

柴油引擎汽車與汽油引擎汽車之比較

篇名

柴油引擎汽車與汽油引擎汽車之比較

作者

楊禮鴻。國立台中二中。一年一班

柴油引擎汽車與汽油引擎汽車之比較

壹●前言

在現在的世界裡，汽車已成為人類不可或缺的代步工具。隨著世界人口快速成長，人類對汽車的需求量也與日俱增，但車輛的增加卻也慢慢地影響我們的環境，由汽車所排放的廢氣與熱污染便是造成全球溫室效應的重要原因之一，而要如何將污染降低則是人類所該去思索的問題。科技的日新月異，汽車製造也越來越重視環保的問題，但究竟使用何種引擎才能降低污染呢？過去，柴油引擎給人的印象是不環保、吵雜、震動大又跑不快，但在這裡必須要替它平反，隨著科技發展，柴油車早已非昔日吳下阿蒙，相反的，它還很有可能是未來的大勢所趨呢！所以，以下就柴油引擎汽車與汽油引擎汽車做個詳細的比較。

貳●正文

一、介紹柴油引擎與汽油引擎

01. 柴油引擎

A. DI引擎與IDI引擎

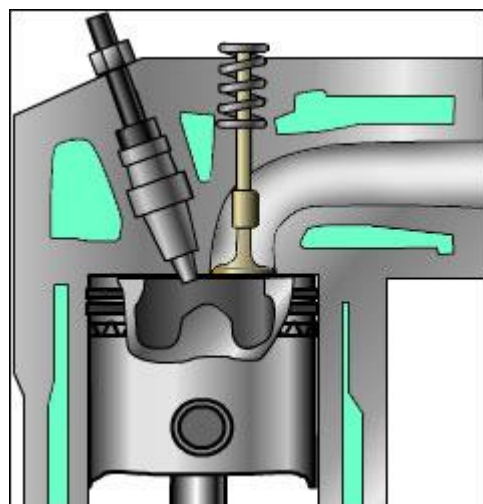
各種不同形式的柴油引擎除了排氣量的不同外，最大的差別在於燃燒室及供油系統的設計。柴油引擎依燃燒室設計不同，可分為直接噴射(DI)式及間接噴射(IDI)式。間接噴射式引擎又可分為預燃室型與渦流式型兩大類(註一)。分別說明如下：

a. 直接噴射式：

直接噴射引擎的缸頭燃燒室設計是平的，主燃燒室位於活塞上的特殊凹陷空間內，並經由凹洞中央處之多孔型噴油嘴來迅速將燃油噴入。(如圖一所示)

優點：

1. 燃燒室構造簡單且表面積較小，熱損失和耗油率低。
2. 缸頭構造簡單，受熱變形機會小。
3. 引擎啟動容易且不需預熱塞。
4. 燃燒室表面積的容積率小，冷卻損失亦小。



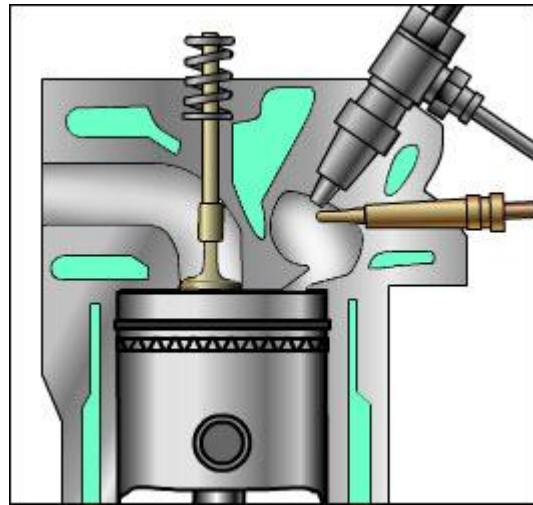
(圖一)直接噴射式柴油引擎將燃油直接注入汽缸之中。

缺點:

- 1.對燃油之可燃性級數的要求較高。
- 2.需要較高的燃油噴射壓力。
- 3.使用多孔型噴油嘴的價格較高。
- 4.噴油嘴細微的衰退會嚴重地影響引擎的性能。
- 5.因其氣流渦動較弱，空氣的使用率較差，不適合在高轉速運作。(註二)

b.預燃室型間接噴射：

預燃室位於主燃燒室上方，在燃燒行程前期，噴油嘴將燃油噴入預燃室中產生局部燃燒，因而產生高溫高壓氣體。隨此壓力，剩餘燃油經油孔噴出進入主燃燒室中，與渦動的空氣混合完全燃燒。預燃室型引擎，它的燃燒過程分兩階段，差別在燃油與空氣的混合是利用從預燃室所噴出的氣流來完成燃燒。(如圖二所示)



