# 勞動部勞動力發展署北基宜花金馬分署

## 112 年度「因應淨零排放之製造業轉型策略及人才培訓調查計畫」

(案號 nwda1120152)

# 調查報告

主辦單位：勞動部勞動力發展署北基宜花金馬分署

執行單位：社團法人中華民國全國中小企業總會

中 華 民 國 112 年 12 月

# 目　錄

摘要 .....1
壹、 調查目的 .....10
一、緣起 .....10
二、研究背景 .....11
三、研究目的 .....13
貳、 文獻探討 .....14
一、我國因應淨零排放之製造業轉型策略政策分析 .....16
（一）、經濟部製造部門 2030 淨零轉型路徑 .....16
（二）、國科會淨零科技方案（2023-2026） .....22
（三）、我國能源結構與淨零路徑對應 .....26
二、製造業淨零轉型策略及人才培訓文獻探討 .....28
（一）、臺灣製造業淨零轉型策略 .....28
（二）、淨零轉型與人才培訓 .....36
三、水電從業人員文獻蒐集分析 .....40
（一）、水電從業人員之工作內涵 .....40
（二）、水電從業人員之職能分析 .....41
四、室內裝修從業人員文獻蒐集分析 .....44
（一）、室內裝修從業人員之工作內涵 .....44
（二）、室內裝修從業人員之職能分析 .....45
參、 調查方法 .....47
一、整體研究架構 .....47
二、整體研究流程 .....48
三、淨零排放政策與職缺、職能調查方法 .....49
（一）、專家諮詢會議 .....49

（二）、次級資料蒐集 ..... 51
（三）、深度訪談 ..... 51
（四）、焦點座談會 ..... 54
四、現有自辦職類盤點與課程調整建議 ..... 56
（一）、自辦職類盤點分析 ..... 56
（二）、課程單元規劃訪談規劃 ..... 56
肆、 調查結果 ..... 59
一、「製造部門 2030 淨零轉型路徑」之內容分析 ..... 59
二、自辦課程內容分析 ..... 62
（一）、職缺類別與職能預想 ..... 65
（二）、共通與專業課程規劃方向 ..... 65
三、專家學者深度訪談結果分析 ..... 66
（一）、專家學者對淨零轉型策略方案認知/參與/支持度 ..... 67
（二）、專家學者對製造業淨零轉型策略三大面向經驗談 ..... 67
四、焦點座談會結果分析 ..... 72
（一）、對課程規劃與單元內容之建議： ..... 73
（二）、對整體人才培訓建議： ..... 74
五、擇定後續查調對象之職類 ..... 74
六、課程單元規劃訪談結果分析 ..... 75
（一）、對淨零轉型策略方案認知 ..... 75
（二）、對製造業淨零轉型必修課程規劃可行性評估 ..... 76
（三）、對製造業淨零轉型人才培訓相關建議之看法 ..... 79
七、淨零轉型之自辦職前訓練共通課程規劃 ..... 81
（一）、淨零轉型課程規劃方向 ..... 81
（二）、淨零轉型共通與專業課程大綱 ..... 82
（三）、淨零轉型課程相關師資推薦 ..... 84

伍、 結論與建議 ..... 85

一、綜合結論 ..... 85

（一）、製造業轉型策略政策主責為經濟部產業發展署，係以排碳比重方向優先切入排碳大戶的製造部門六大行業，提出推動減碳三大面向來創造我國製造部門的淨零轉型競爭力。 ..... 85

（二）、北分署自辦課程與製造業淨零轉型路徑主要交集為「製程改善」面向的加速產業設備汰舊更新（低碳化）與節能與其數位化（智慧化）。 ..... 85

（三）、製造業淨零轉型衍生職缺多在原先不熟悉的 ESG 永續及碳管理方面，另製程改善過程中較需「水電」職類。 ..... 86

（四）、製造業淨零轉型新增職能可歸納為「低碳化」的減碳觀念與「智慧化」的減碳技術雙軌並行，更強調跨部門合作與跨領域人才交流。 ..... 86

（五）、製造業淨零轉型課程規劃以職能 KSA 區分為：跨職類之淨零轉型共同必修（K/A）與低碳生產技術製程改善直接相關的機電類職群減碳/節電技術專業選修（S）。 86

二、淨零轉型人才培訓政策建議 ..... 87

（一）、就業服務與訓練資源相關施政措施中增設「淨零轉型」專項，藉以凸顯政策新走向 ..... 87

（二）、師資培育先外而內：初期尋求產學專家學者入場培訓，同步培育內部師資，以利長期推廣「淨零轉型」課程 ..... 88

三、淨零轉型課程設計建議 ..... 88

（一）、建議調整現有課程大綱，增加數位化及智慧化相關課程內容，讓課程名稱增加「智慧化」、「數位化」特色呈現 ..... 88

（二）、建議淨零任務的重要執行職能「水電職類」課程單元可更明確導入智慧化與低碳化的雙主軸轉型 ..... 89

四、委員提供後續發展方向之建議 ..... 89

（一）、建議未來於自辦課程能擴展更多製造業行業在智慧化減碳作為之解決方案 .89

（二）、建議淨零轉型相關課程增加淨零碳排與碳盤查計算之術科考題，以加強專技人員在淨零轉型之成效 ..... 90

（三）、在跨職類淨零轉型共同必修課程的「企業因應之道」中，可增加企業對於跨域綠色人才需求與資源介紹，以強化學員對淨零轉型任務的信心與學習意願 ..... 90

參考文獻 ..... 91

附錄 ..... 92

# 圖目錄

圖 1-1 智慧國家方案-六大核心戰略產業與四大發展主軸 ..... 11
圖 1-2 環保署溫室氣體減量加速減碳修正說明 ..... 12
圖 2-1 製造部門經濟與排碳趨勢 ..... 16
圖 2-2 製造部門 2019 年排碳行業占比 ..... 17
圖 2-3 經濟部工業局製造部門 2050 淨零轉型三大面向 ..... 18
圖 2-4 製造部門淨零轉型三大面向之「製程改善」 ..... 19
圖 2-5 製造部門淨零轉型三大面向之「能源轉換」 ..... 20
圖 2-6 製造部門淨零轉型三大面向之「循環經濟」 ..... 21
圖 2-7 2020~2050 NZE 情境中排放減量措施 ..... 27
圖 2-8 我國製造業景氣循環時鐘圖 ..... 28
圖 2-9 各產業淨零排放路徑圖 ..... 31
圖 2-10 臺塑企業短中長期減碳目標 ..... 35
圖 2-11 訓練需求分析程序 ..... 38
圖 3-1 本計畫整體研究架構圖 ..... 47
圖 3-2 本計畫整體研究流程 ..... 48
圖 3-3 研究期程規劃圖 ..... 50
圖 3-4 深度訪談大綱 ..... 53
圖 3-5 焦點座談會大綱 ..... 55
圖 4-1 15 位專家學者對淨零轉型策略方案認知/參與/支持度平均分數柱型圖 ..... 67

# 表目錄

表 2- 1【能源消費】能源大用戶申報資料統計（2021 資料年）.....26
表 2- 2 【電力流向】能源大用戶申報資料統計（2021 資料年）.....27
表 2- 3 企業達成淨零排放，各階段須達成的目標.....30
表 2- 4 管道裝設人員工作內容.....40
表 2- 5 建築物電力系統裝修人員工作內容.....40
表 2- 6 職能基準一覽表.....41
表 2- 7 職能導向課程一覽表.....42
表 2- 8 職能單元資源一覽表.....43
表 2- 9 職能單元課程課綱一覽表.....43
表 2- 10 營建木作人員工作內容.....44
表 2- 11 職能導向課程一覽表.....45
表 2- 12 職能單元課程課綱一覽表.....45
表 2- 13 職能單元課程課綱一覽表.....46
表 3- 1 深度訪談規劃表.....52
表 3- 2 自辦課程調整需求之「深度訪談」規劃.....56
表 3- 3 課程單元規劃與調整建議之訪談大綱.....57
表 4- 1 製造部門六大行業與淨零轉型三大面向對應表.....60
表 4- 2 邀集專家學者個別深度訪談名單.....66
表 4- 3 焦點座談會邀集專家學者出席一覽表.....72
表 4- 4 安排訓練場之訓練師與承辦人員深度訪談名單.....75
表 4- 5 邀請專家學者擔任講師專業領域與課程單元對應一覽表.....84

# 摘要

## 一、調查背景

近年來，氣候變遷造成的災害在全球發生頻率更為頻繁，造成的損害亦越發廣泛，經科學研究證實人類經濟活動產生的溫室氣體與地球溫度提高之間有著緊密關聯性。聯合國政府間氣候變化專門委員會（IPCC）於 2022 年公布第六次評估報告，當中指出全球暖化將在近 20 年內升溫至攝氏 1.5 度，多種氣候危害的增加，並衝擊全球生物的居住環境甚至棲息地喪失。為減緩氣候暖化趨勢，諸多國家相繼提出淨零目標與措施，期望在喚醒低碳消費及生活意識的同時，維持企業獲利營運，在迫使企業進行改變的同時，也促使個人、組織、國家與國際之間對淨零議題發起更多討論或是行動。

為回應全球氣候緊急事態以及國際間淨零（Net Zero）碳排政策對我國產業升級形成的挑戰，國家發展委員會於 2022 年公布「2050 淨零排放路徑及策略總說明」，包含四大策略兩大基礎，其中四大策略可視為轉型策略，分別為能源轉型、產業轉型、生活轉型及社會轉型，兩大基礎為治理基礎，為科技研發及氣候法制。同年，立法院也在 4 月「溫室氣體減量及管理法」修正草案，並將法案名稱修正為「氣候變遷因應法」，除了增訂氣候變遷調適專章，同時明定各部會及中央、地方間相關工作之協調、分工與整合，此外也加強氣候變遷人才培育與技術發展。據此，在氣候法制方面足堪具備基礎。

基此，本計畫以蒐集淨零轉型過程中，對我國製造業淨零排放人才培訓可能之策略、具體做法為主，提出可新增或衍生職缺類別及所需人才之職能，作為主辦單位自辦訓練課程調整建議，以茲未來辦理職業訓練及職能發展等規劃之策略及具體行動方案參考。因應淨零排放之製造業轉型策略及人才培訓調查計畫最主要目標在於以主辦機關自辦課程為優化目標，分別從製造業淨零轉型之官方政策面向、產業需求面向與學研資源面向三方面來進行文獻蒐集研討、深度訪談與焦點座談來進行調查與分析。

# 二、文獻探討

我國淨零排放政策已經有明確的推動策略與路徑，行政院及各部會皆有多項分工，同力齊進，其中與本調查計畫較有直接關聯者，應屬經濟部「製造部門 2030 淨零轉型路徑」，與國科會「淨零科技方案（2023-2026）」，因此，本研究將以上述兩份已公告政策文件作為內容分析主體，藉以形成本研究之學理基礎與政策支持之論點。

因此，本調查計畫首先於第 1 次專家諮詢會議前探討我國「2050 淨零排放路徑及策略總說明」，包含能源轉型、產業轉型、生活轉型及社會轉型等四大轉型策略，以及科技研發及氣候法制兩大治理基礎，以及在此基礎上，所規劃《十二項關鍵戰略》來整合跨部會資源，藉以支持所有投入的個人、企業及相關非政府組織。再者，本調查計畫著重於經濟部「製造部門 2030 淨零轉型路徑」作為內容分析主體，藉以形成本調查計畫之執行重點。

再就專家個別深度訪談與專家焦點座談會前的政策分析與文獻探討鎖定產業發展署（原工業局）針對製造業所著手推動三大面向：製程改善、能源轉換及循環經濟中的「製程改善」為主，加上專家多附和現階段製造業低碳生產技術仍是以降低能源中的耗電量為首要目標，而各項低碳生產技術之研究與導入有其技術門檻，但其製程設備與冷凍空調安裝絕不能缺少電機工程與水電工程人員的參與及配合，方能順利推動。另外，亦有專家提及「綠建築」亦是未來建築與營建業之趨勢，綠建築主要是建築物本體設計與施工所要遵循，主要為建築師與營建工程管理人員主導，室內裝修從業人員應是配合按圖施工的專業團隊之一，與淨零碳排的關聯性較低。

接著於第 2 次專家諮詢會議前，本調查團隊再就「水電」及「室內裝修」與低碳技術關聯性的研究論文或技術文件作為文獻佐證，同時也藉由蒐集「水電」及「室內裝修」的工作內涵與職能資訊，作為後續訪談與課程設計參考。

# 三、調查方法

本調查整體研究流程首先以次級資料蒐集與分析為研究工具，就製造業淨零轉型政策方案與製造業下溫室氣體排放大戶的次行業發展趨勢進行分析，同時對北分署現有 15 項自辦課程職類/課綱執行盤點與差異對照分析，並就淨零轉型關聯排列優先順位。

接著以深度訪談與焦點座談等質性研究工具，分別對產官學研各個利益關係人之專家學者，分享其製造業淨零轉型策略所衍生就業職缺類別，以及對現有職缺產生新增職能的需求出現，進行人才培訓需求的分析。

再來則統整上述初步研究成果，交由北分署擇定至少 3 項職類，安排訓練場行政人員與訓練師進行訪談，蒐集自辦職前課程規劃與設計之實務經驗，提供課程/單元調整之建議，並彙整完成期末報告之撰寫。

# 四、調查結果

## （一）、內容分析

從製造部門六大行業與淨零策略三大面向之對應分析，經濟部工業局針對製造部門的六大行業（石化業、電子業、鋼鐵業、水泥業、紡織業、造紙業），著手推動減碳的三大面向（製程改善、能源轉換、循環經濟）來創造我國製造部門的淨零轉型競爭力，因此本研究特以雙向細目表方式彙整六大行業與三大面向的對應表格來進行內容分析，並進而分析其執行路徑的異同之處。

經初步分析發現：一為三大面向在六大行業間的差異不大，亦即同一面向在不同行業之間的作法並無明顯之差異，換言之，三大面向之轉型策略可以適用於製造部門的不同行業，差異之處應在於不同行業之主要生產與製造設備雖然有異，如從「製程改善」的角度切入的話，其運作效率與節能效果的提升的目標卻是一致的；另「能源轉換」則著重在低碳/零碳能源的替代，以及「循環經濟」引導的回收與循環體系的建立，都是可以跨行業的推動。

## （二）、專家學者深度訪談

本調查團隊共邀請 15 位專家學者，個別接受本計畫顧問的深度訪談，並依序回答原先設定之訪談大綱，受訪專家學者共有 6 位來自企業（包含智庫）、1 位來自政府部門、2 位來自訓練機構（大專校院）、5 位來自公會組織（包含協會與學會），及 1 位來自公營事業，所有受訪專家學者一致皆對我國製造業淨零轉型策略與方案已具備清楚的政策認知，能作為參與本調查計畫之背景知識；對我國製造業淨零轉型策略與方案亦已有實際參與經驗，來作為經驗分享之依據，同時對我國製造業淨零轉型策略與方案表示具有相當高的支持程度。

在課程規劃方面，以職能 KSA（認知/技能/素養）的三個要項來切入，贊同將此次課程設計規劃為：跨職類之淨零轉型共同必修（屬於背景知識 K 與淨零素養 A），與低碳生產技術製程改善直接相關的電機/電子/機電類職群學員的減碳/節電技術專業選修（屬於專業技能 S）等兩部分，其個別的課程大綱陸續修正調整。

## （三）、焦點座談會

本調查團隊後續共邀請 8 位專家學者，參與專家學者焦點座談會，會議議程先就本調查計畫深度訪談內容分析，進行有關製造業淨零轉型策略三大面向之職缺/職能與人才培訓需求現況初步調查分析之專題報告，再由與會專家學者依序或自行舉手發表看法，並對可能的人才培訓需求與自辦課程共同必選修課程提供建議，再開放專家學者討論發言，以補充或修正意見。8 位與會專家學者除從原有個別訪談名單中挑選，並由造紙公會推薦績優會員廠商正隆紙業，以及業內頗富盛名的 SGS 台灣檢驗科技公司，其中共有 4 位來自企業（包含智庫、檢驗公司）、2 位來自公會組織（包含協會與學會），1 位來自訓練機構（大專校院）、及 1 位來自公營事業。

建議於 A.跨職類之淨零轉型背景知識與淨零素養中，新增 A4.企業因應之道，以銜接從國家政策到個人節能減碳的缺口，亦可彰顯本調查計畫對製造業淨零轉型之直接助益。A5.個人減碳認知單元可以參考環境部推動的「全民

綠生活」的淨零綠生活行動指引的內容進行課程內容設計。

另外建議於 B.機電職類專業必修時數：建議應至少 40 小時以上，才能做更有效的課程規劃，以培植我國淨零領域的專業人才；務必增加「數位化」的部份，因為在業界推廣智慧製造與智慧節能的觀念非常重要；加入中小企業有代表性節能路徑的個案介紹，以利學員情境學習；另外新興的「負碳技術」也可考慮是否納入課程內容；增加減碳成本效益分析，以教育學員應有之成本概念，並凸顯減碳的成本效益，增加對企業導入低碳生產技術的信心與意願；另外就業界實務狀況，考量加入「部門溝通」的融入課程，以提高專案導入成功機率。

## （四）、課程單元規劃訪談

本調查團隊針對北分署擇定之 3 項職類為：電機（冷凍空調）、室內裝修及水電（室內配線）已親赴基隆、五股及泰山 3 個訓練場與訓練師/研究員及自辦訓練承辦人員進行訪談，受訪對象均為實際從事訓練規劃、設計、學員遴選與學術科教學業務之訓練師/研究員，以及搭配負責開班招生、教學協助與核銷業務之自辦訓練承辦人員，就預擬大綱進行個別與共同訪談，並實地參觀訓練場地與設備配置

在時數配當上，有鑑於此課綱需適用於所有自辦課程，而個別課程時數配當需求仍可能存在些許差異，希望能保有時數配當的彈性。亦建議可以遵循北分署於 110 年度起導入「工業類數位共通職能」之「資訊及通訊科技」課程單元規劃 10-18 小時之規劃理念，設有課程時數之上下限，以供訓練師在課程設計進行配置。因此在時數配當有彈性前提下，可考量將共通主題課程單元區分為必修或選修，供訓練師排課主題挑選考量。

在執行考量上，建議可以每 2 或 4 小時作為課程單元的時段，以利每日半天排課 4 小時之師資安排。目前建議師資人選多為產官學各組織重要職位，恐能安排授課時間有限，建議可以挑選訓練場內空間較大之教室或講堂，安排多班次以「專題講座」方式實施，亦利於講座鐘點費之申請。

## （五）、淨零轉型之自辦職前訓練共通課程規劃

本研究團隊歷經近半年的次級資料蒐集與分析、專家學者深度訪談與焦點座談會，以及對訓練師/研究員及自辦訓練承辦人員的訪談與討論之調查方法，並透過 3 次專家會議進行各階段規劃與分析結果之諮詢意見蒐集與回饋等方式，在此提出有關北分署製造業淨零排放（轉型）之自辦職前訓練課程如下，以共通課程規劃來對應所有職類課程，共計新增兩大類，共新增 8 門淨零排放（轉型）相關課程，並對既有課程單元中各自對應的實作課程時數進行調整建議。

### 1. 淨零轉型課程規劃方向

**A.跨職類之淨零轉型共同必修（背景知識/淨零素養 8-16 hrs）**

- ●A1. 全球氣候變遷
- ●A2. 國際標準/法規
- ●A3. 國家淨零政策
- ●A4. 企業因應之道
- ●A5. 個人節能認知

＊初期依據師資推薦名單邀集講師，以多班次安排專題講座方式進行。

＊中長期而言，可以自行培育內部師資擔任課程講師。

**B.機電職類之減碳/節電技術專業選修（搭配技術實作 40 hrs 以上 ）**

- ●B1. 再生/潔淨能源介紹
- ●B2. 智慧化與低碳化之減碳/節能技術介紹
- ●B3. 智慧化與低碳化之減碳/節能應用實例

＊建議後續委託具備各職類專業領域職能發展機構進行實作課程設計，開發相關專業教案、教材與教具，以利教學活動與學員學習。

## 2. 淨零轉型共通與專業課程大綱

**A.跨職類之淨零轉型共同必修（背景知識/淨零素養 8-16 hrs ）**

- ●全球氣候變遷
- ●聯合國氣候變遷綱要公約（UNFCCC）與 COP
- ●廠商面臨的碳管理法規與要求之國際趨勢
- ●國際標準-ISO 14064-1 組織碳盤查、14064-2 減碳專案、14067 產品碳足跡、14068 碳中和與 ISO 50001 能源管理
- ●國家淨零目標、政策與發展趨勢
  - ✓ 經濟部產業發展署為協助產業因應國際環保趨勢及相關技術服務需求，特別就「技術服務機構服務能量登錄系統」之 SD 類永續發展服務機構登錄部分，調整其服務項目及登錄分項：SD3.能源管理、SD4.氣候行動與 SD5.永續管理。
- ●企業因應之道
  - ✓ 參考陳來助校長提出「企業因應之道－快確認淨零碳排與碳中和路徑與策略」的七步驟：碳盤點、能源管理、中長期減碳策略、減碳實施、低碳轉型、碳抵換與負碳投資。
  - ✓ 企業對綠色人才需求與培育重點。
- ●個人節能減碳知識
  - ✓ 參考環境部推動「全民綠生活」的「淨零綠生活行動指引」內容。

**B.機電職類專業必修（搭配領域需求之技術實作 40 hrs 以上 ）**

- ●綠電、再生/潔淨能源介紹
- ●智慧化與低碳化之減碳/節能技術介紹及應用實例
  - ✓ 中小企業代表性節能路徑的個案介紹，以利學員情境學習。
- ●學員分組或個人的智慧化與低碳化應用專題實作，建議調整如下
  - ✓ 電機（冷凍空調中階技術）：建議將原供「產訓合作廠商實務訓練」運用 80 小時時段，需搭配新開發教案、教材與教具來進行專題製作。
  - ✓ 室內裝修：建議原「智慧環境節能控制」16 小時「智慧化居住空間展示中心」參訪見學，再增加至少 24 小時，要求學員以「節能減碳」

