

機械工程之實作學程教學改進研究：總計畫（3/3）

計畫編號：87-2512-S-009-010-EE

執行期間：86.8.01-87.7.31

總計畫主持人：曲新生 國立交通大學機械系 教授

關鍵詞：工程教育、機械系統、實作實驗

一、中文摘要

在工程教育中，培養學生基本實作能力是個極重要的目標。本計畫針對機械工程領域，有關實作的課程作全面的規劃。本計畫包含了三個子計畫。子計畫一在培養機械系新生對機械零組件初步認識，並配合動手作的實際操作，使學生瞭解機械相關領域，提高學生對機械的興趣，培養團隊精神。本子計畫在前兩年已完成的部份如：1. 六項實作講義。2. 系為配合本子計畫撥出一間五十坪空間實驗室。3. 系務會議通過且報教育部本課程為大一新生的必修課程。4. 實驗室的基本設備已具備並正式運作。第三年之計畫，是將延續已規劃完成之大一實作實習課程，並配合大二之機械製造及工場實習課程，給予大二學生一個能引起興趣之簡易專題製作。如此一方面能延續實作實習課之教學成果，另一方面能配合接續大三及大四之機械設計實作課程（本系已將原大四上、下學期之設計實作課程提前至大三下及大四上學期實施）使機械系學生在大學四年中能有一貫性之實作學程之訓練環境。針對此一目標，本子計畫於第三年將綜合學生們在過去兩年實作實習課中最感興趣之內燃機引擎及車輛等項目，成立一專題來提供學生們設計並製造簡易之動力車輛模型。

子計畫二第三期為延續第二期（85/05/01~86/07/31）的單缸機車引擎換用液化石油氣（Liquified petroleum Gas LPG）為燃料成功的實例，導引本期研究的方向，即排氣閥座（Exhaust valve seat）表面的積碳情形的實例觀察與成因研究。模擬一般路況下每日二小

時的運轉時間並並燃以一般無鉛汽油，以三個月為一期精密測得排氣閥座及排氣孔（Exhaust port）附近積碳情形（carbon Deposit）並換一同型引擎再以同樣測試條件同樣運轉時間但以LPG為燃料測得其積碳情形並作一比較。可以提供在校學生機械工程實驗更豐富的學習內容。

子計畫三則是規劃改進本系「設計與實作」課程的內容，本年為第三年。重點在除了培養學生實作能力外，更加強概念設計與實際製作的配合。進行方法是在課程前段，先進行一個較簡單的設計實作作業，以期學生能在較短時間內，實際體會概念設計、細部設計、製作、組裝、測試、修正與報告撰寫整個設計實作的整體相關性。接著再以二至三人為一組的形式，進行較複雜之設計實作題目，今年是設計與製作小型電動遙控跳遠三輪車，期末並舉行競賽，提高學生參與的樂趣。此項期末競賽活動並獲媒體報導。許多學生表示此課程可有效提升其對機械設計與製造的整合能力，並認為此課程是其四年最喜愛的課程之一。

Keywords: Engineering education, Mechanical system, Hand-on practice, Experiment

Abstract

In the engineering education, one of the most important goal is to build up the basic hand-on practice ability for the students. This project will focus on the course planning for the series hand-on practice courses in the mechanical engineering area. This project includes three sub-projects. Subject(I):The main

purpose in the third year of this three-year-long program is to propose an interesting simple project-orientated course for sophomore in the department of Mechanical Engineering. Cooperated with course of "Mechanical Manufacturing" and "Shop Practice" in the second academic year, this project course is designed to both continue the teaching result of "DIY" course offered to the freshman and initiate the motivation and interest of students toward the "Mechanical Design and Manufacturing" course offered in the fall semester for juniors and spring semester for seniors. Together, these integrated course will build an environment of 'Practical training' for undergraduate students in our department. Based on two most popular items in the "DIY" course, i.e. the 'combustion engine' and 'moving vehicle', this proposed project will focus on topics related to simple powered vehicle models which can be designed and built by sophomores.

Subproject(I): The success of switching fuel supply system from no-lead gasoline to LPG for a single cylinder SI engine in the 2nd term (1996/05/01~1997/07/31) research project lead this research direction: observation of carbon deposition exhaust valve seat and exhaust port. Trying to operate the same small SI engine (125C.C) 2 hours a day under pre-determined read conditions for 3 months, we carefully examine its carbon deposit on exhaust valve seat. Compare those two experimental data (one for ordinary no-lead gasoline, the other LPG) will provide an excellent opportunity for students in thermal experimental class to learn the single cylinder SI engine emission gas constituents and operation performance characteristics by using different fuels.

Subproject (II): This project is to refine the content of the senior course of Mechanical Design and Practice in Department of Mechanical

Engineering at NCTU. It is the third year of the project. Beside enhancing students' hand-on experiences, we try to improve students' capabilities in system integration by focusing the coordination between concept design and manufacture. In the early stage of the course, a simple project is assigned to each student to allow every one to experience the whole process of design and practice in a short time. Then a more difficult team project is assigned to each team with 2 to 3 students. The team project is a remotely controlled electric car for jumping in this year. In the end of the semester, a competition is held for fun. Newspaper has reported this activity. Also, many students express that this course is one of their most favorite courses in four years.

