

綠色運輸試驗基金
酒店客戶穿梭服務的電動小型巴士
(唯港薈有限公司)
最終報告
行政摘要

(2019年11月6日)

張鎮順博士

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）

理大科技及顧問有限公司

香港理工大學

吳駿博士工程師

高級技術主任

機械工程學系

香港理工大學

綠色運輸試驗基金
酒店客戶穿梭服務的電動小型巴士 (唯港薈有限公司)

最終報告
(試驗時間：2017 年 1 月 1 日 - 2018 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作出貢獻。唯港薈有限公司（下稱：唯港薈）獲基金資助進行試驗兩部用作為酒店客戶穿梭服務的電動小型巴士。唯港薈依照與政府簽訂的資助協議招標程序，購置了兩輛五洲龍電動小型巴士（下稱：電動小型巴士 EV-1 和 EV-2）作試驗。兩輛電動小型巴士均登記作私家小巴用途。

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，監察試驗並評估試驗的綠色創新運輸技術，並與傳統車輛作比較。唯港薈原先租用兩部柴油巴士作相同用途。在使用電動小型巴士後，柴油巴士已經中止租用服務，所以會使用兩輛之前租用的柴油巴士（下稱：柴油巴士 DV-1 和 DV-2）的過往資料作對比。

1.3 本報告匯報在 24 個月的試驗中電動小型巴士的表現，並與兩部之前租用的柴油巴士的過往資料比較。

2. 試驗車輛

2.1 電動小型巴士、柴油巴士和充電設施的主要特點和照片分別載於附錄 1 和附錄 2。他們為酒店客戶提供由酒店至尖沙咀之間的穿梭服務。每部電動小型巴士可載 16 個乘客。生產商聲稱這型號車輛，電池充滿電後和不使用空調下續航力為 180 公里。

2.2 兩輛電動小型巴士通常都停泊在酒店內。唯港薈安裝了兩個直流電快速充電站，每個的功率為 48 千瓦，為電動小型巴士電池充電及記錄每輛電動小型巴士的用電量。試驗期間，兩輛電動小型巴士只在酒店內充電。每輛電動小型巴士一般每日充電兩次，包括一次在夜間作長時間充電和一次在日間作補充充電。

3. 試驗資料

3.1 試驗於 2017 年 1 月 1 日開始，為期 24 個月。唯港薈必須搜集和提供的資料包括電動小型巴士充電前的行車里數讀數、每次充電量、充電時間及因充電損失的營運時間；電動小型巴士及充電設施的定期和非定期維修費及營運時間損失；亦需要提供兩部柴油巴士的過往資料。除了開支數據外，也要提供電動小型巴士的維修報告、運作困難紀錄和司機的意見，以反映電動小型巴士的任何問題。

4. 試驗結果

4.1 表 1 概括電動小型巴士和柴油巴士的統計數據。EV-1 和 EV-2 的平均每公里燃料費比 DV-1 和 DV-2 分別少港幣 2.57 元（75.5%）和港幣 2.64 元（75.8%），因而電動小型巴士每公里燃料費比柴油巴士少港幣 2.61 元（76%）。但是 EV-1 和 EV-2 的平均每公里總營運費用比 DV-1 和 DV-2 分別多港幣 2.53 元（74.2%）和港幣 1.2 元（34.5%），因而電動小型巴士的平均每公里總營運費用比柴油巴士還要多港幣 1.86 元（54%），主要是因電動小型巴士在不能營運期間而需支付租賃替代車輛的費用。

表 1：各車輛的主要運作統計（2017 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日）

		電動小型巴士		柴油巴士 ^[1] (過往資料)	
		EV-1	EV-2	DV-1	DV-2
總里數/公里		53,692	54,056	86,629	76,847
平均燃料效益/	(公里/千瓦時)	1.368	1.359	-	-
	(公里/公升)	-	-	3.72	3.65
	(公里/百萬焦耳)	0.38	0.378	0.103 ^[2]	0.101 ^[2]
按車輛分類平均燃料效益		1.36 公里/千瓦時		3.69 公里/公升	
平均燃料費用/(港幣/公里)		0.837	0.842	3.41	3.48
按車輛分類平均燃料費用/(港幣/公里)		0.840		3.45	
平均總營運費用/(港幣/公里)		5.94	4.68	3.41	3.48
按車輛分類平均總營運費用/(港幣/公里)		5.31		3.45	
營運損失時間 ^[3] /日		168 ^[4]	148 ^[4]	63	50
按車輛分類平均營運損失時間/日		158		56.5	

