

对装车润滑油含泡沫时的 的计量方法的探讨

段多寿 张德宗

(兰州石油采购供应站)

随着石油炼制工业的发展和现代化生产的要求,石油及石油产品(下称油品)的输转、运输、供应和储存等、储运业务的收、发、存等计量工作中均采用体积重量法,但由于油品中所含的泡沫,给计量工作的准确性带来一定的影响。现对装车润滑油含泡沫时的计量方法,提出一些粗浅看法和初步探讨。

一、泡沫生成的原因

油品除有流动、蒸发、浮游等性质外又有强烈地易燃、易爆、易挥发等特性。油品在运动过程中要吸收或释放出部分气体来,这些气体分子由于油品和气体的粘度作用,在一定情况和条件下,形成油品和气体的混合物,不但以泡沫的形式覆盖在液体表面,同时又附着或混合到油品内。因此,从油品准确计量的角度来说,作为一项课题进行研究是有必要的。

通过计量测试和分析,产生泡沫的因素有内因和外因两种,但是从测试情况来看,在装车中使油品产生泡沫的主要因素是外界作用。油品在输转作业中,往往要承受外部压力,由于与大气接触,因而使一部分空气进入油品,使已有的泡沫覆盖层的液面又产生新的泡沫。

以润滑油为例,分析泡沫的产生、消失和相应的计量方法。

兰州炼油厂生产的润滑油油品,从厂方成品油储存罐到装罐车作业完毕,要经过:

- 1.从储存罐到泵房,液体油品在管道内运动,将管道中的部分气体带入液流,由于液流不断地运动,使混粘在液体中的部分气体,均匀的分布在运动液的分子中,形成第一次的油气混合。

- 2.在泵的冲压作用下,使液流又一次成为压缩液。在泵出口处,具有反冲作用的液体,其分子作反压缩运动,使部分气体分子乘势填补了空隙,空气和油进行了再次的混合。

- 3.从兰州炼油厂的输油管道来看,长度均在140m以上,泵的压力在25kgf/cm²,流量为50m³/h以上,流速为0.7~0.8m/s。尽管油品管道的出口端接近罐车底部或在液面以下,但出口端有垂直射程5m的液流冲向罐壁,由于冲撞和液流翻滚,使部分空气又被带入润滑油品中,形成第三次分子混合运动。

上述的情况,可称为气液分子的混合运动,当这些环节结束后,随着液体分子运动程度

的减缓,使被混入的气体又被逐渐地析释出来,其析释速度的快慢,取决于液体的浓度和粘度的大小。

二、泡沫对计量工作的影响

装车润滑油中,由于气体的混入,使油品体积无形中增大,同时,这部分气体又随着液体温度的变化而发生变化。轻质油料的粘度小于空气粘度,所以被混入的空气在很短时间内即可排出,但在润滑油中这些被混入的空气分子,在2~3小时之内是难以析释完的,润滑油品也不容易恢复到纯净状态。这里就泡沫对油品准确的计量工作造成的影响,作如下分析。

油品的计量方法,当前在世界上主要有容积法、衡量法、体积重量法。我国现行的油品计量方法,就是体积重量法,其公式表示为:

$$m = \rho \cdot V \quad (1)$$

即 $m = \rho_1 \cdot V_1 \quad (2)$

式中 m —— 油品重量, kg;

ρ —— 油品液体密度, g/cm³;

