

# Seminar簡報



## 水土保持工程減碳之路



保育治理組

吳蕙雯 工程員



行政院農業委員會水土保持局

# 簡報大綱

1 碳排量對極端氣候的助長

2 國內外各階段的減碳方針

3 水土保持工程碳排放估算方式評估

4 工程材料綠化、綠色材料適用性評估及區域性調查

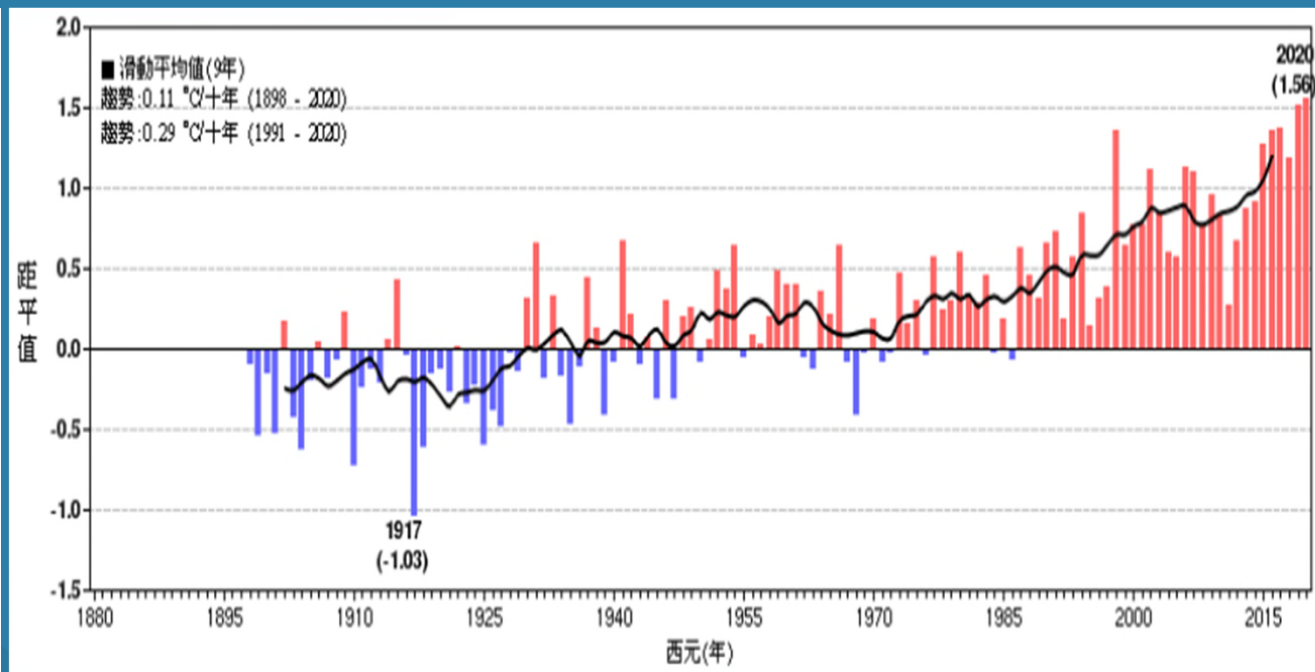
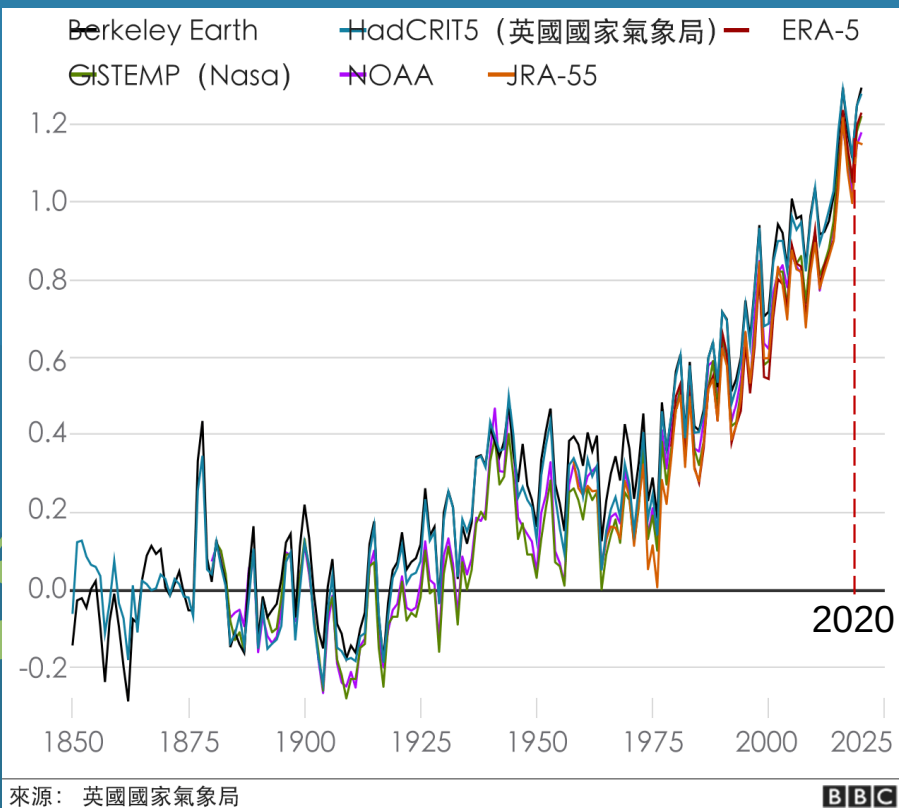
5 工程碳排估算之運用說明

1

# 碳排放對極端氣候的助長

# 碳排量對極端氣候的助長

◆ 氣候變化就是**溫室氣體效應**導致地球氣溫升高，全球變暖。這個趨勢從19世紀中葉伴隨工業化開始，持續不斷。



臺灣13個平地站平均氣溫長期趨勢(1898-2020年)

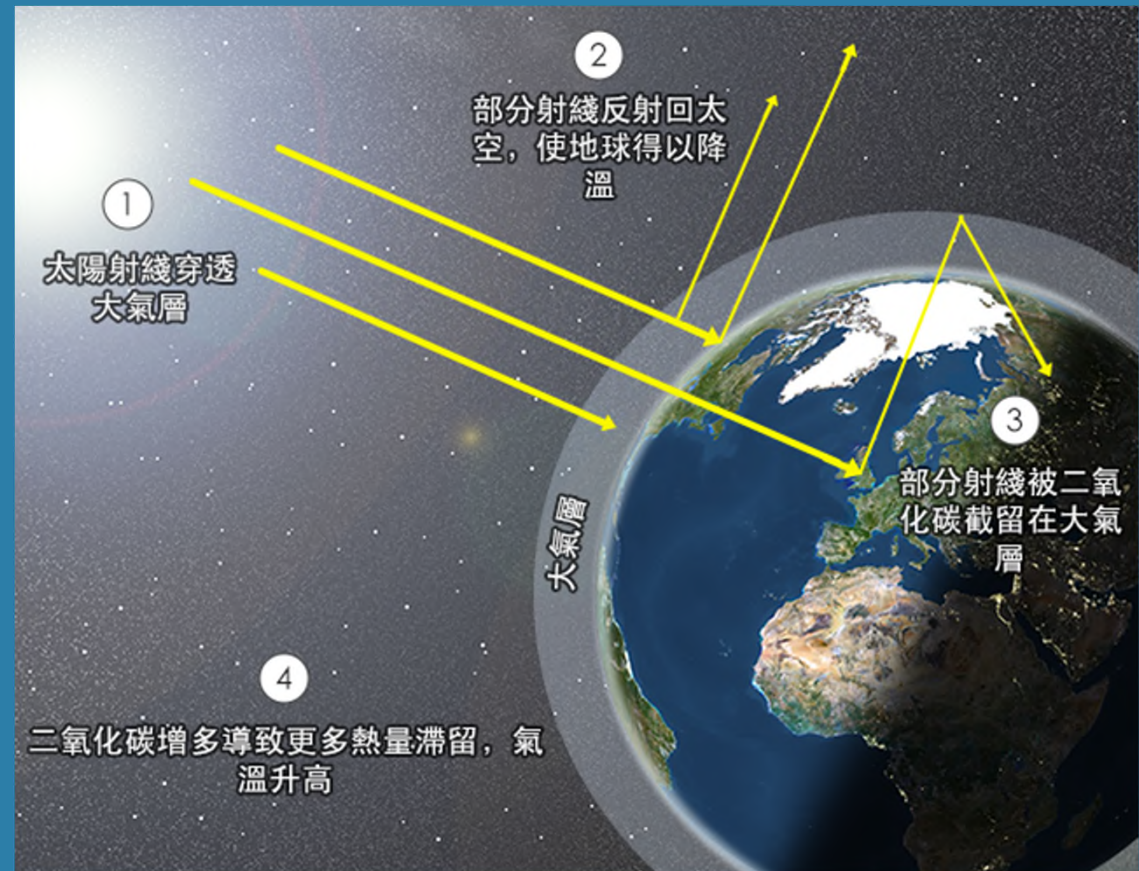
來源：交通部中央氣象局

全球平均氣溫變化幅度

來源：英國國家氣象局

# 碳排放對極端氣候的助長

- ◆ 如果沒有溫室氣體效應，地球上會天寒地凍，不適宜生命體生存。
- ◆ 但是，長期數據顯示人類活動使得排放到大氣層的溫室氣體大增，加劇了溫室效應和地球升溫幅度。

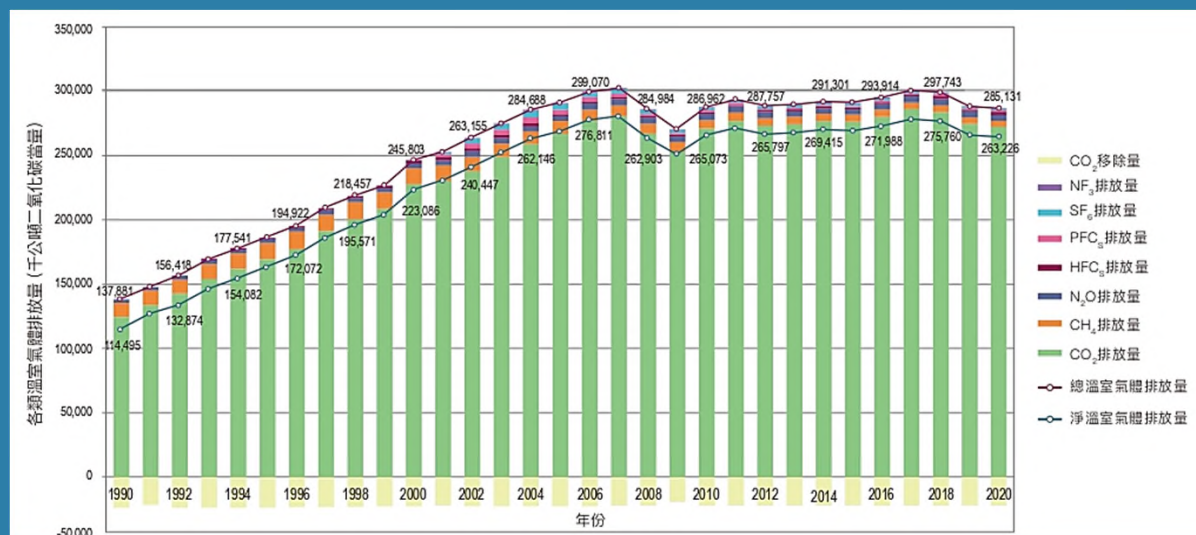


溫室氣體效應

來源：BBC

# 碳排量對極端氣候的助長

- ◆ 二氧化碳、甲烷、一氧化二氮等都屬於溫室氣體，但在氣候變化中起作用最大的是二氧化碳(CO<sub>2</sub>)。
- ◆ 人類活動產生的二氧化碳主要來自化石燃料的燃燒。此外，開荒伐木也會增加碳排放、加劇全球變暖。



1990-2020年台灣各類溫室氣體排放量及移除量

來源：中華民國國家溫室氣體排放清冊報告

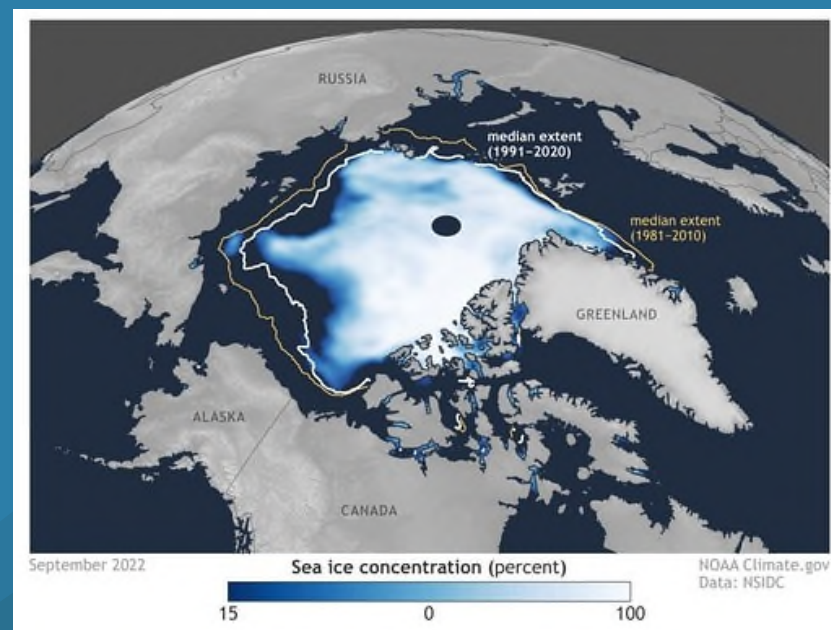
# 碳排放對極端氣候的助長

## 問題有多嚴重？

- ◆ 破紀錄的高溫、強降雨、乾旱等極端天氣事件，將更頻繁發生。
- ◆ 地球南北兩級的冰蓋面積在不斷縮小，冰川、冰層融化加速造成海平面上升。
- ◆ 天氣乾燥又炎熱，亦導致森林大火一發不可收拾。
- ◆ 當氣溫破攝氏40度將會有危及生命及產生疾病的風險。



