

~~~~~  
**技術報告**  
~~~~~

高級職業學校測量實習課綱討論

史天元¹

摘要

針對高級職業學校部定課程之課程綱要，為考量科技之演進，教育部技職司成立九八課綱專案，並委託台灣科技大學執行研究與擬定。其中，測量及製圖領域相關之科目中，「測量實習」與「工程圖學」為高級職業學校土木與建築群科中之重要專業科目。近代之測量技術，隨同理論與儀器之發展，與時更新。回顧近四十年來之國外測量學教材，其內涵已有多代之演化。為期彙集測量實務、教學，各界同仁意見，於民國 96 年第二十六屆測量及空間資訊研討會中，以「測繪教育與發展專題討論」為課題，邀請學、業界參予討論。於討論中，以現行課程暫行綱要為對象，探討暫行綱要之缺失，再進而思考修習本科完成學生應有之素養，以為重新規劃課程綱要之參考。最後彙整各界意見，完成土木建築群『測量實習 I、II』課程綱要建議案，提供九八課綱專案單位參考。本報告除陳述討論結果外，並彙集課綱公告後，所收到之疑問與建議，及針對疑問與建議之回應。在「97 年度土木與建築群之新課程研習衛星定位測量(GPS)於高中職教學之應用研習活動」中，於民國 97 年 8 月 21 日下午，與四十餘位與會老師們，就九八課綱中「測量實習」部分討論後，對公告課綱有所建議，亦陳述於本文中。

一、前言

高級職業教育具有終端教育之意涵，亦即，其畢業生可能直接進入職場，成為國家經濟建設之一員。為期適當規範教學內容，高級職業學校之課程中包含「部定課程」，依各學群之不同

屬性擬定。基於舊有課綱與現實脫節之現況，教育部技術及職業教育司針對部定課程成立專案進行檢討規劃。目前公告之九五課綱，為暫行性綱要，目前正在實施中。九八課綱為完整檢討後擬定之成果，預期將實施較

¹ 國立交通大學土木工程學系教授；電子信箱：tyshih@mail.nctu.edu.tw

長時間。九八課綱專案由國立臺灣科技大學工業類課程發展中心執行研究與擬定，並於 96 年 4 月中舉辦三場公聽會。為期彙整測量界同仁之意見，第二十六屆測量及空間資訊研討會中，以「測繪教育與發展專題討論」為課題，邀請學、業界參予討論。本專題討論於民國 96 年 9 月 7 日下午在宜蘭大學進行，由下列五位教授擔任引言人：

曾清涼 嘉南藥理大學特聘教授/空間科技研究中心主任

曾義星 成功大學測量與空間資訊系主任

曾正雄 國防大學理工學院環境資訊及工程學系主任

張嘉強 清雲科技大學應用空間資訊系主任

崔國強 宜蘭大學土木工程系教授

並由交通大學土木工程學系史天元教授擔任主持人。討論之參考資料計四篇：

邱元宏：「地政事務所測量人員應具備之專業知識探討」(邱與史，2007)

龔昶榮：「由捷運工程測量實務探討測量人員應具備之專業知識」(龔與史，2007)

莊惠群：「統測試題與高職課程相關度之探討-以土木建築類測量實習為例」(莊，2007)

林宏麟：「現行高級職業學校土木與建築群科「測量實習」課程綱要更新芻議」(林與史，2007)

經近 100 分鐘討論，一致決議提交綜合意見如後所兩章所述，並提交課綱單元表，如附錄一。本專題之討論報告已提交國立臺灣科技大學工業類課程發展中心參考，而高級職校九八課綱目前業已由教育部公告。課綱公告後，本人收到多位教師之疑問與建議，本文謹整理、綜合各項，並擬定回應。

二、討論意見總結

1. 「測量實習」以上下學期各四小時為宜

測量之教學包含「測量學」與「測量實習」，高級職業學校之課程安排中，並無「測量學」，故須於「測量實習」課程中安排教學。目前實際教學多以一小時室內教學，配合三小時實作。由於「測量實習」多需於野外進行之特性，與「工程圖學」之講解與實作可均於同一教室進行不同。「測量實習」並須有儀器借還之作業，一般而言，在理想情況下，十組儀器之借、還各須 20 至 30 分鐘。儀器借出後，學生帶隊前往實習地點亦視場地遠近，需要不等之時間。

如「測量實習」各週之時數為三小時，則實習時間將減為二小時，不利實習之學習，因為實習之半數時間將消耗於儀器借還。而即以課綱小組所擬九八課綱草案而言(九八課綱草案為沿襲九五課綱)，三小時亦不足以完成授課與實習。

2. 「測量實習」課綱以符合實務需求為宜

高職教育具有終端就業教育之特性，「測量實習」教學內容應以符合當下業界需求為適當。經與測量、土木、建築、營造之實務單位探詢，目前已完全不再使用「平板儀」。部分地政單位仍保有「平板儀」，但是全數使用電子測距照準儀，而且實際作業亦已朝向數值法發展，實際業務上已甚少使用「平板儀」。關於「光學經緯儀」，測量專業公司與地政單位均已因「光學經緯儀」停產已久而已完全由作業線上淘汰。少數土木、營造公司仍持有老舊之「光學經緯儀」，但是已近乎停用。九八課綱適用之學生將於民國 101 年畢業進入職場或繼續進修，屆時之測量環境與設備將較今日更為先進。有鑒於此，「平板儀」與「光學經緯儀」之訓練宜大幅度減少。

3. 針對課綱提供建議案

經以目前九八課綱之「測量實習」草案為藍本，委由林宏麟老師、莊惠群老師與史天元教授擬定修改方向並提出建議案，經擔任引言人之諸位教授、出席之各位教師、與台灣省測量技師公會高治喜理事長、趙忠安秘書長確認。謹此提出，供參考。本建議案為綜合各界意見所成，有部分意見未能融入。而其中部分可供教學單位施教作業時規劃參考者，謹列如下，以為參考。

建議：目前實務上測量外業以 3 人為一編組，建議案為 4-6 人一組，以改為 3-4 人一組較為適當。

回應：經與數位高工及技職體系教師請教，由於現有儀器及教學時師資人力不足之故，尚無法支應 3-4 人一組。

4-6 人一組較有彈性，有能力支應之學校，可以 4 人一組。

建議：全球定位系統已廣泛使用，測量實習中應包含相關硬、軟體實際操作。

回應：全球定位系統確實已廣泛使用，但是目前採購儀器實質上會形成困難。經與相關人士請教，據告知兩年內將無適當預算支持高職教學儀器設備更新，故擬以不增加費用要求之課程設計方式進行。

建議：目前實習課綱主要針對地測儀器及技術規劃。觀察目前測量業界，有航測技術之公司已不在少數，未來學生就業亦有機會到上述公司發展，因此建議除原地測方面之實習課程外，亦可加入航測方面之技術實習。關於上述學生航測實習之機具，測量技師公會可以協調所屬會員支援。

回應：經與技職體系教師請教，由於現有高職「測量實習」之教學師資，未必全部接受過完整之航測專業養成教育或研習訓練，深入講授航空測量之內容與實習之實作示範可能有所不便，且增加較多時數在安排上亦有其難處，因此建議於本課程第 2 學期之「單元五、測量科技之發展」中，進行概論性之介紹，並搭配影片、影帶之教學；待主客觀環境成熟後，再協商學界、業界（如大學、技術校院、測量技師公會…等）提供資源，以進行進階之教學與實作。

