



在线测量原油密度计特性

王志学*

(大庆输油公司)

王志学:在线测量原油密度计特性,油气储运,1996(8)15,37~39。

摘要 在使用流量计结合在线密度计进行原油计量交接过程中,原油质量等于原油体积与密度及联合修正系数的乘积。对体积的测量采用流量计,而对密度的测量采用在线密度计。介绍了NMZ-10型振动式双管密度计的测量原理,其测量精度与被测介质及周围环境温度、液体压力、介质流量及粘度有关。根据双管密度计的特性,进行相应的系数修正,可使测量极限误差不大于 $\pm 0.001 \text{ g/cm}^3$ 。

关键词 原油 密度 测量 密度计 特性

大庆原油总外输计量站担负着大庆油田与东北输油管理局原油计量交接重任,始建于1976年2月,重建于1989年9月。从1994年5月1日起,采用计算机进行数据采集及油量计算,实现了油量结算计算机化。测量密度的仪表为NMZ-10型在线振动管密度计,介绍如下。

一、振动管密度计测量原理

振动管密度计的敏感元件是管式弹性体(振子)。当被测介质流经密度计时,振子的自由振动频率随介质的密度而变化。当液体密度增大时,振动频率下降。反之,当液体密度减小时,振动频率增加。因此,通过测量振子振动频率(或周期)的变化,就可以间接地测量液体的密度。振子的振动频率与被测液体的密度关系^[1,2]为:

$$f = \frac{C}{4L^2} \sqrt{\frac{E}{\rho_0}} \sqrt{\frac{D^2 + d^2}{1 + \frac{\rho_x}{\rho_0} \frac{d^2}{D^2 - d^2}}} \quad (1)$$

式中 f —— 振动频率, Hz;
 d —— 管内径, mm;
 D —— 管外径, mm;
 C —— 常量;

E —— 管子的弹性模量, MPa;

ρ_0 —— 管材的密度, kg/m^3 ;

ρ_x —— 被测液体的密度, kg/m^3 ;

L —— 管长, mm。

在实践中,式(1)一般用下式^[3]表示

$$\rho = K_1 + K_2 T + K_3 T^2 \quad (2)$$

式中 K_1, K_2, K_3 —— 密度计常数,由实验确定;

T —— 振动周期, μs 。

二、振动管密度计的温度特性

被测介质与周围环境温度的变化会引起密度计传感器的几何参数、弹性模量和材料密度变化,导致振动管的振动频率发生变化,从而使密度测量产生误差。

当温度升高时,振动管的长度增加,弹性模量也改变,因此使振动频率下降。同时,由于被测介质的密度随温度的升高而下降,又使振动频率增加。

把式(1)中的 E, L, ρ_x 看成随温度变化而变化的量,考虑温度由 t_0 递增到 t 时,钢管长度由 L_0 增到 L , 则有:

$$L = L_0 [1 + \alpha(t - t_0)] \quad (3)$$

式中 α —— 钢管材料线膨胀系数。

若液体的密度由 ρ_{x_0} 递减到 ρ_x , 则有:

$$\rho_x = \rho_{x_0} - \gamma(t - t_0) \quad (4)$$

式中 γ ——液体的密度温度系数。

· 钢管的弹性模量⁽⁴⁾为:

$$E = \frac{F_1}{A} \cdot \frac{L_0}{\Delta L} \quad (5)$$

式中 F_1 ——拉伸力, N;

ΔL ——钢管的伸长量, mm;

A ——钢管的横截面积, mm²。

由式(2)~(5)可知:

(1) 钢管长度 L 随温度的升高而增加, 其频率的温度系数是负的;

(2) 由于温度升高时, ΔL 增加, 而 E 与 ΔL 成反比, 所以 E 的温度系数是负的;

(3) ρ_x 随温度的升高而减小, 因此液体的密度 ρ_x 温度系数是正的;

(4) 由于 L 的温度系数比 E 的温度系数小得多, 可以忽略不计。这样频率的变化主要由 ρ_x 与 E 的温度系数来确定。

由式(1)可得出如下初步结论:

(1) 当 E 的温度系数在数值上大于 ρ_x 的温度系数时, f 的温度系数是负的;

(2) 当 E 的温度系数在数值上小于 ρ_x 的温度系数时, f 的温度系数是正的。

三、振动管密度计的压力特性

同温度特性一样, 液体压力的变化也引起振动频率的变化。

液体压力的变化将产生两种影响:

(1) 引起液体体积变化, 即:

$$\frac{dV}{V} = \beta_p dP \quad (6)$$

式中 β_p ——液体的体积压缩系数, 1/Pa。

由于 β_p 值很小, 其变化对频率 f 的影响很小, 通常可以忽略不计。

(2) 引起振动管的变化。当液体压力 P 较大时, 将在振动管中产生附加的拉力 F , F 与 P 成正比。由于拉力 F 的存在, 产生一个附加力矩 M , 影响振动管的横向运动, 使振动管的振动频率发生变化。

由式(1)可知, 压力 P 较大, 使 L 增加, 振动频率下降, 被测介质的密度值就偏大。

四、振动管密度计的流量特性

流体在振动管中流动时, 作用于管壁上的压力 H 等于静压力 H_0 和动压力 H_v 之和, 即:

$$H = H_0 + H_v \quad (7)$$

$$H_v = \frac{1}{2} \rho V^2$$

式中 V ——流速, m/s;

