

德国 Carbo-jet 汽油气化装置分析探讨

潘维楚

(无锡纺织机械研究所)

【摘要】 本文对 Carbo-jet 汽油气化装置功能的一个主要方面,即当空气量变化时,汽油量能随之而变,但空燃比却保持不变的机理作了详细分析,并探讨了孔板旋转曲面的特性方程。

一、引言

烧毛机上的汽油气化装置,其主要功能是使火口能够获得理想的点火率、稳定而又充分的燃烧,并在整个汽油气化系统内避免“结焦”的现象。合理选择汽油气化方式,优化设定空气与燃油的混合比且保持不变是火口理想点火率、稳定而又充分地燃烧的首要条件。“结焦”现象是由于汽油中含有微量的残留成

分和胶质,当汽油接触高温物体时就分解出来,这些残渣聚集成硬而不可溶的物质,粘附在物体表面。结焦不但影响设备的使用性能,缩短设备的使用寿命,并给维修保养带来很大麻烦。

本文就上述问题,调查了国内现有的比较典型的三种汽油气化装置的使用情况(见表)。

对比三者情况,以 Kleinewefers Carbo-jet 装置为最理想。该装置汽油气化技术先进,

表 三种汽油气化装置性能比较

气化装置代号	TM2A	BZ3	Carbo-jet
烧毛机型号	LMH-003	Osthoff-U 80	Kleinewefers
所在厂	1. 常州东方印染厂 上印机70年代产品 2. 常州东风印染厂 泰州纺机1989年产品	1. 青岛第四印染厂 西德产品,1981年引进 2. 常州印染试验中心 (烧毛机LMH-003) 昌邑纺机1987年产品	1. 上海大华纺织装饰用品厂 西德产品,1985年引进 2. 宜兴兴业纺织印染公司 西德产品,1988年引进
机幅(cm)	180	200, 180	320, 160
汽油气化方式	单独气化室。饱和水蒸汽加热器气化汽油和预热空气到80℃。在气化室内混合。	单独气化室。电加热器气化汽油,空气不经预热,在管道内与汽油气混合。	无单独气化室。电加热器预热空气到150℃,在三通管内与汽油混合并气化汽油。
空燃比控制方式	油、气分别人工调节,有液滴回用,且用二次空气,难以精确控制。	油、气分别人工调节,有液滴回用,难以精确控制。	用调节装置把油、气联系起来,空燃比能精确控制,当需改变火焰强度时,只要调节风量,油量即随之而变,且空燃比保持不变。便于自控。
结焦现象	气化室有结焦现象	气化室有结焦现象	无结焦现象

能精确控制空燃比，能在改变风量时，油量亦随之而变，且空燃比保持不变。

二、Carbo-jet汽油气化装置简介

现以上海大华纺织装饰用品厂1985年引进西德的 Kleinewefers Carbo-jet 汽油气化装置为例作分析说明，其装置框图如图 1 所示。

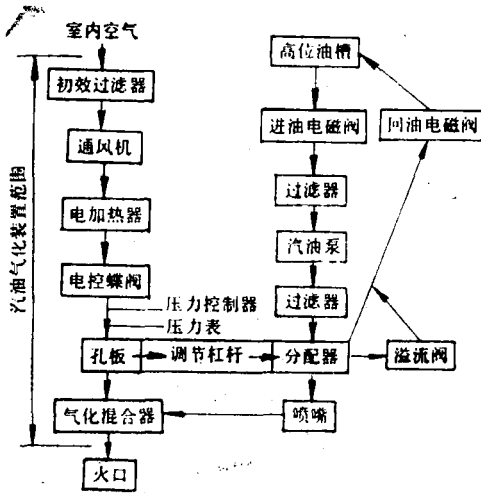


图 1 Carbo-jet 汽油气化装置框图

烧毛机特征：机幅 320cm，两火口，配用两套燃油系统，两只调节装置，八喷嘴。

由图 1 可以看出，调节装置是汽油气化系统中的关键部件，它的功能是把燃油和空气两者联系起来，能够精确控制空燃比，并且在使用要求改变火焰强度时，只需调节空气量，燃油量会自动随之而变，且空燃比保持不变。

