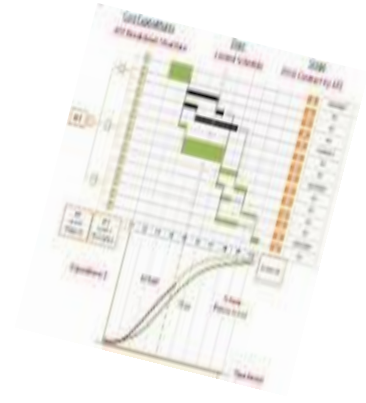


# 公共工程進度管理 與完工期程預測方法



行政院公共工程委員會  
工程管理處



保存年限：

行政院 函



地址：臺北市忠孝東路1段1號  
傳真：02-23975565  
承辦人：李玉雲  
電話：02-23979298#526  
E-Mail：f720614@dgpa.gov.tw

受文者：\_\_\_\_\_政府

發文日期：中華民國104年9月18日  
發文字號：院授人培字第1040047097號  
速別：普通件  
密等及解密條件或保密期限：  
附件：如主旨(104D012469\_1\_1814122566048.pdf)

主旨：核定「104年度行政院與所屬中央及地方各機關建立參與  
及建議制度參與及建議案獎勵名冊」，請查照轉知。

說明：

- 一、依「行政院與所屬中央及地方各機關建立參與及建議制度  
實施要點」（以下簡稱本要點）規定辦理。

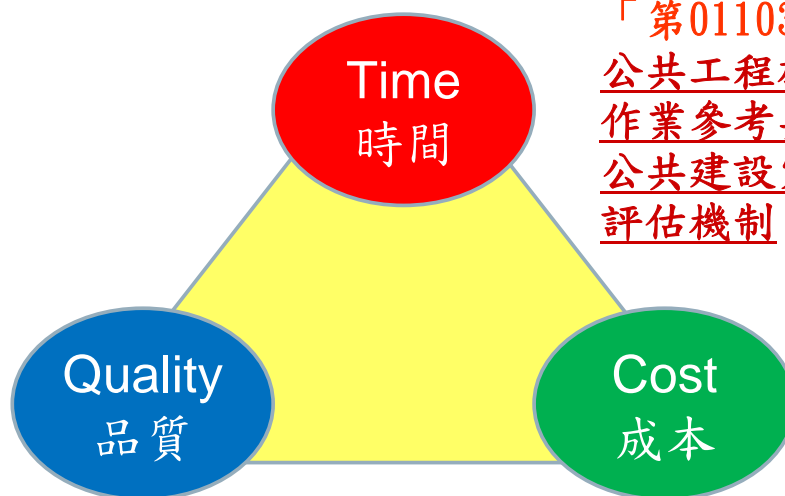
104年度行政院與所屬中央及地方各機關建立參與及建議制度  
參與及建議案獎勵名冊

行政院104年9月18日院授人培字第1040047097號函核定

類組	編號	主管機關	提案機關	參與及建議案名稱	獎勵等次
創新經濟與科技發展	1	內政部	內政部消防署	多管道之災害訊息整合與傳遞	特等獎
	2	科技部	科技部	推動多元創新產學合作	優等獎
	3	行政院公共工程委員會	行政院公共工程委員會	推動「公開取得電子報價單」電子化採購	榮譽獎
	4	金融監督管理委員會	金融監督管理委員會證券期貨局	證券市場揚升計畫	榮譽獎
	5	新北市政府	新北市政府警察局	雲端智慧影像分析及檢索系統	榮譽獎
廉能政府與全面建設	1	行政院農業委員會	行政院農業委員會	讓消費者有感知的產銷履歷	特優獎
	2	行政院公共工程委員會	行政院公共工程委員會	公共工程完工啟用期程評估機制	特等獎
	3	行政院海岸巡防署	行政院海岸巡防署海洋巡防總局	齊心護蟹共攜手，創造三贏展效能	優等獎
	4	教育部	臺灣大學醫學院附設醫院	創新建置智能抽血系統，提升抽血服務效能	榮譽獎

3

## 工程管理三目標—如期如質如度



公共工程施工綱要規範  
「第01103章進度管理」  
公共工程施工進度管理  
作業參考要項 (PART1)  
公共建設完工啟用期程  
評估機制 (PART2)

公共工程品質管理制度  
公共工程施工查核制度

公共工程經費電腦估價系統  
(PCCES)  
公共工程經費審議制度

4

# PART1 公共工程進度管理要領

When 進度管理相關文件 becomes



5

## 名詞定義

- **進度 (Progress)** 衡量工程預定及實際整體執行狀況之量化指標，一般以百分比表示；於可歸責廠商之事由產生落後時，契約得訂定以實際進度低於預定進度之百分比，作為機關採取停止估驗、要求廠商限期改善、終止或解除契約等之處置依據
- **里程碑 (Milestone)** 在整個施工時程設定其中關鍵作業項目之開始或完成時程，作為階段性施工目標之管控點或查核點；里程碑於逾期完成時可作為影響整體完工啟用期程之評估指標，以提早產生預警作用並採取有效之趨趕行動
- **網圖 (Network)** 以結點與箭線來表示計畫之作業，及作業間邏輯關係之一種進度表示方法
- **要徑法 (Critical Path Method, CPM)** 將網圖之作業項目設定單一時程，找出網圖中時間最長的路徑(即要徑)的方法
- **計畫評核術 (Program Evaluation and Review Technique, PERT)** 針對網圖不確定較高的作業項目，以樂觀、悲觀及最可能時間的三時估計法為基礎，計算總時程及要徑之累計分布函數及完成機率
- **蒙地卡羅法 (Monte Carlo Method)** 利用亂術模擬網圖作業項目之作業時程，據以計算總時程及要徑，並進行多次之模擬，進而計算總時程及要徑之累計分布函數及完成機率

6



## 公共工程施工進度管理作業參考要項(1/22)

行政院工程會為使公共工程施工廠商依工程需求訂定進度管理資料，監造單位及主辦機關落實審查、核定及進度確保作業，於民國105年4月22日函頒「公共工程施工進度管理作業參考要項」(含流程圖及索引表)。

各機關辦理公告金額以上之工程採購，得視個案特性、標案規模及實際施工情形，參採本參考要項之內容。

## 公共工程施工進度管理作業參考要項(2/22)

### 一、目的

行政院公共工程委員會（以下簡稱工程會）為使公共工程施工廠商依工程需求訂定進度管理資料，監造單位、專案管理單位及主辦機關落實審查、核定及進度確保作業，特訂定本參考要項，以協助各機關辦理施工進度管理工作，確實掌握及管控施工進度，提升工程執行績效

## 公共工程施工進度管理作業參考要項(3/22)

### 二、對象

各機關辦理公告金額以上之工程採購，得視個案特性、標案規模及實際施工情形，參採本參考要項之內容

執行依據及參考規範

## 公共工程施工進度管理作業參考要項(4/22)

各工程主辦機關依政府採購法第63條第1項規定，以採用工程會訂定之右列採購契約範本為原則，並參採右列權責分工表、作業程序、要點等，與施工廠商簽訂契約後，依個案契約執行施工進度管理作業。

參考綱要規範進度管理內容，納入個案施工規範，辦理進度表提送、更新、預測及修訂等工作。

工程採購契約範本

統包工程採購契約範本

公共工程技術服務契約範本

公共工程專案管理契約範本

公共工程施工階段契約約定權責分工表

監造計畫製作綱要

公共工程估驗付款作業程序

公共工程廠商延誤履約進度處理要點

公共工程趕工實施要點

公共工程施工綱要規範(第01103章)

## 公共工程施工進度管理作業參考要項(5/22)

### 三、執行依據

各工程主辦機關依政府採購法第63條第1項規定，以採用工程會訂定之下列採購契約範本為原則，並參採下列權責分工表、作業程序、要點等，與施工廠商簽訂契約後，依個案契約執行施工進度管理作業

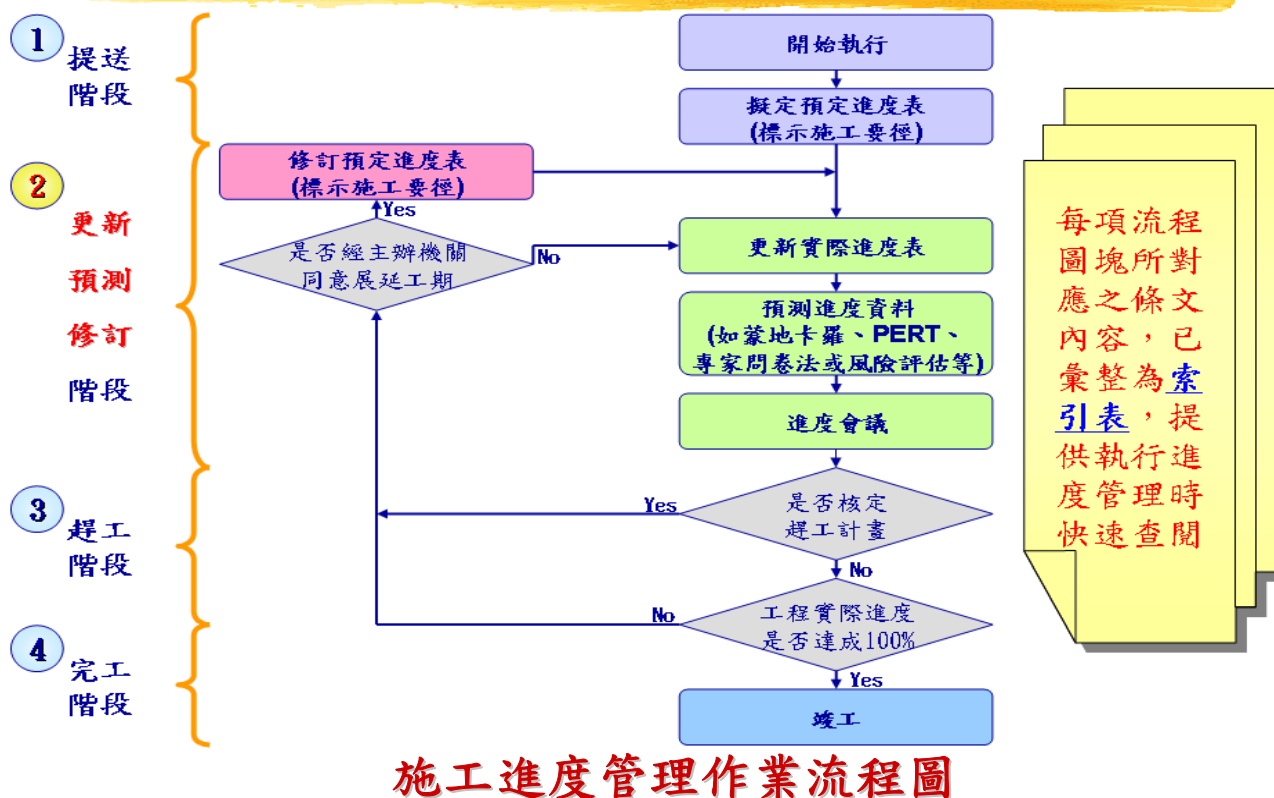
- (一) 工程採購契約範本
- (二) 統包工程採購契約範本
- (三) 公共工程技術服務契約範本
- (四) 公共工程專案管理契約範本
- (五) 公共工程施工階段契約約定權責分工表
- (六) 監造計畫製作綱要
- (七) 公共工程估驗付款作業程序
- (八) 公共工程廠商延誤履約進度處理要點
- (九) 公共工程趕工實施要點

