

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

蓄熱式觸媒轉化器於機車引擎冷車起動的轉化特性研究

(1/2)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2212-E-168-005-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：崑山科技大學機械工程系

計畫主持人：洪榮芳

計畫參與人員：何柏村 鍾金良 詹前歆 洪偉峻 許晉嘉 游建宏

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 5 月 11 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

蓄熱式觸媒轉化器於機車引擎冷車起動的轉化特性研究(1/2)
The catalyst with heat storing material on the emissions of
motorcycle engine under cold-start conditions (1/2)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 92-2212-E-168 -005

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

計畫主持人：洪榮芳

共同主持人：

計畫參與人員：何柏村 鍾金良 詹前歆 洪偉峻 許晉嘉 游建宏

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：崑山科技大學

中華民國 93 年 05 月 10 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

蓄熱式觸媒轉化器於機車引擎冷車起動的轉化特性研究(1/2)

The catalyst with heat storing material on the emissions of motorcycle engine under cold-start conditions (1/2)

計畫編號：NSC 92-2212-E-168-005

執行期限：92年8月1日至93年7月31日

主持人：洪榮芳 崑山科技大學機械工程系

計畫參與人員：何柏村 鍾金良 詹前歆 洪偉峻 許晉嘉 游建宏
崑山科技大學機械工程系

一、中文摘要

本文係針對電熱式觸媒轉化器預熱，並於觸媒轉化器前段與中段裝置蓄熱材料，將儲蓄於蓄熱材料中的熱量釋放出來，藉由蓄熱材料的長短來調整升溫速率及蓄熱量，以改善引擎冷起動之污染排放。

實驗參數主要為蓄熱材料長度、加熱溫度、CO設定濃度及加熱位置等。設定加熱溫度範圍包括 100°C、140°C、180°C 及 220°C 等；CO 設定值則採 1.3% 及 1.8%；加熱位置包括 A+B、B+C 及 C+D。儲熱材料係以不銹鋼片製成，寬度為 1.5cm，厚度為 0.3mm，長度分別為 30cm 及 60cm。

由實驗測試結果得知，加熱位置在觸媒中段、配合較短蓄熱材料(30cm)者，可獲得最佳單位能量的 CO 轉化量；總輸入能量在 80kJ 以下，CO 反應放出的能量百分比隨著輸入能量的增加而遞增，加熱能量則呈現遞減趨勢；總輸入能量達 80kJ 之後，兩者則均呈現水平趨勢發展。另外，以較短的蓄熱材料，配合較高的 CO 濃度者，在觸媒入口處加熱之較高輸入能量範圍，或於觸媒中段加熱之較低輸入能量範圍，均可獲得較高的 CO 轉化效率。

關鍵詞：機車引擎、冷車起動、蓄熱材料、電熱式觸媒轉化器、輸入能量

Abstract

The catalyst with heat storing material of a motorcycle engine was investigated in cold start conditions. The objective was to study the input energy stored in the heat storing material on the emission

improvement of the 4-stroke engine.

The studied parameters were the length of heat storing material, heating temperature, CO setting level and heating position. The heating temperature included 100°C, 140°C, 180°C and 220°C. CO setting levels included 1.3% and 1.8%. Heating positions were A+B, B+C and C+D. The heat storing material was made of stainless steel with 1.5cm in width, 0.3mm in thickness and 30cm and 60cm in length respectively.

The experimental results showed that, heating position of C+D with 30cm heat storing material could obtain the best CO converted mass per unit input energy. As the total input energy was under 80kJ, the ratio of CO released energy increased, and heating energy decreased with increasing input energy; as the input energy was over 80kJ, these two energies approached to the stable values. Furthermore, as a shorter heat storing material with higher CO setting level was used, high CO conversion efficiency could be obtained whether heated in the entrance of the catalyst with higher input energy, or heated in the mid-section of the catalyst with lower input energy.

