

活葉學習材料

汽車發動機最近發展的展望

H. 勃里林格 著

46

人民交通出版社

編號：46

汽車發動機最近發展的展望

H. 勃里林格著 人民交通出版社出版

北京安定門外和平里

新華書店發行 中科藝文聯合印刷廠印刷

一九五六年十一月上海第一版第一次印刷 1—3600 册
開本：787×1092 1/32 20000 字 印張：13/16

定價(9)：一角二分

上海市刊出版業營業許可證出字第44號



汽車活葉學習材料

民交通出版社出版 新華書店發行

16

一 以汽車技術保養爲

發動機的走合時期和技術
發動機冷卻系的保養
發動機潤滑系的保養
發動機點火系的保養
發動機燃料系的保養
汽車輪胎的保養
滾動軸承的保養
液壓式制動器的保養
始動機的保養
離合器的保養
發電機和調節器的保養
怎樣校正柴油機噴油泵
爲什麼要保持發動機的正常溫度
汽車二級技術保養流水作業

，供駕駛員和技工閱讀：

勞遠盛編 0.11元
張盛林編 0.09元
廖盛銘編 0.09元
許沛泉編 0.12元
莊國華編 0.14元
莊國華編 0.12元
莊國華編 0.12元
邵國慶編 0.10元
戚揚編 0.09元
趙振邦編 0.14元
費振翼編 0.16元
戚揚編 0.07元
鄭紅譯 0.17元

二 以介紹蘇聯先進的舊件修復方法爲中心，供技工技術員閱讀：

金屬噴鍍在汽車修理上的應用
電花加工在汽車修理上的應用
鍍鉻在汽車修理上的應用
汽車拖拉機零件的氣焊和電弧鉚修復法
鍍鋼在汽車修理上的應用

易志寬等編 0.12元
林震亞 費振翼編 0.12元
李信之編 0.16元
華善祥譯 0.20元
翟所過編 0.25元

三 以討論汽車部件的修理方法爲中心，供技工、技術員閱讀：

怎樣修理氣壓式制動系
怎樣修理真空助力制動器
齒輪和齒輪的修理
蘇聯汽車電氣儀錶的構造與修理
氣缸體的鉚修

沈志煌 顧堅編 0.24元
沈志煌編 0.24元
金如璽編 0.16元
胡復初編 0.12元
林震亞編 0.15元

四 以討論汽車修理中專門問題爲中心，供技工、技術員閱讀：

汽車修理技術標準中的間隙問題
前輪定位
汽車零件修理中的表面光潔度問題
改善汽車保修組織與工藝的途徑
汽車修理中的零件平衡問題

王啓熙編 0.13元
張盛林編 0.09元
范正翼編 0.11元
B.卡什金等著 0.13元
施益純編 0.12元

五 其他：

行車60萬公里無大修
汽車的燃料——汽油
汽車的燃料——柴油
關於節約汽油的方法
集中運輸——提高汽車貨運生產率的有效方法
向優秀的汽車駕駛員們學習
金屬材料常識
掛車在汽車運輸上的運用
拖帶掛車的工作經驗
街道交通事故及其預防

王頌華 甘庚年譯 0.10元
許金釗編 0.09元
許金釗編 0.10元
程宏編 0.11元
A.勞克里斯京著 0.09元
汽運編著 0.15元
尤緯璋編 0.14元
于中編 0.17元
范正翼譯 0.11元
李意天 吳覺民譯 0.16元

目 錄

1. 汽車發動機最近發展的展望……………(1)
2. 載重汽車用的新型柴油機……………(17)

汽車發動機最近發展的展望

蘇聯科學院通訊院士 H. 勃里林格

各種技術部門的總的發展趨勢在於力求以最少量的物質和時間的消耗獲取儘可能大的效用。

在目前高速生產方法和材料節約在國民經濟各部門均具有特別重大意義的時候，這種趨勢顯得更加突出。

每一種技術部門都以特殊的方式發展，但是所有各方面進步的總的特徵是各種生產過程中所用的機器、合件、機構、零件和其他元件結構的不可避免的複雜化。

但是只有當這種複雜化可以使人的勞動簡單了和輕鬆了，同時從物質和時間利用的觀點上看來也是更有效了的時候，這種複雜化才被容許。

在汽車製造業中，上述的技術發展的總趨勢表現得特別顯著。這是由於汽車製造業是一個比較年青的、以高速度發展着的、並且是典型的、具有代表性的大量生產的技術部門。

對汽車發動機改進可能性的分析

發動機製造業和其他技術部門一樣，都是沿着最好地利用製造發動機所用的材料和發動機在工作時所用的燃料的方向發展的。這就指出，發動機是沿着縮減它的外形尺寸和單位功率重量，同時也改善燃料經濟性的途徑發展。