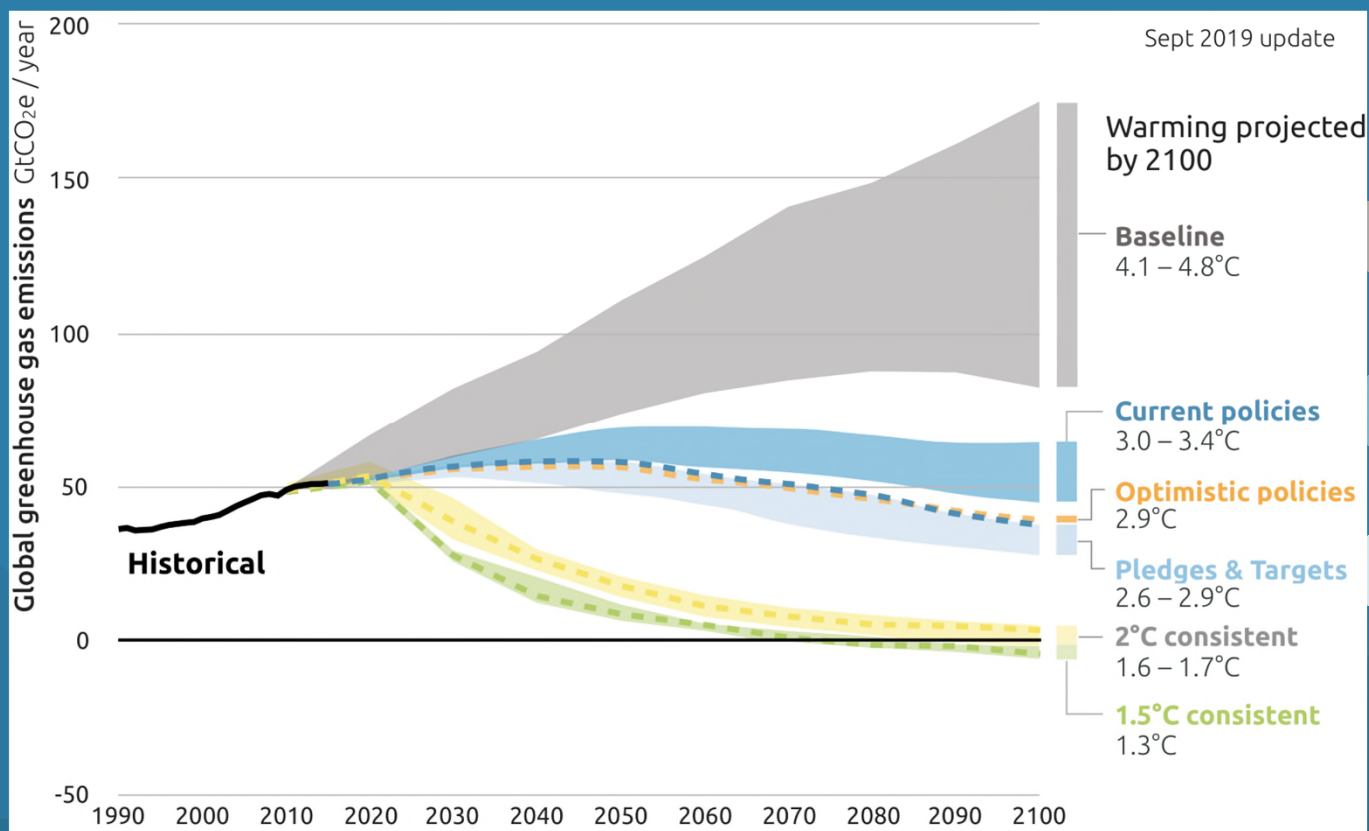
(左)2021年紐約市區災情及(右)希臘埃維亞島 (Evia) 的森林火災。  
來源： Julie Dermansky and Constantinos Stathias/ Greenpeace



2022年9月的北極海冰範圍遠低於1981-2010年的中位數。  
來源： NOAA

# 碳排量對極端氣候的助長

若放任不管會惡化到甚麼程度？



若各國不採取行動

按當前的政策推動

按當前的承諾推動

到2100年之碳排放及氣候升溫預估。

來源： climate action tracker

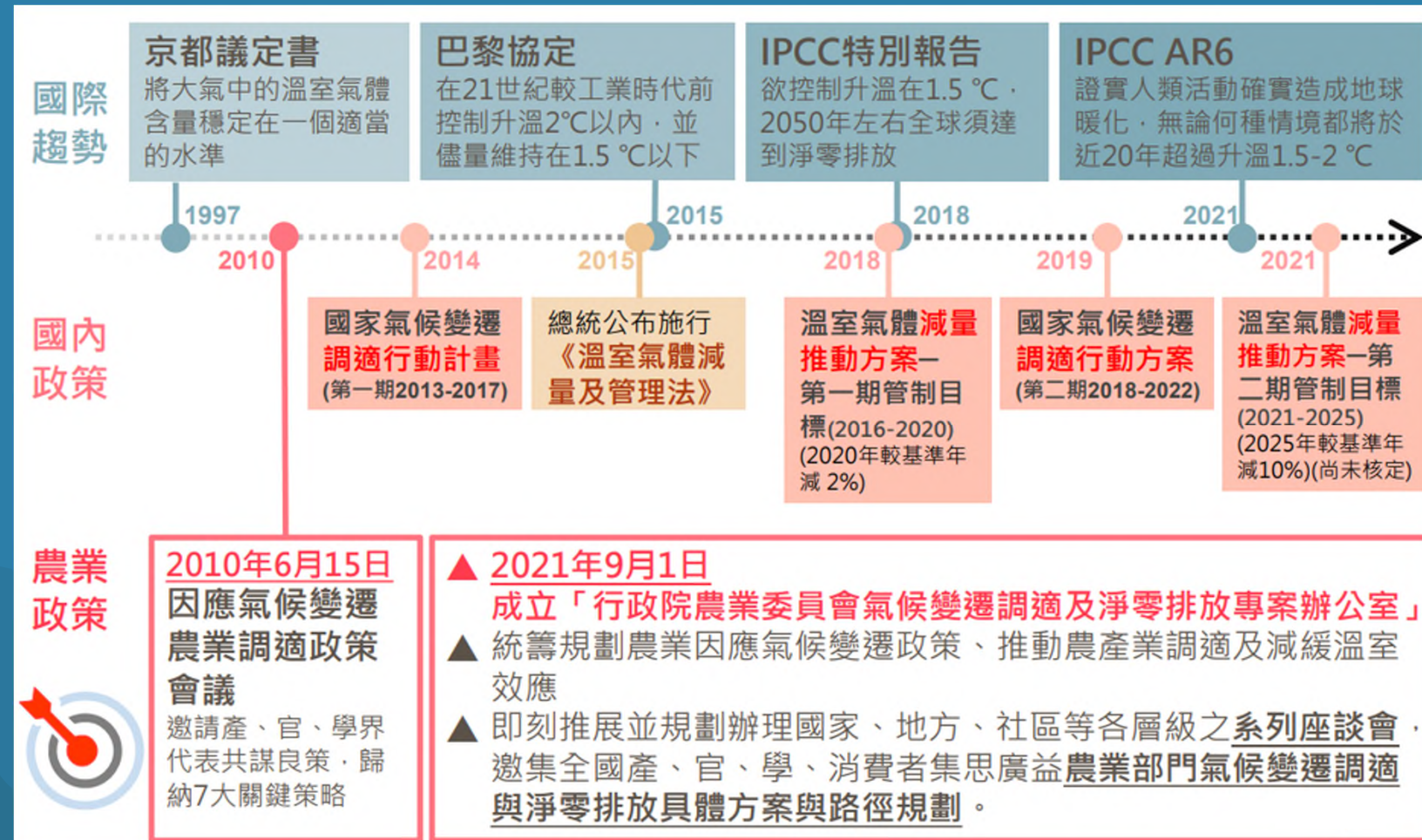


來源：yahoo旅遊

## 2

# 國內外各階段的減碳方針

# 國內外氣候變遷議題發展歷程



來源：財團法人台灣綜合研究院經濟部溫室氣體減量管理推動辦公室

# 國際氣候政策新倡議：淨零轉型

## 淨零排放(Net Zero)

淨零排放不是不排放，而是努力讓人為造成的二氧化碳排放極小化，再用負碳技術、森林碳匯等方法抵消，達到淨零排放。



淨零、淨零碳排、淨零排放 Net Zero?



碳中和 Carbon Neutral?

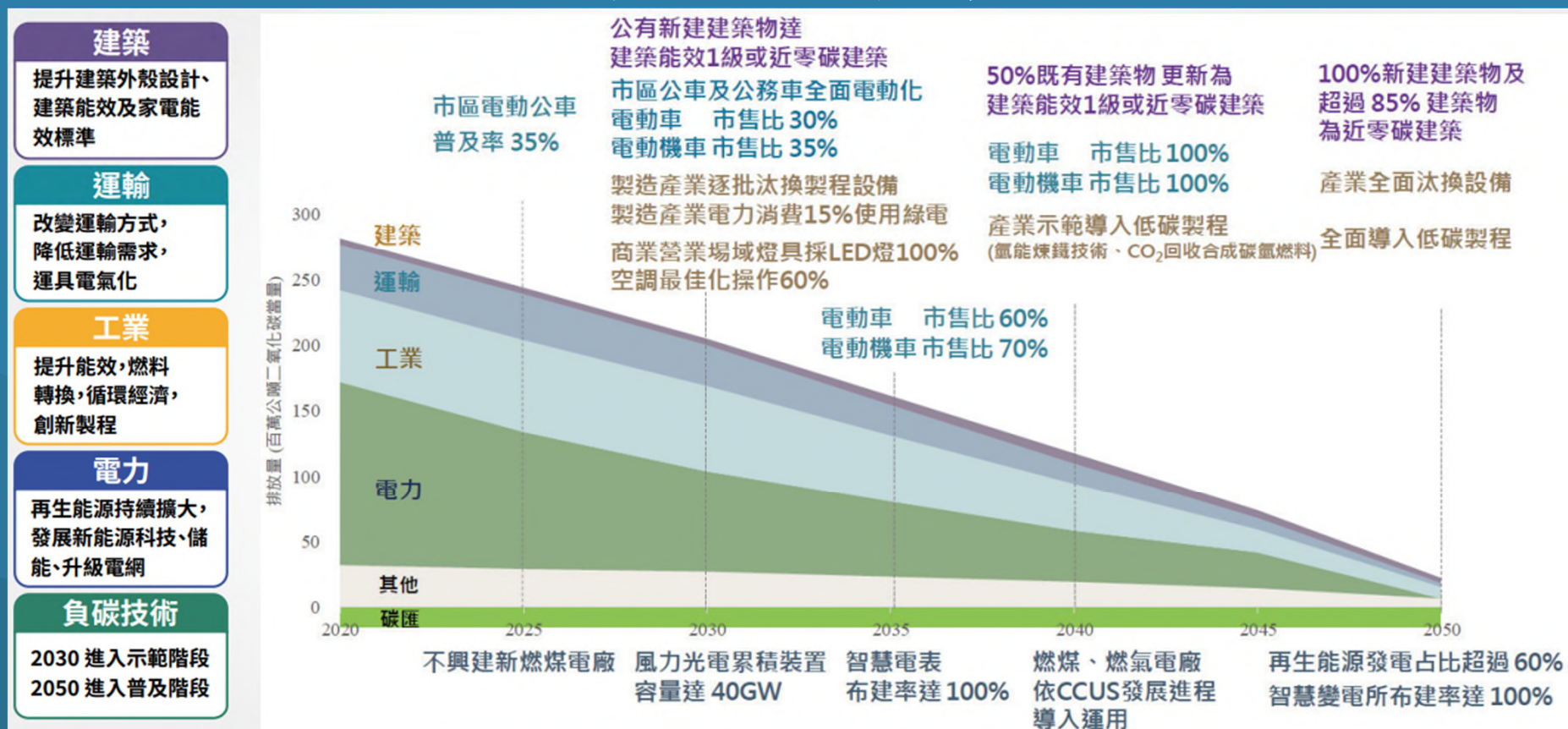
氣候中和 Climate Neutral?

負碳排 Carbon Negative ?

來源：CSR天下雜誌

# 臺灣與國際一致 邁向淨零

## 111.3.29公布台灣淨零轉型策略及路徑



台灣淨零轉型策略及路徑

# 工程會永續公共工程策略



## 永續公共工程－節能減碳整體推動策略

來源：永續公共工程(2011)

## 永續公共工程減碳



### 既有公共設施之效能評估與修復 ✓

非必要性的工程能不作則不作，能修則修，只針對有立即危害的設施，作新興工程



### 工程需求性與替代方案評估 ✓

尋求周邊可用資源、類似性的工程資訊參考，避免不必要的工程施作和資源浪費。



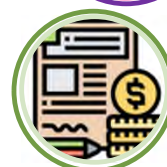
### 工程生命週期節能減碳目標 ✓

材料階段和施工階段進行減碳



### 維護及經營管理組織與模式 ✓

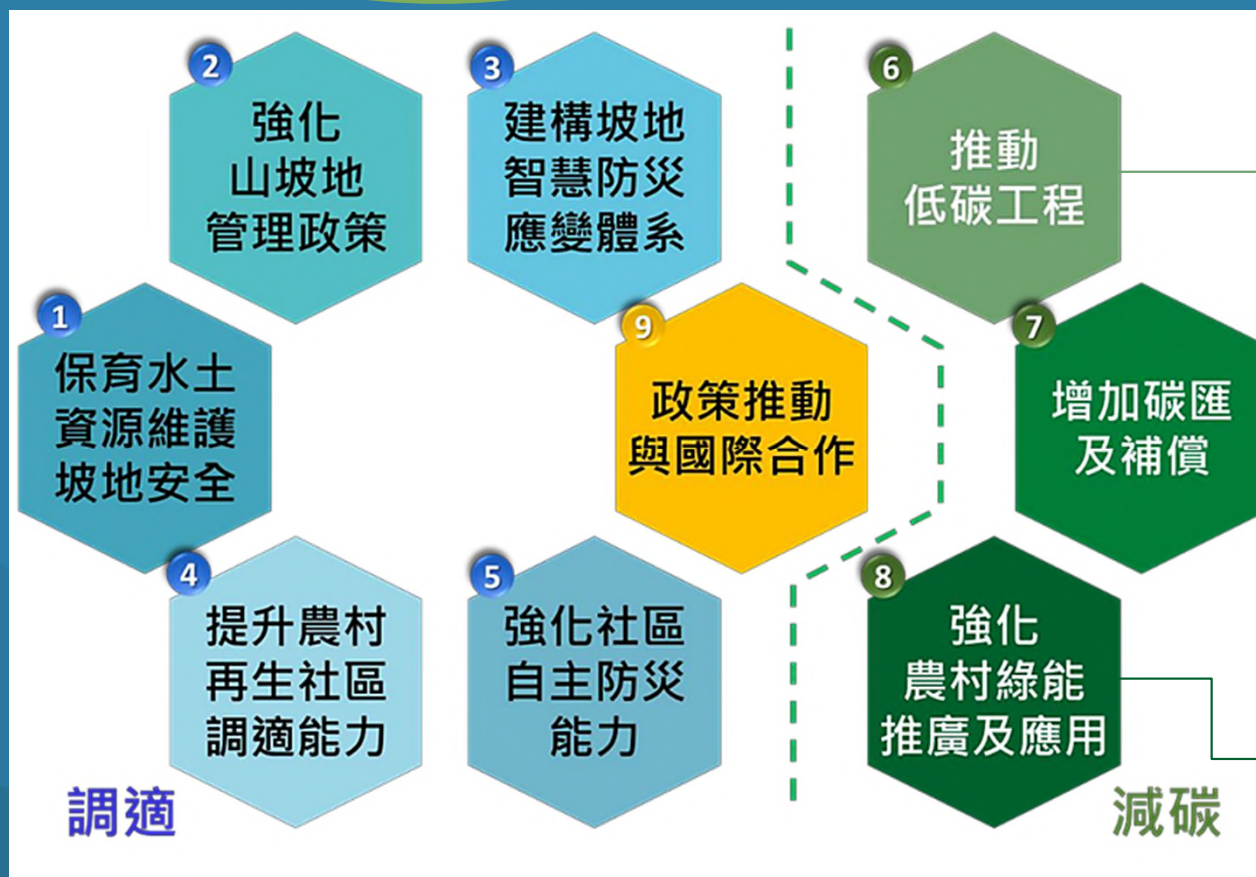
由工程人員、民眾進行植生與設施維護



### 工程成本與效益評估 ✓

工程設計、材料和工法的成本與效益，宜符合近距離、低碳工程原則

# 水土保持發展九大策略



來源：水保局(2021)