Keywords: Motorcycle engine, cold start, heat storing material, electrically-heated catalyst, input energy

二、緣由與目的

於冷車起動運轉期間，引擎本體及觸媒轉化器都未達正常工作溫度，極易因燃料揮發不良與油氣混合不佳而造成燃燒不

完全或觸媒轉化器尚未產生作用，而導致偏高的污染排放。故冷起動期間污染排放的降低，為引擎污染排放改善為相當重要的課題。杜啟綸等人[1]曾針對機車引擎在冷起動之後的惰轉狀況及 ECE-40 行車型態的污染排放進行研究。洪榮芳等人[2]則針對二、四行程機車引擎暫態過程，包括冷車起動、加速及減速過程等的排氣特性及改善方法進行初步探討。洪榮芳等人[3-13]以配備有電熱式觸媒轉化器的四行程機車引擎為載具，進行冷起動過程污染排放特性研究，發現冷起動期間觸媒預熱，以較高的 CO 排氣濃度的設定值，可使觸媒快速達反應溫度，引擎的污染排放亦可獲得明顯的改善；但在較低的設定 CO 排放濃度下，即使經過多次預熱，觸媒仍無法達反應溫度。

Boam 等人[14]針對汽車引擎冷起動及暖車過程中碳氫化合物的來源進行探討；Ludykar 等人[15]則分別在環境溫度 22°C、-7°C 及 -20°C 等狀況下，探討三元觸媒轉化器汽車的冷起動污染排放特性；Umehara 等人[16]探討冷車起動的污染排放，以點角度的延後使排氣溫度升高，藉以使未燃氣在排氣管中再反應，以降低排氣污染。Joumard 等人[17]以小引擎探討多種行車型態(Driving patterns)對於冷車與熱車污染排放的影響，發現引擎的污染排放受到冷車起動影響的里程超過 3.5 公里以上。Lafyatis 等人[18]則針對使冷車快速升溫的方法進行研究，他們所採用的方法是提高排氣中 CO 濃度的排放，使排氣溫度快速提升，因為 CO 的氧化放熱可協助觸媒轉化器的快速升溫。Kirchner 等人[19]則發展出一套數學模式來研究觸媒轉化器的冷車啟動特性，在計算結果中提供了相關幾何尺寸及加熱控制策略。Bissett 等人[20]亦建立一套電腦模式，來模擬加熱式觸媒轉化器，結果發現在各種設計尺寸下均有其最佳的加熱器設計尺寸。

本實驗室在電熱式觸媒轉化器冷起動的過程中發現，原來的觸媒系統有兩個缺失：一為加熱器直接對氣體加熱，由於氣體比熱較低，溫度提升相當快，而冷起動時的油氣增濃，使得排氣中充滿高濃度的未燃氣，瞬間高溫將導致大量未燃氣的反

應而釋放出大量熱量，容易造成觸媒的傷害；另一方面因為氣體的比熱不高，蓄熱效果不佳，溫度上升快散熱也快，加熱器電源一旦切掉，熱量被氣流帶走之後，溫度即快速下降。在此情況下，加熱前階段溫升很快，但在加熱器電源被切斷之後溫降也極為快速。故本研究擬於加熱器週圍裝置適量的儲熱材料，改變加熱裝置的蓄熱效果，將加熱器提供的熱量儲蓄起來，電熱器電源切斷之後此熱量即可釋放出來，以協助維持觸媒的後續反應，即可克服上述的兩個問題。

三、實驗方法及步驟

1. 實驗設備

本研究所採用的主要實驗設備包括，150c.c.四行程機車、機車車體動力計（德國 MAHALP2000 型）、廢氣分析儀（日本 Horiba MEXA 554JA）、排氣預熱系統、數據擷取系統、空氣流量計及燃料流量計等。排氣預熱系統包括加熱塞、熱電偶、溫度控制裝置及繼電器等。觸媒轉化器係經改裝成具有蓄熱材料，並可裝置加熱器及熱電偶探針等，如圖 1 所示。

2. 實驗方法

本研究的實驗載具為 150 c.c.四行程機車引擎，引擎操作在怠速運轉，轉速設定為 1500±50rpm。觸媒轉化器尺寸為直徑 48.6mm、長 60mm，觸媒成分鉑與銨的比例為 5 比 1。儲熱材料係以不銹鋼片製成，寬度為 1.5cm，厚度為 0.3mm，長度分別為 30cm 及 60cm。本研究針對原觸媒修改設計，於觸媒轉化器進口及中段加上儲熱材料，以調節加熱器加熱過程的溫度變化及熱量的釋放。主要量測及控制設備包括，廢氣分析儀(日本 Horiba MEXA 554JA)、溫度訊號傳輸器、觸媒轉化器溫度控制系統及數據擷取系統等。溫度控制系統包括加熱塞、熱電偶、溫度控制裝置等，加熱塞電源來自 12VDC 的電瓶。觸媒出口熱電偶將排氣溫度訊號回授傳輸給控制器以控制加熱器，以達到觸媒溫度的控制。數據擷取系統共有十六個 A/D 輸入埠，擷取速率為 100 kHz。