## 公共工程施工進度管理作業參考要項(6/22)

### 四、參考規範

各主辦機關可參考公共工程施工綱要規範第01103章進度管理之內容，納入個案施工規範，辦理進度表提送、更新、預測及修訂等工作

# 公共工程施工進度管理作業參考要項(7/22)



# 公共工程施工進度管理作業參考要項(8/22)

## 五、施工進度管理作業

有關施工進度管理作業之重要事項，包括進度資料之提送、更新、預測、修訂，及趕工計畫之提送，計五項重要事項

## 公共工程施工進度管理作業參考要項(9/22)



## 公共工程施工進度管理作業參考要項 (10/22)

### (一)進度資料提送

#### 1. 施工廠商

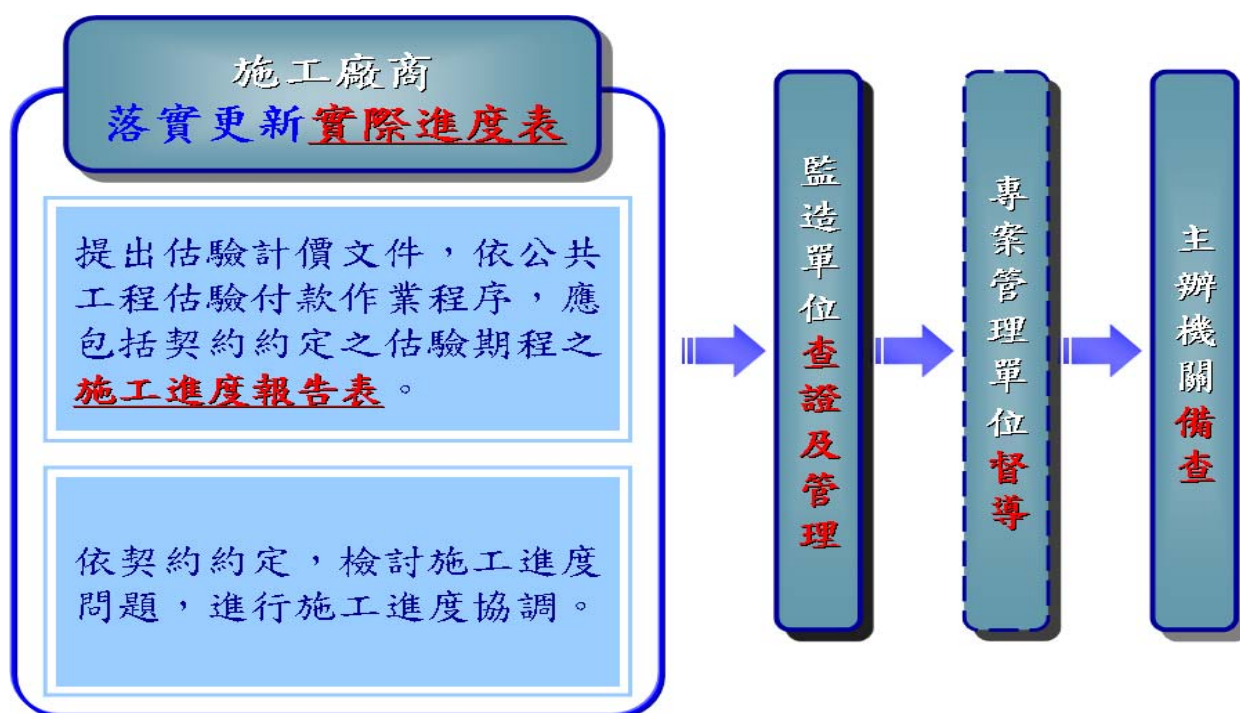
- (1) 施工廠商於開工前依契約約定擬定施工順序及預定進度表，並就主要施工部分敘明施工方法，繪製施工相關圖說，送請主辦機關核定
- (2) 預定進度表之格式及細節，應標示施工詳圖送審日期、主要器材設備訂購與進場之日期、各項工作之起始與完成日期、各類別工人調派配置日期及人數等，並標示契約之施工要徑
- (3) 預定進度表，經主辦機關修正或核定者，不因此免除施工廠商對契約竣工期限所應負之全部責任
- (4) 依契約約定，檢討進度資料之提送流程，完成時限及優先順序



## 公共工程施工進度管理作業參考要項 (11/22)

2. 監造單位審查及管制施工廠商之施工計畫、預定進度、趕工計畫、工期展延與其他送審案件，並依監造計畫所訂整體施工計畫審查重點表，落實審查施工廠商之進度管理工作項目
3. 專案管理單位審定進度資料
4. 主辦機關核定進度資料

## 公共工程施工進度管理作業參考要項 (12/22)



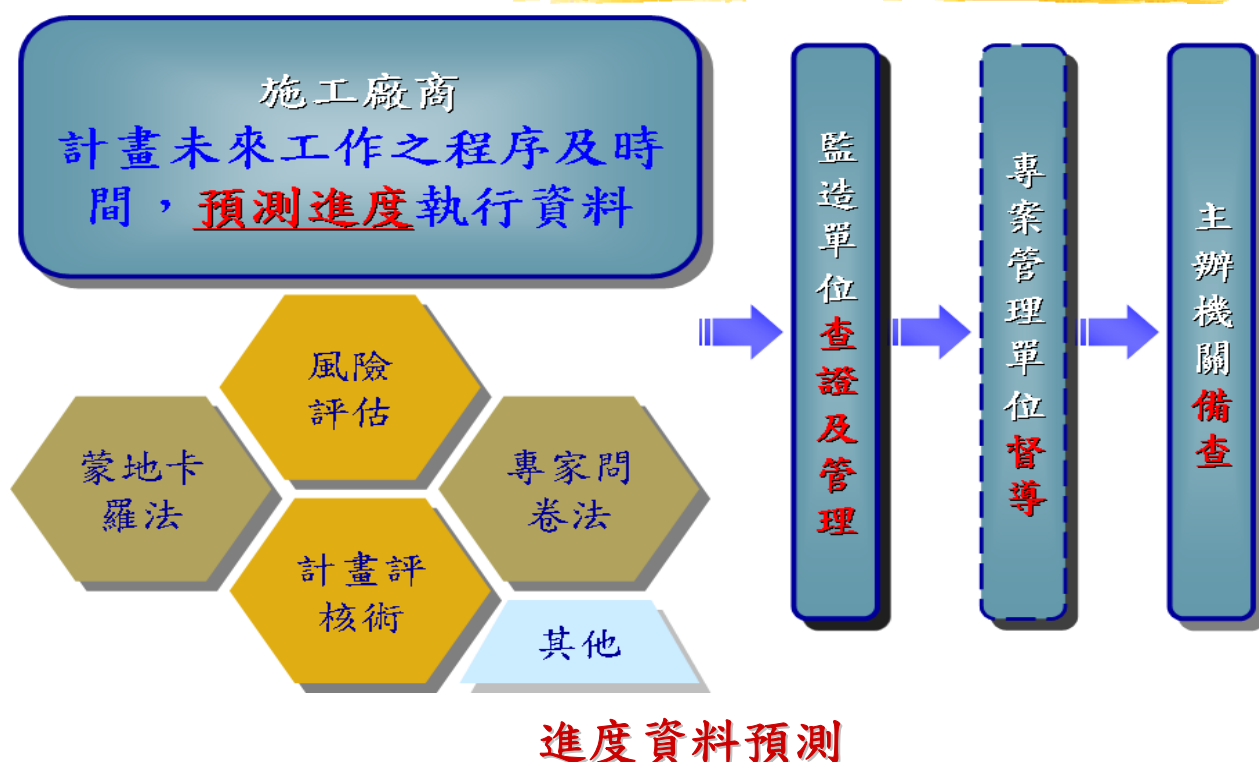
進度資料更新

## 公共工程施工進度管理作業參考要項 (13/22)

### (二)進度資料更新

1. 施工廠商依契約約定，落實更新實際進度表等相關進度執行資料
  - (1) 提出估驗計價文件，依公共工程估驗付款作業程序，應包括契約約定之估驗期程之施工進度報告表
  - (2) 依契約約定，檢討施工進度問題，進行施工進度協調
2. 監造單位辦理施工進度更新資料之查證及管理
3. 專案管理單位督導施工進度更新資料
4. 主辦機關備查施工進度更新資料

## 公共工程施工進度管理作業參考要項 (14/22)

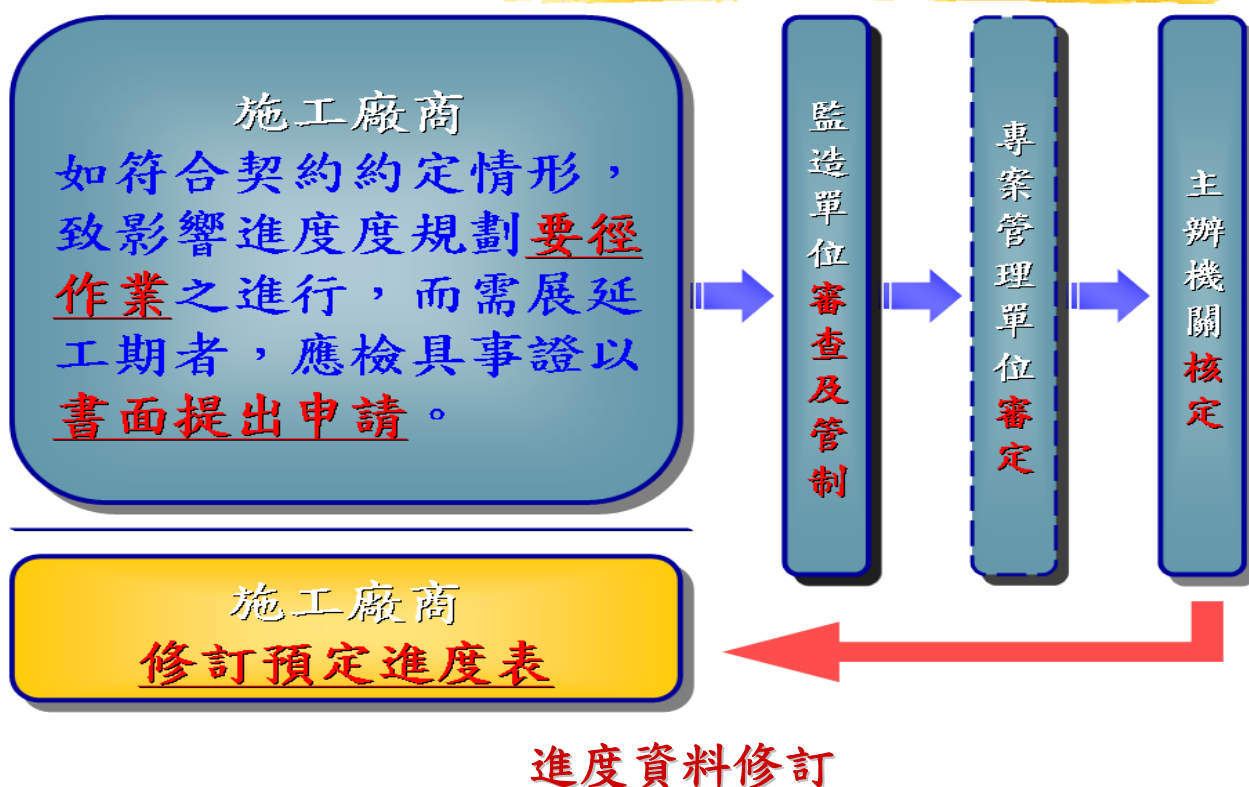


## 公共工程施工進度管理作業參考要項 (15/22)

### (三) 進度資料預測

1. 施工廠商依契約約定，計畫未來工作之程序及時間，預測進度執行資料如蒙地卡羅法(Monte Carlo method)、計畫評核術(Program Evaluation and Review Technique；PERT)、專家問卷法或風險評估等
2. 監造單位辦理施工進度預測資料之查證及管理
3. 專案管理單位督導施工進度預測資料
4. 主辦機關備查施工進度預測資料

## 公共工程施工進度管理作業參考要項 (16/22)

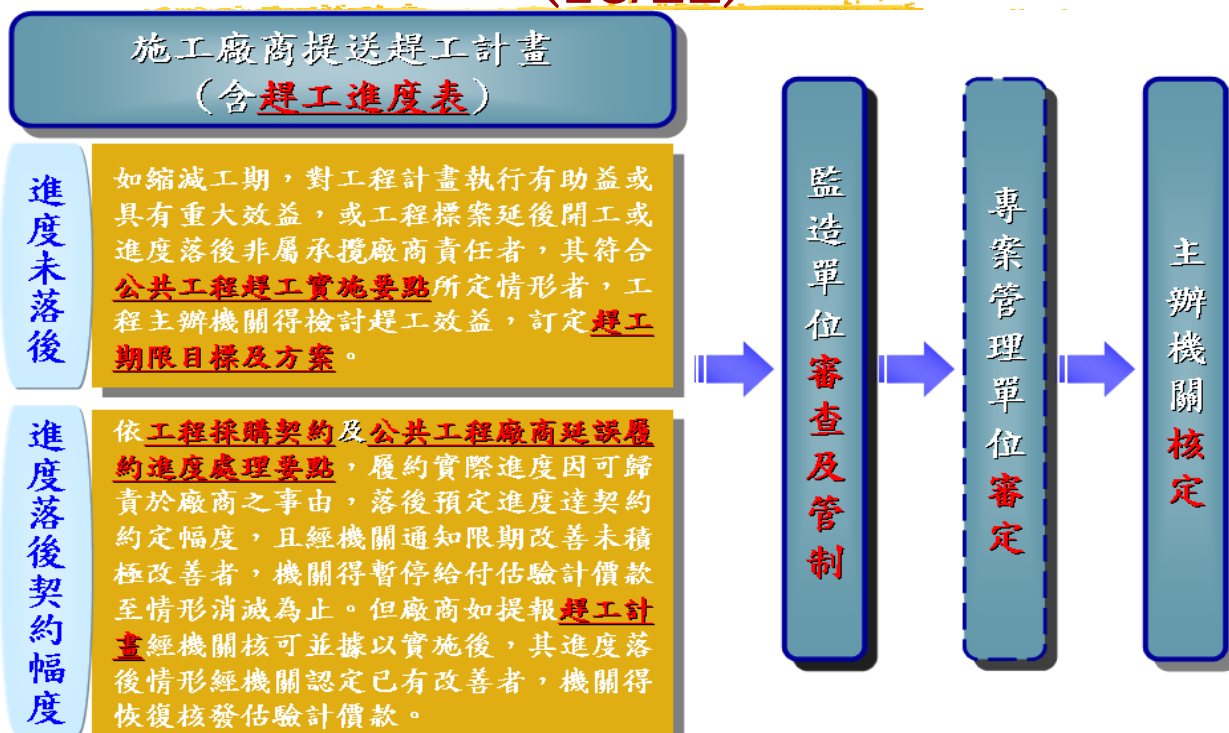


# 公共工程施工進度管理作業參考要項 (17/22)

## (四) 進度資料修訂

1. 施工廠商依工程採購契約，如有符合契約約定情形（例如非可歸責於施工廠商者），致影響進度規劃要徑作業之進行，而需展延工期者，施工廠商應檢具事證以書面向主辦機關提出申請，經主辦機關核定後辦理修訂預定進度表
2. 監造單位辦理工期展延及修訂進度之審查及管制事宜
3. 專案管理單位審定工期展延及進度修訂資料
4. 主辦機關核定工期展延及進度修訂資料

