

## 港灣海岸事業經濟效益分析

事業評估依實施時期可分成

- ① 規劃評估
- ② 新案選定評估
- ③ 事業施工再評估
- ④ 事業開始供用(5年內)的事後評估

本文將說明新案選定評估，規劃評估、再評估、事後評估等亦可參考比照。

綜合事業評估分成「事業效果」、「公平性及急迫性」、「實施環境」等3基本領域設定評估項目判斷事業實施。本文將說明以新案事業選定評估及再評估的綜合評估中的事業效果，即成本對效益分析，亦可作為規劃階段評估及事後評估時的參考用。

事業效果評估中，為判斷港灣海岸事業的效率性，實施比較事業投資致使資源損失與事業投資獲得效果的經濟效益分析。經濟效益分析分成可將事業效果換算成貨幣(可量化)加以分析的成本效益分析，及無法換算成貨幣(不可量化)的效果分析。

海岸港灣事業「新案選定評估」必要綜合評估下列事項：

- ① 經濟效益分析

經濟效益分析判斷社會整體經濟資源投入效率是否良好，比較因投資失去資源與投資獲得效果的分析方法，可分成下列可量化(效果換算成貨幣的成本)效益分析及不可量化(無法換算成貨幣)的效果分析

  - i) 可量化成本效益分析

比較分析投資整建設施造成效益(效果換算成貨幣)與投入事業成本。
  - ii) 不可量化效果分析

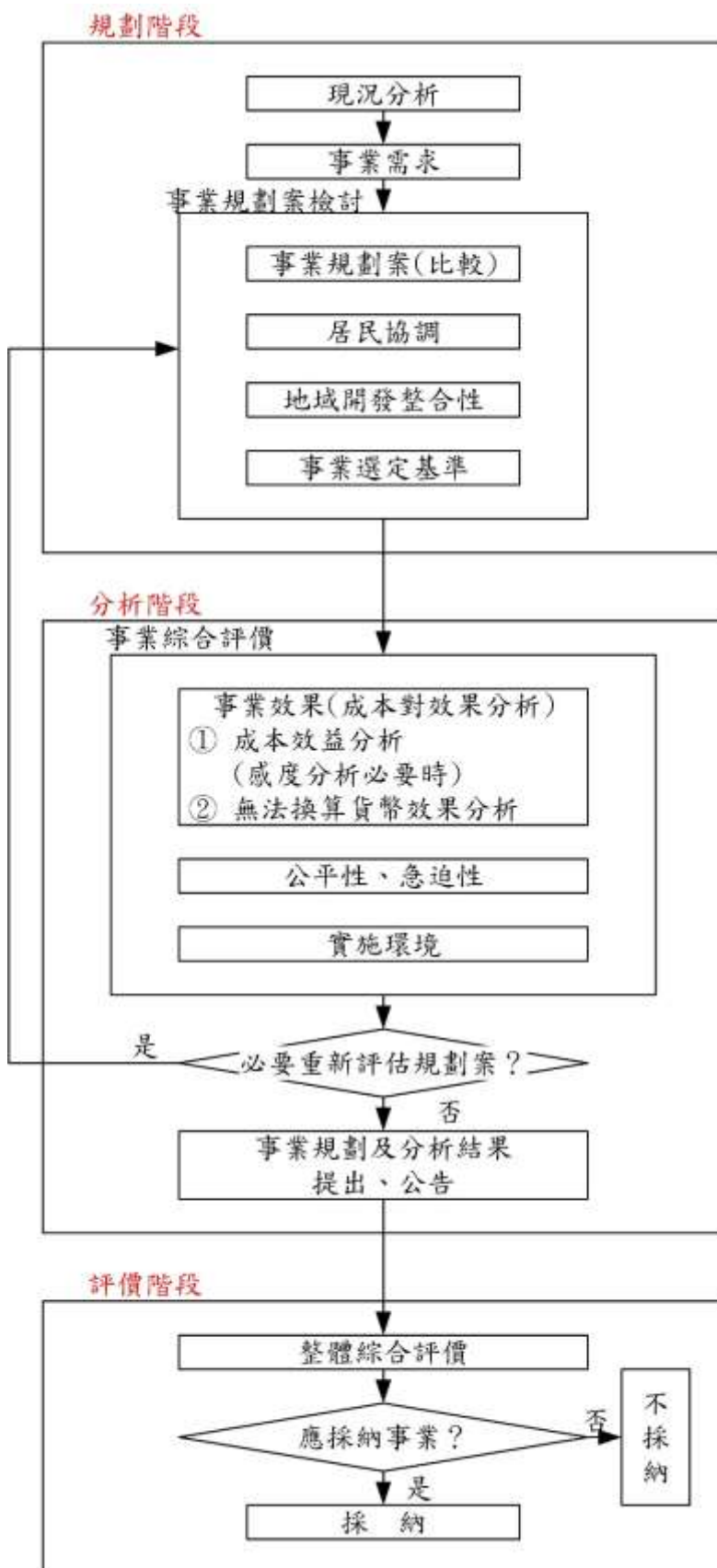
分析掌握依目前知識將效果換算成貨幣尚有困難，但是有可量化的效果，或無法量化必要作定性化的效果，將來科學知識進步可將效果量化時納入成本效益分析。
- ② 財務分析

