

高等学校教学参考书

# 汽车拖拉机发动机 燃料供给与调节

(修訂本)

吉林工业大学内燃机教研室編



中国工业出版社

高等学校教学参考书

# 汽车拖拉机发动机 燃料供给与调节

(修訂本)

吉林工业大学內燃机教研室編

中国工业出版社

本书系第八机械工业部委托吉林工业大学编写的教学参考书，适用于高等工业学校五年制汽车拖拉机类的各个专业。编写时参考了1959年吉林工业大学修订的内燃机专业（以汽车拖拉机发动机为主）该课程的教学大纲。内容除绪论外共分柴油机可燃混合剂形成与燃烧室、柴油机燃料供给系、调速器在发动机上的应用、汽化器式发动机燃料供给系、煤气机燃料供给系等五章。

本书除作为教学参考书外，可供有关专业设计和使用人员参考。

## 汽车拖拉机发动机燃料供给与调节

（修訂本）

吉林工业大学内燃机教研室編

★

第八机械工业部图书杂志编辑部教材编辑室編輯（北京清华东路北京农业机械化学院內）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

★

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $11\frac{1}{2}$ ·字数245,000

1961年8月北京第一版·1966年1月北京第二版

1966年1月北京第六次印刷

印数9,721—12,820·定价（科五）1.20元

★

統一书号：K15165·417（八机-3）

## 修訂本說明

本书在1961年出版后，已經过几年的使用。由于当时編写時間仓促，书中还存在不少的缺点和錯誤，随着最近几年国内外工业和教育事业的发展，使本书越来越不能滿足教学的需要。第八机械工业部有鉴于此，再次委托本书原編者对全书重新进行修訂，使本书适用于高等学校作为教学参考书。这次修訂的主要工作如下：

- (1) 訂正了原版中存在的錯字和錯誤，統一了符号；
- (2) 更换了印刷不清的插图；
- (3) 根据国内外近年来的新发展，刷新了部分內容；
- (4) 加强了部分基本理論；
- (5) 根据少而精的原則刪減了原第五章及第七章，而将其必要的內容作为小节插入第四章。其他各章也有部分刪減。

修訂本虽已做了一些改进，但由于編者水平所限，书中仍难免有不当之处，特别是对貫徹少而精原則还考虑得很不够，务請讀者不吝指正。

吉林工业大学內燃机教研室

1965年7月

## 前 言

本书是由农业机械部教育司组织编写的。

“汽车拖拉机发动机燃料供给与调节”课是汽车拖拉机类各专业的专业课之一，主要是讲述汽车拖拉机发动机燃料供给系统各个部件的原理和设计问题，其中最主要的是讲述柴油机的喷射泵和喷嘴、汽化器式发动机的汽化器和煤气机的煤气发生炉。由于柴油机中可燃混合剂的形成是与柴油机的燃烧室分不开的，近代柴油机的调速器又总是与喷射泵结合在一起，因此柴油机燃烧室的设计和调速器的原理和设计也合并在本课程中讲述。以上各项就是本书的主要内容。本书中还讲述了汽油直接喷射系统的原理和典型的结构型式、发动机进排气系统中的空气滤清器和进排气管以及供给系统中的其他各种附属设备。

本书编写时参考了吉林工业大学1959年所编的、以汽车拖拉机发动机为主的内燃机专业本课程教学大纲。对于汽车专业、拖拉机专业、汽车拖拉机使用与维修专业以及不分专门化的汽车拖拉机专业可以结合专业要求，在本书内选择有关的主要内容进行讲授。

学生在学习本课程之前，已经学过“汽车拖拉机构造”（包括发动机构造）、“发动机原理”以及“发动机燃料与润滑油”，在学习本课程的同时还正在学习“发动机结构与计算”，本书编写时考虑到与上述有关各课程的分工；但为了保持其本身的科学系统性和内容的完整性，又适当地保留了少部分在其他课程中可能讲过的内容，这部分可以根据各学校具体情况，由教师加以选择。

本书编写时参考了最新出版的有关书籍和近年来所搜集到的资料，在某些方面采用了新的观点和理论，介绍了新的结构型式；例如M燃烧室和涡流室油膜蒸发式可燃混合剂的形成、多种燃料柴油机燃烧室、分配式油泵、新型调速器、汽化器怠速系统与主油系共同工作的分析、四腔分动式汽化器以及煤气发生炉的两层气化原理等。编写中并结合我国生产实际，采用了我国生产的燃料供给设备和某些工厂的制造工艺，列出了几种主要部件的国家系列标准，对煤气发生炉也给予了应有的重视。

本书在编写过程中，承农机部技术司、动力局、长春汽车研究所、长春第一汽车制造厂、北京汽车制造厂、洛阳第一拖拉机厂、长春拖拉机厂、以及清华大学、北京工业学院、南京工学院等单位提出了许多宝贵意见，并提供了参考资料，谨在此表示谢意。

本书由吉林工业大学内燃机教研室部分教师集体编写。由于时间短促，对专用名词以及某些新的理论和体系问题，还研究得不够，特别是对国内实际生产方面有关资料搜集得还不够多，因而介绍得还不够深刻、全面，甚至于可能有不当之处，希读者提出批评和指正。对本书意见请寄长春本校。