土木建築群『測量實習 I、II』課程綱要建議案

根據討論成果，擬定課程綱要建議案之構想計七項，以為課程單元設計之準則。謹將此七項構想敘述於本章。

課綱單元則列於附錄中，供各界參考。

1. 將測繪、測算、測設皆納入課綱

傳統測量教學內涵偏重於測繪與測算，較少著墨於測設，此與土木工程業者之工程實務並未契合，例如工地常見之建物平面位置放樣未列於課綱與大多數之測量教材中。經與測量與土木工程業界徵詢意見，證實確實具有落差，故本草案擬將測設放樣納入新編課綱中。並在導入座標觀念後，整合測繪、測算、測設三者之內涵，讓學生知曉早期類比式與現代數值化測量學術之演進、差異，而能活用於適當場合，更能收融會貫通之效。

2. 兼顧丙級技術士技能檢定之需要

因為丙級技能檢定，為職業學校教學成效重要指標，所以課綱宜完全納入；但丙級學科試題屬於測量專業的 702 題中（另勞安試題 98 題），仍有部分如橫距桿、KE 平台儀…等過時之試題。根據與勞委會試題委員請教得知，目前過時之試題主要為配合現行高職測量實習教學內容而設，而因各界之反應，丙級學科試題已在大幅修訂更新中，九八課綱適用之學生將於民國 101 年畢業，屆時丙級學科試題將已更新，所以課綱並未全部涵蓋現行學科試題。本課綱將丙級術科題目全部安排於第 1 學期實作，讓綜高生與高職生及早接觸、練習（綜高生第 2 年起才會開始接觸各專業課程），而相關之測量應用則安排於第 2 學期。

3. 測量儀器之檢校實作時僅進行儀器檢查而儀器之校正不執行

近代儀器可校正之部分已大量減少，因此檢校部分僅以最基本並於操作時

必須者為授課內涵。回顧目前儀器檢校，水準管半半改正、光學求心器改正，為必要之改正。電子測距之稜鏡加常數、縱角指標差、為必要之常數求取。水準儀視準軸定樁法為必要之檢核。為保護儀器，建議實作時僅檢查而不執行實際校正，並著重於講授如何採用適當觀測方法以消除或降低儀器誤差之影響。

4. 控制測量以導線測量及角邊交會法為主，其餘僅作原理之概述

由於授課時間有限，建議控制測量以導線測量及單一三角形之角邊交會法計算為主，且外業之測角與量距宜酌量實作，教學重點在論述導線之相關內容與平差計算，其餘之控制測量（如三角、三邊、角邊網）之單元僅作原理介紹，讓建築科學生具備相關知識，而土木科學生則留待後續之測量相關課程再進一步闡述原理並安排實作。

5. 增加測量新儀器新科技之發展趨勢介紹或示範

由於授課時間與儀器設備所限，測量新儀器新科技發展狀況之單元僅做概念介紹或示範但不由學生進行實作，建議設法蒐集多媒體來輔助教學。目前教育界亦已有此認知，成功大學測量與空間資訊系羅慶昌教授、白巨川、曾宏正、劉家彰諸位老師，即已合力製作測量實習教學 DVD 教材，供應各界索取。伴隨多媒體程式與環境之普及，此一方式將可彌補儀器設備不足之教學困難問題，並可對各校教學內涵之同步化與標準化有進一步之導引作用。

6. 儀器設備需設法取得外援

教育經費頗為拮据，無論採購一套近百萬元之 GPS，還是 20 萬元之全站儀，其金額皆非職校所能負擔；建議嘗試與業界合作或是與技術校院建立「策略聯盟」，使用其儀器設備與支援人力，如此方能在課堂以影片教學或教師示範外，進一步提供學生實作之機會。而同時，GPS 之操作學習較快，儀器更新速度亦快，故 GPS 相關教學擬於課程中著重於基礎知識之建立與觀測數據之計算與成果好壞之研判訓練。較完整之 GPS 教學可視各校規劃，安排進階課程於校定課程中進行。部定部分以免費軟體及基礎知識為主。但若校方已有 GPS 儀器，亦可安排 GPS 測量於部定課程中。

7. 計算器與計算機之使用

現代測量之計算多以計算器與計算機進行，自 1980 年代起，美加地區之測量技術員即以可程式化之計算器進行教學，自 1990 年代起，美加地區之測量學教材多配置個人電腦使用之計算機程式。雖然實務上可能會有更完整、方便之測量、製圖程式集，教學階段以教授基本概念與操作為宜。建議教材配置適當之基本程式工具，以取代強調手算之計算技巧。並從而減輕學生因數學基礎不佳所產生之測量學習障礙。

公告後所收疑問與建議回應

本建議案經送請課綱擬定計畫工作團隊參考後，業以受到採納。但是教學時數，仍然受到刪減。故本人於教育部公告九八課綱後，接受到許多指教與提問。本章分兩部份，先就疑問整體說明，再就各問題回應。

三、整體說明

建議課綱之內容目的有四：

參酌新的測繪科技發展，對學生做適當的「簡介」。

參酌九五課綱內容，淘汰不合時宜之測量技術，強調「數值法測繪」及「資訊化處理」的兩個觀念。

對第一次學習測量的高職生，能建立初步但較全面的整體性教學內容，作為升至大學時的良好基礎，解決目前學生只會簡單操作儀器，但測量觀念不但是片斷不連貫，且嚴重不足。

配合技術士檢定規範的修正內容，使老師僅需在課堂講授課綱內容即可，師生不必為因應技術士檢定，另外花費大量時間做課外輔導。

四、問題與回應

本人迄今所收到相關意見眾多，而且十分不一致，往往不同來源意見彼此相衝突。謹整理所收問題與質疑，條列如下，意見重複者或極為相近者，則綜合為單一意見。

(一)有關地理資訊系統、全球定位系統、遙感探測及攝影測量相關問題

意見一：GIS、GPS、RS、PS 都要納入實習，本末倒置。要求各校使用多媒體教材進行教學，教育部是否應該出資出力，找人拍攝？四 S 沒有電腦及專業軟體，根本無法施展。就算有，三小時也學不會，只能看看影片。

意見二：「GPS」在實務上已成為重要作業方式，控制測量幾乎都是 GPS，導線已經很少使用，細部測量與界址點測量亦可使用 GPS。目前 GPS 安排時數嚴重不足，至少應安排一次實際野外操作作業。

意見三：建議增加 GPS 相關單元至四個，包含選點與規劃、靜態、動態及使用國土測繪中心之 e-GPS 即時定位。

意見回覆：

GIS(地理資訊系統)、GPS(全球定位系統)、RS(遙感探測)、及 PS(Photo Survey, 攝影測量, 本名詞可能並非通用, 本課綱建議案曾使用, 或許不妥當)等課程並未要求做深入教學, 安排這些課程之目的是要學生在研習傳統測量之外, 亦應對新的測繪科技有些初步的認識, 並非要學生學會任何高深的學問或軟體操作, 因此學校就部定課程部分並不需要準備相關的專業軟硬體, 僅需個人電腦與 Internet 連接功能, 但是基於當今職場實際作業環境已大幅度數值化與自動化之現實, 謹建議各校視其特性, 發展進階之相關課程, 並可配合其他課程如「電腦輔助製圖」等, 設計相關校定課程。

建議配合多媒體教學, 就是要減低老師的教學壓力。至於多媒體教學資料, 網際網路可能為一理想之資訊擷取平台, 目前可以請老師們費心蒐集並互通有無, 甚至向某些大專院校或廠商索取, 相信都會樂意提供。未來盼望能由教育部提供教學支援平台, 逐步彙集教學資源。

GPS 測量確實已十分普及, 控制測量的確多以 GPS 進行。但是在較小面積之工地, 導線仍有使用時機。同時, 目前學校配置足夠 GPS 儀器者不多, 實際上現階段進行 GPS 實習有困難。此外, GPS 儀器之操作相對上簡單, 如有基本觀念, 以後進行在職教育應為可

行之安排。

(二)有關誤差與平差

意見一：誤差與平差, 測量系學生至少要學習六學分才有初步認識。高工一年級學生能學到甚麼? 控制網之建構與平差概論, 不是初學測量者的職責。精度、解析度、與測量平差概述, 為理論課非實習課。解析度為透鏡分辨最小角度之能力, 或光電影像單位像元之最小尺寸。如今將解析度拿到測量實習來講解, 是否更是為難老師及學生?