實驗於冷車起動狀況下進行測試，並

同時量測排氣溫度、加熱塞通電電壓、電流及排氣污染等。冷車測試每次的間隔時間必須在六小時以上，待引擎各部位溫度均已回到室溫才可再進行下一次的冷車測試。

3.輸入能量計算

$$E_{heat} = P \times t$$

$$E_{ex} = h_{CO} \times \Delta m_{CO} + h_{HC} \times \Delta m_{HC}$$

其中， E_{heat} 為加熱塞所提供的熱量， P 代表加熱功率， t 為加熱時間； E_{ex} 為 CO 及 HC 經過觸媒反應之後所釋放出的熱量， h_{CO} 及 h_{HC} 為單位質量 CO 及 HC 的反應熱，總輸入熱量為 E_{heat} 與 E_{ex} 之和； Δm_{CO} 及 Δm_{HC} 為經過觸媒前後 CO 及 HC 的反應量，經由燃料消耗率與化學平衡式計算而得。

四、結果與討論

圖 2-圖 3 所示為蓄熱材料長度為 30cm 及 60cm，CO 設定值分別為 1.3% 及 1.8%，在不同設定加熱溫度下，到達設定加熱溫度所需的時間。由此兩圖的趨勢可知，蓄熱材料長度為 60cm 者，加熱時間明顯比 30cm 者長，因為前者蓄熱較多所致。其中，設定加熱溫度為 100°C 者，在相同的蓄熱材料長度下，即使 CO 設定值分別為 1.3% 及 1.8%，加熱時間幾乎相等，此即表示在此加熱溫度下觸媒未達反應溫度，來自排氣中未燃氣的反應熱幾乎為零，故 CO 設定值並未能影響觸媒的加熱特性。隨著加熱溫度的提高，蓄熱材料長度 60cm 者，除了加熱時間為 220°C 外，在其他加熱溫度下的加熱時間均極為接近；蓄熱材料長度 30cm 者，在 C+D 的加熱位置，CO 設定值對加熱時間的影響也不明顯；加熱位置為 A+B 者，則較為明顯，這是因為在觸媒進口處加熱，加熱時間較長，儲熱材料及觸媒吸熱較多，較濃的 CO 設定者，排氣中未燃氣可達反應狀態，釋放出的能量較多，使排氣溫度提升較為快速；而以較稀 CO 濃度者，未燃氣反應之釋放熱較少，故加熱時間較為拉長。而且由此兩圖的比較可知，於觸媒入口處加熱者，加熱時間約為於觸媒中段加熱者的兩倍，亦即於觸

媒入口加熱者，加熱能量約為中段加熱者的兩倍。加熱能量越高，越能引發排氣中未燃氣的反應。

圖 4 - 圖 6 分別代表蓄熱材料長度為 30cm、60cm，CO 設定值為 1.3% 及 1.8% 的情況下，在不同加熱位置及不同加熱溫度的輸入能量比較。輸入能量包括排氣未燃氣中的 HC 及 CO 的反應熱、加熱塞提供的能量及總輸入能量等。其中，以相同符號所代表的有四點數據，由左至右分別代表設定加熱溫度為 100°C、140°C、180°C 及 220°C 者。首先，由圖 4 所示加熱位置為 A+B 者可知，HC 反應所釋放出的能量非常少，大都在 10kJ 以下，這是因為因為四行程引擎所排放出的 HC 濃度相當低所致，約在 200ppm 以下；CO 反應所釋放出的能量，加熱時間於 170 秒之前，亦即加熱溫度為 100°C 者，因為加熱時間太短，加熱塞提供的能量只有約 40kJ，無法使觸媒達反應溫度所致；當加熱時間達 225 秒之後，蓄熱材料長度為 30cm，CO 設定值為 1.8% 者，當加熱溫度為 140°C，CO 反應釋放出的能量明顯升高，約在 30kJ、加熱能量約為 50kJ，總輸入能量已在 80kJ 以上，亦即此時，觸媒已到達反應狀態，CO 釋出能量的增加所代表的即是反應效率的增加；在此相同的加熱時間下，其他三個狀況，CO 所釋放出的能量仍然不明顯，因為 60cm 的儲熱材料吸熱較多，另外，較低的 CO 設定值之未燃氣所釋放出的能量亦較少所致。隨著加熱時間的增加至 260 秒之後，總輸入能量突然明顯增加，約在 100kJ 以上，此即除了加熱器所提供的能量之外，來自未燃氣的反應所釋放出的能量已明顯增加，但從第 300 秒之後，CO 的釋放能量漸趨緩和，此即代表 CO 的轉化效果已趨於平緩。此時 CO 的釋放能量約為 50kJ，總輸入能量約為 120kJ。再看圖 5 所示，加熱位置為 B+C 者的加熱時間與輸入能量的關係。由圖中可知，其趨勢與圖 4 所示者類似，HC 反應所釋放出的能量亦非常少，全部都在 10kJ 以下；加熱時間於 155 秒時，CO 反應所釋放出的能量幾近為零，亦即此時 CO 未反應。於 200 秒之後，CO 反應所釋放出的能量則明顯增加，其中以 CO 設定值為 1.8%，蓄熱材料長度為 60cm