吉林工业大学内燃机教研室

1961年5月

## 常用符号表

|                                                          |                                            |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| $N_e$ ——发动机功率, 馬力。                                       | $w, v$ ——速度, 米/秒。                          |
| $M_e$ ——发动机扭矩, 公斤·米。                                     | $h$ ——柱塞行程, 毫米。                            |
| $n$ ——轉速, 轉/分。                                           | $\varphi, \beta, \alpha$ ——角度, 度。          |
| $P_e$ ——平均有效压力, 公斤/厘米 <sup>2</sup> 。                     | $t, \tau$ ——時間, 秒, 0.001秒。                 |
| $V_h$ ——发动机工作容积, 升。                                      | $l$ ——长度, 毫米。                              |
| $G$ ——重量流量, 公斤/秒。                                        | $s$ ——活塞行程, 毫米。                            |
| $Q$ ——体积流量, 米 <sup>3</sup> /秒。                           | $\mu$ ——流量系数。                              |
| $\gamma$ ——液体重度, 克/厘米 <sup>3</sup> , 公斤/米 <sup>3</sup> 。 | $\varphi$ ——流速系数。                          |
| $P$ ——压力, 公斤/厘米 <sup>2</sup> 。                           | $H, y$ ——高度, 毫米。                           |
| $\omega$ ——角速度, 1/秒。                                     | $H_u$ ——热值, 大卡/公斤, 大卡/米 <sup>3</sup> 。     |
| $g$ ——重力加速度, (9.81 米/秒 <sup>2</sup> )。                   | $P_0$ ——大气压力, 噴嘴开启压力, 公斤/厘米 <sup>2</sup> 。 |
| $\alpha$ ——过量空气系数。                                       | $\Delta g$ ——供油量, 克/循环。                    |
| $d, D$ ——直径, 毫米。                                         | $\Delta V$ ——供油量, 毫米 <sup>3</sup> /循环。     |
| $f, F$ ——截面积, 毫米 <sup>2</sup> 。                          |                                            |
| $g_e$ ——单位燃料消耗量, 克/馬力小时。                                 |                                            |

## 常用角注表

|                  |              |
|------------------|--------------|
| $R$ ——燃料的。       | $K$ ——空气的。   |
| $H$ ——喉管的。       | $J$ ——进气管的。  |
| $S$ ——省油器的, 实际的。 | $U$ ——油井的。   |
| $Z$ ——主量孔的。      | $P$ ——补偿量孔的。 |
| $g$ ——几何的。       |              |

# 目 录

|                     |    |
|---------------------|----|
| 修訂本說明               |    |
| 前 言                 |    |
| 常用符号表、常用角注表         |    |
| 緒 論                 | 1  |
| 第一章 柴油机可燃混合剂的形成和燃烧室 | 4  |
| 第一节 概述              | 4  |
| 第二节 燃料的噴霧           | 5  |
| 第三节 柴油机可燃混合剂的形成和燃烧室 | 8  |
| 第四节 統一式燃烧室          | 9  |
| 第五节 M燃烧室            | 13 |
| 第六节 涡流室燃烧室          | 16 |
| 第七节 預燃室燃烧室          | 20 |
| 第八节 空气室燃烧室          | 22 |
| 第九节 多种燃料发动机         | 24 |
| 第二章 柴油机燃料供給系        | 27 |
| 第一节 概述              | 27 |
| 第二节 噴射泵             | 28 |
| 第三节 油泵速度特性的校正       | 33 |
| 第四节 噴嘴              | 35 |
| 第五节 燃料的噴射过程         | 43 |
| 第六节 油泵及噴嘴的工艺資料      | 48 |
| 第七节 凸輪、油泵及噴嘴的設計     | 51 |
| 第八节 单柱塞油泵及分配式油泵     | 60 |
| 第九节 柴油机燃料系附属部件      | 63 |
| 第三章 調速器在发动机上的应用     | 66 |
| 第一节 在发动机上使用調速器的必要性  | 66 |
| 第二节 調速器的分类          | 67 |
| 第三节 調速器的原理          | 74 |
| 第四节 調速器的靜力特性        | 76 |
| 第五节 調速器的不均匀度和不灵敏度   | 77 |
| 第六节 調速器的計算          | 81 |
| 第七节 調速器的动力特性        | 82 |
| 第八节 調速器及油泵的质量換算     | 90 |
| 第九节 气力式調速器          | 94 |
| 第四章 汽化器式发动机的燃料供給系   | 97 |

