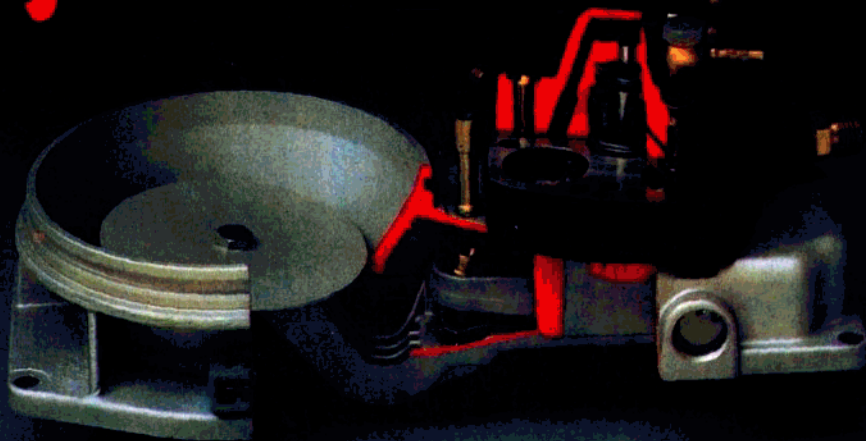


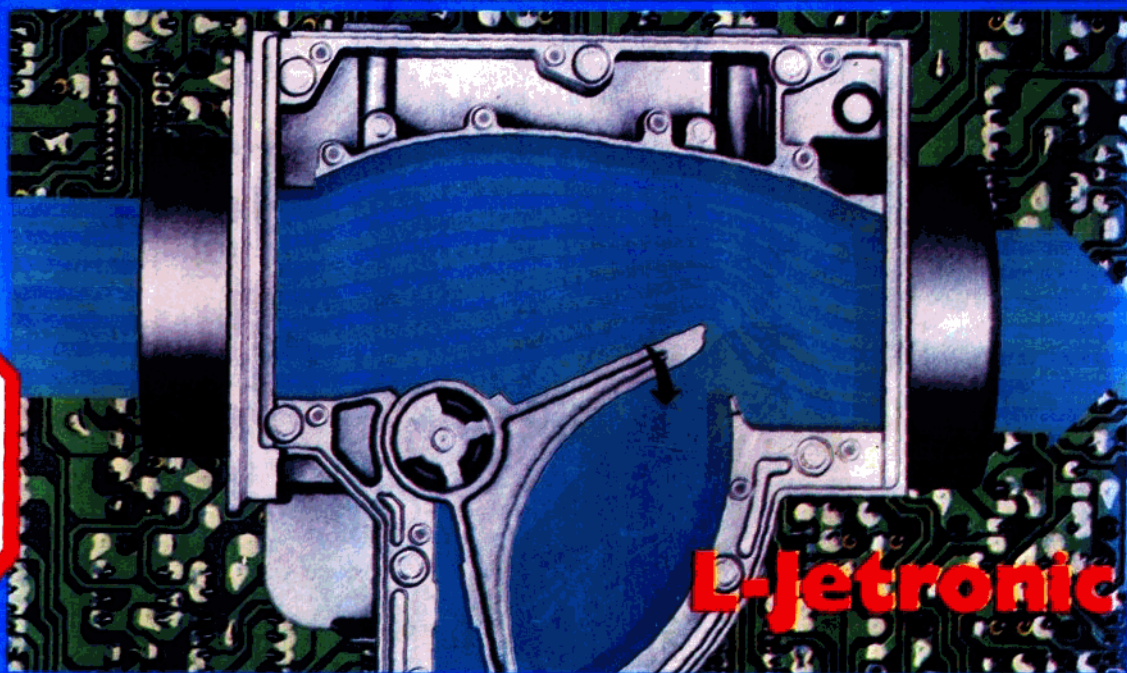
最新汽車燃料噴射系統

劉登基・謝其政編著

K-Jetronic



L-Jetronic



現代輪業出版社 印行

52.84

8916626



現代輪業出版社

地址：台北市景美區興隆路三段96號

電話：(02)931-1828·934-8108

郵撥帳號：0002370-1 現代輪業出版社

書名	定價
汽車駕駛人萬寶全書	195 元
最新高級汽車駕駛技術手冊	180 元
最新汽車故障排除手冊	180 元
最新汽車結構原理手冊	200 元
最新汽車維護指導手冊	180 元
汽車用語辭典	280 元
最新彩色圖解汽車構造全書	250 元
最新彩色圖解汽車構造修護全書	960 元
汽車故障診斷修理事典	650 元
最新汽車機械用語字典	600 元
汽車自動變速箱基本原理	380 元
汽車自動變速箱修護全書	1500 元
汽車化油器原理與整修	300 元
化油器與燃料系統修護手冊	500 元
電晶體點火系統修護手冊	380 元
汽車百科全書	300 元
汽車構造修護	50 元

書名	定價
三菱柴油車噴射邦浦調整手冊	480 元
1985 汽車修理資料全書	1600 元
裕隆速利車系修護全書	1200 元
福特全壘打汽車修護全書	1480 元
福特天王星TX-5修護全書	1800 元
裕隆汽車保養修護手冊	300 元
裕隆青鳥修配全書	200 元
裕隆勝利豪華型另件分解冊	380 元
裕隆勝利華貴型另件分解冊	380 元
裕隆好馬客貨車另件分解冊	380 元
裕隆速利汽車另件分解總冊	980 元
福特六和汽車另件分解總冊	960 元
二級汽車修護技工筆試題庫	200 元
汽車配件中·英·日文對照手冊	160 元
汽車運輸用語辭典	100 元
最新世界各型汽車全集	380 元

