

# 綠色運輸試驗基金

## 愉景灣居民穿梭服務的 單層電動巴士試驗 (愉景灣交通服務有限公司)

### 最終報告

(2020年11月27日)

羅家驊 博士  
柯樂勤 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）

**柯樂勤 先生（組員）**

汽車廢氣排放測試經理

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）

**綠色運輸試驗基金**  
**愉景灣居民穿梭服務的單層電動巴士試驗**  
**(愉景灣交通服務有限公司)**

**最終報告**  
**(試驗時間：2015年1月1日 - 2016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。愉景灣交通服務有限公司（下稱：愉景灣交通）獲得基金資助，在大嶼山愉景灣為居民提供穿梭服務中試用兩輛單層電動巴士（下稱：電動巴士）。

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的電動巴士，並與傳統車輛作比較。愉景灣交通指派兩輛提供類似服務的單層柴油巴士（下稱：柴油巴士）與電動巴士作對比。

1.3 本最終報告匯報在二十四個月的試驗中電動巴士的表現，並與其同類的傳統車輛比較。

### 2 試驗車輛及傳統車輛

2.1 愉景灣交通依照與政府簽訂的資助協議招標程序，購置了兩輛各總車輛重量為 17,500 公斤及額定功率為 150 千瓦的山東沂星飛燕單層電動巴士（EV-1 和 EV-2）作試驗。電動巴士為愉景灣居民提供於區內的穿梭服務。

2.2 愉景灣交通亦指派兩輛各總車輛重量分別為 12,960 公斤的 Alexander Dennis Enviro 單層柴油巴士（DV-1 和 DV-2）與電動巴士作試驗對比。柴油巴士亦為愉景灣居民提供於區內的穿梭服務。

2.3 電動巴士及其充電設施和柴油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 試驗於 2015 年 1 月 1 日開始，為期 24 個月。愉景灣交通必須搜集和提供的資料包括電動巴士充電時的行車里數讀數、每次充電量及充電時間；電動巴士的定期和非定期維修費及營運時間損失。愉景灣交通亦需要提供柴油巴士的類似資料。除了開支數據外，也要提供電動巴士的維修報告、運作困難紀錄，及司機和愉景灣交通的意見，以反映電動巴士的任何問題。電動巴士和柴油巴士的服務時間為星期一至日 05:30 至 24:00。

## 4 試驗結果

4.1 表 1 概括了電動巴士和柴油巴士的主要運作統計數據。電動巴士的車隊平均燃料費比柴油巴士每公里低港幣 4.77 元（74%）。電動巴士的車隊平均總營運費用比兩輛柴油巴士每公里低港幣 4.79 元（74%）。

表 1：各車輛的主要運作統計（2015 年 1 月至 2016 年 12 月）

		EV-1	EV-2	DV-1	DV-2
總里數（公里）		16,876	23,159	94,818	93,717
平均燃料效益	（公里/千瓦時）	0.65	0.73	-	-
	（公里/公升）	-	-	1.62	1.74
	（公里/百萬焦耳）	0.18	0.20	0.04 <sup>[4]</sup>	0.05 <sup>[4]</sup>
平均燃料費用（港幣/公里） <sup>[1]</sup>		1.76	1.55	6.66	6.20
車隊平均燃料費用（港幣/公里） <sup>[1]</sup>		1.66		6.43	
平均總營運費用（港幣/公里） <sup>[3][4]</sup>		1.76	1.55	6.66	6.24
車隊平均總營運費用（港幣/公里） <sup>[3][4]</sup>		1.66		6.45	
營運損失時間（日） <sup>[2][3]</sup>		437	304	13	8

[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或充電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] 與車輛表現無關的維修並不包括在車輛表現的比較內。

[4] 電動巴士和柴油巴士均於保養期內

[5] 假設柴油的低熱值是 36.13 百萬焦耳/公升

4.2 試驗期間，電動巴士和柴油巴士均沒有定期維修。EV-1、EV-2、DV-1 和 DV-2 分別有 34、44、19 和 13 次非定期維修。這分別引致 EV-1、EV-2、DV-1 和 DV-2 有 437 天、304 天、13 天和 8 天的營運損失時間。EV-1、EV-2、DV-1 和 DV-2 的使用率分別為 40%、58%、98% 和 99%。另外，電動車充電設備並沒有維修。

4.3 愉景灣交通沒有委派指定司機去駕駛兩輛電動巴士。總括而言，司機適應了操作電動巴士的差異，亦表示沒有太多操作上的困難。電動巴士乘客普遍認為電動巴士較柴油巴士寧靜及環保，支持以更環保、更潔淨的電動巴士取代柴油巴士。

4.4 可是，愉景灣交通對電動巴士的表現非常失望，因為要花過多時間處理頻繁的故障和非定期維修。例如，電池、空調系統和空氣壓縮機的表現不穩定且功能差。在試驗第一年後，這兩輛電動巴士都頻繁發生故障，最終無法有效修復以支持其日常運作。愉景灣交通認為電動巴士不能達到日常工作上的需求。

