

教育部教學實踐研究計畫成果報告  
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number : PEE1136986

學門專案分類/Division : 工程

計畫年度 :  113 年度一年期  112 年度多年期

執行期間/Funding Period : 2024.08.01 – 2025.07.31

(提升課堂學生的學習動機與學習成效具體作法-以非傳統加工為實踐課程/  
**Specific Methods to Enhance Students' Learning Motivation and Effectiveness in  
the Classroom: Using Non-Traditional Machining as a Practical Course**)

(非傳統加工/Nontraditional Machining)

計畫主持人(Principal Investigator) : 何靖國

協同主持人(Co-Principal Investigator) : 無

執行機構及系所(Institution/Department/Program) : 國立臺灣海洋大學／機  
械與機電工程學系

成果報告公開日期 :  立即公開  延後公開

繳交報告日期(Report Submission Date) : 2025 年 9 月 19 日

# 提升課堂學生的學習動機與學習成效具體作法-以非傳統加工為實踐課程

## 一、本文

### 1. 研究動機與目的 (Research Motive and Purpose)

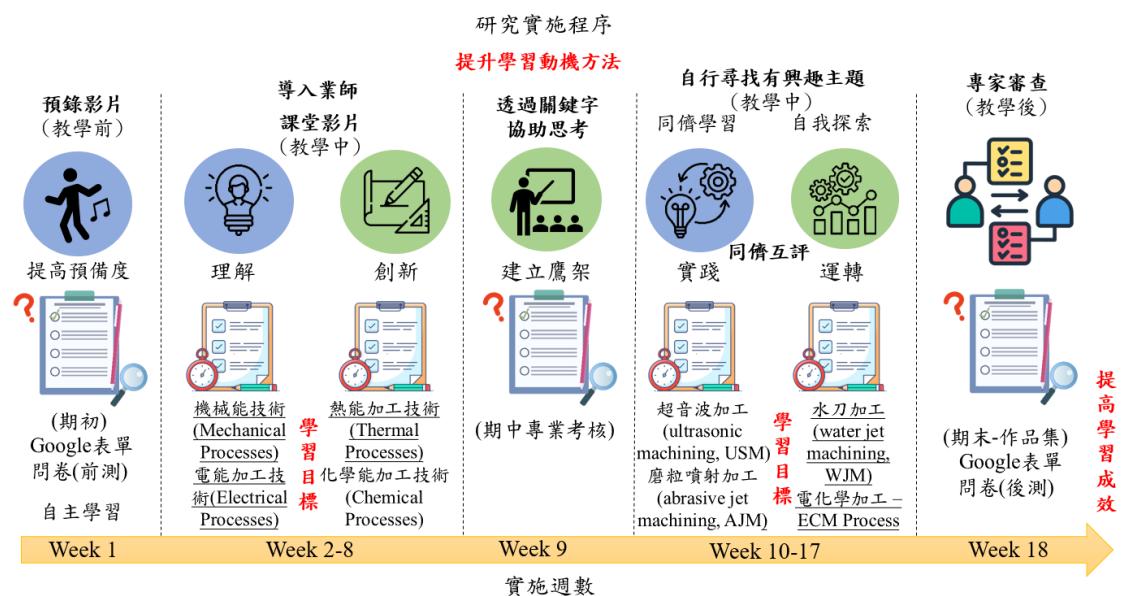
非傳統加工相關領域科技在近年來有了很大幅度的提升，對加工技術來說，非傳統加工是一項可以解決諸多技術問題並且有潛力產生開創性技術的一種工法。現在的精密製造加工技術已經可以協助我們提高加工的精度、尺寸精度、表面平整度與提高材料移除率等；然而對機械工程學系的學生來說，非傳統加工這門課對學過機械製造必修的學生來說還是有些陌生，在系內相應的課程與資源也較為貧乏。因此本計畫希望可以從發現與解決工程問題的角度切入，探討非傳統加工如何應用在產業與其技術發展，接著，引導學生認識學科背後隱藏的學理、專業知識與產業動態，改變學習情境，給予不同的學習刺激。如此一來學生在學習過程中也比較不會枯燥乏味，也可以融合機械工程的專業知識並與傳統加工方法做比較。在授課過程中，為了改變不同學習情境，給予不同刺激，導入業師入班於教學現場，以利針對學生學習狀況的問題點及時給予解惑，進而減少學習疑問，不把問題留在課堂中，慢慢衍伸出符合教師與學生一舉數得及一同成長的教學方式。為了提升學生的學習動機及學習成效，並幫助學生易於了解非傳統加工的重要概念，本計畫融合加工影片、數位板書及與業師入班即時回饋互動之新穎教學方法於非傳統加工課程，以使課程內容達到更加豐富且多元化。如此的課程設計有別於過往的傳統授課方式，除了讓學生容易吸收教學內容之外，更能使學生活善用

非傳統加工這項新興技術，與主流加工技術及產業接軌，激發學生創造與未來擔任工程師的潛力。根據本人近幾年任教過科大與普大教學這段期間的經驗，對於學生的觀察與輔導明顯可意識到，並非每位學生都能對課程的內容都能有充分的了解。而非傳統加工課程是未來幾年突破傳統加工限制與極限的最佳選擇，是一項新的挑戰，相關教學資源與課程較為貧乏，再加上機械工程學系學生對實作、產業動態與趨勢、工具機相關專業課程的學習經驗較為不足，更是加深了學生學習的難度與挑戰。普遍來說，非傳統加工的理論內容太過抽象，再加上學生修課期間又有許多其他重要的必修科目或專題要投入；在同時進行的情況下，使得學生無法對課程內容進行深度了解，導致於學習效率及意願降低。但是在未來不論是持續進行研究或是就業，加工技術的了解與實驗數據分析相關的知識應用已成為一項任何工程背景的學生應該具備的基本能力；因此，為了培養學生掌握課程所學之能力，將非傳統加工的學理知識與業師實務經驗相結合，並應用在實際工程問題中是本計畫之研究目的。

為落實教學研究計畫之成果，本計畫將教學程序分為圖 1 所示五個重要階段：

●加工影片(教學前)：透過影片的動態刺激，提高預備度，以學生為主軸，引入翻轉教學概念，改變傳統學習次序。●導入業師(教學中)：學習過程中了解產業最新動態與不同工法創新之能力。●期中專業考核(教學後)：從期中考核題目中透過關鍵字來幫助理解，協助思考，建立鷹架，檢視自我學習的成效、學習產業如何分工，作為落實翻轉教學的催化劑。

- 自我探索有興趣之主題: 透過同儕學習達到自我探索的效果，提升對各種主題的認識與有感，腦海中能浮現自己較有興趣的加工法，檢視自己在這門課的學習效果，也能培養學生對專業的敏感度與積累產業知識。● 期末作品集: 在最後一個階段中，給予學生充分發揮學習成果的機會，透過自己有興趣的主題做更深入的了解，前四階段利用各種教學方式打造學生自己的學習方法，增加學生的學習效果與熱衷程度，養成往後自我學習的能力與習慣。



### 圖 1 研究實施程序

## ●課程設計與執行方式

有別於過往授課常以「簡報」的方式來進行，將整理好的理論與知識講授給學生。

本計畫之新穎教學處是強調學理與產業知識的雙重連結，以非傳統加工這門課來說，唯有與產業動態結合，才可以更為深刻的體認非傳統加工技術如何活躍在許多產業領域中。當學生在學習非傳統加工的知識時，課程中讓同學自發性的發現工程問題，發揮創意想出不同工法於業界應用的潛力，再利用加工影片與數位板