登記證：新聞局局版台業字第三二三號
 著作權執照：台內著字第 三二四九九 號
 1986 中華民國七十五年元旦初版

最新汽車燃料噴射系統



有著作權·不准翻印

現代輪業出版社印行

編譯者：劉登基·謝其政編著

發行人：劉登基

社址：台北市景美區興隆路3段96號

電話：(02)931-1828·934-8108

印刷廠：建太美術印刷有限公司

郵撥：0016476-0 汽車周刊社

特價：新台幣380元

TELEPHONE

9311828·9348108



電話

(02)9311828·9348108

創刊迄今達21年悠久歷史，東南亞唯一中文汽車週報

汽車周刊社

TAIWAN AUTOMOTIVE WEEKLY

社址：中華民國台北市興隆路三段96號
96, SEC. 3, SHING-LUNG ROAD, TAIPEI, TAIWAN, REPUBLIC OF CHINA

每逢星期一出版 讀者遍及全世界

每週發行二大張，一、四版彩色・印刷精美・廣告效力大

廣告截稿時間：①一、四版彩色每前週，星期一爲止

②其他黑白版每前週，星期三爲止



訂閱：全年52期刊費950元
每年免費贈閱中華民國汽機車工商業年鑑乙冊

◎一年花950元，每週有報紙看，並贈送一本年鑑
彼此可連繫，等於買一送一！

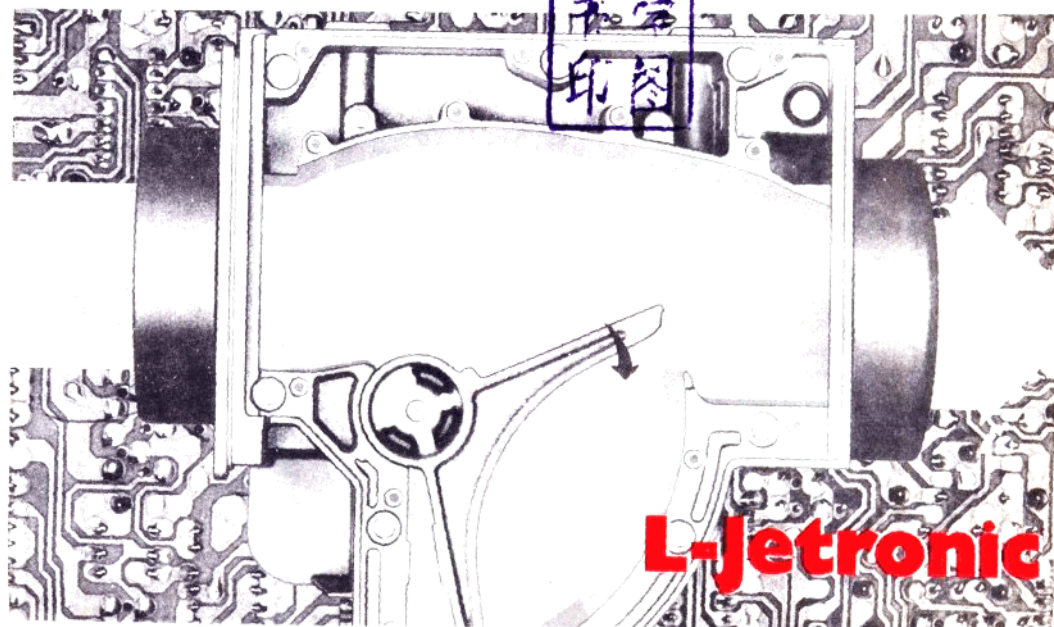
最新汽車燃料噴射系統

劉登基・謝其政編著

K-Jetronic



福州大學
圖書館
藏書
印



L-Jetronic

現代輪業出版社 印行

1

2

自序

汽車這個時代的寵物，自推出以降，在解決人類陸上“行”的問題上有不可抹滅的貢獻。尤其是近若干年來，汽車工業之進步更可謂一日千里。討論汽車原理或修理實務的資料更是汗牛充棟。惟這些資料，對一些汽車新知的介紹，以筆者之經驗，可於專業雜誌中有一、兩篇新知介紹的文章，或將一些汽車新知附錄於汽車學中，以一章或一節介紹之。鮮少對其對新知作有系統的介紹。如此，則很容易失之太簡單。

近若干年來在汽車汽油引擎的發展上有一重大突破。在燃料系統（*Fuel System*）中，以燃料噴射（*Fuel Injection*）取代傳統化油器式燃料系。本書便是專門討論汽油燃料噴射。就其與化油器式燃料系優劣點之比較、沿革、與柴油引擎噴射之比較及其工作原理分章作介紹。將本書共分七章。前五章為筆者參考各有關資料整理撰述而成。第六、七兩章則係翻譯稿，原文承台灣汽車世界提供。

本書適合於對汽車新知有興趣的朋友研讀之，以增加新知。更適合於高工汽車修護科三年級選修課程之參考資料（教科書），供每週上課兩小時，一學期講授之。或大專相關科系學生自行研讀。

本書歷經半年餘時間，筆者利用課暇撰寫而成，由於寫作經驗不足，有錯誤之處乃在所難免，尚祈汽車界的先進不吝指正是盼。

本書能夠順利問世，筆者要感謝的是台中高工汽車修護科張惠澤等諸老師的啟蒙，師大工業教育系吳南城教授、林振江、陳子儀老師之教誨，謹此一并致謝。

1985 秋

謝其政序于桃園農工

最新汽車燃料噴射系統總目錄

第一章	緒論	
1—1	何謂燃料噴射 (<i>Fuel Injection</i>)	9
1—2	<i>Fuel Injection</i> 之歷史	9
1—3	<i>Fuel Injection System</i> 之種類	10
1—4	化油器的缺點	11
1—5	低公害汽車的觀念	12
第二章	柴油引擎	
2—1	概論	14
2—2	柴油供油系統之組成及功能	14
2—3	柴油噴射	15
2—4	出油門的構造及功能	19
2—5	噴射器 (<i>Injector</i>)	20
2—6	單體式噴射器 (<i>Unit Injector</i>)	23
第三章	早期汽油噴射系統之介紹	
第一節	<i>Bosch Type</i> 機械式 <i>Fuel Injection System</i>	25
第二節	<i>KUGELFISCHER</i> 機械式 <i>Fuel Injection System</i>	28
第四章	機械式燃料噴射	
4—1	機械式燃料噴射與早期汽油噴射之比較	31
4—2	連續噴射汽油引擎	31
4—3	連續噴射系統之作用	31
4—4	連續噴射系統各主要機件之構造、作用原理及功能	32
結 論		41
第五章	電子控制式燃料噴射	
5—1	概論	42
5—2	何謂電子燃料噴射系統	42
5—3	電子控制式燃料噴射系統的構造	43
5—4	與控制盒獨立的信號	44
5—5	噴射量與噴射正時	46
5—6	油路系統	47
5—7	空氣流量系統 (<i>Air Flow System</i>)	50
5—8	電路信號系統 (<i>Electrical Signal System</i>)	53

