

高職理工科創造發明之規劃與實施

執行期間：90 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

博士班研究生 柴昌維

☐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

0

中 華 民 國 91 年 9 月 30 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

高職理工科創造發明之規劃與實施

計畫編號：NSC 90-2511-S-002-013

執行期限：90年8月1日至91年7月31日

主持人：劉 霆 國立台灣大學機械系副教授Email: tliu@ccms.ntu.edu.tw

協同主持人：劉世勳 台北市立大安高工校長

協同研究人員：許益財 台北市立大安高工教學組長

博士班研究生：柴昌維 國立台灣大學機械系

中文摘要

本研究探討工業職業學校培養學生創造發明能力之課程教學實施現況與規劃，研究的內容包括高職工科教育之課程與學生活動兩方面。研究步驟分三項進行，首先探討台北市立大安高工實施情況與成效，分別針對課程規劃與學生活動進行檢討；其次探討國內其他工業職業學校對培養學生創造發明之實施狀況與其特色；最後針對學生活動之專題製作與科技競賽方式進一步探討。經過以上的分析與統整，瞭解目前高職工科課程對培養學生創造發明能力之影響與成效，進而應用在相關學科領域並提出高職工科創造發明課程與學生活動規劃未來發展方向的建議，期能有效地激發學生創造力，提升學生創造發明的能力。

關鍵詞：創造發明、課程規劃、高職工科教育

Abstract

This study is aimed to evaluate and to organize the curriculum and student activity for evoking and improving the creativity and innovation of the technical high school students. Since the industry in Taiwan

demands the engineers to bring up with new ideas and innovative concepts, the creativity of the science and engineering graduates becomes more and more essential. The programs for cultivating creativity are, therefore, essential as in the earlier stage of the science and technical education. In this research, there are three major bodies: 1. To review and analyze the technical high school curriculum and student activities, and to propose the necessary courses and activities to improve the student's creativities; 2. To take Taipei Municipal Ta-An Senior Vocational Industrial School as a demo site to organize the curriculum and student activities to meet the school's and student's needs, and to evaluate the necessary environment and guidelines for promoting such kinds of activities; and 3. To actually exercise these courses or student activities in Taipei Municipal Ta-An Senior Vocational Industrial School for promoting student's creativity. It is hoped that through this research we can recommend a proper curriculum in technical high school for evoking the creativity of students, and can propose the necessary arrangement of the resources and guidelines of student activity, so that the effect can be maximized.

Keywords: creativity teaching, curriculum planning, innovation and creativity

一、緒論

本研究經由蒐集創造力與教育相關的文獻，進行分析與整理。發現過去相關創造力的研究中，大多侷限於創新思考的內容，研究對象也以中小學為主，陳龍安（民 80），少有針對工業職業學校創造發明規劃之研究。李錫津（民 75）在碩士論文中，也僅針對水彩科、攝影科、平面設計科、國文科的課程標準，編寫教學單元，進行教學實驗。因此，本研究針對工業職業學校創造發明課程規劃，進行深入的探討。

本研究之目的為探討工業職業學校對激發與培養學生創造發明能力之整體規劃，其中探討內容包括高職工科課程與學生活動的規劃兩方面。透過對現有課程加入相關創造發明培養的要素分析、合成、實作等三能力，提高學生創造發明的能力。為達到上述的目標，研究分成以下三部分進行：

1. 探討台北市立大安高工對課程規劃與學生活動實施情形。
2. 探討國內其他高職工科對培養與鼓勵學生創造發明實施狀況。
3. 透過學生活動的探討，瞭解並提出有效的工程類學生創造發明活動實施方式。

經由以上的探討與比較分析，期望能瞭解目前高職工科課程對培養學生創造發明能力的現況與成效。進一步發現將來規劃課程應朝向之方向，提出對高職工科課程、學生活動與教學環境規劃之建議。有效地培養與激發學生創造力，提升學生創造發明的能力。

二、台北市立大安高工創造發明規劃與實施

教育部於 87 年 9 月 17 日修訂公布實施課程標準後，自 89 學年度一年級新生開始實施新課程。以大安高工機械科的課程為例，機械科學生必須修滿 150 學分始能畢業。部訂必修學分數為 130 學分，其中包含了教育部頒訂的共同必修課程 72 學分、專業及實習科目 58 學分。

屬於校訂科目相關的學分 38 學分，其中校訂共同必修 12 學分、專業必修 4 學分、共同選修 0 學分、專業選修 22 學分。詳細的課程規劃與學分統計表如附錄一。

校訂規劃的課程內容，理論、實驗與實務並重。一、二年級以必修科目為主，著重通識課程及基本科學之訓練，使學生具有工程科學之基本知識；三年級加入選修科目，著重各專業知識之學習與鑽研，讓學生能依據自己的興趣選讀專業課程。

