

进口原油计量化验分析对接卸损耗的影响

孟宪玲（中国石化青岛石油化工有限责任公司油库运行管理部，山东 日照 276800）

摘要：本文围绕进口原油接卸环节开展计量化验分析，分析动态计量跟静态计量情形下损耗的缘由和特性，利用提升计量设备精度、改进温度密度修正、采用智能监控且规范操作流程等办法，降低进口原油接卸损耗。研究表明，科学的计量化验管理不仅能保障油品数量和质量，也提高了经济效益和作业安全性，为原油接卸管理提供了可借鉴的实践参考。

关键词：进口原油；接卸损耗；计量化验；精细化管理

中图分类号：TE8

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）034-0025-03

The Impact of Metrological and Laboratory Analysis of Imported Crude Oil on Unloading Loss

MENG Xianling (Oil Depot Operation Management Department, Sinopec Qingdao Petrochemical Co., Ltd., Rizhao Shandong 276800, China)

Abstract: This paper focuses on the metrological and laboratory analysis during the unloading process of imported crude oil. It analyzes the causes and characteristics of losses under both dynamic and static measurement conditions. Methods such as improving measurement equipment accuracy, refining temperature and density corrections, adopting intelligent monitoring, and standardizing operational procedures are employed to reduce the unloading loss of imported crude oil. The research demonstrates that scientific management of measurement and laboratory analysis not only guarantees the quantity and quality of oil products but also enhances economic efficiency and operational safety, providing practical references for the management of crude oil unloading.

Keywords: Imported Crude Oil; Unloading Loss; Measurement and Laboratory Analysis; Refined Management

进口原油在我国能源结构里占据关键位置，对其数量和质量进行准确计量，直接关乎国家能源安全和企业经济效益。原油接卸阶段，由于牵扯船舶、码头、管道及储罐等多个部分，计量与化验的工作极为复杂，稍有差错便或许会引发损耗纠纷并带来经济损失，要怎样在接卸的时候实现科学、精准的计量化验，成为石油储运与贸易管理实践中的重要课题。

目前，原油计量分为动态计量与静态计量两种模式，各自有着不一样的特点和适用情形，但也存在不同的损耗风险。动态计量在效率以及自动化水平上凸显出优势，但有可能因设备精度跟运行环境的影响造成误差；静态计量手段显得直观，但受人为因素、蒸发损耗这类情况的制约，本文将聚焦于进口原油计量化验开展分析，剖析动态与静态计量样式下的损耗情形，进而提出优化方案，为减少接卸过程损耗、提高计量准确性、保障油品贸易公平性给出参考。

1 原油接卸与计量方式概述

1.1 原油接卸环节

进口的原油到港以后，一般要历经船舶接卸、入库进罐、管道输送三个关键环节。船舶作为承担运输任务的工具，在靠港之后做好舱内原油的计量检验事宜。首先，要把握货物的数量及状态，码头作业环节里主要进行船岸对接与卸油操作，该过程受潮汐、气

候以及设备运行状况的影响十分明显，容易出现温度的起伏和操作上的损失。随后，原油依靠管道输送至储油库区，管道输送当中，会面临压力波动、残留油附着以及温度差异引起的体积变化等问题。最后，储罐环节成了接卸的落点，需运用静态计量方式进行最终核对，同时结合化验所得数据对质量做确认，每个环节前后相连、层层相扣，任意一个环节的计量误差都会产生很大的损耗，最终都会在结算数据中体现。因此，优化码头接卸流程和进罐后化验分析对于计量化验管理尤为重要，是降低进口原油接卸损耗的关键所在。

1.2 动态计量与静态计量的基本原理及区别

进口原油的计量方式主要分为动态计量与静态计量两种。所谓动态计量，是在原油流动期间，采用在线流量计或自动计量系统实时测量流量、温度、压力等参数，计算原油体积跟质量的方式。其优点是测量保持连续、操作实现自动化、效率高，能满足大批量货物的快速接卸需求，但容易受流速的起伏、温度压力的变动和设备精度的影响而出现误差。

静态计量通过量油尺等工具测量储罐内静止原油的体积，经温密修正后得到标准值。该方法直观可靠，适用于结算，但易受操作、损耗等因素影响。与注重实时自动化的动态计量相比，前者强调整查验的精确与

标准,后者侧重过程的连续高效。在实际应用中,二者互为补充,共同保障计量结果的可靠。

2 动态计量方式与损耗分析

2.1 动态计量方式: 在线流量计、自动计量系统

①在线流量计通过测量原油流速、管道截面积以及温度和压力等参数,实时计算流经管道的体积或质量,具有连续性强、响应迅速、操作自动化等特点。②自动计量系统安装在流量计的主体上,将数据采集、校验和分析功能集成在一起,可实现远程监督、自动校准和记录存档,缩减人为操作差错,提高计量的实际效率。动态计量适合大批量且连续输送的原油接卸作业,可及时找出异常情况,保证贸易结算的公正合理,但同时也需留意设备精度以及环境条件对测量结果的影响情况,以规避潜在的原油损耗。

