

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期末報告

低碳能源科技人才培育政策

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 101-3113-S-009-003-
執行期間：101年11月01日至102年09月30日
執行單位：國立交通大學科技管理研究所

計畫主持人：袁建中
共同主持人：李宗耀、張世其
計畫參與人員：學士級-專任助理人員：闕世昭
碩士班研究生-兼任助理人員：林谷溢
碩士班研究生-兼任助理人員：賴力瑜
碩士班研究生-兼任助理人員：蔡志宏
碩士班研究生-兼任助理人員：陳皓雲
碩士班研究生-兼任助理人員：闕國峰
碩士班研究生-兼任助理人員：徐肇駿
碩士班研究生-兼任助理人員：侯明江
碩士班研究生-兼任助理人員：劉盈初
博士班研究生-兼任助理人員：林慶璋

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 102 年 12 月 24 日

中文摘要： 低碳能源科技目前為全世界發展的主軸，低碳能源科技大致可分為「再生能源」、「節約能源」、「能源新利用」、「能源關聯技術」與「溫室氣體減量技術」五大領域，然而低碳能源科技產業在國內的產值目前並不高，技術尚處於研發階段，但以我國產業現有的聚落與實力，在政府的策略性扶植之下，這些潛力產業未來將更有大幅躍升的可能性，而低碳產業政策也將有利於我國整體產業的汰舊換新，逐步實踐低碳家園的施政目標。能源是世界各個國家在經濟發展與環境保護的重要關鍵。能源為影響經濟發展、民生福祉、環境保護的重要因素，建構永續能源發展政策，兼顧能源、經濟及環境的均衡發展，已是當前各國施政的重要全球化課題。因此我國能源科技研發已是政府施政的重要項目，須要積極擘劃國家低碳能源科技人力資源的重要方向，以掌握未來發展契機，並建立能源產業發展的未來願景，為本研究極需探討的議題。

本研究目的為下列 4 項：1. 探討全球低碳能源主要國家與產業所需之人力需求、2. 探討主要國家推行低碳能源科技之培育類型、3. 探討全球低碳能源科技人才培育走與 4. 探討我國低碳能源科技人才培訓因應對策。本研究資料來源為技術資料庫、政府及研究機構出版品、專家意見與訪談、相關公司發表之報告與文章、國家低碳能源政策資訊與低碳能源產業文獻為本研究資料來源之主軸。本研究方法為文獻評論、專家問卷德爾菲法、多變量分析、品質機能展開模式、決策實驗室分析法為主要方法，並以國家創新模型與鑽石理論模型為輔，以利建立研究模型。

本研究之預期成果為提供我國低碳能源科技人力需求、技術與人力需求之關係及國家低碳能源科技人才培育走向，以利對我國低碳能源科技經濟更有效之發展；本研究之創新之處，為透過多種方法之間做結合，並以國家創新模型與鑽石理論模型為輔佐，提供更有利的分析與建議。

中文關鍵詞： 低碳能源科技、人力需求、國家創新模型、鑽石理論模型

英文摘要：

英文關鍵詞：

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

低碳能源科技人才培育政策
Talent Training Policy for Low-Carbon Energy Technology

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 101-3113-S-009-003-

執行期間：101年10月01日至102年09月30日

執行機構及系所：國立交通大學科技管理研究所
國立彰化師範大學企業管理學系
開南大學專案管理研究所

計畫主持人：袁建中教授

共同主持人：張世其副教授、李宗耀助理教授

計畫參與人員：林谷溢、闕世昭、闕國峰、陳皓雲、蕭思根、賴力瑜、
蔡志宏、黃瑋杏、龔爾亮、林慶瑋、侯明江、劉盈初

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

- 赴國外出差或研習心得報告
- 赴大陸地區出差或研習心得報告
- 出席國際學術會議心得報告
- 國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

- 涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

中 華 民 國 102 年 7 月 29 日

計畫成果亮點

請依下列格式撰寫計畫成果亮點，並提供具代表性之照片、圖片，以突顯計畫成果之特色與突破。

台灣低碳綠能科技產業對人才需求程度與缺口之分析

李宗耀/交通大學科技管理研究所

【第一段】目標

1.探討全球低碳能源主要國家與產業所需之人力需求:應用文獻評論收集國家低碳能源政策與產業相關培育人才，經由交叉比對，可提供低碳能源產業人才亟需培育為何；2.探討全球低碳能源科技人才培育走向；3.探討我國低碳能源科技人才培訓因應對策。

【第二段】成果亮點與突破

我們透過 DEMATEL 找出準則之間的因果關係，再透過 DANP 找出權重，瞭解目前低碳能源科技產業(LED 照明產業、太陽熱能產業、太陽光電產業、風力發電產業、電力產業、能源服務產業、電力監控產業、二氧化碳捕獲封存產業、地熱發電產業)的人才需求程度及人才缺口，可作為政府未來規劃人才培育政策之建議方向，故為本計畫成果亮點。

【第三段】具體影響

透過技術文獻與品質機能展開，得到太陽光電產業與技術之間的關聯性，並與太陽光電產業人才需求分析進行關聯性分析，得到之結果，可提供我國低碳能源科技產業人才需具備相關技術，或需培育相關人才之技術。

【第四段】未來願景

本計劃根據專家所提供的資訊，透過研究方法的理論及實證分析的結果，可瞭解目前低碳能源科技產業(LED 照明產業、太陽熱能產業、太陽光電產業、風力發電產業、電力產業、能源服務產業、電力監控產業、二氧化碳捕獲封存產業、地熱發電產業)的人才需求程度及人才缺口，若後續能夠將其他低碳能源科技產業進行研究分析，相信對於台灣低碳能源科技產業發展及政府帶來規劃人才培育政策方向影響深遠。

照片/圖片說明：

- 1.請提供至少 2 張，至多 4 張為限。
- 2.每張解析度需達 800 萬畫素以上，同時請回傳照片原始檔。
- 3.每張照片/圖片請附 30 字以內文字說明。

圖檔 1 (請插入圖片):



圖
一

圖說 1：提升團隊成員對研究方法的認知程度及瞭解實作重點方向。

圖檔 2 (請插入圖片):



圖
二

圖說 2：到低碳島(澎湖)實地訪察及召開會議討論執行計畫的進度。

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

- 達成目標
- 未達成目標（請說明，以 100 字為限）
- 實驗失敗
- 因故實驗中斷
- 其他原因

說明：

台灣目前部分綠能產業尚未成熟，在問卷發放部分無法達到預期的回收成效，本研究問卷發放以各產業相關公司之業主、高階主管或具有資深經歷之相關人士做為主要對象。執行計畫期間也邀請產業的專家座談，舉辦兩場的研習營(1場為 1 天，另 1 場為 3 天)。然而本問卷內容所涵蓋的範圍極大，對於受訪者而言並非都具有該產業整體的經驗或訊息。因此在問卷資料處理上，將採取以構面為單位的方式進行處理，在進行整體的運算，進而提高回收問卷的利用率並降低該產業無完整問卷資料可進行運算之窘境。

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

- 論文：已發表 未發表之文稿 撰寫中 無
- 專利：已獲得 申請中 無
- 技轉：已技轉 洽談中 無
- 其他：(以 100 字為限)

摘要

低碳能源科技目前為全世界發展的主軸，低碳能源科技大致可分為「再生能源」、「節約能源」、「能源新利用」、「能源關聯技術」與「溫室氣體減量技術」五大領域，然而低碳能源科技產業在國內的產值目前並不高，技術尚處於研發階段，但以我國產業現有的聚落與實力，在政府的策略性扶植之下，這些潛力產業未來將更有大幅躍升的可能性，而低碳產業政策也將有利於我國整體產業的汰舊換新，逐步實踐低碳家園的施政目標。

能源是世界各個國家在經濟發展與環境保護的重要關鍵。能源為影響經濟發展、民生福祉、環境保護的重要因素，建構永續能源發展政策，兼顧能源、經濟及環境的均衡發展，已是當前各國施政的重要全球化課題。因此我國能源科技研發已是政府施政的重要項目，須要積極擘劃國家低碳能源科技人力資源的重要方向，以掌握未來發展契機，並建立能源產業發展的未來願景，為本研究極需探討的議題。

本研究目的為下列 4 項：1.探討全球低碳能源主要國家與產業所需之人力需求、2.探討主要國家推行低碳能源科技之培育類型、3.探討全球低碳能源科技人才培育走與 4.探討我國低碳能源科技人才培訓因應對策。本研究資料來源為技術資料庫、政府及研究機構出版品、專家意見與訪談、相關公司發表之報告與文章、國家低碳能源政策資訊與低碳能源產業文獻為本研究資料來源之主軸。

本研究方法為文獻評論、專家問卷德爾菲法、多變量分析、品質機能展開模式、決策實驗室分析法為主要方法，並以國家創新模型與鑽石理論模型為輔，以利建立研究模型。

本研究之預期成果為提供我國低碳能源科技人力需求、技術與人力需求之關係及國家低碳能源科技人才培育走向，以利對我國低碳能源科技經濟更有效之發展；本研究之創新之處，為透過多種方法之間做結合，並以國家創新模型與鑽石理論模型為輔佐，提供更有利的分析與建議。

關鍵字：低碳能源科技、人力需求、國家創新模型、鑽石理論模型

Abstract

Low-Carbon energy technology has become the main stream. This technology can be broadly divided into renewable energy, energy saving, energy new use, associated energy, and greenhouse emission reduction. However, the output value of the low-carbon energy technology industry in Taiwan is not high as an emerging technology. It still appears high potential as the existing cluster, industrial strength, and governmental funding. A supportive policy for low-carbon industrial can renew local industry, and gradually realize low-carbon neighborhood. Energy is the key for economic development and sustainable environment to every country. Constructing sustainable energy development policies and factoring in the balance between energy, economy and environment is an important global issue. Therefore, Taiwan has considered energy technology research and development as an important project of government policy. This study aims to explore the related issues and aids to seize the future vision of energy technology. The purposes of this study include: (1) Exploring the human resource need of low-carbon energy industry in major countries; (2) Discussing the incubation patterns in major countries; (3) Exploring global low-carbon energy technology talent training; and (4) Discussing low-carbon energy talent training strategy in Taiwan. The sources of this study include technical databases, government publications, expert opinions and interviews. The research methods in this study adopt literature review, Delphi method, multivariate analysis, quality function deployment model, decision-making analysis. National innovation model and diamond theoretical model is also deployed to establish research framework. The expected results of this study is to provide the manpower needs of low-carbon energy technologies in Taiwan, the relationship between technology and human needs, national low-carbon energy technology talent training policy to facilitate effective development of the economy of low-carbon energy technology in Taiwan. The innovative aspect of this study is the combination of a variety of methods in conjunction with national innovation model and diamond model to provide a useful analysis and recommendations.

Keyword: Low-Carbon Energy Technology, Talent Need, National Innovation Model, Diamond Model

目錄

計畫成果亮點	II
國科會補助專題研究計畫成果報告自評表	III
摘要	V
Abstract	V
目錄	VI
表目錄	VIII
圖目錄	XI
第一章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	1
第三節 研究目的	2
第四節 研究架構	2
第五節 資料來源	3
第二章 相關文獻	4
第一節 人力資源管理	4
第二節 我國創新系統文獻評論	5
第三節 能源產業技術發展動向	6
一、 節約能源	7
二、 再生能源	32
三、 能源新利用	48
四、 能源關聯技術	63
五、 溫室氣體減量技術	71
六、 各國低碳能源科技政策	74
第三章 研究方法	86
第一節 德爾菲法	86
第二節 多變量分析	86
一、 信度分析	86
二、 效度分析	87
三、 相關分析	87
四、 迴歸分析	87
第三節 品質機能展開模式	88
第四節 決策實驗室分析法	89
第四章 建立研究模型	91
第一節 整體研究模型建構	91
第二節 國家產業趨勢分析	92
第三節 產業人才需求分析	92
第四節 品質機能展開模式	92
第五章 實證分析	94
第一節 LED 照明產業分析	94
第二節 太陽熱能產業分析	98
第三節 太陽光電產業分析	101
第四節 風力發電產業分析	105
第五節 電力產業分析	109
第六節 能源服務產業分析	113
第七節 電力監控產業分析	117
第八節 二氧化碳捕獲封存產業分析	121

第九節	地熱發電產業分析	125
第六章	結論與建議	129
第一節	結論	129
第二節	建議	132
參考文獻	.....	133
附件	.....	141
「冷凍空調產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	141
「LED 照明產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	154
「節能建築產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	166
「太陽光電產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	180
「太陽熱能產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	198
「風力發電產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	210
「能源服務(Energy Service Company ; ESCOs)產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	224
「生質能源產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	239
「氫能源與燃料電池產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	252
「電動車輛產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	271
「海洋能產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	290
「電力監控產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	303
「電力產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	317
「二氧化碳捕獲封存產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	332
「地熱發電產業」	之產業鏈與技術人才需求分析問卷	346

表目錄

表 1.	國家創新系統相關文獻定義表	6
表 2.	冷凍空調產業產品類別分類表	8
表 3.	我國冷凍空調種技術分類表	9
表 4.	LED 發展沿革表	13
表 5.	我國鼓勵 LED 照明產業相關政策表	15
表 6.	我國 LED 照明光電產品全球市占率趨勢表	16
表 7.	台灣電力產業場歷年電力裝置容量表	19
表 8.	台灣電力產業歷年發電量表	19
表 9.	台灣電力公司成本結構表	19
表 10.	不斷電設備(UPS)主要分類表	21
表 11.	不斷電系統廠商及系統分類表	22
表 12.	重電設備主要產品生產廠商一覽表	23
表 13.	台灣綠建築標章(EEWH)主軸指標說明表	24
表 14.	日常節能規劃重點表	25
表 15.	建築節能設計手法介紹表	26
表 16.	建築空調節能介紹表	27
表 17.	建築照明節能介紹表	28
表 18.	95-101 年示範節能績效保證專案績效表	32
表 19.	美國各地地熱發電機容量表	42
表 20.	各種能源抗天災能力比較表	42
表 21.	海洋能源發展概況表	45
表 22.	深層海水多目標利用效益分析表	46
表 23.	海洋能源國內外技術發展指標表	47
表 24.	台電預估台灣海洋能潛在能量表	48
表 25.	氫能源發展指標表	50
表 26.	燃料電池應用優點表	51
表 27.	2004~2016 年美國氫能技術開發與燃料電池應用規劃表	52
表 28.	氫能源與燃料電池國內外技術發展指標表	52
表 29.	電池常見種類表	53
表 30.	燃料電池分類表	53
表 31.	燃料電池製造業分類表	54
表 32.	全球燃料電池系統市場規模概況表	54
表 33.	各國燃料電池發展計畫表	56
表 34.	傳統汽油車與電動車現況比較表	59
表 35.	傳統汽油車與電動車最終產品結構比較表	59
表 36.	電動車輛電池系統功能需求表	60
表 37.	電動車電池分類表	61
表 38.	主要產品銷售額佔汽車及其零件製造業銷售額之比重表	61
表 39.	我國汽車零組件主要進、出口國家(地區)排名表	61
表 40.	各國新能源車政策表	63
表 41.	各國電動車推動方案表	63
表 42.	國內未來電力監控技術之推動策略與發展時程表	66
表 43.	居家節能應用產品表	66
表 44.	智慧電網產業涵蓋應用範圍表	67
表 45.	台灣智慧電網概念相關公司表	70
表 46.	智慧型能源通訊技術成果表	70

表 47.	各國強制添加生質能源政策概況表	75
表 48.	美國聯邦政府的節能政策表	76
表 49.	美國能源蘊藏量、生產量及消費量分析表	76
表 50.	政府人才培育政策表	76
表 51.	歐盟最終能源部門使用概況表	77
表 52.	德國再生原料耕作面積之發展表	78
表 53.	2002 年德國可更新能源的供應結構表	78
表 54.	韓國能源管理公司的預算及人事表	79
表 55.	2001 年「能源合理使用基金」的貸出項目金額表	79
表 56.	企業參與自發性 CO2 減量協議表	79
表 57.	1990-2006 年日本國內二氧化碳排放量變化表	80
表 58.	2008 年日本的新能源項目預算安排表	80
表 59.	台灣永續能源政策與目標表	85
表 60.	國家產業趨勢分析表	92
表 61.	產業人才需求分析表	92
表 62.	品質機能展開技術間關聯模型表	93
表 63.	品質機能展開產業上中下游與技術間關聯模型表	93
表 64.	LED 照明產業 DANP 分析表	94
表 65.	LED 照明產業人才需求程度 QFD 分析表	95
表 66.	LED 照明產業人才滿足程度 QFD 分析表	96
表 67.	LED 照明產業人才需求缺口分析表	97
表 68.	太陽熱能產業 DANP 分析表	98
表 69.	太陽熱能產業人才需求程度 QFD 分析表	99
表 70.	太陽熱能產業人才滿足程度 QFD 分析表	100
表 71.	太陽熱能產業人才需求缺口分析表	100
表 72.	太陽光電產業 DANP 分析表	101
表 73.	太陽光電產業人才需求程度 QFD 分析表	102
表 74.	太陽光電產業人才滿足程度 QFD 分析表	103
表 75.	太陽光電產業人才需求缺口分析表	104
表 76.	風力發電產業 DANP 分析表	105
表 77.	風力發電產業人才需求程度 QFD 分析表	106
表 78.	太陽光電產業人才滿足程度 QFD 分析表	107
表 79.	太陽光電產業人才需求缺口分析表	108
表 80.	電力產業人才需求程度 QFD 分析表	110
表 81.	電力產業人才滿足程度 QFD 分析表	111
表 82.	電力產業人才需求缺口分析表	112
表 83.	能源服務產業 DANP 分析表	113
表 84.	能源服務產業人才需求程度 QFD 分析表	114
表 85.	能源服務產業人才滿足程度 QFD 分析表	115
表 86.	能源服務產業人才需求缺口分析表	116
表 87.	電力監控產業 DANP 分析表	117
表 88.	電力監控產業人才需求程度 QFD 分析表	118
表 89.	電力監控產業人才滿足程度 QFD 分析表	119
表 90.	電力監控產業人才需求缺口分析表	120
表 91.	二氧化碳捕獲封存產業 DANP 分析表	121
表 92.	二氧化碳捕獲封存產業人才需求程度 QFD 分析表	122
表 93.	二氧化碳捕獲封存產業人才滿足程度 QFD 分析表	123
表 94.	二氧化碳捕獲封存產業人才需求缺口分析表	124

表 95.	地熱發電產業 DANP 分析表	125
表 96.	地熱發電產業人才需求程度 QFD 分析表	126
表 97.	地熱發電產業人才滿足程度 QFD 分析表	127
表 98.	地熱發電產業人才需求缺口分析表	128

圖目錄

圖 1.	本研究架構圖	2
圖 2.	資料來源圖	3
圖 3.	人力資源管理功能策略流程圖	4
圖 4.	國家創新系統示意圖	5
圖 5.	我國冷凍空調科技發展歷程圖	7
圖 6.	蒸汽壓縮式冷凍空調系統基本循環圖	8
圖 7.	我國 LED 照明產業 SWOT 分析圖	11
圖 8.	LED 製程成本結構圖	12
圖 9.	典型區域能源系統圖	17
圖 10.	我國現行電力市場架構圖	18
圖 11.	研華於環保節能產業主要切入領域圖	21
圖 12.	全球綠建築工系統現況圖	24
圖 13.	能源服務收益績效改善專案具溫室氣體減排交易之保證合約受益示意圖	29
圖 14.	能源績效保證合約運作架構與流程圖	31
圖 15.	風能應用技術發展時程圖	33
圖 16.	我國太陽光電技術發展時程圖	34
圖 17.	我國聚光型太陽光發電技術發展時程圖	35
圖 18.	太陽熱能技術發展發展時程圖	36
圖 19.	太陽熱能產業練圖	37
圖 20.	國內定置型生質能發電及熱利用技術發展時程圖	40
圖 21.	國內運輸用生質燃料技術發展時程圖	40
圖 22.	各種能源價格比較圖	43
圖 23.	海洋能源發電量圖	44
圖 24.	國內外質子交換膜燃料電池發展時程圖	48
圖 25.	國內固態氧化物燃料電池發展時程圖	49
圖 26.	直接甲醇燃料電池(DMFC)技術發展時程圖	49
圖 27.	我國進行氫能開發與利用的效益圖	50
圖 28.	氫能源與燃料電池上中下游產業鏈圖	55
圖 29.	電動車輛商業化市場推動進程預測圖	57
圖 30.	國內潔淨省能電動車輛與技術發展里程圖	58
圖 31.	電動車技術魚骨圖	60
圖 32.	電動車輛產業鏈圖	62
圖 33.	智慧電網總體架構分層規劃示意圖	65
圖 34.	智慧電網興起緣由示意圖	67
圖 35.	智慧電網系統架構與組成圖	68
圖 36.	智慧電網示意圖	69
圖 37.	台電智慧電網規劃圖	69
圖 38.	我國發展智慧電網市場鑽石模型分析圖	71
圖 39.	國內未來 CO ₂ 捕獲技術的推動策略圖	72
圖 40.	我國 CO ₂ 捕獲技術發展時程圖	73
圖 41.	氣化多元化應用圖	73
圖 42.	美國的能源教育主要架構圖	77
圖 43.	澳洲能源消費量與出口量圖	82
圖 44.	中國低碳城市發展模式圖	83
圖 45.	台灣未來能源政策及執行措施規劃(草擬)圖	84
圖 46.	台灣地區能源政策及執行措施架構圖	84

圖 47.	品質機能展開圖(品質屋).....	89
圖 48.	品質機能展開(QFD)操作轉換流程圖.....	89
圖 49.	DEMATEL 範例-直接關係圖及直接關係矩陣圖	90
圖 50.	研究整體模型關係圖	91

第一章 緒論

第一節 研究背景

低碳能源科技目前為全世界發展的主軸，低碳能源科技大致可分為「再生能源」與「節約能源」兩大領域。我國對於低碳能源科技的規劃，一方面以推廣再生能源進行「開源」工作，包括太陽光電、風力發電、生質能、氫能（燃料電池）、地熱、海洋能等。另一方面，則以降低碳能源使用，實踐「節流」措施，包括照明、交通運輸、綠能建築、省電器具、冷凍空調等節能工作【174】。

能源為產業與經濟發展的動力，與人民生活和人類生存環境休戚與共，在社會永續發展過程中具舉足輕重作用。唯能源問題錯綜複雜，影響國家安全、經濟發展、環境品質及國民福祉至深且鉅，必須對能源供應安全、效率提升、環境保護、研究發展、教育宣導等詳加規劃，始能因應國內外局勢變化【178】。

我國能源政策以追求永續發展為施政方針，兼顧國際發展趨勢及國內社會經濟條件，將「永續」、「安全」、「效率」及「潔淨」作為核心目標，整合當前國內外能源環境，再經由「調合三E發展」、「推動無悔策略」、「提高自主能源」、「加強區域合作」、「強化價格機能」、「提升能源效率」、「擴張科技能量」、「協助潔淨產業」等方式，以達成能源安全、環境保護及產業競爭力之三贏和二氧化碳減量之目的【176】。

我國政府除了以國家型能源計畫加強技術研發，輔導產業積極佈局國際市場外，更以各項示範計畫與補助獎勵措施，落實其在國內的應用，將內需市場的餅擴大，建構有利於本國業界發展的環境。且積極開發本國的太陽能、LED 照明、風能、電能儲存等市場，為相關產業預先鋪路，使這些具潛力的能源產業能生根茁壯，成為日後的低碳能主力，打造台灣未來低碳產業的新風貌【178】。

經濟部推出「綠色能源產業旭升方案」發展低碳產業，目前已遴選出再生能源領域中的太陽光電，與節約能源領域的 LED 照明等兩項產業作為發展重點，也是所謂的「能源光電雙雄產業」。依據此計畫，2015 年太陽光電產值預計將達到新台幣 4,500 億元的，LED 照明將達到 5,400 億元，整體綠能產業將突破兆元的規模，成為台灣立足全球的新基礎【177】。

台灣太陽光電與 LED 照明產業在現階段都已形成相當的經濟規模，而半導體與光電技術領域已有相當基礎，充沛的能量更可迅速移轉。2008 年我國太陽能光電產值達到新台幣 1,011 億元，LED 照明產業產值則在 2009 年達到 885 億元。同時，雙雄產業已在國際上嶄露頭角，目前太陽能電池產值已躋身世界第 4，LED 光源產量更居全球首位，產值則為第 2【174】。

2009 年金融風暴橫掃國際經濟，在全球各主要產業幾乎均呈衰退的情形下，我國太陽光電系統業仍逆勢成長 264%，LED 應用照明亦大幅增長 221%。在景氣逐步恢復之際，國際減碳需求持續上升，加上先進國家提供對抗全球暖化資金，國內兩大主力綠能產業的成長更顯得樂觀【174】。

除兩大主力產業外，政府另規劃出風力發電、生質能源、氫能與燃料電池、能資源通訊、電動車輛等具潛力之能源產業。上述產業在國內的產值目前並不高，技術尚處於研發階段，但以我國產業現有的聚落與實力，在政府的策略性扶植之下，這些潛力產業未來將更有大幅躍升的可能性，而低碳產業政策也將有利於我國整體產業的汰舊換新，逐步實踐低碳家園的施政目標【177】。

第二節 研究動機

能源是世界各個國家在經濟發展與環境保護的重要關鍵。能源為影響經濟發展、民生福祉、環境保護的重要因素，建構永續能源發展政策，兼顧能源、經濟及環境的均衡發展，已是當前各國施政的重要全球化課題。如何積極投入與綠能相關科技研發並佈局產業，是另創新一波的產業發展契機。因此我國能源科技研發已是政府施政的重要項目，須要積極擘劃國家低碳能源科技人力資源的重要方向，以掌握未來發展契機，並建立能源產業發展的未來願景，為本研究極需探討的議題。

第三節 研究目的

綠色能源產業，有幾個重要面向，能源面，有效改善能源結構，朝低碳能源發展；社會面，有助於建構低碳社會與低碳城市，塑造節能減碳新風貌；在產業面，將引領台灣成為能源技術及生產大國，創造綠色工作機會；在科技面，培養能源科技高級人才，並發展前瞻能源技術的機會。經由上述說明，本研究目的為下列4項：

1. 探討全球低碳能源主要國家與產業所需之人力需求：應用文獻評論收集國家低碳能源政策與產業相關培育人才，經由交叉比對，可提供低碳能源產業人才亟需培育為何。
2. 探討全球低碳能源科技人才培育走向：應用品質機能展開分析，其包含國家產業與技術之關係與技術間關係及國家已有相關培育走向，進行分析與建議
3. 探討我國低碳能源科技人才培訓因應對策：經由低碳能源主要國家、產業與人才需求分析得到的結果，提出給予政府有利的走向與建議。

第四節 研究架構

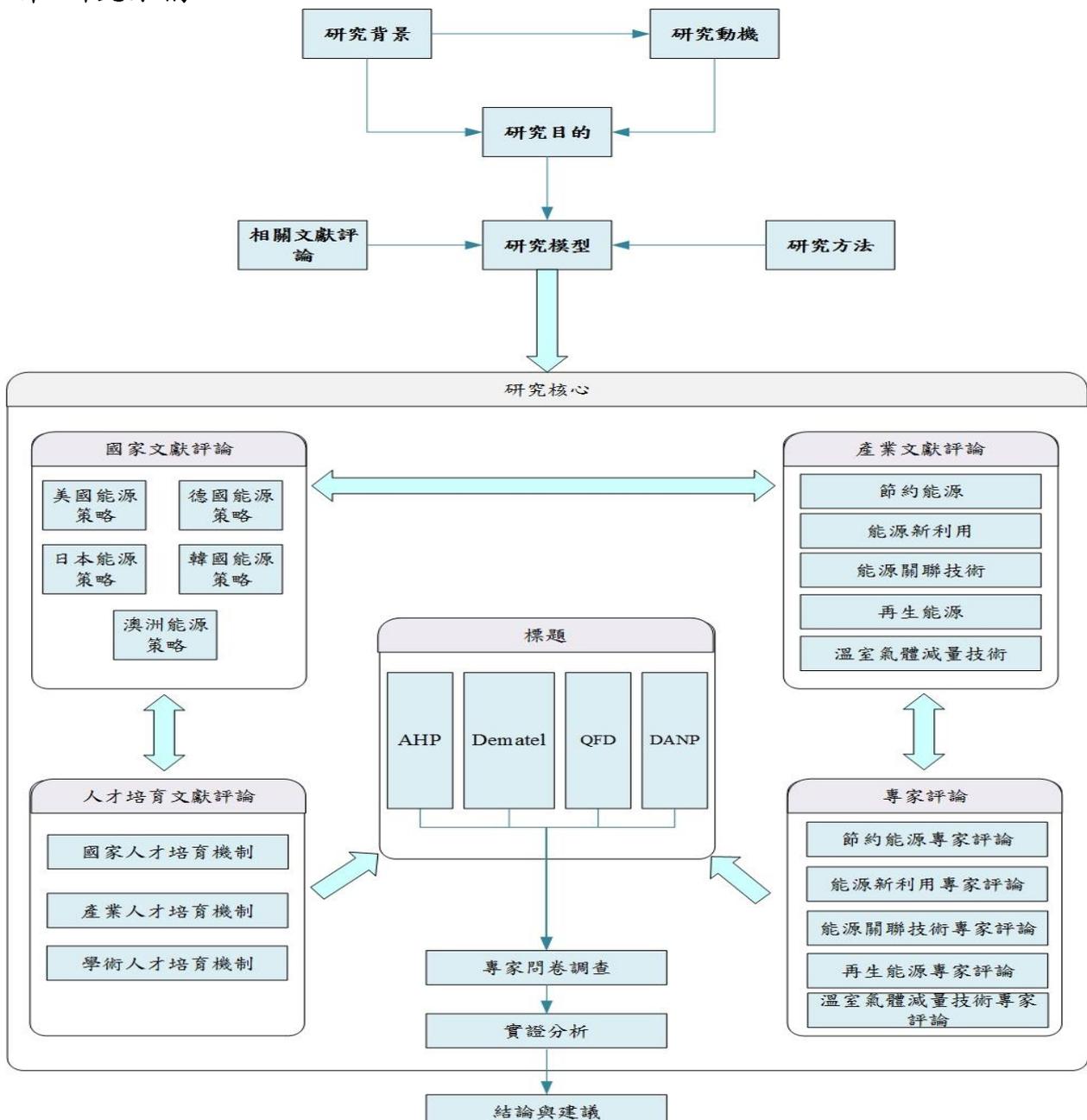


圖1. 本研究架構圖

第五節 資料來源

本計畫之資料來源是經由技術資料庫、政府及研究機構出版品、專家意見與訪談、相關公司發表之報告與文章、國家低碳能源政策資訊與低碳能源產業文獻，詳如下圖所示。

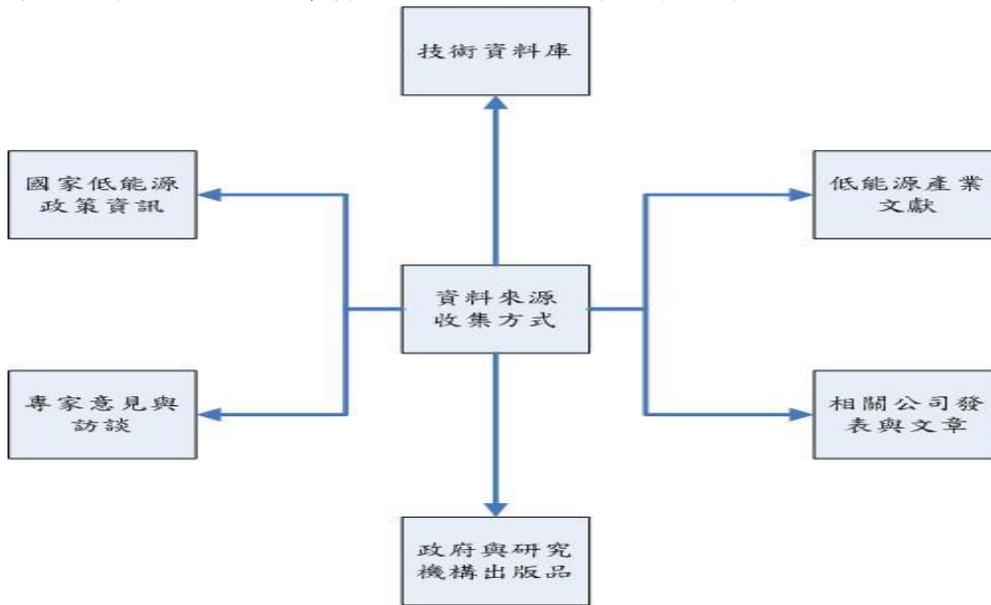


圖2. 資料來源圖

第二章 相關文獻

第一節 人力資源管理

企業的資金、廠房、設備、技術乃至資訊等資源，要能充分發揮其功能，必須借重組織成員的才智、能力與工作熱忱，才可能有成，故「人」實為組織最重要的資產【64】。Charles Handy 曾在「組織寓言」這本書中，提出「酢醬草理論」(Shamrock Organization)，他認為未來的組織，將由三種部分的人力所組成，就像酢醬草的三片葉子，第一片葉子代表專業核心 (Profession Core)，是由專業人員、技術人員和管理人員，所組成的核心人力；第二片葉子代表契約人員 (Contractor) 可以包括外包與委外人員；第三片葉子代表臨時性聘僱人員 (Contingent Workforce)【111】。如何使這些人的前程規劃，配合組織整體目標，使組織與個人利益充分結合，是現代人力資源管理的重要課題。人力資源管理之功能內涵相當廣泛，但一般分為下列五大活動策略【123】：

1. 甄選： 人事招募甄選是組織所有人力資源活動中最重要的一環，因為在此同時會涉及組織與外界所產生的互動關係，而在招募的過程中也肩負了對外宣傳與建立企業形象的使命。
2. 訓練： 甄選的過程旨在挑選出合於組織需求的應徵者，但並非所有被挑選出來的均可符合組織的期望。故為滿足組織的需求，在進入公司之前必須施以一定的訓練，使其一能符合組織所需，二則在使其能瞭解組織性質、作業程序與組織規章
3. 任用： 在於激發員工現有工作績效以及未來工作潛力。在主管部分，期藉由有效授權，以發揮領導效能。
4. 評估： 評估員工的努力以及對其成果進行檢視的過程，以對組織提供有價值的參考資訊，並做為改進各類人事以及其他功能活動的基礎，主要的目的即在提升組織經營效率並強化組織的競爭力。
5. 留用： 此是屬於激勵與發展的部分，期能對員工之生產力產生影響，進而也可對組織整體績效有所提升。

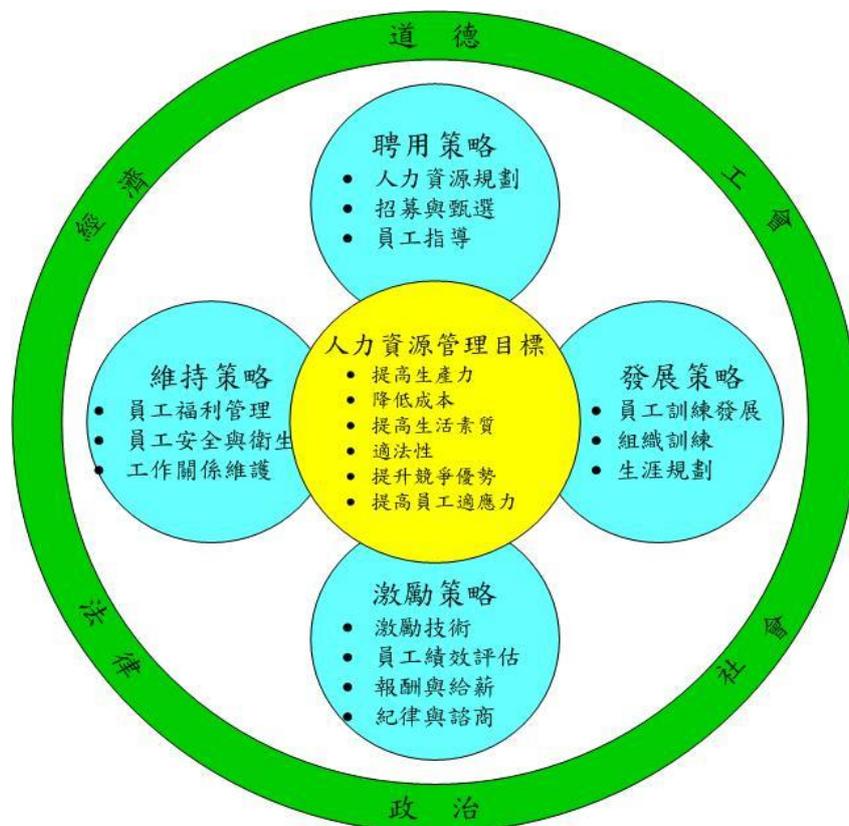


圖3. 人力資源管理功能策略流程圖

資料來源：本研究整理

第二節 我國創新系統文獻評論

國家創新系統是一個廣泛的概念，將研究的焦點放在一個經濟體系中創新進而產生與擴散的過程。國家創新系統也特別重視創新在國家的疆界內如何被引入與擴散、國家經濟體系間有何差異以及創新對經濟體成長的重要性，因此本節將針對國家創新系統加以探討。

Freemen 於 1982 以國家創新系統(National Innovation System, NIS)其概念解釋日本為何成為戰後經濟最成功國家的論點後，各界隨即興起一股探索 NIS 對國家經濟發展影響的風潮【41】。此時，經濟合作發展組織(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)提出國家創新系統觀念建立是在瞭解創新參與者間的關係上，創新與科技的進步是一連串的生產、配送及應用不同知識的複雜關係，國家的創新表現取決於大規模的參與者，彼此間是知識創造以及應用之集合系統的元素；而這些參正者起初都為私人企業、大學或公共研究機構以及成員，這樣的連結關係可以是聯合研究、人員交換、跨專利(Cross-Patenting)、設備購買或是其他管道【228】。

國家創新系統的理論可以概分為兩大主軸：一是英國學者 Freeman【235】與美國學者 Nelson【236】為代表。此學派學者認為國家創新系統為一種制度，制度架構取決於創新系統的效率；另一派則是以丹麥學者 Lundvall【257】與 Alaborg【56】大學的研究人員為代表。這學派學者認為，生產者與使用者的互動是技術創新的激勵因子，也是國家創新系統的基礎行為者。更有學者認為國家創新系統理論基礎就是源自知識型態之互動關係【57】。

瞭解國家創新系統，也須認知創新(Innovation)的活動並非僅限制在研究與發展(Research & Development, R&D)活動上。大部分研究焦點都集中在有關經濟表現的创新能力程顯著影響國家科技能力的組織與政，但國家創新系統所關切的是要展現制度性的安排(Institutional Arrangement)，而這種從制度論觀點(Institutionalism)的論述正是國家創新系統的精神【61】。國家創造能力的建立需要基於一組制度，在此制度之下，研發活動的進行是經由制度與組織間的連結而來【61】。國家創新系統的概念架構，強調創新是機構和組織協助企業相互影響的過程，例如：產業聯盟、研發、創新和生產中心、標準設定機構、大學和職業訓練中心、資訊聚集與分析服務、銀行和其他財務機制都在導入經濟用途的新產品、新過程和新的組織架構上扮演重要的角色，其中連結(Linkage)、投資(Investment)以及學習(Learning)是創新過程中的關鍵元素【238】，詳如下圖。對於國家創新系統的定義，本研究依據上述的文獻整理如下表。

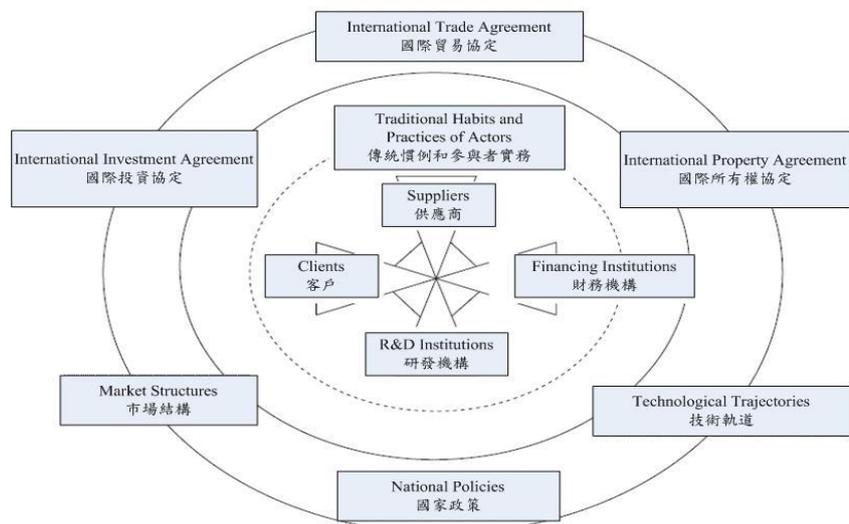


圖4. 國家創新系統示意圖

資料來源：【238】

瞭解國家創新系統之重要性，有學者認為國家創新系統是知識經濟下決定國家產業競爭力的重要機制，進行國家創新系統的建立與改革才可面對全球幫場的開放競爭，而國家創新系統所帶來的長期經濟成長會將國家帶入領先的行列之中【73】。國家創新系統可縮小知識間的差距，為經濟成長注入活力。Popper 與 Wagner【242】指出，美國新經濟蓬勃發展的主要原因之一，即是得益於美國國家創新系統的有效建構與運作。

表1. 國家創新系統相關文獻定義表

作者	年份	定義/論點
Freemen	1987	經濟發展並非單純只緣自於技術創新，還深受許多制度、組織的創新所影響。強調國家創新系統的基本涵義是由公、私部門中各種機構的活動與相互關係的影響，促進了新技術的開發、改良與擴散。
Porter	1990	以生產因素、需求條件、相關產業和支援產業的表現，及企業的策略、結構和競爭對手等四項環境因素，討論一個國家如何能在某種產業於國際競爭中取得優勢，此四項關鍵要素形成一系統內雙向強化的鑽石體系。
Carlsson & Stankiewicz	1991	技術系統包括影響技術的產生、散播與利用的代理者網路關係與制度結構。系統是分散與動態的，在每一個國家有很多技術系統，系統隨著時間的經過演化，亦即之間的行為者、制度與關係隨著時間的經過而不同。
Lundvall	1992a	強調通用性之國家創新系統觀念。此系統之組成包括場商之內部組織、場商間關係、公共部門、財務部門與研發組織。
Nelson	1993	注重在制度的概念，焦點放在生產系統與創新過程之間互動，並強調制度行為者影響創新績效與支援技術創新的績效，與企業與制度環境之間的關係。
Nelson & Rosenberg	1993	國家之組織或制度，其功能在於加速技術發展與擴散，其構面包括政府政策工具、科技系統與國家環境等三部份。
Metcalf	1995	「國家創新系統」是由一群不同機構透過共同合作的機制，互相交流知識與研發經驗，進而開發的與擴張的創新技術。所謂「國家創新系統」主要是在研究知識的流動(flow of knowledge)，掌握知識與資訊的應用、生產與分配，作為改善知識基礎經濟體系之創新績效的基礎。
Metcalf	1995	國家創新系統就是以一個國家為單位的創新系統，由一群在新興科技的發展上互相有關聯的研發主題(機構)所組成，從事有關知識的創造、儲存、應用與移轉。
Patel & Pavitt	2002	技術改變不只是發展，還包含組織、行為、系統中相互之不同代理人的方法等改變，因此了解創新應從系統的觀點來看。而國家創新系統是決定於一個國家內，技術學習方向和速度的國家制度、獎勵結構與競爭力。
OECD	1997	國家創新系統是由有關知識及技術創新的主體所構成的網路系統。
徐作聖	1997	在國家創新系統中，有不同的組織或制度，以合作或單一形式出現，以助新技術的發展或擴散，因而提供政府一基本架構以利政策形成與執行，進而改進創新的程序。他將焦點主要集中於國家層面之科學與技術機構和科技政策的角色，包括大學、研究機構、政府部門和政府政策等。國家創新系統應是政府面、產業面和企業面創新能力的整合。
Balzat & Hanush	2004	國家創新系統是在一國經濟中的歷史上成長的子系統，此一子系統乃各式各樣的組織與制度在實行創新活動中互動與相互影響。
龔明鑫	2004	國家創新系統是一群由不同部門成員(企業、研究機構、高等院校、政府與海外)所成的組織和制度網路，透由個別或合作形式進行知識創造、擴散與增值活動。在此一架構中，政府可制定與執從政策來影響創新過程；因此，國家創新系統可說是一個結合不同成員來產生、儲存和轉換知識與新技術的系統。
Edquist	2005	國家創新系統是創新過程的決定因素；或是所有會影響創新的發展、擴散與使用的經濟、社會、政治、組織、制度與其他的重要因素。

資料來源：本研究整理

第三節 能源產業技術發展動向

由於我國對進口能源之依賴度相當高，自產能源不到 2%，同時在溫室氣體排放上，能源消耗所導致之二氧化碳排放量約佔總排放量之 88.9%，再加上我國經濟持續成長，未來工商業之能源消耗亦會持續隨之成長；而全球在因應方面之作法，主要有三大方向：

1. 綠色能源科技研發與應用，含再生能源之應用、提高能源效率以節約能源、能源新利用技術之開發以提高能源有效利用率。
2. 運用京都議定書的機制合作減量，含共同減量機制、排放交易機制，及清潔發展機制等之建立。
3. 低碳及無碳能源之使用。

國內在推動節能科技發展上，乃是以研究單位之技術開發為主，同時以業界合作、先期參與及技術授權等方式結合國內產業界，將各項研發成果移轉給產業進行各項高效率設備之生產；最後則透過能源效率標準之管制、節能標章等政策手段來促進各項高效率產品之製造及應用。另一方面，則是進行各類工程技術規範及準則之擬定，來促進能源技術服務業(ESCO)之發展，然後透過此類專

業公司來促使各項技術之落實和應用，而達成節約能源之目標。

而國內在整個節能技術之發展上，可以從國內耗能之大宗來著手進行分析；以國內產業現況而言，同時考量節能之效益，節能科技之發展大致可分成：

1. 冷凍空調技術；
2. 照明系統技術；
3. 區域能源系統技術；
4. 建築節能技術；
5. 能源技術服務產業。

一、節約能源

1. 冷凍空調技術

台灣地處亞熱帶，夏季氣候普遍濕熱，更隨著工商業發達，民生需求提高，相對的帶動冷凍空調產業的發展。冷凍空調產業所涉及的範圍相當廣泛，從冷凍空調器具製造業、中央空調主機與系統設計施工、工廠及建築物之消防通風、高科技製程環境所需之無塵無菌室、醫療場所所需之特殊空調、產業製程所需之冷凍技術、乃至電子產品散熱所需之微型冷卻系統均為冷凍空調之範疇【6】。

而其所涵蓋之技術領域包括關鍵零組件開發、設備製造、系統設計、工程設計施工、測試分析及調整、乃至最後之操作運轉維護等，其目的為在節能環保之要求下提供健康舒適之生活環境及營造產業製程所需之各項環境。近年來，冷凍空調發展之技術主軸乃以節能為主要訴求，已成為我國推動綠色節能產業發展之重點項目，在冷凍空調技術整體之發展上大致可分為：一、中小型空調設備；二、中央空調設備及系統技術；三、冷凍冷藏技術；四、關鍵零組件開發；五、冷凍空調空氣側技術；六、冷媒發展及應用技術等六大技術面，國內冷凍空調技術發展的歷程，如下圖所示【7】。

年度	1997	2001	2004	2009	2015	
	空調系統省能技術 先進小型空調機 ◆ R定頻分離式空調機 ◆ 小型空調機設計軟體 先進小型空調機 ◆ 迴轉式壓縮機技術 ◆ 定頻渦卷式壓縮機 產業空調系統省能技術 ◆ 除濕輪及除濕機量產技術 ◆ 風機濾網機組(FFU) 全熱交換器及換氣機(窗型) ◆ 密閉型冷卻水塔(管排及板式)	高效率空調設備技術開發 變頻空調機 ◆ R一對一DC變頻空調機 ◆ 一對多AC變頻空調機 變頻空調機 ◆ R變頻渦卷式壓縮機 ◆ DC/AC變頻控制器(含無感測驅動控制) 空調系統送風設備 ◆ DC風機濾網機組及示範系統 ◆ 全熱換氣機(壁掛及埋入) 中央空調系統省能技術研究 ◆ 新冷媒水冷及氣冷式冰水機 ◆ 密閉型冷卻水塔應用推廣	高效率空調設備技術開發 中央空調系統效率提升技術 ◆ 小型空調系統性能提升 ◆ 變頻控制技術發展及關鍵零組件開發 ◆ CO ₂ 變頻多功能冷熱整合系統開發 高效率冰水機開發 中央空調系統效率提升技術 ◆ R, R容積式冰水機開發 ◆ R離心式冰水機開發 ◆ 送風系統效率提升 ◆ 空調箱效率提升技術 ◆ 離心式壓縮機開發 產業與住商冷凍技術 HC冰箱 ◆ 高效率製冷冷凍機技術 ◆ 商用冷凍冷藏技術 ◆ HC冰箱及HC變頻壓縮機	變頻控制與天然冷媒關鍵技術 變頻控制與天然冷媒應用關鍵技術 ◆ 中小型熱泵與空調系統性能提升技術開發 ◆ 高效率電機波驅動技術平台開發 ◆ 5~30kW渦卷式壓縮機族群設計技術建立 ◆ 全電化冷熱多功系統及關鍵零組件 高效率離心機技術 高效率製冷設備與關鍵元件開發 ◆ 廣域變頻離心式冰水機開發 ◆ 廣域R二級離心式壓縮機開發 ◆ 變頻控制器與系統控制技術開發 ◆ 磁浮軸承先期性技術研究 高效率家電技術 高效率製冷設備與關鍵元件開發 ◆ 高效率開飲機/飲水機開發 ◆ 高效率熱泵型乾衣機開發 ◆ 高效率家電產品檢測技術研究		
	冷凍冷藏省能技術研究 高效率冰箱 ◆ 冰箱壓縮機改善及性能提升 ◆ 先進保溫技術 ◆ 低溫倉儲及物流系統 變頻冰箱 ◆ 先進保溫技術 ◆ 商用冷凍冷藏技術 ◆ 冰箱用變頻壓縮機					

圖5. 我國冷凍空調科技發展歷程圖

資料來源：工研院與經濟部整理

1.1 冷凍空調產業文獻

1.1.1 冷凍空調產業說明與簡介

在石化能源日益枯竭的今日，節約能源已為永續發展之必要條件，在日常生活中，耗能以冷凍空調與照明用電佔最大比例，以地處亞熱帶的台灣地區而言，冷氣機普及率約佔電力用戶之 85.9%，而冷凍設備之普及率高達 90.24%，為必需的家電器具，冷凍設備為全年全時運轉，與空調機同屬高耗電器具，其耗電量約佔全年用電量 20% 以上(李達生，2008)。

冷凍空調是一個發展已長達百年的產業，由於其與工業和民生應用密切相關，隨著不同時代工

業發展和人類需求的改變，以及近 20 年來全球對環保和節能議題的日益重視，這個「百年老店」型的產業仍不斷創新和進步。冷凍空調產業所涉及的範圍相當廣泛，從冷凍空調器具製造業、中央空調主機與系統設計施工、工廠及建築物之消防通風、高科技製程環境所需之無塵無菌室、醫療場所所需之特殊空調、產業製程所需之冷凍技術、乃至電子產品散熱所需之微型冷卻系統等均為冷凍空調之範疇(經濟部能源局，2010)。

而其所涵蓋之技術領域包括關鍵零組件開發、設備製造、系統設計、工程設計施工、測試分析及調整、乃至最後之操作運轉維護等，其目的為在節能環保之要求下提供健康舒適之生活環境及營造產業製程所需之各項環境。近年來，冷凍空調發展之技術主軸乃以節能為主要訴求，已成為我國推動綠色節能產業發展之重點項目。而冷凍空調的應用領域大致可以分為家用、商用和工業應用，依產品別整理如下表所示：

表2. 冷凍空調產業產品類別分類表

空 調	家用/小型商用空調	窗型機、小型分離式空調、箱型機、VRF(變頻多聯式空調)
	商用空調	中小型水冷式和氣冷式冰水機
	工業空調	大型水冷式冰水機
	交通工具空調	汽車、火車、飛機及船舶空調
冷 凍	家用冷凍	家用冰箱、冷凍櫃
	商用冷凍	冷藏庫、展示櫃、製冰機、自動販售機等
	工業冷凍	製程冷凍

資料來源：綠色能源產業資訊網，2013

1.2 冷凍空調重點技術及發展指標

1.2.1 各國冷凍空調重點技術

冷凍空調系統共可分為蒸汽壓縮式與非蒸汽壓縮式兩大類，蒸汽壓縮式系統如下圖所示(Cengel and Boles, 2002)，由電力驅動壓縮機，將低溫低壓冷媒蒸汽壓縮至高溫高壓蒸汽，在冷凝器中凝結成高壓液體，再經膨脹裝置降壓成為低溫低壓兩相冷媒，最後經蒸發器蒸發吸熱成汽態冷媒，回至壓縮機完成循環。在冷媒於蒸發器蒸發吸熱過程中，空氣同時流過蒸發器外側，將熱傳給冷媒而使空氣冷卻達到製冷的效果。

非蒸汽壓縮式系統則由不同物質間吸收或吸附比例隨溫度而變之特性，將工作流體（冷媒）與吸收（附）材料在低溫時吸收（附），而於高溫時再生（脫附），將工作流體由低壓帶至高壓，取代壓縮機完成冷凍循環製冷。此種系統不需壓縮機，可由熱能驅動，因此可節省大量用電。

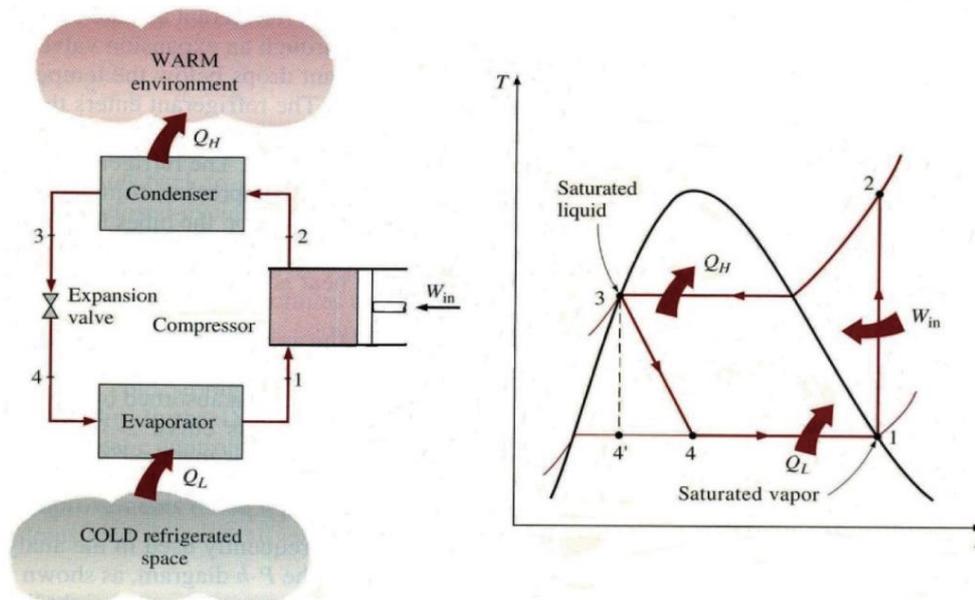


圖6. 蒸汽壓縮式冷凍空調系統基本循環圖

資料來源：Cengel and Boles(2002)

1.2.2 我國冷凍空調重點技術

經參考各國冷凍空調發展之重點，並考量我國之需求面及技術面的優劣勢，擬定我國未來技術發展之重點。依據系統可分為蒸汽壓縮式與非蒸汽壓縮式兩大類及其各類技術如下(經濟部能源局，2010)：

表3. 我國冷凍空調種技術分類表

	系統分類	類型說明
蒸汽壓縮式系統	系統循環	系統循環部分涵蓋整體系統之能源管理、能源回收以及多級系統之技術應用。
	壓縮機	壓縮機主要發展項目包括： 1.變頻控制技術。 2.可變壓縮比技術。 3.無油式壓縮機。
	高效率熱交換器	熱交換器為冷凍循環系統中的重要元件，依照冷熱流體不同適用不同類型之熱交換器，常見的熱交換器包括鰭管式熱交換器、套管式熱交換器、殼管式熱交換器，以及板式熱交換器等。
	環保冷媒	目前常見氟氯烴冷媒包含CFC、HCFC以及HFC等三大類，其中CFC因對於臭氧層破壞性高，已於十餘年淘汰，HCFC以及將於近年內淘汰。
非蒸汽壓縮式系統	吸附式製冷系統	吸附式製冷是利用吸附材在不同溫度情況下，所能吸附之吸附質的質量不同，溫度高的時候吸附量低，溫度低的時候吸附量高，利用吸附量差異，將工作流體在液、汽相中轉換而製冷。
	吸收式製冷系統	吸收式製冷主要是利用不同溫度下的吸收量差進行製熱或是製冷，吸收的材質為液體，而吸附式為固體，同時吸附床替換成吸收器和發生器的組合。

資料來源：經濟部能源局、本研究整理(2010年4月1日)

1.2.3 國內外冷凍空調技術發展指標

冷凍空調國內外技術發展指標表

技術項目	國外發展指標	國內發展指標
小型空調設備技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 冷媒：R-22→R-410A→天然冷媒。 ● 控制：定頻→DC變頻(COP提升50-60%)。 ● 效率指標：美國、日本、中國大陸推動SEER。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 冷媒：R-22→R-410A→天然冷媒(CO₂)。 ● 控制：定頻→DC變頻(COP提升30-40%)。 ● 效率指標：正在推動SEER。
中央空調設備技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 冷媒：發展R-245f a離心式冰水機取代R-123，氨(NH₃)冷媒螺旋式冰水機取代R-22與R-134a。 ● 冰水機系統：噴淋式蒸發器離心式無油壓縮機/冰水機。 ● 控制：變頻螺旋式冰水機，100RTDC變頻驅動技術，磁浮軸承控制技術。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 冷媒：R-134a(水冷)、R-410A(氣冷)。 ● 冰水機系統：大型R-134a定頻/變頻二級壓縮離心式冰水機，R-134a/R-410A變頻螺旋式冰水機，少油離心式壓縮機/冰水機。 ● 控制：發展100 hp高速交流感應馬達變頻器，發展500~1,000 hp大型變頻器。
關鍵零組件開發	<ul style="list-style-type: none"> ● 壓縮機馬達：單相感應→三相感應變頻→永磁無刷(效率90%)→永磁同步(效率93%)。 ● 壓縮機驅動控制：ON/OFF→電流方波(效率92%)→電流弦波(95%)。 ● 壓縮機容量：定容量→可變容量→可變壓縮比兼可變容量→溫域更寬廣之具氣液噴射的可變壓縮比兼可變容量。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 壓縮機馬達：單相感應定頻→三相感應變頻→永磁無刷(效率90~91%)→進行永磁同步開發中。 ● 壓縮機驅動控制：ON/OFF→電流方波(效率92~93%)→電流弦波開發中。 ● 壓縮機容量：定容量→可變容量→具液噴功能之可變壓縮比兼可變容量與開發中。 ● 驅動晶片：低單價具方波驅動之8位元/16位元晶片→低單價具弦波驅動16/32位元晶片開發中。

資料來源：工研院整理，2010年4月

1.3 冷凍空調產業現況

依據國內主要空調業者的統計，台灣市場每年家用空調銷售量約 100 萬台，以台灣人口數目來看，市場規模已算不小，但已處於飽和狀態，市場成長率很低。2004 年之後，隨著油價大幅上漲，全民節能意識提高，變頻空調的市佔率快速提高，2007 年約佔國內市場近 30% 的比重。變頻空調興起後，變頻技術精湛的日系品牌市佔率快速提高，市佔率超過 50%。

台灣冰水機（中央空調）市場的特點是「量」大，但「值」不高，原因是小於 30RT 的小型渦卷式冰水機是市場主流，約佔 80% 的比重。30~500RT 的冰水機產品主要為螺旋式。由於台灣有兩全球知名的螺旋式冷媒壓縮機業者—漢鐘和復盛，因此台灣製造的螺旋式冰水機相當有競爭力。台灣電子工業高度發達，特別是台灣有全球最大的 TFT-LCD 和半導體代工產業，而離心式冰水機是 TFT-LCD、半導體、及電子周邊產業製程的必備設備，因此台灣一直是全球離心式冰水機的主要市場之一。離心式冰水機市場完全由美商掌控，絕大部分產品由美國直接進口，其他類型冰水機則基本上由本地業者生產。

變頻多聯式空調系統（VRF）由日本大金率先引入台灣，2004 年後隨著節能需求成長而銷售快速成長，2007 年全台銷售量約 6,000 套，銷售值 16 億台幣。中小型冰水機是 VRF 的主要取代目標，依據工研院 IEK 的調查評估，2007 年台灣冰水機（渦卷式和螺旋式）市場規模約為 8,800 台，其中約 7,000 台（80%）為渦卷式冰水機，1,800 台（20%）為螺旋式冰水機。渦卷式冰水機中，能力等級小於 10RT 者約佔 37% 的比重，是目前受 VRF 衝擊最大的部分。隨著 VRF 逐漸往商用領域發展，10RT 至 30RT 渦卷式冰水機市場也會受到一定程度的侵蝕（綠色能源產業資訊網，2013）。

2. 照明技術

世界各主要工業國的照明用電比例都在 10% 至 20% 之間，僅次於工業動力馬達、冷氣空調後之重要電力負載。如果以台灣電力公司一年的營業額新台幣 3,800 億元估計，則照明支出約達 456 億元，分布於民生、工商業及公共工程用電；台灣每年照明用電約 260 億度電，占全國總用電量 2,298 億度電的 11.3%。有必要逐步由導入優質光環境設計及落實高效率燈具與節能監控理念的實施，加強國人照明節能的推廣。照明直接產業涵蓋光源的研發生產、燈具設計、電源控制器的配合與系統控制調光、配電安全與施工等。高效率照明燈具的組合固然是節能的首要考量，但如何將照明產品應用到實際的需求面，則有賴於設計師的設計與監造【15,16】。

以「亮」為優先訴求的傳統照明系統，已經進化到優質照明光環境的規劃設計並兼顧節能環保導向的先進照明思維，從整體系統整合的概念，除了滿足光的基本需求，優先考慮光對人心理/生理影響及光污染問題效應，由舒適光環境之營造兼顧合理的照明能源使用效率，因此舉凡光源類型、燈具外型與調控系統已然成為評估照明性能的重要參數。新世代照明發展趨勢需涵蓋舒適光環境、省能高效率、安全無顧慮、操控便利及低環境污染。因此照明工程與節能規劃就必須有系統性的新思維【15,16】。

優勢 (Strength)	弱勢 (Weakness)
<ol style="list-style-type: none"> 1.擁有LED照明系統之光學設計、封裝技術、電源供應系統成熟、光電模組與產品開發技術及相關專利。 2.LED產業供應鏈結構完整，廠商眾多，完善的專業垂直分工，集團式經營與相關聯盟的成立，量產能力全球第一。 3.照明產業獲得相關政府單位的大力支持與許多支援的政策。 4.LED製造技術優良，行銷通路應變能力佳，後續承接技術與推廣應用實力堅強。 5.資訊電子業實力堅強，壯大LED照明產業供應鏈的全球競爭力。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.LED發光效率落後40 lm/W且缺乏晶片設計及製程核心專利。 2.欠缺LED元件、產品標準及測試驗證規範。 3.LED照明廠商規模小、研發能力弱，產品設計能力不足。 4.欠缺光源基材、高導熱及光學擴散等材料，關鍵零組件與設備材料需仰賴國外大廠提供。 5.LED價格仍高於省電燈泡約五倍。 6.應用市場掌握差，缺乏產品開發主導性，附加價值低。
機會 (Opportunity)	威脅 (Threat)
<ol style="list-style-type: none"> 1.全球綠色照明潮流，市場需求日增，長期必然會成市場主流。 2.效能不斷提升，各種新應用的產品不斷推出，帶動市場需求。 3.美、日、韓、中國由政府推動成立國家級計畫，促進全球產業迅速發展。 4.LED隨其能源效率提升，皆有廣泛替代與應用領域，極具高附加價值。 5.光環境設計、LED光源、照明業等，寄望LED創造產業新契機。 6.景觀照明需求，以及道路照明節能與光環境品質受到重視，開啟LED照明應用大門。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.傳統照明產品性能也持續提升，但價格更具優勢，LED在一般照明之應用有阻力。 2.中國大陸積極發展LED照明產業及應用，產業技術雖不及我國，但應用市場大，成本優勢明顯高於我國。 3.多個國家及照明大廠全力投入，各區域競爭白熱化，台灣面臨前有強敵、後有追兵，市場競爭激烈。 4.日本LED光源行業標準，韓國及中國開始施行LED照明標準，在驗證技術仍有疑慮下，形成無形門檻。

圖7. 我國 LED 照明產業 SWOT 分析圖

資料來源：ITRI- LED 照明產業應用趨勢分析(2008)

2.1 LED 照明產業說明與簡介

LED 為 Light emitting diode(發光二極體)的縮寫，發光二極體為半導體晶片的一種，利用將電能直接轉化成光能的原理，在半導體正負極 2 個端子施加電壓，當電流通過，使電子與電洞相結合時，剩餘能量便以光子的型態釋放。LED 依使用的材料不同而發出多種顏色，在業界開發出高亮度 LED 後，因其具有壽命長、省電、顏色多樣等優點，故受到燈具廠商的重視，逐漸成為傳統光源的替代產品。台灣 LED 產業源起於 1970 年代，目前在台灣已有完整的產業價值鏈，包括上游的晶粒製造、中游的晶片生產、下游的封裝與測試(Liu and Huang, 2013)。臺灣發展 LED 產業已逾 30 年，產業鏈發展相當完整，依其上中下游專業分工體系可區分為：磊晶／晶粒製造、封裝／模組及系統／應用(經濟部工業局，2013)。根據經濟部能源局「綠色能源產業發展策略研究」計畫中，綠色能源產業資訊網統計截至 2013 年 7 月 1 日，臺灣 LED 產業計有上游磊晶／晶粒公司 20 家、中游封裝模組公司 30 家以上、下游系統應用公司至少 100 家以上，產業專業分工相當發達(經濟部能源局，2013)。

2.1.1 產品結構

根據 Deutsche Bank 引用美國能源部的資料，LED 在製程成本結構中，以後端製程所占比重最高，約達 55%，其次為螢光粉所占成本達 32%，而基板、磊晶、前端製程比重分別為 6%、6%、1%。整體而言，後端製程與螢光粉合計所占總成本達 87%，因此降低後端製程生產成本與螢光粉之發光效率，成為廠商降低 LED 整體生產成本之關鍵因素(曾俊洲，2013)。

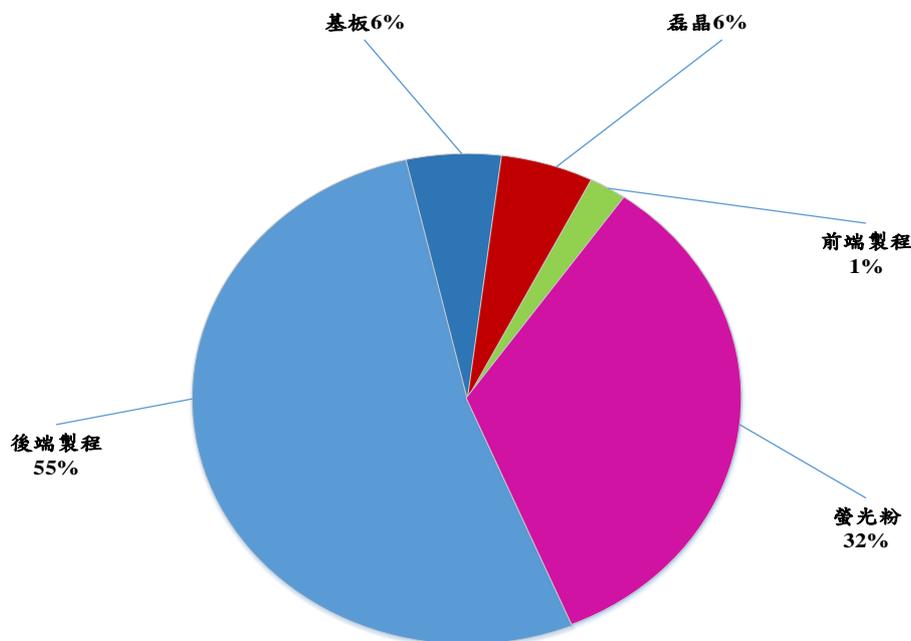


圖8. LED 製程成本結構圖

資料來源：US Department of Energy、Deutsche Bank、台灣經濟研究院產經資料庫整理(2012/8)

2.2 LED 照明產業發展與沿革

我國 LED 產業自 1970 年代萬邦電子開發出第一顆紅光 LED 開始，陸續從下游封裝往中游的晶粒和上游的磊晶發展，1990 年代開始磊晶片已能自製。而我國在 LED 產業供應鏈佈局完整，上游磊晶片廠大部份均有做晶粒(楊家豪，2013)。白光 LED 技術成熟後，我國廠商也逐漸從 LED 手電筒、頭燈等單價較低的產品轉往 LED 燈泡、號誌、路燈開發。我國 LED 交通號誌燈最早在 2000 年由台北市政府開始推廣，2003 年起陸續在新竹、台中、嘉義、台南及高雄進行換裝，早期 LED 號誌多由國外採購，但近年來本土廠商產品已能滿足品質需求。經濟部能源局並規劃預算補助地方政府全面更新為 LED 交通號誌，預計將投入 23 億元，在 2011 年前將全國 72 萬盞交通號誌更換完畢(經濟部能源局，2011)。

2009 年 4 月經濟部能源局召開全國能源會議，行政院並於 4 月 23 日通過經濟部所提出之「綠色能源產業旭升方案」，方案中指出為了達成節能社會與低碳經濟的目標，政府需積極發展 7 項綠色能源產業，其中包括有 LED 照明、太陽光電、風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池、能源資通訊、電動車輛(經濟部能源局，2009)。其中 LED 照明產業因我國已有良好產業基礎，與太陽光電同獲選為能源光電雙雄主力產業，政府將結合「能源國家型計畫」發展相關科技，並在 5 年內至少投入 200 億元經費，提升 7 項綠能產業之關鍵技術效率及協助建立自主化技術。

2009 年 4 月時我國共有上游光源廠商 50 餘家、中游模組 40 家、下游燈具應用百餘家。LED 光源產量全球第一，產值則佔全球 16%，排名第二，LED 照明產品中 72% 外銷，主要出口地為中國。由於中國未來 LED 路燈市場龐大，2010 年 1 月 13 日，工研院邀集了東貝、光林、璨圓、億光、一詮等近 20 家廠商籌組「LED 路燈產業聯盟」，結合我國 LED 封裝、照明模組、控制系統、光路設計與散熱模組廠商，以垂直整合方式集中業界資源，短期目標將藉由我國領先的 LED 技術挑戰中國龐大的內需市場，並推動兩岸 LED 路燈檢驗標準。行政院會則在 2011 年 12 月 1 日通過「經濟景氣因應方案」，加速推動各縣市全面換裝 32 萬盞 LED 路燈，2012 年起更陸續執行 LED 路燈節能示範計畫與 LED 路燈示範城市計畫，已對我國本產業路燈業者產生一定的助益(行政院，2011)。2012 年 12 月 24 日「LED 路燈產業聯盟」則轉型成立「台灣 LED 照明產業聯盟」，會員數亦增加至 33 家。經濟部並自 2013 年 2 月起針對全國 1,500 個社福機構，以及約 22 萬中低收入戶、低收入戶，分二階段實施高效率 LED 燈泡補助，將進一步提高我國 LED 照明之滲透率。

曾俊洲(2013)將過往台灣 LED 之發展分為五個階段，整理如下表：

表4. LED 發展沿革表

階段	發展沿革
萌芽期： 1968 ～ 1990 年	<p>照明光源依照發光原理可分成熱輻射燈、放電燈、電子光與雷射光四類，發光二極體(LED, Light Emitting Diode)即屬於電子光之一種。發光二極體自 1968 年美國 Monsanto、HP 公司相繼推出 GaAsP/GaAs 紅色 LED 商品後，發展迄今已有 40 餘年。</p> <p>1970 年代起 LED 開始應用在指示燈之產品，1973 年因石油危機之故，全球對於能源之消耗逐漸重視，而紅色 GaP LED 因其壽命長、反應速率快、低耗電及耐震、操作溫度範圍大等優異性質獲得重視，日本乃開始發展單晶成長、磊晶製備，並進入 GaAsP、GaP 可見光 LED 之市場，使 LED 亦開始廣泛使用在家電、OA 機器、汽車儀表及室內顯示器等各類指示燈等各項產品。</p> <p>1980 年代，隨著高亮度紅色 GaAlAs LED 之推出，日本開拓了用於車站、高速公路之資訊看板及戶外廣告看板、第三煞車燈等應用市場。1990 年後，業界更積極發展 AlGaInP 四元化合物紅、橙、黃等色高亮度 LED，以及 ZnSe、SiC 及 GaN 等藍色 LED、低製造成本的有機材料 LED 等開發。</p>
導入期： 1991 ～ 1999 年	<p>全球 LED 主要領導國—日本於 1993 年底研發出高亮度藍光 LED，而 1995 年亦開發出高亮度綠光，使得全彩化 LED 看板市場得以成長，而 LED 在交通號誌的應用亦更上一層樓。但是，日本於 1992 年國內經濟泡沫化，使其 LED 產值呈現下滑趨勢，相對而言，我國雖然在過去十多年來一直以技術層次較低之下游封裝業為主，但自 1995 年以後我國在可見光 LED 產值已居全球第三位，僅次於日本、美國。但在中游晶粒製造方面，由於大部分上游材料仍倚賴日本，故我國自 1993 年以後開始積極發展中上游之晶粒、晶片製造，並以 AlGaInP 四元化合物之高亮度磊晶片切入市場，使得本產業之產製技術逐漸提高，而競爭力亦大幅提昇。</p> <p>1996 年日本日亞化(Nichia)開發出 GaN 藍光 LED，紅藍綠全彩化得以實現之後，繼之而起的為白光 LED 的發展，我國白光 LED 產業自 1999 年中開始發展，首先量產的廠商是億光電子，而台灣光寶電子、今台電子、璨旦電子等均有白光 LED 的產品，但受限於日本 Nichia 專利的問題，國內 LED 封裝廠商大都採 Cree 的藍光 LED 晶粒，但亮度仍不及 Nichia 產品。而由於 2000 年 1 月 Nichia 對 Cree 提出侵權控訴之後，藍光 LED 的晶粒就更加難以取得。</p>
成長期： 2000 ～ 2004 年	<p>1999 年我國 LED 產業跌到谷底，2000 年 LED 產業景氣復甦，各公司紛紛調漲產品單價，其中以中下游廠商特別明顯。上游廠商紛紛將主力移到無線手機功率放大器所需之砷化鎵 (GaAs) 磊晶片上，上下游廠商則積極進行策略聯盟，如國聯於 2000 年 4 月購入光寶傳統 LED Chip 部門，以增加量產規模，此外，我國 LED 中下游廠商因為投入市場時間較久，製造技術與量產皆具規模，因此多朝向 SMD、高亮度、紅外光等高單價高毛利發展。</p> <p>2001 年 3 月日本 Toyota Gosei 與東芝合作開發出，採用 380nm 紫外光 LED 晶粒與紅、藍、綠螢光粉產生的白光 LED Lamp，並在同年 11 月推出晶粒面積 3mm² 在 20mA 可發出 40mcd 的高亮度白光 LED Lamp。此外，以 SiC 為基板的 GaN 發光元件在避開 Nichia 專利及 Cree 技術一直有所突破的情況下，德國歐斯朗(Osram)也宣布開發出藍光 LED 產品。而我國 LED 廠商對 GaN 藍、綠光 LED 磊晶片及晶粒也紛紛申請台灣、日本、德國、丹麥等國之專利。</p> <p>2002 年則在藍光手機大量出貨下，打開了台灣藍光 LED 正式外銷的通路，帶動台灣大多數 LED 廠商的營運出現高倍數成長，如億光 2002 年獲利成長 9.68 倍，璨圓成長 3.88 倍，宏齊成長 1.13 倍，而晶電則由虧損轉為獲利 4.18 億元。</p>
快速成長期： 2005 年～ 2007 年	<p>2003 年上半年雖面臨 SARS 及美伊戰爭等因素，致使 LED 景氣出現下滑情形，不過下半年起，隨著全球景氣逐漸復甦，加上彩色手機取代黑白手機之效應大幅發酵，對 LED 需求大幅成長，而我國亦在德國歐司朗(Osram)的積極開放授權下，億光首先在 2003 年 10 月取得 Osram 的白光 LED 專利授權，而光寶亦在 2004 年 1 月繼之取得 Osram 專利授權，宏齊及雅新則繼之在 2004 年 11 月及 2005 年 9 月取得 Osram 授權，今台電子則於 2006 年 2 月取得 Intermatix 之螢光粉專利授權，自此我國 LED 的發展將可望逐漸擺脫日亞化的干擾。</p> <p>此外，在應用市場發展方面，LED 的應用亦逐年擴充，從手機、車燈、交通號誌及戶外廣告看板等，因此帶動我國 LED 產值逐年成長，並維持兩成以上的高成長率，不過 2005 年在既有的手機等應用市場逐漸飽和，但 NB 背光源等新應用市場，卻無法持續擴展下，LED 產值年增率大幅降至 5% 以下，呈現大幅趨緩現象，所幸 2006 年起，在汽車車燈、7 吋以下背光源等產品使用 LED 比重開始增多，2007 年更逐步擴大到數位相框等 7 吋背光源、路燈等戶外照明以及 NB 背光源等市場，故帶動恢復成長動能，並逐年大幅攀升，顯示 LED 產業在 2005 年起已開始步入快速成長階段。不過上游原物料藍寶石基板及螢光粉自足供應的不足，將成為我國 LED 發展的潛在風險。</p> <p>近年來我國 LED 廠商亦積極透過合併或策略聯盟方式，以擴充市場規模經濟，並進一步與國際大廠競爭，如元坤及聯詮已在 2005 年 8 月 1 日進行合併，而晶電與國聯亦在 2005 年 12 月 30 日進行合併，並進一步在 2007 年 3 月與元坤及連勇，完成三合一合併，帶動晶電成為全球最大四元 LED 晶粒及第四大藍光 LED 晶粒供應商，並已成為台灣獨大的 LED 晶粒廠。</p> <p>由於 LED 與太陽能可進行整合，因此近年來我國 LED 業相繼跨入太陽能光電業的發展，2007 年以前多以下游的太陽能電池系統與模組發展為主，包括鼎元、立基電及李洲等，不過 2007 年起，我國 LED 大廠億光及晶電則開始跨入中上游的多晶矽及太陽能電池等產業發展，如億光於 2007 年 8 月宣布與李長榮化工合資百億元共組福聚太陽能公司，積極投入多晶矽市場布局，晶電亦於 2007 年 9 月宣布投入高效率聚光型太陽能電池領域，顯示兩者的整合發展亦將成為 LED 業的未來潛在市場之一。</p>

2008年上半年受到全球能源價格高漲，具有節能優勢的LED產品因而崛起，繼中小尺寸LCD面板背光源之後，LED應用於NB背光源的比重增加，加上LED產品開始跨入照明市場，因此相關廠商在看好LED照明市場與液晶顯示器的背光源滲透率將持續攀升的趨勢下，各廠商積極擴產，以因應市場需求的成長。惟第三季起受到全球金融海嘯的衝擊下，市場需求急凍，除LED照明市場表現明顯不如預期外，聖誕燈串、中小尺寸顯示器背光源的既有市場需求亦受到消費者消費能力的下滑，而出現大幅的衰退，在供給遠大於需求的情況下，LED價格出現崩跌、廠商的產能利用率持續滑落，面臨極大的挑戰。

受到全球景氣低迷的影響下，消費性電子產品市場買氣疲弱，使得LED市場需求持續滑落，導致2009年第一季LED產業景氣仍未走出陰霾，進入第二季之後，由於韓系電視廠商力推LED液晶電視，對於高亮度LED需求大幅增加，且各國政府為刺激經濟景氣，紛紛擴大公共建設投資，LED照明因其節能特性，成為各國政策的重點，加上中小尺寸背光需求緩步回升下，2009年下半年我國LED產業景氣已明顯呈現復甦態勢。2010年由於大尺寸背光對於高亮度LED需求大幅增加，促使我國上游晶粒廠商紛紛擴產，以因應市場需求持續擴大，由於高亮度需求成長幅度遠大於新增產能，以致下游面板或電視廠商為鞏固LED料源，紛紛透過集團整合或是結盟的方式，以穩定LED料源的供應。除此之外，國內LED封裝大廠陸續切入韓系LED TV背光供應鏈，並積極爭取中國路燈市場商機，並且積極發展照明相關產品，在各大應用市場均明顯成長下，LED廠商營收亦呈現強勁的成長力道。

轉型
期：
2008
年～
迄今

2011年，受到歐美市場經濟景氣復甦力道疲弱，加上中國液晶電視成長趨緩，整體液晶電視銷售以低價機種為主，對於價格相對較高的LED TV銷售明顯不如預期的影響，導致大尺寸背光的需求大幅下滑，由於2010年各大LED廠商看好未來前景，積極擴充產能，在市場需求不佳的影響下，2011年產業明顯呈現供過於求，進而導致國內LED廠商庫存水準不斷攀升、產能利用率與毛利率明顯下滑，營運面臨相當大的挑戰。

進入2012年，由於全球經濟仍處於調整期，LED市場供過於求問題仍未能完成解決下，加上韓國LED廠商積極提升產能利用率，且中國廠商在技術提升下，與台灣廠商的技術差距持續縮小，因此台商開始面對中國廠商的低價搶單，如中國LED廠商三安光電，已經陸續通過億光、東貝等多家台灣LED封裝廠商認證，企圖透過低價優勢，搶攻中國LED照明市場商機，其中以中小功率的LED燈管產品受到的影響較大，不過由於第二季來自大尺寸背光市場應用的明顯需求成長，加上國際大廠Cree及日亞化均推出低價高效率的產品，掀起一波價格戰，並進一步帶動照明產品採購意願的提升，使得第二季及第三季本產業需求相對較佳，又因應日本2012年夏季將面臨高達20%~30%的電力缺口，促使日本LED照明市場需求明顯提高，包括晶電、台達電、億光、東貝、隆達等廠商均陸續切入日本市場，以及LED TV市場滲透率的持續提升，根據DisplaySearch的統計資料，2012年下半年LED TV與CCFL TV面板價格價差已達1.27倍，使得LED TV滲透率提高至70%，明顯高於2011年的48%。因此2012年在利多與利空同步夾擊下，使得廠商獲利表現雖多數仍不佳，但隆達及雷茵克等廠商則已出現明顯好轉的情況，而整體產值則已較2011年小幅成長，擺脫2011年衰退的困境。

2013年起，隨著國內外經濟景氣的同步好轉，加上歷經2012年價格的大幅下跌，使得LED的需求逐步增溫，帶動廠商產能利用率普遍明顯提高，廠商的訂單能見度更已增加至1個月，甚至1個月以上，其中晶電之藍光、四元的MOCVD產能稼動率已逐步升溫，3月已達8成，該公司並樂觀表示4月將可超過9成，5、6月將有機會達滿載。不過本產業在面臨韓國及中國廠商的競爭壓力下，以及產品價格的持續下滑，使得廠商的獲利能力仍難明顯提升，產業面臨的挑戰仍大。

資料來源：曾俊洲，2013

2.3 LED照明產業市場趨勢

2.3.1 產業發展趨勢：

LED光電產業中，目前最廣泛之應用仍為背光源產品如LED TV，NB，Monitor，而在照明之應用則由於剛起步階段，因此市場規模不大。且由於價格遠高於傳統光源，因此仍以經濟環境較好的歐美市場為主，主要應用領域有近四成在建築照明上。因此各整合趨勢主要是以LED背光源產品應用為主要說明，茲就LED背光源及照明應用之產業發展趨勢匯整說明如下：

(一) LED背光源產品應用發展趨勢快速增加(邱昱芳，2009)：

1. 消費性電子產品朝向節能、輕薄的趨勢發展，筆記型電腦、液晶電視、液晶監視器的滲透率明顯上揚。
2. 國際LED大廠對於專利的態度轉為開放，我國廠商亦透過投資國外大廠的方式，在技術及專利上獲得交叉授權，有助於提升LED產業發展。

