



# 通過全面性研究及建立碳排放計算平台以加深電鍍業界 對碳足跡的認知及提升電鍍企業的碳足跡披露標準

## 研究報告

鳴謝以及免責聲明:

在此刊物上/活動內 (或專案小組成員) 表達的任何意見、研究成果、結論或建議，並不代表香港特別行政區政府或工商機構支援基金評審委員會的觀點。

主辦機構:



執行機構:



工業貿易署「工商機構支援基金」撥款資助



工商機構支援基金  
Trade and Industrial Organisation Support Fund

## 1. 引言

根據 2015 年《巴黎協定》的內容，近 200 個國家通過了將平均氣溫上升限制在工業革命前的平均氣溫上升 2.0 攝氏度以內的全球目標，理想情況下為 1.5 攝氏度。要實現 1.5 攝氏度的目標，需要在 2030 年將全球溫室氣體排放量減少到當前水平的 50%，到 2050 年達到淨零排放。作為世界上最大的發展中國家，中國在全球變暖的背景下積極參與應對氣候變化，並承諾到 2060 年實現碳中和。這意味著中國製造業，佔國內生產總值四分之一左右，將不得不減少生產或採用更節能的方法。

電鍍技術為日常生活用的產品例如裝飾性用品、消費性產品、金屬關鍵性部件等提供功能性或裝飾性特徵，例如抗腐蝕性、耐磨、隔濾低頻、抗油抗菌和光反射等，還實現了塗層均勻分佈和外觀光滑。如果沒有電鍍，無數產品將無法生產及更難以達到環保的需求。此外，電鍍行業是香港傳統的工業之一，在規模和產值方面在海外市場佔有重要份額。

隨著對環境保護的重視日益增加，許多行業開始開發綠色產品以應對全球日益嚴重的環境問題。近年來，消費者積極尋求更可持續的產品，越來越多的消費者選擇從具有強烈環保資質的公司購買產品。消費者購買習慣的變化和對環境的關注使得零售商提供披露碳足跡的產品越來越重要。上游製造商將選擇具有碳排放信息的零部件和材料，以降低其碳足跡。因此，“碳足跡”標籤使消費者能夠獲取產品的碳排放信息，從而方便他們做出環保選擇。

本項目旨在進行全面研究並開發碳排放計算平台，以協助香港電鍍企業根據 ISO 14067：2018 標準計算其電鍍過程的碳足跡。同時，該平台將指導企業減少和驗證其電鍍過程的碳足跡，從而提高其競爭力。

## 2. 方法論

我們建議建立一個適用於香港電鍍行業的全面碳排放計算平台，使他們能夠根據數據輸入來計算電鍍過程的碳足跡。

作為創建這個行業工具的第一步，我們首先對香港電鍍行業最常用的兩類電鍍技術（即銅和鎳電鍍）進行了文獻研究。我們研究了相關的流程細節，確定了典型的工序作為研究的範圍邊界，並根據 ISO 14067：2018 盤查涉及的溫室氣體排放活動，進行實地考察和收集相關的碳排放數據，以及溫室氣體排放因子，包括各種能源消耗、物料消耗(如不同的化學品)及末端治理(如固廢處理)。根據這些調研結果及數據，我們正在構建一個專為香港電鍍行業而設的綜合碳排放計算平台。它將指導行業進行碳排放盤查的步驟，並使他們能夠使用其活動數據來量化碳足跡。計算平台的設計積極考慮了使用者友好度及需求，以鼓勵及方便行業實務者作為用戶使用，用戶可以簡單地選擇電鍍過程中所涉及的碳排放活動，並輸入相應的活動水平來計算電鍍過程的碳足跡。而選擇的活動專案可以進一步細分至電鍍過程中每個生產工序(前處理、電鍍、後處理和廢水廢氣處理等工序)中所牽涉的活動如能源消耗、鍍液溫度浴溫控制、化學品消耗、金屬原材消耗、氣體吹掃和攪拌循環、廢水和廢氣排放等，這使用戶能夠準確來計算電鍍過程中指定生產工序的碳足跡。

使用該平台計算的碳排放值符合 ISO 14067：2018 的要求，並幫助用戶進行碳足跡報告的後續驗證和認證。已經確定了導致碳排放的主要活動（例如化學品使用、能源消耗等）。與電鍍工藝相關的具體溫室氣體排放因子可以通過文獻綜述和資料庫根據 ISO 14067：2018 的原則(例如相關性、完整性、一致性、連貫性、準確性等要求)來確定。然後將獲得的溫室氣體排放

因子嵌入到計算平台中。在該平台上，電鍍企業可以選擇其電鍍過程中涉及的活動，並輸入具體活動水平。計算平台可以根據嵌入式溫室氣體排放因子為其活動量化碳排放結果。

為研究目前電鍍行業內使用的電鍍工藝，指導委員會根據公司規模、行業代表性、經驗、使用電鍍技術、產品類型等標準，選擇了五家電鍍企業收集活動數據以計算電鍍過程的碳排放量。經過實地考察這五家企業的電鍍工藝，收集其電鍍過程中涉及的碳排放活動，以符合國際標準 ISO 14067：2018 的方式及轉換因子，初步計算其碳足跡，用以構建碳排放計算平台和編譯碳排放量計算平台指南，使香港電鍍企業對碳排放計算和碳減排行動中所需資源有更透徹的瞭解。

