

# 金屬產業淨零碳排趨勢

黃瑞堂

金屬工業研究發展中心

產業升級服務處

知識應用服務組

財團法人金屬工業研究發展中心  
產業升級服務處-知識應用服務組



# 氣候變遷因應

我國已於溫室氣體減量及管理法訂定長期減量目標：  
2050年溫室氣體排放量降為2005年溫室氣體排放量50%以下；  
2021年10月《溫室氣體減量及管理法》修正草案擬修正目標為：

為務實達到長期目標，另外訂定5年為一期的溫室氣體排放量目標：

第一期（2016-2020年）目標為2020年減量2%（相較於2005年）

第二期（2021-2025年）目標為2025年減量10%

第三期（2026-2030年）目標為2030年減量20%

氣候變遷是全人類共同面臨的挑戰，台灣也不能倖免於外，「淨零碳排」已成為國際間熱門關鍵字，全球已有超過130個國家宣示2050年達成淨零碳排，**歐盟更規劃在2023年開徵碳關稅**，**越來越多跨國企業也將供應鏈碳足跡與減碳績效列入採購指標**，這對貿易以出口為導向的臺灣來說，無疑是一場考驗，若不積極因應，經濟將受到衝擊；日前政府也展現決心，計畫在2025年達成減碳20%、2050年實現淨零碳排的目標。

# 第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源

環保署自民國105年公告「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」，包含發電、鋼鐵、石油煉製、水泥、半導體及薄膜電晶體液晶顯示器等特定行業製程別，以及全廠（場）化石燃料燃燒產生年溫室氣體**排放量達2.5萬公噸二氧化碳當量 (CO<sub>2</sub>e)**以上者，應於每年8月31日前完成前一年度全廠（場）溫室氣體排放量盤查登錄作業。

| 溫室氣體排放源     |                         | 條件說明  |
|-------------|-------------------------|---|
| 行業別         | 製程別                     |   |
| 發電業         | 汽力機組鍋爐發電程序              | 具備汽力機組鍋爐發電程序且採用化石燃料者。   |
|             | 複循環機組發電程序               | 具備複循環機組發電程序且採用化石燃料者。  |
| 鋼鐵業         | 一貫煉鋼鋼胚生產程序              | 包含煉鐵、煉鋼、熱軋、冷軋等程序，且生產鋼胚者。  |
|             | 電弧爐碳鋼鋼胚生產程序             | 包含電弧爐煉鋼程序、精煉爐及連續鑄造程序，且生產碳鋼鋼胚者。  |
|             | 電弧爐不銹鋼鋼胚生產程序            | 包含電弧爐煉鋼程序、轉爐、真空精煉爐及連續鑄造程序，且生產不銹鋼鋼胚者。  |
|             | H型鋼生產程序                 | 包含加熱、軋製、噴砂及研磨程序，且生產H型鋼者。  |
|             | 不銹鋼熱軋鋼捲（板）生產程序          | 包含加熱及軋製程序，且生產不銹鋼熱軋鋼捲（板）者。   |
| 石油煉製業       | 石油煉製程序                  | 以礦產原油或油頁岩等為原料，從事汽油、煤油、柴油、潤滑油、石蠟、石油醚、有機溶劑或其他石油品之提煉者。   |
| 水泥業         | 具備熟料生產程序                | 熟料生產程序包含生料研磨製程及熟料燒成製程。其中熟料係指含氧化鈣 (CaO)、氧化矽 (SiO <sub>2</sub> )、氧化鋁 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 及氧化鐵 (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 之原料，依適當比例並經研磨後投入於水泥窯爐中，燒至部分熔融所得以矽酸鈣為主要礦物成分之水硬性膠凝物質。 |
| 半導體業        | 積體電路晶圓製造程序              | 包含經由物理氣相沈積、化學氣相沈積、光阻、微影、蝕刻、擴散、離子植入、氧化與熱處理等製程；僅從事晶圓封裝、磊晶、光罩製造、導線架製造、二極體製造及發光二極體製造等作業或製程中確實未使用含氟溫室氣體者，非屬本公告之適用對象。   |
| 薄膜電晶體液晶顯示器業 | 具備薄膜電晶體元件陣列基板或彩色濾光片生產程序 | 薄膜電晶體液晶顯示器之製程中，包含擴散、薄膜、黃光顯影、蝕刻或彩色濾光片等程序；製程中確實使用含氟溫室氣體，亦屬本公告之適用對象。   |

# 第二批事業應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源

110年應盤查登錄109年溫室氣體排放量的排放源計287家，直接排放量約223百萬公噸二氧化碳當量，約占全國溫室氣體排放量的78%。

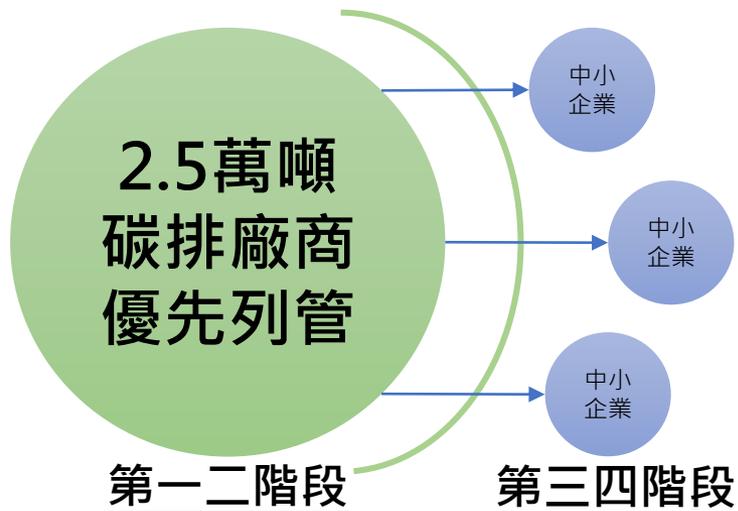
環保署說明本次修正草案公告新增第二批事業應盤查登錄排放量之排放源，全廠（場）化石燃料燃燒「直接」溫室氣體年排放量，及使用電力「間接」溫室氣體年排放量合計達2.5萬公噸二氧化碳當量以上製造業，都將列為第二批列管範圍。

