

壹、考察成員

姓名	職稱	單位	工作
柏雪翠	副研究員	環保署	執行柴油車輛法規推行與審驗管制
陳再福	經理	車測中心	協助執行柴油車輛油耗污染測試
林峻毅	課長	車測中心	協助執行柴油車輛油耗污染測試
陳佳政	副工程師	車測中心	協助執行柴油車輛污染審驗管制
曾文丁	研究員	工研院	協助能源會執行車輛油耗管制
劉錦源	副工程師	工研院	協助執行車輛污染測試與審驗
陳偉忠	副理	太古汽車	執行進口柴油車輛油耗污染認證
楊建新	經理	Bosch	代理污染控制元件銷售
徐大展	經理	戴姆勒克萊斯勒	執行進口車輛油耗污染認證
潘學義	工程師	標達汽車	執行進口車輛油耗污染認證
李天性	工程師	Audi	執行進口車輛油耗污染認證
陳韋光	工程師	國瑞汽車	執行進口車輛油耗污染認證

貳、出國期間、地點與機構

Date	Form	To	Purpose
Nov-05 (Sat.)	Taiwan	Netherland Amsterdam	Traveling
Nov-06 (Sun.)	Netherland Amsterdam		Traveling
Nov-07 (Mon.)	Netherland Amsterdam	Belgium Brussels	Visiting & Meeting in ACEA
Nov-08 (Tue.)	Belgium Brussels		Visiting & Meeting in EC
Nov-09 (Wed.)	Belgium Brussels		Traveling
Nov-10 (Thu.)	Germany Stuttgart	Germany Sindelfingen	Workshop in DC
Nov-11 (Fri.)	Germany Stuttgart	Germany Sindelfingen	Visiting TÜV SÜD & Workshop in DC
Nov-12 (Sat.)	Germany Stuttgart		Holiday
Nov-13 (Sun.)	Germany Stuttgart		Holiday
Nov-14 (Mon.)	Germany Stuttgart	Germany Stuttgart	Visiting & Workshop in Bosch
Nov-15 (Tue.)	Germany Stuttgart	Germany Wolfsburg	Traveling
Nov-16 (Wed.)	Germany Wolfsburg		Visiting & Meeting in VW
Nov-17 (Thu.)	Germany Wolfsburg	Sweden Gothenburg	Traveling
Nov-18 (Fri.)	Sweden Gothenburg		Visiting & Meeting in Volvo
Nov-19 (Sat.)	Sweden Gothenburg	Netherland Amsterdam	Traveling
Nov-20 (Sun.)	Netherland Amsterdam	Taiwan	Traveling

參、出國任務與內容

一、出國任務

- (一) 我國自 93 年 1 月 1 日起開放柴油小客車並同時可遵循歐盟 98/69/EC 及其後續修訂之指令，另柴油車四期排放標準亦即將於 96 年實施，並開放重型柴油車可遵循歐盟 1999/96/EC 指令及其後續修訂指令之規定。鑒於歐盟在柴油車的污染管制規定上，不管新車型認證或使用中車輛管制，與國內現行作業方式有相當大之差異，且未來配合 Euro V 之標準實施，其作業方式亦將有重大的修訂（包含耐久規定及 OBD 等項目），因此期能藉此次考察以瞭解其車輛管制方式及 Euro V 草案內容及實施期程，作為我國未來柴油車法規執行之參考。
- (二) 藉由此訪歐行程深入瞭解歐洲車輛排放法規現況及未來發展，主要參訪議題為：
 - (1) 歐洲柴油車污染排放法規現況瞭解及未來修訂內容。
 - (2) 歐盟車輛污染合格證管理規定及認證申請相關作業程序。
 - (3) 歐盟使用中柴油車管理制度。
 - (4) 因應最新柴油車污染法規，歐洲車廠對於柴油車排放控制技術之發展。
- (三) 瞭解歐盟的相關法規精神及目的，並藉由參訪各車廠實驗室能充份了解實驗室的相關設備與國內之差異性，且進一步由實驗室執行測試時，了解各車廠其作業程序與制度。

二、出考察內容

(一) Nov-07,2005

於比利時布魯塞爾拜訪歐盟車輛製造協會並進行討論相關議題如下：

- (1) 對於柴油車輛的污染排放之最新的控制方法或技術。
- (2) 歐盟政府部門鼓勵推行酒精汽油與生質柴油使用的政策發展趨勢。
- (3) 汽柴油燃油之硫含量最新標準及發展趨勢。
- (4) 汽車排放污染防制方法（空氣污染總量控制）。
- (5) 歐盟對於 ORVR 防制設備與法規推行之看法與建議。

對方參與人員：

Carlo Cucchi
Director emission and fuels
cc@acea.be

(二) Nov-08,2005

於比利時布魯塞爾拜訪歐盟委員會(EC)並進行討論相關議題如下：

- (1) 汽柴油燃油之硫含量最新標準及發展趨勢。
- (2) 汽車排放污染防制方法（空氣污染總量控制）。
- (3) 歐盟對於柴油使用中車輛的污染排放與控制方法或技術。
- (4) 歐盟對於柴油使用中車輛的測試方法與測定標準。
- (5) 歐盟發展酒精汽油與生殖柴油的方法與對策。
- (6) 歐盟政府部門鼓勵推行酒精汽油與生殖柴油使用的政策。
- (7) 歐盟推行低污染重型柴油車輛之政策。

對方參與人員：

Jose-Pablo AGUNA-GOMEZ Principal administrator Automotive industry jose-pablo.laguna-gomez@cec.eu.int	Philip GOOD administrator Automotive industry philip.good@cec.eu.int
--	---

(三) Nov-10,2005

於德國 Stuttgart 拜訪戴姆勒克萊斯勒（Daimler Chrysler）汽車公司並進行討論相關議題如下：

- (1) EU4 及 EU5 法規現況介紹。
- (2) 車型認證程序、文件審驗與測試報告介紹。
- (3) 針對 70/220/EEC、72/306/EEC 及 80/1268/EEC 中柴油車輛相關測試方法與程序，與車廠討論並進一步釐清了解。

對方參與人員：

Klaus Land Senior manager Emission certification (EP/QZE) klaus.land@daimlerchrysler.com	Martin Kulms Certification and regulation manager Whole vehicle homologation martin.kulms@daimlerchrysler.com
Andreas Graf Regulatory affairs manager Emission and fuel consumption andreas.g.graf@daimlerchrysler.com	Michael Steiner Manager Homologation S-/E-Class, Asia II michael.steiner@daimlerchrysler.com
Michael Angel Manger Emission certification and government liaison worldwide EP/QZE michael.angel@daimlerchrysler.com	Herbert Tangemann Manger Emission certification and government liaison worldwide EP/QZM herbert.tangemann@daimlerchrysler.com

(四) Nov-11,2005

於德國 Stuttgart 拜訪戴姆勒克萊斯勒（Daimler Chrysler）汽車公司及 TÜV 實驗室並進行討論相關議題如下：

- (1) 參觀戴姆勒克萊斯勒汽車公司執行污染、耗能與 SHED 測試實驗室（包含測試程序與設備）。
- (2) 參觀 TÜV 實驗室執行油耗污染測試實驗室（包含測試程序與設備）。

(3) 了解 TÜV 實驗室執行 smoke 測試時，其流程與分析儀器。

對方參與人員：

Andreas Kohlhas
Officially recognized expert
Manager homologation light vehicles fiderstadt
Andreas.kohlhas@tuev-sued.de

(五) Nov-14,2005

於德國 Stuttgart 拜訪博世(BOSCH)公司並進行討論相關議題如下：

- (1) 參觀柴油噴射泵 CP-3 的生產作業流程。
- (2) 對於柴油車輛對應法規要求之燃油噴射系統發展趨勢。
- (3) 對於柴油車輛對應法規要求其他系統技術發展趨勢。

對方參與人員：

Eberthard Gauger
Sales and application director
Japanese and Chinese customers
eberthard.gauger@de.bosch.com
Dietmar Zeh
Diesel system manager
DS/NE4 common rail passenger car
dietmar.zeh@de.bosch.com

Danny Yang
Sales department manager
Taiwan customers
danny.yang@de.bosch.com
Ulrich Projahn
Diesel system director
Business unit commercial vehicles
system development
ulrich.projahn@de.bosch.com

Rony Wang
Sales department
Japanese and Chinese customers
rony.wang@de.bosch.com

(六) Nov-16,2005

於德國 Wolfsburg 拜訪福斯 (Volkswagen) 汽車公司，並進行討論相關議題如下：

- (1) 歐洲柴油車輛排氣污染與油耗法規。
- (2) 柴油車輛技術發展與未來趨勢。
- (3) 參觀福斯汽車公司執行污染、耗能與 SHED 測試實驗室（包含測試程序與設備）及引擎動力測試實驗室。

對方參與人員：

Detlef Gerdorf
Corporate quality assurance project coordination
Conformity of Product (COP)
Emission and fuel economy
detlef.gerdorf@volkswagen.de
Detlef Stendel
Manager
Emission certification
detlef.stendel@volkswagen.de

Jorg D.Baronick
Executive manager
Emission certification
MPV powertrain
jorg.baronick@volkswagen.de
Dr. Marc Frischmuth
Emission testing and certification
marc.frischmuth@volkseagen.de

(七) Nov-18,2005

於瑞典 Gothenburg 拜訪富豪 (Volvo) 汽車公司及 Powertrain 研發部並進行討論相關議題如下：

- (1) 歐洲柴油車輛排氣污染與油耗法規。
- (2) 柴油車輛技術發展與未來趨勢。
- (3) 參觀 volvo 汽車公司 power train 實驗室之引擎動力測試實驗室。

對方參與人員：

Lars Gustvsson
Engine environmental manager
Engine product development
lars.g.gustavsson@volvo.com
Paul Cuury
Regional product manager
paul.pc.curry@volvo.com
Marie Nilsgren
Certification engineer
Engine certification
marie.nilsgren@volvo.com

Lars Bjorkstrand
Customer & media visits manager
International division
lars.bjorkstrand@volvo.com
Aleksander Ratz
Customer activities
aleksander.ratz@volvo.com
Gunnar Eriksson
Certification engineer
Vehicle regulations and certification
gunnar.eriksson@volvo.com

肆、心得

(一) 空氣污染防治政策發展趨勢

這次拜會歐盟委員會專家 Jose-Pablo AGUNA-GOMEZ 與 Philip GOOD 先生，從他們的經驗中了解許多觀念與看法，由於歐盟政府極力致力於降低歐洲地區的空气污染，而從最近一次歐盟國會與委員會於 2005 年 9 月 21 日最新的決議表示制訂新的空氣品質、酸雨與臭氧標準，降低大型內燃機或車輛所排放的污染、提升燃油品質，此外，運輸和能源部門研擬新的法規來保護環境。

對於現今的空氣污染影響人體健康的主要成分有臭氧 (O₃)、空氣中懸浮的浮微粒質 (PM) 兩種，而次要的成分為二氧化硫 (SO₂)、過氧化氮 (NO_x)、氨氣 (NH₃)；影響生態系統的污染物有酸性物質 (SO₂、NO_x、NH₃) 而影響動植物的生存，動植物生成的氮氣造成水質優養化而產生大量的藻類，臭氧會造成農作物產量、森林及植物的減少。如果空氣品質一直這樣劣化下去，預估 2020 年較 2000 年生態系統遭受酸化物質嚴重的破壞增加了 44%、遭受臭氧嚴重的破壞增加了 14%；對於現在空氣污染影響人體健康，最大成分為浮微粒質 (PM_{2.5}) 造成壽命平均減少 8 個月等於總歐洲人口約減少 360 萬年，如有確實執行法規時，壽命平均減少 5.5 個月等於總歐洲人口約減少 250 萬年，對於後代影響有造成氣喘、心血管疾病人口增加，預估 2020 年為減少對人體健康影響其財政上的需增加支出約 1,890~6,090 億元。

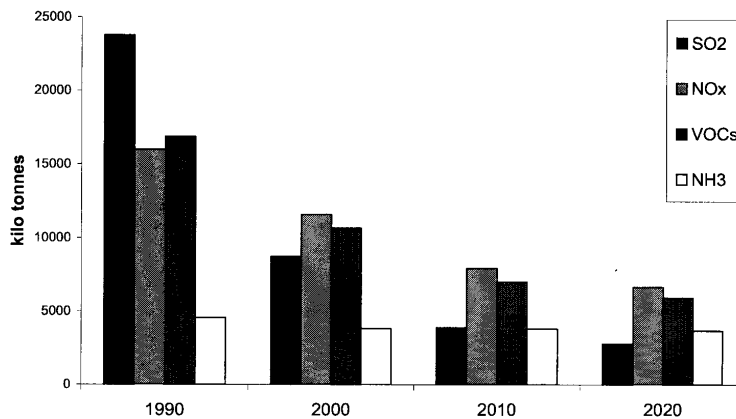


圖 1 歐盟 25 國境內的主要污染物 (1990~2020)

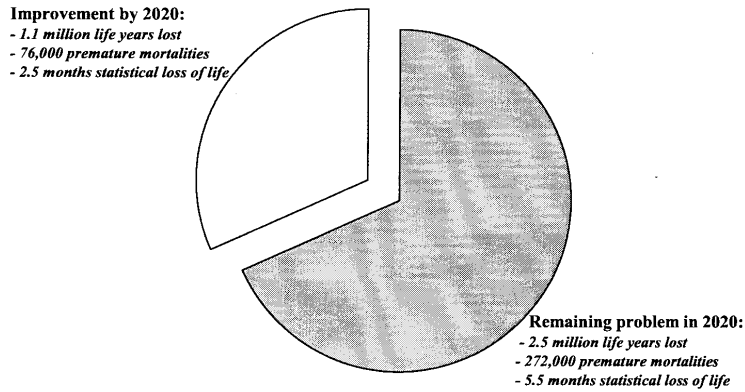


圖 2 依照現行政策於 2020 年時可改善的比率

制定政策的目標為使改善對人與環境的影響能減至最低，尤其以浮微粒質、臭氧及酸性物質（SO₂、NO_x、NH₃）...等，以 2000 年的污染物含量為基準值，預估 2020 年市區地區降低浮微粒質含量約 75%、降低臭氧含量約 60%、降低酸化或優氧化含量約 55%；而整體環境的預估 SO₂ 降低約 82%、NO_x 降低約 60%、VOCs 降低約 51%、NH₃ 降低約 27% 及 PM_{2.5} 降低約 59%。

