

高中生活科技製造科技主題教學活動設計

一以獎盃之創新設計與製作為例

*郭金國 **黃進和

*國立台灣師範大學工業教育系副教授

**臺北市立南港高工教師

摘要

本教學活動為綜合高中生活科技「製造科技」單元活動，透過「動手做」(hands on)、團隊合作學習等活動學習工程與科技的概念，並在教學活動中融入創意設計的方法，激發與培育學生創新思考的能力。獎盃製作是以鋁合金為主要材料，配合鑄造、機械基礎加工等方法，讓學生的創意設計能實際的製作出來，在動手做的過程體驗製造科技產業生產出成品的實際情境。整個學習過程，因為能實際操作生產設備，並能親手做出成品，學生們反應非常熱烈，都表示很有成就感。本教學活動包含教學目標、教學活動設計、學習活動單、評量表等，提供高中生活科技教師之教學參考。

關鍵詞：創意設計教學活動、生活科技活動設計、製造科技

壹、前言

在各種競賽活動中，獎盃是不可缺少的物品。獎盃也因為使用的場合、對象、時間等不同，有不同的造型設計。競賽的承辦單位經常利用創意設計競賽的方式，甄選出優勝的作品做為該次活動競賽優勝者的獎盃。其次，獎盃的製作也需要考慮材質與製作方式。主要的材質包含木質、金屬、玻璃/琉璃、壓克力、…等，選用不同的材質會影響後續的製作加工方法。因此獎盃創意設計與製作的單元，主要將可以練習到創意設計、製造程序等知能。

本單元的學習活動包含有相關知識的學習，及實際操作練習二種。相關知識學習包含製造的程序、鑄造的方法、工場安全等；實際操作包含獎盃創意設計、保麗龍模型製作、鑄造、基本手工具加工、表面處理等。獎盃製作採用消失模鑄造方法，學生將獎盃設計完成後，將設計圖加工成保麗龍模型，再以鑄造方式澆鑄成金屬材料(鋁合金)獎盃。由於鑄造之製品還需要經過鑄後加工與處理，以去除不需要的部位，並使成品的表面更加美觀，因此本單元活動也可以學習到機械加工的程序。

綜合以上說明，本教學單元之目的，期望透過師生間的互動，以及學生間的合作學習，使學生瞭解創意設計的方法、機械製造的程序及工作安全的態度與習慣等。

貳、理論探討

本單元將分別簡述創意設計、鑄造程序及工作安全等相關知識與理論，提供教師教學與學生學習之參考與理論基礎。

一、創新設計的意涵與方法

在面對新世紀知識經濟與世界科技快速發展的挑戰，無論是個人、企業、乃至國家都必須體認到唯有提升創新設計的能力，競爭力才能夠有效提昇。然而創新不是憑空臆造、設計不是藝術創作，創新設計必須是建立在知識的傳播、轉化和應用的基礎上，這一切又深深紮根於系統設計方法的磐石上。也就是說，無論是知識創新還是技術創新，均肇源於紮實的設計能力訓練。因此要培育具有創新設計能力的工程或科技人才，除了有系統的傳授工程與科技專業知識以外，也必須適時地導入創新設計的觀念，提供創新思考的機會與環境，在學習階段養成創新思考的習慣。

創新設計包含流暢力、變通力、獨創力、精進力四項能力，學習的求知欲和好奇心，敏銳的觀察力和豐富的想像力，則是培育創新設計能力的要素，通常老師會採取交流討論方法，學生與老師彼此互相討論、共同思考解決方法、設計技巧、程式和構想等，在討論中學生和教師間的腦力激盪常可能激發出一些巧思，並在事前計畫、分工合作的情形下製作出有創意的作品。

(一) 創新的歷程

1. 準備期：收集有關問題的資料，結合舊經驗和新知識。
2. 醞釀期：百思不解，暫時擱置，但潛意識仍在思考解決問題的方法。
3. 豁朗期：突然頓悟，瞭解解決問題的關鍵所在。
4. 驗證期：將頓悟的觀念加以實施，以驗證其是否可行。

(二) 創新的步驟

1. 界定問題
2. 開放心胸以容納各種可能的解決方法
3. 確定最佳的解決方法
4. 付諸行動

(三) 問題解決的歷程

1. 確定問題
2. 界定問題
3. 建構問題解決策略
4. 組織問題的相關訊息
5. 資源的配置
6. 問題解決的檢視
7. 問題解決的評鑑

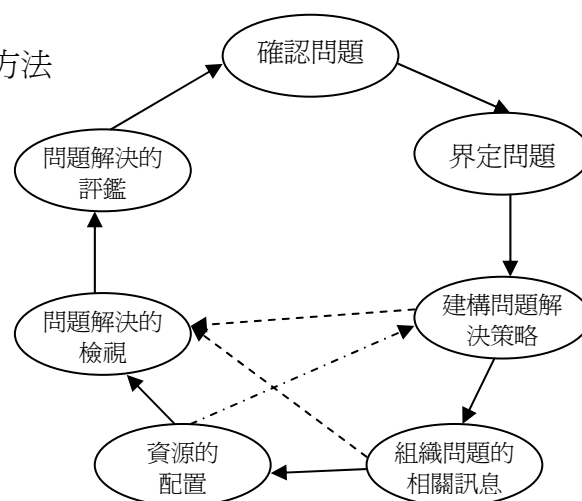


圖 1 問題解決循環模式
資料來源：陳繁興等，民 93

(四) 創新的原則

1. 善用「感官的語言」：創新的過程除了動手與動腦之外，可善用各種感官察覺週遭事物的變化，以激發各多的創意或靈感。
2. 質疑的態度（時時不忘問為什麼）：如果你毫不質疑的接受現狀，便沒有創新的理由。
3. 列名單：構想時，不用標籤，而考慮屬性，通常非常有助於創新。
4. 釋放你的潛意識：發想導出更多的發想。