|      |                          |     |
|------|--------------------------|-----|
| 第一节  | 概述 .....                 | 97  |
| 第二节  | 液体燃料的汽化过程 .....          | 98  |
| 第三节  | 空气在汽化器中的流动 .....         | 102 |
| 第四节  | 燃料在汽化器中的流动 .....         | 105 |
| 第五节  | 汽化器特性 .....              | 107 |
| 第六节  | 汽化器的主供油系 .....           | 109 |
| 第七节  | 怠速系统及其与主供油系统的共同工作 .....  | 113 |
| 第八节  | 汽化器的其他附属装置 .....         | 116 |
| 第九节  | 近代汽化器的整体方案 .....         | 123 |
| 第十节  | 进排气管设计 .....             | 129 |
| 第十一节 | 汽化器的总布置及其基本尺寸的确定 .....   | 132 |
| 第十二节 | 汽油直接喷射 .....             | 138 |
| 第十三节 | 汽化器式发动机燃料供给系的附属部件 .....  | 140 |
| 第五章  | 煤气机的燃料供给系 .....          | 145 |
| 第一节  | 气体燃料在汽车拖拉机发动机中的应用 .....  | 145 |
| 第二节  | 气体燃料的分类及其性质 .....        | 146 |
| 第三节  | 煤气发生炉所用的燃料 .....         | 148 |
| 第四节  | 发生炉中固体燃料的气化原理 .....      | 150 |
| 第五节  | 气化过程中影响煤气质量的因素 .....     | 152 |
| 第六节  | 煤气发生炉的热计算和物质平衡 .....     | 155 |
| 第七节  | 煤气发生炉的结构与计算 .....        | 159 |
| 第八节  | 发生炉煤气供给系的附属设备 .....      | 165 |
| 第九节  | 改用发生炉煤气对液体燃料发动机的改装 ..... | 169 |
| 第十节  | 煤气瓶汽车发动机的燃料供给系 .....     | 173 |
| 参考資料 | .....                    | 176 |

## 緒 論

为使汽車拖拉机发动机连续正常地工作，必須对发动机气缸不断地供給由燃料与空气按正确比例組成的可燃混合剂。燃料供給系的任务就是为发动机准备这样的可燃混合剂，或者将燃料和空气分別引入气缸，直接在气缸内部形成；或者先在外部分形成，然后再将混合剂引入气缸。

由于所采用的燃料种类和可燃混合剂形成的方法不同，各种发动机燃料供給系的构造和原理就有根本的不同。汽車拖拉机发动机所用的燃料有：

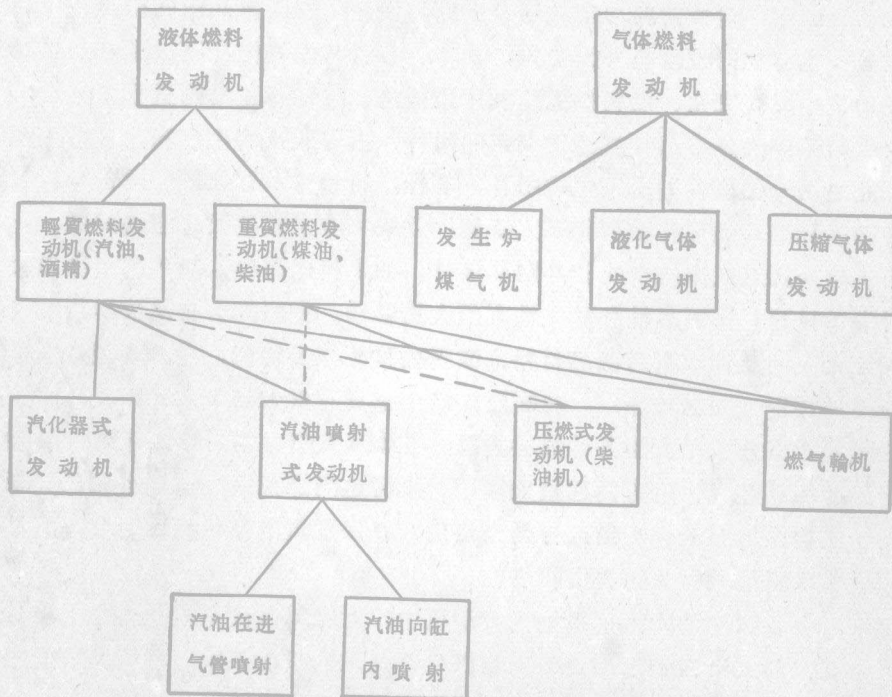
气体燃料——包括天然气及各種人工煤气如发生炉煤气、城市煤气等。

液体燃料——包括汽油、柴油、煤油、酒精等。

固体燃料——包括木材、木炭、半焦炭和各种煤等。

固体燃料含有較多的灰分，会引起气缸的严重磨損，在目前还不能直接利用。一般是将它先在煤气发生炉中进行气化，然后供給发动机。

燃料与空气組成可燃混合剂的过程，称为混合剂的形成过程。不同的燃料其混合剂形成的方法也不同。同一种燃料因为发动机的結構不同，也可采用不同的混合剂形成方法。气体燃料能依靠分子扩散作用与空气很好的混合，为了便于在汽車拖拉机上携带，通常将其制成压缩煤气或液化煤气使用。应用固体燃料时則随車携带煤气发生炉。液体燃料要在蒸发后才能与空气均匀混合，为使混合剂能在很短時間內形成，必須人为地将燃料分散为



微小的顆粒，同時還要將空氣加熱或造成強烈的渦流運動。

可燃混合劑可以在發動機氣缸外部或內部形成。輕質液體燃料和氣體燃料可利用裝在發動機進氣系統中的汽化器或混合器形成可燃混合劑，然後送入氣缸。重質液體燃料則利用噴射泵使燃料經過噴嘴噴入氣缸直接在缸內形成。由於發動機及燃料供給設備結構的發展，近年來也出現了將輕質液體燃料直接噴射在缸內形成混合劑的方案。採用不同燃料供給系統的各种發動機的分類見前表，其中使汽油在壓燃式發動機中燃燒，是近年來新發展的型式。