三、调节装置分析

1. 样机的调节装置(西德 BOSCH 公司的产品见图 2)

由图 2 可见，调节装置由孔板、汽油分配器和调节杠杆三部份组成。汽油分配器的阀套固定，阀杆可上下移动，藉阀杆本身重量和溢流阀背压产生的顶力，将阀杆端部始终紧贴在杠杆的滚柱上，阀杆的运动由杠杆支配，其有效行程为 0~5mm。孔板孔为一旋转曲面，板为一直径等于 80mm 的圆盘，联接于杠杆的

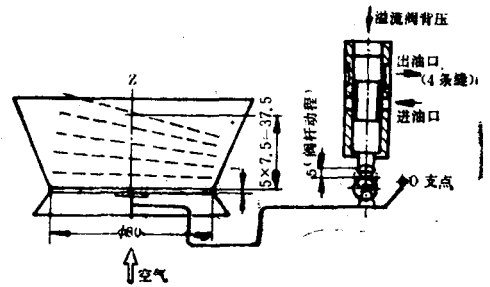


图 2 Carbo-jet 汽油气化装置示意图

端部，正常使用时，板受风压推动向上运动，但又受杠杆制约，只能绕杠杆支点 O 向上转动一定角度，并且风压在板上产生的推力要克服阀杆重量、溢流阀背压在阀杆上产生的顶力、杠杆的不平衡重量等才能向上运动起调节作用。

2. 调节机理

由以上说明，可以定出调节装置的设计必须遵循的几条原则：

- (1) 在调节过程中空燃比要求保持不变。
- (2) 当汽油分配器的进油压力设定后，其出油量仅和阀杆行程成正比。

(3) 为保持空燃比不变，并且还需保持孔板在各相应位置上具有一定风压，就必需用该相应位置的孔板通风截面积即孔板的环隙面积来控制。

3. 孔板旋转曲面的特性方程

由以上分析，问题归结于求解满足空燃比保持不变的孔板旋转曲面的特性方程。

(1) 求解旋转曲面的特性方程

根据要求和机构条件可以建立以下三个方程式：

$$Q_{\text{气}} = RQ_{\text{油}} \quad (1)$$

$$Q_{\text{气}} = v_{\text{气}} \times F \times \gamma_{\text{气}} \times 10^{-6} \quad (2)$$

$$Q_{\text{油}} = v_{\text{油}} \times 4bs \times \gamma_{\text{油}} \times 10^{-6} \quad (3)$$

将式(2)(3)代入(1)得

$$v_{\text{气}} F \gamma_{\text{气}} \times 10^{-6} = R v_{\text{油}} \cdot 4bsr_{\text{油}} \times 10^{-6}$$

$$F = 4bRv_{\text{油}}r_{\text{油}}/v_{\text{气}}\gamma_{\text{气}} \cdot S \quad (4)$$

令 $K = 4bRv_{\text{油}}r_{\text{油}}/v_{\text{气}}\gamma_{\text{气}}$ 则 $F = KS \quad (5)$

式中： $Q_{\text{气}}$ 为一只调节装置所通过的空气量(kg/s)； $Q_{\text{油}}$ 为一只调节装置所通过的汽油量(kg/s)； R 为空燃比(重量之比)； $v_{\text{气}}$ 为孔板的空气流速(m/s)； F 为在各相应位置上孔板环隙面积(mm²)； $\gamma_{\text{气}}$ 为空气重度(kg/m³)； $\gamma_{\text{油}}$ 为汽油重度(kg/m³)； $v_{\text{油}}$ 为阀套缝隙处的汽油流速(m/s)； b 为阀套缝隙宽度(mm)； s 为阀杆行程(mm)； D 为在各相应位置上孔板孔的直径(mm)。