# 公共工程施工進度管理作業參考要項 (18/22)





## 公共工程施工進度管理作業參考要項(19/22)

### (五)趕工計畫

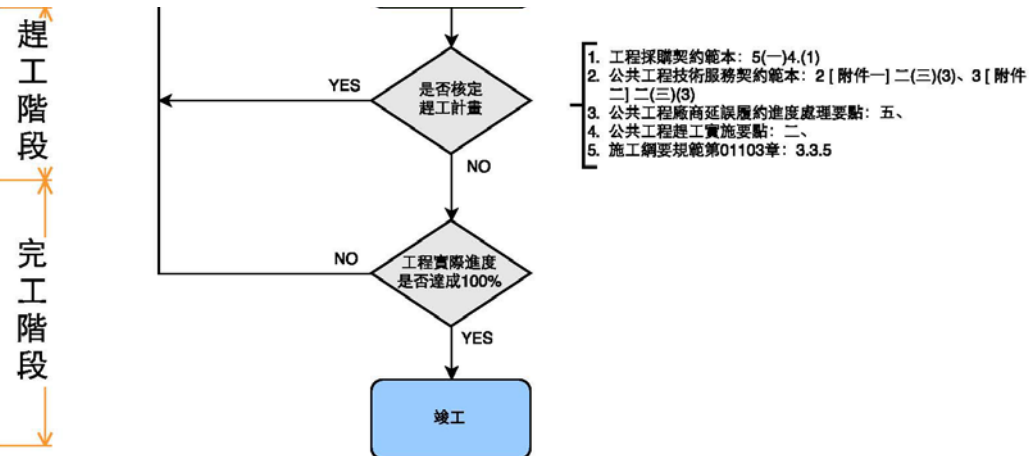
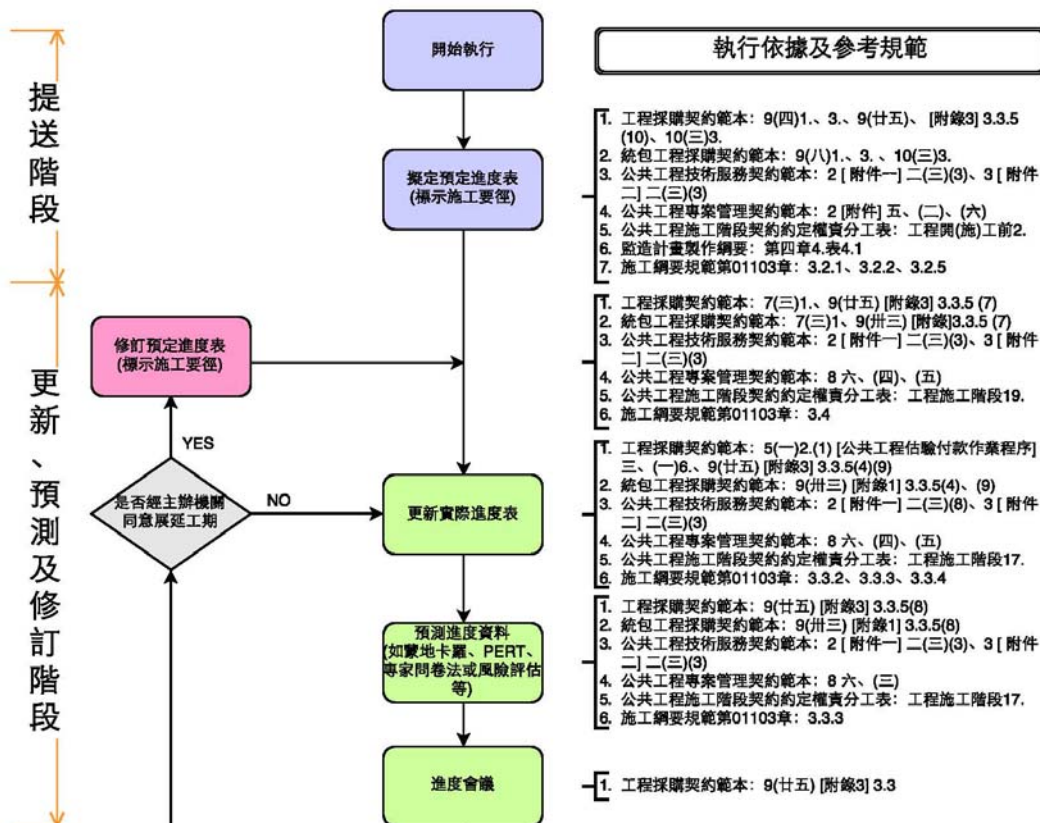
1. 進度未落後，如縮減工期，對工程計畫執行有助益或具有重大效益，或工程標案延後開工或進度落後非屬施工廠商責任，其符合公共工程趕工實施要點所定情形者，主辦機關得檢討趕工效益，訂定趕工期限目標及方案
2. 進度落後屬施工廠商責任者，依工程採購契約及公共工程廠商延誤履約進度處理要點，履約實際進度因可歸責於廠商之事由，落後預定進度達契約約定幅度，且經機關通知限期改善未積極改善者，機關得暫停給付估驗計價款至情形消滅為止。但廠商如提報趕工計畫經機關核可並據以實施後，其進度落後情形經機關認定已有改善者，機關得恢復核發估驗計價款
3. 監造單位辦理審查及管制趕工計畫（含趕工進度表）
4. 專案管理單位審定趕工計畫（含趕工進度表）
5. 主辦機關核定趕工計畫（含趕工進度表）

## 公共工程施工進度管理作業參考要項 (20/22)

### 六、進度管理人員

主辦機關、專案管理單位、監造單位及施工廠商，宜視標案規模配置或指定具有進度管理專長或具有使用電腦排程軟體經驗之人員辦理進度管理工作

## 附件1 公共工程施工進度管理作業流程圖



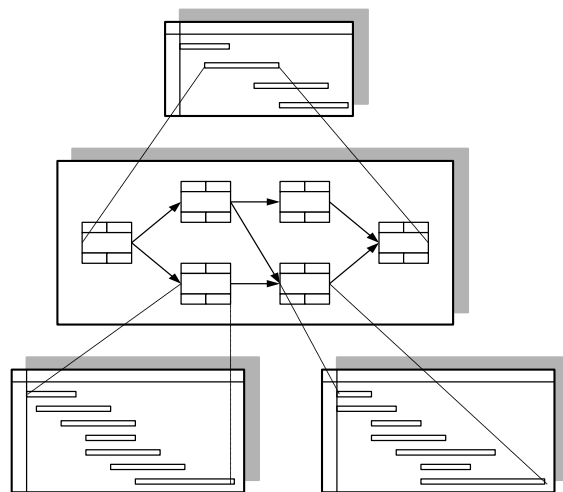
## 施工網要規範「第01103章進度管理」

□102年11月增訂本章，說明執行契約之進度表製作、送審、更新及修訂等工作

綱要進度表  
(桿狀圖)  
5~20個作業

中階進度表  
(網圖)  
作業數目適當

詳細進度表  
(桿狀圖)  
以天為標尺



高層主管

中層主管  
及時程/  
成本工程  
師

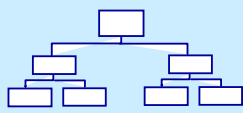
工程人員

### 三階進度表架構

29

## 建立進度（成本）時程表方法

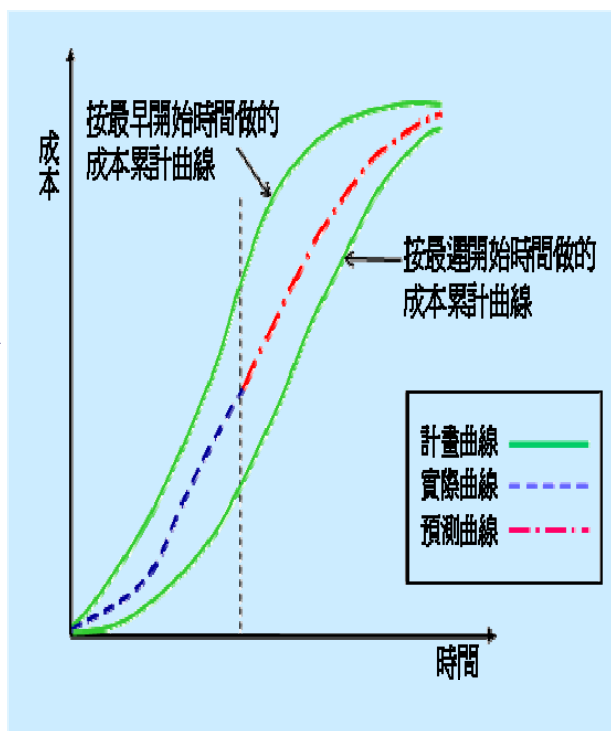
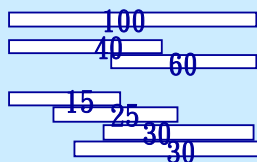
### 1. 定義WBS分工結構



### 2. 排程工作(最早&最遲)



### 3. 調整分配資源及預算



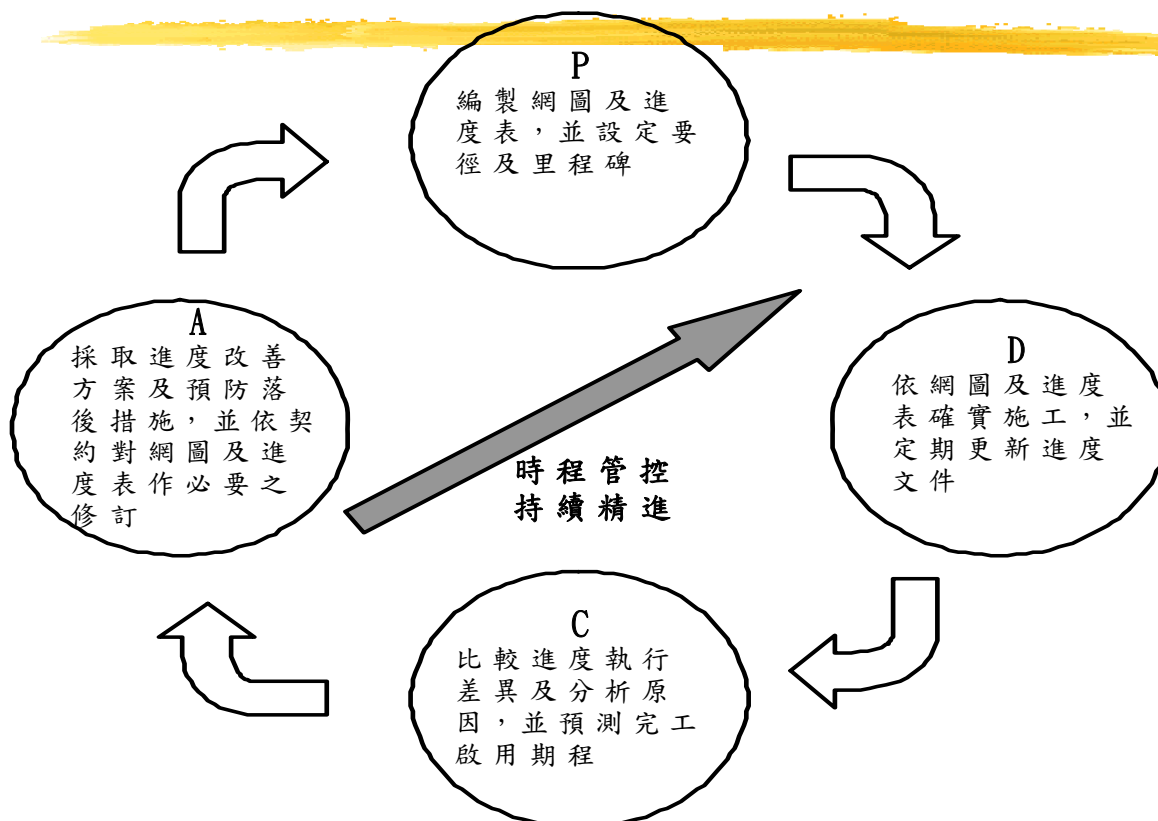
30

## 未能落實時程管理的原因

- 時程網圖不可信或不可行
  - ☞ 時程網圖錯誤或不持續更新
- 時程網圖僅為配合契約之要求，核定後即束之高閣
  - ☞ 時程網圖不予重視形同虛設
- 不熟悉進度管理知識及應用方法
  - ☞ 時程網圖不會審查亦不會應用
- 缺乏進度管理軟體工具或不會使用
  - ☞ 時程網圖應用受限無法發揮更大效益
- 時程網圖已失真，但除非依契約辦理工期展延或變更設計外，否則不允許時程網圖變更
  - ☞ 時程網圖更新管控失據

