國立勤益科技大學工業工程與管理系

114 學年度實務專題競賽

專題題目

運用精實價值溪流 5S 工具及組織性碳盤查建構手工具產線低碳化生產系統

摘要

透過手工具碳盤查，企業能夠全面掌握產品生命週期中各階段的碳排放來源，包括製造、運輸、使用及報廢等環節，並進一步推動減碳程序。例如，選擇低碳材料、優化運輸流程、提升工具使用效率及延長產品壽命等。本專題結合精實管理 5S 管理理念（整理、整頓、清掃、清潔、素養），企業可在提高工具管理效能的同時，進一步提升作業效率並減少資源浪費，同時建構精實價值溪流進行改善爆破。具體措施包括：淘汰低效能工具、合理配置工具存放位置以縮短尋找時間、定期清潔與維護工具以延長使用壽命，並透過標準化管理流程與員工培訓，強化節能減碳意識。此舉能優化作業流程，還能顯著降低碳排放，實現經濟效益與環境永續雙重目標。

關鍵字：精實、價值溪流、組織性碳盤查

Abstract

Through the hand tool carbon inventory, companies can fully understand the sources of carbon emissions at each stage of the product life cycle, including manufacturing, transportation, use and scrapping, and further promote carbon reduction procedures. For example, choosing low-carbon materials, optimizing transportation processes, improving tool efficiency and extending product life. This topic combines the lean management 5S management concept so that enterprises can further improve work efficiency and reduce resource waste while improving tool management efficiency, while building a lean value stream for improvement blasting.

Specific measures include: eliminating inefficient tools, rationally allocating tool storage locations to shorten search time, regularly cleaning and maintaining tools to extend their service life, and strengthening awareness of energy conservation and carbon reduction through standardized management processes and employee training. This move can not only optimize the operating process, but also significantly reduce carbon emissions, achieving the dual goals of economic benefits and environmental sustainability.

Keywords：Lean, VSM, Carbon Footprint Verification

第一章　緒論

本研究聚焦於手工具在製造過程中的碳排放源，通過組織性碳盤查，對手工具的生產、運輸、使用及維護等各階段的碳足跡進行全面評估，識別出潛在的減排機會。基於碳盤查結果，本研究將探索如何通過 5S 管理方法，對手工具的管理流程進行優化，包括工具的整理、整頓、清掃等，以提高工具使用效率、延長工具使用壽命並減少無謂的資源浪費。

第 1-1 節 研究動機

在當前企業競爭激烈的環境中，提高工作效率和實現環保已成為不可忽視的議題。因此，我對手工具、碳盤查和 5S 分析這三個領域產生了濃厚的興趣，並希望能深入學習與實踐。

1. 手工具在製造業和維修行業中扮演著關鍵角色，選擇合適的工具不僅能大幅提高工作效率，還能減少操作員在使用上的風險。我們期望學習手工具的應用與管理的同時，提升自身的實作能力，並且進一步優化工作流程。

2. 碳盤查是當前全球各企業追求永續發展的重大指標。我們認為，透過科學的方法計算碳排放量的方式，能幫助企業快速找出減碳策略，實現環境永續的目標。因此，我們希望藉由學習碳盤查的技術與應用，為社會貢獻一份力量。

3. 5S 分析是一種能提升作業環境整潔度與效率的管理工具。我們深信，透過整理、整頓、清掃、清潔和素養的執行，不僅能提升企業生產力，還能改善工作場所的安全感。我們希望將 5S 分析的概念應用於實務中，培養良好工作習慣。

第 1-2 節 研究目的

本研究的主要目標是透過碳盤查與 5S 管理來優化油管扳手的使用與管理，提升工作效率、降低碳排放，並符合企業可持續發展目標（SDGs）。

分析手工具在生產、運輸、儲存、使用及報廢等各階段的碳排放，找出主要的碳排放來源，並量化其環境影響。藉由數據分析，評估手工具在生命周期中的高碳排環節，進一步尋求減碳策略。

將透過整理（Seiri）、整頓（Seiton）、清掃（Seiso）、清潔（Seiketsu）、素養（Shitsuke），改善工具的存放規範與使用流程，提升作業效率，減少資源浪費。最終目標在於透過碳盤查評估手工具對環境的影響，並運用 5S 管理改善其使用與存放方式，以降低碳排放、提升作業效率及減少企業運營成本，實現環保與經濟效益的雙重提升。

第 1-3 節 研究範圍

台中為台灣手工具產業重鎮，擁有大量中小型工具製造商及國際知名品牌。該區域的手工具產業涵蓋從研發設計、製造、加工到銷售的完整供應鏈，具備高度代表性，適合作為研究對象，以分析手工具在不同環節的碳排放與管理模式。

第 1-4 節 研究限制

會選擇油管板手是因為用途廣泛、耐用性佳，被廣泛應用於水電、石油及建築業。此工具採用高強度合金鋼製造，能長期在各種環境下運作，降低損耗與更換頻率。因應低碳環保趨勢，我們重視其碳足跡與碳盤查，評估製造與使用過程中的碳排放，進而推動節能減碳。而選用油管板手，不僅提升作業效率，更符合環保永續之理念。

第二章 文獻探討

本章透過相關文獻與資料回顧，建立研究理論基礎。首先探討油管板手所屬的手工具產業發展現況，接著介紹溫室氣體的種類與碳盤查的基本原則，最後說明 5S 管理的內涵與其在工具管理中的實務應用，為後續研究方法與分析提供理論依據。

第 2-1 節 手工具產業概況

在綜合梳理 2023 年台灣動力與非動力手工具產業的產銷概況，剖析進出口狀況，並深入剖析台灣手工具進出口的排名與產品結構。回顧 2023 年，非動力手工具市場表現相對穩健，出口值約新台幣 916.2 億元，占總出口比重高達 78.5%。 然而，動力手工具的電動類產品卻呈現負增長，年減幅達 4.9%，凸顯我國在此領域的技術實力及市場布局仍有提升空間。(邱亞琪，2024)

第 2-2 節 溫室氣體介紹及盤查原則

溫室氣體（Greenhouse Gases, GHGs）是會吸收和釋放紅外線輻射，導致溫室效應、進而引起全球氣候變遷的氣體。主要包括：二氧化碳（CO_2），甲烷（CH_4），氧化亞氮（N_2O），氫氟碳化物（HFCs），全氟碳化物（PFCs），六氟化硫（SF_6），三氟化氮（NF_3）請參考圖 1、2 和表 1



圖 1 標準條文-名詞定義

(資料來源：經濟部工業局)



