

產品碳含量試填工作坊

報告人：胡國信、曾聖評

知識應用服務組
產業升級服務處
金屬工業研究發展中心



經濟部產業發展署
Industrial Development Administration
Ministry of Economic Affairs



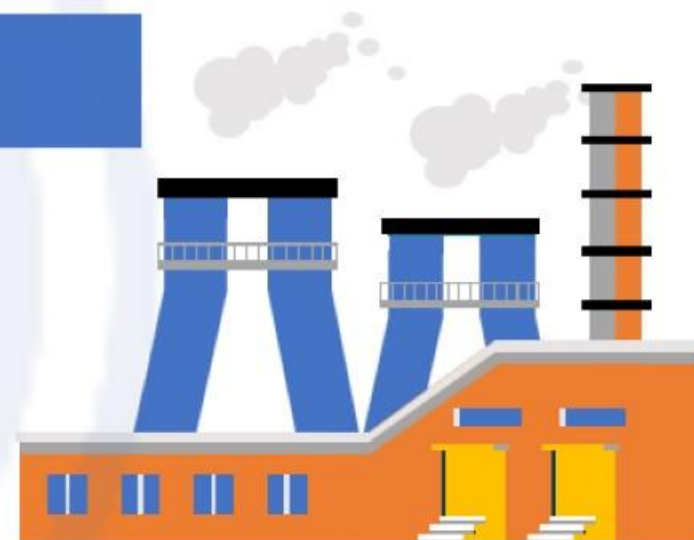
金屬工業研究發展中心
METAL INDUSTRIES RESEARCH & DEVELOPMENT CENTRE

目錄

一 系統邊界設定及產品碳含量計算方式

二 鋼鐵及鋁前驅物與特別規定

三 數據選用及監測方法



一、系統邊界設定及產品碳含量計算方式

產品碳含量計算原則

- 應涵蓋生產產品過程的直接或間接所有相關溫室氣體排放源
- 應設定生產流程的系統邊界及鑑別排放源



資料來源:歐盟CBAM線上說明會簡報資料

產品碳含量計算原則

1

在產品的生產設施層級，應按照規定之方法監測產品的溫室氣體的直接排放

2

當輸入、產生、逸散或輸出可量測的熱源時，相關的排放應照規定的方法進行監測

3

為監測生產產品中的間接排放，應照規定的方法監測生產過程中的電力消耗

- 自行發電→應監控生產該電力相關的排放，以確定該電力的排放係數
- 外購電力→排放係數應根據來自官方的數據，如前二至五年期間的國家統計數據
- 生產過程之間傳輸或從設施輸出的任何電量也應受到監控

4

設施的直接排放，包括熱生產和消耗、電力生產和消耗，以及任何相關的廢氣，都應歸屬於商品的生產過程之內

5

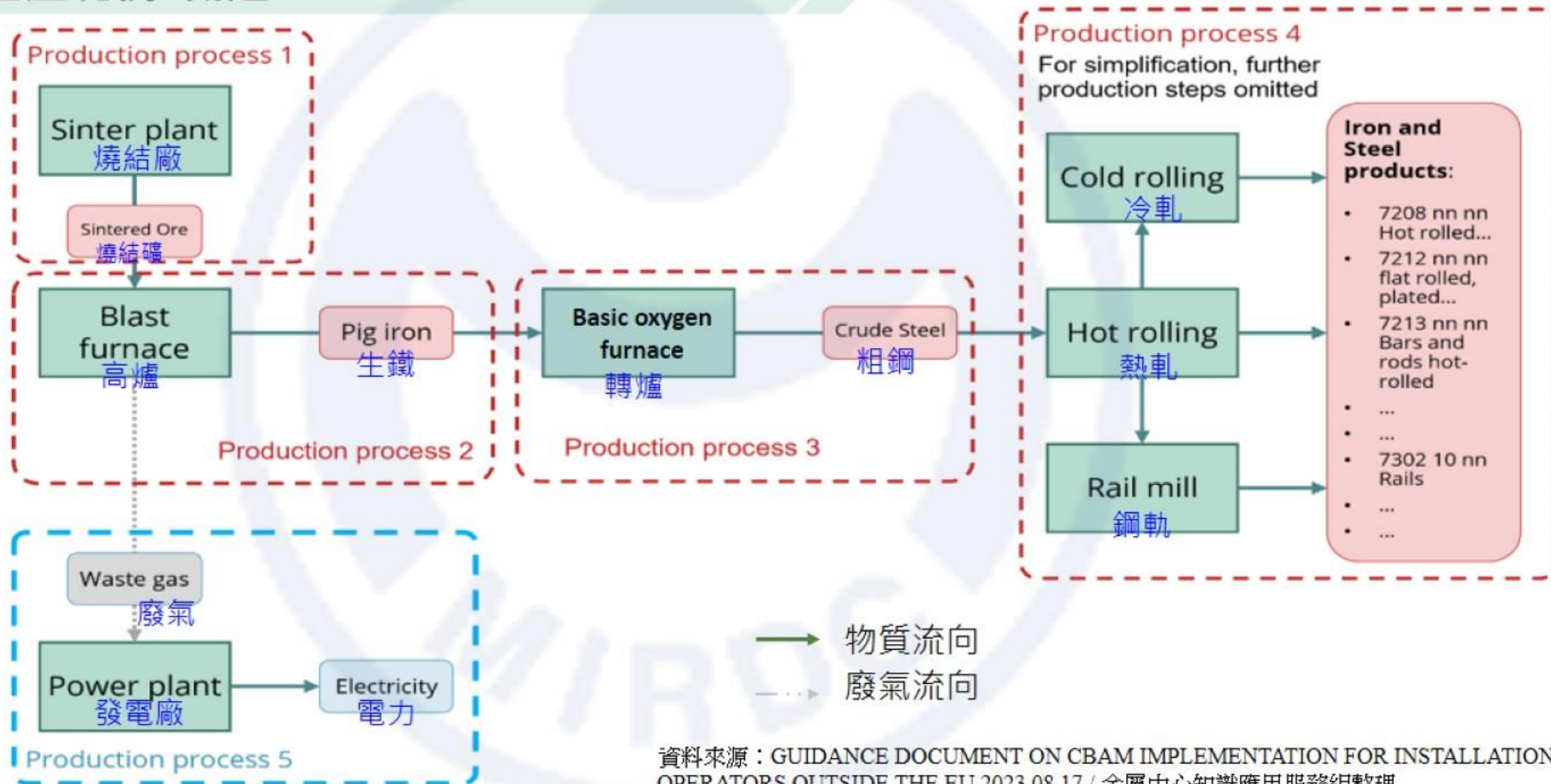
發生在生產設施邊界之外的排放，應使用來自輸入（例如電力、熱源、前驅物）供應商的最新可用報告期間的數據。

