

綠色運輸試驗基金

學校巴士的電動變頻空調（IAS）系統試驗 （迅捷旅運有限公司）

最終報告

(2020年5月11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）

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
學校巴士的電動變頻空調(IAS)系統試驗
(迅捷旅運有限公司)

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作出貢獻。迅捷旅運有限公司（下稱：迅捷）獲基金資助，安裝了一套電動變頻空調系統（IAS）在一輛單層巴士作試驗。迅捷依照與政府簽訂的資助協議招標程序，委託廣東順德太昌客車空調有限公司製造及安裝型號為 TCD08Z-II 的 IAS 在 1 輛全新柴油巴士（下稱 IAV）上作試驗。

1.2 理大科技及顧問有限公司獲環境保護署（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。迅捷另外指派一輛裝配了一套傳統空調系統（CAS）的 Isuzu 柴油巴士（下稱 CAV）與 IAV 作對比。

1.3 本最終報告匯報在試驗期 24 個月內 IAV 與 CAV 比較下的表現。

2. 試驗車輛

2.1 IAS、IAV、CAS 和 CAV 的主要特點載於附錄 1，而車輛照片則載於附錄 2。IAV 和 CAV 在首 18 個月主要為港島東一所學校提供校巴服務。從 2018 年 8 月 1 日至試驗期結束（共 6 個月），IAV 服務路線由港島東轉為由東鐵大學站到位於新界汀角的香港教育大學的固定循環線；而 CAV 服務路線仍在香港島東。在 2018 年 8 月 1 日前，IAV 的每日平均行程里數約為 162 公里；在 2018 年 8 月 1 日後，IAV 的每日平均行程里數約為 392 公里。在 24 個月的試驗中，CAV 的每日平均行程里數約為 87 公里。

2.2 根據 IAS 製造商提供的資料，IAS 系統包含兩組電動變頻空調和 4 個電池組。IAS 的壓縮機由電池組提供能量，變頻控制器調節能量輸出以減少燃料消耗。IAS 的總製冷量為 36 千瓦，總重約 690 公斤；而 CAS 型號為 TCH12U 的總重為 243 公斤，製冷量為 38.28 千瓦。

3. 試驗資料

3.1 試驗於 2017 年 2 月 1 日展開，為期 24 個月。迅捷必須搜集和提供試驗資料，包括 IAV 的運作數據、定期和非定期維修費及因維修損失的營運時間。迅捷亦需要提供 CAV 的同類數據。除了開支資料外，迅捷也要搜集和提供 IAV 的運作困難紀錄和司機的意見以反映 IAV 的任何問題。

4 試驗結果

4.1 下表 1 概括 IAV 和 CAV 在試驗期 24 個月內的統計數據。

表 1：各車輛的主要運作統計數據（2017 年 2 月 1 日至 2019 年 1 月 31 日）

	IAV	CAV
總行車里數（公里）	131,475	47,254
平均每日行車里數（公里 / 日）	162 ^[1] / 392 ^[2]	87
燃料費（港元） ^[3]	529,889	249,500
平均燃料效益（公里 / 升）	3.18	2.46
總營運費（港元）	529,889	249,500
平均燃料費用（港元 / 公里）	4.03	5.28
平均總營運費用（港元 / 公里） ^[4]	4.03	5.28
營運損失時間（工作天） ^[5]	0	0

[1] 在 2018 年 8 月 1 日前，IAV 的平均每日行程里數為 162 公里。

[2] 在 2018 年 8 月 1 日後，IAV 的平均每日行程里數為 392 公里。

[3] 市場價格使用在計算中。

[4] 在試驗期 24 個月內，IAV 和 CAV 的冷氣系統都不需要維修。

[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車輛供應商把車輛交還車輛營運商的日期為止。

4.2 以上數據顯示，IAV 平均每公里燃料費比 CAV 的低 1.25 港元（約 24%）。因 IAV 和 CAV 都不需進行維修保養，所以在試驗期 24 個月內，IAV 的平均總營運費用和平均燃料費用相同，即是 IAV 平均每公里總營運費比 CAV 的低 1.25 港元（約 24%）。