- 5.打破組織的禁錮：突破傳統與組織文化的限制，創意發想將更為寬廣。
- 6.多讀書：多讀書、收集資料，可能獲得更多創意點子。
- 7.不要急著下判斷：如果時間允許不用馬上做判斷，可繼續觀察環境的發展與變化，說不定會有意想不到的結果。

二、鑄造的原理與程序

(一) 鑄造是傳統的製造技術，我國早在夏代(西元前 2183 年)以前就已開始有鑄造產品，國外鑄造發展史更可以往前推到西元前 3000 年(張晉昌，2002)。幾千年的發展，鑄造在製造業仍扮演重要的角色，近年來許多材料不斷研發成功，生產技術也突飛猛進，特殊鑄造、精密鑄造等，已大幅度提升鑄造的成品率、精密度與生產量，在有效控制產品品質下，鑄造工業已成為尖端科技的一部分。

(二) 鑄造業被稱作「機械工業之母」，許多機械的元件都是先經過鑄造完成基本的形狀，再進行部份機械加工，鑄造的成品包含工作母機、原動機、交通運輸工具等基座、箱匣、管件等零件，許多藝術品、飛機的渦輪葉片、高爾夫球頭等則是精密鑄造的成品，近年來高科技的電子通信零件，也有許多採用鑄造方法生產。

(三) 消失模鑄造又稱為全模法，主要以發泡聚苯乙烯(polystyrene,俗稱保麗龍)為模型材料。鑄造造模時，以鑄模材料(鑄砂)將保麗龍模型完全包覆，只留下澆鑄口及流道，再將高溫金屬澆注入鑄模內，由於金屬溶液的熱量使模型材料消失，金屬溶液則逐漸充填取代消失部分的模穴，形成鑄件。此種鑄造法因不需取出鑄模中的模型，可鑄造形狀較複雜的模型，鑄造技術要求不高。但此法澆鑄時因保麗龍氣化而產生戴奧辛等有毒氣體，燃燒不完全的保麗龍容易造成鑄疵，為其缺點。製作砂模若能注意透氣性，澆鑄時採用廢氣回收設備，則可減少戴奧辛廢氣與鑄疵產生。

(四) 工業發展的結果，固然使人們生活水準提高，相對的卻帶來各種工業災害，無論是工廠或是學校實習工場都必須重視工業安全。工業安全的目的，就是要維護工作者的安全與健康，避免意外事故的發生。各種意外災害的發生，輕者造成機器設備及工時的損失，重者造成人員傷殘或死亡，影響工業生產，造成家庭與社會問題，進而影響工業與經濟的發展。

(五) 對於常用的各類手工具及輕便電動工具，必須瞭解其正確使用方法，善加維護管理，並注意使用安全，才可以免除意外傷害的發生。手工具引起傷害的原因包含：選用不當的手工具、未依規定保養、使用前未依規定檢查、使用的方法不正確、未配戴適當的個人防護設備、工具儲放的位置不當。

(六) 鋁合金材料因重量輕、強度大，具有對大氣及水分的抗蝕性，與容易加工等特性，已成為重要的工業材料之一。純鋁的熔點為 660°C ，比重約 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ 在實際應用中通常會加入合金元素，成為合金，以改善鋁的性質。例如：銅能提高鋁的機械強度、鎂提高其耐蝕性、矽則可提高其鑄造性。

三、工作安全須知

(一) 鑄造作業安全(張晉昌，2002)

1. 一般安全守則

- (1) 實習前應確實檢查自己的服裝儀容及安全裝備。
- (2) 實習時應注意安全，不可有危害自己或他人之行爲。
- (3) 實習中不可喧嘩亂跑，以策安全。
- (4) 應隨時保持工作區及通道的整潔，以防他人跌倒。
- (5) 廢棄物應置放於固定場所，以保持良好的工作環境。
- (6) 實習時光線需充足，通風設備與功能應正常。
- (7) 消防器材應定期檢查或調換。
- (8) 急救箱應置放於明顯位置，且應定期檢查或補充藥品。
- (9) 工作中若有不安全之情況，應立即報告老師。
- (10) 不管多麼輕微的受傷，應立刻報告老師，並使用急救箱或到保健室處理，以免傷口惡化。

2. 造模時之安全規則

- (1) 不可在搬運車道、吊車下方工作或聊天，以免發生意外事件。
- (2) 造模手工具應整齊放置適當位置，避免插放在口袋內，以策安全。
- (3) 應按正確操作方法，使用適當手工具及機器。
- (4) 使用鋸刀及起模針時不可嬉戲，以防傷及他人。
- (5) 砂鐘應豎立在砂堆中，以免發生意外。
- (6) 工具使用完畢應歸還原處。

- (7)混砂機不可擅自啓動。
- (8)操作混砂機設備時，不可穿寬鬆衣服，以策安全。
- (9)混砂機應等轉動正常後才可填料，混砂過程中應避免衣服、手臂、砂桶等被滾軸捲入。
- (10)搬運砂模或物品時應注意正確姿勢，保持上身平直，以免腰背部受傷。
- (11)使用噴燈或瓦斯烘烤砂模時，不可正對人員或易燃物品點火，以免發生意外。
- (12)噴燈或瓦斯燈不用時應熄火，以策安全。

