

國立中央大學九十二學年度碩士在職專班入學試題卷

所別：機械工程研究所 科目：機械概論 共5頁

請就下列六題自由選擇三題作答，滿分 120 分。以最高得分三題之分數計分。

1. 假設你目前任職工作中有遭遇和機械領域相關的問題，請你先扼要定義（描述）這個問題。你打算進入本所在職專班希望得到何種訓練和要選修哪些課程來加強自己的背景解決這個問題。（40%）
2. 請你設計一張椅子，你會考慮哪些因素及應用哪些學理及學科？（40%）
3. 試述台灣金屬工業的鑄造、焊接和衝軋成形等在 1990-2003 年間成形技術的演進。（40%）
4. (a) 請以實際例子解釋何為 Feedback Control System? 何為 Open-Loop Control System? (25%)
(b) 比較 Feedback Control System 與 Open-Loop Control System 的優缺點。（15%）
5. 熱流現象，包羅萬象，從魚游鳥飛到噴射推進，從微機電系統問題到大氣海洋之對流，均為其例。人類近百年來之科技發展史，以微觀量子力學和巨觀連體力學建構科技的主樑基礎，而目前明星研究領域之一的奈米科技，其特性時間和長度尺度介於微觀量子 and 巨觀連體之間，或可稱之為「介觀」。「奈」字由大和小二字加上兩橫所組成，「大」可指巨觀連體（如固力、流體等等，其特性長度和時間尺度遠大於 10^{-5}m 和 10^{-5} 秒），「小」代表微觀量子（如原子運動，其特性時間尺度約為 10^{-11} 秒），兩橫分開大（巨觀）和小（微觀），故介於兩橫之間謂「介觀」。目前奈米科技學理機制尚未明瞭，國際學術研究正朝由微觀量子力學往上（bottom-up）和巨觀連體力學往下（top-down）嚐試作聯結修正以解其謎。請回答下列相關之問題：(40%)
 - (1) 請問一般原子的大小約為多少奈米尺度（奈米， $\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ ）？
(a) 100 nm；(b) 10 nm；(c) 1 nm；(d) 0.1 nm；(e) 0.01 nm。
 - (2) 請以能量觀點，用最簡單的敘述（不超過 30 個字）嚐試說明量子力學與連體力學之差異性。
 - (3) 基本熱流現象，含質量、動量和能量傳輸，若僅考慮一維層流（laminar flow）分子擴散過程（molecular diffusion process）時，請分別寫出質通量（mass flux； $J_A y$ ）與濃度（ C ）、動量通量（momentum flux 或 shearing stress； τ_{xy} ）與速度（ u ）和熱通量（heat flux； q_y ）與溫度（ T ）之關係。
(註：質量傳導依據 Fick's law；動量傳導依據 Newton's law；熱傳導依據 Fourier's law)
 - (4) 冬天時，室內有一暖爐或電熱器，開啟後藉由分子擴散過程傳熱（若不考慮因溫度升高所產生之浮力對流），則相對應之分子擴散方程式為

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x_i \partial x_i}$$

若空氣熱擴散係數(thermal diffusivity) $\alpha = 2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ，室內平均長寬為 5m。請用因

次分析(dimensional analysis)於上述擴散方程式，來估算電熱器加熱後傳熱至 5m 寬房間所需之時間？

- (5) 同上題，但室內或電熱器內有產生紊流的裝置，因紊流可使渦漩尺度以似瀑布般的方式減小，加上其擾動的特性，使紊流可大大增強分子擴散的過程，若平均紊流渦漩以 1 cm 來代表，請估算紊流狀態時之分子擴散時間尺度？比較層流(題 4)和紊流(題 5)之擴散時間的不同並簡單說明之。

6. 以下之案例為假設情境，請根據文中所敘述以及提供之相關資料作答！(40%)

任務緣由

您目前在一家員工人數約百人的自動化設備開發製造公司任職。二月底貴公司設計部門人事更動，您隨著新任經理進入設計部門任職，主要負責新產品開發評估工作。

貴公司在立法院於 2001 年 10 月三讀通過廢棄物清理法部分條文修正案，確定限用塑膠袋與免洗餐具的政策後，經評估認為以台灣消費者者之購物習慣，在百貨公司、購物中心、量販店業、超級市場等場所設置「塑膠袋自動販賣機」將有潛在商機。在經過內部討論以及簡單的市場調查後，得到正面的反應，因此成立一專案小組，負責開發此一「塑膠袋自動販賣機」。在經過一番波折後（開發設計歷程請參考後述），此一專案目前幾近尾聲，已完成產品雛型並進行過測試與驗證，同時也申請專利。但由於日前所進行之試賣第一週結果報告並不理想，總經理不敢冒然將此產品投入量產、進入市場，要求專案小組與新任設計部經理進行分析與評估，並在公司「產銷營運會報」上提報討論。因此設計部經理指派您對此一專案進行瞭解與分析研究，並完成評估報告。

