

出國報告（出國類別：考察）

考察生質氣體燃料應用作為車用燃料 辦理情形

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：張和中 環境技術師

赴派國家：中國大陸

出國期間：104年10月12日至16日

報告日期：104年11月16日

目錄

壹、前言.....	1
貳、參訪地點及行程	2
參、參訪成果.....	3
1. 中國大陸生質氣體燃料推動政策	3
1.1 參訪濟南柴油機股份有限公司.....	5
1.2 心得與小結.....	8
2. 中國大陸電動車推動政策	8
2.1 參訪四惠電動汽車充換電站.....	9
2.2 心得與小結.....	13
3. 中國大陸天然氣車輛推動政策	13
3.1 參訪北京天然氣車輛加氣站.....	15
3.2 心得與小結.....	16
4. 柴油車後處理器推動策略.....	17
4.1 國際間柴油車後處理器推動現況.....	17
4.2 柴油車後處理器技術發展趨勢.....	19
4.3 參訪康明斯後處理器工廠.....	21
4.4 心得與小結.....	21
肆、心得與建議.....	23

圖目錄

圖 1.1	沼氣引擎發電機組	6
圖 1.2	沼氣引擎系統組裝	6
圖 1.3	引擎監控儀	7
圖 1.4	引擎測試實驗室區域	7
圖 1.5	沼氣引擎控制機台	7
圖 2.1	四惠電動汽車充換電站場營運作業	10
圖 2.2	北京四惠電動汽車充換電站交流	10
圖 2.3	電動巴士充換電過程概要	11
圖 2.4	電池充電櫃	12
圖 2.5	充換電站後台管理狀況交流	12
圖 2.6	電動公車快速充電站	13
圖 3.1	天然氣公車加氣作業	15
圖 3.2	撬裝式槽車供應燃料	16
圖 3.3	加氣機與充氣接頭	16

表目錄

表 4.1 污染防制設備技術成本及安裝時間比較	20
-------------------------------	----

壹、前言

依總量推估，柴油車輛排放之細懸浮微粒（簡稱 PM_{2.5}）占我國 PM_{2.5} 總排放量的 13%，且世界衛生組織已於 2012 年將柴油車輛排放之廢氣公告為第 1 類致癌物，為落實柴油車輛污染管制，本署參考國際間柴油車輛管制策略，積極研擬逐期加嚴排放標準、推動使用替代清潔燃料、推廣使用電動車輛（行政院政策目標 10 年推廣 1 萬輛）及使用中柴油車輛加裝濾煙器（空氣清淨計畫目標 3 萬 8 千輛）等各種措施。

中國大陸近期經濟發展迅速，汽車銷售數量連續 10 年成長、連續 6 年銷售量全球第一，2014 年銷售量更創下 2,349 萬輛紀錄，全球各大汽車製造廠紛紛赴當地投資設廠；復因其車輛總數龐大且管制較為寬鬆，車輛廢氣所造成的空氣污染問題引發關注，故大陸當局已積極推動各項廢氣管制策略，以改善空污問題。

中國大陸參考瑞典、德國等國生質燃料推廣經驗，利用農牧業廢棄物產生沼氣（主要成分為甲烷和二氧化碳之混合氣體），提煉出甲烷作為生質氣體燃料，除可供民生及發電等用途外，進一步純化成為天然氣後，更可取代柴油燃料，減少 PM_{2.5} 排放，並解決有機廢棄物及廢水污染等問題，其推廣策略與經驗應可供我國參考（我國畜養逾 600 萬頭豬隻、產生約 4.3~4.6 公斤糞尿/每日-每隻）；另全球最大柴油引擎製造廠康明斯公司，於中國大陸設有引擎製造廠及研發中心，生產符合歐盟最新 6 期法規之引擎及濾煙器等後處理設備，行銷世界各國。

考量就近赴中國大陸可就生質燃料應用於車輛燃料、電動車輛推動、濾煙器推廣及研擬柴油車 6 期標準等各方面之辦理情況與經驗，均可供國內推動車輛管制之參考，爰進行本次考察。

貳、參訪地點及行程

有鑑於本次考察行程緊湊，考察項目包括柴油引擎製造商、電動車充換電站、天然氣車輛加氣站及柴油引擎後處理器研發/製造中心，為免交通距離影響考察行程，爰選定濟南及北京為考察地點，除可實地參訪沼氣引擎及後處理器製造商外，並就近考察北京電動/天然氣汽車實際運行狀況。相關參訪行程如下：

活動日期	活動內容	活動地點
104 年 12 月 12 日	搭機赴中國大陸	台北、濟南
100 年 12 月 13 日	參訪濟南柴油機股份有限公司、濟南轉至北京交通行程	濟南、北京
100 年 12 月 14 日	參訪四惠電動汽車充換電站、北京天然氣車輛加氣站	北京
100 年 12 月 15 日	參訪北京康明斯後處理器工廠	北京
100 年 12 月 16 日	搭機返台	北京、台北

參、參訪成果

1. 中國大陸生質氣體燃料推動政策

2010年10月中國大陸全國人大審議「中華人民共和國國民經濟和社會發展第十二個五年規劃綱要」(簡稱「十二五」規劃綱要或十二五)規劃建議草案[1]，並於2011年5月正式規劃。十二五為中國大陸制定之從2011年至2015年發展國民經濟的計畫，其中針對能源發展部分主要任務有「加強國內資源勘探開發」、「推進能源高效清潔轉化」、「推動能源供應方式變革」、「加快能源儲運設施建設」、「實施能源民生工程」、「控制能源消費總量」、「深化能源體制機制改革」、「提升能源科技和裝備水平」及「深化能源國際合作」等九項。綜合考慮安全、資源、環境、技術、經濟等因素，中國2015年能源發展的主要生態環境保育的目標為：單位國內生產總值二氧化碳排放比2010年下降17%。每千瓦小時煤電二氧化硫排放下降到1.5克，氮氧化物排放下降到1.5克。能源開發利用產生的細顆粒物(PM2.5)排放強度下降30%以上。煤炭礦區土地複墾率超過60%。於能源供應方式進行變革任務中，根據新興能源的技術基礎、發展潛力和相關產業發展態勢，以分散式能源、智慧電網、新能源汽車供能設施為重點，加強供能基礎設施建設，為新能源汽車產業化發展提供必要的條件和支撐，促進交通燃料清潔化替代，降低溫室氣體和大氣污染物排放。結合充電式混合動力、純電動、天然氣(CNG/LNG)等新能源汽車發展，在北京、上海、重慶等新能源汽車示範推廣城市，配套建設充電樁、充(換)電站、天然氣加注站等服務網點。著力研發高性能動力電池和儲能設施，建立新能源汽車供能裝備製造、認證、檢測以及配套標準體系。到2015年，建立50萬輛電動汽車充電基礎設施體系。

由中國國務院印發的關於印發大氣污染防治行動計畫的通知國發(2013)37號《大氣污染防治行動計畫》[2]。具體目標為到2017年，全國地級及以上城市可吸入顆粒物濃度比2012年下降10%以上，優良天數逐年提高；京津冀、長三角、珠三角等區域細顆粒物濃度分別下降25%、20%、15%左右，其中北京市細顆粒物年均濃度控制在 $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ 左右。其中針對移動污染源部分有以下措施：

- 加強城市交通管理。優化城市功能和佈局規劃，推廣智慧交通管理，緩解城市交通擁堵。實施公交優先戰略，提高公共交通出行比例，加強步行、自行車交通系統建設。根據城市發展規劃，合理控制機動車保有量，北京、上海、廣州等特大城市要嚴格限制機動車保有量。通過鼓勵綠色出行、增加使用成本等措施，降低機動車使用強度。
- 提升燃油品質。加快石油煉製企業升級改造，力爭在 2013 年底前，全國供應符合國家第四階段標準的車用汽油，在 2014 年底前，全國供應符合國家第四階段標準的車用柴油，在 2015 年底前，京津冀、長三角、珠三角等區域內重點城市全面供應符合國家第五階段標準的車用汽、柴油，在 2017 年底前，全國供應符合國家第五階段標準的車用汽、柴油。加強油品質量監督檢查，嚴厲打擊非法生產、銷售不合格油品行為。
- 加快淘汰計程車和老舊車輛。採取劃定禁行區域、經濟補償等方式，逐步淘汰計程車和老舊車輛。到 2015 年，淘汰 2005 年底前註冊營運的計程車，淘汰京津冀、長三角、珠三角等區域內的 500 萬輛計程車。到 2017 年，淘汰全國範圍的計程車。
- 加強機動車環保管理。環保、工業和資訊化、品質檢驗、工商等部門聯合加強新生產車輛環保監管，嚴厲打擊生產、銷售環保不達標車輛的違法行為；加強在用機動車年度檢驗，對不達標車輛不得發放環保合格標誌，不得上路行駛。加快柴油車車用尿素供應體系建設。研究縮短公車、計程車強制報廢年限。鼓勵計程車每年更換高效尾氣淨化裝置。開展工程機械等非道路移動機械和船舶的污染控制。
- 加快推進低速汽車升級替換。不斷提高低速汽車（三輪汽車、低速貨車）節能環保要求，減少污染排放，促進相關產業和產品技術升級。自 2017 年起，新生產的低速貨車執行與輕型載貨車同等的節能與排放標準。

- 大力推廣新能源汽車。公共交通、環境衛生等行業和政府機關要率先使用新能源汽車，採取直接上牌、財政補貼等措施鼓勵個人購買。北京、上海、廣州等城市每年新增或更新的公車中新能源和清潔燃料車的比例達到 60% 以上。

在 2015 年 11 月中國中央委員會通過了「中華人民共和國國民經濟和社會發展第十三個五年規劃綱要」(簡稱十三五)的內容規劃建議[3]，並將新能源產業列為重要發展項目之一。其指出「綠色」是永續發展的關鍵，而新能源發展將是核心目標。同時，新能源發展也將搭配一帶一路、扶貧、金融改造以及「互聯網+」等項目共同發展。

由於氣候及地理環境優勢，且沼氣具有經濟、能源、環保等多種綜合效益，中國政府著重於沼氣發展，將其認定為中國資源循環利用的重要型式之一。1970 年代起，中國將沼氣發展列入每一屆政府的五年發展規則，自 2003 年以來，中央一號文件中提及加強沼氣建設，制定法律和相應政策，發布中長期發展規則並提出階段性發展目標。2003-2014 年中國投入上千億人民幣支持沼氣產業發展[4]。目前農村戶用沼氣池 4,150 萬戶，年產沼氣 136.75 億 m³，年戶均產氣量為 374m³，主要沼氣的用途為民生用途，利用農業或畜牧廢棄物等生質能產生生質氣體，提供農村電力及民生需求能源，達到能源自給自足並降低石化能源的消耗。而沼氣發電部分，各類沼氣工程有 99,957 處，年產沼氣 21.03 億 m³，年發電 4.33 億千瓦小時。針對未來政策需求：

