

立法會交通事務委員會

香港引進無軌電車系統的可行性研究

引言

有關香港引進無軌電車系統的可行性研究已經完成。本文件旨在告知議員主要的研究結果，以及政府下一步會進行的工作。

背景

2. 這項研究是運輸署在二零零零年委託顧問進行。研究範圍包括：

- (i) 在運作上是否可行；
- (ii) 設計和運作上的特點；
- (iii) 在財政上是否可行；
- (iv) 與柴油巴士比較，對環境的影響；
- (v) 概括的規管、組織和法律架構；及
- (vi) 日後工作或研究時應優先處理的範疇。

3. 研究的其中一個環節，是進行三個個案研究，目的是在本港不同的營運環境中，以柴油巴士與無軌電車相比，評估無軌電車在運作及財政上是否可行以及這種交通工具對環境的影響。上述個案研究選定的地區如下：

- (i) 中環 - 灣仔交通走廊，屬高汽車流量的已建設地區；
- (ii) 香港仔，屬中等汽車流量的已建設地區；及
- (iii) 東南九龍發展區，屬於新發展地區。

4. 研究的主要結果和建議，現撮錄於下文第 5 至 18 段。

主要的研究結果和建議概要

技術上和運作上的可行性

5. 在技術上和運作上，無軌電車在香港大部份地區營運都是可行的，但至於在繁忙的市區和在隧道內是否可行，則仍有待確定。在這些地方使用無軌電車，要解決一些技術和運作方面的重要問題，尤其是：

- (i) 無軌電車建造：研究就香港的情況建議的無軌電車類別，是一種雙層、低地台和備有空調設施的車輛。這是一種新款的無軌電車，需要特別設計，而需要訂購最少約 40 至

50 輛，製造商才會有興趣發展和製造這類新款的無軌電車；

- (ii) 垂直淨空：在研究的建議中，無軌電車使用的架空電纜正常高度應約為 6 米，但這高度超出許多現有天橋的垂直淨空高度，因為許多天橋都是按照政府所定的標準淨空 5.1 米興建的。在這標準淨空高度下，為減少脫纜的風險，可能要限制無軌電車的車速。此外，在無軌電車行走的範圍內，如有符合政府所定標準即淨空為 4.7 米的臨時搭建物和天橋，雙層無軌電車便無法運作。在這種情況下，需要臨時改道、使用無軌電車的輔助引擎，或以柴油巴士臨時代替無軌電車行走，而這些措施既有困難而且昂貴；
- (iii) 對交通的影響：無軌電車的運作有一些限制，包括無軌電車必須在接觸架空電纜的範圍內運作；如無避車環線，便無法超越前面的無軌電車；以及有可能脫纜等。這些限制因素可能令交通受阻，特別是在市區內擠塞的交通走廊，情況會更為嚴重；
- (iv) 車廠位置：車廠應盡量設於無軌電車網絡附近，以免架設一段長而無法賺取收入的電纜，導致成本增加；
- (v) 架空招牌：無軌電車的架空電纜同時設有正電和負電電纜，與電車的電纜不一樣。如在這些架空電纜上修理或建造架空招牌，相當危險。當局須考慮透過立法以遷移或清除這類招牌，並須考慮向招牌的擁有人作出補償；
- (vi) 消防：必須研究可行方法，以預防架空電纜和牽引杆阻礙消防雲梯運作；及
- (vii) 輔助基礎設施：在繁忙的市區設置牽引杆和地底饋電纜，可引致相當困難，解決的辦法可能所費不菲和相當費時。

6. 以上任何單一項問題並不會妨礙無軌電車的經營，不過，這些問題合起來就會構成重大的風險；如要在繁忙的市區引進無軌電車，則會有更大風險。

財務上的可行性和收費

7. 上述三個個案研究，是以“最理想情況”(即選出最適合改用無軌電車行走的路線來進行研究)及乘客需求不變作為假設。在此情況下，無軌電車系統所需的資本投資，比相若的柴油巴士系統大約多 80%至 210%，同時無軌電車的收費需要提高約 24%至 65%，才可通過財務可行性的評估(即以除稅後整個投資項目的內部回報率 13%計算)。此外，尚有一個先決條件，就是要控制或限制來自其他交通工

具的競爭；但在已建設地區，由於競爭早已存在，這個做法會更難實行。

8. 上述三個個案研究須收取的車費水平現概述如下(詳情見附件 A)：

- (i) 香港仔：若把服務區內的現有巴士線網絡改為無軌電車路線，收費需要較柴油巴士高 42%至 52%，才合乎財務要求；
- (ii) 中環 - 灣仔交通走廊：若把一些巴士線改為無軌電車網絡，如收取同等票價，僅可支付營運成本，遑論資本成本。無軌電車的收費需要較巴士高 54%至 65%，才合乎財務要求；
- (iii) 東南九龍發展區：無軌電車的收費需要較巴士的收費高 24%至 33%，而無軌電車極易受其他交通工具的競爭影響其財務上的可行性。