分析實施事業主體的財務狀況，以便判斷事業持續安定的可能性。
- ③ 實施環境

檢討地方團體、居民等對事業實施的配合狀況，以便判斷事業順利實施的可能性。
- ④ 其他考量事項
  - i) 事業急迫性
  - ii) 地域經濟效果
  - iii) 確保社會基礎水準
  - iv) 避免大災難

本文僅討論「經濟效益分析」。

1. 新案事業選定評估的經濟效益分析流程如下



## 2. 成本效益分析

### 1) 成本效益分析概念

成本效益分析是，從社會經濟觀點將效果換算成貨幣，與成本進行比較評價。成本是包含事業費或維護管理費，估算事業必要全部經費。效益是列舉特定因該設施供用而發生的全部效果，盡可能將該效果換算成貨幣價值加以量化，估算效益。比較成本與效益，檢証事業的有效性。有效性檢証是在實施事業預想狀況及未實施事業預想狀況等2種狀況實施。

### 2) 年度別效益、成本計測

成本效益分析，基於設想評估期間效益及成本可能會有很大變化，原則上必要每年度實施效益及成本的計測，以便對應分段施工或事後評估。

### 3) 評估期間社會變化

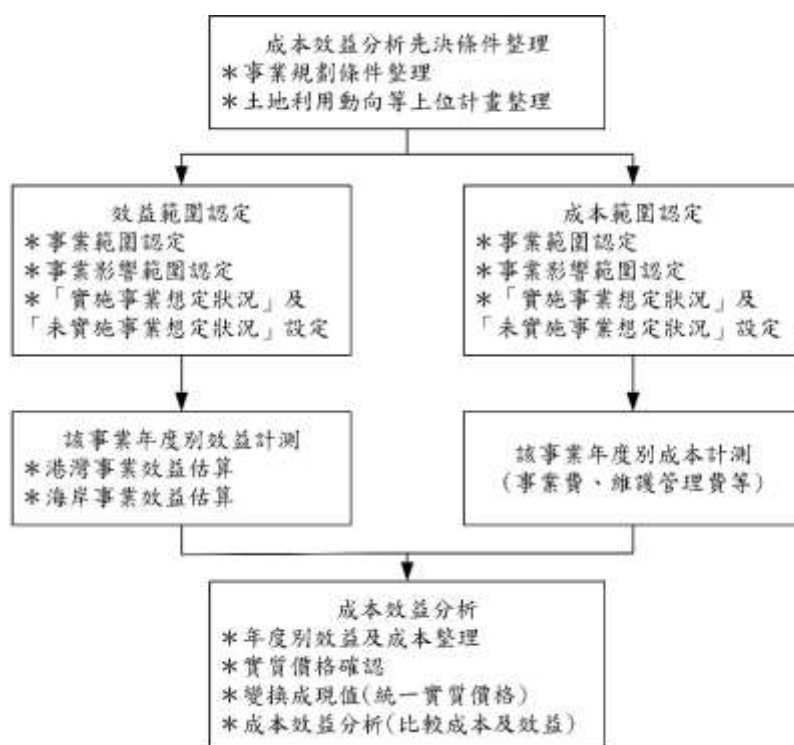
成本效益分析，原本必要預測評估期間社會變化，將之反映至效果及成本的估算，若預測社會變化有困難時可不考量效果及成本的變化。

### 4) 重視精度的效益、成本計測

計測效益、成本，必要注意精度盡可能正確計測，不可作過大或過小的評價。

### 5) 成本效益分析流程

對「實施事業預想狀況」及「未實施事業預想狀況」等2種狀況，估算建設費等事業必要成本及設施引起效益，整理年度別統一實質價格(nominal value)的成本及效益，再將不同年度的成本及效益換算成基準年度的現值(present value)，將計算期間合計，比較現值化的成本及效益，評估該事業的有效性，成本效益分析流程如下表。