- 2015 年度於國家沼氣項目轉型升級，投資 20 億元人民幣，並優先支持以生物天然氣為重點的超大型工程。
- 啟動「十三五」沼氣發展規則，確定發展思路、目標、適宜模式並強調依地制宜。

1.1 參訪濟南柴油機股份有限公司

濟南柴油機股份有限公司 (JDEC) 成立於 1920 年，是中國石油天然氣集團

公司(中國石油天然氣集團公司)下屬唯一的內燃機製造企業。在過去的80年中，已經累積了柴油機行業豐富的經驗，並因此能夠提供高品質的柴油發動機有競爭力的價格。其產品分為四大類，包括：1.柴油引擎和發電機(包含燃氣引擎，例如CNG或生質能源沼氣引擎)、2.鑽孔設備(如油田柴油發動機及其耦合器)、3.燃氣發電機組及4.船用發動機。本次參訪濟南柴油機公司，本次透過實地參訪過程，瞭解生質燃料引擎製造廠之生產製造流程與市場現況，以作為國內車輛應用生質燃料推廣政策之參考。



圖 1.1 沼氣引擎發電機組



圖 1.2 沼氣引擎系統組裝



圖 1.3 引擎監控儀



圖 1.4 引擎測試實驗室區域



圖 1.5 沼氣引擎控制機台

1.2 心得與小結

根據Asia Biomass Office資料[5]，沼氣的運用大多為家戶規模(household scale)，主要為民生用途(如煮飯及照明)，而東協(ASEAN)國家(如越南、印尼、泰國等)[6、7、8]由於氣候條件優勢，有豐富的生質作物及畜牧廢棄物，小規模沼氣的運用於家戶民生用途，中大規模的沼氣應用於沼氣發電工程。

濟柴公司表示，柴油引擎使用沼氣作為燃料是相當成熟的技術，並無對應上的困難，但目前供應客戶群主要應用在發電用途。另考量客戶端的沼氣供應量，規劃設計如發電機組、發電量及電壓等，均可提供客製化的服務。如應用作為車用替代燃料，則需搭配車隊實際運行狀況滿足其供應量，且沼氣作為車輛燃料須增加制程進行純化，相對使得燃料價格提高，故欲應用沼氣作為車用燃料，需就沼氣來源穩定性、產量、成本及運行車隊規模做整體經濟效益評估。

2. 中國大陸電動車推動政策

根據中國車輛工會統計資料，2009年中國車輛銷售量達13.9百萬輛輕型車輛，超越美國車市的10.43百萬輛，為世界上車輛銷售量最高的國家。由於經濟快速成長，中國輕型車輛銷售量已連續六年達世界之首。市場上車輛總數的激增，大量能源需求及各大城市的環境污染日益嚴重，中國於2001年開始國家電動車計畫，在2008年選定13座大城市執行電動車推廣示範城市(pilot cities)。中國於「十二五」規劃綱要、《大氣污染防治行動計畫》中規劃移動污染源發展方針，並於「十三五」規劃綱要建議中明訂綠能車輛為未來五年的中國國家發展重點之一。官方電動車輛發展目標設定於2020年達到5百萬輛電動車(含純電動車(BEV)及插電式電動車(PHEV))，且每年至少生產1百萬輛電動車。

根據研究調查機構統計，2015年中國大陸電動公車市場銷售量將達到近七千台，未來2018年將可望倍數成長至一萬五千台。也由於中國大陸電動車市場不斷擴張生產規模並帶動相關零組件供應鏈，因此造就了車用零組件標準自訂的契機。為了加速電動車的普及，近年正準備考慮投入一千億人民幣興建充電站、充

電樁的設備，政策面則宣佈新能源車可免徵購置稅，並不排除有可能採行新徵燃油稅，將稅收拿來補貼新能源車的積極政策。此外，也大力要求各級政府公部門在購置公務車以及公交車時，新能源車的比例不得低於30%，並且大力推行電動公交車上路。因此中國各地方政府的示範城市正積極與相關專業廠商合作。由此可知，中國政府之新能源車的重點將放在政府部門所主導推廣的大眾運輸工具層面上，預期電動公車將會為相關產業帶來新的商機。

北京為第一批電動公車示範城市，根據北京商報資料指出，中央與北京兩級財政補助電動車輛總額最高不超過車輛銷售價格的六成。且鼓勵公交、公路客運、旅遊等領域的企業積極開展純電動客車示範推廣工作；鼓勵開展各種純電動客車車型示範應用。2015年純電動客車推廣應用補助標準將按照車長執行，車長超過10米的補助標準最高，約達50萬元。關於購車財政補助問題，凡納入國家《節能與新能源汽車示範推廣應用工程推薦車型目錄》和《免征車輛購置稅的新能源汽車車型目錄》，且符合產品技術、安全及售後服務等要求的純電動客車，取得北京市車輛登記牌照後，可申請享受北京市純電動客車財政補助。行政事業單位使用財政資金購買純電動客車不納入本通知規定的補助範圍。2015年5月財政部、工信部、交通運輸部發佈《關於完善城市公車成品油價格補助政策加快新能源汽車推廣應用的通知》中就提出對城市公車成品油價格補助政策逐步下調(2019年下調60%)，同時給予純電動公車最高8萬元的營運補貼。

2.1 參訪四惠電動汽車充換電站

四惠充換電站為目前北京市服務供應能力最強的公交車充換電站，位於北京四惠交通樞紐場區，總面積2,208平方公尺，2013年9月16日啟用，服務循環北京四惠周邊地區路線公車。目前服務120台電動巴士，另近年增設充電站，提供快速充電式電動公車服務，現為目前北京規模最大之電動巴士/公車換電站。



圖 2.1 四惠電動汽車充換電站場營運作業



圖 2.2 北京四惠電動汽車充換電站交流

(1) 場站建置為北京立項工作，由北京新能源辦公室協調，各工作分工如下：

- 建站：國家電網進行，以國家電網標準化充電站規格建置；
- 電動巴士：採車電分離營運模式，由電動車供應商提供整車，電池部分則交由營運商進行規劃、管理以及巴士換電作業；
- 電池及場站營運管理：國網並不直接投入營運，建置後由旗下營運商營運，並與車廠分工，由營運站開列電池規格(尺寸、接口、年限等)、採購，後續並由其進行電池換電管理與維持

運作。

- (2) 電動巴士採用8個電池模組(分2大、6小，分別重量279、172公斤)，整套電池額定電量138.7度，完全充電時間需3小時，滿電可行駛約120公里。目前每台電動巴士1天服務2~3趟(每趟約26公里)，車輛回站充電時，SOC尚有40%左右之裕度，不會過份放電。

- (3) 充換電系統概況

交換站具備2線通道、4座工位，一次可服務4台車。每工位有110台充電機、30台電池櫃、2台機器人(含光學校正、自動抽取/置入機構)，採全自動及後台監控方式。為確保車輛換電左右平衡，機器人採用交叉換電方式，換電流程包含電池取出、置入充電櫃、新電池上車等，整車換電時間需10分鐘。抽換電過程機構會自動調整垂直高度，以適應電巴抽/置電池過程車身高度變化，考慮十分周詳。

電池進入充電櫃後採0.3~0.35C Rate充電，充滿電最快約3800秒(約2小時)。備用電池，則以1台車配備1.4份電池之比例進行配置，此數據為其經濟效益、電池品質衡量結果。



圖 2.3 電動巴士充換電過程概要



圖 2.4 電池充電櫃

全站全採自動化控制，以24小時方式進行充換電過程、後台系統監視與管理(如圖2.5所示)。



圖 2.5 充換電站後台管理狀況交流

(4) 快速充電系統

為滿足充電式電動公車需求。該站有八具快速充電系統(如圖2.6)，每次充電需要20分鐘，充電後可行駛約60公里。



圖 2.6 電動公車快速充電站

2.2 心得與小結

該交換站屬試驗運行階段，由中央政府主導各相關單位配合及執行，實際運作充分展現自動控制、資訊管理等技術，並且使用巴士數量具備規模，已累積相當之營運經驗，為極佳之示範。其中，換電站自動化機械交換設備所費不貲，並需求監控電池交換過程及電池充電人力，維運成本不低；該站示範運行模式，結合政府、電力公司以及車廠互補合作建站，並透過營運服務商經營，可避免單一建置者之沉重成本壓力，此合作模式方可順利推動。

參考該站之運行經驗，該站同時具備電池交換式及快速充電式電動公車兩種系統，兩者充電時間差異不大。以電池交換式電動公車而言，電池拆裝介面/可靠度、電池標準統一為技術需考量的關鍵重點；而充電式電動公車具有設置成本較低的優勢。北京公交在推動政策部分主要依據國家規劃之政策目標方向推動。

3. 中國大陸天然氣車輛推動政策

中國國務院於2013年發布《大氣污染防治行動計畫》，明定2017年之具體目標[3]。針對交通工具燃油品質提升部分，加快石油煉製企業升級改造，力爭在2013年底前，全國供應符合國家第四階段標準的車用汽油，在2014年底前，全國供應符合國家第四階段標準的車用柴油，在2015年底前，京津冀、長三角、珠三角等區域內重點城市全面供應符合國家第五階段標準的車用汽、柴油，在2017

年底前，全國供應符合國家第五階段標準的車用汽、柴油。加強油品質量監督檢查，嚴厲打擊非法生產、銷售不合格油品行為。

於2014年11月發布之能源發展戰略行動計畫(2014-2020年)指出[9]，中國之能源策略將積極發展天然氣、核電、可再生能源等清潔能源，降低煤炭消費比重，推動能源結構持續優化。在提高天然氣消費比重部分，堅持增加供應與提高能效相結合，加強供氣設施建設，擴大天然氣進口，有序拓展天然氣城鎮燃氣應用。到2020年，天然氣在一次能源消費中的比重提高到10%以上。實施氣化城市民生工程。新增天然氣應優先保障居民生活和替代分散燃煤，組織實施城鎮居民用能清潔化計畫，到2020年，城鎮居民基本用上天然氣。穩步發展天然氣交通運輸。結合國家天然氣發展規劃佈局，制定天然氣交通發展中長期規劃，加快天然氣加氣站設施建設，以城市計程車、公車為重點，積極有序發展液化天然氣汽車和壓縮天然氣汽車，發展天然氣家庭轎車、城際客車、重型卡車和輪船。適度發展天然氣發電。在京津冀魯、長三角、珠三角等大氣污染重點防制區，有序發展天然氣調峰電站。加快天然氣管網和儲氣設施建設。按照西氣東輸、北氣南下、海氣登陸的供氣格局，加快天然氣管道及儲氣設施建設，形成進口通道、主要生產區和消費區相連接的全國天然氣主幹管網。預計至2020年，天然氣主幹管道里程達到12萬公里以上。