為主題，在室內設計上展現智慧化與低碳化之室內空間設計專題作業。

✓ 水電（室內配線）：建議將原「智慧居家控制」80 小時，加入「智慧化居住空間展示中心」參訪見學，來進行術科淨零專題實作之課程設計。

# 五、結論與建議

## (一)、綜合結論

1.製造業轉型策略政策主責為經濟部產業發展署，係以排碳比重方向優先切入排碳大戶的製造部門六大行業，提出推動減碳三大面向來創造我國製造部門的淨零轉型競爭力。

2.北分署自辦課程與製造業淨零轉型路徑主要交集為「製程改善」面向的加速產業設備汰舊更新（低碳化）與節能與其數位化（智慧化）。

3.製造業淨零轉型衍生職缺多在原先不熟悉的 ESG 永續及碳管理方面，另製程改善過程中較需「水電」職類。

4.製造業淨零轉型新增職能可歸納為「低碳化」的減碳觀念與「智慧化」的減碳技術雙軌並行，更強調跨部門合作與跨領域人才交流。

5.製造業淨零轉型課程規劃以職能 KSA 區分為：跨職類之淨零轉型共同必修（K/A）與低碳生產技術製程改善直接相關的機電類職群減碳/節電技術專業選修（S）。

## (二)、淨零轉型人才培訓政策建議

1.就業服務與訓練資源相關施政措施中增設「淨零轉型」專項，藉以凸顯政策新走向。

2.師資培育先外而內：初期尋求產學專家學者入場培訓，同步培育內部師資，以利長期推廣「淨零轉型」課程。

## (三)、淨零轉型課程設計與執行建議

1.在跨職類淨零轉型共同必修課程的「企業因應之道」中，可增加對企業綠領人才培訓的現況與資源介紹，以強化學員對淨零轉型任務的信心與學習意願。

2.建議調整現有課程大綱，增加數位化及智慧化相關課程內容，讓課程名稱增加「智慧化」、「數位化」特色呈現。

3.建議淨零任務的重要執行職能「水電職類」課程單元可更明確導入智慧化與低碳化的雙主軸轉型。

# 壹、 調查目的

## 一、緣起

近年來，氣候變遷造成的災害在全球發生頻率更為頻繁，造成的損害亦越發廣泛，經科學研究證實人類經濟活動產生的溫室氣體與地球溫度提高之間有著緊密關聯性。聯合國政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC） 於 2022 年公布第六次評估報告，當中指出全球暖化將在近 20 年內升溫至攝氏 1.5 度，多種氣候危害的增加，並衝擊全球生物的居住環境甚至棲息地喪失。為減緩氣候暖化趨勢，諸多國家相繼提出淨零目標與措施，期望在喚醒低碳消費及生活意識的同時，維持企業獲利營運，在迫使企業進行改變的同時，也促使個人、組織、國家與國際之間對淨零議題發起更多討論或是行動。

在諸多行動與倡議間，近年最為顯著對國家法制、企業活動乃至個人都有影響的莫過於歐盟提出之「碳邊境調整機制（Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM）」，規範進口到歐盟境內的產品依碳含量繳交 CBAM 憑證（Certificates），2023 年 10 月起，歐盟將逐步試行 CBAM，首批試行產業為五大行業，即水泥、電力、肥料、鋼鐵、鋁業產品，需向進口國申報其產品的碳排放量，預計於 2026 年正式實施，並設有自 2023 年 1 月 1 日起的三年過渡階段，未來也將納入更多產業到此規範當中，與我國在這些產業內有競爭/合作關係之國家，如美國、日本及韓國，也在積極研議減碳措施。至此，國際綠色供應鏈已然成為產業維持國際競爭力的目標，對於「減碳」一題從過去的競爭議題轉為生存議題。

# 二、研究背景

為回應全球氣候緊急事態以及國際間淨零（Net Zero）碳排政策對我國產業升級形成的挑戰，國家發展委員會於 2022 年公布「2050 淨零排放路徑及策略總說明」，包含四大策略兩大基礎，其中四大策略可視為轉型策略，分別為能源轉型、產業轉型、生活轉型及社會轉型，兩大基礎為治理基礎，為科技研發及氣候法制。

圖 1-1 智慧國家方案-六大核心戰略產業與四大發展主軸

同年，立法院也在 4 月「溫室氣體減量及管理法」修正草案，並將法案名稱修正為「氣候變遷因應法」，除了增訂氣候變遷調適專章，同時明定各部會及中央、地方間相關工作之協調、分工與整合，此外也加強氣候變遷人才培育與技術發展。據此，在氣候法制方面足堪具備基礎。

圖 1-2 環保署溫室氣體減量加速減碳修正說明

為按部就班落實中央機關淨零排放施政策略，環保署 2021 年公布之「第二期溫室氣體減量推動方案」中，明確指出相關政策配套包括強化培育瞭解綠能低碳產業之金融人才，並培育因應氣候變遷人才。根據經濟部繼於 2022 年 9 月公布「第二期製造部門溫室氣體排放管制行動方案」，明確指出 2021-2025 年階段目標包括：1.盤點產業減碳潛力與成本，2.導入環境規劃設計與綠色供應鏈概念，3.推動綠色工廠，4.辦理人才培訓。

綜上，本計畫以蒐集淨零轉型過程中，對我國製造業淨零排放人才培訓可能之策略、具體做法為主，提出可新增或衍生職缺類別及所需人才之職能，作為主辦單位自辦訓練課程調整建議，以茲未來辦理職業訓練及職能發展等規劃之策略及具體行動方案參考。

# 三、研究目的

因應淨零排放之製造業轉型策略及人才培訓調查計畫最主要目標在於以主辦機關自辦課程為優化目標，分別從製造業淨零轉型之官方政策面向、產業需求面向與學研資源面向三方面來進行文獻蒐集研討、深度訪談與焦點座談來進行調查與分析，可將其研究目的分述如下 6 項：

1.探討製造業淨零排放政策與發展現況。

2.盤點現有自辦課程職類/單元與製造業淨零轉型策略之關聯性。

3.進行製造業淨零轉型策略之三大面向衍生職缺調查。

4.進行製造業淨零轉型策略之三大面向對現有職缺新增職能調查。

5.進行製造業淨零轉型策略之三大面向在人才培訓需求調查。

6.以支援製造業淨零轉型策略為目標，對自辦課程職類/單元提出調整建議。

# 貳、 文獻探討

為回應全球氣候緊急事態以及國際間淨零（Net Zero）碳排政策對我國產業升級形成的挑戰，國家發展委員會於 2022 年 3 月公布「2050 淨零排放路徑及策略總說明」，包含能源轉型、產業轉型、生活轉型及社會轉型等四大轉型策略，以及科技研發及氣候法制兩大治理基礎。尤其 2050 年淨零排放，無法單靠現有技術與政策實現，需要加大能源結構轉型、投資創新產業、擴大政策與生活轉型範疇。在此基礎上，規劃《十二項關鍵戰略》來整合跨部會資源，藉以支持所有投入的個人、企業及相關非政府組織。將就能源、產業、生活轉型政策預期增長的十二個重要領域制定行動計畫，藉以因應未來國際協議與我國全球定位所設定之淨零目標，並藉此展現具體前景。

尤其我國淨零排放政策已經有明確的推動策略與路徑，行政院及各部會皆有多項分工，同力齊進，其中與本調查計畫較有直接關聯者，應屬經濟部「製造部門 2030 淨零轉型路徑」，與國科會「淨零科技方案（2023-2026）」，因此，本研究將以上述兩份已公告政策文件作為內容分析主體，藉以形成本研究之學理基礎與政策支持之論點。

基此，本調查計畫首先於第 1 次專家諮詢會議前探討我國「2050 淨零排放路徑及策略總說明」，包含能源轉型、產業轉型、生活轉型及社會轉型等四大轉型策略，以及科技研發及氣候法制兩大治理基礎，以及在此基礎上，所規劃《十二項關鍵戰略》來整合跨部會資源，藉以支持所有投入的個人、企業及相關非政府組織。再者，本調查計畫著重於經濟部「製造部門 2030 淨零轉型路徑」作為內容分析主體，藉以形成本調查計畫之執行重點。

再就專家個別深度訪談與專家焦點座談會前的政策分析與文獻探討鎖定產業發展署（原工業局）針對製造業所著手推動三大面向：製程改善、能源轉換及循環經濟中的「製程改善」為主，加上專家多附和現階段製造業低碳生產技術仍是以降低能源中的耗電量為首要目標，而各項低碳生產技術之研究與導入有其技術門檻，但其製程設備與冷凍空調安裝絕不能缺少電機工程與水電工程人員的參與及配合，方能順利推動。另外，亦有專家提及「綠建築」亦是未來建築與營建業之趨勢，綠建築主要是建築物本體設計與施工所要遵循，主要為建築師與營建工程管理人員主導，室內裝修從業人員應是配合按圖施工的專業團隊之一，與淨零碳排的關聯性較低。

接著於第 2 次專家諮詢會議前，本調查團隊再就「水電」及「室內裝修」與低碳技術關聯性的研究論文或技術文件作為文獻佐證，同時也藉由蒐集「水電」及「室內裝修」的工作內涵與職能資訊，作為後續訪談與課程設計參考。

# 一、我國因應淨零排放之製造業轉型策略政策分析

## (一)、經濟部製造部門 2030 淨零轉型路徑

為因應全國 2030 年減碳目標檢討，製造部門需提出更積極的淨零路徑規劃。經濟部工業局(*現為產業發展署，以下文獻仍沿用舊稱，以符合文獻原貌*)遂組織跨領域專家進行規劃，內容涵蓋石化業、電子業、鋼鐵業、水泥業、紡織業、造紙業等產業；同時整合局內各業務組、法人智庫、產業公協會及各大公司，考量我國產業特性與現況，集思廣益規劃適合我國產業的淨零轉型路徑，由經濟部工業局於 2022 年 11 月間提報「經濟部製造部門 2030 淨零轉型路徑」。

### 1.製造部門經濟與碳排

製造部門 2019 年 GDP 約 7.1 兆元較 2005 年 3.5 兆元，年均成長率 5.2%，因經濟持續成長導致排放量上升，溫室氣體排放量自 2005 年 144.3 百萬噸 CO2e 增加至 2019 年 147.5 百萬噸 CO2e，成長率約 2.2%；而 2019 年製造部門每單位 GDP 的碳排量較 2005 年年均下降率 4.3%，顯現產業積極推動減碳所產生的成果，主要作為：節能、轉換低碳燃料及電子業含氟氣體削減等如圖 2-1 所示。

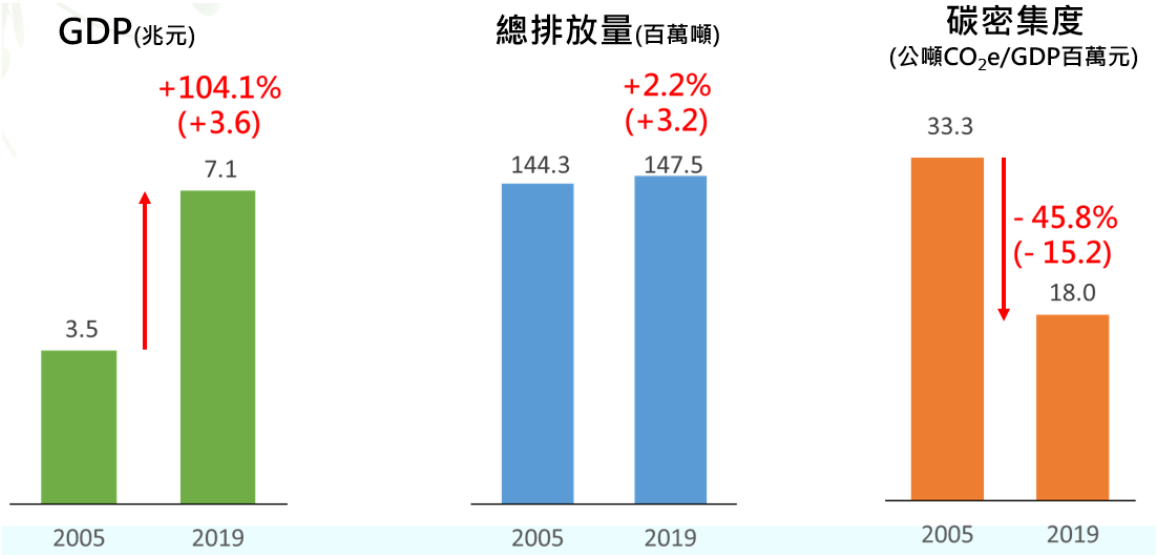



圖 2- 1 製造部門經濟與排碳趨勢
資料來源：經濟部製造部門 2030 淨零轉型路徑

## 2.製造部門排碳概況

根據我國 2021 年國家溫室氣體清冊報告統計，製造部門 2019 年溫室氣體排放量約 147.5 百萬噸 CO2e，約占我國總排放量 51.4%，其中排放結構依序由電力占約 64%、非電力 22%及製程排放相較 2018 年 155.0 百萬噸 CO2e 2019 年排放量下降主要受生產指數及電力排放係數下降影響，即電力排放係數由 2018 年 0.533 公斤 CO2e/度，下降至 2019 年 0.509 公斤 CO2e/度。

製造部門 2019 年溫室氣體排放量中，溫室氣體排放占比主要行業依序為石化（24%）、電子（22%）及鋼鐵（20%）等，合計占整體製造部門排放量 66%（如圖 2-2 所示）

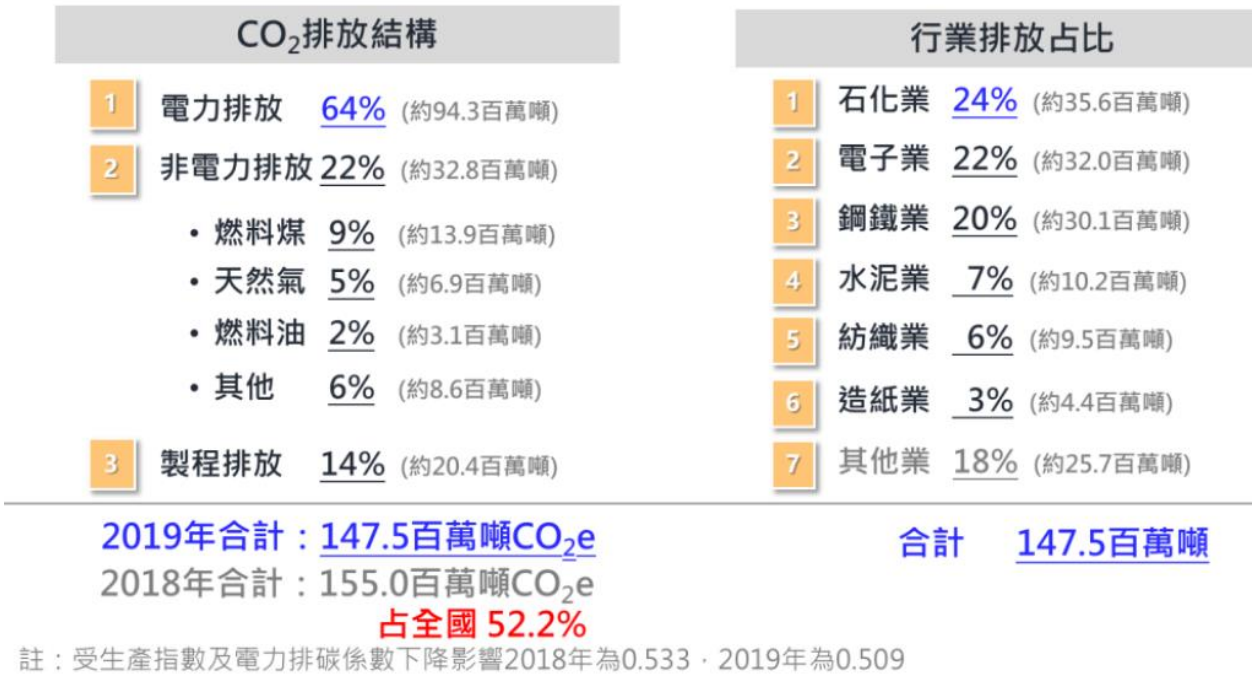



圖 2- 2 製造部門 2019 年排碳行業占比
資料來源：2021 年國家溫室氣體清冊報告，工業局彙整

## 3.製造部門 2050 減碳路徑作法

為達成國家 2050 年淨零排放目標，經濟部提出「能源-產業」與「低碳-零碳」的 2x2 推動架構，產業部門以「先減少排放，再淨零排放」為推動策略。現階段工業局針對產業已著手推動三大面向、11 項措施，依循先大後小，也就是先大企業後小企業，以大帶小的模式，並且由國營事業以身作則逐步實施；同時以結合產業公協會及供應鏈中心廠作法，推動中小企業建立碳盤查與減碳能力，驅動上、下游廠中心廠作法，進行綠色採購、綠色生產等合作減碳，形成綠色供應鏈，創造我國淨零轉型競爭力，分別提出**三大面向：製程改善、能源轉換及循環經濟。**

圖 2- 3 經濟部工業局製造部門 2050 淨零轉型三大面向

## （1）製程改善

短期以設備汰舊更新及導入智慧節能管理為主，長期則朝氫氣技術開發應用及含氟氣體削減等創新技術發展。主推四項措施如下：

**A.加速產業設備汰舊更新**：包括製程改善與設備汰舊更新、廢熱與廢冷回收技術應用，並逐漸導入新設備及**創新**節能技術。

**B.節能與其數位化**：包括建置智慧化能源管理系統、導入智慧化能源監控系統、以數位管理技術減少 $CO_2$ 排放。

**C.氫氣技術開發**：包括建置高爐高溫反應模擬器與高爐噴吹氫氣噴嘴、啟動氫能冶煉技術研發計畫、建造連續式示範線、建立綠氫直接還原鐵技術。

**D.推動含氟氣體削減措施**：開發含氟**氣體**替代技術。

圖 2-4 製造部門淨零轉型三大面向之「製程改善」
資料來源：經濟部製造部門 2030 淨零轉型路徑

## （2）能源轉換

短期以擴大使用天然氣及生質燃料為主，長期則朝百分百使用綠電及無碳能源應用等。主推三項措施如下：

**A.天然氣**：擴大一般鍋爐**使用**天然氣、推動汽電鍋爐使用天然氣、天然氣+碳捕捉封存、購置碳中和天然氣。

**B.生質能**：包括擴大水泥業及造紙業生質燃料使用。

**C.綠電**：鼓勵企業實踐 **RE100** 目標[1]。

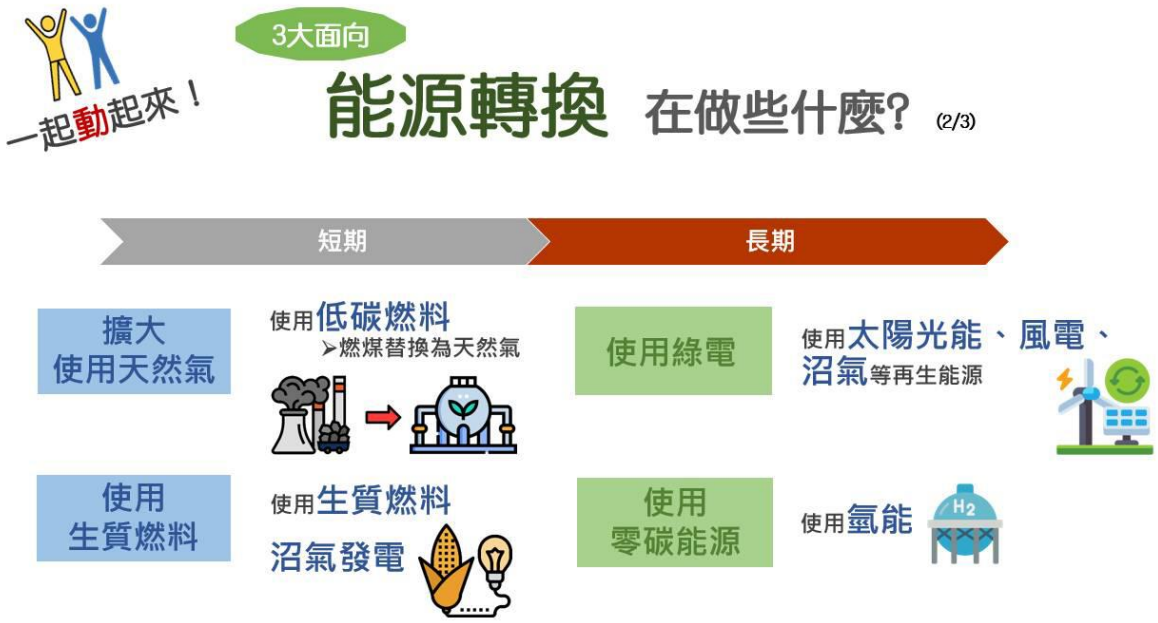



圖 2- 5 製造部門淨零轉型三大面向之「能源轉換」
資料來源：經濟部製造部門 2030 淨零轉型路徑

[1] RE100 即為「100%再生能源」，是由氣候組織（The Climate Group）及碳揭露計畫（Carbon Disclosure Project, CDP）所提出的國際再生能源倡議，呼籲各國企業共同守護自然環境，採用百分百綠電生產，減少碳排放以及環境污染，解決未來燃料缺乏和氣候變遷等問題，讓企業能夠永續經營下去。
加入 RE100 的會員，必須公開承諾於 2050 年前有階段性地達成 100%再生能源之目標，並提報逐年使用綠電的進程。自 2015 年成立迄今，全球響應 RE100 的企業有 380 家以上，RE100 於台灣具營運活動的會員超過百家以上，其中，台灣總部會員共計 25 家，依加入順序為:大江生醫(TCI)、科毅(Tridle)、歐萊德(Hair O'Right)、葡萄王(Grape King)、台積電(TSMC)、菁華工業(King whale)、台達電(Delta Electronics)、佐研院(Jola Lab)、宏碁集團(Acer)、聯華電子(UMC)、金元福(KYF)、華碩(ASUS)、美律實業(Merry)、台灣大哥大(Taiwan Mobile)、友達光電(AUO)、元太科技(EInk)、國泰金控(Cathay Financial Holdings)、致伸科技(Primax)、玉山金控(E.SUN Financial Holdings)、台郡科技(Flexium)、富邦金控(Fubon Financial Holdings)、環球晶圓(GWC)、佳世達(Qisda)、世界先進(VIS)、遠傳電信(FET)。

## （3）循環經濟

短期以原料替代、使用固體再生燃料（SRF）及能資源整合為主，長期則朝二氧化碳捕捉再利用（CCU）等突破性創新技術開發應用。主推四項措施如下：

**A.原料替代：**

包括水泥業礦石原料替代、鋼鐵業增用廢鋼作為替代原料、及紡織業持續導入使用循環再生材料。

**B.廢棄物衍生燃料：**

包括擴大水泥業廢棄物替代燃料占比、擴大造紙業固體再生燃料 SRF 燃料占比。

**C.能資源整合：**

推動循環產業園區及聚落能資源整合。

**D.碳捕捉再利用（CCU）技術：**

將擴大石化業 CO2 回收利用與投入 CO2 回收合成化學品研發。

圖 2- 6 製造部門淨零轉型三大面向之「循環經濟」
資料來源：經濟部製造部門 2030 淨零轉型路徑

# (二)、國科會淨零科技方案（2023-2026）

## 1.淨零科技方案（2023-2026）簡介

國家科學及技術委員會（簡稱國科會）於 112 年 4 月 6 日赴行政院會報告「淨零科技方案（2023-2026）」，透過布局「永續及前瞻能源」、「低（減）碳」、「負碳」、「循環」與「人文社會科學」五大淨零科技領域，以跨部會協作方式，協助社會、產業、生活及能源等四大面向系統轉型，進而達成國家 2050 淨零碳排目標。本方案係由國科會與中央研究院攜手各部會共同規劃，以四項核心重點發展策略-「以人為本」、「以終為始」、「布局未來」與「比肩國際」，整合推動五大淨零科技領域。

行政院陳建仁院長指出，2050 淨零碳排對臺灣是挑戰，也是機會，「科技」將成為淨零過程中社會、產業、生活與能源等四大轉型的重要推手，透過淨零科技的研發，協助能源與資源的有效利用，提升供給效率，導入智慧化、共享經濟與人文社會科學等。科技的創新突破將是臺灣能否達到 2050 淨零排放目標的關鍵，針對本方案，規劃每年至少投入 150 億元，預算來源包含重點政策科技預算、前瞻基礎建設計畫，與溫室氣體管理基金等，打造臺灣成為淨零科技的典範國家。