圖 2 溫室效應與全球暖化

(資料來源：經濟部工業局)

表 1 溫室氣體種類

編號	名稱	化學式	特性與來源
1	二氧化碳	CO_2	燃燒化石燃料（煤、石油、天然氣）、水泥生產
2	甲烷	CH_4	農業（畜牧）、垃圾掩埋場、天然氣開採
3	一氧化二氮	N_2O	化肥使用、工業製程
4	氫氟碳化物（HFCs）	多種	冷媒、氣壓噴霧劑
5	全氟碳化物（PFCs）	多種	鋁業副產物、電子業製程
6	六氟化硫	SF_6	高壓電設備、半導體製程

(資料來源：經濟部工業局)

第 2-3 節 精實管理介紹

精實管理源自於日本豐田在製造業設立的典範—豐田式生產系統（Toyota Production System）。透過對工廠的生產管理，訂定 SOP，尋求減少庫存、優化品質並提升效率。特別是庫存，從疫情爆發以來，已成為極為重要的議題。庫存決定一家企業的生死，不論你的企業，是營收上億元的工廠，或是每天收入僅數千元的小餐廳，你都要試著學會，如何透過「精實管理」，讓你穩健成長並長期不敗。(江守智，2024)請參考表 2

表 2 5S 管理介紹

5S 要素	中文意義	應用於手工具管理
整理(Seiri)	區分必要與不必要的工具，清除無用物品	棄置壞掉或長期未使用的工具，減少庫存
整頓(Seiton)	工具分類擺放，確保容易取用	建立工作存放區，標示擺放位置
清掃(Seiso)	維持清潔，減少損耗	定期清潔工具，確保良好運行
清潔(Seiketsu)	標準化維持整理、整頓、清掃的成果	設立工具管理制度
素養(Shitsuke)	培養員工習慣，持續執行5S	培訓員工遵循標準流程

(資料來源：本研究整理)

第三章 研究原理與方法

說明本研究所依據的理論架構與執行方法。首先介紹溫室氣體盤查的範圍與類別，再說明碳盤查中所使用的排放係數與全球暖化潛勢值(GWP)，最後結合精實管理理念，探討在手工具使用與管理中應用的具體方法與實務原則，作為後續研究分析的依據。請參考圖 3~7

第 3-1 節 溫室氣體盤查範圍類別



圖 3 排放類別分類
(資料來源：經濟部工業局)



圖 4 直接排放類別分類
(資料來源：經濟部工業局)



圖 5 直接排放類別分類
(資料來源：經濟部工業局)



圖 6 直接排放類別分類
(資料來源：經濟部工業局)

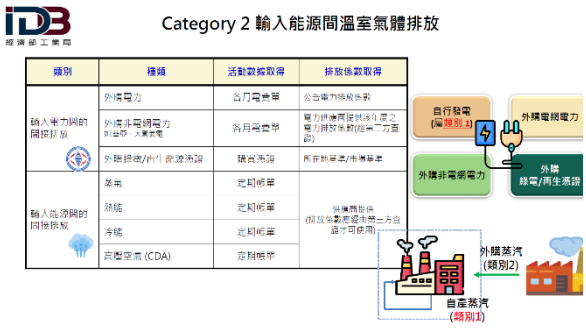


圖 7 間接排放類別分類
(資料來源：經濟部工業局)

第 3-2 節 溫室氣體係數及潛勢值介紹

溫室氣體（Greenhouse Gases, GHGs）是指那些能吸收和釋放紅外線輻射的氣體，導致地球溫度升高，也就是所謂的「溫室效應」。常見的溫室氣體有：二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、氫氟碳化物(HFC_S)等排放物。

全球暖化趨勢值(GWP) 是一個用來衡量某種氣體在一定時間內（通常以 100 年為基準）對全球暖化影響程度的指標。它是相對於二氧化碳（CO_2）而言的。CO_2 的 GWP 被定義為 1。請參考圖 8



圖 8 GWP 值應用

(資料來源：經濟部工業局)

第 3-3 節 精實工具運用說明

本節從精實管理的角度出發，提出提升工具使用效率與安全的實務方法，包括工具標準化、擺放優化、定期保養與安全性設計。這些策略有助於降低浪費、提升工作效率，並可作為實踐 5S 管理的重要補充措施。請參考表 3

表 3 精實工具說明

重點	說明
工具標準化	選擇適合的型號或規格，減少多樣性，以利訓練與管理
工具擺放優化	運用工具車或牆等，縮短尋找或拿取時間
定期檢查保養	避免工具損壞，導致作業中斷
安全性設計	符合人體工學，減少職業傷害

(資料來源：本研究整理)

我們計劃依據表 4 中所列的改善工具來進行改善作業，藉此有系統地分析問題、提出對策，並有效推動整體改善流程。

表 4 個案改善工具說明

精實工具	針對問題	效益/改善
價值溪流圖	1.流程中隱藏的浪費（如等待、搬運、多餘動作）	1.清楚辨識與消除非價值活動 2.縮短生產週期時間（Lead time） 3.提升流程效率與整體資源配置
	2.缺乏整體流程視角導致瓶頸或過度庫存 3.各部門間缺乏協調	
操作程序圖	1.流程中不必要或重複的動作 2.作業流程設計不良導致效率低 3.作業安排不合理導致人力浪費	1.重構流程以減少不必要步驟 2.提升作業效率與標準化程度 3.降低人員疲勞與錯誤發生機率
ABC 分類	1.資源平均分配導致高價值物品缺料 2.庫存控管不精準或成本過高 3.無法有效監控高成本品項	1.強化對 A 類品項的控管與管理 2.降低庫存成本與浪費 3.提高資源使用效率
防呆設計	1.人為錯誤導致品質缺陷 2.操作失誤或裝配錯誤 3.重工、報廢成本過高	1.降低人為錯誤的發生率 2.穩定產品品質與降低維修成本 3.提升顧客滿意度與信賴度

(資料來源：本研究整理)

第四章 個案探討

靖旺有限公司成立於西元 2002 年，是專業手工具製造商，產品全部集中在手工具相關的產品，如：汽修用專業級板手、油管扳手、齒輪扳手、梅花扳手、套筒、套筒扳手組、切台、切割器、磁磚切割器、玻璃切割器與其他相關類型的產品。

靖旺有限公司以建築工具起家，秉持『創新、誠信、品質、專業』為經營理念，專業團隊對產品不斷研發增進，提供優良產品給客戶，在建築工具、扳手、套筒組系列中，公司已經擁有 60 多件專利，其中更自創『海豚扳手』、『鯊魚牌磁磚切割器』品牌，在業界享有盛名。『鯊魚牌磁磚切割器』更在市場上擁有四成五的市占率，感謝客戶的愛護使用。

