

綠色運輸試驗基金

學校巴士的電動變頻空調（IAS）系統試驗 （捷迅旅運有限公司）

最終報告

(2020年5月19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
(捷迅旅運有限公司)

最終報告

(第 1 組試驗時間：2016 年 9 月 1 日 - 2018 年 8 月 31 日)

(第 2 組試驗時間：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。捷迅旅運有限公司（下稱：捷迅）獲基金資助，分別在兩輛單層柴油巴士(柴油巴士)安裝了一套電動變頻空調系統 (IAS) 作試驗。捷迅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 2 套型號為 TCD08Z-II 的 IAS 在 2 輛新柴油巴士(下稱：IAVs) 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。捷迅指派 1 輛 Isuzu 柴油巴士和 1 輛 Daewoo 柴油巴士（下稱：CAVs）與 IAVs 作對比。

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

2. 試驗車輛

2.1 IAS、CAS、IAVs 和 CAVs 的主要特點載於附錄 1，而車輛照片則載於附錄 2。IAV1 主要為香港中文大學(中大)、鯽魚涌小學和蘇浙小學的員工和學生提供穿梭校巴服務。在首 1 年半的試驗期內，IAV2 主要為鯽魚涌小學的員工和學生提供港島東的校巴服務；在後半年的試驗期內，IAV2 主要為位於新界汀九的香港教育大學提供往返馬料水的穿梭校巴服務。在 24 個月試驗期內，IAV1 每日大概行駛 131 公里，而 IAV2 每日大概行駛 114 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 組電池組。IAS 的電動變頻空調由電池組提供能量，變頻控制器調節能量輸出以減少燃料消耗。IAS 的最大製冷量最大為 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 第 1 組的試驗 (IAV1 和 CAV1) 於 2016 年 9 月 1 日開始，而第 2 組的試驗 (IAV2 和 CAV2) 於 2017 年 2 月 1 日開始。兩組試驗為期 24 個月。捷迅必

需搜集和提供試驗資料，包括 IAVs 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。CAVs 的同類數據也需提供。除了開支資料外，捷迅也要搜集和提供 IAVs 的運作困難紀錄和司機的意見以反映 IAVs 的任何問題。

4 試驗結果

4.1 下表 1 概括 IAVs 和 CAVs 在 24 個月試驗期內的統計數據。

表 1：各車輛的主要運作統計數據（IAV1 和 CAV1：2016 年 9 月至 2018 年 8 月；IAV2 和 CAV2：2017 年 2 月至 2019 年 1 月）

	IAV		CAV	
	IAV1	IAV2	CAV1	CAV2
總行車里數（公里）	95,778	83,229	67,083	61,120
平均每日行車里數（公里／日）	131	114	92	84
燃料費用（港元） ^[1]	453,451	389,324	295,046	431,199
平均燃料費用（港元／公里）	4.73	4.68	4.40	7.05
平均燃料效益（公里／升）	2.57	2.79	2.76	1.86
總營運費（港元）	453,451	389,324	295,046	431,199
平均總營運費（港元／公里）	4.73	4.68	4.40	7.05
營運損失時間（工作天） ^[4]	0	0 ^[3]	0	0

^[1] 計算使用市場燃料價格。

^[2] 在試驗期 24 個月內，IAVs 和 CAVs 的冷氣系統都不需要維修。

^[3] 與 IAS 和 CAS 冷氣系統表現無關的維修保養，不會被用來比較。

^[4] 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，IAV1 平均每公里燃料費用比 CAV1 高港幣\$0.33（約 8%），但是 IAV2 平均每公里燃料費用比 CAV2 低港幣\$2.37（約 34%）。在 24 個月的試驗中，IAV1 在中大校園裏低速行駛和頻繁地加減速，導致 IAV1 的燃料效益比 CAV1 的相對較差。