## 2.淨零科技方案（2023-2026）策略說明

科技的創新突破是臺灣能否達到 2050 淨零排放目標的關鍵，國科會將集結跨部會的資源，擴大民間與產業參與，以落實淨零科技研發與執行，打造臺灣成為淨零科技典範國家。

本方案首期（2023-2026 年）淨零科技將加速技術落地應用與導入前瞻科技研發，如發展大型化（15MW）之浮動式離岸風電平臺技術，協助推動國內首座浮動式離岸風電商轉、布局深層地熱、去碳燃氫等前瞻能源技術。為達成國家 2030 淨零政策目標所需之淨零科技基盤建置，除了策略性地與全球指標性機構合作，發展領先國際之淨零科技外，並將搭配人文社會科學研究論證，作為相關配套政策與社會溝通基礎，以及致力於建立民間自主投入機制，使民眾更容易了解淨零科技與應用，進而在生活中實踐。

國科會與中央研究院攜手各部會共同規劃，以四項核心重點發展策略-「以人為本」、「以終為始」、「布局未來」與「比肩國際」，整合推動五大淨零科技領域。國科會指出，聚焦的四項核心重點，首先在「以人為本」方面，2024 年將展開淨零新生活運動推廣，建立公開透明的公私溝通平臺，導入數位碳足跡管理平臺等。

「以終為始」的部分，主要由落地需求串接上下游，舉例來說，以氫能發電為例，短期以社會溝通與基礎關鍵設施開發先行，長期布局甲烷去碳燃氫發電、混氫/純氫燃燒等。資源循環利用將以廢棄物量大、低回收率為優先，將由源頭設計導入全回收紡織材質開發，與公民團體合作，推廣回收材質製作的衣物產銷。

至於「布局未來」，國科會解釋，將投入開發潛力淨零科技，包含潔淨新能源、新興負碳科技，並將探索突破性創新科技，對產業、學研界廣發英雄帖，建立主題式徵案機制。「比肩國際」則是將鏈結國際領先機構，建立中長期合作關係，包含淨零科技人才培育、創新前瞻技術合作，建立優勢技術以及加速國際領先的淨零科技落地實施等。

## 3.中央研究院「臺灣淨零科技研發政策建議書」

作為本方案專業規劃角色的中央研究院早於 111 年 11 月 30 日由廖俊智院長率領相關人員發布「臺灣淨零科技研發政策建議書」，有鑑於面對全球暖化的氣候挑戰，多國已承諾將在 2050 年前達到淨零排放的目標身為全球重要經濟活動成員，我國須立即因應此一挑戰。臺灣地狹人稠，能源需求多依賴進口另電網獨立，經濟上亦以能源密集之製造業為主，使得淨零轉型更加不易。尤其國內外多項研究顯示，若僅賴現有科技，將難以達成 2050 年淨零排放的目標。

故該政策建議書以探討我國新興淨零科技研發選項的合適性為核心，希望藉由淨零科技的成功研發，來帶動我國能源轉型以及產業轉型，並舒緩社會調適的壓力。然淨零科技的發展與落實，亦需社會科學面向的配套包括政策誘因、經濟工具、社會溝通、法制環境、及治理機制的優化等。此外，人類不可能無限制地使用地球資源，因此，亦應檢視整體需求並做合理的調整與控管，以尋求一個與環境共存的永續生活方式。

該政策建議書認為淨零科技研發應植基於科學，但不應受限於目前工程技術的瓶頸。如何在科學定律的限制下設定未來工程技術可達成之目標，及克

服實際商業化的挑戰，便是研發策略的重點。此外，淨零科技研發必須考量布建成功後在臺灣的減碳效益，及研發的速度（speed）與布建的規模（scale）。再者，能源的多元性、本土性，及分散性亦是考量的重點，以期突破局限少數能源選項的思維。其主要建議綜整如下：

- 儘速推動：去碳燃氫、地熱、海洋能、生質碳匯、高效太陽光電系統
- 擴大推動：風力發電、新興生質能、電力系統配套智慧電網、儲能、社會、經濟措施
- 持續推動：傳統生質能、水力發電、傳統碳捕捉利用及封存（CCUS）、自然碳匯農林
- 密切追蹤：未來核技術、新興 CCUS 技術

特別提及「工業部門」應促進製造業製程電氣化及燃料取代，開發低碳及零碳製程技術。在運輸部門須加強推動運具電氣化，採用比燃油載具更有效率的電動載具；在汽機車等交通運具全面電氣化之前，進口生質酒精混入汽油做為運具燃料以為過渡，此一作為可同時兼顧淨零轉型之社會公平性，但須確認生質酒精生產過程碳足跡在可接受範圍。住商部門則須採用節能設備及綠建材，並強化誘導政策。其中所需之新科技，則可為國內研發之標的，而非僅等待自國外引進。

# (三)、我國能源結構與淨零路徑對應

## 1.我國能源消費與電力流向

我國能源仰賴進口，依據經濟部能源局「中華民國 111 年能源統計手冊」指出，我國進口能源依存度高達 96.8%，因此除了持續進行能源開源（如再生能源）以外，亦需要積極執行節流。透過檢視全國能源消費結構發現，工業部門耗能占 33.08%，約為全國耗能的三分之一，能源消耗量大排碳量高，為因應國家減碳目標，產業低碳轉型勢在必行。

再依照經濟部能源局「2022 生產性質能源查核年報」統計資料，2021 年生產性質行業能源大用戶共 3,452 家，其中，工業及能源部門電力消費共 1,469 億度，其電力流向如表 2-1，統計結果工業部門平均用電量：製程動力佔 54.5%、空調佔 13.5%及空壓機佔 10.4%居前三大，共計佔總用電量之 78.4%（如表 2-2 所示），顯示工業部門使用電力之製程動力系統耗能需求最大，超過整體的一半，為耗電最高之設備，也就是製造業的重要節能減碳熱點。

表 2-1【能源消費】能源大用戶申報資料統計（2021 資料年）

| 行業別 | | 大用戶/家數 | 用電 (億度) | 燃料油 (公秉) | 液化石油氣 (公噸) | 天然氣 (千立方公尺) | 燃料煤 (公噸) | 總能源使用量 (萬公秉油當量) | 占比 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 工業部門 | 電機電子業 | 828 | 578 | 4,516 | 8,484 | 308,120 | 0 | 584.6 | 21.6% |
| | 化工業 | 619 | 331 | 419,674 | 33,495 | 1,353,598 | 13,923,367 | 710.2 | 26.3% |
| | 金屬基本工業 | 266 | 185 | 64,449 | 16,372 | 831,525 | 115,275 | 402.5 | 14.9% |
| | 非金屬礦物製品製造業 | 195 | 62 | 167,002 | 1,969 | 335,830 | 1,607,840 | 217.3 | 8.0% |
| | 紡織業 | 194 | 39 | 31,560 | 3,639 | 171,637 | 616,741 | 99.0 | 3.7% |
| | 造紙業 | 66 | 33 | 22,276 | 2,755 | 36,594 | 1,284,121 | 108.9 | 4.0% |
| | 其他行業 | 1,232 | 115 | 62,710 | 45,371 | 403,755 | 384,386 | 165.7 | 6.1% |
| 工業部門總計 | | 3,400 | 1,343 | 772,189 | 112,086 | 3,441,059 | 17,931,731 | 2,288.1 | 84.7% |
| 能源部門[1] | | 52 | 126 | 1,068,577 | 57,171 | 20,723,508 | 36,411,620 | 413.6 | 15.3% |
| 全部總計 | | 3,452 | 1,469 | 1,840,765 | 169,257 | 24,164,567 | 54,343,351 | 2,701.7 | 100% |

*[1] 本表能源部門包含：焚化廠(22 家)、能源礦業(3 家)、煉油業(4 家)、電廠(23 家)。

表 2-2 【電力流向】能源大用戶申報資料統計（2021 資料年）

| 行業名稱 | | 製程動力 | 空調 | 空壓機 | 冷凍冷藏 | 污水處理 | 電熱 | 照明 | 集塵設備 | 其他 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 工業部門 | 電機電子業 | 46.4% | 24.6% | 11.5% | 1.5% | 2.8% | 1.3% | 2.6% | 1.5% | 7.7% |
| | 化工業 | 62.8% | 3.7% | 11.1% | 3.7% | 1.4% | 2.8% | 1.2% | 0.8% | 12.5% |
| | 金屬基本工業 | 60.7% | 2.2% | 4.7% | 0.0% | 2.6% | 23.6% | 1.2% | 2.1% | 2.8% |
| | 非金屬礦物製品製造業 | 54.9% | 11.8% | 9.3% | 1.0% | 1.1% | 13.3% | 2.1% | 1.8% | 4.6% |
| | 紡織業 | 58.6% | 7.8% | 18.3% | 4.2% | 2.7% | 2.2% | 2.0% | 0.9% | 3.3% |
| | 造紙業 | 83.1% | 2.7% | 4.2% | 0.2% | 3.0% | 2.9% | 1.2% | 1.1% | 1.6% |
| | 其他行業 | 52.1% | 9.1% | 11.0% | 5.4% | 2.0% | 13.2% | 3.3% | 1.5% | 2.4% |
| 工業部門平均 | | 54.5% | 13.5% | 10.4% | 2.2% | 2.3% | 6.3% | 2.1% | 1.4% | 7.3% |
| 能源部門 | | 83.8% | 1.8% | 2.1% | 0.0% | 5.5% | 0.1% | 2.5% | 0.0% | 4.3% |
| 全部平均 | | 55.2% | 13.3% | 10.2% | 2.2% | 2.4% | 6.2% | 2.1% | 1.4% | 7.3% |

再參考國際能源總署（International Energy Agency, IEA）2050 淨零排放路徑規劃（Net-Zero Emissions by 2050 Scenario, NZE），工業部門的 $CO_2$ 排放量在 2030 年必須下降 20%，2050 年下降 93%；未來 30 年達成全球能源系統脫碳的主要支柱為：能源效率提升、行為改變、電氣化、再生能源、氫及氫基燃料、生質能源、碳捕獲再利用與封存（Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS） 等 7 大項，如圖 2-7 所示。

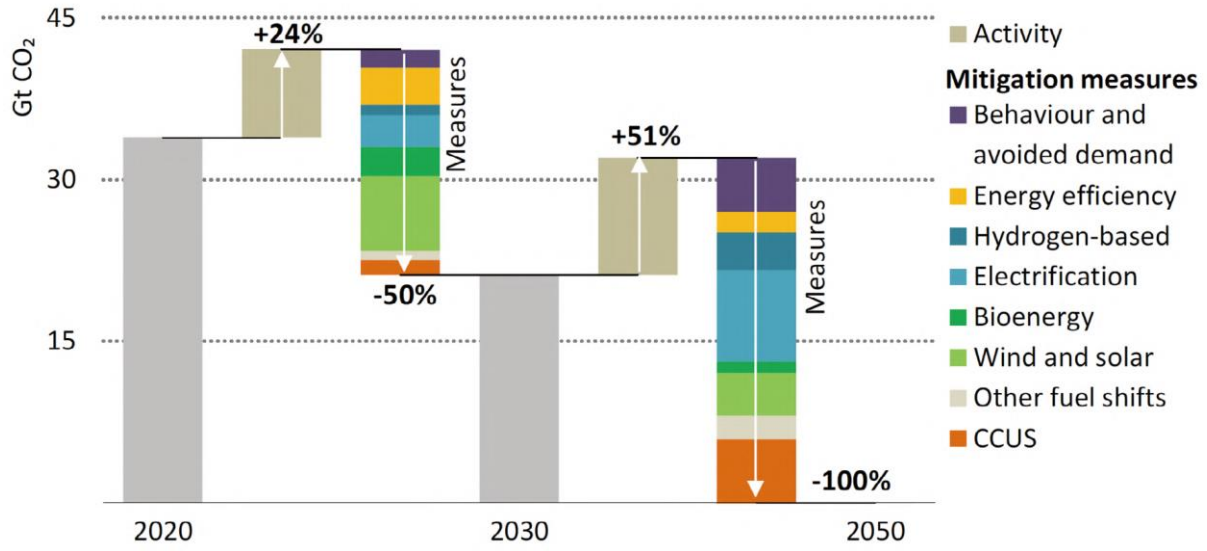



圖 2-7 2020~2050 NZE 情境中排放減量措施

註：活動為能源服務需求因經濟和人口增長而變化；行為為用戶決策導致的能源服務需求變化，例如改變加熱溫度；避免的需求為能源服務需求因技術發展而發生的變化，例如數位化；其他燃料轉變為從煤炭和石油轉向天然氣、核能、水電、地熱、聚光太陽能或海洋。

資料來源：IEA, Net Zero by 2050- A Roadmap for the Global Energy Sector, July 2021. 8

# 二、製造業淨零轉型策略及人才培訓文獻探討

## (一)、臺灣製造業淨零轉型策略

### 1.2023 年臺灣製造業景氣剖析與展望

根據臺經院的預測資料可知（圖 2-8），2023 年國內製造業多數業別景氣因終端應用市場需求趨緩而普遍呈現減緩局面，尤其半導體業景氣逐步告別先前超級景氣循環週期，主要係因全球半導體新增供給將陸續釋出，部分市場恐開始出現供過於求的情況，況且各國實施半導體軍備競賽，且我國也面臨全球給予臺灣需分散生產基地風險的壓力，以及美中兩強爭霸導致我國半導體需面臨選邊站的問題，台積電成為大國牽制的王牌所致；而機械設備製造業則將轉為衰退格局，主要是 2022 年下半年接單狀況開始轉差、製造業普遍投資或資本支出縮減，此將使得機械設備業者 2023 年的出貨表現將不盡理想；至於鋼鐵業景氣也將持續處於修正期，係因主要市場經濟情勢不佳，用鋼需求力道將持續疲弱，同時煉鋼原料及基本金屬報價修正壓力仍高，不利於鋼鐵產業產品報價表現所致。（劉佩真，2022）

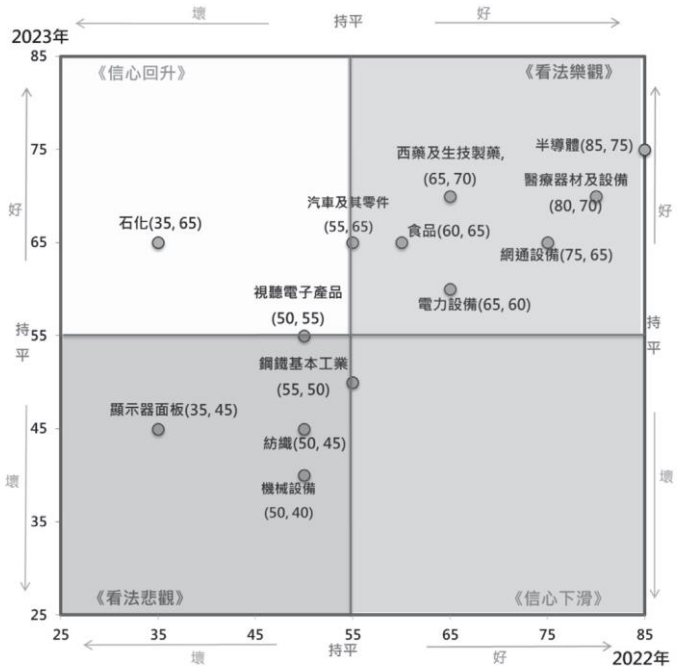



圖 2- 8 我國製造業景氣循環時鐘圖

資料來源：臺經院產經資料庫繪製，2022 年 11 月

臺灣經濟研究院產經資料庫劉佩真總監暨研究員（2022）在全球強調環保、減碳當道下，製造業的綠色隱形競爭力之打造極為重要，故國內綠電供應及進度、憑證的完整性將為觀察重點；至於 ESG 的推動已成為製造業的普世價值。事實上，ESG 與淨零排放已成企業共識部分，遵循政府政策、滿足客戶期待為我國各產業朝節能減碳的主要原因。而 ESG 重要性逐漸成為全球共識，並由環境保護因素來驅動社會責任、公司治理層面態勢顯著；若以製造業來說，我國半導體大廠在 ESG 布局動向領先，台積電更是箇中翹楚，而台達電承諾於 2030 年達成全面使用再生能源、碳中和，藉由對內建立碳定價機制、對外打造供應鏈 ESG 管理機制，友達則是設定 2025 年碳排將較 2018 年減少 65 萬噸的目標，鴻海喊出永續經營＝ESG＋EPS 的口號，顯然我國製造業領導廠商均相當重視 ESG 的布局。

## 2.COP26 全球淨零競逐之主要解方

第 26 屆氣候峰會（COP26）以淨零競逐為目標，透過市場、科技、行為為本之解方，已具體指出淨零排放的起跑線與領跑作法。尤其全球淨零競逐發展趨勢下，就產業而言，意味著碳成本內部化，將提升產品成本，改變不同碳含量產品的比較利益。碳成本占產品總成本比重將愈來愈高，衝擊產品競爭力，形成碳風險，因此，加強產品碳排放強度（或碳足跡）管理，成為企業環境、社會、治理（ESG）的重要課題；就政府而言，由於產業面對供應鏈要求，已積極布局淨零排放轉型，因此，政府應思考如何給予助力，亦即應掃除淨零競逐跑道上的障礙，協助企業成為領跑者，及早邁向終點。（李堅明，2022）

此外，臺灣綜合研究院李堅明副院長特別歸納 COP26 所提全球淨零競逐的主要解方整理如下表：

| 淨零競逐解方 | 說明 |
|---|---|
| 市場為本解方（MbS） | ✚ 碳交易制度的主要優勢，包括環境有效性（可控制溫室氣體排放量）、政治可接受性及經濟效率等<br>✚ 碳交易意涵著減排合作，符合《巴黎協定》第 6 條國際合作與全球碳市場建立的要旨。 |
| 科技為本解方（TbS） | ✚ 科技為本解方攸關國家電力系統脫碳（降低電力排碳係數），也是支撐低碳經濟的主要產業型態，將是企業低碳轉型與投資布局的契機。<br>✚ 需仰賴碳定價機制給予低碳紅利，促進科技研發與產業投資動能。 |
| 自然為本解方（NbS） | ✚ 法國 2015 年在 COP21 提出「千分之四倡議」（4 Per 1000 Initiative: Soils for Food Security and Climate），認為利用土壤固碳，全球每年提高土壤有機碳含量 4‰，將可抵消人類活動所增加的二氧化碳排放，且有益土壤健康，有助提升農作產量、維護糧食安全。<br>✚ NbS 產生的碳匯或碳權，符合淨零競逐的相關規範，且每年約有 100 億噸 CO2e／年潛力，將成為企業淨零放排放的最佳策略。 |
| 行為為本解方（BbS） | ✚ BbS 的減碳效果，已獲得科學驗證，經濟合作暨發展組織（OECD）於 2018 年正式成立行為科學與公共政策協會，全球已有 202 個會員，目的是建構一個更完整的行為經濟學政策執行與績效檢視架構，提供各國政府施政參考。<br>✚ 善用行為科學或行為經濟學的推力，引導低碳生產與消費，已成為淨零競逐重要解方。 |

## 3.製造部門各行業淨零轉型策略思考

因應國際趨勢與利害關係人要求，有越來越多的企業開始擘劃淨零排放路徑圖。安永聯合會計師事務所傅文芳所長在「2022 ESG 高峰會：環境、社會、治理－企業 ESG 的實踐研討會」上表示，根據 IEA 分析之各產業淨零排放路徑圖（參圖 2-9），2030 年為企業淨零減排的轉折點，若要達成企業淨零排放，至 2030 年與 2050 年須達成的目標參表 2-3。（會計研究月刊編輯部，2022）

表 2- 3 企業達成淨零排放，各階段須達成的目標

| 2030 年 | 2050 年 |
|---|---|
| 1.所有新建築可達到淨零排放<br>2.電動車占全球新車銷售量達 60%<br>3.重工業低碳生產技術達到量產示範階段<br>4.風力與太陽能使用量年新增 1,020 GW<br>5.先進經濟體淘汰無碳捕獲燃煤的使用 | 1.超過 85%的建築達到淨零排放<br>2.超過 90%的重工業使用低排放技術進行生產<br>3.使用太陽能和風力等綠能發電達 70% |

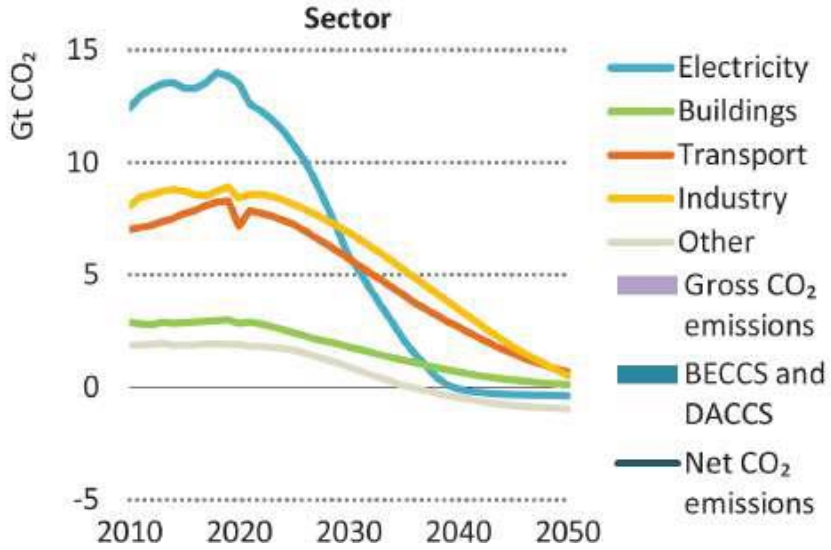



圖 2-9 各產業淨零排放路徑圖

資料來源：國際能源署（IEA）

臺灣經濟研究院林秀英副研究員（2022）指出低碳經濟已是大勢所趨，不管是政府、企業、非營利組織乃至社會大眾，都致力於推動減碳作為，以實現低碳經濟的目標。傳統上被大眾視為高耗能、高碳排的石化、鋼鐵、水泥與電子業，無可避免會受到減碳浪潮的衝擊，但短期間也無法全部改採再生能源達成減碳目標，加上臺灣資源有限，唯有開發與應用低碳及創新性資源循環技術，把廢棄物轉換為再生資源，並以永續的觀念逐步調整能源的選擇，才讓臺灣有機會達到經濟與環境雙贏目標。因此，資源循環將是高碳排產業邁向永續未來的解答。

加速推動淨零排放已成為許多國家及產業界未來 30 年重要發展目標。在此過程中，必須透過各種技術方案，從增加再生與潔淨能源使用占比、提高能源使用效率等多方面齊頭並進。對於臺灣機械產業來說，淨零碳排雖然可能為產業發展與企業營運帶來新的挑戰，但同時也可藉由掌握各種創新應用技術、產品、服務需求，創造新的發展方向與商機。（熊治民，2023）

從國際先進國家與廠商實際執行淨零的經驗可知，若按照傳統的線性生產和消費模式，高碳排產業本身進行減碳是無法達到淨零目標的。臺灣廠商應提高資源循環運用，強化並投入循環先進技術，方能減少原物料開採和加工過程的碳排放。（林秀英，2022）