(圖二)預燃室型間接噴射柴油引擎，先在預燃室內產生點火，再點燃主燃燒室。

優點:

- 1.因燃油噴射壓力相對較低(80~150bar)，燃油系統故障較率低且壽命較長。
- 2.對燃油可燃性級數要求較低。
- 3.操作上較寧靜且不易發生爆震。
- 4.空氣與燃油之混合狀況較佳。

缺點:

- 1.缸頭構造複雜。
 - 2.因預燃室的表面積容量大，所以冷卻損失亦較大。
- 引擎啓動困難且需預熱系統。
- 3.需較大啓動扭力，也就是需要高功率的啓動馬達。
 - 4.耗油率較直接噴射式為高。(註三)

c.渦流型間接噴射：

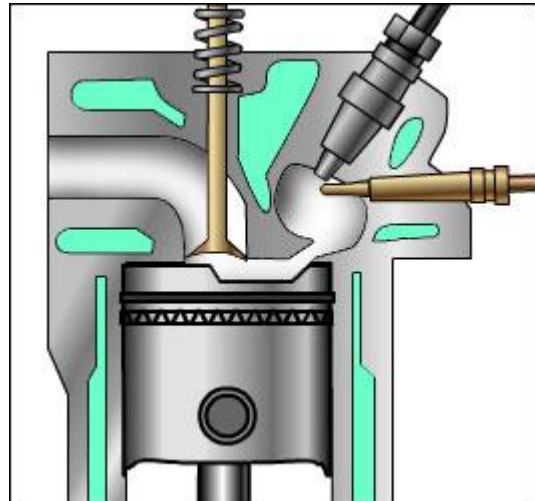
渦流式型在壓縮行程期間，空氣流入渦流室，當燃油噴入時會產生強大的渦動效果，然後將渦動氣流傳到燃燒室。燃油點燃是藉著噴入渦流室的燃油，與空氣混合時產生強烈的循環而發生。在預燃室型式中，燃油僅被局部點燃，但在渦流室型式中，所有的燃油均被完全點燃。因此，渦流室的容積佔燃燒室容積 80%以上。渦流室型式之燃燒特性介於直接噴射式與預燃室型式之間。(如圖三所示)

優點:

- 1.燃油與空氣之混合狀況較佳，能使引擎轉速與平均有效壓力提升。
- 2.具更低的噴射壓力。
- 3.因引擎的轉速範圍更廣，引擎運轉更平順。

缺點:

- 1.缸頭構造複雜。
- 2.熱效率較直接噴射式低。
- 3.在低速時容易發生爆震。
- 4.在引擎啓動期間需要預熱塞。(註四)



(圖三)渦流型間接噴射是介於直接噴射與預燃式間的設計。

B. 機構元件:高壓縮比與壓縮點火

柴油引擎在機構元件方面，類似於汽油引擎，但是汽油引擎主要是靠火星塞來點燃混合器，而柴油引擎則是導入空氣並經具高壓縮比(16~23:1)的汽缸容積來壓縮空氣，使所壓縮的空氣溫度迅速上升超過 500°C，然後經由噴油嘴將柴油注入加以霧化，藉由已被壓縮的空氣產生之高溫來自行點燃霧化的柴油。因此柴油引擎不需使用點火系統，但它仍需要噴射泵浦和噴油嘴所組成的燃油噴射系統。

爲什麼可以靠壓縮空氣來點燃油氣，而不需要火星塞呢？原因是當空氣分子被導入汽缸壓縮後，空氣中的分子受到互相衝撞與摩擦，使分子移動速度迅速地增加。然而要使汽缸內的空氣達到能點燃柴油溫度是需要很高壓縮比，所以高壓縮比是柴油引擎必備的一大特性。(註五)

02.汽油引擎汽車

A. GDI引擎與EFI引擎

汽油引擎分爲傳統的電子燃油噴注引擎(EFI)和汽油直接噴注引擎(GDI)，差別在於汽油與空氣的混合在汽缸內或汽缸外，其影響的結果如下:

a. EFI引擎:

現在EFI引擎 (Electronic Fuel Injection 傳統的電子燃油噴注系統) 是在進氣歧管內用噴咀將汽油霧化，再同空氣混合送入汽缸，這一切都是在汽缸外進行，故較容易因進氣那邊的活閥洩漏混合氣而增加耗油量並產生積碳。(註六)

b. GDI 引擎:

新一代的汽油引擎汽車大多為 GDI 引擎(Gasoline Direct Injection 汽油直接噴注引擎)，是 Mitsubishi 「三菱」車廠的專利產品。GDI 引擎將汽油直接噴進汽缸內和空氣混合而成混合氣，配合特別形狀的活塞令空氣和燃油很好地混合，這一切都在汽缸內進行(圖四)。



(圖四)GDI 引擎的運作原理

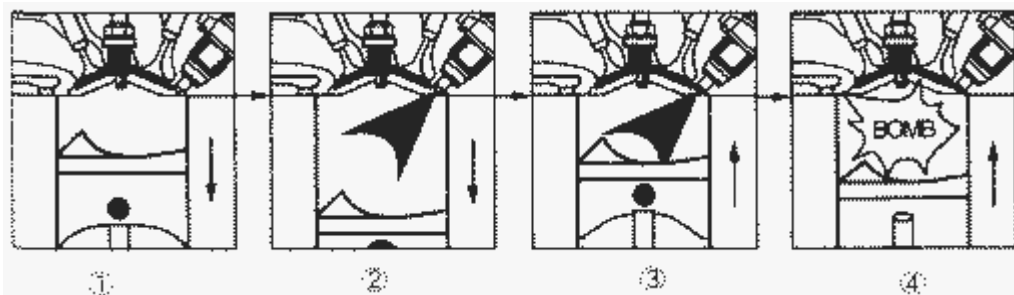
Mitsubishi GDI 引擎比其它汽油引擎來得更有效益的四項技術革新：

- 1.垂直式的進氣孔口主要是在汽缸內得到適宜的氣流控制。
- 2.活塞頂部或曲線形主要是為使燃燒更好。
- 3.高壓燃油泵是用來泵送加壓之燃油至噴油嘴。
- 4.高壓渦流式噴油嘴主要是得到適合的混合氣。

為達到此一目的，GDI 利用兩種模式來完成，一為超稀薄燃燒模式，另一為較大輸出模式。

超稀薄燃燒模式：

在此模式中，當速度上升至 120km/h 時，GDI 引擎會以空燃比為 40:1 之超低混合比來完成燃燒。在壓縮行程後期，高壓渦流式的噴油嘴會以密集的方式向活塞頂噴射，進而形成渦流螺旋氣流，沿著順時針翻滾，氣流保持燃料集中噴射在火星塞的四周，當點火時，再藉由半球型之活塞頂控制，一股強而有力的力量瞬間爆發，沒有多餘的燃燒被浪費掉，因此整個燃燒效率改善了 20%。其燃燒順序如(圖五)所示。



1.活塞向下運動 2.燃油被噴射 3.活塞向上運動 4.火星塞點燃混合氣
(圖五)

更大的輸出模式：

在一較長的進氣行程中，類似錐狀的噴濺經由蒸發來冷卻汽缸，並藉由冷卻效果來防止敲缸，所以 GDI 引擎可以在 5:1 的高壓縮下運轉，而且有顯著的動力與扭力，它的高容積效率與渦輪增壓所產生之效果類似。所以輸出與扭力比傳統引擎更大，這就是更大之輸出模式。(註七)

三、柴油引擎汽車與汽油引擎汽車之優缺點比較

01.柴油引擎與汽油引擎在機械特性上的差異如下：

	汽油引擎	柴油引擎
燃油	汽油、液化石油氣(LPG)	柴油
進氣	混和氣/純空氣	純空氣
點火方式	火花點火(火星塞)	壓縮點火
壓縮比	6~11:1(混合氣)	16~23:1(僅空氣)
負載控制	控制混合比	控制燃油量
空燃比	13~17(混合比濃度)	16 以上 (空氣超過油量的稀薄燃燒)
爆炸壓力	50~70bar	60~90bar
熱效率	25~30%	35~40%
燃料之霧化	利用真空或高壓噴嘴使汽油霧化	使用高壓噴嘴使柴油霧化
燃料特性	燃點越高越好	燃點越低越好
燃燒過程	混合燃燒 (火燄傳播)	擴張燃燒火燄
最高轉速	7500rpm 或以上	4500rpm 左右
廢氣溫度	高	低
引擎重量	輕	重