- 從電網接收電力時的間接排放
- 從其他設施輸入的電力和熱源產生的排放
- 從其他設施收到前驅物的直接和間接排放

資料來源:CBAM過渡期申報義務執行規章附件三

Step 1: 定義系統邊界 - 範例(1/2)

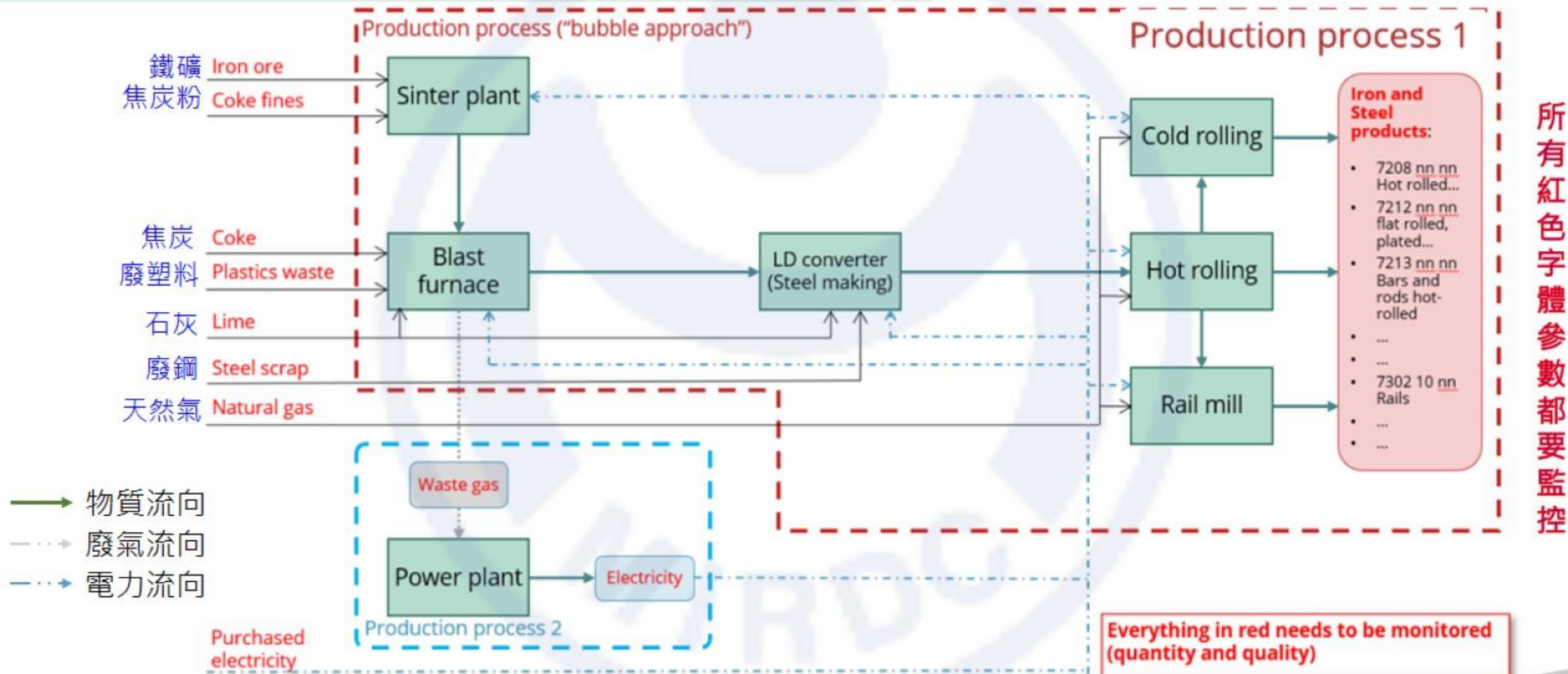
碳鋼高爐生產範例-概述



資料來源：GUIDANCE DOCUMENT ON CBAM IMPLEMENTATION FOR INSTALLATION OPERATORS OUTSIDE THE EU 2023.08.17 / 金屬中心知識應用服務組整理

Step 1: 定義系統邊界 - 範例(2/2)

