

现代汽车燃油系 典型结构与维护

编

姚广涛
彭标兴
杨延

人民交通出版社



**Xiandai Qiche Ranyouxi Dianxing
Jiegou yu Weihu**

现代汽车燃油系典型结构与维护

姚广涛
彭标兴 编
杨 廷

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书介绍当前使用较为广泛的 CA1091、EQ1090E、BJ1040、北京切诺基吉普车、天津华利(大发)、夏利、桑塔纳、奥迪 100 和丰田系列轿车等汽油机燃料系统各组成零部件的结构、使用和维护,具有较强的实用性,是汽车驾驶员、维修人员和工程技术人员的良师益友。

图书在版编辑(CIP)数据

现代汽车燃油系典型结构与维护/姚广涛等编. -北
京:人民交通出版社,1996. 8

ISBN 7-114-02355-3

I. 现… II. 姚… III. 汽车-发动机-燃油系统-车辆保
养 IV. U472-2

中国版本图书馆 CIP 数据核定(96)第 05347 号

现代汽车燃油系典型结构与维护

姚广涛

彭标兴 编

杨 延

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京市顺义向阳胶印厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:12.5 字数:309 千

1996 年 10 月 第 1 版

1996 年 10 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—3000 册 定价:19.00 元

ISBN 7-114-02355-3

U · 01631

前 言

随着我国汽车工业的迅速发展和引进先进技术生产现代中高级轿车,使我国轿车生产水平跨上了一个新的台阶。新型和先进汽车的年产能力和社会保有量逐年快速上升。

为适应新的形势和广大汽车用户和维修厂(站)的需要,我们通过调查、收集整理有关资料,特编写了此书。该书内容系统、完整,典型结构与新型结构一并介绍,并以较大篇幅较为详细地介绍奥迪 100-2.2E 和凌志 LS400 轿车等汽油喷射系统的结构及工作原理和故障诊断与排除。全书文字通俗易懂,适用于驾驶员、维修人员及有关技术人员自学,以增长才干,达到提高技术水平,延长汽车使用寿命之目的。

参加本书编写的还有梅斌、广安和秦宽波三同志。

由于编写时间仓促,编者水平有限,错误之处在所难免,敬请读者批评、指正。

— 编 者 —

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 可燃混合气浓度对发动机性能的影响	(1)
第二节 可燃混合气的形成	(5)
第三节 化油器各工作系统的结构和工作情况	(7)
第二章 典型化油器结构、使用与调整	(18)
第一节 国产化油器的分类及产品型号的编制方法	(18)
第二节 BSH101 型化油器结构、使用与维护	(26)
第三节 EQH101 化油器结构、使用与维护	(29)
第四节 CAH101 型化油器结构、使用与维护	(31)
第五节 KHH111 型化油器结构、使用与维护	(32)
第六节 YFA 型化油器结构、使用与维护	(36)
第七节 BJH201 型化油器结构、使用与维护	(41)
第八节 EQH202 化油器的结构、使用与维护	(45)
第九节 CAH212 型化油器的结构、使用与维护	(49)
第十节 凯虹(KEIHIN)型化油器的结构、使用与维护	(55)
第十一节 AISAN 型化油器的结构、使用与维护	(58)
第三章 化油器的检查、调整与维修	(63)
第一节 化油器故障的诊断	(63)
第二节 化油器的检查与调整	(69)
第三节 化油器的修理	(75)
第四章 汽车发动机典型汽油喷射系统	(78)
第一节 汽油喷射系统的发展与特点	(78)
第二节 典型机械式汽油喷射系统	(84)
第三节 典型电控汽油喷射系统	(102)
第五章 汽油喷油系统的故障诊断与排除	(137)
第一节 汽油喷射系统主要部件的故障诊断与排除	(137)
第二节 奥迪 100—2.2E 轿车汽油喷射系统的故障诊断与排除	(147)
第三节 丰田凌志(LEXUS)LS400 轿车电控汽油喷射系统的故障诊断与排除	(153)
第六章 燃料供给及辅助装置结构、使用与维护	(176)
第一节 汽油供给装置的结构、使用与维护	(176)
第二节 空气供给装置和进、排气装置的结构、使用与维护	(185)

第一章 概 述

汽油机使用的燃料是汽油。汽油须先经雾化,并按一定的比例与空气混合,形成较均匀的混合气后,供入气缸,这种混合气称为可燃混合气。其燃油含量的多少,称为可燃混合气的浓度。它对发动机性能有着很大的影响。

第一节 可燃混合气浓度对发动机性能的影响

一、可燃混合气的浓度

在欧、美各国以及日本等,一般都直接以可燃混合气中所含空气与燃料的质量比,即“空燃比”来表示可燃混合气的浓度,常用符号为 A/F 。也有用燃料与空气的质量比表示,称为“燃空比”,常用符号为 F/A 。它是空燃比的倒数。

从化学原理推证,1kg 汽油完全燃烧约需空气 14.8 kg。故对汽油机来说,空燃比为 14.8 : 1 的可燃混合气称为理论混合气(或标准混合气)。有些情况下为便于计算,可将理论比近似取为 15 : 1。如空燃比大于 15 : 1,则这种可燃混合气的空气量多于理论的需要,称为稀混合气;若空燃比小于 15 : 1,则混合气中的空气量少于理论的需要,称为浓混合气。对不同的燃料,其理论空燃比值是不同的。

在我国以及俄、东欧等国,通常采用过量空气系数来表示可燃混合气的浓度,常用符号“ α ”(欧、美等国用“ λ ”)表示。

$$\alpha = \frac{\text{燃烧过程中实际供给的空气量质量}}{\text{理论上完全燃烧所需的空气质量}}$$

由此可知:无论使用何种燃料,凡是过量空气系数 $\alpha=1$ 的可燃混合气,即为理论混合气; $\alpha < 1$ 的为浓混合气; $\alpha > 1$ 的为稀混合气。表 1-1 给出了三种表示混合气浓度方法的对应关系。

三种表示方法的对应关系

表 1-1

空燃比(A/F)	燃空比 F/A	过量空气系数(α)	空燃比(A/F)	燃空比 F/A	过量空气系数(α)
15 : 1	1 : 15	1	16.6 : 1	1 : 16.6	1.11
13.2 : 1	1 : 13.2	0.88			

