

國立台灣大學九十七學年度第一學期 機械工程學系教師課程教學規劃表

一、課程基本資料

| | | | | | |
|------|---|--------|---|------|------|
| 課程名稱 | 中文：精密量測 | | | | |
| | 英文：Precision Metrology | | | | |
| 課程類別 | <input type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 知識領域選修 <input checked="" type="checkbox"/> 一般選修 <input checked="" type="checkbox"/> 大學部 <input checked="" type="checkbox"/> 研究所(組別：設計、控制、製造組) | | | 班次 | 1 |
| 授課教師 | 范光照 | | | 學分數 | 3 |
| 課程編號 | 522 U2690 | 每週上課時數 | 3 | 選修人數 | 30 |
| 上課時間 | 二 678 | 先修課程 | | 適修年級 | 大四以上 |

二、課程教學目標與預期成效

課程教學目標：

本課程目標以教導各種傳統及新興精密量測原理及應用為主要方向，訓練學生具有設計及實作能力，以培養高級檢測技術人才為訴求，同時研發相關儀器設備與建立實驗教材，並與產業界維持良性與頻繁之互動關係。

| 單元主題 | 預期教學成效 | 教學策略及方法 | 評量方式 | 養成核心能力 |
|-------------|----------------------------------|---|----------------------|----------------------|
| 量測精度理論 | 瞭解精密量測基本名詞及定義 | A 講述教學法 C 示範教學法 E 問題或專題教學法 | a 考試 b 實驗 c 作業 | U1,U2,U6 ; G1, G3 |
| 長度量測 | 瞭解長度量測之原理、相關量具及儀器結構、功能與規格 | A 講述教學法 C 示範教學法 E 問題或專題教學法 | a 考試 b 實驗 c 作業 | U1,U2,U6 ; G1, G3 |
| 直度、角度、平坦度量測 | 瞭解直度、角度、平坦度量測之原理、相關量具及儀器結構、功能與規格 | A 講述教學法 C 示範教學法 E 問題或專題教學法 G 電視及多媒體教學法 | a 考試 b 實驗 c 作業 | U1,U2,U6 ; G1, G3 |
| 圓度量測 | 瞭解圓度量測之原理、相關量具及儀器結構、功能與規格 | A 講述教學法 C 示範教學法 E 問題或專題教學法 | a 考試 c 作業 | U1,U2,U6 ; G1, G3 |
| 輪廓與粗糙度量測 | 瞭解輪廓與粗糙度量測之原理、相關量具及儀器結構、功能與 | A 講述教學法 C 示範教學法 E 問題或專題教學法 | a 考試 b 實驗 c 作業 | U1,U2,U6 ; G1, G3 |

| | 規格 | 法 | | |
|---------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| 光學及影像量測 | 瞭解光學法與影像法量測之原理、相關量具及儀器結構、功能與規格 | A 講述教學法 C 示範教學法 E 問題或專題教學法 | a 考試 b 實驗 c 作業 | U1,U2,U6 ; G1, G3 |
| 微奈米量測 | 瞭解各種微奈米量測探頭之原理、相關量具及儀器結構、功能與規格 | A 講述教學法 C 示範教學法 E 問題或專題教學法 | a 考試 b 實驗 | U1,U2,U6 ; G1, G3 |
| 三次元量測 | 瞭解三次元量測儀之原理、相關量具及儀器結構、功能與規格 | A 講述教學法 C 示範教學法 E 問題或專題教學法 | a 考試 | U1,U2,U6 ; G1, G3 |

三、課程教學大綱

首先必須從量測精度理論、不確定度的基本觀念開始認識精密量測在工廠品管的重要性，內容在於介紹量測精度之定義與內涵，所謂量測精度乃是使零件達預期之機能所需之準確程度。而量測不確定度為一量測量真值存在範圍的估計值，需經一連串量測量的統計分佈加以估計，並以標準偏差來表現其特徵。隨後並釐清容易混淆之準確度(Accuracy)、精密度(Precision)、重覆性(Repeatability)之觀念。

第一部份將對最基本的長度量測法做介紹，瞭解各種長度量具及儀器之原理、相關量具及儀器結構、功能與規格，包括游標卡尺、分厘卡、量表、光學尺等基本量具之刻劃與判讀原理，再延伸到測長儀及電子高度計的設計。