### 3. 文獻綜述

以下是報告了電鍍廠碳排放活動的轉換因子的一些研究論文：

(1) Li, Y., et al. (2019)報導了一家電鍍廠碳足跡評估的案例研究。它包括電力消耗、化學品使用、水消耗和廢物處理的溫室氣體排放因子的計算。該研究提供了與電鍍工藝不同階段相關的碳排放的見解。

(2) Shinde, S., et al. (2018) 提出了一種生命周期評估 (LCA) 方法來估計電鍍工藝的碳足跡。它計算電力消耗、化學品使用和運輸的溫室氣體排放因子。該研究全面分析了電鍍對環境的影響，並提出了減少碳排放的策略。

(3) Wu, Y., et al. (2017) 專注於工廠電鍍操作的碳足跡分析。它計算電力消耗、化學品使用、水消耗和廢物處理的溫室氣體排放因子。該研究強調了準確的轉換因數在評估與電鍍工藝相關的碳排放方面的重要性。

(4) Gungor, A., et al. (2016) 提出了電鍍工藝在碳排放方面的環境評估。它提供了電力消耗、化學品使用和廢物處理的溫室氣體排放因子。該研究評估了不同電鍍技術對環境的影響，並提出了減少電鍍工廠碳排放的方法。

(5) Li, X., et al. (2015) 調查了中國電鍍行業的溫室氣體排放情況。它計算電力消耗、化學品使用和廢物處理的溫室氣體排放因子。該研究強調了電鍍廠需要提高能源效率和廢物管理實踐，以減少碳排放。

這些研究論文為電鍍廠的轉換因子計算和碳排放評估提供了寶貴的見解。此外，ISO 14067：2018 是一項國際標準，概述了進行生命周期評估 (LCA) 以量化產品碳足跡的原則、要求和指南。它涵蓋了產品生命週期的各個階段，包括原材料提取、製造、分銷、使用以及報廢處置或回收。

在 ISO 14067：2018 的背景下，碳排放的三個階段通常包括：(1) 範圍 1：這些是來自進行評估的組織擁有或控制的來源的直接排放。範圍 1 排放通常包括現場燃燒過程的排放，例如燃燒化石燃料供暖或操作機械。(2) 範圍 2：這些是與組織消耗的購買電力、熱量或蒸汽的產生相關的間接排放。儘管這些排放發生在另一個組織（例如發電廠）擁有或控制的源頭，但它們被視為與組織活動相關的間接排放。(3) 範圍 3：這些是發生在產品整個生命週期中的間接排放，但不歸組織所有或控制。範圍 3 可能包括原材料提取、供應鏈上游和下游製造過程、貨

物運輸、產品使用和報廢處置的排放。這些排放通常更難測量，需要與供應商和其他利益相關者合作。前兩個階段（範圍 1 和範圍 2）涉及與組織活動直接相關的直接和間接排放，而第三階段（範圍 3）包括與產品整個生命週期相關的間接排放，包括組織直接控制之外的活動。

#### 4. 進程說明

4.1 根據文獻調查確定銅和鎳電鍍是香港電鍍行業常用的兩類電鍍技術。

銅電鍍是經電化學反應在金屬物體表面生成銅鍍層的過程，而鎳電鍍經電化學反應在金屬物體表面生成鎳鍍層的過程。本研究主要探討銅電鍍和鎳電鍍的電鍍工藝，是因為約佔 85% 的香港電鍍企業採用銅和鎳電鍍工藝於他們的生產過程中。

4.2 指導委員會已經成立，其職責包括：

- (1) 選擇五家具代表性的電鍍企業進行案例研究；
- (2) 衡量及確定要納入計算平台的典型電鍍工藝之範圍邊界。因此，計算平台所包含的工藝活動及功能將大分符合用戶。