V —— 油品液体体积, dm³;

t —— 油品液体温度, °C

为使体积和单位体积的密度值都在同一个温度条件下进行,则采用20°C为标准温度。

所以 $m = \rho_{20} \cdot V_{20} \quad (3)$

或 $m = K \cdot V_1 \cdot \rho_2 \quad (4)$

通过公式,不难看出密度、体积和温度是油品计量的三个要素。在计算油品重量时,由于油品的膨胀系数 K 和空气对油品的浮力,因此在计称中,还得减去空气浮力修正值0.0011。然而,泡沫混合在油品中,加大了油品的体积,这就影响了计量工作的准确度,给计量工作或油品交接,带来很多困难,诸如罐车因稳油时间过长而发生争执、计量换算中,把泡沫所占的体积按油品的体积计入重量之内,造成一定的虚假量……。为了比较准确的计算出油品的实际重量,应在 V_1 中除去泡沫所占的体积 $V_{\text{泡}}$,才能得到油品的纯体积。也可以从密度中扣除修正值 $\Delta\rho$ 。需要测出真实的密度值——也就是 ρ_2 。计重密度来,这样才能使计算出的油品重量比较准确。

三、含泡沫油品的计量方法及其效果

由于输转运动,因而使油品中掺有大量泡沫,所含泡沫的饱和程度,曾引起过人们对它的重视,可总是由于实验手段的不足,在一段时间里毫无对策。1980年兰州石油站在油品发货中,超耗现象严重,在现场经调查研究后认为:

1. 油品一经装车,铁路承运方立等挂车排队,在没有足够稳油时间的情况下,铁路承运方的计量中没有扣除泡沫的影响,因而使油高的计量数据误差甚大。于是采取厂、销双方协商,从计量高度中人为地减去一个双方都认可的泡沫厚度。但由于罐车的规格各异,想在油高上找出一个合理的修正值是不可能的。因此,一些单位施行的倒扣油高的做法是不科学

的。

2.以兰州炼油厂出厂合格证上标注的标准密度来进行油品计重计算是否合适呢?经过实地测试,油品温度越高于20℃,实测计算出的 ρ_{20} 值就越小于出厂合格证的标准。分析其原因,是在油品装车过程中,混进空气形成泡沫所致。因此,得出的结论是否定的。

在这次试测中,从掌握的测试数据来看,油品中的泡沫是客观存在,那末润滑油在装车后,其真空中密度的准确值并不等于出厂合格证上的标准密度值减去空气浮力值,还应该考虑泡沫的问题。

在GB 1884~1885-80 规程中规定,石油产品的计算方法是:

$$m = V_{20} \cdot (\rho_{20} - 0.0011)$$

这样得出的重量,使用于轻质油料及绝对纯净的油品,还是比较准确的,但对于含有大量泡沫的润滑油来说就不太适宜,也不准确。空气重率是1.293kg/m³,当油品中 $V_{\text{泡}}$ 含 x_l 时,那末应当在该油品中减去相应的泡沫量 x_l ,得出的重量才接近于真实值。

从测试数据推算,润滑油装车半小时后进行计量,连续十一次,计算出平均泡沫值 $\Delta\rho$ 为0.0016(见表3),根据上述因素和概念,在油品计算重量时应按下式进行

$$m = V_{20} \cdot (\rho_{20} - 0.0011 - \Delta\rho)$$

根据实际测试资料的分析推导,式中泡沫的修正常数 $\Delta\rho$ 为0.0016。

四、罐车装毕即量与停放 三至四小时后测量情况的比较

装车后,泡沫消失的时间问题,我们分别采取了油品装车后即刻测量和停放3~4小时后再复测一次的做法。

油品装妥后即刻(在15~20分钟以内)进行计量的罐车,泡沫比较显著的有5辆,由于计量工作是在油品中大部分泡沫还未来得及消失时操作的,所以油高的变化比较显著(见表1),从表1可以看出泡沫消失厚度,最低在10mm,最高22mm,由此反映出在前15~20分钟时,油品中泡沫消失比较快,十一次测高数据中,相邻两次的高差为3~5mm,而到末尾两次的高差均小于3mm,其变化很慢。从测出密度来看,由于泡沫的急剧消失,密度也随着有明显的变化。这充分反映出在装车后的半小时内,油品中所含泡沫数量的变化是较剧烈的,因此测量计算出的泡沫值偏高,故在分析中将其数据舍掉了。