意見二：「精度、解析度、與測量平差概述」為重要測量觀念, 除課程開始時於概述部分介紹外, 應在水準測量之後另立專章, 以距離、水準測量為例, 仔細說明。

意見回覆：

解析度乃指量測時所能達到之最小分辨程度, 精度乃指所量測之量與真值間之差異。兩者間有相當高之相關性, 但是並不等同。精度、解析度與平差基本概念為各種量測工作包含測量之所必須, 不懂精度, 無以了解成果之品質優劣; 不懂解析度, 無以知道儀器之品質。本單元著眼於測量人員應該對其使用之儀器及測量成果的品質有著初步的了解, 例如經緯儀測角精度為 10 秒是什麼意思, 又如 1 秒讀經緯儀又是什麼意義。本課綱僅要求對這些名詞的意義作初步講解, 並於後續課程應用於儀器與量測值之解釋。此一部分確實並非傳統「測量實習」項目, 但是高職並無「測量學」科目而僅有「測量實習」, 有關「測量

學」知能部分之內容，須併於「測量實習」課中教授。不過，以現代測量之角度而言，在實做中分析精度與化算觀測量已為必要，「測量實習」其實應包含觀測量之基本平差與精度估算。

「控制網之建構」的確不是基層測工之職責，但是基礎觀念之建立，或有助於了解指令之原則與背景。控制網之建構與平差概論之主要內容為三角網圖形強度觀念、邊角圖形與誤差影響、和圖形平差之條件式建構等基礎觀念介紹。

「誤差與平差」的確是相當高深且不易學習之科目，需要大量之數學與統計之觀念。本課程當然不是講授「誤差與平差」的專業課程，即使是大專院校土木工程系通常亦非必然開設

「誤差與平差」之專門課程。如有開設，例如「平差學」，亦為選修課程。但是，學生在入門學習測量之過程中，就必須先對誤差、精度及簡易誤差傳播等觀念能有初步的認識。因此，在大多數測量學教材中，均有「誤差與平差」的介紹。本問題可能衍生於部定課程中並無「測量學」科目而僅有「測量實習」，有關「測量學」知能部分之內容，併於「測量實習」課中教授，所生之誤會。

就個人教學經驗，誤差觀念（含誤差種類、來源、特性及因應處理原則）之講授約需 1 小時；精度的種類及表示法（直接觀測平差部分之最或是值、中誤差、平均誤差和或是誤差計算）之講授及練習約需 1.5 小時；誤差傳播（僅講授和數定律及倍數定律）之講授及練習約需 1 小時。當學生已

具有基本誤差觀念後，在後續之實習中，可應用於數據處理與分析。故此一基礎觀念之講授，應為測量教育之重要項目。

「精度、解析度、與測量平差概述」確實為當代測量之重要基本觀念，建議授課教師可以分別在各種基礎測量方法之後段，以實例介紹，並在各實習中列為分析項目。

(三)有關間接高程測量

意見一：主題八，間接高程測量，其中雙高法何必保留？

意見二：間接高程測量中僅有三角高程尚有實用價值，視距測量與雙高法可以刪除。

意見回覆：

本人認同此一看法。由於全測站儀之通用，部分間接高程測量（如視距法、橫距尺法、測斜儀法等）之實用價值確實已低，或許未來可以完全刪除。但是全測站儀之 EDM 三角高程測量對於工程水準精度要求（四等水準），或是丘陵地山坡地的高程測量等場合，皆較直接水準測量快速，具有實用意義。

雙高法測量是三角高程測量的延伸方法，應用於無法量距但須測定高差之情況，此情況常見於工程測量實務，同時對座標幾何之概念提供一項應用實例，因此目前保留講授，但是安排講授及練習時數並不多。保留雙高法之另一項考量，為提供測角練習之一次機會。單純練習測角，時數過多或許失之單調，以雙高法方式進行可增多樣性，可能可以提升學習趣味性。

(四)有關儀器校正

意見一：水準儀、經緯儀校正，簡化為定樁法校正視準軸、光學求心器檢驗，不合理。

意見二：儀器校正是十分重要之事，至少水準儀應有完整校正之實習。

意見三：高職生主要是要學習基本操作，許多測量公司有簡易型的校正機台，現在許多政府業務單位招標要求全國認證基金會校正實驗室

(Taiwan Accreditation Foundation Calibration Laboratory, TAF)校正報告證明，而一般定樁法根本改不到精度要求。實驗室檢驗所需費用也低於人工費用，自己做校正已是落伍。因此，只需介紹觀念沒有必要實做。**意見四：**定樁法應為強調「檢查」，而非「校正」，建議改為「檢校」。

意見回覆：

水準儀和經緯儀的誤差來源、預防及改正皆在對應知識中做整體的敘述，各項校正多不可能由學生實際操作，即使是過去的課綱內容或各大專院校的實際實習項目，皆是如此。

水準儀最重要的是定樁法校正，令視準軸呈水平狀態；而經緯儀最重要的要求是定心確實，因此需隨時校正求心器。此兩項為業界要求基礎測量人員必須具備之簡單而重要的作業能力，因此在課綱中僅要求這兩項，並非僅僅著眼於簡化整個教學內容，詳細之儀器幾何與校正內涵，建議以附錄方式提供學生參考，並提供任教教師視情況增加敘述講解。

本人同意教學應該有完整的教學內容，但高職是以訓練基礎測量人員為目的，相較於九五課綱內容，本建議

課綱實習項目之如此安排，是以務實之出發點，兼顧各項考量後的決定。TAF 校正實驗室校正報告之目的為確定儀器合格，但是在作業過程中，仍需定時以定樁法檢校，並且列入記錄。易言之，TAF 認證是一種儀器出廠後之測量能力品質確認，而定樁法是測量員對儀器當日能否施測及是否須改正能力的確認。因為甲方無法確認乙方辦理測量作業儀器設備是否良好，及宣稱精度是否如所提，所以在可能狀況下會要求乙方儀器須經過 TAF 或國際實驗室認證體系所驗證之實驗室出具認證報告。對一個熟練之測量員，定樁法絕對可以達到精度要求。確實在實務上，以定樁法進行水準儀視準軸校正要比檢查相對上困難；而一、二等水準測量較三、四等需考量之因素多，如折光等。水準儀一台 TAF 校正報告目前公告價格為 3000 元，一般校正不含報告則為 800 元。但是「視準軸平行於水準管軸」之要求是水準儀基本觀念，定樁法亦是基本測量能力，經與多位教師討論，仍普遍認為應列入實習。但是，僅進行「檢查」而非「校正」。本人同意「檢校」為更適當之名詞。

(五)有關電腦程式使用與導線計算

意見一：導線計算就是要用表格計算才能發現學生盲點。不知為何要強調使用電腦？有些電腦程式即使閉合比數不合格也照樣平差，不適合初學者。可否請教育部提供一個理想的教學程式？

