

# 製造科技課程活動 製作紙飛機及發射器

李怡慧

臺灣師大工業科技教育系碩士生

## 壹、 前言

製造是藉科技、人力和資源，將原料改變形狀，製造出產品的過程，它包含了產品的設計、製作及銷售服務如果企業能充分運用製造系統來從事生產，必能獲得利潤。日常生活中，食、衣、住、行、育、樂的一切用品，都是製造科技的產品，範圍非常的廣泛，它能滿足人類各方面的需求 (胡瑞原，2004)。

在生活科技的課程中，關於製造科技的活動相當的多，但大部分著重於讓學生做出一樣某項產品，缺乏刺激學生發展科技創造力的機會，並且活動有時可能面臨設備、工具不足的問題。因此本活動以兒時常玩的遊戲引起學生學習動機，引導學生將科技創造力概念落實於動手製作的活動中，進而對製造的世界有更深入的認識。

## 貳、 何謂「創造力」及「科技創造力」

### 一、 創造力

#### (一) 創造力的定義

張玉成 (民 72，引自毛連塏等，民 89) 提出創造思考的過程始於問題的覺知，繼以心智活動的探索，方案的提出，而終於問題的解決和驗證。在思考過程中須保求新求變，冒險探究的精神，並表現出敏覺、流暢、變通、獨特，和精進的特質。而 Gardner (1983) 認為創造力 (他稱為智力) 可包括語言的、邏輯數學的、音樂的、空間視覺的、體視覺的和社會或個人的六大領域。所以創造力是由支持性的環境、創造傾向的人格特質，發展出一種創新能力，藉著創造思考過程，去解決問題或是滿足需要，再以溝通的方式告訴他人。

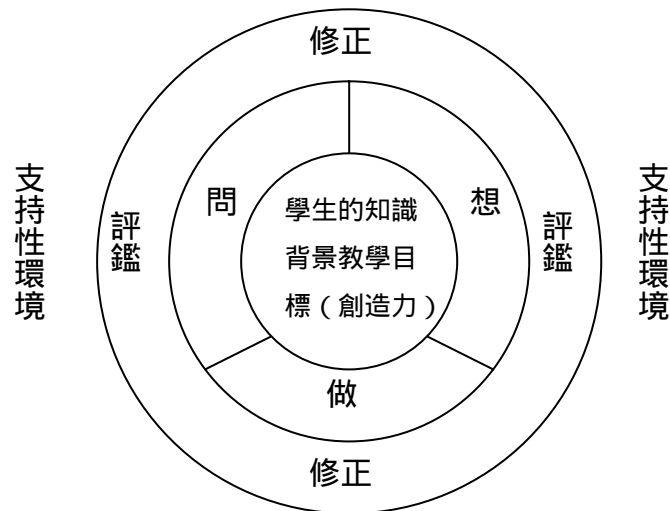
#### (二) 創造力發展目標和模式

創造力教學的目標，在於開發學生創造力 (Wright & Fesler,

1990；毛連塹，1989），而 Davis 也於 1986 年提出創造力教學或訓練主要在達成下列幾項目標：

1. 讓學生成為具有創造意識及創造態度的人
2. 讓學生更了解創造力的主題
3. 讓學生致力於創造力的活動
4. 讓學生應用創造性問題的解決歷程
5. 強化學生創造性的人格特質
6. 協助學生學習創造思考的技巧
7. 經由練習增強學生的創造思考能力

此外，陳龍安(1989)也綜合了各種模式和特點建立了「問想做評」創造思考教學模式，此模式是在教師的一種支持性環境下，運用啟發創造思考的「問 (Asking) 想 (Thinking) 做 (Doing) 評 (Evaluation)」四組教學策略，以增進學生創造力的一種模式。如下圖。



因此，一個好的創造力思考的教學模式，應具備明確的目標，在支持性的環境與研究資料支持下，藉由問、想、做等手段，達成教師對學生的基本期望與要求，再不斷地隨著學生的反應做修正，最後再進行評鑑，若評鑑結果未達成目標，則再進行重覆修正。

## 二、科技創造力

- (一) 科技創造力是以想出別人所想不到的科技方法或創造出新奇的事物或產品，或應用他人的點子產生更為新穎的點子。
- (二) 科技創造的歷程是從模仿到創新以及假設與驗證至歸納成理論，具

