

乳化柴油声速、粘度及表面张力的测量

马玉龙 林仲茂 房福全 查济璇

(中国科学院声学研究所)

一、前言

随着工业、农业和交通运输事业的发展,能源消耗与日俱增,燃油消耗增长尤为突出。能源的巨大消耗,使得环境污染日趋严重。鉴于能源的短缺及环境保护的要求,寻找节约燃油,减少燃油燃烧造成环境污染的途径,引起人们的重视。

国内在六十年代初曾做过节油方面的研究工作,取得了一些结果。最近几年又有不少单位做了大量实用方面的研究,得到了一些结果。

在众多节油措施中,燃油掺水乳化燃烧是一种较有意义的节省燃油、降低环境污染的方法。在这方面的研究工作,主要是用声学方法来进行的。采用超声乳化法来制取乳化油,而乳化油的某些声学性能自然会影晌它的使用效果。就我们所知,目前燃油掺水乳化燃烧的研究工作,主要在于乳化油的制取过程和燃烧效果的观测。而对乳化油性能包括其声学性能在内的测量、研究以及乳化质量对燃烧的影响工作等做得很少。为此,本文对乳化油的声速等一部分物理参量做了测量。从所得的结果看,各参量受乳化液中掺水量变化的影响情况不完全相同,而在某些情况下甚至还有较复杂的变化规律。

乳化油除适用于渣油、重油燃烧之外,对于烧柴油或汽油的一些特定机型的

发动机也适用。如,6130Q型柴油机,采用掺水乳化油后,可以节省柴油约8%,烟度和氮氧化物(NO_x)下降近50%,致癌物Bap下降约80%〔1〕。

二、乳化和乳化柴油

乳化就是将两种或两种以上互不相溶的液体,制成乳状液。这种乳状液是一种多相体系,其中有一种液体是以极细的液珠形均匀地分散于另一种和它不相混合的液体之中。

乳状液的用途很广,要求各异,其成分和性质差别也很大。就油和水乳状液来说,可以要求它有不同的油、水比例;或要求内相液珠直径有一定的大小范围;可要求形成油包水型(W/O)结构或要求形成水包油型(O/W)结构。此外,还可以对乳化液的稳定性、粘度、表面张力、电阻率、散光性能等物理参数提出要求。一般来说,总是依乳化液应用的不同目的,选取足以表征其特定性能的某些参数来做为该乳状液的特征量〔2〕。

乳化柴油是做为柴油的一个代用品来使用的,目的是希望使用乳化油后,能节约柴油,减少排气污染。为了更好地发挥乳化柴油的优点,进一步扩大其使用范围,必须要深入了解乳化柴油的性质,给出表征其性质的一些物理化学参数。

三、乳化柴油的制备

乳化液的性质，除与乳状液的成分有关外，还与乳化工艺有直接关系。为了制备比较稳定的乳化柴油，我们对十二种不同的乳化剂进行了筛选实验，选定了一种为亲油的和一种为亲水的两种乳化剂。并且就使用这两种乳化剂试验了一套完整的乳化工艺^[3]。按制定的乳化工艺使用0#柴油可以制得比较稳定的乳化柴油。

乳化柴油的稳定性，采用静止放置、观察其分层、破乳时间来衡量。为了便于对不同样品稳定性进行比较，以不同分界面所占总体积的百分数来表示。

实验结果表明：对于用0#柴油所制得的含水10%，15%，20%三种乳化油，破乳时间均不少于一个月。

四、乳化柴油几个物理参数的测量

这里所指的乳化柴油是做为柴油机的燃料油来使用的，因此，插述乳化油的参数，应选取与流体力学、流体雾化有关的物理参数，又由于我们是使用压电超声乳化器进行处理来得到乳化柴油，这时乳化油就是超声换能器的负载，所以乳化油的声速也是一个重要参量。

1. 测量仪器设备

自制液体声速仪；
NOJ—1旋转粘度计；
BZY—180表面张力仪；
医用注射器；
水银温度计。

2. 测量步骤

为了测量乳化油的参数随不同含水量的变化关系，制取乳化油时，采用了如下配方及步骤：

第一步，配制水溶液Ⅰ。取乳化剂“0”与水混合均匀，制得一水溶液，其重量比是

$$\text{乳化剂“0”/水} = 0.0005$$

第二步，配制油溶液Ⅱ。取乳化剂“S”与0#柴油混合均匀，制得一油溶液，其重量比是

$$\text{乳化剂“S”/0#柴油} = 0.0045$$

第三步，取油溶液Ⅱ10毫升，再依次取水溶液Ⅰ，以0.5毫升、1.0毫升、1.5毫升……。分别加入油溶液Ⅱ内。

第四步，对第三步所得液体经超声处理而得乳化油。

第五步，对乳化油进行参数测量。

3. 乳化油的参数测量

1) 声速 用文献^[4]的方法，对乳化油的声速进行了测量。测量结果列于表1内。

测量结果表明，声速随乳化油中含水的比例 V_I/V_{II} 的增大而增加，且变化速率随 V_I/V_{II} 值的不同而不同，见图1。

V_I/V_{II} 从0.5/10.0到10.0/10.0之间分三段，第一段和第三段呈线性变化（尽管两段的斜率不同），而第二段则有起伏而且变化还较大。

对乳化油的实验表明，第一段（含水比较少的一段）的乳化油，是典型的油包水型（W/O）结构。第三段（含水较多的一段）的乳化油是典型的水包油型（O/W）结构。第二段（中间的一段）的乳化油，结构比较复杂，它是W/O及