意見二：導線只是一種受限於計算能力之簡化特例，只需要講解角邊控制

測量便可。導線觀念可以提一下，但是導線計算已完全沒有必要。應著重一種統一解之操作，也就是三角三邊網平差。細節的導線計算，只是沒有必要的增加學生困擾與負擔。

意見三：課綱中多次提到程式、試算表、政府提供之各式圖資…，到底由誰提供？如何索取？教育部可否出錢找人做免費提供？

意見回覆：

導線計算確實是測量實習中一項困難的單元，因為計算繁複，容易生錯。但若是能夠以試算表（例如 excel）為基礎之程式作為計算工具，或有助於將計算上之負擔降低，由而能專注於觀念之教授。將簡易導線平差的過程利用試算表寫成程式供學生使用，其過程與學生用筆算十分相近，只是計算負擔較小。本建議課綱並非要求採用導線網嚴密平差方式處理，這對於高職生來說，可能超越目前教學目標。由於導線計算、前方交會、後方交會、雙點定位、等，程式編寫難度不高，目前已有許多類似程式流通，未來盼望能由教育部提供教學支援平台，逐步彙集教學資源，能方便教師獲取資源，而減少擔心。有關閉合比數不合仍照樣平差之事，確實為教學上須注意之事。盼望教科書作者與教師在相關內容上能有所著力，以期傳授學生正確觀念。無論是查對數表進行導線計算，或是以電腦互動程式進行導線計算，對數據處理之嚴謹態度，並無差異。

經與內政部國土測繪中心聯絡，該單位發展有三角三邊網平差系統軟體，

或可做為教學使用。

意見三所提問題包含有兩個議題，首先是教學所需程式與試算表，其次是圖資來源介紹。就教學用程式與試算表而言，目前確實並無統一標準之軟體集。但是，資訊化可能已是無法避免之發展，採用電腦程式輔助測量與測量實習教學更已為明確趨勢。以 Wolf & Ghilani (2006) 為例，目前該書為第十一版，但是多版以前便開始採用附贈程式光碟輔助教學。因此，採用程式與試算表進行教學應為正確之方向。問題是如何準備、提供教師程式與試算表。環顧目前資源，雖然坊間有數本以測量計算應用為主題之書籍，如莊天文(1985)、謝政平等(1999)、趙與王(2002)，且附有程式集光碟，供讀者使用，但是該類書籍之程式多不提供源碼，而且使用於教學理論上除購買其書籍外，有授權問題。目前亦有多家提供測量施工程式及其顧問者，如傑森施工測量研習班(劉傑森，2007)，等。但是除均有授權問題外，如何結合教學內容，是另一項問題。因此，最理想之狀況是如同美國現況，由教科書作者提供教學程式。因為，教學所需程式與前述書籍與諮詢公司所提供者相較，內容難度要低許多，複雜度亦不高，十分適合針對各單元寫作隨書提供。目前以發展教學程式為主題，並開設網站流通者，其實不少。以國內而言，楊全成(2007)提供許多範例。若於網際網路搜尋，可發現尚有許多資源。除由教科書隨書提供外，另一部分為教學教師自行視需要發展，實際上，在本建議案彙整時期中，得知多位高職測

量實習教師已配合課程進度，自行開發程式。許多基本測量計算，以試算表之現有基本功能便可執行。為期方便教學，並減輕教師蒐集資料負擔，本人仍寄望由教育部籌設教學支援網站，提供教學資源交流平台。莊與史(2008)建議應用地籍測量學會網站做為教學支援平台，目前已獲得學會網站負責人同意，作業即將展開。

第二個議題為圖資來源介紹，目前國土資訊系統已進入第二個十年，許多圖資，如 1/25,000 比例尺經建版地形圖，除等高線圖層因國安考量，需另行申請外，業已由內政部提供全民由網際下載。1/5000 比例尺相片基本圖之向量圖資亦同。台灣是一個高度資訊化的區域，政府推動 E 政府業已多年，因此，由網際可獲得之圖資種類繁多。由於此一部分為國家已執行之政策，故實無須教育部涉入。

(六)有關地形測量

意見一：未安排全站儀練習，怎能馬上測量點位？符號、圖例、圖層、地貌、實地測量，三次實習時間根本不夠。

意見二：電腦輔助繪圖也是要有電腦及軟體，也不是三小時就學得會。

意見回覆：

平面圖測量之點位測量的基本觀念並不需要符號、圖例、圖層、地貌、等知識。可以使用全站儀同時觀測角、距，可以使用經緯儀配合捲尺分別做角距施測，亦可以使用平板儀，使用不同儀器的差別在於作業方式和精度的不同。

若學校有全站儀的條件下，全站儀之操作已分別在電子測距和經緯儀測量完成儀器架設和角距觀測的實習。在平面測量實習中僅需進一步說明點位測量及編碼的輸入方式即可，過程除了實際操作一次給學生看之外，可以再提供操作步驟說明給學生。當完成平面圖的實習之後，地形圖測繪的過程幾乎大同小異，差別只是多了高程點的施測與編碼輸入。由上述可結論如下：

可以將全站儀為相關實習的重心，如此訓練出來的學生完全可以立刻和現行業者之要求接軌。

可以將平面測量（三次）和地形測量（三次）二項實習相結合，如此便有六次的實習，時間應相當充裕，甚至可以安排專業測繪軟體進行製圖實習。

若學校未有全站儀的條件下，則僅能以經緯儀配合捲尺或使用平板儀，相較於九五課綱的時間安排，本建議課綱時間應是更為充裕。

若實習時間和理論講授時間不足時，建議實習區域不必太大，可以由不同組別分區負責整個實習區域的一小塊區域，再將成果整合。

「電腦輔助繪圖」是當前測量製圖中數值化之重要一環，但是「電腦輔助繪圖」應以另一門課程教授為宜，故而本課程綱要中並未有「電腦輔助繪圖」之實習項目。硬體環境建立與軟體授權，確實為教學上之重大門檻，需要適當經費支持。但是，若校方已有電腦教室，及「電腦輔助繪圖」軟體，則可與「測量實習」結合。此一問題，提出一個相當重要之需求，亦

即課程之銜接性。如果「測量實習二」之前，或與「測量實習二」同步，學生修習「電腦輔助繪圖」，則數值化地形測量可十分順利進行，可以安排讓學生自行編圖、出圖。不過，「電腦輔助繪圖」之軟體操作技術，並非學習數值化測量必備。實務上可以由教師統一協助出圖，讓學生了解其數據擷取之作業方式，呈現於圖面時之情況。請參考問題七之敘述。而如果能夠達成課際整合，讓學生學習科目不會彼此獨立，將更為理想。

(七)有關路工定線

意見一：實習 28、29、31、33 為工程測量與應用測量，做一個可也。

意見二：路工定線、面積、土方計算，均屬於原先八七課綱與九五課綱中所沒有的，是否可以不要包含進來？

意見三：因為偏角法等各種方法之發展為工具受限時所研發，而非現況所需，其內涵難度高而應用性低。目前使用隨機導線(Random Traverse)即可達成以簡單角邊測量施工放樣要求。沒有必要強調。

意見回覆：

本人十分認同意見三之見解，但是實務上本部分仍有一定程度之使用，國外教科書如 Wolf & Ghilani (2006)，亦仍多包涵一章平面曲線、一章垂直曲線。實習 28 (實習十：偏角法測設單曲線)、實習 29(實習十一：切線支距法測設單曲線)，為路工定線最基礎的二個方法，目前乙級檢定亦將此二方法整合為一個術科考題。部定課綱部分雖非以乙級檢定為主要訴求，但