對製造業來說，在製造環節，有許多策略可用來降低碳排放，包括：(1) 裝設能源監控與管理系統，減少能源消耗。(2) 改善作業，減少廢棄物。(3) 建立能回收、再使用、再製造零組件與產品之封閉式迴路系統。(4) 避免使用高耗能、高碳排放製程技術，以低耗能、低碳排放製程技術取代。(5) 在生產新產品時，使用來自於其他回收產品的再製零組件。(6) 提高設備與建築能源使用效率，包括熱回收再使用。使用在地 3D 列印來減少廢料，以及因產品包裝、運輸衍生的碳排放。(熊治民，2021)

再者，熊治民 (2023) 提出在製造業推動淨零排放過程中，可以透過多種模式做出貢獻。包括：

對產品生產及應用過程進行模擬分析，結合相關材料、製程、設備相關資訊，可以先期預測此產品全生命周期碳足跡。製造商可以針對不同的材料與半成品（包含其供應鏈）、生產製程、使用模式，計算、分析其碳足跡。一方面可以用來尋找持續減少碳足跡的途徑與可能策略；另一方面可以用來滿足下游客戶掌握產品製程與使用碳足跡資訊需求。

(1) 透過製造模擬，找出最佳生產流程控制參數，確保生產品質。因此可以大幅減少量產前的試誤與反覆調整。這將可節省原物料及機臺測試運作能源消耗。
(2) 透過實體運作資料與虛擬模型資訊比對，可以即時掌控產品、設備、系統運作狀態，確認是否運作正常，在產出效能及能源消耗上是否有異常。進而可以提高產出品質，減少不必要的原料與能源消耗；並在設備出現異常狀況時及早察覺，避免設備異常能源消耗。

另外，車輛生產製造需要消耗大量能源與資源，由於全球氣候變遷議題廣泛被重視，車輛生產製造已從過往單純滿足客戶端的需求，轉移到須滿足環境和社會需求，並且開始重視消除製程浪費、產品生命週期、永續發展等議題。因此原始設備製造商須改進生產製造技術、推動低碳排放、增強可持續性發展戰略來爭取更好的產品質量。在推動車輛製造業永續發展方面，需從淨零排放、環境永續、能源轉型、綠色供應等目標著手。並整理提出車輛生產製造低碳策

略之參考方案包含：(1) 推動能源環境和品質管理系統，(2) 發展車輛生產製造節能技術，(3) 降低車輛生產製造污染排放，(4) 開發可回收再利用材料，(5) 提升再生能源或替代能源比例，(6) 落實車輛製造綠色供應鏈，(7) 電動車將成為主流移動趨勢，(8) 車輛製造溫室氣體盤查及登錄等策略。(黃政雄等人，2022)

鋼鐵業為主要碳排者之一，根據世界鋼鐵協會（Worldsteel）研究資料顯示，2020 年全球鋼鐵部門的直接溫室氣體排放量占全球的 7%~9%。參考近年來鋼鐵業碳排強度，若要達成 2050 年淨零排放之目標，每公噸鋼鐵碳排放量應於 2030 年達到一定的減量里程碑。鋼鐵業若實踐以下作為，從 2018 年到 2030 年，預計可下降 25%的碳排：(1) 以新技術實踐煉鋼轉型，包括改變足跡、提高能源效率，以最少能源達到最高煉鋼效率，及提高球團礦比例；(2) 能源轉換，包括提高碳捕捉技術，及以氫氣、生質能源作煉鋼能源來源；(3) 增加廢鋼使用量；(4) 購買潔淨能源。(會計研究月刊編輯部，2022)

半導體業則著重協助企業減少電力消耗，隨著數位科技的演進，全球對半導體相關產業依賴性也逐漸提高，未來數位科技的運用將在淨零排放中扮演關鍵的角色。透過電子產品與裝置（IoT）、通訊技術及人工智慧（AI）演算等應用，可達到製造、住宅、運輸及發電節能的效益，半導體產業的研發與應用可以有效協助全球減緩用電上升的趨勢。根據工研院統計，若比較停止與正常運用電子產品的情境，後者在 2030 年可為全球節省 1.9 兆度的電用電量，而若加速運用電子產品，則可再節省 1.37 兆度的用電。(會計研究月刊編輯部，2022)

## 4.臺塑集團之淨零轉型與永續發展

何欣怡、許評碩、李後昆、洪宗益與黃溢銓（2022）以臺塑集團為個案，說明臺塑企業身為地球村一份子，以身為良好的企業公民自許，將永續發展融入營運策略中，目前已制定永續發展（ESG）方向與策略，除成立專責組織推動節能減排、循環經濟外，更進一步擴大為 ESG 推動組織，創造優良減碳績效，並持續推動低碳轉型、能源創新，以 2050 年達到碳中和為目標；同時積極設置再生能源發電，包含太陽能發電、風力及水力發電、另回收廢漁網、廢蚵繩、寶特瓶等消費後再生塑膠（PCR）再製為相關產品，進一步減少碳排；未來將持續推動節能減排、循環經濟，融入 ESG 於企業永續經營理念中，兼顧產業與環境永續發展。

其減碳策略包括持續推動廠內製程改善、循環經濟、AI、AI+模擬及數位轉型，提升能源使用效率及生產效率；建置再生能源及儲能設備，行政生活區全面裝設太陽能發電；持續關注並引進國際最精進的減碳技術；研發、生產綠色產品，推動製程端、消費端之塑膠循環回收再利用。

在推動組織方面，有鑑於減緩氣候變遷所造成的影響，已是全球必須面對的課題，早於 2006 年成立節能減排循環經濟推動組織，由總裁擔任召集人，臺塑、南亞、台化、臺塑石化等四大公司董事長一同參與，定期開會檢討推動。再於 2020 年擴大為 ESG 推動組織，除原有安衛環、節能減碳外，新增產銷、財務、人事等機能，全面推動 ESG 相關工作。其減碳目標為推動低碳轉型、能源創新，以 2050 年達到碳中和為目標，經由各項節能減碳措施的推動，企業排碳量由 2007 年最高峰的 6,148 萬噸，降至 2020 年的 5,183 萬噸，減量 965 萬噸，降幅 15.7%。短期（2025 年）及中期（2030 年）目標為較基準年（2007 年）減碳 20%、35%，長期則以 2050 年達到碳中和為目標。

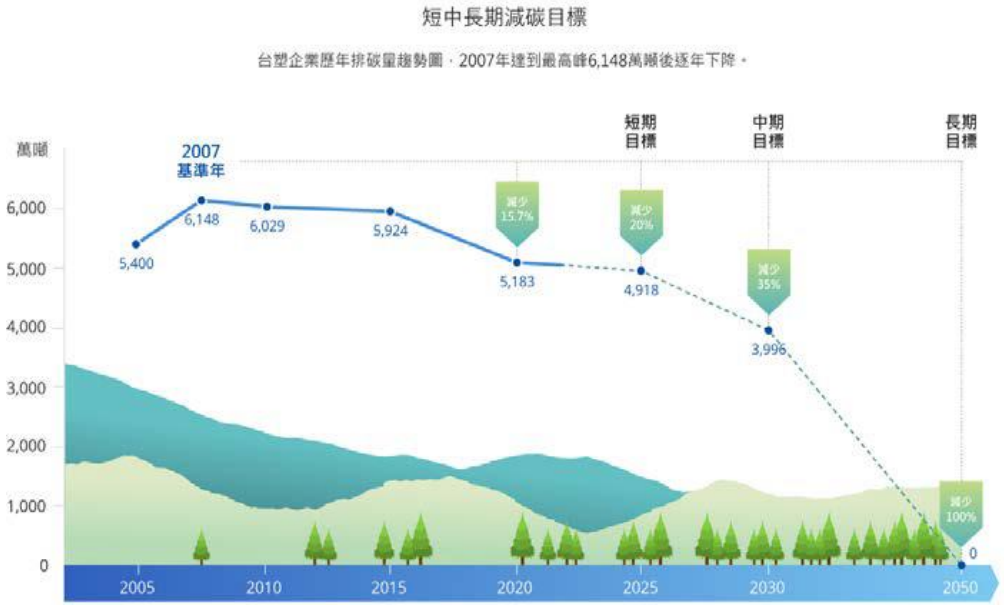



圖 2- 10 臺塑企業短中長期減碳目標

臺塑企業推動循環經濟的理念，主要將無法再利用的廢棄物質供他廠使用，依原物料、水資源、能源及廢棄物等四個循環整合面向，全力推動跨廠、跨公司循環整合再利用。推動循環經濟成功的要訣為主導者有堅定的決心、研發取得先進技術及建立良善的管理制度等，並以「從零想起」的觀念，包括冷卻水零使用、廢水及廢氣零排放、製程物質零洩漏等觀念來推動。面對國際 ESG 發展潮流，身為國內石化產業之領導企業，臺塑將持續深化 AI 發展及研究開發，積極培育 AI、大數據、雲端運算人才，加速 AI 在各領域的應用，優化產銷、提升品質及管理績效、減少能耗，厚植企業競爭力，並持續推動節能減排、循環經濟，以及配合國家能源與減碳政策，朝淨零排放、碳中和目標努力。

# (二)、淨零轉型與人才培訓

## 1.中小企業綠色人才之困難與挑戰

中華經濟研究院第三（臺灣經濟）研究所/蔡鳳凰分析師針對中小企業綠色轉型的困難與挑戰，根據次級資料的蒐集，以及與金融業、公協會、中小企業等專家交流討論後發現：綠色永續相關人才不足。中小企業面臨減碳的壓力主要來自供應鏈或客戶對減碳的要求，這已是不可逆的趨勢，但經營者對資訊揭露的被動，其中一個原因是缺乏節能減碳，及永續發展的專業人才協助。

其對策則為：產官學研共同培育養成綠色人才。而人才培養是推動淨零永續轉型的重要挑戰之一，建議政府可先與各產業的關鍵公協會合作，依各產業特性進行調查，彙整人才需求，設計適切的培訓課程，協助企業對該領域專業人才的養成。此外，教育體制上亦需積極培養綠色金融、永續相關專業人才或技術人員，這方面的協助有賴政府、公協會、企業、學校建立機制，串聯及整合綠色人才的生態系。（蔡鳳凰，2023）

## 2.企業人才培訓體系與訓練需求分析

Bernardin & Russell 於 1993 年在其經典的人力資源管理教科“Human Resource Management – An Experiential Approach”中即提及當企業要進行教育訓練時，就必須提及訓練系統觀，將訓練的整個系統區分為需求分析、發展計畫及成果評估等三階段。其中人才培訓需求分析階段的目標為收集相關資訊以決定組織是否需要訓練？如果需要的話，再來是決定那裡需要訓練？又需要那些類型的訓練？以及那些的知識、能力、技能和其他特質需要被教導？這些種種需要的訊息可以以三種方式來蒐集：透過組織性、工作或任務及個人等三層次。（Bernardin & Russell, 1993）

周瑛琪（2019）也提到在教育訓練前必須針對個不同層面進行分析，透過分析能規劃出完善的教育訓練課程以達成組織期望目的，因此教育訓練需求評估可從組織分析、工作分析、人員分析等構面進行分析，透過這三個構面的分析以瞭解職能缺口，做為後續教育訓練課程設計與規劃之用。同時，人才培訓的目標在於解決組織當前的問題，防範預期的問題，以及改善組織的效能，

因此，詳盡與審慎的進行人才培訓課程需求分析，是重要的第一步。（Noe, 2005）

基此，本研究認為先透過訓練需求分析來瞭解整個訓練規劃的前置作業，讓員工在工作上縮短現況與預期之間的差距，並且透過資料蒐集、整理與分析，提供員工相關能力培養的訓練課程，提供有助於達成組織的目標，進而排出相關課程的先後順序，來加強員工的能力，特將學者 Noe（2005）提出的需求分析程序（圖 2-11），指出需求分析的理由或「引爆點」，其中將三種類型的訓練需求分析簡要說明如下：

## （1）組織分析

組織分析主要是在檢視組織目標、分析組織人力資源概況、績效指標、組織氣候、組織歷史、組織競爭力等，若經評估分析後，發現情況不佳，則舉行訓練予以改善，因此組織分析能決定組織內各部門需求情況。（黃英忠，1993；Noe, 2005）

以企業的經營策略、可提供的訓練資源、管理者與員工對於訓練活動的支持做為考量基礎，以決定訓練活動的適合性，重點在找出企業哪些重點部份需要受訓。以公司的企業策略、可提供的訓練資源、管理者與員工對於訓練活動的支持做為考量基礎，以決定訓練活動的適合性，重點在找出企業哪些重點部份需要受訓。（許順發、王正熙與李怡穎，2008）

**因此，訓練機構可以先從潛在顧客的企業組織分析開始，尤其因應政府淨零排放政策推動的誘因，以及聚焦行業相關之減碳節能技術，更是需要定義出企業人才培訓的規劃方向與重點部門（Where）。**

## （2）工作分析

工作分析著重於事情的分析，目的在探討某種工作職務之特性及能力需求之情況，即確認為使員工完成任務，因而在訓練中必須加以重視之重要任務、知識、技能和行為。（吳俊緯，1997；鄭志宏，1994；Noe，2005）

職務分析（KSA/KPI 分析）所衍生的職能分析在近年來政府大力支持此一新興實務作法，係界定在訓練活動中需被強調的重要任務以及知識、技能與

行為，以協助員工完成任務，重點在找出訓練課程內容為何？

**因此，訓練機構可以進一步深究重點部門功能中重要職務的職能缺口分析（gap analysis），來設計職訓課程；其概念在於課程內容（What）要能彌補職能的缺口所在。**

## （3）人員分析

個人分析著重於分析組織成員目前具備之知識、技能及態度，以評估其能力是否符合工作需求。即比較個人能力與執行職務所需能力之差異情形，用以決定訓練需求。（陳明漢，1992；Noe, 2005）亦確認出工作績效不佳是否導因於知識、技能與能力的缺乏，或是來自於工作動機上與工作設計的問題，並確認哪些員工需要受訓與員工是否已對受訓作好準備，亦即作為後續課程派訓學員的依據。

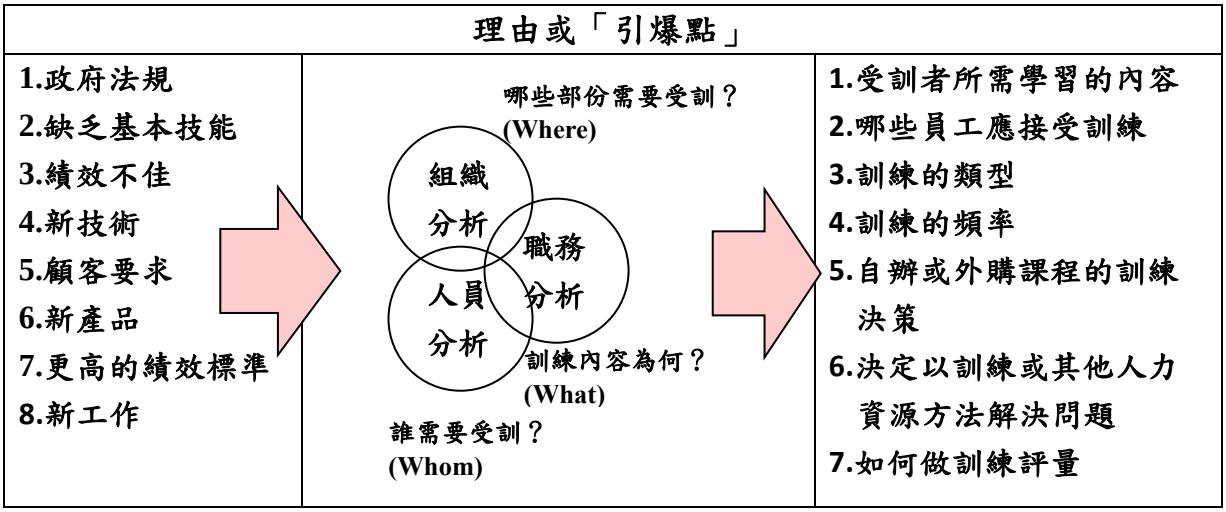



圖 2- 11 訓練需求分析程序

資料來源：Noe, R. A. （2005）. *Employee training and development*. （3rd ed.）. New York, NY: McGraw-Hill Companies, Inc., 174.

綜合而言，遵循學理架構，並貼近產業實務，事業單位先從組織分析開始，找出職業訓練的規劃方向與重點部門；再深究重點部門功能中重要職務的職能缺口分析，來設計職訓課程；至於人員分析則是輔以績效評估結果，在職訓資源有限的狀況下，辨識出該接受職業訓練的人選，則是功德圓滿，並可事半功倍。

其中「組織分析」有賴於事業單位從組織願景、營運策略及經營計畫展開得來，因此，在製造部門淨零轉型策略已經確立之際，接下來的重點就在於「工作分析」階段的協同產業/行業專家學者共同參與設計新課程，或調整原有課程內容，此亦為本研究的重要目標所在。

最後，基於第 3 次專家會議中委員建議事項：「因應業界對於 iCAP 相當程度的關注，建議執行團隊可針對淨零相關的職能單元檢視是否有最新的審查結果，適時地更新調查報告以便作為業界的參考資料」。本計畫特以「淨零」、「永續」及「溫室」三組關鍵字至 iCAP 網站查詢目前已登錄之職能導向課程名稱，計有針對「企業永續管理人員」養成的「ESG 企業永續實務解析班」，與「溫室氣體盤查人員」的「企業溫室氣體盤查人員培訓」兩門最新課程，可供參考。

| 職能導向課程名稱 | 課程類型 | 課程級別 | 發展單位 | 效期起始日 | 效期截止日 |
|---|---|---|---|---|---|
| ESG 企業永續實務解析班 | 引用職能單元 | 2 | 德鍵企業有限公司附設職業訓練中心 | 112.10.19 | 115.10.19 |
| 企業溫室氣體盤查人員培訓 | 自行分析職能 | 3 | 中華民國全國工業總會 | 112.10.31 | 115.10.31 |

# 三、水電從業人員文獻蒐集分析

## (一)、水電從業人員之工作內涵

有關水電從業人員之工作內涵，首先參考行政院主計處所編製「中華民國職業標準分類」第 6 次修訂（99 年 5 月），係屬第 7 大類「技藝有關工作人員」分類，並無水電從業人員專屬之細類，而是分屬「7126.管道裝設人員」與「7411.建築物電力系統裝修人員」，如表 2-4 與表 2-5 所示。

表 2-4 管道裝設人員工作內容

| | |
|---|---|
| 7126 | 管道裝設人員<br>從事各種管道系統包括雨水、氣體、自來水、油料、化學流體及廢水等管道之裝配、固定、安設及修理，建築物、工廠、船舶、飛機內輸送及控制用管道系統之管材截斷、刻槽、彎曲、連接、安裝、鋪設及維護等工作之人員。<br><br>工作內容包括：<br>（1）測量、裁剪、彎曲、連接、組合、安裝、維修鉛管、排水設備、暖氣、供水及污水系統等之配件及裝置。<br>（2）使用手工及電動工具安裝氣體設備、洗碗機、熱水器、水槽及馬桶。<br>（3）安裝陶製、混凝土或鑄鐵等管道於渠道內，作為污水管、排水管、給水管或其他用途。<br>（4）使用壓力表、靜水壓測試、觀察或其他方法，檢測已安裝之管道系統及鉛管。<br><br>不包括：<br>管材焊接人員應歸入 7212 細類「焊接及切割人員」。 |

表 2-5 建築物電力系統裝修人員工作內容

| | |
|---|---|
| 7411 | 建築物電力系統裝修人員<br>從事建築物電路系統與相關設備之配設、安裝及維修等工作之人員。<br><br>工作內容包括：<br>（1）學校、醫院、企業機構及住宅建築物之電路系統與相關設備之安裝及維修。<br>（2）按施工規範與相關標準，規劃電路圖並安裝電線、設備及裝置。<br>（3）檢測電力系統、設備及零件，以確認危險與瑕疵部分，並作必要之調整或維修。 |

再於勞動部勞動力發展署之「台灣就業通」網站「工作百科」執行「通俗職業查詢」，以「水電」作為關鍵字，分別找到 3 筆水電高相關從業人員的職業訊息，與對應之標準職業編碼及名稱：110115-水電工程師（2151-電機工程師）、110302-水電配線技術員（7411-建築物電力系統裝修人員）與 110202-水電製圖人員（3118-製圖員），其中「水電工程師」的職務簡介：從事水電系統設備之設計規劃，並繪製工程圖、指導施工等工作，係屬於較高層次的系統設計規劃與施工指導；「水電配線技術員」的職務簡介：從事建築物之給排水系統等輸送管路配設，或進行電線路裝配、維護及修理等工作；另「水電製圖人員」的職務簡介：從事水電設備或其他工程之繪圖設計工作，此兩者應是在水電工程師的指導下，依照水電設備與線路的規劃，進行施工與製圖，也較符合目前職前訓練課程首先培育的入門級職業專長培訓。

## (二)、水電從業人員之職能分析

有關水電從業人員的之職能分析，主要是依據勞動部勞動力發展署所建置之「iCAP 職能發展應用平台」，以「水電」為關鍵字所查詢結果，依序在職能基準方面共有「水電工程人員」、「水電工程助理」及「水電繪圖人員」等三項，均為勞動部所發展工作家族之系列職能，一覽表如表 2-6。

表 2- 6 職能基準一覽表

| 類型 | 代碼 | 名稱 | 發展單位 | 有效日期 |
|---|---|---|---|---|
| 各部會之職能基準 | CCM7412-001v2 | 水電工程人員 | 勞動部 | 113.12.20 |
| 各部會之職能基準 | CCM7412-002v2 | 水電工程助理 | 勞動部 | 113.12.20 |
| 各部會之職能基準 | CCM7411-001v1 | 水電繪圖人員 | 勞動部 | 112.11.25 |

其中「水電工程人員」其工作描述為：從事建築物水電工程之施工與水電管路、設備維護保養及故障檢修等工作；「水電工程助理」其工作描述為：依照水電工程人員指導協助建築物水電工程之施工與水電管路、設備維護保養及故障檢修等工作；「水電繪圖人員」其工作描述為：從事建築物水電施工圖繪製等工作，另同步查詢水電相關的「職能導向課程」有 7 門，多為勞動力發展署各分署自行分析職能所設計，以及「職能單元資源」有 8 個單元及「職能單元課程課綱」有 3 門課綱，分別如表 2-7、表 2-8 與表 2-9 所示，可作為後續課程設計之參考。

表 2- 7 職能導向課程一覽表

| 標章編碼 | 職能導向課程名稱 | 課程類型 | 課程級別 | 發展單位 | 效期起始日 | 效期截止日 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SETT0012-23 | 全外氣自然能轉換系統施工安裝訓練課程 | 自行分析職能 | 3 | 社團法人臺灣能源與環境發展協會 | 112.03.13 | 115.03.13 |
| SETT0037-19A | 水電技術工程課程 | 自行分析職能 | 3 | 勞動部勞動力發展署中彰投分署 | 111.10.18 | 114.10.18 |
| CCMT0019-19A | 水電技術班 | 自行分析職能 | 3 | 勞動部勞動力發展署高屏澎東分署 | 111.08.01 | 114.08.01 |
| MEMT0026-18A | 水電班 | 自行分析職能 | 3 | 勞動部勞動力發展署雲嘉南分署 | 110.10.17 | 113.10.17 |
| CCMT0016-17A | 智慧節能水電自動控制 | 自行分析職能 | 3 | 勞動部勞動力發展署桃竹苗分署 | 109.11.27 | 112.11.27 |
| CCMT0049-20 | 綠色科技水電自動控制班 | 自行分析職能 | 3 | 勞動部勞動力發展署桃竹苗分署 | 109.11.26 | 112.11.26 |
| CCMT0043-20 | 水電 | 自行分析職能 | 3 | 勞動部勞動力發展署北基宜花金馬分署 | 109.11.10 | 112.11.10 |

