

现代双腔分动化油器的 设计趋势与设计方法

柳志远^①

(车辆工程学院)

摘 要 从分析国外先进的双腔分动化油器入手,分析了现代双腔分动化油器的设计趋势和设计方法。

关键词 双腔分动化油器;设计趋势;设计方法

中图分类号 U464.136.2

Design Trend and Method of Modern Twin Duplex Carburetor

Liu Zhiyuan

(College of Vehicle Engineering, CAU)

Abstract The design trend and method of modern twin duplex carburetor are presented based on the analysis of imported advantage modern twin duplex carburetor.

Key words twin duplex carburetor; design trend; design method

目前轿车和轻型车用化油器式汽油机广泛采用双腔分动式化油器,从国外新引进的奥迪、桑塔纳和通用 GM2.0 等车所用的汽油机化油器都是当今世界上比较先进的双腔分动化油器,较好地反映了当代化油器的设计、制造和工艺水平,因此分析其结构设计特点,找出国产双腔分动化油器的不足,探讨当代化油器的设计趋势和设计方法,对于尽早设计出满足 GB14761.2-93 车用汽油机排放污染物排放标准要求的国产化油器,是非常必要的。

奥迪 100 型轿车上最近将采用德国皮尔堡公司设计的 2E3 双腔分动化油器,它是当今世界上具有代表性的先进产品,其某些附加装置的设计思想具有突破性。这里,以它为重点,综合国外其他同类化油器的设计特点,与国产 H201 系列化油器作对比分析,探讨化油器结构改进设计和附加装置配置的方法。2E3 化油器结构布置框图如图 1 所示。

