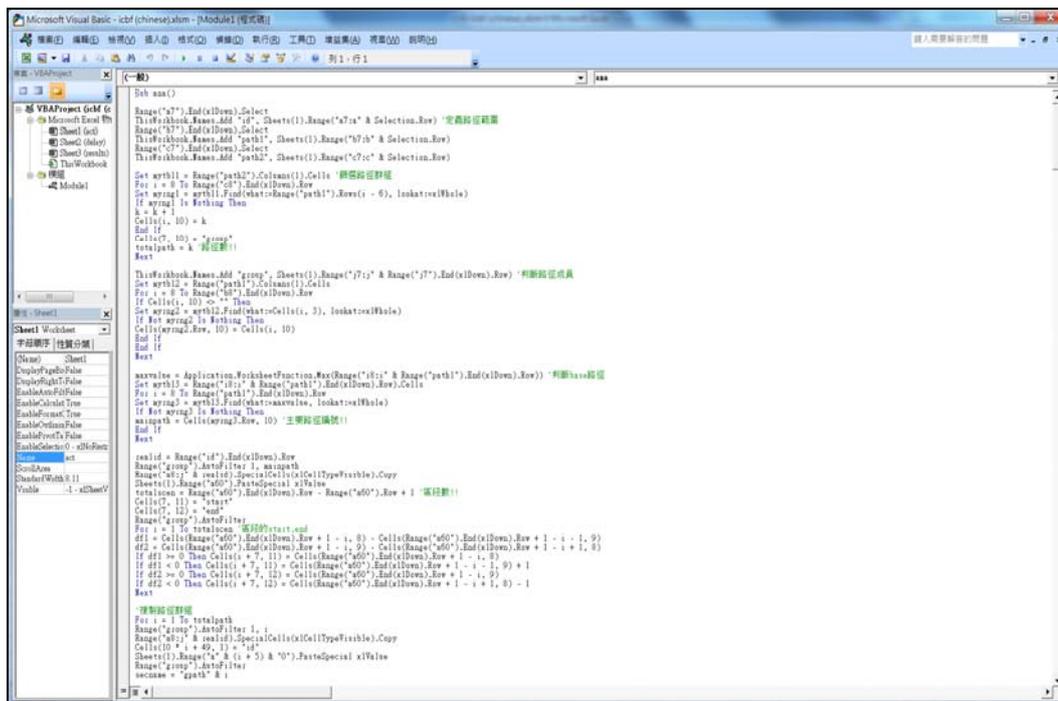


圖 10、程式碼範例

(二) 案例實證

本營建時程延遲分析系統完成建構後，採用一修改案例進行分析系統的驗證。該修改案例已被用於確認 ICBF 分析法[42]。故本研究採用相同的案例進行系統驗證以便確認本系統之正確性。該案例之相關資訊詳列於表 12。由於本分析系統為連續性地進行延遲分析，本研究依照上述五個建構過程進行測試過程的說明。

表 12、案例資料

作業		As-planned			As-built			延遲資料								
編號	名稱	執行期	開始日	完成日	執行期	開始日	完成日	EN			EC			NE		
								執行期	開始日	完成日	執行期	開始日	完成日	執行期	開始日	完成日
1	A	7	1	7	11	1	11	1	10	10	0	0	0	3	2	4
2	B	5	1	5	10	3	12	2	7	8	1	4	4	1	6	6
								0	0	0	0	0	0	1	10	10
3	C	7	8	14	12	12	23	0	0	0	2	20	21	3	15	17
4	D	9	6	14	9	10	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	E	6	6	11	15	13	27	5	21	25	2	13	14	1	15	15
								0	0	0	1	20	20	0	0	0
6	F	4	15	18	6	24	29	0	0	0	2	26	27	0	0	0
7	G	3	15	17	5	18	22	0	0	0	1	20	20	1	21	21
8	H	9	12	20	11	25	35	1	33	33	1	28	28	0	0	0
9	I	5	19	23	12	30	41	2	38	39	2	36	37	1	31	31
								0	0	0	0	0	0	2	33	34
10	J	3	21	23	5	36	40	2	38	39	0	0	0	0	0	0