為使歐洲地區空氣品質有所改善，歐盟國會與委員會一致同意要對於下列項目進行修正：

1. 法規最佳化
 - (1) 簡化法規條文
 - (2) 加強法規執行
 - (3) 先進的監測系統
2. 行車型態（NECD）重新研擬修訂
3. 整合其他提升環境政策
 - (1) 能源：抑制能源需求量並有效利用能源進而使降低有害氣體污染環境，歐盟官方預估 2010 年可減少 12% 能源消耗與可重複使用的能源提升至 21%。當前主要造成空氣污染加劇是由於小型燃燒機具增加（例如：汽車）產生大量的污染物質、而加油站的 VOC 氣體揮發與其他物質行光合作用產出臭氧影響人體健康與環境，因此能源的政策勢必要更進一步修正。
 - (2) 交通：由公共運輸政策白皮書中指出歐盟委員會極力致力於減少運輸工具的污染種類、採用替代性燃料、減少車輛行駛於擁擠地區造成增加運輸成本；此外，積極建設公共建設（大眾運輸工具）以取代重型車輛，減少廢氣排放所造成的空氣污染。

- (3) 農業：由於農業相關產業（豬、牛、家禽與無機肥料）是產生氮氣與 NH₃ 的主要來源，在公共農業政策白皮書中為抑制這些產物的產生，有下列的建議：減少牧場養殖數量並移除舊有的補償制度、加強宣導減少使用無機肥料、減少使用高氮成分的動物飼料、避免使用高氮成分的肥料、研發新的氮氣循環設備降低環境的影響。
- (4) 財政：提供資金來建立量測歐盟會員國家或地區性區域的空氣品質監測，此外建立運輸系統、發展清潔能源技術、使用無人應用的土地以達到充分利用資源。

(二) 空氣污染防制政策執行之影響評估

由於空氣污染主要來源為交通運輸工具、動力機具、工業、農機具及加熱器，生成成分有 SO₂、NO_x、NH₃、VOCs、PM 共五種，而這些為有害氣體會形成酸雨、臭氧與浮微粒質而影響人體健康、生態系統、農作物與動植物，也因此造成數以千計的歐洲人民面臨壽命縮短、增加住院與藥物治療人數及工作所得損失約百萬元。

臭氧生成位於大氣的平流層與對流層中會產生有害的紫外線傷害人體皮膚，而水平面的臭氧是由加油站、汽車排放的廢氣、溶劑及塗料中的有機氣體與過氧化氮行光合作用所產生的有害氣體，也造成環境極大的傷害。其它的污染物如 SO₂、NO_x、NH₃ 形成酸性物質，使得湖泊、河流、森林及其他生態系統遭受破壞，如影響動植物的生長環境與水域的優氧化，如下表所示。

	PM	SO ₂	NO _x	VOC	NH ₃
對健康的影響有：					
浮微粒質	√	√	√	√	√
臭氧			√	√	
對植物的影響有：					
臭氧			√	√	
酸雨		√	√		√
藻類導致水質優養化			√		√

評估空氣污染防制的成效，以 2020 年的主要污染物為基準值，另外經由預估計算有效降低最大量（Maximum Technically Feasible Reduction, MTFR）如表所示，因此，假設三個污染防制策略可降低污染量的範圍介於這兩者之間，探討各策略的成本效益、競爭力影響與執行成效，而以策略 B 為最佳的方案，SO₂ 可以有效降低約 44%、NO_x 降低 27%、VOC 降低 16%、NH₃ 降低 29% 及 PM_{2.5} 降低 26%，對於經濟與社會影響以至於降低國民所得約 0.08%。因此，評估至 2020 年時會有 47% 人民長期暴露於浮微粒質下使得壽命減短、10% 人民會因臭氧的影響而導致死亡發生、酸化的影響使得 74% 的森林面積與 39%

淡水面積遭受破壞、43%的水域會受到污染而優氧化、受臭氧影響導致 15%的森林面積遭受破壞。

經由評估後獲得相關結論，歐盟委員會承諾至 2020 年比 2000 年可改善上列情形，使得 EU-25 的環境與空氣品質變得更好，因此每年必需支出 4200 歐元來執行，相對地獲得許多正面的影響，如死亡率降低、住院率及心血管疾病患者減少及農作物增加，因此對於財政也相對提升了 EU-25 GDP 約 0.35~1.0%；而進行改善的方式有下列幾項：

- (1) 降低 SO₂ 污染量：應用煙道脫硫技術與降低燃油中的硫含量。
- (2) 降低 NO_x 污染量：車輛與工業燃燒機具使用 SCR 來降低排放、避免噴油量過多而導致不完全燃燒。
- (3) 降低 PM_{2.5} 污染量：工廠採用氣旋與濾紙來分離浮微粒質減低排入大氣中、居家盡量使用鍋爐、改善柴油車輛的污染防制性能。
- (4) 降低 NH₃ 污染量：減少餵食高氮量的飼料給動物吃、使用有機肥料。
- (5) 降低 VOCs 污染量：控制化學工業與煉製廠中有機氣體的流動與避免溶劑與油漆的揮發有機氣體排入大氣中。

以整體環境約可降低 SO₂ 約 82%、NO_x 約 60%、VOCs 約 51%、NH₃ 約 27%及 PM_{2.5} 約 59%。而對於不同因素影響的改善情形如下圖，對於現行實施的政策對於 PM_{2.5} 對人體健康影響可降低約 32%，而未來積極改善預期再降低 15%；O₃ 對人體健康影響可降低約 3%，而未來積極改善預期再降低 7%；酸雨對森林減少的影響可降低約 51%，而未來積極改善預期再降低 23%；酸雨對生態系統的影響可降低約 67%，而未來積極改善預期再降低 21%；酸雨對河水的影響可降低約 28%，而未來積極改善預期再降低 10%；造成水質優養化可降低約 19%，而未來積極改善預期再降低 24%；臭氧對森林的危害可降低約 8%，而未來積極改善預期再降低 7%。

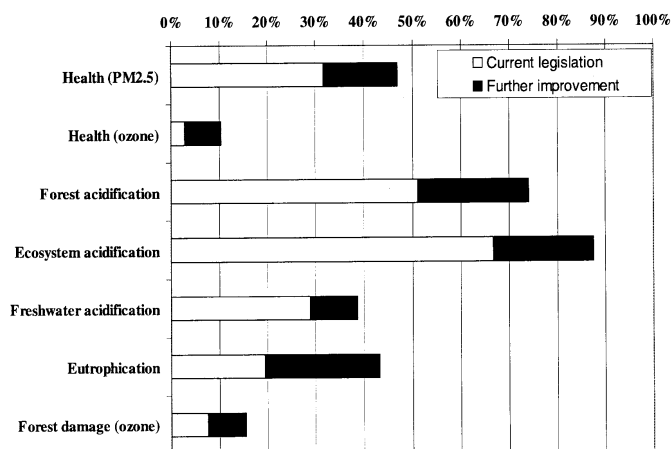


圖 3 各項因素可減少對於環境與健康的影響分析

(三) 重型柴油車輛之排氣污染法規調和

1. 測試型態的發展

(1) 車輛型態 (WVTC) 與駕駛模式

在 1988 年 8 月、2001 年 7 月經由 RWTÜV 及 TNO 法規認證的實驗室與 JARI 機構一起共同制定新的引擎測試型態，先期進行引擎測試計有 65 組數據，然後將數據分析之後建立出較具有代表性的暫態行車型態 (WTVC)，而此型態適合 4.6~40 噸的重型車輛來應用。

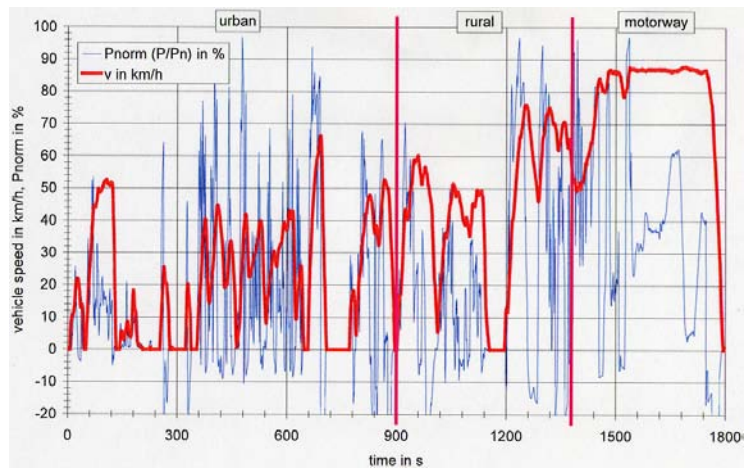


圖 4 Worldwide Transient Vehicle Cycle

(2) 引擎測試型態 (WHTC、WHSC)

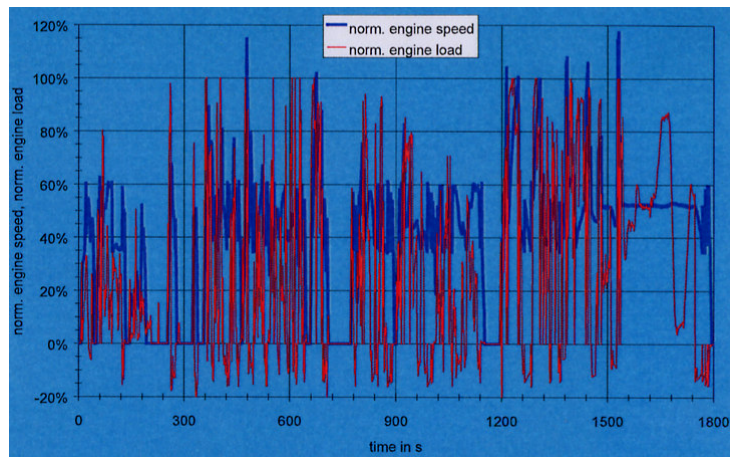


圖 5 Worldwide Harmonized Reference Transient Cycle

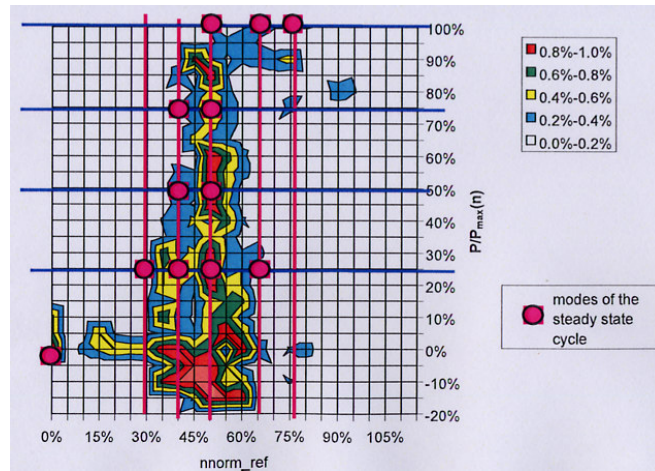


圖 6 Worldwide Harmonized Reference Steady State Cycle

2. ISO 標準程序發展

ISO 標準程序最先於 1998 年 10 月及 2001 年 2 月先後進行討論獲得下列結果：

(1) 排氣污染量測標準程序 (ISO 16183)

在暫態的測試型態中利用局部流量稀釋取樣 (Partial flow dilution, PFS) 系統來量測 PM 的污染值；另外利用 raw flow system 來進行其他氣體污染量分析。

(2) 現行的測試型態 (ESC、ETC、FTP 及 JAP)

經由局部稀釋取樣系統 (PFS) 或定容稀釋取樣系統 (CVS) 比較不同測試型態下的 PM 量測污染值差異，而 PFS 分析過程時間較短較適合於暫態測試 (WHTC 與 WHSC)，結果發現兩者之間差異量約 10% (0.1 g/kWh)；另外利用 raw flow system 或 full flow system 在不同測試型態下來進行其他氣體污染量分析，而 raw flow system 分析過程時間較短較適合於暫態測試 (WHTC 與 WHSC)，結果發現兩者之間差異量約 ±5%。

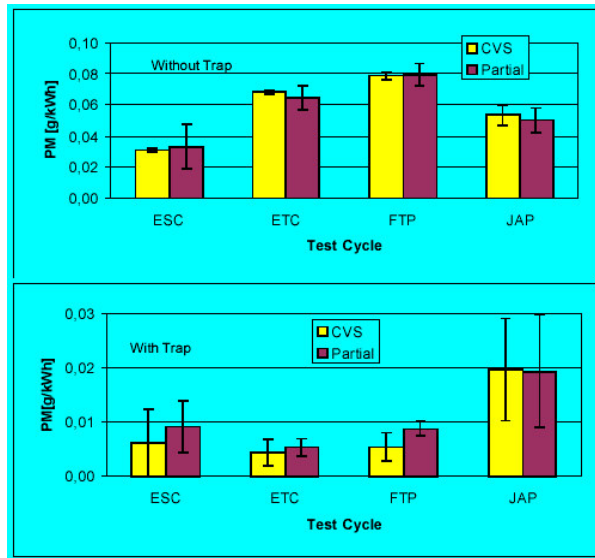


圖 7 PFS 或 CVS 在不同測試型態下進行測試分析

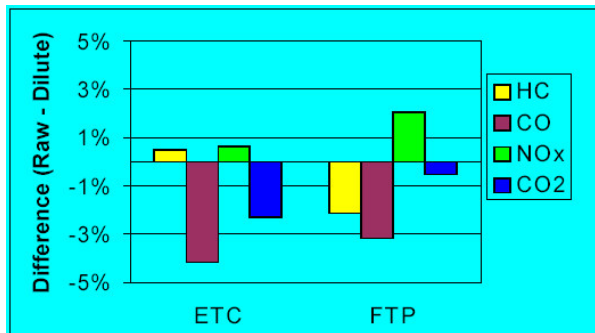


圖 8 raw 或 full flow system 在不同測試型態下進行測試分析

(3) 建立新的引擎族群定義

由現由存在的法規無負載引擎測試程序 (ISO standard 8178-7)、美國聯邦法規 (CFR 40 part 86)、歐盟指令 (1999/96/EC) 中定義引擎族的規範，整理出新的規範於 ISO 16185 中。而目前使用中有利利用引擎型式、替代性燃料、污染後處理系統 (觸媒轉化器、EGR... 等) 及電子控制單元來區分引擎族的定義。

