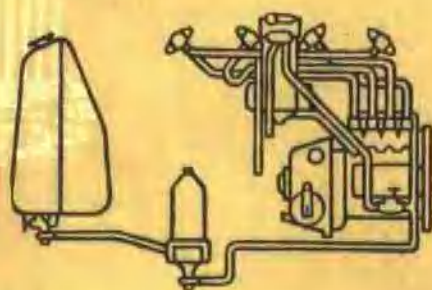


苏联拖拉机的 供油系統

C · A
舒罗夫 著



工 業 出 版 社

苏联拖拉机供油系統

舒 罗 夫 著

卞 佐 詩 譯



机械工業出版社

1958

出版者的話

本書介紹蘇聯 XT3-7、‘万能式’、CT3-XT3 和 BAP3, ACXT3-
HATИ, KД-35、ДТ-54、С-65 和 С-80 型拖拉机的供油系統。

拖拉机的供油系統是最复杂和最重要的部件，它的工作是否正常
对于发动机的经济指标和动力指标有着極大的影响。本書除詳述苏联
主要拖拉机的供油系統外，对于拖拉机发动机的調节和使用方面也作
了扼要的介紹。

此外，关于拖拉机內燃机、燃燒过程和混合气形成方面的基本知
識与概念，亦作詳細的論述。

本書对于工程技术人员、拖拉机制造厂、拖拉机学校、机器拖拉
机站和拖拉机的使用与维护人員，最有益的参考書。

苏联 С. А. Щуров 著 ‘Системы питания отечественных
тракторов’ (Машиз 1954 年第一版)

NO. 1687

1958 年 10 月第一版 1958 年 10 月第一版第一次印刷

850×1168 $1/32$ 字数 204 千字 印張 8 0,001—2,100 册

机械工业出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业營業許可証出字第 008 号 定价(10) 1.50 元

目 次

原序	5
第一章 关于拖拉机内燃机、混合气的形成和燃烧	
过程的一般概念	7
苏联拖拉机的发动机	7
混合气的形成和燃烧	9
汽化器式发动机混合气形成和燃烧过程的特点	10
柴油机混合气形成和燃烧过程的特点	15
第二章 燃油	22
石油及其提炼	22
燃油的评定参数	25
汽化性能(26)——抗爆性(30)——凝固点(32)——腐蚀性(33)	
——碳渣的形成(33)——纯度度(34)——稳定性(35)——热值	
(36)——易燃性(37)——滴滑性能(37)——柴油机工作的粗暴	
性(38)	
第三章 空气的滤清	42
灰塵对发动机磨损的影响	42
拖拉机发动机防止灰塵的条件和对空气滤清器的基本要求	44
苏联拖拉机的空气滤清器	47
第四章 拖拉机发动机的供油设备	50
燃油箱	50
输油泵	51
燃油的滤清	54
汽化器	59
高压喷油泵	63
进气歧管和可燃混合气的预热	66
喷油咀	67
输油管	69
调速器	70

第五章 拖拉机的供油系统.....74

XT3-7 型拖拉机的供油系统.....74

‘万能式’拖拉机的供油系统.....82

CT3-XT3 及 BAP3 型拖拉机的供油系统.....98

ACXT3-НATИ 型拖拉机的供油系统.....110

КД-35 型拖拉机的供油系统.....133

ДТ-54 型拖拉机的供油系统.....161

С-65 型拖拉机的供油系统.....169

С-80 型拖拉机的供油系统.....192

第六章 供油系统正确使用和维护的基础.....217

发动机供油系统及其有关机构的调节法.....218

发动机曲轴转速的调节法(219)——汽化器式发动机的点火时间
和柴油机各缸开始喷油时间的调节法(222)——各缸供油均匀度和开
始供油一致性的调节法(231)——发动机燃油消耗量的调节法(236)
——汽化器式发动机采用省油器和柴油机采用校正装置(241)

拖拉机的使用.....243

拖拉机发动机的起动和停車(244)——最佳负荷的选择(246)——正
确地利用发动机曲轴转速的全程调速器(248)——润滑油的粘度对
发动机工作的主要指标的影响(252)