環保署8/8日正式公告新增第二批應辦理盤查登錄溫室氣體排放量對象，包括電子零組件製造業、化學材料製造業、紡織業、金屬基本工業、非金屬礦物製品製造業等行業都列入，合計250家業者必須在明年8月底完成登錄，新規定明年元旦上路。

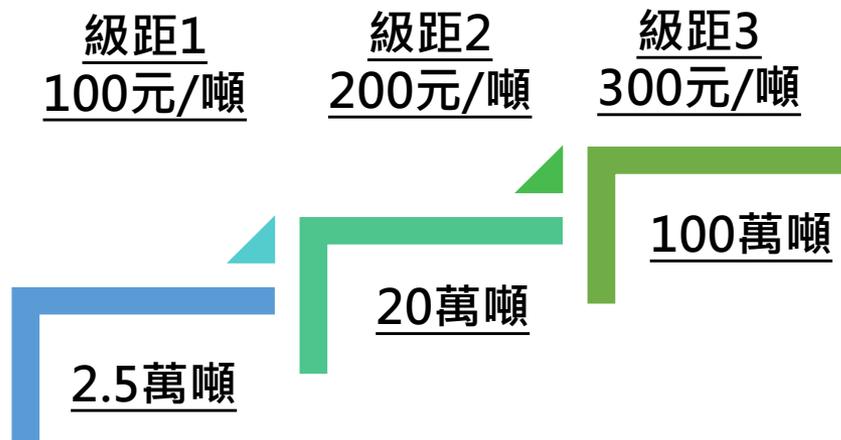
自明年1月1日起適用，應於明年8月31日前完成111年度溫室氣體排放量盤查登錄，並於往後年度依規定期限辦理

# 我國淨零政策走向 – 碳費徵收概況

## 1 分階段徵收



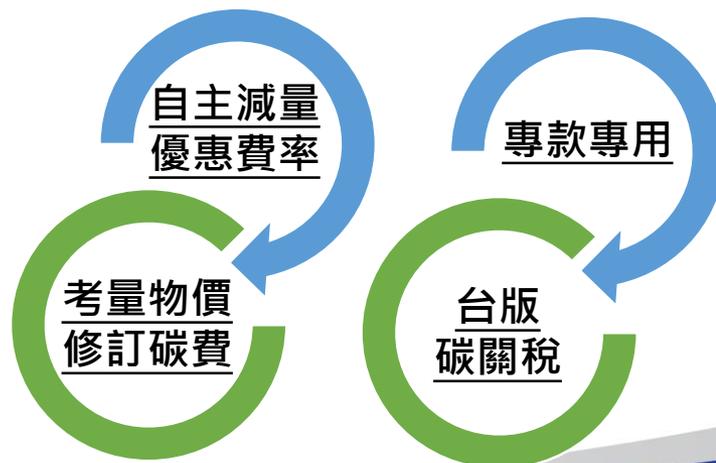
## 2 分級距徵收



## 3 分排放源徵收



## 4 調整機制



# 碳議題~相關名詞說明

- **碳中和**：二氧化碳淨零排放，即特定時期內，CO<sub>2</sub>人為排放量等於CO<sub>2</sub>人為移除量
- **淨零排放**：特定時期內，人為向大氣中排放的溫室氣體（Greenhouse Gas，GHG）與人為移除量相抵消，GHG人為排放量等於GHG 人為移除量

<<兩者較為相似，淨零排放涵蓋的氣體更為廣泛。>>

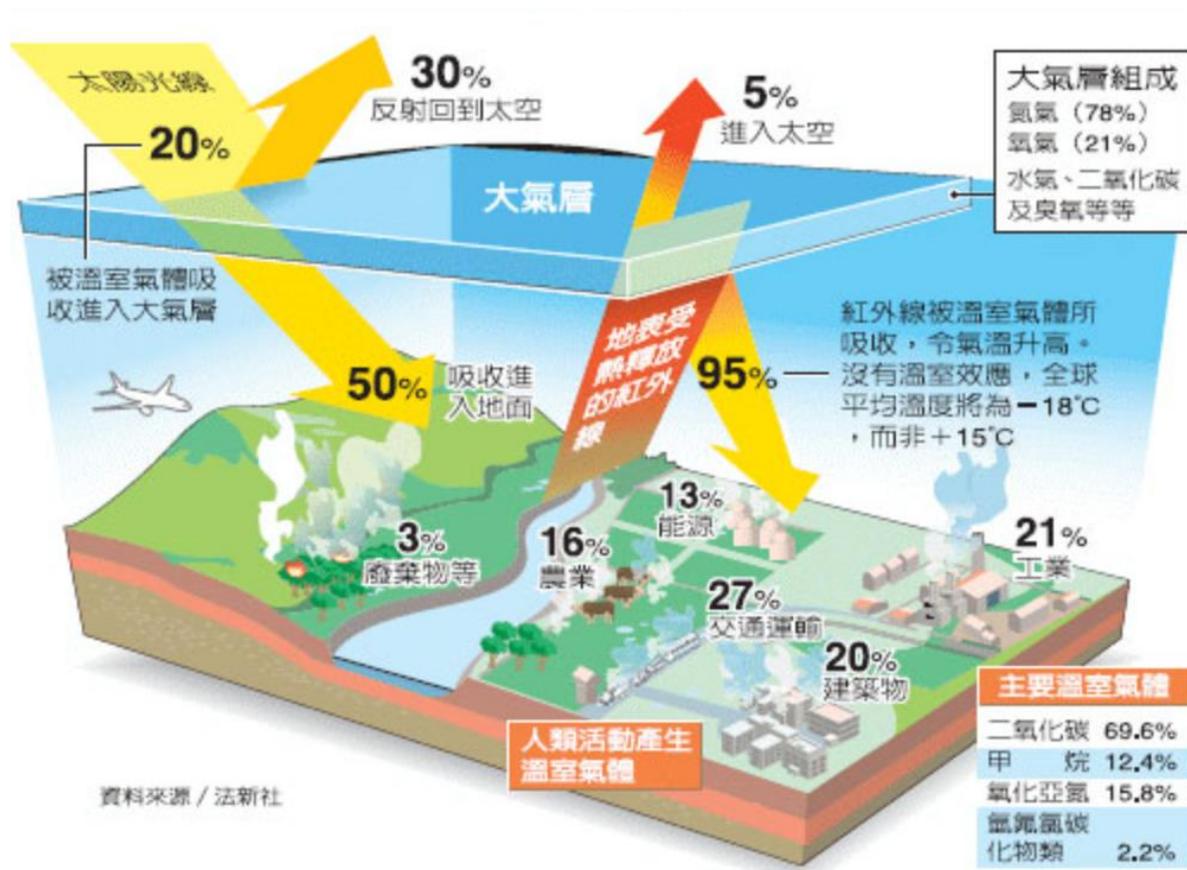
- **氣候中和**：不僅需要實現淨零排放，且在此過程中還需要考慮到人類活動造成的其他影響。