表 2-8 職能單元資源一覽表

| 職能單元代碼 | 職能單元名稱 | 領域類別 | 單元級別 |
|---|---|---|---|
| CCM4R2770v2 | 水電工程施工 | 建築與營造/營造及維護 | 4 |
| CCM4R2773v2 | 水電設備管路維護保養與故障檢修 | 建築與營造/營造及維護 | 3 |
| CCM4R2772v2 | 水電管路設備安裝 | 建築與營造/營造及維護 | 4 |
| CCM3R2771v2 | 水電管路設備安裝前置作業 | 建築與營造/營造及維護 | 2 |
| CCM3R3002v2 | 水電繪圖前置作業 | 建築與營造/營造及維護 | 2 |
| CCM4R3005v2 | 進行水電圖面修正 | 建築與營造/營造及維護 | 3 |
| CCM4R3004v2 | 進行水電圖面標註與覆核 | 建築與營造/營造及維護 | 3 |
| CCM4R3003v2 | 繪製水電配置施工圖 | 建築與營造/營造及維護 | 4 |

表 2-9 職能單元課程課綱一覽表

| 序號 | 課綱代碼 | 課綱名稱 |
|---|---|---|
| 250 | C0250 | 水電工程施工實務 |
| 257 | C0257 | 水電設備管路維護保養與故障檢修 |
| 418 | C0418 | 繪製水電施工圖 |

# 四、室內裝修從業人員文獻蒐集分析

## (一)、室內裝修從業人員之工作內涵

有關室內裝修從業人員之工作內涵，首先參考行政院主計處所編製「中華民國職業標準分類」第 6 次修訂（99 年 5 月），係屬第 7 大類「技藝有關工作人員」分類，並無室內裝修從業人員專屬之細類，而是分屬「7114.營建木作人員」，如表 2-10 所示。

表 2- 10 營建木作人員工作內容

| | |
|---|---|
| 7114 | 營建木作人員<br>從事建築工地及場所有關木質物之建造及修理，建築物木質重型結構之構建及裝置等工作之人員。<br><br>工作內容包括：<br>（1）建築物內外木製結構，如門、窗、牆板、樓梯扶把等安裝。<br>（2）舞台、影視攝影場木製布景之製作、裝置及修理。<br>（3）火車、公車、飛機、船、筏及其他運輸工具木質製品之製作、裝置及修理。<br>（4）在工作台上從事木質零件切割、成形、安裝及組合。<br><br>不包括：<br>˙木質地板鋪設人員應歸入 7122 細類「地面、牆面鋪設及磁磚鋪貼人員」。<br>˙家具木工應歸入 7922 細類「家具木工及有關工作人員」。<br>˙從事地下礦坑支柱、頂板、坑壁鋪設工作人員應歸入 8111 細類「採礦及採石工作人員」。 |

再於勞動部勞動力發展署之「台灣就業通」網站「工作百科」執行「通俗職業查詢」，以「室內裝修」作為關鍵字，查無符合相關「室內裝修」的資料，再改以「木作」作為關鍵字，分別找到兩筆室內裝修相關從業人員的職業訊息，與對應之標準職業編碼及名稱：110307-營建木工（7114-營建木作人員）與 110310-裝潢工（7119-其他營建構造及有關工作人員），其中「營建木工」的職務簡介：從事建築工地及場所有關木質物之建造及修理，建築物木質重型結構之構建及裝置等工作；「裝潢工」的職務簡介：協助設計師進行室內空間之規劃，並依據設計圖進行現場裝潢施工。此兩者較符合室內裝修的通俗職業印象。

## (二)、室內裝修從業人員之職能分析

有關室內裝修從業人員的之職能分析，主要是依據勞動部勞動力發展署所建置之「iCAP 職能發展應用平台」，以「室內裝修」為關鍵字所查詢結果，僅有一筆勞動部所發展的「室內裝修工程管理人員」，與本調查所需探討的技術人員並不一樣，另外再以「木作」作為關鍵字，反而查詢到應不屬於本調查計畫範圍的文化部所編製「傳統技術修復木作工匠」系列職能基準。

另同步查詢室內裝修相關的「職能導向課程」有 3 門，全為勞動力發展署各分署自行分析職能所設計，以及「職能單元資源」有 10 個單元及「職能單元課程課綱」有 10 門課綱，分別如表 2-11、表 2-12 與表 2-13 所示，可作為後續課程設計之參考。

表 2- 11 職能導向課程一覽表

| 標章編碼 | 職能導向課程名稱 | 課程類型 | 課程級別 | 發展單位 | 效期起始日 | 效期截止日 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CCMT0021-23 | 室內裝修工程實務 | 自行分析職能 | 3 | 勞動部勞動力發展署桃竹苗分署 | 112.05.04 | 115.05.04 |
| CAPT0008-20A | 室內裝修施工實務（木作） | 自行分析職能 | 3 | 勞動部勞動力發展署北基宜花金馬分署 | 112.03.16 | 115.03.16 |
| CAPT0036-18A | 室內裝修設計實務 | 自行分析職能 | 3 | 勞動部勞動力發展署北基宜花金馬分署 | 110.10.24 | 113.10.24 |

表 2- 12 職能單元課程課綱一覽表

| 職能單元代碼 | 職能單元名稱 | 領域類別 | 單元級別 |
|---|---|---|---|
| CCM3R2766 | 協助室內裝修木工施作 | 建築與營造/營造及維護 | 3 |
| CCM4R2767v2 | 室內裝修工程估算與發包 | 建築與營造/營造及維護 | 4 |
| CCM4R2768v2 | 室內裝修工程施工管理 | 建築與營造/營造及維護 | 4 |
| CCM3R2764v2 | 室內裝修木工材料及機具準備 | 建築與營造/營造及維護 | 2 |
| CCM3R2765v2 | 室內裝修木工材料前置加工 | 建築與營造/營造及維護 | 3 |
| CCM4R2761v2 | 室內裝修木工施工規劃 | 建築與營造/營造及維護 | 4 |
| CCM4R2762v2 | 室內裝修木工現場施作 | 建築與營造/營造及維護 | 4 |
| CCM4R2763v2 | 室內裝修木工驗收與機具維護 | 建築與營造/營造及維護 | 4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 保養 | | |
| CCM4R2769v2 | 室內裝修竣工與結算 | 建築與營造/營造及維護 | 4 |
| CCM4R2220v2 | 鑑別室內裝修使用材料、施工技術與方法 | 建築與營造/營造及維護 | 4 |

表 2- 13 職能單元課程課綱一覽表

| 序號 | 課綱代碼 | 課綱名稱 |
|---|---|---|
| 253 | C0253 | 室內裝修木工施工規劃與施作實務 |
| 254 | C0254 | 室內裝修木作材料、機具準備與維護保養 |
| 255 | C0255 | 室內裝修工程規劃實務 |
| 256 | C0256 | 室內裝修工程施工管理 |

# 參、 調查方法

依據主辦機關招標需求書規範之主要執行項目，本團隊在整體調查計畫執行工作事項，將廣納各利益關係人共同參與，以期政策建議收集之多元性與周延性。依此，本團隊提出調查計畫之實施策略與方法，以下分別就（1）整體研究架構；（2）整體研究流程；（3）本國淨零排放政策與製造業職缺、職能調查；（4）機關現有自辦訓練職類盤點與課程調整建議等說明之。

## 一、整體研究架構

本團隊爬梳主辦機關所提之招標需求書，以及初步文獻蒐集與探討分析後，深切體認到因應我國降低溫室氣體排放政策引導下的製造業淨零轉型之重要性與急迫性，尤其主辦機關身居全國首善之區，諸多自辦課程亦應呼應政策與順應潮流，為所轄區域製造業淨零轉型任務的人才培育盡一份心力，因此本計畫即將主辦機關各訓練場所開設諸多自辦課程置於研究架構之重要位置，並繪製本計畫整體研究架構圖，如圖 3-1 所示，以利說明。

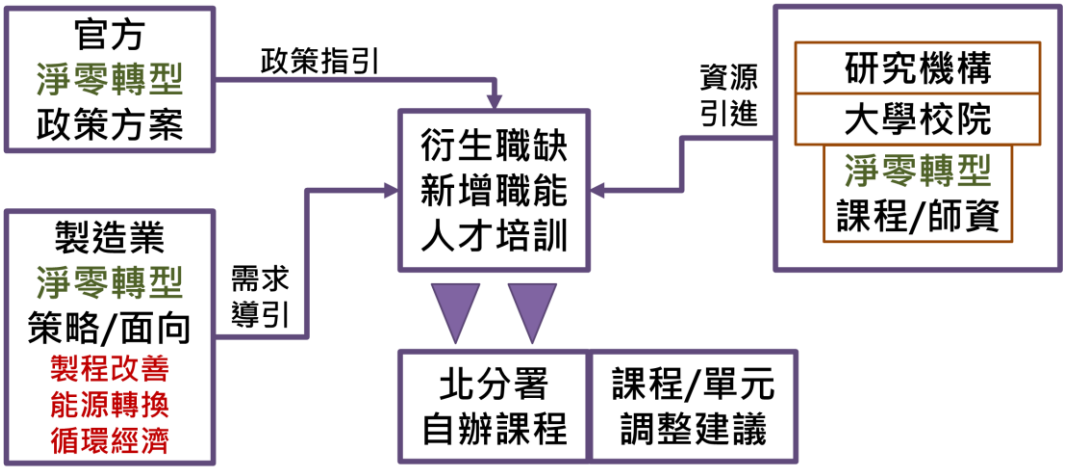



圖 3- 1 本計畫整體研究架構圖

依據圖 3-1 及北分署招標需求書規範，本研究整體研究架構首先從左上角的官方淨零轉型政策方案的政策指引下，同步考量產業界的製造業淨零轉型任務需求，尤其以三大面向之「製程改善、能源轉換、循環經濟」為策略切入角度，再調查製造業淨零轉型任務衍生職缺、新增職能與人才培訓議題，接著

綜合分析，最終對北分署現有自辦課程提出課程/單元之調整建議。

## 二、整體研究流程

本研究團隊同時統整招標需求書各項研究步驟、研究工具、調查報告及各工作事項查核時序，繪製本計畫之整體研究流程，如圖 3-2 所示。

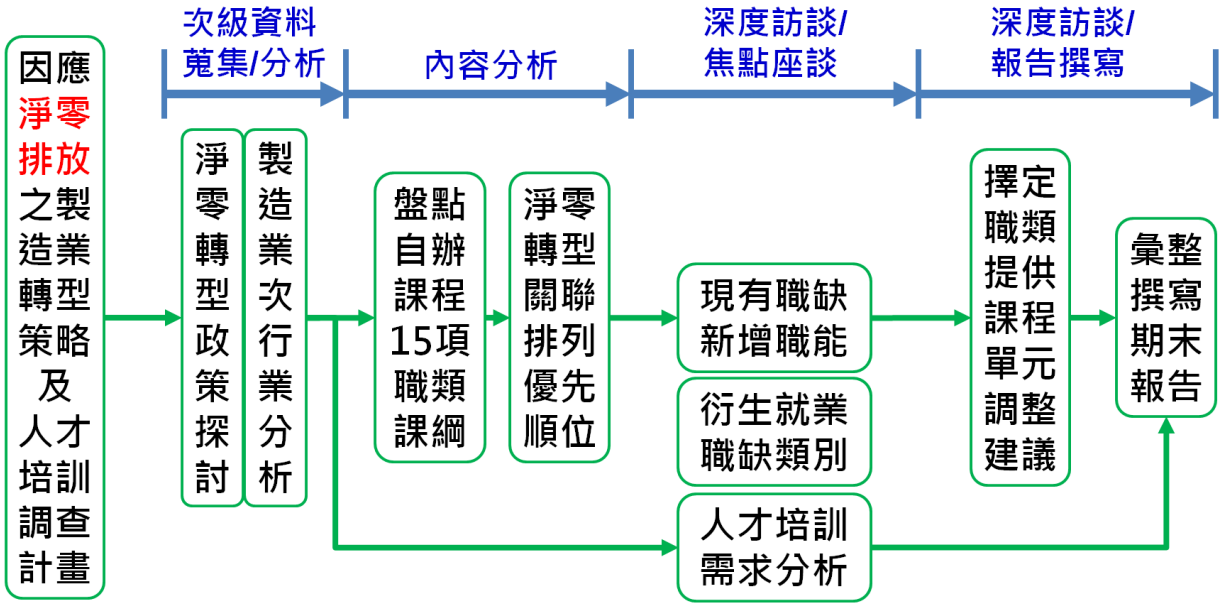



圖 3- 2 本計畫整體研究流程

依據圖 3-2 及北分署招標需求書規範，本研究整體研究流程首先從左方出發，先以次級資料蒐集與分析為研究工具，就製造業淨零轉型政策方案與製造業下溫室氣體排放大戶的次行業發展趨勢進行分析，同時對北分署現有 15 項自辦課程職類/課綱執行盤點與差異對照分析，並就淨零轉型關聯排列優先順位。接著以深度訪談與焦點座談等質性研究工具，分別對產官學研各個利益關係人之專家學者，分享其製造業淨零轉型策略所衍生就業職缺類別，以及對現有職缺產生新增職能的需求出現，進行人才培訓需求的分析。再來則統整上述初步研究成果，交由北分署擇定至少 3 項職類，安排訓練場行政人員與訓練師進行訪談，蒐集自辦職前課程規劃與設計之實務經驗，提供課程/單元調整之建議，並彙整完成期末報告之撰寫。

# 三、淨零排放政策與職缺、職能調查方法

本研究團隊遵循北分署招標需求書規範，分別透過次級資料、深度訪談及焦點座談等方式，蒐集本國製造業淨零轉型過程中，政府各部會政策、製造業現況及未來推動淨零排放人才培訓策略及具體作法，並調查因應淨零排放製造相關產業/行業可能衍生（含新增及轉型）之就業職缺類別，以及現有職缺所需具備之職能（如特定知識、技術、證照等）。其具體工作項目則可以時間序列來分別說明之。

首先，以次級資料，如官方政策、研究文獻、調查報告及統計數據等蒐集與分析，探討製造業淨零排放政策與發展現況，以形成本調查計畫之調查背景資訊。其次，據以在產官學研等相關利益關係人：政府單位、產業/企業、公會組織、法人研究機構與大專校院中尋覓有經驗且願意接受的專家學者作為訪談對象，借重專家學者對製造業淨零轉型之執行經驗，對本調查計畫提供最充分的政策、產業與研究的資訊。

再者，設計訪談綱要，對個別諮詢受訪的專家學者針對製造業淨零轉型策略之三大面向可能衍生的新興職缺，以及對現有職缺所新增的職能進行調查，再追問其人才培訓的需求經驗值，進行訪談重點摘要與分析，進而完成調查報告初稿。最後，邀集產官學研利益關係人的專家學者，召開焦點座談會議，先就調查報告初稿進行分享，再由與會專家學者提出修正或補充意見，以臻調查成果更加完備。

## (一)、專家諮詢會議

依據北分署招標需求書規範執行項目之「調查執行方法」，以及對「專家諮詢會議」辦理時間的要求，本研究團隊特統整繪製出研究期程規劃圖，如圖 3-3 所示，以決標日（D:Day）起始的時間軸方式呈現個別調查工具出現時機，與 3 場次專家諮詢會議之間的工作項目。

- ✓ 第 1 場次：完成次級資料初步蒐集與分析、深度訪談及焦點座談相關工作項目細部規劃作法，於決標日起 1.5 個月內辦理該調查第 1 次專家諮詢會議，透

過會議確定深度訪談及焦點座談會規劃與設計及其他調查方法等規劃進行討論確認。

- ✓ 第 2 場次：完成部分需求書項目後，於決標日起 4.5 個月內辦理第 2 次專家諮詢會議，針對階段性應完成之執行內容報告，含次級資料蒐集與分析、深度訪談、焦點座談部分結果等進行確認。
- ✓ 第 3 場次：完成各該調查所有應辦事項後，於決標日起 6.5 個月內辦理第 3 次專家諮詢會議，透過會議就完成事項之結果及調查分析報告予以檢視確認。

圖 3- 3 研究期程規劃圖

再依工作期程提交相關報告之時程說明：

- ✓ 第 1 次專家諮詢會議後：依專家實務意見修正原規劃內容，於會後 10 個日曆天內函送第 1 場次會議紀錄及相關修正資料予北分署核備，以作為後續深度訪談及焦點座談等項進行之主要依據。
- ✓ 第 2 次專家諮詢會議後：依專家意見調整後續計畫執行及報告內容於會後 10 個日曆天內函送第 2 場次會議紀錄及修正後調查報告予北分署核備。
- ✓ 第 3 次專家諮詢會議後：依專家意見進行報告修正，完成後續整體調查報告分析及撰擬，於會後 14 個日曆天內函送第 3 場次會議紀錄及修正後調查報告。調查報告經北分署確認完成後完稿須印製 4 份並提供電子檔以供機關公開與登載，提供轄內縣市政府或相關單位及民眾參考。

✓ 完成本計畫期末報告書：本團隊將於履約期限結束後 10 個日曆天內函送本計畫期末報告書（一式 2 份）及各項工作執行暨資料處理分析電子檔 2 份，送至北分署辦理驗收結案，並於本計畫履約期限結束且完成最後一期款核銷後 7 個日曆天內，將完整之期末報告電子檔傳送機關存查。

## (二)、次級資料蒐集

就次級資料蒐集階段，本研究團隊持續蒐集與本調查計畫相關的文獻、中央部會機關、縣市政府、學校、研究機構及團體組織等相關研究、分析、調查報告、著作等資料，以掌握本國製造業淨零轉型過程中，政府各部會政策、製造業現況及未來推動淨零排放人才培訓策略、作法，以及製造業衍生職缺類別、職能需求等，並作為擇定深度訪談、焦點座談會對象之參考。

次級資料蒐集來源計有：製造業相關部會淨零轉型政策/規劃報告，以及製造業各行業發展現況之官方調查/統計報告。再者次級資料分析主軸在探討製造業各行業營運概況趨勢，作為研究背景資訊。

另外，就北分署所提供轄區內自辦訓練 15 項職類的課程內容與課綱作為課程盤點與分析之依據，對照製造業淨零轉型路徑與策略，嘗試定義出各行業淨零轉型關聯之重點職務，並就關聯程度進行排序。

後續再蒐集製造業淨零轉型相關研究機構與大專校院曾開設之主題課程與專業師資名單，藉以建置製造業淨零轉型相關專業領域主題課程單元與師資資料庫，作為後續北分署各訓練場自辦課程開課之資源引進與參考。

## (三)、深度訪談

本研究團隊依次級資料蒐集結果及調查需求，拜訪政府部門、公營事業、公會組織、企業或訓練單位等，與單位部門相關主管人員、負責人員或業務相關人員等進行訪談至少 15 人次，彙整如表 3-1 所示。

表 3- 1 深度訪談規劃表

| **製造業淨零轉型之職缺/職能調查需求：至少 15 人次** |
| --- |
| ✓政府部門：國發會、經濟部工業局及淨零辦公室等<br>✓公營事業：台電、中油（石化業）、中鋼（鋼鐵業）等<br>✓公會組織：工業總會、電電公會等<br>✓企業：電子、水泥、紡織及造紙業等溫室氣體排放占比較高行業<br>✓訓練機構：工研院產業學院、大學推廣教育 |

製造業淨零轉型之職缺/職能調查需求訪談對象會有：政府部門、公營事業、公會組織與溫室氣體排放占比較高行業的製造業:石化(24%)、電子(22%)、鋼鐵（20%）、水泥（7%）、紡織（6%）及造紙（3%）等，以及訓練機構之單位主管、主要業務承辦人及專家學者等。

此外，本次深度訪談結構係採半結構式設計，並於事前對受訪專家學者發送「徵詢函」，以徵詢其受訪意願，並一併提供訪談大綱與問卷參考，以利專家學者事先充分掌握相關問項，預作準備。訪談時間設定為 1～1.5 小時進行，以實體訪談方式為原則，惟不排除有特殊情況需以線上訪談方式行之，訪談過程中由本研究團隊依據訪談大綱逐題提問，並引導受訪專家學者可以暢所欲言的互動與交流。

另外，本研究團隊已整理深度訪談單元/重點一覽表，如圖 3-4 所示，並據以展開承所需之訪談大綱及問卷，依序從受訪者背景資料與身分別分類(產/官/學/研)，以及其對製造業淨零轉型策略與方案之認知、參與及支持程度(以 1-5 李克特量表方式)，再就製造業淨零轉型策略「製程改善」、「能源轉換」及「循環經濟」三大面向執行經驗進行諮詢，若有執行經驗則追問其對 a.衍生新增職缺、b.現有職缺新增職能與 c.對應的人才培訓需求之經驗值，並以開放題方式回答。

| 訪談單元 | 訪談重點 | 備註 |
|---|---|---|
| 受訪專家背景資料 | 1.現職 | 分類：產/官/學/研 |
| | 2.個人學/經歷/專業領域 | 開放題(與製造業淨零排放轉型之關聯度描述) |
| 認知/參與/支持程度 | 3.對製造業淨零轉型策略與方案之認知程度 | 1-5 李克特量表 |
| | 4.對製造業淨零轉型策略與方案之參與程度 | 1-5 李克特量表 |
| | 5.對製造業淨零轉型策略與方案之支持程度 | 1-5 李克特量表 |
| 淨零轉型策略三大面向經驗談 | 6.對製造業淨零轉型策略「製程改善」面向看法<br>7.對製造業淨零轉型策略「能源轉換」面向看法<br>8.對製造業淨零轉型策略「循環經濟」面向看法<br>>>如果有執行經驗則追問其經驗值：<br>a.衍生新增職缺：<br>b.現有職缺新增職能：<br>c.對應的人才培訓需求： | 若各小題項無相關經驗值，無法表達出看法時，則無需詢問 a.b.c.小題<br>經驗值以開放題方式回答 |
| 人才培訓策略 | 9.對製造業淨零轉型在人才培訓策略上的看法與建議 | 開放題 |
| 整體建議 | 10.對製造業淨零轉型的整體建議或補充意見 | 開放題 |

圖 3- 4 深度訪談大綱

## (四)、焦點座談會

本研究團隊參考次級資料及深度訪談結果，針對轄區政府部門、公營事業、公會組織、企業或訓練單位等辦理 1 場次焦點座談；每場含學者專家 2 至 3 名，且與會座談人數應至少達 8 人以上參與（人數計算均不含北分署、所屬就業中心同仁及計畫團隊），座談會之規劃依第 1 次專家諮詢會議意見進行調整修改後，報請機關同意後已辦理完成。