宜於此介紹基礎。但是在整體考量上，路工定線之優先順序應低於其他單元。

實習 31(實習十三：縱橫斷面測量及挖填方計算)為路工測量中重要的應用，亦為目前乙級檢定的術科考題之一。

實習 33(實習十五：室內裝修基準線及結構體工程之高程基準線測定)為由九五課綱中所保留的內容。不論土木科或建築科，高程測設似為必要之基礎技術，故本建議課綱予以保留。

(八)課程開設順序

意見一：高工一上，馬上就學座標幾何、座標、方位角正反算(主題五)，是否太早？最好維持在下學期，與主題八與九對調。

意見二：測量學與實習需要一些基本三角觀念，如果測量實習開設在二年級，將最為適當。

意見回覆：

測量學與實習需要許多基礎三角觀念，在學生充分學習三角之後，再學習測量較為理想。故建議於高二上下開設測量實習。

主題五之內容皆為簡易的數學觀念和計算，也關係到後續部份課程的講授，除三角外，以國中的數學程度應足以應付。但是，目前實務上確實有國民中學教育嚴重未達成教育目標之情形，在課綱研擬過程中，有甚多教師反映學生數理英文能力不足。此一問題雖非本課綱之研擬所能克服，但若能以應用測量實例講解，或許有助於提升學習興趣，同時補國中教學不

足之缺失。本實習所需基礎數學觀念不多，寄望老師能讓學生重複練習，費心講解。

主題八（間接高程測量）屬於基礎測量能力之一，主題九之後屬於應用測量，兩者不宜對調。例如導線測量之導線點高程值便可利用三角高程測量或視距測量為之。

高級職校之教育應以實務作業能力為主，數學背景宜概念化、簡化，著重於觀念之建立，而非數學式之推導與繁瑣計算。

（九）教學單元順序

意見一：電子測距排在實習四，水準儀、經緯儀都還沒有學呢！不只如此，還要學生做稜鏡加常數率定。是否要學生將儀器摔壞才甘心？

意見二：是否可以先教水準，再教測距，然後是測角。

意見回覆：

以觀測量性質而分，傳統測量包含高程差、距離、測角，三大部份；三者皆為可獨立學習的測繪基礎知識，無關乎先後次序。「傳統測量」此一名詞之內涵，為對應於「衛星定位測量」。高程差、距離、測角三者中，高程差主要以直接水準測量進行。以儀器操作難度而言，就當代儀器而言，自動水準儀僅需圓盒氣泡定平，整置最為簡易。電子測距儀除須圓盒氣泡定平外，尚須對心。測角則又增加管狀水準器定平。因此，三者中，若依高程差、距離、測角，之順序進行教學，以儀器操作之便利性而言，確實有其優點。但是，就數據處理面而言，三

者皆為可獨立學習的測繪基礎知識，無關乎先後次序。目前台灣地區之測量教材多以捲尺量距為第一個實習，因為捲尺之操作較水準儀更為簡單，而且可以配合誤差觀念之介紹，第一小時授課後，後續實習便可驗證、練習。若緊接著進行水準，則須將距離測量切割成兩個單元。

經與國內以及以英美教師討論，發現測量學與測量實習中基本測量單元順序與年代有關。Wolf & Brinker (1994) 依照捲尺距離、EDM 距離、水準、角度，之順序。Wolf & Ghilani (2002) 以水準、距離、角度，之順序。Wolf & Ghilani (2006) 維持 Wolf & Ghilani (2002) 之順序。但是，Moffitt & Bouchard (1982)、Moffitt & Bossler (1997)、Anderson & Mikhail (1998)，其順序均為距離、高程、角度。相同的是，各書均將捲尺量距與 EDM 量距在同一單元中或連接單元中教授。

若欲利用全測站儀做電子測距實習和儀器常數率定實習，僅需提前講授儀器架設方法，往後在經緯儀相關實習時，即不須再講授儀器架設方法。由於「全測站儀電子測距實習」和「電子測距儀器常數率定實習」並不需要管水準器居中，圓盒水準器居中便可，或許可以提供教學時之一種層次性考量，亦即，先於以測距為主之實習中教授圓盒水準器居中之整置方式，再於以測角為目的之實習中教授較難之管水準器居中。以測距為主時，望遠鏡水平。但是，此一部份之安排，仍應以實際教學之教師決定。經數周之徵詢各方意見，發現不易達成完全一致之見解，謹此建議在實際

教學上，由教師彈性調整。或先完整教授距離測量，如課綱之順序，或將直接水準與距離測量對調。

實習中人、物之安全確實為重要議題，任何儀器摔壞之事，均為實習增添困擾。建議授課老師耳提面命要學生小心，不管課程之安排順序如何。

(十)有關測設

意見：實習十七、十八，基本測設，角、距、高程、點位測設，究竟是什麼意思？要講些什麼？

意見回覆：

角度測設係根據地面之某一已知參考方向（水平角起始邊）及設計之角度值，利用經緯儀於實地標定出設計方向（水平角之終邊），亦即設計方向的標定。其測設方法有直接法及歸化法二種。

距離測設係自一已知點起，沿著指定的方向量出設計的水平距離，例如將房屋軸線或邊線的設計長度在地面上標定出來。其測設方法有直接法及歸化法二種。

高程測設係指在工程結構體上標定出與設計高程值相符的位置。例如在建築施工中樓版高的標定。

點位測設一般僅講授平面位置測設即可，亦即根據設計之水平角或水平距離，將點位安置於實地。點位的測設方法可講授支距法（直角座標法）、光線法（極座標法）和前方交會法即可。

(十一)有關平板

意見：由課綱看不出要不要教平板，由於平板已完全沒有應用價值，國外

新教材已無平板。應該明確說明採用數值法進行地形測量，不要留有模糊空間。

意見回覆：

由於全測站儀之通用與圖資數值化之趨向，平板測量確實已僅限於少數地籍測量案例中使用，確實實務價值已低，於英文主要教科書之新版中多已刪除，或許未來亦可以由課綱中完全刪除。由於並非所有高職學校均有完備之全測站儀實習器材，目前保留以平板與類比式圖解進行地形測量之可能性，教材方面建議兩者並列，教學上則建議以數值法為優先考量，如受限於客觀條件，則以可行方式進行。未來九八課綱實施，而且技術士檢定規範檢討更新公告之後，盼望教育部能有預算編列，協助高職學校現代化教學環境，購置全測站儀。同時，即將公告之未來各級測量技術士檢定亦已排除平板測量部份。

(十二)有關教學時數

意見：「測量實習」長期時數不足，你們建議案排四小時，結果公告只有三小時，根本是被耍咯。

意見回覆：

如本建議案報告中所述：

測量之教學包含「測量學」與「測量實習」，高級職業學校之課程安排中，並無「測量學」，故須於「測量實習」課程中安排教學。目前實際教學多以一小時室內教學，配合三小時實作。由於實際教學上之需求，「測量實習」四小時確實為必要。但是部定時數之

減少為目前課綱擬定一大方向，據所知，部定課程學分總數不得超過三十三小時。而歷年來高職教師亦有意見表達，如國立白河商工科主任韓崑林老師，針對九五課綱提出：

一年級土木製圖 I、II (4×2) 修改為 I、II (3×3)，專業工程實習 I、II (3×2) 修改為 I、II (3×3)，測量實習 I、II (4×2) 修改為 I、II (3×3)。