4.3 指導委員會選擇了五家具具有表性的電鍍企業進行案例研究。遴選標準如下：

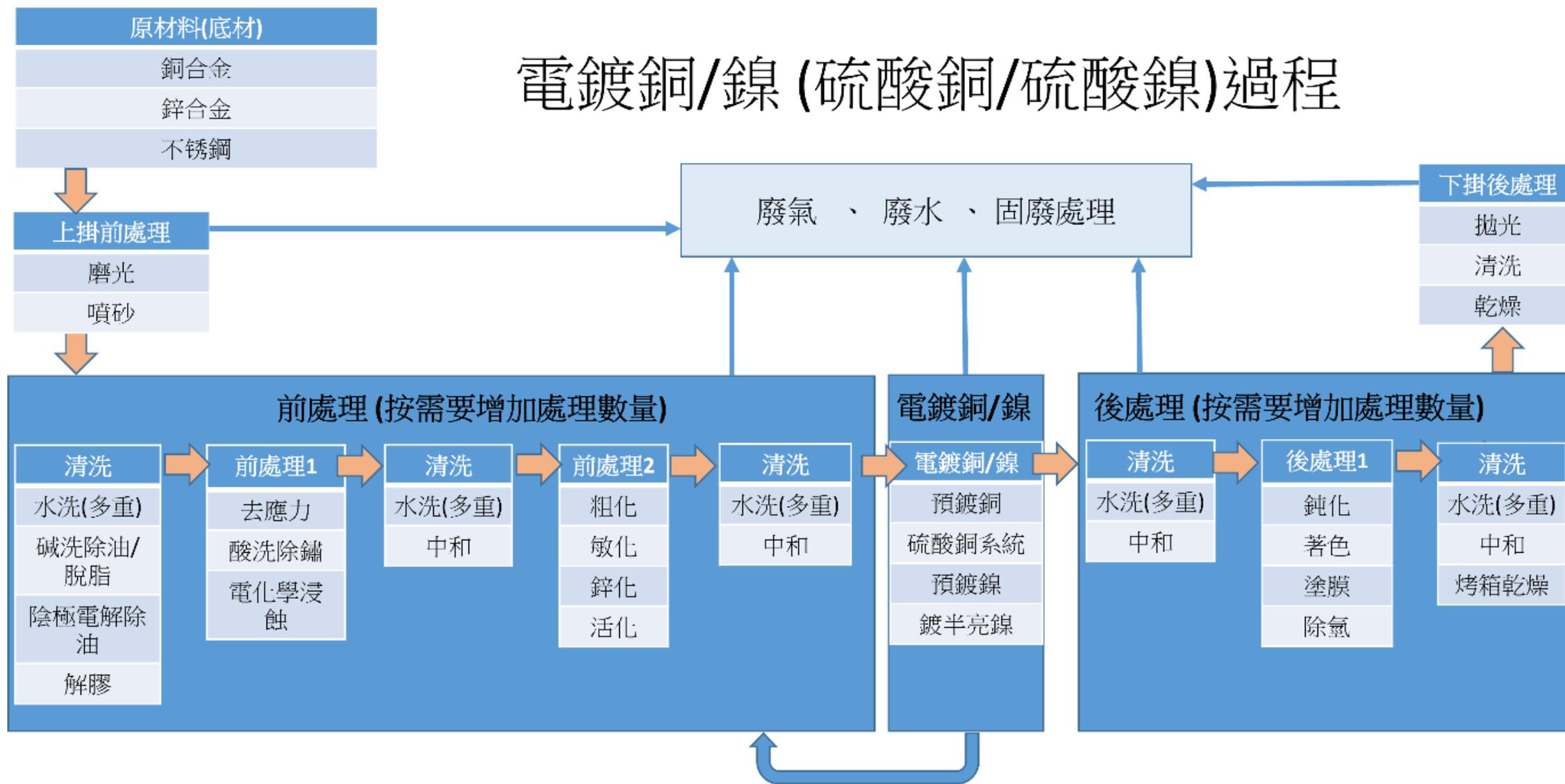
- (1) 企業必須採用銅或鎳電鍍技術；
- (2) 電鍍行業歷史悠久的企業優先；
- (3) 企業必須從事在電鍍行業中佔有主導市場份額的產品，這些產品將從文獻/桌面研究中確定，而被選中的五家企業應從事不同的產品類型；
- (4) 在廣東省內設有工廠的企業優先；
- (5) 企業必須具備提升電鍍工藝技術的能力，確保參與企業能夠制定減少碳足跡的策略方向和計劃，並可在指南中分享，供其他電鍍企業參考；
- (6) 企業必須願意披露深入研究所需的一切資訊。

5 家具有代表性的電鍍企業及其產品資訊如下圖所示：

五家電鍍企業代表	生產產品
雅視光學有限公司	眼鏡
特佳電鍍有限公司	裝飾性產品
永昌金屬製品廠有限公司	電子產品配件和裝飾性產品
智聯表面廠有限公司	手錶配件
永業金屬配件製品有限公司	金屬裝品