根據2014年1月22日北京市第十四屆人民代表大會第2次會議通過《北京市大氣污染防治條例》[10]，針對機動車和非道路移動機械排放污染防治，為加快老舊公共交通、郵政、環境衛生、租賃等車輛淘汰，鼓勵發展小排量、低能耗和新能源車與清潔能源車，加快新能源車與清潔能源車的配套設施建設。

截至目前全世界約有22.7百萬輛天然氣車輛(包含CNG及LNG)，其中在中國大陸有4.4百萬輛天然氣車輛，是全世界最多天然氣車輛的國家之一。在2014-2017年間，北京市每年將推廣使用不少於3萬輛的天然氣汽車，與此同時，每年將建設70座汽車加氣站。2012年至今北京市已發展天然氣汽車超過2000輛，應用領域涵蓋區域公車、城市公車、計程車等。

3.1 參訪北京天然氣車輛加氣站

北京公交在降低廢氣排放的策略上，除逐步增加電動公車數量外，亦積極推動車輛使用LNG、CNG等清潔燃料，減少使用傳統化石燃料之內燃機車輛，並要求使用車輛需符合歐五排放標準。本次參訪位於北京市惠新東橋的天然氣加氣站，即是與天然氣公車調度場站並存之場址，其優點在於車輛回至場站時即可補充燃料，不需行駛額外路線至加氣站加氣，且路線長度可確保行駛時不會因燃料耗盡造成營運上的困擾。

- (1) 該站設置營運已10餘年，位於交通幹道旁且緊鄰住宅區，因無設置天然氣供應管線，故使用撬裝式槽車供應燃料。
- (2) 現場配置兩輛槽車儲存天然氣，其目的是當一輛槽車氣體用盡時，可及時替換另一部槽車供應燃料，在通知氣體供應商運送替換期間均可確保供氣無虞。
- (3) 目前北京車輛天然氣供應由中國石油集團或中國石化集團提供。



圖 3.1 天然氣公車加氣作業



圖 3.2 撬裝式槽車供應燃料



圖 3.3 加氣機與充氣接頭

3.2 心得與小結

北京市公共運具主要利用天然氣作為替代能源，且近年以液化天然氣(LNG)為主，且對車輛排氣標準要求嚴格，故車輛供應商均直接供應單一燃料且符合當期國家排放標準車輛，未見採使用中柴油車輛改裝燃料方式運行。由於北京人口密集、土地取得不易，加氣站多以撬裝方式建置於公車調度場站內，撬裝方式的優點為無需建置氣體輸送管線，設備搬遷容易，受土地資源約束小，容易在市區內選址。

因推動替代燃料屬國家政策，故公交車輛均配合換購營運，以本次參訪北京市公車之壓縮天然氣(CNG)加氣站為例，雖在週界即可嗅出天然氣異味，但

並無民眾抗爭或業者拒絕配合情事。

4.柴油車後處理器推動策略

4.1 國際間柴油車後處理器推動現況

柴油引擎因熱效率高、省油、低轉速即可得到高馬力輸出等特色，為交通運輸業界最主要使用車種，尤以行走里程較長的大客車及貨櫃卡車為大宗。世界衛生組織(WHO)之國際癌症研究署(IARC)於2012年6月將柴油車廢氣公告為第一類致癌物，級別與石棉、砷一樣，屬於確定對人體致癌物質，為維護環境品質與民眾健康，我國業已參考歐盟、美國及日本等先進國家管制方法，於101年實施柴油車第五期排放標準，該標準與歐盟5期標準相同，為符合該標準，市售柴油新車均已安裝濾煙器等污染防制設備。

柴油車輛因使用壽限長，故仍有為數眾多之老舊使用中柴油車輛，因未搭載污染防制設備，污染排放較高，需積極採取有效對策進行管制。目前發展中或已使用之柴油引擎污染控制技術可分成進氣系統、燃燒系統與後處理系統。包含的技術項目則有渦輪增壓器、高壓噴油、電子控制柴油噴射系統、氧化還原觸媒、選擇性觸媒還原及濾煙器等。在各種可行策略中，以加裝濾煙器為最簡便可行之方案，美國、歐盟及日本等國家，均採行此項策略，顯示應用濾煙器作為使用中柴油車防制黑煙污染排放已是成熟技術，各國推動案例摘要說明如下：

(1) 美國

美國推動老舊柴油引擎污染排放改善可分為4 大類，包括：校車自2003年4月起推動Clean School Bus，有超過40萬輛校車參與污染排放改善工作，手法包括有：安裝濾煙器、停車熄火、引擎改造、使用替代清潔燃料、車輛汰換等。運輸車輛自2004年起推動SmartWay Transport Partnership，除了技術驗證與資金協助之外，也提貨物碳里程登錄的協助工作，累計已減少738,000噸NO_x與37,000噸PM排放。另外，自2013年1月起針對工程機械與車輛推動Clean Construction、針對港灣機械與車輛推動Clean Ports等措施。

加州規定自2007年以後製造之柴油引擎均須加裝濾煙器，2010年以後製造之引擎須符合聯合法規最新引擎排氣標準。加州卡車及客運車法規規定限期自2012年至2014年止，柴油車輛須加裝濾煙器以減少粒狀污染物（PM）與氮氧化物（NO_x）排放，惟車輛引擎若為2010年以後出廠或翻修者，則可延至2020年至2030年間再進行加裝；施工機具採逐年分期推動加裝濾煙器策略（2011年起規定馬力達75hp機具需加裝濾煙器；2013年起馬力達25~75hp之小型機具需加裝濾煙器）。洛杉磯港實行使用清潔燃料卡車政策，進出港區及在港區內行駛機具之柴油引擎需加裝廢氣防制設備。

美國環保署國家清淨柴油運動(National Clean Diesel Campaign, NCDC)結合產官學研等多部會與團體，協力達成污染物減量之目的(如附件一)，賓州政府於2011年執行計畫汰換老舊柴油火車頭引擎並加裝濾煙器；加州聖地牙哥郡申請潔淨校車計畫，共計汰換及更新125輛老舊校車之柴油引擎並加裝濾煙器；肯塔基州柴油潔淨計畫(Kentucky Clean Diesel Construction Project)，土木包工業者(Associated General Construction of Kentucky)汰換36部大型建築機具之引擎，加裝濾煙器於18部機具引擎上，粒狀物染物之減量相當於110部拖板車之排放量。

（2）日本

日本管理柴油引擎污染排放，由管制高污染車輛行駛、提高老舊車輛稅賦與鼓勵汰舊換新著手。東京都政府自2000年12月開始，強制要求使用中的柴油車輛必須加裝PM污染控制元件(濾煙器)，否則將禁止車輛行駛於都會區，違反者將公佈姓名與罰款；自2006年4月起，更進一步拓展施行於東京都週邊地區縣市，設籍本地柴油車及通經該區域之外縣市柴油車均必須裝設安裝污染防制設備。強制政策中另外要求擁有30部車輛以上之公司，需提出環境保護計劃，規劃出削減污染的步驟，並定期報告執行情況；同時要求車隊中部分車輛需採用低/無污染排放車輛。

（3）歐洲

於1993年由瑞士意外保險署(Swiss Accident Insurance Agency, Suva)、奧地利

意外保險署(Austrian Accident Insurance Agency,AUVA)、德國建設專業協會(German Association of Construction Professionals, TBG)、瑞士環保署(Swiss Environmental Protection Agency,BUWAL)等單位共同合作辦理柴油引擎加裝濾煙器驗證計劃 (Verminderung der Emissionen von Realmaschinen im Tunnelbau, 即 VERT), 該驗證計劃俟後並經由歐盟確認推行於各會員國。

伊朗德黑蘭市政府於2014年1月強制要求公車安裝濾煙器，第一階段有2,000輛完成安裝(共計有6,000輛)，且須採用通過歐盟驗證計畫之產品。

(4) 香港

香港環保署針對老舊輕型柴油車(總重4噸以下)裝設濾煙器，每部車補助1,300港幣，兩家負責安裝的公司中，Eco-Tek公司濾煙器的成本為1300元，Dah Chong Hong公司濾煙器則依排氣量不同，排氣量2,800c.c.以下車輛使用之濾煙器成本4,000元，排氣量2,800c.c.以上車輛，濾煙器成本7,500元。香港官員指濾煙器至少可削減30%的粒狀物排放，若全部的老舊輕型柴油車輛全數皆裝設，則車輛的粒狀物排放量可降低6%。港府預計補助42,000部柴油車加裝濾煙器。

4.2 柴油車後處理器技術發展趨勢

柴油引擎污染防制技術相當多元，如柴油氧化觸媒(Diesel Oxidation Catalyst, DOC)、柴油微粒過濾器(Diesel Particulate Filter, DPF)、選擇性觸媒還原(Selective Catalytic Reduction, SCR)、廢氣再循環(Exhaust Gas Recirculation, EGR)...等。污染法規日趨嚴苛，未來後處理技術將整合柴油微粒過濾器(DPF)與選擇性觸媒還原(SCR)兩部份，同時降低CO、HC、PM與NO_x污染物，示意如圖1所示。DPF上游經常配置柴油氧化觸媒(DOC)，乃利用部分燃油與排氣中的過剩氧氣進行燃燒放熱反應，以提供熱源促進DPF內部碳原子之氧化反應。DPF主要功用乃捕捉引擎燃燒後之粒狀物，氣狀物主要由DOC與SCR來進行氧化與還原反應。現今移動式污染源法規所規範之氣狀產物主要包括CO、HC、NO_x，其商業化後處理技術之污染轉化效率、再生效率與裝置成本如表1所示。其中DOC主要扮演氧化反應的角色，主要可轉化20-40%之PM，以及40-70%之間的CO與HC。而含有觸媒

之DPF約可捕獲85-95%之PM，50-95%之CO與HC，而NOX則透過SCR反應器來進行轉化成N₂與H₂O，轉化效率皆可達75%以上。此外，於建置成本來說，DPF與SCR價格相當，造價約於20-30萬之間，視廠家規格不同而異。

