國立勤益科技大學工業工程與管理系

113 學年度實務專題競賽

導入組織性碳盤查與精實手法進行產線低碳生產並擬定減碳路徑規劃
以手工具產業為例

摘要

本計畫在針對手工具製造業導入組織性碳盤查機制，搭配精實管理手法，建構具系統性、可持續的碳管理模式，協助企業掌握自身碳排放熱點並有效減碳，在碳盤查方面，透過依據 ISO 14064-1 標準建立盤查流程，針對範疇一（直接排放）、範疇二（能源間接排放）、範疇三（其他間接排放）進行數據蒐集與分析，協助企業了解全方位碳排放來源。

配合生產流程與供應鏈特性，建立碳排放資料庫並發展碳績效指標，同時，導入精實管理理念，針對高碳排熱點進行流程改善、資源使用效率提升與浪費減少。最後建立三年期的減碳路徑規劃。

本計畫期望透過碳盤查與精實管理的雙軌策略，協助手工具業者在強化競爭力的同時，朝向低碳轉型與永續發展邁進，並提升整體產業鏈的環保意識與綠色低碳生產規劃[1]。

關鍵字：碳盤查、精實管理、手工具產業。

Abstract

Thisprojectaimstointroduceanorganizationalcarbonaccountingmechanisminthehandtoolmanufacturingindustry,combinedwithleanmanagementpractices,toestablishasystematicandsustainablecarbonmanagementmodel.Itassistscompaniesinidentifyingtheircarbonemissionhotspotsandeffectivelyreducingcarbonemissions.Intermsofcarbonaccounting,theprocessisbuiltbasedontheISO14064-1standard,collectingandanalyzingdataforScope1(directemissions),Scope2(energyindirectemissions),andScope3(otherindirectemissions)tohelpcompaniesunderstandthecomprehensivesourcesoftheircarbonemissions.

Inaccordancewithproductionprocessesandsupplychaincharacteristics,establishacarbonemissionsdatabaseanddevelopcarbonperformanceindicators.Atthesametime,introduceleanmanagementconceptstoimproveprocesses,enhanceresourceutilizationefficiency,andreducewasteinareaswithhighcarbonemissions.

Thisprojectaimstoassisthandtoolmanufacturersinenhancingtheircompetitivenesswhileprogressingtowardslow-carbontransformationandsustainabledevelopmentthroughadual-trackstrategyofcarbonaccountingandleanmanagement,whilealsoimprovingtheenvironmentalawarenessandgreenresilienceoftheentireindustrychain.[1]

Keywords:carboninventory,leanmanagement,handtool industry.

1.緒論

近年來國際間許多國家或跨國企業加速減碳，紛紛提出「淨零排放」目標，我國許多企業屬於國際重要供應鏈一環，亦須加緊腳步跟上。組織性碳盤查是減碳的重要基礎，企業推動後才能了解本身碳盤放源，並以此為基準年逐年作後減碳作為，台灣並於 2023 年通過《氣候變遷因應法》，明確設定 2050 年淨零排放目標，為企業因應氣候挑戰提供了法律依據，同時環境部擬定盤查作業指引，提供各界執行溫室氣體盤查之參考依據，以期協助企業掌握自身溫室氣體排放情形，進一步擬定減碳計畫。(2022,環境部)如圖 1 [2] 。

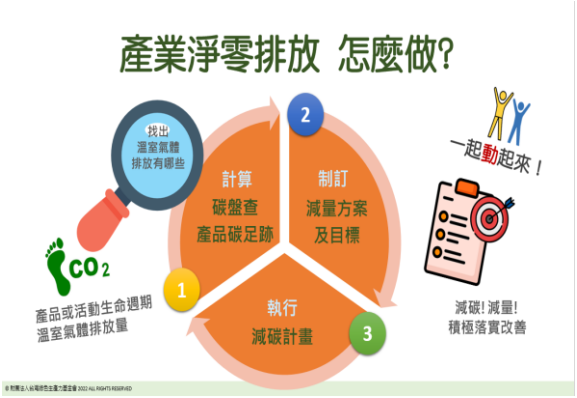


圖 1 環境部擬定產業淨零排放規劃[12]

1.1.研究動機

當今碳排放減量已成為企業、政府和社區的共同目標。製造業是重要實施對象，因其碳排放來源可能來自原料的開採、製造過程中的能源消耗、運輸等環境因素。進行組織性碳盤查有助於精簡該產業的碳排放量，並找出排放源。此研究動機是為了回應全球減碳排放目標，推動製造業朝向低碳發展。

隨著全球邁向 2030 碳中和，各國陸續推動碳稅，碳費等政策，製造業面臨日益嚴峻的減碳壓力。國內手工具產業多屬傳統中小企業並無此概念，同時因能耗、製程複雜，如何在兼顧環保責任的同時，維持營運效率與競爭力，已成為關鍵課題。然而，中小企業往往因資源有限，缺乏系統化的碳盤查與管理能力，導致減碳行動推動困難。

因此，本研究以中部某手工具產業為例，結合組織性碳盤查與並推動產線精實管理作為，提出一套具體、可行的改善策略，協助中小企業在有限資源下，有效掌握碳排放狀況，落實減碳目標，並因應國際市場的綠色競爭趨勢，達到永續發展的目標。

1.2.研究目的

本研究以系統性 ISO14064-1 盤查方法，找出影響碳排放源後，並加以計算其碳盤放量後，提出精實管理工具導入產線改善具體可行策略。

藉由碳盤查流程，強化企業自主減碳能力，運用精實手法找出製程中浪費與碳排熱點，以提升資源使用效率與製造良率，藉由實例驗證加以說明並確認改善作法，協助企業在有限資源下達成減碳與降浪費節省成本雙重目標，因應未來碳稅與綠色貿易壁壘做好準備，同時強化中小企業在地球公民及國際市場的永續競爭力，並作為製造業低碳轉型的參考模式，以推動產業永續發展。

1.3.研究範圍

台灣是全球手工具的製造大國，因此我們選定的範圍主要是在台灣「中部」的手工具產業為主，台灣手工具廠商家共 2,369 家，從業人員約 48,137 人；高達 9 成廠商為 50 人以下中小企業，7 成聚集於中部地區，如下圖 2 為手工具產業分布圖[13]。