1 总体结构设计

外形尺寸向降低高度、增大宽度方向发展。化油器的高度直接影响汽车发动机罩盖的高度

收稿日期:1995-09-03

①柳志远,北京清华东路 17 号中国农业大学(东校区)44 信箱,100083

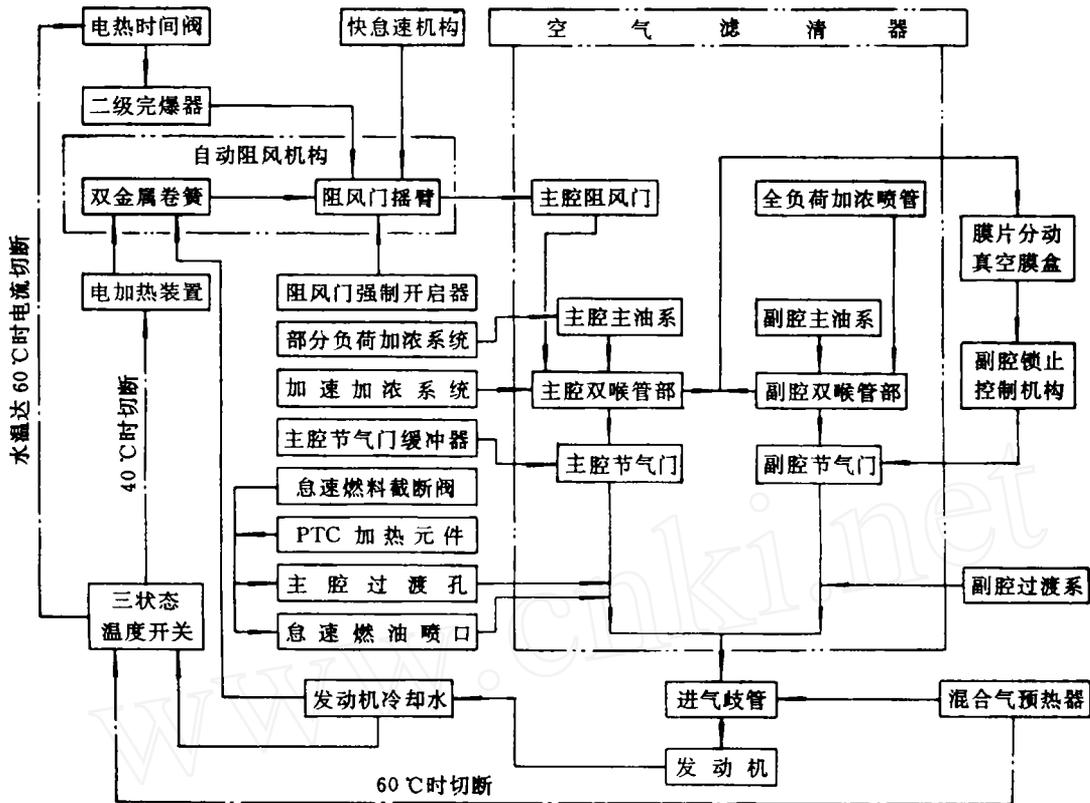


图 1 2E3 化油器结构布置框图

和形状,同时与驾驶员的视野和车身头部流线型设计有关,历来受到化油器设计者的重视。50 年代国际上曾出现过车用化油器低矮型设计的高潮,导致化油器高度普遍降低,对汽车车形设计带来积极影响。近些年来,技术的进步导致某些附加装置如膜片式加速泵、自动阻风机构、真空膜片式分动机构等的侧置化,使结构布置更趋合理,为降低化油器高度创造了有利条件。2E3 化油器的实测高度为 85 mm,比使用范围相似的国产 H201 化油器实测高度约低 35 mm,明显地呈现了低矮型,这一趋势在进口化油器中具有普遍性,值得重视。

采用不等主、副腔喉管直径,主腔喉管直径小于副腔对应喉管直径,其直径比呈下降趋势。喉管直径减小有利于汽油流的破碎、雾化和蒸发混合,有利于燃烧完全、减少排放污染。由于主腔参与全部工况下的工作,特别是启动、暖机、怠速、小负荷等对排放污染影响较严重的工况,主腔单独工作,因此,主腔喉管的雾化质量对提高汽油机的经济性和减少排放污染具有重要作用。采用不等喉管直径设计,而且主腔小喉管喉部直径 d_1 小于副腔小喉管喉部直径 d_2 ,即 $d_1/d_2 < 1$ 的设计愈来愈普遍。通过对 2E3 化油器的实测知,其 $d_1/d_2 = 0.87$,比一般设计下降较多。这是现代化油器设计的新动向。

2 非稳定工况下化油器附加装置的设计

内燃机非稳定工况一般指启动、暖机、加速、急减速等工况,其共同特点是工作时间较短,

但对排放污染影响较大,都是国内外关于排放的法规要求重点检测与控制的工况,也是现代化油器改进和增加附加装置的重点内容。

启动和暖机工况。对于启动工况特别是冷启动工况,为了保证启动性能,所供给的混合气很浓,一般空燃比在2~4之间,这必造成有害排放物HC,CO的浓度剧增。目前国产化油器多采用人工控制方式调节其空燃比,无法满足GB1476.1-93的要求,必须增设附加装置。目前国外较普遍采用的附加装置是带完爆器的自动阻风机构和快怠速机构,国内也已有带自动阻风机构的化油器变型产品,但实用很少。当今无论哪种型式的自动阻风机构,其起作用的时刻均滞后于发动机起动完爆时刻,使阻风门微开时间拖长,而阻风门的开度特别是小开度对混合气浓度影响很大,阻风门开度较小时空燃比很低,造成严重污染;因此,必须附加完爆器。这是现代化油器普遍增设的一种新式附加装置,并在由一级完爆器向二级完爆器发展,如2E3化油器。