(四) 車輛排氣污染耐久性與使用中車輛調查測試程序修正

歐盟車輛製造協會目前正在草擬修正 70/220/EC 法規中的相關附件資料並以簡化的方式來表示，目前修正的有附件 XI (排放污染耐久性測試程序)、XII (使用中車輛調查測試程序)，請參考附件 2 資料。

(五) 車輛動力系統與替代性能源發展趨勢

ACEA Carlo Cucchi 先生介紹有關歐盟車輛製造廠商目前正在研發的最新車輛與技術，其目的在於使用更乾淨的能源使有效降低污染排

放量，對於各燃油的主要來源於下表 1，而已經開發出來的引擎與其所搭配使用的燃油型式參考下表 2 所示。

表 1 車輛所使用的燃油主要來源

Resource	Crude oil	Natural gas	Coal	Nuclear	Wind	Land			
						Sugar beet	Wheat	Oil seeds	Wood
Fuel									
Gasoline	✓								
Diesel fuel	✓	✓							✓
CNG		✓							
Ethanol						✓	✓		✓
FAME								✓	
DME		✓							✓
Naphtha	✓								
Methanol		✓	✓						✓
Hydrogen		✓	✓	✓	✓				✓

表 2 各動力裝置所搭配使用的燃油種類

Powertrains										
	PISI	DISI	DICI	Hybr. PISI	Hybr. DISI	Hybr. DICI	FC	Hybr. FC	Reformer Hybr.FC	
Fuels										
Gasoline	2002 2010+	2002 2010+		2010+	2010+					
Diesel fuel			2002 2010+			2010+			2010+ 2010+	
CNG Bi-Fuel	2002 2010+									
CNG (dedicated)	2002 2010+			2010+						
Diesel fuel/FAME blend 95/5			2002 2010+			2010+				
Gasoline/Ethanol blend 95/5	2002 2010+	2002 2010+			2010+					
FAME			2002 2010+			2010+				
DME			2002 2010+			2010+				
FT Diesel fuel			2002 2010+			2010+				
Methanol									2010+	
Naphtha									2010+	
Compressed hydrogen	2010+			2010+			2010+	2010+		
Liquid hydrogen	2010+			2010+			2010+	2010+		

PISI Port Injection Spark Ignition
DISI Direct Injection Spark Ignition
DICI Direct Injection Compression Ignition
Hybr. Hybrid configuration (see chap. 4 for details)
FC Fuel cell
Hybr. FC Fuel Cell with battery

其更分析介紹預期 2020 年，歐盟境內影響車輛零售價格 (retail price) 及運行成本 (running cost) 的分析，而影響車輛零售價格的因素為內燃機型式的不同與新的動力元件系統應用使得車輛價格增加，而其他因素影響如油箱 (由於氫氣與 CNG 燃料儲存必須使用安全性更佳的油箱) 或電器裝置 (電瓶與電動馬達)，因此造成相對的成本增加，其各技術應用所影響的情形如下表 3 與圖 9 所示。

表3 新技術應用對車輛之燃油零售價格的影響

Technology/Component	Unit
ICEs	
Engine + transmission	30 €/kW
DICI	1500 €
DISI	500 €
Turbo	180 €
Stop & go system SI	200 €
Stop & go system CI	300 €
Double injection system for CNG Bi-fuel	700 €
EURO IV gasoline	300 €
EURO IV Diesel	700 €
Credit for 3- way catalyst	430 €
Fuel tanks	
CNG tank	1838 €
Gasoline tank	125 €
DME tank	1500 €
Liquid hydrogen 2002	1150 €/kg of H ₂
Comp. Hydrogen @35 MPa 2010 (350 bars)	635 €/kg of H ₂
Comp. Hydrogen @70 MPa 2010 (700 bars)	575 €/kg of H ₂
Liquid hydrogen 2010	575 €/kg of H ₂
Electric Drive Train	
Electric Motor	8 €/kW
Motor Controller	19 €/kW
Electric Motor + Motor Controller	27 €/kW
Li-ion battery	250 €/kWh
Fuel cells	
FC + reformer	251 €/kWnet
FC	105 €/kWnet

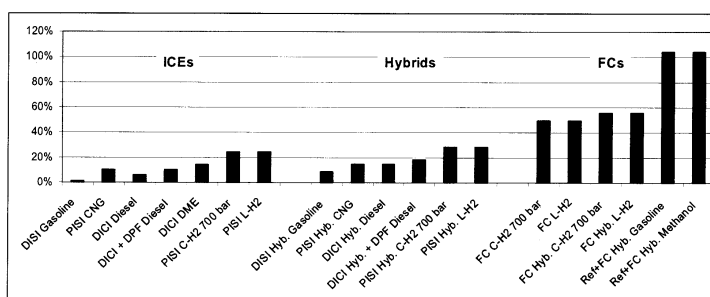


圖 9 各系統使用其車輛零售價格比較（與 2010 年裝有 PISI 系統之汽油車輛比）

對於目前所使用的能源種類做簡單的介紹如圖 10 所示，對於各動力系統所使用的燃油型式，經由測試統計如圖 11 所示，符合歐盟汽柴油車輛之能源消耗與溫室氣體（Green house gas, GHG）中 CO₂ 氣體排放標準規範，有下列幾項如風力能源、生殖能源、CNG 能源與 Fuel cell 能源。

此外，假設歐洲有 5% 的車輛使用替代性能源後可減少的 CO₂ 排放情形與其增加的成本問題，與 2010 年汽柴油車輛所產生的 CO₂ 排放量約 37 百萬噸/年的情形之下來做比較分析，如下圖 12 所示，發現使用風力與核能能源可減少 90~95 的 CO₂ 排放，而先進的生殖能源（由木柴與蔬菜所提煉出的能源）可以減少約 80~90% 的 CO₂ 排放，傳統的生殖能源（如 CNG 與 NG）可以減少約 5~70% 的 CO₂ 排放。

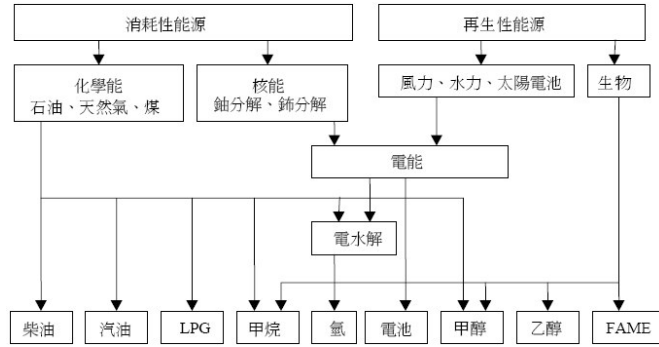


圖 10 各項能源種類與來源

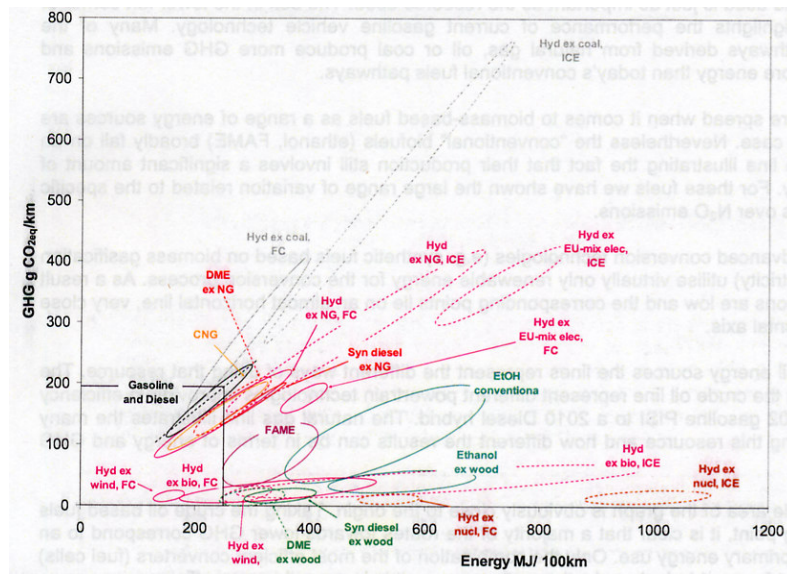


圖 11 各動力系統所使用的能源消耗與 CO₂ 排放情形

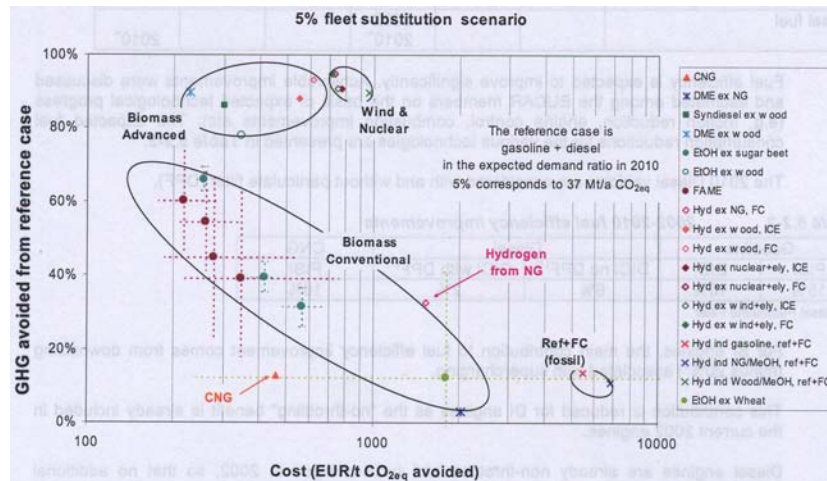
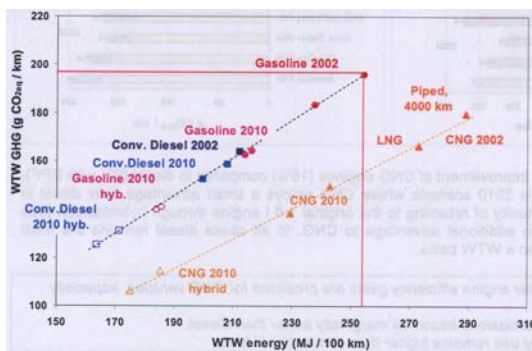
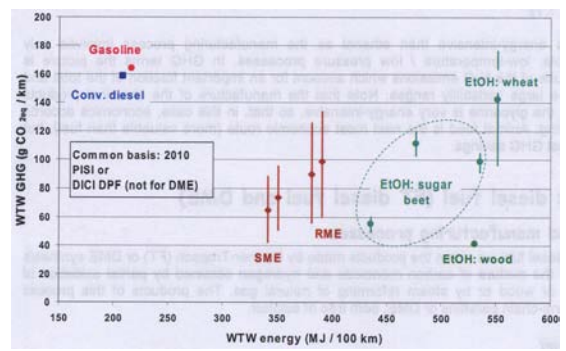


圖 12 使用替代性能源後可減少的 CO₂ 排放情形與其相對使用成本比較

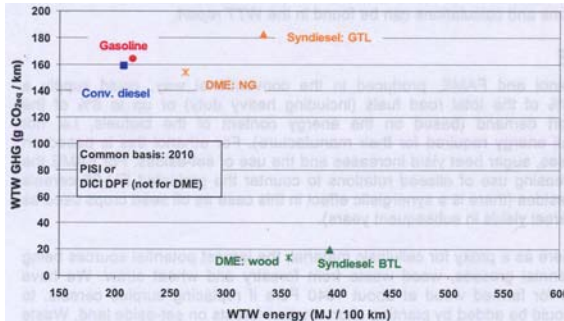
歐盟在車輛燃油的發展方面，有 CNG (Compressed Natural Gas)、替代性液體燃料 (其中 Bio-fuel 添加甲醇或 FAME 成分；而合成柴油添加二甲醚成分) 及氫氣 (Hydrogen) ... 等，其各燃料經引擎系統燃燒後所生成的 CO₂ 排放量與燃油消耗量情形，如下圖 13 (a) ~ (d) 所示，經整理分析發現 Fuel cell 車輛大量使用氫氣作為燃料，可減少了約 230 百萬噸/年進而減少對環境的衝擊影響，如圖 14 所示。由於氫氣能源所應用的引擎系統所產生的效益很高，對於環境與能源消耗都有很大的助益，但對於其架構系統仍未充分了解，經由此次了解到 Fuel cell 動力車輛分為 "direct hydrogen fuel cell vehicle" 及 "indirect hydrogen fuel cell vehicle" 兩種，如圖 15 所示。