第二部份則分別對於精密量測技術之直度、角度、真圓度量測作介紹。直線為兩點之間最短距離，真直度 (Straightness) 顧名思義在量測工件到達此標準物理定義的程度，光學方面應用雷射量測儀量測真直度的方法，目前市面上可見的為雷射準直儀、雷射干涉儀和雷射都卜勒儀等三種。而小角度的量測需要量測範圍小，其次是精度可達到幾秒，常用來作小角度量測儀器有自動視準儀、雷射準直儀、雷射干涉儀和水平儀等。真圓度通常以失圓 (Out of roundness) 尺寸大小表示之，即定義出理想圓的圓周與圓心，再以此理想圓定義出徑向距離差為其真圓度。換言之，即為二個能包絡圓形工作輪廓形狀的同心圓之最小半徑差異，可使用真圓度量測儀來量測。

第三部份介紹表面輪廓及表面粗度。輪廓量測是指觀察檢驗被測工件的斷面形狀，是否符合實際設計的形狀，可使用輪廓量測儀來測量，若受測物表面輪廓不能以接觸方式量測檢驗，則需在量測儀加上有 Z 軸調整裝置，配上光學量測探頭才能達到量測目的。而表面粗度為用各種加工方法和多種加工儀器完成的零件，其零件表面都一定會呈現凹凸不平的現象，而量測表面粗糙度的方法有許多種，通常分成接觸式與非接觸式兩大類別。

第四部份為介紹各種工業上常用的光電儀器原理及使用，如雷射干涉儀、雷射測徑儀、雷射探頭、單色光原理、雷射掃描儀等等。

而第五部份三次元座標量測技術則利用設置在 Z 軸的探頭(Probe)，在相互垂直

的 X、Y、Z 三軸向所構成的空間範圍內移動，以接觸式或非接觸式的探頭及三軸位移量測系統（光學尺）經微電腦處理系統，計算出工件的各點座標值做準確量測的儀器其量測功能可包括尺寸精度、定位精度、幾何精度、輪廓精度等。

第六部份則就影像技術應用(Automatic Optical Inspection, AOI)於精密量測方面作詳細的說明。內容包括：光源選擇、CCD 及鏡頭選擇、影像處理技術、圖形判別、誤差分類、及應用等，可適用於各種新興產業如：PCB, SMT, BGA, LCD, IC 等的瑕疵檢驗。

最後，第七部份將針對由 100nm 至 10nm 的微奈米工件介紹各種量測技術，包括微型三次元量床、輪廓干涉儀、聚焦/共焦顯微術、陰影疊紋法、立體顯微術等，可用於微器件及 MEMS 元件的檢測。

四、教科書及參考書目（書名、作者、出版者、出版日期）及輔助教材

教科書：(1) ‘精密量測’，范光照、張郭益，高立書局，2005.

(2) 補充講義，范光照（置於實驗室網站供學生自行下載）

<http://www.me.ntu.edu.tw/%7Emeaslab>

參考書：(1) ‘Metrology for Engineers’，J.F.W. Galyer and C.R. Shotbolt, Cassell Publisher Ltd. 1993.

(2) 圖書館藏相關期刊文章

五、課程說明與進度

上課內容以第一本教科書為主，並因講授需要將補充講義。本課程 97 學年度第一學期各週之授課進度暫訂如下：

| 週次 | 講授內容概要 | 教科書章節 |
|----|---|-----------------|
| 1 | • 簡介—(9/16) 上課內容及精密量測實驗室介紹 | 教授出國 博士生助教代理 |
| 2 | • 精度理論—(9/23) 量測精度理論、不確定度、公差 | Ch.1, 2 |
| 3 | • 長度量測—(9/30) 游標卡尺、分厘卡、量表、光學尺等基本量具、聚焦探頭 | Ch.3, 補充講義 |
| 4 | • 專題演講—(10/7): 三次元量測儀 天津大學張國雄教授: 傳統式三次元量測儀 合肥工大費業泰教授: 關節式三次元量測儀 | 投影片, CH. 14 |
| 5 | • 角度量測—(10/14) 小角度量測、大角度量測 | Ch. 4 |
| 6 | 實驗一：(10/21) 量表校正、聚焦探頭校正、水平儀校正 | 實驗手冊 |
| 7 | • 形狀量測—(10/28) 直度、平坦度(量測原理): 直規、水平儀、自動視準儀 | Ch.5, |