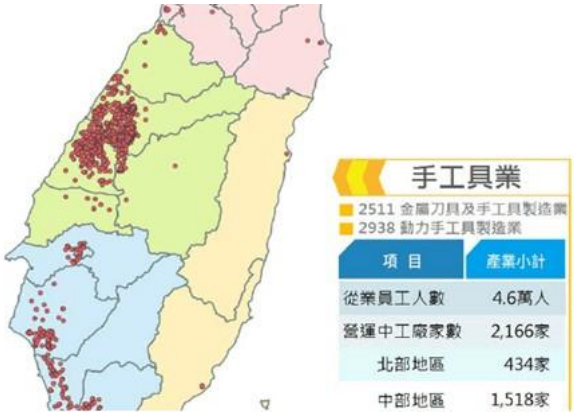


圖 2 手工具產業分布圖[13]

1.4.研究限制

我們這次以中部大里區瑩鑫有限公司作為炭盤查的個案推動分析，該企業主要為手工具套筒生產為主要產品，對於期供應鏈上下游若無法取得的數據資料，則列入重大性鑑別項目後予以排除後不列入碳盤放源計算中。

由於中小企業面臨人力與資源有限的挑戰，實務上執行盤查與改善時，往往須在可行性與效益間權衡，無法完全理想化應用理論模型，亦為本研究的一大限制。再者，碳排熱點與製程浪費之間的因果關聯仍需更多量化數據與長期追蹤驗證，因此本研究僅能列入手工具產業推動初步參考，其他產業類別可能需兼顧上下游則可能不適用本模式。[3]

2.文獻探討

相關文獻主要涵蓋了三個重要領域：手工具產業、溫室氣體介紹與盤查原則以及精實管理改善推動。這些領域不僅對企業的生產效率、環境責任以及企業競爭力有著深遠的影響，而且是實現可持續發展與提升市場競爭力的關鍵所在。[4]

2.1.手工具產業概況

國內手工具產業周邊廠商、協力廠商相當完整，製造流程相當具有彈性，如:模具、表面處理、電鍍及包裝等，都可以找到合適的供應商，且廠商群聚於台中、南投、彰化等地方，產銷供應相當便利而且快速，目前國內手工具廠商約有 600 多家，屬於勞力密集外銷型的產業，以 2008 年的資料為例，手工具年產值達 588.5 億新台幣，而出口金額達 558.9 億，佔年產值的 95%，當然主要出口還是以北美市場、歐洲、中東、東南亞與俄羅斯為主，如下圖 3 為我國手工具歷年出口概況[11]。



圖 3 我國手工具歷年出口情勢[14]

2.2.溫室氣體介紹及盤查原則

溫室氣體係指易吸收太陽輻射的氣體，將太陽熱能保留在地球中，若大幅增加則會形成地球暖化現象。地球大氣中重要溫室氣體包括：水蒸氣(H2O)、臭氧(O3)、二氧化碳(CO2)、氧化亞氮(N2O)、甲烷(CH4)、氫氟氯碳化物類(CFCs，HFCs，HCFCs)、全氟碳化物(PFCs)及六氟化硫(SF6)等，這些溫室氣體有些是環境中自然生成，有些是人為活動所產生(資料來源環境部網站)。

碳盤查透過科學方法學和資料蒐集過程，量化溫室氣體的排放量。盤查對象包括一間企業、整個組織、單一產品或是一個活動。組織、企業使用符合國際的標準程序，盤查企業各環節的直接和間接碳排放量，同時包含企業營運時會產身碳排的活動包含採購、生產、銷售、供應、運輸和員工出差通勤等，如圖4。(2024,經理人)

以下為組織性碳盤查ISO14064-1為主系統性盤查溫室氣體需符合完整性和正確性要符合五大原則。

溫室氣體盤查的完整性和正確性要符合五大原則:

原則一：相關性

有沒有把已經確認排放的排放源，都納入報告中，這會影響到報告的盤查邊界。

原則二：完整性

所做的範圍裡，是不是所有的溫室氣體都已經被考量到，要注意避免遺漏。

原則三：一致性

使用相同的計算邏輯和規則計算溫室氣體排放量。

原則四：準確性

計算邏輯和規則是否貼近實際的溫室氣體排放結果。

原則五：透明度

整體資料是否透明。



圖 4 溫室氣體盤查五大原則[15]

2.3.精實管理介紹

精實管理源自日本豐田生產系統（Toyota Production System，簡稱 TPS），目的是最大化生產效率，同時將浪費降至最低，進而提升企業的產品品質、增加市場競爭力，傳統的 TPS 適合於少樣多量，穩定、生產重複性高的製造業環境（例如：汽車產業），對於變化頻繁或創新導向的產業，實施 TPS 需要謹慎評估適用性，不太適合以少量多樣、客製化產品為主的台灣製造業。因此需要結合 TPS 的核心理念與台灣的實際情況，使用及時生產（JIT）的「訂單拉動」方法，同時搭配自動化設備，進一步提升生產效率和產品品質。

精實管理的6大好處

精實管理對製造業的流程與運作影響深遠，引進對於企業來說有 6 個好處

好處一：生產成本下降

在減少大量存貨與不必要的浪費後，省下多餘花費，生產成本能因此降低。

好處二：減少資源浪費

消除生產過程中的流程、材料、人力等重要資源浪費，尤其是精實生產所注重的 7 大浪費。

好處三：縮短生產週期

在排除無效或多餘的流程作業後，縮短產品生產時間，加速生產週期。

好處四：提升流程效率

產線流程設計搭配精準動作進行生產，減少無效動作，提升作業效率。

好處五：產品品質上升

當無效浪費被排除，員工專注在產品的生產作業，完成顧客需求為目標進行作業，提高顧客滿意度。

好處六：企業利潤增加

根據顧客在對應的時間與需求量進行生產，產品變現能力佳，企業周轉能力提升，利潤增加。

精實管理的三大面向:

「利潤＝價格－成本」，在傳統的成本思維中，售價由公司決定，而成本則不易被控制。但在自由價格機制的運作下，價格其實是由買賣雙方決定，並會隨著需求漲跌。所以精實成本思維採取和傳統成本思維不同的思考方向，設定市場顧客擁有售價決定權，而成本則可被控管，並能透過精實管理降低。因此，企業如何在生產過程中降低成本，就成了精實管理應用最主要的 3 個面向，包含**「品質提升」、「加速流程」與「改善資本投入」**，如下圖 5 為精實生產五大原則。

首先，「**品質提升**」強調的是提高顧客滿意度，在財務效益型態中屬於軟性節省。乍看之下雖然和成本節省沒有直接關聯，但我們反向思考，一旦產品品質不佳，顧客不滿意，就容易衍生退換貨、不良品銷毀甚至客訴處理，造成額外的成本負擔。

其次「**加速流程**」則是以避免浪費來降低成本，也是精實管理的核心精神。

最後「**改善資本投入**」則是以實現股東的價值最大化為目標。比如需求增加時優先提高現有資源的利用率，而非一味增加投入或購買設備，避免如航運業者在疫情紅利過後，面臨嚴重運能過剩問題。