第 4-1 節 個案公司介紹

靖旺有限公司（Jin Wang Industrial Co., Ltd.）是一家專業的手工具製造商，成立於 1965 年，總部位於台中市太平區。公司專注於開發與製造各類手工具產品，涵蓋汽車修護用專業級扳手、油管扳手、齒輪扳手、梅花扳手、套筒、套筒扳手組，以及建築用磁磚切割器、玻璃切割器等。其自有品牌「鯊魚牌」磁磚切割器在市場上享有盛譽，市占率達 45%，並擁有多項專利技術。公司提供 ODM 與 OEM 服務，產品行銷全球，並通過 GS 與 ISO 等國際認證。經營理念強調創新、誠信、品質與專業，致力於持續研發與品質提升。



圖 9 靖旺公司手工具產品種類

(資料來源：個案公司本研究整理)

第 4-2 節 組織性碳盤查計算

是指針對一個組織或部門在其日常營運過程中所產生的溫室氣體（GHG）排放進行全面性盤點與量化分析的過程。其目的是了解碳排放的來源、規模與影響，以作為未來節能減碳策略、環境管理與永續發展計畫的基礎。

依據溫室氣體盤查議定書（GHG Protocol），排放源分為三個範疇：

範疇一：組織直接排放	本研究：車輛使用汽油
範疇二：組織使用的間接能源排放	本研究：用電產生的排放
範疇三：其他間接排放（選擇性揭露）	本研究：上下游供應鏈排放、員工通勤、廢棄物處理

4-2-1 油費計算

燃油使用的碳排放屬範疇一的直接溫室氣體排放來源。許多手工具或設備（如發電機、壓縮機、動力工具）使用柴油或汽油作為能源，這些燃料在燃燒過程中會直接釋放出二氧化碳(CO_2)等溫室氣體。



圖 10 堆高機 1



圖 11 堆高機 2

(資料來源：個案公司本研究整理)



圖 12 貨車(靖旺有限公司舉例)

(資料來源：個案公司本研究整理)

靖旺有限公司：台中市太平區祥順路一段 15 號

勝奉工業有限公司：台中市太平區溪洲路 77 巷 6 號

汽油與柴油在燃燒過程中會產生三個主要的溫室氣體(二氧化碳、甲烷及一氧化二氮)等，透過圖 13 運用溫室氣體排放量資訊平台所公布的相關排放係數，結合汽柴油使用量進行碳排放量的計算，並將結果整理彙整為表 5。



圖 13 溫室氣體量化計算

(資料來源：溫室氣體排放量資訊平台)

表 5 汽柴油排放量計算結果

汽油	CO2	排放量*GWP值	285.164*1	285.164			
	CH4	排放量*GWP值	0.1029*30	3.087	合計	296.969	公噸CO2e
	N2O	排放量*GWP值	0.0329*265	8.7185			
柴油	CO2	排放量*GWP值	1028.17*1	1028.17			
	CH4	排放量*GWP值	0.0416*30	1.248	合計	1031.62	公噸CO2e
	N2O	排放量*GWP值	0.0083*265	2.1995			

(資料來源：本研究整理)

4-2-2 電費計算

電力使用的碳排放屬於範疇二的間接溫室氣體排放來源，來源為外購電力在發電過程中所產生

的排放。電費的計算主要依據用電量（以度，kWh為單位）與供電單位的費率表來進行。費率可能因用電類型(如工業用電、一般用電)與用電時段(如尖峰、離峰）而有所不同，部分情況也會採用階梯式費率。



圖 14 個案公司 113 年一月份電費單舉例

(資料來源：個案公司本研究整理)

備註:一月算法計費日期是 111/12/9-112/1/10 合計共 33 天，然後 2 月份電費單計費日期從 1/11-2/13 合計 34 天，因此一月的度數乘以 10/33、二月的度數乘以 21/34。

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 15 所示。

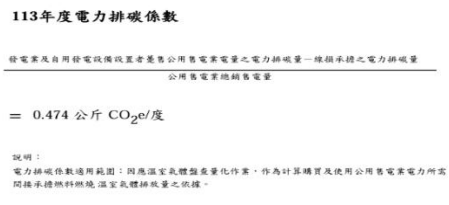


圖 15 113 年電力排碳係數

(資料來源：經濟部能源署)

透過個案公司提供的電費單進行整理與統整出表 6

公式:總年度電費總度數*係數=總碳排量

表 6 個案公司 113 年一月份用電數據

電號:07-65-0755-03-1	地址:台中市太平區祥順路一段16號３・４樓					
日期	用電日數	度數	日平均度數	金額	實際用電度數	
112/12/11~113/01/11	32	480	15	1,465	165	113/1月帳單(01/01~01/11)
113/01/12~113/02/15	35	654	18.69	1,810	654	113/2月帳單(01/12~02/15)
113/02/16~113/03/13	27	551	20.41	1,626	551	113/3月帳單(02/16~03/13)
113/03/14~113/04/14	32	767	23.97	2,199	767	113/4月帳單(03/14~04/14)
113/04/15~113/05/15	31	864	27.87	2,609	864	113/5月帳單(04/15~05/15)
113/05/16~113/06/13	29	1,003	34.59	3,056	1,003	113/6月帳單(05/16~06/13)
113/06/14~113/07/14	31	1,253	40.42	3,884	1,253	113/7月帳單(06/14~07/14)
113/07/15~113/08/14	31	1,332	42.97	4,240	1,332	113/8月帳單(07/15~08/14)
113/08/15~113/09/15	32	1,044	32.63	3,331	1,044	113/9月帳單(08/15~09/15)
113/09/16~113/10/15	30	866	28.87	2,644	866	113/10月帳單(09/16~10/15
113/10/16~113/11/14	30	771	25.7	2,369	771	113/11月帳單(10/16~11/14
113/11/15~113/12/15	31	755	24.35	2,365	755	113/12月帳單(11/15~12/15
113/12/16~114/01/13	29	757	26.1	2,432	418	114/1月帳單(12/16~12/31)
總計		11,097		34,030	10,443	

(資料來源：本研究整理)

透過個案公司提供的電費單進行整理與統整，經公式計算製作出表 7，以清楚呈現電費支出的相關資料，方便後續的查閱與分析。

表 7 電力計算報表

度數總計:	33,346		33.3459	千度/年
電力排放係數(2024)	0.474KgCO2e/度			
總碳排放當量	15,805.97	KgCO2e		
	15.8059661	公噸CO2e		

