

偵測爆震的廢氣溫度和在引擎內火花點火的過程控制

摘要

爆震是一個重大的問題在設計和操作階段限制高效率 and 強而有力引擎的發展。可防止對引擎元件的損害，沒有爆震，引擎可設計的有更高的壓縮比，有更高的經濟效率及動力輸出。自從發現爆震是一個重要的因素，很多研究學者致力於消除及控制爆震。在過去，爆震已經可以使用加速計或缸內壓力轉換器來偵測。這些感知器有一些缺點，在這報告裡，有一個新的爆震感知器被提出來，當引擎正要開始爆震時，引擎排氣溫度會改變，利用這個事實，來減少相當可觀的量，因此，必須在引擎的排氣孔固定一個溫度感知器，排氣溫度可以測量，爆震的徵兆可以被偵測，觀察這些，在爆震時的排氣溫度，展現出相當有利的結果，對於引擎爆震和排氣溫度之間有相互的關聯。另外，在這報告裡，有另一個新的建議控制系統也被提出，這個系統也可以被使用在連結感測系統使引擎遠離爆震變化。

介紹

爆震是最常被討論但是卻最少被了解的一種內燃機的混亂現象。相當多的努力致力於了解複雜的爆震現象以及利用更多的點火提前來減少爆震，無論如何，盡所有的努力，對引擎爆震的充分了解及在引擎參數對爆震上的作用是缺乏的。為了增加對這個現象的了解可以經由改變引擎的設計來減少燃油消耗。

有兩個一般公認的爆震理論，自動點火和爆燃。自燃的理論，假設自然的燃燒，從燃燒室的某部分到火星塞最遠端。這容量是末端氣體容積。末端氣體的溫度和壓力超出他自燃點的話，末端氣體會自發的點燃，開始在一點或更多點。一個猛烈的爆炸將會發生在末端氣體裡，導致壓力波在燃燒室震盪使得聽到金屬的撞擊聲。

爆炸理論，在另一方面，假設爆震的發生是由於火星塞火焰加速的蔓延到燃燒室的另一端，以超音波速度產生衝擊波或爆炸把末端氣體捲入。衝擊波將反射從火星塞到汽缸壁另一端在燃燒室裡共振。強大的壓力時間雖短但是高又巨大，導致爆震的高分貝聲音。

在很多案例中，輕微的爆震是無害的，嚴重的爆震導致引擎操作員的反感以及擾人的噪音和引擎元件的自我損壞。汽門黏死，活塞，火塞腐蝕，活塞環破裂，以及汽缸蓋墊圈壞掉，這些問題在嚴重的爆震下已經被觀察出來。

爆震的形成在不同的車作動之中，它通常區分在加速與定速之中。除了對引擎危害之外，對正在加速引擎的爆震是讓駕駛者與乘客所討厭的事。在其他方面，在定速爆震幾乎不被聽到因為它消除掉各種的噪音，但是當他保持高速運轉，它也許完全地損害引擎。

發現和控制爆震

許多引擎變數一個給引擎訊號會影響爆震，例如火花的發展，引擎的速度，空燃比，進入的壓力和溫度…等等。其中一些變數是能被控制的，然而有些不能。一但確認引擎變數會影響爆震，爆震應該被控制靠著調整一些變數。之前就是這麼做的，爆震必須首先被發現。

在火花點火的引擎發現爆震方法的趨勢不是全部都令人滿意的。

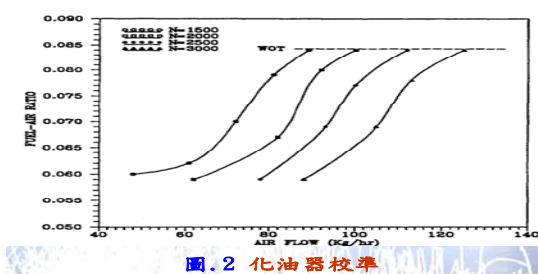
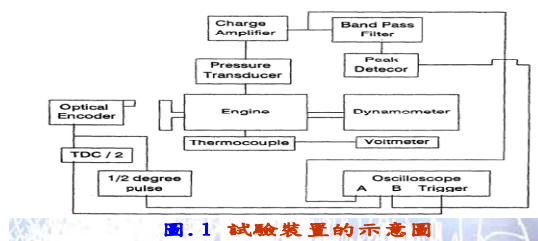
震動感知器大部分都是爆震感知器的型式，加速器事實上會使引擎本體震動相當於爆震。

