

國立台灣大學教學改進計畫結案報告

土木系工程概論、測量實習與工程圖學合併為 Keystone Course 之成效性研究

提案教師：台灣大學土木系

謝尚賢、康仕仲

民國 100 年 08 月 10 日

摘要

從歷年來台大土木系學生的表現上，我們發現到土木系必修的「工程概論」、「測量實習」、「工程圖學」此三門課皆對學生的專業能力影響甚鉅，其可視為土木系的專業預備工具，但此三門課往年開設在不同的年級，其專業結合的成效很難發揮在學生的作品表現上，故我們計劃將此兩門課結合為一門土木系大一新生的「專業預備課群」，亦稱為 Keystone Course。我們計劃讓學生在大一時即可學習土木系重要的兩門必修課。此二合一課程設計的主要目的是期許土木系新生能在修習專業課程之前，一次習得所需的專業「預備」能力。我們透過課群方式培育學生將多門專業知識進行組織性的整合，進而運用更全面的專業知識執行未來的工程運作；而不是學習到片面、零散性的知識。我們期待在 Keystone Course 整合課群下學習的學生，其課堂作業表現、團隊合作能力、課程滿意度等等...皆比以往分開修習兩門必修課的學生有顯著的進步。我們一年之後將針對課程進行整體成效性評估，並將此研究結果做為未來課程設計的參考指標，若研究結果對 Keystone Course 呈現出正面的支持，土木系未來將沿用此課群設計方法，進行土木系必修課程的整體規劃。

關鍵字：Keystone Course、專業預備課群、工程概論、測量實習、工程圖學

一、研究源起

工程概論、測量實習與工程圖學為土木系相當重要的三門必修課，根據以往的教學運作模式，此三門課分別開設在不同的年級；但近年來我們從諸多工程案例中了解到此三門課息息相關，相輔相成，皆是培養土木工程領域專業人才必備的重要基本專業知識，亦是很多土木系專業課程的重要基石。故我們計劃將此三門課規劃成一門專業預備課群，稱之為 Keystone Course，並使之成為大一的專業必修課群，土木系大一新生可以透過 Keystone Course 的課群安排一次習得此三門課。

往年工程概論、測量實習和工程圖學分別開設在不同的年級，有諸多的缺點：1.無法探討結合此三門知識的工程案例：諸多的工程案例皆須用到測量學和工程圖學的專業知識以及工程概論的基礎概念；同學在大一學習工程概論、測量實習，卻至大三時才修習工程圖學，舉凡需要結合此三門專業知識的工程案例要到大三才能進行訓練及探討，在此容易錯過很多工程個案訓練的機會。2.專業知識配合效果不佳：工程圖學極需測量實習的專業知識輔助，大三修習工程圖學時，諸多學生必須要複習大一測量學以及測量實習的專業知識和技術才得以將測量的概念應用到工程圖學的實作上。3.團隊合作能力不佳：所有工程都需要團隊合作才得以完成，沒有任何一個工程可以靠個人的力量完成。團體合作能力在工程領域極為重要；若分開年級訓練，同學被分配的班別和授課教師不易掌握，我們難以結合此三門課設計團體分組實作訓練，例如：以跨課團體分組方式進行聯結台大教區工程圖學大賽。因在往年的課程運作模式下，我們發現以上的缺點。因此更意識到此三門課結合設計成課群的必要性。

我們將於 99 年度推動 Keystone course，將此三門課結合成一個土木系大一的預備課群，這樣的課程設計有諸多的優點：1.具備諸多工程案例的基礎知識：因為很多工程案例都會涉及工程圖學和測量實習的基礎技術以及工程概論的基礎概念，從大一就開始訓練，同學容易對工程個案進行分析，且在往後其他課程的學習上都可以達到輔助理解的效果。2.專業知識可以進行完整的搭配：若是將此三門課結合成一個課群進行設計，授課教師可以針對此三門課的授課章節難度，以及課程相關程度進行整體課程的順序安排，同學可以將其中一堂學到的知識與另外一堂課進行完整的結合，以減去往年需要複習舊課程才得以輔助新課程運作的缺點。3.可以進行團體合作訓練：在我們的課程設計下，未來新生會有三個班別，無論學生被分配到哪一班別，修習工程概論、測量實習和工程圖學的學生皆是相同的，所以教師可以聯合在期末設計團隊的專案訓練活動，以檢視同學在三門課的專業結合程度。此

