

蘇聯汽車和拖拉機工業部
汽車科學研究院汽車專門實驗室

汽車構造的發展

第八冊

H. C. 漢寧 著

孫祖培 譯

人民交通出版社

苏联汽車拖拉机工业部

汽車科学研究院汽車專門實驗室

汽車構造的發展

第八冊

汽車柴油发动机构造的改进

H. C. 汉宁著

孙祖培譯

人民交通出版社

本書分析了汽車柴油發動機結構的改進，並與其他型式的汽車發動機作比較。對於兩種發動機的燃料的生產遠景作了研究，指出最新發動機的構造特點以及進一步改變各種另部件構造的方法。

在已有經驗的基礎上，說明柴油發動機的工作指標有改進的可能，並指出其設計的今後發展方向。

本書供汽車工業和交通運輸業中工程技術人員參考之用。

РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ (ВЫПУСК 8)

Н. С. ХАНИН

РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
С ВОСПЛАМЕНЕНИЕМ ОТ СЖАТИЯ
МАШГИЗ
МОСКВА 1952

汽車構造的發展

第八冊

汽車柴油發動機構造的改進

Н. С. 漢寧著

孫祖培譯

*

人民交通出版社出版

北京安定門外和平里

上海市書刊出版業營業許可證出〇〇六號

上海市印刷三廠印刷 新華書店發行

*

書號：15044·4151

開本：787×1092 紙 1/32·印張：4 1/8·字數：118,000

1957年4月上海第一版

1957年4月上海第一次印刷 印數：1—4,900冊

定價：(10) 0.60元

序 言

目前大部分生产的汽車有着火花点火发动机。然而尽管这种发动机在提高燃料經濟性方面有所成就，它还是远远落后于柴油机的燃料經濟性。

装有柴油发动机的亞斯和瑪斯重型載重汽車的使用經驗說明，这类汽車每噸公里消耗的燃料比装有汽油发动机的汽車要少30~40%。同时，柴油发动机中大部分零件的使用寿命高于汽油发动机中相应零件的使用寿命。

汽車工业的工作人員們在与汽車运输业的工作人員們合作之下，已在提高柴油机的可靠性与使用寿命方面取得了重大的成就。

汽車运输业的工作人員們已在使用中掌握了这类复杂的发动机，而十万公里的先进駕駛員們現在已使瑪斯-200和瑪斯-205汽車的修理間隔里程达到100,000公里以上。

由于烏拉尔区汽車制造者們的創議而发展起来的提高汽車及其总成的使用寿命的运动，給生产汽車柴油机工厂中的工作人員們提出了一个重大的任务——要达到比汽油发动机已达到的更長的使用寿命。

根据亞斯-204和亞斯-206二冲程发动机使用經驗积累的結果，已顯出有必要改进这两个发动机中一系列的零件和部件。

苏联汽車工业面临着进一步增加柴油机汽車的生产量和改进其結構的任务。

从苏联科学家和工程師們在提高汽車拖拉机柴油机的輕便性、經濟性和使用寿命方面的劳动中可以拟定进一步改进发动机的途徑。

苏联經濟的发展，特别是宏偉的共产主义建設事业的开展，需要进一步提高汽車的載重量，这就有必要提高汽車发动机的功率。

因此，苏維埃汽車工业必須展开改进所生产的汽車柴油机和創制新型发动机的工作。在最近期內應該广泛組織适用于中型載重汽車的柴油

发动机的生产，并制造适用于载重量超过 12T 的汽车的发动机。

必须周密地研究汽车柴油机构造的发展，并拟定进一步改进这种发动机的主要途径。

在这本代表着汽车拖拉机工业部汽车科学研究所汽车专业实验室和苏联科学院汽车实验室共同进行的关于汽车构造发展方面的工作之一的成套性小册子里，尝试解决上述的任务。

我们希望这个由 H. C. 汉宁付博士所撰写并经过专家们的扩大会议上研究和讨论过的专题性资料能有助于指导汽车柴油机沿着最合理的途径发展。

E. A. 楚达可夫院士

导 言

高度的燃料经济性和适宜于作为发动机燃料的液体燃料资源扩大的可能性，早在汽车制造业的初期就刺激了汽车柴油发动机的发展。

第一批装有柴油发动机的汽车的燃料消耗量没有超过汽化器式发动机汽车的燃料消耗量的50%。以后随着汽化器式发动机的改进，燃料消耗量的差数稍许降低了些，在1931~1935年间，其平均数值约为38%（当汽车满载行驶时）。