有關創造發明相關課程也有進一步的規劃，以下針對相關創造發明課程規劃的現況作探討。

2.1 創造發明課程的規劃

在培養學生設計與創造的課程規劃方面，除了部訂與機械設計相關之基礎課程，如機械製圖實習、電腦輔助製圖實習、機件原理…等之外，更開設機械設計概論、專題製作實習等選修課程。

為啟發學生對創造設計的興趣，提高創造力，自 89 學年度起在高一聯課活動中，開設『創造力工作坊』，培養學生創造發明相關知識。除課程安排外，為鼓勵學生對創造發明的興趣、培養學生實際動手做的能力，除既有的技能競賽外，亦規劃舉辦學生科技競賽。

2.2 創造力培養的基本要件

有關一般課程規劃的基本原則，在文獻探討[1-9]中雖有深入討論，然而並未見針對工業職業學校課程創造發明的規劃做深入研究。由創造發明能力培養相關的文獻中[8]可發現，影響創造力的主要變因，包含了合成能力、分析能力及實作能力等三項能力。

研究中利用以上三個面向做為分析課程的主要變因，進一步探討課程影響創造發明教學的程度。

2.3 現有課程的分析與討論

對現有課程的分析步驟，先將所有課程

分類；針對分類給予課程在合成、分析、實作三項變因的實際權重；計算權重學分數。

分類的方式採用必修、課程類別、開課年級、課程名稱、學分、權重學分等項目，實際分類的方法是將所有課程依照必修、選修分開列出；再將課程依實際的授課內容差異分成理論課、實作課、實習課、實驗課等類別；最後依據授課內容與類別給予課程三項變因的實際權重，進行比重分析與給分，得出權重學分數，以下是實際分類的舉例說明。

分類時將基礎課程或理論課程劃分為分析能力或合成能力的培養，例如：基礎課程的機械材料、機械力學等課程可分為分析能力培養的課程；機件原理、機械設計概論等課程可劃分為分析能力與合成能力兩者皆有影響的課程。

實驗課與實作課程的部分可分為分析能力加上合成或實作能力的培養，例如：車工實習、鉗工實習、銑磨實習、機械製圖實習等課程，純粹是依照課堂的內容進行操作，因此僅包含實作的能力。專題製作實習課程，因有整體的課堂講解、構思與設計、實作等內容，並在課程的專題中，以實際進行的方式做出可行的創新產品，對培養學生創新設計與實作能力有很大的影響，同時具備了分析、合成、實作三項能力的均衡培養與發展。

就合成、分析及實作三項能力在各科目中所佔的比重對課程進行分析。計算學分的方法，是將所有課程分成必修與選修課，再將各科目依照三項能力培養所佔的比重算出學分比重值。例如：機械材料共計 4 學分且為分析課程，所以在分析的選項中得分 4 分，其他的選項皆得分零分。機件原理共計 4 學分，分析與合成的比重各佔 50%，所以在分析的選項中得分 2 分、合成的選項得分 2 分、實作的選項中得分 0 分。專題製作實習共計 12 學分，分析、合成與實作的比重各佔 1/3，所以各得分 4 分。經由以上的分析與整理可得出大安高工機械科課程分析統計表，如附錄二。

由課程分析統計表中得知，在 89 學年度專業及實習科目的 13 門課當中，6 門課有分析的內容、2 門課有合成的內容、8 門課有實作的內容。

將所有的權重學分得分累加起來，可得分項的權重學分總值。再將各分項權重學分總值除以總學分數，可得所佔的百分比，此即為表格所示的比例數值。例如：在必修課程中，分析能力培養相關的權重學分數共有 16 學分，必修課總學分有 62 學分，將分析所佔的學分除以總學分可得分析能力培養所佔的比例值 25.8%。以課程學分數及所佔百分比為標準，可製作成表 1、大安高工機械科課表分析結果。

表 1、大安高工機械科 89 年課表分析結果

必修課（共計 60 學分）						選修課（共計 24 學分）					
分析		合成		實作		分析		合成		實作	
學分	比例	學分	比例	學分	比例	學分	比例	學分	比例	學分	比例
16	26.7%	2	3.3%	42	70%	6.67	27.8%	4.67	19.4%	12.66	52.8%

由表 1 可知，目前大安高工機械科所有課程中，包含合成的課程不到一成，對於培養創造力與實務經驗而言，未達到均衡發展合成、分析、實作三項能力的要求，有必要再作整體而統合的規劃。

將必修課與選修課分開計算，則必修課程的實作能力培養又佔了絕大多數，忽略其他能力的發展與培養。由於部訂課程規劃在必修課程的主導使得學習內容嚴重失衡，對於培養新一代公民所應具有的統整能力明顯的不足，必須規劃一有效且整合所有資源，共同推動的必修課程增加學生整合與思考的能力，才能補足這方面的需求。

