

綠色運輸試驗基金
運輸回收物料的混合動力中型貨車試驗
(安美德環保科技有限公司)
最終試驗報告行政摘要

(2018年4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
運輸回收物料的混合動力中型貨車試驗 (安美德環保科技有限公司)

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。安美德環保科技有限公司（下稱：安美德）獲得基金資助購置三輛混合動力中型貨車，以試驗用於運輸回收物料。安美德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，理大定期視察安美德並收集資料，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，維修紀錄，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 本報告匯報試驗車輛在 24 個月試驗期內的表現，並與相對的傳統車輛作比較。

2. 試驗車輛

2.1 安美德購置了三輛各總重 7,500 公斤及汽缸容積為 2,998 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運輸回收物料。

2.2 安美德分配三輛柴油中型貨車 (DV-1, DV-2 及 DV-3) 與試驗車輛作對比。DV-1 為日產製造，總重量為 10,400 公斤及汽缸容積為 7,684 立方厘米；DV-2 為日野製造，總重量為 10,400 公斤及汽缸容積為 7,961 立方厘米；DV-3 為五十鈴製造，總重量為 9,000 公斤及汽缸容積為 5,193 立方厘米。

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 均駐守在安美德公司葵涌辦事處附近的葵和街停車場。至於用作對比的三輛混合動力中型貨車，安美德只能找到一輛柴油中型貨車 DV-1 與 HV-1 有著相同的服務地區，而其餘兩輛柴油中型貨車 DV-2 及 DV-3，雖然與 HV-1 及 HV-2 服務地區不同，但行走路線的路面情況與 HV-1 及 HV-2 相若，故可接受以它們與 HV-2 及 HV-3 作對比。各車輛每週從星期一至星期六根據日程表提供服務。所有車輛除農曆新年假期外，法定假期亦如常服務，每週工作六整天(由上午 8 時至下午 6 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 5%、29%及 15%。

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)	59,838	50,110	71,908	72,308	57,537	55,166
平均燃料效益/ (公里/公升)	4.66	4.71	5.18	4.43	3.35	4.35
平均燃料費用/ (\$/公里) ^[1]	2.66	2.64	2.40	2.81	3.71	2.83

^[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。根據生產商提供的資料，假若試驗車輛及傳統車輛都以平均每小時 20 公里時速在車輛啟動及制停次數較多的市區內行走，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或在平均每小時 44 公里的高速公路上行走時，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，省油表現應界乎 12%至 20%，而結果顯示試驗車輛平均比傳統車輛節省了 17%燃料。另外值得注意的是試驗中的混合動力中型貨車皆由三菱製造，而對比用的柴油中型貨車卻來自不同生產商，引擎設計不一樣，因此未能作完全直接比對。

4.1.3 在試驗期內，HV-1 進行過 4 次定期維修及 4 次非定期維修，3 次非定期維修原因為因空調系統、油泵和電池的故障、潤滑油耗盡所導致，餘下 1 次非定期維修原因為引擎故障。HV-1 的總維修費用為\$12,926。HV-2 進行過 5 次定期維修及 1 次非定期維修，非定期維修原因為車頭燈失靈所導致，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。HV-2 的總維修費用為\$16,426。HV-3 進行過 5 次定期維修及 3 次非定期維修，該 3 次非定期維修原因為空調系統失靈、剎車燈及紅色警示燈失靈所導致。HV-3 的總維修費用為\$19,968。在保養期內，安美德無須支付 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 91%、99%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，試驗車輛和傳統車輛的平均總營運費用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 4%、35%及 27%。

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]}	172,088.5	148,680.3	192,529.8	216,268.7	261,913.5	203,692.6
平均總營運費用 (\$/公里)	2.88	2.97	2.68	2.99	4.55	3.69
損失營運時間 (工作天) ^[3]	58	9	17	3	18	24

^[1] 安美德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或全面檢修(除因車輛老化引致的維修)所導致的維修費用，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 試驗車輛的司機均表示操作車輛並無問題，但他們均認為試驗車輛在爬坡方面較傳統車輛乏力。

