

原油体积修正系数对伊重原油计量的影响分析

赵 鹏 (大连港长兴岛油品码头公司, 辽宁 大连 116317)

摘 要: 采用统计学样本数据分布方法、类比方法对伊重原油盘库数据进行长期观测分析, 验证储存环境下原油体积修正系数 VCF 对伊重原油计量的不准确和不实用性, 进一步印证了石油产品的体积膨胀不满足线性规律, 是非线性的结论。

关键词: 伊重原油; 原油体积修正系数 VCF; 损耗; 油温

1 研究背景及意义

本文以北方原油保税仓库储存的伊重原油作为样本数据研究。该原油保税仓库位于北方的国家级石化园区内, 总库容 475 万 m^3 , 其中单体罐容 10 万 m^3 储油罐 46 座, 单体罐容 5 万 m^3 储油罐 3 座, 全部为外浮顶原油储罐。伊重原油自 2018 年冬季陆续入库后, 按规定进行月度盘库计量, 第一次月度盘库较原始交接数据就出现较大损耗情况, 个别单罐出现几十吨到一百多吨的亏损, 损耗最多的罐约 126t, 短短时间内损耗率就达 -1.5% , 同等情况下比其他油种损耗多约 0.1 百分点。根据上述情况, 从尽快查明损耗原因, 解决生产实际问题出发, 北方原油保税仓库立即部署从生产工艺到设备设施的项排查, 多次排查后, 排除因跑、冒、串油, 设备工艺问题, 以及生产管理环节导致损耗的可能性。经深入调查, 发现入库时为冬季, 环境温度仅 5°C , 而当时船舱油温较高, 平均油温在 30°C , 卸船入库后, 油温随外界气温迅速降低, 较短时间内油温从 30°C 降至 10°C 以下, 并且油温始终是降低的动态过程, 油温不稳定, 油温与体积的非线性变化, 可能伊重原油的非线性变化更明显一些, 推测是导致当时损耗较大的主要因素。而后期随着季节转换, 气温回升, 油温趋于稳定, 且随气温略有回升, 损耗率则明显减少, 甚至损耗率回至正常可接受范围。

由此, 推测在油温快速降低, 且变化较大的情况下, 使用查表的体积修正系数作为计量参数不准确、不适用, 影响了计量的精准性。为了验证此推测, 进而判断原油体积修正系数是影响伊重原油损耗率较大的重要因素之一。本文通过大量数据佐证和进行了深入分析, 并根据研究成果, 提出有针对性和可操作性的伊重原油的装卸和仓储生产管理建议。

2 伊重原油盘库数据分析

2.1 伊重原油理化特性

伊重原油理化特性, 外观为棕色到深黑色液体, 有臭鸡蛋气味; 沸点: -18°C , 闪点: $> -17^\circ\text{C}$ (ASTM d-93), 库存伊重原油密度 20°C : $875.8\sim 878.7\text{kg}/\text{m}^3$, 运动粘度在 40°C : $< 12^\circ\text{C}$ 。

2.2 盘库数据构成

伊重原油储存于 T201-T206 罐、T603-T606 罐、T902 罐, 约 153 万 t。考虑样本数据的统一和客观, 将个别有

进出置换作业的储罐、检尺口高度变化较大的储罐、单体 5 万 m^3 储罐排除在外, 重点选择 T201、T202、T205 罐有代表性的数据进行验证。并选择同库同期储存的巴士拉原油盘库数据作为对比数据。

2.3 总损耗直观分析

将 2019 年 2 月至 2020 年 12 月的伊重原油月度盘库数据和同期的巴士拉原油月度盘库数据进行梳理, 伊重原油损耗形成周期波浪变化趋势, 而同期巴士拉原油损耗则没有明显周期波浪趋势。进一步观察发现, 每进入冬季, 随着气温降低, 罐内油温降低, 盘库油量既减少, 2-3 月份是盘库油量最少的, 损耗最大, 形似波段的“波谷”; 再随着气温转暖, 罐内油温回升, 盘库油量也逐渐增多, 8-9 月份是盘库油量最多的, 损耗最小, 形似波段的“波峰”。