2.2 主要损耗原因

在动态计量过程中,原油接卸产生损耗的首要原因是设备精度和运行环境的影响。在线流量计及自动计量系统能够实现实时监测,但流量计自身也存在一定的测量误差。与此同时,管道内的压力和温度波动会引起原油体积变化,进一步导致计量结果出现微小偏差。另一方面,传感器随着使用会逐渐老化,若未能及时校准会出现数据传输延迟,也会引起测量不准的问题,最终造成接卸量与实际船检量差异较大。

除此以外,原油自身的物理特性同样是造成损耗的关键因素。进口原油中含有水分、杂质或轻组分,在接卸、储存及转输的过程中,有些组分会出现蒸发、分层,也会附着于管道壁、泵体及阀门等设备,造成损耗,对于长距离输油管道在转输的过程中,原油粘附的损耗及残留现象愈发明显,会产生一定的管输损耗。

最后,操作和管理环节同样是产生损耗的重要原因。尽管动态计量以自动化为主,但仍需人工参与设备监控、数据核对和异常情况处理。如果操作人员对设备使用不够熟悉,工作疏忽大意,就容易引发操作失误或记录偏差。此外,若缺乏完善的校验与核查机制,增加计量误差,也会造成经济损失。因此,要有效降低动态计量损耗,必须从设备性能、油品特性和操作管理三个方面进行综合控制。

2.3 动态计量导致的典型损耗表现与数据差异

在动态计量过程中,常见的损耗是计量数值与实际接卸量之间存在差距。受流量计精度、温度压力波动以及设备校准情况的影响,动态计量结果容易出现“偏少”或“偏多”的现象。以某进口原油码头为例,统计数据显示,同一批原油通过动态计量系统得到的接卸量,相较于静态计量的最终核算结果,平均会低0.03%至0.05%。在某些情况下,由于管道中残留油

品和附着损耗的影响,这一偏差甚至可能达到0.1%。

同时,动态计量的连续测量特征让短时间的波动越发明显。管道压力产生起伏波动、泵站开启和关闭或温度变化均可能引起瞬时计量不稳定,导致日累计量与合同结算量出现微小差距。自动计量系统虽说能记录实时数据,但在设备校准期间或是数据传输出现异常时,也会出现累计的误差。

动态计量的损耗情形不仅有直接的体积偏差,还牵扯到因附着、蒸发与系统误差引发的“隐性损耗”。与静态计量数据进行对比,发现动态计量在大批量快速接卸当中效率很高,但应结合校验跟修正办法,才能最大程度降低经济损失。

3 静态计量方式与损耗分析

3.1 静态计量方式: 量油尺、液位计、罐容表

①量油尺通过直接测量储罐内油液高度,再结合罐容表和温度密度修正计算出油品体积,是最直观的计量手段。②液位计利用浮子或电子传感器测定油液高度,能够提高测量精度和自动化程度。③罐容表则记录储罐的标准容积与实际液位对应关系,为计量提供标准化依据。

静态计量操作简单,适合在储罐终端进行核对和贸易结算。不过,由于人工操作可能存在误差,温度密度修正不够准确,再加上油品蒸发和容器壁附着等损耗,最终测量结果与实际油量之间容易出现偏差。

3.2 主要损耗原因

采用静态计量方式的时候,原油接卸过程中,主要损耗首先是人为操作误差引起的,量油尺和液位计虽说直观,但在进行高度读取、体积换算或数据记录时,操作人员的操作熟练程度以及规范程度对测量精度有直接影响,尤其在夜间值班期间或环境光线不足的情形下,误差也许会进一步增强,引起计量结果出现偏差。

静态计量损耗的另一个主要原因是温度和密度修正不够准确。由于结算时需要将油液体积换算为标准条件下的数值,这一环节对公平性至关重要。但在实际操作中,温度测点布置不当、传感器精度不高或修正公式使用有误,都可能引起体积计算出现偏差,最终形成实际损耗。

最后,蒸发和附着造成的损耗同样值得注意。原油在储罐内静置时,其中的轻质成分容易挥发,同时油液会附着在罐壁和管道上形成残留,导致实际可计量的油量减少。这类损耗虽然不易察觉,但在大规模接卸作业中累积起来,可能占据相当比例。因此,要有效控制静态计量损耗,必须从规范操作、提高温密修正准确性以及加强储罐管理等多方面共同入手。