表 1 不同水、油比例的乳化油的声速、粘度及表面张力

| $V_1/V_2(\times 10^{-1})$ | 粘度值 (厘泊) | 表面张力 (达因/厘米) | 声 速 (米/秒) | |
|---------------------------|-------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | 20℃ | 30℃ |
| 0.5 | 4.12 | 40 | | |
| 1 | 4.76 | 39.8 | 1383.6 | 1367.4 |
| 1.5 | 7.53 | 39.3 | 1384.1 | |
| 2 | 9.1 | 39.2 | 1385.2 | 1369.2 |
| 2.5 | 10.49 | 39.2 | 1388.1 | |
| 3 | 11.16 | 38.9 | 1389.1 | 1374.2 |
| 3.5 | 13.12 | 38.6 | 1396.2 | 1376.6 |
| 4 | 13.95 | 39 | 1399.1 | 1380.2 |
| 4.5 | 14.8 | 38.9 | 1397.8 | 1382 |
| 5 | 15.57 | 39.6 | 1400.2 | 1383.6 |
| 5.5 | 17.79 | 38.2 | 1398.6 | 1389.4 |
| 6 | 18.53 | 38.3 | 1403.4 | 1390.4 |
| 6.5 | 20.12 | 38.8 | 1404.6 | 1389.4 |
| 7 | 23.76 | 38.8 | 1406.1 | 1395.4 |
| 7.5 | 25.63 | 38.7 | 1407.2 | 1390.8 |
| 8 | 28.62 | 38.7 | 1407.9 | 1399.2 |
| 8.5 | 28.86 | 38.6 | 1409.2 | 1402.6 |
| 9 | 36.45 | 38.9 | 1410.1 | 1402.6 |
| 9.5 | 37.49 | 38.8 | 1412.6 | 1405.1 |
| 10 | 45.32 | 38.9 | 1412.6 | 1407.6 |

说明：表内 V_1 表示：水溶液I的体积

30℃时：

V_2 表示：油溶液II的体积

0* 柴油的声速为1366.1米/秒

V_1/V_2 表示水溶液与油溶液的相对体积

水的声速为1510.2米/秒

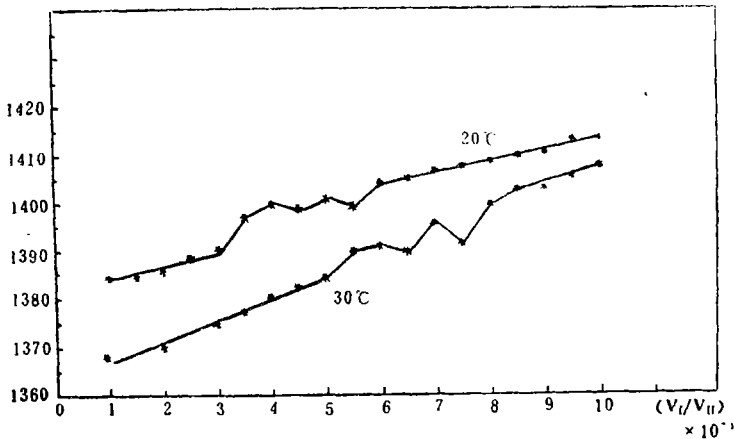


图1 乳化油的声速与相对体积的关系

O/W的变型段。

温度在20℃~30℃间形成W/O型乳

从图1还可以看出,在该含水范围内,声速值随温度的升高而降低。

化油的区域 V_I/V_{II} 是随温度的升高而加大,即温度高时形成W/O型的上限可以

比温度低时的上限大,也就是要形成W/O型的乳化油,并且若希望在油内掺入的水尽可能多,那么应该在温度较高的条件下乳化。

2) 粘度 流体的粘度是表征流体流动阻力的主要参数,它直接影响到流体的流动性能,可以为乳化油在使用中发生的一些现象提供分析数据。从实用的观点看,乳化油的粘度直接与供油情况有关,要能在发动机上使用乳化油,其粘度一定

要有一个适当的范围。否则,采用乳化油可能是不经济的,甚至是有困难的。例如,当粘度非常大时,流动阻力将很大,这样情况下供油就一定会增大输送油所需的能量消耗,甚至大到因乳化油流动阻力过大而不便于使用。