31

## 公共工程PDCA循環管控時程作業流程圖





## 落實進度管理的要領(1/3)



33

## 落實進度管理的要領(2/3)

### □持續更新：

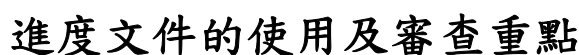
- 作業完成百分比、作業剩餘工期、已完成或進行中作業之實際開始及完成日期
- 解釋里程碑與完工時間之預定與實際日期差異
- 描述實際或可能的延誤及原因，以採取減低衝擊的措施（引據第01103章2.5、3.3.3）

### ☞實際資料（比較落後差異並檢討改善對策）

### □有效預測：系統地預估作業完成時間，包含未來作業之開始日期、工期及邏輯關係之改變（引據第01103章3.3.3）

### ☞預計資料（提前預警並採取有效趕工措施）

34

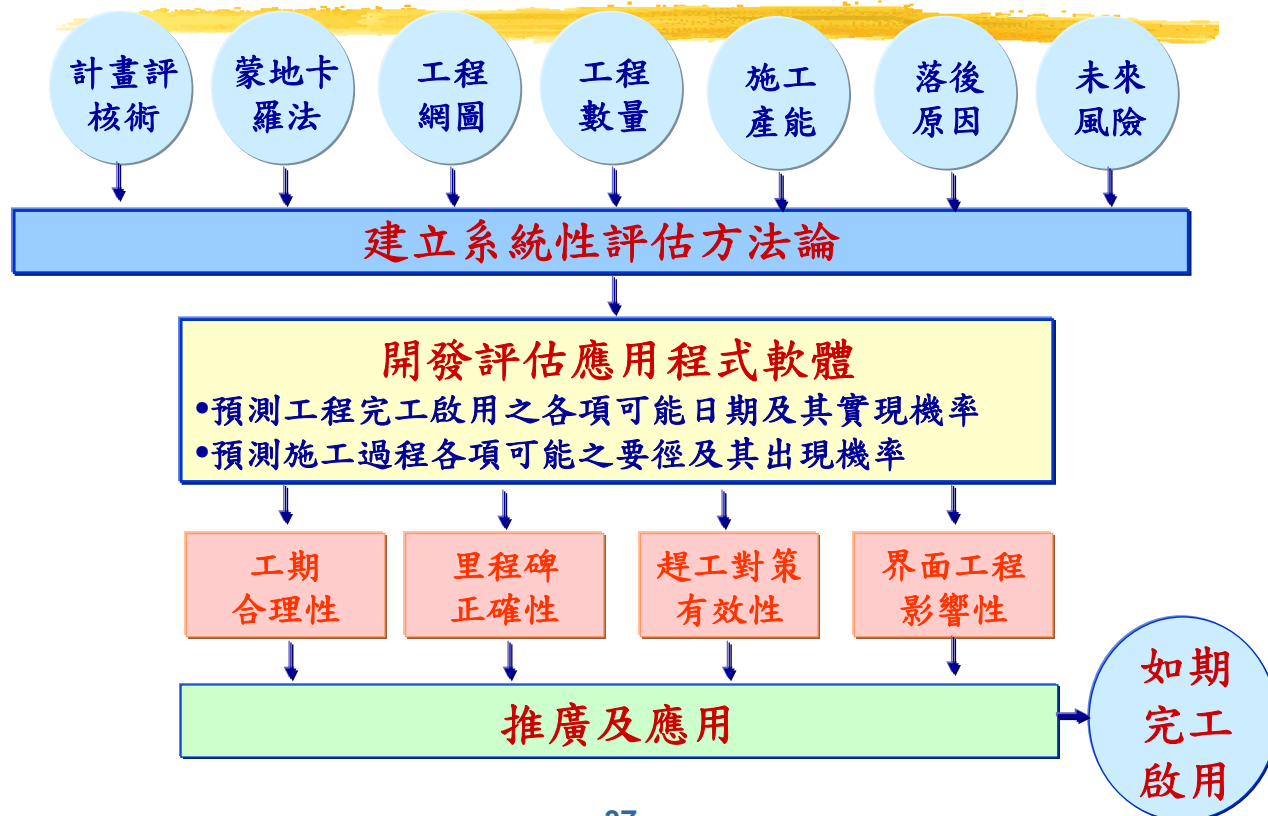


## PART2 完工啟用期程評估方法及應用

## 如期完工啟用的機率?



## 完工啟用期程評估方法及應用架構圖



37

## 大綱

一、(WHAT) 甚麼是完工啟用期程評估

二、(WHY) 為什麼要做完工啟用期程評估

三、(WHEN) 何時要做完工啟用期程評估

四、(WHO) 誰要做完工啟用期程評估

五、(WHERE) 何處著手完工啟用期程評估

六、(HOW) 如何做完工啟用期程評估

七、(HOW MUCH) 怎樣確認完工啟用期程評估

八、結論及建議

38

## 一、(WHAT) 甚麼是完工啟用期程評估(1/2)

首先請教各位公共工程主辦同仁以下幾個問題：

- ☐ 您所經辦工程的工期合理嗎？
- ☐ 管控的里程碑日期是否符合實需？是否位在要徑？
- ☐ 該工程施工廠商可以如期完工嗎？機率有多少？
- ☐ 趕工計畫對縮短工期的助益及實現機率有多大？
- ☐ 該工程要徑變化的可能性有多大？

## 一、(WHAT) 甚麼是完工啟用期程評估(2/2)

- ☐ 特別是您經辦的工程，有限期完工的壓力，或出現重大落後時，當長官垂詢上開問題，您是否有肯定的答案？您的答案是否有明確的依據？
- ☐ 復當您經辦的工程施工廠商提出新的施工修正計畫或趕工計畫，您手邊是否有任何方法或工具，可幫助您判斷施（趕）工期程之合理性？



## 二、（WHY）為什麼要做完工啟用期程評估(1/2)

### □專案排程方法及優缺點

	甘特圖 (Gantt)	要徑法 (CPM)	計畫評核術 (PERT)
內容	以 <b>桿狀圖</b> 呈現作業與時間之關係	以 <b>網路圖</b> 作為分析工具， <b>時間模型是確定性</b> ；以 <b>單一估計</b> 時間建構專案排程	以 <b>網路圖</b> 作為分析工具， <b>時間模型是機率性</b> ；以 <b>樂觀、悲觀及最可能時間的三時法</b> 為基礎，估算專案完成的可能時間及機率
優點	簡單易懂，且易於變更	適用於大型專案，作業間前後關係明確	適用於大型專案，作業間前後關係明確
缺點	<b>無法清楚顯示各作業間之相互關係</b> ，不適用大型專案	單一估時 <b>忽略各項作業風險</b>	不易估計 <b>樂觀、悲觀估時</b> ，作業要徑不易判斷

## 二、（WHY）為什麼要做完工啟用期程評估(2/2)


- 公共建設之完工啟用期程，常是計畫規劃與政策考量之綜合期望值，包含所有客觀及主觀判斷的混合，背後存有一個機率的變數；在執行過程中，往往會發生計畫比不上變化之情況
- 機關復常受限於如期完工啟用之管考目標，規劃之工程網圖多不符實際或未考慮風險
- 在多重施工路徑及諸多不確定性風險影響下，施工要徑將隨時可能產生變化
- 當**加入了風險的考量後**，如何**準確預測完工啟用期程**，並作出**積極正確之決策**，為公共建設時程管控之重要關鍵

### 三、(WHEN) 何時要做完工啟用期程評估(1/1)

- ☐ 當政策指示相關計畫或工程需提前完工啟用
- ☐ 專案時程出現重大落後
- ☐ 契約或設計有重大變更
- ☐ 工期有重大展延
- ☐ 工法、工序或要徑有變動
- ☐ 廠商人、機、料等施工資源有重大變動

43

### 四、(WHO) 誰要做完工啟用期程評估(1/1)

- ☐ 施工廠商：實際評估者
  -  公共工程施工綱要規範「第01103章 進度管理」
    - 承包商須僱用具有使用電腦排程軟體經驗之人員，排程人員之資格必須在開工前提送工程司審核
    - 承包商使用之排程軟體必須有足夠的功能，製作本章所規定之進度表、報告及處理時程資料
- ☐ 監造單位：監督施工廠商進行評估，並實質判斷評估結果之合理度
- ☐ 專案營建管理（PCM）及主辦機關：會同施工廠商及監造單位確認評估結果之合理度
- ☐ 主管機關：督導主辦機關適時啟動評估，提出正確之趕工對策及完工決策

44

## 五、（WHERE）何處著手完工啟用期程評估(1/5)

結合計畫評核術及蒙地卡羅模擬法（Monte Carlo method）評估完工啟用期程及其出現機率

- 工期存在很多不確定性之風險，無法以真實之數值公式或確定性之模型（例如常態分布）求解
- 將不確定的作業時間看成具有某種機率分配特性的隨機變數，利用隨機亂數決定作業時間，俾預估工程專案期程之累積分布
- 一種基於大數法則的實證方法，當模擬的次數越多，結果趨近於真實
- 需要大量的抽樣及計算，計算時間較長

45

## 五、（WHERE）何處著手完工啟用期程評估(2/5)

現行方式	蒙地卡羅方式
各工作項目以 <u>單時</u> 估計，未考慮風險	加入風險管控概念，考量廠商過去施工產能及未完工數量，評估各工作項目 <u>三時</u> (最低、正常、最高估時)
最大單一時程之要徑	演算多重施工路徑及其發生機率，據以研擬趕工策略
單一完工日期	可依據不同機率對應之完工日期，提供機關首長決策參考

46

## 五、(WHERE) 何處著手完工啟用期程評估(3/5)

- 首先要有一份符合實際施工現況的工程網圖
- 基於計畫評核術，就網圖中尚未完成之工作項目，依實際狀況（廠商過去施工產能、未完工數量、落後原因及可能風險等），對每個項目之最低、正常及最高估時進行估計
- 設定蒙地卡羅法之迭代次數，每次迭代對各項工作項目隨機取0至1範圍之亂數值，依三角分布函數獲得各工作項目之作業天數
- 依各項工作項目之作業天數及施工順序，決定施工要徑及其總工期
- 完成所有迭代後，統計各次迭代產生之工期出現次數，即可累算各工期之完工機率及要徑之出現機率

47

## 五、(WHERE) 何處著手完工啟用期程評估(4/5)

工程會已成功發展單機版之Excel VBA模擬程式軟體，可兼容應用於箭線圖示法 (ADM)及先行順序圖示法 (PDM)之網圖作業模式

- 箭線圖示法 (Arrow Diagramming Method, ADM)

適用包含虛時作業之工作項目

- 先行順序圖示法(Precedence Diagramming Method, PDM)

適用工作項目間之完成- 開始[FS]、開始- 開始[SS]、完成- 完成[FF]，以及開始- 完成[SF]等4種邏輯順序關係；市面MS Project及P3等主要專案排程商業軟體，均採用先行順序圖示法

48

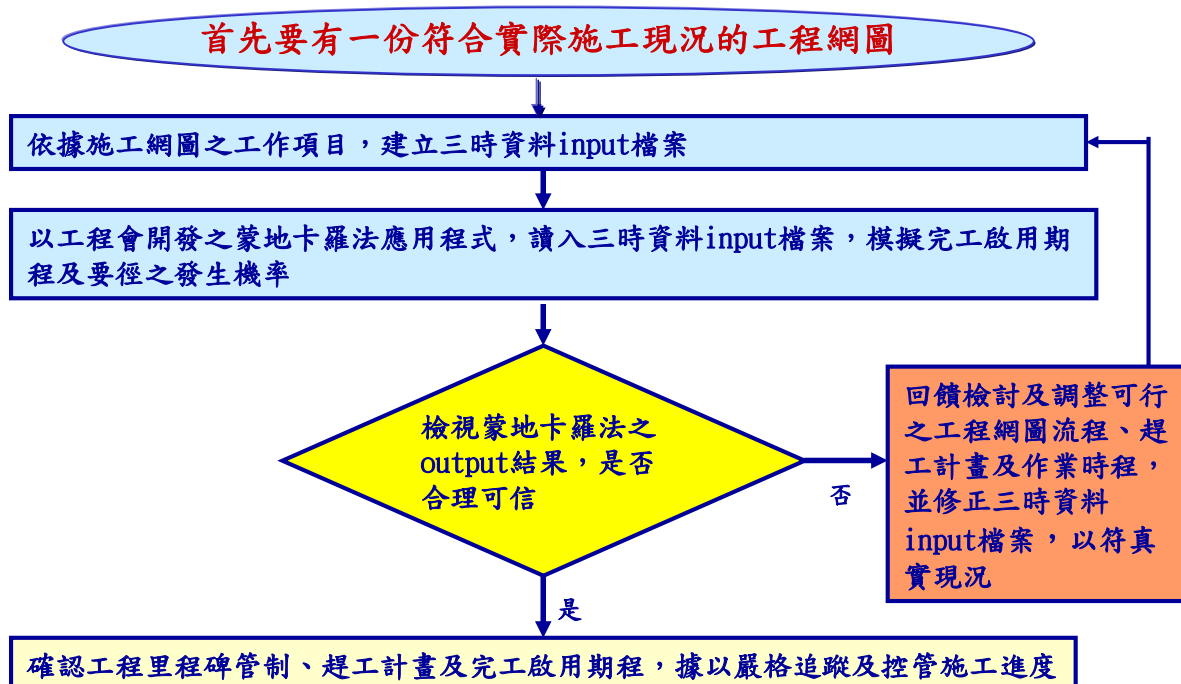


## 五、(WHERE) 何處著手完工啟用期程評估(5/5)

- 針對MS Project輸出之Excel排程檔案，工程會亦建置轉換程式，可自動產生符合完工啟用期程模擬程式軟體所需格式之輸入檔案
- 依MS Project之單時排程資料，工程會模擬程式軟體計算之完工日期與MS Project完全相同
- 工程會模擬程式軟體已強化輸入檔案資料是否有重複、矛盾或無限迴圈等錯誤檢核功能，並通過台中捷運系統CJ910區段標工程作業項目高達6,822項之實測，可確保程式運行效能之可靠及穩定度
- 模擬程式軟體、輸入檔案範本及操作影片等相關檔案，於工程會全球資訊網/工程管理/重大公共建設完工啟用期程評估，提供下載服務

