

引進天然氣 / 石油氣巴士及重型車輛到香港 -

可行性研究

行政摘要

目錄

1	引言	I
2	任務1 – 可用的天然氣 / 石油氣	I
3	任務2 – 可用的車輛	I
4	任務3 – 環境效益	II
5	任務4 – 與天然氣 / 石油氣車輛相關的風險	III
6	任務5 – 與基礎設施相關的風險	IV
7	任務6 – 維修要求	V
8	任務7 – 最切實可行的方案建議	V
9	結論	VIII

這項研究的目標，是評估引進天然氣或石油氣巴士及重型車輛到香港的技術可行性，以改善空氣質素。

在這項研究中，「天然氣」一詞包括壓縮天然氣和液化天然氣，「巴士」則包括公共巴士和私家巴士，而「重型車輛」則包括中型貨車和重型貨車。

這項研究共有七項任務，分別概述於下文各段。

2 **任務1 – 可用的天然氣 / 石油氣**

預計每年需要大約 110 萬公噸天然氣或石油氣才能取代所有巴士及重型車輛所消耗的柴油。這個數量已將天然氣／石油氣引擎較低的燃料效率考慮在內。與上述數據比較，在 2006 年，的士、小巴和家用石油氣的消耗量為 43 萬公噸。電力公司和煤氣公司是天然氣的主要用戶，這些公司在 2006 年的天然氣消耗量為 240 萬公噸。

這項研究根據香港和華南地區現有和已規劃的燃料供應基礎設施的情況，對各個不同的燃料供應方案作出了探討。

這項研究發現，較可取的天然氣供應方案，是使用液化天然氣缸車從內地或香港境內的液化天然氣庫運送燃料。以缸車運送液化天然氣，比使用拖卡運送壓縮天然氣更實際可行，尤其在大量運送時更甚。此方案可讓液化天然氣車輛直接使用這種燃料，也可讓液化天然氣在加氣站氣化後，供壓縮天然氣車輛使用，增加其靈活性。這類加氣站稱為液化壓縮天然氣加氣站。

為使有關車輛（例如公共交通工具）在緊急時有燃料應用，從保障供應的角度來看，可能有需要在香港境內設置儲存倉，以確保燃料儲存量最少能應付颱風襲港期間供應中斷時的需要。

巴士和重型車輛所用的石油氣，其丙烷含量較高，與現時的士和小巴所用的石油氣有別，因此不能直接使用位於青衣島現有石油氣庫提供的各項設施，而該等設施的運作亦已接近飽和。短至中期來說，唯一可行的石油氣供應方案，就是使用石油氣缸車從內地的石油氣庫直接把燃料經公路分發至各個加氣站。現時華南地區的石油氣供應基本上十分充裕。

3 **任務2 – 可用的車輛**

國際上使用燃氣車輛的數目正持續增長。現時世界上有超過 15 萬輛天然氣／石油氣巴士及超過 12 萬輛燃氣貨車，當中大部分是壓縮天然氣車輛。雖然石油氣是繼汽油和柴油之後，第三種最常用的車輛燃料，但較

少用於重型車輛。現時全球的重型石油氣巴士和貨車不超過 1000 輛。與壓縮天然氣相比，液化天然氣在這方面的應用也不大成熟，現時世界各地使用液化天然氣的各類型車輛少於 2 000 部。

表 3.1 概述了不同車種的供應情況。由於大型車輛的製造商通常會以不同供應商的引擎配上底盤，然後再按顧客需要製造車身，因此在確定可用的車種時，也須考慮到是否有可用的引擎。

表 3.1 可用的車輛摘要

	壓縮天然氣	液化天然氣	石油氣
單層巴士	有原廠製造的巴士供應。	有數種原廠製造的巴士供應。 有引擎供應。	有數種原廠製造的巴士供應。
雙層巴士	僅中國供應。 沒有香港所需功率的引擎。	至今沒有相關經驗。 有數種雙燃料引擎供應。	無
中型貨車	有原廠製造的車輛供應	只有非原廠製造的車輛的經驗。 有引擎供應。	有 7 公噸以下的原廠製造的車輛供應。
中型掛接式貨車	只有非原廠製造的車輛的經驗。 有引擎供應。	有數種原廠製造的車輛提供。 有引擎供應。	無
重型貨車	只有非原廠製造的車輛的經驗。 有數種引擎供應。	只有非原廠製造的車輛的經驗。 有數種液化天然氣及雙燃料引擎供應。	無