(二) LED照明應用產品應用發展趨勢逐漸提升(黃孟嬌，2009)：

1. 受限於產業標準尚未明訂、及光形、壽命、可靠度等技術問題尚待解決，2008年市場規模僅18.6億美元，建築照明應用市場規模達7.5億美元，未來隨著LED技術不斷提升及廣泛應用領域，預計至2012年市場規模將達52.7億美元，2007-2012年複合成長率達28.5%。
2. 北美與歐洲仍是LED照明應用主要發展市場，中國大陸市場快速成長中。
3. 建築照明為LED照明的市場主流：由於建築照明市場應用屬於商業照明一環，消費者對價

格敏感度較低，同時接受度也較高，因此建築照明燈具市場比重約佔 40%，為 LED 照明燈具最大應用領域，其次為可攜式產品照明約佔整體 LED 照明 20% 左右，再其次為目前 LED 照明燈具產品中相對較為成熟的安全／緊急照明佔整體 LED 照明 16% 左右。

4. 各國政府標案支持下，LED 路燈標案商機逐漸顯現，並吸引各廠商積極投入。

2.3.2 LED 產品技術發展趨勢：

依拓璞（2007）指出，美國 GE 自 1962 年開發出全球第一顆 gAaSp 紅光 LED，隨後在 1968 年正式量產，LED 才正式進入商品化階段。1970 年代至 1980 年代中期，LED 產品主要是以傳統 LED 之低亮度紅黃、橙、綠等為主，至 1991 年，Lumileds 與日本 Toshiba 合作開發出 AlGaInP8 高亮度 LED，才開始進入高亮度 LED 時代。此時 LED 技術進步神速，日亞化於 1993 年利用 MOCVD 的磊晶技術開發出以 GaInN 為基材的高亮度綠光與藍光 LED，此時 LED 正式進入全彩化時代。日亞化又於 1996 年開發出以藍光 LED 為基礎的白光 LED，再度成為照明應用技術市場閃亮的一顆星。台灣 LED 產業由下游封裝產業往中上游晶粒、磊晶發展，技術上亦以傳統 LED 朝向四元高亮度 LED 及藍／光 LED 發展。

2012 年起各國政府陸續禁用白熾燈泡，並於 2014 年停止生產，LED 照明產業是最被看有機會取代既有的節能燈市場，在各種預期之下，全球 LED 照明產值年成長率有希望大幅成長，PIDA 進一步預估 2012 年臺灣整體 LED 產值年成長率上看 10%，預期達到新臺幣近 67 億 9,117 萬美元，乃至 2015 年產值年成長率仍有 15%，一般預期，當 LED 照明與傳統照明之價差每月為傳統照明兩倍時，LED 照明市場普及率將大幅提升，並在 2014~2015 年呈現爆發性成長。此外，因歐洲的債信危機與金融風暴後，造成以往以歐美消費市場為主的需求一蹶不振，繼之而起的亞洲將躍居主要消費市場，預估 LED 照明應用市場至 2015 年亞洲市場占有率達 40%，超越歐洲的 26% 以及北美的 24%（陳明訓，2013）。

由此可見 LED 產業未來的消費市場主要位於亞洲地區，我國具有地理位置及產業發展基礎的優勢，而我國為了響應節能減碳及 LED 照明產業的高值化，陸續結合 LED 與照明科技推動多項整合型的棟點計畫，藉由強化特色光源技術及跨領域性的創新應用產品開發、制訂相關標準，與推行 LED 照明產品之認證標章與大規模應用之專案，以帶動 LED 照明產業之發展（湯家豪，2012）。

表5. 我國鼓勵 LED 照明產業相關政策表

政策方案	推動內容
綠色能源產業旭升方案	推動包含 LED 照明在內之七項綠色能源產業。
能源國家型科技計畫	擬定我國能源科技發展方向與研究內容，其中照明與電器子項列為 2011 年重點最優先推動項目之一。
關鍵產品發展 登峰造極計畫方案	LED 納為重點發展關鍵項目，以達成產品、品牌與市場多元化。
傳統產業維新方案	包括新穎時尚 LED 燈具等 12 個項目，使具有良好基礎之傳統產業（如照明產業）注入環保、改善商業模式等維新因素。
推動中堅企業躍升計畫	加速 LED 照明技術與優質照明產品之拓展，發展具有獨特技術、創新、品牌等國際競爭力的中堅企業。
三業四化行動計畫	推動產業結構化，以傳統產業特色化為主軸，以科技、美學等創新元素加值傳統照明產業。
經濟景氣因應方案	藉由 LED 路燈建置補助機制擴大內需，協助 LED 路燈廠商取得驗證實績，並有利於拓展國際市場。
LED 節能照明推廣計畫	經濟部將自 2013 年 2 月起針對全國約 22 萬中低收入戶、低收入戶，以及 1,500 個社福機構，分二階段實施高效率 LED 燈泡補助。

資料來源：工研院 IEK、台灣經濟研究院產經資料庫整理，2012 年 12 月

我國 LED 照明光電各產品全球市占率趨勢表現方面，受惠於 LED 背光 TV 即 LED 照明產品需求成長，顧 2011 年我國 LED 元件全球市占率達 20.1%，與 2010 年相比上升 1.2 個百分點；我國大

尺寸 LED 背光模組主要應用於 Mobile PC 與 LCD Monitor，但因下游業者市占率下滑，故 2011 年該產品的全球市占率相形縮減，則 2011 年我國 LED 照明產品全球市占率較 2010 年增加 1 個百分點。合計 2011 年我國 LED 照明光電產值達 1,867 億元，估計 2012 年成長至 2,040 億元，其中仍以中大尺寸 LED 背光模組的市占率最高(楊家豪，2012)。

表6. 我國 LED 照明光電產品全球市占率趨勢表

年度	LED 元件	中大尺寸 LED 背光模組	LED 車燈	LED 照明
2010 年	18.9%	33.5%	5.1%	5.7%
2011 年	20.1%	32.8%	2.6%	6.7%

資料來源：工研院 IEK、台灣經濟研究院產經資料庫整理，2012 年 12 月

3. 區域能源系統技術

推動耗能合理化方面，國外如美、加、澳、紐、歐盟各國、日、韓等國近年來已陸續訂定產品與設備之耗能標準，並對不同部門提供節能技術服務。為了落實能源查核與管理工作，日本、韓國及中國大陸已頒布「能源管理法」及「能源使用合理化法」，以作為推動節能工作時可依循之準則。以日本為例，耗能較大的第一類指定工場除了每月必須申報其能源使用資料、主要耗能設備之效率與遵循「耗能合理化基準」操作的情形、節能改善計畫等。在節能技術開發方面，日本規劃將能源領域要在 2030 年實用化以達成五大能源政策目標所選定的技術，依技術類別，分類整理出與產業節能相關的綜合能源效率提升技術，例如和產業製程有關的超級燃燒系統技術，計有新世代焦炭製造方法、煉鐵製程、石油精煉、石油化學製程、水泥製程、造紙製程、非鐵金屬製程、化學材料製程、玻璃製程、組裝加工製程、陶磁製程及產生蒸汽的熱泵、高效率工業爐及鍋爐、綜合工業區高整合度技術、區域能源管理、先進超臨界火力發電、熱能輸送與蓄熱系統技術等【248,246】。

美國工業部門對能源之仰賴程度很大，能源使用占總能源消費 30% 以上。美國推動工業部門節能措施以提升能源效率來降低生產成本、節省資源投入、提高生產率、及降低溫室氣體排放為主要途徑，並對特定產業，例如熔煉技術、發展創新性之鑄造製程、化工技術反應器優化與整合、開發高選擇性氧化催化劑等。由於美國工業部門耗能佔比大，且每年所發生的能源損失非常龐大，其損失的金錢也是數以億美元計，近年來年美國能源部發展出「能源足跡 (Energy Footprint)」分析方法，以製造業能源消費調查 (Manufacturing Energy Consumption Survey; MECS) 為基礎，來評估美國製造業工廠能源系統公用、配送、轉換、及製程的能源流向與之間的關係，描繪美國製造業的能源供應與需求流向，進一步協助工廠的能源系統發掘更多的節能潛力機會【145】。

我國對於耗能較大或數量較多設備，例如鍋爐、馬達、空調主機等均訂有效率標準，低於此效率標準者將不得販售。然而這些高效率設備是否能發揮其功能，亦即是否正確的操作和維護保養，才是影響各工廠與產業能源效率的最重要關鍵。此外，為了進一步找出工廠節能潛力，可仿照美國針對工廠能源系統公用、配送、轉換、及製程的能源流向與之間的關係，協助工廠發掘更多的節能潛力機會。因此「設備耗能合理化」與建立工廠「能源足跡 (Energy Footprint)」將成為未來推動產業節能工作發展之重點。

區域能源系統(District energy system; DES)的概念是在一特定區域內，以中央能源供應廠(Central plant)透過有系統佈建於地下之能源管路網路，供應此區域內各建築、設備所需之能源，包括：蒸汽、熱水、冷水、電力、壓縮空氣等，各建築、設備等終端使用者即可由此取得用於加熱(heating)或冷卻(cooling)之能源；並具有能源多元化之優點。區域能源供應廠所產生之蒸汽、熱水、冷水、電力以及壓縮空氣等，即可藉由管路提供各類型終端使用者(住家、工廠或商業大樓)所需之能源，系統配置則如下圖所示【183】。

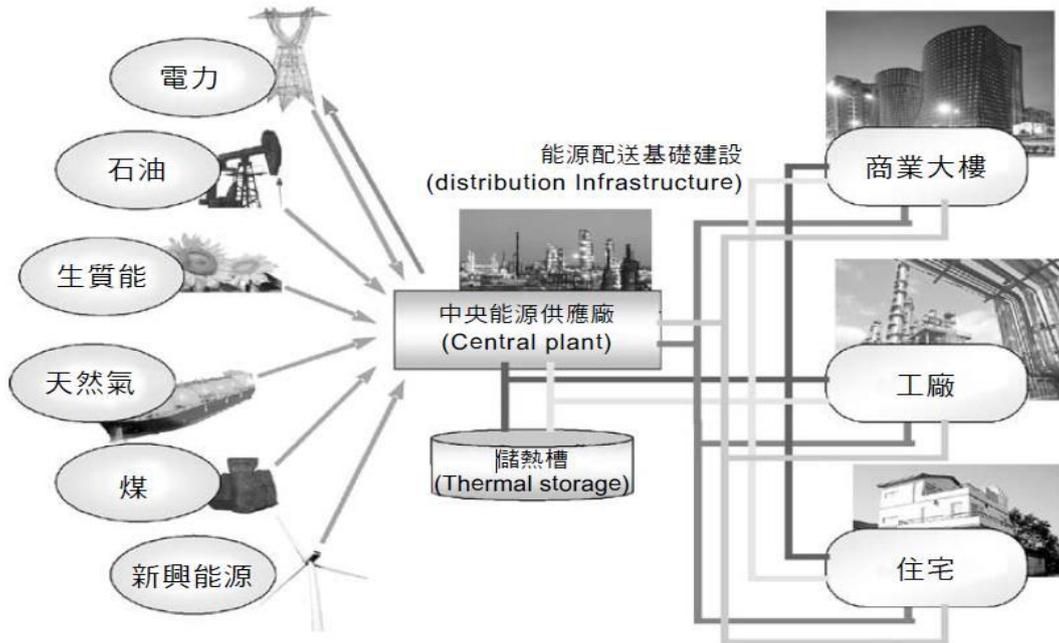


圖9. 典型區域能源系統圖

資料來源：International District Energy Association Report, 2005

3.1 發電產業

依據行政院主計處第八版中華民國行業標準分類之產業分類可得知，「電力供應產業」其定義為凡從事發電、輸電及配電之行業皆屬於電力供應產業。此外從事汽電共生及再生能源來發電已供他人使用之行業亦歸入本類。但若僅供自用的自置小型發電機發電與汽電共生等皆不歸屬於本類。電力供應產業包括核能發電、水力發電、火力發電及汽電共生，其中水力發電包括潮汐發電、抽水蓄能發電、堤壩式發電及混合式發電，則火力發電包括燃煤、燃油及然氣發電（楊家豪，2013）。

台灣發電電力市場，主要由國營的台灣電力公司負責開發、生產、輸配及銷售，另外民間企業亦在政府積極鼓勵下，發展汽電共生系統。近年來為穩定電力供應，經濟部並開放發電業讓民營發電廠加入市場競爭。此外為放寬外人投資之限制，於 91 年 1 月取消發電業之外資投資上限限制。目前自用發電設備之餘電及汽電共生系統與民營電廠所生產之電能，均全部躉售與台電公司，並由台電公司統籌調度。因此現階段台灣地區電力市場係由 1 家國營綜合電業（台電公司）、8 家民營發電業及自用發電設備（含汽電共生系統及再生能源發電設備）所組成（經濟部能源局文宣手冊，2009）。

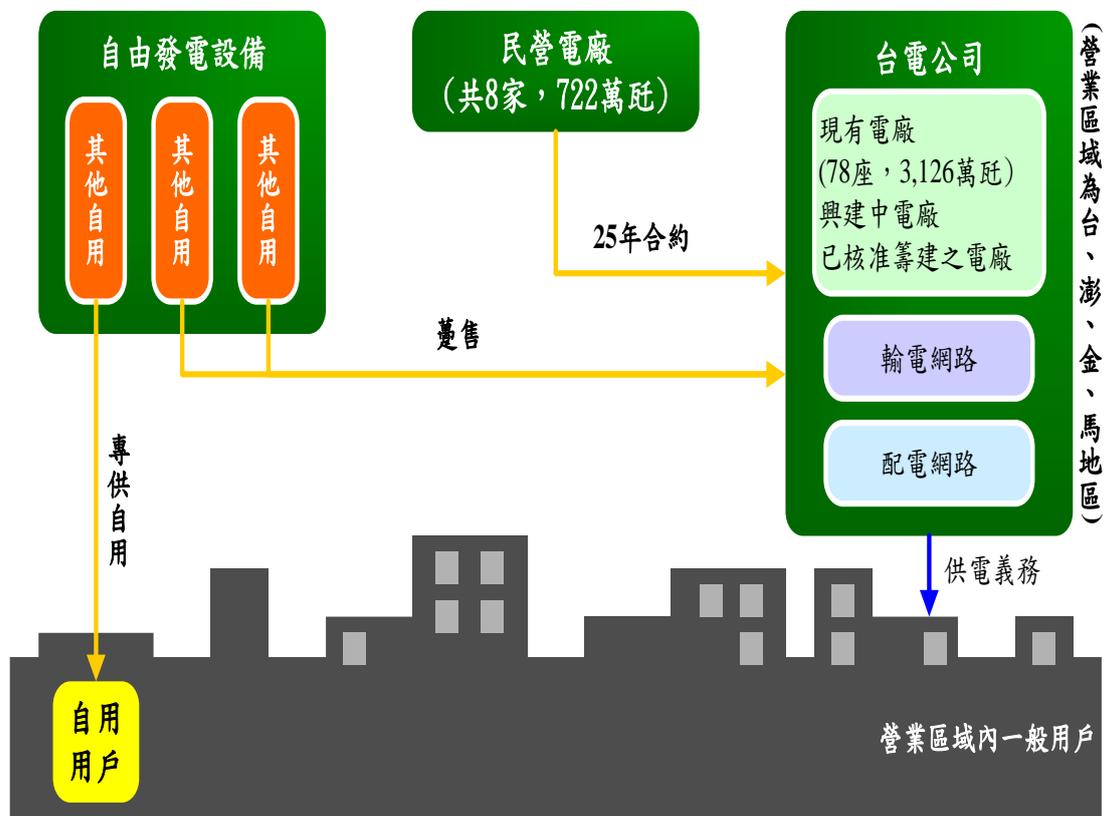


圖10. 我國現行電力市場架構圖

資料來源：經濟部能源局(推動電力市場自由化)

現今電力產業所涵蓋的範圍已相當廣泛不再只是侷限於一般常見的火力發電及核能發電，於1997年歐盟白皮書中，除了界定再生能源的目標外，於1996年時也推動電力產業的自由化，讓所有發電業者包括再生能源、太陽能等，都能夠自由的進入市場。2008年歐盟頒布了再生能源發展的套案，將提供更完善的機制，發展再生能源及促進太陽能光電設備的利用率。在政策支援與推動下歐洲各國如：義大利、西班牙、法國等皆有相當大的發展潛力(產業情報研究所，2008)。

當再生能源的發展潛力開始受到觀注而蓬勃發展後，有人提出這項論點「由於石油與天然氣等化石能源價格上升，而再生能源發電的成本逐漸下降，而在未來兩者之間成本將會相差不遠。」Mitsubishi Heavy Industries 則表示，「現今太陽能發電技術若繼續發展，則耗費的成本將可達到與火力發電成本相差不遠的水準；風力發電也能於10年內達到類似的程度」。有此可見大家的焦點已從可否時間轉變為何時能夠實現「再生能源的成本相當於火力發電」(高田憲一，2007)。

根據我國經濟部能源局分別於84年1月及8月、88年1月及95年6月分階段開放民營電廠。截至96年底止，台電公司計有發電廠78座，其中水力39座，火力27座，核能3座，風力9座。96年底全國電力系統尖峰負載為3,588萬瓩，備用容量率為16.9%。96年全國總裝置容量為4,582萬瓩，總毛發電量為2,431億度。台灣電力市場歷年電力裝置容量及發電量之比例分配。96年全國總用電量達2,295億度，較上(95)年增加3.7%，其中工業占51%，住宅占19%，商業占10%，農業及運輸占1%，其他占19%(經濟部能源局文宣手冊，2009)。

二階段已完工商轉的民營電廠共計5家，裝置容量總計527萬瓩，其中麥寮電廠180萬瓩於89年9月完工商轉，而長生電廠90萬瓩於90年10月完工商轉，另外新桃電廠60萬瓩、和平電廠130萬瓩及嘉惠電廠67萬瓩亦分別於91年3月、9月及92年12月商轉供電。第三階段已完工商轉有3家，其中國光發電廠48萬瓩，森霸電力豐德天然氣發電廠98萬瓩及星能電力彰濱發電廠49萬瓩，已分別完工商轉供電。另外，星元電廠已於95年7月獲經濟部核准籌設49萬瓩電力容量，預計於98年6月完工商轉供電。經濟部於95年6月發布「第四階段開放民間設立發電廠方案」，辦理100年至102年開放198萬瓩電力容量，惟經審查及電價競比後，並無業者得標(經濟部能源局文宣手冊，2009)。

表7. 台灣電力產業場歷年電力裝置容量表

項目	1992年		2002年		2007年		1992-2007年 成長率%
	千瓩	%	千瓩	%	千瓩	%	
台電系統	19,250	100	27,309	100	30,804	100	32
水力	2,577	13	4,502	16	4,513	15	3.8
火力	11,526	60	17,661	65	21,016	68	4.1
燃煤	5,825	30	8,100	30	8,800	29	2.8
燃油	5,029	26	3,579	13	3,160	12	-2.2
燃氣	672	3	5,982	22	8,606	28	18.5
核能	5,144	27	5,144	19	5,144	17	0
風力	-	-	2	0	132	0	-
非台電系統	1,533		10,786	-	15,081	-	16.4
民營電廠	-		4,600	-	7,220	-	-
汽電共生	1,33		6,171	-	7,781	-	11.3
水力	-		0	-	22	-	-
風力	-		0	-	56	-	-

資料來源：(經濟部能源局文宣手冊，2009)

表8. 台灣電力產業歷年發電量表

項目	1992年		2002年		2007年		1992-2007年 成長率%
	千瓩	%	千瓩	%	千瓩	%	
台電系統	96,731	100	141,684	100	161,157	100	35
水力	8,351	9	6,349	4	8,255	5	-0.1
火力	54,534	56	95,774	68	112,082	70	4.9
核能	33,845	35	39,553	28	40,539	25	1.2
風力	-	-	8	-	280	-	-
非台電系統	8,798	-	57,126	-	81,703	-	16.0
民營電廠	-	-	22,466	-	37,395	-	-
汽電共生	8,798	-	34,669	-	44,308	-	1.4
水力	-	-	11	-	96	-	-
風力	-	-	8	-	163	-	-

資料來源：(經濟部能源局文宣手冊，2009)

表9. 台灣電力公司成本結構表

營業成本	年度	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
火力發電費用		58.26%	46.44%	52.84%	53.63%	55.75%
核能發電費用		4.64%	5.47%	5.05%	5.00%	4.65%
配電費用		8.83%	9.85%	8.78%	8.36%	7.80%
書電費用		4.93%	5.94%	5.66%	5.61%	5.53%
購入電力費用		21.79%	30.58%	26.04%	25.84%	24.45%
其他費用		1.56%	1.72%	1.64%	1.56%	1.83%

注：其他費用包括水力發電、再生能源發電費用及承攬電業維修費用等。

資料來源：台電公司財務報告書，台經院產經資料庫整理。

3.2 輸電產業

當電力產業自由化後電力產業產生分業經營的現象，因此「輸電產業」變成為一個非常重要的系統，除了負責電力輸送外，仍尚需承擔負載量的預測、載流量規劃、電力調度、網路資訊、排程、電價管制、用戶購電選擇權、自用發電設備代輸、電力系統可靠度與安全之及時控管。因此一個好的輸電產業的電力市場是符合社會環境需要的。

電力產業的自由化是希望在藉由自由的市場競爭機制，使得產業技術創新與投資效益可以提高；台灣電力系統隨著電力產業自由化和民營化之風潮，政府努力修改電力產業相關法令，積極鬆綁電力產業；而輸電產業系統扮演發電廠和電力用戶間之橋樑，在未來的電力市場架構中，輸電網路除負責電力輸送外，還需負責電力調度與電力交易安全的及時控管（王健良，2006）。

輸電產業具有自然獨佔之屬性，負責電力調度及輸電幹線之電力輸送，居於連結發電業者與電力用戶之間的關鍵地位。為了有效落實電業自由化之精神，建立一公平競爭之電力市場，根據行政院在 84 年 9 月「電業法」草案之規劃，台灣的電力事業將自傳統垂直整合經營模式，轉為發電業與輸配電業獨立分營的型態，其重點在於區隔「獨佔」部門與「競爭」市場，按其產業性質與市場屬性訂定不同之遊戲規則，讓「競爭歸競爭，獨佔歸獨佔」，彼此之間區隔清楚，輸、配電業適用一套有效監督的程序，發、售電業則有其逐步解除管制的作法，以期提升電業經營效率，確保電力資源有效配置。為因應未來電業解制趨勢與電力交易制度的建立，並減少輸電部門未來發展之不確定性，有必要針對電力市場開放下，輸電部門之組織型態及所扮演的角色與定位加以分析釐清並及早研擬方案籌策。（中華經濟研究院能源與環境研究中心，2000-2）

然而討論到輸電產業的定價費率項目包括以下幾項：(1)輸電總成本包含連結成本（connection cost）：在進入及提出的電力代輸過程中，輸電公司提供這些服務的成本，即為連接成本。此部份收費訂價因各注入點及提出點所使用的資產設備成本不同而有差異，所以是因地制宜因人而異之費用；(2)系統使用成本：容量費率由於電力具有明顯尖離峰負載特性，因此以尖離峰負載定價方式為之；變動費率則依據輸電損失模型所得到各輸電線路在不同時段的輸電損失電流量，乘以該時段每度發電成本計算；(3)輔助服務成本：須由台電公司將每項輔助服務成本從目前之發、輸、配電成本項目中獨立出來，分別計算其費率，再依客戶需求特性而透過雙方契約協議整套或分項收費；(4)套牢資產成本：此問題仍有爭議性，必須透過電業管制委員會之立法，謀求電力市場參與者的一致認同，方能順利回收。（王京明等，1997）

相關產業之發展應用為案例說明，研華鎖定「發展潔淨能源、提高能源效率，及積極節約能源」三大趨勢下的各項應用作為發展目標，並用服務平台下的智能建築、共業自動事業、電力及能源各種服務相互結合以對應不同的市場區隔，各領域之產品服務如下（產業情報研究所，2010）：

1. 發電監控與核電仿真系統：可提供程式控制器與同步高速擷取模組，提供客戶建置電力資料備份系統，核能仿真系統及發電機監控系統。
2. 電動車充電站應用：觸控式電腦系統連結串列設備、交換器及資料擷取模組，充電樁的傳輸及採集之系統組件，以掌握各充電樁的運作狀況。
3. 變電站應用：包含運算平台、通訊埠轉接器、即乙太網路交換器，以確保變電站與電力系統運作之互聯性。
4. 再生能源應用：應用於太陽能板發電、追日系統、大型風電管理系統及中小型風力發電控制系統。
5. 建築節能系統：建築自動化及能源管理解決方案，提供人性化的介面，具備開放系統架構、遠端資料存取和監控，及遠端備載資料庫的功能。

此整合方案在新能源、智慧電網及建築節能等應用領域已慢慢展現實際的成果，例如：風力發電監控、核電模擬應用、智能電網示、輸配電自動化、智能變電站、汽車充電站、工業節能、校園節能。

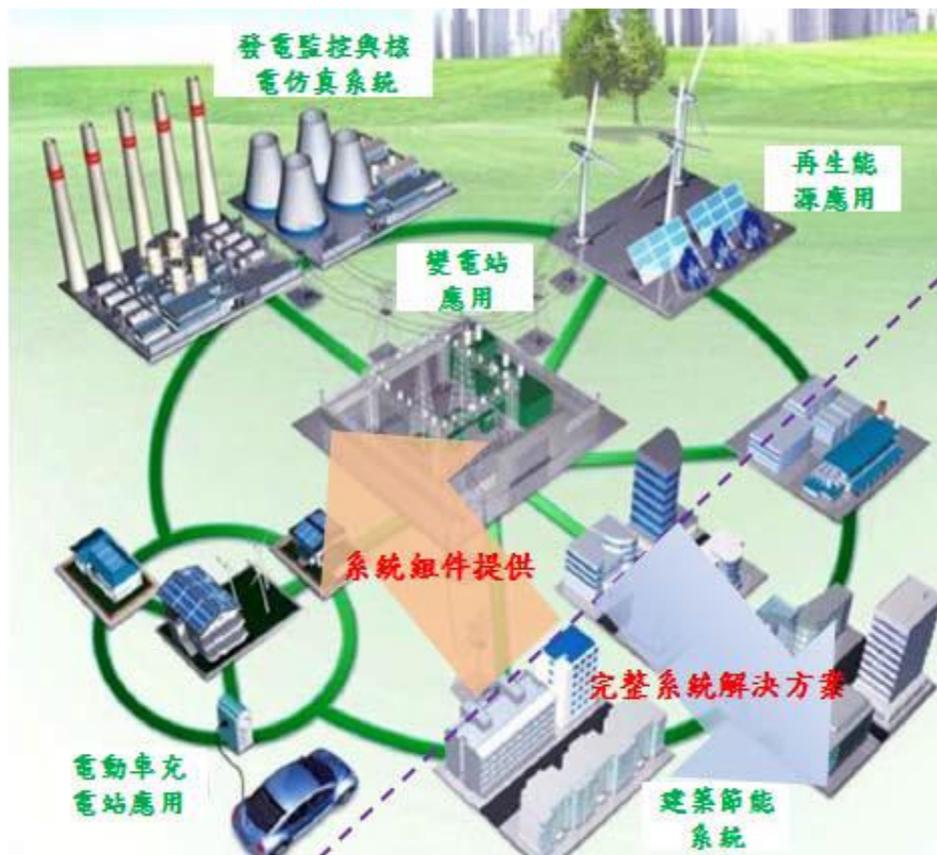


圖11. 研華於環保節能產業主要切入領域圖
資料來源：Advantech，資策會 MIC 及計畫整理

3.3 不斷電系統產業

根據行政院主計處第八版中華民國行業標準之分類，「其他電力設備製造業」之定義，凡「發電、輸電、配電機械製造業」、「電池製造業」、「電線及配線器材製造業」、「照明設備製造業」、「家用電器製造業」以外電力設備製造之行業均屬之，考量此定義將「不斷電設備(Uninterruptible Power Supply,UPS)製造業」歸為「其他電力設備製造業」(楊家豪，2013)。

不斷電設備(UPS)的功能當供電情形異常，如電流不穩及停電等時刻，能夠持續供應電子設備所需之電流。通常用於維持商用電腦系統、通訊設備及精密儀器的穩定運行，避免突然中斷所帶來的損失。

表10. 不斷電設備(UPS)主要分類表

種類	容量	應用	不斷電設備特性
離線式UPS	3KVA以下 (小/微型)	主要用於 PC	(1) 市電供應正常時，UPS 對市電。 (2) 幾乎不經處理而直接輸出至負載，對於市電的雜訊、突波的保護能力差。 (3) 轉換時間稍長、保護性最低。 (4) 結構簡單、體積小、重量輕、成本低。
在線式UPS	100KVA 以上 (大型)	主要用於大型 電信設備及醫 療院所	(1) 市電經由 UPS 處理過後再輸出至負載，輸出電源品質最高。 (2) 無轉換時間。 (3) 結構複雜，成本最高。 (4) 對於其餘的雜訊、突波的保護 (5) 能力最高。
在線互動式 UPS	3KVA~100KVA (中型)	主要用於企業 伺服器	(1) 具雙向性轉換器設計，UPS 電池回充時間較短。 (2) 具轉換時間。 (3) 結構複雜，成本高。 (4) 保護性介於在線式與離線式之間雜訊、突波的保護能力稍差。

資料來源：(楊家豪，2013)及本研究整理

3.3.1 飛輪式不斷電系統

在使用電池的時代之前，不斷電系統曾經使用飛輪和內燃機為負載提供電能供應，這種不斷電系統被稱為飛輪式或旋轉式不斷電系統。飛輪式不斷電系統由整流器、直流電動機、飛輪、柴油機（或汽油機）及發電機等組成。在電網供電的情況下，由整流器提供的直流電驅動電動機帶動飛輪旋轉，並且帶發電機為負載供電。由於飛輪的慣性作用，發電機轉速可以保持均衡，此時不斷電系統起過濾電網干擾的作用。當電網斷電後，飛輪繼續帶動發電機的轉子旋轉，同時啟動柴油機帶動發電機發電，替代原有電網為負載供電。

由於飛輪式不斷電系統使用內燃機提供電力，會產生較大的噪音同時體積也較大，因此目前一般僅被用於應急情況和一些自然狀況惡劣的場合，通常情況下不斷電系統會使用蓄電池來提供電力（維基百科）。

3.3.2 蓄電式不斷電系統

自二十世紀六十年代美國通用電力公司研究生產不斷電系統以來，不斷電系統一直在被改進，但是其基本原理無重大變革。

現代的不斷電系統由電池組、逆變器和控制電路組成，一端連接電網則另一端連接電器負載。在電網電壓正常的情况下，不斷電系統利用電網電源為自身充電，在電網出現異常的時候，不斷電系統將存儲於電池中的電能釋放，供負載使用。它按工作方式通常分為在線式、在線互動式及離線式三種；按輸出波形可分為正弦型、近似正弦型（用階梯方波來擬合正弦波）等（維基百科）。

全球 UPS 製造廠約 500 家規模，由於歐、美、日本大廠握有通路、品牌、關鍵零組件等優勢，故市場目前存在著由少數廠商寡佔的局面，尤其在歐、美、日等國家，幾乎形成區域獨占市場。ON-LINE 中小型 UPS 前五大品牌（包括 Exide、Libert、MGE、Best Power、Trip Lite）全球市場佔有率達 55%；OFF-LINE 中小型 UPS 前五大品牌（包括 APC、Libert、Best Power、Emenson 等）全球市場佔有率達 65%；大型 UPS 前五大品牌的全球市場佔有率達 60% 以上。國際大廠在品牌、通路及產能優勢下，佔有率不斷提高。UPS 產業在廠商大者恆大的發展趨勢下，中小型廠商將面臨極大的生存壓力（陳翠華，2001）。目前國內主要的不斷電系統商以生產的產品類型來進行區分，國內的廠商名單分析如下：

表11. 不斷電系統廠商及系統分類表

產品類型	主要生產製造廠商
微型	飛瑞、台達電、科風、富星、賽因、亞瑞、智技、盛景、依捷、倍私特、盈電、震和、上選、高華。
中型	飛瑞、台達電、雅瑞、亞力電機。
大型	國內廠商目前仍無法切入此一領域。

資料來源：寶來證券投資處整理

而在日本經歷大地震後，消費者對於能源領域關注的程度日益增加，在此次「CEATEC JAPAN 2012」中，大廠們紛紛推出可連結住宅能源管理系統（Home Energy Management System, HEMS）或將大型蓄電池與家電設備相結合的「智慧型住宅」產品，展中配備含 HEMS(內含蓄電系統)的智慧型住宅產品多半已是上市或者是接近上市階段，這讓人明顯感受到智慧型住宅具有的發展潛力(日經 BP, 2012)。

3.4 電力設備製造業

3.4.1 重電設備產業

2010 年我國重電設備產值約新台幣 492 億元。我國重電設備廠商數量眾多但是規模偏小，比起國際性大廠如美國 GE Energy 及 Eaton、德國西門子、日本東芝電機等知名廠商規模相差甚遠。由於國內重電設備廠商規模偏小，廠商除了進行必要的設備投資外，並無太多經費投入研發工作，因此國內重電設備業除部分較具規模廠商如大同及東元外，大部分廠商甚少投入研發(黃孟嬌，2012)。

就細部產品項而言，我國重電設備廠商大多會生產與銷售各種類型重電設備產品，甚少專為特定重電設備產品而成立的公司。根據電機電子工業同業公會(TEMMA)資料顯示，國內有生產銷售發

電機與發電機組的廠商約有 33 家，有生產與銷售電動機及其零組件廠商約有 142 家，有生產與銷售變壓器廠商(電子通訊用除外)約有 77 家，有生產與銷售電力用電容器(電子通訊用除外)設備廠商約有 19 家，有生產與銷售配電盤設備廠商約有 78 家。

表12. 重電設備主要產品生產廠商一覽表

產品	廠商
發電機	大同、東元、中興電工機械、吉峰電機、巨盛電機、茂林電器、銘生泉電機、超立電機等廠商。
發動機	大同、東元、松下電器、九德松益、錦電企業、利愛電氣、順光、信灣實業、精銳電機等廠商。
變壓器 (電子通訊用除外)	大同、東元、士林電機、三宏電工廠、亞力電機、樂士、錦電企業、普詮電子、信太電機、華城電機、三江電機、施耐德電機、長興電機等廠商。
配電盤	大同、東元、士林電機、三宏電工廠、亞力電機、樂士、錦電企業、普詮電子、信太電機、歐格電子、建大電機、華城電機、吉峰電機、施耐德電機等廠商。
電力用電容器 (電子通訊用除外)	大同、士林電機、錦電企業、普詮電子、信太電機、華城電機、三江電機、施耐德電機、長興電機、中大電機等廠商。

資料來源：工業生產統計月報：工研院 IKE (2011/12)

3.4.2 電線電纜產業

行政院 2007 年產業科技策略會議中指出對節約能源科技建議以台灣 ICT 產業之優勢，發展能源資訊通訊(Energy Information & Communication Technology; EICT)產業，包含相關監測裝置與管理平台之研發。以電能為主要節能標的，透過能源管理技術、效能監控技術與資訊通訊技術之整合應用，在不變更既有系統設備狀況下，由整體系統運轉、維護及監控管理面切入，開發智慧型節能網路系統關鍵技術、產品及系統整合，將可提升系統之能源使用效率。同時，亦可整合國內相關產業，共同推動與建立國內以節能網路監控與管理為主之綠色產業，擴

大技術擴散效應，俾降低國內住商大樓等之能源消耗，達成政府所規劃的節約能源目標。

2009 年 4 月全國能源會議宣布推動新「低碳施政」，邁向未來「低碳家園」的佈局，希望建造再生能源生活圈，裝設智慧型電表(smart meter)，建構節能減碳生活環境。由於小型分散式電源之普及，或者為抑制尖峰負載，實施需求面管理(Demand Side Management; DSM)等，均導致用戶與電網間之雙向互動是必須更加密切，更需要智慧型電表及資通訊等新興技術之配合，此時先進電表系統(Advanced Metering Infrastructure; AMI)建設將扮演重要角色，其為饋線自動化(feeder automation)後，電業與用戶間實際連結達成用戶自動化之重大基礎建設。而用於住商大樓等之智慧能源管理系統，將可與 AMI 系統應用相輔相成，以強化節能減碳成效。綜合上述，電力監控技術為自動控制技術於電力系統領域之應用(台電公司業務處，2009)。

4. 建築節能技術

建築節能各項技術之發展，應以能提供居住者的健康及舒適環境為前提，我國因處亞熱帶地區，氣候型態為高溫高濕，故先進國家已成熟之技術未必適合國內之環境，故我國建築節能技術應妥善分析亞熱帶既有建物之物理性能，藉建築物維修需求逐漸以優質材料、設備與系統取代既有產品，同時透過設及及評估來進行建築物之優化以廣泛提高建築物節能比例。

為有效銜接研發與市場，我國建築節能技術應從(一)建築外殼節能建材開發、(二)建築節能設計/評估技術開發這二方面著力。前者重點在於太陽能輻射反射率塗料及窗組件隔熱貼膜兩大類；後者則可分程設計所需之工具(含軟體、規範、儀器、控制...等軟硬體)、節能效益檢測技術及建築節能示範案例設計及興建三大類【107,106】。

此處建築外殼節能建材係指建築外殼(屋頂、外牆、窗戶)所使用之功能性節能材料，一方面透過建材減少白天日照所引起之空調負載增加，另一方面則為如何妥善導入晝光以降低照明電力之需

求；因此節能建材開發乃在考慮於新建與既有建築上的應用、施工難易度與經濟效益後，將開發重點放在能二次施工的材料研發上；故主要重點項目包括：屋頂及外牆所使用之高太陽能反射率塗料，窗戶之隔熱貼膜，以及導光材料【107,106】。

至於建築節能設計/評估技術主要著重在將建築物視為一為整合體，並且按照環境性能需求，進行各材料、構件及系統整合，方能全面達成節能；故投入評估建物環境性能與節能效益所需之建築整體節能設計及評估系統的建立；因此為便利國內之使用，此項計畫之開發重心為軟體之開發，並同時納入國內常用建材、氣象、空調系統與設備等資料庫，以提供設計者可以在變更不同季節及參數下，完成最佳化之建築設計。然後透過建築節能示範案例設計及興建來驗證所開發之各項工具及效益評估技術之可行性，同時亦透過此項示範系統來達成高效能建築物推廣及廣為一般建築物使用者之接受【107,106】。

4.1 節能建築產業文獻

4.1.1 節能建築產業說明與簡介

全球建築耗能佔比一向不低，如歐盟國家的建築耗能佔比高達40%。建築為高度技術融合之學門，從規劃、設計、施工，乃至維護，皆與節能減碳息息相關，如能降低能源消耗，節約資材使用，將可形成節能、減碳、舒適、健康的建築。節能建築乃包含於綠建築的一部分，為新興產業，故相關文獻較少，本節主要對綠建築文線進行探討。台灣的EEWH綠建築標章供有四大主軸，延伸出九大指標，如下表所示：

表13. 台灣綠建築標章(EEWH)主軸指標說明表

四大主軸	九大指標
生態(Ecology)	生物多樣性指標、綠化量指標、基地保水指標
節能(Energy Saving)	日常節能指標
減廢(Waste Reduction)	CO ₂ 減量指標、廢棄物減量指標
健康(Health)	室內環境指標、水資源指標及汗水垃圾改善指標

參考資料：內政部建築研究所，2012

而日常節能指標部分主要為高效率、高效能之空調照明。建築物的生命週期長達四、五十年之久，從建築生產、營建運輸、日常使用維修、拆除等各階段，接蕭皓不少的能源，其中尤其以長期使用的空調、照明、升降設備等日常耗能量佔最大部分。建築節能設計的目的並非只在於節約能源，它同時也是一種科學化、綜合化的建築風格設計法。由於建築外型設計與空調、照明耗能有密切關係，進行建築節能設計不但可以淘汰一些不合台灣氣候風土的建築造型，同時可塑造台灣亞熱帶氣候的建築風格(內政部建築研究所，2013)。

現今全世界約有26套的綠建築評估系統(如下圖)，台灣為僅次於英國、美國及加拿大之後，第四個實施具科學量化的綠建築評估系統，同時也是目前唯一獨立發展且適於熱帶及亞熱帶的評估系統。



圖12. 全球綠建築工系統現況圖

資料來源：綠建築資訊網，2012

4.1.2 台灣綠建築標章(EEWH)-日常節能指標

日常節能指標是 EEWH 的必要「門檻指標」，易及本指標不合格則無法取得 EEWH 之認證。為本指標以建築外殼、空調系統及照明系統等三項來進行節能評估，任一建築物必須同時通過三項評估才算合格。對於空調設備系統設計力行防止冰水主機超量設計的機制，平均可節約 30% 以上的空調設備容量；對於照明設計，強制要求採用高效率燈具設計，平均大約節約 20% 的照明用電，可說是一個十分周全而有效的節能指標。

由於日常節能的影響因素十分複雜，期節能手法之規畫並非簡單的原則所能言盡。不同類型的建築物，用電模式與用電密度不同之建築物，各有不同的節能重點，因此節能規劃原則常因建築類型而相異。做為「日常節能指標」的規劃策略，以下以建築外殼節能設計、空調效率設計及照明效率設計三構面，依其節能之重要度次序提出設計重點如下表：

表14. 日常節能規劃重點表

構面	規劃重點
外殼節能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學校、辦糞類建築物，應盡量設計誠建築深度 14 米以下的平面，以便在涼爽季節採自然通風，並停止空調以節能。 2. 切記採用全面玻璃造型設計，辦糞類建築開窗率最好在 35% 以下，其他建築在合理採光條件下，不宜採用太大開窗的設計。 3. 盡量少採用屋頂水平添窗設計，若有水平天窗期開窗率應抑制於 10% 以下，且必須採用低日射透過率之節能玻璃。 4. 開窗部位盡量設置外遮陽台以遮陽。 5. 東西日曬方位避免設置大開窗面。 6. 空調型建築多採用 Low-E 玻璃。 7. 做好屋頂隔熱措施。
空調節能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 嚴格執行空調熱負荷計算，避免冷凍主機超量設計，依空調重要度而定其備載容量，且不宜採太高的備載設計。 2. 選用高效率冷凍主機或冷氣機，切勿貪圖廉價雜牌貨或來路不明的拼裝主機，以免浪費大量能源而得不償失。 3. 採用主機台數控制，VAV 等節能設備系統。 4. 主機及送水馬達採用變頻控制等節能設備系統。 5. 風管式空調系統採用全熱交換器等節能設備系統。 6. 慎用 CO₂ 濃度外氣控制空調系統。 7. 大型醫院或旅館等需要大量熱水之建築物可採用吸收式冷凍機系統。 8. 辦公室、展示館、體育館等尖離峰明顯之建築物可採用儲冰空調系統。 9. 大型高耗能中央空調建築物宜採用建築能源管理系統 BEMS。
照明節能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 所有居室應保有充足開窗面以便利用自然採光。 2. 盡量避免採用鎢絲燈泡、鹵素燈、水銀燈之低效率燈具。 3. 一般空間盡量採用電子式安定器、高反射塗裝燈具之螢光燈。 4. 高大空間盡量採用高效率投光型複金屬燈、鈉氣燈來設計。 5. 閱覽、製圖、縫紉、開刀房、雕刻室等精密工作空間之天花照明不必太亮，盡量採用檯燈、投光燈來加強工作面照明。 6. 不要採用超過合理照度需求的超亮燈具設計。 7. 配合室內工作模式做好分區開關控制，以隨時關閉無人使用空間之照明。 8. 合理設置自動調光控制、紅外線控制照明自動點滅等照明設計。 9. 於大型辦公室之窗邊設置晝光感知控制自動照明點滅控制系統。 10. 室內採用高明度的顏色，以提高照明效果。

參考資料：內政部建築研究所，2012

4.1.3 節能建築設計及應用

依上述文獻所述可發現目前節能建築主要注重於照明節能及空調節能兩部分，而目前節能建築主要之設計手法分為三類，其中機電設備高效率節能設計手法便是以空調及照明為主要節能方式。

表15. 建築節能設計手法介紹表

類型	內容
建築本體節能設計手法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工業革命以前，所有的建築設計，都必須順應當地之氣候方式調節室內微氣候創造熱舒適環境。 2. 現代建築因為太依賴空調設備與照明設備技術，將建築本體之設計手法應用在熱環境及光環境控制上只有不到 20% 比例，不像風土建築此設計手法應用比例可高達 80%。
自然能源利用誘導式技術節能設計手法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 早期建築比風土建築設計，更會利用誘導式設計 (passive design) 來做環境控制，因此節能效果佳。 2. 在熱環境控制上，熱帶地區建築之誘導式熱環境設計，是以冷卻散熱為主，必須採以誘導式蒸發冷卻 (evaporative cooling) 設計；採行誘導式對流冷卻 (convective cooling) 設計；採取誘導式輻射冷卻 (radiative cooling) 設計。寒帶地區之誘導式熱環境控制設計，是以加熱保暖為主，必須採行太陽直射熱得開口之設計；太陽蓄熱牆之設計；太陽溫室之設計。 3. 對於光環境控制之誘導式自然能源運用技術節能，要以自然採光為主，因此必須採屋頂天窗導光之設計；屋頂採高窗導光之設計；外牆側窗採光棚導光之設計。
機電設備高效率節能設計手法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 現代建築設計使用許多機電設備來做環境控制，在熱帶地區要以冷房設備節能為主，在寒帶地區要以暖房設備節能為主。 2. 有關於設備高效率設計之光環境控制節能，是以人工光照明節能為主。

資料來源：建築節能科技人才培育資源中心，2013。

以下分別對建築空調節能及建築照明節能做相關介紹(建築節能科技人才培育資源中心,2013):

表16. 建築空調節能介紹表

建築空調節能	內容
空調耗能基本觀念	<ol style="list-style-type: none"> 1. 如果建築外殼開窗外遮陽、屋頂隔熱設計不佳，會讓室內日射熱之熱負荷增大，空調設備之裝置容量就會增大，所需電力功率就高，運轉耗能也大。 2. 如果建築外殼無自然通風散熱設計以降低室溫，空調設備之運轉時間就需拉長而耗能也大。 3. 空調設備設計之裝置容量愈大，設計運轉時間愈長，消耗能源將愈多。反之，則消耗能源愈少。 4. 空調耗電多寡主要是依室內總熱負荷大小而定，包括日射熱、人體發熱、照明發熱、器具發熱、換氣熱、滲透風熱等。 5. 空調耗電占空調型建築全年總耗電 45% 左右。建築空調系統使用，是造成台灣電力供應系統夏季尖峰負載劇升之主要原因。
空調熱負荷節能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 日射熱負荷控制—熱濕氣候區，建築開窗方位避開東西向或減少東西向開窗面積；屋頂隔熱之加強；開窗部外遮陽之加強；窗玻璃遮蔽性提高。節能比例可達 20%-60%。 2. 室內熱源負荷控制—照明燈具能源密度之調降；適度引用自然光以減少照明燈具使用量及照明燈具使用時數之縮減；照明燈具使用盞數之減少。事務機具使用時間減少；待機耗電時間的減少。節能比例可達 10%-15%。 3. 滲透風熱負荷控制—設計兩道氣門以減少大門滲透風熱量；設計氣密窗以減少窗扇滲透風熱量。節能比例可達 1%-15%。
空調設備效率節能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 主機效率提升—設計高 COP 值之主機。節能比例可達 10%-20%。設計主機台數控制；設計壓縮機台數控制。節能比例可達 20%-30%。設計全熱交換器將排氣熱回收。節能比例可達 5%-10%。 2. 送水系統效率提升—泵台數控制；冰水泵馬達變頻控制。節能比例可達 10%。 3. 送風系統效率提升—風機變風量控制。節能比例可達 5%。
建築能源系統整合節能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外氣冷房、自然通風—在夏季早晚、春季、秋季、冬季環境氣溫低時引入外氣，讓空調主機不需運轉；或全建築採自然通風空調系統完全免使用。節能比例可達 10%-30%。 2. 電風扇併用—提高室內氣流以增加人體熱對流之散熱比例，可提高室溫以減少冷氣供應量。節能比例可達 10%-15%。 3. 能源系統自動管理控制—依室內溫度、濕度、CO2 濃度調降及控制設備運轉範圍、容量與時間，結合照明節能減少發熱量以減少耗電。節能比例可達 20%-30%。 4. 熱源機排熱之回收—熱源機冷凝器廢熱回收供熱水加熱利用，也減少環境熱污染，節省建築整體能源用量。間接節能比例可達 20%-50%。

資料來源：建築節能科技人才培育資源中心,2013。

表17. 建築照明節能介紹表

建築照明節能	內容
照明耗能基本概念	<ol style="list-style-type: none"> 1. 照明耗能占建築日常總耗能的 40% 左右，是建築物節能減碳排的重要項目。 2. 照明須考慮空間照度，以維持室內光環境健康舒適品質，過量與過暗皆不宜，故節能減碳不能造成光環境品質變差。 3. 照明須考慮人眼視覺的演色要求，以維持視物色澤的真實感，故節能減碳不能採用高效率而低演色性之光源。 4. 照明須考慮視場的色調，以維持使用人空間心理的感受，故節能減碳也要兼顧光源的色溫度。
人工照明設備節能策略	<ol style="list-style-type: none"> 1. 照明節能分為人工照明設備節能，以及自然光節能兩大策略。 2. 人工照明設備的節能策略，主要是針對設備本身之節能效率。主要是包括：(1)提高人工光源的發光效率；(2)增進燈具的反射效率；(3)防止燈具過量設計；(4)減少燈具眩光增進光環境舒適度；(5)提升照明系統使用管控方式。
高效率人工光源之節能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 照明設計採取高效率光源、高投射燈具、降低燈具高度、適當燈具數量等是照明節能主要方式。 2. 辦公室：T528W 日光燈發光效率 85-90lm/W，T840W 日光燈發光效率 50-70lm/W，所以在相同光環境品質下 T5 取代 T8 可以節省 25% 耗電。HID 複金屬燈泡及氙氣燈發光效率 80-120lm/W，所以取代 T840W 日光燈可以節省 35% 耗電。 3. 住宅、餐廳：螺旋式緊湊螢光燈發光效率 55-60lm/W，白熾燈泡發光效率 7-20lm/W，所以在相同光環境品質下，螺旋式緊湊螢光燈取代白熾燈泡可以節省 70% 耗電。 4. 集會廳、體育館、大教室：HID 複金屬燈泡、氙氣燈發光效率 80-120lm/W，HID 水銀燈泡發光效率 35-55lm/W，所以 HID 複金屬燈泡燈泡或氙氣燈取代 HID 水銀燈泡可以節省 60% 耗電。 5. 緊急逃生場所：LED 逃生指示照明燈耗電 4W-9W，日光燈管逃生指示照明燈耗電 14W-24W，所以 LED 逃生指示照明燈取代日光燈管逃生指示照明燈可以節省 60% 耗電。
照明控制之節能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 辦公室、教室、圖書館：採用分區開關控制，依實際使用範圍及室內晝光大小做局部點滅，可節省耗電量 5-20%。 2. 辦公室、圖書館閱讀區：採用桌燈減少全面照明燈使用，可節省之耗電量 20%。 3. 廁所、梯間、停車場、電梯車廂內等使用率低之場所，可採用感應式點滅控制燈具，可節省耗電 50% 以上。
自然光利用節能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 自然光於陰天仍有照度 5000-8000Lux，仍有利用的價值。 2. 建築利用自然光是以太陽之反射光、漫射光、間接光為設計重點，而非直射光來設計。 3. 建築自然採光方式，分為側窗採光(外周區)，天窗採光(頂部區)，頂側窗採光(內周區)。 4. 建築外周區(窗邊 5m 進深內)是自然光利用設計最容易之場所，如樓梯間、梯廳、大廳、教室、圖書館。 5. 外周區利用窗邊晝光做自然採光設計而過熱，採光開口分佈要平均，以提高外周區照度的均齊度及光品質。 6. 屋頂天窗採光會得到太陽直射光，所以不適合任意使用，應設計採用高窗(即頂側窗)採光。 7. 熱濕地區夏季日直射光先由屋頂反射再進入室內牆面再反射到作業區，冬季日直射光則直接進入室內牆面後再反射，採光效果佳。 8. 外周區利用窗邊晝光之自然採光設計，窗玻璃應以清玻璃或 Low-e 玻璃設計為佳，其可見光之透光率最高，有色玻璃或反射玻璃則透光率不佳。 9. 側窗增設光棚架之採光設計，可以提高內周區的自然光利用的比例，但也會降低外周區自然光利用。

資料來源：建築節能科技人才培育資源中心，2013。

5. 能源技術服務產業

5.1 能源服務產業簡介

我國經濟部商業司將能源技術服務業(Energy Service Companies, ESCO)定義為從事新淨潔能源(包含太陽能、生質與廢棄功能、地熱、海洋能、風力、水力)、節約能源、提升能源使用效率或抑制移轉尖峰用電負載之設備、系統及工程之規劃、可行性研究、設計、安裝、施工、維護、檢測、代操作、相關軟體構建及其相關技術服務之行業，其營業項目代碼為 IG03010(經濟部商業司，2011)。ESCO 產業實現節約能源之理念，是提供「能源效率全方位改善服務」的一種事業型態，ESCO 業者針對商業大樓及工廠的照明、空調、生產設備等實施節能診斷，同時導入節能新設備，提供具體的節約能源手法，其服務費用由節省下來的能源費用攤還，此為 ESCO 事業的最大的特徵。此外，節能費用也用來作為節能專案的投資回收，稱為節能績效保證合約(Performance Contract)(經濟部能源委員會，2001)。能源技術服務產業係以能源績效保證型契約(Energy Performance Contract；EPC)的方式提供各項節能改善專案。在節能改善專案的運作流程中，ESCO 提供能源使用現況分析、節能技術設計、施工以及融資等相關服務，並且在整個專案進行中，能源用戶不需負擔任何節能措施設備、施工和量測與驗證之費用，此部分的費用將全由能源服務業者與融資銀行負擔。而能源用戶透過專案之執行所節省下的能源費用以及營運成本將提撥一部分給予能源技術服務業者做為報酬。因此節能改善專案透過 EPC 方式進行時，不僅達到節約能源的目的，亦能達到能源用戶、ESCO 以及融資銀行三贏的局面。

為配合產業節能技術之推動，來協助大量能源使用之產業能增加能源之有效使用率，並得以降低廠商之能源成本支出，進而提升廠商競爭力，除應積極進行技術整合以達成製程改善外，除導入區域能源系統觀念，更應同時結合能源技術服務(ESCO)之手法，以進行整廠能源應用系統之分析及平衡【54,55】。節能績效保證合約是讓業主透過未來節能改善專案來獲得節約能量，於實施期間業主藉由節能措施所創造之利潤以支付目前節能改善專案所需要之初期投資成本，可減少所需負擔的能源費用，創造節能之利潤，並於專案結束後所有節能收益歸業主所有，並因應京都議定書所提倡的溫室氣體減量排放之議題，搭配節能績效保證型契約一併進行污染物減排交易(Emission Trading)，節能績效保證合約之收益示意圖如下(施顏祥，2012)。

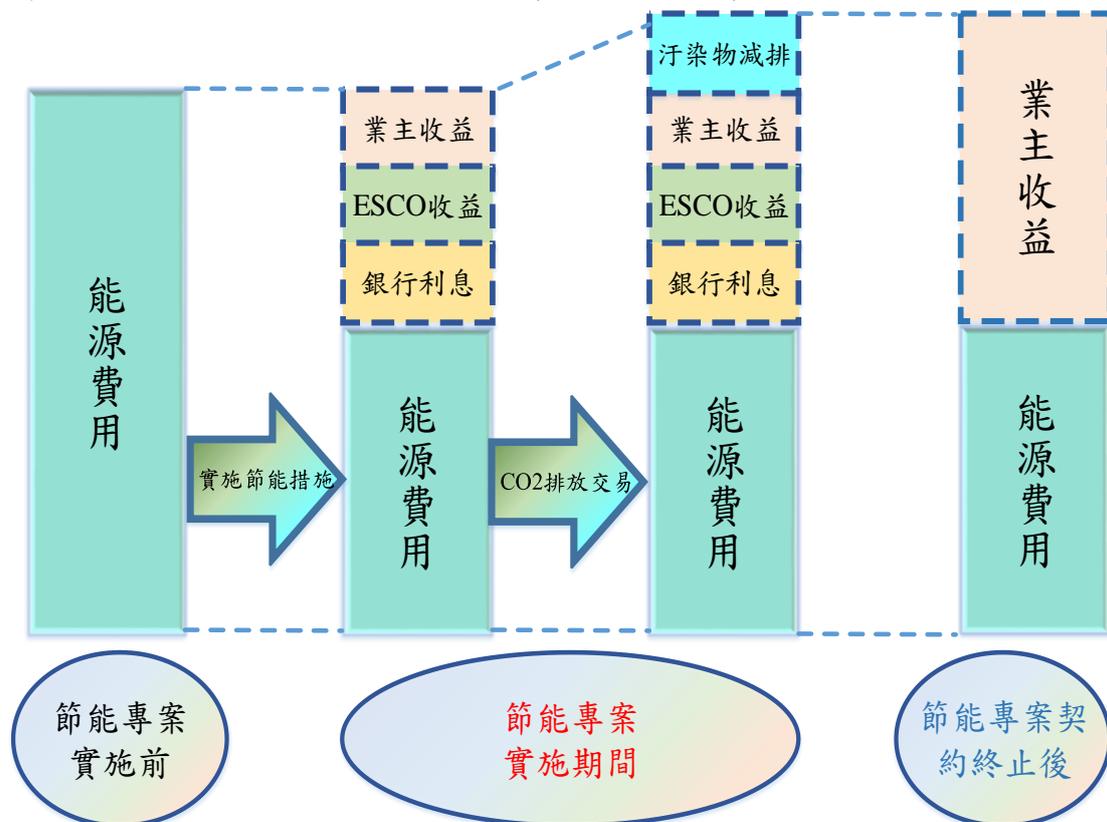


圖13. 能源服務收益績效改善專案具溫室氣體減排交易之保證合約受益示意圖

資料來源：經濟部能源委員會(2001)&工業技術研究院(2011)

5.1.1 我國能源服務產業發展沿革

我國經濟部能源局始從 1998 年開始，向國人引介 ESCO 能源技術服務產業 (ESPC 節能績效保證合約)，加速落實推動 ESCO 產業發展。2001 年訂定「能源服務業節能績效保證合約業務參考手冊」說明本產業之業務內容及相關契約書內容。2005 年發起成立「台灣能源技術服務產業發展協會」，提供能源技術服務業者正確與專業的知識，建構業者與業者、業者與客戶的溝通平台等，以協助能源用戶提升節能技術。2006 年 3 月時成立專責的「能源技術服務產業推動辦公室」，加強 ESCO 環境建置與產業推動及輔導(ESCO 推動辦公室，2013)。2008 年 6 月核定「永續能源政策綱領」規劃全國 CO₂ 排放減量，預計於 2016 年至 2020 年間回到 2008 年排放水準，於 2025 年回到 2000 年排放水準(行政院節能減碳推動會，2011)。2008 年 8 月成立「中華民國能源技術服務商業同業公會」，作為能源技術服務業者與政府之溝通平台，並可與政府形成夥伴關係，共同突破推動節約能源工作之障礙。2010 年 5 月行政院「節能減碳推動會」通過「節能減碳總計畫」能源技術服務業由傳統的診斷、施工、諮詢業務，轉型為提供客戶「節能績效保證合約」服務，以能源用戶改善能源使用效率所獲之節能效益，償還投入節能計畫所需費用，為具創新和吸引改善的模式(行政院節能減碳推動會，2010)。

5.1.2 能源服務產業業務內容及特色

能源服務產業提供能源用戶自能源診斷、改善方案評估、改善設計、工程施工、監造管理、資金籌措之財務計畫及投資回收保證的等整體性服務，並簽訂節能績效保證合約(Energy Savings Performance Contracts, ESPC)，其進行的節能改善範圍包含(1)電力系統：需量控制、功因改善、變壓器負載調配等；(2)照明系統：採用高效率燈具、照明配光最佳規劃等；(3)冷凍空調系統：降低負載、採用高效率設備、系統運轉最佳化等；(4)熱能系統：採用高效率設備、系統運轉最佳化、廢熱回收利用、汽電共生系統規劃等；(5)空壓系統：採用高效率設備、系統運轉最佳化；(6)再生能源系統：採用太陽能、風力、水力、生質能、地熱等設備；(7)建築物自動化系統/能源管理控制系統：建立掌握能源使用並能及時進行最佳化調控的工具等。

節能績效保證合約工作流程區分為「客戶開發」、「簽訂合作意願書」、「耗能診斷」、「提出節能方案 (Energy Conservation Measures, ECMs) 規劃書」、「簽訂工程統包合約」、「節能方案(ECMs) 工程施工」、「節能績效驗證 (Measurement & Verification, M&V)」、「節能績效維護(Maintenance)」、「改善投資費用回收」等九個主要分項工作。ESCOs 之運作由能源服務公司、能源用戶、金融單位三方構成。通常能源服務公司會挑選有潛力的能源用戶先行拜訪，說明他們可提供的服務，並溝通了解客戶需求。在雙方獲得初步共識後，簽訂合作意願書 (Letter of intent)，確認節能改善專案的共同推展意願。之後，能源服務公司會對能源用戶的能源使用方式進行診斷 (Energy audit)，初步評估可能採取的措施，並提出診斷評估報告或是節能改善措施 (Energy Conservation Measures, ECMs) 規劃書。

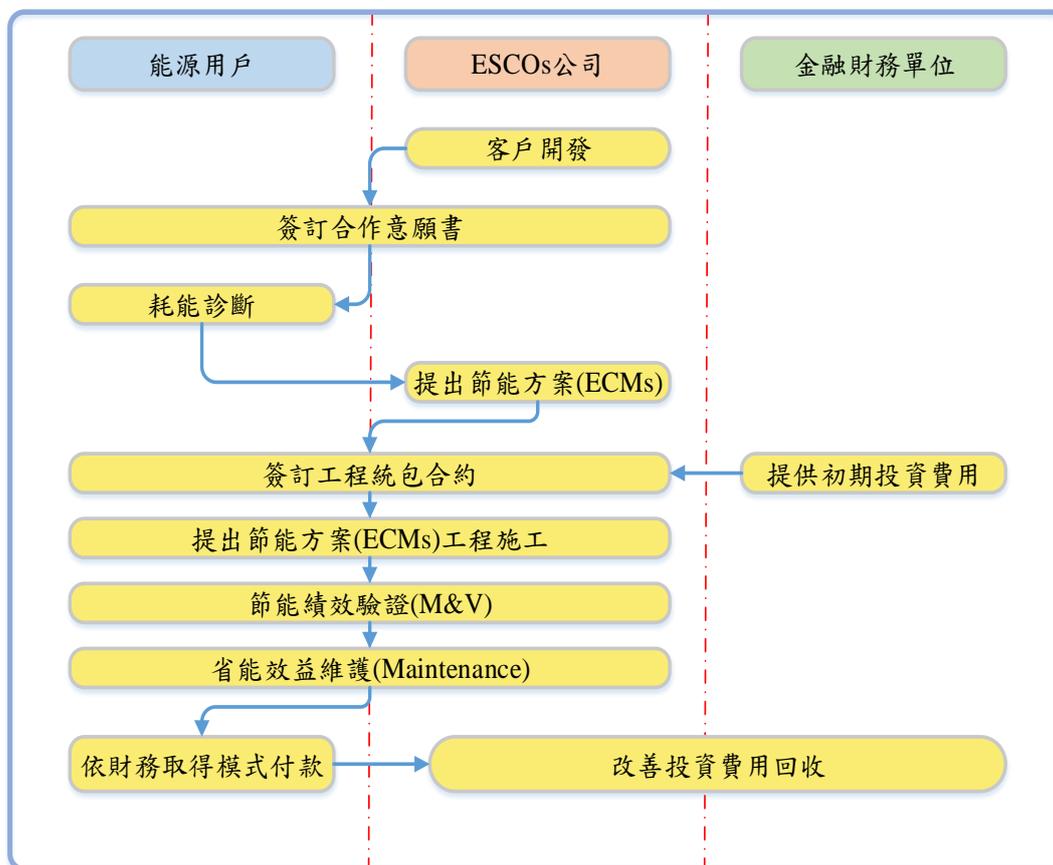


圖14. 能源績效保證合約運作架構與流程圖

資料來源：經濟部能源委員會(2001)，能源服務業節能績效保證合約業務參考手冊。

5.1.3 我國能源服務產業現況分析

目前能源服務推動現況可藉由以下成果檢視：(1)登錄能源技術服務業(IG03010)廠家數約 5,200 家；(2)94 年協助成立 ESCO 協會，團體與個人會員合計 239 家；(3)97 年協助成立 ESCO 公會會員廠商由 97 年之 30 家迄今 127 家廠商；(4)迄今舉辦空調、照明、熱泵、電力監控等成功案例示範觀摩會及媒合會，共計 34 場次，計有 3,531 位參與；(5)培育國際量測驗證組織 EVO 之 CMVP 證照共 83 張；(6)迄今辦理節能專業人員訓練及 M&V 量測驗證等教育訓練班，共計 25 場次，共計有 1,493 位參與(余騰耀，2012)。並在近年來相關節能政策引導以及補助示範專案執行下，能源技術服務產業整體產值約為 166.5 至 368 億元，累計近五年服務能量已超過千億產值，統計各部門產值配比，製造業約佔 47%、服務業 38% 公部門約為 10%。檢視 95-101 年示範中央及地方行政機關、醫院、學校、社區及服務業(含連鎖)等共 93 件節能績效保證專案。改善空調、照明、熱泵及其他相關能源系統，共計專案總金額為 12.31 億元，累計節省油當量 15,730.4 kloe/年、減碳量 3.90 萬噸 CO₂/年，詳如下表(余騰耀，2012)。

表18. 95-101 年示範節能績效保證專案績效表

單位類型	數量	專案總金額 (億元)	平均保證總 節能率(%)	總節省 油當量 (kloe/年)	總降低 CO ₂ / 年(萬噸)	平均回收 年限(年)	平均回收年限 (含補助款)
中央政府及行政機關	6	0.54	35.60	624.30	0.16	6.89	4.66
地方政府及行政機關	15	1.95	44.60	2205.60	0.55	8.15	5.74
醫院	16	2.27	42.30	3383.50	0.85	5.92	4.00
學校	28	3.88	43.30	3942.60	0.97	7.64	5.14
低碳社區	8	0.09	56.70	250.90	0.06	3.84	1.94
服務業 (含連鎖)	20	3.58	47.30	5323.50	1.31	5.87	4.10
合計	93	12.31	44.97	15730.40	3.90	6.39	4.26

5.1.4 我國能源服務產業未來發展趨勢

我國 ESCO 產業係以中小企業為主要結構體，並屬於整合型產業。未來節能市場之商機高達 1000 億元。我國 ESCO 產業之專業優勢係以醫院、飯店與旅館、電機電子業、商業辦公大樓和學校等領域之空調、電力、熱水與熱泵、能源監控與管理與照明等系統為主。台灣 ESCO 注重的是技術與專案績效，在技術面(如空壓、空調、電力、照明、熱力、水資源管理等)與系統整合技術面應優於 ISO50001。而 ISO50001 則是以目標管理為主，並透過持續改善的流程，改善組織的能源使用率等，若以 ESCO 結合 ISO50001，將會加大企業或組織的節能力道，大大提升節能的績效。並在通過溫室氣體減排法後，將可增加 ESCO 節能改善專案之經濟效益，達成節能、環保與經濟效益(陳輝俊，2011)。以標竿國家做為我國發展借鏡的部份包括：提供低利貸款、設置 ESCO 產業發展基金、將 ESCO 產業的貸款條件認列彈性化，對於我國 ESCO 業者規模小、資金不足的問題能夠有所助益；示範案例的推廣、將 ESCO 產業列為重點節能推廣產業、以及評估公部門能源託管的可能，可以使我國 ESCO 產業的能見度提高，並且發揮 ESCO 業者的技術能力；對於我國的節能目標予以貫徹到產業界以及全國，設立產業界節能目標、以及對於節能有更加嚴格的要求，促成 ESCO 需求市場更加穩固；制定產業管理機制，讓更多執行 ESCO 業務的業者加入相關的公、協會，讓更多潛在業者浮上檯面以利管理；評估以及設立第三公正方，讓 ESCO 專案的節能績效得到認可，以減少節能績效紛爭的產生(林素琴，2010)。我國發展 ESCO 產業的政策建議主要分六大面向：(1)政策法規面：政府政策宣示並示範，設計採用能源服務之獎勵機制，政府擔任決策支援者；(2)市場機制面：由政府主導產業市場，成為產業之初始客戶，藉此創造商機，協助意願高或擁有技術之業者建立能源技術；(3)財務資金面：補助公部門採用能源服務，提供專門資金支援發展能源技術服務，建立技術信用保證機制；(4)人力資源面：專任能源管理人員制度，建立能管員證照，鼓勵節能技術研發；(5)測量與驗證(M&V)面：參考美國之能源服務制度(International Performance M&V Protocol, IPMVP)，強化我國本土化技術，並建立績效保證量測及驗證(M&V)業務之證照制度，訂定能源服務技術一般型契約；(6)觀念推廣面：依功能別及部門別，建立及推廣能源技術服務、示範案件、節能概念及能源服務(李涵茵，2007)。最後，建議政府協助 ESCO 工會對每個產業制定一套完整的 ESCO 案例作為標準範本(陳輝俊，2010)。

二、再生能源

1. 風能

2008 年整合全國研究資源成立國家型能源計畫，風力發電項目將在國家一條鞭主導之下，迅速結合產官學研能量，規劃具體可行的開發內容。能源國家型計畫目標【174】：

- (1) 提升國內自主再生能源佔比且有效減碳，主要項目包括：完善建立國內全域風能資料以及風場評估、整體性建立國內風力發電設置容量規劃、評估環境影響與民眾接受度、規

劃建置中小型風力發電設施、規劃建置離岸大型風力發電設施。

- (2) 帶動中小型風力發電設備產業發展，主要項目包括：關鍵元件開發與技術引進、整機設計及系統整合、建立國家標準、建置測試與認證平台、擬定市場與設備產業發展策略。
- (3) 發展前瞻技術藉以提升未來風電發展的全球競爭力，主要項目包括：關鍵元件開發與技術引進、創新風機設計技術、多元整合併聯技術、儲電及輸配電技術。除了研發工作的落實外，將深耕大型風機建置專案管理與維修管理技術、離岸大型風機之研製、風機基礎工程與海事技術。

經由國內外技術發展指標比較之檢討以及考量國家型計畫目標，我國風力發電重點技術規劃朝三項領域進行技術研究，分別是風能評估與預測技術、離岸風電評估與開發技術及大小型風力機開發技術，其短、中、長程工作內容各如下說明，發展時程詳如下圖所示。

技術項目	短程(~2015)	中程(~2020)	長程(~2025)
風能評估與預測技術	風能觀測網 (陸海域風能觀測站、氣象觀測站、衛星資料、全球氣象網格資料)		
	中小尺度數值模擬分析技術WRF/CFD Model(windfarm scale; 1-20years)	可開發蘊藏量分析	
	短期風能預測技術 物理模式與統計模式 (windfarm scale; 1-24hrs)	短期風能預測技術 物理模式與統計模式 (windfarm scale; 1-24hrs)	
離岸風電評估與開發技術	先導型離岸式風力發電 (可行性評估、國際合作)	先導型離岸式風力發電 (風機系統整合、風能研究實驗場)	
	海域風能觀測塔結構設計與施工建置	深海風電開發應用研究 (浮式平台開發應用)	
	風機基礎工程與海事技術		
大小型風力機開發技術	發展關鍵元件技術 (控制系統、電力轉換器、齒輪箱、葉片等)	發展系統整合技術(國際合作、產業策略聯盟)	發展離岸型風場建置技術(國際合作)

圖15. 風能應用技術發展時程圖

資料來源：工研院與經濟部整理

2. 太陽光電

全球約有 46 個國家推動太陽光電發展，其中德、日、美及西班牙、義大利、韓國等國家均積極推動太陽光電發電系統之研發與設置推廣，而近年全球太陽光電發電容量急速增加，成為全球快速成長的產業。2005~2007 年太陽光電系統市場平均年成長率為 35%，依據 European Photovoltaic Industry Association (EPIA)調查 2008 年全球太陽光電系統設置量 5.5GWp，更較 2007 年大幅成長 133%。目前各國政府雖普遍的支持太陽光電資源，不過依據 EPIA 調查，區域市場中仍以歐洲市場之設置量最大 2008 年 4,503MWp 占全球 81%，另外過去十年全球 89%的市場多集中在前十大市場，而 2008 年是個大驚奇，由於西班牙市場系統設置容量 2008 年超乎預期成長達 2,511MWp；占全球市場 45%，因此前十大市場更高達 95%的占有率【174】。

技術的發展時程上，面對全球愈來愈多太陽光電廠商的投入，產品技術不斷提升，國內短、中、長期技術研發即以國際技術 Roadmap 為發展之指標，始能於國際市場上競爭，並得以推動太陽光電系統設置之普及化。而目前國內技術發展上，矽晶太陽電池已發展數十年，相關技術和半導體製程技術相容，具有技術發展能量，但光電轉換效率與國際尚有差距【174】。

因此現階段迫切需快速導入之技術包括：開發低成本高效率矽晶太陽電池與模組技術開發、高效率矽薄膜太陽電池與模組技術開發、模組效率提升、系統效能提升與併網技術研究；而學術基礎研究需提早佈局未來導入之技術包括：聚光型高效率化合物半導體太陽電池技術開發、染料敏化太

陽電池與封裝技術開發等。唯面對國際競爭，國內將持續投入太陽電池材料及元件結構設計創新，並整合薄膜與奈米材料科技，在技術推動上以參照國際技術發展為基準訂定技術發展藍圖。技術之發展以達到提高太陽光電效率、降低系統成本、提高壽命與可靠度，強化國際競爭力，以與歐、美、日在太陽光電領域同佔重要地位，詳如下圖所示，為我國光電及太陽光電發展時程圖【54,55】。

技術項目	目前(2009)	短程(~2015)	中程(~2020)	遠程(~2025)
矽晶太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池效率： <ul style="list-style-type: none"> - 單晶16~18% - 多晶15~16.5% (晶片厚度180~200 μm) ● In-line High-yield Processing 	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池效率： <ul style="list-style-type: none"> - 單晶17~19% - 多晶16~18% (晶片厚度160~180 μm) ● In-line High-yield Processing 	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池效率： <ul style="list-style-type: none"> - 單晶20~22% - 多晶18~20% ● High Throughput Processes 	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池效率： <ul style="list-style-type: none"> - 單晶~30% - 多晶~25% ● High Throughput Processes
矽薄膜太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> ● 電池元件(1cmx1cm)效率：12% ● 模組(96cm²)效率11% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 基礎研究 ● 電池元件(1cmx1cm)效率：14% ● 應用技術開發 ● 大面積TCO玻璃技術開發(55cm x 70cm) ● 模組(55cm x 70cm)效率9% ● 產業製造 ● 適用G5(1.1mx1.4m)玻璃尺寸規格的矽薄膜沉積機台設計、TCO沉積機台設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● 基礎研究 ● 電池元件(1cmx1cm)效率：16% ● 應用技術開發 ● 模組(55cm x 70cm)效率12% ● 產業製造 ● 適用G5(1.1mx1.4m)模組效率9% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 基礎研究 ● 電池元件(1cmx1cm)效率：17% ● 應用技術開發 ● 模組(55cm x 70cm)效率14% ● 產業製造 ● 適用G5(1.1mx1.4m)模組效率12%
CIGS薄膜太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> ● 電池元件(0.276cm²)效率：17% ● 模組效率：NA 	<ul style="list-style-type: none"> ● 小電池(<1cm²)效率：22% ● 模組(60cm x 120cm)效率15% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 小電池(<1cm²)效率：25% ● 模組(60cm x 120cm)效率20% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 小電池(<1cm²)效率：30% ● 模組(60cm x 120cm)效率25%
奈米晶體染料敏化太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> ● 小電池(直徑5mm)效率：10.9% ● 模組(10cm x 10cm)效率7% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 小電池(直徑5mm)效率：12% ● 模組(10cm x 10cm)效率9% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 小電池(直徑5mm)效率：15% ● 模組(10cm x 10cm)效率11% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 小電池(直徑5mm)效率：18% ● 模組(10cm x 10cm)效率15%
太陽光電模組	<ul style="list-style-type: none"> ● 模組效率 ● 單晶13~15.5% ● 多晶12~14.5% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 模組效率 ● 單晶15~17% ● 多晶14~16% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 模組效率 ● 單晶17~19% ● 多晶16~18% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 模組效率 ● 單晶21~23% ● 多晶20~22%
太陽光電系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 系統設置技術能量 ● 已竣工最大容量1,027kWp ● 單一系統設置容量≤1.5MWp施工中 	<ul style="list-style-type: none"> ● 普及化PV系統技術 ● 家電化且高效率、可靠之Inverter ● 合格元件使用推動 ● 模組化系統產品推動 ● 小型陽光社區實證研究 ● 孤島偵測與保護模組 ● 電力系統品質研究 ● 建築整合型BIPV系統 ● 1MWp以上大型PV設置推動 	<ul style="list-style-type: none"> ● 穩定與安全PV系統技術 ● 大型PV系統診斷技術 ● 多功能Inverter開發 ● 追日型系統開發 ● 中型陽光社區實證研究 ● ≥5MWp系統設置 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自立運轉PV系統技術 ● 島嶼型PV供電系統開發 ● 大型陽光社區實證研究 ● ≥20MWp系統設置

圖16. 我國太陽光電技術發展時程圖

資料來源：工研院-核研所與經濟部整理

技術項目	目前(2009)	短程(~2015)	中程(~2020)	遠程(~2025)
聚光型化合物半導體太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池能量轉換效率：36~40% ● 太陽電池填充因子：0.86~0.9 ● 磊晶材料與結構：InGaP/InGaAs/Ge 三界面 	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池能量轉換效率：40~50% ● 太陽電池填充因子：0.88~0.92 ● 磊晶材料與結構：AlInGaP/InGaAsN/Ge系列多界面 	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池能量轉換效率：50%~60% ● 太陽電池填充因子：0.89~0.93 ● 磊晶材料與結構：AlInGaP/InGaP/GaAs/Ge 四界面 	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池能量轉換效率：60%以上 ● 太陽電池填充因子：0.9以上 ● 磊晶材料與結構：AlInGaP/InGaP/InGaAs/Ge 四界面
高效率聚光模組	<ul style="list-style-type: none"> ● 高效率光學系統設計能力建立 ● 電池接收器散熱效能之精進 ● 小型量產模組轉換效率高於26% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 模組轉換效率：27% ● 模組聚光倍率：950X ● 模組可靠度：完成IEC 62108先期測試 	<ul style="list-style-type: none"> ● 模組轉換效率：29% ● 模組聚光倍率：1000X ● 模組可靠度：符合IEC 62108規範 	<ul style="list-style-type: none"> ● 模組轉換效率：30% ● 模組聚光倍率：1100X ● 模組可靠度：符合IEC 68-2-52
太陽光追蹤器	<ul style="list-style-type: none"> ● 高效率光學系統設計能力建立 ● 電池接收器散熱效能之精進 ● 小型量產模組轉換效率高於26% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大型太陽光追蹤器機構設計開發，建立電腦模型設計及理論分析能量：開發15~30 kW之太陽光追蹤器機構 ● 太陽光位置感測器及追蹤控制器：追蹤精度0.2度~0.1度 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大型太陽光追蹤器機構設計開發，建立電腦模型設計及理論分析能量：開發30~50 kW之太陽光追蹤器機構 ● 太陽光位置感測器及追蹤控制器：追蹤精度<0.1度 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大型太陽光追蹤器機構設計開發，建立電腦模型設計及理論分析能量：開發50 kW以上之太陽光追蹤器機構 ● 太陽光位置感測器及追蹤控制器：追蹤精度<0.1度
模組驗證技術建立與應用	<ul style="list-style-type: none"> ● 依據IEC62108國際標準，建立太陽電池模組驗證實驗室 ● 實驗室取得TAF認證，並申請UL認證 	<ul style="list-style-type: none"> ● 建立聚光型太陽電池模組安全驗證技術 ● 研究聚光型太陽電池模組額定功率量測技術 	<ul style="list-style-type: none"> ● 執行國際實驗室間之性能測試比對，使具國際級量測能力 	<ul style="list-style-type: none"> ● 成為國家級太陽電池模組驗證實驗室 ● 研發聚光型模組用之連續式太陽光源模擬器
系統整合及監控	<ul style="list-style-type: none"> ● 監控技術：多執行緒即時自動警示監控系統 	<ul style="list-style-type: none"> ● 監控技術：建立自動偵錯及修復復原中央監控技術 	<ul style="list-style-type: none"> ● 監控技術：建立整廠線上流程自動控制技術 	<ul style="list-style-type: none"> ● 監控技術：建立智慧型監控系統技術

圖17. 我國聚光型太陽光發電技術發展時程圖

資料來源：工研院-核研所與經濟部整理

3. 太陽熱能

國內外，太陽能集熱器的使用趨勢皆是明顯往上的，這除了是大環境的驅動外，各國的政策並配合積極的研發工作，使得太陽熱能產業逐步壯大成熟。綜合前述國際上在太陽熱能領域的研發方向，並考量國內當前的市場狀況，太陽熱能應用技術領域可依短、中、長期的需要，描繪出未來的技術發展重點【174】。

- (1) 短期（2015年）：建立大型太陽能熱水示範系統；開發大型系統的最佳化設計技術及評估軟體；開發建築物整合化集熱器、太陽能輔助熱泵熱水器、新型一體式太陽能熱水器、多色系選擇性吸收膜材料、儲能技術。為加速提升國內太陽熱能應用市場，除了一般家用熱水系統之外，積極推廣大型太陽能熱水系統的應用市場，特別是在國內應用例仍相當少的太陽能溫水游泳池或太陽能工業製程加熱，可開發新的客源、提高安裝面積，為此，需積極開發大型系統的最佳化設計技術及評估軟體。建築物整合化

集熱器以及新型一體式太陽能熱水器的開發，可促進集熱器走向建築整合化應用，改變以往只重集熱器效率提升的技術發展，兼顧建築美學、與建築技術直接結合，有助於國內太陽能熱水器市場應用與發展。國外熱泵技術的發展相當成熟，國內太陽能輔助熱泵熱水器的發展亦已初具成果，未來需繼續研發降低成本以及提升功能，尤其是冬天供熱的性能提升非常重要，也是市場接受度的主要考驗。

- (2) 中期(2020年): 太陽能選擇性吸收膜濺鍍技術的開發及量產化在國際上已經成熟，國內則正從批次技術進入量產化階段的技術開發。為未來集熱器應用於建築整合提供一個更多樣的選擇，如何在呈現顏色的吸收膜材質中同樣保持高吸收率及低放射率是研發重點。國內外熱泵技術的發展相當成熟，國內吸附式及噴射式製冷技術的發展也已具水準，未來以設計各元件間的組合，來提高系統效率及穩定的運轉。同時，對於降低系統主機的製造成本是當今要務；再加以透過建立示範系統工作，加強與其他能源設備的整合設計技術，是中期的研發重點。利用太陽能熱製冷技術並搭配壓縮機整合成全年製冷供熱系統，充分利用太陽能集熱器在夏季所吸收之多餘熱能，轉換成冷氣，以滿足夏季殷切需求之冷氣應用，冬季則供應熱能，提升全年運轉效能，可提高經濟效益，亦是未來研發重點。
- (3) 長期(2025年): 長期而言，持續於先進且富創意太陽能集熱器技術的研發仍是必需的，諸如中溫太陽能集熱器、新型儲能式太陽能集熱器、新型太陽能蒸餾器或是太陽能海水淡化技術等【258,262,159】。

技術項目	短程(~2015)	中程(~2020)	長程(~2025)
太陽熱能技術利用 ● 建築整合技術 ● 選擇性吸收膜材料技術 ● 大型系統設計技術 ● 太陽能製冷技術 ● 熱泵熱水器 ● 先進太陽能集熱器	太陽熱能技術開發 ● 建築物整合化集熱器 ● 新型一體式太陽能熱水器 ● 選擇性吸收膜製程 ● 大型太陽能熱水系統示範 ● 系統最佳化設計技術及評估軟體 ● 太陽能輔助熱泵熱水器 ● 先進太陽能集熱器	太陽熱能技術應用 ● 選擇性吸收膜材料 ● 太陽能製冷技術 ● 先進太陽能集熱器	太陽熱能技術應用 ● 太陽能製冷技術 ● 先進太陽能集熱器
太陽熱能產業推動	太陽熱能檢定技術 ● 產品檢定 ● 技術諮詢 ● 獎勵措施環構	太陽熱能產業推動 ● 技術諮詢 ● 獎勵措施環構 ● 產業技術提升	太陽熱能產業推動 ● 熱水器應用推廣 ● 推動策略研議檢討

