

出國報告（出國類別：其他）

2013 SAE World Congress 暨底特律車輛產業 參訪活動

服務機關：經濟部 技術處

姓名職稱：林浩鉅 簡任技正

派赴國家：美國

出國期間：102年4月13日至4月21日

報告日期：102年6月26日

摘要

行政院已將「智慧電動車」列為 4 大新興產業（包括雲端運算、智慧電動車、智慧綠建築、發明專利產業化）之一，同時「能源國家型計畫」中智慧車輛與電動車輛亦是本處重點推動產業，本次行程主要參訪美國自動機學會所舉辦之「SAE 2013 World Congress」，會議以「Achieving Efficiency」為主軸，由 AVL 等舉辦 3 場主軸論壇及近百場論文發表，可協助參與者收集資訊、建立標竿與強化合作夥伴關係，各國重要車廠日本 Honda、Nissan、GM、FORD、Hyundai 等均以技術展示為重點，與一般車展以新車展示為主軸完全不同，不以整車展視為重點，反而介紹整車廠在引擎、Hybrid 系統、車電系統…等關鍵系統的最新發展趨勢，可謂小而美的技術展示會，除參加年會活動外，本團特別安排參訪 GM R&D、密西根大學（UM）車輛實驗室群、AVL、Munro、AVL 等研究機構與廠商，並參加協會與國建會共同主辦研討會活動，與當地業者、研究人員、資深華裔車輛工程師等，對國內外車輛產業發展趨勢交換意見，未來將作為本處推動智慧車輛與電動車領域之重要發展依據。

本次活動特別藉由技術處於 2005 年發起成立的車輛領域法人研發共通平台-台灣車輛研發聯盟（TAIWAN AUTOMOTIVE RESEARCH CONSORTIUM 簡稱 TARC）共同參與，偕同學界及業者為主的 SAE 台灣分會共同拓展國際關係。

過去兩三年各國在推動電動車輛均面臨發展不順之窘況，全球各地所推出之電動車計畫均未達預期目標，其所牽涉議題甚廣，除技術瓶頸外，環境資源與社會議題亦是重要影響因素，本次行程收

集研析各國在新能源車輛發展上所遇到瓶頸與轉軌突圍之策略，可作為我國擘劃未來車輛科技研發之重要參考。

目次

壹、 出國目的	5
貳、 參訪行程	7
一、 行程表	7
二、 團員名單	8
三、 行程內容	9
參、 結論與建議	39

壹、出國目的

本次出國目的在瞭解車輛動力系統與綠能車輛領域的國際領先技術現況，取得國際最新車輛發展趨勢，與美國及世界級重要廠商及研發單位進行技術交流，以探討實質研發能量，作為我國相關產業未來技術研發創新可行方向之建議，參訪大學及實驗室，以促成未來可能之技術交流與合作。

行程中主要參訪美國自動機學會所舉辦之「SAE 2013 World Congress」，本次會議以「Achieving Efficiency」為主軸，由 AVL 等舉辦 3 場主軸論壇及近百場論文發表，可協助參與者收集資訊、建立標竿與強化合作夥伴關係，除參加年會活動外並參訪密西根大學 (UM)、AVL、Munro、AVL 等研究機構與廠商，尤其 AVL 在汽車研發頗具盛名，國內許多研究機構與廠商之引擎動力測試設備均購自 AVL，而近年亦投入引擎動力研發，其所設計一款 Range Extender 在國際間頗負盛名，此行得以實際瞭解相關研發策略，同時行程中亦將拜訪當地「國建會」及本部許俊宸顧問（前 GM 研發總監，車輛領域專家，本部無給職兼任顧問），就教未來汽車產業發展利基，並參加協會與國建會共同主辦研討會活動，與當地業者、研究人員、資深華裔車輛工程師等，對國內外車輛產業發展趨勢交換意見。本次目的主要是參加 2013 SAE world congress 展覽與討論會，此活動雖有整

車廠參與，但不以新車展示為重點，反而著重在創新技術的介紹，是最適合研究單位或產業技術發展規劃者參與的展覽活動，此行可瞭解最先進和完整的車輛產業趨勢，以作為我國發展車輛技術之參考。

在環保排放標準趨嚴及汽車工業轉型的驅動之下，新能源車已成為汽車產業發展的重要議題，尤其過去一年各國電動車推動不順利，但環保法規實施確迫在眉睫，各國政府及車廠在電動化與引擎精進上不只沒有停止腳步，更投入龐大資源加速研發，故本次同時國建會合辦研考會，主要針對美國新車耗能標準(CAFE)的制定對汽車電力電子研發的挑戰、硬體迴路中的引擎模擬測試、從 NVH 觀點看 Benchmarking 的價值、汽車電動化發展/模擬/測試實例、由最佳化推進創新設計、北美汽車市場發展趨勢預估、自動變速箱設計、鋰電池電動汽車未來的展望等議題深入研討，每個議題都能與講師親身互動請教，對於國內未來投入研發與國際技術接軌之連結，提供重要的參考。

貳、參訪行程

一、行程表

2013 SAE Detroit Visiting					
DAY	Date	星期	Schedule		
			AM(0900~1200)	PM(1200~1700)	Location
1	4/13	六	Taipei		Taoyuan
2	4/14	日	Detroit(拜訪國建會及本部許俊宸顧問)		Detroit
2	4/15	一	U of M		Detroit
3	4/16	二	2013 World Congress		Detroit
4	4/17	三	GM R&D	Munro	Detroit
5	4/18	四	SAE/MCAPA Tech Seminar	SAE HQ Meeting	Detroit
6	4/19	五	AVL	Ford Rouge Plant	Detroit
7	4/20 4/21	六 日	Detroit Airport /Taoyuan Airport		Detroit Taoyuan

二、團員名單

全團共 9 各單位 22 人

序號	姓名	所屬單位	職稱
1	林浩鉅	經濟部技術處	略
2	江進豐、張祖錕	金屬中心	略
3	王漢英、劉家宏 江文書、簡金品	工業技術研究院	略
4	陳俊雄、林克衛 施冠廷、翁國樑	車輛中心	略
5	林永裕、陳惠智 許永輝	國瑞汽車	略
6	林漢卿、許志山 楊榮信、施正傑	中華汽車	略
7	黃炳勳、黃國雄	華創車電	略
8	林俊男	輝創電子	略
9	溫健平	經濟部標檢局	略

三、行程內容

*密西根大學 Lab 參觀

由彭暉教授負責接待，共參觀了他們的引擎實驗室及電池檢測實驗室，基本上該引擎實驗室剛設立完成，可執行 Serials Hybrid 測試，動力計吸收功率達 250kW，採雙軸出力可一端連接引擎，另一端裝置發電機或馬達。實驗室主要是教學用設備，並與當地車廠合作訓練與研發下一代引擎技術。



圖 3.1 混合動力引擎實驗室

電池檢測實驗室可進行 cell 的充放電的測試研究，主要是量測一些充放電與溫度的關係研究。能量不大僅能執行至 Module 測試，pack 應無法執行。另外也參觀該學校另一項醫學工程研究實驗室。主要協助醫療單位開發醫療研究教具，運用目前炙手可熱的 3D 列印技術，以矽膠及其它材料複製人體模型供醫療進行侵入性實習，另外醫療工程也協助分析量測人體在手術鑽切過程中溫升狀況，並發展降低溫度醫療工程開發技術，目前本處科專亦積極投入，後續應可互動交流。