| | | |
|----|--|------------------------|
| 8 | • 形狀量測 — (11/4) 直度、平坦度 (分析原理): Least Squares Method, Minimum Zone Method | Ch.5, 補充講義 |
| 9 | • 圓度量測 — (11/11) 真圓度量測原理與儀器原理、誤差分析、圓柱度量測 | Ch.7, |
| 10 | • 表面輪廓及表面粗度量測 — (11/18) 輪廓量測儀原理、濾波、粗糙度量測儀原理 | Ch.6, 8 |
| 11 | • 參觀國家度量衡實驗室(量測中心安排) — (11/25) | 安排車輛, 13:00 上車, 交報告 |
| 12 | 實驗二: (12/2) 粗糙度量測、真圓度量測、表面輪廓量測 | 實驗手冊 |
| 13 | • 光學儀器量測技術 — (12/9) 雷射干涉儀、雷射掃瞄儀、光學投影儀、雷射三角法 | Ch.9 |
| 14 | • 自動化光學影像量測技術 — (12/16) 光源選擇、CCD 及鏡頭選擇、影像處理技術、圖形判別、誤差分類、及應用等, 可適用於各種新興產業如: PCB, SMT, BGA, LCD, IC 等的瑕疵檢驗。 | 補充講義 |
| 15 | 實驗三: (12/23) 光學影像量測、雷射干涉儀量測 | 實驗手冊 |
| 16 | • 三次元座標量測技術 — (12/30) 機台、驅動與傳動、接觸與非接觸式探頭、量測軟體 | Ch.14 |
| 17 | • 微奈米量測技術 — (1/6) 干涉術、相位移術、調變術、光學共焦、自動聚焦等探頭原理 | 補充講義 |
| 18 | 期末考 — (1/12) | |

六、評分及考試

成績評量方式:

1. 期末考 (50%)。
2. 作業 (20%)。
3. 實驗報告 (20%)
4. 參訪報告 (10%)

七、授課教師與助教

授課教師:

范光照, 工綜 733 室
精密量測實驗室, 工綜 139 室
電話 33662698, 23620032
e-mail: fan@ntu.edu.tw
Office hours: 白天不定, 晚上大多在

【註】:

本系大學部學生養成之核心能力如下：

- U1.具備學理基礎及應用工程知識與技術之能力。
- U2.具備設計與執行實驗，以及發掘、分析、解釋、處理問題之能力。
- U3.具備設計系統、元件、製程及工程規劃與整合及創新之能力。
- U4.具備執行工程實務之相關知識與技能以因應科技及工業發展的需求。
- U5.認識當前與機械工程相關之先進科技與時事議題，並具備整合跨領域知識之能力。
- U6.具備團隊合作之精神，有良好之表達溝通、運用外語及領導與管理之能力。
- U7.具備端正之品行、健全的人格、熱心服務及重視專業倫理之精神。

本系研究所學生養成之核心能力如下：

- G1.具備機械工程之專業知識與技術。
- G2.具備策劃及執行專題研究之能力。
- G3.具備撰寫技術報告及論文之能力。
- G4.具備創新思考及獨立解決問題之能力。
- G5.具備與不同領域人員協調整合之能力。
- G6.具備國際觀及良好的外語能力。
- G7.具備終身自我學習成長之能力。

填表說明

一、課程教學目標

課程教學目標的定義為期望學生在教學結束後會有的行為表現之敘述（陳昭雄，1997）；為高度特定的目標，目的在溝通教學意向給學習者，以可觀察可測量的行為詳述學生的學習（黃光雄，2002）。

描述在課程結束想要達成的成果，包括學生在課程結束時所學到以及能夠運用的知識。教學目標有下列三項功能：

- （一）能夠使教學有所依歸，而循序漸進，不致超過應該學習的範圍。
- （二）使教學活動的設計有所依據，來加強學生的學習效果。
- （三）使學習效果的評量有所依據，而評量的結果可以做為教學改進的指標。

*課程教學目標以 100~300 字較為適宜，以免過於簡略或冗長。

二、教學成效（學生學習成果）

將課程之教學目標予以「精確說明」，分項具體敘述達成教學目標後，所預期的成效及改變。包括學生在課程結束後能夠獲得並展現何種知識與能力。

以「基本攝影」這門課程為例，可以列出的教學成效為：（陳昭雄，1997）

- (一) 認識各種照相機的特性、鏡頭尺寸、曝光速度、光圈的調整、以及顯像化學品的性質。
- (二) 以一般可攜帶的相機攝影，調和顯像用的化學藥液，沖洗黑白底片，接觸印像和放大印像。
- (三) 認識好的攝影作品。