備科技創造的人才則是必須包含個人專業素養、活化的思考力及實作的貫徹力等。

(三) 科技創造力的評估是強調產品創新或技術創新(含生產程序的改良或產銷管理的改善等)之能力，而其能力高低可從創造產出或個人相關能力來分析得之。(陳仙舟、黃俊宏，無日期)

科技創造力與創造力的不同之處在於科技創造力兼重「概念的形成」和「實作能力」，培養學生的科技創造力意味著，學生能夠運用科技領域相關的知識與技能，透過創造思考方法引導得出多種概念與構想，並且加以執行以製作出實際成品的能力(朱益賢，2006)。

綜合上述，欲培養學生科技創造力，應給予學生一個可供動腦、動手做的環境，藉由問、想、做等手段，達成教師期望學生能運用科技領域相關知能，再不斷地隨著學生的反應做修正，最後再進行評鑑，若評鑑結果未達成目標，則再進行重覆修正，最後執行以製作出實際成品。

### 參、 實施製作紙飛機與發射器之課程

#### 一、 教學對象

高中一、二年級(一年級為普通班，二年級為體育班)。

#### 二、 活動目標

- (一) 使學生能瞭解影響紙飛機飛行的概念。
- (二) 使學生能了解產品設計的原理與步驟。
- (三) 培養學生創造思考與解決問題的能力。
- (四) 使學生能互相溝通協調與表達意見。
- (五) 培養學生團隊合作的精神。

#### 三、 教學時數

四週，計四節，每節五十分鐘。

#### 四、 設備與材料

##### (一) 教師自製

紙飛機數架、發射器乙個。

##### (二) 教師提供材料

每組 70 磅 A4 紙張 2 張。

## (三) 學生自備材料

學生可依各組需求，準備適合之材料。

## 五、教學實施流程

## (一) 第一週活動流程

時間分配	教學內容	備註
5分鐘	1. 教師示範以自備紙飛機及發射器發射紙飛機，並說明學生自行摺紙飛機且利用教師製發射器『競遠』，及初步引導思考紙飛機與發射器影響飛行的原因	1. 發射器為教師自製，可調整發射角度與發射彈力
10分鐘	1. 將全班每二人分一組，各組摺乙隻紙飛機	1. 紙限定以教師提供之70磅A4紙，並不得切割、黏合 相關再加工
15分鐘	1. 實際使用教師自製發射器發射紙飛機	
7分鐘	1. 頒獎與引導思考紙飛機與發射器影響飛行的原因	
13分鐘	1. 將全班每四人分一組 2. 三週後要以各組自製紙飛機與各組自製發射器競遠 3. 分組討論	1. 紙飛機所使用的紙張限定以教師提供之70磅A4紙，並不得切割、黏合 相關再加工 2. 發射器使用材料不限，唯其不得使用半成品或影響安全的材料 3. 學生課後收集相關資料

## (二) 第二週活動流程

時間分配	教學內容	備註說明
5分鐘	1. 再次引導思考紙飛機與發射器影響飛行遠近的原因	
45分鐘	1. 分組討論 2. 製作紙飛機與繪製發射器設計圖 3. 製作發射器	1. 學生課後收集相關資料。

## (三) 第三週活動流程

時間分配	教學內容	備註說明
50分鐘	1. 再次引導思考紙飛機與發射器影響飛行遠近的原因 2. 製作發射器	1. 學生課後收集相關資料。

## (四) 第四週活動流程

時間分配	教學內容	備註說明
40分鐘	1. 實際測量以發射器發射紙飛機的飛行距離 2. 各組評鑑	1. 實際測量以發射器發射紙飛機的飛行距離
10分鐘	1. 教師就各組優缺點進行說明,並引導思考如何改進。	

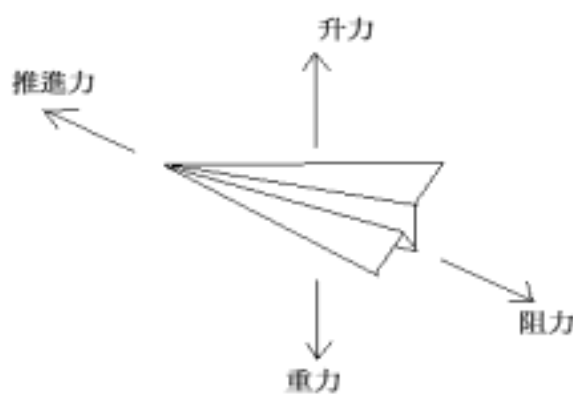
## 六、評鑑要點

評鑑項目	評鑑內容	備註
作品實用度(70%)	1. 紙飛機的飛行距離 2. 紙飛機結構精密度 3. 發射器結構精密度	
創意及造型(20%)	1. 紙飛機造型獨創性 2. 發射器造型獨創性 3. 發射器使用材料獨創性 4. 發射器使用方便性	
其他(10%)	1. 團隊合作 2. 設計圖完整性	

