

綠色運輸試驗基金
九龍灣國際展貿中心及港鐵九龍灣站穿梭服務
的電動巴士試驗 (國際展貿)
最終報告

(2017年12月22日)

張鎮順博士
熊永達博士
袁大偉博士

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）

副教授

土木及環境工程學系

香港理工大學

袁大偉博士（項目行政主任）

專任導師

機械工程學系

香港理工大學

綠色運輸試驗基金
九龍灣國際展貿中心及港鐵九龍灣站穿梭服務
的電動巴士試驗（國際展貿）

最終報告
（試驗時間：2013 年 11 月 1 日 - 2015 年 10 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。國際展貿中心有限公司（下稱：國際展貿）獲基金資助試驗使用兩輛電動私家巴士提供穿梭服務及有關充電設施。國際展貿依照與政府簽訂的資助協議招標程序，購置了兩輛山東沂星飛燕電動單層巴士作試驗，這報告簡稱這些車輛為 EV-1 和 EV-2，統稱電巴士。

1.2 理大科技及顧問有限公司獲環境保護署聘請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。在這次試驗中，國際展貿指派一輛提供類似服務的柴油單層巴士（下稱：傳統車輛，DV）作為傳統車輛與這兩輛電巴士作對比。收集的資料包括車輛營運數據，燃料帳單，維修紀錄，營運困難紀錄及電巴士司機的問卷調查紀錄。

1.3 本報告匯報在 24 個月的試驗中，試驗車輛的表現，並與相應的傳統車輛比較。

2. 試驗車輛

2.1 國際展貿購置了兩部山東沂星電巴士(EV-1 及 EV-2)作試驗，每部車輛總重 17 公噸。它們都用於提供來往九龍灣地鐵站和九龍灣國際展貿中心的穿梭服務。每部電巴士載客量為 45 人。生產商聲稱電巴士充滿電後，在使用空調時續航力為 280 公里。國際展貿亦指派一部重 17 公噸及汽缸容積 11,970 立方厘米的柴油巴士，行走同一路線作比較。在試驗期內，DV 分別於 2015 年 2 月及 8 月更換了 2 次，原因是更換營運商及舊車退役。不論如何，國際展貿於此期間仍提供類似柴油巴士作比較。

2.2 國際展貿在其九龍灣國際展貿中心停車場 B1 樓層為每輛電巴士各安裝了一套專用的 125 千瓦充電器，為電巴士電池充電，充滿需要約 4-5 小時，兩輛電巴士只在該充電站，每天由晚上 11 時至零晨 4 時充電。鑑於電巴士每日平均行駛約 120 公里，因此無法測試該電巴士是否如生產商聲稱般充滿電後，在使用空調時續航力為 280 公里。

2.3 電巴士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 為期 24 個月的試驗於 2013 年 11 月 1 日開始。電巴士提供來往九龍灣地鐵站和九龍灣國際展貿中心的穿梭服務，各車輛每週從星期一至星期日包括公眾假期均提供服務，每天運作約十四小時。

4. 試驗結果

4.1 營運成本

4.1.1 表 1 概括電巴士和柴油巴士的統計數據。電巴士的每公里燃料費平均比柴油巴士低 5.47 元 (76%)。

表 1：各車輛平均燃料效益及平均燃料費用（2013 年 11 月至 2015 年 10 月）

		電巴士		柴油巴士
		EV-1	EV-2	
總里程/公里		36,992	87,884	65,071
平均燃料效益/	(公里/千瓦時)	0.622	0.643	
	(公里/公升)			1.62
平均燃料費/(\$/公里)		1.77	1.71	7.21
總營運費/(\$)		207,581	439,714	539,694
平均總營運費/(\$/公里)		5.61	5.00	8.29
按車輛種類	平均總營運費/(\$/公里)	5.18		8.29
	平均營運時間損失 ^[1] /日數	345 ^[2]		129.5

^[1] 營運時間損失是由車輛不能營運的日期起計，至車輛交還營運商的日期為止

^[2] 2014 年 9 月，EV-1 意外起火後停駛，不能再進行試驗，導致過長的營運時間損失

4.1.2 EV-1 在 2014 年 9 月發生故障，需拖車送到車輛供應商的服務中心，但在拖行途中起火。從意外發生後，EV-1 不能再進行試驗。調查發現起火原因純屬意外，與車輛是電動車無關。

4.1.3 除燃料費用外，表 1 亦標示平均總營運費，該費用包括了維修費用及其他間接費用，例如拖車費用、維修期間代用車輛費用等。兩輛 EV 的平均總營運費是每公里 5.18

元，較 DV 低約 38%。由於國際展貿未能提供全面的維修期間代用車輛費用，因此該費用沒有計算在報告內。

4.1.4 於 24 個月的試驗期內，兩輛 EV 的平均營運時間損失是 345 日，而 DV 則為 129.5 日。電巴 EV-1 及 EV-2 的平均可使用率分別為 33% 及 72%，而 DV 的可使用率是 82%。兩電巴士有頗多問題，須經常維修。主要包括電池艙的溫差太大，電池管理系統出錯及前軸懸掛部件故障。但在試驗期內，兩電巴士因維修而損失的營運時間有約 50% 是與電力驅動系統無關，而是與電池溫差感應、剎車系統、氣壓系統、軸懸及車身手工相關。EV-1 因上述的事故而須要停止營運，致令 EV-1 的使用率偏低，若以 EV-1 在起火事故前推算，其 11 個月營運期的使用率為 72%，與 EV-2 一樣。

