

綠色運輸試驗基金

物流服務的混合動力輕型貨車試驗 (大益全運有限公司)

最終報告

(2020年7月2日)

熊永達博士

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

張鎮順教授（小組主任）

教授

機械工程學系

香港理工大學

勞偉籌博士（署理小組主任）

副教授

電子工程學系

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

吳駿博士

專任導師

機械工程學系

香港理工大學

阮大偉博士

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
物流服務的混合動力輕型貨車試驗（大益全運有限公司）

最終報告
（試驗時間：2017年2月1日 - 2019年1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而作出貢獻。大益全運有限公司（下稱：大益全運）獲得基金資助購置三輛混合動力輕型貨車（統稱：混合動力輕型貨車, HVs）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（下稱：評核者）監察這次試驗，並評估試驗車輛的運作表現。在試驗期間，評核者定期視察大益全運並收集資料，以比較混合動力輕型貨車與提供相同服務的傳統柴油輕型貨車（統稱：柴油輕型貨車, DVs）的表現。資料包括上述車輛的操作數據、燃料費單、維修紀錄、混合動力輕型貨車的運作困難報告和以問卷收集試驗車輛司機的意見。

1.3 本最終報告匯報在 24 個月的試驗期間，試驗車輛作物流服務的表現，並與其相應的傳統車輛作比較。

2. 試驗車輛

2.1 大益全運購置了三輛日野 300 系列混合動力輕型貨車（HV-1、HV-2 及 HV-3）作試驗車輛，每部車輛總重 5,500 公斤及汽缸容積為 4,009 立方厘米。

2.2 大益全運分配三輛三菱 Fuso 柴油輕型貨車與混合動力輕型貨車作對比，每輛車總重 5,500 公斤。DV-1 及 DV-3 的汽缸容積各為 2,998 立方厘米，而 DV-2 的汽缸容積為 4,899 立方厘米。所有車輛都安裝了空調設備。

2.3 混合動力輕型貨車和柴油輕型貨車的主要規格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 2017 年 2 月 1 日開始。兩組比對車輛（HV-1 和 DV-1 及 HV-2 和 DV-2）都負責從葵涌貨倉運送貨物到九龍及香港島各區，而第三組對比車輛（HV-3 及 DV-3）則負責從葵涌貨倉運送貨物到荃灣及葵涌地區，但都沒有指定路線。車輛每天由上午八時至下午六時提供服務，星期日及公眾假期除外。

4. 試驗結果

4.1 營運費用

4.1.1 表一概括每部車輛的主要統計數據。HV-1、HV-2 和 HV-3 的平均燃料費用較 DV-1、DV-2 和 DV-3 分別低 13%、8% 和 7%。三輛 HV 的車隊平均燃料費用較 DV 車隊低 9%（平均每公里低港幣 0.2 元）。

4.1.2 HV-1、HV-2 和 HV-3 的平均總營運費用比 DV-1、DV2 和 DV-3 分別低 37%、33% 和 22%。三輛 HVs 的車隊總體平均營運成本比三輛 DVs 的低 32%（平均每公里低港幣 1.09 元）。

表一：各車輛的主要運作統計（2017 年 2 月至 2019 年 10 月）

	混合動力輕型貨車			柴油輕型貨車		
	HV-1	HV-2	HV-3	DV-1	DV-2	DV-3
總里數（公里）	69,796	89,905	88,154	87,130	77,680	87,256
平均燃料效益（公里/公升）	7.00	6.59	6.31	6.05	6.11	5.96
平均燃料費用（港幣/公里） ^[1]	1.84	1.94	2.01	2.12	2.12	2.15
車隊平均燃料費用（港幣/公里）	1.93			2.13		
平均總營運費用（港幣/公里）	2.34	2.36	2.41	3.73	3.53	3.11
車隊平均總營運費用（港幣/公里）	2.37			3.46		
營運時間損失（日） ^{[2][3]}	26	15	14	131	61	37

[1] 加油紀錄以市場燃料價格計算。

[2] 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。

[3] 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 營運成本得益

4.2.1 除燃料費用外，還有維修、保養及因車輛故障而導致的其他費用，如更換零部件，都已包括在表中的總營運費用內。值得注意的是混合動力輕型貨車由於還在保養期，定期維修費用只計算更換部件的費用，並不包人工支出。混合動力輕型貨車的車隊平均總營運費用比柴油輕型貨車低約 32%。

4.2.2 在 24 個月試驗期內，三輛混合動力貨車都各需要每年一次定期維修，即續牌前年檢和維修。HV-1、HV-2 及 HV-3 分別有額外七次、八次及七次定期維修，涉及洗車、打蠟、測檢和更換機油和油隔氣隔等。HV-1 有三次非定期維修，涉及車軚損耗及波箱鎖死問題。HV-2 有六次非定期維修，涉及車軚損耗、車頭擋板損毀和前面擋風玻璃裂紋等。而 HV-3 有兩次非定期維修，涉及車軚損耗和尾板失靈等。全部非定期維修都與車輛性能無關，因此不納入與傳統車輛的比較評估中。整個試驗的 603 個工作天中，HV-1、HV-2 和 HV-3 分別有 26 個工作天、15 個工作天和 14 個工作天的營運時間損失，而 DV-1、

DV-2 和 DV-3 則分別有 131 個工作天、61 個工作天和 37 個工作天的營運時間損失（不包含與車輛性能無關的營運時間損失）。HV-1、HV-2 和 HV-3 的使用率分別為 96%、98% 和 98%；而 DV-1、DV-2 和 DV-3 則分別 78%、90% 和 94%。

4.3 表現和可靠性

4.3.1 大益全運為每部 HV 安排指定司機，而司機表示操作 HVs 沒有問題及一般覺得環保及少污染。但他們表示 HVs 的反應和動力不如 DVs 般好，尤其上斜坡時。