## 肆、影響紙飛機飛行的因素

## 一、紙飛機飛行基本原理

依照紙飛機飛行過程的受力狀況分析,影響紙飛機的力量主要有升力、阻力、推進力、重力(如圖一)。(引自楊志傑、吳奕麟、王智瓴、蘇雅卉整理,2005)



圖一、紙飛機飛行過程受力狀況

## (一) 影響升力與阻力因素：

## 1. 白努力原理 (Bernoulli's Principle) : (褚德三, 2004b)

一個物體在不可壓縮、無黏滯性的流體中，會遵守一個規律：

$$P + \rho g h + \frac{\rho v^2}{2} = \text{定值}$$

(P：流體靜壓力， $\rho$ ：流體密度，g：重力加速度，h：高度，v：流體速率， $\frac{\rho v^2}{2}$ ：流體動態壓力。)

假設空氣符合上面的條件，當飛機飛行時，使機體上下的流體動態壓力不同產生壓力差，若向上壓力較大飛機就向上爬升。產生一個向上的壓力差公式為  $P = \frac{\rho}{2} (v_{\text{上}}^2 - v_{\text{下}}^2)$  (  $v_{\text{上}}$ ：上面氣體對機翼的相對速率、 $v_{\text{下}}$ ：下面氣體對機翼的相對速率 )。



圖二、飛機飛行時機翼剖面圖。

## 2. 重心的影響：(卓志賢, 2004)

除了一些形狀比較怪異的紙飛機之外，一般的紙飛機的重心位置都分布在前面大約三分之一的地方。

## 3. 機翼面積的影響：

機翼面積增大，空氣給機翼的反作用力會變大，升力及阻力皆會變大。

(二) 影響推進力的因素：

1. 發射器提供的推進力

發射器提供紙飛機推進能量可能為化學能轉動能、位能轉動能，其產生能量的方式可能為燃燒(如鞭炮)、壓力差(如水火箭)、彈力(如橡皮筋、繩子)。

2. 發射器推進力被飛機抵消的程度

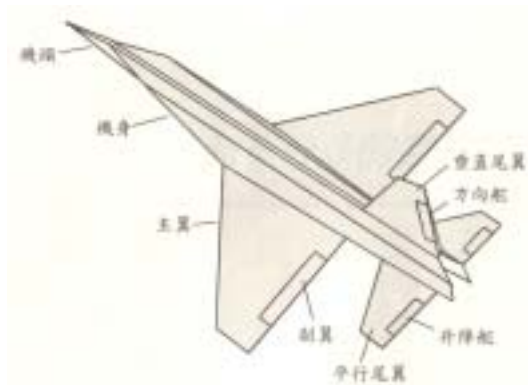
紙飛機與發射裝置的結構：單層 70 磅 A4 紙張厚度不足，容易變形，若使用彈力做為推進力，會造成部分彈力被紙張抵消，並造成機體結構的破壞。彈力愈大，愈易破壞機體結構，影響飛行；但彈力愈小，推進力亦愈小，因此考驗學生如何在這兩者中取得一個平衡。

(三) 影響重力的因素：

本活動因一架紙飛機只能使用一張 70 磅 A4 紙張，只能以摺紙的方式造型，不可切割、黏合 相關再加工，因此重力因素不列入考慮。

二、紙飛機基本外形結構 (整理自卓志賢，2004)