4.2 性能表現與可靠性

4.2.1 國際展貿指派兩個司機給每輛電巴士。所有司機均表示對電車表現滿意及操作試驗車輛並無問題。他們認為電巴士較靜和扭力比柴油巴士大，後者在上斜時或在交通燈位起動時更明顯。

4.2.2 總括來說，國際展貿同意使用電巴士較好，因為比柴油巴士靜及更環保。但國際展貿不滿意兩電巴士在整個試驗期內的表現，原因是電巴士的電池、充電設施及其他問題導致難以預計的額外營運時間損失。

4.2.3 為了消除季節性變動的影響，採用了十二個月移動平均值來評估各車輛的燃料效益趨勢。兩輛 EV 的平均燃料效益是每千瓦時 0.63 公里。根據數據，EV-1 的燃料效能出現輕微下降，但 EV-2 則看不到有此現象。

4.2.4 EV-1 和 EV-2 的二氧化碳當量排放分別為 37,928 公斤(以 24 個月試驗期中只有 11 個有效月份計算)和 81,743 公斤；而相對傳統車輛的二氧化碳當量排放為 63,220 公斤和 150,196 公斤。因此，於全期試驗中，EV-1 和 EV-2 的二氧化碳當量排放分別減少了 25,292 kg (40%) 和 68,453 kg (46%)。

5. 總結

5.1 空調電巴士提供來往九龍灣地鐵站和九龍灣國際展貿中心的穿梭服務，每日平均行駛約 120 公里。電巴士平均總營運費 - 包括因電巴士仍在保養期內而暫免的維修費 - 比柴油巴士少 38% (每公里少 3.11 元)。電巴士平均可使用率為 72%，與柴油巴士的 82% 相若。電巴士燃料費用顯著較低，比柴油巴士幾乎少達 76%，是一個相當大的減省。

5.2 二氧化碳當量排放總共減少 93,745 公噸(44%)。燃料效能或續航距離受到許多因素影響，例如駕駛習慣、道路斜度、交通狀況和空調負荷等。EV-1 的燃料效能出現輕微下降，但 EV-2 則看不到有此現象。

5.3 絕大部份乘客認為電巴士環保和不排廢氣，他們都樂意看到全部車輛都改用電巴士。電巴士司機表示操作上並無問題。他們認為電巴士較靜和扭力比柴油巴士大。總括來說，國際展貿同意使用電巴士較好，因為比柴油巴士靜及更環保，但無意以電動巴士取代整個巴士車隊，原因是電巴士的電池、充電設施及其他問題導致過多額外營運時間損失。

5.4 這試驗結果顯示沂星的單層電巴士可以適合提供穿梭服務的操作。若果營運損失的時間能減少，更多的營運商會樂意使用這款電巴士。

附錄 1：車輛主要規格

1. 進行試驗的電動車 (EV)

登記號碼：	SF8209, SF8306
廠名：	山東沂星
型號：	飛燕
類別：	私家巴士
車輛總重：	17 公噸
載客人數：	46(包括司機)
額定功率：	150 千瓦
行駛里程：	280 公里（平路使用空調）
最高車速：	每小時 70 公里以上
電池物料：	磷酸鋰鐵
電池容量：	360 千瓦時
充電時間：	4 小時（使用 125 千瓦充電器）

2. 用作對比的傳統柴油車(DV)

登記號碼：	SG5650 (1/11/2013 – 31/1/2015)
廠名：	MAN
型號：	18.310HOCL/R
類別：	私營巴士
車輛總重：	17 公噸
載客人數：	50(包括司機)
汽缸容量：	11,970 立方厘米
製造日期：	2010

登記號碼：	TD4198 (1/2/2015 – 31/7/2015)
廠名：	Daiwoo
型號：	BH117L
類別：	私營巴士
車輛總重：	N/A
載客人數：	50(包括司機)
汽缸容量：	7,640 立方厘米
製造日期：	2014

登記號碼：	PN6833 (1/8/2015 – 30/10/2015)
廠名：	MAN
型號：	18.310HOCL/R
類別：	私營巴士
車輛總重：	16 公噸
載客人數：	50(包括司機)
汽缸容量：	10,518 立方厘米
製造日期：	2010

3. 充電設施:

型號：	Titans
充電功率：	125 千瓦
充電制式：	快充

附錄 2: 車輛和充電設備的照片

1. 試驗的電動巴士和充電設備



EV-1 (SF8209) – 正面



EV-1 (SF8209) – 背面



EV-1 (SF8209) – 側面 1



EV-1 (SF8209) – 側面 2



EV-1 – 充電站



EV-2 (SF8306) – 正面



EV-2 (SF8306) – 背面



EV-2 (SF8306) – 側面 1



EV-2 (SF8306) – 側面 2



EV-2 – 充電站

2. 對比的柴油車



柴油巴士 SG5650 – 正面



柴油巴士 TD4198 – 正面



柴油巴士 PN6833 – 正面