不同的發動機採用不同結構和原理的燃料供給系統，它工作的好壞直接影響到可燃混合劑的質量。因此發動機的功率、燃料經濟性以及工作可靠性都與燃料供給系統的工作有極密切的關係。汽車拖拉機在使用中工作狀態不斷改變，就要求燃料供給系統對發動機所供給的混合劑，在質和量兩個方面都能隨時作相應的改變，隨時供應最適當濃度的混合劑，以保證汽車拖拉機有良好的使用性能和較高的經濟性。並且為了減少司機工作的疲勞，和減少因司機操作不熟練而引起的燃料浪費，並保證發動機在允許範圍內工作不發生意外，在現代的汽車拖拉機發動機中還採用了不少的自動調節機構，在燃料供給系中設有調速器、噴射提前角自動調節裝置和自動阻風閥、限速器等。燃料供給系中的各個機件必須工作可靠、操縱方便、保養容易、調整和修理盡量簡便。還應保證不易發生火災，不影響駕駛員健康。

為了進一步提高發動機的动力性能和經濟性能，一方面可以改進發動機結構設計和改進它的工作過程，另一方面也要改進混合劑的形成方法和燃料系的結構。在外部形成混合劑的發動機，應盡量設法減少因進氣系中加裝供油設備所引起的額外阻力；對內部形成混合劑的發動機則應盡量使燃料與空氣混合良好，使進入發動機的空氣得到充分利用。這樣就有可能使一定容積的發動機發出更大的功率。在最常用的情況下，混合劑的成分必須使燃料在發動機中燃燒完全、燃料熱能的利用最經濟、發動機正常的進行工作。

燃料供給系中的各個部件都是發動機的附件，由專業性的生產部門進行生產。若所有發動機都能通用一種或幾種系列化的附件或零件，將為生產和使用修理帶來莫大利益。制訂附件的國家標準為通用化系列化建立基礎，就成為非常重要而急迫的問題。

燃料供給系及進氣系統中的各種附屬部件，如燃料濾清器、空氣濾清器以及管路的連接等，對發動機的工作可靠性和耐久性有很大的影響。良好的各種濾清器將使發動機使用壽命大大延長，因此探求新的濾芯材料、改善結構、提高性能，並力求減輕重量，節約金屬和其他經濟物資（如棉紗等），在國民經濟中也具有重大意義。

節約燃料和充分利用我國各種燃料資源，在國民經濟中具有重要意義，發動機燃料供給系統的設計和調整，在這方面起重大作用。學習這門課程就應該結合我國資源情況，研究設計新的燃料供給系統和正確進行調整使用，在保證汽車拖拉機使用性能的前提下，力求燃料和金屬得到最大程度的利用和節約。

近年來，在各國生產的汽車拖拉機發動機中，對燃料供給系統作了不少改進。就燃料系本身看，在汽油發動機上採用多腔分動汽化器及汽油噴射系統；在柴油機上採用分配式油泵及新型調速器。這些可使燃料系更進一步滿足發動機的性能要求；或者減輕重量、簡

化結構以降低制造成本，使工作更可靠而且更便于維護和調整。在混合剂的形成方面也有很大发展，例如，柴油机方面的M燃烧室、多种燃料发动机和柴油机燃烧室的改进等；在汽油机方面則有ΓA3—52Φ火焰点火式的汽車发动机已在成批生产和試用。我国在用劣质煤作煤气发生炉燃料方面也做了不少工作。

汽車拖拉机发动机的工作特点是轉速和載荷經常变化，而且多半是在部分載荷和不稳定的情况下工作，这与目前建立在以滿載和稳定工作的台架試驗为基础的原理所得結果有很大距离，因此研究部分載荷和不稳定工作时发动机所进行的工作过程，对进一步改进汽車拖拉机发动机的动力性和經濟性具有极大意义。当然其中也包括研究和改进在这种情况下的混合剂的形成和燃料供給系的工作。随着生产技术的不断发展，各种自动調節裝置的采用还会不断增加。

我国汽車拖拉机制造工业是在全国解放后建立起来的。同时也相应地建立了发动机燃料供給設備的制造工厂。解放前，旧中国从世界各国进口了各式各样牌号的汽車，給使用和修理带来很大困难。解放后，我国制訂了国家标准，設計制造了通用的汽化器以及其他附件的系列产品，供給各种汽車拖拉机选配使用，改变了过去依賴帝国主义的局面。近年来在党的自力更生的方針指引下，我国在創制及研究新型燃料設備方面更表现出显著的成就，新型的多腔汽化器及噴射泵不断的成批应用于生产上，产品的质量也日漸上升。現在我国石油产品已能自給，为进一步发展汽車拖拉机工业提供了有利条件，全国有关工厂、研究所及高等工业学校亦在这大好形势下，通力协作，为創造适合我国資源及使用条件的汽車拖拉机，以及攀登世界技术高峰作出貢獻。

# 第一章 柴油机可燃混合剂的形成和燃烧室

## 第一节 概 述

柴油机的可燃混合剂在气缸内部形成。在压缩过程終了时才将燃料喷入气缸，与燃烧室内的压缩空气混合。经过一系列的物理化学变化，然后形成火焰中心开始燃烧。由于气缸中存在空气涡流运动，使燃烧区域不断扩大，温度和压力不断上升。

