

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：研習)

## 「柴油清淨性能標準檢測技術」研習

服務機關：中國石油股份有限公司 煉製研究所

出國人員

職稱：機械工程師

姓名：曾振南

出國地區：德國

出國期間：民國 94 年 03 月 18 日至 03 月 27 日

中華民國九十四年六月

# 摘 要

我國柴油車市場主要由大客車、大貨車及小貨車構成，市場對於柴油品質主要關切重點在於馬力表現及潤滑性能，而自 93 年度開始開放柴油小客車進口，由於小型柴油引擎其噴油嘴噴孔細小，若受到積污部分堵塞，將會影響噴油霧化狀態，甚至使燃料無法噴出，嚴重影響引擎性能的表現，亦會使排氣性能變差。由於歐洲在柴油引擎技術發展相當早，柴油小客車普及率亦相當高，因此歐洲委員會自 1993 年即提出 F-23 之試驗方法草案，歷經多年的討論、試驗及評估修正，在 2001 年正式通過 CEC F-23-01 試驗方法，用來評估柴油及添加劑對噴油嘴之清淨性能，以相當短的試驗時間(10 小時)即可評估出試驗前後噴油嘴積污對噴孔的流率變化。2003 年 4 月法規編碼系統修訂，2004 年 3 月對 Section 2.3 細部修改。世界燃料憲章(World Wide Fuel Charter)亦將此試驗方法列為柴油清淨性能之標準方法，並建議柴油品質要求為完成試驗後空氣流量減少率不得高於 85%。

本次所參加的訓練課程除了瞭解測試法規的要求及詳細的測試步驟外，亦討論、並實地參觀引擎測試及評估，對於從事引擎試驗的研究人員能接觸到最新資訊並與經驗豐富的引擎試驗專家討論並交換心得，獲益良多。

# 參加「柴油清淨性能標準檢測技術」研習

## 目 錄

### 摘 要

一、前 言	4
二、行程簡述	4
三、訓練課程表	5
四、訓練紀實	6
五、結語	8
六、附 錄	
圖一 CEC F-23 引擎試驗流程圖	9
圖二 噴射器及舉針照片	10
圖三 測試引擎照片	10
柴油對引擎噴油嘴清淨性能評估訓練教材	11- 26

# 參加「柴油引擎噴油嘴清淨性能 評估試驗技術」研習

## 一、前言

我國柴油車市場主要由大客車、大貨車及小貨車構成，市場對於柴油品質主要關切重點在於馬力表現及潤滑性能，而自 93 年度開始開放柴油小客車進口，由於小型柴油引擎其噴油嘴噴孔細小，若受到積污部分堵塞，將會影響噴油霧化狀態，甚至使燃料無法噴出，嚴重影響引擎性能的表現，亦會使排氣性能變差。由於歐洲在柴油引擎技術發展相當早，柴油小客車普及率亦相當高，因此歐洲委員會自 1993 年即提出 F-23 之試驗方法草案，歷經多年的討論、試驗及評估修正，在 2001 年正式通過 CEC F-23-01 試驗方法，用來評估柴油及添加劑對噴油嘴之清淨性能，以相當短的試驗時間(10 小時)即可評估出試驗前後噴油嘴積污對噴孔的流率變化。2003 年 4 月法規編碼系統修訂，2004 年 3 月對 Section 2.3 細部修改。世界燃料憲章(World Wide Fuel Charter)亦將此試驗方法列為柴油清淨性能之標準方法，並建議柴油品質要求為完成試驗後空氣流量減少率不得高於 85%。

本次所參加的訓練課程除了瞭解測試法規的要求及詳細的測試步驟外，亦討論、並實地參觀引擎測試及評估，對於從事引擎試驗的研究人員能接觸到最新資訊並與經驗豐富的引擎試驗專家討論並交換心得，獲益良多。

## 二、行程簡述

本次出國期間自九十四年三月十八日至三月二十七日止共計十天。三月十八日自桃園中正國際機場搭機經香港轉機到三月十九日抵達德國法蘭克福機場，再搭計程車前往法蘭克福市近郊的達姆斯達特