## 推動低碳工程

1. 技術工法制度檢討
2. 新工法新材料減碳效益✓
3. 工程延壽機制
4. 工程管考逐案、年減排✓

## 增加碳匯及補償

1. 增加碳匯
2. 促進生態棲地復育
3. 營造農村綠環境

## 強化農村綠能推廣及應用

1. 推動農電共生
2. 推動微水力發電

# 水土保持工程淨零排放方針

**基準年**  
(2020-2021年)  
平均年總碳排放量  
約**28萬噸 CO2e**

2023年  
**減少5%**  
總碳排放量=基準年95%

2024年  
**減少10%**  
總碳排放量=基準年90%

2025年  
**減少15%**  
總碳排放量=基準年85%

2030年  
**減少20%**  
總碳排放量=基準年80%

2035年  
**減少30%**  
總碳排放量=基準年70%

2040年  
**減少50%**  
總碳排放量=基準年50%



- 1. 台積電2020年排放總量:1,000萬噸
- 2. 水利署2019-2021平均年排放總量67.7萬噸

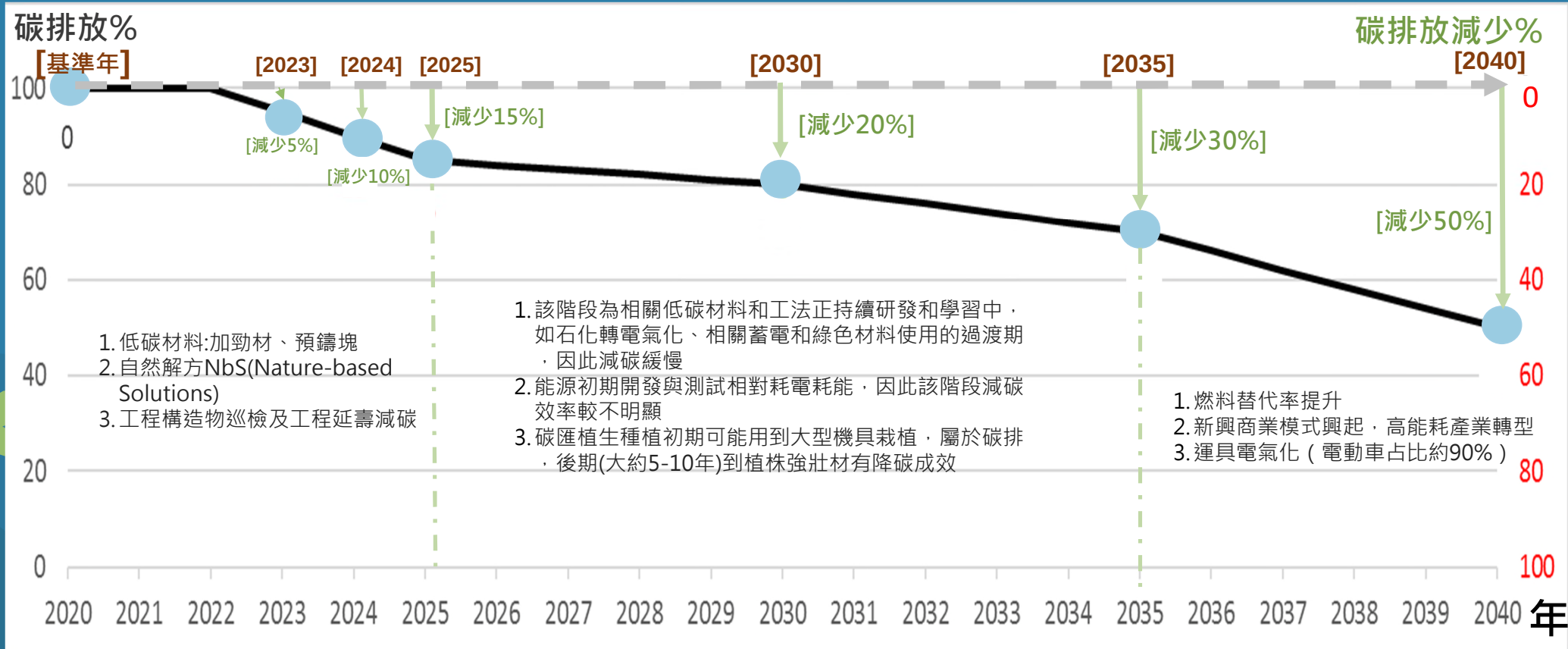
以工程**生命週期**概念  
管理碳排放量



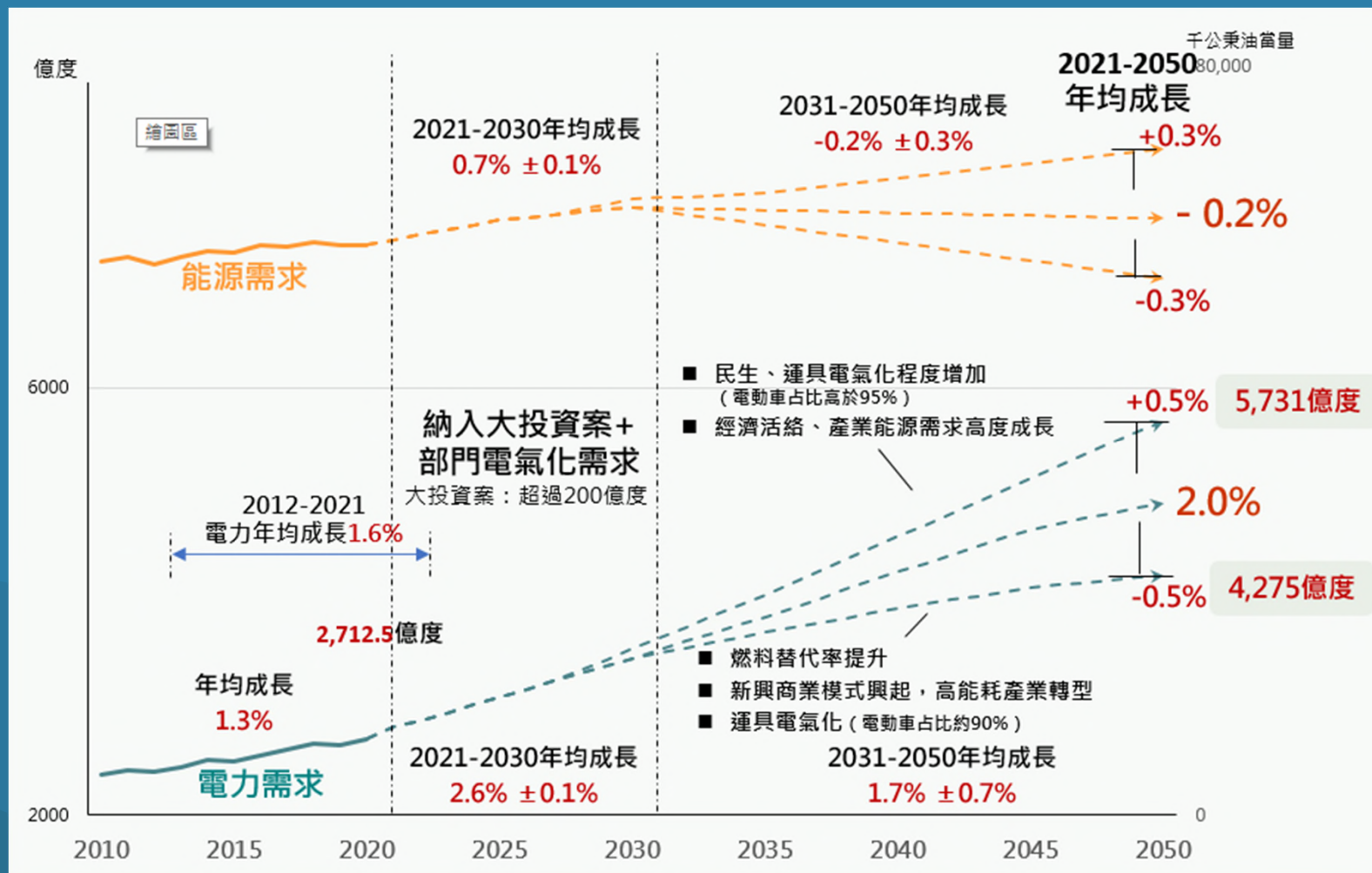
## [水土保持工程減碳參考指引]

- 111年度訂定**規劃及設計**篇
- 112年度訂定**施工及管理**篇

# 土保持淨零碳排2023-2040路徑



# 2010-2050 台灣能源及電力需求

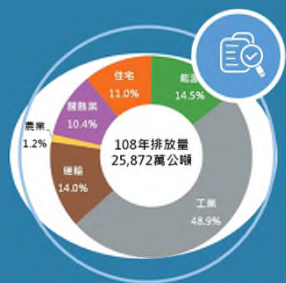


來源：國發會

# 2023年減碳5%策略

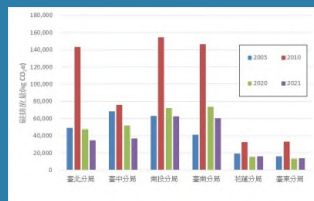
|        | 生命週期   | 基礎年   | 2023年 | 計算與效率說明                                | 策略                                                                                                                        |
|--------|--------|-------|-------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 碳排生命階段 | 材料O1   | 80.28 | 73.09 | $(1-8.5\%)*(1-0.5%)*80.28\% = 73.09\%$ | 1. 選用混有20%礦物參料的混凝土，降低約8.5%碳排。<br>2. 10%量體以乾砌石替代，可降低9.7%碳排（方案1和2擇一執行，保守選用降低幅度低之策略1）<br>3. 設施工程設計的材料用量檢核、工程碳排估算檢核，減少0.5%碳排。 |
|        | 施工 O2  | 14.72 | 14.49 | $(1-1\%-0.5%)*14.72\% = 14.49\%$       | 1. 推廣10%工程使用預鑄工法，減少高碳排放的混凝土預拌車使用，約減少1%碳排。<br>2. 透過 <b>教育訓練</b> 推廣，就近取材，減少材料運輸碳排，提昇機具運輸和施工操作耗能等碳排 0.5%。                    |
|        | 運用 O3  | 0.00  | 0.00  | 假設值                                    | 植生維護、設施修復(尚無相關水保案例可供參考，為假設值)                                                                                              |
|        | 廢棄 O4  | 5.00  | 5.00  | 假設值                                    | 廢棄物再生利用(尚無相關水保案例可供參考，為假設值)                                                                                                |
| 碳匯     | 植生碳匯S1 | 0     | 0     | 保守估算                                   | 水保局已研發碳匯估算方式，本案例採保守方式設定為0                                                                                                 |
|        | 工程延壽S2 | 0     | 0     | 保守估算                                   | 尚無相關水保案例可供參考，建議研發工程延壽所降低之碳排放量。                                                                                            |
|        | 農業綠電S3 | 0     | 0     | 保守估算                                   | 太陽能、小水力發電、風力每度綠電約等於減少0.554kgCO <sub>2</sub> e的碳排放量。                                                                       |
|        | 土壤碳匯S4 | 0     | 0     | 保守估算                                   | 水保處理維護可增加土壤有機質含量尚無明確之計算方式。                                                                                                |
| 碳中合    |        | 100   | 92.58 |                                        |                                                                                                                           |

# 水土保持防砂設施減碳策略研擬



## 總量管制碳排放量 (以分局為單位)

分局為單位、全局總量管制，針對不同類型工程之單位碳排放量，於工程核定階段預估碳排，送局管制。



## 工程減碳設計

規劃設計階段以碳排係數資料庫估算，檢討必要性（含延壽）、量體、工法、材料及施工方法。

分局成立推動小組，進行設計審查、校核及列管。



## 綠色材料及碳匯導入

發包經費一定金額比例(10%)選用綠色材料及植生、綠能與藍碳增匯。



## 預算書審核

納入碳排放量核對。舉辦基礎教育訓練、進行實務交流與會議(主管機關環保署)、持續檢討行動方針與操作方法

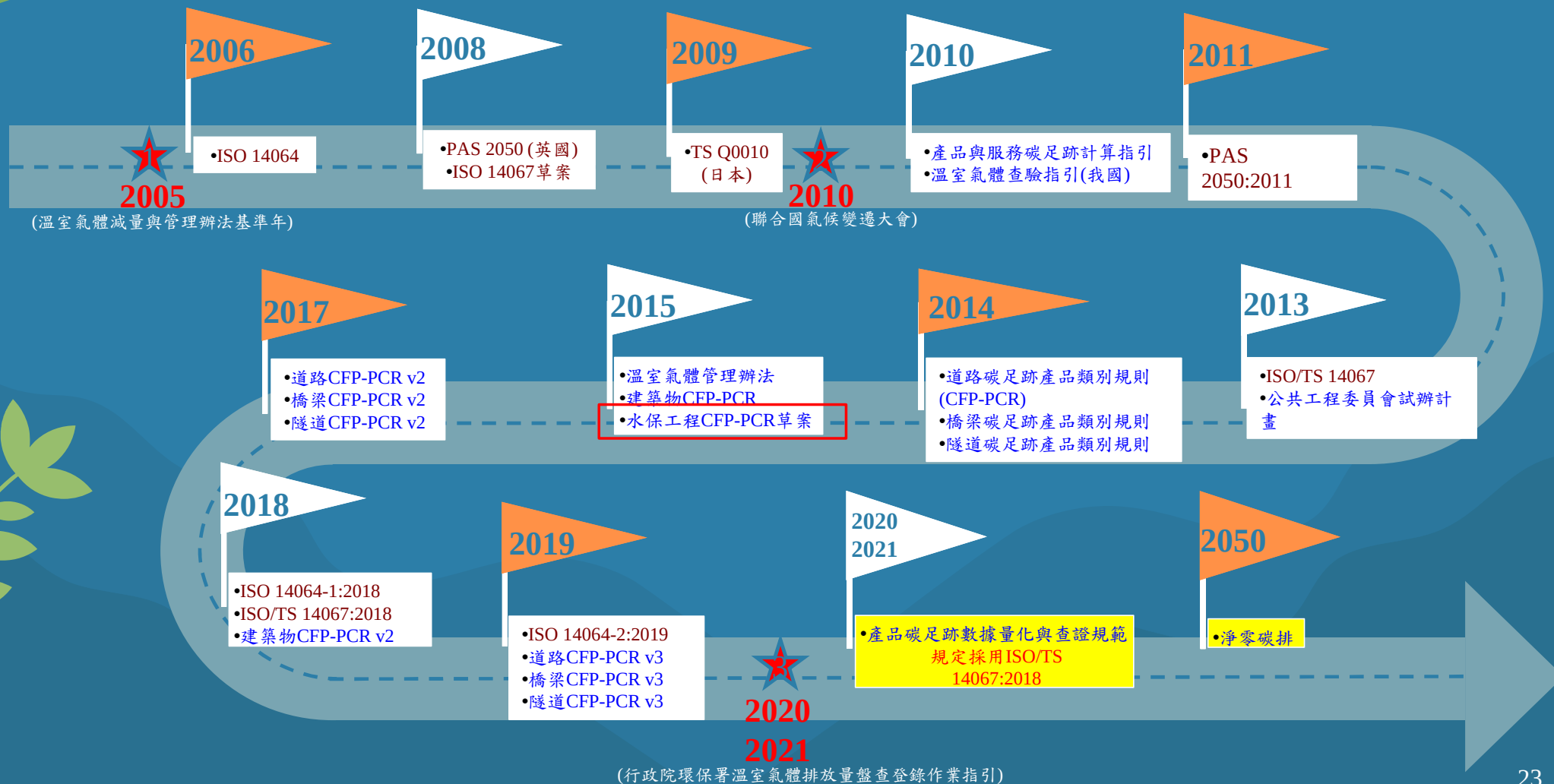


「結合預算、逐案查核、考量防災、總量管制、降低碳排」

3

## 水土保持工程碳排放估算方式評估

# 決策水土保持局之減碳基準年-篩選基準年



# 決策水土保持局之減碳基準年-工程盤查

## 災後工程

| 計畫名稱                            | 工程數   |
|---------------------------------|-------|
| 93 年度九二一震災社區重建更新基金農村聚落重建增辦計畫    | 9     |
| 94 年度強化促進就業計畫                   | 10    |
| 土石流及崩塌地源頭處理 93 年度執行後賸餘款增辦計畫     | 33    |
| 土石流災害防治 93 執行後賸餘款(增辦)           | 5     |
| 公共設施災後復建計畫                      | 2     |
| 天然災害復建復育計畫                      | 482   |
| 水土保持管理                          | 60    |
| 加強山坡地水土保持計畫                     | 1,218 |
| 更新基金重建區流域整體治理                   | 23    |
| 更新基金重建區振興計畫                     | 23    |
| 鄉村新風貌                           | 283   |
| 農村聚落重建 93 年執行後賸餘款增辦九份二山土地管理維護計畫 | 5     |
| 農村聚落重建 93 年執行後賸餘款增辦計畫           | 4     |
| 總計                              | 2,157 |