从燃料喷射开始至火焰出现气缸内气体压力开始急剧上升前的一段时间，称为着火落后时期。在着火落后时期中燃料进行着物理化学的准备过程，是影响发动机工作过程的重要因素。它直接影响到发动机的最高压力、压力增长率、平均指示压力及经济性等。影响着火落后时期的因素有：燃料的物理化学性质、压缩空气的温度和压力、燃烧室内空气的涡流运动、混合剂中残余气体的多少等等，它取决于很多结构和使用因素。

与汽油机相比较，柴油机混合剂形成有如下特点：

1) 汽油机混合剂形成由进气过程至压缩过程，几乎占了 $360^\circ$ 曲轴转角，而柴油机只占了 $15^\circ \sim 35^\circ$ 曲轴转角。

2) 汽油机所用的燃料，馏分轻、粘度小、易雾化及汽化，它有利于混合剂形成；而柴油机用的柴油粘度较大，不易蒸发。

3) 汽油机在点火前混合剂的浓度差不多是均匀的，可在较小的 $\alpha$ 下工作；而柴油机混合剂的浓度在燃烧室内各处不均，而且又随时间变化。一般柴油机所用 $\alpha$ 值不过是习惯上用的平均 $\alpha$ 值，所以柴油机不能很好地利用空气，要用较大的 $\alpha$ 值。近年来由于混合剂形成方法的改善，可以用较小的 $\alpha$ 值了，但仍较汽油机的大。

由上述特点可见，柴油机混合剂形成的条件较差，为了改善混合剂形成，首先要改善燃料汽化及氧化的条件。从改善燃料汽化的条件出发，要求燃料喷入燃烧室内雾化良好，俾有足够的蒸发面积，并且要求采用较高的压缩比来增加压缩终点气体的温度，还要使燃烧室内产生空气涡流运动来帮助燃料蒸汽扩散，并使燃料与空气均匀混合。

从改善混合剂在形成火焰前的氧化过程、缩短着火落后时期出发，要求采用品质较好的燃料，及设计紧凑的燃烧室、或在燃烧室内有一部分壁面不加冷却，以经常保持较高的温度。此外柴油机的燃烧最高压力、压力增长率、过后燃烧的多少和功率的大小还与燃料开始喷射的时刻和向缸内喷射的供油速率有关。

因此为使柴油机能正常工作，对混合剂的形成提出下列要求：

- 1) 至少有一部分燃料在空气中得到良好的雾化和汽化，以获得良好的发火条件。
- 2) 燃料要在适当的时刻喷入气缸，并经过一定时间间隔后迅速停止喷油。
- 3) 要以适当的供油速率供给燃料，以避免气缸内压力增长率过高。
- 4) 随着发动机载荷的改变，适当的调节燃料量，以保证工作过程正常的进行。
- 5) 为使燃料能在空气中均匀分布，提高空气利用率，不同类型的燃烧室对所用的供

油系統也有不同的要求。如統一式燃燒室的混合劑主要是在空間形成，因此要求較高的噴射壓力，而且噴注的大小形狀和方向要與燃燒室相適應，以得到霧化良好、分布均勻的混合劑。在分隔式燃燒室中則可利用強烈的渦流運動來促進燃料的汽化和空氣的混合，因此對噴射系統的要求較低。利用油膜蒸發來形成混合劑的柴油機，除少量作為引火用的燃料要有良好的霧化條件外，則要求其大部分燃料噴注在空氣中不分散，同時也要求有強烈的空氣渦流運動來促進油膜的迅速蒸發及和空氣混合。

## 第二節 燃料的噴霧

對主要是在燃燒室空間形成混合劑的柴油機，燃料的噴霧是保證混合劑形成的首要步驟，直接影響到發動機的能量指標及經濟指標。由於噴霧不良，使混合劑形成惡化，增加後燃現象，使熱效率大大下降。而且會在排氣中冒煙，使燃燒室積碳，使發動機不能正常工作。在評定霧化的質量時，我們採用細微度及均勻度作為评价指标。細微度是以燃料顆粒的平均直徑來表示的。平均直徑越小，噴霧越細。均勻度是以顆粒直徑的最大差額來表示的。直徑差額越小則越為均勻。對各種燃燒室來說，隨供油機構及混合劑形成過程不同，對霧化質量的要求有很大的區別，這主要是由實驗來確定的。

### 1. 燃料噴注的形成

燃料以高速由噴孔噴出形成噴注，亦稱為焰狀體。如圖1—1。它是由粗油粒的中心核  $a$  和許多從它分出而被空氣吹散的油線  $b$  組成。外部油粒形成細霧的外殼。燃料噴注的分散是受外界空氣阻力及燃料高速從噴孔噴出所引起的初擾動的影響，這時燃料中產生徑向分速度。

