

油品储运损耗的原因及降耗措施

王杏欢（中国石化海南炼油化工有限公司，海南 儋州 578001）

摘要：油品在储存和运输过程中不可避免地会产生一定的损耗，形成明显的经济损失。损耗原因往往源于储油设施老化泄漏、油气运输过程挥发、作业环境温度变化、计量器具失准以及人员操作不当等问题。为有效控制油品储运损耗，可采取更新升级储运设施、完善储运作业管理制度、改善作业环境、推广油气回收与在线调和等方面的综合降耗技术措施。通过分析研究油品储运损耗的成因规律，综合运用降耗技术，可显著降低损耗率，对于提高石油企业的经济效益具有重要意义。

关键词：油品；储运损耗；成因分析；降耗技术

0 引言

随着石化行业的快速发展，油品周转量不断攀升，日益突出的储运损耗已成为制约企业效益提升的瓶颈因素。据统计，我国石油企业每年因储运环节的损耗造成上亿元的经济损失。在“节能降耗、绿色发展”的时代背景下，深入剖析油品储运损耗的影响因素，研究系统的降耗控损技术方案，对于提高能源利用效率、助推行业绿色升级具有重要的现实意义。本文拟从油品储运损耗的成因与机理入手，在分析油气特性及其变化规律的基础上，针对性地提出降耗控损的技术措施，为同行业企业提供一定的参考。

1 油品储运损耗的原因分析

1.1 储存设施因素

油品储存设施的设计选型、材质构造、密封性能等直接影响其储存品质和损耗水平。储罐选材不当，易引发油品泄漏、渗透等问题；防腐处理不达标，罐体锈蚀加速，损害油品品质；呼吸阀密封不严，油气挥发严重；浮顶与罐壁间隙过大，积存油蒸气渗漏；装卸设施磨损老化，接口处跑、冒、滴、漏频发。储罐的设计容积、蒸发面积与装油量的合理匹配度也会影响损耗率。储存设施选型不合理、密封性差、材质缺陷、维护不善等因素的综合作用，往往使损耗失控^[1]。

1.2 运输过程因素

油品在公路、铁路、水路、管道等运输过程中，由于路况颠簸、流速压力波动等因素影响，极易产生晃动挥发、管线压降等损耗。罐车行驶振动使油品晃荡剧烈，罐内气体挤压加速，导致蒸发加剧；铁路运输过程中，由于线路老化、车辆磨损等原因，油品晃动泄漏问题突出；船舶运输受气象海况、航行工况等影响，油舱晃荡引发挥发损耗；输油管道内油品流动摩擦阻力增大，沿程压降过快，滞留积聚现象严重，

不同程度地造成泄漏损耗；此外，装卸油品时，由于接口磨损老化、碰撞磕碰等原因，也会引起跑冒滴漏。

1.3 作业环境因素

油品储运作业环境的温度、湿度、压力等参数变化会引起油品性状改变，加剧挥发和渗漏损耗。环境温度过高，油品受热膨胀产生蒸气，压力升高导致呼吸损耗增大，高温也会加速储罐材料老化；环境温度骤降，容器内外压差增大，引发罐体变形，加剧跑冒滴漏；高湿环境易造成油品水分超标，加速油品氧化变质，侵蚀储罐；低湿易产生静电聚集，诱发火灾爆炸事故。同时，现场作业尘埃污染、有毒有害气体侵入等，也会影响油品品质，造成附加损耗。

1.4 计量管理因素

油品在储存、装卸、运输等各环节均涉及计量作业，计量器具设备的性能状态、规程执行的规范性等直接影响损耗控制水平。当油品计量器具精度等级不符合要求、稳定性差、重复性不佳时，难以准确计量油品数量，出现“跑吞冒”现象；计量器具长期使用发生磨损老化、零部件松动、密封不严等故障，导致系统误差不断放大；计量作业“先发后收”“先收后发”顺序颠倒、流程不规范，作业时间把握不精准，均可能产生统计盈亏的假象；计量单据填报不及时、数据传递错漏、凭证管理混乱等，也难以真实反映油品盈亏情况。

2 油品储运降耗控损技术措施

2.1 强化储运设施管理

2.1.1 采用新型储油设施

先进的储油设施是降低油品损耗的物质基础。大型立式圆筒型钢制储罐具有容积大、密封性好、泄漏点少等优势，能够满足大批量油品的集中存储需求。罐体采用优质钢板，内外防腐处理，延长使用寿命^[2]。

储罐配备高精度雷达液位计，采用非接触式测量原理，克服了传统液位计受温度、压力等因素影响的缺陷。精确监测罐内油位变化，结合罐容参数即可计算出油品存量，为呼吸损耗数据分析提供支撑。

