

## 目 錄

	頁次
壹、目的 -----	2
貳、過程 -----	3
參、心得 -----	4
一、世界各國環保規定現況及未來趨勢 -----	5
二、煉油廠煉製設備的改良 -----	6
三、車輛排氣設備之改善 -----	8
四、替代燃料(Alternative Fuels) -----	9
五、汽油氧化劑：MTBE、ETBE、乙醇的機會和挑戰 --	12
六、結語： -----	14
肆、建議 -----	15
附錄：	
一、世界燃油大會舉辦地點 -----	16
二、大會議程 -----	17
三、參考期刊 -----	19

## 壹、目的

透過參加研討會及蒐集研討會展出之資訊，進一步瞭解目前及未來世界各國對車輛排放新的環保要求，及為因應此環保要求，世界各油品煉製業者、汽車製造廠商、學術研究單位已提出或已開始實施之因應對策，除了增強自己在此領域之專業知識外，並提出建議，作為公司未來發展方向及設備改善之參考。

## 貳、過程

本次公元二〇一一年世界燃油大會舉辦地點位於美國路易斯安納州新奧爾良之 Hyatt Regency 會議廳（附錄一），共約 230 人參與，大會共舉行四天（三月 19 日至 22 日），大會議程（詳附錄二）如下：

三月 19 日：報到

三月 20、21 日：論文發表及議題研討

三月 22 日：資料展覽

## 參、心得

本次大會議題首先舉列目前世界各國對燃油排放標準之訂定現況及未來預訂標準，針對此標準，部份油公司及車輛製造商發表其因應對策及成果；惟因傳統車用燃油有其無可避免之污染性，許多國家乃相繼開發替代燃料，以達到零排放（Near-Zero Emissions）目標。另外原被譽為環保仙丹之 MTBE，因水溶性非常高，易導致地下水污染，且研究指出其具有致癌性，部份國家及地區已將其列為禁用或限制使用之汽油添加劑，對此與會代表及論文發表者均提出廣泛之討論；本心得報告即依此大會發表之論文順序再參考大會展覽資料（參考資料如附件二）撰寫。另由於論文發表之單位及與會人士，大部份（約佔九成）皆為美國各大石油公司及外國派駐在美國分公司之人員參加，發表論文所依據之資料皆以美國當地環保要求或統計資料為主，因此本篇心得之數據及參考資料亦以美國地區為主。

心得撰寫內容如下：

- 一、世界各國環保規定現況及未來趨勢。
- 二、煉油廠煉製設備的改良。
- 三、車輛排氣設備之改善。
- 四、替代燃料(Alternative Fuels)。
- 五、汽油氧化劑：MTBE、ETBE、乙醇的機會和挑戰。
- 六、結語。

## 一、世界各國環保規定現況及未來趨勢

為因應氣候之不正常改變及空氣、環境品質惡化，全球均致力於污染排放物之減量及控制，專家們認為首要在降低車輛硫化物的排放，因硫份與污染粒的排放量及氮氧化物（NO<sub>x</sub>）吸附觸媒的轉化效率有直接關係，且對身體之危害性最大

美國環境保護委員會於去年（2000年）底公佈了一項新的環保規定，目的在今後十年中大幅度減少以柴油為燃料的卡車和公共汽車造成的污染。根據新規定，汽油硫含量將自目前的300ppm，至2004年時降至30ppm，柴油硫含量10年後必須降低97%，而在2006年時即須低於15ppm，環境保護委員會估計此舉將分別使Nox及微粒排放量較目前減少90%及95%，同時要求使用柴油為燃料的卡車和公共汽車應當使用最先進的污染控制技術，以達到零排放（Near-Zero Emissions）為目標。

惟此新的環保規定在未獲政府批准前，在美國已有13個州宣佈州政府將提前採取措施，控制使用燃油的車輛對環境造成的污染，這些州中以加州對汽車排放的規定最嚴苛，此原因為加州人口高達34.5百萬，有超過90%的空氣是不健康；至於其它州亦決定仿效加州對煙塵及氮氧化物排放的禁令。