紙飛機的基本外形結構有機頭、機身、主翼、副翼、平行尾翼、垂直尾翼、升降舵、方向舵等。



圖三、紙飛機基本外形結構圖。

(一) 機頭：主要影響重心的配重。

(二) 機身：是實際飛機的簡化形狀，不完全立體，主要在方便「擲射」。

- (三) 主翼：最大承載飛機重量產生升力的地方，是最重的部位之一。
- (四) 副翼：因紙飛機本身無動力，會形成太多阻力，較少製作。
- (五) 平行尾翼、升降舵：幾乎是紙飛機「升降」調整、修正的靈魂，是  
用到最多的結構。
- (六) 垂直尾翼：穩定直線方向的功能
- (七) 方向舵：修正方向，但若單一使用「升降舵」做調整，則不用「方  
向舵」，以減少阻力的發生。

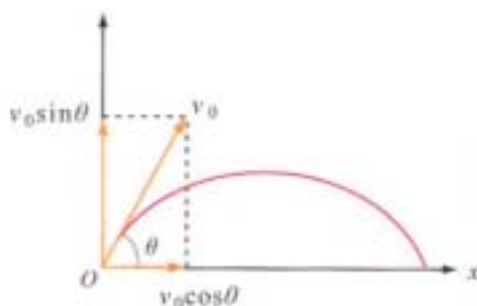
### 三、發射器投射角度與紙飛機飛行距離(褚德三，2004a)

將飛機與發射器置於座標軸的原點，其推進速度( $v_0$ )可分為水平分  
速( $v_0 \sin \theta$ )與垂直分速( $v_0 \cos \theta$ )，如圖四。可推導飛行距離為

$$R = \frac{v_0 \sin 2\theta}{g}$$

，當  $\sin 2\theta$  最大時，即可得最大射程。因  $\sin 2\theta$  的最大值為 1，

因此  $2\theta = \frac{\pi}{2}$ ，即  $\theta = \frac{\pi}{4}$ ，亦即以 45 度的射出角拋射出的紙飛機，能飛行  
最遠。



圖四、發射器投擲飛機原理示意圖。

## 伍、本活動之分析與面臨問題探討

### 一、學生學習狀況分析

#### (一) 學生摺紙飛機，以教師自製發射器發射

本階段一至兩人一組，共四個班，計六十六組。

第一週上課時，教師一開始上課，拿出紙飛機，說本活動只摺  
紙飛機、比誰射得遠時，幾乎全部的學生都是呈現很失望的狀態；  
但是要求須以教師自製的發射器發射，且射得最遠加總平均一分



時，每班約有四分之三的學生覺得很興奮，熱烈地和組員討論該怎麼摺才能飛得最遠。因為只限一次發射機會，大部分學生會思考該如何摺到最完美，並以手擲試射多次之後，才會拿至發射器發射。

發射器放置在講桌上，是可自行調整角度與發射彈力，根據教師觀察，約有二分之一的學生會考量發射器與天花板的距離，選擇以仰角 30 度發射，約有三分之一選擇仰角 45 度，其他的選擇 15 度、60 度；幾乎全部學生皆選擇橡皮筋拉力最大，只有一組會考慮飛機結構強度，而選擇次大的。另外，一個班有三分之一至三分之二的組別覺得這個活動很好玩，告訴教師：「老師這個發射器是你自己做的，好厲害喔！」，甚至還有學生說：「這麼好玩，我回家也要自己做一個來玩！」