圖 5 精實生產五大原則[16]

3.研究原理與方法

本研究運用 ISO14064-1 組織性碳盤查依據此國際標準，專門用於組織層級的溫室氣體盤查。它規範了組織如何進行溫室氣體的量化、報告及驗證，涵蓋七種主要溫室氣體，如二氧化碳和甲烷。這項標準有助於組織評估其溫室氣體排放的範圍，並支持制定和改進減排策略。ISO 14064-1 要求組織進行溫室氣體盤查，並提供清晰的報告，以符合永續發展和環境管理的最佳實踐。本專題計算碳排放總量之盤查邊境界定及營運範圍與類別，計算所需係數進行盤查後，並導入精實管理工具推動改善。

3.1.溫室氣體盤查範圍類別

氣體盤查涵蓋範疇可分為直接排放（範疇一）、能源間接排放（範疇二）以及其他間接排放（範疇三）三類，如圖 6 所示，且依據其盤查目的而有所不同。環保署現階段溫室氣體盤查涵蓋範疇為直接排放及能源間接排放（即範疇一及範疇二），如圖 6 的紅色虛線方框範圍。而歐盟實施總量管制及排放交易制度中規範之盤查涵蓋範疇僅包括範疇一中固定燃燒源之能源使用，及製程產生之直接排放量，並未包含逸散源及移動源的排放，主要是因其制度設計上僅訂定前述直接排放量的總量目標，並未涵蓋用電產生的能源間接排放量。至於跨國企業或國內產業供應鏈則應依據其上游供應廠商或下游客戶等需求選擇其盤查涵蓋範疇。

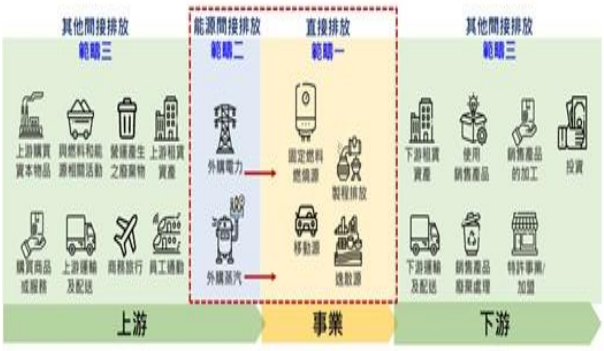


圖 6 溫室氣體盤查範圍類別圖[17]

3.2.溫室氣體係數及潛勢值介紹

溫室氣體係數和潛勢值是衡量不同溫室氣體對全球變暖影響的重要指標。[5]

溫室氣體係數(GWP):

溫室氣體係數（GWP）是一個指標，用來比較不同溫室氣體在單位時間內（通常是 100 年）對全球變暖的影響程度。GWP 將各種溫室氣體的影響以二氧化碳（CO_2）作為基準進行比較，CO_2的 GWP 值為 1。這表示，若某種氣體的 GWP 值為 10，則該氣體在 100 年內對全球變暖影響是二氧化碳 10 倍。

常見溫室氣體的 GWP 值如下：

1. 二氧化碳(CO_2)：GWP=1（基準氣體）
2. 甲烷(CH_4)：GWP=25（即，甲烷對全球變暖的影響是二氧化碳的 25 倍）
3. 氮氧化物(N_2O)：GWP=298（氮氧化物對全球變暖的影響是二氧化碳的 298 倍）
4. 氯氟烴(CFCs)、全氟化合物（PFCs）和六氟化硫(SF_6)等其他氣體的 GWP 則更高，可能是數千倍

潛勢值(GlobalWarmingPotentialValue):

潛勢值是指在一定時間範圍內，某一溫室氣體對全球變暖所能造成的影響程度。它實際上就是溫室氣體的 GWP 值的具體量化表現，用來幫助科學家、政策制定者和企業在碳排放核算和減排策略中做出比較。

這個指標的使用有助於統一衡量各種溫室氣體對環境的長期影響，並促使政策和法規的制定有更清晰的標準。以此為基礎，許多環境相關的規範和報告，像是碳足跡核算，都會將不同氣體的 GWP 納入計算。

3.3.精實工具運用說明

手工具製造業多屬中小企業目前面臨著碳稅籍碳費課徵前提下面臨前所未有的挑戰。精實生產作為一套系統化的生產管理方法，正是協助二代接班人整頓製程的最佳利器。透過消除浪費、優化流程和提升效率，精實生產不僅能夠大幅度降低成本，更能夠提升產品品質和市場競爭力，為企業在新世代的經營中奠定堅實的基礎。

以製鞋產業華岡製鞋為例，曾是阿迪達斯(Adidas)亞洲代理與採購商如圖 7，當時廠房管理制度混亂且毫無規則，精實生產作為一套系統化的生產管理方法，正是協助二代接班人整頓製程的最佳利器。透過消除浪費、優化流程和提升效率，精實生產不僅能夠大幅度降低成本，更能夠提升產品品質和市場競爭力，為企業在新世代的經營中奠定堅實的基礎。

華岡製鞋在永續企業的課程協助下，重新規劃價值流圖並執行拉動式生產，1 個月後，半成品數量大幅降低 75%，且生產效率也提高 50%以上，透過持續優化生產流程、減少浪費，華岡製鞋將原本需要 30 天以上的交期縮短至 10 天，成功將稅後淨利提高 3 倍以上。



圖 7 華岡製鞋工廠內部[18]

以下為本專題運用精實管理工具推動說明

5S 與目視化管理推動

由於中小企業多面臨人力與資源有限的挑戰，實務上執行盤查與改善時，往往須在可行性與效益間權衡，無法完全理想化應用理論模型，亦為本研究的一大限制。再者，碳排熱點與製程浪費之間的因果關聯仍需更多量化數據與長期追蹤驗證，本研究僅能作為初步參考。5S 是整理（Seiri）、整頓（Seiton）、清掃（Seiso）、清潔（Seikeetsu）和素養（Shitsuke）這 5 個詞的縮寫，如圖 8:

1.整理（分類、層別管理）

分開需要與不需要的東西(依使用目的加以分門別類)丟棄或處理不當的東西保管需要的東西

2.整頓（標準化）

整理後只留下必要的東西時,該把什麼東西放在什麼地方都明確規劃,擺放成有秩序的樣子就是整頓。每項物品應有一個特定的位置，在需要的時候隨即可取用。整頓做得好的話,任何物品都有定位,就容易看得出來。

