

版次：113.Ver1.0

內政部國土管理署

營運中污水處理廠
組織型溫室氣體盤查作業手冊

113 年 8 月

目錄

目錄.....	i
圖目錄.....	iii
表目錄.....	iv
緒論.....	1
一、緣起與目的	1
二、溫室氣體管理相關標準	1
三、如何使用本手冊	3
第壹篇 認識溫室氣體盤查	4
一、名詞定義	4
二、盤查原則	6
三、溫室氣體盤查作業基本程序	6
第貳篇 開始盤查.....	8
一、盤查邊界與基準年設定	8
1.1 盤查邊界設定.....	8
1.2 盤查基準年設定	9
二、溫室氣體排放源鑑別	10
2.1 間接排放重大性評估準則.....	10
2.2 各類別排放源型式.....	12
三、溫室氣體排放量量化	14
3.1 量化方法之選擇	14
3.2 活動數據之收集	15
3.3 排放係數之選擇	17
3.4 量化計算說明.....	20
3.5 量化方法變更說明	23
3.6 溫室氣體排放量計算結果彙整.....	23
四、數據品質管理	25

4.1 數據品質及來源.....	25
4.2 不確定性分析.....	25
五、文件化與紀錄.....	30
5.1 建立溫室氣體盤查管理程序.....	30
5.2 建立排放量盤查清冊.....	31
5.3 撰寫盤查報告書.....	31
六、查證.....	33
6.1 內部查證作業.....	33
6.2 外部查證作業.....	33
附錄一 全球溫暖化潛勢（GWP）.....	36
附錄二 營運中公共污水處理廠溫室氣體盤查設備清單.....	40
附錄三 營運中公共污水處理廠溫室氣體盤查計算工具.....	41
附錄四 污水處理廠污水/污泥處理單元溫室氣體逸散係數建立方法.....	42

圖目錄

圖 1 溫室氣體管理相關標準示意圖	2
圖 2 溫室氣體盤查作業建議流程	7
圖 3 ○○污水處理廠地理位置.....	8
圖 4 ○○污水處理廠盤查邊界.....	9
附圖 4-1 密閉式浮箱法採樣工具示意圖及照片	42

表目錄

表 1 溫室氣體排放源類別（ISO 14064-1：2018）	5
表 2 間接排放重大性評估準則	10
表 3 各類排放源重大性評估結果（參考範例）	10
表 4 ○○污水處理廠營運邊界溫室氣體排放源鑑別表（參考範例）	13
表 5 ○○污水處理廠排放源活動數據（參考範例）	15
表 6 ○○污水處理廠○○○年直接溫室氣體排放之七種溫室氣體排放量統計表	23
表 7 ○○污水處理廠○○○年各類別溫室氣體排放量統計表（參考範例）	23
表 8 活動數據及排放係數不確定性來源參考表	26
表 9 不確定性分析方法等級之定性定量劃分表	26
表 10 不確定分析之定性及定量評估結果表	26
表 11 一般不確定性評估精確度等級	28
表 12 誤差等級評分原則	29
表 13 盤查數據等級準則	29
表 14 溫室氣體排放數據不確定性分析結果（類別 3 及類別 4）	29
表 13 盤查報告書建議大綱	31

緒論

一、緣起與目的

因應氣候變遷及全球暖化議題，近年來國際間紛紛提出淨零排放目標，我國亦接軌國際宣示推動「2050 淨零轉型」，原「溫室氣體減量及管理法」已於 112 年 1 月 10 日三讀通過修正為「氣候變遷因應法」，除名稱修訂外，還增訂氣候變遷調適專章，更將 2050 淨零排放目標入法，並擬徵收碳費，健全碳定價制度，建立供需機制推動額度交易，鼓勵自願減量；另金融監督管理委員會啟動「上市櫃公司永續發展路徑圖」強制上市櫃公司及鋼鐵水泥業進行碳盤查，並在永續報告書揭露。

內政部國土管理署配合國家政策，積極掌握我國營運中公共污水處理廠溫室氣體排放情況，雖然我國環境部目前尚未規範污水處理廠為強制盤查申報對象，但為能督促直轄市、縣（市）主管機關針對轄下污水處理廠進行自主管理，爰訂定「公共污水處理廠溫室氣體盤查管理作業要點」，並依要點製作「營運中污水處理廠組織型溫室氣體排放調查作業手冊」（以下簡稱本手冊），供各污水處理廠進行溫室氣體盤查作業參考。本手冊內容主要引用 ISO 14064-1:2018/CNS 14064-1:2021 組織層級溫室氣體排放與移除量化及報告附指引之規範，並參考環境部 2024 年公布「溫室氣體排放量盤查作業指引」，未來若 ISO 規範更新或環境部法規修正，將配合修正本手冊內容。

二、溫室氣體管理相關標準

ISO 針對溫室氣體管理建立的標準為 ISO 14060 系列，其下主要包含 ISO 14064-1 組織層級溫室氣體量化與報告規範（組織型碳盤查）、ISO 14064-2 專案層級溫室氣體排放減量與移除增進之量化、監督及報告規範（碳抵換專案）及 ISO 14067 碳足跡排放量標準與規範（產品碳足跡），三者差異簡要示意如  圖 1。

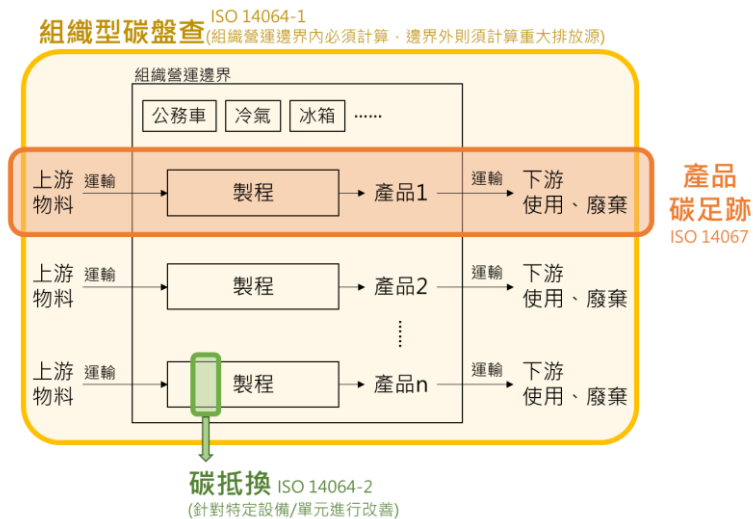


圖 1 溫室氣體管理相關標準示意圖

ISO 14064-1 組織型碳盤查係以組織（如：公司、工廠等）營運的角度進行溫室氣體盤查，盤查範圍包含組織營運邊界內所有的溫室氣體排放、能源使用造成的溫室氣體排放、營運邊界外上游物料製作與運輸造成的溫室氣體排放、下游產品運輸使用與廢棄造成的溫室氣體排放等；考量間接溫室氣體排放項目繁複，故針對間接性溫室氣體排放，可透過間接排放重大性評估準則進行篩選，將非重大項目予以排除。

ISO 14067 碳足跡係以產品或服務生命週期的角度進行溫室氣體盤查，計算範圍包含上游物料開採、製造與運輸，產品製造、組裝與運輸，以及產品後續使用、廢棄與回收等產生的溫室氣體排放量，除須符合 ISO 14067 精神，不同產品或服務亦須分別依環境部產品類別規則（Product Category Rules, PCR）各自計算，且碳足跡計算結果可再依我國環境部規定取得碳標籤。

ISO 14064-2 碳抵換專案係以組織為單位提出溫室氣體減量專案，須先鑑別組織的溫室氣體排放量基線，確認減量方法學是否適用，並依據環境部現行溫室氣體自願減量專案管理辦法規定，辦理確證、註冊、監測及查證等步驟，申請減量額度。未來若開始實施溫室氣體總量管制，則減量額度可用於超額量的抵減，或於碳交易市場進行買賣。

三、如何使用本手冊

第壹篇 認識溫室氣體盤查：說明溫室氣體盤查常用名詞，並依 ISO 14064-1 介紹盤查原則與主要流程，提供使用者溫室氣體盤查基本概念。

第貳篇 開始盤查：依盤查流程逐步說明污水處理廠如何完成溫室氣體盤查作業，分別為盤查邊界與基準年設定、溫室氣體排放源鑑別、溫室氣體排放量量化、數據品質管理、文件化與紀錄、查證等六部分。

附錄一 全球溫暖化潛勢（GWP）：整理聯合國政府間氣候變化專門委員會各版次評估報告的不同溫室氣體暖化潛勢，以供使用者盤查時參考。

附錄二 營運中公共污水處理廠溫室氣體盤查設備清單（Excel 檔案）：協助使用者進行溫室氣體排放源活動數據收集。

附錄三 營運中公共污水處理廠溫室氣體盤查計算工具（Excel 檔案）：協助使用者進行溫室氣體排放量計算。

附錄四 污水處理廠污水/污泥處理單元溫室氣體逸散係數建立方法：說明污水處理廠處理單元之溫室氣體逸散係數建立詳細方法，供欲建立自廠係數者參考。另附錄四中包含「附表一 營運中公共污水處理廠排放係數計算工具（Excel 檔案）」，可協助使用者依各處理單元溫室氣體及水質採樣結果建立自廠污水/污泥處理單元溫室氣體逸散係數。

第壹篇 認識溫室氣體盤查

一、名詞定義

1. **溫室氣體**：大氣中可吸收與釋放紅外線輻射光譜範圍內特定波長輻射之氣體，包含二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)、三氟化氮(NF₃)及其他經環境部公告者。
2. **盤查**：指彙整、計算及分析溫室氣體排放量之作業。
3. **全球溫暖化潛勢 (Global warming potential, GWP)**：敘述一單位的特定溫室氣體相對於一單位的二氧化碳之輻射效能衝擊的係數。可參考聯合國政府間氣候變化專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 最新評估報告 (Assessment Report, AR) 提出之GWP值，請參考本手冊附錄一。
4. **二氧化碳當量 (CO₂e)**：指各種溫室氣體相當於二氧化碳的輻射效能。不同溫室氣體的排放量乘上該氣體之全球暖化潛勢，即可得出該氣體排放量的二氧化碳當量。
5. **排放源類別**：依ISO 14064-1：2018將排放源分為類別1~6，各類別及其子類別名稱如表1。
6. **類別1 直接溫室氣體排放量與移除**：來自廠內擁有或控制的溫室氣體排放源所排放之溫室氣體排放，又可分為固定燃燒、移動燃燒、產業製程排放及人為逸散排放等4個子類別。
7. **類別2 進口能源的間接溫室氣體排放**：因外購電、熱及蒸汽等能源所造成的溫室氣體排放，又可分為輸入電力間接排放及輸入其他能源等2個子類別。
8. **類別3 運輸產生的間接溫室氣體排放**：上游原料與下游產品配送過程，以及員工與客戶交通過程產生的排放，又可分為5個子類別。
9. **類別4 組織使用產品的間接溫室氣體排放**：上游原料與資本財在製造與加工過程產生的排放，以及廢棄物處置與其他組織提供服務所產生的排放，又可分為5個子類別。
10. **類別5 使用組織產品的間接溫室氣體排放**：下游加工、使用、租賃及廢棄產品過程產生的排放，又可分為4個子類別。