圖 3.2 密西根大學參訪

* UMTRI 參訪

UMTRI 為密西根大學運輸研究所的縮寫(University of Michigan Transportation Research Institute, . UMTRI)，主要承接美國政府一項大型交通運輸研究計畫而成立，本處目前由資策會與工研院執行之車載資通訊計畫與該計畫進行合作，分享資料庫與計畫成果。

該單位員工約 141 人，包括專職研究人員，技術和行政人員，教學教師參加與大學學術部門，研究生和其他輔助人員。此為臨時安排行程以取代 EPA 之行程，該單位為一智慧運輸研究機構，UM 彭暉教授負責其中之研究計畫，主要介紹目前底特律地區的智慧車載運行研究計畫。此計畫為美國運輸部和密西根大學合作研發的一套車輛無線通訊裝置，能讓路上的車輛彼此溝通「對話」，近期內將有 2800 輛卡車、轎車、巴士，在密西根州安亞伯市實際上路測試，希望藉此提高道路安全、減少車禍。目前運行車隊規模為 200 部，包括私人小型轎車與商用大卡車車隊共建置完成 25 站 RSU 車上裝置有 GPS、OBU、data logger、camera、BPS、TPS、speaker 等 sensor。此計畫剛開始半年而已，還在推動當中，資料傳輸採回廠下載，所以不具無線傳輸功能，

但計畫著重在資料處理與分析技術，從駕駛行為分析到危險警示都納入運行規劃中。這項耗資 2500 萬美元（約 7 億 4900 萬台幣）計畫，獲 8 大汽車製造商支持，目前已有 2800 輛，一年實驗期間產生的龐大數據，將傳回運輸部分析。運輸部和密西根大學希望，這些資料能顯示這套裝置可減少交通事故，最終使其成每輛車的標準配備。



圖 3.3 UMTRI 車載通訊專案簡介

* SAE 年會

今年的展場大部分以混合動力車輛為主，不同去年以電動車為主，可見混合動力的時代已經來臨，小引擎是未來的趨勢，而 Lotus 展出增程式引擎為主的電動車輛，其增程引擎為目前發展另一主流。其 Lotus 增程引擎為 1.2 升的 3 缸汽油引擎，本體以鋁合金打造，並將汽缸體、汽缸蓋以及排氣頭段整合為一單體結構，簡化了引擎本體結構，並達成輕量化的目標。而這具引擎能夠於 3,500 轉時釋放最大 47 匹馬力的 1.2 升汽油引擎，則為 Lotus 發電機角色，並不直接負責動力輸出，而是藉由汽油引擎發電為電池組充電，延長電動馬達行駛的續航力。



圖 3.4 Lotus 增程引擎車輛

在傳統引擎發展方面，FEV 展示一部具有雙渦輪符合 Euro-6 之柴油引擎，其技術特點為只使用 EGR 技術與氧化觸媒 DOC 即可達到符合法規要求，主要目標為減少 SCR 系統之成本。Ford 展出 1.3L 之小引擎。另外，SCUDERI 公司發表分離循環式引擎(split cycle

engine)，主要是改進四衝程行程分別為於兩個氣缸內的一對活塞，一個用於進氣及壓縮過程，另一個用於動力及排氣過程，每個四衝程行程在曲柄軸的一個整周轉中完成。該公司宣稱比起傳統引擎效率可從原來 33%提高到 40%，而廢氣可降低 80%。

今年 Ford 於 SAE 會場中展出 1.0L 與 1.5L EcoBoost 引擎，此引擎為四缸 1.5 升，此引擎主要技術為利用電腦控制離合器來控制冷卻水泵，進而提高引擎效率減低引擎暖機時間。1.5L EcoBoost 引擎具備 177bhp/6000rpm 最大馬力，與 240Nm/1500-4500rpm 峰值扭力，透過鋁合金本體、雙凸輪軸、渦輪增壓、缸內直噴與可變汽門正時等技術，平均油耗進步 20%，二氧化碳排放量也減少 15%之多。



圖 3.5 Ford 1.5L EcoBoost 引擎

展場上有 Honda、Ford 等車廠，提供插電式油電混合動力車輛的設計，如下圖所示，其中 Honda 有別於往年所宣傳的 Fit 電動版，特別針對 Plug-In HEV 提出三種設計，以因應不同用途來提高市場的涵蓋性，而與展場活動的同時，Honda 在 Cobo Center 的研討會中亦說明其 HEV 在電能煞車回充的技術，如下圖所示，為其電力伺服煞車系

統(Electric Servo Brake System)的實體機構，可見 Honda 在發展 HEV 的技術與佈局。



圖 3.6 SAE 展場上的油電混合車輛

(左為 Ford C-Max；右為 Honda ACCORD)

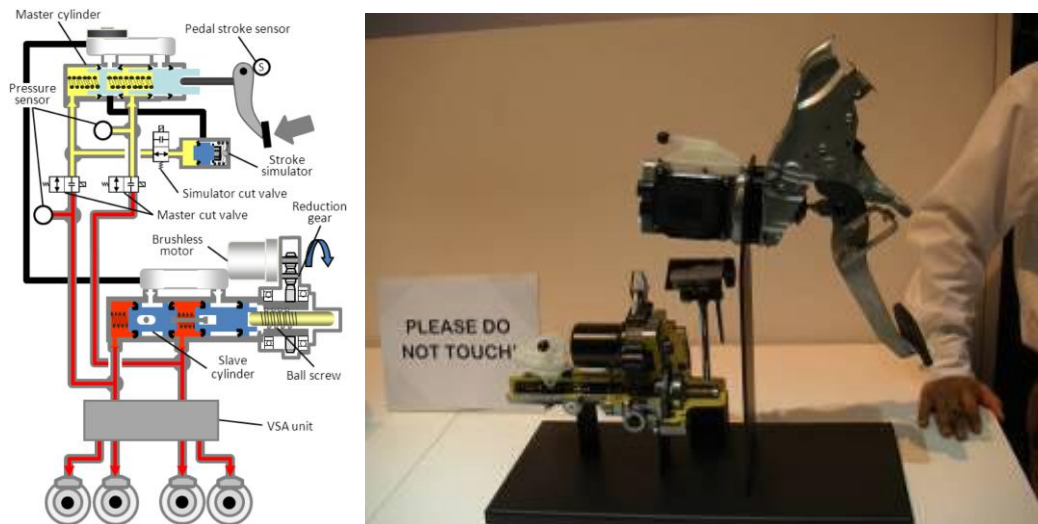


圖 3.7 Honda ACCORD 的 Electric Servo Brake System

而 Nissan 則展示第二代 Leaf，如圖所示，先是在 Inverter 與 PCU 上進行整合，藉此縮減體積和重量，同時藉由電池技術的改良，再達到原本 24KW 電容量的前提下，將電池重量減少為第一代 Leaf 的 80%，以提高 Leaf 的續航力。

