

綠色運輸試驗基金
物流服務的混合動力中型貨車試驗
(嘉里配送(香港)有限公司)
最終試驗報告行政摘要

(2017年12月12日)

張鎮順博士
熊永達博士
袁大偉博士

本報告內監察及評估小組的意見並不一定反映香港特區政府環境保護署的意見

監察評估小組成員

張鎮順博士（小組主任）

教授

機械工程學系

香港理工大學

熊永達博士（署理小組主任）

副教授

土木及環境工程學系

香港理工大學

袁大偉博士（項目行政主任）

專任導師

機械工程學系

香港理工大學

綠色運輸試驗基金
物流服務的混合動力中型貨車試驗（嘉里配送（香港）有限公司）

最終試驗報告
（試驗時間：2013年4月1日 - 2015年3月31日）

行政摘要

1. 介紹

1.1 綠色運輸試驗基金（下稱：基金）旨在鼓勵運輸業界試驗各類綠色創新運輸技術，為改善香港的空氣質素及公眾健康而作出貢獻。嘉里配送（香港）有限公司（下稱：嘉里）獲得基金資助購置三輛混合動力中型貨車，以試驗用於物流服務。嘉里依照與政府簽訂的資助協議招標程序，購置三輛三菱 Fuso Canter Eco Hybrid 混合動力中型貨車（統稱：試驗車輛, HV）作試驗。

1.2 理大科技及顧問有限公司（下稱：理大）獲環境保護署委託為獨立第三方評核者，監察有關試驗，並評估試驗車輛的運作表現。在試驗期間，理大定期視察嘉里並收集資料，以比較混合動力中型貨車與提供相同服務的柴油中型貨車（統稱：傳統車輛, DV）於類似地區或路面情況下的表現。資料包括上述車輛的操作數據，燃料費單，維修記錄，運作上的困難報告和以問卷收集試驗車輛司機的意見。

1.3 本報告匯報在 24 個月的試驗中，試驗車輛的表現，並與相對的傳統車輛作比較。

2. 試驗車輛

2.1 嘉里購置了三輛各車輛總重 7,500 公斤及汽缸容積為 2,988 立方厘米的三菱 Fuso Canter Eco Hybrid 混合動力中型貨車 (HV-1, HV-2 及 HV-3) 作試驗。所有試驗車輛均用於物流服務。

2.2 嘉里分配三輛各車輛總重 9,000 公斤及汽缸容積 4,899 立方厘米的三菱 Fuso Canter 柴油中型貨車 (DV-1, DV-2 及 DV-3) 與試驗車輛作對比。在第二年，由於原本的 DV-2 及 DV-3 服務路線有所改變而令它們不再適合與 HV-2 及 HV-3 作比較，所以被兩輛各總重 9,000 公斤及汽缸容積 4,751 立方厘米的五十鈴柴油中型貨車取代。

2.3 試驗車輛和傳統車輛的主要特點和照片分別載於附錄 1 和附錄 2。

3. 試驗資料

3.1 為期 24 個月的試驗於 2013 年 4 月 1 日開始。所有 HV 及 DV 均駐守在葵涌嘉里貨運中心。每輛試驗車輛均與其用作對比的傳統車輛有著相同的服務地區。各車輛每週從星期一至星期六都提供服務，每天十二小時。

4. 試驗結果

4.1 營運成本

4.1.1 表一概括了試驗車輛和傳統車輛在試驗期間有關燃料費用的統計數據。HV-1、HV-2 和 HV-3 的平均燃料費用分別較 DV-1、DV-2 和 DV-3 低 11%、29%及 32%。

表一：各車輛的主要營運統計數據

	混合動力中型貨車			柴油中型貨車		
	HV-1	HV-2	HV-3	DV-1	DV-2	DV-3
總行駛里數 (公里)	54,342	50,052	85,022	90,253	65,477	73,574
平均燃料效益/ (公里/公升)	5.90	6.69	6.87	5.19	4.77	4.66
平均燃料費用/ (\$/公里) ^[1]	2.09	1.84	1.79	2.36	2.58	2.62

^[1] 以市場燃料價格計算

4.1.2 事實上，車輛運作狀況及司機駕駛習慣均影響省油表現。根據廠商所提供的資料，假若試驗車輛及傳統車輛都以平均每小時 20 公里時速在需要頻繁地啟動及制停車輛的市區內行走，試驗車輛可比傳統車輛節省高達約 20%燃料費用。若它們在車輛啟動及制停次數較少的近郊地區及高速公路以平均每小時 44 公里時速行走，試驗車輛會因發電機於車輛制動中回收的能量大幅減少而令省油表現減少至大約 12%。在這項試驗中，試驗車輛和傳統車輛均有部分路程在近郊地區及高速公路行走，省油表現應比 20%少。可是，部份試驗車輛的油省表現卻超過預期，原因可能是試驗車輛的總重量較對比用的傳統車輛為輕。整體而言，三輛試驗車輛平均比傳統車輛節省 24%燃料。