此外加拿大亦於1999年10月規定2002到2004年汽油硫含量最高為150ppm，至2005年則須降低至30ppm，約僅為目前硫含量之10%，柴油規範則還在研擬中；歐洲聯盟（EU）將於2005年起對汽油及柴油硫含量規定為50ppm，同時亦將規定汽油的芳香烴含量為35%，柴油中多環芳香烴則最多僅能11%。日本環境廳則準備向日本國會提交一份修正案，以對商用柴油動力汽車的使用者實施更為嚴格的控制，其中包括對顆粒排放量的控制和要求公司減少生產柴油車的數量，環境廳預計2002年實施此一法案。

新規定中提出的標準是否切實可行尚不太清楚，從技術和時間上來看，想如期達到新標準，難度極高。但與會者--各油公司、車輛製造廠商及學術團體，體認此乃未來必然之趨勢，因此均預為籌劃或研發新方案，以為因應。

## 二、煉油廠煉製設備的改良

為達到新的車輛用油含硫量標準，部份油公司開發之製程脫硫設備及成效如下：

(一) 菲力普石油公司(Phillips Petroleum Company)：

長期以來即投注於石油製程中脫硫設備之研發，1998 年開發出一套先進之汽油脫硫技術，稱之為菲力普 S Zorb 硫移除技術(SRT)，此技術係以吸付方法取代氫處理技術，在極少之辛烷值損失下，用於觸媒流體化床(FCC)汽油之脫硫；一般氫處理脫硫技術會明顯損失烯類化合物，而導致 5-9 研究法辛烷值(RON) 之損失，但 S Zorb 技術可將含 775ppm 硫之汽油減少至 10ppm 硫，而僅減少低於 1RON 之損失，並且 S Zorb 技術沒有裂解之活性，因此對於蒸餾出來汽油之性質及雷氏蒸氣壓(Rvp)不會產生影響。

S Zorb 技術之小型試驗工廠已證明此技術可行，菲力普已於美國德州 Borger 地區建立一座每日煉油量 6000 桶之大型工廠，預計於 2001 年五月初開始進料，其流程圖如下：

貼圖片

除了汽油外，S Zorb 技術亦開始嘗試應用於柴油脫硫，初步試驗顯示脫硫後之柴油硫含量可符合最近美國環保署要求之標準，並且已開始建造

試驗工廠。

(二)英國石油公司 (BP) :

BP 及 IFP(Insitut Francaise du Petro)結盟共同開發出之流體化床汽油脫硫設備：OATS (Olefinic Alkylation of Thiophenic Sulfur)，在去年十一月發表指出此套系統在極低之辛烷值及氫損失下，脫硫率可達到 99.5%，汽油含硫量降到低於 10ppm；BP 已在其美國德州及德國 Bayernoil 地區之煉油廠測試此套設備，並表示在 2003 年將安裝妥七組設備並開始運轉。

(三)Irving Oil :

應用 CDTECH 之 CDHydro/CDHDS 技術生產之低硫汽油可符合加拿大新的環保標準，此技術亦是用於流體化床汽油之脫硫，Irving Oil 公司亦為加拿大煉製業者惟一獲得“Auto Makers’Choice”認可之惟一公司。

當煉製業者著眼於各種脫硫技術的開發時，一些科學家及工程師則將注意力放在長期被忽視之技術：費熙-特洛普司程序(Fischer-Tropsch process)，亦即 Gas-to-Liquid(GTL)技術。GTL 技術係將天然氣等原料轉換成車用燃料，特別是柴油，此技術生產出來柴油即不含硫且高品質，其可同時符合環境和經濟之要求，美國能源政策已於 2000 年修正指出，從天然氣經由 GTL 技術生產出來之燃料可作為替代燃料之一種，目前全世界有四座商業性 GTL 工廠在運轉中，據估計在 2005 年使用 GTL 技術之煉油廠煉製量，合計將超過每天 176,000 桶；目前部份油公司使用此技術之情形如下：