2.4 其他技術支援與經費來源

探討完課程規劃的問題，接下來進一步瞭解影響教學效果的其他技術支援與經費來源，期望能對整體的課程實施成效有進一步的認識。

機械科擁有一個氣油壓精密量測室、四

間實習工廠、一間製圖教室、一間 CAD 電腦製圖教室，提供學生軟硬體設備、技術支援。每年積極爭取經費以充實更新設備。有關硬體設備、技術支援與經費來源等相關問題，條列說明如下：

1. 硬體設備—目前有數值控制切削中心機-3A 二台、CNC 車床 (ML-25) 二台、模擬器 25 台、列表機 (3) 18 台、立式銑床 2# 10 台、砲塔銑床 1.8# 6 台、磨床(6-18) 8 台。
2. 技術人員—聘請技術人員，專責輔助學生進行工廠實習與操作機械，協助學生們解決相關的實作問題。
3. 教育訓練—培養學生操作工廠設備的技術與安全注意事項，學生均需接受相關訓練課程，以具備獨立操作機械的資格。
4. 經費來源—課程的經費來源主要是學校的設備及材料費。

2.5 實施成效與檢討

經由以上的分析與探討可知，大安高工機械科整體的課程規劃與完整的軟硬體設備，足夠提供培養學生創造發明能力的教學輔助，增加學生參加相關競賽的動機。

由課程分析的結果，課程規劃中有關合成課程的實際比重，不到一成。對於培養創造力與實務經驗而言，顯然沒有達到讓合成、分析、實作三項能力平衡發展的條件。有必要再作整體而統合的規劃，增加對創造力培養有利的合成課程，以增進學生對於創造發明的能力。

由課程分析表可看出，有關電子、電機、自動化相關科目在機械課程中普遍缺乏，相關課程教學與儀器設備所能提供的技術支援皆不夠充足。機電整合的基本知識與應用課程仍待加強，以補足學生此方面的缺憾，讓學生具有完整、宏觀的視野與整體的知識架構和背景。

三、國內其他高職工科創造發明規劃

依照大安高工機械科課程規劃的分析方法，對國內其他著名高工機械科的課程進行分析，並進一步比較其異同點。

國內其他高職工科搜集課程資料的方法，是透過網際網路搜尋（參考附錄三）與直接向該科索取課表的方式取得。並將台中高工、高雄高工、羅東高工、木柵高工等幾所國內高工機械科 89 學年度的課表及課程簡介，作為分析與探討的依據，以瞭解其他學校的課程規劃。

依照 2.3 節大安高工現有課程的分析方法，對國內其他高工機械科課程進行分析，完成課表分析表格，如表 2：

表 2、相關高工機械科 89 學年度課表分析

學校別	必修課						選修課					
	分析		合成		實作		分析		合成		實作	
	學分	比例	學分	比例	學分	比例	學分	比例	學分	比例	學分	比例
大安	16	26.7%	2	3.3%	42	70%	6.67	27.8%	4.67	19.4%	12.66	52.8%
台中	18	29%	2	3%	42	68%	10	36%	2	7%	16	57%
高雄	14	23%	2	3%	44	74%	13	50%	0	0%	13	50%
羅東	14	19%	2	3%	59	78%	6	25%	2	8%	16	67%
木柵	17	26%	3	5%	44	69%	43.7	64%	9.7	14%	14.7	22%

由表 2 可知，就必修課而言，所有高工在實作能力的培養比重皆在七至八成左右，佔了相當高的比例。合成能力培養比重皆不到一成，甚至於還低於 5%。相較於實作能力在必修課中的分配，合成能力培養比較缺乏，對於提供學生培養整體思考概念的課程教學，稍嫌不足。

由於部訂必修課的強制規範，引導高職工科教育趨向僅以傳授實習課程為主的的方向，對於教育改革中希望培養學生綜合思考能力與適應未來世界發展能力的方向不同

，實有必要進一步探討高職工科教育的課程規劃，以符合教育發展的趨勢。

整體而言，必修課程中因為實作能力的培養佔了太多的比重，迫使其他能力培養不受重視，各校有必要在課程規劃時，加入校訂課程的比重，增加有關培養學生綜合思考與合成能力的相關課程，平衡發展三項能力的培養，以提高學生創造發明的能力。

以選修課而言，由課程統計表可知，各校課程規劃中，分析能力與合成能力培養課程的比重有顯著的提高，木柵高工甚至更開設了將近 70 學分的選修課程，提供學生們依照自我的興趣進行選修，培養學生多元的學習興趣，對於學生創造發明能力的培養，具有相當的助益。