#### 4.4 識別銅和鎳電鍍整個過程中涉及的能源使用、化學品使用、廢水廢氣處理等活動。

## 電鍍銅/鎳 (硫酸銅/硫酸鎳)過程



4.5 通過實地考察對 5 家香港電鍍企業進行案例研究。

實地考察目的是確定銅鎳電鍍過程中涉及的碳排放活動以及可收集的相關數據，使用實物贊助的量測儀器進行活動數據的收集。

以下是用於收集活動數據的量測儀器(實物贊助)：

1. 超聲波式流量計



2. 安培小時表



3. 鎳濃度記錄儀



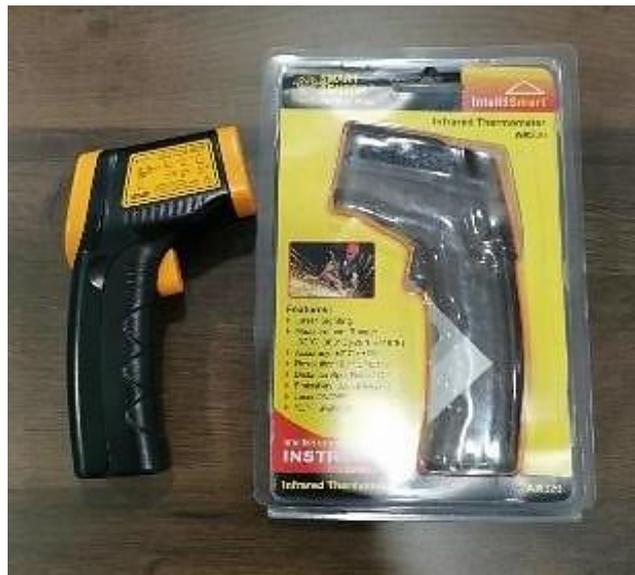
4. 銅濃度記錄儀



5. 氫氣計



6. 紅外測溫裝置



## 7. 電力能量監測器和記錄儀



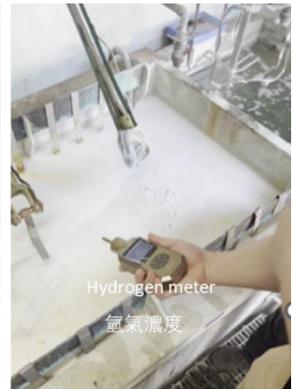
## 8. 稱重秤



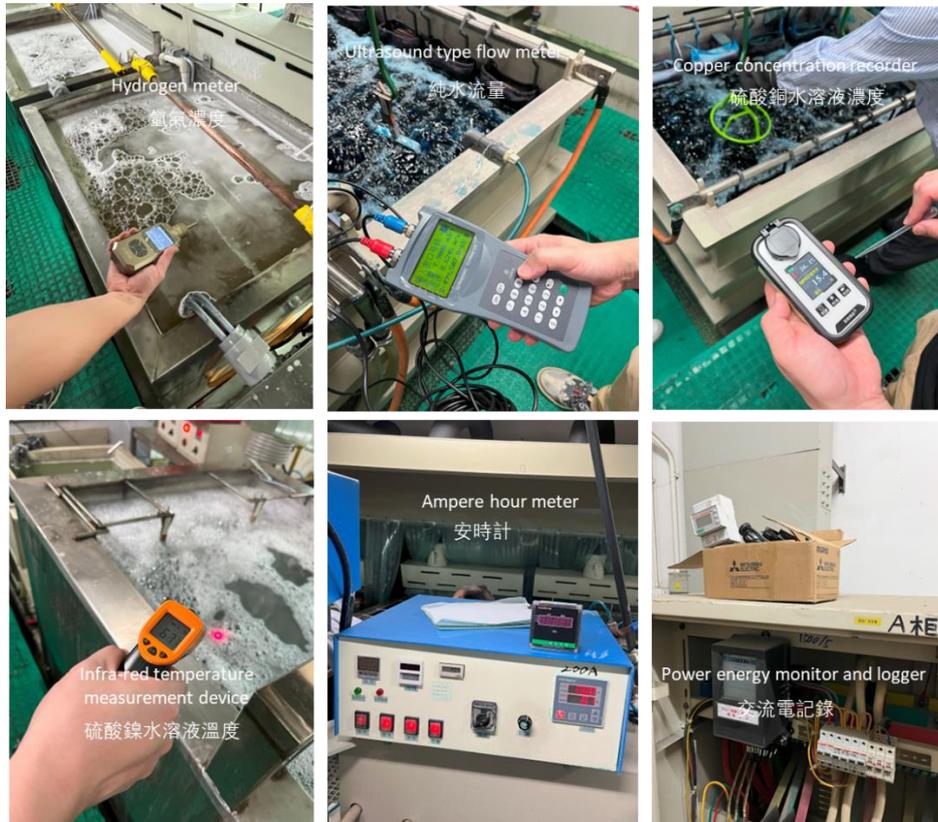
9. 便攜式 X 射線螢光檢測儀



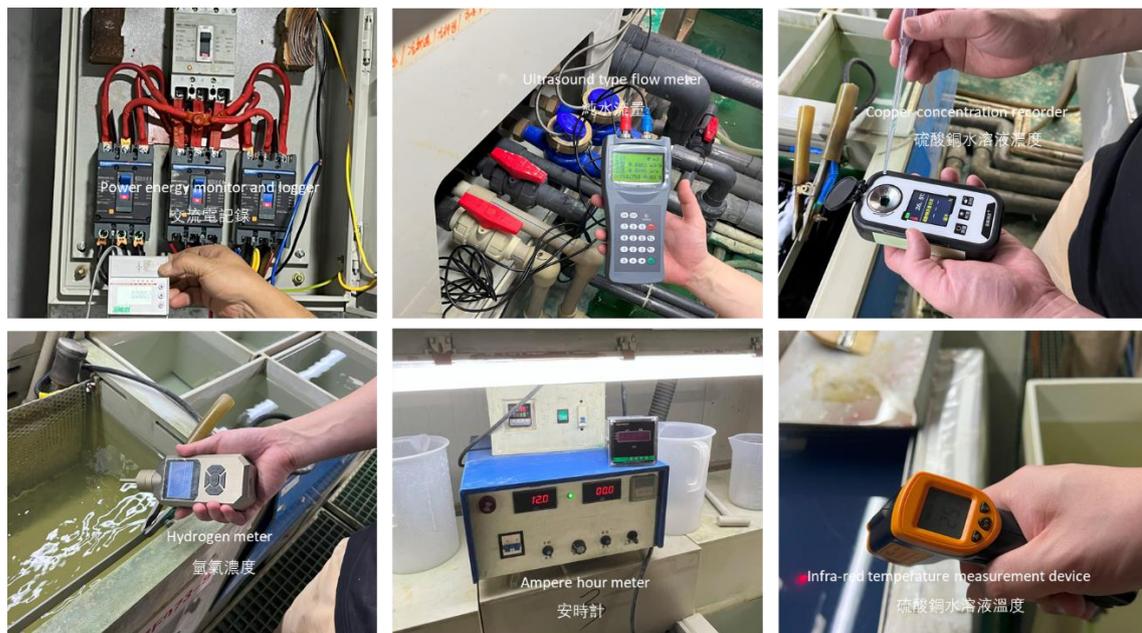
以下圖片拍攝於特佳電鍍有限公司:



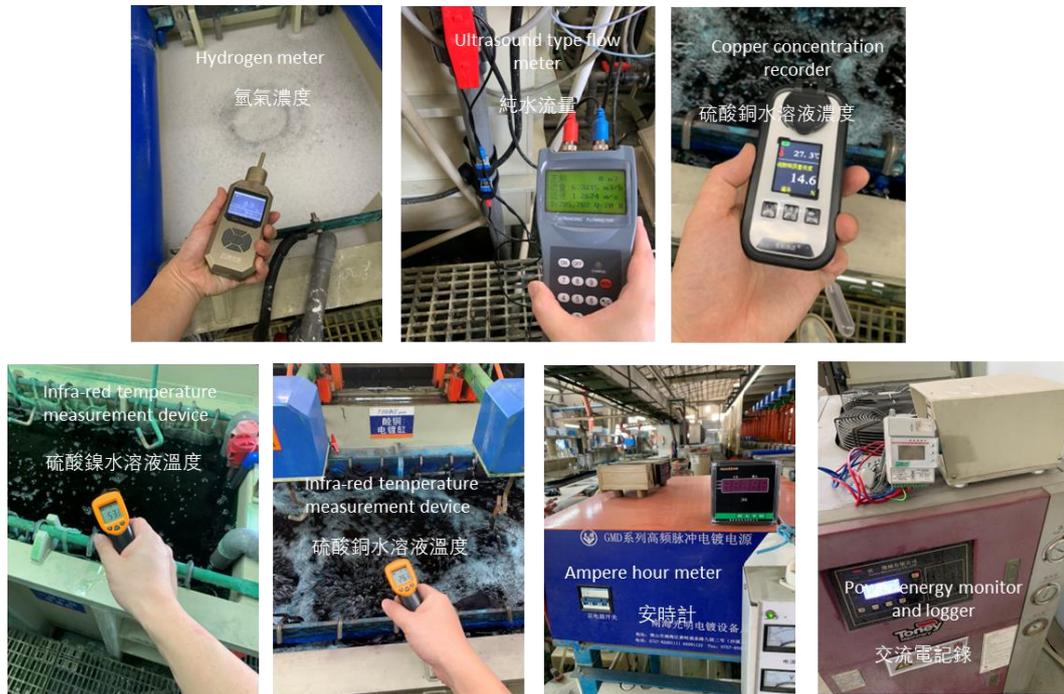
以下圖片拍攝於雅視光學有限公司：



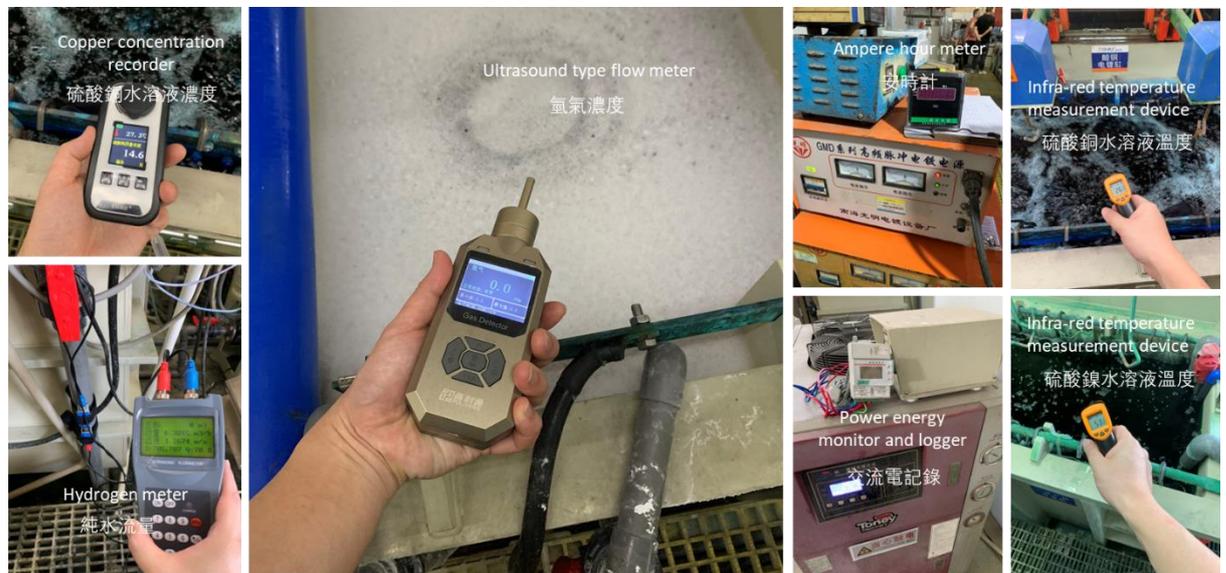
以下圖片拍攝於智聯表面廠有限公司。



以下圖片拍攝於永業金屬配件製品有限公司。



以下圖片拍攝於永昌金屬製品廠有限公司:



#### 4.6 收集上述5家電鍍企業碳排放相關活動的數據。

以下例子是前處理工序碳排放相關活動的數據：

2. 前处理															
		投入端													
前处理		(A1) 用能设备						(A2) 辅助原料							
		关于设备耗电量数据，如果无法提供电表或测量数据，可以采用估算方式。根据设备的规格、运作模式和时间进行估算，以下公式供您参考。 功率(千瓦)=电压(伏特) x 电流(安培) / 1,000 耗电量(度)=功率(千瓦) x 运作时间(小时)  如有以天然气产热的设备，请把天然气总用量列于“1. 能源供应及使用”。						(A2a) 化学品			(A2b) 其他物料(例如自来水、包装物料)				
工序编号	工序名称	设备名称	电压(伏特)	电流(安培)	功率(千瓦)	运作时间(小时)	耗能量(度)	化学品名称	浓度	浓度单位	用量	用量单位	物料名称	用量	用量单位
1	电化学抛光	电加热棒	220		9	30	270	磷酸	75%~85%	体积百分比 v/v	8	公斤	回用水	25,000	公升
							0	硫酸	7%~17%	体积百分比 v/v	3	公斤			
2	热浸除蜡	超声波清洗机	380		20	230	4,485	除蜡剂	2%~5%	体积百分比 v/v	975	公斤	回用水	34,000	公升
		电加热棒	220		30	80	2,400								
3	电解除油	整流机	380		8	230	1,840	电解除油粉	30~50	g/L	200	公斤	逆渗透RO水	30,000	公升
		电加热棒	220		9	80	720								
							0								
							0								

以下例子是電鍍工序碳排放相關活動的數據：

3. 電鍍主工序		投入端													
電鍍主工序		(A1) 用能設備						(A2) 輔助原料							
		關於設備耗電量數據，如果無法提供電表或測量數據，可以採用估算方式。根據設備的規格、運作模式和時間進行估算，以下公式供您參考。 功率(千瓦) = 電壓(伏特) x 電流(安培) / 1,000 耗電量(度) = 功率(千瓦) x 運作時間(小時)  如有以天然氣產熱的設備，請把天然氣總用量列於“1. 能源供應及使用”。						(A2a) 化學品			(A2b) 其他物料(例如自來水、包裝物料)				
工序編號	工序名稱	設備名稱	電壓(伏特)	電流(安培)	功率(千瓦)	運作時間(小時)	耗能量(度)	化學品名稱	濃度	濃度單位	用量	用量單位	物料名稱	用量	用量單位
1	預鍍銅	過濾泵	380		2.2	230	506	氰化亞銅	40.00		5	公斤	逆滲透RO水	42,000	公升
		整流機	380		9.6	192	1,843	銅粒			25	公斤			
		鼓風機	380		3	230	690	游離氰化鉀	16.00		25	公斤			
		搖擺裝置	220		0.1	192	19								
		電加熱棒	220		12	80	960								
								0							
2	碱銅	過濾泵	380		2.2	230	506	游離氰化鉀	16.00	g/L	25	公斤	逆滲透RO水	42,000	公升
		整流機	380		9.6	192	1,843	氰化亞銅	50.00	g/L	5	公斤			
		鼓風機	380		3	230	690	銅粒			30	公斤			
		搖擺裝置	220		0.1	192	19	光亮劑	5.00	ml/L	5	公升			
		電加熱棒	220		12	80	960								
								0							
3	焦銅	過濾泵	380		2.2	230	506	焦磷酸銅	70.00	g/L	20	公斤	逆滲透RO水	42,000	公升
		整流機	380		9.6	192	1,843	焦磷酸鉀	280.00	g/L	50	公斤			
		鼓風機	380		3	230	690	氨水	1.00	ml/L	8	公升			

以下例子是後處理工序碳排放相關活動的數據：

4. 後處理工序																
後處理工序		投入端														
		(A1) 用能設備						(A2) 輔助原料								
		<p>關於設備耗電量數據，如果無法提供電表或測量數據，可以採用估算方式。根據設備的規格、運作模式和時間進行估算，以下公式供您參考。</p> <p>功率(千瓦) = 電壓(伏特) x 電流(安培) / 1,000</p> <p>耗電量(度) = 功率(千瓦) x 運作時間(小時)</p> <p>如有以天然氣產熱的設備，請把天然氣總用量列於"1. 能源供應及使用"。</p>						<p>(A2a) 化學品</p> <p>關於投入的化學品數據，如無法識別濃度等信息，可以拍攝產品及其規格標籤供我們參考。</p>						(A2b) 其他物料 (例如自來水、包裝物料)		
工序編號	工序名稱	設備名稱	電壓(伏特)	電流(安培)	功率(千瓦)	運作時間(小時)	耗能量(度)	化學品名稱	濃度	濃度單位	用量	用量單位	物料名稱	用量	用量單位	
1	電鍍鉻	整流機	380		1.5	50	75	複合鹽	280.00	g/L	25	公斤	逆滲透RO水	20,000	公升	
		冷凍設備	220			7.5	180	1,350	穩定劑	50~80	ml/L	10	公斤			
		過濾泵	380			2.2	180	396	濕潤劑	1~4	ml/L	2	公斤			
		鼓風機	380			3	180	540								
		搖擺裝置	220			0.1	50	5								
2	電金	整流機	220		1	90	90	氯化亞金鉀	2.00	g/L	10	公斤	逆滲透RO水	52,000	公升	
		電加熱棒	220			3	60	180								
		過濾泵	220			0.3	180	54								
3	電鈹	整流機	220		1	90	90	氯化銨鈹	8.00	g/L	8	公斤	逆滲透RO水	45,000	公升	
		電加熱棒	220			3	60	180								
		過濾泵	220			0.3	180	54								
4	電鍍鈦	整流機	220		1	90	90	鈦濃縮液	1.50	g/L	0.25	公升	逆滲透RO水	45,000	公升	
		電加熱棒	220			3	60	180	鈦濃縮液	0.30	g/L	0.063	公升			
		過濾泵	220			0.3	180	54								