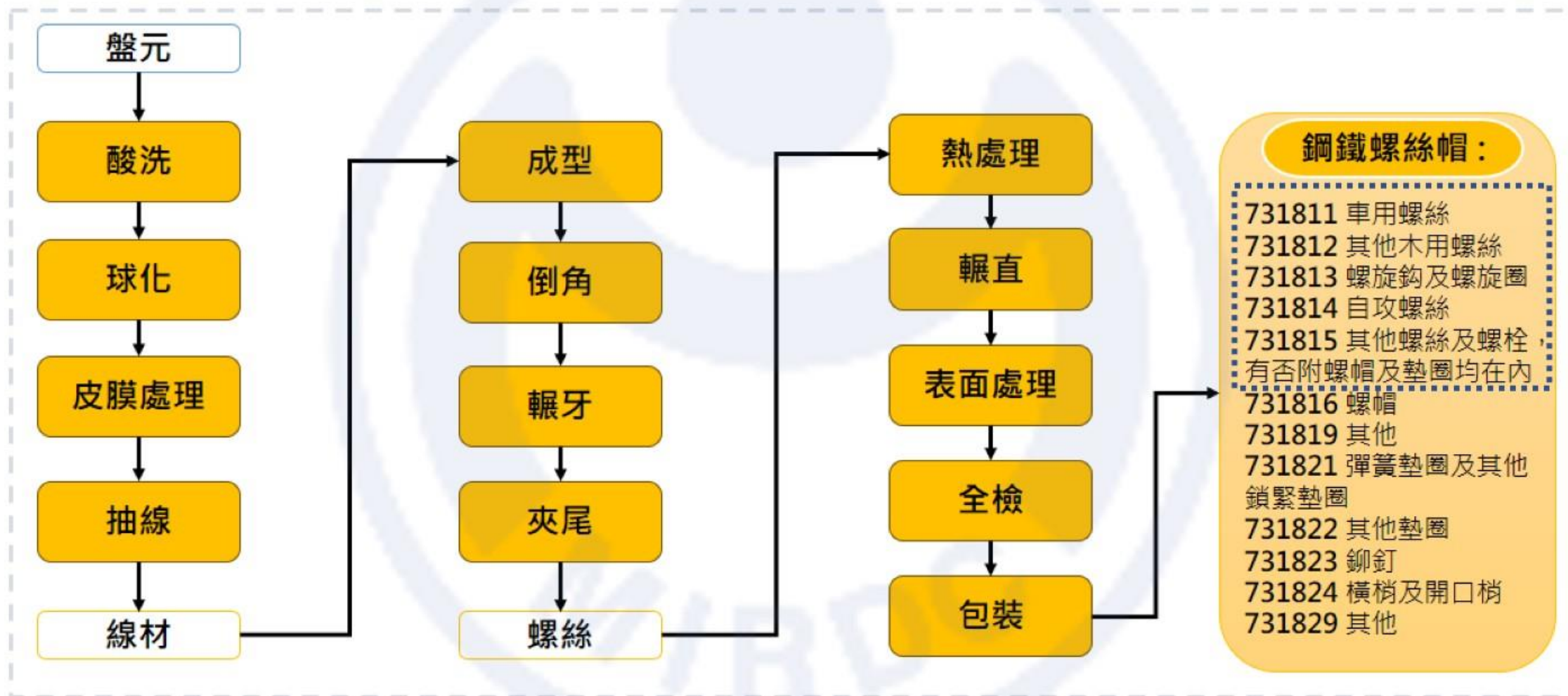
碳鋼高爐生產- 完整監控方法



所有紅色字體參數都要監控

定義系統邊界 – 以扣件業為例

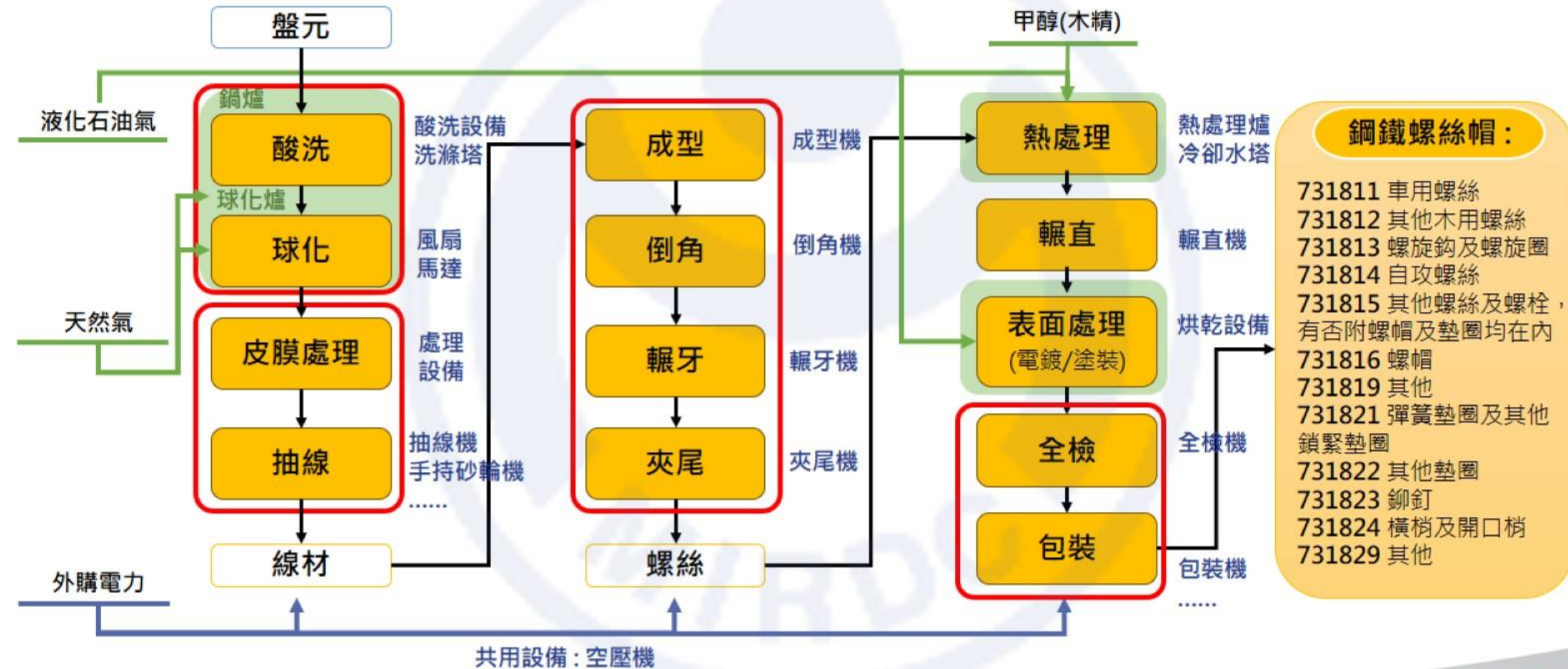
- 製程地圖-以扣件業碳鋼螺絲產品為例 (此為範例，各廠視狀況調整)