ρ ——液体的密度, kg/m³。

当振动管的截面积一定时, 被测介质流量的变化必然引起流速的变化。在流速不大的稳定流中, 介质的流动处于层流状态, 此时压动力比较小, 可以忽略不计, 因此对管壁的压力基本上是静压力。当被测介质的流量增大而使流速很大时, 层流便不稳定, 并且可能出现涡流, 此时作用于管壁上的动压力就不能忽略。可见, 流量的变化对振动管振动频率的影响实际上是被测液体对管壁的压力变化所造成的, 其特性与压力特性相同, 即流量增加, 振动频率减小, 造成被测介质密度值偏大。在密度计允许的流量范围内, 流量变化对振动管密度计测量准确度的影响很小, 一般可以忽略不计。

五、振动管密度计的粘度特性

当振动管内充满粘性液体时, 对于振动管来说, 这种液体就成为一种具有粘性阻力的介质。由于在钢管的振动过程中, 可以不考虑液体的流动性, 即把液体看成与钢管连在一起, 因此粘度对振动管振动频率的影响非常小, 因而可以忽略不计。表 1 为粘度测定数据。表中数据表明, 液体的粘度对振动管密度计的测量精度的影响很小, 可以忽略不计。

表 1 粘度测定数据

液体名称	运动粘度 (mm ² /s)	密度值 (g/cm ³)	动态 $\Delta\rho$ (g/cm ³)
酒精水溶液	<1	~0.85	+0.000 065
10 变压器油	19	~0.85	-0.000 011
混 合 油	32	~0.86	+0.000 036

总之, 在振动管密度计运行一年多的时间里, 由于我们对它的特性有了一定的了解, 在使用时对影响测量值的量进行了系数的修正, 使测量极限

内浮顶油罐油品采样问题

郑 非* 姚艳秋
(中国石化销售公司哈尔滨公司)

郑 非 姚艳秋:内浮顶油罐油品采样问题,油气储运,1996(8)15,39。

主题词 内浮顶罐 成品油 取样

1994 年中国石化销售公司哈尔滨公司滨江油库对库存燃料油进行了一次质量复查,经多次从量油口取样化验,发现 2 座 5 000 m³ 内浮顶油罐内的一 10 号轻柴油冷滤点和凝点不合格,其中 103 罐内油品的冷滤点为 +2 ℃、凝点为 -6 ℃;104 罐内油品的冷滤点为 +1 ℃、凝点为 -6 ℃。如果将这些油品降号处理,会给企业造成近百万元的经济损失。

经研究,化验员又分别在 103 罐的量油口处取上、下部油样进行化验。结果发现,同罐的上、下部油品闪点竟相差 24 ℃ 之多,这说明在量油管中取的油样有问题。因此,化验人员又分别用其它方法采样化验,各项指标均合格,使企业避免了损失。

造成油罐油品取样不准的原因是:内浮顶罐的量油管是圆管形结构,周边无孔,下端开口处距罐底仅 40~60 cm。量油管中的油品不能与油罐内的油品形成良好的循环。油罐内的油品从未倒空,又多次进出油品,就会出现此类问题。当量油管内原有油品的平均密度小于新进油品的平均密度时,新进油品将推着量油管内的油品依次分层向上移动。量油管内上部油品基本是原有油品,下部油品中大部分是新进油品,而中部油品则视原有油品与新进油品的比例而定。

误差不大于 $\pm 0.001 \text{ g/cm}^3$, 因此,测量值能够达到计量规程的要求,为确保原油的准确计量奠定了基础。

参 考 文 献

1, 原油成套计量仪表编写组:原油成套计量仪表,上海科技出版社(上海),1980。

当量油管内原有油品的平均密度接近或大于新进油品的平均密度时,原有油品和新进油品在油罐里混合后才进入量油管,与量油管内原有油品再次混合。进油后量油管内的油品中原有油品的含量大于油罐里的油品中原有油品的含量。因此在量油管内取的油样不能完全代表罐内油品。滨江油库储罐量油管内的油品含储存时间较长的油品量大,使油样失去了代表性。

为确保油品质量检验的准确性,在内浮顶油罐的建造和使用中,应注意以下问题:

(1)新建或改建的内浮顶油罐应在油罐上安装采样装置。目前常用的有两种类型:一种是中国石化总公司(原)洛阳石化设计院设计的 CY-2 型油罐罐下采样器;另一种是在浮盘上直接开采样口。

(2)如果已建成的内浮顶油罐没安装采样装置,可在油罐大修时安装。

(3)对暂时无条件安装采样装置的内浮顶油罐,在输转作业中,应尽量将罐内的油品全部付出或倒空后再进新油品,使量油管内的油品与油罐里的油品质量基本相同。

(收稿日期:1996-01-17)

编 辑:康力平

- 2, 廉育英 柯瑞刚:容量与密度计量,机械工业出版社(北京),1986。
- 3, JJC370-84 工作振动管液体密度计试行检定规程。
- 4, 北京钢铁学院 东北工学院:工程力学,高等教育出版社(北京),1986。

(修改稿收到日期:1996-04-08)

编 辑:康力平