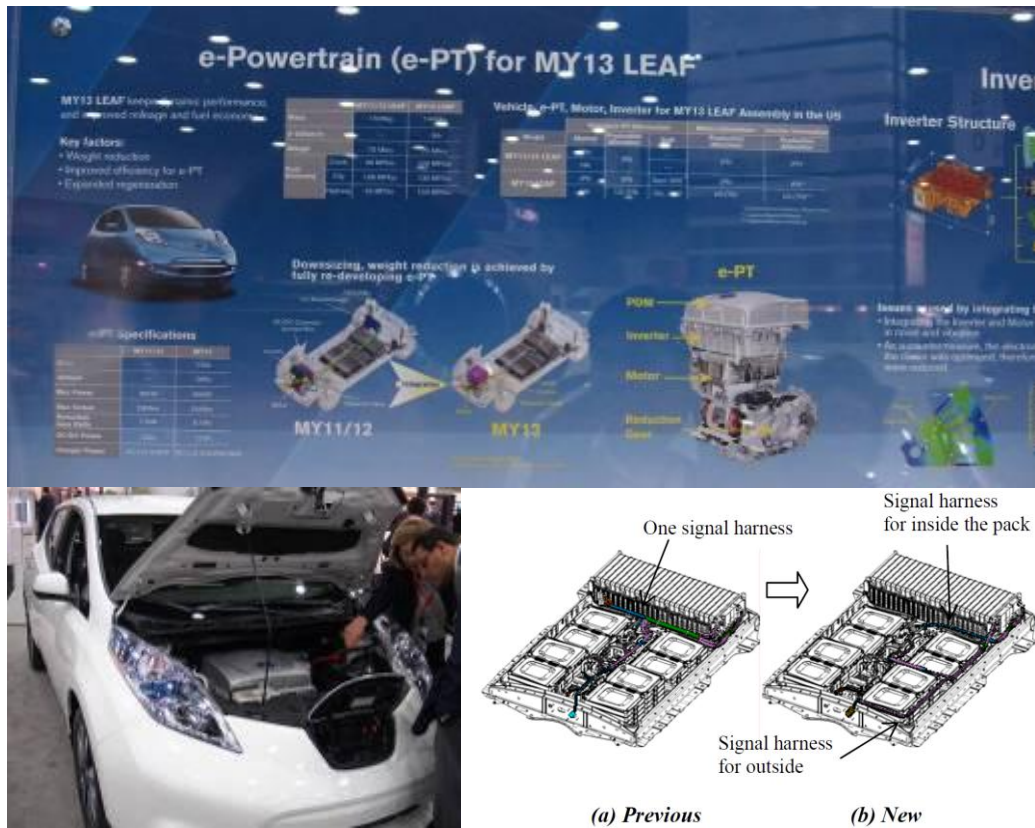


圖 3.8 Nissan 新一代的 Leaf

Delphi 於 SAE 展場上展示車體碰撞預警系統(Collision Mitigation System, CMS)，下圖為系統作動示意圖，主要是使用雷達與影像融合技術去強化前方碰撞之準確度和可靠度，可分類車輛與行人，與其它類似產品的差異性是可同時提供中距離和長距離目標檢測，採用的頻率為 76GHz，其雷達掃描技術也可以和智慧巡航控制或主動巡航控制 (ACC) 的系統結合，透過雷達偵測前方車輛或物體的固定間距，自動地調整車輛行車速度。當碰撞危機可能發生時，藉由碰撞預警和緩解系統，輔助煞車和煞車制動器便能啟動作用。

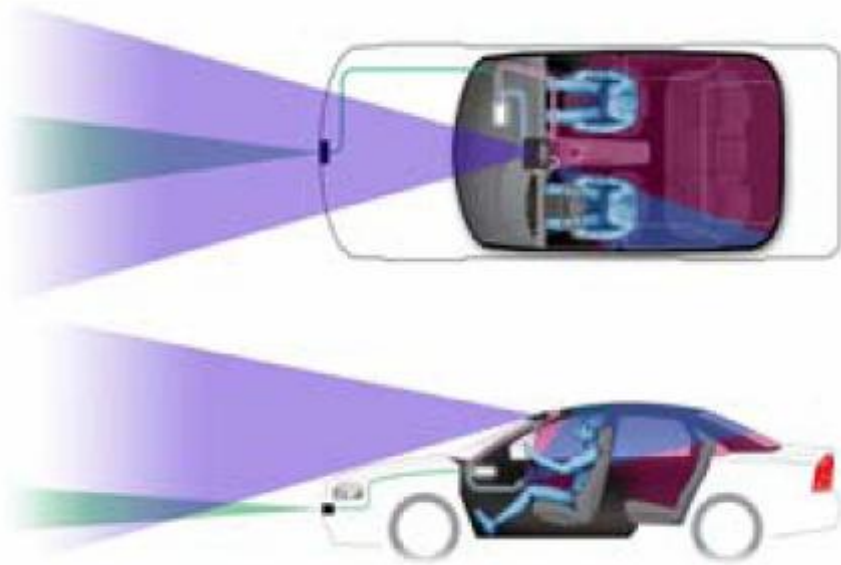


圖 3.9 Delphi 車體碰撞預警系統

韓國 SL，產品是使用全周影像的攝影機去作障礙物距離辨識，展是人員表示日間的障礙物辨識率平均約 90%，晚上的障礙物辨識率約 80%，現場展示的方法是使用模型車，並且結合整合車身四個高解析度攝影機，在倒車或路邊停車時，能同步顯現出四周的鳥瞰圖，避免在停車過程中因為視野死角而造成意外，相當適合在台灣地區狹小的巷弄內使用。但停車位置能否停妥車輛，則需靠駕駛自己的經驗來判斷，其展示品如圖所示。



圖 3.10 SL 車輛 360 度環景系統

Honda 的 LaneWatch 盲點顯示系統預計在一些雅哥車型上推出，並非只有高階車款，它是 2013 雅哥 EX 及更高階的轎車車型、EX-L 轎跑和大多數 2013 歌詩圖車型的標準設定。該展場人員在介紹時表示，LaneWatch 技術入圍了 AOL Autos 2012 年度最佳科技獎候選名單。透過將攝像頭安裝在乘客側面外後視鏡下方，標準的 8 英寸色彩智慧多資訊顯示幕 (i-MID) 會顯示乘客側面車道廣角視圖。當右轉彎信號被啟動或轉向信號撥杆末端的按鈕被按下時，圖像就會顯現出來。駕駛者也可以自行設置是否使用這個功能。通常乘客側鏡的視角範圍大約為 18-22 度，但 LaneWatch 盲點顯示系統的視野範圍擴大了四倍左右，接近 80 度。該系統可說明駕駛者看到車輛盲點內的路況、行人或目標。為了讓距離判斷變得更輕鬆，該顯示系統還提供三道輔助線。鼓勵司機在改變車道前還要從視覺上確定一下路況。



圖 3.11 Honda LaneWatch 技術介紹

* GM R&D center

主要參觀其研發總部之燃油噴霧與燃燒研究實驗室，基本上與一般同質性實驗室能量一樣，不過目前研究重點主要對應是 Obama 宣佈在 2025 年要達到 54.5 之 mpg 政策要求，為對應此要求高壓共軌為必然趨勢，該實驗室氣室壓力可達 100bar，可見高壓縮比應該也是發展技術之一，GM 採與 BOSCH 共同開發策略，對噴油嘴從液滴到氣化程度做相當深的研究，所得數據會再回饋給開發人員進行分析。燃燒分析就是一般的擴散分析倒沒什麼特別，這跟過去實驗上並無差異，唯有的就是上述兩項之高速攝影提高到 25000fps，而且同步分析的相當精準。