發動機的構造應該保證：

1) 在最小的尺寸下得到最大的功率;

2) 長的使用壽命;

3) 高的燃料經濟性。

使我們能從單位重量的金屬中獲得最高的有效功率的主要方法之一是提高發動機的轉速。

目前採用得較少，但是毫無疑問，是具有廣闊發展基礎的方法是增壓法。同時要得到最好的金屬利用和最好的燃料經濟性當然是有一定的困難的。對於在不斷變化規準下工作的汽車發動機尤其是這樣。

用提高轉速的方法或增壓的方法可以從發動機的單位容積得到很大的功率，但這時就不能得到高的經濟性。相反的，很難使經濟的發動機在功率方面增強。

力求最好地利用物質，就是說創造出具有最小單位功率重量和最小外形尺寸的發動機，是和得到高的公升（單位容積）功率的必要性相關聯的，公升功率是最好地表徵發動機構造合理性的指標之一。活塞式內燃機的公升功率可以用下式表達：

$$N_A = A \cdot \frac{C_{cp}}{S} \cdot \eta_v \cdot \eta_m \frac{\eta_i}{\alpha} \cdot \gamma \text{ 馬力/公升,}$$

式中： A ——固定的係數；

N_A ——公升馬力；

C_{cp} ——活塞平均速度；

S ——活塞行程；

η_v ——充氣係數；

η_m ——機械效率；

η_i ——指示效率；

α ——過量空氣係數；

γ ——空氣的比重。

目前在汽車運輸中基本的發動機是汽化器式的。今後在中等負荷和重負荷的載重汽車上，柴油機應該得到更多的應用。

在金屬利用方面來說汽化器式發動機優於柴油機，因為柴油機總是在大的過量空氣係數下工作，這就使單位容積所發出的功率減小了。柴油機的壓縮比較高，因而指示效率 η_i 的值比較高，這是一個補償的因素。柴油機應該沿着汽化器發動機已經走過的和還在走着的路發展，但是要以更高的速度。

讓我們來分析決定發動機公升功率的公式中的每一個值。從公式中可以看出，要公升功率增大，我們可以用減小活塞行程 S 和過量空氣係數 α ，增加活塞平均速度 C_{cp} 、充氣係數 η_v 、機械效率 η_m 和指示效率 η_i ，同時採用增壓（就是增加空氣的比重 γ ）的方法來達到。