者最為明顯，蓄熱材料長度為 30cm，CO 設定值為 1.8% 者次之；於 300 秒之後，蓄熱材料長度為 60cm，CO 設定值為 1.3% 者亦明顯提升。此即蓄熱材料長度較長，加熱時間增長之後，蓄熱較多，得以維持觸媒較穩定的轉化效果所致。圖 6 所示加熱位置為 B+C 者與前兩者相近，仍以蓄熱材料長度為 60cm，CO 設定值為 1.8% 者 CO 的反應熱最高，於 250 秒時已達 40 kJ；蓄熱材料長度為 60cm，CO 設定值為 1.3% 者次之，此等結果都是印證前面所提蓄熱材料長度較長，加熱時間增長，使得蓄熱較多，觸媒能夠維持在較穩定的轉化效果。

圖 7 所示為蓄熱材料長度為 30cm 及 60cm、CO 設定濃度為 1.3% 及 1.8% 的狀況下，加熱能量與 CO 反應能量比率的比較。由圖中可以明顯看出，總輸入能量在 80kJ 以下時，CO 釋放能量比率隨著總輸入能量的增加而提升，加熱能量比率則呈現下降的趨勢。在此一區域者，都屬加熱時間較短者，如加熱位置為 C+D 之加熱溫度在 180°C 以下者，或加熱位置為 A+B、蓄熱材料為 30cm、加熱溫度在 140°C 者，以及加熱位置為 A+B、蓄熱材料為 60cm、加熱溫度在 100°C 者。當總輸入能量在 80kJ 以上時，加熱能量與 CO 釋放能量比率均呈現近乎水平趨勢，前者約在 60-70% 之間，後者約 30-40% 左右，其他則為來自 HC 的反應熱，約在 10% 以下。

圖 8 所示為加熱位置分別為 A+B 及 C+D，蓄熱材料長度為 30cm 及 60cm，CO 設定值為 1.3% 及 1.8% 的情況下，單位總輸入能量對於 CO 轉化特性的分析。圖中每一條曲線均含有四點數據，由左至右分別代表加熱溫度為 100°C、140°C、180°C 及 220°C 者。由圖中可知，每條曲線都有其峰值的存在。整體而言，每千焦耳(kJ)的總輸入能量約可使 0.065g-0.11g 的 CO 產生轉化，其中，30cm 蓄熱材料者，加熱位置不論 A+B 或 C+D，配合 1.8% CO 的設定者，或加熱位置 C+D，配合 1.3% CO 的設定者，均可獲得最佳單位能量轉化效果，大約為 0.11g/kJ。再者，在每一個設定條件下，最佳的轉化效果均出現在加熱溫度為 140°C 或 180°C 者。因為加熱溫度太低時，輸入能量太少，很難使觸媒達到轉

化溫度，故加熱溫度為 100°C 者無法獲得較佳的轉化效果；加熱溫度過高者，因為輸入能量太多，卻無法使 CO 轉化效果獲得對等比例的增加，單位能量的轉化效果也因而降低。再者，在 C+D 加熱者，雖然加熱時間較短，但熱量卻可充分提供給觸媒內部，故可獲得比 A+B 加熱者為高的單位能量轉化效果。