4.5 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電動巴士平均燃料效益的趨勢。EV-1 的平均燃料效益由每千瓦時 0.58 至 0.66 公里和 EV-2 的平均燃料效益由每千瓦時 0.68 至 0.74 公里（分別有 12% 和 8% 的變化）。在非故障或維修期間，電動巴士的燃料效益變化並不明顯。但是，於第二年年底，EV-2 的電池退化至難以正常運作，這在愉景灣交通於第三年提供的大量故障和維修報告中得以證實。

4.6 EV-1 和 EV-2 的二氧化碳當量 (CO<sub>2</sub>e) 排放分別為 14,077 公斤和 17,028 公斤，同時，DV-1 和 DV-2 的 CO<sub>2</sub>e 排放分別為 27,461 公斤和 35,109 公斤。相比柴油巴士，EV-1 的 CO<sub>2</sub>e 排放低 13,384 公斤 (49%) 和 EV-2 的 CO<sub>2</sub>e 排放低 18,081 公斤 (51%)。整體而言，於試驗期間電動巴士的車隊總 CO<sub>2</sub>e 排放比柴油巴士低 31,465 公斤 (50%)。

## 5 總結

5.1 司機駕駛電動巴士沒有操作上的困難。乘客表示電動巴士較柴油巴士寧靜和環保，支持以電動巴士取代柴油巴士。

5.2 可是，愉景灣交通對電動巴士的表現非常失望，因為要花過多時間處理頻繁的故障和非定期維修。在試驗第一年後，這兩輛電動巴士都頻繁發生故障，最終無法有效修復以支持其日常運作。愉景灣交通認為電動巴士不能達到日常工作上的需求。

5.3 EV-1、EV-2、DV-1 和 DV-2 的使用率分別為 40%、58%、98% 和 99%。但從電動巴士 (16,876 公里和 23,159 公里，即每工作天平均 23 公里和 32 公里) 和柴油巴士 (94,818 公里和 93,717 公里，即每工作天平均 130 公里和 128 公里) 的總里數差異中可反映出電動巴士的使用率偏低。在非故障或維修期間，電動巴士的燃料效益變化並不明顯。但是，於第二年年底，EV-2 的電池退化至難以正常運作，這在愉景灣交通於第三年提供的大量故障和維修報告中得以證實。

5.4 電動巴士的車隊平均燃料費比柴油巴士每公里低港幣 4.77 元 (74%)。若連同維修費用計算在內，電動巴士的車隊平均總營運費用比柴油巴士每公里低港幣 4.79 元 (74%)。於試驗期間電動巴士的車隊總 CO<sub>2</sub>e 排放比柴油巴士低 31,465 公斤 (50%)。

## 附錄 1：車輛和充電設施的主要特點

### 1. 試驗的電動巴士

登記號碼：	<b>TA3408 (EV-1) &amp; TA4407 (EV-2)</b>
廠名：	山東沂星
型號：	飛燕
類別：	公共巴士
車輛總重：	17,500 公斤
座位限額：	司機 + 26 位乘客
企位限額：	31 位乘客
額定功率：	150 千瓦
行駛里程：	250 公里（開啟空調及滿載下）
最高車速：	每小時 70 公里
電池類別：	磷酸鋰鐵電池
電池儲電量：	360 千瓦時
充電時間：	8 小時（最大電流為 16 安培）
製造日期：	2013

### 2. 電動巴士充電設施

充電標準：	IEC62196
充電模式：	單相電 16 安培

### 3. 對比的柴油巴士

登記號碼：	<b>SP8992 (DV-1) &amp; SP9663 (DV-2)</b>
廠名：	Alexander Dennis
型號：	Enviro 200 Dart4
類別：	公共巴士
座位限額：	司機 + 27 位乘客
企位限額：	32 位乘客
車輛總重：	12,960 公斤
製造日期：	2013

附錄 2：車輛和充電設施的照片

1. 試驗的電動巴士 (EV-1)

 <p>10/04/2015 10:16</p>	 <p>10/04/2015 10:15</p>
<p>EV-1 前方</p>	<p>EV-1 後方</p>
 <p>10/04/2015 10:15</p>	 <p>10/04/2015 10:15</p>
<p>EV-1 左側面</p>	<p>EV-1 右側面</p>

## 2. 試驗的電動巴士 (EV-2)



EV-2 前方



EV-2 後方



EV-2 左側面



EV-2 右側面



### 3. 電動巴士的充電設施



電動巴士的充電站 A



電動巴士的充電站 B



充電站的整流器

#### 4. 作對比的柴油巴士 (DV-1)



DV-1 前方



DV-1 後方



DV-1 左側面



DV-1 右側面

5. 作對比的柴油巴士 (DV-2)



DV-2 前方



DV-2 後方



DV-2 左側方



DV-2 右側方