9. 如要提高無軌電車財務上的可行性，除對其他交通工具實施競爭限制外，也許有其他措施，例如把柴油巴士和無軌電車的服務納入同一項專營權，讓柴油巴士服務補貼無軌電車服務；或把無軌電車所需的電力供應系統納入規模較大的現有供電系統中，以現有供電系統補貼無軌電車的電力需求。

對環境的影響

10. 無軌電車在街上行走時不會排放廢氣。因此，以無軌電車取代柴油巴士有助改善空氣質素。

11. 個案研究顯示，待現時的环境改善計劃(包括使用超低含硫量柴油、安裝連續還原粒子過濾器、逐步以採用歐盟三型引擎的巴士取代舊型巴士，以及以石油氣的士取代柴油的士)實施後，就香港仔及中環/灣仔在二零一一年的情況，即使不採用無軌電車，廢氣排放量已經會大幅減少。個案研究亦顯示，若以無軌電車取代柴油巴士，可額外減低小量的粒子和碳氫化合物數量，而可額外減少的氮氧化物數量則會較多。有關詳情如下：

比較二零一一年與一九九七年廢氣排放量的減幅

	<u>香港仔</u>		<u>中環／灣仔</u>	
	採用柴油巴士的減幅	採用無軌電車可帶來的額外減幅	採用柴油巴士的減幅	採用無軌電車可帶來的額外減幅
粒子	65%	0.5%	85%	1%
氮氧化物	39%	4%	44%	6%
碳氫化合物	32%	2%	45%	2%

12. 在東南九龍發展區的個案研究中，我們並沒有一九九七年的基本數據，以反映計劃推行的改善措施可減少的廢氣排放量。比較東南九龍發展區在二零一六年全面發展後，使用柴油巴士與使用無軌電車這兩種假定情況下的廢氣總排放量。有關的減幅如下：

**東南九龍發展區個案研究顯示
如以無軌電車取代柴油巴士
在二零一一年區內的廢氣排放量減幅**

粒子	1 至 5%*
氮氧化物	9 至 20%*
碳氫化合物	2 至 5%*

* 比率幅度是按最高和最低的預測交通流量計算。

附件 B 詳情載於附件 B。

13. 無軌電車的另一好處是可以減少噪音；減少的幅度則取決於各類型車輛的比例、行車量和周圍的噪音水平。

14. 無軌電車的架空電纜和牽引杆可能有礙觀瞻，但這個問題須視乎公眾的看法而定，設計時要加以留意。

規管、組織和法律架構

15. 選取哪一個專營權方案(例如：無軌電車的經營與配電系統縱向合併、無軌電車與柴油巴士的經營橫向合併，又或分別屬獨立的專營權)，須視乎網絡大小、互相補貼是否可行，以及是否有需要由較多經營者共同分擔間接成本等因素而定。如果以無軌電車取代現有的柴油巴士，亦須審慎研究這改變對現有巴士公司的專營權所構成的影響。

16. 在法例上要令無軌電車系統可以在道路上運作，便須修訂《道路交通條例》(第 374 章)和《公共巴士服務條例》(第 230 章)。研究亦建議制定新的條例，以規管無軌電車配電系統的建造、安全事宜和批出專營權的程序。

研究所提的建議

17. 鑑於巴士方面的技術不斷進步，而且亦有其他技術可供選擇，研究的結論是，在決定把無軌電車引進香港之前，應先評定以什麼方法改善路旁環境為最適當及最符合成本效益。如果決定繼續跟進無軌電車的方案，應先進行試驗計劃，以汲取無軌電車實際在路面運作的經驗。這類試驗計劃所包涵的無軌電車的網絡應該有一定的規模，選取地點要考慮能讓營辦者取得一定的商業回報。

18. 研究亦認為，試驗計劃不宜在市區內擠塞的交通走廊進行。如果在新發展地區進行試驗計劃，第一步應該詳細評估各種環保交通

工具，以確定無軌電車是否最佳選擇。研究估計，實施試驗計劃約需時五年。

政府的評估

政府的目標

19. 政府的運輸政策，目標是在保護環境的前提下提供運輸基礎設施和服務，確保香港能夠持續發展。為紓緩交通對環境造成的影響，我們採取了下述多管齊下的措施：

- 更妥善融合運輸與城市規劃；
- 更充分運用鐵路，讓鐵路成為客運系統的骨幹；
- 更完善的公共交通服務和設施；
- 更廣泛運用新科技去管理交通；及
- 更環保的運輸措施。