| 目標     | 碳中和   | 淨零排放                | 氣候中和            |
|--------|---|---------------------|-----------------|
| 定義     | CO <sub>2</sub> 人為排放<br>=CO <sub>2</sub> 人為移除 | GHG人為排放<br>=GHG人為移除 | 淨零排放+其他人類活動影響考慮 |
| 規範氣體種類 | CO <sub>2</sub>                               | 溫室氣體                | 溫室氣體            |
| 代表國家   | 中國大陸  | 美國、日本               | 歐盟各國            |

# 溫室氣體效應

## 主要溫室氣體

1. 二氧化碳(CO<sub>2</sub>)
2. 甲烷(CH<sub>4</sub>)
3. 氧化亞氮(N<sub>2</sub>O)
4. 三氟化氮(NF<sub>3</sub>)
5. 六氟化硫(SF<sub>6</sub>)
6. 氫氟碳化物(HFCs)
7. 全氟碳化物(PFCs)



# ISO 14000標準系列

## 環境管理系統

- **14001**環境管理系統 / 附使用指引之要求事項
- 14004/實施之一般指導綱要
- 14005/分階段實施之彈性方法指導綱要

## 環境管理

- 14015/場址與組織之環境評估
- 14031/環境績效評估—指導綱要
- 14040/生命週期評估 - 原則與架構+補充增修1
- 14044/生命週期評估 - 要求事項與指導綱要+補充增修
- 14046/水足跡 - 原則、要求事項及指導綱要
- 14048/生命週期評估 - 數據文件化格式
- 14049/生命週期評估 - CNS 14041目的與範疇界定及盤查分析之應用範例
- 14050/詞彙
- 14062/整合環境考量面於產品設計與發展
- 14063/環境溝通 - 指導綱要與範例

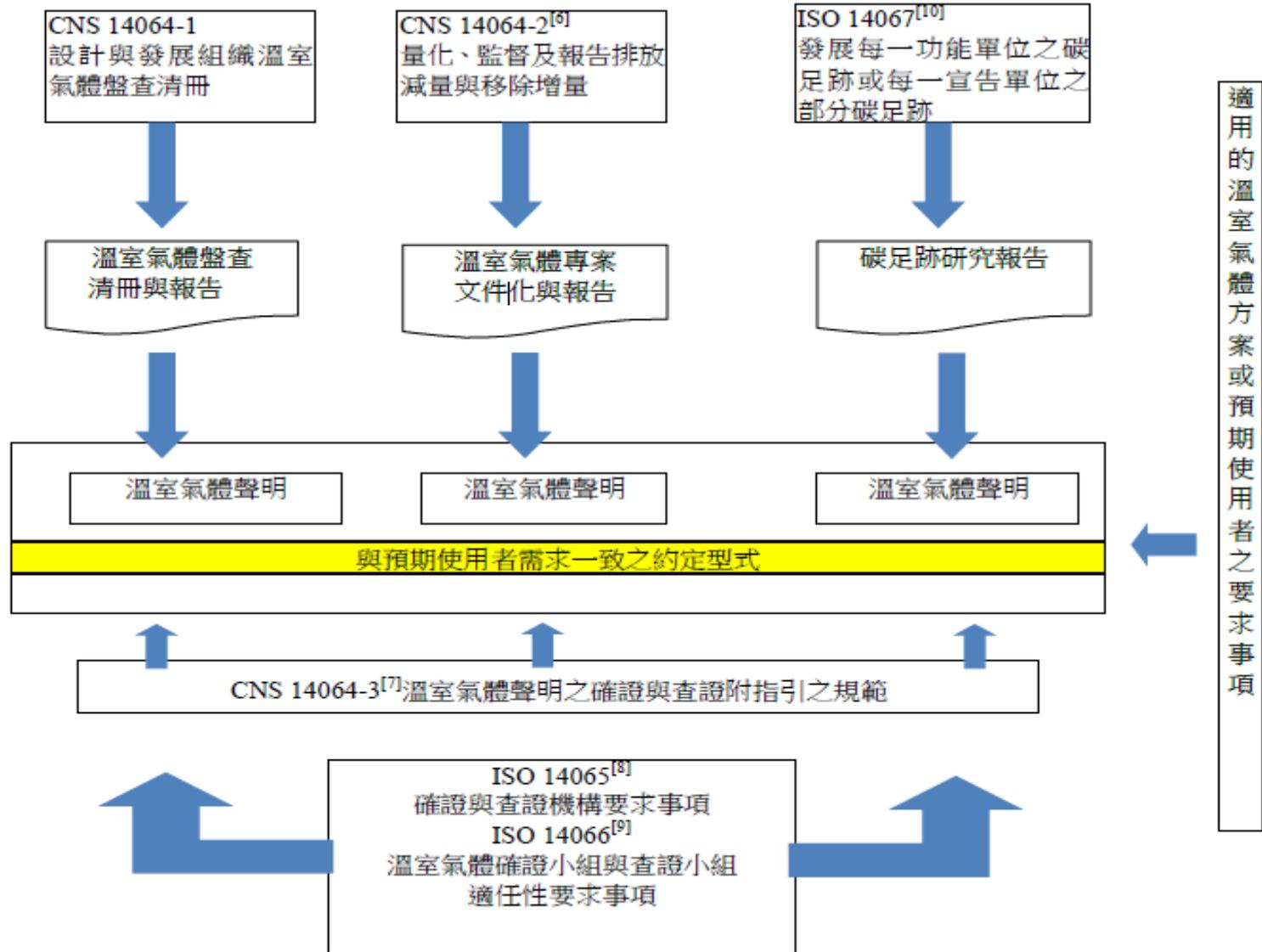
## 環境標誌與宣告

- 14020/總則
- 14021/自行宣告之環境訴求 (第二類環境標誌)(補充增修1: 碳足跡, 碳中和)
- 14024/第一類環保標章 - 原則與程序
- 14025/第三類環境宣告 - 原則與程序

