

## 總結報告

# 使用生化柴油作為香港車輛燃料 之可行性研究

**Tender Ref: MV 00-153**

提交：  
環境保護署  
香港特別行政區政府

梁耀彰 博士  
**CEng, FIMechE, FInstE, FHKIOA, MHKIE**  
香港大學機械工程系副教授

二零零三年十二月

( 本報告之英文本與中文譯本文義如有歧異，概以英文本為準 )

## 摘要

基於生化柴油有潛在減少溫室氣體及空氣污染物之能力，再加上製造生化柴油同時可以促進國家農業發展及保障有充足的能源等之推動力，因此在過去十年其應用快速地增長並廣泛地應用。現今共有超過二十國家使用生化柴油而其每年消耗量約為二百萬公噸。由於社會大眾對在香港使用生化柴油之關注日益增加，環境保護署在二零零零年十一月委託了香港大學機械工程系進行一項有關使用生化柴油作為香港車輛燃料之可行性研究。這個測試的主要目標是找出在香港使用不同生化柴油混合比率對柴油車輛所造成之影響，測試項目包括空氣污染物特性、廢氣煙度及引擎動力之變化。測試結果將會被作為評估生化柴油在香港作為車輛燃料的可行性參考。

本測試計劃共分為兩個階段：第一階段測試包括初步檢定試驗（以確認測試的模式及其可重覆性），三輛不同型號柴油車的底盤式功率機檢測（跑步機測試）與及在青馬大橋隧道內進行的路面廢氣排放測試（特別是用作研究車輛在隧道內的氮氧化物排放特性）。第二階段包括七輛不同型號柴油車的跑步機測試與及道路性能測試。跑步機測試合共使用了三種不同品牌的生化柴油，其中一種是從芥花籽油提煉出來的，而另外兩種則是從廢棄煮食材料提煉出來的。第一階段的研究在二零零一年四月完成，而中期報告於二零零一年五月呈交環境保護署審閱。在最初的擬案中只要求進行跑步機測試，但在研究其間為求得到更多關於路面性能之資料，因此加入了一項為期兩個月的路面性能測試。此測試利用了兩輛柴油貨車去收集不同種類車輛對生化柴油的性能數據。另外，香港汽車商會在測試期間提出了生化柴油可能會影響車輛駕駛耐用度之意見。但由於車輛駕駛耐用度事宜並不包括在本測試計劃之範圍內，因此有關事宜將不會記述在本報告中並會作個別處理。

為有效監察研究的進度，本計劃成立了一個由不同政府部門（包括環境保護署、機電工程署、消防處、運輸署）、業界代表、汽車燃油供應商、生化柴油供應商、學術界的代表等組成的監察委員會。監察委員會同時設立了多個專責小組署理所有有關的技術問題。委員會的全部成員已經審閱及確認了此報告之所有結果。

合共有十輛柴油車及三種生化柴油完成了跑步機測試。所有生化柴油品牌都使用了三種不同的超低硫柴油/生化柴油混合比率：100%超低硫柴油，20%生化柴油及80%超低硫柴油（B20）及100%生化柴油（B100）。跑步機測試之結果顯示車輛在使用生化柴油時的引擎動力、廢氣煙度及空氣污染物排放並沒有一致之變化，而其變化之幅度也隨著不同車輛而表現出增加或減少，此現象在使用B20的時候尤其顯著。車輛在使用生化柴油時的表現視乎多種不同的因素，例如引擎設計、行駛狀況及使用年期等。以下列表顯示出測試車輛在不同量度範圍的百份比變化：

B20					B100				
發動機動力 (kW)					發動機動力(kW)				
<30	31 - 60	61 - 90	>90	總平均	<30	31 - 60	61 - 90	>90	總平均
-3%	0%	-1%	-2%	-1%	-5%	0%	-4%	-4%	-3%
廢氣煙度 (HSU)					廢氣煙度 (HSU)				
<15	16 - 30	31 - 45	>45	總平均	<15	16 - 30	31 - 45	>45	總平均
-22%	-15%	-16%	-11%	-16%	-60%	-59%	-63%	-50%	-58%
一氧化碳 (ppm)					一氧化碳(ppm)				
<100	101 - 200	201 - 300	>300	總平均	<100	101 - 200	201 - 300	>300	總平均
-4%	-11%	-19%	-15%	-14%	0%	-9%	-28%	-54%	-23%
碳氫化合物 (ppm)					碳氫化合物 (ppm)				
<10	11 - 20	21 - 30	>30	總平均	<10	11 - 20	21 - 30	>30	總平均
-75%	-4%	-12%	-14%	-14%	-57%	-36%	-22%	-45%	-40%
氮氧化物 (ppm)					氮氧化物 (ppm)				
<300	301 - 600	601 - 900	>900	總平均	<300	301 - 600	601 - 900	>900	總平均
+5%	-4%	-1%	0%	0%	+13%	+8%	+5%	+11%	+9%

（以上之百分比計算是依照不同生化柴油比率與超低硫柴油測試結果之比較）

根據以上列表顯示所有車輛測試的平均表現，可以得出若測試車輛使用 B20 時，發動機之最大動力沒有顯著的變化 (-1%) 但廢氣煙度有較顯著的減少 (-16%)，一氧化碳 (-14%) 及碳氫化合物 (-14%) 之變化則相近，氮氧化物則有輕微之變化。當使用 B100 時，雖然發動機最大動力的平均值有輕微的下降 (-3%)，但廢氣煙度則錄得大幅下降 (-58%)，一氧化碳 (-23%) 及碳氫化合物 (-40%) 之排放同樣得到不少的改善，而平均氮氧化物之濃度則增加了 (+9%)。

在跑步機測試中所使用的最大車輛負載約為發動機最大動力輸出的百分之五十，但此測試結果未能反映出車輛在高動力輸出時的排放表現。因此本測試計劃特別加入了路面廢氣排放測試去量度車輛在高負載及高動力輸出時的排放值並選擇了兩個地點進行測試。其中一個測試地點是青馬大橋隧道，選擇它是因為該路段比較平直而且全長約有兩公里。除了能夠測試車輛的發動機動力外，也能夠測試車輛在隧道內的廢氣排放特性。另一測試地點是香港中區之紅綿道，它則擁有陡峭的斜坡，車輛需要較大馬力行駛。從青馬大橋廢氣排放的測試結果顯示測試車輛只能使用低於 20% 之標定引擎馬力。另一方面，當同一車輛在紅綿道行駛時，能夠引發大約 60% 的標定引擎馬力。路面廢氣排放的測試結果顯示當車輛使用純生化柴油在隧道內及上斜路時。廢氣煙度平均減少了 40-46% (-2 至 -9 HSU)，然而氮氧化物在隧道內及一般路面之濃度增加了 4 至 12% (最大排放濃度變化為 40ppm)。

除了進行跑步機測試及路面廢氣排放測試外，為期兩個月的道路性能測試計劃也加以進行以收集長期使用生化柴油對柴油車輛性能之數據。從兩輛測試車輛的測試結果顯示，底盤式功率煙度測試顯示當車輛長期使用 100% 生化柴油，其發動機的最大動力值雖然稍為減少了 3% (-1 千瓦，其平均值為 50 千瓦)，但廢氣煙度卻有很大幅的改善了 66% (-12HSU，其平均值為 26HSU)。其動力及廢氣煙度數據與馬力機測試之結果接近。

除了以上的測試外，亦以問卷方式定期收集了駕駛者對車輛性能在使用生化柴油後的意見，大約 71% 的回應表示感到動力減少了，超過 85% 的回應表示煙氣的排放量及引擎噪音都減少了。而駕駛者對於燃料耗用量的反應不一，大約 24% 的回應感到燃料的耗用量稍為減少了，但 38% 的回應則感到用量稍為增加和 14% 回應感到大大增加了。

### **其他關注事項**

雖然生化柴油對保護環境有不錯的表現，但其應用仍未能完全消除對車輛性能及兼容性之疑問。

經由不同會議及測試所獲得的結果，總結了以下在准許使用生化柴油之前必需解決之項目：

- ❖ 運作中車輛之燃油管對生化柴油的兼容性及道路安全事宜
- ❖ 生產商對汽車保養規章及保險賠償之安排

# 目錄

	頁數
摘要	2
研究背景	7
1. 序言	7
2. 測試目標	8
3. 測試燃料	8
4. 測試車輛	9
5. 測試細節	9
5.1. 測試方法與程序	9
5.2. 測試項目	9
6. 測試儀器	10
7. 初步測試	10
7.1. 起動測試	10
7.2. 燃油更換	11
7.3. 日內差異測試	11
7.4. 隔日差異測試	11
8. 跑步機廢氣測試結果	11
8.1. 引擎動力	11
8.2. 廢氣煙度	12
8.3. 一氧化碳	12
8.4. 碳氫化合物	13
8.5. 氮氧化物	13
9. 路面排放測試	13
9.1. 青馬大橋隧道	13
9.2. 紅綿道	14
10. 路面性能測試結果	14
11. 資料分析	15
12. 因使用生化柴油而引致的事情及仍未解決之事宜	16
13. 總結	17
鳴謝	17
參考	18
列表	
圖表	

## 附錄

- 附錄 1 監察委員會成員名單
- 附錄 2 第一次監察委員會會議會議記錄  
第一次監察委員會會議 - 技術小組委員會會議會議記錄  
專利巴士技術小組委員會會議會議記錄  
第二次監察委員會會議會議記錄  
路面性能測試會議會議記錄  
第三次監察委員會會議會議記錄  
第四次監察委員會會議會議記錄  
第五次監察委員會會議會議記錄  
第六次監察委員會會議會議記錄

- 附錄 3 工作摘要
- 附錄 4a 香港環保署定立之生化柴油初部規格
- 附錄 4b 香港環保署定立之生化柴油初部規格-最新修定版本
- 附錄 5 所有參與本計劃之生化柴油測試報告
- 附錄 6 汽車排放分析儀測定樣本
- 附錄 7 詳細測試程序
- 附錄 8 路面性能測試問卷
- 附錄 9 馬力機廢氣測試 - t-test 細節
- 附錄 10 香港汽車商會的生產商調查結果

## 相片目錄

- 相片 1. 在跑步機進行車輛廢氣排放測試
- 相片 2. 在薄扶林消防局更換燃油
- 相片 3. SPX Dieseltune DX320 煙氣測量器
- 相片 4. AVL 490 引擎轉數測量器
- 相片 5. Richard Oliver Tocsin 310 一氧化碳及氮氧化物分析儀
- 相片 6. Beckman Industrial Model 400A 碳氫化合物分析儀
- 相片 7. 在青馬大橋隧道進行路面廢氣排放測試
- 相片 8. 在紅綿道進行路面廢氣排放測試
- 相片 9. 在薄扶林消防局補充燃油
- 相片 10. 跑步機車輛廢氣排放測試

## 列表目錄

- 列表 7.1. 起動測試結果
- 列表 8.1. 馬力機測試 - M1
- 列表 8.2. 馬力機測試 - M2
- 列表 8.3. 馬力機測試 - M3
- 列表 8.4. 馬力機測試 - M4
- 列表 8.5. 馬力機測試 - M5
- 列表 8.6. 馬力機測試 - M6
- 列表 8.7. 馬力機測試 - M7
- 列表 8.8. 馬力機測試 - M8
- 列表 8.9. 馬力機測試 - M9
- 列表 8.10. 馬力機測試 - M10
- 列表 811. 車輛馬力，排放煙度及廢氣污染物濃度 - 生化柴油與超低硫柴油
- 列表 9.1. 道路廢氣排放測試結果
- 列表 9.2. 道路廢氣排放測試 - 地點評估結果
- 列表 10.1. 路面性能測試結果
- 列表 10.2. 路面性能測試 - 問卷總覽
- 列表 11.1. 全部測試車輛的平均百分比轉變

## 圖表目錄

- 圖表 5.1. 車輛廢氣溫度及空氣污染物濃度的穩定狀態測試
- 圖表 8.1. 個別車輛路面最大動力及其百分比之差異
- 圖表 8.2(i). 個別車輛路面的煙度及其百分比之差異 - 空檔加速煙度測試

- 圖表 8.2(ii). 個別車輛路面的煙度及其百分比之差異 – 底盤式功率機煙度測試
- 圖表 8.3. 一氧化碳排放平均及其百分比之差異
- 圖表 8.4. 碳氫化合物排放平均及其百分比之差異
- 圖表 8.5. 氮氧化物排放平均及其百分比之差異
- 圖表 9.1. 紅綿道廢氣排放測試之平均及最高空氣污染物濃度比較 – 100%生化柴油與超低硫柴油
- 圖表 9.2. 紅綿道廢氣排放測試之空氣污染物百分比變化比較 – 100%生化柴油與超低硫柴油
- 圖表 11.1. 路面最大馬力及空氣污染物濃度 (有效) 差異百分比

## 研究背景

爲研究使用生化柴油對柴油車輛的發動機動力、廢氣煙度及空氣污染物排放在效能上所造成之改變，香港特別行政區轄下環境保護署委任了香港大學機械工程系梁耀彰博士進行一連串汽車使用不同種類生化柴油的測試。測試中共使用了三種不同的生化柴油，而每一種生化柴油又使用了三種 生化柴油/超低硫柴油 混合比率。本研究共分爲兩個階段，第一階段包括檢定測試、路面廢氣排放測試（青馬大橋隧道）與及三輛柴油車的跑步機測試。第二階段包括七輛柴油車的跑步機測試、路面廢氣排放測試（紅棉道）與及道路性能測試。有關本測試的詳細資料及第一階段的測試結果輯錄在中期研究報告書（Leung 2001）並於二零零一年五月呈交環境保護署。此報告總結了第一階段及第二階段的測試結果，並比較了使用生化柴油及超低硫柴油（香港現正使用並可在一般燃料加油站購買的合法汽車用柴油）對汽車排放表現的概覽。

## 1. 序言

生化柴油屬於單烷基酯，它可以從“交酯反應”的化學過程生產出來。生化柴油可以從菜油、天然脂肪或使用過的炸油提煉出來。而且，它是一種可更新的柴油替代物，在美國及歐洲，它是一種正在迅速興起的另類燃料。

生化柴油是由可再生原料包括植物油、天然脂肪及廢棄油脂製造而成的。由於在八十年代的科技躍進從而帶動農產物之收成快速增長，因此大部份生化柴油是依賴植物產品如芥花子及大豆所生產而成。但使用植物油製造生化柴油的成本比已包括稅項的石化柴油消售價還高，所以高成本是廣泛應用生化柴油的最大障礙。而使用由食品工場或餐館收集的廢棄油脂製造生化柴油，既能減少廢料填埋和污水處理之費用，又可以降低生化柴油的成本及增加其競爭力。

全球氣溫上升及引起溫室效應的氣體之增加令人類更加關注由汽車排放出的空氣污染物之問題。很多海外國家推廣使用再生燃料以減少引起溫室效應的氣體對環境之影響，過去的科研項目雖然發明了一些環保燃料，但大部份仍未能作大規模的應用及生產。而對二氧化碳表現中性（IEA 1998）及能再生製造的生化柴油卻在眾多另類燃料中已成功在燃油市場中出售。

由於社會大眾對環境保護之意識增加，過去十年在美國及歐洲等地推行了不同的生化柴油可行性測試，測試結果顯示生化柴油能減少空氣污染物及引起溫室效應的氣體之排放。而能源替代則是生化柴油能廣泛地應用及快速增長原因之一。歐盟最近建議使用生化燃油逐步地取代石化燃油在市場上的佔有率，由二零零五年的百分之二增加到二零一零年的百分之五點七五。現今超過二十個國家位於歐洲、北美洲及亞洲正使用生化柴油而其每年使用量約爲一百八十萬公升，根據估計在二零零三年底將會增加到二百八十萬公升（Korbitz 2000）。奧地利、法國、德國和捷克共和國政府都非常支持使用生化柴油，德國是最大的生化柴油生產了國並已建立了超過一千四百個加油站。奧地利及德國批准使用B100，美國可使用B20及一些歐盟國家包括法國英國、瑞士、挪威和冰島接納使用B5。

根據世界性的經驗及研究結果，相比起使用化石柴油，生化柴油能有效地減少柴油引擎所排出的未燃燒碳氫化合物、一氧化碳、煙氣及微粒。生化柴油幾乎不含硫，所以不會排放出有毒的二氧化硫。然而，氮氧化物卻會有相反的結果，從一些研究結果中，顯示氮氧化物的排放有所增加（Geyer et al. 1984, Chang et al. 1996）。但根據不同的引擎技術、測試方法（Wang et al. 2000）或燃油十六烷值數字（Graboski et al. 2000），卻顯示氮氧化物的排放或會有所減少。

爲研究使用生化柴油作爲香港車輛用燃料之可行性，環境保護署委託了香港大學機械工程系梁耀彰博士進行一項研究測試，最初的計劃是測試十輛不同類型的柴油車輛及多個不同品牌的生化柴油，而每一款生化柴油又會使用不同混合比率的 生化柴油/超低硫柴油。但由於在研究中期加入了多項補充測試（以下記述），因此一些項目需要擴展及整個測試期因此延長了。

爲確保測試能順利進行及監察研究的進度和質素本測試計劃成立了一個監察委員會。監察委員會內包括不同政府部門（如環境保護署、運輸署、機電工程署、消防處等）、相關汽車商會（如的士商會

聯盟、九龍重型貨車聯合商會、香港小巴聯會等)、燃油供應商、生化柴油供應商及學術界代表所組成。附錄 1 列出了所有監察委員會成員的名單。委員會主席一職是由環境保護署車輛廢氣排放小組之首席環境保護主任莫偉全先生擔任。監察委員會是在二零零零年十一月成立，之後共舉行了五次會議。為討論一些更技術性的項目，分別成立了一個專利巴士技術小組及路面性能測試技術小組。在二零零一年五月，香港汽車商會 (MTA) 作出了一些對於在香港使用生化柴油作汽車用燃料的風險評論，因此特別安排了兩次會議來討論有關之事宜。附錄 2 輯錄了所有監察委員會及其他有關的會議記錄。而整個研究的工作摘要亦已刊於附錄 3 之中。

## 2. 測試目標

這個測試的主要目的是希望找出在香港運行中車輛對使用不同生化柴油所造成之影響，測試目標包括空氣污染物排放、廢氣煙度及發動機動力在使用不同生化柴油混合比率時之變化。測試結果將會被作為評估生化柴油在香港作為汽車用燃料的可行性參考。

雖然在測試中使用了多種不同種類的生化柴油，但研究目的並非比較它們個別間的表現，所以它們的名稱在報告中會用代號 A，B 和 C 表示。

## 3. 測試燃料

最初的測試計劃共有四個生化柴油供應商 (Sunland Company, Dunwell Engineering Co. Ltd, HednesFord Limited and Bio-clear Energies Limited) 表示願意供應生化柴油作測試。為確保生化柴油有良好的品質及不會對測試車輛造成損壞，所有用作測試的生化柴油必須符合環境保護署所定下的生化柴油規格 (附錄 4)。首三間生化柴油供應商都能提供他們的生化柴油分析報告 (附錄 5) 並符合規格，但最後一間供應商 (Bio-clear Energies Limited) 却未能提供其生化柴油的分析報告。另一方面，HednesFord 的生化柴油未能趕及參加早期之測試並延遲至二零零一年八月才運送到達香港。總括來說，五輛測試車輛使用了三種生化柴油進行測試，而另外五輛測試車輛則只能使用兩種生化柴油作測試。其中 Sunland 的生化柴油是從芥花籽油提煉出來的，而另外 Dunwell 及 HednesFord 的則是分別從廢棄煮食油及廢棄煮食油脂提煉出來的。