圖18. 太陽熱能技術發展發展時程圖

資料來源：工研院與經濟部整理

3.1 太陽熱能產業介紹

3.1.1 太陽熱能產業簡介

「可使用土地面積」是開發太陽熱能的主要限制因素，台灣地處亞熱帶，地理位置介於東經120~121度、北緯22~25度之間，日照時間長、日光偏斜角度小，非常適合發展太陽能。雖然天然條件好，但在裝設太陽能設備的土地條件卻非常不足。依據內政部統計資料，2009年8月的台灣人口總數約為2,300萬人，土地面積為3.6萬km²，人均土地面積為1,560m²/p，人口密度僅次於孟加拉，高居全球第2。惟全島三分之二土地屬高山地區，只有三分之一土地適合居住，且大都集中在

西部沿海，使得台灣可安裝太陽能設施的土地面積受到相當限制，有關日照量之均值估算，台灣的平均單位面積日照量是 $1,130\text{kWh/m}^2\text{-y}=129\text{W/m}^2$ (呂錫民，2010)。太陽能熱水器是一種吸收太陽輻射能，轉成熱能，而產生熱水的一種設備，可用於一般家庭用熱水、商業用熱水、工業製程用水預熱、溫水游泳池、除濕機以及發電等方面。太陽熱能應用主要有四項元素：(1)高效率的蒐集(2)熱能轉換(3)熱能貯存(4)太陽能輸送(陳明君，2008)。太陽熱能產業鏈圖如下圖所示。

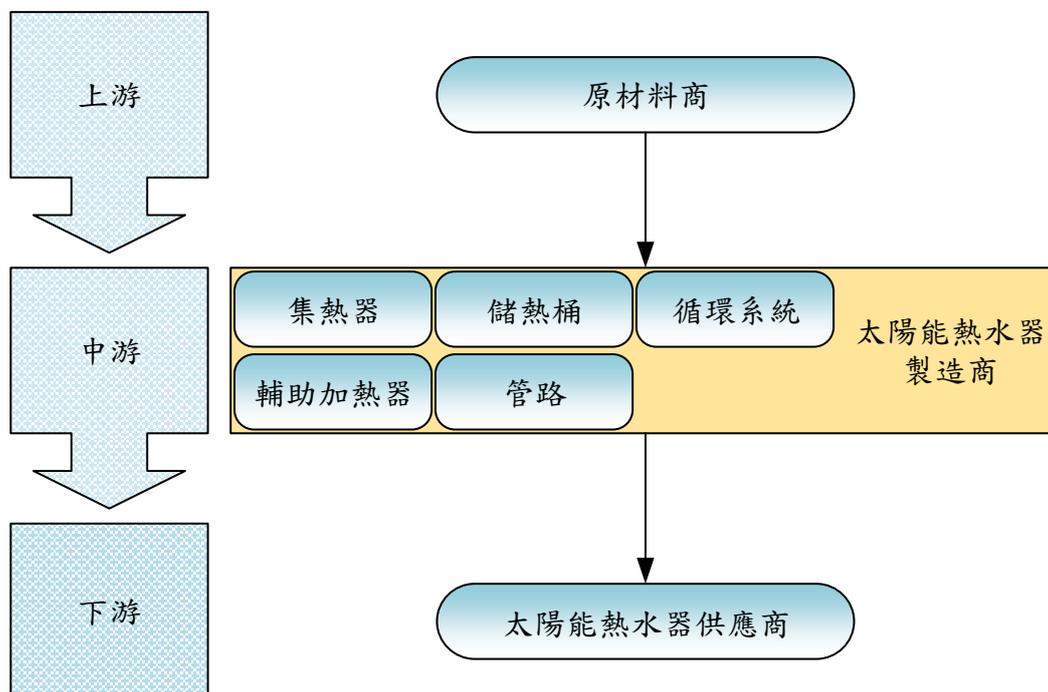


圖19. 太陽熱能產業鍊圖

資料來源：本研究整理

3.1.2 太陽熱能產業發展沿革

經濟部能源局於 1986 年公佈實施第一期《太陽能熱水系統推廣獎勵辦法(於 1986 至 1991 年)》，明訂太陽能熱水系統產品及供應廠商申請要點，並依太陽能集熱器種類及有效集熱面積補助符合標準之太陽能熱水系統。自政府實施第一期太陽能熱水系統推廣獎勵措施後，國內太陽能熱能產業持續成長一段時間。截至 1995 年 12 月國內太陽能推廣裝置面積已達六十餘萬平方公尺，每年相當於可節約三萬餘公噸液化石油氣(李文興，1996)。但是在 1995 以後，因國內建築業景氣下滑而隨之減緩。但為因應「聯合國氣候變化綱要公約」之影響及促進我國經濟之持續成長，依據能源管理法及台灣地區能源政策，政府決定以補助獎勵措施推廣再生能源利用，並營造推廣應用環境，落實潔淨能源技術應用。其次 1998 在全國能源會議之「新能源及淨潔能源研究開發規劃」議題中，倡議再度針對太陽能熱水系統實施獎勵措施，為此經濟部能源局於 1999 年開始實施第二階段的獎勵補助民眾購置使用太陽能熱水器，期待能大幅提高國內使用太陽能熱水器的普及率。(太陽熱能研究團隊，2013) 為落實政府「永續能源政策綱領」，經濟部能源局於 1999 年首次召開《太陽能熱水系統推廣獎勵辦法(於 1999 至 2004 年)》制定會議，2000 年正式公布實施且正式核定公布相關作業要點並提高太陽熱能系統推廣獎勵 50%，以推廣太陽熱能之利用(中華民國太陽熱能商業同業公會，2013)。2009 經濟部再度獎勵設置太陽能熱水系統，以推廣太陽熱能利用，訂定「太陽能熱水系統推廣獎勵要點及相關作業須知」(施顏祥，2012)。

3.2 目前太陽能熱水器類型

3.2.1 面蓋式平板太陽能熱水器

面蓋式平板太陽能熱水器利用表面漆成黑色的金屬板吸收太陽輻射，並在金屬板下面焊上集水管，把集熱板所吸收的熱量傳至管內的冷水。其次，由於集熱板直接暴露在大氣中，為減少熱量的散失，在集熱板底面包覆隔熱材料，並在框架上方覆以玻璃面蓋，既不妨礙陽光入射，又可減少集熱板表面的熱對流損失。面蓋式太陽能熱水器是我國目前安裝的主要形式，以安裝件數計，約占全

國總安裝量的 93% 以上。

3.2.2 無面蓋式太陽能熱水器

無面蓋式太陽能熱水器是由一體成形的非金屬集熱板（大多是非剛性材質且內含輸水管路）直接吸收太陽輻射，因為少了玻璃面蓋、金屬框架和內部的保溫材，所以系統的重量較輕。雖然集熱效率不似其他形式的太陽能熱水器高，但因成本優勢和材質特性，適合大面積屋頂的鋪設。國內安裝無面蓋式太陽能熱水器的案例不多，且都用在溫水游泳池的加熱上。在國外，這種形式的太陽能熱水器也主要分布在北美地區供游泳池加熱使用。

3.2.3 儲置式太陽能熱水器

太陽能熱水器是把儲熱水桶和集熱板合而為一，太陽輻射直接加熱於儲熱水桶內的儲水。這種裝置構造簡單，價格低廉，但集熱效率較低，在日射量充足的地方，或許適合使用這系統。國內很少安裝這類產品。

3.2.4 真空管式太陽能熱水器

真空管式太陽能熱水器使用雙層玻璃透明管，中間抽真空以防止對流作用，形成隔熱保溫效果。而太陽輻射在穿透外層玻璃和真空層後，由內層玻璃上塗裝的吸收膜吸收並傳導至內管玻璃中，再藉由熱對流模式傳至管內的作用流體。因雙層玻璃間的真空層具有避免熱能散失的功能，所得到的熱水溫度較其他形式的太陽能熱水器高，適合高緯度地區和高山地區使用。

3.3 太陽熱能產業技術及特性

3.3.1 太陽能熱水器系統

太陽能熱水系統可分為自然循環式及強制循環式二種，自然循環式之儲水槽位於集熱器上方，利用熱虹吸現象，當水在集熱器接收熱能提高溫度後，因儲水槽及集熱器水溫之差異所引起浮力而產生循環動力，此種循環方式結構簡單及不需動力機械操作，但是其效率較不易控制。強制循環式則是利用循環泵使水在儲水槽及集熱器之間循環，此種太陽能熱水系統之流量可預先設定，因此在同樣設計條件下，可以獲得較高之水溫，但是循環泵的額外成本、操作及維護等問題則須一併考量（張克勤等，2010）。

3.3.2 集熱器

太陽能熱水系統之運作原理是吸收來自太陽的輻射能量，在加熱管中的水，其吸收熱能之主要元件為集熱器，平板集熱器上層以表面處理塗佈選擇性吸收膜不鏽鋼、銅或鋁，上表面裝有玻璃面板，底層則鋪上保溫玻璃纖維棉、保麗龍等絕緣物。

另一種集熱裝置為真空管集熱器。其基本構造為玻璃管抽成真空，內部為鍍有吸收膜之內玻璃管或鍍管，太陽輻射光波經由外層玻璃進入，經過真空層，被吸收膜吸收並加熱內管流通的水，而鍍膜與真空層皆具有阻斷熱能散失的功能，水溫加熱能力較高，極適合氣溫低之地區應用（成功大學航太中心太陽熱能產品南部檢測中心，2013）。

3.3.3 儲水桶

太陽光並非隨時穩定照射，由集熱器流出之熱水需暫時儲存，以供使用需要。一般儲水槽多用不銹鋼加一層隔熱材料而成，在正常情況下，可保持水溫一天降 5°C 以內（成功大學航太中心太陽熱能產品南部檢測中心，2013）。

3.3.4 管路

管路的配置，依不同裝設環境、系統及需求而異，一般用戶如裝有瓦斯熱水器或電能熱水器，可將太陽能熱水器與其串聯或並聯，如果太陽能熱水器出口水溫夠高，則可直接使用，如果水溫不夠，可當成預熱設備，再經電能熱水器加熱，亦能節省部分燃料費用（成功大學航太中心太陽熱能產品南部檢測中心，2013）。

3.3.5 輔助加熱器

家用熱水器一般多使用電熱輔助加熱系統。將電熱棒安裝於最後一個出水的儲熱槽內或另外放置於一個較儲熱桶小的加熱桶內，以節省電能使用。以定時器及溫控器控制加熱時間與熱水溫度（成

功大學航太中心太陽熱能產品南部檢測中心，2013)。

3.3.6 控制系統

自動控制系統的功能可依照設定的時間來控制儲熱筒內的水溫，大部分家用太陽能熱水系統都裝有輔助電熱器，可在日照不足的情況下啟動輔助加熱器，以保持所設定的溫度。而在大型強制式熱水系統之儲熱筒與集熱器間裝有溫差控制器，當兩者溫差達一定程度時，自動啟動泵浦將儲熱筒內較冷之水打至集熱器吸收太陽輻射能後再流回儲熱筒(行政院環境保護署，2011)。

3.4 我國太陽熱能產業現況分析

自 2000 年至 2010 年間，總裝置容量已成長 6 倍，並以平均每年 21% 的成長幅度擴大市場。臺灣在 2010 年新裝量為 0.0894GWth，較 2009 年成長 14%，成長率則為 9.64%，與國際成長表現接近，其在大環境經濟不景氣下仍能止跌反升(顏貝珊等，2012)。我國太陽能熱水系統安裝案件大部份集中在中部及南部，但北部桃園縣亦表現良好。以 99 年度的安裝情形為例：以高雄市的 4,241 件最多，其次為高雄縣申請件數 3,946 件、台中縣 2,398 件、桃園縣 2,109 件，而離島部分有 959 件，其中以金門縣的 904 件佔絕大多數；高雄縣市與金門縣在近幾年安裝量急遽增加，應是因地方政府有辦理加碼相對補助有關，故安裝案件數較其他縣市或其他離島地區增加許多(李清安等，2011)

3.4.1 太陽熱能產業未來發展趨勢

我國在太陽能熱水器之推動已有相當顯著成效，依此途徑培養專業人才並加速科技研發，逐漸提升太陽熱能產業技術能量。太陽熱能應用依技術領域分為短、中及長期目標，發展時程里程碑主要分為三大構面(1)太陽能熱水系統產業技術提升；(2)太陽能熱能空調系統技術開發；(3)太陽能與建築物整合技術開發，其詳細目標如下列所示。短期(至 2015 年)：(1)非家用型熱水系統與熱泵系統整合應用；(2)濺鍍式選擇性吸收膜量產技術提升；(3)高性能、低價位之噴覆式選擇性吸收膜技術開發(4)太陽能通風系統研究開發及展示；(5)太陽能熱水系統結構安全研究；(6)太陽能熱水系統建築化、同步化設計技術開發。中期(至 2015 年)：高性能低溫吸收膜(濺鍍或噴覆式)之應用推廣；(2)建立太陽能熱水系統產品國際認證(3)中溫集熱技術(包含聚光及吸收膜)提升及應用(4)太陽能製冷系統儲熱技術研究開發(5)太陽能通風系統技術提升(6)新型整合式太陽能集熱器建材化、規格化產品研製。長期(至 2025 年)：(1)配合建物整合及結合太陽能製冷系統，開發新型太陽能熱水產生設備；(2)太陽能通風系統展示與推廣；(3)開發與建物整合之空調設備；(4)多功能太陽能系統應用技術開發；(5)多功能建物整合系統展示與推廣(施顏祥，2012)。

4. 生質能

生質能，係指利用生質物 (biomass)，經轉換所獲得之可用能源，如電與熱。根據國際能源總署 (International Energy Agency) 2006 年統計資料，生質能為全球第四大能源，供應全球約 10.1% 的初級能源需求，同時也是目前最廣泛使用的一種再生能源[1]。截至 2006 年止，生質能約占世界所有再生能源利用的 80% 左右；依地區而分，亞洲 (不含中國大陸) 占 32.2%，非洲占 24.5%，中國大陸占 22.4%，經濟合作暨發展組織 (OECD) 會員國 (含歐美澳日等 30 國) 則占 12.8%。估計至 2050 年，生質能將提供全世界將近 38% 的燃料需求及 17% 的電力供給，約為 $206 \times 10^{18} \text{J}$ ，其中在運輸部門，生質燃料占全世界比重已達 1.2%。

由於廣義的生質物的種類非常多，因此依據各種生質物的物理與化學性質、密集度、經濟性的不同，在技術的分類上可依料源製備、轉換與應用方式作區分如下【81】：

1. 生質能料源技術：泛指料源的製備技術，如固態廢棄物衍生燃料技術、生質物培燒技術、富油脂藻類養殖／採收技術等。

2. 生質物轉換技術：(1)生物／化學轉換 (bio-/chemical conversion)，如發酵 (fermentation)、酯化 (esterification) 等程序產生酒精汽油 (gasohol)、沼氣 (biogas) 或生質柴油，或利用生物菌種等方法產生氫氣與甲醇等燃料。(2)熱轉換 (thermal conversion)：如以氣化 (gasification)、裂解 (pyrolysis) 方式產生合成燃氣 (syngas) 或燃油等。

3. 生質能應用技術：如生質燃料用於車／船用引擎、發電內燃機、鍋爐、燃料電池等，或進行合成燃料精煉技術，以生產精密化學品等。

國內定置型生質能發電及熱利用技術與運輸用生質燃料技術及未來之發展時程。未來在擴大生質物料源方面，若建立生質物應用技術，將可創造並扶植相關產業，包括機械設備業、能源工程、

環保工程與廢棄物資源回收業者，另一方面，配合政府現有政策，如提高再生能源比例、開發自產能源、廢棄物處理、農地再利用、降低二氧化碳排放等，可引導開創國內生質能技術之研發與產業，詳如下圖【65,14】。

技術項目	短程(~2015)	中程(~2020)	長程(~2025)
集中式生質燃料熱電利用	<ul style="list-style-type: none"> 推廣增設集中型發電45 MWe (生質燃料混燒發電技術) 鍋爐防高溫腐蝕技術 鍋爐RDF進料技術 不同爐型RDF燃燒最適化技術 氫氣發電技術 國際合作技術交流與引進 	<ul style="list-style-type: none"> 生質能氣化複循環發電，發電效率 > 40% 	<ul style="list-style-type: none"> 生質能氣化複循環發電，發電效率 > 45%
分散式生質燃料熱電利用	<ul style="list-style-type: none"> 推廣增設集中分散型熱電利用5 MWe (生質燃料熱電示範技術) 2-20噸蒸汽鍋爐，熱能利用 > 50% 小型分散發電，效率 > 20% 廢紙排渣快速裂解速油處理量100kg/hr 複合式生物能模場示範系統 國際合作技術交流與引進 	<ul style="list-style-type: none"> 生物產氫純化及發電技術，產氫速率 > 30 m³/m³/day 生物產氫燃料電池發電示範模場 	<ul style="list-style-type: none"> 生質燃料熱電示範技術，熱能利用 > 60% 小型分散發電，效率 > 25% 生物產氫純化及發電技術，產氫速率 > 50 m³/m³/day 複合式生物能商業化示範系統

圖20. 國內定置型生質能發電及熱利用技術發展時程圖

資料來源：工研院與經濟部整理

技術項目	短程(~2015)	中程(~2020)	長程(~2025)
生質柴油技術開發與推動	<ul style="list-style-type: none"> 生質柴油廠設備產量達10萬公秉 2010年全面實施B2 多元進料生產示範場，1萬噸/年 高純度甘油回收技術開發，純度99% 生物轉酯化產率90% 	<ul style="list-style-type: none"> 生質柴油使用推動達15萬公秉/年 高純度甘油回收廠建立運轉，1萬公秉/年 	<ul style="list-style-type: none"> 生質柴油使用推動達25萬公秉/年 高純度甘油回收廠建立運轉，2萬公秉/年 商業化生物轉酯化製造廠 能源作物推廣面積達20萬公頃
生質酒精推廣利用	<ul style="list-style-type: none"> 生質酒精產量達10萬公秉 都會區E3計畫 全面供應E3 	<ul style="list-style-type: none"> 生質酒精產量達15萬公秉 全面供應E3 	<ul style="list-style-type: none"> 生質酒精產量達20萬公秉 全面供應E3
生質物化合成氣製備生質燃料技術	<ul style="list-style-type: none"> 不同生質料源氣化技術，氣化效率 > 75% 合成燃氣純化技術，硫化物 < 5 ppm 尾氣能源利用/再回收技術 氣-液轉化生質燃料技術，F-T燃料轉化率85% 	<ul style="list-style-type: none"> 生質物Fischer-Tropsch合成燃料程序整合技術開發 F-T燃料轉化率 > 90% 示範場建立、運轉及系統改善 	

圖21. 國內運輸用生質燃料技術發展時程圖

5. 地熱發電

5.1 地熱發電簡介

近年來由於科技的進步與人類生活水準的提高，世界各國對於能源的需求也急遽地增加，尤其在經過1973年之後的兩次能源危機以後，許多自有能源短缺的國家便開始積極找尋可供利用的替代能源，潮汐、地熱、風力、太陽能等都成為未來能源在開發與研究上的對象(王藝瑛，2000)，其中又以地熱能具有不受天候的影響、持續發電以及不排放溫室氣體的特性，因此被視為本世紀最重要的能源之一(陳彥豪、劉婉柔，2009)。由於深層地熱的開發方式是利用天然熱源，只要尋找到適當溫度的熱源，就可以利用工程技術將熱源轉換為電力。地熱是存在於地球內部的熱能，溫度隨著深度而增加，而熱能也會經由地球內部傳送至地表。地溫梯度每下探1公里，溫度就會上升攝氏30度(郭明錦，2004)，而地熱的種類概分為三種(李文興，1998)：

1. 熱流體資源：由於地底有熱源的存在於溫度增加，變為高溫的液體或蒸氣，儲存在具有良好孔隙率或滲透度的岩層中。再透過鑽井到聚集熱水與蒸氣的地層，將熱水與蒸氣引至地面。
2. 熱岩資源：指淺藏在地殼表層的熔岩或尚未冷卻的岩體，可以人工方法造成裂隙破碎帶，鑿通兩口深達數千公尺的深斜井，再將冷水注入其中一井，由熾熱岩層所提供的地熱加熱，使其產生蒸汽和熱水從另一井匯集後，回收推動汽輪機發電。其它如注入二氧化碳尚在研究中。
3. 地壓資源：指在油田地區較高溫的熱鹽水，受巨大之地壓而形成；通常僅出現在尚未固結或正在進行成岩作用的較深部沈積岩內。

一般我們較常運用熱流體資源以及熱岩資源來做地熱發電的運用，而地熱開發的應用技術主要用下列三項(EERE)，分別為：

1. 能源生產技術：包括探勘調查技術、鑽井技術、測井技術以及儲積層工程。
2. 能源工程技術：包括發電技術、小型地熱發電機以及直接利用技術
3. 能源相關技術：包括熱流體處理、環境工程技術以及其他先進技術

另外在產業中最常使用的地熱發電技術共分為四種(柯經緯等，2012)，分別為：

1. 乾蒸氣式發電技術：使用天然的乾蒸氣是最簡單而有效益的利用，只要利用管線直接導入改良過的蒸氣氣輪機來旋轉發電就可以產生電力，缺點為地熱流體含有具有腐蝕性的氣體，容易使管線、汽輪機以及冷凝器積垢，並使得發電量逐漸減少。
2. 閃發蒸氣式發電技術：高溫的地熱水可以經過閃蒸成為蒸氣，並經由分離器去除熱水，以蒸汽推動汽輪機，缺點與乾蒸氣式發電相同，熱流體管線容易積垢。
3. 雙循環式發電技術：又稱為「複循環式」發電或介質發電系統。是以沸點較低的物質(如：丁烷、氬氣、氟氣烷等)作為工作流體，與地熱井所產生之熱流體藉由熱交換器達到加熱工作流體，使其氣化以推動汽輪機來旋轉發電，且工作流體可以循環使用，也就是即使地熱流體含有具腐蝕性或容易使管線積垢的物質，也僅會影響地熱水管線與熱交換器，而不會去影響汽輪機發電設備。
4. 總流式發電技術：又稱為「全流式」發電，地熱井產生的熱流體，包括熱水與蒸氣的兩種混合體，同時導入特殊設計之汽輪機，推動汽輪機旋轉發電，缺點如乾蒸氣式發電技術。

5.2 地熱發電各國發展案例

目前全世界已經有25個國家擁有地熱發電廠，2010年全世界地熱發電裝置容量已得到11,000 MWe，每年發電總量達56,831 GWh。在美國、日本、墨西哥、印尼、菲律賓、紐西蘭以及冰島等地熱發電先進的國家，其發電裝置容量都具有相當規模，且都積極投入地熱發電的開發利用(Bertani，2012)。由此可見，地熱發電不論是在技術上或是商業運轉上都已經具備其可行性。

5.2.1 義大利

義大利是最早運用地熱發電的國家，義大利的拉德瑞洛地熱區，早在1904年即建造有舉世首座的地熱發電廠，當時發電功率僅為550瓦，但現今義大利的地熱發電則已發展到5,000瓩的機組容量(經濟部能源局，2003)。論普及性而言，歐洲是應用地熱發電最為普及的地區，由於境內活火山數量眾多，地熱資源自然是龐大無比。

5.2.2 美國

美國在1922年建立了世界第二座地熱發電廠，而美國也是目前全世界地熱發電最多的國家，在加州的格薩地區屬於火山地帶，水蒸氣極穩定的從許多岩瓦裂縫中噴出。1960年美國在該地建立了第一座2.8萬瓩的地熱發電廠，至目前為止美國一年的地熱發電量已到達3385.9兆瓦，而目前美國仍在13個州還有103個新專案正在執行，如果按照這個速度發展，美國的地熱發電量在2025年時預計將超過15000兆瓦(GEA, 2013)。

表19. 美國各地地熱發電機容量表

州	發電機容量(兆瓦)	所占比率
加利福尼亞	2732.2	81.1%
內華達	517.5	15.4%
猶他	48.1	1.4%
夏威夷	38	1.1%
俄勒岡	33.3	1.0%
總計	3369.1	100%

資料來源：維基百科，2013

5.2.3 日本

日本是亞洲最早利用地熱發電的國家，1925年日本的東京電燈公司成功的利用鶴見地熱發電，並於1967年完成了1.25萬瓩的大岳地熱發電廠。根據日本經濟企劃廳能源研究會的研究，日本全國可以利用的地熱發電潛力約1億4500萬瓩，實際上日本至2007年的地熱發電總裝置容量為53.5萬瓩，在地熱發電的世界排名為第六位，預估將來在科技進步的狀況下，地熱發電在日本會有很大的成長空間(台灣經濟研究院)。

5.2.4 菲律賓

菲律賓是世界第二大地熱能源開發大國，僅次於美國。根據菲律賓能源部(2008)的資料顯示，地熱能源佔菲律賓總能源產出的17%。菲律賓目前共有19座地熱發電廠，總發電裝置容量達1966兆瓦，約佔全國發電容量的12%。菲律賓的地熱探勘始於1960年代，菲律賓政府邀請Unocal(Union Oil of California)組成了Philippine Geothermal, Inc.再以契約委託的方式進行全國地熱能源的普查與探勘。1974年再由國家電力公司以契約委託的方式委託Chevron Geothermal Philippines Holding Inc.負責Tiwi以及Mak-Ban兩個地熱田的細部勘查以及供氣設施的設置與營運(施清芳，2011)。根據菲律賓能源部(2012)的報告指出，地熱發電是菲律賓未來產生電力的最大來源。除了供應實質電力之外，未來10年還可替菲律賓政府減少5.88億美元的支出。

5.3 產業特性

地熱發電具備潔淨、穩定的特性，是國內重要的再生能源之一。根據國際能源總署(IEA)的定義，再生能源是指「利用理論上可以取之不盡的天然資源，在持續不斷的能源補充過程當中，不會產生污染的能源，例如：太陽能、風力、潮汐能、生質能、水力能以及地熱能等」。由於地熱是取自於地球源源不絕向外散失的熱能，因此土地使用面積較小，不但不容易破壞自然環境生態，更不容易受到其他災害的影響(EGEC，2011)，下表為各種能源抗天災能力比較表。

表20. 各種能源抗天災能力比較表

	大氣	海水	降雨	風速	海水面高度	洪水	熱浪	暴風雨
--	----	----	----	----	-------	----	----	-----

	溫度	溫度	強度					
核能發電	1	2				3	1	
水力發電			2			3		1
風力發電(陸上)				1				1
風力發電(海上)				1	3			1
生質能	1	2				3	1	
太陽能(CV)							1	1
太陽能(CSP)						1		1
地熱能						1		
天然氣	1	2				3	1	
煤	1	2				3	1	
石油	1	2				3	1	
智慧電網	3					1	1	3

資料來源：European Geothermal Energy Council，2011

傳統地熱發電價格低廉，另外新開發的加強型深層地熱發電(EGS)雖然成本較高，但若是考量化石燃料碳封存、風能與太陽能的電網以及核能有核廢料的處理問題，待加強型深層地熱發電技術成熟之後，成本即會大幅降低，前景看好(EGEC，2010)。因此不論是地熱密集區之國家或是地熱資源不豐富的國家，都積極的投入地熱能源的探勘與開發。

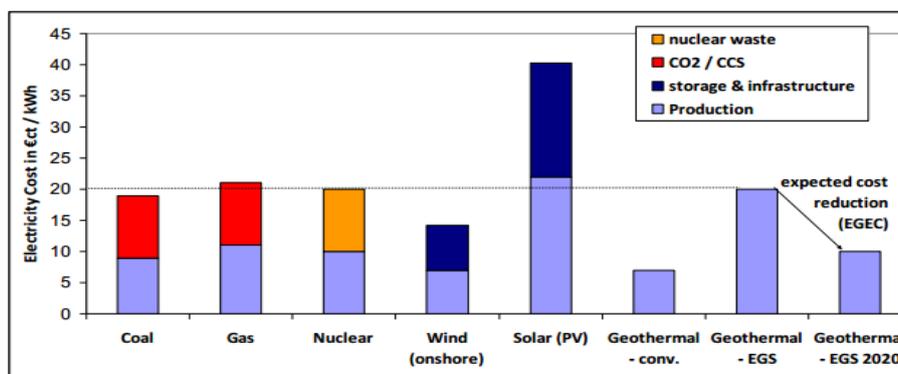


圖22. 各種能源價格比較圖

資料來源：EGEC，2010

5.4 產業現況

台灣的地熱探勘始於1966年，由經濟部礦業研究所在大屯火山群探勘，因大屯火山所產生之熱水具酸性腐蝕不利於發電。而在1973年轉在宜蘭縣清水地區展開地熱探勘研究，發現當地具有豐富的地熱資源。行政院國科會並於1975年邀請相關科系之教授與台電、中油公司及礦業研究所等機構組成「地熱發電小組」共同研究清水地熱(台灣經濟研究院；林錦仁，2000)。1981年中油與台電合建之清水地熱發電廠由於管線結垢問題嚴重以及溫泉水量減少，於1993年關廠。

根據我國最近出爐之能源國家型科技計畫報告，明訂地熱能為再生能源的重要成員，並預計地熱能源在未來有7.15 GWe的發電裝飾，相當於全國發電裝置容量的14.65%；至2050年還可以減低我國二氧化碳總排放量5.1%，高於太陽能發電的2.0%以及風力發電的1.7%。在目前能源國家型科技計畫『宜蘭清水地熱能源研究』所補助的研究團隊，引進了國際近年發展的「加強型地熱系統」(EGS)的概念，並重新評估了全台灣之深層地熱，評估結果發現台灣的地熱資源可開發量達33.64 GWe，潛能不容小覷。

目前台灣在地熱的發展上，以宜蘭縣政府與噶瑪蘭清水公司簽訂台灣第一座地熱發電ROT案，預計未來每年可提供876萬度的發電量以及減少5580公噸的二氧化碳排放量。根據經濟部在2013年4月與美國愛達荷州共同簽定的台美綠能產業合作備忘錄(MOU)內容表示，未來將由經濟部工業局、工業技術研究院以及永豐餘等廠商與美國愛達荷州地熱開發相關廠商、國家實驗室及研究中心等，共同開發地熱發電設備模組，以及合作開拓東南亞甚至全球的地熱市場商機。

6. 海洋能

6.1 海洋能源簡介

海洋是世界各國人類共同擁有的資產，蘊藏著豐富的天然資源，面積佔有地球總面積的71%，可以說是地球的生命之母，其龐大的量體和各方面的功能效益可以為人類帶來豐富的產業經濟發展效益(吳念祖，2003)，海洋永續發展的全球趨勢下，依循責任、預應、符合層級、適應性管理、參與、成本分攤等原則是不可或缺的重要指標(Costanza et al,1998)。海洋能源包括海洋溫差能(Ocean Thermal Energy)、波浪能(Wave Energy)、海流能(Marine Current Energy)、潮汐能(Tidal Range Energy)，海洋能源的年發電量分別為:海洋溫差發電10,000TWh、波浪發電8,000-80,000TWh、海流發電800TWh、潮汐發電300TWh(EA-OES,2007)，相較於2008年全球之年度發電量17,400TWh，近年海洋能源的年度總發電量高達93,100TWh(經濟部，2011)。然而臺灣四面環海，擁有豐富的海洋環境及資源，隨著海洋資源需求的擴張及科技進步，臺灣仰賴海洋的程度更高(葉俊榮，2005)，然而儘管我國海洋政策未達完善標準，但依賴海洋資源卻是不爭的事實，亞洲太平洋經濟合作組織(APEC)¹也將發展海洋議題主流化(陳子穎，2013)，可見海洋能源是目前國際即刻探討的議題之一。海洋是地球維持生命循環系統不可缺少的一部份，也是全球人類把握永續發展的重要資產(邱文彥，2000)。

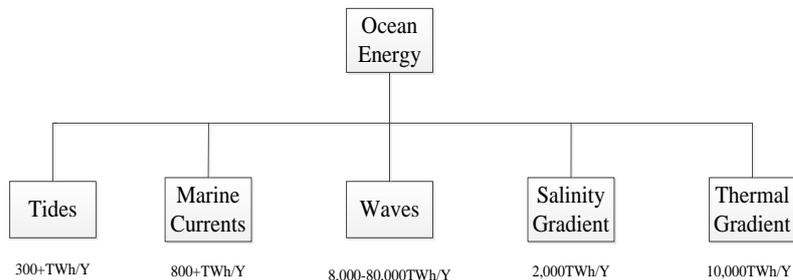


圖23. 海洋能源發電量圖

資料來源:經濟部，2011

6.2 海洋能源發展沿革

駕馭海洋的動力一直以來都是歐洲人的憧憬，直到西元1999年，這項目標才真正商業化。在蘇格蘭印福尼斯的應用研究及技術公司在愛爾蘭建造了一座二百萬瓦(2-Mw)的海浪渦輪機，另外附設了一座一百五十萬瓦(1.5Mw)的風力渦輪機，以提供商業運轉(蔡信行，2003)。因夏季炎熱及溫室效應影響之下，我國家用電量及工商用電量遽增，能源局進而積極發展海洋能源發電技術，主要進行波浪發電及溫差發電技術之研究(歐嘉瑞，2013)，海洋能源發電技術大致可分為四類，即為波浪發電、海洋溫差發電、海流發電、以及潮汐發電(楊家豪，2012)。波浪發電是利用海浪在海面的上下運動壓縮空氣轉動渦輪發電，至今全球已設置了1,000多座波浪發電設備用作浮體式航路標識的電源。海洋溫差發電則是利用表層水與深層水之間15°C以上的溫差進行發電。海流發電系統是利用洋流或潮水的流動，帶動在水中的葉片旋轉，從而進行發電，而潮水的流動具有規律性，可獲得穩定的發電量，且水與空氣相比，能量密度較大，因此發電效率較高。潮汐發電方式是利用漲潮落潮的落差將重力轉為動能發電，位於法國的朗斯發電站(Rance Tidal Power Station)擁有24萬kW的發電能力，南韓則正在建設全球最大規模的潮汐發電設備。日本新能源產業技術綜合開發機構(NEDO)²亦

¹ 亞洲太平洋經濟合作組織(Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC), 簡稱亞太經合組織, 成立於1989年, 是亞洲一太平洋地區級別最高、影響最大的區域性經濟組織。1989年1月, 澳大利亞總理霍克訪問南韓時建議召開部長級會議, 討論加強亞太經濟合作問題。經與有關國家磋商, 1989年11月5日至7日, 澳大利亞、美國、加拿大、日本、南韓、紐西蘭和東盟6國在澳大利亞首都堪培拉舉行亞太經濟合作會議首屆部長級會議, 這標誌著亞太經濟合作會議的成立。1991年11月, 在漢城亞太經合組織第三屆部長級會議上通過的《漢城宣言》, 正式確定該組織的宗旨和目標是: 相互依存, 共同受益, 堅持開放性多邊貿易體制和減少區域內貿易壁壘。1993年6月改名為亞太經濟合作組織, 簡稱亞太經合組織或APEC(MBA)。

² 新能源產業技術綜合開發機構(新エネルギー・産業技術総合開発機構, 簡稱NEDO(ネド, New Energy and Industrial Technology Development Organization)) 是日本的一個獨立行政法人, 由經濟產業省所管轄。主要業務為環境保護政策與科學技術開發。本部位於神奈川縣川崎市。成立於1980年10月1日, 當時成立的目的是應對石油危機。也是三公社五現業之一。NEDO所負責的業務有產業技術開發相關業務包含: 生命科學領域、通訊科學領域、環境領域、奈米科技材料領域、能源領域、新製造技術領域、各領域範疇及跨領域知識型基礎研究等(維基百科)。

選定潮汐、海流、海洋溫差發電等項目，計劃在2011~2015年的5年時間加以推動，第一年度補貼金額為10億日元(楊家豪，2012)。

表21. 海洋能源發展概況表

類別	發電效率	能量密度	場址
海洋溫差能	3%~5%	5,657~8,692kW/(ton/s)	水深1,000m
波浪能	20%~40%	10~15kW/m	水深<50m
海流能	48%	1.6kW/m ² (v=1.45m/s)	水深300~500m

資料來源:顏志偉，2012

6.3 波浪發電特性

波浪能(Wave Energy)是海洋表面波浪運動所轉化而成的能源，可以利用成為能源作不同用途，如發電、海水淡化或推動抽水機等。海洋波浪是由太陽能源轉換而成的，因為太陽輻射的不均勻加熱與地殼冷卻及地球自轉造成風，風吹過海面又形成波浪，波浪所產生的能量與風速成一定比例。而波浪起伏造成水的運動，此運動包括波浪運動的位能差、往復力或浮力產生的動力來發電(Miller,2004)。波浪能是海洋能中能量最不穩定又無規律的能源。波浪發電是各類海洋能中市場規模最大之產業，近幾年國外在波浪發電設備的研發上，雖有不少波浪設備產品，但因海上測試尚未完全成功，故尚無成熟商業化機組出現。目前國內已研發完成 kW 級波浪發電機組，為了能迎頭趕上國際水平，更應加速研發應用創新技術，建立波浪發電相關專利和關鍵技術，研發合適台灣海況之波浪發電系統，結合國內學界及業界推動國內中小比尺波浪發電測試場，淬鍊發電系統、佈放及維修技術，進而推動國際合作開發大型化產品，行銷國際市場(經濟部能源局，2012)。

6.4 潮汐發電特性

對台灣而言，沒有大潮差及適合的海灣可供建潮汐發電廠(梁乃匡，1980)，所以在潮汐發電方面較遜色於波浪、及海洋溫差發電。潮汐發電是由於海水受地球離心力和月球的引力作用產生高低落差的現象形成潮汐，而會有兩個潮汐的循環在一天之內完成(Hammons,1993)，當太陽及月亮彼此形成直線所造成的潮汐稱為大潮，而雙雙形成直角則稱為小潮。潮汐發電與傳統水力發電原理相同，利用潮差的位能來驅動渦輪機並帶動發電機發電(Baker,1991)，潮差是所謂高潮位於低潮水位的位差，大致上一般潮差至少要有 5 公尺作為基準，潮差越大可產生的電力越多，反之越小。潮汐發電的形式主要有堰壩式(barrage)、圍籬式(fence)、渦輪式(turbine)等技術(Baker,1991)。

6.5 海流發電特性

海流發電是利用海洋中的海流所推動渦輪發電機，主要發電原理均於海流處設立攔截流涵洞的沉箱，並設置渦輪發電機(許加政，2008)，然而海流流動處往往屬於較深海域，故對於發電設備之設計及建置和維護方式等工程均有相當高難度的執行與成本，因此我國目前海流發電裝置以淺海發電為主導致效益將低(許加政，2008)。海流發電部份技術也可借助於風力發電技術，已有MW級大型化之機組在歐洲海洋能中心(EMEC)或其他海域測試中，如1.2MW之SeaGen、1.0MW之Atalantis、1.0MW之Voith等。雖然臺灣東岸之黑潮擁有龐大之潛能，但因技術困難度高且資料不足，同時環觀國際上尚無相關深海海流發電之試驗經驗，故需以穩定步伐前進，由建立臺灣尺度海流模擬現報與預報系統切入，評估黑潮及潮流能量，以做為推動開發之評估依據。潮流發電雖可開發面積較小，但相較於黑潮發電則技術困難度較低，故應先發展潮流發電，並發展黑潮及潮流發電之共通技術，以做為推動黑潮發電之基礎。未來則可逐步投入研發克服水深、發電系統、電力輸送等問題，使黑潮發電產業獲得進展(經濟部能源局，2012)。

6.6 海洋溫差發電特性

海洋溫差特性是依據表面海水溫度與深層海水的溫度差來進行發電，約1000m可達到20°C即可發電，可分為開放型、封閉型、複合型三種發電設備(許加政，2008)。海洋溫差發電可全日全年發電，為穩定之能源，可作為基載電力且不排放二氧化碳。目前國內已開始自行開發OTEC機組，並有良好的成果，成功完成我國首座5kW溫差發電實驗平台和現場機組設計和開發。無論從潛能、能

源特性、技術上各方面，都證明了海洋溫差挾發電量、發電品質優勢，具備開發、利用商業價值，顯示更應極力開發海洋溫差能。此外，運用海洋溫差發電的熱能/電力轉換技術於其他低階溫差能源，如工業餘熱、地熱/溫泉、太陽熱能發電等，亦將帶來另一商機。因此，發展策略上將先投入溫差發電關鍵及系統技術研發，階段性先開發工業餘熱及地熱/溫泉發電利用，先行建立國內溫差發電產業，再向海洋溫差發展(經濟部能源局，2012)。

表22. 深層海水多目標利用效益分析表

單位:千元

項目	規模	成本(年)	效益(年)	淨效益(年)
溫差發電	1MW	136,415	9,679	-126,736
水產養殖	10公頃	111,925	271,314	159,389
冷凍空調	1,000Rt	10,315	10,643	328
冷室栽培	1公頃	13,809	13,809	3,876
觀光休閒	-	間接效益	-	4,200
綜合效益	-	-	-	41,057

資料來源: 許加政，2008

6.7 海洋能源發展趨勢

海洋能源推動策略應依發展潛力、設置成本、技術成熟度與系統穩定等因素，謹慎規劃可行的設置量及重要發展指標(馬公勉，2011)，近二十年來，美、英、日與挪威等國均致力於波浪能量的開發研究(曾若玄，1993)，我國能源局未來將透過分布調查，建立海洋能源共通利用技術及研發耐抗震系統等推動策略，以發展多元化海洋能源電力。台灣地區周圍海洋能潛力之中長程技術發展指標，到2014年開發完成20kW級波浪發電及50kW溫差發電機組員型機(歐嘉瑞，2013)。

表23. 海洋能源國內外技術發展指標表

技術項目	國外發展指標	國內發展指標
波浪發電	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國際上開發之波浪發電設備種類繁多，但尚無成熟可商業化機組，目前以750kW之Pelamis最為成熟。 2. 估計數年之間可望有波浪發電系統完成測試，進入示範階段並逐步邁向商轉電場之開發。 3. Pelamis於台灣海域C.F.值約14%。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開發完成國內首座貳級波浪發電系統，並進行現場佈放測試。 2. 貳級波浪發電系統載台規格為浮筒直徑2.25米、最大行程1.0米；建立即時資料量測與擷取監測系統；最大週期平均發電效率達20.3%，最大瞬時發電效率可達26.5%（週期2.7s，波高45cm）。 3. 正投入設計開發20貳級波浪發電系統並進行海上測試，未來將朝建立自主化百貳級波浪發電系統開發之目標前進。
海洋溫差發電	<ol style="list-style-type: none"> 1. 美國1979年成功建立50kW mini-OTEC；1993年建立210kW開放式OTEC，並產製淡水。 2. 2001年印度建置1MW之浮動式封閉式溫差發電廠，已測試成功並除役。 3. 日本2006年於IOES之實驗室建置上原循環OTEC，設計容量30kW。 4. 日本佐賀海洋能源研究中心開發了封閉式的上原循環(closed Uehara cycle)，以氫和水的混合物當作工作流體，其效率可達80-85%。 5. 美國Lockheed Martin公司與Makai公司合作研發冷水管技術，為未來建置大型浮動式10MW OTEC電廠鋪路。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開發完成首座5貳海洋溫差發電示範平台，為實驗研究奠立基礎。 2. 開發亞洲首座OTEC現場實驗機組(台肥深層海水區)，利用深層海水作為冷源和熱源，執行機電、控制和動力迴路系統整合、機組試運轉和耐久測試。藉由現場性能測試邁出開發海洋溫差發電重要的一步。本系統結果顯示深層海水溫差達14~15℃時，發電量達1,200~1,500W，優於設計值1,000W要求。 3. 研發五十貳及二百貳溫差發電系統，並將技術擴散至餘熱及地熱領域。 4. 建立數十貳至數百貳ORC的系統工程和機組開發能量，掌握機組各項關鍵元件研發核心技術，讓國內具備百分之百的產品開發、元件自製和維修能力。
海流發電	<ol style="list-style-type: none"> 1. 海流發電技術逐漸成熟，目前較大機組已達MW級，多種海流發電設備已在海中進行測試。 2. 機組以水平軸式為主流，多設計利用淺水深之潮流發電，水深20-50m。 3. 目前尚無針對大水深海流環境之海渦輪發電機。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立第一個台灣尺度海流模擬現報與預報系統，評估黑潮及潮流能量，做為推動開發之評估依據。 2. 國內處於評估階段，但由於黑潮發電潛能龐大，約有GW級之裝置發電容量，技術發展誘因顯著。能源國家型科技計畫中也提出了黑潮電廠方案，未來將逐步開發海流能。

資料來源：工研院整理，2011

而台灣的海島地理優勢使得擁有豐富的海洋資源，具有發展海洋能源的絕佳地理環境，故依據SRB會議在西元2007年指出我國屬波浪能源與海洋溫差能源蘊藏量較豐富，可投入較豐富資源於該技術和人才(許加政，2008)。

表24. 台電預估台灣海洋能潛在能量表

海洋能源	我國條件	範圍	預估蘊藏量 (MW)	可開發量 (MW)	預估發電成本 (元/度)
潮汐能源	台灣西部沿岸	台中彰化西海岸	1,000	10	-
波浪能源	全台 1,448 公里海岸線	全台灣沿岸地區	10,000	100	10-18
海洋溫差能源	台灣東部沿岸	離岸 30 公里內	30,000	3,000	15-23
海流能源	台灣東部外海黑潮流域	台灣東部沿岸	3,000	300	-

資料來源：蘇達貞等，2004

三、能源新利用

能源新利用技術在運用創新的科技，將初級能源轉換達成高效率、低污染之能源。藉由能源新利用的技術可提高能源供應及使用系統的可靠度(reliability)、安全性(Security)和效率(Efficiency)。創新技術研發目前多由工業技術研究院及核能研究所投入較多，業界近年來在定置型燃料電池與電動車電池亦開始有部分產品開發【174】。

能源新利用的領域，分為燃料電池、氫能源、電動車輛（含儲能電池）等三主題。燃料電池，規劃從發展質子交換膜燃料電池、直接甲醇燃料電池與固態氧化物燃料電池積極切入，以利在國際競爭中占有一席之地。氫能的技術發展以氫氣的生產及儲存技術為重點，預計在 2015 年內完成開發與產品上市，以開啟氫能產業。電動車輛則依序從油電混合車(鎳氫電池)HEV、油電混合車(鋰電池)HEV、插電式油電混合車 PHEV，往純電動車 PEV 發展；在儲能電池方面，技術發展策略將以開發低成本、高功率及高安全性的鋰離子電池電極材料為手段，加速發展高性能電池的應用特性，並配合電池模組化之系統發展，開發電動車用高能量、高安全型鋰離子動力電池【174】。

1. 燃料電池

燃料電池的發電原理是氫氣與氧氣藉電化學的方式結合，產生水、熱與電，陽極側是燃料端，可以使用氫氣或天然氣、甲醇等含有較高氫分子的化石燃料或是經由重組產生富氫氣體燃料，亦可由再生能源經轉換成為氫氣燃料使用【91】。

燃料電池依據使用的電解質種類可以區分為六種類型：鹼性(alkaline fuel cell；AFC)、質子交換膜(proton exchange membrane fuelcell；PEMFC)、磷酸(phosphoric acid fuel cell；PAFC)、熔融碳酸鹽(moltencarbonate fuel cell；MCFC)、固態氧化物(solid oxide fuel cell；SOFC)與直接甲醇燃料電池(direct methanol fuel cell；DMFC)，而國內以質子交換膜、固態氧化物與直接甲醇燃料電池為主要得走向【90】，未來發展的規劃詳如下圖所示。

技術項目	短程(~2015)	中程(~2020)	長程(~2025)
質子交換膜燃料電池 (PEMFC)系統	技術研發/系統驗證與導入階段	燃料電池系統大規模社會實證	燃料電池系統普及階段
	(1) 備用電力系統成本<US\$1,000/kW (產量至少一千台估算) (2) 家用系統成本低於US\$5,000/kW (產量至少十萬台估算)，PEMFC關鍵技術完全自主 (3) 2015年建立關鍵元件與系統應用產業 (4) 燃料電池國內裝置容量達50MW		(1) 燃料電池國內裝置容量達200MW (2) 我國氫能與燃料電池跨入交通應用
質子交換膜燃料電池 (PEMFC)關鍵組件/材料	燃料電池關鍵組件/BOP完全自主與產業鏈成型	次世代(低濕高溫型)燃料電池關鍵利基產業建立	

圖24. 國內外質子交換膜燃料電池發展時程圖

資料來源：工研院與經濟部整理

技術項目	短程(~2015)	中程(~2020)	長程(~2025)
單電池	25×25 cm ² (800mW/cm ² @750°C)	25×25 cm ² (900mW/cm ² @600°C)	25×25 cm ² (1,000mW/cm ² @500°C)
電池堆	10~100 kW	100 kW~ 500 kW	500 kW~1 MW
發電系統	kW 級SOFC發電系統 600mW/cm ² @700 °C，Degradation rate<0.1%/1000h	kW 級SOFC發電系統 700mW/cm ² @600 °C，Degradation rate<0.1%/1000h	MW級 SOFC發電系統 800mW/cm ² @500°C， Degradation rate<0.1%/ 1000h
系統成本 目標*	商業化準備量產 US\$ 400/kW	商業化準備量產 US\$ 400/kW	商業化量產 < US\$ 400/kW

圖25. 國內固態氧化物燃料電池發展時程圖

資料來源：工研院與經濟部整理

項目	短程(~2015)	中程(~2020)	長程(~2025)
系統目標 及 應用載具	改良產品導入 遠距安全監測 手跡應用	高性能產品普及	高性能產品普及
直接甲醇 燃料電池 系統(DMFC)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">高傳導/低甲醇穿透膜 MEA親疏水最適設計 白金回收率>90%GDL 材料自主化</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">BOP最適化 高效半主動系統 高效被動式</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">低成本高傳導膜 高效非白金觸媒</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">建立國內質子傳導膜及觸媒材料 產業供應鏈</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">系統管理最優化</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">BOP完全自主化</div>	
DMFC為發展主軸，快速導入利基市場及產品量產普及化			

圖26. 直接甲醇燃料電池(DMFC)技術發展時程圖

資料來源：工研院與經濟部整理

2. 氫能源

氫能源基礎設施技術可分類為產氫與儲氫二大類，在燃料電池車輛的應用方面，目前主要技術困難是產氫與儲氫成本高，車載儲氫系統儲氫量不足，同時氫能生產轉換效率偏低。氫能基礎設施技術在定置型應用主要有重組產氫器以及化學儲氫與金屬儲氫罐等(備用電力或堆高機儲氫)；同樣地，降低成本與提高產氫轉換效率是最重要的課題。部分氫能基礎設施技術近年來出現長足進步，也逐漸接近商業實用化，但是要全面建設氫能基礎設施，實現氫能經濟，仍然有許多重大技術障礙必須克服【217】。

在能源效益方面，主要是因為氫能源來源多樣化，不必過於依賴單一來源，可減少能源安全的風險，且由再生能源製備氫氣時，在使用時只排放水，減少溫室氣體與空氣污染排放。而氫氣透過燃料電池發電，包含熱回收的整體能源效率可達70%以上，高出傳統的能源使用效率約20~30%，而掌握了氫能技術，則可使目前高達98%的能源依賴進口的我國，有效提高能源自主，並且提升國防安全【174】。

在產業效益方面，氫能生產可搭配國內現有再生能源產業，進而提升台灣能源產業的版圖；而在產氫、儲氫和氫能應用商品的開發上，可結合台灣目前既有的3C與IT產業基礎，引導台灣製造業往高附加價值的能源產業升級，氫能的開發與利用，對我國帶來的效益可分為能源效益與產業效益，如下圖所示。

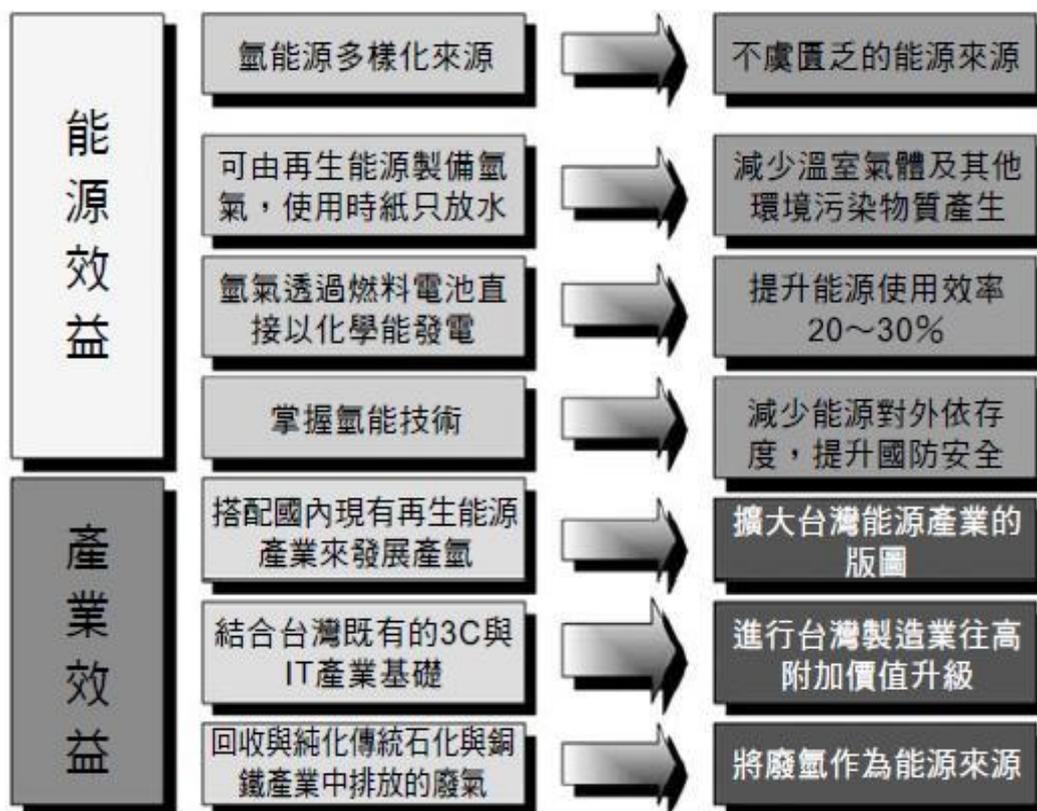


圖27. 我國進行氫能開發與利用的效益圖

資料來源：經濟部

2.1 氫能源與燃料電池相關文獻

2.1.1 氫能源與燃料電池簡介

全球生態氣候變遷的問題及世界各國對石油儲量有限和能源安全等問題的高度關注，除了再生能源是重點產業之外，氫能源的開發與使用即是世界各國關注的焦點並且投資龐大資源研發，才能在第一時間掌握開創知識經濟的先機(王智薇，2007)，這項全球性的問題也應當影響到我國經濟發展指標，早期我國燃料電池研究計畫的規模與人數都有相當大的限制因素，只著重於瞭解國外先進強國技術的發展動態以及培養基礎技術能力和人才(王智薇，2006)，西元2000年開始，擴展燃料電池研發的規模成為能源委員會最大的課題之一，工研院及我國大學也開始研究及開發相關材料與基礎技術(王智薇，2006)。不過我國的能源相關議題仍面臨許多挑戰，例如未來是否能使用氫氣做為能源開發、氫能源是否影響我國能源安全、空氣品質和溫室氣體排放廢氣等問題，不過氫能源還是具有許多優點，因此積極開發氫能源對我國而言在能源安全的指標有非常重大意義，如下表(王智薇，2006)。

表25. 氫能源發展指標表

氫能源優點	我國氫能源發展指標
石化能源、核能及再生能源都可取得氫氣	增加能源選擇機會，減少能源供應中斷的不確定性
氫能源可以產生幾乎沒有污染排放的電力	利用氫氣來源取得的廣泛性來達成能源在國內各區域自給自足的目標
核能、再生能源產氫時幾乎完全沒有溫室氣體排放等問題	氫能源供應效率高並且對生態環境良好，提供電力時尚可以維持空氣品質
氫能源可應用於現有經濟體系之產業，涵蓋建築、工業、電力與運輸等	改變過去能源需求97%以上來自口，建立新市場加強台灣產業的競爭力

資料來源:王智薇，2006

燃料電池(fuel cell)是種使燃料的化學能量經過電化學反應後轉換成電能的裝置(楊志忠等, 2003), 全球溫室效應、石油資源減少使得油價持續高漲等警訊, 世界各國都必須設法找尋乾淨的替代能源(陳長振、陳文慶, 2005), 燃料電池是相當被看好的發電技術, 最大的優點就是低靜音、低污染、低幅射熱及高效率等如下表(楊志忠等, 2003)。未來的汽車及運輸相關產業, 燃料電池在汽車動力上的運用要發展出低污染、高效率的生態環保汽車(陳長振、陳文慶, 2005), 氫能源與燃料電池可以說是兼具環保及高產值的低碳再生能源之一, 我國能在這方面技術提升及創信可以帶來相當大的經濟效益。

表26. 燃料電池應用優點表

燃料電池優點	
低污染	燃料電池電方式更清潔於比一般傳統火力發電, 氫氣與空氣作為燃料與氧化劑, 其生成物只有水和熱, 所以二氧化碳、含硫及核能發電核廢料等問題都不存在
高效率	燃料電池直接將燃料中的化學能轉換成電能, 和傳統的發電方式不同, 故不受卡諾循環 ³ 的限制, 能量轉換效率可達80%
無噪音	燃料電池本體發電時不需依賴其它移動機件配合, 因此不會有製造噪音的問題
用途廣泛	燃料電池所能提供電力的應用範圍相當廣泛, 規模從手機到百萬瓦發電廠, 都在應用範圍內
免充電	燃料電池的能源是由燃料中的化學能提供, 因為它並不含有在電池本體結構中, 所以只要持續不斷供給燃料, 燃料電池就可以不斷發電
燃料來源取得方便	石油、天然氣、煤炭、沼氣、酒精與甲醇都含有氫原子, 通過轉換器, 都可以成為燃料電池的能源原料

資料來源:楊志忠等, 2003

2.1.2 氫能源與燃料電池發展沿革

燃料電池發展起源追溯至西元1839年, 其原理首先由德國科學家尚(Christian Friedrich Schönbein)在當年發表於一篇期刊文章中(Wand,2006), 同年由威廉·羅伯特·葛羅夫爵士(Sir William Robert Grove)發明, 稀釋的硫酸當做液態電解質為該系統操作核心, 成功產生電能(Grove,1842), 隨之各國開始紛紛投入研究, 西元1965年美國奇異(GE)製造第一種高分子電解質燃料電池應用與太空計畫中, 隔年全世界第一台5kw功率的燃料電池車也隨之問世(楊家豪, 2013), 燃料電池的經濟效益高使得技術成長相當快速, 進入21世紀後燃料電池已漸漸達成實用化的目的, 可攜式電子產品應用燃料電池成為燃料電池實用性的大突破, 由日本東芝(TOSHIBA)在西元2000年展出使用於筆記型電腦與手機充電的直接甲醇型燃料電池⁴試製品(楊家豪, 2013)。

我國也開始逐漸投入氫能源與燃料電池的相關研究與計畫, 西元2002年「台灣燃料電池夥伴聯盟」正式成立至西元2009年已經成為產業、政府、學術及研究單位等整合的重要聯盟(楊家豪, 2013), 氫能源與燃料電池行政院經濟部規劃的「綠色能源產業旭升方案」重點發展產業之一, 為了推動台灣地區在氫能與燃料電池方面的開發及應用, 經濟部在西元2009年針對我國企業建置「燃料電池發電系統」示範運轉實行經費補助, 使得在國內發展氫能源與燃料電池相關產業上能奠定良好競爭基礎(經濟部能源局, 2012)。

³ 卡諾循環 (Carnot cycle) 是一個特別的熱力學循環, 使用在一個假想的卡諾熱機上, 由法國人尼古拉·卡諾於 1824 年提出, 埃米爾·克拉佩龍於 1830 年代至 1840 年代擴充, 是為了找出熱機的最大工作效率而分析熱機的工作過程(維基百科)。

⁴ 甲醇進料燃料電池(direct methanol fuel cell, DMFC)結構可分成三個基本構件, 陽極; 甲醇由此區進入電池, 陰極; 空氣由此區進入電池, 及介於陰陽電極間做為傳導質子的電解質膜層。電池的氧化還原反應及反應物與生成物的傳輸發生在陰、陽電極區域, 甲醇與水混合成的甲醇水溶液由陽極端進入至陽極的觸媒層, 在陽極進行氧化半反應, 在此氧化反應中, 甲醇分子與水分子會產生 6 個電子與 6 個氫離子, 電子藉由外部導線傳導至陰極, 而氫離子會藉由中間的高分子聚合物電解質薄膜傳導至陰極, 並在陰極觸媒層中與陽極傳導至陰極的電子及空氣中的氧發生還原半反應, 產生水與熱, DMFC 可分為四個主要結構組件: 膜電極模組(membrane electrode assembly), 墊片(gasket), 流道板(flow-field plate), 集電板(collector plates)(Tiwar et.al,2008)。

表27. 2004~2016 年美國氫能技術開發與燃料電池應用規劃表

項目	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
生產	分散型天然氣與液態燃料製氫技術開發												
	具有CO ₂ 捕集的零污染集中型煤炭製氫工廠展示												
	再生能源製氫技術開發												
	高溫熱化學製氫系統展示												
運送	集中型與分散型運送技術開發												
儲存	具有商業可行性的車上儲存技術開發												
轉換	分散型發電與車輛用PEM燃料電池技術開發												
	搭配煤炭製氫的分散型發電與燃料電池/渦輪複合系統開發												
應用	分散型燃料的禱發電機組技術開發												
	氫能燃料電池車輛與周邊系統展示												
教育與安全規範	制定法規與標準以支持運輸與發電應用												

資料來源: USDOE,2004、王智薇, 2006

2.1.3 氫能源特性

氫能技術發展包括氫能源生產、儲存、安全及燃料電池應用示範驗證，協助我國逐步發展氫能基礎設施，並在關鍵技術上達到世界領先，爭取未來氫能經濟轉型的商機(經濟部能源局，2012)。氫能源生產技術有分離助效式天然氣重組產氫技術、水電解產氫技術、生質能產氫技術、太陽光觸媒產氫等，而氫能源儲存技術有化學儲氫技術、奈米複合鎂基儲氫材料、質子交換膜燃料電池技術等。

由於地球氫氣在自然界的取得相當稀少，因此需要依賴人工的生產技術來獲得氫氣，故產氫技術是產業相當重要的技術之外，如何將氫氣儲存就更為重要，在儲氫技術中，化學儲氫技術具有較高儲氫密度的優點，可以應用於利基產品，在未來能夠提升現有產氫技術的生產效率或能源效率，同時發展多樣化的再生能源產氫技術，對於我國而言是最具經濟、節能及環保效益的作法(經濟部能源局，2012)。

表28. 氫能源與燃料電池國內外技術發展指標表

技術項目		國外發展指標	國內發展指標
分離助效式天然氣重組產氫		轉化率:80% 能源效率:76%	轉化率:90% 能源效率:65%
分散式水電解產氫		80-85%	56-73%
生質能產氫	電漿重組技術	柴油轉化率:95% 能源效率:74%	柴油轉化率:90% 能源效率:70%
	微生物產氫	暗發酵產氫量 0.5-1m ³ H ₂ /m ³ /day 1立方米pilot	暗發酵產氫量 1.24m ³ H ₂ /m ³ /day 1立方米pilot
太陽光電化學直接產氫		效率12.4% @壽命20小時	硫化物效率11.07% @壽命1小時; 氧化鐵效2.57%/500小時壽命
儲氫系統		液態儲氫系統7.1wt.% 高壓儲氫系統5.85wt.% 化學儲氫5 wt.% 金屬儲氫材料9wt.%	化學儲氫系統4.5wt.% 金屬儲氫材料6 wt.%
定置型發電系統		系統發電效率33% 熱電共生總效78% 耐久驗證40,000小時	系統發電效率32.5% 熱電共生總效率76.4% 耐久累計8,000小時

資料來源:工研院IEK整理, 2010

2.1.4 燃料電池特性

電池是儲存「電」的裝置，電能產生方式可以讓電池分類為「化學電池」、「物理電池」、「生

物電池」等三大類，又可以分為「一次電池」與「二次電池」，「一次電池」顧名思義為使用過後其壽命完全終止，並且無法重覆充電利用，反之「二次電池」可重複充電利用(李慧萍，2009)，現今電池工業發展快速且帶來相當的經濟效益，也因為各種電子產品的商業需求不同，故電池技術也研發出各種應用範圍不同的電池種類(李慧萍，2009)，燃料電池可分為質子交換膜燃料電池、直接甲醇燃料電池、固態氧化物型燃料電池、鹼性燃料電池的、磷酸燃料電池、熔融碳酸鹽燃料電池等，針對各種不同的燃料電池可以應用在可許多不同的產業構面結構上，燃料電池轉化電能之燃料可以是氫、甲醇、甲烷等化學材料，氧化劑主要使用氧氣或是空氣。由於燃料電池可以直接使燃料的化學能轉化為電能，因此燃料電池的發電效率相當高(左峻德、林祐民，2010)。

表29. 電池常見種類表

化學電池	一次電池	錳乾電池
		鹼性電池
		氧化銀電池
		水銀電池
		鋰電池
		空氣電池
	二次電池	鎳鎘電池
		鎳氫電池
		鋰離子電池
		鋰高分子電池
	燃料電池	質子交換膜燃料電池
		直接甲醇燃料電池
		固態氧化物型燃料電池
		鹼性燃料電池
		磷酸燃料電池
物理電池	太陽能電池	
	熱起電力電池	
	電雙層電容器	
	酵素電池	
	微生物電池	
生物電池	生物太陽能電池	

資料來源:黃鎮江，2005、李慧萍，2009

表30. 燃料電池分類表

電池名稱	電子交換膜燃料電池	鹼性燃料電池	磷酸型燃料電池	熔融碳酸鹽燃料電池	固體氧化物燃料電池
運作溫度	低溫 FC	中溫 FC	中溫 FC	高溫 FC	超高溫 FC
英文簡稱	PEMFC	AFC	PAFC	MCFC	SOFC
電解質	質子可滲透膜	氧化鉀溶液	磷酸	鋰與碳酸鉀	固體陶瓷
適用燃料	氫、天然氣	純氧	氫、天然氣	天然氣、煤氣、沼氣	氫、天然氣、煤氣、可燃性廢氣
氧化劑	空氣	純氧	空氣	空氣	空氣
工作溫度	85 · C	120 · C	190 · C	650 · C	1000 · C
發電效率	43-58%	60-90%	37-42%	大於 50%	50-65%
應用範圍	汽車、可攜式池、住家	航空空、國防、車輛	熱電共生電廠	熱電共生電廠、複合電廠	熱電共生電廠、複合廠、住家

資料來源: 左峻德、林祐民，2010

2.1.5 氫能源與燃料電池市場現況與未來趨勢

國際間氫能源與燃料電池產品發展現況及市場趨勢主要為運輸載具、小型定置型發電系統、可攜式電源等主要方向(左峻德、張行直, 2008), 國際汽車大廠投入燃料電池汽車之主要研發廠商以垂直整合方式掌握燃料電池汽車產業之價值鏈, 以量產燃料電池汽車來將低燃料電池成本, 並帶動燃料電池應用運輸在具方面的市場規模, 至於目前世界小型定置型燃料電池之技術型態, 以質子交換膜燃料電池⁵為主(左峻德、張行直, 2008), 發電設備可以依據發電能量的強弱分為, 大型發電廠、家庭用燃料電池發電設備、移動式備用電源等類型, 可攜式電源在目前產品應用上還能尋求儲存電能增加的方式, 未來還有相當大的創新發展和獲利的空間(李慧萍, 2009)。而從我國燃料電池的組成分為上游的原材料, 中游的電池組件, 以及下游的燃料電池應用, 再加上周邊產品而共同組成燃料電池產業(左峻德、林祐民, 2010)。

表31. 燃料電池製造業分類表

上游原材料	質子交換膜
	膜電極組(MEA)
	觸媒
	氣體擴散層(Gas Diffusion Layer,GDL)
中游燃料電池組件	雙極版
	燃料電池組
下游燃料電池應用	重組器
	燃料電池系統
	定置型發電機
	各式運輸工具
	可攜式電子產品

資料來源: 左峻德、林祐民, 2010

表32. 全球燃料電池系統市場規模概況表

單位:億日圓

	2009 年	2011 年	2025 年
產業用途	8	359	7.341
家庭用途	146	159	11.190
燃料電池汽車	6	3	19.106
其他運輸車輛	0	59	2.199
可移動式電源	0.13	119	1.696
可攜式電子產品	2.1	0	311
合計	163	699	51.843

資料來源: 楊家豪, 2013

⁵ 質子交換膜燃料電池(Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC), 又稱固體高分子電解質燃料電池(Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells), 是一種以含氫燃料與空氣作用產生電力與熱力的燃料電池, 運作溫度在 50°C 至 100°C, 無需加壓或減壓, 以高分子質子交換膜為傳導媒介, 沒有任何化學液體, 發電後產生純水和熱。燃料電池中, 質子交換膜燃料電池相對低溫與常壓的特性, 加上對人體無化學危險、對環境無害, 適合應用在日常生活, 所以被發展應用在運輸動力型(Transport)、現場型(tationary)與攜帶型(Portable)等機組(維基百科)。

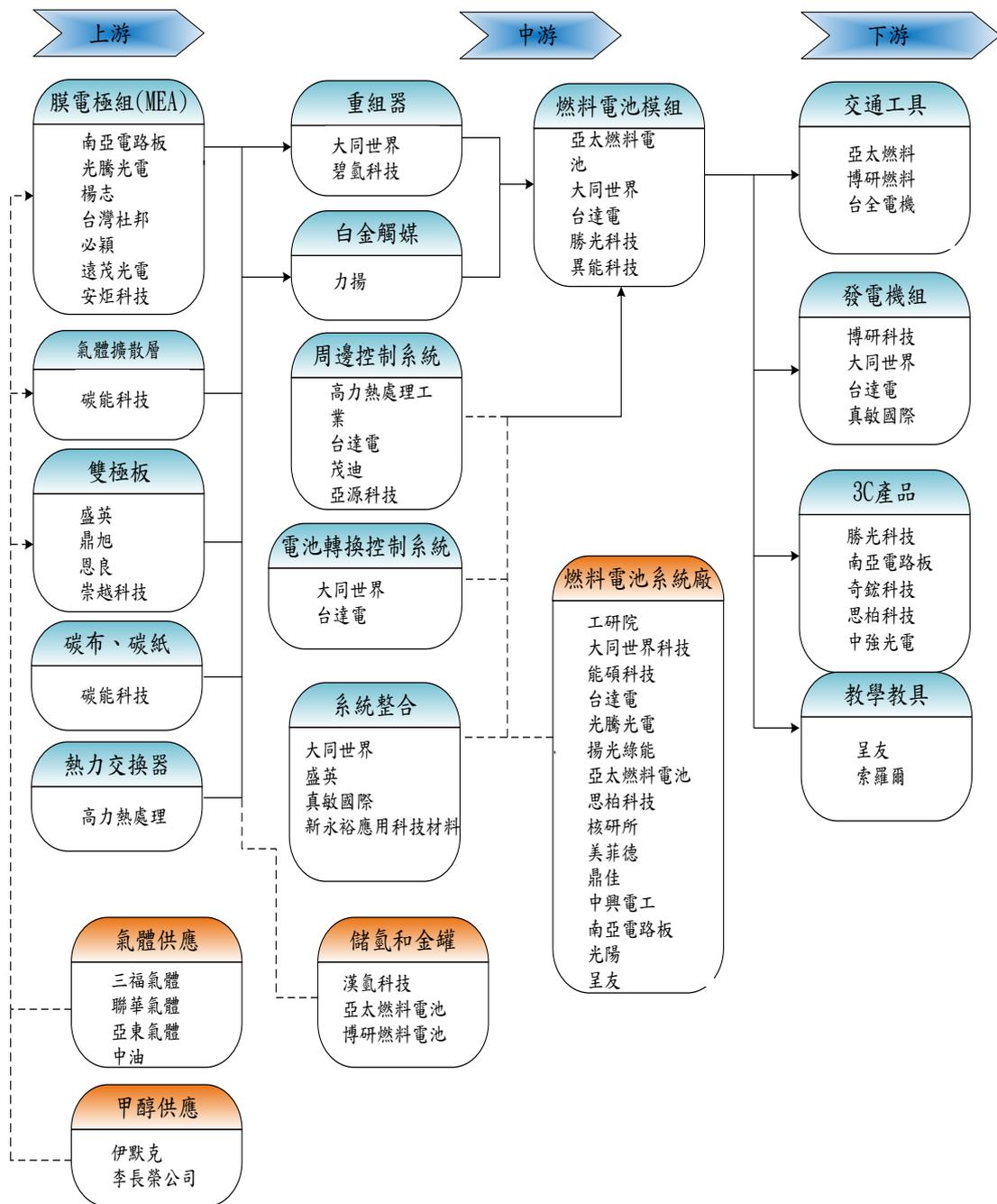


圖28. 氫能源與燃料電池上中下游產業鏈圖

資料來源:本研究整理

燃料電池的零污染、高電能轉換效率、低噪音、可再生性等優點是國際公認 21 世紀最具經濟及效益潛力的低碳能源(工研院 IEK)，而世界強國都在這項產業投入了龐大的資源及發展計畫，都是未來氫能源與燃料電池的市場趨勢最主要的依據方向。

表33. 各國燃料電池發展計畫表

國家	組織	項目介紹
國際組織	世界銀行/全球環境基金會燃料電池發展計劃	CEF ⁶ 在巴西、中國、埃及、印度和墨西哥等地區出資2420萬美金進行燃料電池公車商業化示範營運
美國	Freedom CAR 計劃/氫燃料動議	投入17億美金發展氫燃料電池基礎設施及先進汽車技術
	國家燃料電池公車	1.5億美元用於燃料電池公車的開發應用
	加州燃料電池公車項目	1845萬美金專案預算在3個政府部門進行7輛克車的示範營運
歐洲	歐盟	到2015年投入28億歐元發展氫能技術;到2007年5億歐元;2007年至2012年期間12億歐元
	歐洲清潔城市運輸	歐盟投資1850萬歐元在9個城市(每個城市各3輛)用於燃料電池公車和加氫設施的示範營運
	法國	政府和各州共同出資大55-60 億歐元用於發電和車輛研發示範
	德國	政府和各州共同出資大55-60億歐元用於發電和車輛研發示範
	冰島生態城市運輸系統	9500歐元用於3輛燃料電池公車及氫基礎設施的示範，其中歐盟資助2800萬，其餘由商業合作夥伴負責
加拿大	加拿大運輸行業燃料電池聯盟	政府投資2300萬加幣論證燃料電池車用燃料的選擇方案
	氫燃料前期使用計劃	政府投入2.15億加幣發展氫能源應用及公路建設
	混和燃料電池工交車工程	總計投入 880 萬加幣
日本	日本氫能極燃料電池示範實證工程	多家公司參與實路示範營運：日本政府分別在2002年、2003年出資20億元和日本25億元
	甲醇燃料電池車工程	通產省出資3億日圓(工程總預算10億日圓)
中國	中國政府十五期間每年斥資2000萬美金用於燃料電池車的研發;中國科學院3年投入1200萬美元;中央和地方政府出資2000萬美元;企業出資400萬美元共同發展燃料電池客車示範專案	

資料來源:工研院 IEK 整理，2009

3. 電動車輛

零廢氣排放電動車輛產業發展隨著電池及電動技術的快速進步，各類潔淨電動車輛已陸續在市場發表販售。油電混合動力車輛(HEV)藉由引擎與馬達混合驅動力架構及引擎發電充電，是目前未來幾年全球各大車廠針對潔淨電動車輛市場的主力產品，具有更大電動行程及可插電充電的插電式油電混合動力車輛(PHEV)將是下一波主力產品，而都會區零污染純電動車已成為日本、美國、歐洲各大小車廠之研發方向【173】。

純電動車(BEV)仍受限於電池儲能系統及充電基礎設施的遠程續航能力，目前利基市場主要還是在城市區間交通使用的城市電動車(CEV)，或應用在短程地區交通行駛，最高時速設限在40公里等的區間電動車(NEV)等小眾市場【174,79】。

隨著 HEV、PHEV 市場發展帶動電池、動力馬達及控制等系統的應用需求及技術進步，日本、韓國、歐洲、北美、中國均有各大車廠及電池廠的結合，投入大量資源在電動車專用鋰電池系統，

⁶ CEF 為私營公司，CEF(SOC)有限公司以找尋合適的能源解決方案來滿足未來能源需求為營業核心，涉略到的產業包括石油、天然氣、電力、太陽能、低碳燃料、生質能源、風能和相關再生能源。CEF 在撒哈拉沙漠以南的非洲地區發展共南非共同體系，管理著南非政府的石油和天然氣等資產和產業經營發展。

全球眾多新興的電動車公司亦陸續加入市場，而不侷限在大車廠，美國、日本、德國、中國等政府已陸續提供高額補助及研發計畫在電池系統研發、電動車輛運行及前瞻研究上，全球零廢氣排放電動車輛市場發展可謂隱然形成【174,113】。

在燃料電池電動車(FCEV)發展上，其幾乎無廢氣排放污染及氫燃料可取之於石油之外之其他能源，曾於2000年造成車廠重視並成為車輛研發之主要潮流，目前仍是大車廠持續投入研發的項目，並以車隊運行展示為主。氫氣儲存及填充、燃料電池發展及成本仍是商業化的最大問題，屬於未來在2020年以後的零廢氣排放電動車輛市場【173,127】。

產業環境及科技發展趨勢，預測各種類型電動車輛的商業化市場推動時程表。其中針對商業化推動進程做了以下定義，1997~2010年為第一階段、2009~2010年為第二階段，2009~2013年為第三階段、2012年以後為第四階段。圖中預測由HEV演進而來的PHEV具有適中的電能存儲容量將快速成長，並促使電池技術進一步發展及降低成本以達到商業化量產階段，長期來看並促成EV的成長，如下圖所示。

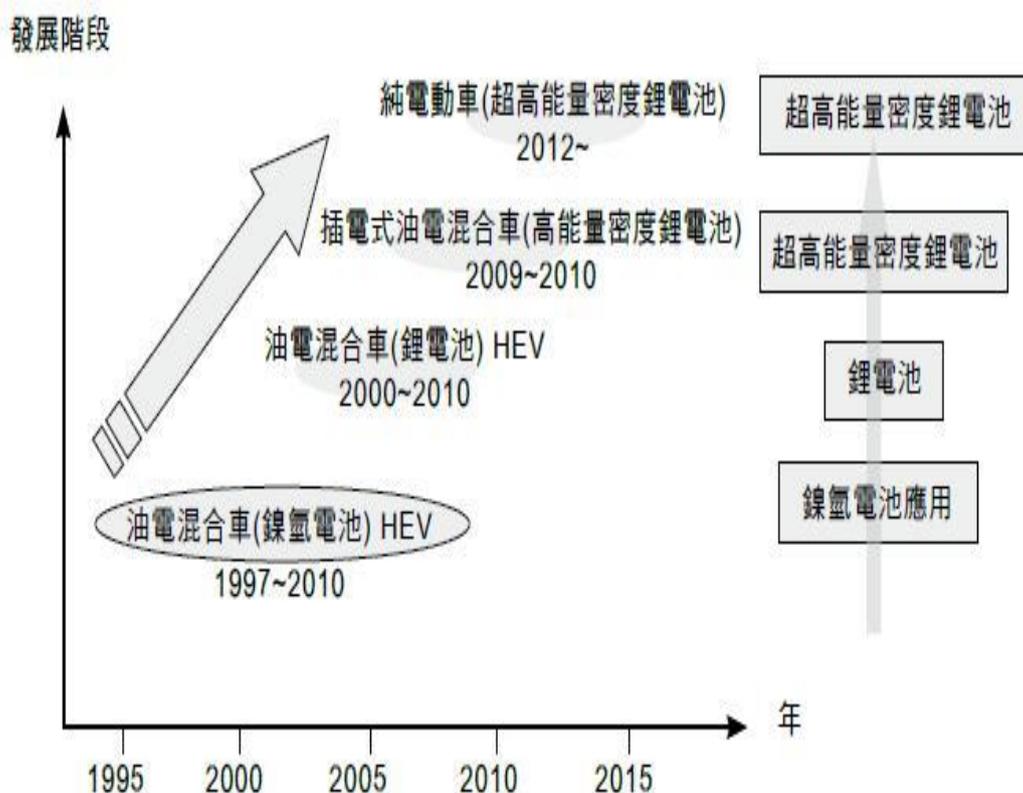


圖29. 電動車輛商業化市場推動進程預測圖

資料來源：工研院機械所

自2008年起，國內車廠開始投入油電混合動力車產品化發展，中長程仍需油電混合動力系統關鍵技術開發確保競爭力，藉由自主國產化產品發展降低成本，現階段發展延距式混合動力車PHEV較有機會大幅提升競爭力；國內汽車電子與車廠正規劃投入相關產品開發。國內潔淨省能電動車輛與技術發展里程碑如下圖所示。

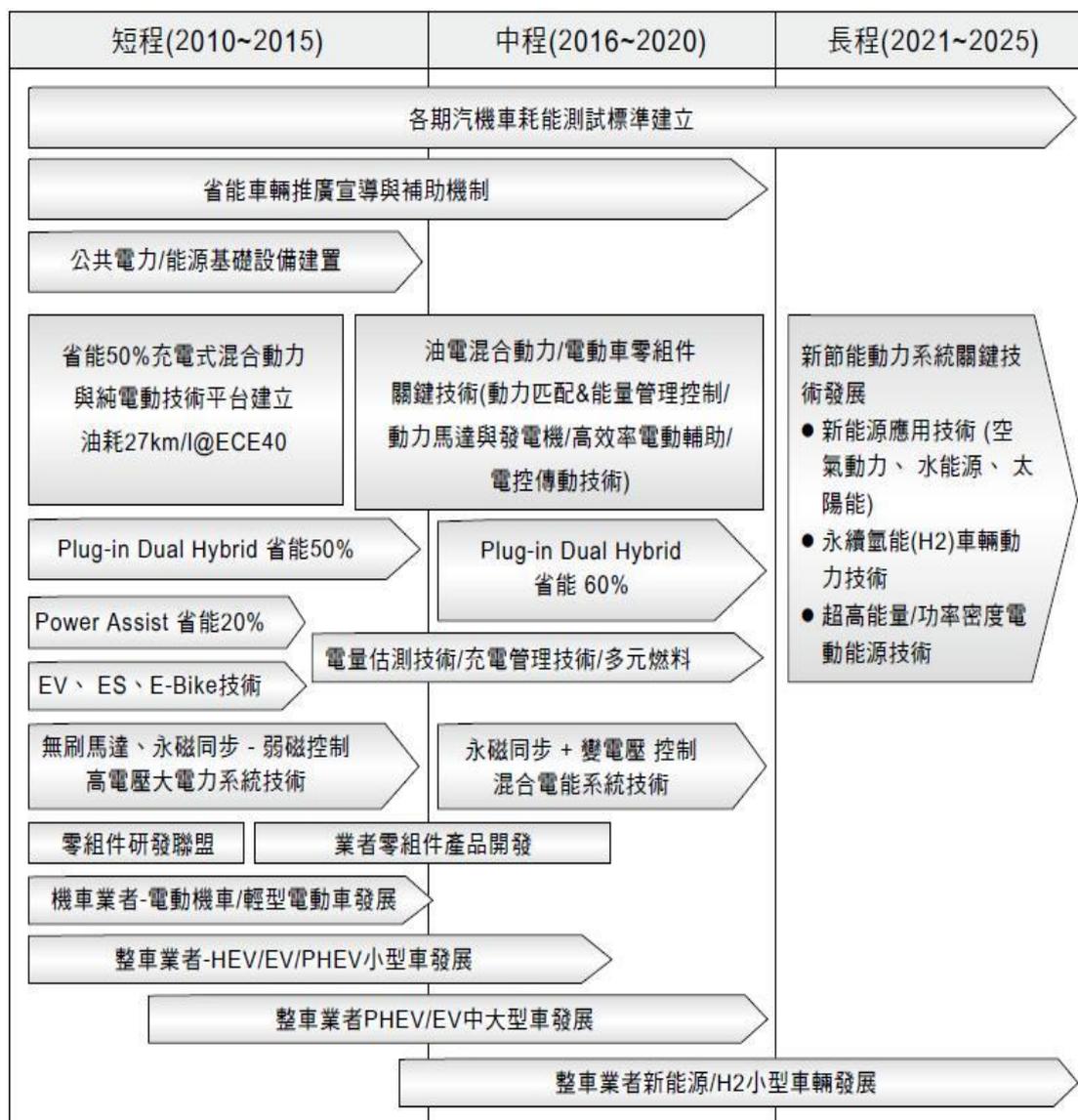


圖30. 國內潔淨省能電動車輛與技術發展里程碑

資料來源：工研院機械所

3.1 電動車輛相關文獻

3.1.1 電動車輛簡介

近年來電動車輛產業發展已成為國際上各國的重要指標之一，因為全球暖化效應日益嚴重，環保議題已經成為國際關注焦點(王忠慶，2010)，且因中東國家石油供應地區局勢動盪與新興亞洲國家對能源需求的連年成長，使得全球能源市場的恐慌與石油價格上揚(黃公暉等，2010)，因此要如何執行有效率之控制政策，來降低運輸產業對於石油的高度依賴和二氧化碳排放量，達到「節石油」的目的，成為未來全球公路運輸部門發展的重要課題(黃公暉等，2010)。電動車產業相對逐漸受到重視，因此發展電動車輛的誘因來自於政策推動、環境保護高漲、油價上漲、各國能源安全以及技術進步，然而目前的限制因素為電池的成本仍然相當高昂且充電系統還尚未普及，另外電池安全性與充電量速率依然是電動車輛普遍化速度的阻礙(王忠慶，2010)，電動車是一個高資本投入、高技術密集的整合性產業，從最上游的材料(Raw Materials)、中游的電池芯(Cell)、電池模組(Pack)、電池管理系統(Battery Management System)、馬達(Motors)、控制器(Motor Controllers)、到下游整車製造(Vehicle Manufacturers)、汽車電子(GPS/GSM)、電力基礎建設(Power and Infrastructure)，需要大量跨領域的技術支持。由於電動車的動力來源來自於電池，從外部車身以至內部零件，均與傳統汽車迥然不同，進而影響全球汽車產業的結構變化(吳念祺等，2011)，然而面臨汽車電動化後的成本結構轉變，成為全球國際車廠開始與電池業者執行策略結盟或合資關係的主因，以掌握鋰離子電池之生產技術且降低其生產成本(吳念祺等，2011)。