拖拉机的维护.....254

供油系统的维护(253)——新的或翻大修后的拖拉机的走合(253)
——拖拉机的保管(255)——拖拉机的技术维护规程(256)

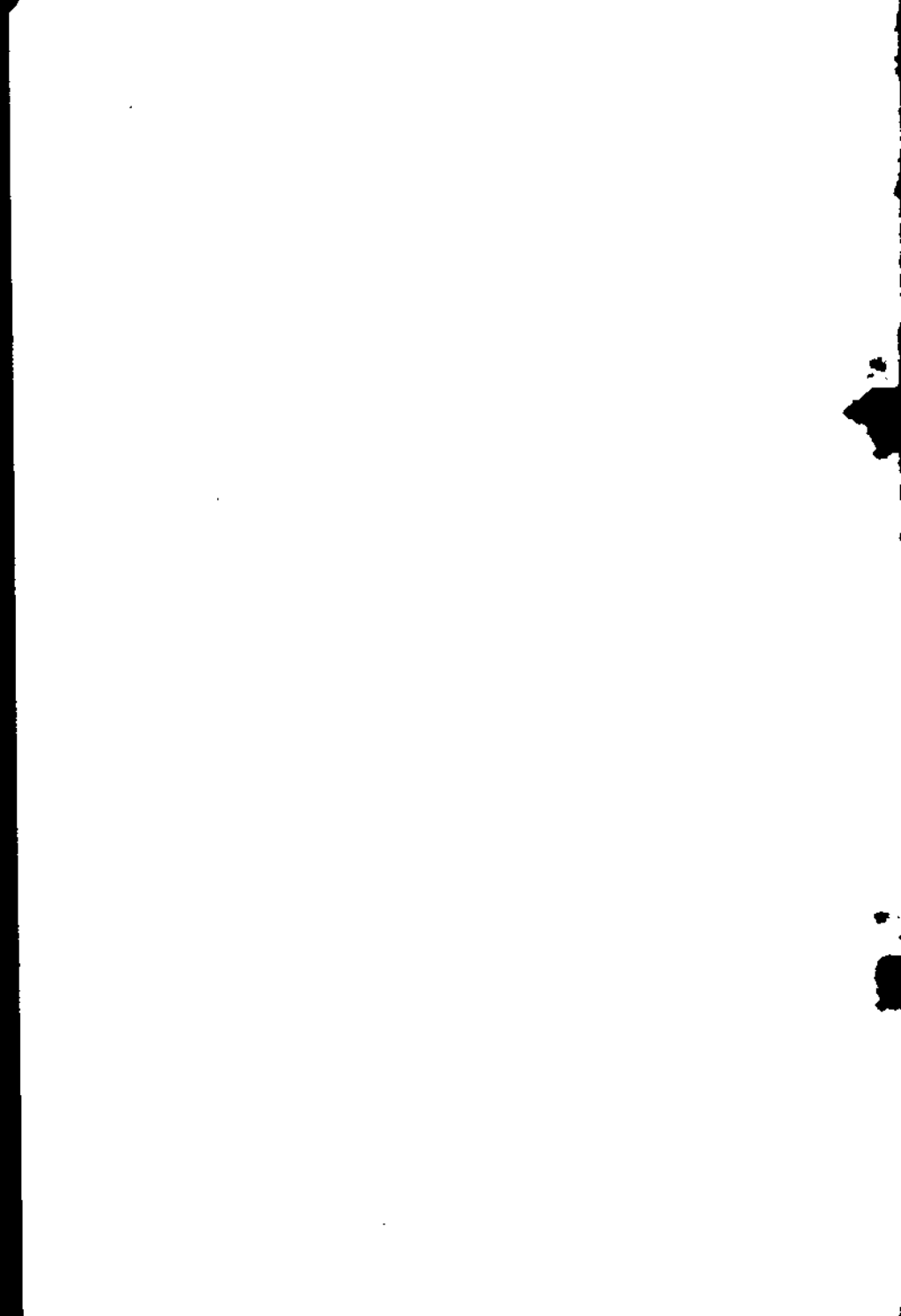
原 序

在苏联社会主义企业中，使用着大量的拖拉机。在苏联共产党第十九次代表大会和政府的决议中都指出了要进一步增加拖拉机的总台数和提高其在农业机械化中的作用。

因此，正确的使用和維護拖拉机及提高其在工作中的經濟性就具有特別重大的意义。

拖拉机的正确使用及其經濟性主要决定于 供油 系統的工作，它是拖拉机結構中最复杂的机件。

根据上述情况，就有必要出版書籍，比較詳細地叙述所有国产（指苏联）拖拉机的供油系統，借此可以在某种程度上帮助农业工作者解决他們所面临的任務。



第一章 关于拖拉机内燃机、混合气的形成和燃烧过程的一般概念

苏联拖拉机的发动机

目前，在苏联的拖拉机上，主要是用汽化器式发动机和高速无压气机的压燃式发动机——柴油机。

拖拉机用汽化器式发动机和柴油机具有以下几种特点：

1. 两种类型的发动机都是内燃机，因为燃油的燃烧都是在本身的工作气缸内进行的。

2. 汽化器式发动机是用煤油、粗石油或汽油进行工作。柴油机则用柴油。

3. 在汽化器式发动机中，可燃混合气^①即空气与燃油混合气的制备是在它进入气缸以前进行的；但在柴油机中，吸入气缸的不是可燃混合气，而是纯粹的空气；燃油是借特殊的装置喷射入气缸内。

4. 在汽化器式发动机中，可燃混合气的制备是在特殊的装置即汽化器中进行的。为使燃油更好地蒸发，有时预热可燃混合气。在柴油机中，燃油是用特种的燃油泵来供给，但燃油喷入气缸是借喷油咀来实现的。

5. 在汽化器式发动机的气缸中，工作混合气^②是用火花塞发生的电火花来点火。在柴油机中，喷入气缸中的燃油是由于压缩冲程終了时燃烧室中的高温而燃烧的。

① 进入气缸内的空气与燃油的混合气称为可燃混合气。

② 已进入气缸中的可燃混合气称为工作混合气，其中含有残余气体。