目前，用柴油机代替汽化器式发动机时，在正常行驶情况下的燃料节约不低于30%，而当汽车在小负荷或中负荷时——不低于40%。这样的节约，毫无疑问地证实进一步扩大国产柴油机汽车产量的正确性。

汽车发动机的发展必须与整个汽车制造业的发展一起研究。

汽车及其总成在其发展初期的主要改进方向是提高可靠性与舒适性。

在达到了相当高的可靠性，足以保证汽车运输事业有实际发展的可能性之后，汽车就进入了大量生产。在这一时期，在改变零件的结构使其易于走向大量生产的方式上，做了巨大的工作。

由于道路改善的结果，提高汽车的车速和载重能力便成为可能。同时也引起提高发动机功率的必要性。

在苏联和人民民主国家内，汽车技术的发展是与整个国民经济的发展有机地相协调的。汽车运输成为工业和农业运输的主要形式。

千百万劳动人民从事于汽车运输和汽车工业。汽车的利用强度高于资本主义国家。

在汽车队伍迅速扩大的情况下，生产和修理汽车所需的金属开始以百万吨计算，而燃料的需要量——年以数千万吨计。

所有这些情况说明，当汽车经济性提高时，有巨大的国民经济节约的可能。

在同样的道路条件下，汽車的經濟性首先决定于发动机的燃料經濟性、傳力機構的完善程度、汽車外形在空气动力学上的完善程度以及其重量〔19〕。

汽車的經濟性也与其使用費用和原始成本有关。后者对小客車具有重大的意义。对載重汽車來說，在降低修理費用或燃料經濟性的条件下采用較為昂貴的構造常常是比較适宜的。

使用費用的主要科目是汽車的修理和保养支出。修理支出首先决定于汽車总成的使用寿命及其設計上的完善程度。因此，提高使用寿命和保証汽車修理的簡易性是近代汽車总成的主要发展方向。

对大載重量的載重汽車和特种汽車來說，部件的可靠性和長久的使用寿命具有很大的重要性。对于这种汽車，特别是使用在建筑工业和移土工业的汽車，这两个性能常常具有比燃料节约更为重大的意义。

汽車的經濟性决定于其有效載荷与汽車全重的比例，决定于其最大的載重量，并随載重量的增長而提高。

在选择汽車及其总成的重量指标时，不仅应该注意生产和修理每輛汽車的金屬消耗量，并且应该注意汽車自重对燃料經濟性的影响。

有效載重量7吨的載重汽車，每減低其自重100公斤，可以减少不低于0.6%的燃料消耗量。这就使在汽車的折旧时期內可以获得不小于900公斤的总的燃料节约。

对于小客車，因降低自重而获得的燃料节约有重大的意义，而以每一乘客計的汽車重量則是結構完善程度的直接指标。

用增大有效載重量与全重之間的比例来提高汽車的載重量，只有在改进汽車的基础上，即減低重量或提高部件的輕便性，才有可能。在增大汽車載重量的方向上，有着提高經濟性的更大的可能性。

汽車运输貨物的重量愈大，运输的經濟性愈高。当載重量提高时，大大地減低了服务人員的工資費用，以及單位运输工作的相对的修理和保养費用。

当运输量相同时，提高汽車載重量可以减少汽車运输工人的人数，也就是提高劳动生产率，这在社会主义的經濟条件下具有决定性的意义。

苏联国民经济需要不断增大所生产的載重汽車的平均載重量和公共汽車的座位数。如果 1938 年生产的載重汽車的平均載重量是 2.2 吨，那末在 1950 年，汽車的平均載重量已增加到 3.0 吨。