另外，額外安排參觀了 GM 實驗支援單位，主要發展測試用之軟

韌體系統。他們與 AVL 合作發展一套系統” puma” 係對應 GM 特別需求而發展。整體設計流程為 需求展開→ 建模→MIL→設計開發→HIL→實測→回饋..等發展流程，這手法相關 spec and input parameter 是 GM 的 knowhow。



圖 3.20 GM R&D center 參訪

* Munro 公司參訪

Munro 為一家私人顧問公，從車輛、飛機小至零組件都提供相關顧問服務，他們提供服務首重 Benchmark testing，除產品優化方案以外也提供整體成本分析，係一家將客戶雛型推向商品極有經驗的公司，該公司也自創一套專案管理與評價流程很值得參考。若執行整部車 Benchmark test 索價約莫 10 億台幣，價格相當的高昂。



圖 3.21 Munro 參訪

* 國建會技術研討

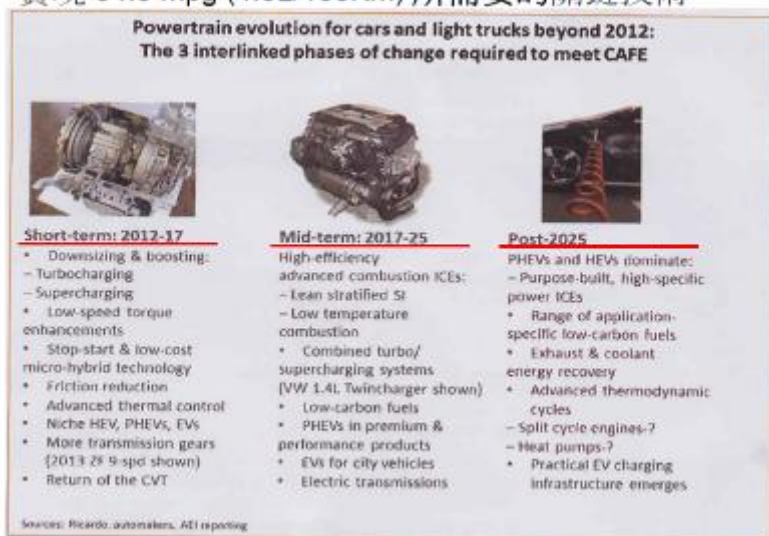
此次國建會共派出七位講員，姓名與講題如下：

* 傅德偉－美國新車耗能標準(CAFE)的制定對汽車電力電子研發的挑戰

因應歐巴馬的要求，須從小引擎與電功率元件的改善，來降低車輛耗能。而今天要談的主題就是「電力電子的優化」，然而在技術的推演上，須從 2020 年就達到產品的設計，才能在 2025 年達到政府要求；儘管美國不是最嚴苛的國家，但要從油耗和車體輕量化來達到，都有技術上的門檻。

油電混合 Hybrid 車輛在推行上的問題：1. 研發時間太長；2. 整體成本太貴。2004 年油電混合車型的 pickup 其油耗甚至比 2008 年一般燃油的 pickup 更多 1 mile，所以燃油車輛在功率元件控制技術上其實多有突破，以可符合 2017 年的要求：

實現 54.5 mpg (4.3L/100Km) 所需要的關鍵技術



Source: Automotive Engineering, Nov, 2012

6

圖 3.23 短中長期油耗提升技術

今天討重點是，功率元件，將電池的直流電轉換成交流電的功率元件，及其測試的辦法。下圖為 TOYOTA 發表於 SAE 的論文：



圖 3.24 電力電子馬達驅動器

而功率元件中的關鍵有三個：

EV 電力電子功率元件

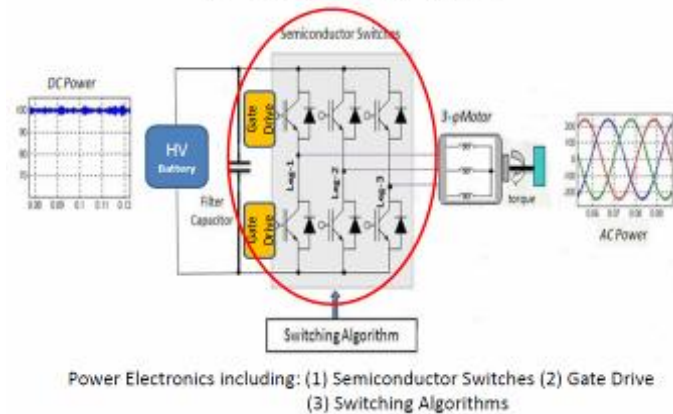


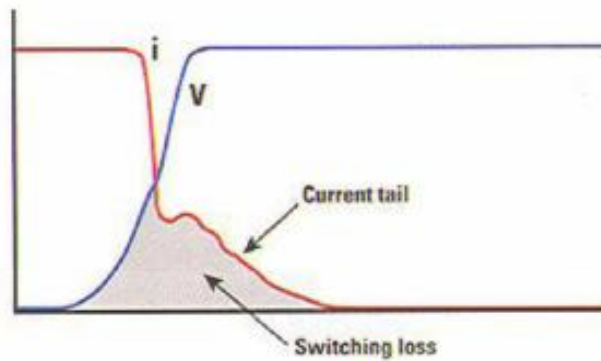
圖 3.25 電力電子功率元件

1. 半導體開關
2. Gate Drive
3. 開關控制邏輯軟體

在美國冬天很冷夏天很熱，是環境變化很大的地方，故測試是非常重要的。

首先在半導體開關的部分，如下圖所示，在開關切換時會有時間的 delay，這是因為構成這些 MOS 的 PN Junction 具有電容效應，如何在最短的時間內完成放電，則是決定耗能的程度。以下為 IGBT 在關閉時的能量損耗：

功率元件IGBT 在關閉時的能量損耗

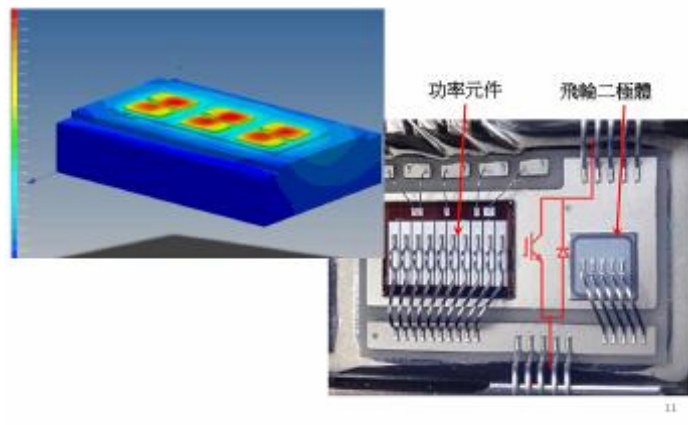


10

圖 3.26 IGBT 能量損耗

如何能把上圖中的 Switching loss 盡可能地減少，則是減少能量損失的關鍵，如下圖所示，電力電子元件中有超過 90%的功能損耗是在功率模組，其所產生的熱即為能量消耗，而在功率模組中，目前的做法是在可能的成本中找出最低的消耗設計。