第六章	波西 (Bosch) K 系 燃料噴射系統	61
6-1	波西 (Bosch) K-Jetronic	61
6-2	混合比 (Air-Full Ratio)	61
6-3	空氣過濃的因素	61
6-4	燃料系統概述	61
6-5	電子控制系統	62
6-6	L-Jetronic 是屬於電子控制燃料噴射系統	62
6-7	機械系統	62
6-8	K-Jetronic	62
6-9	空氣流量計量	63
6-10	燃料供應	63
6-11	燃料誘導	63
6-12	燃料供應	64
6-13	系統概要	64
6-14	電動燃料	64
6-15	燃料泵是利用一永久磁鐵式電動馬達驅動	64
6-16	燃料蓄形器 (Fuel Accumulator)	64
6-17	燃料濾清器	65
6-18	一次壓力調整器 (Primary Pressure Regulator)	65
6-19	燃料噴射活門 (Fuel Injection Valve)	65
6-20	燃油誘導 (Fuel Induction)	66
6-21	混合氣控制單元	66
6-22	空氣流量感知器 (Air Flow Sensor)	66
6-23	燃料分配器	67
6-24	控制壓力	67
6-25	差壓活門 (Differential-Pressure Valve)	69
6-26	混合氣的形成	70
6-27	混合氣的適應 (Adaptation)	70
6-28	冷起動	71
6-29	起動閥	71
6-30	節溫定時開關 (Thermo-time Switch)	71
6-31	溫車	72
6-32	溫車調整器	72
6-33	輔助空氣裝置 (Auxiliary-air Device)	73
6-34	負重情況	73
6-35	加速反應	76
6-36	加速	76
6-37	電路 (Electrical Circuitry)	76
6-38	功能 (Function)	76
6-39	污染放射的降低	78
6-40	Lambda 感知器的工作原理	78

6-41	<i>Lambda</i> 控制單元	78
6-42	混合氣的控制	79
6-43	摘要	79
6-44	測驗問題	82
6-45	<i>Installation Schematic</i>	82
6-46	電火花點火引擎	82
6-47	工作原理	82

第七章 波西 L 系燃料噴射系統

7-1	四行程原理	83
7-2	火花點火引擎的效率 (<i>Efficiency</i>)	83
7-3	壓縮比	83
7-4	壓縮過程	84
7-5	空氣-燃料混合氣	84
7-6	空氣比	84
7-7	燃料誘導系統	84
7-8	機械系統	84
7-9	電子系統	84
7-10	<i>L-Jetronic</i>	84
7-11	任務 (<i>Task</i>)	84
7-12	利益 (<i>Advantages</i>)	84
7-13	高輸出	84
7-14	較少的燃料消耗	85
7-15	在閃火方面 (<i>In a flash</i>)	85
7-16	排氣造成的公害較低	85
7-17	原理	85
7-18	進汽系統	85
7-19	感知器 (<i>Sensor</i>)	85
7-20	控制單元 (<i>Control Unit</i>)	86
7-21	燃料系統	86
7-22	燃料系統	86
7-23	燃料泵浦	86
7-24	燃料濾清器	86
7-25	壓力調整器	86
7-26	分油管 (<i>Distributor Pipe</i>)	88
7-27	燃油噴射活門 (<i>Fuel Injection Valve</i>)	89
7-28	混合氣形成 (<i>Mixture Formation</i>)	90
7-29	控制系統	90
7-30	量 (<i>Quantity</i>) 的變數及工作狀況	90
7-31	補償改變量	90

7-32	精確補償改變量	90
7-33	變量的聯合效應	90
7-34	引擎速度之計算	90
7-35	脈衝之過程	90
7-36	空氣流量之測量	90
7-37	空氣流量感知器	93
7-38	起動控制	94
7-39	起動閥	94
7-40	節溫定時開關	95
7-41	溫車	95
7-42	溫度感知器	96
7-43	怠速控制 (<i>Idle-Speed Control</i>)	96
7-44	輔助空氣裝置	96
7-45	負荷的適應	97
7-46	怠速	97
7-47	部份負荷	97
7-48	全負荷	97
7-49	節氣門開關 (<i>Throttle Valve Switch</i>)	98
7-50	加速	98
7-51	在加速時增加燃料噴射	98
7-52	空氣溫度的適應	98
7-53	增量的適應	98
7-54	引擎轉速的限制	98
7-55	過度工作 (<i>Overrun Operation</i>)	98
7-56	控制單元	99
7-57	資訊的程序及噴射波的發生	99
7-58	電壓修正	99
7-59	噴射波	99
7-60	控制單元的組合	100
7-61	電子電路	100
7-62	安全電流 (<i>Safety Circuit</i>)	100
7-63	連接圖 (<i>Connection Diagram</i>)	100
7-64	有毒放射物的降低	102
7-65	<i>Lambda</i> 關節控制 (<i>Closed-Loop Control</i>)	103
7-66	<i>Lambda</i> 感知器	104
7-67	電子控制噴射系統的未來發展	104
7-68	噴射副系統 (<i>Injection Subsystem</i>)	104
7-69	點火副系統 (<i>Ignition Subsystem</i>)	105
7-70	摘要	107

第一章 緒論

1-1 何謂燃料噴射(Fuel Injection)

