

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：PEE1120372

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2021.08.01 – 2022.07.31

應用電腦工具與重複觸發之熟悉感增進以克服核心專業課程學習困難之研究
A Study on Facilitating Learning to Overcome Difficulty of a Core Discipline
Using Familiarity Enhancement by Computer Aided Tools and Repetitive Stimulation
(機設原理 / Machine Design)

計畫主持人(Principal Investigator)：黃國饒

協同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：中華大學機械工程學系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2024 年 8 月 10 日

應用電腦工具與重複觸發之熟悉感增進以克服核心專業課程學習困難之研究

A Study on Facilitating Learning to Overcome Difficulty of a Core Discipline Using Familiarity Enhancement by Computer Aided Tools and Repetitive Stimulation

摘要

本研究在解決本系大三必修核心「機設原理」課程教學問題，並期達成學習成效。主要對象為其中低學習成就學生群組，缺乏學習動機與紀律與自信心不足之教學困境。這些學生可能面臨先備專業知識不足、學習動機不足、紀律性缺失和自信心不足等教學困境。本研究提出採用專案式學習法，特別重視行動教學和多方重複感知的原則。我們設計了專題問題導向的學習活動，並確保課程前後的內容相互呼應，並促進理論與實務的結合。具體而言，學生進行齒輪傳動系統的專題設計，進行實體拆解並整理相關理論公式。這些活動不僅包括實際操作和接觸，還透過軟體如 MS Excel 進行圖像化數值分析，並使用 Inventor 軟體建立實體模型，以提升學習的具體性和實用性。在教學過程中，我們採用了多元評量、問卷調查和學生反思，旨在增強他們的學習動機和自信心。另外通過學生自拍影片並自證正確性以展示作業與專題成果，並自我驗證學習效果。總結來說，透過專業要求與教學技巧提升，並善用機械實體模組與電腦軟體工具，分析顯示可以有效改善此教學現場的難題，並達成課程目標，很多學生覺得本課程重要，並覺得可以學得會。本研究綜合運用多種教學方法，輔以教學技巧與教學資源，可以解決此困難核心課程的教學挑戰，培養出具備理論知識深度與實務人才。

關鍵詞：專案導向學習、電腦輔助設計工具、多方重複感知刺激、前後呼應、圖形化分析分法

Abstract

This study aims to address the teaching issues in the core compulsory course "Principles of Machine Design" for junior students in our department and to achieve effective learning outcomes. The primary focus is on the group of students with lower academic achievement who face challenges such as lack of motivation, discipline, and self-confidence. These students may struggle with insufficient prior knowledge, lack of motivation, lack of discipline, and low self-confidence. This research proposes the adoption of project-based learning, emphasizing principles of active teaching and repetitive perception. A designed problem-oriented learning activities ensures the course content the all teaching activities are interconnected, and promoting the integration of theory and practice. Specifically, students will choose a gear transmission system for their project, perform physical disassembly, and organize related theoretical formulas. These activities include hands-on operations and engagement, graphically numerical analysis using software such as MS Excel, and creating physical models with Inventor software to enhance the concreteness and practicality of learning. During the teaching process, we employed diverse assessments, questionnaires, and student reflections to boost their motivation and confidence. Ultimately, students will create self-filmed videos to demonstrate and verify their results, showing their learning outcomes. In summary, by enhancing the instructors' expertise and teaching skills, and effectively utilizing mechanical models and computer software tools, the analysis indicates that we can effectively address the challenges in this teaching environment and achieve course objectives. The students found the course essentiality and show their confidence in learning. This study integrates multiple teaching methods with teaching techniques and resources, to overcome the instructional challenges of the core course, effectively cultivating professionals with in-depth theoretical knowledge and practical skill.

Keywords: project based learning, computer aided design, multi repetitive cognition stimulation, interact corresponding, graphically numerical analysis

一. 報告本文 Content (3-15 頁)

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

本教學研究計畫是教師在本系多年來，對於教授機械設計等課程之學生專業培養，企思解決的問題，培育本系學生機械專業學能，透過學子能力與興趣培養，對於未來職涯發展能獲得啟發，在持續於機械產業耕耘並有朝一日成為機械產業中堅份子。現今教育現場是當接觸到這群踏實機械系大三學生，所面對的教育困境是很大部分學生先備基礎專業薄弱，極缺乏學習動機、紀律與習慣，且學業自信心不足族群，來上課時常只帶著一隻準備滑的手機。因此教師希望透過本計畫所提出教學實踐與探究，將「機設原理」課程各單元零件與理論知識具體化，透過有效且易取得機械實體與電腦軟硬體工具，使用 MS Excel 數值分析圖形化與 Autodesk Inventor 實體模型呈現變容易，達成大三必修「機設原理」課程核心能力養成。理論知識落實是藉由多方重複熟悉、感知與記憶喚醒、自身反思、同儕互助、以及學習成就感之正向增強，進而加強學生學習設計理論的動機與信心。

教學研究顯示實際設計與理論學科間銜接是困難的(Carberry & McKenna, 2014)^[2]，因此本案不以傳統上各單元分開教授導致抽象與枯燥，將應用專案問題導向學習(PjBL)，發展出一套針對「機設原理」課程的有效教學方法，尤其低學習成就者，應用理論、教學方法與過程、多元評量、問卷調查、以及研究分析，獲致教學成效與分析成果。課程執行先進行教學對象背景知識基礎調查，包括利用問題導向學習、以逆向過程之先實務建構與分析而後理論論述的類翻轉教學論^[4, 10]，輔以設計對象主軸實體拆裝與接觸體驗、並以多方面重複的感受到理論公式，獲得啟發達到理論基礎建立加強、以及各過程透過調查問卷的自我反思過程，本計畫並輔以質性分析，以期達成行動感知、自我體察、並獲得對於核心專業的成就感與啟發，並培育出具備理論與實務能力的設計、製造以及應用的中堅人才的目標，為機械領域培育出一群具足夠理論基礎、學習動機與創新能力的機械生力軍，他們對於未來專業領域發展能充滿期許。

2. 文獻探討 Literature Review

本計畫是教師企思解決核心必修「機設原理」課程，在教學現場呈現的嚴重問題，包括對象先備知識、學習動機與認知、環境誘惑與不好學習習慣等問題，最重要的並增進本課程訓練目標與成效。因此本計畫綜合多種教學法，如包括重複體驗誘發動機教學之行動研究教學(Mills, 2017^[7])、問題導向學習(Tseng, 2013^[9]; 楊淳皓, 2017^[18])與前後交錯的近似翻轉教育概念(flipped classroom)，課程實施內容前後呼應(朱偉麗, 2013^[10]; 單文經, 2013^[17])，尤其著重於透過重複熟悉感受與記憶喚醒(呂桂英, 2012^[11]; 沈秀珍, 2008^[15])，反思過程自我體察與啟發，增強學習動機與信心，獲得學習成就感並達成教學目標。行動研究(action research)多用於解決教育問題。對於行動研究法有多種論述的說法(吳明清, 2000^[12])，包括 Lewin 在 1949 年出行動研究法是指將研究者與實際從事行動者兩方的資源連結起來的研究方法；蔡保田教授(蔡清田, 2004^[14])認為是邊做邊思考、試驗與改進的方法；Blackwell 曾解釋行動研究主要研究對象是學校中問題，使教育實際與理論密切配合，給予實際工作者深刻印象」。綜上所述行動研究法在解決教育上實際問題的方法，讓教育更完善，透過科學、實證、目的、實效的方法，將計劃、執行、考核融合，並隨時研究改正，可以有效解決教育與社會等多廣泛多樣問題的解決。

近年在初等教育課程改革強調的課程統整相關理念與實務，利用行動研究進行中小學教育課程的統整教學尤其見到明顯效果的發表很多。沈秀珍^[15]與吳綉鳳(2013^[16])對於學童實際人事物情境與抽象文字描述會出現困難，可透過深刻體驗反思之活動過程融入寫作教學而有效感改善。呂桂英(2012)^[11]則針對深刻味嗅覺體驗導入與作文能力與動機提升的影響之行動研究，顯示學童經由深刻感官經驗與反思，可深刻體會文字事物關聯，可以有效啟發學童寫作文動機，並引領思緒歸納整理後用文字表達出來。郭雅玲(2015)^[20]研究國中

實施後，透過研究者對問題之分析省思後，顯示對於原來低文字表達能力有明顯增進並具體解決策略並獲得改善。此外也以教師之「工程圖學」課程教學經驗，以及自身在國中時期英文學習動機啟發自身經驗來說明，在英文學習的窘況與厭惡得轉換過程，將參考書讀了超過 10 多遍後所獲得領悟與啟發，不只終能錄取第一志願高中美夢，英文成績更獲得校內最高分。因此，若能透過有計畫的多方重複接觸體驗的熟悉感，進而認同與接受，最後對於較抽象深奧學理的理解是可達成的。

問題導向學習(PBL) 是為了解決學科教育發展與現實際問題解決時所產生的落差而因此被提出。PBL 初期在醫學領域教育推行獲致成效，而推廣到大學各學科領域。Barrows (1996)^[1] 說明 PBL 教學方法一些主要特色，應用以學生為中心、小組方式學習、教師為引導者、學習的主軸來自真實生活問題、問題本身是提升解決問題技巧的工具、以及學生藉由自主學習獲得新知。而在工科領域方面，PBL 也常被描述為專案導向學習 (Project based Learning, PjBL)，PjBL 與 PBL 原定義稍有不同內涵，其應用面只要是藉由實際工程問題，讓學生學習學科領域專業理論知識，以強調解決問題的能力的訓練。Dym^[3] 等人(2005)將 PjBL 區分出兩種教學模式：(1) 設計取向專案:這是 “Know how” 問題，即綜合各領域知識來解決具體設計問題；(2) 問題取向專案:這是 “Know why” 問題，即透過解決方案瞭解相關解理論知識。因此 Tseng 等人(2013)^[9] 與 Tsai 等人(2009)^[8] 的研究也指出以專案導向學習方式，可以有效提升學生對 STEM 學科的學習興趣。楊淳皓^[18]則進一步整合問題導向、專案導向學習方法以及翻轉教室等教學方法，在通識課程中，結果顯示對學生主動學態度上有顯著的影響。本提案在解決「機設原理」核心課程之教學困難，設計工程師進行機械設計必須具備專業與領域知識並整合後，才有機會達成良好成果，因此本教學研究強調使用 PjBL^[4, 5]以機械設計實體為參考標的，到實習工廠接觸精密齒輪與傳動軸系統，進行精密主動軸拆裝的實際接觸體驗，再以電腦輔助 CAD 軟體工具 Inventor™ 來完成具產業水準設計分析與精采實體模型，應用 Inventor 設計魔法師的強大零件設計運算與 3D 實體建模功能，可以高效率完成如圖 1 (a) T 形樑與(c)齒輪傳動軸系統分析設計，此機械專題分析與實體設計，整個過程中，最重要教學研究概念需要融入學習者自我驗證與自我體察，增強學習興趣與信心並達成課程核心能力。

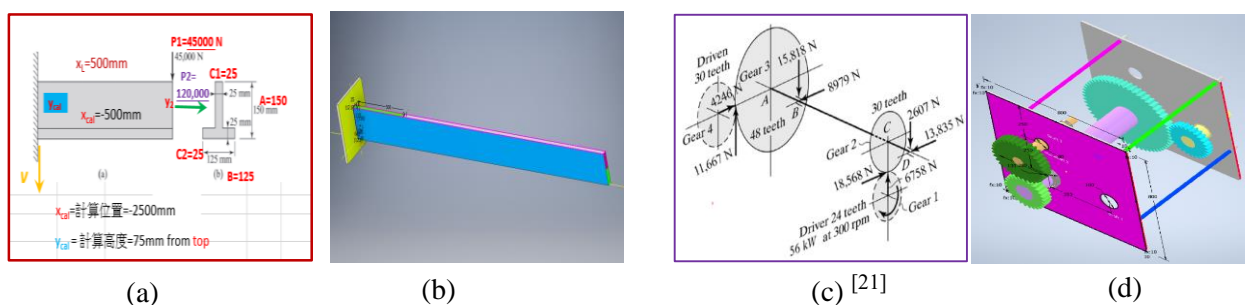


圖 1 (a) T 形樑問題與(b) Inventor 分析；(c)精密齒輪傳動軸系統問題^[21]與(d) Inventor 分析

本教學研究綜合多種教學法，透過機械設計實體(如圖 1(c、d)之精密齒輪傳動軸系統)選定，初始實際觀察專人拆解精密主軸與齒輪傳動箱實體，確立設計分析對象，課程實施前後相互呼應，透過專題與實體零組件、理論與分析公式、以及電腦實體模型設計三者間的交互使用，雖然不完全相同近年興起的翻轉教育(Marshall, 2013^[4]; Marshall & DeCapua, 2014^[5])，但提案人認為讓學習者先知悉其學習標的標的，再逐漸逼近課程困難的核心學理與分析計算，稱此種逆向教學程序稱為”近似翻轉教育”概念，先整體再單元的認識過程對於教學影響，仍是值得研究與注意的。本教學實踐研究對象為單一班，且全部修課學生一體實施教學，因此成效分析搭配「質性研究」，包括透過課室觀察方法本計畫的分析方法也使用「質性研究」(qualitative research)分析之應用，質性研究的特性包括在自然的情境中蒐集描述性的資料，強調現場參與者對歷程的關注，以補強各研究之不足處，以利

未來研究者對研究做充分的解釋與印證之參考資料，使研究更趨完善。質性研究常應用到教育相關領域上(葉玉珍, 2015^[19])。本計畫以「質性研究」為分析基礎，探討學生透過重複接觸，進而熟悉、體驗與認同，而激發出深入深奧學理學習企圖的過程。

3. 研究問題 Research Question

學生選擇機械系就讀，對於未來在機械領域發展，必定多有相當期待，然而由於本系不少學生各項主客觀條件缺失，學習紀律與習慣不佳等因素，造成先備專業基礎知識與自信心不足，因此對於就業前的大三必修核心「機設原理」課程學習，教與學間出現嚴重困境，這些國家重要資源，教育者應意識到人才培育不應該斷裂在大學專業教育的這一環節。因此教師多年來，衷心期盼對於此教學難題提出教學對策，透過本教學實踐研究，解決此困難並獲致教學成效與分析研究成果。教學研究過程，使用專案問題導向學習、課程前後內容相互呼應，進行機械齒輪實體設計，先到實驗室進行精密主軸與齒輪傳動箱實體接觸與體驗，應用實體接觸與體驗與電腦 Excel™ 與 Inventor™ 工具，理論則藉由多元/重複熟悉、反思記憶、以及成就感增強喚醒，加強學生對於機械設計理論的學習信心與動機，達成課程教學核心設計理論之養成。

