

未來高級中學工藝課程工業材料 與能源教育應有之內涵

許松山

摘要

本文首先對材料科技與工業昇級、能源與我國經濟之發展、及工藝教育與能源及材料科技教育之關係等分別給予闡釋。然後針對高級中學工藝課程有關能源教育與工業材料科技教育的教學綱要，分別加以探討分析，提出未來能源教育與工業材料課程教育應有之內涵及建議事項，以提供工藝教師做教學準備、教學活動及教學研究的參考。期以提高工藝教學效果。

壹、前言

自一九六〇年之後，科技發展之迅速使工藝教育負起更重要責任，即是使青年學生能體驗科技文化的生活內涵。不僅能適應當前社會的變動，更應要了解未來科技之發展（註一）。我國自民國五十一年起將工藝教育正式列為中學課程，並在民國六十一年做第一次修訂。在我們邁入工業化國家之際，工藝教育的時代意義為：工藝是工業時代的生活基礎教育；工藝是培育工業技術人力的基礎；工藝是研究科技文明的課程。基於工藝教育的時代意義與價值，教育部于民國七十二年頒佈中學工藝新修訂課程標準，並自民國七十三學年度起開始實

施。使我國中學工藝教育邁入新領域。

此次高級中學工藝課程修訂，其教學目標為：一介紹工業科技知識，培養工業技能以為工業生活及將來研習各種學科之基礎。二激發設計與創作之興趣，提供工業科技試探機會，鼓勵研究與發明之精神。三培養良好的工作習慣與態度。在教學項目方面：第一學年有三大單元即(一)傳授作業計劃與製圖，(二)材料工業，及(三)能源工業。第二學年傳授資訊工業及自動化課程。（註二）

綜覽最新高級中學工藝課程標準，課程內容改變幅度頗大，教學目標已經配合最新科技文明生活而發展。並將現代科技文明的重要項目材料科學 (Material Science) 及能源 (Energy) 工業列為教學內容。使基礎材料科技與能源教育正式納入中學課程，實具有相當的意義。本文擬就未來高級中學工藝教育中應有的材料與能源課程內涵加以探討與分析，以提供工藝教師將來設計有關教學活動之參考。

貳、材料科技與工業昇級

我國工業發展在民國七十年代的目標為致力於發展技術密集工業，如：機械、電機、電子及資訊等，期以改善工業結構，促進工業昇級，提高工業品質以保持外銷競爭力。同時以工業科技支援國防工業之發展。工業昇級所面臨的第一個問題是「材料問題」。材料品質的高低決定工業水準的層次，新材料的開發與應用更是工業結構革命性改變的原動力。以往材料科技研究不受重視，影響了我國工業產品的品質。例如：目前國內仿造機器的能力很高，機能和真的一模一樣，不過使用一段時間後即變成不精密了，其原因是構成機器的材料選用不當所致（註三）。

我國為海島型經濟國家，大部分工業原料及工業材料均依賴進口，工業發展的產品均須經過不同程度的加工範圍，科學越發達對於材料性能的應用越精細，工業技術的進步多繫於材料科技方面的突破。蔣總統 經國先生去年親自主持財經座談會時曾指出：近數年來工業先進國家在資訊、電子、通訊、材料及生物科技等方面的突破性進展，已對世界各國的經濟社會結構造成莫大的衝擊，致使先進國家或新興工業化國家莫不以提升科技與工業水準為要務。我國在這方面尚有待努力，希有關單位加緊培育科技人力，積極研究發展重點科技。行政院政務委員李國鼎先生指出：加強材料科技與能源的研究為今後我國科技研究發展的重點工作。因此，加強材料科技的教學與研究，以促進工業昇級為當急之務。

叁、能源與我國經濟之發展

能源為經濟與社會發展之基本物質，經濟建設的成長與發展規模，隨能源之供需與應用

效率之高低有極密切之關係。

我國台灣地區經濟為海島型經濟國家，自產能源極為貧乏（註四）。過去卅多年來經濟持續快速成長，除了有賴政府的英明的領導與策劃，及全民的努力外，世界上廉價而穩定之能源供應亦為一重要因素。但自 1973 年石油輸出國家聯合實施石油禁運，造成首次能源危機，復於 1979 年因伊朗政變，石油減產，引起第二次能源危機後，油價節節上升，造成世界全面性之經濟衰退，嚴重影響社會文化之發展與科技文明之進展，同時對日常生活亦形成極大之衝擊。我國所遭受的影響更形嚴重。