燃料噴射，給人的第一印象，它應是屬於柴油引擎 (Diesel Engine) 的專利。對汽油引擎來說，其燃料系使用燃料噴射，可說是技術上的一大突破。所謂的燃料噴射 (汽油引擎) 便是在燃料系的設計上，用噴油器 (Injector) 將汽油噴射出來，產生霧化的現象，然後送入汽缸中燃燒，以取代傳統式的化油器 (Carburetor)。就汽油引擎的燃料噴射，其與柴油引擎最大的不同點有三：

一汽油引擎的 Fuel injection，燃料的噴入點是在進氣歧管 (Intake Manifold) 或進氣門 (Intake Valve) 附近，而柴油引擎的噴射，則是直接噴入燃燒室 (Combustion Chamber)。

二由於汽油引擎的噴射是噴在進氣歧管或進氣門附近，燃料必須在進氣行程 (Intake Stroke) 時，就將燃料吸入，然後再與空氣共同壓縮，待壓縮行程終了後，才藉點火系統之火星塞 (Spark plug) 跳火，點燃混合氣，產生動力。而柴油引擎，則還將高壓柴油噴入燃燒室，因此時的燃燒室已將空氣壓縮成 700°C (1200°F) 以上的高溫，燃料一噴入，便馬上被點燃燃燒，因此不需要再設計電氣點火系統，此也是柴油引擎的一大優點。值得一提的是，柴油引擎的噴射時間，即為其點火時間。因此，在調整柴油引擎的噴射時間時，往往是必須如汽油引擎的點火正時 (Spark Timing) 同樣的確實。

三燃料的噴射壓力不同，也是一項很大的特色，對汽油引擎來說，由於是噴在進氣歧管或進氣門附近，該處的壓力 (pressure) 並不會太大，故其噴射壓力只要能足以使油霧化的壓力即可。一般其壓力大概在 $2 \sim 2.5$ 巴 (Bar, kg/cm^2) 左右；而對柴油引擎來說，噴射

時間，在壓縮行程 (Compression Stroke) 終了，此時燃燒室的壓力大約為 $25 \sim 52$ 巴 ($360 \sim 740 \text{ lb}/\text{in}^2$ 或 psi) 其噴射壓力必須遠高於此壓力才能順利噴射。一般而論，柴油引擎隨燃燒室設計之不同，其噴射壓約為 $80 \sim 300 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ($1150 \sim 4250 \text{ psi}$) 不等。

1-2 Fuel Injection之歷史

現在所使用的汽油噴射裝置，大都是以西德波西廠的製品為主流。故談到汽油噴射裝置，第一個所考慮者，亦為波西式汽油噴射裝置 (Bosch Type Gasoline injection System)，本書後面若干章中，對 Gasoline Injection System之說明，亦大多以 Bosch Type 為主。

在我們的經驗中，汽油燃料噴射系統，這是近若干年來才有的新玩意。其實，早在西元 1920 年代，此一技術便已被應用到了飛機的引擎上，以提高飛機在高空飛行的性能，將汽油噴射的裝置最早使用於汽車上，則是由西德戴姆拉朋馳 (Daimler Benz) 公司於 1950 年運用於賽車 (racing Car)。如圖 1-1 所示，為 1952 年明馳 300 S C 型汽油噴射裝置。這是一部 6 汽缸引擎所搭載的波西廠燃料噴射裝置，是汽車上生產的 4 行程汽油噴射引擎的先驅。此乃根據第二次世界大戰德國製造飛機引擎的經驗所繼續發展下來的。這種汽油噴射系統的設計原理，基本上與柴油引擎是很相似的 (也是採汽缸的直接噴射)。此式因起動、溫車頻繁時造成機油被沖淡現象，故將燃燒室噴射 (Combustion Chamber Injection) 改成吸入口噴射 (Port Injection) 於 1958 年後使用於梅西 蒂朋馳 (Mercedes Benz) 的 220 SE 車上。當時，由於成本仍高，一般車輛的使用率仍偏低。後經汽車工程師的不斷努力，及電子零件的進步，使 Gasoline injection System之製造與控制技術不斷地改進，使性能更為提高，成本降低，

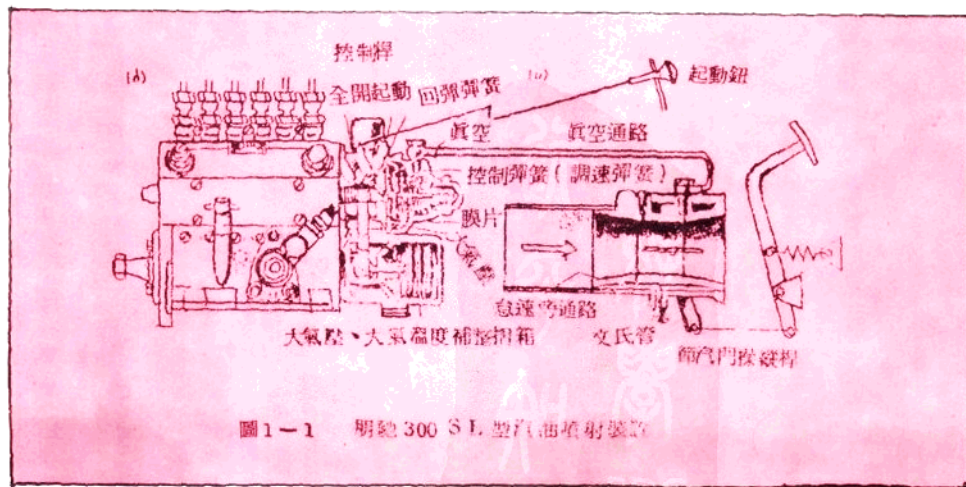


圖 1-1 明馳 300 S L 型汽油噴射裝置

而逐漸成為高級車之標準裝置。1961年美國本的士 (Bendix) 公司，公開電子控制之汽油噴射系統 (Electronic Control Gasoline injection 縮寫為 ECGI) 產品。將電子控制技術用到汽油噴射系統，使控制更靈敏，性能更提高。1973年，日產汽車公司日本柴油機器公司 (Diesel kiki) 與西德波西公司技術合作，成立日本電子機器公司，生產電子式汽油噴射系統。