從上表可見，很多車種在採購方面會遇上困難，而即使有某些車種供應，亦只有很少型號可供選擇。

4 任務 3 – 環境效益

近年來，燃氣引擎和柴油引擎在廢氣排放量方面的差距已經縮窄。在某些污染物（尤其是可吸入懸浮粒子(RSP)和氮氧化物(NOx)）排放方面，燃氣引擎的排放基本上較少，但在其他污染物（例如碳氫化合物(HC)）排放方面，燃氣引擎的排放表現則較差。此外，燃氣引擎的燃料效率亦較低。不過，只要採用簡單的催化處理系統，便足夠把燃氣引擎所產生的全部污染物減至符合最新的廢氣排放標準。柴油引擎須採用較多處理程序，才能夠控制氮氧化物和粒子的排放，但目前最佳的柴油引擎與最佳的燃氣引擎在排放可吸入懸浮粒子、一氧化碳(CO)和碳氫化合物方面，表現相若。由於柴油引擎須符合日益嚴格的廢氣排放標準，天然氣／石油氣引擎在氮氧化物排放方面的優勢正逐漸消失。

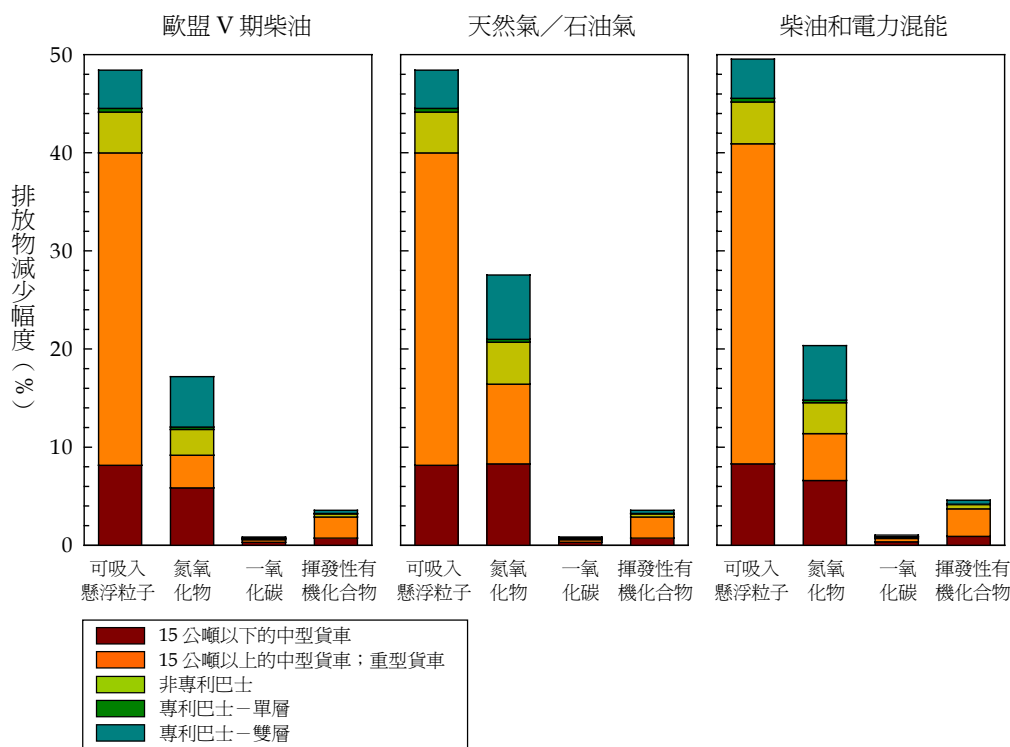
香港現有的巴士和重型車輛數據（表 4.1）顯示，仍有很多歐盟前期車輛在使用中。若現時的柴油巴士和重型車輛全部改為新型燃氣車輛，採用