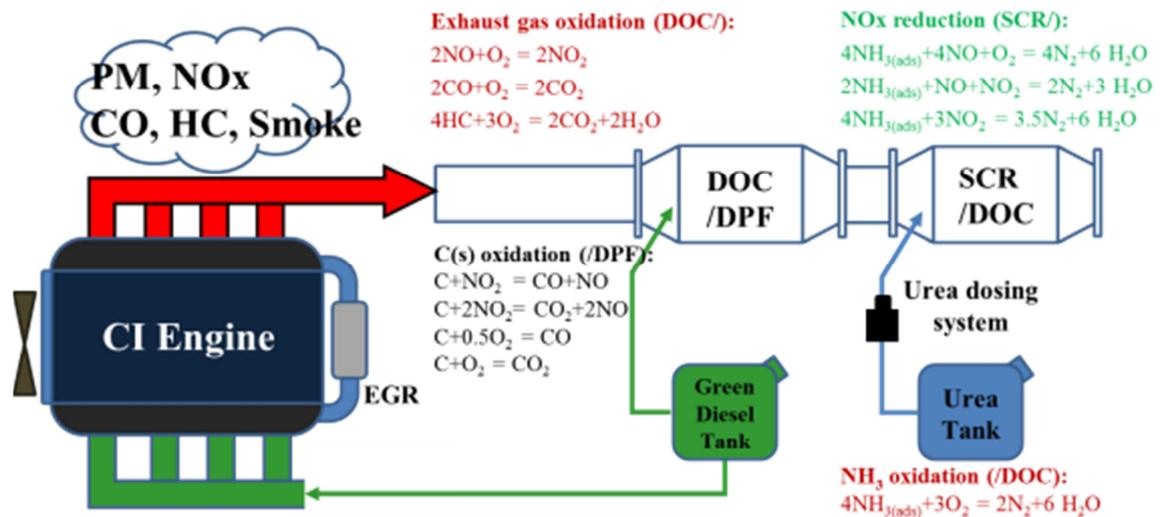


圖 4.1 柴油引擎後處理單元之示意圖

表 4.1 污染防制設備技術成本及安裝時間比較

Technology	Typical Emission Reductions (percent)				Typical Costs (\$)
	PM	NOx	HC	CO	
Diesel Oxidation Catalyst (DOC)	20-40		40-70	40-60	material: \$600-\$4,000 installation: 1-3 hours
Diesel Particulate Filter (DPF) Active or Passive	85-95		85-95	50-90	material: \$8,000-\$50,000 installation: 6-8 hours
Partial Diesel Particulate Filter (pDPF) Partial or Flow-through	up to 60		40-75	10-60	material: \$4,000-\$6,000 installation: 6-8 hours
Selective Catalytic Reduction (SCR) *		up to 75			\$10,000-\$20,000 Urea \$.80/gal
Closed Crankcase Ventilation (CCV) *	varies				
Exhaust Gas Recirculation (EGR) *		25-40			
Lean NOx Catalyst (LNC) *		5-40			\$6,500-\$10,000

*May be combined with DOC or DPF systems to reduce PM, HC and CO emissions.

資料來源:<http://www3.epa.gov/otaq/diesel/technologies/retrofits.htm#dpf> (US EPA)

4.3 參訪康明斯後處理器工廠

康明斯現為全球最大的獨立柴油引擎製造商，為因應日趨嚴格的車輛排放法規(如美國EPA2010、歐盟六期和EEV)，全資成立子公司「康明斯排放處理系統公司」，開發生產歐四、歐五和國四、國五及以上排放標準的排放處理系統，是集排放處理系統產品開發、生產和銷售為一體的公司，專門做為柴油引擎後處理系統的技術供應商，提供排放減量的整體解決方案。

- (1)針對不同污染物的排放對應，主要產品包含柴油顆粒捕集系統(Diesel Particulate Filter，簡稱DPF)、選擇性催化還原系統(Selective Catalytic Reduction，簡稱SCR)、超低排放系統(Ultra-Low Emission，簡稱ULE，DOC+DPF+SCR)、柴油氧化催化器(Diesel Oxidation Catalysts，簡稱DOC)、碳氫噴射系統(Hydrocarbon Dosing System，簡稱HDS)、尿素噴射系統(Urea Dosing Systems)、引擎與後處理器控制模組(Engine and Aftertreatment Control Modules)、超低排放系統分解反應器(Ultra-Low Emission Systems,Decomposition Reactor)。
- (2)為對應國際間最新要求之排放法規，主要以SCR及DPF兩項技術整合對應，同時為滿足客戶整車配置的要求，產品設計方向以多組件整合設計，以縮小體積，方便車身安裝。
- (3)產品在開發階段，即考量整體系統優化，設計完成後需進行機械疲勞/可靠性試驗及系統性能測試等實驗進行驗證。
- (4)相關組件除供應康明斯母公司外，許多引擎及後處理相關組件亦供應給中國大陸其他柴油引擎公司，與業界以合作夥伴方式建立關係。

4.4 心得與小結

為對應國際間日趨嚴格的柴油車廢氣排放法規，處理器已成為不可或缺的必要配備，目前主流產品為選擇性還原觸媒及濾煙器，且預期未來歐盟EURO 6法規實施後，車輛必須同時搭載SCR及DPF始可能滿足法規要求，並導致車輛成本

增加。

至於使用中車輛加裝DPF推動事宜，該公司表示後處理器產品在開發設計階段，需因應不同的車輛引擎特性進行調校，在驗證流程階段需確保使用後排放數據穩定且符合耐久性的要求，且車輛或濾煙器發生異常或損壞時，責任認定較為複雜，對加裝方式態度相當嚴謹。

肆、心得與建議

1. 沼氣的運用需考量產量穩定性及經濟規模，國際間較多用於民生及發電等用途。柴油引擎使用沼氣作為燃料就引擎技術而言並無問題，但其燃料應用於車輛須增加純化制程，使得燃料價格提高，相較之下並無實益。該廠代表建議我方若欲應用沼氣作為車用燃料，可再考量沼氣來源穩定性、產量、純化之成本及運行車隊規模做整體效益評估。
2. 電動公車電池交換站示範運行，屬試驗運行階段，由中央政府主導，統籌地方政府公共運輸單位、國家電網及電動車廠商共同執行，因屬示範運行形態，經濟效益較難評估，但透過實際車輛及車隊營運經營，確實可累積寶貴的營運經驗。北京四惠充電站建置有自動化電池交換系統，整合自動控制、資訊管理等技術，極具參考價值。
3. 充電環境影是否完備影響電動車輛推動成效，該充/換電站已同時具備電池交換式及快速充電式電動公車兩種系統，兩者充電時間差異不大。以電池交換式電動公車而言，電池拆裝介面/可靠度、電池標準統一為技術需考量的關鍵重點；而充電式電動公車則具有設置成本較低，可行駛里程較長的優勢，我國未來規劃電動車推廣策略時，應一併考量。
4. 中國大陸汽車工業發展迅速、且為全球最大汽車消費市場，藉由自行研發或技術合作方式，已可生產電動車、天然汽車等各類大小車輛，檢驗/審驗制度完備，且生產、使用、驗證等上下游相關產業均由政府掌控，政策推動較為易落實。
5. 北京市公共運具主要利用天然氣作為替代能源，且對車輛排氣標準要求嚴格，故車輛供應商均直接供應單一燃料且符合當期國家排放標準車輛，未見採使用中柴油車輛改裝燃料方式運行。由於北京人口密集、土地取得不易，加氣站多以撬裝方式建置於公車調度場站內，撬裝方式的優點為無需建置氣體輸送管線，設備搬遷容易，受土地資源約束小，容易在市區內選址。

6. 為對應國際間日趨嚴格的柴油車廢氣排放法規，處理器將成為不可或缺的必要配備，其中尤以安裝 SCR 及 DPF 為降低 NO_x 及 PM 之必要配備。依總量推估結果，柴油車占我國細懸浮微粒（簡稱 PM_{2.5}）排放總量 14.1%，尤以老舊柴油車為最。1、2 期車輛因已逾使用年限，宜以汰換方式處理，而 4、5 期車輛污染排放較低並無立即改善必要。故除汰換不具經濟效益之老舊車輛外，尚有約 10 萬輛未達汰換年限之柴油車，則規劃以逐步推動加裝濾煙器方式進行污染減量。惟後處理器產品在開發設計階段，需因應不同的車輛引擎特性進行調校及符合耐久性的要求，故採加裝方式 DPF 如何調校至最佳化及在使用年限中維持性能為重要課題。

參考文獻

- [1] 中華人民共和國國民經濟和社會發展第十二個五年規劃綱要，中華人民共和國國務院。
<http://www.gov.cn/zhengce/index.htm>
- [2] 大氣污染防治行動計畫，中華人民共和國國務院。<http://www.gov.cn/zhengce/index.htm>
- [3] 中華人民共和國國民經濟和社會發展第十三個五年規劃綱要建議，綠能趨勢網網頁資料。<http://pv.energytrend.com.tw/news/20151119-12655.html>
- [4] 中國沼氣產業發展趨勢，中國沼氣網網頁資料。<http://www.zhaoqiweb.com/>
- [5] Asia Biomass Office，<http://www.asiabiomass.jp/english/>
- [6] Guidelines on Biomass/Biogas Power project Development in Indonesia.
<http://aseanrenewables.info/publication/re-guideline-on-biomassbiogas-power-project-development-in-indonesia/>
- [7] Summary of Policy Guidelines for Bioenergy Power Mechanism in Vietnam
<http://aseanrenewables.info/publication/summary-of-policy-guidelines-for-bioenergy-power-in-viet-nam/>
- [8] Department of Alternative Energy Development, Thailand. <http://weben.dede.go.th/webmax/>
- [9] 能源發展戰略行動計畫(2014-2020年)，中國可再生能源信息網。
<http://www.cnrec.info/zcfg/gnzc/2014-11-20-3153.html>
- [10] 北京市大氣污染防治條例，http://baike.baidu.com/view/12076812.htm#2_6
- [11] 財團法人車輛研究測試中心，（2014），「執行柴油引擎汽車新車型審驗、新車抽驗及使用中車輛召回改正調查測試專案工作計畫」期末報告，行政院環境保護署委託計畫

附件一

康明斯排放處理系統公司簡介



康明斯排放处理系统（中国）有限公司
Cummins Emission Solutions (China) Co., Ltd.



EcoFi





Innovative Technology.
Customized To Fit Your Equipment.