環境因素

20. 本研究的結果顯示，無軌電車的服務質素不會較巴士優勝；保護環境是唯一支持引進無軌電車的理​​由。參考上文第 11 至 12 段，無軌電車在現有的已建設地區只能提供小量的額外廢氣排放量減幅，而在新發展地區則會提供較大的額外減幅。隨着巴士製造技術和處理廢氣的設備不斷改進，加上使用更環保的柴油，無軌電車和柴油巴士的環保效能已越來越接近。事實上，其他地方正研究和發展更先進的巴士製造技術，以改善環境。無軌電車未必是將來唯一的選擇。

財務上的可行性和收費

21. 引進無軌電車系統最大的問題是其成本遠較柴油巴士為高，因此收費亦須遠高於柴油巴士。關於互相補貼的安排，以改善無軌電車的經營情況，我們認為並沒有足夠理據或好處，支持要求一般電力供應補貼無軌電車所需的電力供應。同時亦沒有充分理由要求電力用戶補貼使用交通工具的人士。至於採用單一專營權的形式，由其他交通工具補貼無軌電車，則可能會影響所涉及交通工具的收費。我們必須審慎考慮市民對增加這些交通工具收費的接受程度。

22. 關於可能有需要限制其他現有交通工具與無軌電車競爭，這並不符合讓各種交通工具進行良性競爭的現有原則。而根據研究結果，我們並沒有充分理據限制這些競爭，以確保無軌電車的運作合乎經營原則。

私營機構的動向

23. 城巴有限公司(城巴)剛展開了一項為期六個月的試車計劃，在其車廠試驗一部改裝自現有柴油巴士的原型雙層無軌電車。這部改裝車輛配備了一個輔助的柴油動力裝置，能夠在脫纜的情況下有限度

地行駛。城巴會試驗連接電纜行駛和使用輔助動力裝置行駛兩種方式，以確定這部車在載重狀態和模擬的載客情況下的能源消耗量，以及電車組件的可使用期。運輸署一直有就這項計劃的進展與城巴保持聯絡，並會在取得試驗結果後加以研究。

未來路向

現有的已建設地區

24. 考慮到上文第 5 至 6 段所述之技術和運作上的風險，以及上文第 7 至 8 段和第 21 至 22 段所述之財務上可行性及收費的問題，我們不打算在現有的已建設地區引進無軌電車。鐵路是更快捷和更環保的集體運輸工具，因此我們會繼續優先發展鐵路，使鐵路成為本港運輸系統的骨幹。不過，如果私營機構提出引進無軌電車的建議，我們會採取開放的態度，與其可能對現有巴士專營權的影響一併詳加考慮。

新發展區

25. 另一方面，我們會在一個新發展地區，探討與其他環保交通工具相比，實行一項無軌電車試驗計劃的好處。根據本研究的結果，我們會研究在東南九龍發展區進行無軌電車試驗計劃的好處，並與其他環保的交通工具作出比較，以決定這個新發展區使用哪一種交通工具為最佳選擇。

二零零一年六月

香港引進無軌電車系統的可行性研究 — 財務可行性的評估

- 無軌電車系統所需的資本投資(按二零零零年的價格計算)，比相若的柴油巴士系統所需的資本投資大約高 80%至 210%：

表一

個案研究	香港仔	中環／灣仔	東南九龍發展區
車隊數目	47輛(8條路線)	134輛(10條路線)	70輛(5條路線)
資本投資總額			
— 柴油巴士系統	1.44億元	4.06億元	2.68億元
— 無軌電車系統 (與柴油巴士系統 相比的百分率差 距)	3.73億元至4.20億元 (159%至192%)	11.36億元至12.70億 元 (180%至213%)	4.83億元至5.53億元 (80%至106%)

- 個案研究顯示，無軌電車的收費必須比柴油巴士的高 24%至 65%，才能在財務上可行，而來自其他交通工具的競爭亦須予以限制。財政分析結果現臚列如下：

表二

	柴油巴士	無軌電車	無軌電車收費 與柴油巴士收費 相比的百分率差 距
香港仔			
以內部回報率13% 計算的收費	3.3元	4.7元至5元	42%至52%

中環／灣仔			
以內部回報率13% 計算的收費	3.7元	5.7元至6.1元	54%至65%
東南九龍發展區			
(i) 高度競爭 ¹			(註：收費應僅作 解說用途。)
以內部回報率13% 計算的收費	5元	6.6元至6.7元	
(ii) 中度競爭 ²			
以內部回報率13% 計算的收費	3.4元	4.2元至4.5元	
(iii) 無競爭 ³			
以內部回報率13% 計算的收費	1.8元	2.2元至2.4元	

- 我們應謹慎理解上述數字，因為：
 - (a) 個案研究選擇了盈利較為可觀的市區路線，並假設東南九龍發展區會有大量乘客搭乘無軌電車，因此，有關收費差距已是“最理想”的情況；
 - (b) 有關數字並未計及需求會有彈性這項因素。無軌電車的收費如較高，乘客量會視乎是否有其他交通工具可供選擇而減少。

