

台灣糖業股份有限公司

公共工程減碳作業參考指引

113 年 1 月修訂

112 年 4 月編定

公共工程減碳作業參考指引

目 錄

	頁 次
第一章 前言	2
1.1 緣由	2
1.2 概要	2
第二章 適用範圍	3
2.1 說明	3
2.2 適用標的	3
2.3 排除 案件	3
第三章 減碳策略與落實執行	4
3.1 減碳策略	4
3.2 落實執行	7
第四章 公共工程碳排放量估算原則與碳排係數建立	1
4.1 盤查邊界及範疇	1
4.2 碳排係數基準	1
4.3 碳排放量計算工具架構與工具使用說明	2

第一章 前言

1.1 緣由

氣候變遷在地球演進歷史中是不斷發生的，然自工業革命之後，影響氣候變化的因素除了自然界的變遷之外，還要再加上因人類活動而造成的影響，使得氣候在未來的變化裡添加了更多的不確定性。變化最明顯的莫過於因人類經濟活動發展迅速，導致大氣中的溫室氣體濃度持續增加，使溫室效應增強造成全球暖化。爰此，台灣糖業股份有限公司(以下簡稱本公司)啟動「公共工程減碳參考指引」之訂定，以落實公共工程節能減碳之推行，建構優質永續之公共建設。

近年，為更積極推動公共工程落實節能減碳理念，行政院公共工程委員會(以下簡稱工程會)於111年8月31日訂定「公共工程節能減碳檢核注意事項」，促使工程計畫從整體效益、節能節水、減廢再利用、低碳創意作為、植生綠化等策略，落實節能減碳措施。

1.2 概要

工程會訂定之「公共工程節能減碳檢核注意事項」(以下簡稱注意事項)，係自規劃設計至運轉維護階段之工程全生命週期減碳管控原則，惟考量本公司工程大多屬新建建築物及舊廠區房舍整修工程，屬工程會訂定注意事項第二條(三)、(四)除外案件，惟考量後續亦有產業園區開發作業或砂糖製糖設備設置將涉及注意事項節能減碳評估，故訂定本指引。

本指引先以規劃設計及工程建造施工階段進行減碳措施，並參採行政院環保署「溫室氣體排放盤查登錄作業指引」、「CNS/ISO 146064-1」、國內外研究報告、「產品與服務溫室氣體排放生命週期評估規範(PAS 2050)」、經濟部水利署「水利工程減碳作業指引」及台電公司公共工程減碳作業參考指引等，匡列邊界、訂定基準及建立碳排係數與計算方法，以供本公司各單位於辦理公共工程減碳作業時有所依憑。

第二章 適用範圍

2.1 說明

本公司所辦理之工程多為小型工程，但範疇泛雜，不同工法或材料會因現場條件、工程目標亦有所不同，難以通案探討，為簡化使用並達成減碳目標，本指引現階段主要就較具減碳效益之**土建材料**進行計算及評估

2.2 適用標的

考量本公司各年度工程採購案件數及金額規模，較其他國營事業為少，建議調降適用門檻，以擴大本公司工程案件適用範圍，提升減碳成效。爰將適用標的調整為決標金額**新臺幣1千萬元以上**之工程案。

2.3 排除**案件**

依工程會「公共工程節能減碳檢核注意事項」，本公司新臺幣1億元以上工程有下列情形者，得不受本指引約束：

- 1.排除財物、一般勞務案件。
- 2.災後緊急處理、搶修、搶險。
- 3.災後原地復建。
- 4.整修工程、拆除工程、疏濬工程、結構補強工程。
- 5.規劃取得綠建築標章之建築工程。

第三章 減碳策略與落實執行

3.1 減碳策略

以規劃設計階段即應納入減碳最具效益，建議朝綠色材料、綠色工法、綠色環境納入工程規劃設計理念，綜合考量其適條件、對環境之影響及計畫合理效益，選用低碳排係數工項及材料、因地制宜工法，並掌握以下原則，以達成減碳之目標。