(資料來源：本研究整理)

4-2-3 水費計算

自來水使用的碳排放屬於範疇三的其他間接溫室氣體排放來源，來源為自來水從取水、淨水、輸送到用戶端過程中所消耗能源所產生的排放。水費主要依據實際用水量(以立方公尺為單位)進行計價，並根據地方政府或供水單位設定的費率收取。計算方式通常包含基本費用與超出基本用水量後的加價費率，部分地區採用階梯式費率制度，以鼓勵節水。透過對水費的系統性計算與分析。



圖 16 個案公司 113 年一月份水費單為例

(資料來源：個案公司本研究整理)

透過個案公司提供的水費單，進行資料整理與彙整後，製作出表 8。

表 8 水費計算報表

	單據期間	帳單度數	日平均度數	該月實際用水度數	(112/01/01~112/12/31)112年度實際用水度數	天數
2月帳單	112/11/16-113/01/10	56	1	10.00	113/01/01-113/01/10	
4月帳單	113/01/11-113/03/13	52	0.83	52.29	113/01/11-113/03/13	
6月帳單	113/03/14-113/05/14	82	1.32	81.84	113/03/14-113/05/14	
8月帳單	113/05/15-113/07/12	86	1.46	86.14	113/05/15-113/07/12	
10月帳單	113/07/13-113/09/11	57	0.93	56.73	113/07/13-113/09/11	
12月帳單	113/09/12-113/11/14	51	0.8	51.20	113/09/12-113/11/14	
2月帳單	113/11/15-113/01/09	240.12	2.07	99.36	113/11/15-113/12/31	
		合計		437.56		

(資料來源：本研究整理)

表 9 用水碳排放量

查詢 水碳足跡係數為0.167(kgCO2e)(立方公尺)(2011年係數(生命週期範疇：大門到大門)	
因此113年度用水排放量為437.56*0.167(KgCO2e/度)=73.072521kgCO2e=0.073072521公噸CO2e	0.0731公噸CO2

（資料來源：本研究整理）

公式:整年度水費總度數 * 係數 = 總碳排量

4-2-4 上游送貨計算

上下游運送貨物所產生的碳排放屬於範疇三的間接溫室氣體排放來源。產品、原物料或工具從供應商運送至工廠，以及從工廠運送至使用端所產生的運輸過程，會因車輛燃油消耗而排放二氧化碳（CO_2）等溫室氣體。

這類排放雖非組織直接控制，但與組織運作密切相關，因此納入盤查有助於全面掌握碳足跡。其碳排量通常根據運輸距離、運輸工具類型(如卡車、貨車等)、貨物重量與燃料種類進行估算。

計算公式:單次距離 * 係數 * 次數 = 總碳排量



圖 17 自用小客車的碳足跡數值

(資料來源：碳足跡資訊網)

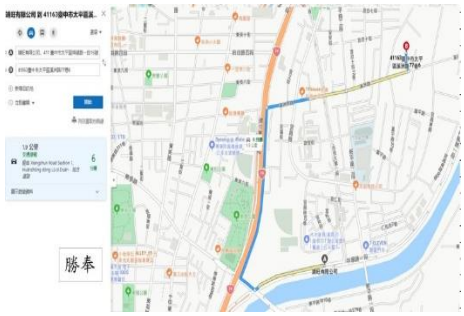


圖 18 兩公司之間距離(以勝奉公司舉例)

(資料來源：個案公司本研究整理)

透過個案公司所提供的相關數據，進行公式計算與分析後，整理出表 10、11。

計算公式:單次距離 * 係數 * 次數 = 總碳排量

表 10 上游統整數據整理

編號		回廠重量(KG)	回廠數量	料重(公噸)	回廠日期	單次距離(KM)	係數(kgCo2e/tkm)	碳排總量(
1	1月2日	29.2	800	0.0292	1月4日	8.3	0.131	0.031746
2	1月2日	9.6	283	0.0096		8.3	0.131	0.010438
3	1月2日	19	576	0.019		8.3	0.131	0.02065
4	1月2日	36.6	1000	0.0366		8.3	0.131	0.039795
5	1月3日	152	1260	0.152	1月8日	8.3	0.131	0.16526
6	1月3日	158	735	0.158		8.3	0.131	0.17175
7	1月3日	18.7	307	0.0187		8.3	0.131	0.020332
8	1月3日	16.2	284	0.0162		8.3	0.131	0.017614
9	1月3日	9.6	114	0.0096		8.3	0.131	0.010438
10	1月3日	12.1	149	0.0121		8.3	0.131	0.013156
11	1月3日	42	329	0.042		8.3	0.131	0.04566
12	1月5日	33.2	315	0.0332		8.3	0.131	0.036098
13	1月5日	42.8	315	0.0428		8.3	0.131	0.046536
14	1月5日	24.8	703	0.0248		8.3	0.131	0.026965
15	1月5日	104.5	860	0.1045		8.3	0.131	0.113622
16	1月5日	57.3	636	0.0573		8.3	0.131	0.062302
17	1月9日	23.3	524	0.0233		8.3	0.131	0.025334
18	1月9日	21	498	0.021		8.3	0.131	0.02283
19	1月9日	19	500	0.0194		8.3	0.131	0.021095
1370	9月23日	379	6567	0.379		171	0.131	8.489
1371	10月1日	859	7090	0.859	10月22日	171	0.131	19.242
1372	11月1日	425	7015	0.425	11月27日	171	0.131	9.520
1373	11月1日	1619	4619	1.619		171	0.131	36.267
1374	11月5日	425	1968	0.425	11月7日	171	0.131	9.520
1375	11月26日	377	15783	0.377	11月29日	171	0.131	8.445
1376	11月26日	400	10685	0.4		171	0.131	8.9
1377	12月1日	742	10020	0.742	12月24日	171	0.131	16.621
1378	12月1日	350	3080	0.35		171	0.131	7.84
1379	12月1日	634	5920	0.634	12月20日	171	0.131	14.202
1380	12月1日	215	4982	0.215		171	0.131	4.816
1381	12月9日	1124	24136	1.124	12月25日	171	0.131	25.178
1382	5月14日	78	500	0.078	5月17日	1.6	0.131	0.0163
1383	5月14日	52	500	0.052		1.6	0.131	0.0108
1384	7月31日	65	400	0.065	8月2日	1.6	0.131	0.013
1385	8月30日	210	400	0.21	9月10日	1.6	0.131	0.044
1386	8月30日	210	400	0.21		1.6	0.131	0.044
1387	12月1日	7484	10020	7.484	12月16日	6.9	0.131	6.7647
							合計	56