書做為核心，同學看到便能集思廣益，並以期末主題報告作為學習主軸，讓每位同學學習如何將上課內容變成自己真正了解的技術。本計畫藉由改變課堂情境，將非傳統加工融合學生先前所修習的必修科目-機械製造，結合個人專長與興趣，讓學生在課程中更貼近實際問題並透過期末主題與創新的訓練來累積相關概念之工程專業，甚至將本課程所學習的知識應用在自己專題與相關技術報告中，讓學習成果有更多可能。圖 2 至圖 5 分別為本計畫之數位筆記內容，透過有別於傳統板書的講解，更能加深專業字彙與吸引同學的興趣與目光。



圖 2 比較傳統與非傳統加工之差異



圖 3 如何選擇適合的非傳統加工法



圖 4 化學加工的原理與其特色



圖 5 不同非傳統加工法原理之比較

學習動機的重要性在於它是引導和維持學習行為的內在力量，能激發學習者主動投入學習活動、設定並達成學習目標、克服學習困難，從而提高學習成效。透過激發學習者的內在興趣與滿足感，並培養其勝任感、關聯性與自主性，可以促進更持久的學習熱情與成長。

### **學習動機的重要性**

● 激發學習行為：學習動機促使學習者進入學習狀態，自發地參與各項學習活動。

● 提供學習方向：引導學習者有選擇地投入學習，使學習活動聚焦於特定目標，就像方向盤指引方向一樣。

● 維持學習動力：學習動機幫助學習者在遇到困難時能持續努力，保持學習的強度和時間，直到目標達成。

● 提升學習成效：擁有高學習動機的學習者，通常會付出更大的努力，從而獲得更佳的學習成效。

● 培養內在學習熱情： 激發學習者對學習內容的興趣和享受，能夠產生持久的學習動力，而不僅僅依賴外部的獎勵。 如圖 6 所示，學習動機低落的原因有很多種，本計畫將原因歸類出三類，第一類是對教材內容不具吸引力，導致缺乏興趣，第二類是學習缺乏現實世界的價值，造成感知無意義，不知道學習非傳統加工以後能做何種工作或發展，對未來產生不確定性，第三類是自主學習的機會有限，傳統學習經驗讓學生習慣以被動學習為主。圖 7 為課堂學生缺乏學習動力之主因，主要原因有學習內容與生活經驗脫節，傳統評量方式過於單一，以考試成績為主，對學習主題與未來人生目標連結不明確，學習過程中缺乏雙向回饋，單向輸出，互動過程較弱等，都是造成缺乏學習動力降低學習動機的眾多原因之一。

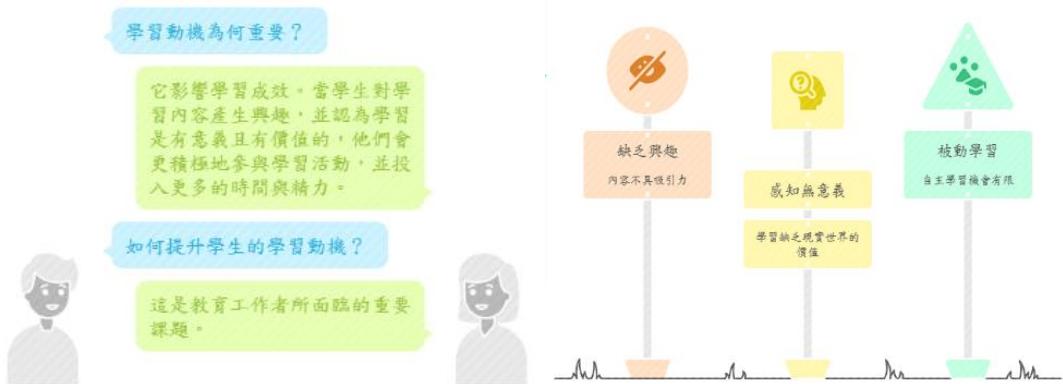


圖 6 學習動機的重要性與學習動機低落的成因

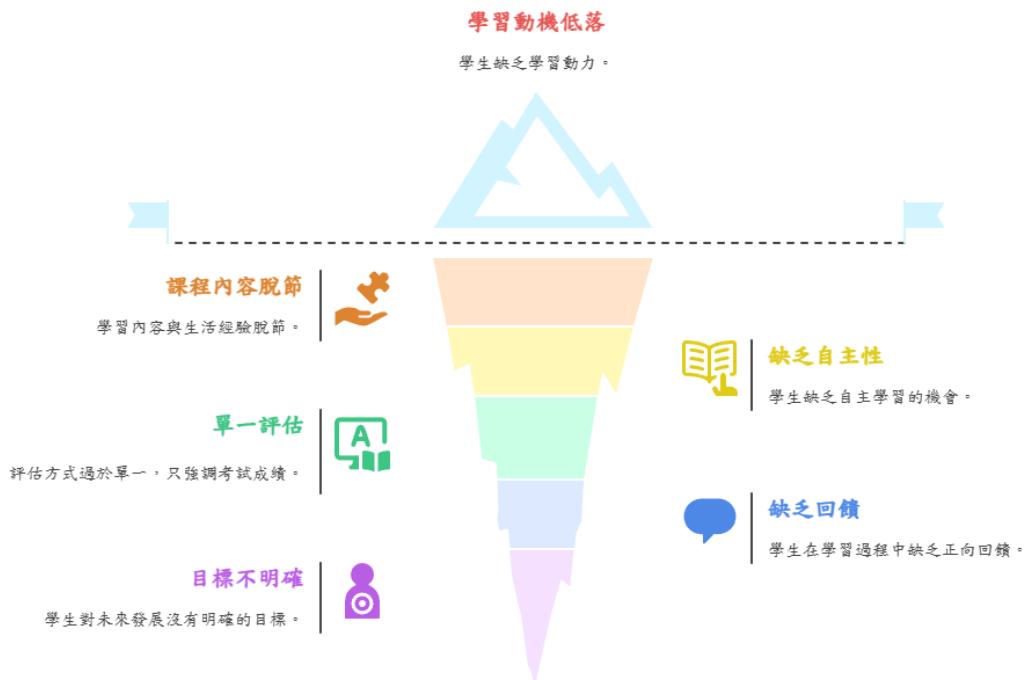


圖 7 課堂學生缺乏學習動力之主因

### 如何提升學習動機

- 培養內在動機:發掘並引導學生對非傳統加工的興趣，使他們因樂趣而學習，而非僅為獎勵。
- 設定明確目標:幫助學習者設立具體、可達成且可衡量的學習目標，讓學生有明確的努力方向，並透過完成項目或達成目標來增強成就感。

●創造支持性環境：提供一個安心、鼓勵提問、勇於嘗試且不怕犯錯的學習環境。

●培養成長心態：鼓勵學習者相信能力可以透過努力提升，將挑戰視為成長的機會，而非對學習有畏懼害怕的感覺。

●提供情感支持：給予學習者情感上的支持與鼓勵，並與他們建立正面的、互相尊重關係。

圖 8 為本計畫之教學目標，希望有別於一般傳統授課之方法，提出具體的策略應用於教學現場中，讓課程有參與、有投入、有互動，達到高學習動機與高學習成效的運動效果。



圖 8 提升學習動機與成效之策略

## 2. 研究問題 (Research Question)

自古以來，課堂教學的流程總離不開制式化的聽講、作業、考試或報告。以學生的視角來看，學校教育讓學生在學習成長過程中養成讀書是為了考試這樣的氛圍。獲得成績上的高分成為學習目標，讀書為考試，考試為讀書，時間久了便慢慢模