2.4 单罐损耗对比

表 1 伊重原油年度损耗对比表

储罐	2019 年 2 月损耗	2020 年 2 月损耗	年损耗量	年损耗率‰
201	-72.50	-86.35	-13.85	-0.16
202	-88.89	-104.71	-15.82	-0.18
205	-126.11	-117.21	8.90	0.11

以 T201 罐为例, 仅冬季 2 月的单月损耗较大 -86.35t , 实际年度平均损耗量为 -13.85t , 损耗率为 -0.16% , 并没有超协议约定损耗 2% 范围。说明大部分损耗发生在刚入库阶段, 因油温随气温快速降低而造成的损耗变化, 而随着时间的推移, 往后损耗变化则相对平稳, 基本符合小呼吸损耗过程。

3 VCF 对伊重原油计量的影响

3.1 VCF 的由来

1980 年, 美国石油学会、英国石油学会和美国材料与试验协会合作开发了石油计量表。首次明确指出石油产品各个类别, 基准温度下其膨胀系数 α 与基准温度下的密度 ρ 之间存在的数学关系, 并制订形成 API 和 ASTM 系列标准。该系列标准采用 15°C 和 60°F 作为标准温度, 对不同类型石油计量表数据产生的计算方法进行规定。后来, 这些标准得到国际标准 ISO-91/1 的支持。又因为有些国家在石油计量过程中采用 20°C 作为标准温度, 为了满足这一需求, 规定了以 20°C 作为标准温度生成标准密度和体积修正系数的程序算法, 生成标准温度 20°C 的石油计量表。

我国现行标准 GB/T1885-1998《石油计量表》引用国际标准 ISO-91/1 石油计量表第一部分,采用 20℃作为标准温度,主要包括标准密度表和体积修正系数表两部分,按照原油、石油产品和润滑油分别建表,表 59A-原油标准密度表;表 60A-原油体积修正系数表。

3.2 VCF 概念和使用

原油体积修正系数 (Volume Correction Factor, 简称 VCF),是指将油品从计量温度下的体积修正到标准体积的修正系数。用标准温度下的体积与其在非标准温度下的体积之比表示。是用标准密度和计量温度查《石油计量表》中的体积修正系数表得到的。按照国内石油交接惯例,大批量的石油贸易按质量计量方式进行交接,而质量交接的前提是首先将油品观测体积转换成标准体积,所以体积计算交接量是关键。根据 GB/T1885-1998 标准,体积计算交接量的计算公式:

$$V_{20}=V_t \times VCF$$

式中: V_t 为 t 度油品体积, V_{20} 为 20℃时的标准体积。从公式可见 VCF 是转换标准体积的关键变量。

3.3 验证 VCF 对伊重原油计量的适用性

VCF 是按照选定石油产品根据实验室数据整理出来的,它只是遵循个普遍适用原则,并未针对每一种有特别理化性质的原油进行过实验。且经查询大量资料,也无记载, VCF 使用过伊重原油进行实验和数据采集,所以不能保证对伊重原油普遍适用,有必要对 VCF 在伊重原油计量的适用性进行验证。

3.3.1 具体验证思路和步骤

选择 T201、T202、T205 罐盘库数据,通过计算储罐 V_{20} 体积与 V_t 的体积, V_{20} 与 V_t 的商,即为反向计算的 VCF,再将反向计算的 VCF (以“反算 VCF”表示)与查《表 60A-原油体积修正系数表》的 VCF (以“查表 VCF”表示)进行对比。详见表 2。