4.1.3 在試驗期內，HV-1 進行過 6 次定期維修及 1 次非定期維修：非定期維修原因為尾板油壓系統潤滑油滲漏，與車輛性能並無任何關係，故並沒有納入與傳統車輛的性能表現比較當中。HV-1 的總維修費用為\$40,012。HV-2 進行過 7 次定期維修及 1 次非定期維修，非定期維修原因為防盜系統失靈所導致。HV-2 的總維修費用為\$36,053。HV-3 進行過 8 次定期維修及 3 次非定期維修：該 3 次非定期維修原因為引擎不能發動、防盜系統失靈、及車斗鉚釘脫落所導致。HV-3 的總維修費用為\$41,217。在保養期內，嘉里無須支付 HV-1, HV-2 及 HV-3 首兩次定期維修的勞工成本，只需支付更換部件的費用。HV-1, HV-2 及 HV-3 的使用率分別為 97%、98%及 97%。

4.1.4 表二概括了試驗車輛和傳統車輛的營運費用數據。平均總營運費用包括了維修費用及其他間接費用，例如拖車費用、維修期間代用車輛費用等。在這項試驗中的試驗車輛和傳統車輛只涉及燃料及維修的費用。HV-1、HV-2 和 HV-3 的平均總營運費用分別較 DV-1、DV-2 和 DV-3 低 7%、23%及 29%。

表二：各車輛的平均總營運費用及損失營運時間

	試驗車輛			傳統車輛		
	HV-1	HV-2	HV-3	DV-1	DV-2	DV-3
總營運費用/\$ ^{[1][2]}	153,667.9	128,098.9	193,342.8	272,171.3	217,112.9	235,157.4
平均總營運費用 (\$/公里)	2.83	2.56	2.27	3.02	3.32	3.20
損失營運時間 (工作天) ^[3]	15	11	15	23	14	12

^[1] 嘉里無須支付試驗車輛首兩次定期維修的勞工成本，只需支付更換部件的費用

^[2] 與車輛性能表現無關的維修包括全面檢修或車輛老化等所導致的特殊維修費用，並沒有計算在內

^[3] 損失營運時間指車輛不在營運狀態的日數，從車輛停止營運的第一天算起，直至車輛恢復營運為止

4.2 性能表現與可靠性

4.2.1 司機均表示操作試驗車輛並無問題，但他們均反映試驗車輛在爬坡方面較傳統車輛乏力，反應亦較慢。

4.2.2 整體而言，嘉里認同使用試驗車輛能改善路邊的空氣質素，但是，嘉里並不認為試驗車輛的維修較傳統車輛容易或廉宜。

4.2.3 為了消除季節性變動的影響，採用了十二個月移動平均值來評估各車輛的燃料效益趨勢。HV-1 的燃料效益在每公升 5.67 公里至每公升 6.18 公里之間；HV-2 的燃料效益在每公升 6.60 公里至每公升 6.82 公里之間；而 HV-3 的燃料效益在每公升 6.74 公里至每公升 7.04 公里之間。雖然試驗車輛 HV-1 的性能表現在試驗期輕微下降，但另外兩部試驗車輛均未顯示其性能表現隨時間有所轉差。試驗車輛的引擎估計仍處於健康狀態，只要有效保養車輛，將能持續其燃料效益。

4.2.4 HV-1、HV-2 和 HV-3 的二氧化碳當量排放分別為 24,307 公斤、19,747 公斤和 32,677 公斤；而傳統車輛的二氧化碳當量排放分別為 27,636 公斤、27,695 公斤和 48,155

公斤。因此，於全期試驗中，HV-1、HV-2 和 HV-3 的二氧化碳當量排放分別減少了 12%、29%及 32%，總排放當量減少了 26,754 公斤（26%），平均減少了 24%二氧化碳當量排放。

5. 總結

5.1 車輛操作情況及司機駕駛習慣均影響試驗車輛的省油表現。就車輛操作情況而言，試驗車輛部分路程在近郊地區及高速公路行走，無需頻繁地啟動及制停，因此，根據廠商所提供的資料估計，試驗車輛預期不能達致最佳省油表現（即 20%）。然而，部份試驗車輛的省油表現卻超過預期，三輛試驗車輛平均比傳統車輛節省 24%燃料，理由可能是試驗車輛的總重量較對比用的傳統車輛為輕。

5.2 試驗車輛的司機均表示需要一段時間調整他們的駕駛習慣，尤其在爬坡或低速行車需要轉檔時。他們均反映試驗車輛在爬坡方面較傳統車輛乏力。

5.3 試驗車輛與傳統車輛都進行類似的定期維修。在 24 個月試驗期的 594 個工作天裏，HV-1, HV-2 及 HV-3 分別損失 15, 11 及 15 天的營運時間，使用率分別為 97%、98%及 97%。