圖 9 所示為蓄熱材料長度為 30cm 及 60cm，CO 設定值為 1.3% 及 1.8%，加熱溫度為 100°C、140°C、180°C 及 220°C 等的設定條件，CO 轉化效率與總輸入能量的關係。圖中所示，以相同符號所代表者，由左至右分別為 100°C、140°C、180°C 及 220°C 的加熱溫度。由圖中可知，總輸入能量 100kJ 為一個相當明顯的分界線，總輸入能量低於此值，CO 轉化效率隨著輸入能量的增加明顯提升；高於此值之後，隨著輸入能量的增加，CO 轉化效率則逐漸趨於緩和。大致而言，加熱位置為 A+B 者，由於輸入能量較多，一般均有較高的轉化效率；加熱位置為 C+D 者，一般則處於較低的轉化效率；加熱位置為 B+C 者則介於兩者之間。另外，加熱位置為 A+B 者，除了 CO 設定值為 1.3%、蓄熱材料長度為 30cm 者外，加熱溫度在 140°C 以上，亦即總輸入能量約為 80kJ 者，均能獲得 50% 以上的轉化效率，CO 設定值為 1.3%、蓄熱材料長度為 30cm 者，於 180°C 以上的加熱溫度亦能獲得相近的效果。加熱位置為 B+C 者，蓄熱材料長度為 30cm、CO 設定值為 1.3% 者，加熱溫度在 180°C 以上者，亦均能獲得 50% 以上的轉化效率。加熱位置為 C+D 者，則必須以較高的加熱溫度才能獲得較佳的轉化效率。但由圖中亦可知，於較低的加熱溫度時，A+B 者均無法獲得較高的轉化效率，反觀 B+C 及 C+D 者，於較低加熱溫度時的轉化效率，都明顯高於 A+B 者，尤其蓄熱材料長度為 30cm、CO 設定濃度為 1.8% 最為明顯，這些條件下，甚至以 60kJ 的總輸入能量即可獲得 50% 以上的化效率。這是因為兩者的中間段均裝置有加熱塞，針對觸媒擔體內部加熱，配合較少蓄熱材料的適當長度，可使觸媒床快速且充分獲得熱量，並能加以儲存，於於加熱塞電源切斷之後釋放出來維持觸媒

溫度，幫助觸媒針對 CO 等未燃氣產生有效轉化。

五、成果自評

針對四行程機車引擎電熱式觸媒加裝蓄熱材料，於冷起動期間的污染排放特性進行研究，獲得以下結論：

- 1.較長的蓄熱材料，吸熱較多，溫度上升較慢，以較少的輸入能量無法獲得較佳的轉化效果；較短的蓄熱材料，溫度上升較快，配合較高的 CO 設定濃度，以較低的輸入能量即可獲得較佳的轉化效果。
- 2.針對單位能量對 CO 轉化量的分析，每組設定條件均有其最佳值的存在，一般均出現在加熱溫度為 140°C 或 180°C；加熱位置在觸媒中段、配合 30cm 蓄熱材料者，可獲得最佳單位能量的 CO 轉化量。
- 3.總輸入能量在 80kJ 以下，CO 反應放出的能量百分比隨著能量的增加而遞增，加熱能量則呈現遞減趨勢；總輸入能量達 100kJ 之後，兩者則均呈現水平趨勢發展。
- 4.在觸媒入口處加熱者，總輸入能量較多，所獲得的 CO 的轉化效率較高；在觸媒中段加熱者，於較少輸入能量即可獲得較佳的 CO 轉化效率。
- 5.總輸入能量在 80kJ 以下，CO 的轉化效率隨著輸入能量的增加而明顯上升；高於此輸入能量之後，CO 的轉化效率隨著輸入能量增加則呈現趨緩的趨勢。

在整體成果方面均已達成計畫所訂目標，並於研討會發表一篇文章[13]；另外，一篇已投稿於國外期刊[21]，亦有一篇正準備投稿於相關學術期刊。

本計畫的重要成果為，於小型引擎冷起動期間，針對電熱式觸媒轉化效果的研究，以適當長度的蓄熱材料加裝於觸媒擔體，配合適當的進氣混合氣濃度的設定，並以適當的加熱方式，穩定並提升觸媒轉化器於冷起動期間的轉化效果，有效改善引擎的污染排放。同時，並找出能以最經濟能量消耗的轉化效果。

六、參考文獻

- [1] 杜啟綸，盧昭暉，王美文，莊訓城，吳盛忠，陳雄文，機車冷起動對污染排放之影響。高雄市，第六屆海峽兩岸環境保護研討會，pp. 802-807，1999 年。