災後工程

879

一般工程

1278

2005

(溫室氣體減量與  
管理辦法基準年)

2010

(聯合國氣候  
變遷大會)

2020  
&  
2021

(行政院環保署  
溫室氣體排放  
量盤查登錄作  
業指引)

| 計畫名稱              | 工程數   |
|-------------------|-------|
| 石門水庫及其集水區整治計畫(二階) | 52    |
| 易淹水地區水患治理計畫       | 542   |
| 振興經濟擴大公共建設        | 712   |
| 推動農村再生計畫          | 386   |
| 莫拉克颱風災後重建         | 254   |
| 整體性治山防災計畫         | 150   |
| 總計                | 2,096 |

災後工程

796

一般工程

1300

| 計畫名稱                        | 2020 件數 | 2021 件數 | 平均    |
|-----------------------------|---------|---------|-------|
| 一般行政-基本行政工作維持-設備及投資         | 1       | 1       | 1     |
| 前瞻基礎建設計畫                    | 121     | 179     | 150   |
| 氣候變遷下大規模崩塌防減災計畫             | 28      | 15      | 22    |
| 農村再生社區發展及環境改善計畫             | 446     | 400     | 423   |
| 整體性治山防災計畫                   | 406     | 344     | 375   |
| 重劃區外緊急農路設施改善計畫              | 325     |         | 326   |
| 山坡地、平地農路改善計畫 (286 件 + 41 件) |         | 327     |       |
| 合計                          | 1,327   | 1,266   | 1,297 |

|      | 一般工程 | 前期災害  | 災後工程 | 施工工項 | 工程經費 | 碳排放量推估  | 基礎年選取 |
|------|------|-------|------|------|------|---------|-------|
| 2005 | 1278 | 921地震 | 879  | x    | 較低   | 工程多碳排放高 |       |
| 2010 | 1300 | 莫拉克颱風 | 796  | x    | 較低   | 工程多碳排放高 |       |
| 2020 | 1327 | 無     | 無    | 完整   | 符合現況 | 符合一般狀況  | ✓     |
| 2021 | 1266 |       |      |      |      |         |       |

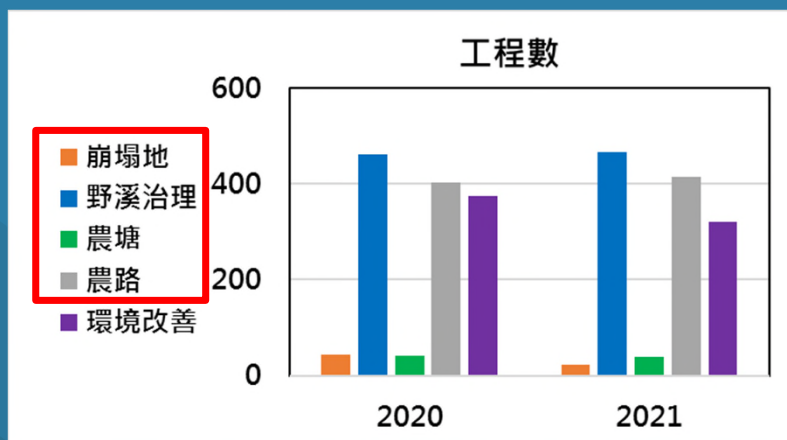
\*聯合國IPCC報告近期基礎年以2019年為主、

\*部分以法案公告/研究碳排的起始年當基礎年

\*本研究決策以2020、2021年平均為減碳基礎年

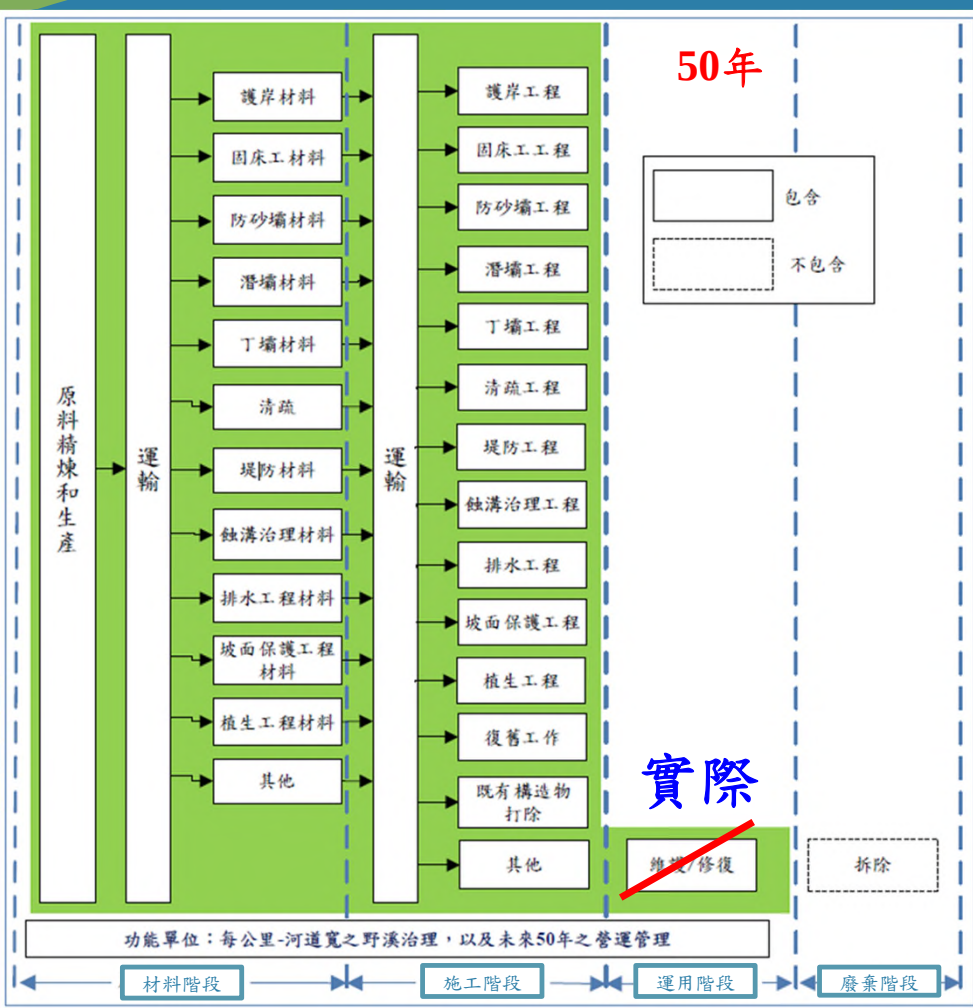


計算水土保持防砂設施工程的碳排放量



| 工程數 | 2020年<br>&2021<br>年 | 計算<br>案例 |
|-----|---------------------|----------|
| 崩塌  | 67                  | 28       |
| 野溪  | 927                 | 282      |
| 農塘  | 79                  | 48       |
| 農路  | 820                 | 181      |
| 合計  | 1893                | 565      |

# 碳排放估算方法-界定系統邊界&碳排係數法



水保局草案(2015)

排放係數法 (依據 ISO 14067:2018)

F



使用:工程發包設計、完工時的碳排放量精算

排放係數

國內公告或供應商提供係數

生命週期評估資料庫 (GaBi, Ecoinvent, US LCI etc.)

國內外相關文獻係數

# 水土保持局工作項目碳排係數參考

| 類型 | 工作項目與說明                                  | 單位 | 碳排係數    | PCCES編碼    |
|----|------------------------------------------|----|---------|------------|
| A  | 砌排石工(不分類)                                | M2 | 12.898  | 0238600002 |
| A  | 砌排石工，乾砌石，卵石(15cm 以下)                     | M2 | 0.360   | 0238610102 |
| A  | 砌排石工，乾砌石，大塊石( $41 \leq \phi \leq 80$ cm) | M2 | 8.860   | 0238614102 |
| A  | 砌排石工，乾砌石，角石(約 25cm)                      | M2 | 0.600   | 023861A002 |
| A  | 砌排石工，乾砌石，再生粒料混凝土塊<br>(20*30*45~50cm)     | M2 | 170.080 | 023861B002 |
| A  | 鋼筋                                       | T  | 983.720 | 03210000A5 |
| A  | 鋼筋，植筋                                    | 孔  | 0.000   | 032100E00B |
| A  | 鋼筋加工及組立(鋼筋另計)                            | T  | 9.310   | 0321030003 |
| A  | 鋼筋                                       | T  | 983.720 | 03210000A5 |
| A  | 鋼筋，SD280，小搬運                             | T  | 17.120  | 0321030015 |
| A  | 結構用混凝土(純水泥)(不分類)                         | M3 | 340.284 | 0331000003 |
| A  | 結構用混凝土，混凝土小搬運費                           | M3 | 17.120  | 0331000003 |
| A  | 結構用混凝土，預拌，澆置及搗實                          | M3 | 0.140   | 03310000Z3 |
| A  | 結構用混凝土，預拌，140kgf/cm <sup>2</sup>         | M3 | 293.570 | 0331023003 |
| A  | 混凝土表面處理，水泥拉毛處理(掃紋)                       | M2 | 1.360   | 0336060002 |

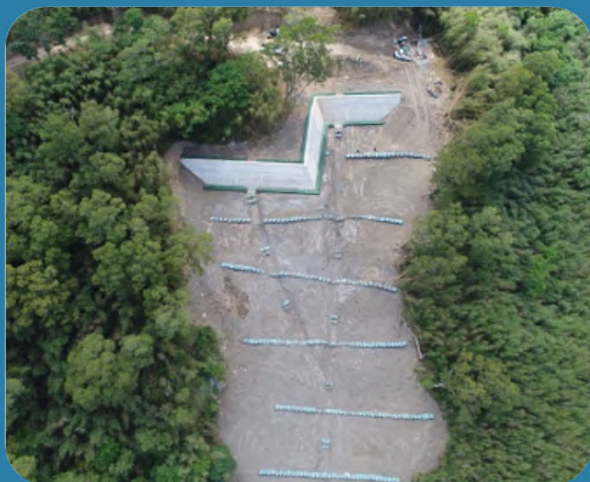
# 精算：碳排係數法(依工項內容精算整件工程)



適用：  
已知碳排係數的工項

## 碳排計算：

材料碳排、  
運輸碳排、  
施工碳排、  
土方工程、  
雜項工程、  
環境保護、  
品質管理、  
營業稅



## 崩塌地處理工程

以擋土工程、排水工程、坡面保護等工程方式防止和控制崩塌之發生。



## 野溪治理工程

以固床工、護岸、跌水工、防砂壩等工程防止侵蝕、土砂淤積等野溪災害。



## 農塘營造工程

儲蓄超滲逕流，減少地表逕流與地表沖蝕量，調節暴雨季節之洪水流量，以達到減緩下游洪害發生。



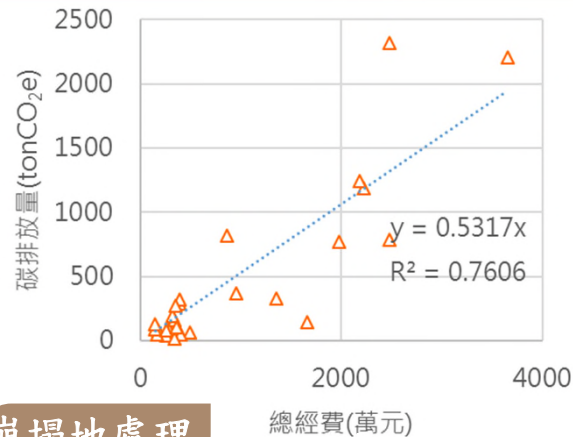
## 農路改善工程

改善或維護農產道路設施工程，主要工項包含：路基工程、路面工程、土方工程與坡面保護工程等。

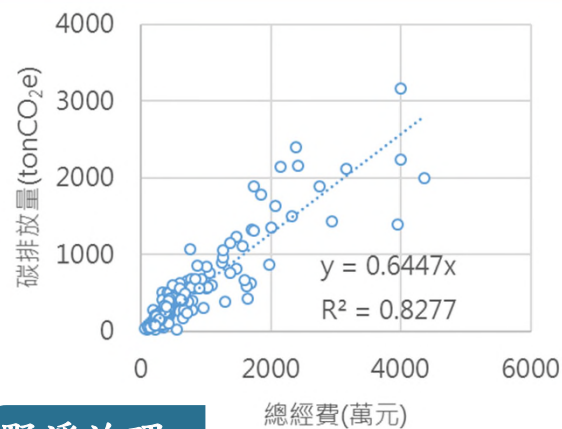
# 估算：(1)經費推估法(依預估經費估計)



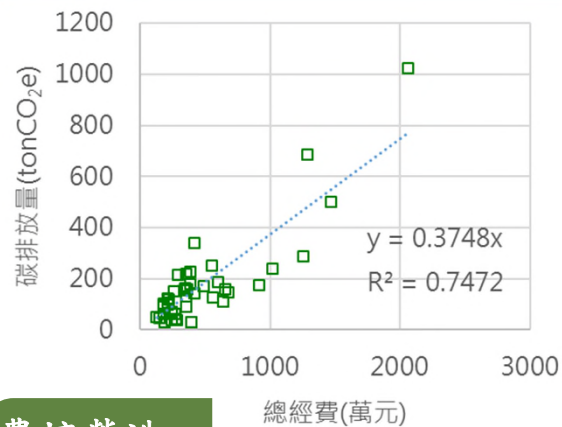
適用：(1) 依工程預算估算碳排放量  
(2) 查不到碳排係數、無實際數量的工項，可由經費估算碳排放量



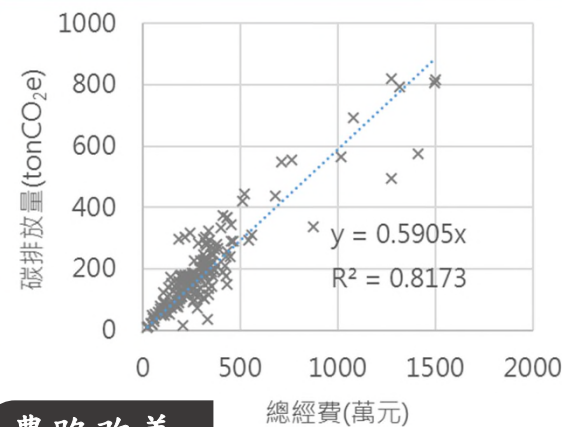
**崩塌地處理**  
(N=28)