- (一)Chevron/Sasol 聯合計劃在奈及利亞 Escravos 地區建造日煉量 30,000 桶之超乾淨(ultra-clean) 柴油 GTL 工廠，以提供 2004 年歐洲市場所需
- (二)Conoco 在 Ponca City,Okla.地區的煉油廠已建造一座日煉量 400 桶之 GTL 工廠，預計 2002 年開始運轉。
- (三)BP 計劃使用其專利的 GTL 技術，在美國 Alaska Kenai Peninsula 建造一座日煉量 300 桶之試驗工廠，此工廠係以天然氣為原料，預計 2002 年第二季開始運轉，若運轉順利將可使用其在 Alaska North Slope 擁有之大量天然氣蘊藏量。

### 三、車輛排氣設備之改善

除了煉油廠之努力外，車輛製造商亦應環保之需求，對車輛減廢性能加以研發，以改善排氣的污染性：

#### (一) 汽油車方面：

一般汽油引擎的熱效率約 30%，而柴油引擎約 40%，因此在省油性上汽油引擎要較柴油引擎差，三菱汽車即參考柴油引擎的優點，將傳統汽車引擎，空氣與汽油混合後，才引進汽缸內之作業形態，改為直接將汽油直噴於汽缸內，此稱之燃油直噴式引擎(Gasoline Direct Injection)，此種引擎不僅提昇引擎效率，最重要的是為順利上市，該種車款還特別使用新的三元觸媒轉換器、氮氧化物捕捉型(NOx Trap Type)觸媒及配合部份國家油品的含硫量偏高而加裝的選擇性還原型(Selective Reduction Type)觸媒，以符合各國的環保法規要求，據三菱汽車表示將可以在美國及歐洲上市。

#### (二) 柴油車方面：

為解決柴油車排氣問題，目前各車廠在柴油發動機上進行了多方面的改進，採用了許多新的技術，如(1)高壓噴射及減小孔徑：在這種車種中，噴射壓力最高可達 200 兆帕，噴油嘴的孔徑減少到小於 0.15 毫米，高壓力加上小孔徑，使燃油噴霧效果大幅度提高，進而使柴油車的排放品質得到極大的改善，根據福特公司的資料，與 1980 年相比，目前福特柴油車的微粒排放減少了 85%。(2)加裝捕捉粒子的過濾器：過濾器的功能係捕捉粒子，並利用排氣的熱量，定期燃燒掉積聚的污垢，以防堵塞過濾器，並進而使排氣之微粒降低，此種柴油車於 2000 年在法國已上市。



#### 四、替代燃料(Alternative Fuels)

在傳統燃料漸無法符合日益嚴苛之環境法規之際，許多國家及地區之煉油廠及汽車製造廠商正逐年研發汽、柴油車之替代燃料，以增進燃料之效率及降低污染物之排放，根據美國能源資訊部調查，目前約有 408,000 部使用替代燃料之車輛在美國道路行駛，使用之替代燃料包含：

##### (一) 甲醇

主要的甲醇替代燃料為 85%的甲醇和 15%的汽油，代號為 M85，在美國 1992 年只有 5000 部甲醇車，1999 年增加到 22,000 部，使用甲醇的車輛要避免水跑入，以免使攪配的燃料產生分層。

##### (二) 乙醇

使用乙醇的車輛可有效削減柴油車 NO<sub>x</sub>，通用汽車將在 2002 年於其 SUV 車種上，搭載編號 E85 的引擎，此引擎的特色在於能調整汽油及乙醇燃料的比例。

##### (三) 液化石油氣(LPG)

車輛用液化石油氣含有 90%以上丙烷、2.5%丁烷及較高之碳氫化合物，以及少數乙烷和丙烯，在美國的替代燃料以 LPG 為大宗，而日本計程車使用之 LPG，供氣站已遍佈全國。