1. 系統的匯入相關資料：圖 11 為本分析系統的執行畫面。使用者可以透過下述三個功能進行延遲分析，分別為：

- (1) 「計算開始」：開始執行分析。
- (2) 「清除數值」：清除所有數值。

(3) 「分析結果」：顯示延遲結果。

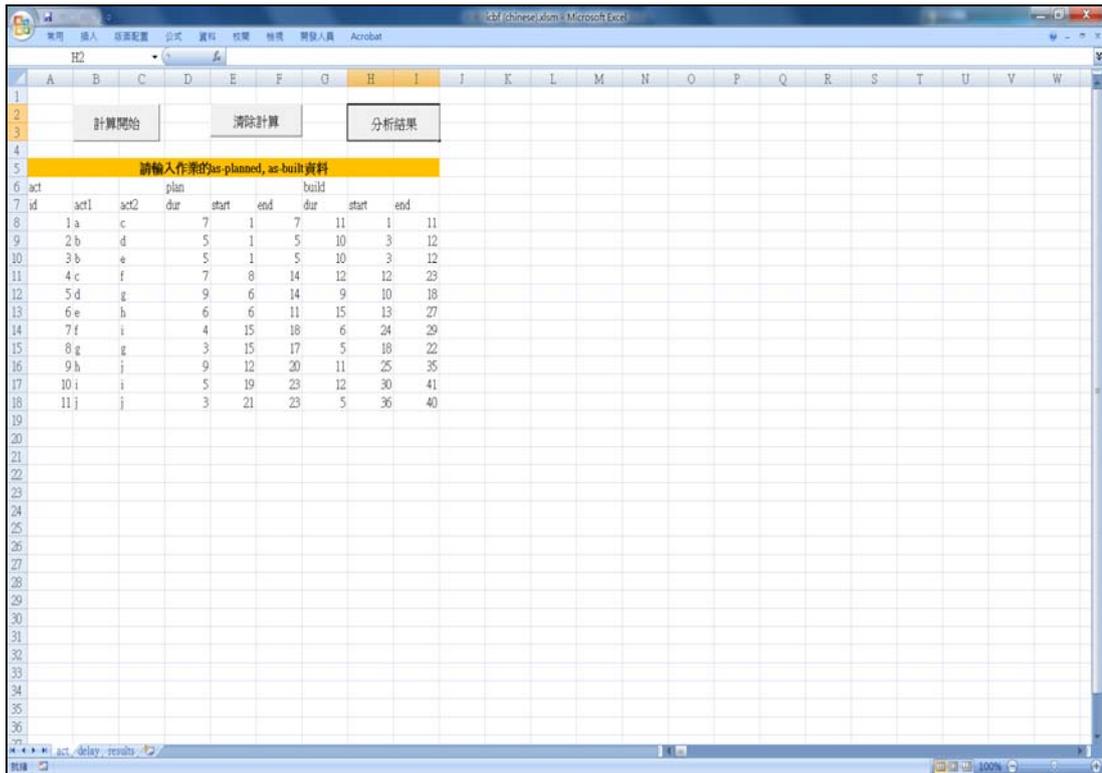


圖 11、分析系統的執行畫面

2. 系統的區隔分析期間：對於此測試案例，圖 12 顯示共有三個主要路徑（作業 A、C、F、I；作業 B、D、G；和作業 B、E、H、J）。其中，作業 A、C、F、I 為主要分析路徑，因為其包含其他兩個路徑。此外，本分析系統劃分出四個分析區間，分別是第一區間(第 30-41 天)、第二區間(第 24-29 天)、第三區間(第 12-23 天)和第四區間(第 1-11 天)。