糊了學習的本質，無法聚焦在學習喜歡的事情上，對追求知識失去樂趣與新鮮感。特別是從高中職階段，進入到分流教育如普大或是科大時，過往的學習體驗會將這樣的氛圍變成是學習日常，導致學用落差拉大，甚至修業年限結束畢業到投入職場，也不確定自己學會什麼。照這樣的情況繼續下去，學生對於未來不是充滿信心，得到的是對未來的徬徨與無助。因此，將學生從考試與成績為重的傳統思維中做些改變，讓學生了解到所學知識的意義與用途也是本計畫的目標，最終希望可以激發學生對學習知識的動機，培養學生具備自學的基本能力。為了解決目前課堂學生學習所遇到的瓶頸，設計較為新穎的教學方式，導入更多學習刺激，希望可以更加有效完善的達成學習目標，也為培育非傳統加工領域相關的人才做出努力與貢獻。本計畫教學研究對象是海大機械與機電工程學系大學部的學生。考慮往後學生進入職場必須面對產業的各種挑戰與變數，嘗試改變不同上課情境，增加不同學習刺激的核心概念，讓學生培養出了解自己喜歡的科目是有機會做到的。此外，本計畫另一新穎之處在於「一個人即一組，對自己學習負責的勇敢態度」，不打迷糊仗，雖然是一人一組，但同樣重視同儕之間的異質性，善用業師不同的知識背景，產生相互依賴。海大機械與機電工程學系中，分別有固力領域、熱流領域、機電控制、設計製造、與微系統組，五組不同專長的學生，不分組有一個好處，可以讓同學間互補所長，完成更有廣度的學習，累積個人的課堂專業，以因應日後如有需要團隊合作避免掉專業知識預備度不足的窘境，除了可以多學習與自身組別專長項目外，藉助業師入班授課機會的雙重刺激下，讓學生也能有

機會提出看法與觀點，明確提出學習中所遇到的問題，吸引志同道合的學生互相的認識，了解彼此的看法，讓學習更有凝聚力、有助於日後團結合作，完成共同目標(如:專題製作等)。善用此方法的優勢在於教師扮演的角色更顯重要，帶領學生聚焦主題、朝正確且有意義的方向討論，更能有效率的推動課堂的進行。

## (二) 文獻探討 (Literature Review)

### 翻轉教學

隨著教育理念變遷與科技應用的不斷研發，教學創新與改革也有別以往有很大  
的變革。此教學改革的核心從「教什麼，學什麼」轉變為「如何教，如何學」，  
也就是教育的價值觀與目標有了具體的轉變。起始於 2007 年 Bergmann 和  
Sams 兩位美國高中教師，為缺課學生錄製教學影片，讓學生可自行上網觀看學  
習，這一種教學模式開啟了翻轉教室的教學模式。在這一波教學模式的帶領下，  
顛覆了以教師為中心的教學思維，將教學重心回歸到以學習者為中心的主體上。

翻轉教學的核心內涵強調老師教學模式的改變，當然也牽涉到老師教學觀念的  
改變。翻轉教學要有成效，老師一定要先將教學模式與型態翻轉，學生才有可能  
在學習上翻轉。在資訊科技協助下，讓翻轉教學的操作更為便捷。教師先將授課  
內容或相關資料錄製成短片上傳網路，或請學生自行看教學短片外的教材，學  
生可不受實地限制，自行事先學習相關的知識。課堂上不再重新講述課程內容  
重點，而透過不同活動設計，提供師生與學習者間的交互共同學習的模式。國內  
有不少教學先進將翻轉教學法應用於實務教學上(施淑婷, 2014; 詹惠雪, 2014)。

其結果顯示，經由翻轉教學的實踐歷程，能有效提升教學品質。林玉娟(2015)與洪如薇(2015)兩位教師在課程導入翻轉教學發現，翻轉教學法的應用能將表面知識的學習傳化為內化的體悟。國外的研究顯示，翻轉教學模式可增進學生學習專注和批判思考能力(O'Dowd & Aguilar-Roca, 2009)；學生更有機會應用高層次認知能力(Marshall & DeCapua, 2014)；學習者學習動機增強，成為更主動的學習者(Brame, 2013)。綜觀國內外有關實施翻轉教學的成效多顯示正向的結果，但，翻轉教學不只是教師單純將授課內容和作業翻轉，最主要須從老師的教學法上進行改變(Hoffman, 2014)。翻轉教學要成功，教師必須養成新的教學能力，也要扮演多元角色。

### **同儕回饋**

依據認知歷程理論相關研究顯示，同儕回饋能提升寫作者後設認知，修訂與讀者間對話的能力 (Hayes & Flower, 1980)。由社會建構理論觀點分析，回饋於寫作歷程中亦是一種社會互動形式。Vygotsky (1978)的社會建構理論認為，學習不是被動的行為，而是在互動與持續的社會情境下，對知識與意義建構的過程。此理論強調在提供學習者互動機會環境下，學習者彼此合作協同學習的社會互動才能驅使學習者個體內再發展歷程開始運作，進而促使高層次認知歷程的發展與建構有意義的知識 (Palmer, 2005)。不論認知歷程理論或社會建構理論，兩者均認為透過同儕間互動，能驅動學習者認知的發展。這也是 Topping and Ehly (1998)所提出的同儕學習是一種認知的共同建構。由此觀點，藉由互動歷程中，同儕彼此的想法、

對特定領域的知識相激盪調和與影響，形成彼此認知結構的改變，也共同建構了新的知識架構。

陳美芳、謝佳男和黃楷如(2007)針對高中語文教學現場進行研究分析，結果顯示不同學習類型的學生都認為同儕回饋對寫作能力有所助益；不同程度學生在同儕回饋討論中彼此引發靈感與澄清觀點差異。Zare, Cox, Murphy, & Bayas (2017)針對 150 名數理科同學每周的作業使用同儕回饋方法進行研究。研究發現，同儕回饋討論對不同程度的學生在數理問題解決上有顯著的助益。此外，以 29 名學生使用 Moodle 平台進行跨組同儕回饋活動中，對互動特質在同儕回饋中的影響進行相關研究中，Pozzi, Ceregini, & Persico (2016)等人發現學生在社會化與認知層面(個體與團體知識建構)，組內同儕回饋有顯著表現。在 Baker (2016)一個三年為期的研究顯示，在同儕回饋活動歷程中，同儕提供更多形成性的回饋；在同儕回饋後寫作文章修訂上，宏觀的修訂(文章邏輯組織、內容統一性與連貫性; 67.1%)遠高於微觀的修訂(文法與句型結構; 17%)。綜合上述研究發現，同儕討論對促進學習者社會化、知識建構、問題解決與宏觀修訂能力的提升具有相當的助益。

### 分組合作學習

源自 1960 年代中期，有關合作學習的相關研究逐漸興盛。分組合作學習是一種教學策略或方式，透過組員間彼此互動互助，一同討論、探索及解決問題，是強調學習者為中心的教學型態(張新仁,民102)。許多研究證明合作學習確實能提升學習成效，且能適用於不同學制、年級與科目(Jacob, 1999; Jenkins, 2003; Slavin 1995)。合作學

