

公車改裝雙燃料(DDF)整體推動策略論壇

主辦單位：財團法人中技社

協辦單位：經濟日報

座談議題：

- 一、天然氣成本及稅制、價差補貼等經濟誘因政策
- 二、政府於天然氣儲運及加氣站營運之整體推動策略

主持人：林志森：中技社執行長

翁得元：經濟日報副總編輯

引言人：沈世宏：台北市永續會副執行長

—DDF 整體推動策略

梁啓源：中研院教授

—DDF 推動之財政補貼政策

與談人：詹政良：台北市交通局科長

崔金童：車輛測試中心協理

李宗龍：中油天然氣副執行長

林陽泰：台灣科技大學教授

蕭代基：中央研究院院長

黃宗煌：清華大學教授

楊之遠：環保署空保處處長

翁得元：

中技社積極投入環境與能源議題，走在議題前端，配合國際趨勢與社會變

遷，凝聚共識並引導政策與產業。

公車改裝天然氣及柴油雙燃料(Diesel Dual Fuel，簡稱 DDF)系統，是降低排放二氧化碳、改善都會區空氣品質、減緩溫室效應的策略，已有很多國家推行成功，是台北市及各都會區可考慮的方案。

林志森：

中技社期望能在環境、能源的前瞻性議題，扮演溝通平台的角色，匯集專家學者智慧供社會、政策與產業參考，已獲政府主管機關與產業界很好回應。

DDF 雙燃料公車在國外已積極推動，蔚為世界潮流，台北市政府也有推動意願。公車業者利潤很低，柴油佔營運成本比重高，運用較低成本的天然氣燃料，是降低成本策略。更重要的是 DDF 車可降低空氣污染，是增進國民健康、維護環境品質、減輕 CO2 排放、減少能源成本的多贏策略。

推動 DDF 公車依賴週全的多項配套措施，未來在法規面、技術面、財務補貼面搭配得宜，可望使新型態公車「輕鬆上路」。以 Hybrid 油電混合車經驗來看，Hybrid 車不易盛行的原因是與汽油車價差太大，美國採取買 Hybrid 價差可投資抵減或所得稅扣抵的方式，鼓勵民眾選用。投資 DDF 初期要投資龐大經費，需由政府提供財稅補助引導公車業者積極投入。

沈世宏：

天然氣是乾淨的燃料，也是二氧化碳排放量最低的化石燃料，存量也高於石油。依先進國家未來發展路徑來看，車輛排放溫室氣體的解決方案就是電力與「氫氣」，技術約一、二十年後即可成熟。目前最好的策略就是及早擴大使用天然氣，它是健全通往「氫經濟時代」基礎建設的重要橋樑。因此，DDF 是非常重要的環保與能源議題。

全世界現有約 530 萬輛天然氣車輛，其中 DDF 約 15 萬輛，預期未來 5 年成長至 40 萬輛。鄰近的泰國預計至 2010 年時擁有 1.3 萬輛天然氣公車、1.8 萬輛天然氣貨車；大陸現有 9.7 萬輛天然氣車、大型加氣站 355 座；韓國則有 45 個為 96 輛公車的加氣站，並大力推動天然氣公車；我國相對落後，應急起直追。

台北市在環保署協助下，從 86 年至 89 年購進 6 部天然氣公車，環保署雖然在 88 年提出補助 60 至 100 萬、90 年提高至 200 萬的補助措施，仍然面臨車隊未擴大且上述六部車今年停止營運的慘痛紀錄。不過，國際上近年的新發展對於克服這段期間遭遇的困難，已有很大進展，有助於政策的再出發：

1. 當時天然氣車因要求低污染、低底盤、豪華型，致價格高達 650 萬至 1200 萬，一般公車則為 250 萬至 350 萬，價差太大致補助誘因不足。新技術可直接以現有公車加裝 DDF 設備，不需改變引擎且燃燒效率高，在美國改裝及加鋼瓶價格約 60 萬台幣，透過代理商在台改裝約 80 萬，大幅降低門檻。
2. 以前設立加氣站因安全疑慮，引發民眾抗爭，即使環保署補助 1 億也無助；現在新的液化天然氣(LNG)加氣站技術，中油可直接以槽車輸送，安全性很高，甚至可在車上裝 LNG 跑長程；3.DDF 車的天然氣品質要求甲烷值 95%以上，中油將從卡達進台中港來的氣純度很高，符合燃料需求；4.價差：以前油、氣價差僅 3 元，現已達 10 元，國際經驗是價差達 50%即可平衡設備支出，10 元以上價差是重要誘因。

