

四行程機車引擎潤滑與用油

盧高賢/煉製研究所

機車依引擎型式不同，分為二行程及四行程引擎，由於構造簡單、操作容易、價格便宜，所以在國內極為通行。若說安全帽是保障機車騎士安全的手段，那麼維持行車性能的機車用油，更是確保行車順暢無阻的關鍵了。事實上，本公司除了關心國人行車安全外，更重視機車的發展與用油之策略。

符合環保法規趨勢

二行程機車機油與汽油一起燃燒產生動力，但因其引擎進氣與排氣時間部分重疊，而有嚴重排氣汙染的問題；目前國內環保法規對汽機車排放 HC、NO_x 及 CO 均已嚴格設限，國內機車製造廠雖已設計將機車排氣脈波之負壓導入二次空氣，藉二次空氣閥吸入空氣以改進排氣品質，然而主要影響排氣品質之觸媒轉化器效率，卻仍普遍受制於高溫劣化與機油毒化之影響。前者可能會將觸媒溶融燒毀，後者則因機油內含之金屬添加劑易附著於觸媒表面，減少反應面積而降低活化效率。由於機車觸媒轉化器較汽車小，因此易導致排氣汙染問題。

降低機油金屬添加劑含量雖能減輕觸媒毒化程度，但其對機件抗磨損與抗氧化能力是否足夠，即為四行程機車機油配方之評估重點，例如添加劑類型對機件表面是否具足夠鍵結力、可否提供適當之抗磨損效能、可否與其他清淨、抗氧化性能保有較佳之交互作用等。

有鑑於環保法令及二行程機車設計結構性問題，勢將使目前二

行程機車引擎的設計達到瓶頸，使用四行程機車是解決機車排氣污染的另一途徑，因此車廠及潤滑油公司無不加緊開發四行程引擎與機油，以取代二行程車種及機油。四行程機車機油需求量逐年增加，市場前景不亞於汽車用油。

四行程引擎機車潤滑原理

四行程機車引擎工作循環原理與汽車引擎極為類似，仍是曲軸旋轉 720 度，引擎完成進氣、壓縮、燃燒及排氣等動作，以供車輛動力來源。不過，四行程機車引擎與汽車引擎最大差別是四行程機車引擎有兩種潤滑系統，即乾式（Dry Sump）及濕式（Wet Sump）潤滑系統。使用濕式潤滑系統，其潤滑油浸浴在曲軸箱，亦即機油是貯存在曲軸下部，因而稱為濕式潤滑系統；機油靠機油泵自曲軸箱輸送至引擎帶動機件，經清淨及冷卻機件後，循環至油底殼內反覆潤滑。有些行駛在特殊地形之登山車，會使用乾式潤滑系統。因為當機車爬行至一定角度時，若使用濕式潤滑系統，其油底殼內的機油傾斜，機油泵無法充分泵送機油，引擎潤滑恐有中斷之虞，使用乾式潤滑系統即可改善此一缺失。四行程乾式潤滑系統機車，多使用雙重機油泵，其作動有如兩個獨立的機油泵，一個是驅氣泵，另一個是壓力泵。當機油流回曲軸箱後，一個機油泵立即泵送機油送至機油箱，另一個機油泵則壓送機油以潤滑工作。

四行程引擎機油功能

二行程機車機油因在引擎內與混合油氣同時燃燒，無法回收再使用；而四行程機車機油透過機油泵連續循環及重複使用。四行程引擎機油主要潤滑功能如下：

- 1、自引擎除去高熱。在四行程引擎潤滑系統中，機油不斷循環，以利將引擎的高熱帶走。

- 2、吸收軸承及引擎機件的震動。機油形成的薄膜如在軸承頸及軸承間，可視為吸收震動的避震器，吸收燃燒或壓縮過程中的引擎震動。
- 3、在引擎活塞環與汽缸壁間形成密封薄膜，可達到油封效果。
- 4、有清潔的功用。機油循環的過程當中，可將雜物或碳渣帶至油底殼。