以下例子是廢氣處理工序碳排放相關活動的數據：

5. 废气处理工序				投入端										
<p><b>废气处理工序</b></p> <p>请就因电镀工序而产生的废气提供相关数据。 如处理物中混合了来自其他非本次研究指明的来源，请进行适当的调整以定出符合本次研究的范围。</p>				<p><b>(A1) 用能设备</b></p> <p>关于设备耗电量数据，如果无法提供电表或测量数据，可以采用估算方式。根据设备的规格、运作模式和时间进行估算，以下公式供您参考。  <math>功率(千瓦) = 电压(伏特) \times 电流(安培) / 1,000</math>  <math>耗电量(度) = 功率(千瓦) \times 运作时间(小时)</math></p> <p>如有以天然气产热的设备，请把天然气总用量列于“1. 能源供应及使用”。</p>						<p><b>(A2) 辅助原料</b></p> <p><b>(A2a) 化学品</b></p> <p>关于投入的化学品数据，如无法识别浓度等信息，可以拍摄产品及其规格标签供我们参考。</p>				
1	酸碱废气	250M <sup>3</sup> /min	逆流式湿式洗涤塔	抽风机	380		25	288	7,200	氢氧化钠			700	公斤
				过滤泵						0				
										0				
2	含铬废气			抽风机					0					
				过滤泵						0				
										0				
3	含氟废气	250M <sup>3</sup> /min	逆流式湿式洗涤塔	抽风机	380		25	288	7,200	次氯酸钠			4,000	公斤
				过滤泵						0				
										0				

4.7 文獻綜述和多個溫室氣體排放因子資料庫，以搜索相關活動的排放因子（遵循 ISO 14067：2018 的標準）。

溫室氣體排放因子提供了將這些活動水平轉換為由此產生的碳排放量的聯繫：每單位活動數據排放的溫室氣體排放量（以二氧化碳當量為單位），例如，每公斤投入或每度的電力所產生公斤量的二氧化碳當量）。部份溫室氣體排放因子可以從免費共用的溫室氣體排放係數據庫獲得。此外，為彌補數據不足的問題，本項目還購買了其中一個被廣泛使用的生命週期評估資料庫- Ecoinvent 生命週期評估資料庫，以完整量化碳排放。

ISO 14067：2018（溫室氣體-產品碳足跡-量化要求和指南）：ISO 14067：2018 是國際標準化組織（ISO）發佈的一項廣泛採用的國際標準，它規定了量化和報告產品碳足跡的原則、要求和指南。它為各種組織提供了一種計算其產品碳足跡的方法，可以使他們更好地了解他們可以用來減少碳足跡的方法。生產力局員工現正按照 ISO 14067：2018 的標準，為計算平台的發展選擇合適的換算因子。排放活動的選擇過程、轉換因子以及碳足跡報告也遵循 ISO 14067：2018 的標準。

以下例子是能源消耗的溫室氣體排放因子:

排放因子 - 用能							
#	用能	排放因子	單位	資源來源	地域代表性	年份	注
1	全國電網平均	0.5839	kgCO2e/kWh	<a href="http://www.tanpaifang.com/tanpaifang/2021/1206/80927_2.html">http://www.tanpaifang.com/tanpaifang/2021/1206/80927_2.html</a>	中國	2021	
2	液化天然氣 (間接排放)	3.6697	kgCO2e/m3	<a href="http://lca.cityzhg.com/pages/product-view/3741">http://lca.cityzhg.com/pages/product-view/3741</a>	中國	2019	液化天然氣 2.61kg CO2e/kg; 1 kilogram (kg) = 1.406 cubic meters (m3)
3	天然氣 (直接排放)	3.3172	kgCO2e/m3	/	全球	/	CH4(g)+2O2(g)->CO2(g)+2H2O(g) 16kg CH4 -> 44 kg CO2 = 77kg CO2e/kg CH4 Natural gas: 1 m3 = 0.829 kilogram

以下例子是化學品運輸方式的溫室氣體排放因子：

排放因數 - 運輸方式							
#	運輸方式	排放因數	單位	資源來源	地域代表性	年份	注
1	道路交通	0.057000	kgCO2e/ton*km	<a href="http://lca.cityzhg.com/pages/product-view/6311">http://lca.cityzhg.com/pages/product-view/6311</a>	中國	2019	重型柴油車運輸(載重46t)
2	鐵路	0.010000	kgCO2e/ton*km	<a href="http://lca.cityzhg.com/pages/product-view/6314">http://lca.cityzhg.com/pages/product-view/6314</a>	中國	2019	鐵路運輸(中國市場平均)
3	水運	0.016142	kgCO2e/ton*km	<a href="http://mhb.lca.cityzhg.com/#/carbonFootprint/dataSourceDetail?factorid=factory-6375&amp;id=7c562a88a7a45f8c06a2b1aa3246f0">http://mhb.lca.cityzhg.com/#/carbonFootprint/dataSourceDetail?factorid=factory-6375&amp;id=7c562a88a7a45f8c06a2b1aa3246f0</a>	中國	2022	集裝箱船 (Container ship average) 水運 (貨運)
4	航空	1.222000	kgCO2e/ton*km	<a href="http://mhb.lca.cityzhg.com/#/carbonFootprint/dataSourceDetail?factorid=factory-6375&amp;id=0110a9b17241748b22816621ab46bb">http://mhb.lca.cityzhg.com/#/carbonFootprint/dataSourceDetail?factorid=factory-6375&amp;id=0110a9b17241748b22816621ab46bb</a>	中國	2021	航空 (貨運) 平均 (Air cargo) 航空 (貨運)