超低硫柴油 (含硫量 < 0.005%) 是香港現時唯一可在燃料加油站提供的汽車用柴油。至現在為止超低硫柴油是市面上最好的汽車用柴油燃料，它能有效地減少車輛廢氣中的微粒排放量。在基準測試及混合燃料測試時都使用了超低硫柴油，此目的是希望使用香港最好的柴油燃料與生化柴油在性能及排放方面之比較。在第一次監察委員會會議中，各委員同意在測試結果中不會直接比較個別生化柴油在測試中之表現，因此全部生化柴油供應商的名稱只會以代號表示。

## 4. 測試車輛

在跑步機廢氣測試中，共測試了十輛 (M1 至 M10) 不同年份、品牌及發動機容積的車輛 (包括計程車，輕型貨車及中型貨車)。此外香港大學邀請了兩輛貨車參加路面性能測試。測試車輛的詳細資料如下：

編號	車輛登記號碼	車輛資料	車輛類型	車輛登記年份	所測試之生化柴油
<u>初步測試</u>					
P1	HT 11XX	福特 ECONOVAN	輕型貨車	1998	
P2	HE 24XX	五十鈴 FTR	中型貨車	1997	
P3	HC 49XX	日產 E24	輕型貨車	1997	
<u>路面排放測試</u>					
O1	HT 11XX	福特 ECONOVAN	輕型貨車	1998	
<u>跑步機廢氣測試</u>					
M1	CL 76XX	豐田 Crown	計程車	1991	A & B
M2*	GE 83XX	五十鈴 NPR	輕型貨車	1994	A & B
M3	FZ 43XX	日產 Diesel	重型貨車	1993	A & B
M4	JA 76XX	五十鈴 LT132	單層巴士	1999	A & B

M5	GD 78XX	日產 Civilian	公共小巴	1994	A & B
M6	HB 46XX	萬事得 E2200	小巴	1993	A, B & C
M7	HZ 74XX	三菱 Canter	輕型貨車	1998	A, B & C
M8	FD 99XX	五十鈴 FSR	中型貨車	1991	A, B & C
M9	ET 34XX	世冠 Scania 93M	重型貨車	1990	A, B & C
M10*	GU 61XX	五十鈴 NPR	中型貨車	1996	A, B & C
<u>路面性能測試</u>					
R1	GC 92XX	五十鈴 NPR	輕型貨車	1994	B
R2	KD 38XX	三菱 Canter	中型貨車	1997	A

\* 車輛已安裝了柴油催化器 (DOC)

## 5. 測試細節

### 5.1. 測試方法與程序

所有測試的車輛都要符合跑步機廢氣測試 “COP 1.04” 的排放要求；車輛使用超低硫柴油作為燃料時車輛的最大動力必須大於標定發動機馬力的 50 %；及在三個固定測試速度所排出的廢氣煙度均必須小於 50 HSU。在進行真正測試之前，每一輛車輛都會進行上述測試來檢定車輛是否合符要求。跑步機廢氣測試之程序如下：

- (i) 基準測試：車輛首先會以超低硫柴油作測試，測試項目包括車輛動力、廢氣煙度及空氣污染物濃度。有關詳細量度項目之資料請參考 5.2 節。
- (ii) B20 測試：開始測試 B20 (20%生化柴油及 80%超低硫柴油) 前，首先會把測試車輛油缸中的超低硫柴油抽出，換上 B20 並在路面行駛約 30 分鐘作測試前熱身。
- (iii) B100 測試：重覆程序 (ii) 並以生化柴油 B100 (100 % 生化柴油) 作為測試燃油。
- (iv) 當完成一個品牌之生化柴油測試後，車輛便轉回使用超低硫柴油並交回車主使用。
- (v) 一個星期後，車輛便再次被送到測試中心，以另一個品牌之生化柴油重覆測試程序 (i) 至 (iv)。
- (vi) 重覆以上 (i) 至 (v) 的測試程序直至完成所有生化柴油測試。
- (vii) 當完成所有生化柴油的測試後，車輛便轉回使用超低硫柴油並交回車主使用。
- (viii) 約一個星期後，再以超低硫柴油進行最後測試，用作比較車輛基準測試之結果。

### 5.2 測試項目

相片 1 顯示測試車輛正準備以跑步機進行廢氣測試。如以上所論，所有車輛會進行以下之測試：

- a. 空檔加速煙度測試 — 在沒有負載狀態下測試廢氣煙度
  - b. 底盤式功率機煙度測試 — 測試車輛於 100 %、90%、80% 的最大引擎動力時之排放煙度測試
  - c. 跑步機廢氣測試 — 在穩定的狀態下，車輛以 20 % 及 50 % 標定引擎馬力的負載狀態下進行測試 — 測試空氣污染物 (一氧化碳、碳氫化合物、氮氧化物) 之濃度、引擎動力及廢氣煙度。
- (附錄 7 記錄了詳細的測試程序)

測試 c 是在穩定車輪速度的狀態下量度廢氣的溫度及空氣污染物的濃度。當廢氣的溫度達致穩定後便開始測量空氣污染物的濃度。圖表 5.1 說明了如何決定車輛在穩定狀態下空氣污染物濃度的準則。

為避免因天氣狀態的差異而影響車輛測試之結果，每種生化柴油的測試都會在同一個工作天內完成。此外，為糾正濕度對氮氧化物測試結果的影響，測試地點的相對濕度 (RH) 被記錄用作計算出氮氧化物的濕度更正系數 ( $k_H$ ) (EEC Council Directive 1970)。每組測試都會進行兩次復驗 (合共收集三組數據而最後結果會以三組數據的平均值為準) 為確定測量的重複性及準確性。

所有跑步機測試都是在大昌行 (汽車服務中心) 有限公司位於鴨脷州的汽車測試中心內進行。相片 1

顯示其中一輛測試車輛正準備進行跑步機廢氣測試。更換燃油的地點被安排在薄扶林消防局內工作，而整個過程在消防局的當值官員監察下進行（相片 2）。每次更換燃油時候都會拿取一些燃油樣本作將來分析成份之用。

## 6. 測試儀器

在整個測試中，使用了以下的儀器：

儀器	生產商	型號	準確性
底盤式功率機 (跑步機)	Clayton Industries	ECCT500108	Air-cooled eddy current PAU ( 500hp@50mhp )
煙度測量器	SPX Dieseltune	DX230	± 1% FS ( Static )
一氧化碳及氮氧化物分析儀	Richard Oliver Ltd.	IGD Tocsin 310	± 1% FSD
碳氫化合物分析儀	Beckman Industrial	Model 400A	± 1% FSD

跑步機及煙氣測量器（相片 3 及 4）是由大昌行（汽車服務中心）有限公司提供，並由合資格的技術員/工程師定期作出調較。而其他分析儀的調較工作（相片 5 及 6）則是在測試日第一次測試前使用測定調較氣體進行。在整個測試期間中發現分析儀在隔日調較的差異並不明顯，附錄 6 列出測定紀錄的樣本以作參考。一名執行項目經理負責監察整個測試之運作並由兩位技術人員負責測試工作，他們對跑步機及廢氣排放測試都具有五年以上的經驗。

## 7. 初步測試

由於不可能在同一天內完成所有廢氣測試，因此每種生化柴油的測試均要分開多天來進行。但這樣便可能會造成日內或隔日的引擎表現差異，因此，在進行跑步機廢氣測試前，先進行了一連串的初步測試，以確認測試的程序及判斷差異的程度大小。測量氮氧化物時是需要特別注意的，因為有很多公開的結果都顯示氮氧化物的轉變只限於很少的百分比。因此，測試時氮氧化物的可重覆性是十分重要的。初步測試包括以下項目：

測試	測試車輛
起動測試	P。
更換燃油測試	P2
日內差異測試	超低硫柴油： P1 及 生化柴油： P3
隔日差異測試	超低硫柴油： P1 及 生化柴油： P3

測試結果已總結在列表 7.1

### 7.1 起動測試

這個測試的目的，是檢查第五節中的測試程序在真正測試時能否順利地完成，及找出在薄扶林消防局更換燃油時會遇到的困難。由於更換 B20 比 B100 困難，因此在這個起動測試中只須使用 B20 進行。

列表 7.1 列出了這個測試的結果，可見除了更換燃料時稍要改進外，基本上第五節中的測試程序是能夠順利進行的。但是廢氣排放測試結果於最大引擎動力時有不穩定的表現，這可能是因為車輪在高負載下運行一段時間後發生的打滑現象。有見及此，在第二次監察委員會會議時便決定在跑步機廢氣測試中只會測試 20 % 及 50 % 的標定引擎馬力。

另外，在完成生化柴油測試後車輛會轉回使用超低硫柴油。但測試結果顯示雖然油缸內的生化柴油已完全更換，但仍可觀察到車輛並未能即時回復到車輛在測試前的操作狀態，這可能是因為生化柴油所產生的清洗效果或有少部份生化柴油仍殘留在油路內所引致的。從其他研究中可見，生化柴油是一種有效的溶劑，它會潔淨在油缸引擎內的水垢及累積下來的碳粒子，膠質物及沉積物（Monyem and

Gerpen, 2001)。因此，車輛使用生化柴油後，車輛性能的特徵可能會因此改變。

## 7.2 燃油更換

這個測試之目的是研究更換燃料時會否對同一種燃油的測試結果產生變化，特別是氮氧化物的排放水平。這個測試是以一輛柴油車在兩個不同日子，以兩個速度及全油門的狀態下進行。測試結果顯示更換燃料所造成的氮氧化物差異少於 2 % (請參考列表 7.1)，發動機最大動力之變化為 1% 及空檔加速煙度之改變在-1%至+3%之間。

## 7.3 日內差異測試

這個測試的目的是研究在同一日內車輛排放的差異。在同一日進行兩個測試，第一個是在當天的早上，而另一次則在第一次完成測試後幾小時進行。這個測試使用了兩輛車輛，並分別使用超低硫柴油及生化柴油作測試。超低硫柴油及生化柴油的測試結果顯示雖然引擎已關掉了若干小時，日內的空氣污染物排放之差異仍然是很少的 (例如最大的氮氧化物差異是 1.9%，列表 7.1)。但是有些測試顯示較大的差異。例如，日產 E24 輕型客貨車於 50% 標定馬力時有跣胎的現象，因此對一氧化碳的濃度造成了很大的差異。從列表 7.1 可見，由於跣胎的原故，一氧化碳的濃度由 262ppm 升至 383ppm。因此，在測試期間內應該盡量縮短在高馬力時的測試時間，以防止跣胎的情況發生。

## 7.4 隔日差異測試

這個測試之目的是要檢証建議的測試系統及車輛的狀態會否在接連三天的測試日裡得出的不穩定結果。測試包括使用兩部車輛用作超低硫柴油及生化柴油的測試而結果顯示資料的可重覆性很高及隔日的差異是很少的 (例如最大的氮氧化物差異是 2.2%，見列表 7.1)。

從燃油更換、日內及隔日差異測試的結果顯示其可重覆性和整體上的差異都是滿意和在可以接受的範圍之內。但是，在低濃度及跣胎的情況下，可能會出現較大的差異。

# 8. 跑步機廢氣測試結果

合共十部車輛完成了跑步機測試而它們的測試結果可參考列表 8.1 至 8.10。於 7.1 節曾提及生化柴油的清洗效果可能令不同測試日的超低硫柴油基準測試結果未能重覆，所以如只使用同一日之超低硫柴油基準結果來分析不同日期的生化柴油表現，可能會影響整個測試的結果。因此在每一個工作天都會首先進行超低硫柴油基準測試，然後再用此結果與其餘的生化柴油測試結果作此較。

個別測試日之最大發動機馬力及空氣污染物變化值可於列表 8.11 中得到。而每種測試項目之詳細分析如下：

## 8.1 發動機動力

發動機動力對車輛的表現有非常重要的影響。香港的道路網由許多山路及斜坡組成，這因素對在香港的車輛尤其重要。再加上大部分柴油車輛都是載運貨物的，因此大幅度的動力下降是不會受運輸從業員所歡迎的。

圖表 8.1a 顯示出使用 B20 及 B100 時全部測試車輛之發動機動力輸出。結果 (列表 8.11) 顯示車輛在使用生化柴油後的最大發動機動力只有少許的轉變，最大的馬力改變 5 千瓦 (在 125 千瓦時所錄得之變化)。測試車輛之最大發動機動力數值由 27 千瓦至 186 千瓦。

所有測試車輛使用 B20 及 B100 後之最大引擎動力之百分比變化分別在圖表 8.1 b 及 c 中顯示。而其平均變化則列明於列表 8.1d 中。以 B20 來說，十輛車輛的最大的引擎動力的差異為 -6.7% 至 +3.0% (-8kW 至 +4kW)，平均差異為 -1.2%。而 B100 之變化與 B20 相似，但 B100 的平均最大動力下跌比 B20 稍大 [ 差異為 -6.9% 至 +5.3% (-7kW 至 +3kW)，平均差異為 -2.6% ]。總括來說，當車輛負載量較小時，這少許的跌幅是難以感覺到的。

## 8.2 廢氣煙度

在跑步機測試中共進行了三種煙氣測量法，它們是空檔加速煙度測試、底盤式功率煙度測試及定速煙度測試。空檔加速煙度測試是運輸署所採用的方法之一，能夠快速檢查車輛在路面的排煙狀況。雖然它很方便，但這個測試方法的可重覆性卻不高。底盤式功率煙度測試是環境保護署所採用的方法，用作檢查柴油車輛的煙度，它的可重覆性比空檔加速煙度測試較高及較可靠，而且它更能表達車輛的表現，因為車輛是以模擬的負載狀態下進行測試的，有效防止使用人工調較車輛以達到測試要求。定速煙度測試跟空檔加速煙度測試及底盤式率煙度測試不同，其測試方法並不引致在燃燒汽缸內發生很大幅度的轉變。因此定速煙度測試比空檔加速煙度測試及底盤式功率煙度測試排放的煙度較少，例如：車輛在穩定狀態下的測試，在 20% 標定引擎馬力下量度的一般都低於 10HSU。有見及此，只有空檔加速煙度測試及底盤式功率煙度測試的測試結果會作為比較之用。

### 空檔加速煙度測試

圖表 8.2 (i)a 顯示了個別車輛的空檔加速煙度測試之結果，它們分別列出了超低硫柴油，B20 及 B100 的煙度轉變。所有在空檔加速煙度測試量度之煙度在 7HSU 至 49HSU 之間，而以 B20 來說，其煙度比超低硫柴油有輕微的減少，其幅度由 0HSU 至 9HSU 不等 (請參照列表 8.11)。但其中的 M4 車輛 (一輛裝配歐盟二型引擎之旅遊車) 之煙度卻有明顯的增加 (+10HSU)。而且此表現同時出現於使用兩種生化柴油測試。但在 B100 之測試中，所有車輛之煙度均減少 3HSU 至 23HSU。

圖表 8.2(i)b 及 c 顯示了以上結果的百分比變化。以 B20 來說，煙度的百分比轉變為 -34.8% 至 +31.9% (-15HSU 至 +12HSU)，平均差異為 -11.4% (圖表 8.2 (i) d)。除 M2 (稍微增加) 及 M4 (大增 31.9% 或 +12HSU)，多數測試車輛的煙度都減少了。以 B100 來說，所有車輛之煙度都大大減少了，差異為 -1.3% 至 -73.4% (0HSU 至 -27HSU)，平均轉變為 -43.5%。

### 底盤式功率煙度測試

在圖表 8.2(ii)a 顯示了每部測試車輛使用 B20 及 B100 之底盤式功率煙度測試結果。所有測量之煙度結果介於 3HSU 至 49HSU 之間，而使用 B20 及 B100 時的煙度都有所減少，變化分別為 1HSU 至 9HSU 及 8HSU 至 29HSU。

圖表 8.2(ii)b 及 c 顯示了所有車輛的百分比改變的結果。以 B20 來說，煙度之百分比轉變為 -40% 至 +9.1% (-10HSU 至 +2HSU)，其平均差異為 -15.6% (圖表 8.2(ii)d)。全部測試車輛之平均煙度都有減少。以 B100 來說，所有車輛的煙度都大大減少了，差異為 -34.8% 至 -76.5% (-7HSU 至 -30HSU)，平均轉變為 -58.4%。

## 8.3 一氧化碳

圖表 8.3 a 及 b 顯示了個別車輛在固定車輛速度狀態下於 20% 及 50% 引擎標定馬力時所測得的一氧化碳濃度。在 20% 負載時所有燃油測試之一氧化碳濃度幅度為 2ppm 至 292ppm。而在 50% 時之濃度幅度為 10ppm 至 905ppm。從列表 8.11 可見，車輛於低負載及高負載時的差異是沒有關連性的。

圖表 8.3c 及 d 顯示出個別車輛在 20% 負載時 B20 及 B100 燃料之一氧化碳百分比改變。而圖表 8.3e 及 f 則代表 50% 負載時之變化。圖表 8.3 g 及 h 顯示所有測試車輛在 20% 及 50% 標定馬力時之整體一氧化碳百分比轉變。以 B20 來說，大部分測試車輛之一氧化碳百分比減少了，差異為 -60.0% 至 +65.4% (-216ppm 至 +137ppm)，平均差異為 -10.3%。以 B100 來說，一氧化碳之百分比差異為 -75.6% 至 +154.5% (-541ppm 至 +89ppm)，平均差異為 -16.5%。要注意的是兩部安裝了催化器的車輛 (M2 及 M10) 之一氧化碳百分比數值都有很大的差異。從列表 8.3a 及 b 可見這兩輛車輛之一氧化碳濃度值都是非常低的，而且比沒有安裝催化器的車輛有很大的差異。除此之外，測試結果顯示一氧化碳的排放對於油門腳踏行程是非常敏感的，亦是很難維持穩定的。這導致了測試結果有較大的誤差，尤其是那些較低濃度的車輛。然而，除了那兩輛安裝了催化器的車輛外，大部分結果都是可靠及可重覆的。

## 8.4 碳氢化合物

個別車輛在穩定狀態下的 20% 及 50% 標定馬力之碳氢化合物濃度變化分別在圖表 8.4 a 及 b 中顯示。在 20% 標定馬力及定速測試時，碳氢化合物之最少及最大值分別為 2ppm 至 37ppm，而於在 50% 標定馬力時則為 2ppm 及 71ppm。由列表 8.11 中可見，在使用 B20 時，碳氢化合物濃度的轉變是輕微的。然而由於個別車輛 (如 M2, M5 及 M10) 之碳氢化合物濃度極低，故相對來說它們可能出現較大之差異百分比。

圖表 8.4 c 及 d 分別顯示了車輛，於 20% 標定馬力時使用 B20 及 B100 所測得的碳氢化合物差異百分比結果。而圖表 8.4e 及 f 則表達了在 50% 標定馬力時之數據。圖表 8.4g 及 h 分別顯示了於 20% 及 50% 標定馬力之整體碳氢化合物百分比轉變。以 B20 來說，碳氢化合物的百分比差異為 -75.3% 至 +108.5% (-11ppm 至 +6ppm)，平均差異為 -6.6%。而以 B100 來說，碳氢化合物的百分比差異為 -81.2% 至 +83.0% (-32ppm 至 +6ppm)，平均差異為 -28.2%。以上曾提及大幅度的百分比改變是基於碳氢化合物的濃度比較低，部分安裝了柴油催化器之車輛尤見顯著。整體上在十輛測試車輛中，使用 B20 時，有六部車輛錄得碳氢化合物減少之結果，而 B100 時只有一部車輛錄得碳氢化合物增加。這顯示了當使用 B20 時，碳氢化合物並不是一面倒的減少，但使用 B100 時就得到較明顯的減少。

