

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

科普活動：能源科技的發展與應用 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2515-S-009-003-
執行期間：98年05月01日至98年10月31日
執行單位：國立交通大學機械工程學系(所)

計畫主持人：金大仁

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：黃奕樵
碩士班研究生-兼任助理人員：蔡秉達
碩士班研究生-兼任助理人員：黃郁倫
碩士班研究生-兼任助理人員：李柏毅

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 02 月 01 日

能源科技的發展與應用

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2515-S-009-003-

執行期間： 98 年 5 月 1 日至 98 年 10 月 31 日

計畫主持人：金大仁

共同主持人：

計畫參與人員：黃奕樵、蔡秉達、李柏毅、黃郁倫

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
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

執行單位：：國立交通大學機械工程學系

中 華 民 國 99 年 2 月 1 日

能源科技的發展與應用

Development and applications of energy technology

計畫編號：NSC 98-2515-S-009-003-

計畫類別：■個別型計畫□整合型計畫

計畫主持人：金大仁

e-mail：tykam@mail.nctu.edu.tw

計畫參與人員：黃奕樵、蔡秉達、李柏毅、黃郁倫

執行單位：國立交通大學機械工程系

摘要

本計畫擬藉系列講座、動手作及科技旅遊來推廣能源科技的發展及相關知識，始參與的學員瞭解能源發電的重要性及相關產業的運作狀況，從而引發起他們對能源科技的興趣。講座內容包括能源的發展歷史，再生能源的起源，風力發電、太陽能發電、燃料電池等系統的構造及發電原理。動手做包括小型風力發電、太陽能發電及燃料電池等系統的組立和實驗。科技旅遊包括參訪台電基隆核能展示館，瞭解核能發電原理及相關設施，介紹基隆的核能發展狀況，參訪桃園龍潭核研所，瞭解發電機的構造、製造方式及發電原理，瞭解太陽能板模組及燃料電池的構造、製造方式及發電原理。本計畫具有推廣能源科技知識，提升民眾節能減碳的環保意識及培育能源方面人才等功能。

關鍵字：太陽能、燃料電池、風力發電、再生能源

I. 前言

再生能源已是人人皆重視的民生問題，然而卻只流於研究發展的內容而鮮少將此專業知識普及化，成為多數人皆能理解的常識。不論是太陽能、燃料電池或是風力發電中有許多有趣且生活化的理化概念值得作推廣，像是光的照度、氫氣的電解、電生磁、磁生電等。這些科普知識要如何落實到周遭的再生能源應用，相信是推動環保概念的關鍵動力。假如大家都瞭解再生能源，那麼綠能生活將不再是個空泛的口號，而是人人皆感興趣，有意願去嘗試的主流思想。本計畫

嘗試結合再生能源的基礎理論與科普知識，配合各種易理解的實驗與教材，使廣泛的民眾皆能了解再生能源，激發大家對綠能的興趣。電，皆與國民的基礎科學教育息息相關，其中有許多有趣且生活化的理化概念值得作推廣，像是光的照度、氫氣的電解、電生磁、磁生電等。這些科普知識要如何落實到周遭的再生能源應用，相信是推動環保概念的關鍵動力。假如大家都瞭解再生能源，那麼綠能生活將不再是個空泛的口號，而是人人皆感興趣，有意願去嘗試的主流思想。本計畫嘗試結合再生能源的基礎理論與科普知識，配合各種易理解的實驗與教材，使廣泛的民眾皆能了解再生能源，激發大家對綠能的興趣。

II. 課程安排

1. 參與人員

交通大學機械系金大仁教授：負責課程規畫與督導，闡述再生能源整體概觀，讓學員對課程目標有所了解。

交通大學機械所楊欣翰博士研究生：負責規劃風力發電部分實驗課程，並擔任風力發電課程講師，介紹風能的原理與應用。

交通大學機械所吳信達博士研究生：負責規劃太陽能及燃料電池部分實驗課程，並擔任太陽能燃料電池課程講師，介紹太陽能及燃料電池的原理與應用。

2. 招生

招生方式主要採公文以及網站宣傳的方式。由於能源問題為人人皆關切的民生問題，也是近年相當熱門的科技發展，因此報名狀況相當踴躍，公告未滿三天便超過預定人數上限。本團隊對此狀況的處理，除了加收部分學員外，並增加部分名額優先錄取弱