就上述四行程機車與一般汽車機油之差別而言，作動原理大致相似，均須充分提供引擎獨立之潤滑，所以都會重視機油的高溫抗氧化與抗磨損性能，有別於二行程機油需強調排煙性能之控制。但因四行程機車大多利用氣冷式來散熱，一般汽車則屬水冷方式，因此四行程機車引擎工作溫度會較高，所以機油較易有高溫氧化的問題；另因部分使用濕式離合器四行程機車機油，需同時扮演引擎潤滑與傳動換檔的角色，不似汽車由機油與自動變速器用油各司其職，因此使用濕式離合器四行程機車機油又比乾式離合器四行程機車機油，須具較高摩擦特性之用油設計，這些機油需具備高溫抗氧化能力與較高摩擦特性，均迫使機車騎士於 1,000~3,000 公里即需換油，而無法如汽車用油可使用 5,000~10,000 公里換油里程。

四行程引擎機油規範趨勢

目前美國石油學會（API）等並未針對四行程機車機油性能有所規範，世界各國現有的四行程機車機油參考規範來自日本車輛標準組織（JASO）學會，該學會針對 API 現有規格再將四行程機車機油區分成 JASO MA、MB 二大類規範。事實上，四行程機車與小客車汽油引擎確實有許多不同之處，譬如四行程機車機油之消耗約是汽車機油 3 倍，因此機油內的金屬含量若不加以限制，觸媒轉化器會因阻塞而影響其活性，情況會較汽車引擎機油嚴重。目前油公司會

針對四行程機車引擎溫度高，對機油抗氧化壽命要求較高及須能大幅降低油耗等性能，進行強化產品的特色。除此，根據市場用油現況，黏度為 SAE 30、15W/40 或 10W/40 的油品較適合台灣的天候，而在日本方面則以 10W/30 黏度之用油居多，且目前仍以 API SJ 性能等級為主流。

由於國內潤滑油市場一直處於競爭激烈的自由市場，客戶對機油品質的要求更為嚴格，因此本公司所開發完成的國光牌迅雷四行程機車專用油，其產品性能如何？是值得關心的問題。為求知己知彼、精益求精，因而選擇國內市售四行程機車機油與汽車機油，進行相關性能探討。

依圖1顯示之飽和度分析，知國光牌迅雷四行程機車機油的飽和度十分高，優於市售機車機油，與市售汽車機油品質相近；通常飽和度越高，表示其基礎油選用品質愈接近合成油品質。一般而言，合成基礎油性能會比礦油型基礎油好，尤其在低溫流動性及油耗控制方面。

圖1.四行程機油飽和度性能比較

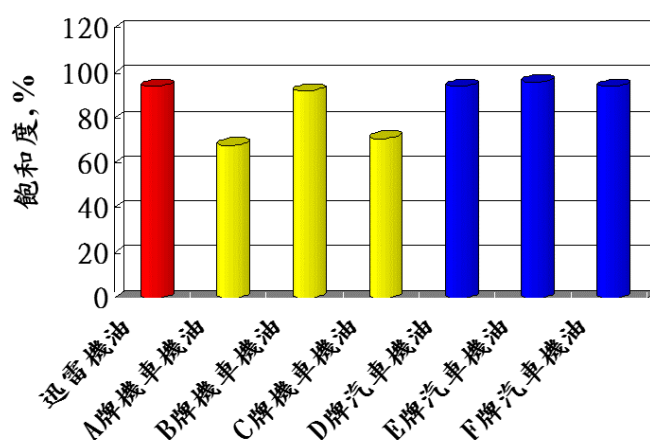
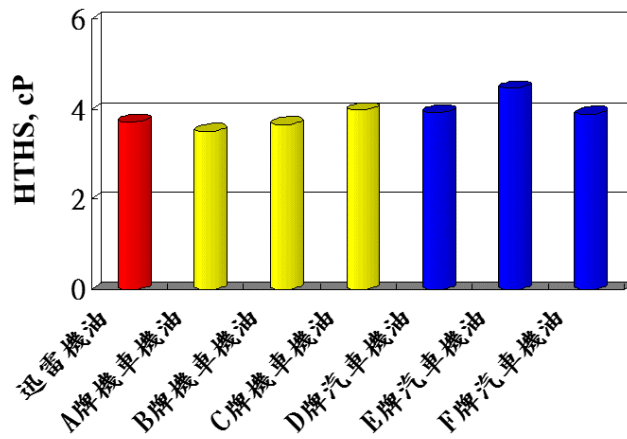