装罐车润滑油停泵卸量分析表

表 1

车 号	油 品 名 称	出厂 ρ_{20} (g/cm ³)	实测数据换算的 ρ_{20} (g/cm ³)				泡沫值	按出厂 ρ_{20} 计重 (kg)	按第11次 ρ_{20} 计重(kg)	首次 高差 (mm)
			第1次	误差	第11次	误差				
870753	14号柴油机油	0.8900	0.8756	0.0144	0.8830	0.0070	0.0121	51619	50919	20
597505	14号柴油机油	0.8900	0.8800	0.0100	0.8853	0.0047	0.0083	44603	44189	16
870752	14号柴油机油	0.8908	0.8835	0.0073	0.8876	0.0032	0.0063	50491	50135	10
859898	15号汽油机油	0.8885	0.8803	0.0082	0.8862	0.0023	0.0063	50525	50167	13
596314	14号柴油机油	0.8907	0.8759	0.0148	0.8860	0.0047	0.0104	43803	43294	22

注:每次的误差值是 $\rho_{20} - \rho_{20}'$ 的结果。

从实测和分析得出,凡是润滑油品,装车后不得急于计量,最少要停留20分钟,待浮动泡沫基本消失后计量为宜。

关于油品装车后停放3~4小时再行计量的七辆罐车中,其情况如下:

- 1.首次及末次油高测量(共测十一次)的差值最高仅为2mm;
- 2.油温基本稳定,首次及末次测量(共测十一次)仅差0.5℃;
- 3.密度值首次至末次测量(共测十一次)与出厂 ρ_{20} 比较,其差值都很接近,平均在0.0005之内;

4.比较用出厂油品 ρ_{20} 的计重与第十一次(末次)实测数据计重,结果发现七辆车的差值平均在11kg之内,最高39kg。

由此说明润滑油装车作业完毕3~4小时后,泡沫基本消失,所以在这种情况下用实测数据进行计重计算时,应不考虑泡沫值(测试分析见表2)。

装罐车润滑油停放3~4小时后计量分析表

表 2

车号	出厂 ρ_{20} (g/cm ³)	实测数据换算的 ρ_{20} (g/cm ³)				收油单位 ρ_{20}' (g/cm ³)		泡沫值	按出厂 ρ_{20}	按第11次 ρ_{20}'	首末次高差 (mm)
		第1次	误差	第11次	误差	测量	误差		计重重量 (kg)	计重重量 (kg)	
870711	0.8918	0.8922	-0.0004	0.8914	0.0004	0.8866	0.0052	0.0006	50731	50701	0
581324	0.8902	0.8905	-0.0003	0.8903	-0.0001	0.8907	-0.0005	0.0006	43106	43079	2
870859	0.8898	0.8900	-0.0002	0.8906	-0.0008	0.8860	0.0038	-0.0004	49782	49806	0
859760	0.8888	0.8894	-0.0006	0.8888		0.8889	-0.0001	0.0003	49624	49608	1
870800	0.8900	0.8897	0.0003	0.8893	0.0007	0.8942	-0.0042	-0.0003	50922	50883	1
582241		0.8909		0.8908		0.8896	0.0012	0.0003	44813	44803	0
594245		0.8908		0.8906				0.0002	45523	45509	1
859939	0.8900	0.8904	-0.0004	0.8903	-0.0003			0.0002	51380	51397	0

注: 1.870859号车因首次测量有问题,是取第二次测量来分析的;

2.582241号、594245号车系西固油库发出的罐装储存油,故未注出厂标准密度;

3.各次的误差值是 $\rho_{20} - \rho_{20}'$ 的结果。

五、收油单位利用 ρ_{20} 计重的问题

1.建议全国发油、收油单位统一用生产厂在油品静止状态下的标准密度值 ρ_{20} 来作为油品计重时的计算依据。

2.发货单位须及时向收货单位(随车或电报通知)提供真实的出厂标准密度值 ρ_{20} 。

3.若收油单位要复测密度值,如测得的 ρ_{20}' 与 ρ_{20} 的差值超过0.0010时,应与发货方取得联系,征得同意后方可卸车。因为规定的0.0010为最大允许差值,是经过了长期的运营和测算得出的。