在電力電子元件中，超過 90%的功率損耗是在功率模組



11

圖 3.27 功率模組損耗

功率元件所產生的能量基本上可分為五個部分：

功率元件產生的能量損失

- Power Module performance is primarily characterized by five energy loss parameters:
 - 1) IGBT Conduction Loss
 - 2) Diode Conduction Loss
 - 3) Diode Reverse Recovery Loss
 - 4) Turn-On Energy
 - 5) Turn-Off Energy

圖 3.28 功率元件所產生的能量

這些與溫度有很大的關係，其中 Diode 亦與能量損耗有關係，在以 PWM 進行控制時，因為北美這邊採用變頻的方式來進行，其累積的能量損失也是很可觀的。

市面上的功率晶片通常採用 600V 的規格，也有其他採用 1200V 的設計，這是因為目前的電池通常不會超過 400V，根據 IEEE 的規範，1.7 倍是常見的轉換比例，以 TOYOTA 第三代的 Prius 為例，200 多伏特的電池，在轉換後產生 600 多的電壓，其能量損失的計算可見有多麼重要。

然而實際上，要再市面上找到功率晶片是需要進行測試來確認符合驅動器的要求，因此損耗測試是非常重要的，如下圖所示有 ABC 三家 IGBT 的 Supplier，再測試方面又要針對 Drive 的設計、冷卻的方式進行各種模式組合的評估，以找出最佳化的功率損耗，另一方面來說，工業界對 IGBT 的測試，在打開時會是 12V，要關掉時，通常需要以負電壓來關閉，這部分在車輛上是不太可能會這麼做，因為會增加成本。

為什麼要對電力電子功率元件做損耗測試

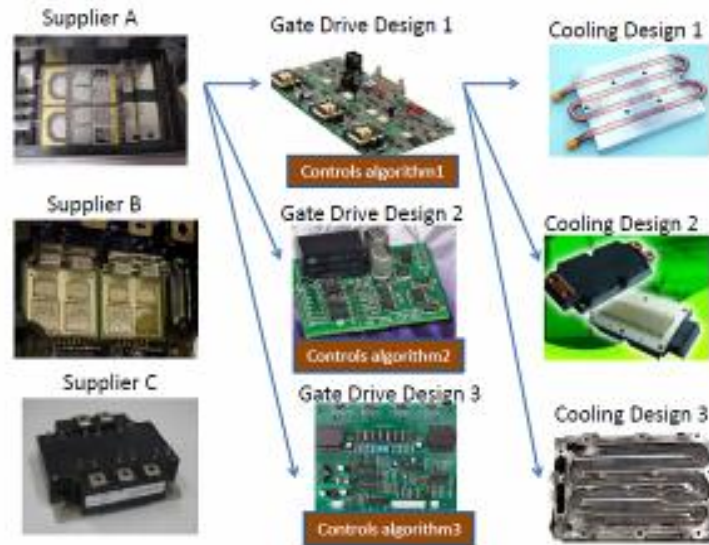


圖 3.29 功率元件損耗測試

而從三相馬達所產生的 NOISE，有可能因沒有負電壓將 IGBT 關閉，而對 IGBT 造成影響，是故這方面亦納入整個功率元件在達到低耗能卻有足夠安全性的設計。

從整車的觀點來說，為了在降低損耗上做進一步的努力，甚至要從 Driving Profile 來審視功率元件的選用與設計，如下圖所示，這無疑地是汽車公司的一大挑戰。

為什麼汽車公司要對電力電子功率元件做損耗測試

- **Vehicle OEMs define driving profile and performance requirements**
- Improve HEV fuel economy and EV driving distance
- The Power Module plays an essential role in the performance of any motor Inverter; the efficiency and reliability of a Power Module must be closely watched to ensure optimum component performance
- High voltage component testing is required for On-Board Diagnostic (OBD) verification, safety and regulation compliance



Picture Source: <https://sctro-fandom.org/?hobbit/cars>

17

圖 3.30 功率原件損耗測試目的

而功率元件在車輛低速時採用高頻率的切換，會影響到功率元件的壽命，然而諸多的功率元件供應廠商通常不願意做深入的解釋與說明，基本上可在廠商提供的規格書上得到初步的了解，就算取得 SPICE 的 MODEL，也就只是常溫下的資料，很少會給零下 20C 的資料，車輛須要了解在溫度變化很大的情況下，功率元件的特性變化，而 SPICE 的 MODEL 亦有加密，使得你無法確認在不同環境下的參數變化，更不用說由車廠自己建構 SPICE 的 MODLE，那只會耗費更多的時間。

功率元件靜態和動態的切換能量損失

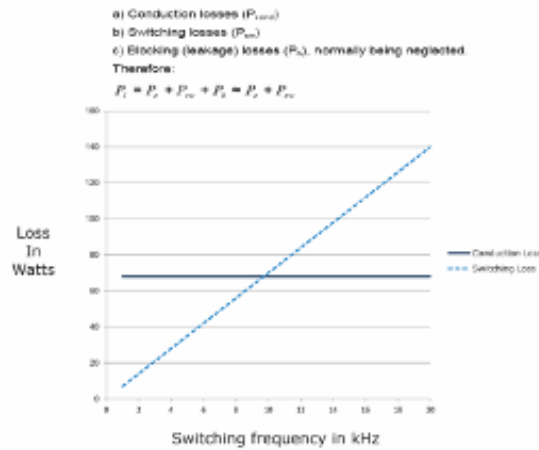


圖 3.31 功率原件能量損失

如下所示，根據 TOYOTA 在 2007 年公開的一篇論文，PRIUS 內 INVERTER 的 BUSBAR 是很複雜的，有很多熱力學模型在裡面。

用模擬方法來設計馬達驅動控制器

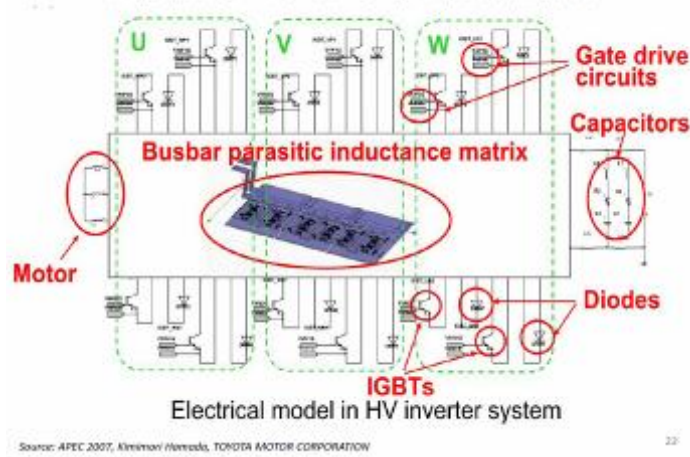


圖 3.32 驅動控制模擬

TOYOTA 在開發 PRIUS 時，有找一家功率元件廠商合作，從前面所述的 Driving Profile 來調整功率元件的參數，目前 GM 的做法，鑒於需求尚未如 TOYOTA 的量，是故僅能從車輛需求的條件來跟功率晶片廠商討論。

而 IGBT 元件在切換過程中，會達到 1.7 倍的電壓差異，當年 IEEE 是針對馬達的驅動提出來的要求，要不達到 1.7 倍的調整，目前只知道僅在電流回充給電池時，由於電池本身的電壓會提高，例如從 320V 提高到 360V，所以這時候 IGBT 的損耗可以調節降低。