11. **類別6 其他來源的間接溫室氣體排放**：無法於歸類於類別2~6的其他間接排放。
12. **排放係數法**：利用原（物）料、燃料之使用量或產品產量等數值乘上特定之排放係數，以計算溫室氣體排放量。
13. **質量平衡法**：利用製程中物質質量及能量之進出、產生及消耗、轉換之平衡計算，以計算溫室氣體排放量。
14. **直接監測法**：利用連續排放監測或定期採樣方式，測定出溫室氣體排氣濃度，並根據排氣濃度與流量計算溫室氣體排放量。
15. **溫室氣體排放量盤查清冊**：溫室氣體盤查之排放源、活動數據、係數及其量化為溫室氣體排放量的過程詳細清單。
16. **溫室氣體盤查報告書**：將盤查結果及相關資訊文件化紀錄，包含基本資料、報告涵蓋期間、組織邊界、報告邊界、直接溫室氣體排放說明、間接溫室氣體排放說明、基準年之選擇或變更之說明（及基準年排放量清冊）、溫室氣體排放量化方法說明、排放係數參考說明、數據品質管理（不確定性評估）、碳排放減量目標及方法、查證說明等。

表 1 溫室氣體排放源類別（ISO 14064-1：2018）

類型	主類別	子類別
直接排放	類別1 直接溫室氣體排放量與移除	1.1固定燃燒源直接排放 1.2移動燃燒源直接排放 1.3生產製造過程直接排放 1.4逸散排放源直接排放
間接排放	類別2 進口能源的間接溫室氣體排放	2.1輸入電力間接排放 2.2輸入能源(蒸汽、壓縮空氣...)間接排放
	類別3 運輸產生的間接溫室氣體排放	3.1上游原料運輸產生之排放 3.2下游產品運輸產生之排放 3.3員工通勤產生之排放 3.4客戶與訪客來訪運輸所產生之排放 3.5業務或員工出差運輸所產生之排放
	類別4 組織所用產品產生的間接溫室氣體排放	4.1組織購買原料開採、製造與加工過程所產生之排放 4.2資本財製造與加工過程所產生之排放 4.3處置固體與液體廢棄物產生之排放 4.4資本財租賃使用之排放 4.5輔導、清潔、維護、郵遞、銀行業務等服務所產生之排放
	類別5 與組織所用產品有關的間接溫室氣體排放	5.1產品使用階段產生之排放 5.2客戶租賃使用產生之排放 5.3產品廢棄處理所產生之排放 5.4股權債務、投資債務、計劃資金及其他投資所產生之排放
	類別6 其他來源產生的間接溫室氣體排放	6 由其他來源產生的間接溫室氣體排放

二、盤查原則

盤查原則的應用係確保溫室氣體相關資訊與量化結果具有真實與公正的基礎，為本手冊之基本要求事項，共有 5 大原則。

1. **相關性(Relevance)**：選擇適合於評估組織或產品溫室氣體排放之溫室氣體源、溫室氣體匯、碳儲存、數據及方法。
2. **完整性(Completeness)**：涵蓋組織邊界中所有相關之溫室氣體排放或移除。
3. **一致性(Consistency)**：評估準則具有一致性使溫室氣體相關資訊能有意義的比較。
4. **準確性(Accuracy)**：儘可能依據實務減少偏差與不確定性。
5. **透明度(Transparency)**：揭露充分且適當的溫室氣體相關資訊，使預期使用者做出合理可信之決策。

三、溫室氣體盤查作業基本程序

溫室氣體盤查作業核心為排放量計算，需盤點廠內所有營運活動可能涵蓋之溫室氣體排放源資訊，收集資料可能橫跨廠內不同組別、或不同的代操作廠商，為確保盤查作業順利推動，建議污水處理廠地方主管機關應辦理啟始會議說明盤查程序，並確認營運活動資料收存部門與分工。

溫室氣體盤查作業建議流程如圖 2。啟始會議建議由污水處理廠之主管機關召開，屬地方政府管轄者由地方政府召開，屬其他部會管轄者由該部會召開。啟始會議與會者為管理階層人員及盤查推動小組，小組成員至少應包含營運活動資料蒐集負責人、文件化負責人及內部查證負責人，會議中透過地方主管機關的承諾凝聚執行溫室氣體盤查的共識，並由地方主管機關說明盤查程序（盤查邊界與基準年設定、排放源鑑別、排放量量化、排放量盤查清冊建立、減量方案擬定、文件化與紀錄、內部查證等），說明各項程序執行重點及預計完成時間。

盤查作業程序

建議完成時間

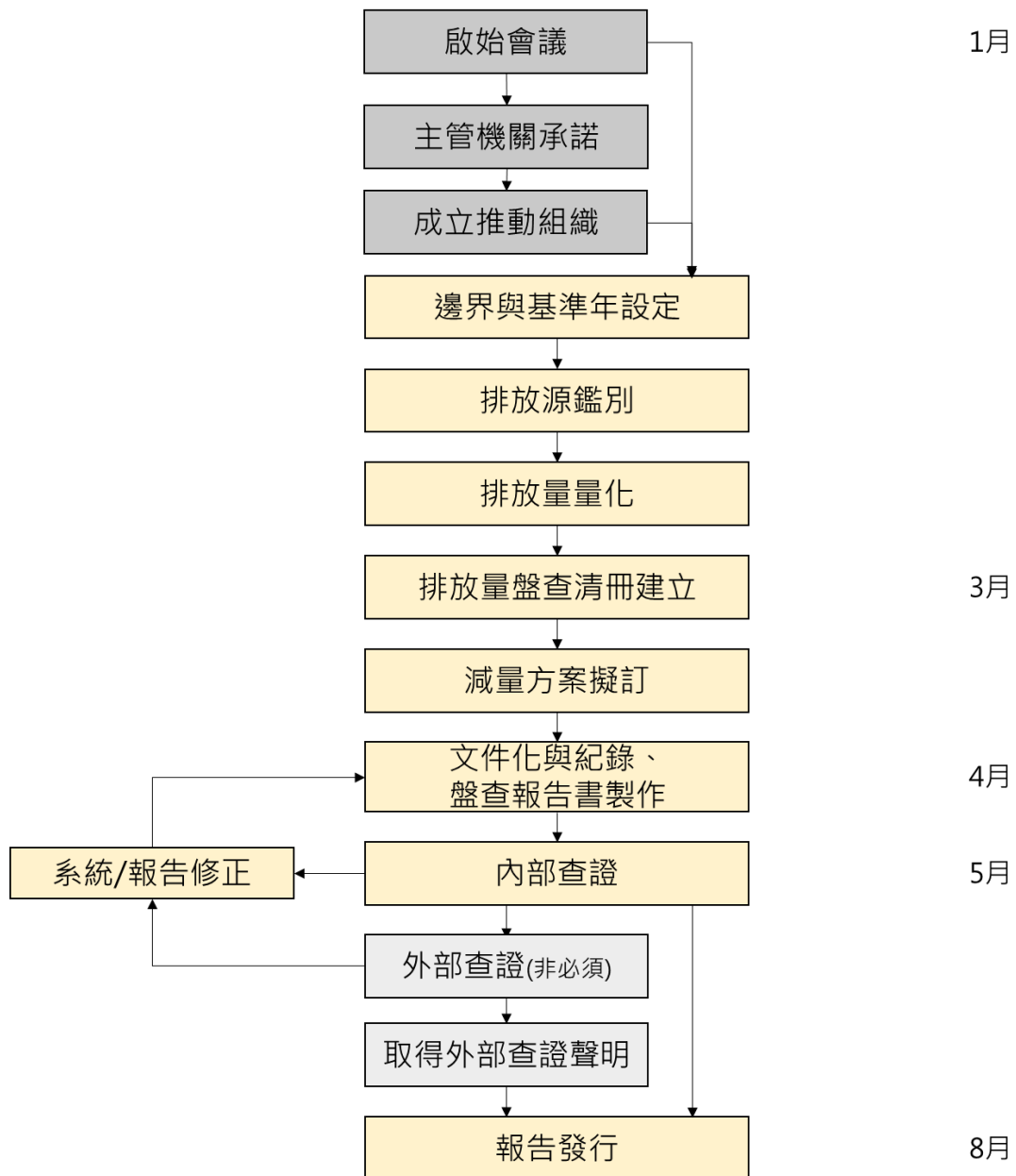


圖 2 溫室氣體盤查作業建議流程

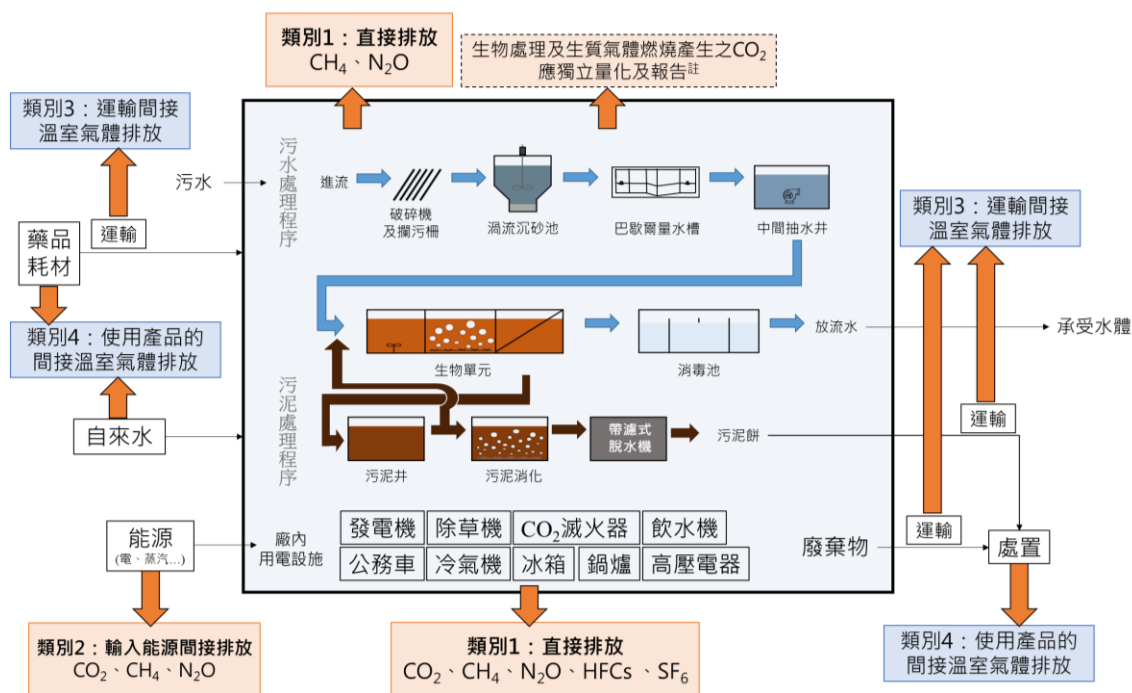


圖 4 ○○污水處理廠盤查邊界

註：聯合國政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, 簡稱 IPCC）分類中，沼氣和污泥歸為生物燃料或可再生能源，沼氣或污泥燃燒產生的二氧化碳不納入碳排放的計算與平衡；依據 ISO14064-1：2018 之規定，生質燃燒之二氧化碳雖不列入計算，但須分別量化

1.2 盤查基準年設定

擬定基準年之目的為建立污水處理廠本身溫室氣體排放量管理之比較基準，故每次的盤查工作應採用與基準年相同之邊界與量化方式。污水處理廠組織型碳盤查之基準年應為一個完整年度（1 月 1 日至 12 月 31 日），原則以第一次執行溫室氣體盤查時所調查的年度作為基準年，例：A 廠於民國 112 年 2 月執行第一次執行溫室氣體盤查，調查範圍為民國 111 年 1 月 1 日至 12 月 31 日，則盤查基準年為民國 111 年。