二、計畫的背景及目的

子計畫一延續已規劃完成之大一實作實習課程，並配合大二之機械製造及工場實習課程，規劃一遙控水陸兩用車模型專題以提供大二學生們對設計及製造之初步認識。在前兩年之計畫實行後，學生已對機械組件、機械系統、及機電整合有了初步的了解，在第三年的計畫中，我們設計此一水陸兩用遙控車專題，讓學生們由設計到製作完全一手包辦。選用水陸兩用遙控車為專題，除了因為學生對內燃機引擎及車輛最感興趣之外，更因為水陸兩用遙控車包含了機械工程最基本的三大領域：熱流、固力控制、設計製造；包括車體結構問題、傳動系統的設計與摩擦問題、下水後的吃水排水等流體力學，以及車輛的控制等種種都是學生必須考量的。因此我們選用水陸兩用遙控車為此次的專題。在設計製造過程中，學生必須學習如何將書本中的知識運用到實際設計上，並學習如何將天馬行空的創意設計轉化為實際可行的製作方法；目的是讓學生了解到書本中的知識是真的可以運用於實際生活中的，明白這些專業的訓練學習是在為自己的本職學能奠

基，而不是無用的；並從實作中了解從機械設計到製作的完整過程中應注意的事項，使學生不再是空洞的理論派，以達到完整教育的目的。

子計畫二是鑑於現有各大學院校機械系之必修“熱工、熱傳實驗”之內燃機實驗是不可或缺的項目。然實驗項目多半傾向於特性曲線(characteristic curve)之測量或將內燃機拆裝組合以訓練其對內燃機各組件熟稔程度。獨缺燃油對引擎內部的影響觀測。今有文獻報導，若能使用液化石油氣(LPG)為燃料，則不僅對排氣(Emission Gas)的污染物(pollutants)能有大幅之改善，同時也會令排氣在火星塞(spark plug)排氣閥座積碳情形減輕甚多，但對某些機械系學生而言均無機會一探究竟。本期研究計畫即在上述的背景下構思一個比較先進的教學環境期能提供一個較完整的內燃機實驗題材。俾使在校學生有親自操作，分解，量測及撰寫實驗報告的學習過程。其確切的實驗數據當可提供學生對於空氣污染及引擎運轉頗有價值的參考資訊。

子計畫三是規劃改進本系大三下與大四上必修的「設計與實作」兩學期課程的內容，本年為第三年。在第二年開始進行小型三輪車的設計與製作時，發現學生對整體設計與系統整合的能力普遍不足，未能體認概念設計的重要性，在製作與組裝階段時，才發現由於不佳的概念設計，無法僅由改變細部設計或製作方法，來克服製造問題或改善性能。故本年計畫重點除了培養學生實作能力外，更希望加強學生了解概念設計對實際製作的整體關連性。

三、研究方法

在子計畫一中，學生以四到五人為一組，設計一水陸兩用遙控車(圖一)，除了引擎及遙控器由系上提供外，各組限定運用1700元之材料費。並於期末舉行一場成果競賽，由系上老師擔任評審，依車子靜態上的設計、製造特色及動態上的實地比賽結果

等要點評分，取前4名。本次計有23組參加競賽，各組各具特色，依驅動方式的不同粗略可分為兩大類，一類藉由風扇驅動，另一類則為傳統之直接車輪驅動。在結構設計上，有的使用三輪，有的使用四輪，有的以前輪傳動，有的以後輪傳動。在浮水設計部份，有使用玻璃纖維船殼者，也有利用浮板、空保特瓶等來增加浮力者，各式各樣，應有盡有。在水陸兩用車的設計製作專題過程中，因為可用的資金有限，我們可以看見同學如何絞盡腦汁為展現自己的創意而努力，舉凡從材料的選用、結構的設計、元件的加工到組裝後外表的修飾，處處可見同學的用心。以分組的方式來進行此專題，可以培養學生們團隊合作的精神，並培養學生組織、協調的能力，讓學生提早適應團隊的工作形態。

子計畫二之執行方面，為能使積碳情形更能明白顯著，除以現有125C.C小型機車引擎模擬路況下每日試行運轉二小時並以三個月為一期。同時以正常使用之二行程vespa機車(150C.C)以及三陽速可達(90C.C)為比較樣品。因vespa二行程燃用高汽中內含機油(20%的Lerbe oil)故排汽情況最糟，四行程燃用95無鉛汽油居中，而燃用LPG者積碳最輕，此一結果在最終量測時亦得證實。