外，因為同一班別同學共同修習測量學和工程圖學，因此我們可以在學期初就進行分組，然後採用這樣的組別在工程概論、測量實習和工程圖學的課程運作上，同學可以建立一定的默契以及具備相當程度的團隊合作能力。

工程概論、測量學、工程圖學皆是土木系重要的基礎專業技術，若分開修習，很難使此三門課產生互相合成的效力，即我們希望學生學習到「組合性」專業能力，而非僅是學習「獨立性」的單門學科，也希望學生在大一時就具備學科整合的能力，並將這樣的能力用在往後的課程學習之上。然而將大二的工程圖學移至大一，難免會有學生基礎知能是否得以應對的考量。雖然舊有的制度設計上有考慮過學生的基礎知能，但在新制度的課程設計之前，我們已經重新考量過學生的基礎知能，認為在不會有學習困難的情況下才決定採用此制度，工程概論、測量實習與工程圖學結合成一個課群之後，課程的難度會在三門課進行搭配設計時列入考量，我們會進行三門課難度與相關程度的課程順序搭配調整，讓學生不會有因為基礎知能不足而無法融入課程的現象；此外，我們更期許在課程雙方搭配調整的情況下，同學的課程吸收能力更優於以往。

本研究將探討在課程整合為 Keystone Course 模式之下學習的學生，其課程的學習表現、課程的滿意度以及團隊合作的能力是否比過往三門課分開學習的成效較佳。最後資料分析結果若在各方面皆呈現正向的支持，則土木系未來將沿用 Keystone Course 運作模式來進行專業必修的課程規劃，此課程運作方式亦可成為其他科系課程規劃的借鏡與參考。

二、研究方法

工程概論是土木系新生初步接觸土木系的一門重要必修課。工程概論歷年來的上課方式皆以播放工程案例的影片為主，教學模式屬於傳統的單向傳授教學模式，不易激發學生主動學習，學生易會傾向於被動地吸收知識，等待問題的解答，且缺乏課堂上與同學或教師互動的機會。此外，往年皆採大班制的教學，一百多名學生擠在教室看影片，經長時間的影片播放，同學精神不易集中，學習成效欠佳。前幾年期末教學評鑑結果皆顯示，此種教學模式成效有待提升。故我們將改採小班制教學，將約 120 名的大一土木系新生分成三班，一班約 40 人；並將其授課的目標與課程的進度嘗試與其他兩門 Keystone 的課程：「工程圖學」、「測量實習」進行聯合規劃。並於工程概論的期末安排了一個需要結合三門課的技術協力完成的「海報設計專題」，以培養學生專業知識整合的能力。我們將透過教師訪談、課堂活動錄音檔分析、課程觀察記錄、課程作業評分、課堂活動表現、學生出席率、期末專題成

果表現以及歷年來皆會進行的課程評鑑進行綜合分析，以觀察三課整合後學生的課堂表現以及課程成果是否優於三科分年級授課的成效表現。

表一、 工程概論、工程圖學、測量實習科目關係一覽表

課程名稱	工程概論	工程圖學	測量實習
課程分組	跨課分組 (三門課的分組名單一致，同學與相同組員合作)		
學分數	1 學分	3 學分	3 學分
上課時間	隔三週上課一次 (一次 3 小時)	每週上課 (一次 3 小時)	每週上課 (一次 3 小時)
教學內容	(1) 個案研究 (2) 想像力訓練 (3) 口頭報告 (4) 專家與談 (5) 課後作業 (6) 期末海報專題	專業圖學軟體： (1) Autodesk (2) SketchUp (3) Blender (4) Paint.NET (5) Microsoft Movie Maker	(1) 測量計畫之擬定 (2) 全測站儀器之使用練習 (3) 水準儀之使用練習 (4) 水準網之施測與平差計算 (5) 經緯儀測角之練習 (6) 經緯儀導線測量與平差計算 (7) 地形現況測量 (8) 測量成果展現。
課程重點	想像訓練 反思訓練 團隊合作訓練 專業知識傳授 應用知識分享 專題設計實作	圖學技術學習 技術實作訓練 整合知識學習 圖學技術應用	測量技術學習 技術實作訓練 整合知識學習 測量技術應用
期末專題	透過工程概論的引導進行海報設計構思，再透過工程圖學、測量實習的專業技術協助，完成實作專題海報。		

工程概論在 Keystone 課程中所扮演的角色主要是介紹土木工程各分領域所司的專業範疇，並透過個案研究傳達學生基礎的工程知識，以及透過作業的引導循序漸進地輔助學生完成「期末專題」海報設計的基本構思，而後再將融入其他兩門課程：「工程圖學」、「測量實習」的專業技術，以利同學順利完成三課技能聯合表現的「期末實作專題」。以下我們將說明我們「期末實作專題」的設計：