为了求得乳化油粘度随含水量不同的变化规律,我们用不同含水量的乳化油进行了粘度测量,测量结果如表1及图2所示。

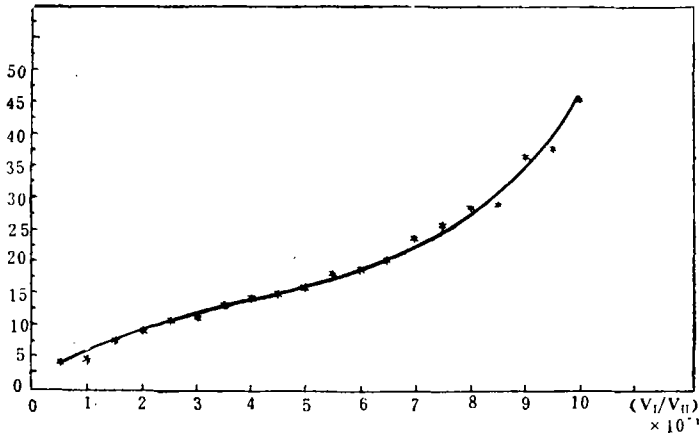


图2 乳化油粘度与相对体积的关系

由图2可以看出,水、油体积比 V_I/V_{II} 在0~1.0之间时,乳化油的粘度是随 V_I/V_{II} 增加而加大的。具体讲,在 V_I/V_{II} 不同区间,乳化油粘度变化分两段, V_I/V_{II} 在0~0.5之间,呈线性变化; V_I/V_{II} 在0.5~1.0之间,乳化油的粘度随 V_I/V_{II} 增大而呈非线性急剧增加。因此,要乳化油粘度不增加过快,乳化油的含水量应在 $V_I/V_{II} = 0.5$ 以下。

3) 表面张力: 表面张力和粘度一样,是表征乳化油的重要参数之一,结合流体力学理论,它们将有助于乳化油流动、雾化的分析,并提供有关乳化油的结构、稳定性的线索。测量结果见表1。

从表1可以看出,乳化油的表面张力,当 V_I/V_{II} 在0.05~1.0的范围内变化不大。

在本文所进行的实验工作中,所采用的一部分乳化剂是由中国科学院上海有机化学研究所提供的;北京矿业学院选矿实验室在测量工作上曾给予大力支持,特致谢意。

参 考 文 献

〔1〕“压电超声乳化掺水柴油对发动机节油和降污的研究与应用”——全国应用声学学术会议论文集 1984, 11

〔2〕《乳化液理论与实践》——北京大学化学系胶体化学教研室译, 1978

〔3〕中国科学院声学所: 鉴定材料附件2——“柴

噪声源声功率测定中的声场条件和有关的误差讨论

孙 广 荣

(南京大学声学研究所)

一、引 言

对机器设备的噪声评价,越来越趋向于采用“声功率”这个物理量。国际、国内已经或正在制订一系列机器声功率测定的标准。这些标准除了按测量的不确定度分为精密级、工程级、简易级外,还根据不同的实验(室)条件(如混响室、消声室或半消声室、一般的大房间、室外等)分别制订了相应的测试方法。

从原理上说,声场条件主要分为自由声场(包括半自由声场)和混响声场两大类;不同精密级别的测量,首先是在声场条件上,与理想的自由声场或扩散声场(理想的无规声场,在此范围内各点声能密度均匀,到达某点的能流来自各方向的贡献机会均等,彼此在位相上无规)相比,分别允许有不同大小的声场误差,然后同时给定相应精度的测试仪器以及相应的测试方法。因此,正确把握声场条件,是达到有关声功率测试标准所规定的不确定度的首要问题。

二、室内稳态声场

首先我们以一般的房间(假定是封闭的)为例,观察室内声场分布的特点。设室内声源稳定地辐射声波,声功率级为 L_w ,则在室内离声源(中心) r 处的声压级 L_p 为^[1]:

$$L_p = L_w + 10 \lg \left(\frac{Q_\theta}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) \quad (1)$$

式中 Q_θ 是声源辐射在 θ 方向(包括水平方位和垂直方位)上的指向性因数, R 是房间常数, $R = S \bar{\alpha} / (1 - \bar{\alpha})$, S 是室内表面积, $\bar{\alpha}$ 是诸表面的平均吸声系数。

(1)式表明,室内某点的声压级,除与声源的声功率级有关外,还与测点与声源的距离以及方位有关。这一性质既说明了如用测量某点或某几点的声压级的方法,不能恰当地衡量声源所辐射的噪声水平;又说明了若不注意声场条件,随意地测量某些点的声压级来计算声功率级,也将得不到正确的结果。

(1)式第二项对数函数中的包含两部

油掺水乳化工艺及乳化油的性质”1983.3

[4] 查济璇、郎董琪;

“交叉触发脉冲回波重迭法及其液体声速仪”——
《应用声学》(1984) No.3