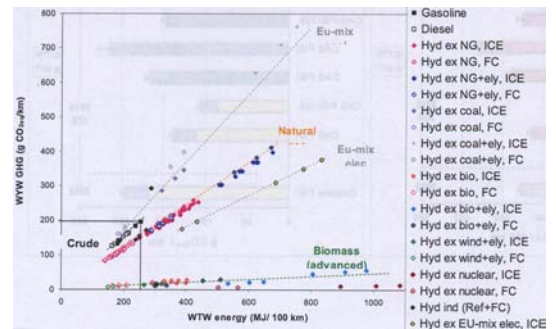
(a) CNG



(b) Bio-fuel



(c) Synthetic diesel fuel



(d) Hydrogen

圖 13 各燃料經引擎系統燃燒後所生成的 CO₂ 排放量與燃油消耗量情形

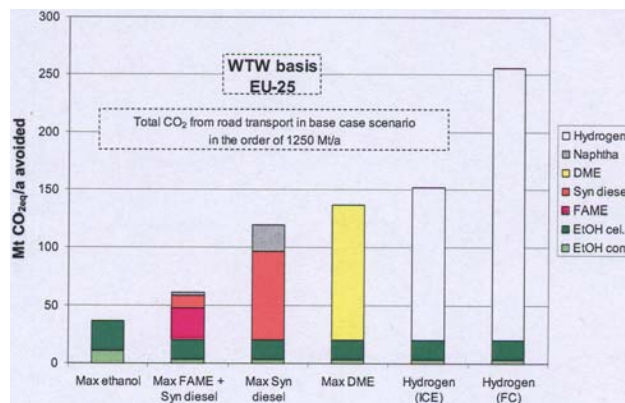


圖 14 預估每年各燃料所生成的 CO₂ 排放量

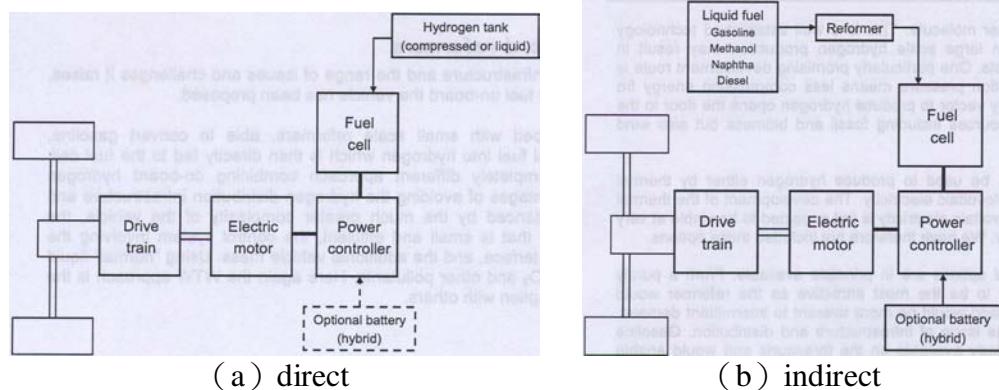


圖 15 Fuel cell 車輛之動力系統位置示意圖

(六) 柴油車輛的污染排放之最新的控制方法或技術

最近 15 年來，各車廠未因應符合歐盟的指令規定，應用較先進控制技術來改善境內之空氣品質，其各車型的應用技術如下列：

(1) 應用於小客車與 LDV 上的技術

- 電子噴射系統 (electronic injection system)
- 三元觸媒轉換器 (three-way catalytic converters)
- 多氣門引擎 (multi-valve engine)
- 廢氣再循環 (exhaust gas recirculation, EGR)
- 共軌直接噴射系統 (common rail direct injection)

(2) 應用於 HDV 上的技術

- 內部冷卻系統 (intercooler)
- 高壓噴射系統 (high-pressure injection system)
- 引擎電子裝置調整系統 (electronic engine management system)

(3) 目前已開發並未大量應用的技術

HDV 車上用的 SCR(selective catalytic reduction)來降低 NOx 排放量，結合應用 AdBlue 技術 (水中含有 32.5%尿素的成分)，使更能降低約 5~7%的效果。

(七) 車輛 CO₂ 排放總量防制

在京都會議後，歐盟政府與車輛製造協會為因應汽車排放 CO₂ 是造成全球氣候變化的因素，所以致力於 CO₂ 減量邁進。最先 ACEA 於 1998 年 7 月開始著手進行降低 CO₂ 排放污染之新技術與商品應用於新車上，而各大製造廠 (BMW、Fiat、Ford、GM、Daimler-Benz、Proscche、Peugeot Citroen、Renault、Rolls-Royce、VW、Volvo) 極力配合政府的政策，使得能在 2001 年時新車的 CO₂ 排放污染量降至 164g/km 左右，相較於 1995 年的情形降低約 11.4%；更進一步於 2003 年時新車平均 CO₂ 排放污染量為 165~170 g/km，相較於 1995 年的情形降低約 9~11%。有鑑於此，

因此 ACEA 大膽預期 2008 年時新車平均 CO₂ 值排放污染量能降至 140g/km，相較於 1995 年的情形降低約 25%；並預期於 2010 年時可減少 3500 萬噸 CO₂ 的排放。在新車銷售量方面來看，在 2000 年時銷售 CO₂ 排放污染低於 160g/km 的車輛數約為 16 萬輛，而 CO₂ 排放污染低於 140g/km 之車輛數為 280 萬輛，相較於 2000 年增加約 40%。

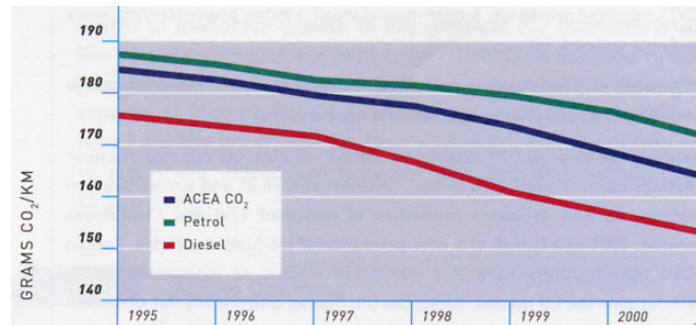


圖 16 1995~2001 年歐盟所生產汽柴油車輛之 CO₂ 排放情形

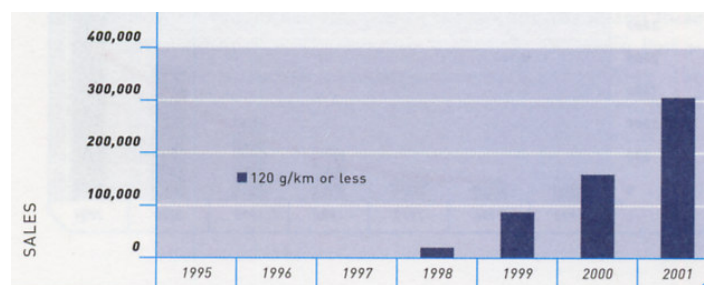


圖 16 1995~2001 年歐盟汽柴油車輛之 CO₂ 排放低於 120g/km 的銷售量情形

ACEA 對小客車的 CO₂ 減量的承諾，有下幾項要點：

(1) 測試程序

ACEA 於 1997.1.1 至今能在草擬制定新的指令修正相關測試程序規範，仍依據原先的 93/116/EC 指令的原則情形。由於新的測試程序所量測出來的 CO₂ 排放量較原先的指令高出約 9%，但實際狀況下並無真正的增加，所以此一部分能須修正。

(2) 燃油規範

- a. 由於稀薄燃燒的技術應用能有效降低 CO₂ 的排放，但必須搭配特殊的後處理系統來降低 NO_x 的排放量與低硫化物之燃油。
- b. 低硫燃油降低了 NO_x/CO₂ 的轉換，使有效降低 CO₂ 的排放量。
- c. 致力研發低含量的汽油或高碳氫化合物的柴油可有效降低 CO₂ 排放。

(八) 歐盟對於移動車輛之排氣污染管制政策發展

自從 1970 年來歐盟認為車輛造成空氣污染的因素日趨嚴重，為使有效車輛降低排放污染歐盟政府訂定相關法規，使汽車製造廠提昇相關技術來有效抑制空氣污染，其各時期的法規制定與規範內容如下：

(1) 小客車與 LDV 的排氣污染法規標準 (1992~2008 年)

Euro 1	91/441/EEC	規範汽油車輛必須加裝三元觸媒轉換器
Euro 2	94/12/EC	1.規範柴油車輛必須加裝氧化觸媒 2.排氣污染各污染物標準值相較於 Euro 1 降低 50%
Euro 3	98/69/EC	1.修定測試程序 (包含燃油蒸發測試、低溫度環境污染測試、OBD 測試與使用中車輛召回) 2.排氣污染各污染物標準值相較於 Euro 2 降低 40%
Euro 4	98/69/EC	1.增加耐久測試 2.LDV 採用 OBD 系統 3.排氣污染各污染物標準值相較於 Euro 3 降低 50%

(2) HDV 的排氣污染法規標準 (1992~2008 年)

Euro 1	91/542/EEC	1.訂定浮微粒質 (PM) 排放標準值 2.排氣污染各污染物標準值相較於 Euro 0 降低 50%
Euro 2	91/542/EEC	1.浮微粒質 (PM) 排放標準值相較於 Euro 1 降低 60% 2.更嚴謹的排氣污染標準
Euro 3	99/96/EC	1.訂定引擎之 Steady-state test cycle 2.訂定引擎之 Transient test cycle 排氣污染各污染物標準值相較於 Euro 2 降低 30%
Euro 4	99/96/EC	第一階段 1.浮微粒質排放標準值相較於 Euro 3 降低 80% 2.採用 OBD 系統與 PM 後處理裝置 第二階段 1.NO _x 污染標準值相較於 Euro 3 降低 60% 2.採用 NO _x 後處理裝置

(3) 2010 年空氣品質標準值與預期目標

NO ₂		
200µg/m ³	小時平均值	99/30/EC
40µg/m ³	全年平均值	
PM10		
50µg/m ³	每天平均值	99/30/EC
20µg/m ³	全年平均值	
CO		
10µg/m ³	8 小時平均值	Com (98) 591
Benzene		
5µg/m ³	全年平均值	Com (98) 591
O ₃		
120µg/m ³	8 小時平均值	Com (99) 125

對於柴油車輛之指令制定的標準程序，首先由歐盟委員會 (EU Commission) 草擬新的指令並與工業專家詳細討論，然後再經由歐盟議會 (EU Parliament) 進行表決同意，依照以往經驗，每五年歐盟指令必須重新修改或擬定，相對地排放污染管制值相對地更加嚴謹。

在 2005 年 1 月時歐盟委員會的工作小組會議所發表的聲明，建議利用稅金方式來鼓勵廠商生產較佳的控制元件或系統，使浮微粒質

(PM) 排放量降低至 5mg/km 以下。同年 9 月，進行第一次歐盟指令的草擬會議討論，目前歐盟委員會仍正在草擬新的 EURO 5 (預計 2010 年實施)。

此外，對於一些議題能持續進行討論中，如下所示：

- (1) 對於污染控制元件之使用壽命提升至 100,000km。
- (2) 浮微粒質直徑之相關性比較，此外目前並無浮微粒質直徑測定之測試程序。
- (3) Off-cycle 排放污染量。
- (4) 簡化法規條文。

現行的排氣污染法規是依據歐盟指令 98/69/EC 所訂定出 EURO 3 (2000) 及 EURO 4 (2005) 之排放污染標準值，實施 EURO 4 後其 HC+NO_x 排放量較 EURO 1 減少 95%，其 PM 排放量較 EURO 1 減少 93%，如下圖 17 所示。

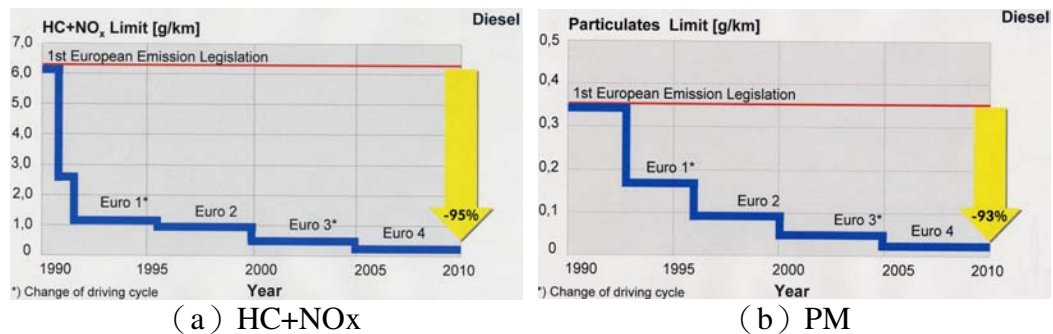


圖 17 Euro 4 法規標準實施後所降低 HC+NO_x 與 PM 的排放量差異量
對於各項測試所依據的指令分類如下所示：

(1) 70/220/EEC

柴油車輛 M 等級車重小於 3500kg 與 N 等級，其排氣污染測試依據歐盟指令 70/220/EEC 中所規範之相關測試項目，如 TYPE I (冷起動排氣污染測試)、TYPE II (惰轉時的碳氧化合物排放量)、TYPE III (曲軸箱通風系統廢氣排放量) 及 TYPE V (排氣污染控制元件之耐久性測試)。

(2) 88/77/EEC

柴油車輛 M 等級車重大於 3500kg 與 N 等級，其排氣污染測試依據歐盟指令 88/77/EEC 來執行污染測試。

(3) 72/306/EEC

實施柴油車輛黑煙煙度排放污染測試。

(4) 80/1268/EEC

實施柴油車輛燃油消耗測試。

表 4 柴油車輛執行相關測試時所依據的法規規範表

		Emissions	Smoke	Diesel Emissions	Fuel Consumption
		70/220/EEC	72/306/EEC	88/77/EEC	80/1268/EEC
M	1	✓ < 3500 kg GVW	✓	✓ > 3500 kg GVW	✓
	2	By extension	✓	✓ unless approved to 70/220	✗
	3	✗	✓	✓	✗
N	1	✓ unless approved to 88/77	✓	✓ unless approved to 70/220	✓ unless approved to 88/77 and small volume manufacturer *
	2	By extension	✓	✓ unless approved to 70/220	✗
	3	✗	✓	✓	✗

* Small volume = less than 2000 N₁ vehicles per year worldwide

對於歐洲重型柴油車輛之四、五期法規發展：

(1) 車輛耐久性（使用壽命）測試

此法規標準具有雙重標準，有關劣化係數可藉由耐久性測試來量測排放污染的穩定性及污染之劣化情形，另一方面也可採用型式認證主管機關所指定替代的劣化係數值，如下表 5 所示。