4. 研究設計與方法 Research Methodology

(1) 研究方法

在本計畫中，將以問題與專案導向的教學方法規劃整個課程系列，因此為讓學生得以實作方式培養出解決問題的能力，將採取以下原則：

1. 應用以問題與專案導向的學習核心

配合教師所設計、規劃之教學環境，提供學生進行問題相關知識的建立、採取討論與合作學習互動，進而達成設計實務與理論知識的有機結合。過程中利用重複性引發理論知識效用，以達成最終設計二階齒輪系統實務專案目標，在不同階段透過前後呼應與教師適當引導思考，不只讓學生順利同過課程，要獲得專業知識成長成就感與學習動機。

2. 以實務設計目標導入，來誘發理論學習前後相互呼應過程

設計實務問題導向學習(PjBL)、以教學實施採取實務與理論學習，前後內容綜合的對照過程，即在教學實施前期及導入實務專案設計目標與設計成果，類似翻轉教育模式，配合一個適切機械設計對象實體，先拆裝精密主軸，並將所需要理論公式與 CAD 實體設計之二階齒輪傳動系圖像呈現，並落實重複喚醒與感受體悟，連結實際目標設計與學理關聯，仍注重理論基礎建立，以加強學生於設計理論信心建立與學習熱情。

3. 多元重複感知誘發之行動研究學習規劃

本研究實務導入為先與理論體會於後施行的逆向學習方法，授課初期就把所必須學習到以紙本方式分發給同學，讓他們先接觸到，藉由重複接觸感知，來降低學生對於設計公式的陌生且困難刻板印象。透過計畫性實施、有效的重複接觸感知來喚醒記憶、認知與自信下，學習者在自然而然環境下，接收到並且有效排除他們會無法理解的理論基礎與方程式的刻板認知，從而相信自己學習能力，最後在他們能夠將實務應用與抽象困難理論搭配在一起，能夠體會到理論知識有效與實用性，啟發學習動機與目標。

(2) 研究工具

本教學實踐研究對象為單一班，且全部修課學生一體實施教學，進行多元重複感知誘發克服學習困難研究，因此教學成效分析搭配「質性研究」，包括透過課室觀察、問卷調查、學生與教師自我反思，對於多元評量結果也將進行分析討論。圖 2 為本計畫研究的架構，各教學內容實施流程與分析循環。

1. 出席與課室觀察記錄分析
 - 個別出席情況統計: 量化統計分析
 - 個別學生學習態度: 課室觀察 (附件 5)、質性分析
2. 各階段成績評量結果分析
 - 實務設計目標(二階齒輪傳動系)初期報告分析: 量化統計分析
 - 平常作業之成績分析: 量化統計分析
 - 執筆考試成績分析(附件 6、7: 期中/期末考試卷): 量化統計分析
 - 期末報告檔案與上台報告之品質分析: 量化統計分析
3. 問卷建立與調查結果分析
 - 教學研究期初的問卷: 量化統計分析 (附件 2)
 - * 學生背景資料問卷: 量化統計分析、質性分析
 - * 先備基礎知識調查問卷[附件 2: 問卷項目(1) #問卷一]
 - 期末問卷調查與反思[附件 8]: 量化統計分析

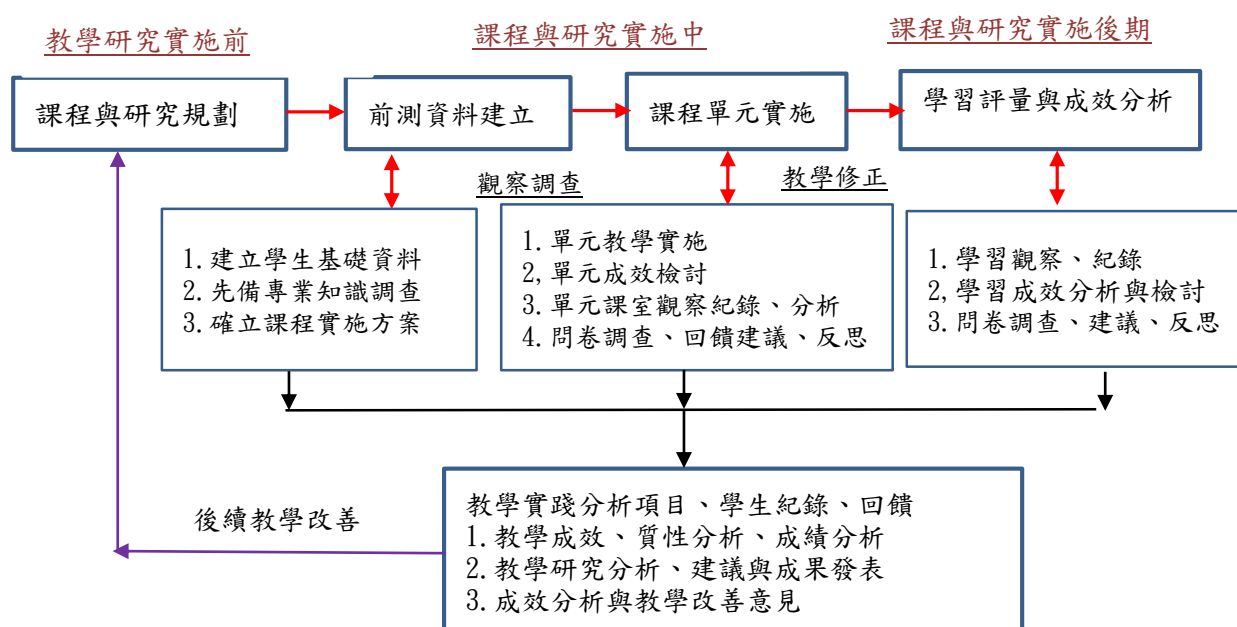


圖 2 本教學實踐研究架構與進行流程與循環

5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

(1) 教學過程與成績分析

A. 教學過程

於期初首次上課(2023/09/06)就告知同學，本課程搭配教學實踐研究進行，說明執行計畫目的，希望透過教學研究探討過程協助同學學習並完成修課，並獲得良好教學成果，期間會進行分析研究，同學完全可以自行決定參加計畫研究意願，並且特別指出參加與否對於授課內容完全沒有任何不同，並由同學簽參與計畫的意願書(附件 1)，沒有同學表示不想參與研究過程。另外教師也在本日就給定期末齒輪傳動軸專案設計題目的初步練習，給 **HW1** 齒輪系統分析作業(附件 3)，學生可以由課本第 11 章的齒輪系例題之直接獲得解答(Spotts, 2013^[21])只要根據自己學號改變題目中設計條件的相關數據，參考計算即可，此時學生能否瞭解理論，並獲得完全正確解答還不是重點，只要在稍後課程中，給同學 Excel 程式已獲得此部分正確分析計算解答，直到學期後段才會應用 Inventor 軟體進行齒輪傳動系統的繪圖、設計分析計算以及動力學模擬。

*(2023/09/06) HW 1 :齒輪系統分析設計(英文公制)_2023_9_6(附件 3)

問題：輪系功率 $P=56\text{ kw}$ ，試求圖中所示，軸上各輪齒的負荷及軸承的反力。所有齒輪的壓力角為 $\phi=20^\circ$ ，模數為 $m=8\text{ mm}$ 。試繪出上視圖及前視圖以顯示出中間軸上的負荷。假設摩擦損失忽略不計。 $AB = 150\text{ mm}$; $BC = 500\text{ mm}$; $CD = 125\text{ mm}$ 。

*(2023/09/22) 機設原理問卷(1) 在第 2 次上課就讓同學，施行期初的材料力學基礎能力問卷(附件 2)，此部分是要讓學生開始接觸到基礎公式熟悉與能力練習的問卷，包含「機設原理」重要專業分析設計所需要的理論基礎的專業詞語，這個部分讓同學帶回作答，同學可以透過討論、網頁查詢等過程。因為此練習是讓同學帶回去以完成，同學多可以交出不錯答題。但學生是否真具有對於材料力學基礎的理論認知，教師並不會樂觀認定，若有學生是參考別人作答，應也不算意外。透過本研究以問題導向學習，課程進行以實務設計應用先導入，在後續設計理論於後體會施行的逆向學習方法。在授課初期就把所必須學習或應用到困難理論與公式，以紙本方式分發給同學，讓他們先接觸到，後續會藉由重複接觸感知來降低學生對於公式陌生困難的刻板印象，本學期施行後教師認為此部分的後續討論較為缺乏。

*(2023/09/18~09/28) 有了上述問卷(1)的練習基礎，本週進入課程最難的兩項課題。

● 第一項是樑應力分析理論基礎的建立 [題目圖示於圖 1(a)]

此項次是以教材之如圖 1(a)的 T 形斷面懸臂樑為計算，分析從上面 75 mm 位置 (根據學號改數字) 的剪應力 $\tau=VQ/(Ib)$ ，彎曲正向應力 $\sigma=Mv/I$ ，並計算此處最大正向應力 σ_{\max} 與最大剪應力 τ_{\max} 。本題之計算 T 形斷面懸臂樑承受多種負荷的應力分析，是同學先備知識最為缺乏，需要建立大量的理論觀念，很大部分同學幾乎是零基礎，教師擬定順序如下：

- (1) 矩形斷面懸臂樑承受縱向拉伸負的拉應力 σ ，並計算最大應力 σ_{\max} 與 τ_{\max} 。
- (2) T 形樑承受通過斷面形心之縱向拉伸負荷的拉應力 σ ，並計算 σ_{\max} 與 τ_{\max} 。
- (3) 承受橫向 P_1 的長方形斷面懸臂樑的彎矩正向應力 σ ，並計算 σ_{\max} 與 τ_{\max} 。
- (4) T 形樑承受斷面懸臂樑的彎矩正向應力 σ ，並計算 σ_{\max} 與 τ_{\max} 。
- (5) T 形樑斷面懸臂樑承受橫向剪力的剪應力 τ ，並計算 σ_{\max} 與 τ_{\max} 。
- (6) 長方形斷面懸臂樑同時承受不通過斷面形心縱向拉伸負與自由段承受橫向負荷下的彎矩正向應力 σ 與橫向剪力的剪應力 τ ，並計算 σ_{\max} 與 τ_{\max} 。
- (7) 如第(6)分析計算，進行 T 形樑斷面懸臂樑的設計分析，並導入安全因子 F_s 。

進行到課程內容第(7)項時，分析 T 形複雜斷面慣性矩與承受多項負載 (P_1 與 P_2) 下個負荷應力的重疊定理與主應力，對於大部分學生是非常困難。如何增強其信心與學習興趣，在此時極關鍵，此時會到計中引進 Excel 與 Inventor CAD 工具，易化學習就顯得特別重要，當學生覺得這麼難的理論自己好像能學會，具成就感而對於信心與動機促進，會相當明顯。

● 第二項困難點突破是破壞理論基礎的養成

此部分屬於課程新導入的理論內容，必須包含 2D/3D 莫爾圓與計算主(正向/剪)應力理論，也藉由材料抗拉強度與降伏強度，再到最大正向/剪應力與最大畸變能破壞理論，如何講解在應力與能量破壞理論觀念，尤其最大(正向/剪)應力/最大畸變能，需要能夠簡單中講出深入概念，此部分可以借用粉筆/免洗筷與乾溼樹枝等方便取得材料，做一些簡單示範說明，對於了解會有很好效果。學生具備基本理論後，再使用 Excel 與 Inventor 輔助工具，對於最大正向應力/最大剪應力，以及最大畸變能 von-Mises 等效應力的體會，都可以獲得相當好的結果。而之後到計中做電腦輔助 Inventor CAD 與 Excel 工具實作後，顯示學生自己好像能將很難學會而豁然開朗之感，對於學習的信心、動機與成就感都會明顯增進。

*(2023/10/2) 第一次到計中上課(圖 4)，進行 HW 5 以 CAD 分析 T 形樑各種應力，包括：彎曲正向應力 $\sigma=Mv/I$ ；彎曲剪應力 $\tau=VQ/(Ib)$ 之 Inventor 驗證

以電腦輔助軟體 Inventor CAD 軟體之 T 形樑計算分析彎曲正向應力，學生對於 T 形樑 CAD 實體模型建立，此片很容易就做到，教師在課堂對於彎曲正向應力與斷面慣性矩 I 的計算，已有相當仔細說明講述，普遍上，學生對於這些基礎原理理解與體會是相當困難，透過 CAD 有利協助，容易就得到斷面慣性矩 I 與懸臂樑件承受彎矩負荷的正向應力 σ ，於上課現場呈現出現出，這樣輔以 CAI 的課程實施，對於學生對於慣性矩 I 與彎曲應力 σ 學習興趣與信心增進有明顯助益，只是要學生能夠仔細把所得結果作確認，並且需與材料力學分析結果進行驗證，此外學生細心度與對於困難理論追求的瓶頸，仍要注意透過教師授課技巧與用心來持續加強。圖 3 同學完成的 T 形樑各種應力分析的作業成果。

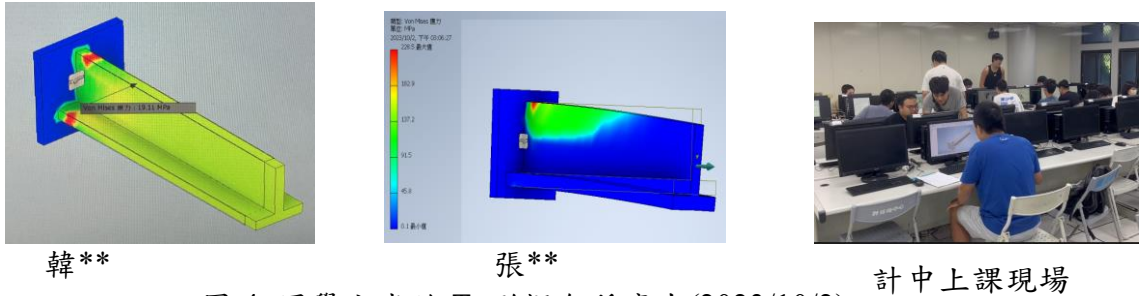


圖 4 同學完成的 T 形樑各種應力(2023/10/2)

* (2023/10/31) 到實驗室進行精密主軸模組拆裝(圖 5)

同學進行拆解工具機精密主軸，過程中可以看到機械主要構成，包括軸、軸承、螺絲，並藉由實體以說明設計主軸會使用到的機械設計理念，並說明會計算那些組件，藉由這些實體，對於了解有一定幫助，只是因為本次是採用直結式主軸，少了齒輪或皮帶的負荷影響，直結式主軸設計相對簡單，但對於機械原理所需要的設計仍是足夠，只是 Inventor 設計式齒輪傳動軸的設計，雖然兩者有很大的相同點，但若能採用齒輪式的主軸會更好，學生此過程有感且積極高興致參與 (如圖 5)。