二、汽油机工况对可燃混合气浓度的要求

(一)可燃混合气浓度对发动机性能的影响

可燃混合气浓度对发动机性能的影响是通过试验得知的。在发动机转速一定和节气门全开的情况下,即进气系统的空气量是一定的,改变供油量分别以不同的 α 值可燃混合气供入发动机气缸,并测出相应的发动机功率和燃油消耗率。其结果表明,发动机功率 P_e 和燃油消耗率 g_e 都是随过量空气系数的改变而变化的。

图 1-1 为某汽油机在转速不变和节气门全开的情况下,试验所得的 P_e 、 g_e 随 α 值变化的关系。

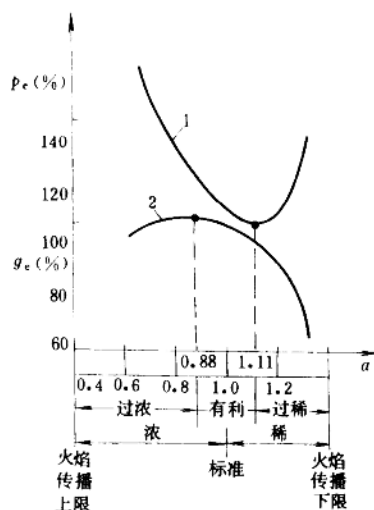


图 1-1 汽油机燃料调整特性曲线

率又有所降低。对不同汽油机,相应于最低燃油消耗率的混合气浓度为 $\alpha=1.05\sim1.15$ 。

如果混合气过稀($\alpha=1.16\sim1.33$),混合气中的燃油可以保证完全燃烧,但由于过稀混合气的燃烧速度进一步变慢,在燃烧过程中有很大一部分混合气是在活塞向下止点移动、燃烧室容积很快增大的情况下燃烧的。这部分混合气燃烧放出的热量转变为机械功的相对减小,而通过气缸壁传给冷却水散失的热量却相对增多,使发动机动力性和经济性都将变差。在混合气严重过稀的情况下,燃烧过程甚至可能拖到下一个工作循环的进气冲程的开始,这时残存在气缸中的火焰将通过开启着的进气门,将进气管中的可燃混合气点燃,造成进气管回火。加之过稀的混合气燃烧后,单位容积的混合气所能放出的热量也较少,使发动机输出的功率大为下降。当过量空气系数超过一定值($\alpha=1.4$)时,虽能着火,但火焰无法传播,将导致汽油机熄火,故此 α 值称为过量空气系数的火焰传播下限。

3. 使用 $\alpha=0.88$ 的混合气

这种混合气中的汽油分子相对较多,混合气燃烧速度最快,热损失最小,如其他条件相同,用这种混合气工作的发动机所输出的功率将是最大的。但这种混合气中空气量不足,必然有一部分汽油不能完全燃烧,因此燃油消耗率将增加。对不同汽油机,相应于最大功率的混合气成分,一般为 $\alpha=0.85\sim0.95$ 。

如果混合气过浓($\alpha=0.43\sim0.84$),由于燃烧不完全,使气缸中将产生大量的 CO 和游离碳,造成气缸盖、活塞顶、气门和火花塞积炭,排气管冒黑烟,排污严重。废气中的 CO 还可能在排气管中被高温废气引燃,发生排气管“放炮”现象。此外,由于这种混合气的燃烧速度也较低,有效功率 P_e 也将减小,使燃油消耗率将增高。

当混合气过浓到 $\alpha=0.4\sim0.5$ 时,由于燃烧过程中严重缺氧,也将使火焰不能传播,此 α 值称为过量空气系数的火焰传播上限。

由以上分析可知,为了保证发动机稳定运转,汽油机工作正常时,其所用的混合气成分 α 应在 $0.85\sim1.15$ 的范围内。一般节气门全开条件下所用可燃混合气 $\alpha=0.85\sim0.95$ 时,发动

图 1-1 中的纵坐标为 P_e 和 g_e 的相对值(%),在功率坐标上,以使用各种浓度的混合气所得到的各个不同的功率值中最大值为 100%,而在燃油消耗率坐标上,则以各个燃油消耗率中最小者为 100%。

1. 使用 $\alpha=1$ 的混合气

尽管从理论分析 $\alpha=1$ 的混合气是标准混合气,其所含空气中的氧正好足以使全部燃料完全燃烧。但实际上,由于时间和空间条件的限制,汽油细粒和蒸气不可能及时的绝对均匀混合,使汽油不能完全燃烧,其燃烧的速度也不是最快。因而发动机功率也不可能是最大。

2. 使用 $\alpha=1.11$ 的混合气

此时,燃油消耗量最低,即经济性最好(称为经济混合气)。说明在此种混合气中,有适量多余的空气,正好能使燃油完全燃烧。但燃烧的速度缓慢,使发动机功

机可得到较大功率;当 $\alpha=1.05\sim1.15$ 时,发动机可以得到良好的燃料经济性。将节气门置于各种不同的开度时,重复上述试验,可得到如图 1-2 所示的汽油机燃料调整特性。当节气门开度愈小(III 节气门开度 $<II<I$)时,则相应于最大功率的 α 值愈小;同时最低燃油消耗率点对应的 α 值也相应减小。这说明,最经济的可燃混合气并不总是稀的。在小负荷时,混合气也要变得较浓,方能保证比较经济。

(二)汽油机不同工况对可燃混合气浓度的要求

汽车在使用中的实际装载质量不是固定值,路况和交通流又十分复杂多变,这就使得汽车的行驶速度和牵引力经常需要作大幅度的变化。因此作为汽车动力源的汽油机工况,不能如同作固定动力的汽油机那样稳定,而是要经常在最大可能的范围内变化。例如,汽车在起步前或遇到红灯暂停车时,发动机怠速运转,此时负荷为零,转速最低;当汽车满载上坡行驶时,节气门应全开(全负荷),但转速并非最高;在一般道路上行驶时,其阻力不大,节气门只须部分开启,即发动机在中等负荷下工作,车速和发动机转速也不一定很高;有时在良好路上高速行驶,发动机可能是全负荷,转速达到最大值。

总之,汽车用汽油机的工作特点是:

①工况变化范围大,负荷可从 0 变到 100%,转速可以从最低稳定转速变到最高转速,而且有时工况变化非常迅速。

②在汽车行驶的大部分时间内,发动机是在中等负荷下工作的。轿车发动机处于中等负荷为 40%~60%,而载货汽车则为 70%~80%。

1. 汽油机稳定工况对混合气浓度的要求

发动机稳定工况是指发动机已经完成预热,转入正常运转,且在一定时间内没有转速或负荷的突然变化。稳定工况可按负荷大小划分为:怠速、小负荷、中等负荷、大负荷和全负荷。

汽油机工况对混合气成分要求的研究,可通过发动机台架试验来实现,即在发动机转速保持某一数值不变,测量在节气门各种开度下的功率 N_e 、燃油消耗率 g_e ,由混合气浓度 α 的变化规律,所得到的 $N_e=f(\alpha)$ 、 $g_e=f'(\alpha)$ 曲线(图 1-2)。曲线 I 和 I' 为节气门全开(全负荷)时, N_e 、 g_e 随 α 的变化规律,其他为部分负荷(节气门逐渐关小)时的运行情况。从图 1-2 中可以看出,在每一个固定负荷下,最大功率点和最小油耗点不是同一种混合气浓度。在所有的节气门开度变化范围内,如混合气浓度沿最大功率点和最小油耗率点的连线 1-2-3-0-3'-2'-1'变化,则发动机要么得到该负荷下的最大功率,要么得到该负荷下的最小油耗率。显然,连线以外的工作点功率又小,也不经济。发动机是不允许在那些工况下工作的。

如将这一连线变换坐标,即横坐标为功率百分比(当转速不变时,节气门开度与空气流量成增函数关系,因而横坐标也可用空气消耗率),如图 1-3 所示。这一封闭曲线表示发动机转速一定,部分负荷工作时,使用经济混合气,以保证常用工况的经济性,满负荷时,使用最大功率混合气,以使发动机能发出最大的功率。

那么,汽油机稳定工况对混合气浓度到底有什么样的要求呢?

1) 怠速和小负荷工况

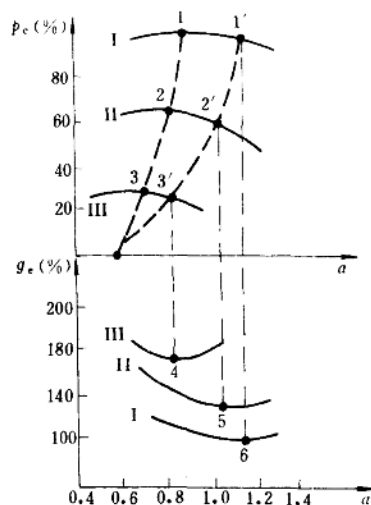


图 1-2 汽油机燃料调整特性曲线

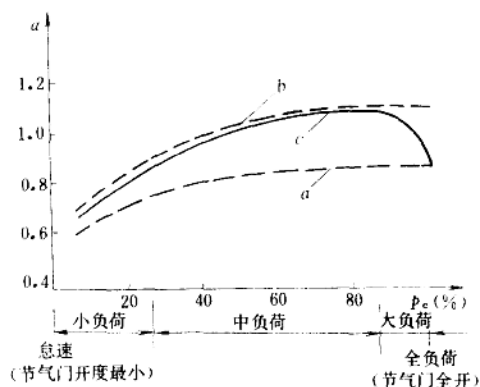


图 1-3 理想特性曲线

(废气相对量约占 35%~40%)。为保证这种品质不良而且被废气稀释过的混合气能正常燃烧,汽油机燃油供给系必须提供较浓的混合气,即 α 应为 0.6~0.8(化油器式)。当节气门略开而转入小负荷工况时,新鲜混合气的品质逐渐改善,废气对混合气的稀释作用也逐渐减弱。因而混合气浓度可以减小,对化油器式发动机为 $\alpha=0.7\sim0.9$ 。这种负荷范围内的理想混合气成分变化规律如图 1-3 中曲线 c 的相应区域。

2) 中等负荷工况

汽车用发动机大部分时间是工作在中等负荷,在此情况下,节气门有足够的开度(40%~80%),废气稀释的影响可以略去不计,此时燃料经济性是首要的。汽油机燃料供给系应供给相应于燃油消耗率最小的 α 值的混合气, $\alpha=0.9\sim1.11$ (化油器式),其中主要是 $\alpha>1$ 的稀混合气,如图 1-3 中曲线 c 在中等负荷范围内的一段。这样的功率损失不多,节油效果却很明显。

3) 大负荷和全负荷

当汽车需要克服较大的阻力(如上陡坡或在泥泞的道路上行驶时),要求发动机能发出尽可能大的功率。此时驾驶员往往要将加速踏板踩到底,使节气门全开,发动机在全负荷工况下工作。此时要求供给相应于产生最大功率的浓混合气($\alpha=0.85\sim0.95$,化油器式)。在达到全负荷之前的大负荷范围内,所供混合气应从以满足经济性要求为主,逐渐转到以满足动力性要求为主。其理想混合气成分变化如图 1-3 中曲线 c 。在大负荷范围内应从接近曲线 b 逐渐转向曲线 a ,最后到达曲线 a 的全负荷点。

为此,得到了一条满足发动机稳定工况要求的理想混合气浓度随负荷变化的规律曲线 c (图 1-3)。改变发动机转速,可以得到一组近似的曲线,如图 1-4 所示。以相同的空气消耗率为横坐标,汇在一起,可以发现,对于同一空气消耗率,高转速比低转速要求的混合气浓一些。这是由于在同一空气消耗率下,转速高,节气门开度必然小,节流损失增加。为保证燃烧正常进行,需用较浓混合气。而在节气门开度一定(如全开)时,高转速所要求的混合气却稀一些。这是由于转速高,气缸内的气体紊流速度较大,较稀的混合气仍能保证一定的燃烧速度。

2. 汽油机过渡工况对混合气浓度的要求

怠速一般是指发动机在对外无功率输出的情况下,以最低转速运转。此时混合气燃烧后所作的功,只是用以克服发动机内部的各种阻力,使发动机保持最低转速稳定运转,汽油机的怠速一般为 300~700 r/min。怠速工况下,节气门处于接近关闭位置,吸入气缸内的可燃混合气不仅数量极少,其中的汽油雾化蒸发也不良。此外,由于进气管的真空度较高,如果当进气门开启时,气缸内的压力仍高于进气管内压力,使废气就可能膨胀而冲入进气管,而后又随着新鲜混合气一起被吸入气缸。因而吸入气缸的气体中废气含量较多