49

## 六、(HOW) 如何做完工啟用期程評估(1/9)



50

## 六、(HOW) 如何做完工啟用期程評估(2/9)

### Excel VBA模擬軟體操作畫面



PS. 打開Excel檔案，選擇「啟用巨集」，按下「啟動」工作表之「START」鍵，即可出現本畫面

51

## 六、(HOW) 如何做完工啟用期程評估(3/9)

### 三時輸入檔案建立原則

- ❑ 已完成之工作項目，輸入單時之實際作業天數
- ❑ 執行中之工作項目，依廠商過去施工能力、未完成數量、遭遇到之問題、落後原因及風險，具體擬訂其最低估時、正常估時及最高估時；如施工網圖符合實際並執行正常，得以施工網圖之原單時為正常估時，再延伸設定兩端之最低及最高估時
- ❑ 尚未執行之中程工作項目，儘量推估其最低估時、正常估時及最高估時；如遠程工作項目無法推估三時作業，可輸入施工網圖之原單時作業期程

52

## 六、(HOW) 如何做完工啟用期程評估(4/9)

### 三時估計方法

#### 1. 實獲值分析法 (Earned Value Method )

##### (1) 正常狀態：

- 最低估時=未完成比例/以往各月最高5%之單月平均完成比例
- 正常估時=未完成比例/以往各月之單月平均完成比例
- 最高估時=未完成比例/以往各月最低5%之單月平均完成比例

##### (2) 趕工狀態：

- 最低估時=正常狀態之最低估時-趕工項目預定縮短天數
- 正常估時=正常狀態之正常估時-趕工項目預定縮短天數
- 最高估時=正常狀態之最高估時-趕工項目預定縮短天數

53

## 六、(HOW) 如何做完工啟用期程評估(5/9)

### 2. 專家意見評估法

#### (1) 內部幹部及資深工程人員集體評估

(2) 德爾菲法 (Delphi Method) 也稱專家調查法，是一種採用通訊方式分別將所需解決的問題單獨發送到各個專家手中，徵詢意見，然後回收彙總全部專家的意見，並整理出綜合意見。隨後將該綜合意見和預測問題再分別反饋給專家，再次徵詢意見，各專家依據綜合意見修改自己原有的意見，然後再彙總。這樣多次反覆，逐步取得比較一致的預測結果的決策方法

54

## 六、(HOW) 如何做完工啟用期程評估(6/9)

### 3. 不確定風險權重法

風險分類	風險屬性	最低估時	正常估時	最高估時
高度風險	容易控制	$0.9 \times m$	$m$	$1.35 \times m$
	不容易控制	$0.85 \times m$	$m$	$1.5 \times m$
中度風險	容易控制	$0.95 \times m$	$m$	$1.2 \times m$
	不容易控制	$0.9 \times m$	$m$	$1.3 \times m$
低度風險	容易控制	$m$	$m$	$1.1 \times m$
	不容易控制	$0.95 \times m$	$m$	$1.15 \times m$

## 六、(HOW) 如何做完工啟用期程評估(7/9)

### 模擬軟體產出成果

- ☐ 預測工程完工啟用之各項可能日期及其實現機率
- ☐ 預測施工過程各項可能之要徑及其出現機率
- ☐ 依最低、正常及最高估時天數，分別推算要徑各工作項目之應完成日期
- ☐ 正常估時狀態下，各工作項目之最早及最晚開始日期與最早及最晚完成日期
- ☐ 正常估時狀態之工作項目時程橫桿圖（甘特圖）
- ☐ 正常估時狀態之網狀圖



## 六、(HOW) 如何做完工啟用期程評估(8/9)

模擬後產出之工作表單	產出內容
模擬結果_年月	依完工年月，顯示工程於各月份之可能完工機率
模擬結果_日	依完工年月日，顯示工程於各日期之可能完工機率
完工機率統計圖_年月	將「模擬結果_年月」工作表數據，繪製成圖
完工機率統計圖_日	將「模擬結果_日」工作表數據，繪製成圖
要徑統計（全部）	顯示各項要徑之可能出現機率
要徑統計（完工機率 ≤68.269%）	顯示 68.269%之完工機率以下，各項要徑之可能出現機率
要徑統計（完工機率 >68.269%）	顯示 68.269%之完工機率以上，各項要徑之可能出現機率
三時資料	顯示最低、正常及最高估時之要徑工作項目查核點應完成日期，各工作項目於正常估時狀態下之最早及最晚開始日期與最早及最晚完成日期
時程桿狀圖	正常估時之工作項目時程桿狀圖
網狀圖	正常估時之網狀圖

57

## 六、(HOW) 如何做完工啟用期程評估(9/9)

### □工程團隊如何掌握成功評估之關鍵因素

- (一)符合真實現況之三時估計資料，避免garbage in garbage out
- (二)每次評估後，應對模擬結果檢視是否合理可信

### □模擬結果之回饋

- (一)據以檢討工程網圖流程、趕工計畫及作業時程之可行性，並進行必要之修正
- (二)依上開修正，重行調整三時估計資料（是否符合廠商目前之施工現況及作業能量？是否已考量可能遭遇之風險？），再次進行評估作業
- (三)於獲得可信之結果後，應確實依模擬結果管控相關里程碑執行情形，如後續有重大落後或異常變更，應重新進行評估

58

## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(1/21)

### □應用面向1~正常狀態下驗證契約工期的合理可行性及管控里程碑的正確性

1. 團隊認為廠商較可能之完工日期，依產出之「模擬結果\_日」工作表，該日之完工機率是否達68.269% 以上？

☞為何取68.269%？考量施工會有風險，可能之完工日期得設為70%出現機率之日期，以容許稍為延後，但本評估機制取68.269%（恰為常態分布之一個標準偏差值），較易記住且亦與70%接近

☞工程如執行正常，取95.44%（二個標準偏差值）以上，將趨於悲觀保守

☞蒙地卡羅法於完工日期時間軸之分布，係從左邊最早出現之日期開向右逐日累計次數以獲得完工機率，此與常態分布由中間平均值分別向兩邊伸展偏差值，觀念完全不同，請勿混淆！

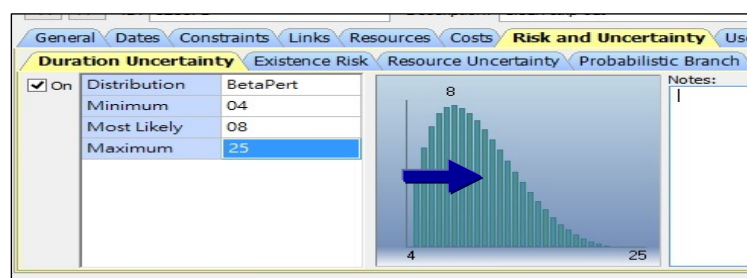
59

## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(2/21)

2. 目前既定之施工主要徑，依產出之「要徑統計（全部）」工作表，該要徑之出現機率是否達50%以上？

3. 依產出之「三時資料」工作表：

- 「正常估時應完成日期」欄位所列之各要徑工作項目，是否為目前既定之施工主要徑？
- 是否緊密及可發揮提前預警落後影響完工啟用期程之效果？
- 目前執行情形是否正常？



60

## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(3/21)

### □應用面向2~趕工狀態下確認趕工對策的有效性

1. 比較正常狀態與趕工狀態之完工日期及機率分布趨勢圖，趕工狀態是否有明顯提前？
2. 判斷趕工項目選擇的有效性，與趕工計畫對實質完工之預期績效

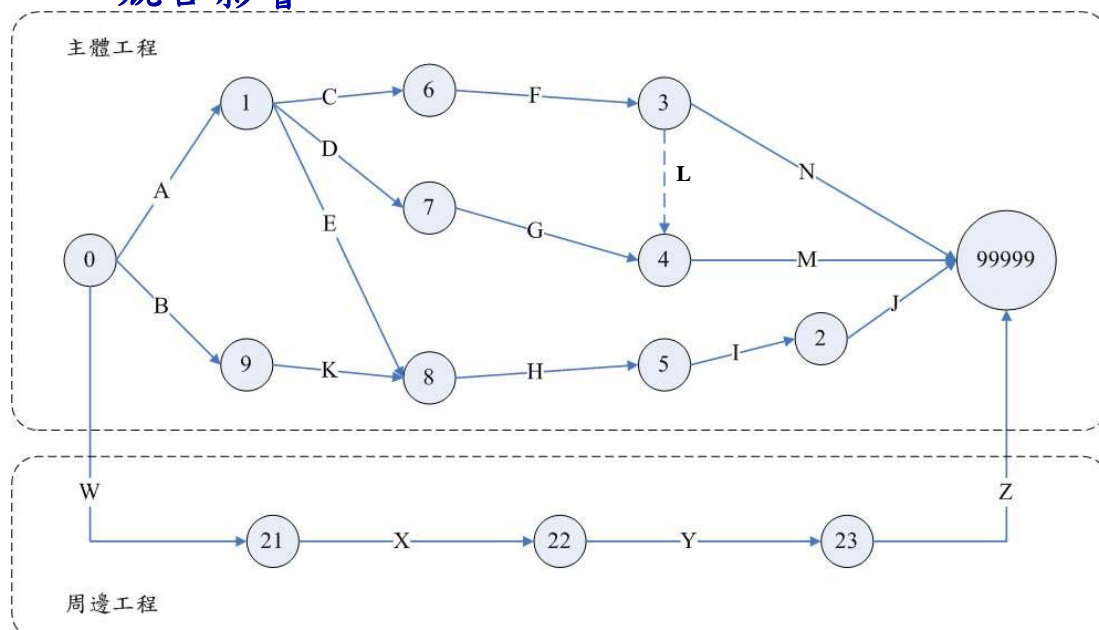
### ☞位於刀口

### □應用面向3~估計主體及週邊工程競合狀態下對完工啟用的影響

將週邊工程網圖加入，作為另一單獨之施工系統路徑，與主體工程施工系統併行蒙地卡羅法模擬作業，以預測週邊工程對完工啟用之可能影響

## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(4/21)

### 示例1 確認趕工對策的有效性及估計主體及週邊工程的競合影響



## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(5/21)

### ADM模式input檔案（正常狀態）

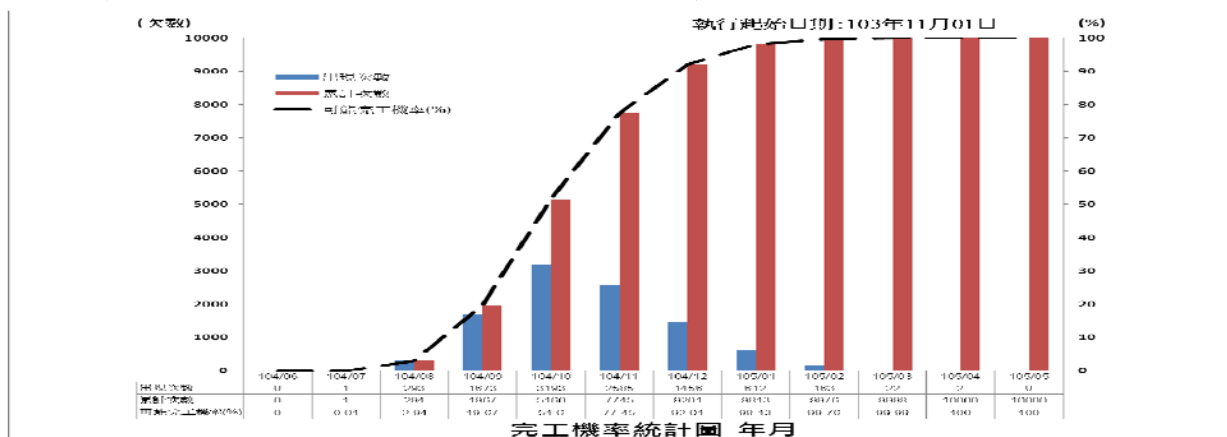
工作項目編號	開始節點編號	結束節點編號	工作項目名稱	開始日期	結束日期	最低估時	正常估時	最高估時
A	0	1	TASK_A	1031101		40	50	200
B	0	9	TASK_B	1031101		10	60	150
C	1	6	TASK_C			20	30	70
D	1	7	TASK_D			30	40	150
E	1	8	TASK_E			20	30	40
F	6	3	TASK_F			15	20	60
G	7	4	TASK_G			15	30	45
H	8	5	TASK_H			25	35	75
I	5	2	TASK_I			115	120	150
J	2	9999	TASK_J			10	20	60
K	9	8	TASK_K			30	45	50
L	3	4	TASK_L			0	0	0
M	4	9999	TASK_M			140	155	180
N	3	9999	TASK_N			110	130	170
W	0	21	TASK_W	1031101		60	60	60
X	21	22	TASK_X			50	80	100
Y	22	23	TASK_Y			100	120	240
Z	23	9999	TASK_Z			10	15	20