圖 5 實驗室進行精密主軸模組拆裝(2023/10/31)

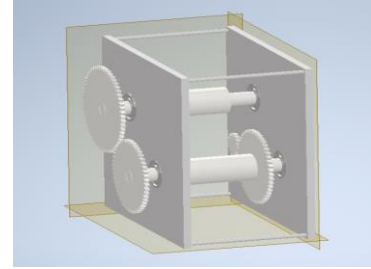
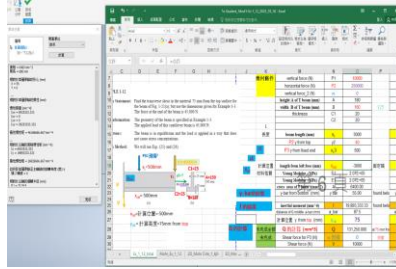
* (2023/10/23) 第二次到計中上課，進行拍影片說明你的結果比較 (T 形樑與二階齒輪系統之設計分析)。將期中筆試測驗的分析解答與 Excel, Inventor 之 CAD 設計與進行驗證。

同學將(2023/10/2)所作 T 形樑計算分析的內容拍影片來說明，並著重應用 Excel, Inventor 來進行驗算，學生發現自己可以做到很難的力學題目，並且能自行驗證並拍成影片應該會有很多成就感與信心。這個部分確定學生完成練習切實以及結果能驗證正確性重要。此時也開始導入期末專題的二階齒輪系統設計進行，由於教師已完成一組齒輪系統 CAD 實體版本參考，學生初步 Inventor 齒輪系統的 CAD 實體模型可以做得好，其中之兩個學生作業示於圖 6。

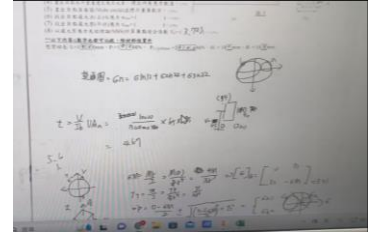
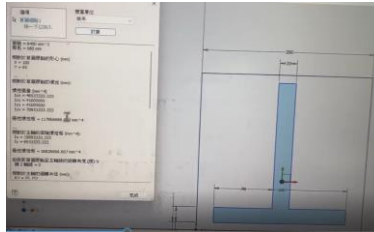
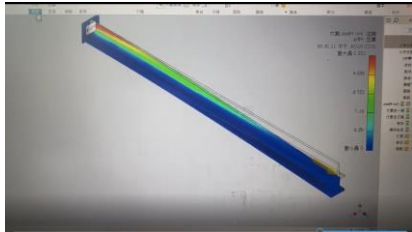
* (2023/12/07) 機械設計專題 (2): (Word or PPT and 介紹影片) 完成二階齒輪系統設計與報告 (打包)(自行計算, Inventor & Excel 分析)

學生須完成二階齒輪系統設計與報告，學習情狀好的同學已經大致完成作業，但仍有不少比例學生會完成度不足，教師多年相關經驗已有所認知。只要給學生補強內容的機會，他們基本上會很努力繼續完成，教師持續追蹤他們完成內容並多予以輔助，大部分表現良好，

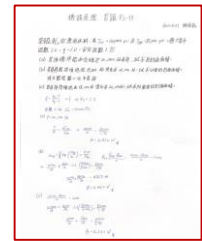
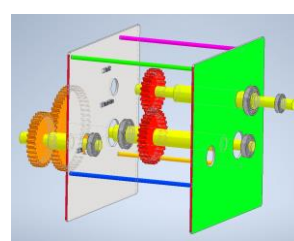
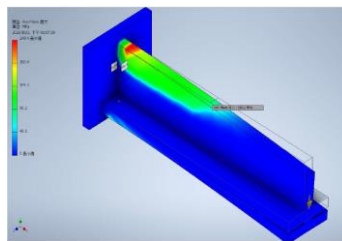
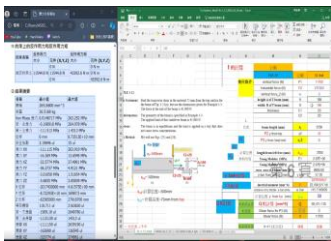
部分同學完成作業示於圖 7。



**森同學完成作業

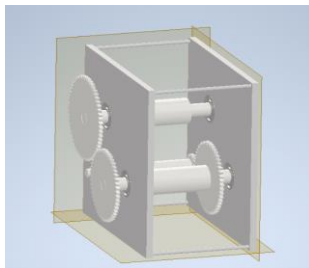


廖** 同學完成作業

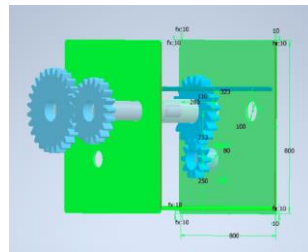


吳**同學完成作業

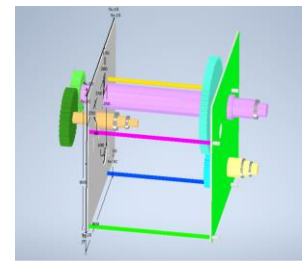
圖 6 到計中 CAD 實習同學完成的 T 形樑與二階齒輪系統之設計分析成果 (2023/10/23)



陳*森



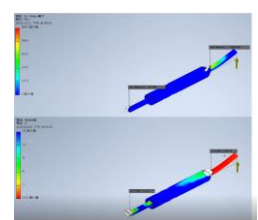
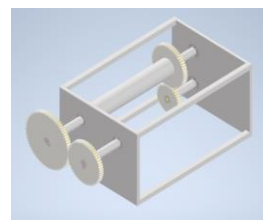
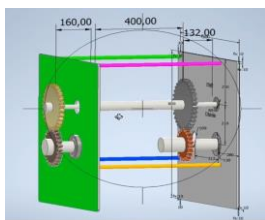
張*芸



陳*茹

圖 7 同學所完成的二階齒輪系統之設計分析成果(2023/12/07)

* (2024/01/08) 拍影片上傳 (拍影片詳細說明你的作法與結果正確性驗證說明, 若不詳細。成績不會加分) (期末考筆試訂正拍影片, 詳細說明, 做得不好不會加分。也不再補救機會)。給予同學更多學習機會, 有機會把期末專題做更好說明(部分同學作業於圖 8)。



B11006**2 劉信*

B11006**9 張*安

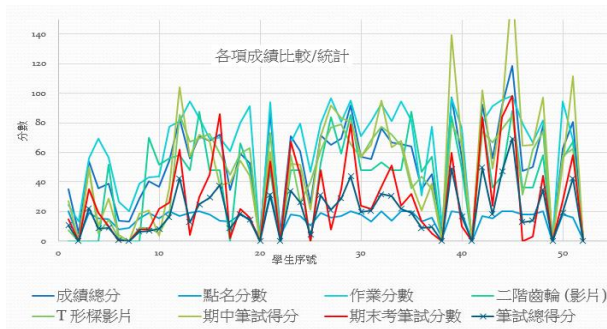
圖 8 在(2024/01/08) 同學繳交之期末二階齒輪系統之設計分析之完整成果

B. 成績分析

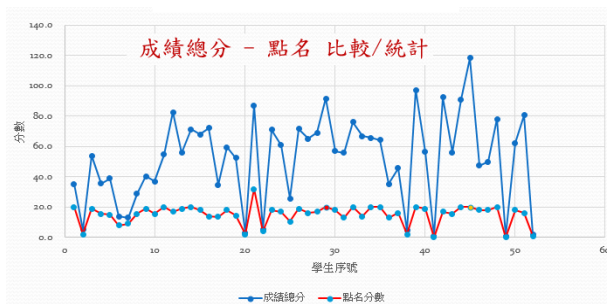
(1) 學生修課成績與成果統計，本課程修課人數與成績結果列於下。

- 學生: 52 人
- 通過: 40 人
- 未通過: 12 人
- 成績平均: 53.1 分

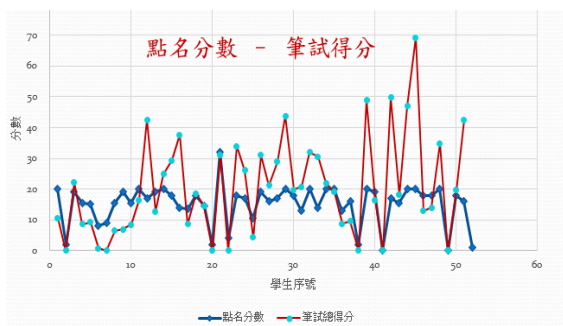
(2) 各項成績分析: 圖 9 為本課程的修課成績與各單項成績之相關比較討論。顯示能夠顯示, 能讓學生出席上課且認真是最重要, 且搭配各項作業練習與 CAD 工具, 可達良好學習成效。



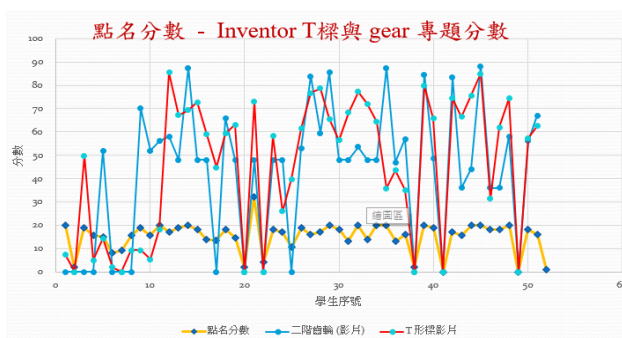
(a) 學生學期之成績總分-各項分數成績



(b) 點名分數高→學期成績高 → 顯示出席且認真上課很重要



(c) 點名分數高→筆試成績高 → 顯示出席且認真上課很重要



(d) 點名分數 - Inventor 的 T 樑與 gear 專題分數

圖 9 學生修課成績與各項成績之相關比較

(2) 研究成果與教學反思

A. 研究成果

- 教師藉由重複接觸熟悉與喚醒，加強其成就感與信心增強，以加強學生對於機械設計理論的學習動機與信心，達成本課程教學最困難核心設計理論之養成，顯示有效解決解決此教學現場的難題，成果顯現是有效的。
- 教師若能自身建立以學生為本，以及以課程專業學習目標達成為核心的教學理念，透過教師自身專業要求以及教材與各種資源工具的準備，教學技巧的增進，教師使命感的堅持，透過用心的態度，相對以往未採用更廣泛手段的達成可能性，這些困難核心專業課程的教學目標，是可以大幅提升的。
- 教師由學生自拍影片說明，進行修正與驗證，藉由讓自己的修正與驗證，希望達成學生有知道自己的責任與學習得到的感受。
- 本年執行結果呈現有一些急需改變實際事項，目前有一定比例學生上課時情況是，他們不買書、不帶筆、不帶任何資料，只會帶手機，因此上課可能也就不聽課，只看手機裡他想看網頁或遊戲，可以想像他們絕不會專心聽講與專心自己本課程，這就是本實踐計畫想要對於此困難核心極為重要專業課程所要解決，此現象並不特別意外，本年度(100級)仍比預期嚴重，繼續努力。
- 藉由質性研究進行課室觀察，發現如何讓學生具有學習動機與學習紀律仍是重中之重的課題，學生在計中進行電腦輔助 CAD 時，此時的學習動機與氣氛較佳，與同學在課堂上理論課時是有很大不同，如何於常態性教學中改善是繼續可以探究的重要課題。
- 由成績分析，比較這二年的學生學習成效，其班級的風氣是不同，無法直接由成績結果來看是不盡客觀，但藉由複接觸熟悉與喚醒與 CAD 工具，輔以教師教學專業對於核心困難教學有顯著成效

B. 教師教學反思

本研究希望透過教師自己成長認知、教學現場以及多領域的機械設計專業經驗，利用專案問題導向學習與課程前後內容相互呼應，進行機械實體接觸與體驗，並採用所撰寫的 Excel 分析程式與 Inventor 工具，則藉由重複接觸熟悉與喚醒，加強成就感與信心增強，以加強學生對於機械設計理論的學習動機與信心，達成本課程教學最困難核心設計理論之養成、感知觸發之行動研究，以解決此教學現場的難題。本研究按照規畫方向達成，對於本計畫所針對的學生族群可以明顯增進其學習動機、專業訓練與更好學習成果，只要教師自身建立以學生為本，以及以課程專業學習目標達成為核心的教學理念，透過教師自身專業要求以及教材與各種資源工具的準備，教學技巧的增進，教師使命感的堅持，透過用心的態度，相對以往未採用更廣泛手段的達成可能性，這些教學目標是可以大幅提升的。本計畫雖是教師多年準備在這一年的計畫來進行，但是在教學實務上仍有不少可改進之處，如學生在執行過程中可能出現困難做到的事項如作業的困難，學生學習紀律的提升如出席、上網、專心聽課、另外是工讀生助教的訓練等。

本計畫教師藉由讓學生自己拍影片的做自我修正與驗證，希望達成學生有知道自己的責任與學習得到的感受。目前有一定比例學生上課時不買書、不帶筆、不帶任何資料，只會帶手機，上課就不聽課，看他想看網頁或遊戲，可以想到他們絕不會專心聽講與專心自己本課程，這就是本實踐計畫想要對於高年級困難核心極為重要專業課程所要解決，對於此現象並不特別意外，只是注意後發現本年度(100級)仍比預期嚴重。但整體而言，教師若能整合各項資源與教師的積極投入，「只有不會教的老師、沒有教不會的學生」是有可能的。而教學過程，需要重複接觸、多元感知觸發行動教學，以及類翻轉教學實施教學法，在常態持續性課程，仍需持續思考。

C. 教師課堂後記述

以下是本計畫教師在課堂後的紀錄與感言，記述如下，括號代表紀錄的日期：

(10/6)今日將整個簡單應力計算、關鍵應力、破壞理論計算，輔以對於學生的學習期待與自身認知，尤其強調同學要懂得有大學的學理高度與產業實務深入認知進行鼓勵(在大一才需如此提醒，大三早應有自有認知才對)，輔以 Ex2-1、2-2 與 2-3 做練習，還有學生主動跟我說老師辛苦了，感覺教師應有觸動到學生的學習與自身責任欲望與認知。

(11/6)T 形樑的小考與 CAD 應用，藉由同學自己的修正與驗證 (拍片說明補交)，教師於今日再次告知需拍片自證，學生了解拍片的重要，知道自己責任與學習得到的感受(拍片說明)。