- [2] 洪榮芳，周煥銘，陳俊維，黃仁昭，陳靖杰，徐振雄，吳建發，機車引擎暫態過程污染排放研究，第十六屆技職研討會，花蓮市，2001 年 4 月。
- [3] 洪榮芳，周煥銘，王國佑，周文河，蔡震華，陳健民，李宗龍，觸媒轉化器對於機車引擎冷起動污染改善之研究，第六屆車輛工程學術研討會，桃園縣，pp.129-135，2001 年 10 月。
- [4] 洪榮芳，周煥銘，蔡震華，陳健民，周文河，王國佑，李宗龍，電熱式觸媒轉化器於四行程機車引擎冷車怠速之溫度及污染特性研究，2002 中華民國燃燒學會/民航學會/航太學會學術聯合會議論文集，高雄市，pp. 49-56，2002 年 3 月。
- [5] 洪榮芳，周煥銘，陳健民，王國佑，周文河，蔡震華，李宗龍，進氣溫度及增濃油量對於機車引擎冷起動特性影響研究，2002 中華民國燃燒學會/民航學會/航太學會學術聯合會議論文集，高雄市，pp. 533-540，2002 年 3 月。
- [6] 洪榮芳，周煥銘，許天秋，林智鉉，江松桓，楊宗陵，黃永嘉，吳銘仲，林億銘，預熱式觸媒轉化器於四行程機車引擎冷起動污染排放影響研究，中國機械工程學會第十九屆學術研討會論文集，雲林縣，pp. 393-400，2002 年 11 月。
- [7] 洪榮芳，周煥銘，吳向宸，許天秋，陳景松，施宏杰，黃國原，進氣額外增濃對於機車引擎冷起動觸媒轉化效果的特性研究，中華民國燃燒學會第十三屆學術研討會論文集，台北市，(光碟片版)，2003。
- [8] 許天秋，施宏杰，蘇祭哲，洪榮芳，周煥銘，吳澤松，加熱功率與加熱位置對於機車引擎冷起動觸媒轉化效果的特性研究，中華民國燃燒學會第十三屆學術研討會論文集，台北市，(光碟片版)，2003。
- [9] Rong-Fang Horng and Huann-Ming Chou, 2003, Transient Behaviour of an Electrically Heated Catalytic Converter on a Motorcycle Engine in Cold-Start Conditions, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, Vol. 217, pp. 183-191, 2003.
- [10] Rong-Fang Horng, Huann-Ming Chou and Tien-Chiu Hsu, 2003, Reaction of an Electrically Heated Catalyst of a 4-Stroke Motorcycle Engine under Cold-Start Condition with Additional Enrichment of the Intake Mixture, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, Vol. 217,

- pp.1117-1124, 2003.
- [11] **Rong-Fang Horng**, Huann-Ming Chou and Tien-Chiu Hsu, 2004, Effects of Heating Energy and Heating Position on the Conversion Characteristics of the Catalyst of a four-Stroke Motorcycle Engine in Cold Start Conditions, *Energy Conversion and Management*, Vol. 45, pp. 2113-2126, 2004.
- [12] **洪榮芳**, 周煥銘, 許天秋, 何柏村, 邱韋丞, 機車之電熱式觸媒轉化器加熱能量與污染排放關係探討, 已接受將發表於中國機械工程學會第二十屆學術研討會, 2003。
- [13] **洪榮芳**, 吳澤松, 何柏村, 陳君維, 鍾金良, 詹前歆, 2004, 蓄熱式觸媒轉化器於機車引擎冷起動的特性研究, 中華民國燃燒學會第十四屆學術研討會論文集(光碟片版), 中壢市, 2004年3月27日。
- [14] Boam, D.J., Finlay, I.C., Bilddulph, T.W., Ma, T.A., Lee, R., Richardson, S.H., Bloomfield, J., Green, J.A., Wallace, S., Woods, W.A. and Brown, P., The sources of unburnt hydrocarbon emissions from spark ignition engines during cold starts and warm-up. Proc. Instn. Mech. Engrs., Part D: Journal of Automobile Engineering. Vol. 208, pp.1-11, 1994.
- [15] Ludykar, D., Westerholm, R. & Almen, J., Cold start emissions at +22, -7 and -20°C ambient temperatures from a three-way catalyst (TWC) car:regulated and unregulated exhaust components. The Science of the Total Environment, Vol. 235, pp.65-69, 1999.
- [16] Umehara, K., Tateishi, T., Nishimura, H. and Misumi, M., HC reduction system for cold start and warm-up phases-Improvement of catalyst warm-up by retarded ignition. JSAE Review (Technical Notes), Vol.18, pp. 67-68, 1997.
- [17] Joumard, R., Andre, M., Vidon, R., Tassel, P. and Pruvost C., Influence of Driving Cycles on Unit Emissions from Passenger Cars, Atmospheric Environment, Vol.34, pp. 4621-4628, 2000.
- [18] Lafyatis, D.S., Ansell, G.P., Bennett, S.T., Frost J.C., Millington, P.J., Rajaram, R.R., Walker, A.P. and Ballinger, T.H., Ambient Temperature Light-off for Automotive Emission Control, Applied Catalysis B: Environmental Vol. 18, pp. 123-135, 1998.
- [19] Kirchner, T. and Eigenberger, G., Optimization of the Cold-Start Behavior of Automotive Catalysts Using an Electrically Heated Pre-catalyst, Chemical Engineering Science, Vol.51, No.10, pp. 2409-2418, 1996.
- [20] Bissett, E.J. and Oh, S.H., Electric Heated Converters for Automotive Emission Control: Determination of the Best Size Regime for the Heated Element. Chemical Engineering Science, Vol. 54, pp. 3957-3966, 1999.
- [21] **Rong-Fang Horng**, Effect of Input Energy on the Cold-Start Characteristics of an EHC with Heat Storing Material on a Motorcycle Engine, Submitted to *Energy Conversion and Management*, 2004.