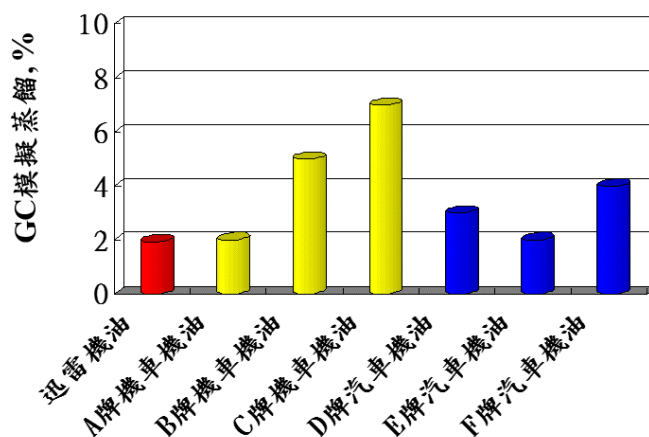
圖2則為機油高溫高剪切試驗結果，顯示國光牌迅雷四行程機車機油與其他市售機車機油及汽車機油品質相近，均有相當優異黏度穩定性。

圖2.四行程機油高溫高剪切性能比較



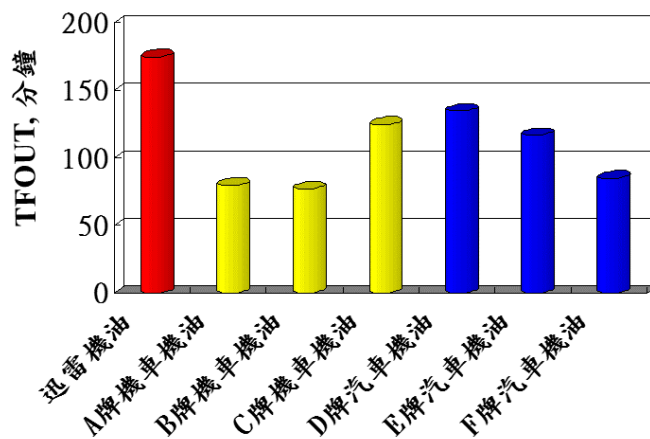
揮發度評估結果如圖3所示，由於國光牌迅雷四行程機車機油為全合成型，故於攝氏371度高溫之揮發損失較小，遠小於一般市售機車機油。揮發度大者，客戶會反映機油的油耗比較大，故再度驗證國光牌迅雷四行程機車機油具有較不易耗油的競爭優勢。

圖3.四行程機油高溫揮發性能比較



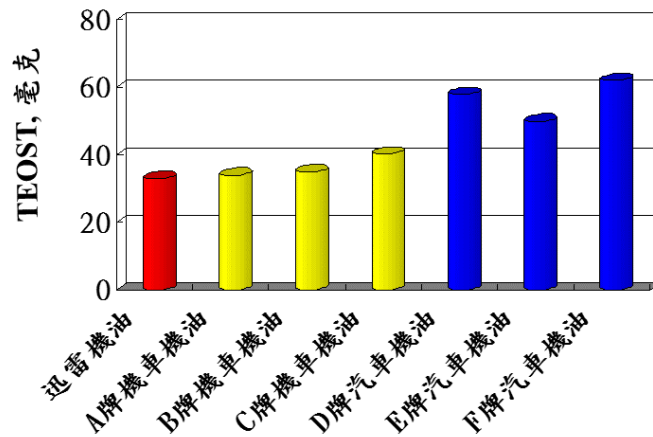
TFOUT (Thin-Film Oxygen Uptake Test) 氧化穩定性試驗目的在於評估機油抗氧化能力，較長的抗氧化時間，可代表較好的氧化穩定性，油質將較不易劣化。由於氧化為四行程引擎機車機油劣化主因，可能會縮短換油週期，故為配方設計時考慮之重點。由圖4所示，知國光牌迅雷四行程機車機油的抗氧化時間極長，顯示本產品之氧化穩定性，遠優於大多數市售品牌機車或汽車機油，具有相當好的競爭優勢，亦證明本公司產品係針對台灣城鄉路況所特別設計之本土化產品。