定義系統邊界 – 以扣件業為例



- 製程排放源-以扣件業碳鋼螺絲產品為例(此為範例，各廠視狀況調整)



Step 2: 監控排放源 – 原則

燃料和材料的直接排放

- 標準法、質量平衡法及連續排放監測系統



產生的電力



與熱流相關的直接排放

- 確定熱的流量
- 熱的排放量 = 熱流量 $\times$ 對應的排放係數



與電力相關的間接排放

- 確定生產CBAM商品的電力消耗



廢氣

- 確定廢氣流量和熱值



前驅物

- 確定前驅物消耗量



Step 2: 監控排放源 – 直接排放

①

以計算為基礎的方法



標準法

- 確定消耗的燃料和輸入材料的數量
- 確定計算係數，例如淨熱值和排放係數
- 將消耗量與計算係數相乘來計算排放量



質量平衡法

- 以原(物)料、燃料用量、碳含量、二氧化碳分子量比率及原(物)料之製程轉化效率或燃燒之效率
- 適用於生產的產品仍殘留碳的情況(如鋼材)

②

以量測為基礎的方法



連續排放監測系統

- 直接量測煙囪之溫室氣體 (GHG) 濃度，或者使用定期採樣方式來進行量測
- 量測煙氣流量

Step 2: 監控排放源 – 其他方法



在**2024年12月31日**前，可採下列方法計算產品碳含量(如果排放涵蓋範圍和準確度相近)：

1 製造商所在地之碳定價機制

2 強制性排放監測方案

3 經查證之排放監測計畫



在**2024年7月31日**以前，可使用**估計值**計算排放量，包含使用**預設值**。

113年7月

一	二	三	四	五	六	日
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

😊

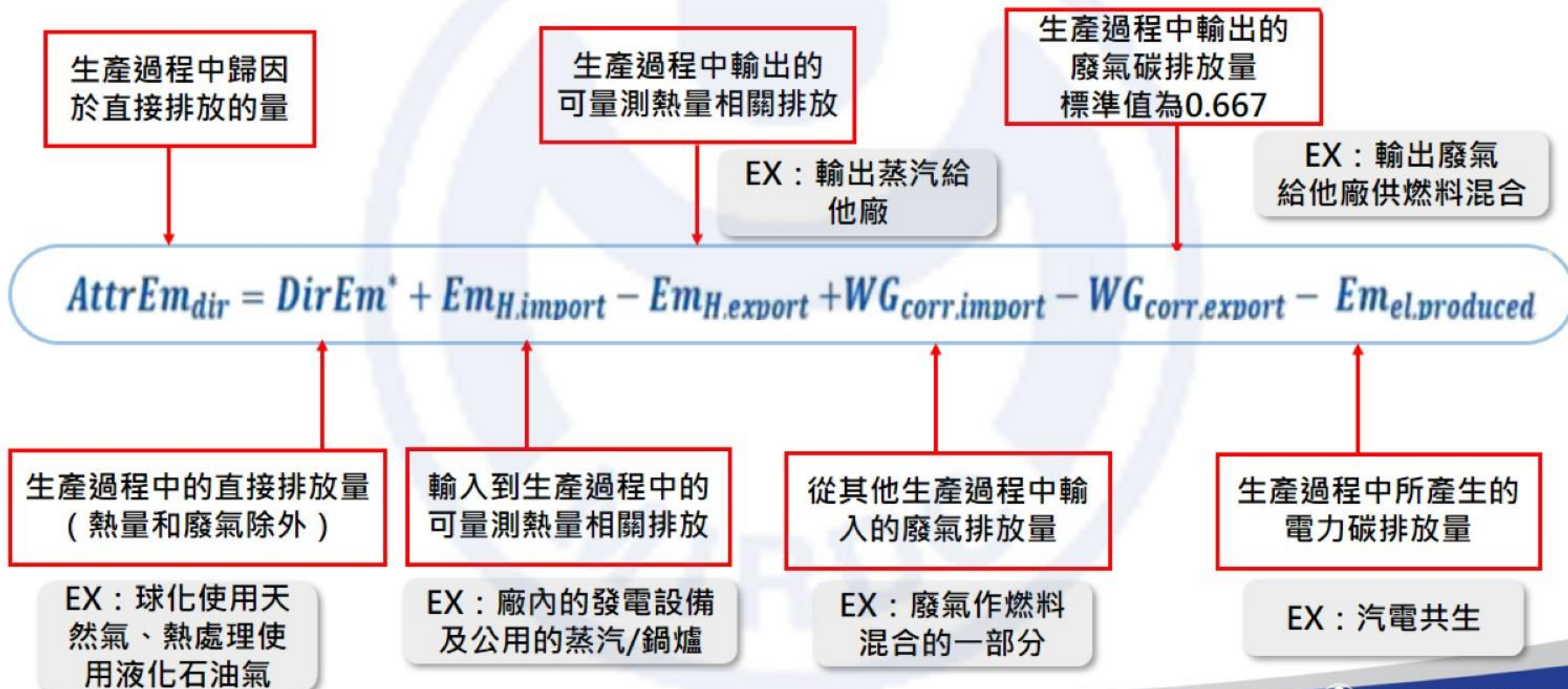


計算複雜商品碳排放量時，使用**估計值**不得超過產品總碳含量的**20%**。



Step 3: 直接排放的歸因

計算公式



Step 3: 間接排放的歸因

計算公式

生產過程的間
接排放

電力的
排放係數

$$AttrEm_{indir} = E_{el,cons} \times EF_{el}$$

電力的
消耗量

電力排放係數

- ✓ 1) 一般情況：使用預設值作為電力的排放係數
 - 預設值可以是來自原產國的平均排放係數或是基於國際能源署（IEA）的排放係數
 - 基於公開數據的其他排放係數（平均排放係數或二氧化碳排放係數）
- 2) 使用實際的排放係數
 - 生產電力的相關排放
 - 電力購買協議