（資料來源：本研究整理）

表 11 上游統整數據整理

序號	出貨日期	數量	單位重量(kg)	總重(公噸)	單次距離	係數(kgCo2e/tkm)	碳排總量(
1	10月8日	300	0.3	0.09	55.9	0.131	0.659061
2	10月8日	300	0.3	0.09	55.9	0.131	0.659061
3	10月8日	1	0.3	0.0003	55.9	0.131	0.00219687
4	10月8日	500	0.3	0.15	55.9	0.131	1.098435
5	10月8日	300	0.3	0.09	55.9	0.131	0.659061
6	10月8日	200	0.3	0.06	55.9	0.131	0.439374
7	10月8日	1000	0.3	0.3	55.9	0.131	2.19687
8	10月8日	600	0.3	0.18	55.9	0.131	1.318122
9	10月8日	800	0.3	0.24	55.9	0.131	1.757496
10	10月8日	1	0.3	0.0003	55.9	0.131	0.00219687
11	10月8日	1000	0.3	0.3	55.9	0.131	2.19687
12	10月8日	400	0.3	0.12	55.9	0.131	0.878748
13	10月8日	400	0.3	0.12	55.9	0.131	0.878748
14	10月8日	400	0.3	0.12	55.9	0.131	0.878748
15	10月8日	1500	0.3	0.45	55.9	0.131	3.295305
623	10月9日	1350	0.3	0.3699	8.5	0.131	0.41188365
624	10月9日	345	0.3	0.0945	8.5	0.131	0.10522575
625	10月9日	333	0.3	0.0999	8.5	0.131	0.11123865
626	10月9日	500	0.3	0.15	8.5	0.131	0.167025
627	10月9日	520	0.3	0.156	8.5	0.131	0.173706
628	10月9日	308	0.3	0.0924	8.5	0.131	0.1028874
629	11月26日	4000	0.3	1.2	8.5	0.131	1.3362
630	11月26日	420	0.3	0.126	8.5	0.131	0.140301
631	11月26日	1,050	0.3	0.315	8.5	0.131	0.3507525
632	12月25日	500	0.3	0.15	8.5	0.131	0.167025
633	12月25日	522	0.3	0.1566	8.5	0.131	0.1743741
634	12月25日	308	0.3	0.0924	8.5	0.131	0.1028874
635	12月25日	1040	0.3	0.312	8.5	0.131	0.347412
						合計	588.602682

（資料來源：本研究整理）

4-2-5 冷媒計算

冷媒逸散所產生的碳排放屬於範疇一的直接溫室氣體排放來源，來源為冷凍空調設備在使用或維修過程中冷媒洩漏所釋放的溫室氣體。冷媒具有極高的全球暖化潛勢值(GWP)，即使少量洩漏也會造成顯著碳排放，因此在碳盤查過程中須特別加以記錄與計算。

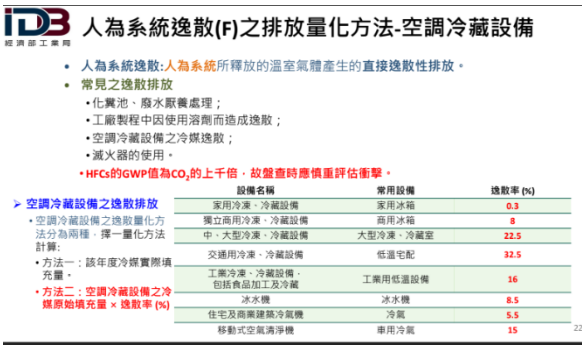


圖 19 逸散之排放量化方法

(資料來源：經濟部工業局)

公式:原始填充量*逸散率*GWP 值=總碳排量

我們透過實地拍攝的照片，圖 20~30，掌握相關規格，並進一步運用公式進行計算，彙整後整理成表 12 與 13，以呈現各項數據的具體結果。

表 12 冷氣機總表

冷氣機(東元窗型)(MW0972BFR)	冷氣機(東元分離型)(MA28IH-LV)
R-22	R410A
1760	1923.5
5.50%	5.50%
0.48	1.1
2	1
92.928	116.37175

(資料來源：本研究整理)



圖 20 R22 與 R410A 冷氣冷媒

(資料來源：高 GWP 值冷媒總表)



圖 21 冷氣機(東元窗型)(MW0972BFR)



圖 22 室外機



圖 23 冷氣機(東元窗型)(MW0972BFR)



圖 24 冷氣機(MW0972BFR)



圖 25 冷氣機(東元分離型)(MA28IH-LV)



圖 26 冷氣機(東元分離型)(MA28IH-LV)

(資料來源：個案公司本研究整理)

表 13 飲水機碳排量計算

設備名稱	飲水機
冷媒型號	R-134a
GWP AR5	1300
逸散率(%)	5.5%
原始填充量(kg)	0.2
台數	2
總碳排量	28.6
(資料來源：本研究整理)	



圖 27 飲水機規格



圖 28 飲水機

(資料來源：個案公司本研究整理)

圖 29 R-134a 冷媒

(資料來源：高 GWP 值冷媒總表)

表 14 總冷媒碳排放計算



(資料來源：本研究整理)

我們將冷氣與飲水機所使用冷媒的碳排放量

進行加總，據此計算出總體排放數據，並整理成表 14，以呈現其對環境影響的量化結果。

由於 ABC 類滅火器所使用之乾粉滅火劑不屬於高溫室效應潛勢氣體，且平時無實際釋放情形，碳排放量可忽略不計，故不納入本次碳盤查範圍。



圖 30 ABC 類滅火器

(資料來源：個案公司本研究整理)

4-2-6 逸散排放計算

糞污處理的甲烷排放也屬於範疇一的直接溫室氣體排放來源。化糞池主要透過厭氧分解作用產生甲烷（CH_4），而甲烷是一種全球暖化潛勢（GWP）極高的氣體，因此其排放需納入盤查。

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)。

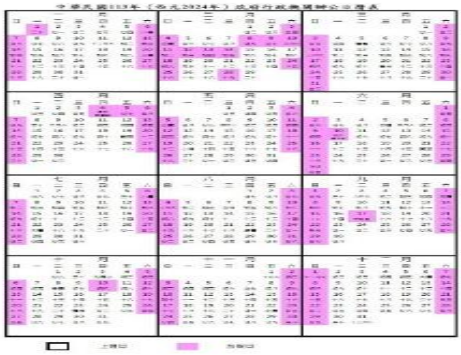


圖 31 辦公日曆表

(資料來源：113 年政府行政機關)