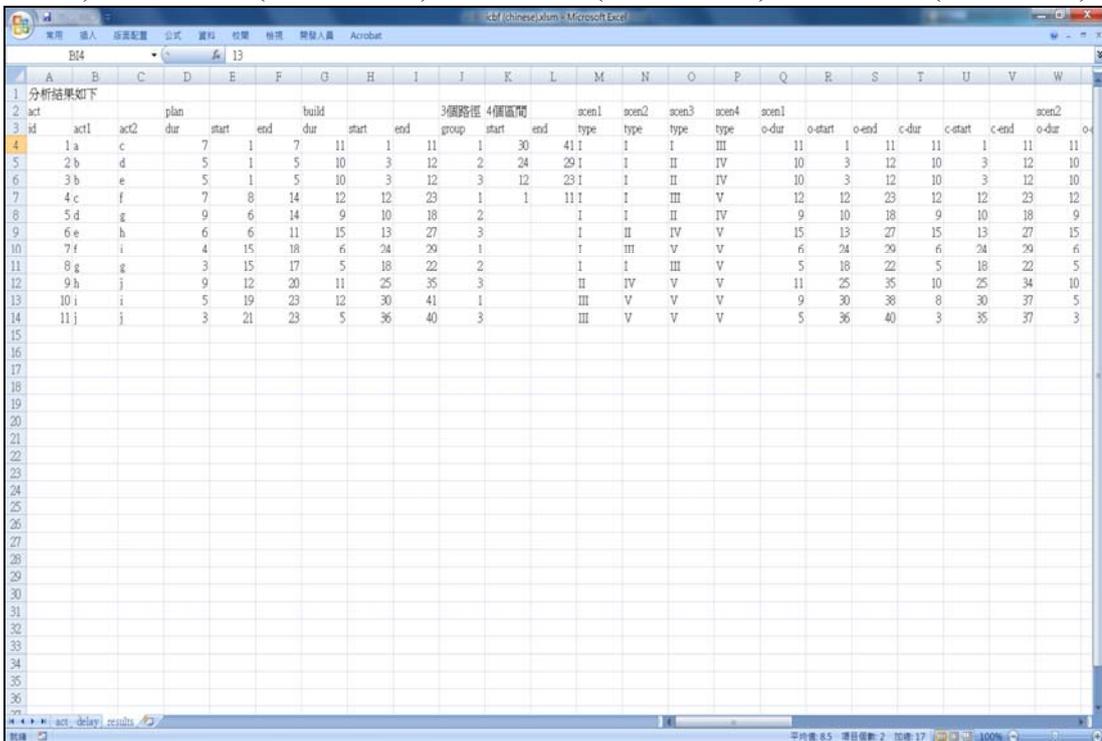


圖 12、分析區間與作業類別

3. 系統的偵測作業類別：圖 13 和表 13 顯示各作業的類別。說明如下：

- (1) 第一區間：作業 A 和 G 為 Type I 作業，因於分析點(第 30 天)即全部完成。但作業 H 於第一區間內仍在進行故為 TypeII 作業。其餘作業均在第一區間內進行中，所以都屬 Type III 作業。
- (2) 第二區間：由於第二區間內，作業 A、B、C、D、G 都已執行完畢，故為 Type I 作業。因為作業 E、作業 F、作業 H 均有部分作業在第二區間內進行，但因受其餘作業已完成或未進行，所以作業 E 為 Type II 作業，作業 F 為 Type III 作業，作業 H 為 Type IV 作業。而作業 I 和 J 則尚未進行而被判定為 Type V 作業。
- (3) 第三區間：在此分析區間內，僅有作業 A 為 Type I 作業。基於判斷原則，作業 B 和 D 為 Type II 作業，同時，作業 C 和 G 為 Type III 作業和作業 E 為 Type IV 作業。其餘作業(包含作業 F、H、I 和 J)為 Type V 作業。
- (4) 第四區間：對於第四區間而言，並無任何 Type I 和 Type II 作業的存在。因為，所有作業均於本區間內開始執行，故作業 A 是 Type III 作業，而作業 B 和 D 為 Type IV 作業。同時，作業 C、E、F、G、H、I 和 J，因於第四區間後才執行，故為 Type V 作業。