## 8.5 氮氧化物

個別車輛在穩定狀態下的氮氧化物濃度變化於圖表 8.5 a 及 b 中顯示。在 20% 標定馬力時氮氧化物之最少及最大值分別為 188ppm 及 1046ppm，而於 50% 馬力時則為 278ppm 及 1920ppm。在高標定馬力時，會產生較多的氮氧化物是由於較高的燃燒溫度所引致的。在列表 8.11 中顯示了相對於測量之濃度，氮氧化物的變化是輕微的。

圖表 8.5 c 及 d 顯示了個別車輛於 20% 標定馬力時使用 B20 及 B100 所測得的氮氧化物濃度之百分比差異，而圖表 8.5 e 及 f 則表達了在 50% 標定馬力時之數據，圖表 8.5 g 及 h 分別顯示了在 20% 及 50% 標定馬力時氮氧化物之整體百分比差異。以 B20 來說，氮氧化物之百分比差異為 -12.1% 至 +21.1% (-97ppm 至 +77ppm)，平均差異為 +0.6%，其中五輛測試車輛排放氮氧化物之濃度增加了，另外五輛則有所減少。以 B100 來說，氮氧化物的百分比差異為 -19.6% 至 +39.4% (-116ppm 至 +247ppm)，平均差異為 +7.8%。平均來說，氮氧化物之濃度在 B100 時增加之幅度比 B20 為高。測試結果顯示使用 B20 時，氮氧化物並沒有顯著的變化，但使用 B100 時，變化就明顯得多了。

## 9. 路面排放測試

在第二次監察委員會會議時，有委員提出 50% 的標定馬力可能並未能反映車輛於實際路面上的最大負載狀態。因此，便決定特別研究能否增加車輛動力至大於 50% 的標定馬力，來配合污染物排放的測試。

### 9.1 青馬大橋隧道

及後得到青馬大橋管理有限公司的准許後，在二零零一年四月九日至廿四日期間，在青馬大橋隧道進行了一連串測試。一輛於完全負載狀態 (已滿載了鋼鐵棒)，並於排氣喉安裝上廢氣測試管的輕型客貨車 ( 福特 Econovan 1998 )，於隧道內以穩定時速 30 公里及 50 公里作行駛 (相片 7)。車輛廢氣的煙度及空氣污染物的濃度全部經由手提電腦收集及儲存。測試共分三天進行，第一天測試超低硫柴油，第二天測試生化柴油，而第三天則再度測試超低硫柴油。

列表 9.2 顯示了測試的結果。結果顯示當使用生化柴油時，煙度大大減少了 (大約 -46%)，然而由於煙度的數值較低 (低於 5HSU)，可能會引致較大的誤差。而氮氧化物卻有比較大的增幅 (約 12%)。

由於測試儀器所限，所以並不可能計算出路面所相等的馬力。因此在測試期間，只能使用氮氧化物的排放值來估計路面行駛時的馬力。所注意到的是，路面測試的氮氧化物排放值，是少於以 20% 標定馬力在跑步機廢氣測試時的排放值。結果顯示雖然車輛是處於完全負載狀態下，如行駛直路，所需只是少於 20% 的標定引擎馬力便能操作。因此，可見行駛直路並不能引發足夠之高動力來作廢氣測試。然

而，這個測試可作為車輛於隧道內行駛情況之參考。

## 9.2 紅綿道

為研究超低硫柴油及生化柴油於高引擎動力下的排放特性，因此曾於不同的斜坡地點進行額外測試以找尋合適的地點進行高負載的測試。結果已總結在列表 9.1，並最後確認紅綿道為最好的路面測試地點。測試分別在二零零一年十一月廿九日及三十日期間進行測試使用了 A, B, C 三種生化柴油及超低硫柴油。車輛是於二波及穩定車速 35 公里狀態下行駛的，油門腳踏深度大約是車輛於全油門狀態下的四分之三。測試是在紅綿道之兩定點 (約六百公尺) 來回數次進行。當比較氮氧化物的濃度時，發現路面的負載值大約是 60% 的標定馬力。

圖表 9.1 顯示由超低硫柴油及測試之生化柴油所得出之平均及最高之煙度及空氣污染物濃度，而圖表 9.2 則表達其百分比差異。結果顯示測試車輛之煙度排放大幅減少，最高由 51% 至 61% 而平均則有 30% 至 51% (-5HSU 到 -25HSU)。這可與底盤式功率煙度測試 (-58%, -17HSU) 及空檔加速煙度測試 (-44% 或 -13HSU) 之結果吻合。而一氧化碳則最高下跌 52% 至 59% (174ppm 至 197ppm)，平均下跌 21% 至 32% (38ppm 至 59ppm)。當使用生化柴油時，氮氧化物則最高上升 6% 至 13% (21ppm 至 50ppm)，平均上升 2% 至 6% (6ppm 至 19ppm)。以上數據均與底盤式功率測試結果吻合。

## 10. 路面性能測試結果

兩輛車輛，包括一輛輕型貨車及一輛中型貨車，參與了這項路面性能測試。他們都各自使用不同品牌的 100% 生化柴油作測試。補充生化柴油是在當值消防員的監察下在薄扶林消防局進行的 (相片 9)。詳細測試資料如下：

車輛類型	使用的 生化柴油	測試期	開始時 里數 (公里)	結束時 里數 (公里)	大約耗用生化 柴油量燃料 (公升)
R1 輕型貨車	B	二零零一年八月十七日 至 二零零一年十一月五日	310327	318691	1735
		二零零一年九月廿四日			
		至 二零零一年十二月十八日	96391	101108	1107
R2 中型貨車	A				

詳細測試資料已列在附錄 7。每次測試前後，都會先進行超低硫柴油的底盤式功率煙度測試來研究車輛使用生化柴油作燃料前和使用生化柴油作燃料後的表現。而為研究燃料系統及車輛表現與生化柴油的相容性，車輛定期於每個月進行跑步機廢氣測試，這樣就能得到車輛使用生化柴油後的最大路面動力及煙度的資料 (相片 10)。

列表 10.1 分別顯示了輕型貨車 (R1) 及中型貨車 (R2) 的底盤式功率煙度測試結果。以 R1 來說，在整個測試期間所測得的引擎最大動力頗算穩定。當轉用 100% 生化柴油後，煙度明顯減少了 (-56%，由 24HSU 降至 11HSU)。當 R2 轉用 100% 生化柴油後，車輛的引擎最大動力稍為上升 (1% 或 1kW)，而煙度則大大減少了 (-81%，由 26HSU 降至 5HSU)。值得注意的是，當這輛車使用生化柴油的時間越長，煙度逐漸地減少，而且最後的超低硫柴油排放測試結果也比起初的數值為低。而另一輛車也有同樣之現象，這顯示生化柴油對車輛引擎作出清洗之效果，因此排出的廢氣較清潔。

除以上的定量測試外，亦以問卷方式定期收集了駕駛者對車輛使用生化柴油後的路面動力、煙度及燃料耗用量等等的意見，調查報告的樣式刊於附錄 8 中而問卷調查之結果則列在列表 10.2。結果顯示大約 71% 的回應感到動力稍為減少和超過 86% 的回應表示煙氣的排放量及引擎噪音都減少了。而駕駛者對於燃料耗用量的反應不一，大約 24% 的回應感到燃料的耗用量稍為減少了，但 38% 的回應則感到燃料的耗用量稍為增加及 14% 感到燃料的耗用量大幅增加，而調查並沒有收到其他負面的反映。

由於香港汽車商會表示使用生化柴油或會引致洩漏燃油的可能性，因此所有測試車輛回到測試中心進行跑步機測試之前都會先作檢查。然而在測試期間，並沒有發現車輛的燃料管有洩漏燃油或損壞的情況。

## 11. 資料分析及討論

在列表 8.11 中列出了全部測試車輛之最大引擎馬力，黑煙濃度及空氣污染物濃度之數據。這些測試是在 20% 及 50% 標定馬力，及從所有超低硫柴油及生化柴油測試計算出來的。從列表中可以清楚知道不同混合比率的生化柴油及超低硫柴油在汽車性能及排放之表現。另外，由於測試上之誤差，因此在統計上並不是所有的差異都是有意義的。為檢查哪些差異是有意義的，本分析使用了一個 95 % 信心度的 t-test。結果刊於附錄 9 之中。只有那些符合統計計算的結果才會抽出作分析。這表現了使用統計計算差異的結果是比較真實的。

圖表 11.1 a 至 f 顯示了全部測試車輛之最大引擎動力，空檔加速煙度測試之煙度，底盤式功率機煙度測試之煙度，一氧化碳，碳氫化合物和氮氧化物的有效平均百分比改變。以下列表顯示出測試車輛在不同量度範圍的百份比變化：

B20					B100				
發動機動力 (kW)					發動機動力(kW)				
<30	31 - 60	61 - 90	>90	總平均	<30	31 - 60	61 - 90	>90	總平均
-3%	0%	-1%	-2%	-1%	-5%	0%	-4%	-4%	-3%
廢氣煙度 (HSU)					廢氣煙度 (HSU)				
<15	16 - 30	31 - 45	>45	總平均	<15	16 - 30	31 - 45	>45	總平均
-22%	-15%	-16%	-11%	-16%	-60%	-59%	-63%	-50%	-58%
一氧化碳 (ppm)					一氧化碳(ppm)				
<100	101 - 200	201 - 300	>300	總平均	<100	101 - 200	201 - 300	>300	總平均
-4%	-11%	-19%	-15%	-14%	0%	-9%	-28%	-54%	-23%
碳氫化合物 (ppm)					碳氫化合物 (ppm)				
<10	11 - 20	21 - 30	>30	總平均	<10	11 - 20	21 - 30	>30	總平均
-75%	-4%	-12%	-14%	-14%	-57%	-36%	-22%	-45%	-40%
氮氧化物 (ppm)					氮氧化物 (ppm)				
<300	301 - 600	601 - 900	>900	總平均	<300	301 - 600	601 - 900	>900	總平均
+5%	-4%	-1%	0%	0%	+13%	+8%	+5%	+11%	+9%

(以上之百分比計算是依照不同生化柴油比率與超低硫柴油測試結果之比較)

根據以上列表顯示所有車輛測試的平均表現，可以得出若測試車輛使用 B20 時，發動機最大動力 (-1%) 沒有顯著的變化但廢氣煙度 (-16%) 有較顯著的減少，一氧化碳 (-14%) 及碳氫化合物 (-14%) 之變化則相近，而氮氧化物則有輕微之變化。當使用 B100 時，雖然發動機最大動力的平均值有輕微的下降 (-3%)，但廢氣煙度則錄得大幅下降 (-58%)，一氧化碳 (-23%) 及碳氫化合物 (-40%) 之排放同樣得到不少的改善，而平均氮氧化物之濃度則增加了 (+9%)。

從路面性能測試結果可得出一件很有趣的事情：比較第一次與最後一次生化柴油的測試結果，便會發現兩組數據的差異很小。這結果可以證明轉換燃油的工序能令燃油系統及發動機達至穩定狀態。而在測試結束前的超低硫柴油測試數據與最初的超低硫柴油基準測試則有輕微減少，這應可解作是由生化柴油的清洗功效所致。

由於跑步機廢氣測試包括了大量工序，所以是不可能在一個測試日內完成所有的測試工作。測試結果發現雖然大部分測試車輛的超低硫柴油基準測試結果在每個測試日都有所不同，但其變化幅度都是在可接受範圍之內。另外，路面性能測試之結果都顯示了生化柴油可能會產生清潔作用，這影響了車輛在短期內的表現。因此這是必需在每個測試日進行超低硫柴油基準測試以排除因上述效果而引致之變化。

## 12. 因使用生化柴油而引致的事情及仍未解決之事宜

在進行本測試計劃期間，環保署安排了兩次特別會議以收集運輸署、香港汽車商會及生化柴油供應商對本港車輛使用生化柴油之意見。在會議中討論到有關生化柴油對汽車耐用性所引發的潛在危險，所有出席人仕都表示對此問題之關注及在會上交換了汽車工業技術對應用生化柴油的最新資料。以下章節概述由不同部門及組織之意見及已確立的有關事情，從而帶出在香港汽車上實行使用生化柴油前應要考慮之事項。

### ★ 燃油喉管兼容性問題

在特別會議中生化柴油供應商指出生化柴油會侵蝕在燃料系統內的天然橡膠零件，但同時強調在新製造系統中已使用人造橡膠取代天然橡膠。因此相信此侵蝕問題應該不會出現在新製造車輛之上，而正在運行中的車輛（例如超過十年車齡）則需要更換所有不兼容的零件。

香港汽車商會在二零零二年五月曾發出生化柴油可能會影響車輛的道路性能之警告，雖然之後他們解釋其損害不會對車輛造成即時危險，但建議所有曾使用生化柴油的車輛必須定期檢驗。同時香港汽車商會並未能應要求提供更多有關生化柴油會影響那一種零件或物質性能的相關資料。

為尋求更多有關生化柴油對不同橡膠物質損耗速度及兼容性的結果，香港大學特別測試了四款在市面上購買到的橡膠燃油管。其中兩種包括五十鈴和歐霸是從代理商得到，而餘下兩種（Dayco 和 Gates）則是從本地汽車零件商店購買。測試由一組特別設計的儀器來模擬一般油喉的運作（完全沈浸及循環運行），而合測試燃油包括兩種生化柴油及三個不同生化柴油比率（超低硫柴油、B20 及 B100）。每款油喉樣本收集於指定時段（200, 600, 1200, 1800 和 2400 小時）並以直徑、拉力及壓爆力變化來評估生化柴油在不同時段的效果。

直徑變化測試結果顯示油喉對所有生化柴油都出現有規律的脹大，其中包括內徑減少及外徑增加。拉力及壓爆力測試同樣証實可容許拉力隨生化柴油比率及測試時間之增加而下降。B20 之結果與超低硫柴油相近，但 B100 却出現明顯脹大及大幅物質力量下降等問題。在循環運行測試中，發現大約三百小時運行後在 B100 的油喉管之上有細小油粒出現，之後油喉管表面變得黏貼。而在完全沈浸測試中，部份油喉管（特別是由五十鈴）在 B100 及大約一千二百小時的運行後出現溶解情況。從歐霸提供的油喉管是使用生化柴油兼容物料製造，因此在所有測試中都沒有出現任何脹大或洩漏問題。

整個測試結果顯示當使用高生化柴油比率時，應特別注意使用車輛對生化柴油的兼容性問題，尤其是已長時間使用的車輛更必須更換燃油系統內的零件。然而，測試之油喉管種類只有數種，因此未能完全反映市場上十多款同類產品之表現。雖然使用 B20 對零件的損害相對地少，然而其真實應用及不同種類物料之變化卻仍需要作更深入的研究。

### ★ 汽車售後品質保養

香港汽車商會再三強調並不會為使用生化柴油的車輛提供免費售後品質保養服務。雖然此決定對新購買車輛之影響較大，但同時卻影響大眾對使用生化柴油之信心。其中一個解決方法是由生化柴油供應商提供額外保証以增加使用者的信心。

發動機生產商的售後品質保養政策普遍未能配合海外多國政府的另類/環保燃油政策。生化柴油廣泛在美國及歐洲等地應用了多年並得到當地政府大力支持，而使用生化柴油同時能達到減少引起溫室效應的氣體、擴大能源之來源及增加農業生產的效果。雖然有不少生產商仍未接受生化柴油，但其數目卻日漸減少。有監察委員在會議中提出政府當局應立法規定所有新進口的車輛必須可以使用生化柴油，而此推動政策能鼓勵社會大眾使用生化燃料，並可表示出政府當局對保護環境的決心及承諾。

## 13. 總結

這個使用生化柴油作為香港車輛燃料的可行性研究順利地完成。在研究中，共有十輛不同類型、牌子、引擎容積及服務年期的車輛進行了底盤式功率機測試，測試項目包括車輛的空氣污染物濃度、最大動力及廢氣煙度。另外，也選用了兩輛車輛以生化柴油進行路面測試，來測試他們的路面耐用性。著手進行所有測試前，首先進行了一連串的初步測試，以確認可行之測試程序。

從跑步機廢氣測試結果顯示使用生化柴油對於車輛的引擎動力、廢氣煙度及空氣污染物排放是否增加或減少並沒有一定的答案，例如差不多全部車輛之煙度均大大減少了，但仍有一至兩個例子的車輛煙度是增加的，因此並沒有生化柴油表現的定性資料，車輛使用生化柴油時的表現，視乎個別因素如引擎設計及行駛狀況等等。

根據所有車輛測試的平均表現，可以得出若測試車輛使用 B20 時，發動機最大動力 (-1%) 沒有顯著的變化但廢氣煙度則有較顯著的減少 (-16%)，一氧化碳 (-14%) 及碳氫化合物 (-14%) 之變化則相近，而氮氧化物有輕微之變化。當使用 B100 時，雖然發動機最大動力的平均值有輕微的下降 (-3%)，但廢氣煙度則錄得大幅下降 (-58%)，一氧化碳 (-23%) 及碳氫化合物 (-40%) 之排放同樣得到不少之改善，而平均氮氧化物之濃度則增加了 (+9%)。另外，為研究得到更大的馬力來配合污染物測試的可行性，亦於青馬大橋隧道及中區之紅綿道進行了測試。在青馬大橋隧道的測試中，可見車輛處於完全負載狀態下以定速行駛，所輸出的動力只是約 20%的引擎標定馬力而已。然而，在紅綿道的測試中亦只能夠達到 60%的標定馬力。青馬大橋隧道的測試結果顯示，車輛的煙度大大減少了 (平均大約-46% 或-2HSU)，但氮氧化物卻增加了少許 (平均為+12%或+34ppm)。而紅綿道的測試結果與青馬大橋隧道的測試結果相似，結果顯示減少了超過 40% (-7HSU) 的煙度，而氮氧化物卻有輕微的轉變 (平均為+4% 或+12ppm)。

為得到更多有關柴油車輛使用生化柴油運作的資料，一共兩輛車輛，包括一輛輕型貨車及一輛中型貨車，進行了一項路面性能測試。整個測試期間，每輛車輛使用了一種生化柴油。從每個底盤式功率煙度測試結果中，顯示當轉用了 100%的生化柴油後，車輛的最大路面動力並沒有顯著的轉變，但煙度卻有很大的改進。在底盤式功率煙度測試中，兩輛測試車輛 R1 及 R2 的排放煙度分別減少了 56% (13HSU) 及 81% (21HSU)。除了以上的測試外，亦以問卷方式定期收集了駕駛者對車輛性能在使用生化柴油後的意見，大約 71%的回應表示感到動力減少了，超過 85%的回應表示煙氣的排放量及引擎噪音都減少了。而駕駛者對於燃料耗用量的反應不一，大約 24%的回應感到燃料的耗用量稍為減少，但 38%的回應則感到用量稍為增加和 14%回應感到大大增加。

以上結果顯示出運行中車輛若使用 B100 生化柴油時，氮氧化物的排放濃度只出現輕微的變化及燃料耗用量輕微增加，但卻大幅減低及改善了車輛的廢氣煙度及其他廢氣排放。可以見到的是，隨著使用生化柴油濃度下降，其減低車輛廢氣的功能隨而減低。當生化柴油濃度減低到 B20 時，測試結果仍顯示出車輛廢氣有一定程度上的減低。可是，要注意的是使用生化柴油仍有很多須要解決事宜，例如燃油管兼容，道路安全性及汽車生產商對車輛保養規章等問題。

## 鳴謝

在整個生化柴油研究中，下列的公司/組織給予了許多的支持，特此鳴謝：

- ❖ Dah Chong Hong (Motor Service Centre) Ltd.
- ❖ Dunwell Engineering Co. Ltd.
- ❖ HednesFord Limited
- ❖ HongKong & China Gas Co.Ltd.
- ❖ HongKong Electric Co. Ltd.
- ❖ Hong Kong Polytechnic University
- ❖ Sagawa Express (HK) Company Ltd.
- ❖ Skytruck Transportation Ltd.