3.清掃

就是把辦公環境中，事務機器及設備的灰塵消除乾淨，是檢查亦是裝備設備保養。

4.清潔

就是對工作的場所、個人服裝儀容等，時時保持潔淨、衛生的狀態，是一種精神教育亦是作業要求。

5.素養

養成守法精神：遵守規定、養成好習慣



圖 8　5S 推動管理關聯圖[19]

柏拉圖

又稱排列圖法、柏拉圖、主次因素分析法，是一種條形圖和折線圖的組合，為品質管理上經常使用的一種圖表方法。1930 年由約瑟夫·朱蘭首次應用於品管當中。按照發生的頻度排序，顯示了多少結果是由每一個識別出來的原因產生。概念上與帕雷托法則有關，是品質控制的一個工具，如圖 9。

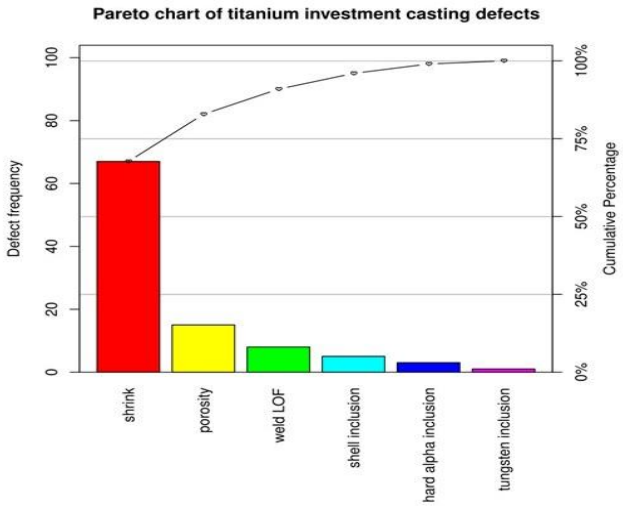


圖 9 柏拉圖[20]

ECRS 分析法

是工業工程學中程序分析的四大原則，用於對生產工序進行優化，以減少不必要的工序，達到更高的生產效率。ECRS，即取消（Eliminate）、合併（Combine）、重排（Rearrange）、簡化（Simplify）如圖 10ECRS 分析法。

1.取消（Eliminate）：

「作業要素能完成什麼，完成的有否價值？是否必要動作或作業？為什麼要完成它？」「該作業取消對其他作業或動作有否影響」。

2.合併（Combine）：

如果工作或動作不能取消，則考慮能否可與其他工作合併，或部分動作或工作合併到其他可合併的動作或作業中。

3.重排（Rearrange）：

對工作的順序進行重新排列。

4.簡化（Simplify）：

指工作內容和步驟的簡化，亦指動作的簡化，能量的節省。

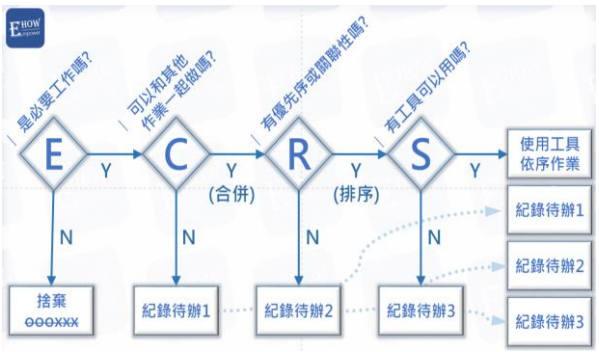


圖 10ECRS 分析法[21]

4.個案討論

本個案將介紹本專題的碳盤查的個案瑩鑫有限公司的基本介紹該企業主要以生產套筒為主手工舉產業如圖 11~13

4.1.個案公司介紹

瑩鑫有限公司為台灣在地的中小型企業，主要從事手工具製造與五金相關產品的批發與零售，瑩鑫的核心業務在於各類手工具產品的製造與販售，包括螺絲起子、鉗子、板手等基本工具，產品主要供應給國內零售商與小型工程承包商，也接受特定客戶的客製化開發需求。



圖 11 瑩鑫有限公司大門



圖 12 場內庫存照片



圖 13 成品展示

4.2.組織性碳盤查介紹

油費計算

使用環境部氣候變遷署的事業溫室氣體排放量資訊平台的試算工具來進行計算，將數值帶入並依照油的類型選擇代碼，可得到最終係數，如圖 14 油費，碳排量其他盤查計算如圖 15~21。[6]

表 4-1 油費碳排量

油種	總量公秉	總碳排量(四捨五入 4 位)
汽油	4.62541	10.6406
柴油	0.70434	1.8913

資料來源:自行計算表格

圖 14 油費碳排量



圖 15 燃油汽油數據輸入[22]



圖 16 燃油柴油數據輸入[22]

範疇別	排放型式	原燃物料代碼	原燃物料名稱
直接	T (移動)	170001	車用汽油

溫室氣體	排放係數類型	排放係數值 (小數10位)	排放係數單位	排放係數來源
CO_2	預設	2.2077151312	公噸/公秉	溫室氣體排放係數
CH_4	預設	0.0007964340	公噸/公秉	溫室氣體排放係數
N_2O	預設	0.0002548589	公噸/公秉	溫室氣體排放係數

圖 17 係數和係數來源(汽油)[22]

範疇別	排放型式	原燃物料代碼	原燃物料名稱
直接	E (燃料燃燒)	170006	柴油

溫室氣體	排放係數類型	排放係數值 (小數10位)	排放係數單位	排放係數來源
CO_2	預設	2.6811103270	公噸/公秉	溫室氣體排放係數
CH_4	預設	0.0001085470	公噸/公秉	溫室氣體排放係數
N_2O	預設	0.0000217094	公噸/公秉	溫室氣體排放係數

圖 18 係數和係數來源(柴油)[22]

序號	範疇別	排放型式	原燃物料代碼	原燃物料名稱	產生 CO_2	產生 CH_4	產生 N_2O	產生 HFCs	產生 PFCs	產生 SF_6	產生 NF_3	活動數據 (小數4位)	活動數據單位	屬生質能源	排放當量(公噸 CO_2e/年)不含生質 (小數4位)	生質排放當量(公噸 CO_2e/年) (小數4位)
1	直接	移動	170001	車用汽油	v	v	v					4.6254	公秉/年	否	10.8999	0.0000

註：本排放量試算，係數來源採用溫室氣體排放係數管理表6.0.4版。　　總排放當量彙總(公噸CO_2e/年)