公司简介

康明斯排放处理系统是康明斯的全资子公司。它是全球最大的道路和非道路商用车市场发动机后处理技术方案的集成提供商。它为轻型、中型、重型和大马力的商用车发动机开发和生产各种排放解决方案与系统产品。具体而言，康明斯排放处理系统可生产与集成氧化催化器、壁流式和半壁流式颗粒过滤器、选择性催化还原器等排放控制系统。更为重要的是，凭借丰富的实际应用经验和前期开发能力，康明斯排放处理系统能给中国和全球客户提供完备的后处理排放控制系统集成解决方案。

康明斯排放处理系统隶属于康明斯的零部件事业部。它在美国、中国、印度、英国、巴西和南非拥有关键运营机构，为全球整车厂商、发动机初装和改装客户提供解决方案。其中，康明斯排放处理系统（中国）有限公司成立于2007年8月，公司位于中国北京亦庄经济技术开发区，开发生产欧四、欧五和国四、国五及以上排放标准的排放处理系统，是集排放处理系统产品开发、生产和销售为一体的康明斯排放处理系统的在华独资企业。其中北京工厂建于2008年，投资约1千万美元，占地1万平方米，是中国目前同类企业中最大的一家。已经在2009年9月正式批量生产。2012年产能达9万套，2013年预计可达45万套的产能。这是康明斯在亚太地区的第一家排放后处

2

理系统生产基地，标志着康明斯中国本地化生产能力的一次新的跃升。

凭借先进的技术和丰富的全球配套经验，康明斯排放处理系统为满足全球日益严格的排放标准推出了一系列适合不同地区和用户需求的排放技术解决方案，并已成为全球领先的排放系统产品供应商。

全球分布

Worldwide Locations:



全球分布：

- 美国：印第安纳州哥伦布市-CES总部
- 美国：威斯康辛州蒂斯维尔
- 美国：威斯康辛州米纳勒尔波因特
- 巴西：圣保罗
- 南非：约翰内斯堡
- 印度：浦那
- 中国：北京
- 英国：达灵顿
- 美国：威斯康辛州斯托顿

Brief Introduction

Cummins Emission Solutions, a wholly owned subsidiary of Cummins Inc., is the largest world integration provider in aftertreatment technology and emission solutions for the commercial on and off highway engine market. It develops and produces various emission solutions and systems for the Light Duty, Midrange, Heavy Duty and High Horsepower engine. Cummins Emission Solutions can produce and integrate emission systems, such

as oxidation catalysts, wall-flow and half wall-flow particulate filters, and selective catalytic reduction, etc. Most importantly, depending on rich practical experience and preliminary developmental ability, Cummins Emission Solutions can provide complete exhaust aftertreatment emission control systems and integration solutions for Chinese and global customers.

Cummins Emission Solutions belongs to Cummins Components Business Unit, with key operations in the United States, China, India, UK, Brazil and South Africa, and serves both OEM and engine first fit and retrofit customers. Cummins Emission Solutions (China) Co Ltd., located in Yizhuang Economic-Technology Development Area in Beijing, China, was founded in August 2007. The company is a wholly owned enterprise of Cummins in China with a collection of development, production and marketing, and dedicated to develop and produce Euro IV, Euro V, NS IV, NS V and above aftertreatment systems. Its factory in Beijing was built in 2008, over 10,000 square meters large, and with about 10 million dollars investment, is the biggest one of the familiar enterprises now in China. The factory had the official mass production in September 2009, and the current annual capacity is up to 90,000 sets in 2012. In 2013, CES (China) is expected to reach the 450,000 sets of production capacity. This is the first aftertreatment systems manufacturing base of Cummins in Asia-Pacific region, which marks a new promotion of Cummins' localization manufacturing capacity in China.

With advanced technology and rich global support experience, Cummins Emission Solutions has launched series of emission technology solutions for the different region and customer requirements in order to meet the more stringent emission regulations in the world, and has become the world leader of the emission systems.



Worldwide Locations:

- USA: Columbus, IN Headquarters
- USA: Janesville, WI
- USA: Mineral Point, WI
- Brazil: Sao Paulo
- South Africa: Pretoria
- India: Pune
- China: Beijing
- UK: Darlington
- USA: Stoughton, WI

系统集成

随着排放法规的日益严格和人们对后处理排放产品的了解，客户期望其商用车辆能采用运行可靠、产品性能和燃油经济性俱佳的系统。康明斯排放处理系统拥有专业的系统知识和独特的可靠性。深刻了解客户的应用需求，并对整车和发动机应用有着丰富经验，能给客户id提供完备的系统集成解决方案。

为何选择康明斯排放处理系统（CES）

康明斯排放处理系统（CES）拥有发动机、控制系统和后处理系统的集成经验

- 与发动机系统的完美匹配
- 发动机与后处理系统的控制器集成
- 零部件的控制知识

零部件创新和设计能力

- 喷射器（HC和DEF）核心技术掌握和生产能力
- 催化器性能研究与系统集成
- 传感器性能研究与系统集成
- 后处理控制器开发和产品能力

后处理系统集成能力与经验

- 欧洲：欧4/欧5 → SCR 系统
欧6 → DPF+SCR系统
- 中国：国4/国5 → SCR 系统
国4 → PFC 系统
国5 → DPF 系统
- 美国：EPA2007 → DPF 系统
EPA2010/2013 → DPF+SCR系统

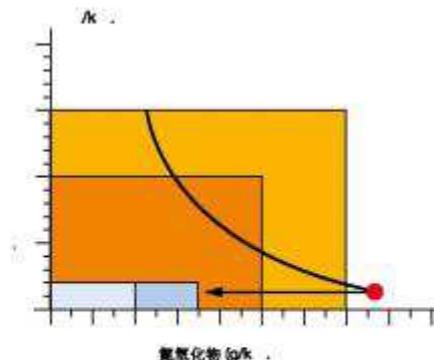
本土化制造商

- 本地化设计和开发领域的充分投资
- 生产规模 - CES + Faurecia
- 通过协作实现采购规模
- 专为中国市场设计的低成本产品
- 快速响应客户及市场需求

4

欧洲重型柴油机排放法规（道路车辆）

EU Emission Standards for HD Diesel Engines (On Road)



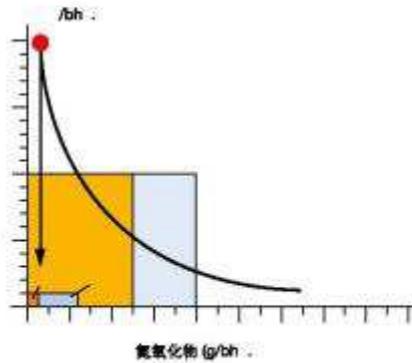
市场应用	日期	缸内净化	冷却式废气再循环/可变涡轮增压	氮氧化物吸附	选择性催化还原	颗粒过滤器	催化后封装
欧美非公路用机动设备第三阶段排放标准	2005	●					
美国非公路用机动设备第二阶段排放标准 2.701马力	2006	●					
2006年IV卡车排放标准	2006				●		
2007年美国EPA卡车排放标准	2007		●			●	
2007/10年美国EPA拖车排放标准	2007		●	●		●	
2009年欧V卡车排放标准	2009				●		
2010年美国EPA卡车排放标准	2010		●		●	●	
欧洲非公路用机动设备第四阶段排放标准 174-751马力	2011		●			●	
欧洲非公路用机动设备第四阶段排放标准 76-170马力	2012		●				●
2014年欧VI卡车排放标准	2014						●

从柴油机到后处理的一个

Integrated System Control Technology



美国重型柴油机排放法规 (道路车辆)
EPA Emission Standards for HD Diesel Engines (On Road)



Application	Date	In-Cylinder only	Cooled EGR/VGT	Nox Absorber	SCR	Diesel Particulate Filter	Compact Catalyst
Tier 3/EU Stage IIA	2005	●					
EPA Tier 2>750 hp	2005	●					
Euro 4 On Highway	2005				●		
EPA 07 On Highway	2007		●			●	
EPA 07/10 Pickup Truck	2007		●	●		●	
Euro 5 On Highway	2009				●		
EPA 10 On Highway	2010		●		●	●	
Tier 4 Interim Stage IIB 174-751 hp	2011		●			●	
Tier 4 Interim Stage IIB 75-173 hp	2012		●				
Euro 6 On Highway	2014	Under development					

化的系统控制技术 Vehicle, Engine & Aftertreatment



Integrated Systems

Along with the more stringent emission regulations and knowledge of exhaust aftertreatment products, customers expect their commercial vehicles to have a system with reliable operation, high performance and fuel efficiency. With professional system knowledge and unique reliability, also deep understanding to application requirements of customers and rich experiences on vehicles and engine applications, Cummins Emission Solutions will provide complete system integration solutions for our customers.

Why Choose Cummins Emission Solutions

CES experience with engines, controls and aftertreatment integration

- Matching performance with engine systems
- Controls integration with engine and aftertreatment
- Knowledge of component controls

Component innovation and design capability

- Doser (HC and EDF) core technology control and production capacity
- Catalyst performance research and system integration
- Sensor performance research and system integration
- Aftertreatment control module development and products capability

Aftertreatment system integration capability and experience

- Europe: Euro 4/5 → SCR system
Euro 6 → DPF+SCR system
- China: NS 4/5 → SCR system
NS 4 → PFC system
NS 5 → DPF system
- USA: EPA 2007 → DPF system
EPA 2010/2013 → DPF+SCR system

Local producer

- Leveraging investment in local design and development
- Manufacturing scale – CES +Faurecia
- Purchasing scale through collaboration
- Low cost products designed for China market
- Quick response to customer and market requirements

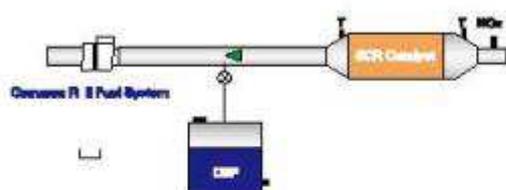
解决方案

选择性催化还原器 (SCR) - 欧4/欧5/美国2010 后处理解决方案

选择性催化还原系统利用尿素喷射系统将尿素水溶液喷入排气系统。在废气流中分解为氨气并在催化剂的作用下与氮氧化物发生反应，使之转化为无害的氮气和水。

截至2010年，该技术方案在康明斯排放处理系统的全球经验与应用如下：

SCR-70万套，1600亿公里
SCR 应用在 2010 (DPF+SCR) 系统 - 60万小时
(3000万公里)



EcoFit Selective Catalytic Reduction (SCR)- For Euro 4/ Euro 5/ EPA 2010 AT Solution

SCR system use urea doser system to inject DEF into exhaust, DEF reacts with heat and converts to ammonia, ammonia reacts with NOx and passes over the catalyst, then converts NOx to harmless nitrogen and water.