4.2.2 整體而言，安美德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來評估各車輛的燃料效益趨勢。HV-1 的燃料效益在每公升 4.02 公里至每公升 5.35 公里之間；HV-2 的燃料效益在每公升 4.35 公里至每公升 5.09 公里之間；而 HV-3 的燃料效益在每公升 4.93 公里至每公升 5.55 公里之間。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 33,881 公斤、28,109 公斤和 36,641 公斤；傳統車輛的二氧化碳當量排放分別為 35,627 公斤、39,457 公斤和 43,620 公斤。因此，於全期試驗中，HV-1、HV-2 和 HV-3 的總二氧化碳當量排放減少了 20,073 公斤（17%）。

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，由於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，因此試驗車輛平均比傳統車輛只節省了 17% 燃料，略低於生產商聲稱的最佳省油表現（即 20%）。另外值得注意的是，試驗中的混合動力中型貨車皆由三菱製造，而對比用的柴油中型貨車卻來自不同生產商，引擎設計不一樣，因此未能作完全直接比對。無論如何，試驗車輛的燃料效益的確較傳統車輛為高。

5.2 試驗車輛的司機均表示首個月需要調整他們的駕駛習慣，熟習之後，操作車輛並無問題。整體而言，試驗車輛的司機滿意試驗車輛的性能表現。

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 620 個工作天裏，HV-1, HV-2 及 HV-3 分別損失 58, 9 及 17 天的營運時間，使用率分別為 91%、99% 及 97%。

5.4 報告資料並未顯示試驗車輛的性能表現隨時間有所轉差。

5.5 試驗車輛於試驗期內的二氧化碳當量排放總共減少了 20,073 公斤，大約為 17%。

附錄 1：車輛主要規格

1. 混合動力中型貨車

車輛牌照號 **RV8182 (HV-1)**
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter Eco Hybrid FEB74GR3SDAG
類別： 中型貨車
車輛總重： 7,500 公斤
座位限額： 2
汽缸容量： 2,998 立方厘米
製造日期： 2012

車輛牌照號 **RV7005 (HV-2)**
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter Eco Hybrid FEB74GR3SDAG
類別： 中型貨車
車輛總重： 7,500 公斤
座位限額： 2
汽缸容量： 2,998 立方厘米
製造日期： 2012

車輛牌照號 **RV9805 (HV-3)**
廠名： 三菱 Fuso
型號： Canter Eco Hybrid FEB74GR3SDAG
類別： 中型貨車
車輛總重： 7,500 公斤
座位限額： 2
汽缸容量： 2,998 立方厘米
製造日期： 2012

2. 柴油中型貨車

車輛牌照號： PP5760 (DV-1)
廠名： 日產 Nissan
型號： MKB3YBLHRA
類別： 中型貨車
車輛總重： 10,400 公斤
座位限額： 2
汽缸容量： 7,684 立方厘米
製造日期： 2007

車輛牌照號： KC9342 (DV-2)
廠名： 日野 Hino
型號： FD2JLKA
類別： 中型貨車
車輛總重： 10,400 公斤
座位限額： 2
汽缸容量： 7,961 立方厘米
製造日期： 2001

車輛牌照號： PW3372 (DV-3)
廠名： 五十鈴 Isuzu
型號： NQR75PNM
類別： 中型貨車
車輛總重： 9,000 公斤
座位限額： 2
汽缸容量： 5,193 方厘米
製造日期： 2007

附錄 2：車輛的照片

1. 試驗混合動力中型貨車



HV-1 (RV8182) (前面)



HV-1 (RV8182) (後面)



HV-1 (RV8182) (側面)



HV-1 (RV8182) (側面)



HV-2 (RV7005) (前面)



HV-2 (RV7005) (後面)



HV-2 (RV7005) (側面)



HV-2 (RV7005) (側面)



HV-3 (RV9805) (前面)



HV-3 (RV9805) (後面)



HV-3 (RV9805) (側面)



HV-3 (RV9805) (側面)

2. 對比用的柴油中型貨車



DV-1 (PP5760) (前面)



DV-1 (PP5760) (後面)



DV-1 (PP5760) (側面)



DV-1 (PP5760) (側面)



DV-2 (KC9342) (前面)



DV-2 (KC9342) (後面)



DV-2 (KC9342) (側面)



DV-2 (KC9342) (側面)



DV-3 (PN2139) (前面)



DV-3 (PN2139) (後面)



DV-3 (PN2139) (側面)



DV-3 (PN2139) (側面)