3.1.1 綠色材料

1.綠建材或環保建材：

- (1)考量需求性及最佳化配置之前提下，優先採用低汙染、省資源、再生利用、可回收之綠建材或再生材料等綠色環保產品及設備，以達成節能減碳之目標
- (2)使用綠色材料，最好能使用當地生產的材料。亦需將運輸耗能成本、使用年限、養護難易等一併納入考量

2.就地取材：

於規劃設計階段，應註明儘量採用當地材料，以降低工程對於原有生態環境之衝擊，亦可減材料運輸之碳排放。

3.替代材料：

混凝土：優先採用具有減碳效益的替代性材料，例如以礦物摻料等替代水泥用量，減少水泥生產過程中碳排放量與能源消耗。

4.耐久性材料：

- (1)對自然環境低度干擾前提下，使用耐久性材料，可以減少未來維護管理成本並減少碳排放量，如使用耐久性管材。
- (2)耐久性管材可優先考量取得環保標章之產品。

5.環保低污染材料：

- (1)目前對於環保污染材料經歸納具有下列幾個特點：再使用(Reuse)、再循環(Recycle)、廢棄物減量(Reduce)、低污染(Low emission materials)。

- (2)採用環保材料或節能設備時，可以優先選用取得國家認證之綠色或環保建材或設備，目前國內的相關認證標章有綠建材、省水標章、環保標章、減碳標籤及節能標章等。
- (3)ESG(Environment 環境保護、Social 社會責任、Governance 公司治理)為未來趨勢，建議可優先選用投入 ESG 廠商產品與服務。

3.1.2綠色工法

1.低耗能之工法：

較低耗能之工法設計，例如結構體輕量化設計，採用系統模板或施工方法中導入預鑄品，如預鑄護欄、預鑄溝蓋、預鑄車阻、預鑄鋼筋混凝土管、預鑄梁柱、預鑄外牆、預鑄隧道環片等，對施工的效率、品質及節能減碳有相當助益。

2.減少工程廢棄物：

- (1)在設計規劃階段即評估營建材料使用量，避免不必要之浪費，減少源頭資源的產出；其次則是考量營建廢棄物回收與再利用。
- (2)在工址現地減量，並在工區內妥善處理、再利用，不但能減少生產材料及運輸所消耗的能源，減少二氧化碳排放，對於環境保育與公共安全亦有正面效益。
- (3)透過管理手段，對營建材料的供應、裝卸動線及倉儲配置等進行妥善規劃，提升裝卸效率，減少能源的使用或運送過程中的耗損，降低工區內營建材料儲放時的耗損與汙染。

3.土方挖填平衡：

- (1)規劃設計階段儘可能朝土方挖填平衡方式進行，若無法避免大規模之土方挖填，則規劃應以最小面積開挖或以最短運送距離操作。
- (2)透過公共工程土石交換，減少土方開挖量，若有營建剩餘土石方，優先考量用於工區填挖平衡，降低棄土量，減少土方運入及外運所增加之車輛機具廢氣排放汙染與能源的消耗。

4.生態工法

- (1)基於對物種保育、生物多樣性、及永續發展的體認而提出的思維和施工技術，除落實生物多樣性保育及永續發展外，亦間接達到減碳效益。
- (2)因地制宜使用自然材料之施工方法，降低對於環境衝擊、增加使用者及環境舒適度，如回包式加勁工法除可有效符合結構安全要求外，亦可有效創造表面之天然綠化植生面積；地工沙腸袋工法採用的工法沙腸袋係由地工織布所製成，由於織布具有一定孔隙空間，除具有透水效果外，對於植生亦有一定功效，符合綠色工法近自然要求原則，另外如採用可節省資材、能源及低耗能之石籠工法搭配現地土石或取自工區河床之自然石材的砌石工法，可減少混凝土用量亦具有低耗能低碳排等特點。