### 3. 成本效益分析先決條件

#### 1) 社會折現率

港灣、海岸事業的實施主體是中央或地方公共團體，參考政府借入利率的長期國債報酬率，使用 4% 社會折現率。

#### 2) 評估期間

估算未來成本及效益，必要設定評估期間。評估期間原則是從事業開始至設施喪失機能為止，綜合考量自然條件及地域特性，針對各事業設定。

港灣、海岸設施的供用期間通常比照耐用年數，混凝土結構物為 50 年，水門等機械類 30 年，鋼製棧橋 20 年，故原則上以事業(施工)期間+50 年(供用期間)為評估期間。

#### 3) 基準年度

成本效益分析是比較評估期間各年度成本合計的總成本，及效益發生期間各年度效益合計的總效益，從現在至未來即使各年度均為同一金額其價值並非相同，必要利用社會折現率將各年度成本及效益變換成現值，變換成現值時的設定時期稱為基準年度，即實施評估的年度。

#### 4) 剩餘價值(residual value)

通常港灣、海岸設施在評估期間期滿後，因適切的維護管理可持續發揮其設施價值，因此可加計事業評估期間期滿後的剩餘價值，理論上估算評估期間後發生的淨效益，加計此效益即可。由於評估期間後發生的淨效益，計測在實務上有困難度，可依下列方法求得評估期間期滿時的資產額，視其為剩餘價值，使用此方法時必要註記說明。

由於土地等非折舊資產(non-depreciable assets)預想評估期間期滿時的價值有困難，可依取得時的價格估算剩餘價值。實施填海造地等改善土地資產、造成用地時，必要留意效益的重複計算，參考實價預想評估期間期滿時的價格，估算剩餘價值。

折舊資產必要設定適切的該設施(資產)經過耐用年數時的剩餘價值，計算設施剩餘價值，將之計入效益的計算例如下。

#### 剩餘價值估算例

港灣、海岸事業的供用期間大部分是 50 年的結構物，用地費的比例低，僅以結構物建造費及維護費為成本對象者為多。由於港灣、海岸設施供用期間的維護管理費可能會超過原有成本，依維護管理不使價值減少方法或用地費的處理，社會折現率取 4%、供用期間 50 年，將剩餘價值加計於效益的方法如下。

- ① 結構物除外，因實施維護管理致使價值不會減少者  
 結構物除外設施例如砂灘，因實施維護管理適切，致使機能不會降低，50  
 年後的剩餘價值  $B_{50}^1$  可以下式表示， $B_0^1$  為供用開始時的價值。

$$B_{50}^1 = \frac{B_0^1}{(1 + 0.04)^{49}} = 0.146B_0^1$$

- ② 供用期間與評估期間同為 50 年的一般混凝土結構物  
 一般混凝土結構物 50 年後的價值視為總成本的 10% 時，50 年後的剩餘價  
 值  $B_{50}^2$  可以下式表示。

$$B_{50}^2 = \frac{0.1B_0^2}{(1 + 0.04)^{49}} = 0.015B_0^2$$

- ③ 耐用年數與評估期間作不同設定者  
 法定耐用年數結構物，採用耐用年數減價折舊法(定額法)，例如法定耐用  
 年數 80 年設施，50 年後的剩餘價值  $D_{50}$  可以下式表示， $D_0$  為供用開始時的  
 價值。

$$D_{50} = \left(1 - \frac{50}{80}\right) \times \frac{0.9D_0}{(1 + 0.04)^{49}} + \frac{0.1D_0}{(1 + 0.04)^{49}} = 0.065D_0$$

- ④ 用地費  
 用地費經過 50 年視為價值不會減低，將之現值化，50 年後的用地費  $K_{50}$   
 可以下式表示， $K_0$  表示為原本用地費。

$$K_{50} = \frac{K_0}{(1 + 0.04)^{49}} = 0.146K_0$$

依上述，剩餘價值  $B_A$  可以下式表示。

$$\begin{aligned} B_A &= B_{50}^1 + B_{50}^2 + D_{50} + K_{50} \\ &= 0.146B_0^1 + 0.015B_0^2 + 0.065D_0 + 0.146K_0 \end{aligned}$$