为反向计算准确,我们选择了伊重原油储存期间从实测油温 20℃~4℃左右的真实盘库数据,每个实测温度间隔 5℃左右。实测温度对应的观测体积分别是: $V_{20}=97965.812\text{m}^3$ (20℃观测体积也是标准温度下的标准体积), $V_{24.9}=98355.7528\text{m}^3$, $V_{19.3}=97892.447\text{m}^3$, $V_{15}=97549.768\text{m}^3$, $V_{10}=97154.376\text{m}^3$, $V_5=96698.692\text{m}^3$, $V_4=96649.88\text{m}^3$ 。

表 2 T201 罐查表 VCF 与反算 VCF 对比表

油品温度/℃	查表 VCF	反算 VCF	差值
24.9	0.996	0.996	0.0000
19.3	1.0006	1.0007	-0.0001
15	1.004	1.0043	-0.0003
10	1.008	1.0084	-0.0004
5	1.0119	1.0131	-0.0012
4	1.0127	1.0136	-0.0009

考虑仅选择一个储罐反算 VCF,数据有偏差或不具有普遍性,我们又选择了 T202 和 T205 罐再次进行了反算和对比, T202 罐 19.3℃~4℃差值为 -0.0004、-0.0004、-0.0005、-0.0018、-0.0016; T205 罐 19.3℃~4℃差值为 -0.0003、-0.0002、-0.0005、-0.0052、-0.00016;反算结

果与 T201 罐情况相似。

3.3.2 验证结果分析

以上验证数据可见,当油温较高时,反算的 VCF 与查表 VCF 基本一致,相差不大;但随着油温降低,差值则增大,并伴随油温越低,反算的 VCF 与查表的 VCF 差值越大,查表 60-A 得出的 VCF 对伊重原油的计量不准确,适用性较小,体积并未随着温度降低呈线性变化。

4 库场管理应对对策

通过以上分析,对北方原油保税仓库在库场管理方面,能更准确的掌握损耗变化的原因,尤其冬季储存时期,在没有工艺、设备故障或误操作等情况下,单罐储存损耗应综合观察连续几个月的盘库数据,仅看单月的盘库数据可能有片面性。在生产作业组织方面,应充分考虑伊重原油冬季低温时显示损耗率较大的特性现象,尽量避免冬季或换季温差较大的时间出库作业,这样可以避免因温差较大导致的计量不准确的情况,进而在与货主货量交接中争取主动。

5 研究结论及展望

本文通过总结分析伊重原油盘库数据,进行 VCF 的计量适用性验证,当伊重原油油温在较短时间内降低时,查表 VCF 对伊重原油计量不准确,适用性较小,并可能是导致计量偏差和损耗率较大的重要因素之一。并且再次印证了石油产品的体积膨胀不满足线性规律,是非线性的结论。因本文验证数据取自同一保税仓库,且在常规储存状态下,而非实验室,验证罐容和油量又较大,不可避免有累计误差的问题,以及跨度周期和小呼吸损耗问题,都可能对验证结果造成干扰,所以仍有待进一步完善,后续可考虑与相关院校或专业单位合作,进一步实验论证。

参考文献:

- [1] 陈晓东,程博琛.实现石油产品体积修正系数自动计算的方法[J].科技创新与应用,2012(14):1-3.
- [2] 徐攀峰,丁帆.仓储石油计量微信小程序辅助应用的实现[J].石油化工自动化,2017(4).
- [3] GB-T 1885-1998.石油计量表[S].北京:国家质量技术监督局,1998.
- [4] 石建鹏.油品分层对准确计量的影响[J].中国计量,2015,000(006):106-108.
- [5] GB-T 19779-2005.石油和液体石油产品油量计算静态计量[S].北京:国家质量监督检验检疫总局,2005.
- [6] 刘志远,杨勇.提高进口原油接卸效率、降低接卸损耗的研究与实施[J].中国储运,2015(04):125-131.
- [7] 潘丕武.石油计量技术基础[M].北京:海洋出版社,2001.

作者简介:

赵鹏(1981-),男,满族,辽宁抚顺人,大学本科,经济师,现任职大连港长兴岛油品码头公司生产业务部副部长,负责市场开发及商务工作,研究方向:物流工程和水运经济。