(12/04)發考卷，仔細檢討，對於學生的無底線的不認真又稍感到稍微挫折，要他們將考卷訂正，並說期末筆試會再考一些題目，並告誡可能會有一半同學不及格，並提出叮嚀需在 12/18 交出齒輪系統專題作業。(12/06)上軸承內容(variable loading)的軸承設計理論，很大部分學生又在滑手機。只是情況較之前有好一些，但應仍屬嚴重。如何在期初就讓學生較有動機與信心仍是一個困難點(拍片)。(12/10)感覺學生對於理論的興趣讓教師我感到稍微挫折。

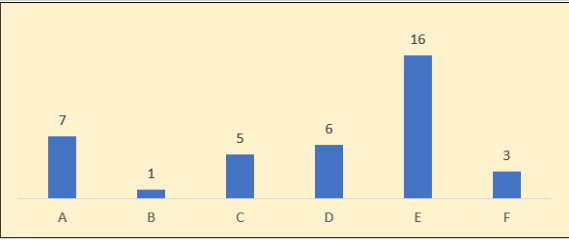
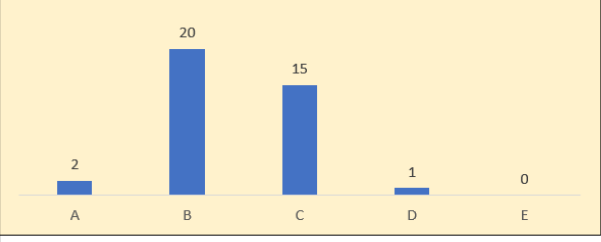
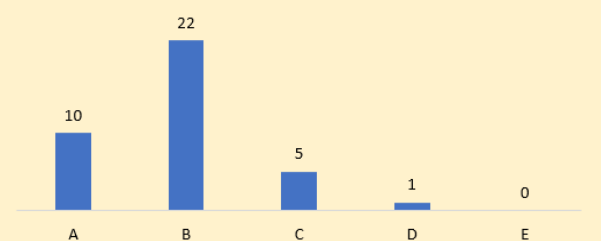
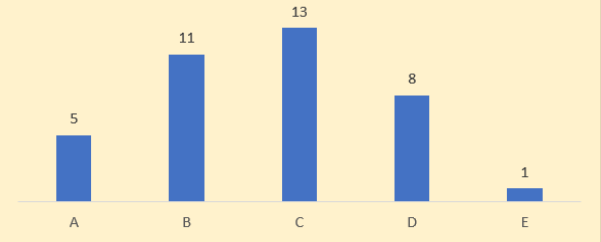
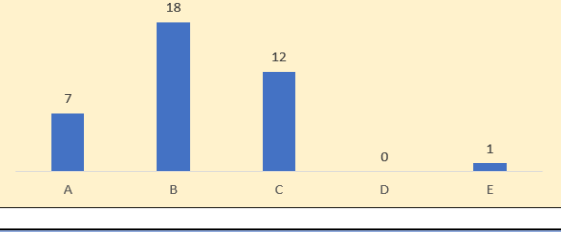
(12/22)讓同學拍影片，自己說明驗證理論分析與軟體分析正確性，對於學生學習主動加強是很有用的方法，對於專業內容一定程度的學習程度的達成是有用，這過程也有自有肯定與自有覺醒的好效果，只是學生負擔較大，想要偷懶敷衍也不容易，學生不一定會喜歡(拍片)，因此透過適當的內容與練習時間安排以增加學生學習的效率是關鍵的。本課程在計畫前一年學生的學習印象是深刻的，是多年來最積極學習的學生。然而在本計畫實施對象的 111 級的學生卻有點失望。他們不買書(教師更明確要求要準備)，老師自編講義 PPT，給同學，但同學可以直接以手機看講義，但態度不積極同學反而都可以光明正大玩手遊，有無聽課也就不在意，這種情況下，學生有沒有來上課其實就一樣了，雖然現今有時會有種教學現場氛圍，好像學生有來上課就給老師面子，老師就要滿意了，然而兩手空空的來，甚至連上哪一門課都不知道，他們連課程名稱都講不出來也不覺得奇怪。如何加強學生學習動機，認知自身應該要有學習紀律，還是最重要的教學，這就是本計畫的原點。

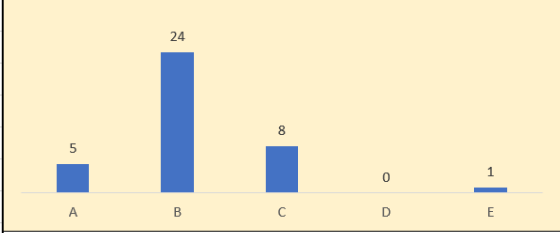
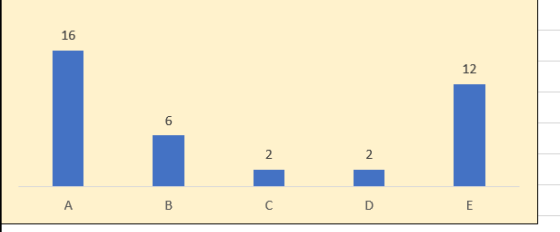
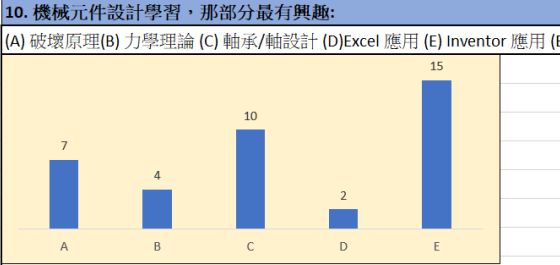
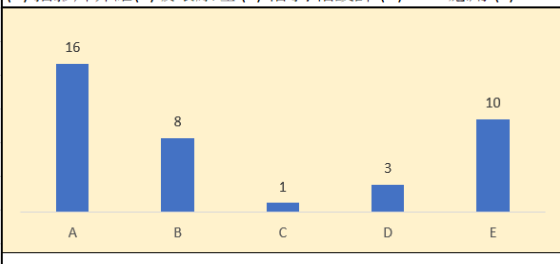
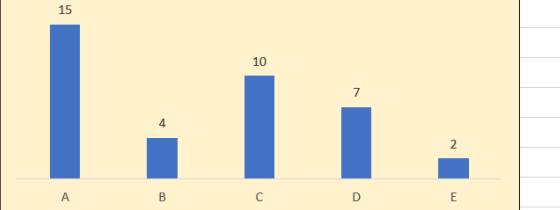
D. 學生學習回饋

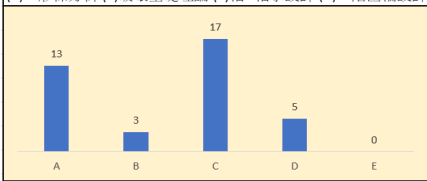
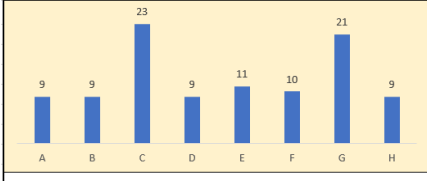
本計畫在(2024/01/08)做期末問卷，瞭解本計畫課程執行全體學生的心得或想法，期末問卷如附件(4)，調查人數:38 人，部分題目分析結果與討論於下，全部分析於附件(8)。

表 1 期末問卷分析與結果討論

<p>1</p>	<p>1.我有很認真學習: (A)非常認真(B)認真(C)普通(D)不認真(E)非常不認真</p> <table border="1"> <caption>Data for Question 1 Bar Chart</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	3	B	12	C	21	D	2	E	0	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">1 給認真的分數:</td> </tr> <tr> <td>總和:</td> <td>225.5</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>6.3</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● 大部分學生自覺有認真，顯示計畫有引起學習興趣。 	1 給認真的分數:		總和:	225.5	平均:	6.3
Category	Count																			
A	3																			
B	12																			
C	21																			
D	2																			
E	0																			
1 給認真的分數:																				
總和:	225.5																			
平均:	6.3																			
<p>2</p>	<p>2.我覺得最難是什麼: (A)力學理論(B)破壞失效原理(C)軸承/軸設計(D)Excel 應用(E) Inventor 應用(F)拍影片介紹</p> <table border="1"> <caption>Data for Question 2 Bar Chart</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	5	B	9	C	5	D	5	E	2	F	12	<ul style="list-style-type: none"> ● E: Inventor 最簡單,有效果 ● F: 最困難(費時)，但拍片自行驗證最有效 (P.6)。 ● A、B: 力學、破壞理論困難，合理! 				
Category	Count																			
A	5																			
B	9																			
C	5																			
D	5																			
E	2																			
F	12																			

3	<p>3. 我覺得最容易是什麼: (A)力學理論 (B)破壞失效原理 (C)軸承/軸設計 (D)Excel 應用 (E) Inventor 應用 (F)拍影片介紹</p>  <table border="1"> <tr><th>Option</th><th>Count</th></tr> <tr><td>A</td><td>7</td></tr> <tr><td>B</td><td>1</td></tr> <tr><td>C</td><td>5</td></tr> <tr><td>D</td><td>6</td></tr> <tr><td>E</td><td>16</td></tr> <tr><td>F</td><td>3</td></tr> </table>	Option	Count	A	7	B	1	C	5	D	6	E	16	F	3	<ul style="list-style-type: none"> ● E: Inventor 應用最容易(合理)，與規劃相符，與 (P.2)一致。 ● B、F:破壞理論& 拍片較困難與 (P.2)一致，合理! ● A: 力學理論不最難。 						
Option	Count																					
A	7																					
B	1																					
C	5																					
D	6																					
E	16																					
F	3																					
4	<p>4. 本課程"教材或教學方式"有啟發我對「機設原理」的學習: (A)非常有 (B)有 (C)普通 (D)沒有 (E)非常沒有</p>  <table border="1"> <tr><th>Option</th><th>Count</th></tr> <tr><td>A</td><td>2</td></tr> <tr><td>B</td><td>20</td></tr> <tr><td>C</td><td>15</td></tr> <tr><td>D</td><td>1</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Option	Count	A	2	B	20	C	15	D	1	E	0	<table border="1"> <tr><th colspan="2">4 給啟發的分數:</th></tr> <tr><td>總和:</td><td>235.</td></tr> <tr><td></td><td>5</td></tr> <tr><td>平均:</td><td>6.5</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● 學生結果顯示有啟發，但教師認為未完全達成。 	4 給啟發的分數:		總和:	235.		5	平均:	6.5
Option	Count																					
A	2																					
B	20																					
C	15																					
D	1																					
E	0																					
4 給啟發的分數:																						
總和:	235.																					
	5																					
平均:	6.5																					
5	<p>5. Inventor 與 Excel 這 2 種電腦工具可以幫助「機設原理」學習: (A)非常有幫助 (B)有幫助 (C)普通 (D)沒幫助 (E)非常沒幫助</p>  <table border="1"> <tr><th>Option</th><th>Count</th></tr> <tr><td>A</td><td>10</td></tr> <tr><td>B</td><td>22</td></tr> <tr><td>C</td><td>5</td></tr> <tr><td>D</td><td>1</td></tr> <tr><td>E</td><td>0</td></tr> </table>	Option	Count	A	10	B	22	C	5	D	1	E	0	<table border="1"> <tr><th colspan="2">5 給幫助的分數:</th></tr> <tr><td>總和:</td><td>264</td></tr> <tr><td>平均:</td><td>7.3</td></tr> </table> <p>E:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Excel、Inventor 軟體工具應用有良好教學效果，與教學現場與教師規劃相符。 	5 給幫助的分數:		總和:	264	平均:	7.3		
Option	Count																					
A	10																					
B	22																					
C	5																					
D	1																					
E	0																					
5 給幫助的分數:																						
總和:	264																					
平均:	7.3																					
6	<p>6. 拍影片介紹自己的內容可以幫助「機設原理」學習: (A)非常有幫助 (B)有幫助 (C)普通 (D)沒幫助 (E)非常沒幫助</p>  <table border="1"> <tr><th>Option</th><th>Count</th></tr> <tr><td>A</td><td>5</td></tr> <tr><td>B</td><td>11</td></tr> <tr><td>C</td><td>13</td></tr> <tr><td>D</td><td>8</td></tr> <tr><td>E</td><td>1</td></tr> </table>	Option	Count	A	5	B	11	C	13	D	8	E	1	<table border="1"> <tr><th colspan="2">6 給幫助的分數:</th></tr> <tr><td>總和:</td><td>205</td></tr> <tr><td>平均:</td><td>5.7</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● 大部分學生認為拍片驗證會有效方法與第 1 題回答一致! ● 應該繼續靈活善用此概念，如課程更早期就實施! 	6 給幫助的分數:		總和:	205	平均:	5.7		
Option	Count																					
A	5																					
B	11																					
C	13																					
D	8																					
E	1																					
6 給幫助的分數:																						
總和:	205																					
平均:	5.7																					
7	<p>7. 我覺得「機設原理」對於以後工作很重要: (A)非常重要 (B)重要 (C)普通 (D)不重要 (E)非常不重要</p>  <table border="1"> <tr><th>Option</th><th>Count</th></tr> <tr><td>A</td><td>7</td></tr> <tr><td>B</td><td>18</td></tr> <tr><td>C</td><td>12</td></tr> <tr><td>D</td><td>0</td></tr> <tr><td>E</td><td>1</td></tr> </table>	Option	Count	A	7	B	18	C	12	D	0	E	1	<table border="1"> <tr><th colspan="2">7 給重要的分數:</th></tr> <tr><td>總和:</td><td>253</td></tr> <tr><td>平均:</td><td>7</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● 學生瞭解核心專業課程重要。 ● 一位答 E，應可作為參考，繼續加強教學努力，題目應問"why"。 	7 給重要的分數:		總和:	253	平均:	7		
Option	Count																					
A	7																					
B	18																					
C	12																					
D	0																					
E	1																					
7 給重要的分數:																						
總和:	253																					
平均:	7																					