表 5 替代的劣化係數

引擎型式	測試型態	CO	HC	NO _x	PM
柴油引擎	ESC	1.1	1.05	1.05	1.1
	ETC	1.1	1.05	1.05	1.1

此外，車輛製造廠必須承諾保證車輛/引擎排放污染控制元件在使用壽命期間內，其排氣污染控制必須符合標準，而對於柴油車輛之使用壽命之規範如下所示，以 N 等級（貨車）及 M 等級（巴士）車輛為例。

表 6 柴油 N 等級（貨車）車輛之使用壽命

車輛重量 >16 噸	保證使用壽命 500,000 km 或 7 年
16 噸> 車輛重量 >3.5 噸	保證使用壽命 200,000 km 或 6 年
3.5 噸> 車輛重量	保證使用壽命 100,000 km 或 5 年

表 7 柴油 M 等級（巴士）車輛之使用壽命

M3 等級車輛 (class III 及 B)，車輛重量>7.5 噸	保證使用壽命 500,000 km 或 7 年
M3 等級車輛 (class I、II、A 及 B)，車輛重量<7.5 噸	保證使用壽命 200,000 km 或 6 年
M2 等級車輛	保證使用壽命 100,000 km 或 5 年

(2) 使用中車輛調查

型式認證主管機關要求車輛製造廠必須進行使用中車輛調查，從使用客戶群中抽樣選出來進行排氣污染測試，其車輛使用里程數不得超過 500,000 公里。然後，對於車輛之相關排氣污染控制元件作適當的維

修、保養及修復，而必須將這些資料詳細記錄下來，以提供作為型式認證主管機關的參考資料。

對於目前發展的項目有下列：

- PEMS (Portable emission measurement system)

此儀器設備必須能夠量測出五期標準的 NOx 污染值。

- 建立使用中車輛排放污染測試程序

目前研擬依照歐盟委員會 (Joint Research Center) 與 United National (Economic commission Europe) 的法規發展來訂定，對於使用中車輛排放污染測試可以藉由 PEMS 或底盤動力計上來量測排放污染量，然後再將這些資料統計評估各引擎族的排放污染量，提供型式認證主管機關參考。

- 召回

歐盟型式認證主管機關可以要求車輛製造廠進行使用中車輛調查，當發現與原申請不一致時，則要求車輛必須召回改正，並提出改正計劃至型式認證主管機關。

(3) OBD 系統

歐盟四期柴油車輛排氣污染法規中，要求車輛必須安裝 OBD 系統來監測廢氣排放污染情形，監測污染防制元件作用是否正常，當元件故障時由指示燈來警示駕駛者盡速將車輛開至維修廠修復，避免造成影響環境污染。最新 EURO 5 法規標準加嚴而其中 HD-OBD 診斷判斷的標準也更加嚴苛。

(4) NOx 防制量測

歐盟五期柴油車輛排氣污染法規對於 NOx 排放污染量相當注重，因此，極力於採用新的 SCR (藥劑等級、品質與消耗量) 與 EGR (適時與準確地監測 NOx 排放污染量) 防制污染元件，來降低 NOx 排放量。新一期法規 NOx 管制標準由 3.5g/kwh 降低至 2.0g/kwh。

對於歐洲與美國重型柴油車輛之排放污染管制標準的差異性來做比較分析，下表為 EURO 4 與 US 04 法規比較表，下表為 EURO 5 與 US 07 法規比較表。

表 8 EURO 4 與 US 04 法規比較表

法規	Test	排放污染標準值 (g/kwh)				其他規範				
		HC	CO	NOx	PM	COP	OBD	Durability	NOx control	In-use conformity
EURO 4	ESC	0.46	1.5	3.5	0.02	YES	YES	YES	YES	YES
EURO 4	ETC	0.55	4.0	3.5	0.03					
US 04	FTP	<0.5	20.8	3.4	0.10	YES	NO	YES	NO	NO

ESC=European Steady State Cycle, ETC= European Transient Cycle, FTP=Federal Test Procedure, OBD=On-Board

Diagnostic

表 9 EURO 5 與 US 07 法規比較表

法規	Test	排放污染標準值 (g/kwh)				其他規範				
		HC	CO	NOx	PM	COP	OBD	Durability	NOx control	In-use conformity
EURO 4	ESC	0.46	1.5	2.0	0.02	YES	YES	YES	YES	YES
EURO 4	ETC	0.55	4.0	2.0	0.03					
US 07	FTP	0.19-0.7	20.8	1.6	0.013	YES	NO	YES	NO	YES
US 07	ESC	0.19-0.7	20.8	1.6	0.013					

ESC=European Steady State Cycle, ETC= European Transient Cycle, FTP=Federal Test Procedure, OBD=On-Board

Diagnostic

(九) 參訪德國 DC 戴姆勒克萊斯勒汽柴油車輛油耗污染測試實驗室

此次行程中參訪德國 DaimlerChrysler 公司 Sindelfingen 與 Unter-turkheim 技術研發與生產中心，此區域生產車型包含 S-Class、E-Class、C-Class、CL-Class、CLS-Class 及 Maybach 六種車型，員工人數計有 12,700 人。第一天於 Sindelfingen 中心與 Klaus Land、Martin Kulms、Andreas Graf、Michael Steiner、Michael Angel 及 Herbert Tangemann 進行相關柴油車輛法規與測試方法來討論，從他們專業背景下給我們許多新的知識，此外，他們也針對歐盟法規中測試實施方法與我國的不同處提出見解與疑問深入探討（尤其是煙度測試），讓我們了解到他們對於工作上認真與積極的態度來改善問題點。

此次行程中討論有關於 DaimlerChrysler 公司所生產的柴油引擎族 OM612，於台灣執行 free-acceleration 之煙度測試時，結果發現沒有通過（測試結果煙度為 40~50% 大於法規標準 35%），然而他們先期開發測試均可通過測試，因此，總公司相關工程師對於此問題相當注重，重新慎重地確認其車輛相關變化對煙度之影響來做一系列探討。DaimlerChrysler 工程師們選擇五輛車輛來進行相關煙度排放測試比較，分別為 C270 CDI (MOPF S203 NAG)、C270 CDI (MOPF W203-3720 NSG)、C270 CDI (MOPF S203-3735 NAG)、ML 270 CDI (MOPF W163 NAG) 及 C270 CDI (MOPF W203)，其測試時的環境溫度為 24°C，執行與台灣法規相同的 CNS (Chinese National Standards) 行車型態如圖 18 所示，並使用量測煙度設備有兩種分別為 MAHA-Smoke Meter (DC 自行研發的設備)、ZEXEL-Smoke Meter (CNS 設備)，經由測試結果來進行分析比較，尤其以 C270 CDI (MOPF S203-3735 NAG) 車輛再不同加速反應下其煙度變化來做比較探討，如下圖 19 所示，發現急加速狀態下的煙度達到 26%，而緩慢加速的煙度為 11%，都均符合我國的法規要求。經由此次的解說與討論不難發現 DC 公司的工程師對於問題都做很深入的研究，讓我們留下深刻的印象。

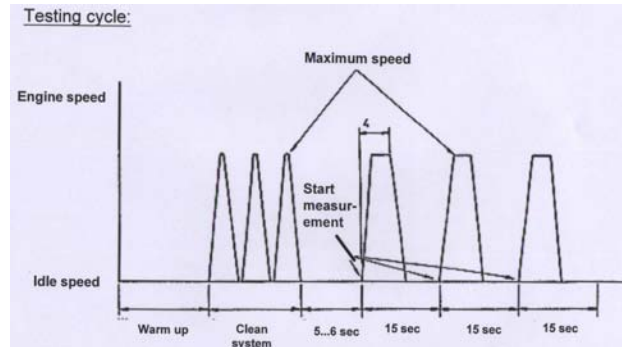
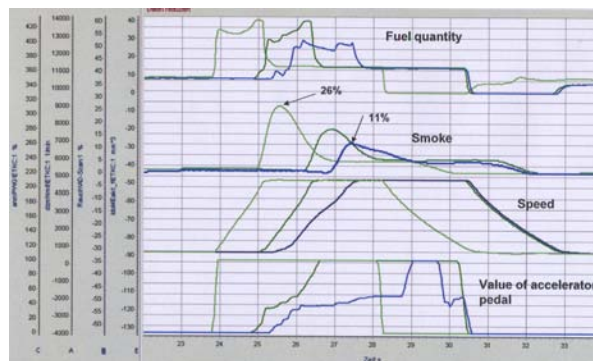


圖 18 CNS 煙度測試之行車型態



Testing Cycle	1	2	3	Average
AP Manipulation	fast acceleration			
1. Test Result:	26,3	25,2	25,6	25,70
AP Manipulation	normal acceleration			
2. Test Result:	17,3	23,6	24,7	21,87
AP Manipulation	slow acceleration			
3. Test Result:	11,5	13	9	11,17

圖 19 C270 CDI (MOPF S203-3735 NAG) 在加速反應不同下其煙度變化

Unter-turkheim 中心參觀汽柴油車輛油耗污染測試實驗室，此處員工人數計有 3,200 人，進行污染耗能相關測試的實驗室共有 22 間，其中有九間為執行汽柴油車輛之排氣污染油耗測試，每一測試實驗室每年執行測試輛約 1,600 輛，為因應龐大的測試車輛所以 DaimlerChrysler 公司採用人員兩班制輪班工作，使車輛均能確實完成測試。另外，有二間為執行模擬低溫環境情況下 (-7°C 情況) 車輛之排氣污染測試、有四間 SHED 測試實驗室來執行車輛燃油蒸發測試、其餘實驗室為相關法規測試實驗室；對於車輛之靜置方面問題，在 Unter-turkheim 中心的共有四個區域之停車塔提供測試車輛停放以利於進行靜置程序或測試，最大的區域可同時容納 70 輛，其停放車輛採上下兩層且自動化輸送處理，優點為方便測試人員操作管理與節省時間浪費。

由於 DC 車輛油耗污染測試實驗室需支援設計與研發單位之新車開發工作並對應全球不同的油耗污染相關法規，其實驗室除可執行歐盟 70/220/EEC 之污染測試及 80/1268/EEC 之油耗測試，也可執行美國法規 FTP-75 及 SC03 與 US06 等使用冷氣及高負荷之排氣污染測試。此外，由於歐洲屬於高緯度國家其溫度變化很大，甚至於冬天時溫度常常降至攝氏零度以下的情形，而在歐盟指令 70/220/EEC 中排氣污染測試包含 Type VI 測試，其測試環境要求為-7°C 下來進行測試，以確保車輛在低溫狀態下的排氣污染量也在法規標準內。

測試實驗室的地板全部採用不鏽鋼波浪板，車輛固定裝置採用氣動式完全依照各車型輪胎形式來做適當的調整固定，使得每次的固定位置與底盤動力計滾筒接觸面積幾近相同，而且非常迅速便利，此外，還有安裝緊急停止設備於車輪旁，當車輛測試過程中發生偏離情形時，可以做最迅速與安全的處置；此外，天花板與燈光設計均考慮能保持乾淨易於清潔之材料與結構。對於測試實驗室之設備均距離測試車輛位置約 50cm 以上，動力計電源供應器與 CVS 分別置於兩側，而控制系統置於外面的控制室內，整體看起來無論環境與設備配置均讓我們體會非常地有制度化與整齊性。

經由 DaimlerChrysler 公司的法規部門與技術部門的工程師們 Klaus Land、Martin Kulms、Andreas Graf、Michael Steiner、Michael Angel 及 Herbert Tange-mann 先生，為我們介紹有關歐盟對於柴油車輛的管制與測試方法做深入的介紹，他們至少均從事於法規與技術研究方面至少有 10 年以上的經驗，再這次的拜訪中能給予我們提出的問題做適時地回覆，他們也很樂意與我國相關人員進一步溝通交流。



圖 20 DaimlerChrysler 公司 Sindelfingen 與 Unter-turkheim 技術研發中心位置圖

(十) ORVR 議題討論

對於國內爭議許久的 ORVR (On-board refueling vapor recovery) 議題，與歐盟委員會及製造協會討論後，他們也曾與車輛製造廠經多次討論認為不必要使用此技術於車輛上，而站歐盟委員會立場上不贊成使用此技術，故對於 ORVR 方面並無深入的討論。然而再與 DaimlerChrysler 公司的法規部門工程師討論時，他們對於美國所採用的 ORVR 技術與其相關測定程序，給予我們適時的解答，其下圖 21 所示，為美國 FTP 對於 ORVR 測試規範於燃油蒸發測試程序內。

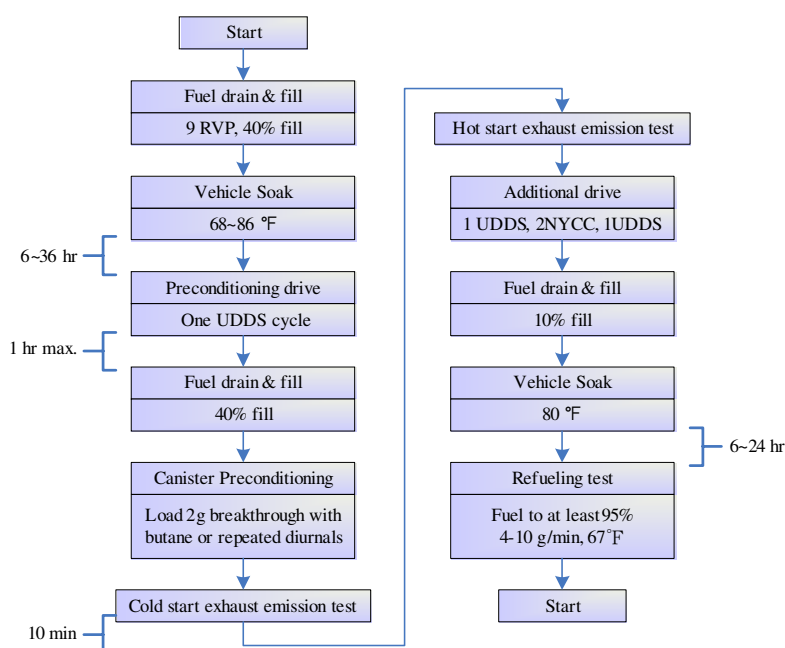


圖 21 美國 FTP 燃油蒸發測試與 ORVR 測試程序

(十一) Fuel Cell 車輛技術發展

這次拜訪過程中，由旅館搭車前往 DaimlerChrysler 公司途中，偶遇一台新奇的車輛外觀塗有斗大的名稱“F-Cell”，讓我們一直好奇追問 Martin Kulms 先生，他也樂意地替我們介紹，這是 DaimlerChrysler 公司最新一代的 Fuel Cell 車輛，而現今已經完成開發後正委託一般民眾及上班族來進行實車路試，測試實際燃油經濟性與系統穩定性。