我們來研究改變上述數值的可能途徑，以求提高發動機的公升功率。

1. 為實驗數據所證實的計算指出，減小活塞行程是增加公升功率，改善經濟性、並且在一定程度內延長發動機壽命的合理方法。

關於這一個參數我們以後還要詳細地講。

2. 過量空氣係數決定於混合氣形成的特性，對於柴油機說來，在排氣沒有冒煙的情況下，該係數的最小值是 1.15~1.25。

3. 提高活塞的平均速度受到磨損增加的限制。

即在今後活塞平均速度的限制似乎仍將是在 12~13 公尺/秒左右。

4. 充氣係數的數值對發動機所發出的功率影響極大。

可以說，發動機的“好”或是“不好”在很大的程度上就決定於可燃物質充填氣缸的程度。

從這個觀點出發，我們對進氣門在頂部的汽化器發動機很感興趣。

改善充氣可以用減小 S/D 比值的方法達到。

爲了提高發動機公升功率而提高充氣係數要求我們更好地設法從排氣門傳出熱量。

5. 機械效率可以用改善相接觸的零件的結構，採用滾動軸承和略微降低活塞的平均速度的方法得到若干提高。

大家知道，機械效率也牽涉到驅動輔助機構所消耗的功率和氣體交換的損失。因此我們必需注意提高輔助機構和氣體分配機構構造合理性。

6. 指示效率可以用降低熱損失和改善燃燒過程的方法來提高。減少熱損失的方法之一是用短行程的發動機。

採用短行程的發動機

前面已經說過，提高發動機的公升功率的方法之一是減短活塞行程，也就是說用短行程的發動機。作者在 1942 年首先提出採用短行程發動機的合理性。

大家都知道，從燃料燃燒得來的熱量有一部分是傳給發動機冷却用的水了。進行了分析計算後指出，在採用短行程發動機後，傳給水的熱量減少了。這就決定了短行程發動機有提高指標的可能性。

圖 1 是發動機在不同的活塞速度下熱量利用和 S/D 比值的關係。從圖上可以看出，在活塞速度不變而 S/D 比值縮小的情況下，由於此時可以提高曲軸的轉速而使 $A \cdot n$

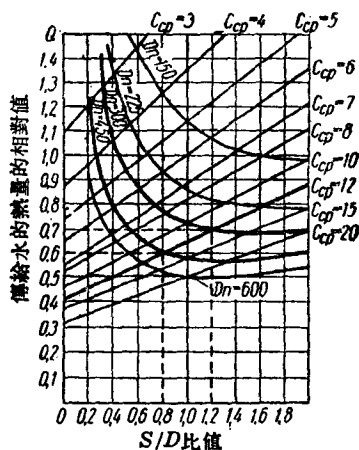


圖 1 當 $D = \text{常數}$ 時傳給水的熱量和發動機 S/D 比值的關係
四行程發動機 $\varepsilon = 15$, $\lambda = 1/4$

的乘積增加，傳給水的熱量就減少了。

在圖上用點綫表示當活塞直徑不變而 S/D 的比值從 1.2 減低到 0.8，活塞的平均速度保持在 12 公尺/秒不變的情況下，傳給水的熱量減少的程度。在這種情況下熱量的損失減少了約 12%。

從短行程的柴油發動機燃燒過程的準備和發展情況的分析中知道，在同樣的活塞平均速度下，由於它的轉速高，發火的延遲（按曲軸旋轉角度計）比標準發動機為大，但是延遲的程度並不和轉速提高的程度成正比，而是比較小的。因此可以完全有根據說，在短行程的柴油機曲軸轉速大大的提高了的情況下，即使不計算擾動對於燃燒過程的影響，發火延遲的增加也完全可以由各種方法補償，特別是可以用提早噴油的方法，而不致使工作過程變壞。

柴油機燃燒過程的長度主要是由混合和火燄散佈的激烈性所決定，就是說由空氣在氣缸中運動的亂流（無次序的）和渦流（有方向性的，的激烈性所決定。亂流和渦流愈激烈，就愈能保證充填氣體的均勻性，火燄的散佈也就愈快。

提高發動機的轉數使流體動力學的因素加強。火花點燃的發動機的試驗（例如索柯列克和其他人的工作經驗）指出，提高發動機曲軸的轉數使明顯燃燒過程的激烈性幾乎成比例地提高。因此從流體動力學的觀點看來，在短行程柴油發動機中可以期望轉數的提高不致於引起燃燒過程的拖延。

如果在氣體膨脹的時候亂流消失的話，燃燒過程的末期是進行得最不利的。在短行程柴油機中，由於充填氣體的均勻性（由高質量的短而有力的燃料噴射和發火延遲所引起的充填氣體在增長的混合時間下的激烈亂流和渦流所保證），使得末期燃燒的過程改善了。此項最不令人滿意的末期燃燒，在短行程的柴油機中就在較有利的條件下進行。