<p>8</p>	<p>8.我有學到機械設計專業知識:</p> <p>(A)非常有學到 (B)有學到 (C)普通 (D)沒學到 (E)非常沒學到</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	5	B	24	C	8	D	0	E	1	<p>8 給學到的分數:</p> <table border="1"> <tr> <td>總和:</td> <td>247.5</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>6.9</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● 大部分學生自覺有所幫助。 ● 一位答E，可參考，應再加問”why”。 	總和:	247.5	平均:	6.9
Category	Count																	
A	5																	
B	24																	
C	8																	
D	0																	
E	1																	
總和:	247.5																	
平均:	6.9																	
<p>9</p>	<p>9. 你覺得學得最有心得部分:</p> <p>(A) 軸承/軸設計(B) 破壞失效原理 (C) 力學理論 (D)Excel 應用 (E) Inventor 應用</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	16	B	6	C	2	D	2	E	12	<p>9 給有心得分數:</p> <table border="1"> <tr> <td>總和:</td> <td>247.5</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>6.9</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● A 屬於機械元件實際有用，E 顯示 Inventor 是有效工具，上述顯示與教師教學規劃相符。 	總和:	247.5	平均:	6.9
Category	Count																	
A	16																	
B	6																	
C	2																	
D	2																	
E	12																	
總和:	247.5																	
平均:	6.9																	
<p>10</p>	<p>10. 機械元件設計學習，那部分最有趣:</p> <p>(A) 破壞原理(B) 力學理論 (C) 軸承/軸設計 (D)Excel 應用 (E) Inventor 應用 (F)拍影片介紹</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	7	B	4	C	10	D	2	E	15	<p>10 給有興趣分數:</p> <table border="1"> <tr> <td>總和:</td> <td>245</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>6.8</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● C 屬於軸承元件實際有用。 ● E: Inventor &拍影片，都是有趣且有效工具，拍片沒興趣 (F 有錯!!)。 	總和:	245	平均:	6.8
Category	Count																	
A	7																	
B	4																	
C	10																	
D	2																	
E	15																	
總和:	245																	
平均:	6.8																	
<p>11</p>	<p>11. 機械元件設計學習，那部分最不喜歡:</p> <p>(A) 拍影片介紹(B)破壞原理 (C) 軸承/軸設計 (D)Excel 應用 (E) Inventor 應用 (E)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	16	B	8	C	1	D	3	E	10	<p>11 給不喜歡分數:</p> <table border="1"> <tr> <td>總和:</td> <td>186.5</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>5.2</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● A 拍影片，有效最不喜歡，應是很花時間。 ● B 破壞理論是困難理論 ● E: Inventor 與力學理論，但學生不喜歡，應與軟體取得與使用方便性，助教支援有關。 	總和:	186.5	平均:	5.2
Category	Count																	
A	16																	
B	8																	
C	1																	
D	3																	
E	10																	
總和:	186.5																	
平均:	5.2																	
<p>12</p>	<p>12. 你覺得 Excel 用到那部分，最有用:</p> <p>(A) T 形樑分析與設計 (B)破壞理論 (C)軸/軸承設計 (D)二階齒輪設 (E)其他:</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	15	B	4	C	10	D	7	E	2	<ul style="list-style-type: none"> ● A、C: 顯示與教師教學規劃相符。 ● 學生回饋與教學現場實際情形相符，因教師所提供的資源，在這些地方最充分。 				
Category	Count																	
A	15																	
B	4																	
C	10																	
D	7																	
E	2																	

13	<p>13. 你覺得 Inventor 用到那部分，最有用: (A) T 形樑分析 (B) 破壞基礎理論 (C) 軸&軸承設計 (D) 二階齒輪設計 (E) 其他:</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	13	B	3	C	17	D	5	E	0	<ul style="list-style-type: none"> ● A、C: 顯示與教師教學規劃相符 ● 學生回饋與教學現場實際情形相符，因教師所提供的資源，在這些地方最充分 						
Category	Count																			
A	13																			
B	3																			
C	17																			
D	5																			
E	0																			
14	<p>14. 你覺得課程中那個部分(單元)學習，對於未來職涯發展最有幫助(請複選) (A) 拍影片介紹 (B) 破壞理論 (C) 元件設計(軸、軸承、皮帶、螺絲) (D) 期末二階齒輪專題 (E) 齒輪主軸拆解報告 (F) Excel 軟體使用 (G) Inventor 軟體 (H) 基礎力學 (H) 其他:，並請就選項說明原因(為什麼)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	9	B	9	C	23	D	9	E	11	F	10	G	21	H	9	<p>原因列於下。 統計結果與原因列附件 8</p>
Category	Count																			
A	9																			
B	9																			
C	23																			
D	9																			
E	11																			
F	10																			
G	21																			
H	9																			
15	15. 本課程你最有心得是什麼?	統計結果與原因列附件 8。																		
16	16. 對於課程你有的建議是什麼? 或寫一些事?	統計結果與原因列附件 8。																		

6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

如何讓學生能夠獲得適當的訓練的教學目標是最重要，透過適當的教學目標規劃，抱持以學生學習成效達成為本質的課程教學，在面對學習動機與學習紀律皆極為不足的學生的教學現場時，教師仍能維持以學生為本的教學初心與熱誠，透過合適的教學方法與教學工具，激發學習動機與學習效果，能夠有更大意願與信心面對核心困難專業課目時的學習困難，以最大努力達成本課程的學生各項學養訓練的教學目標。而且很大部分學生最終相信他們可以學得會這科困難核心專業課程，且自覺有認真參與、並認為此課程專業是重要。對於教學所獲成果提出以下一些建議與省思如下:

● 建議:

1. Excel 與 Inventor 軟體的適當應用對於教學是有明顯幫助的，而軟體使用目的要明確，其效用要注意。Excel 可以讓同學自證其分析正確，而 Inventor CAD 軟體希望讓同學有恍然大悟的體會到原來設計是這麼一回事，但學生仍覺得 Excel 較困難須注意。此計畫是教師個人希望為了這批學生，透過應用適當的軟硬體工具與設備會有良好的學習效果，但課程執行時不可反客為主，內容反而只在學習電腦工具的操作，學生雖然會很容易得到一些具體的意象，可能反而會讓課程基礎理論困難乏味顯得缺乏效率，但對於基礎知識不足與學習紀律，忽略課程核心專業知識的學習。顯示善用各種電腦軟硬體工具 (Excel) 與電腦輔助設計軟體 CAD 與機械實體是有用，但是適當軟硬體工具的應用準備與安排，是非常耗時間與心力，如何在例行性課程的授課中，達成教學成效仍須注意。
2. 學生學習的基本紀律要求仍是相當必要的，學生並不是都能每次都準時來上課。學生課本不準備、網路上講義資料不下載、不列印，拿手機只是看他們想玩想看的，這部分仍是讓課程教學目標順利達成，最重要的核心問題，而由學生拍影片自證作業，學習效果頗佳，但師生都相當費時費力，須注意達成的關鍵技巧。
3. 本課程的內容極大，各種上課內容與時程嚴謹教學過程與時程安排是很重要的事項。

● 省思:

本教學研究計畫是提案人在中華大學機械系多年來，對於教授機械設計相關課程，對於學生專業養成困難解決。企盼身為教師培育學生能積極持續耕耘於機械產業，這些同學有朝一日能成為機械產業中堅份子，而學子能力培養與潛力發揮，應在大學專業教育階段，其對於未來職涯發展獲得啟發。因此做為任課教師，企思利用有效電腦輔助工具，包括 Excel™ 與 Inventor™ 3D，達成必修「機設原理」課程的核心專業能力養成。透過這個計畫進行規

劃，獲得良好的預期成果，然而能有一些問題要進一步思考，說明如下：

1. 面對這群品行佳且乖巧學生，讓他們接受困難課程並達成教學目標是很有可能的，只是教學現場實務困境，課程內容多少與同學能為瞭解內容之間取捨是兩難的課題。在先備知識有限與授課時數極壓縮下，學習紀律不足下，要達成大學的學理與實務兼備要求，是有可能的但是艱難工作。但是就機教學結果來看，可以達到相當好的教學效果與啟發，若能再更早時期就進行，應會更好效果。
2. 以學生學習與課程核心專業為本的教學本質的教師教學理念持續堅持是重要。而且教師發願想要達成教學目標的一個計劃，教師感到過程成就感與自身成長是顯著的。
3. 本研究依據規畫方向執行，可增進學習動機，改善教學成效。也覺得「只有不會教的老師、沒有教不會的學生」似乎是可以做得到。而如何成為常態性的教學仍需完備。若可以更早讓學生拍影片自證會有更好效果。而在第一個作業要盯好進度，如自拍影片說明。齒輪軸系統專題，第一次進度就要仔細討論。此外，後續可以嘗試適當且更具吸引力的專題題目。

● 結論：

本計畫應用各種實體與軟體設計工具，透過多方接觸與熟悉、自我反思等，產生成就感增強喚醒，並加強學生對於困難的機械設計理論的學習信心，可以達成困難核心專業課程教學目標。本計畫依據規畫執行，結果顯示透過執行，教學現場顯示與學生回饋可以明顯增進其學習動機，也達成更好專業學習成果。若進一步深入探究教學現場進行各種現象與對策與探討，應可獲得持續性的教學思考與研究成果。顯示若能整合各項資源與教師的積極投入，「只有不會教的老師、沒有教不會的學生」是有可能可以做到。而教學過程，需要有創新的重複接觸、多元感知觸發行動教學，以及類翻轉教學實施的教學方法，要如何成為常態持續性的教學，仍需持續思考更完整各項教學工具與資源。

2. 參考文獻 References

1. H. S. Barrows, 1996, "Problem-based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview," *New Directions for Teaching and Learning*, 68, pp. 3-12.
2. A. R. Carberry and A. F McKenna, 2014, "Exploring Student Conceptions of Modeling and Modeling Uses in Engineering Design," *Journal of Engineering Education*, 103(1), pp. 77-91.
3. D. L. Dym, A. M. Agogino, and O. Eris, 2005, "Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning," *Journal of Engineering Education*, pp. 103-120.
4. H. W. Marshall, 2013, Three reasons to flip your classroom. <http://www.slideshare.net/lainemarsh/3-reasons-to-flip-tesol-2013-32113>.
5. H. W. Marshall and A. DeC. Making the Transition: Culturally Responsive Teaching for Struggling Language Learners, 2014, Ann Arbor, MI: University of Michigan Press. □
6. R. E. Mayer, *Learning and Instruction*. Upper Saddle River, 2009, NJ: Pearson/ Merrill/ Prentice Hall.
7. G.E. Mills, 2017, *Action Research: A Guide for the Teacher Researcher*, Pearson College Div.
8. S.J. Tsai, P. F. Chang, W. L. Chang, C. K. Li, and G. L. Huang, 2009, "Exploring the Problem-Solving Styles of Freshmen from a Hands-on oriented Course". *International Conference on Engineering Education 2009*, 24-28, Seoul, Korea.
9. K. H. Tseng, C. C. Chang, S. J. Lou, and W. P. Chen, 2013, "Attitudes Towards Science," *Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-based Learning (PjBL)*.
10. 朱偉麗，2013，「基於翻轉課堂的文檢課教學設計」，*圖書館雜誌*，32(4)，87-90。

11. 呂桂英，2012，味/嗅覺體驗導入作文教學之研究，國立新竹教育大學 碩士論文，新竹市。
12. 吳明清，2000，教育研究：基本觀念與方法分析，出版：五南圖書出版。
13. 政大教育研究所，1992，教育研究與發展：紀念蔡保田教授逝世一週年論文集，教育研究與發展：紀念蔡保田教授逝世一週年論文集，出版：臺灣書店圖書。
14. 蔡清田，課程統整與行動研究，2004，出版：五南圖書。
15. 沈秀珍，2008，體驗活動融入寫作教學之行動研究，國立臺北教育大學，碩士論文，臺北市。
16. 吳綉鳳，2013，感官體驗活動結合國語寫作教學之行動研究，國立國立東華大學 碩士論文，花蓮縣。
17. 單文經，2013，“為「學教翻轉、以學定教」的理念探源：杜威教材心理化 主張的緣起與要義”，教育研究月刊，236，115-130。
18. 楊淳皓，2017，“促進學生主動學習通識課程的教學策略：問題本位學習、專題式學習法與翻轉教室的整合”，通識學刊：理念與實務，5(2)，1-40。
19. 葉玉珍，2015，國民中學教師領導者之個案研究，暨南大學教育政策與行政學系碩士論文，南投縣。
20. 郭雅玲，2015，國中體驗式作文教學之行動研究，國立臺北科技大學，碩士論文，臺北市。
21. F. Spotts et al, Design of Machine Elements," 8th ed., 2013, Prentice Hall.

3. 附件 Appendix (請勿超過 10 頁)

附件 1: 參與計畫的意願書 (部分內容)

教育部補助大專院校教學實踐研究計畫






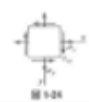

研究參與者招募方式及告知同意內容

計畫名稱： 應用電腦工具與重複觸發之熟悉感增進以克服核心專業課程學習困難之研究	
研究機構名稱： 中華大學	
經費來源： 教育部	
計畫主持人： 黃國饒	職稱： 教授
共(協)同主持人：	職稱：
研究計畫聯絡人： 黃國饒	電話： 03-5186743
研究背景與目的： <p>學生學習「機設原理」必修課程較為困難，這個教學研究希望透過電腦工具應用 (Inventor/Excel) 使用以及實際精密機械模組拆裝與其設計專題，增進教學成效。過程中學習者能夠利用教學方法與工具重複與實際接觸到齒輪式精密高速主軸實務專案機械的設計分析與繪圖模擬後，對於課程相關專業理論產生熟悉感，而克服了「機設原理」核心專業課程的學習困難，學到專業知識。所以本研究目的在解決「機設原理」課程教學問題，讓參與本課程學生克服學習困難，獲得專業訓練並達成良好學習成效，並期待成為具備機械設計學理與實務的機械專業人才，也希望這個教學實踐現場的研究成果，可以作為一些困難課程教學參考。</p>	
1. 研究方法及程序： <p>本研究希望讓學生學得更好，使用電腦工具應用 (Inventor/Excel) 與實務等重複感知接觸後，讓學生獲得專業訓練。因為「機設原理」這門課程需要很多門機械理論與實務課程基礎，常會認為是機械系較困難學好的專業課程，所以希望利用透過適當的教學軟硬體資源的使用，包括廠商提供 (齒輪式、直結式) 高速主軸實體的實際拆裝，以及電腦工具應用 (Inventor/Excel) 的重複接觸，達成多接觸且看得到，讓學得好專業不是困難枯燥的事情，更簡單有趣與更高學習動機，並感覺到學到專業知識價值與成就感。</p> <p>教學實際過程中，主要進行做事項有：</p> <ul style="list-style-type: none">* 整理本課程設計要用到的一些重要理論公式：多接觸理解* 完成設計的齒輪式精密高速主軸實務專案之實務準備：拆裝接觸、了解原理、專案設計分析* 透過高速主軸模組在實務設計的瞭解，而瞭解設計實務與課程內容的關係	