此一製造業淨零轉型之職缺/職能調查需求焦點座談會，邀集公營事業：台電、中油（石化業）、中鋼（鋼鐵業）等 1-2 人；公會組織：工業總會、電電公會、綠電協會等 1-2 人；產業/企業：電子、水泥、紡織及造紙業等溫室氣體排放占比較高行業 1-2 人；訓練機構：工研院產業學院、大學推廣教育中心等 1-2 人，以及製造業人才培訓學者專家 2-3 人，作為焦點座談會議成員。

| 時間 | 議程 | 備註 |
|---|---|---|
| 14:00-14:30 | 報到入場 | |
| 14:30-14:35 | 主辦單位致歡迎詞 | |
| 14:35-14:55 | 專題報告－<br>製造業淨零轉型策略三大面向之職缺/職能與人才培訓需求現況之初步調查分析 | 深度訪談內容分析 |
| 14:55-15:40 | 專家依序發表看法－<br>對製造業淨零轉型策略三大面向：製程改善、能源轉換、循環經濟之初步調查分析結果，發表看法<br>a.衍生新增職缺：<br>b.現有職缺新增職能：<br>c.對應的人才培訓需求：<br>d.對自辦課程共同必修課程之建議： | 邀請與會專家學者逐一發表看法 |
| 15:40-16:00 | 開放專家討論/發言<br>－補充或修正意見 | 由主席主持 |
| 16:00-16:10 | 主席結論 | |
| 16:10 | 散會/賦歸 | |

圖 3- 5　焦點座談會大綱

# 四、現有自辦職類盤點與課程調整建議

## (一)、自辦職類盤點分析

本研究團隊就北分署所提供轄區內自辦訓練 15 項職類的課程內容與課綱作為課程盤點與分析之依據，對照製造業淨零轉型路徑與策略，定義出各行業淨零轉型關聯之重點職務，並就關聯程度進行排序。

同步蒐集製造業淨零轉型相關研究機構與大專校院曾開設之主題課程與專業師資名單，藉以建置製造業淨零轉型相關專業領域主題課程單元與師資資料庫，作為後續北分署各訓練場自辦課程開課之資源引進與參考。

## (二)、課程單元規劃訪談規劃

在製造業淨零轉型之自辦課程調整需求上，就北分署擇定 3 項職類作為後續訪談調查對象。主要有 2 種：對機關自辦訓練相關人員諮詢職訓課程規劃與作業需求，以及對機關訓練場講師諮詢職訓課程單元設計與教學需求。針對北分署擇定職類提出課程（單元）調整建議，視需求與北分署自辦訓練相關人員或訓練場講師進行訪談，各職類至少訪談 2 人次，彙整如表 3-2 所示。

表 3-2 自辦課程調整需求之「深度訪談」規劃

| **製造業淨零轉型之自辦課程調整需求：至少 3 項職類各 2 人次** |
| --- |
| ✓ 機關應擇定至少 3 項職類作為後續訪談調查對象。<br>✓ 機關自辦訓練相關人員：職訓課程規劃與作業需求<br>✓ 機關訓練場講師：職訓課程設計與教學需求 |

此外，本次深度訪談結構係採半結構式設計，並於事前對受訪對象提供訪談大綱參考，以利授訪對象事先充分掌握相關問項，預作準備。訪談時間設定約 1～1.5 小時進行，以實體訪談方式為原則，惟不排除有特殊情況需以線上訪談方式行之，訪談過程中由本研究團隊依據訪談大綱逐題提問。

本研究團隊研擬深度訪談大綱(如表 3-3),並附上「臺灣 2050 淨零轉型」四大策略/兩大基礎與「製造部門 2030 淨零轉型路徑」之內容分析(如附錄),以及本調查計畫現階段調查所得之重點結果作為訪談前參考資料,建議受訪對象事前需詳加研讀參考資料,以利順利建立本次訪談之背景知識,若受訪對象對本調查計畫主題認知程度不足,將對本調查計畫之訪談結果造成調查結果偏誤的可能風險。

表 3- 3 課程單元規劃與調整建議之訪談大綱

| 訪談單元 | 訪談重點 | 備註 |
|---|---|---|
| 受訪者擔任職務、個人背景資訊與工作內容 | 1.現職 | 分類：行政/研究人員或教訓練師 |
| | 2.個人學/經歷/專業領域 | |
| | 3.現職工作內容 | 作業需求(行政/研究人員)<br>教學需求(訓練師) |
| 政策認知程度 | 4.對製造業淨零轉型政策走向之認知程度 | 1-5 李克特量表 |
| 淨零轉型課程規劃 | 5.對「A.跨職類之淨零轉型共同必修」課程規劃大綱與時數配當之可行性討論與調整建議<br>6.對「B.機電職類專業必修」課程規劃大綱與時數配當之可行性討論與評估與調整建議 | 開放題 |
| 人才培訓相關建議之看法 | 7.對專家建議事項之看法<br>(1).師資培育：各訓練場訓練師先行接受淨零轉型增能培訓課程<br>(2).課程名稱：建議可調整現有課程大綱，增加數位化及智慧化相關課程內容 | 開放題 |
| 補充意見 | 8.對本計畫相關建議 | 開放題 |

首先詢問受訪者擔任職務、個人背景資訊與工作內容，以先釐清其作業需求（行政/研究人員）或教學需求（訓練師）；接著在「政策認知程度」單元，調查受訪對象對「製造業淨零轉型政策走向」之認知程度；再來為「淨零轉型課程規劃」單元，分別對「A.跨職類之淨零轉型共同必修」與「B.機電職類專業必修」課程規劃大綱與時數配當之可行性討論與調整建議；接著對專家所提人才培訓相關建議事項之看法：有「師資培育：各訓練場訓練師先行接受淨零轉型增能培訓課程」與「課程名稱：建議可調整現有課程大綱，增加數位化及智慧化相關課程內容」等議題；最後則是補充意見單元，對本計畫相關建議蒐集。

# 肆、 調查結果

本調查流程依據原訂規劃順序，首先進行次級資料蒐集與分析，就製造業淨零轉型政策方案與製造業下溫室氣體排放大戶的次行業發展趨勢進行內容分析，同時對北分署現有 15 項自辦課程職類/課綱執行盤點與差異對照分析，並就淨零轉型關聯排列優先順位。接著以深度訪談與焦點座談等質性研究工具，分別對產官學研各個利益關係人之專家學者，分享其製造業淨零轉型策略所衍生就業職缺類別，以及對現有職缺產生新增職能的需求出現，進行人才培訓需求的分析。再來則統整上述初步研究成果，交由北分署擇定至少 3 項職類，安排訓練場行政人員與訓練師進行訪談，蒐集自辦職前課程規劃與設計之實務經驗，彙整提供課程/單元調整之建議。

## 一、「製造部門 2030 淨零轉型路徑」之內容分析

從製造部門六大行業與淨零策略三大面向之對應分析，經濟部工業局針對製造部門的六大行業（石化業、電子業、鋼鐵業、水泥業、紡織業、造紙業），著手推動減碳的三大面向（製程改善、能源轉換、循環經濟）來創造我國製造部門的淨零轉型競爭力，因此本研究特以雙向細目表方式彙整六大行業與三大面向的對應表格來進行內容分析，並進而分析其執行路徑的異同之處。

經初步分析發現：一為三大面向在六大行業間的差異不大，亦即同一面向在不同行業之間的作法並無明顯之差異，換言之，三大面向之轉型策略可以適用於製造部門的不同行業，差異之處應在於不同行業之主要生產與製造設備雖然有異，如從「製程改善」的角度切入的話，其運作效率與節能效果的提升的目標卻是一致的；另「能源轉換」則著重在低碳/零碳能源的替代，以及「循環經濟」引導的回收與循環體系的建立，都是可以跨行業的推動。

表 4-1 製造部門六大行業與淨零轉型三大面向對應表

| 面向 / 行業 | 製程改善 | 能源轉換 | 循環經濟 |
|---|---|---|---|
| **石化業** | 短期：以 AI 技術推動製程智能化提升能源使用效率，並引進製程減碳新技術。<br><br>長期：擴大導入下世代製程創新技術開發，全面提升設備效能。 | 短期：以擴大使用天然氣及生質能為主。<br><br>長期：導入零碳新能源。 | 1.碳捕捉再利用：<br>短期：導入新世代觸媒、建置示範 CO2 回收利用技術。<br>長期：持續去化 CO2，並引進負碳技術及更多國際減碳創新技術。<br><br>2.低碳材料：<br>短期：推動廢棄塑/橡膠材料循環再利用技術。<br>長期：推動多元進料產製石化原料（材料）。 |
| **電子業** | 短期：導入 ISO 50001 能源管理系統、建構智慧化能源監控系統，並同步開發含氟氣體替代技術。<br>長期：透過示範廠區建立，輔導廠商擴大導入，降低電子業製程含<br>氟氣體排放。 | 鼓勵企業實踐 RE100 目標及使用綠電，於 2050 年前達成供應鏈 100%使用綠電目標。針對用於燃燒破壞製程含氟氣體之天然氣，逐步以碳中和天然氣替代，或導入新世代的破壞方式。 | 短期：透過參與國內負碳技術開發取得碳權。<br><br>長期：透過建構標竿示範，逐步擴大至整體電子產業鏈。 |
| **鋼鐵業** | 短期：持續推動設備效能提升、導入智慧能管系統、導入高效能電爐及高爐改造。<br><br>長期：一貫煉鋼廠發展氫能煉鐵創新技術，如<br>高爐噴吹氫氣、綠氫直接還原鐵，得以邁向淨零。 | 設置太陽光電及陸域風電，提升綠電占比。 | 電爐廠提高廢鋼品質以降低能耗、一貫煉鋼廠將增加廢鋼使用量減少初級原料使用，同時與國內石化業合作發展鋼化聯產，創造鋼鐵業與石化業減碳雙贏機會。 |
| **水泥業** | 短期：以設備汰舊更新及導入智慧節能管理為主。<br><br>長期：導入下世代創新製程技術，降低水泥業製程排碳。 | 持續擴大生質燃料替代化石燃料及餘熱再利用。 | 短期：擴大原料熟料替代（如：添加脫硫石膏、煤灰、鋼鐵爐碴等作為原料）及燃料替代（如：採用廢木屑、稻殼、SRF/RDF、污泥等廢棄物）。<br><br>長期：朝二氧化碳捕捉再利用（CCU）等突破性創新技術開發應用。 |

| 面向<br>行業 | 製程改善 | 能源轉換 | 循環經濟 |
|---|---|---|---|
| **紡織業** | 短期：推動製程設備汰舊更新並導入智慧化生產管理系統。<br><br>長期：推動上中下游業者導入與示範低碳製程。 | 持續擴大天然氣替代燃煤/燃油，並設置太陽光電及陸地風電等，提升低碳能源占比。 | 短期：投入循環再生材料、低污染或生質型材料或等研發利用。<br><br>長期：持續提升循環再生材料作為替代原料占比。 |
| **造紙業** | 短期：推動製程設備汰舊更新並導入智慧化生產管理系統。<br><br>長期：推動上中下游業者導入與示範低碳製程。 | 持續擴大推動生質能替代燃煤，並設置太陽光電及陸地風電等，提升低碳能源占比。 | 推動造紙業使用固體再生燃料（SRF）替代燃煤。 |

# 二、自辦課程內容分析

北分署就近年現有 15 項自辦課程職類，共提供 44 門課程/課綱進行初步分析，首先以開課數來看，15 項職類課程中以「機電整合與自動控制」7 筆課程（15.9%）為最多，其次則為「數位圖文傳播科技」、「水電」、「室內裝修」各有 4 筆課程（9.1%）。

| 編碼 | 訓練職類 | N | % | 平均時數 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 網路架設與雲端建置 | 3 | 6.8% | 1,012 |
| 2 | 網頁設計 | 3 | 6.8% | 784 |
| 3 | 數位圖文傳播科技 | 4 | 9.1% | 924 |
| 4 | 機械設計 | 3 | 6.8% | 920 |
| 5 | 機械製造 | 2 | 4.5% | 920 |
| 6 | 銲接 | 3 | 6.8% | 793 |
| 7 | 電機 | 3 | 6.8% | 736 |
| 8 | 電子 | 1 | 2.3% | 936 |
| 9 | 機電整合與自動控制 | 7 | 15.9% | 943 |
| 10 | 水電 | 4 | 9.1% | 690 |
| 11 | 室內裝修 | 4 | 9.1% | 928 |
| 12 | 造園景觀 | 2 | 4.5% | 920 |
| 13 | 休閒農場及民宿經營 | 1 | 2.3% | 480 |
| 14 | 珠寶金工 | 3 | 6.8% | 880 |
| 15 | 玉石 | 1 | 2.3% | 920 |
| - | 合計 | 44 | 100.0% | 852 |

其次就製造部門淨零轉型三大面向的製程改善、能源轉換與循環經濟來對應所有職類/課程內容的關聯度，分別以高（H）中（M）低（L）填入對應位置，無關聯者則未填（如下表），可以看出目前自辦課程/課綱與淨零轉型三大面向的對應全數集中在「製程改善」上，能對應之訓練職類則有「網路架設與雲端建置」、「網頁設計」、「機械設計」、「機械製造」、「電機」、「電子」及「機電整合與自動控制」共 7 項訓練職類，主要與「**製程改善**」中的「**加速產業設備汰舊更新**」：包括製程改善與設備汰舊更新、廢熱與廢冷回收技術應用，導入新設備及創新節能技術；以及「**節能與其數位化**」：包括建置智慧化能源管理系統、導入智慧化能源監控系統、以數位管理技術減少 CO2 排放。

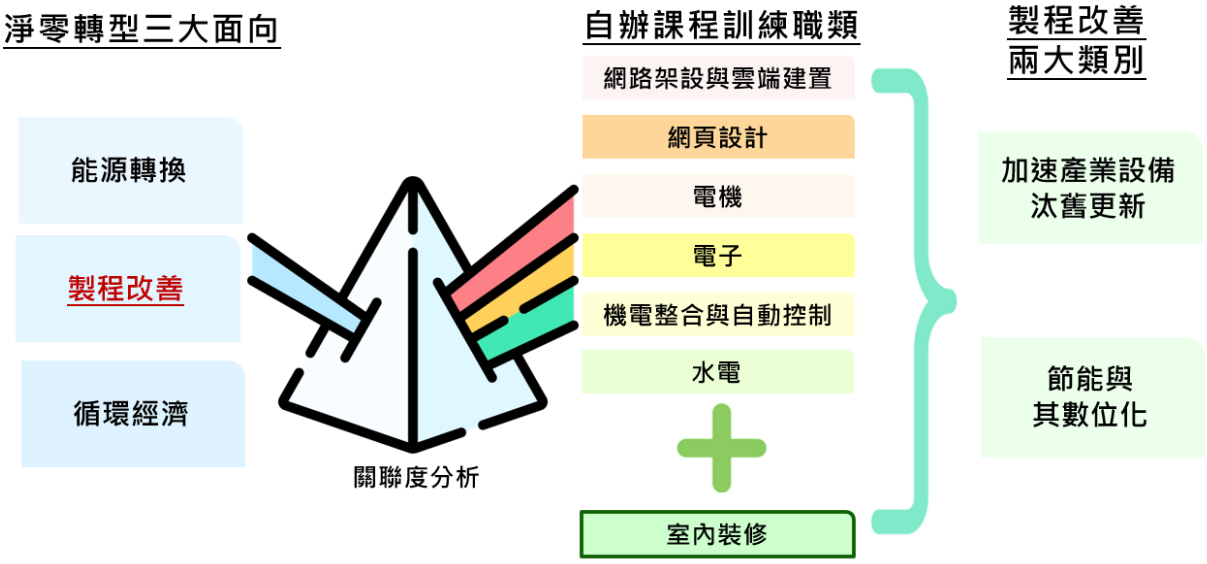
| ID | 課程名稱 | 訓練職類 | 訓練時數 | 製程改善 | 能源轉換 | 循環經濟 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1a | 雲端建置與管理 | 網路架設與雲端建置 | 1200 | H | | |
| 1b | 網路工程師實務應用 | 網路架設與雲端建置 | 900 | M | | |
| 1c | 網路規劃架設 | 網路架設與雲端建置 | 936 | M | | |
| 2a | PHP 資料庫網頁設計 | 網頁設計 | 936 | H | | |
| 2b | 前端網頁開發技術 | 網頁設計 | 936 | H | | |
| 2c | 辦公室軟體應用技能 | 網頁設計 | 480 | | | |
| 3a | 商品包裝設計 | 數位圖文傳播科技 | 760 | | | |
| 3b | 數位圖文傳播 | 數位圖文傳播科技 | 960 | | | |
| 3c | 數位圖文傳播-商品圖文設計 | 數位圖文傳播科技 | 996 | | | |
| 3d | 數位影音設計與行銷 | 數位圖文傳播科技 | 980 | | | |
| 4a | 電腦機械設計 | 機械設計 | 920 | M | | |
| 4b | 3D 立體設計與列印 | 機械設計 | 920 | M | | |
| 4c | 電腦輔助機械製圖 | 機械設計 | 920 | M | | |
| 5a | 電腦數值控制機械（CNC） | 機械製造 | 920 | L | | |
| 5b | 電腦輔助機械製圖與製造 | 機械製造 | 920 | L | | |
| 6a | 銲接（電銲/CO2 銲/氬銲） | 銲接 | 900 | | | |
| 6b | 銲接 | 銲接 | 1000 | | | |
| 6c | 氬氣鎢極電銲 | 銲接 | 480 | | | |
| 7a | 升降機裝修 | 電機 | 336 | M | | |
| 7b | 冷凍空調設計與裝修 | 電機 | 936 | H | | |
| 7c | 冷凍空調裝修 | 電機 | 936 | H | | |
| 8a | 物聯網應用設計 | 電子 | 936 | H | | |
| 9a | 自動控制機電 | 機電整合與自動控制 | 980 | H | | |
| 9b | 智動化與機器人 | 機電整合與自動控制 | 976 | H | | |
| 9c | 機電整合 | 機電整合與自動控制 | 980 | H | | |
| 9d | 機電智能控制班 | 機電整合與自動控制 | 980 | H | | |
| 9e | 機械手臂應用 | 機電整合與自動控制 | 816 | H | | |
| 9f | 智動控制 | 機電整合與自動控制 | 936 | H | | |
| 9g | 工業 4.0 | 機電整合與自動控制 | 936 | H | | |
| 10a | 水電 | 水電 | 920 | H | | |
| 10b | 水電基礎 | 水電 | 440 | H | | |
| 10c | 室內配線 | 水電 | 920 | H | | |
| 10d | 室內水電技術基礎 | 水電 | 480 | H | | |
| 11a | 室內裝修設計實務 | 室內裝修 | 936 | | | |
| 11b | 室內裝修設計 | 室內裝修 | 936 | | | |
| 11c | 室內設計裝修實務 | 室內裝修 | 920 | | | |
| 11d | 室內裝修施工實務（木作） | 室內裝修 | 920 | | | |
| 12a | 造園景觀維護 | 造園景觀 | 920 | | | |
| 12b | 造園景觀園藝栽培與施作 | 造園景觀 | 920 | | | |
| 13a | 民宿經營管理-管家實務 | 休閒農場及民宿經營 | 480 | | | |
| 14a | 珠寶飾品個人品牌實務 | 珠寶金工 | 800 | | | |
| 14b | 珠寶飾品設計與製作 | 珠寶金工 | 920 | | | |
| 14c | 寶飾金工製作 | 珠寶金工 | 920 | | | |
| 15a | 玉石飾品設計與製作 | 玉石 | 920 | | | |

接著，參考下圖所示，統計課程關聯度部分，與「製程改善」有高關聯度有17 筆課程、中關聯度有 6 筆課程，低關聯度有 2 筆課程，剩餘 19 筆課程則無關聯度。其中高關聯度課程更是集中在「機電整合與自動控制」、「水電」、「網頁設計」、「電機」、「網路架設與雲端建置」及「電子」等 6 項訓練職類上。

| 編碼 | 訓練職類 | H | M | L | SUM | % | 平均時數 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 機電整合與自動控制 | 7 | - | - | 7 | 15.9% | 943 |
| 10 | 水電 | 4 | - | - | 4 | 9.1% | 690 |
| 2 | 網頁設計 | 2 | - | - | 3 | 6.8% | 784 |
| 7 | 電機 | 2 | 1 | - | 3 | 6.8% | 736 |
| 1 | 網路架設與雲端建置 | 1 | 2 | - | 3 | 6.8% | 1,012 |
| 8 | 電子 | 1 | - | - | 1 | 2.3% | 936 |
| 3 | 數位圖文傳播科技 | - | - | - | 4 | 9.1% | 924 |
| 4 | 機械設計 | - | 3 | - | 3 | 6.8% | 920 |
| 5 | 機械製造 | - | - | 2 | 2 | 4.5% | 920 |
| 6 | 銲接 | - | - | - | 3 | 6.8% | 793 |
| 11 | 室內裝修 | - | - | - | 4 | 9.1% | 928 |
| 12 | 造園景觀 | - | - | - | 2 | 4.5% | 920 |
| 13 | 休閒農場及民宿經營 | - | - | - | 1 | 2.3% | 480 |
| 14 | 珠寶金工 | - | - | - | 3 | 6.8% | 880 |
| 15 | 玉石 | - | - | - | 1 | 2.3% | 920 |
| - | 合計 | | | | 44 | 100.0% | 852 |

## (一)、職缺類別與職能預想

從工業局提出淨零轉型三大面向的「製程改善」為主構想，關聯到北分署目前開設的職前訓練課程中的 6 項電機/電子/機電之職類，以加速產業設備汰舊更新，及開發節能與其數位化之相關設備導入。




## (二)、共通與專業課程規劃方向

將北分署目前開設的職前訓練課程中 6 項電機/電子/機電之職類，再加上室內裝修共 7 項職類課程，來設計所有職類課程皆可通用之共通必修課程，以及適用於電機/電子/機電職類專業職群的低碳相關技術實作性質的專業必修課程。

# 三、專家學者深度訪談結果分析

本調查團隊共邀請 15 位專家學者，個別接受本計畫顧問的深度訪談，並依序回答原先設定之訪談大綱，受訪專家學者共有 6 位來自企業（包含智庫）、1 位來自政府部門、2 位來自訓練機構（大專校院）、5 位來自公會組織（包含協會與學會），及 1 位來自公營事業，名單如表 4-2 所示。

表 4-2 邀集專家學者個別深度訪談名單

| 編號 | 姓名 | 職稱 | 單位 | 類別 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 陳志賢 | 首席副廠長 | 亞洲水泥花蓮廠 | 企業 |
| 2 | 趙恭岳 | 執行長 | 國際氣候發展智庫 | 企業 |
| 3 | 張廣智 | 分署長 | 經濟部水利署水利規劃分署<br>（原為副總工程司，新職已於 9 月 26 日生效） | 政府部門 |
| 4 | 羅時銓 | 副主委 | 新光合纖集團決策委員會 | 企業 |
| 5 | 郭財吉 | 教授兼系主任 | 國立臺灣科技大學工業管理學院 | 訓練機構 |
| 6 | 許博涵 | 秘書長 | 台灣綠電應用協會 | 公會組織 |
| 7 | 洪欣穎 | 處長 | 緯創資通股份有限公司 | 企業 |
| 8 | 黃孟儒 | 理事長 | 中華訓練品質學會 | 公會組織 |
| 9 | 謝世平 | 秘書長 | 台灣區造紙工業同業公會 | 公會組織 |
| 10 | 顏素秋 | 副秘書長 | 台灣區電機電子工業同業公會 | 公會組織 |
| 11 | 吳仁作 | 董事長 | 展綠科技股份有限公司 | 企業 |
| 12 | 彭裕民 | 博士 | 工研院前副院長/特聘專家/能源新創輔導 | 企業 |
| 13 | 何麗君 | 總幹事 | 台灣石油化學工業同業公會 | 公會組織 |
| 14 | 林文燦 | 教授/創院院長 | 敏實科技大學智慧製造工程系/人工智慧學院 | 訓練機構 |
| 15 | 吳進忠 | 副總經理/數位長 | 台灣電力公司<br>（原為專業總工程師，新職已於 7 月 16 日生效） | 公營事業 |