(Darmstadt)。

三月二十一日至二十五日參加由 TECHNOGERMA SYSTEMS GmbH (TGS)主辦之「標準柴油引擎測試技術」訓練課程，研習柴油對引擎噴油嘴清淨性能測試方法，三月二十六日再由法蘭克福機場搭機經香港轉機，於三月二十七日返抵桃園中正機場。

### 三、訓練課程表

訓練時間及課程安排如下表所示，訓練地點共 2 處，包括位於 Darmstadt 之 TGS 公司及位於 Idstein 之 EKM 公司。

日期	課程內容	地點	講師
94.3.21 星期一	1.動力計原理介紹 2.F23 測試法規說明 3.標準引擎 XUD-9 介紹 4.實驗室周邊整合介紹	Darmstadt (TGS)	Mr. Reitz
94.3.22 星期二	1.F23 測試軟體操作訓練 2.標準引擎 RUN-IN Test 操作訓練	Darmstadt /Idstein (EKM)	Mr. Oehmichen
94.3.23 星期三	F23 Coking Test 操作訓練	Darmstadt /Idstein (EKM)	Mr. Oehmichen
94.3.24 星期四	1.F23 Coking Test 操作訓練 2.噴嘴壓力測試操作訓練 3.噴嘴阻塞測試操作訓練	Darmstadt /Idstein (EKM)	Mr. Oehmichen
94.3.25 星期五	1.F23 測試法規整合評估 2.討論及發問 3.課程結束	Darmstadt (TGS)	Mr. Reitz

## 四、研習紀實

### 1. 主辦訓練之公司簡介如下：

#### (1)TGS 公司

TGS 公司全名為 TECHNOGERMA SYSTEMS GmbH，位於德國法蘭克福南方之 Darmstadt 市郊，該公司於 1991 年建立，由 30 位具有專業能力技術人員組成，主要業務在配合車廠及零組件供應商發展汽油、柴油引擎測試設備及控制設備，較著名產品包括油門控制器、燃油控制系統、引擎控制軟體及 All-in-one 測試設備(只要提供電源及水源即可，不必再安裝)。

#### (2)EKM 公司

EK公司全名為ElringKlinger AG，總公司位於德國 Dettingen/Erms，1879年在Stuttgart成立，以製造引擎用墊片(gasket)起家，至今已有126年歷史。分公司橫跨歐、亞、非、美洲，業務範圍包括引擎汽缸墊片、sealing、engine cover、特殊零組件製造測試及引擎測試服務。本次訓練地點係在該公司位於德國法蘭克福北方之Idstein之ElringKlinger Motortechnik GmbH，此處共有15套引擎試驗室，各試驗室所測試物品皆屬於車廠及車輛零組件公司專屬產品，與試驗無關人員皆不得藉故靠近觀看，就連我們要上廁所也要由該部門經理陪同，保密程度相當嚴格。

### 2. 試驗方法簡介

本試驗方法英文全名為「Procedure for Diesel Engine Injector Nozzle Coking Test」，其編碼為 CEC F-23-A-01，F代表燃料方面之試驗方法，23表該試驗方法之編列順序，A代表該試驗方法已被認可(Approved)。

本法係用來鑑別燃油對於柴油引擎噴射器(injector)噴油嘴(nozzle)積污(coking)傾向。含碳之積污係由於燃油所產生，位置在噴射器本體、舉針(needle)及舉針座之間。

本試驗所使用之引擎為Peugeot Citroen Moteurs (PCM)在1997年專為PF-23試驗所生產之PSA XUD9A/L引擎，主要規格為四缸直列式、自然進氣、間接噴射、1.9 Liter 排氣量、裝有經流量檢查之噴射器之柴油引擎。汽缸第一缸位置為飛輪端。試驗不使用廢氣再循環系統(EGR)，且燃油溫度及進氣溫度亦需控制。

該引擎經10hr之循環運轉操作後，比較其噴射器在試驗前後空氣流經噴油嘴之流量變化，由空氣流量減少率來決定燃油對引擎噴油嘴積污之傾向。空氣流量是在為舉針舉升0.1、0.2及0.3 mm高度時量測，燃油清淨性能判別準則為四個噴射器在試驗前後，舉針在舉升0.1mm高度之空氣流量減少率之平均值。