汽油噴射系統，到了電子控制階段，已促使其發展踏入了一個新的里程碑。有關電子控制的 Gasoline injection System，其作用原理，將於後面另闢專章介紹與說明。

1-3 Fuel Injection System之種類

汽油噴射系統，可分機械控制式與電子控制式兩大類。前者利用引擎轉速、進氣溫度、引擎真空，引擎溫度及進氣量等，經由機械裝置，來控制油量。後者則利用裝於引擎各個角落的感知器 (Sensor) 將引擎各部的狀況，轉換成電氣信號，送到電子控制器 (electronic Control Unit, 即俗稱的電腦)，電子控制器再根據各部分送來的信號，加以整理後，計算出適當的

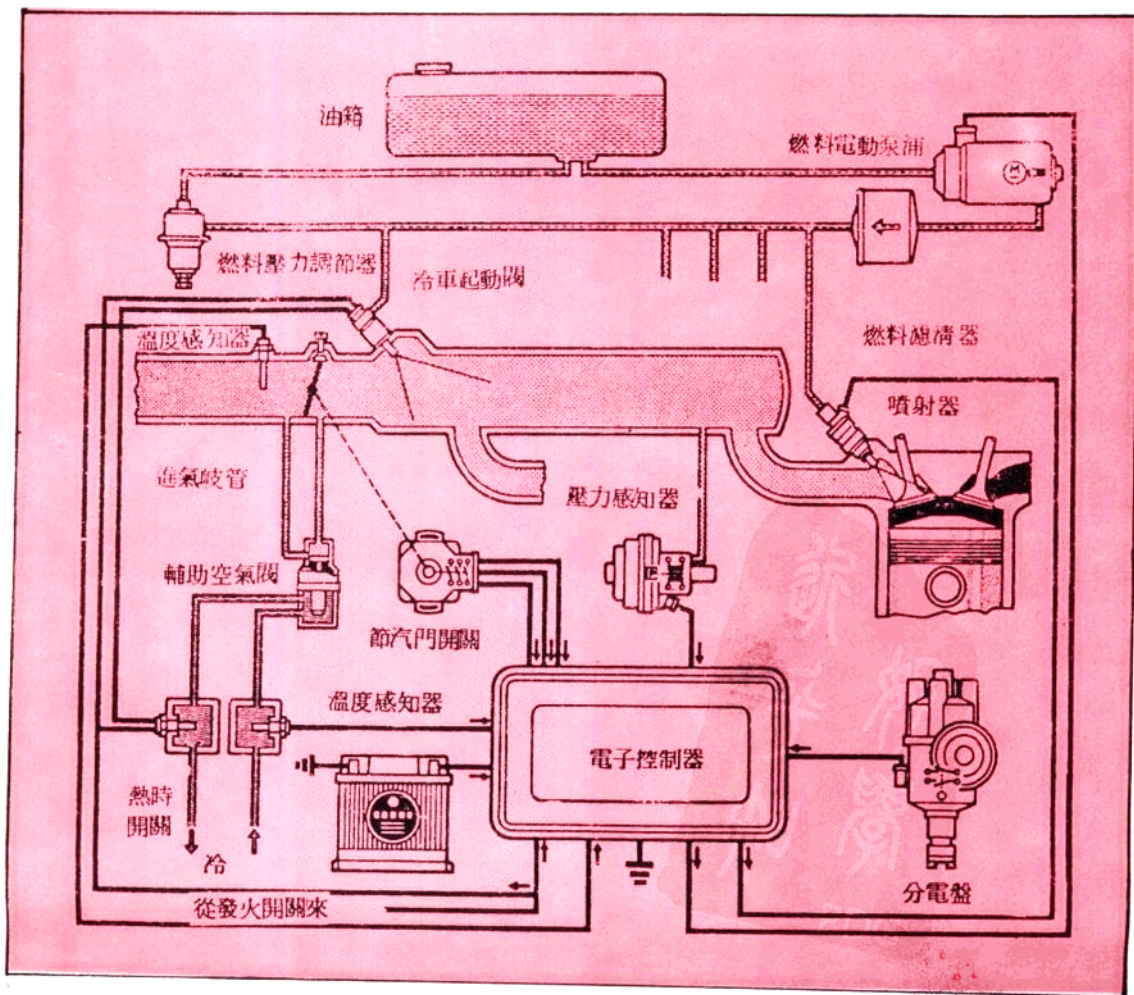
噴油量，命令噴油器 (injector) 噴射適量的油料。一切的控制，都由此中樞——電子控制器為之。

A. 機械控制式汽油噴射系統，因基本控制原理之不同，又可分為很多類型：

(1) 早期之汽油噴射系統，只利用引擎轉速，進氣歧管壓力及空氣溫度來控制噴油量，精確度不足 (真正影響引擎噴射量的變因，應不只上述數端耳)，且構造複雜，目前已遭到淘汰的命運。

(2) 1965 年以後，歐洲各國使用之汽油噴射系統，如保時捷 (Porsche)、瑪西蒂朋馳 (Mercedes-Benz)、愛快羅密歐 (Alfa-Romeo) 等，都類似使用多柱塞式高壓柴油噴射系之汽油噴射系統，有關柴油引擎之噴射系及原理，將於第二章中詳細介紹，有關此類的汽油噴射系統，亦可參照第二章之各節，兩相對照，應很容易得到結論。

(3) 西德波西公司，改良 L-Jetronic 電子控制汽油噴射系統，於 1970 年開發出一種機械控制式連續汽油噴射系統 (Continuous Injection System, 縮寫為 CIS)。稱為 K-Jetronic，構造簡單，動作靈敏可靠



，經改裝後，可作混合回饋控制，可用在三元觸媒轉換器（Catalytic Converters）之車上，為目前歐洲各汽車大量使用之汽油噴射系統（如BMW、SAAB、Volkswagon、Volvo等都採用）。