圖 32 投保單位保費計算明細表

(資料來源：個案公司本研究整理)

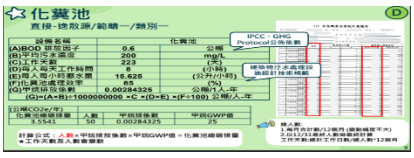


圖 33 化糞池 直接逸散源

(資料來源：個案公司本研究整理)

表 15 甲烷(CH4) GWP 值

代碼	預設 GWP 值		
	溫室氣體化學式	IPCC第四次評估報告(2007)	IPCC第五次評估報告(2013)
180014	CO2二氧化碳	1	1
180177	CH4甲烷	25	28
180177	CH4石化甲烷		30
GG1802	N2O氧化亞氮	298	265

(資料來源：本研究整理)

我們取得個案公司提供的相關數據，經整理與分析後彙整成表 16。

表 16 化糞池總表

化糞池											
化糞池排放源			排放係數考量參數							排放係數	
係數選用	產品/原料名稱	設備名稱	BOD 排放因子	單位	平均污水濃度 mg/L	工作天數(天)	每人每天工作時間(小時)	每人每小時廢水量(公升/小時)	化糞池處理效率(%)	CH4 排放係數	單位
範例	肥料	化糞池	0.6	公噸 CH4/公噸-BOD	200	250	8	15.625	85	0.0031875	公噸/人-年

(資料來源：本研究整理)

透過個案公司所提供的相關數據，進行公式計算與分析後，整理出表 17。

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)。

表 17 化糞池總碳排放量

0.6*200/1000000000*250*(8*15.625)*(0.85)			
0.0031875	公噸/人-年		
人數*甲烷*甲烷GWP值=化糞池總碳排放量			
11*0.003188*28，則化糞池總碳排放量為		0.9819	公噸CO2e

(資料來源：本研究整理)

4-2-7 員工通勤計算

員工通勤的碳排放屬範疇三的間接溫室氣體排放來源。員工通勤產生的碳排放來自員工日常往返工作場所的交通工具使用，在這個過程中，燃油的消耗直接關聯到二氧化碳(CO_2)等溫室氣體的排放。

透過整理個案公司提供的員工資料，進行彙整與分析後編製作成表 18

表 18 員工通勤距離

編號	地址	交通工具	距離(km)	距離加總
1	台中市太平區祥順路一段16號	機車	2.1	
2	台中市北屯區瀋陽北路115號	機車	8.5	
3	台中市大里區內新街33號2樓	機車	4.1	
4	台中市太平區祥順路一段16號	機車	2.1	
5	台中市太平區新光里新福十六街45號11樓	機車	2.8	
6	台中市太平區永平南路40巷5號6F之23號	機車	1.4	
7	台中市太平區宜欣六街18號	機車	1.3	
8	台中市祥順路一段309號3樓之3	機車	2.5	
9	台中市太平區精美一街13巷1號3樓	機車	2.2	27
10	台中市太平區太平路678巷29號	腳踏車	1.7	1.7
	其餘員工住宿舍			

(資料來源：本研究整理)

透過個案公司所提供的相關數據，進行公式計算與分析後，整理出表 19。

公式:總距離*上班天數*係數=總碳排量

表 19 員工通勤計算表

員工人數	交通方式	總距離(km)	上班天數	活動數據(KM)	來回(km)	係數(kg)	總碳排量(KG
0	開車	0	250	0	0	0.115	0
9	機車	27		6750	13500	0.0951	1283.85
1	腳踏車	1.7		425	850		
						合計	1283.85
						員工上班	1283.85 KgCo2e
						1.2839	公噸CO2e

(資料來源：本研究整理)

第 4-3 節 導入 5S 改善

導入 5S 改善是一項提升組織運作效率與職場品質的基礎活動，透過整理、整頓、清掃、清潔與躲五大步驟，能有效消除浪費、降低風險，還能建立整潔有序的工作環境，提升員工士氣與企業形象。當 5S 成為日常工作的習慣與文化，企業將更具競爭力，也能穩定地朝向持續改善與永續發展的方向前進。

第 4-4 節 個案改善

4-4-1 價值溪流圖

價值溪流圖是一種用來分析整體製程流程的圖示工具，從原料進廠到成品出貨，清楚標示各步驟的加工時間、批量與可用性等資料。透過圖面化的方式，能快速找出流程中的浪費與瓶頸，有助於提升生產效率、縮短交期，並作為後續改善的重要依據。參考圖 34

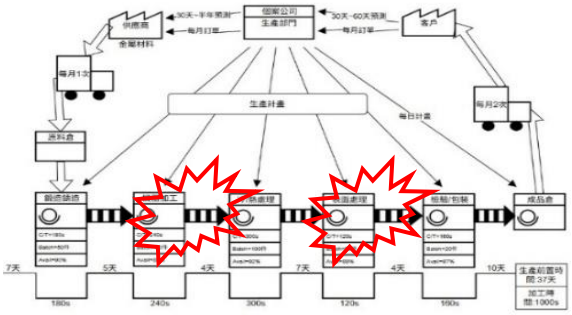


圖 34 價值溪流圖改善前(以個案工具為例)

(資料來源：本研究整理)

改善重點為縮短生產前置時間，由原本 37 天減少為 28 天，加工時間從 1000 秒降至 880 秒。透過模具改善、合併冷/熱處理與表面處理工段，及提升作業效率，有效減少等待與搬運浪費，提升整體生產效率與反應速度。參考圖 35

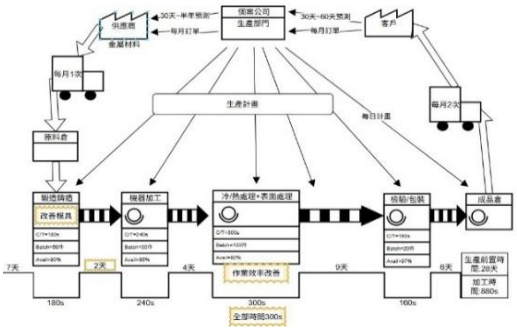


圖 35 價值溪流圖改善後(以個案工具為例)

(資料來源：本研究整理)