試驗使用之噴射器為LUCAS LCR 67307，噴油嘴為LUCAS RDNO SDC 6850 (unflatted)。正式測試用噴射器之噴射壓力為 $115 \pm 5$  bar，而非正式測試(Slave)之噴射器之噴射壓力為 $135 \pm 5$  bar。所使用之噴射泵浦為Lucas CAV Roto 柴油噴射泵浦，為確保噴射泵浦在任何測試條件下之噴油正時皆固定，該泵浦需經下列程序之修改-將預製的Spacer置入噴射泵浦內部取代原位置之彈簧，另外在液壓活塞位置之蓋子上裝上一固定螺絲，以便調整噴射泵浦在轉速2000rpm(亦即引擎轉速為4000 rpm)時之最大流率為31.5 c.c./ 衝程。

進行測試時，各個特定位置之溫度、壓力、速度、流量、扭力、排氣煙度等參數皆必須依法規要求在特定位置安裝感測器並進行量測，以掌握試驗有無偏離控制條件。

而試驗最重要之量測參數為噴射器中噴油嘴流量，需使用特定

之量測設備，依特定之高、低流量噴油嘴先行校正設備，確保設備之準確性，再對測試之噴油嘴進行流量量測。

整個測試之流程參考圖一所示。測試相關細節參考附錄之訓練教材。

#### 四、結語

綜觀此次訓練內容相當精要，對於從事相關引擎測試之人員可以在很短時間內，瞭解法規的要求及掌握引擎試驗之關鍵步驟。另外，由參觀訓練單位的實驗室，也可以學習到國外對於實驗室的配置規劃概念，有助於實驗的操作及設備維護。茲摘錄較為重要之資訊如下：

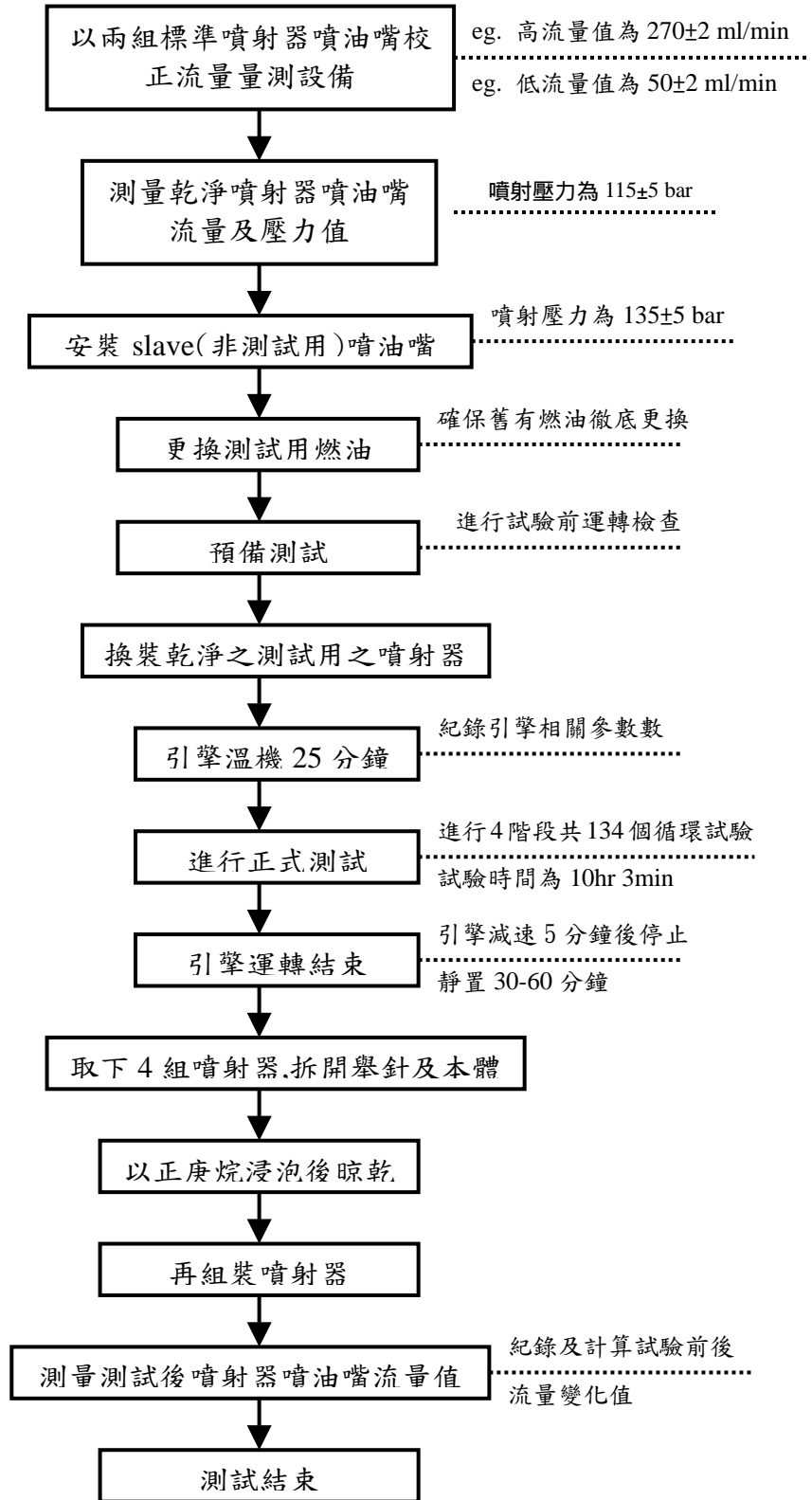
- 我國自民國 93 年開放柴油小客車進口，對於柴油品質要求除了潤滑性外，亦增加了清淨性能的需求。
- CEC F-23-01 為目前獲得歐盟及 WWFC(世界燃料憲章)認同用來評估柴油對引擎噴油嘴清淨性之試驗方法，引進相關的測試設備及方法有助於柴油清淨性能的評估，對於未來採購柴油清淨添加劑為有利的評估利器。
- 要獲得準確可靠的引擎試驗結果，除了法規要求及試驗步驟要相當清楚外，對於實驗設備的維護及實驗狀況之掌握亦相當重要。
- 引擎測試設備在安裝前，對於實驗室需要有良好的規劃，諸如牆壁除了提供隔音要求外，亦可作為部分設備或管線之調掛；實驗室地板除了要設計管溝作為控制線路之裝設外，亦要考慮若有油、水或其他液體有洩漏，如何清理乾淨；實驗室之操作安全性及防火性亦需考量。實驗後之評估設備及評估場所亦要一併考