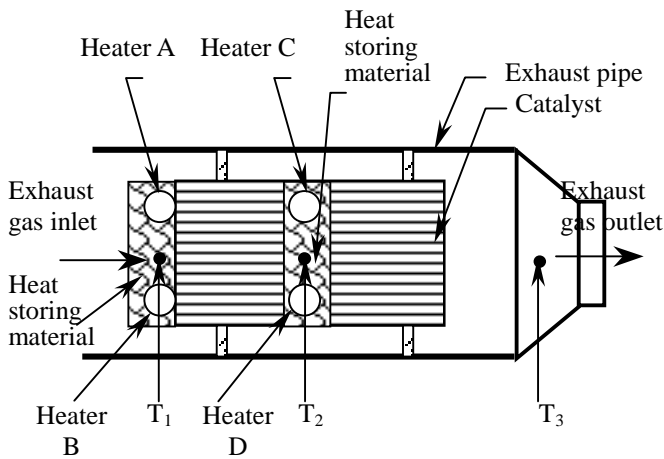


圖 1 蓄熱式觸媒轉化器

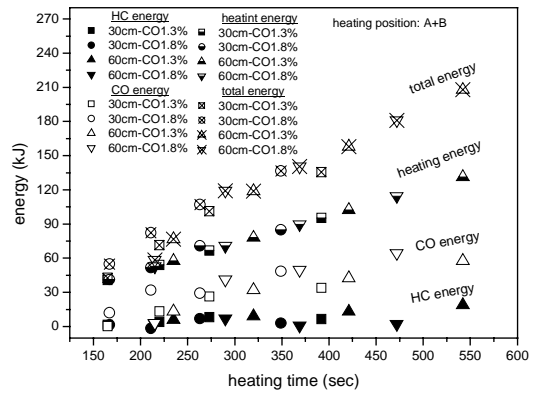


圖 4 輸入能量與加熱時間的關係 (加熱位置：A+B)

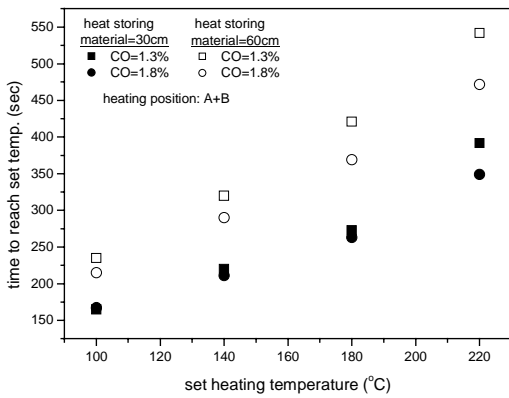


圖 2 達設定加熱溫度所需的時間 (加熱位置：A+B, 蓄熱材料長度：30cm 及 60cm, CO 設定值：1.3% 及 1.8%)

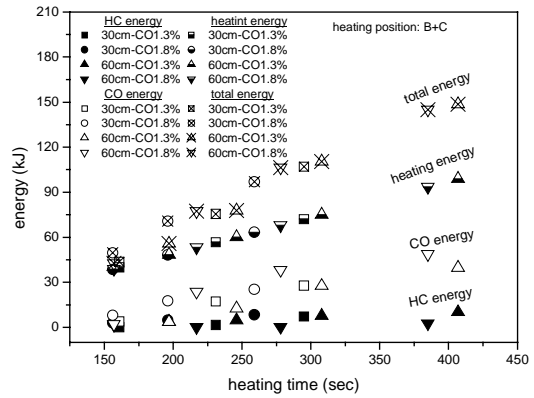


圖 5 輸入能量與加熱時間的關係 (加熱位置：B+C)