3.1.3綠色環境

1.最小營建規模：

工程規劃設計階段時，設計者須針對基地所在及周邊進行整體環境評估，檢討需求性採最小營建規模或輕量設計。

2.植樹固碳、生態營造：

- (1)在工區內優先栽種在地高固碳原生種及多樣性的喬木等，並多種植灌木，以碳補償機制抵消工程產生的二氧化碳或溫室氣體排放量，實現正負抵消，達到相對「零排放」。
- (2)在工程的規劃設計中，應加強對既有動植物棲地的維護，避免施工過程破壞附近生態環境並妥善處理營建廢棄物，進行優質基地環境設計，以「迴避、縮小、減輕、補償」等原則減少對原有生態環境的衝擊，必要時採用原生物種進行的植生綠化，落實二氧化碳排放量的減低，營造永續再利用和諧環境。

3.2 落實執行及檢核

1.落實執行：

- (1)材料、工法、及減碳環境之選擇：可就上述各項減碳策略構想架構下，進行工程減碳之規劃及施工。
- (2)替代工項之規劃：可參照本指引「工程碳排放係數參考表」，於同工法項下進行進行節能減碳之工程項目選擇。

第四章 公共工程碳排放量估算原則與碳排係數建立

4.1 盤查邊界及範疇

4.1.1 工程各階段可蒐集取得之數據完整性，對整體工程碳排放量推估及減碳評估影響甚鉅，故應就工程特性、適用案件、排放行為有所考量。爰此，本公司經辦工程碳排放量估算邊界係以工程建造施工區域為主，考量包括工區範圍及工務所，其中施工建造所需使用到之所有原物料及其能源供應、運輸碳排與儲存碳排等皆納入減碳評估計算之。

4.1.2 考量公共工程複雜性及不可控制因素，為提供規劃設計人員簡易計算，本指引碳排放量認定原則為就直接工程費(土建工程部份)進行估算，不包括間接工作費(環境保護措施費、職業安全衛生費、品質管制作業費、廠商管理費、營造綜合保險費、營業稅等)之內容，且機電、設備類碳排放計算回歸生產端不列入考量。

4.2 碳排係數基準

依據環保署產品碳足跡資訊網當中，碳足跡資料庫登錄宣告的品項多為食品或民生用品居多，較少本指引所需之工程營建材料。為能滿足後續碳排放量評估的需求，本指引蒐集目前國內外工程材料、機具與運輸之相關數據，作為建立參數資料庫及後續模式內使用之參數資料表的參考來源；以下即分項簡要說明各類參數蒐集之目的及資料來源。

4.2.1 材料單位碳排放量

根據國外文獻回顧結果可知，工程材料對於工程施工階段排碳量貢獻相當大，是不可忽視的一個要項。為此本指引於國內物料係數資料蒐集係以環保署產品碳足跡資訊網及碩博士論文研究結果為主，並就其計算方法對數據進行合理修正，作為與能耗排碳係數現況相符、提供工程排碳量推估之基礎。此外，國外物料係數之彙整則針對美國、加拿大、瑞典、英國、日本、韓國、紐西蘭等國家級研究報告及生命週期評估軟體所引用之物料排碳係數為主，以作為評析本土係數值之參考。

4.2.2 機具單位碳排放量

機具能耗參數蒐集之目的在於輔助評估施工過程中的燃料使用量，藉以評估工程直接排放量。此部分參數蒐集係以本土係數為主，並就施工機具費率表中的單位時間能耗量進行整理分析。

4.2.3 燃料參數資料

燃料參數蒐集來源為國家溫室氣體登錄平台最新公告溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(依公告即時更新)，以及環保署產品碳足跡資訊網之碳足跡資料庫為主。

4.3 碳排放量計算工具架構與工具使用說明

依據環保署溫室氣體盤查與登錄管理原則將排放範疇界定為：範疇一係指來自於製程或設施之直接排放；範疇二係指來自於外購電力、熱或蒸汽之能源利用間接排放；範疇三係指非屬自有或可支配控制之排放源所產生之排放，如因租賃、委外業務、員工通勤等造成之其他間接排放。

上述範疇一、二、三計算內容，可將工程碳排放量計算歸納為三大計算工項，其計算內容，如下：

- A. 直接排碳量：係指施工機具設備或現場燃料使用後產生之碳排放量，包含工區內材料運輸的燃料耗用。
- B. 間接排碳量：係指工區範圍內之外購能源所產生之碳排放量，如場地照明、通風或耗電機具設備之用電量。
- C. 材料排碳量：係指工程所需之工程材料，其生命週期之碳排放量總和。