量。

- 良好的實驗結果亦需有嚴謹的保密措施配合。

圖一 CEC F-23引擎試驗流程圖



圖二 噴射器及舉針照片



圖三 測試引擎照片



## 柴油對引擎噴油嘴清淨性能評估訓練教材

- 目的：鑑別不同燃油於燃油噴射器噴嘴的積碳傾向
- 積碳主要累積於噴射器內舉針、噴射器本體、及舉針座間。
- 積碳影響：引擎性能上之影響，包括黑煙排放、油耗等性能。
- 測試引擎之積碳設計量為80-85%

### 積碳程度主要鑑別方式

- 將一指定引擎於標準條件下測試 10 小時又 3 分鐘後，將該引擎之噴油嘴拆離，置於空氣流量量測之標準機台量測。
- 根據引擎測試前後，於標準條件下(一定之壓差下)，流經噴嘴之流量值之減少百分比，以鑑別引擎噴嘴之積碳程度。
- 空氣流經噴嘴之流量量取紀錄，需同時紀錄四個噴嘴，舉針高度分別於 0.10、0.20、0.30mm 之空氣流量
- 效能規範之管制點為舉針高度 0.10mm 之四個噴空氣流量的下降之平均值。

### 引擎上指定之噴嘴及噴射泵

- Injector: LUCAS LCR 67307
- Nozzle: LUCAS RDNO SDC 6850 (unflatted)
  - Flatted nozzle 不能使用，即 6850C
  - Injector 的噴射壓力需校準為  $115 \pm 5$  bar 的壓力
  - 非測試噴嘴 Slave Injector 之噴油壓力為  $135 \pm 5$  bar
- 配合之柴油噴射泵  
DPC R 84 43 B910A  
柴油泵需經測試台調整噴油壓力，油壓下降時間 100bar 至 75bar 需在 10 秒內，以確認組裝正常