圖4.四行程機油抗氧化性能比較



TEOST (Thermal-Oxidation Engine Oil Simulation Test) 試驗為API SJ規格出現的模擬試驗，目的在於量測高溫積碳性能趨勢，以評估機油的清淨性優劣。TEOST值越小越好，表示機油清淨功能越佳，可以減緩油泥的生成，延長換油週期。由圖5所示，國光牌迅雷四行程機車機油與市售機車及汽車機油，均能符合API SJ等級之要求 (max.60mg)，且知國光牌迅雷四行程機車機油於清淨性表現極佳，TEOST值極小，預期可有效減少油泥積汙，具有相當優異之清淨能力。也再度驗證本公司為解決機油因國內路況所易產生油泥之問題，加強配方設計之重要特性。

圖5.四行程機油清淨性能比較



常見客服問題

一、舊油品質分析：

Q1：四行程機車機油溫度使用的極限及量測位置？

A1：一般機油 160°C 多已劣化，280°C 油膜失效，油溫多測自油底殼。

Q2：四行程機車機油若為礦物油使用的極限？

A2：礦物油於四行程機車正常使用極限約 500~800Km。

Q3：有關四行程機車機油黏度耐久劣化容許率？

A3：KV100 動力黏度超過新油±25%即該換油。

Q4：燃油稀釋的容許率及其可能產生問題問題？

A4：燃油稀釋於四行程機車不可超過 4%，會使機油黏度變稀及機件磨損。

Q5：有關四行程機車機油總鹼價劣化容許率及其可能延伸問題？

A5：總鹼價若低於新油 1/3 即該換油，因會增加油泥及機件磨損。

Q6：引擎內部的軸承油脂與機油混合到會有何問題？

A6：油脂與機油混合會使機油黏度增加，影響耐熱穩定性。

Q7：四行程機油不堪使用的基準？

A7：機油檢驗基準，KV100（新油±25%）、TBN（新油 Min.1/3）、

戊烷不溶物 (Max.1wt %) 、燃油稀釋 (Max.4wt %) 、 Fe (Max.100ppm) 、 Cu (Max.40ppm) 、 Al (Max.40ppm) 、 Si (Max.20ppm) 。

Q8：四行程機油更換里程及如何延長更換里程 (1,000→5,000km) ？

A8：四行程機油若使用全合成油並留意油量是否足夠，換油里程仍以不超過 3,000Km 為宜。

二、如何選擇機車機油：

Q1：有關四行程越野等泛用引擎常遇惡劣環境如砂地及海邊高鹽份地區，需考量潤滑問題？

A1：需留意空氣濾清器品質，並縮短換油週期。

Q2：極寒帶地區機油使用的選擇為何？

A2：可建議使用 SAE 0W / 40、5W / 40、10W / 30 機油。

Q3：台灣中油公司開發新產品的流程為何？

A3：本公司會針對車廠需求如等級、黏度及基礎油類別，應用現有原料調配供測試。

為了配合環保及市場趨勢，本公司煉研所早已完成超低煙度二行程機油之開發。此配方係應用環保配方技術開發而成之綠色產品，並取得多國發明專利，排煙品質遠優於日本車輛標準組織最高等級 JASO FD 級之規格標準。更具有優異引擎潤滑性、減少燃燒室積碳量及防止火星塞積污生成之特性。而為兼顧交通之便利性及維護使用者之權益，本公司除了已開發完成之超低煙度二行程引擎機油外，針對四行程機車之需求，亦推出國光牌勁風、迅雷四行程機車機油供客戶選用。由於產品配方採用最新配方與基礎油技術，並搭配高剪切穩定黏度指數增進劑，因此將可提供最佳抗氧化穩定性，確保引擎有效抗磨損。本系列產品通過四行程引擎實車 200 小時耐久及

高溫油耗測試，並經模擬賽車耐久試驗驗證性能極其優異穩定，預期將可以漸漸取代過去以汽車用機油作潤滑之角色，保護您的機車，延長使用壽命！