表34. 傳統汽油車與電動車現況比較表

項目	汽油車	電動車
能量效率	引擎效率9~14%	整車綜合效率16~21%
使用成本	每公里3 元	每公里0.3 元，每年20,000 公里可節省54,000 元，另免繳燃料稅4,800 元
購置成本	50~80 萬元	行駛里程160 km，需20 k Wh，增加成本30~40萬元(每度約USD 500~700 元)，約佔整車50~60%
排放污染	CO2 250 g/公里	< 90g/公里，其餘HC/NOX 接近0
重量	油箱重量 50 kg	電池重量200 kg
整車零件數量	因應車輛安全、污染油耗法規，相關車輛控制精密複雜	EV 使用零組件數量約汽油的60%，大量生產將可降低成本
環境需求	設置煉油廠、加油站	利用夜間離峰電力充電，以日本為例，所有汽車EV 化後僅需增加10%發電量，可進而以智慧電網功能提升電廠整體效益
能源補充	加油約5 分鐘	一般家庭充電約需4~5 小時使用大容量充電器則僅需15 分鐘
全球原物料	油源受限約可使用40 年	全球高性能鋰電池所需之原料存量，約可裝配20億輛大型EV(約40 年車產量)，且用過之鋰電池可完全再利用，無公害問題

資料來源:王忠慶，2010

表35. 傳統汽油車與電動車最終產品結構比較表

單位:萬日圓;%

構成要素分類	傳統汽車		純電動車(EV)	
	金額	占比	金額	占比
整車	180	100	400	100
電動車專屬零件	-	-	288	72
馬達/發電機	-	-	18	5
動力控制模組(含電流轉換器)	-	-	18	5
鋰離子電池	-	-	240	60
其他(如傳動機構、傳動軸)	-	-	12.2	3
傳統汽車共有零件	180	-	111.8	28
引擎(含變速箱)	43	24	0	0
底盤	20	11	20	5
車體	41	23	32	8
電子零件	36.0	20	36	9
其他配備	40	22	24	6

註: 以Nissan LEAF售價為基礎推算電動車最終產品成本結構。

資料來源: 日本エネルギー經濟研究所, 2008; 台灣經濟研究院, 2011

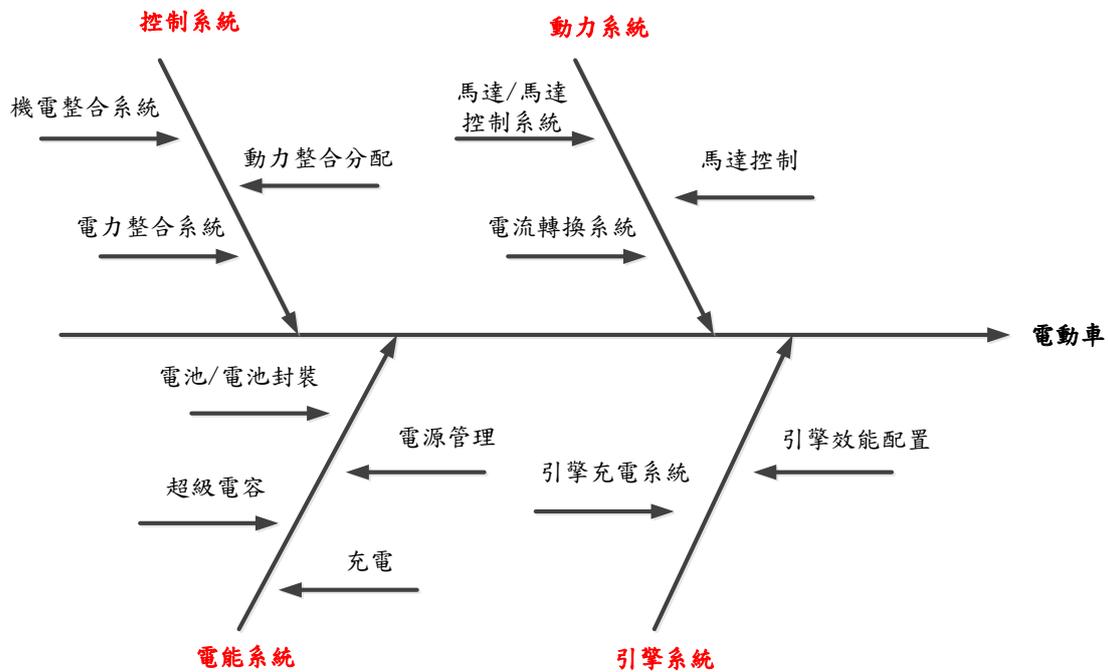


圖31. 電動車技術魚骨圖
資料來源:工研院 IEK, 2011

3.1.2 電動車分類簡介

傳統內燃引擎車(Internal Combustion Engine Vehicle, ICEV)是將燃油在汽缸內完全燃燒，並經由內燃引擎轉換動作後，作為動力推進能源之來源，並透過變速(transmission)內多組的傳動齒輪產生速度切換(Bernhart et al,2010)，而燃料電動車(Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV)是用氫氣能源作為燃料，經由與氧氣化學反應後產出電能，作為車輛的主要動力來源(Kampker et al,2010)，電動車於目前市場上主要分為三種車型，純電動車輛(Pure Electric Vehicle；EV)、油電混合動力車輛(Hybrid Electric Vehicle;HEV)、插電式油電混合動力車輛車(Plug-in HEV;PHEV)(黃公暉等，2010)，純電動車最大之考驗在於續航力的問題，因此使用內燃機與電動馬達的節能動力車(HEV)為目前最佳解決方案(經濟部能源局，2010)，油電混合電動車是以燃油搭配電動馬達作為技術，高速時以汽油驅動引擎，低速時以電池為動力(Lim,2010)，而由於電池的種類和容量在近十年快速成長，以及使用高效率馬達做為車輛驅動力的目的，可充式節能動力車(Plug-in HEV)逐漸取代HEV成為市場主流(經濟部能源局，2010)。

表36. 電動車輛電池系統功能需求表

電動車形式	電池重量 (max. kg)	最高功率 (min. kW)	功率密度 (min.W/kg)	電能容量 (min. kWh)	電能密度 (min.Wh/kg)	操作溫度(°C)	壽命 (year)
高油電混合 ⁷	50	40-60	800-1200	1.5-3	30-60	-30~50	15
電動車形式	電池重量 (max. kg)	最高功率 (min. kW)	功率密度 (min.W/kg)	電能容量 (min. kWh)	電能密度 (min.Wh/kg)	操作溫度(°C)	壽命 (year)
插電式油電混合 ⁸	120	65;50	540;400	6;12	50;75	-30~50	15
高效能電動車 ⁹	250	50;100	200;400	25;40	100;160	-40~50	10

資料來源:經濟部能源局，2010

⁷ 動力輔助油電混合動力車

⁸ 中型插電式油電混合車電動行程分別為 30 公里及 60 公里

⁹ 小型及中型電動車

3.1.3 電動車關鍵零組件

電池在電動車成本所占的比重最大，高達20~50%，這是過去傳統汽油車所沒有的投入的技術資源(Kampker et al,2010)，變化幅度次要的是驅動系統包含：電動車利用變流器、馬達、整車控制器、傳動機構與傳動軸、冷卻系統、取代舊有的基礎引擎、輔助設備、傳動機構、排氣設備及車殼車底等零組件(吳念祺等，2011)。從上述電動車成本結構可見，電池和馬達成本是影響電動車售價的重要因素，分析電動車用電池種類，可分鋰離子電池(Li-ion)、鎳氫電池(NiMH)、鉛酸電池(Lead-Acid)、鋅空電池(Zinc-air)，以及其他前瞻技術電池，而目前各大車廠所採用的動力來源以鋰離子電池為主(吳念祺等，2011)。

表37. 電動車電池分類表

電池種類	Wh/L ¹⁰	Wh/Kg ¹¹	效率(%)	Cycles
鉛酸電池	90	35-50	>80	100-500
鎳氫電池	250	70-95	70	750-1,200+
鋰離子電池	290	100-130	>95	800+
應用於電動車性能	行駛里程	加速性能	充、放電效率	使用成本

資料來源：工研院經資中心ITIS計畫，2003

電動車所使用的可變速驅動馬達如果以電流區分可分為直流電與交流電馬達兩大類別，交流電馬達具有較高的輸出效率，除了應用於工業產品外，目前主要為電動車驅動馬達之主流，而目前電動車輛幾乎使用永磁同步馬達(Permanent Magnet Synchronous Motors, PMSM, PM馬達)(黃得晉，2012)。掌握汽車製造業之關鍵零主件生產技術及降低開發生產成本為我國經濟的重要指標。

表38. 主要產品銷售額佔汽車及其零件製造業銷售額之比重表

	2008	2009	2010	2011	2012
汽車製造業	37.68%	45.03%	46.32%	49.38%	51.90%
汽車零件製造業	62.32%	54.97%	53.68%	50.62%	48.10%

資料來源：王忠慶，2012

表39. 我國汽車零組件主要進、出口國家(地區)排名表

單位：百分比%

	2008	2009	2010	2011	2012
前五大進口國	日本(47.61)	日本(51)	日本(45.96)	日本(41.81)	日本(40.14)
	德國(21.25)	德國(21.91)	德國(27.28)	德國(30.31)	德國(28.06)
	中國(6.97)	中國(5.26)	中國(5.79)	中國(4.85)	中國(5.69)
	美國(4.62)	美國(4.76)	美國(4.08)	美國(4.03)	美國(5.27)
	南韓(2.71)	南韓(2.45)	南韓(3)	南韓(3.3)	南韓(4.67)
前五大出口國	美國(36.96)	美國(38.97)	美國(34.28)	美國(33.07)	美國(33.03)
	日本(6.62)	日本(5.52)	日本(5.17)	沙烏地拉伯(7.08)	沙烏地拉伯(9.33)
	中國(4.68)	中國(4.85)	中國(5.74)	中國(6.31)	中國(7.08)
	澳大利亞(3.21)	越南(3.35)	阿拉伯聯合大公國(4.25)	日本(5.22)	日本(5.23)
	德國(3.05)	德國(2.84)	沙烏地拉伯(4.11)	阿拉伯聯合大公國(4.39)	阿拉伯聯合大公國(4.51)

資料來源：王忠慶，2012

¹⁰ Wh/L 指電池每單位體積所能得到的能量(Volumetric Energy Density)

¹¹ Wh/kg 指電池每單位重量所能得到的能量(Gravimetric Energy Density)

3.1.4 電動車輛市場現況與未來趨勢

在環境污染問題、石油耗竭危機、都市結構轉型等未來趨勢下，汽車工業勢必要進行轉型，而電動車輛的發展是必然的趨勢(劉說芳等，2010)，電動車、油電混合動力車、柴油、小型化是潔淨省能車輛發展趨勢。根據全球汽車動力市場分析，全球市場仍以汽油/柴油引擎車為主體，但將逐年下降(經濟部能源局，2010)。國際對因應綠色車輛往永續及多元化能源發展，歐洲短程主要還是以柴油車、中程則為電動動力車；美、日則以小型化、電動能動力車為主，朝可插電式油電混合動力車(PHEV)和純電動車(EV)積極開發。目前國際各大車廠持續推出油電混合動力系列車款，其銷售量已經超過百萬輛，證明HEV已經進入市場普及的階段。大車廠也開始發表可充電式油電混合動力車之概念新車款，其需要依賴更大容量的高電能密度電池系統及電動動力來源，目前尚在商業化起步之階段(經濟部能源局，2010)。電動車輛產業供應鏈上游供應商為電池及馬達材料，中游製造商為電池模組、電池系統及電池芯和動力馬達製造廠，下游應用整合則為整車廠(綠色能源產業資訊網)，目前電動車輛之產業鏈已經相當完整，而國際上各國也紛紛推動促進產業進步之策略，電動車勢必為國際上未來的趨勢。

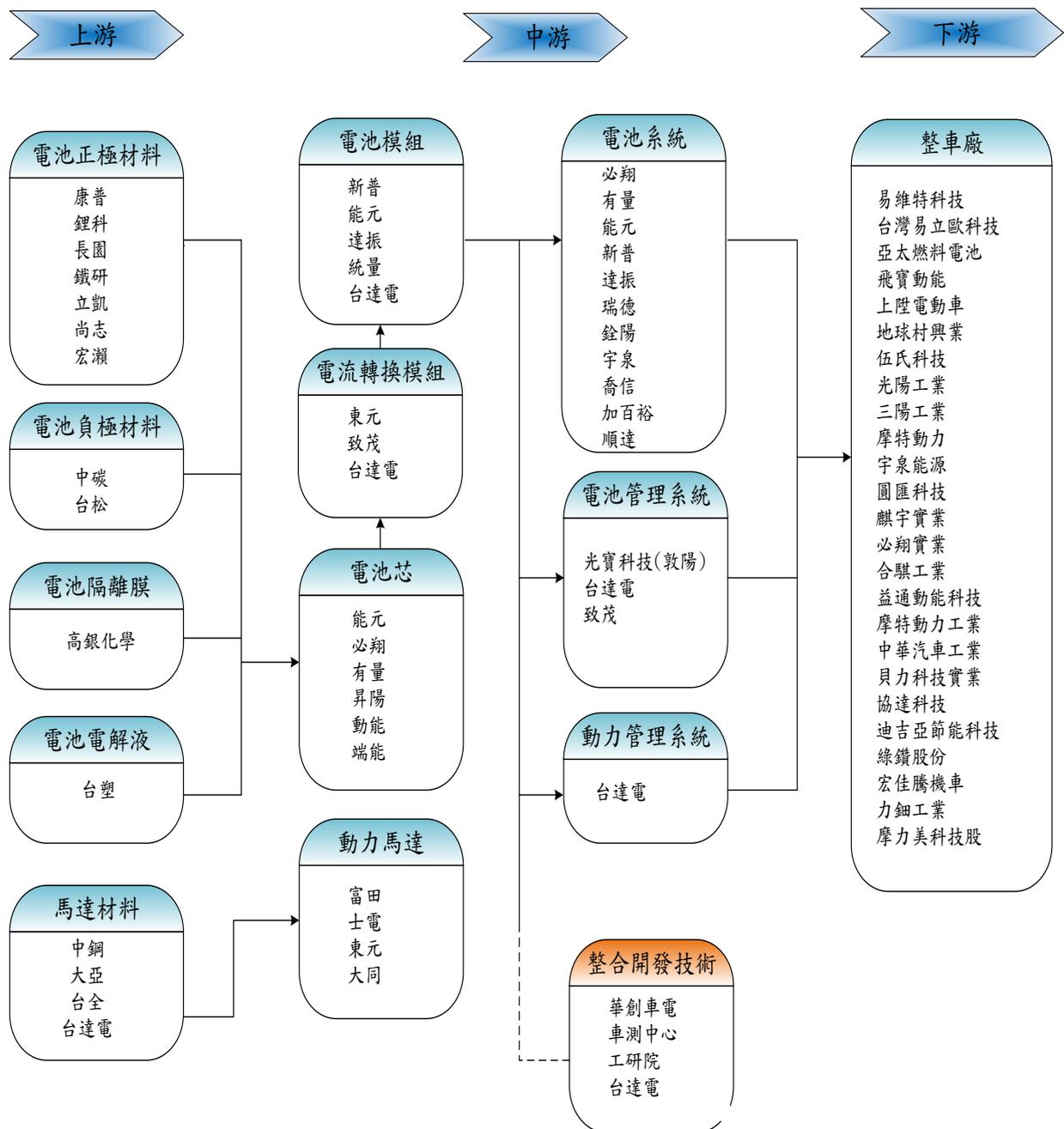


圖32. 電動車輛產業鏈圖

資料來源:本研究整理

表40. 各國新能源車政策表

新能源車政策	重點國家
節能減碳政策宣示	美國、日本、韓國、歐盟（德國、法國、英國、瑞典、瑞士、西班牙等）
電動車產業發展宣示	日本（2050年市占率50%） 西班牙（2014年100萬輛電動車） 中國大陸（2012年市占率10%） 美國（2015年100萬輛電動車） 德國（2020年100萬輛電動車）
研發與環境建構	美國（24億美金的電動車研發計畫） 英國（5年1億英鎊發展電動車） 法國（22億歐元14項推動計畫） 中國大陸（3年200億人民幣投入十城千輛推動計畫）
購車補助	英國（2011年開始實施補助5,000英鎊） 日本（補助與燃油車價差之50%） 法國（購買CO2排放低於60g/km以下者，補助5,000歐元） 中國大陸（油電混合車5萬人民幣、純電動車6萬人民幣）
租稅優惠	美國（減免所得稅、最高額度達5,000美元） 日本（免取得稅、重量稅） 英國（使用電動車免5年公司用汽車稅） 德國（電動車5年內免牌照稅） 瑞士（電動車免牌照稅）

資料來源:行政院經濟建設委員會，2010

表41. 各國電動車推動方案表

日本	中國
車廠+地方政府大規模試驗運行。 三菱、神奈川縣與電力公司進行電動車試驗運行及充電站建置。 日產與 Better place 於橫濱試驗運行。 提供電動車稅賦減免與近百萬日圓/輛購車補助。	十城千輛電動車示範推廣計畫。 十一五計畫期間，投入 75 億人民幣發展新能源車輛。 提供 6 萬人民幣/輛電動車示範推廣補助。
歐盟	美國
寶馬 Mini-E 於英國倫敦及德國柏林進行示範運行。 日產汽車與法、英、瑞等歐盟成員國簽訂示範運行合作計畫。 法國提出 22 億歐元的 14 項電動車推動計畫(如:充電設施及鋰電池開發)。 歐盟智慧能源計畫提撥 7.3 億歐元整合再生能源與電動車。	寶馬 Mini-E 於紐約市進行示範運行。 三菱 i-MiEV 於加州配合電力公司進行試驗運行。 提供電動混合車 7,500 美元購車補助、停車免費及稅賦抵扣優惠。 能源部提出 250 億美元促進節能減碳車輛計畫。

資料來源:行政院經濟建設委員會，2010

四、能源關聯技術

1. 電力電子技術

電力電子 (power electronics) 技術主要是研究改善電能控制與使用效率的電子工程綜效技術 (synergy technology)，藉由整合功率半導體元件、電子與控制等技術於電源轉換、電能儲存與電力傳輸之中，以符合各種不同形式之電源需求。其中主要的關鍵技術包括半導體功率元件、電路拓樸、磁性元件、控制、數位訊號處理、散熱、包裝、電磁干擾等技術。電力電子技術領域涵蓋廣泛且具有技術整合性特質，也是自動化、國防、航太、運輸、能源與環保等工業發展的重要基礎技術【174】。

電力電子旨在轉換電力能源，並同時提升能源轉換與使用的效率，主要角色為電源與負載之間

的轉換橋樑，將各種形式的電源轉換成適合負載使用的電源形式。電力能源形式的轉換包含 AC/DC、DC/DC、DC/AC 及 AC/AC。各種轉換的應用均需要功率半導體元件、磁性元件、電子電路、通訊與控制等技術，並提供可靠及穩定各種不同能源形式。各類轉換器的應用範圍包含電源轉換、馬達驅動、照明與顯示、充電器、電源品質、功因修正、音頻放大、電力傳輸、牽引機、再生能源及電動車等，這些應用的發展均需仰賴電力電子技術。電力電子的核心技術包含電路拓樸、功率半導體元件、磁性元件、散熱、電源管理 IC 的發展及或數位控制等技術，電力電子技術分以下種類技術【80,173】。

1. 再生能源電力轉換技術。
 - (1) 太陽光電發電電力轉換技術。
 - (2) 風力發電電力轉換技術。
2. 分散式電源電力電子技術。
3. 車輛電力電子技術。
4. 節能科技電力電子技術。
5. 發電機及馬達驅動電力電子技術。

2. 電力監控技術

電力監控技術為自動控制技術於電力系統領域之應用技術，其係整合網路通訊、數位電力量測及最適化節能控制技術，以達到用電系統電力品質狀態的即時監控、數位保護電驛之跳脫監視、設備預知保養等安全性監視功能，並配合需量控制等節能控制策略以達到卸載管理、降低尖峰用電、以及電力有效管理等電力節能效果【174,12】。

2.1 電力監控產業

2.1.1 電力監控產業說明

行政院 2007 年產業科技策略會議中指出對節約能源科技建議以台灣 ICT 產業之優勢，發展能源資訊(Energy Information & Communication Technology, EICT)產業，包含相關監測裝置與管理平台之研發。以電能為主要節能標的，透過能源管理技術、效能監控技術與資訊通訊技術之整合應用，在不變更既有系統設備狀況下，由整體系統運轉、維護及監控管理面切入，開發智慧型節能網路系統關鍵技術、產品及系統整合，將可提升系統之能源使用效率。同時，亦可整合國內相關產業，共同推動與建立國內以節能網路監控與管理為主之綠色產業，擴大技術擴散效應，俾降低國內住商大樓等之能源消耗，達成政府所規劃的節約能源目標。

2009 年 4 月全國能源會議宣布推動新「低碳施政」，邁向未來「低碳家園」的佈局，希望建造再生能源生活圈，裝設智慧型電表(smart meter)，建構節能減碳生活環境。由於小型分散式電源之普及，或者為抑制尖峰負載，實施需求面管理(Demand Side Management；DSM)等，均導致用戶與電網間之雙向互動是必須更加密切，更需要智慧型電表及資訊通訊等新興技術之配合，此時先進電表系統(Advanced Metering Infrastructure；AMI)建設將扮演重要角色，其為饋線自動化(feeder automation)後，電業與用戶間實際連結達成用戶自動化之重大基礎建設。而用於住商大樓等之智慧能源管理系統，將可與 AMI 系統應用相輔相成，以強化節能減碳成效【174,12】。

2.1.2 智慧電網產業發展與政府的相關政策

我國為推動節能減碳政策，並將智慧電網列入「國家節能減碳總計畫」標竿計畫之一，並推動智慧電錶等相關基礎建設、規劃智慧電網及智慧電力服務發展重點。行政院已於 2010 年 6 月 23 日核定「智慧型電錶基礎建設推動方案」，作為啟動智慧電網之基礎與開端(經濟部能源局，2012)。

行政院國家資訊通信發展推動小組與經濟部合作於 2011 年 12 月 19~20 日邀請國內政府、產業界、學術界、研發研究單位及國外專家學者召開「智慧電網發展策略論壇」，共同商討我國智慧電網產業發展之策略，以建立高品質、高效率 and 環境友善的智慧化電力網，促進低碳社會及永續發展的願景推動，並配合 4 項目標及 3 段的時程和 6 個重點發展去執行如下圖所示：



圖33. 智慧電網總體架構分層規劃示意圖

關鍵成功因素雖有助於組織目標達成，但須注意的是成功的因素並不是一情不變的，Aaker 指出關鍵的成功因素具有下列特性(Aaker, 1984)：

1. 關鍵成功因素並非一成不變，而會隨著不同的階段而改變。
2. 關鍵成功因素會因產業的不同而有所改變。
3. 關鍵成功因素會隨著產品生命週期的演化而變化，則不同的生命週期，各有其不同的成功因素。
4. 管理者不該將所有事務都當成關鍵成功因素，而該集中於部分事務及產業關鍵的工作上，來決定其關鍵的成功因素。
5. 管理者必須深入研究產業現況，並做出分析與評估，找出少數幾個關鍵性因素，作為策略擬定之依據。

根據 2012 年能源產業技術白皮書，我國於能源發展以能源安全(Energy)、環境保護(Environment)、經濟發展(Economy)，3E 平衡發展的發展策略，對於能源科技的研發亦能兼顧能源供應體系安全、溫室氣體的排放，應進行完整的規劃評估。選擇具有潛力的重點技術及其未來對於國內推動能源政策之貢獻度，評估是否值得發展，則這些能源技術的推廣與其配套措施，均會帶動新興能源產業的發展，進而達到節能減碳及增加就業人口之成效(經濟部能源局，2012)。

智慧電網並不是一個特定的目標或規格，自電力供應普及後，各國就不斷持續的投入電力產業的自動化與智慧化中，以達到更好的服務品質。而近年來的大停電以及節能減碳的議題，喚起社會大眾對於智慧電網的關注，則智慧電網共可分為五大主要議題，智慧調度、智慧電錶系統、微電網、智慧用戶與電動車整合，也是近代智慧電網重點發展趨勢，若能夠得到政策與資源上的支持，並與國際大廠合作，將能夠創造更大的商機(梁佩芳等，2011)。

2.1.3 台灣未來電力監控系統發展

國內產業技術能力培植方面，(1)短期目標：建立我國自主性 AMI 技術，包括智慧型電錶、通訊模組、集中器及電錶資訊管理系統等軟硬體；(2)中長期目標：未來家庭端之智慧家電及數位服務內容為重點產業。未來電力監控推動策略係以開發新的節能控制技術，並導入於實際的應用標的物上作測試，藉以作技術推廣。以節能控制技術來說，目前係以需量控制技術為主，並以超商、量販店作為應用標的；短期節能控制技術的研發目標在於整合環境感測網路及類神經網路，以達到環境參數與設備操作參數之相互整合學習，並作最適化之管理控制，其應用標的為一般住家及商業大樓系統；中長程目標係開發電力需量反應及需量交易系統，並導入於商業大樓系統及大規模之工業區，以有效管制區域電力需量，避免大規模的跳電及電力能源的無效耗損(台電公司業務處，2009)。

表42. 國內未來電力監控技術之推動策略與發展時程表

技術項目	短程(~2015)	中程(~2020)	長程(~2025)
AMI 技術發展	智慧型電錶、集中器及電錶資訊管理系統開發		整合家庭端之智慧家電及數位服務
AMI 佈建時程	可行性評估、標準訂定及建置 1-10 萬戶低壓 AMI 示範系統		由佈建成本效益較高之區域(大都會縣市中人口較集中地區)優先推行
節能應用標的	超商、量販店、一般住家、商業大樓		智慧型電錶、集中器及電錶資訊管理系統開發
節能控制技術	智慧型電錶、集中器及電錶資訊管理系統開發		智慧型電錶、集中器及電錶資訊管理系統開發

資料來源：(台電公司業務處，2009)。

經由智慧電錶與其他居家節能應用產品，包括 In-home Display、Thermostat、Outlet、Gateway、Web Portal、Range Extender 等，將各種控制模式、工作時程、管理機制導入家庭生活中，並將系統控制面軟體化，進而進行有效的監控。

透過智慧電錶，能夠提供用戶關於能源消耗的量化資訊，並藉此改變一般用戶等需求端的用電觀念。根據歐美日等國家實驗研究發現當用戶能及時掌握各時段的用電費率與用電模式，便可對電的成本較具概念，而在生活中自然也會節約能源，初步估計約可減少 1~15% 的能源消費(產業情報研究所，2010)。

表43. 居家節能應用產品表

產品名稱	產品外觀	功能說明
In-home Display		可顯示溫度、即時用電狀況、電費等基本訊息。
Thermostat		溫度調節器，可偵測及記錄溫度；相關資訊將被彙整至系統中加以分析，建議使用者冷氣／暖氣空調之設定，可達到節約能源。
Outlet		具備電力計的智慧型插座，能夠紀錄此插座的用電情況。
Gateway		支援無線傳輸能力，可連結居家環境內各智慧型插座及智慧型電錶的資料並加以收集，再經由網際網路傳置後端進行資料分析。

Web Portal		使用者可經由網際網路即時性的從網站上獲取用電資訊及節能之建議。
Range Extender		能夠延長無線傳輸之距離。

資料來源：產業情報研究所MIC經濟部ITIS 計畫整理，2010年8月

2.1.4 智慧電網產業簡介

電力系統式結合發電、輸配電及連結終端用戶等三大要素，而智慧電網所扮演的角色屬於整合發電、配電與用戶端的先進電網系統，智慧電網技術將整合電力系統中的數據以達到電力資源最佳的配置，並能提供使用者自我檢視及維運的功能。智慧電網系統建置其目的便是為了能夠有效的提高能源的使用效率(鍾曉君，2011)。



圖34. 智慧電網興起緣由示意圖

資料來源：新通訊，台經院整理(2010年4月)

美國總統歐巴馬政府宣布投入 750 億美元發展綠能與節能產業後，全球各國起而效尤，先後投入智慧電網的建設 Atmel 無限微控制器資深總監 Oyvind Strom 指出，世界各國包括如美國、中國及歐洲各國，紛紛開始重視智慧能源和智慧電網的發展，因此這些地區也正在推行機器對機器(M2M)技術的智慧電表產品，對於能源流(Energy Flow)控制是主要的市場推力，也是智慧電網於世界各地大規模展開的原因(莊惠雯，2011)。

智慧電網(Smart Grid)系統依據功能可概分為以下四個部分如表：

表44. 智慧電網產業涵蓋應用範圍表

智慧電網產業應用範圍	涵蓋內容
電網管理/分散式能源	電廠端的電力供應、運轉、管控及強度等。
輸配電自動化	變電控制終端設備、遙控終端設備、饋線終端設備、管理控制與資料擷取。
先進電錶系統	AMI，包括智慧電錶與能源通訊網路。

資料來源：經濟部能源局綠色能源產業服務辦公室(2010/09)

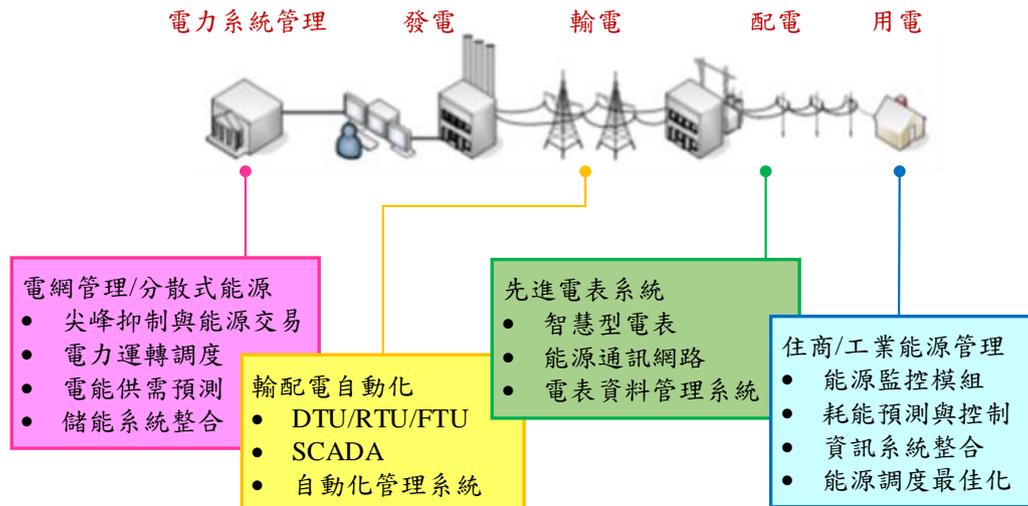


圖35. 智慧電網系統架構與組成圖

資料來源：工研院能還所

先進電錶(AMI)系統依據功能屬性可將其概分為電力電錶、通訊系統端及全系統端三個部分。其中以電力電錶進入門檻相對較低，在尚未獲得核心技術及專利授權時，但須與其他國際大廠競爭產品價格及產品壽命(盧俊鼎、何無忌，2010)。

而在通訊系統端為台灣極具競爭優勢的產業，因此通訊系統的發展極易具有領先的優勢，但因我國無法參與相關通訊規範與協定的訂定，於此相對處於弱勢，但各國通訊規範與協定仍存在差異，願台灣廠商可與國際大廠合作，擴大市場占有率以此取得間接影響制訂規範的力量。

全系統端的電力管理系统，其功能為蒐集並分析電廠或用戶端的電力使用狀況，而新創公司選擇此經營並非著眼於電力管理與控制等服務，其發展重心在於蒐集用戶端電力使用資料並分析顧客端的行為模式，以做為新產品開發的重要參考依據。

由於智慧電網主要是透過終端感應器對發電、輸配電、供電等一些關鍵設備的運作狀況做即時性的監控，讓用戶之間與電力公司之間串連起即時性的網路互動，進而讀取資料、整合數據資料、分析資料，藉此刺激電網的整體效率，以達到即時、高速與雙向行動(鍾曉君，2011)。

在智慧電網的架構中，顯示了智慧電網利用了雙向科技建立輸配電網路以傳送電力，並偵測電力供應者電力供給的狀況，透過智慧電錶系統，紀錄及彙整用戶端對於電力的使用狀況，來調整用電產品的耗電量，以此來達到節約能源、降低耗損、使電網穩定度及可靠性上升之目的。若遇到電力供應的尖峰時刻，即便是不同區域，也能夠即時性的進行電力的調度，平衡各區域的電力缺口，使電力系統運作達到最佳化。



圖36. 智慧電網示意圖

資料來源：西門子，MIC 整理(鍾曉君，2011)

2.1.5 智慧電網產業發展概況

隨著全球各個國家對於智慧電網的議題日漸重視，台灣也準備積極跟進，台灣電力公司於2006年便與相關單位一同探討智慧電網的建置與時程的規劃，並於2007年6月訂定「智慧型電網專案小組」設置要點，並以電網安全與可靠、電能效率、用戶服務品質及分散電源此四項目標為發展重點邁進。

行政院於2008年更通過「永續能源政策綱領」，而智慧電網在其中扮演的角色是提高電力的使用效能及透過電網提高再生能源的使用率，並帶動電力相關產業，經濟部能源局更與台電合作，斥資新台幣360億元推動先進電錶(AMI)之基礎建設(陳純郁、鍾曉君，2011)。

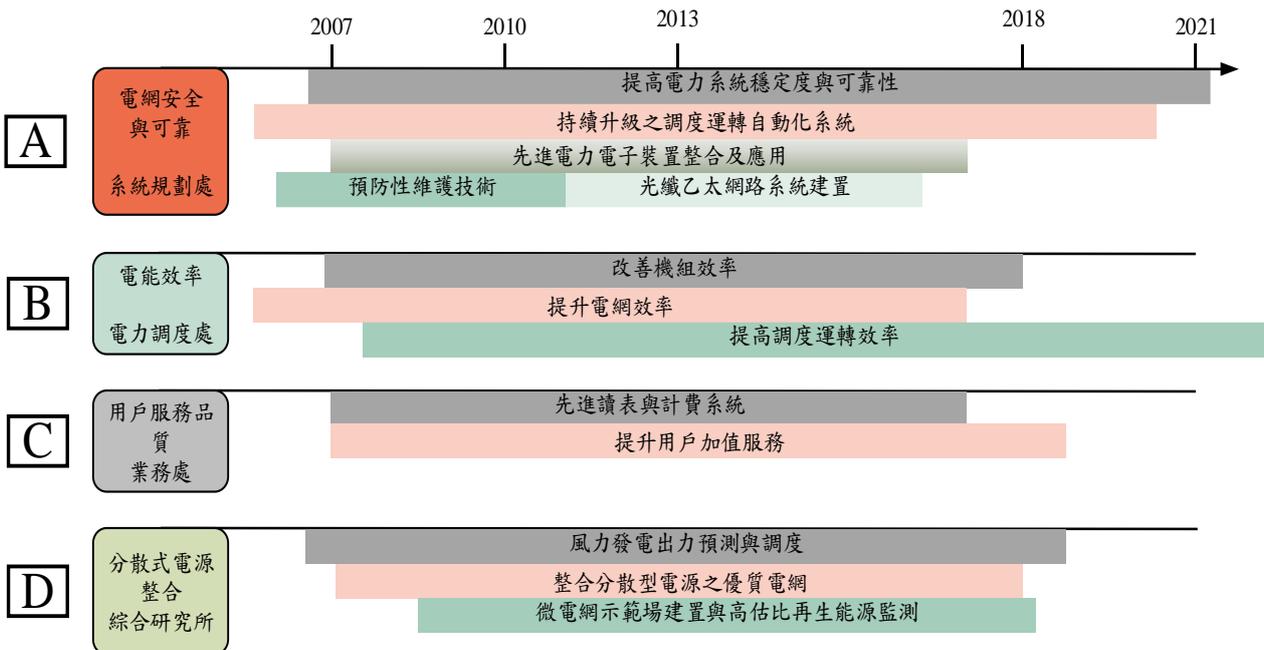


圖37. 台電智慧電網規劃圖

資料來源：台電、中央大學，台經院整理(2011年8月)

台灣電網的現代化程度在全球屬於名列前茅，由於台灣只有一家電力公司台電，又屬於國營事業，因此在政府的支持下對於發電及輸、配電網路自動化的建設早已達到高度自動化，台灣個電力穩地度評比高居全球第三名，因此台灣早已做好跨足智慧電網世代的準備工作，而目前台灣只差最後用戶端設備的更新，台灣便可由電網系統升級為智慧電網，並協助用戶了解即時的電價已制定用電策略，進而達到分散尖峰負載與節能減碳的目標(黃繼寬，2010)。

表45. 台灣智慧電網概念相關公司表

公司名稱	相關項目
士電(1503)	變壓器、智慧電錶。
中興電(1513)	電力設備、氣體絕緣開關(GIS)、智慧型開關。
亞力(1514)	智慧型開關。
華城(1519)	智慧型開關、終端用戶電表。
大同(2371)	智慧電表相關系統整合。
訊舟(3047)、 正文(4906)、中磊(5388)	智慧電表無線模組。
康舒(6282)	智慧電錶、太陽能轉換器。

資料來源：統一投顧研究周報，台經院整理(2010/04/30)

2.1.6 智慧型節能網路系統之關鍵技術

依據政策性需求及國內產業現況，並參考國外能源通訊之技術發展，找出適用於國內一般住戶及工廠等耗能場所之能源通訊系統，及智慧電錶建置所需的各項軟硬體核心技術，而擬訂出未來產業在推廣及建置上的策略計畫，以提供能源服務產業(Energy Service Company, ESCOs)能源管理相關的技術與產品，期望達成於「全國能源會議」所規劃的節約能源之目標，並促使國內能源通訊產業的發展(經濟部能源局，2012)。

表46. 智慧型能源通訊技術成果表

智慧型節能技術之相關技術	內容
智慧電錶網路技術	1. 通訊模組與系統平台技術。 2. 隨插即用的網路技術。 3. 電錶資訊安全技術。
工業節能管理技術	1. 燃燒爐自我優化操作技術。 2. 馬達動力設備運轉技術。 3. 非接觸式超音波流量儀表。
智慧家庭節能管理關鍵技術	1. 低耗能先進電力量表技術。 2. 智慧家庭節能演算及控制技術。 3. 智慧商用辦公室節能演算及控制。
節能能源通訊技術推廣舉產業推動	1. 商辦大樓能源管理示範系統建置。 2. 工業環境能源管理系統廠商驗證。 3. 智慧電錶系統測試及平台建置。

資料來源：經濟部 100 年年報

台灣電力市場具有幾項特質(工業技術研究院，2011)：

1. 用電規模：2011年台電裝置容量世界排名第22位(台灣電力公司，2011年)。
 2. 電力穩定度：以每年每位用戶的停電時間進行分析比較，我國電力穩定度為全球第3，因此台電認可的電力設備，較容易被市場所接受。
 3. 地理環境：台灣因國土的限制內需市場不足，但卻適合作為電力系統實驗平台。
 4. 台電公司為綜合電業涵蓋了和電、火力、水力、汽電、天然氣等能源領域，業務範圍涵蓋發、輸、配電。
 5. ICT(資通訊產業)及半導體產業基礎可做為發展智慧能源網產業的切入點。
- 以波特鑽石模型分析台灣對於全球智慧電網市場的競爭條件如下：

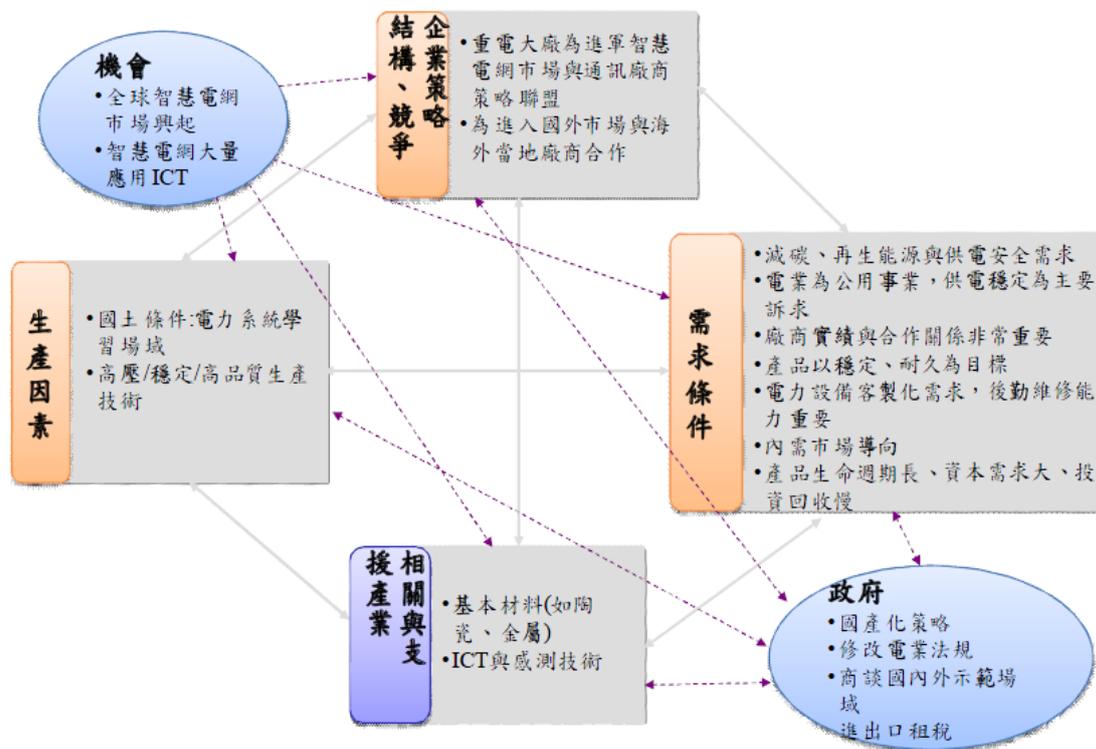


圖38. 我國發展智慧電網市場鑽石模型分析圖

資料來源：工研院 IEK 整理(2011/10)

企業目前擁有的關鍵成功的因素並不一定能夠永遠保有其在市場中的競爭優勢。Aaker 也指出擁有關鍵成功因素不必然具有競爭優勢，因為競爭對手可能也同時擁有其關鍵成功之因素，但缺乏它則會成為自身的劣勢(Aaker, 1995)。

五、溫室氣體減量技術

在各種溫室效應氣體中，以二氧化碳的產出量及影響最大，其生成過量的主要原因是化石燃料的燃燒與利用，包括火力發電、煉鋼、水泥製程、石化工業、交通運輸等產業活動。在無法避免繼續使用化石燃料的情況下，提化石燃料的使用效率，並發展二氧化碳捕捉、封存與再利用技術，將可有效減緩溫室效應的惡化【174】。

使用煤炭最多的行業是發電，固而解決燃煤發電中二氧化碳的問題成為重要課題，目前最具有潛力的是煤炭氧化複循環發電(IGCC)，使用 IGCC 發電捕捉二氧化碳所費的能源少，費用也低，氧化系統是在高壓和高濃度下抽除二氧化碳，比傳統方法容易的多【101,147】。

1. CO₂ 捕獲封存技術【101,147】

- (1) 吸附法：吸附過程有兩種情況：(1)物理吸附 (Physical adsorption 或 Physisorption)，物理吸附吸附體 (Adsorbate) 藉凡得瓦力 (Vander waals force) 吸附在物體表面上稱物理吸附。(2)化學吸附 (chemisorptions)，化學吸附可視為吸附體分子與物質表面原子，

藉著一個或多個電子軌道的重疊，所進行的一種化學反應。

- (2) 吸收法：吸收法根據溶液吸收 CO₂ 的方式和分離 CO₂ 回收的方法分為 2 種，有隨著物理溶解的物理吸收法，以及吸收液中的化學物質和 CO₂ 產生化學反應的化學吸收法。
- (3) 薄膜分離法：使廢氣通過 polyamide resin 和 cellulose acetate 等薄膜，選擇性將 CO₂ 與其他氣體分離，此法需在高壓條件下進行，壓力大約為 17~35 atm，其主要優點為省能、不會造成環境污染、操作簡易、屬於清潔生產技術、設計上較具彈性、沒有移動元件因而易保養等。但其缺點為薄膜耐久性差，且分離效率低，因此，需要使用二段以上之薄膜分離程序，才能達到一定的分離效率，故較少應用於實廠內，高效能的薄膜與便宜的模組仍然是最大的問題所在。另外，可利用浸潤的微孔薄膜或其他多孔材料為支撐體，經浸泡使孔洞充滿可以吸收 CO₂ 的液體(如 MEA 或 DEA)，此方式若能改善其回收效率，未來應該會有不錯的應用前景，常見的之方法有高溫薄膜分離法、高分子薄膜，無機膜和液膜。
- (4) 氣化與富氧燃燒法：讓礦物燃料使用純氧燃燒，使廢氣中的 CO₂ 濃度提高 100% 附近再進行回收。廢氣 (CO₂) 的一部分回收，殘餘和燃燒用的純氧混合濃度調整利用。因為使用純氧燃燒有一定的困難，因此，將廢氣中的 CO₂ 再循環，混合從空氣中分離出來的純氧，根據適當的 O₂/CO₂ 混合比例和礦物燃料進行燃燒。這個方法，能提高廢氣中的 CO₂ 濃度在 95% 以上，再利用低溫冷凝法回收 CO₂ 進行利用。

技術項目	學術單位	研究單位	產業單位
吸收	1.吸收劑開發 2.吸收劑測試 3.最適參數	1.吸收塔設計 2.最佳吸收/再生系統模廠測試 3.吸收/再生系統(含週邊)測試改進	1.模廠與實廠測試 2.吸收/再生系統(含週邊)測試改進(降低成本、能源消耗) 3.最佳操作及成本管控 4.吸收系統經濟能源效益評估
吸附	1.吸附材開發及改質 2.吸附材測試 3.最適參數	1.吸附塔設計 2.最佳吸附/脫附系統模廠測試 3.吸附系統/脫附(含週邊)測試改進.	
薄膜	1.薄膜材開發及改質 2.最適參數	1.模廠測試，系統經濟能源效益評估 2.降低操作成本及能源消耗	
氣化與富氧燃燒CO ₂ 提濃	1.CO ₂ /H ₂ 分離程序控制技術 2.Chemical Looping攜氧金屬材料開發	1.反應製程技術 2.模廠測試與技術示範 3.降低操作成本及能源消耗	

圖39. 國內未來 CO₂ 捕獲技術的推動策略圖

資料來源：工研院與經濟部整理

技術項目	短程(~2015)	中程(~2020)	長程(~2025)
吸收	混合醇胺吸收劑，先導型實驗系統與技術建立，CO ₂ 分離效率85~90%	50MW發電量規模模廠示範，CO ₂ 分離效率90%，每噸CO ₂ 去除成本小於40美元	實廠測試500MW發電量，CO ₂ 分離效率90~95%，每噸CO ₂ 去除成本小於20美元
吸附	開發具高比表面積之新型固體吸附劑(Si-MSP)，並建立Bench Scale吸/脫附系統技術	物理吸附法的反應塔結構設計技術，模廠示範系統建立，CO ₂ 分離效率>80%	實廠測試50MW發電量規模技術示範，CO ₂ 分離效率~90%
薄膜	開發測試一種以上薄膜，模組測試CO ₂ /N ₂ 選擇性>10	高溫薄膜開發(T>70°C)，薄膜分離法提高薄膜耐久性並增加分離效率模組測試CO ₂ /N ₂ 選擇性>40	高溫薄膜開發(T>70°C)，薄膜分離法提高薄膜耐久性並增加分離效率模組測試CO ₂ /N ₂ 選擇性>60
氣化與富氧燃燒	氣化與CaO捕獲提濃CO ₂ Bench Scale與模廠技術建立，CO ₂ 捕獲率>80%	CaO捕獲提濃CO ₂ 大型氣化廠應用示範，CO ₂ 捕獲率>85% Chemical Looping富氧燃燒Bench Scale技術建立	CaO捕獲提濃CO ₂ 氣化廠應用推廣，CO ₂ 捕獲率>90% Chemical Looping富氧燃燒實廠技術示範

圖40. 我國 CO₂ 捕獲技術發展時程圖

資料來源：工研院與經濟部整理

2. 氣化技術

2008年我國煤炭消耗量已超過6,200萬公噸，佔總體能源供應量的32.4%，且使用量逐年提升，預計2020年將達總體能源供應量的37%。目前煤炭仍約有130餘年可開採，遠高於石油之40年及天然氣之60餘年。由於其相對價廉且蘊藏量豐富，長期價格穩定，無疑的將為穩定國內能源扮演著重要的角色【174】。

利用煤炭轉換為潔淨能源，此已為先進國家投入大幅研發資源爭先發展之重要課題，其中尤以「氣化技術(Gasification Technology)」，具有進料多元化之彈性(如煤炭、石油焦、生質物與廢棄物等)。其獨特優點，就是利用合成氣體生產多種產品，除發電及直接作為燃料外，其氣化合成氣，亦可生產氫、液態燃料及化學原料等【174】，如下圖所示。

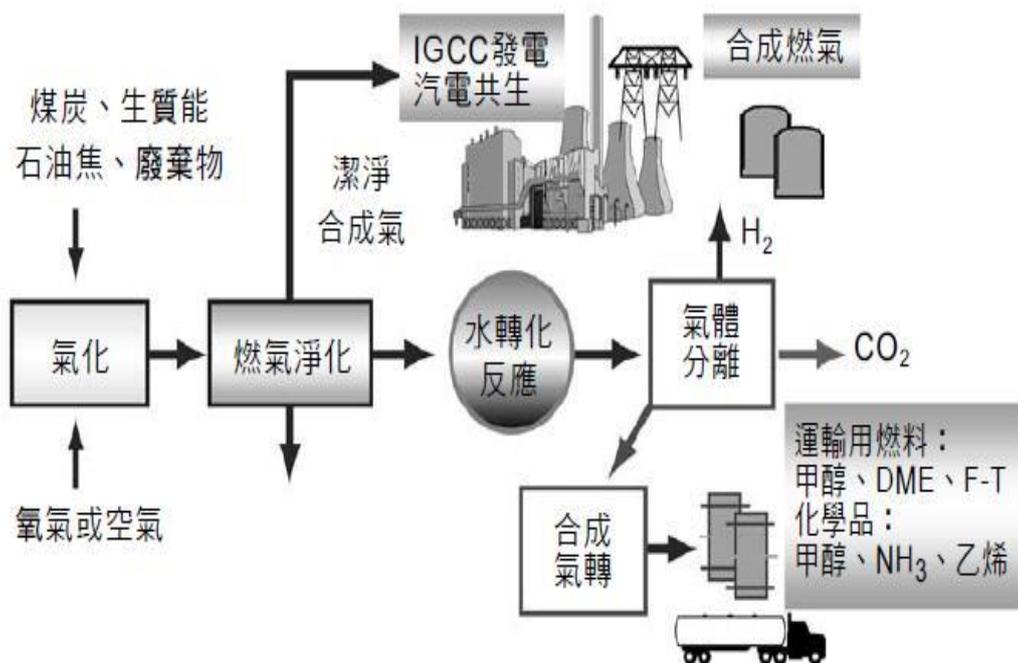


圖41. 氣化多元化應用圖

資料來源：經濟部能源局網站

六、各國低碳能源科技政策

廖宗聖(2012)，從 1988 年代起，全球氣候變遷問題逐漸受到重視，尤其是地球暖化造成氣候變遷的有害影響更受到各國密切的關注。1992 年 6 月，在巴西里約熱內盧舉辦的聯合國環境與發展會議中通過《氣候變化綱要公約》(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)，該公約於 1994 年生效，揭開各國企圖緩和地球暖化的序幕。1997 年，「氣候變化綱要公約」第三次締約國大會通過京都議定書(Kyoto Protocol)，於 2005 年 2 月 16 日生效，該議定書要求 39 個締約工業國必須在 2008 至 2012 年達到溫室氣體排放減量的個別目標。羅文輝、黃文良(2010)，能源政策相關議題所涵蓋之範疇甚廣，與政府提出能源的相關施政因應措施關係密切，一般它以法案、國際公約、投資獎助條例、節能辦法、課稅及其他公共政策方式出現。如欲因應處理這麼複雜的能源議題，唯有從教育著手才行，例如於通識課程中將能源政策議題融入教學，或是開設能源政策選修課程，如此才有機會培養更多的人才來參與發展國家未來的各項能源工作。李思一(2010)，表示主要的政策有法律規範、碳排放價格機制以及政府的鼓勵補貼；法律規範適用於市場機制無法起作用的地方，而碳排放價格機制則可以刺激市場行動，政府的鼓勵補貼係針對低碳技術，例如：風能、太陽能等技術實行貼補政策。

付加鋒、庄貴陽、高慶先(2010)，指出發展低碳經濟應該包含四個核心要素，即發展階段、資源稟賦、技術水平以及消費模式；其中生產過程的低碳化、能源結構的低碳化和消費模式的低碳化都與發展階段密切相關。在此基礎上，依據一定方法和原則，建構了以低碳產出、低碳消費、低碳資源、低碳政策和低碳環境為維度的多層次評價指標體系和相應的評價方法。魏素蕊(2010)，彙整各國發展低碳經濟的政策措施；英國(2003)：「我們能源的未來：創建低碳經濟」；德國(2006 相繼提出)：「可再生能源法」、「可再生能源發電并網法」；日本：2004 年日本環境省公佈了一項「加速減排溫室氣體的新環境稅計劃」、2008 年 6 月前首相福田康夫以政府的名義提出「福田藍圖」；美國：「能源政策法」、「低碳經濟法案」等。

徐玖平、李斌(2010)，低碳模式是針對石化能源利用鋼碳排放問題，以提高碳生產率實現可持續發展為發展目標，以能源消費和廢棄物減量化排放為發展原則，以"低能耗、低排放、低污染"和"高效能、高效察、高效益"為基本特徵，以能源結構調整、產業模式優化和技術體系創新為主要手段，以節能減排為發展方式，以低碳政策體系為重要保障的特殊迴圈經濟模式。實施低碳模式是一項複雜的系統工程，其通過構築低碳均衡達到"社會"經濟-生態"的可持續發展。郭在軍、陳宏愚(2010)，提出以建構低碳科技創新體系來落實低碳示範園區建設。強調創新體系是為了實現低碳示範園區作為區域中心、重要樞紐、示範樣板、內生泉源等目標。創新體系包括產學研相結合的開發系統、以孵化器為核心的公共平台系統、政府主導的低碳政策法規系統、以低碳技術服務為支撐的保障系統與以生態文明為旗幟的社會文化系統，透過人、財、物、信、策等措施確保其順利實施。

培養低碳能源科技人才，就教育的本質而言：應包含能源資源、能源轉換及其用途之教學活動，以瞭解能源在人類生活中的必需性，增進能源使用效能；就學習行為而言：藉由各種學習行為，傳授能源相關知識，促使養成正確使用態度；就學習領域而言：是科技整合教育亦是終身、生活及全民教育；就教育方針而言：是配合國家能源政策目標來規畫，以解決有關能源問題(陳建州、林彥泯，2008)。

表47. 各國強制添加生質能源政策概況表

國家	生質能源政策概況
美國	「能源自主安全法」(Energy Independence and Security Act, EISA)中之「可再生燃料標準」(Renewable Fuels Standards, RFS)，詳列了 2008-2022 年需使用的可再生燃料數量，其將逐年遞增，在 2022 年時達到 360 億加侖。
巴西	全國汽油強制添加 20-25% 之無水酒精；目前之行政命令為 23% 。
加拿大	2010 年前，全國 5% 支機動車輛燃料必須是酒精或生質柴油。
歐盟	2003 年之「生質燃料指令」(Biofuels Directive)要求會員國設定目標，以達成於運輸燃料中生質燃料為 2% (2005 年)與 5.75% (2010 年)之至少添加比例。2008 年之再生能源指令草案(a proposal for a Directive on renewable energies)則要求 5% (2015 年)與 10% (2020 年)之目標，且 2015 年目標的 20% 與 2020 年目標的 40% 必須由非糧食與飼料競爭的(non-food and feed-competing)第二代生質燃料或使用綠色電力與氫能的汽車來達成。
法國	2008 年添加比目標(能源含量)為 5.75% ，至 2010 年達到 10% 。
德國	能源含量的行政命令如下：生質柴油由 2007 年起達 4.4% ；生質酒精由 2007 年至 2010 年分別為 1.2%、2%、2.8% 及 3.6% 。而全面之生質燃料之命令為 2009 年達 6.25% ，漸漸增加至 2015 年前達到 8% 。
立陶宛	汽油中需添加 7-15% 之 ETBE (Ethyl Tertiary Butyl Ether, 乙基第三丁基醚)，而 ETBE 需含 47% 乙醚。
波蘭	其「國家生質燃料目標指標」(National Biofuel Goal Indicators)要求總運輸燃料使用中，生質燃料(能源含量)需佔比例由 2008 年至 2013 年分別為 3.45%、4.6%、5.7%、6.2%、6.65% 與 7.1% 。
阿根廷	2010 年前，添加達到 5% 。
泰國	曼谷施行 E10。
印度	E5。
中國	黑龍江、吉林、遼寧、安徽與河南五省要求 E10。
菲律賓	2008 年為 E5，2010 年提升至 E10。
玻利維亞	目前為 E10，未來五年提升至 E25。
哥倫比亞	人口超過 50 萬的城市須採行 E10。
委內瑞拉	逐步實行 E10。

資料來源：RFA (2008)

里約宣言(Rio Declaration)指出：(1)人類是永續發展議題的中心，被賦予與自然和諧共處的生活；(2)在發展的過程中，應將環境保護納入考量，以達到永續發展；(3)主權國家得以開發自己的資源，但不得造成其他國家環境的損害；(4)人類有發展權，但須符合當代、未來世代的發展及環境的需求(UNCED, 1992)。

1. 美國低碳能源科技政策

，藉由美國紐約市城市總體規劃(2008-2030 年)9 個章節中的 40 項政策和 150 項行動中降低碳排放量的相關內容，介紹了如何將「低碳城市」的目標落實為地方政府決策權限下的政策框架和行動指南，通過介紹實現降低碳排放量的四種策略，特別是策略-抑制蔓延下的政策和行動，提出了三項值得借鏡的策略，提高政策表達技術、實現城市總體規劃轉變為行動綱領以及體現城市總體規劃的協調統籌功能(宋彥、彭科，2011)。

表48. 美國聯邦政府的節能政策表

年份	政策(法規)名稱	內容
1975 年	能源政策節約法	能源安全、能源節約以及提高效能
1978 年	能源稅收法	購買太陽能、風力發電設備的屋主，購置費的 30% 可從當年稅額中扣除
1990 年	能源之星計劃	由政府把關，對符合節能標準的商品，加上綠色五角星的標示，並且於政府指導目錄中向社會公布
1992 年	能源政策法	生產抵稅-從事風力、生物質能發電的企業 10 年內，每生產 1kW.h 的電量，可免 1.9 美分所得稅 生產補助-地方政府、農村經營的再生能源發電企業，每生產 1kW.h 的電量，每年可由國會補助 1.5 美分
1998 年	國家能源綜合戰略	提高能源效率，更有效地利用能源資源
2003 年	能源部能源戰略計劃	提出四大能源戰略計劃，計劃於 2005-2010 年間，提供 200 億美元的發展能源技術
2005 年	國家能源政策法	提供消費稅優惠、設定新的最低效能標準、制定稅收優惠、加強電網等能源基礎設施建設

資料來源：周篁 (2007)

政府應鼓勵學校辦理遠距離綠能教育，使人民接受綠能產業的知識，強化人民在綠能產業的常識，美國勞工部資助許多社區大學，開設生質能源與其他綠能的課程，提供人民生質能源、太陽能、風力發電等學習的機會，有計劃地培育當地綠能產業所需各種人才 (US Department of Labor, 2006)。

美國於 1950 年起即開始進口石油，並對於石油的依存程度越來越高。於第一次石油危機爆發前夕，美國對於能源輸入的依存程度比例已達到 19% 之高。下表根據美國能源蘊藏量、生產量及消費量進行分析，如下表所示(B.P., 1993)。

表49. 美國能源蘊藏量、生產量及消費量分析表

天然資源	指標	蘊藏量(已證實)	生產量	消費量	自給率
石油		321 億桶	416.6 百萬噸	781.0 百萬噸	55.3%
天然氣		4.7 兆 m ³	452.3 百萬噸	512.2 百萬噸	88.3%
煤炭		2,405.6 億噸	538.9 百萬噸	476.7 百萬噸	113.1%

資料來源：B.P. (1993)

表50. 政府人才培育政策表

政策名稱	目標	作法
一萬教師 千萬心智	改善中小學教育	1. 設置獎學金 2. 積極鼓勵教師進修 3. 以「世界級」標準發展教材 4. 增加培育大學人才
耕耘播種	加強基礎科學研究	1. 增加科學研究預算 2. 設置獎學金 3. 設置國家級協調辦公室 4. 設置積極投資高風險之研究 5. 開發新人才
頂尖優異	成為研究最佳場所 延攬世界頂尖人才	1. 界定「國家極需」之領域並補助提供在職進修教育 2. 開放外籍學者參與研究
鼓勵研發	提供研發領域高薪工作 保障製造投資下游產業	1. 修改阻礙研發之智慧財產權法 2. 提供稅率優惠 3. 確保寬頻網路普及

資料來源：National Research Council's (2007)

建立正確的價值觀

認識能源、落實節約能源

提供正確的能源科技知識

獲得能源相關的技術應用

提供學生能源的未來希望與展望

圖42. 美國的能源教育主要架構圖
資料來源：行政院國家科學委員會(2009)

2. 歐盟低碳能源科技政策

王帆(2010)，回顧了英國低碳審計的發展歷程，並從低碳審計的動因、低碳審計的目標與低碳審計的內容探討了英國審計的框架；藉此得以制定出：政策的製定和執行情況審計、低碳收支的審計監督與低碳產品的審計認證。

章義發(2009)，指出歐盟的能源政策可分為核能政策、天然氣政策、石油政策、礦物燃料政策、能源運輸政策、再生能源政策、貿易及投資政策、能源研究及技術研發政策與能源國際合作政策等細部政策。且歐盟於 2009 年 10 月對外發布「歐盟能源技術策略計畫」，該計畫主要以輔導產業朝高效能低排放的能源使用轉型、制定新法規以擴大能源儲備量以及採取多樣化措施以確保能源安全等三方面著手。因應油價不斷的飆漲與能源問題，歐盟提出「歐洲能源政策」(European Energy Policy)，並列出 10 項的行動計畫要點(The Ten Point Action Plan)，包括改善能源的使用、建立盟內的互助機制、修正二氧化碳的排放交易機制、提倡再生能源的使用、加強能源使用率等等。

表51. 歐盟最終能源部門使用概況表

部門	能源使用		能源節省潛力	最高能源節省潛力
	2005 (Mtoe)	2020 (Mtoe)	2020 (Mtoe)	2020 (%)
住宅	280	338	91	27%
商業建築	157	211	63	30%
運輸	332	405	105	26%
製造工業	297	382	95	25%

資料來源：European Commission, & European Commission. (2006)

各國政府發在經濟全球化的今日，自由化與推動知識經濟的時候，全民的知識與技術也需要不斷地更新與提升，於是歐盟在 1994 年白皮書「競爭力與就業：邁向 21 世紀之路與挑戰」與 1995 年

的白皮書「教學與學習：邁向學習型社會」相繼呼籲全民從事終身學習，不斷提升本身知識與技術，以確保個人永續就業能力(European Commission, 2000)。歐盟於 2007 年的會議上，所有的會員國一致認為歐盟應成為全球氣候化問題的領導者，並且於該次會議中制訂了至 2020 年的能源政策目標：減少 20% 的碳排放量、提高 20% 能源利用率、提高 20% 的再生能源利用率、增加 10% 比例的生質燃料於交通燃料中等 4 項主要目標。(王賡，2008)

德國與台灣相似，都是天然資源相當匱乏的國家，因此絕大部份能源需要從國外進口，德國政府歷來將節約能源、開發再生能源作為優先考量因素；德國於 1998 年起先後推出了「可再生能源法」、「生物能源法規」、「節約能源法」、「10 萬個太陽能屋頂計劃」等一系列法規與計劃，並且開徵生態稅、利用稅等等，鼓勵企業與個人節約能源(宋杰鯤等，2007)。德國再生能源發展中，弗萊堡的太陽能產業發展是最為亮眼的成功經驗，且歸納出其重工因素如下：聯邦政府的政策支持、人民的環保意識和危機感、地方政府和議會的推動、全體市民的參與、完整的知識產業價值鏈聚落、不打折的執行力等等因素(劉明德、徐玉珍，2012)。

德國係歐盟的會員國中推行再生能源發展成果最為顯著；石油危機和車諾比核爆事件，令德國居民環保意識高漲，使得德國政府開始積極改變其能源結構，並開發其他替代能源。2000 年正式生效的「再生能源法」(Erneuerbare Energie Gesetz, 簡稱 EEG)，設定了德國能源與減碳的目標：至 2050 年再生能源占總能源消耗量的 50%。2010 年德國再生能源占全部能源供應已有 9.4% 的成果，風力發電和太陽能發電也因為政府扶持與企業認同，相關產業大幅成長，相當具有市場競爭力，目前德國風力發電產品的全球佔有率為 46%，排名世界第一(劉佩恆，2011)。故德國近年來嘗試將傳統農業提升為能源產業，主要原因有以下 2 點：第一、為預見可更新能源產業可創造 13 萬個就業機會，其中包含 5 萬個生物能源工作機會；另一則是由於歐盟各國已於 2001 年達成可更新能源協議，未來可更新能源佔歐盟能源總供應量的比重，將由 2001 年的 6%，提高至 2010 年的 12%。準此，德國大力推動的再生原料政策，並為該國農業發展新契機(王俊豪，2005)。

表52. 德國再生原料耕作面積之發展表

單位：公頃

年度 再生原料種類	2001		2002		2003	
	休耕轉 作面積	專業耕 作面積	休耕轉 作面積	專業耕 作面積	休耕轉 作面積	專業耕 作面積
澱粉	0	125,000	0	125,000	0	125,000
糖	0	7,000	0	7,000	0	7,000
油菜籽油	322,698	190,000	342,171	320,000	328,753	340,000
亞麻籽油	385	31,840	258	9,520	365	5,000
葵花油	4,874	20,000	3,983	20,000	3,185	15,000
纖維作物	18	2,000	0	2,000	0	2,800
藥用原料	747	4,000	388	4,000	693	4,000
其他	2,765	0	3,919	0	5,951	0
總計	331,488	379,840	350,760	487,520	338,047	498,800
耕作總面積	711,488		838,280		836,847	

參考資料：Deutscher Bauernverband (2003)

表53. 2002 年德國可更新能源的供應結構表

能源種類	個別比例(%)	熱能與電能供應比例
水力發電	22.5	電能產量佔總能源供應量的 42%
風力發電	16.1	
生物燃料發電	3.9	
生物燃料熱能	49.2	熱能產量佔總能源供應量的 58%
生物柴油	5.3	

太陽熱能	1.8	
地熱	1.0	
太陽能發電	0.2	

參考資料：Deutscher Bauernverband (2003)

3. 韓國低碳能源科技政策

韓國於 2009 年提出「綠色成長國家策略」，期望於 2020 年之前成為全球前 7 大綠色成長強國，2050 年之前成為全球前 5 大綠色成長強國，並藉此提出「因應氣候變化與能源獨立自主」、「創造新成長動力」以及「改善生活品質與提升國家地位」等政策目標；於 2009-2013 年執行綠色成長計劃，由綠色成長委員會統籌，朝著有效減少溫室氣體排放、降低時由依賴及強化能源自主、強化因應氣候變化能力、開發綠色技術及成長動力化、產業綠色劃並扶植綠色產業、產業結構高值化、形成綠色經濟基盤、營造綠色國土與交通、生活之綠色革命以及實現成為全球綠色成長模範國家等 10 大目標進行推動(謝日堂、張琳禎，2011)。

表54. 韓國能源管理公司的預算及人事表

單位 \ 項目	預算	政府補助	補助率(%)	人員(名)
工業汽電共生總部	67.6	0	0	60
其他各部門	31.0	18.9	61.0	391
合計	98.6	18.9	19.2	451

資料來源：Korea Energy Management Corporation (2001)

表55. 2001 年「能源合理使用基金」的貸出項目金額表

類別	計畫	金額(百萬韓元)
能源合理使用	節能設備安裝	213,122
	隔熱房屋整修	731
	小計	213,853
大眾能源供給	地區加熱設施	107,575
	社區能源系統	16,295
	工業用汽電共生系統	49,224
	小計	173,049
替代能源的使用		4,899
合計		359,446

資料來源：Korea Energy Management Corporation (2001)

韓國並非氣候變化綱要公約京都議定書中的附件 B 國家，且仍未於 2008 年至 2012 年的承諾期間內被要求溫室氣體減量。但其已於國內推動許多措施，各項因應氣候變化公約之政策將依循以下 3 項原則；一、共同但差異的責任：如同氣候變化綱要中的約定，以努力減輕溫室效應為原則。二、政府、產業及民眾的共同參與：溫室氣體減量政策的形成與執行，係透過政府、產業及民眾的共同參與。三、涵括各部門的所有氣體：韓國的溫室氣體減量政策，其目標不僅在於能源使用的減量，亦包括所有其他部門(薛立敏、張維倫，2002)。

表56. 企業參與自發性 CO2 減量協議表

年度 \ 項目	參加廠商數	期間	能源消費 (KTOE/年)	能源減量 (KTOE/年)	CO ₂ 減量 (KTC/年)	投資金額 (10 億韓圓)
1998	15	1999-2003	18,012	1,360	1,426	1,098
1999	31	1999-2003	3,951	574	470	290

1999	21	2000-2004	6,257	552	403	161
2000	145	2000-2004	45,589	1,628	1,414	1,156

資料來源：韓國產業資源部

4. 日本低碳能源科技政策

近年來在全球低碳經濟潮流的趨勢下，日本政府在國內和國際兩個層面製定了一整套策略組合；1.國內層面：在節能方面，日本擅長的技術是所謂的「聯合循環」能源階式利用；在新能源開發領域，日本廣泛實施了節能及能源多元化戰略，亦制定了低碳經濟發展戰略，強力主導企業的低碳技術開發與部署，促進日本向低碳社會轉型。2.國外層面：日本採取了積極的國際談判對策，樹立良好的國際形象、巧妙的運用技術和資金並且確定重點區域和重點項目(何一鳴、鮑泓，2011)。

日本是一個能源匱乏的國家，卻也是節省能源、提高能源使用效率的先進國家。當國際能源資源爭奪日漸激烈的時候，日本對於節省能源等技術又又新的進展，且越來越朝向綠能模範國家的方向前進。日本前首相福田康夫於 2008 年在記者俱樂部發表了題目為「為實現低碳社會的日本而努力」的演講，其中提到了日本在溫室氣體減排問題上的立場與觀點，明確地指出 2050 年日本溫室氣體排放量將達到減少 60~80%的目標，並且提出推動之措施，表明日本欲引領世界低碳革命的決心和信心，勾勒出日本建構低碳社會之願景和藍圖，稱之為「福田藍圖」(楊杰、楊書臣，2008)。

表57. 1990-2006 年日本國內二氧化碳排放量變化表

年度	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CO2 總排放量(百萬噸)	1144.2	1228.1	1256.7	1240.7	1278.6	1286.2	1284.4	1290.6	1273.6
與前期比較	-	1.12%	1.7%	-1.3%	3.1%	0.6%	-0.1%	0.5%	-1.3%
與 1990 年比較	0.0%	7.3%	9.8%	8.4%	11.8%	12.4%	12.3%	12.8%	11.3%

資料來源：環境省總合環境政策局

「福田藍圖」的提出，表明日本已基本完成對建構「低碳社會」相關問題的研究判斷，把低碳經濟作為引領今後經濟發展要點。2008 年 7 月日本內閣會議通過「實現低碳社會行動計畫」，將低碳政策推向新的次元(陳志恒，2009)。

日本是一個能源消耗頗高的國家，其能源消耗之特點可歸納出以下三點：能源消耗量大、能源依存程度甚高及效能水平高。日本的節能法規屬於大法先行，隨後再行制定其他監督之措施與節能的標準，以確保該主要法規之貫徹；為了要降低對於石油的依賴，於 1979 年頒布實施了「節約能源法」，之後於 1998 年修訂版中，規定了汽車燃料費標準和電器、機械之節能標準；2002 年修訂，提高了汽車、空調、冰箱等產品之節能標準；2003 年修訂，對企業、事業單位的耗能標準做了更為限縮之嚴格規定，其中達到標準者，給予免稅之優惠，未達標準者，則予以重罰；2005 年的修訂版本中，更針對工廠、作業現廠能源管理之各種條例進行整合統一，在運輸領域引進節能方案，強化建築物節能管理等。且於 1993 年和 1998 年先後制定了「合理用能及再生資源利用法」、「2010 年能源供應和需求的長期展望」，全面的推動各項節能之措施，並且嚴格控管各行各業和全社會對能源需求的增長(張逸，2011)。

為了實現低碳社會的目標，日本政府提出至 2020 年把溫室氣體排放量與 1990 年相比削減 25% 的中程目標和到 2050 年削弱 80% 地常成目標。有鑑於此，日本產業界在京都議定書出爐前，於 1997 年 6 月就制定出「環境自主行動計劃」(地球溫室效應對策篇)，2009 年 12 月，又公佈了「低碳社會實行計劃」的基本方針(崔健，2011)。

表58. 2008 年日本的新能源項目預算安排表

項目	內容	計畫
技術開發	主要是開發些降低新能源技術成本、改善績效所必須的技術開發	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新能源技術研發：77 億 2. 燃料電池項目：145 億 3. 未實現下一代存儲電池商業化而進行的戰略性技術開發：53 億

試點項目	在技術開發的基礎上進行試點，找出並解決可能影響新能源技術商業化的障礙，驗證技術的有效性	1. 新能源技術領域的試驗項目：85 億 2. 引入生物質驅動燃料的試點項目：11 億 3. 固體氧燃料電池試驗研究：8 億
推介項目	於商業化啟動階段的新能源創造需求，已引入批量化生產和早期市場增長，並通過支持企業和地方政府的措施而推動新能源的應用	1. 支持引入新能源：378 億 2. 與區域新能源規劃有關的項目：9 億 3. 與風能入網有關的項目：30 億 4. 支持引入清潔能源汽車：19 億

資料來源：日本經產省

5. 澳洲低碳能源科技政策

澳洲政府為提供綠能產業所需要的技術人員，澳洲政府在全國成立 26 個技術與推廣教育機構 (Technical and Further Education Institutes, TAFEs)，擬訂並辦理綠能產業所需要的技術與核心職能訓練班，完成這些訓練班的員工可取得綠能職業證照，以進入綠能產業工作。這些證照並不限於技術性工作，也有高階管理工作，澳洲政府利用此職業證照種類的分配，希望對綠能產業人力分配作有效的配置 (Australia Clean Energy Council, 2009)。

鼓勵大學設立綠色能源相關課程，培養綠能產業的高級專業人員，各國政府都會撥款給不同的大學辦理綠能產業課程，比如澳洲政府曾資助 11 所大學開設綠能相關課程，18 所研究所設立相關碩博士學程。澳洲國立大學即在政府資助下，設立永續能源系統的大學本科學位與太陽能研究所的工程學位。Murdoch 也在政府資助下成立太陽能小型風力發電組、永續能源運輸系統以及燃料電池的研究計畫與相關課程，積極培養綠能產業高層專業人才 (Australia Government, 2009)。

1992 年地球高峰會後，面對全球化影響及對環境與社會的覺醒，使得澳洲新堡市成為澳洲國內與國際追求生態永續生活的領導者。1995 年新堡市發表的環境管理計畫 (NEMP, Newcastle Environmental Management Plan) 把概念具體落實。在新堡市對於環境議題分為四個方面進行討論，1. 治理 (Governance)、2. 氣候保護 (Climate Protection)、3. 水資源管理 (Freshwater Management) 與 4. 社區指標 (Community Indicators) (新堡市政府)。

澳洲為全球第 9 大能源生產國 (約佔全球之 2.5%)，過去數十年生產量持續增加，在 1999 年後，每年平均增加率約為 3.2%。2009-2010 年，澳洲主要能源產出為煤 (57%)、鈾 (20%) 及天然氣 (12%)。在能源消費量上，未來消費量持續增加，而出口量亦會隨之增加如下圖所示 (Syed & Penney, 2011)。

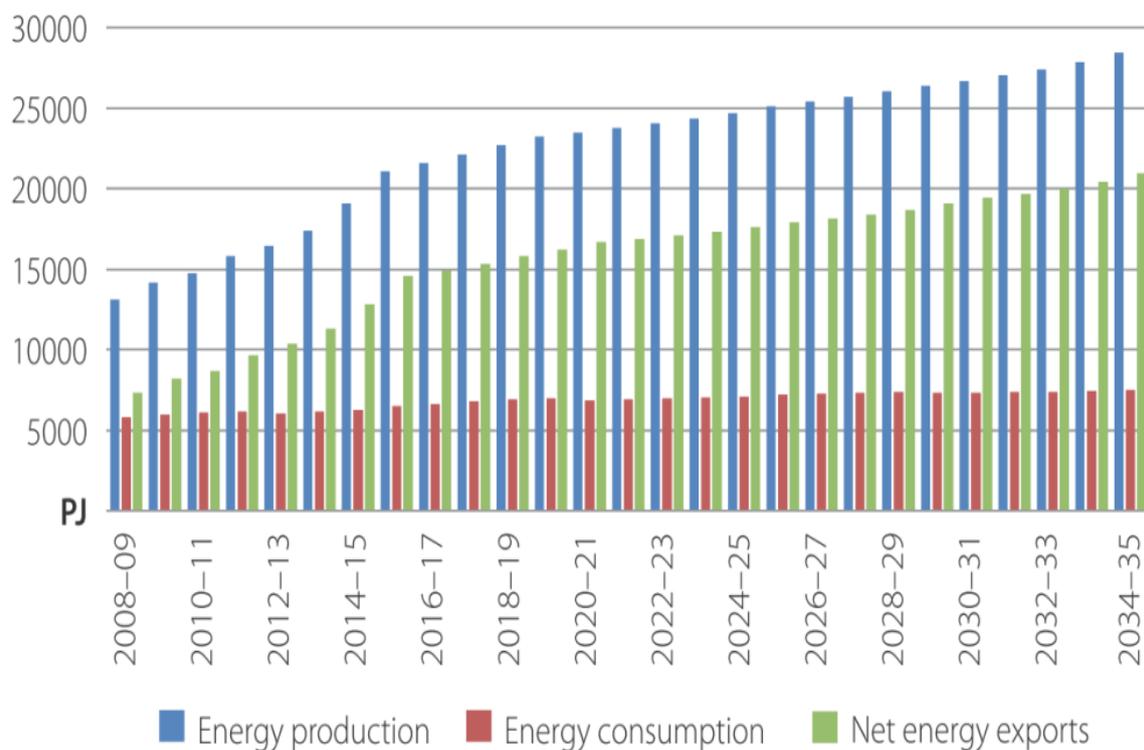


圖43. 澳洲能源消費量與出口量圖

資料來源：Syed & Penney (2011)

澳洲於 2011 年底公布最新之澳洲能源白皮書草案，清楚的說明其未來能源發展方向。報告中首先定義澳洲之能源政策架構為(1)提供全澳洲易取得、可信賴及具價格競爭性之能源；(2)提升澳洲內需及出口之成長潛力；(3)促進清潔及永續能源發展。接著，說明澳洲於未來在能源議題上所會面臨之挑戰，其中包括含需擴大能源基礎設施之投資、尖峰用電需求之管理、能源價格提升等挑戰。因應前述挑戰，澳洲提出之優先行動策略包括：有強化澳洲能源政策架構之彈性、重新推動能源市場改革議程、發展澳洲之關鍵能源資源及加速清潔能源產出等優先行動策略(潘子欽，2012)。

澳洲能源白皮書草案提出澳洲未來(至 2030 年)之能源需求，並定義可行之政策架構，以導引澳洲能源部門未來之發展。在澳洲能源白皮書中，能源政策架構之目的為建立安全、具彈性及有效率之能源系統，其中包括(Energetics, 2011)：

1. 提供全澳洲易取得、可靠信賴及具價格競爭性之能源。
2. 提升澳洲能源內需及出口之成長潛力。
3. 促進清潔及永續能源。

6. 中國低碳能源科技政策

中國在 2010 年政府工作報告中提出，努力建設以低碳排放為特徵的產業體系和消費模式。I 此後，中國對清潔能源發展的政策扶持力度持續加強，2010 年 8 月相繼啟動了 13 座低碳城市試點和綠色能源示範縣，包括：廣東、遼寧、湖北、陝西、雲南五省和天津、重慶、深圳、廈門、杭州、南昌、貴陽、保定八市進行低碳探索，這是中國首次發布的國家層級低碳城市計畫(莊朝榮，2012)。

1990 年 7 月，中國環境保護委員會舉行第 18 次會議，會議中第一次提出關於氣候變遷的政策論述與立場，內容包括：(1)中國將積極參與氣候變遷之談判；(2)已開發國家應為氣候變遷負主要責任，包括提供開發中國家相關協助；(3)中國將努力促進能源效率的提升；(4)中國將不會承諾任何對二氧化碳排放的限制(中國環境保護委員會，1994)。

2012 年 10 月 24 日國務院新聞辦公室發佈了「中國的能源政策 2012」白皮書，白皮書共分為 11 部分；白皮書中指出，中國已成為世界上最大的能源生產國，能源政策的基本內容是：節約優先、立足國內、多元發展、保護環境、科技創新、深化改革、國際合作、改善民生的能源發展方針，推進能源生產和利用方式變革，構建安全、穩定、經濟、清潔的現代能源產業體系，努力以能源的可

持續發展支撐經濟社會的可持續發展(中國能源，2012)。

中國政府不僅已經認識到發展以低耗能與低污染為基礎的「低碳經濟」將全球的趨勢，且正在為實現國家的低碳經濟戰略調整做出努力，而制定出了：可再生能源法、開始實施 GDP 能耗指標公報制度等制度(武春霞，2010)。

中國未來的城鎮化發展目標，確定中國低碳城市發展目標於 2035 年，實現溫室排放零增長；2040 年實現能源消耗零增長，提早實現聯合國提出的政策目標；2050 年實現城市化水準達到 75% 左右，城市經濟對經濟發展的貢獻率超過 90%(譚志雄、陳德敏，2011)。