溫室氣體排放型式排放量統計表

排放類型	排放源型式	各排放型式排放當量 (公噸CO_2e/年) (小數4位)	各排放型式占比(%) (小數2位)
直接	固定(燃料燃燒)	0.0000	0.00
	製程	0.0000	0.00
	移動	10.8999	100.00
	逸散	0.0000	0.00
	小計	10.8999	100.00
能源間接	外購電力	0.0000	0.00
總排放當量彙總 (公噸CO_2e/年) (小數3位)		10.900	100.00

圖 19 終計算結果(汽油)[22]

序號	範疇別	排放型式	原燃物料代碼	原燃物料名稱	產生 CO_2	產生 CH_4	產生 N_2O	產生 HFCs	產生 PFCs	產生 SF_6	產生 NF_3	活動數據 (小數4位)	活動數據單位	屬生質能源	排放當量(公噸 CO_2e/年)不含生質 (小數4位)	生質排放當量(公噸 CO_2e/年) (小數4位)
1	直接	燃料燃燒	170006	柴油	v	v	v					0.7043	公秉/年	否	1.8913	0.0000

註：本排放量試算，係數來源採用溫室氣體排放係數管理表6.0.4版。　　總排放當量彙總(公噸CO_2e/年

溫室氣體排放型式排放量統計表

排放類型	排放源型式	各排放型式排放當量 (公噸CO_2e/年) (小數4位)	各排放型式占比(%) (小數2位)
直接	固定(燃料燃燒)	1.8913	100.00
	製程	0.0000	0.00
	移動	0.0000	0.00
	逸散	0.0000	0.00
	小計	1.8913	100.00
能源間接	外購電力	0.0000	0.00
總排放當量彙總 (公噸CO_2e/年) (小數3位)		1.891	99.98

圖 20 最終計算結果(柴油)[22]



圖 21 公司貨車

電費計算

計算公式為:總年度電費總度數*係數=總碳排量

電力之碳排係數使用經濟部能源署公布之係數，從經濟部能源署的網站能找到 113 年的電力碳排放係數，如圖 22。[7]

113年度電力排碳係數

$$\frac{\text{發電業及自用發電設備設置者躉售公用售電業電量之電力排碳量－線損承擔之電力排碳量}}{\text{公用售電業總銷售電量}} = 0.474 \text{ 公斤 } CO_2e/\text{度}$$

圖 22113 年電力排碳係數[23]

圖 23 是 113 年 12 個月的電力，需要注意的是 11 月 13 是 112 年因此 11 月到 1 月那期只有 15 天。

序號	區間		總天數	實際日期	當期度數	金額	碳排	實際計算日期	實際度數
1	112/11/13	113/01/15	64	15	840	1,788	416kg	113/01/01~113/01/15	196.8750
2	113/01/16	113/03/17	62	62	840	1,792	416kg	113/01/16~113/03/17	840.0000
3	113/03/18	113/05/19	63	63	1080	2,631	535kg	113/03/18~113/05/19	1080.0000
4	113/05/20	113/07/16	58	58	1320	4,117	653kg	113/05/20~113/07/16	1320.0000
5	113/07/17	113/09/18	64	64	1680	6,370	830kg	113/07/17~113/09/18	1680.0000
6	113/09/19	113/11/18	61	61	1000	2,389	494kg	113/09/19~113/11/18	1000.0000
7	113/11/19	114/01/15	58	43	920	2,088	454kg	113/11/19~113/12/31	682.0690
									6798.9440 度

圖 23113 年用電度數

水費計算

計算公式為:整年度水費總度數*係數=總碳排量

依下列圖 24~25 得知數據整年度水費總度數為 198.4 度(m3)，係數為 0.167kgCo2e，得知數據並依照上述公式計算結果為 **198.4*0.167=33.1328kgCo2e**

序號	水費	清除處理費	水源保育回饋費	實收總金額	度數
1	268	56	5	329	27
2	549	133	14	696	55.8
3	366	85	8	459	37.2
4	246	48	5	299	25
5	279	59	6	344	28.4
6	246	48	5	299	25
合計	1954	429	43	2426	198.4
		因此113年度用水排放量為		33.1328	kgCO2e
		198.4*0.167(KgCOe/度)=33.1328kgCO2e=0.0331公噸CO2e			

圖 24　113 年用水度數

中文名稱	台灣自來水(2011)	圖片	
英文名稱	Taiwan tap water(2011)	化學式或俗名	- - -
碳足跡數值	1.67E-1 kgCO2e	數量	1
宣告單位	立方公尺(m3)	生命週期範疇(系統邊界)	大門到大門

圖 25 水係數資料[25]

上游送貨計算

計算公式:單次距離*係數*次數=總碳排量

計算過程:得到公司提供之上游送貨單據後，使用 google 地圖進行查詢兩公司之距離。(如圖 26~27)

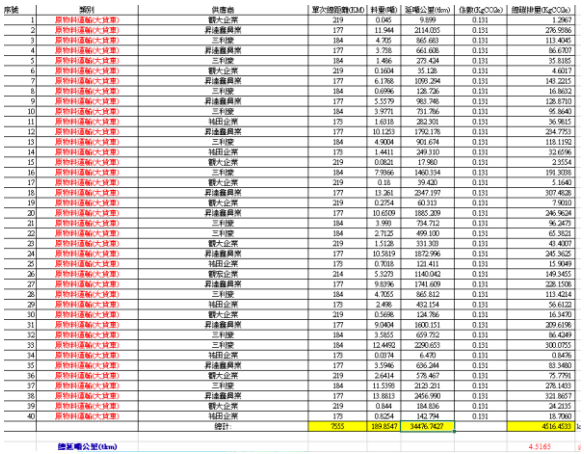


圖 26 上游總碳排量計算

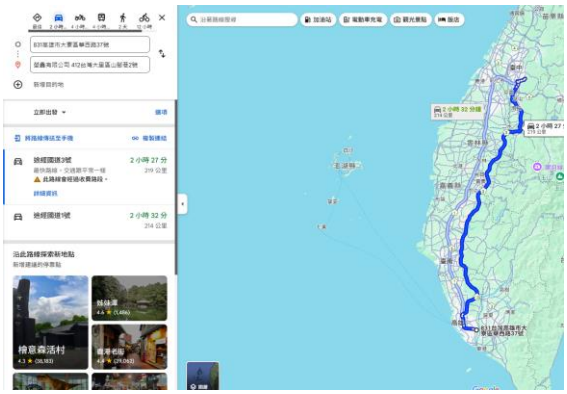


圖 27 兩公司之間距離(以觀大企業公司舉例)[24]