4.3 由於 IAV 和 CAV 都不需要進行維修，因此它們的可使用率都是 100%。

4.4 司機表示在操作 IAV 上並無問題，但對其爬坡性能不滿意，這可能是由於附加電池組和 IAS 組件的重量導致其迅捷表示司機對爬坡性能減弱。超過 80% 受訪乘客對 IAS 表現滿意或沒有意見。迅捷也反映了司機對 IVA 的爬坡性能不滿意。另外，製造商亦通知迅捷 IAS 型號不再生產，並且不會再提供備件。

4.5 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 IAV 的燃料效益趨勢。燃料效益趨勢在經過一半的試驗期，保持穩定並略有增加，燃料效益趨勢在之後的試驗期間穩步增加，結果顯示其燃料效益在試驗期內並無轉差。IAV 的燃料效益穩步增加的可能原因有 1.) IAV 的司機習慣了 IAV 駕駛模式並且培養了良好的駕駛習慣，從而改善燃料效益；2.) 在試驗期的最後 6 個月，IAV 的服務路線由山路轉為固定的高速公路循環線。

4.6 IAV 的二氧化碳當量 (CO₂e) 排放為 106,734 千克，而 CAV 的 CO₂e 排放為 141,276 千克。因此，在試驗中柴油巴士以 IAV 取締 CAV 可以減少 CO₂e 排放 34,542 千克 (約 24.5%)。

5. 總結

5.1 在試驗期 24 個月收集到的運作數據顯示，IAV 的燃料費比 CAV 的低，平均每公里燃料費可節省 1.25 港元 (約 24%)。由於 IAV 和 CAV 都不需要進行維修保養，所以在 24 個月的試驗中，IAV 及 CAV 的總營運費用分別與它們的平均每公里燃料費相同。因此，IAV 這兩項費用都較 CAV 少 1.25 港元/公里 (約 24%)。兩輛車輛的可使用率皆是 100%。

5.2 沒有跡象顯示燃料效益在試驗期內轉差。

5.3 司機表示在操作 IAV 上並無問題，但認為其爬坡性能較 CAV 弱，可能是由於附加電池組和 IAS 組件的重量所導致。當 IAV 在滿載乘客的情況下爬坡，問題會更加明顯。受資助者也反映了相同意見。超過 80% 乘客對 IAS 表現滿意或沒有意見。受資助者對 IAV 的性能表示不滿意，他們不打算用電動變頻空調系統更換傳統空調系統。

附錄 1：試驗車輛和試驗空調系統的主要特點

1. 安裝了電動變頻空調系統(IAS)的柴油車輛(IAV)

(a) 試驗的電動變頻空調系統(IAS)

IAS：	2 組變頻空調和 4 個電池組
型號：	TCD08Z-II
制造商：	廣東順德太昌客車空調有限公司
總制冷功率：	36 千瓦
IAS 重量：	690 公斤（2 組變頻空調重 450 公斤，4 個電池組重 240 公斤）

(b) 柴油車輛(IAV)

登記號碼：	GM9909
廠名：	Isuzu
型號：	LT434PF-6S-V
類別：	公用巴士
車輛總重：	14,800 公斤
座位限額：	司機 + 65 位乘客
汽缸容量：	7,790 立方厘米
製造日期：	2015

2. 對比用的安裝了傳統空調系統(CAS)的柴油車輛(CAV)

(a) CAS

CAS 數量：	1 組傳統空調
型號：	TCH12U (在購買車輛時已包括在內)
總制冷功率：	38.28 千瓦
CAS 重量：	243 公斤

(b) CAV

登記號碼：	KH5755
廠名：	Isuzu
型號：	LT134P-6S-V
類別：	公用巴士
車輛總重：	14,500 公斤
座位限額：	司機 + 60 位乘客
汽缸容量：	7,790 立方厘米
製造日期：	2012

附錄 2: 車輛的照片

1. 安裝了電動變頻空調系統(IAS)的柴油車輛(IAV)



2. 對比用的安裝了傳統空調系統(CAS)的柴油車輛(CAV)





KH5755 – 側面 1



KH5755 – 側面 2