1948 年雅罗斯拉夫汽車工厂出品了亞斯-210Г 的曳引汽車，可以在掛車上运送貨物达 45 吨。1951 年明斯克汽車工厂开始生产載重量为 25 噸的自卸汽車。

利用汽車作为大載重量的汽車列車的曳引車，是汽車运输最合理的发展途徑之一。

保証駕駛者和乘客有最小限度的疲勞感觉，对汽車來說具有首要意义。汽車对于周圍空气的低溫（至 -50°C ）和高溫（达 $+50^{\circ}\text{C}$ ）、对于崎嶇地区的行駛以及对于在多尘空气中行駛的适应性，也是极其重要的。汽車及其总成的構造应该保証使用时的保养簡便。

在汽車制造初期，提高发动机的可靠性會具有重要的意义。当大量生产发展之后，設計零件时要选择能保証最低的生产劳动量的形状，这时，在发动机制造业中，提高燃料經濟性具有首要的意义。这是由于为数达液体燃料总产量 40~50% 的汽車用燃料的获得，在国家燃料平衡上具有巨大的意义。每節約燃料百分之一，可以使載重量为 7 噸的載重汽車在其全部使用过程中的总的節約不小于 1500 公斤。

这样，減低汽車燃料的消耗对整个国民经济具有极其重要的意义。

提高发动机的輕便性和減小其重量，也同样地具有重要的經濟意义。然而在目前的技术发展水平上，減低汽車总成重量而获得的節約小于提高发动机燃料經濟性所取得的節約。例如，把瑪斯-200 汽車发动机的重量減小一半，总共只能使燃料節約 2.4%。

虽然減低重量十分困难，但改进汽車发动机的重量指标及其輕便性，仍然是无可爭辯地合理的。因为在减少燃料消耗量的同时，可以大量節約金屬材料。

在发动机輕便性的各項指标中，对近代汽車來說，最具有重要意义的是相对的外形尺寸。对載重汽車发动机來說，每單位馬力的发动机長度是一个主要指标。发动机的高和寬一般較少地受到汽車总布置的限制。在近代載重汽車的发动机罩的下面，在发动机之上和兩側，总是有很大

的空間。發動機上面的空間最大。因此對發動機前置的汽車來說，發動機的高度最不important。對發動機后置的汽車來說，發動機的其他外形尺寸同樣有重要的意義。

提高汽車的載重量時，必須提高發動機的功率。

載重汽車發動機的最大功率在1935年只不過150馬力，1940年上升到200馬力，1945年——275馬力，而在1950年已達到320馬力。自動傾卸汽車採用500馬力以上的發動機。在明斯克汽車廠出品的瑪斯-525超級自卸汽車上裝置了300馬力的發動機。

增大載重汽車和公共汽車發動機最大功率的必要性是由於道路的改善和運輸速度的提高，這在經濟上無疑是完全合理的。

對於小客車，發動機功率的提高受到經濟性因素和安全行駛的理由的限制。

十萬公里先進駕駛員的經驗指出，增加汽車總成首先是發動機的修理間隔里程，能獲得巨大的經濟效果。發動機的修理費用是汽車使用費用中的主要項目之一。目前，汽車製造者已按照烏拉爾汽車工廠的倡議開展了提高汽車部件壽命的運動，並十分注意提高發動機的使用壽命。

同時，設計發動機的零件和部件時應該考慮修理保養的簡便。

為使汽車在冬季嚴寒的條件下順利行駛，需要保證發動機在低溫時能便利地起動。因而，改進起動性能有着十分重要的意義。為了要在炎熱氣候條件下順利行駛，改進冷卻系統也具有同樣重大的意義。發動機構造的主要發展方向是保證發動機在工作時的噪音最小，減小振動，減少黑煙和消除廢氣中的有害物質。

