

二零一六年三月三十日  
討論文件

## 立法會環境事務委員會

### 混合動力專營巴士試驗中期結果

#### 目的

本文件匯報為期兩年的混合動力專營巴士試驗的中期結果。

#### 背景

2. 專營巴士是繁忙路段的其中一個主要空氣污染源頭。混合動力巴士排放較少空氣污染物及有較佳燃料效益，為評估混合動力巴士在本地運作下的環保表現，政府資助九龍巴士(一九三三)有限公司(九巴)、城巴有限公司(城巴)及新世界第一巴士服務有限公司(新巴)購置合共六輛<sup>1</sup>雙層混合動力巴士作為期兩年的試驗行駛。若試驗成功，專營巴士公司在考慮混合動力巴士可行性及公司和乘客的負擔能力後，混合動力巴士將可作為日後採購新巴士時其中一款可供考慮的環保巴士。

3. 我們在徵求本事務委員會支持這項試驗計劃時，承諾會在試驗展開一年後進行中期檢討，並匯報相關結果。

#### 混合動力巴士

4. 三間專營巴士公司以公開招標形式採購混合動力巴士，所選型號為 Enviro E500H 混合動力型，屬亞力山大丹尼斯(亞太)有限公司生產的三軸雙層巴士。為應付香港環境，各混合動力巴士均配備由電力驅動及有足夠製冷量的空調系統。每輛混合動力巴士的格價為約 550 萬元。

---

<sup>1</sup> 六輛混合動力專營巴士的其中三輛由九巴營運、兩輛由城巴營運、一輛由新巴營運。有關巴士的分配是參考各巴士公司車隊的規模而定。

5. 自二零一三年十二月三十一日起，歐洲已規定 3.5 公噸以上的重型車輛，必須符合歐盟六期的廢氣排放標準。因此，供應本港的雙層混合動力巴士配備的 6.7 公升引擎均符合歐盟六期廢氣排放標準。

6. 該批混合動力巴士交付前，其中一輛曾在英國進行 Millbrook 巴士工況<sup>2</sup> 測試。由於當地並無同樣配備歐盟六期引擎和香港特有空調系統的柴油巴士作對照，有關測試只在沒有空調系統下進行。測試結果顯示，相比於用作對照的同廠配備 8.9 公升引擎的三軸歐盟五期柴油雙層巴士，歐盟六期柴油混合動力巴士的氮氧化物排放量減幅約 89%。而以廢氣排放標準而言，歐盟六期標準的氮氧化物排放上限比歐盟五期減少 80%。由此可見，混合動力傳動系統能有效減少氮氧化物排放。此外，Millbrook 亦有進行節省燃料方面的測試<sup>3</sup>。測試結果顯示，混合動力巴士較用作對照的柴油巴士節省大約三分之一燃料。

## 試驗計劃

7. 為期兩年的混合動力專營巴士試驗自二零一四年十一月起逐步展開。混合動力巴士的開始試驗日期、試驗路線和路線特點，載於**附件**。

8. 為監察和評估混合動力巴士的表現，我們成立了專責小組，成員包括來自三間專營巴士公司、巴士製造商和運輸署的代表，以及本地學界的三名學者。

9. 試驗期間，混合動力巴士的表現會與行駛相同路線的傳統歐盟五期三軸雙層柴油巴士作比較。在估算柴油混合動力傳動系統的排放效益時，亦顧及混合動力巴士的柴油引擎已達歐盟六期標準，以及其氮氧化物和懸浮粒子的排放上限已較歐盟五期標準分別低 80% 和 50%。

10. 試驗期間，我們監測了混合動力巴士和用作對照的柴油巴士在以下五方面的表現：

(a) 燃料消耗；

---

<sup>2</sup> 測試由 Millbrook Proving Ground 有限公司按 Millbrook 倫敦巴士工況在英國進行。有關工況由倫敦交通局和 Millbrook Proving Ground 有限公司研發，以測試巴士的廢氣排放量。

<sup>3</sup> 巴士的燃料消耗量測試是按標準路面測試 (SORT 1) 程序進行，該程序由公共交通國際聯會研發，以量度柴油巴士的燃料消耗量。

- (b) 尿素耗用率<sup>4</sup>；
- (c) 巴士每日出車率；
- (d) 途中故障總次數；以及
- (e) 氮氧化物排放。

11. 由於混合動力巴士和用作對照的柴油巴士在設計上已將懸浮粒子排放量降至接近儀器所能量度的下限，以上監測項目沒有包括懸浮粒子的排放。我們評估混合動力巴士的排放效益時，會集中監測氮氧化物的排放。

## 中期結果

12. 截至二零一五年十一月三十日的中期試驗結果摘要如下：

監測參數	混合動力巴士	用作對照的柴油巴士
燃料相對消耗量 (與用作對照的柴油巴士比較)	1.034	1
尿素耗用率 (佔燃料消耗量的百分率)	4.5	5.2
巴士每日出車率(%) (不包括與巴士機件故障無關的停駛 <sup>5</sup> )	82.6	94.9
途中故障的平均每月次數	0.3	0.04

13. 就氮氧化物的排放而言，已進行的排放測試均顯示混合動力傳動系統可減少有關排放。待二零一六年下半年本港有首輛歐盟六期柴油

---

<sup>4</sup> 混合動力巴士和用作對照的柴油巴士均有裝置選擇性催化還原器，以降低氮氧化物的排放。選擇性催化還原器的運作，須使用尿素作為反應劑，而尿素耗用率亦會影響專營巴士公司的營運成本。

<sup>5</sup> 不包括的停駛是指為了接受檢驗以取得車輛宜於道路上使用證明書／檢驗合格證明書、每月檢驗、日常維修／檢查、清潔、進行便攜式廢氣測量系統的排放測試等。