(註八)

針對上表的熱效率、壓縮比、空燃比對環境影響做個比較，可以發現：

a.熱效率:

在熱效率方面，汽車的熱效率會關係著耗油的程度。柴油引擎的熱效率高，約達 35%、甚至 40% 的熱效率，而汽油引擎僅有 30% 左右，這代表柴油引擎在油耗方面有更好的表現。舉例來說，1999 年德國福斯汽車公司推出新型的柴油渦輪噴射引擎，搭配在 Lupo 車種上，3 公升柴油可以行駛 100 公里的距離，大幅超過汽油車種，成為當時量產車中最省油的車種，也掀起一股「3L 俱樂部」（3 公升燃油行駛 100 公里）的研究狂熱。(註九)

b.壓縮比:

壓縮比方面，柴油引擎的壓縮比大多高於汽油引擎。引擎的壓縮比是指氣缸內活塞的最大行程容積與最小行程容積的比值。所謂 98、95、92 無鉛汽油是指汽油內所含辛烷值數目，不同辛烷值的汽油，適用於不同壓縮比引擎，98 無鉛汽油適用於壓縮比 9.8 以上的汽車，壓縮比 9.2 到 9.7 之間的汽車適用 95 無鉛汽油，壓縮比 9.2 以下的汽車，適用 92 無鉛汽油。一般而言，壓縮比愈高，表示引擎愈容易完全燃燒，排放污染量也較少；但如果引擎是低壓縮比卻使用九八無鉛汽油，反而可能造成燃燒不完全，排放更多的污染。(註十)

c.空燃比

空燃比部分，通常汽油引擎的空燃比會比柴油引擎更容易使空氣與燃油完全燃燒。空燃比是指燃料與空氣的質量比。當我們說空燃比為 13 或 13:1，即表示進入燃燒室的燃油質量是空氣質量的 13 倍，空燃比數字越大，代表混合氣越稀，數字越小則越濃。依照汽油的燃燒化學式，燃油與空氣的當量比為 14.7 左右，也就是當空燃比在 14.7:1 時，所有空氣中的氧會與汽油完全反應。而在引擎調校時，有一個調校項目叫做 LBT(Leanest Mixture That Gives Best Torque)，就是在引擎能產生最大扭力下，給予最大(最稀)的空燃比，一般引擎在 LBT 時的空燃比都在 12.5 上下，原因是在這空燃比下的混合氣之燃燒速度最合適，能給予引擎最大的性能。當油門開啓達一定程度時，引擎會將空燃比設定小(濃)一些，以降低燃燒溫度保護引擎及觸媒轉換器(觸媒轉化器仍然是目前最重要的排污控制元件；在一般的狀況下，能把百分之九十九的有害氣體 HC、CO 及 NO_x 轉化為 CO₂、H₂O 及 N₂)。(註十一)

02.汽車壽命

在正常的保養情況下，柴油引擎的壽命較長。柴油引擎的壽命為 85 萬公里，足足比汽油引擎的 40~45 萬公里壽命多了一倍，柴油引擎的耐用度可見一般。(註十二)

03.汽車保養

一般的柴油車與汽油車保養依照 **sop** 針對里程數更換消耗品及機油，並無特別差異，但是因為目前柴油引擎的技術較高，引擎又穩定耐用，所以保養成本遠低於一般汽油引擎。同時，柴油車在保養上也較汽油引擎經濟許多，柴油引擎採高壓噴射燃燒，省卻了傳統汽油引擎容易故障的的火星塞點火系統，維修保養簡單、經濟。此外，汽油引擎平均保養週期為 **5,000** 公里，柴油引擎的保養週期為 **50,000** 公里。由此可見柴油引擎的保養費用的確比汽油引擎低了不少。(註十三)

03.油價

講到柴油小客車的最大優勢便是其經濟性。以目前一般小客車使用的 **95** 無鉛汽油每公升為 **27.6** 元，而柴油車使用的高級柴油每公升僅 **23.9** 元，每公升油價便宜近一成半；更重要的是柴油車的油耗表現平均較汽油引擎要高出近 **2** 倍，以豪華房車朋馳 **E320 CDI** 為例，油耗平均可達一公升 **13** 公里以上，若以一般歐洲排氣量較小的柴油引擎為例，油耗高達一公升 **20** 公里以上水準的更是比比皆是。不過最驚人的可算是之前福斯所發表的 **Lupo** 「**3** 公升車」，以 **3** 公升的柴油即可行駛 **100** 公里！由於油耗省，續航力也提高，一桶油就可以開很久，不用常常找加油站，廢氣排污也較少，這些都是附帶的好處。(註十四)