三、教學策略及方法

敘述為達成課程目標及教學成效所需實施的活動、作業與歷程等。

今參考常見之教學策略及方法，共 11 項（陳昭雄，1997；黃正傑，2002）：

A. 講述教學法

講述教學法是一種以某個特定主題為中心所做的有組織、有系統的口頭講授。它使用口頭的溝通。利用黑板，或傳統投影片講授教材內容。

B. 討論教學法

討論教學的定義是一群學生在教師的指導之下，以各種討論形式，就學習上的問題參與創造性、建設性的思考，在彼此互切互磋，集思廣義之下，不但求點的切入，更求面的廣泛。在討論教學中，學生提供大部分的討論資料，教師再予匯集整理。

C. 示範教學法

教師在教學過程中，具體地解釋一個推導、操作或實驗的各項步驟。一般而言示範在科學原理、工具設備的運作，以及用手操作等技術方面的教學可以有效地使用。例如在課堂中說明建立模型，或是解題的各項步驟；或在實驗、實習中教師以行動代替講授。

D. 作業教學法

作業教學的活動是使學生在有目的、有計畫之下，進行手腦並用的學習活動。在這裡的學習活動，是學生利用所學之理論及技能，配合具體的物質材料、工具、及設備，在老師計畫實施之下，以完成某一項作品而達到學習的目的。作業的形式可以是書面，也可以是具體作品，或是指定題目的專題或報告。屬於單向之教學法。

E. 問題或專題教學法

問題教學是教師運用問題及發問的技巧以增加教學的效率。一般而言，單純的講述只是單向的溝通，問題教學是以有價值的問題，用系統的步驟引導學生解決問題，以增進學生的創造和解決難題的能力。例如專題之題目及內容由學生主動發掘、進行與完成。屬於雙向互動之教學法。

F. 角色扮演教學法

角色扮演教學就是設計或模擬工業界、企業界、社會和政府組織等各種真實的生活情境，有二個或二個以上的學生扮演情境中的各種角色，以實際去學習各行業職位的功能以及其人際關係，並尋找出具體的有關行業問題的解決方法。

G. 電視及多媒體教學法

每一次的電視教學首先都是課程單元的講解與示範，然後便是教室內教師的補充講解，學生運用和相互檢討等教學活動。例如影片播放、幻燈片、多媒體展

示等均屬電視教學法。與講授教學法不同之處在於電視教學法具聲光效果，且教師僅負責補充講解。

H. 協同教學法

協同教學是兩個或兩個以上的教師，共同合作計畫，並根據個人的專長，將學生分成小組或更多的小組，安排最適當的教學環境，從事教學活動。例如由數位不同專長之教師合開課程。

I. 創造教學法

創造教學乃是助長學生創造力所實施的教學。提供學生自動自發學習和獨立思考的機會。

J. 編序教學法

編序教學是將所需學習的教材分割成許多小步，然後再將這些小步所進行的文節，織成為一個按部就班的序列。編序教學運用編序教本，教學機或電腦以達成個別化教學的目的。

K. 電腦輔助教學法

電腦輔助教學是一種運用電腦為工具以幫助教師教學的方式。

*填表時如有需要，請附加簡短文字說明教學方式，例如講述教學法是利用黑板或是傳統投影片。

四、評量方式

評量的策略包含了蒐集教學成果的歷程，採用何種方式評量，以及如何蒐集評量成果此外，評量方法的描述應包括如何運用評量的資料以有效改善教學。

- a. 考試。例如期中考、期末考等。
- b. 測驗。例如隨堂考、平時考等。
- c. 作業(home work, assignment)。
- d. 報告(report)。例如口頭或書面，個人或小組報告等。
- e. 專題(term project)。例如口頭或書面，個人或小組專題等。
- f. 實作。
- g. 課堂討論。
- h. 教授、助教觀察記錄。例如出席情形。
- i. 其他。請簡單說明之。

*填表時如有需要，請附加簡短文字說明評量方式，如考試為期中或期末考。報告為口頭或書面，個人或小組報告等。