

綠色運輸試驗基金
安裝在穿梭巴士的太陽能空調系統試驗
(香港科技園公司)
最終報告

(2018年5月14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
安裝在穿梭巴士的太陽能空調系統試驗（香港科技園公司）

最終報告
（試驗時間：2014年4月1日 - 2016年3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。香港科技園公司（下稱：HKSTPC）獲基金資助在一輛 29 座位柴油穿梭巴士上試驗太陽能空調系統（下稱：SAS）。SAS 預計可減少巴士的油耗。依照與政府簽訂的資助協議訂明的招標程序，HKSTPC 委託陽光動力有限公司在一輛全新的 29 座位柴油穿梭巴士（下稱：SAV）上安裝一套 SAS 作試驗。

1.2 SAV 取代一部裝有傳統空調系統的柴油穿梭巴士（下稱：CAV）。CAV 是 HKSTPC 唯一一部與 SAV 車輛類別相同的傳統車輛；因此，這報告將利用 CAV 2013 年 1 月至 12 月的舊紀錄與試驗收集的 SAV 資料作比較。

1.3 理大科技及顧問有限公司(PolyU)獲環境保護署(EPD)委託為獨立第三方評核者，監察試驗並與相應的傳統車輛比較下評估試驗的綠色創新運輸技術的表現。

1.4 本報告匯報在 24 個月的試驗期中與相應的傳統車輛比較下 SAV 的表現。

2. 試驗產品和有關車輛

2.1 SAV 車頂安裝了 SAS，而最高峰值功率 1,320 瓦的柔性薄膜型太陽能電池板是 SAS 的其中一部份，用來產生電力提供 SAS 電動壓縮機所需的部份能量。而 CAV 空調用由車輛引擎機械式帶動傳統壓縮機的。

2.2 SAS、SAV 和 CAV 的主要特點和 SAV 的相片分別載於附錄 1 和附錄 2。兩車提供來往科學園及位於九龍塘的創新中心之間固定班次的穿梭巴士服務，平均每日行車里數約 300 公里。

3. 試驗資料

3.1 試驗於 2014 年 4 月 1 日開始，為期 24 個月。HKSTPC 必須搜集和提供試驗資料包括 SAV 的運作資料和維修紀錄。SAV 運作資料包括行車里數和每次加油量及費用。維修紀錄包括與 SAS 性能有關的 SAV 定期和非定期維修費及營運時間損失。CAV 的類似資料也需要提供。除了有關開支的資料外，亦須提供 SAV 的維修報告、運作困難紀錄和司機的意見，以反映 SAS 的任何問題。

4. 試驗結果

4.1 營運費用

4.1.1 下表概括 SAV 和 CAV 的統計數據。SAV 每公里燃料費比 CAV 節省港幣 0.18 元（約 10%）。兩車的資料是於不同時期收集，相比 CAV，SAV 的引擎較新及較小，而且車輛總重較重。引擎的新舊、大小可能影響燃料效益，但車輛總重的分別在這方面可能較重要，因為 SAV 的車輛總重量較 CAV 高約 40%。綜合考慮所有因素，SAV 燃料效益顯然較高，但較難斷定 SAS 在節省燃料方面有多大的貢獻。

表 1：各車輛的主要運作統計（2014 年 4 月至 2016 年 3 月）

	SAV ^[1]	CAV（舊紀錄）
總里數/公里	155,153	146,092
平均燃料效益 (公里/公升)	7.20	6.51
平均燃料費用 (HK\$/公里)	1.57	1.75 ^[2]
平均總營運費用 (HK \$/公里)	1.57	1.75 ^[3]
營運損失時間 - 空調系統有關 ^[4] (工作日)	3 (SAS 停運 26 日)	沒有提供 ^[3]

[1] 不包 2014 年 5 月 SAS 停運的數據

[2] 以 SAV 相對月份所用柴油的價格計算

[3] 科技園公司沒提供 CAV 的維修紀錄

[4] 營運損失時間是由車輛不能營運的工作日起計，至車輛交還車輛營運商那日為止

4.1.2 在試驗期內，SAV 有三次定期維修和一次非定期維修。三次定期維修都與 SAS 無關，而該次非定期維修則與 SAS 有關。由於這次試驗是測試 SAS 而不是測試車輛，因此，與冷氣系統無關的維修都不會包括在成本和營運損失時間的評估內。