B電子控制式汽油噴射系統，依主要控制方法之不同，又可分為壓力計量系統（Pressure measurement system），波西公司稱D-Jetronic，及空氣計量系統（Air measurement system），波西稱為L-Jetronic。目前使用之空氣流量計量系統有翼板式、旋渦超音波式及熱線式等3種。

1.壓力計量系統：此式為最早之電子控制汽油噴射系統，以進氣歧管之壓力（真空度）為信號基礎，來計測噴油量，而以車速、冷卻水溫度、進氣溫度等來之信號來修正噴射量，每一汽缸之進氣門附近裝有一只噴油咀，由電腦來控制噴油咀電磁閥之開閉時間，以測定噴射量（由於油壓為一常數，故控制噴油咀開閉時間，即等於控制其噴射量）。曲軸每轉噴射燃料一次，噴射咀分為兩組，六缸引擎為三只噴油咀一組，四缸引擎則以二只為一組動作，餘則依此類推。

2.翼板式空氣流量計量系統：（Flap Type Air Flow Meter）、波西之L-Jetronic、日產之EGZ、豐田之EFI等均為此式。以翼板來計測進入引擎之空氣量為基礎（詳細原理第四章說明），來決定主噴射量，且以引擎負荷、冷卻水溫度、進氣溫度、引擎轉速、排氣中氧的含量等感知器（Sensor）之信號來修正。每一汽缸之進氣門附近，裝有一只噴油咀，全部汽缸並聯，曲軸每轉一圈，則噴油一次，換句話說，引擎每完成一個進氣、壓縮、動力、排氣循環，則噴射兩次。至於為何不一次噴足所需的進氣量？為何要分兩次噴油呢？答曰：每次噴射的油量愈少，汽油和空氣就愈容易混合，氣化良好，而且可以配合引擎各種運動情況，作最快的反應。

3.旋渦超音波式空氣流量計量系統（Whirl Type Air Flow Meter）：日本三菱汽車公司所開發出的一種利用空氣流過阻礙體時，會產生渦流的特性，設計一套利用超音波來計算空氣之空氣流量計。空氣流經阻礙體時，產生之旋渦數與空氣流量成正比。利用超音波來計算旋轉渦數，進而轉換成脈動的電氣信號，送到電腦

以決定噴射量。

4.熱線式空氣流量計量系統（Hot wire Type Air Flow Meter）：在空氣道中裝置熱線，空氣流過時會使熱線冷卻，為保持熱線溫度一定，流過的電流必因熱線的冷卻程度（也就是空氣的流量）之不同而變化。由電流之變化及其他各地方的感知器共同將引擎的狀況送到電腦中，電腦再據這些信號計算出應當的噴射量。目前五十鈴（ISUZU）汽車公司之I-TEC系統即是使用此型式。

上述的①壓力計量系統，②翼板式空氣流量計量系統，③旋渦超音波式空氣流量計量系統，④熱線式空氣流量系統，其所控制者，皆為主噴射量，與傳統式化油器的燃料系比較，乃相當於節氣門的開度。上述各端只不過是將節氣門的開度，想辦法轉換成電氣信號傳到電腦中罷了。至於其他如進氣溫度、冷卻水溫度、引擎轉速……等等都有其特定的感知器（Sensor）來負責蒐集送到電腦中，作為引擎補助增量之依據。

1-4 化油器的缺點

自有內燃機問世以來，柴油引擎的燃料系（Fuel system）採噴射；汽油引擎則用化油器（Carburetor）的觀念，似乎已深植人心。多年來，汽車工程師雖致力於化油器的改良，希望能使化油器更具效率。但是，基本上化油器式的燃料系，在設計上有若干的缺點，遲遲都未能得到有效的解決方法，就能夠達成所需要的汽化程度，燃料噴射的優點，正是化油器的缺點所在。茲將化油器的缺點分述如次：

一在化油器中燃料供給的控制，加速時僅靠節氣門之開度之不同，產生不同的真空吸力，使低速油路、主油路於適當的時機噴入適量的燃料，要在各個轉速之下，皆產生適當的混合化減是有很大的困難。如此使排氣中含有較高濃度的HC、CO及NO_x等有毒的氣體。

二由一個化油器供給多個汽缸的燃料，必因距化油器之遠近不同，而導致混合器濃度分配不均的問題。為何會產生此現象呢？答曰：從化油器以降，便是汽油與空氣的混合體被吸入汽缸中。基本上，汽油是較空氣重的，從化油器到進氣口這段漫長的旅程中（尤其是第一缸

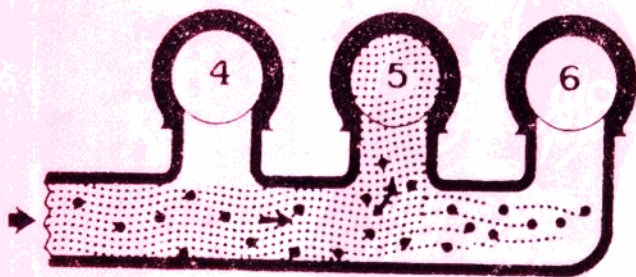
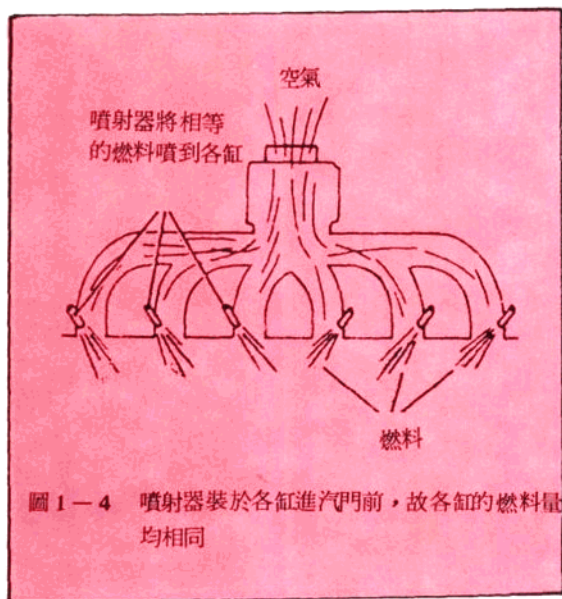