##### (四) 天然氣

車輛用天然氣一般為壓縮天然氣(CNG)或液化天然氣(LNG)，車輛用壓力通常為 3000psi，排氣中 No<sub>x</sub> 少，日本業已使用於公共汽車或貨運車輛。

##### (五) 二甲基酯(DME)

在東京一結合 37 個包含公司和工業組織及二個大學會員的協會，已確定推動二甲基酯(DME)為一乾淨之能源，在未來將訂定 DME 之標準規格且開發與 DME 相容之汽車引擎。

##### (六) 複合燃料(Hybrid)

為裝載複數動力源的汽車，特徵是起步時使用電池，正常行駛後轉換為汽油並充電，所以電池可半永久使用，1997 年由 TOYOTA 首先量產。

##### (七) 生質柴油(Biodiesel)

所謂生質柴油，係以黃豆油或其它植物油所生產，其兼具了低污染（不含硫，CO 排放量較使用石化柴油低 30%）可再生性及可被生物分

解性，並且可直接使用於柴油引擎上，目前最常見的比例是以 20%的生質柴油混合 80%的柴油，稱之為 B20；首座生質柴油生產工廠係奧地利於 1982 年在 Styria 地區建立，自此廣泛應用於世界上，美國能源部在 1995 年即通過生質柴油為柴油之替代燃油，德國自 1992 年起生質柴油的使用量在 5 年間已成長 500 倍，1997 年全世界生質柴油產量約為 66.1 萬公噸。

#### (八) 燃料電池 (Fuel Cells)

傳統汽車引擎，是以燃燒汽油來產生能量，但 80%的能量卻以熱或磨擦力的方式流失，且排出大量的廢氣；反觀燃料電池利用氫氣和氧氣產生的電化學反應，把化學能轉變成電能來驅動一輛電動汽車，在一個完整的駕駛循環中可提供傳統內燃機引擎動力的二至三倍，反應過程中並沒有經過燃燒，只會產生水蒸汽，產生的污染明顯減少。

燃料電池技術發展的主要瓶頸是“氫”的來源，氧可取自空氣且儲存方便，但儲存純氫是困難且危險的，目前發展之系統包括使用純氫或將甲醇、碳氫化合物(如汽油)轉化成氫的技術，其優缺點如下：

1. 氫：車輛配備最簡單，排放物零污染，但儲存及運輸危險性最高，能量密度(energy density)低，並需花費龐大經費重新建立氫氣加氣站基礎設施。
2. 甲醇：能量密度較氫高，排放物污染低，但需在車上裝設重組器 ( reformer )，亦需重新建立甲醇供應站基礎設施，毒性又高。
3. 碳氫化合物(Liquid hydrocarbons)：能量密度最高(甲醇的二倍，液態氫的四倍)，加油站基礎設施完善，排放物污染低，但需在車上裝設重組器 ( reformer )。

以上三種燃料，以碳氫化合物最被看好，因目前每天生產之汽油及柴油(碳氫化合物之來源)即接近二十億加崙，且已有超過 350,000 之零售通路已設立，可同時供應燃料電池車輛(FCVs)及內燃機引擎車輛(ICEs)之燃料，讓消費者在一種熟悉且無安全顧慮下接受此一產品，GM-Toyota-Exxon/Mobil 即組成一聯合研發團隊，針對以碳氫化合物為燃料作模擬試驗，GM 於此次大會發表之論文指出，其質子型碳氫燃料電池車輛 ( prototype hydrocarbon FCV ) 將於 2002 年三月上市。

至於甲醇型之燃料電池車輛則由戴姆勒 - 克萊斯勒 (DaimlerCrysler) 與福特策略聯盟，宣稱在車內的重組器 ( reformer ) 即可由甲醇萃取出氫以提供引擎動力，其承諾在 2002 年將會有燃料電池巴士上市。

過去十幾年來，燃料電池技術的發展，直可媲美於百年前內燃機技術突破造成的工業革命，加上其對環境生態的低破壞性，因此根據國際行銷公司 Frost&Sullivan 的預測，在未來五年內燃料電池汽車的市場成長率，每年將高達 50%。