汽車發動機的發展與取得汽車運輸用燃料的工藝的改變密切相關。採用新種類燃料或改變現有燃料，常常會引起發動機零件和部件構造改變的必要性。

目 次

序言	
導言	1
I. 汽車柴油機及其他汽車發動機的發展	1
1. 柴油發動機	1
2. 汽油發動機	9
3. 各種汽車發動機發展的比較	12
II. 高速柴油機的燃料和潤滑油	14
III. 蘇聯汽車柴油機構造的發展	21
IV. 汽車柴油發動機零部件構造的改進	45
1. 燃燒過程和燃燒室	45
2. 噴油設備和調速器	56
3. 活塞	63
4. 活塞環和氣缸套	71
5. 曲軸軸承	74
6. 潤滑系統	78
7. 冷卻系統	80
8. 配氣機構	81
9. 起動裝置	83
10. 發動機的結構	87
V. 改進汽車柴油機各項指標的可能性	90
1. 提高輕便性	90
2. 提高經濟性	103
VI. 戰後國外汽車柴油機的發展特點	110
結論	118
參考文獻	122

I. 汽車柴油機及其他汽車發動機的發展

1. 柴油發動機

汽車用重油發動機首先開始採用於1923~1924年。與嘗試製造汽車柴油機的同時，可以注意到一種在燃燒室中鑲有熱套、用重油工作的發動機的製造經驗。那時，促使尋找製造重油發動機道路的主要原因是石油分裂中重質成分的价格便宜，這是由於當時所採用的石油加工方法有大量的重油產品。同時，取消當時在使用中有大量缺點的火花點火，也是合理的。

第一批汽車重油發動機的設計師們力求採用二衝程。低的燃料經濟性和保證潤滑可靠的複雜性，阻礙了二衝程在火花點火發動機上的普遍採用。

1923年蘇聯設計師伏爾柯夫建議了一個適合用石油工作的二衝程發動機，但也可以用汽油和煤油作為燃料。

適合於商業運輸的汽車柴油機的採用，在無壓縮式噴射燃料發明之後，才成為可能。這種噴射燃料的方法大大地簡化了發動機，改進了燃燒過程的“可控制性”，改進發動機在負荷和速度變動情況下的工作性能並提高其輕便性。

高速汽車柴油機的出現和發展與機器製造業的工藝改進密切相關，後者保證了零件製造精度和表面製造質量的提高。

生產無壓縮噴射的噴油設備的任務，被首先成功地解決了，用這種設備可以使燃料在曲軸轉速變動的廣闊範圍內，在每一循環供油很少的情況下，得到很細的霧化。噴油設備由專門企業來生產，這就可以採用高級熟練人員的勞動分工，並由此可以在主要的製造過程中採用專用設備。

由于这样分工的结果，制造发动机的工厂从制造喷油设备的极为繁重复杂的工作下解放出来，大大地促进了汽车柴油机的发展。

在柴油机的发展初期，曾经尝试在原有的汽车汽油发动机基础上制造柴油机。

M-12 发动机属于这种构造，它是根据汽车科学研究所的设计，于1933年在莫斯科汽车工厂在阿莫-3 载重汽车发动机的基础上制造的。然而这种尝试并未成功，因为这种发动机的连杆曲轴机构显得不够坚固和可靠。

改进工作过程以后，使汽车柴油机的成批生产可以在船用发动机和固定式发动机以及汽车的生产经验的基础上发展。

制造出来的发动机样品有着重大的缺点，阻碍了它的应用：重量大、排气多烟、工作粗暴、连杆曲轴机构的可靠性不够和使用寿命不长。在发动机以后的发展过程中，这些缺点逐渐地消除了。

1934年苏联政府组织的汽车柴油机的国际竞赛，是柴油机发展中的一个重要阶段，所有在这个领域内工作的主导性机构都参加了这次竞赛。苏联发动机以 H. P. 勃里林教授设计的柯达树发动机为代表。

参加国际柴油机竞赛的发动机的平均指标

最大平均有效压力, 公斤/公分 ²	5.7
最大功率时的平均有效压力, 公斤/公分 ²	5.03
最小耗油率, 克/马力小时,	212
活塞功率, 马力/公寸 ²	15.8
公升功率, 马力/公升.....	10.4
最大功率时的每分钟转速	1797