下游送貨計算

計算公式:單次距離*係數*次數=總碳排量

序號	客戶名稱	總重	單次總距離	延噸公里(tkm)	係數	碳排總量(KG)
1	永啟	3.702	7.3	27.0246	0.131	3.5402
2	丞泰	2.967	28.9	85.7463	0.131	11.2328
3	宏輝	0.416	8.8	3.6608	0.131	0.4796
4	彥和	6.203	6.6	40.9398	0.131	5.3631
5	偉孚	2.789	30.3	84.5067	0.131	11.0704
6	勤維	1.01	34	34.3400	0.131	4.4985
7	暐洲	21.848	5.2	113.6096	0.131	14.8829
8	溢鴻	0.147	10.4	1.5288	0.131	0.2003
9	寶昌	0.016	4.9	0.0784	0.131	0.0103
10	上杰	2.17	21.4	46.4380	0.131	6.0834
11	大制	0.198	6.9	1.3662	0.131	0.1790
12	廣泰	0.025	46	1.1500	0.131	0.1507
13	燦輝	0.793	174	137.9820	0.131	18.0756
14	仟昇	15.13632	6.8	102.9270	0.131	13.4834
15	杰安瑞	0.6556	172	112.7632	0.131	14.7720
16	晉典	23.63193	24	567.1663	0.131	74.2988
17	軒聖	3.503964	19.9	69.7289	0.131	9.1345
18	偉傑昌	0.365879	1.8	0.6586	0.131	0.0863
19	集圓	14.92737	2.2	32.8402	0.131	4.3021
20	鴻安	1.2117	11.8	14.2981	0.131	1.8730
				1478.7534	合計	193.7167 KgCO2e
						0.1937 公噸CO2e

圖 28 下游總碳排量計算

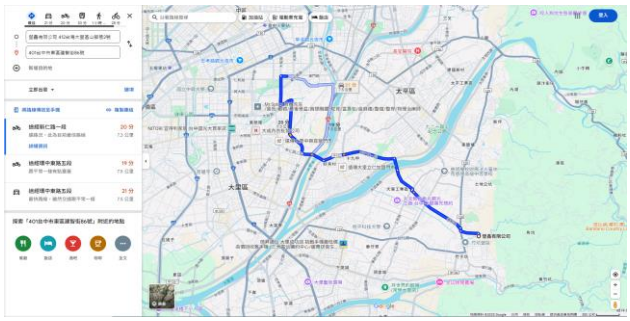


圖 29 兩公司之間距離(以永啟企業公司舉例)[24]

計算過程:圖 28 得到公司提供之下游送貨單據後，使用圖 29 Google 地圖進行查詢兩公司之距離，以此得出正確的數據來計算距離造成的碳排放量。

冷媒計算[8] (如圖 30)

計算公式:原始填充量*逸散率*GWP 值=總碳排量



圖 30 個案公司冷媒計算和佐證照片

逸散排放計算[9] (如圖 31)

計算公式:化糞池甲烷 CH4 逸散量=廠內作業人年數*CH4 排放係數*GWP(AR5)。



圖 31 逸散排放公式

員工通勤計算(如圖 32~35)

計算公式:總距離*上班天數*係數=總碳排量

員工人數	交通方式	總距離	上班天數	活動數據	係數(kg)	總碳排量	
2	開車	12.8	250	3200	0.115	368	
5	摩托車	49.8		12450	0.0951	1183.995	
					合計	1551.995	KgCo2e
						1.551995	公噸CO2e

圖 32 員工通勤計算

中文名稱	自用小客車(汽油)	圖片	
英文名稱	Private passenger car (gasoline)	化學式或俗名	- - -
碳足跡數值	1.15E-1 kgCO2e	數量	1
宣告單位	延人公里(pkm)	生命週期範疇(系統邊界)	搖籃到大門

圖 33 小客車碳排係數[25]

中文名稱	機器腳踏車(汽油)	圖片	
英文名稱	Motorcycle(gasoline)	化學式或俗名	- - -
碳足跡數值	9.51E-2 kgCO2e	數量	1
宣告單位	延人公里(pkm)	生命週期範疇(系統邊界)	搖籃到大門

圖 34 機車碳排係數[25]

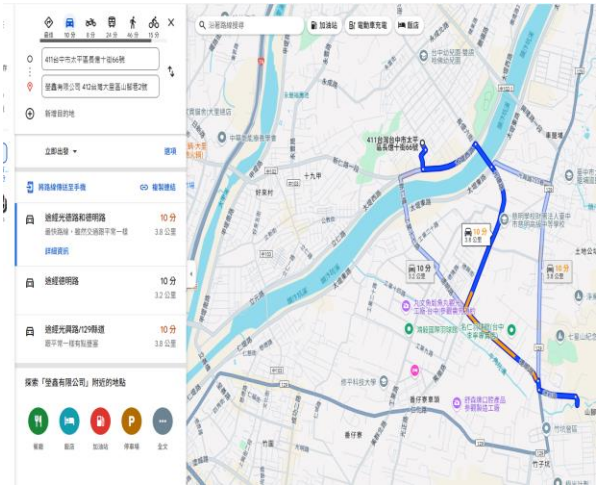


圖 35google 地圖查找範例[24]

圖 35 是利用 google 地圖查找員工住家地址到公司的距離，圖 33、圖 34 為汽車和機車的碳排係數透過環境部的產品碳足跡網的網站尋找。

4.3.導入精實管理改善

導入精實管理做改善，而 5S 管理法是精實管理的一項工具，我們可以使用 5S 來進行改善，而 5S 現場管理法是一套由**整理（SEIRI，以下皆為日文）、整頓（SEITON）、清掃（SEISO）、清潔（SEIKETSU）、素養（SHITSUKE）**所組成的管理措施。(如圖 36~46)

目的是透過降低不必要的浪費，來提昇工作效率。這套管理方法最早前豐田汽車副社長大野耐一所提出，屬於精實管理（LeanProduction）的一種，目的在於讓組織以最少人力、物料、設備等資源，達成最高的產出。

大野力求減少的浪費有 3 種：

一、不合理、不恰當

二、不均、不一致

三、浪費

舉例來說，貨車的載貨上限是 3 箱，一旦載超過，就屬不合理；載 3 箱以下，則為浪費；而每次載貨數量頻繁變動，一下 2 箱、一下 3 箱，則代表不一致。

換言之，5S 管理法的重點，是在有限資源下，讓產出達成最高的效果，並且能夠標準化，確保控制成本、維持一定的獲利。我們到了這間公司發現他們也有落實在 5S 的改善上，例如:生產線的規劃、乾淨整潔的場域、員工的習慣和公司生產的零件擺放等，都看的出來公司平常有在做 5S 管理法，所以公司平時就要養成一個好的工作流程以及習慣，這個是很重要的觀念，有了這觀念可以讓公司變得更完善進步。