目前國際油價雖然大幅下跌，事實上只是暫時性的現象，長遠時間來看未來能源的結構，能源的供需與價格還是極不穩定的，我國所承受的影響最深遠。因此，生活在現代工業社會的每一位國民，必須對影響社會、經濟發展深遠的能源問題，有正確的認識與瞭解，並勵行節約能源、提高能源使用率，方能應付能源問題的激烈挑戰，以促進我國經濟的持續成長。

肆、高級中學工藝教育之功能

工藝教育是工業時代的生活基礎教育，亦是提供科技試探機會及鼓勵研究發明的工業基礎教育，筆者認為它具有下列諸項功能：

(一)體認文明生活的功能

讓學生認識科技文明的進展，以便對現代科技文明有深一層的了解，並能正確認識現代科技文化。

(二)職業試探的功能

工藝教育可以給予學生試探工業上各種行業的工作機會，藉以發掘對工業技術之興趣與才能。

(三)增進生活技能的功能

工藝課程介紹各種材料、產品、製程及工具的使用等經驗，透過這些活動與經驗可以增進學生的生活技能。

(四)培養成為良好消費者的功能

工藝課程教導學生如何選購工業產品，如何使用、保養及維護產品，使學生成為良好的消費者。

(五)培育社會道德的功能

工藝教學可以使學生認識工業社會的特徵，可以增進自我發展的了解與自我的實現及培養良好的社會道德。

(六)養成鑑賞及審美的能力

工藝課程經過成品之製作及維護，可以培養好好利用休閒時間的習慣及鑑賞優良成品的能力。

工藝教育的功能確定我國工業教學的目標，同時也是發展工藝教育計劃及選用教材的指針。

伍、工藝教育與能源材料科技教育之關係

一、工藝教育與能源教育

能源係經濟發展與社會進步之基本要素，舉凡工業成長、交通運輸、國防工業的發展與生活水準的提高，均需要以能源為動力。自工業革命之後，人類對能源依賴程度隨著工業化之進步而增大，能源已成為現代化國家的最重要資源。（註五）

自一九七三年能源危機發生之前的幾十年之間，人們均認為世界石油的充分供應是理所當然的事。但自一九七三年世界性能源危機發生之後，世人才體認到未來世界經濟要繼續維持穩定成長，人們必須設法提高能源使用效率，以節省能源的浪費，以及利用研究發展尋找出各種替代能源。我國台灣地區百分之九十以上能源必須仰賴進口，自產能源極為少量，有關能源的問題更值得我們重視。今天能源教育已普遍受到各國重視，我國更應普及能源教育。因此，能源教育與工藝教育，筆者認為有下列不可分之關係：

- (一) 能源問題對人類工業社會及文化造成莫大衝擊，正確認識能源問題始可正確認識科技文化，而認識工業社會之科技文化正是工藝教育課程的教學目標。
- (二) 能源不但是工業、交通及商用等動力之來源，亦是咱們日常生活不可或缺的重要熱源，它是一種極重要的消費品，對如此重要的消費品做深入的認識是工藝教育的目標之一。
- (三) 能源正被利用於各種技術部門，唯有正確認識能源問題，方能充分瞭解工業科技。瞭解工業科技，培養工業技能，以為將來研習各種學科的基礎正是工藝課程的重要內涵。
- (四) 未來工業科技社會中與能源更有密不可分的關係，未來亦將出現許多與能源處理有關的新興行業。此種行業的特性、需求條件與前景，可提供學生認識與試探機會，此亦是今天工藝教育的目標之一。
- (五) 能源問題與節省能源消耗的能源教育已受世界各國所重視。普及能源教育使國民都能認識能源問題及勵行節約能源是我國應該特別重視的問題。工藝課程修訂將「能源與動力」列入教學內容，透過工藝教學達到能源教育的目的，其意義非凡。
- 綜合上面所述，工藝教育在未來能源教育中，將扮演極為重要的角色。
- 二、工藝教育與材料科技教育**
- 在我們的文化、思想甚至生命當中，周遭的一切無非都是材料。因此，材料與人類存在

有不可分的關係。事實上，材料與人類文明的進步息息相關，例如材料的使用：石器時代、銅器時代及鐵器時代分別代表著不同時代的歷史文明。今天我們國家已進入工業化國家，工業發展的目標為致力於發展技術密集工業，期以改善工業結構，促進工業昇級；提高工業產品品質以保持外銷競爭力，同時以工業科技支援國防工業之發展。工業昇級所面臨的第一個問題是「材料問題」，材料品質的高低決定工業水準的層次。以往材料科技不受人重視，影響了我國工業產品的品質。因此，我們必須加強材料科技教育，才能促進工業昇級。（註六）