3. 熔化澆鑄時之安全守則

- (1)沒有專業人員指導，不可擅自啓動各種熔化爐。
- (2)操作熔化爐或使用機器設備時，不可爭先恐後。
- (3)沒有穿戴安全服飾，不得靠近正熔化中的熔爐。
- (4)加料時，應用火鉗夾料填加，切忌丟擲，以防噴濺及燙傷。
- (5)澆鑄時需穿著安全服飾，其他人員不可接近，以防碰撞。
- (6)抬取高溫金屬液時，不可跑步前進，以防濺潑傷人及燙傷，尤其靠近潮濕或有水的地方，更應小心。
- (7)澆桶應確實烘乾才可使用，以免金屬液噴濺傷人。
- (8)澆鑄時，不可向後倒退行進，以防跌倒而發生意外。

4. 清理鑄件時之安全規則

- (1)拆箱清砂，應用火鉗或鐵夾夾取仍為高溫的鑄件，以防燙傷。
- (2)去除鑄件澆冒口或毛邊時應戴手套，以免手掌被割傷。
- (3)所有工具應確實牢固，以免使用時脫落或折斷而發生意外。
- (4)敲除澆冒口或毛邊時，不可正對人員方向，以免傷及他人。
- (5)研磨鑄件時，應配戴安全眼鏡，以防火花傷及眼睛。
- (6)堆放鑄件或砂箱等物品應整齊，且不可堆太高，以防倒塌傷人。
- (7)堆積場所預留的走道應較為寬敞，以策安全。

(二) 手工具安全使用原則

- 1. 選擇適合工作需要的手工具。
- 2. 保持工具於良好的使用狀況。

- 3.選擇材質良好的手工具。
- 4.使用前確實檢查手工具。
- 5.以正確方法使用手工具。
- 6.手工具應有安全的場所置放。
- 7.工作前應配戴適當的防護設備。
- 8.選用標準工具或規定的手工具。

參、教學活動設計

一、教學時數：10 節

二、教學目標：本教學活動設計係採取小組合作學習方式，目的在養成團隊合作的習慣，培養同學分工合作的能力。預期能達成下列之具體目標：

- 1.瞭解小組合作的重要，養成小組合作學習的習慣。
- 2.培養合作學習與問題解決的能力。
- 3.熟悉創意設計的方法。
- 4.瞭解鑄造的流程與機械加工方法。
- 5.養成隨手蒐集資料的習慣。
- 6.培養安全的工作習慣與正確的學習態度。

三、所需工具設備與材料：

(一)工具設備

金屬電熔解爐	1 台
保麗龍切割器	1 台
美工刀	6 把
鑄造用手工具 (尖砂捶、平砂捶、鏝刀)	6 組
砂箱 20×20×12 cm	12 個
手弓鋸	6 把
銼刀	6 組
砂輪機	2 台
鑽床	1 台

拋光機	1 台
-----	-----

備註：學校設備若無金屬電熔解爐者，可以小型坩堝爐溶解低熔點合金替代，砂箱也可由教師製作木製砂箱取代，砂輪機、鑽床及拋光機則可改變鑄後加工程序，以手工加工替代機械加工。

(二)材料與教學媒體

黏土(多種顏色搭配)	6 包
保麗龍(200×200×200mm)	6 塊
保麗龍球、水滴、星形、心形	數包
保麗龍膠	數瓶
鋁合金(或錫、鉛等低熔點合金)	60 公斤
鑄砂	20 公斤/組
補土(含硬化劑)	1 罐
噴漆(銀、黃、紅、藍、綠色)	各 1 罐

四、教學活動程序：

時間	老師的活動	具體目標	學生的活動
第一節	發下教學活動單，說明本單元主題內容與學習目標。		1.聆聽老師說明，瞭解獎盃製作的內容與學習活動目標。
	介紹科技系統與製造的程序，說明本活動任務。	4	2.聆聽並回答老師問題，回想先前教學內容。
	介紹獎盃的設計範例(實體或圖片)與製造方式(學習活動單一)。	3	3.注意學習內容，記錄重點並和老師同學討論，完成學習活動單內容。
第二節	說明本單元的製作方法，並要求完成工作計畫(學習活動單一)。	4	4.注意學習內容，記錄重點並和老師同學討論，完成學習活動單內容。

	分組與指導學生討論設計構想(學習活動單一)。	1、2、3	5.分組與討論獎盃設計的構想，並繪製草圖 6.分工合作，積極參與討論，貢獻自己的構想。 7.隨時紀錄與修改小組討論的結果。
	重申本單元學習的目標，並要求學生利用課餘時間思考、小組討論獎盃設計的問題。	5	8.下課後仍繼續探索，以完成此主題作為課後作業。
第三節	說明鑄造基礎知識，示範鑄造的分法及安全注意事項(學習活動單二)。	4、6	9.專心聆聽老師講解，瞭解各項操作的步驟，遇有問題隨時向老師提問。
	說明工作計畫的意義及計畫方式		10.小組討論作業程序及計畫分工方式，儘可能清楚詳細。
	分發黏土及壓克力底板，要求各組依據上週完成的獎盃草圖捏製成獎盃形狀。	1、2、3	11.根據上週完成的獎盃草圖，捏製成獎盃形狀。 12.小組成員繼續思考是否作修改。
第四節	要求各組完成獎盃設計並協助學生以電腦繪圖繪製設計圖形。	1、2、3	13.繼續完成獎盃捏塑，確定設計形狀後，以電腦將設計圖形繪製出來，最後再加註設計說明。
第五節	示範保麗龍模製作方法。	2	14.注意聆聽老師講解示範，熟記每種操作過程。
	說明工作及安全注意事項。	6	15.注意聆聽，並自我要求遵守規定。
	指導學生開始製作保麗龍模型。	2、3	16.依照前二次設計結果，開始製作保麗龍模，並確實依照老師指示的步驟及安全事項加工保麗龍。