- ❖ Sunland Company
- ❖ Tsing Ma Management Ltd.
- ❖ United Friendship Taxi Owners and Drivers Association Ltd.
- ❖ Uni-power Engineering Ltd.

## 參考

1. Chang D.Y.Z., Van Gerpen J.H., Lee, I., Johnson, L.A., Hammond, E.G., Marley, S.J., "Fuel properties and emissions of soybean oil esters as diesel fuel", *J. Amer. Oil Chemist's Soc.* 73, 1549-55, 1996.
2. EEC Council Directive 70/220/EEC Appendix 8: Calculation of the Emission of Pollutants, 1970.
3. EPA420-P-02-001, 2002, A comprehensive analysis of biodiesel impacts on exhaust emissions, Draft Technocal Report.
4. Geyer, M.S., Jacobus, M.J., Lestz, S.S., "Comparison of diesel engine performance and emissions from neat and tranesterified vegetable oils", *Tran. ASAE*, 27, 375-81, 1984.
5. Graboski, M.S., McCormick, R.L., Alleman, T.L. & Herring, A.M., "Effect of biodiesel composition on NO<sub>x</sub> and PM emissions from a DDC series 60 engine", Final Report to National Renewable Energy Laboratory, Colorado Institute for Fuels and Engine Research, Colorado School of Mines, 2000.
6. "Greenhouse gas balances of bioenergy systems", International Energy Agency IEA Task 25, [www.ieabioenergy.com/media/17\\_AR1998Task25colour.pdf](http://www.ieabioenergy.com/media/17_AR1998Task25colour.pdf), 1998.
7. Korbitz, W., "New trends in developing biodiesel world-wide", *Power Crops for the America, USA*, 2002.
8. Leung, D.Y.C., "Feasibility study of using biodiesel as motor fuel in Hong Kong" Interim Report submitted to the Environmental Protection Department, HKSAR, May 2001
9. MSED Report #96-01 "Evaluation of heavy duty engine exhaust emissions using biodiesels and an oxidation catalyst., report submitted to Environment Canada by Environmental Technology Centre, 1996.
10. Monyem, A. & Van Gerpen, J.H., "The effect of biodiesel oxidation on engine performance and emissions", *Biomass & Energy* 20, 317-325, 2001.
11. Wang, W.G., Lyons, D.W., Clark, N.N. Gautam, M. & Norton P.M., "Emissions from nine heavy trucks fuelled by diesel and biodiesel blend without engine modification", *Env. Sci. Tech.* 34, 933-939, 2000.

# 相片



相片 1. 在跑步機進行車輛廢氣排放測試



相片 2. 在薄扶林消防局更換燃油



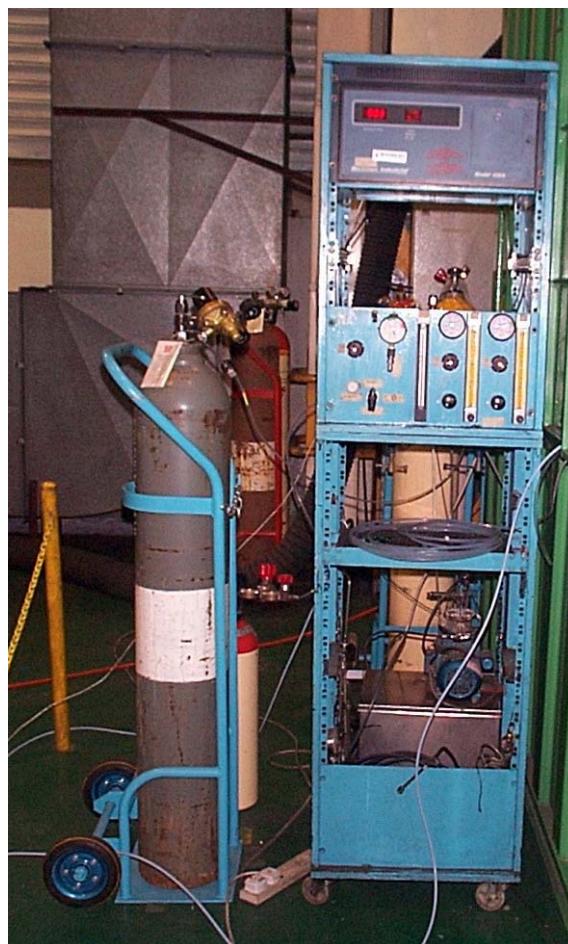
相片 3. SPX Dieseltune DX320 煙氣測量器



相片 4. AVL 490 引擎轉數測量器



相片 5. Richard Oliver Tocsin 310 一氧化碳及氮氧化物分析儀



相片 6. Beckman Industrial Model 400A 碳氢化合物分析儀



相片 7. 在青馬大橋隧道進行路面廢氣排放測試



相片 8. 在紅綿道進行路面廢氣排放測試



相片 9. 在薄扶林消防局補充燃油



相片 10. 跑步機車輛廢氣排放測試

# 列表

測試車輛	起動測試			燃油更換			日內差異測試				隔日差異測試									
	S1			S2			S1		S3		S1		S3							
測試日期	6-1-01			19-1-01 9-2-01			1-2-01 am		1-2-01 pm		20-3-01 am		20-3-01 pm							
測試燃料	超低硫 柴油	B20 生化柴油	超低硫 柴油	超低硫柴油 (更換前) (更換後) (更換前) (更換後)			超低硫柴油			B100 生化柴油			超低硫柴油		B100 生化柴油					
自由加速煙度測試																				
平均煙度 (HSU)	12	8	11	17	16	16				20	20				33	19	20	20		
百分比變化 *	+4.3%	-	-4.3%	+3.0%	-3.0%	0				0	0				-	-3.3%	+1.7%	+1.7%		
底盤式功率煙度測試																				
經修正的最大馬力 (千瓦)	34	31	33	101	102	104	105				33	30				29	32	33	32	
百分比變化 *	+1.5%	-	-1.5%	-0.5%	+0.5%	-0.5%	+0.5%				+4.8%	-4.8%				-	-1.0%	+2.1%	-1.0%	
最大煙度 (HSU)	9	4	9	7	4	5	2				3	5				19	8	3	5	
百分比變化 *	0	-	0	+27.3%	-27.3%	+42.9%	-42.9%				-25.0%	+25.0%				-	+50.0%	-43.8%	-6.2%	
定速測試																				
車輛速度 (公里)	全油門 @ 最大動力速度							50												
所測得最大動力 (千瓦)	32	30	31	102	102	105	104	10	20	10	20	11	28	11	28	10	10	10	11	
碳氫化合物濃度 (ppm)																				
百分比變化 *																				
一氧化碳濃度 (ppm)	166	137	141	73	68	66	60	132	108	131	107	166	383 #	166	262	131	132	132	174	
百分比變化 *	+8.1%	-	-8.1%	+3.5%	-3.5%	+4.8%	-4.8%	+0.4%	+0.5%	-0.4%	-0.5%	0	+18.8%	0	-18.8%	-0.5%	+0.2%	+0.2%	-	
氮氧化物濃度 (ppm)	475	431	436	544	539	581	573	293	494	297	496	409	786	408	766	299	302	293	381	
百分比變化 *	+4.4%	-	-4.4%	+0.5%	-0.5%	+0.7%	-0.7%	-0.7%	-0.4%	+0.7%	+0.4%	+0.1%	+1.3%	-0.1%	-1.3%	+0.3%	+1.3%	-1.7%	-	
相對濕度 (%)	62	62	62	49	52	63	63	64	64	68	68	71	71	74	71	64	68	64	70	
定速測試																				
車輛速度 (公里)	全油門 @ 45 公里			全油門 @ 35 公里			部份負載@ 50 公里													
經修正的最大馬力 (千瓦)	27	26	27	37	38	37	36	28	28	28	28									
碳氫化合物濃度 (ppm)															5	5	4	4		
百分比變化 *															-	+15.4%	-7.7%	-7.7%		
一氧化碳濃度 (ppm)	102	102	95	52	44	48	48	359	155	383 #	165									
百分比變化 *	+3.6%	-	-3.6%	+8.3%	-8.3%	0	0	-	-33.9%	+63.4%	-29.6%									
氮氧化物濃度 (ppm)	464	455	451	816	814	883	864	793	794	786	816									
百分比變化 *	+1.4%	-	-1.4%	+0.1%	-0.1%	+1.1%	-1.1%	-	-0.6%	-1.6%	+2.2%									
相對濕度 (%)	62	62	62	49	52	63	63	70	71	71	74									

\* 由平均數計算得的百分比變化

# 發生輪胎滑行

列表 7.1. 起動測試結果

<p style="text-align: center;">生化柴油試驗計劃 Feasibility study of using Biodiesel as Motor Fuel in Hong Kong 車輛廢氣測試結果 Test Result</p>							
車輛登記號碼 Vehicle Registration Mark:	CL76XX	車廠及型號 Make & Model:	豐田 Toyota Crown				
車輛製造年份 Vehicle Manufacture Year:	1991	車輛種類 Vehicle Type:	計程車 Taxi				
測試日期 Test Date:	14-Mar-01	14-Mar-01	14-Mar-01	7-Mar-01	7-Mar-01	7-Mar-01	4-Apr-01
測試燃油 Fuel	ULSD	B20-Bio A	B100-Bio A	ULSD	B20-Bio B	B100-Bio B	ULSD
空擋加速煙度測試 (踩三腳) Free Acceleration Smoke Test (HSU)							
平均煙度 Averaged smoke level (HSU)	33	26	17	42	32	18	37
底盤馬力煙度測試 (跑步機煙度測試) Lug Down Test:							
經修正量度所得的最大馬力 Corrected Measured Maximum Power (kW)	33	34	33	33	32	31	31
100% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 100 % maximum power speed (HSU)	18	14	6	26	17	7	20
90% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 90 % of maximum power speed (HSU)	15	17	6	20	21	7	17
80% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 80 % of maximum power speed (HSU)	30	22	8	34	24	8	28
固定車速測試 Steady State Speed Control Test:							
20% Load:							
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	5	1	0	7	6	1	7
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	19	24	17	25	19	14	15
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	199	176	126	229	169	119	208
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	561	572	620	537	544	658	603
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	311	276	260	266	261	252	259
相對濕度 Relative Humidity (%)	69	67	67	74	74	74	74
50% Load:							
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	9	3	1	16	10	4	19
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	15	20	14	13	12	11	10
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	205	172	139	248	212	195	447
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	868	862	864	847	848	885	855
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	522	451	432	456	446	438	472
相對濕度 Relative Humidity (%)	69	64	66	74	74	74	74

列表 8.1. 馬力機測試 - M1

<p style="text-align: center;">生化柴油試驗計劃 Feasibility study of using Biodiesel as Motor Fuel in Hong Kong 車輛廢氣測試結果 Test Result</p>							
車輛登記號碼 Vehicle Registration Mark:	GE 83XX	車廠及型號 Make & Model:	五十鈴 ISUZU NPR				
車輛製造年份 Vehicle Manufacture Year:	1994	車輛種類 Vehicle Type:	輕型貨車 LGV				
測試日期 Test Date:	26-Feb-01	26-Feb-01	26-Feb-01	12-Mar-01	12-Mar-01	12-Mar-01	4-Apr-01
測試燃油 Fuel	ULSD	B20-Bio A	B100-Bio A	ULSD	B20-Bio B	B100-Bio B	ULSD
空擋加速煙度測試 (踩三腳) Free Acceleration Smoke Test (HSU)							
平均煙度 Averaged smoke level (HSU)	24	24	19	22	23	13	31
底盤馬力煙度測試 (跑步機煙度測試) Lug Down Test:							
經修正量度所得的最大馬力 Corrected Measured Maximum Power (kW)	57	58	57	58	58	56	57
100% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 100% maximum power speed (HSU)	33	24	8	29	25	10	32
90% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 90 % of maximum power speed (HSU)	24	19	6	23	20	10	24
80% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 80 % of maximum power speed (HSU)	26	21	8	34	24	12	28
固定車速測試 Steady State Speed Control Test:							
20% Load:							
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	4	3	1	4	3	3	3
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	6	7	6	13	4	7	6
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	4	4	9	5	3	3	0
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	738	725	801	743	680	712	755
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	254	235	229	258	242	238	218
相對濕度 Relative Humidity (%)	61	66	71	64	55	51	74
50% Load:							
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	41	41	41	41	41	41	41
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	15	15	5	18	18	10	20
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	5	4	3	11	3	5	5
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	15	13	16	18	16	14	8
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	1470	1536	1605	1492	1416	1409	1516
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	378	380	376	409	393	386	361
相對濕度 Relative Humidity (%)	61	71	70	64	52	51	74

列表 8.2. 馬力機測試 - M2

<p style="text-align: center;">生化柴油試驗計劃 Feasibility study of using Biodiesel as Motor Fuel in Hong Kong 車輛廢氣測試結果 Test Result</p>							
車輛登記號碼 Vehicle Registration Mark:	FZ43XX		車廠及型號 Make & Model:	大實力 Nissan Diesel CKB520			
車輛製造年份 Vehicle Manufacture Year:	1993		車輛種類 Vehicle Type:	中型貨車 MGV			
測試日期 Test Date:	27-Feb-01	27-Feb-01	27-Feb-01	6-Mar-01	6-Mar-01	6-Mar-01	4-Apr-01
測試燃油 Fuel	ULSD	B20-Bio A	B100-Bio A	ULSD	B20-Bio B	B100-Bio B	ULSD
空擋加速煙度測試 (踩三腳) Free Acceleration Smoke Test (HSU)							
平均煙度 Averaged smoke level (HSU)	42	27	15	34	32	20	47
底盤馬力煙度測試 (跑步機煙度測試) Lug Down Test:							
經修正量度所得的最大馬力 Corrected Measured Maximum Power (kW)	178	182	176	186	181	181	180
100% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 100% maximum power speed (HSU)	43	38	16	47	38	18	49
90% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 90 % of maximum power speed (HSU)	46	34	15	44	35	19	44
80% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 80 % of maximum power speed (HSU)	46	34	16	44	38	20	49
固定車速測試 Steady State Speed Control Test:							
20% Load:							
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	45	45	45	45	45	45	45
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	0	0	0	4	1	2	1
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	24	26	30	18	23	18	11
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	165	187	254	208	150	159	191
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	1019	949	1036	993	973	967	1126
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	208	200	205	210	221	203	210
相對濕度 Relative Humidity (%)	69	62	63	63	64	64	74
50% Load:							
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	6	1	1	8	5	3	6
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	25	26	27	20	24	17	14
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	98	98	109	100	84	76	99
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	1605	1582	1639	1560	1561	1550	1639
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	351	341	351	358	352	334	337
相對濕度 Relative Humidity (%)	69	63	62	64	64	62	74

列表 8.3. 馬力機測試 - M3

<p style="text-align: center;">生化柴油試驗計劃 Feasibility study of using Biodiesel as Motor Fuel in Hong Kong 車輛廢氣測試結果 Test Result</p>							
車輛登記號碼 Vehicle Registration Mark:	JA76XX		車廠及型號 Make & Model:	五十鈴 Isuzu LT 132L			
車輛製造年份 Vehicle Manufacture Year:	1999		車輛種類 Vehicle Type:	單層巴士 Coach			
測試日期 Test Date:	26-May-01	26-May-01	26-May-01	14-Jul-01	14-Jul-01	14-Jul-01	21-Jul-01
測試燃油 Fuel	ULSD	B20-Bio A	B100-Bio A	ULSD	B20-Bio B	B100-Bio B	ULSD
空擋加速煙度測試 (踩三腳) Free Acceleration Smoke Test (HSU)							
平均煙度 Averaged smoke level (HSU)	38	46	19	37	49	26	45
底盤馬力煙度測試 (跑步機煙度測試) Lug Down Test:							
經修正量度所得的最大馬力 Corrected Measured Maximum Power (kW)	102	98	99	102	101	96	101
100% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 100% maximum power speed (HSU)	10	6	2	7	8	3	7
90% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 90 % of maximum power speed (HSU)	10	7	2	7	7	4	7
80% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 80 % of maximum power speed (HSU)	18	15	5	15	13	8	14
固定車速測試 Steady State Speed Control Test:							
20% Load:							
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	1	0	1	4	0	0	3
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	25	20	19	20	17	4	10
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	251	183	144	262	197	137	169
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	271	286	302	283	249	233	244
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	282	279	282	287	262	263	291
相對濕度 Relative Humidity (%)	69	65	65	77	77	77	71
50% Load:							
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	9	2	5	14	11	5	9
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	20	17	15	11	11	4	7
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	121	114	109	159	142	123	163
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	364	372	422	365	368	402	400
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	390	378	370	400	372	373	395
相對濕度 Relative Humidity (%)	69	65	65	77	77	77	71

列表 8.4. 馬力機測試 - M4

<p style="text-align: center;">生化柴油試驗計劃 Feasibility study of using Biodiesel as Motor Fuel in Hong Kong 車輛廢氣測試結果 Test Result</p>							
車輛登記號碼 Vehicle Registration Mark:	GD78XX		車廠及型號 Make & Model:	日產 Nissan Civilian			
車輛製造年份 Vehicle Manufacture Year:	1994		車輛種類 Vehicle Type:	公共小巴 PLB			
測試日期 Test Date:	20-Jul-01	20-Jul-01	20-Jul-01	5-Jul-01	5-Jul-01	5-Jul-01	2-Aug-01
測試燃油 Fuel	ULSD	B20-Bio A	B100-Bio A	ULSD	B20-Bio B	B100-Bio B	ULSD
空擋加速煙度測試 (踩三腳) Free Acceleration Smoke Test (HSU)							
平均煙度 Averaged smoke level (HSU)	15	12	15	18	13	12	18
底盤馬力煙度測試 (跑步機煙度測試) Lug Down Test:							
經修正量度所得的最大馬力 Corrected Measured Maximum Power (kW)	57	57	60	57	57	59	57
100% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 100% maximum power speed (HSU)	19	17	11	24	17	12	25
90% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 90 % of maximum power speed (HSU)	18	15	11	23	14	9	24
80% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 80 % of maximum power speed (HSU)	19	18	10	26	18	13	22
固定車速測試 Steady State Speed Control Test:							
20% Load:							
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	4	3	1	3	0	0	3
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	7	2	2	4	2	4	4
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	81	79	82	57	58	59	76
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	204	222	238	206	215	245	206
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	194	198	183	192	219	193	193
相對濕度 Relative Humidity (%)	73	69	71	58	63	63	71
50% Load:							
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	44	44	44	44	44	44	44
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	49	22	14	47	30	17	45
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	3	7	3	2	2	4	3
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	647	466	241	754	539	241	716
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	295	298	308	279	281	304	293
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	415	395	368	423	408	399	427
相對濕度 Relative Humidity (%)	73	71	69	58	63	63	71

