

綠色運輸試驗基金

綠色專線小巴服務的混合動力小型巴士試驗

(香港都會巴士)

最終試驗報告行政摘要

(2017年2月21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
綠色專線小巴的混合動力小型巴士試驗（香港都會巴士）
最終試驗報告

（試驗時間：2014年1月1日 - 2015年12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。香港都會巴士有限公司（下稱：香港都會巴士）獲得基金資助購置一輛混合動力小型巴士，以試驗用於綠色專線小巴服務。

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 定期視察香港都會巴士並收集資料，以比較混合動力小型巴士與於類似地區或路面情況提供相同服務的柴油小型巴士的表現。資料包括上述車輛的操作數據，燃料費單，維修記錄，混合動力小型巴士的運作困難報告和以問卷收集混合動力小型巴士司機的意見。

1.3 本最終報告匯報在 24 個月的試驗期間，混合動力小型巴士用作綠色專線小巴服務的表現，並與其相應的傳統柴油小型巴士的比較。

2. 試驗車輛

2.1 香港都會巴士購置了一輛總重 7 噸的東風 Gemini 16 座位混合動力小型巴士(HV)作試驗。

2.2 香港都會巴士分配一輛總重 5.5 噸的三菱 16 座位柴油小型巴士 (DV)與 HV 作對比。兩部車輛行走同一路線，路面狀況相同。

2.3 混合動力小型巴士和柴油小型巴士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 2014 年 1 月 1 日開始。兩部車輛都用作專線小巴用途。行走 69X 路線來往數碼港和銅鑼灣，當中在薄扶林有一段路面傾斜坡度為 13%。服務時間由早上 6:30 至晚上 11:10，包括星期日和公眾假期。兩部車輛有時會因應營運需要而行走 69 (來往數碼港和太古) 69A (來往數碼港和香港仔) 路線，此兩條路線的路面狀況與 69X 相若。

4. 試驗結果

4.1 營運費用

4.1.1 在此報告所涵蓋的 24 個月內，HV 和 DV 分別行駛了 87,220 公里和 211,368 公里。下表概括 HV 和 DV 於 24 個月的營運表現和費用的數據：

表一：各車輛的燃料效益和營運費用數據（2014 年 1 月至 2015 年 12 月）

	混合動力小型巴士 HV	柴油小型巴士 DV
平均燃料效益(公里/公升)	4.33	4.26
平均燃料費用, \$/公里 ^[1]	2.66	2.77

[1] 以市場燃料價格計算

4.1.2 HV 的平均燃油費用比 DV 低 4.1%。根據車輛供應商的解釋，電池的溫度在夏季可以達到或超過 500C，而電池的冷卻系統未能有效降低溫度。電池控制系統在高溫下會限制充電電流，而發電的內燃機必需同時運作。因此，在高溫下，充電效能會下降，混能小巴的燃料效能在夏季時，亦相對低。事實上，車輛的運作狀況和司機駕駛習慣都影響省油績效。

4.1.3 在試驗期內，HV 進行過 十一次定期維修和 六十四次非定期維修。HV 的定期維修與 DV 相若，主要涉及檢查內燃機、更換機油及機油隔，但另外需要更新電池管理系統及修理電池。在 HV 保養期內香港都會巴士不需支付維修費用，包括在內的維修費只是作參考。非定期維修主要是由於電池管理系統失效、車門和空調系統的滲漏以及電池充電量不正常和內燃機過熱。這二十四個月的維修費為 62,775 元。HV 的使用率為 68%，明顯低於 DV 的 95%。

4.1.4 除燃料費用外，維修、保養、及因車輛故障而導致的其他費用，如更換零部件，都包括總營運費用中。值得注意的是 HV 仍在保養期內，因此香港都會巴士無須支付維修 HV 的費用，包括在內的維修開支只作參考之用。HV 的總營運費用比 DV 低 3.48%。

表二: 每部車輛的平均總營運費用和損失營運時間

	混合動力小型巴士	柴油小型巴士
總營運費用/\$	295,146 ^[1]	739,740
平均總營運費用, \$/公里	3.38	3.50
損失營運時間/工作天 ^[2]	230	38

[1] HV 保養期內，香港都會巴士無須支付維修 HV 的費用，但維修開支包括在內，只作參考

[2] 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 表現和可靠性

4.2.1 在試驗期開初六個月，香港都會巴士有兩位指定司機負責駕駛 HV，餘下十八個月，只有一位指定司機駕駛 HV。他們對 HV 的運作和表現，都持同一意見。HV 司機均表示操作這部車輛並無問題，但在首六個月進行窄角度轉彎時則比較困難。車輛供應商更換了軟盤組合後情況有所改善。他們也感覺車輛在每十五分鐘內燃機運行充電期間噪音較大。乘客則感覺車箱空氣潔淨，但同樣認為充電時噪音大及 HV 上斜時車輛馬力較低，尤其是在博扶林道 13%斜坡時更為明顯。根據車輛供應商的解釋，HV 的馬力上限比 DV 高，但馬力設置在較低水平。供應商同時認為沒有內燃機加速時的聲音可能讓司機有馬力不足的感覺。

4.2.2 總的來說，香港都會巴士對採用混合動力小巴作為營運車輛有保留。因為營能小巴的使用率低，嚴重影響公共小巴的服務。他們同時認為混合動力小巴並不比傳統柴油小巴節省燃料費用。

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車輛的燃料效益趨勢。結困顯示 HV 的燃料效能只在 4.37 至 4.49 公里/公升的細小區間波動。並無蹟象顯示燃料效能在試驗期間有衰減的現象。