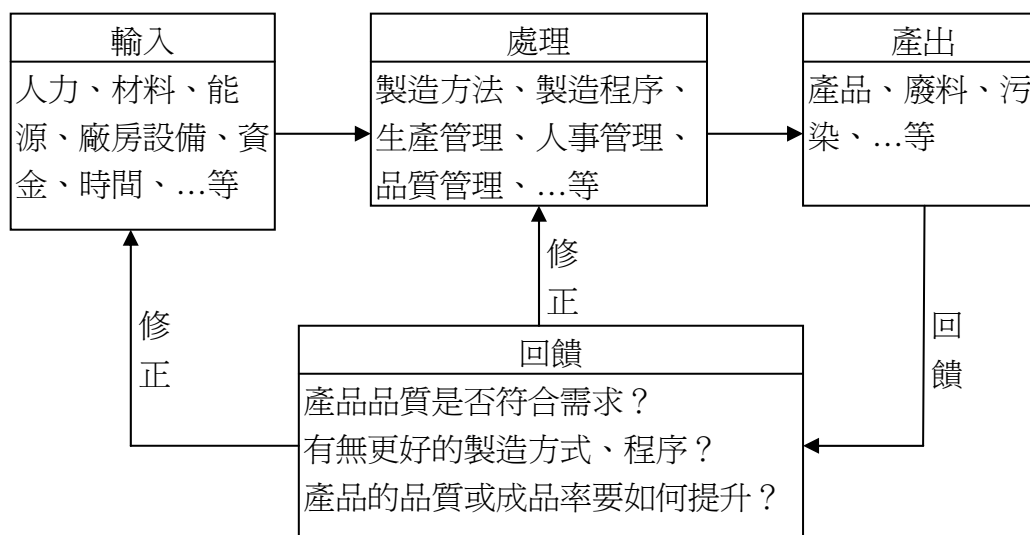
第六節	指導學生繼續完成保麗龍模製作。	2、3	17.分工合作，繼續完成保麗龍模型，並確實依安全注意事項練習。 18.繳交保麗龍模作品。 19.隨時清潔與整理工作環境。
第七節	熔煉金屬。	4	20.觀察老師的操作。
	協助與指導學生進行消失模砂模製作。	4	21.依鑄造程序完成砂模製作。 22.一人操作，其餘小組成員從旁協助，可輪流練習操作。
第八節	每組挑選一位較細心、有力的同學，訓練其澆鑄方法。	4	23.注意聆聽老師示範講解。
	澆鑄，並配合澆鑄作業再向全部同學介紹澆鑄的方法及注意事項。	4	24.注意聆聽與觀察老師說明。 25.各組負責澆鑄的同學，完成鑄件澆鑄。
	指導學生拆箱清砂工作，並重申安全注意事項。	4	26.鑄件冷卻凝固後，完成清砂工作，取出鑄件。 27.確實遵照安全注意事項，避免受傷或燙傷。 28.整理及清潔工作環境。
第九節	示範手工鋸切、表面加工等基本手工具操作。	2、3	29.注意聆聽老師講解示範，熟記各種手工具操作過程。
	說明手工具操作安全注意事項(學習活動單三)	6	30.對照學習單，注意聆聽。
第十節	協助與指導學生進行鑄後加工及表面處理。	4	31.分工合作，完成獎盃鑄後加工及表面處理工作。 32.隨時整理及清潔工作環境。
	分發自我評量表		33.遵照老師指導，完成自我評量工作。

五、學習活動單

班級：	姓名：	座號：
<h2>獎盃創意設計與製作(一)</h2>		
<p>◎活動設計概述：</p> <p>在各種競賽活動中，獎盃是不可缺少的物品。獎盃也因為使用的場合、對象、時間等不同，有不同的造型設計。競賽的承辦單位經常利用創意設計競賽的方式，甄選出優勝的作品做為該次活動競賽優勝者的獎盃。其次，獎盃的製作也需要考慮材質與製作方式。主要的材質包含木質、金屬、玻璃/琉璃、壓克力、…等，選用不同的材質會影響後續的製作加工方法。因此獎盃創意設計與製作的專題，主要將可以練習到創意設計、製造程序等知能。</p> <p>本學習活動包含有相關知識的學習，及實際操作練習二種。相關知識學習包含製造的程序、鑄造的方法、工場安全等；實際操作包含獎盃創意設計、保麗龍模型製作、鑄造、基本手工具加工、表面處理等。獎盃製作採用消失模鑄造方法，學生將獎盃設計完成後，將設計圖加工成保麗龍模型，再以鑄造方式澆鑄成金屬材料(鋁合金)獎盃。由於鑄造之製品還需要經過鑄後加工與處理，以去除不需要的部位，並使成品的表面更加美觀，因此本學習活動也可以學習到機械加工的程序。</p>		
<p>◎科技系統：</p> <p>科技系統是一個循環的模式，提供我們觀察與了解輸入與產出之間的變化，並作為修正或改善方法的評估模式。簡單的科技系統模式包含輸入(input)、處理(process)、產出(output)、回饋(feedback)等系統，各系統之關係如圖一所示。</p>		
<pre>graph LR; Input[輸入 (Input)] --> Process[處理 (Process)]; Process --> Output[產出 (Output)]; Output --> Feedback[回饋 (Feedback)]; Feedback --> Input;</pre>		