附件 2: 先備基礎知識調查問卷

機設原理問卷(1) (2023/09/11) 姓名: _____ 學號: B 10: _____ 評量: _____

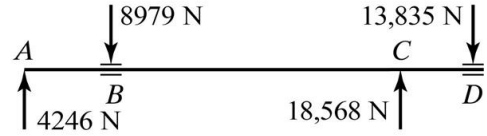
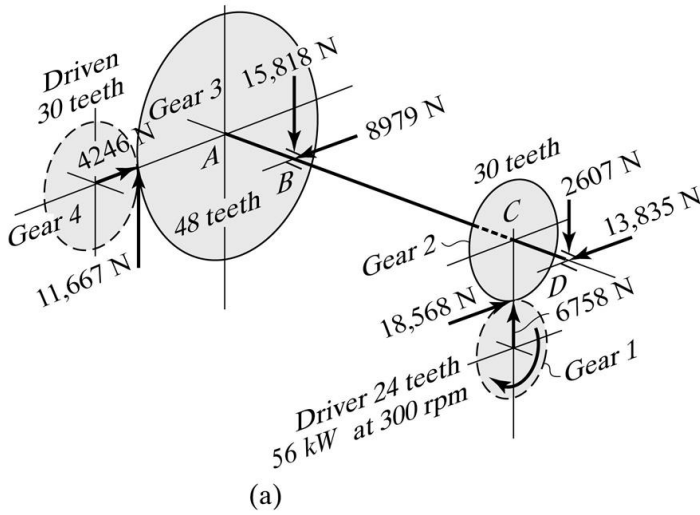
期初先備專業基礎調查與建立: 說明以下名詞意義並寫下與之相關的公式。

名稱	名詞意義	相關的圖形/公式/說明
1. 桿件/樑/軸	<p>桿件(bar, link): 具有固定的長度, 用於連接或支撐其他部件。</p> <p>樑(beam): 是一種用於支撐荷載和跨越距離的結構元件。</p> <p>軸(shaft):</p>	<p>桿件(拉壓): $\sigma = \frac{F}{A}$</p> <p>樑(彎): $\sigma = \frac{My}{I}$</p> <p>軸(扭): $\tau = \frac{T\rho}{J}$</p>
2. 應力 σ / 應變 ϵ (桿件) / 變形 δ	<p>應力 σ (stress): 是指在物體內部或表面上的力對單位面積的分佈。</p> <p>應變 ϵ (strain): 描述材料的變形或形變程度。</p> <p>變形 (deformation): 描述物體形狀、尺寸或結構的變化。</p>	<p>$\sigma = \frac{F}{A}$ $\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$ $\delta = \frac{FL}{AE}$</p> 
3. 彎矩正向應力 (樑) / 平行軸定理	<p>彎矩正向應力 (bending (normal) stress): 於描述在材料梁 (通常是橫截面為矩形或圓形的梁) 內部受到彎曲荷載的應力分佈。</p> <p>平行軸定理 (parallel axis theorem): 當物體繞著不經過其質心的平行軸旋轉時, 慣性矩 (或慣性矩陣) 之間的關係。</p>	<p>$\sigma = \frac{My}{I}$</p> <p>$I_x = I_{x_c} + A d_y^2$</p> 
4. 彎矩剪應力 (樑)	<p>彎矩剪應力: 描述結構體系和材料在受到外部荷載或力作用。</p>	<p>$\tau = \frac{VQ}{Ib}$</p> 
4. 扭矩剪應力 (圓形軸)	<p>扭矩剪應力: 是與物體或結構在受到扭轉或剪切力作用。</p>	<p>$\tau = \frac{T\rho}{J}$</p> 
5. 平面應力 / 2D 莫爾圓 / 3D 莫爾圓	<p>2D 平面應力: 描述在一個平面內的材料或結構的應力狀態。</p> <p>2D 莫爾圓: 莫爾圓是在工程力學和材料力學中的一種圖形工具, 用來表示平面應力分析的結果和預測材料或結構在不同方向上的應力狀態。</p> <p>3D 莫爾圓: 用於表示三維應力分析的結果和預測材料或結構在不同方向上的應力狀態。</p>	<p>$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$</p> 
6. (最大) 正向應力 / (最大) 剪應力	<p>最大正向應力 (MNS, σ_{max}): 一個物體或結構中的所有正向應力中的最大值。</p> <p>最大剪應力 (MSS, τ_{max}): 一個物體或結構中的所有剪切應力中的最大值。</p>	<p>$\sigma_{max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$</p> <p>$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$</p> 
7. 抗拉強度 / (剪) 降伏強度 / 強度	<p>抗拉 (區) 強度 ($\sigma_u, \sigma_{0.2}, \sigma_{0.01}$): 材料的能抗拉伸或壓縮應力的能力。</p> <p>降伏強度: 是指材料在受到外部力或應力作用下, 開始發生可逆的塑性變形, 即材料開始產生塑性變形而不會發生破裂或永久性變形的應力水平。</p>	<p>$\sigma_u, \sigma_{0.2}, \sigma_{0.01}$</p> 
8. 破壞 (失效) 理論 (MNS / MSS / MDE / fatigue)	<p>MNS: 種用於區別和管理機械設備的系統。</p> <p>MSS: 是一種用於管理和支持製造過程的系統。</p> <p>MDE:</p>	<p>$K_x = \frac{\sigma_{allow}}{\sigma_{max}}$ $K_y = \frac{\tau_{allow}}{\tau_{max}}$</p> <p>$K_x = \frac{\sigma_{allow}}{\sigma_{max}}$ $K_y = \frac{\tau_{allow}}{\tau_{max}}$</p> <p>$K_x = \frac{\sigma_{allow}}{\sigma_{max}}$ $K_y = \frac{\tau_{allow}}{\tau_{max}}$</p>
9. 本課程目標 (機械零件安全評估與設計)		

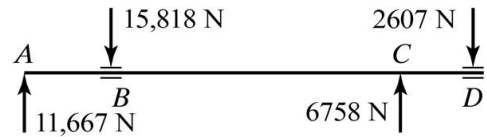
附件 3: 期末專題題目與完成的成果目標

EXAMPLE 10-6

Problem Statement: Find the tooth loads and bearing reactions for the shaft shown in Fig. 10-19(a). All gears are 20° pressure angle with module equal to 8. Make top and front views showing the loading for the shaft. Assume frictional losses to be negligible. $AB = 150 \text{ mm}$; $BC = 500 \text{ mm}$; $CD = 125 \text{ mm}$.

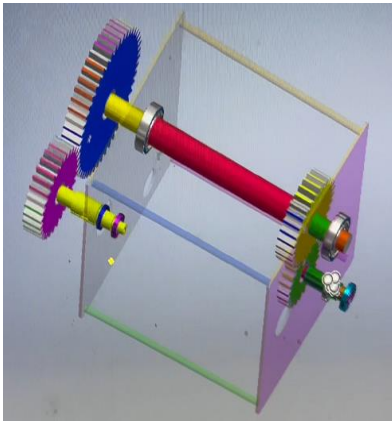


(b) Top View



(c) Front View

(a) 二階齒輪系統 (教材內的題目)



NO.	名稱	單位	值	備註
N1	齒輪 1	mm	100	
N2	齒輪 2	mm	150	
N3	齒輪 3	mm	200	
N4	齒輪 4	mm	250	
AB	軸承 A 到 B 的距離	mm	150	
BC	軸承 B 到 C 的距離	mm	500	
CD	軸承 C 到 D 的距離	mm	125	
齒輪 1 的齒數			24	
齒輪 2 的齒數			30	
齒輪 3 的齒數			48	
齒輪 4 的齒數			30	
模數			8	
壓力角			20	
輸入功率			56	kW
輸入轉速			300	rpm
軸承 A 的支撐力		N	11667	
軸承 B 的支撐力		N	15818	
軸承 C 的支撐力		N	6758	
軸承 D 的支撐力		N	2607	
齒輪 1 的齒面力		N	18568	
齒輪 2 的齒面力		N	8979	
齒輪 3 的齒面力		N	13835	
齒輪 4 的齒面力		N	13835	

$P = 64 \text{ kW}$
 $N_1 = 33, N_2 = 32$
 $N_3 = 55, N_4 = 32$
 $m = 8 \text{ mm}$
 $\phi = 20^\circ$
 $AB = 150 \text{ mm}$
 $BC = 400 \text{ mm}$
 $CD = 125 \text{ mm}$

$d = m \times N = 8 \times 33 = 264 \text{ mm}$
 $v = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{\pi \times 264 \times 300}{1000 \times 60} = 3.3 \text{ m/s}$
 $W_t = \frac{1000 \times P}{v} = \frac{1000 \times 64}{3.3} = 21533 \text{ N}$ gear 2
 $W_r = W_t \tan \phi = 21533 \times 0.364 = 7765 \text{ N}$
 $v = \frac{55}{32} \times 3 = 5.2 \text{ m/s}$
 $W_t = \frac{1000 \times P}{v} = \frac{1000 \times 64}{5.2} = 12308 \text{ N}$ gear 3
 $W_r = W_t \tan \phi = 12308 \times 0.364 = 4480 \text{ N}$

(c) Inventor 分析結果: 齒輪傳動系統

(d) Excel 分析結果

(b) 理論分析計算結果

附件 4: 期末問卷的統計分析

「機設原理」教學之期末問卷調查 學號: _____ (選擇性)

- () 1. 我有很認真學習: *給認真的分數 (1~10 分): _____
(A) 非常認真 (B) 認真 (C) 普通 (D) 不認真 (E) 非常不認真
- () 2. 我覺得最難是什麼:
(A) 力學理論 (B) 破壞失效原理 (C) 軸承/軸設計 (D) Excel 應用 (E) Inventor 應用 (F) 拍影片介紹
- () 3. 我覺得最容易是什麼:
(A) 力學理論 (B) 破壞失效原理 (C) 軸承/軸設計 (D) Excel 應用 (E) Inventor 應用 (F) 拍影片介紹
- () 4. 本課程"教材或教學方式"有啟發我對「機設原理」的學習: *給啟發的分數: _____
(A) 非常有 (B) 有 (C) 普通 (D) 沒有 (E) 非常沒有
- () 5. Inventor 與 Excel 這 2 種電腦工具可以幫助「機設原理」學習: *給幫助的分數: _____
(A) 非常有幫助 (B) 有幫助 (C) 普通 (D) 沒幫助 (E) 非常沒幫助
- () 6. 拍影片介紹自己的內容可以幫助「機設原理」學習: *給幫助的分數: _____
(A) 非常有幫助 (B) 有幫助 (C) 普通 (D) 沒幫助 (E) 非常沒幫助
- () 7. 我覺得「機設原理」對於以後工作很重要: *給重要的分數: _____
(A) 非常重要 (B) 重要 (C) 普通 (D) 不重要 (E) 非常不重要
- () 8. 我有學到機械設計專業知識: *給學到的分數: _____
(A) 非常有學到 (B) 有學到 (C) 普通 (D) 沒學到 (E) 非常沒學到
- () 9. 你覺得學得最有心得部分: *給有心得分數: _____
(A) 軸承/軸設計 (B) 破壞失效原理 (C) 力學理論 (D) Excel 應用 (E) Inventor 應用
- () 10. 機械元件設計學習, 那部分最有興趣: *給有興趣分數: _____
(A) 破壞原理 (B) 力學理論 (C) 軸承/軸設計 (D) Excel 應用 (E) Inventor 應用 (F) 拍影片介紹
- () 11. 機械元件設計學習, 那部分最不喜歡: *給不喜歡分數: _____
(A) 拍影片介紹 (B) 破壞原理 (C) 軸承/軸設計 (D) Excel 應用 (E) Inventor 應用 (F) 力學理論
- () 12. 你覺得 Excel 用到那部分, 最有用:
(A) T 形樑分析與設計 (B) 破壞理論 (C) 軸/軸承設計 (D) 二階齒輪設 (E) 其他: _____
- () 13. 你覺得 Inventor 用到那部分, 最有用:
(A) T 形樑分析 (B) 破壞基礎理論 (C) 軸&軸承設計 (D) 二階齒輪設計 (E) 其他: _____
- () 14. 你覺得課程中那個部分(單元)學習, 對於未來職涯發展最有幫助 (請複選)
(A) 拍影片介紹 (B) 破壞理論 (C) 元件設計(軸、軸承、皮帶、螺絲) (D) 期末二階齒輪專題
(E) 齒輪主軸拆解報告 (F) Excel 軟體使用 (G) Inventor 軟體 (H) 基礎力學
(H) 其他: _____ , 並請就選項說明原因(為什麼)?
- _____
15. 本課程你最有心得是什麼?

16. 對於課程你有的建議是什麼? 或寫一些事?