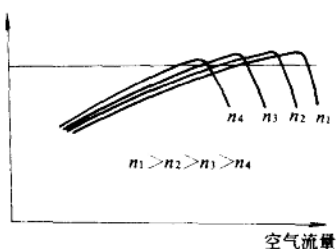


图 1-4 不同转速下的理想特性曲线

汽车在运行中主要的过渡工况有：冷启动、暖机和加速三种。

1)冷启动

发动机在外力驱动下启动时，转速极低(约 50~100 r/min)。因此，汽油机进气系统空气流速非常低，不能使汽油得到良好雾化。又由于温度较低，汽油附着在缸壁上，雾化不良。为保证有足够的汽油蒸气形成启动可燃混合气，必须增加冷启动工况下的汽油数量($\alpha=0.2\sim0.6$ ，化油器式)，使发动机得以顺利启动。

2)暖机

冷启动后，发动机开始运转，温度逐渐上升，直至接近正常值，使其稳定地进行怠速运转为止。在暖机过程中，汽油机燃油供给系供给的混合气浓度 α 应随着温度的升高，即从启动时的极小值逐渐加大到稳定怠速所要求的数值。

3)加速

发动机的加速是指负荷突然迅速增加的过程。当加速时，驾驶员猛踩加速踏板，使节气门突然开大，以期发动机功率迅速增大。在节气门急开时，进气管内压力骤然升高，同时由于冷空气来不及预热，使进气管内温度较低，这就不利于混合气中汽油的蒸发，使燃油的蒸发量相对减小，对化油器式汽油机还存在供油滞后的问题。因此要求有额外的燃油添加进去，以使混合气迅速加浓，发动机功率才能迅速增加。否则将会出现瞬时混合气过稀现象，甚至熄火。

综上所述，汽车用汽油机在正常运转时，小负荷、中等负荷要求随负荷增加，供给较浓的混合气逐渐由浓变稀，当进入大负荷直到全负荷工况时，又要求混合气由稀变浓。冷启动和加速工况要增加供油量，暖机时，混合气浓度随发动机温度升高而逐渐减小。其简要说明列表 1-2。

可燃混合气浓度对汽油机性能的影响

表 1-2

混合气浓度	α 值	汽油机功率	耗 油 率	备 注
火焰传播上限	0.4	—	—	混合气不燃烧，汽油机不能工作
过浓混合气	0.43~0.84	减小	显著增大	燃烧室积炭，排气冒黑烟、放炮
浓混合气	0.85~0.95	最大	增大 18%	
标准混合气	1.0	减小 2%	增大 4%	
稀混合气	1.05~1.15	减小 8%	最小	加速性能变坏
过稀混合气	1.16~1.33	显著减小	显著增大	化油器回火，汽油机温度升高
火焰传播下限	1.4	—	—	混合气不燃烧，汽油机不能工作

第二节 可燃混合气的形成

汽油蒸发性好，自燃点高，流动性较好，所以汽油可将在气缸外部通过化油器把汽油雾化，蒸发并与空气按要求的比例均匀混合后送入气缸内进行燃烧。为了保证化油器和汽油机的有效工作，提高混合气质量，还需汽油和较清洁的空气的供给及混合气的加热和分配，燃烧产物的排除等装置予以配合。这些装置与化油器共同组成汽油机的燃料系。

一、简单化油器的构造及混合气的形成

图 1-5 为简单化油器的构造：浮子机构(包含浮子 3、针阀 2、浮子室 9)、量孔 8、喷管 4、喉管 5 和节气门 6 等。

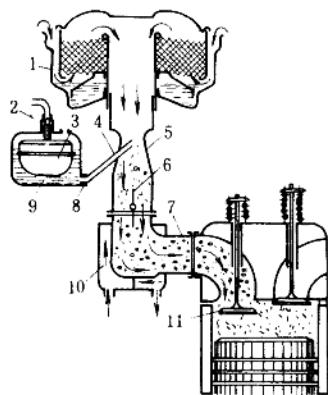


图 1-5 简单化油器和可燃混合气形成过程示意图

1-空气滤清器；2-针阀；3-浮子；4-喷管；5-喉管；6-节气门；7-进气歧管；8-量孔；9-浮子室；10-进气预热套管；11-进气门

浮子室连同喷管构成一个壶状的容器，其中贮存着自汽油泵输送来的汽油。由于喷管口高出浮子室中的油面约 2~5 mm，汽油不会自动流出。浮子室顶部有孔通大气，如若在喷管口处造成足够大的真空度，即可将浮子室中的汽油吸出喷管。

发动机进气行程中，进气门 11 开启，活塞迅速向下止点运动，在气缸中造成很大的真空度，空气就在这个真空度的作用下被吸进气缸。由于吸气的真空度很高（一般为 10~15 kPa）。所以空气的流速也很大（在发动机工作范围内每秒几十米，甚至可高达 200 m/s）。高速气流经化油器喉管时，把汽油从喷管喷口中吸出，在高速（远大于临界雷诺数）气流的冲击下，而使汽油被撞击成微小的颗粒并与空气混合在一起，这就是可燃混合气。在这个过程中，一部分汽油蒸发成为蒸汽，未蒸发的汽油也被撞击成微小的颗粒，这尤如雾状。所以，这一过程又叫做雾化。雾化后的汽油，总的表面积大大增加（约为雾化前的 10 倍以上）。然后流经进气歧管并在进气行程和压缩行程中继续蒸发。油雾中较大的油粒跟不上气流，便沉积在化油器和进气管壁上而形成油膜。油膜被混合气流带动缓慢地流向气缸，并在缸内受热蒸发。为加速汽油雾粒的蒸发，通常利用废气的余热，对吸入气缸前的可燃混合气进行适当的预热，从而可使燃烧能更为完善地进行。

二、简单化油器的特性

由于简单化油器，只有三个工作系统和装置（图 1-6）即：

（1）进气、雾化和混合系统（腔体）。它包括进气口、喉管、混合室、节气门以及连接的整个进气通道。

（2）进油系统。包括针阀机构和浮子室。

（3）供油系统。包括量孔、主喷口和连接油道。

简单化油器只有一个油量表孔和一个出油喷口，所以又叫做单量孔化油器。它虽然构造简单，并能完成对供油量的计量和对汽油的雾化和对混合气数量进行调节。但在节气门开度很小时，由于喉管真空度很低，这时不足以将汽油吸到喷口，因而没有燃料流出。所以进入气缸的是纯空气，混合气浓度 α 为无穷大。当节气门逐渐开大时，空气流量增加，喉管真空度逐渐上升，因而燃料也开始喷出。试验证明：节气门逐渐开大的初期，空气阻力迅速下降，空气流量增加很快，而燃料流量的增加更多，所以，此时化油器提供迅速变浓的混合气。在节气门逐渐开大的后期，节气门开度对空气的阻力影响很小，空气流量缓慢上升，而燃料流量也因喉管真空度变化不大而增加较小，即燃料流量增长率和空气流量增长率逐渐接近，这时的混合气浓度基本保持不变（见图 1-7）。