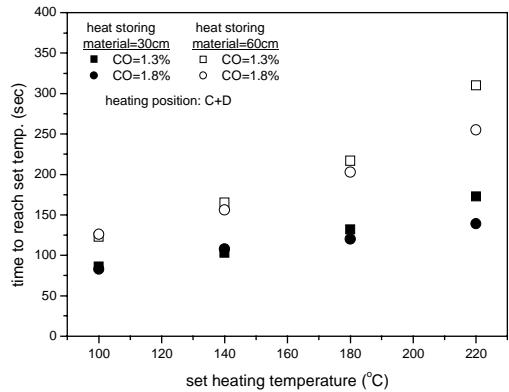


圖 3 達設定加熱溫度所需的時間 (加熱位置：C+D, 蓄熱材料長度：30cm 及 60cm, CO 設定值：1.3% 及 1.8%)

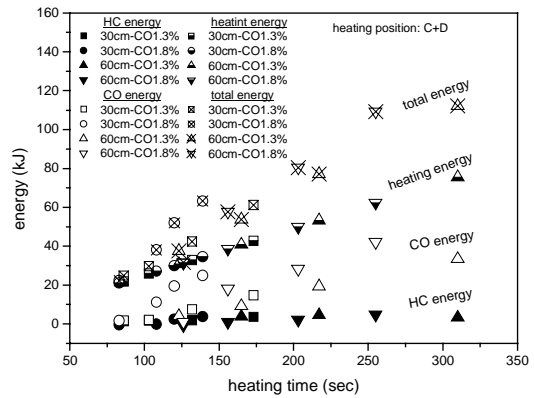


圖 6 輸入能量與加熱時間的關係 (加熱位置：C+D)

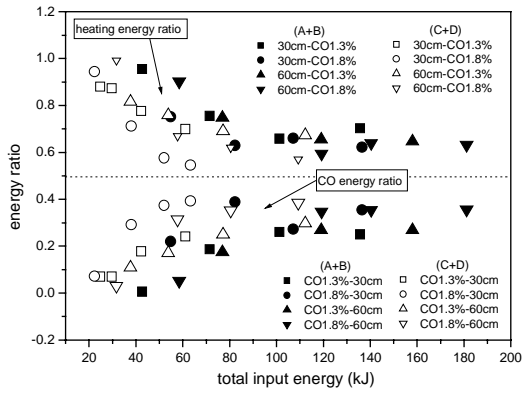


圖 7 在不同蓄熱材料長度與 CO 設定濃度下，加熱能量與 CO 釋出能量比率的比較

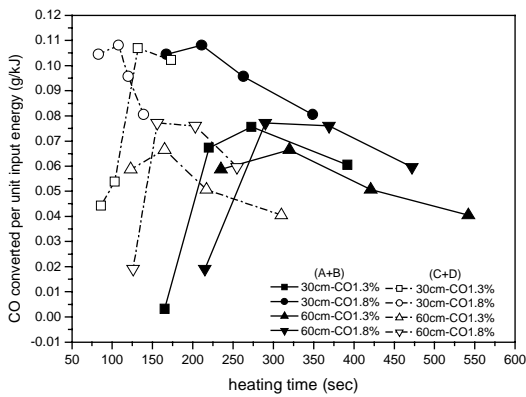


圖 8 加熱時間對於每單位能量對 CO 轉化特性的影響(加熱位置：A+B 及 C+D)

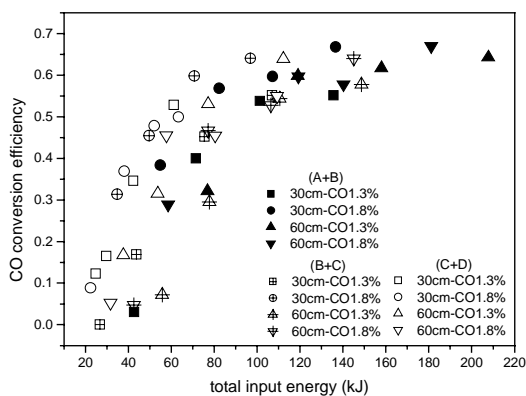


圖 9 在不同蓄熱材料長度與 CO 設定濃度下，總輸入能量與 CO 轉化效率的關係