Step 4 & 5: 前驅物及隱含排放的計算

計算公式

簡單產品:

$$SEE_g = \frac{AttrEm_g}{AL_g}$$

直接或間接的歸因排放

直接或間接的特定隱含排放

生產產品的數量

金屬製品皆為複雜產品

複雜產品:
(使用前驅物作為輸入)

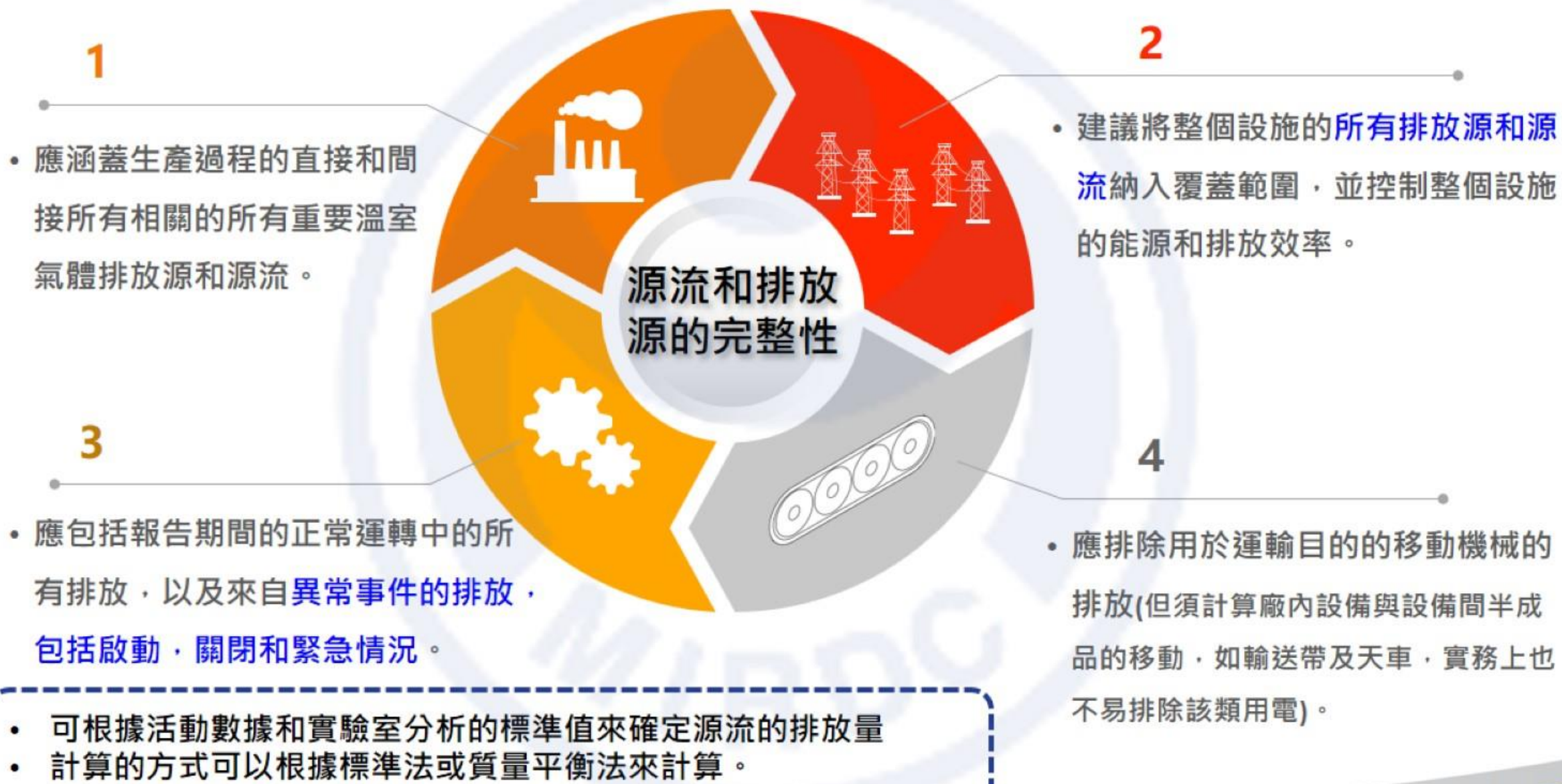
$$SEE_g = \frac{AttrEm_g}{AL_g} + \sum_{i=1}^n m_i \times SEE_i$$

前驅物的直接或間接隱含排放

直接或間接的特定隱含排放

每生產一個產品所使用
前驅物的數量

數據完整性及計算方式



二、鋼鐵及鋁前驅物與特別規定

鋼鐵及製品前驅物及特別規定說明

項 目	特 別 規 定	生 產 路 徑	前驅物
燒結礦(Sintered Ore)	- 各種鐵礦球的生產和燒結生產 - CN2601 12 00 - 鉻鐵(FeCr)、錳鐵(FeMn)、鎳鐵(FeNi) 前驅物	- 來自原料的二氧化碳，例如：石灰石、其他碳酸鹽、碳酸鹽礦石 - 來自使用燃料(焦炭、廢氣)的二氧化碳，例如焦爐煤氣、高爐煤氣、轉爐煤氣，與生產過程和煙氣淨化直接或間接相關	無
錳鐵(FeMn)、鉻鐵(FeCr)、鎳鐵(FeNi)	- 僅在CN7202 1(錳鐵)、CN7202 4(鉻鐵)、CN7202 6(鎳鐵)規範下的合金，不包含有其他合金成分的鐵物質(例如：錳鐵合金、鏡面鑄鐵) - 鎳生鐵(Nickel Pig Iron, NPI)的鎳(Nickel)含量>10%。 - 當廢氣或其他煙道氣未經減量而排放時，廢氣所含的CO，都應視為CO₂排放量的莫耳當量	- 來自燃料的二氧化碳 - 來自製程和煙氣淨化相關材料的二氧化碳，例如石灰石。 - 來自消耗電極和導電膠(electrode pastes)產生的二氧化碳 - 透過質量平衡法計算考慮產品、爐渣、廢棄物中殘留的碳	燒結礦