二年級土木製圖 III、IV (4×2) 修改為 III、IV (3×3)，建築土木實習 III、IV (4×2) 修改為專業工程實習 III、IV (3×3)，測量實習 III、IV (4×2) 修改為 III、IV (3×3)。

見台灣科技大學(2004)。其中，4×2 表示每學期四小時、共兩學期；3×3 表示每學期三小時、共三學期。就所知，土建學群課綱小組決定將「測量實習」時數由四小時降為三小時，有兩大因素：排課考量，與調出時間增加電腦輔助繪圖。

因此，目前此一議題之各界所表達意見多樣化，增添台灣科技大學工作團隊整合之困難。本人亦謹此誠心建議各界測量教學同仁充分參予各項課綱討論、表達意見，對未來之課綱修訂當有助益。

五、綜合討論

本課綱建議書與所擬之建議課綱，確實有未能週延之處。綜合各界所提問題，以及個人訪談所得，教育部公告之九八課綱「測量實習」有下列三個問題：

內容過多
時數過少

設備不足

使得教學難於實施。

經由國立台南高級工業職業學校土木科李俊德主任之邀請與安排，在「97年度土木與建築群之新課程研習衛星定位測量(GPS)於高中職教學之應用研習活動」中，於民國97年8月21日下午，與四十餘位與會老師們，就九八課綱中「測量實習」部分討論。關於課綱內容部分，目前擬就目前公告「測量實習」課綱內涵，擬定「必要」與「選項」單元。其決議事項如下：

是否減少或增加導線之內涵與時數。
討論決議：絕大多數認為應維持目前規畫。

將視距、雙高、等間接測距，列入可選項目。

討論決議：認為應將視距、雙高、等間接測距，列入非必教，亦即為可選單元之教師人數多於反對者，但是大多數教師無意見。會後討論，認為雙高列入選項，視距教學保留，但是視距實習部分列入選項，建議於水準儀教學時順便介紹。

將曲線測設中偏角法與切線支距法，列入可選項目。

討論決議：絕大多數認為應將路工定線部分，全部列入非必教，亦即為可選單元，由教師自行決定。

將面積與土方，列入可選項目。

討論決議：絕大多數認為應將面積與土方保留為必教，包含教學與實習。

將交會定位法，列入可選項目。

討論決議：本項未能於會議中討論，

會後討論，認為實習部分列入選項，教學部分保留，但是應強調圖形觀念，而非計算及公式推導。

課綱內容之問題除單元外，各單元之順序亦為一項爭論。經由討論，大多接受授權由教師自行決定順序。

此外，與會教師及參與討論之邱仲銘教授、曾清涼教授，均一致強烈認為「高級職業學校」測量實習課程應為每週排課四小時(4×2)。每星期一小時講解，三小時實做，必修兩學期，為較有效率之安排。但是由於過去與現在有多位教師提出減少測量實習教學時數之建議，本案需認同測量實習需每週排課四小時之教師們，更積極地大力支持與表達意見。

有關設備不足，目前主要需要之儀器為全測站經緯儀。本人建議先行調查各校儀器設備現況，以瞭解所需經費額度，做為未來相關單位預算編列之參考。另一可能需求之儀器為 GPS 接收儀，目前已有單頻之低價 GPS 接收儀，雖目前已推廣者為非測量型，其主要用途為固定點監測，但是測量型亦已有供應，價格約新台幣八千至三萬元，包含資料轉換為 RINEX 格式軟體，但是不含計算軟體。配合不同天線，價格有所差異。負擔將較選購雙頻且具有及時差分定位功能之五、六十萬元輕。除硬體設備外，軟體部分國土測繪中心已有不少自行開發軟體，或可以通過申請獲得使用授權。軟體包含下列：

視窗版重測系統使用
控制網絡圖繪製程式
測量外業自動化系統

座標轉換程式 coodtran.123

三角三邊網狀嚴密平差計算軟體

ObsChk-2.Lzh

三角三邊網狀嚴密平差計算軟體

Tri.Lzh

三角三邊網狀嚴密平差計算軟體

dist.Lzh

圖形繪製系統 2008.01.01.0c 版

視窗版導線計算程式

(2008.01.01.0B)

PDA 操作手冊

測量外業自動化系統(PDA 版)

重力測量環線閉合差檢核程式

(961115 版)

成果抽樣檢查程式(961115 版)

視窗版導線計算程式

都市計畫樁清理補建系統

V96.01.01.0b 版

測量外業自動化系統 Neoprint.exe

RTK 圖根成果彙整軟體

六、結語

長期以來，「高級職業學校」為台灣地區之建設培育大量基層人才，堪稱台灣經濟奇蹟之基礎。無論「高級職業學校」是否將更名為「專業高中」，其教學功能在社會之經濟建設中有重要之影響，應是毋庸置疑。個人任教於大專院校，缺乏「高級職業學校」之教學經驗，亦缺乏對目前「高級職業學校」實際需求之認知。基於對於土木測量行業之認同，與多年來與測量業界之接觸與熟悉，不慚力有未逮，自告奮勇彙整意見。由民國九十六年四月起，一年多中個人學習甚多。對技職體系之教學同仁之辛勞，更因了解而心生佩服。

測量業在近年中，受到數值化與自動化之衝擊，變化十分大。在這一年間，數位年輕高職測量教師，告知本人在其求學過程中從未接觸平板儀，卻在任教後長時數教授平板儀。同時，還有許多其他老舊內容，亦充斥高職測量實習教材中。不由得這些老師衍生出：「高職生真可憐」的感觸。本人聞之對學生處境感覺內心酸楚。也有多位測量教師，述說由於課程時數不足，為提供學生考技術士證照所需訓練，長時期在周末或晚間超時工作，而在學生成功考照之後，又受到其他科目教師排斥，因而產生裡外不是人，無限委屈之感慨。本人亦對教師處境深感難過。在與測量業界尋求意見時，普遍表達對高職畢業生測量能力之不肯定，甚至是測量技術士之不肯定。例如「乙級技術士」居然不知道水準測量要用鐵墊；又例如「丙級技術士」居然根本不會操作全測站經緯儀，對測角也沒有概念，因為準備術科考試時只練習水準測量，抽到水準測量就考，抽不到放棄，寄望下次。本人深深認為高職測量教學與技術士之檢定標準與方式均應有所檢討。由於個人能力與經驗之有限，現有成果實為各界數十人之協助與努力，本人謹此深致謝意。而彙整總合不完善處，亦盼請賜教，以為後續更新之參考。同時，亦謹此呼籲測量界同仁，多多參予課綱相關公聽會與意見徵求活動，以期充分表達意見，使課綱日趨完善。就目前所知，九八課綱全面延後一年實施，故可能有再行小幅度調整修正空間。

致謝

從民國 96 年 4 月 13 日，在台北市松山家商參加課綱公聽會認識蔡顯榮教授以來，接觸雖不頻繁，但是深深感受到蔡顯榮教授對課綱之熱忱、對不同意見之包容、與對國內技職教育之關注與投入，謹此敬表敬意與謝意。能夠於第二十六屆測量及空間資訊研討會中，進行「測繪教育與發展專題討論」，要感謝崔國強教授之支持。而曾清涼教授、曾義星教授、曾正雄教授、張嘉強教授，慷慨熱心地承擔引言人，台灣省測量技師公會高治喜理事長、趙忠安秘書長、及多位先進參與討論，誠為建議課綱發展之關鍵助力，亦謹此敬表謝意。林宏麟老師、莊惠群老師、張哲豪教授，承擔資料與意見整理，反覆與本人討論，本人更是深感愧對，亦謹此敬表謝意。一年來，曾直接或間接訪談徵詢十多位高職測量實習教師，亦向多所大學機械、建築、土木，領域之教授們請益，為期不增加教師、教授負擔，謹此不一一公布姓名，但是致謝之心意不減。一年多之過程中，要感謝的人還有很多。因意見間多有差異，而許多意見最後無法納入，更謹此致歉。謹此向高職教師致敬，並敬請提供意見與指正，本人當努力彙整，提供工作單位參考。