在竞赛中显出了采用汽车柴油机所取得巨大的燃料节约。雅格-4 汽车，带有效载荷 5 吨，采用柴油机时的平均耗油量是每 100 公里 31.8 公升（用汽化器式发动机时，雅格-4 汽车在同样载荷时的正常耗油量是每 100 公里 45 升）。所得的节约为 38%〔15〕。

柯达树发动机在燃料节约上占第一位。把这个发动机安装在雅格-4 汽车上，当车速为 30 公里/小时，每 100 公里的耗油量等于 22.1 公升。

从竞赛中可以看出，参加竞赛的发动机，由于生产经验不足和制造工艺不完善，具有许多缺点。白金合金轴瓦轴承的不可靠、气缸盖发生裂缝、气门弹簧折断，这些是主要的缺点。许多发动机的连杆曲轴机构的零件磨损得非常厉害。

发动机在大修前的使用寿命，在当时估计约为 30,000 公里的汽车行驶里程。

从竞赛中又可看出，发动机的工作过程和喷油设备在当时比起过去生产的发动机已有很大的改进，使得有可能来考虑汽车柴油机的大量采用。

改进工作过程——减小压力的上升速度和改进空气的使用，曾是柴油机的一个重要发展方向。在这方面设计师们采取了两种方法：第一，采用各种形状的分隔燃烧室；第二，改进直接喷射发动机的混合和燃烧过程。

在汽车柴油机的发展初期，在分隔燃烧室的改进方面取得很大的成功。特别是预燃室的采用，使燃烧过程在高的曲轴转速下有可能达到“柔和”地进行。预燃室发动机可以用重质燃料顺利地工作。

预燃室发动机在使用中暴露了一些缺点：相对地大量的耗油量和低温起动困难（近来预燃室发动机的经济性已有很大的提高）。预燃室发动机在重量指标方面不如其他型式的发动机。

自 1928~1930 年以来，设计师们利用“预燃室过程”的良好结果来设计分隔燃烧室的更使人满意的形状。“阿克罗”型燃烧室的创造应认为是这方面的尝试之一，它在 1930~1933 年间得到广泛的采用。

燃烧室在这个原则下的进一步的发展，导致了近代空气蓄积室的创造。这种型式的燃烧室用在汽车上，即使在今天仍是成功的。采用这种燃烧室，当曲轴转速很高时，可以得到柔和的工作过程和良好地利用空气。

空气蓄积室的采用，使在战前年代有可能生产以汽油机为基础而制作出来的柴油机产品。这种做法的成功，不仅决定于柴油机工作过程的改进，而且决定于汽油机在设计上的变化，后者的曲轴连杆机构在那时已比从前大为坚固和可靠。

渦流燃燒室的發明和發展說明分離燃燒室的結構在發展中又前進了一步，保證發動機在高的平均有效壓力和經濟性下有可能大大提高轉速。許多工廠，過去製造“阿克羅”燃燒室的發動機，轉而生產渦流燃燒室。在柴油機領域中所達到的最好的輕便性的指標，特別是1937~1938年前所達到的最高的曲軸轉速，屬於輕型載重汽車用的渦流室柴油機。

蘇聯工程師們在研究和發展渦流燃燒室方面做了許多工作。1932年，B. H. 斯伏波達夫工程師倡議了一種首創形式的渦流燃燒室（見圖17—3B），而蘇聯設計的吉斯 Д-7 渦流室發動機提供了改進這種發動機經濟性的可能〔16〕。

在不斷改進分離燃燒室形狀的工作的同時，改進直接噴射燃料的發動機的工作，也一直在繼續進行。

早在1930年，已經有了直接噴射燃料的發動機的成功結構。大部份這種發動機的噴油設備是在高的噴射壓力下工作的，這就稍許降低其可靠性和使用壽命。

起初，直接噴射發動機在高速性上不如其他型式的發動機，並且不能很好地適應變動的工作情況。然而它的高度經濟性的特點促使設計師們致力於研究它的工作。在對置活塞的二沖程發動機中採用直接噴射燃料會取得成功。利用壓縮過程中在燃燒室中產生的渦流，會使直接噴射發動機的指標得到進一步的改進，渦流可以通過活塞形狀的改變或使進氣發生旋轉而形成。