生長在這材料科技文明的社會裡，每一位國民需要具有基本的工業材料科技知識，方能認識材料及適當應用材料，享受現代工業科技生活。材料科技受各國重視，普及基礎材料科技教育是非常需要的，透過工藝課程實施工業材料教學是最佳途徑之一。兩者之關係為：

- (一) 材料科技的發展是工業結構革命性改變的原動力，正確認識材料科技新知，以為工業生活及將來研習有關科目的基礎，這是材料科技教育的目的亦是工藝教育的目標之一。
 - (二) 具有認識材料與適當選用材料的能力，方能享受現代科技文明生活，這是工藝教育的目標。
 - (三) 使學生了解現代工業結構、製程及材料品質等有關材料科技知識之內涵，進而了解科技文化之起源、發展及對人類文化之衝擊，提供工業科技試探機會。是工藝教育的目標。
 - (四) 工業技術的進步，多繫於材料科技方面的突破，加強材料科技教育，可以使學生瞭解工業科技知識，激發研究精神並提供工業科技試探機會。
- 由上述得知，透過工藝課程實施工業材料課程教育是普及基礎材料科技教育的最佳途徑。因此，工藝教育在未來材料科技教育中將擔任重要角色。

陸、工業材料與能源動力課程教材大綱

根據民國七十二年我國教育部新頒訂高級中學工藝課程標準，工業材料與能源動力課程的理論（知識）部分為：

一、工業材料課程部分。（註七）

- (一) 常用工業材料。
- (二) 金屬材料的通性。
- (三) 非金屬材料的通性。
- (四) 木材：
- 1. 木材的特性與種類。
- 2. 木材的製材與估計。
- 3. 木材的乾燥。
- 4. 木材五金配件之種類與用途。

(六)塑膠材料：

1. 塑膠之種類、性質與用途。
2. 塑膠成型法簡介。
3. 塑膠輔助材料（塑鋼簡介）。

(七)塗裝材料：

1. 塗裝材料之種類與用途。
2. 透明塗料。
3. 不透明塗料。
4. 特殊塗料。

(八)陶瓷與玻璃：

1. 陶瓷的原料、性質與用途。
2. 玻璃的種類與用途。
3. 耐火材料。
4. 研磨材料。

(九)鐵金屬：

1. 鐵金屬的種類、性質與用途
2. 鐵金屬的煉製。
3. 合金鋼的種類、特性與用途。

(十)非鐵金屬：

1. 銅與銅合金之特性與用途。
2. 鋁與鋁合金之特性與用途。
3. 其他常用之非鐵金屬。
4. 稀有金屬之工業用途。

(十一)加強金屬強度的方法。

(十二)電子、電工材料之種類與特性。

(十三)電子、電工材料之製造方法簡介。

(十四)電子材料之發展趨勢。

(十五)工業超領域材料。

(十六)新用途材料。

1. 光學纖維。
2. 非晶質金屬。
3. 液晶。

二、能源動力課程部分。（註八）

(一)能源的意義。

(二)能源對人類生活及工業文明的重要性。

(三)位能與動能的意義及其相互間之轉換。

(四)能源的各種型態及其原理與實例介紹（包括熱能、機械能、核能、光能、化學能、電與磁）。

(五)各種型態之能源間的轉換。

(六)各種燃料的開發與運用（包括石油與天然氣、煤、沼氣等）。

(七)發電與電動原理及電力供應系統。

(八)能源污染與防治。

(九)動力的意義。

(十)能源與動力之轉換。

(十一)機械動力之原理、運作系統及實例介紹。

(十二)流體（氣體與液體）動力之原理、運作系統與實例介紹。

(十三)電力的運作系統與控制。

(十四)能源的未來展望。

(十五)能源危機與台灣地區能源政策。

(十六)日常生活節約能源實務（包括用電、用油等）。

(十七)家庭電器之簡易原理與檢修保養。

(十八)機車、汽車之簡易保養檢修。

(十九)與能源有關之行業介紹。

以上高級中學工藝課程「工業材料」與「能源」部分涵蓋面很廣，課程教材大綱為實施教學的指導方針，但是教師們實際實施教學時或做教學準備時，只有這些綱要是不夠的，吾人做教學準備與教學研究時應該把上述綱要有關的知識內涵，給予明確與具體地探討分析，才能充實教學內容。