综上所述，简单化油器所提供的混合气浓度 α 随着节气门的开度或空气流量逐渐加大，起初为无穷大，随后便迅速变小，然后缓慢下降。简单化油器的特性：是随着节气门开度的增大，提供由稀变浓的混合气。故简单化油器的特性是不符合发动机实际工况对混合气浓度的要求，

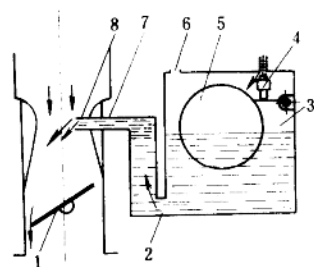


图 1-6 简单化油器工作原理示意图

1-节气门；2-油量表孔；3-浮子室；4-进油阀；5-浮子；6-浮子室通气孔；7-喉管；8-主喷口

所以这种化油器是不能在汽车发动机上使用。

要使简单化油器付诸实用,必须对其特性加以补充和修正。同时还必须满足起动、怠速、加浓、加速等几个特定工况的要求。

一般运转工况所要求的混合气浓度是靠主供油系及其相应的校正机构予以保证的,在大(全)负荷时由加浓装置提供浓混合气,起动装置和怠速装置保证其相应工况下所必需的浓混合气,而加速装置以供给发动机转速突然迅速升高时,瞬时增加额外燃油。这些系统和装置有的是独立工作的,而有的则是相互配合共同完成其工作任务的。下面将分别对这些装置进行叙述。

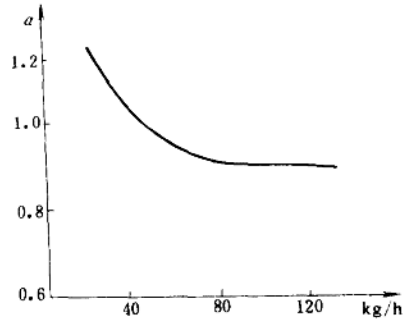


图 1-7 简单化油器特性曲线

第三节 化油器各工作系统的结构和工作情况

一、主供油系

主供油系在除了怠速和极小负荷外的所有正常工况都起供油作用,并要求在较小负荷到中等负荷范围内,随节气门开度逐渐增大,提供由浓逐渐变稀的可燃混合气。

现代化油器广泛采用渗气法(空气制动)的主供油装置方案(见图 1-8)。其组成是在简单化油器的基础上,加装空气量孔 1、油井(通气管 3)、泡沫管 2、泡沫孔 4。渗气法主供油装置的实质是引入极少量的空气到主喷管中,以降低主量孔处内、外的压力差,从而降低了汽油的流速和流量。

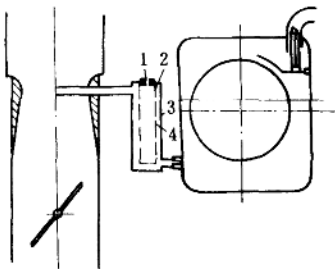


图 1-8 降低主量孔处真空度的主供油系

1-空气量孔;2-泡沫管;3-油井(通气管);4-泡沫孔

在通气管中,安装周围有许多排小孔的泡沫管 2,通气管上端有空气量孔 1。由于泡沫管上有若干泡沫孔 4,所以使泡沫管内腔和通气管连通,而空气量孔也与大气相通。

在开始供油时,泡沫管上的泡沫孔被油面淹没,因此化油器的工作和简单化油器相同。但由于泡沫管与通气管有如并联管路,因此当泡沫管内汽油流量增大时,通气管中油面逐渐下降。在某一瞬时,油面低于泡沫管最上一排小孔,泡沫孔开始露出油井 3 液面,空气即进入泡沫管,并在管中小孔以上部分形成汽油泡沫,自喷管喷出。

此时起到补偿作用的空气通过面积为 $f_a = f_{a1}$ (f_{a1} 为泡沫管第一排小孔的面积总和)。当喉管真空度 ΔP 继续增大时,油井中油面继续下降,泡沫管中以下各排小孔依次露出油面,这时参加补偿作用的空气孔面积 $f_a = f_{a1} + f_{a2} + \dots$ (f_{a2} 为泡沫管第二排小孔面积的总和),使补偿作用的空气孔面积逐级增加。这样通过泡沫管各排小孔的逐级作用,使混合气成分逐级减稀。

由于泡沫管中液柱在泡沫孔以上部分转化为密度比汽油小的泡沫,因此原来用以支持这段液柱的真空度,除一部分用来支持泡沫柱外,其余的可用来增加燃料量,亦即相当于作用在泡沫孔处真空度增高。因此在供油特性上,在泡沫孔露出油井的液面瞬间,有使燃油增大的趋

势;但在另一方面,泡沫的比容增大,喷油口处形成双相流动,流动损失及流动阻力的增加,有使燃油流量减小的趋势。因此表现在供油特性上,在泡沫孔露出瞬间,汽油流量的变化,决定于两种作用的平衡。实验及研究证明:正确地选定主量孔和空气量孔的尺寸,就能使主供油系在小负荷和中等负荷范围内,随 f 逐级增大,混合气成分逐级变稀,达到 $\alpha=0.85\sim 1.15$ 的要求。

渗气法补偿装置的功能:即对混合气成分的校正;汽油雾化的改善;过渡性能的改善,这是由于泡沫化的燃油粘度小、密度小、惯性小,其表面张力也小,因而易被碎成小颗粒和流出,因此在此负荷变化时(喉管真空度变化时)反应迅速、灵敏。