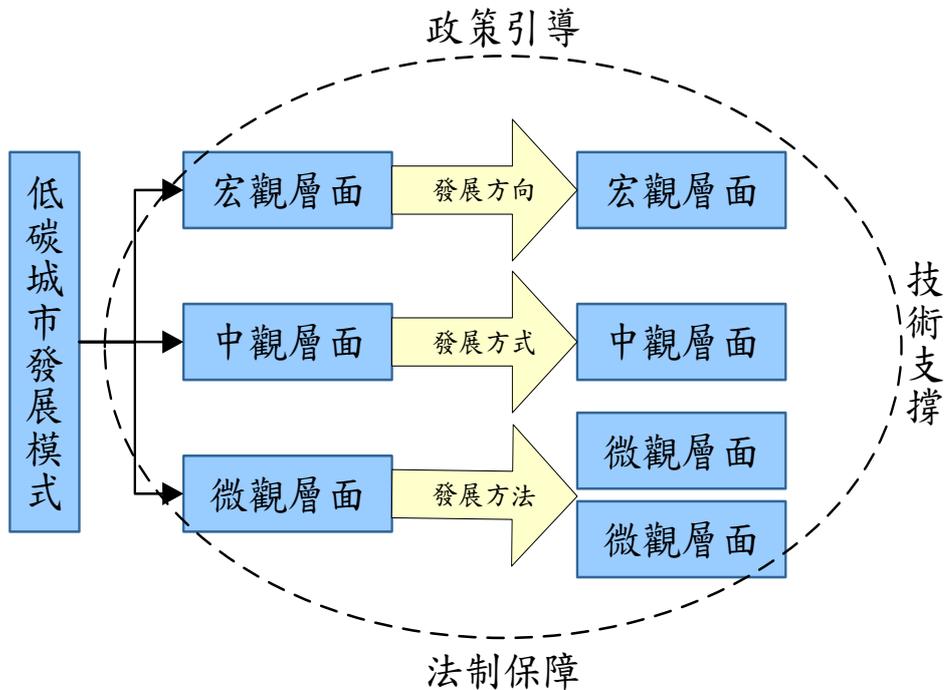


圖44. 中國低碳城市發展模式圖

資料來源：譚志雄、陳德敏(2011)

7. 台灣低碳能源科技政策

左峻德(2010)，從哥本哈根協定進一步要求所有國家皆需訂定可量測、可報告與可驗證的減排目標與行動，台灣應可從煤炭氣化複循環發電與碳捕獲和儲存技術(IGCC+CCS)、生質燃料和氫能燃料電池摩托車等三方面優先推動，再搭配其他再生能源之使用與 2010 年開始推動「供應能源但不增 CO2 排放」政策之實施。

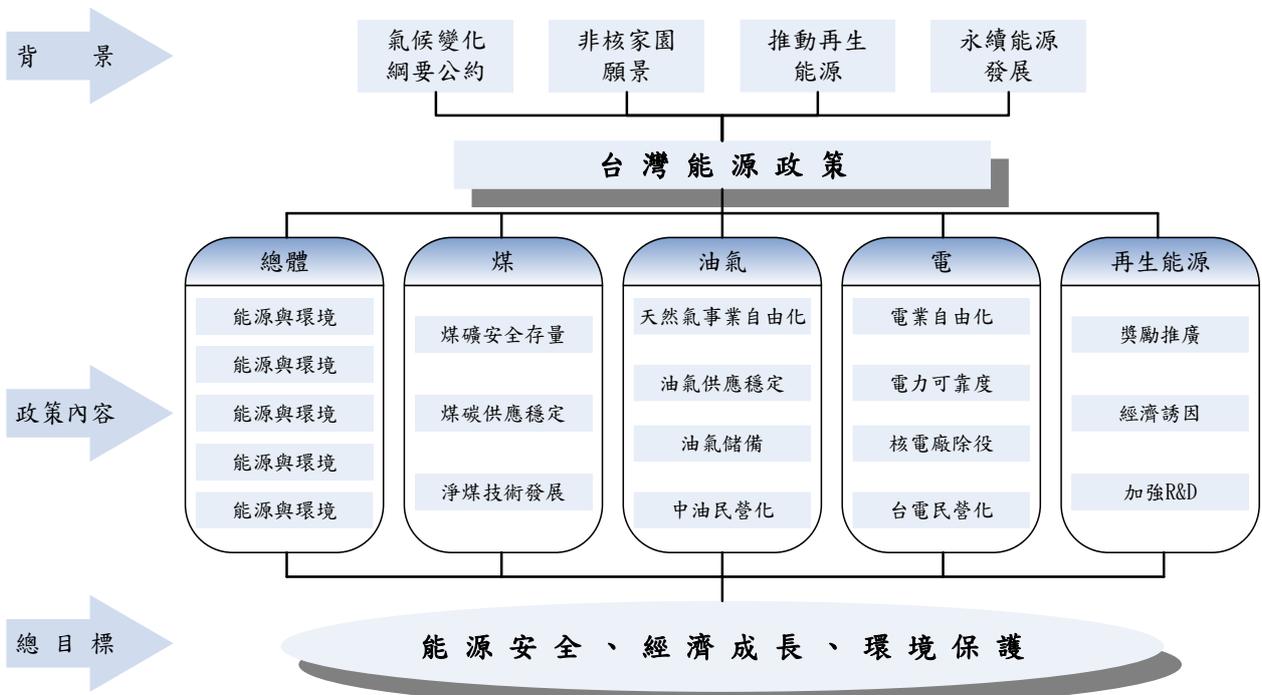


圖45. 台灣未來能源政策及執行措施規劃（草擬）圖
資料來源：吳再益、黃釋緯（2004）

葉惠青、莊銘池(2009)，提出台灣於98年全國能源會議啟動了邁向「低碳家園」願景的契機，政府將要求所有部門從能源的開發生產、能源的使用、輸送、儲存及其他的能源管理，要全面提升效率，要以能源效率能達到全球最高水準，節約能源對減碳的貢獻達到最大的效果為目標。同時建構潔淨能源的經濟體系及低碳的生活方式，藉由低碳技術及淨潔能源發展來綠色產業、綠色工作機會，創造綠色成長契機。

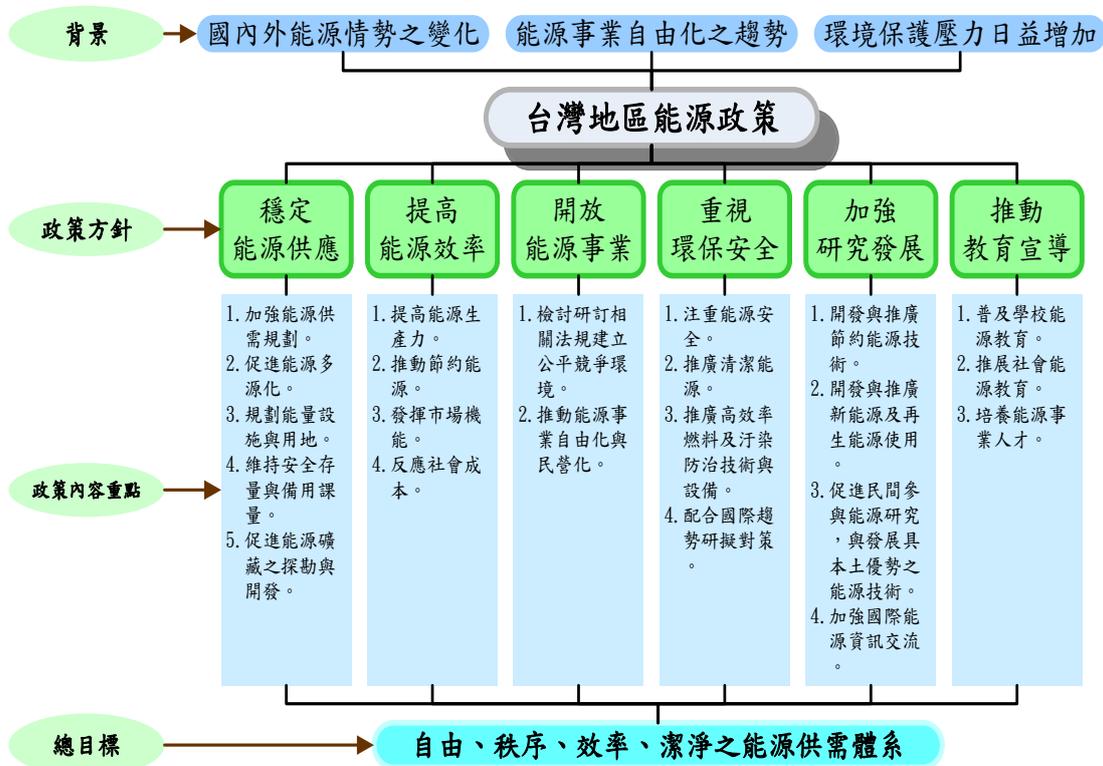


圖46. 台灣地區能源政策及執行措施架構圖
資料來源：經濟部能源局網站

經濟部能源局(2012)，台灣於 2008 年 6 月提出「永續能源政策綱領」，希望在追求永續能源發展過程中，兼顧「能源安全」、「經濟發展」與「環境保護」，以滿足未來世代發展的需要，將有限資源作有「效率」的使用，開發對環境友善的「潔淨」能源，及確保持續「穩定」的能源供應，以創造跨世代能源、環保與經濟三贏願景，並設定具體政策目標，詳如下表所示。

表59. 台灣永續能源政策與目標表

政策	目標
提高能源效率	未來 8 年每年提高能源效率 2% 以上，使能源密集度於 2015 年較 2005 年下降 20% 以上；並藉由技術突破及配套措施，2025 年下降 50% 以上。
發展潔淨能源	1. 全國二氧化碳排放減量，於 2016 年至 2020 年間回到 2008 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量。 2. 發電系統中低碳能源占比由 40% 增加至 2025 年的 55% 以上。
確保能源供應穩定	建立滿足未來 4 年經濟成長 6% 及 2015 年每人年均所得達 3 萬美元經濟發展目標的能源安全供應系統。

資料來源：經濟部能源局 (2008)

第三章 研究方法

第一節 德爾菲法

德爾菲法(Delphi Method)由 Dalkey and Helmer (1963)【226】所提出，是一種有系統表達專家群體意見的程序方法。德爾菲法為專家判斷預測法，是群體決策法的一種，以專家判斷為基礎所發展出的一種主觀性預測方法，以專家判斷為基礎擷取問卷調查與會議二者之優點，所發展出的一種主觀性預測方法(Linstone, 1978)【255】，其原理是建立在「結構化的資訊流通」、「匿名化的群體決策」和「專家判斷」的基礎上(游家政，1996)【154】。

傳統的德爾菲法因為在反覆蒐集與整合專家意見的過程中，通常耗時長久，而且投入成本相當高，有時候問卷的回收率過低或是無法回收，都會影響判斷的品質，甚至於可能會扭曲了專家們的原意。

第二節 多變量分析

一、信度分析

所謂信度是衡量沒有誤差的程度，也是測驗結果的一致性(Consistency)程度，信度是以衡量的變異理論為基礎。衡量的誤差可分為系統性誤差及隨機性誤差。一般而言，大部份的誤差是系統性的(從偏差而來)。所謂系統性誤差也被視成常數性(Constant)誤差。而隨機性誤差(Random Error)則不是一種常數性誤差，其原因可能來自情境因素，或者被受測者一時的情緒而影響。

1. 衡量誤差的意義
 - (1) 系統性誤差
 - (2) 隨機性誤差
2. 衡量誤差的來源
 - (1) 由回應者產生的誤差
 - (2) 由情境因素產生的誤差
 - (3) 由衡量者產生的誤差
 - (4) 由衡量工具產生的誤差
3. 衡量信度的方法
 - (1) 再測信度(Test-Retest Method)：再測信度是讓同一組受測者，在前後兩個時間內測驗兩次，以其兩次測驗的結果求其相關係數，而此係數稱為再測信度 (Test-Retest Reliability)。
 - (2) 折半信度(Split-Half Method)：將受測題目分成兩半，然後再以前半段之題目與後半段之題目做相關，若相關程度很高就代表折半信度很高，是考驗衡量的同質性。
 - (3) 複本信度(Equivalent-Forms Method)：讓不同程度的受測者能夠明確瞭解問卷題目的意思，有時候同一個測驗中有甲、乙卷兩種以上的複本，由一組受試者先用甲卷進行測試，同組人或另外一個人再用乙卷進行測試，用這兩種測驗的結果求其相關係數即為複本信度。
 - (4) 庫李信度(Kuder-Richardson Reliability)：目的在於分析問項間的一致性。在估計信度上，最常用的是庫李二十號公式：

$$r_{KR20} = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right) \quad (1)$$

其中 k：表示整份測驗的題數

$\sum pq$ ：表整個測驗中每題答對與答錯百分比乘積之總合

S²：表示測驗總分的變異量

信度係指測驗結果(受試者的回答)的穩定性及可靠性(可相信的程度)。信度的衡量有三種類型：穩定性、等值性與內部一致性。

1. 穩定性：用同一種測驗對同一群受試者，前後施測兩次，然後依據兩次測驗分數計算相關係數。

2. 等值性：交替使用一套測驗的多種複本，再根據一群受試者每個人在各種複本測驗之得分，計算相關係數。
3. 內部一致性：指量表能否測量單一概念，同時反映組成量表題項之內部一致性程度。

二、效度分析

所謂效度是指衡量的工具是否能真正測量到研究者想要衡量的問題，其中量表的效度類型有三種：內容效度、效標關聯效度與建構效度其說明如下。

1. 內容效度 (Content Validity)：以研究者的專業知識來主觀判斷所選擇的尺度是否能正確的衡量研究所欲衡量的東西。
2. 效標關聯效度 (Criterion-Related Validity)：所謂效標關聯效度是指使用中的衡量工具和其他的衡量工具來比較兩者是否具有關聯性。
3. 建構效度 (Construct Validity)：建構效度(或稱構念效度)指問卷或量表能測量到理論上的構念或特質之程度。建構效度有兩類：收斂效度與區別效度。而檢測量表是否具備建構效度，最常使用之方法為因素分析法。同一因素構面中，若各題目之因素負荷量(Factor Loading)愈大(一般以大於 0.5 為準)，則愈具備「收斂效度」。若問卷題目在非所屬因素構面中，其因素負荷量愈小(一般以低於 0.5 為準)，則愈具備「區別效度」。
4. 量表之信度與效度：潛在變數的衡量，通常是以量表或問卷做為測量工具，評估量表優良與否的準則為信度與效度。

三、相關分析

相關(Correlation)是用以檢定兩個變項線性關係的統計方法，相關係數(Coefficient of Correlation)即是建立一個用以描述兩個連續變項間關聯情形的量數。一般的相關分析可分為下列三種(邱皓正，2000)：

1. 皮爾森相關係數(Pearson Coefficient of Correlation)皮爾森相關係數的數值可以反應兩個連續變項關聯情形的強度大小，但相關係數是否具有統計上的意義，則必須透過統計考驗來判斷。
2. 史比爾曼等級相關(Spearman Rank Order Correlation)史比爾曼等級相關適用於兩個連續變數線性關聯情形的描述，而連續變項必須使用等距或比例量尺。
3. 點二系列相關(Point-Biserial Correlation)兩變項中一為連續變項，另一為二分類別變項的相關係數稱為點二系列相關。
4. 本研究採用皮爾森相關係數分析探討因素構面對影響變數之間的相關程度，並將相關性的變數獨立進行複迴歸分析，以避免線性重合之情形發生。

四、迴歸分析

在直線迴歸分析中如果只探討一個自變項(Independent Variable)，對一個依變項(Dependent Variable)的影響，則稱為簡單線性迴歸分析。簡單直線迴歸的決定係數(R²)等於自變項與依變項間積差相關係數的平方。迴歸分析中的自變項也稱為預測變項或解釋變項；而依變項又稱為效標變項或反應變項，迴歸分析中如果自變項有 2 個以上，則稱為複迴歸分析或多元線性迴歸分析(Multiple Linear Regression Analysis)【78】。

多元線性迴歸的目的旨在找出一個自變項的線性結合(迴歸方程式)，以說明一組預測變項與效標變項間的關係，如果可行，則自變項間的線性組合與效標變項間關係強度有多大，整體解釋變異量是否達到統計上的顯著水準，在迴歸模式中哪些自變項對效標變項的預測力較大，原始迴歸模式中的自變項數目能否予以減少而對效標變項仍具有足夠的預測力(黃俊英，2004)【160】。應用多元線性迴歸時，所分析的資料必須符合以下的基本假定【37,錯誤! 找不到參照來源。】：265】：

1. 常態性(Normality)：對於預測變項的各個水準在效標變項上呈常態分配，即殘差為常態分配，常態性的假設即迴歸模式所得之樣本預測值與樣本實際值的殘差值所形成的分配為常態分配。在迴歸分析中，通常可藉檢驗效標變項是否為常態，藉以瞭解殘差是否為常態。
2. 效標變項的各個觀察值必須是獨立的。
3. 預測變項彼此之間沒有多元共線性關係(Multicollinearity)，即自變項彼此間的關係沒有高度相關(相關係數>0.7 以上)。複迴歸分析中變項間的最佳關係為自變項與效標變項中有高度

相關，而自變項本身間呈中度或低度相關。

4. 直線化(Linearity)：預測變項與效標變項間關係的呈線性關係，及資料型態呈現的是任何形式的直線關係，而不應為曲線關係或其他非直線型態，直線化的假定在迴歸分析中非常重要。若變項間的關係為非線性關係，必須採用曲線迴歸等非線性模式來處理，或將原始資料進行轉換。
5. 殘差獨立性假設(Independence)：即不同預測變項所產生的殘差間的相關為 0，而誤差項也須與自變項相互獨立，雖然殘差項出現自我相關也可進行參數估計，但標準誤會產生偏誤而將降低統計的考驗力，迴歸模型不易達到顯著。
6. 殘差等分散性(Homoscedasticity)：殘差的標準誤在各觀察體上保持恆定，特定自變項水準的誤差項，除了應呈隨機化的常態分配外，且其變異量應相等；殘差等分散性也可說是變異數同質性，對於預測變項的各個水準在效標變項之變異數應該是相同的。相對的，資料未能符合殘差等分散性，即稱為變異數異質性。

在模糊迴歸分析中，一般採用下面的模糊線性模型

$$Y(x_p) = A_0 + A_1 x_{p1} + \dots + A_n x_{pn} \quad (2)$$

模糊迴歸係數 $A_i (i=0,1,\dots,n)$ 是一個模糊幅度數， $Y(x_p)$ 也是一個模糊幅度數，模糊迴歸分析所要解決的問題就是如何求得上式中的模糊迴歸係數【9】。

$$\mu_A(x) = L\left(\frac{x-c}{\omega}\right), \omega > 0 \quad (3)$$

函數 $L(x) = L(-x)$; $L(0) = 1$; $L(x)$ 在 $(0, +\infty)$ 上單調減; $L(x)$ 是對稱的三角型函數，即 $L(x) = \max(0, 1-|x|)$ 。

對於對稱的模糊數 $A = (c, \omega)L$ ， c 表示模糊數的中心點， ω 代表幅寬。根據擴張原理，對稱模糊數運算如下

$$\begin{aligned} (c_1, \omega_1)_L + (c_2, \omega_2)_L &= (c_1 + c_2, \omega_1 + \omega_2)_L \\ \lambda(c, \omega)_L &= (\lambda c, |\lambda| \omega)_L \end{aligned} \quad (4)$$

當求得的迴歸係數是對稱的模糊數時， $Y(x_p)$ 也是對稱的模糊數，且可由下式求得

$$\begin{aligned} Y(x_p) &= A_0 + A_1 x_{p1} + \dots + A_n x_{pn} = [c(x_p), \omega(x_p)]_L \\ c(x_p) &= c_0 + c_1 x_{p1} + \dots + c_n x_{pn} \\ \omega(x_p) &= \omega_0 + \omega_1 |x_{p1}| + \dots + \omega_n |x_{pn}| \end{aligned} \quad (5)$$

對實數輸出值的模糊迴歸分析是指對於已知的一組自變量有確切的因變量與之相對應。

第三節 品質機能展開模式

品質機能展開或稱品質屋(quality function deployment, QFD)是一種用來達成顧客期望的產品設計與開發的規劃工具。它是一種產品設計、工程設計與生產的管制方法以及能對產品作深度的評估。

品質屋用來確認顧客的需求條件，透過逐步的理性轉換過程(僅需使用四次品質屋矩陣三階段之轉換)。產品達到品質一致性(Quality Conformance)品質機能展開以顧客的要求或期望為中心。把顧客最原始，含糊不清，也是最重要的要求開展成具體、明白、中肯的要求，然後依此要求的輸入，一一對應轉換成工程設計的技术術述語(technical descriptors)的輸出。

品質機能展開的實施，一定能讓公司組織保證它的完成品一定能符合顧客對產品的要求。品質機能展開為了使完成品滿足甚至超越顧客的要求，它是由一組功能單位的專家所組成的品質機能展開組，分工合作共商產品的設計與開發的規劃，依下面四階段的展開，完成顧客的要求。

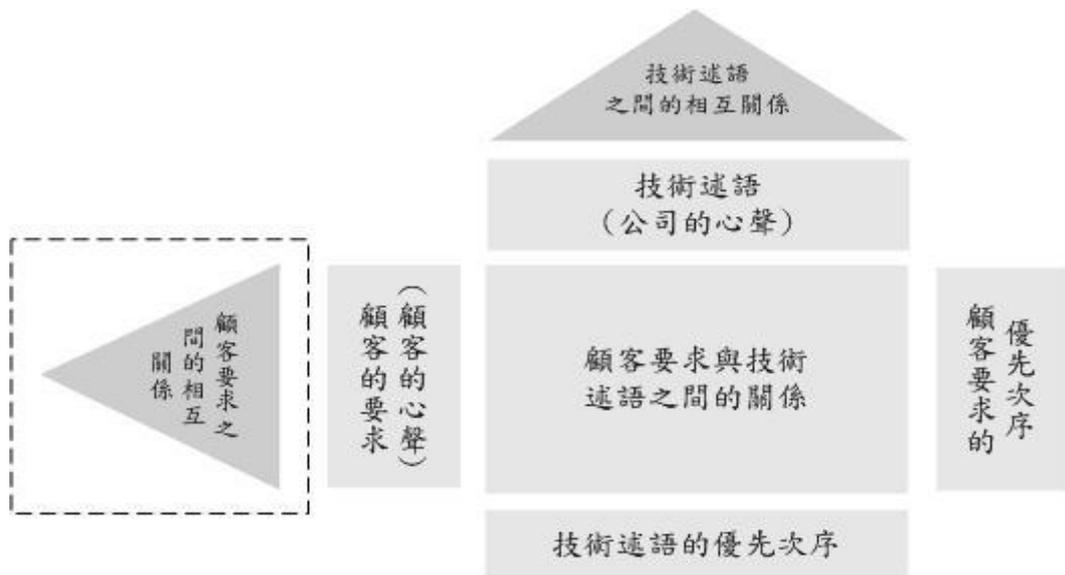


圖47. 品質機能展開圖(品質屋)

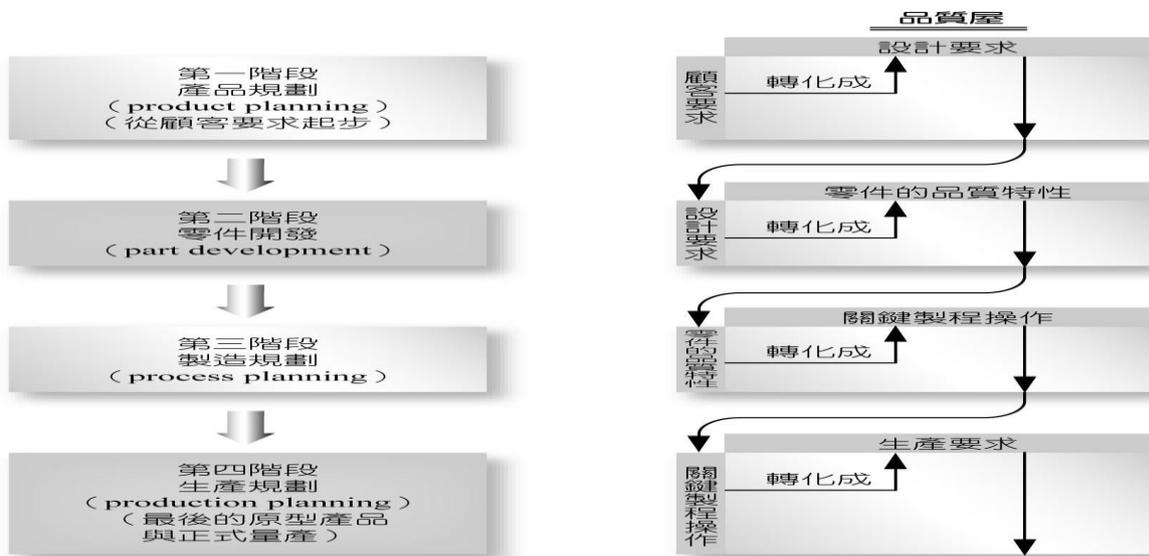


圖48. 品質機能展開(QFD)操作轉換流程圖

第四節 決策實驗室分析法

DEMATEL 方法源於 1973 年日內瓦研究中心 Battelle 協會，當時 DEMATEL 方法用於研究世界複雜、困難的問題(如種族、饑餓、環保、能源問題...等等)【245】，近幾年，DEMATEL 方法在日本非常熱門，因為此方法可有效的瞭解複雜的因果關係結構，其藉由察看元素間兩兩影響程度，利用矩陣及相關數學理論計算出全體元素間的因果關係及影響的強度。相關的應用非常廣泛，包括企業規劃與決策、都市規劃設計、地理環境評估、分析全球問題群等領域，國內研究如 Lin & Wu(2004)【237】應用 DEMATEL 於團體決策、胡雪琴(2003)【114】探討企業問題複雜度、林宗民(2005)【98】研究管理問題的因果關係並建立模式分析。DEMATEL 架構及運算步驟如下：

1. 定義元素並判斷關係：列出系統中的元素並定義，可經由探討、腦力激等方式獲得。根據專家主觀的心智模型判斷元素兩兩間的關係。
2. 產生直接關係矩陣(Direct-Relation Matrix)：若準則個數為 n ，將準則依其影響關係與程度兩兩比較，得到 $n \times n$ 矩陣，稱為直接關係矩陣，以 Z 表示，矩陣中 Z_{ij} 的數字代表準則 i 影響準則 j 的程度，並且將其對角元素 Z_{ij} 設為 0。

3. 計算標準化直接關係矩陣：令 $\lambda = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n Z_{ij} \right)}$ ，再將整個矩陣的元素乘以 λ ，即 $X = \lambda * Z$ ，即

可得到標準化直接關係矩陣 X 。

4. 計算直接/間接矩陣(Direct/Indirect Matrix)：因為，因此直接/間接矩陣 T 可從下面公式得到，其中 O 為零矩陣， I 為單位矩陣。

$$T = \lim_{k \rightarrow \infty} (X + X^2 + \dots + X^k) = X(I - X)^{-1} \quad (6)$$

5. 繪製因果圖(causal diagram)：令 t_{ij} ($i, j = 1, 2, \dots, n$) 為 T 中元素，列的總合及行的總合分別以 D_i 及 R_j 表示，由下面 2 公式可得到：

$$D_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad , (i = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

$$R_j = \sum_{i=1}^n t_{ij} \quad , (j = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

D 表示以元素 i 為原因而影響其他元素的總和，包含了直接及間接影響， R 表示以元素 j 為結果而被其他元素影響的總和。 $(D + R)$ 稱為中心度(Prominence)，由 D_k 加 R_k 來，表示通過此元素影響及被影響的總程度，可顯現出此元素在問題群中的中心度， $(D - R)$ 稱為原因度(Relation)，由 D_k 減 R_k 而來， $(D_k - R_k)$ 若為正，此元素偏向為導致類，若 $(D_k - R_k)$ 為負，此元素偏向為影響類。因果圖分別以 $(D_k + R_k, D_k - R_k)$ 為序偶，橫軸為 $(D + R)$ ，縱軸為 $(D - R)$ 。因此因果圖可以將複雜的因果關係簡化為易懂的結構，能深入瞭解問題以提供解決方向，此外藉由因果圖的協助，決策者可根據準則中導致類或影響類來規劃適合的決策。以下舉例說明 DEMATEL 程序，若系統由五個元素組成，之間的影響程度及方向如下圖所示。

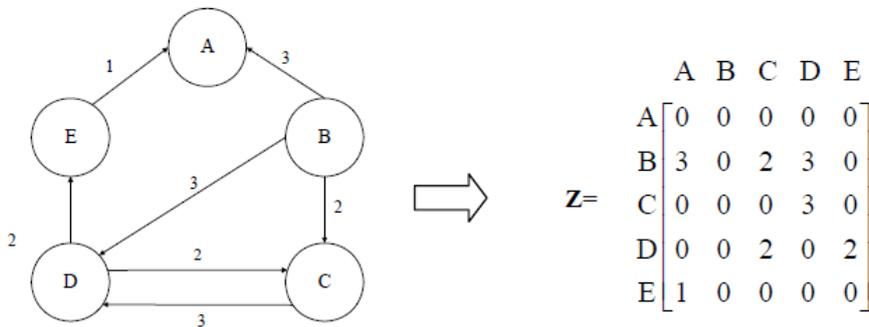


圖49. DEMATEL 範例-直接關係圖及直接關係矩陣圖

第四章 建立研究模型

本計畫經由上述文獻評論與研究方法，共採納技術文獻分析、國家創新理論、鑽石理論、專家評論分析、品質機能展開等方法。故本章先將上述方法進行整合，以彼此間的關係繪出模型關聯圖，以釐清各模型間的作用與順序。其次在針對各模型進行較詳細的介紹。

第一節 整體研究模型建構

本節依據研究目的、研究方法及其他相關文獻建構出本計畫之整體研究模型，本計畫整體核心分別為以下：技術文獻、QFD 品質機能展開、國家創新模式，詳如下圖所示。

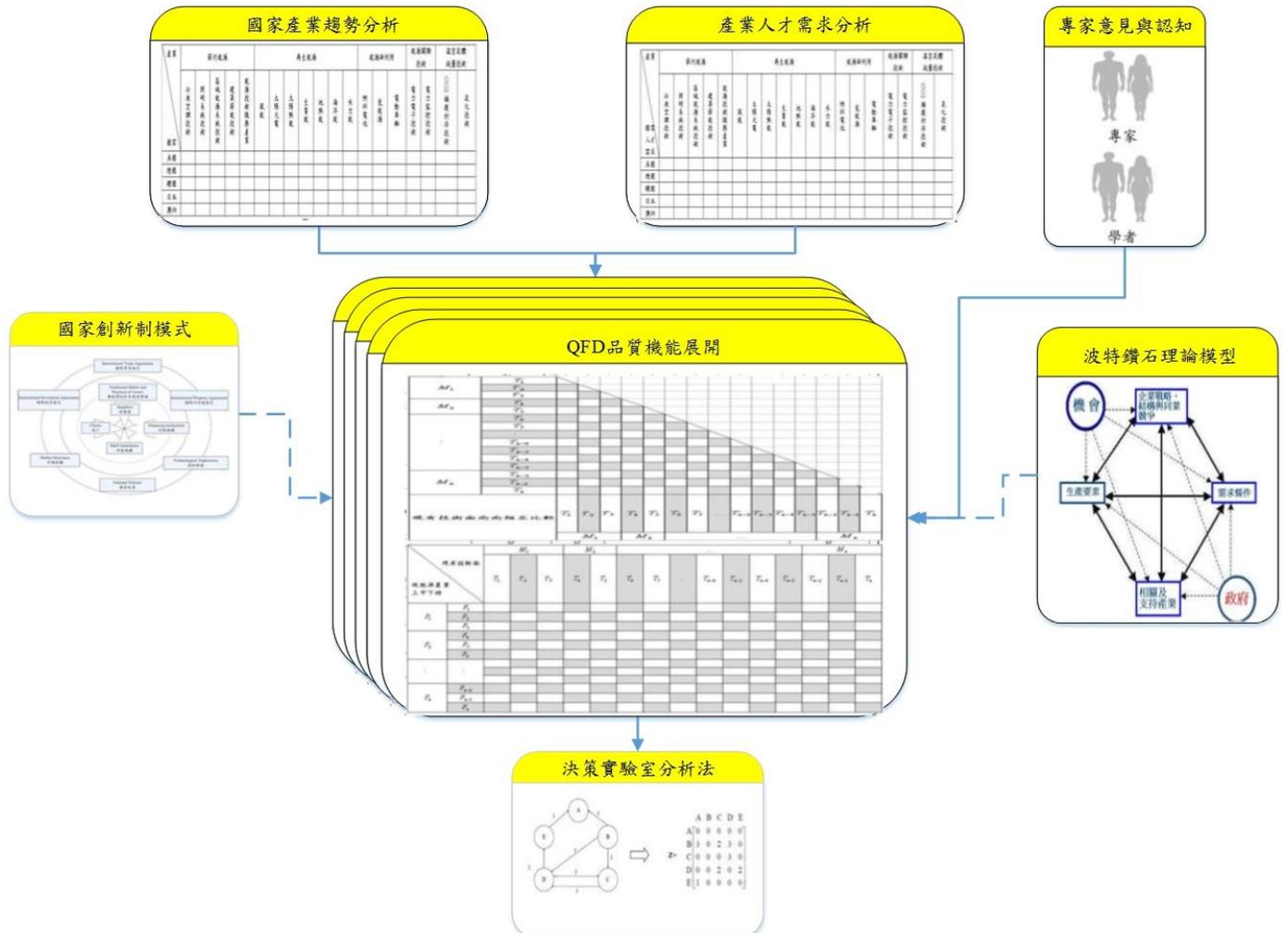


圖50. 研究整體模型關係圖

資料來源：本研究整理

第二節 國家產業趨勢分析

本研究之國家產業趨勢分析，透過美國、德國、韓國、日本與澳洲五個國家，和各低碳能源產業之間的交叉比較，可得各國家以何低碳能源產業為主，進而得到相關趨勢分析，詳如下表所示。

表60. 國家產業趨勢分析表

產業 國家	節約能源					再生能源							能源新利用			能源關聯技術		溫室氣體減量技術	
	冷凍空調技術	照明系統技術	區域能源系統技術	建築節能技術	能源技術服務產業	風能	太陽光電	太陽熱能	生質能	地熱能	海洋能	水力能	燃料電池	氫能源	電動車輛	電力電子技術	電力監控技術	CO ₂ 捕獲封存技術	氫化技術
美國																			
德國																			
韓國																			
日本																			
澳洲																			

資料來源：本研究整理

第三節 產業人才需求分析

本研究之產業人才需求分析，透過五個國家的相關低碳能源培育人才需求與各低碳能源產業之間的交叉比較，可得各國家主要培育相關低碳能源人才與產業之間的關聯性，進而得到產業人才需求，詳如下表所示。

表61. 產業人才需求分析表

產業 國家 人才 需求	節約能源					再生能源							能源新利用			能源關聯技術		溫室氣體減量技術	
	冷凍空調技術	照明系統技術	區域能源系統技術	建築節能技術	能源技術服務產業	風能	太陽光電	太陽熱能	生質能	地熱能	海洋能	水力能	燃料電池	氫能源	電動車輛	電力電子技術	電力監控技術	CO ₂ 捕獲封存技術	氫化技術
美國																			
德國																			
韓國																			
日本																			
澳洲																			

資料來源：本研究整理

第四節 品質機能展開模式

本研究之品質機能展開模式之模型，技術構面中 M1~Mn 為低碳能源產業構面，T1~Tn 為各產業之相關技術，經由現有技術之間的兩兩比較可得技術與技術之間的關聯性；P1~Pn 為低碳能源產業需求面，F1~Fn 為各低碳能源產業上、中、下游廠商，再與技術之間進行分析，經由分析後可得最佳廠商與技術之間相關數據，詳如下表。

表62. 品質機能展開技術間關聯模型表

M_1	T_1																				
	T_2																				
	T_3																				
M_2	T_4																				
	T_5																				
⋮	T_6																				
	T_7																				
	⋮																				
	T_{n-6}																				
	T_{n-5}																				
	T_{n-4}																				
M_n	T_{n-3}																				
	T_{n-2}																				
	T_{n-1}																				
現有技術面兩兩相互比較	T_n																				
		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	...	T_{n-6}	T_{n-5}	T_{n-4}	T_{n-3}	T_{n-2}	T_{n-1}	T_n					
		M_1			M_2				...												M_n

資料來源：本研究整理

表63. 品質機能展開產業上中下游與技術間關聯模型表

現有技術面		M_1			M_2		...						M_n			
		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	...	T_{n-6}	T_{n-5}	T_{n-4}	T_{n-3}	T_{n-2}	T_{n-1}	T_n
低能源產業 上中下游	P_1	F_1														
		F_2														
		F_3														
P_2	F_4															
	F_5															
	F_6															
⋮	⋮															
P_n	F_{n-2}															
	F_{n-1}															
	F_n															

資料來源：本研究整理

第五章 實證分析

第一節 LED 照明產業分析

本研究藉由 DANP 找出 LED 照明產業各方面人才的重要性，而後利用 QFD 的方式探討 LED 照明產業各方面人才來源需求程度及目前市場人才的滿足程度，進而判斷各方面人才缺口的實際情況，以做為提出 LED 照明產業各類型人才培育優先順序的建議。

5.1.1 LED 照明產業 DANP 分析

本研究利用 Dematel 與 AHP 方法之資料進行 DANP 的運算處理藉此得知 LED 照明產業各方面人才的重要性，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業整體人才的重要性中以磊晶片製造業的光電工程人才(0.212)最為重要，其次為磊晶片製造業的材料工程人才(0.170)，第三為磊晶片製造業的電子電機工程人才(0.128)。

表64. LED 照明產業 DANP 分析表

構面	構面權重	準則	準則權重	準則整體權重	排序
磊晶片製造業	0.693	電子電機工程人才	0.185	0.128	3
		化學工程人才	0.154	0.107	4
		光電工程人才	0.307	0.212	1
		機械工程人才	0.109	0.075	5
		材料工程人才	0.245	0.170	2
晶粒製造業	0.215	電子電機工程人才	0.199	0.043	9
		化學工程人才	0.203	0.044	8
		光電工程人才	0.288	0.062	6
		機械工程人才	0.087	0.019	13
		材料工程人才	0.223	0.048	7
LED 封裝業	0.092	電子電機工程人才	0.273	0.025	12
		光電工程人才	0.381	0.035	10
		機械工程人才	0.347	0.032	11

5.1.2 LED 照明產業人才需求程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知 LED 照明產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以磊晶片製造業對光電工程人才的需求程度最高(7.957)，其次為磊晶片製造業對材料工程人才的需求(5.391)，第三為磊晶片製造業對電子電機工程人才(4.057)。

表65. LED 照明產業人才需求程度 QFD 分析表

構面	準則	準則 權重	美洲 國家	歐洲 國家	亞洲 國家	其他 國家	大學 院校 (博士)	大學 院校 (碩士)	大學 院校 (學士)	技職 院校	專科 院校	基礎 型研 究機 構	應用 型研 究機 構	內部 訓練	外部 訓練	總計	排序
磊晶片製造業	電子電機工程人才	0.128	0.419	0.197	0.274	0.154	0.419	0.745	0.317	0.223	0.180	0.231	0.214	0.300	0.257	4.057	3
	化學工程人才	0.107	0.142	0.142	0.263	0.157	0.534	0.548	0.299	0.199	0.164	0.213	0.192	0.356	0.192	3.508	4
	光電工程人才	0.212	0.722	0.354	0.481	0.297	1.119	1.218	1.204	0.283	0.212	0.510	0.382	0.623	0.340	7.957	1
	機械工程人才	0.075	0.131	0.176	0.086	0.080	0.211	0.267	0.141	0.086	0.055	0.111	0.111	0.116	0.065	1.711	6
	材料工程人才	0.170	0.384	0.283	0.475	0.249	0.701	0.825	0.463	0.283	0.260	0.407	0.181	0.463	0.249	5.391	2
晶粒製造業	電子電機工程人才	0.043	0.077	0.031	0.060	0.034	0.114	0.225	0.131	0.105	0.065	0.048	0.060	0.068	0.040	1.100	11
	化學工程人才	0.044	0.081	0.076	0.070	0.049	0.128	0.244	0.116	0.073	0.055	0.102	0.058	0.099	0.044	1.238	10
	光電工程人才	0.062	0.215	0.145	0.140	0.070	0.289	0.421	0.165	0.120	0.087	0.087	0.078	0.165	0.099	2.143	5
	機械工程人才	0.019	0.019	0.022	0.019	0.020	0.053	0.089	0.041	0.042	0.031	0.020	0.024	0.031	0.017	0.447	13
	材料工程人才	0.048	0.106	0.077	0.093	0.051	0.147	0.240	0.115	0.064	0.058	0.051	0.090	0.153	0.067	1.359	8
LED 封裝業	電子電機工程人才	0.025	0.066	0.072	0.060	0.019	0.076	0.147	0.066	0.054	0.054	0.045	0.050	0.081	0.033	0.849	12
	光電工程人才	0.035	0.116	0.076	0.100	0.027	0.146	0.254	0.092	0.060	0.068	0.097	0.122	0.170	0.095	1.458	7
	機械工程人才	0.032	0.086	0.086	0.064	0.020	0.114	0.205	0.079	0.062	0.069	0.096	0.104	0.148	0.086	1.252	9
總計			2.564	1.736	2.184	1.228	4.050	5.427	3.228	1.652	1.358	2.018	1.665	2.774	1.584		
排序			5	8	6	13	2	1	3	10	12	7	9	4	11		

5.1.3 LED 照明產業人才滿足程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知 LED 照明產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以磊晶片製造業在光電工程人才上的滿足度最高(0.955)，其次為磊晶片製造業在材料工程人才的滿足度(0.213)，第三為磊晶片製造業在電子電機工程人才上的滿足度(0.556)。

表66. LED 照明產業人才滿足程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	人才目前滿足程度	排序
磊晶片製造業	電子電機工程人才	0.1284	0.5563	3
	化學工程人才	0.1067	0.3558	4
	光電工程人才	0.2124	0.9557	1
	機械工程人才	0.0755	0.1887	7
	材料工程人才	0.1695	0.5764	2
晶粒製造業	電子電機工程人才	0.0426	0.2132	6
	化學工程人才	0.0436	0.1133	12
	光電工程人才	0.0619	0.3200	5
	機械工程人才	0.0186	0.0558	13
	材料工程人才	0.0480	0.1631	9
LED 封裝業	電子電機工程人才	0.0252	0.1259	11
	光電工程人才	0.0352	0.1465	10
	機械工程人才	0.0321	0.1669	8

5.1.4 LED 照明產業人才需求缺口分析

本研究利用前面之人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，藉此判斷在 LED 照明產業中，哪一種類人才是目前產業所欠缺的，而此類人才即為 LED 照明產業中最需優先培養之選擇。由資料分析後可以得知，在 LED 照明的人才需求缺口最大的前三名分別為磊晶片製造業的光電工程人才(7.002)、材料工程人才(4.815)及電子電機工程人才(3.501)。

表67. LED 照明產業人才需求缺口分析表

構面	準則	人才需求程度	人才目前滿足程度	人才需求缺口	排序
磊晶片製造業	電子電機工程人才	4.057	0.556	3.501	3
	化學工程人才	3.508	0.356	3.152	4
	光電工程人才	7.957	0.956	7.002	1
	機械工程人才	1.711	0.189	1.522	6
	材料工程人才	5.391	0.576	4.815	2
晶粒製造業	電子電機工程人才	1.100	0.213	0.887	11
	化學工程人才	1.238	0.113	1.125	9
	光電工程人才	2.143	0.320	1.823	5
	機械工程人才	0.447	0.056	0.391	13
	材料工程人才	1.359	0.163	1.196	8
LED 封裝業	電子電機工程人才	0.849	0.126	0.723	12
	光電工程人才	1.458	0.147	1.312	7
	機械工程人才	1.252	0.167	1.085	10

第二節 太陽熱能產業分析

本研究藉由 DANP 找出太陽熱能產業各方面人才的重要性，而後利用 QFD 的方式探討太陽熱能產業各方面人才來源需求程度及目前市場人才的滿足程度，進而判斷各方面人才缺口的實際情況，以做為提出太陽熱能產業各類型人才培育優先順序的建議。

52.1 太陽熱能產業 DANP 分析

本研究利用 Dematel 與 AHP 方法之資料進行 DANP 的運算處理藉此得知太陽熱能產業各方面人才的重要性，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業整體人才的重要性中以太陽能熱水器製造商的電機工程人才(0.223)最為重要，其次為太陽能熱水器製造商的電子工程人才(0.159)，第三為太陽能熱水器供應商的產品技術服務人才(0.112)。

表68. 太陽熱能產業 DANP 分析表

構面	構面權重	準則	準則權重	準則整體權重	排序
原材料供應商	0.234	機械工程人才	0.236	0.055	8
		電機工程人才	0.316	0.074	7
		模具工程人才	0.117	0.027	12
		材料工程人才	0.331	0.077	6
太陽能熱水器製造商	0.509	機械工程人才	0.075	0.038	9
		工業工程人才	0.173	0.088	4
		電機工程人才	0.438	0.223	1
		電子工程人才	0.313	0.159	2
太陽能熱水器供應商	0.258	水電工程人才	0.308	0.079	5
		金屬建材架構人才	0.122	0.031	11
		機械工程人才	0.135	0.035	10
		產品技術服務人才	0.435	0.112	3

5.2.2 太陽熱能產業人才需求程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知太陽熱能產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以太陽能熱水器製造商對電機工程人才的需求程度最高(10.883)，其次為太陽能熱水器製造商對電子工程人才的需求(6.372)，第三為太陽能熱水器供應商對產品技術服務人才(5.493)。

表69. 太陽熱能產業人才需求程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	美洲國家	歐洲國家	亞洲國家	其他國家	大學院校(博士)	大學院校(碩士)	大學院校(學士)	技職院校	專科院校	基礎型研究機構	應用型研究機構	內部訓練	外部訓練	總計	排序
原材料供應商	機械工程人才	0.055	0.349	0.276	0.386	0.055	0.166	0.386	0.239	0.386	0.239	0.129	0.276	0.349	0.386	3.678	6
	電機工程人才	0.074	0.467	0.172	0.664	0.123	0.369	0.369	0.516	0.369	0.270	0.172	0.369	0.270	0.320	4.524	5
	模具工程人才	0.027	0.046	0.191	0.246	0.064	0.082	0.191	0.137	0.173	0.100	0.118	0.173	0.191	0.137	1.875	9
	材料工程人才	0.077	0.386	0.386	0.541	0.129	0.541	0.386	0.386	0.335	0.283	0.283	0.489	0.335	0.283	4.843	4
太陽能熱水器製造商	機械工程人才	0.038	0.053	0.038	0.205	0.038	0.106	0.182	0.228	0.236	0.167	0.091	0.137	0.160	0.129	1.809	10
	工業工程人才	0.088	0.123	0.088	0.476	0.088	0.141	0.282	0.423	0.405	0.247	0.211	0.211	0.264	0.176	3.224	8
	電機工程人才	0.223	0.401	0.312	1.204	0.312	0.714	0.803	0.981	1.293	0.981	0.803	1.070	0.937	0.847	10.883	1
	電子工程人才	0.159	0.287	0.223	0.478	0.159	0.510	0.574	0.701	0.733	0.701	0.319	0.510	0.478	0.542	6.372	2
太陽能熱水器供應商	水電工程人才	0.079	0.119	0.172	0.278	0.093	0.093	0.172	0.410	0.609	0.516	0.132	0.212	0.278	0.331	3.494	7
	金屬建材架構人才	0.031	0.079	0.047	0.110	0.037	0.037	0.100	0.121	0.210	0.173	0.052	0.084	0.079	0.094	1.253	12
	機械工程人才	0.035	0.076	0.052	0.157	0.041	0.041	0.076	0.180	0.198	0.146	0.047	0.058	0.111	0.058	1.275	11
	產品技術服務人才	0.112	0.243	0.505	0.505	0.131	0.131	0.355	0.617	0.747	0.579	0.299	0.299	0.617	0.355	5.493	3
總計			2.630	2.463	5.250	1.269	2.929	3.876	4.939	5.694	4.403	2.657	3.888	4.068	3.659		
排序			11	12	2	13	9	7	3	1	4	10	6	5	8		

5.2.3 太陽熱能產業人才滿足程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知太陽熱能產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以太陽能熱水器製造商在電機工程人才上的滿足度最高(1.115)，其次為太陽能熱水器製造商在電子工程人才上的滿足度(0.733)，第三為太陽能熱水器供應商在產品技術服務人才上的滿足度(0.635)。

表70. 太陽熱能產業人才滿足程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	人才目前滿足程度	排序
原材料供應商	機械工程人才	0.055	0.349	5
	電機工程人才	0.074	0.467	4
	模具工程人才	0.027	0.173	10
	材料工程人才	0.077	0.335	6
太陽能熱水器製造商	機械工程人才	0.038	0.190	9
	工業工程人才	0.088	0.335	7
	電機工程人才	0.223	1.115	1
	電子工程人才	0.159	0.733	2
太陽能熱水器供應商	水電工程人才	0.079	0.291	8
	金屬建材架構人才	0.031	0.115	12
	機械工程人才	0.035	0.151	11
	產品技術服務人才	0.112	0.635	3

5.2.4 太陽熱能產業人才需求缺口分析

本研究利用前面之人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，藉此判斷在太陽熱能產業中，哪一種類人才是目前產業所欠缺的，而此類人才即為太陽熱能產業中最需優先培養之選擇。由資料分析後可以得知，在太陽熱能的人才需求缺口最大的前三名分別為太陽能熱水器製造商的電機工程人才(9.768)、電子工程人才(5.64)及太陽能熱水器供應商的產品技術服務人才(4.858)。

表71. 太陽熱能產業人才需求缺口分析表

構面	準則	人才需求程度	人才目前滿足程度	人才需求缺口	排序
原材料供應商	機械工程人才	3.678	0.349	3.329	6
	電機工程人才	4.524	0.467	4.057	5
	模具工程人才	1.875	0.173	1.702	9
	材料工程人才	4.843	0.335	4.508	4
太陽能熱水器製造商	機械工程人才	1.809	0.190	1.619	10
	工業工程人才	3.224	0.335	2.890	8
	電機工程人才	10.883	1.115	9.768	1
	電子工程人才	6.372	0.733	5.640	2
太陽能熱水器供應商	水電工程人才	3.494	0.291	3.203	7
	金屬建材架構人才	1.253	0.115	1.138	11
	機械工程人才	1.275	0.151	1.124	12
	產品技術服務人才	5.493	0.635	4.858	3

第三節 太陽光電產業分析

本研究藉由 DANP 找出太陽光電產業各方面人才的重要性，而後利用 QFD 的方式探討太陽光電產業各方面人才來源需求程度及目前市場人才的滿足程度，進而判斷各方面人才缺口的實際情況，以做為提出太陽光電產業各類型人才培育優先順序的建議。

5.3.1 太陽光電產業 DANP 分析

本研究利用 Dematel 與 AHP 方法之資料進行 DANP 的運算處理藉此得知太陽光電產業各方面人才的重要性，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業整體人才的重要性中以太陽光電模組製造商的材料工程人才(0.128)最為重要，其次為太陽光電系統商的電機工程人才(0.122)，第三為太陽光電池製造商的電機工程人才(0.074)。

表72. 太陽光電產業 DANP 分析表

構面	構面權重	準則	準則權重	準則整體權重	排序
多晶矽供應商	0.111	化學工程人才	0.046	0.005	23
		材料工程人才	0.545	0.060	6
		資源工程人才	0.274	0.030	13
		環境工程人才	0.077	0.009	20
		冶金礦產人才	0.036	0.004	24
矽晶片/圓製造商	0.118	化學工程人才	0.521	0.062	5
		機械工程人才	0.271	0.032	12
		材料工程人才	0.146	0.017	18
		電機電子工程人才	0.063	0.007	21
太陽光電電池製造商	0.222	電機工程人才	0.333	0.074	3
		光電工程人才	0.133	0.030	14
		環境工程人才	0.200	0.044	9
		系統工程人才	0.133	0.030	14
		材料工程人才	0.200	0.044	9
太陽光電模組製造商	0.281	電機工程人才	0.040	0.011	19
		光電工程人才	0.090	0.025	16
		環境工程人才	0.157	0.044	11
		系統工程人才	0.257	0.072	4
		材料工程人才	0.457	0.128	1
太陽光電系統商	0.266	電機工程人才	0.458	0.122	2
		光電工程人才	0.022	0.006	22
		環境工程人才	0.081	0.022	17
		系統工程人才	0.181	0.048	7
		材料工程人才	0.170	0.045	8

5.3.2 太陽光電產業人才需求程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知太陽光電產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以太陽光電系統商對電機工程人才的需求程度最高(0.853)，其次為太陽光電電池製造商對材料工程人才的需求(0.555)，第三為太陽光電電池製造商對光電工程人才(0.370)。

表73. 太陽光電產業人才需求程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	美洲國家	歐洲國家	亞洲國家	其他國家	大學院校(博士)	大學院校(碩士)	大學院校(學士)	技職院校	專科院校	基礎型研究機構	應用型研究機構	內部訓練	外部訓練	總計	排序
多晶矽供應商	化學工程人才	0.005	0.005	0.005	0.005	-	-	0.005	-	-	-	-	-	-	-	0.026	22
	材料工程人才	0.060	0.060	0.060	0.060	-	-	0.060	-	-	-	-	-	-	-	0.302	7
	資源工程人才	0.030	0.030	0.030	0.030	-	-	0.030	-	-	-	-	-	-	-	0.152	10
	環境工程人才	0.009	0.009	0.009	0.009	-	-	0.009	-	-	-	-	-	-	-	0.043	19
	冶金礦產人才	0.004	0.004	0.004	0.004	-	-	0.004	-	-	-	-	-	-	-	0.020	24
矽晶片/圓製造商	化學工程人才	0.062	0.062	0.062	0.062	-	-	0.062	-	-	-	-	-	-	-	0.308	6
	機械工程人才	0.032	0.032	0.032	0.032	-	-	0.032	-	-	-	-	-	-	-	0.160	9
	材料工程人才	0.017	0.017	0.017	0.017	-	-	0.017	-	-	-	-	-	-	-	0.086	15
	電機電子工程人才	0.007	0.007	0.007	0.007	-	-	0.007	-	-	-	-	-	-	-	0.037	21
太陽光電電池製造商	電機工程人才	0.074	-	-	-	-	0.037	-	-	-	-	-	-	-	-	0.111	13
	光電工程人才	0.030	-	-	-	-	0.148	0.133	0.044	0.015	-	-	-	-	-	0.370	3
	環境工程人才	0.044	-	-	-	-	0.022	0.000	-	0.000	-	-	-	-	-	0.067	16
	系統工程人才	0.030	-	-	-	-	0.015	-	-	0.000	-	-	-	-	-	0.044	18
	材料工程人才	0.044	-	-	-	-	0.222	0.200	0.067	0.022	-	-	-	-	-	0.555	2
太陽光電模組製造商	電機工程人才	0.011	-	-	-	-	0.011	-	-	-	-	-	-	-	-	0.023	23
	光電工程人才	0.025	-	-	-	-	0.025	-	-	-	-	-	-	-	-	0.051	17
	環境工程人才	0.044	-	-	-	-	0.044	-	-	-	-	-	-	-	-	0.088	14
	系統工程人才	0.072	-	-	-	-	0.072	-	-	-	-	-	-	-	-	0.144	12
	材料工程人才	0.128	-	-	-	-	0.128	-	-	-	-	-	-	-	-	0.257	8
太陽光電系統商	電機工程人才	0.122	-	-	-	-	-	0.366	-	-	-	-	-	0.366	-	0.853	1
	光電工程人才	0.006	-	-	-	-	-	0.018	-	-	-	-	-	0.018	-	0.041	20
	環境工程人才	0.022	-	-	-	-	-	0.065	-	-	-	-	-	0.065	-	0.152	11
	系統工程人才	0.048	-	-	-	-	-	0.145	-	-	-	-	-	0.145	-	0.338	4
	材料工程人才	0.045	-	-	-	-	-	0.135	-	-	-	-	-	0.135	-	0.316	5
總計			0.227	0.227	0.227	-	0.726	-	0.111	0.037	-	-	-	0.729	-		
排序			4	4	4	9	3	1	7	8	9	9	9	2	9		

5.3.3 太陽光電產業人才滿足程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知太陽光電產業各方面人才的滿足程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以太陽光電模組製造商在材料工程人才上的滿足度最高(1.156)，其次為太陽光電電池製造商在電機工程人才上的滿足度(0.666)，第三為太陽光電模組製造商在系統工程人才上的滿足度(0.65)。

表74. 太陽光電產業人才滿足程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	人才目前滿足程度	排序
多晶矽供應商	化學工程人才	0.005	0.046	20
	材料工程人才	0.060	0.544	5
	資源工程人才	0.030	0.274	10
	環境工程人才	0.009	0.077	17
	冶金礦產人才	0.004	0.036	22
矽晶片/圓製造商	化學工程人才	0.062	0.555	4
	機械工程人才	0.032	0.288	9
	材料工程人才	0.017	0.155	15
	電機電子工程人才	0.007	0.067	18
太陽光電電池製造商	電機工程人才	0.074	0.666	2
	光電工程人才	0.030	0.266	11
	環境工程人才	0.044	0.400	6
	系統工程人才	0.030	0.266	11
	材料工程人才	0.044	0.400	6
太陽光電模組製造商	電機工程人才	0.011	0.101	16
	光電工程人才	0.025	0.228	14
	環境工程人才	0.044	0.397	8
	系統工程人才	0.072	0.650	3
	材料工程人才	0.128	1.156	1
太陽光電系統商	電機工程人才	0.122	0.244	13
	光電工程人才	0.006	0.006	24
	環境工程人才	0.022	0.022	23
	系統工程人才	0.048	0.048	19
	材料工程人才	0.045	0.045	21

5.3.4 太陽光電產業人才需求缺口分析

本研究利用前面之人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，藉此判斷在太陽光電產業中，哪一種類人才是目前產業所欠缺的，而此類人才即為太陽光電產業中最需優先培養之選擇。

由資料分析後可以得知，在太陽光電的人才需求缺口最大的前三名分別為太陽光電系統商的電機工程人才(0.61)、系統工程人才(0.29)及材料工程人才(0.271)。

表75. 太陽光電產業人才需求缺口分析表

構面	準則	人才需求程度	人才目前滿足程度	人才需求缺口	排序
多晶矽供應商	化學工程人才	0.026	0.046	-0.020	9
	材料工程人才	0.302	0.544	-0.242	18
	資源工程人才	0.152	0.274	-0.122	14
	環境工程人才	0.043	0.077	-0.034	11
	冶金礦產人才	0.020	0.036	-0.016	8
矽晶片/圓製造商	化學工程人才	0.308	0.555	-0.246	19
	機械工程人才	0.160	0.288	-0.128	15
	材料工程人才	0.086	0.155	-0.069	12
	電機電子工程人才	0.037	0.067	-0.030	10
太陽光電電池製造商	電機工程人才	0.111	0.666	-0.555	23
	光電工程人才	0.370	0.266	0.104	6
	環境工程人才	0.067	0.400	-0.333	21
	系統工程人才	0.044	0.266	-0.222	17
	材料工程人才	0.555	0.400	0.156	4
太陽光電模組製造商	電機工程人才	0.023	0.101	-0.079	13
	光電工程人才	0.051	0.228	-0.177	16
	環境工程人才	0.088	0.397	-0.308	20
	系統工程人才	0.144	0.650	-0.505	22
	材料工程人才	0.257	1.156	-0.899	24
太陽光電系統商	電機工程人才	0.853	0.244	0.610	1
	光電工程人才	0.041	0.006	0.036	7
	環境工程人才	0.152	0.022	0.130	5
	系統工程人才	0.338	0.048	0.290	2
	材料工程人才	0.316	0.045	0.271	3

第四節 風力發電產業分析

本研究藉由 DANP 找出風力發電產業之各方面人才的重要性，並利用 QFD 方法探討風力發電產業各方面人才來源需求程度以及目前人才的滿足度，進而判斷各方面人才缺口的實際情況，以作為提出風力發電產業各類型人才培育優先順序的建議。

5.4.1 風力發電產業 DANP 分析

本研究利用 DEMATEL 與 AHP 方法之資料進行 DANP 的運算處理，藉由此運算模式得知風力發電產業各方面人才之重要性，詳如下表所示。根據下表的排序判斷，在風力發電產業整體人才的重要性以原材料商的材料工程人才(0.193)最為重要，其次為原材料商的機械工程人才(0.185)，第三則為系統商的機械工程人才(0.153)。

表76. 風力發電產業 DANP 分析表

構面	構面權重	準則	準則權重	準則整體權重	排序
原材料商	0.466	機械工程人才	0.398	0.185	2
		電機工程人才	0.024	0.011	11
		模具工程人才	0.163	0.076	7
		材料工程人才	0.415	0.193	1
關鍵零組件商	0.225	電機電子工程人才	0.196	0.044	8
		機械工程人才	0.380	0.085	6
		材料工程人才	0.424	0.095	5
系統商	0.260	電機電子工程人才	0.384	0.100	4
		工業設計人才	0.000	0.000	16
		機械工程人才	0.588	0.153	3
		海洋工程人才	0.029	0.007	12
風場開發商	0.048	電機電子工程人才	0.299	0.014	10
		土木工程人才	0.098	0.005	13
		機械工程人才	0.582	0.028	9
		海洋環境工程人才	0.013	0.001	14
		大氣科學人才	0.009	0.000	15

5.4.2 風力發電產業人才需求程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知風力發電產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以原材料商對機械工程人才的需求程度最高(4.359)，其次為原材料商對材料工程人才的需求(3.479)，第三為系統商對機械工程人才(2.984)。

表77. 風力發電產業人才需求程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	美洲國家	歐洲國家	亞洲國家	其他國家	大學院校(博士)	大學院校(碩士)	大學院校(學士)	技職院校	專科院校	基礎型研究機構	應用型研究機構	內部訓練	外部訓練	總計	排序	人才目前滿足程度	排序
原材料商	機械工程人才	0.185	-	-	0.464	-	-	1.298	0.835	0.464	-	-	-	0.278	0.835	4.359	1	1.2984	2
	電機工程人才	0.011	-	-	-	-	-	0.017	0.034	-	-	-	-	0.017	0.051	0.130	12	0.0678	11
	模具工程人才	0.076	-	-	-	-	-	0.114	0.229	0.114	-	-	-	0.114	0.343	0.991	6	0.6859	3
	材料工程人才	0.193	-	-	-	-	-	0.870	1.160	0.097	-	-	-	0.290	0.870	3.479	2	1.3529	1
關鍵零組件商	電機電子工程人才	0.044	-	-	-	-	-	0.132	0.088	0.066	0.022	-	-	0.176	0.176	0.706	7	0.1324	9
	機械工程人才	0.085	-	-	-	-	-	0.341	0.284	0.085	0.028	-	-	0.313	0.256	1.394	5	0.1707	7
	材料工程人才	0.095	-	-	-	-	-	0.381	0.318	0.095	0.032	-	0.0953	0.540	0.350	1.907	4	0.1907	6
系統商	電機電子工程人才	0.100	-	-	-	-	-	0.300	0.150	-	-	-	-	0.150	-	0.700	8	0.2499	5
	工業設計人才	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	16
	機械工程人才	0.153	-	-	0.383	-	-	1.071	0.689	0.689	-	-	-	-	-	2.984	3	0.6120	4
	海洋工程人才	0.007	-	-	-	-	-	0.067	0.067	-	-	-	-	-	-	0.141	11	0.0223	13
風場開發商	電機電子工程人才	0.014	-	-	-	-	-	0.086	0.086	-	-	-	-	-	-	0.186	10	0.0861	10
	土木工程人才	0.005	-	-	-	-	-	0.007	0.028	-	-	-	-	-	-	0.040	13	0.0282	12
	機械工程人才	0.028	-	-	-	-	-	0.252	0.252	-	-	-	-	-	-	0.531	9	0.1677	8
	海洋環境工程人才	0.001	-	-	-	-	-	0.001	0.001	-	-	-	-	-	-	0.002	14	0.0018	14
	大氣科學人才	0.000	-	-	-	-	-	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	0.001	15	0.0013	15
總計			0	0	-	-	-	4.938	4.220	1.610	0.082	-	0.095	1.879	2.880				
排序			9	9	6	9	9	1	2	5	8	9	7	4	3				

5.4.3 風力發電產業人才滿足程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知風力發電產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以原材料商在材料工程人才上的滿足度最高(1.353)，其次為原材料商在機械工程人才上的滿足度(1.298)，第三為原材料商在模具工程人才上的滿足度(0.686)。

表78. 太陽光電產業人才滿足程度 QFD 分析表

構面	準則	準則整體權重	人才目前滿足程度	排序
原材料商	機械工程人才	0.185	1.298	2
	電機工程人才	0.011	0.068	11
	模具工程人才	0.076	0.686	3
	材料工程人才	0.193	1.353	1
關鍵零組件商	電機電子工程人才	0.044	0.132	9
	機械工程人才	0.085	0.171	7
	材料工程人才	0.095	0.191	6
系統商	電機電子工程人才	0.100	0.250	5
	工業設計人才	0.000	0.000	16
	機械工程人才	0.153	0.612	4
	海洋工程人才	0.007	0.022	13
風場開發商	電機電子工程人才	0.014	0.086	10
	土木工程人才	0.005	0.028	12
	機械工程人才	0.028	0.168	8
	海洋環境工程人才	0.001	0.002	14
	大氣科學人才	0.000	0.001	15

5.4.4 風力發電產業人才需求缺口分析

本研究利用前面之人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，藉此判斷在風力發電產業中，哪一種類人才是目前產業所欠缺的，而此類人才即為風力發電產業中最需優先培養之選擇。

由資料分析後可以得知，在風力發電的人才需求缺口最大的前三名分別為原材料商的機械工程人才(3.061)、系統商的機械工程人才(2.372)以及原材料商的材料工程人才(2.126)。

表79. 太陽光電產業人才需求缺口分析表

構面	準則	人才需求程度	人才目前滿足程度	人才需求缺口	排序
原材料商	機械工程人才	4.359	1.298	3.061	1
	電機工程人才	0.130	0.068	0.062	12
	模具工程人才	0.991	0.686	0.305	9
	材料工程人才	3.479	1.353	2.126	3
關鍵零組件商	電機電子工程人才	0.706	0.132	0.574	6
	機械工程人才	1.394	0.171	1.223	5
	材料工程人才	1.907	0.191	1.716	4
系統商	電機電子工程人才	0.700	0.250	0.450	7
	工業設計人才	0.000	0.000	0.000	14
	機械工程人才	2.984	0.612	2.372	2
	海洋工程人才	0.141	0.022	0.119	10
風場開發商	電機電子工程人才	0.186	0.086	0.100	11
	土木工程人才	0.040	0.028	0.012	13
	機械工程人才	0.531	0.168	0.363	8
	海洋環境工程人才	0.002	0.002	0.000	14
	大氣科學人才	0.001	0.001	0.000	14

第五節 電力產業分析

本研究藉由 DANP 找出電力產業各方面人才的重要性，而後利用 QFD 的方式探討電力產業各方面人才來源需求程度及目前市場人才的滿足程度，進而判斷各方面人才缺口的實際情況，以做為提出電力產業各類型人才培育優先順序的建議。

5.5.1 電力產業 DANP 分析

本研究利用 Dematel 與 AHP 方法之資料進行 DANP 的運算處理藉此得知電力產業各方面人才的重要性，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業整體人才的重要性中以供電與配電商的電機工程人才(0.157)最為重要，其次為設備供應商的機電工程人才(0.098)，第三為材料供應商的機械工程人才(0.091)。

電力產業 DANP 分析表

構面	構面權重	準則	準則權重	準則整體權重	排序
材料供應商	0.288	機械工程人才	0.316	0.091	3
		機電工程人才	0.296	0.085	4
		材料工程人才	0.222	0.064	7
		品保工程人才	0.165	0.047	10
系統供應商	0.193	工程設計人才	0.401	0.078	5
		機械工程人才	0.164	0.032	14
		機電工程人才	0.269	0.052	8
		自動控制人才	0.166	0.032	13
設備供應商	0.253	機電工程人才	0.389	0.098	2
		機械工程人才	0.152	0.038	12
		工程繪圖人才	0.073	0.018	16
		冶金技術人才	0.096	0.024	15
		電子技術人才	0.290	0.073	6
供電與配電商	0.266	電機工程人才	0.592	0.157	1
		機械工程人才	0.191	0.051	9
		電力通訊人才	0.175	0.047	11
		土木工程人才	0.042	0.011	17

5.5.2 電力產業人才需求程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知電力產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以供電與配電商對電機工程人才的需求程度最高(4.485)，其次為材料供應商對機械工程人才的需求(3.548)，第三為材料供應商對機電工程人才(3.054)。

表80. 電力產業人才需求程度 QFD 分析表

構面	準則	準則 權重	美洲 國家	歐洲 國家	亞洲 國家	其他 國家	大學 院校 (博士)	大學 院校 (碩士)	大學 院校 (學士)	技職 院校	專科 院校	基礎 型研 究機 構	應用 型研 究機 構	內 部 訓 練	外 部 訓 練	總 計	排 序
材料供應商	機械工程人才	0.091	0.068	0.262	0.239	0.034	0.262	0.387	0.262	0.193	0.114	0.307	0.466	0.398	0.466	3.548	2
	機電工程人才	0.085	0.043	0.223	0.202	0.032	0.245	0.319	0.277	0.213	0.117	0.277	0.383	0.287	0.351	3.054	3
	材料工程人才	0.064	0.040	0.167	0.151	0.024	0.151	0.215	0.199	0.128	0.072	0.191	0.271	0.207	0.255	2.137	7
	品保工程人才	0.047	0.018	0.065	0.101	0.018	0.107	0.154	0.142	0.089	0.053	0.136	0.196	0.172	0.154	1.452	9
系統供應商	工程設計人才	0.078	0.097	0.039	0.000	0.000	0.271	0.310	0.252	0.310	0.155	0.252	0.329	0.329	0.329	2.752	4
	機械工程人才	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.032	0.143	0.095	0.119	0.056	0.095	0.127	0.143	0.143	0.984	13
	機電工程人才	0.052	0.013	0.013	0.000	0.000	0.065	0.208	0.169	0.208	0.104	0.156	0.208	0.234	0.234	1.664	8
	自動控制人才	0.032	0.016	0.016	0.000	0.000	0.040	0.128	0.104	0.128	0.064	0.104	0.136	0.144	0.144	1.059	12
設備供應商	機電工程人才	0.098	0.098	0.039	0.000	0.000	0.059	0.354	0.276	0.335	0.197	0.217	0.217	0.354	0.354	2.599	5
	機械工程人才	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.131	0.100	0.123	0.069	0.077	0.077	0.131	0.131	0.884	14
	工程繪圖人才	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.048	0.044	0.088	0.063	0.033	0.033	0.048	0.048	0.427	16
	冶金技術人才	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.068	0.063	0.063	0.044	0.049	0.049	0.068	0.068	0.507	15
	電子技術人才	0.073	0.162	0.029	0.000	0.000	0.176	0.264	0.206	0.250	0.147	0.162	0.162	0.264	0.396	2.291	6
供電與配電商	電機工程人才	0.157	0.026	0.026	0.000	0.000	0.131	0.629	0.708	0.813	0.629	0.288	0.288	0.393	0.393	4.485	1
	機械工程人才	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.195	0.229	0.246	0.187	0.085	0.085	0.119	0.119	1.348	11
	電力通訊人才	0.047	0.016	0.016	0.000	0.000	0.047	0.272	0.209	0.209	0.171	0.085	0.085	0.116	0.116	1.389	10
	土木工程人才	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.043	0.045	0.050	0.037	0.015	0.015	0.022	0.022	0.273	17
總計			0.596	0.896	0.693	0.108	1.652	3.869	3.380	3.566	2.278	2.529	3.127	3.432	3.726		
排序			12	10	11	13	9	1	5	3	8	7	6	4	2		

5.5.3 電力產業人才滿足程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知電力產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以供電與配電商在電機工程人才上的滿足度最高(0.905)，其次為設備供應商在機電工程人才上的滿足度(0.623)，第三為系統供應商在工程設計人才上的滿足度(0.581)。

表81. 電力產業人才滿足程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	人才目前滿足程度	排序
材料供應商	機械工程人才	0.091	0.409	5
	機電工程人才	0.085	0.383	7
	材料工程人才	0.064	0.287	9
	品保工程人才	0.047	0.213	14
系統供應商	工程設計人才	0.078	0.581	3
	機械工程人才	0.032	0.254	12
	機電工程人才	0.052	0.390	6
	自動控制人才	0.032	0.257	11
設備供應商	機電工程人才	0.098	0.623	2
	機械工程人才	0.038	0.243	13
	工程繪圖人才	0.018	0.154	16
	冶金技術人才	0.024	0.195	15
	電子技術人才	0.073	0.465	4
供電與配電商	電機工程人才	0.157	0.905	1
	機械工程人才	0.051	0.293	8
	電力通訊人才	0.047	0.268	10
	土木工程人才	0.011	0.062	17

5.5.4 電力產業人才需求缺口分析

本研究利用前面之人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，藉此判斷在電力產業中，哪一種類人才是目前產業所欠缺的，而此類人才即為電力產業中最需優先培養之選擇。由資料分析後可以得知，在電力的人才需求缺口最大的前三名分別為供電與配電商的電機工程人才(3.58)、材料供應商的機械工程人才(3.0139)及機電工程人才(2.671)。

表82. 電力產業人才需求缺口分析表

構面	準則	人才需求程度	人才目前滿足程度	人才需求缺口	排序
材料供應商	機械工程人才	3.548	0.409	3.139	2
	機電工程人才	3.054	0.383	2.671	3
	材料工程人才	2.137	0.287	1.850	6
	品保工程人才	1.452	0.213	1.239	9
系統供應商	工程設計人才	2.752	0.581	2.170	4
	機械工程人才	0.984	0.254	0.730	13
	機電工程人才	1.664	0.390	1.274	8
	自動控制人才	1.059	0.257	0.802	12
設備供應商	機電工程人才	2.599	0.623	1.975	5
	機械工程人才	0.884	0.243	0.641	14
	工程繪圖人才	0.427	0.154	0.274	16
	冶金技術人才	0.507	0.195	0.312	15
	電子技術人才	2.291	0.465	1.826	7
供電與配電商	電機工程人才	4.485	0.905	3.580	1
	機械工程人才	1.348	0.293	1.056	11
	電力通訊人才	1.389	0.268	1.121	10
	土木工程人才	0.273	0.062	0.211	17

第六節 能源服務產業分析

本研究藉由 DANP 找出能源服務產業各方面人才的重要性，而後利用 QFD 的方式探討能源服務產業各方面人才來源需求程度及目前市場人才的滿足程度，進而判斷各方面人才缺口的實際情況，以做為提出能源服務產業各類型人才培育優先順序的建議。

5.6.1 能源服務產業 DANP 分析

本研究利用 Dematel 與 AHP 方法之資料進行 DANP 的運算處理藉此得知能源服務產業各方面人才的重要性，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業整體人才的重要性中以投資金融的專案管理人才(0.501)最為重要，其次為專案支援的冷凍空調人才(0.482)，第三為專案支援的機械工程人才(0.426)。

表83. 能源服務產業 DANP 分析表

構面	構面權重	準則	準則權重	準則整體權重	排序
環境法制	0.231	法律人才	0.154	0.035	13
		電機電子工程人才	0.178	0.041	12
		機械工程人才	0.352	0.081	4
		冷凍空調人才	0.317	0.073	7
投資金融	0.272	財務融通人才	0.220	0.060	9
		專案管理人才	0.501	0.136	1
		信用保證人才	0.280	0.076	5
專案支援	0.192	專案管理人才	0.100	0.019	15
		電機電子工程人才	0.000	0.000	18
		機械工程人才	0.426	0.082	3
		冷凍空調人才	0.482	0.093	2
推廣策進	0.105	專案管理人才	0.173	0.018	16
		電機電子工程人才	0.077	0.008	17
		機械工程人才	0.431	0.045	11
		冷凍空調人才	0.319	0.033	14
量測驗證	0.201	電機電子工程人才	0.288	0.058	10
		機械工程人才	0.374	0.075	6
		冷凍空調人才	0.339	0.068	8

5.6.2 能源服務產業人才需求程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知能源服務產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以投資金融對專案管理人才的需求程度最高(1.987)，其次為專案支援對冷凍空調人才的需求(1.814)，第三為專案支援對機械工程人才(0.370)。

表84. 能源服務產業人才需求程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	美洲國家	歐洲國家	亞洲國家	其他國家	大學院校(博士)	大學院校(碩士)	大學院校(學士)	技職院校	專科院校	基礎型研究機構	應用型研究機構	內部訓練	外部訓練	總計	排序	人才目前滿足程度	排序
環境法制	法律人才	0.035	0.014	-	-	-	-	0.057	0.050	0.021	0.021	-	0.021	0.064	0.071	0.354	13	0.156	12
	電機電子工程人才	0.041	0	-	0.016	-	-	0.016	-	-	-	0.025	0.041	0.025	0.025	0.189	16	0.131	14
	機械工程人才	0.081	0	-	0.033	-	-	0.033	0.163	0.179	0.130	0.130	0.081	0.146	0.163	1.138	6	0.358	4
	冷凍空調人才	0.073	0	-	0.029	-	-	0.146	0.175	0.131	0.131	-	0.073	0.131	0.146	1.037	7	0.336	6
投資金融	財務融通人才	0.060	0.048	-	-	-	-	0.060	0.084	0.072	0.072	-	0.060	0.108	0.131	0.693	10	0.191	10
	專案管理人才	0.136	0.109	-	-	-	-	0.354	0.218	0.218	0.218	-	0.136	0.191	0.408	1.987	1	0.463	1
	信用保證人才	0.076	0.046	-	-	-	-	0.076	0.046	0.046	0.046	-	0.076	0.182	0.198	0.791	9	0.258	9
專案支援	專案管理人才	0.019	0.004	0.004	0.012	-	-	0.046	0.038	0.035	0.023	-	0.012	0.062	0.062	0.315	14	0.092	15
	電機電子工程人才	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	-	18
	機械工程人才	0.082	0.049	-	0.049	-	-	0.196	0.164	0.164	0.262	-	0.245	0.164	0.164	1.537	3	0.343	5
	冷凍空調人才	0.093	0.056	-	0.056	-	-	0.241	0.204	0.204	0.315	-	0.278	0.185	0.185	1.814	2	0.389	2
推廣策進	專案管理人才	0.018	0.004	0.004	0.011	0.004	-	0.047	0.029	0.025	0.025	-	0.011	0.069	0.036	0.284	15	0.087	16
	電機電子工程人才	0.008	0.002	0.002	0.005	0.002	-	0.021	0.011	0.011	0.010	-	0.005	0.021	0.016	0.113	17	0.034	17
	機械工程人才	0.045	0.009	0.009	0.027	0.009	-	0.117	0.072	0.063	0.054	-	0.027	0.117	0.090	0.642	11	0.190	11
	冷凍空調人才	0.033	0.007	0.007	0.020	0.007	-	0.087	0.054	0.047	0.040	-	0.020	0.087	0.067	0.475	12	0.140	13
量測驗證	電機電子工程人才	0.058	-	-	0.035	-	-	0.104	0.127	0.127	0.127	-	0.139	0.150	0.150	1.018	8	0.278	8
	機械工程人才	0.075	-	-	0.045	-	-	0.135	0.166	0.166	0.256	-	0.181	0.196	0.196	1.414	4	0.361	3
	冷凍空調人才	0.068	-	-	0.041	-	-	0.123	0.150	0.150	0.150	-	0.163	0.177	0.177	1.198	5	0.327	7
總計			0.346	0.025	0.378	0.021	0.000	1.859	1.749	1.658	1.879	0.155	1.568	2.074	2.284				
排序			9	11	8	12	13	4	5	6	3	10	7	2	1				

5.6.3 能源服務產業人才滿足程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知能源服務產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以投資金融在專案管理人才上的滿足度最高(0.463)，其次為專案支援在冷凍空調人才上的滿足度(0.389)，第三為能量測驗證在機械工程人才上的滿足度(0.361)。

表85. 能源服務產業人才滿足程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	人才目前滿足程度	排序
環境法制	法律人才	0.035	0.156	12
	電機電子工程人才	0.041	0.131	14
	機械工程人才	0.081	0.358	4
	冷凍空調人才	0.073	0.336	6
投資金融	財務融通人才	0.060	0.191	10
	專案管理人才	0.136	0.463	1
	信用保證人才	0.076	0.258	9
專案支援	專案管理人才	0.019	0.092	15
	電機電子工程人才	0	0	18
	機械工程人才	0.082	0.343	5
	冷凍空調人才	0.093	0.389	2
推廣策進	專案管理人才	0.018	0.087	16
	電機電子工程人才	0.008	0.034	17
	機械工程人才	0.045	0.190	11
	冷凍空調人才	0.033	0.140	13
量測驗證	電機電子工程人才	0.058	0.278	8
	機械工程人才	0.075	0.361	3
	冷凍空調人才	0.068	0.327	7

5.6.4 能源服務產業人才需求缺口分析

本研究利用前面之人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，藉此判斷在能源服務產業中，哪一種類人才是目前產業所欠缺的，而此類人才即為能源服務產業中最需優先培養之選擇。

由資料分析後可以得知，在能源服務的人才需求缺口最大的前三名分別為投資金融的專案管理人才(1.525)、專案支援的冷凍空調人才(1.425)及機械工程人才(1.194)。

表86. 能源服務產業人才需求缺口分析表

構面	準則	人才需求程度	人才目前滿足程度	人才需求缺口	排序
環境法制	法律人才	0.354	0.156	0.198	14
	電機電子工程人才	0.189	0.131	0.057	17
	機械工程人才	1.138	0.358	0.780	6
	冷凍空調人才	1.037	0.336	0.701	8
投資金融	財務融通人才	0.693	0.191	0.502	10
	專案管理人才	1.987	0.463	1.525	1
	信用保證人才	0.791	0.258	0.532	9
專案支援	專案管理人才	0.315	0.092	0.223	13
	電機電子工程人才	0	0	0.000	18
	機械工程人才	1.537	0.343	1.194	3
	冷凍空調人才	1.814	0.389	1.425	2
推廣策進	專案管理人才	0.284	0.087	0.197	15
	電機電子工程人才	0.113	0.034	0.079	16
	機械工程人才	0.642	0.190	0.452	11
	冷凍空調人才	0.475	0.140	0.334	12
量測驗證	電機電子工程人才	1.018	0.278	0.740	7
	機械工程人才	1.414	0.361	1.053	4
	冷凍空調人才	1.198	0.327	0.871	5

第七節 電力監控產業分析

本研究藉由 DANP 找出電力監控產業各方面人才的重要性，而後利用 QFD 的方式探討電力監控產業各方面人才來源需求程度及目前市場人才的滿足程度，進而判斷各方面人才缺口的實際情況，以做為提出電力監控產業各類型人才培育優先順序的建議。

5.7.1 電力監控產業 DANP 分析

本研究利用 Dematel 與 AHP 方法之資料進行 DANP 的運算處理藉此得知電力監控產業各方面人才的重要性，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業整體人才的重要性中以電力自動化設備供應商的電機工程人才(0.088)最為重要，其次為智慧電表供應商的自動控制人才(0.077)與網路設備供應商的網路通訊人才(0.077)同等重要。

表87. 電力監控產業 DANP 分析表

構面	構面權重	準則	準則權重	準則整體權重	排序
供電與配電商	0.187	電機工程人才	0.359	0.067	7
		機械工程人才	0.225	0.042	14
		電力通訊人才	0.221	0.041	16
		土木工程人才	0.194	0.036	17
電力自動化設備供應商	0.260	機構設計人才	0.275	0.071	5
		系統研發人才	0.220	0.057	10
		工程設計人才	0.167	0.043	13
		電機工程人才	0.339	0.088	1
網路設備供應商	0.263	光通訊人才	0.293	0.077	3
		機構工程人才	0.166	0.044	12
		天線工程人才	0.275	0.072	4
		數位監控人才	0.265	0.069	6
智慧電表供應商	0.291	機構工程人才	0.229	0.067	8
		機械工程人才	0.142	0.041	15
		電子工程人才	0.211	0.061	9
		材料工程人才	0.154	0.045	11
		自動控制人才	0.265	0.077	2