国标15工况法规定,汽车冷启动后应马上进行排放测试。为使暖机过程中发动机工作稳定,有必要增设自动阻风机和快怠速机构。机构性能参数的选取原则是,在能满足启动、暖机过程中基本运转性能的前提下,所供给的混合气越稀越好,作用时间越短越好。为此,国外目前大多采用能满足上述要求的由PTC(热敏电阻)加热的电热式自动阻风机构取代过去的排气加热式自动阻风机构。国内现已能生产PTC电阻,为采用新式自动阻风机构创造了条件。在2E3化油器的自动阻风机构中,除采用PTC加热外还采用循环冷却水与它组成复合加热方式。其特点是冷启动时采用电加热方式,可满足上述要求,当水温高于40℃后即转换为水加热,以控制阻风门开度;短时间停机时,由于冷却水温度下降缓慢,阻风门可继续保持较大开度。这不仅改善了汽油机的热启动性能,而且缓解了因热启动时混合气过浓而造成排放的严重污染。其结构简单,值得参考。

加速工况。化油器的加速系统是汽车在加速工况时的加浓装置,目前国内外广泛采用的加速泵为带缓冲弹簧的柱塞泵或膜片泵。以往的设计重点考虑的是汽车加速的动力性,而忽视对排放污染的影响。目前各国执行的工况排放试验法规中,汽车加速工况占有相当的部分,使排放中CO量占50%以上;因此,严格控制加速泵的供油量和供油规律非常重要。目前国内对各类化油器加速泵出油量的控制不很严格,实际泵油量与设计值相差很大,而且以较高的设计出油量来满足动力性要求,这就使出油量设计值高于国外同排量的化油器(美国切诺基车用化油器设计出油量仅为0.75 mL次⁻¹,而我国的BJH201A型化油器为1 mL次⁻¹,EQH102型为2 mL次⁻¹);因此,提高加速泵出油量的控制精度,修正设计值非常必要。

目前国内外广泛采用的带缓冲弹簧的加速泵,其出油量和供油规律与缓冲弹簧的实际工作刚度密切相关,而缓冲弹簧的实际工作刚度的影响因素较多,难于精确控制。随着排放控制法规日益严格,机械式加速泵的结构必然会被改造,如采用控制精度高的传动副。例如2E3化油器中以凸轮摆杆滚轮机构取代弹簧推杆机构,大大提高了控制精度,是技术上的突破。由于凸轮外廓型线的加工技术已较成熟,只要确定了摆杆滚轮的运动规律和结构尺寸,利用解析法或图解法即可获得满足摆杆滚轮运动规律要求的凸轮型线;同时,正确选用凸轮滚轮副的材料及工艺处理方法,提高其耐磨性,即能保证摩擦副长期稳定工作。

急减速工况。当汽车急减速时,节气门急速回位,使进气管真空度急增,管路壁面附着的燃料急剧汽化,导致混合气过浓和气缸内不完全燃烧现象加重,使排气中的HC含量剧增。这种

情况在国标 15 工况循环试验中可能出现 12 次之多,据分析所产生的 HC 量约占整个循环的 50%。为降低 15 工况试验中的 HC 含量,在化油器上必须增设急减速工况时的控制装置。目前国外化油器上采用的主要有节气门缓冲器、节气门保持器和减速加浓系统,后者对减少 HC 排放效果最好,但结构比较复杂。从当前国标来看,采用结构简单的节气门缓冲器或节气门保持器完全可以满足要求,应作为首选方案。

3 稳定工况下化油器工作装置的设计

稳定工况一般指怠速、小负荷、中等负荷、大负荷和全负荷工况,是汽油机长时间工作的主要工况。多年以来服务于这种工况的装置对于动力性与经济性而言已不断完善与成熟,但近些年来排放污染控制成为主要矛盾以后,它们也显得不太适应。为满足我国 15 工况法规的要求,化油器稳定工况工作装置设计的主攻方向应是提高化油器的流量精度和完善化油器的结构功能。在这方面国外近些年来除在加工、检测精度上有了很大提高外,在完善结构性能方面也有较大进展。