現在的形勢有利於克服以前遭遇的困難，突破點就是引進 DDF 技術。台北市現正考慮規劃推動方案，以前只試辦 6 輛天然氣車，如以長程計畫推動大台北地區一半或全部的公車改裝，國外技術就會願意進來。已有 2 家公車業者提出申請補助改裝的計畫。供氣系統的基礎建設，需要在公車調度站設加氣站，並設置一至三座轉運中心分送液化天然氣至各加氣站。未來成功的關鍵在於：

1. DDF 車輛及加氣站的安全檢驗，國外技術規範已很成熟，我國現有天然氣車輛也有安全檢驗辦法，不需另訂法規，但需要交通部、勞委會能對安全檢驗法規清楚解釋。
2. 政府財稅與油氣價差政策，由於初期投資經費很大，需要政府持續以往政策在投資補助、財稅與與油氣價差方面提供誘因，去除營運風險與技術引進的障礙。如何去做，就是希望今天在座財稅專家多所建言的重點。

梁啓源：

DDF 財稅補貼政策應從經濟可行性、社會成本總效益估算，從 DDF 車、柴油車、CNG(天然氣)車的社會成本及效益，探討政策上引進 DDF 系統的經濟可行性。

DDF、柴油、CNG 車的成本，可從固定成本(折舊、利息)加變動成本(燃料費)估算；社會效益則從運費總收益差異加污染減量 x 單位污染減量估算。

從投資成本計算，以改裝 4 年、可再用 8 年的改裝 DDF 車費用 80 萬加 4 年柴油車現貨約 175 萬，共 255 萬；全新可用 8 年柴油車價 350 萬；全新 CNG 車價 650 萬。以 8 年計算折舊及年利息，分別為 DDF 車 31.87 萬、6.15 萬；柴油車 43.75 萬、8.44 萬；CNG 車 81.25 萬、15.68 萬。

燃料成本以熱耗燃料率 x 燃料平均單價 x 平均里程估算，以 10 月柴油每公升 22.3 元、天然氣每立方公尺 13.03 元、每年每車 6.4552 萬公里計算，DDF 車每年燃料成本約 51.88 萬、柴油車為 77.73 萬、CNG 車為 78.89 萬。每年折舊、利息、燃料總成本分別是：DDF 31.87 萬、6.15 萬、51.88 萬，共為 89.9 萬；柴油車為 43.75 萬、8.44 萬、77.73，共為 129.92 萬；CNG 車為 81.25 萬、15.68 萬、78.9 萬，共為 175.83 萬。綜上所述，DDF 每年總成本最低，比柴油車少 40.2 萬、更比 CNG 車節省 85.93 萬，可見 DDF 車經濟可行性很高。

社會效益比較：依每公升柴油 2.8782 元、天然氣 0.1049 元的空氣污染社會成本、每年 6.4552 萬公里估算，DDF 車空氣污染社會成本約 2.29 萬、柴油車 10 萬、CNG 車 0.63 萬，CNG 最低。上述數據只考慮硫氧化物、氮氧化物、PM10 污染計算。

再以世銀專家 Munasinghe 建議數及我設計的模式，計算 DDF 車、柴油車、CNG 車碳稅數據：Munasinghe 分別是 2.88 萬、3.49 萬、2.41 萬；我設計的一步到位模式碳稅是分別是 9.87 萬、12.12 萬、8.37 萬，漸進法模式則為 6.75 萬、8.29 萬、5.73 萬。

為推廣 DDF 車及 CNG 車使用，可參考社會效益計算結果做為補助參考數據。依據上述社會效益計算，DDF 車每年每輛車補助金額可達 8.38 萬元，以使用 8 年估算，則補助 67.04 萬元，約為改裝金額 80 萬的 83.8%；CNG 每年則補助 10.48

萬元，8 年補助金額為 83.84 萬元，為投資成本 650 萬元的 12.9%。

詹政良：

就公車整體營運架構來看，台北市政府每年補貼公車 13 億元。公車運價上次調整時的柴油為每公升 17 元，今年 7 月漲至 24.5 元，油價已上漲大約 40%。公車營運主要成本是油料及駕駛薪資，假設 DDF 能很快推出，可大幅降低燃料成本，對業者會有很大吸引力。

採用 DDF 能節省燃油成本，又對空氣品質有益，北市大型公車業者對 DDF 有相當大意願。交通局看到的是補貼營運金額減少、減輕財政負擔；業者又能降低成本、以節省的成本購買更好車輛，使北市公車優質化、環保化。因此，市府高層極為重視，交通局也認為勢在必行。