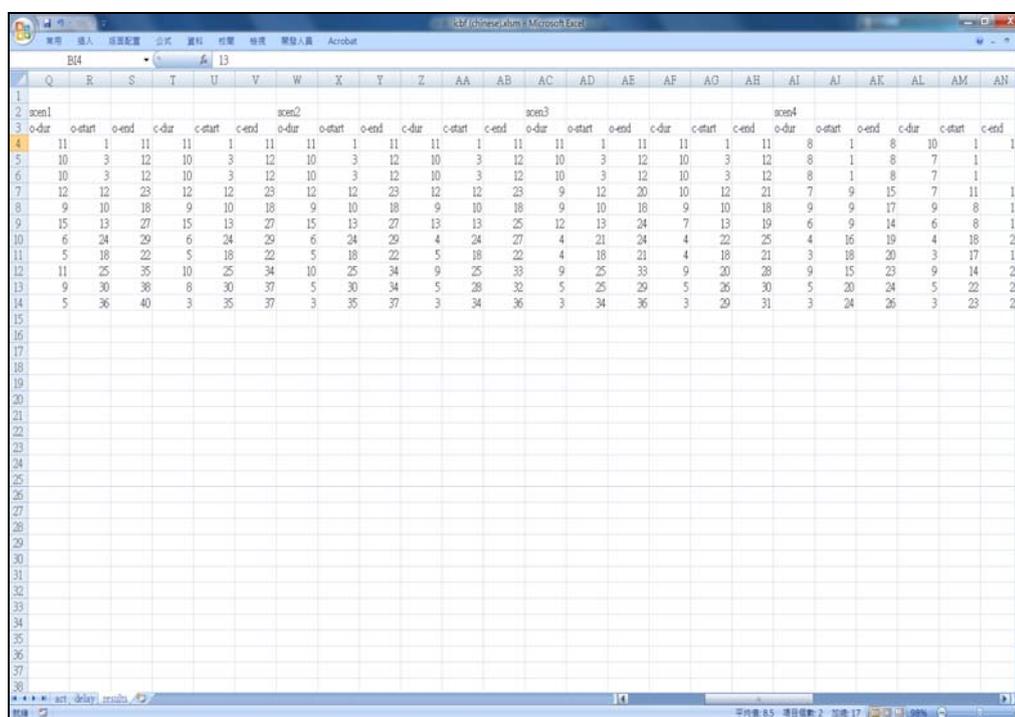


圖 13、各個作業於不同分析區間的分析細節

表 13、作業類別的分析結果

作業		作業類別			
編號	名稱	第一區間(30 - 41 天)	第二區間(24 - 29 天)	第三區間(12 - 23 天)	第四區間(1 - 11 天)
1	A	I	I	I	III
2	B	I	I	II	IV
3	C	I	I	III	V
4	D	I	I	II	IV
5	E	I	II	IV	V
6	F	I	III	V	V
7	G	I	I	III	V
8	H	II	IV	V	V
9	I	III	V	V	V
10	J	III	V	V	V

4. 系統的分析作業細節：在圖 14 和表 14 中，本研究列出四個區間下的各個作業分析結果。

- (1) 第一區間：對於 Type I 作業(包含作業 A、B、C、D、E、F 和 G)，執行期、作業開始日和作業完成日的分析結果和 as-built 資料是相同的。但因 EN、EC 和 NE 延遲的影響，在分析結果和 as-built 資料之間，作業 H、I、和 J 會對業主和承包商分別產生 11、9、5 天和 10、8、3 天的差別。故分析案例的完成期為 40(業主)和 37 天(承包商)。
- (2) 第二區間：作業 A、B、C、D 和 G 的分析結果和 as-built 資料是相同的。但比較分析結果與 as-built 資料後，業主在作業 E、F、H 有 15、6、10 天的差異，而承包商於相同的作業內有 13、4、9 天的差異。當考慮 Type V 作業(作業 I 有 5 天和作業 J 有 3 天差異)的影響後，業主的完成期為 37 天和承包商的完成期為 36 天。
- (3) 第三區間：在此區間內，僅有作業 A 的執行期、作業開始日和作業完成日的分析結果和 as-built 資料是相同的。基於分析結果和 as-built 資料，作業 B、C、D、E、G 對於業者會產生 10、9、9、12、4 天的差異，而同樣的作業對於契約者則有 10、10、9、7、4 天的差異。對於 Type V 作業(包含作業 F、H、I、J)只有相同的執行期，故修正這幾個作業的作業開始日和作業完成日。最後，業主的完成期為 36 天，而承包商的完成期為 31 天。
- (4) 第四區間：基於分析結果與 as-built 資料，作業 A、B、D 對於業主和承包商分別是 8、8、9 天和 10、7、9 天。另一方面，作業 C、E、F、G、H、I 和 J 為 Type V 作業，故修正上述作業的作業開始日和作業完成日。對於業主和承包商而言，兩者的完成期均為 26 天。

5. 系統的呈現分析結果

本研究將最後分析結果整理於表 15 和圖 15 中。對於四個區間而言，業主的專案完成日期分析結果實為 40、37、36 和 26 天。同樣的，承包商則為 37、36、31 和 26 天。但對於專案完成日期預期結果應為 37、36、30 和 23 天。故對於業主與承包商的全部延遲天數為 13 天和 4 天。換言之，業主必須承擔 9 天的作業延遲責任。這個分析結果與 ICBF 分析法的人工計算結果是互相吻合的。