空气量孔的作用:①引入少量空气,降低主量孔处的真空度;②引入少量空气有利于汽油泡沫化。空气量孔孔径过大,将造成混合气过稀;孔径过小则造成混合气过浓。

二、怠速系

如图 1-9,怠速系由怠速油道 8、怠速量孔 7、怠速空气量孔 6、怠速过渡喷口 5、怠速喷口 3、怠速调整螺钉 4 和节气门限制螺钉 2 等组成。

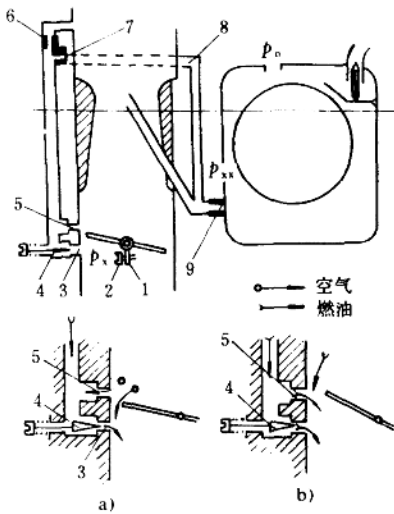


图 1-9 怠速系统示意图

1-支块;2-限制螺钉;3-怠速喷口;4-怠速调整螺钉;
5-怠速过渡喷口;6-怠速空气量孔;7-怠速量孔;8-
怠速油道;9-主量孔

汽油机在怠速工作时,怠速喷口 3 处真空度为 $\Delta p_x = p_0 - p_x$ (p_0 为大气压力, p_x 为怠速喷口的压力), 在 Δp_x 的作用下,浮子室中的汽油经主量孔、怠速油道、怠速量孔,并与从怠速空气量孔进入的空气相混合,形成泡沫状的油液,从怠速喷口喷出。喷出的泡沫状的油液受到高速流过节气门边缘的空气的冲击,再次雾化。因为有极少量的空气从怠速空气量孔 6 渗入,所以怠速通道的真空度 $\Delta p_{xx} = p_0 - p_{xx}$ (p_{xx} 为怠速油道 8 的压力),使小于节气门后面的真空度 Δp_x 。实际上决定通过怠速量孔的汽油流量仍是怠速通道真空度 Δp_{xx} 。所以引入极少量空气是必要的,因为节气门后面的真空度很大,而怠速时所需油量却很少。

怠速空气量孔 6,还可防止虹吸作用,以免在发动机不工作时,燃油自动由浮子室经怠速喷口流出。

在怠速喷口 3 上方不远处还设置一个怠速过渡喷口 5,以使发动机能够由怠速工况圆滑地转入小负荷工况而不致发生混合气突然过稀或供油中断而导致发动机熄火的现象。

整个怠速过渡到小负荷工作过程可分为四个阶段:

(1)在节气门开度很小时,喉管中的真空度也很小,但在节气门下方真空度却很大(约 40~60 kPa)。主供油系不仅不能出油,而且主喷管中的油面在怠速系的真空度作用下还有所下降。如图 1-9a)所示,此时只有节气门下方的怠速喷口 3 出油,位于节气门上方的怠速过渡喷口 5 实际上成了第二个怠速空气量孔,不仅限制了喷口 3 的出油量,而且由此渗入的空气使汽油再次泡沫化。

(2)当节气门开度稍大,使喷口 3 和过渡喷口 5 都处于高真空区时,如图 1-9b)所示,两个喷口同时出油,以满足发动机以较高怠速工作的需要。此时喉管真空度虽然有所提高,使主喷管中油面回升,但尚不足将汽油从主喷管中吸出。

(3)节气门开度进一步增大到主供油系开始工作时,这一阶段虽然从喷口 3 和喷口 5 喷出的汽油量已因节气门后方真空度的进一步降低而减少,但这个补充的供油量还是很有必要的。因为,此时主供油系的供油量还不能满足发动机小负荷工况的要求。

(4)节气门开度增加到相应于发动机进入中等负荷工况时,喷口 3 和喷口 5 处的真空度已降低到使怠速系停止供油的程度。而此时喉管真空度已增大到足以使主供油系能开始单独供油的程度。

在怠速工况下,气缸内混合气的燃烧条件很差,导致燃烧过程的不稳定。为了保证怠速工作稳定,所以在化油器中都设有怠速调节装置,以便根据其工作条件,对混合气成分和数量进行调节。调节螺钉 4 采用前端锥面,以调节混合气的浓度和数量。限制螺钉 2,用于调整节气门最小开度。这两个调节装置的相互配合,可以得到化油器在各种状况下稳定的怠速工作所要求的混合气浓度和数量。

怠速反流

在怠速系停止供油以后,若再增大喉管真空度,有可能使主喷口处的真空度比作用在怠速喷口 5 和 3 处大的多的情况,怠速油通道中的汽油面下降,当油面下降到与主油道连通口处,空气开始由怠速空气量孔上方进入,分二路:一路由主油道进入泡沫管;另一路由怠速出油口 5、3 进入主油道及泡沫管,如图 1-10 所示,这两种空气渗入主供油系的情况均称为怠速反流现象。怠速反流的发生相当于额外增大了主供油系的空气量孔,因而过分降低了主量孔处的真空度,破坏了主供油系的正常工作。所以怠速反流扰乱了化油器的供油特性,使混合气突然变稀并形成稀区,而且怠速反流,只是在节气门开度大到一定程度后才发生的,并与发动机转速无关。

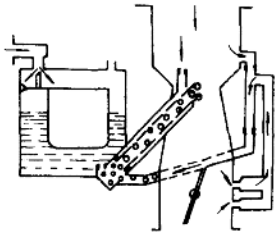


图 1-10 怠速反流发生时空气渗入主供油系情况

三、起 动 系

目前,用得最广泛的起动系是在喉管的上方装置一个阻风门(见图 1-11 之 1),用弹簧保持它经常处于全开位置。

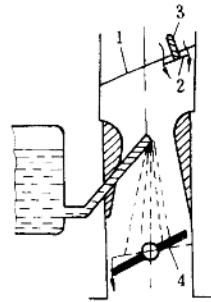


图 1-11 带副风门的阻风门
1-阻风门;2-自动活门;3-弹簧;
4-节气门

发动机起动前,驾驶员通过拉钮将阻风门关闭(但空气通道并未完全封闭)。起动机带动曲轴旋转时,在阻风门后面产生很大的真空度,使得主供油系和怠速系都供油,而通过阻风门边缘的空隙流入的空气量很少,故能提供起动所需的极浓($\alpha=0.6\sim0.8$)的混合气。起动时,节气门 4 的开度比通常的怠速最小开度稍大一些,使发动机起动后能以较高的转速进行怠速运转,使发动机较快地热起来。发动机起动过程的后期,转速和喉管真空度都比开始起动时大,为避免混合气由此而过浓,有的化油器在阻风门上还装有自动活门 2。自动活门 2 平时借弹簧 3 保持关闭,当喉管真空度增至一定值时,自动活门 2 自动开始,放入空气。有的化油器直接在阻风门上开出一个或几个进气孔,这也是起到防止起动后期混合气过浓的现象产生。