PS. 1. 第1個開始節點編號須設定為0 2. 儲存格設定為文字格式 3. 開始及結束日期型式為YYMMDD

63

## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(6/21)

正常狀態完工期程模擬結果(68.269%機率之可能完工日期為104.11.18)



要徑(工作項目編號)	最低作業天數	最高作業天數	出現次數	出現機率(%)
[A][D][G][M]	274.88	521.462	5469	54.69
[B][K][H][I][J]	284.625	431.478	1809	18.09
[W][X][Y][Z]	261.542	403.273	1141	11.41
[A][E][H][I][J]	281.552	463.915	887	8.87
[A][C][F][L][M]	283.103	455.781	617	6.17
[A][C][F][N]	287.693	426.179	76	0.76
[B][K][H][I][J][X][Y][Z]	303.052	303.052	1	0.01

64

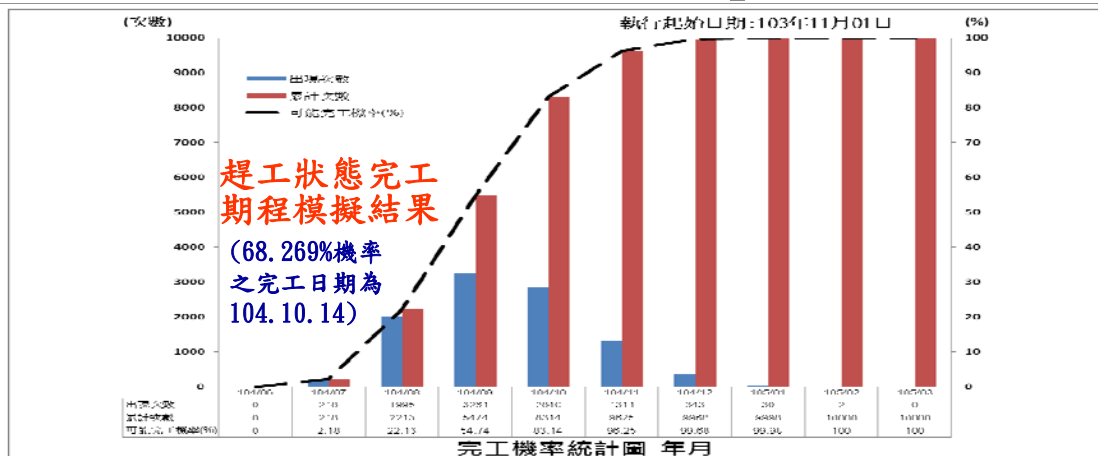
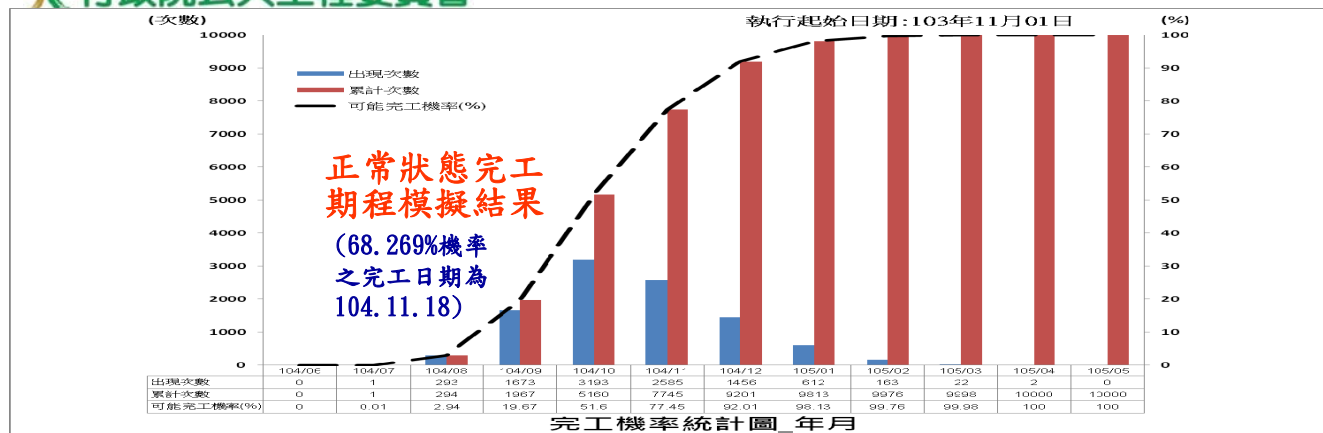


## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(7/21)

ADM模式input檔案 (趕工狀態—M及I項目之三時較正常狀態分別縮短60及45天)

工作項目編號	開始節點編號	結束節點編號	工作項目名稱	開始日期	結束日期	最低估時	正常估時	最高估時
A	0	1	TASK_A	1031101		40	50	200
B	0	9	TASK_B	1031101		10	60	150
C	1	6	TASK_C			20	30	70
D	1	7	TASK_D			30	40	150
E	1	8	TASK_E			20	30	40
F	6	3	TASK_F			15	20	60
G	7	4	TASK_G			15	30	45
H	8	5	TASK_H			25	35	75
I	5	2	TASK_I			70	75	105
J	2	9999	TASK_J			10	20	60
K	9	8	TASK_K			30	45	50
L	3	4	TASK_L			0	0	0
M	4	9999	TASK_M			80	95	120
N	3	9999	TASK_N			110	130	170
W	0	21	TASK_W	1031101		60	60	60
X	21	22	TASK_X			50	80	100
Y	22	23	TASK_Y			100	120	240
Z	23	9999	TASK_Z			10	15	20

65



66

## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(8/21)

正常狀態下各要徑之發生比例 — 機率最大為主體工程之[A][D][G][M]項目

要徑(工作項目編號)	最低作業天數	最高作業天數	出現次數	出現機率(%)
[A][D][G][M]	274.88	521.462	5469	54.69
[B][K][H][I][J]	284.625	431.478	1809	18.09
[W][X][Y][Z]	261.542	403.273	1141	11.41
[A][E][H][I][J]	281.552	463.915	887	8.87
[A][C][F][L][M]	283.103	455.781	617	6.17
[A][C][F][N]	287.693	426.179	76	0.76
[B][K][H][I][J][X][Y][Z]	303.052	303.052	1	0.01

趕工狀態下各要徑之發生比例 — 機率最大為週邊工程之[W][X][Y][Z]項目

要徑(工作項目編號)	最低作業天數	最高作業天數	出現次數	出現機率(%)
[W][X][Y][Z]	248.663	403.273	3632	36.32
[A][C][F][N]	250.098	435.219	2607	26.07
[A][D][G][M]	245.01	461.462	2174	21.74
[B][K][H][I][J]	248.094	386.478	1109	11.09
[A][E][H][I][J]	248.638	418.915	476	4.76
[A][C][F][N][X][Y][Z]	333.269	333.269	1	0.01
[W][B][K][H][I][J][X][Y][Z]	275.535	275.535	1	0.01

## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(9/21)

### □正常狀態

1. 68.269%機率之完工日期為104年11月18日
2. 出現機率較大之要徑，依序為主體工程之[A][D][G][M]及[B][K][H][I][J]

### □趕工狀態 (M、I項目之三時較正常狀態分別縮短60、45日)

1. 68.269%機率之完工日期為104年10月14日，較正常狀態提早35日
2. 出現機率較大之要徑，依序為週邊工程之[W][X][Y][Z]及主體工程之[A][C][F][N]

### □調整趕工狀態 (M、I、Y、N項目之三時較正常狀態分別縮短60、45、45、45日)

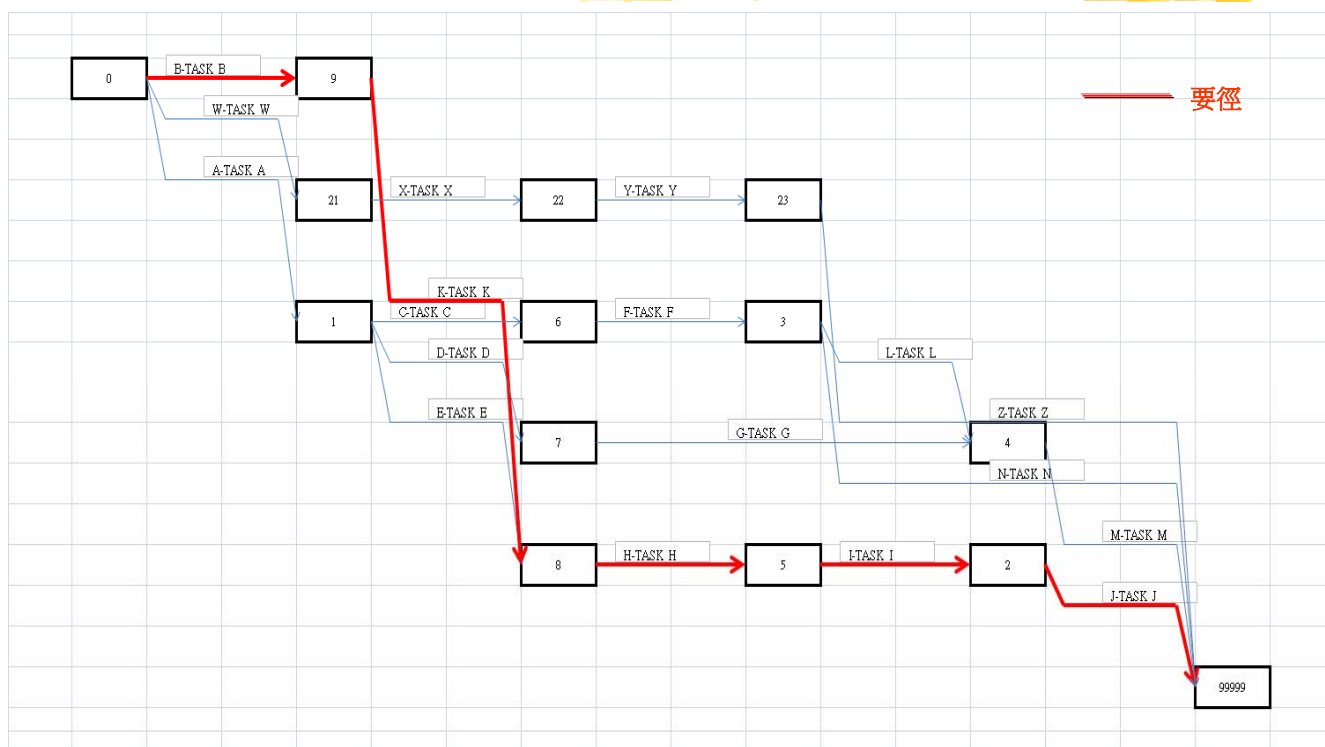
1. 68.269%機率之完工日期為104年9月26日，較正常狀態提早53日
2. 出現機率較大之要徑，依序為主體工程之[A][D][G][M]及[B][K][H][I][J]

## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(10/21)

工作項目編號	工作項目名稱	核定最早開始日期 (ES)	核定最早完成日期 (EF)	核定最晚開始日期 (ES)	核定最晚完成日期 (EF)	10311	10312	10401	10402	10403	10404	10405	10406
A	TASK_A	1031101	1031220	1031120	1040108								
B	TASK_B	1031101	1031230	1031101	1031230								
C	TASK_C	1031220	1040118	1040128	1040226								
D	TASK_D	1031220	1040128	1040108	1040216								
E	TASK_E	1031220	1040118	1040114	1040212								
F	TASK_F	1040118	1040206	1040226	1040317								
G	TASK_G	1040128	1040226	1040216	1040317								
H	TASK_H	1040212	1040318	1040212	1040318								
I	TASK_I	1040318	1040531	1040318	1040531								
J	TASK_J	1040531	1040619	1040531	1040619								
K	TASK_K	1031230	1040212	1031230	1040212								
L	TASK_L	1040206	1040206	1040317	1040317								
M	TASK_M	1040226	1040531	1040317	1040619								
N	TASK_N	1040206	1040501	1040327	1040619								
W	TASK_W	1031101	1031230	1031105	1040103								
X	TASK_X	1031230	1040319	1040103	1040323								
Y	TASK_Y	1040319	1040601	1040323	1040605								
Z	TASK_Z	1040601	1040615	1040605	1040619								