附件 5: 課室觀察記錄

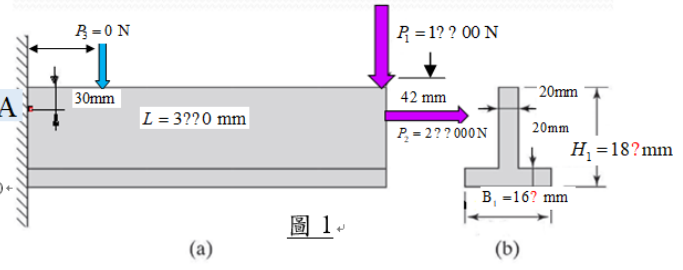
- 第一周：以介紹機械設計原理的概念和對基礎能力進行熟悉為主，同學們認真的聽取這些概念，並對齒輪系統進行設計，改變其力的大小、齒數和軸距，計算個齒輪的負荷
- 第二周：對課本題目進行練習，計算 T 型樑的彎曲應力和特定位置下的彎曲剪應力，由其中介紹到的中性軸、慣性矩等概念。
- 第四周：前兩周設計 T 型樑不同長度和寬度之計算結果，於本周用 Inventor 進行驗證；用 Inventor 進行教學時，讓同學很直觀的發現前幾周所提及的概念(利用圖面性質找出中性軸和慣性矩)，並且 Inventor 之計算結果可與前次作業手寫計算結果進行比較，可從中發現是否有計算失誤，加以驗證數值正確性。
- 第六周：T 形樑之分析計算測驗，對一懸臂樑設計其長度、垂直受力和水平受力，計算形心位置，斷面形心的慣性矩、最大正向應力等等；同學們在不熟悉公式的情況下，很難將所以答案計算出來。
- 第七周：在利用 Inventor 進行驗證後，對於計算失誤的進行修正，同時老師增加利用 Excel 表格，再次驗證分析結果，並且將 Inventor、Excel 之分析結果拍攝成影片，說明與計算結果的比較。由上述的練習後，有部分的同學逐漸了解到機械設計的概念。
- 第九周：Soderberg 理論的講解，破壞理論、疲勞破壞等名詞，也讓同學們在進行機械設計時，學習到用不同的公式去計算；並利用習題練習，增加同學們課程和公式的印象。
- 第十二周：期中考測驗，利用 MDE、MSS 計算一結構的安全係數，Goodman、Soderberg 概念設計安全係數等，多數的同學在加入更多公式後，常將其搞混在一起，導致計算產生失誤。

附件 6: 期中考試卷

機設原理考試 (2023/10/13, I06301A/B/C) 姓名: _____ 學號: _____ 分數: _____

1. 圖 1(a): 懸臂樑 300mm 長(T-beam), 總長度 L, 承受垂直力 $P_1=1000\text{N}$ 、水平力 P_2 (@40mm) = 2000N , $P_3=0\text{N}$ (@500mm) 假設材料為中碳鋼 的降伏強度 $\sigma_{yp} = \text{MPa}$, 抗拉強度 $\sigma_{ut} = \text{MPa}$ 。討論在固定端之 A 點之長方形元素 (3 mm 處從上面)。

- (1) T 形斷面{圖 1(b)}的形心位置(從底部往上位置)。(10%)
- (2) T 形斷面通過其斷面形心的慣性矩。(15%)
- (3) 計算固定端 A 點(水平、垂直@30mm)元素所有應力。(20%) (使用公式: $\sigma=P/A$, $\sigma=Mv/I$, $\tau=VQ/Ib$, 需考慮所有 P_i)
- (4) 畫出 B 點水平垂直邊之應力元素, 標出所有應力數值。(10%)
- (5) 畫出 B 點莫爾圓(Mohr circle)並標示重要數字。(10%)
- (6) 找出 B 點最大法(正)向應力 $\sigma_{\max} = (\quad)$ 。(10%)
- (7) 找出 B 點最大剪(平行)應力 $\tau_{\max} = (\quad)$ 。(10%)
- (8) 以最大剪應力失效理論(MSS)計算 B 點安全係數 $N_{fs} = (\quad)$ 。(15%)



**以下作答:(數字也都可以改, 除材料性質外)
 懸臂樑長: $L=300\text{mm}$, $P_1=1000\text{N}$, P_2 (@40mm) = 2000N , $H_1 = 180\text{mm}$, $B_1 = 160\text{mm}$

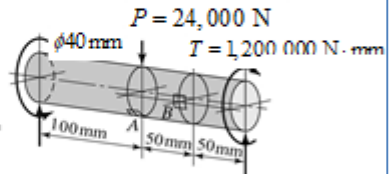
注意: 此次考試是平常考, 但當作與期中考同樣重要的!!! 後續包括訂正、Excel 與 Inventor FEM 應力分析使用

附件 7: 期末考試卷

機械系 機設原理 (final exam, 2023/12/27) (Closed book, 寫單位, 有效數至少 2 位, 試卷簽名交回)。

班級: _____ 姓名: _____ 學號: _____

1. (40%) 下方 Fig. 1 所示的齒輪系統, 模數(module) $m =$ mm、壓力角 $\phi =$ 傳遞功率 $P = 100 \text{ kW}$, 齒輪 1 轉速 $n_1 =$ rpm, 其他齒輪的齒數: $N_1 =$
- (a) 計算齒輪 3 (齒數 56'), 齒輪所承受之合力 F_3 。 {i.e., 切向力 F_{3t} 與徑向力 F_{3r} 向量合} (10%)
 - (b) 計算軸在 B 處所承受之扭矩 T_B & 彎矩 M_B 。(5%)
 - (c) 使用 MSS 理論計算 B 處軸的靜態設計安全係數 N_{fs} , 軸徑 $\phi 50 \text{ mm}$, 材料為鋼 1045(CD)。(10%)
 - (d) 計算 B 處軸疲勞設計安全係數 N_f (假設 T, M 穩定, 即穩定 τ & 完全反覆 σ) ($\sigma_e = 0.3\sigma_{ut}$, $K_f = K_{fs} = 1.2$) (15%)



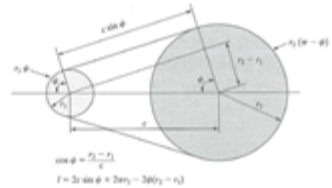
2. (20%) 如 Fig. 2 直徑 ϕ mm 旋轉實心軸且承受穩定負載 T 與 P 如示。推測 A 點是最弱, 材料為鋼 1045(CD), ($\sigma_e = 0.30\sigma_{ut}$); ($K_f = K_{fs} = 1.2$)。

- (a) 用 Soderberg 法與 MDE 理論(軸疲勞), 計算 A 點疲勞設計的 N_f 。(提示: 要先算 T_A & M_A)

3. (25%) 分析軸承 (動額定 $C =$ 00N), 內圈旋轉 ($V_1 = 1.0$), F_r 徑向負載, F_a 軸向負載, 轉速 n , 2 種負載情況:
- L1: 時間比例: 0.50, 承受輕衝擊負載 ($C_1 = 1.5$), $F_r =$ rpm, $X = 0.56$, $Y = 1.6$.
 - L2: 時間比例: 0.50, 靜態負載 (static) ($C_1 = 1.0$), $F_r =$ N, $F_a = 0$ N, $n_2 = 1800 \text{ rpm}$, $X = 0.56$, $Y = 1.6$.
- (a) 計算 P^3 (Newton³) 或等效徑向負載 P (N), 此運轉狀況為外圈旋轉。(15%)
- (b) 計算軸承壽命函數 N (rounds) (10%), 在 90% 可靠度要求。(10%)

4. (20%) (Fig. 4) 一對皮帶輪的節徑分別為 $d_1 =$ mm (主動) 與 mm (被動), 若兩皮帶輪之中心距 $c =$ mm. 假設主動皮帶輪 (180) 轉速 $n_1 = 1500 \text{ rpm}$, 傳遞功率 $P_w =$ kW。

- (a) 計算緊邊的皮帶張力 T_1 (直線處), (假設 $T_1/T_2 = 4.0$)。(10%)
- (b) 計算皮帶安全係數 N_{fs} , 假設皮帶的允許張力為 6600N, 且假設皮帶緊邊承受最大負荷 $F_1 = T_1 + T_b + T_c$, (且 $T_b = 800 \text{ N}$, $T_c = 600 \text{ N}$)。(10%)



5. (20%) (Fig. 5) 一壓縮螺旋彈簧, 被設計承受變動負荷從 N 到 N, 使用 No. 琴鋼線 (music wire), 而彈簧指數 $c = 10$. 計算其彈簧靜態/疲勞設計 (fatigue) 的安全係數 F_s . (使用 Tab. 5a & 5b).

** 假設 1045CD 鋼材料性質: ($\sigma_{ut} = 630 \text{ MPa}$; $\sigma_p = 530 \text{ MPa}$)

W & M Gage* No.	Diament d,	Music Wire† A228-93	
	mm	psi	MPa
14	2.03	282,000	1944
13	2.32	350,000	2396
12	2.68	420,000	2896
11	3.06	490,000	3396
10	3.43	560,000	3896
9	3.77	630,000	4396
8	4.11	700,000	4896

Tab. 5a.

類型	τ_{sp}	σ_e
硬拉鋼線	0.42	0.21
琴鋼線	0.40	0.23
油回火鋼線	0.45	0.22
302 不鏽鋼線, 18-8	0.46	0.20
鎢、鉍和鎢-鈷合金鋼線	0.51	0.20

Tab. 5b.

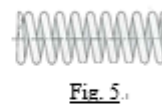


Fig. 5.

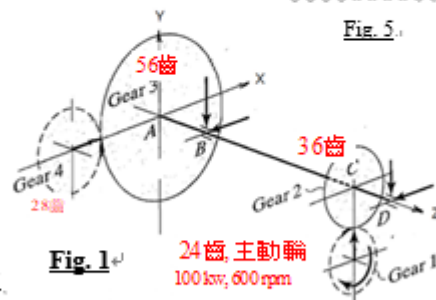


Fig. 1

* 公式: $K_s = 1 + \frac{0.615}{c}$

$$\frac{K_s \tau_r}{F_s} \leq \frac{\tau_{sp}}{\tau_w - \frac{1}{2} \tau_w}$$

$$\tau = K_s \frac{16PR}{\pi d^3}$$

$$kW = \frac{F_t \cdot V}{1000}$$

$$K_c = \frac{4c-1}{4c-4}$$

$$[\sigma_w + K_b \sigma_r \left(\frac{\sigma_m}{\sigma_e}\right)^2 + 3[\tau_w + K_t \tau_r \left(\frac{\sigma_m}{\sigma_e}\right)^2] \leq \left(\frac{\sigma_m}{N_{fs}}\right)^2]$$

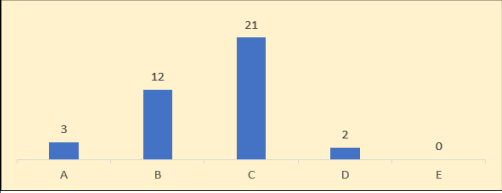
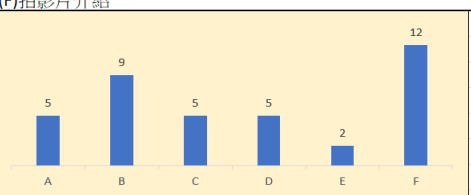
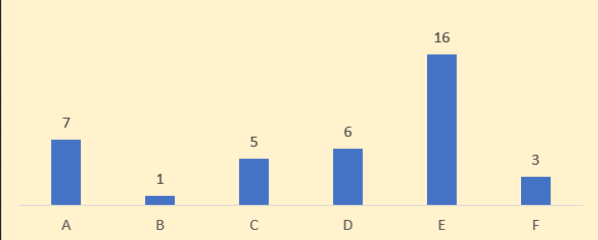
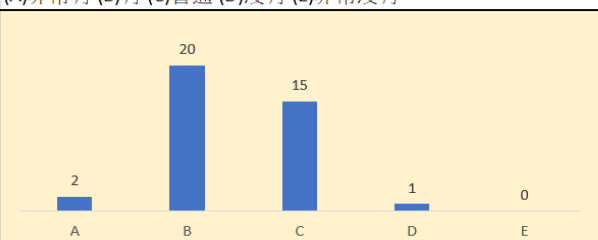
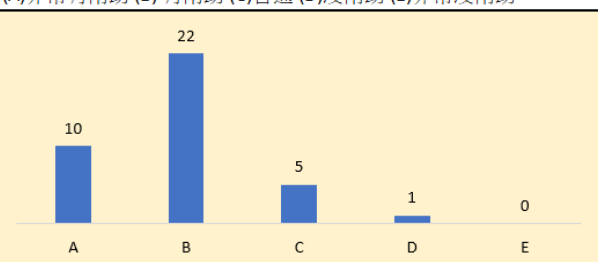
$$F_t = \frac{k_2}{k_1 + k_2} P, \quad F_r = \frac{k_2}{k_1 + k_2} P + F_c, \quad \cos \phi = \frac{r_2 - r_1}{c}$$

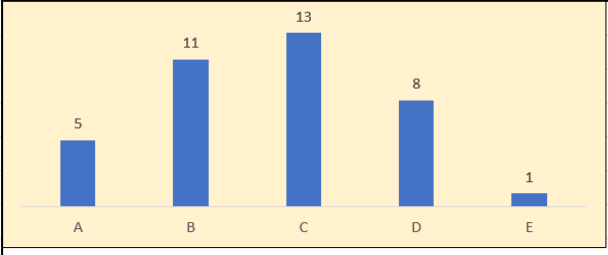
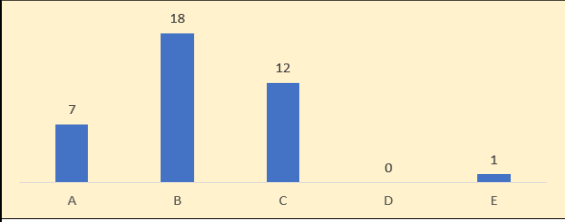
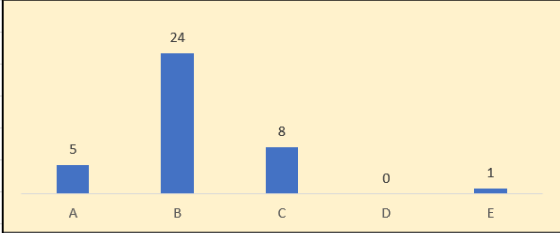
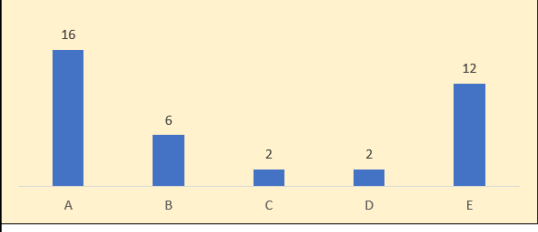
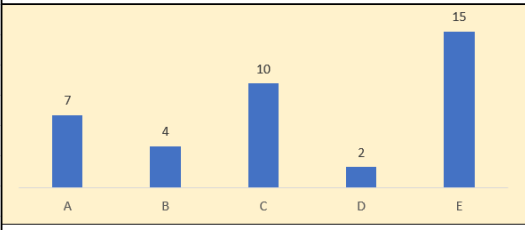
$$d_1 = d - 1.08253 p, \quad NP^3 = \text{Const}$$

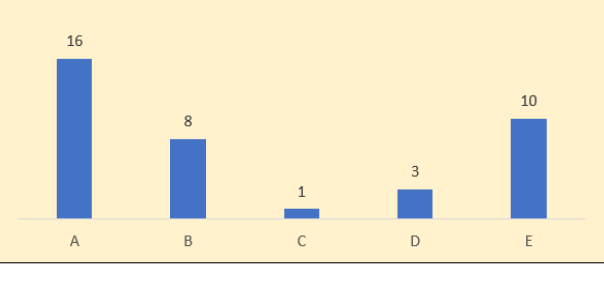
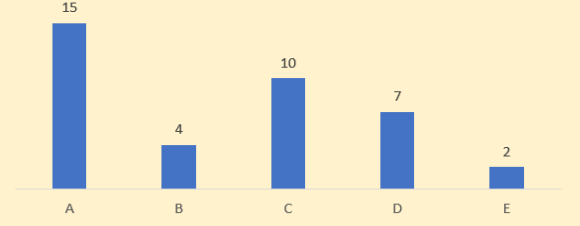
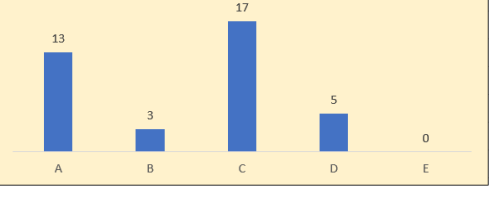
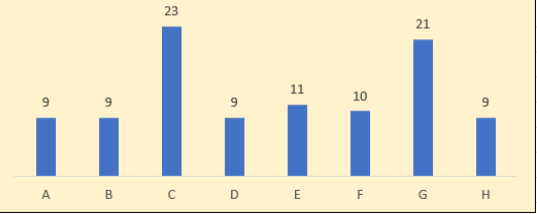
$$\cos \phi = \frac{r_2 - r_1}{c}, \quad l = 2c \sin \phi + 2\pi r_1 - 2p(r_2 - r_1)$$