於民國 97 年 8 月 21 日下午，經由國立台南高級工業職業學校土木科李俊德主任之邀請與安排，能與四十餘位與會老師們，就九八課綱中「測量實習」部分討論，亦謹此感謝與會老師們與李主任，以及邱仲銘教授、曾清涼教授之熱心參與及賜教。

參考文獻

- 台灣科技大學，2004。
<http://www.crt.ntust.edu.tw/crt/JOURNAL/New23/高職新課程綱要問題彙整表-土木與建築群931128%E7%BC%88台科大%E7%BC%89.pdf>，前次查詢：2008-0526。
- 邱元宏、史天元，2007。地政事務所測量人員應具備之專業知識探討，第二十六屆測量及空間資訊研討會，2007年9月6-7日，宜蘭大學，1121-1128，CD 論文集：4D-01.pdf。
- 林宏麟、史天元，2007。現行高級職業學校土木與建築群科「測量實習」課程綱要更新芻議，第二十六屆測量及空間資訊研討會，2007年9月6-7日，宜蘭大學，1137-1146，CD 論文集：4D-03.pdf。
- 莊天文，1985。電腦測量計算實務，第三波。
- 莊惠群，2007。統測試題與高職課程相關度之探討-以土木建築類測量實習為例，第二十六屆測量及空間資訊研討會，2007年9月6-7日，宜蘭大學，CD 論文集：4D-04.pdf。
- 莊惠群、史天元，2008。構建測量自由軟體之探討，第二十七屆測量及空間資訊研討會，2008年9月4-5日，成功大學，1342-1351，CD 論文集編號：D08。
- 楊全成，2007。土木工程及大地工程VB 程式設計教學範例及成果展，<http://civil2.csu.edu.tw/~geo/project96.htm>，前次查詢：2008-0526。
- 趙元和、王炳淵，2002。實用平面測量軟體，全華。
- 謝政平、謝政安、謝從國，1999。公路測量與電腦計算(視窗版)，科技。
- 劉傑森，2007。傑森施工測量研習班，<http://consurv.myweb.hinet.net/index.htm>，前次查詢：2008-0526。
- 龔昶榮、史天元，2007。由捷運工程測量實務探討測量人員應具備之專業知識，第二十六屆測量及空間資訊研討會，2007年9月6-7日，宜蘭大學，1129-1136，CD 論文集：4D-02.pdf。
- Anderson, J.M., and E.M. Mikhail, 1998. *Surveying: Theory and Practice*, 7th edition, McGraw-Hill.
- Moffitt, F.H., and H. Bouchard, 1982. *Surveying*, 7th edition, Harper & Row Publishers.
- Moffitt, F.H., and J.D. Bossler, 1997. *Surveying*, 10th edition, Prentice Hall.
- Wolf, P.R., and R.C Brinker, 1994. *Elementary Surveying*, 9th edition, HarperCollins College Publishers.
- Wolf, P.R., and C.D. Ghilani, 2002. *Elementary Surveying, An Introduction to Geomatics*, 10th edition, Prentice Hall.
- Wolf, P.R., and C.D. Ghilani, 2006. *Elementary Surveying, An Introduction to Geomatics*, 11th edition, Prentice Hall.

附錄一：土木建築群「測量實習 I、II」課程綱要建議

一、科目名稱：測量實習 I II (Surveying Practice I II)
二、學分數：8 (4+4)
三、先修科目：無
四、教學目標： 1. 認識土木建築工程常用之測量儀器及其使用與作業方式。 2. 熟悉測量與土木建築之關係，瞭解各種誤差精度對工程之影響。 3. 培養選擇相關工程測量之儀器及作業之能力。 4. 採分組教學，加強學生分工合作及職業道德觀念。
五、教材大綱：

第一學期

單元主題	內容綱要	分配節數	備註
一、測量概論	1. 測量之定義 2. 測量之分類 3. 測量基準與座標系統 4. 測量之單位 5. 測量記錄與有效數字 6. 偶然誤差、系統誤差、與錯誤處理 7. 精度、解析度、與測量平差概述 8. 測量學術之各種應用 9. 計算器與計算機之使用 10. 測量實習須知 (1). 編組(4-6 人一組)建立工場領班(組長)制度，相關職責及人員維護編制。 (2). 簡介各類儀器及其正確操作與維護重點。 (3). 測量作業內容、步驟(計畫、準備、外業、內業)。 (4). 養成求真、善、美之真正意義及正確之職業觀念。 實習項目 實習一：實習準備，包括人員編組、各類儀器簡介及其維護原則與方法，並講述測量作業程序(計畫、準備、外業、內業)。 實習二：計算器與計算機之使用，包括計算器種類、模式切換、單位設定、顯示設定，計算機之試算表操作。	8 節 本單元 2 週 累計 2 週	1. 宜適時調整各單元進度，避免 4 節連續於課堂講授。 2. 第 9 細項宜統一採購合於學校測驗、國家考試規定之計算器機種。 3. 第 10 細項之部分內容宜安排至儀器室現場實施。

單元主題	內容綱要	分配節數	備註
二、距離測量	1. 捲尺量距及改正 (1). 距離測量概述 (2). 器材及操作準則 (3). 平坦地量距 (4). 步幅測定與步幅測距 (5). 長距離量距 (6). 傾斜地量距 (7). 量距誤差之來源與預防 (8). 量距誤差之種類與改正 (9). 量距精度與平差 2. 電子測距原理及改正 (1). 電子測距原理概述 (2). 器材及操作準則 (3). 稜鏡加常數率定 (4). 水平距與高差之化算 實習項目 實習三：平坦地捲尺量距及精度計算 實習四：電子測距練習及精度計算	8 節 本單元 2 週 累計 4 週	1. 本單元可配合實習，區別偶然誤差與系統誤差及其傳播，以實習成果為實例。量距之距離應約為 100m。 2. 實習四應包含稜鏡加常數率定之檢驗。 3. 實習三、四應採用相同基線，以為比對。傳統實習二包含步幅測定，本課綱建議仍列入教材，由授課教師視情況決定是否加入實習。
三、水準測量	1. 高程的定義 2. 高程測量概述 3. 水準測量原理 4. 水準測量器材 5. 水準儀種類、構造及操作準則 6. 水準儀整置及讀數練習 7. 逐差水準測量 8. 水準測量精度與平差 9. 閉合水準測量 10. 附合水準測量 11. 水準測量誤差之來源與預防 12. 水準測量誤差之種類與改正 實習項目 實習五：水準儀架設及標尺讀數練習 實習六：附合水準測量、計算及平差改正 實習七：閉合水準測量、計算及平差改正 實習八：定樁法檢校正視準軸	16 節 本單元 4 週 累計 8 週	1. 配合丙級技能檢定術科試題安排實作練習。 2. 水準儀中應包含電子水準儀。
四、角度測量	1. 角度測量概述 2. 經緯儀角度測量原理 3. 角度測量器材 4. 經緯儀種類、構造及操作準則	20 節 本單元 5 週 累計 13 週	1. 配合丙級技能檢定術科試題安排實作練習。 2. 為強化學生操作經緯儀之基本技能，建議酌量