4-4-1 操作程序圖的基本概念

操作程序圖是一種用來分析與記錄生產或作業流程中各項作業步驟的圖表工具。它以圖形方式表示整個流程中的「加工」、「檢查」等主要活動，幫助理解整個作業的順序與內容。

表 20 個案產品的操作流程介紹

序號	作業名稱	活動類型	說明
1	材料準備	■ 檢查	選用高強度合金鋼（如鉻鉬鋼或鉻釩鋼），裁切成合適尺寸
2	鍛造或鑄造	● 加工	以鍛造為主，形成板手初步結構，提高強度與密度
3	機械加工	● 加工	使用 CNC 車銑床，精密加工出開口、握柄與棘輪結構
4	熱處理	● 加工	進行淬火與回火，提升硬度與韌性
5	表面處理	● 加工	拋光、電鍍（鍍鉻、鍍鎳）、防鏽處理，提高外觀與耐蝕性
6	組裝	● 加工	安裝棘輪頭、切換按鈕等零件，並測試其功能
7	品質檢驗	■ 檢查	尺寸、強度、壽命與操作手感等檢查
8	包裝與出貨	● 加工	完成後進行品牌包裝、貼標與裝箱，安排物流運送

(資料來源：本研究整理)

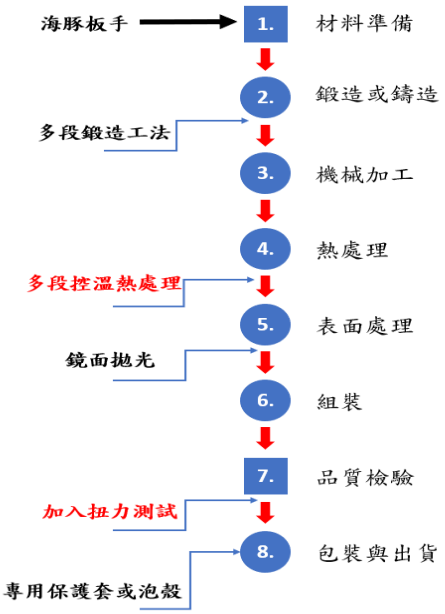


圖 36 個案產品的操作程序圖

(資料來源：本研究整理)

4-4-2 海豚板手與一般板手之改善比較

太平靖旺公司導入海豚板手後，全面升級製程流程。從選材、鍛造到精密加工與熱處理皆強化，提升強度與精度。品質檢驗新增扭力與壽命測試，包裝也更具高端感，整體強化產品功能性與品牌形象。

改善前　　改善後



圖 37 加工區加工



圖 38 加工區加工

(資料來源：個案公司本研究整理)

4-4-3 倉儲 ABC 分類

倉庫中的物品分為三類

A 類　少數高價值物品，需嚴格管控。

B 類　中等價值物品，常規管理。

C 類　大量低價值物品，簡化管理。

(1) A 類物品：此區域優先處理	(2) B 類物品：常規區域平衡	(3) C 類物品：邊緣化處理
位置選擇：靠近出口/揀貨區（如倉庫前端的中層貨架）。主通道兩側，避免高位或角落。	位置選擇：次優位置（如倉庫中段的中層或高層貨架）。可與 A 類共享區域，但略遠離主通道。	位置選擇：高位貨架、倉庫後端或底層（需防潮）。使用 大容量儲存容器（如托盤或整箱堆放）。

改善前　　改善後



圖 39 倉庫改善前



圖 40 倉庫改善後

(資料來源：個案公司本研究整理)



圖 41 ABC 分類

(資料來源：本研究整理)

表 21 板手改善前後

流程階段	**改善前**	**改善後**	**改善目的與效益**
1. 材料準備	一般鉻鉬鋼或鉻釩鋼裁切	使用 S2 工具鋼，並進行成分分析與材質追蹤	增加強度與材料一致性
2. 鍛造或鑄造	單段鍛造，結構相對粗糙	採用**多**段鍛造工法與精密模具，強化結構密度	提升強度與外觀精度
3. 機械加工	一般 CNC 加工開口與基本握柄紋理	加工海豚頭特徵、雙齒輪、切換槽、彈簧槽等複雜結構	增加功能與人因工學設計
4. 熱處理	標準淬火與回火處理	實施精密控溫程序與深冷處理（-190°C）	提升耐久性與穩定性
5. 表面處理	拋光 + 鍍鉻	進行三層電鍍（銅-鎳-鉻）+鏡面拋光與奈米防鏽膜處理	美觀、防鏽、防滑與高端質感
6. 組裝	組裝棘輪與握柄，少量檢測	導入精密裝配治具、功能測試流程、組裝自動化	穩定品質、減少人為誤差
7. 品質檢驗	尺寸、外觀、基本功能檢查	新增扭力測試、壽命測試、聲音測試、雷射標準定位對位檢查	提升整體品質與信賴度
8. 包裝	使用紙盒包	採用專用泡殼/盒	強化品牌

與出貨	裝，附品牌貼紙	裝、雷射序號、說明卡與品質保證卡	形象與售後保障

(資料來源：本研究整理)

4-4-4 防呆裝置

防呆裝置是一種用來預防作業失誤或人為錯誤的設計方法，常見於製造業與品質管理中。其目的是讓錯誤無法發生或即使發生也能立即被察覺，從而提高產品品質與工作效率。

安裝感應器前（未防呆）：	安裝感應器後（防呆設計）：
1.操作人員容易誤觸開關，在手部尚未離開模具時啟動油壓機，造成夾手等重大工安意外。	1.感應器會偵測人手是否在危險區域，未離開即自動阻止油壓啟動。
2.作業依賴人員經驗與注意力，分心或疲勞，容易發生操作錯誤。	2.加裝雙手啟動按鈕與感應器聯動，需雙手離開模具同時按下按鈕，避免單手誤啟動。
3.缺乏自動檢查機制，不易即時發現誤操作。	3.作業流程更加標準化，不依賴人為判斷，大幅降低人因風險。



圖 42 機台



圖 43 油壓機控制板



圖 44 紅外線感測



圖 45 感應器

(資料來源：個案公司本研究整理)

第五章 結論建議及未來發展方向

透過本次手工具個案公司的組織性碳盤查，我們成功揭露了主要的排放熱點，包括用電、冷媒逸散、交通運輸與耗材使用等，其中以電力使用為主要來源，顯示出節能設備導入與能源優化的迫切性。同步推動的 5S 改善活動，有效提升了作業現場的整潔度與工具管理效率，降低了資材浪費與工時損耗，進而間接促進了碳排的減量。

第 5-1 節 結論建議(減碳路徑及節能省電規劃)