子計畫三之進行方式則是在課程前段先講授整體設計製造應有流程，再進行一個較簡單的設計實作作業。今年是每人須製作一個小型橡皮筋車，車身材料自選，動力來源為一條相同橡皮筋，車身結構與傳動方式自行在一個月內完成設計與製作，最後進行距離與負重兩種競賽，使學生在短期內，即可從自行設計與製作的流程中獲得成就感，並加強學生對概念設計、細部設計、製作、組裝、測試、修正與報告撰寫整個設計實作相關性的了解。在第二階段是以二至三人為一組的形式，進行較複雜之設計實作題目，培養學生分工合作能力，並可整合各科所學，

建立學生對機械系統完整的分析、製作整合、甚至創新設計的能力。今年是設計與製作小型電動遙控跳遠三輪車，車身為金屬材質，動力為相同之遙控馬達組件，底盤、車架、傳動及避震部份須自行設計製作，彈簧、齒輪與輪胎可用標準零件。期末並舉行跳遠競賽，提高學生參與的樂趣。

四、結果與討論

子計畫一的成果相當令人滿意，與當初計畫之目標相當吻合；除了延續大一新生對機械之興趣與認識外，在一連串的 DIY 拆裝之後，再讓大二的學生親自動手設計與製造簡易之機械系統，使學生對機械系統之各部份有更深入的認識；另外，更對學生之人格成長與性向、興趣有正面的助益。

子計畫二研究重點旨在推動大學部的熱工熱傳實驗課程改進規劃。故實際改進部份當更重於積碳量測的結果。本乎此，茲將具體結果分列於後：

a. 照片與圖表：測試表一，圖二.150C.C 進氣閥，圖三.150C.C 排氣閥。b. 單缸機車引擎運轉的系統操作：本期工作項目之一是熟悉 LPG 供氣系統的運作，凡舉 Gas Tank 的緩慢加溫，怠速(idle speed)的控制，模擬路況的設定及系統故障的排除均需由長期實際操控才得以瞭解。c. 廢氣分析儀的操作：Emission Analysing System Ecom-SG plus 的採用已可將引擎廢氣的分析直接列表出並和個人電腦連線的結果更可在監視器上顯示排氣成份的動態變化，但有部份技術問題有待克服。d. 量測之進行：此一步驟是本計劃最具有特色的一環，為期三個月的模擬路況操作目的在於預期積碳重量可達一定的數目，精密量測恐非一蹴可成，然有了這種課程訓練結果必可使學生在日後從事相關的量測奠定良性基礎。

子計畫三已完成授課教材的編撰，學生除了在各階段須交報告外，在設計製作的過程中，皆要求填寫工作日誌，以養成良好工作

習慣。許多小組甚至主動利用課餘時間，改進其成果。期末競賽時，各小組皆能完成(圖四)，此活動並獲媒體報導(圖五)。在期末教學反應座談上，學生表示此課程對提升其對機械設計與製造的整合能力確有幫助，並認為此課程是其四年最喜愛的課程之一。

五、參考文獻

1. 國科會專題研究計畫：機械工程之實作學程教學改進研究，總計畫 NSC85-2512-S-009-010
2. 國科會專題研究計畫：機械工程之實作學程教學改進研究，子計畫一 NSC85-2512-S-009-011
3. 國科會專題研究計畫：機械工程之實作學程教學改進研究，子計畫二 NSC85-2512-S-009-012
4. 國科會專題研究計畫：機械工程之實作學程教學改進研究，子計畫三 NSC85-2512-S-009-013
5. Joseph Edward Shigey, Charles R. Mischke "Mechanical Engineering Design" 5th edition McGRAW-HILL international editions
6. BEER Johnston "Mechanics of materials" 2nd edition McGRAW-HILL international editions

六、附錄 (圖表)



圖一 水路兩用車

表一 LPG 引擎測試表

```

*****
* ECOM SG-Plus *
*****

-----
Date      Time
17.03.98 07:46:12
-----

Fuel type :
L. fuel oil (B)
-----

T. room    24 °C
T. gas     24 °C
O2         20,2 %
Disk       : -----
RS232      : -----
Print Cen: -----
Print SGP: -----

Int. tem : 29,9 °C

Meas. range !
-----
CO :      4000 PPM
NO :      500  PPM
NO2:     100  PPM
SO2:     1000 PPM

Limit value !
-----
O2 :      -----
CO :      2000  DW
NO :      500  DW
NO2:     100  DW
SO2:     2000  DW
Teas:     500  °C
Cha1:    10,00 U
Cha2:    10,00 U
Cha3:    10,00 U
Cha4:    10,00 U

Sensors zero point
-----
O2 :      1937  mU
CO :      -0    mU
NO :      1    mU
NO2:     3    mU
SO2:     4    mU
    
```



圖二.150C.C 進氣閥



圖三.150C.C 排氣閥



圖四、小型電動遙控跳遠三輪車學生製作成果



圖五、媒體報導期末競賽

* ECOM SG-Plus *

Date Time
17.03.98 07:45:22

Fuel type :
L. fuel oil (B)

T. room 24 °C
T. gas 24 °C
O2 20,2 %
CO 891 PPM
NO 11 PPM
NO2 1 PPM
NOx 12 PPM
SO2 2 PPM