4.1.3 在 2014 年 4 月 30 日，SAS 出現不正常運作，系統間歇地吹出未有冷卻的空氣，而 SAV 則仍然在運作中。在 2014 年 5 月 29 至 31 日，SAV 被送回 SAS 供應商進行維修，總共三天。SAS 的供應商在這 3 日免費提供另一輛巴士替代 SAV；其他費用(包括拖車費，租賃替代車輛的費用和由於 SAS 維修引起的營運損失時間成本)亦不需要支付。從 CAV 過去的運作數據紀錄推算，CAV 沒有需要進行冷氣系統的維修。因為 SAV 和 CAV 都沒有任何維修費用，SAV 和 CAV 的平均總營運費用與其平均燃料費用相同，即是 SAV 每公里港幣 1.57 和 CAV 每公里港幣 1.75。與 CAV 相比，SAV 的平均總營運費用較低約 10%。

4.1.4 SAV 停運 3 日及 SAS 停運 26 日；因此 SAV 的可使用率是 99.6%，而 SAS 的可使用率約 96%。雖然沒有 CAV 的維修紀錄，但從它的運作數據紀錄推算，其可使用率接近 100%。

4.2 性能表現和可靠性

4.2.1 司機表示操作 SAV 並無問題，亦滿意 SAV 的性能表現。司機表示沒有收到乘客對 SAS 的投訴。而乘客對 SAV 的意見普遍正面。

4.2.2 HKSTPC 對 SAV 的意見亦屬正面，但現階段沒有計劃以該環保產品代替所有傳統產品。

4.2.3 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 SAV 的燃料效益趨勢。結果顯示 SAV 的燃料效益在試驗期內幾乎沒有變化，顯示其燃料效益在試驗期內並無轉差。

5. 總結

5.1 SAV 每公里燃料費比 CAV 大約少 10% (每公里港幣 0.18)。由於沒有維修費，平均總營運費用亦和燃料費相同，在試驗期內，SAV 的可使用率是 99.6%，SAS 是 96%，CAV 是接近 100%。另外，試驗結果沒有顯示 SAV 的燃料效益在試驗期內轉差。

5.2 SAV 司機表示操作 SAV 並無問題，SAV 能夠應付指派的工作。

5.3 試驗結果顯示，在本地運作情況下必須使用空調，SAS 可滿足 SAV 每日的空調要求。而且，在試驗期內，SAS 沒有對司機制造任何麻煩，亦能夠應付所需的工作。

附錄 1：試驗產品和車輛的主要特點

1. 裝有太陽能空調系統 (SAS)的試驗柴油車輛(SAV)

(a) 太陽能空調系統 (SAS)

供應商：	陽光動力有限公司
太陽能電池板類型：	單晶硅，柔性薄膜型
太陽能電池效率：	21.1%
太陽能板總輸出：	最高峰值功率 1,320 瓦
系統控制器：	最大功率點追蹤，24 伏
電動壓縮機：	2.12 千瓦，24 伏，無刷直流電動機
另加電池：	210 安培時
另加交流發電機：	110 安培

(b) 裝上 SAS 的柴油巴士 (SAV)

廠名：	Mitsubishi Fuso
型號：	BE641JRMDA
類別：	私家巴士
車輛總重：	7,300 公斤
座位限額：	司機 +29 位乘客
汽缸容量：	2,998 立方厘米
製造日期：	2013

2. 裝有傳統空調系統作比較的柴油巴士 (CAV)

廠名：	Toyota
型號：	BB59RZEMQZ5
類別：	私家巴士
車輛總重：	5,300 公斤
座位限額：	司機 +28 位乘客
汽缸容量：	4,104 立方厘米
製造日期：	2001

附錄 2：裝有太陽能空調系統（SAS）的試驗柴油私家巴士（SAV）的照片

	
<p>SAV – 前方</p>	<p>SAV – 後方</p>
	
<p>SAV – 側面 1</p>	<p>SAV – 側面 2</p>
	
<p>SAV 車頂的太陽能板，是 SAS 的一部份</p>	<p>SAV – 錶板</p>