在本次碳盤查結果中，用電為主要碳排來源，因此未來的減碳路徑建議聚焦於節能省電的措施。首先，可逐步汰換老舊高耗能設備，導入高效率馬達、變頻器或 LED 照明等節能設備；其次，建立日常節電管理制度，例如落實待機電源管理、自動關閉閒置設備，並結合 5S 推動提升員工節能意識。此外，建議逐步導入能源監測系統，追蹤各區用電趨勢，發掘潛在浪費點，並設定階段性減碳目標。透過這些具體策略，能有效打造符合永續發展目標的綠色工廠環境。

表 22 減碳路徑

項 目	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年
宣告及承諾	A1：建立碳盤查與節能基線年	A2：廠內節能與再生能源導入擴大	A3：實施供應鏈碳管理與包裝減碳	A4:建立低碳產品與 ESG 管理制度
基礎設施	B1：LED 全廠換裝	B3：新增更多太陽能發電設施	B5：倉儲區域節能改造	B7：智慧能源管理全面完成
	B2：空壓機優化與保養制度建立	B4：空調/冷卻系統升級	B6：高效馬達/變頻壓縮機導入	
數位科技	C1：裝設智慧電表	C3：用電監控平台全面上線	C5：追蹤 SCOPE 3 主力供應商	C7：碳盤查取得第三方驗證
	C2：建立能資源管理平台初版	C4：開始導入設備碳資料追蹤	C6：導入碳帳本系統	
製程改善	D1：更換老舊切割馬達	D3:減少耗材與不良率	D4：優化物流/搬運動線	D5:整合標準作業減碳流程
	D2:設備閒置節能模式設定			
循環經濟 能源轉換	E1：建立原料再製流程	E2:包裝再利用率 >50%	E3:綠電達 30%	E4:回收再製材料占比提升至 20%
	F1:建置發電地板	F2:生質能發電	F3:固體再生燃料發電	F4: 建立儲能與尖離峰調度策略
預計規劃減碳量	約 20 噸 CO_2e	約 50 噸 CO_2e	約 80 噸 CO_2e	約 120 噸 CO_2e

(資料來源：本研究整理)

設備更新說明



圖 46 油壓機定期保養



圖 47 砂輪機砂輪更換



圖 48 砂布機砂布更換



圖 49 更換節能空調



圖 50 升降機定期保養



圖 51 更換成電熱水器



圖 52 增設更多



圖 53 升級成自



圖 54 使用無

綠電設施　　動化倉儲　　人搬運車







圖 55 扭力機定期保養　　圖 56 改善為自動化流水線　　圖 57 廢料回收利用

表 23　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: 建立碳盤查與節能基線年	製程改善	D1:更換老舊切割馬達
	A2: 廠內節能與再生能源導入擴大		D2:設備閒置節能模式設定
	A3: 實施供應鏈碳管理與包裝減碳		D3:減少耗材與不良率
	A4:建立低碳產品與 ESG 管理制度		D5:優化物流/搬運動線
			D6:整合標準作業減碳流程
基礎設施	B1: LED 全廠換裝	循環經濟	E1:建立原料再製流程
	B2: 空壓機優化與保養制度建立		E2:包裝再利用率 >50%
	B3: 屋頂太陽能建置完成		E3:綠電達 30%
	B4: 空調/冷卻系統升級		E4:回收再製材料占比提升至 20%
	B5: 倉儲區域節能改造	能源轉換	F1:建置發電地板
	B6: 高效馬達/變頻壓縮機導入		F2:生質能發電
	B7: 智慧能源管理全面完成		F3:固體再生燃料發電
數位科技	C1: 裝設智慧電表		F4: 建立儲能與尖離峰調度策略
	C2: 建立能資源管理平台初版		
	C3: 用電監控平台全面上線		
	C4: 開始導入設備碳資料追蹤		
	C5: 追蹤 SCOPE 3 主力供應商		
	C6: 導入碳帳本系統		
	C7: 碳盤查取得第三方驗證		

註：減碳推動工作項目可依產業屬性不同自行調整

第 5-2 節　未來發展方向(節能與再生能源方案)

為進一步推動減碳行動，未來可考慮導入節能技術與再生能源方案，作為長期發展方向。節能方面，建議針對主要用電設備進行能源效率評估，逐步導入高效率馬達、智能照明控制系統與能源管理平台，提升能源使用透明度與即時反應能力。在再生能源部分，若場域條件允許，可評估設置太陽能光電系統，以供應部分廠區用電，降低對傳統電網的依賴，同時減少範疇二排放，也可探討綠電採購、再生能源憑證（T-REC）等制度，逐步邁向低碳轉型與永續營運目標。

參考文獻

1. https://www.jinwang-tools.com/webls-zh-tw/product.html 靖旺有限公司
2. https://ghgprotocol.org/ 溫室氣體盤查 GHG Protocol
3. https://www.cca.gov.tw/affairs/ghg-emissions-management/1985.html 環境部 氣候變遷署 溫室氣體排放管理
4. https://www.ipcc.ch/about/ GWP 全球暖化潛勢值 IPCC
5. http://xn--clma-ur9gg94jneld9b.org.tw/ 台灣精實管理協會
6. https://www.lean.org/ 國際精實管理協會
7. https://leanmanufacturingtools.org/ 精實工具擺放優化
8. https://www.mirdc.org.tw/IndustryNewsView.aspx?Cond=1784 (產業動向-財團法人金屬工業研究發展中心) [2023 年我國動力與非動力手工具的回顧展望]作者:邱亞琪 (2024-08-08)
9. https://www.businessweekly.com.tw/management/blog/3015487 商業週刊 1955 期[什麼是精實管理？3 個問答讓你一次搞懂]撰文者：江守智(2024/05/05)
10. https://www.moeaea.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=2314
11. https://globalgoals.tw/9-industry-innovation-and-infrastructure 永續發展目標
12. https://www.nextdrive.io/2023/11/16/articles/whatiscppa/ CPPA 綠電採購
13. https://www.trec.org.tw/ 國家再生能源憑證中心
14. https://a1.digiwin.com/essay/essay-content.php?detail=1256 ABC 分類法
15. https://vocus.cc/article/63387075fd8978000180773f 價值溪流圖
16. https://asana.com/zh-tw/resources/what-is-a-flowchart 操作程序圖
17. https://www.digiwin.com/tw/blog/9/index/3207.html 豐田式生產管理
18. https://data.moenv.gov.tw/dataset/detail/CFP_P_02 碳排放係數
19. https://ipedia.tw/eosh-notion-card/recognize-5s/ 5S 管理
20. https://www.tejwin.com/insight/carbon-footprint-verification/ 碳盤查
21. https://mice.meettaiwan.com/meettaiwan/netzero/2050-net-zero/ 減碳策略