圖 36 將製作好的產品分類整齊排序

改善前　　改善後





圖 37 半成品堆置雜亂　　圖 38 裝箱堆疊節省空間





圖 39 未劃安全停放區　　圖 40 設置安全停放區





圖 41 產品未標示項目　　圖 42 產品有貼標分類





圖 43 發電機未定期保養　　圖 44 依標準定時保養





圖 45 產品直接放置廠區　　圖 46 產品按照分類封裝

以上圖 37 圖 38 為改善前後比較和建議，而這些的改善是利用精實管理去改善，上述圖片可利用精實管理中分類的工具如物料邊碼、5S 推動日式管理、ABC 物料分類等，以圖 39 至圖 40 利用 5S 管理的整頓，為堆高機劃設固定的停放作業區域，避免隨意停放操作，屬於定置管理的一環，圖 43 至圖 44 為發電機，從圖片來看發電機看似老舊缺乏保養，定期保養發電機可防止突發故障，降低停機時

間，提升設備可用率，養成精實管理的改善可以為公司帶來更多的效益。

5.結論建議及未來發展方向

本研究透過碳盤查與精實管理的雙軌策略，協助瑩鑫有限公司掌握自身碳排放熱點，並藉由流程改善、資源利用優化與浪費減少，成功降低碳排放，提升生產效率與競爭力。結果證明，碳盤查能量化環境衝擊，而精實管理則能有效驅動企業在減碳與經營效益間取得平衡。此模式對手工具產業具高度參考價值。

5.1.未來發展方向(未來智慧製造導入)

根據本專題對瑩鑫有限公司碳盤查與精實管理實作的成果，未來在「智慧製造」的導入方面可視為推動永續轉型的重要發展方向。雖然瑩鑫有限公司目前屬於規模較小的中小企業，資本額與人力有限，但透過本研究已建立初步的碳排放數據基礎與流程優化經驗，為導入智慧製造奠定了實務基礎。未來建議可從導入簡易的數位化管理工具開始，例如建立碳排數據雲端儀表板、使用智慧電表監控設備用電狀況、搭配環境感測器掌握廠內能耗趨勢，即可提升資訊透明度與即時反應能力，讓節能與減碳從「事後改善」轉變為「即時調整」。(如圖 47)



圖 47 智慧製造 4 大關鍵[26]

5.2.結論建議(減碳路徑及節能省電規劃)

本專題以瑩鑫有限公司為研究對象，針對其手工具製造流程中可能產生的碳排放進行全面性分析，並搭配精實管理策略提出具體的減碳與節能建議。透過依據 ISO14064-1 標準進行的碳盤查，針對範疇一（直接排放）、範疇二（能源間接排放）及範疇三（其他間接排放）進行數據蒐集與計算，涵蓋範圍包括車輛油料使用、電力與水資源消耗、冷媒逸散、員工通勤長遠來看，瑩鑫亦可評估在廠區屋頂設置太陽能板，發展綠能自發自用，降低對傳統電力的依賴。整體而言，本研究顯示即使是人力與資本規模有限的中小企業，透過正確的碳盤查機制與務實的改善策略，仍具備推動低碳轉型與節能發展的可行性與潛力，為台灣傳統製造業在永續發展的道路上提供一項具體而實務的參考典範。[10]

經由計算後該企業該企業碳盤放總量為 23.541 公噸 Coe2) (如圖 48)，因此後續擬定三年期的減碳規畫路徑如圖 49~51 所示。

類別	排放量(公噸 CO2e)	占比(%)
第1類：直接溫室氣體排放與移除	14.0221	59.56%
1.1 固定式排放	0.0000	0.00%
1.2 移動式排放	12.5319	53.23%
1.3 製程排放	0.0000	0.00%
1.4 逸散性排放(冷氣機冰箱冷凍庫冷媒0.8654+化糞池0.6248)	1.4902	6.33%
第2類：輸入能源產生之間接溫室氣體排放	3.2227	13.69%
2.1 外購電力	3.2227	13.69%
2.2 外購能源	0.0000	0.00%
第3類：運輸產生之間接溫室氣體排放	6.2622	26.60%
3.1 上游運輸	4.5165	19.19%
3.2 下游運輸	0.1937	0.82%
3.3 員工通勤	1.5520	6.59%
3.4 客戶和訪客運輸	0.0000	0.00%
3.5 商務旅行	0.0000	0.00%
第4類：組織使用產品產生之間接溫室氣體排放	0.0344	0.15%
4.1組織採購-自來水	0.0331	0.14%
4.2公司營運所產生廢棄物處置	0.0013	0.01%
第5類：與組織的產品使用相關之間接溫室氣體排放	0.0000	0.00%
5.1 下游加工產品	0.0000	0.00%
5.2 產品使用與廢棄	0.0000	0.00%
5.3 下游租賃資產	0.0000	0.00%
5.4 加盟	0.0000	0.00%
第6類：其它來源產生之間接溫室氣體排放	0.0000	0.00%
6.1 其他	0.0000	0.00%
合計	23.541	公噸CO2e

圖 48 碳盤查計算結果

項 目	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年
宣告及承諾	導入 ISO 14064-1 基本碳盤查制度	建立內部節能稽核制度、定期盤查	完成 ISO14064-1 查證	完成 ISO14067 報告書
	建立能源與用水帳務統計表單，展開月度追蹤			完成 ISO14067 查證
基礎設施	全廠更換 LED 照明設備	汰換老舊耗電馬達與空調系統	減少生產製造場域空間	B6:減少生產製造場域空間
數位科技	導入智慧電表、簡易雲端用電記錄平台	安裝感測器於關鍵耗能機台，搭配能源分析	評估與導入 MES 或簡易 ERP 系統進行生產監控	製造系統整合 IoT 與能源儀表板
製程改善	執行 5S 管理導入、清理生產區廢棄物	建立廠內製程流程圖	精實改善全面深化，減少待工與庫存浪費	
循環經濟	分類回收系統初建	優化供應商物流配送，減少空車運輸破損	與供應商合作，導入可回收環保包材	強化循環材料再利用比例與廢棄物減量
能源轉換				
預計規劃減碳量	500Kg	500Kg	700Kg	1000Kg