5.7.2 電力監控產業人才需求程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知電力監控產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以供電與配電商對電機工程人才的需求程度最高(2.593)，其次為網路設備供應商對天線工程人才的需求(2.312)，第三為電力自動化設備供應商對機構設計人才(2.213)。

表88. 電力監控產業人才需求程度 QFD 分析表

構面	準則	準則 權重	美洲 國家	歐洲 國家	亞洲 國家	其他 國家	大學 院校 (博士)	大學 院校 (碩士)	大學 院校 (學士)	技職 院校	專科 院校	基礎 型研 究機 構	應用 型研 究機 構	內 部 訓 練	外 部 訓 練	總 計	排 序
供電與配電商	電機工程人才	0.067	0.081	0.215	0.202	0.107	0.161	0.215	0.215	0.148	0.161	0.242	0.296	0.242	0.242	2.593	1
	機械工程人才	0.042	0.101	0.101	0.126	0.076	0.110	0.126	0.169	0.084	0.101	0.118	0.194	0.194	0.160	1.703	9
	電力通訊人才	0.041	0.074	0.091	0.182	0.108	0.108	0.124	0.165	0.083	0.099	0.116	0.157	0.190	0.157	1.696	10
	土木工程人才	0.036	0.065	0.109	0.138	0.065	0.124	0.131	0.160	0.065	0.080	0.124	0.153	0.124	0.094	1.468	13
電力自動化設備供應商	機構設計人才	0.071	0.167	0.071	0.167	0.119	0.048	0.214	0.404	0.238	0.119	0.190	0.167	0.143	0.095	2.213	3
	系統研發人才	0.057	0.095	0.152	0.114	0.171	0.038	0.076	0.209	0.209	0.076	0.095	0.152	0.190	0.114	1.749	8
	工程設計人才	0.043	0.058	0.130	0.058	0.043	0.043	0.058	0.144	0.087	0.159	0.058	0.087	0.101	0.058	1.125	16
	電機工程人才	0.088	0.029	0.176	0.088	0.029	0.088	0.176	0.264	0.381	0.146	0.059	0.059	0.381	0.029	1.992	5
網路設備供應商	光通訊人才	0.077	0.077	0.038	0.019	0.173	0.154	0.212	0.423	0.154	0.135	0.173	0.154	0.154	0.019	1.962	6
	機構工程人才	0.044	0.055	0.033	0.022	0.055	0.087	0.098	0.153	0.164	0.185	0.131	0.120	0.109	0.033	1.287	14
	天線工程人才	0.072	0.054	0.054	0.072	0.072	0.163	0.163	0.361	0.199	0.217	0.217	0.253	0.253	0.163	2.312	2
	數位監控人才	0.069	0.017	0.017	0.035	0.052	0.174	0.139	0.382	0.226	0.261	0.104	0.087	0.122	0.156	1.841	7
智慧電表供應商	機構工程人才	0.067	0.017	0.017	0.033	0.033	0.050	0.100	0.267	0.150	0.217	0.150	0.167	0.184	0.083	1.535	12
	機械工程人才	0.041	0.010	0.021	0.031	0.083	0.083	0.124	0.228	0.114	0.176	0.083	0.072	0.124	0.062	1.252	15
	電子工程人才	0.061	0.031	0.031	0.015	0.015	0.123	0.169	0.353	0.169	0.199	0.138	0.107	0.123	0.123	1.657	11
	材料工程人才	0.045	0.011	0.011	0.022	0.034	0.078	0.101	0.157	0.056	0.078	0.134	0.134	0.045	0.101	1.008	17
	自動控制人才	0.077	0.019	0.097	0.116	0.039	0.097	0.155	0.445	0.309	0.213	0.116	0.232	0.155	0.019	2.087	4
總計			0.962	1.364	1.440	1.275	1.727	2.380	4.499	2.835	2.622	2.247	2.590	2.832	1.709		
排序			13	11	10	12	8	6	1	2	4	7	5	3	9		

5.7.3 電力監控產業人才滿足程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知電力監控產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以電力自動化設備供應商在電機工程人才上的滿足度最高(0.395)，其次為電力自動化設備供應商在機構設計人才上的滿足度(0.357)，第三為智慧電表供應商在自動控制人才上的滿足度(0.335)。

表89. 電力監控產業人才滿足程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	人才目前滿足程度	排序
供電與配電商	電機工程人才	0.067	0.202	10
	機械工程人才	0.042	0.126	15
	電力通訊人才	0.041	0.124	16
	土木工程人才	0.036	0.109	17
電力自動化設備供應商	機構設計人才	0.071	0.357	2
	系統研發人才	0.057	0.285	6
	工程設計人才	0.043	0.195	11
	電機工程人才	0.088	0.395	1
網路設備供應商	光通訊人才	0.077	0.308	5
	機構工程人才	0.044	0.189	12
	天線工程人才	0.072	0.313	4
	數位監控人才	0.069	0.255	8
智慧電表供應商	機構工程人才	0.067	0.267	7
	機械工程人才	0.041	0.179	13
	電子工程人才	0.061	0.245	9
	材料工程人才	0.045	0.179	14
	自動控制人才	0.077	0.335	3

5.7.4 電力監控產業人才需求缺口分析

本研究利用前面之人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，藉此判斷在電力監控產業中，哪一種類人才是目前產業所欠缺的，而此類人才即為電力監控產業中最需優先培養之選擇。

由資料分析後可以得知，在電力監控的人才需求缺口最大的前三名分別為供電與配電商的電機工程人才(2.392)、網路設備供應商的天線工程人才(1.999)及電力自動化設備供應商的機構設計人才(1.856)。

表90. 電力監控產業人才需求缺口分析表

構面	準則	總計	人才目前滿足程度	人才需求缺口	排序
供電與配電商	電機工程人才	2.593	0.202	2.392	1
	機械工程人才	1.703	0.126	1.577	8
	電力通訊人才	1.696	0.124	1.572	9
	土木工程人才	1.468	0.109	1.359	12
電力自動化設備供應商	機構設計人才	2.213	0.357	1.856	3
	系統研發人才	1.749	0.285	1.464	10
	工程設計人才	1.125	0.195	0.931	16
	電機工程人才	1.992	0.395	1.596	6
網路設備供應商	光通訊人才	1.962	0.308	1.655	5
	機構工程人才	1.287	0.189	1.098	14
	天線工程人才	2.312	0.313	1.999	2
	數位監控人才	1.841	0.255	1.586	7
智慧電表供應商	機構工程人才	1.535	0.267	1.268	13
	機械工程人才	1.252	0.179	1.073	15
	電子工程人才	1.657	0.245	1.411	11
	材料工程人才	1.008	0.179	0.829	17
	自動控制人才	2.087	0.335	1.752	4

第八節 二氧化碳捕獲封存產業分析

本研究藉由 DANP 找出二氧化碳捕獲封存產業各方面人才的重要性，而後利用 QFD 的方式探討二氧化碳捕獲封存產業各方面人才來源需求程度及目前市場人才的滿足程度，進而判斷各方面人才缺口的實際情況，以做為提出二氧化碳捕獲封存產業各類型人才培育優先順序的建議。

5.8.1 二氧化碳捕獲封存產業 DANP 分析

本研究利用 Dematel 與 AHP 方法之資料進行 DANP 的運算處理藉此得知二氧化碳捕獲封存產業各方面人才的重要性，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業整體人才的重要性中以二氧化碳捕獲廠商的化學工程人才(0.212)最為重要，其次為二氧化碳分離廠商的化學工程人才(0.188)，第三為二氧化碳捕獲廠商的環境資源人才(0.113)。

表91. 二氧化碳捕獲封存產業 DANP 分析表

構面	構面權重	準則	準則權重	準則整體權重	排序
二氧化碳捕獲廠商	0.355	化學工程人才	0.598	0.212	1
		物理人才	0.082	0.029	13
		環境資源人才	0.318	0.113	3
二氧化碳分離廠商	0.302	化學工程人才	0.622	0.188	2
		物理人才	0.114	0.034	10
		環境資源人才	0.262	0.079	4
二氧化碳高生產單位	0.115	化學工程人才	0.465	0.053	7
		生物科技人才	0.390	0.045	8
		機械工程人才	0.144	0.017	16
二氧化碳運輸廠商	0.070	土木技術人才	0.250	0.018	15
		材料工程人才	0.328	0.023	14
		管路設計人才	0.422	0.030	12
二氧化碳封存廠商	0.192	地質探勘人才	0.286	0.055	6
		海洋資源人才	0.399	0.077	5
		機械工程人才	0.198	0.038	9
		電子監控系統人才	0.170	0.033	11

5.8.2 二氧化碳捕獲封存產業人才需求程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知二氧化碳捕獲封存產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以二氧化碳分離廠商對化學工程人才的需求程度最高(8.835)，其次為二氧化碳捕獲廠商對化學工程人才的需求(8.239)，第三為二氧化碳分離廠商對環境資源人才(4.467)。

表92. 二氧化碳捕獲封存產業人才需求程度 QFD 分析表

構面	準則	準則 權重	美洲 國家	歐洲 國家	亞洲 國家	其他 國家	大學 院校 (博士)	大學 院校 (碩士)	大學 院校 (學士)	技職 院校	專科 院校	基礎 型研 究機 構	應用 型研 究機 構	內 部 訓 練	外 部 訓 練	總 計	排 序
二氧化碳捕獲廠商	化學工程人才	0.212	0.212	0.467	0.042	-	1.402	0.934	0.552	0.510	0.552	0.764	0.977	1.019	0.595	8.239	2
	物理人才	0.029	0.048	0.107	-	-	0.097	0.116	0.116	0.116	0.126	0.136	0.126	0.107	0.097	1.221	13
	環境資源人才	0.113	0.075	0.075	-	-	0.490	0.452	0.452	0.452	0.490	0.527	0.490	0.414	0.377	4.408	4
二氧化碳分離廠商	化學工程人才	0.188	0.235	0.517	0.047	-	1.222	1.034	0.611	0.564	0.611	0.987	1.363	0.799	0.658	8.835	1
	物理人才	0.034	0.057	0.126	-	-	0.218	0.172	0.138	0.138	0.149	0.195	0.252	0.126	0.115	1.720	10
	環境資源人才	0.079	0.079	0.079	-	-	0.395	0.474	0.474	0.474	0.514	0.553	0.514	0.435	0.395	4.467	3
二氧化碳高生產單位	化學工程人才	0.053	0.021	0.107	0.043	0.011	0.299	0.320	0.160	0.139	0.139	0.267	0.331	0.224	0.182	2.296	7
	生物科技人才	0.045	0.022	0.112	0.045	0.011	0.246	0.269	0.168	0.146	0.146	0.224	0.291	0.168	0.146	2.037	8
	機械工程人才	0.017	0.008	0.017	0.041	0.004	0.083	0.066	0.054	0.054	0.054	0.062	0.062	0.054	0.045	0.620	16
二氧化碳運輸廠商	土木技術人才	0.018	0.009	0.018	0.039	-	0.105	0.092	0.083	0.079	0.083	0.105	0.127	0.075	0.066	0.899	15
	材料工程人才	0.023	0.012	0.023	0.052	-	0.138	0.121	0.109	0.104	0.109	0.138	0.167	0.098	0.086	1.180	14
	管路設計人才	0.030	0.015	0.030	0.067	-	0.178	0.155	0.141	0.133	0.141	0.155	0.148	0.126	0.111	1.429	12
二氧化碳封存廠商	地質探勘人才	0.055	0.055	0.092	0.165	-	0.348	0.220	0.220	0.220	0.220	0.312	0.422	0.220	0.183	2.731	6
	海洋資源人才	0.077	0.128	0.281	0.026	-	0.486	0.384	0.307	0.307	0.307	0.435	0.588	0.307	0.256	3.887	5
	機械工程人才	0.038	0.063	0.140	0.013	-	0.241	0.190	0.152	0.152	0.152	0.216	0.292	0.152	0.127	1.929	9
	電子監控系統人才	0.033	0.054	0.120	0.011	-	0.207	0.163	0.131	0.131	0.131	0.185	0.251	0.131	0.109	1.656	11
總計			1.095	2.309	0.590	0.026	6.155	5.164	3.868	3.718	3.923	5.262	6.400	4.454	3.547		
排序			11	10	12	13	2	4	7	8	6	3	1	5	9		

5.8.3 二氧化碳捕獲封存產業人才滿足程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知二氧化碳捕獲封存產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以二氧化碳捕獲廠商在化學工程人才上的滿足度最高(0.934)，其次為二氧化碳分離廠商在化學工程人才上的滿足度(0.705)，第三為二氧化碳捕獲廠商在環境資源人才上的滿足度(0.490)。

表93. 二氧化碳捕獲封存產業人才滿足程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	人才目前滿足程度	排序
二氧化碳捕獲廠商	化學工程人才	0.212	0.934	1
	物理人才	0.029	0.078	13
	環境資源人才	0.113	0.490	3
二氧化碳分離廠商	化學工程人才	0.188	0.705	2
	物理人才	0.034	0.103	10
	環境資源人才	0.079	0.316	4
二氧化碳高生產單位	化學工程人才	0.053	0.182	7
	生物科技人才	0.045	0.134	8
	機械工程人才	0.017	0.037	16
二氧化碳運輸廠商	土木技術人才	0.018	0.057	15
	材料工程人才	0.023	0.075	14
	管路設計人才	0.030	0.089	12
二氧化碳封存廠商	地質探勘人才	0.055	0.202	6
	海洋資源人才	0.077	0.230	5
	機械工程人才	0.038	0.114	9
	電子監控系統人才	0.033	0.098	11

5.8.4 二氧化碳捕獲封存產業人才需求缺口分析

本研究利用前面之人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，藉此判斷在二氧化碳捕獲封存產業中，哪一種類人才是目前產業所欠缺的，而此類人才即為二氧化碳捕獲封存產業中最需優先培養之選擇。

由資料分析後可以得知，在二氧化碳捕獲封存的人才需求缺口最大的前三名分別為二氧化碳分離廠商的化學工程人才(8.130)，其次為二氧化碳捕獲廠商的化學工程人才(7.305)，第三為二氧化碳分離廠商的環境資源人才(4.151)。

表94. 二氧化碳捕獲封存產業人才需求缺口分析表

構面	準則	總計	人才目前滿足程度	人才需求缺口	排序
二氧化碳捕獲廠商	化學工程人才	8.239	0.934	7.305	2
	物理人才	1.221	0.078	1.143	13
	環境資源人才	4.408	0.490	3.918	4
二氧化碳分離廠商	化學工程人才	8.835	0.705	8.130	1
	物理人才	1.720	0.103	1.617	10
	環境資源人才	4.467	0.316	4.151	3
二氧化碳高生產單位	化學工程人才	2.296	0.182	2.114	7
	生物科技人才	2.037	0.134	1.903	8
	機械工程人才	0.620	0.037	0.583	16
二氧化碳運輸廠商	土木技術人才	0.899	0.057	0.842	15
	材料工程人才	1.180	0.075	1.105	14
	管路設計人才	1.429	0.089	1.340	12
二氧化碳封存廠商	地質探勘人才	2.731	0.202	2.530	6
	海洋資源人才	3.887	0.230	3.657	5
	機械工程人才	1.929	0.114	1.815	9
	電子監控系統人才	1.656	0.098	1.558	11

第九節 地熱發電產業分析

本研究藉由 DANP 找出地熱發電產業各方面人才的重要性，而後利用 QFD 的方式探討地熱發電產業各方面人才來源需求程度及目前市場人才的滿足程度，進而判斷各方面人才缺口的實際情況，以做為提出地熱發電產業各類型人才培育優先順序的建議。

5.9.1 地熱發電產業 DANP 分析

本研究利用 Dematel 與 AHP 方法之資料進行 DANP 的運算處理藉此得知地熱發電產業各方面人才的重要性，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業整體人才的重要性中以能源生產技術的地質科學人才(0.371)最為重要，其次為能源工程技術的能源工程人才(0.223)，第三為其他相關技術的地質科學人才(0.081)。

表95. 地熱發電產業 DANP 分析表

構面	構面權重	準則	準則權重	準則整體權重	排序
能源生產技術	0.538	地質科學人才	0.689	0.371	1
		環境工程人才	0.111	0.060	7
		機電工程人才	0.132	0.071	5
		土木工程人才	0.031	0.017	10
		水利工程人才	0.036	0.019	9
能源工程技術	0.409	冷凍空調人才	0.186	0.076	4
		能源工程人才	0.545	0.223	2
		機械工程人才	0.165	0.068	6
		動力機械工程人才	0.104	0.042	8
其他相關技術	0.111	地質科學人才	0.728	0.081	3
		環境工程人才	0.149	0.017	11
		機電工程人才	0.121	0.013	12
		其他相關技術	0.026	0.003	13
		水利工程人才	0.022	0.002	14

5.9.2 地熱發電產業人才需求程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知地熱發電產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以能源生產技術對地質科學人才的需求程度最高(14.27)，其次為能源工程技術的能源工程人才的需求(7.95)，第三為能源生產技術的機電工程人才(2.34)。

表96. 地熱發電產業人才需求程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	美洲國家	歐洲國家	亞洲國家	其他國家	大學院校(博士)	大學院校(碩士)	大學院校(學士)	技職院校	專科院校	基礎型研究機構	應用型研究機構	內部訓練	外部訓練	總計	排序
能源生產技術	地質科學人才	0.371	0.494	0.494	0.371	0.185	1.112	1.359	1.730	0.865	0.679	1.482	1.359	1.977	1.791	14.268	1
	環境工程人才	0.060	0.060	0.060	0.040	0.020	0.080	0.219	0.279	0.150	0.130	0.180	0.160	0.299	0.269	2.005	6
	機電工程人才	0.071	0.047	0.047	0.047	0.024	0.083	0.332	0.392	0.178	0.131	0.190	0.190	0.332	0.273	2.339	3
	土木工程人才	0.017	0.008	0.006	0.006	0.006	0.017	0.056	0.081	0.048	0.042	0.039	0.039	0.076	0.062	0.501	9
	水利工程人才	0.019	0.006	0.006	0.006	0.006	0.016	0.039	0.080	0.035	0.029	0.042	0.035	0.087	0.077	0.485	10
能源工程技術	冷凍空調人才	0.076	0.038	0.038	0.038	0.025	0.102	0.254	0.318	0.165	0.140	0.191	0.191	0.356	0.343	2.275	4
	能源工程人才	0.223	0.111	0.111	0.111	0.074	0.891	1.040	1.225	0.557	0.408	0.557	0.594	1.040	1.003	7.947	2
	機械工程人才	0.068	0.034	0.034	0.034	0.023	0.113	0.338	0.372	0.169	0.124	0.169	0.147	0.316	0.305	2.245	5
	動力機械工程人才	0.042	0.021	0.021	0.021	0.014	0.064	0.155	0.191	0.092	0.064	0.113	0.099	0.198	0.191	1.286	8
其他相關技術	地質科學人才	0.081	0.054	0.054	0.054	0.027	0.122	0.297	0.257	0.162	0.095	0.122	0.135	0.270	0.189	1.918	7
	環境工程人才	0.017	0.011	0.011	0.011	0.006	0.042	0.055	0.047	0.028	0.014	0.022	0.022	0.050	0.033	0.368	11
	機電工程人才	0.013	0.009	0.009	0.009	0.004	0.020	0.045	0.056	0.029	0.011	0.018	0.018	0.040	0.027	0.310	12
	其他相關技術	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.005	0.011	0.004	0.002	0.004	0.004	0.008	0.005	0.053	13
	水利工程人才	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.005	0.004	0.002	0.003	0.003	0.007	0.004	0.038	14
總計			0.897	0.894	0.750	0.416	2.665	4.199	5.044	2.486	1.870	3.131	2.995	5.056	4.573		
排序			10	11	12	13	7	4	2	8	9	5	6	1	3		

5.9.3 地熱發電產業人才滿足程度 QFD 分析

本研究利用品質機能展開方法得知地熱發電產業各方面人才的需求程度，詳如下表所示。如下表可以得知，在本產業中以能源生產技術的地質科學人才上的滿足度最高(0.74)，其次為能源工程技術的能源工程人才較為滿足(0.52)，第三為其他相關技術在地質科學人才上，滿足度為(0.22)。

表97. 地熱發電產業人才滿足程度 QFD 分析表

構面	準則	準則權重	人才目前滿足程度	排序
能源生產技術	地質科學人才	0.371	0.741	1
	環境工程人才	0.060	0.120	7
	機電工程人才	0.071	0.166	4
	土木工程人才	0.017	0.050	10
	水利工程人才	0.019	0.058	9
能源工程技術	冷凍空調人才	0.076	0.153	6
	能源工程人才	0.223	0.520	2
	機械工程人才	0.068	0.158	5
	動力機械工程人才	0.042	0.099	8
其他相關技術	地質科學人才	0.081	0.216	3
	環境工程人才	0.017	0.050	11
	機電工程人才	0.013	0.040	12
	其他相關技術	0.003	0.008	13
	水利工程人才	0.002	0.006	14

5.9.4 地熱發電產業人才需求缺口分析

本研究利用前面之人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，藉此判斷在地熱發電產業中，哪一種類人才是目前產業所欠缺的，而此類人才即為地熱發電產業中最需優先培養之選擇。

由資料分析後可以得知，在地熱產業的人才需求缺口最大的前三名分別為能源生產技術的地質科學人才(13.527)、能源工程技術的能源工程人才(7.427)以及能源生產技術的機電工程人才(2.173)。

表98. 地熱發電產業人才需求缺口分析表

構面	準則	人才需求程度	人才目前滿足程度	人才需求缺口	排序
能源生產技術	地質科學人才	14.268	0.741	13.527	1
	環境工程人才	2.005	0.120	1.885	6
	機電工程人才	2.339	0.166	2.173	3
	土木工程人才	0.501	0.050	0.451	9
	水利工程人才	0.485	0.058	0.427	10
能源工程技術	冷凍空調人才	2.275	0.153	2.123	4
	能源工程人才	7.947	0.520	7.427	2
	機械工程人才	2.245	0.158	2.087	5
	動力機械工程人才	1.286	0.099	1.187	8
其他相關技術	地質科學人才	1.918	0.216	1.702	7
	環境工程人才	0.368	0.050	0.318	11
	機電工程人才	0.310	0.040	0.269	12
	其他相關技術	0.053	0.008	0.045	13
	水利工程人才	0.038	0.006	0.032	14

第六章 結論與建議

第一節 結論

1. 透過技術文獻與品質機能展開，得到太陽光電產業與技術之間的關聯性，並與太陽光電產業人才需求分析進行關聯性分析，得到之結果，可提供我國太陽光電產業人才需具備相關技術，或需培育相關人才之技術，本研究藉由 DANP 找出太陽光電產業各方面人才的重要性，可以得知在本產業整體人才的重要性中以太陽光電模組製造商的材料工程人才(0.128)最為重要，其次為太陽光電系統商的電機工程人才(0.122)，第三為太陽光電電池製造商的電機工程人才(0.074)。透過技術文獻與品質機能展開，得到風力發電產業與技術之間的關聯性，並與風力發電產業人才需求分析進行關聯性分析，得到之結果，可提供我國風力發電產業人才需具備相關技術，或需培育相關人才之技術，本研究藉由 DANP 找出風力發電產業各方面人才的重要性，可以得知在本產業整體人才的重要性中以風力發電模組製造商的材料工程人才(0.193)最為重要，其次為風力發電系統商的電機工程人才(0.185)，第三為風力發電電池製造商的電機工程人才(0.153)。透過技術文獻與品質機能展開，得到能源服務產業與技術之間的關聯性，並與能源服務產業人才需求分析進行關聯性分析，得到之結果，可提供我國能源服務產業人才需具備相關技術，或需培育相關人才之技術，本研究藉由 DANP 找出能源服務產業各方面人才的重要性，可以得知在本產業整體人才的重要性中以能源服務模組製造商的材料工程人才(0.501)最為重要，其次為能源服務系統商的電機工程人才(0.482)，第三為能源服務電池製造商的電機工程人才(0.426)。透過技術文獻與品質機能展開，得到 LED 照明產業與技術之間的關聯性，並與 LED 照明產業人才需求分析進行關聯性分析，得到之結果，可提供我國 LED 照明產業人才需具備相關技術，或需培育相關人才之技術，本研究藉由 DANP 找出 LED 照明產業各方面人才的重要性，可以得知在本產業整體人才的重要性中以 LED 照明模組製造商的材料工程人才(0.212)最為重要，其次為 LED 照明系統商的電機工程人才(0.17)，第三為 LED 照明電池製造商的電機工程人才(0.128)。透過技術文獻與品質機能展開，得到二氧化碳捕獲封存產業與技術之間的關聯性，並與二氧化碳捕獲封存產業人才需求分析進行關聯性分析，得到之結果，可提供我國二氧化碳捕獲封存產業人才需具備相關技術，或需培育相關人才之技術，本研究藉由 DANP 找出二氧化碳捕獲封存產業各方面人才的重要性，可以得知在本產業整體人才的重要性中以二氧化碳捕獲廠商的化學工程人才(0.212)最為重要，其次為二氧化碳分離廠商的化學工程人才(0.188)，第三為二氧化碳捕獲廠商的環境資源人才(0.113)。透過技術文獻與品質機能展開，得到太陽熱能產業與技術之間的關聯性，並與太陽熱能產業人才需求分析進行關聯性分析，得到之結果，可提供我國太陽熱能產業人才需具備相關技術，或需培育相關人才之技術，本研究藉由 DANP 找出太陽熱能產業各方面人才的重要性，可以得知在本產業整體人才的重要性中以太陽能熱水器製造商的電機工程人才(0.223)最為重要，其次為太陽能熱水器製造商的電子工程人才(0.159)，第三為太陽能熱水器供應商的產品技術服務人才(0.112)。透過技術文獻與品質機能展開，得到地熱發電產業與技術之間的關聯性，並與地熱發電產業人才需求分析進行關聯性分析，得到之結果，可提供我國地熱發電產業人才需具備相關技術，或需培育相關人才之技術，本研究藉由 DANP 找出地熱發電產業各方面人才的重要性，可以得知在本產業整體人才的重要性中以能源生產技術的地質科學人才(0.371)最為重要，其次為能源工程技術的能源工程人才(0.223)，第三為其他相關技術的地質科學人才(0.081)。透過技術文獻與品質機能展開，得到電力產業與技術之間的關聯性，並與電力產業人才需求分析進行關聯性分析，得到之結果，可提供我國電力產業人才需具備相關技術，或需培育相關人才之技術，本研究藉由 DANP 找出電力產業各方面人才的重要性，可以得知在本產業整體人才的重要性中以供電與配電商的電機工程人才(0.157)最為重要，其次為設備供應商的機電工程人才(0.098)，第三為材料供應商的機械工程人才(0.091)。透過技術文獻與品質機能展開，得到電力監控產業與技術之間的關聯性，並與電

力監控產業人才需求分析進行關聯性分析，得到之結果，可提供我國電力監控產業人才需具備相關技術，或需培育相關人才之技術，本研究藉由 DANP 找出電力監控產業各方面人才的重要性，可以得知在本產業整體人才的重要性中以電力自動化設備供應商的電機工程人才(0.088)最為重要，其次為智慧電表供應商的自動控制人才(0.077)與網路設備供應商的光通訊人才(0.077)同等重要。

2. 本研究利用品質機能展開方法得知太陽光電產業各方面人才的需求程度，可以得知在本產業中以太陽光電系統商對電機工程人才的需求程度最高(0.853)，其次為太陽光電電池製造商對材料工程人才的需求(0.555)，第三為太陽光電電池製造商對光電工程人才(0.370)。本研究利用品質機能展開方法得知風力發電產業各方面人才的需求程度，可以得知在本產業中以風力發電系統商對電機工程人才的需求程度最高(4.359)，其次為風力發電電池製造商對材料工程人才的需求(3.479)，第三為風力發電電池製造商對光電工程人才(2.984)。本研究利用品質機能展開方法得知能源服務產業各方面人才的需求程度，可以得知在本產業中以能源服務系統商對電機工程人才的需求程度最高(1.987)，其次為能源服務電池製造商對材料工程人才的需求(1.814)，第三為能源服務電池製造商對光電工程人才(0.370)。本研究利用品質機能展開方法得知 LED 照明產業各方面人才的需求程度，可以得知在本產業中以 LED 照明系統商對電機工程人才的需求程度最高(7.9573)，其次為 LED 照明電池製造商對材料工程人才的需求(5.3913)，第三為 LED 照明電池製造商對光電工程人才(4.0569)。本研究利用品質機能展開方法得知二氧化碳捕獲封存產業各方面人才的需求程度，可以得知在本產業中以二氧化碳分離廠商對化學工程人才的需求程度最高(8.835)，其次為二氧化碳捕獲廠商對化學工程人才的需求(8.239)，第三為二氧化碳分離廠商對環境資源人才(4.467)。本研究利用品質機能展開方法得知太陽熱能產業各方面人才的需求程度，可以得知在本產業中以太陽能熱水器製造商對電機工程人才的需求程度最高(10.883)，其次為太陽能熱水器製造商對電子工程人才的需求(6.372)，第三為太陽能熱水器供應商對產品技術服務人才(5.493)。本研究利用品質機能展開方法得知地熱發電產業各方面人才的需求程度，可以得知在本產業中以能源生產技術對地質科學人才的需求程度最高(14.27)，其次為能源工程技術的能源工程人才的需求(7.95)，第三為能源生產技術的機電工程人才(2.34)。本研究利用品質機能展開方法得知電力產業各方面人才的需求程度，可以得知在本產業中以供電與配電商對電機工程人才的需求程度最高(4.485)，其次為材料供應商對機械工程人才的需求(3.548)，第三為材料供應商對機電工程人才(3.054)。本研究利用品質機能展開方法得知電力監控產業各方面人才的需求程度，可以得知在本產業中以供電與配電商對電機工程人才的需求程度最高(2.593)，其次為網路設備供應商對天線工程人才的需求(2.312)，第三為電力自動化設備供應商對機構設計人才(2.213)。
3. 本研究利用品質機能展開方法得知太陽光電產業各方面人才的滿足程度，可以得知在本產業中以太陽光電模組製造商在材料工程人才上的滿足度最高(1.156)，其次為太陽光電電池製造商在電機工程人才上的滿足度(0.666)，第三為太陽光電模組製造商在系統工程人才上的滿足度(0.65)。本研究利用品質機能展開方法得知風力發電產業各方面人才的滿足程度，可以得知在本產業中以風力發電模組製造商在材料工程人才上的滿足度最高(1.353)，其次為風力發電電池製造商在電機工程人才上的滿足度(1.298)，第三為風力發電模組製造商在系統工程人才上的滿足度(0.686)。本研究利用品質機能展開方法得知能源服務產業各方面人才的滿足程度，可以得知在本產業中以能源服務模組製造商在材料工程人才上的滿足度最高(0.463)，其次為能源服務電池製造商在電機工程人才上的滿足度(0.389)，第三為能源服務模組製造商在系統工程人才上的滿足度(0.361)。本研究利用品質機能展開方法得知 LED 照明產業各方面人才的滿足程度，可以得知在本產業中以 LED 照明模組製造商在材料工程人才上的滿足度最高(0.9557)，其次為 LED 照明電池製造商在電機工程人才上的滿足度(0.2123)，第三為 LED 照明模組製造商在系統工程人才上的滿足度(0.5563)。本研究利用品質機能展開方法得知二氧化碳捕獲封存產業各方面人才的滿足程度，可以得知在本產

業中以二氧化碳捕獲廠商在化學工程人才上的滿足度最高(0.934)，其次為二氧化碳分離廠商在化學工程人才上的滿足度(0.705)，第三為二氧化碳捕獲廠商在環境資源人才上的滿足度(0.490)。本研究利用品質機能展開方法得知太陽熱能產業各方面人才的滿足程度，可以得知在本產業中以太陽能熱水器製造商在電機工程人才上的滿足度最高(1.115)，其次為太陽能熱水器製造商在電子工程人才上的滿足度(0.733)，第三為太陽能熱水器供應商在產品技術服務人才上的滿足度(0.635)。本研究利用品質機能展開方法得知地熱發電產業各方面人才的滿足程度，可以得知在本產業中以能源生產技術的地質科學人才上的滿足度最高(0.74)，其次為能源工程技術的能源工程人才較為滿足(0.52)，第三為其他相關技術在地質科學人才上，滿足度為(0.22)。本研究利用品質機能展開方法得知電力產業各方面人才的滿足程度，可以得知在本產業中以供電與配電商在電機工程人才上的滿足度最高(0.905)，其次為設備供應商在機電工程人才上的滿足度(0.623)，第三為系統供應商在工程設計人才上的滿足度(0.581)。本研究利用品質機能展開方法得知電力監控產業各方面人才的滿足程度，可以得知在本產業中以電力自動化設備供應商在電機工程人才上的滿足度最高(0.395)，其次為電力自動化設備供應商在機構設計人才上的滿足度(0.357)，第三為智慧電表供應商在自動控制人才上的滿足度(0.335)。

- 經由太陽光電產業趨勢分析與產業人才需求分析，本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，由資料分析後可以得知，在太陽光電的人才需求缺口最大的前三名分別為太陽光電系統商的電機工程人才(0.61)、系統工程人才(0.29)及材料工程人才(0.271)。經由風力發電產業趨勢分析與產業人才需求分析，本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，由資料分析後可以得知，在風力發電的人才需求缺口最大的前三名分別為風力發電系統商的電機工程人才(3.061)、系統工程人才(2.372)及材料工程人才(2.126)。經由能源服務產業趨勢分析與產業人才需求分析，本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，由資料分析後可以得知，在能源服務的人才需求缺口最大的前三名分別為能源服務系統商的電機工程人才(1.525)、系統工程人才(1.425)及材料工程人才(1.194)。經由 LED 照明產業趨勢分析與產業人才需求分析，本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，由資料分析後可以得知，在 LED 照明的人才需求缺口最大的前三名分別為 LED 照明系統商的電機工程人才(7.002)、系統工程人才(4.815)及材料工程人才(3.501)。經由二氧化碳捕獲封存產業趨勢分析與產業人才需求分析，本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，由資料分析後可以得知，在二氧化碳捕獲封存的人才需求缺口最大的前三名分別為二氧化碳分離廠商的化學工程人才(8.130)，其次為二氧化碳捕獲廠商的化學工程人才(7.305)，第三為二氧化碳分離廠商的環境資源人才(4.151)。經由太陽熱能產業趨勢分析與產業人才需求分析，本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，由資料分析後可以得知，在太陽熱能的人才需求缺口最大的前三名分別為太陽能熱水器製造商的電機工程人才(9.768)、電子工程人才(5.64)及太陽能熱水器供應商的產品技術服務人才(4.858)。經由地熱發電產業趨勢分析與產業人才需求分析，本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，由資料分析後可以得知，在地熱產業的人才需求缺口最大的前三名分別為能源生產技術的地質科學人才(13.527)、能源工程技術的能源工程人才(7.427)以及能源生產技術的機電工程人才(2.173)。經由電力產業趨勢分析與產業人才需求分析，本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，由資料分析後可以得知，在電力的人才需求缺口最大的前三名分別為供電與配電商的電機工程人才(3.58)、材料供應商的機械工程人才(3.0139)及機電工程人才(2.671)。經由電力監控產業趨勢分析與產業人才需求分析，本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析，由資料分析後可以得知，在電力監控的人才需求缺口最大的前三名分別為供電與配電商的電機工程人才(2.392)、網路設備供應商的天線工程人才(1.999)及電力自動化設備供應商的機構設計人才(1.856)。

第二節 建議

對本研究後續建議，希望能提升有效問卷回收率，如藉由政府機關舉辦為期 2 至 3 日之低碳能源相關產業研討會，進行大型的專家訪談與並瞭解產業的需求與問題，其與會人員的職位希望均為高階主管以上。

誌謝

本研究感謝國科會人才培育補助計畫之經費(低碳能源科技人才培育政策計畫，編號 NSC 101-3113-S-009-003-)及評審委員提供寶貴的意見及看法。

參考文獻

- 1 「101 年 LED 交通號誌節能專案計畫」，2011，經濟部能源局。
- 2 「2013~2015 LED 產業專業人才供需調查」，2013，經濟部工業局。
- 3 「經濟景氣因應方案」，2011，行政院。
- 4 「綠色能源產業旭昇方案」，2009，經濟部能源局。
- 5 「綠建築綠改善-打開綠建築的 18 把鑰匙」，2013，內政部建築研究所。
- 6 2008 年全球小型空調機市場趨勢分析(上)，冷凍空調與熱交換，2008 年 9 月，pp. 52~65
- 7 2008 年全球小型空調機市場趨勢分析(下)，冷凍空調與熱交換，2008 年 11 月，pp. 67~79
- 8 2010 年能源科技白皮書，2010，經濟部能源局。
- 9 2012 年版之綠建築評估手冊，2012，內政部建築研究所。
- 10 2012 年能源科技白皮書，2012，經濟部能源局。
- 11 小野寺重勝(2001)，「實踐 FMEA 手法-提升產品或系統的可靠性、維護性、安全性」，財團法人中衛發展中心。
- 12 工研院能環所，「能源供需規劃與模型研究」期末報告，經濟部能源局，2008 年 12 月。
- 13 工業技術研究院(2011/10)，綠色能源產業調查報告，工業技術研究院中心產業經濟與趨勢研究中心。
- 14 工業技術研究院，2009，生質燃料技術開發與推廣計畫(第四年度)期末報告，經濟部能源局。
- 15 工業技術研究院，LED 照明產業應用趨勢分析，2008。
- 16 工業技術研究院，美國 LED 照明產業發展現況，2008。
- 17 工業技術研究院 IEK(2003)。工研院經資中心 ITIS 計畫。取自：<http://www2.itis.org.tw>
- 18 工業技術研究院 IEK(2009)。海洋能源發電系統評估與測試計畫，經濟部能源科技研究發展計畫九十七年度執行報告。
- 19 工業技術研究院 IEK(2009)。電子材料產業年鑑。
- 20 工業技術研究院 IEK(2011)。台灣重要產業發展技術藍圖。
- 21 中國能源(2012)，中國能源政策 2012 白皮書發布，中國能源，34 卷 11 期，p.1。
- 22 中國環境保護委員會(1994)，中國環境保護行政 20 年，p.53-55。
- 23 中華民國太陽能商業同業公會(2013)。太陽能熱水器的構造，取自：<http://www.taiwansolar.org.tw/>，瀏覽日期：2013 年 5 月 30 號。
- 24 中華經濟研究院能源與環境研究中心，2000-2，輸電部門功能定位及業務範圍之研究，台電公司專案委託研究報告，台北。
- 25 太陽能熱能研究團隊(2013)。太陽能熱水器種類。取自：<http://solar.rsh.ncku.edu.tw/index.php>，瀏覽日期：2013 年 5 月 30 號。
- 26 方良吉、王漢英、曲新生、朱時梁、朱義仁、江秋桂、李宏台、李清庭、李勝隆、辛華煜、何無忌、何建輝、林法正、林秋裕、林炳明、林振源、林國安、吳英泰、吳建勳、吳煌、邱錦松、胡耀祖、徐恆文、桂人傑、曹芳海、黃正忠、黃明熙、黃秉鈞、陳清山、陳錫銓、陳輝俊、張翼、楊秉純、楊建裕、詹益亮、蔡松雨、鄭名山、賴炎生、劉志放、盧俊鼎、顏文治、顏志偉、蕭弘清、藍崇文、羅仕明(2010)。2010 年能源產業技術白皮書，經濟部能源局。
- 27 日本エネルギー經濟研究所(2008)。取自：<http://eneken.ieej.or.jp/>
- 28 日本經產省，<http://www.meti.go.jp/>。
- 29 日本環境省總合環境政策局，<http://http://www.env.go.jp/>。
- 30 日經 BP(2012/11/21)，從 CEATEC Japan 2012 剖析能源、消費性電子、汽車和健康照護發展趨勢，IFP，5-8。
- 31 王帆(2010)，英國低碳審計對我國的啟示，財務與金融，2010 卷 6 期，p.66-70。
- 32 王京明、許志義、陳士麟等(1997)，「台灣電力系統代輸之研究」，台電公司委託研究計畫，中華經濟研究院，台北。
- 33 王忠慶(2010)。汽車製造業訪談報導-智慧電動車之現況與展望。台灣經濟研究院產經資料庫。
- 34 王忠慶(2012)。汽車及其零件製造業景氣動態報告。台灣經濟研究院產經資料庫。

- 35 王俊豪(2005)，德國再生原料與生物能源之發展，台北：行政院農業委員會。
- 36 王健良(2006)，輸電網路最佳供需模式之一研究：以台灣輸電網路為例，淡江大學管理科學研究所博士論文。
- 37 王國川(2004)，「圖解 SAS 視窗在迴歸分析上的應用」，台北：五南。
- 38 王智薇(2006)，。2006 年氫能燃料電池業景氣趨勢調查報告。台灣經濟研究月刊，1-26 頁。
- 39 王智薇(2006)，探討我國推行燃料電池之可行性。台灣經濟研究月刊，1-9 頁。
- 40 王智薇(2007)，2007 年氫能燃料電池產業景氣趨勢調查報告。台灣經濟研究月刊，1-21 頁。
- 41 王貳瑞、蔡登茂、侯君溥(2004)，「物流管理」，台北：高立。
- 42 王賡、楊澤世、李愛仙(2008)，歐盟的能源政策與標準化現狀及其對我國節能標準化工作的啟示、中國標準化，2008 卷 1 期，p.23-25。
- 43 王莢瑛。(2000)。地球有顆熾熱的心 探討地熱 (Geothermal Energy) 的開發與應用。科技博物, 4(3), 105-110。
- 44 付加鋒、庄貴陽、高慶先(2010)，低碳經濟的概念辨識及評價指標體系構建，中國人口•資源與環境，20 卷 8 期，p.38-43。
- 45 台屋電力公司，2011 年
- 46 台經院產經資料庫(2010/04/30)，智慧電網概念相關公司，統一投顧研究周報。
- 47 台經院產經資料庫(2010/04/30)，智慧電網興起緣由示意圖，新通訊元件 2010 年 4 月號 110 期。
- 48 台經院產經資料庫(2011/08/23)，台電智慧電網規劃。
- 49 台電公司業務處(2009/01/21)，先進電表系統 AMI 推動情形簡報。
- 50 台電公司業務處，先進電表系統 AMI 推動情形簡報，2009 年 1 月 21。
- 51 台灣地區能源政策及執行措施架構圖，經濟部能源局，<http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/home/Home.aspx>。
- 52 台灣經濟研究院，<http://www.tier.org.tw/>
- 53 台灣綠色生產力基金會(2012)。節能績效保證專案示範推廣補助要點及計畫書說明。
- 54 台灣綠色生產力基金會，「產業及政府機關節約能源技術服務計畫—ESCO 產業節能績效驗證訓練與推廣」，2008。
- 55 台灣綠色生產力基金會，「產業及政府機關節約能源技術服務計畫—ESCO 產業節能績效驗證訓練與推廣」，2009。
- 56 司徒達賢(1995)，「策略管理」，台北：遠流。
- 57 司徒達賢(2001)，策略管理新論，台北：智勝文化。
- 58 左峻德(2010)，從哥本哈根會議看臺灣低碳政策與行動，臺灣經濟研究月刊，33 卷 2 期，p.6-7。
- 59 左峻德、林祐民(2010)。2011 年燃料電池產業景氣趨勢調查報告。台灣經濟研究院。
- 60 左峻德、張行直(2008)。氫能燃料電池產業發展前景簡介。台灣經濟研究院產經資料庫。
- 61 白滌清編譯(2008)，「生產與作業管理：程序與價值鏈(第八版)」，台北：臺灣培生教育。
- 62 成功大學航太中心太陽熱能產品南部檢測中心(2013)，太陽能熱水器構造，取自：<http://solar.rsh.ncku.edu.tw/index.php>，瀏覽日期：2013 年 5 月 30 號。
- 63 曲新生、何無忌、李宏台、李麗玲、吳煌、邱錦松、胡耀祖、柳志錫、許銘修、梁佩芳、黃正忠、張永源、張鈺炯、黃怡碩、陳秋麟、陳錫銓、張克勤、童遷祥、詹益亮、楊昌中、劉子衙、劉振邦、鄭名山、蔡松雨、歐陽湘、顏志偉、羅新衡(2012)。能源產業技術白皮書。經濟部能源局。
- 64 朱延智(2008)，「人力資源管理」，台中：五南。
- 65 行政院，再生能源發展條例，2009。
- 66 行政院 2007 年產業科技策略會議之會議結論，2007，Science & Technology Advisory Group (STAG)。
- 67 行政院國家科學委員會(2009)，能源科技人才培育，98 年全國能源會議「能源科技與產業發展」會議。
- 68 行政院節能減碳推動會(2010)。國家節能減碳總計畫。
- 69 行政院節能減碳推動會(2011)。國家節能減碳推動成效與後續做法。

- 70 行政院經濟建設委員會(2010)。推動新興智慧型產業-智慧電動車。經建會部門計畫處特別報導, 8(7), 11-35。
- 71 行政院環境保護署(2011)。太陽能熱水器簡介, 第 53 號電子月刊。取自: 行政院環境保護署, <https://record.niet.gov.tw/Epaper/10053/3-2.html>, 瀏覽日期: 2013 年 5 月 30 號。
- 72 何一鳴、鮑泓(2011), 日本低碳產業國際競爭對策分析, 現代日本經濟, 2011 卷 3 期, p.27-34。
- 73 何應欽(2005), 「物流與供應鏈管理: 理論與實務」, 高雄: 復文。
- 74 余騰耀(2012)。台灣 ESCO 服務能量及發展願景。台灣能源技術服務產業發展協會。
- 75 吳再益、黃釋緯(2004), 政府能源政策之制定及執行成效探討, 國家政策季刊, 3 卷 2 期, p.51-78。
- 76 吳念祖(2003)。海洋永續經營。胡氏圖書 DesignerBookstore. Com。
- 77 吳念祺·陳彥豪(2011)。電動車成本結構分析及對傳統汽車產業之影響。台灣經濟研究月刊, 34(11), 75-82。
- 78 吳明隆(2009), 「SPSS 操作與應用: 問卷統計分析實務(二版)」, 台北: 五南。
- 79 吳建勳、洪翊軒, “充電式混合動力車系統整合與能量管理技術”, 機械工業雜誌 308 期, 2008 年 11 月。
- 80 吳英秦、謝佳諺、許日昇、鄭銘偉, 以產業分析為基礎的太陽光電產業探討, 電力電子雙月刊 第 6 卷第 4 期, 3-10, 2008/07。
- 81 吳耿東、李宏台, 2007, 全球生質能源應用現況與未來展望, 林業研究專訊, 14(3), 5-9。
- 82 呂錫民(2010)。我國裝置太陽能潛力探討。取自: 經濟部能源局, <http://energymonthly.tier.org.tw/index.asp>, 瀏覽日期: 2013 年 5 月 30 號。
- 83 宋杰鯤、張在旭、李繼尊(2007), 國內外能源綜合利用政策法規對比, 工業技術經濟, 26 卷 12 期, p.79-81。
- 84 宋彥、彭科(2011), 城市總體規劃促進低碳城市實現途徑探討—以美國紐約市為例, 規劃師, 27 卷 4 期, p.94-99。
- 85 李文興(1996)。國內太陽熱能研發概況。經濟部能源委員會, 太陽能學刊。1(1)。
- 86 李文興.(1998). 包不住的「熱」情地熱資源. 能源報導, (01), 5-8.
- 87 李正義(2007)。推動能源技術服務產業與節能績效保證專案計畫書撰寫。台灣綠色生產力基金會-ESCO 推動辦公室。
- 88 李佳頤(2008), 在歐美日看見能源政策新世紀, 臺灣經濟研究月刊, 31 卷 11 期, p.25-32。
- 89 李思一(2010), 各國政府低碳政策的經濟效益評價, 高科技與產業化, 2010 卷 6 期, p.20-21。
- 90 李堅雄, "固態氧化物燃料電池研發簡介", 核能研究所 INER-4896, 2007 年 8 月。
- 91 李堅雄, "SOFC 燃料電池技術發展現況及趨勢", 電力電子, Vol.3. No.6 P.54-62, 2005 年 11 月。
- 92 李涵茵(2007), 「能源服務產業研析」。臺灣綜合研究院。
- 93 李清安、張克勤(2011)。我國太陽能熱水系統發展使用情形剖析。財團法人成大研究發展基金會。
- 94 李達生、陳誌生、張良鈺, 2008, 「光驅動勒流感測器網路應用於冷凍空調設備節能控制」計畫成果報告, 計畫編號: NSC96-2221-E-027-036-MY3, 行政院國家科學委員會。
- 95 李慧萍(2009), 「綠能-電池產業現況與未來展望」。台灣經濟研究院產經資料庫。
- 96 周篁(2007), 美國可再生能源發展和節能現狀, 中外能源, 12 卷 1 期, p.1-6。
- 97 拓璞產業研究所, 2007, 《2007 深入剖析 LED 產業市場發展》, 拓璞科技股份有限公司。
- 98 林宗明(2005), 「管理問題因果複雜度分析模式建立之研究-以 DEMATEL 為方法論」, 中原大學企業管理研究所碩士論文。
- 99 林素琴(2010)。我國 ESCO 產業發展機會探尋。工研院產經中心, ISBN978-986-264-050-0。
- 100 林錦仁.(2000). 宜蘭清水地熱開發之探討 Study on the Geothermal Power Development of Ching-shui at I-Lain Prefecture. 石油季刊, 36(1), 29-38.
- 101 林鎮國(2007), 「二氧化碳的儲存」, 科學發展月刊第 413 期, 第 28-33 頁。11. 黃啟峰(2007), 我國能源有關 CO₂ 排放統計與分析, 工研院能環所。

- 102 武春霞(2010)，我國低碳政策，高科技與產業化，2010 卷 1 期，p.45-47。
- 103 邱文彥(2002)。《海岸管理:理論與實務》。國立編輯館審定，五南圖書出版公司印行:台北。
- 104 邱昱芳，2009，2010 年發光二極體製造業景氣趨勢調查報告，台灣經濟研究院產經資料庫。
- 105 邱昱芳，2009，2010 年發光二極體製造業景氣趨勢調查報告，台灣經濟研究院產經資料庫。
- 106 建築節能材料開發與應用計畫九十五年度期中報告，經濟部能源科技研究發展計畫，2007。
- 107 建築節能材料開發與應用計畫全程執行總報告，經濟部能源科技研究發展計畫，2009。
- 108 建築節能科技人才培育資源中心，瀏覽網址：<http://www.archienergyedu.org.tw/>，瀏覽日期：2013 年 7 月 1 日。
- 109 施顏祥(2011)。節能績效保證專案示範推廣補助要點宣導手冊，經濟部能源局。
- 110 施顏祥(2012)。2012 年能源產業技術白皮書。經濟部能源局。
- 111 查爾斯·韓第(1998)，「組織寓言」，台中：天下。
- 112 柯經緯，陳萬容，蔡銘璋，洪正宗，張錦澤，沈俊卿，... & 胡興台. (2012). 雙循環發電技術在地熱發電之應用 The Application of Two-circulation Generation Technique on the Geothermal Generation. 石油季刊, 48(4), 51-64.
- 113 洪翊軒，“混合動力系統開發與控制器設計”，大葉大學-輔動力系統課程，工研院機械所，2008 年 12 月。
- 114 胡雪琴(2003)，「企業問題複雜度之探討及量化研究-以 DEMATEL 為分析工具」，私立中原大學企業管理研究所碩士論文。
- 115 徐玖平、李斌(2010)，發展迴圈經濟的低碳綜合集成模式，中國人口·資源與環境，20 卷 3 期，p.1-8。
- 116 能源技術服務業定義內容(2011)。取自：中華民國 100 年 3 月 21 日經商字第 10002404850 號函公告：gcis.nat.gov.tw/cod/history/1000321.html，瀏覽日期：2013 年 5 月 21 號。
- 117 能源國家型科技計畫，<http://nstpe.ntu.edu.tw/>
- 118 馬公勉(2011)。評析再生能源發展目標規畫及其影響。台灣經濟研究月刊，34(7)，41-46。
- 119 高田憲一(2007/07/02)，太陽能、風力發電產業的現況與競爭態勢探討，IFP，3-6。
- 120 崔健(2011)，日本產業低碳競爭力辨析，中國人口、資源與環境，21 卷 9 期，p.105-110。
- 121 張克勤、林蔚珉、李聰盛、鍾光民(2010)。節能減碳的利器-太陽能熱水系統。高雄縣環境保護季刊，pp.1-12。
- 122 張克勤、鍾光民、李清安(2010)。成功的再生能源運用—太陽能熱水器。科學發展，446，pp. 44-51。
- 123 張保隆與周瑛琪(2006)，「人力資源管理(第二版)」，台北：全華。
- 124 張逸(2011)，日本節能管理對發展低碳經濟的起示(上)，電力需求側管理，13 卷 2 期，p.74-77。
- 125 梁乃匡(1980)。台灣海洋溫差發電的展望。科學月刊全文資料庫。
- 126 梁佩芳、何無忌、李東璟、陳翔雄、陳俊宇(2011/03)，我國智慧電網之推動現況。
- 127 混合動力車零組件關鍵技術發展計畫，經濟部能源局計畫工作總報告及各技術報告，工研院機械所，97D0202，2008 年 12 月。
- 128 產業情報研究所(2008/04/21)，歐盟太陽光電科技政策推動現況與願景，IFP、SPV，9-14。
- 129 產業情報研究所(2010/11/03)，節能減碳風潮下之能源管理與應用服務商機探索，第四章 居家及建築能源管理與應用服務分析，45-46。
- 130 產業情報研究所(2010/11/03)，節能減碳風潮下之能源管理與應用服務商機探索，第四章 居家及建築能源管理與應用服務分析，54-56。
- 131 章義發(2009)，2009 年歐盟能源政策新變化，高科技與產業化，2010 卷 2 期，p.123-124。
- 132 莊惠雯(2011/08)，M2M 應用百花齊放新規格/技術特性助威 ZigBee 搶搭 M2M 順風車，新通訊 2011 年 8 月號 126 期。
- 133 莊朝榮(2012)，臺灣經濟研究月刊，35 卷 4 期，p.84-88。
- 134 許加政(2008)。海洋能源科技發展趨勢。台灣經濟研究月刊，31(6)，110-118。
- 135 郭在軍、陳宏愚(2010)，關於構建低碳科技創新體系的思考，黃石理工學院學報(人文社科版)，

- 27 卷 4 期，p.14-17。
- 136 郭明錦.(2004). 地熱資源. 科學發展 (383), 14-19.
- 137 陳子穎(2013)。APEC 海洋議題主流化與我國參與。台灣經濟研究月刊，36(7)，28-34。
- 138 陳世明(2003)。汽車製造業基本資料。台灣經濟研究院產經資料庫。
- 139 陳志恒(2009)，日本構建低碳社會行動及其主要進展，現代日本經濟，6 期，p.1-5。
- 140 陳明君(2008)。太陽熱能產業發展最新趨勢，工業技術研究院產業經濟與趨勢研究中心。
- 141 陳明訓(2013)2013-2015 LED 產業專業人才供需調查(2012)，經濟部工業局。
- 142 陳長振、陳文慶(2005)。燃料電池在汽車上的運用。生活科技教育月刊，38(6)，73-80 頁
- 143 陳建州、林彥泯(2008)，能源政策與能源教育的緣起，嶺東通識教育研究學刊，2 卷 3 期，p.1-12。
- 144 陳彥豪，& 劉婉柔。(2009)。次世代新能源深層地熱發電技術介紹。臺灣經濟研究月刊，32(11)，62-69。
- 145 陳政民，化工產業節能技術發展，工業技術研究院化學工業研究所。
- 146 陳純郁、鍾曉君(2011/11/07)，全球物聯網技術暨應用發展趨勢，第五章台灣技術與應用缺口分析，114-116。
- 147 陳崇憲和廖啟雯(2009)，我國二氧化碳減量技術發展推動策略，台電工程月刊，第 729 期，第 30-37 頁。
- 148 陳榮樂(2011)。ESCO 導入機制與模式推廣。台灣綠色生產力基金會節約能源中心。
- 149 陳翠華(2001)，不斷電系統(UPS)產業與國內廠商概況，寶來證券投資處。
- 150 陳輝俊(2010)。銀行創新融資貸款對 ESCO 產業的重要性。金融會計國際研討會。
- 151 陳輝俊(2011)。台灣 ESCO 產業發展現況與趨勢。2011 海峽兩岸氣候變遷與能源永續發展論壇，中華民國能源技術服務商業同業公會。
- 152 曾俊洲(2013)，發光二極體製造業基本資料，台灣經濟研究院產經資料庫。
- 153 曾若玄(1993)。海洋波浪能源的利用。科學月刊全文資料庫。
- 154 游家政(1996)，「德爾菲術及其在課程研究上之應用」，花蓮師院學報，6(1)，1-24。
- 155 湯家豪(2012)，LED 照明器具製造業訪談報導—LED 照明光電產品市況與相關政策，台灣經濟研究院產經資料庫。
- 156 黃公暉、陳彥豪、左峻德(2010)。全球電動車推動現況與發展課題。台灣經濟研究月刊，33(11)，48-58。
- 157 黃孟嬌(2012/04/30)台灣電力設備發展概況，IEK 產業情報網。
- 158 黃孟嬌，2009，全球 LED 照明燈具市場趨勢，IEK 工業技術研究院。
- 159 黃秉鈞、李璟柏，熱管輔助太陽能熱泵熱水器，太陽能及新能源學刊，第 8 卷，第 1 期，4-7 (2003)。
- 160 黃俊英(2004)，「多變量分析」，台北：華泰。
- 161 黃得晉(2012)。電動車驅動馬達發展現況。經濟部技術處 IT IS 計畫。
- 162 黃鎮江(2005)。燃料電池。台北:全華科技圖書出版股份有限公司。
- 163 黃繼寬(2010/10)，電子設備供應鏈全面啟動，電網智慧化刻不容緩。
- 164 楊志忠、林頌恩、韋文誠(2003)。燃料電池的發展現況。科學發展期刊，267，30-33 頁。
- 165 楊杰、楊書臣(2008)，近年來日本節能新進展及其啟示，現代日本經濟，2008 卷 2 期，p.26-30。
- 166 楊家豪(2012)。電力供應業訪談報導-海洋能源發電研發進展。台灣經濟研究院產經資料庫。
- 167 楊家豪(2013)，LED 照明器具製造業基本資料，台灣經濟研究院產經資料庫。
- 168 楊家豪(2013)。燃料電池製造業基本資料。台灣經濟研究院產經資料庫。
- 169 楊家豪(2013/01/11)，不斷電設備(UPS)基本資料，台灣經濟研究院產經資料庫，2-6。
- 170 楊家豪(2013/05/02)，電力供應基本資料，2-13。
- 171 楊家豪，2013，LED 照明器具製造業基本資料，台灣經濟研究院產經資料庫。
- 172 經濟部(2011)。海洋能源系統及關鍵元件技術開發計畫。經濟部能源科技研究發展計畫。
- 173 經濟部，2007。“2007 年能源科技研界發展白皮書”，經濟部能源局。
- 174 經濟部，2010 成員產業技術白皮書，2010。
- 175 經濟部，<http://www.moea.gov.tw/>

- 176 經濟部，六大新興產業--綠色能源產業旭升方案執行報告，2010。
- 177 經濟部，能源局 97 年年報，2008 年。
- 178 經濟部，綠色能源產業旭升方案-行動計畫，2009。
- 179 經濟部能源局(2008)，永續能源政策綱領。
- 180 經濟部能源局(2012)，2012 年能源產業技術白皮書。
- 181 經濟部能源局(2012/06)，經濟部能源局 100 年年報，50-52。
- 182 經濟部能源局(2013)。太陽熱能技術。取自：再生能源網，<http://www.re.org.tw/>。
- 183 經濟部能源局，2006 年製造業能源查核年報。
- 184 經濟部能源局，2012 年能源產業技術白皮書，第陸章我國能源產業技術發展之重要課題及展望 319-323。
- 185 經濟部能源局文宣手冊(2009)，「推動電力市場自由化」。
- 186 經濟部能源局綠色能源資訊網，瀏覽網址：<http://www.taiwangreenenergy.org.tw/>，瀏覽日期：2013 年 7 月 1 日。
- 187 經濟部能源委員會(2001)。能源服務業節能績效保證合約業務參考手冊。
- 188 葉俊榮(2005)。建構海洋台灣發展藍圖。研考雙月刊，29(4)，8-21。
- 189 葉惠青、莊銘池(2009)，台灣永續能源政策與 98 年全國能源會議，科技發展政策報導，4 期，p.3-16。
- 190 廖宗聖(2012)，中國減緩氣候變遷的政策與法制：以經濟發展為軸，以能源策略、法制進行回應，臺灣國際法季刊，9 卷 1 期，p.49-85。
- 191 綠色能源產業資訊網，瀏覽網址：<http://www.taiwangreenenergy.org.tw/Domain/domain-9.aspx>，瀏覽日期：2013 年 6 月 1 日。
- 192 綠色能源產業資訊網。取自：<http://www.taiwangreenenergy.org.tw/>
- 193 綠建築資訊網，瀏覽網址：<http://green.abri.gov.tw/index.php>，瀏覽日期：2013 年 7 月 1 日。
- 194 維基百科取自：<https://zh.wikipedia.org/>
- 195 劉佩恆(2011)，德國推動再生能源政策與產業發展之研究，淡江大學歐洲研究所碩士班學位論文。
- 196 劉明德、徐玉珍(2012)，台灣亟需有遠見的再生能源政策與做法—德國經驗的啟示，公共行政學報，43 期，p.127-150。
- 197 劉說芳、劉怡婷、許庭毓、李孟軒(2010)。使用者導向之未來智慧型輕量化電動車設計發展。工業設計，38(1)，50-55。
- 198 劉蘭翠、甘霖、曹東、蔣洪強(2009)，世界主要國家應對氣候變化政策分析與啟示，中外能源，14 卷 9 期，p.1-8。
- 199 歐嘉瑞(2011)。能源技術服務業運用信用保證機制執行節能績效保證專案之研析。中小企業發展季刊，22，頁 173-192。
- 200 歐嘉瑞(2013)。劃我國再生能源發展願景。台灣經濟研究月刊，36(4)，103-108。
- 201 潘子欽(2012)，澳洲能源白皮書草案與我國借鏡，工業技術研究院綠能與環境研究所。
- 202 蔡介元、許盛堡、陳麗君，「建構一個 QFD 與 FMEA 之同步工程整合架構」，中華民國品質學會第 38 屆年會暨第 8 屆全國品質管理研討會。
- 203 蔡信行(2003)。替代燃料與再生能源。科學發展期刊，365，63-67
- 204 澳洲新堡市，<http://www.newcastle.nsw.gov.au/>。
- 205 盧俊鼎、何無忌(2010/04/20)，由先進電錶趨勢，談我國 EICT 產業契機與挑戰。
- 206 薛立敏、張維倫(2002)，韓國因應氣候變化綱要公約之作法與臺灣可以借鏡之處，經濟前瞻，84 期，p.64-71。
- 207 謝目堂、張琳禎(2011)，韓國推動綠色成長產業中政府之角色，韓國學報，22 期，p.205-223。
- 208 鍾曉君(2011/05/30)，智慧電網的中樞神經系統-AMI 技術架構發展分析，3-5。
- 209 韓國產業資源部，<http://http://www.motie.go.kr>。
- 210 顏貝珊、張克勤(2012)。全球太陽熱能市場以家用熱水系統最為普遍-全球太陽熱能市場概況分

- 析。取自：經濟部能源局，<http://energymonthly.tier.org.tw/index.asp>，瀏覽日期：2013年5月30號。
- 211 魏素蕊(2010)，論發展低碳經濟的公共政策，現代商業，2010卷10C期，p.191-191。
- 212 羅文輝、黃文良(2010)，大學能源政策課程規劃之研究，工程科技與教育學刊，7卷5期，p.762-768。
- 213 譚志雄、陳德敏(2011)，中國低碳城市發展模式與行動策略，中國人口、資源與環境，21卷9期，p.69-75。
- 214 蘇達貞、鍾珍(2004)。海洋能源的魅力。科學發展，338，28-33。
- 215 Aaker, David A.(1984). Strategic Market Management .Berkeley University of California, New York; John Wiley & Soms Inc.
- 216 Aaker, David A.(1995).Strategic Market Management(4th ed.). Berkeley University of California, New York; John Wiley & Soms Inc.
- 217 Alain Bugat , "Future Means of Hydrogen Production," WHEC, ,Lyon, France,13-16 June,2006
- 218 Australia Clean Energy Council (2009), Australia Renewable Energy Training and Workforce Strategy for 2020, Australia: Clean Energy Council.
- 219 Australia Government (2009), Australia Awards Initiatives, Australia: Australia Government.
- 220 B. P. (1993), "Statistical Review of World Energy 1993".
- 221 Baker, C. (1991). Tidal power. Energy Policy, 19(8), 792-797.
- 222 Bernhart, W., Zhang, J., & Wagenleitner, J. (2010). EV/PHEV—Changing revenue & profit pools in the automotive value chain require new business models. In The 25th World Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium and Exhibition, EVS-25 Shenzhen, China, Nov,5-9.
- 223 Bertani, R. (2012). Geothermal power generation in the world 2005–2010 update report. Geothermics, 41, 1-29.
- 224 Cengel YA and Boles MA ,2002,Thermodynamics: An Engineering Approach,New York: McGraw-Hill.
- 225 Costanza, R., Andrade, F., Antunes, P., van den Belt, M., Boersma, D., Boesch, D. F., & Young, M. (1998). Principles for sustainable governance of the oceans. Science, 281(5374), 198-199.
- 226 Dalkey, N. C. & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. Management Science, 9(3), 458-467.
- 227 Deutscher Bauernverband (2003), Situationsbericht 2004 - Trends und Fakten zur Landwirtschaft, p.50-62.
- 228 E. F. McDonough III (2003), "Investigation of factors contributing to the success of cross-functional
- 229 EA-OES Annual Report.(2007).International Energy Agency,Implementing Agreement on Ocean Energy Systems,from <http://www.ieaoceans.org>
- 230 EC (European Commission) (2000), LISBON EUROPEAN COUNCIL Retrieved September 5, 2010, from http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm.
- 231 Energetics (2011), Draft Energy White Paper.
- 232 ESCO 推動辦公室(2013)。能源服務業產業現況。取自：經濟部能源局 ESCO 推動辦公室網站：<http://esco.tgpf.org.tw/>，瀏覽日期：2013年5月21號。
- 233 European Commission, & European Commission. (2006), "Action plan for energy efficiency: realising the potential".
- 234 European Geothermal Energy Council , <http://www.egec.org/>
- 235 Fama, E. F., and M.H. Miller, 1972, "The Theory of Finance", Holt, Rinehart and Winston, New York.teams", Journal of Production Innovation Management, vol. 17, no. 3, pp. 221-235.
- 236 Ferguson, Charles & Roger Dickinson(1982). "Critical Success Factor for Directors in the Eighties." Business Horizons, 14-18.
- 237 Fontela E. and Gabus A.(1976) "Current perceptions of the world problematique," in Churchman, C.W. and Mason, R.A. (Eds), World Modeling: A Dialogue, North Holland/Elsevier, Amsterdam/New York.
- 238 Francis, A., Tharakan, P.K. (1989), "The competitiveness of European industry," New York: Roulledge Kegan & Paul.
- 239 Geothermal Energy Association , <http://www.geo-energy.org/>

- 240 Geothermal Technologies Office , <https://www1.eere.energy.gov/geothermal/index.html>
- 241 Grove, W. R. (1842). LXXII. On a gaseous voltaic battery.
- 242 Gwo-Hshiong Tzeng, Cheng-Hsin Chiang, Chung-Wei Li,(2007) “ Evaluating Intertwined Effects in E-learning Programs: A Novel Hybrid MCDM Model Based on Factor Analysis and DEMATEL”, Expert Systems With Applications, Volume 32, Issue 4, SCI.
- 243 Hammons, T. J. (1993). Tidal power. Proceedings of the IEEE, 81(3), 419-433.
- 244 http://www.taipower.com.tw/content/new_info/new_info-a58.aspx?LinkID=5
- 245 Huang J.J., Tzeng G.H., and Ong C.S.(2005) “Multidimensional data in multidimensional scaling using the analytic network process,” Pattern Recognition Letters (26), 755-767.
- 246 Improving Compressed Air System Performance, a Source Book for Industry, °
- 247 Interactive Learning, London, Pinter Publishers.
- 248 International District Energy Association Report, 2005 °
- 249 International Energy Agency, Renewables Information 2008, IEA, Paris, 2008 °
- 250 International Energy Agency , <http://www.iea.org/>
- 251 Kampker, I. A., & Deutskens, D. I. C. (2010). Production Structures for Future Electric Vehicle Components. ATZautotechnology, 10(2), 12-16.
- 252 Korea Energy Management Corporation (2001), KEMCO 2001 Annual Report.
- 253 Lim, T. (2010). Rapid emergence of rechargeable car battery market. SERI Quarterly, 32, 23-29.
- 254 Lindstrom, O., & Lavers, W. (1997). Cost engineering of power plants with alkaline fuel cells. International journal of hydrogen energy, 22(8), 815-823.
- 255 Linstone, H. A. (1978). H&book of Future Research. London: Greenwood Press.
- 256 Liu, T.H, Huang, H.Y, (2013) , The Development Process of the LED industry in Taiwan: A Perspective of National Innovation System , International Journal of Science and Engineering , 3(1) , 37-54 °
- 257 Lundvall, B.-Å . (ed.) (1992), National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and
- 258 Mayekawa 公司 , 產品技術資料(2004) °
- 259 MBA 智庫百科取自 : <http://wiki.mbalib.com/zh-tw/APEC>
- 260 Miller, C. (2004). A Brief History of Wave and Tidal Energy Experiments in San Francisco and Santa Cruz. Western Neighborhoods Projects. Western Neighborhoods Project, 3.
- 261 National Research Council's Report (2007), Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future. National Academies Press.
- 262 Nishiyodo 公司 , 產品技術資料(2004) °
- 263 Philippine Department of Energy Portal , <http://www.doe.gov.ph/>
- 264 RFA (2008),“Changing the climate: Ethanol industry outlook 2008”, Released by the Renewable Fuels Association on February 25, 2008.
- 265 Spicer, J. (2005). Making sense of multivariate data analysis. London: Sage.
- 266 Syed, A. & Penney, K. (2011), Australian energy projections to 2034-35, Bureau of Resources and Energy Economics.
- 267 Tiwari, J. N., Chen, T. M., Pan, F. M., & Lin, K. L. (2008). Ordered silicon nanocones as a highly efficient platinum catalyst support for direct methanol fuel cells. Journal of Power Sources, 182(2), 510-514.
- 268 U.S. Department of Energy , <http://www.eere.energy.gov/>
- 269 United Nations Conference on Environment and Development (1992), Rio Declaration princs, p.1-4.
- 270 US Department of Labor (2006), Hospitality Industry: Identifying and Addressing Workforce Challenges, US: US Department of Labor, Employment and Training Administration, Business Relations Group.
- 271 USDOE.(2004).Hydrogen Posture Plan, an Integrated Research, Development, and Demostration Plan, Published.
- 272 Wand, G. (2006). Fuel Cells History, part 1. Johnson Matthey plc, 14.
- Yasuo Fukuda. (2008), “In pursuit of “Japan as a Low- carbon Society”, http://www.kantei.go.jp/foreign/hukudaspeech/2008/06/09speech_e.html.

附件

「冷凍空調產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷 國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「冷凍空調產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展節能建築產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計畫主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

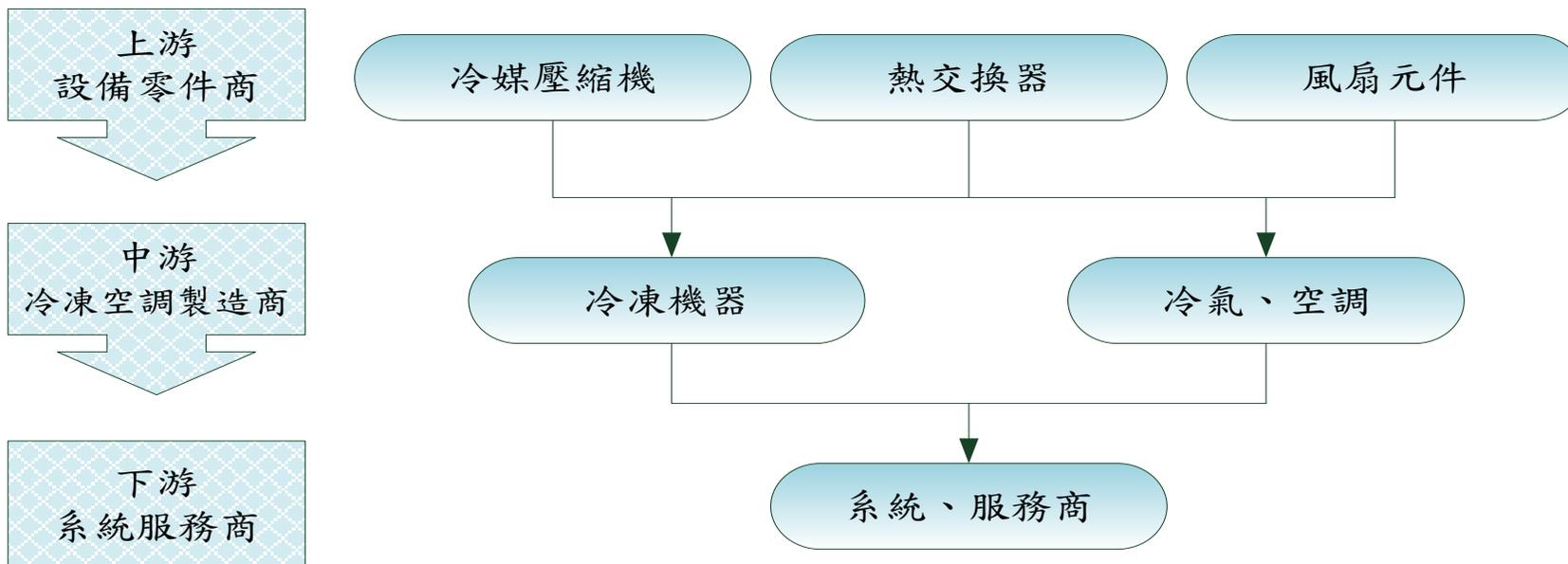
張世其 博士

聯絡人：蕭思根 敬啟

聯絡電話：0958-296-901

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：m10102003@mail.knu.edu.tw



上圖為冷凍空調產業鏈圖，上游為設備零件商(冷媒壓縮機、熱交換器、風扇元件)，中游為冷凍空調製造商(冷凍機器、冷氣、空調)，下游為系統服務商。

二、冷凍空調產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得冷凍空調產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析冷凍空調產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 5 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為冷凍空調產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 5 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

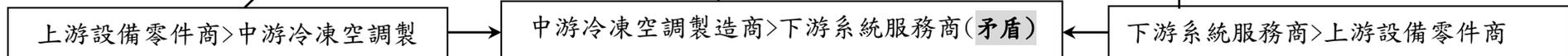
填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「上游設備零件商」相對於「中游冷凍空調製造商」重要性最強；反之，1:9 表目前「下游系統服務商」相對於「上游設備零件商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

評估構面	重要程度																	評估構面
	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
上游設備零件商	V																	中游冷凍空調製造商
上游設備零件商																	V	下游系統服務商

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「上游設備零件商」比「中游冷凍空調製造商」重要，「下游系統服務商」比「上游設備零件商」重要，但第 3 項所填結果「中游冷凍空調製造商」卻比「下游系統服務商」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

評估構面	重要程度																	評估構面
	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
上游設備零件商			V															中游冷凍空調製造商
上游設備零件商															V			下游系統服務商
中游冷凍空調製造商							V											下游系統服務商



三、冷凍空調產業所屬各類技術權重分析(Dematel 部分)

本部份為獲得冷凍空調產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析冷凍空調產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 5 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為冷凍空調產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 5 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(較高影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(較低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「冷凍空調產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「冷凍空調產業鏈階段」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	上游設備零件商	中游冷凍空調製造商	下游系統服務商
上游設備零件商			
中游冷凍空調製造商			
下游系統服務商			

3. 「上游設備零件商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「上游設備零件商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	系統工程人才	電子電路學人才	熱力(傳)學人才	流體力學人才	冷凍工程人才	空調工程人才
系統工程人才						
電子電路學人才						
熱力(傳)學人才						
流體力學人才						
冷凍工程人才						
空調工程人才						

4. 「中游冷凍空調製造商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「中游冷凍空調製造商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	系統工程人才	電子電路學人才	熱力(傳)學人才	流體力學人才	冷凍工程人才	空調工程人才
系統工程人才						
電子電路學人才						
熱力(傳)學人才						
流體力學人才						
冷凍工程人才						
空調工程人才						

5. 「下游系統服務商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「下游系統服務商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	電工學人才	冷凍系統人才	空調系統人才	冷凍空調識圖人才	管路設計人才	無塵室管理人才
電工學人才						
冷凍系統人才						
空調系統人才						
冷凍空調識圖人才						
管路設計人才						
無塵室管理人才						

四、基本資料

姓名：_____

性別： 男 女

最高學歷： 大專院校 碩士 博士

公司(服務)單位名稱：_____

公司於產業類中的類別： 上游 中游 下游 其他

工作年資： 5年以內 5~10年 10~15年 15~20年 20年以上

工作職稱： 董事長/副董事長 總經理/副總經理 協理 經理 一般管理職

e-mail：_____@_____

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「LED 照明產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「LED照明產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展LED照明產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計劃主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

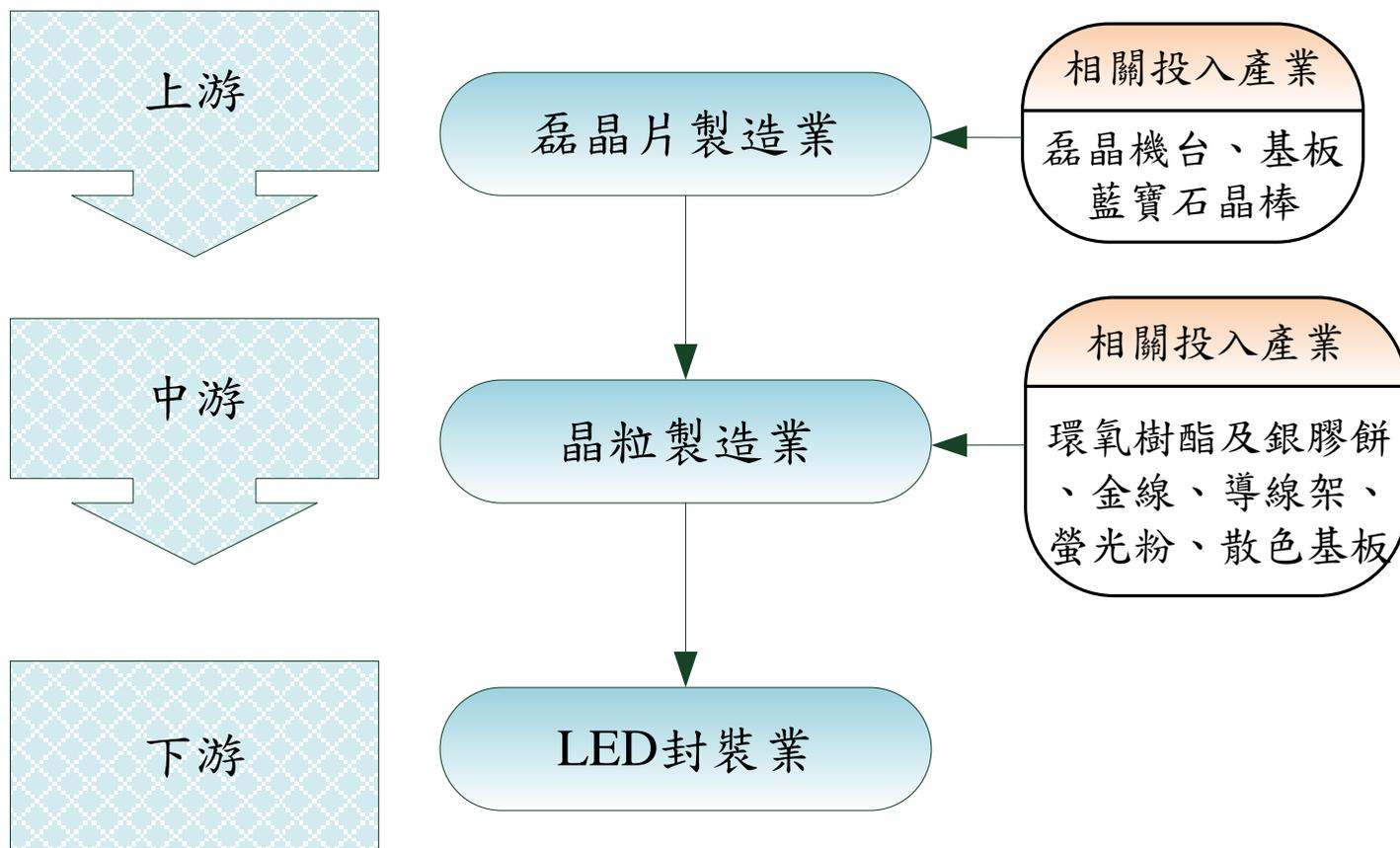
張世其 博士

聯絡人：蕭思根 敬啟

聯絡電話：0958-296-901

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：m10102003@mail.knu.edu.tw



上圖為LED照明產業鏈圖，上游為磊晶片製造業，中游為晶粒製造業，下游為LED封裝業。

二、LED照明產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得 LED 照明產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析 LED 照明產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 5 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為 LED 照明產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 5 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採取適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

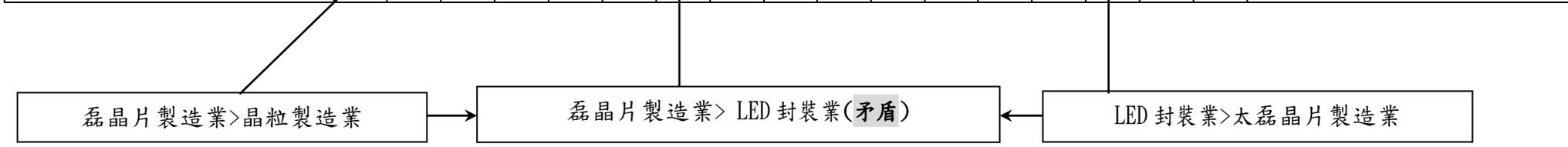
填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「磊晶片製造業」相對於「晶粒製造業」重要性最強；反之，1:9 表目前「LED 封裝業」相對於「磊晶片製造業」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

評估構面 \ 重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度 \ 評估構面	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9
磊晶片製造業	V																	晶粒製造業
磊晶片製造業																	V	LED 封裝業

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「磊晶片製造業」比「晶粒製造業」重要，「LED 封裝業」比「磊晶片製造業」重要，但第 3 項所填結果「晶粒製造業」卻比「LED 封裝業」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

評估構面 \ 重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度 \ 評估構面	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9
磊晶片製造業			V															晶粒製造業
磊晶片製造業															V			LED 封裝業
晶粒製造業							V											LED 封裝業



三、LED 照明產業所屬各類技術權重分析(Dematel 部分)

本部份為獲得 LED 照明產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析 LED 照明產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 5 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為 LED 照明產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 5 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(較高影響)故在方格內填入 3
2. 丙對甲之影響程度為(較低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「LED 照明產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「LED 照明產業鏈階段」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	磊晶片製造業	晶粒製造業	LED 封裝業
磊晶片製造業			
晶粒製造業			
LED 封裝業			

3. 「磊晶片製造業」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「磊晶片製造業」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	電子電機工程人才	化學工程人才	光電工程人才	機械工程人才	材料工程人才
電子電機工程人才					
化學工程人才					
光電工程人才					
機械工程人才					
材料工程人才					

4. 「晶粒製造業」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「晶粒製造業」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	電子電機工程人才	化學工程人才	光電工程人才	機械工程人才	材料工程人才
電子電機工程人才					
化學工程人才					
光電工程人才					
機械工程人才					
材料工程人才					

5. 「LED封裝業」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「LED封裝業」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	電子電機工程人才	光電工程人才	機械工程人才
電子電機工程人才			
光電工程人才			
機械工程人才			

四、基本資料

姓名：_____

性別： 男 女

最高學歷： 大專院校 碩士 博士

公司(服務)單位名稱：_____

公司於產業類中的類別： 上游 中游 下游 其他

工作年資： 5年以內 5~10年 10~15年 15~20年 20年以上

工作職稱： 董事長/副董事長 總經理/副總經理 協理 經理 一般管理職

e-mail：_____@_____

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「節能建築產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「節能建築產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展節能建築產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計畫主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