燃料分子的初擾動是由下列因素引起的：燃料高速流動所產生的擾動、噴孔進出口邊緣和噴孔壁面不光潔度，燃料和燃料中的氣泡在噴注中因壓力降低所發生的膨脹。

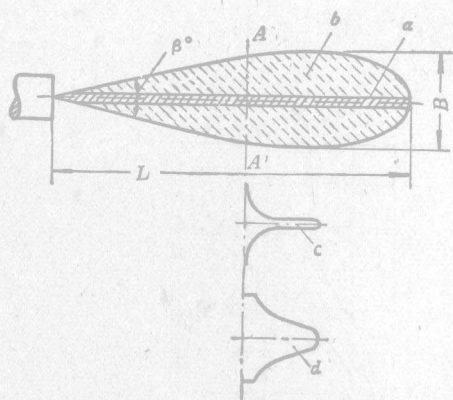


圖 1—1 噴霧焰狀體構造圖

$c$ —沿截面  $AA'$  的燃料分布； $d$ —沿截面  $AA'$  的速度圖。

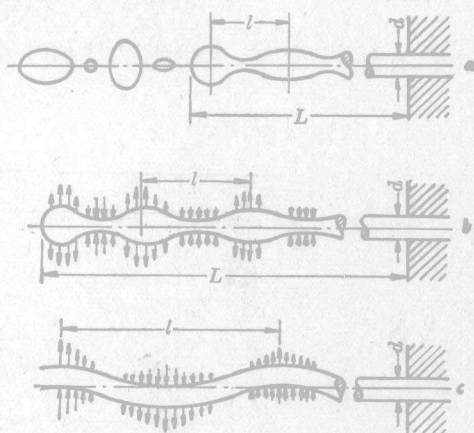


圖 1—2 燃料以等速流入大氣中的各種分散形態

$a$ —沒有空氣動力學阻力時噴注的分散； $b$ —有空氣動力學阻力時噴注的分散； $c$ —形成波狀振動。

燃料从噴孔流出时，因速度不同，大致可分为四种情况：

1) 当流出速度很低时，燃料等速流动，噴注在离噴孔很远处才开始分散，这时空气阻力影响很小。燃料的分散与顆粒的形成是表面张力及初扰动作用的结果。见图(1—2a)。

2) 流出速度增加时，空气阻力显示作用，噴注因初扰动、空气阻力与表面张力的影响而开始分散(见图1—2b)。

3) 速度再增加，空气阻力大增，初扰动亦增加，使噴注成为不对称波状(见图1—2c)。

4) 速度再进一步增加时，噴注在出口处即开始分散，起初分为很多不同方向的单独油线，然后受空气阻力的作用，继续分散成为很細的油粒(见图1—1)。

## 2. 影响噴注雾化质量的因素

影响雾化质量的因素很多，有噴射压力、噴射速度、介质反压力、噴嘴构造、噴孔直径、凸輪軸轉速、凸輪外形以及燃料的粘度等。可用試驗方法只改变一种因素来观察每一种因素的影响，作为設計时的参考。改变上列各项因素，即可获得所要求的噴注。初步的

試驗是用噴嘴噴入具有压力的气筒里观察而得到参考特性。而噴嘴在气缸中的位置、噴嘴构造的选择、孔的方向数目以及噴孔通过面积的大小，則要在工作的发动机試驗中最后确定。以下分別討論各个因素的影响：

1) 噴射压力：噴射压力即燃料在噴孔出口前的压力。噴射压力越大，燃料流出速度就越大，而燃料顆粒的平均直径就越小。現代汽車拖拉机柴油机噴射压力为100~200公斤/厘米<sup>2</sup>，个别的如亚斯—204汽車柴油机应用泵—噴嘴，噴射压力达1500公斤/厘米<sup>2</sup>。燃料噴出速度为100~350米/秒。

