

綠色運輸試驗基金

旅遊巴出租服務的電動單層巴士試驗 (泰安策略投資有限公司)

最終報告

(2021年11月8日)

吳駿博士

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）

機械工程學系
香港理工大學

吳駿博士

機械工程學系
香港理工大學

勞偉籌博士

電機工程學系
香港理工大學

熊永達博士

理大科技及顧問有限公司
香港理工大學

袁大偉博士

理大科技及顧問有限公司
香港理工大學

綠色運輸試驗基金
旅遊巴出租服務的電動單層巴士試驗
(泰安策略投資有限公司)

最終報告
(試驗時間：2019年9月1日—2021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作出貢獻。泰安策略投資有限公司（下稱：泰安）獲基金資助試驗一輛電動單層巴士以提供旅遊巴出租服務。泰安依照與政府簽訂的資助協議招標程序，購置了一輛比亞迪 C9R 電動單層巴士（下稱：電動巴士）作試驗。

1.2 理大科技及顧問有限公司獲環境保護署委託為獨立第三方評核者（評核者），監察試驗並評估試驗車輛的表現。泰安指派一輛提供相同服務的柴油單層巴士（下稱：柴油巴士）與電動巴士作對比。

1.3 基於泰安的商業決定，原本的一輛對比車 – Isuzu 柴油單層巴士（柴油巴士 1）由 2019 年 10 月 11 日起停止提供穿梭巴士服務。泰安由 2019 年 10 月 30 日起改用另一輛 Scania 柴油單層巴士（柴油巴士 2）取代柴油巴士 1，與電動巴士作對比用。泰安需要在試驗期內記錄電動巴士和柴油巴士的營運數據作對比。

1.4 本最終報告匯報在試驗期 24 個月中，電動巴士與柴油巴士比較下的表現。

2. 試驗車輛及傳統車輛

2.1 電動巴士 – 比亞迪 C9R 電動單層巴士 – 總重量為 18,000 公斤並能夠載一位司機和 65 位乘客，備有 324 千瓦時的磷酸鐵鋰電池組。此電動巴士在不使用空調下的續航力達 250 公里。泰安沒有安排指定司機駕駛此電動巴士。

2.2 泰安安排一輛總重量為 14,800 公斤、能夠載一位司機和 66 位乘客並有 7,790 毫升油缸容量的 Isuzu 柴油單層巴士（柴油巴士 1）作為對比用。柴油巴士 1 於 2019 年 9 月 1 日至 10 月 10 日提供服務，但其後已停止服務。自 2019 年 10 月 30 日至 2020 年 10 月 30 日，泰安安排了一輛總重量為 16,000 公斤並能夠載一位司機和 65 位乘客，汽缸容量為 9,290 毫升的 Scania 柴油單層巴士（柴油巴士 2）取代柴油巴士 1，與電動巴士作對比用。然而，由於新冠肺炎（COVID-19）疫情影響了泰安的業務，柴油巴士 2 自 2020 年 10 月 31 日起也停止營運。

2.3 車輛主要為壹傳媒提供每日 24 小時穿梭巴士服務。服務路線為固定的循環穿梭巴士路線。每日由 06:50 至 24:00，為將軍澳工業邨到調景嶺港鐵站循環穿梭巴士路線提供服務；而由 00:00 至 06:15，為將軍澳工業邨到將軍澳、觀塘和旺角循環穿梭巴士路線提供服務。由 2021 年 7 月 8 日開始，因壹傳媒停止營運而導致穿梭巴士服務亦需停運，故電動巴士由 2021 年 7 月 8 日至試驗期完結期間（共 55 日）也停止使用。

2.4 泰安用一個 3 相 80 千瓦交流快速充電設施為電動巴士充電。電動巴士大約需要 4 至 5 個小時充滿電。電動巴士、充電設施和柴油巴士的主要特點載於附錄 1，而它們的照片載於附錄 2。

3. 試驗資料

3.1 試驗於 2019 年 9 月 1 日展開，為期 24 個月。泰安必須搜集和提供試驗資料，包括電動巴士充電前的行車里數讀數、每次充電的電量、充電所需時間、因充電損失的營運時間、電動巴士及充電設施的定期和非定期維修費及營運時間損失。泰安亦需要提供柴油巴士的類似資料。除了開支數據外，也要搜集和提供電動巴士的維修報告、運作困難紀錄和司機及泰安的意見，以反映電動巴士的任何問題。

4. 試驗結果

4.1 表 1 概括電動巴士和柴油巴士的統計數據。

表 1：各車輛的主要運作數據統計（2019 年 9 月 1 日至 2021 年 8 月 31 日）

		電動巴士 ^[1]	柴油巴士 ^[2]
總行車里數（公里）		141,887	126,262
平均每日行車里數（公里/工作天）		212	313
平均燃料效益	（公里/千瓦時）	1.01	-
	（公里/公升）	-	3.64
	（公里/兆焦耳）	0.28	0.10 ^[3]
平均燃料費用（港幣/公里） ^[4]		1.19	3.93
平均總營運費用（港幣/公里）		1.34	4.05
營運損失時間（工作天） ^[5]		8	4

[1] 因泰安的商業運作安排，電動巴士由 2021 年 7 月 8 日至 8 月 31 日，有 55 天沒有提供穿梭巴士服務。

[2] 因新冠肺炎（COVID-19）疫情影響了泰安的業務，柴油巴士自 2020 年 10 月 31 日起停止營運。結果是根據柴油巴士在 2019 年 9 月 1 日至 2020 年 10 月 30 日期間的營運數據進行評估的。