内浮顶储油罐罐顶设有浮盘，浮盘随油面上下浮动，减少油品液面与罐顶空间，从而控制油品蒸发面积。浮盘与罐壁间采用新型高分子材料双封式密封，既可有效阻断油气泄漏，又不会因浮盘摩擦而破损。浮盘配备自动定心装置，保持浮盘位置稳定，减少晃动，进一步降低蒸发损耗。储罐选用优质低碳钢等新材料，强度高、抗腐蚀。罐体焊缝100%无损检测，确保焊接质量。储罐区地面、罐基采用优质混凝土浇筑，配合沥青基防渗材料处理，有效防止油品渗漏。储罐及配管阀门合理布置，便于检修维护，减少死角盲区。

2.1.2 配置高性能运输装备

油品运输工具的性能直接影响损耗控制水平。汽油等轻质油品极易挥发，采用安装油气密闭装置的专用运输车辆，可大幅降低损耗。运输车罐采用铝合金材质，在确保足够强度的同时大幅减轻自重，提高装载效率。车用阀门选配高性能密封圈、垫片，确保严丝合缝。车罐装配高精度液位计，运输过程中实时监控罐内液位变化，及时发现泄漏异常。

铁路运输是油品跨区域调运的主要方式，新型铁路油罐车通过优化设计实现了损耗最小化。储罐内壁喷涂耐腐蚀涂层，延缓管壁损耗。呼吸阀、安全阀等采用新型阻尼密封，定期检修更换，防止运输颠簸造成密封失效。公铁两用油罐车上装配快速接头，可实现无缝对接，杜绝衔接损耗。油品水路运输采用新型船用运输罐，内部环氧树脂涂层密封性能优异，可抵御海水腐蚀。

2.2 优化油品储运操作规程

2.2.1 改进油品接卸工艺

油品接卸过程容易出现跑、冒、滴、漏等损耗问题，因此必须采取科学有效的工艺手段加以改进。推行全封闭输油软管接卸方式，通过与油罐快速连接，减少开口时间，降低挥发损失。在接卸前，严格控制油罐车最大装载量，避免灌装过满发生溢流。合理设定接卸流速和管线压力参数，保持在最佳范围内稳定输送，防止过大压力波动破坏密封性能。针对码头油船装卸，安装自动定位快速接头，缩短接卸准备时间，减少接口处挥发损耗^[3]。

制定严格的防溢流操作规程，明确各岗位操作要求，规范接卸流程。在接卸口配备高液位报警、紧急切断等溢流保护装置，一旦发生溢流立即启动保护，杜绝因人为疏忽导致的溢流事故。对常发生滴漏的接卸口、阀门等薄弱部位，设计安装防滴漏接线盘，对滴漏油品进行收集，防止散落造成损耗和污染。针对铁路、公路运输等不同接卸方式，制定标准化操作流程，明确各环节的安全注意事项，确保快速、平稳、安全过渡。针对可能产生跑冒滴漏的关键环节，设置专门的收集容器或管线，将损耗油品统一回收利用。综合采取工艺优化措施，最大限度降低接卸环节的损耗。

2.2.2 规范油品计量流程

油品计量贯穿储运各个环节，计量结果的准确性直接关系到损耗的核算。为降低人为计量差错导致的账实损耗，必须制定统一规范的计量操作流程，对计量的各个关键控制点提出明确要求。进出油品验收、交接等关键计量环节，严格执行专人专岗负责制，明确责任人，强化当事人责任意识。在计量环节推广使用电子铅封，防止关键数据被人为篡改。探索过磅计量、检尺计量等多种方式有机结合，相互印证，减少单一计量方式可能存在的系统误差。

建立计量器具管理台账，详细记录各类计量器具的配置、使用、检定情况。对流量计、衡器等计量器具定期校验，确保精度符合要求，失准的要及时报废更换。严格执行油品验交、货权交接各环节计量数据复核制度，做到来去油品数额清晰可查。油罐、管线、流量计等设施定期进行容积标定，核准计量设施参数。针对易出错的关键计量环节，如罐底油高度测量、流速流量波动点等，细化操作规程，增加计量频次，提高计量精度。计量台账、交接单据及时记录归档，确保账实相符。通过全流程、精细化的计量管控，有效防范人为计量失误。

2.3 加强作业环境监测控制

2.3.1 安装油气回收装置

油气回收技术是防治油品储运损耗的重要手段。储油罐是油品挥发损耗的主要环节，安装油气回收装置可显著降低储罐呼吸损耗。油气回收原理是利用冷凝、吸附、吸收等方法捕集油气蒸汽，经处理后回收利用。储油罐油气回收系统由真空泵、压缩机、冷凝器、油气分离罐等设备组成。罐内气体在负压作用下被抽出，经压缩冷凝后气液分离，液态油品回收至罐内，