04.環保

談到柴油車以往最為人詬病的污染問題，現在已經不再是一個問題。現今的柴油車，經過引擎技術的大幅改進，如上述的共軌噴射系統，配合精鍊品質較好的柴油，及裝置在排氣管上的微粒過濾系統、多元的觸媒轉化器，不論是二氧化碳、一氧化碳、碳氫化合物都有效較以往減少了 **30~50%**，甚至遠較汽油引擎為低，在氮氧化物上則是與汽油引擎持平，唯一多於汽油引擎的污染物—微粒物質更較以往大幅減少了多達 **60%**，且微粒物質對於人體或環境的影響至今仍未被證實有關連。也因此由以上這些數據可以看出，柴油引擎的排污經過現今科技的改善，事實上可說是比汽油引擎來的環保的。(註十五)

四、未來趨勢

2004 年台灣因政策開放，讓柴油自小客重新上路，歐規環保柴油動力系統，已經成為高油價下的最佳選擇，更低的油耗加上更長的行駛距離，加上比汽油引擎更低的廢氣排放，在歐洲柴油動力已經成為大多數自小客消費者購車的新流行。(註十六)

參●結論

長久以來，「耗油」、「廢氣排放」是影響地球生態環境非常嚴重卻又不是汽車消費者所能感同身受的問題，因此各國政府都盡可能的明定「耗油」、「廢氣排放」的標準，而除了政府的管制之外，汽車廠商在銷售與營利的同時，是否也更應該積極去探討：如何設計更新一代的引擎來滿足生態保護的需求。由於地球生態的破壞日益嚴重，在尚未找到新的替代能源之前，滿足保護生態的引擎應盡量達到：

- 1.以較低的排氣量，獲得高效率的動能輸出
- 2.高燃油效率
- 3.低污染廢氣排放
- 4.製造引擎資源之回收與再生利用
- 5.再生能源的使用

汽車製造商生產這種引擎，使選購者以這種車子為選購標準，這樣才堪稱為：「為生態保護盡一份心力。」

肆●參考資料

註一、U-CAR 各種柴油系統比較：直接噴射 vs 間接噴射。

(<http://classroom.u-car.com.tw/classroom-featuredetail.asp?cfsid=32>)

註二、各種柴油系統比較：直接噴射 vs 間接噴射

(<http://classroom.u-car.com.tw/classroom-featuredetail.asp?cfsid=33>)

註三、同註二

註四、同註三

註五、U-CAR 柴油引擎運作原理。

(<http://classroom.u-car.com.tw/classroom-featuredetail.asp?cfsid=31>)

註六、小強車學堂 <http://hk.geocities.com/wkyip6969/mainpage5b.htm>

註七、Mitsubishi GDI (汽油缸內直接噴射) 引擎 (<http://www.autoth.com/topic/gdi.htm>)

註八、U-CAR 柴油引擎 vs 汽油引擎。

(<http://classroom.u-car.com.tw/classroom-featuredetail.asp?cfsid=32>)

註九、經濟部能源局能源報導

(<http://www.tier.org.tw/energymonthly/outdatecontent.asp?ReportIssue=9302&Page=27>)

註十、yahoo 知識家(<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1405121402114>)

註十一、Toyota 汽車教室(<http://tech.toyota.com.tw/techdetail.asp?tm=73>)

註十二、中時生活/柴油引擎 v.s. 汽油引擎

(<http://news.chinatimes.com/Chinatimes/ExteriorContent/Life/Life-Main/0,4381,out-content+170101+172006042601124+0,00.html>)

註十三、yahoo 知識家(<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1306020414476>)

註十四、汽車情報 (<http://tw.autos.yahoo.com/040224/68/j1be.html>)、

台灣中油股份有限公司

(http://www.cpc.com.tw/big5_BD/tmtd/ListPrice/ShowHisToryPrice.asp?pno=53)

註十五、同註十二

註十六、比汽油引擎還乾淨，柴油動力漫談

(<http://epochtimes.com/b5/7/3/8/n1640043.htm>)