表 14、分析區間分析結果

作業 編號	名稱	第一區間						第二區間						第三區間						第四區間					
		業主			承包商			業主			承包商			業主			承包商			業主			承包商		
		執行期	開始日	完成日	執行期	開始日	完成日	執行期	開始日	完成日	執行期	開始日	完成日	執行期	開始日	完成日	執行期	開始日	完成日	執行期	開始日	完成日	執行期	開始日	完成日
1	A	11	1	11	11	1	11	11	1	11	11	1	11	11	1	11	11	1	11	8	1	8	10	1	10
2	B	10	3	12	10	3	12	10	3	12	10	3	12	10	3	12	10	3	12	8	1	8	7	1	7
3	C	12	12	23	12	12	23	12	12	23	12	12	23	9	12	20	10	12	21	7	9	15	7	11	17
4	D	9	10	18	9	10	18	9	10	18	9	10	18	9	10	18	9	10	18	9	9	17	9	8	16
5	E	15	13	27	15	13	27	15	13	27	13	13	25	12	13	24	7	13	19	6	9	14	6	8	13
6	F	6	24	29	6	24	29	6	24	29	4	24	27	4	21	24	4	22	25	4	16	19	4	18	21
7	G	5	18	22	5	18	22	5	18	22	5	18	22	4	18	21	4	18	21	3	18	20	3	17	19
8	H	11	25	35	10	25	34	10	25	34	9	25	33	9	25	33	9	20	28	9	15	23	9	14	22
9	I	9	30	38	8	30	37	5	30	34	5	28	32	5	25	29	5	26	30	5	20	24	5	22	26
10	J	5	36	40	3	35	37	3	35	37	3	34	36	3	34	36	3	29	31	3	24	26	3	23	25

表 15、案例分析結果

分析區間	預期完成天數	業主		承包商	
		實際完成天數	延遲天數	實際完成天數	延遲天數
一	37	40	3	37	0
二	36	37	1	36	0
三	30	36	6	31	1
四	23	26	3	26	3
總計			13		4

	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL
1																								
2	scen1	scen2	scen3	scen4	scen1		scen2		scen3		scen4		scen1		scen2		scen3		scen4		summary			
3	baseline	baseline	baseline	baseline	o-com	c-com	o-com	c-com	o-com	c-com	o-com	c-com	o-delay	c-delay										
4		37	36	30	23	40	37	37	36	36	31	26	26	3	0	1	0	6	1	3	3	13	4	
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								
32																								
33																								
34																								
35																								
36																								
37																								
38																								

圖 15、案例分析結果

六、結論與後續研究

1. 系統優點

- (1) 增加資料分析的正確性：相較於營建延遲資料的收集與整理，延遲分析所需的時間可能較短，但一個營建專案所包含的作業數目可能少則數十、百項，多則數千項。假如所有的延遲分析均透過人工計算，不僅耗費時間且浪費人力。另一方面，在人工分析上，有可能因為一兩筆的錯誤資料計算而導致延遲結果分析的正確性。本分析系統的優點之一就是簡化這些繁瑣的人工計算。除了採用多數公司多已使用的 Microsoft Excel 當作主程式外，本系統亦可匯入已存在的延遲資料，透過電子化與系統化的資料資料分析與計算，使用者可以快速地獲得正確的延遲分析結果。
- (2) 提升延遲分析的時效性：儘管人工分析是一種常見的延遲計算方法，但隨著作業數目的增加，作業間的複雜度也大大地升高。例如本研究所驗證的案例，針對業主與承包商的立場，透過人工延遲分析，所需的計算時間約為 1-2 小時，因為必須計算 302 筆資料(包含 40 筆作業類別分析、240 筆作業細節計算、4 筆分析基準、8 筆延遲天數計算、8 筆權責分配和 2 筆分析結果)，但透過本分析程式大約只需 5-10 分鐘就可以獲得相同的分析結果，因而提升了延遲分析的時效性。

2. 系統限制

- (1) 使用者界面的不便：由於本研究在此階段為建構一以 ICBF 分析法的基礎的分析系統，因此在使用者界面的設定上並未多加講究，而是優先確認此分析系統可以正確無誤地產出分析結果。故使用者在讀取分析結果上可能略有不便，例如需要透過拉動捲軸才能看到分析結果。
- (2) 整合其他延遲分析法：當營建專案延遲發生時，不論是業主或是承包商均會設法找出對自己最有利的資訊，以便於爭議中獲得最大保障。然而本分析系統目前僅提供 ICBF 分析法，對於專案參與者的需求可能是不夠的。因此，於未來研究中，可以考慮整合不同的延遲分析法於此系統中。

3. 後續研究：

- (1) 改善資料呈現方式：本分析系統目前僅提供數值化的分析結果。儘管使用者可以有系統地獲得各分析區間的分析結果，但如能提供圖像化的資料呈現，將讓使用者可透過其他不同的資料呈現方式進行不同方向的结果比較。