環境保護署的 EMFAC 模型計算所得結果顯示，車輛廢氣（尤其是粒子（可吸入懸浮粒子）和氮氧化物）的排放可以顯著減少。然而，若改用現時已有供應的歐盟 V 型柴油車輛，亦可以達到幾乎完全相同的減排效果。燃氣引擎只在氮氧化物排放方面有若干優勢（圖 4.1）。

表 4.1 按歐盟標準分類的現有車輛數目 (2006 年 9 月)

車輛	已發牌車輛總數	歐盟前期 (%)	歐盟 I 期 (%)	歐盟 II 期 (%)	歐盟 III 期 (%)	歐盟 IV 期 (%)
中型貨車／重型貨車	45 190	40.62	11.07	24.29	24.03	0.00
專利巴士	5 854	11.81	23.13	45.98	19.05	0.03
非專利／私家巴士	7 394	11.56	15.90	33.13	39.41	0.00
所有巴士及重型車輛	58 438	33.73	12.98	27.74	25.55	0.00

圖 4.1 以歐盟 V 型柴油或燃氣車輛取代現有柴油車輛可令總車輛廢氣減少的百分比



5 任務 4 – 與天然氣 / 石油氣車輛相關的風險

這項研究把天然氣／石油氣巴士及重型車輛的風險與柴油車輛的風險作出了比較。分析結果顯示，車輛風險主要涉及在發生交通意外時因車輛碰撞導致有人死亡的事件。因燃料起火所造成的死亡個案只佔少數。

總括而言，天然氣／石油氣巴士及重型車輛的風險比柴油車輛略高，但兩者的差異並不明顯。在香港使用的任何車輛只要符合國際標準，便無須施加任何用途限制。

任務 4 亦探討了氣團在隧道內爆炸的影響。預計洩漏氣團的可燃質量若超過 100 公斤，便會對隧道結構造成破壞。由於所有巴士及重型車輛都須要在車上儲存超過 100 公斤燃料，因此，建議分開設置多個容量較少的燃料缸，每個容量不超過 100 公斤。此外，每個燃料缸都應裝設溢流控制閥，以便在相連的燃料管出現滲漏時加以隔離。

6 任務 5 – 與基礎設施相關的風險

這項研究就運送大量燃料進行定量風險評估時，考慮了多個燃料供應方案。這些風險都與現時香港石油氣運輸的風險水平相若。因此，無須對運送大量燃料施加特別限制。

液化天然氣儲存倉和加氣站等固定裝置的風險可接受程度，基本上取決於該設施是否有足夠的面積，以及該設施與附近人口之間是否有足夠的分隔距離。一項假設就邊境附近一個典型液化天然氣儲存倉選址所進行的分析顯示，有關的風險屬可接受水平。

至於加氣站方面，這項研究亦就典型的液化天然氣／液化壓縮天然氣、壓縮天然氣和石油氣的加氣站布置進行定量風險評估，並提出下列建議：

- 液化天然氣／液化壓縮天然氣和石油氣加氣站均須採用地下儲存設施；
- 若為單層專利巴士、非專利巴士、中型及重型貨車而設的液化天然氣／液化壓縮天然氣和石油氣加氣站，設有容量達 25 公噸的地下儲存設施，須有 55 米的分隔距離。
- 至於每日為 1 000 輛雙層巴士供應燃料的大型巴士車廠，其分隔距離應增至 100 米。由於這類車廠須要在現場儲存大量液化天然氣，因此會被列為潛在危險設施，並須將該設施以外約 300 米範圍劃作諮詢區，以妥善規劃及管制該範圍內的土地用途。

加氣站的各種土地要求（包括分隔距離）大大限制了採用天然氣／石油氣巴士及重型車輛的可行性，在大量使用天然氣／石油氣的情況下尤甚。尋找適當地點來建造一個覆蓋廣泛地區的加氣站網絡，在香港並不可行。

任務6 – 維修要求

海外經驗顯示燃氣車輛的技術已趨成熟，其維修要求亦與柴油車輛看齊。預期使用天然氣／石油氣巴士及重型車輛不會對維修工場和技術人員等資源的要求有重大影響。維修工場可重新整修，以加裝氣體探測器和改良通風系統等，使之符合處理天然氣／石油氣車輛的國際標準。專利巴士公司可以在其現有工場維修車輛。非專利巴士和重型車輛會在一般維修工場維修，但當中有些工場須要經過改裝才能處理天然氣／石油氣車輛。此外，也可能須要興建專門處理天然氣／石油氣車輛的維修工場，但須視乎實施時的情況而定。

