

**105 年「機電實作專題成果展」
構想書**

**中文名稱：中油蒸餘廢油再利用增值計畫
英文名稱：Value added program on the
processing waste oil in CPC**

國立中山大學 機電系 楊秋鳳 B023021001

指導教授：林哲信 博士

主辦單位：國立中山大學機械與機電工程學系

一、摘要

本研究計畫主要是在研究石油分餾後之所剩冷凝廢油(基底油)成分，並依此嘗試將其中的有價成分做回收再利用之研究。臺灣的石化原料常年皆仰賴國外進口，若能將所剩之基底油回收再以利用，不僅可使基底油附加更高的價值，更可以帶動石化相關產業發展。

關鍵字：石油、基底油、分餾、再利用

二、動機與目的

臺灣的自然資源相當有限，大部分的能源需仰賴國外進口，而在臺灣能源供給結構中，石油佔了很大一部分。根據經濟部統計，臺灣的原油進口量正逐年攀升，但油價受國際情勢影響而使價格起伏不定，甚至還有科學研究預估在未來石油將消耗殆盡。因此我們應當善加利用得來不易的資源，不使其白白浪費，更能帶動國內科研發展。

目前的石油分餾技術在分餾後會餘下大量的基底油，而這些基底油一般只能做燃料油並以低價轉賣給下游公司使用，其價值遠不及分餾主產物。台灣每年花費大量金錢進口的石油竟有大部分只能做廉價買賣，著實浪費。

因此，與其靜待石油分餾技術或設備的突破，我們打算以現階段能做到的實驗為主，尋找基底油的其他利用的可能性。透過分餾分析基底油，從中提取出有用之成分，達成基底油回收再利用的目標，進而提高基底油的經濟價值與科研價值。本實驗欲達成的目標可歸結如下：

1. 基底油的再分離：透過再分離基底油(CO-01、CO-02)，試分析其中的可用成分。
2. 基底油的再利用：將基底油轉化為確實可再利用之其他原料，而非只做低價的燃料油使用。

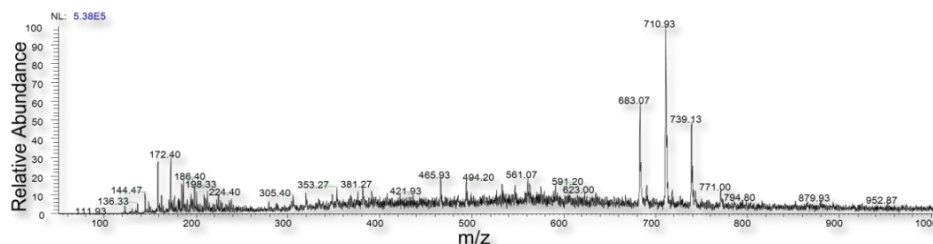
三、研究內容

初步分析：

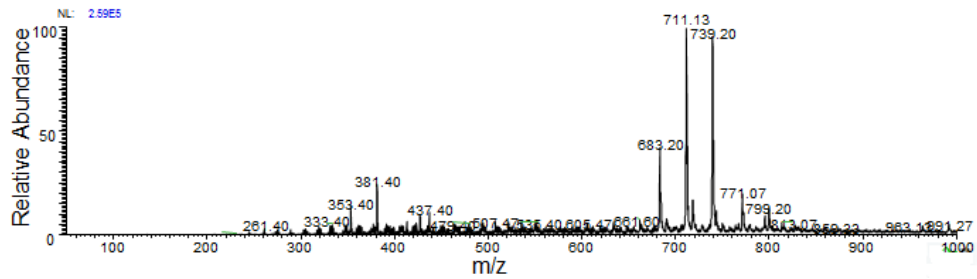
a. 質譜儀檢測

以乙醇為溶劑，以乙醇：基底油=13：2(ml)比例混和後，送入質譜儀分析(圖一)。可發現其峰值與柴油相近，因此再以乙醇為溶劑，以乙醇：柴油=13：2(ml)混和，送入質譜分析(圖二)。

此次分析結果如下(皆已扣除背景、分子量 50-2000)：



圖一 乙醇：基底油=13：2(ml)



圖二 乙醇：柴油=13：2(ml)