DDF 政策成功的重要關鍵：

1. 車輛檢驗法令：鋼瓶檢驗標準、監理機關檢驗方式、例行車輛檢驗等規範。
2. 加氣站設置與勞安、消防法規：感謝中油願意在天然氣供應給市政府很大幫忙，但仍有設置及勞安、消防等問題待解決。
3. 議會支持：市政府還要重視需要多少預算、如何編列才能說服台北市議會，讓民意代表支持、而且瞭解勢在必行。

交通局將於近日向市長簡報 DDF 推動期程，但因 DDF 政策牽涉到法令修正與變更，不是地方政府能完全克服，期望能再向環保署、交通部、經濟部等中央部會做報告，就法令修正及經費預算協助。台北市政府期望能在中央主管機關協助下，DDF 很快上路。

崔金童：

在 DDF 車輛上使用 LCNG，其容器材質及絕熱設計相當重要，工業氣體協會具備檢驗傳統高壓鋼瓶的能量，但是否擁有複合材料容器檢驗能量？建議可再確認。另在改裝安全檢驗方面，目前之 LPG 車改裝有改裝技師簽證的要求，未來在 DDF 改裝上是否亦需要有類似的的要求，建議可再與交通部或監理單位釐清。

依中技社提供資料，國外閉迴路 DDF 系統符合歐盟三期排放標準，但過去國內評估的系統僅符合我國二期排放標準，兩者污染改善效益差異頗大，應再釐清未來推動的是舊有開迴路系統、或是符合歐盟三期的閉迴路系統。

DDF 公車在國內的評估還不是很深入，在大量推廣前可先以少量車隊試運轉方式進行，確認污染改善效益、耐久性與環境配合面，再大量推廣。

李宗龍：

中油對台北市政府為改善空氣污染，推動公車改裝 DDF 雙燃料計畫，抱持正面看法並樂觀其成。事實上，LNG 運用在火車、拖車當燃料使用，維持長時間運輸，已有很長歷史，是成熟技術；LNG 鋼瓶在國外亦有相關檢驗標準。

中油很樂意配合台北市政府規劃引進之 LNG 槽車的灌裝輸送，可在台中液化天然氣接收站，建置 LNG 灌裝槽車設施。台中接收站供應的卡達天然氣，熱值達每立方米 9300 千卡，甲烷成份逾 93%，乙烷值 6%，丙、丁烷及硫份、CO₂、氮幾乎是零，是非常純淨的燃料，很適合做公車燃料。

依推動期程估算，每天 LNG 使用量不到 40 公秉，灌裝 2 車就足夠，投資灌裝設備效益雖低，但為配合改善空氣品質，中油公司很願意配合。台中站自 97 年 1 月才開始營運，請 DDF 計畫團隊考慮啓動期程，另請提供 LNG 槽車規範，做為設計灌裝場依據。

從 DDF 改裝成本及獲利基礎、高環境效益來看，初期如能有政府補助配套措施，台北市推動 DDF 成功機率很大。很願意看到民眾乘坐低污染的大眾運輸設施。

林陽泰：

世界較大的改裝廠有 12 家，美國佔一半，都有十餘年改裝經驗，都能符合歐盟三期排放標準、甚至更好，天然氣替代率最少 70% (100% 就是純天然氣車)。LNG 鋼瓶以真空、超低溫方法，技術上一直在進步，應無問題。

美國 Cummins 公司前年合併加拿大 Westport，推出 DDF-LNG 引擎，銷售量大幅提升。美國從 1997 年至 2002 年每年約有上千車輛改裝成 DDF 車，自 1995 年以後，美、英、加、紐、巴西、日、澳、阿根廷、俄、義、法、荷、韓、泰及

大陸等 20 國，紛以柴油車輛改裝成 DDF 車，都能成功運行，足見 DDF 車輛技術非常成熟，環保與經濟效益優異，安全性也無疑慮。

車輛尾氣排放標準不斷提升，DDF 持續進步到歐盟四期標準，世界各大 DDF 系統技術廠商包括美國 Initiatives、Clear Air Power、英國 Hardstaff、日本 ECOS、紐西蘭 Diesel Gas、加拿大 Westport 等公司，都發展出閉迴路 DDF 電控裝置，達到歐盟三期以上標準。

蕭代基：

DDF 車除環境效益外，另一重要意義是減少地下柴油！現在台灣黑市柴油、汽油數量非常大，據估計有七成柴油來自地下化。這些黑市柴油品質低劣且空氣污染更嚴重，更造成政風敗壞。