5.4 雖然試驗車輛 HV-1 的性能表現在試驗期內輕微下滑，但其他兩輛試驗車輛並未顯示其性能表現隨時間有所轉差。

5.5 三輛試驗車輛於試驗期內的二氧化碳當量排放總共減少了 26,754 公斤(約 26%)，平均則減少了 24%。

附錄 1：車輛主要規格

1. 混合動力中型貨車

車輛牌照號	RW5120 (HV-1)
廠名：	三菱 Fuso
型號：	Eco Hybrid FEB74GR3SDAG
類別：	中型貨車
車輛總重：	7500 公斤
座位限額：	2
汽缸容量：	2998 立方厘米
製造日期：	2012

車輛牌照號	RW5185 (HV-2)
廠名：	三菱 Fuso
型號：	Eco Hybrid FEB74GR3SDAG
類別：	中型貨車
車輛總重：	7500 公斤
座位限額：	2
汽缸容量：	2998 立方厘米
製造日期：	2012

車輛牌照號	RW6258 (HV-3)
廠名：	三菱 Fuso
型號：	Eco Hybrid FEB74GR3SDAG
類別：	中型貨車
車輛總重：	7500 公斤
座位限額：	2
汽缸容量：	2998 立方厘米
製造日期：	2012

2. 對比的柴油中型貨車

車輛牌照號：	NF6306 (DV-1)
廠名：	三菱 Fuso Canter
型號：	FE85DGZSRDA
類別：	中型貨車
車輛總重：	9000 公斤
座位限額：	2
汽缸容量：	4899 立方厘米
製造日期：	2007
車輛牌照號：	PW3240 (DV-2) (2013 年 4 月至 2014 年 4 月)
廠名：	三菱 Fuso Canter
型號：	FE85DGZSRDA
類別：	中型貨車
車輛總重：	9000 公斤
座位限額：	2
汽缸容量：	4899 立方厘米
製造日期：	2008
車輛牌照號：	ME7299 (DV-2) (2014 年 5 月至 2015 年 3 月)
廠名：	五十鈴
型號：	NQR7OPU-5NMF
類別：	中型貨車
車輛總重：	9000 公斤
座位限額：	2
汽缸容量：	4751 立方厘米
製造日期：	2005
車輛牌照號：	PW3372 (DV-3) (2013 年 4 月至 2014 年 4 月)
廠名：	三菱 Fuso Canter
型號：	FE85DGZSRDA
類別：	中型貨車
車輛總重：	9000 公斤
座位限額：	2
汽缸容量：	4899 立方厘米
製造日期：	2007
車輛牌照號：	MF2573 (DV-3) (2014 年 5 月至 2015 年 3 月)
廠名：	五十鈴
型號：	NQR7OPU-5NMF
類別：	中型貨車
車輛總重：	9000 公斤
座位限額：	2
汽缸容量：	4751 立方厘米
製造日期：	2005

附錄 2：車輛的照片

1. 試驗的混合動力中型貨車



HV-1 (RW5120) (前面)



HV-1 (RW5120) (後面)



HV-1 (RW5120) (側面)



HV-1 (RW5120) (側面)



HV-2 (RW5185) (前面)



HV-2 (RW5185) (後面)



HV-2 (RW5185) (側面)



HV-2 (RW5185) (側面)



HV-3 (RW6258) (前面)



HV-3 (RW6258) (後面)



HV-3 (RW6258) (側面)



HV-3 (RW6258) (側面)

2. 對比用的柴油中型貨車



DV-1 (NF6306) (前面)



DV-1 (NF6306) (後面)



DV-1 (NF6306) (側面)



DV-1 (NF6306) (側面)



DV-2 (PW3240) (前面)
(2013年4月至2014年4月)



DV-2 (PW3240) (後面)
(2013年4月至2014年4月)



DV-2 (PW3240) (側面)
(2013年4月至2014年4月)



DV-2 (PW3240) (側面)
(2013年4月至2014年4月)



DV-2 (ME7299) (前面)
(2014年5月至2015年3月)



DV-2 (ME7299) (後面)
(2014年5月至2015年3月)



DV-2 (ME7299) (側面)
(2014年5月至2015年3月)



DV-2 (ME7299) (側面)
(2014年5月至2015年3月)



DV-3 (PW3372) (前面)
(2013年4月至2014年4月)



DV-3 (PW3372) (後面)
(2013年4月至2014年4月)



DV-3 (PW3372) (側面)
(2013年4月至2014年4月)



DV-3 (PW3372) (側面)
(2013年4月至2014年4月)



DV-3 (MF2573) (前面)
(2014年5月至2015年3月)



DV-3 (MF2573) (後面)
(2014年5月至2015年3月)



DV-3 (MF2573) (側面)
(2014年5月至2015年3月)



DV-3 (MF2573) (側面)
(2014年5月至2015年3月)