習的成效不只能促進學生的思考能力與統整應用能力，更有助於不同學習經驗的學生，提高人際互動與社會化學習的經驗。且實證研究也發現，學生越積極參與，學習表現越好。合作學習與傳統學習團體主要的差異在於，合作學習不只重視個體的績效表現，更著重團體中各成員彼此促進學習。在學習歷程中，分組合作學習強調個體與團體的反思。合作學習有許多不同的實施方式與活動規劃內容，以英文寫作課程來看，針對同儕寫作進行同儕回饋(peer feedback)是兼具實務與有效的方法。在寫作歷程中帶入同儕回饋活動，能讓學習者引出問題的解決方法，並使互動參與者對於互動討論的主題有更深入的理解。

### 非同步線上討論

隨著科技時代的來臨，善用電腦來幫助學習被視為一個有效的學習方式。非同步討論提供一個允許學習者不受時間與空間限制，彼此互動與建構知識的平台。在非同步線上討論過程中，互動式的學習活動，讓學習者對學習的內容反思與澄清的機會，且能與同儕回時互動，學習才能內化為真正的知識。Murphy 和 Manzanares (2005)研究證實，非同步線上討論能創造出類似面對面課堂討論的環境，在此環境下，學生個體更能察覺不同觀點進而擴增其知識。學生互動的參與更能協助彼此知識的建構。在一份針對國際學生，線上同儕回饋學習經驗的研究中發現，線上同儕回饋與評量強化學生對主題知識的理解且促進知識的內化；研究結過進一步揭示藉由程度較高的同儕的協助，學習經驗能獲得強化(Chew, Snee, & Price, 2016)。Pozzi, Ceregini, & Persico (2016)等人的研究也發現，不同

組內線上交流互動在整個學習歷程上扮演重要的角色，特別在促進社群意識上有顯著的表現。總結以上文獻探討歸結出一個清楚脈絡，學習者合作學習的互動，可促使學生在學習歷程中彼此建構知識，對問題解決與表達的能力也有所提升。

### (三) 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

週次 (堂次)	課程主題	內容【說明】	備註
1	非傳統加工與傳統加工之異同	介紹各式加工的工作原理與產業實務應用。	教師檢核
2	機械能技術 (Mechanical Processes)	(透過數位板書強化學習刺激)	輔以對應課程主題之影片(問答方式進行)
3	電能加工技術(Electrical Processes)	邀請專業講師講解創意課程(與產業界接軌)	輔以對應課程主題之影片(問答方式進行)
4	熱能加工技術 (Thermal Processes)	邀請專業講師講解創意課程(與產業界接軌)	輔以對應課程主題之影片(問答方式進行)
5	化學能加工技術(Chemical Processes)	邀請專業講師講解創意課程(與產業界接軌)	輔以對應課程主題之影片(問答方式進行)
6	快速成型技術 (Rapid Prototyping/ Tooling)	邀請專業講師講解創意課程(與產業界接軌)	輔以對應課程主題之影片(問答方式進行)
7	超音波加工(ultrasonic machining, USM)	學生能自己找主題(包含:加工原理、業界痛點或瓶頸、提出具體改善方法、預期成果等)	自己能吸收掌握課程內容與確認習得之專業知識(學習日記)

8	磨粒噴射加工(abrasive jet machining, AJM)	學生能自己找主題(包含:加工原理、業界痛點或瓶頸、提出具體改善方法、預期成果等)	自己能吸收掌握課程內容與確認習得之專業知識(學習日記)
9	期中考	期中專業學理考核	
10	水刀加工(Water jet machining, WJM)	課程中分享自己找的主題(包含:加工原理、業界痛點或瓶頸、提出具體改善方法、預期成果等)	自己能吸收掌握課程內容與確認習得之專業知識(學習日記)
11	電化學加工(ECM Process)	課程中分享自己找的主題(包含:加工原理、業界痛點或瓶頸、提出具體改善方法、預期成果等)	自己能吸收掌握課程內容與確認習得之專業知識(學習日記)
12	電解拋光(Electro Polishing - EP)	課程中分享自己找的主題(包含:加工原理、業界痛點或瓶頸、提出具體改善方法、預期成果等)	自己能吸收掌握課程內容與確認習得之專業知識(學習日記)
13	電化學拋光(Electro-chemical Polishing)	課程中分享自己找的主題(包含:加工原理、業界痛點或瓶頸、提出具體改善方法、預期成果等)	自己能吸收掌握課程內容與確認習得之專業知識(學習日記)
14-17	電解研磨(Electrolyte Polishing)	課程中分享自己找的主題(包含:加工原理、業界痛點或瓶頸、提出具體改善方法、預期成果等)	自己能吸收掌握課程內容與確認習得之專業知識(學習日記)

18	期末個人主題書面報告	前後測問卷。	期末個人主題(作品集)
----	------------	--------	-------------

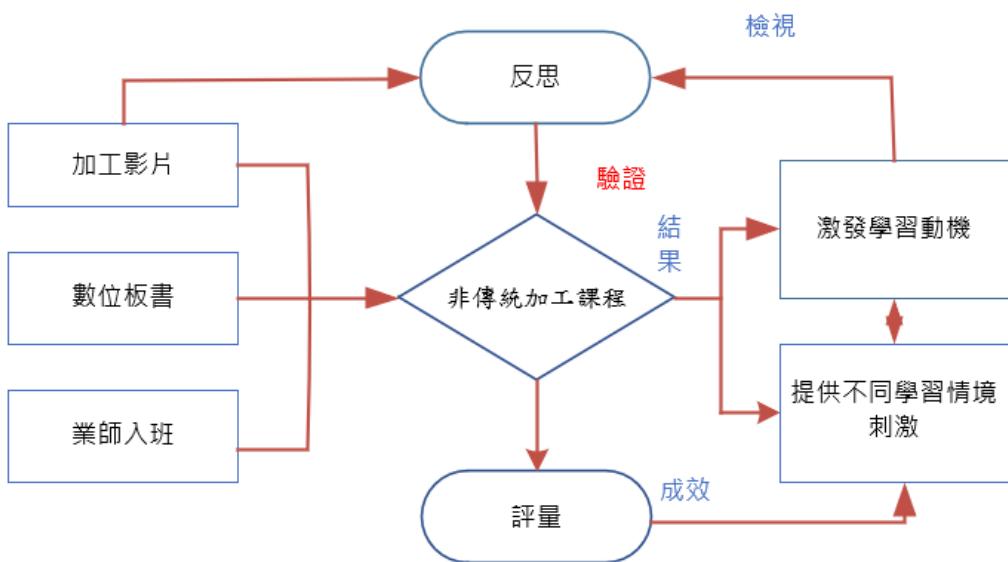
#### (四) 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

##### (1) 研究架構

本計畫提出較為新穎的教學方法是為了讓同學能活化非傳統加工技術的知識，引導學生如何應用先前所學的必修課機械製造來面對這門課，以提升學生學習成效，應付複雜且多變的工程問題。藉由加工影片、數位板書與業師入班等三大基石，讓同學能有組織的學習，歸納所學以因應往後可能面臨的職場挑戰。藉由較新穎的教學方式，期望打破以往傳統的授課方式，體悟出效果更佳的教學方式，與時俱進，接軌產業需求，打造非傳統加工領域之人才，達成創新教學實質成效。圖 9 為本計畫之研究架構，激發學習動機與提供不同學習情境相輔相成，雙向並行，有別於傳統的被動學習，在課堂上課的情境中有著不同的學習主題與目標，不同的業師與工程專業(如:半導體製程相關技術、機器手臂、產線規劃等)，讓之前授課的學理知識先跟加工影片融合，產生深刻印象，提高預備度，透過反思與評量問卷及教學務系統之學生教學評量來檢視教學成效，如表 1 所示。