### 引擎之燃油系統

- 需有回油管線將 Injector 及 pump 之回油導回油冷卻器或供油桶。
- 燃油溫度需以外部冷卻器控制燃油溫度
  - (如 Bowman FH21 或等效裝置)
- 燃油過濾器及加熱器需使用
- 燃油之供、回油壓力需要進行量測
- 燃油系統需配置有適當的清洗迴路供換油測試時使用。

### 引擎之電氣系統

- 測試引擎因為皮帶張力之目的，需配有發電機組。
- 燃油電力加熱器不得使用
- Glow Plug 需於引擎發動前，需通電(energised) 7-10 秒

### 引擎之冷卻系統

- 閉迴路之冷卻循環迴路壓力洩放裝置需設定於 0.8 – 1.0 bar。
- 引擎上之溫變自動啟閉裝置(Thermostat)需固定於全開位置。
- 冷卻水流向引擎加熱裝置之迴路需封住。
- 引擎與冷卻器間之流量調整閥必要時需安裝。
- 需安裝一組冷卻水之流量量測裝置。

### 引擎之冷卻劑

- 引擎所使用之冷卻水添加劑(Procor 3000)為 50/50 的混合比例，結凍點溫度為 $-37\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- 每六次測試需進行冷卻劑之結凍點檢查。
- 檢查方法：參考 ASTM D3321。
- 一般以折射儀檢查冷卻劑之凍結點。
- 建議儀器為：Ceti Digit -050。

### 引擎之廢氣排放系統

- 排氣系統需配備背壓調整裝置。
- 背壓調整閥需安裝於引擎排氣歧管後 1.5 到 4 米位置。
- 另有黑煙濃度之廢氣取樣管，安裝於背壓調整閥的下游位置。

### 引擎之機油溫度控制系統

- 需配備有機油冷卻器用以冷卻及控制機油溫度。

### 空氣過濾器

- 使用 Peugeot 空氣過濾器、連接管及元件。
- 引擎進氣負壓需控制於  $950 \pm 10 \text{ mbar}$ (2004 年修訂)。

### 引擎Blow-by

- 引擎換氣之閉迴路系統需保持於標準狀態下。
- Blow-by 的量測時，可暫時的連接，換氣至大氣中。

### 引擎燃油泵改裝

- 燃油泵之點火進角機構需經過適當修改為於所有測試時“固定”。
- 將噴射泵位置作記號後取下。
- 將預製的 Spacer 置入噴射泵內部，以固定點火進角機構。
- 將噴射泵安裝到引擎之原來位置。
- 確認噴射泵最大燃油輸送量為  $31.5 \pm 0.5 \text{ mm}^3 / \text{衝程} @ 4000 \text{ rpm}$

### 測試準備- Injector

- Injector nozzle 之現況確認：
  - 0.10mm 的舉針高度時之流量確認，  
流量範圍為 250-320 ml/min
  - 噴嘴之開口壓力為  $115 \pm 5 \text{ bar}$
  - 使用 Copper shield washers，厚度  $2.2 \pm 0.05 \text{ mm}$
  - Sealing washer 安裝時，半圓拱面朝上
  - 噴射器鎖緊扭力為 75Nt-m (非製造商標註之 90Nt-m)
  - 建議使用銅基的潤滑劑於螺牙，以降低頻繁拆裝之磨耗
  - 使用”top-hat”的治具來確認 nozzle 是否變形
- Injector 測試前須經適當之檢查及清潔
- Injector 安裝後(bed-in)須經過 10 小時才可以開始測試
- Injector 最多可進行 30 次測試
- 新 Nozzle 開始使用前，需量測其 0.10mm 舉針位置之空氣流通量三次，其通量落點於  $\pm 5 \text{ ml/min}$  內，將此空氣通量之平均值即為該 nozzle 的參考值
- 當測試後，nozzle 清潔完後，量測 0.10mm 舉針位置之空氣流通量需於參考值之  $\pm 10 \text{ ml/min}$  內