*吳海— Hardware-in-the-Loop Engine Simulator

此單元介紹了引擎控制發展程序以及即時閉迴路驗證 (real-time closed loop verification) 等技術。一般引擎控制單元都透過 V-diagram 開發程序來進行。從一開始由 Design -> prototyping -> development -> HIL Validation -> System Testing 等開發步驟。在即時閉迴路控制中主要針對引擎壓力、溫度、噴油脈寬與時間、點火脈寬與時間、油門開度、EGR、熱偶感知器訊

號以及後處理系統等資訊。這些都是引擎研發中相當必備的訊號來源。透過 HIL 模擬器，可進行平均值模式、進氣模式、均質模式等等。針對引擎進氣部分有 VVT、多段渦輪增壓等模式。最後就是具有調校與即實模擬與驗證等功能。

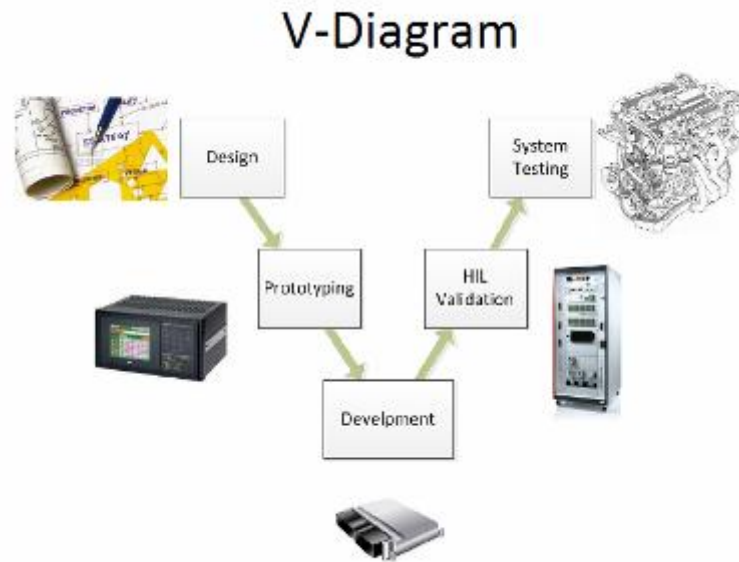


圖 3.33 V-Diagram 開發流程

在整個車輛模擬模組中，主要可以分為進氣系統(air system)、燃油系統(fuel system)以及扭力產生(Torque generation)三大部分。

*何建業—The Value of Benchmarking - from NVH Point of View

此篇主要說明 benchmarking 的重要性，並以 NVH 為例子來說明。主要講解內容有：benchmarking 的目的與重要性、界定 benchmarking 的目標，另外說明目前車輛界所使用的 benchmarking 方法，最後說明 benchmarking 的程序等等。

以 benchmarking 的目的與重要性來說，主要就是透過 benchmarking 來進行細部硬體規劃(detail hardware layout)、優勢與弱勢的分析(strength & weakness)、市場定位、驅動技術或策

略等。透過這些分析可以在自我產品開發前先與市場上既有的產品進行比較分析，尋求優勢所在。下圖為 benchmarking 的重要性，主要說明 OEM 與供應商(suppliers)在整車與零部件的 benchmarking 首要分析目標與重點。

Value of Benchmarking

	Vehicles	Parts
OEM	<ol style="list-style-type: none"> 1. Target Setting 2. Competitor Technology Monitoring 3. Competitor Strategy Analysis 4. Market Trend Analysis 5. Overall Cost/Weight Analysis 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Market Trend Analysis 2. New Technology 3. Cost/Weight Reduction Opportunities
Suppliers	Passive <ol style="list-style-type: none"> 1. Competitor Technology Monitoring 2. Market Trend Analysis 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Competition Monitoring 2. Pattern Watch 3. Business Opportunities 4. State-of-the-art Technology 5. Cost Reduction Opportunities

圖 3.34 Value of Benchmarking

下圖為一般車廠 OEM 使用 benchmarking 方法，由下圖可知，第一步就是透過車展蒐集市場資訊，接下來再建立功能性能分析包括：性能貢獻分析(performance contribution analysis)與零件敏感度分析(sensitivity analysis)等，最後就是進行成本與技術的分析。

Benchmarking Methods in Auto OEM

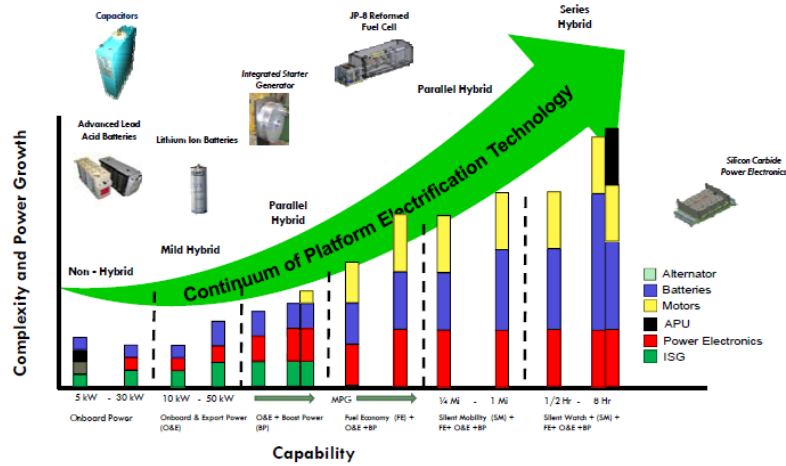
- Collect Information from Auto Shows
 - Detroit Auto Shows
 - Other Auto Shows Worldwide
- Establish Benchmark Fleet
 - Functional Performance Analysis
 - Subject feeling about the attribute performance
 - Objective measurement of the attribute performance
 - Functional Performance Contribution Analysis
 - Parts Sensitivity Analysis
- Establish Benchmark Center for Teardown Analysis (Parts)
 - Weight
 - Cost
 - New Technology
 - Competitive Strategy Analysis

圖 3.35 Benchmarking Methods in Auto OEM

*廖有堅－Examples of Vehicle Electrifications:Development, Simulation, and Testing

本演講主要是分享車輛電動化技術，並以軍用FED ALPHA車輛為發展範例進行說明。英國Ricardo工程公司和美國軍方合作共同開發了這款強調燃油經濟型的裝甲車“FED ALPHA”。此車燃料節省特點包括：康明斯公司的I4引擎，並且由Ricardo公司的底特律校園技術引擎試驗室對其進行了戰術車輛燃油效率調校；固特異公司為該車特別設計的低滾動阻力節能輪胎；科爾摩根公司綜合了高效能28V永磁體的啟動發電機，能用於輔助電子設備和功率為20千瓦的車載設備；美國鋁防務公司的輕型鋁製結構、裝甲和底部爆炸擋板能為車輛提供防護並減少車重；改進的動力系統；油門反饋踏板和節約燃料顯示裝置；日本愛信公司的一個6速自動變速箱。

Platform Electrification Technologies



Hybrid Electric Drive Configurations Can Vary to Fulfill Desired Capability

圖 3.36 Electrification Technologies

Case Study 1: Fuel Efficient Ground Vehicle Demonstrator (FED)



圖 3.37 FED ALPHA 裝甲車

*陳延光—北美汽車市場發展趨勢預估

本講題是進行北美汽車市場的展望與預估，由下圖可以看出美國汽車銷售呈現周期性的成長與衰退。上次從2008年衰退後到2009與2010到達最谷底之後以有復甦現象，依照過去經驗看來，當衰退60~70幾個月後，即將會有一波復甦。從2008年到現在已經相隔66個月，後續還需要多久才能復甦到以往水準雖難明確，但已經可以見到希望。