**野溪治理**  
(N=251)



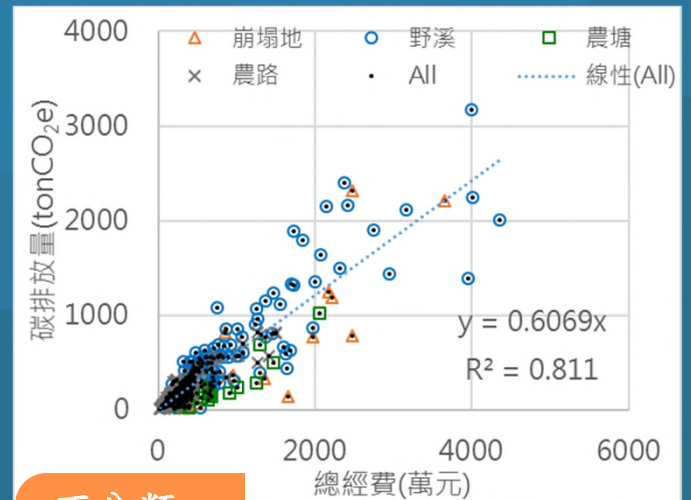
**農塘營造**  
(N=44)



**農路改善**  
(N=181)

## 經費推估碳排(依工程類型選取參數)

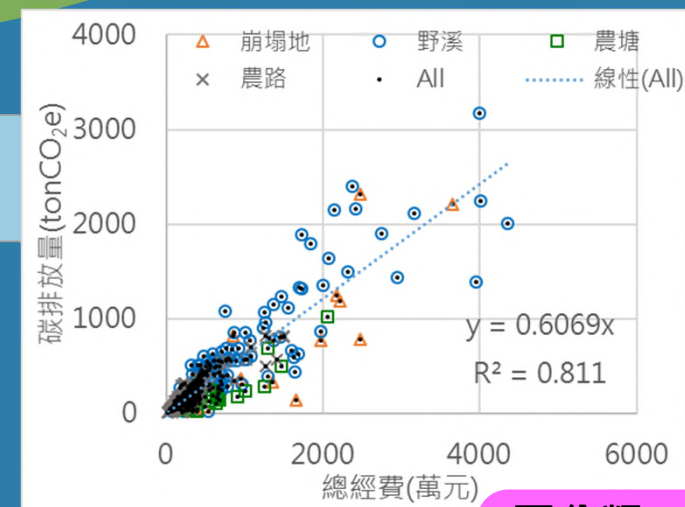
| 工程類型  | 單位經費碳排放量<br>(ton CO <sub>2</sub> e/萬元) |
|-------|----------------------------------------|
| 崩塌地處理 | 0.5317                                 |
| 野溪治理  | 0.6447                                 |
| 農塘營造  | 0.3748                                 |
| 農路改善  | 0.5905                                 |
| 不分類   | 0.6069                                 |



**不分類**  
(N=504)

# 碳排放估算方法-經費推估法比較

| 工程類型                                       | 水利署(2022)                                                                              | 水保局                                                                                                   |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 單位經費<br>碳排放量<br>(ton CO <sub>2</sub> e/萬元) | 不分類 0.33                                                                               | 崩塌地處理 0.5317<br>野溪治理 0.6447<br>農塘營造 0.3748<br>農路改善 0.5905<br>不分類 0.6069                               |
| 工程特性                                       | 1.規模大、非單純土建，如：挖填方工程碳排低，<br>2.工程區多位於下游，地勢較平坦，運送、加工較節能。<br>3.策略：材料與機具難擬定，以植生碳匯為主，多元策略    | 1.規模小、碳排集中於工程材料<br>2.工程區位於中游，地勢相對較陡，運送、加工較耗能。<br>3.策略：檢討工程必要性、減小斷面、低碳材料及碳匯                            |
| 查不到<br>碳排係數<br>的工項                         | 不計  | 透過經費推估<br>取得碳排量  |



不分類  
(N=504)



使用：

- (1) 預算編定審核時，可快速估算碳排與管控
- (2) 查不到碳排係數、無實際數量的工項，可由經費估算碳排放量

# 基準年碳排與分局碳排總量



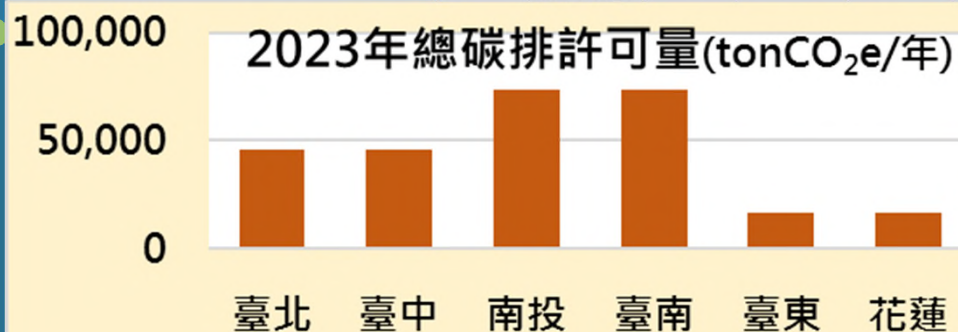
基準年總碳排量(100%)

$$*420,000\text{萬元} * 0.6792\text{ ton CO}_2\text{e/萬元} * 0.95 \\ = 271,000\text{ ton CO}_2\text{e}$$

2023年目標總碳排(減5%)  
< 271,000 ton CO<sub>2</sub>e

各分局工程容許總碳排量

| 各分局                                    | 臺北     | 臺中     | 南投      | 臺南      | 臺東     | 花蓮     |
|----------------------------------------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 占總預算(%)                                | 17     | 17     | 27      | 27      | 6      | 6      |
| 2023年預算(萬元)                            | 71,400 | 71,400 | 113,400 | 113,400 | 25,200 | 25,200 |
| 2023年總碳排許可量<br>(ton CO <sub>2</sub> e) | 46,070 | 46,070 | 73,170  | 73,170  | 16,260 | 16,260 |



說明:

1. 基準年為2020-2021年(年平均經費為 464,581萬元)
2. 基準年平均每萬元碳排量=0.6792 (ton CO<sub>2</sub>e/萬元)
3. 假設2023年總預算為42億元(=420,000萬元)
4. 2023年減碳目標為降5%，故以0.95倍估算之

掌握

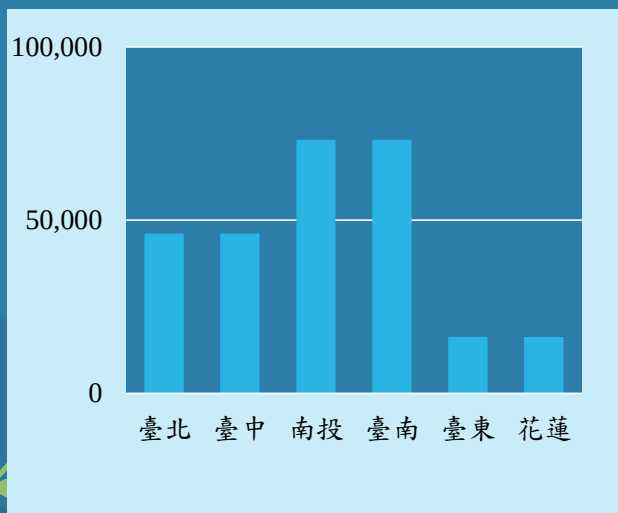
1. 基準年的碳排量
2. 水保局總局總碳排量
3. 各分局的碳排上限



結合預算、  
逐案查核、  
總量管制、  
降低碳排

# 分局減碳管控流程

經費估算法:分局總碳排上限



2023年碳排管控量  
(tonCO<sub>2</sub>e/年)



(1) 工程量體碳排推估法:  
減少不必要的材料數量  
(2) 經費估算法:  
工程案的碳排上限

審核  
工程設計  
符合安全、  
減碳規定?

不符合

防災安全考量

符合

重新設計

發包

詳細價目表

| 項次  | 項目及說明               | 單位             | 碳排係數法:精算各個工程工項碳放量 |        |                                                  |        |          |
|-----|---------------------|----------------|-------------------|--------|--------------------------------------------------|--------|----------|
| —01 | 瀝青混凝土路面(t=5cm)      | m <sup>2</sup> |                   |        |                                                  |        |          |
| —02 | 瀝青                  | m <sup>2</sup> |                   |        |                                                  |        |          |
| —05 | 路基整地及夯實             | m <sup>2</sup> | 4648              | 13     | 60,424                                           | 19.78  | 91937.44 |
| —06 | 反光鏡                 | 組              | 2                 | 2,788  | 5,576                                            | 142.86 | 285.72   |
| —2  | 生態護坡, 植草鋪草蓋         | m <sup>2</sup> | 100               | 44     | 4,400                                            | -0.25  | -11.00   |
| —03 | 鋪設點雲                | m <sup>2</sup> | 4648              | 10     | 46,480                                           |        |          |
| —04 | 橋樑(熱處理聚脂, 反光, 厚2mm) | m <sup>2</sup> | 365               | 162    | 59,130                                           |        |          |
| —07 | 雜項工程                | 式              | 1                 | 11,671 | 11,671                                           |        |          |
| —08 | 施工測量, 放樣            | 式              | 1                 | 5,187  | 5,187                                            |        |          |
| —09 | 機械搬運費               | 式              | 1                 | 7,781  | 7,781                                            |        |          |
|     |                     |                |                   |        | (A) 排放係數法<br>+ (B) 經費推估法<br>+ (C) 不計碳排量<br>工程總碳排 |        |          |

∑ 分局所有案件碳排量 精算量

以分局為單位進行  
減碳管控

■ 情境1:

精算量 > 管控量

次年度預算核定時加強減碳力度

■ 情境2:

精算量 < 管控量

次年度預算核定時按規劃量體執行

# 估算：(2)工程設施種類及數量估計



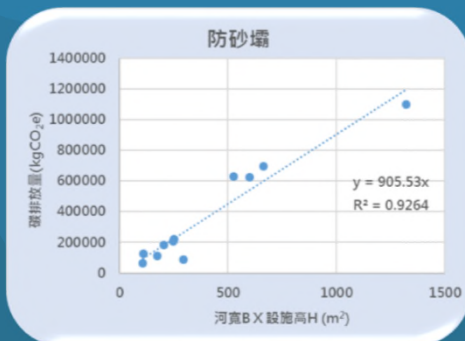
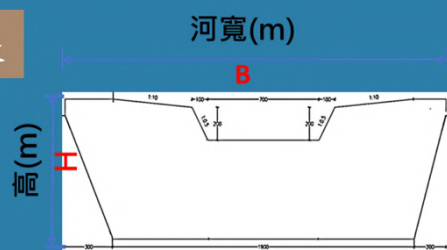
適用：  
已建立參數的設施

## 壩、工

以河寬X高為參數



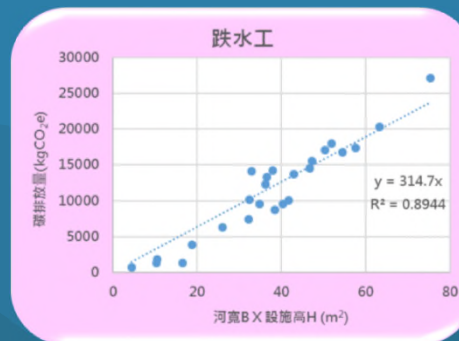
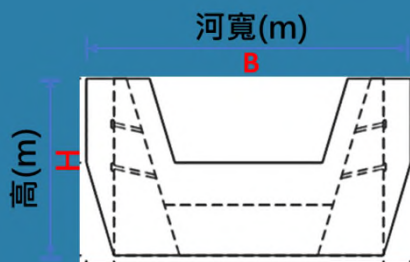
防砂壩



碳排  $y=905.53*B*H$



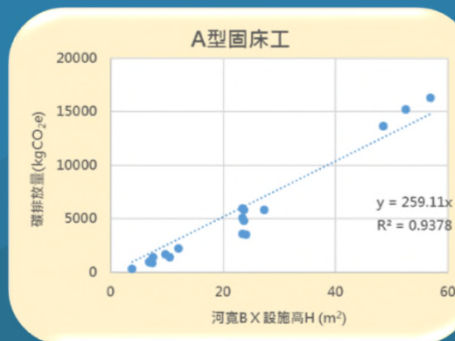
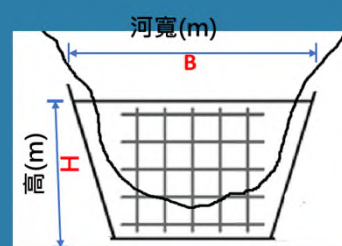
跌水工



碳排  $y=314.70*B*H$



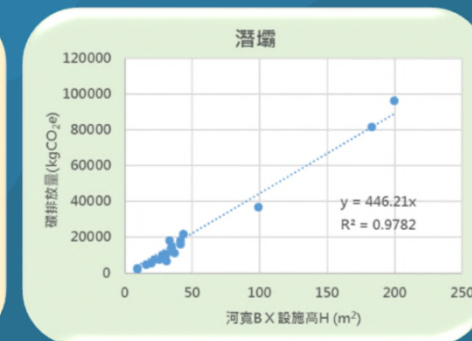
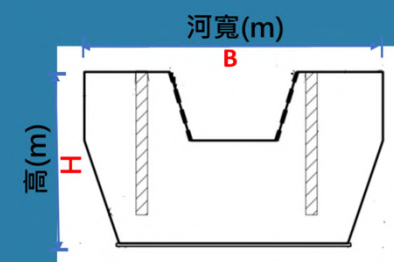
固床工



碳排  $y=259.11*B*H$



潛壩



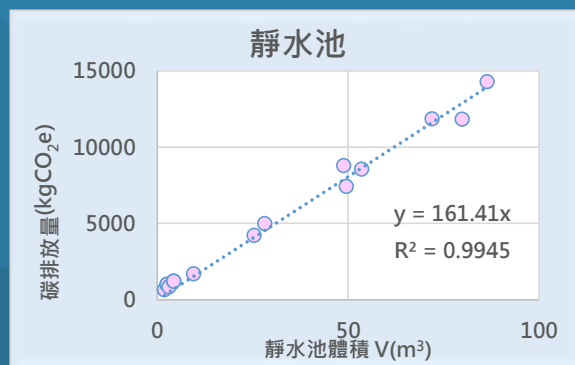
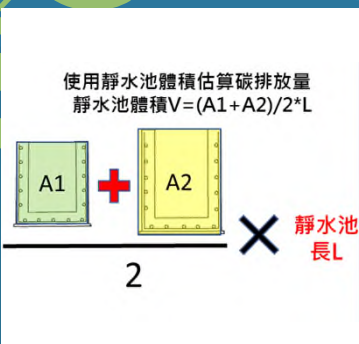
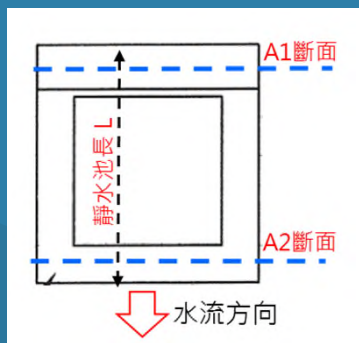
碳排  $y=446.21*B*H$

