

綠色運輸試驗基金

物流服務的混合動力輕型貨車試驗（桂邦）

最終試驗報告行政摘要

(2016年4月13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貨車試驗（桂邦）
最終試驗報告

（試驗時間：2012 年 12 月 1 日 - 2014 年 11 月 30 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。桂邦運輸有限公司（下稱：桂邦）獲得基金資助購置三輛混合動力輕型貨車，以試驗用於物流服務。

1.2 理大科技及顧問有限公司（下稱：PolyU）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，PolyU 定期視察桂邦並收集資料，以比較混合動力輕型貨車與於類似地區或路面情況提供相同服務的柴油輕型貨車的表現。資料包括上述車輛的操作數據，燃料費單，維修記錄，混合動力輕型貨車的運作困難報告和以問卷收集混合動力輕型貨車司機的意見。

1.3 本報告匯報在 24 個月的試驗中，混合動力輕型貨車在物流服務業使用的表現，並與其相應的傳統柴油輕型貨車的比較。

2. 試驗車輛

2.1 桂邦購置了三輛總重 5500 千克、汽缸容積為 2988 立方厘米的三菱 Fuso Canter Eco Hybrid 混合動力輕型貨車 (HV-1, HV-2 及 HV-3) 作試驗。該三輛混合動力輕型貨車為客戶提供往返機場的貨物提取及派送服務。

2.2 桂邦分配行走於類似地區或路面情況的三輛總重 5500 千克、汽缸容積 4899 立方厘米的三菱 Fuso Canter 柴油輕型貨車 (DV-1, DV-2 及 DV-3)與混合動力輕型貨車作對比。

2.3 混合動力輕型貨車和柴油輕型貨車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 2012 年 12 月 1 日開始。HV-1, HV-2 及 HV-3 分別駐守在荃灣、元朗及柴灣。DV-1 及 DV-3 駐守在柴灣，而 DV-2 則駐守在西環。對於三輛混合動力輕型貨車，桂邦只能找到一輛柴油輕型貨車（DV-3）與 HV-3 的行走路線相同。DV-1 及 DV-2 雖然與 HV-1 及 HV-2 路線不同，但車齡較小，行走的路面情況亦與 HV-1 及 HV-2 相約，故可接受以它們與 HV-1 及 HV-2 作對比。各車輛每週從星期一至星期六跟據日程表提供服務。正常情況下，它們每天出勤三次：早上六時、正午十二時及下午二時，每次車程約四十分鐘。星期六出勤次數或許較少。

4. 試驗結果

4.1 營運成本

4.1.1 表一概括了混合動力輕型貨車和用作對比的柴油輕型貨車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 7%、16%及 18%。

表一：試驗車輛營運的統計數據

	混合動力輕型貨車			柴油輕型貨車		
	HV-1	HV-2	HV-3	DV-1	DV-2	DV-3
總行駛里數 (公里)	68,803	83,537	131,786	87,481	65,493	112,205
平均燃料效益/(公里/ 公升)	5.83	6.12	6.34	5.40	5.16	5.22
平均燃料費用/(\$/公 里) ^[1]	2.16	2.05	1.98	2.33	2.44	2.40

[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績效。根據廠商所提供的資料，假若試驗車輛以平均每小時 20 公里時速在需要頻繁地啟動及制動車輛的市區內行走，可比柴油車輛節省達約 20%燃料費用。若在近郊地區及高速公路以平均每小時 44 公里時速行走，則因發電機於車輛制動中回收的能量大幅減少，省油績效會減少至大約 12%。試驗中的混合動力輕型貨車及柴油輕型貨車，均主要集中在近郊地區及高速公路行走，故試驗中的混合動力輕型貨車皆不能達致最佳省油績效。HV-3 的油省績效比廠商所聲稱更高，可能是因為 DV-3 的車齡比 HV-3 多達九年，故耗油量較高。試驗的混合動力輕型貨車一般相比柴油輕型貨車有較佳的燃料效益。混合動力輕型貨車在近郊地區及高速公路行走，平均可比柴油輕型貨車節省 14%燃料。

4.1.3 在報告期內，HV-1 進行過五次定期維修及四次非定期維修。其中三次非定期維修皆因輕微交通意外所導致，與車輛性能表現並無任何關係，故此並沒有納入與柴油輕型貨車的性能表現比較當中。餘下的一次非定期維修則因為未能啟動引擎。HV-1 的總維修費用為\$7,006.7。HV-2 進行過五次定期維修及兩次非定期維修。其中一次非定期維修是為了更換一面損毀的圓鏡，與車輛性能表現並無任何關係，故此並沒有計算在內。餘下的一次非定期維修則因為電池衰竭。HV-2 的總維修費用為\$9,485.7。HV-3 進行過八次定期維修及兩次非定期維修。其中一次非定期維修是照明系統計失靈所導致，與車輛性能表現並無任何關係，故此並沒有計算在內。餘下的一次非定期維修則因為水箱漏水。HV-3 的總維修費用為\$9,868.7。需要指出的是首兩次定期維修可免除勞工成本，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 94%、98% 及 97%，與柴油輕型貨車的數字相約。

4.1.4 表二概括了混合動力輕型貨車和用作對比的柴油輕型貨車的營運費用數據。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。是次試驗中的混合動力輕型貨車和用作對比的柴油輕型貨車，其平均總營運費用只涉及燃料、維修及拖車的費用。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%、16%及 18%。