附件 8: 期末問卷的統計分析結果

本計畫在期末(2024/01/08)進行期末問卷調查，瞭解本計畫課程執行全體學生的心得或想法，調查人數:38 人，問卷題目於附件 4，完整統計分析結果與分析討論於下。

<p>1</p>	<p>1.我有很認真學習: (A)非常認真(B)認真(C)普通(D)不認真(E)非常不認真</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	3	B	12	C	21	D	2	E	0	<p>1 給認真的分數:</p> <table border="1"> <tr> <td>總和:</td> <td>225.5</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>6.3</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● 大部分學生自覺有認真。 	總和:	225.5	平均:	6.3
Category	Count																	
A	3																	
B	12																	
C	21																	
D	2																	
E	0																	
總和:	225.5																	
平均:	6.3																	
<p>2</p>	<p>2.我覺得最難是什麼: (A)力學理論(B)破壞失效原理(C)軸承/軸設計(D)Excel 應用(E) Inventor 應用(F)拍影片介紹</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	5	B	9	C	5	D	5	E	2	F	12	<ul style="list-style-type: none"> ● F: 拍片自行驗證是有效方法，完成困難且費時。 ● B: 破壞理論困難，合於教學現場。 ● A、C、D、E: Excel & Inventor 有效果，與教師研究目標，與教學現場吻合。 		
Category	Count																	
A	5																	
B	9																	
C	5																	
D	5																	
E	2																	
F	12																	
<p>3</p>	<p>3.我覺得最容易是什麼: (A)力學理論(B)破壞失效原理(C)軸承/軸設計(D)Excel 應用(E) Inventor 應用(F)拍影片介紹</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	7	B	1	C	5	D	6	E	16	F	3	<ul style="list-style-type: none"> ● E: Inventor 應用簡單(合理)，與教師規劃相符，且與題目(2)一致。若困難，是結果比對產生。 ● D、F:破壞理論& 拍片較困難，結果合理。 		
Category	Count																	
A	7																	
B	1																	
C	5																	
D	6																	
E	16																	
F	3																	
<p>4</p>	<p>4.本課程"教材或教學方式"有啟發我對「機設原理」的學習: (A)非常有(B)有(C)普通(D)沒有(E)非常沒有</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	2	B	20	C	15	D	1	E	0	<p>4 給啟發的分數:</p> <table border="1"> <tr> <td>總和:</td> <td>235.5</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>6.5</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● 學生結果顯示有啟發，但教師認為未完全達成。 	總和:	235.5	平均:	6.5
Category	Count																	
A	2																	
B	20																	
C	15																	
D	1																	
E	0																	
總和:	235.5																	
平均:	6.5																	
<p>5</p>	<p>5. Inventor 與 Excel 這 2 種電腦工具可以幫助「機設原理」學習: (A)非常有幫助(B)有幫助(C)普通(D)沒幫助(E)非常沒幫助</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	10	B	22	C	5	D	1	E	0	<p>5 給幫助的分數:</p> <table border="1"> <tr> <td>總和:</td> <td>264</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>7.3</td> </tr> </table> <p>E:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Excel、Inventor 軟體工具應用相當有效果，與教師規劃目標符合。 	總和:	264	平均:	7.3
Category	Count																	
A	10																	
B	22																	
C	5																	
D	1																	
E	0																	
總和:	264																	
平均:	7.3																	

<p>6</p>	<p>6. 拍影片介紹自己的內容可以幫助「機設原理」學習: (A)非常有幫助 (B)有幫助 (C)普通 (D)沒幫助 (E)非常沒幫助</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Option</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Option	Count	A	5	B	11	C	13	D	8	E	1	<p>6 給幫助的分數:</p> <table border="1"> <tr> <td>總和:</td> <td>205</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>5.7</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● 大部分學生認為拍片自行驗證是有效方法與第1題回答一致! ● 應該更靈活善用拍片自行驗證概念, 如課程更早期就實施。 	總和:	205	平均:	5.7
Option	Count																	
A	5																	
B	11																	
C	13																	
D	8																	
E	1																	
總和:	205																	
平均:	5.7																	
<p>7</p>	<p>7. 我覺得「機設原理」對於以後工作很重要: (A)非常重要 (B)重要 (C)普通 (D)不重要 (E)非常不重要</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Option</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Option	Count	A	7	B	18	C	12	D	0	E	1	<p>7 給重要的分數:</p> <table border="1"> <tr> <td>總和:</td> <td>253</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>7</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● 學生瞭解核心專業課程的重要 ● 一位答 E, 應可作為參考, 繼續加強教學努力, 問卷應加問認為不重要的原因。 	總和:	253	平均:	7
Option	Count																	
A	7																	
B	18																	
C	12																	
D	0																	
E	1																	
總和:	253																	
平均:	7																	
<p>8</p>	<p>8. 我有學到機械設計專業知識: (A)非常有學到 (B)有學到 (C)普通 (D)沒學到 (E)非常沒學到</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Option</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Option	Count	A	5	B	24	C	8	D	0	E	1	<p>8 給學到的分數:</p> <table border="1"> <tr> <td>總和:</td> <td>247.5</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>6.9</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● 大部分學生認為有所幫助。 ● 一位答 E, 應思考參考, 應加問原因。 	總和:	247.5	平均:	6.9
Option	Count																	
A	5																	
B	24																	
C	8																	
D	0																	
E	1																	
總和:	247.5																	
平均:	6.9																	
<p>9</p>	<p>9. 你覺得學得最有心得部分: (A) 軸承/軸設計 (B) 破壞失效原理 (C) 力學理論 (D) Excel 應用 (E) Inventor 應用</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Option</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>	Option	Count	A	16	B	6	C	2	D	2	E	12	<p>9 給有心得分數:</p> <table border="1"> <tr> <td>總和:</td> <td>247.5</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>6.9</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● A 屬於機械元件實際有用, E 顯示 Inventor 是有效工具, 上述顯示與教師教學規劃相符。 	總和:	247.5	平均:	6.9
Option	Count																	
A	16																	
B	6																	
C	2																	
D	2																	
E	12																	
總和:	247.5																	
平均:	6.9																	
<p>10</p>	<p>10. 機械元件設計學習, 那部分最有興趣: (A) 破壞原理 (B) 力學理論 (C) 軸承/軸設計 (D) Excel 應用 (E) Inventor 應用 (E) 拍影片介紹自己的內容</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Option</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	Option	Count	A	7	B	4	C	10	D	2	E	15	<p>10 給有興趣分數:</p> <table border="1"> <tr> <td>總和:</td> <td>245</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>6.8</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● C 屬於軸承元件實際有用。 ● E: Inventor、拍影片有趣, 且都是有效工具 (有錯)! 	總和:	245	平均:	6.8
Option	Count																	
A	7																	
B	4																	
C	10																	
D	2																	
E	15																	
總和:	245																	
平均:	6.8																	

<p>11</p>	<p>11. 機械元件設計學習，那部分最不喜歡:</p> <p>(A) 拍影片介紹(B)破壞原理(C) 軸承/軸設計(D)Excel 應用(E) Inventor 應</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	16	B	8	C	1	D	3	E	10	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">11 給不喜歡分數:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>總和:</td> <td>186.5</td> </tr> <tr> <td>平均:</td> <td>5.2</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● A: 拍影片，若最不喜歡應是很花時間，但與前矛盾。 ● B:破壞理論是困難理論。 ● E: Inventor 與力學理論，但學生不喜歡，應與軟體取得與使用方便性，以及助教支援有關 (有錯)。 	11 給不喜歡分數:		總和:	186.5	平均:	5.2
Category	Count																			
A	16																			
B	8																			
C	1																			
D	3																			
E	10																			
11 給不喜歡分數:																				
總和:	186.5																			
平均:	5.2																			
<p>12</p>	<p>12. 你覺得 Excel 用到那部分，最有用:</p> <p>(A) T 形樑分析與設計(B)破壞理論(C)軸/軸承設計(D)二階齒輪設(E)其他</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	15	B	4	C	10	D	7	E	2	<ul style="list-style-type: none"> ● A、C: 與教師教學規劃相符，Excel 善用之處。 ● 學生回饋與教學現場實際情形相符，教師所提供的資源，在這些 T & 軸承是最充分。 						
Category	Count																			
A	15																			
B	4																			
C	10																			
D	7																			
E	2																			
<p>13</p>	<p>13. 你覺得 Inventor 用到那部分，最有用:</p> <p>(A) T 形樑分析(B)破壞基礎理論(C)軸&軸承設計(D)二階齒輪設計(E)其他:</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	13	B	3	C	17	D	5	E	0	<ul style="list-style-type: none"> ● A(T 樑)、C(軸承):與教師教學規劃相符，Inventor 善用之處。 ● 學生回饋與教學現場實際情形相符，因教師所提供的資源，在這些地方最充分。 						
Category	Count																			
A	13																			
B	3																			
C	17																			
D	5																			
E	0																			
<p>14</p>	<p>14. 你覺得課程中那個部分(單元)學習，對於未來職涯發展最有助(請複選)</p> <p>(A) 拍影片介紹(B)破壞理論(C)元件設計(軸、軸承、皮帶、螺絲)(D)期末二階齒輪專題(E)齒輪主軸拆解報告(F) Excel 軟體使用(G) Inventor 軟體(H)基礎力學(H)其他並請就選項說明原因(為什麼)</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Count</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Count	A	9	B	9	C	23	D	9	E	11	F	10	G	21	H	9	<p>原因詳列於下。</p>
Category	Count																			
A	9																			
B	9																			
C	23																			
D	9																			
E	11																			
F	10																			
G	21																			
H	9																			
<p>15</p>	<p>15. 本課程你最有心得是什麼?</p>	<p>原因詳列於下。</p>																		
<p>16</p>	<p>16. 對於課程你有的建議是什麼? 或寫一些事?</p>	<p>原因詳列於下。</p>																		

14 有說明原因:

- (1) 我覺得基礎力學比較常用到
- (2) 我覺得設計+excel+inventor這種方式能讓我更明白機設原理這門課
- (3) excel在哪都用的到，inventor是畫圖重要
- (4) 讓自己更了解這門課
- (5) 拍攝影片可以讓我統整我學到了甚麼，而其他的可以讓我了解到設計元件的過程與辛苦
- (6) 電腦計算會比人更精確
- (7) 感覺在職場上比較關聯
- (8) 在將來工作上比較有幫助的可能
- (9) 影片能讓自己重新整理學得東西，以及未來自己忘記問題時可回顧，拆解實操會更有印象
- (10) 以後對於inventor繪圖有很大的幫助

15. 本課程你最有心得是什麼？

15. 本課程你最有心得是什麼?	
(1)	計算軸、軸承設計
(2)	更加了解機械設計
(3)	有關於inventor軟體設計軸承以及齒輪組
(4)	原來自己也可以做到簡易設計與計算
(5)	我學到了設計一個元件需要不斷的進行修改要從草圖開始，最後成品這件事是很有成就感的
(6)	excel的應用非常的方便，也大大減少我們計算錯誤的機會
(7)	inventor的應用很有趣
(8)	inventor也能畫超複雜的東西
(9)	最有心得是計算軸承設計，花了很多時間
(10)	inventor分析
(11)	inventor設計
(12)	inventor設計和應力分析
(13)	T型樑分析
(14)	我覺得整體上下來是清楚在學甚麼的，並且深刻感受到大一到大三一個課程的連貫性和完整性
(15)	利用不同的軟體來讓我們學習機設這堂課
(16)	T型樑
(17)	齒輪、主軸拆解的部分，對我來說更能加深機設原理的興趣
(18)	有學到設計軸承，但還是不太行
(19)	inventor繪圖、破壞理論、excel軟體使用
(20)	在第二次期末考前，讀了大量的公式，才發現到這些公式跟上的每堂課程都有關聯
(21)	我覺得從設計軸到excel到應力模擬循序漸進到安全係數的評估，讓我蠻清楚的
(22)	對於此課程，有許多專業知識相信學好這堂課對考取工程師一定很有幫助
(23)	二階齒輪設計
(24)	了解齒輪設計魔法師的應用
(25)	連續的分析、設計及驗證
(26)	二階齒輪設計
(27)	算出破壞理論
(28)	我覺得這堂課程學會運用inventor及excel應用的對照數據做比較

16. 對於課程你有的建議是什麼? 或寫一些事?	
(1)	
(2)	
(3)	我覺得可以更進一步探討機械設計在生活日常中
(4)	如果能將一學期的課平分成兩學期，時間就不會那麼趕，也可以學得更廣
(5)	上的學分太多，應該是多一點學分可以上兩個學期，這樣子學的可以更加完整
(6)	
(7)	課程內容可以但在解釋沒講得很清楚，還要在網路上尋找答案
(8)	感覺一堂課中塞太多東西給我們了(上少一點)
(9)	建議可以有淺入深比較容易學習
(10)	拍影片介紹太難了，不太知道要做成怎麼樣!
(11)	
(12)	
(13)	課程可以再教得更詳細
(14)	無建議，但我覺得要多問才會學到東西
(15)	
(16)	
(17)	希望可以多給期中及期末筆試題目來當作業，並且過後說明解題方式
(18)	
(19)	如果機設原理被當的話，下次修課一定會認真學習
(20)	課程內容非常豐富，就是有時老師可以考慮在為講解題目或公式時能在講深一點點
(21)	我認為在理論方面可以用題目來講解會讓我更快理解重點
(22)	對於此堂課，我很抱歉，我沒有好好學到這堂課該學的專業知識，這堂課對我來說過於困難，雖然我想但完全聽不懂
(23)	inventor、excel的應用與設計步驟可以詳細一點
(24)	可以延長作業時間
(25)	我們的作業時限可以晚一點
(26)	可以延長繳交作業時間 ex:到當天上課時
(27)	被當的話我覺得理所當然，我不認真了
(28)	麻煩把所有該給的數值要給，不然有些數據無法完整計算出來，像是軸上要給多少的力，完全沒方向，該如何計算中間軸疲勞受力

