

綠色運輸試驗基金

機場營運的電動輕型貨車試驗 (香港機場管理局)

最終報告

(2020年6月17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
機場營運的電動輕型貨車試驗
(香港機場管理局)

最終報告
(試驗時間：2014年12月1日 - 2016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而作出貢獻。香港機場管理局（下稱：機管局）獲得基金資助在機場營運服務試用三輛電動輕型貨車。機管局依照與政府簽訂的資助協議招標程序，購置了三輛 Renault Kangoo Z.E. 電動輕型貨車作試驗。

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車輛的表現。機管局指派三輛提供類似服務的汽油輕型貨車作為相應的傳統車輛，與電動輕型貨車作對比。

1.3 此報告匯報在二十四個月的試驗中電動輕型貨車的表現，並與其相應的傳統車輛比較。

2 試驗車輛

2.1 機管局購置了三輛 Renault Kangoo Z.E. 電動輕型貨車（下稱為電動車－1、電動車－2 和電動車－3）作試驗，而每輛電動輕型貨車的總重量為 2,300 公斤和電池容量為 22 千瓦時。電動輕型貨車主要用以支援機場內的召喚服務。機管局會使用機場現有的充電設施為電動輕型貨車充電，因此沒有申請基金資助安裝充電設施。電動輕型貨車一般在晚上通宵或沒有任何工作的運作時間內進行充電，而充電設施是設置在香港國際機場內。

2.2 在試驗中，機管局指派三輛各總重量為 3,100 公斤的 Nissan URVAN 2.5L 汽油輕型貨車（下稱為汽油車－1、汽油車－2 和汽油車－3）與電動輕型貨車作對比。

2.3 所有電動輕型貨車和汽油輕型貨車的主要特點載於附錄 1，車輛和充電設施的照片則載於附錄 2。

3 試驗資料

3.1 試驗於 2014 年 12 月 1 日開始，為期 24 個月。機管局必須搜集和提供試驗資料包括電動輕型貨車充電前的行車里數讀數、每次充電量和充電時間、因充電損失的營運時間，及電動輕型貨車及充電設施的定期和非定期維修費及營運時間損失。機管局

亦需要提供傳統汽油輕型貨車的類似資料。除了開支數據外，機管局也要提供電動輕型貨車的維修報告、運作困難紀錄和司機及機管局的意見，以反映電動輕型貨車的任何運作上問題。

4 試驗結果

4.1 下表概括了每輛車輛的主要營運統計資料。電動車-1、電動車-2 和電動車-3 的平均燃料費比汽油車-1、汽油車-2 和汽油車-3 分別低港幣 2.62 元/公里（約 90%）、港幣 2.21 元/公里（約 89%）和港幣 2.85 元/公里（約 90%）。電動輕型貨車的車隊平均燃料費比汽油輕型貨車的車隊低港幣 2.56 元/公里（約 91%）。而電動車-1、電動車-2 和電動車-3 的平均總營運費用比汽油車-1、汽油車-2 和汽油車-3 分別低港幣 2.47 元/公里（約 80%）、港幣 2.23 元/公里（約 72%）和港幣 3.75 元/公里（約 76%）。電動輕型貨車的車隊平均總營運費用比汽油輕型貨車的車隊低港幣 2.82 元/公里（約 76%）。

表 1：各車輛的主要運作統計（2014 年 12 月至 2016 年 11 月）

	電動輕型貨車			汽油輕型貨車		
	電動車 -1	電動車 -2	電動車 -3	汽油車 -1	汽油車 -2	汽油車 -3
總行駛里數（公里）	10,782	6,102	4,139	18,621	11,759	18,121
平均每日行駛距離（公里）	21.5	12.2	8.3	37.2	23.5	36.2
平均燃料效益 ^[1]	（公里/千瓦時）	4.09	4.14	3.73	-	-
	（公里/公升）	-	-	-	5.09	5.85
	（公里/兆焦耳）	1.14	1.15	1.04	0.16 ^[1]	0.18 ^[1]
平均燃料費用（港幣/公里） ^[2]	0.28	0.27	0.30	2.90	2.48	3.15
車隊平均燃料費用（港幣/公里）	0.28			2.84		
平均總營運費用（港幣/公里）	0.62	0.87	1.19	3.09	3.10	4.94
車隊平均總營運費用（港幣/公里）	0.89			3.87		
營運損失時間（工作天） ^{[3][4]}	3	3	3	5	20	26

^[1] 假設汽油的低熱值是 32 兆焦耳/公升。

^[2] 以市場燃料價格計算。

^[3] 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。

^[4] 與車輛表現無關的維修並不包括在車輛表現的比較內。

4.2 在這試驗期內，電動車-1、電動車-2 和電動車-3 均進行了一次定期維修，而引致每一部電動輕型貨車有 3 天營運損失時間。所有電動輕型貨車均沒有進行非定期維修。而汽油車-1 則有一次定期維修，引致 4 天營運損失時間但沒有與車輛性能有關的非定期維修。汽油輕型貨車-2 有一次定期維修，引致 20 天營運損失時間但沒有非定期維修。汽油輕型貨車-3 沒有定期維修但有 4 次與車輛性能有關的非定期維修，引致 26 天營運損失時間。電動車-1、電動車-2 和電動車-3 的使用率均為 99.4%；而汽油車-1、汽油車-2 和汽油車-3 的使用率分別為 99%、96% 和 95%。