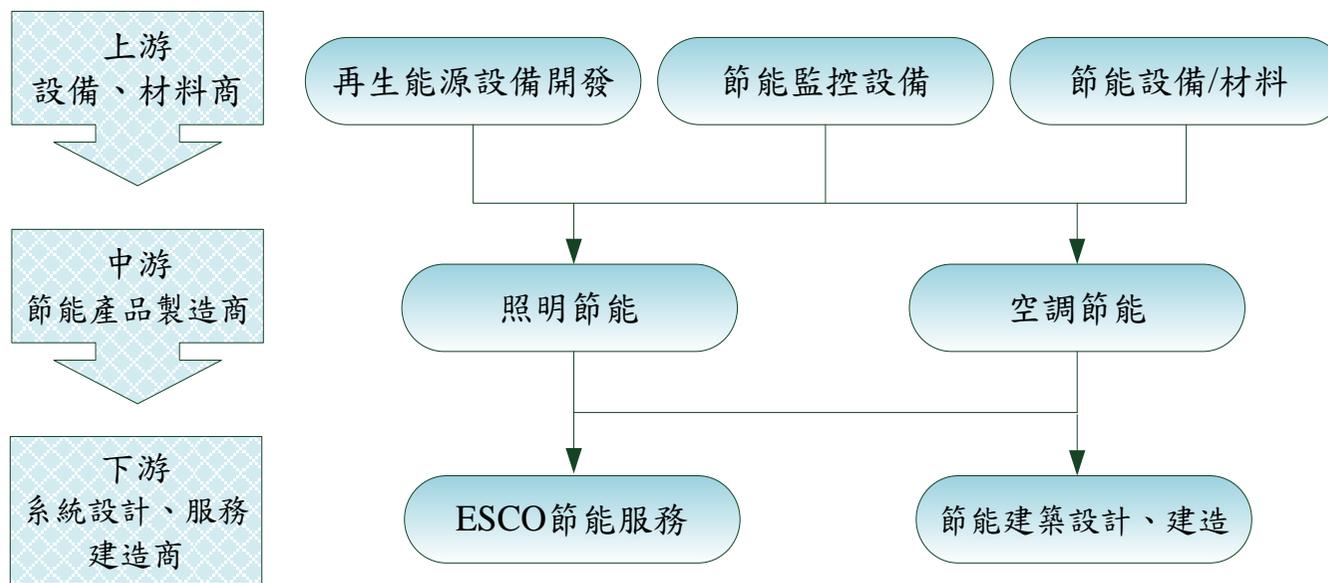
張世其 博士

聯絡人：蕭思根 敬啟

聯絡電話：0958-296-901

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：m10102003@mail.knu.edu.tw



上圖為節能建築產業鏈圖，上游為設備、材料商(再生能源設備開發、節能監控設備、節能設備/材料)，中游為節能產品製造商(照明節能、空調節能)，下游為系統設計、服務建造商(ESCO節能服務、節能建築設計、建造)。

二、節能建築產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得節能建築產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析節能建築產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 6 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為節能建築產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 6 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

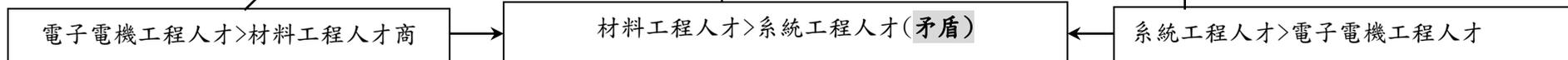
填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「上游設備材料商」相對於「中游節能產品製造商(照明)」重要性最強；反之，1:9 表目前「中游節能產品製造商(空調)」相對於「上游設備材料商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

重要程度 評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	重要程度 評估構面	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9		
上游設備材料商	V																		中游節能產品製造商(照明)
上游設備材料商																		V	中游節能產品製造商(空調)

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「電子電機工程人才」比「材料工程人才」重要，「系統工程人才」比「電子電機工程人才」重要，但第 3 項所填結果「材料工程人才」卻比「系統工程人才」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

重要程度 評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	重要程度 評估構面	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9		
電子電機工程人才			V																材料工程人才
電子電機工程人才																	V		系統工程人才
材料工程人才							V												系統工程人才



2. 節能建築產業所屬各類技術之構面重要度分析

請在研究目的為考量基準下，來對各項評估產業鏈階段進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

評估構面	重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度	評估構面
		9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8			1:9
上游設備材料商																			中游節能產品製造商(照明)
上游設備材料商																			中游節能產品製造商(空調)
上游設備材料商																			下游系統設計、服務建造商
中游節能產品製造商(照明)																			中游節能產品製造商(空調)
中游節能產品製造商(照明)																			下游系統設計、服務建造商
中游節能產品製造商(空調)																			下游系統設計、服務建造商

3. 節能建築產業「上游設備、材料商」各技術人才之重要度分析

在「上游設備、材料商」為評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

評估準則	重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度	評估準則
		9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8			1:9
電子電機工程人才																			材料工程人才
電子電機工程人才																			系統工程人才
電子電機工程人才																			機械工程人才
電子電機工程人才																			化學工程人才
材料工程人才																			系統工程人才
材料工程人才																			機械工程人才
材料工程人才																			化學工程人才
系統工程人才																			機械工程人才
系統工程人才																			化學工程人才
機械工程人才																			化學工程人才

4. 節能建築產業「中游節能產品製造商(照明)」各技術人才之重要度分析

在「中游節能產品製造商(照明)」為評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

5. 節能建築產業「中游節能產品製造商(空調)」各技術人才之重要度分析

在「中游節能產品製造商(空調)」評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

重要程度 評估準則	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度 評估準則	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9
系統工程人才																		電子電路學人才
系統工程人才																		熱力(傳)學人才
系統工程人才																		流體力學人才
系統工程人才																		空調工程人才
電子電路學人才																		熱力(傳)學人才
電子電路學人才																		流體力學人才
電子電路學人才																		空調工程人才
熱力(傳)學人才																		流體力學人才
熱力(傳)學人才																		空調工程人才
流體力學人才																		空調工程人才

6. 節能建築產業「下游系統設計、服務建造商」各技術人才之重要度分析

在「下游系統設計、服務建造商」評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

重要程度 評估準則	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度 評估準則	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9
土木工程人才																		系統工程人才
土木工程人才																		能源與環境工程人才
土木工程人才																		節能建築規劃設計人才
系統工程人才																		能源與環境工程人才
系統工程人才																		節能建築規劃設計人才
能源與環境工程人才																		節能建築規劃設計人才
節能建築規劃設計人才																		材料工程人才

三、節能建築產業所屬各類技術權重分析(Dematel 部分)

本部份為獲得節能建築產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析節能建築產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 6 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為節能建築產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 6 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(較高影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(較低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「節能建築產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「節能建築產業鏈階段」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	上游設備材料商	中游節能產品製造商 (照明)	中游節能產品製造商 (空調)	下游系統設計、 服務建造商
上游設備材料商				
中游節能產品製造商(照明)				
中游節能產品製造商(空調)				
下游系統設計、服務建造商				

3. 「上游設備、材料商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「上游設備、材料商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	電子電機工程人才	材料工程人才	系統工程人才	機械工程人才	化學工程人才
電子電機工程人才					
材料工程人才					
系統工程人才					
機械工程人才					
化學工程人才					

4. 「中游節能產品製造商(照明)」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「中游節能產品製造商(照明)」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	電子電機工程人才	化學工程人才	光電工程人才	機械工程人才	材料工程人才
電子電機工程人才					
化學工程人才					
光電工程人才					
機械工程人才					
材料工程人才					

5. 「中游節能產品製造商(空調)」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「中游節能產品製造商(空調)」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	系統工程人才	電子電路學人才	熱力(傳)學人才	流體力學人才	空調工程人才
系統工程人才					
電子電路學人才					
熱力(傳)學人才					
流體力學人才					
空調工程人才					

6. 「下游系統設計、服務建造商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「下游系統設計、服務建造商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	土木工程人才	系統工程人才	能源與環境工程人才	節能建築規劃設計人才
土木工程人才				
系統工程人才				
能源與環境工程人才				
節能建築規劃設計人才				

四、基本資料

姓名：	_____					
性別：	<input type="checkbox"/> 男	<input type="checkbox"/> 女				
最高學歷：	<input type="checkbox"/> 大專院校	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 博士			
公司(服務)單位名稱：	_____					
公司於產業類中的類別：	<input type="checkbox"/> 上游	<input type="checkbox"/> 中游	<input type="checkbox"/> 下游	<input type="checkbox"/> 其他		
工作年資：	<input type="checkbox"/> 5年以內	<input type="checkbox"/> 5~10年	<input type="checkbox"/> 10~15年	<input type="checkbox"/> 15~20年	<input type="checkbox"/> 20年以上	
工作職稱：	<input type="checkbox"/> 董事長/副董事長	<input type="checkbox"/> 總經理/副總經理	<input type="checkbox"/> 協理	<input type="checkbox"/> 經理	<input type="checkbox"/> 一般管理職	
e-mail：	_____@_____					

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「太陽光電產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「太陽光電產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展太陽光電產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計劃主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

張世其 博士

聯絡人：賴力瑜 敬啟

聯絡電話：0952-262-092

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：m10102004@mail.knu.edu.tw

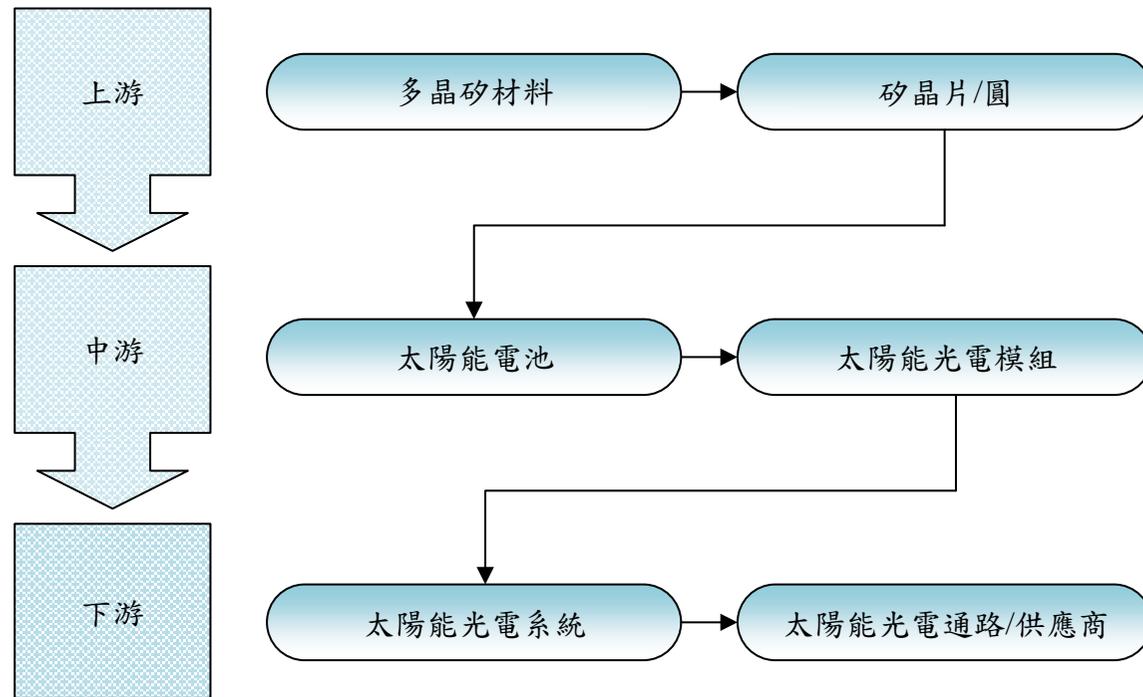


圖1.太陽能光電產業鏈示意圖

上圖為太陽能光電產業鏈圖，上游為多晶矽材料、矽晶片/圓，中游為太陽能電池、太陽能光電模組，下游為太陽能光電系統、太陽能光電通路/供應商；多晶矽材料供應商提供原料給矽晶片/圓製造進行製造，太陽能電池製造商由矽晶片/圓製造商取得原料製造太陽能電池，之後進一步組成太陽能光電模組，再搭配太陽能光電系統將太陽能光電相關設備串聯後，最後交由通路及供應商。

二、太陽光電產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得太陽光電產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析太陽光電產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為太陽光電產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 7 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「太陽能電池製造商」相對於「太陽光電模組製造商」重要性最強；反之，1:9 表目前「太陽光電系統製造商」相對於「太陽能電池製造商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

重要程度 評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度 評估構面		
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9	
太陽能電池製造商	V																		太陽光電模組製造商
太陽能電池製造商																		V	太陽光電系統製造商

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「太陽能電池製造商」比「太陽光電模組製造商」重要，「太陽光電系統製造商」比「太陽能電池製造商」重要，但第 3 項所填結果「太陽光電模組製造商」卻比「太陽光電系統製造商」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

重要程度 評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度 評估構面		
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9	
太陽能電池製造商			V																太陽光電模組製造商
太陽能電池製造商															V				太陽光電系統製造商
太陽光電模組製造商							V												太陽光電系統製造商

太陽能電池製造商 > 太陽光電模組製造

太陽光電模組製造商 > 太陽光電系統製造商 (矛盾)

太陽光電系統製造商 > 太陽能電池製造商



三、太陽光電產業所屬各類技術權重分析(Dematel部分)

本部份為獲得太陽光電產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析太陽光電產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為太陽光電產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 7 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(較高影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(較低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「太陽光電產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「太陽光電產業鏈階段」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	多晶矽供應商	矽晶片/圓製造商	太陽能電池製造商	太陽光電模組製造商	太陽光電系統商
多晶矽供應商					
矽晶片/圓製造商					
太陽能電池製造商					
太陽光電模組製造商					
太陽光電系統商					

3. 「多晶矽材料供應商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「多晶矽材料供應商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	化學工程人才	材料工程人才	資源工程人才	環境工程人才	冶金礦產人才
化學工程人才					
材料工程人才					
資源工程人才					
環境工程人才					
冶金礦產人才					

4. 「矽晶片/圓製造商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「矽晶片/圓製造商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	化學工程人才	機械工程人才	材料工程人才	電機電子工程人才
化學工程人才				
機械工程人才				
材料工程人才				
電機電子工程人才				

5. 「太陽能電池製造商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「太陽能電池製造商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機工程人才	光電工程人才	環境工程人才	系統工程人才	材料工程人才
電機工程人才					
光電工程人才					
環境工程人才					
系統工程人才					
材料工程人才					

6. 「太陽光電模組製造商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「太陽光電模組製造商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機工程人才	光電工程人才	環境工程人才	系統工程人才	材料工程人才
電機工程人才					
光電工程人才					
環境工程人才					
系統工程人才					
材料工程人才					

7. 「太陽光電系統商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「太陽光電系統商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機工程人才	光電工程人才	環境工程人才	系統工程人才	材料工程人才
電機工程人才					
光電工程人才					
環境工程人才					
系統工程人才					
材料工程人才					

四、基本資料

姓名：	_____					
性別：	<input type="checkbox"/> 男	<input type="checkbox"/> 女				
最高學歷：	<input type="checkbox"/> 大專院校	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 博士			
公司(服務)單位名稱：	_____					
公司於產業類中的類別：	<input type="checkbox"/> 上游	<input type="checkbox"/> 中游	<input type="checkbox"/> 下游	<input type="checkbox"/> 其他		
工作年資：	<input type="checkbox"/> 5年以內	<input type="checkbox"/> 5~10年	<input type="checkbox"/> 10~15年	<input type="checkbox"/> 15~20年	<input type="checkbox"/> 20年以上	
工作職稱：	<input type="checkbox"/> 董事長/副董事長	<input type="checkbox"/> 總經理/副總經理	<input type="checkbox"/> 協理	<input type="checkbox"/> 經理	<input type="checkbox"/> 一般管理職	
e-mail：	_____@_____					

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「太陽熱能產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「太陽熱能產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展太陽熱能產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計畫主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

張世其 博士

聯絡人：賴力瑜 敬啟

聯絡電話：0952-262-092

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：m10102004@mail.knu.edu.tw

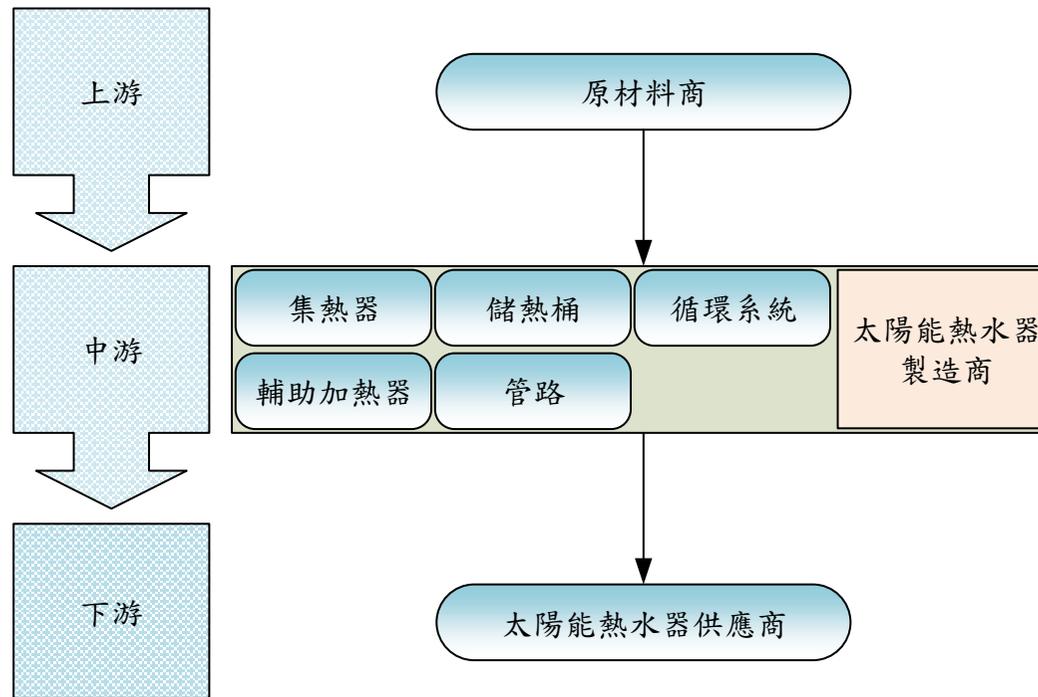


圖1.太陽能熱水器產業鏈示意圖

二、太陽熱能產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得太陽熱能產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析太陽熱能產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為太陽熱能產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 7 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

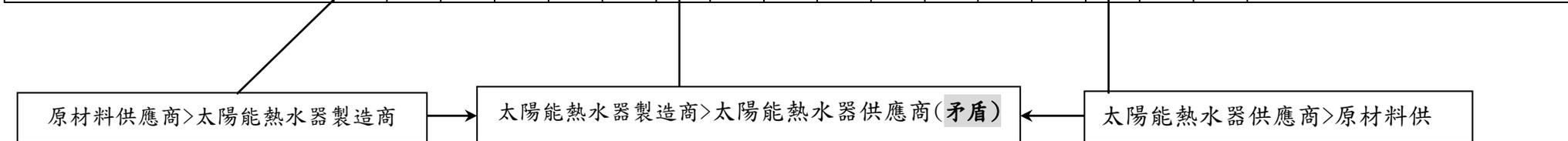
填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「原材料供應商」相對於「太陽能熱水器製造商」重要性最強；反之，1:9 表目前「太陽熱能系統製造商」相對於「原材料供應商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

評估構面	重要程度																	評估構面
	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
原材料供應商	V																	太陽能熱水器製造商
原材料供應商																	V	太陽能熱水器供應商

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「原材料供應商」比「太陽能熱水器製造商」重要，「太陽能熱水器供應商」比「原材料供應商」重要，但第 3 項所填結果「太陽能熱水器製造商」卻比「太陽能熱水器供應商」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

評估構面	重要程度																	評估構面
	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
原材料供應商			V															太陽能熱水器製造商
原材料供應商															V			太陽能熱水器供應商
太陽能熱水器製造商							V											太陽能熱水器供應商



三、太陽熱能產業所屬各類技術權重分析(Dematel部分)

本部份為獲得太陽熱能產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析太陽熱能產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為太陽熱能產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 7 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1.問卷填寫說明

填寫指標說明：(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(普通影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2.「太陽熱能產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「太陽熱能產業鏈階段」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	原材料供應商	太陽能熱水器製造商	太陽能熱水器供應商
原材料供應商			
太陽能熱水器製造商			
太陽能熱水器供應商			

3. 「原材料供應商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「原材料供應商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	機械工程人才	電機工程人才	模具工程人才	材料工程人才
機械工程人才				
電機工程人才				
模具工程人才				
材料工程人才				

4. 「太陽能熱水器製造商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「太陽能熱水器製造商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	化學工程人才	機械工程人才	材料工程人才	電機電子工程人才
化學工程人才				
機械工程人才				
材料工程人才				
電機電子工程人才				

5. 「太陽能熱水器供應商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「太陽能熱水器供應商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	水電工程人才	金屬建材架構人才	機械工程人才	產品技術服務人才
水電工程人才				
金屬建材架構人才				
機械工程人才				
產品技術服務人才				

四、基本資料

姓名：_____

性別： 男 女

最高學歷： 大專院校 碩士 博士

公司(服務)單位名稱：_____

公司於產業類中的類別： 上游 中游 下游 其他

工作年資： 5年以內 5~10年 10~15年 15~20年 20年以上

工作職稱： 董事長/副董事長 總經理/副總經理 協理 經理 一般管理職

e-mail：_____@_____

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「風力發電產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「風力發電產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展風力發電產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計畫主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

張世其 博士

聯絡人：賴力瑜 敬啟

聯絡電話：0952-262-092

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：m10102004@mail.knu.edu.tw

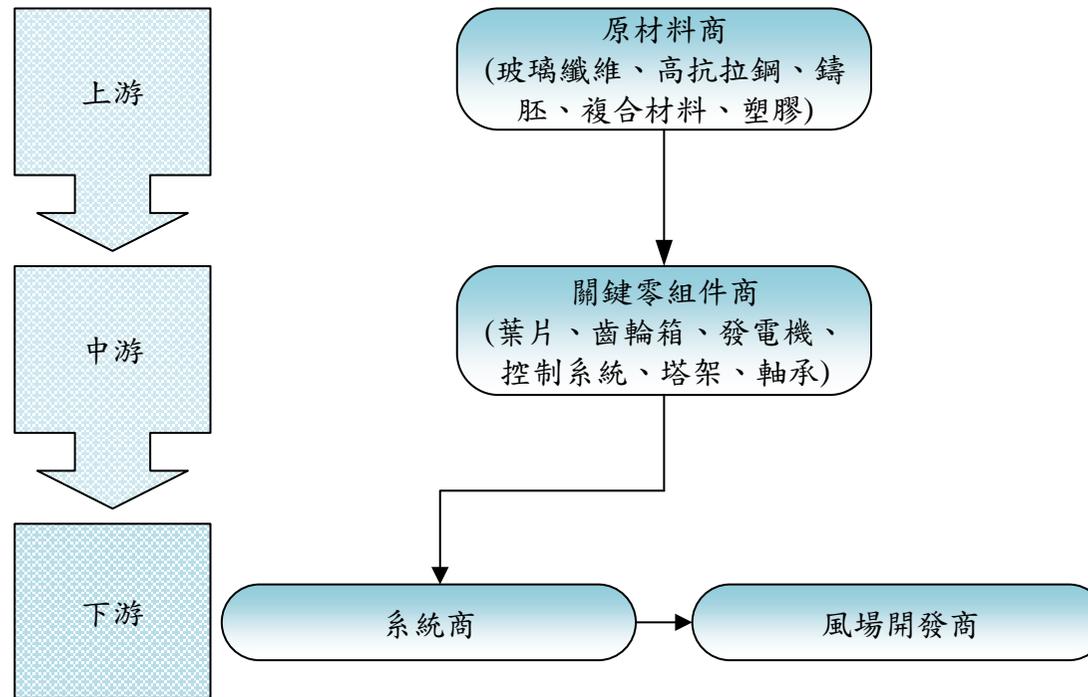


圖1.風力發電產業鏈示意圖

上圖為風力發電產業鏈圖，上游為原材料商，中游為關鍵零組件商，下游為系統商及風場開發商。原料商供應給關鍵零組件商之原料包含玻璃纖維、高抗拉鋼、鑄胚、複合材料、塑膠，關鍵零組件商所製造之相關產品包含葉片、齒輪箱、發電機、控制系統、塔架、軸承，搭配系統商串聯後，最後交由風場開發廠商進行開發。

來源類別		國外招聘				國內校園招聘					國內研究機構		企業培養		人才目前滿足程度
		美洲國家	歐洲國家	亞洲國家	其他國家	大學院校(博士)	大學院校(碩士)	大學院校(學士)	技職院校	專科院校	基礎型研究機構	應用型研究機構	內部訓練	外部訓練	
風力發電產業所屬人才類型															
系統商	電機電子工程人才														
	工業設計人才														
	機械工程人才														
	海洋環境工程人才														
	系統工程人才														
風場開發商	電機電子工程人才														
	土木工程人才														
	機械工程人才														
	海洋環境工程人才														
	大氣科學人才														
其他 (若無法滿足，請自行填寫所需人才類型)															

二、風力發電產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得風力發電產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析風力發電產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為風力發電產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 6 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

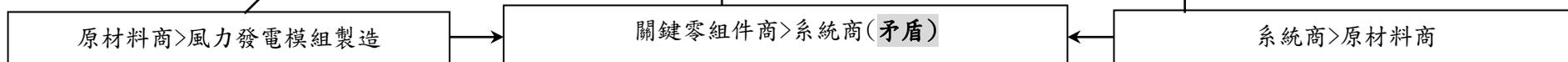
填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「太陽能電池製造商」相對於「風力發電模組製造商」重要性最強；反之，1:9 表目前「風力發電系統製造商」相對於「太陽能電池製造商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	評估構面
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
原材料商	V																	關鍵零組件商
原材料商																	V	系統商

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「太陽能電池製造商」比「風力發電模組製造商」重要，「風力發電系統製造商」比「太陽能電池製造商」重要，但第 3 項所填結果「風力發電模組製造商」卻比「風力發電系統製造商」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	評估構面
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
原材料商			V															關鍵零組件商
原材料商															V			系統商
關鍵零組件商							V											系統商



三、風力發電產業所屬各類技術權重分析(Dematel 部分)

本部份為獲得風力發電產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析風力發電產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為風力發電產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 6 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(較高影響)故在方格內填入 3
2. 丙對甲之影響程度為(較低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「風力發電產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「風力發電產業鏈階段」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	原材料	關鍵零組件	系統商	風場開發商
原材料商				
關鍵零組件商				
系統商				
風場開發商				

3. 「原材料商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「原材料商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	機械工程人才	電機工程人才	模具工程人才	材料工程人才
機械工程人才				
電機工程人才				
模具工程人才				
材料工程人才				

4. 「關鍵零組件商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「關鍵零組件商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機電子工程人才	機械工程人才	材料工程人才
電機電子工程人才			
機械工程人才			
材料工程人才			

5. 「系統商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「系統商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機電子工程人才	工業設計人才	工業設計人才	海洋環境工程人才	系統工程人才
電機電子工程人才					
工業設計人才					
機械工程人才					
海洋環境工程人才					
系統工程人才					

6. 「風場開發商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「風場開發商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機電子工程人才	土木工程人才	機械工程人才	海洋環境工程人才	大氣科學人才
電機電子工程人才					
土木工程人才					
機械工程人才					
海洋環境工程人才					
大氣科學人才					

四、基本資料

姓名：	_____					
性別：	<input type="checkbox"/> 男	<input type="checkbox"/> 女				
最高學歷：	<input type="checkbox"/> 大專院校	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 博士			
公司(服務)單位名稱：	_____					
公司於產業類中的類別：	<input type="checkbox"/> 上游	<input type="checkbox"/> 中游	<input type="checkbox"/> 下游	<input type="checkbox"/> 其他		
工作年資：	<input type="checkbox"/> 5年以內	<input type="checkbox"/> 5~10年	<input type="checkbox"/> 10~15年	<input type="checkbox"/> 15~20年	<input type="checkbox"/> 20年以上	
工作職稱：	<input type="checkbox"/> 董事長/副董事長	<input type="checkbox"/> 總經理/副總經理	<input type="checkbox"/> 協理	<input type="checkbox"/> 經理	<input type="checkbox"/> 一般管理職	
e-mail：	_____@_____					

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「能源服務(Energy Service Company ; ESCOs)產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「能源服務產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展能源服務產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計劃主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

張世其 博士

聯絡人：賴力瑜 敬啟

聯絡電話：0952-262-092

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：m10102004@mail.knu.edu.tw

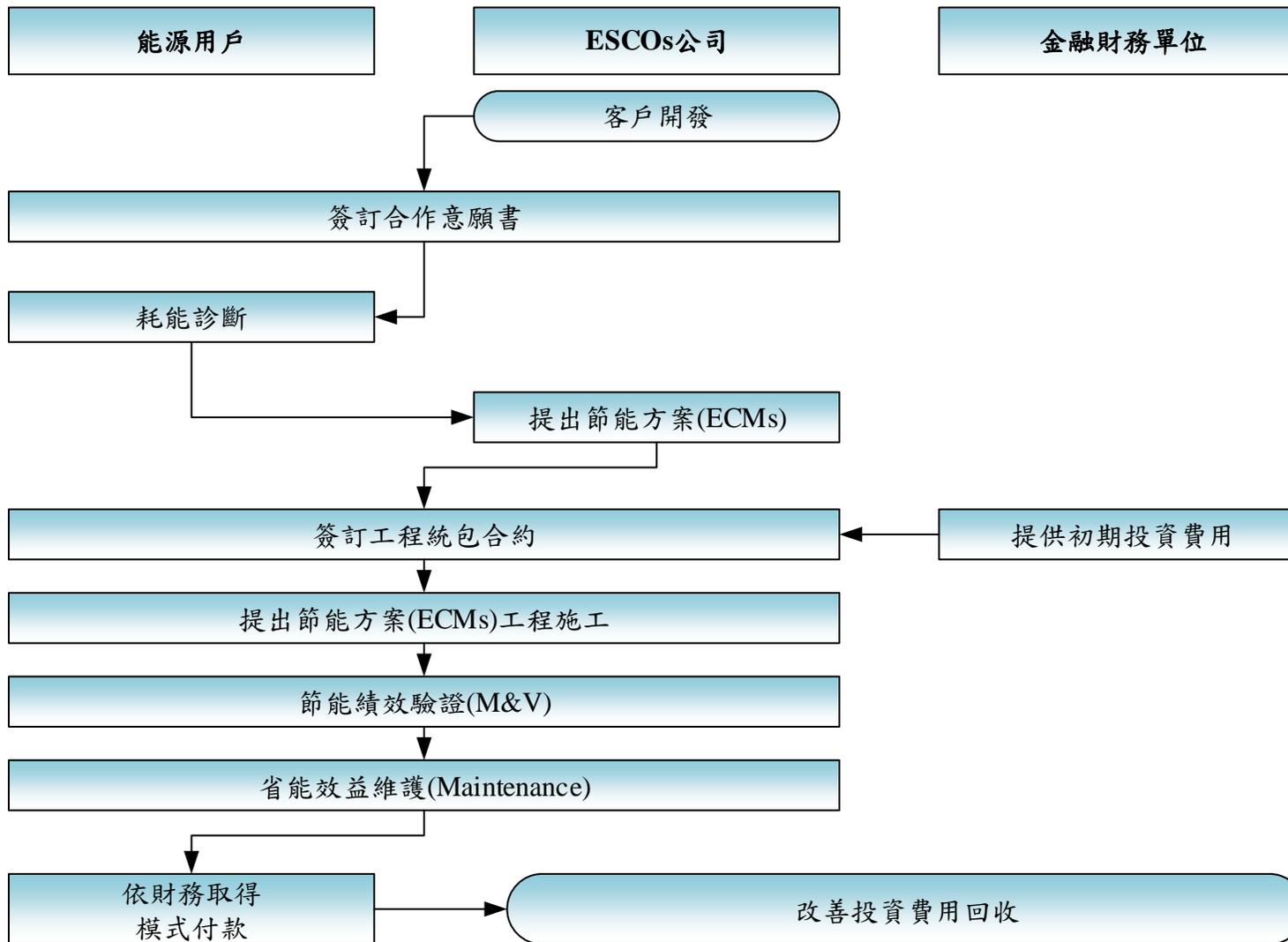


圖1.能源服務流程示意圖

二、能源服務產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得能源服務產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析能源服務產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為能源服務產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 6 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

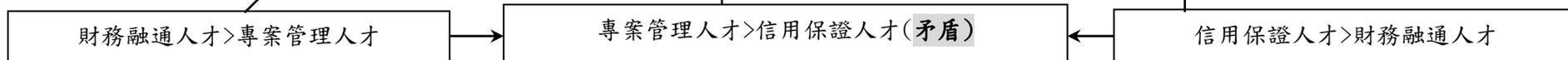
填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「太陽能電池製造商」相對於「能源服務模組製造商」重要性最強；反之，1:9 表目前「能源服務系統製造商」相對於「太陽能電池製造商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

評估構面	重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度	
		9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9	評估構面
財務融通人才	V																		專案管理人才
財務融通人才																		V	信用保證人才

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「財務融通人才」比「專案管理人才」重要，「信用保證人才」比「財務融通人才」重要，但第 3 項所填結果「專案管理人才」卻比「信用保證人才」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

評估構面	重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度	
		9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9	評估構面
財務融通人才				V															專案管理人才
財務融通人才																V			信用保證人才
專案管理人才							V												信用保證人才



三、能源服務產業所屬各類技術權重分析(Dematel 部分)

本部份為獲得能源服務產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析能源服務產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為能源服務產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 6 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(較高影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(較低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「能源服務產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「能源服務產業各任務」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	環境法制	投資金融	專案支援	推廣策進	量測驗證
環境法制					
投資金融					
專案支援					
推廣策進					
量測驗證					

3. 「環境法制」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「環境法制」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	法律人才	電機電子工程人才	機械工程人才	冷凍空調人才
法律人才				
電機電子工程人才				
機械工程人才				
冷凍空調人才				

4. 「投資金融」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「投資金融」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	財務融通人才	專案管理人才	信用保證人才
財務融通人才			
專案管理人才			
信用保證人才			

5. 「專案支援」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「專案支援」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	專案管理人才	電機電子工程人才	機械工程人才	冷凍空調人才
專案管理人才				
電機電子工程人才				
機械工程人才				
冷凍空調人才				

6. 「推廣策進」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「推廣策進」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	專案管理人才	電機電子工程人才	機械工程人才	冷凍空調人才
專案管理人才				
電機電子工程人才				
機械工程人才				
冷凍空調人才				

7. 「量測驗證」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「量測驗證」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機電子工程人才	機械工程人才	冷凍空調人才
電機電子工程人才			
機械工程人才			
冷凍空調人才			

四、基本資料

姓名：	_____					
性別：	<input type="checkbox"/> 男	<input type="checkbox"/> 女				
最高學歷：	<input type="checkbox"/> 大專院校	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 博士			
公司(服務)單位名稱：	_____					
公司於產業類中的類別：	<input type="checkbox"/> 上游	<input type="checkbox"/> 中游	<input type="checkbox"/> 下游	<input type="checkbox"/> 其他		
工作年資：	<input type="checkbox"/> 5年以內	<input type="checkbox"/> 5~10年	<input type="checkbox"/> 10~15年	<input type="checkbox"/> 15~20年	<input type="checkbox"/> 20年以上	
工作職稱：	<input type="checkbox"/> 董事長/副董事長	<input type="checkbox"/> 總經理/副總經理	<input type="checkbox"/> 協理	<input type="checkbox"/> 經理	<input type="checkbox"/> 一般管理職	
e-mail：	_____@_____					

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「生質能源產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界學界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「生質能源產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展生質能源產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計劃主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

張世其 博士

聯絡人：陳皓雲 敬啟

聯絡電話：0913-680-656

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：leo00846704@gmail.com

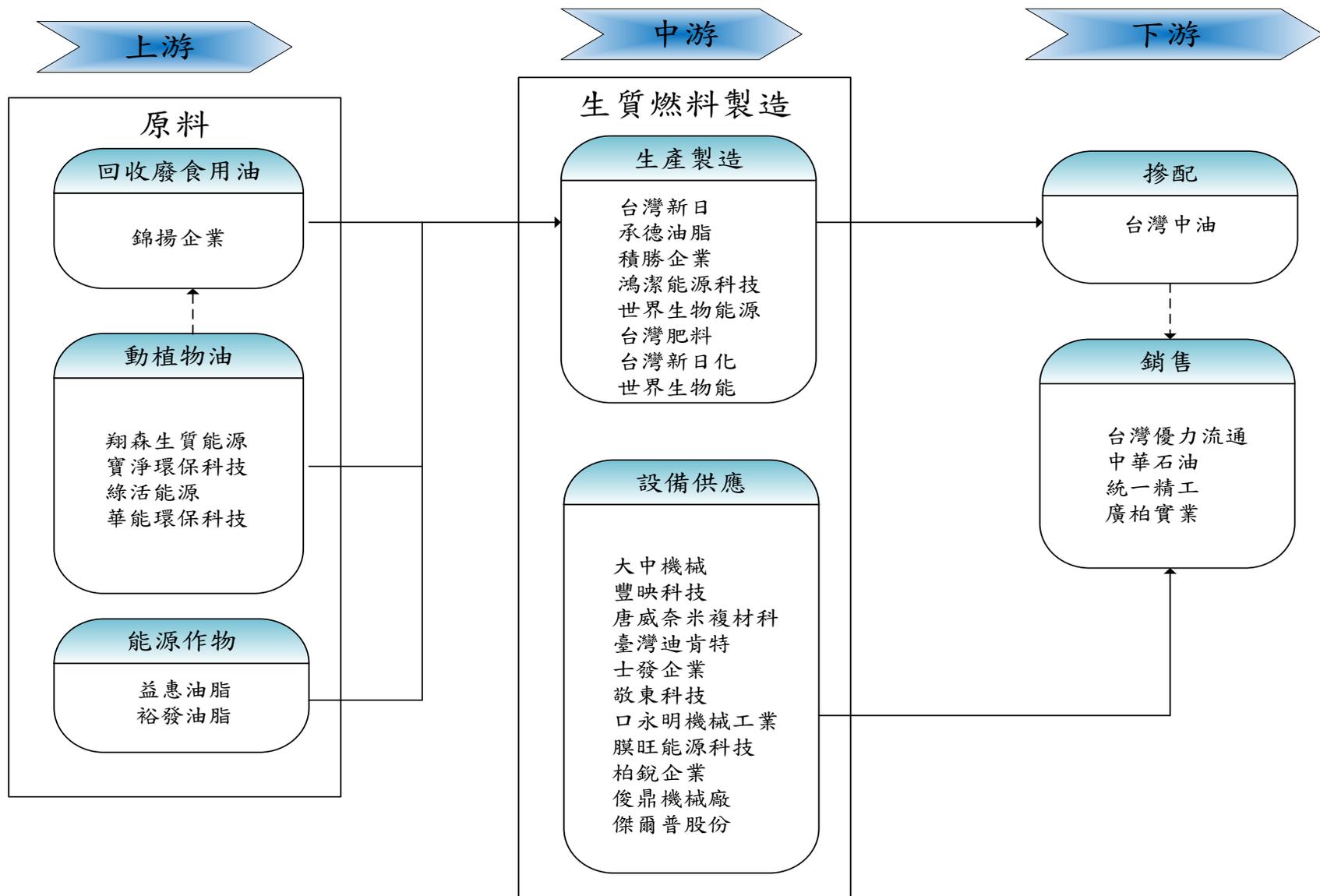


圖1.生質能產業鏈示意圖

一、生質能源產業所屬各類技術對各種人才來源需求分析

這部分是分析生質能源產業所屬各類技術於人才招聘上對於各種人才來源的需求程度，產業相關技術經由本研究整理分為3大構面及21種技術人才，人才來源共分為4大構面共12種管道。此外，本表格最右方將調查各技術人才現階段是否有足夠的來源或人數來滿足需求，請依照現況填入適合的滿足程度。

問項題目	尺度	低度需求/滿足 1	中度需求/滿足 3	高度需求/滿足 9
------	----	--------------	--------------	--------------

需求程度介於1、3、9之間，分數越高表示需求越大。「1」表示低度需求/滿足，「3」表示中度需求/滿足，「9」表示高度需求/滿足，皆為兩兩相互比較，請在空格填上適合的相關數字(若完全無需求請留空白)。

人才來源類別		國外招聘				國內校園招聘					國內研究機構		企業培養		人才目前滿足程度	
		美洲國家	歐洲國家	亞洲國家	其他國家	大學院校(博士)	大學院校(碩士)	大學院校(學士)	技職院校	專科院校	基礎型研究機構	應用型研究機構	內部訓練	外部訓練		
生質能源產業所屬人才類型	生態環境資源人才															
	農業化學人才															
	環境工程人才															
	電機工程人才															
	生物科學技術人才															

	國外招聘	國內校園招聘	國內	企業培養	滿前
--	------	--------	----	------	----

二、生質能源產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得生質能源產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析生質能源產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 5 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為生質能源產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 5 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

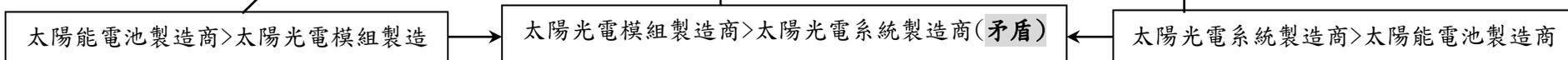
填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「太陽能電池製造商」相對於「太陽光電模組製造商」重要性最強；反之，1:9 表目前「太陽光電系統製造商」相對於「太陽能電池製造商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

重要程度 評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度 評估構面		
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9	
太陽能電池製造商	V																		太陽光電模組製造商
太陽能電池製造商																		V	太陽光電系統製造商

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「太陽能電池製造商」比「太陽光電模組製造商」重要，「太陽光電系統製造商」比「太陽能電池製造商」重要，但第 3 項所填結果「太陽光電模組製造商」卻比「太陽光電系統製造商」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

重要程度 評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度 評估構面		
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9	
太陽能電池製造商			V																太陽光電模組製造商
太陽能電池製造商															V				太陽光電系統製造商
太陽光電模組製造商							V												太陽光電系統製造商



三、生質能源產業所屬各類技術權重分析(Dematel 部分)

本部份為獲得生質能源產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析生質能源產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 5 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為生質能源產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 5 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(普通影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
戊					

2. 「生質能源產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「太陽光電產業鏈階段」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	生質柴油	生質酒精	生質能發電
生質柴油			
生質酒精			
生質能發電			

3. 「生質柴油」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	生態環境資源人才	農業化學人才	環境工程人才	電機工程人才	生物科學技術人才
生態環境資源人才					
農業化學人才					
環境工程人才					
兩兩相互比較	生態環境資源人才	農業化學人才	環境工程人才	電機工程人才	生物科學技術人才
電機工程人才					
生物科學技術人才					

4. 「生質酒精」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「生質酒精」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	生態環境資源人才	農業化學人才	環境工程人才	電機工程人才	生物科學技術人才
生態環境資源人才					
農業化學人才					
環境工程人才					
電機工程人才					
生物科學技術人才					

生態環境資源人才					
農業化學人才					
環境工程人才					
電機工程人才					
生物科學技術人才					

5. 「生質能發電」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「生質能發電」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	生態環境資源人才	農業化學人才	環境工程人才	電機工程人才	生物科學技術人才
生態環境資源人才					
農業化學人才					
環境工程人才					
電機工程人才					
生物科學技術人才					

四、基本資料

姓名：_____

性別： 男 女

最高學歷： 大專院校 碩士 博士

公司(服務)單位名稱：_____

公司於產業類中的類別： 上游 中游 下游

工作年資： 5年以內 5~10年 10~15年 15~20年 20年以上

工作職稱： 董事長/副董事長 總經理/副總經理 協理 經理 一般管理職

e-mail：_____@_____

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「氫能源與燃料電池產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界學界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「氫能源與燃料電池產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展氫能源與燃料電池產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計畫主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

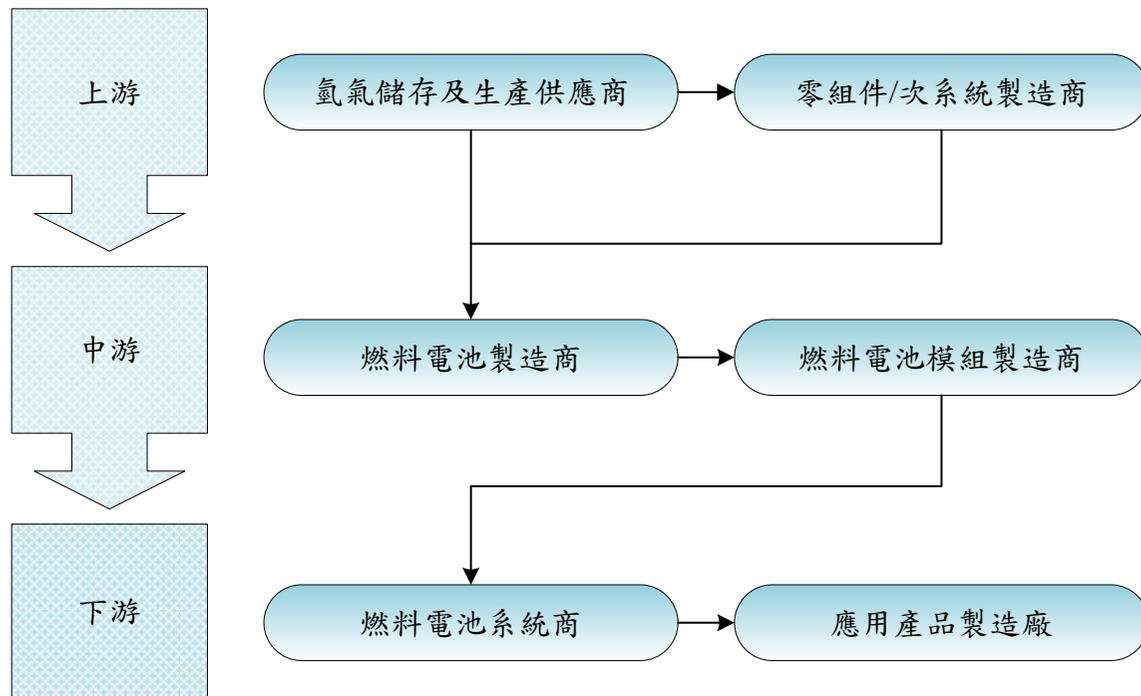
張世其 博士

聯絡人：陳皓雲 敬啟

聯絡電話：0913-680-656

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：leo00846704@gmail.com



氫能源與燃料電池產業鏈圖

二、氫能源與燃料電池產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得氫能源與燃料電池產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析氫能源與燃料電池產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 8 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為氫能源與燃料電池產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 8 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

零組件/次系統製造商																			燃料電池製造商
零組件/次系統製造商																			燃料電池模組製造商
零組件/次系統製造商																			燃料電池系統商
零組件/次系統製造商																			應用產品製造廠
燃料電池製造商																			燃料電池模組製造商
燃料電池製造商																			燃料電池系統商
燃料電池製造商																			應用產品製造廠
燃料電池模組製造商																			燃料電池系統商
燃料電池模組製造商																			應用產品製造廠
燃料電池系統商																			應用產品製造廠

3. 氫能源與燃料電池產業「氫氣儲存及生產供應商」各技術人才之重要度分析

在「氫氣儲存及生產供應商」為評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

重要程度 評估準則	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	重要程度 評估準則	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9		
化學工程人才																			材料工程人才
化學工程人才																			機械工程人才
化學工程人才																			環境工程人才
材料工程人才																			機械工程人才
材料工程人才																			環境工程人才
機械工程人才																			環境工程人才

4. 氫能源與燃料電池產業「零組件/次系統製造商」各技術人才之重要度分析

三、氫能源與燃料電池產業所屬各類技術權重分析(Dematel部分)

本部份為獲得氫能源與燃料電池產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析氫能源與燃料電池產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 8 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為氫能源與燃料電池產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 8 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1.問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(普通影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「氫能源與燃料電池產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「氫能源與燃料電池產業鏈階段」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	氫氣儲存及生產供應商	零組件/次系統製造商	燃料電池製造商	燃料電池模組製造商	燃料電池系統商	應用產品製造廠
氫氣儲存及生產供應商						
零組件/次系統製造商						
燃料電池製造商						
燃料電池模組製造商						
燃料電池系統商						
應用產品製造廠						

3. 「氫氣儲存及生產供應商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「氫氣儲存及生產供應商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	化學工程人才	材料工程人才	機械工程人才	環境工程人才
化學工程人才				
材料工程人才				
機械工程人才				
環境工程人才				

4. 「零組件/次系統製造商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「零組件/次系統製造商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	化學工程人才	機械工程人才	材料工程人才	系統工程人才	電機工程人才
化學工程人才					
機械工程人才					
材料工程人才					
系統工程人才					
電機工程人才					

5. 「燃料電池製造商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「燃料電池製造商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機工程人才	光電工程人才	化學工程人才	環境工程人才	材料工程人才
電機工程人才					
光電工程人才					
化學工程人才					
環境工程人才					
材料工程人才					

6. 「燃料電池模組製造商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「燃料電池模組製造商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機工程人才	光電工程人才	化學工程人才	環境工程人才	材料工程人才
電機工程人才					
光電工程人才					
化學工程人才					
環境工程人才					
材料工程人才					

7. 「燃料電池系統商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「燃料電池系統商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機工程人才	光電工程人才	系統工程人才	環境工程人才	材料工程人才
電機工程人才					
光電工程人才					
系統工程人才					
環境工程人才					
材料工程人才					

7. 「應用產品製造廠」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「應用產品製造廠」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機 工程人才	光電 工程人才	環境 工程人才	機械 工程人才	材料 工程人才	通訊 工程人才
電機工程人才						
光電工程人才						
環境工程人才						
機械工程人才						
材料工程人才						
通訊工程人才						

四、基本資料

姓名：	_____					
性別：	<input type="checkbox"/> 男	<input type="checkbox"/> 女				
最高學歷：	<input type="checkbox"/> 大專院校	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 博士			
公司(服務)單位名稱：	_____					
公司於產業類中的類別：	<input type="checkbox"/> 上游	<input type="checkbox"/> 中游	<input type="checkbox"/> 下游			
工作年資：	<input type="checkbox"/> 5年以內	<input type="checkbox"/> 5~10年	<input type="checkbox"/> 10~15年	<input type="checkbox"/> 15~20年	<input type="checkbox"/> 20年以上	
工作職稱：	<input type="checkbox"/> 董事長/副董事長	<input type="checkbox"/> 總經理/副總經理	<input type="checkbox"/> 協理	<input type="checkbox"/> 經理	<input type="checkbox"/> 一般管理職	
e-mail：	_____@_____					

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「電動車輛產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界學界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「電動車輛產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展電動車輛產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計畫主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

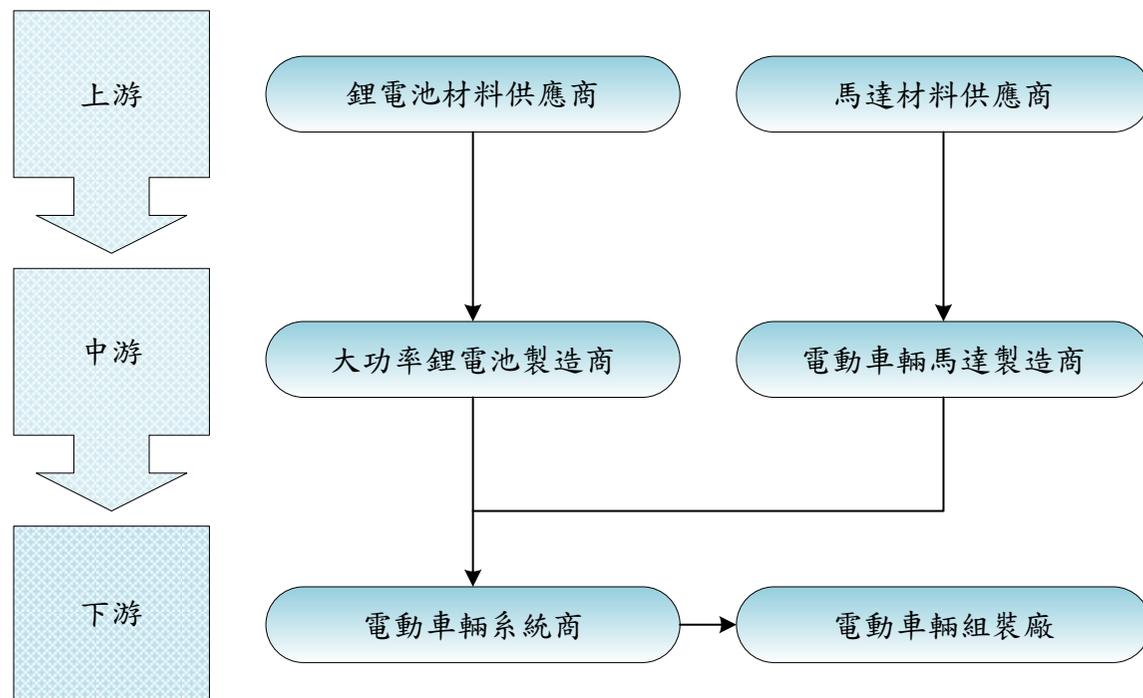
張世其 博士

聯絡人：陳皓雲 敬啟

聯絡電話：0913-680-656

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：leo00846704@gmail.com



電動車輛產業鏈圖

二、電動車輛產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得電動車輛產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析電動車輛產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為電動車輛產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 8 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「太陽能電池製造商」相對於「電動車輛模組製造商」重要性最強；反之，1:9 表目前「電動車輛系統製造商」相對於「太陽能電池製造商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

評估構面	重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度	
		9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
太陽能電池製造商	V																		電動車輛模組製造商
太陽能電池製造商																		V	電動車輛系統製造商

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「太陽能電池製造商」比「電動車輛模組製造商」重要，「電動車輛系統製造商」比「太陽能電池製造商」重要，但第 3 項所填結果「電動車輛模組製造商」卻比「電動車輛系統製造商」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

評估構面	重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度	
		9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
太陽能電池製造商				V															電動車輛模組製造商
太陽能電池製造商																V			電動車輛系統製造商
電動車輛模組製造商							V												電動車輛系統製造商

太陽能電池製造商 > 電動車輛模組製造

電動車輛模組製造商 > 電動車輛系統製造商 (矛盾)

電動車輛系統製造商 > 太陽能電池製造商



2. 電動車輛產業所屬各類技術之構面重要度分析

請在研究目的為考量基準下，來對各項評估產業鏈階段進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

評估構面	重要程度																	評估構面
	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
鋰電池材料供應商																		馬達材料供應商
鋰電池材料供應商																		大功率鋰電池製造商
鋰電池材料供應商																		電動車輛馬達製造商
鋰電池材料供應商																		電動車輛系統商
鋰電池材料供應商																		電動車輛組裝廠
馬達材料供應商																		大功率鋰電池製造商
馬達材料供應商																		電動車輛馬達製造商
馬達材料供應商																		電動車輛系統商
馬達材料供應商																		電動車輛組裝廠
大功率鋰電池製造商																		電動車輛馬達製造商
大功率鋰電池製造商																		電動車輛系統商
大功率鋰電池製造商																		電動車輛組裝廠
電動車輛馬達製造商																		電動車輛系統商
電動車輛馬達製造商																		電動車輛組裝廠
電動車輛系統商																		電動車輛組裝廠

3. 電動車輛產業「鋰電池材料供應商」各技術人才之重要度分析

在「鋰電池材料供應商」為評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	重要程度
------	---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------

三、電動車輛產業所屬各類技術權重分析(Dematel部分)

本部份為獲得電動車輛產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析電動車輛產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 8 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為電動車輛產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 8 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(普通影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「電動車輛產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「電動車輛產業鏈階段」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	鋰電池材料供應商	馬達材料供應商	大功率鋰電池製造商	電動車輛馬達製造商	電動車輛系統商	電動車輛組裝廠
鋰電池材料供應商						
馬達材料供應商						
大功率鋰電池製造商						
電動車輛馬達製造商						
電動車輛系統商						
電動車輛組裝廠						

3. 「鋰電池材料供應商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「鋰電池材料供應商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	化學工程人才	材料工程人才	資源工程人才	環境工程人才
化學工程人才				
材料工程人才				
資源工程人才				
環境工程人才				

4. 「馬達材料供應商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「馬達材料供應商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機工程人才	機械工程人才	材料工程人才	環境工程人才
電機工程人才				
機械工程人才				
材料工程人才				
環境工程人才				

5. 「大功率鋰電池製造商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「大功率鋰電池製造商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機工程人才	光電工程人才	化學工程人才	系統工程人才	材料工程人才
電機工程人才					
光電工程人才					
化學工程人才					
系統工程人才					
材料工程人才					

6. 「電動車輛馬達製造商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「電動車輛馬達製造商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機工程人才	光電工程人才	機械工程人才	系統工程人才	材料工程人才
電機工程人才					
光電工程人才					
機械工程人才					
系統工程人才					
材料工程人才					

7. 「電動車輛系統商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「電動車輛系統商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機工程人才	光電工程人才	系統工程人才	材料工程人才
電機工程人才				
光電工程人才				
系統工程人才				
材料工程人才				

8. 「電動車輛組裝廠」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「電動車輛組裝廠」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	電機工程人才	光電工程人才	機械工程人才	通訊工程人才	材料工程人才
電機工程人才					
光電工程人才					
機械工程人才					
通訊工程人才					
材料工程人才					

四、基本資料

姓名：	_____					
性別：	<input type="checkbox"/> 男	<input type="checkbox"/> 女				
最高學歷：	<input type="checkbox"/> 大專院校	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 博士			
公司(服務)單位名稱：	_____					
公司於產業類中的類別：	<input type="checkbox"/> 上游	<input type="checkbox"/> 中游	<input type="checkbox"/> 下游			
工作年資：	<input type="checkbox"/> 5年以內	<input type="checkbox"/> 5~10年	<input type="checkbox"/> 10~15年	<input type="checkbox"/> 15~20年	<input type="checkbox"/> 20年以上	
工作職稱：	<input type="checkbox"/> 董事長/副董事長	<input type="checkbox"/> 總經理/副總經理	<input type="checkbox"/> 協理	<input type="checkbox"/> 經理	<input type="checkbox"/> 一般管理職	
e-mail：	_____@_____					

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「海洋能產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界學界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「海洋能產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展海洋能產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計劃主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

張世其 博士

聯絡人：陳皓雲 敬啟

聯絡電話：0913-680-656

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：leo00846704@gmail.com

二、海洋能產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得海洋能產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析海洋能產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 6 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為海洋能產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 6 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

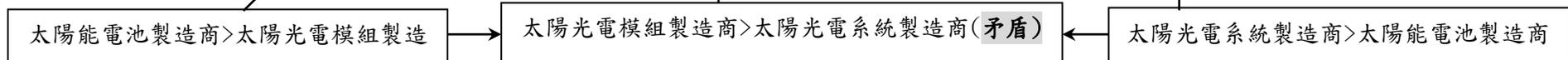
填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「太陽能電池製造商」相對於「太陽光電模組製造商」重要性最強；反之，1:9 表目前「太陽光電系統製造商」相對於「太陽能電池製造商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

評估構面	重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度	
		9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
太陽能電池製造商	V																		太陽光電模組製造商
太陽能電池製造商																		V	太陽光電系統製造商

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「太陽能電池製造商」比「太陽光電模組製造商」重要，「太陽光電系統製造商」比「太陽能電池製造商」重要，但第 3 項所填結果「太陽光電模組製造商」卻比「太陽光電系統製造商」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

評估構面	重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度	
		9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
太陽能電池製造商				V															太陽光電模組製造商
太陽能電池製造商																V			太陽光電系統製造商
太陽光電模組製造商							V												太陽光電系統製造商



輪機工程人才																			機械與機電工程人才
輪機工程人才																			系統工程人才
輪機工程人才																			材料工程人才
輪機工程人才																			海洋資源工程人才
機械與機電工程人才																			系統工程人才
機械與機電工程人才																			材料工程人才
機械與機電工程人才																			海洋資源工程人才
系統工程人才																			材料工程人才
系統工程人才																			海洋資源工程人才
材料工程人才																			海洋資源工程人才

5.海洋能產業「海流發電」各技術人才之重要度分析

在「海流發電」評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

評估準則	重要程度																		評估準則
	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																		
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9		
輪機工程人才																			機械與機電工程人才
輪機工程人才																			系統工程人才
輪機工程人才																			材料工程人才
輪機工程人才																			海洋資源工程人才
機械與機電工程人才																			系統工程人才

評估準則	重要程度																		評估準則
	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																		
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9		
機械與機電工程人才																			材料工程人才
機械與機電工程人才																			海洋資源工程人才
系統工程人才																			材料工程人才
系統工程人才																			海洋資源工程人才
材料工程人才																			海洋資源工程人才

6.海洋能產業「潮汐發電」各技術人才之重要度分析

三、海洋能產業所屬各類技術權重分析(Dematel 部分)

本部份為獲得海洋能產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析海洋能產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 6 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為海洋能產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 6 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(普通影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「海洋能產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「太陽光電產業鏈階段」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	波浪發電	海洋溫差發電	海流發電	潮汐發電
波浪發電				
海洋溫差發電				
海流發電				
潮汐發電				

3. 「波浪發電」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「波浪發電」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	輪機工程人才	機械與機電工程人才	系統工程人才	材料工程人才	海洋環境 資訊人才
輪機工程人才					
機械與機電工程人才					
系統工程人才					
材料工程人才					
海洋資源工程人才					

4. 「海洋溫差發電」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「海洋溫差發電」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	輪機工程人才	機械與機電工程人才	系統工程人才	材料工程人才	海洋環境 資訊人才
輪機工程人才					
機械與機電工程人才					

系統工程人才					
材料工程人才					
海洋資源工程人才					

5. 「海流發電」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「海流發電」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	輪機工程人才	機械與機電工程人才	系統工程人才	材料工程人才	海洋環境資訊人才
輪機工程人才					
機械與機電工程人才					
系統工程人才					
材料工程人才					
海洋資源工程人才					

6. 「潮汐發電」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.低影響；3.普通影響；4.高影響；5.極高影響)

請針對「潮汐發電」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	輪機工程人才	機械與機電工程人才	系統工程人才	材料工程人才	海洋環境資訊人才
輪機工程人才					
機械與機電工程人才					
系統工程人才					
材料工程人才					
海洋資源工程人才					

四、基本資料

姓名：	_____					
性別：	<input type="checkbox"/> 男	<input type="checkbox"/> 女				
最高學歷：	<input type="checkbox"/> 大專院校	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 博士			
公司(服務)單位名稱：	_____					
公司於產業類中的類別：	<input type="checkbox"/> 上游	<input type="checkbox"/> 中游	<input type="checkbox"/> 下游			
工作年資：	<input type="checkbox"/> 5年以內	<input type="checkbox"/> 5~10年	<input type="checkbox"/> 10~15年	<input type="checkbox"/> 15~20年	<input type="checkbox"/> 20年以上	
工作職稱：	<input type="checkbox"/> 董事長/副董事長	<input type="checkbox"/> 總經理/副總經理	<input type="checkbox"/> 協理	<input type="checkbox"/> 經理	<input type="checkbox"/> 一般管理職	
e-mail：	_____@_____					

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「電力監控產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會 101 年計畫，主要取得業者對「電力監控產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展電力監控產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計畫主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

張世其 博士

聯絡人：蔡志宏 敬啟

聯絡電話：0975-939-075

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：m10102014@mail.knu.edu.tw

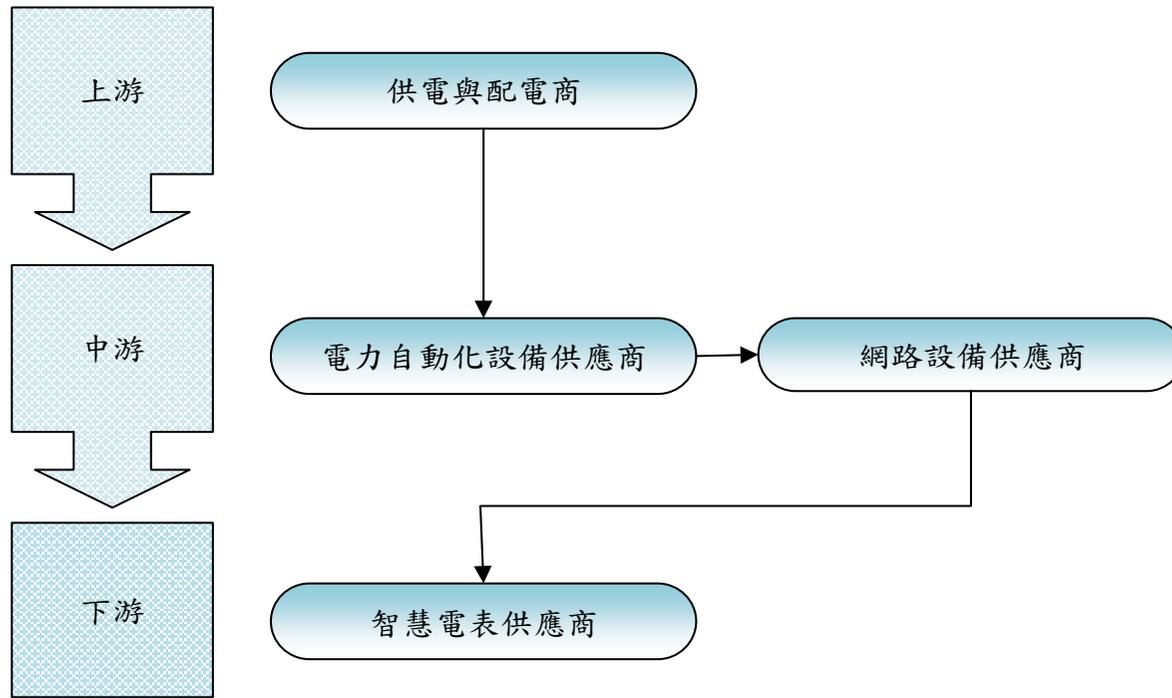


圖1. 電力監控產業鏈預想圖

上圖為電力監控產業鏈，本研究之產業鏈圖為參考經濟部能源局在2011年行政院智慧聯網產業發展策略會議中的建議來進行繪製，為求簡單且易於了解所以在製作上只截取大概重點陳述，若有不足的地方請業界專家與前輩多多指導。上游為供電與配電商，中游為電力自動化設備供應商與網路設備供應商，下游為智慧電表供應商。

二、電力監控產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得電力監控產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析電力監控產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為電力監控產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 7 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

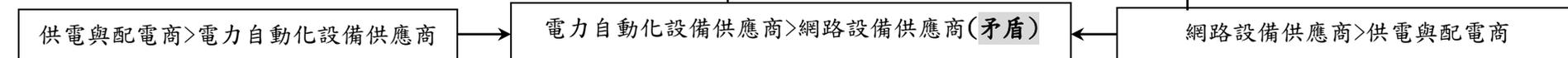
填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「供電與配電商」相對於「電力自動化設備供應商」重要性最強；反之，1:9 表目前「供電與配電商」相對於「網路設備供應商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

評估構面	重要程度																	評估構面
	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
供電與配電商	V																	電力自動化設備供應商
供電與配電商																	V	網路設備供應商

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「供電與配電商」比「電力自動化設備供應商」重要，「網路設備供應商」比「供電與配電商」重要，但第 3 項所填結果「電力自動化設備供應商」卻比「網路設備供應商」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

評估構面	重要程度																	評估構面
	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
供電與配電商			V															電力自動化設備供應商
供電與配電商															V			網路設備供應商
電力自動化設備供應商							V											網路設備供應商



三、電力監控產業所屬各類技術權重分析(Dematel 部分)

本部份為獲得太陽光電產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析電力監控產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為電力監控產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 7 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(較高影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(較低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「電力監控產業」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「電力監控產業」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	供電與配電商	電力自動化設備供應商	網路設備供應商	智慧電表供應商
--------	--------	------------	---------	---------

供電與配電商				
電力自動化設備供應商				
網路設備供應商				
智慧電表供應商				

3. 「供電與配電商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「供電與配電商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	電機工程人才	機械工程人才	電力通訊人才	土木工程人才
電機工程人才				
機械工程人才				
電力通訊人才				
土木工程人才				

4. 「電力自動化設備供應商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「電力自動化設備供應商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	機構設計人才	系統研發人才	工程設計人才	電機工程人才
機構設計人才				
系統研發人才				
工程設計人才				
電機工程人才				

5. 「網路設備供應商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「網路設備供應商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	光通訊人才	機構工程人才	天線工程人才	數位監控人才
光通訊人才				
機構工程人才				
天線工程人才				
數位監控人才				

6. 「智慧電表供應商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「智慧電表供應商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	機構工程人才	機械工程人才	電子工程人才	材料工程人才	自動控制人才
機構工程人才					
機械工程人才					
電子工程人才					
材料工程人才					
自動控制人才					

四、基本資料

姓名：	_____					
性別：	<input type="checkbox"/> 男	<input type="checkbox"/> 女				
最高學歷：	<input type="checkbox"/> 大專院校	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 博士			
公司(服務)單位名稱：	_____					
公司於產業類中的類別：	<input type="checkbox"/> 上游	<input type="checkbox"/> 中游	<input type="checkbox"/> 下游	<input type="checkbox"/> 其他		
工作年資：	<input type="checkbox"/> 5年以內	<input type="checkbox"/> 5~10年	<input type="checkbox"/> 10~15年	<input type="checkbox"/> 15~20年	<input type="checkbox"/> 20年以上	
工作職稱：	<input type="checkbox"/> 董事長/副董事長	<input type="checkbox"/> 總經理/副總經理	<input type="checkbox"/> 協理	<input type="checkbox"/> 經理	<input type="checkbox"/> 一般管理職	
e-mail：	_____@_____					

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「電力產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會 101 年計畫，主要取得業者對「電力產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展電力產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計畫主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

張世其 博士

聯絡人：蔡志宏 敬啟

聯絡電話：0975-939-075

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：m10102014@mail.knu.edu.tw

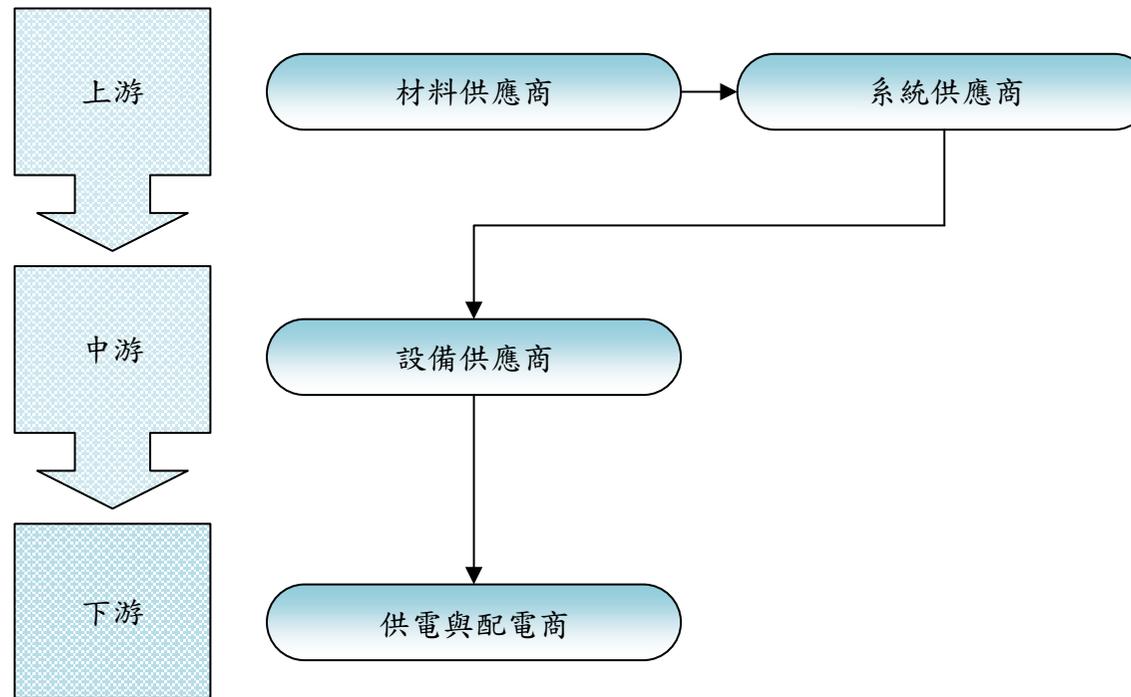


圖1. 電力產業鏈預想圖

上圖為電力產業鏈，由於台灣在電力供應上屬於公用事業之台灣電力公司所管轄，其他民營發電廠所產生之電力也都歸台電統一販售，故本研究之產業鏈圖為參考經濟部能源局所提供的我國電力市場架構圖來繪製，為求簡單且易於了解所以在製作上只截取大概重點陳述，若有不足的地方請業界專家與前輩多多指導。上游為材料供應與系統供應商，中游為設備供應商，下游供電與配電商(以台灣電力公司為主體)。

二、電力產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得電力產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析電力產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為電力產業所屬各構面重要度分析；第 3 到 7 步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在 1-9 尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及 AHP 評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較 AHP 法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

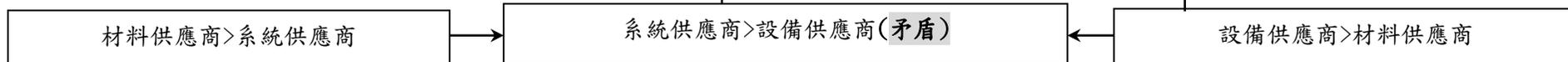
填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「材料供應商」相對於「系統供應商」重要性最強；反之，1:9 表目前「設備供應商」相對於「材料供應商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

重要程度 評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度 評估構面		
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9	
材料供應商	V																		系統供應商
材料供應商																		V	設備供應商

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「材料供應商」比「系統供應商」重要，「設備供應商」比「材料供應商」重要，但第 3 項所填結果「系統供應商」卻比「設備供應商」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

重要程度 評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度 評估構面		
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9	
材料供應商			V																系統供應商
材料供應商															V				設備供應商
系統供應商							V												設備供應商



三、電力產業所屬各類技術權重分析(Dematel 部分)

本部份為獲得電力產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析電力產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為電力產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 7 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(較高影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(較低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「電力產業」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「電力產業」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	材料供應商	系統供應商	設備供應商	供電與配電商
--------	-------	-------	-------	--------

材料供應商				
系統供應商				
設備供應商				
供電與配電商				

3. 「材料供應商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「材料供應商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	機械工程人才	機電工程人才	材料工程人才	品保工程人才
機械工程人才				
機電工程人才				
材料工程人才				
品保工程人才				

4. 「系統供應商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「系統供應商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	工程設計人才	機械工程人才	機電工程人才	自動控制人才
工程設計人才				
機械工程人才				
機電工程人才				
自動控制人才				

5. 「設備供應廠商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「設備供應廠商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	機電工程人才	機械工程人才	工程繪圖人才	冶金技術人才	電子技術人才
機電工程人才					
機械工程人才					
工程繪圖人才					
冶金技術人才					
電子技術人才					

6. 「供電與配電廠商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「供電與配電廠商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	電機工程人才	機械工程人才	電力通訊人才	土木工程人才
電機工程人才				
機械工程人才				
電力通訊人才				
土木工程人才				

四、基本資料

姓名：	_____					
性別：	<input type="checkbox"/> 男	<input type="checkbox"/> 女				
最高學歷：	<input type="checkbox"/> 大專院校	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 博士			
公司(服務)單位名稱：	_____					
公司於產業類中的類別：	<input type="checkbox"/> 上游	<input type="checkbox"/> 中游	<input type="checkbox"/> 下游	<input type="checkbox"/> 其他		
工作年資：	<input type="checkbox"/> 5年以內	<input type="checkbox"/> 5~10年	<input type="checkbox"/> 10~15年	<input type="checkbox"/> 15~20年	<input type="checkbox"/> 20年以上	
工作職稱：	<input type="checkbox"/> 董事長/副董事長	<input type="checkbox"/> 總經理/副總經理	<input type="checkbox"/> 協理	<input type="checkbox"/> 經理	<input type="checkbox"/> 一般管理職	
e-mail：	_____@_____					

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「二氧化碳捕獲封存產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「二氧化碳捕獲封存產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展二氧化碳捕獲封存產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計畫主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

張世其 博士

聯絡人：蔡志宏 敬啟

聯絡電話：0975-939-075

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：m10102014@mail.knu.edu.tw

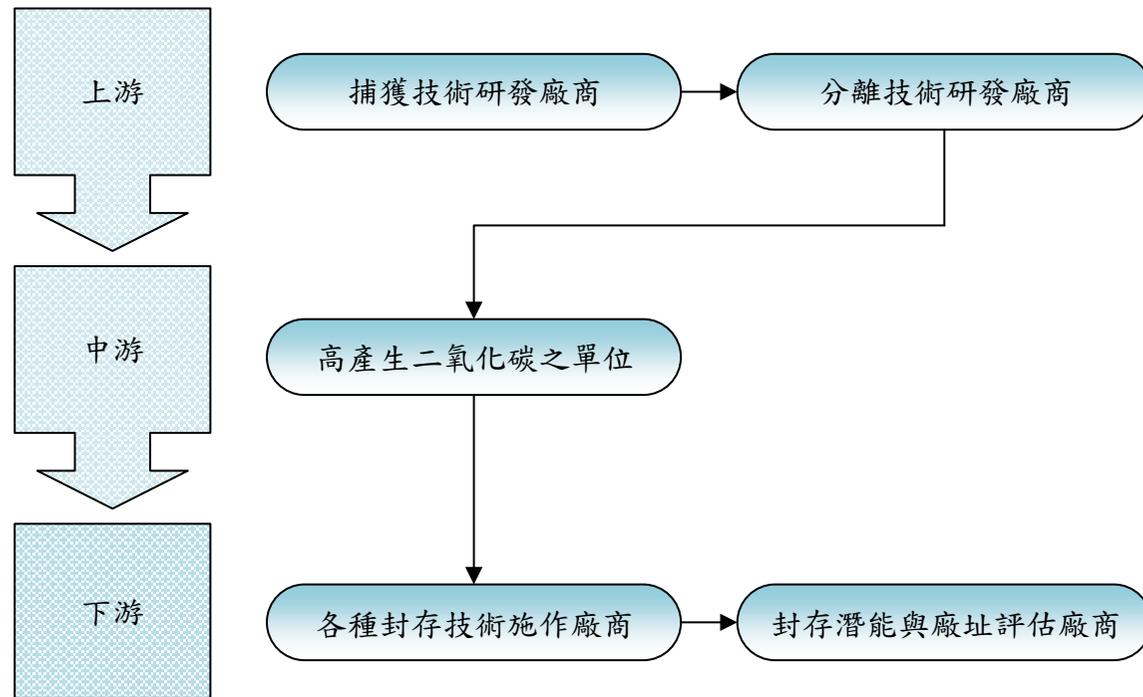


圖1. 二氧化碳產業鏈預想圖

上圖為二氧化碳捕獲封存預想產業鏈圖，由於台灣還未有正式的產業鏈形成，此圖的繪製根據經濟部能源局指導且由工業技術研究所製作之二氧化碳捕獲與封存技術網站上，在CSS技術流程圖的介紹並依照目前政府與國際間認定的機制推想繪出，故稱之為預想圖。上游為捕獲和分離技術研發廠商，中游為高度產生二氧化碳之單位，下游為各種封存技術施廠商位與封存潛能與廠址地點評估搜尋廠商。

一、二氧化碳捕獲封存產業所屬各類技術對各種人才來源需求分析

這部分是分析CO₂捕獲封存產業所屬各類技術於人才招募上對於各種人才來源的需求程度，產業相關技術經由本研究整理分為5大構面及16種技術人才，人才來源共分為4大構面共12種管道。此外，本表格最右方將調查各技術人才現階段是否有足夠的來源或人數來滿足需求，請依照現況填入適合的滿足程度。

問項題目	尺度	低度需求/滿足 1	中度需求/滿足 3	高度需求/滿足 9
------	----	--------------	--------------	--------------

需求程度介於1、3、9之間，分數越高表示需求越大。「1」表示低度需求/滿足，「3」表示中度需求/滿足，「9」表示高度需求/滿足，皆為兩兩相互比較，請在空格填上適合的相關數字(若完全無需求請留空白)。

人才來源類別		國外招聘				國內校園招聘					國內研究機構		企業培養		人才目前滿足程度
		美洲國家	歐洲國家	亞洲國家	其他國家	大學院校(博士)	大學院校(碩士)	大學院校(學士)	技職院校	專科院校	基礎型研究機構	應用型研究機構	內部訓練	外部訓練	
二氧化碳捕獲廠商	化學工程人才														
	物理人才														
	環境資源人才														
二氧化碳分離廠商	化學工程人才														
	物理人才														
	環境資源人才														

	國外招聘	國內校園招聘	國內	企業培養	滿前
--	------	--------	----	------	----

二、二氧化碳捕獲封存產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得二氧化碳捕獲封存產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析二氧化碳捕獲封存產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為7個步驟。第1步驟為問卷填寫說明；第2步驟為二氧化碳捕獲封存產業所屬各構面重要度分析；第3到7步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在1-9尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫（勾劃每一成對要素比較尺度）。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及AHP評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較AHP法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

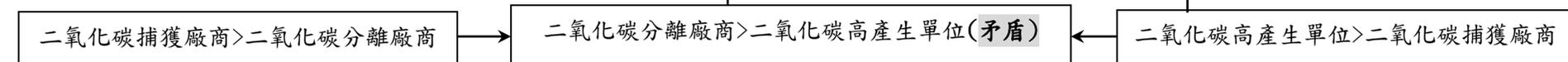
填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「二氧化碳捕獲廠商」相對於「二氧化碳封存廠商」重要性最強；反之，1:9 表目前「二氧化碳高生產廠商」相對於「二氧化碳捕獲廠商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

評估構面	重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度	評估構面
		9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8			1:9
二氧化碳捕獲廠商	V																		二氧化碳分離廠商
二氧化碳捕獲廠商																		V	二氧化碳高產生單位

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「二氧化碳捕獲廠商」比「二氧化碳封存廠商」重要，「二氧化碳高生產廠商」比「二氧化碳捕獲廠商」重要，但第 3 項所填結果「二氧化碳封存廠商」卻比「二氧化碳高生產廠商」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

評估構面	重要程度	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度	評估構面
		9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8			1:9
二氧化碳捕獲廠商				V															二氧化碳分離廠商
二氧化碳捕獲廠商																V			二氧化碳高產生單位
二氧化碳分離廠商							V												二氧化碳高產生單位



三、二氧化碳捕獲封存產業所屬各類技術權重分析(Dematel部分)

本部份為獲得太陽光電產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析 CO₂ 捕獲封存產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為 CO₂ 捕獲封存產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 7 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(較高影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(較低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「二氧化碳捕獲封存產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「二氧化碳捕獲封存產業」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	二氧化碳捕獲廠商	二氧化碳分離廠商	二氧化碳高產生單位	二氧化碳運輸廠商	二氧化碳封存廠商
二氧化碳捕獲廠商					
二氧化碳分離廠商					

二氧化碳高產生單位				
二氧化碳運輸廠商				
二氧化碳封存廠商				

3. 「二氧化碳捕獲廠商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「二氧化碳捕獲廠商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	化學工程人才	物理人才	環境資源人才
化學工程人才			
物理人才			
環境資源人才			

4. 「二氧化碳分離廠商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「二氧化碳分離廠商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	化學工程人才	物理人才	環境資源人才
化學工程人才			
物理人才			
環境資源人才			

5. 「二氧化碳高生產廠商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「二氧化碳高生產廠商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	化學工程人才	生物科技人才	機械工程人才
化學工程人才			
生物科技人才			
機械工程人才			

6. 「二氧化碳運輸廠商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「二氧化碳運輸廠商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	土木技術人才	材料工程人才	管路設計人才
土木技術人才			
材料工程人才			
管路設計人才			

7. 「二氧化碳封存廠商」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「二氧化碳封存廠商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