以下例子是部分化學品的溫室氣體排放因子：

排放因數 - 化學品						地域代	年份
#	化學品	主要成份	排放因數	單位	資源來源	表性	
1	聚合氯化鋁 (PAC)	Polyaluminium chloride /	1.688000	kgCO2e / kg		GLO	2015
2	聚丙稀醯胺 (PAM)	Polyacrylamide	3.255000	kgCO2e / kg		GLO	2012
3	電解除油粉	Degreasing powder	0.012000	kgCO2e / kg		RER	2007
4	光亮劑	Brightening agent	16.057000	kgCO2e / kg		CN	2020
5	回用水	Reuse water					
6	次氯酸鈉	Sodium hypochlorite	2.112000	kgCO2e / kg		RER	1997
7	鈳濃縮液	Ruthenium concentrate solution					
8	防變色粉	Benzotriazole	2.174000	kgCO2e / kg		RER	2012
9	複合鹽	Compound phosphate	2.750000	kgCO2e / kg		RER	2015
10	柔軟劑	Softening agent	4.411	kgCO2e / kg		RER	1997
11	氫氧化鈉	Sodium hydroxide	1.590000	kgCO2e / kg	<a href="http://lca.cityghz.com/pages/product-view/3613">http://lca.cityghz.com/pages/product-view/3613</a>	中國	2015
12	氫氧化鉀	Potassium hydroxide	4.436000	kgCO2e / kg		RER	2022
13	氧化鋅	Zinc Oxide	2.010000	kgCO2e / kg	<a href="http://lca.cityghz.com/pages/product-view/3978">http://lca.cityghz.com/pages/product-view/3978</a>	中國	2020
14	氨水	Ammonia water	1.377000	kgCO2e / kg	<a href="http://lca.cityghz.com/pages/product-view/3195">http://lca.cityghz.com/pages/product-view/3195</a>	中國	2005
15	鹽酸	Hydrochloric acid	0.8353	kgCO2e / kg		RER	2015
16	破乳劑	Demulsifier	2.950000	kgCO2e / kg		RER	1997
17	逆滲透RO水	Reverse osmosis water	0.0057	kgCO2e / L		GLO	2004
18	除蠟劑	Buffing Compound Remo	2.2600	kgCO2e / kg		RER	2015
19	硫酸	Sulfuric acid	0.0910	kgCO2e / kg		RER	2011
20	硫酸亞鐵	Ferrous Sulphate					
21	硫酸銅	Copper sulfate	3.8660	kgCO2e / kg		RER	2000

以下例子是是廢氣廢水及固廢的溫室氣體排放因子：

排放因子 - 廢氣、廢水及固廢處理方式							地域代	年份
#	處理物	處理種類	處理方法	排放因子	單位	資源來源	表性	
1	污水	含有机物污水	化學沉淀法					
2	污水	含有机物污水	生物化學					
3	污水	含有机物污水	物化					
4	污水	含銅酸鹼污水	化學沉淀法					
5	污水	含銅酸鹼污水	物化/生化					
6	污水	含鉻污水	氧化還原法	0.000956	kgCO2e / kg		RER	2003
7	污水	含氟污水	氧化還原法					
8	污水	含鎳污水	化學沉淀法					
9	污水	前處理污水						
10	固廢	含油抹布	焚燒	0.516	kgCO2e / kg		中國	2010
11	固廢	沉淀物						
12	固廢	沉淀物 ( 污泥 )	R4-再循環/再利用					
13	固廢	廢過濾芯	焚燒	0.516	kgCO2e / kg		中國	2010
14	固廢	固廢	填埋	0.603	kgCO2e / kg		中國	2000
15	固廢	結晶鹽						
16	廢氣	不含氟廢氣						
17	廢氣	含有机物廢氣	鹼綜合					
18	廢氣	含氟廢氣	逆流式濕式洗滌塔					
19	廢氣	含氟廢氣	鹼綜合					
20	廢氣	含鉻廢氣	鹼綜合					
21	廢氣	酸鹼廢氣	逆流式濕式洗滌塔					

#### 4.8 計算電鍍過程中的碳排放量。

電鍍過程中的碳排放量計算涉及能源消耗和化學品使用相關的溫室氣體排放。

要計算與能源相關的排放，必需先確定使用的能源種類（例如，電力或天然氣）並測量電鍍過程中的使用量（以千瓦時或焦耳為單位）。對於來自電網的電力使用，將查詢基於電力來源的電網區域之產電溫室氣體排放因子。從電錶讀數或將設備功率乘以工作時間來獲取一段時間的電量數據。通過將耗電量乘以所選的溫室氣體排放因子來計算使用電力能耗所產生的碳排放量。另外，如果使用天然氣，則通過將天然氣使用量乘以相應之溫室氣體排放因子來確認相應的排放量。

與化學品消耗相關的碳排放主要來自化學品本身和運輸過程。化學品本身的溫室氣體排放因子可以通過文獻綜述和 Ecoinvent 等資料庫找到，相應的碳排放量可以通過將化學品使用量乘以相應之溫室氣體排放因子來計算。對於與運輸相關的碳排放量，應確定運輸方式(如空運、水運或陸運方式等)。通過將運輸距離乘以相應之溫室氣體排放因子來計算碳排放量。

因此，電鍍過程中總碳排放量，可通過各自計算每個生產工序(前處理、電鍍、後處理和廢水廢氣處理等工序)中所牽涉的活動的碳排放量後，再加總成電鍍過程中總碳排放量。