勢族群。然而仍有許多未獲錄取或過晚收到招生訊息的情況發生，為了避免降低學習效益，因而須作人數的控管。

3. 活動規劃

本活動主要分為能源科技講座、實作與實驗課程以及科技旅遊三部分。其中能源科技講座穿插真實的能源科技產品觀摩活動，藉由運作中的系統以及產品的細部拆解、組裝，讓學員瞭解課程的內容，並避免課程過於呆板，藉以吸引學員的注意力。

實作與實驗課程除了力求簡單、有趣外，並講求課程內容帶給學員的啟發與實用性。最後於課程內抓出部分關鍵問題，舉行有獎徵答活動，考驗學員是否真正理解上課內容，藉以評估本科普活動的教學效果。成績優良或回答獨具創意者，可將本活動所製作的部分教具帶回，使教材作最大效益的運用，並刺激學員深入理解與思考再生能源問題。

科技旅遊安排至基隆核能發電廠參觀核能展示館的核能發展情形。經由台電人員的解說與介紹(如圖一所示)，學員能了解當前台灣核能源的發展趨勢，並參觀核能發電機組模型及安全措施說明。

接著安排至桃園龍潭核研所參觀再生能源發展現況。經由核研所人員的解說與介紹(如圖二所示)，學員能了解當前台灣再生能源發展技術現況，並參觀核研所目前研發完成的再生能源設施。



圖一 台電人員介紹台灣能源科技發展



圖二 核研所人員介紹台灣再生能源發展

4. 活動設計

能源科技講座課程內容如下：

(a). 太陽能電池講座

介紹光電效應、太陽能電池的製作過程、使用太陽能面板應注意的事項……等等，並介紹市面上各種太陽能應用產品。

(b). 太陽能電池大家做

讓各位學員自行組裝太陽能板，藉由練習簡易的銲接與封裝太陽能板(如圖三、四所示)，瞭解太陽能板的製作過程，並與真實的大型太陽能板作比較(如圖五所示)。



圖三 銲接太陽能板



圖四 簡易封裝太陽能板



圖五 大型太陽能板觀摩



圖七 觀察翼型受風力產生向上升力

(c).燃料電池講座

介紹氫氧電解與還原反應、各式燃料電池特性、燃料電池的應用範圍……等等，以及目前燃料電池待解決的瓶頸與發展方向。

(d).燃料電池大家做

利用市售的氫氣瓶提供燃料電池發電，藉以展示一完整的燃料電池系統。

(e).風力發電講座

介紹風力發電的各種原理，以及對應的物理現象。內容包括白努力定理、電磁效應、監測系統介紹……等等。

(f).風力發電大家做

配合講課內容，利用一簡易的軸流風扇通道，以及噴煙裝置，讓學員觀察流線通過翼型的分布情形，藉以解釋白努力定律，如圖六所示。另一方面，由升力教具觀察翼型受水平方向的風，進而產生向上升力而浮起，如圖七所示。



圖六 利用風洞觀察流線與停滯點

(g).趣味水果電池大家做

利用檸檬及銅電極製作簡易乾電池，使其LED燈發亮，藉此說明原理。

實作與實驗課程內容如下：

(a).簡易風力發電機系統DIY

本課程共分為三個小實驗，包括關鍵零件製作、發電機系統組立、風能量測等三部分。經由這一系列的實驗，學員將可從自製元件、組裝到後續實測，充分體驗風力發電DIY的樂趣，並從中理解許多科普知識。

(1).關鍵零件製作

帶領學員利用自動繞線機纏繞漆包線圈，藉由自定漆包線的線徑與匝數來設計想要的發電機特性，如圖八所示。並利用充磁機將鈦鐵硼強力磁鐵充磁，如圖九所示，藉以教導學員磁鐵如何從無磁性到帶有強力磁場，接著使用高斯計量測磁場特性，介紹磁力線的分布情形(如圖十所示)。最後使用熱線切割機切割保利龍，製作保利龍翼形葉片(如圖十一所示)。



圖八 利用繞線機自製漆包線圈



圖九 利用充磁機使磁鐵帶磁性



圖十三 簡易整流電路製作



圖十 使用高斯計來量測磁鐵磁通密度



圖十一 使用熱線切割機製作保利龍葉片

(2).發電機系統組立:

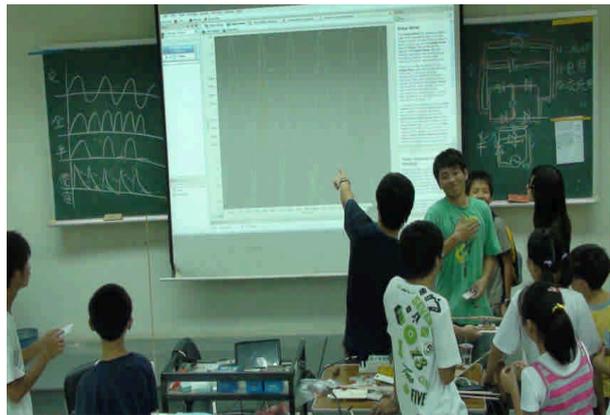
將前述製作的線圈、磁鐵以及葉片加上巴爾莎木製作的基座組立成一水平式風力發電機，如圖十二所示。透過改變發電機的磁隙，可自行設計發電機的扭矩。並利用麵包板、整流二極體、電容……等製作簡易的整流電路，如圖十三所示。



圖十二 水平式風力發電機組立

(3).風能量測:

最後經由示波器或資料擷取器，量測自製發電機產生的電能，並由風速計與轉速計量測風能與機械能，藉此評估發電系統轉換效率，如圖十四所示，使學員真正了解風力發電能量轉換的概念，並具備自行研發的能力。最後透過簡易的整流電路，將所發出的交流電轉換成直流電，如圖十五所示，供LED 照明使用。



圖十四 風力發電機效率量測



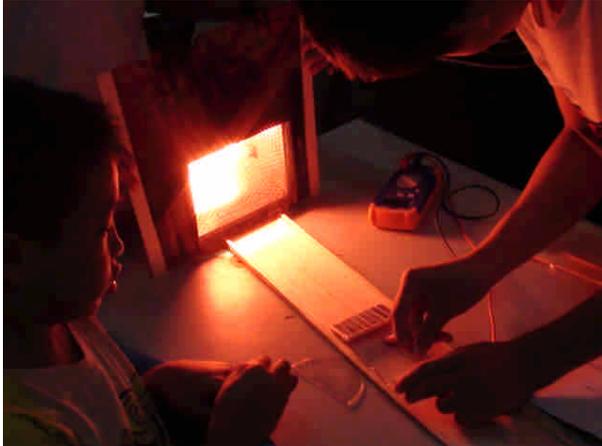
圖十五 發電機連接整流電路量測結果

(b).太陽能發電量測實驗

(1).光照度實驗:

藉由調整鹵素燈的遠近、角度，模擬太

陽照射太陽能板的變化情形(如圖十六所示),以及利用不同色光、蓋玻片,藉以模擬在不同的光源、封裝情況下,對太陽能板發電效率的影響。最後使用照度計量測各情況下,太陽能板照射到的光能,並記錄其相對之下產生的電能,藉此評估各參數對太陽能板轉換效率的影響。



圖十六 太陽能照度實驗

(2). 太陽能板的串、並聯與應用

藉由學員於先前課程自行銲接的串聯或並聯太陽能板,來設計適合各種產品的輸出電壓與功率(如圖十七所示)。經由此實驗,學員瞭解如何將太陽能板應用到市面的各式家電產品上,例如電風扇、充電器……等等。



圖十七 太陽能板的串、並聯實驗

(3). 太陽能玩具車

藉由學員DIY完成的封裝太陽能板,裝至玩具車上,並將車子放在陽光下測試,讓學員感受太陽的威力(如圖十八所示)。



圖十八 太陽能車應用實驗

(c). 燃料電池車動手做實驗

(1). 燃料電池單體的拆解與組裝

藉由拆解燃料電池,介紹燃料電池各部份的構造與功能,如圖十九所示。接著由學員自行組裝燃料電池,利用其電解水來產生氫氣與氧氣,藉以驗證其原理。



圖十九 燃料電池單體的拆解與組裝

(2). 趣味水果電池製作

藉由製作水果電池,介紹乾電池發電原理,讓學員了解簡單的化學反應,如二十所示。接著由學員自行組裝水果電池,藉以驗證其原理。



圖二十 水果電池測試實驗

(3).燃料電池車運行

將前述的燃料電池系統，包含產生的氫氣、氧氣，裝載到一電動車上，並由燃料電池產生的電來驅動電動車，如圖二十一所示。最後串、並聯各組學員的燃料電池，組成燃料電池堆，並驗證其輸出電壓、功率的變化。