4.3.1 排放量計算方法

本公司工程碳排計算方法考量國內溫室氣體盤查與管制等相關規範後，將採取排放係數法為一致的碳排放狀況量化評估方法，其計算式為：

$$\text{工程總碳排放量(CO}_2\text{e)} = A + B + C$$

於計算式中所指之活動強度係為會造成排碳量的相關活動數據量，依據環保署盤查指引不分單位取至小數點後第4位，另根據不同計算範疇加以鑑別；而排碳係數則是指對應各項排碳活動的單位活動強度排碳

量。透過細部設計階段之數量計算書與工程預算資料中之細項材料用量，依二氧化碳排放量計算方法即可計算出工程量體碳排放量。以下針對計算工項之計算方法進行說明：

A. 直接排放量

直接排放量即為機具設備或現場的燃料使用排放量。使用者可就相關燃料用量提出數據，或統計機具工作量(操作時間)，再輔以施工機具單位時間燃料耗用率推估燃料用量，進行排碳量計算。

$$\begin{aligned}\text{直接碳排放量} &= \Sigma \text{燃料用量} \times \text{燃料排放係數} \\ &= \Sigma (\Sigma \text{機具操作時數} \times \text{機具單位時間油耗}) \times \text{燃料排放係數}\end{aligned}$$

B. 間接排碳量

外購電力排碳量，係指工區範圍內(含工務所)場地照明、通風或耗電機具設備的用電量。而外購電力乃針對向台電公司或其他單位所購買的電量，並以能源局所公告之電力排碳係數進行排碳量計算。若用電設備機具所耗電力來自於燃油發電機，則此部分應以發電機之燃料耗用量於直接排放量中計算。

$$\text{間接碳排放量} = \Sigma \text{使用量} \times \text{能源排放係數}$$

C. 材料排碳量

以碳足跡之觀點，物料的碳排放係數應以全生命週期進行評估，使用者必須考量使用量與運輸問題，工程材料碳排放量可利用材料總量與其生命週期碳排放係數進行計算。本公司所計算之材料碳排放係數依據「環保署產品碳足跡資訊網之碳足跡資料庫」為主，另以國內外論文研究及各類文獻中所彙整之材料碳排放係數資料庫為輔。

$$\text{工程材料碳排放量} = \Sigma (\text{工程材料用量} \times \text{工程材料排放係數})$$

以上各項排碳量計算表單如附表一，計算範例如附表二。

4.4 台糖公司年度工程減碳目標

鑒於本公司相較其他國營事業案量及造價規模偏少，較難訂定每年固定減碳量為目標，爰以設定減碳量百分比方式為執行評估，並依本工司 112 年 6 月 16 日糖土工字第 1120007633 號函，設定「每千萬元工程之碳排放量」之減碳量百分比方式，並以 113 年至 116 年逐年減少 2%、4%、6%、8% 為目標，後續俟檢討執行成效進行滾動式修正。其估算方式如下：

以民國 112 年為基準年

假設基準年(112 年)1000 萬元以上工程規模契約價金為 A

例：A=100,000,000 元 (10 千萬元)

基準年總工程碳排放量(大宗材料)為 B 例：B=500 公噸 CO₂e

基準年工程每千萬元之碳排放量為 C=B/A

例：B/A=500/10=50 公噸 CO₂e/千萬元

假設目標年 113 年 1000 萬元以上工程規模契約價金為 A'

例：A' =150,000,000 元 (15 千萬元)

目標年(113 年)之預估每千萬元減碳百分比 2%，

目標年每千萬元之碳排放量為 $D = C \times (100 - 2)\%$

=50 公噸 CO₂e/千萬元 × 98%

=49 公噸 CO₂e/千萬元

目標年總工程碳排放量 B' =D×A'