Global experience and application in CES by the end of 2010:

Only SCR-700,000 units with 160 billion kilometers
SCR application in 2010 (DPF+SCR) system-0.6 million hours (30 million kilometers)

计量单元 Doser Unit	
喷嘴 Injector	
温度传感器 Temperature Sensor	
氮氧化物传感器 NOx Sensor	
排气处理器 EGP	

Notes: Outlet temperature sensor is optional.
备注：出口温度传感器为可选。

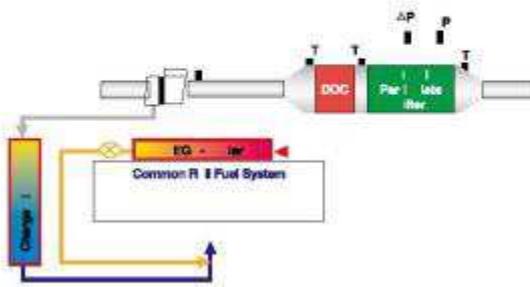
Emission Solutions

柴油颗粒过滤器 (DPF) -
欧5/美国2007/美国2010 后处理解决方案:

柴油颗粒过滤器通过表面和内部混合的过滤装置捕捉颗粒的排放。例如扩散沉淀、惯性沉淀或者线性拦截。通过加热再生将颗粒从过滤器中连续或者周期性的移除。柴油颗粒过滤器能有效地控制颗粒物中固体物的排放。效率高于90%。

截至2010年, 该技术方案在康明斯排放处理系统的全球经验与应用如下:

DPF-100万套, 4000亿公里
DPF 应用在 2010 (DPF+SCR)系统 - 60万小时(3000万公里)



EcoFit Diesel Particulate Filter (DPF)-
For Euro 5/ EPA2007/ EPA 2010
AT Solution

Diesel Particulate Filter captures particle emission through a combination of surface-type and deep-bed filtration mechanisms, such as diffusion deposition, inertial deposition or flow-line interception. Collected particulates are removed from the filter through thermal regeneration, continuously or periodically. Diesel filters are very effective in controlling the solid part of PM emission, the efficiency is more than 90%.

Global experience and application in CES by the end of 2010:

Only DPF-1 million units with 400 billion kilometers
DPF application in 2010(DPF+SCR) system-0.6 million hours (30 million kilometers)

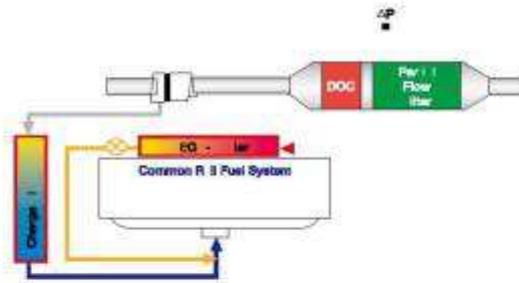
碳氢喷射器 Hydrocarbon Injector (HCI)	
柴油氧化催化剂 DOC	
柴油颗粒过滤器 DPF	
压差传感器 Differential Pressure Sensor	
温度传感器 Temperature Sensor	

解决方案

部分流颗粒过滤器 (PFC) - 欧4后处理解决方案:

部分流颗粒过滤器通过表面和内部混合的过滤装置捕捉部分颗粒物的排放。例如扩散沉淀、惯性沉淀或者线性拦截。通过被动再生将所收集的颗粒从过滤器中移除。能有效减少50%-60%的颗粒物。

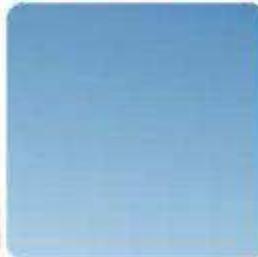
该技术方案在康明斯排放处理系统尚处于市场验证阶段。已完成关键轻型发动机的匹配认证。



Partial Filter Catalyst (PFC) - For Euro4 AT Solution

Partial Filter Catalyst captures partial particle emission through a combination of surface-type and deep-bed filtration mechanisms, such as diffusion deposition, inertial deposition or flow-line interception. Collected particulates are removed from the filter through passive regeneration with 50%-60% of PM reduction efficiency.

PFC in CES is at market verification phase, has finished matching certification on key light-duty engine.



Emission Solutions

DPF+SCR集成系统 - 欧6/美国2010后处理解决方案

为满足欧6或美国2010排放法规，后处理系统将会更加复杂，需要将氧化催化器（DOC）、柴油颗粒过滤器（DPF）、选择性催化还原器（SCR）等集成为一体来控制排放。通过将DOC/DPF和SCR组合，其被动再生和主动再生能对氧化和清洁过滤器产生更多控制，从而移除超过90%的颗粒物。经过后系统优化以及与发动机匹配，DOC/DPF+SCR后处理系统将颗粒物和氮氧化物同时进行有效处理并大幅度降低，进而达到满足欧6和美国2010排放标准要求。

截至2010年，该技术方案在康明斯排放处理系统的全球经验与应用如下：

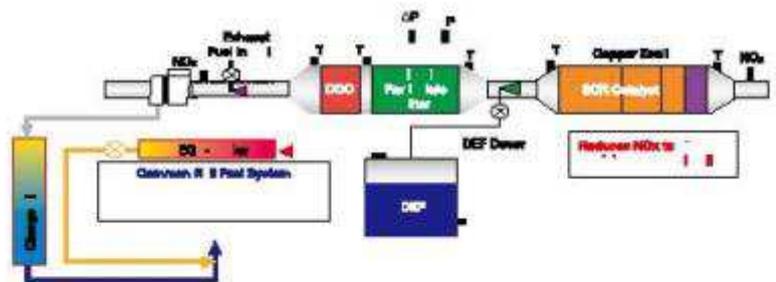
DPF+SCR 2010 应用 - 60万小时 (3000万公里)

DPF+SCR Integrated Systems - For Euro6/EPA2010 AT Solution

In order to meet European 6 or EPA 2010 emission regulation, aftertreatment system will become more complicated, DOC/DPF and SCR will be integrated as one subsystem. By combining a DOC/DPF with a SCR system, can remove over 90 percent of Particulate Matter (PM) using passive and active regeneration to allow more control in oxidizing and cleaning the filter. By engine optimization with after treatment system, DOC/DPF+SCR can deal with PM and NOx efficiently and reduce their emission substantially, so that to meet European 6 or EPA 2010 emission regulation.

Global experience and application in CES by the end of 2010:

DPF+SCR application in 2010 - 0.6 million hours (30 million kilometers)



关键零部件

EcoFit 碳氢化合物喷射系统

碳氢化合物喷射装置用于当DPF中的碳烟颗粒累积到一定程度时,喷射柴油到柴油机排气系统之中(DOC/DPF之前)。喷射的柴油或其裂解的碳氢化合物之后将在DOC中与废气中的NO发生化学反应,产生NO₂和热量。这些产物将与DPF中的碳烟颗粒发生反应,从而完成DPF的再生。碳氢化合物喷射装置的主要部件是碳氢化合物喷嘴、柴油通道控制阀和空气通道控制阀。



EcoFit 尿素喷射系统

EcoFit康明斯尿素喷射系统作为排放处理系统整合和其子系统的设计专家,康明斯排放处理系统推出最新研发成果——EcoFit™康明斯尿素喷射系统。这项专利设计是选择性催化还原(SCR)后处理系统的关键部分,用于减少氮氧化物的排放。我们为柴油发动机制造厂家提供一流性能和可靠性,以及最低的使用成本。我们的目标是通过为降低安装成本和更好的燃油经济性提供解决方案,使得客户更具竞争力。

■ 尿素计量模块

尿素计量模块是在将尿素注入排放处理系统时的一项高精确度的环节。控制模块计算在各种发动机工况下精确的尿素喷射率,以及整车压缩空气系统时的尿素混合空气量。然后将雾化的尿素通过喷嘴注入排放处理系统,与尾气混合后通过催化剂。



■ 喷嘴

喷嘴是一个要求高耐久性能的部件。它将雾化的尿素和空气混合物喷射并通过催化剂载体。康明斯喷嘴的独特在尾气气流的中心进行喷射,最大限度的降低尿素结晶的风险,喷嘴大节流面积的设计也提高了其杂质耐受度。



■ 排放处理控制模块

排放处理控制模块能将数据链路指令的喷射率转化成尿素供应模块的输入。精确的控制所需要的尿素喷射量。独立的排放处理控制模块也能用于控制发动机或者后处理系统中的其它工程零部件。



Key Components

EcoFit Hydrocarbon Dosing Systems (for 2007 DPF system and 2010 SCR/DPF system)

This dosing system is designed to inject diesel fuel into exhaust system before DOC/DPF when PM or soot loading in DPF accumulated to such a degree. Then the diesel fuel or hydrocarbon injected will react chemically with NO of exhaust gas in catalyst to create more NO₂ as well as release heat. These NO₂ and heating will react with soot or PM, and so on finish the regeneration. The major components of EcoFit Hydrocarbon Dosing Systems include injector, fuel shutoff valve and air shutoff valve.



EcoFit Urea Dosing Systems

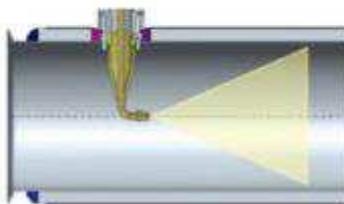
Cummins Emission Solution is no stranger to aftertreatment system integration and subsystem design, which is why we are pleased to introduce our newest innovation - The EcoFit™ Urea Dosing System. This patented design is an essential part of any Selective Catalytic Reduction (SCR) aftertreatment system, accurately designed to reduce oxides of nitrogen (NOx), while providing best-in-class of ownership, performance, and reliability to any diesel engine manufacturer. Our goal is to make you more competitive by providing solution with reduced installation costs and better fuel economy.

■ Urea Metering Module

The Urea Metering Module is a high-accuracy unit for injecting urea into the exhaust aftertreatment system. A control module calculates the exact dosing rate of urea based on various engine conditions, and the urea mixes with air from the vehicle compressed air system. Atomized urea is then sent through the Injection Nozzle into the exhaust system, upstream of the SCR catalyst.



■ Injection Nozzle



The Injection Nozzle is a robust component that delivers atomized urea and air mixture upstream of the SCR catalyst. The design allows injection in the center of the exhaust gas flow, which minimizes the risk of deposits. A relatively large orifice sizing in the nozzle also provides exceptional tolerance to contaminants.

■ Aftertreatment Control Module

The Aftertreatment Control Module translates datalink-commanded dosing rates into supply module inputs to accurately deliver the required dosing quantities. The independent Aftertreatment Control Module can also be used to control other engineered components in the engine or aftertreatment system.