4.3 在試驗中，由於 IAV1、IAV2、CAV1 和 CAV2 的 IAS 或 CAS 冷氣系統都不需要進行維修，所以 IAVs 和 CAVs 的平均總營運費用與它們的平均燃料費用相等。IAV1 的平均總營運費用比 CAV1 高港幣\$0.33／公里（約 8%），而 IAV2 的平均總營運費用比 CAV2 低港幣\$2.37／公里（約 34%）。

4.4 由於 IAV1、CAV1 和 CAV2 都不需要維修；而 IAV2 的維修是由交通意外導致，營運損失時間不被計算；因此它們的可使用率都是 100%。

4.5 司機表示一般在操作 IAVs 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 組件的重量導致其爬坡性能減弱。捷迅也反映了司機對 IVA 的爬坡性能不滿意，並表示他們不確定 IAVs 可否幫他們節省營運成本。另外，製造商亦通知捷迅 IAS 型號不再生產，並且不會再提供備件。超過 80% 受訪乘客對 IAS 表現滿意或沒有意見。

4.6 IAV1 在中大校園裏提供穿梭校巴服務時，低速行駛、頻繁地起動及停車

及加減速，導致油耗增加。

4.7 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 IAVs 的燃料效益趨勢。在 24 個月的試驗中，燃料效益趨勢的變化不明顯，結果顯示其燃料效益在試驗期內並無明顯轉差。但是 IAV2 的燃料效益明顯比 IAV1 好。

4.8 在第 1 組比較中，IAV1 的二氧化碳當量 (CO₂e) 排放為 98,516 公斤，而 CAV1 的 CO₂e 排放為 91,555 公斤。因此，在試驗中 CO₂e 排放增加 6,961 公斤 (增幅約 8%)。在第 2 組比較中，IAV2 的二氧化碳當量 (CO₂e) 排放為 78,785 公斤，而 CAV 的 CO₂e 排放為 118,039 公斤。因此，在試驗中 CO₂e 排放減少 39,254 公斤 (減幅約 33%)。

5. 總結

5.1 在試驗期 24 個月收集到的運作數據顯示，IAV2 的燃料費比 CAV2 的低，平均每公里燃料費可節省約 34%。IAV1 的燃料費比 CAV1 的高，平均每公里燃料費高約 8%。IAV1 在中大校園裏提供校巴服務時，低速行駛和頻繁地加減速，導致 IAV1 的油耗比 CAV1 的高。

5.2 由於 IASs 和 CASs 都不需要進行維修保養，所以 IAVs 及 CAVs 的平均總營運費用分別與它們的平均每公里燃料費相同。4 輛車輛的可使用率皆是 100%。

5.3 沒有跡象顯示 IAVs 的燃料效益在試驗期內轉差。

5.4 IAVs 的司機表示操作上並無問題，不過對 IAVs 爬坡性能表示不滿意。受資助者也反映了相同意見。超過 80% 乘客對 IASs 表現滿意或沒有意見。受資助者對 IAVs 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
總製冷量：	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) 試驗的車輛 IAV1/IAV2

登記號碼：	CR765 (IAV1) / CH3278 (IAV2)
廠名：	Isuzu
型號：	LT434PF-6S-V
類別：	公共巴士
車輛總重：	14.80 公噸
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

(b) 對比的巴士裝配傳統空調系統

	CAV1	CAV2
登記號碼：	TA8220	SZ8009
廠名：	Isuzu	DAEWOO
型號：	LT134P-6S-V	BH117L
類別：	公共巴士	公共巴士
車輛總重：	14.50 公噸	16.00 公噸
座位限額：	司機 + 65 位乘客	司機 + 65 位乘客
汽缸容量：	7,790 立方厘米	7,640 立方厘米
製造日期：	2013	2014

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(IAVs)

IAV1



IAV2





CH3278 – 側面 1



CH3278 – 側面 2

2. 對比用的安裝了傳統空調系統(CAS) 的柴油車輛(CAVs)

CAV1



TA8220 – 前方



TA8220 – 後方



TA8220 – 側面 1



TA8220 – 側面 2

CAV2



SZ8009 – 前方



SZ8009 – 後方



SZ8009 – 側面 1



SZ8009 – 側面 2