列表 8.5. 馬力機測試 - M5

生化柴油試驗計劃 Feasibility study of using Biodiesel as Motor Fuel in Hong Kong 車輛廢氣測試結果 Test Result									
車輛登記號碼 Vehicle Registration Mark:	HB46XX			車廠及型號 Make & Model:	萬事得 Mazda E2200				
車輛製造年份 Vehicle Manufacture Year:	1993			車輛種類 Vehicle Type:	輕型貨車 Van				
測試日期 Test Date:	10-Oct-01	10-Oct-01	10-Oct-01	30-Oct-01	30-Oct-01	30-Oct-01	7-Nov-01	7-Nov-01	7-Nov-01
測試燃油 Fuel	ULSD	B20-Bio A	B100-Bio A	ULSD	B20-Bio B	B100-Bio B	ULSD	B20-Bio C	B100-Bio C
空擋加速煙度測試 (踩三腳) Free Acceleration Smoke Test (HSU)									
平均煙度 Averaged smoke level (HSU)	26	24	17	28	27	18	34	32	18
底盤馬力煙度測試 (跑步機煙度測試) Lug Down Test:									
經修正量度所得的最大馬力 Corrected Measured Maximum Power (kW)	29	29	28	29	28	27	30	28	29
100% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 100% maximum power speed (HSU)	46	44	30	49	47	29	42	43	26
90% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 90 % of maximum power speed (HSU)	43	42	26	45	46	26	40	40	38
80% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 80 % of maximum power speed (HSU)	38	38	24	41	39	22	37	38	22
固定車速測試 Steady State Speed Control Test:									
20% Load:									
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	5	6	3	7	6	4	6	5	2
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	15	14	11	15	16	13	14	14	14
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	228	233	197	215	212	190	223	206	180
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	188	228	263	202	208	233	213	218	234
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	203	193	193	149	160	187	190	173	169
相對濕度 Relative Humidity (%)	52	49	46	60	57	54	53	54	43
50% Load:									
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	22	22	22	22	22	22	22	22	22
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	31	31	17	32	30	20	33	28	15
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	62	68	44	71	65	49	65	56	34
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	768	905	760	757	745	674	783	723	492
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	527	566	520	576	537	474	596	614	557
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	299	296	305	212	242	300	280	230	258
相對濕度 Relative Humidity (%)	52	46	49	60	57	54	53	54	43

列表 8.6. 馬力機測試 - M6

生化柴油試驗計劃 Feasibility study of using Biodiesel as Motor Fuel in Hong Kong 車輛廢氣測試結果 Test Result									
車輛登記號碼 Vehicle Registration Mark:	HZ74XX			車廠及型號 Make & Model:				三菱 Mitsubishi Canter	
車輛製造年份 Vehicle Manufacture Year:	1998			車輛種類 Vehicle Type:				輕型貨車 LGV	
測試日期 Test Date:	6-Oct-01	6-Oct-01	6-Oct-01	20-Oct-01	20-Oct-01	20-Oct-01	27-Oct-01	27-Oct-01	27-Oct-01
測試燃油 Fuel	ULSD	B20-Bio A	B100-Bio A	ULSD	B20-Bio B	B100-Bio B	ULSD	B20-Bio C	B100-Bio C
空擋加速煙度測試 (踩三腳) Free Acceleration Smoke Test (HSU)									
平均煙度 Averaged smoke level (HSU)	19	16	8	20	18	9	18	15	8
底盤馬力煙度測試 (跑步機煙度測試) Lug Down Test:									
經修正量度所得的最大馬力 Corrected Measured Maximum Power (kW)	73	72	69	70	70	68	71	69	68
100% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 100% maximum power speed (HSU)	12	9	5	12	10	5	12	8	3
90% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 90 % of maximum power speed (HSU)	10	8	4	10	8	3	9	7	3
80% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 80 % of maximum power speed (HSU)	10	7	3	8	7	1	8	6	2
固定車速測試 Steady State Speed Control Test:									
20% Load:									
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	22	22	22	22	22	22	22	22	22
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	2	1	0	1	1	0	1	1	0
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	28	26	21	26	22	19	18	15	10
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	157	142	135	132	109	86	137	123	115
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	354	364	378	375	375	396	362	380	380
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	233	223	221	218	215	194	189	184	195
相對濕度 Relative Humidity (%)	62	55	58	49	52	54	66	72	67
50% Load:									
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	55	55	55	55	55	55	55	55	55
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	5	4	2	5	4	0	5	4	1
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	36	33	21	33	30	16	32	27	19
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	115	123	102	106	102	93	110	115	106
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	527	531	585	547	556	593	547	556	573
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	361	355	361	357	345	308	287	313	301
相對濕度 Relative Humidity (%)	62	58	55	49	52	54	66	72	67

列表 8.7. 馬力機測試 - M7

生化柴油試驗計劃 Feasibility study of using Biodiesel as Motor Fuel in Hong Kong 車輛廢氣測試結果 Test Result									
車輛登記號碼 Vehicle Registration Mark:	FD99X			車廠及型號 Make & Model:	五十鈴 Isuzu FSR				
車輛製造年份 Vehicle Manufacture Year:	1991			車輛種類 Vehicle Type:	中型貨車 MGV				
測試日期 Test Date:	19-Sep-01	19-Sep-01	19-Sep-01	3-Oct-01	3-Oct-01	3-Oct-01	17-Oct-01	17-Oct-01	17-Oct-01
測試燃油 Fuel	ULSD	B20-Bio A	B100-Bio A	ULSD	B20-Bio B	B100-Bio B	ULSD	B20-Bio C	B100-Bio C
空擋加速煙度測試 (踩三腳) Free Acceleration Smoke Test (HSU)									
平均煙度 Averaged smoke level (HSU)	44	43	35	49	47	41	47	44	39
底盤馬力煙度測試 (跑步機煙度測試) Lug Down Test:									
經修正量度所得的最大馬力 Corrected Measured Maximum Power (kW)	77	76	74	78	77	73	75	75	73
100% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 100% maximum power speed (HSU)	37	35	13	33	32	15	28	25	13
90% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 90 % of maximum power speed (HSU)	35	36	12	33	29	15	26	25	12
80% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 80 % of maximum power speed (HSU)	38	36	13	35	31	16	28	25	12
固定車速測試 Steady State Speed Control Test:									
20% Load:									
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	22	22	22	22	22	22	22	22	22
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	7	6	3	9	8	5	7	7	1
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	37	35	17	37	31	16	30	28	18
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	286	272	233	292	264	169	258	228	205
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	482	477	549	495	467	504	456	455	529
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	322	326	319	328	324	316	327	318	313
相對濕度 Relative Humidity (%)	64	61	63	60	62	62	51	51	52
50% Load:									
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	55	55	55	55	55	55	55	55	55
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	22	15	5	21	14	8	9	9	5
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	52	47	25	51	40	25	49	42	28
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	724	634	254	734	622	193	557	373	216
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	948	947	1137	940	959	1102	985	982	1102
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	489	497	482	477	484	469	475	478	472
相對濕度 Relative Humidity (%)	64	63	61	60	62	62	51	51	52

列表 8.8. 馬力機測試 - M8

生化柴油試驗計劃 Feasibility study of using Biodiesel as Motor Fuel in Hong Kong 車輛廢氣測試結果 Test Result									
車輛登記號碼 Vehicle Registration Mark:	ET34XX			車廠及型號 Make & Model:	世冠 SCANIA				
車輛製造年份 Vehicle Manufacture Year:	1990			車輛種類 Vehicle Type:	重型貨車 HGV				
測試日期 Test Date:	3-Dec-01	3-Dec-01	3-Dec-01	27-Nov-01	27-Nov-01	27-Nov-01	20-Nov-01	20-Nov-01	20-Nov-01
測試燃油 Fuel	ULSD	B20-Bio A	B100-Bio A	ULSD	B20-Bio B	B100-Bio B	ULSD	B20-Bio C	B100-Bio C
空擋加速煙度測試 (踩三腳) Free Acceleration Smoke Test (HSU)									
平均煙度 Averaged smoke level (HSU)	38	33	14	38	30	19	35	24	9
底盤馬力煙度測試 (跑步機煙度測試) Lug Down Test:									
經修正量度所得的最大馬力 Corrected Measured Maximum Power (kW)	125	122	119	127	125	125	123	115	116
100% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 100 % maximum power speed (HSU)	16	17	8	20	7	6	21	16	9
90% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 90 % of maximum power speed (HSU)	19	19	8	20	11	6	23	19	9
80% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 80 % of maximum power speed (HSU)	23	23	9	25	15	7	26	21	9
固定車速測試 Steady State Speed Control Test:									
20% Load:									
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	37	37	37	37	37	37	37	37	37
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	2	1	0	1	1	0	3	1	0
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	13	12	9	12	14	8	13	12	9
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	102	104	125	109	81	79	97	96	112
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	854	854	889	801	834	932	730	748	836
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	249	249	262	253	235	230	220	241	251
相對濕度 Relative Humidity (%)	70	67	67	50	47	50	31	30	36
50% Load:									
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5	92.5
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	5	3	1	3	2	0	5	2	1
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	17	18	11	18	19	16	19	18	14
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	221	196	201	188	166	160	189	176	172
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	1674	1751	1920	1724	1736	1810	1609	1626	1799
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	378	359	345	369	359	345	282	351	361
相對濕度 Relative Humidity (%)	62	65	62	50	47	50	31	30	36

列表 8.9. 馬力機測試 - M9

生化柴油試驗計劃 Feasibility study of using Biodiesel as Motor Fuel in Hong Kong 車輛廢氣測試結果 Test Result									
車輛登記號碼 Vehicle Registration Mark:	GU61XX			車廠及型號 Make & Model:	五十鈴 Isuzu NPR				
車輛製造年份 Vehicle Manufacture Year:	1996			車輛種類 Vehicle Type:	中型貨車 MGV				
測試日期 Test Date:	6-Dec-01	6-Dec-01	6-Dec-01	30-Nov-01	30-Nov-01	30-Nov-01	23-Nov-01	23-Nov-01	23-Nov-01
測試燃油 Fuel	ULSD	B20-Bio A	B100-Bio A	ULSD	B20-Bio B	B100-Bio B	ULSD	B20-Bio C	B100-Bio C
空擋加速煙度測試 (踩三腳) Free Acceleration Smoke Test (HSU)									
平均煙度 Averaged smoke level (HSU)	18	14	8	23	16	11	18	16	7
底盤馬力煙度測試 (跑步機煙度測試) Lug Down Test:									
經修正量度所得的最大馬力 Corrected Measured Maximum Power (kW)	53	53	54	54	54	54	54	55	53
100% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 100% maximum power speed (HSU)	24	22	10	22	23	14	23	20	8
90% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 90 % of maximum power speed (HSU)	24	22	9	21	24	14	23	19	7
80% 最大馬力速度時所量度所得的煙度 Smoke level at 80 % of maximum power speed (HSU)	22	19	10	19	21	14	20	18	7
固定車速測試 Steady State Speed Control Test:									
20% Load:									
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	9	7	1	8	9	4	8	6	2
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	6	5	2	13	9	8	7	7	4
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	2	2	4	15	6	4	6	7	7
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	322	330	365	337	310	317	344	333	373
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	270	262	264	257	254	252	278	258	259
相對濕度 Relative Humidity (%)	64	64	55	71	71	71	49	50	52
50% Load:									
車輛速度 Vehicle Speed (kph)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
固定車速度時所量度所得的馬力 Road Power (kW)	41	41	41	41	41	41	41	41	41
固定車速度時所量度得的煙度 Smoke level at steady state speed (HSU)	15	12	5	18	17	8	18	14	5
固定車速度時所量度得的碳氫化合物濃度 HC concentration at steady state speed (ppm)	7	6	4	11	12	10	7	8	6
固定車速度時所量度得的一氧化碳濃度 CO concentration at steady state speed (ppm)	14	10	11	35	22	12	17	29	14
固定車速度時所得的修正後氮氧化物濃度 Corrected NOx concentration at steady state speed (ppm)	540	544	599	524	504	539	541	533	597
固定車速度時所量度得的排放氣溫度 Exhaust Gas Temperature at steady state speed (°C)	403	378	386	364	351	323	349	369	367
相對濕度 Relative Humidity (%)	64	55	64	71	71	71	49	50	52

列表 8.10. 馬力機測試 - M10

車輛編號	所測得最大動力轉變 (千瓦)		煙氣水平轉變 - 空檔加速煙度測試 (HSU)		煙氣水平轉變 - 底盤式功率機測試 (HSU)							
	B20	B100	B20	B100	B20	B100						
M1	0	-1	-9	-20	-9	-24						
M2	1	-1	0	-7	-9	-24						
M3	-1	-4	-8	-20	-9	-29						
M4	-3	-5	10	-15	-3	-10						
M5	0	3	-4	-3	-5	-11						
M6	-1	-1	-2	-12	-1	-17						
M7	-1	-3	-3	-11	-3	-8						
M8	-1	-3	-2	-8	-3	-20						
M9	-4	-5	-8	-23	-5	-16						
M10	0	0	-4	-11	-1	-12						
	20% 標定馬力			50% 標定馬力								
車輛編號	一氧化碳濃度轉變 (ppm)		碳氫化合物濃度轉變 (ppm)		氮氧化物濃度轉變 (ppm)		一氧化碳濃度轉變 (ppm)		碳氫化合物濃度轉變 (ppm)		氮氧化物濃度轉變 (ppm)	
	B20	B100	B20	B100	B20	B100	B20	B100	B20	B100	B20	B100
M1	-42	-92	0	-6	9	90	-34	-60	2	-1	-3	17
M2	-1	2	-4	-3	-38	16	-2	-2	-4	-4	-16	16
M3	-18	20	3	3	-45	-5	-8	-6	3	-1	-12	11
M4	-67	-116	-4	-11	-9	-9	-12	-24	-2	-6	6	48
M5	0	2	-4	-2	13	36	-198	-460	2	1	3	19
M6	-5	-33	0	-2	17	42	21	-127	-3	-24	1	-54
M7	-18	-30	-3	-7	9	21	3	-10	-4	-15	8	44
M8	-24	-76	-3	-18	-11	49	-129	-451	-8	-24	7	159
M9	-9	-3	0	-4	17	90	-20	-22	1	-4	37	176
M10	-3	-3	-2	-4	-10	17	-2	-10	0	-2	-9	42

列表 8.11. 車輛馬力，排放煙度及廢氣污染物濃度 - 生化柴油與超低硫柴油

測試地點	青馬大橋隧道								紅綿道								
測試日期	9-4-2001		17-4-2001			24-4-2001			3-4-2002	4-4-2002	18-4-2002	13-4-2002	20-4-2002				
測試燃料	超低硫柴油 生化柴油			B100 生化柴油			超低硫柴油			超低硫 柴油	B100 生化柴油 A	B100 生化柴油 B	B100 生化柴油 C	超低硫 柴油			
全程平均值																	
	九龍 至 大嶼山		大嶼山 至 九龍		九龍 至 大嶼山		大嶼山 至 九龍		九龍 至 大嶼山		大嶼山 至 九龍		紅綿道				
車輛速度 (公里)	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	35				
煙氣水平 (HSU)	4	3	4	4	2	1	3	2				18	11	9	12	16	
一氧化碳濃度 (ppm)	196	162	192	165	200	174	200	171	193	157	189	165	183	138	124	145	222
氮氧化物濃度 (ppm)	291	257	320	281	322	297	346	321	260	234	275	270	293	304	312	299	283
相對濕度 (%)	81	81	81	81	78	78	78	78	74	78	74	78	78	81	72	81	
全程最大值																	
車輛速度 (公里)									35								
煙氣水平 (HSU)									41	20	16	18	35				
一氧化碳濃度 (ppm)									336	160	139	162	382				
氮氧化物濃度 (ppm)									369	390	419	398	374				
相對濕度 (%)									78	78	81	72	81				

列表 9.1. 路面排放測試結果

測試地點	紅綿道	薄扶林道 I	薄扶林道 II	清水灣道 I	清水灣道 II	清水灣道 III
測試日期	4-9-2001	20-8-2001	20-8-2001	21-8-2001	21-8-2001	21-8-2001
測試燃料	超低硫柴油					
車輛速度 (公里)	35					
一氧化碳濃度 (ppm)	141	144	148	226	153	170
氮氧化物濃度 (ppm)	280	150	213	248	211	268
相對濕度 (%)	52	52	52	52	52	52

列表 9.2. 道路廢氣排放測試 - 地點評估結果

	R1					R2				
測試日期	17-8-2001	17-8-2001	18-9-2001	18-10-2001	5-11-2001	24-9-2001	24-9-2001	24-10-2001	11-12-2001	18-12-2001
測試燃料	超低硫柴油	B100 生化柴油			超低硫柴油	超低硫柴油	B100 生化柴油			超低硫柴油
自由加速煙度測試										
煙氣水平 (HSU)	26	11	12	13	44	28	8	5	4	13
柴油拖累測試										
更正後所測得 最大動力 (千瓦)	45	44	43	45	45	46	45	46	48	50
最大煙氣水平 (HSU)	24	11	11	10	21	26	6	5	4	18