表 1 節錄學生教學評量意見

1132	B720387B	非傳統加工	A	A0470	何靖國	甲卷-一般性教學課程	好老師
1132	B720387B	非傳統加工	A	A0470	何靖國	甲卷-一般性教學課程	無
1132	B720387B	非傳統加工	A	A0470	何靖國	甲卷-一般性教學課程	no
1132	B720387B	非傳統加工	A	A0470	何靖國	甲卷-一般性教學課程	很好



### 圖 9 本計畫之研究架構

## (1) 教學過程與成果

教學設計與策略\_板書與加工影片

透過板書與加工影片引起學生學習動機與興趣

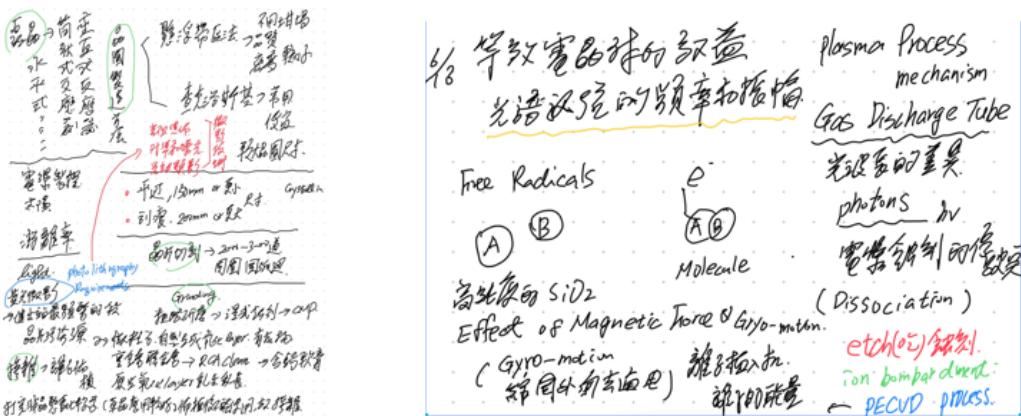


圖 10 數位板書與業師入班授課重點註記

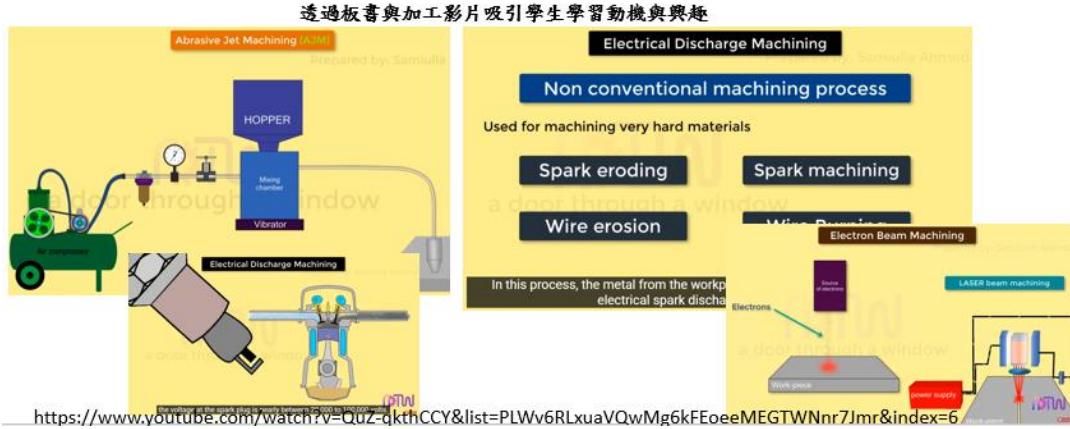


圖 11 動態加工影片吸引學生目光

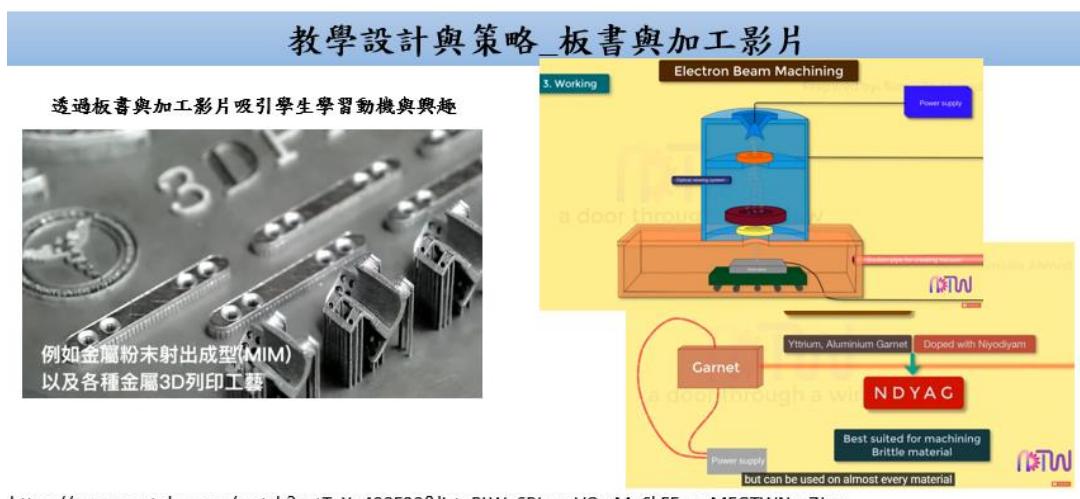


圖 12 照片與影片同步呈現



3/28 溫博群

4/25 林浩揚

6/6 李承穎

6/13 溫博群

圖 13 業師入班，提供不同學習情境與學習刺激

圖 10-13 為教學成果呈現實景。數位板書，加工照片，影片，業師入班。

## (2) 教師教學反思

在本次教學實踐研究計畫中，規劃的新穎教學方法在非傳統加工課程中得到了預期的成效。透過加工照片，影片、數位板書以及業師入班的融合，提供學生一個離產業界更近的學習體驗，讓他們能夠有熱情且積極地參與至課程中。執行中也發現在實施新穎教學方法的過程中，仍有挑戰需要克服。首先，學生對於業師入班需要一些時間來適應。因為學生事先並不知道業師想要講解的主題是什麼。最後，同儕學習也可能存在一些問題。有些學生可能會顯得比較被動，而有些則顯得比較主動。這些差異可能會對期末主題書面報告產出之效率有一定的影響。為了克服這些挑戰，本計畫採取了一些具體的作法。首先，對下一次業師演講主題預先做簡單介紹，並提供一些相關的學習資源。這些措施有助於學生預先準備。

其次，在教學中特別強調了產業動態的重要性，並且提供了一些與業師互動的機會和支援，讓學生更好地掌握主題。總結來說，本次教學實踐研究計畫取得了一定的成果，融合多種教學方式和學生產出實質意見的新穎教學方法，但仍有很多可以改進和完善的地方。在未來的教學實踐中，希望可以繼續尋找更有效的教學方法和評量工具，提高學生的學習效果與激發學習熱情。圖14-15為學生學習回饋實景，透過這次計畫所提出新穎的教學方法，經課堂實證後發現，同學的參與，投入與互動跟以往傳統教學方式相較之下頗大，受到更多的學習刺激，特別是在與業師討論互動的過程中，展現了與以往不同的熱情與反饋，由產出的講座心得與期末主題報告可明顯感受教學成效有顯著之提升，實屬不易。