這種感知器能被裝置在引擎外部的表面，通常在汽缸的頂部。加速器的輸出量和引擎本體的振動有關係，被影響得不只是震動由於爆震所引起的異常燃燒也會使其他引擎形成噪音。似乎感知器在低速相對的容易發現爆震也幾乎沒有引擎震動的來源。這是令人遺憾的，至高速以後，爆震的發生有很多精確和敏感的命令去阻止高比例引擎損害。

壓力轉換器

壓力轉換器是另一種爆震感知器的型式。在汽缸爆震行程中轉換器測量很大的壓力波動。它可能被裝置在汽缸壁直達火星塞。這種感知器非常得適合作動，但是在單缸的控制相當得昂貴，他必須裝再每一個汽缸。也由於動力自然的反應，感知器需要定期的清除。

一旦發現爆震，他能夠控制影響爆震變數的變化直到爆震被消去。



通常控制爆震有兩個方法：灌入高品質的燃油，遲緩火花的發展。依靠燃油分子的大小和結構去抵抗爆震。他精確的要求辛宛值的數量。第二個方法，延遲火花的發展，如果有爆震的演出，在引擎循環中在汽缸內要減少最高溫度和最大壓力的汽油，所以降低爆震的強度標準。再裝有加速器的引擎，爆震不僅僅發生在點火時期也可能發生在壓縮，減少點火時期和壓縮都是遇到爆震時要被考慮的。

探知爆震，更好的是使用一個感知器提供引擎過熱的訊息。在這研究中，進氣溫度的選擇像是一個有熱偶的感知器。當引擎產生爆震時感知器實際利用減低可觀的進氣溫度。因而，當進氣溫度超過入口的標準爆震的顯示會隨時的下降，能被用在與感官感知器連結，去移動引擎爆震的區域。

建議和解決，使用感知器的方法如下：

1. 感知器能反應出引擎行程其中的時期。
2. 減少損失。
3. 能容易取得和容易替代。
4. 能殘存氣管的環境；小型尺寸和容易適合大部分的引擎。

這技術能有效率檢測爆震的可能如下內容：

- 1 · 爆震的偵察是完全的，信號沒被擾亂（感知器沒被引擎的噪音所影響）。
- 2 · 爆震的偵察非常迅速。
- 3 · 這種技術適用於全部引擎的種類。

實驗法

這實驗需要一台引擎能夠操作在爆震狀態過程中且延長時期獲得連續數據。為這工作選擇的引擎是一單汽缸，和易變的壓縮比率引擎。它是由一個鐵活塞建造所以禁得住長期的高爆震強度。爆震強度可能隨著改變提前點火或者壓縮比率而變化。

引擎的重要的特性如下：

引擎類型：TD43 進汽門打開：10 度 BTDC
有直徑：9.5 厘米 進汽門關閉：35 度 ABDC
行程長度：8.2 厘米 排氣門打開：40 度 BBDC
燃料測量：汽化器 排氣門關閉：15 度 ATDC