# 估算：(2)工程設施種類及數量估計

## 靜水池

以**體積**為參數

主要解算內容  
混凝土  
模板  
鋼筋

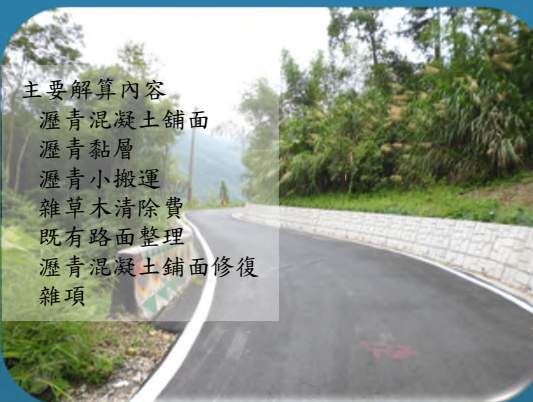
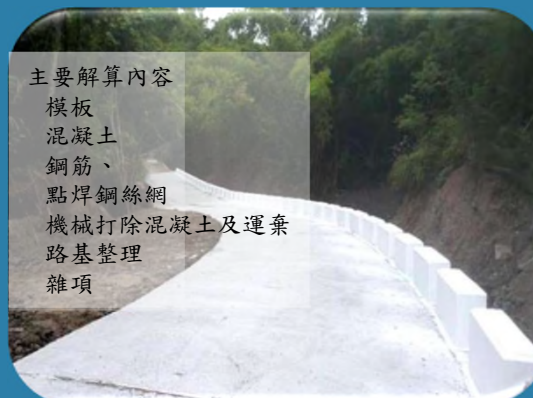


碳排  $y=161.41 \times \text{體積} V$

## 農路

以**長度**為參數

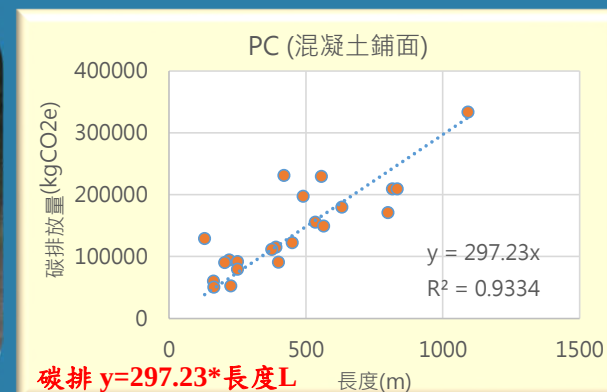
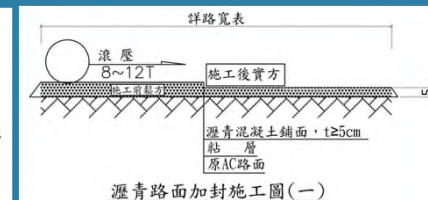
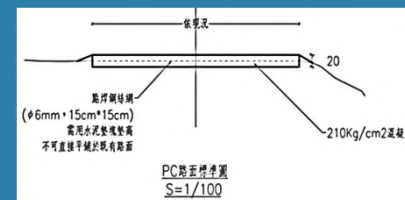
主要解算內容  
模板  
混凝土  
鋼筋、  
點焊鋼絲網  
機械打除混凝土及運棄  
路基整理  
雜項



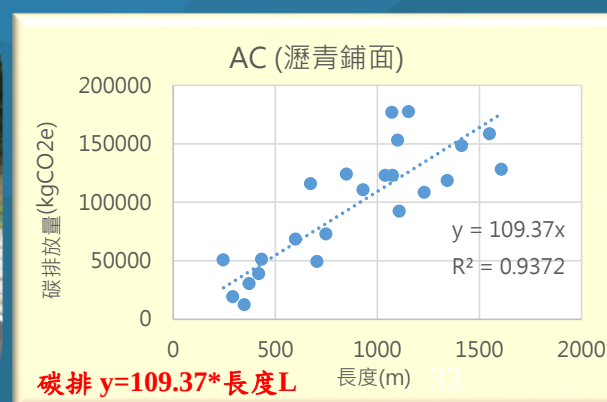
主要解算內容  
瀝青混凝土鋪面  
瀝青黏層  
瀝青小搬運  
雜草木清除費  
既有路面整理  
瀝青混凝土鋪面修復  
雜項



適用：  
已建立參數的設施



碳排  $y=297.23 \times \text{長度} L$



碳排  $y=109.37 \times \text{長度} L$

# 估算：(2)工程設施種類及數量估計



適用：  
已建立參數的設施

## 護岸

以高為參數



混凝土護岸



乾砌石護岸



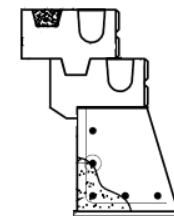
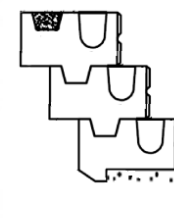
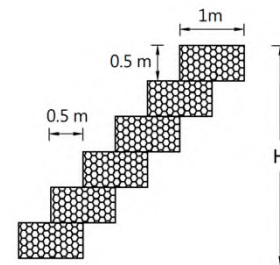
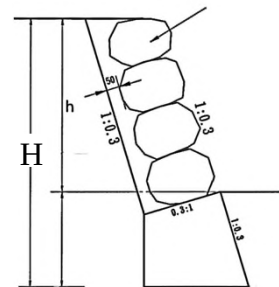
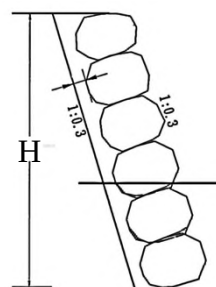
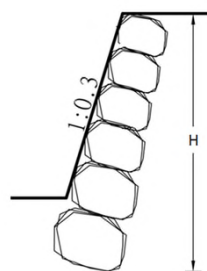
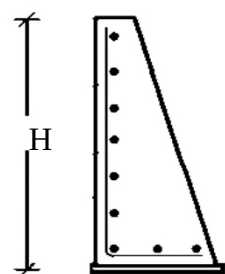
混凝土砌石護岸



石籠堆疊護岸



預鑄塊護岸



\*護岸每進行米碳排量 (kg CO<sub>2</sub>e)

| 高度<br>(m) | 護凝土護岸   | 乾砌石護岸           |                  | 混凝土砌石護岸         |                  | 混凝土砌石護岸<br>(有基座*) | 石籠堆疊護岸                | 預鑄塊護岸                        | 預鑄塊護岸<br>(有基座*)              |
|-----------|---------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
|           |         | 塊石<br>(15~40cm) | 大塊石<br>(40~80cm) | 塊石<br>(15~40cm) | 大塊石<br>(40~80cm) | 大塊石<br>(40~80cm)  | LxBxH(m)<br>1 x 1 x 1 | LxBxH(m)<br>0.9 x 0.9 x 0.45 | LxBxH(m)<br>0.9 x 0.9 x 0.45 |
| 1         | 368.71  | 1.22            | 8.86             | 66.09           | 138.60           | 368.71*           | 15.54                 | 265.83                       | 368.71*                      |
| 2         | 737.42  | 2.44            | 17.72            | 132.18          | 277.20           | 507.31            | 31.08                 | 535.81                       | 634.54                       |
| 3         | 1106.13 | 3.66            | 26.58            | 198.27          | 415.80           | 645.91            | 46.62                 | 805.79                       | 904.52                       |
| 4         | 1474.84 | 4.88            | 35.44            | 264.36          | 554.40           | 784.51            | 62.16                 | 1075.77                      | 1174.5                       |
| 5         | 1843.55 | 6.10            | 44.30            | 330.45          | 693.00           | 923.11            | 77.70                 | 1345.75                      | 1444.48                      |
| 6         | 2212.26 |                 |                  |                 |                  |                   |                       |                              |                              |

\*假設基座高度為1m，應依實際狀況計算

# 設施之碳排計算---護岸類運用範例

1. 本護岸修復經費為**80萬元**，經費**估算法之碳排量**(80萬元\*0.6975tonCO<sub>2</sub>e/萬元)，約55.80 tonCO<sub>2</sub>e。

2. 需修復的長度為30m，高度為3m，**大塊石護岸碳排** (26.58\*30=797.4 kgCO<sub>2</sub>e)，約**0.797tonCO<sub>2</sub>e**

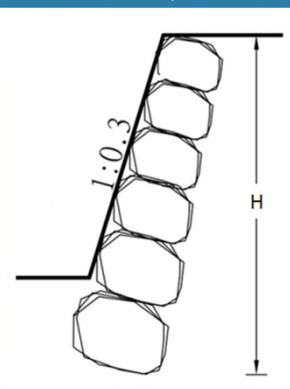
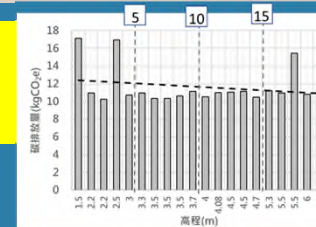
**混凝土護岸碳排** (1106.13\*30=33,183.9kgCO<sub>2</sub>e)，約**33.18tonCO<sub>2</sub>e**

只計材料  
碳排

**砌石護岸相較混凝土護岸減碳效率 = (0.797-33.18)/33.18=-97.6%**

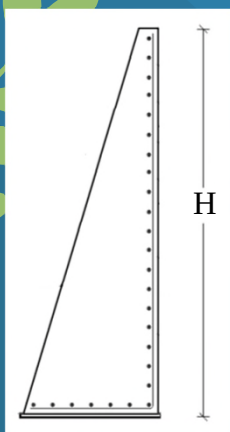


使用 1.掌握設施合理的材料數量，減少浪費  
2.檢核材料有無過量使用



| H高度 (m) | 大塊石 (40~80cm) |
|---------|---------------|
| 1       | 8.86          |
| 2       | 17.72         |
| 3       | 26.58         |
| 4       | 35.44         |
| 5       | 44.30         |

(A)乾砌石護岸每進行米碳排放量(kgCO<sub>2</sub>e)

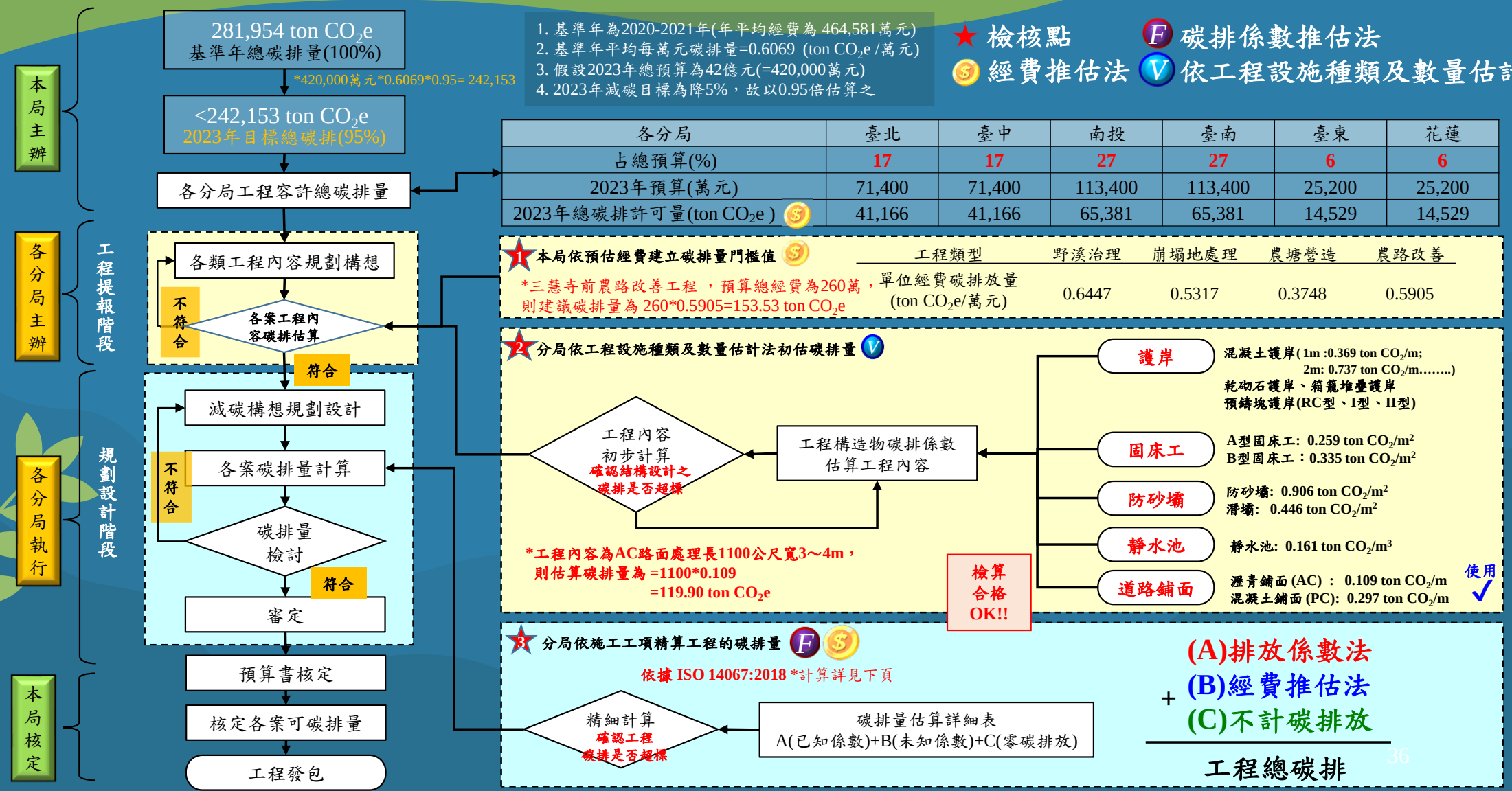


| H(m) | 混凝土護岸   |
|------|---------|
| 1    | 368.71  |
| 2    | 737.42  |
| 3    | 1106.13 |
| 4    | 1474.84 |
| 5    | 1843.55 |
| 6    | 2212.26 |

(B)混凝土護岸每進行米碳排放量kgCO<sub>2</sub>e

|       | 混凝土                        | 砌石、<br>混凝土砌石                    | 石籠                    | 預鑄塊                          |
|-------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 材料內容  | 混凝土、鋼筋、<br>模板              | 現採大塊石、<br>部分混凝土                 | 現採卵塊石、<br>高鍍鋅鋼鐵籠      | 混凝土、模板、鋼筋、<br>熱浸鍍鋅格柵板        |
| 施作    | 現施作                        | 現場採大塊石、堆疊                       | 現場採石、裝箱、堆<br>疊        | 現場堆疊                         |
| 地人力需求 | 最高                         | 居中                              | 居中                    | 最低                           |
| 優點    | 最熟悉的工法                     | 保有天然特性                          | 方型最易堆疊                | 可預先制定、品管，品<br>質穩定性高          |
| 缺點    | 易受天候影響期程、<br>品質，工程不易掌<br>握 | 現場大塊石數量少且尺寸<br>差異大，需不斷調整或外<br>購 | 中游卵塊石比例不高，<br>不易採用此工法 | 需有固定的形狀方能通<br>用堆疊<br>不適用狹小區域 |