資料來源:CBAM過渡期申報義務執行規章附件二

鋼鐵及製品前驅物及特別規定說明

項 目	特 別 規 定	生 產 路 徑	前 驅 物
生鐵(Pig Iron)	- 由高爐生產非合金生鐵以及含生鐵的合金，例如錳鐵合金(spiegeleisen)，不論其物理形式(例如錠、顆粒)。 - 鎳生鐵(NPI)的鎳含量<10% - 整合型鋼鐵廠中，直接加入氧氣轉換器(oxygen converter)的液態生鐵“鐵水(hot metal)”是將生鐵從粗鋼生產過程分開的產品 - 如果不將生鐵出售或轉移給其他設施，則無需單獨監測生鐵的排放 - 通用的生產過程包括生產粗鋼	- 高爐生產 - 來自燃料和還原劑，如焦炭、焦炭粉、煤炭、燃料油、塑料廢料、天然氣、木材廢料、木炭、廢氣（如焦爐煤氣、高爐煤氣或轉爐煤氣）的二氧化碳 - 冶煉還原 - 來自燃料和還原劑，如焦炭、焦炭粉、煤炭、燃料油、塑料廢料、天然氣、木材廢料、木炭、製程的廢氣、轉化爐等的二氧化碳 - 高爐生產及冶煉還原共同項目 - 來自製程材料，如石灰石、菱鎂礦(magnesite)和其他碳酸鹽(carbonates)、碳酸鹽礦石(carbonatic ores)、煙氣淨化材料的二氧化碳 - 透過質量平衡法計算生產中殘留、在熔渣或廢料中的碳。	- 燒結礦 - 如果使用來自其他設施或生產過程的生鐵或直接還原鐵 - 製程如有使用錳鐵、鉻鐵、鎳鐵和氫氣

資料來源:CBAM過渡期申報義務執行規章附件二

鋼鐵及製品前驅物及特別規定說明

項 目	特 別 規 定	生 產 路 徑	前 驅 物
直接還原鐵 DRI (Direct Reduced Iron)	1. 使用不同技術、不同品質的礦石，但僅定義1個生產路徑。因此前驅物可能與燒結礦或氫氣相關 2. 海綿鐵、熱膨化鐵(HBI)、其他形式還原鐵或直接用於電弧爐或其他下游加工的直接還原鐵 (DRI) 可能是相關的。 3. 如果不將DRI出售或轉移給其他設備，則無需單獨監測DRI生產的排放。 4. 通用的生產過程包括煉鋼	1. 來自燃料和還原劑，如天然氣、燃料油、製程廢氣或轉換器煤氣等的二氧化碳 2. 來自製程材料，如石灰石(limestone)、菱鎂礦(magnesite)和其他碳酸鹽(carbonates)、碳酸鹽礦石(carbonatic ores)，以及用於煙氣淨化(flue gas cleaning)材料的二氧化碳。 3. 透過質量平衡法考慮生產中殘留、在熔渣或廢料中的碳。	1. 如果製程有使用燒結礦 2. 如果製程有使用來自其他設施或生產過程的生鐵、直接還原鐵 3. 如果製程有使用錳鐵、鉻鐵、鎳鐵、氫氣

資料來源:CBAM過渡期申報義務執行規章附件二

鋼鐵及製品前驅物及特別規定說明

項 目	特 別 規 定	生 產 路 徑	前 驅 物
粗鋼 (Crude steel)	1. 若從鐵水(液體生鐵)開始生產，系統界限應包括基本氧氣轉換爐、真空脫氣、二次冶金、氬氧脫碳/真空氧氣脫碳、連續鑄造、鑄錠，熱軋或鍛造等相關過程，以及所有輔助活動，如轉運、再加熱和煙道氣清潔。 2. 若製程使用電弧爐，系統界限應包括所有相關的活動和單位：電弧爐本身、二次冶金、真空脫氣、氬氧脫碳/真空氧氣脫碳、連續鑄造、鑄，熱軋(hot-rolling)或鍛造(forging)等相關過程，以及所有輔助活動，如轉運、再加熱和煙道氣清潔 3. 依據CN 7207、CN 7218、CN 7224 進行一次熱軋和粗鍛造的半成品產品	1. 高爐生產 1) 燃料(如煤、天然氣、燃料油)、製程廢氣(如高爐煤氣、焦爐煤氣或轉爐煤氣等的二氧化碳) 2. 電弧爐 1) 來自消耗電極和導電膠 3. 高爐生產及冶煉還原共同項目 1) 來自製程原材料，如石灰石、菱鎂礦和其他碳酸鹽、碳酸鹽礦石、煙氣淨化材料的二氧化碳 2) 透過質量平衡法計算生產中殘留、在熔渣或廢料中的碳。	1. 直接還原鐵 2. 錳鐵、鉻鐵和鎳鐵 3. 其他設施或生產過程的粗鋼

資料來源:CBAM過渡期申報義務執行規章附件二

鋼鐵及製品前驅物及特別規定說明

項 目	特 別 規 定	生 產 路 徑	前 驅 物
鋼鐵製品(Iron or steel products)	- 鋼鐵製品的生產過程可以適用於以下情況： - 系統界限範圍為鋼鐵廠的所有製程，生產生鐵、DRI、粗鋼、半成品、CN Code 列出的最終鋼鐵產品。 - 最終鋼鐵產品可以來自其他設施或在同一設施內，僅在單獨的生產過程中生產 - 應避免生產過程中的重複計算或空白，生產製程應包含 - 鋼鐵或鋼鐵產品所涵蓋CN Code商品的所有生產步驟，但不包含生鐵、直接還原鐵、粗鋼的單獨生產過程 - 從粗鋼開始製作的所有步驟。	鐵或鋼製品直接排放監測應包括所有與生產步驟相關的 - 燃料燃燒產生的二氧化碳 - 煙氣處理的過程排放	- 粗鋼 - 生鐵或直接還原鐵 - 錳鐵、鉻鐵、鎳鐵 - 生產過程中使用鐵或鋼製品