## （二）學生摺紙飛機，以學生自製發射器發射

本階段三至五人一組，共四個班，計三十三組。

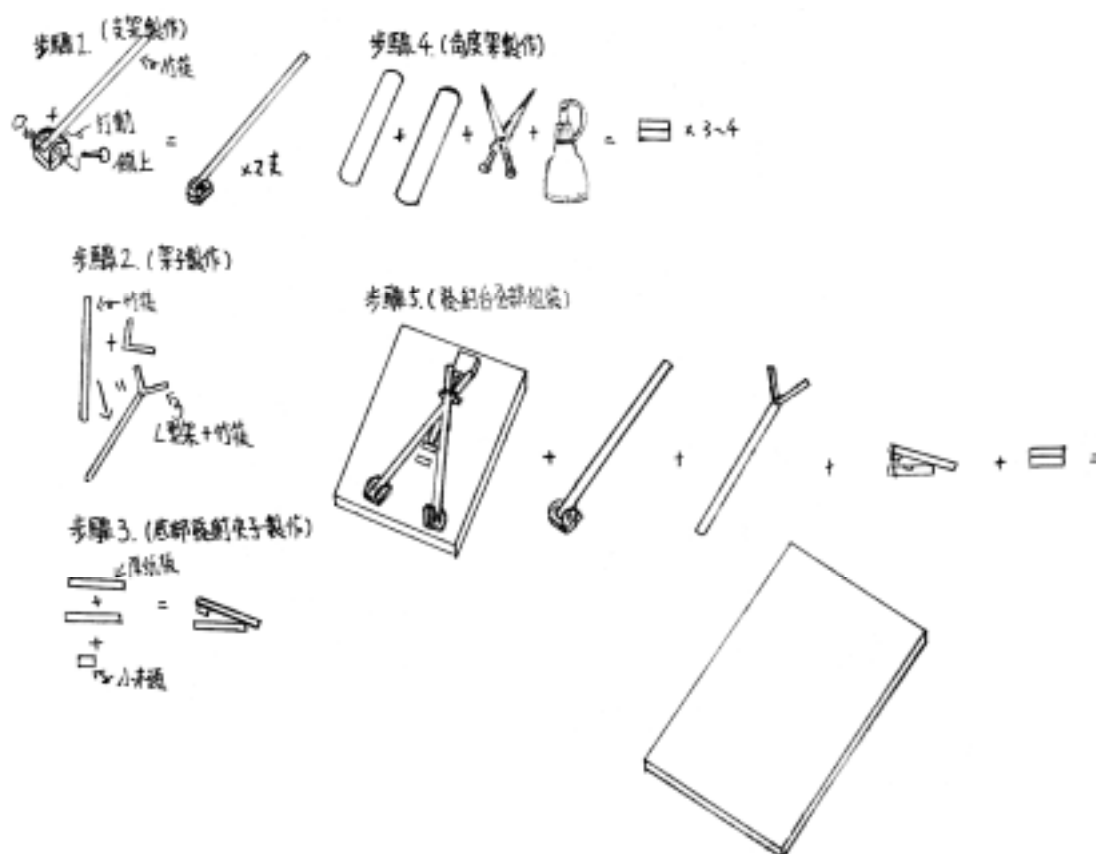
之後二週，學生四人一組，除了摺紙飛機外，再加上自行設計發射器。高一各班約有四分之一很積極的討論、二分之一邊玩邊做，其餘的可能是忘記帶材料，或是做其他科的作業。但高二的體育班非常出人意表，平時上課時，因體能訓練太過辛苦，上課總昏昏欲睡，但本活動進行時，一組中至少有一、二位非常認真，有的是將設計圖繪製十分精細 企圖心很強，有的是對摺紙十分投入(上課摺的雖不是紙飛機，但其摺的作品非常精緻)，有的對於造型花許多心思。

實際發射時，經二次發射，取最佳成績，約有五分之一的組別發射達十公尺以上，五分之三成績在四至七公尺之間，約一、兩組成績未達一公尺。

## 二、學生作品分析

### （一）設計圖

大部分的學生設計圖只是勾勒出大輪廓，但高二體育班有一位學生將所有流程與材料均繪製的十分精細(見圖五)。



圖五、學生發射器設計圖

## (二) 飛機功能性、創意及造型

因為第一階段，學生瞭解紙飛機欲飛得遠，造型、重心有一定的限制，是故這部分學生無太大的變化，多摺成頭窄尾寬、重心約為由尾部至機頭的三分之一處；然而學生多數注意到發射器會破壞機體結構，但因若尾部再摺一層，會使重心偏移，故他們採取兩個方案：

1. A4 紙先對摺，再開始摺飛機，使飛機結構較穩固
2. 不管其破壞性，摺數架紙飛機，測完一次就直接換一架。

## (三) 發射器功能性、創意及造型

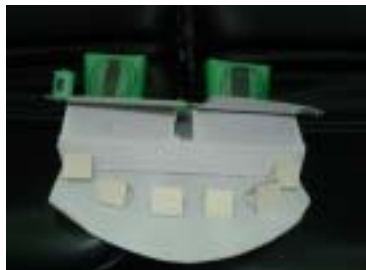
學生的作品非常天馬行空，由於教師事先說明，若與教師自製發射器雷同，則創意部分分數極低，因此多數學生至少於造型上(如圖)會有所不同，甚至更為簡化(見圖六、圖七、圖八、圖九)。