研发与设计

康明斯排放处理系统（中国）拥有业内最顶尖的人才。我们现有7位博士和47位硕士。我们的系统工程解决方案包括系统集成和模块化封装、再生和热能管理、排放合规性测试、发动机电子控制模块的标定、催化剂研发（包括载体和涂层），以及全球样件制造。我们拥有以下研发和设计能力：

- 针对涂层和载体的性能研发以及应用方面的经验积累
- 载体性能老化机理的研究
- 针对系统优化的模拟方针能力
- 机械疲劳/可靠性试验验证
- 系统性能测试

选择性催化还原器 (SCR)



部分流颗粒过滤器 (PFC)



12

Research and Design

CES (China) has top-talents of aftertreatment industry include 7 doctors and 47 masters. Our system engineering solutions include system integration and modeling, regeneration and thermal management solutions, emissions compliance testing, Electronic Control Module (ECM) tuning and licensing, catalyst development including substrates and coatings, and global prototyping. We have the capability to perform:

- Coating and substrate performance development and application experience accumulation
- Aging mechanisms research for substrate performance
- Modeling capability for system optimization
- Durability and fatigue test
- System performance testing

柴油颗粒过滤器 (DPF)



2010 SCR+DPF



生产与制造

保证质量的快速生产

CES在中国拥有比同行先进和更快速的生产线。我们目前的设计最大产量是年产65万套，是目前国内唯一的自动化生产线。

为了达到全球排放标准，我们在后处理产品的生产与制造过程中始终采用行业内领先的质量控制流程。公司已通过ISO/TS16949、ISO14001和OHSAS18001管理体系认证。

封装生产线

Canning Assembly Line



Product and Manufacture

Rapid production with quality assurance

CES has much more advanced and faster production lines than the others in China, and the designed annual maximum yield is 650,000 units. It is the only automatic production lines in China.

In order to achieve global emissions standards, we always adopt the advanced quality control process in the produce and manufacture of aftertreatment products. And CES has past ISO/TS16949/ISO14001/OHSAS18001 certification.

废气处理器生产线

Exhaust Gas+ Processor Assembly Line



尿素喷射系统生产线 Urea Dosing System Assembly Line



分销与服务

康明斯排放处理系统拥有完备的服务供应商网络，和遍布全国的服务网点。我们已经制定了全面的培训计划，让您对我们的后处理系统拥有十足的信心。

Distribution and Service

Cummins has a completed network of service providers with locations spread all over the country. We are already developing a comprehensive training program so that you can have enough confidence in our aftertreatment system.



12个区域分销服务中心

北京、沈阳、乌鲁木齐、西安、上海、武汉、成都、昆明、广州、深圳、香港、台北

12 Distribution Centers

Beijing, Shenyang, Urumqi, Xi'an, Shanghai, Wuhan, Chengdu, Kunming, Guangzhou, Shenzhen, Hong Kong, Taipei

1个地区零件分拨中心（上海）

1 Parts Distribution Center (Shanghai)

三百多家康明斯经销商

300+ authorized dealers



康明斯排放处理系统（中国）有限公司
地址：中国北京经济技术开发区景西路2号
邮编：100176
电话：85-10-59023000
传真：85-10-59023089
邮箱：chinaes@cummins.com
网址：<http://www.cummins.com.cn>
康明斯中国区服务热线：400-810-5252

© 2012 康明斯排放处理系统（中国）有限公司 市场部编撰 2012/08

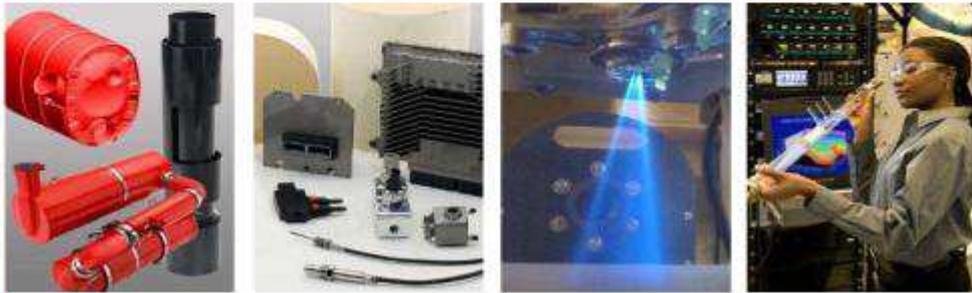
附件二

康明斯排放處理系統產品與技術資料



CES Product and Technology Overview

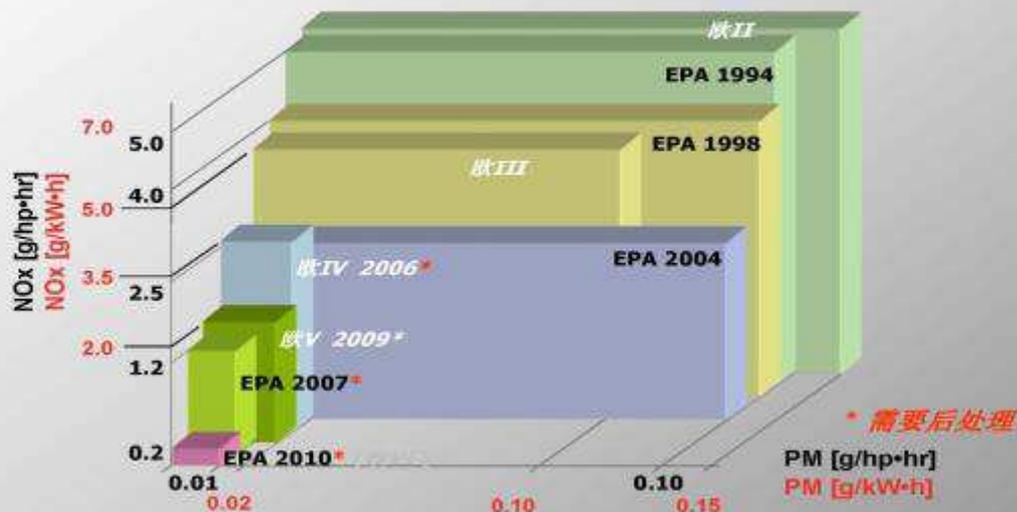
CES China Engineering



REGULATIONS & SOLUTIONS 法规及解决方案

Cummins
Confidential

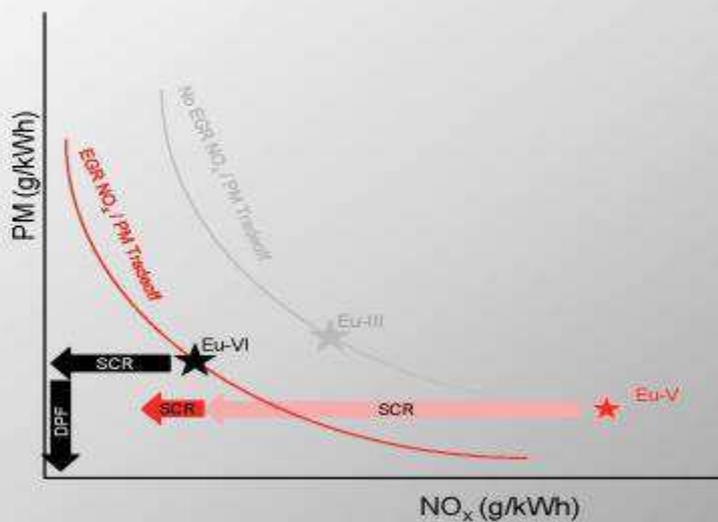
On-Highway EPA & Euro Standards 公路柴油机美国和欧洲排放标准



3

Cummins Confidential

Strategies for Emission Control 排放控制策略



Cummins Confidential

4

Proven Solutions 经过证明的方案

CES has a broad portfolio of emissions systems and experience to deal with the upcoming emissions regulations around the world

CES针对即将到来的排放法规可以提供广泛的全球化的排放系统

Emissions Regulation	Engine Architecture Integration		Aftertreatment		
	In-Cylinder Only	Cooled EGR	DOC	PM Filter	SCR
EPA 1994	●		●		
EPA 2004		●	●	●	
Euro IV					●
Euro V	●				●
EPA 2007		●	●	●	
EPA 2010		●	●	●	●
Tier4 Interim / Stage IIIB		●	●	●	
Euro VI (a likely architecture)		●	●	●	●

Cummins Confidential

5

Unrivalled CES Technology Experience CES无与伦比的技术经验

- DPF – 1,290,326 units
66.73 billion miles
1,290,326套系统, 1,068亿公里
- SCR – 1,036,470 units
44.36 billion miles
SCR – 1,036,470套系统, 710亿公里



- 2010-2013 Technology (DPF + SCR) – 482,609 units
21.9 billion miles
2010-2013技术 (DPF+SCR) - 482,609套系统, 350亿公里



6

Cummins Confidential

CES TECHNICAL CAPABILITY

CES技术能力

Dummins
Confidential

CES R&D Capability CES研发能力

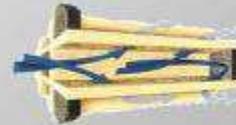
应用技术 Application Technology	平台技术 Platform Technology	子系统关键技术 Subsystems Technology	基础科学核心技术 Rules, Tools, Core Technology
Vehicle and Powertrain Integration 车辆和动力系统集成	Aftertreatment System Integration 后处理系统集成	Substrate 载体	Thermal Science & Fluid Mechanics 热力学&流体力学
		Coating 涂层	Materials & Catalysts 材料学 & 催化剂
		Canning 封装	
		Installation Hardware 安装硬件	Mechanical Design 机械设计
		Urea Dosing 尿素计量喷射	
		Hydrocarbon Dosing 碳氢化合物计量喷射	
		Electronics 电子器件	Applied Mechanics 应用力学
		Control Algorithms 控制算法	Acoustics 声学
		Sensors 传感器	
		Wiring Harness 线束	Electronic Controls 电子控制
Regeneration Technology 再生技术			
Assembly/DFMA 总成/DFMA			

8

Dummins Confidential

Extensive Catalyst and Substrate Knowledge 涂层和载体的研发

- Expertise on substrate materials 针对载体应用方面累计了大量的经验
 - Cordierite, SiC, Mullite & AT filters, partial filters 堇青石陶瓷, 碳化硅, 铝钛合金.
- Expertise in catalyst coatings 针对涂层的研发和应用有大量经验
 - Oxidation catalysts 氧化催化涂层
 - Particulate filter catalysts 部分流颗粒捕集器涂层
 - SCR catalysts (Vanadium - CuZe - FeZe)SCR 涂层 (钒基 - 铜基 - 铁基)
 - Ammonia oxidation catalysts 氨氧化催化剂
- Degradation and aging mechanisms 载体性能老化机理的研究
 - End of life performance 产品性能寿命的研究
- System effects and interactions 系统间的交互影响
- Experienced staff of PhD, Scientists/Engineers 经验丰富的拥有博士学位的科研人员