[1] 2014 年 6 月至 2016 年 5 月的過往資料；燃料費用是按 2017 年 1 月至 2018 年 12 月平均燃油市價計算

[2] 假設柴油的低熱值是 36.13 百萬焦耳/公升

[3] 營運損失時間是由車輛不能營運的日期起計，至車輛供應商把車輛交還車輛營運商的日期為止。

[4] 由交通意外導致的車輛維修並不包括在車輛表現的比較內

4.2 電動小型巴士和柴油巴士的定期維修牽涉定期檢查和週年驗車。兩部電動小型巴士各有兩次定期維修。

4.3 但是，在 24 個月的試驗期內，EV-1 和 EV-2 分別有 26 次和 23 次非定期維修。在 2014 年 6 月至 2016 年 5 月期間，DV-1 有 11 次定期和 17 次非定期維修，而 DV-2 有 9 次定期和 13 次非定期維修。在試驗期內，電動小型巴士和柴油巴士都沒有牽涉維修保養費，因為電動小型巴士仍在保養期內，無需支付維修費，而柴油巴士的租金已包括維修費。

4.4 除維修保養費用外，其他非直接費用亦包括拖車費，租賃替代車輛的費用和由於充電和維修所引起的營運損失時間的費用。在試驗期內，EV-1 和 EV-2 在不能營運期間都有租賃替代車輛，費用分別港幣 274,000 元和港幣 207,700 元，導致 EV-1 和 EV-2 的平均每公里總營運費用比 DV-1 和 DV-2 分別多港幣 2.53 元（74.2%）和港幣 1.2 元（34.5%），因此電動小型巴士的平均每公里總營運費用比柴油巴士還要多 54%。

4.5 EV-1 和 EV-2 各有 168 日和 148 日營運損失時間，可使用率分別是 77% 和 79.3%。DV-1 和 DV-2 各有 63 日和 50 日營運損失時間，可使用率分別是 91.3% 和 93.2%。電動小型巴士的非定期維修頻繁和所需時間過長，所以可使用率較低。

4.6 雖然電動小型巴士司機們認同電動車的排放較低，車內的空氣亦比較清新，但感覺上斜坡時比柴油巴士動力較弱，亦在每月報告各種操作困難，包括空調、門、電池充電、剎車、轉波等問題。由於上述操作困難，司機們認為操作這電動車有困難，而且車輛的性能亦有退化。他們亦感覺每次充電後所能行駛的路程不足夠應付每日使用空調的運作所需，尤其是繁忙日子，而且並不認為比較柴油車靜。因此，他們不喜歡駕駛這兩輛電動小型巴士，也不會向其他司機推介這款電動車。

4.7 乘客的反應普遍正面，認同電動車的排放較低，車內的空氣亦比較清新，可以改善路邊空氣質素。但部份乘客對支持所有車輛改為電動車有保留，而且不認為兩輛電動小型巴士比較柴油巴士靜。

4.8 總括來說，唯港薈認同使用電動車是好的概念，可提供較綠色的環境。但是，唯港薈認為是次測試的電動小型巴士並未能滿足其營運需求。而且，電動小型巴士不能節省營運成本，維修亦不比柴油小巴容易或便宜，表現亦有所減退。因此，唯港薈對鼓勵其他運輸業營運商去試用是次測試的這款電動車或以這款電動車輛取代所有傳統車輛有保留。

4.9 為了撇除季節性波動的影響，這報告使用 12 個月移動平均值評估各車輛的燃料效益趨勢。結果顯示 EV-1 和 EV-2 的 12 個月移動平均燃料效益值在試驗期內分別下降了 8% 和 6%。這顯示在試驗期內兩部電動小型巴士的燃料效益都有輕微衰退跡象。