表二：試驗車輛營運的平均總營運費用及損失營運時間

	混合動力輕型貨車			柴油輕型貨車		
	HV-1	HV-2	HV-3	DV-1	DV-2	DV-3
總營運費用/\$ ^{[1][2]}	155,325.4	180,725.6	271,129.3	219,640.3	196,596.7	287,709.7
平均總營運費用（\$/公里）	2.26	2.17	2.06	2.51	3.00	2.57
損失營運時間（工作天） ^[3]	33	13	17	14	19	16

[1] 桂邦無須支付 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

[2] 與車輛性能表現無關的維修、徹底檢修及因車齡高所導致的特殊維修等費用，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 混合動力輕型貨車司機均表示操作車輛並無問題。但他們均反映混合動力輕型貨車在爬坡方面較柴油輕型貨車乏力，而反應亦較慢。

4.2.2 整體而言，桂邦滿意混合動力輕型貨車的性能表現。桂邦亦贊同使用混合動力輕型貨車能帶給我們一個更綠色的環境。

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評估各車輛的燃料效益趨勢。HV-1 的燃料效益在每公升 5.65 公里至每公升 5.84 公里之間變化，HV-2 的燃料效益在每公升 5.89 公里至每公升 6.31 公里之間變化，而 HV-3 的燃料效益在每公升 6.25 公里至每公升 6.39 公里之間變化。報告資料並未顯示混合動力輕型貨車的性能表現隨時間有所轉差。混合動力輕型貨車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。

5. 總結

5.1 車輛操作情況及司機駕駛習慣均影響混合動力車輛的省油績效。據廠商解釋，試驗中的所有混合動力輕型貨車，均主要在近郊地區及高速公路行走，因此不能達致最佳省油績效。無論如何，試驗的混合動力輕型貨車確實比柴油輕型貨車較具燃料效益。混合動力輕型貨車在近郊地區及高速公路行走，平均可比柴油輕型貨車節省 14% 燃料。

5.2 混合動力輕型貨車司機均表示在首月需要調整他們的駕駛習慣，熟習之後，操作車輛並無問題。但他們均反映混合動力輕型貨車在爬坡方面較柴油輕型貨車乏力，而反應亦較慢。據廠商解釋，導致司機感覺貨車乏力的眾多原因之一，是混合動力輕型貨車採用了較低輸出馬力的引擎。

5.3 混合動力輕型貨車與柴油輕型貨車都進行類似的定期維修。混合動力輕型貨車甚少故障，在 24 個月試驗期的 599 個工作天中，HV-1, HV-2 及 HV-3 分別只損失 33、13 及 17 天的營運時間，使用率分別為 94%、98%及 97%。

5.4 報告資料並未顯示混合動力輕型貨車的性能表現隨時間有所轉差。

附錄 1：車輛主要規格

1. 混合動力輕型貨車

車輛牌照號： RT2725 (HV-1)
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter Eco Hybrid FEB74GR3SDAC
類別： 輕型貨車
車輛總重： 5500 公斤
座位限額： 司機+兩位乘客
汽缸容量： 2998 立方厘米
製造日期： 2012

車輛牌照號： RT9714 (HV-2)
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter Eco Hybrid FEB74GR3SDAC
類別： 輕型貨車
車輛總重： 5500 公斤
座位限額： 司機+兩位乘客
汽缸容量： 2998 立方厘米
製造日期： 2012

車輛牌照號： RU1898 (HV-3)
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter Eco Hybrid FEB74GR3SDAC
類別： 輕型貨車
車輛總重： 5500 公斤
座位限額： 司機+兩位乘客
汽缸容量： 2998 立方厘米
製造日期： 2012

2. 柴油輕型貨車

車輛牌照號： RE405 (DV-1)
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter 5.5t FE83DGZSRDAA
類別： 輕型貨車
車輛總重： 5500 公斤
座位限額： 司機+兩位乘客
汽缸容量： 4899 立方厘米
製造日期： 2011

車輛牌照號： PM6020 (DV-2)
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter 5.5t FE83DGZSRDAA
類別： 輕型貨車
車輛總重： 5500 公斤
座位限額： 司機+兩位乘客
汽缸容量： 4899 立方厘米
製造日期： 2010

車輛牌照號： LE694 (DV-3)
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter 5.5t FE83DGZSRDAA
類別： 輕型貨車
車輛總重： 5500 公斤
座位限額： 司機+兩位乘客
汽缸容量： 3907 立方厘米
製造日期： 2003

附錄 2：車輛的照片

1. 試驗混合動力輕型貨車



HV-1 (RT2725) (前面)



HV-1 (RT2725) (後面)



HV-1 (RT2725) (側面)



HV-1 (RT2725) (側面)



HV-2 (RT9714) (前面)



HV-2 (RT9714) (後面)



HV-2 (RT9714) (側面)



HV-2 (RT9714) (側面)



HV-3 (RU1898) (前面)



HV-3 (RU1898) (後面)



HV-3 (RU1898) (側面)



HV-3 (RU1898) (側面)

2. 對比用的柴油輕型貨車



DV-1 (RE405) (前面)



DV-1 (RE405) (後面)



DV-1 (RE405) (側面)



DV-1 (RE405) (側面)



DV-2 (PM6020) (前面)



DV-2 (PM6020) (後面)



DV-2 (PM6020) (側面)



DV-2 (PM6020) (側面)



DV-3 (LE694) (前面)



DV-3 (LE694) (後面)



DV-3 (LE694) (側面)



DV-3 (LE694) (側面)