然而，課程中還是未見有相關專門探討創造力發展與實作的課程，以高職工科著重實作能力的課程規劃中，最有機會培養學生均衡的創造發明能力，讓學生的分析、合成、實作能力同時得到發揮，所以，值得學校在規劃課程時加入相關培養創造發明的課程，提供高職工科學生更寬廣的發揮空間。

此外，在學校規劃學生專題實作課程，對培養創造力課程而言，具有正面的意義，值得推廣，以充實學生設計製造整體概念。

四、創造力工作坊課程規劃

在台北市立大安高工針對高一學生開設創造力工作坊的課程，課程的重點有三：一是培養高中職學生創造思考的能力，二是運用建構教學的模式啟發學生主動學習的動機，三是透過小組討論與實際動手作進行創造發明的活動。創造力工作坊的課程概述（如表 3），可以看出「創造力工作坊」課程的目標是培養學生創造性思考的能力，由問題的釐清與定位、思考的合理性、想像力的訓練及應用，來提高學生的創造力，進行創造發明，解決問題。

「創造力工作坊」的課程實施的方式是透過課堂討論與評論的方式，鼓勵學生腦力激盪發表想法，藉由小組共同學習的方式，

建構出創造力的概念與想法，最後還可以透過專題實作的方式將想法實現。此外，授課地點並不侷限於教室，透過電腦、圖書館、戶外參觀教學的方式，讓學生能真正找到相關的資訊、看到相關的實體，加深了學生的印象。教學規劃方式符合建構教學的方法，適用於創造力智慧三元論平衡發展分析、合成、實作三項能力的條件。

課程主題與評量方式（見表 4），可以看出將建構教學的方法融入教學中，在每一個主題中，採用第一階段討論與分享個人經驗，第二階段由學生閱讀相關資料老師從旁指引，第三階段問題討論與心得報告的方式，讓學生能運用自我建構的方式學習並認識各個領域的意義，架構出自我對於該知識範圍的想法，最後融入自己的生活，成為生活中的一部分。

成績評量的方式是採取課堂參與和期末成果展示各 50%，其中的課堂參與包含上課參與及心得報告，鼓勵學生們踴躍發言，發表自己的想法並將其記錄，成為自己架構的知識。

記錄方式除了以報告型態呈現外，還以創造發明歷程記錄簿記錄的型態呈現，如表 5。發明歷程記錄簿中，鼓勵學生們運用圖形表示，將所有產生的靈感記錄下來，不但幫助學生們架構出發明構想，也增加學生自我思考的能力。此外，記錄過後的資料不任意塗改，也保留了整個學習和思考的歷程。

表 3、「創造力工作坊」課程概述

課程目標：
培養創造性的思考能力，由問題的釐清與定位、思考的合理性、想像力的訓練及應用，提高創造力，進行創造發明，解決問題。
課程內容：
1. 創造的理論：創造的定義與基本理論、如何有創造力、什麼是問題
2. 創造發明的方法：如何搜尋觀念、發明的基本方法、新觀念的評估
3. 創造發明的演練：發明經驗分享、小組討論、創造發明專題實作
授課方式：
1. 課堂講解：講解創造發明理論與方法的趨勢及特色

2. 腦力激盪：針對實際問題進行解決方法的探討，激發學習的動機
3. 分組報告：透過小組報告型態培養學生搜集資料、組織與表達的能力
4. 經驗分享：邀請專家進行發明經驗的分享與解說
5. 課堂討論與評論：選擇與環境相關的議題進行討論，提出個人不同的看法
6. 專題實作：找尋可用的報廢器材，將其重新組合架構出可用的創新設備
授課地點： 教室、電腦教室、圖書館、1~2 次戶外實作或校外參觀
需自備之材料： 身邊隨手可得的任何器材或零件
必備之用具或工具： 一個開放且滿懷夢想的心、一雙願意實作的手

發明歷程記錄撰寫原則如下：

1. 發明記錄簿的封面應包含課程名稱、小組研究主題、課程指導者、記錄者個人資料、小組其他成員姓名等資訊。
2. 記錄簿的內容應包含記錄時間、發明歷程（為何、如何、結果、圖形表示）、運用之原理原則及參考資料等項目，且最後應給予的心得與評價（找出結論）。
3. 選擇 A4 規格大小的記事本（需整本裝訂好），記錄簿內頁的參考格式如下頁所示，自行製作記錄簿時應至少保有上述格式。