由此實驗可知基底油中或許含有柴油的成分。

b. 燃燒試驗

目前已知汽油與柴油的燃燒性質分別為：

汽油：可點火直接燃燒

柴油：不可直接點火燃燒，需有引信(如棉紙)才能使之燃燒

由質譜儀檢測中我們得知基底油中的成分與柴油相近，應無法直接燃燒，而須使用棉紙當引信。但為求慎重，我們仍進行直接燃燒實驗，在實驗過程中可發現基底油無法直接點火燃燒，因此再進行以棉紙為引信的燃燒試驗。

其實驗過程如下：

先進行純紙巾燃燒，確認其燃燒狀況與燃燒後產物，再進行純紙巾沾基底油燃燒，將其燃燒狀況和產物與純紙巾燃燒實驗做比對。

其實驗結果如下：

純紙巾

紙巾加基底油



圖三 燃燒過程

圖四 燃燒結果

圖五 燃燒過程

圖六 燃燒結果

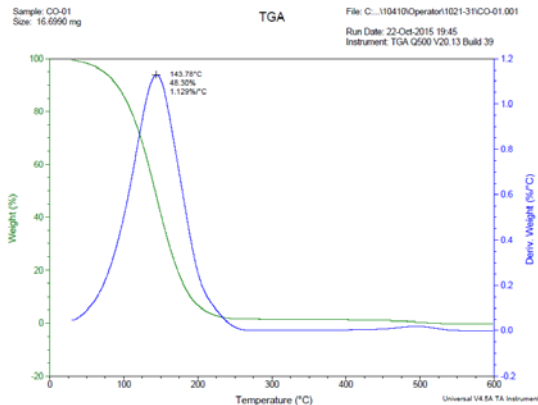
由此燃燒試驗可知：

1. 基底油需有引信才可燃燒，與柴油性質相近(與質譜儀檢測結果相符)
2. 沾了基底油的紙巾可燃燒得更劇烈且更完全

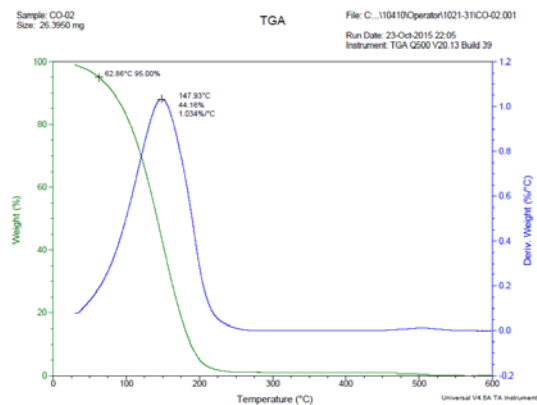
c. TGA 檢測：

我們將基底油 CO-01、CO-02 送進 TGA 檢測，觀察基底油之重量比隨溫度上升的損失率。

檢測參數：(1)Room temperature~600°C。(2)5°C /min



圖七 CO-01 的 TGA 測試曲線圖



圖八 CO-02 的 TGA 測試曲線圖

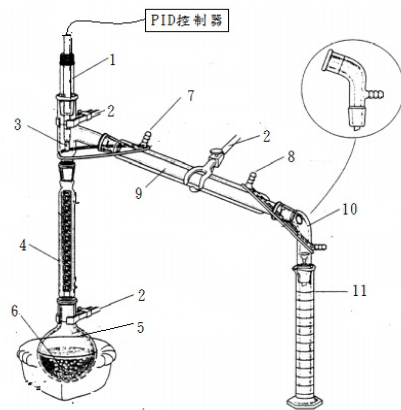
由這兩張圖表，我們可得知：

1. 這兩種基底油在室溫時皆會揮發，且在約 200°C 時基底油會完全揮發。
2. 兩基底油之揮發速率曲線(藍線)走勢大致相同，皆在約 150°C 時揮發速率達到最大值，爾後開始下降。CO-01 在 143.76°C 時的揮發速率達到最大值(1.129%/°C)，剩餘重量為 48.30%；CO-02 在 147.93°C 的揮發速率為最大值(1.034%/°C)，剩餘重量為 44.16%。