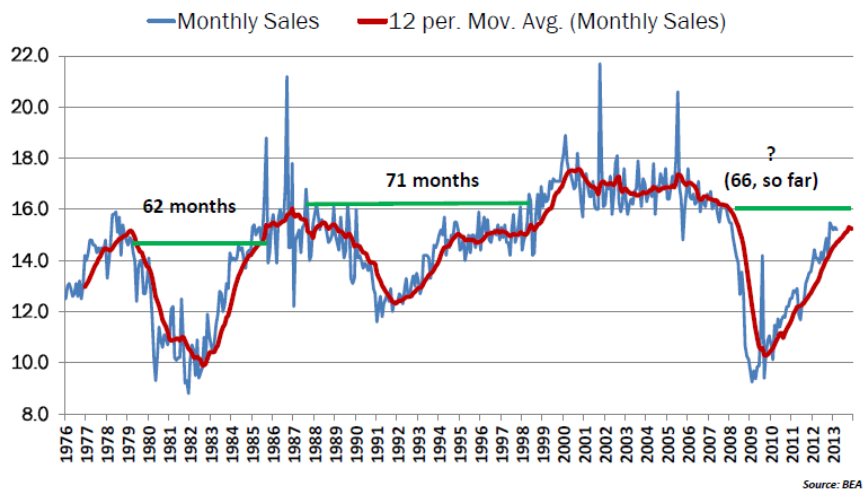


圖 3.38 歷年北美汽車市場銷售統計

對於北美汽車市場成長的好消息是，銷售情況持續改善，使用車輛已經到達汰舊的平均年齡，房屋價格改善、股市提升。但相對的壞消息是，消費者信心仍未改善，仍然有1,230萬的失業勞工，而新車價格仍然很高，汽車銷售對於就業率並無明顯改善等。

*顏世榮—Pushing the Boundary of Innovative Design through Optimization

顏世榮的專題分享是最佳化設計，顏是Altair公司員工。美國Altair Engineering, Inc是全球具有深厚工程技術底蘊的優秀產品開發及CAE工程公司，在CAE建模、視覺化、模擬、優化和工藝過程自動化等方面為全球的客戶提供先進的產品工程方案，引領著工程技術的世界潮流。自1985年創立以來，Altair公司員工已逾1600人，作為一家電腦輔助工程(CAE)諮詢公司，在美國、英國、德國、義大利、

中國、日本、印度、瑞典等16個國家設有分支機構。其HyperWorks工程軟體系列，PBS Pro高性能計算應用軟體在世界工業界具有廣泛的應用和認可。

此次分享主要介紹Altair在CAE應用於車輛、航空與建築上的輕量化與優化設計技術。透過CAE分析，可以減少車體結構的重量，透過材料變更與結構變更，使車輛在符合需求下也可以達到法規的要求。會後並參觀了該公司所自行打造之LCO-140H市區公車如下圖，該車舊是斜過優化設計後減輕車身重量，並採用液壓混合動力系統(Hydraulic hybrid)，大大提升市區公車油耗。

LCO-140H 客車還有能滿足節能環保和維護方便的諸多優點，這包括：

- 重量比其他混合動力客車輕 15%，比傳統的柴油客車輕 10%
- 全鋁車身和底盤設計
- 串聯式液壓混合動力驅動系統
- 比傳統柴油客車更低的成本和更優的性能：
 - 燃油效率提高 110%，終身成本降低 20%
- 比當今最好的電動混合動力客車更低的成本和更好的性能：
 - 燃油效率提高 30%，終身成本降低 30%
- 行業內最多的 41 個乘客座椅，然而重量比傳統的客車座椅系統輕 70%
- 設計新穎而先進的冷卻系統使散熱面積增大 50%，透過 Altair “清潔空氣通道” 設計使清潔的空氣從車身頂部導入
- 使附屬件動力損耗降到最低
- 地板和頂蓋採用巴爾沙木 (Balsa) 為主要材料的輕型木質。




圖 3.39 LCO-140H 市區公車

*王賢添—Automatic Transmission Design Overview

本講題主要介紹自動變速箱的設計、變速箱的產業趨勢以及講師參與之 6 速自動變速箱改為 9 速自動變速箱的開發過程。首先講師先介紹變速箱的設計基本理論，包括變速箱的段數設計的需求以及設計上考量的點例如油耗損失、加速性等等的多方考量等。

在變速箱的產業趨勢上，每年的需求量仍持續成長，特別是前輪驅動的變速箱。而下圖是講師團隊正在發展的 9 段變速箱與其他種類變速箱的 benchmarking，由圖中可以知道 9 段的自動變速箱具有極佳的燃油經濟性(fuel economy)，另外在動力性能表現上也良好，因此因應燃油效率提升需求，才會進行 9 段變速系統的開發。

AT for East West Installation Comparison with DCT Concepts*



	9HP	DCT dry	DCT wet
Fuel Economy	++	++	+
Dynamic	+	-	-
Torque	+	-	0
Hybrid	+	--	--
Packaging	0	-	-
Weight	0	+	0
Costs	0	-	--
Design Kit	0	--	-

*6-speed AT, state of the art as benchmark

圖 3.40 9 段自動變速箱與傳統比較

由於講師負責的 9 段變速箱改進方案，主要仍是以現有 6 段變速箱改為 9 段變速箱，下圖說明，由 6 段變為 9 段所需要進行的設變。

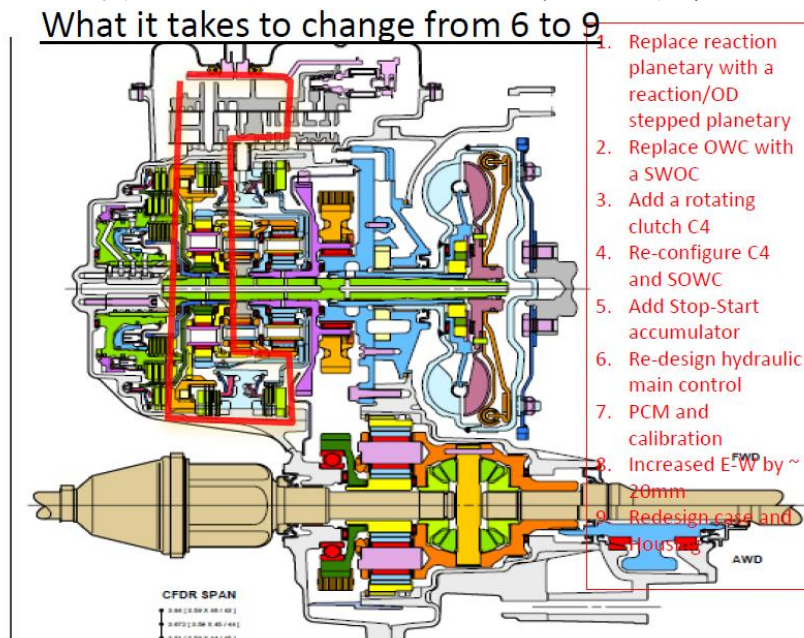


圖 3.41 9 段自動變速箱設計變更

*王肅之—Future Perspectives on Lithium Batteries for EV Applications

王肅之博士主要介紹鋰電池在電動車輛上的應用，主要說明內容包含：鋰電池的基本理論、鋰電池應用在電動車上的優勢與技術障礙、鋰電池的新發展以及鋰電池新發展對電動汽車未來的影響。由王博士深入淺出的介紹鋰電池的基本理論，讓與會者很容易了解鋰電池的主要特性與技術障礙。就鋰電池的技術障礙來說主要有四點：1. 必須使用石墨為負電極；2. 不能使用水溶液為電解液；3. SEI 的形成；及 4. 溫度失控等等。下圖為鋰電池技術障礙所導致的問題。