圖 1-3 進氣歧管的燃料分佈

與最末缸，其旅程更長），很容易令汽油停留在進氣歧管的轉角處。如此所造成的後果是，遠離化油器的缸（如第一缸及最末缸）會產生較濃的混合器。如此在調整混合器濃度時，便產生了顧此失彼之弊。要使每一個汽缸都得到滿意混合化的目的，始終都無法達成，而燃料噴射便無此弊（如圖 1-4 所示噴射器裝於各缸進氣門附近，故各缸的燃料量均相同）。



三由於化油器始終不能令燃料能有效的完全燃燒，不能使引擎更具效率，使單位馬力的耗油量較燃料噴射式的引擎較大。自 1972 年能源危機以後，如何省油，已是汽車發展上的一重大課題，耗油量的設計決將難逃被淘汰的命運。

四在化油器式中，加速時，只有靠一加速泵之作用，其增加的“油量”非常有限，故加速性能遲遲不能令人滿意。尤其是在這一切都講求快的時代裡，加速性能的

好壞，已經成為一般消費者重要的選擇依據。

以上是從化油器的缺點這個角度來探討，正誠如周文所述，這也正是燃料噴射的優點，除此之外，燃料噴射系尚有下列優點：

一引擎的出力性能提高，尤其是低速時的扭力更有顯著的提高。

二低溫起動時，因為有冷起動閥（Cold Start Valve）之作用，使低溫起動性能更佳，引擎溫熱期間的性能提高。

三個別汽缸之燃燒更完全，更具有彈性，引擎的設計更富有變化。

四進氣歧管的設計，可專注於空氣的特性設計，而不用考慮汽油之流動，故可使進氣歧管有更完美的設計，使空氣的流通更為流暢。

1-5 低公害汽車的觀念

隨著科技文明的進步，尤其自 18 世紀末，英國發生了產業革命以來，以機器代替了手工，確實是給人們在物質文明方面帶來了莫大的方便。但是也因機器的大量使用，使我們的大自然景觀受到嚴重的污染。公害問題，在近若干年來，在很多的國家、地區一直都很受到重視。在國內的報章雜誌或電視中，亦有很多的文字、篇幅來討論公害問題。汽車所排放出的氣體，一直都是造成空氣污染的一個大害。對其排放出有毒氣體含量之容許限度，自當有一套標準，以降低公害的程度。於是所謂的“低公害”汽車，這個名詞便出現了。如表 1-1 所示，是行政院衛生署於民國 69 年 6 月 5 日公佈，自民國 70 年 1 月 1 日開始實行的“汽車廢氣排放最高容許量”。（表中的 PPM 表百萬分之一）

面臨低公害汽車的時代裏，各汽車製造廠當然會自我要求自己的產品能符合國家標準，否則將很難令消費者接受。

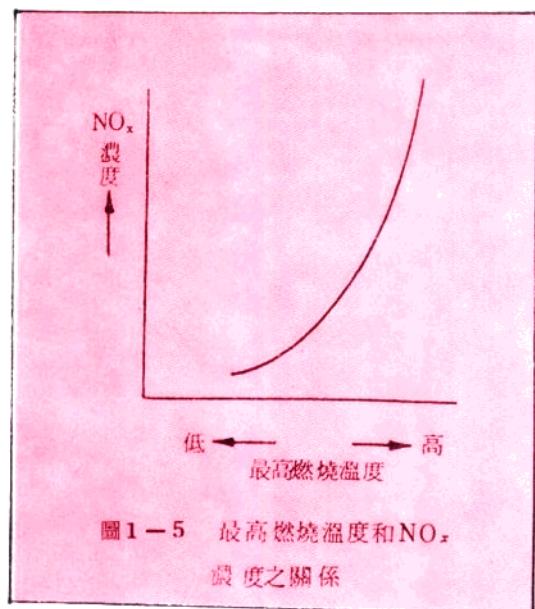
在低公害的汽車中，所使用的手段計有積極式油軸箱通風系統（Positive Crank-Case Ventilation System，縮寫為 P.C.V.）。排氣再循環裝置（Exhaust Gas Recirculation，縮寫為 E.G.R.），係將排氣的一部分再送入進氣系統與新鮮的混合氣混合，以降低燃燒時之最高溫度，減少有毒氣體 NO_x 的發生量（ NO_x 的含量雖在表 1-1 中並無限制，但在其他先進國家已有嚴格限制，在可預見的將來，亦當有限制）。如圖 1-5 所示為 NO_x 濃度與最高燃燒溫度關係圖。再其次是

我國汽車廢氣排放最高容許量

污染物項目	符號	最高容許量	檢驗條件	備註
1 一氧化碳 Carbon Monoxide	CO	4.5 %	於車輛保持脛轉狀態 (Idling) 時測定	以體積濃度表示
2 碳氫化合物 Hydro Carbons	HC	1200 ppm	(1) 同上條件 (2) 僅就排汽管而論	

表 1-1

使用觸媒轉換器 (Catalytic Converters)。在排氣系統中，加一貴金屬如鉑、鈦、鈾利用其化學特性，將有毒的 NO_x 、HC、CO等轉換成無害的 N_2 、 H_2O 及 CO_2 以淨化排氣。不管我們使用了什麼手段，來達到空氣淨化的目的。但是，若因引擎本身的燃料系作用不良，不能使汽油能有效的完全燃燒，則要達到低公害汽車的標準仍是有困難的。而使用 Fuel injection System 的引擎，由於其測的精確，霧化良好，很容易控制燃料系在理論混合化 (註一) 附近工作 (參見第 1-4 節