### (3) 學生學習回饋

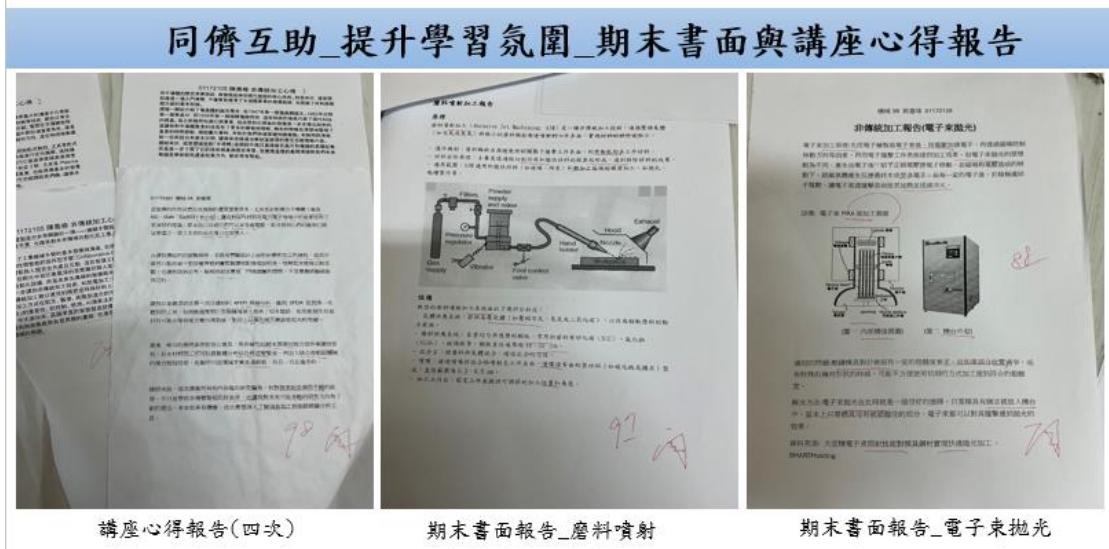


圖 14 期末書面報告與講座心得反饋



圖 15 業師入班，學生認真聽講，業師與學生互動熱絡

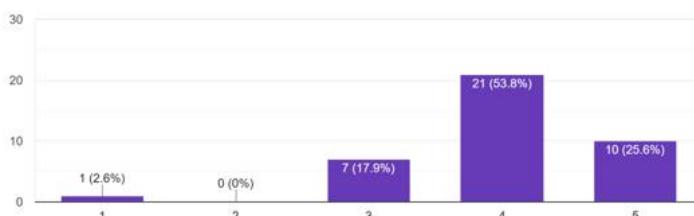
圖 16 為本計畫讓不同組學生透過同儕互動提升學習氛圍之良性循環示意圖，由圖中可知，透過同儕的互動可以讓同學彼此建立鷹架，不再是單打獨鬥，讓期末的主題報告可以加深廣度與深度，建立學習，鼓勵合作，共同解決一致面臨之問題，營造高學習動機之學習情境，讓共同討論聆聽的主題，最後可以轉換成自身有興趣之期末書面報告，將自己理解之專業主題能充分發揮在期末書面報告中。

## 教學暨研究成果\_學生學習成果評估

### 學習成效分析一

我能夠分辨各種非傳統加工技術的特性。

39 則回應



## 學習成效的提升與達成

提升學生的學習動機與學習成效是一個持續不斷的過程，需要教育工作者不斷地探索與嘗試。透過連結生活經驗、提供自主學習的機會、多元評估方式、提供正面回饋以及設定明確目標等具體作法，可以有效地激發學生的學習興趣，進而提升學習成效。

以「非傳統加工」實踐課程為例，透過將理論知識與影片相結合，可以讓學生在自己有興趣的主題中學習，並培養獨立思考與解決問題的能力，為未來的發展奠定良好的基礎。

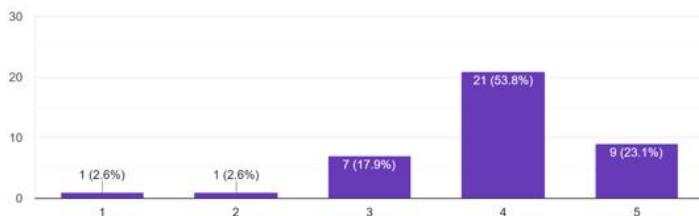


## 教學暨研究成果\_學生學習成果評估

### 學習成效分析二

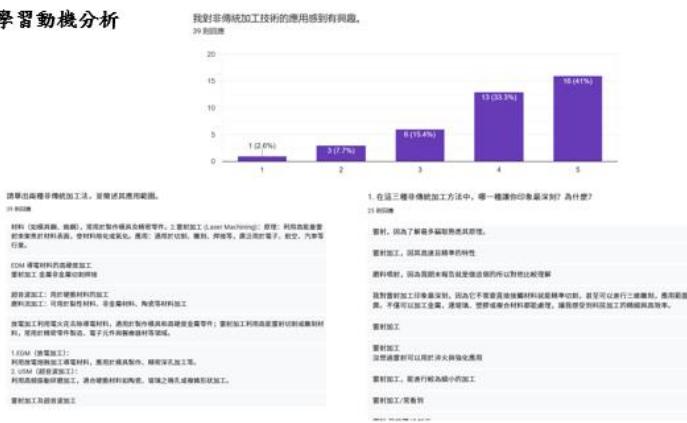
我了解各種非傳統加工適用的材料與加工條件。

39 則回應



## 教學暨研究成果\_學生學習成果評估\_後測

### 學習動機分析



## 研究成果之分析評估

### 檢視學習成效

1. 在這三種非傳統加工方法中，哪一種讓你印象最深刻？為什麼？	2. 你希望未來能看到哪些非傳統加工的實際應用或示範？
超音波加工：其「以柔克剛」的特性令人驚嘆，看似脆弱的振動工具，搭配微細磨粒，竟能無損加工如寶石、陶瓷等極硬材料，且過程無熱變形，在微醫療器械（如人工骨植入物）製造中不可或缺。	複合加工技術：如「超音波輔助雷射加工」示範，結合USM的機械精度與雷射的高達性，解決單一技術限制。
我對雷射加工印象最深刻，因為它不需要直接接觸材料就能精準切割，甚至可以進行三維雕刻，應用範圍非常廣。不僅可以加工金屬，連玻璃、塑膠或複合材料都能處理，讓我感受到科技加工的精細與高效率。	我希望未來能看到像雷射雕刻機、超音波加工設備或水刀切割機的現場操作示範，了解它們實際加工時的流程與效果，最好還能結合一些案例，像是手機背蓋加工或醫療器械製造，應該會更有真實感。
我會選雷射加工，因為加工速度、精密度都很好，重點還可以應用對多種材料。	可能還是希望能將這種技術應用到醫學上，在未來希望能使手術能降低人為的疏失。
超音波加工，因為他是第一個學習到的加工方式，且能切割的種類一般不易處理，又不易累積熱。	我希望可以看到雷射加工的實際應用會示範
雷射加工，能進行較為細小的加工	雷射加工的實際應用，想更了解雷射加工是如何實際運作的