# 工程碳排估算之運用說明: 碳排量估算與檢核



# 4

## 工程材料綠化、綠色材料適用性評估 及區域性調查

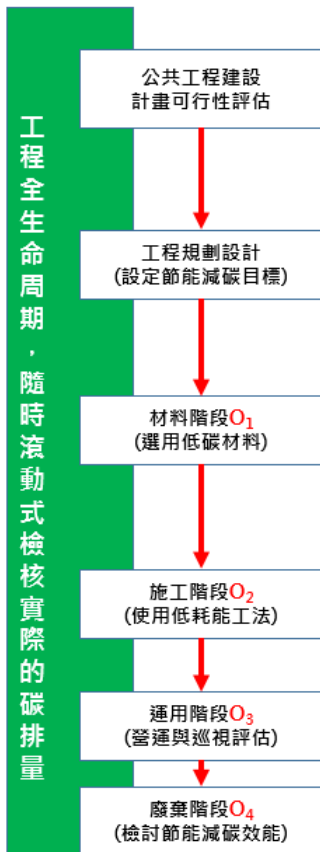
# 工程中碳排如何產生

## 政府制度落實



國際、社會、專家、民眾  
技術和資訊提供

## 工程生命週期



大數據  
資訊反饋

專案入庫

## 節能減碳評估要項

- 既有公共工程設施效能評估
  - 工程需求性評估
    - 舊工程延用評估
    - 替代或備用方案評估
    - 新建工程需求性評估
  - 生命週期成本與效益評估
  - 節能減碳達成目標
  - 維護及經營管理組織與模式
- 
- 工程的重要性
  - 工程相關的時間分配
  - 工程相關位置的布局
  - 施作材料與規劃
  - 施工工法與減碳目標
  - 執行與維護人員
- 
- 確認工程設施的尺寸、強度和功能需求
  - 常用的工程材料碳排
  - 進階選用低碳材料
  - 設施興建工法
  - 破匯的材料(植生碳匯S1、土壤碳匯S4)
  - 架設綠電的材料(農業綠電S3)
  - 解算材料階段的碳排計算
- 
- 機具的使用規劃
  - 工址現地減廢
  - 變更材料來源與使用量:
  - 環境保護措施
  - 施工日誌與工項完善
  - 工程之碳排量成效檢查
- 
- 定期維護保養:
  - 颱風地震災後評估(延壽工程S2)
  - 善用地方人力資源
- 
- 設施廢棄拆除處理
  - 活化設施土地用途

### 碳排計算公式

$$\text{碳排量 } O = O_1 + O_2 + O_3 + O_4$$

$$\text{碳移除 } S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

$$\text{淨零排放 } O - S = 0$$

實際運作、工程與科學、檢核成效

專案資訊  
管考系統

資料來源: 架構改編自永續公共工程 - 節能減碳政策白皮書(2011)



## 規劃

依預算分配總量控管各分局碳排量

減碳及碳匯研究提報創新工法及擬定政策規劃

依工程屬性(農塘、農路、崩塌地、野溪)評估碳匯量

## 設計

自然解方(NbS)

設計預鑄塊、加勁材等低碳工法及適宜性工法

工程依碳匯類型(綠、黃、藍碳)劃分

## 施工

提升施工機具燃料率替代高能耗轉型

規範機具、動線及自主標章

推動緩衝綠帶及生態系服務

## 維護

構造物巡檢定期檢視各工程構造物狀況

延壽工程補修工程構造物延長使用壽命

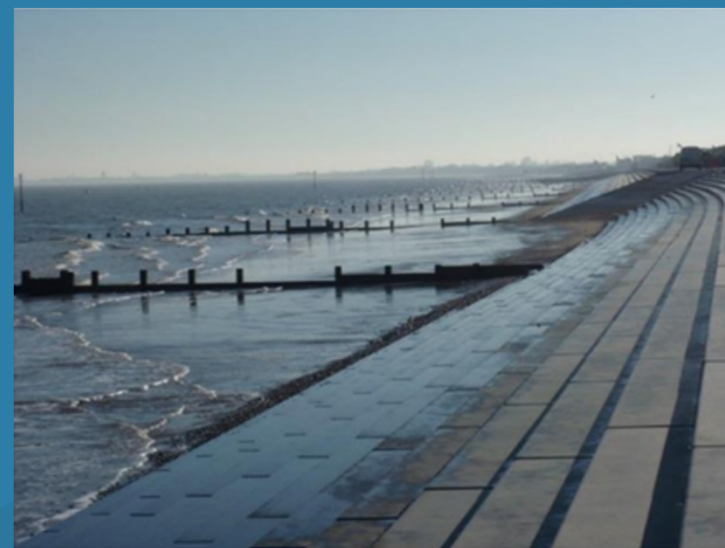
評估現地環境復育情形

# 國外工程碳盤查及減碳策略與減碳效益案例

## 英國Dymchurch Frontage A 河堤工程

1. **改採水運方式運送物料**：採用預鑄方式製造堤岸組件，再藉由水運將材料運至最近的碼頭，用最短陸運距離將物料送至施工地點，即可減少約6%二氧化碳當量(3,000公噸)，更可縮短工作時間。另外，以水運運送鋼料，又可減少約1.6%二氧化碳當量(780公噸)。
2. **現地生產**：選擇較近的水泥來源，並以現地建造混凝土廠生產該項材料，初估將可減少約1.2%二氧化碳當量(600公噸)。
3. **採用再生材料**：在混凝土配比中加入適當的再生材料，可節省水泥用量。因而減少約15%二氧化碳當量(7,500公噸)。

此河堤工程總共減少11,800公噸二氧化碳當量的碳排放量，約減少24%的總碳排放量。



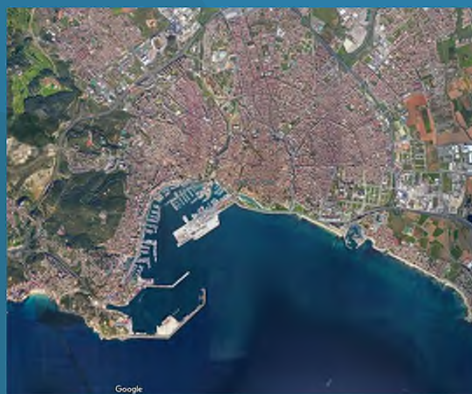
Dymchurch Frontage A 河堤工程

資料來源：Hythe Ranges sea defences renovation, UK Government(2021)

# 國外工程碳盤查及減碳策略與減碳效益案例

## 西班牙帕爾馬港口工程

1. **更新施工和運輸機具**：汰換使用超過20年老舊的施工和運輸機具，並選用出廠4年內的機具，然而根據施工實際油耗比較碳排放量，其整體效果不顯著，顯示即便使用新的施工和運輸機具，然而耗能機制相同，對減碳並無效益。
2. **將化石燃料替換為生質燃料**：將施工或運輸機具使用的化石燃料替換為生質燃料，雖然會降低施工機具或運輸設備的效率，但整體評估可以減少約7%的碳排放量，相較於更新設備會有更顯著的減碳效益。



帕爾馬港口衛星影像圖

資料來源：Google衛星影像

帕爾馬港口工程碳排放量評估結果

| 項目 | 施工階段                            |       | 營運管理階段                          |       |
|----|---------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
|    | 碳排放量<br>(ton CO <sub>2</sub> e) | 比例(%) | 碳排放量<br>(ton CO <sub>2</sub> e) | 比例(%) |
| 材料 | 15,600                          | 13.36 | 181                             | 34.79 |
| 機具 | 101,000                         | 86.51 | 339                             | 65.16 |
| 運輸 | 156                             | 0.13  | 0.26                            | 0.05  |
| 總計 | 116,756                         | 100   | 520                             | 100   |

# 水土保持工程碳盤查案例

水土保持四種工程類型的碳排來源

| 工程類型       | 分析工程(件) | 材料階段% | 施工階段% | 使用階段% | 廢棄階段% |
|------------|---------|-------|-------|-------|-------|
| 崩塌地處理      | 41      | 82.98 | 17.02 | ---   | ---   |
| 野溪治理       | 282     | 89.67 | 10.33 | ---   | ---   |
| 農路改善       | 196     | 73.03 | 26.97 | ---   | ---   |
| 農塘營造       | 48      | 66.45 | 33.55 | ---   | ---   |
| 減碳碳排<br>比例 |         | 80.28 | 14.72 | 0.00  | 5.00  |

# 綠色材料適用性

## 高爐混凝土

以**飛灰、爐石粉**替代膠結材料，減少46%碳排放量

## 無機聚合混凝土

常溫即可製成，減少能耗。具有**良好的抗壓強度**、耐火性、耐酸鹼性以及低熱導性等性質

## 再生混凝土

將**營建廢棄物回收利用**，製作成再生粒料，並將其作為原料製成之混凝土，**每公斤減少 20g CO<sub>2</sub>e**

## 疏伐木與石材

天然材料，可以**融入當地景觀**。石材可以**就地取材**，減少運輸成本與碳排放量

## 預鑄混凝土

以規格化、標準化、模矩化方式等方式生產預鑄塊，其**混凝土品質佳**，且構造物具有**生態性、景觀性**。此外，**預鑄工法施工性佳**、臨水施工作業較安全、**維護工序簡單**等多項優點。

## 鋼材

鋼材可以重複**回收再利用**，減少原料生產之碳排放。且隨著煉鋼技術的提升，現今之技術較50年前減少60%碳排放量。

## 加勁材

利用地工格網構築結構物，具**施工快速**、運送方便、方便維護特性，且邊坡表面可搭配**植生綠化**，增加景觀性。

| 材料        | 低汙染 | 省資源 | 再生材料 | 再生利用 |
|-----------|-----|-----|------|------|
| 高爐混凝土     | ●   | ●   | ●    | -    |
| 無機聚合綠色混凝土 | ●   | ●   | ●    | -    |
| 再生混凝土     | ●   | ●   | ●    | ●    |
| 預鑄混凝土     | ●   | ●   | -    | -    |
| 疏伐材       | ●   | ●   | -    | -    |
| 石材        | ●   | ●   | -    | ●    |
| 鋼材        | ●   | ●   | ●    | ●    |
| 加勁材       | ●   | ●   | -    | -    |



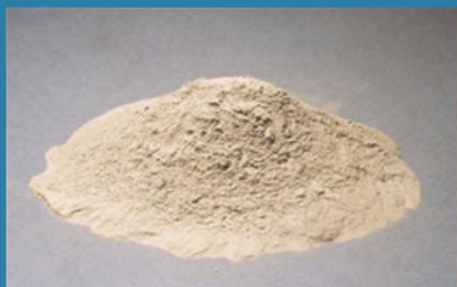
鋼構壩



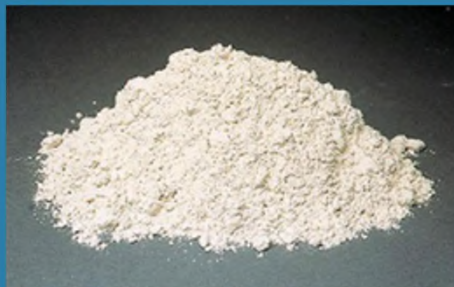
預鑄混凝土護岸

# 綠色材料適用性-參料水泥材料

(a) 爐石粉



(b) 飛灰

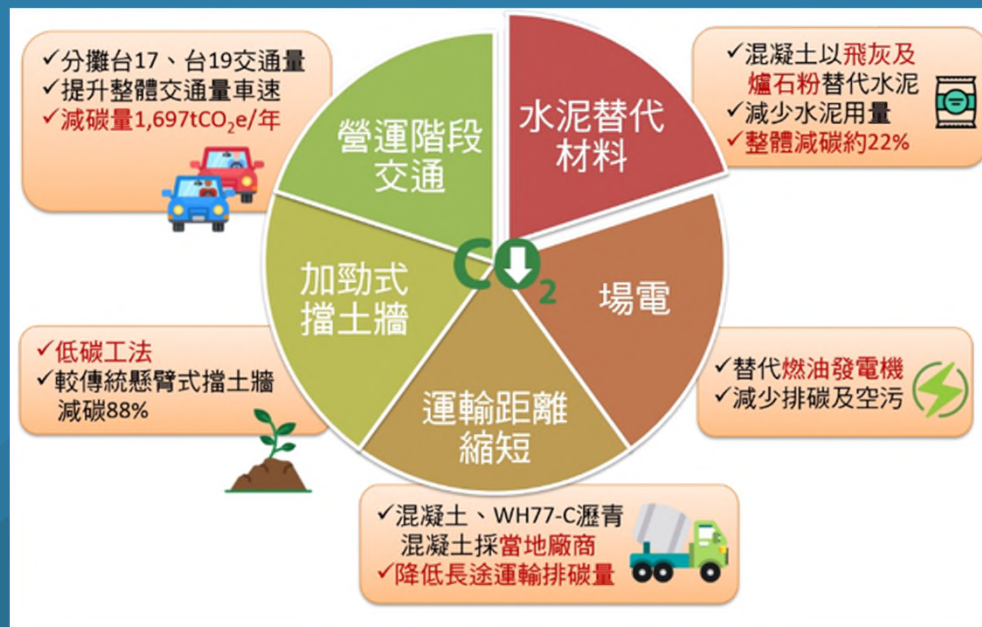


製成礦物參料，取代混凝土

| 碳排係數                   | 基準值 0% | 10%   | 20%   | 30%   | 40%   | 50%   |
|------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 140kgf/cm <sup>2</sup> | 293.6  | 282.4 | 271.3 | 260.2 | 249.1 | 238.0 |
| 175kgf/cm <sup>2</sup> | 304.1  | 292.0 | 279.8 | 267.7 | 255.6 | 243.6 |
| 210kgf/cm <sup>2</sup> | 324.3  | 310.3 | 296.3 | 282.3 | 268.3 | 254.3 |
| 245kgf/cm <sup>2</sup> | 334.5  | 319.5 | 304.6 | 289.6 | 274.6 | 259.7 |
| 280kgf/cm <sup>2</sup> | 344.6  | 328.7 | 312.8 | 296.8 | 280.9 | 265.1 |
| 350kgf/cm <sup>2</sup> | 375.2  | 356.4 | 337.6 | 318.8 | 300.0 | 281.3 |
| 420kgf/cm <sup>2</sup> | 405.7  | 383.9 | 362.3 | 340.6 | 319.0 | 297.4 |
| 純水泥(平均)                | 340.3  | 324.7 | 309.2 | 293.7 | 278.2 | 262.8 |
| 減碳%                    |        |       |       |       |       |       |
| 140kgf/cm <sup>2</sup> | 0.0    | -3.8  | -7.6  | -11.4 | -15.2 | -18.9 |
| 175kgf/cm <sup>2</sup> | 0.0    | -4.0  | -8.0  | -11.9 | -15.9 | -19.9 |
| 210kgf/cm <sup>2</sup> | 0.0    | -4.3  | -8.6  | -13.0 | -17.3 | -21.6 |
| 245kgf/cm <sup>2</sup> | 0.0    | -4.5  | -9.0  | -13.4 | -17.9 | -22.4 |
| 280kgf/cm <sup>2</sup> | 0.0    | -4.6  | -9.2  | -13.9 | -18.5 | -23.1 |
| 350kgf/cm <sup>2</sup> | 0.0    | -5.0  | -10.0 | -15.0 | -20.0 | -25.0 |
| 420kgf/cm <sup>2</sup> | 0.0    | -5.3  | -10.7 | -16.0 | -21.4 | -26.7 |
| 純水泥(平均)                | 0.0    | -4.5  | -9.0  | -13.5 | -18.0 | -22.5 |