巴士時，我們便會實地進行路面排放測試，以確定混合動力傳動系統帶來的減排幅度。

14. 混合動力巴士表現的評估如下：

**(a) 燃料消耗**

根據海外經驗，混合動力巴士較傳統巴士節省約 30% 的燃料。然而，在試驗首年，混合動力巴士與用作對照的柴油巴士比較，平均卻多耗用 3.4% 的燃料。以個別巴士而言，表現最佳的混合動力巴士能節省 5.8% 的燃料，而表現最差的則多耗 14.7%。行走高速公路路線的混合動力巴士趨向耗用較多燃料，而行走市區路線的則因開車及停車較頻密，在其柴油引擎無須運轉的情況下亦可運作，因而可節省燃料。

此外，在較清涼的月份，當空調系統的負荷較低時，混合動力巴士的燃料效益亦會較佳。舉例來說，混合動力巴士在二零一六年一月平均少用約 12.9% 的燃料，而表現最佳的更少用 25% 的燃料。

由此可見，混合動力巴士節省燃料的能力，很大程度取決於巴士是否經常可在引擎無須運轉的情況下運作。相關的考慮因素包括：

- (i) 在夏季，混合動力巴士耗用的能源當中，用於空調系統的比率可高達 40%。空調系統對能源的強大需求，令柴油引擎很少有機會停止運轉，因而大幅降低混合動力巴士節省燃料的能力；
- (ii) 混合動力巴士選用的空調系統須以電力推動。鑑於供應所限，其在能源效益設計方面可能不及用作對照的柴油巴士的空調系統；以及
- (iii) 混合動力巴士的中間冷卻器曾出現機械故障，增加了燃料消耗。巴士製造商在二零一五年十一月至十二月期間已修正有關問題。

因應上述結果，巴士製造商正致力採取以下措施以改善混合動力巴士的燃料效益：

- (i) 為其空調系統換上較小型的壓縮機，以便更有效管理空調的負荷，讓引擎能更頻密停止運轉；
- (ii) 微調空調壓縮機的操控，以提高空調系統的能源效益；
- (iii) 降低混合動力巴士的加速率，與用作對照的柴油巴士看齊；以及
- (iv) 擴濶電池的充電幅度，令電池可收集並貯存更多來自再生制動所產生的能源。

## **(b) 尿素耗用率**

用作對照的柴油巴士的整體平均尿素耗用率佔燃料消耗量的 5.2%，混合動力巴士的則佔 4.5%，其用量在不同季節均相對穩定。混合動力巴士行走不同類型路線的尿素耗用率亦沒有明顯的變化。

## **(c) 巴士每日出車率**

用作對照的柴油巴士的平均出車率為 94.9% (不包括與巴士機件故障無關的停駛)，表現較混合動力巴士的 82.6% 為佳。混合動力巴士的出車率在試驗初期明顯較為遜色，但自二零一五年八月起表現逐步改善。在二零一五年八月至十一月期間的平均出車率，亦由前期的約 79.8% 上升至 88.2%。

## **(d) 途中故障總次數<sup>6</sup>**

在試驗期間，混合動力巴士及用作對照的柴油巴士並無重複出現重大操作問題或故障。在途中故障總次數方面，用作對照的柴油巴士在試驗首年的表現略勝於混合動力巴士。混合動力巴士及用作對照的柴油巴士的途中故障平均每月次數分別為 0.3 次及 0.04 次。儘管兩者的次數有所差別，但有關比率仍屬甚低水平，不會對巴士運作構成重大影響。

## **(e) 氮氧化物排放**

---

<sup>6</sup> 途中故障總次數只包括乘客須離開的載客巴士故障次數，並不包括空載巴士的故障次數或發生意外的次數。

我們使用便攜式廢氣測量系統(PEMS)<sup>7</sup>，比較了混合動力巴士及用作對照的柴油巴士的廢氣排放表現。量度結果顯示，與用作對照的柴油巴士比較，混合動力巴士的氮氧化物排放量平均減幅約為 93%，高於歐盟五期標準與歐盟六期標準相關排放上限相差的 80%。

由於首部歐盟六期的三軸雙層柴油巴士將於二零一六年年中運抵本港，我們計劃在二零一六年下半年進行另一輪 PEMS 測試，以評估混合動力巴士的氮氧化物排放表現。

15. 專責小組會繼續監察和評估混合動力巴士的表現，尤其是巴士製造商在改善燃料消耗表現而採取的改善措施。我們的目標是在兩年的試驗期完結後，在二零一七年年年初向本事務委員會報告試驗計劃的整體結果。

## 徵詢意見

16. 請委員察悉第 12 至 14 段所述的中期試驗結果。

**環境保護署**

**二零一六年三月**

---

<sup>7</sup> 首輪 PEMS 測試在二零一五年一月至五月的平日進行。每次測試都會測量約四至五次的來回車程的數據，以涵蓋繁忙及非繁忙時段。

六輛混合動力巴士的  
試行路線、開始試驗日期及路線特點

專營 巴士公司	試行路線	開始試驗日期	路線特點
九巴	1A [天星碼頭－秀茂坪(中)]	二零一四年 十一月十一日	市區
	104 [白田－堅尼地城]	二零一四年 十二月五日	市區
	619 [順利－中環(港澳客運碼頭)]	二零一四年 十一月十三日	高速公路+市區
城巴	5B [堅尼地城－銅鑼灣]	二零一四年 十一月二十二日	市區
	969 [天水圍市中心－銅鑼灣(摩頓臺)]	二零一四年 十二月六日	高速公路為主
新巴	8 [柴灣(杏花邨)－灣仔北臨時公共運輸交匯處]	二零一四年 十一月二十二日	市區