6. 柴油机只能在高压縮比 $\bullet$ (14~20)的情况下工作,因为在柴油机中被压缩的不是工作混合气,而是純粹的空气;燃油是由于压缩空气的高温而燃燒的。相反,汽化器式发动机是在压缩比不超过 4~6 时进行工作,在气缸中的工作混合气不会發生預燃或爆燃現象。

7. 柴油机的工作与汽化器式发动机的工作相比較,約經濟 25~50%。这主要是由于提高压缩比和更好地利用热能,因此,发动机的工作显得經濟一些。

8. 在柴油机的气缸中,将产生較汽化器式发动机气缸中要更高的压力,所以在制造柴油机时,应当增加承受高負荷零件的尺寸。

9. 按照結構方面来講,柴油机比較复杂些,因此,其零件比汽化器式发动机要多。柴油发动机的供油系統及其部件亦比汽化器式发动机的要复杂和貴一些。

10. 由于高的压缩比,柴油机的曲軸極难轉动,在起动时柴油机需要特种装置或附加的汽化器式发动机。

11. 一部高速柴油机的重量和制造或本比同一功率的汽化器式发动机要大些。

从以上所述可以看出,两种类型的发动机各有其优点和缺点。由于在工作中更高的經濟性和不必耗費輕燃油,柴油机广泛地被采用在拖拉机上。如果在汽化器式发动机中,当工作負荷时的最低燃油消耗量 $\bullet$ 每一有效馬力·小时約为 300 克,則在柴油机中,其耗油量在每一有效馬力·小时为 200~220 克左右。

因此,目前力求增加柴油拖拉机的产量。齐略宾斯克拖拉机

$\bullet$ 燃燒室容积 V_c 与活塞从止点移动到止点移动时所排开的容积 V_h 之和与燃燒室容积之比称为压缩比:

$$\epsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}.$$

$\bullet$ 每馬力·小时消耗燃油的克数称为單位燃油消耗量,用 g_e 克/馬力·小时表示之。

制造厂生产 C-80 型（早期生产 C-65 型）履带式拖拉机，里别茨克拖拉机制造厂生产装有高速柴油机的 КД-35 型拖拉机。在 АСХТЗ-НАТИ 型拖拉机上，原来采用煤油发动机，从 1950 年起亦装上 Д-54 型柴油机。