由試驗也可以証明，噴射压力增加时雾化质量改善(见图1—3)。

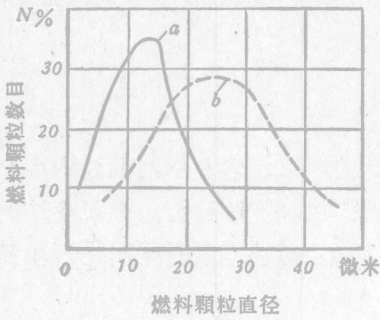


图 1—3 随噴射压力而变的雾化特性曲线

a—350公斤/厘米<sup>2</sup>；b—150公斤/厘米<sup>2</sup>。

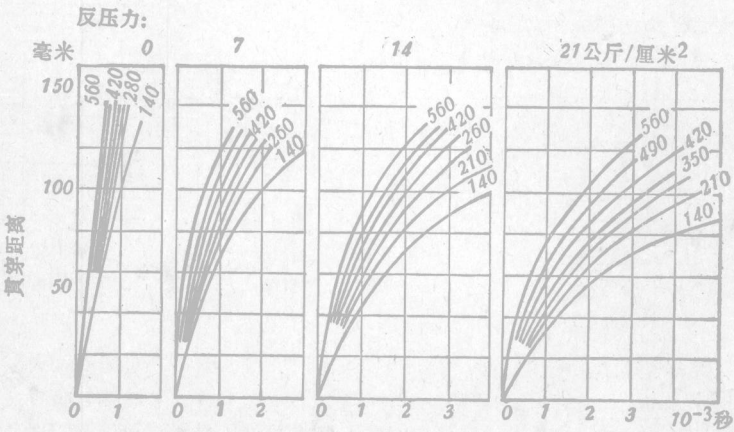


图 1—4 在不同的噴射压力和反压力下，噴注的貫穿距离随時間变化的关系

喷射压力增加时，也使贯穿距离增加（见图1—4）。

2) 介质反压力：由试验证明介质反压力增加使贯穿距离减小（图1—4），但能使雾化品质改善（图1—5）。

柴油机燃烧室内反压力约在30~40公斤/厘米<sup>2</sup>范围内，变化不大，所以影响不大。

3) 喷嘴构造型式：各种喷嘴构造如图1—6所示。

图1—6a为流动面积不变的多孔开式喷嘴，它的喷孔均匀地排列在圆周上。

图1—6b为流动面积不变的单孔开式喷嘴，燃料经曲折的通道进入燃烧室。

图1—6c为带螺旋导向槽的阀式喷嘴，燃料通过导向槽形成旋转运动，并通过环形可变截面进入燃烧室。

图1—6d为平面阀式喷嘴，这种喷嘴的针阀头部做成平面来密封，燃料流出时相互冲击会产生较大锥角的焰状体。

图1—6e为多孔闭式喷嘴，燃料通过环形可变节流截面后经过沿圆周均匀排列的喷孔进入燃烧室。

图1—6f为针阀头部带有倒锥形的轴针喷嘴，它的节流截面随针阀高度不同而变，燃料喷注的锥角可由针阀头部倒锥角的大小来控制。

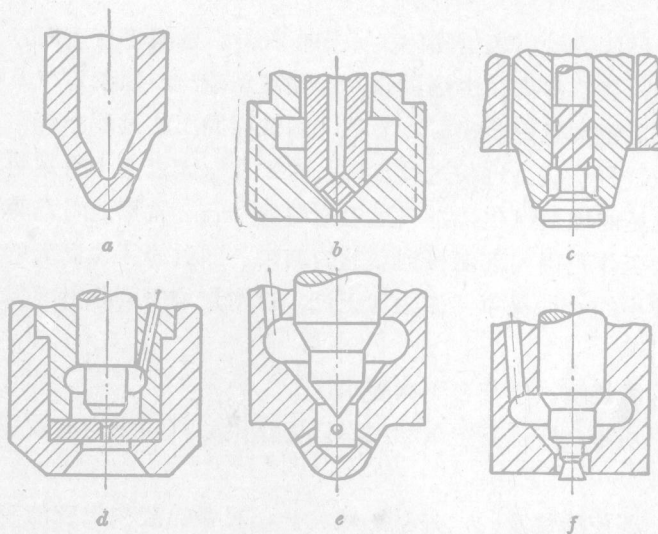


图1—6 各种类型的喷嘴构造

a—开式喷嘴；b—开式喷嘴；c—带螺旋导向槽的阀式喷嘴；d—平面阀式喷嘴；e—多孔闭式喷嘴；f—轴针式喷嘴。

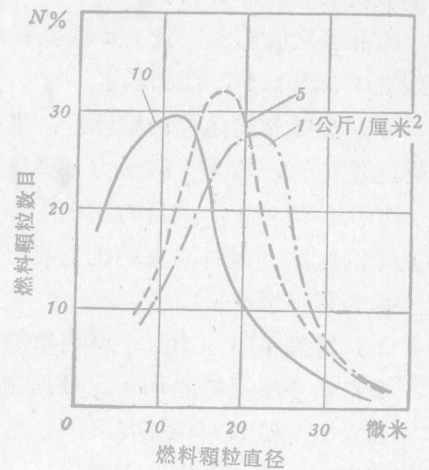


图1—5 反压力对雾化特性曲线的影响

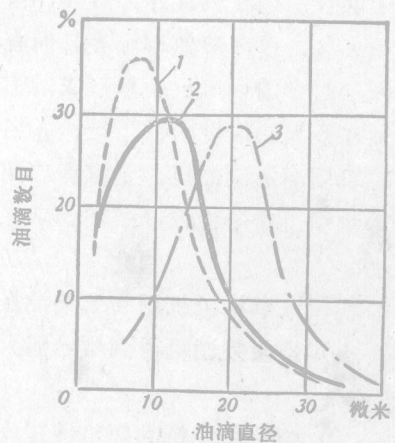


图1—7 喷孔直径对雾化特性曲线的影响

1—喷孔直径4×0.4毫米；2—喷孔直径2×0.57毫米；3—喷孔直径1×0.8毫米。

由于喷嘴结构不同，引起的初扰动形式也不同，从而产生各种不同形式的喷注。因此在不同的燃烧室中应采用不同的喷嘴，最适宜的喷嘴构造对每种燃烧室都应由试验确定。

4) 喷孔直径：由试验证明，喷射压力不变、总的截面积不变、而减小喷孔直径时可提高喷雾质量（图1—7）。

喷孔长度与直径之比  $l/d$  在现有发动机中大约是3~4，这对雾化质量影响不大。孔径一般在0.15~1.5毫米范围内。

5) 凸轮轴转速及凸轮外形：当凸轮轴转速增加或凸轮外形较陡时，均使喷射泵柱塞上升速度加快，结果喷射压力、流出速度、贯穿距离都随之加大。

6) 燃料粘度：燃料的粘度增加，使雾化恶化，因此在柴油机上使用的燃料应有冬季和夏季的区别，同时在发动机上有时必须考虑预热装置，以降低燃料的粘度。

综合以上因素：

1) 增加喷射压力时，燃料喷射射程增加，燃料颗粒平均直径减小，喷射锥角增加。

2) 减小喷孔直径而不改变压力时，可改善喷雾质量，喷射射程及喷射锥角减小。

3) 增加喷射泵柱塞速度（凸轮转速和外形）可以增加喷射压力，结果使喷射锥角和射程都增加，改善了雾化质量。

4) 增加燃料在喷孔的涡流运动，可使射程减小，喷射锥角增加，改善雾化质量并使喷注的分散均匀。

