

# 綠色運輸試驗基金

## 綠色專線公共小巴服務的 混合動力小型巴士試驗 (薄扶林公共小巴有限公司)

### 最終報告

(2020年12月22日)

羅家驊 博士  
吳連彥 先生  
陳嘉俊 先生  
莊家浩 先生

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

### 羅家驊博士（小組主任）

中心經理

賽馬會重型車輛排放測試及研究中心

香港專業教育學院（青衣分校）

### 吳連彥先生（組員）

測試工程師

賽馬會重型車輛排放測試及研究中心

香港專業教育學院（青衣分校）

### 陳嘉俊 先生（組員）

技術員

賽馬會重型車輛排放測試及研究中心

香港專業教育學院(青衣分校)

### 莊家浩先生（組員）

行政助理

賽馬會重型車輛排放測試及研究中心

香港專業教育學院（青衣分校）

**綠色運輸試驗基金**  
**綠色專線公共小巴服務的混合動力小型巴士試驗**  
**(薄扶林公共小巴有限公司)**

**最終報告**

**(試驗時間：混合動力小巴-1 - 2018年4月1日 - 2020年3月31日**  
**混合動力小巴-2 - 2018年9月1日 - 2020年8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。薄扶林公共小巴有限公司（下稱：薄扶林公司）獲得基金資助購置兩輛柴油電力混合動力小型巴士以提供綠色專線公共小巴服務。

1.2 香港專業教育學院（青衣）獲環境保護署委託為獨立第三方評核者，監察試驗並評估試驗車輛的表現。薄扶林公司同時指派兩輛提供同類服務的石油氣公共小型巴士（下稱：石油氣小巴-1 和石油氣小巴-2）與試驗車輛作對比。

1.3 本最終報告匯報在二十四個月的試驗中混合動力小巴的表現，並與其相應的傳統石油氣小巴比較。

**2. 試驗和傳統車輛**

2.1 薄扶林公司依照與政府簽訂的資助協議招標程序，購置了兩輛 GMI Gemini GM6700GAREEV 柴油電力混合動力小型巴士（下稱：混合動力小巴-1 和混合動力小巴-2）試驗。

2.2 混合動力小巴和石油氣小巴的主要特點和照片分別載於附錄 1 和附錄 2。它們主要用於港島區提供綠色專線小巴服務，混合動力小巴-1 和石油氣小巴-1 路線為 23/23M，在堅尼地城地鐵站與薄扶林置富花園之間提供服務，而混合動力小巴-2 和石油氣小巴-2 路線為 22/22S/22X，在薄扶林花園和中環交易廣場之間提供服務。根據混合動力小巴生產商的資料，該混合動力小巴的車輛總重是 7,000 公斤，汽缸容積為 2,776 立方厘米。

### 3. 試驗資料

3.1 混合動力小巴-1 和混合動力小巴-2 的試驗分別於 2018 年 4 月 1 日和 2018 年 9 月 1 日開始，均為期 24 個月。薄扶林公司必須搜集和提供的資料包括混合動力小巴加油前的行車里數讀數、加油日期、加油量、定期和非定期維修費用及營運時間損失，亦同時需要提供石油氣小巴的類似資料。除了開支數據外，薄扶林公司也要提供混合動力小巴的維修報告、運作困難紀錄和司機及薄扶林公司的意見，以反映混合動力小巴的任何運作上的問題。

### 4. 試驗結果

4.1 表 1 概括混合動力小巴和石油氣小巴的運作統計數據。混合動力小巴-1 和混合動力小巴-2 的平均總營運費用比石油氣小巴-1 和石油氣小巴-2 分別每公里高港幣 0.75 元（29%）和 1.51 元（65%）。兩輛混合動力小巴的車隊平均總營運費用平均燃料費比兩輛石油氣小巴每公里高港幣 1.13 元（46%）。而混合動力小巴-1 和混合動力小巴-2 的平均燃料費用比石油氣小巴-1 和石油氣小巴-2 分別每公里高港幣 1.40 元（87%）和 1.98 元（146%）。兩輛混合動力小巴的車隊平均燃料費比比兩輛石油氣小巴每公里高港幣 1.68 元（113%）。這是由於混合動力小巴和石油氣小巴分別使用柴油和石油氣，而柴油的平均燃料價格比石油氣高超過 300%。

表 1：各車輛的主要運作統計（混合動力小巴-1：2018 年 4 月至 2020 年 3 月  
混合動力小巴-2：2018 年 9 月至 2020 年 8 月）

	混合動力小巴		石油氣小巴		
	1	2	1	2	
總里數（公里）	77,991	51,218	130,924	112,860	
總燃料費用（港幣） <sup>[1]</sup>	234,887	170,851	207,743	158,381	
平均燃料效益	（公里/公升）	4.66	4.25	2.13	2.39
	（公里/百萬焦耳）	0.129 <sup>[4]</sup>	0.118 <sup>[4]</sup>	0.090 <sup>[5]</sup>	0.101 <sup>[5]</sup>
平均燃料費用（港幣/公里）	3.01	3.34	1.59	1.40	
車隊平均燃料費用（港幣/公里）	3.17		1.49		
平均總營運費用（港幣/公里）	3.34	3.82	2.59	2.31	
車隊平均總營運費用（港幣/公里）	3.58		2.45		
營運損失時間（日） <sup>[2][3]</sup>	42	36	24	24	