今后可以预料到符拉基米尔拖拉机制造厂的‘万能式’拖拉机和哈尔科夫拖拉机装配厂的 ХТЗ-7 型拖拉机将要改用柴油机。这样，在短期内汽化器式发动机将被柴油机所代替。

因为目前装有汽化器式发动机的拖拉机仍占拖拉机总产量的一半，而且今后在起动发动机方面，将只生产汽化器式，所以还是讨论两种类型发动机的混合气形成和燃烧过程。

混合气的形成和燃烧

在汽化器式发动机和柴油机中，由于燃油在气缸中的燃烧，燃油的潜热能量（发热量）转化为机械能。

燃烧是一种化学过程，伴随有发出的热和光。在内燃机中也出现燃烧过程，燃油和空气中的氧气参与这一过程。其间进行着产生热量的化合作用，结果使燃烧生成物加热到极高的温度。

如果没有足够的氧气，燃油无论如何不会点着，也不会进行燃烧。例如，将汽油存于密封的器皿中，从中抽出空气或氧气，则在任何情况下都不会燃烧。

燃油的燃烧可能是完全的或不完全的。

已经证实，一公斤汽油、煤油或柴油的燃烧大约需要 3.3 公斤氧气或 14.35 公斤空气。

在正常的混合气形成情况下，这种空气与燃油的比例能保证燃油的完全燃烧。在这种情况下，过量空气系数等于 1。过量空气系数是实际吸入气缸的空气量与理论上必需的空气量之比。

如果 1 公斤燃油与少于 14.35 公斤的空气燃烧，则过量空气系数小于 1；此时获得的可燃混合气是浓混合气，燃烧将不完全。

相反，如果 1 公斤燃油与多于 14.35 公斤的空气进行燃烧，

則过量空气系数大于1，而获得的可燃混合气是稀的，在正常混合气形成的条件下，应能进行完全燃烧。

当燃油完全燃烧时，获得了完全氧化的生成物：二氧化碳气（由于燃油中的碳与空气中的氧發生的化合作用）及水蒸气（燃油中氢和空气中的氧的相互作用）。在不完全燃烧时，一部分碳不能同氧化合，發出烟渣；或化合不完全，形成一氧化碳。所有这些情况下，将比完全燃烧时發出較少的热能，并促使机械功降低。因此，燃烧过程应当在空气流入充足时进行。

为了燃油的完全和迅速地燃烧，在发动机的气缸中，除了燃烧过程必需的空气量以外，还应当使燃油霧化成細小的顆粒并与空气良好地混合。某些在霧化状态下的燃油，例如煤油，当用它作为汽化器式发动机的燃油时，必須进行預热。为了燃油的更好蒸發，有时預热吸入发动机的空气。在柴油机中，为了更好的霧化，燃油是在高压下噴入气缸。所有这些过程（燃油的噴化和蒸發，燃油与空气的混合等），其目的在于改善燃油的燃烧条件，这种过程称为混合气形成过程。

因为汽化器式发动机和柴油机的工作过程不同，我們現在分別地研究每种发动机的混合气形成和燃烧过程。

汽化器式发动机混合气形成和燃烧过程的特点

在汽化器式发动机中，不同于柴油机的地方是可燃混合气在进入气缸以前已制备好。这种混合气是在位于进气歧管前的汽化器中制备的。

汽化器的用途是：在正常的燃油与空气的比例下形成混合气，即获得最适宜的过量空气系数；保证混合气最好的燃烧条件，这可由燃油的良好霧化和燃油細密地与空气相混合来达到；以及发动机在任何工作情况下所必需的可燃混合气的正确供給量（定量）。此外，汽化器应当保证发动机的輕便起动和加速性能，即迅速地从一个工作情况过渡到另一种工作情况。