- (2) 整合不同資料記錄程式：本分析系統目前是以 Microsoft Excel 做為執行延遲分析的主程式，但若一營建專案是以 Microsoft Project 為主要排程軟體時，使用者仍須透過資料匯入會出的方式進行資料的轉換，對於資料的存取與應用上略顯不便。故本研究認為應整合常見的資料紀錄程式進行延遲分析。本研究進一步地以 IDEF0 系統分析方法說明未來整合過程中的資料流，如圖 17 所示。當使用者提出營建時程延遲分析需求 (Control) 時而執行延遲分析，分析系統會自動地載入延遲資料 (Input) 並偵測資料紀錄格式。而該系統需要透過延遲分析法 (Mechanism) 進行作業的分類與計算。同時，分析計算過程中會會呼叫必須之資料紀錄程式 (Call)，如此不僅能共用程式間的運算函式，亦可降低運算資源的需求。最後將分析結果依據使用者需求產出 (Output)。

七、參考文獻

1. 黃慶隆，「公共工程變更設計之研究」，土木水利，第 20 卷，第一期，第 51-74 頁，1993。
2. 吳卓夫、余文德、楊智斌，「公共工程契約工期合理化及縮短工期配套措施之研究」，行政院公共工程委員會委託研究計劃，2002。
3. 吳家德，「公共工程仲裁制度應用之研究」，國立高雄第一科技大學，營建工程研究所碩士論文，2003。
4. Stumpf, G. R., "Schedule delay analysis," *Cost Engineering*, Vol. 42, No. 7, pp. 32-43, 2000.
5. Trauner, T. J., "Types of construction delays," *Construction delays*, R. S. Means, Kingston, Mass., 8, 1990.
6. Kim et al., "Delay analysis method using delay section," *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 131, No. 11, pp. 1156-1164, 2005.
7. Arditi D. and Robinson M. A., "Concurrent delays in construction litigation," *Cost Engineering*, Vol. 37, No. 7, pp. 20-30, 1995.
8. 蔡奇成、王明德、曾惠斌，"工期共同延遲分析之研究"，10th 營建管理學術交流論文研討會論文集，中壢，G1-G11 頁，2006。
9. Zack, J.G., "But-for schedules—analysis and defense," *Cost Engineering*, Vol. 43, No. 8, pp. 13-17, 2001.
10. 尹碧娟，「工程時程延遲分析方法之研究」，碩士論文，中華大學營建管理研究所，新竹，2005。
11. 王添才，"工期展延(上)"，*現代營建*，15(8)，pp.27-33，1994。
12. 王添才，"工期展延(下)"，*現代營建*，15(9)，pp.45-48，1994。
13. 郭斯傑、詹前輝，"浮時所有權及工程進度耽延責任歸屬之探討"，*國立臺灣大學工程學刊*，第 65 期，pp.85-100，1995。
14. Alkass, S., Mazerolle, M., Tribaldos, E., and Harris, F., "Computer aided construction delay analysis and claims preparation," *Construction Management and Economics*, Vol. 13, No. 4, pp. 335-352, 1995.
15. Lovejoy, V. A., "Claims schedule development and analysis: collapsed as-built scheduling for beginners," *Cost Engineering*, Vol. 46, No.1, pp. 27-30, 2004.
16. Yang J. B., Yin P. C., and Kao C. K., Comparison of various delay analysis methodologies for construction project. *Proceedings of Forth International Structural Engineering and Construction Conference (ISEC 04)*, Melbourne, Australia, 2007, pp. 1395-1401.
17. Alkass, S., Mazerolle, M. and Harris, F., "Construction delay analysis techniques," *Construction Management and Economics*, Vol. 14, No. 5, pp. 375-394, 1996.
18. 辛其亮，"公共工程變更設計之責任問題"，*營建知訊*，第 118 期，pp.3-7，1992。
19. Chan W. M. D., and Kumaraswamy, M. M., "A comparative study of time overruns in Hong Kong construction projects," *International Journal of Project Management*, Vol. 15, No.1, pp. 55-63, 1997.
20. 行政院公共工程委員會，「公有建築物作業手冊」，2002。
21. 鄭明龍，「營建工程延遲分析」，碩士論文，高雄第一科技大學營建工程系，高雄，2003。
22. 楊智斌、尹碧娟，「國外工程時程延遲分析技術之比較(上)」，*營建知訊*，第 281 期，第 59-64 頁，2006。
23. 楊智斌、尹碧娟，「國外工程時程延遲分析技術之比較(下)」，*營建知訊*，第 283 期，第 49-59 頁，2006。
24. Yang J.B. and Kao, C.K. "Review of delay analysis methods: a process-based comparison," *The Open Construction and Building Technology Journal*, Vol. 3, pp. 81-89, 2009.
25. Schumacher L. "Quantifying and apportioning delay on construction projects," *Cost Engineering*, Vol. 37, No.2, pp. 11-13, 1995.
26. Kao, C. K. and Yang, J. B., "Comparison of windows-based delay analysis methods," *International Journal of Project Management*, Vol. 27, No. 4, pp. 408-418, 2009.
27. Shi, J.J., "Construction delay computation method," *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 127, No. 1, pp. 60-65, 2001.
28. Oliveros, A. V. O. and Fayek, A. R., "Fuzzy logic approach for activity delay analysis and schedule updating," *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 131, No. 1, pp. 42-51, 2005.
29. Lee, H. S., Ryu, H. G., Yu, J. H. and Kim, J. J., "Method for calculating schedule delay considering lost productivity,"

- Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 131, No. 11, pp. 1147-1154, 2005.
30. Yates, J. K., "Construction decision support system for delay analysis," Journal of Construction Engineering and management, Vol. 119, No. 2, pp. 226-244, 1993
 31. Aoude, H. M., Computerized construction delay management system. Thesis (PhD). Polytechnic University, USA, 1996.
 32. Abudayyeh, O. Y. A., "Multimedia construction delay management system," Microcomputers in Civil Engineering, Vol. 12, No. 3, pp. 183-192, 1997.
 33. Mohan S. B., Al-Gahtani K. S., "Current delay analysis techniques and improvements," Cost Engineering, Vol. 48, No. 9, pp. 12-21, 2006
 34. Yang, J. B., and Yin, P. C., "Isolated collapsed but-for delay analysis methodology," Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 135, No. 7, pp. 570-578, 2009.

八、計畫成果自評

本系列計畫針對原先設定之研究目的，已陸續達成，主要之研究成果分別發表於相關之國內、外研討會與專業期刊，與本系列研究有關之研究成果分列如下：

1. Jyh-Bin Yang and Ming-Kuan Tsai, "Computerizing ICBF method for schedule delay analysis," Automation in Construction, revised manuscript under review.
2. Jyh-Bin Yang, Chi-Cheng Yang and Chih-Kuei Kao, 2009, "Evaluating schedule delay causes for private participating public construction works under the Build-Operate-Transfer model," International Journal of Project Management, in press. (SSCI, EI)
3. Jyh-Bin Yang and Chih-Kuei Kao, 2009.08, "Review of delay analysis methods: a process-based comparison," The Open Construction and Building Technology Journal, Vol. 3, pp. 81-89.
4. Jyh-Bin Yang and Pi-Chung Yin, 2009.07, "Isolated collapsed but-for delay analysis methodology," Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 135, No.7, pp. 570-578. (SCI, EI)
5. Chih-Kuei Kao and Jyh-Bin Yang, 2009.05, "Comparison of windows-based delay analysis methods," International Journal of Project Management, Vol. 27, No. 4, pp. 408-418. (SSCI, EI)
6. Jyh-Bin Yang and Kuei-Mei Huang, 2009.09, "Developing a document management model for resolving contract disputes for contractor," Fifth International Structural Engineering and Construction Conference (ISEC 05), September 26-28, 2009, Las Vegas, USA.
7. Jyh-Bin Yang and Chi-Cheng Yang, 2009.09, "Delay causes for private participating public constructions under BOT model in Taiwan," Fifth International Structural Engineering and Construction Conference (ISEC 05), September 26-28, 2009, Las Vegas, USA.
8. Ming-Kuan Tsai and Jyh-Bin Yang, 2009.09, 「Analyzing Schedule Delays through Computerized ICBF Method」, 九十八年電子計算機於土木水利工程應用研討會，中華大學，新竹。
9. Jyh-Bin Yang and Pi-Yun Liao, 2008.07, "Analysis of delay causes for pipeline projects in sewage system: Taiwan cases," International Pipeline 2008 Conference, ASCE, July 22-26, 2008, Atlanta, USA.
10. Jyh-Bin Yang, Pi-Chuan, Yin and Chih-Kuei Kao, 2007.09, "Comparison of various delay analysis methodologies for construction projects," Forth International Structural Engineering and Construction Conference (ISEC 04), September 26-28, 2007, pp. 1395-1401, Melbourne, Australia.
11. Jyh-Bin Yang and Chih-Kuei Kao, 2007.07, "A knowledge map for delay analysis development," Fourth International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-IV), July 11-13, 2007, Gold Coast, Australia, pp. 565-573.