蘇聯設計師們早在初期已正確地估計了直接噴射發動機的發展前途。H. H. 鮑勃洛夫工程師在1935年已作出了直接噴射燃料的二沖程發動機的設計（圖1）。國外同類的二沖程發動機在1937年才出現。

B—2 發動機是直接噴射燃料的輕型柴油機領域內的一個巨大成就。這個發動機在經濟性和可靠性方面標誌了高超的效果。

與改進發動機的工作過程，首先是燃燒過程的同時，在戰前年代里，還在改進發動機的零件、提高其製造質量以及降低生產和修理的勞動力量方面，進行了巨大的工作。逐步推行了整套的設計改進，例如機油散熱器、冷卻系統的節溫器、活塞油環的擴張圈、具有可換濾芯精濾器的雙重滑油過濾系統、曲軸和氣門彈簧的消震器和氣門閥座。在改進結構的

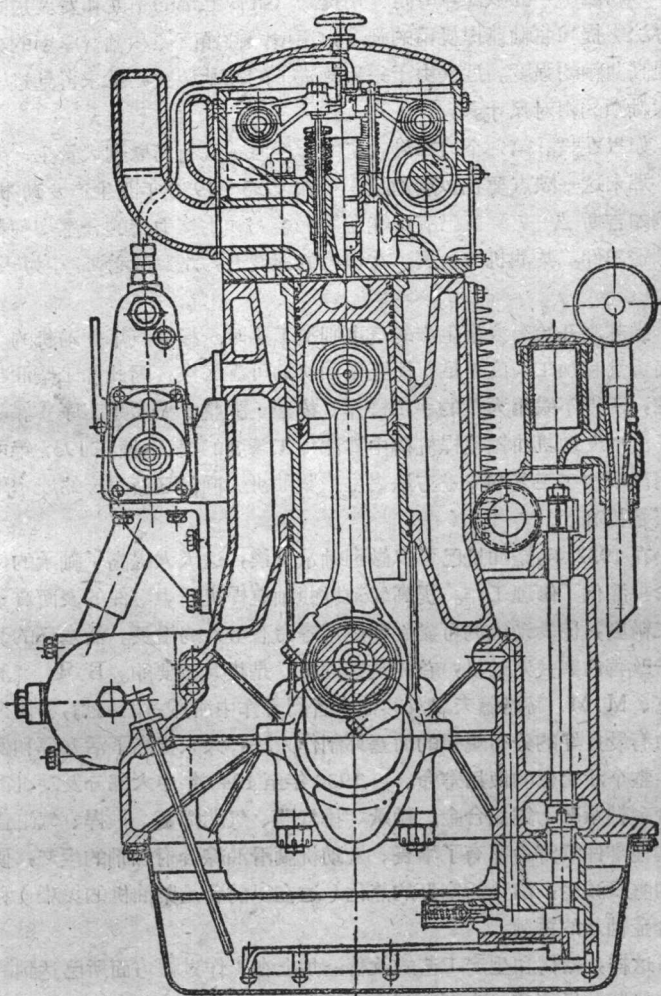


图1 H. H. 鲍勃洛夫二冲程发动机的横剖面 (汽车科学研究院)

基本方向之中，應該注意的是：用提高氣缸體上部的高度和發展加固肋的辦法來提高曲軸連桿機構的強度，用增大軸頸直徑和軸臂厚度的辦法來提高曲軸的強度。近來由於採用改進了軸承型式，就未再見進一步增大軸頸的相對尺寸。

如果在設計第一個汽車發動機的零件時，沒有考慮到大量生產的要求，那末這一缺點要在以後消除。早在 1935~1938 年間生產發動機時（例如吉斯 Д-7）就已有可能在最完善的和生產力高的金屬切削機床上製造零件。柴油機的發展，在很大的程度上，是以改善工藝為基礎的。