當報告邊界或組織邊界控制權轉移、溫室氣體排放源項目有增減，或者計算方法或排放係數法改變，導致盤查結果產生實質的變化，則需重新計算基準年之溫室氣體排放。

二、溫室氣體排放源鑑別

2.1 間接排放重大性評估準則

依據 ISO 14064-1：2018，類別 1 必須量化，類別 2~6 則係依預期用途辨別重大性間接溫室氣體排放。考量營運中公共污水處理廠特性與常用之重大性評估準則項目，本手冊建議評估準則可參考表 2，各類別之各準則評分加總則作為重大性評估依據。各準則加總最高分數為 15 分，建議以達最高分數 80%（即 12 分）作為重大性標準，若加總分數未達 12 分，則屬非重大性，不納入排放源計算。本手冊以營運中公共污水處理廠常見之溫室氣體盤查項目為例，經重大性評估結果如表 3，內容包含類別 1 直接溫室氣體排放、類別 2 輸入能源間接溫室氣體排放、類別 3.1 上游原料運輸產生之排放、類別 4.1 組織購買原料開採、製造與加工過程所產生之排放及類別 4.3 處置固體與液體廢棄物產生之排放。各廠亦可依廠內特性，依各自的預期使用者目的，制定重大性評估準則。

表 2 間接排放重大性評估準則

項目 評分	發生頻率	成本占比	減碳機會	活動數據來源	排放係數來源
3	每週至少一次	超過總成本 20%	有控制權	會計或表單紀錄	廠商提供係數或環境部公告係數
2	每季至少一次	超過總成本 5%，但 20% 以下	需其他組織配合	估計	國際排放係數
1	每年小於 3 次	總成本 5% 以下	完全沒機會	無法取得或彙整困難	無法取得

表 3 各類排放源重大性評估結果（參考範例）

類別		子類別	重大性評估						評估結果
			發生 頻率	成本 占比	減碳 機會	活動 數據 來源	排放 係數 來源	總 分	
1	直接溫室 氣體 排放	1.1 固定燃燒源 直接排放	—	—	—	—	—	—	依 ISO14064-1：2018 規定， 必須納入排放源計算
		1.2 移動燃燒源 直接排放	—	—	—	—	—	—	
		1.3 生產製造過 程直接排放	—	—	—	—	—	—	
		1.4 逸散排放源 直接排放	—	—	—	—	—	—	
2	輸入能 源間接 溫室氣 體排放	2.1 輸入電力間 接排放	3	3	2	3	3	14	總分大於 12 分，納入評估。
		2.2 輸入能源(蒸 汽、壓縮空氣…)間 接排放	0	0	0	0	0	0	總分未達 12 分，不納入評估。 我國公共污水處理廠大部分 輸入能源為電力；若有其他能 源輸入者，應納入評估。

類別		子類別	重大性評估						評估結果
			發生 頻率	成本 占比	減碳 機會	活動 數據 來源	排放 係數 來源	總 分	
3	運輸間 接溫室 氣體排 放	3.1 上游原料運輸產生之排放	3	2	2	2	3	12	總分大於12分，納入評估。大部分污水處理廠以碳源添加劑、消毒藥劑、污泥調理藥劑購買及污泥清運占大宗。
		3.2 下游產品運輸產生之排放	0	0	0	0	0	0	總分未達 12 分，不納入評估。大部分污水處理廠以污水處理服務為主，無產品產出。
		3.3 員工通勤產生之排放	3	1	2	2	3	11	總分未達 12 分，不納入評估。
		3.4 客戶與訪客來訪運輸所產生之排放	2	1	2	2	3	10	總分未達 12 分，不納入評估。
		3.5 業務或員工出差運輸所產生之排放	2	1	2	2	3	10	總分未達 12 分，不納入評估。
4	組織使 用的間 接溫室 氣體排 放	4.1 組織購買原料開採、製造與加工過程所產生之排放	3	2	2	3	3	13	總分大於 12 分，納入評估。大部分污水處理廠以碳源添加劑、消毒藥劑、污泥調理藥劑，以及燃料、冷媒填充及輸入能源(如電力)之製造加工過程為主。
		4.2 資本財製造與加工過程所產生之排放	0	0	0	0	0	0	總分未達 12 分，不納入評估。大部分污水處理廠已有既設設備，無資本財購買。
		4.3 處置固體與液體廢棄物產生之排放	3	2	3	3	3	14	總分大於 12 分，納入評估。大部分污水處理廠以脫水/乾燥污泥處置為主。
		4.4 資本財租賃使用之排放	0	0	0	0	0	0	總分未達 12 分，不納入評估。大部分污水處理廠已有既設設備，無資本財租賃。
		4.5 輔導、清潔、維護、郵遞、銀行業務等服務所產生之排放	3	1	2	1	2	9	總分未達 12 分，不納入評估。
5	使用組 織的間 接溫室 氣體排 放	5.1 產品使用階段產生之排放	0	0	0	0	0	0	總分未達 12 分，不納入評估。大部分污水處理廠以污水處理服務為主，無產品產出。
		5.2 客戶租賃使用產生之排放	0	0	0	0	0	0	總分未達 12 分，不納入評估。大部分污水處理廠以污水處理服務為主，無產品產出。
		5.3 產品廢棄處理所產生之排放	0	0	0	0	0	0	總分未達 12 分，不納入評估。大部分污水處理廠以污水處理服務為主，無產品產出。
		5.4 股權債務、投資債務、計劃資金及其他投資所產生之排放	0	0	0	0	0	0	總分未達 12 分，不納入評估。大部分污水處理廠以污水處理服務為主，無產品產出。
6	其 他 來 源 間 接 溫 室 氣 體 排 放	由其他來源產生的間接溫室氣體排放	0	0	0	0	0	0	總分未達 12 分，不納入評估。

2.2 各類別排放源型式

完成排放源鑑別後，須盤點各類別之活動/設施，並判斷該活動/設施之排放源，以及可能產生的溫室氣體種類，並於盤查報告書中整理為溫室氣體排放源鑑別表。

本手冊將污水處理廠常見之各類別活動/設施、排放源及可能產生的溫室氣體種類整理為溫室氣體排放源鑑別表（如表 4），建議各廠仍須依實際擁有設施調整。可參考本手冊建立之溫室氣體盤查輔助工具**附錄二 營運中污水處理廠溫室氣體盤查設備清單**彙整排放源資料，再將結果填入**附錄三 營運中污水處理廠溫室氣體盤查計算工具**的「2.排放源鑑別表」頁籤。

(1) 類別 1 直接溫室氣體排放：污水處理廠所擁有或控制的溫室氣體源排放之溫室氣體，常見來源列舉如下。

(a) 類別 1.1 固定燃燒源直接排放：活動或設備之燃料（煤、油、天然氣等）

燃燒產生之能量提供機具原地運轉，如：緊急發電機、抽水機、揹負式割草機所使用之燃料。

(b) 類別 1.2 移動燃燒源直接排放：活動或設備之燃料（煤、油、天然氣等）

燃燒產生之能量提供機具移動，如：堆高機、公務車等所使用之燃料。

(c) 類別 1.3 生產製造過程直接排放：污水處理廠多無製程排放。

(d) 類別 1.4 逸散排放源直接排放：飲水機、冷藏設備、空調設備（含公務車空調）等使用冷媒之逸散排放、填充 CO₂ 的滅火器可能有 CO₂ 逸散排放、GCB 氣體斷路器可能有 SF₆ 逸散排放、污水處理及污泥處理過程產生的溫室氣體逸散排放等。

(e) 生質燃燒（獨立報告）：使用污水處理廠厭氧消化槽所產生之沼氣作為燃料屬生質能源，IPCC 已聲明生質燃料燃燒產生之 CO₂，屬於自然界循環反應的一部分，不會額外增加大氣中 CO₂ 的濃度，依據 ISO14064-1：2018 規範，生質能源燃燒所產生之 CO₂ 應量化後獨立報告，不計入廠內溫室氣體排放。

(2) 類別 2 輸入能源的間接溫室氣體排放：污水處理廠使用外購電力或蒸汽等能源而產生相關的間接溫室氣體排放，常見來源列舉如下。

(a) 類別 2.1 輸入電力間接排放：依據電力來源可分為公用售電業、非公用售

電業、再生能源電力及憑證等 3 種，污水處理廠電力來源多為公用售電業，即台灣電力股份有限公司。

(b) 類別 2.2 輸入能源(蒸汽、壓縮空氣...)間接排放：污水處理廠多無使用此項。

(3) 類別 3 運輸間接溫室氣體排放：經間接排放重大性評估後，在污水處理廠屬於重大性項目者，包含廢棄污泥清運(類別 3.1)、加氯消毒藥劑購買運輸(類別 3.1)、污泥調理藥劑購買運輸(類別 3.1)、碳源添加劑購買運輸(類別 3.1)等項目。

(4) 類別 4 組織使用產品的間接溫室氣體排放：經間接排放重大性評估後，在污水處理廠屬於重大性項目者，包含加氯消毒藥劑製造(類別 4.1)、污泥調理藥劑製造(類別 4.1)、碳源添加劑製造(類別 4.1)、廢棄污泥處置(類別 4.3)等項目。另燃料、冷媒填充及輸入能源等類別 1 及類別 2 排放源之活動數據已收集，故其開採、製造與加工過程所產生之溫室氣體排放亦納入計算。

(5) 類別 5 使用組織產品的間接溫室氣體排放：污水處理廠以污水處理服務為主，無產品產出，經間接排放重大性評估後，多屬於非重大性項目。

(6) 類別 6 其他來源的間接溫室氣體排放：經間接排放重大性評估後，多屬於非重大性項目。

表 4 ○○污水處理廠營運邊界溫室氣體排放源鑑別表(參考範例)

類別	子類別	活動/設施	排放源
1	1.1 固定式燃燒	緊急發電機(共 2 台)	柴油
	1.1 固定式燃燒	實驗室原子吸收光譜儀燃料	乙炔燃燒
	1.2 移動式燃燒	挖土機(共 1 台)	柴油
	1.2 移動式燃燒	堆高機車(共 1 台)	柴油
	1.2 移動式燃燒	公務車(共 5 台)	汽油
	1.4 逸散排放	污水處理單元(含碳/氮污染物移除)	污水處理逸散
	1.4 逸散排放	飲水機(共 5 台)	冷媒
	1.4 逸散排放	冷氣(共 20 台)	冷媒
	1.4 逸散排放	冰箱(共 7 台)	冷媒
	1.4 逸散排放	公務車冷媒	冷媒

類別	子類別	活動/設施	排放源
	1.4 逸散排放	高壓設備	GCB 氣體斷路器
2	2.1 輸入電力	用電設施	電力
3	3.1 上游原料運輸產生之排放	卡車-污泥清運	柴油
	3.1 上游原料運輸產生之排放	卡車-消毒藥劑運送	柴油
	3.1 上游原料運輸產生之排放	卡車-污泥調理藥劑運送	柴油
4	4.1 組織購買原料開採、製造與加工過程所產生之排放	用油設施	生產油品過程
	4.1 組織購買原料開採、製造與加工過程所產生之排放	用電設施	生產電力過程
	4.1 組織購買原料開採、製造與加工過程所產生之排放	污水處理-消毒單元	生產消毒藥劑過程
	4.1 組織購買原料開採、製造與加工過程所產生之排放	污泥處理-脫水機	生產污泥調理藥劑過程
	4.3 處理固體和液體廢棄物產生之排放	脫水污泥處置	焚化處理
—	生質燃燒 ^{註1}	鍋爐	沼氣燃燒(污泥厭氧處理)