技術兩兩相互比較	地質探勘人才	海洋資源人才	機械工程人才	電子監控系統人才
地質探勘人才				
海洋資源人才				
機械工程人才				
電子監控系統				

四、基本資料

姓名：	_____					
性別：	<input type="checkbox"/> 男	<input type="checkbox"/> 女				
最高學歷：	<input type="checkbox"/> 大專院校	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 博士			
公司(服務)單位名稱：	_____					
公司於產業類中的類別：	<input type="checkbox"/> 上游	<input type="checkbox"/> 中游	<input type="checkbox"/> 下游	<input type="checkbox"/> 其他		
工作年資：	<input type="checkbox"/> 5年以內	<input type="checkbox"/> 5~10年	<input type="checkbox"/> 10~15年	<input type="checkbox"/> 15~20年	<input type="checkbox"/> 20年以上	
工作職稱：	<input type="checkbox"/> 董事長/副董事長	<input type="checkbox"/> 總經理/副總經理	<input type="checkbox"/> 協理	<input type="checkbox"/> 經理	<input type="checkbox"/> 一般管理職	
e-mail：	_____@_____					

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

「地熱發電產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷
國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會 101 年計畫，主要取得業者對「地熱發電產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展地熱能源產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中。非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計畫主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

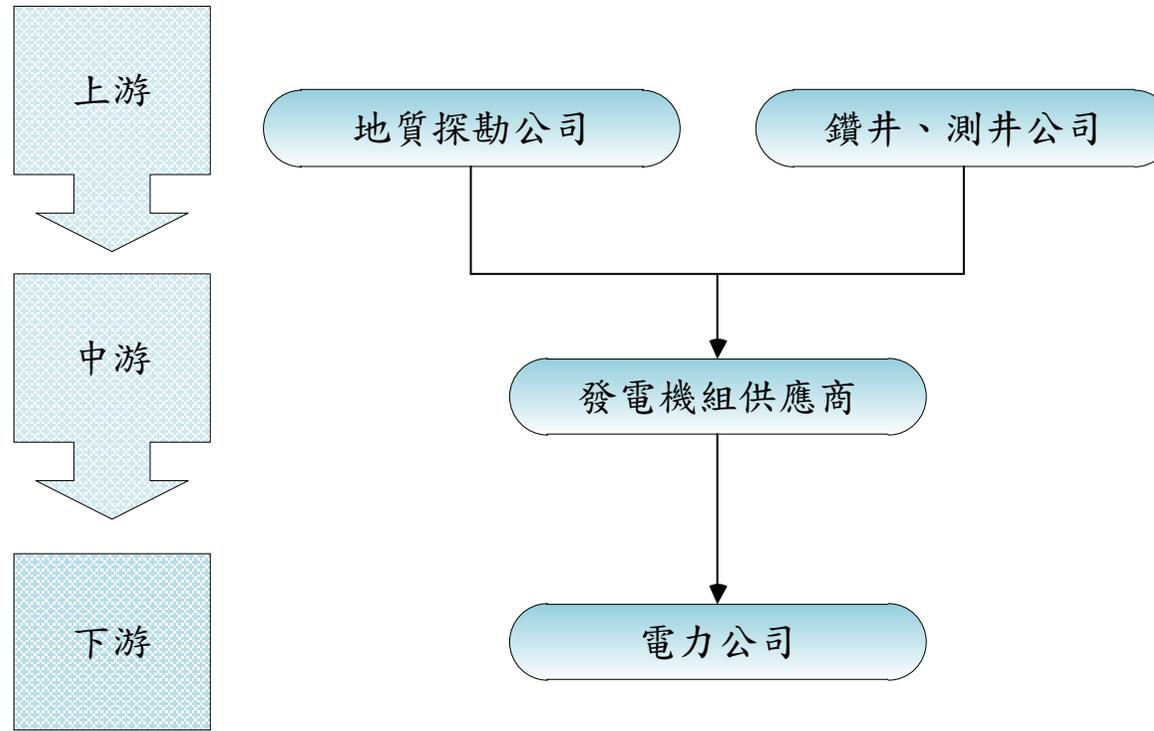
張世其 博士

聯絡人：陳宇揚 敬啟

聯絡電話：0928-897-292

傳真號碼：(03)341-2178

e-mail：m10124002@mail.knu.edu.tw



地熱發電產業鏈圖

上圖為地熱發電產業鏈圖，上游為地質探勘公司、鑽井與測井公司，中游發電機組供應商，下游為電力公司。

一、地熱發電產業所屬各類技術對各種人才來源需求分析

這部分是分析地熱發電產業所屬各類技術於人才招募上對於各種人才來源的需求程度，產業相關技術經由本研究整理分為5大構面及22種技術人才，人才來源共分為4大構面共12種管道。此外，本表格最右方將調查各技術人才現階段是否有足夠的來源或人數來滿足需求，請依照現況填入適合的滿足程度。

問項題目	尺度	低度需求/滿足 1	中度需求/滿足 3	高度需求/滿足 9
------	----	--------------	--------------	--------------

需求程度介於1、3、9之間，分數越高表示需求越大。「1」表示低度需求/滿足，「3」表示中度需求/滿足，「9」表示高度需求/滿足，皆為兩兩相互比較，請在空格填上適合的相關數字(若完全無需求請填寫0)。

地熱發電產業所屬人才類型		來源類別		國外招聘				國內校園招聘				國內研究機構		企業培養		人才目前滿足程度
		美洲國家	歐洲國家	亞洲國家	其他國家	大學院校(博士)	大學院校(碩士)	大學院校(學士)	技職院校	專科院校	基礎型研究機構	應用型研究機構	內部訓練	外部訓練		
能源生產技術	地質科學人才															
	環境工程人才															
	機電工程人才															
	土木工程人才															
能源工程技術	水利工程人才															
	冷凍空調人才															
	能源工程人才															
	機械工程人才															
	動力機械工程人才															

人才來源類別	國外招聘	國內校園招聘	國內研究機構	企業培養	滿前
--------	------	--------	--------	------	----

二、地熱發電產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得地熱發電產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用層級分析法分析地熱發電產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為5個步驟。第1步驟為問卷填寫說明；第2步驟為地熱發電產業所屬各構面重要度分析；第3到5步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)。在1-9尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫(勾劃每一成對要素比較尺度)。就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及AHP評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性*等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案*稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案*頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案*極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案*絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較AHP法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語意及歸屬函數如下表與圖所示。

填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。以下為例 9:1 表目前「太陽能電池製造商」相對於「太陽光電模組製造商」重要性最強；反之，1:9 表目前「太陽光電系統製造商」相對於「太陽能電池製造商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

重要程度 評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	重要程度 評估構面
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
太陽能電池製造商	√																	太陽光電模組製造商
太陽能電池製造商																	√	太陽光電系統製造商

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「太陽能電池製造商」比「太陽光電模組製造商」重要，「太陽光電系統製造商」比「太陽能電池製造商」重要，但第 3 項所填結果「太陽光電模組製造商」卻比「太陽光電系統製造商」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合遞移性。

重要程度 評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	重要程度 評估構面
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
太陽能電池製造商			√															太陽光電模組製造商
太陽能電池製造商															√			太陽光電系統製造商
太陽光電模組製造商							√											太陽光電系統製造商

太陽能電池製造商 > 太陽光電模組製造

太陽光電模組製造商 > 太陽光電系統製造商 (矛盾)

太陽光電

2. 地熱發電產業所屬各類技術之構面重要度分析

請在研究目的為考量基準下，來對各項評估產業鏈階段進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

重要程度 評估構面	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	重要程度 評估構面
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
能源生產技術																		能源工程技術
能源生產技術																		其他相關技術
能源工程技術																		其他相關技術

3. 地熱發電產業「能源生產技術」各技術人才之重要度分析

在「能源生產技術」為評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

重要程度 評估準則	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																	重要程度 評估準則
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	
地質科學人才																		環境工程人才
地質科學人才																		機電工程人才
地質科學人才																		土木工程人才
地質科學人才																		水利工程人才
環境工程人才																		機電工程人才
環境工程人才																		土木工程人才
環境工程人才																		水利工程人才
機電工程人才																		土木工程人才
機電工程人才																		水利工程人才
土木工程人才																		水利工程人才

4. 地熱發電產業「能源工程技術」各技術人才之重要度分析

在「能源工程技術」為評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

重要程度 評估準則	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度 評估準則	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9
冷凍空調人才																		能源工程人才
冷凍空調人才																		機械工程人才
冷凍空調人才																		動力機械工程人才
能源工程人才																		機械工程人才
能源工程人才																		動力機械工程人才
機械工程人才																		動力機械工程人才

5. 地熱發電產業「其他相關技術」各技術人才之重要度分析

在「其他相關技術」評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

重要程度 評估準則	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																重要程度 評估準則	
	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8		1:9
地質科學人才																		環境工程人才
地質科學人才																		機電工程人才
地質科學人才																		土木工程人才
地質科學人才																		水利工程人才
環境工程人才																		機電工程人才
環境工程人才																		土木工程人才
環境工程人才																		水利工程人才
機電工程人才																		土木工程人才
機電工程人才																		水利工程人才
土木工程人才																		水利工程人才

三、地熱發電產業所屬各類技術權重分析(Dematel 部分)

本部份為獲得地熱發電產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一環，主要是利用 Dematel 法分析地熱發電產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度。本部份共分為 7 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為地熱發電產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 7 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(較高影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(較低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評比	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙	2				
丁					
戊					

2. 「地熱發電產業鏈階段」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「太陽光電產業鏈階段」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	能源生產技術	能源工程技術	其他相關技術
能源生產技術			
能源工程技術			
其他相關技術			

3. 「能源生產技術」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「能源生產技術」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	地質科學人才	環境工程人才	機電工程人才	土木工程人才	水利工程人才
地質科學人才					
環境工程人才					
機電工程人才					

4. 「能源工程技術」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「能源工程技術」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	冷凍空調人才	能源工程人才	機械工程人才	動力機械工程人才
冷凍空調人才				
能源工程人才				
機械工程人才				
動力機械工程人才				

5. 「其他相關技術」影響關係矩陣評比

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為0)

請針對「太陽能電池製造商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	地質科學人才	環境工程人才	機電工程人才	土木工程人才	水利工程人才
地質科學人才					
環境工程人才					
機電工程人才					
土木工程人才					
水利工程人才					

四、基本資料

姓名：	_____					
性別：	<input type="checkbox"/> 男	<input type="checkbox"/> 女				
最高學歷：	<input type="checkbox"/> 大專院校	<input type="checkbox"/> 碩士	<input type="checkbox"/> 博士			
公司(服務)單位名稱：	_____					
公司於產業類中的類別：	<input type="checkbox"/> 上游	<input type="checkbox"/> 中游	<input type="checkbox"/> 下游	<input type="checkbox"/> 其他		
工作年資：	<input type="checkbox"/> 5年以內	<input type="checkbox"/> 5~10年	<input type="checkbox"/> 10~15年	<input type="checkbox"/> 15~20年	<input type="checkbox"/> 20年以上	
工作職稱：	<input type="checkbox"/> 董事長/副董事長	<input type="checkbox"/> 總經理/副總經理	<input type="checkbox"/> 協理	<input type="checkbox"/> 經理	<input type="checkbox"/> 一般管理職	
e-mail：	_____@_____					

五、建議事項

如有任何疑問或建議，懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷，謝謝！

國科會能源國家型科技人才培育計畫 101年度期末審查

【低碳能源科技人才培育政策】

執行機關：國立交通大學科技管理研究所

計畫主持人：袁建中教授

共同主持人：張世其教授、李宗耀助理教授

報告日期：2013/8/19

Department of Science Education, National Science Council



簡報內容

計畫構想

- 計畫目標
- 計畫架構
- 文獻評論
(產業鏈)
- 各國低碳能源相關政策

執行成果

- 量化績效
- 質化成果
- 計畫亮點
- 結論與建議

問題討論

- 執行所遇困難與解決之道
- 檢討與展望



計畫目標

- 探討全球低碳能源主要國家與產業所需之人力需求：應用文獻評論收集國家低碳能源政策與產業相關培育人才，經由交叉比對，可提供低碳能源產業人才亟需培育為何；
- 探討全球低碳能源科技人才培育走向；
- 探討我國低碳能源科技人才培訓因應對策。



文獻評論(產業鏈)

1. 冷凍空調產業鏈
 2. LED照明產業鏈
 3. 節能建築產業鏈
 4. 太陽光電產業鏈
 5. 太陽熱能產業鏈
 6. 風力發電產業鏈
 7. 能源服務產業鏈
 8. 生質能源產業鏈
 9. 氫能源與燃料電池產業鏈
 10. 電動車輛產業鏈
 11. 海洋能源產業鏈
 12. 電力監控產業鏈
 13. 電力產業鏈
 14. CO₂捕獲封存產業鏈
 15. 地熱發電產業鏈
- 各國低碳能源相關政策文獻



各國低碳能源相關政策

- 各國低碳能源政策概述
- 台灣未來能源政策及執行措施規劃圖
- 台灣地區能源政策及執行措施架構
- 台灣永續能源政策與目標



各國低碳能源政策概述(1/3)

- 李思一(2010)表示主要的政策有法律規範、碳排放價格機制以及政府的鼓勵補貼。
- 法律規範適用於市場機制無法起作用的地方，而碳排放價格機制則可以刺激市場行動，政府的鼓勵補貼係針對低碳技術。
- 日本政府在國內和國際兩個層面製定了一整套策略組合，其主要分為國內層面及國外層面兩大部分。



各國低碳能源政策概述(2/3)

- **國內層面**：在節能方面，採用「聯合循環」能源階式；在新能源開發領域，日本亦制定了低碳經濟發展戰略，強力主導企業的低碳技術開發與部署。
- **國外層面**：日本採取了積極的國際談判對策，樹立良好的國際形象、巧妙的運用技術和資金並且確定重點區域和重點項目。



各國低碳能源政策概述(3/3)

- 英國以審計的方式建立框架，藉此得以制定出：政策的製定和執行情況審計、低碳收支的審計監督與低碳產品的審計認證。
- 美國紐約市城市總體規劃中共制定了40項政策和150項行動中降低碳排放量的相關內容。
- 匯整各國發展低碳經濟的政策措施；英國：「我們能源的未來：創建低碳經濟」；德國：「可再生能源法」、「可再生能源發電并網法」；日本：「加速減排溫室氣體的新環境稅計劃」、「福田藍圖」；美國：「能源政策法」、「低碳經濟法案」。



台灣未來能源政策及執行措施規劃圖

背景

氣候變化
綱要公約

非核家園
願景

推動再生
能源

永續能源
發展

台灣能源政策

政策內容

總體

- 能源與環境
- 能源效率
- 能源科技
- 國際合作
- 供需預測

煤

- 煤礦安全存量
- 煤炭供應穩定
- 淨煤技術發展

油氣

- 天然氣事業自由化
- 油氣供應穩定
- 油氣儲備
- 中油民營化

電

- 電業自由化
- 電力可靠度
- 核電廠除役
- 台電民營化

再生能源

- 獎勵推廣
- 經濟誘因
- 加強R&D

總目標

能源安全、經濟成長、環境保護

台灣地區能源政策及執行措施架構

背景

國內外能源情勢之變化

能源事業自由化之趨勢

環境保護壓力日益增加

台灣地區能源政策

政策方針

穩定
能源供應

1. 加強能源供需規劃。
2. 促進能源多源化。
3. 規劃能量設施與用地。
4. 維持安全存量與備用課量。
5. 促進能源礦藏之探勘與開發。

提高
能源效率

1. 提高能源生產力。
2. 推動節約能源。
3. 發揮市場機能。
4. 反應社會成本。

開放
能源事業

1. 檢討研訂相關法規建立公平競爭環境。
2. 推動能源事業自由化與民營化。

重視
環保安全

1. 注重能源安全。
2. 推廣清潔能源。
3. 推廣高效率燃料及汙染防治技術與設備。
4. 配合國際趨勢研擬對策。

加強
研究發展

1. 開發與推廣節約能源技術。
2. 開發與推廣新能源及再生能源使用。
3. 促進民間參與能源研究，與發展具本土優勢之能源技術。
4. 加強國際能源資訊交流。

推動
教育宣導

1. 普及學校能源教育。
2. 推展社會能源教育。
3. 培養能源事業人才。

政策內容重點

總目標

自由、秩序、效率、潔淨之能源供需體系

台灣永續能源政策與目標

政策	目標
提高能源效率	未來8年每年提高能源效率2%以上，使能源密集度於2015年較2005年下降20%以上；並藉由技術突破及配套措施，2025年下降50%以上。
發展潔淨能源	全國二氧化碳排放減量，於2016年至2020年間回到2008年排放量，於2025年回到2000年排放量。 發電系統中低碳能源占比由40%增加至2025年的55%以上。
確保能源供應穩定	建立滿足未來4年經濟成長6%及2015年每人年均所得達3萬美元經濟發展目標的能源安全供應系統。

研究方法

- **層級分析法**(Analytical Hierarchy Process, AHP)
- **決策模擬實驗室法**(Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL)
- **網路層級分析法**(Analytical Network Process, ANP)
- **品質機能展開法**(Quality Function Deployment, QFD)

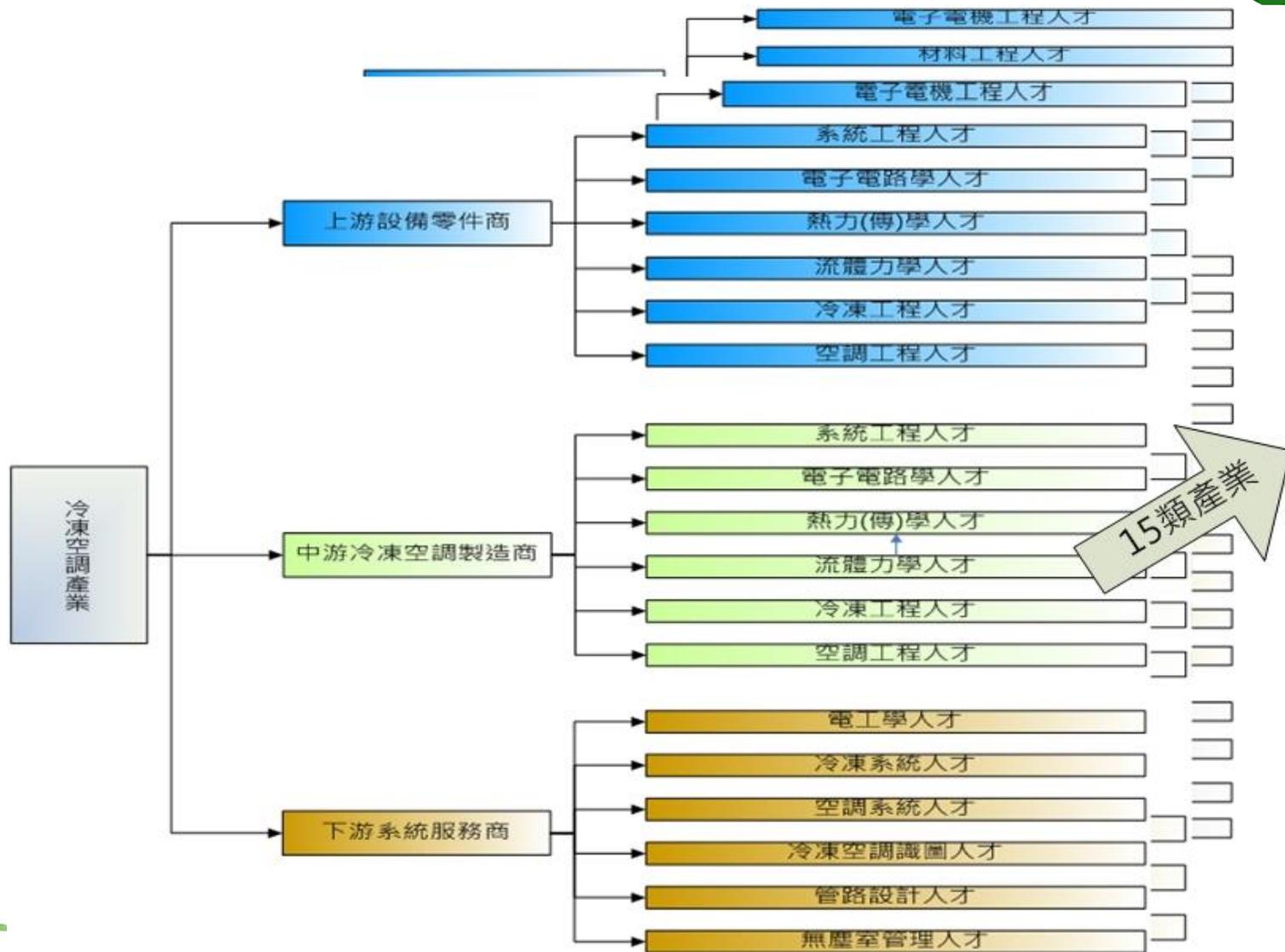


研究模型

- **15類產業技術人才需求權重分析模型**
- **15類產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度模型**
- **15類產業相互影響技術人才需求權重分析模型**
- **15類產業技術對各種人才來源需求分析模型**



15類產業技術人才需求權重分析模型



15類產業之產業鏈階段 及所屬之技術人才間的影響程度模型

「節能建築產業鏈階段」影響關係矩陣評比。

「LED 照明產業鏈階段」影響關係矩陣評比。

「冷凍空調產業鏈階段」影響關係矩陣評比。

兩兩相互比較。	上游設備零件商。	中游冷凍空調製造商。	下游系統服務商。
上游設備零件商。	●	○	○
中游冷凍空調製造商。	○	●	○
下游系統服務商。	○	○	●

「中游節能產品製造商(照明)」影響關係矩陣評比。

「晶片製造業」影響關係矩陣評比。

「中游冷凍空調製造商」影響關係矩陣評比。

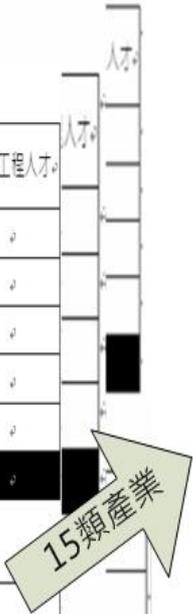
兩兩相互比較。	系統工程人才。	電子電路學人才。	熱力(傳)學人才。	流體力學人才。	冷凍工程人才。	空調工程人才。
系統工程人才。	●	○	○	○	○	○
電子電路學人才。	○	●	○	○	○	○
熱力(傳)學人才。	○	○	●	○	○	○
流體力學人才。	○	○	○	●	○	○
冷凍工程人才。	○	○	○	○	●	○
空調工程人才。	○	○	○	○	○	●

「上游設備零件商」影響關係矩陣評比。

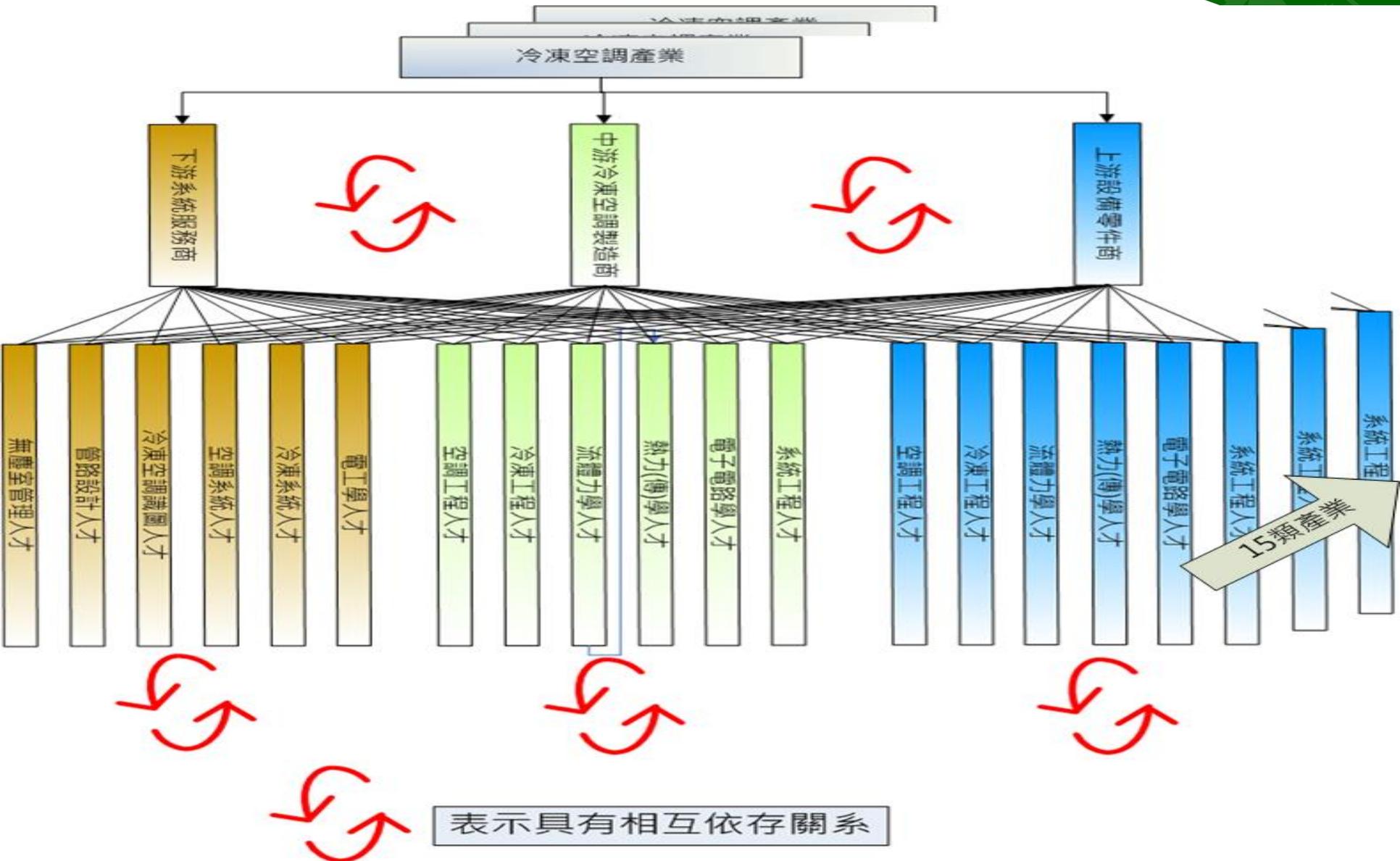
「下游系統服務商」影響關係矩陣評比。

兩兩相互比較。	系統工程人才。	電子電路學人才。	熱力(傳)學人才。	流體力學人才。	冷凍工程人才。	空調工程人才。
系統工程人才。	●	○	○	○	○	○
電子電路學人才。	○	●	○	○	○	○
熱力(傳)學人才。	○	○	●	○	○	○
流體力學人才。	○	○	○	●	○	○
冷凍工程人才。	○	○	○	○	●	○
空調工程人才。	○	○	○	○	○	●

兩兩相互比較。	電工學人才。	冷凍系統人才。	空調系統人才。	冷凍空調 組團人才。	電路設計人才。	系統管理人才。
電工學人才。	●	○	○	○	○	○
冷凍系統人才。	○	●	○	○	○	○
空調系統人才。	○	○	●	○	○	○
冷凍空調 組團人才。	○	○	○	●	○	○
電路設計人才。	○	○	○	○	●	○
系統管理人才。	○	○	○	○	○	●



15類產業相互影響技術人才需求權重分析模型



15類產業技術對各種人才來源需求分析模型

人才來源類別		國外招聘				國內校園招聘					國內研究機構		企業培養		人才目前滿足程度
		國外招聘				國內校園招聘					國內研究機構		企業培養		
		美洲國家	歐洲國家	亞洲國家	其他國家	大學院校(博士)	大學院校(碩士)	大學院校(學士)	技職院校	專科院校	基礎型研究機構	應用型研究機構	內部訓練	外部訓練		人才目前滿足程度
上游 設備零件商	系統工程人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	電子電路學人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	熱力(傳)學人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	流體力學人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	冷凍工程人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	空調工程人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
中游 冷凍空調製造商	系統工程人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	電子電路學人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	熱力(傳)學人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	流體力學人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	冷凍工程人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	空調工程人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
下游 系統服務商	電工學人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	冷凍系統人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	空調系統人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	冷凍空調識圖人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	管路設計人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
	無塵室管理人才	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

15類產業

問卷發放對象

<p>聯發科技股份有限公司 台灣廣豐數位資訊股份有限公司</p> <p>...</p> <p>裕全電機股份有限公司 廣元電機股份有限公司</p> <p>目前共計已發放 28 份問卷</p>	<p>光通電子股份有限公司 偉光電子工業股份有限公司</p> <p>...</p> <p>研昌光電股份有限公司 南口光電股份有限公司</p> <p>目前共計已發放 30 份問卷</p>	<p>士敏科技有限公司 傑智環境科技</p> <p>...</p> <p>益博康市通 萬特電科技</p> <p>目前共計已發放 30 份問卷</p>
<p>冷凍空調產業 ↙</p>	<p>LED 照明產業 ↙</p>	<p>節能建築產業 ↙</p>
<p>旭光全球光電股份有限公司 中興好晶製膜股份有限公司</p> <p>...</p> <p>巨能光電股份有限公司 和益科技股份有限公司</p> <p>目前共計已發放 30 份問卷</p>	<p>巨晶水燭工業股份有限公司 廣光儲能科技股份有限公司</p> <p>...</p> <p>明富工業股份有限公司 綠能工業股份有限公司</p> <p>目前共計已發放 30 份問卷</p>	<p>新豐能源科技股份有限公司 力利特科技股份有限公司</p> <p>...</p> <p>巨能企業股份有限公司 廣元電機股份有限公司</p> <p>目前共計已發放 30 份問卷</p>
<p>太陽光電產業 ↙</p>	<p>太陽熱能產業 ↙</p>	<p>風力發電產業 ↙</p>
<p>第一能源股份有限公司 新豐能源科技股份有限公司</p> <p>...</p> <p>廣研能源科技有限公司 中興好晶製膜股份有限公司</p> <p>目前共計已發放 30 份問卷</p>	<p>中環能源股份有限公司 統一精工股份有限公司</p> <p>...</p> <p>裕隆中油股份有限公司 廣研能源科技股份有限公司</p> <p>目前共計已發放 29 份問卷</p>	<p>光輝光電股份有限公司 新豐科技</p> <p>...</p> <p>廣源股份有限公司 廣研能源科技股份有限公司</p> <p>目前共計已發放 28 份問卷</p>
<p>能源服務產業 ↙</p>	<p>生質能源產業 ↙</p>	<p>氫能源與燃料電池產業 ↙</p>
<p>三陽工業股份有限公司 中興好晶製膜股份有限公司</p> <p>...</p> <p>裕全電機股份有限公司 宏和電機科技股份有限公司</p> <p>目前共計已發放 29 份問卷</p>	<p>廣元海運企業股份有限公司 廣豐海運企業股份有限公司</p> <p>...</p> <p>廣研海運企業股份有限公司 廣研海運企業股份有限公司</p> <p>目前共計已發放 29 份問卷</p>	<p>巨益電機工程股份有限公司 士林電機股份有限公司</p> <p>...</p> <p>中光電機工業股份有限公司 華研電機股份有限公司</p> <p>目前共計已發放 29 份問卷</p>
<p>電動車輛產業 ↙</p>	<p>海洋能產業 ↙</p>	<p>電力監控產業 ↙</p>
<p>士林電機股份有限公司 聚特電子工業股份有限公司</p> <p>...</p> <p>裕隆電子工業股份有限公司 廣元電機股份有限公司</p> <p>目前共計已發放 29 份問卷</p>	<p>國商百油化學股份有限公司 亞州水電股份有限公司</p> <p>...</p> <p>裕隆中油股份有限公司 新豐法人工業技術研究院</p> <p>目前共計已發放 15 份問卷</p>	<p>世通工程設計有限公司 環島工程有限公司</p> <p>...</p> <p>新豐電機工程行 廣研電機工程有限公司</p> <p>目前共計已發放 30 份問卷</p>
<p>電力產業 ↙</p>	<p>CO₂ 捕獲封存產業 ↙</p>	<p>地熱發電產業 ↙</p>

其他學習工具說明

主要透過問卷取得業者對低碳能源科技之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展低碳能源科技之產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。



問卷(以單一產業為例)(1/4)

「冷凍空調產業」之產業鏈與技術人才需求分析問卷

國科會101年「低碳能源科技人才培育政策」計畫(101-3113-S-009-003)

業界專家及前輩 您好

首先感謝您在百忙中撥冗填寫此問卷。本研究為國科會101年計畫，主要取得業者對「冷凍空調產業」之產業鏈與技術人才需求程度，並藉由與其他國家比較，找出台灣在發展節能建築產業對技術人才的需求與偏好，並進而得到未來低碳能源科技人才培育政策的重點方向。

本研究結果將影響未來台灣低碳能源科技人才培育政策之走向，請務必回答。如有任何疑問或建議，請利用問卷最後一頁的建議事項將您寶貴的意見填寫於其中，非常感謝您的幫忙，謝謝！

敬祝

企業順利！萬事如意！

計劃主持人：袁建中 院士(博士)

共同主持人：李宗耀 博士

張世其 博士

聯絡人：蕭思根 敬啟

聯絡電話：0958-296-901

傳真號碼：(03)341-2178

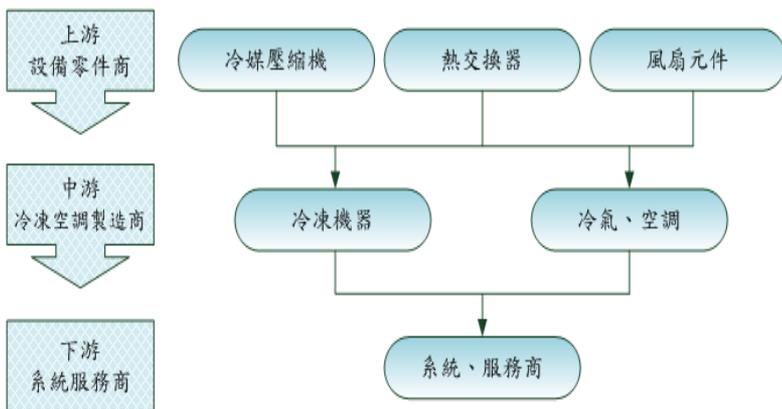
e-mail：m10102003@mail.knu.edu.tw

二、冷凍空調產業所屬各類技術對各種人才來源需求分析

這部分是分析冷凍空調產業所屬各類技術於人才招募上對於各種人才來源的需求程度，產業相關技術經由本研究整理分為3大構面及18種技術人才，人才來源共分為4大構面共12種管道，此外，本表格最右方將調查各技術人才現階段是否有足夠的來源或人數來滿足需求，請依照現況填入適合的滿足程度。

問項題目	尺度	低度需求/滿足				中度需求/滿足				高度需求/滿足						
		1				3				9						
需求程度介於1、3、9之間，分數越高表示需求越大。「1」表示低度需求/滿足，「3」表示中度需求/滿足，「9」表示高度需求/滿足，皆為兩兩相互比較，請在空格填上適合的相關數字(若完全無需求請留空白)。																
人才來源類別	國外招聘				國內校園招聘				國內研究機構				企業培養		人才目前滿足程度	
	美洲國家	歐洲國家	亞洲國家	其他國家	大學院校博士	大學院校碩士	大學院校學士	技職院校	專科院校	基礎型研究機構	應用型研究機構	內部訓練	外部訓練			
冷凍空調產業所屬人才類型																
上游 設備零件商	系統工程人才															
	電子電路學人才															
	熱力(傳)學人才															
	流體力學人才															
	冷凍工程人才															
空調工程人才																

人才來源類別	國外招聘				國內校園招聘				國內研究機構				企業培養		人才目前滿足程度	
	美洲國家	歐洲國家	亞洲國家	其他國家	大學院校博士	大學院校碩士	大學院校學士	技職院校	專科院校	基礎型研究機構	應用型研究機構	內部訓練	外部訓練			
冷凍空調產業所屬人才類型																
中游 冷凍空調製造商	系統工程人才															
	電子電路學人才															
	熱力(傳)學人才															
	流體力學人才															
	冷凍工程人才															
空調工程人才																
下游 系統服務商	電工學人才															
	冷凍系統人才															
	空調系統人才															
	冷凍空調圖圖人才															
管路設計人才																
無塵室管理人才																
其他																
(若無法滿足，請自行填寫所需人才類型)																



上圖為冷凍空調產業鏈圖，上游為設備零件商(冷媒壓縮機、熱交換器、風扇元件)，中游為冷凍空調製造商(冷凍機器、冷氣、空調)，下游為系統服務商。

問卷(以單一產業為例)(2/4)

二、冷凍空調產業所屬各類技術人才需求權重分析(AHP部分)

本部份為獲得冷凍空調產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一項，主要是利用層級分析法分析冷凍空調產業所屬之構面及構面下各技術人才間的重要度。本部份共分為5個步驟。第1步驟為問卷填寫說明；第2步驟為冷凍空調產業所屬各構面重要度分析；第3到5步驟為各構面下之技術人才間重要度分析。

1.問卷填寫說明

本部分設計為成對比較之題型，並於該比較下擇一最適當數據(尺度)，在1-9尺度下，讓決策者或決策群體的成員填寫(勾選每一成對要素比較尺度)，就以評選評估準則下，三項重要的構面成對比較問卷及AHP評估尺度意義及說明如下表。

AHP 評估尺度意義及說明表

評估尺度	定義	說明
1	同等重要	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性 * 等強
3	稍重要	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案 * 稍強
5	頗重要	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案 * 頗強
7	極重要	顯示非常強烈傾向喜好某一方案 * 極強
9	絕對重要	有足夠的證據喜好某一方案 * 絕強
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值	相鄰尺度之中間值

基於符合決策習慣的概念，本研究應用模糊理論處理權重值的方式，並採適度的尺度劃分，一次比較，及保留多數決策者的意見等，使各準則權重值之決定較AHP法更切合評估者的決策習慣及更精確辨別受訪者權重值，其模糊語言及歸屬函數如下表與圖所示。

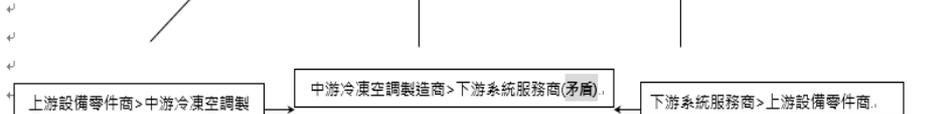
填寫範例：

敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例，以下為例：9:1表示目前「上游設備零件商」相對於「中游冷凍空調製造商」重要性最強；反之，1:9表示目前「下游系統服務商」相對於「上游設備零件商」重要性最強。若置於中間(1:1)則重要性相等。

重要程度	相對重要性比例 (9最大、1最小)																	重要程度
評估構面	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	評估構面
上游設備零件商	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	中游冷凍空調製造商
上游設備零件商	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	下游系統服務商

請避免相互矛盾之答案出現，如下表所示。下表之矛盾之處在於：「上游設備零件商」比「中游冷凍空調製造商」重要，「下游系統服務商」比「上游設備零件商」重要，但第3項所填結果「中游冷凍空調製造商」卻比「下游系統服務商」重要，此為矛盾之所在，所以必需符合邏輯性。

重要程度	相對重要性比例 (9最大、1最小)																	重要程度
評估構面	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	評估構面
上游設備零件商	中游冷凍空調製造商
上游設備零件商	下游系統服務商
中游冷凍空調製造商	下游系統服務商



2. 冷凍空調產業所屬各類技術之構面重要度分析

請在研究目的為考量基準下，來對各項評估產業鏈階段進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

重要程度	相對重要性比例 (9最大、1最小)																	重要程度
評估構面	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	評估構面
上游設備零件商	中游冷凍空調製造商
上游設備零件商	下游系統服務商
中游冷凍空調製造商	下游系統服務商

3. 冷凍空調產業「上游設備零件商」各技術人才之重要度分析

在「上游設備零件商」為評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

重要程度	相對重要性比例 (9最大、1最小)																	重要程度
評估準則	9:1	8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	評估準則
系統工程人才	電子電路學人才
系統工程人才	熱力(傳)學人才
系統工程人才	流體力學人才
系統工程人才	冷凍工程人才
系統工程人才	空調工程人才
電子電路學人才	熱力(傳)學人才
電子電路學人才	流體力學人才
電子電路學人才	冷凍工程人才
電子電路學人才	空調工程人才
熱力(傳)學人才	流體力學人才
熱力(傳)學人才	冷凍工程人才
熱力(傳)學人才	空調工程人才
流體力學人才	冷凍工程人才
流體力學人才	空調工程人才
冷凍工程人才	空調工程人才

問卷(以單一產業為例)(3/4)

4. 冷凍空調產業「中游冷凍空調製造商」各技術人才之重要度分析

在「中游冷凍空調製造商」為評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

重要程度 評估準則	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																		重要程度 評估準則
	9.1	8.1	7.1	6.1	5.1	4.1	3.1	2.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9		
系統工程人才																		電子電路學人才	
系統工程人才																		熱力(傳)學人才	
系統工程人才																		流體力學人才	
系統工程人才																		冷凍工程人才	
系統工程人才																		空調工程人才	
電子電路學人才																		熱力(傳)學人才	
電子電路學人才																		流體力學人才	
電子電路學人才																		冷凍工程人才	
電子電路學人才																		空調工程人才	
熱力(傳)學人才																		流體力學人才	
熱力(傳)學人才																		冷凍工程人才	
熱力(傳)學人才																		空調工程人才	
流體力學人才																		冷凍工程人才	
流體力學人才																		空調工程人才	
冷凍工程人才																		空調工程人才	

5. 冷凍空調產業「下游系統服務商」各技術人才之重要度分析

在「下游系統服務商」評估構面考量基準下，來對所屬各項評估準則進行成對比較，敬請兩兩相比，勾選以下各考量項目之相對重要性比例。

重要程度 評估準則	相對重要性比例 (9 最大、1 最小)																		重要程度 評估準則
	9.1	8.1	7.1	6.1	5.1	4.1	3.1	2.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9		
電工學人才																		冷凍系統人才	
電工學人才																		空調系統人才	
電工學人才																		冷凍空調識圖人才	
電工學人才																		管路設計人才	
電工學人才																		無塵室管理人才	
冷凍系統人才																		空調系統人才	
冷凍系統人才																		冷凍空調識圖人才	
冷凍系統人才																		管路設計人才	
冷凍系統人才																		無塵室管理人才	
空調系統人才																		冷凍空調識圖人才	
空調系統人才																		管路設計人才	
空調系統人才																		無塵室管理人才	
冷凍空調識圖人才																		管路設計人才	
冷凍空調識圖人才																		無塵室管理人才	
管路設計人才																		無塵室管理人才	

三、冷凍空調產業所屬各類技術權重分析(Dematel 部分)

本部份為獲得冷凍空調產業所屬各類技術人才的需求權重分數的其中一項，主要是利用 Dematel 法分析冷凍空調產業之產業鏈階段及所屬之技術人才間的影響程度，本部份共分為 5 個步驟。第 1 步驟為問卷填寫說明；第 2 步驟為冷凍空調產業之產業鏈階段影響關係矩陣分析；第 3 到 5 步驟為產業鏈階段中之技術人才間影響關係矩陣分析。

1. 問卷填寫說明

填寫指標說明：

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

舉例說明，甲對於乙的影響程度為極低影響故在位置上填入 1

構面	甲	乙	丙
甲		1	
乙			
丙			

【實例說明】

1. 甲對乙之影響程度為(較高影響)故在方格內填入 3

2. 丙對甲之影響程度為(較低影響)故在方格內填入 2

構面之影響關係評估	甲	乙	丙	丁	戊
甲		3			
乙					
丙		2			
丁					
戊					

2. 「冷凍空調產業鏈階段」影響關係矩陣評估

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「冷凍空調產業鏈階段」間實際關係，敬請兩兩相比各技術構面，填入各考量構面之影響度。

兩兩相互比較	上游設備零件商	中游冷凍空調製造商	下游系統服務商
上游設備零件商			
中游冷凍空調製造商			
下游系統服務商			

3. 「上游設備零件商」影響關係矩陣評估

(0.無影響；1.極低影響；2.較低影響；3.較高影響；4.極高影響，若無填寫則默認為 0)

請針對「上游設備零件商」間實際關係，敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求，填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	系統工程人才	電子電路學人才	熱力(傳)學人才	流體力學人才	冷凍工程人才	空調工程人才
系統工程人才						
電子電路學人才						
熱力(傳)學人才						
流體力學人才						
冷凍工程人才						
空調工程人才						

問卷(以單一產業為例)(4/4)

4. 「中游冷凍空調製造商」影響關係矩陣評比

(0:無影響; 1:極低影響; 2:較低影響; 3:較高影響; 4:極高影響, 若無填寫則默認為0)

請針對「中游冷凍空調製造商」間買際關係, 敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求, 填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	系統工程人才	電子電路學人才	熱力(傳)學人才	流體力學人才	冷凍工程人才	空調工程人才
系統工程人才						
電子電路學人才						
熱力(傳)學人才						
流體力學人才						
冷凍工程人才						
空調工程人才						

5. 「下游系統服務商」影響關係矩陣評比

(0:無影響; 1:極低影響; 2:較低影響; 3:較高影響; 4:極高影響, 若無填寫則默認為0)

請針對「下游系統服務商」間買際關係, 敬請兩兩相比該構面下之技術人才需求, 填入各考量技術之影響度。

兩兩相互比較	電工學人才	冷凍系統人才	空調系統人才	冷凍空調 圖人才	管路設計人才	無塵室管理人才
電工學人才						
冷凍系統人才						
空調系統人才						
冷凍空調圖人才						
管路設計人才						
無塵室管理人才						

四、基本資料

姓名: _____

性別: 男 女

最高學歷: 大專院校 碩士 博士

公司(服務)單位名稱: _____

公司於產業類中的類別: 上游 中游 下游 其他

工作年資: 5年以內 5~10年 10~15年 15~20年 20年以上

工作職稱: 董事長/副董事長 總經理/副總經理 協理 經理 一般管理職

e-mail: _____@_____

五、建議事項

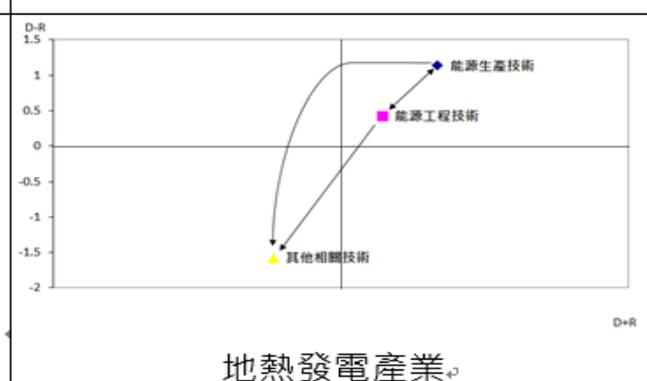
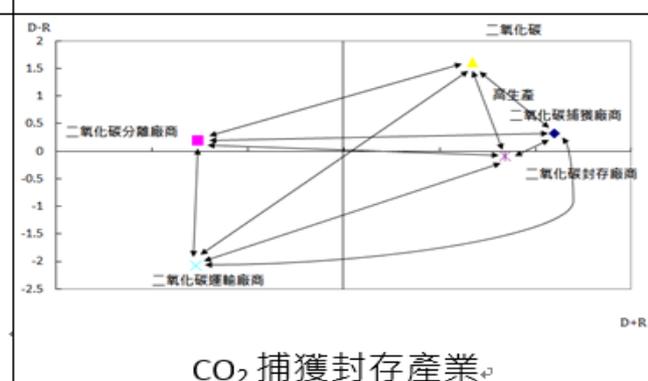
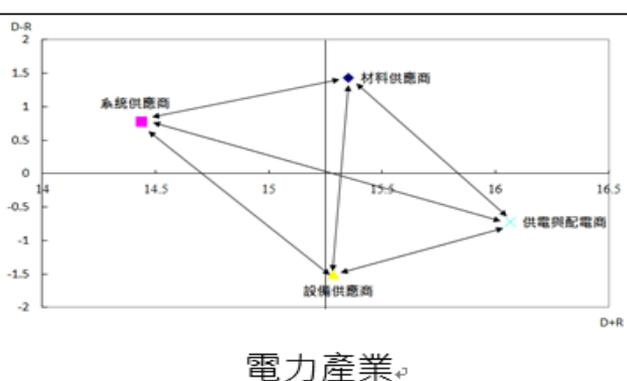
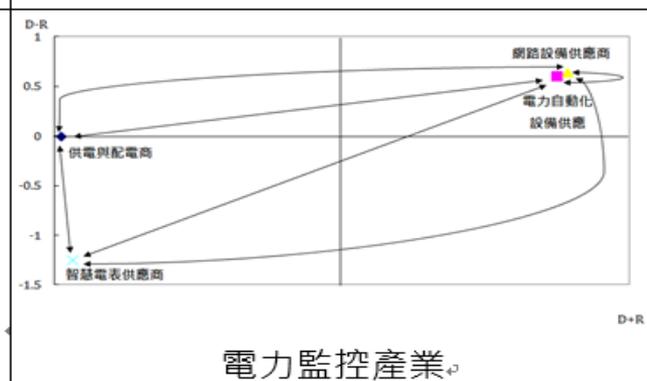
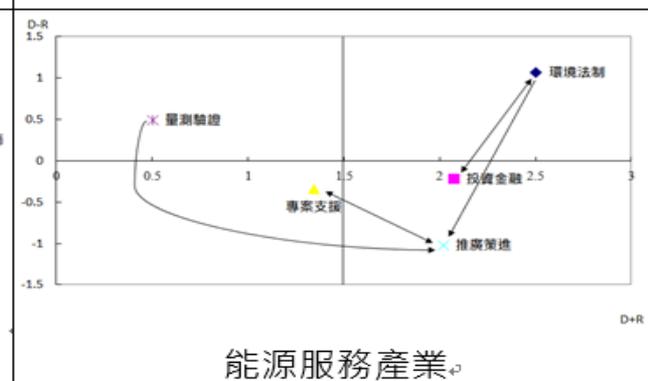
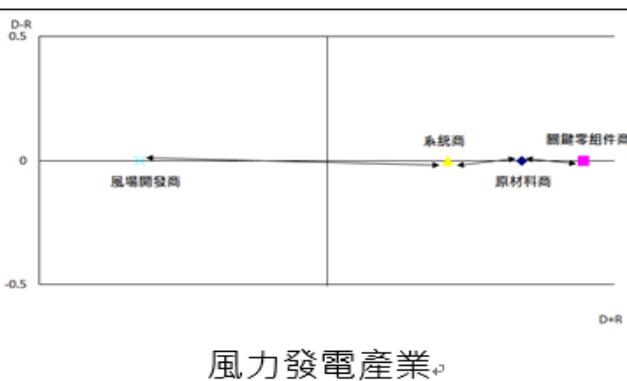
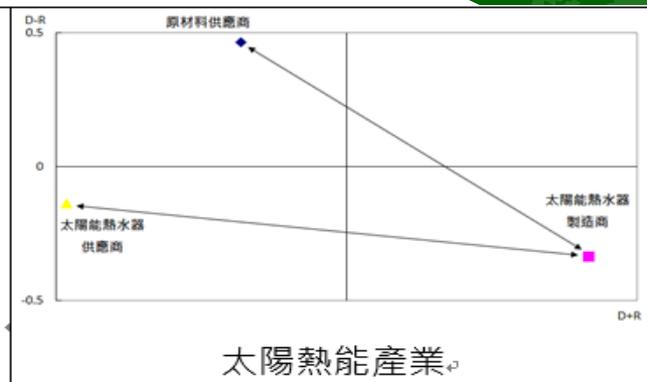
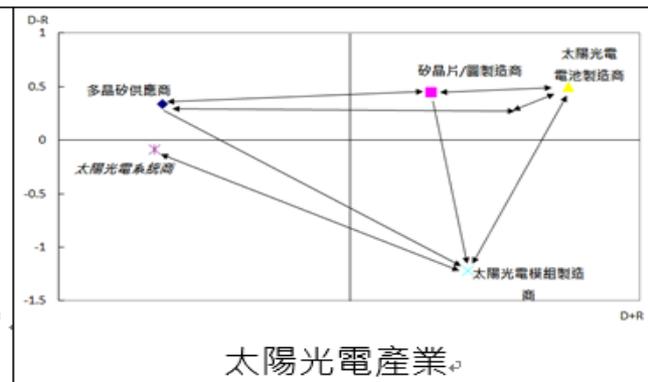
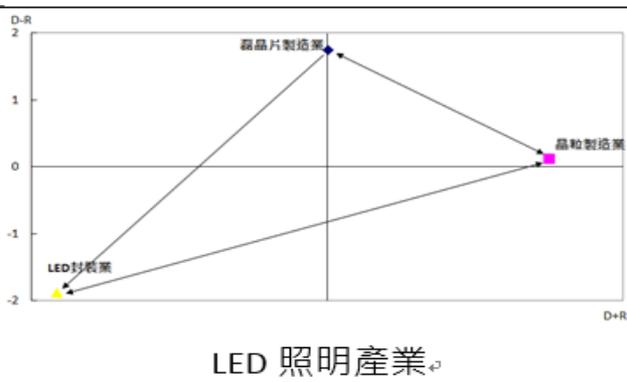
如有任何疑問或建議, 懇請給予批評和指教。

再次感謝您撥冗填寫此問卷, 謝謝!

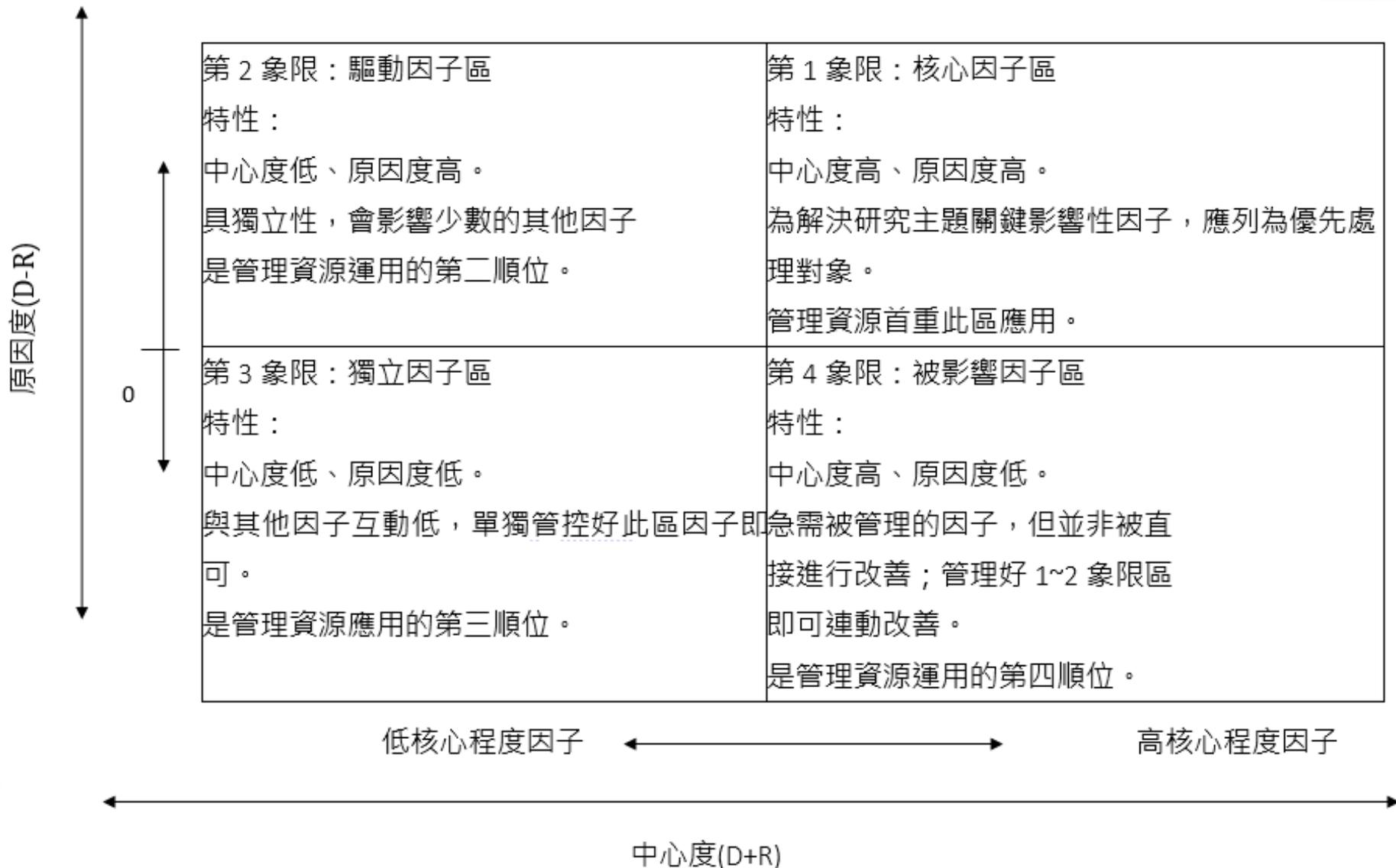
九大產業因果表

LED 照明產業				太陽光電產業						太陽熱能產業					
兩兩相互比較	晶片製造業	晶粒製造業	LED 封裝業	兩兩相互比較	多晶矽供應商	矽晶片圓盤製造商	太陽光電電池製造商	太陽光電模組製造商	太陽光電系統商	兩兩相互比較	原材料供應商	太陽熱水器製造商	太陽熱水器供應商		
兩兩相互比較	0	4	2	多晶矽供應商	0	1	1	1	0	兩兩相互比較	0	3	0		
晶片製造業	0	4	2	矽晶片圓盤製造商	1	0	3	1	0	原材料供應商	0	3	0		
晶粒製造業	3	0	3	太陽光電電池製造商	1	3	0	3	0	太陽熱水器製造商	2	0	2		
LED 封裝業	0	2	0	太陽光電模組製造商	0	0	1	0	2	太陽熱水器供應商	0	2	0		
				太陽光電系統商	0	0	0	3	0						
風力發電產業					能源服務產業						電力監控產業				
兩兩相互比較	原材料商	關鍵零組件商	系統商	風場開發商	兩兩相互比較	環境法制	投資金融	專業支援	推廣業進	量測驗證	兩兩相互比較	供電與配電商	電力自動化設備供應商	網路設備供應商	智慧電表供應商
兩兩相互比較	0	3	1	0	環境法制	0	2	0	1	0	兩兩相互比較	0	3	3	3
原材料商	0	3	1	0	投資金融	1	0	0	0	0	供電與配電商	0	3	3	3
關鍵零組件商	3	0	2	0	專業支援	0	0	0	1	0	電力自動化設備供應商	3	0	4	4
系統商	1	2	0	1	推廣業進	0	0	1	0	0	網路設備供應商	4	4	0	3
風場開發商	0	0	1	0	量測驗證	0	0	0	1	0	智慧電表供應商	2	3	3	0
電力產業					二氧化碳捕獲封存產業						地熱發電產業				
兩兩相互比較	材料供應商	系統供應商	設備供應商	供電與配電商	兩兩相互比較	二氧化碳捕獲廠商	二氧化碳分離廠商	二氧化碳高生產單位	二氧化碳運輸廠商	二氧化碳封存廠商	兩兩相互比較	能源生產技術	能源工程技術	其他相關技術	
兩兩相互比較	0	3	3	3	二氧化碳捕獲廠商	0	2	1	3	3	兩兩相互比較	0	2	2	
材料供應商	0	3	3	3	二氧化碳分離廠商	2	0	2	1	1	能源生產技術	0	2	2	
系統供應商	2	0	3	3	二氧化碳高生產單位	3	2	0	1	3	能源工程技術	1	0	2	
設備供應商	2	2	0	3	二氧化碳運輸廠商	1	1	1	0	1	其他相關技術	0	0	0	
供電與配電商	3	2	3	0	二氧化碳封存廠商	2	1	2	3	0					

九大產業因果圖



象限解釋圖



九大產業象限表

象限位置 產業類別	第一象限 核心因子區 (管理資源首重此區應用)	第二象限 驅動因子區 (管理資源運用的第二順位)	第三象限 獨立因子區 (管理資源應用的第三順位)	第四象限 被影響因子區 (管理資源運用的第四順位)
LED 照明產業	晶粒製造業	磊晶片製造業	LED 封裝業	-
太陽光電產業	太陽光電電池製造商、 矽晶片/圓製造商	多晶矽供應商	太陽光電系統商	太陽光電模組製造商
太陽熱能產業	-	原材料供應商	太陽能熱水器供應商	太陽能熱水器製造商
風力發電產業	原材料商、關鍵零組件 商、系統商	風場開發商	-	-
能源服務產業	環境法制	量測驗證	專案支援	投資金融、推廣策進
電力監控產業	網路設備供應商 電力自動化設備供應商	供電與配電商	智慧電表供應商	-
電力產業	材料供應商	系統供應商	設備供應商	供電與配電商
二氧化碳捕獲封存產業	二氧化碳高生產單位 二氧化碳捕獲廠商	二氧化碳分離廠商	二氧化碳運輸廠商	二氧化碳封存廠商
地熱發電產業	能源生產技術、 能源工程技術	-	其他相關技術	-

重要質化成果

透過技術文獻與品質機能展開，得到太陽光電產業與技術之間的關聯性，並與太陽光電產業人才需求分析進行關聯性分析，**得到之結果，可提供我國低碳能源科技產業人才需具備相關技術，或需培育相關人才之技術。**



計畫亮點(1/2)

以人才需求缺口為研究概念，利用結合DANP與QFD的方式找出低碳能源科技產業的人才需求程度及人才滿足程度，進而找出其人才需求缺口。

針對低碳能源科技產業所屬之各類型產業及以整體角度分析其人才需求缺口，以作為政府未來規劃人才培育政策之建議方向。



計畫亮點(2/2)

產業類別	須培養人才類型		
	第一優先	第二優先	第三優先
LED照明產業	光電工程人才	材料工程人才	電子電機工程人才
太陽熱能產業	電機工程人才	電子工程人才	產品技術服務人才
太陽光電產業	電機工程人才	系統工程人才	材料工程人才
風力發電產業	機械工程人才	材料工程人才	電機電子工程人才
電力產業	電機工程人才	機械工程人才	機電工程人才
能源服務產業	專案管理人才	冷凍空調人才	機械工程人才
電力監控產業	電機工程人才	天線工程人才	機構設計人才
二氧化碳捕獲封存產業	化學工程人才	環境資源人才	海洋資源人才
低碳能源科技產業 (整體比較)	機械工程人才	化學工程人才	電機工程人才



會議照片(1/2)



提升團隊成員對研究方法的認知程度及瞭解實作重點方向。 到低碳島(澎湖)實地訪察及召開會議討論執行計畫的進度。



會議照片(2/2)



到低碳島(澎湖)實地訪察及召開會議討論執行計畫的進度。



結論(1/20)

- 本研究藉由DANP找出產業各方面人才的重要性
 - **LED照明產業**：以LED照明模組製造商的材料工程人才(0.212)最為重要，其次為LED照明系統商的電機工程人才(0.170)，第三為LED照明電池製造商的電機工程人才(0.128)。
 - **太陽光電產業**：以太陽光電模組製造商的材料工程人才(0.128)最為重要，其次為太陽光電系統商的電機工程人才(0.122)，第三為太陽光電電池製造商的電機工程人才(0.074)。



結論(2/20)

- 本研究藉由DANP找出產業各方面人才的重要性
 - **太陽熱能產業**：以太陽能熱水器製造商的電機工程人才(0.223)最為重要，其次為太陽能熱水器製造商的電子工程人才(0.159)，第三為太陽能熱水器供應商的產品技術服務人才(0.112)。
 - **風力發電產業**：以風力發電模組製造商的材料工程人才(0.193)最為重要，其次為風力發電系統商的電機工程人才(0.185)，第三為風力發電電池製造商的電機工程人才(0.153)。



結論(3/20)

- 本研究藉由DANP找出產業各方面人才的重要性
 - **能源服務產業**：以能源服務模組製造商的材料工程人才(0.501)最為重要，其次為能源服務系統商的電機工程人才(0.482)，第三為能源服務電池製造商的電機工程人才(0.426)。
 - **電力監控產業**：以電力自動化設備供應商的電機工程人才(0.088)最為重要，其次為智慧電表供應商的自動控制人才(0.077)與網路設備供應商的光通訊人才(0.077)同等重要。



結論(4/20)

- 本研究藉由DANP找出產業各方面人才的重要性
 - **電力產業**：以供電與配電商的電機工程人才(0.157)最為重要，其次為設備供應商的機電工程人才(0.098)，第三為材料供應商的機械工程人才(0.091)。
 - **二氧化碳捕獲封存產業**：以二氧化碳捕獲廠商的化學工程人才(0.212)最為重要，其次為二氧化碳分離廠商的化學工程人才(0.188)，第三為二氧化碳捕獲廠商的環境資源人才(0.113)。



結論(5/20)

- 本研究藉由DANP找出產業各方面人才的重要性
 - **地熱發電產業**：以**能源生產技術的地質科學人才(0.371)**最為重要，其次為**能源工程技術的能源工程人才(0.223)**，第三為其他相關技術的**地質科學人才(0.081)**。



結論(6/20)

- 本研究利用品質機能展開方法得知產業各方面人才的需求程度
 - **LED照明產業**：以LED照明系統商對電機工程人才的需求程度最高(7.957)，其次為LED照明電池製造商對材料工程人才的需求(5.391)，第三為LED照明電池製造商對光電工程人才(4.057)。
 - **太陽光電產業**：以太陽光電系統商對電機工程人才的需求程度最高(0.853)，其次為太陽光電電池製造商對材料工程人才的需求(0.555)，第三為太陽光電電池製造商對光電工程人才(0.370)。



結論(7/20)

- 本研究利用品質機能展開方法得知產業各方面人才的需求程度
 - **太陽熱能產業**：以太陽能熱水器製造商對電機工程人才的需求程度最高(10.883)，其次為太陽能熱水器製造商對電子工程人才的需求(6.372)，第三為太陽能熱水器供應商對產品技術服務人才(5.493)。
 - **風力發電產業**：以風力發電系統商對電機工程人才的需求程度最高(4.359)，其次為風力發電電池製造商對材料工程人才的需求(3.479)，第三為風力發電電池製造商對光電工程人才(2.984)。



結論(8/20)

- 本研究利用品質機能展開方法得知產業各方面人才的需求程度
 - **能源服務產業**：以能源服務系統商對電機工程人才的需求程度最高(1.987)，其次為能源服務電池製造商對材料工程人才的需求(1.814)，第三為能源服務電池製造商對光電工程人才(0.370)。
 - **電力監控產業**：以供電與配電商對電機工程人才的需求程度最高(2.593)，其次為網路設備供應商對天線工程人才的需求(2.312)，第三為電力自動化設備供應商對機構設計人才(2.213)。



結論(9/20)

- 本研究利用品質機能展開方法得知產業各方面人才的需求程度
 - **電力產業**：以供電與配電商對電機工程人才的需求程度最高(4.485)，其次為材料供應商對機械工程人才的需求(3.548)，第三為材料供應商對機電工程人才(3.054)。
 - **二氧化碳捕獲封存產業**：以二氧化碳分離廠商對化學工程人才的需求程度最高(8.835)，其次為二氧化碳捕獲廠商對化學工程人才的需求(8.239)，第三為二氧化碳分離廠商對環境資源人才(4.467)。



結論(10/20)

- 本研究利用品質機能展開方法得知產業各方面人才的需求程度
 - **地熱發電產業**：以能源生產技術對地質科學人才的需求程度最高(14.270)，其次為能源工程技術的能源工程人才的需求(7.950)，第三為能源生產技術的機電工程人才(2.340)。



結論(11/20)

- 本研究利用品質機能展開方法得知產業各方面人才的滿足程度
 - **LED照明產業**：以LED照明模組製造商在材料工程人才上的滿足度最高(0.956)，其次為LED照明電池製造商在電機工程人才上的滿足度(0.212)，第三為LED照明模組製造商在系統工程人才上的滿足度(0.556)。
 - **太陽光電產業**：以太陽光電模組製造商在材料工程人才上的滿足度最高(1.156)，其次為太陽光電電池製造商在電機工程人才上的滿足度(0.666)，第三為太陽光電模組製造商在系統工程人才上的滿足度(0.650)。



結論(12/20)

- 本研究利用品質機能展開方法得知產業各方面人才的滿足程度
 - **太陽熱能產業**：以太陽能熱水器製造商在電機工程人才上的滿足度最高(1.115)，其次為太陽能熱水器製造商在電子工程人才上的滿足度(0.733)，第三為太陽能熱水器供應商在產品技術服務人才上的滿足度(0.635)。
 - **風力發電產業**：以風力發電模組製造商在材料工程人才上的滿足度最高(1.353)，其次為風力發電電池製造商在電機工程人才上的滿足度(1.298)，第三為風力發電模組製造商在系統工程人才上的滿足度(0.686)。



結論(13/20)

- 本研究利用品質機能展開方法得知產業各方面人才的滿足程度
 - **能源服務產業**：以能源服務模組製造商在材料工程人才上的滿足度最高(0.463)，其次為能源服務電池製造商在電機工程人才上的滿足度(0.389)，第三為能源服務模組製造商在系統工程人才上的滿足度(0.361)。
 - **電力監控產業**：以電力自動化設備供應商在電機工程人才上的滿足度最高(0.395)，其次為電力自動化設備供應商在機構設計人才上的滿足度(0.357)，第三為智慧電表供應商在自動控制人才上的滿足度(0.335)。



結論(14/20)

- 本研究利用品質機能展開方法得知產業各方面人才的滿足程度
 - **電力產業**：以供電與配電商在電機工程人才上的滿足度最高(0.905)，其次為設備供應商在機電工程人才上的滿足度(0.623)，第三為系統供應商在工程設計人才上的滿足度(0.581)。
 - **二氧化碳捕獲封存產業**：以二氧化碳捕獲廠商在化學工程人才上的滿足度最高(0.934)，其次為二氧化碳分離廠商在化學工程人才上的滿足度(0.705)，第三為二氧化碳捕獲廠商在環境資源人才上的滿足度(0.490)。



結論(15/20)

- 本研究利用品質機能展開方法得知產業各方面人才的滿足程度
 - **地熱發電產業**：以能源生產技術的地質科學人才上的滿足度最高(0.740)，其次為能源工程技術的能源工程人才較為滿足(0.520)，第三為其他相關技術在地質科學人才上，滿足度為(0.220)。



結論(16/20)

- 本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析
 - **LED照明產業**的人才需求缺口最大的前三名分別為LED照明系統商的電機工程人才(7.002)、系統工程人才(4.815)及材料工程人才(3.501)。
 - **太陽光電產業**的人才需求缺口最大的前三名分別為太陽光電系統商的電機工程人才(0.610)、系統工程人才(0.290)及材料工程人才(0.271)。



結論(17/20)

- 本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析
 - **太陽熱能產業**的人才需求缺口最大的前三名分別為太陽能熱水器製造商的電機工程人才(9.768)、電子工程人才(5.640)及太陽能熱水器供應商的產品技術服務人才(4.858)。
 - **風力發電產業**的人才需求缺口最大的前三名分別為風力發電系統商的電機工程人才(3.061)、系統工程人才(2.372)及材料工程人才(2.126)。



結論(18/20)

- 本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析
 - **能源服務產業**的人才需求缺口最大的前三名分別為能源服務系統商的電機工程人才(1.525)、系統工程人才(1.425)及材料工程人才(1.194)。
 - **電力監控產業**的人才需求缺口最大的前三名分別為供電與配電商的電機工程人才(2.392)、網路設備供應商的天線工程人才(1.999)及電力自動化設備供應商的機構設計人才(1.856)。



結論(19/20)

- 本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析
 - **電力產業**的人才需求缺口最大的前三名分別為供電與配電商的電機工程人才(3.580)、材料供應商的機械工程人才(3.014)及機電工程人才(2.671)。
 - **二氧化碳捕獲封存產業**的人才需求缺口最大的前三名分別為二氧化碳分離廠商的化學工程人才(8.130)，其次為二氧化碳捕獲廠商的化學工程人才(7.305)，第三為二氧化碳分離廠商的環境資源人才(4.151)。



結論(20/20)

- 本研究利用人才需求及滿足分析之資料進行人才需求缺口分析
 - **地熱產業**的人才需求缺口最大的前三名分別為能源生產技術的地質科學人才(13.527)、能源工程技術的能源工程人才(7.427)以及能源生產技術的機電工程人才(2.173)。



建議(1/5)

- 對政府未來規劃人才培育政策之建議：
 - 從LED照明產業人才需求程度QFD分析可瞭解人才需求前三名分別為大學院校(碩士)、大學院校(博士)、大學院校(學士)，故以國內校園招聘為主，應增加產學合作機會，讓學生畢業就可以直接進入職場；
 - 從太陽光電產業人才需求程度QFD分析可瞭解人才需求前三名分別為大學院校(碩士)、內部訓練、大學院校(博士)，故以國內校園招聘為主、企業培養為輔，應增加產學合作機會及內部教育訓練，讓學生畢業就可以直接進入職場，以及員工透過訓練提升競爭力；



建議(2/5)

- 對政府未來規劃人才培育政策之建議：
 - 從太陽熱能產業人才需求程度QFD分析可瞭解人才需求前三名分別為技職院校、亞洲國家、大學院校(學士)，故以國內校園招聘為主、國外招聘為輔，應增加產學及國際合作機會，讓學生畢業就可以直接進入職場；
 - 從風力發電產業人才需求程度QFD分析可瞭解人才需求前三名分別為大學院校(碩士)、大學院校(學士)、外部訓練，故以國內校園招聘為主、企業培養為輔，應增加產學合作機會，讓學生畢業就可以直接進入職場，以及員工透過訓練提升競爭力



建議(3/5)

- 對政府未來規劃人才培育政策之建議：
 - 從能源服務產業人才需求程度QFD分析可瞭解人才需求前三名分別為外部訓練、內部訓練、專科院校，故以企業培養為主、國內校園招聘為輔，應增加產學合作機會，讓學生畢業就可以直接進入職場，以及員工透過訓練提升競爭力；
 - 從電力監控產業人才需求程度QFD分析可瞭解人才需求前三名分別為大學院校(學士)、技職院校、內部訓練，故以國內校園招聘為主、企業培養為輔，應增加產學合作機會，讓學生畢業就可以直接進入職場，以及員工透過訓練提升競爭力；



建議(4/5)

- 對政府未來規劃人才培育政策之建議：
 - 從電力產業人才需求程度QFD分析可瞭解人才需求前三名分別為大學院校(碩士)、外部訓練、技職院校，故以國內校園招聘為主、企業培養為輔，應增加產學合作機會，讓學生畢業就可以直接進入職場，以及員工透過訓練提升競爭力；
 - 從二氧化碳捕獲封存產業人才需求程度QFD分析可瞭解人才需求前三名分別為應用型研究機構、大學院校(博士)、基礎型研究機構，故以研究機構為主、國內校園招聘為輔，應增加產學合作機會，讓學生畢業就可以直接進入職場，以及員工透過訓練提升競爭力；



建議(5/5)

- 對政府未來規劃人才培育政策之建議：
 - 從地熱發電產業人才需求程度QFD分析可瞭解人才需求前三名分別為內部訓練、大學院校(學士)、外部訓練，故以企業培養為主、國內校園招聘為輔，應增加產學合作機會，讓學生畢業就可以直接進入職場，以及員工透過訓練提升競爭力。



執行所遇困難與解決之道

- 本研究問卷發放以各產業相關公司之業主、高階主管或具有資深經歷之相關人士做為主要對象。
- 然而本問卷內容所涵蓋的範圍極大，對於受訪者而言並非都具有該產業整體的經驗或訊息。
- 因此在問卷資料處理上，將採取以構面為單位的方式進行處理，再進行整體的運算，進而提高回收問卷的利用率。



檢討與展望

本計劃根據專家所提供的資訊，透過研究方法的理論及實證分析的結果，可瞭解目前低碳能源科技產業(LED照明產業、太陽光電產業、太陽熱能產業、風力發電產業、電力監控產業、能源服務產業、電力產業、二氧化碳捕獲封存產業、地熱發電產業)的人才需求程度及人才缺口，若後續能夠將其他低碳能源科技產業進行研究分析，相信對於台灣低碳能源科技產業發展及政府帶來規劃人才培育政策方向影響深遠。



報告完畢



2013 年 07 月 28 日至 2013 年 08 月 01 日
美國加利福尼亞州 PICMET '13 Conference

102 年 12 月 24 日

報告人姓名	袁建中	申請單位 (學生請加註系級)	科技管理研究所	職稱 電話	教授
出國目的/發表 論文題目	<p>本次出席 2013 年 07 月 28 日至 2013 年 08 月 01 日至美國加利福尼亞州參加 PICMET '13 Conference 研討會，目的為發表論文並出席會議，此會議主要是探討技術管理在 IT 驅動的服務方面的相關議題，由 PICMET (Portland International Conference on Management of Engineering and Technology) 主辦，PICMET 透過國際研討會，發放有關工程與技術管理的訊息，為一重要之工程與技術管理協會，其每年有固定之研討會、期刊刊物、與學術社群之建立，隨著時間累積，其聲望更是擴大。特別的是，本次研討會與其他來自產、研、學者，在萬豪酒店宴會廳相聚，並開始建立友誼與未來合作之契機，參訪加州的著名的高科技世界-矽谷，在英特爾博物館透過獨特的展覽品瞭解英特爾的歷史和運營，參訪三星半導體公司並由三星代表：Charlie Bae 總裁，美國總部 Jim Elliott 副總裁等高階主管等人，概述三星電子公司整體的營運沿革，讓參訪團肯定三星電子公司科技研發的成果，也讓來自 37 個國家，在學術機構，工業企業和政府機構等領域超過 250 的作者代表能夠有機會相互討論與交流。</p>				

報告內容應包括下列各項：

一、參加經過

2013年07月28日至2013年08月01日為期五天的PICMET '13 Conference在美國加利福尼亞州舉行。

研討會的第一天(2013年07月28日)，與其他參與本次研討會之來自產、研、學者，在萬豪酒店宴會廳相聚，並開始建立友誼與未來合作之契機。

研討會的第二天(2013年07月29日)，參訪加州的著名的高科技世界-矽谷。其中印象深刻的是在英特爾博物館透過獨特的展覽品瞭解英特爾的歷史和運營。

研討會的第三天(2013年07月30日)，參訪三星半導體公司。參訪期間由三星代表：Charlie Bae 總裁，美國總部 Jim Elliott 副總裁等高階主管等人，概述三星電子公司整體的營運沿革。其中印象深刻的是顯示實驗室主任 Richard McCartney 展示三星的軟性顯示器，讓參訪團肯定三星電子公司科技研發的成果。

研討會的第四天(2013年07月31日)為正式的學術交流，當天筆者發表“Adopting The MCDM Approach On Evaluation And Selection Of Outsourcing Destination In Asia”一文，得到許多寶貴意見，作為後續修改文章之方向。

研討會的第五天(2013年08月01日)為非正式的學術交流，當天主辦單位舉行演講與座談會，讓所有參與者，不管是學術領域者或業界領袖，都可以有面對面更非正式的交流，並針對此次研討會優缺點進行討論，做為明年研討會的改進之處。

二、心得

此次的研討會除了和工程與技術管理領域的專家與學者有更進一步的互動，也與許多管理教育的學者有更進一步的認識，這對於跨領域的學習相當有幫助；同時在研究論文發表的時候，可以得到來自37個國家，在學術機構，工業企業和政府機構等領域超過250的作者代表能夠有機會相互討論與交流的意見。

三、建議

此行研討會對於學術交流之外，也提供相當難得的參訪機會，讓與會的作者們可以聽到高科技公司高層的聲音，並提出許多意見交換，這些意見對於論文的後續修改以及投稿有相當大的助益，特別是他們有許多不同的見解，也提供相當多的建議，這些回饋，除了有學術上的理論發展的幫助，更有理論及實務結合之意涵。

2013 年 07 月 28 日至 2013 年 08 月 01 日
美國加利福尼亞州 PICMET '13 Conference

102 年 12 月 24 日

報告人姓名	袁建中	申請單位 (學生請加註系級)	科技管理研究所	職稱 電話	教授
出國目的/發表 論文題目	<p>本次出席 2013 年 07 月 28 日至 2013 年 08 月 01 日至美國加利福尼亞州參加 PICMET '13 Conference 研討會，目的為發表論文並出席會議，此會議主要是探討技術管理在 IT 驅動的服務方面的相關議題，由 PICMET (Portland International Conference on Management of Engineering and Technology) 主辦，PICMET 透過國際研討會，發放有關工程與技術管理的訊息，為一重要之工程與技術管理協會，其每年有固定之研討會、期刊刊物、與學術社群之建立，隨著時間累積，其聲望更是擴大。特別的是，本次研討會與其他來自產、研、學者，在萬豪酒店宴會廳相聚，並開始建立友誼與未來合作之契機，參訪加州的著名的高科技世界-矽谷，在英特爾博物館透過獨特的展覽品瞭解英特爾的歷史和運營，參訪三星半導體公司並由三星代表：Charlie Bae 總裁，美國總部 Jim Elliott 副總裁等高階主管等人，概述三星電子公司整體的營運沿革，讓參訪團肯定三星電子公司科技研發的成果，也讓來自 37 個國家，在學術機構，工業企業和政府機構等領域超過 250 的作者代表能夠有機會相互討論與交流。</p>				

報告內容應包括下列各項：

一、參加經過

2013年07月28日至2013年08月01日為期五天的PICMET '13 Conference在美國加利福尼亞州舉行。

研討會的第一天(2013年07月28日)，與其他參與本次研討會之來自產、研、學者，在萬豪酒店宴會廳相聚，並開始建立友誼與未來合作之契機。

研討會的第二天(2013年07月29日)，參訪加州的著名的高科技世界-矽谷。其中印象深刻的是在英特爾博物館透過獨特的展覽品瞭解英特爾的歷史和運營。

研討會的第三天(2013年07月30日)，參訪三星半導體公司。參訪期間由三星代表：Charlie Bae 總裁，美國總部 Jim Elliott 副總裁等高階主管等人，概述三星電子公司整體的營運沿革。其中印象深刻的是顯示實驗室主任 Richard McCartney 展示三星的軟性顯示器，讓參訪團肯定三星電子公司科技研發的成果。

研討會的第四天(2013年07月31日)為正式的學術交流，當天筆者發表“Adopting The MCDM Approach On Evaluation And Selection Of Outsourcing Destination In Asia”一文，得到許多寶貴意見，作為後續修改文章之方向。

研討會的第五天(2013年08月01日)為非正式的學術交流，當天主辦單位舉行演講與座談會，讓所有參與者，不管是學術領域者或業界領袖，都可以有面對面更非正式的交流，並針對此次研討會優缺點進行討論，做為明年研討會的改進之處。

二、心得

此次的研討會除了和工程與技術管理領域的專家與學者有更進一步的互動，也與許多管理教育的學者有更進一步的認識，這對於跨領域的學習相當有幫助；同時在研究論文發表的時候，可以得到來自37個國家，在學術機構，工業企業和政府機構等領域超過250的作者代表能夠有機會相互討論與交流的意見。

三、建議

此行研討會對於學術交流之外，也提供相當難得的參訪機會，讓與會的作者們可以聽到高科技公司高層的聲音，並提出許多意見交換，這些意見對於論文的後續修改以及投稿有相當大的助益，特別是他們有許多不同的見解，也提供相當多的建議，這些回饋，除了有學術上的理論發展的幫助，更有理論及實務結合之意涵。

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2013/09/30

國科會補助計畫	計畫名稱: 低碳能源科技人才培育政策
	計畫主持人: 袁建中
	計畫編號: 101-3113-S-009-003- 學門領域: 能源國家型科技人才培育計畫
無研發成果推廣資料	

101 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：袁建中		計畫編號：101-3113-S-009-003-					
計畫名稱：低碳能源科技人才培育政策							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	2	2	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	10	10	100%	人次	
		博士生	2	2	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	1	1	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>執行計畫期間也邀請產業的專家座談，舉辦兩場的研習營(1場為1天，另1場為3天)。</p>
--	---

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科教處計畫加填項目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	2	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	200	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

台灣目前部分綠能產業尚未成熟，在問卷發放部分無法達到預期的回收成效，本研究問卷發放以各產業相關公司之業主、高階主管或具有資深經歷之相關人士做為主要對象。然而本問卷內容所涵蓋的範圍極大，對於受訪者而言並非都具有該產業整體的經驗或訊息。因此在問卷資料處理上，將採取以構面為單位的方式進行處理，在進行整體的運算，進而提高回收問卷的利用率並降低該產業無完整問卷資料可進行運算之窘境。

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利：已獲得 申請中 無

技轉：已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本計劃根據專家所提供的資訊，透過研究方法的理論及實證分析的結果，可瞭解目前低碳能源科技產業(LED 照明產業、太陽光電產業、太陽熱能產業、風力發電產業、電力監控產業、能源服務產業、電力產業、二氧化碳捕獲封存產業、地熱發電產業)的人才需求程度及人才缺口，若後續能夠將其他低碳能源科技產業進行研究分析，相信對於台灣低碳能源科技產業發展及政府帶來規劃人才培育政策方向影響深遠。