西濱快速公路減少碳排放量 奪國際首獎

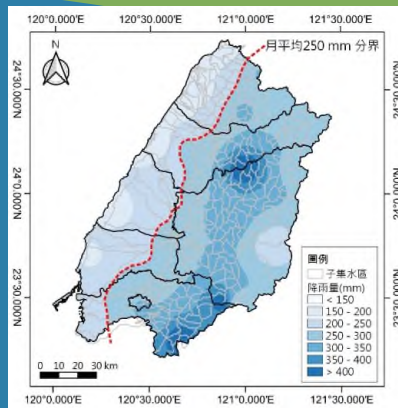


# 綠色材料適用之區域調查

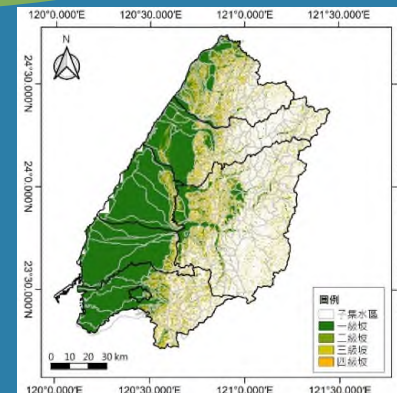
## 減碳須兼顧安全

## 自然環境條件

- 砌石護岸、加勁護岸與打樁編柵不適合較陡之地形或湍急之河流
- 選擇一級坡至四級坡地區與雨季(4-9月)月平均雨量250毫米以下地區。



雨季月平均雨量分布圖



一至四級坡分布圖

| 縣市   | 區域       | 適用低碳材料        |
|------|----------|---------------|
| 苗栗縣  | 東半部      | 疏伐木           |
|      | 西半部      | 預鑄混凝土         |
|      | 西南部      | 1.疏伐木 2.石材    |
| 臺中市  | 東半部      | 疏伐木           |
|      | 西半部      | 石材            |
|      | 鄰近烏溪下游地區 | 預鑄混凝土         |
| 彰化縣  | 鄰近大甲區之地區 | 預鑄混凝土         |
|      | 八卦山西側    | 1.石材 2.竹子     |
|      |          | 3.預鑄混凝土       |
| 南投縣  | 西北部      | 1.石材 2.竹子     |
|      |          | 3.疏伐木 4.預鑄混凝土 |
| 雲林縣  | 東側山區     | 1.竹子 2.預鑄混凝土  |
| 嘉義縣市 | 東側山區     | 疏伐木           |
|      | 鄰近嘉義市之區域 | 預鑄混凝土         |

## 就地取材

- 卵礫石材可當作砌石擋土牆填料
- 疏伐木可製作成木格框節制壩、河川護坡堤、攔砂壩和河床護基等工程

## 工程材料運輸

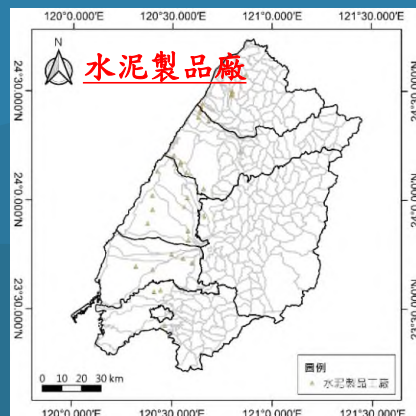
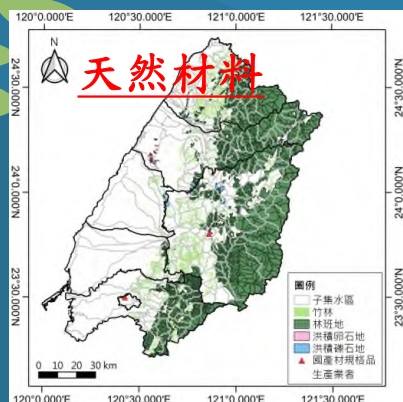
- 工程材料的運輸距離影響運輸於整體碳排放之佔比
- 子集水區水泥製品廠數量

## 石構造

- 大致分為漿砌石、乾砌石與石籠等三種型式
- 臺中市、南投縣與彰化縣三個縣市交界處附近較多洪積卵/礫石地。

## 鋼構造

- 鋼材强度高、塑性韌性良好，適合用於抵擋巨礫或漂流木撞擊。



漿砌石護岸



鋼構防砂壩



箱籠護岸



鋼構漂流木捕捉工

# 5

## 工程碳排估算之運用說明

現勘後，

針對將興建的防砂設施  
進行工程量體估算

護岸高？護岸長？  
施作體積？

工程碳排放估算方式評估

1. 精算：排放係數法(依據 ISO 14067:2018)
2. 估算：依預估經費、工程設施種類及數量估計

# 工程估算及管制流程

- ✓ 目標設定總量管制  
2023年(-5%)  
各分局目標碳排
- 1. 依照各分局經費分配
- 2. 控管各分局碳排放上限

基準年平均每萬元碳排放量=0.6069 (ton CO<sub>2</sub>e /萬元)  
假設2023年總預算為42億元(=420,000萬元)

| 各分局 | 占總預算<br>(%) | 2023年預算<br>(億元) | 2023年總碳排放許可量<br>(ton CO <sub>2</sub> e) |
|-----|-------------|-----------------|-----------------------------------------|
| 臺北  | 17          | 7.14            | 41,166                                  |
| 臺中  | 17          | 7.14            | 41,166                                  |
| 南投  | 27          | 11.34           | 65,381                                  |
| 臺南  | 27          | 11.34           | 65,381                                  |
| 臺東  | 6           | 2.52            | 14,529                                  |
| 花蓮  | 6           | 2.52            | 14,529                                  |

- ✓ 工程核定階段  
核定工程  
容許碳排放量

依照4種不同工程類型核定  
每項工程容許排放上限

| 工程類型  | 單位經費碳排放量<br>(ton CO <sub>2</sub> e/萬元) |
|-------|----------------------------------------|
| 野溪治理  | 0.6447                                 |
| 崩塌地處理 | 0.5317                                 |
| 農塘營造  | 0.3748                                 |
| 農路改善  | 0.5905                                 |

係數部分將每年滾動更新調整

- ✓ 工程基本設計階段  
初估碳排放量

1. 初步可依工項 (護岸、固床工等) 初算碳排放量
2. 分局內部允許各案工程碳排放量交易

## 111年已產出碳排係數

| 工法   | 類型        | 碳排係數       |
|------|-----------|------------|
| 護岸   | 混凝土護岸     | 1m : 0.172 |
|      |           | 2m : 0.459 |
| 固床工  | A型固床工     | 0.272      |
|      | B型固床工     | 0.582      |
| 防砂壩  | 防砂壩       | 0.921      |
|      | 潛壩        | 0.690      |
| 靜水池  | 靜水池       | 0.182      |
|      | 瀝青鋪面(AC)  | 0.109      |
| 道路鋪面 | 混凝土鋪面(PC) | 0.297      |
|      | ...       |            |

1. 111年度已產出8大工法15種類型
2. 112年將持續新增

- ✓ 工程發包階段

## 精算碳排放量

依材料、人員及機具等  
(PCCES) 精算排放量

| PCCES工項                        | 碳排放係數  |
|--------------------------------|--------|
| 挖普通土含 30%以上砂礫，機械               | 2.51   |
| 挖軟岩，機械                         | 2.78   |
| 挖硬岩，機械                         | 5.88   |
| 回填土，機械                         | 2.78   |
| 剩餘土石方近運利用回填                    | 0.75   |
| 預拌混凝土(210kgf/cm <sup>2</sup> ) | 347    |
| 鋪地毯草(撒播草籽)                     | -0.25  |
| 其他喬木植生                         | -34.21 |

(A) 排放係數法

(B) 經費推估法

+ (C) 零計碳排放

## 工程總碳排

碳排放量估算詳細表

A(已知係數)+B(未知係數)+C(零碳排放)

112年將持續收集PCCES工項

# 工程碳排估算之運用說明：精算範例

## 詳細價目表範例

詳細價目表

農路改善範例

| 項次   | 項目及說明                 | 單位 | 數量    | 單價      | 複價(元)     | 碳排係數   | 碳排放量(kgCO <sub>2</sub> e) | 有碳排金額(元)  |
|------|-----------------------|----|-------|---------|-----------|--------|---------------------------|-----------|
| 一.01 | 瀝青混凝土鋪面(t=5cm)        | M2 | 4,648 | 207     | 962,136   | 11.70  | 54,381.60                 | 962,136   |
| 一.02 | 滾壓                    | M2 | 4,648 | 8       | 37,184    | 1.42   | 6,600.16                  | 37,184    |
| 一.05 | 路基整地及夯實               | M2 | 4,648 | 13      | 60,424    | 19.78  | 91,937.44                 | 60,424    |
| 一.06 | 反光鏡                   | 組  | 2     | 2,788   | 5,576     | 142.86 | 285.72                    | 5,576     |
| 一.03 | 鋪設黏層                  | M2 | 4,648 | 10      | 46,480    | 3.43   | 15,942.64                 | 46,480    |
| 一.04 | 標線(熱處理聚脂, 反光, 厚2mm)   | M2 | 365   | 162     | 59,130    | 17.42  | 6,358.30                  | 59,130    |
| 一.2  | 生態護坡, 稻草席數蓋           | M2 | 100   | 44      | 4,400     | -0.25  | -25.00                    | 4,400     |
| 一.07 | 雜項工程                  | 式  | 1     | 11,671  | 11,671    | N      |                           |           |
| 一.08 | 施工測量, 放樣              | 式  | 1     | 5,187   | 5,187     | N      |                           |           |
| 一.09 | 機械搬運費                 | 式  | 1     | 7,781   | 7,781     | N      |                           |           |
| 一.10 | 清理, 工地清理, 竣工驗收前       | 式  | 1     | 3,890   | 3,890     | N      |                           |           |
| 一.11 | 工程告示牌及工地標誌, 工程告示牌(租用) | 面  | 1     | 1,945   | 1,945     | 0.00   | 0.00                      | 1,945     |
| 一.12 | 標線厚度試驗費(一組三個)         | 組  | 1     | 973     | 973       | 0.00   | 0.00                      | 973       |
| 一.13 | 標線抗滑試驗(一組三個)          | 組  | 1     | 3,890   | 3,890     | 0.00   | 0.00                      | 3,890     |
| 一.14 | 瀝青混合料瀝青含量試驗費          | 組  | 4     | 1,945   | 7,780     | 0.00   | 0.00                      | 7,780     |
| 一.15 | 瀝青混合料洗油後粒料篩分析試驗費      | 組  | 4     | 648     | 2,592     | 0.00   | 0.00                      | 2,592     |
| 一.16 | 瀝青鑽心試體測厚度試驗費(一處三顆)    | 組  | 5     | 778     | 3,890     | 0.00   | 0.00                      | 3,890     |
| 一.17 | 瀝青鑽心試體測壓實度試驗費(一處三顆)   | 件  | 5     | 389     | 1,945     | 0.00   | 0.00                      | 1,945     |
| 二    | 環保安衛費                 | 式  | 1     | 24,714  | 24,714    | 0.00   | 0.00                      | 24,714    |
| 三    | 施工品質管理費(分段計價)         | 式  | 1     | 21,622  | 21,622    | 0.00   | 0.00                      | 21,622    |
| 四    | 廠商利潤、管理及保險費(分段計價)     | 式  | 1     | 119,247 | 119,247   | 0.00   | 0.00                      | 119,247   |
| 五    | 營業稅(以上項目5%)           | 式  | 1     | 69,403  | 69,403    | 0.0000 | 0.00                      | 69,403    |
| 合計   |                       |    |       |         | 1,461,860 |        | 175,480.86                | 1,433,331 |

## (A) 排放係數法 F

依據 ISO 14067:2018

數量 × 碳排係數 = 碳排放量

適用：已知碳排係數的工項

Σ 所有工項碳排量

已知  
碳排 175,505.86  
碳匯 -25.00  
合計 175,480.86

175,480.86 kgCO<sub>2</sub>e  
=175.48 tonCO<sub>2</sub>e

## (B) 經費推估法

適用：未知碳排係數的工項，  
或是未知數量，  
則依類型之經費估算

| 工程類型  | 單位經費碳排放量<br>(ton CO <sub>2</sub> e/萬元) |
|-------|----------------------------------------|
| 野溪治理  | 0.6447                                 |
| 崩塌地處理 | 0.5317                                 |
| 農塘營造  | 0.3748                                 |
| 農路改善  | 0.5905                                 |

經費推估未知碳排  
= 未知金額 × 類別係數  
= 2.85萬元 × 0.5905  
= 1.68 ton CO<sub>2</sub>e

(C) 不計碳排量  
碳排係數為0

適用：告示牌/試驗費/  
環保/品管/可重複用/  
廠商利潤/營業稅

## 總碳排放公式

## 本案總碳排

(A) 排放係數法  
+ (B) 經費推估法  
+ (C) 不計碳排量

175.48  
+ 1.68  
+ 0.00

工程總碳排

177.16 ton CO<sub>2</sub>e

## 本案總碳排

177.16  
ton CO<sub>2</sub>e

## 本案碳排上限

82.00  
ton CO<sub>2</sub>e

→ 未達標!!  
(可於管考系統 列管)

經費估算碳排上限：146.19萬X農路0.5905X減碳目標0.95=82.00 ton CO<sub>2</sub>e

工程經費解算率：1,433,331 / 1,461,860 = 0.9805 = 98.05%

未計金額：1,461,860 - 1,433,331 = 28,529元=2.85萬元

# 水土設施碳排估算注意事項

## ① 注意工程項目的單位

### 鋼筋

| 項目及說明     | 單位 | 碳排係數   |
|-----------|----|--------|
| 鋼筋, SD280 | T  | 835.00 |
| 鋼筋, SD280 | kg | 0.84   |

說明:依項目單位選擇正確的碳排係數

### 土方工程

| 項目及說明      | 單位 | 碳排係數  |
|------------|----|-------|
| 構造物回填(不分類) | M3 | 8.591 |
| 構造物回填(不分類) | 式  | N     |
| 混凝土養護      | M2 | N     |

說明: 沒有提供實際數量(單位為式), 或查不到的碳排係數, 用N代替, 直接用經費估算碳排放量

\*依工程項目單位選擇正確的碳排係數, 未知碳排係數的工項則以經費計算

## ② 注意工程項目的內容

### 鋼筋

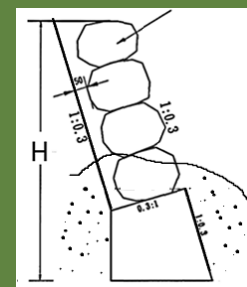
| 項目及說明         | 單位 | 碳排係數   |
|---------------|----|--------|
| 鋼筋            | T  | 983.72 |
| 鋼筋加工及組立(鋼筋另計) | T  | 9.31   |
| 鋼筋加工及組立(含鋼筋)  | T  | 993.03 |

### 土方工程

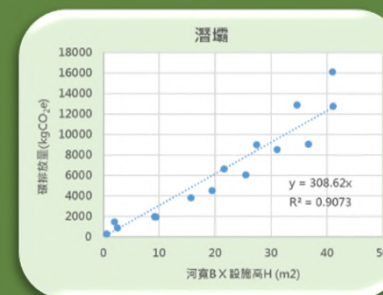
| 項目及說明   | 單位 | 碳排係數 |
|---------|----|------|
| 挖軟岩, 機械 | M3 | 2.78 |
| 挖硬岩, 機械 | M3 | 5.88 |
| 原材料回填   | M3 | 0.75 |
| 構造物回填   | M3 | 8.59 |

\*依工程項目內容選用正確的碳排係數

## ③ 注意工程設施的設計



說明: 設施高度包含基座、埋在土中的部分



說明:  
注意參數單位  
長度:m  
高度:m  
面積:m<sup>2</sup>  
體積:m<sup>3</sup>

\*後續會持續更新與建立其他水土保持工程設施



簡報結束  
敬請指正