当发动机由起动工况转入怠速工况时,应逐渐开启阻风门(阻风门不宜开启得太快,否则混合气将突然变得过稀,使发动机熄火)。同时使节气门开度减小至通常的低怠速位置。阻风

门和节气门的动作,在有的化油器上是利用机械联动机构使之自动配合,有的采用半自动或全自动阻风门。发动机在其它工况下,阻风门则一直处于开启状态。

发动机在热态下起动时,所需混合气浓度比冷态起动时要小,故只须将阻风门处于半开状态即可。

(一)半自动阻风门装置

半自动阻风门装置如图 1-12 所示。目前,它用于 H101 型化油器。操纵臂 1 不是和阻风门轴固定连接,而是空套在轴上,并通过弹簧 2 和阻风门摇臂 3 联动。驾驶员用手通过操纵臂而操纵阻风门时,操纵臂并不直接带动阻风门关闭,而

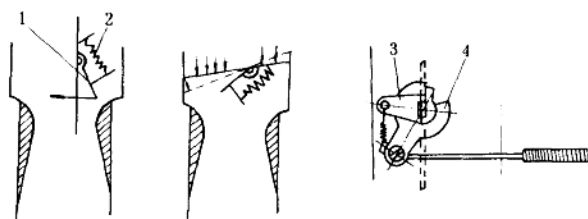


图 1-12 半自动阻风门

1-阻风门操纵臂;2-弹簧;3-阻风门摇臂;4-阻风门摇臂上的开口

是在阻风门轴上空转。通过弹簧拉动阻风门摇臂 3 把阻风门关闭。当发动机起动后,进气道内真空度增大时,由于阻风门轴在进气道中是偏心安装的,阻风门将要受到一个开启的力矩,克服弹簧 2 的拉力,把阻风门打开。打开角度的大小由阻风门摇臂上的开口 4 的位置限制。打开的时机由弹簧的刚度和阻风门轴的偏心矩所决定的。半自动阻风门可使起动后阻风门应及时开启的时间(与手动阻风门相比)从 30 s(手动阻风门)提高到 3 min(半自动阻风门),从而大大地提高了发动机的起动成功率。

(二)自动阻风门

自动阻风门,不仅使驾驶员在起动发动机时操纵方便,减轻操作负担,而且由于阻风门是自动、逐渐地打开,这就能保证暖机所要求的混合气浓度,并降低排气污染。而当发动机走热后,又能及时、自动地提供怠速运转时所需的混合气,以保证运转平稳,故被轿车广泛应用。图 1-13 所示为常见的自动阻风门机构。

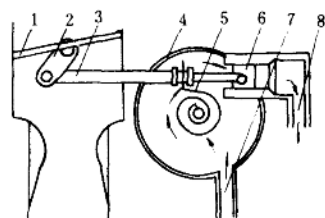


图 1-13 自动阻风门

1-阻风门;2-阻风门摇臂;3-拉杆;4-外壳;
5-双金属片;6-真空活塞;7-热空气通道;
8-真空通道

其结构及工作原理:双金属螺旋弹簧 5 的一端固定不动,另一端则钩在一根拉杆 3 上,而拉杆则和阻风门摇臂 2 活动连接。当发动机处于冷机状态(温度低于 25℃)时,双金属片弹簧的卷紧力使得阻风门总是处于关闭位置,因而在起动发动机时可自动地加浓混合气。发动机起动后,随着发动机逐渐热起来,双金属片弹簧将被逐渐加热,而不断伸展开来,使关闭阻风门的力减小,阻风门便在进气气流的冲击下(因为它是偏心安装的)逐渐地打开,使混合气逐渐变稀,以致达到正常的成分。

目前,对双金属片加热的方法有四种:①直接引入废气加热;②引入被废气加热过的热空气加热;③电加热;④发动机冷却水加热等。由于废气直接加热时,废气中含有油烟和碳黑,易于污染弄脏双金属片和传动机构,而且废气中还含有腐蚀物质,所以目前已较少应用。而用得广泛的是电加热,和用废气加热过的热空气加热。为了防止发动机起动后转速迅速升高,把发动机“憋死”。所以,在自动阻风门机构中专门设置了一个真空活塞(图 1-13 之 6)操纵的保险机构。活塞 6 后面的缸筒空间和发动机的进气管是连通的。因此,发动机一经发动,进气管真空度就立即传到缸筒内,把活塞 6 吸下,并通过活塞 6 上的拉杆 3,使阻风门摇臂 2 逆时针方向转动,强迫双金属片弹簧 5 松开,并把阻风门也打开一个相应的

角度。

自动阻风门的结构比较复杂,制造精度和使用条件的要求也很严格,而且双金属片用久之后弹性也会减弱,甚至失效而造成发动机起动困难。特别是当阻风门的运动受阻而不能全开时,会使混合气大大过浓,油耗大为增加。因此,一般载货汽车用得不多,只在轿车上应用较广泛。

(三)快怠速机构

发动机刚刚起动之后,虽然转速立即升高,但这时仍不能即刻把阻风门完全打开,而只能略打开一点以防“窒息”。这是因为在这种情况下,发动机还没有热起来(冷却液温度低于40℃,机油温度也很低),所以汽油在进气管中的汽化条件还差,气缸中实际得到的混合气也就不能达到正常工作时所需的浓度,必须用阻风门来加浓混合气。在这个时候若把阻风门完全打开混合气就会过稀,发动机工作就会不稳定,甚至导致熄火。因此发动机在起动之后要有一个预热的阶段即暖机阶段。

为了缩短暖机阶段的时间和使冷机时怠速运转平稳,希望此时发动机的转速高于热机时的怠速转速。这种转速较高的怠速工况称为快怠速。快怠速运转时,节气门的开度要比热机怠速时大,并随着发动机温度逐渐升高而逐渐关小,使发动机由快怠速降至热机怠速时的转速。这一过程由快怠速机构来实现。

图 1-14 所示为快怠速机构的结构和工作原理。

6 可以控制四种不同的节气门 1 开度,以获得不同的快怠速转速。当发动机冷起动时,凸轮 7 处于最大升程,如图 1-14b),当阻风门 5 随着发动机温度升高而逐渐开启时,凸轮 7 也随着阻风门轴顺时针方向转动,其升程逐级减小,使节气门 1 开度也就逐级减小直至热机怠速时的开度如图 1-14a)。