列表 10.1. 路面性能測試結果

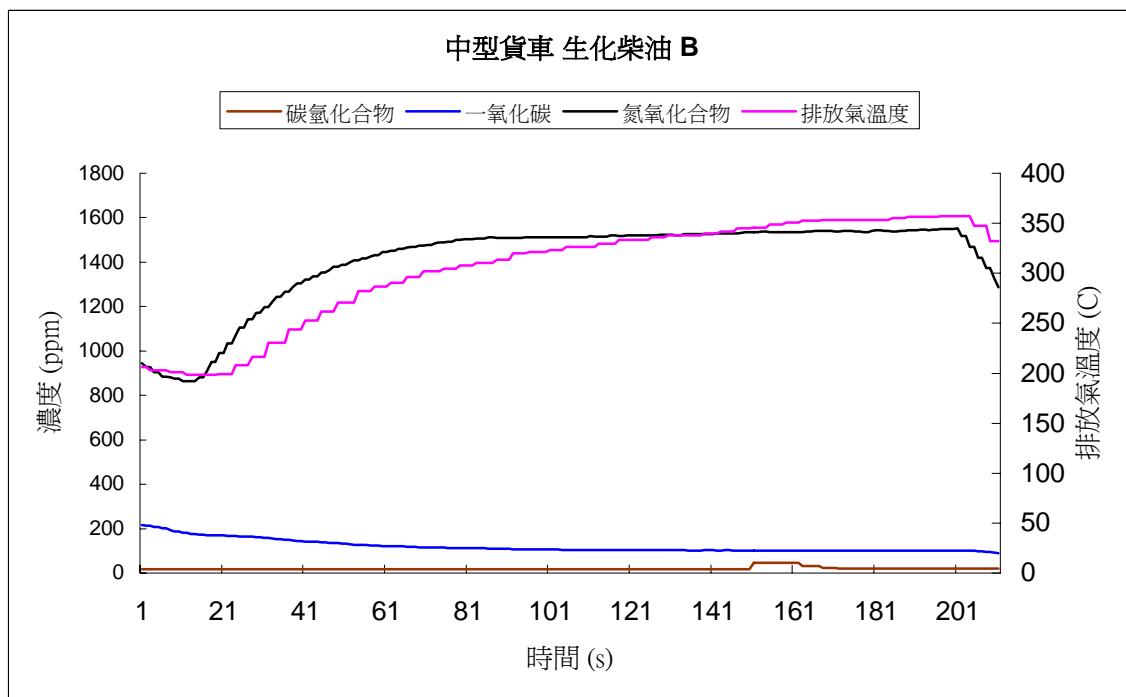
	問卷統計				
	大幅減少	輕微減少	不變	輕微增加	大幅增加
<b>KD38xx (B100 Vs 超低硫柴油)</b>					
發動機動力		8	4		
廢氣煙度	1	9	2		
燃油消耗量		5	3	3	
潤滑油消耗量		1	10	1	
發動機所發出之噪音		9	3		
潤滑油性質		1	11		
整體評價 (B100 Vs 超低硫柴油)	1		10		1
<b>GC92xx (B100 Vs 超低硫柴油)</b>					
發動機動力		7	2		
廢氣煙度	9	1			
燃油消耗量			2	5	3
潤滑油消耗量			10		
發動機所發出之噪音	5	5			
潤滑油性質			10		
整體評價 (B100 Vs 超低硫柴油)	2		7		
<b>整體平均 (B100 Vs 超低硫柴油)</b>					
發動機動力	0	15	6	0	0
廢氣煙度	10	10	2	0	0
燃油消耗量	0	5	5	8	3
潤滑油消耗量	0	1	20	1	0
發動機所發出之噪音	5	14	3	0	0
潤滑油性質	0	1	21	0	0
整體評價 (B100 Vs 超低硫柴油)	3	0	17	0	1
<b>百分比佔有率 (B100 Vs ULSD)</b>					
發動機動力		71.4%	28.6%		
廢氣煙度	45.5%	45.5%	9.1%		
燃油消耗量		23.8%	23.8%	38.1%	14.3%
潤滑油消耗量		4.5%	90.9%	4.5%	
發動機所發出之噪音	22.7%	63.6%	13.6%		
潤滑油性質		4.5%	95.5%		
整體評價 (B100 Vs 超低硫柴油)	14.3%		81.0%		4.8%

列表 10.2. 路面性能測試 - 問卷總覽

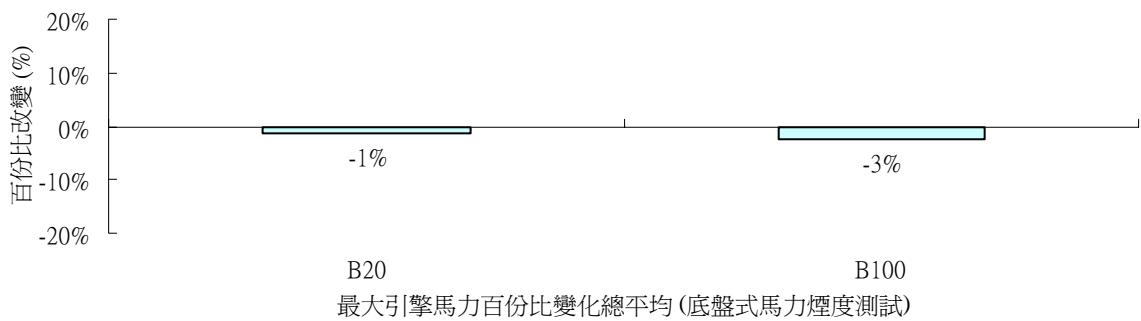
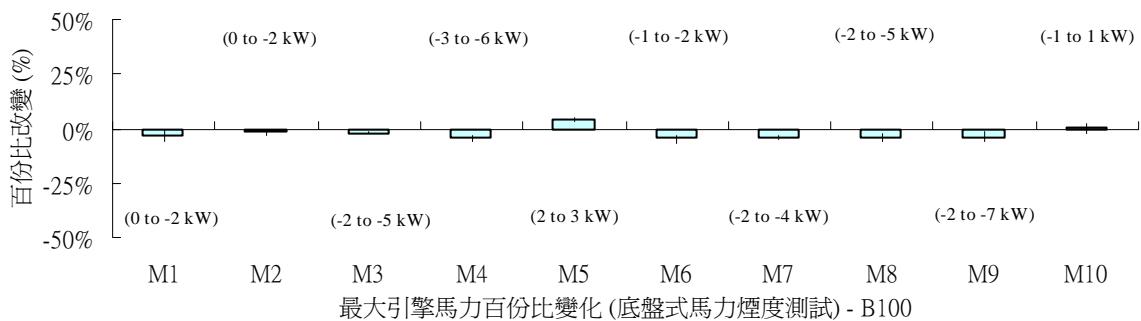
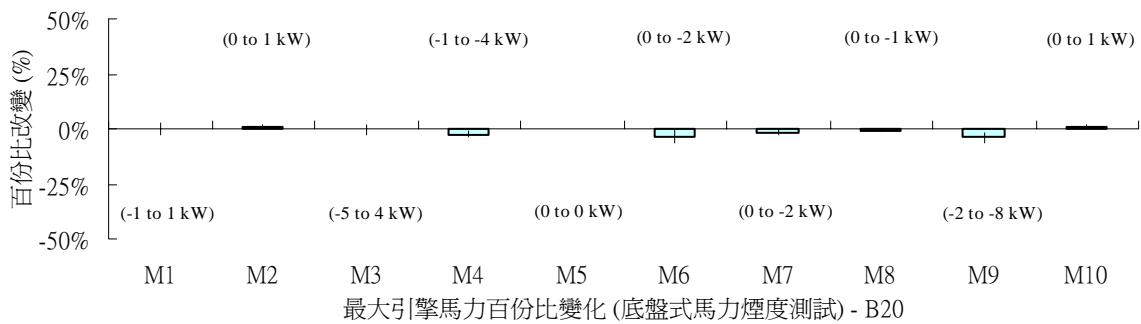
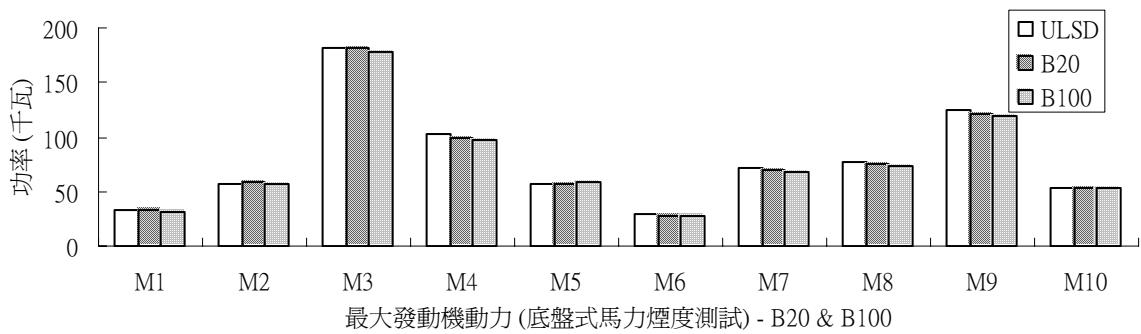
	最大動力	煙氣 - 空檔加速煙度測試	煙氣 - 底盤式功率機測試測試	一氧化碳	碳氫化合物	氮氧化物
B20	-1%	-11%	-16%	-14%	-14%	0%
B100	-3%	-44%	-58%	-23%	-40%	+9%

列表 11.1 全部測試車輛的平均百分比轉變

# 圖表

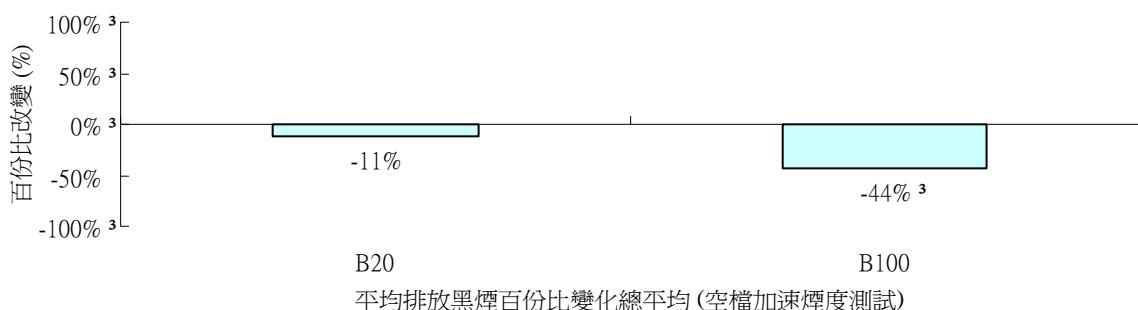
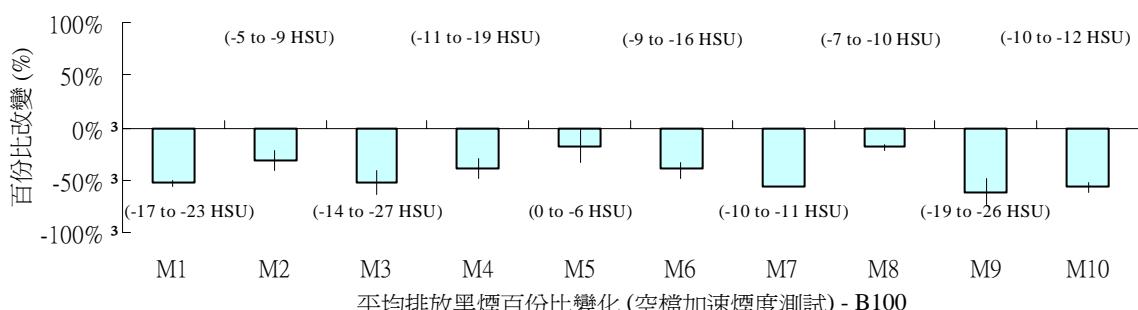
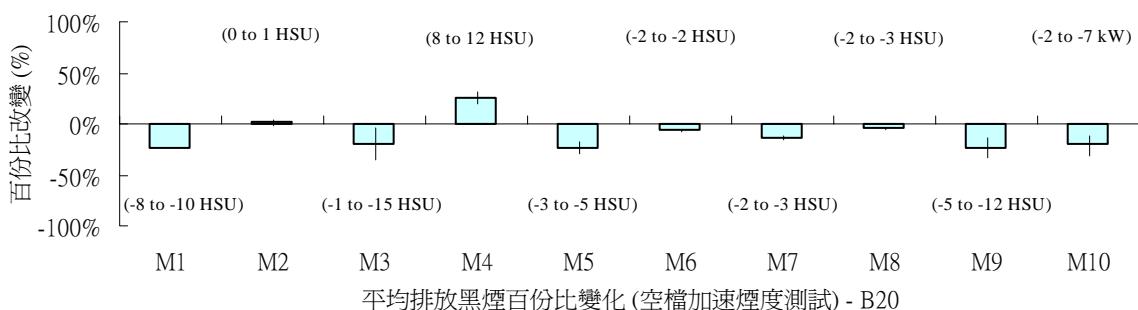
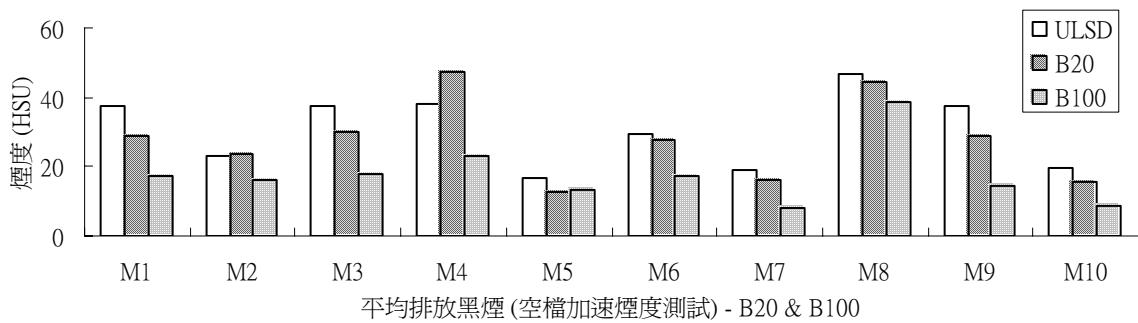


圖表 5.1. 車輛廢氣溫度及空氣污染物濃度的穩定狀態測試



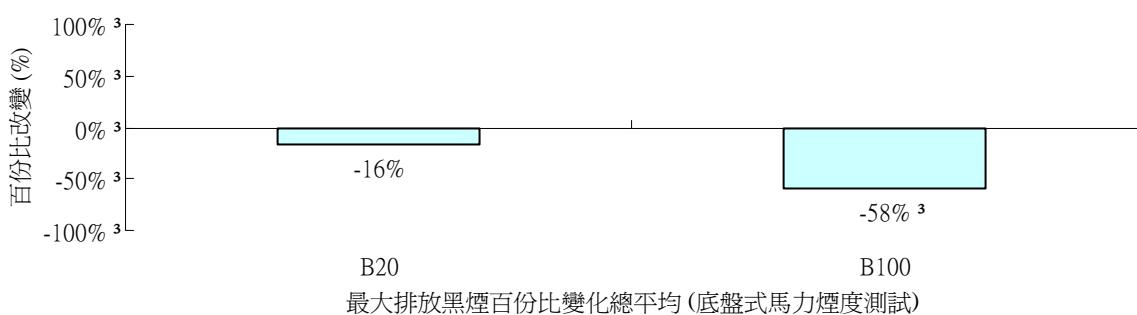
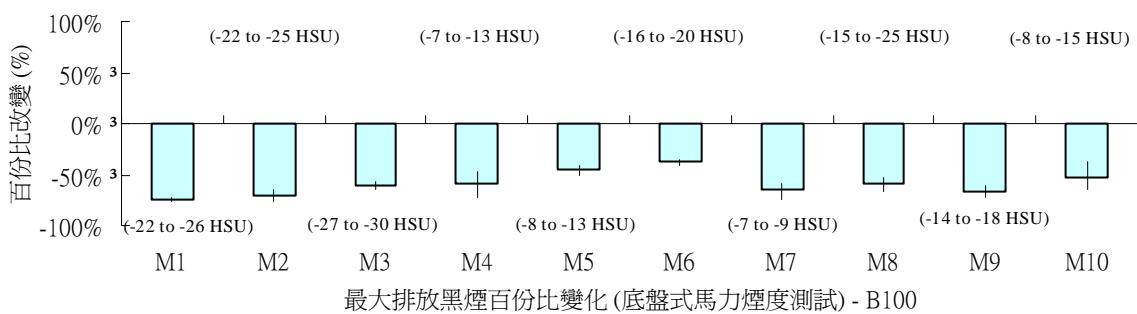
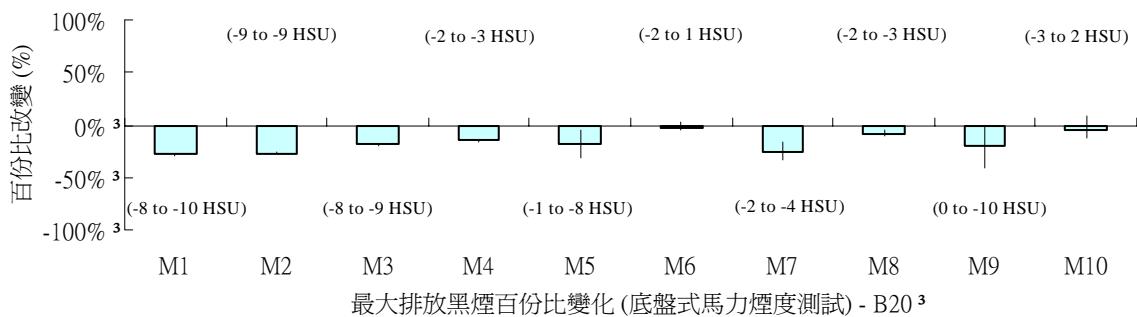
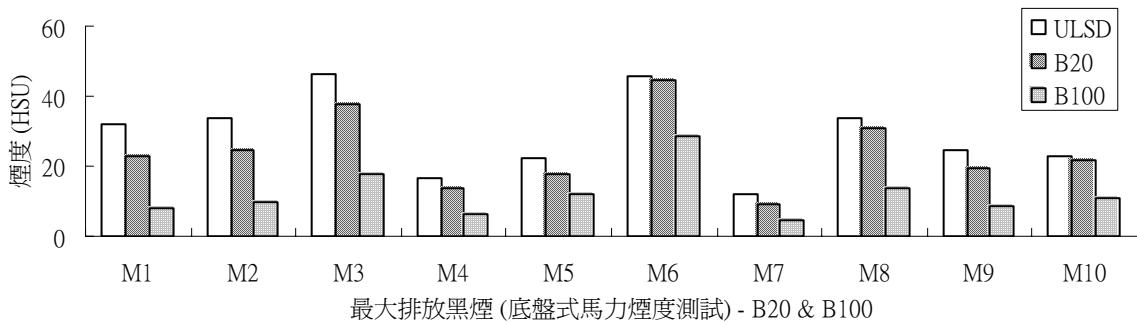
圖表 8.1. 個別車輛路面所得最大動力及其百分比之差異