目前已經應用於小客車、貨車與大型巴士上，銷售國家有德國、冰島、美國、日本、中國、土耳其及澳洲等國，其車輛所產生的 CO₂ 排放量約 10g/km 及每 100km 其燃油消耗量為 150MJ，而對於未來目標為降低車輛價格、車重、增加車輛的可靠度與使用壽命、提升氫氣的儲存容量、提升車輛於冰凍環境下的啟動能力及提升車輛冷卻效果。

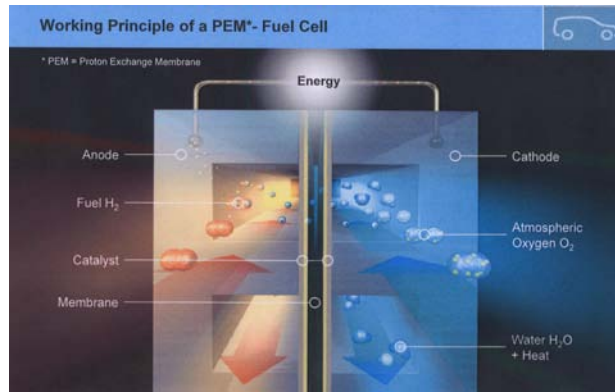


圖 22 Fuel Cell 作用原理

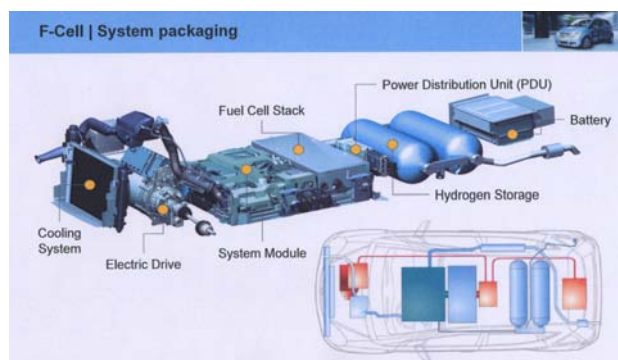


圖 23 Fuel Cell 系統配置圖

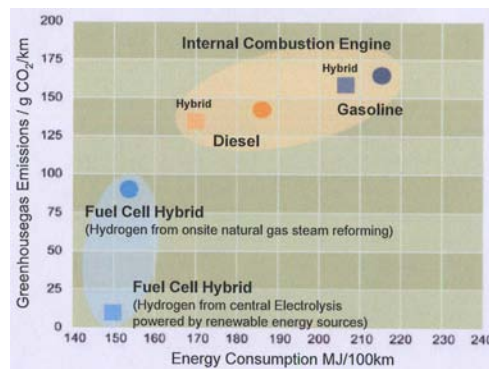


圖 24 Fuel Cell 之 CO₂ 排放量與燃油消耗量情形

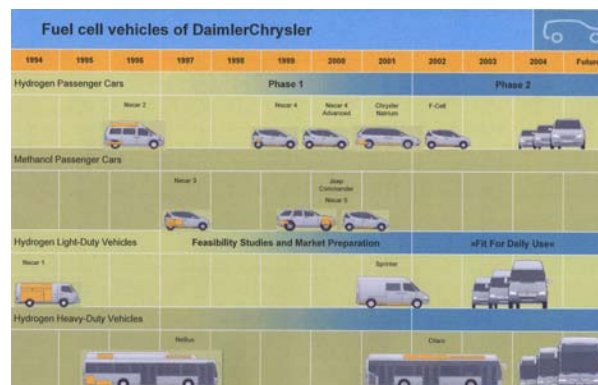


圖 25 DaimlerChrysler 公司生產 Fuel Cell 車輛之演進圖



圖 26 DaimlerChrysler 公司銷售 Fuel Cell 車輛的國家



圖 27 Fuel Cell 車輛-大型巴士的使用情形



圖 28 Fuel Cell 車輛-貨車的使用情形

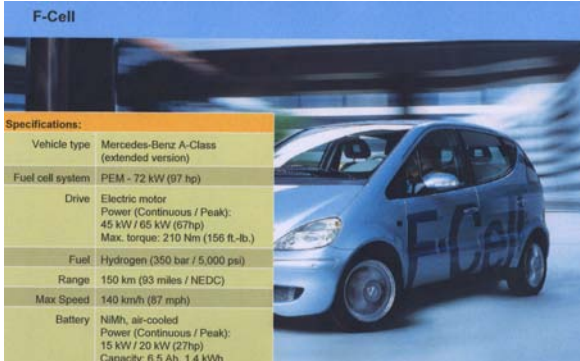
F-Cell	
	
Specifications:	
Vehicle type	Mercedes-Benz A-Class (extended version)
Fuel cell system	PEM - 72 kW (97 hp)
Drive	Electric motor Power (Continuous / Peak): 45 kW / 65 kW (67hp) Max. torque: 210 Nm (156 ft.-lb.)
Fuel	Hydrogen (350 bar / 5,000 psi)
Range	150 km (93 miles / NEDC)
Max Speed	140 km/h (87 mph)
Battery	NiMH, air-cooled Power (Continuous / Peak): 15 kW / 20 kW (27hp) Capacity: 6.5 Ah, 1.4 kWh

圖 29 Fuel Cell 車輛-小客車規格表

Brennstoffzellen-Flotten		
60 F-Cell vehicles in customer operation worldwide	33 Buses (Citaro) Europe, Australia	3 Sprinter with UPS Europe, USA
		
> 370.000 km	> 813.000 km	> 45.000 km
World record 11/2004 • 3 F-Cells driving 8.500 km in 24 h • 120 km/h average speed		

圖 30 Fuel Cell 車輛使用情形

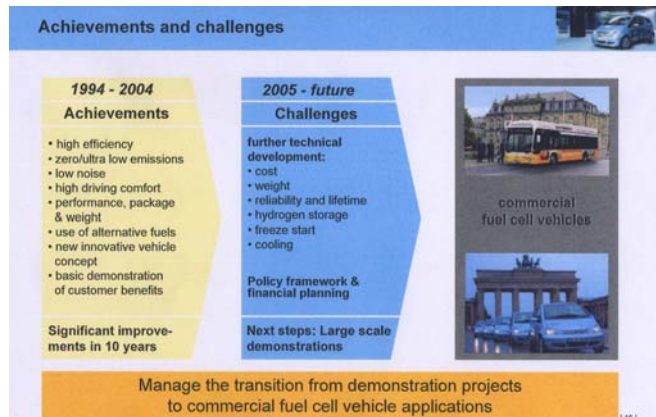


圖 31 Fuel Cell 車輛之成就與未來發展趨勢

(十二) 參訪德國 TÜV SÜD 汽柴油車輛油耗污染測試實驗室

此次行程中參訪德國 TÜV SÜD 汽柴油車輛油耗污染測試實驗室，位於德國 Stuttgart 郊區 Sindelfingen 地區距離 DaimlerChrysler 公司約十分鐘車程，其測試實驗室共有 2 間可執行汽油車與柴油車之排氣污染油耗測試，其測試監控室位於測試室上方方便控制者能確實監控駕駛者狀況與緊急事件處置；而測試區與靜置區相連但中間有門相隔避免相互影響，測試時測試區採封閉獨立空調系統之空氣循環系統，

該系統包含控制空氣中的溫濕度，而靜置區有另外的空調系統來控制，由於受限於場地太小問題只能提供同時容納 10 輛車停放。

汽柴油車輛測試，兩者之間分別獨立的稀釋通道 (dilution tunnel)，汽油車之稀釋通道直徑約四英吋，而柴油車之稀釋通道直徑約六英吋，共用相同 CVS 系統，其取樣管及取樣袋分別各自獨立而稀釋袋可以共用，測是分析時廢氣分析儀系統只有部分可以共用。

量測柴油浮微粒質的濾紙從稀釋通道取樣處取出後，在量測濾紙重量時需做溫濕度處理 (置於無塵室內採用氣體向外吹防止塵粒進入)，待濾紙乾燥後，然後再以電子天平量測浮微粒質的重量。

目前 TÜV SÜD 實驗室執行世界法規調和研究分析測試，另外為德國政府機關認可之型式認證主管機關，派員至各車輛製造廠監督車輛生產品質，此外也執行 COP (品質管制) 測試，並提供給政府機關參考；TÜV SÜD 實驗室可接受執行美國 FTP-75、日本 11-15model 與其他國家法規測試型態測試，以提供車輛製造廠取得測試報告來申請認證。

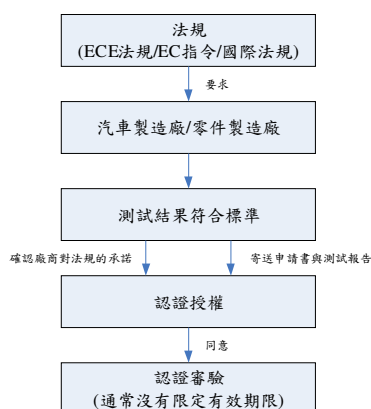


圖 32 認證程序流程圖

(十三) 參訪德國 BOSCH 柴油車輛噴射泵生產線與對應法規要求之技術發展趨勢

1. CP-3 噴射泵生產線參觀

此次行程中參訪德國 BOSCH 公司位於 Stuttgart 郊區主要生產柴油相關的控制元件，而這次貴公司開放柴油引擎之 CP-3 噴射泵的製造生產線與檢驗流程來加以介紹，而全球生產此元件只有四個廠，每天生產 2,400 個其年收入至少 500 萬元以上，目前該廠生產接受訂單 BMW 佔 60%、Hyundai 佔 25%、TOYOTA 佔 15%，公司策略目前將較有生產利潤的產品保留在四個主要廠區生產，其餘

的項目則在勞力成本較低的國家生產，以提升 BOSCH 公司的競爭性。

在進入製造生產線時，公司要求人員必須加以整理服儀並穿著工作衣才得以進入，主要是在降低塵粒進入工作區域而避免影響往後生產的品質，整個生產線採用全自動方式輸送與組裝，期間有些重要的安裝或機器無法取代的工作才委由技術人員來執行，而在每一階段都有檢驗過程來確認產品的品質，最後組裝完成後進入最主要的測試功能階段，測試其噴射泵之噴射壓力是否達到要求，確認完成後，將 CP-3 噴射泵外觀做噴漆處理保護零件銹蝕，最後代品保人員檢查完畢之後，並掛上相關識別標籤即完成 CP-3 噴射泵的生產，待運送至廠商手中。

2. 柴油車輛對應法規要求之燃油噴射系統與其他系統技術發展趨勢

由 Dietmar Zeh 與 Ulrich Projahn 先生為我們介紹 BOSCH 公司所生產柴油車輛零件為符合嚴謹的法規要求之下，其燃油噴射系統與引擎系統技術發展的趨勢。早期在 EU 3 (US04) 排氣污染法規要求下，在無搭配其他任何後處理系統時，燃油噴射壓力需求 1400~1600bar，而因應世界趨勢以致於法規的要求更加嚴謹之下，其主要目的在於降低排氣污染的排放，進入 EU 4 (US07)、EU 5 (US07) 的排氣污染法規要求，採用新技術 SCR 其燃油噴射壓力需求 1600bar、EGR 系統其燃油噴射壓力需求 1600~1800bar、DPF 其燃油噴射壓力需求大於 1800bar，目前該公司生產已經達到要求的元件，如應用於重型車輛上的有單點噴射系統 (Unit Injector System, UIS) 最大壓力為 2100bar、單點泵浦系統 (Unit Pump System, UPS) 最大壓力為 2200bar、傳統式的 CRS 最大壓力 1600~1800bar，應用於中型與輕型柴油車輛上的有傳統式的 CRS 最大壓力 1600~1800bar。為對應未來的 EU 6 (US10) 法規的要求，可能要求柴油車輛必須均須安裝 SCR、EGR、DPF 後處理系統來降低污染的排放，而該公司目前以先期開發出有應用於重型柴油車輛上有傳統式的 CRS 最大壓力為 2000bar、壓力增強的 CRS 最大壓力為 2100bar，應用於中型與輕型柴油車輛上有傳統式的 CRS 最大壓力為 2000bar、壓力增強的 CRS 最大壓力為 2500bar。

此外，為符合 EU 4、5 法規的要求，在 2004 年 10 月率先導入 DNOX 1 系統，並搭配 AdBlue 裝置產生氨氣 (NH₃) 於適當時機噴入 SCR 系統中使降低 NOx 的排放；該公司預計 2006 年推出 DNOX 2 應用於 HD、MD 車輛上，2008 年推出 DNOX -PC 應用於 LD、PC 車輛上。另外為降低 HC 的排放，預計 2006 年推出 HCI (Hydrocarbon Injection) 系統以取代 DPF 調節器，將油箱內的 HC 氣體導入進氣歧管使降低油箱壓力，使減少不必要的燃油消耗。

對於處理系統方面，BOSCH 公司目前研發出了新一代 ECU 由八個概念方向來降低系統誤差發生，如壓力修正（Pressure wave-correction, PWC）、燃油均量修正（Fuel-mean-value-adaptation, FMA）、閉迴路燃油量測（Zero-fuel-quantity calibration, ZFC）、燃油均量控制（Fuel-balancing-control, FBC）、噴射量修正（Injector-quantity-adaptation, IQA）、燃燒室壓力訊號（Combustion-Signal based control pressure, CSC-P）、（Model based charge control, MCC）及（Model based boost pressure control, MBC）。