4.3 司機表示操作電動輕型貨車並沒有大問題，並覺得電動輕型貨車寧靜和環保。由於機場設有足夠數量的充電設施，因此電動輕型貨車並沒有充電困難。由於電動輕型貨車一般在平路上行駛，因此電動輕型貨車司機對電動輕型貨車的爬坡性能沒有任何意見。

4.4 機管局表示電動輕型貨車的續航力限制了其服務範圍。如果電動輕型貨車的續航力可以提高的話，他們將考慮擴展其工作範圍至機場外使用。機管局亦建議應改善電動輕型貨車的長時間充電，以延長電動輕型貨車每日的服務時間去涵蓋夜間值班。機管局希望電動輕型貨車能夠像其他車隊車輛一樣，能讓他靈活分配服務更期。

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輕型貨車平均燃料效益的趨勢。電動車－1 的平均燃料效益由每千瓦時 4.09 公里至 4.33 公里；電動車－2 的平均燃料效益由每千瓦時 4.03 公里至 4.48 公里。電動車－3 的平均燃料效益由每千瓦時 3.55 公里至 3.88 公里。在 24 個月的試驗期內，電動輕型貨車的燃料效益變化很小，沒有跡象表明在試驗期間它們的燃料效益和電池性能有所下降。

4.6 電動車－1、電動車－2 和電動車－3 的二氧化碳當量 (CO₂e) 排放分別為 1,431 公斤、803 公斤和 602 公斤；而汽油車－1、汽油車－2 和汽油車－3 的 CO₂e 排放分別為 5,795 公斤、2,825 公斤和 2,405 公斤。因此，在試驗中的電動車－1、電動車－2 和電動車－3 的 CO₂e 排放分別減少 4,364 公斤 (即 75%)、2,022 公斤 (即 72%) 和 1,803 公斤 (即 75%)，即電動輕型貨車車隊的總 CO₂e 排放減少了 8,189 公斤 (即平均約 74%)。

5 總結

5.1 司機表示操作電動輕型貨車並沒有大問題，並覺得電動輕型貨車寧靜和環保。電動車－1、電動車－2 和電動車－3 的使用率均為 99.4%，而汽油車－1、汽油車－2 和汽油車－3 的使用率分別為 99%、96% 和 95%。

5.2 但是，電動車－1 的總行駛里數 (10,782 公里，即每日平均 21.5 公里)、電動車－2 的總行駛里數 (6,102 公里，即每日平均 12.2 公里)、電動車－3 的總行駛里數 (4,139 公里，即每日平均 8.3 公里)、汽油車－1 的總行駛里數 (18,621 公里，即每日平均 36.2 公里)、汽油車－2 的總行駛里數 (11,759 公里，即每日平均 24.4 公里) 和汽油車－3 的總行駛里數 (18,121 公里，即每日平均 36.2 公里) 的差異，反映在試驗期內電動輕型貨車的使用量偏低。

5.3 電動輕型貨車的車隊平均燃料費比汽油輕型貨車的車隊平均燃料費低港幣 2.56 元/公里 (約 91%)。若連同維修費用一併考慮，電動輕型貨車的車隊平均總營運費用比汽油輕型貨車的車隊平均總營運費用低港幣 2.82 元/公里 (約 76%)。在試驗中的電動車－1、電動車－2 和電動車－3 的 CO₂e 排放比汽油車－1、汽油車－2 和汽油車－3 分別減少了 4,364 公斤 (即 75%)、2,022 公斤 (即 72%) 和 1,803 公斤 (即 75%) CO₂e 排放，即在試驗期間，使用電動輕型貨車共減少了 8,189 公斤 CO₂e 排放 (即平均約 74%)。

5.4 12 個月的移動平均值顯示電動輕型貨車的燃料效益變化很小，沒有跡象顯示在試驗期間燃料效益和電池性能有所下降。

5.5 目前，電動車輛的價格比傳統車輛高，因此短時間內累積的燃料費節省可能無法抵消較高的車輛成本。但是，電動車輛的市場正在擴大，而電動車輛的技術也在不斷進步。電動車輛與傳統車輛之間的價格差距正在縮小，運輸行業也將更容易承受。