4.3.2 大益全運滿意 HVs 的表現，但現階段不會考慮使用混合動力車輛取代整隊車隊，因為不能確定混合動力車輛是否比傳統柴油車輛的性能好，尤其在燃料效益和上斜的力度方面。

4.3.3 為消除季度性的波幅，HVs 燃料效益的 12 個月的流動平均值會用作評估。結果顯示燃料效益在 24 個月的試驗期間有少許波動。HVs 的引擎運作正常，而它們的燃料效益在適當的維修下能保持平穩。

4.3.4 混合動力輕型貨車 HV-1、HV-2 和 HV-3 的二氧化碳當量（CO_{2e}）排放分別是 27,645 公斤、37,797 公斤和 38,736 公斤，而柴油輕型貨車 DV-1、DV-2 和 DV-3 分別是 31,975 公斤、40,798 公斤及 40,986 公斤。相比柴油輕型貨車，使用混合動力輕型貨車總共減省 9,581 公斤 CO_{2e} 排放（即約 8%）。

5. 總結

5.1 在 24 個月的試驗期的 603 工作天，混合動力輕型貨車 HV-1、HV-2、HV-3 分別平均每天行走 116、149、146 公里，而柴油輕型貨車 DV-1、DV-2、DV-3 則分別平均每天行走 144、129、145 公里。所有車輛的平均每天行走里數都相約。三輛混合動力輕型貨車比三輛柴油輕型貨車有較佳的燃料效益。三輛混合動力輕型貨車的車隊平均總營運成本比柴油輕型貨車低 9%。若把維修支出一併計算，三輛混合動力輕型貨車的車隊平均總營運成本比柴油輕型貨車低 32%。在 24 個月的試驗期內，相比柴油輕型貨車，使用混合動力輕型貨車共減省了 9,581 公斤（即約 8%）CO_{2e} 排放。

5.2 在 24 個月的試驗期內，三輛混合動力輕型貨車與三輛柴油輕型貨車都各有二次的定期維修，涉及每年續牌前的檢驗和維修。HV-1、HV-2、HV-3 分別有額外七次、八次和七次定期維修，以及三次、六次和二次非定期維修（不包含與車輛性能無關維修）。混合動力輕型貨車 HV-1、HV-2 和 HV3 分別有 26 個工作天、15 個工作天和 14 個工作天的營運時間損失；而柴油輕型貨車 DV-1、DV-2 和 DV-3 分別損失的 131 個工作天、61 個工作天和 37 個工作天營運時間。因此混合動力輕型貨車 HV-1、HV-2 和 HV3 的使用率分別為 96%、98% 和 98%；而柴油輕型貨車 DV-1、DV-2 和 DV-3 則分別為 78%、90% 和 94%。

5.3 在試驗期內並未顯示混合動力輕型貨車的性能表現隨時間有所轉差。

5.4 司機表示操作混合動力輕型貨車沒有問題，但認為尤其上斜坡時，混合動力輕型貨車的反應和動力不如柴油輕型貨車般好。大益全運則滿意混合動力輕型貨車的表現，但由於不能確定其優勢，不會考慮使用混合動力輕型貨車取代整隊柴油車車隊。

附錄 1：車輛主要規格

1. 試驗的混合動力輕型貨車

車輛牌照號： JZ9370 (HV-1)
廠名： 日野
型號： 300 Series Hybrid XKU720R-HKUQS3
類別： 輕型貨車
車輛總重： 5,500 公斤
座位限額： 司機 + 兩位乘客
汽缸容量： 4,009 立方厘米
製造日期： 2016

車輛牌照號： KA239 (HV-2)
廠名： 日野
型號： 300 Series Hybrid XKU720R-HKUQS3
類別： 輕型貨車
車輛總重： 5,500 公斤
座位限額： 司機 + 兩位乘客
汽缸容量： 4,009 立方厘米
製造日期： 2016

車輛牌照號： MM2862 (HV-3)
廠名： 日野
型號： 300 Series Hybrid XKU720R-HKUQS3
類別： 輕型貨車
車輛總重： 5,500 公斤
座位限額： 司機 + 兩位乘客
汽缸容量： 4,009 立方厘米
製造日期： 2016

2. 對比的柴油輕型貨車

車輛牌照號： HX1383 (DV-1)
廠名： 三菱
型號： FEC71GR3SDAD
類別： 輕型貨車
車輛總重： 5,500 公斤
座位限額： 司機 + 兩位乘客
汽缸容量： 2,998 立方厘米
製造日期： 2012

車輛牌照號： NR2003 (DV-2)
廠名： 三菱
型號： FE83DGZSRDAA
類別： 輕型貨車
車輛總重： 5,500 公斤
座位限額： 司機 + 兩位乘客
汽缸容量： 4,899 立方厘米
製造日期： 2010

車輛牌照號： RB1500 (DV-3)
廠名： 三菱
型號： FEC71GR4SDAD
類別： 輕型貨車
車輛總重： 5,500 公斤
座位限額： 司機 + 兩位乘客
汽缸容量： 2,998 立方厘米
製造日期： 2012

附錄 2: 車輛的照片

1. 試驗的混合動力輕型貨車



JZ9370 (HV-1) 正面



HV-1 側面



HV-1 側面



HV-1 後面



KA239 (HV-2) 正面



HV-2 側面



HV-2 側面



HV-2 後面



MM2862 (HV-3) 正面



HV-3 側面



HV-3 側面



HV-3 後面

2. 對比的柴油輕型貨車



HX1383 (DV-1) 正面



NR2003 (DV-2) 正面



RB1500 (DV-3) 正面