[1] 加油紀錄以市場燃料價格計算。

[2] 營運損失時間是指因維修導致車輛不能營運的工作日數，即由車輛停運的第一個工作天起計至車輛供應商把車輛交還車輛營運商的日期為止。

[3] 因交通事故或與車輛表現無關的維修並不包括在車輛表現的比較內。

[4] 假設柴油的低熱值是 36.13 百萬焦耳/公升。

[5] 假設石油氣的低熱值是 23.67 百萬焦耳/公升。

4.2 在 24 個月的試驗期內，兩輛混合動力小巴共分別有 5 次定期維修和兩輛石油氣小巴分別各有 24 次定期維修。而混合動力小巴-1 和混合動力小巴-2 分別有 14 次及 11 非定期維修，而石油氣小巴則沒有非定期維修。定期維修和非定期維修分別導致混合動力小巴-1，混合動力小巴-2 和兩輛石油氣小巴有 42 日，36 日和分別 24 日營運損失時間。在 730 天試驗期內，混合動力小巴-1，混合動力小巴-2 和兩輛石油氣小巴的可使用率分別為 94%、95% 和 97%。

4.3 混合動力小巴司機表示混合動力小巴排放的空氣污染物較少。在試驗開始時，司機表示混合動力小巴在非充電時比石油氣小巴寧靜，但當充電時則非常嘈吵，有時候甚至聽不到乘客通知在下一站下車。有關問題已向供應商反映，並採取了以下緩解措施來解決噪音問題：

- (i) 重新設計，使接縫更緊密，並更換為較厚的模製塑料以免機艙受發動機噪音影響；
- (ii) 發動機艙內填充較厚的隔音材料；
- (iii) 將主電纜和電線束從底盤重新佈線到車內控制器，從而可以將電纜入口產生的空隙與路面反射隔開；和
- (iv) 為車身框架的所有鋼管注入減震材料，以防止形成駐波。

採取緩解措施後，噪音問題得到了相當大的改善，司機對司機表示混合動力小巴的性能亦感到滿意。此外，司機表示混合動力小巴動力較弱，特別在上斜時，甚至在平坦的道路上。

4.4 乘客對混合動力小巴有不同的看法。部分乘客認為混合動力小巴排放的空氣污染物較少，改善了路邊的空氣質素。他們喜歡混合動力小巴和支持使用混合動力車輛取代現有的傳統車輛。然而，與傳統的石油氣小巴相比，一些乘客仍然對充電過程中產生的噪音表示不滿。

4.5 薄扶林公司表示混合動力小巴的性能達到他們營運的需要，而混合動力小巴亦可幫助改善路邊空氣質素。薄扶林公司表示會鼓勵其他公共小巴運營商嘗試使用混合動力小巴，及相信混合動力小巴在未來一段長時間內仍能繼續提供公共小巴服務。

4.6 為了消除季節性波動的影響，我們使用 12 個月的移動平均值來評估兩輛混合動力小巴的燃油效益趨勢。在 24 個月的試驗期內，兩輛混合動力小巴的燃料效益趨勢平穩（混合動力小巴-1 在每千瓦時 4.58 至 4.69 公里之間）和（混合動力小巴-2 在每千瓦時 3.95 公里至 4.44 公里之間）。整體而言，兩輛混合動力小巴大致處於正常運作狀態，並且可以通過適當的維修保養來保持良好的燃料效益。兩輛混合動力小巴電池的表現在試驗期內並沒有下降的跡象。

4.7 根據混合動力小巴於試驗中的總行車里數，試驗期間石油氣小巴的燃料效益以及消耗每升石油氣所產生的二氧化碳當量（CO<sub>2</sub>e）排放量，可估算出石油氣小巴的相對 CO<sub>2</sub>e 排放量以作比較。混合動力小巴-1 與石油氣小巴-1 的 CO<sub>2</sub>e 排放分別為 46,429 公斤和 61,668 公斤。而混合動力小巴-2 與石油氣小巴-2 的 CO<sub>2</sub>e 排放分別為 33,432 公斤和 36,093 公斤。因此，在試驗期內兩輛混合動力小巴的 CO<sub>2</sub>e 排放比兩輛柴油輕型貨車低 17,900 公斤（18%）。

## 5. 總結

5.1 司機表示在試驗開始時，混合動力小巴在非充電時比石油氣小巴寧靜，但當充電時則非常嘈吵。另外，司機認為混合動力小巴的加速度相對較低，特別是在上斜坡時，有時候甚至在平坦的道路上亦未如理想。但是，司機表示隨着駕駛混合動力小巴久了及生產商協助處理噪聲問題，遇到的困難開始減少，而他亦開始喜歡駕駛混合動力小巴。採取緩解措施後，噪音問題得到了相當大的改善，司機對混合動力小巴的性能亦感到滿意。總體而言，薄扶林公司和混合動力小巴司機均滿意兩輛混合動力小巴的表現。