5. 總結

5.1 HV 的燃油效能只是稍為比 DV 高，平均節省 4.1% 燃料費。若包括維修費，HV 的平均營運費用比 DV 低 3.4%。

5.2 HV 司機均表示操作這部車輛沒有困難，但在首六個月進行窄角度轉彎時則比較困難。車輛供應商更換了軟盤組合後情況有所改善。他們也感覺車輛在內燃機運行充電期間噪音較大。乘客則感覺車箱空氣潔淨，但同樣認為充電時噪音大及 HV 上斜時車輛馬力相比 DV 較低。

5.3 混合動力小型巴士在二十四個月的 730 個工作天進行過多次維修，損失了 230 天的營運時間，使用率為 68%。遠低於 DV 的 92%。

附錄 1：車輛主要規格

1. 混合動力小型巴士

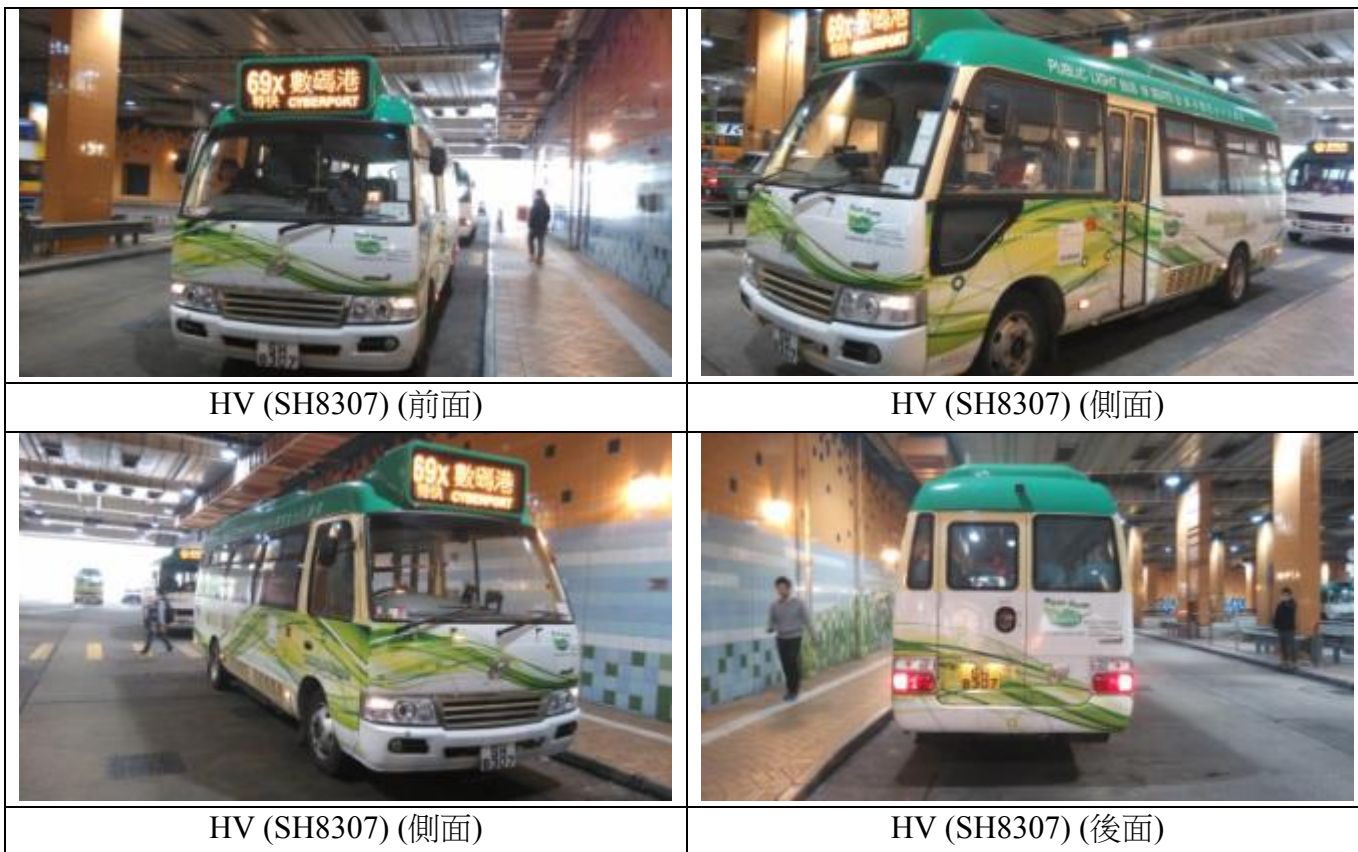
車輛牌照號：	SH8307 (HV)
廠名：	東風
型號：	Gemini
類別：	小型巴士
車輛總重：	7000 公斤
座位限額：	司機+16 位乘客
額定功率：	150 千瓦
最高車速：	每小時 100 公里
電池物料：	鋰鐵磷聚合物
製造日期：	2013

2. 柴油小型巴士

車輛牌照號：	NN6005 (DV)
廠名：	Mitsubishi Fuso
型號：	BE63DGRMDA
類別：	小型巴士
車輛總重：	5500 kg
座位限額：	司機+16 位乘客
汽缸容量：	4899 立方厘米
製造日期：	2008

附錄 2：車輛的照片

1. 試驗混合動力小型巴士



2. 對比用的柴油小型巴士



DV (NN6005) (前面)



DV (NN6005) (側面)



DV (NN6005) (側面)



DV (NN6005) (後面)