=49 公噸 CO₂e/千萬元 × 15 千萬元

=735 公噸 CO₂e

以上述假設案例計算，113 年之總工程碳排放量應控制於 735 公噸 CO₂e 內，方能達成每千萬元之碳排放量減少 2%之目標。

※如有跨年度工程案，以當年度施工日誌等工程報表所載明之工程進度及實作數量進行計算。

附表一：

台糖公司辦理工程溫室氣體排放盤查表

工程辦理單位：	工程名稱：	工程地址：
盤查日期：	盤查邊界：	

直接排放量：									
序號	設備名稱	原燃物料名稱	活動數據	數據單位	排放係數	係數單位	係數來源	排放量 (公斤 CO ₂ e)	排放量 (公噸 CO ₂ e)
直接排放量合計									
間接排放量：									
間接排放量合計									
材料排放量：									
材料排放量合計									
工程總排放量									

備註：一、請留意活動數據單位及排放係數單位間是否換算一致。

二、活動數據及單一排放量取至小數點第四位，工程總排放量取至小數點第三位。

附表二：範例

台糖公司辦理工程溫室氣體排放盤查表

工程辦理單位：	工程名稱：	工程地址：
盤查日期：	盤查邊界：	

直接排放量：									
序號	設備名稱	原燃物料名稱	活動數據	數據單位	排放係數	係數單位	係數來源	排放量 (公斤 CO ₂ e)	排放量 (公噸 CO ₂ e)
1	推土機 60~69kW	柴油	1,000.0000	L	2.647303106	kgCO ₂ e/L	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版	2,647.3031	2.6473
2	發電機	柴油	500.0000	L	2.614736149	kgCO ₂ e/L	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版	1,307.3681	1.3074
直接排放量合計									3.9547
間接排放量：									
1	電表 1	外購電力(台電)	1,000.0000	kWh(度)	0.509	KgCO ₂ e/kWh	能源局公告 110 年度電力排碳係數	509.0000	0.5090
2	電表 2	外購電力(台電)	500.0000	kWh(度)	0.509	KgCO ₂ e/kWh	能源局公告 110 年度電力排碳係數	254.5000	0.2545
間接排放量合計									0.7635
材料排放量：									
1		熱軋竹節鋼筋(SD280W)	1,000.0000	kg	0.874	kgCO ₂ e/kg	碳足跡產品資訊網	874.0000	0.8740
2		卜特蘭水泥(乾式)	1,000.0000	kg	0.940	kgCO ₂ e/kg	碳足跡產品資訊網	940.0000	0.9400
材料排放量合計									1.8140
工程總排放量									6.532