圖二十一 燃料電池車運行

5.研習概況

研習的課程安排如表一、二、三所示：

表一 第一天研習活動課程表

第一天 8/25		
時間	課程名稱	
報到集合(交大光復校區工五館)		
1	9:30~9:50	開幕式
2	10:00~11:00	燃料電池及太陽能發電科技探索 1
3	11:05~12:05	燃料電池及太陽能發電科技探索 2
4	12:05~13:10	午餐時間
5	13:10~14:10	燃料電池及太陽能發電科技探索 3
6	14:15~15:15	風力發電科技探索 1
7	15:20~16:20	風力發電科技探索 2
8	16:25~17:00	風力發電科技探索 3
第一天課程結束		

表二 第二天研習活動課程表

第二天 8/26		
時間	課程名稱	
報到集合(交大光復校區工五館)		
1	9:30~9:50	集合分組整隊
	9:50~12:00	DIY 風力發電機組裝及測試實驗 (甲)

		太陽能電池應用與實驗測試 (乙)
		燃料電池應用與實驗測試 (丙)
2	12:00~13:00	午餐時間
3	13:00~15:00	DIY 風力發電機組裝及測試實驗 (丙)
		太陽能電池應用與實驗測試 (甲)
		燃料電池應用與實驗測試 (乙)
4	15:00~17:00	DIY 風力發電機組裝及測試實驗 (乙)
		太陽能電池應用與實驗測試 (丙)
		燃料電池應用與實驗測試 (甲)
第二天課程結束		

表三 第三天研習活動課程表

第三天 8/27		
時間	課程名稱	
報到集合(交大光復校區工五館)		
1	9:30~10:00	整隊分配座車
2	10:00~11:00	坐車前往參訪地點
3	11:10~11:30	參訪台電-基隆核能展示館 (1)
4	11:40~13:00	午餐時間
5	13:00~15:20	參訪核研所-龍潭展示館 (2)
6	15:30~16:00	閉幕式及頒獎
7	16:00~17:00	坐車回到交大
第三天課程結束		

在開幕時講解安全手則及實驗的安全注意事項，以確保活動順利完成。活動流程十分順暢，現場師生的互動良好，並無任何事故發生，最後研習會圓滿結束。

6. 網站架設

本計畫建立了專屬的教學網站，如圖二十二所示。除了作招生、公告用途外，尚建立許多再生能源相關資料供學員參考，並提供一個討論的園地，學員能在討論區發問或是直接透過email詢問，方便學員解決學習上的問題。



圖二十二 本計畫專屬網站
(<http://windenergy.nctu.edu.tw/index.html>)

7. 活動剪影



圖二十三 台電基隆展示館參訪活動合影



圖二十四 桃園核研所參訪活動合影



圖二十五 結業式與頒獎典禮

III 研習成效調查

1. 參與人次統計

本研習營進行三天(24小時)，共計80人參加。

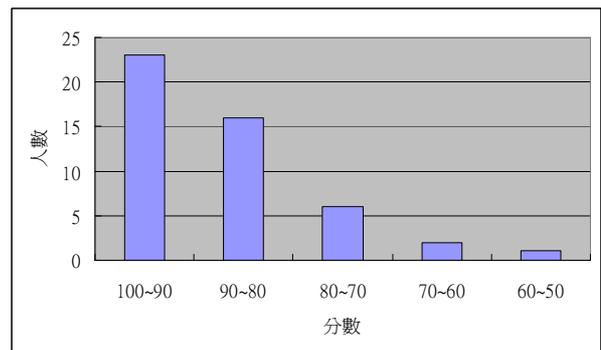
2. 問卷統計

本問卷主要在測試學員在經過一系列活動後，對各種再生能源的理解程度，並透過問答的方式激發學員的想像力。問卷的內容如附件所示，學員答題的結果如表四所示：

表四 學員答題統計表

題號	答對(人數)	答錯(人數)
1	42	8
2	35	15
3	50	0
4	44	6
5	37	13
6	30	20
7	42	8
8	48	2
9	50	0
10	42	8
11	43	7
12	49	1
13	45	5
14	44	6
15	37	13