[3] 假設柴油的低熱值是 36.13 兆焦耳/公升。

[4] 計算使用市場燃料價格。

[5] 營運損失時間是指因維修導致車輛不能營運的工作天，即由車輛第一工作天停運起計至把車輛交還營運商的日期為止。

4.2 在 24 個月的試驗中，電動巴士的總行車里數和每日平均行車里數分別是 141,887 公里和 212 公里，而柴油巴士的總行車里數和每日平均行車里數分別是 126,262 公里和 313 公里。電動巴士的每公里平均燃料費比柴油巴士的低港幣 2.74 元

(約 70%)。電動巴士的每公里平均總營運費用比柴油巴士的低港幣 2.71 元 (約 67%)。

4.3 在這次試驗中，電動巴士及柴油巴士的可使用率分別為 98.8%和 99.0%。

4.4 為了撇除季節性波動的影響，本報告使用 12 個月移動平均值評估電動巴士的燃料效益趨勢。12 個月移動平均燃料效益在每千瓦時 0.99 公里至每千瓦時 1.04 公里之間變化。試驗期內電動巴士的燃料效益沒有衰退跡象。

4.5 為作比對，柴油巴士的二氧化碳當量 (CO₂e) 排放量可按電動巴士的總行駛里數及柴油巴士的燃料效益估算得出。電動巴士和柴油巴士的 CO₂e 排放量分別為 55,644 公斤和 102,866 公斤；因此，在這次試驗中，電動巴士的 CO₂e 排放較柴油巴士少 47,222 公斤 (約 46%)。

4.6 電動巴士的運作暢順，司機在操作電動巴士上並無問題，並認為電動巴士潔靜。司機和泰安都滿意其表現。乘客對電動巴士的表現滿意或沒有意見。

5. 總結

5.1 在這次試驗中，電動巴士和柴油巴士每日平均行駛里數分別為 213 公里和 313 公里。

5.2 電動巴士比柴油巴士每公里平均節省燃料費約 70%。考慮電動巴士和柴油巴士的維修需要後，電動巴士的平均總營運費用比柴油巴士每公里低約 67%。

5.3 電動巴士和柴油巴士的可使用率分別為 98.8%和 99.0%。試驗期內電動巴士的燃料效益沒有衰退跡象。

5.4 與柴油巴士比較，電動巴士能減少約 46% CO₂e 排放。

5.5 司機在操作電動巴士上並無問題，並認為電動巴士潔靜，而乘客對電動巴士的表現滿意或沒有意見，泰安也滿意電動巴士的表現。

5.6 隨著電動巴士市場的擴大和技術的進步，電動巴士與柴油巴士的價差將會縮小，運輸行業也將更加容易負擔得起買電動巴士。

附錄 1：車輛和充電設施的主要特點

1. 試驗的電動巴士和充電設施

(a) 電動巴士

登記號碼： **WG4658**
廠名： 比亞迪
型號： C9R
類別： 公共巴士
車輛總重： 18,000 公斤
座位限額： 司機 + 65 位乘客
額定功率： 300 千瓦
行駛里程： 250 公里（不使用空調）
最高車速： 每小時 100 公里
電池物料： 磷酸鐵鋰
電池容量： 324 千瓦時
製造日期： 2018

(b) 充電設施

廠名： 比亞迪
型號： EVA080KG/01
功率： 3 相 80 千瓦交流電
充電標準： GB/T 20234.2
重量： 30 公斤
製造日期： 2018

2. 對比用的柴油巴士

	2019 年 9 月 1 日 – 2019 年 10 月 10 日	2019 年 10 月 30 日 – 2020 年 10 月 31 日
登記號碼：	柴油巴士 1: UM8716 ^[1]	柴油巴士 2: SS5402 ^[2]
廠名：	Isusu	Scania
型號：	LT434PF-6S-V	K280IB4X2NB
類別：	公共巴士	公共巴士
車輛總重：	14,800 公斤	16,000 公斤
座位限額：	司機 + 66 位乘客	司機 + 65 位乘客
汽缸容量：	7,790 毫升	9,290 毫升
製造日期：	2015	2013

^[1] 柴油巴士 1 (UM8716) 由 2019 年 9 月 1 日至 2019 年 10 月 10 日提供穿梭巴士服務。

^[2] 因泰安的商業決定，柴油巴士 1 (UM8716) 於 2019 年 10 月 11 日起停止服務；並由 2019 年 10 月 30 日起，由柴油巴士 2 (SS5402) 取代柴油巴士 1 提供穿梭巴士服務。然而，由於新冠肺炎疫情影響了泰安的業務，柴油巴士 2 自 2020 年 10 月 31 日起也停止營運。

附錄 2：車輛和充電設施的照片

1. 試驗的電動巴士和充電設施



電動巴士的前方



電動巴士的後方



電動巴士的左側面



電動巴士的右側面



3 相 80 千瓦交流快速充電設施

2. 對比用的柴油巴士

柴油巴士 1：UM8716（2019 年 9 月 1 日－2019 年 10 月 10 日）



柴油巴士 1 的前方



柴油巴士 1 的後方



柴油巴士 1 的左側面



柴油巴士 1 的右側面

柴油巴士 2：SS5402（2019 年 10 月 30 日－2020 年 10 月 31 日）



柴油巴士 2 的前方



柴油巴士 2 的後方



柴油巴士 2 的左側面



柴油巴士 2 的右側面