为了可燃混合气更好的制备和燃油的蒸发，在用重油（粗石油，煤油）工作的发动机中，进入气缸以前的可燃混合气须用废气来预热。

在发动机的气缸中，燃油最好是能完全燃烧。

为了完全燃烧，当出现火花时，燃油应处在蒸气状态。这是因为现代拖拉机的发动机是高速的，气缸中工作混合气的燃烧在极短的时间内进行。例如，在曲轴转速为 1200 转/分的发动机中，燃烧时间只有 1/20 秒。液体状态的燃油比起蒸气状态来，燃烧要慢得多，因此，一部分燃油不可能在规定的时间内燃烧。所以必须预先将液体燃油转变为蒸气状态。

蒸气形成物的潜热、燃油的发热量、表面张力的大小、进入喉管的空气温度及汽化器结构的完善程度都会影响到燃油的蒸发。

现有的汽化器是各种各样的，但用于拖拉机发动机上只有一种，其作用原理是利用汽化器狭窄断面（喉管）所造成的真空度；空气经过此喉管进入发动机气缸中。此外，燃油经过安装在喉管中的量孔进入喉管，即通过小断面的细管或喷嘴。由于在狭窄断面中空气通过的速度较高，保证了从量孔流出的燃油细致地雾化并与空气很好地相混合。

为了说明汽化器式发动机中混合气形成和汽化过程，我们来研究最简单的汽化器的工作原理（图 1）。

汽化器具有浮子室 1，其中借浮子 2 来保持一定高度的油面。只有当燃油上升到一定的油面时，浮子以锥形针阀 3 关闭燃油进入浮子室 1 的孔。当用去少量燃油以后，浮子室中的油面又重新下降。此时针阀打开进入燃油的孔并向下沉，浮子室又重新加充燃油到一定的油面，如此反复不止。

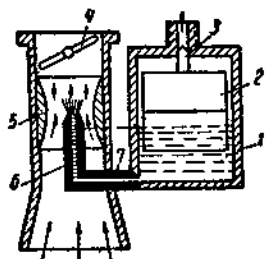


图 1 最简单的汽化器。

在浮子室中的燃油面应当低于量孔 6 的上邊緣約 3~5 公厘，其目的是为了当發动机在不工作时，燃油不致从量孔上邊緣流出。

量孔 6（小断面的管子）安装在喉管 5 的中央并与浮子室的油道 7 相通。在汽化器的出口歧管处具有帶軸的平板式閥門，即所謂节流閥。节流閥的用途是調节进入气缸中可燃混合气的数量。

發动机在工作时，空气經過进气歧管被吸入喉管中，因此在喉管中形成了真空度，这就引起燃油从量孔中流出。此时，燃油与空气相混合形成可燃混合气，再經過节流閥进入發动机气缸中。在从汽化器到气缸的途中，如果需要的话，可以預热可燃混合气。

以上所討論的汽化器是最簡單的，这种型式不能用在任何發动机上。

汽化器式發动机在不同情况下工作时，需要不同成分的可燃混合气：在怠速及低負荷（功率）时需要濃混合气；中負荷时需要稀混合气；最后，在高負荷时又需要濃混合气。这可以用过量空气系数的曲綫 1 来表示（圖 2）。横座标上表明發动机功率的百分数。例如，倘若 СТЗ-НАТИ 型發动机發出的最大功率为 54 馬力，我們把这个数量当作 100 % 的負荷，并在横座标上表明之。这样，可以看出最大負荷的 50% 是 27 馬力，在横座标上相对应的数字是位于 100% 与 0 之間。我們亦可表明其他負荷的最大功率的百分数。

縱座标表示說明混合气成分

（濃的或稀的）的过量空气系数 α ，此种混合气成分对于發动机的各种工作情况是最适合的。所获得的曲綫表明理想汽化器的特性，因为根据这条曲綫来制备可燃混合气时，無論对于經濟性方面或动力性方面來說，拖拉机發动机的工作都是最有利的。这条曲

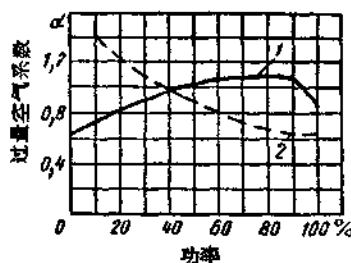


圖 2 拖拉机發动机用理想汽化器的特性曲綫。

綫指出，根据負荷的大小，正确的混合气成分变动相当大，为了获得汽化器的最佳工作，汽化器应当足够的完善。

不带附加量孔或任何校准装置的最簡單汽化器不能保証在不同負荷时拖拉机發动机所要求的必需的混合气成分。圖 2 中的曲綫 2（虛綫）表明最簡單汽化器的过量空气系数 α 。