「期末實作專題」主要是在台大校園中尋找兩棟建築物，並設計連結通道連結此兩棟建築物，同學必須透過工程概論的作業引導，循序漸進地觀察數棟建築物，再從其中選擇欲連結的兩棟建築物，進行連結通道的設計。由於我們試圖提升學生的想像力，故讓同學自由且無拘束地想像所有可以連結

此兩棟建築物的方式，並不設限於天橋、行人通道或一些現實世界存在的連結模式。透過期末實作專題，同學可以學習觀察建築物間各類需求的關聯性、想像建築物間可能的連結方式、畫出想像的連結通道草圖，再運用測量實習所量得的校園建築物數據和工程圖學學到圖學軟體，繪製校園連結通道的3D 虛擬工程圖。在工程概論一課中，我們將要求同學在期末繳交一張校園連結通道的電腦設計海報，以參加海報展覽與競賽。「期末實作專題」正是利用此三門基礎課程的聯合技術與概念來協力完成，同學透過專題可以學習團隊合作的能力、技術整合的能力、口語表達的能力以及想像創新的能力。我們會邀請專家評審進行評分，以了解同學的表現情形。

三、研究結果

在工程概論的課堂中，我們安置了四名隨堂助教，在課堂協助同學的活動進行以及觀察同學的表現。從課堂觀察的結果可了解到：小班制的教學設計，同學的專注程度較高，加上課程中動、靜態活動的穿插設計，同學打瞌睡的人數遠遠低於大班制的教學，並且透過課堂活動的設計，同學與組員的互動頻率高於大班制的被動學習。然而，在同學的期中回饋中，有些同學對三課聯合成課群新教學模式持著正面的評價，而另有一些同學則認為「工程圖學」對於「工程概論」期末專題的幫助較大，「測量實習」所使用的儀器則較過於高級，且測量理論也過於困難；在製作工程圖的當下，應該無需使用到複雜測量理論或是高級的測量儀器。這樣的結果也使得未來我們需要再進一步深思「測量實習」在Keystone 課程中所扮演的角色，並嘗試去調整其教學內容以幫助同學可以更容易將其技術帶入「期末實作專題」之中。

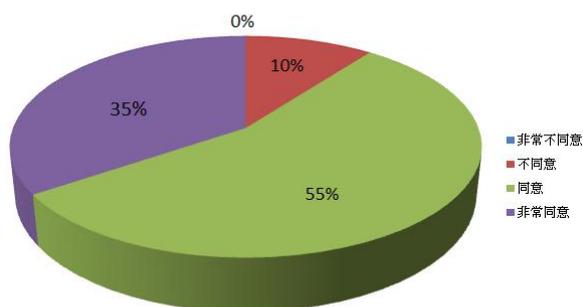
同學期中回饋意見：

- 「測量學感覺沒有什麼用到，因為用的儀器比較高級，但是大多我們還是使用傳統的方法(尺)，而且也沒有再多次的測量，所以也用不到誤差傳播的理論，可能要等大二或更之後才能有比較多體悟，工程圖學感覺也沒有用很多，因為我們還是用傳統的書面繪圖，還沒使用到 SKETCH UP 或是 CAD 等程式，工程概論感覺現在進行的部分是要我們嘗試去構想、想像很多有可能出現的建築或是解決未來問題而出現的建築，因此比較屬於實際面的測量學與工程圖學跟現在關聯性不是很大。」