學員分數統計表如圖二十六所示：



圖二十六 學員分數統計

問卷結果顯示：大部份的學員經過本研習活動後對能源科技的基礎概念有充分的了解。只有極少部分的學員成績於及格分數以下，表示仍有少數學員無法跟上研習的步調，因此教學內容仍有待改善的空間。

在問答題第二題：上完研習營前兩天課程後想想看，日常生活中哪些產品可以應用太陽能及燃料電池？當中，許多學員答出很有趣的結果，例如：太陽能早餐製造機、太陽能植物人維生系統、太陽能鋤草機、太陽

能告示板、太陽能交通號誌……等等豐富的答案。這些未來的可能性也是我們推廣科普計畫的目標之一。藉由刺激大家的思考來帶動大家從事科學的發明，利用多元的想法來推廣並發展再生能源的各種可能性。

3. 學員反映

多數學員反映「很快樂」、「很好玩」、「學很多」，表示研習成果達到寓教於樂的效果，這些同時也是對本研習活動成果的肯定。然而仍有少數學員反應講課過快、不夠活潑，代表我們教學品質仍有待改善的地方，應該增加輔助的教具以降低解說的複雜性，並修正教學內容以期符合更多數學員的吸收理解能力。

4. 教學心得

各位講師對於能夠將所研究的心得，融入教學中皆感到獨具意義，在教學內容的製作過程中，必須重新審視相關基本觀念，時常激起新的思維，對於研究可說是相輔相成。因此本研習活動非但是學員學習的場合，也是研究與教學相互交流的園地，使得研究發揮最大的效益，教學得到最好的果。

IV. 計畫成果自評

本計畫成果如問卷調查結果所示，多數學員皆獲得良好的學習成果，並對能源科技感到有興趣。本研習製作的部分教具，如小型風力發電機、自製太陽能板，皆讓學員們帶回；另外像是小型風洞與升阻力教具將作為大學實驗課的教具之一。其他書面教學資料，也會公布於本計畫網站供學員下載。然而本計畫最大的貢獻是對再生能源知識的傳播，在寓教於樂的前提下，提升大眾對能源科技的重視與興趣。

V. 致謝

感謝國科會科教處提供經費，使研習活動順利完成，另外感謝桃園龍潭核研所、台電基隆核能展示所、永旭光電科技股份有限公司以及中華科技大學提供場地並協助活動執行。

姓名：

就讀學校：

統計總分：

是非題：

- 1. 一般而言檸檬電池，串聯檸檬越多則可以產生的電壓越高。
- 2. 太陽能板經過焊接串聯後，需要封裝就可以馬上拿到戶外長期使用。
- 3. 風力發電沒風就沒電，所以就該趁颱風天風大時發電最好。
- 4. 風力發電的能量傳遞方式是”風能 → 動能 → 電能”。
- 5. 太陽能發電不會產生溫室氣體。
- 6. 燃料電池是否可使用無限多次（理論上）。
- 7. 目前燃料電池是否價錢很貴。

選擇題：

- 8、太陽能電池適合哪些應用？
1. 汽車 2. 手電筒 3. 養魚 4. 以上皆是
- 9、風力發電就是利用風力帶動風車的哪個部位？
1. 電線 2. 葉片 3. 電腦 4. 基座
- 10、燃料電池使用後排出的產物？
1. 水 2. 火焰 3. 閃光 4. 煙霧
- 11、那項不是再生能源？
1. 風力發電 2. 燃料電池 3. 火力發電 4. 太陽能發電
- 12、那種情況不適合架設太陽能板？
1. 無遮蔽物的空地上 2. 大樓屋頂上 3. 樹蔭下 4. 大白天
- 13、那項是風力發電優點？
1. 零污染 2. 產生氧氣 3. 產生火焰 4. 發亮
- 14、那種物品不適合製作水果電池？
1. 白開水 2. 檸檬 3. 醋 4. 可樂
- 15、哪些不是燃料電池的燃料？
1. 氫 2. 氧 3. 鹽酸 4. 甲醇

簡答題：

1. 不經整流的風力發電機所呈現的示波器圖形（請畫出來）？
2. 上完研習營前兩天課程後想想看，日常生活中哪些產品可以應用太陽能及燃料電池？
（舉例：太陽能手電筒…）
3. 請想一想，研習營哪一個課程讓你學到最多。