注意： 在括弧( )內之數值表示個別車輛使用生化柴油時所得的動力數值



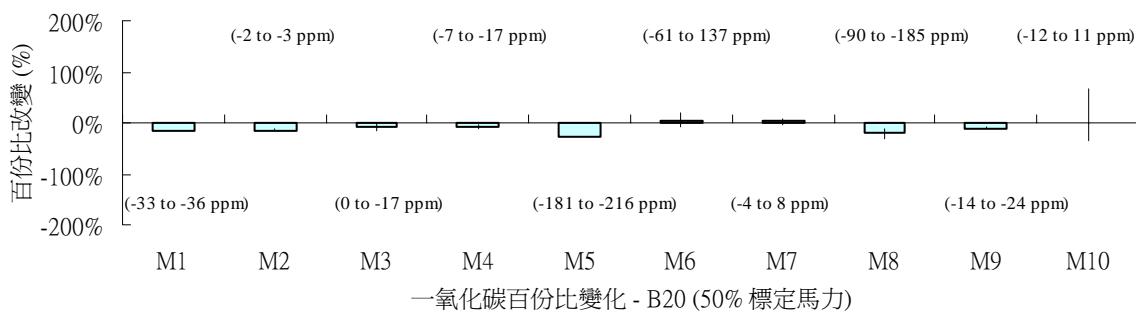
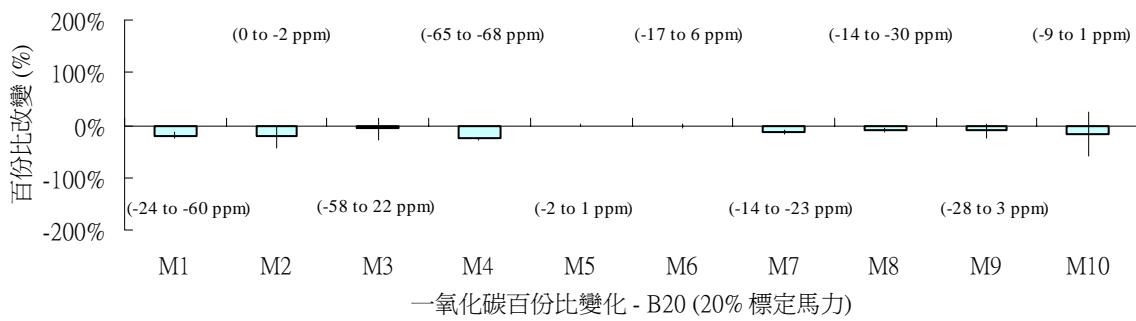
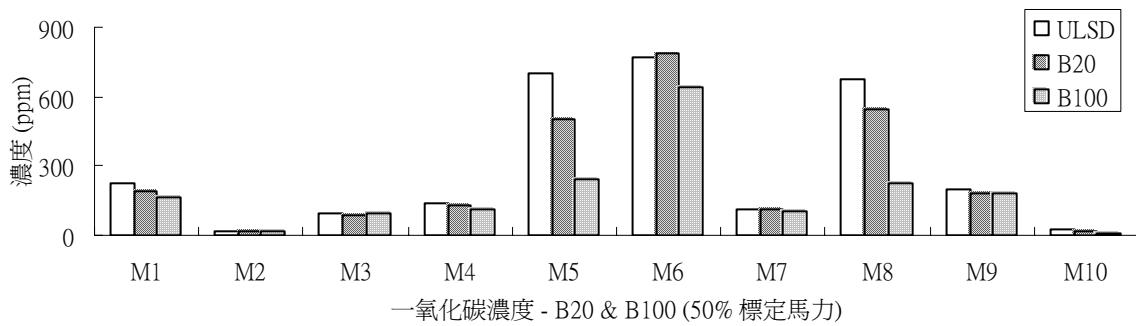
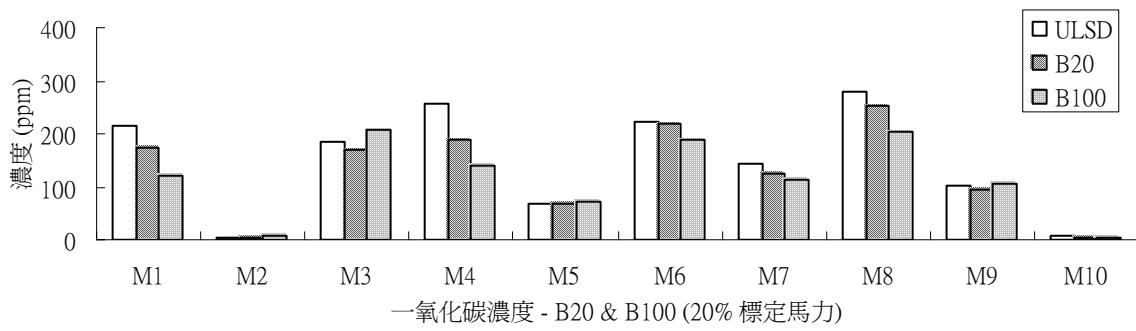
圖表 8.2(i). 個別車輛的煙度及其百分比之差異 - 空檔加速煙度測試

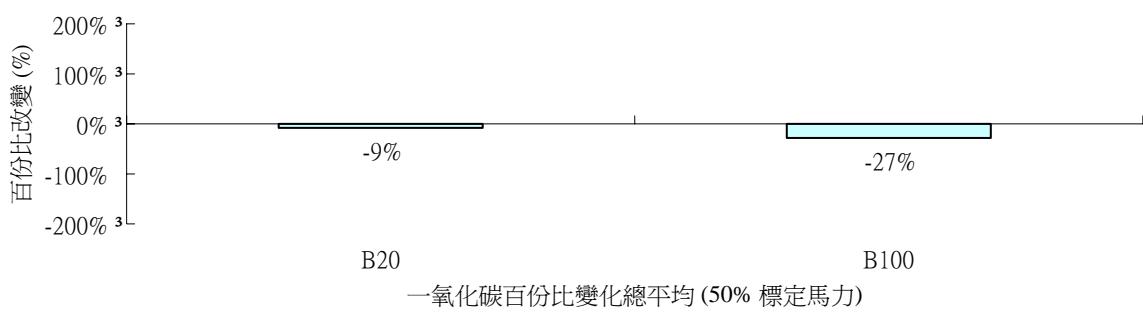
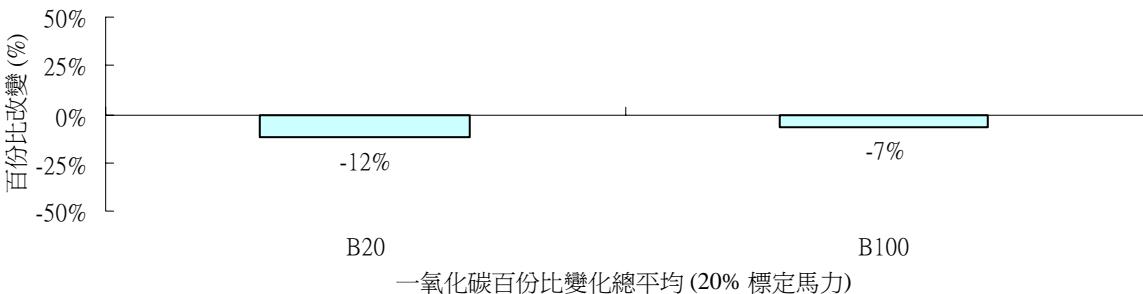
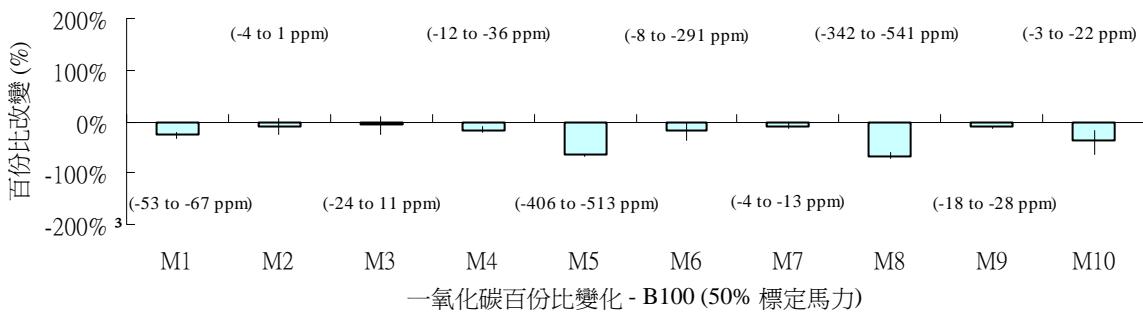
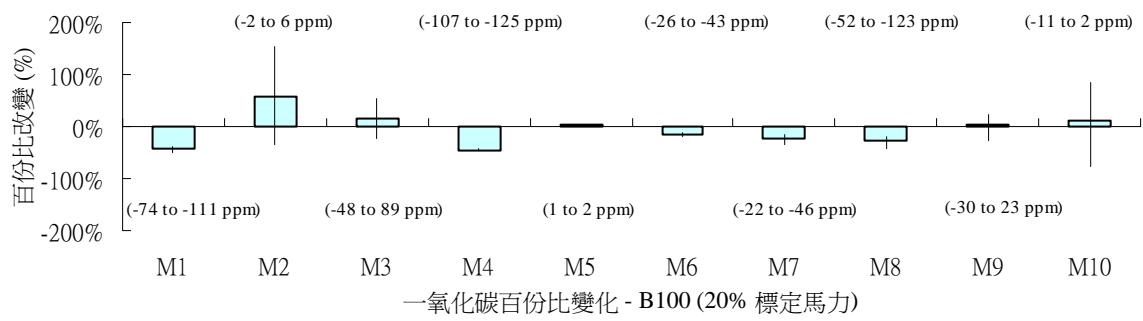
注意： 在括弧( )內之數值表示個別車輛使用生化柴油時所得的煙度數值



圖表 8.2(ii). 個別車輛的煙度及其百分比之差異 - 底盤式功率機煙度測試

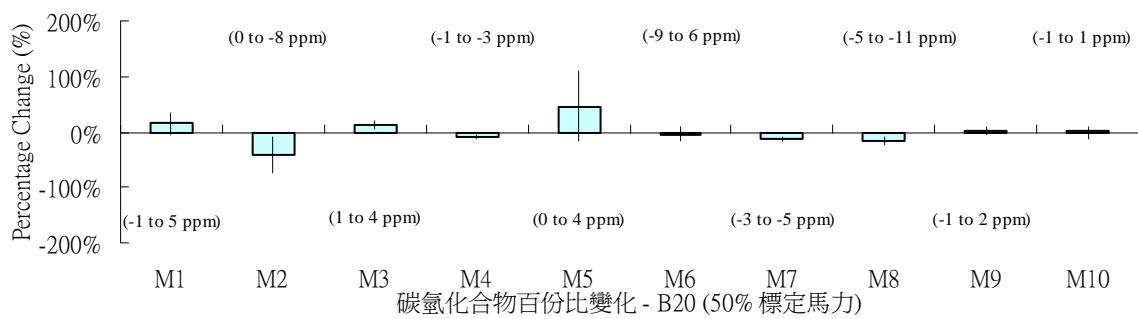
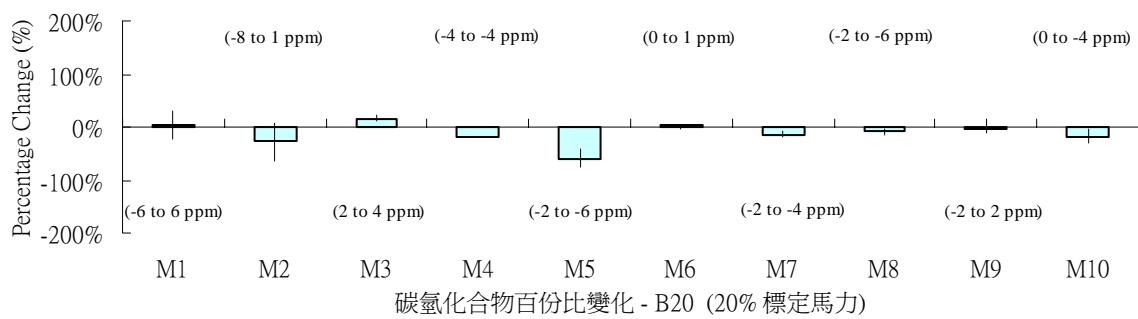
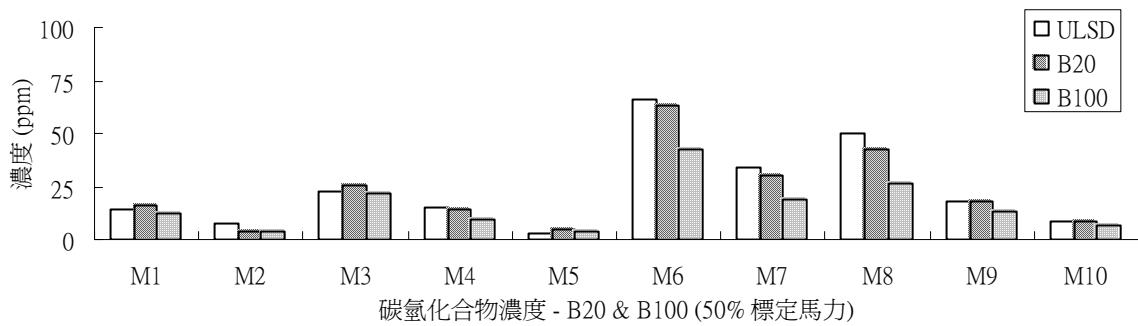
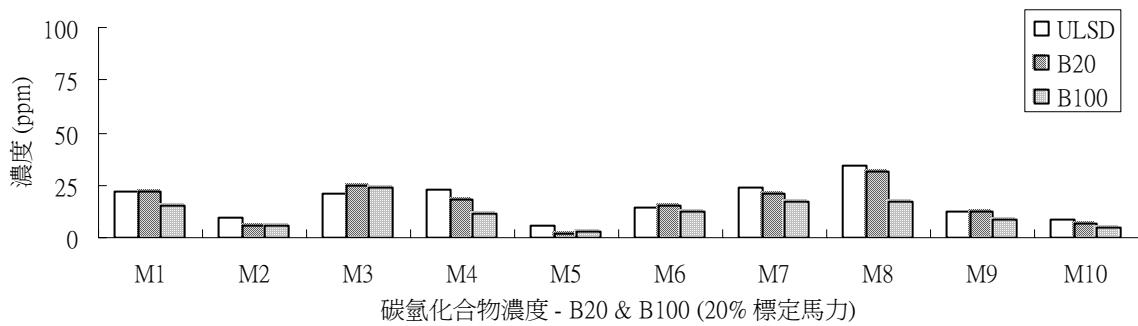
注意: 在括弧( )內之數值表示個別車輛使用生化柴油時所得的煙度數值

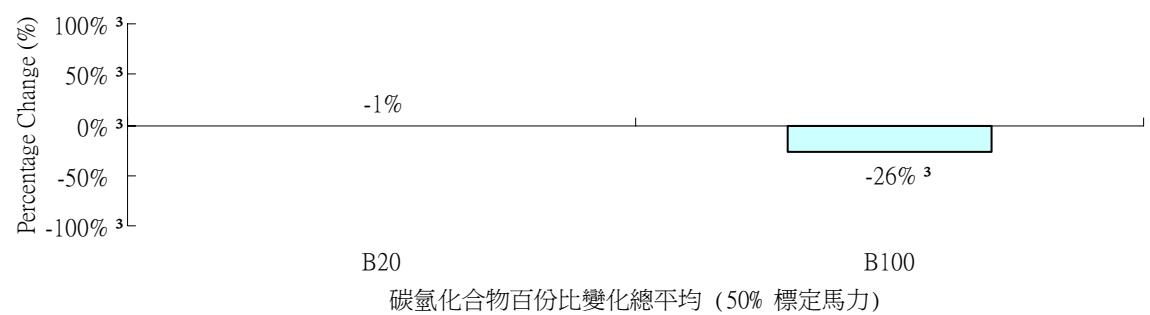
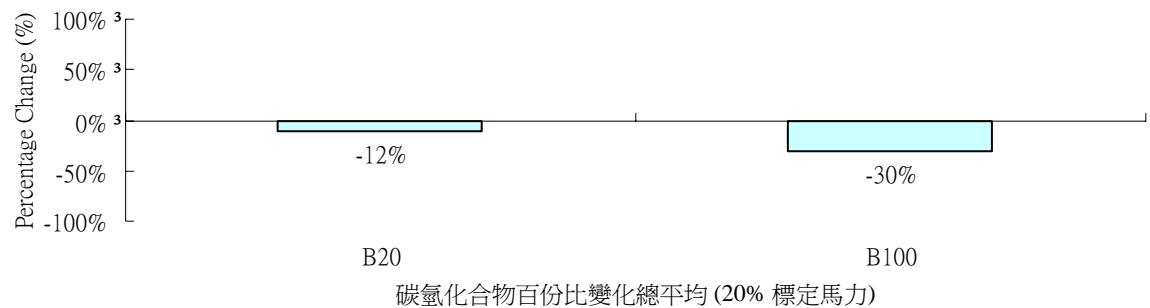
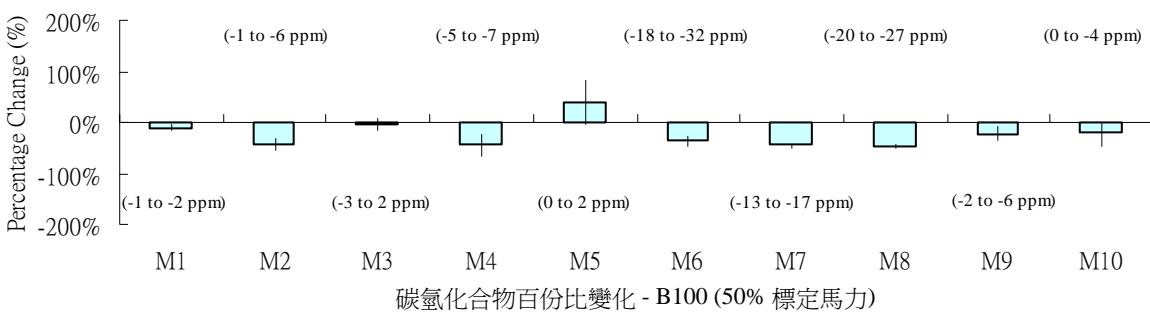
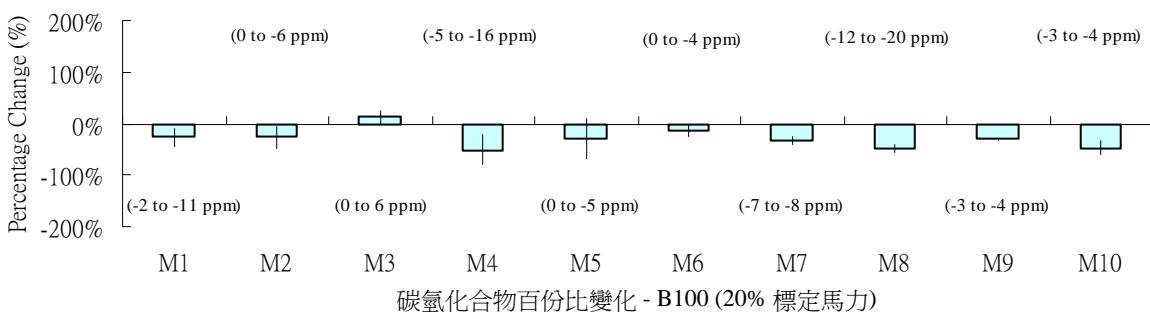