圖六、鯉魚造型圖



圖七、鯉魚造型側拍圖



圖八、鯉魚造型正拍圖



圖九、固定角度發射器

有一部分是以教師的發射器為基礎，再延伸自己的想法，下圖發射器是可活動式的，見圖十、圖十一、圖十二。



圖十、角度活動發射器側拍



圖十一、角度活動發射器側拍



圖十二、角度活動發射器正拍

另外有二、三組，以「彈弓」、「竹筷子槍」或「弓箭」的方式，製成發射器，將飛機當成「石頭」或「箭」發射出去。所使用的材料有筷子、雨傘傘骨，見下圖十三。



圖十三、彈弓型發射器

### 三、本活動實施所面臨的問題及檢討

#### (一) 活動時間太短、各組人員太多

由於教師在此活動外，尚規畫其他進度，使得該活動必須在四週以內完成；因擔心時數不足，故分配各組人員較多，導致部分組別未能分工合作，反而工作是落在少數學生身上。此外，因生活科技課是每週一節，有時學生討論定案後，來不及製作隨即下課，影響學生思考製作。

#### (二) 發射器放置高度不固定

第一週時，教師自製發射器是固定放置在講桌上；學生使用自製發射器時發射紙飛機，於空曠的走廊測試，因此無課桌以茲放置發射器，使得影響飛行遠近的變因多了發射器放置的高度，而非單純紙飛機與發射器的製造良劣問題。

#### (三) 場地不佳

本活動原訂於本校生活科技教室進行，教室設備有小組工作桌，可讓學生能充分討論與製作，但因適逢本校課表變更，使得無法使用該教室，只能在普通教室上課時，每組將三至五張的學生桌併在一起權充小組工作桌，造成每次上課前後會使用部分時間排桌椅，桌面上常有其他學生的物品，不但桌面不夠大，討論、製作也不方便。

#### (四) 工具不足

本活動原先規畫製作發射器的主要材料為木板，使用的主要工具為手工鋸，但因機具、設備不足，因此請學生自行準備適合、易製作的材料與工具，材料部分有厚紙板、珍珠板、西卡紙、筷子、橡皮筋、木條、雨傘傘骨等，而工具部分有剪刀、白膠、保利龍膠、美工刀等。

### 陸、 結論與建議

經過實際教學實施，筆者針對教學成果的檢討與分析整理後，綜括以下幾項教學修正與建議：

- (一) 活動時間可增加至六至八小時、各組分配二至三人，應可使學生工作分配較為平均，不致於只有某些學生在操作。

- (二) 發射器放置高度，可於第一週宣布的作業即規定，使學生紙飛機的發射距離，單純只由紙飛機與發射器所影響。
- (三) 在動手製作作品時，有時在一般教室實施會有諸多限制，教師在實施此一教學活動時必須事先安排好教學地點及使用工具。
- (四) 學生在製作過程，常有許多出人意表的創意，教師適時從旁引導，使他們不致於空有良好的點子，而無法落實。

### 參考文獻

- 王智瓊、吳奕麟、楊志傑、蘇雅卉(2005)。誰在搞飛機?-影響紙飛機飛行因素的探討。2008年01月15日，取自 [http://science.boe.tcc.edu.tw/up45/234\\_紙飛機s.doc](http://science.boe.tcc.edu.tw/up45/234_紙飛機s.doc)
- 毛連塏、郭有遙、陳龍安、林幸台(民 89)。創造力研究。台北：心理。
- 朱益賢(2006)。從科技素養到科技創造力。生活科技教育月刊，39(8)，1-2。
- 卓志賢(2004)。紙飛機工廠。台北：聯經。
- 胡瑞原(2004)。製造科技課程 - 「玩具」的設計與製造。生活科技教育月刊，37(5)，1。
- 陳仙舟、黃俊宏（無日期）。科技創造力教育之初探。2008年01月15日，取自 [http://www.cdda.org.tw/able/electric\\_magazine/creative\\_edu.htm](http://www.cdda.org.tw/able/electric_magazine/creative_edu.htm)
- 陳龍安（1989）。「問想做評」創造思考教學模式的建立與驗證。國立台灣師範大學教育研究所博士論文。全國博碩士論文資訊網，078NTNU2331020。
- 褚德三(2004a)。物質科學物理篇(上)。台北：龍騰。
- 褚德三(2004b)。物質科學物理篇(下)。台北：龍騰。
- Davis, G. A. (1986). Creativity is forever. Iowa : Kendall/Hunt Publishing-Company.