引擎轉速可由連接在引擎曲軸上的電子動力計而控制。安裝在汽缸蓋裡的壓力轉換器可以測量汽缸壓力。

首先，確認爆震可以透過監控廢氣溫度被發現是必要的。因此，它必須確定廢氣溫度減少多少在爆震的開始與減少相比並且在正常運轉期間觀察。

第 1 套實驗在正常運轉條件下的

引擎上進行在有基線如下

壓縮比率：9 燃料：汽油(88 在上)
提前點火：MBT 油溫度：70°C
進氣溫度：20°C 冷卻劑溫度：85°C
引擎轉速：1000-3500rpm

入口壓力：對完全打開的節流閥(WOT)和正打開的節流閥閥門有不同的百分比

相等比率：0.8-1.3

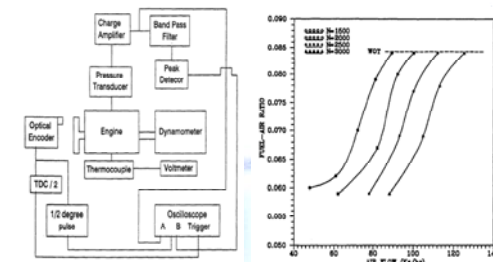


圖.1 試驗裝置的示意圖

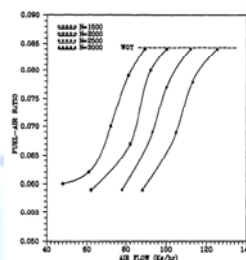


圖.2 化油器校準

引擎和相關機械操作被用圖.1 顯示發現在以不同的速度的打開的節流閥閥門和空燃比之間的關係，並且汽化器校準用圖顯示 2.從這個數字中，如果引擎正操作在正打開的某種節流閥閥門和引擎轉速，相對空燃比率就能知道。

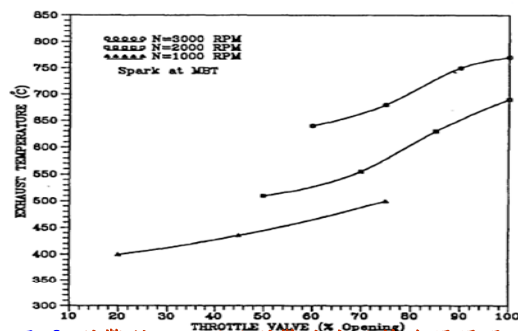


圖.3 引擎對以不同的引擎速度的節流閥閥門位置廢氣溫度

將引擎在不同的節流閥閥門開啟時操作在固定的轉速運轉，並且在引擎的每種運轉狀態下記錄排氣溫度。

熱電偶用於排氣溫度測量。它被安置在離排氣門 13 公分並且有-200 到 1260°C 的工作溫度。圖.3 顯示 在不同的引擎轉速和調節閥門的開啟導致廢氣溫度結果。

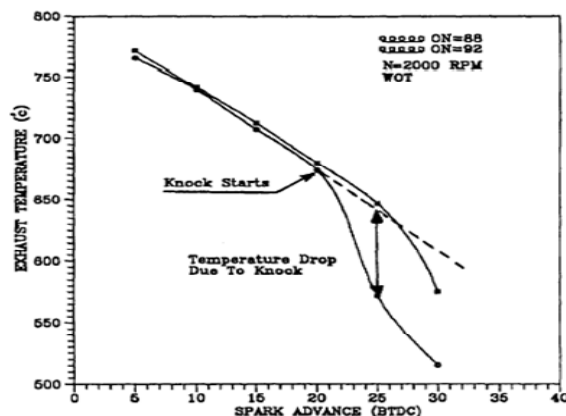


圖.4 與調節火花有關的在排氣口的排氣溫度

在第 2 套實驗裡，引擎被操作在爆震狀態及提前點火時期之下。引擎的點火時期大約 5 到 30 度有不同的改變。BTDC 有 5 度 5 分的間隔。廢氣的溫度在被測量過後會間隔在每段排氣口。這個樣品的結果被用圖.4 顯示它顯示，像時間被提前，排氣溫度緩慢的下降。如果時間被更進一步提前，引擎進入爆震領域，而排氣溫度將更迅速地下降。

將點火時期提前 5 度到 30 度觀察總溫度下降至 250°C 高。在爆震領域裡，部分溫度下降是由於提前... 時期，並且由其它部分進入爆震，找到將要爆震溫度下降的數據，關於使用 92ON 燃料的類型。引擎在相同的條件下運轉。重複火花過程相同的試驗，並且試驗結果會在圖 4 裡顯示。可以觀察在 88ON 的情況下火花再移動中在哪點產生爆震，此外，當引擎進入爆震位置時，排氣溫度會迅速下降。

從上述報告，一個人能預期那，在 88ON 的情況之下，如果引擎在任何火花行程下被以為無爆震，在排氣溫度方面的下降將隨著虛線顯示在相同的平面圖，所以，由於爆震的進入在實際的

