

綠色運輸試驗基金
旅遊巴出租服務的電動單層巴士試驗
(佳力(香港)服務有限公司)
最終報告

(2021年12月31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

曾廣成先生

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

綠色運輸試驗基金
旅遊巴出租服務的電動單層巴士試驗
(佳力(香港)服務有限公司)

最終報告
(試驗時間：2019年12月1日 – 2021年11月30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。佳力(香港)服務有限公司(下稱：佳力)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。佳力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(理大)獲環境保護署(環保署)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。一輛與電動車提供相同服務的傳統柴油單層巴士(下稱：柴油巴士)被指派與電動巴士作對比。

1.3 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，並且備有 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。佳力沒有指定司機駕駛此電動巴士。

2.2 在試驗期間，佳力沒有與電動巴士行走相同路線的柴油單層巴士。為了更好地與電動巴士進行比較，評核者採用了一輛在試驗期間與電動巴士提供相同服務及行走相同路線的 Scania 柴油單層巴士(即柴油巴士)作為傳統車，與電動巴士比較。柴油巴士的總重量為 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。因冠狀病毒病(COVID-19)的疫情影響，柴油巴士在 2020 年 11 月起停止服務。本報告會採用柴油巴士自 2019 年 11 月至 2020 年 10 月的 12 個月歷史數據作比對。

2.3 電動巴士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 146 日)也停止使用。由於新冠狀病毒大流行導致經濟下滑，佳力無法找到另一位客戶以完成試驗。

2.4 佳力向比亞迪租用一個固定的 3 相 80 千瓦交流快速充電裝置為電動巴士充電。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 12 月 1 日展開，為期 24 個月。佳力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。佳力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佳力的意見，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 12 月 1 日至 2021 年 11 月 30 日）

		電動巴士 ^[1]	柴油巴士 ^[2]
總行車里數（公里）		129,002	116,045
平均每日行車里數（公里/工作天）		223	321
平均燃料效益	（公里/千瓦時）	1.05	-
	（公里/公升）	-	3.94
	（公里/兆焦耳）	0.29	0.11 ^[3]
平均燃料費用（港幣/公里） ^[4]		1.15	3.61
平均總營運費用（港幣/公里）		1.43	3.74
營運損失時間（工作天） ^[5]		6 ^[1]	4

^[1] 因佳力的商業運作安排，電動巴士由 2021 年 7 月 8 日至 11 月 30 日，有 146 天沒有提供穿梭巴士服務。

^[2] 因新冠肺炎（COVID-19）疫情影響的緣故，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由 2019 年 11 月至 2020 年 10 月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 129,002 公里和 223 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 116,045 公里和 321 公里。電動巴士的每公里平均燃料費比柴油巴士的低港幣 2.46 元（68%）。電動巴士的每公里平均總營運費用比柴油巴士的低港幣 2.31 元（62%）。

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 99.0%和 98.9%。

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 1.04 公里至每千瓦時 1.07 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 46,100 公斤和 86,349 公斤；因此，在這次試驗中，電動巴士的 CO₂e 排放較柴油巴士少 40,249 公斤 (47%)。

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。司機和佳力都滿意其表現。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 223 公里和 321 公里。

5.2 電動巴士比柴油巴士每公里平均節省燃料費約 68%。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 62%。

5.3 電動巴士和柴油巴士的可使用率分別為 99.0%和 98.9%。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 47% 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，佳力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：試驗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：	WK9249
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(從比亞迪租賃)

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

登記號碼：	SS5402 ^[1]
廠名：	Scania
型號：	K280IB4X2NB
類別：	公共巴士
車輛總重：	16,000 公斤
座位限額：	司機 + 65 位乘客
汽缸容量：	9,290 毫升
製造日期：	2013

^[1] 因新冠肺炎（COVID-19）疫情影響的緣故，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由 2019 年 11 月至 2020 年 10 月期間的營運數據進行評估的。

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
(從比亞迪租賃)

2. 對比用的柴油巴士



柴油巴士的前方



柴油巴士的後方



柴油巴士的左側面



柴油巴士的右側面