出席國際學術會議心得報告

第一年

計畫編號	NSC 96-2221-E-216-027-MY2
計畫名稱	營建時程延遲分析系統之建立
出國人員姓名	楊智斌
服務機關及職稱	中華大學營建管理研究所副教授
會議時間地點	September 26-28, 2007, Melbourne, Australia.
會議名稱	Forth International Structural Engineering and Construction Conference (ISEC 04)
發表論文題目	Comparison of various delay analysis methodologies for construction projects

一、參加會議經過

報告者於台北出發經雪梨轉機至墨爾本參加此研討會，研討會之論文發表從 9/26 日至 9/28 日止計有三天，主辦單位在開幕當天有安排六位貴賓進行專題演講：Martin Loosemore, Roger Flanagan, Tristram Carfrae, Narayan Swamy, V. Ramakrishnan, Ian R Thomas)，演講主題包括營建政策性、技術性與管理性課題。對於相關從業人員應有不錯的參考價值。本人之論文發表被安排在 9/26 日下午的第一個場次(Construction Planning & Project Management)的首位發表者。

二、與會心得

ISEC 研討會是目前國際上每兩年舉辦專門討論結構與營建工程領域理論與實務之研討會，其協辦之國際性組織包括：CIB，ACI，ASCE，JSCI，JCI，IABMAS，CIOB 等。參加的人來自世界各地，其規模雖不及 ASCE 主辦或 ISARC 等歷史悠久的研討會，但仍有相當多其他各國的人參與，建議國內的相關學會所舉辦的研討會應可朝向國際化發展，以提升台灣研究的水平與能見度。此研討會原有超過 400 篇的摘要投稿，經評選最後有 242 篇的論文被收錄於論文集，整體水準可見一般，因此日後若能集結國內學術單位之力量，爭取此研討會在台灣舉辦，將可提升國內營建領域的國際水準。

出席國際學術會議心得報告

第二年

計畫編號	NSC 96-2221-E-216-027-MY2
計畫名稱	營建時程延遲分析系統之建立
出國人員姓名	楊智斌
服務機關及職稱	中華大學營建管理研究所副教授
會議時間地點	September 22-25, 2009, Las Vegas, USA.
會議名稱	Fifth International Structural Engineering and Construction Conference (ISEC 05)
發表論文題目	Delay causes for private participating public constructions under BOT model in Taiwan

一、參加會議經過

報告者於台北出發經洛杉磯轉機至拉斯維加斯參加此研討會，研討會之論文發表從 9/23 日至 9/25 日止計有三天。本人之論文發表被安排在 9/23 日下午的第二個場次 (Construction Management) 的首位發表者，此外，本人指導博士班學生的論文則安排在相同場次的第三位發表者。

二、與會心得

ISEC 研討會是目前國際上每兩年舉辦專門討論結構工程與營建領域理論與實務之研討會，今年協辦之國際性組織包括：ACI, ASCE, AACE, CSCE, CIOB, JSCI, JSCE, JCI, SEI 等。參加的人來自世界各地，其規模雖不及 ASCE 主辦或 ISARC 等歷史悠久的研討會，但仍有相當多其他各國的人參與，建議國內的相關學會所舉辦的研討會應可朝向國際化發展，以提升台灣研究的水平與能見度。此研討會有超過 300 篇的摘要投稿，經評選最後有 163 篇的論文被收錄於論文集，整體水準可見一般。此外，自第四屆(2007 年)起，此系列研討會之文章已被 EI 及 ISIP 收錄，因此日後若能集結國內學術單位之力量，爭取此研討會在台灣舉辦，將可提升國內營建領域的國際水準。

三、建議

主辦單位在開幕當天有安排三位貴賓進行專題演講：Saiidi, M. et al.; Singh A.; Kashiwagi, D.T.)，演講主題包括營建政策性、技術性與管理性課題，其中 Kashiwagi 所講的主題：“Root of all evils” misunderstanding of construction industry structure，相關之觀念可以做為國內營建產業思考提升產業結構時參考。