4.10 在試驗期內充電系統多次發生故障，未能正常為電動小型巴士的電池充電。還有，在試驗期內電池沒有明顯退化跡象。

4.11 電動小型巴士和柴油巴士的二氧化碳當量排放分別為 40,300 公斤和 81,073 公斤。因此，這次試驗共減少了的二氧化碳當量排放為 40,773 公斤，大約是 50%。

5. 總結

5.1 在 24 個月試驗期內，EV-1 和 EV-2 的每日平均里數分別是 96 公里和 98 公里。DV-1 和 DV-2 的每日平均里數分別是 130 公里和 113 公里，高於電動小型巴士的每日平均里數。

5.2 試驗顯示電動小型巴士的燃料費比對比柴油巴士平均每公里低港幣 2.61 元或 76%。但是由於電動小型巴士故障頻繁，租用替代車輛的費用支出頗大，導致電動小型巴士的平均總營運費用比柴油巴士的高出 54%。EV-1 和 EV-2 的可使用率分別是 77% 和 79.7%，而 DV-1 和 DV-2 的可使用率分別是 91.4% 和 93.2%。

5.3 這次試驗共減少了的二氧化碳當量排放為 40,773 公斤，大約是 50%。

5.4 結果顯示電動小型巴士的燃料效益在試驗期內有輕微下降。但充電系統經常發生故障而且每次充電量較低，未能評估電池的充電量有沒有退化。

5.5 電動小型巴士的司機表示對車輛操作有困難，而且電動小型巴士的運作並不暢順。司機每月都有報告各種操作困難，包括空調、門、電池充電、剎車、轉波等問題。乘客認同電動車的排放較低，車內的空氣亦比較清新，可以改善路邊空氣質素。但部份乘客對支持所有車輛改為電動車有保留，而且不認為是次測試的電動小型巴士比柴油巴士靜。

5.6 試驗顯示，在唯港薈必須使用空調的營運情況下，五洲龍電動小型巴士不能滿足其每日行駛里程的要求，並認為電動小型巴士經常發生故障和過多營運損失時間是不能接受的。該車輛生產商應為其電動小型巴士提供更好的技術支援，以避免維修引致過多的營運損失時間。

附錄 1：車輛和充電設施的主要特點

1. 試驗的電動車

登記號碼：	EV-1：ICON 7 (改號碼前為 UD2682), EV-2：ICON 5 (改號碼前為 UD4401)
廠名：	五洲龍
型號：	FDG6700EVG
類別：	私家小型巴士
車輛總重：	7,000 公斤
乘客限額：	司機 + 16 乘客
額定功率：	45 千瓦
行駛里程：	超過 180 公里
最高車速：	超過每小時 80 公里
電池物料：	鋰離子電池
電池容量：	101 千瓦時
充電時間：	~ 4-5 小時
製造日期：	2015

2. 對比的柴油車

登記號碼：	DV-1: GF7792	DV-2: MA9168
廠名：	Toyota	Toyota
型號：	XZB59RZEMQY5	BB59RZEMQZ5
類別：	公共巴士	公共巴士
車輛總重：	5,600 公斤	5,300 公斤
座位限額：	司機 + 23 乘客	司機 + 23 乘客
汽缸容量：	4009 立方厘米	4104 立方厘米
製造日期：	2007	2005

3. 充電設施

廠名：	許繼電源有限公司
型號：	EVQC31 電動汽車直流快速充電機
充電功率：	440 VDC/120A
充電制式：	GB/T 20234

附錄 2：車輛和充電設施的照片

試驗的電動車(EV1-UD2682, EV2-UD4401)和充電設施



EV-1 – 前方



EV-1 – 後方



EV-1 – 側面 1



EV-1 – 側面 2



EV-2 – 前方



EV-2 – 後方



EV-2 – 側面 1



EV-2 – 側面 2



雜物房內的充電裝置



地下的充電裝置



地下室內的充電裝置