圖一 科技系統模式

製造科技是指將材料經過處理轉化，變成有用產品的過程中，所應用到的科技。茲以製造科技說明科技系統的運作模式(製造科技系統模式如圖二所示)：



圖二 製造科技的系統模式

1. **輸入**：是指在製造生產過程，必須要投入的各種人力資源、加工用的材料及機器設備、廠房設施等、生產過程所需的能源，以及所需花費的資金與時間等。
2. **處理**：在輸入上述的各種資源之後，接下來就是要如何將所投入的資源轉化為產品的處理過程，因此考量的範圍包含採取何種製造方式、決定其製造的程序、資源如何取得問題等。另外，生產過程必須考慮的生產管理、品質管理、人事管理等，乃是此階段需考量的內涵。
3. **產出**：生產製造的產出結果，包括生產製造的產品、加工後剩餘的廢料、或者生產過程產生的污染源(噪音、廢氣、廢水等)。理論上這些產出應該是事先可預期的產出，但無論是預期中或非預期的產出結果，整個製造科技系統仍需要採取回饋評估系統，改善產出的結果。
4. **回饋**：評估的方式主要是根據產出的結果，從輸入及處理二個系統，思考是否有更好的方式可以改善產出的結果，甚至改變產出的結果來滿足不同的需求。

◎製造科技的特性：

1. 製造科技是一種知識體，即透過程序與知識的運用，以生產產品的外顯方式

來表現人類意志的知識體。

- 2.製造科技是為了解決人們面臨的問題，而運用所需知識和技術的集合體，透過這個集合體的運作，人們得以運用知識、工具和技術，改變材料性質，以提升產品價值，一方面滿足社會需求，同時也增加生產者本身的利益。
- 3.製造科技是人類設計來利用資源，以有效萃取和轉變原料及再生材料成工業上標準料件，然後再轉變成工業和消費產品的技術。

◎學習活動目標：

- 1.瞭解(小組合作)的重要，養成(小組合作學習)的習慣。
- 2.培養(合作學習)與(問題解決)的能力。
- 3.熟悉(創意設計)的方法。
- 4.瞭解(鑄造的流程)與(機械加工)方法。
- 5.養成(隨手蒐集資料)的習慣。
- 6.培養(安全的工作習慣)與正確的學習態度。

◎學習活動任務：

本活動單元係以 5-6 人為一小組，全班區分為 6 個小組，小組成員以互助分工的方式完成相關知識與實務操作學習。小組成員由老師分派，成員的任務則自行討論產生，但應考量作業負擔平均分配與輪替。請依據已學過的知識及老師提供的資源決定小組活動主題，然後參考本學習單提供的問題，蒐集資料並相互討論，當討論獲得結果後立即彙整相關資料作成記錄。在所有問題得到解決後，應再一次檢討各項紀錄是否完整、清楚，並完成工作計畫。作業發展過程應隨時蒐集相關書刊、雜誌、電子媒體、網路…等圖片、文字資料、影片，增加對相關知識的認知。另外，應主動協助小組成員學習，以使小組達成最佳的任務，並嚐試創新問題，思考是否仍有其他更好的操作方式。最後試著以最吸引人的方式，把你們整理完成的資料及作品呈現出來，分享全班同學。

本次活動另外還有一項任務，就是讓同學瞭解合作學習的意義，並習慣於團對中分工合作與學習。因為未來的社會或工作環境，單打獨鬥式的工作已很難面對越來越競爭的社會，個人必須學會如何與小組成員相互合作，並能夠在小組中充分發揮功能，扮演好自己的角色，完成自己分配的任務。本次活動任務，由老師事先分

組再由小組討論個人的工作任務，請務必積極參與討論，在活動過程中學習。再者，很多同學都希望能和自己要好的同學同一組，但老師希望同學取消此念頭，無論與何人同一組，都是學習的機會，因為未來你無法選擇要和那些人一起工作，而且在你初入職場時，通常必須和一群已經合作很久的同事一起工作，別無選擇。以下是有關合作學習的原則，提供作為本單元學習之參考。

合作學習是一種將三至五個學生有目的性的分為一組而使每組學生共同完成某些特定學習活動的教學過程，在此種以學習者為中心的教學過程中，小組每一成員皆對自己的表現負責，而教師係扮演小組學習促進者與諮詢者之角色。深入言之，合作學習在程序上須包含六項要素，茲分述如下：

- 1.有目的性的小組形成合作學習中小組之形成是有目的性的，換言之，小組之產生是教師依照某種事先決定的標準刻意安排擇定的。
- 2.持續性的小組互動 小組成員須在一段期間內經常性地會面。
- 3.小組成員間的相互依賴合作學習須包含某些特定的程序，以使學生產生團體認同感及共同承擔隊友學習之責任感。
- 4.個人義務依據某種標準參照評量的程序，小組成員個別被評分。
- 5.社交技巧發展的特別關注合作學習的主要目標之一即是有目的地發展學生的人際溝通與人際關係技巧。
- 6.教師係促進者在小組學習過程中，教師係扮演促進者與諮詢者之角色。

合作學習的優點包括：提供自由創造的空間，提升學生個人的創造力；提供學生「愛」與「支持」的學習環境，除去學生心中的焦慮和恐懼；藉由同儕的合作和彼此的分享，豐富學生的學習經驗，從自我表達和聆聽他人觀點的過程中，開拓學生的視野，學生藉由批判性的思考，從眾多的觀點中，選擇最合理而恰當的論點，同時學習人際互動所必須的傾聽、接納與尊重的溝通技巧；尊重學生表達自己的想法和觀點的權利，學生有更大的自由空間從事學習活動；提升學生的學習成效，增進學生的學習遷移，培養學生批判性思考的能力。

◎小組討論事項：

一、問題

- 1.獎盃使用的場合為何？(何種競賽：運動會、歌唱比賽、模範生表揚、學藝競賽、技能競賽…)