附錄 1：試驗涉及車輛的主要特點

1. 試驗的電動車

a) 電動車—1

登記號碼：	SW 8837
廠名：	Renault
型號：	Kangoo Van Z.E.
類別：	輕型貨車
負載重量：	2,300 公斤
座位限額：	司機 + 四位乘客
額定功率：	44 千瓦
行駛里程：	170 公里（不使用空調，無負載）
最高車速：	每小時 130 公里
電池材料：	鋰離子
電池容量：	22 千瓦時
充電時間：	8 小時（最大電流 16A）
車輛總重：	650 千克
製造日期：	2014

b) 電動車—2

登記號碼：	SW 8969
廠名：	Renault
型號：	Kangoo Van Z.E.
類別：	輕型貨車
負載重量：	2,300 公斤
座位限額：	司機 + 四位乘客
額定功率：	44 千瓦
行駛里程：	170 公里（不使用空調，無負載）
最高車速：	每小時 130 公里
電池材料：	鋰離子
電池容量：	22 千瓦時
充電時間：	8 小時（最大電流 16A）
車輛總重：	650 千克
製造日期：	2014

c) 電動車—3

登記號碼：	SW 9881
廠名：	Renault
型號：	Kangoo Van Z.E.
類別：	輕型貨車
負載重量：	2,300 公斤
座位限額：	司機 + 四位乘客
額定功率：	44 千瓦
行駛里程：	170 公里（不使用空調，無負載）

最高車速： 每小時 130 公里
電池材料： 鋰離子
電池容量： 22 千瓦時
充電時間： 8 小時（最大電流 16A）
車輛總重： 650 千克
製造日期： 2014

2. 對比用的汽油車

a) 汽油車-1

登記號碼： **NE 2804**
廠名： NISSAN
型號：
類別： 輕型貨車
座位限額： 司機 + 五位乘客
車輛總重： 3,100 公斤
汽缸容量： 2,488 立方厘米
製造日期： 2007

b) 汽油車-2

登記號碼： **NR 6597**
廠名： NISSAN
型號：
類別： 輕型貨車
座位限額： 司機 + 五位乘客
車輛總重： 3,100 公斤
汽缸容量： 2,488 立方厘米
製造日期： 2008

c) 汽油車-3

登記號碼： **NT 917**
廠名： NISSAN
型號：
類別： 輕型貨車
座位限額： 司機 + 五位乘客
車輛總重： 3,100 公斤
汽缸容量： 2,488 立方厘米
製造日期： 2009

附錄 2：車輛和充電設施的照片

1. 試驗的電動輕型貨車和充電設施

a) 電動車-1



b) 電動車-2





電動輕型貨車左 - 側面



電動輕型貨車右 - 側面

c) 電動車-3



電動輕型貨車 - 前方



電動輕型貨車 - 後方

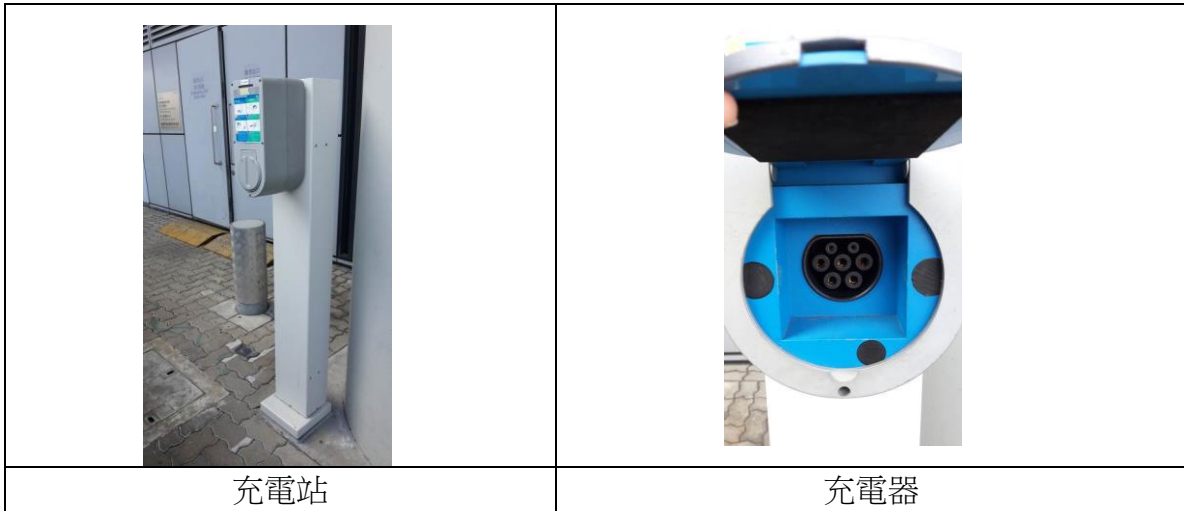


電動輕型貨車左 - 側面



電動輕型貨車右 - 側面

d) 充電設施



2. 對比用的汽油車

a) 汽油車-1



b) 汽油車-2



NR 5697- 前方



NR 5697 - 後方



NR 5697 - 側面 1



NR 5697 - 側面 2

c) 汽油車-3



NT 917- 前方



NT 917 - 後方



NT 917 - 側面 1



NT 917- 側面 2