您的任務

請您仔細分析此處所提供的資料，提出您對此產品的評估結論與相關建議性意見：亦即此產品是否值得在台灣投入量產？您所持的理由為何？您有何其他的建議可以使公司的獲利增加(或至少虧損降至最低)。如果您認為資料有不足之處，亦可在報告中加以註明。請以簡潔、有條理、具說服力、不超過 600 字之文字完成您的評估報告。

給您的提示

本題主要測驗您對問題的邏輯分析能力以及文字敘述組織能力，因此您在探討過程中，請注意本專案的發展歷程與產品—市場關係，反之本案例中設計部門所設計之機器無論在功能、操作或是可靠度上皆是一流的。過去的檔案資料所歸納出的相關背景資料表列於後。

研發專案背景資料

- 本專案在經設計開發部門的提案後，獲得總經理的支持，並且得到長期合作之乙公司負責人的認同，並提出雙方合作計畫書。經過雙方負責人多次討論後，同意各出資 50% 進行此項產品的開發與經營。為避免此產品遭仿冒，訂定「產品不銷售、只經營」策略，將「塑膠袋自動販賣機」直接佈置於各賣場，獲利來源則為塑膠袋販售所得之利潤。在分工方面的共識是，貴公司負責產品開發，乙公司則負責日後販賣之佈點與塑膠袋供應。

- 貴公司總經理與乙公司負責人私交甚篤！乙公司負責人亦投資一家塑膠袋製造工廠，專事生產高質量之塑膠袋。因此欲藉此機會販賣符合法規且具較高單價的塑膠袋，賺取中間商轉手利潤。
- 市場調查由乙公司負責進行。據悉乙公司負責人直接徵詢多家連鎖量販店意見，並獲得正面反應。尤其一家知名大賣場店長對此產品概念極為稱讚。
- 設計開發部門雖有歐洲與中國方面訂單的工作負荷壓力，仍對此專案抱持極度興趣。除了此構想為該單位所提出外，此一全新設計更被該單位視為新的挑戰，因此極力爭取此案。
- 公司成立一專案小組，由行銷部經理負責召集，成員包括 2 名行銷部與 2 名設計部同仁。
- 在利潤估算上，總經理與乙公司負責人預計在販賣機佈點後 3 個月即可回收機器成本，此部份亦經過專案小組驗證。
- 首批五台佈點先在北部地區營業額高之賣場各安置一台進行試賣，每個塑膠袋投幣金額設定為新台幣 5 元。統計結果：平均販售量：7.2 個/日-台。最高之單日販售量：21 個/日-台。經設計部與行銷部之同仁分析，認為是擺設地點不理想以及未做宣傳所致。專案小組初步建議意見為繼續修正行銷與宣傳策略，並且為提早營運時間，同時可以先行投入首批 50 台試行量產(zero series)。
- 新任設計部經理領導風格為充分授權、相信部屬。他對此案並無任何成見，因此希望您不必考慮他的想法，因此您的結論極有可能在營運會報上報告。

自動販賣機設計規格

- 必須能儲存 100 個袋子。
- 採投幣後自動送出袋子方式，投幣金額定為新台幣 5 元，銷售利潤估計 40%。
- 袋子送出時必須平整。
- 販賣機安放地點在購物中心、量販店業、超級市場等靠近收銀台處。
- 首批試驗量產(zero series)為 50 台。
- 販賣機目標成本設定在新台幣 15,000 元以下。