由式(4)可知： $r_{\text{油}}$ 、 $r_{\text{气}}$ 为在温度设定后都是常数； R 为经优化选定，亦是常数； b 为机构设计时选定，亦是常数； $v_{\text{油}}$ 、 $v_{\text{气}}$ 为按流体力学柏努利方程可知，分别由该截面前后压力差所决定，当系统设计选定上述参数之后，亦可视为常数；由此， K 即为一常数。

由式(5)可知，气路上孔板环隙面积与油路上阀杆行程成正比。

根据孔板结构，可得以下方程：

$$F = \pi(D^2 - 80^2)/4, \quad D^2 = (4F/\pi) + 80^2$$

$$\text{将式(5)代入得：} \quad D^2 = (4KS/\pi) + 80^2 \quad (6)$$

式(6)为一抛物线方程。

由此得出，此旋转曲面是由抛物线 $D^2 = 4KS/\pi + 80^2$ 绕 Z 轴回转生成。

(2) 上海大华厂样机的特性方程

由式(6)可知，由于 K 值所包含的各项参数的不同选择，就会导出多个特性方程式。现以大华厂样机为例，试求其特性方程式。

工艺参数选择如下：

$r_{\text{油}}$ 取 730(kg/m³)； $r_{\text{气}}$ 设空气温度 150℃ 时，取 0.805(kg/m³)； R 取 12.5； b 取 0.1(mm)； $v_{\text{油}}$ 取 16(m/s)($\Delta p_{\text{油}} = 0.0931\text{MPa}$)
 $v_{\text{气}}$ 取 76.4m/s($\Delta p_{\text{气}} = 2350\text{Pa}$)。

参数代入式(4)得：

$$K = 949.5(\text{mm})$$

将 K 值代入式(6)得：

$$D^2 = (4/\pi) \times 949.5S + 80^2 = 1209S + 80^2$$

由方程作图 3 如下。

图 3 所示曲线与样机孔板轮廓基本符合。

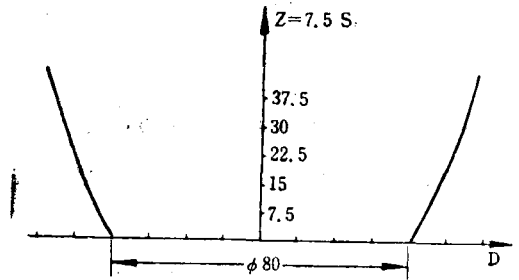


图 3 大华样机孔板特性曲线

四、两点说明

1. 由图 2 可以看出，孔板圆盘的运动轨迹不是垂直上升，而是绕支点 O 作回转运动，因而孔板环隙面积不是在一个平面内，这与前面分析有一定误差；根据工艺计算，正常使用时，阀杆行程约为 1mm 左右，这样虽可减少误差，但油路较易堵塞而影响使用。宜兴的设备油路曾经堵塞，后经拆卸清理后恢复使用。

2. 按样机调节装置的结构，汽油进入分配器后分成三路；其一，经阀套缝隙喷出，进喷嘴供燃烧；其二，经一直径为 0.4mm 的阻尼孔后到溢流阀，当油压超过溢流阀设定压力时汽油流回油槽，而溢流阀背压作用于阀杆端部；其三，经一限压装置，据测量后计算，约需 0.8MPa 油压，装置才会开启，以让汽油流回油槽。系统所配汽油泵的额定输出为 0.5MPa、110l/min。由此可知，在正常使用时，① 限压装置是不可能开启的；② 只有很少量的汽油通过阻尼孔到溢流阀；③ 进入喷嘴供燃烧的汽油量取决于油泵压力。该汽油泵始终处在高压状态下运行，如此运行的结果，将使油泵寿命缩短，溢流阀对于汽油量的调节不够灵敏。据上海、宜兴两厂反映，机上原配汽油泵已全部损坏都已换过，溢流阀起不到调节作用。

参考资料

- [1] Kleinewefers Carbo-jet 汽油气化装置使用说明书。
- [2] 《机械工程手册》第 2、13 卷。
- [3] 纺织工业部新技术办公室编，《进口印染设备性能检验材料》，1983 年 9 月。