发动机冷起动后,往往等不到暖机过程结束,就要立即开动汽车。由于这时发动机温度较低,自动阻风门又未完全开启,若立即加大节气门开度,将造成混合气过浓,使发动机可能因此而熄火。为了避免出现这种情况的发生,在快怠速拉杆 4 上端安装了一个弯臂,在主腔节气门

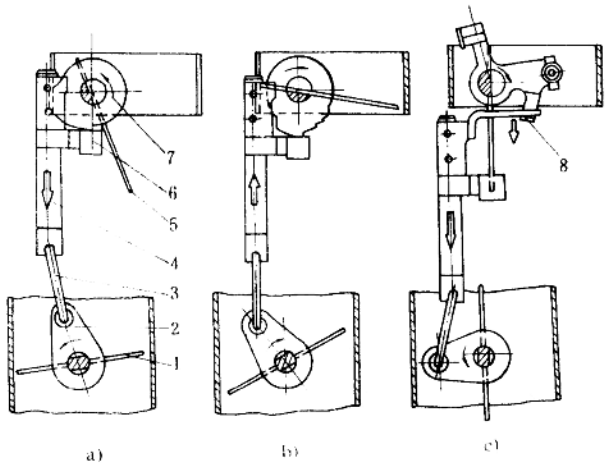


图 1-14 快怠速机构结构及工作原理图

a)热机怠速时;b)冷机快怠速时;c)冷机全负荷时强制打开阻风门
1-节气门;2-节气门摇臂;3-连杆;4-拉杆;5-阻风门;6-控制臂;7-凸轮;8-摇臂

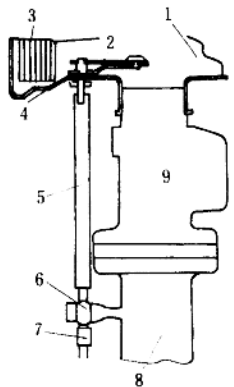


图 1-15 热怠速补偿装置原理图

1-空气滤清器;2-双金属片;3-空气滤清器滤芯;4-怠速补偿阀;5-空气管;6-接头;7-排出口;8-进气歧管;9-化油器

全开时,拉杆 4 被拉到最下面的位置。此时弯臂将摇臂 8 右部的舌片压下,使摇臂顺时针转动,将阻风门 5 强制打开,见图 1-14c)。冷机时,快怠速的转速可以通过快怠速调节螺钉进行调节。

(四)热怠速补偿装置

为解决热怠速及热起的困难,所以,在有的化油器中还设置热怠速补偿装置——热怠速补偿

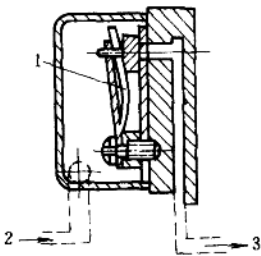


图 1-16 热怠速补偿装置
1-双金属片;2-通副腔喉管处;
3-通副腔节气门后方

阀。发动机过热时,装在空气滤清器 1 中的双金属片 2 被加热,阀门 4 打开,没有燃料的新鲜空气通过空气管 5 进入节气门后方的进气管 8 中,从而起到稀释混合气的作用。这种热怠速补偿装置与浮子室盖上的放气阀的共同配合使用,可以提高汽油机经济性和减轻 HC 的排放量,同时也可提高汽油机热起动的成功率和热怠速的稳定性,见图 1-15 所示。

热怠速补偿阀的位置也可设置在其它部位(BSH201A 型化油器的热怠速补偿阀设在浮子室侧壁)。工作原理如图 1-16,当化油器周围温度高于 65°C 时,双金属片 1 向外翘曲,打开通气道口,

于是副腔喉管处的空气在真空吸力下,经过热怠速补偿装置的通气道口 2,从副腔节气门后的孔口 3 流出,这一部分额外引入的空气就稀释了主腔怠速系供给的浓混合气。

四、加 浓 系

汽车常用的工况为发动机的部分负荷工况,要求部分负荷工作时,供给稀的经济混合气,其 $\alpha=1.05\sim 1.15$ (A/F 为 16 左右),以保证获得较低的比油耗。而发动机处于大(全)负荷时,则要求供给浓的功率混合气 $\alpha=0.85\sim 0.95$,以保证能发出极大(最大)功率。由于它是在满负荷条件下加浓混合气,就有可能使部分负荷条件下使用较稀的经济混合气而省油,故又称省油系。因此在化油器中设置专门的加浓装置,它的功用是在一定时期,供给由经济混合气转为功率混合气所增加的汽油。加浓系一般都采用阀门的形式,在混合气需要加浓时,阀门被打开,通过阀门补充供给一部分汽油。即在主供油系供油的基础上再附加必要的供油量。

按照打开加浓系出油阀门的方式不同,可分为:机械操纵式和真空操纵式。

(一)机械式加浓装置

机械式加浓装置的阀门是由节气门操纵机构联动的机械操纵打开的,如图 1-17a)。

当节气门开启时,节气门轴臂 6 向下转动,带动拉杆 5 和推杆 4 一起向下运动。当节气门开度达到需要打开加浓装置出油阀 3 时,推杆 4 就将阀门 3 顶开,于是汽油就经阀门 3 流入加浓量孔 1,而通向主喷管。由此可知,机械加浓装置的开启点只由节气门开度大小决定,1-加浓量孔;2-主量孔;3-加浓阀;4-推杆;5-拉杆;6-节气门轴臂;7-弹簧;与发动机转速无关。

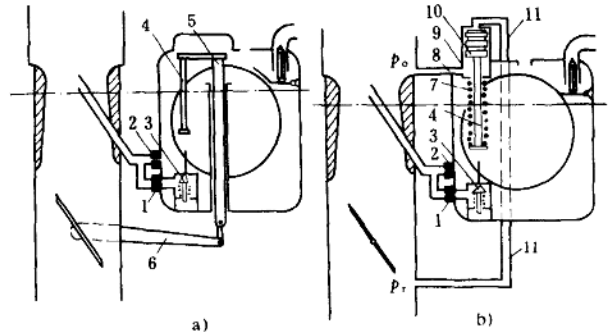


图 1-17 加浓装置示意图

a)机械式;b)真空式

1-加浓量孔;2-主量孔;3-加浓阀;4-推杆;5-拉杆;6-节气门轴臂;7-弹簧;
8-气道;9-气室;10-柱塞;11-气道

汽油机的功率是用改变进气量的方法来调节的。发动机的进气量与节气门开度和发动机