曲綫 2 指出，随着負荷的增加， α 的值减小，即混合气变濃。这是因为当变更喉管中的真空度时，空气消耗量和燃油消耗量不是成比例的变化。例如，倘若在某种發动机工作情况时，在同一時間內，汽化器中燃油量与空气量之比是 1:16 公斤，然后增加喉管中的真空度，使在同一時間內所經過的空气量为一倍，即 32 公斤，此时进入的燃油不是 2 公斤，而为 2.3 公斤左右，即燃油与空气之比将为 1:14，換句話說，混合气变濃了。

比較圖 2 中的两条曲綫，可以証明必須改进最簡單汽化器。在現代汽化器中，采用所謂补偿装置，即附加空气或燃油量孔，此量孔与主量孔能自动地校准最簡單汽化器的工作。

除了补偿装置以外，汽化器还有保証發动机在怠速时使曲軸在低轉速下工作的装置。当拖拉机短時間停車时，为了不消耗过多的燃油和防止發动机的早期磨損，必須在怠速时使發动机在可能的最低轉速下工作，并在这样的轉速下，發动机还能稳定地運轉。这种轉速（普通是 400~500 轉/分）称为怠速时的低轉速。只有当节流閥几乎完全关闭时，可以达到怠速时曲軸的低轉速。可是在节流閥的这种位置时，喉管中的吸力相当小，因此燃油几乎不从主量孔的噴管中噴出。結果，混合气略为变稀一些，这就損害了燃燒性能，發动机亦不能再繼續工作。为了保証發动机能在这种情况下工作，必須加濃混合气，为此，在汽化器中装有怠速系統。它包括附加量孔及孔道，此孔道与靠近汽化器节流閥的出口相通，即使在节流閥关闭位置时，在出口处的空气仍有極高的流速。

現代汽化器亦装有使發动机容易起动的装置。

煤油发动机的起动，采用更轻的易燃的燃油——汽油，但当起动时如曲轴转速不高，汽化器的混合室中就不会形成能使气缸中吸入足够燃油的真空度。应该补充一下，当空气流动速度不高时，在汽化器中燃油与空气混合得很不好，并且极不易蒸发，这就妨碍了发动机的起动。因此，当冷的发动机起动时，应当略为加浓混合气。浓混合气是借特种装置即空气阀来达到，空气阀位于汽化器的进气口中。当转动发动机曲轴时，若关闭空气阀，在汽化器中形成真空度，燃油则从量孔中喷出。

为了使起动容易，在某些发动机上另外安装有加油开关，起动前经过这开关将汽油加入气缸或进气歧管中。

除了混合气或分中质的改变以外，每种汽化器还应具有量的调节，即对各种负荷供入发动机中以必要的可燃混合气量。通常是借节流阀 4（图 1）来实现的。

汽化器式发动机中的燃烧过程可以分为两个时期：第一个时期——火焰核心的形成和着火延迟，第二个时期——火焰波的形成和压力的迅速增高。第一个时期中，压力的增大不显著，第一个时期的进行经常需要一定的大约相同的时间。所以为了以上所述的着火延迟期，在每一发动机中都需要提前点火。当曲轴转速增加时，很明显应当增加点火提前，反之，当曲轴转速降低时，则相应地延缓点火提前。

燃烧过程的第二个时期——压力迅速增大时期，根据各种情况，特别是发动机的构造和涡流形成的强度，这段时期的长短可以是不同的。涡流形成越强，第二个燃烧时期进行越快，则能更好地利用在气缸中产生的热能。所以能保证产生强烈涡流的燃烧室是最好的。

在汽化器式发动机中，除了正常的燃烧过程以外，还可能有所谓‘爆燃’现象。这种现象是当工作混合气燃烧时，在发动机的气缸中形成一种特殊爆炸的波浪，因此，其余的工作混合气立刻燃烧起来。最能作为这种爆燃现象的外部特征的是发动机在工作