預期無須增加車輛維修技工的數目，但有關的技工須要接受再培訓。訓練課程的形式可參照職業訓練局為石油氣車輛提供的現有課程，以及為液化天然氣、壓縮天然氣和石油氣車輛提供的海外課程。

預期在車輛維修方面並無任何重大困難。

任務7 – 最切實可行的方案建議

上述各項任務的主要結果載於表 8.1，以分析每類車輛的整體技術可行性。相比之下，壓縮天然氣單層專利巴士的技術可行性較高。不過，如果把這種車輛引進香港，有多個問題須要解決。其中最主要的問題，是提供補充燃料的基礎設施。加氣設施必須設在現有巴士車廠附近，以配合巴士的運作需要。應予注意的是，許多現有巴士車廠均位於人煙稠密的市區，因此很難找到適合提供加氣設施的用地，而有關用地往往亦已預留作其他發展用途。此外，從保障供應的角度來看，也須要在香港境內設置液化天然氣儲存倉，以應付颱風襲港期間供應中斷時的需要。此外，由於對柴油引擎排放物的管制日益嚴格，採用這種燃氣車輛的環境效益並不顯著。因此，雖然壓縮天然氣單層專利巴士的技術可行性較高，但如果與同類的柴油車輛相比，在香港使用這種燃氣車輛並不切實可行。

對環境較具效益的方案，是以燃氣車輛取代現有的中型貨車。不過，鑑於設置液化壓縮天然氣加氣站的土地要求，以及可用的車輛型號有限，這個方案並不可行。以最新型的柴油車輛取代現有的中型貨車，似乎是唯一切實可行的方案。

表 8.1 天然氣 / 石油氣巴士和重型車輛最切實可行的方案

車輛種類	主要障礙	加氣站	技術可行性 ^a	比現有車輛優勝的排放物效益 ^e	比歐盟 V 型車輛優勝的排放物效益 ^e
單層專利巴士					
壓縮天然氣	土地限制	8 個站 ^d ；55 米分隔距離；600 平方米	中 ^f	很少；可吸入懸浮粒子 0.4%；氮氧化物 0.3%	微不足道；氮氧化物 0.06%
液化天然氣	土地限制；車種供應	8 個站 ^d ；55 米分隔距離；600 平方米	低	很少；可吸入懸浮粒子 0.4%；氮氧化物 0.3%	微不足道；氮氧化物 0.06%
石油氣	土地限制；車種供應	8 個站 ^d ；55 米分隔距離；600 平方米	低	很少；可吸入懸浮粒子 0.4%；氮氧化物 0.3%	微不足道；氮氧化物 0.06%
雙層專利巴士					
壓縮天然氣	沒有車種供應、土地限制、須設置儲存倉	13 個站 ^d ；300 米 CZ ^e ；4000 平方米	不可行	少；可吸入懸浮粒子 3.9%；氮氧化物 6.6%	少；氮氧化物 1.4%
液化天然氣	沒有車種供應、土地限制、須設置儲存倉	13 個站 ^d ；300 米 CZ ^e ；4000 平方米	不可行	少；可吸入懸浮粒子 3.9%；氮氧化物 6.6%	少；氮氧化物 1.4%
石油氣	沒有車種或引擎供應	-	不可能	-	-
非專利巴士					
壓縮天然氣	加氣站所需土地、內地加氣設施	13 個站；55 米分隔距離；1 500 平方米	低	少；可吸入懸浮粒子 4.1%；氮氧化物 4.2%	少；氮氧化物 1.8%
液化天然氣	車種供應；土地限制；內地加氣設施	13 個站；55 米分隔距離；1 500 平方米	很低	少；可吸入懸浮粒子 4.1%；氮氧化物 4.2%	少；氮氧化物 1.8%
石油氣	車種供應；土地限制；內地加氣設施	13 個站；55 米分隔距離；1 500 平方米	很低	少；可吸入懸浮粒子 4.1%；氮氧化物 4.2%	少；氮氧化物 1.8%
中型貨車					
壓縮天然氣	加氣站所需土地、內地加氣設施	58 個站；55 米分隔距離；1 500 平方米	不可行	多；可吸入懸浮粒子 36.1%；氮氧化物 14.8%	少；氮氧化物 6.6%