## 溫室氣體

- **14064-1/第1部：組織層級溫室氣體排放與移除量化及報告附指引之規範**
- 14064-2/第2部：專案層級溫室氣體排放減量或移除增量之量化、監督及報告附指引之規範
- 14064-3/第3部：溫室氣體聲明之查證與確證附指引之規範
- 14065/使用於溫室氣體確證與查證機構的認證或其他認可形式之要求事項
- **14067/產品碳足跡 - 量化之要求事項與指導綱要**

# CNS 14060(ISO 14060)系列溫室氣體標準間之關聯圖



# ISO 14060系列溫室氣體標準

|       | 組織層級溫室氣體         | 專案層級溫室氣體         | 產品碳足跡          |
|-------|------------------|------------------|----------------|
| 第一版標準 | ISO 14064-1:2006 | ISO 14064-2:2006 | PAS 2050:2008  |
| 第二版標準 | ISO 14064-1:2018 | ISO 14064-2:2019 | PAS 2050:2011  |
|       |                  |                  | ISO 14067:2018 |

| 認證編號                  | 驗證機構名稱                                |
|-----------------------|---------------------------------------|
| <a href="#">VB001</a> | <a href="#">香港商英國標準協會太平洋有限公司台灣分公司</a> |
| <a href="#">VB002</a> | <a href="#">台灣檢驗科技股份有限公司</a>          |
| <a href="#">VB003</a> | <a href="#">英商勞氏檢驗股份有限公司台灣分公司</a>     |
| <a href="#">VB004</a> | <a href="#">艾法諾國際股份有限公司</a>           |
| <a href="#">VB005</a> | <a href="#">台灣衛理國際品保驗證股份有限公司</a>      |
| <a href="#">VB007</a> | <a href="#">台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司</a>    |
| <a href="#">VB009</a> | <a href="#">立恩威國際驗證股份有限公司</a>         |
| <a href="#">VB011</a> | <a href="#">財團法人台灣商品檢測驗證中心</a>        |
| <a href="#">VB012</a> | <a href="#">財團法人金屬工業研究發展中心</a>        |

## ISO 14065 確證與查證機構(共7筆資料)

組織層級查證/行政院環保署溫室氣體方案(共7家: 1、2、3、4、5、7、9)

組織層級查證/自願性溫室氣體方案(共7家: 2、4、5、7、9、11、12)

專案層級確證與查證/行政院環保署溫室氣體方案(共4家:1、2、5、9)

專案層級確證與查證/自願性溫室氣體方案(共4家:1、2、5、9)

碳足跡/行政院環保署碳足跡方案(共4家:1、2、5、7)

碳足跡/自願性碳足跡方案(共4家:1、2、5、7)

國際航空業碳抵換及減量計畫(共2家:5、9)

# 碳盤查、碳足跡差異說明

以中鋼鋁業為例:產品包括鋁板、鋁捲、鋁箔、鋁條、鋁合金錠、鋅合金錠、鋅陽極版及熱浸鍍鋅錠等

**碳盤查**  
(全廠)



製造

全廠碳排放:**202,484公噸CO2e/年**  
(中鋼鋁業廠內製造各項產品總排碳量)

**針對工廠邊界內所有排放源進行評估**

**產品碳足跡**：每公噸鋁捲

碳足跡生命週期

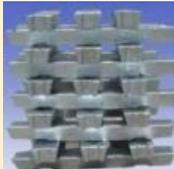
原料

製造

配送

消費者使用

廢棄處理  
回收/處置



|                   | 原料階段  | 製造階段 | 總計    |
|-------------------|-------|------|-------|
| 碳排放量(公噸CO2e/公噸鋁捲) | 11.26 | 1.86 | 13.12 |
| 占比(%)             | 86    | 14   | 100   |

**以生命週期整體概念進行評估**

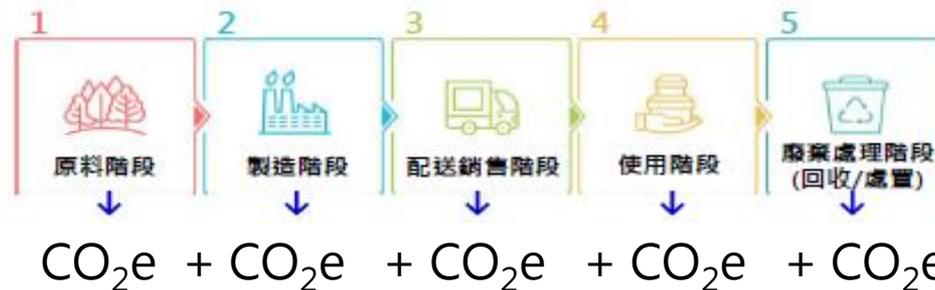
產品碳足跡**13.12公噸CO2e/每公噸鋁捲**

# 產品碳足跡：生命週期

產品或服務在整個生命週期過程所直接與間接產生的溫室氣體排放量



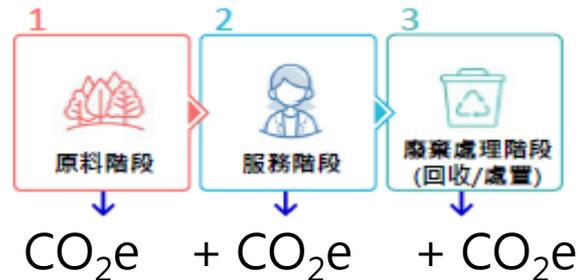
把歷程中所產生的碳都收集起來



食品、飲料、民生消費品、  
電機電子用品...等

B2B:原料=>製造=>運輸

B2C:原料=>製造=>運輸=>使用=>棄置/回收



旅館住宿服務、運輸服務、百貨零售服務、**運輸服務**、金融服務...等

# 溫室氣體量化

$$\text{溫室氣體排放量(CO}_2\text{e)} = \sum (\text{活動數據} \times \text{排放係數} \times \text{GWP})$$