柒、能源教育與工業材料科技課程應有之內涵

一、能源教育之內涵

實施能源教育目的在透過教學活動，使學生認識能源問題，培養對能源研究發展的興趣，學得有效利用能源及節約能源的方法以養成在日常生活上節約能源的習慣。筆者認為高級中學實施能源教育，其內容應包括：能源簡介，能源問題，能源開發，能源管理，能源節約，能源污染防治，廢熱回收及能源對社會的影響八大部分，其具體內涵分別為：

(一)能源簡介：

1. 能源定義。
2. 能源的種類及特性。
3. 何謂再生能源與非再生能源？
4. 何謂替代能源及能源效率？
5. 石油。
6. 天然氣。
7. 核能。
8. 煤。
9. 地熱。
10. 生質能與太陽能。
11. 風能與海洋能。

(二)能源問題：

1. 能源的演進。
2. 世界能源情勢與各國能源政策。
3. 台灣地區能源供需現況及遠景預估。
4. 我國能源問題與政策措施。
5. 能源與人類生活之關係。
6. 能源與工業、經濟之關係。
7. 與能源有關的行業介紹。

(三)能源管理：

1. 台灣地區能源情勢。
2. 我國現行能源政策。
3. 工廠能源管理制度。
4. 能源查核現況。
5. 我國節約能源措施的能源管理辦法。

(四)能源開發：

1. 台灣地區石油與天然氣之探勘與開發。
2. 台灣地區水力與地熱之開發現況。
3. 台灣地區煤礦之蘊藏與開採。
4. 鈾礦之開採及核能之運用。
5. 新能源之開發現況。

(五)能源節約：

1. 個人節約能源的觀念與作法。
2. 日常生活節約能源應注意事項。
3. 建築物節約能源的方法。
4. 運輸部門節約能源的方法。
5. 家電用品之耗電及效率情形。
6. 家庭用電能源管理系統。
7. 工廠節約用電、用油及用氣的有關系統與方法。
8. 照明設備的省電方法。

(六)能源污染之防治

1. 能源運用之安全問題及注意事項。
2. 核能發電及廢料處理之安全問題。
3. 各型能源動力裝置對生態環境之影響。
4. 焚化爐的二次污染問題。
5. 鍋爐煙囪的集塵防蝕及電磁污染。

(七)廢熱回收

1. 廢熱回收的方法與利用。
2. 煙囪排氣的回收。

3. 冷却水的回收。

4. 热交換器的種類及作用。

(八)能源對社會的影響：

1. 能源與人類文明的關係。
2. 能源對工業、經濟之影響。
3. 能源的開發與生態景觀保護。
4. 能源的未來展望。

因限於篇幅，未能對每一項問題做詳盡之敘述。惟綜合這些問題的內涵，已對能源課程之理論教學內容組成一完整有系統的描述。可供設計教學活動或教學研究之參考。

二、工業材料科技教育的內涵

工業材料科技課程教學的目的，希望使學生對工業材料之諸性質、製造方法、處理方法及用途等有明確瞭解，以期具有認識材料及選用材料的能力，將工業材料應用在最適當的地方，避免材料的浪費及損失。欲達成上述目的筆者認為教學內容要具體，材料的各種機械性質要詳細介紹，新用途材料及尖端科技新材料之供應與應用問題均應給予學生瞭解，材料的腐蝕與防腐問題應深入認識，才能培養學生自發之研究精神。使對未來迅速變革的工業結構中，能隨時獲得新知，而適應未來的科技工業。因此，依據筆者擔任工業材料課程教學十多年的經驗，工業材料課程內涵應包括下列諸項目：

(一)工業材料簡介。

1. 金屬材料簡介。
2. 高分子材料簡介。
3. 陶質材料簡介。
4. 複合材料簡介。

(二)金屬材料的特性介紹。

(三)非金屬材料的特性。

(四)材料之機械性質：

1. 強度：抗拉強度，抗壓強度，抗彎曲強度，抗剪強度及降伏強度等。
2. 硬度：包括洛氏、維氏、勃氏及蕭氏四種硬度。
3. 延性、韌性及脆性。
4. 彈性：彈性限、比例限及彈性係數。
5. 潛變 (Creep)。
6. 度勞：包括覆變應力 (Repeated stress) 與疲勞限 (Fatigul limit)。