以上问题应建议有关部门做出相应的规定、规则,以求油品含泡沫时计量方法的统一。

六、油品泡沫值的计算方法

国标GB1884~1885-80中规定, 油品计重公式

$$\text{为} \quad m = V_{20} \cdot (\rho_{20} - 0.0011) \quad (5)$$

式中 m —— 油品在空气中的重量, kg;

ρ_{20} —— 油品在20℃时的密度, g/cm³;

V_{20} —— 油品在20℃时的体积, dm³;

0.0011 —— 空气浮力值, g/cm³。

考虑了装车过程中, 空气混入形成泡沫, 则油品的体积应为:

$$V_{20}(\text{混}) = V_{20}(\text{纯}) + V_{20}(\text{泡}) \quad (6)$$

$$V_{20}(\text{纯}) = V_{20}(\text{混}) - V_{20}(\text{泡}) \quad (7)$$

式中 $V_{20}(\text{混})$ —— 油品空气混合液20℃时的体积;

$V_{20}(\text{纯})$ —— 纯油20℃时的体积;

$V_{20}(\text{泡})$ —— 20℃时油品中泡沫占的体积。

在计重运算中要排除泡沫对油品密度值变化的影响, 首先要肯定纯油在静止状态下的标准密度值(经过再三测试, 我们认为出厂 ρ_{20} 还是较准确和可靠的)再测量罐车的油高, 找出每次的体积, 最后根据首次和末次油高查得相应的体积, 其值相减即为消失的泡沫体积。

$$V_{20}(\text{泡}) = V_{20}(\text{首}) - V_{20}(\text{末}) \quad (8)$$

式中 $V_{20}(\text{泡})$ —— 油品中泡沫所占体积, dm³;

$V_{20}(\text{首})$ —— 首次量出的油品体积, dm³;

$V_{20}(\text{末})$ —— 末次量出的油品体积, dm³。

上式仅表示出较为明显的泡沫消失量。然而在实际工作中没有时间去等待, 所以必须推算出一个泡沫修正值, 才能适应较准确的油品计量工作。

在测试中, 我们认定第十一次计量的结果是较为理想的数据, 以首次测量的油高值查出的体积为基本体积。而采用末次的测量值作计重依据, 这是因为这样算出的是泡沫基本消失和油品基本静止时的重量。以此为准计算出来的泡沫修正值才有代表性,

$$\text{即} \quad \Delta\rho = \rho_{20}(\text{出厂}) - \frac{m(\text{末})}{V_{20}(\text{首})} - 0.0011 \quad (9)$$

式中 $\Delta\rho$ —— 泡沫修正值;

$m(\text{末})$ —— 第十一次计量的重量, kg;

$V(\text{首})$ —— 第一次计量的标准体积, dm³。

根据测试数据推算泡沫修正值(取其平均值) $\Delta\rho$ 为 0.0016, 测试数据及结果见表3、4、

5。

为便于出厂油品的计量交接手续, 其计重公式为:

$$m = V_{20} \cdot [\rho_{20}(\text{出厂}) - 0.0011 - 0.0016] \quad (10)$$

在油品计重中引进泡沫修正值的概念, 仅仅是个建议, 它必须经国家计量机关审定后才有可能推广到有关部门中去。

对于收油单位来说, 油罐车经过长途运输, 混合于油品中的空气泡沫已消失干净, 因而

在计量计算油品重量时, 不再考虑泡沫的问题。

14号柴油机油泡沫修正值计算数据表

表 3

车 号	ρ_{20} (出厂)	平均泡沫修正值 $\Delta\rho_{20}$	空气浮力值	计重密度 ρ_{20} (计)	首次测得 ρ_{20} (测)	首次 ρ_{20} 值与计重 ρ_{20} 差值
596109	0.8894	0.0012	0.0011	0.8871	0.8885	0.0003
593129	0.8886	0.0018	0.0011	0.8855	0.8890	0.0024
581789	0.8900	0.0020	0.0011	0.8869	0.8890	0.0010
870800	0.8900	-0.0003	0.0011	0.8892	0.8897	-0.0006
896298	0.8906	0.0018	0.0011	0.8877	0.8896	0.0008
859760	0.8888	0.0003	0.0011	0.8874	0.8895	0.0010
859782	0.8892	0.0014	0.0011	0.8867	0.8877	-0.0001
859620	0.8890	0.0032	0.0011	0.8847	0.8878	0.0020
870911	0.8918	0.0006	0.0011	0.8901	0.8922	0.0010
581253	0.8918	0.0022	0.0011	0.8885	0.8892	-0.0004
594093	0.8918	0.0009	0.0011	0.8898	0.8916	0.0007
597386	0.8895	0.0044	0.0011	0.8840	0.8851	0.0000
581386	0.8900	0.0012	0.0011	0.8877	0.8903	0.0015
	平均值	0.0016			平均值	0.0001

注: 1. 举例: 差值 = 0.8885 (首次 ρ_{20}) - 0.0011 - 0.8871 (计重 ρ_{20}) = 0.0003;

2. 单位为 g/cm^3 。

15号汽油机油泡沫修正值计算数据表

表 4

车 号	ρ_{20} (出厂)	泡沫修正值 $\Delta\rho_{20}$	空气浮力值	计重密度 ρ_{20} (计)	首次测得 ρ_{20} (测)	首次 ρ_{20} 值与计重 ρ_{20} 差值
596265	0.8872	0.0017	0.0011	0.8844	0.8845	-0.0012
859919	0.8900	0.0018	0.0011	0.8871	0.8887	0.0005
859992	0.8891	0.0013	0.0011	0.8867	0.8886	0.0025
859671	0.8900	0.0024	0.0011	0.8865	0.8881	0.0005
553345	0.8893	0.0018	0.0011	0.8864	0.8880	0.0005
581324	0.8902	0.0006	0.0011	0.8885	0.8905	0.0009
870830	0.8928	0.0029	0.0011	0.8888	0.8912	0.0013
586285	0.8898	0.0024	0.0011	0.8863	0.8882	0.0008
595838	0.8898	0.0030	0.0011	0.8857	0.8874	0.0006
595186	0.8896	0.0010	0.0011	0.8875	0.8907	0.0021
593116	0.8886	0.0010	0.0011	0.8865	0.8891	0.0015
859681	0.8891	0.0012	0.0011	0.8868	0.8880	0.0003
859643	0.8891	0.0014	0.0011	0.8866	0.8909	0.0032
585855	0.8891	0.0014	0.0011	0.8866	0.8880	0.0003
594905	0.8893	0.0017	0.0011	0.8865	0.8888	0.0012
	平均值	0.0017			平均值	0.0008

注: 单位为 g/cm^3 。

40号机械油泡沫修正值计算数据表

表 5

车 号	ρ_{20} (出厂)	沫修正值 $\Delta\rho_{20}$	空气浮力值	计重密度 ρ_{20} (计)	首次测得 ρ_{20} (测)	首次 ρ_{20} 值与计重 ρ_{20} 差值
859784	0.8801	0.0003	0.0011	0.8777	0.8778	-0.0006
859886	0.8806	0.0018	0.0011	0.8777	0.8798	-0.0010
537350	0.8794	0.0018	0.0011	0.8762	0.8759	0.0010
582021	0.8794	0.0021	0.0011	0.8774	0.8791	-0.0014
593025	0.8805	0.0009	0.0011	0.8782	0.8796	0.0006
592069	0.8804	0.0011	0.0011	0.8754	0.8755	0.0003
859865	0.8795	0.0039	0.0011	0.8781	0.8786	-0.0010
	平均值	0.0016			平均值	-0.0003

注: 单位为 g/cm^3 。