时可以听到气缸中明显的金屬敲击声，發动机功率降低，發动机过热，活塞与火花塞的损坏等等。

实践指出，这些现象与燃油的性质和种类有关。有些燃油有强烈的抗爆性，而有些燃油则有爆燃的倾向。测定燃油爆燃的倾向是借专门仪器（带有平衡針的爆燃感应器）在特殊装置中进行。用以評定燃油爆燃倾向的标准是辛烷值。辛烷值愈低，則燃油的爆燃倾向愈大；反之，辛烷值愈高，燃油的爆燃倾向愈小。

目前拖拉机在使用中采用辛烷值为40~45的煤油与辛烷值为66~70的汽油。

为了提高燃油的抗爆性能，可于燃油中加入抗爆剂。現在广泛采用的抗爆剂是四乙鉛（TBC）。加入少量（1公升燃油中加1立方公分）可以提高辛烷值到10或更多。

建議采用以下措施以克服拖拉机發动机的爆燃现象：

1. 降低發动机的压缩比到4~4.5。这时發动机的热力指标变坏，因此經濟性能亦变坏。当燃油的辛烷值低于40时，即使在上述压缩比下，在高負荷时亦不能消除爆燃现象。

2. 采用将水噴入發动机气缸中的办法。噴水可以消除爆燃现象，但同时变坏了發动机的热力指标。此外，供水入气缸将使發动机供油系統复杂化，而且噴水不能应用在那些水的质量不好的地方，例如用硬水。

3. 燃燒室合理形状的设计。这个措施在最近期間内广泛地采用着。几乎所有重新生产的拖拉机發动机都具有减小爆燃倾向的气缸盖，并不采用噴水入气缸的办法。

柴油机混合气形成和燃燒过程的特点

无压气机式柴油机的混合气形成是在本身工作气缸内完成。空气先被吸入气缸中并压缩到30~40公斤/公分²，然后在高压下噴入一定分量的燃油。

燃油开始噴入气缸中是在压缩行程終了时即在上止点前进行

的，噴油終了是在工作行程開始即止點後進行的。

混合氣形成過程和燃燒過程应当在曲軸旋角 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 的時間內進行，只有百分之几或千分之几秒的時間。

當然，在這種條件下，難于獲得滿意的混合氣形成和燃油的完全燃燒。這在柴油機以接近于最大功率工作時特別明顯。

不論負荷大小，實際上吸入柴油機氣缸中的空氣量都是相同的，可是燃油的供給量隨着負荷增加而加大。所以在低負荷時氣缸中經常有顯著的過量空氣，這就保證了燃油的完全燃燒。在這種情況下，過量空氣系數 α 大于1。

反之，在柴油機的高負荷時，由於燃油供給量的增加，過量空氣系數減小，燃燒過程變壞。均勻地和迅速地散布在空氣中的燃油微粒可以加速燃燒過程，因而就可以更完全地利用氣缸中的空氣。

根據以上所述，對於柴油機提出以下的要求：

- 1) 具有完善的噴射設備——噴油咀，它能保證完全和迅速的將噴入氣缸的燃油微粒散布在空氣中；
- 2) 具有這樣的燃燒室和活塞的結構，使能保證空氣與燃油的最完全的接觸和正常的燃燒過程；
- 3) 具有能精確地確定燃油量并在高壓下以呈細小顆粒的燃油噴入氣缸中的裝置（噴油泵）。

第一個要求是屬於燃油的霧化。在無壓氣機式柴油機中，燃油的良好霧化能顯著地改善其工作。即使只有一個噴油咀工作不正常，柴油機就會排出濃的黑煙而且工作變壞。

良好的霧化應當理解為燃油被噴成尽可能細的微粒，均勻地分布到氣缸內的空氣介質中；在適當的噴射角度下燃油噴流的射程，以及沒有漏油現象等等。

細的霧化能改善燃油的燃燒條件，因為更細的微粒能更快地被加熱到燃燒溫度，因而迅速的燃燒。

細粒燃油均勻分布到氣缸中保證了全部燃油迅速和同時地