註1：厭氧消化產生之沼氣屬生質能源，其燃燒產生溫室氣體應獨立揭露

三、溫室氣體排放量量化

3.1 量化方法之選擇

營運中污水處理廠溫室氣體排放量計算，除乙炔及生質能源燃燒排放採用「質量平衡法」，其餘排放源採用「排放係數法」，兩種量化方法分別說明如下。

(1) 「排放係數法」：

$$\text{年度排放量} = \text{排放年活動量} \times \text{排放係數} \times \text{全球暖化潛勢 GWP}$$

其中，本手冊排放係數則引用我國環境之溫室氣體排放係數管理表

6.0.4 版(108.06)，GWP 值則引用 IPCC AR6 (2021) 之數值，可參考本手冊附錄一。另若排放係數單位之分子包含 CO₂e (如：公噸 CO₂e/公噸)，即表示該排放係數已將 GWP 納入考量，故無須再乘上 GWP。

(2) 「質量平衡法」：

A. 生質燃燒=厭氧消化甲烷產生量×甲烷轉化係數

其中， $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ ，因此甲烷轉化係數為二氧化碳及甲烷分子量之比值， $44/16 = 2.75$ 。

B. 乙炔燃燒=乙炔使用量×乙炔轉化係數

其中， $2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ ，因此乙炔轉化係數為 2 倍的二氧化碳及乙炔分子量之比值， $(44 \times 2)/26 = 3.3846$ 。

3.2 活動數據之收集

依第二節完成排放源鑑別後，須分別收集各排放源之活動數據（如：油料使用量、用電量、污染物去除量等）。為確保盤查資料品質，除統計盤查年度之用量外，亦應記錄數據來源及種類，數據來源原則以可提供直接佐證資料者優先採用；數據種類則可分為財務會計數據、定期量測數據及估計量。數據收集結果應於盤查報告書整理為活動數據表（如表 5）。

可參考本手冊建立之溫室氣體盤查輔助工具 附錄二 營運中污水處理廠溫室氣體盤查設備清單彙整排放源活動量（年用量），再將結果填入 附錄三 營運中污水處理廠溫室氣體盤查計算工具的「3.活動數據品質管理表」頁籤。

表 5 ○○污水處理廠排放源活動數據（參考範例）

類別	活動/設施	排放源	活動數據	單位	數據來源	活動數據種類
1.1	緊急發電機	柴油		公升	報價表	財務會計數據
1.1	原子吸收光譜儀燃料	乙炔		公斤	使用量	財務會計數據
1.2	山貓車	柴油		公升	報價表	財務會計數據
1.2	堆高機車	柴油		公升	報價表	財務會計數據
1.2	公務車	汽油		公升	發票	財務會計數據
1.4	污水處理單元-含碳污染物移除	污水處理單元		公斤 COD 移除量	營運月報資料	定期量測數據
1.4	污水處理單元-含氮污染物移除	污水處理單元		公斤 TN 移除量	營運月報資料	定期量測數據

類別	活動/設施	排放源	活動數據	單位	數據來源	活動數據種類
1.4	污泥處理單元-含碳 污染物移除	污泥處理單元		公斤 COD 移除量	營運月報 資料	定期量測數據
1.4	飲水機	冷媒 R-134a		公斤	原始填充量	估計量
1.4	冷氣	冷媒 R-410a		公斤	原始填充量	估計量
1.4	冷氣	冷媒 R-22a		公斤	原始填充量	估計量
1.4	冰箱	冷媒 R-134a		公斤	原始填充量	估計量
1.4	公務車冷媒	冷媒 R-134a		公斤	原始填充量	估計量
1.4	高壓設備	GCB 氣體斷 路器		公克	原始密封量	估計量
1.1	沼氣燃燒設施	沼氣燃燒		公斤	營運月報 資料	定期量測數據
2.1	用電設施	電力		度電	電費單	財務會計數據
3.1	卡車-污泥清運	柴油		延噸公里 ^註	廢棄物三聯單	估計量
3.1	卡車-消毒藥劑運送	柴油		延噸公里 ^註	營運月報 資料	估計量
3.1	卡車-污泥調理藥劑 運送	柴油		延噸公里 ^註	營運月報 資料	估計量
4.1	用油設施	生產油品 過程		公升	發票	財務會計數據
4.1	用電設施	生產電力 過程		度電	電費單	財務會計數據
4.1	污水處理-消毒單元	生產消毒藥 劑過程		公斤	營運月報 資料	定期量測數據
4.1	污泥處理-脫水機	生產污泥調 理藥劑過程		公斤	營運月報 資料	定期量測數據
4.3	廢棄物處理	污泥焚化		公噸	清運三聯單	財務會計數據

註：載運貨物噸數與其行駛公里數乘積之總和

3.3 排放係數之選擇

採用質量平衡法之排放源，其係數詳 3.1 節(2)之說明；採用排放係數法之排放源，其係數選用原則以各廠自行量測數據或供應商提供係數為優先，其次為相似製程係數或國家公告係數，若皆無相關資訊則可參考 IPCC 公告或國際文獻，各排放源排放係數詳細說明如下。各排放源對應之係數亦應比照活動數據表另彙整排放係數表，欄位至少包含「類別」、「活動/設施」、「排放源」、「排放係數」、「單位」、「數據來源」。

(1) 類別 1.1 固定式燃燒及類別 1.2 移動式燃燒排放係數

排放係數可參考環境部國家溫室氣體登錄平台所公告「溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版本(108.06)」，須注意相同燃料可能因屬固定式燃燒或移動式燃燒而有不同排放係數，摘錄污水處理廠常用係數如下。

類型	排放源	CO ₂ 排放係數		CH ₄ 排放係數		N ₂ O 排放係數		資料來源
		數值	單位	數值	單位	數值	單位	
固定源	汽油	2.263132872	kg CO ₂ /L	0.000097971	kg CH ₄ /L	0.000019594	kg N ₂ O/L	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)
固定源	柴油	2.606031792	kg CO ₂ /L	0.000105507	kg CH ₄ /L	0.000021101	kg N ₂ O/L	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)
移動源	汽油	2.263132872	kg CO ₂ /L	0.000816426	kg CH ₄ /L	0.000261256	kg N ₂ O/L	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)
移動源	柴油	2.606031792	kg CO ₂ /L	0.000137160	kg CH ₄ /L	0.000137160	kg N ₂ O/L	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)
移動源	生質柴油	2.556	kg CO ₂ /L	0.000108000	kg CH ₄ /L	0.000021200	kg N ₂ O/L	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)

(2) 類別 1.4 逸散排放係數

(a) 冷媒：排放係數可參考環境部國家溫室氣體登錄平台所公告「溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版本(108.06)」，須注意不同規模之冷凍冷藏設備有不同排放係數，摘錄污水處理廠常用係數如下。

類型	冷媒排放係數		資料來源
	數值	單位	
家用冷凍、冷藏裝備	0.003	公斤/公斤	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)
獨立商用冷凍、冷藏裝備	0.055	公斤/公斤	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)
中、大型冷凍、冷藏裝備	0.200	公斤/公斤	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)
交通用冷凍、冷藏裝備	0.330	公斤/公斤	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)
工業冷凍、冷藏裝備，包括食品加工及冷藏	0.160	公斤/公斤	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)

類型	冷媒排放係數		資料來源
	數值	單位	
冰水機	0.090	公斤/公斤	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)
住宅及商業建築冷氣機	0.030	公斤/公斤	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)
移動式空氣清淨機 ^註	0.200	公斤/公斤	溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)

註：原文為 mobile A/C，即車用空調

(b) GCB 氣體斷路器：排放係數（年洩漏率）可聯繫供應商提供相關資訊，一般多為 0.1% 或 <0.1%。

(c) 污水處理單元：排放係數可由各廠自行建立，建立方法詳附錄四，但須檢具相關證明文方可使用，如：檢測資料、計算方法依據等。若廠內無自建係數，則可依主要處理程序引用國土署建立之污水處理單元溫室氣體逸散係數，彙整如下。

主要處理程序	CH ₄ 排放係數		N ₂ O 排放係數		資料來源
	數值	單位	數值	單位	
標準活性污泥	0.003842691	kg CH ₄ / kg COD _{rev}	0.003752523	kg N ₂ O/ kg TN _{rev}	106-107 年度全國公共污水處理廠營運評鑑及碳排放調查計畫(內政部營建署，108 年)，淡水廠檢測結果
MLE	0.001295543	kg CH ₄ / kg COD _{rev}	0.000101081	kg N ₂ O/ kg TN _{rev}	108-109 年度全國公共污水處理廠營運評鑑及碳排放調查計畫(內政部營建署，110 年)，鳳山廠檢測結果
A ² O	0.021724421	kg CH ₄ / kg COD _{rev}	0.000297974	kg N ₂ O/ kg TN _{rev}	108-109 年度全國公共污水處理廠營運評鑑及碳排放調查計畫(內政部營建署，110 年)，竹東廠檢測結果
TNCU (處理水量超過 5,000 CMD)	0.007843493	kg CH ₄ / kg COD _{rev}	0.000651488	kg N ₂ O/ kg TN _{rev}	110-111 年度全國公共污水處理廠營運評鑑及碳排放調查計畫(內政部營建署，110 年)，桃園北區廠檢測結果
TNCU (處理水量 5,000 CMD 以下)	0.000626822	kg CH ₄ / kg COD _{rev}	0.000403835	kg N ₂ O/ kg TN _{rev}	106-107 年度全國公共污水處理廠營運評鑑及碳排放調查計畫(內政部營建署，108 年)，大溪廠檢測結果
氧化渠	0.010159874	kg CH ₄ / kg COD _{rev}	-	kg N ₂ O/ kg TN _{rev}	108-109 年度全國公共污水處理廠營運評鑑及碳排放調查計畫(內政部營建署，110 年)，恆春廠檢測結果
延長曝氣	0.001902874	kg CH ₄ / kg COD _{rev}	0.000992000	kg N ₂ O/ kg TN _{rev}	110-111 年度全國公共污水處理廠營運評鑑及碳排放調查計畫(內政部營建署，110 年)，民雄廠檢測結果

主要處理程序	CH ₄ 排放係數		N ₂ O 排放係數		資料來源
	數值	單位	數值	單位	
AO	0.1517581999	kg CH ₄ / kg COD _{rev}	0.0000502710	kg N ₂ O/ kg TN _{rev}	112-113 年度全國公共污水處理廠營運評鑑及碳排放調查計畫(內政部營建署, 112 年), 竹南廠檢測結果
A ² O	0.0277285773	kg CH ₄ / kg COD _{rev}	0.0042513930	kg N ₂ O/ kg TN _{rev}	112-113 年度全國公共污水處理廠營運評鑑及碳排放調查計畫(內政部營建署, 112 年), 安南廠檢測結果

(3) 類別 2.1 輸入電力排放係數

排放係數應依使用的能源類別，引用供應商提供之當年度排放係數，或至經濟部能源局網站查詢我國各年度電力排放係數，彙整近年國內電力排放係數值如下。

年度	電力排放係數		資料來源
	數值	單位	
105	0.530	公斤 CO ₂ e/度	經濟部能源局
106	0.554	公斤 CO ₂ e/度	經濟部能源局
107	0.533	公斤 CO ₂ e/度	經濟部能源局
108	0.509	公斤 CO ₂ e/度	經濟部能源局
109	0.502	公斤 CO ₂ e/度	經濟部能源局
110	0.509	公斤 CO ₂ e/度	經濟部能源局
111	0.495	公斤 CO ₂ e/度	經濟部能源局
112	0.494	公斤 CO ₂ e/度	經濟部能源局

(4) 類別 3.1 上游原料運輸排放係數

排放係數應優先引用供應商提供之當年度碳排放係數，若供應商無法提供，則可至環境部產品碳足跡資訊網參考同類運輸方式之排放係數。

運輸方式	運輸排放係數		資料來源
	數值	單位	
營業大貨車(柴油)	0.131	kg CO ₂ e/tkm	環境部產品碳足跡資訊網
營業小貨車(柴油)	0.587	kg CO ₂ e/tkm	環境部產品碳足跡資訊網
營業小貨車(汽油)	0.683	kg CO ₂ e/tkm	環境部產品碳足跡資訊網