這樣，短行程柴油機中燃燒過程的進行情況保證了在發動機中

更好的利用燃料的熱量。

前面已經指出，在採用短行程的發動機時，充氣量可以大大的提高。對柴油機來說，如果其他條件不變，空氣充填量的增加可以提高功率和改善經濟性。

在短行程的柴油機中採用上述方法可以使得在高的公升功率（25~30 馬力/公升）的汽車發動機上得到 160~170 克/馬力小時左右的單位燃料消耗量。

這樣，採用短行程的發動機不僅能提高公升功率，而且還可以提高經濟性。

爲了說明減小 $\frac{S}{D}$ 比值對於慣性力的影響，要進行短行程發動機的曲軸連桿機構的動力學分析。

如果假定短行程發動機的曲柄半徑對連桿長度之比和標準行程的發動機相同的話，我們可以用下面的式子來表示短行程和標準行程發動機的往復運動質量的慣性力 P_j 的比值：

$$\frac{P_{jk}}{P_{jc}} = \frac{m_k}{m_c} \cdot \frac{r_k}{r_c} \cdot \left(\frac{W_k}{W_c} \right)^2, \quad \text{①}$$

式中 m 、 r 及 W 代表質量、曲柄半徑和旋轉角速度。附註號“ k ”表示短行程的，“ c ”表示標準行程。

$$\text{我們知道 } r = \frac{S}{2}, \quad C = \frac{S \cdot n}{30} = \frac{S \cdot \omega}{\pi},$$

$$\text{因此 } \frac{P_{jk}}{P_{jc}} = \frac{m_k}{m_c} \cdot \left(\frac{C_k}{C_c} \right)^2 \cdot \frac{S_c}{S_k}$$

從式中可以看出，如果活塞的平均速度不變，隨着活塞行程的減小，慣性力將以直線關係增長。但是略微降低平均速度就可以抵

① 這一個公式對於旋轉質量的離心力也同樣適用。但是我們對這一點興趣不大，因為離心力完全可以用曲軸加平衡塊的方法解決，所以我們今後不考慮這一方面。

消活塞行程的影響。在短行程發動機中爲了要保持慣性力和標準行程的發動機相同，所必需的活塞平均速度的減少程度可以很容易從前面的公式算出，使慣性力的比值等於 1，則

$$\frac{C_{\kappa}}{C_c} = \sqrt{\frac{m_c}{m_{\kappa}}} \cdot \frac{S_{\kappa}}{S_c}.$$

考慮在兩種情形下比較短行程和標準行程的發動機：

1. 當它們的氣缸直徑相等時，活塞行程之比可以用參數 $X = \frac{S}{D}$

之比代替。

$$\text{在這種情況下，} \left(\frac{C_{\kappa}}{C_c} \right)_D = \text{常數} = \sqrt{\frac{m_c}{m_{\kappa}}} \cdot \sqrt{\frac{X_{\kappa}}{X_c}},$$

就是說，爲了實現 $P_j = \text{常數}$ 的條件所必需的速度降低度是和 X 的比值的平方根 $\sqrt{\frac{X_{\kappa}}{X_c}}$ 成正比的。例如， $X_{\kappa} = 0.8$ ， $X_c = 1.2$ 時，

$$\frac{C_{\kappa}}{C_c} = \sqrt{\frac{m_c}{m_{\kappa}}} \cdot 0.816.$$

2. 當短行程和標準行程發動機的工作容積相同時，

$$\frac{S_{\kappa}}{S_c} = \left(\frac{X_{\kappa}}{X_c} \right)^{2/3},$$

$$\text{這就給出} \quad \left(\frac{C_{\kappa}}{C_c} \right)_{V_h} = \text{常數} = \sqrt{\frac{m_c}{m_{\kappa}}} \cdot \sqrt[3]{\frac{X_{\kappa}}{X_c}}.$$

在這種情況下，短行程發動機活塞速度的降低是和 X 的比值的立方根成正比的。例如對同樣的 X_{κ} 和 X_c 值說來。

$$\frac{C_{\kappa}}{C_c} = \sqrt{\frac{m_c}{m_{\kappa}}} \cdot 0.872.$$

活塞速度的降低引起傳熱度的相應增加，因而減少發動機的指示功率。但是這個現象部分地為活塞摩擦損失的減少所抵償。結果，在上述範圍內活塞速度的降低實際上並不影響到發動機的公升功率。