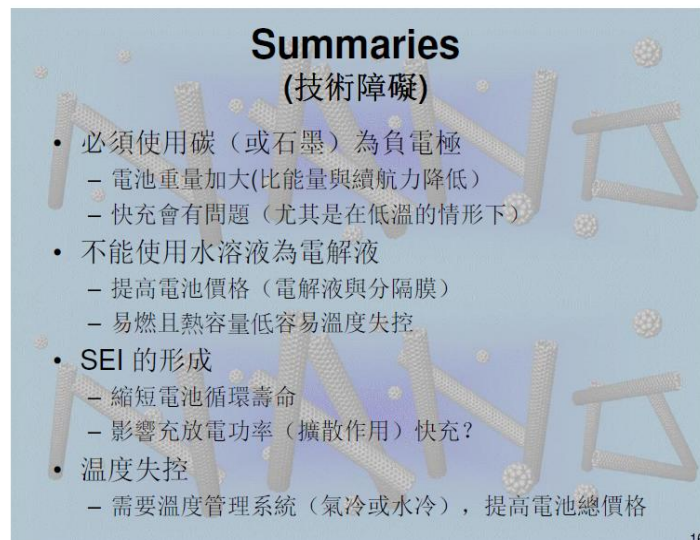


圖 3.42 鋰電池主要技術障礙

目前車動車輛用鋰電池仍受限於重量、充電問題以及電池壽命的問題，另外就是安全性問題。而王博士也說明目前各種電池技術都是為了解決上述的技術障礙所努力。其中介紹上海復旦大學的新電池技術特別引人注意，如下圖，其具有價格低(使用水溶液)，不會形成SEI(壽命增長)，不需要溫度控制以及電容量高等優勢。不過王博士也坦言，若要商業化仍至少需要五年以上之發展。



圖 3.43 上海復旦大學新鋰電池技術

以上講題均有提供簡報資料，請參考附件。最後團員在研討會結束後也在 Altair 公司合照留念。

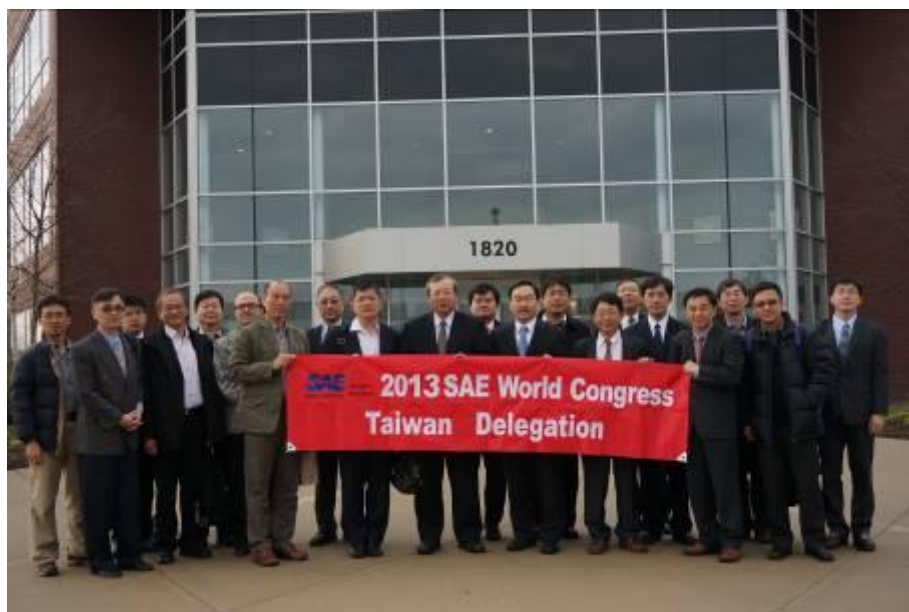


圖 3.44 國建會研討會後留影

* AVL 拜訪

AVL 成立於 1948 年，如今發展成為一個集引擎科研、開發、設計、諮詢、以及引擎測試設備生產的跨國高科技集團。也是全球規模最大的從事內燃機設計開發、動力總成研究分析以及有關測試系統和設備開發製造的私有公司。

此次拜訪是 AVL 位於底特律總部，AVL 如同過去所熟知除生產車輛動力系統檢測設備外，此次也再強調其在 Hybrid control system 之研發能量，混合動力整車控制單元也已是商品化。他們 2000 到現在業績已成長三倍。階段性發展的目標與技術相當清晰，諸如：煞車回充、低磨擦技術、Stop & Go、GDI control、48V system... 等。均朝向節能之技術邁進當中。



圖 3.45 AVL 參訪後留影

參、結論與建議

此次 2012 年底特律 SAE 年會考察，除了參加國際 SAE 年會活動之外，尚與車輛相關領域之學者專家進行交流，並參訪先進技術研究中心、電池實驗室與替代能源研究機構等單位，不僅聽取專家之講解，還實地見識到相關新能源科技之應用，收穫甚為豐富，同時得以窺見未來替代能源可能之發展與應用方向。

本次考察結論與建議綜整如下：

1. 底特律是近代汽車產業發源地，也是美國汽車產業指標城市，雖近年城市發展逐漸衰退，但在美國政府極力支持與建設下也漸有起色，美國三大車廠仍以此為根據地，如 GM R&D Center 仍持續以底特律為創新研發基地，掌握下世代 2020/2025 車輛發展方向。此次考察行程拜訪許多美國車廠，瞭解美國新能源車輛及汽車零組件最新技術、標準與趨勢，並與美國 SAE 相關機構、專家交流合作，蒐集甚多資料並與相關公司建立長期互動情誼。
2. 台灣 SAE 分會為美國 SAE 在海外第一個分會，因此對我國非常重視，雖大陸每年均有眾多的民間與政府單位參訪，但 SAE 總會每年都特別安排時間會見我代表團，此得之不易的民間情誼需要政府持續大力支持。
3. 過去幾年許多新興國家以 BEV 純電動車為主要發展發向，認為可跳過汽車先進國家在 ICE 內燃機引擎與 Full Hybrid 全混合動力上的優勢，期望能一舉進入電動車的新市場，但囿於成本、安全、便利的考量，未來仍需以發展關鍵技術為根

本，以創新系統突破瓶頸，未來車輛產業發展方向一定是電動化的程度愈來愈高，只要持續發展並掌握核心技術(如電池、馬達、控制器)，雖然短期沒有大量的需求，但台灣可以3大方向為目標：

- 國際利基車種(Niche Vehicle)研發中心
- 國際零組件/系統供應中心
- 全球快速試作中心(Global Prototyping Center)

台灣不應以產值為追求目標，但以高值化、高利潤為導向發展差異化具競爭力的特色車輛產業為發展願景。