5.2 乘客對混合動力小巴有不同的看法。部分乘客認為混合動力小巴排放的空氣污染物較少，改善了路邊的空氣質素。然而，與傳統的石油氣小巴相比，一些乘客仍然對充電過程中產生的噪音表示不滿。

5.3 由於柴油的平均燃料價格比石油氣高超過 300%，兩輛混合動力小巴的車隊平均燃料費比比兩輛石油氣小巴高 113%（每公里港幣 1.68 元）。而兩輛混合動力小巴的車隊平均總營運費用平均燃料費比兩輛石油氣小巴高 46%（每公里港幣 1.13 元）。雖然混合動力小巴-1 和混合動力小巴-2 的平均燃料效益比石油氣小巴-1 和石油氣小巴-2 分別每公里高 43%和 17%。

5.4 混合動力小巴-1，混合動力小巴-2 和兩輛石油氣小巴的可使用率分別為 94%、95%和 97%。

5.5 混合動力小巴-1 與石油氣小巴-1 的 CO<sub>2</sub>e 排放分別為 46,429 公斤和 61,668 公斤。而混合動力小巴-2 與石油氣小巴-2 的 CO<sub>2</sub>e 排放分別為 33,432 公斤和 36,093 公斤。因此，在試驗期內兩輛混合動力小巴的 CO<sub>2</sub>e 排放比兩輛柴油輕型貨車低 17,900 公斤（18%）。

5.6 兩輛混合動力小巴的表現在試驗期內並沒有下降的跡象。

## 附錄 1：車輛的主要特點

### 1. 試驗的混合動力小巴

登記號碼：**EJ8882**（混合動力小巴-1）  
**LA4381**（混合動力小巴-2）

廠名：**GMI**  
型號：**GEMINI GM6700GAREEV**  
類別：**公共小型巴士**  
車輛總重：**7,000 公斤**  
座位限額：**司機 + 19 位乘客**  
汽缸容積：**2,776 毫升**  
電池類別：**磷酸鐵鋰**  
製造日期：**2017**

### 2. 對比的石油氣小巴

#### 石油氣小巴-1

登記號碼：**LA4381**（4 月 2018）  
**LG2081**（5 月 2018 – 10 月 2018）

廠名：**豐田**  
型號：**BZB40RZCMSCYY**  
類別：**公共小型巴士**  
車輛總重：**4,000 公斤**  
座位限額：**司機 + 16 位乘客**  
汽缸容量：**4,104 毫升**  
製造日期：**2003**

登記號碼：**TF9821**（11 月 2018 – 2 月 2019）  
**KM6985**（3 月 2019 開始）

廠名：**豐田**  
型號：**BZB40RZCMSCYY**  
類別：**公共小型巴士**  
車輛總重：**4,000 公斤**  
座位限額：**司機 + 16 位乘客**  
汽缸容量：**4,104 毫升**  
製造日期：**2004**

#### 石油氣小巴-2

登記號碼：**RN9056**

廠名：**豐田**  
型號：**BZB40RZCMSCYY**  
類別：**公共小型巴士**  
車輛總重：**4,000 公斤**  
座位限額：**司機 + 16 位乘客**  
汽缸容量：**4,104 毫升**  
製造日期：**2002**

附錄 2：車輛的照片

1. 試驗的混合動力小巴

混合動力小巴-1 (EJ8882)



混合動力小巴-1 前方



混合動力小巴-1 後方



混合動力小巴-1 左側面



混合動力小巴-1 右側面



混合動力小巴-2 (LA4381)



混合動力小巴-2 前方



混合動力小巴-2 後方



混合動力小巴-2 左側面



混合動力小巴-2 右側面

## 2. 對比的石油氣小巴

### 石油氣小巴-1 LA4381 (4月 2018)



石油氣小巴-1 前方 (LA4381)



石油氣小巴-1 後方 (LA4381)



石油氣小巴-1 左側面 (LA4381)



石油氣小巴-1 右側面 (LA4381)

石油氣小巴-1 LG2081 (5月2018-10月2018)



石油氣小巴-1 前方 (LG 2081)



石油氣小巴-1 後方 (LG 2081)



石油氣小巴-1 左側面 (LG 2081)



石油氣小巴-1 右側面 (LG 2081)

石油氣小巴-1 TF9821 (11月2018 - 2月2019)



石油氣小巴-1 前方 (TF 9821)



石油氣小巴-1 後方 (TF 9821)



石油氣小巴-1 左側面 (TF 9821)



石油氣小巴-1 右側面 (TF 9821)

石油氣小巴-1 KM6985 (3月2019開始)



石油氣小巴-1 前方 (KM 6985)



石油氣小巴-1 後方 (KM 6985)



石油氣小巴-1 左側面 (KM 6985)



石油氣小巴-1 右側面 (KM 6985)

石油氣小巴-2 (RN9056)



石油氣公共小巴-2 前方



石油氣公共小巴-2 後方



石油氣公共小巴-2 左側面



石油氣公共小巴-2 右側面