表 4、「創造力工作坊」課程主題與評量方式

週次	課程主題	說明
1	課程簡介與經驗交流	
2	創造理論概述：討論與分享	
3	創造理論概述：資料閱讀	
4	創造理論概述：問題檢討與報告	
5	創造發明的方法：觀念與資料搜尋	
6	觀念與資料搜尋：個人資料	電腦教室
7	觀念與資料搜尋：公共資訊	圖書館
8	觀念與資料搜尋：專業想法與產品	
9	發明的基本方法：討論與分享	
10	發明的基本方法：資料閱讀	
11	發明的基本方法：問題檢討與報告	
12	觀念的評估：討論與分享	
13	觀念的評估：資料閱讀	

14	觀念的評估：問題檢討與心得報告	期中考
15	專題實作：分組討論與演練	準備發表
16	專題實作：分組討論與演練	準備發表
17	專題實作：分組討論與演練	期末發表
18	成果展示：分組報告與評量	期末考
「創造力工作坊」成績評量方式：		
1. 課堂參與 50%		
2. 期末成果展示與報告 50%		
*課堂參與：包含平時上課參與討論與心得報告的內容（呈現的形式不拘）		
*期末成果展示與報告：包含發明歷程記錄、發明成果（期末報告與成品展示）、分組報告之宣傳與推廣活動		
*表現優秀的組別將輔導專利案件申請		

表 5、創造發明歷程記錄簿格式

日期	年	月	日	星期：	第	頁
發明歷程記錄						
心得與結論						
見證人評論				指導者評論		

撰寫時應注意事項：

1. 撰寫內容時應將任何可能的資料記載，包含任何靈感的初步構想、設計草圖、計算、討論摘要、訪談內容、心得等。
2. 表達方式應注重清楚明瞭並加以簡單說明，期能讓接續者繼續發明工作。
3. 使用能夠永久保存字跡的書寫工具，例如：原子筆、鋼筆、簽字筆等，切勿使用易於塗改的鉛筆記錄。
4. 記錄後不可以擦掉或撕毀，記錄錯誤或筆誤處切勿擦掉，可用畫線表示不想採用，以免喪失了可能的發明想法。
5. 同日記錄時請勿留下空白，應接續使用。

如未寫完一頁，請劃去剩餘部分，日期不同請用下一頁書寫。

期末成果展示的內涵不但包括了整個學期創造發明歷程的記錄，還包含了發明成果的實體展示。此外，各個小組還必須透過宣傳的方式，將自己辛苦發明出來的成品，向所有其他的同學推銷，讓其他人都能瞭解自己的想法。

六、創造力工作坊教學成效

經過一個學期的教學與互動，發現同學們都能以開放的思考空間，互相討論與學習創造發明的方法，進一步提出新的想法，改進現有的產品或想出新的點子。以下是學生分組創造發明的產品一覽表，見表 6。

表 6、分組創造發明的產品一覽表

組別	發明主題
1	脂肪檢測儀器
2	MP3+VCD+DVD+收音機+...
3	冷氣隨身轉動電腦控制器材
4	電動刮鬍刀手機—萬用手機
5	隱藏式的置物架
6	手機縮小化+MP3 播放機
7	聲控輪椅 具有收發系統及語音控制功能
8	膠棉拖把、掃把、吸塵器、噴水器組合工具
9	自動撞球排球裝置
10	電子式自動變速腳踏車
11	改良式無線遙控裝置 原本的紅外線裝置為直線方式 很容易物品受阻擋)

在創造發明的過程中，有些同學能夠以很簡單的方法解決問題，是值得讚許的。例如：有一位同學將一支沒有水的原子筆和一支壞掉的自動鉛筆組合成為一支可以使用的組合筆，就是一個典型的創造發明方法。小組發明主題也包羅萬象，從脂肪檢測儀器、避震屋、多功能影音播放機、冷氣隨身轉電腦控制器、萬用手機、隱藏式置物架、聲控輪椅、清潔組合工具、電子式自動變速腳踏車或自動撞球排球裝置等，創造發明的面向非常的廣泛。

許多同學對於創造力工作坊課程中，印

象最深刻的是在同學們上台報告的過程，由於每一位上台報告的同學將自己討論的新鮮想法分享給其他人，使得其他同學能迅速的吸收創造發明的相關想法與知識，學生對創造發明方法討論的心得，如表 7。