69

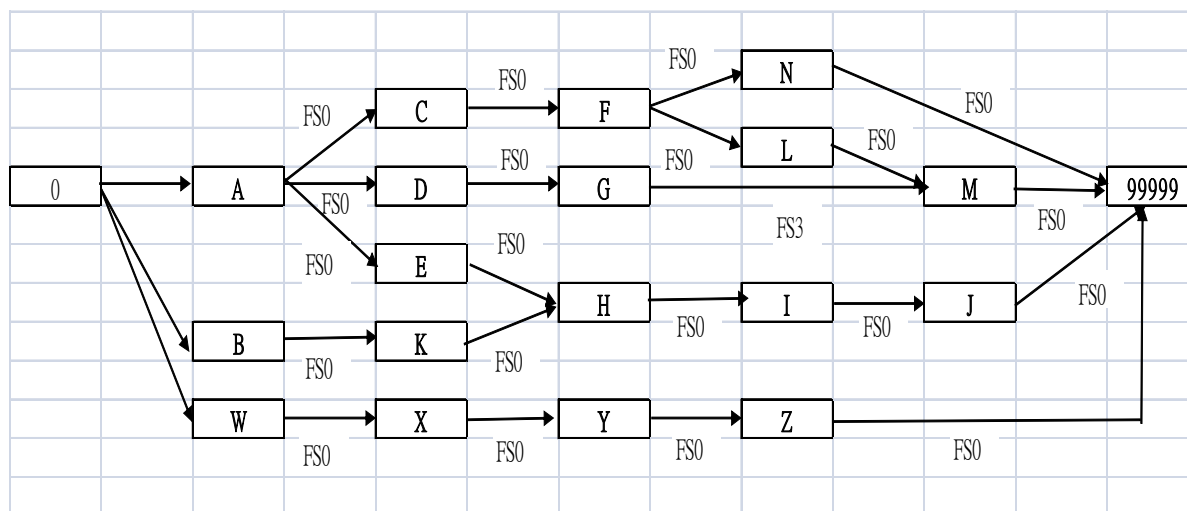
## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(11/21)



70

## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(12/21)

### 示例2 PDM模式作業網圖 (同前例之ADM模式作業網圖)



71

## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(13/21)

### PDM模式input檔案 (正常狀態)

工作項目編號	前一先行工作項目編號	關係條件	工作項目名稱	開始日期 (YYYYMMDD)	結束日期 (YYYYMMDD)	最低估時	正常估時	最高估時
0			START	1031101		0	0	0
A	0		TASK_A			40	50	200
B	0		TASK_B			10	60	150
C	A	FS0	TASK_C			20	30	70
D	A	FS0	TASK_D			30	40	150
E	A	FS0	TASK_E			20	30	40
F	C	FS0	TASK_F			15	20	60
G	D	FS0	TASK_G			15	30	45
H	K,E	FS0,FS0	TASK_H			25	35	75
I	H	FS0	TASK_I			115	120	150
J	I	FS0	TASK_J			10	20	60
K	B	FS0	TASK_K			30	45	50
L	F	FS0	TASK_L			0	0	0
M	L,G	FS0,FS0	TASK_M			140	155	180
N	F	FS0	TASK_N			110	130	170
W	0	FS0	TASK_W			60	60	60
X	W	FS0	TASK_X			50	80	100
Y	X	FS0	TASK_Y			100	120	240
Z	Y	FS0	TASK_Z			10	15	20
99999	Z,N,M,J	FS0,FS0,FS0,FS0	END			0	0	0

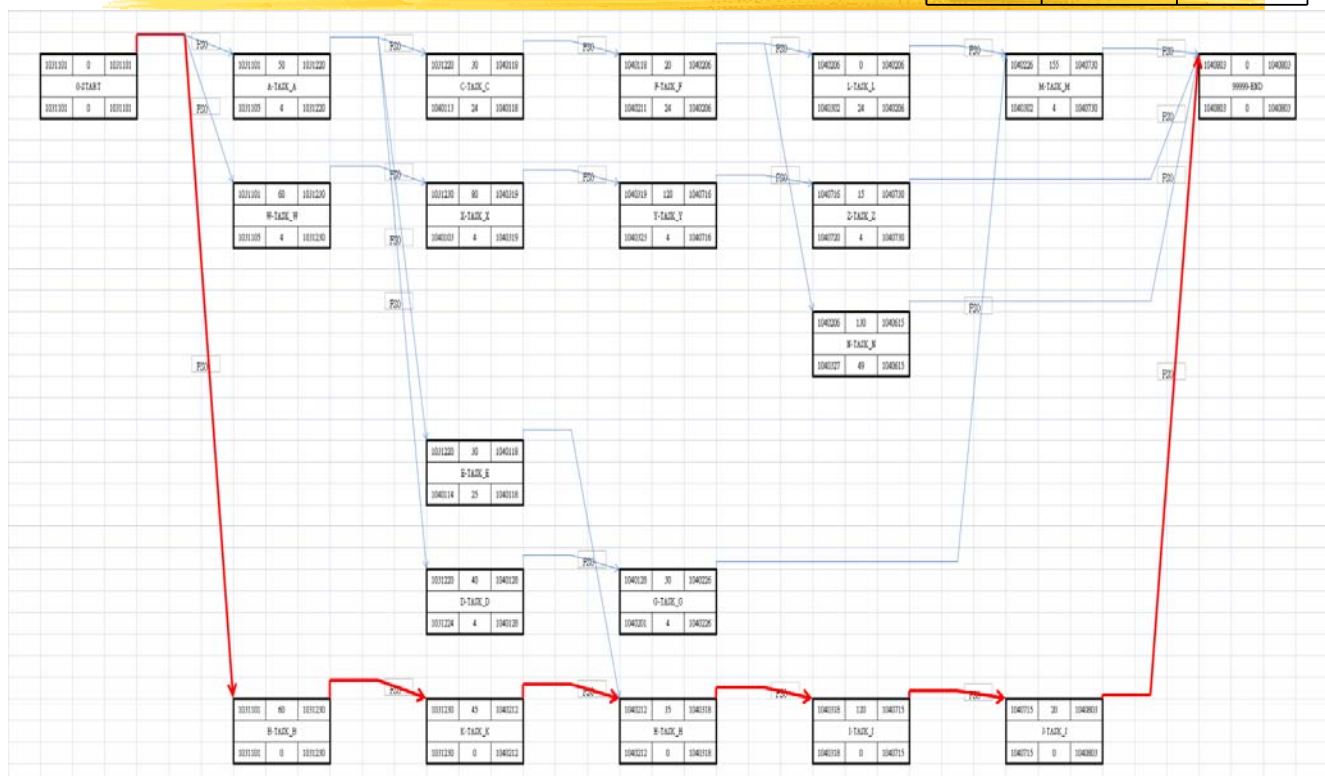
PS. 1. 儲存格設定為文字格式 2. 前一先行工作項目編號及關係條件以“,”分隔 3. 開始及結束日期型式為YYYYMMDD

72



要徑

最早開始	作業天數	最早完成
工作項目編號及名稱		
最晚開始	總浮時	最晚完成



73

## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估(15/21)

### 示例3 標案管理系統 基隆港西2至西4號碼頭整建浚深工程

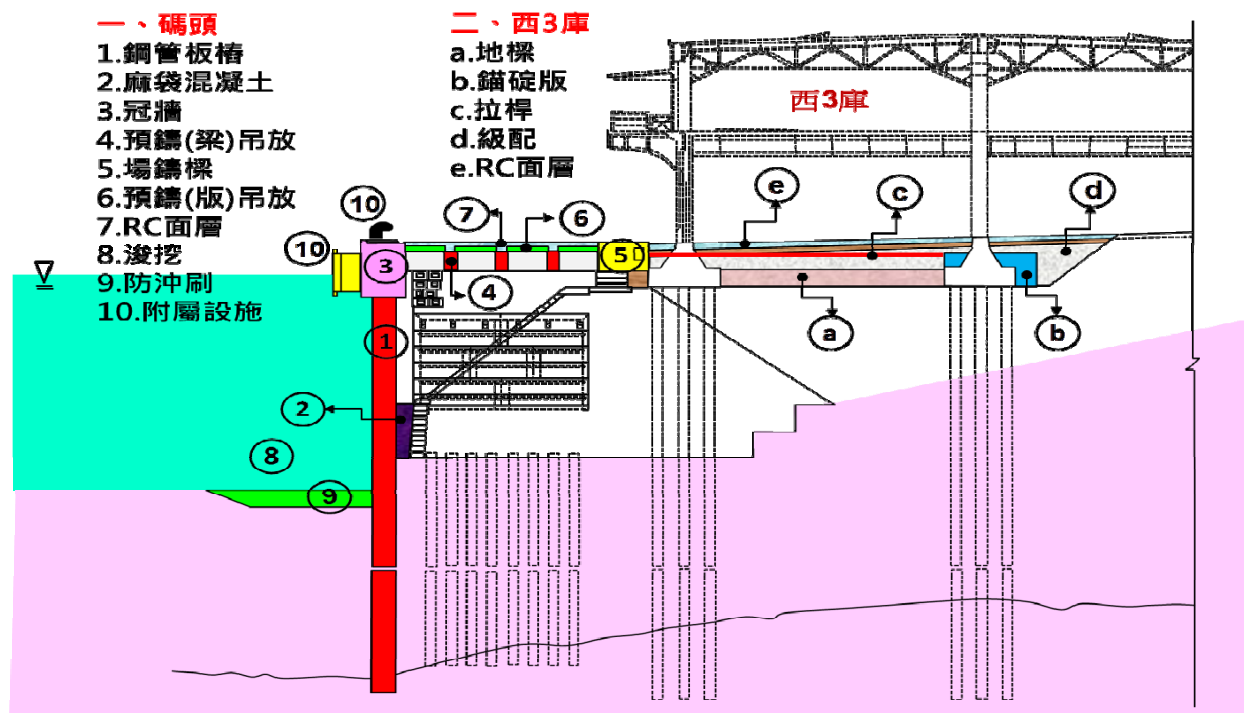
- **主辦機關：**臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司
- **契約金額：**583,500千元
- **工程概要：**分兩個階段施作，第一階段整建範圍為西2～西4碼頭里程 0k+000~0k+227.125m 碼頭整建工程（全長約 227.125m）；第二階段整建範圍為西2～西4碼頭里程 0k+227.125~0k+554.7m 碼頭整建工程（全長約 327.575m）及西5號碼頭整建工程
- **工期：**自開工日起1080日曆天內完成；第一階段期程為104年10月14日至106年2月3日，第二階段期程為104年2月4日至107年10月26日



74

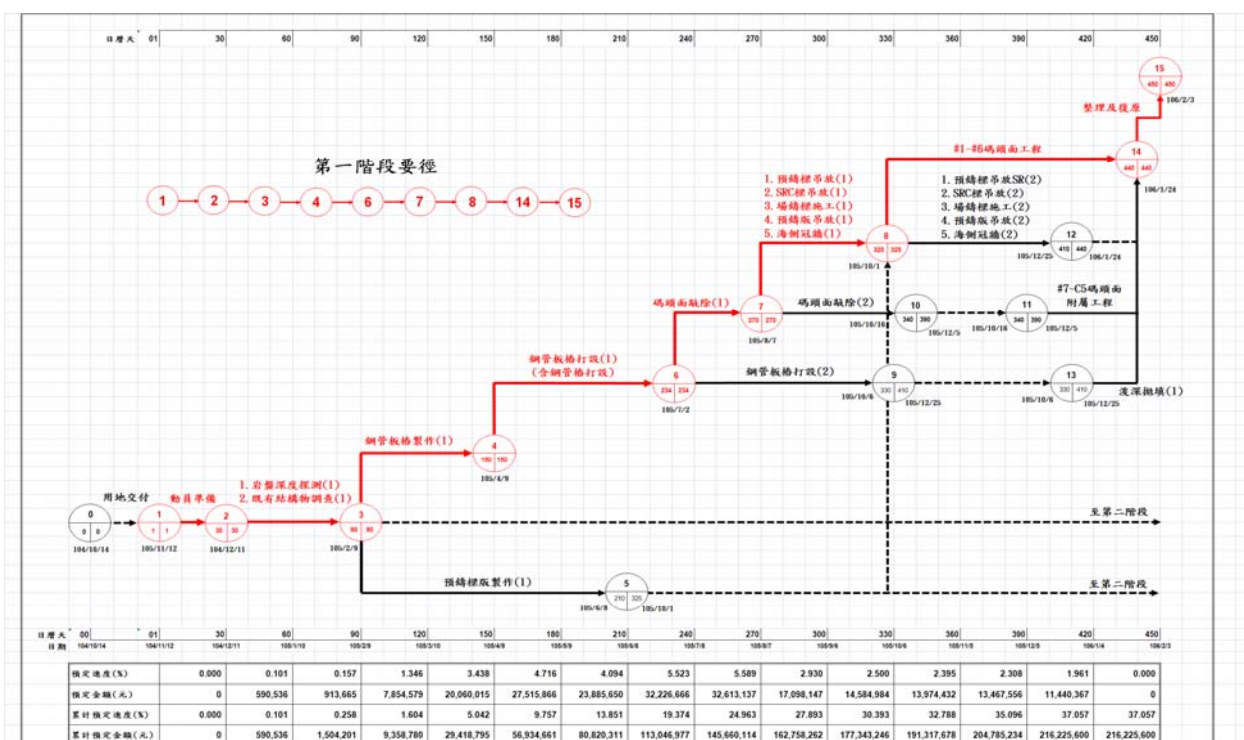
# 七、(HOW MUCH) 怎麼確認完工啟用期程評估 (16/21)