### 每次測試前之引擎準備

- 檢查機油位於油位之 3mm 範圍內，但不可超過油尺之最高刻畫
- 每六次測試後需更換機油及機油濾心
- 檢查高壓噴射器之連接管端內徑為 2.5mm，如果不足則鑽大至 2.5mm，並以空氣吹除鐵屑。
- 每 300 小時檢查汽門間隙(即 2-3 次測試)
  - 進氣側 (冷車):  $0.15 \pm 0.04 \text{mm}$
  - 排氣側 (冷車):  $0.30 \pm 0.04 \text{mm}$
- 檢查冷卻水混合劑濃度
  - 每 6 次測試檢查一次
  - 每 18 次測試換新
- 檢查正時皮帶張力，需符合製造商規範
  - 每 18 次測試檢查一次

### 更換燃油後沖洗運轉

- Glow plugs 通電 7-10 秒
  - 運轉 15 分鐘：
    - 5 分鐘，Idle speed，無負載
    - 10 分鐘，2000 RPM，負載：34 Nm
- 打開回油洩流閥，讓燃油洩流至少 10Liters
- 當冷卻水溫度達到設定點時，
    - 以全負荷，4000 rpm 測試 5 分鐘
    - 紀錄 blow-by、smoke、fuel delivery( $\text{mm}^3/\text{stroke}$ )



### 預備測試檢查

- 清洗運轉後，設定運轉條件為 3000rpm、50Nm，進行 10 分鐘測試至穩定狀態
- 運轉 15 分鐘，檢查下列各值：
  - 燃油入口壓力 -50 至 100 mbar / 出口壓力 -100 至 100 mbar
  - 冷卻水流率：85± 5 L/Min (90 ± 5)
  - 排氣背壓：50 ±10 mbar ，不超過原出廠值之 1.5 倍
  - 量測黑煙濃度值 (FSN)
  - 檢查 燃油消耗率 4.8 ± 0.3 kg/hr
  - 紀錄各溫度、壓力、流量等控制數值
- 恢復運轉條件 1000rpm、10Nm，5 分鐘後停機，並更換柴油濾芯

### 測試運轉- 引擎暖機

- Glow plugs 通電 7-10 秒
  - 引擎暖機運轉如下：
    - 5 分鐘，Idle speed、無負載
    - 10 分鐘，2000 rpm、負載 34Nm
    - 10 分鐘，3000 rpm、負載 50Nm
- 紀錄所有溫度、壓力及流量值

### 測試運轉

- 134次 / 總計運轉時間為10小時3分鐘

Stage	Time (secs)	Speed (rpm)	Torque (Nm)
1	30	1200 ± 30	10 ± 2
2	60	3000 ± 30	50 ± 2
3	60	1300 ± 30	35 ± 2
4	120	1850 ± 30	50 ± 2

- 各 stage 之 ramp time 依次為 15、30、30、30sec。
- 測試步驟完成後，需降低引擎速度至 Stage 1，運轉 5 分鐘後，引擎停機。

### 引擎運轉狀態之強制條件

狀態參數	數值	單位
冷卻水流量 (@ stage 2)	85 ± 5(2004 年修訂)	Liter/Mi
溫度		
冷卻水出口溫度	95 ± 2	°C
機油道溫度	100 ± 5	°C
進氣溫度	32 ± 2	°C
燃油溫度(油泵處)	31 ± 2	°C
排氣溫度	紀錄量測值	°C

- 測試步驟完成後，需降低引擎速度至 Stage 1，運轉 5 分鐘後，引擎停機。

### 引擎運轉狀態之強制條件-續

狀態參數	數值	單位
壓力		
燃油泵入口(@ stage 2)	-50 to 100	mbar
燃油泵出口(@ stage 2)	-100 to 100	mbar
排氣背壓 (@ stage 2)	50 ± 10	mbar
空氣進氣壓(2004年修訂)	950± 10	absolute mbar

- 量測值紀錄頻率：最少需每 5 個 cycle 之各 stage 紀錄一次。

### 測試結果評估

- 引擎需於測試結束後 30 到 60 分鐘內將 Injector 拆卸分解
- 待 nozzle 恢復至環境之常溫狀態，開始量測空氣通量。
- 空氣通量的量測結果，以每一個 nozzle 於不同舉針高度之空氣通量減損之百分比表示