余气送活性炭吸附装置处理，实现油气全收集、零排放。

油罐车、铁路槽车装车是挥发损耗的另一个重点环节。在装车鹤管和底阀处安装油气回收系统，将装车过程挥发的油气通过管线输送至冷凝回收装置。油品装船作业时，在油管和法兰处安装油气回收伞罩，利用负压将挥发的油气抽入回收管线。油气通过多级冷凝、油气分离，冷凝的油品进入回流罐，非冷凝气体进入吸附装置进一步净化处理。油气回收管线设计为密闭回路，配置阻火器、真空压力调节阀等安全设施^[4]。运行中加强对油气回收装置的巡检、维护和检修，发现泄漏及时修复，定期更换零部件，确保系统安全稳定运行，从源头遏制挥发损耗外溢。

2.3.2 配备温度湿度控制系统

油品储存和运输过程极易受环境温度、湿度等因素影响，引起油品热胀冷缩、结露水污染等问题，进而加剧损耗。储罐配备先进的温度湿度自动控制系统，能够实时监测罐内油品和环境参数变化，根据预设条件及时调节控制。高温季节，系统启动储罐降温措施，如喷淋水冷却、内部循环降温等，控制罐温在合理范围。低温季节启动保温系统，在罐体外壁涂刷隔热涂料，敷设岩棉毡等保温层，防止油品结蜡析蜡。油罐配备浮顶，可随油面升降，减少油品蒸发面与罐顶空间，降低小幅度温度波动引起的呼吸损耗。

装卸栈桥、管线阀门是温度影响的薄弱环节，采取设置保温层和防晒罩等隔热措施，减少温差变化。在易发生日晒雨淋的露天作业区，搭建雨棚遮阳棚，降低恶劣天气引发的急剧温变，避免管线热胀冷缩产生的接口泄漏。油罐除湿系统包括湿度传感器、空气干燥机、除湿吸附罐等，实时监测罐内湿度，发现异常及时投入运行。系统自动将罐内湿空气引入吸附罐，湿气被活性氧化铝等吸附剂吸附，达到油品脱水目的。储罐定期进行人工排水，防止积水对罐底和管道的腐蚀破坏。湿度控制系统与温控系统协同运行，共同营造稳定的储存环境，将环境因素诱发的损耗降到最低。

2.4 应用先进降耗新技术

2.4.1 推广在线调和工艺

在线调和是一种先进的油品质量管控技术。在储存和运输环节，借助在线调车技术，根据检测反馈的数据信息，及时科学地向基础油品中添加燃油清净剂、抗氧剂等助剂，实现油品质量的精准调控，有效避免油品变质引发的质量损耗。通过自动在线添加剂，提

高油品抗氧化、抗腐蚀等性能，延缓储存期油品的劣变速度。在运输环节，也可采用在线加注抗刮伤剂、抗磨剂等，提升油品抗磨损能力，减少在运输震动、摩擦等因素下产生的油耗。同时，通过油品在线调和，可优化油品燃烧性能，在终端使用环节降低废气排放、提升燃烧效率，从而实现全生命周期控损增效。

2.4.2 引入智能计量系统

新兴的智能计量技术为降低人工失误提供有力支撑。引入自动计量系统，配备高精度流量计、液位计、温度传感器、压力传感器等智能仪表，实现对储存、运输、销售等全过程的计量数据自动采集、无线传输、智能分析处理。在储罐区安装高精度雷达液位计，连续快速测量罐内实时液位，及时发现异常波动，减少人为抄表误差。在装车计量环节采用质量流量计，自动温度压力补偿功能确保数据准确性。在铁路、油船等运输环节，安装智能计量系统，自动采集各批次接卸量，规避人工计量偏差。数据远传至计量管理平台，智能计算盈亏，系统预警异常，降低人为监管疏漏。引入智能计量系统，可实现计量作业的规范化、标准化、自动化，有效防范和遏制人为计量失误的发生。

3 结语

综合而言，影响油品储运损耗的因素错综复杂，涉及储运设施、操作工艺、作业环境、计量管理等诸多方面。石油企业只有准确把握油品理化特性，深入分析储运过程的损耗机理，才能因地制宜、对症施策，形成多管齐下、标本兼治的降耗控损方案。通过持续更新储运装备设施，优化各环节操作规程，强化油气回收与环境控制，提升一线人员业务素质，积极引入智能计量、在线调和等前沿技术，多措并举强化降耗管理，必将实现油品储运损耗的最小化，在降本增效的同时践行节能环保、绿色低碳发展，助推石油行业高质量发展。

参考文献：

- [1] 赵发高.油品储运作业中的损耗分析与降耗措施[J].化工设计通讯,2023,49(03):32-34.
- [2] 张昀昊.油品储运损耗的原因及降耗措施研究[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(03):33-35.
- [3] 赵宁,赵志明.油品储运蒸发损耗的原因及降耗措施[J].内蒙古石油化工,2020,46(03):49-50.
- [4] 张彦新.油品储运过程中油气蒸发损耗的原因及降耗措施分析[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(06):38-39.