替代燃料雖然部份均已達商業化階段，但利用這些原料的問題，首在缺乏供應系統，若與目前廣佈之汽油管線、運輸系統與加油站相比，則困難立現，這也是未來消費者購買替代燃料車的主要顧慮。

## 五、汽油氧化劑：MTBE、ETBE、乙醇的機會和挑戰

為了降低汽油因燃燒而排放出高濃度的鉛、一氧化碳及增加汽油的含氧量，並維持汽油之辛烷值，從 1980 年代開始，汽油開始添加 MTBE 成為無鉛汽油，至 1990 年美國新空氣清淨法案中規定新配方汽油一定要有 2.0wt % 的含氧量後，美國的 MTBE 產量由 1985 年的每日 3 萬 4000 桶，增加為 1999 年的每日 21 萬 6000 桶，1999 年美國使用的汽油中有 3.65 % 為 MTBE。

然而 MTBE 這些效益現正受到嚴厲的考驗，首先 MTBE 的水溶性非常高，會經由地下儲油槽、輸油管路的漏出，輕易的滲入地下水中而四處流竄，流竄距離且深而遠；其次 MTBE 有一種很特別的氣味和味道，致許多人一聞到汽油就會頭昏眼花、身體過敏發疹、呼吸氣官出現問題等，另外最重要的是 MTBE 比其它的有機化合物難於被生物分解，因而能殘存於地下相當久。

最近幾年已陸續有因 MTBE 的洩漏而造成地下水的污染報告，據調查加州至少已有一萬個地下水源遭受 MTBE 的污染，並有超過 20 個湖泊也被檢測出含高濃度的 MTBE，2000 年 4 月美國第一宗 MTBE 造成地下水污染的跨州法律訴訟案，首度向伊利諾州法院提出指控，控訴書指出英國石油 (BP)、ExxonMobil、Shell 等多家大型煉油廠商，由於製造與銷售 MTBE 而造成全國性的地下水污染，此些業者在過去二十年來一直陰謀誤導政府與社會大眾，隱瞞 MTBE 的真正危險性，其提研究結果指出，MTBE 的確具有致癌性，如果長時間接觸會有明顯的疲累感、頭痛、氣促等症狀。

因此，過去四年來，甲基第三丁基醚業者在美國不斷的遭遇到來自各方的質疑，在美國國會目前尚有累計超過 30 個法律草案，旨在限制或禁止這項化學品做為汽油添加劑的用途，同時，在美國 14 個州亦紛紛頒佈性質相同的法令或行政命令，其中在加州最早對於 MTBE 的問題做出回應，規定在 2002 年底以前，加州的汽油必須完全停止添加 MTBE。

面對禁用 MTBE 的未來趨勢，已有以乙醇(Ethanol)替代 MTBE 的法案提出，且獲得美國兩黨關鍵性參議員的支持，另外加州空氣資源委員會(CARB)亦希望在限制 MTBE 之使用時，能以乙醇來替代，倘若此項提議成為法律，汽油中使用的乙醇，於十年內將增加三倍，乙醇生產廠商將可取得數以十億美元的市場。

惟目前乙醇之供應量並無法充份滿足市場所需，且以乙醇替代 MTBE 尚有下列之問題須要解決：

- (一)乙醇之雷式蒸氣壓(RVP)為 18psi 較 MTBE 之 8-8.5psi 高出甚多，RVP 增加 1psi，會增加 17%臭氧排放氣及 40%揮發氣體排放量。
- (二)乙醇汽油相對於 MTBE 汽油，NOx 排放量多了 10%。
- (三)乙醇極易溶解於水，很難以管線輸送，因此攙配乙醇後之汽油必需以槽車運送，且必需在發貨的油庫攙配乙醇，因此將提高汽油成本。
- (四)乙醇汽油會延長苯在地下水內的存在期，增加清理困難度及清理成本。
- (五)使用乙醇汽油的汽車處於空檔時的排放量明顯增加。