資料來源:CBAM過渡期申報義務執行規章附件二

原生鋁及鋁製品前驅物及特別規定說明

項 目	特 別 規 定	生 產 路 徑	前 驅 物
原生鋁 (Unwrought aluminium)	1. 綜合商品類別包括非合金和合金鋁，其物理形態與未加工金屬典型相符，例如鑄坯、板材、方坯或顆粒 2. 在鋁廠中，直接用於生產鋁製品的液態鋁 3. 如果設施不將原生鋁出售或轉移給其他設施，則無需單獨監測原生鋁的排放。	一次(電解)熔煉(Primary(electrolytic)smelting) 1) 由電極和導電膠消耗產生的二氧化碳排放。 2) 燃燒產生的二氧化碳(例如用於原料乾燥和預熱、電解槽加熱、澆鑄所需的加熱等) 3) 任何煙氣處理產生的二氧化碳，例如蘇打灰或石灰石 4) 監測陽極效應引起的全氟碳化物排放(Perfluorocarbon)	無
		二次熔煉(secondary melting) (回收) 1) 使用鋁廢料作為主要投入材料，當有從其他來源添加原生鋁時，必須被視為前驅物 此外，如果此過程的產品含有超過5%的合金元素，該產品的隱含排放應按照合金元素的質量計算，如同來自一次熔煉的原生鋁一樣 2) 用於乾燥和預熱、熔煉爐中使用的燃料、點燃的燃燒以及用於澆鑄鋁錠、方棒或原料所需的燃料引起的充氣排放。 3) 相關活動中使用任何燃料產生的二氧化碳，例如廢渣處理和爐渣回收等。	• 其他來源的原生鋁

資料來源:CBAM過渡期申報義務執行規章附件二

原生鋁及鋁製品前驅物及特別規定說明

項 目	特 別 規 定	生 產 路 徑	前 驅 物
鋁製品 (Aluminium products)	1. 包含綜合型鋁廠的所有生產步驟，原生鋁到半成品及CN Code所列出的鋁製品 2. 避免在生產過程中重複計數、空白和偏差監測。 1) 鋁製品涵蓋的CN Code的所有生產步驟，但不包含原生鋁單獨生產過程 2) 從原生鋁開始，包括但不限於：再加熱、再熔化、鑄造、軋製、擠壓、鍛造、加工、平整、拉絲、切割、焊接、精加工等。 3. 如果產品中合金元素含超過5%，那麼產品的隱含排放量應該被計算，如同來自原生鋁一樣。	1. 鋁產品成形過程中的燃料消耗和煙道氣產生的二氧化碳	•未鍛軋鋁 •鋁產品

資料來源:CBAM過渡期申報義務執行規章附件二

產品特定參數表單

產品種類	CBAM報告補充資料	
生鐵(Pig Iron)	•主要使用的還原劑	•錳、鉻、鎳及其他合金的質量%
錳鐵合金(FeMn)	•錳和碳的質量%	
鉻鐵合金(FeCr)	•鉻和碳的質量%	
鎳鐵合金(FeNi)	•鎳和碳的質量%	
直接還原鐵(DRI)	•主要使用的還原劑	•錳、鉻、鎳及其他合金的質量%
粗鋼(Crude steel)	•前驅物主要使用的還原劑 •錳、鉻、鎳及其他合金的質量%	•每噸粗鋼所使用的回收廢鋼鐵量 •使用前(pre-consumer)廢料之比例
鐵與鋼產品(Iron and steel products)	•前驅物主要使用的還原劑 •錳、鉻、鎳及其他合金的質量% •非鋼鐵材料(若其含量大於1-5%)的質量%	•每噸粗鋼所使用的回收廢鋼鐵量 •使用前(pre-consumer)廢料之比例
未鍛造鋁(Unwrought aluminum)	•每噸產品所使用的回收廢鋁量 •使用前(pre-consumer)廢料之比例	•其他大於1%質量的非鋁材料
鋁製品(Aluminum products)	•每噸產品所使用的回收廢鋁量 •其他大於1%質量的非鋁材料	•使用前(pre-consumer)廢料之比例

資料來源: COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION ANNEX IV (2023)，金屬中心知識應用服務組整理

三、數據選用及監測方法



數據選用原則

一

個別源流或排放源可量測的熱量的相關排放，應選擇最佳的可用數據源。

1. 優先選擇**CBAM**規範提出的監測方法，如質量平衡法、標準法及測量法
2. 如果特定數據沒有適用的監測方法，或者會產生不合理的成本或技術上不可行，可以使用來自其他合格的監測、報告和驗證系統的監測方法，
3. 如果以上方法皆不可行，可使用執委會為過渡期公佈的**預設值**。

二

量測方法，應確保數據的計量、分析採樣、校準和驗證均應通過

1. 相關**EN** 或 **ISO** 標準
2. 使用國家標準
3. 合適的標準草案、產業 **best practice** 或其他經科學證實的方法

三

當所需數據沒有可用直接測定方法，可以使用間接測定方法，例如：

1. **根據化學或物理過程**：該物質的化學和物理性質，適當的化學計量係數和熱力學特性，如反應熱
2. **基於設施/設備的設計數據進行計算**：例如設備的能源效率或計算出每單位生產的能源消耗。
3. **基於相關經驗**：來自非校正設備或生產中記錄的數據，計算數據集的估計值。

四

當相同數據有不同來源時，應選擇數據流最清晰，並有最低固有風險和控制風險的數據源

資料來源：CBAM過渡期申報義務執行規章附件三

數據來源及數據品質(1/2)