表 7、學生創造發明方法討論心得

發現創造發明的方法能解決生活上的問題。→HOW? →結合舊的事物產生新的事物。
運氣—牛頓被蘋果打到，就想到了牛頓定律，所以運氣很重要。
帶給人們便利。→How? →功能變多，操作更人性化、更簡單。
溝通—把想法和大家討論，互相激盪，可以得到共識。
多聽—多聽他人的意見可以增長見聞，得知一些自己沒想到的事情。
多想—想任何事情都不受時間與空間的限制，很多不敢做的事都可以透過想像力達成。
改善、昇級（更好、更快）、替代。
從生活中找缺點—找到自己的缺點就會想要改變，因此，也能找到新的想法。
利用問題—去想如何創造。
隨便—在無意識中可以想出意想不到的想法。
哈哈大笑—大笑的時候，腦部會激發出一些平常想不到的事情。
作夢—因為夢境和現實不同，所以，夢境創造發明的方法特別不同。
發呆—有時候在自己沈思冥想的世界中可以想出新想法、新事物。
睡覺—作夢、夢境創造法。
常看書—看書可以吸收其他知識，可以得到不同想法，不同作者也有不同的觀點。
自己先想，參考別人的，請別人幫忙。
有問題就有發明，解決問題。

此外，到電腦教室搜尋相關創造發明的網路資源也是學生們印象深刻的地方，學生針對個人資料搜尋的心得。同學們到網路上看到了世界各國的發明成果與日新月異的科技發展，能夠提高從事創造發明的動機。

經過一個學年的課程實施與教學評量，可以發現許多值得深思的問題與修正的方向。

以往傳統教學的方式是以老師為中心，直接傳授知識和原理，學生在台下被動的聽講、強記實驗結果和理論。目的是傳輸已知的知識，應付統一命題的考試，這樣的教學方式並不能培養學生的創造發明能力。相對的，創造發明建構教學的形式是，在教師的引導下，學生實際動手做、互相討論問題的解法、在課堂中表達發明的想法與結果、寫下個人的學習歷程記錄，目的是讓學生主動思考，得到真正的瞭解並建構出創造發明的構想。結果可以培養學生創新的想法，老

師也可從同學們的構想中得到不同以往的啟發。

創造發明建構教學中，老師可以利用學生有興趣的主題與方法來呈現問題，提高學生學習的動機。運用教師的經驗、豐富教學情境以符合學生的經驗與興趣。同時，不必急著將前人發明的過程與結果告訴學生，而是要讓學生們自己嘗試思考解決問題的途徑，當學生自己經過思考過程後，才能將該方法內化為自己所有。此外，老師也必須在班級經營中，建立一個具有批判性思考且包含高度民主素養的教室情境，讓學生們都能在相互尊重的氣氛中勇敢的質疑其他人的論點（包括質疑老師的想法）。如此，才能讓學生在自由氣氛中，相互學習理性與尊重，對事不對人，發現解決問題的根本方法。

然而，創造發明課程建構教學實施時，提供學生主動建構機會的分組教學、互相討論是受到肯定的教法，但學生未必配合。分組教學與互相討論會拉長教學的時間，教師應如何有效運用時間，成為受到關注的焦點。教師也應調整班級管理的技巧與態度，符合創造發明建構教學的需要。否則教師常常會淪為利用建構教學來從事傳統「填鴨」式的教學。例如，利用建構教學給學生創造發明的問題去小組討論、合作解題、發表分享等，訓練學生熟練各種創造發明解決問題的技法，卻忽視創造發明建構教學主要的目的是創意思考與真正的瞭解問題的解決方法，並將該過程內化為自己處理事物的想法。

同時，以創造發明課程的教學實務經驗而言，適度的能力分級將能有助於學習的成效。因為，如果班上的學生程度相差太遠，往往無法真正做到開放討論的目標；通常學生們會習慣等待某些程度較好的同學發言，而這些程度較好的學生則變成了另一種權威。如此一來，弱勢的學生仍然會放棄自己創新的思考方式，只因為別的同學很厲害，很敢大聲說出自己的想法，而自己卻認為自己的方法一定會被他人嘲笑而不敢發言。

另外，在未來開設更高階的創造發明課程時，教師可依照學生的程度，適度要求選

修學生的基本能力。例如：學生應先選修過專業知識的學科，才可以運用更多已知的知識，作更廣泛、開闊的思考與創造。或先修過基本實習課程，讓學生在實際動手作的時候，可減少因技術不熟練無法完成作品所產生的困擾，如：缺乏成就感或無法樂在其中。

期末成果發表會中，雖然大多數的小組都做不出實際的產品。但同學們踴躍的發表自己的發明想法，不但可以在每位同學心中種下日後從事創造發明的種子，也可以讓參與發表老師和同學們得到不同於自己的發明想法。對於一群高職工科一年級，尚未接受專業訓練的學生而言，能有這麼豐富的創造發明想法，實在值得大家重視。

由以上的整個教學的設計與架構之概念，透過建構教學法落實創造發明的課程，著實驗證創造式教育中提到：「告訴我，我將忘記；給我看，我會記得；讓我參與，我能理解。」的教學真諦，讓所有學生都能在實際參與的活動中，建構出自己的想法，作為日後生涯發展與創造發明的根基。