2.獎盃使用的競賽主題為何？(可參考競賽主題，讓設計的作品更能夠和競賽的精神結合)

3.要用那些元素來代表競賽的主題？(人物、動物、植物、抽象圖案、…)是否已有現成的代表標誌？(大會識別標誌)

4.除了老師提供者，還可以蒐集到那些材料？

5.獎盃頒發的對象為何？(團體獎/個人獎、成人、學童)

6.獎盃最後可能存放的地點？(學校或單位獎盃陳列區、個人收藏)

7.老師指定的製作與加工的程序為何？

8.有那些資料、資源可獲得相關的知識？

9.活動的步驟流程為何？有何安全注意事項？

二、根據以上的討論結果，在草稿紙上畫出獎盃的草圖。

班級：

姓名：

座號：

獎盃創意設計與製作(二)

◎鑄造程序：

鑄造就是將熔融的金屬溶液鑄入預先做好的鑄模內，待金屬溶液在鑄模內冷卻凝固後，清除鑄模取出鑄件的過程。因鑄造的方法不同，鑄造的程序略有差異，基本的鑄造程序應包含下列五個步驟：

- 一、**製作模型**：首先根據工作圖製作一組模型，模型的形狀須和工作圖相同，尺寸則略大於工作圖，以備金屬液凝固收縮及加工裕量。模型材料有木材、金屬、保麗龍、蠟、…等，本教學活動就是採用保麗龍作為模型材料。
- 二、**造模**：就是所謂鑄模的製作過程。普通鑄造的造模材料為鑄砂，造模時先將模型安置在砂箱中的適當位置，四週填覆鑄砂並適當地舂實，在造模過程中須預留澆鑄口及流道。鑄砂填覆完成後要起模，也就是將原來包覆在鑄砂間的模型起出，形成模穴，以填充金屬溶液形成鑄件。因此，一件模型通常可以重複製作無數個鑄模，但本次活動採用保利龍模型，鑄砂填覆後不需起模，因此模型只能使用一次。
- 三、**熔化和澆鑄**：熔化作業通常會依照金屬材料的種類選用不同的溶解爐，以鋁合金材料，較常使用者為電爐或高週波爐。熔化作業除了應注意配料計算、溫度控制、除渣、除氣等作業外，熔化的金屬屬於高溫作業，必須特別注意作業安全，未經專業訓練者絕不可輕易嘗試。此外，澆鑄過程應注意速度控制、高度調整及流量控制等。
- 四、**拆箱清砂**：鑄件澆鑄完成後，必須要拆箱清砂，以便取出鑄件，及將黏附在鑄件表面的鑄砂清除乾淨。清砂的方式包含：敲擊、噴砂、珠擊或酸洗等方式。
- 五、**鑄後加工**：鑄後加工包含鑄件上的澆鑄口、流路系統、毛邊等多餘部位必須切除；鑄疵或缺陷進行焊補或其他修補方式；配合鑄件的需求進行機械加工、表面處理、熱處理或必要的檢驗等。此次獎盃製作後，特安排 2 小時進行澆鑄口切除與表面處理，使獎盃更加精緻美觀。

◎鑄造作業安全(張晉昌，2002)**一、一般安全守則**

- 1.實習前應確實檢查自己的服裝儀容及安全裝備。
- 2.實習時應注意安全，不可有危害自己或他人之行爲。
- 3.實習中不可喧嘩亂跑，以策安全。
- 4.應隨時保持工作區及通道的整潔，以防他人跌倒。
- 5.廢棄物應置放於固定場所，以保持良好的工作環境。
- 6.實習時光線需充足，通風設備與功能應正常。
- 7.消防器材應定期檢查或調換。
- 8.急救箱應置放於明顯位置，且應定期檢查或補充藥品。
- 9.工作中若有不安全之情況，應立即報告老師。
- 10.不管多麼輕微的受傷，應立刻報告老師，並使用急救箱或到保健室處理，以免傷口惡化。

二、造模時之安全規則

- 1.不可在搬運車道、吊車下方工作或聊天，以免發生意外事件。
- 2.造模手工具應整齊放置適當位置，避免插放在口袋內，以策安全。
- 3.應按正確操作方法，使用適當手工具及機器。
- 4.使用鑊刀及起模針時不可嬉戲，以防傷及他人。
- 5.砂鏟應豎立在砂堆中，以免發生意外。
- 6.工具使用完畢應歸還原處。
- 7.混砂機不可擅自啓動。
- 8.操作混砂機設備時，不可穿寬鬆衣服，以策安全。
- 9.混砂機應等轉動正常後才可填料，混砂過程中應避免衣服、手臂、砂桶等被滾軸捲入。
- 10.搬運砂模或物品時應注意正確姿勢，保持上身平直，以免腰背部受傷。
- 11.使用噴燈或瓦斯烘烤砂模時，不可正對人員或易燃物品點火，以免發生意外。
- 12.噴燈或瓦斯燈不用時應熄火，以策安全。

三、熔化澆鑄時之安全守則

- 1.沒有專業人員指導，不可擅自啓動各種熔化爐。

- 2.操作熔化爐或使用機器設備時，不可爭先恐後。
- 3.沒有穿戴安全服飾，不得靠近正熔化中的熔爐。
- 4.加料時，應用火鉗夾料填加，切忌丟擲，以防噴濺及燙傷。
- 5.澆鑄時需穿著安全服飾，其他人員不可接近，以防碰撞。
- 6.抬取高溫金屬液時，不可跑步前進，以防濺潑傷人及燙傷，尤其靠近潮濕或有水的地方，更應小心。
- 7.澆桶應確實烘乾才可使用，以免金屬液噴濺傷人。
- 8.澆鑄時，不可向後倒退行進，以防跌倒而發生意外。