當蘇聯開始有大量生產的汽車製造工業時，標準汽車發動機的零件表面質量和加工精度不足以保證柴油機的可靠工作，因此加工柴油機的零件，不得不採用大量的手工操作（模型、調整、研磨等工序）。

汽車發動機曲軸連桿機構中零件加工精度的提高，使在 1937 年可以採用汽車加工工藝的先進方法來生產柴油機。同時還使生產的成本降低和質量提高。

在 1937 年，柴油機已可以做到軸承互換，這大大提高了軸承的使用壽命並簡化了修理工作。提高發動機曲軸連桿機構中零件的表面質量和加工精度，使發動機的可靠性和使用壽命有很大的增長。活塞環的改進對於改善活塞式發動機，首先是柴油機，是極其重要的。Б.Я. 庚茨布爾克、М.М. 赫路蕭夫以及其他學者們著作中所探討的理論，和使徑向壓力有最良好的分布規律的活塞環制作方法，大大提高了活塞環和發動機中整個活塞組的使用壽命。自 1930 年至 1940 年中大部分發動機都把白合金軸承改為銅鉛合金。軸承、排氣門、氣門彈簧、推桿、氣缸蓋以及其他零件的壽命都有了增長。發動機潤滑油綜合附加劑的生產，使零件的磨損減少，消除活塞環的焦化（這在以前曾是柴油機的災難）和銅鉛合金軸承的銹蝕。

這樣，結構和生產工藝的改善，加上在工作過程方面所已達到的成就，使柴油機變成一個有高度耐磨零件的可靠的總成。

在戰前壽命較長、可靠性較好的發動機中，應該注意吉斯 Д-7 型發動機，它的氣缸套筒的最大磨損，在 1000 公里的行駛里程中總共不過

9.4 公忽，而在发动机大修理以前的汽车行驶里程可达 200,000 公里。

1942~1950 年标志了在生产工艺方面，首先是喷油设备，有更进一步的重大进步。在这个时期中研究了精密零件的自动加工方法，发展了检验技术，并实现了采用大量生产方法来制造喷油设备零件的可能性。

柴油机产量的增大，允许成功地采用最新的工艺方法和程序进行制造，因此降低了劳动量。柴油机成本的降低又促进其产量的增大。

在这一时期突出的新的工艺中，应该注意“三层”曲轴轴承，活塞环和气缸套的镀铬或镀其他物质，应用冷作硬化法提高疲劳强度。

由于上述的改进以及零件设计上的一系列改进的结果（其中许多改进是从制造汽油机的经验中得来的），柴油机的可靠性和寿命有了很大的提高。

标志着柴油机的发展的是曲轴转速、平均有效压力 P_e 、活塞功率和公升功率的提高，这可以用图 2 所列图表数字来说明。

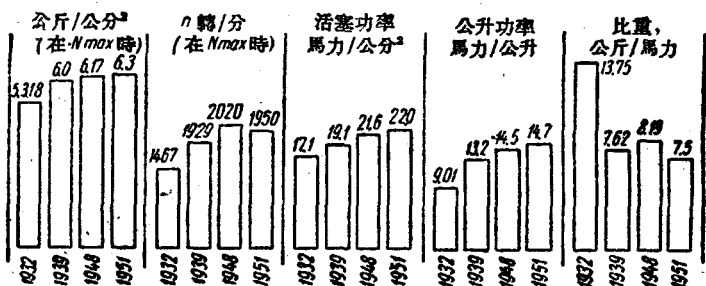


图 2 从 1932 年到 1951 年，柴油机平均指标的变化

从图表上所列的数字上可以看出，起初曲轴转速的增长超过平均数值 P_e 的增长。在 1930~1951 年的时期中，最大功率 N_{max} 时的曲轴平均转速 n 增长了 33%，而 N_{max} 时的 P_e 值，在这一时期内只增长了 20%。还应注意，从 1938 年到 1951 年， P_e 的上升总共 5%，而公升功率的平均数值却增长了 11.3%。这一增长主要是由 P_e 的提高和二冲程发动机生产增大来保证的。转速在这一时期内并无显著提高。

在成批生产的年代里，柴油机经济性的平均指标有若干改进，但这