除此之外，以乙醇替代 MTBE 將使得製造 MTBE 原料之一的甲醇生產工廠面臨關廠的命運，在加拿大的 Methanex 公司即因美國加州(MTBE 消費量佔了全球甲醇需求量的 6%)決定自 2002 年底起禁用 MTBE 遭受損失，將尋求補償 970 百萬美元，而一般煉油廠為因應此項變更，必需投入龐大的資金去更新煉油廠與儲槽的設備，此可能導致汽油價格飛漲，更何況部份研究顯示 MTBE 的化學特性，如高辛烷值及低 RVP 對潔淨空氣及稀釋汽油中之致癌物確有助益。

因此美國學者、煉製業者建議政府決策部門，是否針對 MTBE 造成地下水污染的問題上採取某些措施加以解決，如儲槽整修及維護保養的加強，並研究 MTBE 對於人體是否具有明顯的危害性，而非一味立法禁用它；且規定以乙醇替代 MTBE 前需仔細評估所有的科學事實，需顧及在亞太國家皆視 MTBE 為達成汽油無鉛化的方案時，美國的決定是否會對這些國家造成負面衝擊，避免基於政治與情感驟下政策，導致長期、嚴重及負面後果。

## 六：結語

對於環保法規的訂定，若政府單位未提出一合理的規劃，僅一味制訂煉製業及車輛生產業無法達到之環保標準，則在未來十年間，不僅燃油供應量會日益短缺，使相關產業趨於癱瘓，且大多數煉油廠為實現汽、柴油含硫量的新規定，將無法進行必要的投資或乾脆予以關閉，在惡性循環下將帶動燃油價格上揚，從而影響經濟的發展。

美國國家石化及煉油協會（NPRA）即建議硫份之最高限制量為 50ppm，除可使煉油廠投資合理化外，也可使柴油引擎符合顆粒排放標準，並達到顯著的降低 Nox 排放量，另在制訂環保標準時，實施的時程也應該全面的修改，工程及製程才有辦法配合。

因此面對生態環境日益惡化下，如何兼顧環境保護及經濟發展實有賴於政府、車輛製造廠、煉油公司三方面共同協商發揮智慧，提出可行之方案。

## 肆、建議

身為地球村的一份子，台灣無法也不可能自外於世界環保要求的潮流，且為了國民健康，政府之環保政策必定逐年參考國外先進國家之標準愈形嚴苛，而本公司在面對台塑石化之競爭及油品自由化，未來生產之過剩油品勢必出口販售至其它國家，在此等因素下，油品含硫量之降低，將是未來本公司煉油製程設備改善及投資之重要項目之一。

其次對於甲基第三丁基醚(MTBE)之功過，不僅在本次大會引起爭議，在國內外之知名期刊上亦有相當多對其性質研究之論文發表，褒貶不一，本公司目前亦添加 MTBE 來增加汽油之辛烷值，未來對 MTBE 是否禁用及其替代品應及早研擬因應對策。

另外在石油日益枯竭，而傳統石化煉油設備為符合環保要求，投下之資金逐年增加，替代燃料未來在燃油市場之所佔之比例將逐年提高，而以碳氫化合物(如汽油)轉化提供氫之燃料電池(Fuel Cells)，可在本公司既有之設備及產品上，引進國外技術，研發其可行性。

最後要感謝公司提供職此機會參與這次盛會，對於職之視野及專業知識之增進助益良多，未來必定將所學應用在工作上，期盼對公司有所貢獻。

## 附錄一、世界燃油大會舉辦地點



## 附錄二、大會議程



### 附錄三、參考期刊

- 1.2001 年世界燃油大會發表論文
- 2.World Refining March 2001.
- 3.NPRA March 19 2001.
- 4.NPRA March 20 2001.
- 5.Chemical Engineering March 2001.
- 6.Gas-to-Liquids News March 2001.
- 7.World Fuels Today March 15 2001.
- 8.Oxy-Fuel News March 19 2001.