備註：一、請留意活動數據單位及排放係數單位間是否換算一致。

二、活動數據及單一排放量取至小數點第四位，工程總排放量取至小數點第三位。

附表三：屏東區處試算範例

台糖公司辦理工程溫室氣體排放盤查表

工程辦理單位：台灣糖業股份有限公司屏東區處	工程名稱：屏東廠區殺蛇溪以南工業區開發工程	工程地址：屏東縣屏東市
盤查日期：	盤查邊界：	

直接排放量：（使用機具請施工廠商填寫）									
序號	設備名稱	原燃物料名稱	活動數據	數據單位	排放係數	係數單位	係數來源	排放量 （公斤 CO ₂ e）	排放量 （公噸 CO ₂ e）
1	推土機 60-69kW	柴油	2, 000. 0000	L	2. 6473031060	KgCO ₂ e/L	溫室氣體排放係數管理表 6. 0. 4 版	5, 294. 6062	5. 2946
2	開挖機 0. 70~0. 79 m3	柴油	3, 000. 0000	L	2. 6473031060	KgCO ₂ e/L	溫室氣體排放係數管理表 6. 0. 4 版	7, 941. 9093	7. 9419
3	二輪壓路機 6~8T	柴油	800. 0000	L	2. 6473031060	KgCO ₂ e/L	溫室氣體排放係數管理表 6. 0. 4 版	2, 117. 8425	2. 1178
4	傾卸貨車，總重 15t	柴油	2, 500. 0000	L	2. 6473031060	KgCO ₂ e/L	溫室氣體排放係數管理表 6. 0. 4 版	6, 618. 2578	6. 6183
5	水車，總重 15T	柴油	1, 500. 0000	L	2. 6473031060	KgCO ₂ e/L	溫室氣體排放係數管理表 6. 0. 4 版	3, 970. 9547	3. 9710
6	吊車，總重 10~19t	柴油	600. 0000	L	2. 6473031060	KgCO ₂ e/L	溫室氣體排放係數管理表 6. 0. 4 版	1, 588. 3819	1. 5884
7	發電機	車用汽油	1, 500. 0000	L	2. 3572341328	KgCO ₂ e/L	溫室氣體排放係數管理表 6. 0. 4 版	3, 535. 8512	3. 5359
直接排放量合計									31. 0679
間接排放量：（使用機具請施工廠商填寫）									
1	電表 1	（外購電力）台電	500. 0000	kWh（度）	0. 509	KgCO ₂ e/kWh	能源局公告 110 年度電力排碳係數	254. 5000	0. 2545
2	電表 2	（外購電力）台電	250. 0000	kWh（度）	0. 509	KgCO ₂ e/kWh	能源局公告 110 年度電力排碳係數	127. 2500	0. 1273
間接排放量合計									0. 3818
材料排放量：									
1	鋼鐵類	熱軋竹節鋼筋(SD280W)	195, 286	kg	0. 703	kgCO ₂ e/kg	產品碳足跡資訊網	137, 286. 058	137. 2861
2	鋼鐵類	熱軋竹節鋼筋(SD420W)	1, 111, 494	kg	0. 729	kgCO ₂ e/kg	產品碳足跡資訊網	810, 279. 126	810. 2791
3	混凝土	預拌混凝土 (280kgf/cm ² ，飛灰爐 石替代率 30%)	11, 957	m ³	301	kgCO ₂ e/kg	產品碳足跡資訊網	3, 599, 057. 000	3, 599. 0570

4	混凝土	控制性低強度回填材料	29,122	m3	157	kgCO2e/kg	產品碳足跡資訊網	4,572,154.000	4,572.1540
5	鋪面材料	瀝青混凝土鋪面，密級配	3,507,000	kg	0.0875	kgCO2e/kg	產品碳足跡資訊網	306,862.500	306.8625
6	PVC 塑膠管、PVC 板	4" 聚氯乙烯塑膠硬質管	18,089	kg	2.4	kgCO2e/kg	產品碳足跡資訊網	43,414.272	43.4143
7	PVC 塑膠管、PVC 板	3" 聚氯乙烯塑膠硬質管	5,683	kg	2.4	kgCO2e/kg	產品碳足跡資訊網	13,638.816	13.6388
8	鋼鐵類 熱浸鍍鋅鋼捲	鍍鋅格柵版	31,304	kg	2.99	kgCO2e/kg	產品碳足跡資訊網	93,598.063	93.5981
材料排放量合計									9,576
工程總排放量									9,607.4497

備註：一、請留意活動數據單位及排放係數單位間是否換算一致。

二、活動數據及單一排放量取至小數點第四位，工程總排放量取至小數點第三位。

附表四：

112 年 1 千萬元以上工程大宗材料碳排放量統計表

統計單位：

工程名稱	契約價金 (千萬元)	112 年 執行金額	工 項	單 位	數 量	單價(元)	複價(元)	碳排係數 (公噸 CO ₂ e)	碳排放量 (公噸 CO ₂ e)	備 註		
砂糖倉庫 重建工程 (範例)	2.4 (千萬元)	2.4 (千萬元)	結構用混凝土，140kg/cm2 預拌混凝土及澆置	m³	23	2,390	54,970	0.157	3.611	跨年度工 程請填當 年度施作 數量		
			結構用混凝土，280kg/cm2 預拌混凝土及澆置	m³	346	2,850	986,100	0.301	104.146			
			熱軋竹節鋼筋(SD420W)	T	32.1	27,500	882,750	0.703	22.5663			
			碳排放量小計					-	1,923,820	-	130.3233	
工程名稱 2		(跨年度工 程請填契 約價金*當 年履約進 度)										
			碳排放量小計					-		-		
工程名稱 3												
			碳排放量小計					-		-		
契約價金合計		2.4	碳排放量合計					-	-	-	130.3233	
每千萬元碳排放量合計(公噸 CO ₂ e/千萬元)									54.30			