茲因 15 位受訪專家學者訪談過程每位約略耗時 1～1.5 小時，為有效提煉受訪專家學者的專業對話與看法，特由本計畫顧問彙整各討論題綱的精華，直接以條列式的重點方式呈現。

## (一)、專家學者對淨零轉型策略方案認知/參與/支持度

首先，本計畫顧問請教受訪專家學者對本調查計畫的製造業淨零轉型策略與方案之認知、參與及支持程度（以 1-5 李克特量表方式），調查結果顯示所有受訪專家學者一致皆對我國製造業淨零轉型策略與方案已具備清楚的政策認知（平均值 5 分），能作為參與本調查計畫之背景知識；對我國製造業淨零轉型策略與方案亦已有實際參與經驗（平均值 5 分），來作為經驗分享之依據，同時對我國製造業淨零轉型策略與方案表示具有相當高的支持程度（平均值 5 分），繪製平均分數柱型圖如圖 4-1。

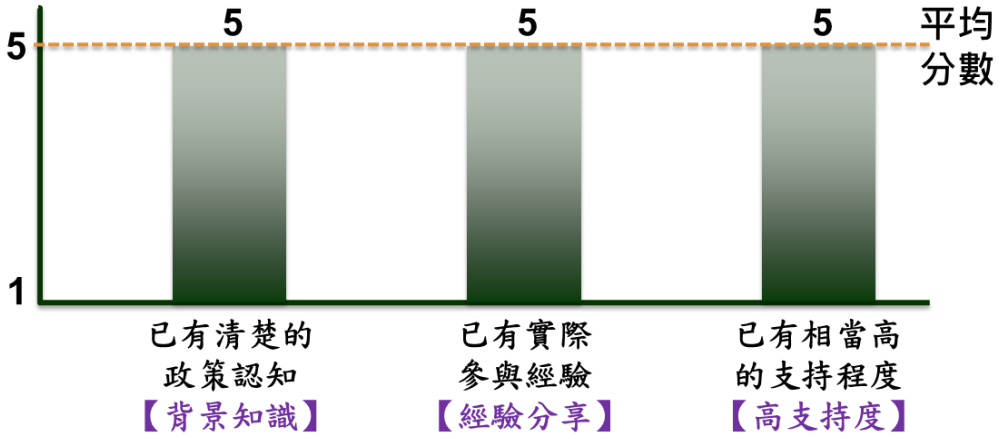



圖 4- 1 15 位專家學者對淨零轉型策略方案認知/參與/支持度平均分數柱型圖

## (二)、專家學者對製造業淨零轉型策略三大面向經驗談

其次，本計畫顧問請教受訪專家學者在製造業淨零轉型策略三大面向的經驗談，就製造部門淨零轉型三大面向而言，職缺類別應主要圍繞著製造業淨零轉型策略的「製程改善」面向，其中的「加速產業設備汰舊更新」以及「節能與其數位化」兩大類別，若是對現有職缺新增職能，則可就北分署自辦課程的「網路架設與雲端建置」、「水電」、「機械設計」、「機械製造」、「電機」、「電子」及「機電整合與自動控制」等 7 項職能方面來思考。另外會對來自企業的專家側重在其實際執行及參與經驗，來自訓練機構的專家學者則側重在其課程設計與教學心得，來自公會組織的專家則側重在其產業所經歷過的整體描述。

## 1. 衍生新增職缺

✓ 產業界專家多表示：在數位化方面傾向於由現有團隊增能，再搭配顧問入廠協助（水泥/紡織業的規模較大，設有資訊專責部門）。

✓ 製造業本身衍生新增職缺大多在：ESG 永續/碳管理師方面。

✓ 協助製造業淨零轉型的技術廠商在「水電」技術人員需求較大。

| 序 | 專家學者表示看法 | N |
|---|---|---|
| 1. | 永續管理師/氣候發展管理師 | 1 |
| 2. | 能耗盤查/碳盤查 | 1 |
| 3. | ESG/環保專責人員/工業安全衛生管理師/碳管理師 | 1 |

## 2. 現有職缺新增職能

✓ 需要新增職能：

●低碳化：減碳觀念的相關認知。

●數位化：數據採集/處理與應用，智慧化減碳技術。

✓ 製造業期待低碳化與數位化的雙軌並行

●更強調跨部門合作（尤其是與資訊部門）與跨領域（管理與工程）人才交流，不僅只是單純增能。

| 序 | 專家學者表示看法 | N |
|---|---|---|
| 1. | 技術人員的減碳相關認知 | 2 |
| 2. | 需要管理/工程人才跨領域整合 | 1 |
| 3. | 數位化能力 | 1 |
| 4. | 數位化：需由廠務與資訊人員合作 | 1 |

## 3. 製造業淨零轉型之人才培訓策略建議

本計畫顧問請教受訪專家學者在製造業淨零轉型之人才培訓策略的建議，依序有：課程規劃及共通必修課程內容、教學主題或授課單元設計、以及對培訓制度師資的擔任意願等。

### 3-1. 淨零轉型課程規劃

首先在課程規劃方面，以職能 KSA（認知/技能/素養）的三個要項來切入，多位委員都贊同本計畫將此次課程設計規劃為：跨職類之淨零轉型共同必修（屬於背景知識 K 與淨零素養 A)，與低碳生產技術製程改善直接相關的電機/電子/機電類職群學員的減碳/節電技術專業選修（屬於專業技能 S）等兩部分，其個別的課程大綱條列如下：

**A.跨職類之淨零轉型共同必修（背景知識/淨零素養 6-12 hrs）**

- A1. 全球氣候變遷
- A2. 國際標準/法規
- A3. 國家淨零政策
- A4. 個人節能認知

**B.機電職類之減碳/節電技術專業選修（搭配技術實作 6-12 hrs ）**

- B1. 再生/潔淨能源介紹
- B2. 數位化與智慧製造之減碳/節能技術介紹
- B3. 數位化與智慧製造之減碳/節能應用實例

## 3-2. 淨零轉型共通必修課程內容

其次在課程內容的設計方面，則將上節：跨職類之淨零轉型共同必修，與電機/電子/機電類職群學員的減碳/節電技術專業選修等兩部分，進一步描述其個別的課程內容條列如下：

**A.跨職類之淨零轉型共同必修（背景知識/淨零素養 6-12 hrs ）**

- 全球氣候變遷
- 聯合國氣候變遷綱要公約（UNFCCC）與 COP
- 廠商面臨的碳管理法規與要求之國際趨勢
- 國際標準-ISO 14064 碳盤查、14067 碳足跡與 ISO 50001 能源管理
- 國家淨零目標、政策與發展趨勢
- 個人節能減碳知識

**B.機電職類專業必修（搭配領域需求之技術實作 6-12 hrs ）**

- 綠電、再生/潔淨能源介紹
- 數位化與智慧製造之減碳/節能技術介紹及應用實例
- 學員分組或個人在淨零任務的數位化與智慧製造應用專題實作

### 4. 專家學者對淨零轉型人才培訓之整體建議

最後則由本計畫顧問請教受訪專家學者在製造業淨零轉型之人才培訓方面的相關建議，再彙整具體可行的策略與方案條列如下，提供予相關政府機關施政參考：

- ✓ 【師資培育】各訓練場之訓練師先行接受淨零轉型增能培訓課程：
  - ●A.跨職類之淨零轉型背景知識
  - ●B.機電職類之減碳/節電技術應用實務
- ✓ 【增設專區】就業服務與訓練資源增加「淨零轉型」專區：
  - ●將「淨零轉型」納入「產投/勞工自主學習」職訓計畫之政策性課程補助範圍
  - ●在「台灣就業通」之「找工作」新設「淨零轉型」專區
  - ●在「勞動力發展數位服務平台」分署專區中新增「淨零轉型」專區
- ✓ 【技能檢定】引用 CNS 標準，建立「淨零轉型」核心的碳管理證照
  - ●碳內部查核技術士
  - ●能源盤查技術士

# 四、焦點座談會結果分析

本調查團隊後續共邀請 8 位專家學者，參與專家學者焦點座談會，會議議程先就本調查計畫深度訪談內容分析，進行有關製造業淨零轉型策略三大面向之職缺/職能與人才培訓需求現況初步調查分析之專題報告，再由與會專家學者依序或自行舉手發表看法，並對可能的人才培訓需求與自辦課程共同必選修課程提供建議，再開放專家學者討論發言，以補充或修正意見。

8 位與會專家學者除從原有個別訪談名單中挑選，並由造紙公會推薦績優會員廠商正隆紙業，以及業內頗富盛名的 SGS 台灣檢驗科技公司，其中共有 4 位來自企業（包含智庫、檢驗公司）、2 位來自公會組織（包含協會與學會），1 位來自訓練機構（大專校院）、及 1 位來自公營事業，受訪名單如表 4-3 所示。

表 4-3 焦點座談會邀集專家學者出席一覽表

| 編號 | 姓名 | 職稱 | 任職單位 | 類別 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 吳進忠 | 副總經理/兼任教授 | 台灣電力公司/大同大學電機工程學系 | 公營事業 |
| 2 | 郭財吉 | 教授兼系主任 | 國立臺灣科技大學工業管理學院 | 訓練機構 |
| 3 | 陳志賢 | 首席副廠長 | 亞洲水泥花蓮廠 | 企業 |
| 4 | 陳靜宜 | 經理 | 正隆公司 永續發展部 | 企業 |
| 5 | 黃世忠 | 資深副總裁 | 台灣檢驗科技股份有限公司 | 企業 |
| 6 | 黃孟儒 | 理事長/講師 | 中華訓練品質學會/<br>社團法人中華人力資源管理協會 | 公會組織 |
| 7 | 許博涵 | 秘書長 | 台灣綠電應用協會 | 公會組織 |
| 8 | 趙恭岳 | 執行長 | 國際氣候發展智庫 | 企業 |

與會專家學者分別對本調查計畫分析所得之結果提出修正或新增的專業見解，另外也提出不同視角的看法與建議，茲彙整條列如下，提供與相關政府機關施政參考：

## (一)、對課程規劃與單元內容之建議：

- 於 A.跨職類之淨零轉型背景知識與淨零素養中，新增 A4.企業因應之道，以銜接從國家政策到個人節能減碳的缺口，亦可彰顯本調查計畫對製造業淨零轉型之直接助益。單元內容可參考陳來助校長提出的「企業因應之道：快確認淨零碳排與碳中和路徑與策略」的七步驟（碳盤點→能源管理→中長期減碳策略→減碳實施→低碳轉型→碳抵換→負碳投資）。
- A5.個人減碳認知單元可以參考環境部推動的「全民綠生活」的淨零綠生活行動指引的內容進行課程內容設計。
- 於 B.機電職類專業必修時數建議應至少 40 小時以上，才能做更有效的課程規劃，以培植我國淨零領域的專業人才。
- 於 B.機電職類專業必修（搭配領域需求之技術實作）中務必增加「數位化」的部份，因為在業界推廣智慧製造與智慧節能的觀念非常重要。
- 於 B.機電職類專業必修（搭配領域需求之技術實作）中建議加入中小企業有代表性節能路徑的個案介紹，以利學員情境學習；另外新興的「負碳技術」也可考慮是否納入課程內容。
- 於 B.機電職類專業必修（搭配領域需求之技術實作）增加減碳成本效益分析，以教育學員應有之成本概念，並凸顯減碳的成本效益，增加對企業導入低碳生產技術的信心與意願；另外就業界實務狀況，考量加入「部門溝通」的融入課程，以提高專案導入成功機率。

## (二)、對整體人才培訓建議：

- 需瞭解受訓學員背景有所差異，需克服其對減碳先備知識不足或差異頗大的可能;除設定排碳大戶的六大產業之外，更多的中小企業會因不同的背景而有相當大的差異。
- 建議室內裝修與造園景觀領域課程可以與既有之公協會組織連動，來提供實習或創新的合作機會與場域，以擴大本計畫影響力；另綠建築減少耗能，也有更多水電管路檢修的需求，可考慮加入課程檢討。
- 後續可考慮延伸到綠色產品研發的部份，連 SBTi 都要納入進階課程。
- 有關在國內推動碳查核或能源盤查的技能檢定，因其前置作業時程約要兩年，現階段先求接軌國際，先被國際認可，未來再往國家標準證照方向走。

# 五、擇定後續查調對象之職類

針對機關自辦訓練職類與淨零轉型關聯程度排列優先順位並提供 7 項職類供機關審核，機關擇定「水電」、「電機」及「室內裝修」3 項職類作為後續查調對象。

# 六、課程單元規劃訪談結果分析

本調查團隊針對北分署擇定之 3 項職類為：電機（冷凍空調）、室內裝修及水電（室內配線）已親赴基隆、五股及泰山三個訓練場與訓練師/研究員及自辦訓練承辦人員進行訪談，受訪對象均為實際從事訓練規劃、設計、學員遴選與學術科教學業務之訓練師/研究員，以及搭配負責開班招生、教學協助與核銷業務之自辦訓練承辦人員，就預擬大綱進行個別與共同訪談，並實地參觀訓練場地與設備配置，實際訪談日期與名單如表 4-4 所示。

表 4- 4 安排訓練場之訓練師與承辦人員深度訪談名單

| 訪談日期 | 訓練職類 | 受訪名單 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 單位 | 職稱 | 姓名 |
| 09/25（一）上午 | 電機（冷凍空調） | 基隆訓練場 | 助理訓練師 | 馬天懷 |
| | | | 業務輔導員 | 梁祐菱 |
| 09/25（一）下午 | 室內裝修 | 五股訓練場 | 副研究員 | 楊承洋 |
| | | | 業務輔導員 | 王麗君 |
| 09/26（二）上午 | 水電（室內配線） | 泰山訓練場 | 副訓練師 | 李昆穎 |
| | | | 業務輔導員 | 官愛馨 |

茲因 6 位受訪訓練師/研究員與自辦訓練承辦人員訪談/討論過程約略耗時 1～1.5 小時，為有效提煉受訪對象的實務經驗與看法，由本計畫顧問彙整各討論題綱的精華，直接以條列式的重點方式呈現。

## (一)、對淨零轉型策略方案認知

首先，本計畫顧問請教受訪訓練師/研究員及自辦訓練承辦人員對本調查計畫的製造業淨零轉型策略與方案之認知程度（以 1-5 李克特量表方式），調查結果顯示所有受訪訓練師/研究員及自辦訓練承辦人員一致皆對我國製造業淨零轉型策略與方案已具備清楚的政策認知（均為 5 分），能作為參與本調查計畫之背景知識。

## (二)、對製造業淨零轉型必修課程規劃可行性評估

其次，本計畫顧問請教受訪訓練師/研究員及自辦訓練承辦人員就本調查計畫的製造業淨零轉型課程所提出之跨職類共同必修與機電職類專業必修課程規劃，進行課程大綱與時數配當之可行性討論與調整建議，重點摘錄如下：

### 1.「A.跨職類之淨零轉型共同必修」課程大綱與時數配當可行性討論與建議

✓ **課程大綱：**

■對於專家學者所建議課程大綱之專業知識與淨零素養，均表示尊重。

✓ **時數配當：**

■有鑑於此課綱需適用於所有自辦課程，而個別課程時數配當需求仍可能存在些許差異，希望能保有時數配當的彈性。

■建議可以遵循北分署於 110 年度起導入「工業類數位共通職能」之「資訊及通訊科技」課程單元規劃 10-18 小時之規劃理念，設有課程時數之上下限，以供訓練師在課程設計進行配置。（原設計 6-12 小時，應調整為 8-16 小時為宜）

■在時數配當有彈性的前提下，可考量將共通主題課程單元區分為必修或選修，供訓練師排課主題挑選考量。（茲因本課程多為連貫之系列課程：從全球趨勢/法規、國家政策、產業/企業應用及個人節能逐層展開，其中「產業/企業」層級則涉及課程主題差異，可能有所選擇，如室內裝修與製造業關聯度較低）

✓ **執行考量：**

■建議可以每 2 或 4 小時作為課程單元的時段，以利每日半天排課 4 小時之師資安排。

■目前建議師資人選多為產官學各組織重要職位，恐能安排授課時間有限，建議可以挑選訓練場內空間較大之教室或講堂，安排多班次以「專題講

座」方式實施，亦利於講座鐘點費之申請。

## 2.「B.機電職類專業必修」課程大綱與時數配當可行性討論與建議

### ✓ 共通考量：

■現階段自辦職前課程重點在於培訓學員至少取得入行專業門檻以上的乙級或丙級證照，甚至有水電課程需同時取得水匠與電匠各一張證照，或再加上室內配線證照，訓練師在課程時數配置上，仍會優先考量學員術科練習時數配置，以提升學員操作精熟度，增加學員就業競爭力。

■各訓練場之間可能有職類課程名稱相當接近（甚至一樣）的課程，其課程設計仍有各訓練場特性考量的單元設計差異，且大多已各自遵循 iCAP 職能導向課程設計標準流程，並通過 iCAP 課程認證。

■時數配置建議以 8 小時為單位，設定時數下限，讓訓練師依據各自需求與職類特性，進行課程設計與時數重新配置。(原則上考量設定 40 小時以上，保留時數配當彈性)。

### ✓ 電機（冷凍空調)：

■目前課程設計主要在滿足「冷凍空調裝修」乙級證照之職能基準，並以取得 iCAP 認證，課程重點在訓練學員如何在期限內完成指定作業，較為重視檢修與裝修的操作過程，而無低碳冷凍空調「設計」方面的課程設計。

■若導入製造業淨零主題之專題製作，在實施上會欠缺同時兼具空調與低碳課程單元的專業師資、教材與所需之教具，如何在課堂上實作出具備低碳效益之冷凍空調專題作業。

■建議有關共通課程之背景知識與淨零素養之專題講座可以先行導入，具低碳效益之專業術科專題實作課程能先行委託專業機構（大學校院或教學開發機構）進行課程開發與教材、教具配置後實施。

■目前考量運用 936 小時之「冷凍空調中階技術」課程中「實務訓練」80 小時時段（原供「產訓合作廠商實務訓練」運用)。

✓ **室內裝修：**

■本課程設計以先取得「建築物室內設計」及「建築物室內裝修工程管理」兩張乙級證照為主，爾後可以再加上營建署指定專業技術人員課程，以符合室內設計/裝修公司之特許行業執業資格。

■室內設計/裝修課程雖較不屬於原訂機電職類專業課程與製造業範疇，然近年亦有綠建築與綠建材應用之規範，若要空間後續使用時能夠低碳化，則需要是室內設計階段即先行考量「智慧綠建築科技」，以及後續在室內裝修工程管理上慎選具物聯網功能之智慧化相關建材。

■對此，本課程已有設計「智慧環境節能控制」16 小時：介紹智慧節能控制系統於室內環境中的應用，安排學員親赴位於臺北市文山區之「Living 4.0-智慧化居住空間展示中心」參訪見學。（經查詢該中心係由「內政部建築研究所」委託財團法人台灣建築中心（TABC）執行「智慧化居住空間展示推廣計畫」所建置[2]，可預約團體解說導覽）

■應可以搭配上述提及「智慧環境節能控制」16 小時的「智慧化居住空間展示中心」參訪見學，要求學員能以「節能減碳」為主題，在室內設計上展現智慧化與低碳化之雙軸淨零轉型的室內空間設計專題作業。

✓ **水電（室內配線）：**

■因水電課程需同時取得水匠與電匠各一張證照，如再加上室內配線證照，課程壓力較大，建議先從「室內配線」課程（920 小時）開始導入。此課程目前已有「智慧居家控制」80 小時：智慧居家元件介紹、智慧居家控制軟體操作、燈、窗簾、開關等應用之課程單元，已經具備智慧化與低碳化之課程特色，應可就課程單元微調，或是再加上「智慧化居住空間展示中

[2] 「**智慧化居住空間展示推廣計畫**」整合人性化需求與國內現有智慧化科技市場產品技術，結合智慧化生活應用情境，於每年度將智慧生活之應用情境持續深入探討，不斷整合先進多元智慧化科技與網路通訊技術，具體提升具多功能目標價值的智慧化居住空間展示中心，也提供國內產業智慧化系統、設備之創新應用服務發展之測試平台。除能兼顧使用者需求外，亦能開創產業新契機，以達成安全安心、健康照顧、節能永續及便利舒適之最終目標。

心」參訪見學，來進行術科淨零專題實作之課程設計。

■建議依據各自職類特性，委託具實務經驗之科技大學教授開發相關教案、教材與教具，以利各機電職類課程在智慧化與低碳化實作專題特色之發揮。

## (三)、對製造業淨零轉型人才培訓相關建議之看法

再由本計畫顧問請教受訪訓練師/研究員及自辦訓練承辦人員就本調查計畫的製造業淨零轉型人才培訓在「師資培育」與「課程名稱」兩方面，進行可行性討論與調整建議，重點摘錄如下：

### 1. 師資培育：各訓練場訓練師先行接受淨零轉型增能培訓課程

✓ **現有訓練師/研究員及自辦訓練承辦人員本身之背景知識與淨零素養之增能培訓：**

■均表示遵照指示辦理，先行接受增能培訓亦可增進對淨零轉型進一步認識，以利後續課程規劃、設計與招生的特色展現與淨零政策配合。

✓ **製造業淨零轉型課程師資採外聘或內部培育：**

■前期在內部師資缺乏的前提下，建議可以由分署統一辦理師資蒐集與遴選名單之提報與核定，以供各訓練場各職類課程安排運用，或是透過專案簽辦方式，開放各自尋覓適合師資加入陣容。

■後續建議可以辦理淨零轉型課程內部師資培育課程，包含淨零轉型之共通知識與素養課程，以及各職類智慧化、低碳化特色展現之術科課程方面之師資。

### 2.課程名稱：建議可調整現有課程大綱，增加數位化及智慧化相關課程內容

✓ **電機（冷凍空調）：**

■目前課程大綱並無智慧化或數位化之課程設計，若後續有增加智慧化專題時，亦需遵照 iCAP 認證規範及作業流程，於正式會議上討論定案。

✓ **室內裝修：**

■目前課程大綱已有「智慧環境節能控制」16 小時之課程單元，對照整體 936 小時的時數比例太少，且目前招生倍率甚高，現階段尚不需要。

✓ **水電（室內配線）：**

■目前課程大綱已有「智慧居家控制」80 小時，對照整體 920 小時的時數比例仍不大，現階段尚不需要。

■至於「智慧化」放在在職課程的短時數單元課程設計則相當適合，亦有利於招生。

# 七、淨零轉型之自辦職前訓練共通課程規劃

本研究團隊遵循北分署招標需求書規範，歷經近半年的次級資料蒐集與分析、專家學者深度訪談與焦點座談會，以及對訓練師/研究員及自辦訓練承辦人員的訪談與討論之調查方法，並透過 2 次專家會議進行各階段規劃與分析結果之諮詢意見蒐集與回饋等方式，在此提出有關北分署製造業淨零排放（轉型）之自辦職前訓練課程如下，以共通課程規劃來對應所有職類課程，共計新增 2 大類，共新增 8 門淨零排放（轉型）相關課程，並對既有課程單元中各自對應的實作課程時數進行調整建議。