(五)材料試驗：

1. 材料試驗的目的。
2. 抗拉、抗壓及剪力強度試驗。
3. 硬度試驗。
4. 衝擊試驗。
5. 疲勞試驗。
6. 潛變試驗。
7. 金相分析實驗。
8. 非破壞性超音波探傷試驗。

(六)木材：

1. 木材的種類及其特性。
2. 木材的製材與估計。
3. 木材的乾燥及選用。
4. 木材五金配件之種類與用途。
5. 合板材料之特性與選用。

- (七) 塑膠材料：
1. 塑膠之種類。
 2. 塑膠材料之性質與用途。
 3. 塑膠成型法介紹。
 4. 耐龍介紹。
 5. 合成纖維介紹。
 6. 合成橡膠介紹。
 7. 塑鋼材料介紹。

- (八) 塗裝材料：
1. 塗裝材料之種類與用途。
 2. 有機塗料：油漆、假漆、光漆、水性漆、噴漆及蟲膠等之簡介。
 3. 透明塗料介紹。
 4. 不透明塗料介紹。
 5. 特殊塗料介紹。

- (九) 陶瓷材料：
1. 陶瓷之原料、性質與用途介紹。
 2. 石灰與水泥之介紹。
 3. 磚與耐火材料介紹。
 4. 陶質纖維簡介。

- (十) 金屬材料：
1. 生鐵之性質及用途簡介。
 2. 熟鐵之性質及用途簡介。
 3. 鑄鐵之種類、性質及用途介紹。
 4. 合金鋼的種類。
 5. 各類合金鋼之性質與用途。
 6. 特殊用途合金鋼介紹。
 7. 鋁與鋁合金之特性及用途介紹。
 8. 銅與銅合金之特性及用途介紹。
 9. 其他常用非鐵金屬介紹。
 10. 稀有金屬：矽、鉱、鈣、鉀、鋁、鎵、銻、錳等金屬之介紹。
 11. 貴金屬：金、銀、白金及水銀之簡介。

- (十一) 加強金屬強度之方法：
1. 热處理的意義。
 2. 热處理的方法簡介。
 3. 鋼的表面硬化性：

- (1) 低碳鋼使用：氮化法 (Nitriding)、滲碳法 (Carburization) 及滲碳氮化法 (Carbonitriding)。
- (2) 中高碳鋼使用：火焰硬化法 (Flame hardening) 感應電熱硬化法 (Induction hardening) 及電解淬火法 (Electrolytic hardening)。

(一) 電工材料概論：

1. 電工材料之分類。
2. 電工材料之特性。
3. 電工材料之製造方法簡介。

(二) 電工材料試驗法：

1. 電導材料試驗。
2. 介電材料試驗。
3. 磁性材料試驗。

(三) 電子材料：

1. 電阻材料之分類與用途簡介。
2. 半導體介紹。
3. 電介材料介紹。
4. 磁性材料介紹。

(四) 超領域材料：

1. 超領域材料之定義、種類及用途。
2. 人工鑽石介紹。
3. 氮化硼介紹。
4. 工業鉑介紹。

(五) 新用途材料：

1. 光學纖維之特性、種類及應用簡介。
2. 非晶質金屬之特性、種類及用途介紹。
3. 液晶材料之特性、及用途介紹。
4. 電漿 (Plasma) 之製法、特性及應用介紹。

因為篇幅所限，未能將每一項再做詳盡說明，教學時可以依據上述所提出內涵，參考有關工業材料書籍可編製出良好的教材，來實施教學。

捌、結論與建議 結論

一、能源教育部分

能源問題不僅是嚴重影響經濟、社會與文化的發展，亦對人們的日常生活構成莫大的衝擊，解決能源問題必須依賴政府的正確政策與措施來引導。檢討近年來我國政府所採取的能源政策與措施，在實施能源教育方面屬最弱的一環。而能源教育的推動是確保能源政策與措施有效執行的根本，因為使社會大眾認識能源與重視能源問題，才能使各種改善能源的措施順利達成。透過工藝課程實施能源教育為推動能源教育的最佳途徑。在中學推動能源教育，其目標為透過教學活動，使青年學生認識能源問題，並學得有效使用能源方法及節約能源的技術。以養成在工作與日常生活上節約能源習慣，及培養對能源研究發展的興趣，達成工藝