七、討論與建議

由以上的統計結果可知，目前國內相關高職機械科創造發明的課程中，普遍缺乏合成能力的培養。對於培養創造發明能力課程的規劃，還有許多可改善的空間。將以上對機械科進行的分析與探討結果應用在其他高職工科中，亦能得到相同的結果。

因此，有必要在教育部訂定高職工科課程標準時，均衡發展學生分析、合成、實作的能力，增加相關合成能力培養的課程。各校在訂定校訂課程時，也需要考量各校的發展趨勢，適度的增加相關合成能力培養的課程，以充實學生綜合思考的能力。

因應國內特殊的學習環境，有必要在升學與就業過程的審查中，加入學生綜合思考、實際動手做、整合所學知識、實現發明創造實務的實際經驗考核，將能提升學生在學期間學習相關課程的動機。

此外，創造發明師資人才的培養，在推動課程內容與落實成效方面，也具有相當的重要性。藉由廣泛培育創新設計的種子教師，架構起培養創造發明人才的整體網絡，才能讓創造發明培養的工作，在高職工科教育中真正的落實。

由於創造發明能力培養的課程規劃和安排還未具規模，有許多再加強與補充的空間。以下針對與創造發明能力培養具有決定性影響力的幾項因素，提出建議如下：

1. 調整部訂必修課程之學分比重，增加合成相關必修課程的比重，提高學生綜合思考的學習能力。
2. 統合全校所有資源，規劃整體性的創造力訓練課程，讓培養學生創造發明能力的效果真正落實。
3. 增加全校跨領域的學生專題實作課程，透過學生與學生、學生與授課教師間的互動，讓學生主動的學習。
4. 多方面規劃並實施具有培養創造力意義的科技競賽活動，鼓勵學生從事創造發明的活動。
5. 建議大學、四技、二專推薦入學甄試與工業界應徵人才評鑑時，增加專題研究與科技競賽成果表現的成績審查。
6. 規劃創造力教師培訓計畫與教材，廣泛培訓創造力師資，擴大創造發明培養的層面。

八、結論

本研究探討高職工科教育對培養學生創造發明能力之課程教學實施現況與規劃，針對工業職業學校課程與學生活動兩方面已有瞭解與認識。透過探討大安高工機械科實施情況與成效，分別針對課程規劃與學生活動進行檢討；國內其他高工機械科對培養學生創造發明之實施狀況與其特色；針對學生活動之專題與科技競賽方式進一步探討等三大方向。經過分析與統整，瞭解目前高

職機械課程對培養學生創造發明能力之影響與成效，提出高工機械課程與學生活動規劃未來發展方向的建議，希望能激發學生創造力，提升學生創造發明的能力。

藉由高職機械科的分析與探討，可以應用在其他高職工科的課程規劃上，因此，高職工科課程將來改進的方向，應該是統整所有課程、增加相關合成能力的課程，讓學生能在課堂中廣泛培養創新設計與綜合思考的能力。

對高職工科課程、學生活動與教學環境規劃之建議，除了在課程規劃上，增加合成能力培養課程的比重，加強學生綜合思考的學習能力外，更進一步以必修課程形式的創造力培訓課程和學生專題實作課程，加強學生的創造發明能力。此外，更可透過在大學與四技二專推薦入學甄試或工業界甄選設計人才時，增加創新專題研究成果與科技競賽的成績的為審查參考的標準，激勵學生在學校中學習的動機。最後，藉由廣泛培育創新設計的種子教師，架構起培養創造發明人才的整體網絡，才能使創造力培養的工作在高職工科教育中真正落實。

參考文獻

1. 李錫津（民75），創造思考教學對高職學生創造力發展之影響。國立台灣師範大學教育研究所碩士論文。
2. 陳龍安（民80），創造思考教學的理論與實務。增訂五版，台北：心理出版社。
3. 劉霆、柴昌維（民90），大學機械工程教育創造發明之規劃，國科會研究彙刊，C類，人文與社會科學，Accepted for publication。
4. 劉霆、柴昌維（民88），大學機械工程教育課程創作發明之規劃。中華民國機構與機器原理學會 第二屆全國機構與機器設計學術研討會，新竹，清華大學，105-111。
5. 劉霆（民88），大學工科學生專題與科技競賽之規劃，中華民國力學學會第六屆力學教學研討會，台北，台灣科技大學，47-52。
6. 柴昌維、劉霆（2000），學生專題與科技競賽。Third International Conference on Technological Creativity Development, Taipei, Taiwan, 24-38。

7. Faste, R. & Roth, B. (1997) The Design of Projects and Contests - the Rules of the Game, J. of Robotics and Mechatronics, Vol. 10, No. 1.
8. Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1995). Defying the Crowd: Cultivating Creativity in a Culture of Conformity. New York: Free Press.
9. Sternberg, R. J., Torff, B., & Grigorenko, E. L. (1998). Teaching Triarchically Improves School Achievement. Journal of Educational Psychology, 90, 374-384.
10. Torrance, E. P. (1965). Rewarding Creativity Behavior. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
11. Yager, R. E. (1991, September). A constructivist learning model. Science Teacher, 53-57.