(5) 類別 4.1 組織購買原料開採、製造與加工過程之排放係數

排放係數應優先引用供應商提供之當年度碳排放係數，若供應商無法提供，則可至環境部產品碳足跡資訊網或使用 SimaPro 生命週期評估軟體資料庫參考同

類產品之排放係數，例如次氯酸鈉(工業用)於產品碳足跡資訊網的碳足跡為 0.510 kg CO₂e/kg。

另類別 2.1 輸入電力排放係數未納入發電原料開採、製造等過程之碳排放量，故應以環境部產品碳足跡資訊網(能資源/電力-臺灣)，作為電力間接之係數，例如電力間接碳足跡(2021)係數為 0.0973 kgCO₂e/度

(6) 類別 4.3 處置固體及液體廢棄物之排放係數

排放係數應優先引用處置場所提供之當年度碳排放係數，若處置場所無法提供，則可至環境部產品碳足跡資訊網參考同處置方式之排放係數。

廢棄物處置方式	廢棄物處置排放係數		資料來源
	數值	單位	
廢棄物焚化處理(岡山垃圾焚化廠)	360	kg CO ₂ e/mt	環境部產品碳足跡資訊網
廢棄物焚化處理(苗栗縣垃圾焚化廠)	340	kg CO ₂ e/mt	環境部產品碳足跡資訊網
廢棄物掩埋清理(南部科學工業園區-台南園區)	7.07	kg CO ₂ e/mt	環境部產品碳足跡資訊網
有害事業廢棄物固化處理服務	130	kg CO ₂ e/mt	環境部產品碳足跡資訊網

3.4 量化計算說明

(1) 類別 1.1 固定式燃燒及類別 1.2 移動式燃燒排放量

(a) 緊急發電機、堆高機、挖土機及公務車等設備燃料：使用排放係數法，以當年度統計使用量及環境部「溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版(108.06)」各燃料各溫室氣體排放係數進行計算，計算公式如**式 3-1**。

燃料燃燒溫室氣體排放量 $= \text{燃料使用量 (L)} \times \text{排放係數} \left(\frac{\text{kg 溫室氣體}}{\text{L}} \right) \times \text{溫室氣體 GWP 值}$	式 3-1
--	--------------

(b) 乙炔燃燒排放量：使用質量平衡法，以實驗室當年度使用之財務會計資訊獲取當年總使用量，再乘以乙炔轉換係數計算，計算公式如**式 3-2**。

乙炔燃燒溫室氣體排放量 = 乙炔使用量 (kg C ₂ H ₂) × 乙炔轉化係數 $\left(\frac{\text{kg CO}_2}{\text{kg C}_2\text{H}_2} \right)$	式 3-2
其中，2 C ₂ H ₂ + 5 O ₂ → 4 CO ₂ + 2 H ₂ O，乙炔轉化係數為 (44×2)/26 = 3.3846	

(2) 類別 1.4 逸散排放量

指冰箱(冷媒 R134a)、飲水機(冷媒 R134a)、冷氣(冷媒 R407a、冷媒 R410a)、汽車(冷媒 R134a)等，以及污水處理逸散量及污泥處理逸散量，計算方式使用

排放係數法，分別說明如下：

- (a) 冷媒：使用冷媒填充量及環境部「溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版 (108.06)」設備冷媒逸散係數進行計算，計算公式如式 3-3。

冷媒逸散溫室氣體排放量 $= \text{設備冷媒填充量 (kg)} \times \text{冷媒逸散排放係數 } \left(\frac{\text{kg HFCs}}{\text{kg}} \right) \times \text{HFCs GWP 值}$	式 3-3
---	-------

- (b) GCB 氣體斷路器：使用 SF₆ 氣體填充量及供應商提供設備 SF₆ 年洩漏率進行計算，計算公式如式 3-4。

氣體斷路器逸散溫室氣體排放量 $= \text{設備 SF}_6 \text{ 填充量 (g)} \times \text{年洩漏率 } \left(\frac{\text{g SF}_6}{\text{g}} \right) \times \text{SF}_6 \text{ GWP 值}$	式 3-4
---	-------

- (c) 污水/污泥處理單元（含碳污染物之移除）：使用當年度營運月報資訊，獲取總污水處理量並計算 COD 污染物移除數據，再乘上國土署(前營建署)或自行建立之逸散係數計算排放量，計算公式如式 3-5。

污水處理去除含碳污染物溫室氣體排放量 $= \text{污水處理 COD 移除量 (kg COD}_{\text{rev}})$ $\times \text{污水處理單位 COD 移除之溫室氣體逸散係數 } \left(\frac{\text{kg 溫室氣體}}{\text{kg COD}_{\text{rev}}} \right) \times \text{溫室氣體 GWP 值}$	式 3-5
---	-------

- (d) 污水/污泥處理單元（含氮污染物之移除）：使用當年度營運月報資訊，獲取總污水處理量並計算 TN 污染物移除數據，再乘上國土署(前營建署)或自行建立之逸散係數計算排放量，計算公式如式 3-6。

污水處理去除含氮污染物溫室氣體排放量 $= \text{污水處理 TN 移除量 (kg TN}_{\text{rev}})$ $\times \text{污水處理單位 TN 移除之溫室氣體逸散係數 } \left(\frac{\text{kg 溫室氣體}}{\text{kg TN}_{\text{rev}}} \right) \times \text{溫室氣體 GWP 值}$	式 3-6
---	-------

(3) 類別 2.1 輸入電力排放量

計算方法使用排放係數法，調查廠站年度營運電量，係數則使用經濟部能源署最新公告值，計算公式如式 3-7。

$$\text{外購電力溫室氣體排放量} = \text{用電量 (度)} \times \text{電力排放係數} \left(\frac{\text{kg CO}_2\text{e}}{\text{度}} \right)$$

式 3-7

(4) 類別 3.1 上游原料運輸排放量

計算方法使用排放係數法，計算公式如式 3-8，排放係數若供應商未提供，則參考環境部產品碳足跡資訊網同類運輸方式之排放係數。

上游原料運輸溫室氣體排放量

$$= \text{運輸重量 (噸)} \times \text{運輸距離 (公里)} \times \text{排放係數} \left(\frac{\text{kg CO}_2\text{e}}{\text{tkm}} \right)$$

式 3-8

(5) 類別 4.1 組織購買原料開採、製造與加工過程所產生排放量

計算方法使用排放係數法，計算公式如式 3-9，排放係數若供應商未提供，則可參考環境部產品碳足跡資訊網或 SimaPro 生命週期評估軟體資料庫同類產品之排放係數。

$$\text{原料開採、製造與加工過程溫室氣體排放量} = \text{購買重量 (噸)} \times \text{排放係數} \left(\frac{\text{kg CO}_2\text{e}}{\text{噸}} \right)$$

式 3-9

(6) 類別 4.3 處置固體及液體廢棄物所產生排放量

計算方法使用排放係數法，計算公式如式 3-10，排放係數若處置場所未提供，則參考環境部產品碳足跡資訊網同類處置方式之排放係數。

$$\text{處置廢棄物溫室氣體排放量} = \text{申報重量 (噸)} \times \text{排放係數} \left(\frac{\text{kg CO}_2\text{e}}{\text{噸}} \right)$$

式 3-10

(7) 生質燃燒排放量

污泥厭氧消化沼氣燃燒 CO₂ 排放量：計算方法使用質量平衡法，計算公式如式 3-11，使用當年度營運月報資訊取得當年總沼氣使用量，再乘以沼氣的甲烷比例，及甲烷轉換係數。

生質燃料溫室氣體排放量

$$= \text{厭氧消化槽沼氣使用量 (m}^3\text{)} \times \text{甲烷濃度} \left(\frac{\text{kg CH}_4}{\text{m}^3} \right) \times \text{甲烷轉化係數} \left(\frac{\text{kg CO}_2}{\text{kg CH}_4} \right)$$

式 3-11

其中， $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ ，甲烷轉化係數為 $44/16 = 2.75$

3.5 量化方法變更說明

再次進行盤查時，若量化方法改變或有更精準之排放係數計算標準時，除使用新量化計算方式計算外，另需與前次計算方式做比較，並於盤查報告書說明二者之差異及選用新方法之理由。

3.6 溫室氣體排放量計算結果彙整

依據 3.4 節量化計算說明，將各項排放源計算出的二氧化碳排放當量紀錄至小數點後第四位，並相加，即為該年度該廠組織型溫室氣體總排放量。另須注意，應針對類別 1 統計七種溫室氣體各別排放量如表 6，亦應彙整各類別溫室氣體排放當量與所占比例如表 7，俾利了解本廠排放特性，並研擬後續減量重點及措施，惟須注意說明欄位之文字應依各廠實際狀況修正。

可參考本手冊建立之溫室氣體盤查輔助工具附錄三 營運中污水處理廠溫室氣體盤查計算工具的「5.排放量計算表」頁籤的計算結果進行彙整，惟須確認各排放源對應之排放係數是否正確地連結到該檔案中「4.排放係數管理表」頁籤的各項係數值。

表 6 ○○污水處理廠○○○年直接溫室氣體排放之七種溫室氣體排放量統計表

種類	類別 1 直接排放之七種溫室氣體排放量統計表							總排放當量	生質排放
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	NF ₃		
排放當量 (公噸 CO ₂ e)									
占比(%)								100.0	—

表 7 ○○污水處理廠○○○年各類別溫室氣體排放量統計表（參考範例）

排放源類別		說明	排放量(公噸 CO ₂ e/年)	占比 (%)
類別 1 直接排放				
1.1	固定燃燒源直接排放	以發電機為主		
1.2	移動燃燒源直接排放	包含公務車、堆高機等		
1.3	生產製造過程直接排放	本廠無製程排放		
1.4	逸散排放源直接排放	包含冷氣、冷凍冷藏等設備 冷媒逸散排放		
類別 2 輸入能源間接排放				
2.1	輸入電力間接排放	用電量		

排放源類別		說明	排放量(公噸 CO ₂ e/年)	占比(%)
類別 3 運輸間接排放				
3.1	上游原料運輸產生之排放	以廢棄污泥之清運、購買消毒處理藥劑及污泥調理藥劑之運輸為主		
3.2	下游產品運輸產生之排放	非顯著性		
3.3	員工通勤產生之排放	非顯著性		
3.4	客戶與訪客來訪運輸所產生之排放	非顯著性		
3.5	業務或員工出差運輸所產生之排放	非顯著性		
類別 4 組織使用產品間接排放				
4.1	組織購買原料開採、製造與加工過程所產生之排放	以消毒處理藥劑及污泥調理藥劑之開採、製造與加工為主		
4.2	資本財製造與加工過程所產生之排放	非顯著性		
4.3	處置固體與液體廢棄物產生之排放	以廢氣污泥焚燒處置為主		
4.4	資本財租賃使用之排放	非顯著性		
4.5	輔導、清潔、維護、郵遞、銀行業務等服務所產生之排放	非顯著性		
類別 5 組織產品使用間接排放				
5.1	產品使用階段產生之排放	非顯著性		
5.2	客戶租賃使用產生之排放	非顯著性		
5.3	產品廢棄處理所產生之排放	非顯著性		
5.4	股權債務、投資債務、計劃資金及其他投資所產生之排放	非顯著性		
類別 6 其他間接排放				
6	由其他來源產生的間接溫室氣體排放	非顯著性		
合計				100
生質排放				—