♦ 註：企業可依實際減碳工作推動滾動式調整規劃

圖 49 瑩鑫有限公司減碳路徑圖規劃

6.誌謝

本專題報告的完成，凝聚了許多人的支持與幫助。在此，我們衷心感謝所有在過程中提供協助與鼓勵的人士。

首先，謹向本專題的指導老師何境峰教授致上最誠摯的感謝。老師在本專題的研究方向、內容規劃及資料分析等方面提供了寶貴的建議與悉心的指導，使我們能夠順利完成本次研究。

同時，感謝瑩鑫有限公司的各位工作人員們，提供了公司的資料以及配合我檢驗，使我們在專題的執行上更加順利。

設備更新說明


圖 1 更換老舊設備


圖 2 定期進行發電機保養


圖 3 更換節能空調


圖 4 更換節能空調


圖 5 進行造材廢料回收


圖 6 定期進行消防泵浦保養



圖 7 定期進行消防栓保養


圖 8 定期更換滅火器


圖 9 改善成自動化倉儲


圖 10 改善成自動化倉儲



圖 11 改善成無人搬運機


圖 12 使用節能材料包裝

圖 50 設備更新說明

減碳工作推動項目一覽表

類別	項　　目	類別	項　　目
宣告及承諾	A1:導入 ISO 14064-1 基本碳盤查制度	製程改善	D1:執行 5S 管理導入、清理生產區廢棄物
	A2:建立能源與用水帳務統計表單，展開月度追蹤		D2:建立廠內製程流程圖
	A3:建立內部節能稽核制度、定期盤查		D3:精實改善全面深化，減少待工與庫存浪費
	A4:完成 ISO14064-1 查證		D4:製程優化(含減少工序
	A5:完成 ISO14067 報告書		D5:使用電動 AGV 搬運
	A6:完成 ISO14067 查證		D6:使用綠色包裝材料
	A7:其他:		D7:其他:
基礎設施	B1:全廠更換 LED 照明設備	循環經濟	E1:分類回收系統初建
	B2:更換節能空調系統(變頻)		E2:優化供應商物流配送，減少空車運輸碳排
	B3:更換節能壓縮系統(變頻)		E3:與供應商合作，導入可回收環保包材
	B4:更換節能泵浦系統(變頻)		E4:其他:
	B5:更換節能風機系統(變頻)	能源轉換	F1:使用天然氣
	B6:減少生產製造場域空間		F2:使用生質能
	B7:其他:		F3:建置屋頂太陽光電系統
數位科技	C1:導入智慧電表、簡易雲端用電記錄平台		F4:其他:
	C2:安裝感測器於關鍵耗能機台，搭配能源分析		
	C3:評估與導入 MES 或簡易 ERP 系統進行生產監控		
	C4:製造系統整合 IoT 與能源儀表板		
	C5:場域導入 ISO50001 能源管理系統		
	C6:關燈工廠		
	C7:其他:		

◆ 註：減碳推動工作項目可依產業屬性不同自行調整

圖 51 減碳工作一覽表

參考文獻

[1] 陳思翰(2024)我國碳盤查作業之分析研究，國立成功大學，土木工程學系碩士班。

[2] 沈鎧寧(2025)企業碳盤查實踐與減碳策略-以臺灣金屬工業為例，國立臺南大學，經營與管理學系科技管理碩士班。

[3] 麥冠宇(2024)機械業碳盤查之研究-以 D 公司為例，國立勤益科技大學，工業工程與管理系碩士班。

[4] 陳奇鴻(2024)工業控制系統盤體更新之碳盤查機制研究-以高雄某工廠設備盤體更新為例，國立高雄師範大學，科學教育暨環境教育研究所碩士班。

[5] 蕭宇量(2024)，我碳盤查和智慧節能減排策略-金屬加工業案例研究，國立勤益科技大學，化工與材料工程系碩士班。

[6] 許名瀛(2024)總石油碳氫化合物污染土壤整治工程碳盤查研究，國立高雄科技大學，環境與安全衛生工程系碩士班。

[7] 江承澤(2024)基於 MQTT 的工廠電力系統預警及碳盤查研究，國立臺灣科技大學，自動化及控制研究所碩士班

[8] 林宜賢(2024)新建空調節能探討及廠區碳盤查評估分析:以智慧科技材料製造廠為例，國立勤益科技大學，冷凍空調與能源系碩士班碩士班。

[9] 陳耀程(2024)煉鋼廠量測器製程碳盤查及減碳策略-以 L 公司為例，國立屏東科技大學，高階經營管理碩士在職專班碩士班。

[10] 倪久超(2024)大學校園碳盤查估計和淨零策略探討—以輔仁大學為例，輔仁大學，企業管理學系管理學碩士在職專班碩士班。

[11] 賴冠佑(2024)台灣手工具產業的未來方向以及前進方向，國立暨南國際大學中華系統動力學學會年會暨研討會

參考網站

[12] 圖 1 零排放做法
https://ghg.tgpf.org.tw/ZeroKnowledge/ZeroKnowledge_more?id=e9f14f0be89845178890a8aa553669achttps://ghg.tgpf.org.tw/ZeroKnowledge/ZeroKnowledge_more?id=e9f14f0be89845178890a8aa553669ac

[13] 圖 2 手工具產業分布圖
https://iknow.stpi.niar.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=15168

[14] 圖 3 國手工具歷年出口情勢
https://www.maonline.com.tw/article_inside.php?i=699

[15] 圖 4 溫室氣體盤查五大原則
https://www.digiknow.com.tw/knowledge/62ea222c8338d

[16] 圖 5 精實生產五大原則
https://yanguo.com.tw/training-news/lean-manufacturing-5-key-principles

[17] 圖 6 溫室氣體盤查範圍類別圖
https://ghgregistry.moenv.gov.tw/upload/Tools/%E6%BA%AB%E5%AE%A4%E6%B0%A3%E9%AB%94%E6%8E%92%E6%94%BE%E9%87%8F%E7%9B%A4%E6%9F%A5%E4%BD%9C%E6%A5%AD%E6%8C%87%E5%BC%95(2022.05)-final.pdf

[18] 圖 7 華岡製鞋工廠內部
https://www.sustainuniversal.com/news_detail.php?id=29

[19] 圖 85S 介紹圖
https://www.kind.com.tw/guidance.php?act=view&id=44

[20] 圖 9 柏拉圖
https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B8%95%E7%B4%AF%E6%89%98%E5%9B%BE

[21] 圖 10ECRS 分析法
http://www.kaizenjit.com/html/2022/Management_1125/6408.html

[22] 環境部溫室氣體排放量資訊平台
https://ghgregistry.moenv.gov.tw/epa_ghg/

[23] 圖 22113 年電力排碳係數
https://www.moeaea.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=26678

[24] Googlemap
https://www.google.com.tw/maps

[25] 產品碳足跡資訊網
https://cfp-calculate.tw/cfpc/WebPage/WebSites/CoefficientDB.aspx

[26] 圖 47 智慧製造 4 大關鍵
https://geasycloud.com/blog_smart-manufacturing.php