圖表 8.3. 一氧化碳排放平均及其百分比之差異

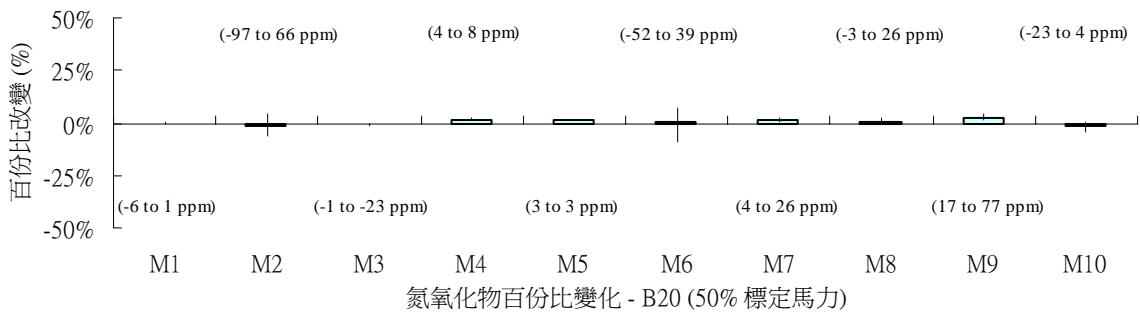
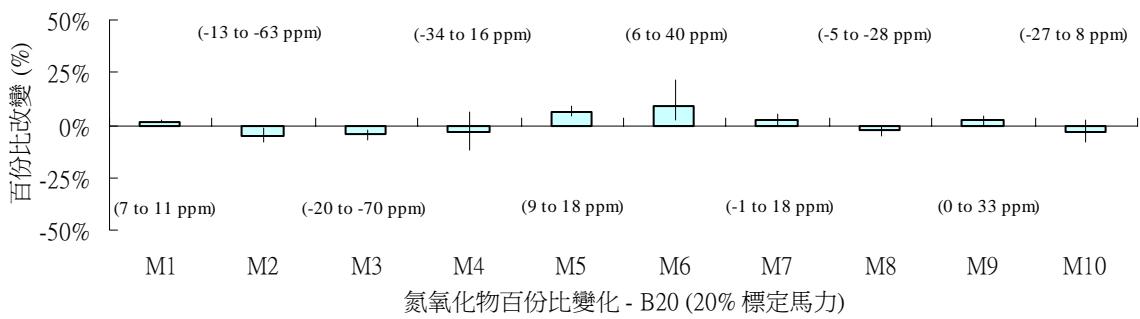
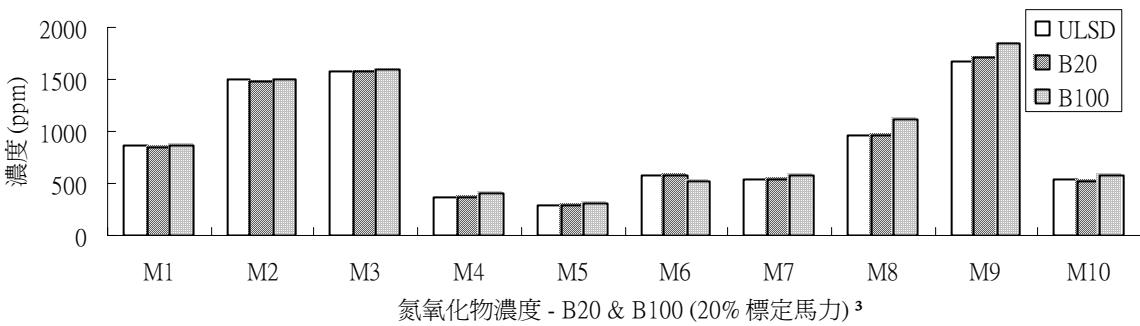
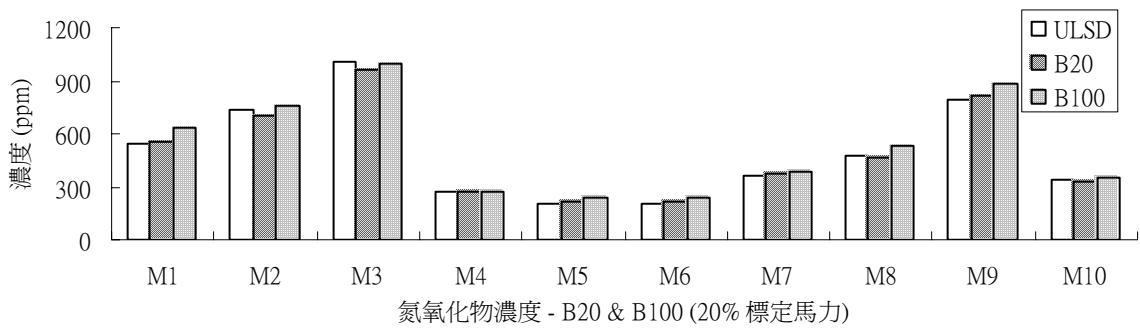
注意： 在括弧( )內之數值表示個別車輛使用生化柴油時所得的一氧化碳數值

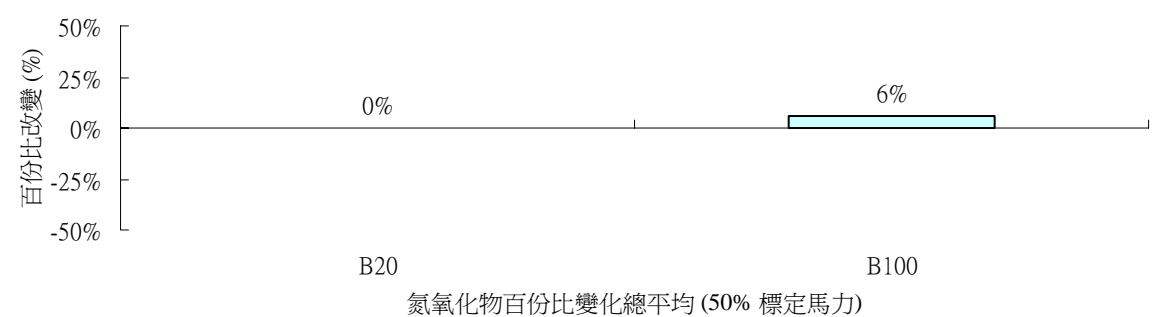
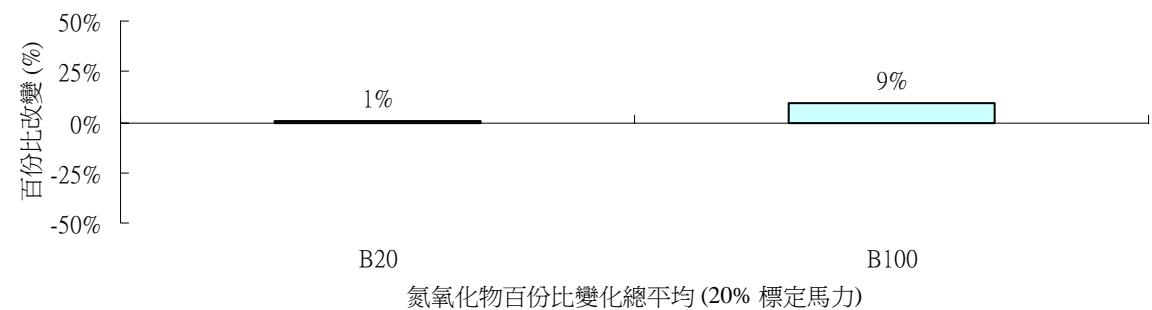
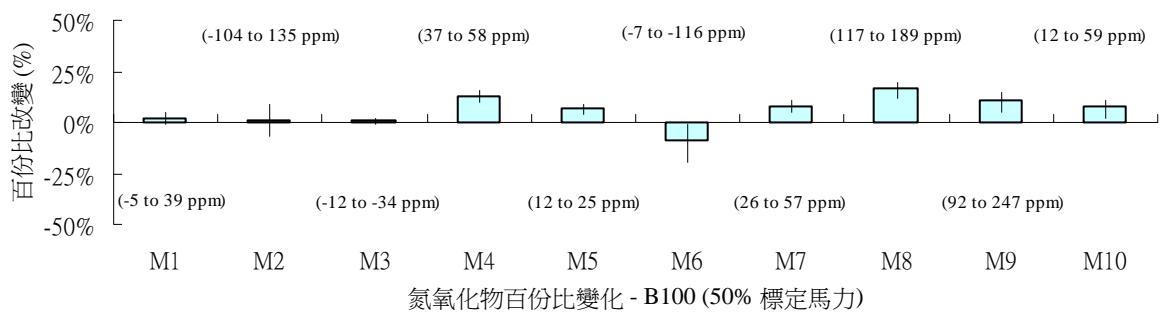
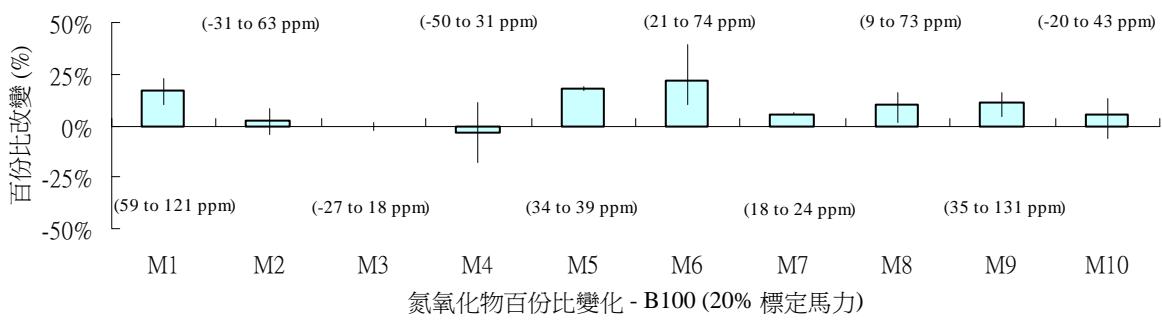




圖表 8.4. 碳氫化合物排放平均及其百分比之差異

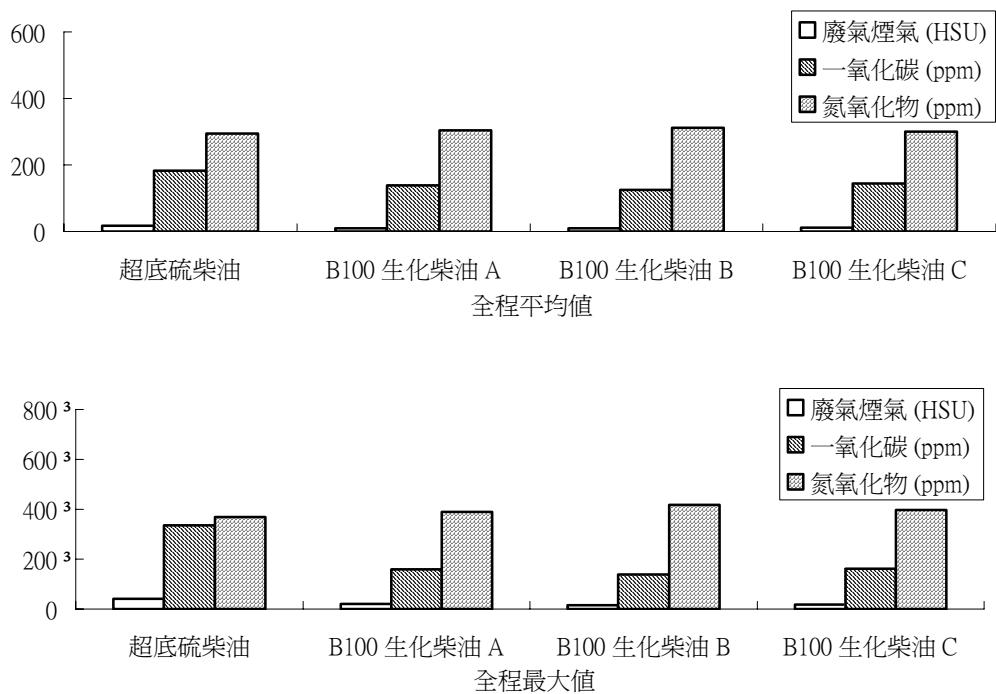
注意： 在括弧( )內之數值表示個別車輛使用生化柴油時所得的碳氫化合物數值



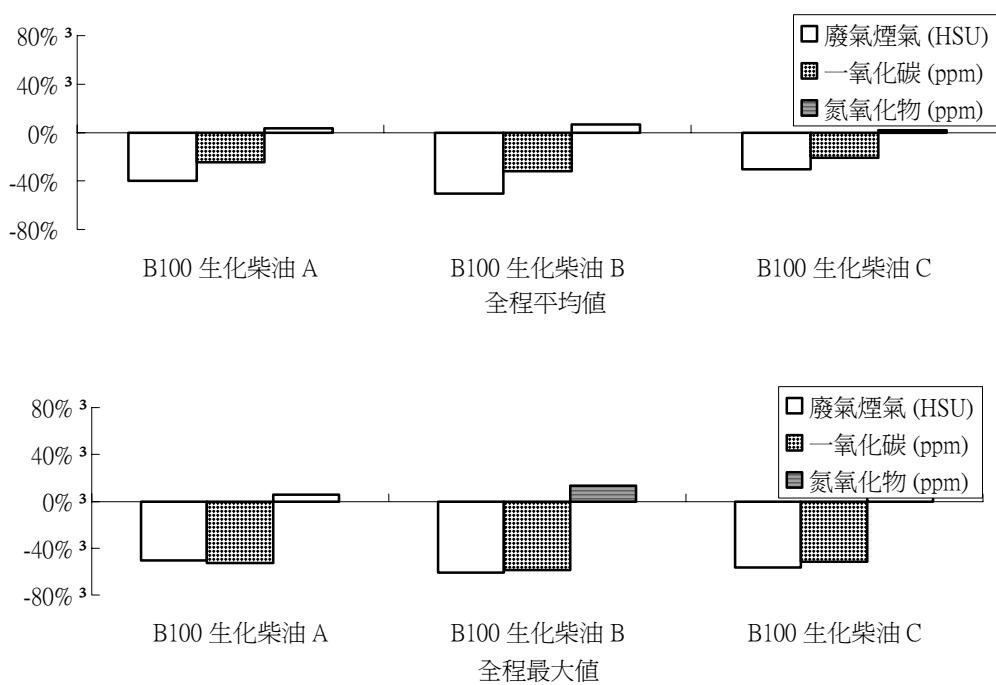


圖表 8.5. 氮氧化物排放平均及其百分比之差異

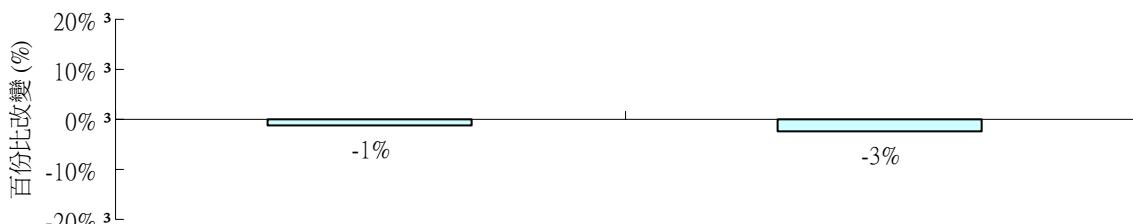
注意： 在括弧( )內之數值表示個別車輛使用生化柴油時所得的氮氧化物數值



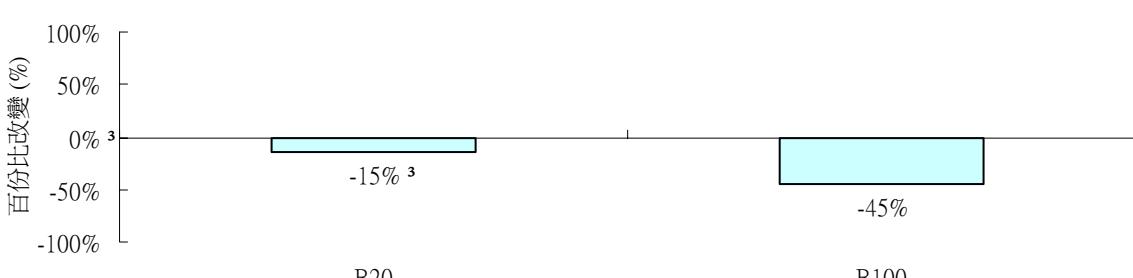
圖表 9.1. 紅綿道廢氣排放測試之平均及最高空氣污染物濃度比較-100%生化柴油與超低硫柴油



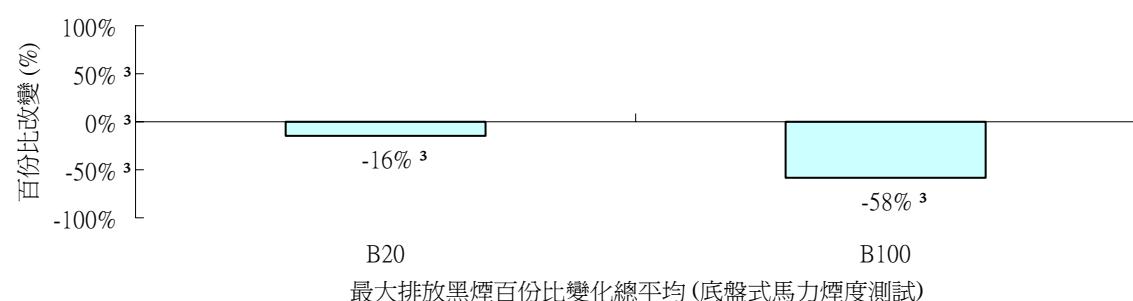
圖表 9.2. 紅綿道廢氣排放測試之空氣污染物百分比變化比較-100%生化柴油與超低硫柴油



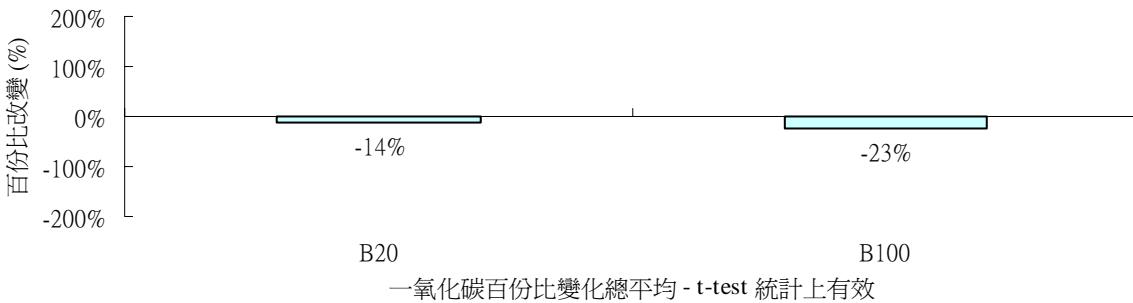
最大引擎馬力百份比變化總平均 (底盤式馬力煙度測試)



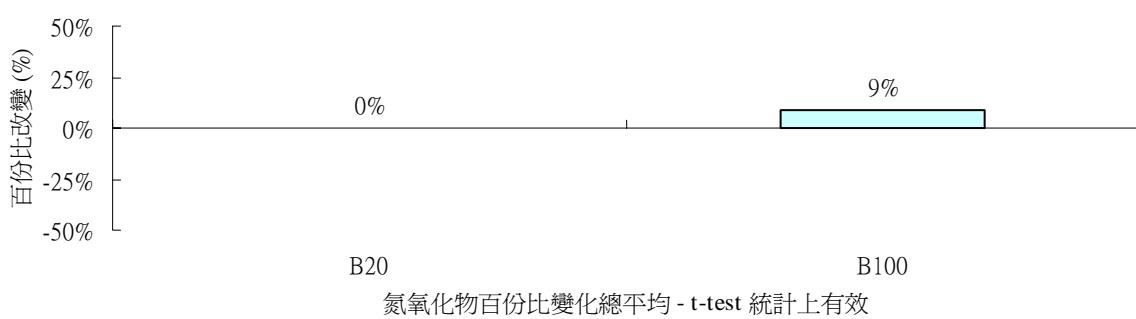
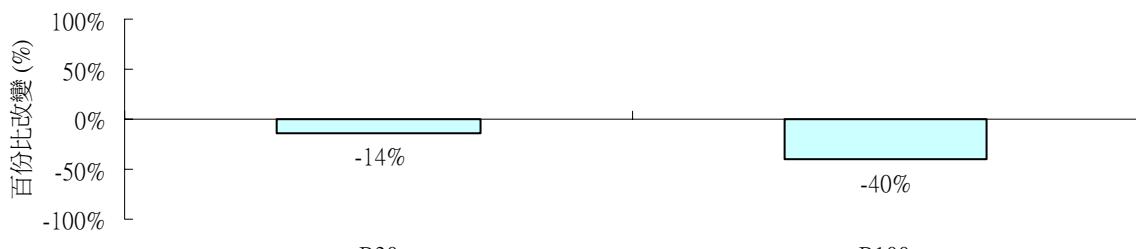
平均排放黑煙百份比變化總平均 (空檔加速煙度測試) - t-test 統計上有效



最大排放黑煙百份比變化總平均 (底盤式馬力煙度測試)



一氧化碳百份比變化總平均 - t-test 統計上有效



圖表 11.1. 路面最大馬力及空氣污染物濃度（有效）差異百分比