油品市場雖已自由化，但價格仍由政府管制。LNG 乾淨且是民生必需品，比較便宜有其道理，但油品價格差異應利用能源稅制度，油品價格應是中油、台塑的生產成本加上能源稅。現在是出廠時就管制價格，出廠價格應由廠商自行決定，政府則在稅費上調整，反應 CO2 排放量、空氣污染等外部成本，才是合乎財稅原則的正常做法。

油品市場自由化後，政府角色應回歸正軌，訂定稅率反應外部成本及資源稀少性。能源稅反應資源稀少性及二氧化碳排放、污染程度兩個原則。只要價差足夠，業者就有誘因採用乾淨能源。

採用新能源在開始時就要建立整套配銷系統，汽柴油系統已建立很長時間，DDF 則需增加設施。新的系統設施是否要政府補貼建立？還是供應業者或車輛業者主動建立？補貼設計包含基礎設施，這一點要打問號。

環保署以前推計程車改用 LPG 政策，補助改裝成本再加上 LPG 價差，缺少的一端是 LPG 加氣站，因此效果不大。事實上，LPG 價差已夠大，足夠抵消改裝成本，未成功是因加氣站不足。

加氣站設施是否補助？改裝是否補助？價差是否要夠大？這三樣是不是都要政府去做？我認為最重要的是價差！政府做到三項中重要的一或二項，就有足夠誘因，燃氣供應者、使用者都應思考。

黃宗煌：

以 DDF 公車提高環境效益有其效果，現在也正是推動時機！應探討的是為達成此環境改善目的，方案是否最具成本有效性？為達成相同的空氣污染減量，是否比其他替代方案如調整空污費更具效益？DDF 系統如具成本有效性，公車業者就會走到這個方向，研擬中的能源稅中天然氣如相對於汽油便宜，是否也能達成相同目的、代價也低？

DDF 要推動成功，關鍵在創造誘因！補貼方式、補貼項目、稅率差別都要設計，其他工具如進口 DDF 車輛免關稅、油氣價差擴大、空污費等方式也應考慮，減少的二氧化碳排放量可列入將來總量管制時的績效，可成為業者有價值的資源。就業者來說，改裝如只有補貼無實質利益，就應創造更積極誘因，如空污費調高、CO2 減量實績或強制性措施。

此外，現正推廣的生質柴油可否加入 DDF 車？能源稅推動後，天然氣也要徵稅，有必要與主管機關適當反應，使天然氣稅率調整或讓步。

楊之遠：

環保署最近與經濟部、交通部在行政院討論能源稅、生質燃料等議題，環保署關心從交通政策面看環境問題。

台灣摩托車已達 1,200 萬輛、巴士小貨車 60 萬輛、私人汽車約 600 萬輛。車輛不斷增加的原因之一是有些縣市公共運輸系統營運不好，政府沒有強力支持，因此服務品質不好，民眾不願搭乘，7、80 歲老人還是騎摩托車。

DDF 是技術層面問題，國外發展的技術已無問題，重要的是做下去就要活下去。以前的 LPG 計程車是非常好的政策，只是補貼改裝後，很快就成立 20 餘家改裝廠，因而惡性競爭，並導致加氣站不夠；電動機車也是一樣，投入很多錢補貼，最後充電站、電池沒解決，也停下來。台北現有 6,000 餘輛 LPG 計程車、7 個加氣站，可以存活。

DDF 會減少氮氧化物、PM、CO2 排放，環保署會協助。DDF 的改裝驗證、燃料使用、勞安設施等相關法令，還要與交通部、勞委會確認解決。過去推動加氣站受到很多抗爭，也為了加氣站、加油站能否合併糾葛很久，DDF 要成功，與制

度法規鬆綁、調整有密切關係。將來北市如擴充至數千量 DDF 公車，則應將加氣站納入都市規劃中，避免遭遇抗爭，導致計畫限縮、無法擴大。

以一部車改裝 80 萬計算，改裝費用就要 2 億餘，還不包括加氣站設備。國外 DDF 成功原因是將油、氣價差控制在 60~70%，運用空污費、能源稅做為誘因，讓價差維持，將是成敗重要因素。

費用如何補貼、如何有效運用，梁教授的成本分析對政府部門非常重要參考。此外，維修管理費用也是非常大的數字，因為這是國外新系統引進，技術如何轉移進來、國內廠商能否接替，如轉移不好會使成本高，推動能量將受衝擊。

環保署感謝台北市政府支持及中油願意協助供應最好天然氣，將再根據專家學者提出的問題，探討補貼面、技術面或營運所需配套等策略面。