四、數據品質管理

4.1 數據品質及來源

資料之收集、量測、計算及彙整應遵循 ISO14064-1：2018 之相關性 (Relevance)、完整性 (Completeness)、一致性 (Consistency)、準確性 (Accuracy) 及透明度 (Transparency) 等五大原則進行，為確保本報告查證數據品質，已於本篇 3.2 節詳列活動數據資料來源，均來自發票收據及營運月報之定期量測數據等，可配合提供佐證資料。

此外，污水處理廠應藉由內部盤查資訊管理制度來確認溫室氣體相關數據之盤查品質及不確定性風險，以提升並確保溫室氣體盤查結果之準確性，而管理原則分為定性、定量及數據品質管理三部分，分別說明如下：

(1) 定性：

- (1) 確認邊界範圍與盤查目的具備相關性
- (2) 排放源已完整鑑別
- (3) 對於排除項目應透明陳述

(2) 定量：

- (1) 活動數據引用是否正確，並保存計算公式與佐證文件
- (2) 排放係數與活動數據單位是否一致

(3) 數據品質管理：

主要目的在於確認其盤查管理程序可有效鑑別錯誤、降低不確定性並提高數據品質，以達到持續改善的目標，同時也是查驗機構據以判斷數據品質的參考。污水處理廠可於盤查的各個階段，運用現有的工具表單，例如排放源鑑別表、活動數據管理表、排放係數管理表等進行數據品質的管理與紀錄，確認過程中使用之計算方法、表單、活動數據、佐證文件之資料來源與依據是否完整留存並足以支持盤查結果，透過完整的盤查管理程序，進而促使盤查結果可持續改善與檢討。

4.2 不確定性分析

不確定性分析包含活動數據不確定性及排放係數不確定性，透過不確定性量化分析，瞭解產生不確定性的原因，並做為數據品質回饋的一部分，依據組織層級溫室氣體盤查之活動數據及排放係數不確定性參考來源如表 8 所示，據以為本報告書對於所盤查排放源之盤查結果，在數據不確定性下的定量與定性評估，如

表 9 所示，屬於等級 A 者，可再進一步作不確定性分析的定量評估。評估報告邊界之排放源盤查之不確定性分析定性及定量評估結果，如表 10。

表 8 活動數據及排放係數不確定性來源參考表

項目	不確定性來源
活動數據	1. 統計學方法 2. 儀器校正紀錄 3. 法定容許誤差 4. 國內/國際組織建議值
排放係數	1. 自廠不確定性值 2. 供應商、產業工會等揭露之不確定性值 3. IPCC 公告建議數值

資料來源：環境保護署之溫室氣體排放量盤查作業指引(2022)

表 9 不確定性分析方法等級之定性定量劃分表

等級	活動數據 不確定性來源	排放係數 不確定性來源	不確定性分析方法 (定性/定量)
A	有	有	定量
B	無	有	定性
	有	無	
C	無	無	定性

表 10 不確定分析之定性及定量評估結果表

排放源類別		排放源 (氣體類別)	活動數據 不確定性	排放係數 不確定性	等級	方法
類別 1 直接排放						
1.1	固定燃燒源直接排放	柴油(CO2)	有	有	A	定量
		汽油(CO2)	有	有	A	定量
1.2	移動燃燒源直接排放	柴油(CO2)	有	有	A	定量
		汽油(CO2)	有	有	A	定量
1.3	生產製造過程直接排放	乙炔(CO2)	無	無	C	定性
1.4	逸散排放源直接排放	冷媒(HFCs) 滅火器(CO2)	無	無	C	定性
類別 2 輸入能源間接排放						
2.1	輸入電力間接排放	外購電力	有	有	A	定量
類別 3 運輸間接排放						

排放源類別		排放源 (氣體類別)	活動數據 不確定性	排放係數 不確定性	等級	方法
3.1	上游原料運輸產生之排放	柴油(CO ₂ e)	無	無	C	定性
3.2	下游產品運輸產生之排放	柴油(CO ₂ e)	無	無	C	定性
3.3	員工通勤產生之排放	柴油(CO ₂ e) 汽油(CO ₂ e)	無	無	C	定性
類別 4 組織使用產品間接排放						
4.1	組織購買原料開採、製造與加工過程所產生之排放	柴油(CO ₂ e) 外購電力(CO ₂ e)	有	無	B	定性

一、 類別 1 及類別 2 不確定性分析參考方法

(一) 活動數據不確定性評估來源

各種燃料使用量以計量設備準確度作為依據，依循經濟部標檢局公告「引用標準檢驗局「油量計檢定檢查技術規範」(CNMV 第 3 版)」之相關檢定檢查技術規範之容許誤差值，油量計之檢定公差為檢定油量之 $\pm 0.5\%$ ，乘以 95% 信賴區間之擴散係數經驗值，並依照 2 個標準差之統計觀念，以檢定公差為 1% 做為本數據之不確定性，作為活動數據之不確定性。

輸入能源為主要來自外購台電電力，電力使用量以計量設備準確度作為依據，依循經濟部標檢局公告之「電度表檢定檢查技術規範」(CNMV 第 6 版)之容許誤差值。由機械式與電子式電度表(瓦時計)外觀標示為「0.5 級」，且功率因數 1.0，其檢定公差量為檢定量之 $\pm 0.5\%$ ，乘以 95% 信賴區間之擴散係數經驗值依照 2 個標準差的統計觀念，以檢定公差為 1% 做為本數據之不確定性。

(二) 排放係數不確定性評估來源

依據世界資源研究所之溫室氣體參數不確定性評估指引，為符合一階誤差傳遞法之假設，每個參數的不確定性必須小於其平均值的 60%。各種燃料排放係數之不確定性皆參考 2006 年 IPCC 公告之排放係數與環境部溫室氣體排放係數管理表(6.0.4 版本 108 年 6 月)之不確定性建議值計算，各燃料活動數據不確定性。

電力排放係數目前國內尚未公告電力排放係數之不確定性，故本手冊參考 Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Reporting Instructions 建議值為 $\pm 7\%$ 。

(三) 量化計算與精準度分析結果

不確定性之定量分析的量化計算，以相乘不確定性公式計算單一排放源的不確定性數值，以加總不確定性公式計算整合之不確定性數值。

- 各排放源排放量不確定性以相乘量化不確定性計算：

$$(B \pm b\%) \times (C \pm c\%) = D \pm d\% , D = B \times C , d = \sqrt{b^2 + c^2}$$

B：活動數據

b：活動數據不確定性（以標準化的 95%信賴區間表示）

C：排放係數

c：排放係數不確定性（以標準化的 95%信賴區間表示）

D：溫室氣體排放量

d：溫室氣體排放量不確定性

- 各類別排放量不確定性應以累積相加不確定性計算：

$$\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (D_i \times d_i)^2}}{\sum_{i=1}^n D_i} , \text{符號定義同相乘量化不確定性}$$

- 各類別不確定性評估結果如表 11。

表 11 一般不確定性評估精確度等級

精確度等級	抽樣平均值的不確定性（信賴區間為 95%）
高	±5%
好	±15%
普通	±30%
差	超過 30%

二、 類別 3 至類別 4 不確定性評分

以誤差等級評分判定，盤查數據誤差等級=活動數據誤差等級（A1）×排放係數誤差等級（A2），各項目誤差等級評分原則如表 12，依盤查數據誤差等級計算結果判定盤查數據量化等級準則如表 13。依類別 3 及類別 4 不確定分析統計示意如表 14。

表 12 誤差等級評分原則

項目 \ 等級評分	1 分	2 分	3 分
活動數據誤差等級 (A1)	定期量測	財務會計數據	估計量
排放係數誤差等級 (A2)	自廠發展參數、質量平衡所得參數、或同製程/設備經驗參數	製造商提供參數或區域公告參數	國家公告參數或國際公告參數

表 13 盤查數據等級準則

盤查數據誤差平均值	1 分以上，未達 4 分	4 分以上，未達 7 分	7 分以上
盤查數據等級	第一級	第二級	第三級

表 14 溫室氣體排放數據不確定性分析結果（類別 3 及類別 4）

類別	排放源	排放量 (噸 CO ₂ e)	排放量不確定性評估				數據等級
			活動數據 誤差等級 (A1)	排放係 數誤差 等級 (A2)	盤查數據 誤差等級	盤查數據 誤差等級 平均	
3.1	柴油	0.0153742	2	3	6	6	第二級
4.1	次氯酸鈉	12.622500	2	3	6	6	第二級
4.1	Polymer	0.487200	2	3	6		
4.1	用油設施/柴油	0.2087781	2	3	6		
4.1	用油設施/車用汽油	1.0993042	2	3	6		
4.1	用電設施/生產用電過程	44.9378104	2	3	6		
4.1	用水設施	0.0658808	2	3	6		
4.3	用油設施/柴油	1.7774983	2	3	6		
4.3	污泥處置_焚化	24.7104	2	3	6		

五、文件化與紀錄

文件化係指應將盤查相關之方法、數據、程序、系統、假設以及估算等過程逐一記錄，除作為內部紀錄外，亦可提供外部查證或查核需求。因此，自邊界設定及採用原則、溫室氣體排放源鑑別、各排放源排放量量化方式、量化數據的選擇、溫室氣體排放量清冊品質管理及其資訊管理的相關程序等皆須進行文件化。文件化方式可透過紙張、硬碟、雲端硬碟或其他形式加以留存，相關文件之保存期限建議應依環境部溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法第六條第二項規定保存六年。

5.1 建立溫室氣體盤查管理程序

污水處理廠應建立溫室氣體盤查管理程序，俾利每次能以相同標準執行盤查，管理程序建議涵蓋以下項目：

1. 目的
2. 適用範圍
3. 定義
4. 作業說明
 - (1) 成立碳盤查小組
 - (2) 組織邊界設定
 - (3) 盤查期間設定
 - (4) 溫室氣體排放源鑑別及排放量計算（含基準年設定與調整、溫室氣體排放源範疇界定、間接排放重大性評估準則、活動數據蒐集與資料管理、排放量量化、不確定性評估等）
 - (5) 年度溫室氣體盤查清冊製作
 - (6) 減量目標標的與方案之制定與展開
 - (7) 溫室氣體排放文件與紀錄之管理
 - (8) 溫室氣體盤查報告書之製作、分發與管理
 - (9) 溫室氣體排放量盤查作業之查證
 - (10) 管理階層審查
5. 流程圖
6. 附表（如：時程預定表、溫室氣體盤查紀錄表、內部查證狀況表等）

5.2 建立排放量盤查清冊

污水處理廠建立之排放量盤查清冊主要以表列方式呈現各排放源排放量的計算過程，應涵蓋以下內容，各項目可使用 EXCEL 檔案分別以不同工作表呈現：

1. 基本資料
2. 邊界設定
3. 排放源鑑別
4. 排放量量化（包含活動數據及排放係數管理）
5. 數據品質管理

5.3 撰寫盤查報告書

報告書內容主要是要將清冊內容透過文字敘述將盤查過程詳實紀錄，大綱如表 15，詳細撰寫內容可參考以下說明，惟地方主管機關若需符合其他溫室氣體盤查之要求，亦可於盤查報告書中增加其他內容。