排氣溫度開始下降將是溫度虛線和固體的差別，如圖4中所示.在廢氣溫度下降的方面大約是75°C的狀態。

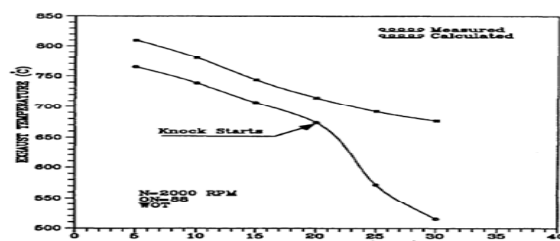


圖.5 標準曲線和火花行程與排氣口計算工作溫度比較

另一種方法來找到由於爆震的進入而使實際溫度下降的溫度，再實際燃燒的引擎汽缸裡面有一個處理類比訊號的計算機程式用來計算廢氣溫度，程式在不同的火花行程在上述88ON的條件裡運轉，並且結果與測定值一道用圖5顯示，程式的結果並沒有考慮到爆震，因此沒有觀察到突然的排氣溫度下降這方面和在高火花的发展。此外，觀察出在測定值和在計算之間的差別，但是它們應該有幾乎相同的趨勢。這確認如果引擎是沒有爆震的那廢氣溫度的測定值曲線將有跟隨上面曲線的趨勢。

然後在不同的引擎轉速和調節閥門在爆震的情況之下重複實驗. 爆震強度實驗是為每種實驗狀態的測量之一。爆震強度的參數用來描述出哪邊有嚴重的爆震. 這個參數的定義沒有標準化. 這裡，我們確定當最大幅度壓力提升時從一條傳輸線傳到汽缸壓力信號{8}。圖1顯示常發生爆震強度的深度示意圖主要項目包括一個示波器，一個電荷放大器，一台壓力轉換器，一台編碼器，一個峰值檢測器箱子，分到兩個箱子，一條傳輸線傳過濾器。

由一台壓電的壓力轉換器安裝在引擎的汽缸裡計算出爆震強度的尺寸和壓力。來自電荷放大器的信號被透過一傳輸線傳到過濾器。過濾器集中在6 KHz頻率，這是大約燃燒室的共振的頻率。這過濾器能有效的除去無爆震汽缸的過去壓力歷史和更高頻率的聽覺模式以及高頻率的噪音。由於爆震的發生造成壓力震動而導致爆震壓力信號組成。只有一個峰值檢測器確定峰值.那時，來自被過濾信號的最大幅度被認為是一個爆震強度的度量標準。

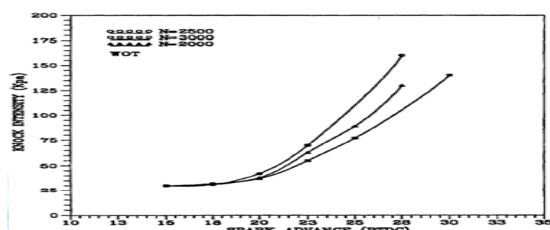


圖.6 與引擎速度有關的110個行程的爆震強度的平均值

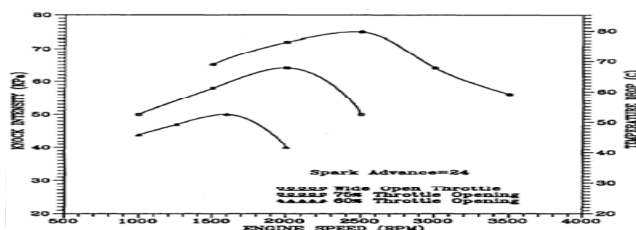


圖.7 爆震強度和廢氣降溫依照引擎速度並且為不同的節流閥門打開

在每種狀態下採取110個行程循環的爆震強度的平均值。這個平均數的頻繁的爆震讓正常燃燒從20 kpa 改變到200 kpa。試驗的結果在圖6和7顯示。發現較高的爆震強度是在廢氣溫度在最高的時候發生。從這訊息，在爆震強度和在廢氣溫度下降方面的的之間相互關係可能被預測。

討論

由圖4 和5 確認爆震和那些廢氣溫度下降大約在75 °C在完全打開調節與200rpm的狀態。從這的事實發現，在溫度下降這方面能用來發熱在引擎火花點火過程中有發生爆震。在排氣溫度方面的這下降的原因是爆震的壓力波，由於爆震，修改了在燃燒室壁熱交換。透過冷卻系統被帶走的熱能，而讓，廢氣的溫度減少。發現，在頻繁的爆震下，汽缸壁散熱比正常的燃燒（【4】的高3倍。當爆震非常沉重時，一個汽缸頭的過熱將減少排氣溫度，在這些下面條件，爆震變得越來越嚴重，未受控制的爆震可能嚴重的造成引擎損害。