**二氧化碳當量** (carbon dioxide equivalent, CO<sub>2</sub>e)

供比較溫室氣體相對於二氧化碳造成的輻射衝擊之單位。

二氧化碳當量係使用特定溫室氣體之質量乘以其全球暖化潛勢計算而得。

**溫室氣體排放係數** (greenhouse gas emission factor, GHG emission factor)

與溫室氣體排放的溫室氣體活動數據有關之係數。

**全球暖化潛勢** (global warming potential, GWP)

是衡量溫室氣體對全球暖化影響的一種手段。是將特定氣體和相同質量二氧化碳比較之下，造成全球暖化的相對能力。



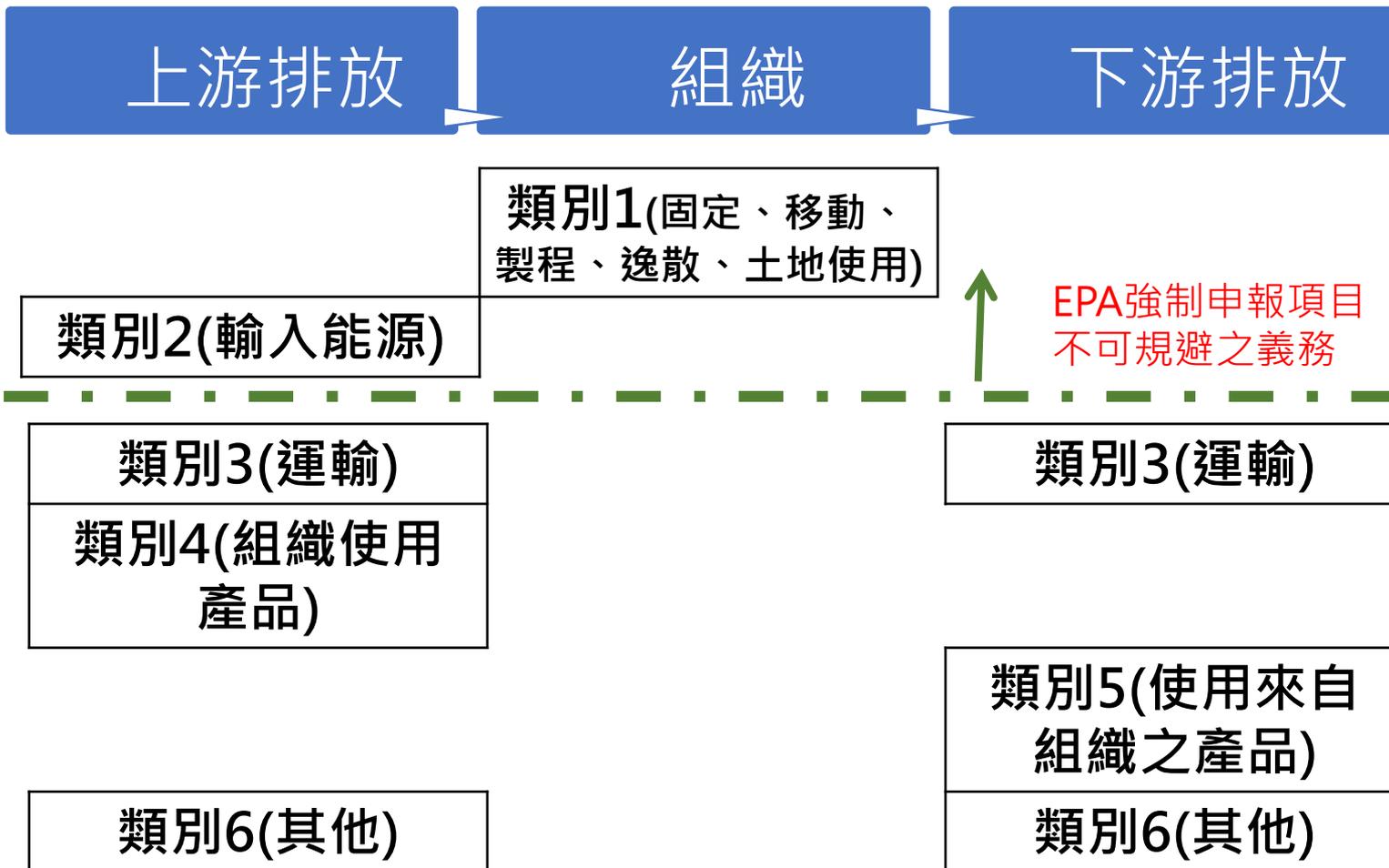
# 溫室氣體GWP值

碳盤查溫室氣體

| 溫室氣體化學式                               | GWP值          |
|---------------------------------------|---------------|
| CO <sub>2</sub> 二氧化碳                  | 1             |
| CH <sub>4</sub> 甲烷                    | 25/27.9       |
| N <sub>2</sub> O氧化亞氮                  | 298 /273      |
| SF <sub>6</sub> 六氟化硫                  | 22,800/25200  |
| PFCS全氟碳化物                             | 2~25,200      |
| HFCs氟氫碳化物                             | 5~14,800      |
| NF <sub>3</sub> · 三氟化氮                | 17,200/17,400 |
| R744(CO <sub>2</sub> )                | 1             |
| CF <sub>4</sub> · 四氟化碳                | 7,390/7,380   |
| C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> · 六氟乙烷  | 12,200/12,400 |
| C <sub>3</sub> F <sub>8</sub> · 全氟丙烷  | 8,830/9,290   |
| C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> · 八氟環丁烷 | 10,300/-      |

| 氟氫碳化物   | GWP值         |
|---|--------------|
| HFC-134a · R-134a · 1,1,1,2-四氟乙烷 · C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub>               | 1,430/1,530  |
| HFC-143 · 1,1,2-三氟乙烷 · CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> F                                     | 353/364      |
| HFC-143a · R-143a · 1,1,1-三氟乙烷 · C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>                 | 4,470/5,810  |
| HFC-152a · R-152a · 1,1-二氟乙烷 · C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub>                   | 124 /164     |
| HFC-227ea · 1,1,1,2,3,3,3-七氟丙烷 · CF <sub>3</sub> CHFCF <sub>3</sub>                           | 3,220/3,600  |
| HFC-236fa · 1,1,1,3,3,3-六氟丙烷 · C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>                   | 9,810/ 8,690 |
| HFC-245fa · 1,1,1,3,3-五氟丙烷 · CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>                 | 1,030 /962   |
| HFC-365mfc · 1,1,1,3,3-五氟丁烷 · CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> | 794 /914     |
| HFC-4310mee · 1,1,1,2,2,3,4,5,5,5-十氟戊烷 · CF <sub>3</sub> CHFCHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>  | 1,640/1,600  |
| R404a · R125/143a/134a ( 44/52/4 )  | 3,922/4,728  |
| R407c · R32/125/134a ( 23/25/52 )   | 1,774/1,908  |
| R408a · R125/R143a/22 ( 7/46/47 )   | 3,152/3,856  |
| R410a · R32/125 ( 50/50 )   | 2,088/2,256  |