四、清理鑄件時之安全規則

- 1.拆箱清砂，應用火鉗或鐵夾夾取仍為高溫的鑄件，以防燙傷。
- 2.去除鑄件澆冒口或毛邊時應戴手套，以免手掌被割傷。
- 3.所有工具應確實牢固，以免使用時脫落或折斷而發生意外。
- 4.敲除澆冒口或毛邊時，不可正對人員方向，以免傷及他人。
- 5.研磨鑄件時，應配戴安全眼鏡，以防火花傷及眼睛。
- 6.堆放鑄件或砂箱等物品應整齊，且不可堆太高，以防倒塌傷人。
- 7.堆積場所預留的走道應較為寬敞，以策安全。

◎工作計畫

作業名稱：_____

工作開始日期：_____ 完成日期：_____

工作時間：_____小時 教師認可：_____

小組成員：

小組主持人：_____；任務：_____

資料整理：_____；任務：_____

紀錄：_____；任務：_____

製作上列工作時所需之器具及設備

1.保麗龍切割器 2.鑄造用手工具 3.金屬溶解爐 4.手弓鋸 5.銼刀 6._____

7._____ 8._____ 9._____

製作上列工作時所需要的材料及消耗品(除老師提供者外)

項次	名稱	單位	數量	規格	備註
1	黏土	包	1		可選擇多種顏色搭配
2	保麗龍	塊	1	200×200×200	另有保麗龍球、水滴、星形、心形，可向老師領取
3	保麗龍膠	瓶	1		
4	鋁合金	公斤	10		
5	補土	包	1		共用
6	噴漆	瓶	5		銀、黃、紅、藍、綠色，共用

工作步驟與注意事項

工作步驟	注意事項	工作簡圖

注意：現在你們已經完成工作計畫，請不要馬上工作，先討論一下，有沒有其他更好的方法呢？有沒有遺漏呢？將你們的計畫送給你的老師認可後，再開始工作，工作時間共計十小時。

班級：

姓名：

座號：

獎盃創意設計與製作(三)

◎鑄後加工

通常鑄件在鑄造後需要鑄後加工，去除不必要的澆鑄口、流路系統或毛邊，並進行鑄件的表面處理，讓鑄件的外觀表面更加精緻美觀。廣義的鑄後加工包含鑄造後的拆箱清砂作業，狹義者則是指切除澆鑄口、表面處理、機械加工、熱處理及檢驗等，以下介紹切除澆鑄口、表面處理的方式：

一、切除澆鑄口：主要有敲擊法與切割法兩種方法：

- 1.敲擊法：簡單的鑄件可用榔頭順著進模口方向敲擊澆鑄口，但爲了避免澆口斷裂時影響到鑄件本體，在敲擊前先在進模口上鋸切一缺口後，再進行敲擊以確保鑄件的完整。
- 2.切割法：較大斷面面積的澆鑄口，敲擊不易，且可能傷及鑄件，此時應採用切割法去除澆鑄口，切割法可用手弓鋸、電動帶鋸、砂輪切割機、或專用的澆鑄口切割機等。大型的鑄件則是以氧乙炔火炬切割。

二、表面處理：表面處理的目的是使鑄件表面更加美觀，主要的鑄件表面處理包括：表面研磨、噴光處理、拋光處理、噴漆處理、電鍍法等。

- 1.表面研磨：利用銼刀、電動砂輪機、研磨機等加工鑄件的表面，主要是將多餘的毛邊或鑄疵研磨整平。
- 2.噴光處理：鑄件表面黏附的砂粒或油污有時清除不易，可採用鋼刷、噴砂機或噴光設備處理。
- 3.拋光處理：表面研磨或噴光處理，表面仍然無法達到鏡面光亮的效果，若欲獲得精緻美觀的表面，則可施以拋光處理。
- 4.噴漆處理：除了拋光處理外，也可採用噴漆處理，將鑄件噴上光彩亮麗的顏色，增加鑄件的美感。噴漆處理前通常須先經過表面研磨及噴光處理，去除砂粒及油污，部分鑄件上的缺陷，也可事先塗上補土修整，使鑄件更加完整。但補土必須是不影響鑄件功能與使用安全，而且噴漆有時反而影響原有金屬材質的美感。
- 5.電鍍法：鑄件表面經常會鍍上一層金、銀、銅等金屬，以增加鑄件的質感，電鍍前也必須做噴光處理，徹底清除砂粒及油污。

◎手工具使用

一、手弓鋸

- 配合工作物選用適當之鋸條，例如鋸切實心或厚的軟金屬用每吋 14 齒；工具鋼、鐵管、硬金屬等用每吋 18 齒；而每吋 24 齒則適用於金屬板、金屬管、細鐵條的鋸切。
- 裝置鋸條應使鋸齒朝前，鋸條裝於鋸架上緊度要適當，過緊或過鬆都容易造成鋸齒斷裂。鋸切完畢或收工時，再將鋸條放鬆放置。
- 工作物應用虎鉗等工具夾緊，鋸切線與虎鉗口必須保持適當距離。
- 鋸切時應保持適當的用力，勿用力過猛，以免折斷鋸條後傷及手指。並且向前推鋸，拉回時再輕輕提起。
- 鋸切速度每分鐘約 50 次，速度過快容易造成鋸片磨損或折斷。
- 鋸齒應保持銳利，磨損之鋸條應隨時更新。