### 測試報告內容

- 操作性資料
  - 測試起始資料 - 各 test cycle 中之各 stage 的平均操作資料
  - 結束之檢查資料
- 測試結果評估
  - 測試開始與結束時之個別 Injector 之空氣流量(l/min)
  - 四個 nozzle 量測舉針高度 0.1、0.2、0.3mm 之噴嘴流量減損百分比
  - 四個 nozzle 量測舉針高度 0.1mm 時之噴嘴流量減損百分比平均值
  - 噴射器噴嘴識別碼
  - 噴嘴空氣流量量測時之大氣溫度與大氣壓力

### 測試之有效性

- 如果測試條件一直偏離所規定的範圍，則該測試視為無效。
- 若於停機的前 2 小時內停機，則測試視為無效
- 任何其他超過規範的測試參數需加入適當的工程判斷

### Reference Fuels 參考燃料

- 產品識別：CEC RF-93-T-95
  - HALTERMANN GmbH 公司
  - Ferdinand Strasse 55-57, D-20095 Hamberg 1, Germany.
  - 10 分鐘，3000 rpm、負載 50Nm紀錄所有溫度、壓力及流量值
- 參考油料之油品批號與供應商編號需於測試報告中說明

### Reference Oil 參考機油

- 使用參考潤滑油 CEC-RL 223 (SAE 15W40 等級)。礦物油須符合 G4 與 PD2 規範。
- 供應商：
  - ETS, Mont-Saint-Aignan, France (30,60,205 Liters)
  - Fuchs Lubricants, Belper, Derbys UK(60 Liters)
  - Heinz Kruger, Oberhausen, Germany (60Liters)
- 參考油料之油品批號需於測試報告中說明

### 參考抗凍液 Anti-freeze Liquid

- 必須使用 50% 水與 50% 乙烯乙二醇(glycol.)作為抗凍之冷卻水
- 抗凍劑必須有適當的抗腐蝕程度
- 認可之冷卻劑可從 Peugeot 及 Citroen 的經銷網路取得

### 參考資料

- 一般有兩種參考油料作為校正測試用：
  - CEC RF-93-T-95 (標準柴油) 供嚴密的校正使用
  - CEC DF-90-01 (含添加劑柴油) 供建立參考測試流程與使用者信心
- 新引擎或新安裝測試：
  - 需同時用兩種校正燃油:0.1mm 舉針高度之平均噴嘴通量阻塞值為  $60\pm 10\%$  與  $90\pm 10\%$  (using RF-93-T-95)
- 噴射泵提前正時的調整能得到好的精確性，若參考油料的阻塞率超過範圍，則需調整噴射泵之提前正時

### 週期性校正測試(calibration testing)

- 最少每年進行一次基礎油料與添加劑油料之測試。
- 週期性校正測試為確保測試精度沒有偏移。
- 每 15 次測試，需執行 1 次添加劑油料之測試。
- 每 30 次測試，需執行 1 次 RF-93-T-95 參考油料之測試。
- 若測試超出控制參數，必須釐清原因並改正，必要時，調整噴射正時並重做測試
- 如果不穩定之測試情況產生，需更換其他燃油泵

### Reference Test Data Coordinator

- 所有實驗室需將 Reference Test Data 向 CEC-F-023 Reference Test Data Coordinator 報告
  - 到 2003/8 月為止，收集到的校正測試數據為
    - 摻有添加劑的校正燃料 DF90 :  $65\pm 5\%$
    - 基本校正燃料 RF-93-T-95 :  $90\pm 5\%$
- QR=0.4

### Precision Data of Round-Robin Test

Year	Fuel	Lube	No of Labs	No of Tests	Mean*	rSD	RSD	r	R
2000	RF 93-T-95 / 2	RL189	13	25	91.4	1.8	3.4	4.9	9.4
2000	RF 93-T-95 / 2 plus additive	RL189	14	26	51.7	4.7	16.5	13.3	46.2

- \*This is the average percentage airflow loss at 0.1mm needle-lift for all tests
- Overall Repeatability(r)=10.0    Overall Reproducibility(R)=33.4
- Discriminating Power(r)=18.4    Discriminating (R)=61.4
- DP/Delta(r)=0.5    DP/Delta(R)=1.5
- r= repeatability    R=Reproducibility    SD=Standard Deviation
- rSD= repeatability standard deviation    DP=Discriminating Power
- RSD=Reproducibility Standard Deviation    Delta=Highest-lowest Mean