)。如此，除可省油外，更可使燃燒更完全，令汽車的排氣公害降到最低的標準。再配合上述各端之降低公害之方法，則要使汽車排放的廢氣，低於國家標準誠非難事。值此時代，來探討 Fuel injection System 當更具時代意義。

註一：理論混合比是指依化學反應公式之計算，所得到理論上的標準混合比，其值是 15.16:1，空氣與汽油的重量比。

第二章 柴油引擎

2-1 概 論

本書所討論的重點本是汽油燃料噴射，同時柴油引擎的燃料噴射系統，在專門介紹柴油引擎的書籍中，亦應有詳細的論述，本應不用多表。但是，同為Fuel Injection，似乎不可獨鍾情於Gasoline Injection System。因此，亦另闢一章，專門探討柴油引擎的燃料噴射系統。如此在整個系統上，方能有較完整的交代。更重要的，可方便讀者比較一下柴油噴射與汽油噴射的異同。相信如此的安排，您會喜歡。在此值得一提的，是本章所討論的柴油噴射系統，因限於篇幅，僅舉一些常用，較具代表性的廠牌作為說明。一般而論，或由於各個設計的不同，可能會有些許的相異之處。但是，其基本原理則一是毋庸置疑的。

2-2 柴油供油系統之組成及功能

如圖 2-1 所示為柴油引擎供油系統之簡圖。茲將其功用分述如下：

(一) 油箱 (Fuel Tank)：儲存燃料用。

(二) 供油泵 (Fuel Feed Pump)：將燃料從油箱中吸出，並送到噴射泵 (Injection Pump) 之儲油室內，隨時在噴射泵進油口處待命。中間經過了燃料濾清器將

燃料過濾清潔，為克服濾清器濾件 (Filter Element) 吸油管中的流動阻力，大約需要 1.6 kg/cm^2 (22.7 psi) 以上的壓力。供油泵一般所用的型式，計有柱塞式 (Plunger Type)、膜片式 (Diaphragm Type)、葉輪式 (Vane Type)、齒輪式 (Gear Type) 等四種，在柴油引擎中，又以柱塞式供油泵使用得最廣泛。一般而論，供油泵，其所採用的原理都是想辦法令油室的體積有變化，以產生原油的力量，萬變不離其宗，有關供油泵的工作原理，待汽油泵時再行詳述。

(三) 燃料濾清器 (Fuel Filter) 將燃料中的水份、雜質過濾清潔。由於柴油引擎的燃料系統中，不管是噴射泵或是噴油咀 (Nozzle) 都是極其精密的裝置 (柱塞與鋼筒的間隙只有 $1/1000 \sim 1.5/1000 \text{ mm}$ 大約為毛髮的 $1/100$ 倍，其精密程度可見一斑)，稍有一點雜質的混入，便很容易令油泵芯子在鋼筒內卡住，或令噴油咀中的油針卡住。因此，濾清器之重要性自可見一斑。為了慎重起見，柴油濾清器，最少使用兩只以上的濾清器，初次濾清器 (Primary Filter) 之濾孔較大，置於供油泵與油箱之間，作粗濾之用。二次或主濾清器 (Secondary Filter or Final stage Filter) 之濾孔較細，置於供油泵與噴射泵之間作精濾之用。除此之

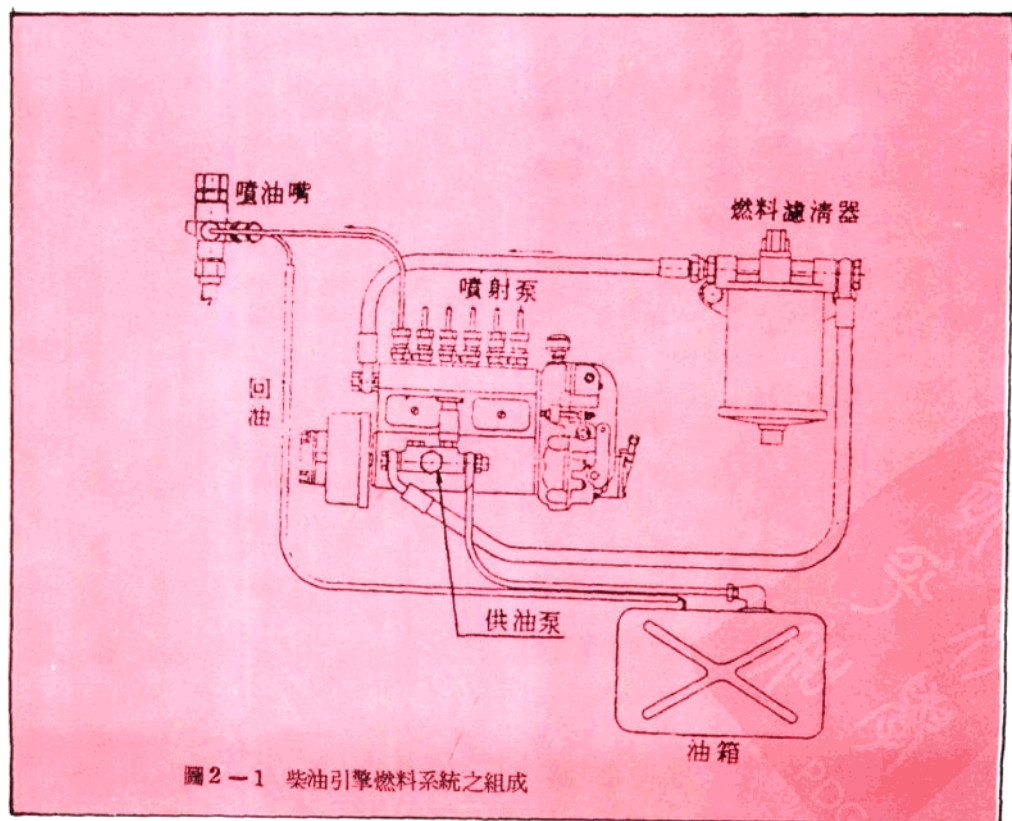


圖 2-1 柴油引擎燃料系統之組成