表 15 盤查報告書建議大綱

章節名稱	建議內容
第一章 廠站概況 1.1 前言 1.2 廠站簡介 1.3 溫室氣體減量政策及目標 1.4 溫室氣體減量聲明	1.1 節說明盤查背景與目的；1.2 節說明污水處理廠建設背景、處理流程、操作單位等基本資料；1.3 及 1.4 節提出減量政策、目標及聲明。
第二章 邊界設定 2.1 廠站組織 2.2 組織邊界範圍 2.3 報告書涵蓋期間與責任	2.1 節說明廠站組織架構，可以組織架構圖搭配文字敘述；2.2 節描述地理邊界範圍，可參考本手冊「第貳篇 1.1 邊界設定」說明，若邊界內有排放設施新增、變更、移除等情形，亦應描述；2.3 節敘明報告書盤查時間區間、參考準則及應負責任。
第三章 報告邊界說明 3.1 定義 3.2 排放源鑑別 3.2.1 間接排放重大性評估準則	3.1 節說明報告所提名詞定義，可參考本手冊「第壹篇一、名詞定義」；3.2 節鑑別本廠排放源，可參考本手冊「第貳篇二、溫室氣體排放源鑑別」；3.3 節彙整本廠溫室氣體排放量，可參考本手冊「第貳篇 3.6 溫室氣體排

章節名稱	建議內容
3.2.2 排放源 3.3 溫室氣體排放總量 3.4 溫室氣體盤查排除事項	放量計算結果彙整」；3.4 節說明未納入盤查計算之項目及原因。
第四章 溫室氣體量化 4.1 溫室氣體量化計算 4.1.1 量化原則 4.1.2 量化方法 4.2 活動數據蒐集 4.3 排放係數管理 4.4 量化方法變更說明 4.5 排放係數變更說明 4.6 數據品質管理 4.6.1 品質管理 4.6.2 不確定性評估	4.1 節至 4.4 節說明溫室氣體量化過程，可參考本手冊「第貳篇三、溫室氣體排放量量化」；4.5 節說明排放係數變更原則及實際變更狀況；4.6 節說明數據品質管理原則及不確定性評估結果，可參考本手冊「第貳篇四、數據品質管理」。
第五章 基準年 5.1 基準年選定 5.2 基準年變更 5.3 基準年溫室氣體盤查清冊	5.1 節說明本廠選定之基準年及原因；5.2 節說明基準年變更原則及實際變更狀況；5.3 節呈現基準年的溫室氣體盤查結果，應記述基準年（第一次盤查者即為本次盤查年度為基準年）結果，包括年度合計之總排放量，及各類別之排放量，單位應使用公噸 CO ₂ e/年，若尚未建立基準年則無須此節，若計算方法有所改變而導致在計算溫室氣體排放數據有重大變動時，基準年排放量應隨之調整。
第六章 查證 6.1 內部查證 6.2 外部查證	說明查證原則、保證等級、查證範圍、查證者或機構。
第七章 報告之發行與管理	說明報告書撰寫依據、涵蓋範圍及發行管理重點。
參考文獻	依報告撰寫過程條列參考資料。

六、查證

6.1 內部查證作業

依據本手冊完成溫室氣體盤查報告書後，污水處理廠之主管機關應組成內部查證小組，內部查證小組成員與報告撰寫人員不同為佳，且內部查證小組成員中建議至少有 1 位受過 ISO 1406-1：2018 訓練課程。內部查證小組工作包含書面審查及現場查證，重點如下：

1. 書面審查

- (1) 確認組織邊界及排放源資訊之正確性及完整性
- (2) 確認所蒐集之活動數據正確性及完整性
- (3) 確認數據運算之正確性
- (4) 減量目標及減量方法之合理性

2. 現場查證

- (1) 針對書面文件疑義處進行確認
- (2) 活動數據之來源，儀錶紀錄之正確性及完整性

6.2 外部查證作業

完成內部查證作業後，地方主管機關或盤查執行單位，檢視內部查證程序及結果，或配合節能措施之目標訂定，規劃執行第三方外部查證作業。

附 錄

附錄一 全球溫暖化潛勢（GWP）

溫室氣體化學式	AR2 (1995)	AR3 (2001)	AR4 (2007)	AR5 (2014)	AR6 (2021)
CO ₂ 二氧化碳	1	1	1	1	1
CH ₄ 甲烷	21	23	25	28	27.9
N ₂ O氧化亞氮	310	296	298	265	273
Hydrofluorocarbons, HFCs					
HFC-23/R-23三氟甲烷，CHF ₃	11,700	12,000	14,800	12,400	14,600
HFC-32/R-32二氟甲烷，CH ₂ F ₂	650	550	675	677	771
HFC-41一氟甲烷，CH ₃ F	150	97	92	116	135
HFC-125/R-125，1,1,1,2,2-五氟乙烷，C ₂ HF ₅	2,800	3,400	3,500	3,170	3,740
HFC-134，1,1,2,2-四氟乙烷，C ₂ H ₂ F ₄	1,000	1,100	1,100	1,120	1,260
HFC-134a/R-134a，1,1,1,2-四氟乙烷，C ₂ H ₂ F ₄	1,300	1,300	1,430	1,300	1,530
HFC-143，1,1,2-三氟乙烷，CHF ₂ CH ₂ F	300	330	353	328	364
HFC-143a/R-143a，1,1,1-三氟乙烷，C ₂ H ₃ F ₃	3,800	4,300	4,470	4,800	5,810
HFC-152，1,2-二氟乙烷，CH ₂ FCH ₂ F	—	43	53	16	22
HFC-152a/R-152a，1,1-二氟乙烷，C ₂ H ₄ F ₂	140	120	124	138	164
HFC-161，一氟乙烷，CH ₃ CH ₂ F	—	12	12	4	5
HFC-227ea，1,1,1,2,3,3,3-七氟丙烷，CF ₃ CHFCF ₃	2,900	3,500	3,220	3,350	3,600
HFC-236cb，1,1,1,2,2,3-六氟丙烷，CH ₂ FCF ₂ CF ₃	—	1,300	1,340	1,210	1,350
HFC-236ea，1,1,1,2,3,3-六氟丙烷，CHF ₂ CHFCF ₃	—	1,200	1,370	1,330	1,500
HFC-236fa，1,1,1,3,3,3-六氟丙烷，C ₃ H ₂ F ₆	6,300	9,400	9,810	8,060	8,690
HFC-245ca，1,1,2,2,3-五氟丙烷，CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	560	640	693	716	787
HFC-245fa，1,1,1,3,3-五氟丙烷，CHF ₂ CH ₂ CF ₃	—	950	1,030	858	962
HFC-365mfc，1,1,1,3,3-五氟丁烷，CF ₃ CH ₂ CF ₂ CH ₃	—	890	794	804	914
HFC-43-10mee，1,1,1,2,2,3,4,5,5,5-十氟戊烷，CF ₃ CHFCF ₂ CF ₃	1,300	1,500	1,640	1,650	1,600
Chlorocarbons and Hydrochlorocarbons					
Methylchloroform，CH ₃ CCl ₃	100	140	146	160	161

溫室氣體化學式	AR2 (1995)	AR3 (2001)	AR4 (2007)	AR5 (2014)	AR6 (2021)
Methylchloride, CH ₃ Cl	4	16	13	12	6
Methylenechloride, CH ₂ Cl ₂	9	10	8.7	9	11
Chloroform, CHCl ₃	—	30	31	16	21
Fully Fluorinated Species					
NF ₃ , 三氟化氮	—	10,800	17,200	16,100	17,400
SF ₆ , 六氟化硫	23,900	22,200	22,800	23,500	25,200
PFC-14, 四氟化碳, CF ₄	6,500	5,700	7,390	6,630	7,380
PFC-116, 六氟乙烷, C ₂ F ₆	9,200	11,900	12,200	11,100	12,400
PFC-218, C ₃ F ₈ , 全氟丙烷	7,000	8,600	8,830	8,900	9,290
PFC-318, c-C ₄ F ₈ , 八氟環丁烷	8,700	10,000	10,300	9,540	—
C ₄ F ₁₀ , 全氟丁烷	7,000	8,600	8,860	9,200	10,000
Perfluorocyclopentene, c-C ₅ F ₈ , 八氟環戊烯	—	—	—	2	—
PFC-4-1-12, C ₅ F ₁₂ (n-C ₅ F ₁₂), 全氟戊烷	7,500	8,900	9,160	8,550	9,220
PFC-5-1-14, C ₆ F ₁₄ (n-C ₆ F ₁₄), 全氟己烷	7,400	9,000	9,300	7,910	8,620
混合冷媒					
R-401A, HCFC-22/HFC-152a/ HCFC-124(53.0/13.0/34.0)	1,126	1,127	1,182	1,130	1,263
R-401B, HCFC-22/HFC-152a/ HCFC-124(61.0/11.0/28.0)	1,223	1,224	1,288	1,236	1,381
R-401C, HCFC-22/HFC-152a/ HCFC-124(33.0/15.0/52.0)	899	901	933	876	982
R-402A, HFC-125/HC-290/ HCFC-22(60.0/2.0/38.0)	2,326	2,686	2,788	2,571	2,989
R-402B, HFC-125/HC-290/ HCFC-22(38.0/2.0/60.0)	2,084	2,312	2,416	2,261	2,597
R-403A, HC-290/HCFC-22/ PFC-218(5.0/75.0/20.0)	1,415	1,415	1,534	3,100	3,328
R-403B, HC-290/HCFC-22/ PFC-218(5.0/56.0/39.0)	3,682	3,682	4,457	4,457	4,721
R-404A, HFC-125/HFC-143a/ HFC-134a(44.0/52.0/4.0)	3,260	3,784	3,922	3,943	4,728
R-405A, HCFC-22/HFC-152a/ HCFC-142b/PFC-318(45.0/7.0/5.5/42.5)	4,571	5,155	5,328	4,965	941
R-406A, HCFC-22/HC-600a/	1,673	1,919	1,943	1,780	1,431

溫室氣體化學式	AR2 (1995)	AR3 (2001)	AR4 (2007)	AR5 (2014)	AR6 (2021)
HCFC-142b(55.0/14.0/41.0)					
R-407A , HFC-32/HFC-125/ HFC-134a(20.0/40.0/40.0)	1,770	1,990	2,107	1,923	2,262
R-407B , HFC-32/HFC-125/ HFC-134a(10.0/70.0/20.0)	2,285	2,695	2,804	2,547	3,001
R-407C , HFC-32/HFC-125/ HFC-134a(23.0/25.0/52.0)	1,526	1,653	1,774	1,624	1,908
R-407D , HFC-32/HFC-125/ HFC-134a(15.0/15.0/70.0)	1,428	1,503	1,627	1,487	1,748
R-407E , HFC-32/HFC-125/ HFC-134a(25.0/15.0/60.0)	1,363	1,428	1,552	1,425	1,672
R-408A , HFC-125/HFC-143a/ HCFC-22(7.0/46.0/47.0)	2,743	3,015	3,152	3,257	3,856
R-409A , HCFC-22/HCFC-124/ HCFC-142b(60.0/25.0/15.0)	1,442	1,535	1,585	1,485	1,454
R-409B , HCFC-22/HCFC-124/ HCFC-142b(65.0/25.0/10.0)	1,437	1,500	1,560	1,474	1,509
R-410A , HFC-32/HFC-125(50.0/50.0)	1,725	1,975	2,088	1,924	2,256
R-410B , HFC-32/HFC-125(45.0/55.0)	1,618	1,833	1,946	2,048	2,404
R-411A , HC-1270/HCFC-22/ HFC-152a(1.5/87.5/11.0)	1,503	1,501	1,597	1,555	1,733
R-411B , HC-1270/HCFC-22/ HFC-152a(3.0/94.0/3.0)	1,602	1,602	1,705	1,659	1,847
R-411C , HC-1270/HCFC-22/ HFC-152a(3.0/95.5/1.5)	1,626	1,625	1,730	1,683	1,874
R-412A , HCFC-22/PFC-218/ HCFC-142b(70.0/5.0/25.0)	1,990	2,140	2,286	2,172	2,052
R-413A , PFC-218/HFC-134a/ HC-600a(9.0/88.0/3.0)	1,774	1,774	2,053	1,945	2,183
R-414A , HCFC-22/HCFC-124/ HC-600a/HCFC-142b(51.0/28.5/4.0/16.5)	1,338	1,440	1,478	1,375	1,312
R-414B , HCFC-22/HCFC-124/ HC-600a/HCFC-142b(50.0/39.0/1.5/9.5)	1,259	1,320	1,362	1,274	1,295
R-415A , HCFC-22/HFC-152a(82.0/18.0)	1,419	1,416	1,507	1,468	1,637
R-415B , HCFC-22/HFC-152a(25.0/75.0)	530	515	546	544	613