## 工程斷面圖



# 七、(HOW MUCH) 怎麼確認完工啟用期程評估 (17/21)

## 第一階段預定進度網圖



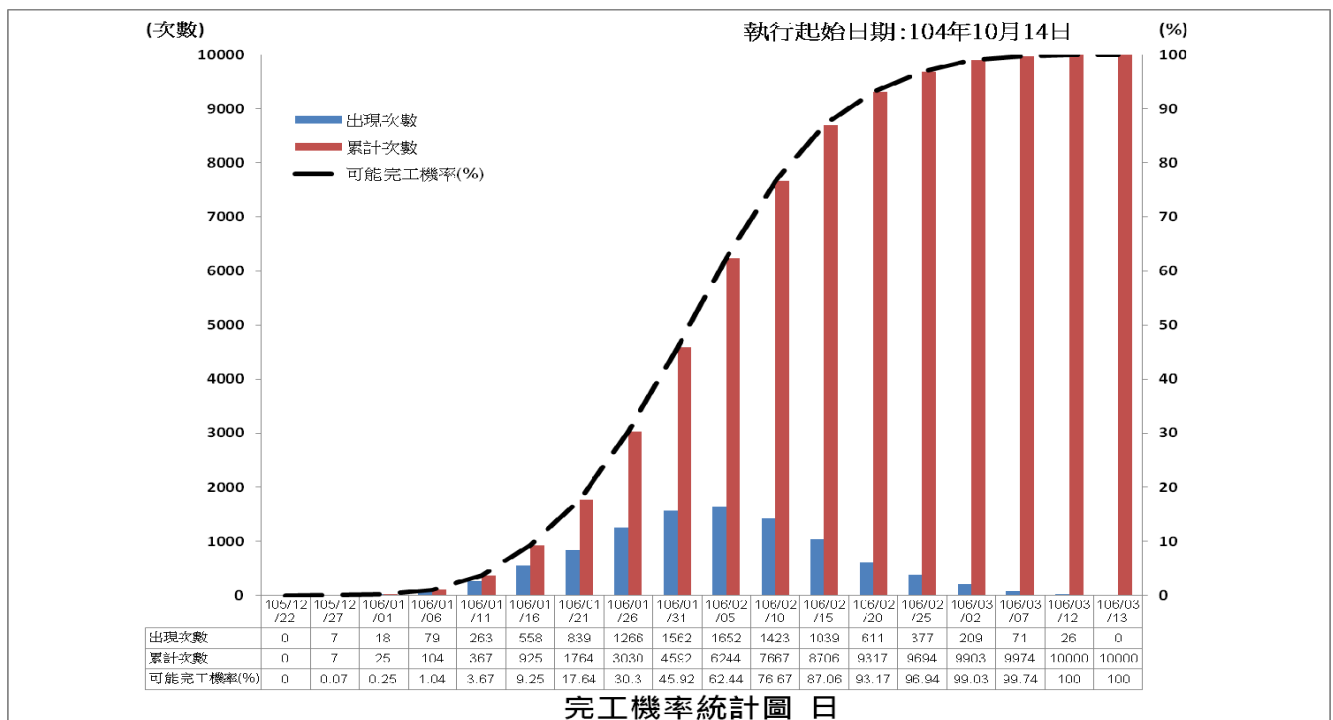
## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估 (18/21)

### ADM模式input檔案

工作項目 編號	開始節點 編號	結束節點 編號	工作項目名稱	開始日期	結束日期	最低估時	正常估時	最高估時
A	0	1	用地交付	1041014		30	30	30
B	1	2	動員準備			30	30	30
C	2	3	岩盤深度探測			61	61	61
D	3	4	鋼管板樁製作			61	61	61
E	3	5	預鑄梁版製作			100	121	130
F	5	8	虛擬(1)			115	115	115
G	4	6	鋼管板樁打設(1)			56	85	114
H	6	9	鋼管板樁打設(2)			60	97	110
I	9	13	虛擬(2)			0	0	0
J	13	14	浚挖排填			31	31	31
K	6	7	碼頭面敲除(1)			37	37	37
L	7	10	碼頭面敲除(2)			71	71	71
M	10	11	虛擬(3)			0	0	0
N	11	14	附屬工程			51	51	51
O	7	8	場鑄梁施工(1)			56	56	56
P	8	12	場鑄梁施工(2)			86	86	86
Q	12	14	虛擬(4)			0	0	0
R	8	14	碼頭面工程			90	116	130
S	14	99999	整理及復原			11	11	11

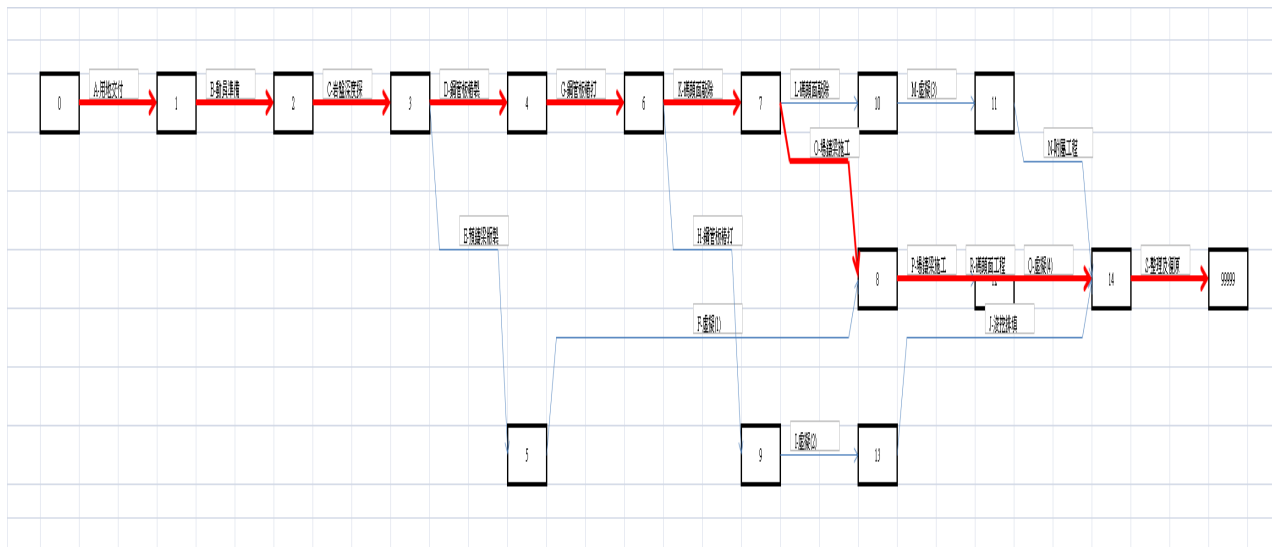
## 七、(HOW MUCH)怎麼確認完工啟用期程評估 (19/21)

68.269%機率之可能完工日期為106.2.7

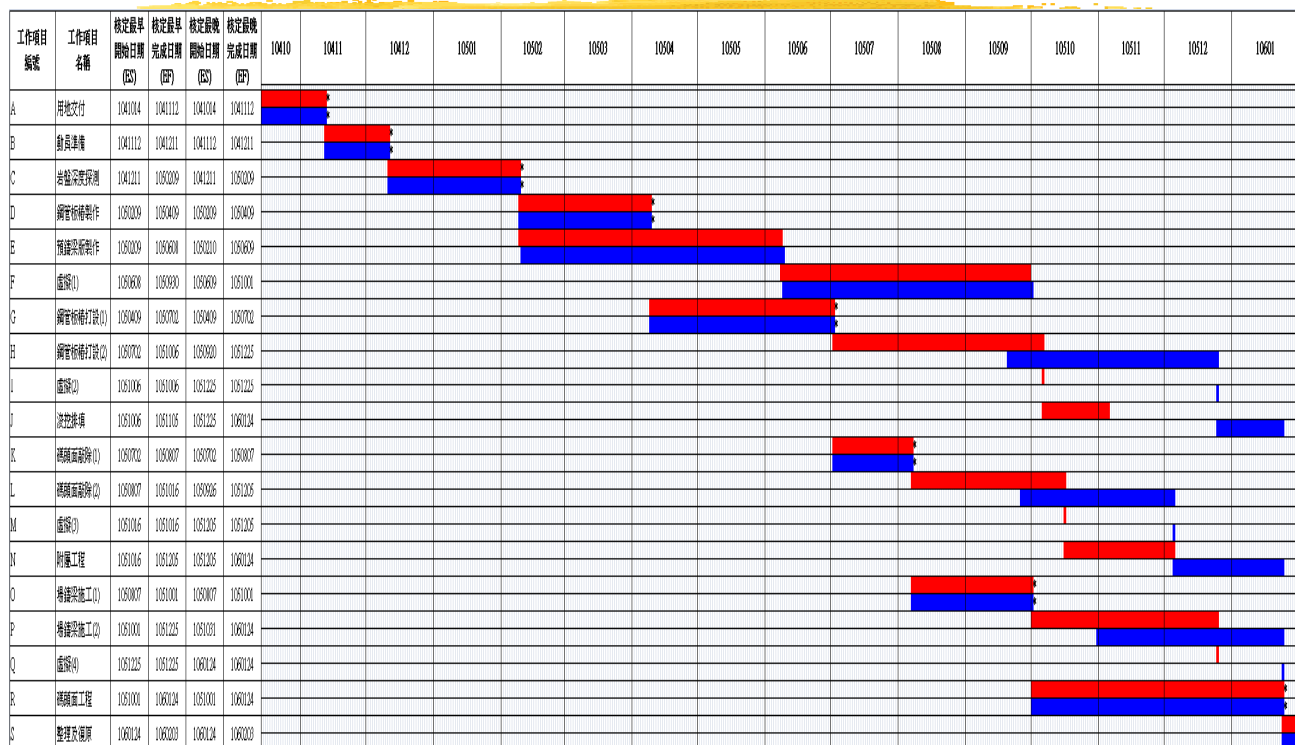


## 七、(HOW MUCH) 怎麼確認完工啟用期程評估 (20/21)

要徑(工作項目編號)	最低作業天數	最高作業天數	出現次數	出現機率(%)
[A][B][C][D][G][K][O][R][S]	439.343	515.247	6392	63.92
[A][B][C][E][F][R][S]	436.021	497.117	3608	36.08



## 七、(HOW MUCH) 怎麼確認完工啟用期程評估 (21/21)





## 八、結論及建議(1/1)

- (一) 本案係工程會於執行管考外，以「工程管理知識平台」之服務概念為試點，發展一套工地實務可自主評估工程完工啟用期程實現機率之方法論及應用軟體
- (二) 經相關重大計畫工程之模擬經驗，本案之應用發展已具相當之成熟度，特別是用於評估完工啟用或趕工期程達成之可能性，可提供各機關作為完工或趕工決策之參考；工程會將持續推廣，並強化公共建設進度管理工作
- (三) 工程會訂頒「公共工程施工進度管理作業參考要項」，預計105年下半年度辦理教育訓練課程，向下紮根，逐步落實施工進度管理工作

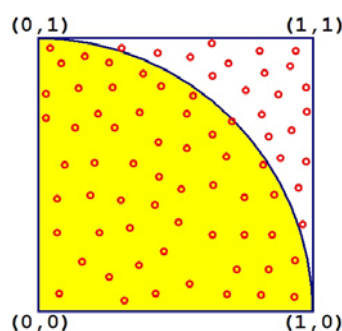
簡報完畢  
敬請指教

## 附錄、蒙地卡羅法(Monte Carlo method)簡介

- 蒙地卡羅法為一種隨機模擬方法，係使用亂數隨機抽樣的方式以計算某種解答的演算法
- 此方法於1940年代問世，據傳係因其中一發明者的叔叔經常在蒙地卡羅賭場輸錢而得名
- 特點：
  1. 用以計算其它方法無法解決的複雜問題之近似數值解
  2. 雖然有些數值計算的問題可以用確定性的方法求解，但若採用蒙地卡羅法在邏輯上較簡單
  3. 一種基於大數法則的實證方法，當實驗的次數越多，它的平均值也就會越趨近於理論值

### 蒙地卡羅法求解圓周率(PI)

- 正方形邊長為1單位，面積為1平方單位；黃色扇形面積等於半徑為1單位的1/4圓，面積為 $\pi/4$
- 在正方形內均勻隨機丟石頭，落在扇型內的機率=扇型面積÷正方形面積= $\pi/4$
- 隨機產生N個座標(x, y)，看看座標(x, y)落在扇形中( $x^2+y^2 \leq 1$ )的次數有幾次。落在扇形中的次數除以N再乘上4的數值理論上就會接近圓周率PI



隨機模擬次數	落在扇形中的次數	圓周率
100	80	3.2
1000	776	3.104
10000	7866	3.1464
100000	78434	3.13736
1000000	785632	3.142528