此 TGA 測試可幫助我們決定接下來的分餾實驗將探討的溫度。

分餾實驗：

分離基底油所用之分餾設備如下：



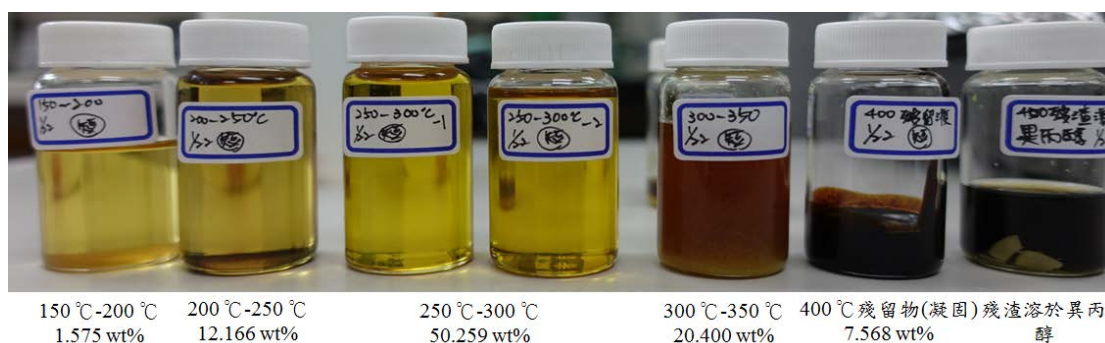
圖九 分餾設備與各部件說明

- | | |
|--------------|---------------|
| 1. PID 溫控器探棒 | 10. 105° 連接彎管 |
| 2. 夾頭 | 11. 收集瓶 |
| 3. 卜型連接管 | |
| 4. 分餾管 | |
| 5. 圓底燒瓶 | |
| 6. 加熱包 | |
| 7. 熱水出水口 | |
| 8. 冷水進水口 | |
| 9. 冷凝管 | |

根據之前的 TGA 測試，我們決定進行 50、100、150、200°C 的分餾。

基底油在常溫下會揮發且氣味難聞，故我們將分餾設備設於抽風櫃中使用。在使用分餾設備時，我們採用 PID 溫度控制器來偵測分餾管中的氣體溫度，此法比溫度計更能精準掌握溫度變化。此外，將 PID 溫控器連結加熱帶後纏繞於分餾管與卜型連接管，再以石棉布包覆保溫，可維持分餾管中的溫度，以便分餾實驗進行。

分析餾出液中有價之成分：



圖十 基底油 CO-01 之餾出物與重量百分比

250-300°C 的餾出物較澄清，且與柴油的沸點(220-350°C)相近；凝固的殘留物推測為瀝青，而溶於異丙醇的殘渣則為苯。

至於其他的餾出物，則可以其他方式(如：質譜儀分析、電化學分析…等)分析餾出液的化學成分，或是再做分餾，以得出其中的有價成分。

四、結果與討論

目前的基底油分餾已有初步的成果，以現有的餾出物可做以下三點分析：

成本分析：基底油本就為石油分餾後的產物，且餾出後無需加工即可再分餾，除了儲藏外幾乎無額外成本。分餾設備使用簡易的韋氏分餾管與一般玻璃製品，加熱溫度也不高，因此成本低廉。

量產可行性：如上所說，基底油在石油分餾產物中佔了一大部分，且分餾過程耗時僅兩小時，若以工業用設備大量分餾應能有相當的產值，因此量產是可行的。

未來潛能：目前 200-250°C 的產物初步判定為柴油，可直接應用，而加熱至 400°C 以後的黑色殘留物極可能為瀝青，因此未來還有很多發展空間。

五、致謝

感謝指導教授林哲信老師在學術與技術上的指導，幫助我釐清觀念、突破瓶頸，還有感謝研究室的白祥廷學長從旁指導，讓實驗順利步上軌道。

六、參考文獻

- [1] Juan Gomez-Prado; Nan Zhang. Characterisation of heavy petroleum fractions using modified molecular-type homologous series (MTHS) representation, 2007
- [2] Pasto, D.J.; Johnson, C.R., Miller, M.J. Experiments and Techniques in Organic Chemistry, 1992, Englewood Cliffs, N.J.
- [3] Pavia, D.L. Introduction to Organic Laboratory Techniques: A Microscale Approach, 1st ed., 1990, Saunders College Pub.
- [4] CHIN-CHIAO SHU; Composition analysis of distillation of petroleum products, 2005