# 碳盤查 - ISO 14064-1 報告邊界



# ISO 14064-1盤查項目

- 以二氧化碳當量(CO<sub>2</sub>e)之公噸(t) 數為單位，對二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、甲烷(CH<sub>4</sub>)、氧化亞氮(N<sub>2</sub>O)、三氟化氮(NF<sub>3</sub>)、六氟化硫(SF<sub>6</sub>)及其他適當的溫室氣體族群〔氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)等〕，分別量化直接溫室氣體排放量。
- 5.2.4 溫室氣體盤查類別

溫室氣體排放量應匯總至組織層級之下列種類中：

- (a)直接溫室氣體排放量與移除量。(類別1)
- (b)來自輸入能源之間接溫室氣體排放量。(類別2)
- (c)來自運輸之間接溫室氣體排放量。(類別3)
- (d)來自組織使用的產品之間接溫室氣體排放量。(類別4)
- (e)來自使用組織的產品所衍生的間接溫室氣體排放量。(類別5)
- (f)來自其他來源之間接溫室氣體排放量。(類別6)

# 類別1 直接溫室氣體排放與移除

| 排放類型         | 活動/設施                           | 排放源   | 排放源可能產生溫室氣體  |
|--------------|---------------------------------|---|--|
| 固定式<br>( E ) | 鍋爐、加熱爐、轉化爐、窯爐、熔爐、烘缸、緊急發電機、渦輪發電機 | 柴油/超級柴油/天然氣/煤炭...等                                | CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O |
|              | 廚房瓦斯爐                           | 天然瓦斯/桶裝瓦斯   |  |
|              | 粉煤濕底鍋爐                          | 汽電共生  |  |
|              | 焚化爐                             | 廢棄物燃燒   | CO <sub>2</sub>                                    |
|              | 廢氣燃燒塔、RTO                       | VOCs燃燒  | CO <sub>2</sub>                                    |
| 移動式<br>( T ) | 移動源燃料 (推高機、吊車、公務車、貨運車隊、運輸槽車)    | 汽油/柴油   | CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O |
|              | 船舶燃料                            | 超低硫燃油 (ULSFO)<br>極低硫燃油 (VLSFO)<br>重燃油、LNG (液化天然氣) |  |
|              | 飛機燃料                            | 航空燃油  |  |