排放係數的選用：建議只對排放量小的源流採用標準值，並對所有主要來源流進行實驗室分析

由高至低數據品質順序：

由經認證的實驗室使用完善取樣進行的分析

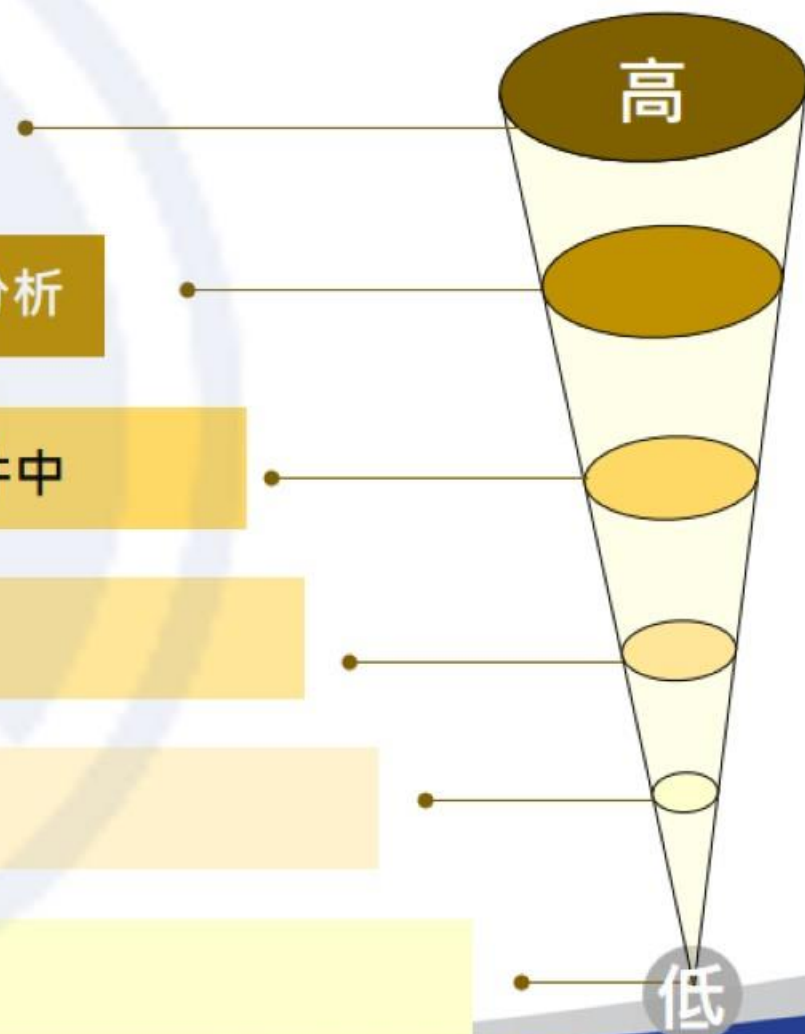
由未經認證的實驗室或經認證的實驗室使用簡化的取樣方法進行的分析

燃料或材料的供應商的分析結果，這些分析結果可能包含在購買文件中

相關性高的的替代數據

II型 標準值

I型標準值



數據來源及數據品質(2/2)

II 型標準值

- a) 設施所在的國家提交給聯合國氣候變化框架公約秘書處的**最新標準係數**
- b) 國家研究機構、公共機構、標準化機構、統計辦公室等出版的**值**
- c) 有證據表明**碳含量的 95%**，其信賴區間不超過 1 %，則可用**燃料/材料的供應商指定的保證值**
- d) 化學計算的**純質碳含量**和相關文獻中的**淨熱值**
- e) 近兩年實驗室分析該燃料或材料的**值**

I 型標準值

- a) 附錄中提供的**標準係數**
- b) **最新的 IPCC** 溫室氣體庫存指南中包含的**標準因子**
- c) **實驗室分析**得出五年內的值，且對燃料或材料具有**代表性的**

資料來源：CBAM過渡期申報義務執行規章附件三

煙氣流量的量測

質量平衡法

- 考慮到輸入端所有重要參數

1. 輸入物料負荷、輸入氣流和製程效率，
2. 輸出端的產品輸出：氧氣 (O_2)、二氧化硫 (SO_2) 和氮氧化物 (NO_x) 的濃度；

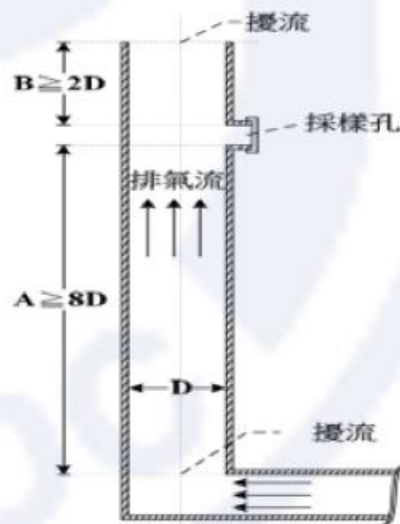


連續監測法

固定污染源空氣污染物連續自動監測設施管理辦法

附錄二、二氧化硫及氮氧化物監測設施之規範

附錄三、一氧化碳監測設施之規範



資料來源：CBAM過渡期申報義務執行規章附件三

圖片來源：檢查鑑定公私場所空氣污染物排放狀況之採樣設施規範之採樣孔設置規範

數據量測要求及數據不完整的處理



連續排放量測的最低要求

1. 不確定性應低於**7.5%**。對於較小的排放源或在特殊情況下，不確定性可放寬至 **10%**。
2. 報告期間排放超過 10 萬噸化石燃料 CO₂e 的排放源，應低於 2.5% 的不確定性。



缺失數據計算方式

- 當量測某參數時遇到數據缺失或設備發生失控時，有兩種不同方法計算缺失數據的替代值：
 1. 當已收集到超過 **80%** 的數據時，可依比例計算該時間段的平均值，填補缺失資料。
 2. 當已收集到的數據低於 **80%** 時，使用以下公式：

$$C_{subst}^* = \bar{C} + 2\sigma_c$$

- * $\bar{C}$ 為過往蒐集到數據的平均值
- * σ_c 為標準差
- * 如果設備發生重大技術變更，選擇替代的平均值以及標準差需有六個月的數據

【金屬中心CBAM服務團】





敬請指教