車輛種類	主要障礙	加氣站	技術可行性 ^a	比現有車輛優勝的排放物效益 ^e	比歐盟 V 型車輛優勝的排放物效益 ^e
液化天然氣	加氣站所需土地、車種供應、內地加氣設施	58 個站；55 米分隔距離；1 500 平方米	不可行	多；可吸入懸浮粒子 36.1%；氮氧化物 14.8%	少；氮氧化物 6.6%
石油氣	只有 7 公噸以下的車種供應	-	不可能	-	-
重型貨車					
壓縮天然氣	車種供應、加氣站所需土地、內地加氣設施	10 個站 ^b ；55 米分隔距離；1 500 平方米	很低	少；可吸入懸浮粒子 3.9%；氮氧化物 1.6%	很少；氮氧化物 0.7%
液化天然氣	車種供應、加氣站所需土地、內地加氣設施	10 個站 ^b ；55 米分隔距離；1 500 平方米	很低	少；可吸入懸浮粒子 3.9%；氮氧化物 1.6%	很少；氮氧化物 0.7%
石油氣	沒有車種或引擎供應	-	不可能	-	-

- a 技術可行性分為‘高’、‘中’、‘低’、‘很低’、‘不可行’或‘不可能’。這些等級乃根據這項研究的各項任務的主要結果來劃分的。車種／引擎供應、加氣站及其他基礎設施所需的土地均為影響這些等級的主要因素。
- b 雖然按照燃料儲存量和加氣槍的數目來計算，預計須要設置大約 6 個加氣站，但實際上須設置最少 10 個加氣站，才足夠覆蓋全港各區。
- c CZ 代表諮詢區。
- d 為配合運作需要，專利巴士的加氣站必須位於現有巴士車廠附近。
- e 所引用的排放物減少百分比，是相對於車輛（包括汽車和輕型貨車）總數而言。
- f 雖然技術可行性為‘中’，但仍有重大的障礙須要克服，而且環境效益也微不足道，因此，此方案並不切實可行。

這項研究得出的結論是：為減少車輛廢氣及改善香港的空氣質素而引進天然氣／石油氣巴士及重型車輛，並不切實可行。

主要原因如下：

環境效益

- 近年來，燃氣引擎和柴油引擎在廢氣排放量方面的差距已經縮窄。目前，最佳的柴油引擎與最佳的燃氣引擎在排放大部分污染物（氮氧化物除外）方面，表現相若。由於柴油引擎須符合日益嚴格的廢氣排放標準，以石油氣／天然氣取代柴油的環境效益正逐漸減少。

新燃料的基礎設施

- 須要設置新的基礎設施（例如液化天然氣儲存倉），以保障颱風襲港期間的燃料供應。從風險的角度來看，石油氣／天然氣設施必須與附近民居保持足夠的分隔距離。若液化天然氣／石油氣加氣站設有容量達 25 公噸的地下氣缸，就必須有 55 米的分隔距離。在大規模引進天然氣／石油氣車輛的情況下（例如中型貨車），就必須興建大約 58 個天然氣／石油氣加氣站，但這樣會對興建加氣基礎設施所需的土地的需求大增，而這些土地需求是無法應付的。
- 即使在小規模實施的情況下，也難以找到合適且數量足夠的加氣站選址。

車種供應

- 預期很多車種在天然氣／石油氣車輛供應方面會有問題。在採購車種方面也會遇上困難，而即使有某些車輛供應，亦只有很少型號可供選擇。

這項研究認為天然氣／石油氣巴士及重型車輛在本港並不切實可行。與最新的歐盟 V 期型號柴油車輛相比，引進天然氣／石油氣巴士及重型車輛對減少車輛廢氣排放和改善香港空氣質素的額外效益很少，不足以抵銷為一種全新燃料提供基礎設施所帶來的困難。