3.3 静态计量环节的损耗特征与案例分析

①操作误差导致的损耗。在某原油接卸项目里，操作人员借助量油尺读取油位期间，由于光线较暗和操作不按规，引发多次读数出现误差。调查之后发现，夜班操作人员未按照规定采用辅助照明设备，而且记录数据的时候未及时校验，引发了约0.02%的计量差错，此种人为因素引起的损耗，在大规模接卸作业里不可忽视。②温度密度修正不准确。另一个案例，问题出在原油储罐的温度传感器上。由于长时间没有校准，传感器数据已经不准确。这使得在根据罐容表计算体积时，无法进行正确的温度补偿，最终造成计量结果偏低约0.03%。这种因维护不到位引发的误差，在静态计量中并不少见。这类隐性损耗在静态计量过程中难以完整捕获，应借助定期核查与优化操作流程来降低。这些实例表明，静态计量环节的损耗不仅仅关乎设备精度问题，还与操作规范、设备维护以及管理制度紧密挂相关。

4 减少原油接卸损耗的措施

4.1 提升设备智能化

①提升设备精度。建议选用高精度流量计和液位计，配套自动化计量系统，并安排定期校准与维护，从源头上保障测量结果的准确性。②优化温密修正。合理布置温度测点，采用高精度传感器，配合科学的修正公式，将油品体积准确换算为标准状态数值，降低因温度波动引起的计量偏差。③推广智能监控。利用自动化数据采集和实时报警系统，对卸油全过程进行跟踪。一旦出现设备异常或操作问题，系统可及时提示并支持动态调整，有助于控制误差和隐性损耗，提升接卸效率与结算准确度。

4.2 规范计量管理措施

就管理这一层面，可由规范计量操作流程来降低损耗量，理清操作规范和责任分工，保证每一个环节都严格开展。推进交接班监督落实，采用班次交接记录和双人二次计量核对的制度，防止人为马虎引起计量误差，并采用第三方核实机制，对计量及化验数据做检验复核工作，保证结果准确无误。借助流程规范、监督落实与第三方校验相配合，有效降低接卸环节人为造成的误差。

4.3 环境与安全措施

在原油接卸过程中，环境与安全管控对降低损耗同样重要。具体可从以下几方面着手：一是保持温度和压力稳定。合理控制储罐和管道的温度、压力，避免因温压波动导致油品体积变化或轻质成分挥发。可安装温控设备、压力调节阀和自动监测系统，实时维持工艺条件稳定。二是加强密封防漏。通过使用浮顶

罐、优质密封材料和泄漏检测装置，提高储罐和管道的密封性，有效减少油品挥发和泄漏风险。三是规范安全操作。严格执行作业规程，防止超压、溢油等事故，保障作业安全，避免环境污染。

通过综合控制温压条件和密封防漏措施，不仅能有效降低原油接卸损耗，也有助于实现安全环保和经济效益的双重提升。

4.4 案例：某大型石化企业改进计量体系后损耗率下降的实践

在我国某沿海大型原油接卸码头，原油接卸过程中存在计量误差和损耗问题，主要原因包括计量设备精度不足，温度、密度修正不准确以及操作流程不规范。

优化措施：①提高设备精度：采用更高精度的流量计和液位计，并做好定期校准与维护，保证测量准确。②改进温密修正：合理布置温度传感器，使用高精度测温设备，结合实时数据及时修正，降低温度变化带来的计量偏差。③规范操作流程：制定操作规程，加强人员培训，减少人为操作误差。

实施效果：通过上述优化措施，该码头在原油接卸过程中实现了计量误差的显著降低，损耗率减少了约0.03%，提高了计量准确性和经济效益。该案例为其他原油接卸码头提供了有益的借鉴，强调了提升计量设备精度、完善温度密度修正和优化操作流程的重要性。

5 结论与展望

在进口原油接卸过程中，计量对控制损耗、保障经济效益至关重要。动态计量与静态计量各有特点，实际损耗主要来自设备精度、温密修正、操作规范及蒸发附着等因素。通过提升设备精度、进行温度、密度修正、引入智能监控和规范操作，可有效减少损耗。未来应持续推动自动化、智能化技术应用，加强实时监控与数据分析，提升接卸精度与效率，实现经济、安全、环保的综合目标，为行业管理提供有益借鉴。

参考文献：

- [1] 崔靖雨. 国家标准与行业标准的原油静态计量对比分析 [J]. 石油化工自动化, 2024, 60(06):89-92.
- [2] 陈加鑫, 王钊, 宋健辉, 等. 原油计量检定系统调试技术研究与故障分析 [J]. 石油和化工设备, 2024, 27(11):111-114+110.
- [3] 郭彩娟. 原油动态计量系统数据统计分析方法的研究与应用 [J]. 中国计量, 2023, (02):52-55.
- [4] 韩春红, 马庆万. 高含水原油交接计量存在问题及量值溯源分析 [J]. 工业计量, 2023, 33(03):19-22+40.
- [5] 孟宪玲. 基于动态与静态计量分析的进口原油接卸损耗控制研究 [J]. 油气储运, 2024, 43(5):123-128.