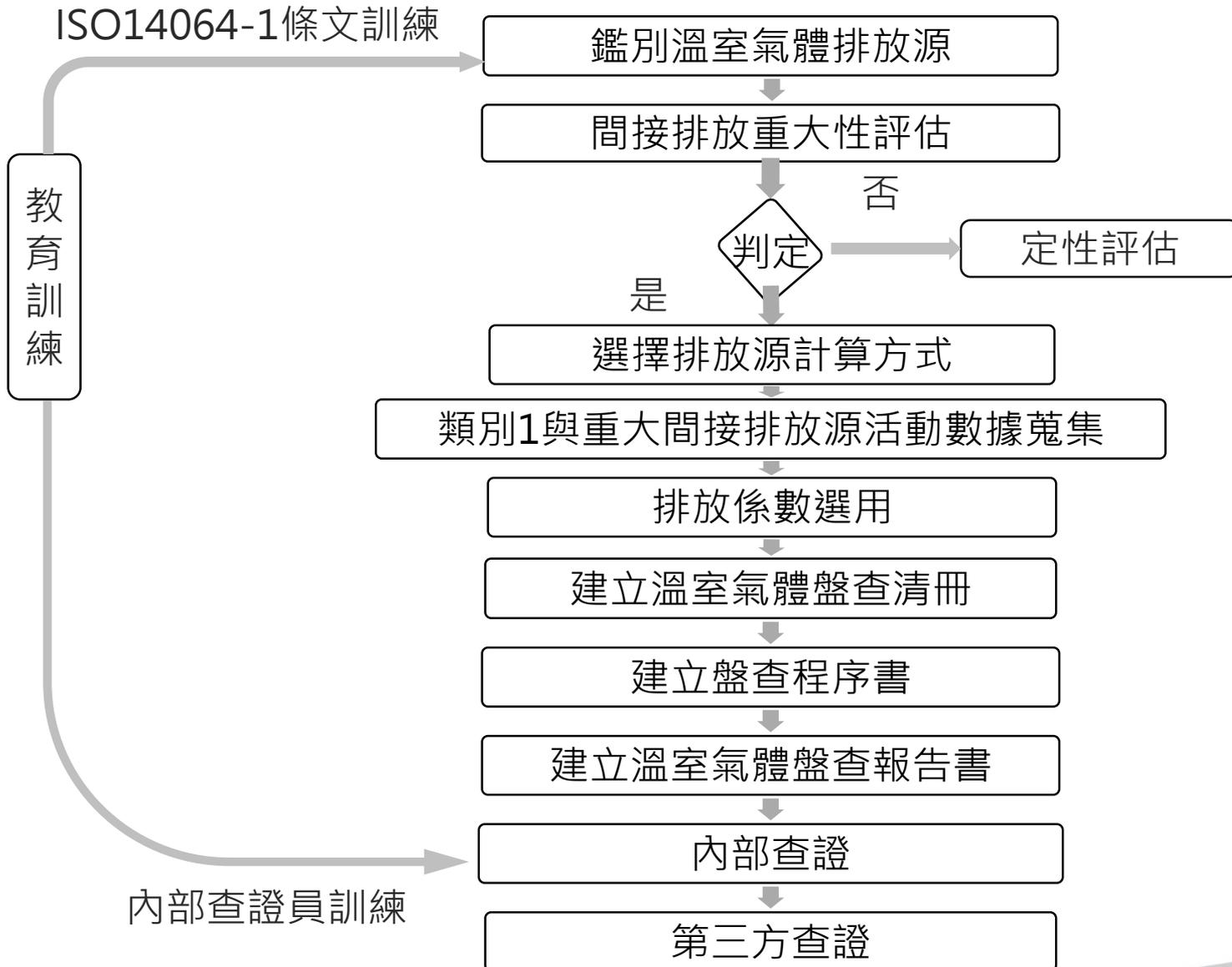
# 類別1 直接溫室氣體排放與移除

| 排放類型               | 潛在溫室氣體源   | 排放源可能產生溫室氣體                      |
|--------------------|---|----------------------------------|
| 製程<br>( P )        | 水泥、鋼鐵、石灰、碳酸鈉 (製造/ 使用)、電鍍 (焊條)、乙炔(金屬切割器)                     | CO <sub>2</sub>                  |
|                    | 碳化物製程 (製造/ 使用)  | CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> |
|                    | 硝酸/ 己二酸製程   | N <sub>2</sub> O                 |
|                    | 二氟一氯甲烷 (R22) 製程   | HFC 23                           |
|                    | 半導體/ LCD/ PV製程  | PFCs                             |
| 人為系統 / 逸散<br>( F ) | 廢棄物掩埋、廢水或污泥厭氧處理管線、閥件、儲槽之逸散、化糞池                              | CH <sub>4</sub>                  |
|                    | CO <sub>2</sub> 滅火器/KBC滅火器/FM200滅火器                         | CO <sub>2</sub> /HFCs            |
|                    | 氣體斷路器 (GCB/GIS)   | SF <sub>6</sub>                  |
|                    | 溶劑、噴霧劑、冷媒等逸散 (冰水主機、冷氣機、除濕機、飲水機、冰箱、車輛空調、冷凍冷藏設備、冷凍室乾燥機、冷飲販賣機) | HFCs                             |

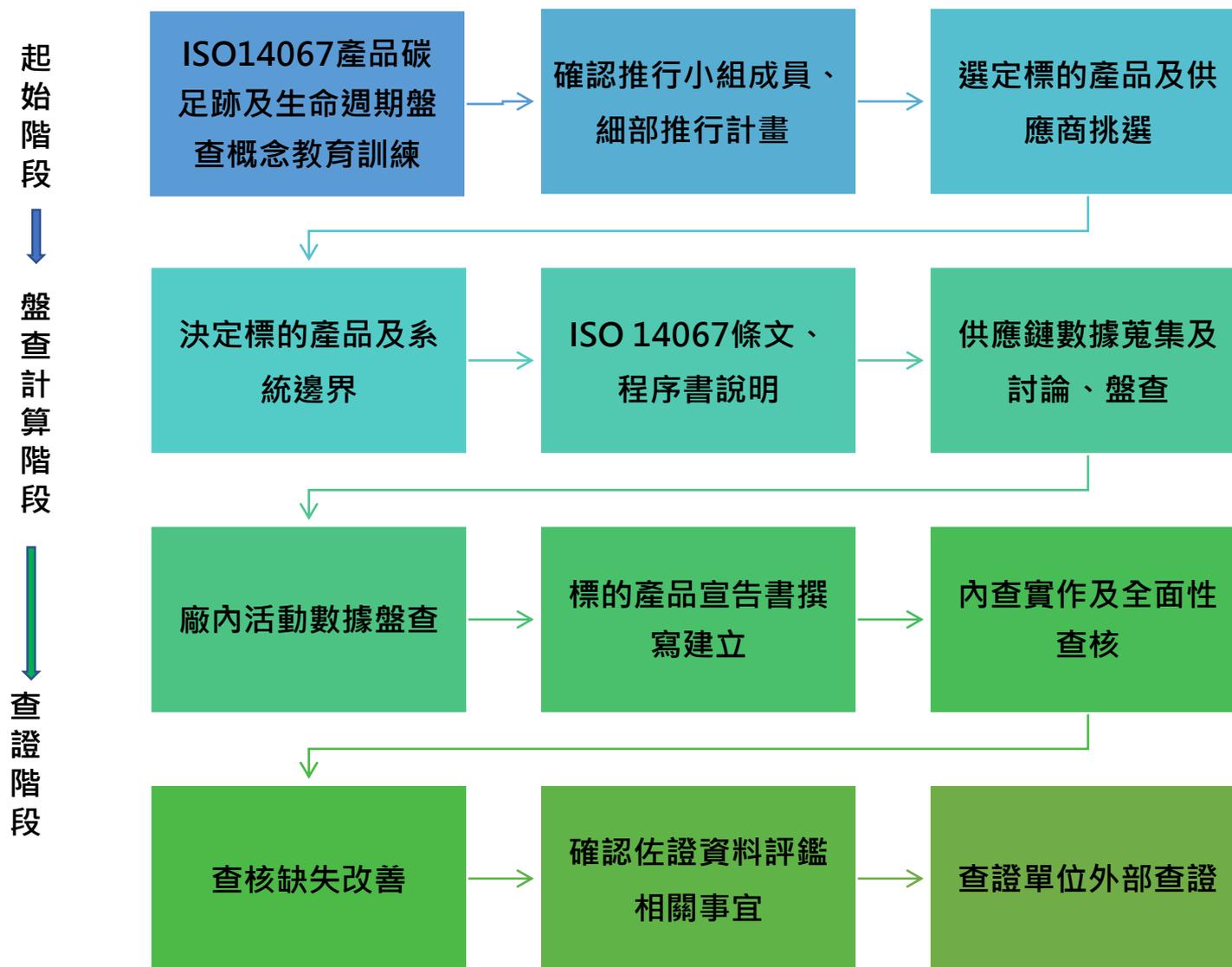
# 類別2、3溫室氣體排放源彙整表

|            | 類別     | 對應活動/設備種類  |
|------------|--------|--|
| <b>類別2</b> | 能源間接排放 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 使用外購電力的機械設備，包含一般電力及認購綠電；</li><li>• 使用外購蒸汽或熱的機械設備（若為邊界內自行生產的電力、蒸汽或熱，則計入範疇一）</li></ul> |
|            |        |  |
| <b>類別3</b> | 其它間接排放 | <ul style="list-style-type: none"><li>• 員工通勤、商務旅遊（私家車或大眾運輸）或租車；</li><li>• 產品製造過程中所衍生之原物料/燃料/產品或廢棄物的委外運輸處理。</li></ul>         |