### 清潔噴嘴之空氣流量量測

- 從噴射器總成拆下噴嘴與舉針
- 於 n-heptane 或 SBP3 溶劑中潤濕，並以空氣乾燥  
(晾乾 10 秒以上)
- 將噴嘴安裝於機台固定座上
- 確認舉針可安全地固定，且能以小增量 0.1mm 移動
- 輕緩地移動舉針直到達噴嘴座，移動舉針到最大舉起位置，並回到原來位置
- 打開真空泵並檢查其真空度達 800mbar 或更高
- 移動舉針位置離開噴嘴座，再輕緩地放回座上，如回座動作正確，指示之流量為零
- 設定高度千分錶之零點位置。
- 移動舉針高度至 0.10mm 位置。空氣流建立，量測其流量值，需落於 250 – 320 ml/min 範圍內
- 依序量測 0.10、0.20、0.30mm 之舉針高度的空氣流量
- 依序量取各缸 nozzle 之各舉針高度之空氣流量

### 積污噴嘴之空氣流量量測

- 從引擎拆除引擎噴嘴，放置冷卻至室溫。
- 從噴射器拆除噴嘴與舉針。
- 以 n-heptane(正己烷) 或 SBP3 潤濕並以空氣乾燥最少 20 分鐘。
- 重新組裝噴嘴與舉針，並小心不要破壞沉積物
- 依上頁所說明流程，量測各噴嘴之各舉針高度之噴嘴流量值。
- 所有量測工作需於潤濕乾燥後 3 小時內完成，或置於乾燥箱內，並於 24 小時內完成。



### 量測流率修正公式

$$\bullet \quad V_c = V_i \frac{P_i \times T_a}{P_a \times T_i} \sqrt{\frac{293}{T_a}}$$

$V_c$ : corrected volume flow (ml/min)

$V_i$ : indicated volume flow at reference conditions

$P_i$ : indicated pressure at reference conditions

$T_i$ : indicated temperature (K)

$P_a$ : ambient pressure (Bar)

$T_a$ : ambient temperature (K)

### 噴嘴再使用之清潔方法

- 拆下噴射器並分開放置，各組配對作好清楚標示以為再組裝使用
- 將清潔溶劑 Decon 90 與水調整至 50% 濃度，於透明容器放入足夠溶劑量，並將分離之舉針與噴嘴放入並能充分浸潤
- 將裝有噴嘴與舉針的容器置入超音波池內，其內需有 250-300ml 的水
- 開啟超音波清洗機至少 60 分鐘後關閉清洗機
- 取出舉針與噴嘴，以目視檢查，如有殘留，重複清洗步驟 4-6 次，殘留的污漬可用軟毛布清理，但不可以金屬棒清理

### 噴嘴再使用之清潔方法(續)

- 殘積物從噴嘴與舉針清除後，需置於水龍頭下沖洗 30 秒，並浸入 n-heptane 內 30 秒後移除。並確認兩種溶劑之安全儲存，必要時蓋上蓋子。
- 使用保護的手套，將噴嘴與舉針移至加熱爐，並確認加熱爐之設定溫度為 100°C。
- 戴上保護手套，並將噴嘴與舉針組置於架上，確認噴嘴組正確的安裝順序與足夠的空氣流量。

### Decon 90

- The leading surface active cleaning agent/ radioactive decontaminant, for laboratory, medical and specialised industrial applications.
- Supplied as a liquid concentrate, for dilution with water. For 'manual' cleaning, or for use in an ultrasonic cleaning bath.
- Biodegradable \*, phosphate-free, Bactericidal \*\*, non-flammable and totally rinsable
- Milky white, non-viscous liquid, having faint odour
- DECON 90 is alkaline. The concentrate having a pH in excess of pH 13
- Supplied in 1 litre, 5 litre and 20 litre high density polyethylene containers, with tamper-evident, screw-on caps

## 重要之變更及增訂紀錄

- 19-Nov-93 草案發行
- 01-Jan-97 for '97 round-robin
- 16-Jul-98 10Hr Cyclic Method
- 07-Jul-00 提出 0.05、0.4、0.5mm 等級距之舉針高度之空氣流量量測是不必要的
- 18-Apr-03 法規編碼系統修訂
- 11-Mar-04 Section 2.3 細部修改