爆震控制

圖.7 展現出排氣溫度高低和爆震強度在不同節汽門開度引擎速度繪出相反的圖形。由此可看出，某一節汽門的開度。爆震強度或排氣溫度增加的高低，當引擎速度增加到某一速度。這是因為在引擎較高轉速時汽缸壁的冷卻時間較短，所以較高溫度的末端氣體溫度是被希望的。當引擎速度進一步的增加，排氣溫度減少爆震強度降低。這是因為火焰前端的速度增加亂流使汽缸內的氣體達到高速度.當發生這樣結果。火焰前端將在這些氣體的自燃發生以前到達末端氣體。

此外從圖.7，顯然的，對相同的引擎轉速來說，當節流閥的百分比開度增加，爆震強度或在排氣溫度方面的下降增加。

在更高的負荷下由於有更高的汽缸壓力和溫度，所以末端氣體也將會有高溫；因此，會有更強的爆震。

爆震感知器在爆震控制系統是很重要的一部份。為了達到增加引擎輸出並且改進燃油效率，引擎意圖是保持影響的變量在爆震附近查出爆震限制。

為了控制爆震，會影響引擎的可變因素應該是事先要討論的。一但安裝在引擎汽缸排氣口上的一對熱電偶發生震盪，溫度的下降將會是引擎產生劇烈爆震的一個跡象。可以用這跡象來判定當引擎要爆震時應該被控制在一個臨界值上。爆震能透過這控制來改變引擎爆震的可變因素直到爆震被消除。對一台特定的引擎設計和燃料質量，當以大範圍的轉速及負荷操作，透過點火延遲來控制爆震的發生。會繪製成一張性能圖包含了廢氣溫度及所有引擎可能操作的條件並儲存在一個微處理機裡。然後，在排氣口的一對熱電偶會連續偵測廢氣溫度並且把信號送到一個控制系統。這些設定值將與在那種引擎轉速狀態下和進氣歧管絕對壓力做比較，這在引擎上相當於一個負荷，藉這來考慮引擎是否會自由爆震。如果性能圖是低的，則考慮引擎有自由爆震。此時控制系統將會透過分電盤使點火提前來獲得最大扭矩和最小燃料消耗。發展成一個最佳點火時間可能被制定在一台特殊點火系統控制的引擎。因為引擎若產生爆震，排氣溫度將會下降。再來，偵測到的排氣溫度對一個新的引擎狀態來說是低的，因此，主要是延遲時間讓引擎離開爆震的範圍。

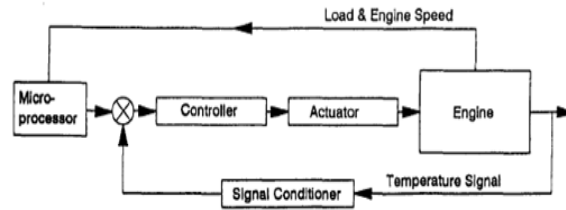


圖.8 控制系統的方框圖

換句話說，發現引擎爆震後將點火時間延遲，然後在幾個引擎循環後不再爆震，才慢慢恢復到正常的點火時間。就多缸的引擎來說，可以個別量測各汽缸的排氣溫度，獨立調整每一汽缸的火花點火。

圖.8 是一張推薦的閉迴路方塊圖控制系統。

控制系統得到的溫度信號，經由一對熱電偶偵測後，將會延遲於排氣的實際溫度。因為熱電偶量測的時間，是產生廢氣到廢氣通過排氣口所需要的時間。這些延遲必須考慮到每一個循環所獲得實際的排氣溫度。這樣的話，一個快的頻率響應應該用在溫度感知器上並且應該最多有一個週期的時間常數。

結論

根據以前的結果，得到很多新的和有趣的報告。這項研究確定爆震可以透過監控廢氣溫度來發現。此外，在觀察爆震的條件下，廢氣控制顯示的結果有利於應用在引擎爆震下降的排氣溫度。

要有效發現爆震的發生有下列因素：

- 1 · 因為信號不能被引擎噪音所引響，爆震的感覺是單純的並快速的。
- 2 · 這對所有類型的引擎非常迅速和適用。

這裡提出所推薦的爆震控制系統，使之更進一步推進壓縮比的可能或者允許引擎在最大火花情況下產生最大功率的火花式點火引擎。