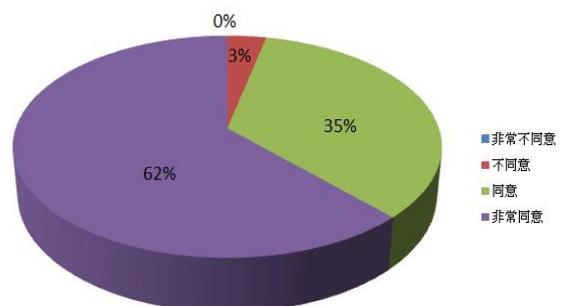
- 「同時修習此三門課，使我們在一開始就能對土木工程領域，有基本而全面的認識，這是很好的，而且有好的測量才能畫好的工程圖，有好的工程圖才能做好的工程，而在修習這些課程之後，相信必能使我們的期末報告有更多可用的利器，尤其是在工圖所學。」
- 「三門科目能夠互補，缺一不可。測量學可以幫助繪製精確地形、地貌；工程圖學可以製作建物本身之模型；將兩者整合後可以使模型擺在正確之地形或地表坐標平面上。」
- 「有了測量學跟工程圖學學到的觀念和知識後，會比較容易做工程概論的期末報告。因為工程概論的期末報告需要設計並且繪圖，所以工程圖學的上課內容會有幫助。至於測量學的上課內容就不太會用到了，但因為我們不能長時間借用儀器，所以不太會運用到。」
- 「同時修這三門課會讓土木系變得有去許多，現在已經過了3個月的大學生涯在工圖和測量方面也漸漸上了軌道。利用 AUTOCAD,SKETCHUP 進行繪圖變得很有趣也很有成就感並且在繪圖的技巧上幫助了我們不少和學習到很多而用全測站和水準儀進行不同的測量，讓測量實習變的很有趣也很有挑戰性。我相信在期末報告時，我們一定可以將這半年所受的訓練發揮到極致，因為平常在做許多功課時我們也都在進步，一定可以做出漂亮且準確的模型。」
- 「工程概論可以讓我們先對工程有一些初步的了解、構想，之後可再以測量量出一些所必須的測量數據，然後再以工圖的方式呈現他的初步工程圖，接著便可開始進行工程。這三門課的專業知識缺一不可，所以才會同時修這三門課。」