因此，如果說在動力負荷方面實際上和標準行程的發動機相等，短行程發動機在公升功率方面保持着優先。還應該注意到，活塞平均速度的降低對於活塞組的耐磨說來是有利的。

短行程行程的發動機在結構上有其優點。特別是由於縮短了曲柄半徑，大大的增加了曲軸頸的重疊，因而使曲軸的剛度提高。

從以上所說的可以得到結論說，短行程的發動機滿足了必須改善物質的利用和採用高速工作條件的基本原則。

必須指出，在汽化器發動機中短行程的結構得到愈來愈大的發展。作為例子，在圖 2、3 中對兩種型號(346 和 331)的卡第拉克發動機的數據作了比較。我們可以看到，將 $\frac{S}{D}$ 比值從 1.29 降低到 0.95

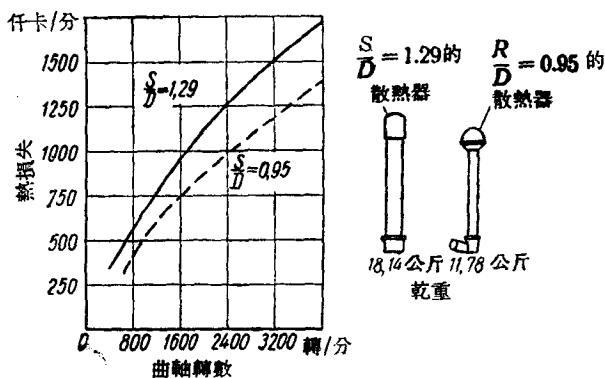


圖 2 $\frac{S}{D} = 1.29$ 及 $\frac{S}{D} = 0.95$ 的發動機的熱量損失和發動機轉速的關係

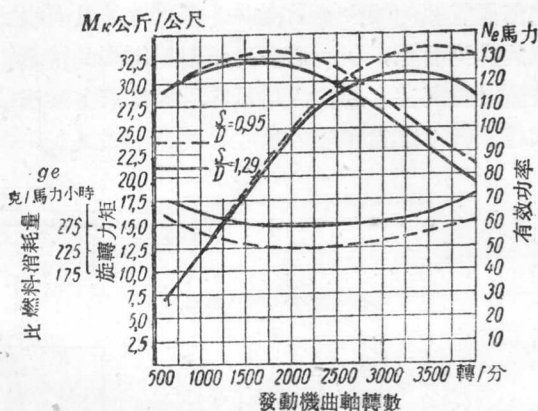


圖 3 $\frac{S}{D} = 1.29$ 和 $\frac{S}{D} = 0.95$ 的發動機的外轉速特性曲線

使傳給水的熱量減少(圖 2)，發動機的功率和經濟指標改善(圖 3)。

飛阿脫的大量生產的新型小汽車是很值得注意的。這種汽車上裝用了 $\frac{S}{D}$ 比值為 0.8 的六氣缸發動機。發動機在每分鐘 4400 轉時發出 44 馬力，壓縮比 ϵ 為 6.7，公升功率 $N_a = 31.5$ 馬力/公升。

當然，合理的利用金屬，提高公升功率和改善耐磨性能不僅僅由發動機的速度情況和 $\frac{S}{D}$ 比值來確定。與氣缸的排列和發動

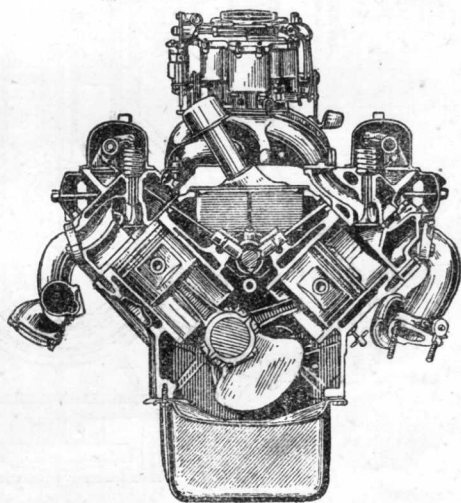


圖 4 別克牌 V 型短行程汽化器式發動機

機結構總的佈置有關的減少發動機的外形尺寸是具有很大意義的。

就氣缸的排列而論，在V形排列和相對排列的情形下採用短行程發動機是值得特別注意的。採用短行程的V形發動機使結構非常緊湊，大大地減輕了重量和外形尺寸。就是不談其他，這也改善了

