

柴油引擎機油—CK-4 及 FA-4 全新改版隆重登場

王四端/潤滑油事業部

前言

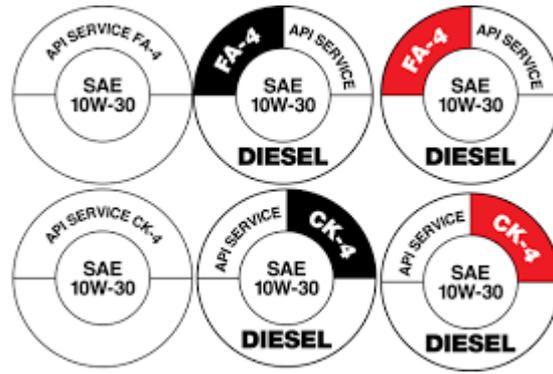
經過近 10 年的反覆研討、評估及試驗，API 終於在 2016 年 12 月起，同意開始核發 CK-4 & FA-4 產品性能規格認證。這兩個規格，有「柴油引擎機油」(HDDO)發展史的歷史里程碑之意義。首先：導入節能油品規格(FA-4)，以高溫高剪切(HTHS, High Temperature High Shear Rate)粘度，作為分類標準。其次，採用史上第一個以引擎試驗測試起泡性(Aeration)。這一切的一切，都是為了符合新環保法規---節能（提高燃油效益），與 GHG (Green House Gas)排放標準。首先來認識 API 認證標誌。

API 雙環標誌說明—外環

API 為制定全球汽/柴油車「引擎用機油」的通用規格標準的單位。「柴油車用引擎機油」(HDDO, Heavy Duty Diesel Oil)的規格代號為 CX-#。其中 C：表商業(Commercial)之意，X 是從 A 開始順序排起，如同我們熟悉的版次，如此我們可知，2.0 版=CB。依此類推，第 11 次修改後之規格，即稱之為 CK。至於最後的數字：4 代表四行程引擎，若是 2 則表二行程引擎。

雙環標誌說明—內環

內環：例如圖例中 SAE 10W-30，10W 是低溫時之粘度；30 則是高溫時之粘度之號數。號數愈高，油品愈粘；適用在較高溫或是較重負荷的操作條件。油品號數愈低，適用在較低環境或操作溫度、或較輕的負荷的操作環境。一般而言，柴油貨卡車/大客車大都採用粘度為 15W-40 之機油產品。



全新油品類別 FA-4

API FA-4 是一個全新的油品類別(Category)，這也是 API 首次按照 HTHS（高溫高剪切力）粘度，來區隔油品類別。FA-4 屬於低粘度等級規範($HTHS=2.9-3.2cP$)；反之， $HTHS>3.5cP$ 就屬於高粘度 CK 類別。為何相同性能等級，還要區隔出，兩種不一樣 HTHS 粘度等級？原來是美國 EPA 在過去 20 多年來，將注意力放在小客車上，相對於貨卡車，則明顯的寬鬆許多，甚至未列入管控項目。但在 2017 年新上路的新環保法規，依照車輛車型/出廠年分與車種，分別訂有不同的標準，平均而言，約較 2010 年標準提高約 20%。這使得所有車廠都繃緊神經，想盡一切辦法，從各方面努力，來降低 GHG 排放量，及提升燃油效益(Fuel Economy)。舉例而言，就單一部車而言，機油粘度的降低所造成燃油效益提升，假設是很少很少的 1%，則全美一年可節省多達 250 萬美元；二氧化碳排放量可減少 400 萬公噸；相當於減少 23,000 輛大貨車的排放量，這整體效益不可謂之不大。

滑油小兵立大功

你也許很驚訝：一個營業用的貨/卡車隊，燃料費用支出，竟可占車隊全部費用總支出的 30% 以上。而溫室效應氣體排放管制，與機動車輛節能標準，不斷提高。所以如果有可能的方法，可以降低能耗，車廠皆願意一試，尤其是低 HTHS 粘度新配方標準 FA-4。SHELL 公司在 2015 年，曾以下列 4 支油在 Detroit DD15 引擎上進行 800,000 英

