

與學校教學結合的實作計畫

周鑑恆

萬能科技大學 光電系

Chou0717@gmail.com

教科書的內容其實非常有用，極為重要，黑板書寫的教學方式受到不得不然的主客觀資源條件限制，不易大幅改變；最近探究與實作課程，價值非凡，提供新的寶貴學習經驗，也讓學生體會創造知識的過程。然而最普遍的傳統教學仍然關係千千萬萬莘莘學子的學習與成長；新的探究與實作課程，須要養分滋潤，而最傳統的授課方式仍有改進的空間。

筆者執行科技部實作計畫之目的，較傾向於提高學校課程之教學。無論實作演示教具或動手做科學玩具，或者教科書內容之改善，均視為教學方法之提昇，希望藉更有效的多元方法，讓學生輕鬆了解更深入的物理原理；將實驗與理論教學合而為一，相輔相成，配合臺灣科學教育的精進，為學校教學與科普教育略盡棉薄。

針對教科書中值得改進的核心內容，部分成果如下：

一、一般教科書常建議利用屏幕觀察實像，這是遷就視覺局限的權宜作法，但如此就隱匿了實像的本質，也阻礙了學生了解顯微鏡與望遠鏡原理。國內外教科書中的幾何光學，必然提到實像與這兩項與生活相關又神奇的儀器，但不到五分之一的學生能背出它們的原理，真正理解的更少，更遑論知其所以然地動手製作。筆者於是用半邊半透明幕及其他特殊的幕，眼見為憑地詳細說明相通的顯微鏡與望遠鏡原理，無論如何學習者都能直觀地更進一步了解原理。筆者正式出版「**顯微鏡與望遠鏡的奧妙**」，以創新的敘述架構，充分發揮教具實驗的教學效果。此成果曾獲 2013 德國紐倫堡國際發明展(The 65th iENA Nuremberg international trade fair)銀牌。並應邀參加 2014、2015、2016 年印度維沙坦巴南特(Visakhapatnam)的科學活動。獲包括”THE HINDU””DECCAN · Chronicle””THE NEW INDIAN EXPRESS”等近十家媒體報導，因主辦單位禮遇，青天白日國旗出現在印度街頭與主要報紙媒體上，印度政府科技部門長官 Shri Y. S. Chowdary 也出席致詞。真可謂以科學會友之南向國民外交(如圖 1)。



2013 德國紐倫堡國際發明展中受非洲安哥拉
教育人員青睞



出現在印度主要報紙上的青天白日國旗



印度政府科技部門長官 Shri Y. S. Chowdary
蒞臨會場



印度街頭的青天白日國旗

圖 1：「顯微鏡與望遠鏡的奧妙」成果推廣狀況

二、程度不錯的學生也會誤以為：發電機發電只與法拉第定律有關，而不涉及馬達轉動的原理。這是因為國內外教科書都不易清楚說明其中細節，也是教學上損失較大的模糊。筆者於是發展一套包含四部分的教具組，由簡單現象與法拉定律、能量轉換、能量守恆，到實際的發電廠發電，由淺入深，由理論到實際運用，讓學習者從看到的現象，毫不費力地踏實理解箇中奧秘。此系列教具凸出任何物理定律都不可能暫時失效的鐵則，有效彌補了教科書無能為力的部分(只有零星片斷的習題)，將學生理解的層次提高至可以嘗試研發新發電機的深度。圖 2 (左) 所示為演示能量轉換的擺錘發電機；圖 2 (中) 則為最後階段的發電廠教具之一，微型海浪發電機(另一項是使用燃料的微型蒸汽渦輪機發電機)，這組教具，曾獲 2014 年莫斯科 (17th Moscow International Salon of Inventions and Innovation Technologies) 發明展金牌。微型海浪發電機，曾獲 2016 年莫斯科 (19th Moscow International Salon of Inventions and Innovation Technologies) 發明展金牌及特別獎，並獲邀參加泰國蘇勒塔尼(Surat Thani)國際科教會議(如圖 2，右)。



莫斯科國際發明展的「能量轉換的擺
錘發電機」



微型海浪發電機



錘發電機在泰國蘇勒
塔尼(Surat Thani)國際
科教會議中受到重視

圖 2：「發電機」成果推廣狀況

三、流體力學也是一般教科書中較為混亂之處。筆者首創專業風車的科普實作活動。獲卓世宏校長支持，卓校長並主辦教師研習與連續三屆臺東全縣國中生風力發電機製作競賽，全縣七成以上國中均參與，有非常具體的實質進步。專業風車原理因此漸漸溶入科普活動之中。其實風車、帆船、與機翼的原理均相同，只是運用升力與阻力的巧妙各有不同。筆者由升力與阻力出發，正式出版了「**流體力學拾趣**」一書，將流體力學的內容有條理的組織起來，也說明有些教科書在推導白努利定律時之不妥處、白努利定律正確應用的步驟；用一簡單原理，說明各種阻力的共同原因；推導出教科書中阻力與升力的公式，更擴大教具之教學價值。由於專業風車教具轉速極高，引人好奇，經常獲邀於國內外

推廣（圖3）。



卓世宏校長主辦教師研習與連國中生風力發電機製作競賽



在大馬獨中進行專業風車教學

圖3：「風力發電機」成果推廣狀況

四、熱力學也是教科書中常令學生困惑的部分，筆者由最為核心又最有趣的熱機入手，解釋熱力學第一定律、第二定律，乃至於空氣動力論，正式出版了「熱力學」與「走馬天燈」，釐清了教科書中推導第二定律的瑕疵，圖解熱力學的重要內容。至於實作成果（圖4），則有史特林引擎組合教具、透明蒸汽機、仿真蒸氣機、希倫蒸汽機、熱聲引擎、酒火箭等。透明蒸汽機與史特林引擎教具曾分獲2013年、2015年莫斯科（16th & 18th Moscow International Salon of Inventions and Innovation Technologies）發明展金牌。



圖4：透明蒸汽機與已經商品化的史特林引擎教具

延伸閱讀：

1. <http://www.nahrim.gov.my/en/activities/131-archives-of-activities-2014/543-professor-dr-chien-hen-g-chou-visited-nahrim-on-february-13-2014.html> (海浪發電國外演講)
2. <http://www.thehindu.com/news/cities/Visakhapatnam/the-play-way-to-hone-skills/article7899124.ece> (印度報紙網站)
3. <http://dst.gov.in/minister/shri-y-s-chowdary> (印度科技長官蒞臨鼓勵)
4. <https://www.facebook.com/%E5%BE%B7%E7%9B%9F%E5%B7%A5%E4%BD%9C%E5%A4%E5%8F%B2%E7%89%B9%E6%9E%97%E5%BC%95%E6%93%8E-Stirling-Engine-%E5%A5%97%E4%BB%B6-352407394815008/> (德盟工作室)
5. <https://www.facebook.com/chienheng.chou> (筆者臉書)
6. <https://book.findprice.com.tw/datalist.aspx?q=%E6%B5%81%E9%AB%94%E5%8A%9B%E5%AD%B8%E6%8B%BE%E8%B6%A3%20%E9%A3%9B%E6%A9%9F%20%E5%B8%86%E8%88%B9%E8%88%87%E9%A2%A8%E8%BB%8A> (三民書局流體力學拾趣)
7. <http://m.sanmin.com.tw/Product/Index/005962157> (三民書局走馬天燈)
8. <http://m.sanmin.com.tw/Product/Index/005572725> (三民書局望遠鏡與顯微鏡的奧妙)