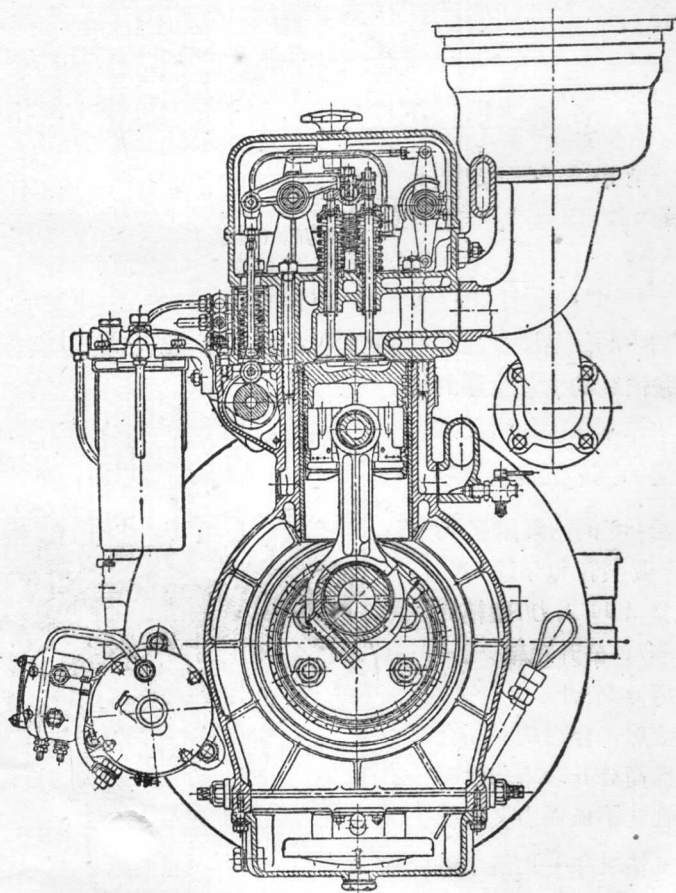


圖5 短行程的試驗性柴油機 ДБ-43 (橫切面)

發動機在底盤上的安裝。V形短行程發動機的結構剛度是非常高的，可以容許發動機發出較高的壓力。

這種構造可以圖4所示的晚近出產的別克發動機為例子。

這種每列4缸的V形8缸發動機的氣缸直徑是101.6公厘，活

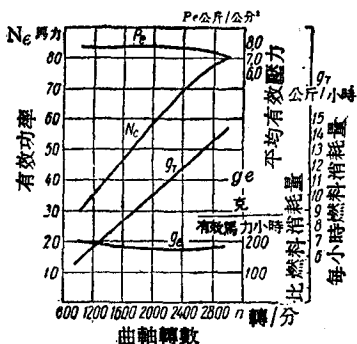


圖6 ДБ-43型發動機的轉速特性曲線

塞行程81公厘($\frac{S}{D} = 0.8$)，在

$n = 4000$ 轉/分時發出180馬力。

發動機總重量是283公斤。

作為短行程柴油機的例子，在圖5中舉出一種我們的短行程柴油發動機(ДБ-43)，它的 $\frac{S}{D}$ 比值等於0.85，它的轉速特性曲線如圖6。

圖7是吉斯-150、吉斯-151和烏拉爾吉斯型汽車裝用ДБ

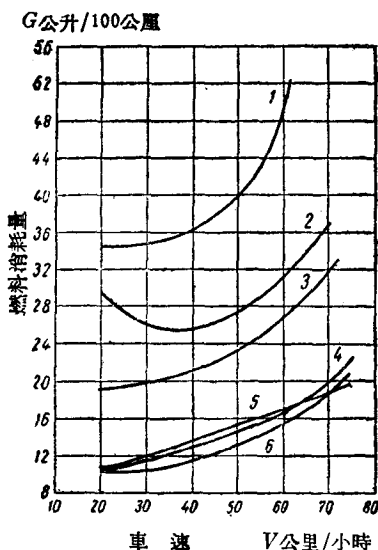


圖7 汽車的道路試驗特性

- 1-裝汽油發動機的吉斯-151型(載重4.5噸)
- 2-裝汽油發動機的吉斯-150型(載重4.0噸)
- 3-裝ДБ-64型柴油機的吉斯-151型(載重4.5噸)
- 4-裝ДБ-43型柴油機的吉斯-150型(載重4.0噸)
- 5-裝ДБ-64型柴油機的吉斯-150型(載重4.0噸)
- 6-裝ДБ-43型柴油機的烏拉爾吉斯型(載重3噸)