哩的實車試驗：

- (1).[市售 CJ-4] 15W40 HTHS= 3.9cP
- (2).[市售 CJ-4] 10W30
- (3).[CK-4 HTHS] 10W30
- (4).[FA-4 HTHS] 10W30 HTHS=2.9cP

實驗之舊油粘度及金屬磨屑含量分析，與零件檢視，結果均顯示 4 支油品“彼此間無可辨識的差別”。從這可知低粘度的機油，只要配方調整妥善，極有可能也適用於重負荷引擎之潤滑。

兩種油品新規範的摘要說明

CK-4 要通過 9 項不同的引擎性能試驗。2016/12/01 起開始授權使用 API 之雙環 CK-4 認證標誌(如上圖)。意即，使用者可以開始採用，品質等級更好的 CK-4 機油。具有向後相容性，能取代 API CJ-4、CI-4 plus、CI-4、CH4 等。並可提供更優異的氧化穩定性、消泡性(aeration)，及抗磨損性等。涵蓋 XW-40 及 XW-30 (X = 0, 5, 10, 15)兩大粘度等級。HTHS (高溫高剪切粘度): 3.5cP min。硫、磷與硫酸鹽灰分(含)量，同 CJ-4 標準(硫<0.4%、磷<0.12%與硫酸鹽灰分<1.0%)。相容於各種排氣後處理設備。

FA-4 要通過 CK-4 相同的 9 項引擎性能測試。2016/12/01 起開始授權使用 API 之雙環 FA-4 認證標誌(如上圖)。意即，使用者可以開始採用，品質等級更好，且更能省油(燃料)的 FA-4 機油。「無」向後相容性：若有任何向後相容性的聲明，必須來自於車輛原製造廠(OEM)的認可推薦，才可採行。僅包含 XW-30 (X = 0, 5, 10)低粘度等級機油規格標準。HTHS： 2.9 ~ 3.2Cp。較 API CJ-4, CK-4 機油有更高的燃油效益(省油性)。硫、磷與硫酸鹽灰分(含)量，同 CJ-4 標準。

相容於各種排氣後處理設備。

HDDO 基礎油

CK-4 可視產品之粘度等級需要，可選用 Group I/ II/ III/ IV 等類別的基礎油。每一類別基礎油，均須搭配不同比例的 VII（粘度指數增進劑），及不同種類與劑量之添加劑，方可通過 CK-4 的嚴格規範要求。至於 FA-4 則需要品質比較穩定第二類以上的基礎油。

HDDO 添加劑系統

HDDO 是一個頗為複雜添加劑系統，下表為代表性範例：

- 無灰型分散劑：6% ~ 12%(抑制 Soot 生成，分散油泥避免積汗)
- VII：0% ~ 12%(緩和溫度對粘度之影響)
- 清淨劑：2% ~ 4%(中和油品劣化所產生的酸，減少油泥生成)
- 抗氧化劑：0.3% ~ 1.5%(終止鏈結反應，消除自由基，降低油品劣化速度…)
- 抗磨損添加劑：1% ~ 2%(降低磨損或摩擦)
- 其他：1% ~ 2%(視需要添加，如 AF，…)

結論

- API 於 2016/12/01 所推出新柴油引擎機油規格 CK-4 & FA-4，最大的改變是對機油的省油性（燃油效益）的要求，尤其是低粘度的 FA-4 機油。藉由配方調整的新技術，達成降低粘度，卻還能保持良好的抗磨損及氧化穩定性的能力。
- CK-4 與 FA-4 & CJ-4，彼此之間的規格要求之間關係：
 - [FA-4] = [CK-4] (通過 9 項之引擎性能試驗) + [HTHS 3.5>>(2.9 ~ 3.2)]
 - [CK-4] = 7 [CJ-4] (通過全部 7 項之引擎性能試驗) + 2 (通過

2 項新引擎性能試驗*)。

*兩項新試驗為 Volvo T13 引擎試驗；Caterpillar Aeration test。

- 對此兩種新產品，本事業部亦在積極蒐集資料，以便在市場需要時，及時推出新產品。