## 同儕互助\_提升學習氛圍

### 提升學習動機\_具體策略



### 透過同儕互助\_建立架架



圖 16 本計畫讓不同組學生透過同儕互動提升學習氛圍之良性循環示意圖。

## (六) 建議與省思 (Recommendations and Reflections)



圖 17 改善評估機制、融合現代技術、提高自主學習操作與多元教學



圖 18 未來提升非傳統加工教育之具體可行方法

圖 17-18 分別為建議與省思提供之建議參考，未來可針對課程設計，教學方法比較，實踐的環節與產業案例來加深專業深度，圖 19 為本計畫執行後成功建立提升學習動機與成效之良性循環示意圖，透過目標到評估等不同階段，由下而上建立穩固基石，達到提升學習動機與成效之良性循環。

## 小結\_建立提升學習動機與成效之循環與具體作法

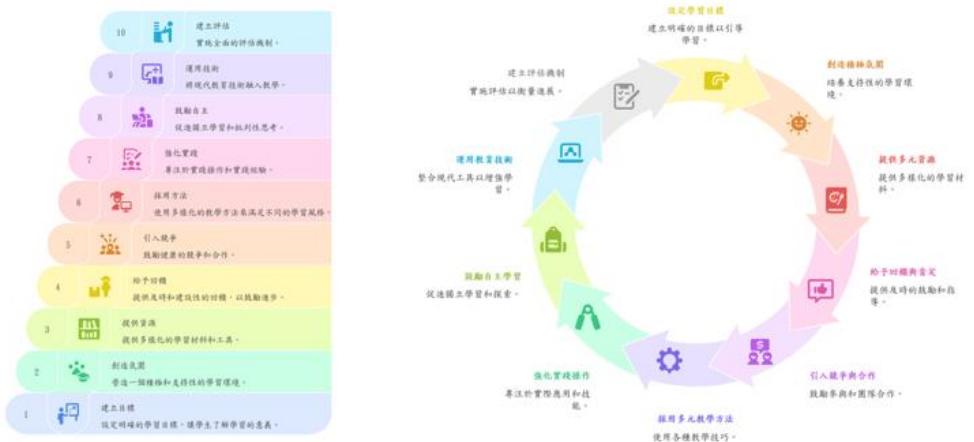


圖 19 成功建立提升學習動機與成效之良性循環

## 二、參考文獻 (References)

- 林玉娟 (2015)。翻轉創意—談慈大護理的多元教學策略。志為護理—慈濟護理雜誌，14(3)，14-21。
- 施淑婷 (2014)。翻轉教學在通識人文課程的實務應用—以「文學與人生」課程為例。通識教育學報，2，177-179。
- 洪如薇 (2015)。由割捨到回歸—從教學策略的調整談大學國文教學理念及其實踐之可能。聯大學報，12(1)，57-91。
- 張新仁 (民 82)。不同寫作能力的國小兒童寫作能力之研究。行政院國家科學委員會專題研究報告成果。
- 詹惠雪 (2014)。學習成果導向的教學設計與評量：教學原理的實踐案例。課程與教學，17(2)，197-225。
- 謝美芳、謝佳男、黃凱茹 (2007)。影響高中優秀學生寫作表現的因素分析。特殊教育研究學刊，32(3)，63-86。
- 徐靜嫻 (2009)。問題導向學習理論與實踐的反思—以輔大師資培育為例。臺北市：高等教育。

計惠卿 (2006)。建構發展多元智慧之 PBL 生態教育社群網站。載於洪榮昭、林展立 (主編), 問題導向學習課程發展理論與實務 (301-321)。臺北市：師大書苑。

Brame, C. J. (2013). Flipping the Classroom. Retrieved from <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/flipping-the-classroom/>, Jan. 1, 2018.

Chew, E., Snee, H., & Price, T. (2016). Enhancing international postgraduates' learning experience with online peer assessment and feedback innovation. *Innovations in Education and Teaching International*, 53(3), 247-259.

Fahy, P. J., Crawford, G., Ally, M., Cookson, P., Keller, V., & Prosser, F. (2000). The development and testing of a tool for analysis of computer-mediated conferencing transcripts. *The Alberta Journal of Educational Research*, 46, 85-88.

Gibbs. G., & Simpson, C. (2004). Conditions under which assessment supports students' learning. *Learning and Teaching in Higher Education*, 1, 3-31.

Gunawardena, C. N., Lowe, C. A., & Anderson, T. (1997). Analysis of a global online debate and developing an interaction analysis model for examining the social construction of knowledge in computer conferencing. *Journal of Educational Computing Research*, 17, 397-431.

Hayes, J. R., & Flower, L. S. (1980). Identifying the organization or writing process. In L. W. Gregg & E. R. Steinberg (Eds.), *Cognitive processes in writing* (pp. 3-30). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Hoffman, E. S. (2014). Beyond the flipped classroom: Redesigning a research methods course for e3 instruction. *Contemporary Issues in Education Research*, 7(1), 51-62.

Marshall, H. W., & DeCapua, A. (2014). *Making the Transition: Culturally Responsive Teaching for Struggling Language Learners*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.

Nystrand, M. (1989). A social-interactive model of writing. *Written communication*, 6(1), 66.

O'Dowd, D. K., & Aguilar-Roca, N. (2009). Garage demos: using physical models to

illustrate dynamic aspects of microscopic biological processes. *CBE Life Science Education*, 8, 118-122.

Palmer, D. (2005). A motivational view of constructivist-informed teaching. *International Journal of Science Education*, 27, 1853-1881.

Pozzi, F., Ceregini, A., & Persico, D. (2016). Dyads Versus Groups: Using Different Social Structures in Peer Review to Enhance Online Collaborative Learning Processes. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17(2), 85-107.

Rada, R., & Hu, K. (2002). Patterns in student-student commenting. *IEEE Transactions on Education*, 45(3), 262-267.

Rovai, A. P. (2002). Building a sense of community at a distance. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 3, 1-16.

Topping, K. J. (1998). Peer assessment between students in colleges and universities. *Review of Educational Research*, 68(3), 249-276.

Tseng, S. C., & Tsai, C.C. (2007). Online peer assessment and the role of peer feedback: A study of a high school computer course. *Computers & Education*, 49(4), 1161-1174.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Zare, R. N., Cox, C. T., Murphy, K., & Bayas, C. (2017). Implementation of peer-reviewed homework assignments. *Journal of College Science Teaching*, 46(3), 40-46.

### 三、附件 (Appendix)

#### 前後測問卷\_1

非傳統加工技術教學問卷1

問題 回報 設定

第1個問題, 共2個

非傳統加工技術教學問卷 (前後測)

1. 基本資料 (選填)

說明 (選填)

1. 下列哪一項屬於非傳統加工方法? (單選) \*

車削

錄削

放電加工

鎔造

2. 放電加工 (EDM) 主要適用於什麼樣的材料? (單選) \*

非導電材料

高導熱金屬

導電材料

#### 前後測問卷\_2

我對非傳統加工技術的應用感到有興趣。 \*

1 2 3 4 5

五、開放性問題 (可選填)

說明 (選填)

你覺得非傳統加工技術中哪一種最有趣? 為什麼?

詳答文字

你希望未來在這門課中學到什麼實作或應用?