單元主題	內容綱要	分配節數	備註
	5. 經緯儀整置及讀數練習 6. 水平角測量 7. 垂直角測量與指標差 8. 角度測量誤差之來源與預防 9. 角度測量誤差之種類與改正 實習項目 實習九：經緯儀架設及讀數練習 實習十：光學求心器檢驗 實習十一：單角法水平角觀測與計算 實習十二：方向組法水平角觀測與計算 實習十三：垂直角觀測與計算		勻出實習十部分時間重複實習九之內容。 3. 經緯儀介紹中應包含全站經緯儀。
五、平面位置測量	1. 座標幾何概述 2. 方位角、方向角、點位座標正反算 3. 平面位置測量之方法 4. 平面位置測量之器材 5. 平面位置測量實作 實習項目 實習十四：光線法測量 實習十五：平面圖測量(一) 實習十六：平面圖測量(二)	12 節 本單元 3 週 累計 16 週	1. 配合丙級技能檢定術科試題安排實作練習。 2. 本單元以全站配合數值法進行實習為理想，但若受限於設備，亦可使用平板儀練習，以圖解方式教學，但是課堂上應以座標幾何之原理解說。 3. 教材宜配置簡易程式，如以試算表為基礎之程式，供學生使用。
六、平面位置測設	1. 測設概述 2. 平面位置測設之方法 3. 平面位置測設之器材 4. 平面位置測設實作 實習項目 實習十七：基本測設(一)(角度、距離、高程、點位測設) 實習十八：基本測設(二)(角度、距離、高程、點位測設)	8 節 本單元 2 週 累計 18 週	

第二學期

單元主題	內容綱要	分配節數	備註
一、控制測量	1. 控制測量概述 2. 導線測量 (1). 導線之分類 (2). 導線測量之作業程序 (3). 導線點之選定與設置 (4). 導線邊長與角度之測量 (5). 導線測距與測角精度之配合 (6). 導線之計算 (7). 導線點之展繪 (8). 導線錯誤之檢核 3. 交會定位法 4. 控制網之建構與平差概論 實習項目 實習一：導線測量(一) 實習二：導線測量(二) 實習三：導線計算 實習四：前方交會與交弧法(選項)	16 節 本單元 4 週 累計 4 週	1. 教材宜配置簡易程式，如以試算表為基礎之程式，供學生使用。 2. 控制網之建構與平差概論應限於邊角圖形與誤差影響等基礎觀念介紹。 3. 導線計算傳統上以表單方式進行教學，耗時久且學生亦易於犯錯，建議參考北美教學方式，以程式計算教學。
二、間接高程測量	1. 三角高程測量與計算 2. 視距測量與計算 3. 雙高法測量(選項) 4. 各種高程測量之比較 實習項目 實習五：三角高程測量與計算 實習六：視距測量與計算(選項)	8 節 本單元 2 週 累計 6 週	教材宜配置簡易程式，如以試算表為基礎之程式，供學生使用。
三、應用測量	1. 地形測量 (1). 細部點測定方法 (2). 地形點外業編碼 (3). 地形圖圖層、編碼、與圖例 (4). 地物測繪 (5). 地貌測繪 (6). 等高線定義與特性 2. 路工定線(選項) (1). 基本測設方法(角度、距離、高程、點位測設) (2). 偏角法測設單曲線 (3). 切線支距法測設單曲線 (4). 定線(直線中間節點和延長線點) 3. 面積與體積計算 (1). 縱橫斷面測量及挖填方計算 (2). 面水準測量及土方計算 實習項目 實習七：地形測量(一) 實習八：地形測量(二) 實習九：地形測量(三) 實習十：偏角法測設單曲線(選項) 實習十一：切線支距法測設單曲線(選項) 實習十二：定線(直線中間節點和延	32 節 本單元 8 週 累計 14 週	

單元主題	內容綱要	分配節數	備註
	長線點) (選項) 實習十三：縱橫斷面測量及挖填方計算 實習十四：面水準測量及土方計算		
四、高程測設	1. 高程測設概述 2. 水平基準線之測設 3. 等高點之測設 實習項目 實習十五：室內裝修基準線及結構體工程之高程基準線測定	4 節 本單元 1 週 累計 15 週	
五、測量科技之發展	1. 衛星定位測量 (GPS) 2. 地理資訊系統 (GIS) 3. 遙感探測與攝影測量 (RS and PS) 4. 近代新型儀器發展與應用 實習項目 實習十六：GPS 作業規劃與幾何強度預估 實習十七：網際地理資訊服務 實習十八：地形圖與航照基本圖判讀	12 節 本單元 3 週 累計 18 週	1. 本單元應配合多媒體教材進行。 2. GIS 部分應配合地理科相關教學。 3. GPS 之實習部分以操作規畫程式如 Trimble Planning 之程式。該類程式目前均為免費。 4. 網際地理資訊服務部分以介紹及練習使用政府所提供之各式圖資，如內政部資訊中心、林務局農林航空測量所、交通部等提供者，及民間地圖服務業者如 www.urmap.com.tw 提供者，安排之實習內容可以為如路線規劃、圖資下載等。 5. 本部分之實習使用電腦教室進行。 6. 隨同福衛二號衛星之發射與運作，影像之使用已為國人生活之一部分。各種規劃案，包含建築師規劃階段常需判讀地圖，經各界反映意見，建議納入航空攝影與遙感探測概念，並強化讀圖與圖籍使用之訓練。

六、教學要點：

1. 教材編選

- (1)教材之編排以淺顯、文字敘述簡明扼要為主，圖文並茂以誘發學生學習興趣。
- (2)教材之份量配合教學時數，並顧及學生負擔。
- (3)教材內容除理論、操作技巧，並兼顧土木、建築之工程測量實務範例，以實用性為原則。

2. 教學方法

- (1)本科目為實習科目。
- (2)外業實習得採分組上課。
- (3)以培養學生對工程測量有基本概念及操作技能為主。
- (4)單元二、三、四之教學順序，得由授課教師自行調整。
- (5)面對新的單元，教學時應以學生的具體生活經驗、學習過的經驗或有感覺的例子來其熟悉的事物呈現。
- (6)隨時觀察學生之學習狀況，而隨時調整教學方法，幫助學生解決困難。
- (7)採多元教學，除了傳統的教學方法外，可以採用討論等方式實施，讓學生對於不同條件之測量基地，有思考判斷的能力。
- (8)室內之學科講解後，馬上進行室外之操作演練以收實效。
- (9)室外操作分組作業，以使每一學生均有能力獨立操作儀器，並設法安排教學助理協助以縮短示範、講解的時間。
- (10)實習中對學生錯誤之操作方式，宜適時糾正並提醒其他學生。

3. 教學評量

- (1)學生成績之評量分學科、術科成績方式計算：學科為個人筆試成績，術科則以每組實際操作所得之數據及個人實習表現評定。
- (2)學科評量除學校規定筆試與作業成績外，可在教學中考核學生發問、作答、討論等方面之思考能力，作為平時成績。
- (3)術科評量應確實掌握測量成果之正確性，要求學生對於誤差來源作分析，若不正確者令其重測，以求務實。
- (4)評量結果作為教師自評教學成效及收集教學材料之參考。

4. 教學資源

- (1)鼓勵學生上網尋找相關資訊，培養收集資料的能力。
- (2)應用儀器示範、實體模型、教學媒體等輔助教學，提升教學效果。

5. 教學相關配合事項

- (1)視儀器之性能及儀器數量之多寡適當分組，使學生有充足操作時間與並能培養合作精神。
- (2)安排工地參觀，以期實務經驗與理論相印證。