溫室氣體化學式	AR2 (1995)	AR3 (2001)	AR4 (2007)	AR5 (2014)	AR6 (2021)
R-416A , HFC-134a/HCFC-124/ HC-600(59.0/39.5/1.5)	1,008	1,012	1,084	975	1,139
R-417A , HFC-125/HFC-134a/ HC-600(46.6/50.0/3.4)	1,955	2,234	2,346	2,127	2,508
R-418A , HC-290/HCFC-22/ HFC-152a(1.5/96.0/2.5)	1,636	1,635	1,741	1,693	1,886
R-419A , HFC-125/HFC-134a/ HE-E170(77.0/19.0/4.0)	2,403	2,865	2,967	2,688	3,171
R-420A , HFC-134a/HCFC-142b(88.0/12.0)	1,360	1,432	1,536	1,382	1,450
R-421A , HFC-125/HFC-134a(58.0/42.0)	2,170	2,518	2,631	2,385	2,812
R-421B , HFC-125/HFC-134a(85.0/15.0)	2,575	3,085	3,190	2,890	3,409
R-422A , HFC-125/HFC-134a/ HC-600a(85.1/11.5/3.4)	2,532	3,043	3,143	2,847	3,359
R-422B , HFC-125/HFC-134a/ HC-600a(55.0/42.0/3.0)	2,086	2,416	2,526	2,290	2,700
R-422C , HFC-125/HFC-134a/ HC-600a(82.0/15.0/3.0)	2,491	2,983	3,085	2,794	3,296
R-500 , CFC-12/HFC-152a(73.8/26.2)	6,014	7,854	8,077	7,564	8,309
R-501 , HCFC-22/CFC-12(75.0/25.0)	3,300	3,925	4,083	3,870	4,270
R-502 , HCFC-22/CFC-115(48.8/51.2)	4,516	4,516	4,657	4,786	5,872
R-503 , HFC-23/CFC-13(40.1/59.9)	13,078	13,198	14,560	13,299	15,558
R-504 , HFC-32/CFC-115(48.2/51.8)	4,043	3,995	4,143	4,299	5,344
R-505 , CFC-12/HCFC-31(78.0/22.0)	8,809	8,268	8,502	7,956	8,753
R-506 , CFC-31/CFC-114(55.1/44.9)	6,891	4,400	4,490	3,857	4,234
R-507A , HFC-125/HFC-143a(50.0/50.0)	3,300	3,850	3,985	3,985	4,775
R-508A , HFC-23/PFC-116(39.0/61.0)	10,175	11,939	13,214	11,607	13,258
R-508B , HFC-23/PFC-116(46.0/54.0)	10,350	11,946	13,396	11,698	13,412
R-509A , HCFC-22/PFC-218(44.0/56.0)	4,668	4,668	5,741	5,758	6,065

註 1：若無特別需求，依 ISO14064-1:2018 規範，應採用最新評估報告之 GWP 值

註 2：若有未在本表之物質，則可參考 IPCC 各年度評估報告

附錄二 營運中公共污水處理廠溫室氣體盤查設備清單

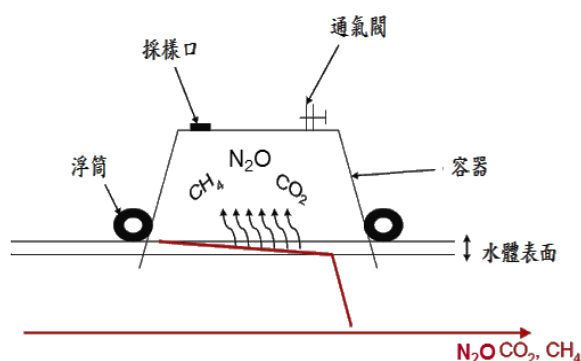
請參考 excel 表

附錄三 營運中公共污水處理廠溫室氣體盤查計算工具

請參考 excel 表

附錄四 污水處理廠污水/污泥處理單元溫室氣體逸散係數建立方法

有關各廠污水/污泥處理單元逸散之溫室氣體排放係數自行建立方式，各廠可參考聯合國教科文組織（United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO）及國際水力發電協會（International Hydropower Association, IHA）「水庫溫室氣體量測指引」內建議之密閉式浮箱法採樣，搭配離線實驗室分析，量測一定時間穿過水-氣界面的溫室氣體濃度差異，據以計算氣液界面溫室氣體通量。密閉式浮箱法採樣工具如附圖 4-1 所示。



(a) 示意圖

(b) 實體照片

附圖 4-1 密閉式浮箱法採樣工具示意圖及照片

一、採樣點位規劃

1. 污水/污泥處理單元溫室氣體：建議針對廠內各單元池槽分別檢測，例如：沉砂池、初沉池、生物單元、二沉池、污泥濃縮池、污泥消化池等，可依廠內實際狀況調整採樣點位。
2. 各單元水質：建議針對有執行溫室氣體採樣之單元檢測其進出流水水質。

二、排放係數取得：步驟說明如下，計算工具可參考附表一營運中公共污水處理廠排放係數計算工具（Excel 檔案）。

1. 量測一定時間內穿過水-氣界面的溫室氣體濃度差異，以附式 4-1 計算排放係數通量。

$$F_a = \left(\frac{V}{A} \right) \left(\frac{\Delta C}{\Delta T} \right) \left(\frac{P \times F1 \times F2}{R \times (273.15 + T)} \right)$$

附式 4-1

其中， F_a = 處理單元溫室氣體排放通量（mg CH₄/m²/day；mg N₂O/m²/day）；

V = 採氣罩之體積 (m^3);

A = 採氣罩之截面積 (m^2) ;

$\Delta C = 0$ 時間與 t 時間之溫室氣體濃度差 (ppmv);

ΔT = 二次採樣之時間差異 (min);

P = 當下環境的大氣壓力 (kPa);

F_1 = 氣體分子量, 二氧化碳為 44; 氧化亞氮為 44; 甲烷為 16 (g/mole);

F_2 = 時間轉換因子 ($1,440 \text{ min/day}$);

R = 氣體常數 ($8.3144 \text{ JK}^{-1}\text{mole}^{-1}$)

273.15 = 溫度單位由攝氏 ($^{\circ}\text{C}$) 轉換為絕對溫度 (K) 之轉換因子

T = 環境當下溫度 ($^{\circ}\text{C}$)

2. 得到排放通量計算結果後, 搭配廠內單元面積, 以附式 4-2 計算水體溫室氣體總排放量。

$$F_w = \sum A \times n \times F_a \quad \text{附式 4-2}$$

其中, F_w = 水體溫室氣體總排放量 ($\text{mg CH}_4/\text{day}$; $\text{mg N}_2\text{O}/\text{day}$);

A = 處理單元開放水域面積 (m^2);

n = 相同類型處理單元數量;

F_a = 溫室氣體排放通量 ($\text{mg CH}_4/\text{m}^2/\text{day}$; $\text{mg N}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{day}$)

3. 得到水體溫室氣體總排放量後, 再搭配當日水質檢測結果及該廠當日水量數據, 取得當日該廠污染物移除處理量, 以附式 4-3 及附式 4-4 建立溫室氣體排放係數 (Emission factor, $\text{kg CH}_4/\text{kg COD}_{\text{rev}}$ 、 $\text{kg N}_2\text{O}/\text{kg TN}_{\text{rev}}$)。

$$C_w = F_w \div \text{COD}_{\text{rev}} \quad \text{附式 4-3}$$

其中, C_w = 水體碳源之溫室氣體排放係數 ($\text{mg CH}_4/\text{mg COD}_{\text{rev}}$);

F_w = 水體溫室氣體總排放量 ($\text{mg CH}_4/\text{day}$);

COD_{rev} = (進流水 COD 濃度 mg/L -出流水 COD 濃度 mg/L) $\times$ 當日水量處理水量 (CMD) $\times 1,000 \text{ L/m}^3$, ($\text{mg COD}_{\text{rev}}/\text{day}$)

$$N_w = F_w \div \text{TN}_{\text{rev}} \quad \text{附式 4-4}$$

其中, N_w = 水體氮源移除之氧化亞氮排放係數 ($\text{kg N}_2\text{O}/\text{kg TN}_{\text{rev}}$);

F_w = 水體溫室氣體總排放量 ($\text{mg N}_2\text{O}/\text{day}$);

TN_{rev} = (進流水總氮濃度 mg/L -出流水總氮濃度 mg/L) $\times$ 當日水量處理水量 (CMD) $\times 1,000 \text{ L/m}^3$, ($\text{mg TN}_{\text{rev}}/\text{day}$)

附表一 營運中公共污水處理廠排放係數計算工具

處理單元	氣體項目	樣品編號 (3重複)	濃度 (0分鐘)	濃度 (30分鐘)	濃度差	氣溫	排放速率	採氣罩 體積	採氣罩 截面積	採樣現場 大氣壓力	F1 (分子量)	排放通量	排放通量均值	池槽面積	排放總量			污水處理量	COD削減量	BOD削減量	總氮削減量	VSS削減量	排放係數 (COD base)	排放係數 (BOD base)	排放係數 (TN base)	排放係數 (VSS base)				
單位			ppmv	ppmv	ppmv	°C	ppmv/min	m ³	m ²	kPa	g/mole	mg/m ² /day	mg/m ² /day	m ²	mg/day	g/day	kg/day	m ³ /day	kg/day	kg/day	kg/day		kg CO ₂ /kg CODrev kg CH ₄ /kg CODrev	kg CO ₂ /kg BODrev kg CH ₄ /kg BODrev	kg N ₂ O/kg TNrev	kg CO ₂ /kg VSSrev kg CH ₄ /kg VSSrev				
污水處理單元 採樣點1	CO ₂	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0													
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
	CH ₄	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00																		
	N ₂ O	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
污水處理單元 採樣點2	CO ₂	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
	CH ₄	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00																		
	N ₂ O	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
污水處理單元 採樣點3	CO ₂	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
	CH ₄	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00																		
	N ₂ O	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
污水處理單元 採樣點4	CO ₂	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
	CH ₄	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00																		
	N ₂ O	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
污泥處理單元 採樣點1	CO ₂	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
	CH ₄	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00																		
	N ₂ O	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
污泥處理單元 採樣點2	CO ₂	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
	CH ₄	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	16	0.00																		
	N ₂ O	1			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0												
		2			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
		3			0.00		0.0	0.2	0.045	101.3	44	0.00																		
污水處理單元總量	CO ₂														0.0	0.0	0.00						#DIV/0!	#DIV/0!	-					
	CH ₄														0.0	0.0	0.0						#DIV/0!	#DIV/0!	-					
	N ₂ O														0.0	0.0	0.0						-	-	#DIV/0!					
污泥處理單元總量	CO ₂														0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	#VALUE!				
	CH ₄														0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	#VALUE!				
污泥處理單元總量	N ₂ O														0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-					
															0.0	0.0	0.0													
污水處理單元總量															0.0	0.0	0.0													
污泥處理單元總量															0.0	0.0	0.0													