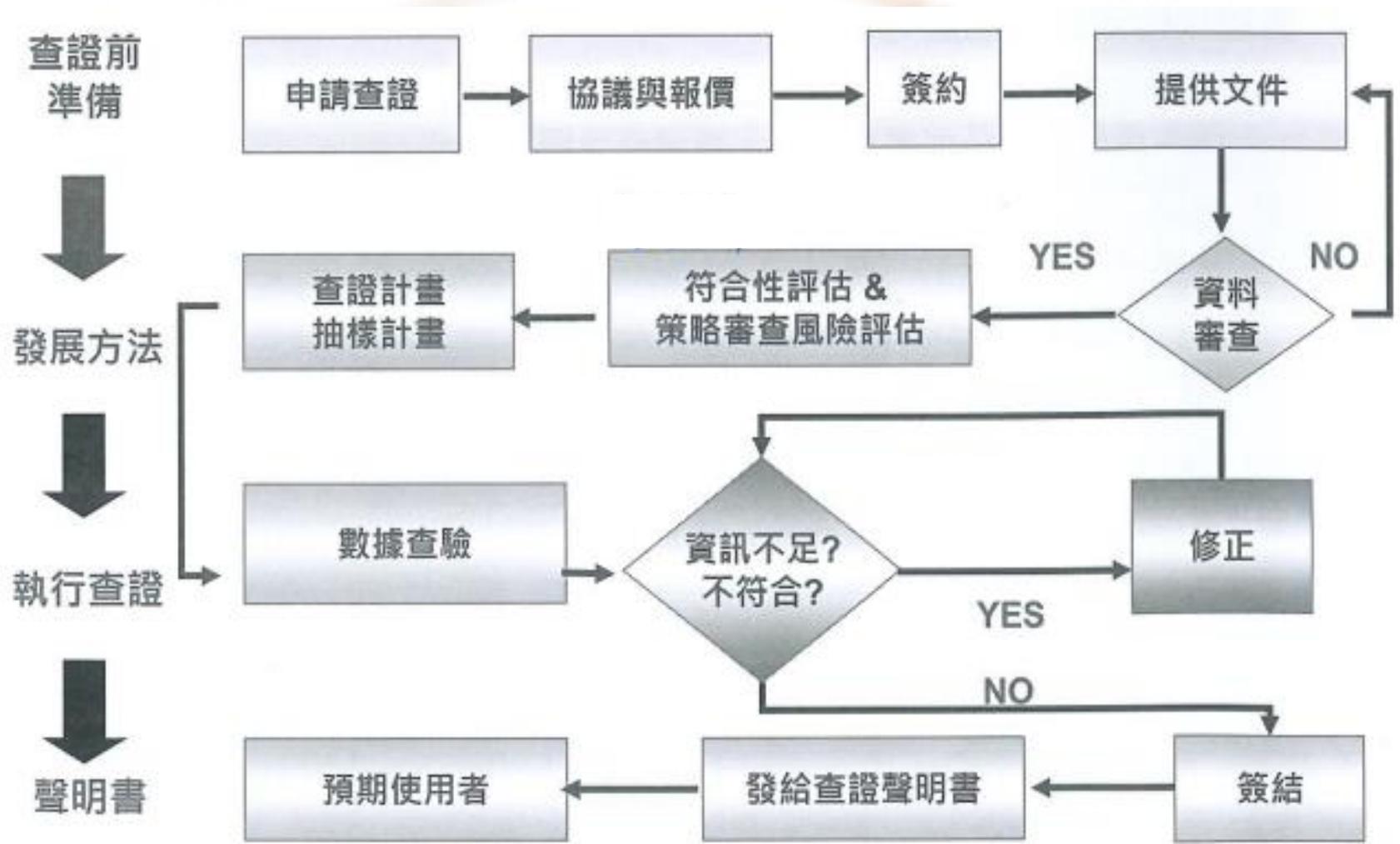
# 碳盤查輔導



# 產品碳足跡輔導流程圖



# 查證流程



# 溫室氣體盤查報告內容

- 1) 提出報告的組織之描述。
- 2) 此報告之負責人員或單位。
- 3) 報告之涵蓋期間。
- 4) 組織之邊界的文件。
- 5) 報告邊界之文件，包含由組織所決定用以界定重大排放之準則。
- 6) 直接溫室氣體排放量/移除量。
- 7) 描述溫室氣體盤查中處理生物源二氧化碳(CO<sub>2</sub>)排放與移除之方法。
- 8) 任何重大溫室氣體源或溫室氣體匯排除量化之理由。
- 9) 各別量化的間接溫室氣體排放。
- 10) 選擇的歷史基準年與基準年之溫室氣體盤查清冊。
- 11) 變更(如:基準年或其他過去的溫室氣體數據或類別之任何改變、重新計算導致的任何可比性限制之文件。
- 12) 量化方法。
- 13) 先前使用的量化方法之任何變更之理由。
- 14) 使用的溫室氣體排放或移除係數之參考或文件。
- 15) 排放量與移除量數據準確度的不確定性;不確定性評鑑之敘述與結果。
- 16) 溫室氣體報告已依據本標準製備完成之聲明。
- 17) 是否經過查證之公開聲明，包括查證類型及獲得之保證等級。
- 18) 用於計算之全球暖化潛勢值(GWPs)及其來源。

# 結論

- 全球暖化與氣候變遷已成為全球重要的永續發展議題，未來應無法符合該區域碳排放法規之產品，導致無法外銷產品至該區域。
- “溫室氣體減量法” 企業由自願性 <盤查/登錄/減量> 改為強制性，且有明確罰則。
- 及早進行碳盤查，其次再找尋製程減碳解決方案，最終提供客戶更低碳的製程或產品，並與國際趨勢接軌，取得全球綠色供應鏈的入場券。

**金屬工業研究發展中心  
產業升級服務處 知識應用服務組**

**黃瑞堂**

**04-23502169#602**

**0926842511**

**940960@mail.mirdc.orgtw**