我覺得課程的設計

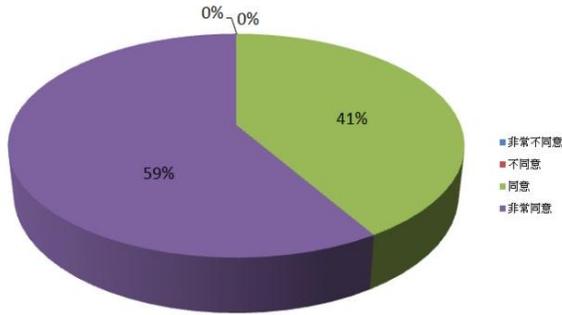
(案例介紹、活動、介紹、與談人)很豐富



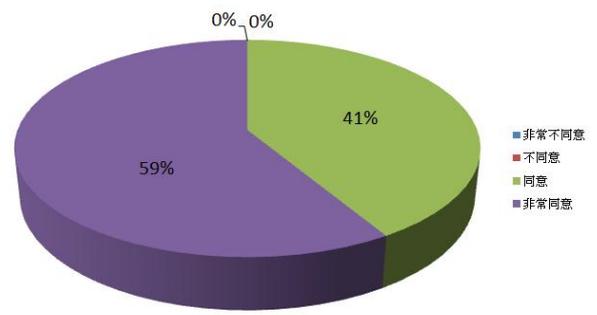
我覺得小組活動的方式會激發我很多想法



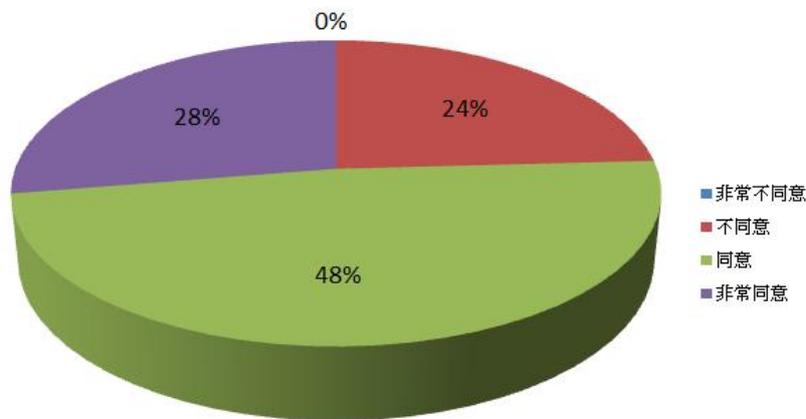
我覺得這堂課的案例介紹能讓我對土木領域有更深入的了解



我喜歡這堂課

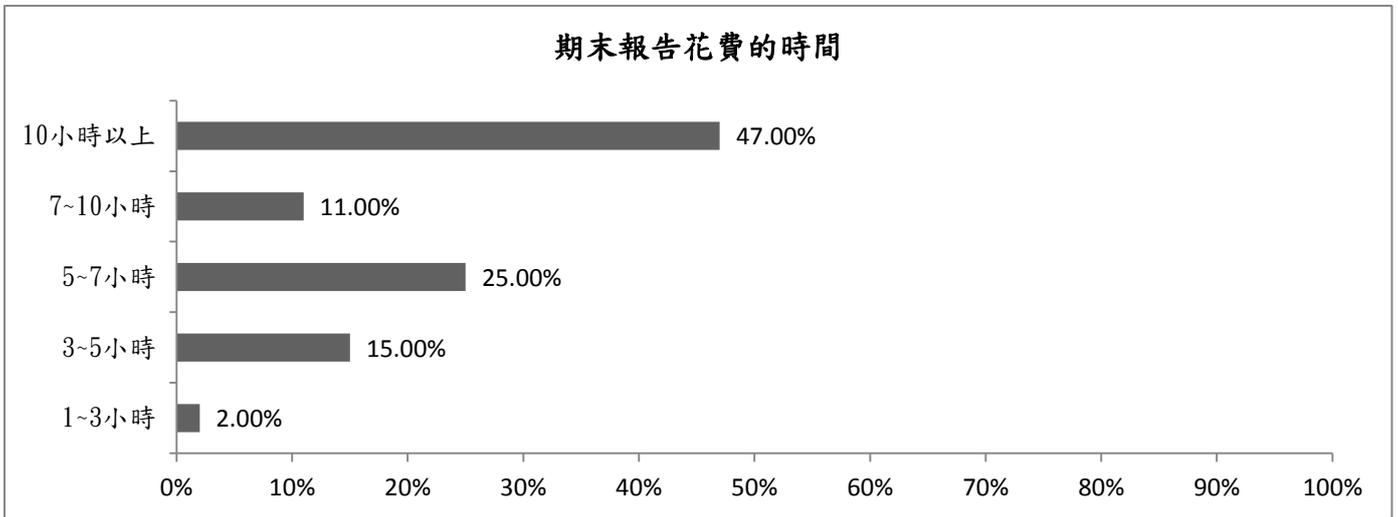


我可以將測量學、工程圖學和工程概論學到的知識互通運用

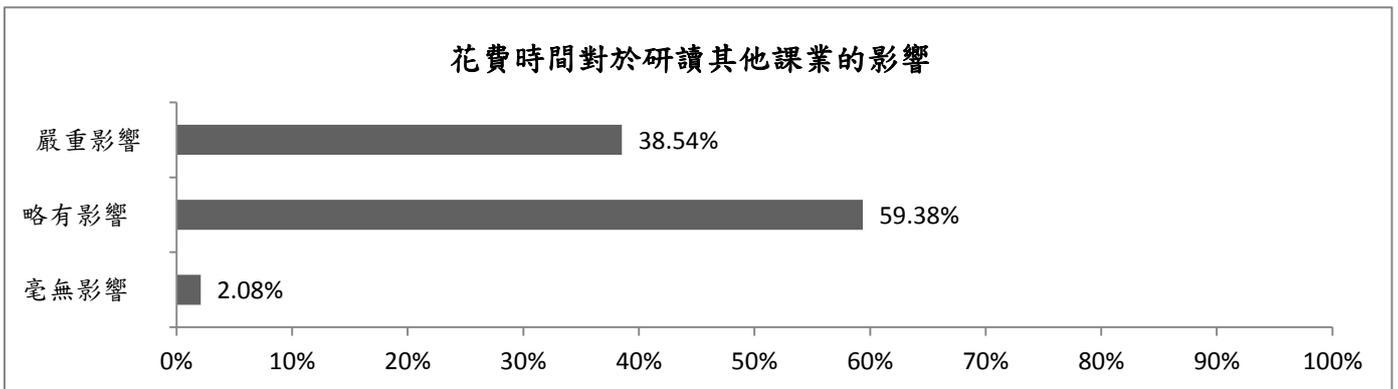


圖一 工程概論期中回饋結果

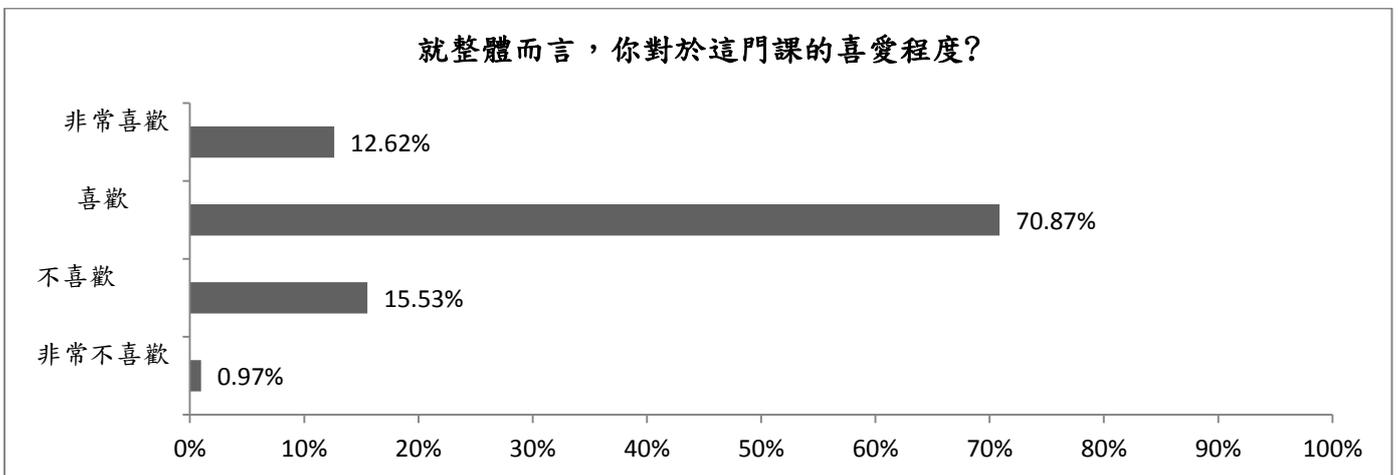
以上是部分同學對於此三課聯合成課群的意見。然而，到了期末，同學針對「期末實作專題」發放的意見調查表，我們簡單統計了同學對於「期末實作專題」的意見回饋。我們可以了解到 83.49% 以上的同學表示他們喜歡這一堂課(非常喜歡：12.62%；喜歡：70.87%)。然而，再從其他問題中我們可以得知在同學的感受上，期末實作專題是有相當的壓力。因為期末實作專題繳交時間正逢同學的期末考期間。然而，跨越三課的技術合作，對於完成期末實作專題，同學必須投注不少的時間與精力。有將近半數的同學(47%)花費超過 10 小時在製作期末實作專題。更有 38.54% 的同學表示花費的時間將會嚴重影響其他課業：認為毫無影響的同學只占了 2.08%。



圖一 期末實作專題學生回饋統計：期末報告花費的時間



圖二 期末實作專題學生回饋統計：花費時間對於研讀其他課業的影響