#### 4. 成本效益分析方法及評估

- 1) 整理年度別效益及成本  
 實施成本效益分析，依年度別整理效益及成本。

① 效益  
預想設施供用後 100%會發生效益，該設施事業(施工)期間中發現效益時，逐次加計即可。

② 成本  
事業費使用事業計畫的年度別事業費，加計供用期間中的維護管理費。

## 2) 確認基準年度實質價格

利用物價指數(deflator)去除物價變動，將效益及成本以基準年度的實質價格加以統一。

① 效益  
效益原則以基準年度(評估實施年度)價格計測，故以實質價格加以統一。若有考量物價狀況估算價格的年度無法統一時，可使用適切的縮減指數處理。實施分析後變更基準年度，不必重新分析，可應用既有分析結果。

② 成本  
未來成本以基準年度價格估算，針對過去事業費使用支付時期及基準年度間的物價指數，統一成估算時刻的價格。無法取得最新物價指數時，可取最新統計 3~5 年平均值，或以時間序列推移估算。

## 3) 變換成現值

年度別成本及效益，利用社會折現率(4%)將未來的成本及效益換算成現值(present value)。

### ① 效益變換成現值

計算期間中的年度別效益，可利用社會折現率算出基準年度的現值。港灣、海岸事業屬下的該各 n 項效益現值  $BPV_n$ ，例如防波堤、侵蝕防制、海岸利用等可依下式估算，將相關各項效益合計即可求得該事業的全體效益額 B。

$$B = \sum_n BPV_n$$

$$BPV_n = \sum_{t=0}^{d+T} \left[ \frac{B_{nt}}{(1+i)^t} \right]$$

n：效益種類(例如防波堤、侵蝕防制、海岸利用等效益)

d：基準年度至事業(施工)結束年度為止的年數

T：供用開始年度至最終年度間的年數(=50 年)

t：以 0 為基準年度的年度

$B_{nt}$ ：基準年度開始第 1 年的效益

i：社會折現率(=4%)

② 成本變換成現值

計算期間中的年度別成本，可利用社會折現率算出基準年度的現值。成本為事業費及維護管理費，其現值為  $CPV_k$ ，可依下式估算，將相關各項成本合計即可求得該事業的全體成本額  $C$ 。

$$C = \sum_k CPV_k$$

$$CPV_k = \sum_{t=0}^{d+T} \left[ \frac{C_{kt}}{(1+i)^t} \right]$$

k：成本(事業費及維護管理費)

d：基準年度至事業(施工)結束年度為止的年數

T：供用開始年度至最終年度間的年數(=50年)

t：年度

$C_{kt}$ ：基準年度開始第 t 年的 k 成本

i：社會折現率(=4%)

變換成現值計算例

社會折現率為 4% 時，變換成現值的變換係數如下表。

t 年後	變換係數 $[1 / (1 + i)^t]$
1	0.962
2	0.925
3	0.889
4	0.885
5	0.882
10	0.676
20	0.456
30	0.308
40	0.208
50	0.141

即 1、5、10 年後 1 萬元的現值分別如下。

\* 1 年後 1 萬元 → 10000 x 0.962=9620 元

\* 5 年後 1 萬元 → 10000 x 0.822=8220 元

\* 10 年後 1 萬元  $\rightarrow 10000 \times 0.676=6760$  元

#### 4) 成本效益分析

##### ① 評估方法

利用換算成現值的成本 C 及效益 B，算出下列 NPV 法的淨現值(B-C)及 BCR 法的效益成本比(B/C)，並以 EIRR 法作為補助評估法。

##### i. 淨現值法(NPV 法)

淨現值法(net present value method)是利用效益和成本的差加以評估的方法，將事業效益以淨效益額直接表示，該值越大表示事業產生效益越大。

$$NPV=B-C$$

##### ii. 效益成本比法(BCR 法)

效益成本比法(benefit cost ratio method) 是利用效益和成本的比加以評估的方法，將事業效益直接以淨效益額表示的指標，該值越大表示事業產生效益越大。

$$BCR=B/C$$

##### iii. 經濟內部報酬率法(EIRR 法)

經濟內部收益率法(economic internal ratio of return method)是利用社會折現率和內部收益率的大小加以評估的方法，將該事業的成本視為效益回收時，表示何種程度的社會折現率時回收可能的指標。

港灣海岸事業，初期發生的興建成本大，效益在興建完成後再慢慢產生，呈現伴隨折現率上升經濟淨現值(ENPV)減少的結構。經濟內部收益率(EIRR)是增加折現率，使效益現值與成本現值相等，經濟淨現值變為 0 的折現率，經濟內部收益率越大，對興建成本回而言，回收期間變短，r 是內部報酬率，EIRR 法是覓出可滿足下式的內部報酬率 r。

$$\sum_{t=0}^N \left[ (Bt - Ct) / (1 + r)^t \right] = 0$$

##### ② 成本效益分析評估

成本效益分析是從效率性觀點評估事業，選定事業必要條件是效益超過成本 ( $NPV=B-C>0$ )，效益與成本的比大於 1 ( $BCR=B/C>1$ )，或內部收益率大於社會折現率，本文採 BCR 法。