教育的目標。

本文依據最新中學工藝課程標準能源工業部分做深入探討分析，分別列出未來能源教育應有完整的教學內容，因篇幅限制，未能進一步對每一項目做詳細敘述，但是已經將未來能源教育應有的內涵清楚地分別條列出，此一有系統的教學內涵，可提供給擔任課程的教師做為教學準備、教學活動及教學研究上的參考，期能發揮能源教育的最大功能，達成工藝教育的目標。

二、工業材料課程教學部分

目前材料科技之發展，已為我國工業昇級及持續經濟發展之要件，加速科技發展，促進工業昇級，是全國一致公認，當前國家建設的急務。加強材料科學教育，培植各類技術人才，為發展科技教育之重心。使學生充分了解現代工業科技的結構及工業材料的應用與發展內涵，進而了解科技文化之起源，發展及對人類文化之衝擊，使將來能適應未來超工業時代的生活，是高中工藝教育的目標。

本文依據筆者擔任工業材料課程教學與研究工作十多年的經驗，將高中工藝課程工業材料部分應該教學的內容分別列出其內涵，材料科技課程內容涵蓋層面很廣，因篇幅所限，本文未能將細部內容詳細說明，本文第七章第二節已將未來工業材料課程應有的內涵分別列出來，綜合這些內容的要句 (Key Words)，可說對「工業材料課程」之理論教學內容做成完整的敘說，此一有系統的內涵，可供教師做為教學準備與教學研究的參考，以提高教學效果。

建 議

根據本文對能源與材料科技課程教育探討分析的結果，筆者提出下列建議事項，作為改進工藝教學的參考。

(一) 實施協同教學：

新修訂高中工藝課程內容幾乎包括現代所有工業科技內容，一位教師要專精所有行業，似乎不太可能。因此，擔任課程的教師們可以依據自己的專長，實施協同教學，共同發揮個人專長，達成最佳教學效果。

(二) 與日常生活有關的知能應加強教學。

能源工業與材料科技課程項目很多，內容極為廣泛，教師教學時可以選擇與日常生活最有關的知能部分，加強教學，而一般性的項目簡要介紹即可。例如：節約能源部分對家電用品、照明用具及省電裝置等應做詳細介紹並嚴格要求學好。工業材料則對日常生活有關材料的選擇問題，鐵窗鐵門的腐蝕問題及如何防止生鏽的方法等均應該加強教學。

(三) 教師應再進修

工藝教師不僅要具備教育的專業知識和技能，同時還要具有工業技術和知能。新修訂高中工藝課程內容幾乎包括所有現代工業科技內容。因此，擔任課程的教師應多利用機會參加進修，以吸收新知。才能勝任新課程教學的重任。

附 註

- 註一：羅大涵，“配合國家經建發展需要的工藝教育”，中學教育月刊，第十三卷，第十二期。
- 註二：高級中學工藝課程標準，教育部公佈，民國七十二年七月。
- 註三：許松山，改進我國工職及五專機械科「工業材料」科技課程教學方法之研究，中華民國工業教育研究基金會出版，民國七十四年八月。
- 註四：同註三。P.P. 1～2。
- 註五：蘇英源，工藝教育與能源教育，中學工藝教育，第十六卷第五期。P.P. 16～24。
- 註六：同註三。P.P. 1～4。
- 註七：高級中學課程標準，教育部公佈，正中書局印行，民國七十二年七月。P.P. 380～384。
- 註八：同註七。P.P. 384～386。

參 考 書 籍

1. 許智偉主編，美國生計教育，幼獅文化事業公司，民國七十一年三月。
2. 自由中國之工業，第五十八卷第一期，民國七十一年八月，P.P. 45～59。
3. 中華民國台灣地區能源簡介，經濟部能源委員會，民國七十一年三月。P.P. 2～17。
4. 能源政策與節約能源，行政院經建會經濟研究處編印，民國七十年五月。
5. 工廠能源節約實務，丁德揚編著，民國七十二年六月再版。
6. 紀經峰，工業職業教育技術教材與教法改進之研究，教育學院工教系，民國七十年十二月。
7. 洪敏雄，材料工業及研究發展，材料科技，逢甲大學材料科學系學會出版，民國七十一年八月。
8. 劉國雄，材料科學與工程開發研究之動向，清大材料工程學會，第七期。
9. 賀俊、唐元乘合著，金屬材料，復興書局印行，民國六十三年十二月初版。
10. 呂璞石、黃振賢合著：金屬材料，文京圖書公司出版，民國六十八年九月。