詳答文字

非傳統加工技術教學問卷2 (前後測)

正在審試題新通知

問題 回報 設定

非傳統加工技術教學問卷 (前後測)

1. 基本資料 (選填)

說明 (選填)

1. 您的學習背景:

高中職

大學

研究所

#### 前後測問卷

2. 是否曾學過相關加工技術?

是

否

二、知識測驗題 (單選 / 多選 / 是非)

說明 (選填)

1. 超音波加工最適合用來加工什麼類型的材料? \*

鋁合金

塑膠

硬質材料如陶瓷和玻璃

鋼

2. 下列關於超音波加工的敘述何者正確? \*

利用工具振動進行加工

3. 超音波加工會產生大量熱影響區。 \*

是

否

4. 磨料噴射加工使用何種能量進行材料去除? \*

電能

機械能

热能

光能

## 前後測問卷

5. 下列哪些屬於磨料噴射加工的特點？（多選）\*

- 适合微細結構加工
- 使用高壓氣流攜帶磨粒
- 有明顯熱效應
- 可加工塑膠材料

化學磨蝕

6. 磨料噴射加工無法用於硬脆材料的加工。\*

- 是
- 否

8. 下列哪些為雷射加工的優點？（多選）\*

- 非接觸式加工
- 適合大範圍粗加工
- 可精密控制焦點
- 可進行三維切割

9. 雷射加工過程中不會產生任何熱影響。\*

- 是
- 否

7. 雷射加工主要依賴什麼原理進行材料去除？\*

- 機械磨削
- 光熱效應
- 電場放電

三、學習自評

請根據以下敘述選擇您認同的程度：（1=非常不同意；5=非常同意）

## 前後測問卷

1. 我能夠說明超音波加工的原理與應用。\*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

四、開放性問題（可選填）

說明（選填）

2. 我了解磨料噴射加工的基本操作與適用範圍。\*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

1. 在這三種非傳統加工方法中，哪一種讓你印象最深刻？為什麼？

詳答文字

3. 我能夠舉出雷射加工的應用範例與優缺點。\*

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

2. 你希望未來能看到哪些非傳統加工的實際應用或示範？

詳答文字

四、開放性問題（可選填）

說明（選填）

## 前後測問卷

- 鋁鋅合金
- 不鏽鋼
- 高硬度陶瓷
- 黃銅

請簡述「非傳統加工」與「傳統加工」的主要差異。\*

詳答文字

6. 下列哪一項敘述正確？\*

- ECM 加工中，工具電極會因放電而快速消耗
- EDM 適合導電與不導電材料
- 雷射加工無任何熱影響區
- EDM 加工材料需具導電性

請舉出兩種非傳統加工法，並簡述其應用範圍。\*

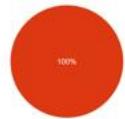
詳答文字

 第二部分：簡答題  
(共 20 分)

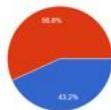
## 教學暨研究成果\_前測

了解學生起點行為與背景(推甄, 考試, 繫星, 等管道入學背景)

1.基本資料 (選填)  
39則回應



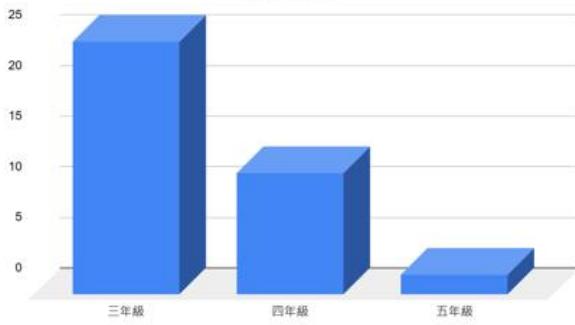
2.是否曾學過相關加工技術?  
37則回應



## 教學暨研究成果\_前測

了解學生起點行為與背景

修課年級



## 教學暨研究成果\_前測

了解學生起點行為與背景

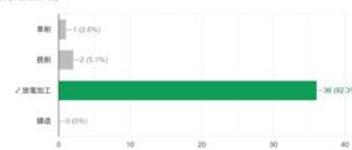
班級  
36則回應



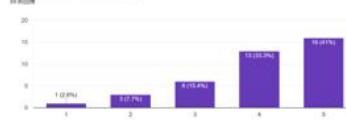
## 教學暨研究成果\_學生學習回饋\_後測

### 問卷一分析

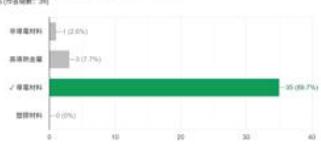
1. 下列哪一項屬於非傳統加工方法？（單選）  
答對次數：36 (91.4% 被答對)



我對傳統加工技術的應用感到有興趣。  
答對次數：36 (91.4% 被答對)



2. 放電加工 (EDM) 主要適用於什麼樣的材料？（單選）  
答對次數：36 (91.4% 被答對)



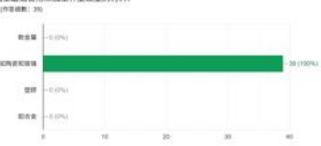
2. 下列關於超音波加工的敘述何者正確？（多選）  
答對次數：11 (28.9% 被答對)



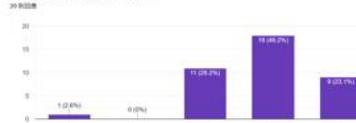
## 教學暨研究成果\_學生學習回饋\_後測

### 問卷二分析

1. 超音波加工最適用於加工什麼類型的材料？  
答對次數：36 (91.4% 被答對)



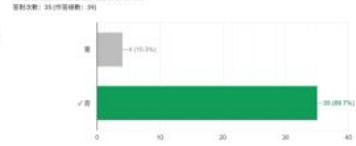
1. 我能夠說明超音波加工的原理與應用。  
答對次數：36 (91.4% 被答對)



2. 下列關於超音波加工的敘述何者正確？  
答對次數：26 (68.7% 被答對)



3. 超音波加工會產生大量熱影響區。  
答對次數：35 (88.7% 被答對)



## 教學暨研究成果\_學生學習回饋\_後測

### 問卷三分析

1. 下列何者不是非傳統加工法的特徵？  
答對次數：33 (85.9% 被答對)



3. 第二部分：無害化

請敘述「非傳統加工」與「傳統加工」的主要差異。  
答對次數：

非傳統加工應用電能、光能、聲能、化學能等非熱能工具進行加工，形狀複雜或高精度加工無需工具。  
1. 传统加工：傳統加工是傳統機械力進行切削、壓縮、拋射等工具進行加工，通常不需要具備特殊工具，適用於材料：金屬、塑膠、木材等。傳統加工：適用於傳統加工中，如：車床、銑床、刨床、鑽床、磨床、壓縮機、壓縮機、壓縮機等。  
非傳統加工：非傳統加工是利用電能、光能、聲能、化學能等非熱能工具進行加工。  
非傳統加工與傳統加工相比，其最大的特點就是：無需施加壓力進行加工，適用於非導電材料，如：塑膠、木材等。  
非傳統加工與傳統加工相比，其最大的特點就是：無需施加壓力進行加工，適用於非導電材料，如：塑膠、木材等。  
非傳統加工與傳統加工相比，其最大的特點就是：無需施加壓力進行加工，適用於非導電材料，如：塑膠、木材等。



2. 電化學加工 (ECM) 的主要材料去除機制是：  
答對次數：34 (87.5% 被答對)



3. 下列何者屬於熱能型非傳統加工法？  
答對次數：39 (97.5% 被答對)