5) 在实际柴油机气缸内的压力变化范围不大，因而对雾化品质的影响不大。喷射时介质的反压力增加，将使射程减小，喷射锥角增加。

6) 增加燃料粘度，将使喷雾质量恶化，但在相同的喷射压力下，可增加喷射射程。

### 第三节 柴油机可燃混合剂的形成和燃烧室

柴油机可燃混合剂的形成和燃烧室的设计有极密切的关系。在设计汽油机燃烧室时，由于混合剂是在气缸外部形成，所以只要求考虑减少爆震倾向、提高压缩比、改善进气及清扫废气、提高热效率等等。而在设计柴油机燃烧室时，为了得到较高的工作过程指标，必须同时考虑可燃混合剂形成的方法，并使燃烧过程进行良好。这时在很大程度上要尽可能地在适当的温度条件下把进入燃烧室的燃料汽化，并和空气均匀地混合。特别是对汽车拖拉机用高速柴油机，要求在广阔的工作范围内都能得到满意的结果。同时为了提高它的升功率和工作平稳性，必须要求在较小的  $\alpha$  情况下工作柔和无烟，这对燃烧室的设计要求更高。

现代汽车拖拉机用高速柴油机的燃烧室，应符合下列要求：

1) 为使柴油机得到尽可能大的功率，应提高空气利用率以提高柴油机的平均有效压力。

2) 为使柴油机的经济性提高，要使燃烧及时，并且比较完全，在排出废气中应洁净无烟。

3) 为使柴油机零件工作可靠及提高其寿命，燃烧室的压力增长率及最高压力不应过高。

4) 柴油机在任何严酷条件下应易于起动。

5) 柴油机在转速及负荷变化的条件下工作时，其工作过程应保持正常，在较低转速大负荷工作时能发出较大的扭矩，同时其技术指标不应变动很大。

按照汽车拖拉机柴油机燃烧室的结构可分为统一式燃烧室和分隔式燃烧室两类，而分隔式燃烧室又可分为涡流室、预燃室和空气室三种。统一式燃烧室的混合剂形成及燃烧都在活塞顶及气缸盖所形成的单独空间内进行，而分隔式燃烧室中混合剂的形成及燃烧则是在几个由几条或一条通道连接的空间内进行。但不论那种燃烧室都希望能得到有组织的或无组织的空气涡流运动，因这对加速混合剂形成和提高燃烧速度起着积极的作用，一般空气在燃烧室内的涡流运动可有下列四种办法达到。

1) 利用带导气屏的进气阀，或将进气通道布置成适当的角度（切向进气道）或适当形状（螺旋进气道）构成进气涡流。

2) 利用压缩过程終了时活塞顶部与气缸盖之间的挤气作用。

3) 利用涡流室，在压缩过程时将气体压入产生很大的有组织的涡流。

4) 利用预燃室，使预先燃烧的部分气体，连同未燃烧的燃料从预燃室以高速喷入主燃烧室内造成无组织的扰流。

#### 第四节 统一式燃烧室

统一式燃烧室混合剂的形成，主要是靠燃料的充分雾化和直接在空气中均匀分布来完成，空气的涡流运动在这里只占次要地位。因此，统一式燃烧室的设计原则是：燃烧室形状必须同燃料喷注数量、方向和长度完全适应；几何形状简单；没有燃料不能达到的区域；同时燃烧室冷却表面应最小，以减少热量损失。一般说来，由于这种气缸壁面的温度和气流运动速度较低，燃料碰到壁面时就不能及时汽化燃烧，往往发生排气冒烟现象。燃烧室多数是布置在活塞顶内，但凹下不深，气缸盖是平的。但也可布置在两者之间或凹在气缸盖内。

如两冲程柴油机亚斯—204(图1—8)，具有圆锥形活塞顶外形，活塞边缘凸起可以防止燃料喷到气缸壁上，喷嘴安置在中部，具有六个直径为0.15毫米均匀分布的孔，喷注中心的夹角为 $155^\circ$ ，使燃料均匀地分布在活塞顶上方，由于扫气孔的方向与气缸外径切线成 $14^\circ$ 角，空气进入气缸

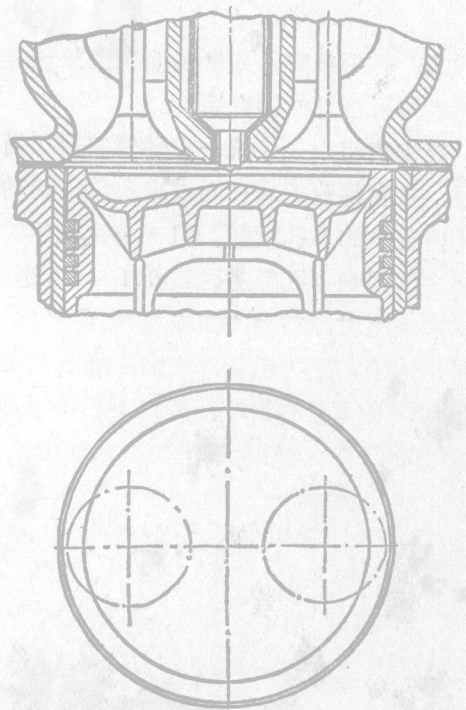


图 1—8 亚斯—204 发动机的燃烧室