

綠色運輸試驗基金

運送飲料的混合動力中型貨車試驗（太古）

最終試驗報告行政摘要

(2017 年 11 月 5 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
運送飲料的混合動力中型貨車試驗（太古）

最終試驗報告
（試驗時間：2013 年 2 月 1 日 - 2015 年 1 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。太古飲料有限公司（下稱：太古）獲得基金資助試驗三輛混合動力中型貨車，以提供飲料運輸服務。太古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，理大定期視察太古並收集資料，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 太古購置了三輛各總重 7500 公斤、汽缸容積為 2998 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。其中只有 HV-1 裝配了尾板。所有試驗車輛均用於運送飲料到零售店及超級市場。

2.2 太古分配三輛各總重 9000 公斤、汽缸容積 4899 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。

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 2 月 1 日開始。所有 HV 及 DV 均駐守在沙田太古可口可樂大廈停車場。各車輛每週從星期一至星期六跟據日程表到負責區域提供服務。太古匯報車輛並無指定的出勤路線。

4. 試驗結果

4.1 營運成本

4.1.1 表一概括了試驗車輛和用作對比的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 31%、26% 及 12%。

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)	34,484	29,011	41,281	28,694	22,516	40,082
平均燃料效益/ (公里/公升)	5.71	4.64	5.59	3.97	3.42	4.88
平均燃料費用/ (\$/公里) ^[1]	2.18	2.70	2.23	3.14	3.64	2.54

^[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績效減少至大約 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，省油績效應不超過 20%。可是，試驗車輛的油省績效卻超過預期，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。

4.1.3 在報告期內，HV-1 進行過 5 次定期維修及 1 次非定期維修：非定期維修原因為潤滑油滲漏；HV-1 的總維修費用為 \$17,041。HV-2 進行過 4 次定期維修及 3 次非定期維修：其中一次非定期維修原因為車門鎖損壞所導致，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；其餘兩次非定期維修原因為潤滑油滲漏及氣流感測器失靈所導致；HV-2 的的總維修費用為\$9,589。HV-3 進行過 4 次定期維修及 3 次非定期維修：該 3 次非定期維修原因為潤滑油流失、遙控電路失靈和引擎不能發動所導致；HV-3 的的總維修費用為\$14,423。在保養期內，太古無須支付 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%、97%及 93%。

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。試驗車輛和傳統車輛的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 36%、42%及 26%。

表二：各車輛的平均總營運費用及損失營運時間

	試驗車輛(HV)			傳統車輛(DV)		
	HV-1	HV-2	HV-3	DV-1	DV-2	DV-3
總營運費用/ \$ ^{[1][2]}	92,239.9	87,801.1	106,288.5	119,810.9	117,117.9	139,489.1
平均總營運費用 (\$/公里)	2.67	3.03	2.57	4.18	5.20	3.48
損失營運時間 (工作天) ^[3]	17	16	43	16	17	17

^[1] 太古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，太古滿意試驗車輛的性能表現，亦認同使用試驗車輛能提供一個更綠色的環境。

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 5.66 公里至每公升 6.02 公里之間；HV-2 的燃料效

益在每公升 4.59 公里至每公升 4.82 公里之間；而 HV-3 的燃料效益在每公升 5.51 公里至每公升 6.02 公里之間。雖然試驗車輛 HV-2 的性能表現在試驗期輕微下滑，但其他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 15,947 公斤、16,517 公斤和 19,489 公斤。傳統車輛的二氧化碳當量排放分別為 22,932 公斤、22,422 公斤和 22,350 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 30%、26%及 13%。

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績效。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績效 (即 20%)。然而，試驗車輛的省油績效卻超過預期，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。據廠商解釋，導致司機感覺貨車乏力的眾多原因之一，是試驗車輛採用了較低輸出馬力的引擎。

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 591 個工作天裏，HV-1, HV-2 及 HV-3 分別損失 17, 16 及 43 天的營運時間，使用率分別為 97%、97%及 93%。

5.4 雖然試驗車輛 HV-2 的性能表現在試驗期輕微下滑，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。

附錄 1：車輛主要規格

1. 進行試驗的混合動力中型貨車 (HV)

車輛牌照號： RV9394 (HV-1)
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter Eco Hybrid FEB74GR3SDAG
類別： 中型貨車
車輛總重： 7500 公斤
座位限額： 3(包括司機)
汽缸容量： 2998 立方厘米
製造日期： 2012

車輛牌照號： RW4275 (HV-2)
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter Eco Hybrid FEB74GR3SDAG
類別： 中型貨車
車輛總重： 7500 公斤
座位限額： 3(包括司機)
汽缸容量： 2998 立方厘米
製造日期： 2012

車輛牌照號： RW4280 (HV-3)
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter Eco Hybrid FEB74GR3SDAG
類別： 中型貨車
車輛總重： 7500 公斤
座位限額： 3(包括司機)
汽缸容量： 2998 立方厘米
製造日期： 2012

2. 用作對比的傳統柴油中型貨車 (DV)

車輛牌照號： MZ9320 (DV-1)
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter Double Cab FE85DGWSRDA
類別： 中型貨車
車輛總重： 9000 公斤
座位限額： 6 (包括司機)
汽缸容量： 4899 立方厘米
製造日期： 2007

車輛牌照號： NM541 (DV-2)
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter Double Cab FE85DGWSRDAA
類別： 中型貨車
車輛總重： 9000 公斤
座位限額： 6 (包括司機)
汽缸容量： 4899 立方厘米
製造日期： 2008

車輛牌照號： NA7299 (DV-3)
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter FE85DGZSRDA
類別： 中型貨車
車輛總重： 9000 公斤
座位限額： 3 (包括司機)
汽缸容量： 4899 立方厘米
製造日期： 2007

附錄 2:車輛的照片

1. 試驗的混合動力中型貨車



HV-1 (RV9394) (前面)



HV-1 (RV9394) (後面)



HV-1 (RV9394) (側面)



HV-1 (RV9394) (側面)



HV-2 (RW4275) (前面)



HV-2 (RW4275) (後面)



HV-2 (RW4275) (側面)



HV-2 (RW4275) (側面)



HV-3 (RW4280) (前面)



HV-3 (RW4280) (後面)



HV-3 (RW4280) (側面)



HV-3 (RW4280) (側面)

2. 對比用的傳統柴油中型貨車



DV-1 (MZ9320) (前面)



DV-1 (MZ9320) (後面)



DV-1 (MZ9320) (側面)



DV-1 (MZ9320) (側面)



DV-2 (NM541) (前面)



DV-2 (NM541) (後面)



DV-2 (NM541) (側面)



DV-2 (NM541) (側面)



DV-3 (NA7299) (前面)



DV-3 (NA7299) (後面)



DV-3 (NA7299) (側面)



DV-3 (NA7299) (側面)