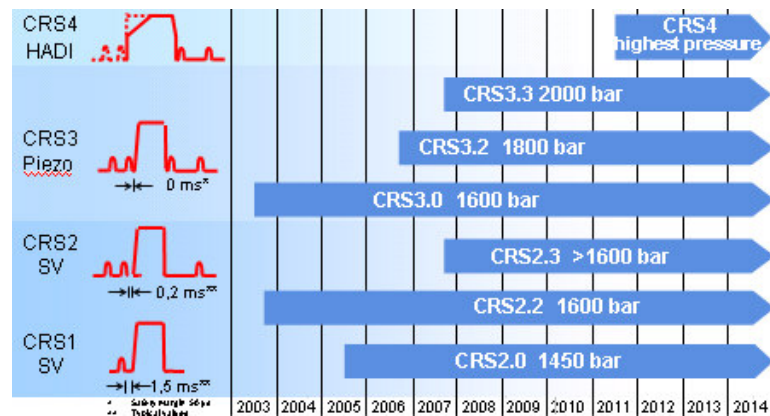


圖 33 CRS 系統發展演進圖

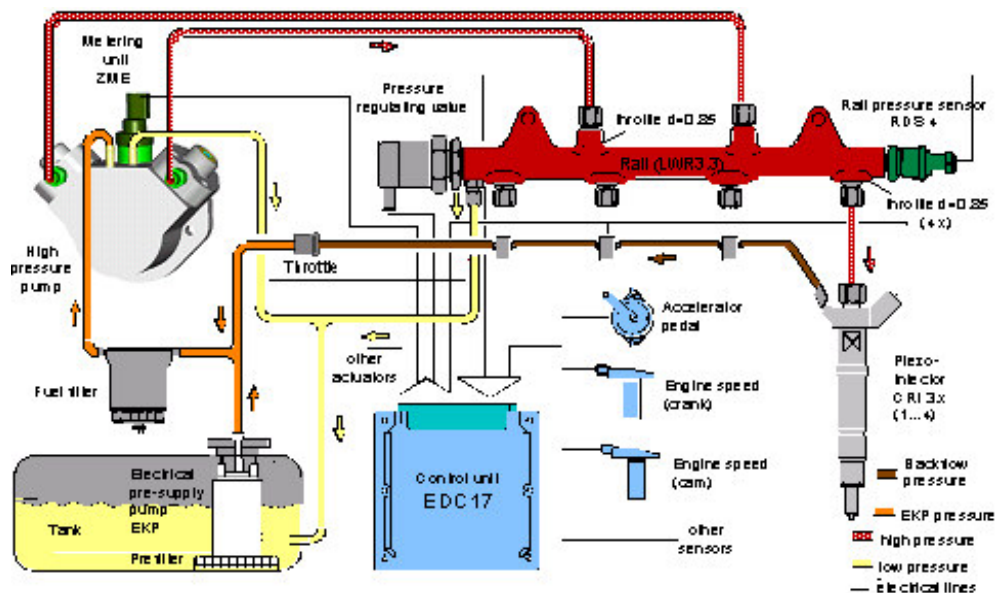


圖 34 應用於柴油小客車與 LDT/LDV 車輛上的 CRS 3.X 系統

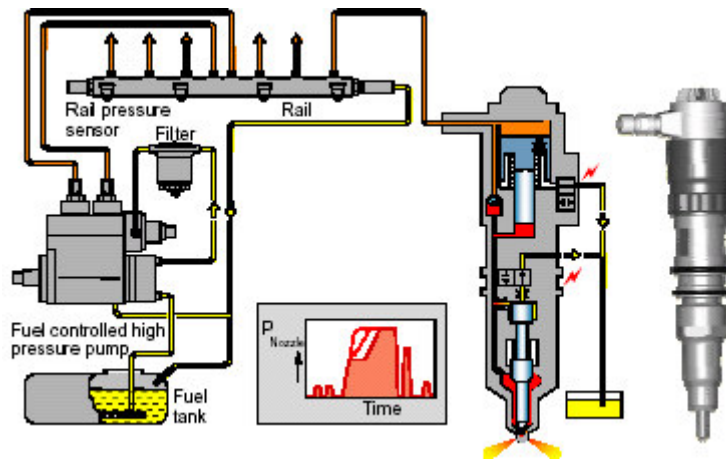


圖 35 應用於重型柴油車輛上的 CRSN 4.2 系統

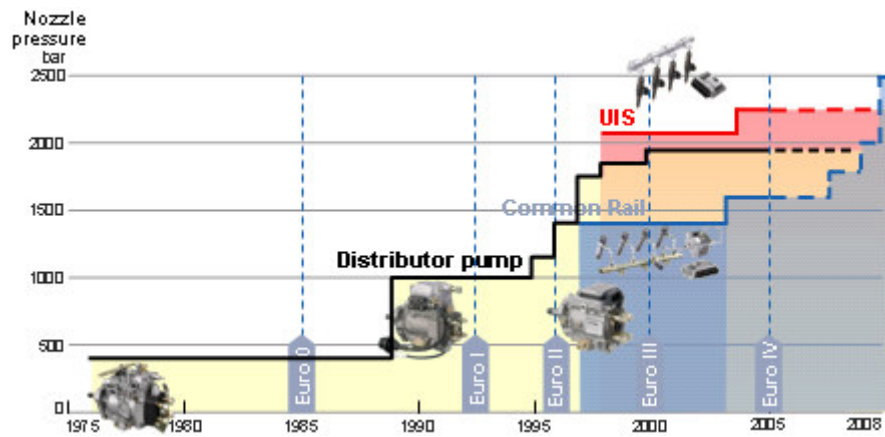


圖 36 噴射泵與噴射器導入應用於車輛的示意圖

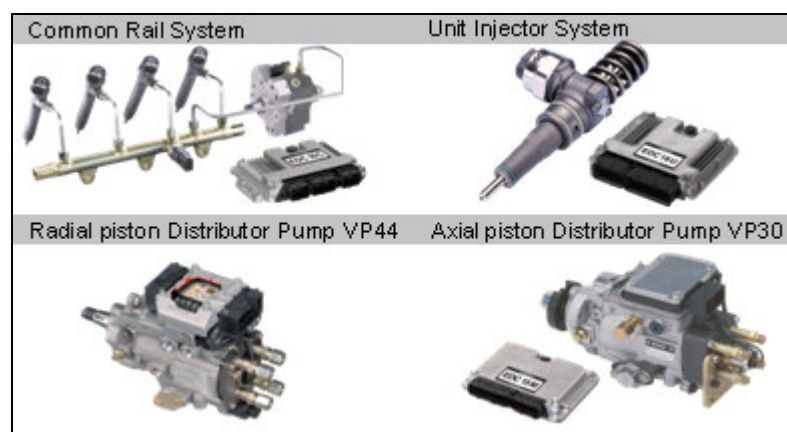


圖 37 應用於柴油小客車與 LDT 上的噴射泵與噴射器

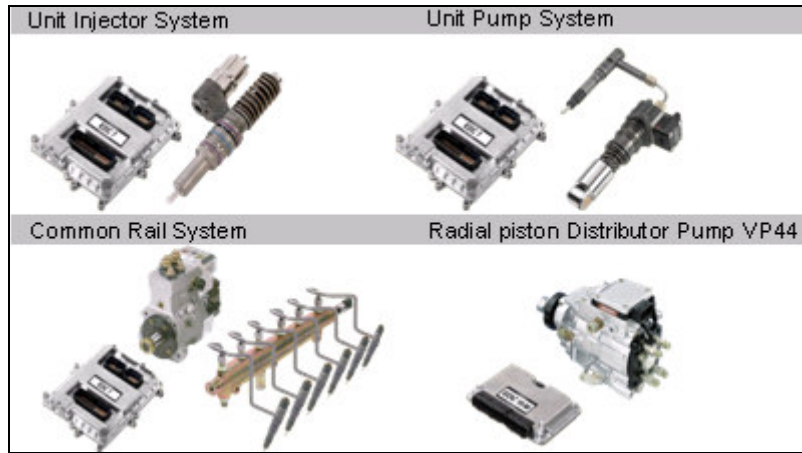


圖 38 應用於柴油 MDT 與 HDT 上的噴射泵與噴射器

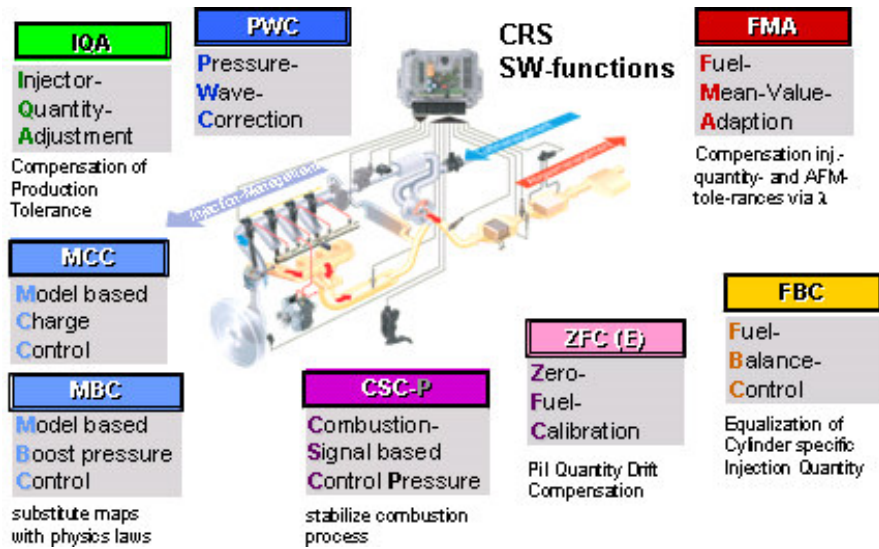


圖 39 新一代 ECU 控制系統內的修正參數



圖 40 符合五期法規標準的技術應用

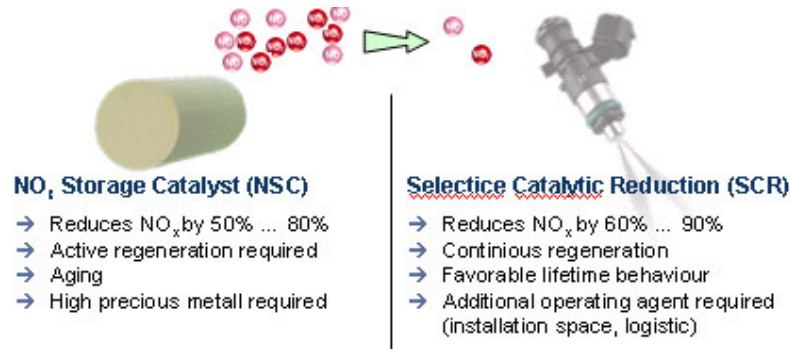


圖 41 NSC 與 SCR 降低排氣污染的成效

(十四) 參訪德國 VW 柴油車輛油耗污染測試與引擎動力測試實驗室

此次行程中參訪德國 VW 柴油車輛油耗污染與引擎動力測試實驗室，位於德國 wolfsburge，執行油耗污染測試實驗室共有 20 間，其中一間為模擬高海拔之大氣壓力控制實驗室、四間全車 SHED 蒸發測試室、三間小型蒸發測試室提供車輛燃油箱蒸發測試之用。車輛靜置室與測試室相鄰，共有兩層樓，上下移動採用電梯移動，而左右移動採用滑軌式移動車輛使能充分應用空間的巧思，可同時提供約 200 輛車輛執行靜置作業。由此可見 VW 車輛實驗室其規模遠超過德國交通部 (KBA) 所認可之法規實驗室，如 TÜV Pfalz 或 RWTÜV 等。VW 車輛油耗污染測試實驗室為確保其實驗室測試品質，均依循 ISO 實驗室認證要求，並有標準車測試車兩部 (汽柴油各一部)，每天於 20 間實驗室進行相關性測試比較以確認測試品質。

由於 VW 車輛油耗污染測試實驗室須支援研發單位的新車開發期間的相關測試，此外，該實驗室除了可執行歐洲 70/220/EEC 與 80/1268/EEC 之污染油耗測試，同時也可執行美國 FTP-75 及 SC03 與 US06 等使用空調及高負荷狀況下之污染排放測試，對應 11mode 污染測試與 10-15mode 油耗測試均有其對應之測試程序，供車輛銷售於各地區時，可順利取得相關認證。由於歐洲污染測試程序中 Type VI 測試為 -7°C 污染測試，由該公司人員表示實驗室設備建置費用約需 200 萬歐元 (9,680 萬台幣)，其使用頻率不是很多故成本回收效益較差。

參觀過程中對於其測試所使用的氣體位於測試實驗室一角的獨立空間，儲存相當多的氣瓶，而這些氣體均由該公司多名化工博士來所調配出來的，依照需求選用適當成分的氣體來提供進行校正與規零用，並可供應其全球各地相關研究及測試實驗室來使用。

VW 車輛油耗污染測試實驗室執行經理 Jorg D. Baronick 先生為歐洲車輛油耗污染相關法規制定的老前輩，超過 30 年以上的經驗，舉凡各種設備 (底盤動力計、分析儀、取樣系統) 及測試程序等議題均能提出中肯的建議。

(十五) VW 公司在柴油車輛的技術發展

由於世界能源正逐漸快速地減少中，更有些學者預估 50 年後石油原油將消耗殆盡，這將對國際造成一大衝擊，因此，為了減少燃油消耗的相關技術變成非常重要。對於柴油車輛的盛起，起因為降低燃油消耗量及燃油銷售價格比汽油便宜許多，使得至 2005 年 6 月止歐洲柴油車輛的銷售數量相當的多，尤其以西歐地區約 700 萬輛左右（各國柴油車市佔率約 40% 左右），而 VW 公司對於提升改善柴油車輛相關技術（燃油消耗及排氣污染方面）發展，如下列所示：