## 5. 效益估算

- ① 參照**港灣事業**
- ② 參照**海岸事業**

## 6. 成本估算

成本效益分析是以該事業的事業費及維護管理費為成本，因實施事業消失的財貨或材料的價格作為成本，以社會經濟而言，僅為扣除移轉消費稅的計算價格，必要將成本以基準年度的實質價格加以統一。

### ① 事業費

該事業的事業費包含全部的工程費、用地費及補償費。

### ② 維護管理費

維護管理費包含下列改良費、營運費及維護修繕費。

#### i. 改良費

水門等機械類更新相關費用，適切加計必要額。

#### ii. 營運費

例如設置海水浴場，養灘、海灘清掃等必要費用，加計為營運費。

#### iii. 維護修繕費

例如海岸保護設施維護、保養等等必要費用，加計為維護修繕費。

### ③ 稅

成本效益分析的成本是使用從各項成本扣除消費稅的值，從包含消費稅的成本扣除消費稅的方法如下。

$$\text{成本實質值} = (\text{包含消費稅的建設費、維護費等}) / (1 + \text{消費稅率 } a(5\%))$$

## 7. 敏感度分析

### 1) 未來不確定性對應

對應社會經濟狀況變動對未來不確定性，必要實施敏感度分析。

#### ① 對應未來不確定性的必要性

成本效益分析必要預測評估事業相關未來的成本和效益。公共事業從規劃至供用必要的事業期間長，供用後的耐用年數長是其特徵，由於存在著太多的影響未來的成本和效益的不確定因素，無法正確預測之。因此現實與事先設定先決條件或假定會出現乖離，成本效益分析結果與實際事業的效率性發生乖離者不在少數。伴隨著不確定性的成本效益分析結果，無法得到絕對性、唯一性的結果，而是具有彈性的，其對應手法可利用敏感度分析。實施敏感度分析，

讓成本效益分析結果具有彈性，可提升事業評估的精度及可信性。

② 對應未來不確定性的措施

對成本效益分析結果有大影響要因實施敏感度分析，掌握該要因發生變化時，對成本效益分析結果有何種影響，並使成本效益分析結果具有彈性。將成本效益分析的敏感度分析結果，與再評估、事後評估結果呈現的狀況進行比較、分析，可修正成本效益分析或敏感度分析的手法或數值，提高精度及可信性。

2) 實施敏感度分析

① 敏感度分析概要

敏感度分析有下表所示 3 種手法。

敏感度分析手法	手法概要	成果
要因別敏感度分析	分析設定的先決條件或假定中，僅變動一項時掌握其對分析結果的影響	一項先決條件或假定變動時分析結果的變化範圍
改善或惡化分析	分析設定的先決條件或假定中，將主要因素全部變動時，設定分析結果改善場景或惡化場景，掌握分析結果的變動幅度	全部主要先決條件或假定變動時分析結果的變動幅度
Monte Carlo 敏感度分析	分析設定的先決條件或假定中，將主要因素全部予以機率分布，依 Monte Carlo 法掌握分析結果的機率分布	全部主要先決條件或假定變動時分析結果的機率分布

② 敏感度分析實施流程

改善或惡化分析實施例流程如下。

i. 實施要因別敏感度分析

變動一項要因實施要因別敏感度分析，掌握各影響要因的變動幅度及對成本效益分析結果的影響，影響要因例如下。

- a. 社會折現率
- b. 建設期間
- c. 需求
- d. 建設費
- e. 效益估算原單位

ii. 設定改善場景及惡化場景

參考要因別敏感度分析結果、既有事後評估結果、案例等，設定改善場景

或惡化場景。

iii. 實施改善或惡化分析

對改善場景及惡化場景，實施成本效益分析，以成本效益分析可能得到結果的幅度表示。

③ 數據及分析結果的累積

除提升敏感度分析、成本效益分析的精度及手法高度化外，為提高事業評估的可信性，必要將社會經濟數據、事後評估等的事業評估結果或經驗見解等進行收集、累積及分析，實施適宜的修正，將這些數據及見解資料庫化。

### 回海岸港灣事業成本效益分析