必修課程三	數值控制實習 I、II，機械力學 I、II
專業選修課程	專題製作實習 I、II，工業安全與衛生 I、II，工廠管理，氣油壓實習，精密量測實習 預開設之選修課程：機械設計概論，工模與夾具，熱處理，基礎鑄造實習

附表 3、台北市立大安高工機械科校訂科目學分數及特色一覽表

開設年級	科目	學分數	特色
1	車工實習 V、VI	2	一、精密工業，加強學生電腦輔助製造與電腦繪圖能力。 二、加強基礎機械知能。
3	機械力學 I、II	2	
3	氣油壓實習	3	
3	精密測量實習	3	
3	專題製作實習 I、II	14	
3	銑磨實習 I、II	2	
3	工業安全與衛生 I、II	2	

附錄一、大安高工機械科課程規劃

大安高工機械科學生必須修滿 150 學分始能畢業，其中至少 130 學分之必修科目（含部訂一般必修 72 學分、專業必修 58 學分，校訂一般必修 12 學分、專業必修 2 學分）。詳細的學分表統計表如附表 1（資料來源：台北市立大安高工 89 學年度課程手冊，89 年 9 月 15 日出版）。大安高工機械科專業科目一覽表，如附表 2。校訂科目學分及特色一覽表，如附表 3。

附表 1、台北市立大安高工機械科學生畢業應修學分統計表（自 89 學年度起實施）

年級	學期	修習學分數	必修區分	
			必修（一般+專業）	選修（專業）
一年級	第一學期	29	19+9	1
	第二學期	29	19+9	1
二年級	第一學期	27	12+15	0
	第二學期	27	12+15	0
三年級	第一學期	28	11+6	11
	第二學期	28	11+6	11
合 計		168	144(84+60)	24
畢業學生應修最低學分總數			150(含必修科目 130 學分以上)	
備註	除教育部規定共同必修科目 72 學分外，校訂共同必修科目為 12 學分，總計共同必修科目 84 學分。			

附表 2、台北市立大安高工機械科專業課程科目名稱一覽表

課程類別	科目名稱
必修課程一	鉗工實習 I、II，機械製圖實習 I、II，車工實習 I、II
必修課程二	機械材料 I、II，機械製造 I、II，機件原理 I、II，車工實習 III、IV 銑磨實習 I、II，機械製圖實習 III，電腦輔助製圖實習

附錄二、大安高工機械科 89 年專業課程分析統計表

必選修	類別	年級	課程名稱	學分	備註
必修	實習	1-2	機械製圖實習	9	A(0) S(0) P(9)
必修	實習	1	鉗工實習	6	A(0) S(0) P(6)
必修	實習	1-2	車工實習	12	A(0) S(0) P(12)
必修	理論	2	機械材料	4	A(4) S(0) P(0)
必修	理論	2	機械製造	4	A(4) S(0) P(0)
必修	理論	2	機件原理	4	A(2) S(2) P(0)
必修	實習	2	電腦輔助製圖實習	3	A(0) S(0) P(3)
必修	實習	2	銑磨實習	6	A(0) S(0) P(6)
必修	理論	3	機械力學	6	A(6) S(0) P(0)
必修	實習	3	數值控制實習	6	A(0) S(0) P(6)
選修	實習	1	車工實習	2	A(16) S(2) P(42)
選修	實習	3	專題製作實習	14	A(4.67) S(4.67) P(4.66)
選修	實習	3	氣油壓實習	3	A(0) S(0) P(3)
選修	實習	3	精密測量實習	3	A(0) S(0) P(3)
選修	理論	3	工廠安全與衛生	2	A(2) S(0) P(0)
				(24)	A(6.67) S(4.67) P(12.66)

附錄三、相關高職課程規劃教學科目與學分表網頁

1. 台北市立大安高工機械科課程規劃網頁：
<http://210.70.131.1/www/mech/required.htm>
2. 台北市立木柵高工機械科課程規劃網頁：
<http://www.mcvs.tp.edu.tw/教學單位/mac/course.htm>
3. 國立台中高工機械科課程規劃網頁：
<http://www.tcivs.tc.edu.tw/default.htm>
4. 高雄市立高雄高工機械科課程規劃網頁：
<http://www.ksvs.kh.edu.tw/>
5. 國立羅東高工機械科課程規劃網頁：
<http://www.ltiivs.ilc.edu.tw/machinery/index1.htm>