二、銼刀

- 應按工作性質及加工量選擇適當的銼刀。
- 銼刀在握持處需裝上木柄，木柄有鬆脫或破損應隨時更換。
- 銼削時手肘與身體的力量同時施力，銼刀與手肘保持成一直線。
- 銼削時向前推銼，拉回時應輕輕提起，避免銼刀磨損。
- 銼削速度每分鐘約 50 次，速度不宜過快。
- 不可使用銼刀作為敲擊工具。

三、鐵錘(榔頭)

- 應按工作性質選擇適當重量之鐵錘。
- 錘面起毛時，應立即修整。手柄破損者即應停止使用。
- 鐵錘之鐵質部份與木柄應用楔子固定之，以防鬆脫。
- 握持時應握在手柄尾端，不可握在手柄的前端或中間。

◎手工具安全使用原則

- 選擇適合工作需要的手工具。
- 保持工具於良好的使用狀況。
- 選擇材質良好的手工具。
- 使用前確實檢查手工具。
- 以正確方法使用手工具。

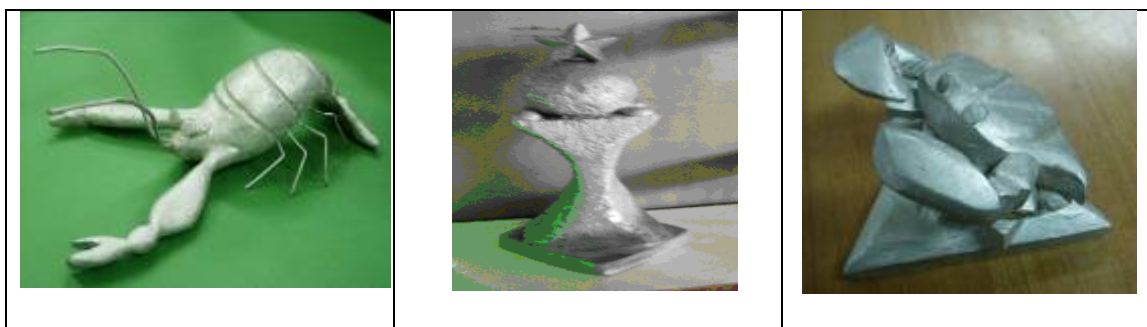
- 手工具應有安全的場所置放。
- 工作前應配戴適當的防護設備。
- 選用標準工具或規定的手工具。

肆、教學活動成果

本教學活動以綜合高中一年級學生為對象實施教學，學生的反應非常熱烈，大多數學生表示能看到自己親手做出來的作品，感到很有成就感。其次，能夠動手操作砂模鑄造、看到金屬高溫熔煉的過程，都是「令人難忘的經驗」。以下圖示學生在本單元學習的部份過程：

照片	說明
	集體構思、討論，繪出獎盃創意圖形
	以黏土塑造出獎盃創意造型
	以保麗龍為造模材料，根據黏土塑造出的形狀，製作保麗龍模型

	<p>完成保麗龍模型，作為消失模型</p>	
	<p>以消失模鑄造法，製作成鋁合金材料獎盃</p>	
	<p>鑄造完成後，切除澆流道、表面加工</p>	
	<p>完成獎盃作品</p>	
<p>其他獎盃創意作品</p>		
		



伍、結論與建議

一、結論

獎盃創意設計與製作專題，能夠協助學生學習到完整的製造概念，從最開始的設計、材料選擇，再將設計概念具體化，以模型呈現出具體的設計圖樣，最後再以鑄造、簡單機械加工方法製造出獎盃。在製作的過程中，學生最常問到的問題就是：「真的能製作出獎盃來嗎？」可以想見學生對於自己設計的作品，真是滿懷期待，尤其在鑄造完成後，學生從鑄砂中清出自己的作品，興奮之情溢於言表。

本教學活動設計，主要係提供具備基礎鑄造概念與機械製造或製造程序的機械類科學生學習之用。從學生的學習成果，以及在過程中認真的學習態度，可發現獎盃創意設計與製作的專題顯然已達成預定的教學目標，當然對於學生在創意設計、鑄造程序、加工方法、安全工作與習慣等的認知，將有助於未來的學習與發展。

二、建議

以下僅就本專題製作單元之教學，提供三點建議：

(一)配合學校的設備設施，調整教學活動內容

本單元中的教學軟硬體設施不一定適用其他學校，例如：金屬電熔解爐、鋁合金澆鑄等，建議在採用本教學活動時，能配合各校教學設備設施，調整教學活動內容。例如鋁合金澆鑄可改用鉛、錫等低熔點金屬，獎盃製作的材料可改為錫或蠟等材質，則熔解爐設備可以改用小型的坩堝爐。

(二)依照學生能力重新調整學習單元數量及進度

學生的學習能力與速度不同，教師採用本教學活動前，仍須考量學生的特性，調整教學時間。教學內涵過於艱難或簡單，都會影響學生的學習興趣，

教學進度若不能符合學生的學習速度，也會影響學習態度，上述影響學習因素必須根據教學原理，妥善規劃。

(三)注重工作安全與安全習慣

學生動手操作活動，建議教師應以安全為第一，上課前特別強調提醒，做安全動作示範。學生在上實作課時，心情一般會比較鬆懈，因此可能影響工作安全性。教師在作示範教學時，建議將安全動作列為示範項目，並強調安全的重要性。學生操作過程，教師應注意學生操作安全性，讓學生養成良好的安全全習慣。若學生在實際操作中發生意外受傷，則教學成效將大打折扣。

參考文獻

張晉昌，2002。鑄造學。臺北：全華。

陳繁興、劉嘉益、歐芯伶，2004，高中生活科技以解決問題取向的合作學習策略與教學活動設計。師說，182，頁 20-24。