開發工作記錄

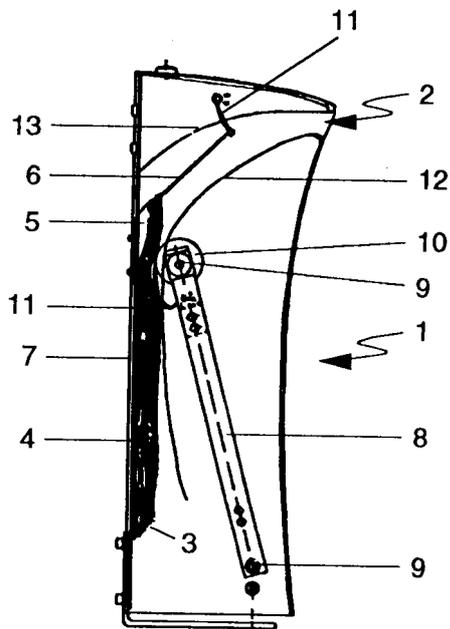
- 2001/10/23 立法院三讀通過廢棄物清理法部分條文修正案，確定限用塑膠袋與免洗餐具的政策。提出「塑膠袋自動販賣機」概念。
- 2001/10/26 總經理與乙公司負責人達成共同合作開發的意願。
- 2001/11/15 乙公司提出市場調查與分析報告，確認開發方向。
公司成立專案小組，總經理指派行銷部經理負責召集，成員包括行銷部與設計部同仁。

- 2001/11/25 確認設計規格以及專案完成日期：2002 年 6 月。
從乙公司得到 4 個塑膠袋。
設計部門投入 2 名設計工程師於此專案。
- 2001/12/27 設計部門向雙方負責主管報告設計概念。主管們對此表示滿意。
乙公司提供 200 個新塑膠袋做為測試用樣本。
【問題】
- 新塑膠袋樣式與舊的不同。
 - 新塑膠袋表面材質易造成送出機構打滑。
- 2001/1/3 針對新塑膠袋的變更，改變概念設計並獲得雙方負責主管的同意。
- 2001/2 開始進行雛型機細部設計。在時間壓力下，設計部經理自行增加專案人力 0.5 人/月。
- 2001/4/16 向總經理與乙公司負責人展示第一代雛型機，並做產品報告。
【問題】
- 初估產品成本將超出目標成本兩成。
- 2002/4/22 行政院環保署正式公告兩階段限用購物塑膠袋措施。
- 2002/4/25 鑑於開發費用過高以及依設計所得的產品成本過高，設計部經理提出停止開發專案建議。
總經理與乙公司負責人討論後，認為此一商機利潤甚豐，決定繼續投入開發，並找其共同友人丙公司負責人投資此開發案。並要求加速完成此一專案。設計部門繼續增加人力投入此專案，共計 6.5 人/月。
- 2002/6/15 量產加工圖面完成。
- 2002/6/20 向下游加工製造廠提出詢價。
- 2002/7/2 預算部門經核算後加工費用過於昂貴。在檢討會議上，乙公司負責人提出由其公司工廠員工負責機器組裝，以降低成本！
- 2002/10/1 第一階段「限用塑膠袋」的政策開始執行。
- 2002/10/15 首部機器試作完成並申請專利。
- 2002/12/20 修改機器設計，提高操作可靠度。
- 2002/1/1 第二階段「限用塑膠袋」的政策開始執行。
- 2003/2/16 第二階段「限用塑膠袋」開始複查開單。
- 2003/2/18 第二代雛型機完成，於公司內部由員工進行技術測試。
公司內部初步測試一週後結果：穩定、裝填容易。
- 2003/2/20 營運測試用販賣機製作，計 5 台。
- 2003/3/1 設計部人事異動。新任經理到職。
- 2003/3/15 經過產品價值分析(Value Analysis)與成本精確計算控制，機器單價將可降低到新台幣 12,500 元。如果生產批量增加為 100 台以上時可壓低到新台幣 10,000 元。
- 2003/3/18 完成 5 台試賣用販賣機。
- 2002/3/20 與五家賣場達成測試協議，將營運測試用販賣機安裝在不同賣場進行試賣。

2002/3/27 試賣結果：平均販售量：7.2 個/日-台！

總經理召開內部緊急會議，結論：專案小組與新任設計部經理分別提出評估報告，於 4 月 1 日之「產銷營運會報」上提出報告。該次會議結論將決定此「塑膠袋自動販賣機」未來之發展。

設計結構



工作原理：

當投幣無誤後，「塑膠袋自動販賣機」之馬達(9)即轉動帶動塑膠袋(3)向上。塑膠袋之提帶(5)即沿導柄(6)移動，擋板(11)可確保塑膠袋之送出。塑膠袋之補充可由背部之填充門(4)補充。為避免偷竊情事發生，開口(2)之尺寸與導槽(13)與(12)設計成手掌無法伸入。

雛型機與測試

以下圖片取自設計部測試報告 DJ-T-0113-15：



投幣、壓下按鈕



塑膠袋送出、由提帶取出