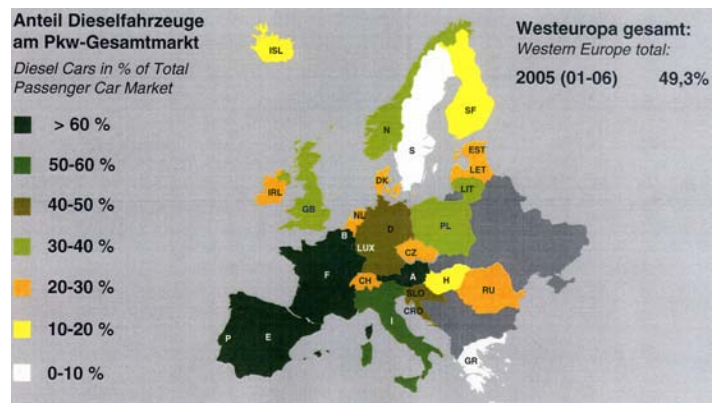


圖 42 歐洲各國的柴油車銷售數量百分比（至 2005 年 6 月止）

(1) 渦輪增壓式直接噴射器（Turbo diesel direct injector, TDI）

由早期 1976 年所發展出來的自然進氣式（SD）柴油引擎改良至 1993 年渦輪增壓式直接噴射器（TDI）柴油引擎，目前最新技術於 2003 年所推出的四進汽閥門渦輪增壓式直接噴射器（TDI）柴油引擎，具有高牽引力與扭力使得柴油車輛有更佳的車速表現、加速性、操控性及舒適性，如下圖 44 及表 10 所示，發現柴油引擎車輛的輸出功率及扭力均優於汽油引擎車輛，但其加速性於 80-120km/h 時表現稍差之外，其於均能與汽油車輛相比甚至有更佳表現。此外，還具有低燃油消耗性、低污染及增加車輛使用的耐久性，如表 4 所示，發現平均燃油經濟性較汽油引擎車輛來的佳。



圖 43 TDI 示意圖

表 10 2.0L 汽柴油車輛的性能比較表

	汽油引擎車輛 2.0L	柴油引擎車輛 2.0L TDI
最大輸出功率	130HP (96kw) /5700rpm	130HP (96kw) /4000rpm
最大輸出扭力	144lb*ft (195Nm) /3300rpm	228lb*ft (310Nm) /1900rpm
最高速度	131mph (210km/h)	130mph (208km/h)
加速性 0-100 km/h	9.9s	9.9s
加速性 80-120 km/h	13.5s	11.5s
燃油經濟性	12.8km/l (NEDC)	17.9km/l (NEDC)

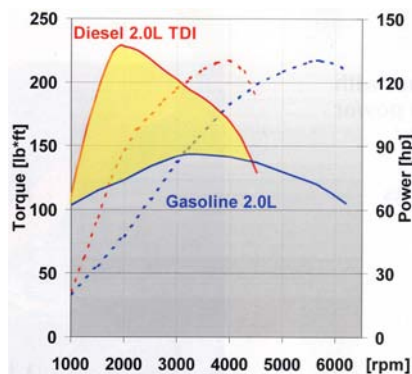


圖 44 汽柴油車輛之輸出功率及扭力差異情形

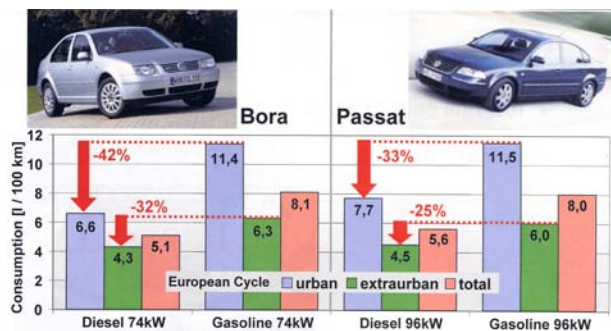


圖 45 汽柴油車輛之市區及非市區之燃油消耗差異情形 (NEDC)

TDI 技術應用對於環境改善有相當的助益，柴油引擎搭配 TDI 裝置較汽油引擎車輛每行駛 1 英里可減少約 33%(90g/mile)的 CO₂ 排放量，降低對於地球的溫室效應影響，如圖 46 所示。在未來仍

依照 ACEA 的規範來研發出低 CO₂ 排放量的技術與系統，及更省油的車輛。

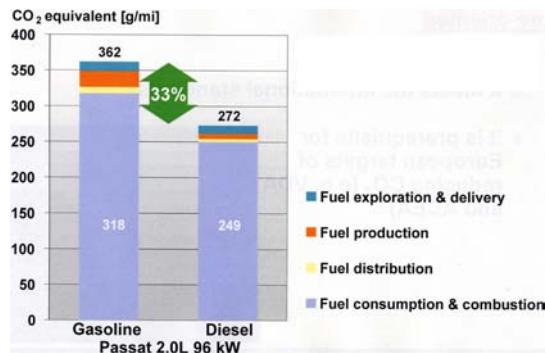


圖 46 汽柴油引擎車輛之 CO₂ 排放量差異比較

(2) 低污染柴油引擎 (Clean diesel engine) 之控制元件/系統發展

(a) 高壓燃油噴射系統 (High-pressure diesel injection system)

主要改善柴油引擎內燃機燃燒狀況，使提供適量的燃油至燃燒室產生足夠的動力，另外噴射過程產生良好的霧化及均勻分布，使燃燒效果表現更好，可避免浪費燃油消耗、減少黑煙排放及有效減少 CO、HC 及 NO_x 的排放，對於環境可大大地改善。

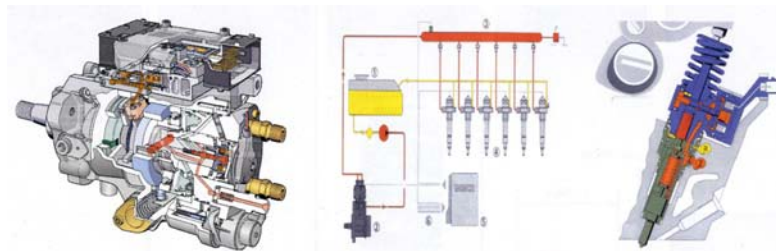


圖 47 高壓燃油噴射系統 (分配式噴射泵、共軌燃油系統、單點噴射器)

(b) 氧化觸媒轉換器 (Oxidating catalytic converter)

氧化觸媒是使排氣中的 CO 及 HC 氧化成無害 CO₂ 及水蒸氣 H₂O，而觸媒是促進氧化的進行，本身沒有變化。

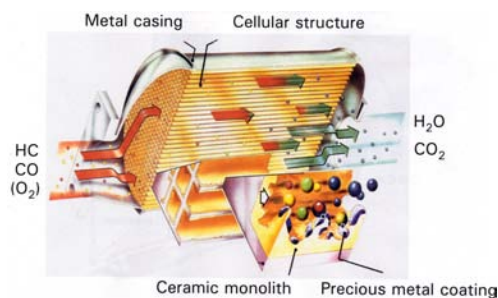


圖 48 氧化觸媒轉化作用情形

(c) NOx 觸媒轉換器 (NOx catalytic converter)

NOx 觸媒是使排氣中的 NOx 還原成無害的 N₂ 氣體及 H₂O 水蒸氣，而觸媒是促進還原的進行，本身沒有變化。

(d) 浮微粒質過濾器 (Particulate Filter)

主要利用浮微粒質過濾器來過濾車輛所排放出來的浮微粒質 (如 PM、NOx)，以大幅減少可能致癌的細微懸浮微粒排放，並使得有效提高環境的空氣品質。

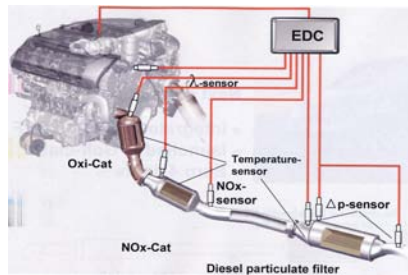


圖 49 NOx 觸媒轉換器與浮微粒質過濾器之裝配位置示意圖

(e) 燃油品質

依據“World-Wide Fuel Charter”規範燃油相關成分品質，使提升引擎達到最佳化燃燒、對氧化觸媒轉化器、NOx 觸媒轉化器及浮微粒質過濾器的影響降至最低，避免產生其他的化學反應或阻塞通道而降低其反應作用的效果，相對地影響環境空氣品質問題。由於柴油成分中硫含量過高時，會造成控制元件產生其他的化學反應造成使用壽命減短，因此，必須要有所規範，歐盟於 2005 年 Euro 4 法規中的市售柴油油品之硫含量成份必須低於 50ppm 才得以銷售，由於控制技術愈來愈精密，而其硫含量相對地要減至最低，接下來幾年來繼續研擬提出於 2009 年時市售燃油油品之含硫量必須低於 10ppm。

燃油的發展，從早期從石油原油提煉出的汽柴油、天然氣 (替代性燃料) 及再生能源 (生殖燃料) 到現今的再生能源 (氫氣燃料)，其發展趨勢為因應降低能源的消耗、排放 CO₂ (造成溫室效應的主要因素) 及有毒物質的排放廢氣產生所造成環境、人體與生態等問題。

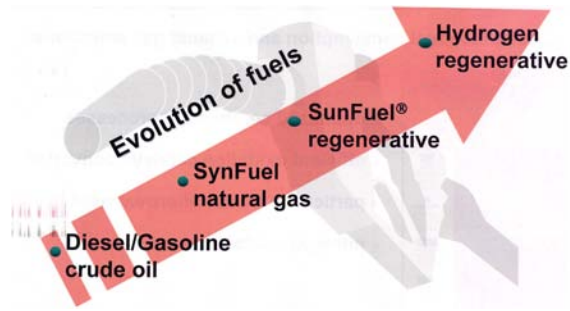


圖 50 燃油的發展趨勢圖

	2005 legislation	WWFC
Cetane number	min. 51	min. 58
Density kg/m ³	max. 845	820 – 840
Aromatics % wt.		max. 10
Polyaromatics % wt.	max. 11	max. 1
T90 °C		320
T95 °C	360	340
Final boiling point °C		350
Sulphur content ppm	max. 50..10 (2008)	max. 10

圖 51 2005 年 EU 的燃油規範與 2009 年 WWFC 的燃油規範比較

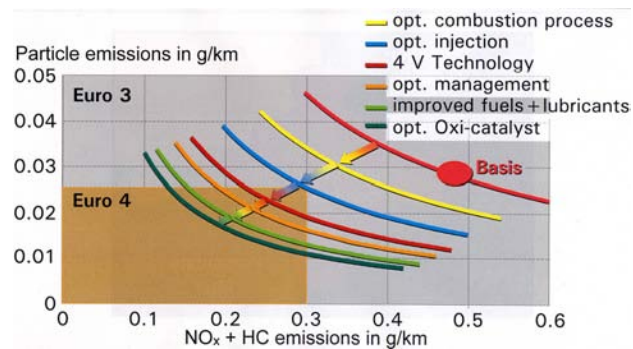


圖 52 各項技術應用後預期可達到的污染控制效果

VW 公司為提前對應 EURO 5 法規標準，為降低浮微粒質的排放污染量，對於採用浮微粒質過濾器只能達到些許的標準，但對於 HC 與 NO_x 氣體排放並沒有良好的控制效果，因此，VW 公司能極力於開發新的 HC 與 NO_x 後處理污染控制元件，來降低 HC 與 NO_x 的排放，如圖 53 所示。

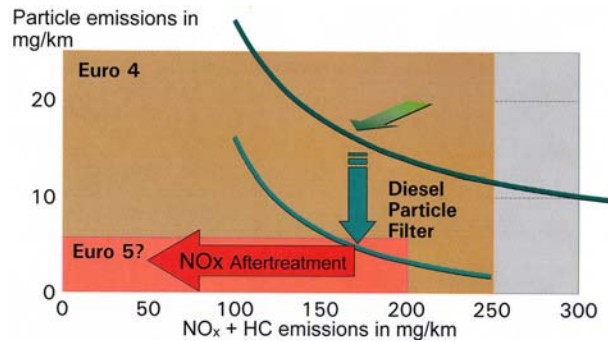


圖 53 污染控制元件技術應用後的控制趨勢

(十六) 參訪瑞典 Volvo 引擎動力測試實驗室

對於 volvo truck 的 powertrain 設計研發部門之引擎動力測試實驗室，其實驗室位於三樓，參觀其中兩間引擎動力測實驗室，由於引擎測試時會產生相當大的震動與噪音產生，因此，採用防震平台來減低震動不至於影響其他實驗室的測試與辦公室人員，其重量重達 20 噸材質為鑄鐵；為減低噪音對人員影響，測試室與監控室之間的透明玻璃，採用雙層玻璃每層厚度高達 20mm，當我們站在監控時位於引擎運轉所產生的噪音完全沒有感覺到非常安靜。

由於柴油油品種類非常的多，volvo 公司為深入探討了解不同地區主要國家的柴油或特殊柴油對於引擎的影響，提供共有十四種油品來測試，其燃油儲存地區位於一樓，而必須適當壓力來壓送燃油至引擎測試室內，其管路採用不銹鋼管路來輸送；機油種類有三種，其管路採用鋼材質，對於燃油與機油測試期間的供油溫度控制由熱交換器來控制溫度在 22°C 範圍內。

另外，volvo 公司開發引擎之研究測試過程中，其引擎測試時需要適當地引擎支架來固定支撐，因此，常常會因為引擎型式不同或修正而需要重新設計與修正引擎支架，然而往往是造成成本增加的因素，volvo 公司位於一樓地方設有一間小型機械工廠，可以讓工程師們隨時隨地可以方便利用，還可以減少成本支出。對於國內的柴油引擎動力測試設備與實驗室之規範問題，在參觀完 volvo 公司的實驗室後覺得有許多要改進的地方。