9

Cummins Confidential

CES Modeling Capabilities CES建模能力

- Knowledge and Skills 知识与技能
 - Ansys Fluent/APDL /Workbench, AVL Fire & Boost, Star-CD, Chemkin, KIVA, CFD-Flo, Flow Master, VAC MAP, LMS Sysnoise, Cyber-AT, GT-Power, Safe Technology fe-safe & Verity, Mathworks, Matlab/Simulink
- Analysis Led Design 分析引导设计
 - CFD
 - Spray - size distribution / angle / penetration length / erosion / cavitations
 - Multiphase flows (reacting & non-reacting)
 - DOC, enhanced DOC and three-way catalysts - chemistry / kinetics
 - DPF - soot loading / migration / regeneration
 - SCR - dosing / decomposition / mixing / reactions
 - Flow & thermal analysis on aftertreatment and exhaust systems, EGR mixers, conjugate heat transfer, intake/exhaust manifolds, etc.
 - Structural analysis 结构分析
 - DOC/DPF/SCR and packaging stresses
 - Flow-coupled thermal stress, sensor brackets
 - Durability and fatigue analysis
 - Acoustic and aero acoustic analysis 声学 & 噪声学
 - System performance 系统性能

Cummins Confidential

10



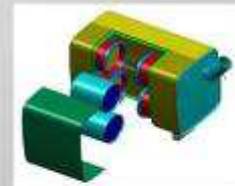
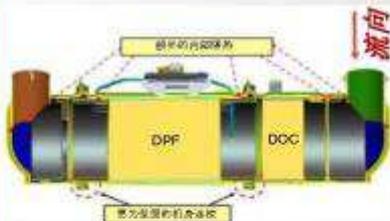
CES Testing Capabilities CES测试能力

- Emission testing 排放测试
 - Multiple test cells with broad-ranging capabilities for small to HD engines
 - Major U.S. and European steady-state and transient cycles
 - Variable flow CVS dilution system
 - Horiba bench for PM, NOx, THC, CO, CO₂, and O₂ measurements
 - In-use testing and OBD
 - GC/Mass, FTIR, Mass-Spec, EC/OC, BET/BJH, SEM, and core- and micro-reactors
 - Opacity measurement
- Unregulated emissions testing (Unique capabilities) 非常规排放测试
 - Source dilution speciation for EC/OC, trace metals, ions, and C¹-C³⁵ hydrocarbons
 - PCDD/F (dioxin/furan) measurements with modified EPA Methods 0023A and T-09
 - Euro V/VI PM counting (sizing) with full CVS dilution or partial dilution systems
- Structural testing 结构测试
 - Durability and fatigue testing of aftertreatment systems and/or components
 - Random vibration (PSD) and shock (SRS) test
 - Substrate retention test
 - Multi-axis simulation table vibration test
- Acoustic testing 声学测试
- Mechanical development 机械开发
- Performance 性能
 - ATI, dosing/spray, CPE



11

Packaging and Design 封装和设计



- Flexibility in assembly, interface to OEM chassis OEM 底盘组装、接口灵活
- Compact assembly 组装紧密
- Robust design (fewer parts, higher rigidity) 设计坚固 (部件更少、更刚硬)
- Insulation strategy 隔热策略
- Improved serviceability 适用性更好
- Flexible inlet/ outlet orientation 灵活的进/出口定位

Benefits:好处:

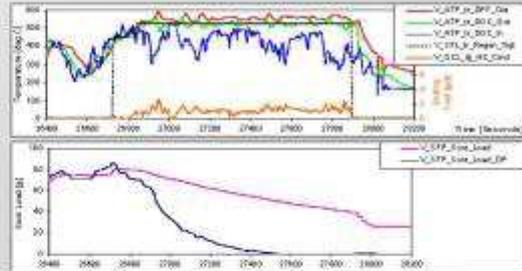
- Vehicle system integration in tight space environment 在紧凑的空间环境中实现汽车系统集成
- Reliability and durability 可靠性和耐用性
- Low initial cost 初始成本低

Cummins Confidential

12

Controls Capabilities 控制能力

- Controls delivery content 控制交付内容
 - Aftertreatment control system software 后处理控制系统软件
 - Development of aftertreatment sensors 开发后处理传感器
 - Temperature, pressure, gas quality (Nox 温度、压力、气体质量 (NOx))
 - Digital control hardware 数字控制硬件
 - Adapted from high volume products 根据大排量产品改装
 - Harness designs and sourcing 线束设计和采购



Benefits:好处:

- Full system component integration 全系统组件集成
- Access to proven A/T control software and hardware 能采用技术成熟的A/T控制软件和硬件
- Optimum catalyst performance and life 优化催化剂的性能和寿命

Development and Validation Capabilities 产品开发及验证能力

Modeling capability for system / component optimization 针对系统优化的模拟方针能力

Durability and fatigue test of aftertreatment system and/or components 机械疲劳/可靠性试验验证

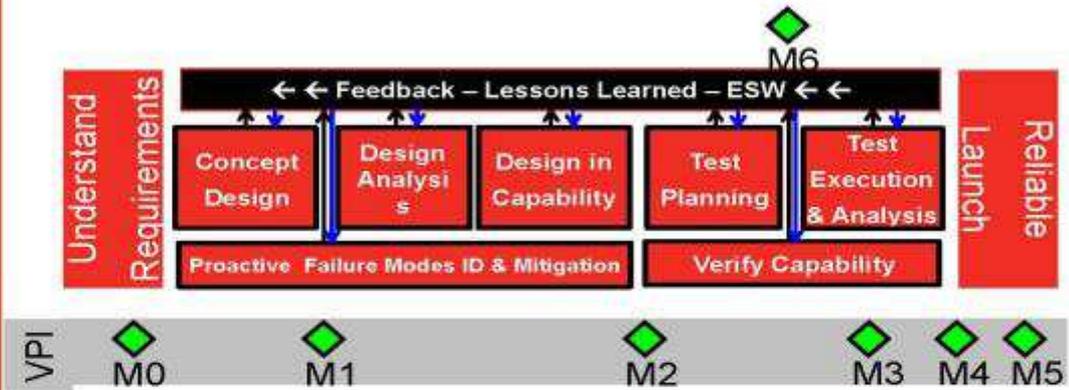
Random Vibration (PSD) and Shock (SRS) Test	Substrate Retention Test	Multi-Axis Simulation Table Vibration Test

System performance & emissions testing 系统性能测试

Benefits好处:

- Robust design 稳固的设计
- Rapid development cycle time 快速的开发周期
- Emissions testing 排放测试

Robust Engineering Development Process



15

10/16/2015

Cummins Confidential



CES PRODUCTS
CES产品

16

Cummins
Confidential

CES Products CES产品 EcoFit.

- **EcoFit Diesel Particulate Filter (DPF) Systems 柴油颗粒捕集系统**
 - Reduces Particulate Matter 减少颗粒物
- **EcoFit Selective Catalytic Reduction (SCR) Systems 选择性催化还原系统**
 - Reduces Oxides of Nitrogen (NOx) 减少氮氧化物
- **EcoFit Ultra-Low Emission (ULE) Systems 超低排放系统**
 - Combination system of DOC+DPF+SCR
- **EcoFit Diesel Oxidation Catalysts (DOC) 柴油氧化催化器**
 - Passive flow-through catalyst (3-way, DOC)
 - Reduces Particulate Matter



17

Cummins Confidential

CES Products CES产品 EcoFit.

- **EcoFit Hydrocarbon Dosing System (HDS) 碳氢喷射系统**
 - Injects fuel prior to DPF, typically engine mounted
 - Enables active regeneration
- **EcoFit Urea Dosing Systems 尿素喷射系统**
 - Urea Supply Module pumps Urea out of tank
 - Urea Doser injects Urea into decomp reactor
 - Urea Control Unit manages controls and dosing
 - Available as an airless or an air-assisted system
- **Engine and Aftertreatment Control Modules 发动机与后处理控制模块**
 - Monitors temperature, backpressure and NOx emissions
 - Provides logic between engine and aftertreatment to maintain emissions
- **EcoFit Ultra-Low Emission (ULE) Systems Decomposition Reactor 超低排放系统分解反应器**
 - Mixing chamber where DEF dissociates into ammonia and carbon dioxide when sprayed into the hot exhaust gases



Cummins Confidential

18

Product Lines 产品线



EcoFit Oxidation Catalysts (DOCs) (Nat. Gas) 氧化催化器	EcoFit Diesel Particulate Filter (DPF) Systems 柴油颗粒捕集系统	EcoFit Selective Catalytic Reduction (SCR) Systems 选择性催化还原系统	EcoFit Ultra-Low Emission (ULE) Systems 超低排放系统
Tier 4 Interim 非道路4阶段初	EPA07 美国2007	Euro IV/V 欧四欧五	Euro VI 欧六
3 Way Catalysts 三元催化器	Tier 4 Interim Series 非道路4阶段初	Euro VI/P7 欧六/巴西P7	EPA10 美国2010
Lean Burn Catalysts 稀薄燃烧催化器	Euro V 欧五	NS IV 国四	EPA13 美国2013
		Tier 4 Final 非道路4阶段终	Tier 4 Final 非道路4阶段终



Cummins Confidential



19



Doser Module On Tank Mount



- System Optimization: Removal of urea lines 取消尿素溶液进、回管路，优化系统结构
- Reliability improved due to less parts 可靠性加强
- Integration Ease : One fit to chassis 方便集成，一体化车身安装
- Cost saving 进一步降低成本

Cummins Confidential



Accessory Supply



Urea tank assembly
尿素箱集成



Urea dosing assembly
尿素喷射集成



Urea line, heated/unheated
尿素线, 加热/不加热型



Coolant valve
冷却液阀



Air oil separator
油气分离器



Ambient T Sensor
环境温度传感器



Exhaust pipe clamp
排气管卡箍



Nozzle Seat
喷嘴座



Nozzle retainer nut
喷嘴固定螺母



Metal flex pipe
金属波纹管

Cummins Confidential



Cummins Strength – System Integration

康明斯优势—系统集成

Control控制

**Turbo
Technologies**
增压技术

**Emission
Solutions**
后处理

Filtration
滤清

**Fuel
Systems**
燃油系统

Who We Serve 应用案例



23

Cummins Confidential