## (一)、淨零轉型課程規劃方向

**A.跨職類之淨零轉型共同必修（背景知識/淨零素養 8-16 hrs）**

- ●A1. 全球氣候變遷
- ●A2. 國際標準/法規
- ●A3. 國家淨零政策
- ●A4. 企業因應之道
- ●A5. 個人節能認知

＊初期依據師資推薦名單邀集講師，以多班次安排專題講座方式進行。

＊中長期而言，可以自行培育內部師資擔任課程講師。

**B.機電職類之減碳/節電技術專業選修（搭配技術實作 40 hrs 以上 ）**

- ●B1. 再生/潔淨能源介紹
- ●B2. 智慧化與低碳化之減碳/節能技術介紹
- ●B3. 智慧化與低碳化之減碳/節能應用實例

＊建議後續委託具備各職類專業領域職能發展機構進行實作課程設計，開發相關專業教案、教材與教具，以利教學活動與學員學習。

# (二)、淨零轉型共通與專業課程大綱

**A.跨職類之淨零轉型共同必修（背景知識/淨零素養 8-16 hrs ）**

- ●全球氣候變遷
- ●聯合國氣候變遷綱要公約（UNFCCC）與 COP
- ●廠商面臨的碳管理法規與要求之國際趨勢
- ●國際標準-ISO 14064-1 組織碳盤查、14064-2 減碳專案、14067 產品碳足跡、14068 碳中和與 ISO 50001 能源管理
- ●國家淨零目標、政策與發展趨勢
  - ✓ 經濟部產業發展署為協助產業因應國際環保趨勢及相關技術服務需求，特別就「技術服務機構服務能量登錄系統」之 SD 類永續發展服務機構登錄部分，調整其服務項目及登錄分項：SD3.能源管理、SD4.氣候行動與 SD5.永續管理。
- ●企業因應之道
  - ✓ 參考陳來助校長提出「企業因應之道－快確認淨零碳排與碳中和路徑與策略」的七步驟：碳盤點、能源管理、中長期減碳策略、減碳實施、低碳轉型、碳抵換與負碳投資。
  - ✓ 企業對綠色人才需求與培育現況與重點。
- ●個人節能減碳知識
  - ✓ 參考環境部推動「全民綠生活」的「淨零綠生活行動指引」內容。

**B.機電職類專業必修（搭配領域需求之技術實作 40 hrs 以上 ）**

- ●綠電、再生/潔淨能源介紹
- ●智慧化與低碳化之減碳/節能技術介紹及應用實例
  - ✓ 中小企業代表性節能路徑的個案介紹，以利學員情境學習。
- ●學員分組或個人的智慧化與低碳化應用專題實作，建議調整如下
  - ✓ 電機（冷凍空調中階技術）：建議將原供「產訓合作廠商實務訓練」運用 80 小時時段，需搭配新開發教案、教材與教具來進行專題製作。
  - ✓ 室內裝修：建議原「智慧環境節能控制」16 小時「智慧化居住空間展示中心」參訪見學，再增加至少 24 小時，要求學員以「節能減碳」為

主題，在室內設計上展現智慧化與低碳化之室內空間設計專題作業。

✓ 水電（室內配線）：建議將原「智慧居家控制」80 小時，加入「智慧化居住空間展示中心」參訪見學，來進行術科淨零專題實作之課程設計。

## (三)、淨零轉型課程相關師資推薦

本計畫顧問就受訪專家學者之專業學經歷呈現，並徵詢是否願意後續於北分署職前訓練課程擔任講師，受訪專家學者多位居要津，雖表示願意就其專業領域擔任講師，然仍須視實際安排時間而定，故將其個別專業領域對應課程大綱如表4-5，共計17位師資團名單推薦，以資後續課程師資安排參考。

表 4- 5 邀請專家學者擔任講師專業領域與課程單元對應一覽表

| 序 | 姓名 | 職稱 | 單位 | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | B1 | B2 | B3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 陳志賢 | 首席副廠長 | 亞洲水泥花蓮廠 | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | | | ✪ | ✪ |
| 2 | 趙恭岳 | 執行長 | 國際氣候發展智庫 | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | | | | |
| 3 | 張廣智 | 分署長 | 經濟部水利署水利規劃分署（原為副總工程司，新職已於9月26日生效） | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | | | | |
| 4 | 羅時銓 | 副主委 | 新光合纖集團決策委員會 | | | | | | | ✪ | ✪ |
| 5 | 郭財吉 | 教授兼系主任 | 國立臺灣科技大學工業管理學院 | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | | ✪ | ✪ | |
| 6 | 許博涵 | 秘書長 | 台灣綠電應用協會 | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | | ✪ | ✪ | |
| 7 | 洪欣穎 | 處長 | 緯創資通股份有限公司 | | | | | | ✪ | ✪ | ✪ |
| 8 | 黃孟儒 | 理事長 | 中華訓練品質學會 | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | | | |
| 9 | 謝世平 | 秘書長 | 台灣區造紙工業同業公會 | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | | | | |
| 10 | 顏素秋 | 副秘書長 | 台灣區電機電子工業同業公會 | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | | | | |
| 11 | 吳仁作 | 董事長 | 展綠科技股份有限公司 | | | | | | | ✪ | ✪ |
| 12 | 彭裕民 | 博士 | 工研院前副院長/特聘專家/能源新創輔導 | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | | | ✪ | ✪ |
| 13 | 何麗君 | 總幹事 | 台灣石油化學工業同業公會 | | | | | | ✪ | | |
| 14 | 林文燦 | 教授/創院院長 | 敏實科技大學智慧製造工程系/人工智慧學院 | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ |
| 15 | 吳進忠 | 副總經理/數位長 | 台灣電力公司（原為專業總工程師，新職已於7月16日生效） | | | | | ✪ | ✪ | | |
| 16 | 陳靜宜 | 經理 | 正隆公司 永續發展部 | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | | | |
| 17 | 黃世忠 | 資深副總裁 | 台灣檢驗科技股份有限公司 | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | ✪ | | | |

# 伍、 結論與建議

歷經各階段調查結果，本調查對照設定之研究目的，以及彙整各方專家學者意見及訓練師實務見解，分別提出綜合結論與建議，並分述如下：

## 一、綜合結論

### (一)、製造業轉型策略政策主責為經濟部產業發展署，係以排碳比重方向優先切入排碳大戶的製造部門六大行業，提出推動減碳三大面向來創造我國製造部門的淨零轉型競爭力。

因應淨零排放之製造業轉型策略政策主責部門為經濟部產業發展署（原工業局），係以排碳比重方向優先切入排碳大戶的製造部門六大行業（石化業、電子業、鋼鐵業、水泥業、紡織業、造紙業），提出推動減碳三大面向（製程改善、能源轉換、循環經濟）來創造我國製造部門的淨零轉型競爭力，經差異分析發現：三大面向在六大行業間的差異不大，亦即同一面向在不同行業之間的作法並無明顯之差異，換言之，三大面向之轉型策略可以適用於製造部門的不同行業，可以跨行業的推動。

### (二)、北分署自辦課程與製造業淨零轉型路徑主要交集為「製程改善」面向的加速產業設備汰舊更新（低碳化）與節能與其數位化（智慧化）。

目前自辦課程/課綱與淨零轉型三大面向的對應全數集中在「製程改善」上，能對應之訓練職類則有「網路架設與雲端建置」、「網頁設計」、「機械設計」、「機械製造」、「電機」、「電子」及「機電整合與自動控制」共 7 項訓練職類，主要與「**製程改善**」中的「**加速產業設備汰舊更新**」：包括製程改善與設備汰舊更新、廢熱與廢冷回收技術應用，導入新設備及創新節能技術；以及「**節能與其數位化**」：包括建置智慧化能源管理系統、導入智慧化能源監控系統、以數位管理技術減少 CO2 排放。

## (三)、製造業淨零轉型衍生職缺多在原先不熟悉的 ESG 永續及碳管理方面，另製程改善過程中較需「水電」職類。

本調查設定受訪排碳大戶的公營事業，如台電，另外尚有：電子、水泥、紡織及造紙業等溫室氣體排放占比較高行業，多為大型企業，受訪產業專家多表示，在數位化方面傾向於由現有團隊增能，再搭配顧問入廠協助，因其規模較大，設有資訊專責部門。因此，其製造業本身衍生新增職缺大多在原先不熟悉的 ESG 永續及碳管理方面，如永續管理師、氣候發展管理師、能耗盤查/碳盤查工程師、ESG/環保專責人員/工業安全衛生管理師/碳管理師等。

北分署目前自辦課程結訓學員多前往中小企業就職或自行創業，以及協助製造業執行淨零轉型的技術廠商，因此，在「水電」職類技術人員需求較大。

## (四)、製造業淨零轉型新增職能可歸納為「低碳化」的減碳觀念與「智慧化」的減碳技術雙軌並行，更強調跨部門合作與跨領域人才交流。

歸納本調查受訪產業專家對新增職能意見，主要為「低碳化」，著重在技術人員減碳觀念的相關認知。其次「智慧化」所需的數據採集、處理與智慧分析的軟硬體應用技能，即為智慧化減碳技術的專業知能。製造業期待低碳化與智慧化能雙軌並行，更強調跨部門合作（尤其是與資訊部門）與跨領域（管理與工程）人才交流，不僅只是單純增能。

## (五)、製造業淨零轉型課程規劃以職能 KSA 區分為：跨職類之淨零轉型共同必修（K/A）與低碳生產技術製程改善直接相關的機電類職群減碳/節電技術專業選修（S）。

就北分署自辦課程既有資源於製造業淨零轉型的最大化發揮作為考量，本調查計畫在製造業淨零轉型在自辦課程規劃的展現，以職能 KSA（認知/技能/素養）的三個要項來切入，多位委員都贊同本計畫將此次課程設計規劃為：跨職類之淨

零轉型共同必修（屬於背景知識 K 與淨零素養 A），與低碳生產技術製程改善直接相關的電機/電子/機電類職群學員的減碳/節電技術專業選修（屬於專業技能 S）等兩部分，並分別納入委員在訪談、座談與專家會議中對課程大綱與內容修正的意見。

其中 A.跨職類之淨零轉型共同必修（背景知識/淨零素養 8-16 hrs）：A1.全球氣候變遷；A2.國際標準/法規；A3.國家淨零政策；A4.企業因應之道；A5.個人節能認知。B.機電職類之減碳/節電技術專業選修（搭配技術實作 40 hrs 以上）；B1.再生/潔淨能源介紹；B2.數位化與智慧製造之減碳/節能技術介紹；B3.數位化與智慧製造之減碳/節能應用實例。

# 二、淨零轉型人才培訓政策建議

由本計畫彙整受訪專家學者在製造業淨零轉型之人才培訓方面的相關政策建議，提供予相關政府機關施政參考：

## (一)、就業服務與訓練資源相關施政措施中增設「淨零轉型」專項，藉以凸顯政策新走向

在各相關之就業服務與訓練資源方面，建議增加「淨零轉型」專項：如將「淨零轉型」納入「產投/勞工自主學習」職訓計畫之政策性課程補助範圍；在「台灣就業通」之「找工作」新設「淨零轉型」專區；在「勞動力發展數位服務平台」分署專區中新增「淨零轉型」專區；另在技能檢定方面，可引用 CNS 標準，建立「淨零轉型」核心的碳管理證照，如碳內部查核技術士與能源盤查技術士等。亦可就訓練推廣與自辦課程中增設「淨零轉型」專項，以凸顯區域勞動力運籌在淨零轉型任務之政策新走向。

### (二)、師資培育先外而內：初期尋求產學專家學者入場培訓，同步培育內部師資，以利長期推廣「淨零轉型」課程

在淨零轉型師資培育方面，建議採用「先外而內」的作法：在內部師資短缺的初期，勢必需要先引進外界的產學專家至各訓練場培訓學員，建議可由分署統一辦理師資蒐集與遴選名單之提報與核定，以供各訓練場各職類課程安排運用，或是透過專案簽辦方式，開放各自尋覓適合師資加入陣容。

後續可以辦理淨零轉型課程內部師資培育課程，包含淨零轉型之共通知識與素養課程，以及各職類智慧化、低碳化特色展現之術科課程方面之師資，安排訓練師先行接受淨零轉型增能培訓課程，以提升現有訓練師/研究員及自辦訓練承辦人員本身之背景知識與淨零素養之增能培訓，先行接受增能培訓亦可增進對淨零轉型進一步認識，以利後續課程規劃、設計與招生的特色展現與淨零政策配合。

## 三、淨零轉型課程設計建議

由本計畫彙整受訪專家學者在淨零轉型課程設計與執行方面的相關建議，提供予相關訓練機構實施參考：

### (一)、建議調整現有課程大綱，增加數位化及智慧化相關課程內容，讓課程名稱增加「智慧化」、「數位化」特色呈現

在形塑「淨零轉型」課程特色的考量下，建議可於課程名稱增加「智慧化」、「數位化」特色呈現，但前提是需同步調整現有課程大綱與單元配置，增加數位化及智慧化相關課程內容，若已有 iCAP 課程認證者，則遵照 iCAP 認證規範及作業流程，於正式課程會議上討論定案。至於「智慧化」若放在在職課程的短時數單元課程設計則相當適合，亦有利於招生。

### (二)、建議淨零任務的重要執行職能「水電職類」課程單元可更明確導入智慧化與低碳化的雙主軸轉型

北分署的重點課程「水電」職類課程一直是朝數位化、智慧化方向邁進，已經備受肯定,惟現行北分署水電職類因包含泰山、五股、宜蘭及花蓮共同推動 iCAP 課程，若有課程單元調整需全部同步，後續尚需各訓練場間溝通。

在作法上，建議先從泰山室內配線班施行，因該班已有智慧居家及可程式控制課程,因應數位化節能可微調課程內容,其淨零共通知能課程,可以強化其 ESG 內容。再者，建議室內配線班中消防課程可以調整為 40 小時，另外 40 小時若能改成減碳、碳排放、碳權計算等相關課程，將可以達到凸顯低碳化課程之特色。

## 四、委員提供後續發展方向之建議

針對專家會議中所提各項建議事項對應修正調查分析結果，若因作業時程與既定研究流程無法於本計畫調查項目與範圍滿足者，亦彙整提供予主管機關政策參考。

### (一)、建議未來於自辦課程能擴展更多製造業行業在智慧化減碳作為之解決方案

若未來自辦課程內容需概括更全面的覆蓋程度，建議可為各類別稍作量身客製數位化及智慧化的解決方案，以配合各業界人才的需求。茲因本調查係依循經濟部採重點管理的找出製造業中耗能最大的六大行業，先進行初步的課程大綱設計，並無法全面性的掌握製造業所有行業之智慧化與低碳化的課程內涵，因此，後續可以另行擴展更多製造業行業在智慧化減碳作為之解決方案，並深入進行課程設計與教材開發工作，以竟其功。

## (二)、建議淨零轉型相關課程增加淨零碳排與碳盤查計算之術科考題，以加強專技人員在淨零轉型之成效

1、製造業淨零的轉型過程中，除了在各職類專業證照學科考題中要求加入淨零排放之相關觀念題目外，建議可在術科測試中加入適當淨零排放之相關術科考題，以加強各職類專業技術人員在淨零轉型方面的成效。2、建議在相關技術職類中研議淨零排放、碳盤查計算及因應改善方案相關內容加入職訓教材作為教學使用，並探討實施改善後效益分析。歸納而言，即在於淨零轉型相關課程增加淨零碳排與碳盤查計算之術科考題，並探討其改善效益分析。

## (三)、在跨職類淨零轉型共同必修課程的「企業因應之道」中，可增加企業對於跨域綠色人才需求與資源介紹，以強化學員對淨零轉型任務的信心與學習意願

在跨職類淨零轉型共同必修課程的「企業因應之道」中，原訂重點是參考陳來助校長提出「企業因應之道－快確認淨零碳排與碳中和路徑與策略」的七步驟：碳盤點、能源管理、中長期減碳策略、減碳實施、低碳轉型、碳抵換與負碳投資。有其意義與價值，但較偏重經營管理層級的需求，對於剛進入產業的新鮮人而言，僅具認知即可。

因此，建議可介紹較為切身就業關係的議題，如企業對於跨域綠色人才現況與資源介紹，透過產業界闡述對於跨域綠色人才的培育理念及就業需求，相信可以有效強化學員對淨零轉型任務的信心與學習意願，更可促使產業界更為重視淨零轉型議題。

# 參考文獻

Bernardin H. J., & Russell, J. E. A. （1993）. *Human Resource Management – An Experiential Approach, International Edition*, NY: McGraw-Hill Publishing.

IEA, Net Zero by 2050- A Roadmap for the Global Energy Sector, July 2021.

Noe, R.A.（2005）,*Employee Training and Development*. McGraw-Hill Companies, Inc., New York.

李堅明（2022）。 COP26 氣候峰會觀察與全球淨零排放因應。會計研究月刊，435，2022/02，84-89。

周瑛琪（2019）。人力資源管理：智慧時代的新挑戰（第六版）。全華圖書：臺北。

林秀英（2022）。資源循環，永續未來的解答－高碳排產業循環經濟之路。臺灣經濟研究月刊，45（9），2022/09，21-28。

許順發、王正熙、李怡穎（2008）。建構訓練同盟強化產業競爭力-D 公司之成功經驗。2008 華人經濟圈企業競爭能力與經營管理學術研討會論文集，中華大學主辦。臺灣新竹。2008.05.09。

陳明漢（1992）。企業人力資源管理實務手冊。臺北：中華企業管理發展中心。

黃政雄、蔡春進、洪紹穎與顏鴻程（2022）。車輛生產製造低碳策略探討。機械工業雜誌，474，2022/09，14-18。

黃英忠（1993）。產業培訓論。臺北：三民書局。

會計研究月刊編輯部（2022）。製造業的淨零排放策略與挑戰。會計研究月刊，441，2022/08，78-83。

經濟部工業局，低碳生產技術彙編－製程動力系統－節能技術應用篇，2021 年 11 月。

經濟部能源局，2021 生產性質能源查核年報，2021 年 12 月。

經濟部能源局，中華民國 110 年能源統計手冊，2022 年 6 月。

熊治民（2021）。製造業大趨勢下的智慧機械需求與發展契機。機械工業雜誌，463，2021/10，7-14。

熊治民（2023）。臺灣機械產業面對淨零排放趨勢的新成長機會。機械工業雜誌，478，2023/01，27-32。

劉佩真（2022）。2023 年臺灣整體產業景氣剖析與展望。臺灣經濟研究月刊，46（1），53-59。

蔡鳳凰（2023）。中小企業在綠色金融生態圈下的挑戰與因應。經濟前瞻，205，2023/01，89-93。

# 附錄

## 「臺灣 2050 淨零轉型」四大策略/兩大基礎（訪談前參考資料）

# 「製造部門 2030 淨零轉型路徑」之內容分析（訪談前參考資料）

首先就製造部門六大行業與淨零策略三大面向之對應分析，經濟部工業局針對製造部門的六大行業（石化業、電子業、鋼鐵業、水泥業、紡織業、造紙業），著手推動減碳的三大面向（製程改善、能源轉換、循環經濟）來創造我國製造部門的淨零轉型競爭力，因此本研究特以雙向細目表方式彙整六大行業與三大面向的對應表格來進行內容分析，並進而分析其執行路徑的異同之處。

經初步分析發現：一為三大面向在六大行業間的差異不大，亦即同一面向在不同行業之間的作法並無明顯之差異，換言之，三大面向之轉型策略可以適用於製造部門的不同行業，差異之處應在於不同行業之主要生產與製造設備雖然有異，如從「製程改善」的角度切入的話，其運作效率與節能效果的提升的目標卻是一致的；另「能源轉換」則著重在低碳/零碳能源的替代，以及「循環經濟」引導的回收與循環體系的建立，都是可以跨行業的推動。

製造部門六大行業與淨零轉型三大面向對應表

| 面向 / 行業 | 製程改善 | 能源轉換 | 循環經濟 |
|---|---|---|---|
| **石化業** | 短期：以 AI 技術推動製程智能化提升能源使用效率，並引進製程減碳新技術。<br><br>長期：擴大導入下世代製程創新技術開發，全面提升設備效能。 | 短期：以擴大使用天然氣及生質能為主。<br><br>長期：導入零碳新能源。 | 1.碳捕捉再利用：<br>短期：導入新世代觸媒、建置示範 CO2 回收利用技術。<br>長期：持續去化 CO2，並引進負碳技術及更多國際減碳創新技術。<br><br>2.低碳材料：<br>短期：推動廢棄塑/橡膠材料循環再利用技術<br>長期：推動多元進料產製石化原料（材料）。 |
| **電子業** | 短期：導入 ISO 50001 能源管理系統、建構智慧化能源監控系統，並同步開發含氟氣體替代技術。<br>長期：透過示範廠區建立，輔導廠商擴大導入，降低電子業製程含 | 鼓勵企業實踐 RE100 目標及使用綠電，於 2050 年前達成供應鏈 100%使用綠電目標。<br>針對用於燃燒破壞製程含氟氣體之天然氣，逐步以碳中和天然氣替代，或導入新世代的 | 短期：透過參與國內負碳技術開發取得碳權。<br><br>長期：透過建構標竿示範，逐步擴大至整體電子產業鏈。 |

| 面向<br>行業 | 製程改善 | 能源轉換 | 循環經濟 |
|---|---|---|---|
| | 氟氣體排放。 | 破壞方式。 | |
| **鋼鐵業** | 短期：持續推動設備效能提升、導入智慧能管系統、導入高效能電爐及高爐改造。<br><br>長期：一貫煉鋼廠發展氫能煉鐵創新技術，如高爐噴吹氫氣、綠氫直接還原鐵，得以邁向淨零 。 | 設置太陽光電及陸域風電，提升綠電占比 。 | 電爐廠提高廢鋼品質以降低能耗、一貫煉鋼廠將增加廢鋼使用量減少初級原料使用，同時與國內石化業合作發展鋼化聯產，創造鋼鐵業與石化業減碳雙贏機會。 |
| **水泥業** | 短期：以設備汰舊更新及導入智慧節能管理為主。<br><br>長期：導入下世代創新製程技術，降低水泥業製程排碳。 | 持續擴大生質燃料替代化石燃料及餘熱再利用。 | 短期：擴大原料熟料替代（如:添加脫硫石膏、煤灰、鋼鐵爐碴等作為原料 ）及燃料替代 （如：採用廢木屑、稻殼、SRF/RDF、污泥等廢棄物 ）。<br><br>長期:朝二氧化碳捕捉再利用（CCU）等突破性創新技術開發應用。 |
| **紡織業** | 短期：推動製程設備汰舊更新並導入智慧化生產管理系統。<br><br>長期：推動上中下游業者導入與示範低碳製程。 | 持續擴大天然氣替代燃煤 /燃油，並設置太陽光電及陸地風電等，提升低碳能源占比。 | 短期：投入循環再生材料、低污染或生質型材料或等研發利用。<br><br>長期:持續提升循環再生材料作為替代原料<br>占比。 |
| **造紙業** | 短期：推動製程設備汰舊更新並導入智慧化生產管理系統。<br><br>長期：推動上中下游業者導入與示範低碳製程。 | 持續擴大 推動生質能替代燃煤，並設置太陽光電及陸地風電等，提升低碳能源占比。 | 推動造紙業使用固體再生燃料 （SRF）替代燃煤。 |