怠速工况。提高怠速转速可以减少 CO 和 HC 的排放浓度,因此怠速转速由过去的 $300\sim 400\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 普遍提高到 $750\sim 850\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,同时采用较稀的怠速混合气调整和点火提前角推迟等措施,使 CO, HC 和 NO 排出量降低较多;但导致汽油机断电后炽热点火的倾向大为增加,炽热点火这种不规则燃烧使排气中的 HC 大幅度增加。为此,现代化油器上广泛配置了电磁式怠速燃料截断阀,保证断电后电磁阀立即切断怠速油路,避免炽热点火燃烧。为提高怠速工况下燃油雾化和蒸发质量,以减少不完全燃烧造成的污染,国外化油器上广泛采用进气管 PTC 式加热器。以上 2 项措施由于结构简单,效果又好,我国迅速采用不会存在技术困难。

负荷工况。国外在这方面主要的工作是改进化油器的流量特性和提高流量控制精度。2E3 化油器上采用了真空式部分负荷加浓器和全负荷加浓装置,实质上属于真空式省油器,在保证动力性的前提下均有利于经济性和排放控制。真空式部分负荷加浓器突破了传统省油器的定真空度定量供油模式而成为定真空度起点-变供油量模式,使加浓范围加宽,过渡圆滑,改善了流量特性并提高了流量控制精度。全负荷加浓装置即副腔配置省油器,是双腔分动化油器的新发展,对于改善副腔参与工作后的经济性和减少排放污染具有积极意义。

双腔分动机构。分动机构的运动学特性对化油器中负荷、大负荷和全负荷工况的流量特性有较大影响,是双腔分动化油器设计的重要内容。其结构近些年来变化较大,由机械式或机械阀门式向真空膜片弹簧式发展。为了提高化油器的流量控制精度,其副腔节气门开启规律由真空膜片弹簧控制改为控制精度更高的真空凸轮控制机构。分析其工作原理可知,该机构设计的核心是主、副腔凸轮工作段外廓型线,它直接控制主、副腔节气门开启规律。根据分动机构的功用和工作特性,凸轮工作段外廓型线的主要设计方法如下。

1) 由实验确定最佳切入角和主、副腔节气门最佳开启匹配规律,以此作为设计基础。

2) 确定约束条件:

① 主腔凸轮应绕其中心独立自由旋转,以保证主腔工作的独立性;

② 主腔凸轮工作段应含锁止段和控制段,锁止段包角应为最佳切入角,且与副腔工作段呈面接触,以锁止副腔节气门;

- ③锁止段终点凸轮副应呈线接触,以保证在膜片力作用下开启副腔节气门;
 - ④控制段凸轮副呈线接触,并按最佳开启匹配规律开启节气门;
 - ⑤主、副腔节气门应同时达到全开,在其联合工作段,应保证同步关小,满足控制要求。
- 按此约束条件采用图解法即可确定主、副腔凸轮的外廓型线。

4 结束语

1)强制性的排放法规,要求以排气净化为化油器设计的主导思想,高精度、高标准控制是现代化油器设计的总趋势。

2)为实现化油器的高精度、高标准控制,化油器控制机构的机电一体化实用阶段已经到来,大量地、及时地把性能价格比高的电子元件引入到传统的机械机构为主体的化油器设计中来,是技术发展的要求。

3)采用运动规律控制精度高的机构机构取代现有不适应的机构,是实现最佳空燃比控制的必然结果,因此,动态控制机构最佳运动学规律的研究已提到日程上来,建立它们的数学模型或实验特性曲线,用相应机构逼近它,是现代化油器的设计方向。

参 考 文 献

- 1 蚁美灿. 化油器与排气净化. 汽车技术, 1988(5): 41~43
- 2 陈康仪. 汽车化油器原理. 北京: 人民交通出版社, 1986. 136~140
- 3 陈 敏. 德国 2E3 型汽车化油器的附加机构及电气控制系统简介. 汽车技术, 1993(5): 1~8
- 4 鱼住顺芷. 汽车化油器的结构和特性. 北京: 人民交通出版社, 1987. 123~124
- 5 蚁美灿. 化油器与汽车排放. 汽车化油器, 1994(3): 14~15