二零零一年六月

¹ 這是假設當局容許相當數量的直通區外柴油巴士在東南九龍發展區內行走，以致無軌電車的行車次數，只佔區內交通工具行車次數的 50%。

² 這是假設當局容許一些直通區外柴油巴士在東南九龍發展區內行走，以致無軌電車的行車次數，只佔區內交通工具行車次數的 25%。

³ 這是假設在東南九龍發展區內在沒有其他公共交通工具的競爭下，車費可以定於 1.8 元的水平。這種情況並不實際，只供參考。

香港引進無軌電車系統的可行性研究 — 環境評估

在三個個案研究中，有關柴油巴士和無軌電車廢氣總排放量的詳細比較資料，現表列如下：

表一：香港仔個案研究
比較一九九七年和二零一一年的廢氣總排放量
(有引進和沒有引進無軌電車的情況)

排放量 (克/每小時)	一九九七年	二零一一年 (全部為柴油 巴士) ⁽¹⁾	二零一一年 (以無軌電車 取代 47 輛柴 油巴士) ⁽¹⁾⁽²⁾	二零一一年使 用無軌電車後 可額外減少的 排放量
粒子	14 785	5 189 (減少 65%)	5 132 (減少 65.5%)	0.5%
氮氧化物	92 909	56 570 (減少 39%)	52 593 (減少 43%)	4%
碳氫化合物	28 532	19 363 (減少 32%)	18 929 (減少 34%)	2%

註(1) 二零一一年的情況是假設現時的环境改善計劃(包括使用超低含硫量柴油、安裝連續還原粒子過濾器、逐步以採用歐盟三型引擎的巴士取代舊型巴士，以及以石油氣的士取代柴油的士)已經實施。

註(2) 個案研究是以有關地區內 35%的柴油巴士(按巴士行走的公里計算)由無軌電車取代的情況來計算。如果區內所有柴油巴士都由無軌電車取代，粒子、氮氧化物和碳氫化合物可分別額外減少 0.5%、8%和 4%。不過，在可見的將來，以無軌電車完全取代柴油巴士並不可行。

表二：中環／灣仔個案研究
比較一九九七年和二零一一年
的廢氣總排放量
(有引進和沒有引進無軌電車的情況)

排放量 (克／每小時)	一九九七年	二零一一年 (全部為柴油 巴士) ⁽¹⁾	二零一一年 (以無軌電車 取代 134 輛柴 油巴士) ⁽¹⁾⁽²⁾	二零一一年 使用無軌電車 後可進一步減 少的排放量
粒子	4 549	664 (減少 85%)	640 (減少 86%)	1%
氮氧化物	29 765	16 542 (減少 44%)	14 878 (減少 50%)	6%
碳氫化合物	7 841	4 276 (減少 46%)	4 092 (減少 48%)	2%

註(1) 二零一一年的兩種情況都是假設現時的环境改善計劃(包括使用超低含硫量柴油、安裝連續還原粒子過濾器、逐步以採用歐盟三型引擎的巴士取代舊型巴士，以及以石油氣的士取代柴油的士)已經實施。

註(2) 個案研究是以有關地區內 17%的柴油巴士(按巴士行走的公里計算)由無軌電車取代的情況來計算。如果區內所有柴油巴士都由無軌電車取代，粒子、氮氧化物和碳氫化合物可分別進一步減少 2%、12%和 4%。不過，在可見的將來，以無軌電車完全取代柴油巴士並不可行。

表三：東南九龍發展區個案研究
比較二零一六年⁽¹⁾的廢氣總排放量
(有引進和沒有引進無軌電車的情況)

- (a) 總行車量為低的情況(只達到設計行車量的 50%，而 10%為重型貨車)

排放量 (克/每小時)	二零一六年 ⁽²⁾ (全部為柴油巴士)	二零一六年 (全部為無軌電車)	二零一六年使用 無軌電車後減少 的排放量
粒子	498	474	5%
氮氧化物	8 567	6 889	20%
碳氫化合物	3 500	3 314	5%

- (b) 總行車量為高的情況(達到設計行車量的 100%，而 20%為重型貨車)

排放量 (克/每小時)	二零一六年 ⁽²⁾ (全部為柴油巴士)	二零一六年 (全部為無軌電車)	二零一六年使用 無軌電車後減少 的排放量
粒子	1 653	1 629	1%
氮氧化物	19 618	17 940	9%
碳氫化合物	8 034	7 849	2%

註：(1) 沒有現況可供比較。

- (2) 假設現時的环境改善計劃(包括使用超低含硫量柴油、安裝連續還原粒子過濾器、逐步以採用歐盟三型引擎的巴士取代舊型巴士，以及以石油氣的士取代柴油的士)已經實施。