圖三 期末實作專題學生回饋統計：對於課程整體的喜愛程度

然而，工程概論期末實作專題成果是一張 A1 大小的海報，其中表現出了「工程概論」所引導的設計理念，以及「工程圖學」和「測量實習」的實作技術。實作成果如下圖所示：



圖四 工程概論期末實作專題海報



圖五 工程概論期末實作專題海報競賽與展覽

四、研究討論

將「工程概論」、「工程圖學」及「測量實習」聯合成一個課群，是一個初步的課程嘗試。然而，從課程的多方評估中，我們可以了解到，同學對於課程的滿意度都呈現不錯的結果；但是在需要三課聯合實作的「期末專題」上，我們可以了解到同學可以清楚地意識到工程圖學對於連結通道 3D 數位模型的幫助，但卻無法確實的利用「測量實習」的技術來輔助專題的製作。未來我們需要針對測量實習進行課程難度的修改，請授課教師一開始先教同學一些簡便的測量工具，讓同學可以將其運用在工程圖學的製作上。並非讓同學感覺到測量儀器過於困難，理論也過於艱澀，而改採一些無理論根據的測量方式來完成數位模型的製作。再者，則是工程概論在安排期末實作專題時，應該儘量倚重作業的聯合設計，幫助同學在課堂上或平日作業中即可逐步的完成期末專題的製作。否則鄰近學期之末，同學要花甚多時間準備多學科的期末考試；若花費超過十個小時製作期末專題報告，恐會影響他們其他學科表現。因此，若能有效地將專題製作的進度，有效地結合三課的平日課堂作業進行設計，或許能夠改善時間過於緊迫所帶給同學的壓力。

整體而言，無論是透過學生滿意度調查、教師訪談、課堂觀察，抑或教學成果評量，這樣的課程聯合設計皆呈現了正面的回饋。但是，在三課的配合度上仍須努力調整，使期達到更佳的聯合運作效果。我們未來會修正目前所發現的種種問題，並在明年繼續沿用這樣的方式進行授課，期待同學可以得到更有助於未來學習的一套專業預備工具組合。