系發動機和汽化器發動機在道路試驗時得到的燃料經濟性。

對短行程柴油機的試驗台和道路試驗都證實了它的優越性。

發 動 機 的 增 壓

增壓是可以大大影響發動機公升功率的提高了的獨立因素。要保證一個發動機有最大的功率同時有最好的經濟性，只有在下列情況下使我們必需考慮增壓作為提高運輸用發動機功率的手段，即當我們真正要求大的功率時，也就是說，增壓的程度應該隨着發動機負荷的增加而增長。

這種要求可以被氣輪式增壓器（用發動機的廢氣驅動的氣輪帶動的增壓器）所滿足，這是同時能提高功率和經濟性的方法。

但是氣輪增壓器有三個缺點：增壓的最大壓力比較低： $P_k = 1.3 \sim 1.4$ 大氣壓力；發動機的加速性差；在發動機轉速較低時扭矩的後備減少。如果將氣輪和增壓器的軸和發動機的軸相聯，而用只能從氣輪傳送扭矩到發動機而不能向相反方向傳力的活輪接合器將氣輪和發動機聯接起來的話，這些缺點就可以減輕。

在氣輪式增壓器中，增壓的壓力可以根據發動機的負荷來調節，例如用從增壓器進氣腔將空氣用旁通管通到進氣歧管去的方法。

所有增壓器的共同缺點是當發動機轉速降低時增壓的壓力激烈地降低，這就使在發動機轉速降低時發動機的力矩提高很少甚至還會降低。最有利的發動機轉速特性用容積式增壓器（亞斯-204 及 206 型用的）能得到保證。但是它有一個很大的缺點——由於空氣不在內部受壓因而效率低。

其他型式的增壓器——內部壓縮的離心式的、軸流式的，驅動它們所耗的能量是比較少的，但是發動機在裝用這種增壓器後轉速特性就變壞了。要改善轉速特性，可以用變化發動機和增壓器間傳動比的辦法，但是這就必需要在驅動增壓器的裝置中增加中間傳動

器（例如，液體變力器）。當滑動比較大的時候，這個中間傳動器的機械效率很低，這對於發動機的經濟是不利的。

必須注意到，增壓器應該在這樣的意義上適應發動機，即在工作規準下它具有較高的效率而同時它的構造很恰當地和發動機的總佈置相配合。

燃 氣 輪 發 動 機

近年來燃氣輪機在航空方面已經很穩的奪取了活塞式牽引發動機的位置，而在許多動力部門中則跟內燃機和蒸汽機在進行競賽。

燃氣輪機和活塞式發動機比較起來重量較輕，外形尺寸比較小，構造也比較簡單。它的零件沒有往復運動，因而轉速可以很高，機械效率也提高。發動機的潤滑系統簡單，潤滑油的消耗量也大大減少，因為油並不和炙熱的零件接觸。最後，燃氣輪機的優點還在於它不要用高質量的燃料。

牽引性能適宜於汽車用的燃氣輪機如圖 8 所示。在這個簡圖

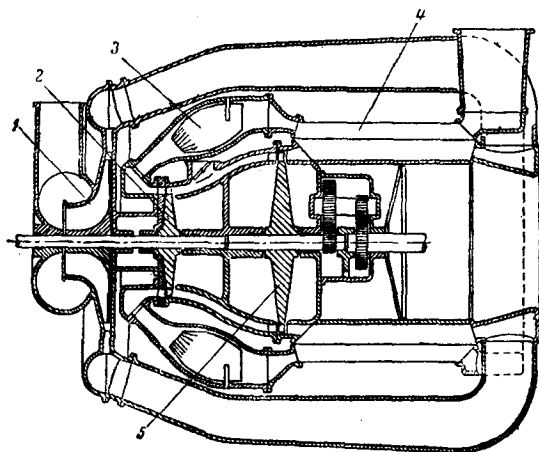


圖 8 雙軸式燃氣輪機簡圖