

降低机场油库回收系统航空煤油含水率

郭 兴 余振财 陈 强 (中国航空油料有限责任公司福建分公司, 福建 福州 350000)

摘 要: 针对机场油库航空煤油含水率增加, 调查分析产生部位和原因为回收系统游离水含量偏高, 就回收系统航空煤油游离水含量高的原因展开了分析调查, 通过对回收系统进行前端预处理、低点排水与循环优化以及智能化监测等方面采取措施, 从而使得机场油库航空煤油含水率从 28ppm 降低至 13ppm, 整体提高了航空煤油的洁净度, 并且每年可节约 29t 航空煤油, 相当于减少约 91t 二氧化碳排放。

关键词: 航空煤油; 含水率; 回收系统

中图分类号: TE626.22

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2025) 019-0132-03

Reducing Water Content in Aviation Kerosene of the Recovery System at Airport Oil Depots

Guo Xing, Yu Zhencai, Chen Qiang (Fujian Branch, China National Aviation Fuel Group Limited, Fuzhou Fujian 350000, China)

Abstract: In response to the increasing water content in aviation kerosene at airport oil depots, an investigation identified the source and cause: high free water content in the recovery system. This paper analyzes the reasons for the elevated free water content in the aviation kerosene of the recovery system. By implementing measures such as front-end pretreatment of the recovery system, optimization of low-point drainage and circulation, and intelligent monitoring, the water content in aviation kerosene at the depot was reduced from 28 ppm to 13 ppm. This significantly improved the overall cleanliness of the aviation kerosene. Additionally, the measures save approximately 29 tons of aviation kerosene annually, equivalent to reducing carbon dioxide emissions by about 91 tons.

Keywords: Aviation kerosene; Water content; Recovery system

某机场油库通过船舶将航空煤油输送至码头中转库, 按 GB6537-2018 要求试验合格并沉降排沉后, 通过长输管线 (管径 DN250) 输送至机场油库存储和化验合格后, 再经过机坪管网, 加油车加注给航空器。含水率是航空煤油品质的重要指标, 根据民航局以及国际航空运输协会等相关规定, 加注飞机的航空煤油含水率 $\leq 30\text{ppm}$, 过高的含水率可能导致航空发动机供油系统故障, 进而引发严重的飞行事故。

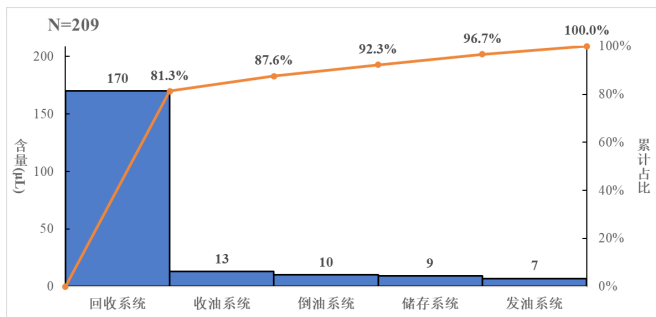


图1 机场油库各系统航空煤油含水率排列图

对该机场油库进行含水率检查发现, 航空煤油含水率为 28ppm, 虽未超标, 但趋近临界值。为此, 对机场油库各系统含水量进行检测, 如图 1 所示, 通过对 2023 年第四季度含水量实验 (7.5L 航空煤油量), 发现回收系统航空煤油含水量高。为进一步探究回收系统发生含水率增加的原因, 对含水率种类进行分析,

如图 2 所示, 游离水含量高是回收系统发生含水率增加的主要症结。

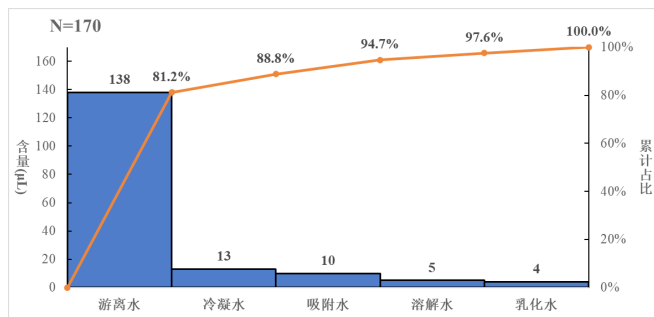


图2 含水率种类排列图

1 油库回收系统含水率产生原因

针对机场油库回收系统航空煤油游离水含量偏高的问题, 通过系统性梳理与深度分析, 精准识别出八项潜在末端影响因素, 相关分析过程及因素关联可详见图 3, 具体如下: ①实验操作层面: 分析人员实验操作不规范对检测结果的干扰; ②沉降时间层面: 沉降时间未严格满足 3h/m 的工艺要求; ③排沉作业层面: 排沉作业未达到相关标准规定的技术要求; ④外部环境层面: 地表水通过回收管道接口等部位渗入系统; ⑤前端处理层面: 前端环节缺失有效的油水分离预处理措施; ⑥静置除水层面: 航空煤油未经过充分的静置除水处理工艺; ⑦罐体防护层面: 回收罐呼吸口缺

乏防潮防护装置；⑧管道设计层面：回收管段内部存在水滞留点。

对上述八大末端因素通过 QC 质量管理方法展开讨论和探究，最终明确了两个要因：回收系统前端处理缺陷，前端环节因缺乏高效的油水分离措施，致使大量水分未经充分处理直接进入回收系统，成为游离水的主要来源；回收系统管道设计隐患，回收管段内存在的水滞留点，为游离水提供了长期积聚的空间，随着时间推移，最终导致整体游离水含量超出标准限值。

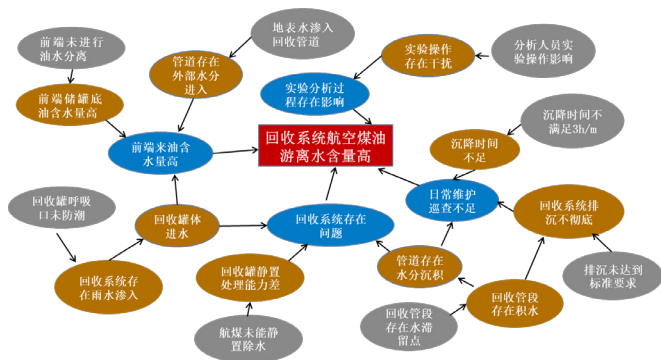


图3 原因分析关联图

2 降低回收系统含水率采取的措施

2.1 对前端来油含水率降低预处理

针对回收系统前端来油含水率高的症结，通过在回收系统前端安装过滤分离器，使得航空煤油经过过滤分离器，进入底部的托盘后，在聚结滤芯由内向外进入壳体，从而将固态颗粒物过滤掉；接着由外向内通过分离滤芯，通过分离滤芯的憎水性，将微小的水珠聚集成大水珠沉降到集水槽中，后在沉淀槽中沉降，通过排水阀排出。通过分离滤芯将干净的燃料汇集到二级托盘中，通过过滤分离器的出口将其排出^[1]。选取的过滤分离器壳体能容纳 100×600 规格的 12 支聚结滤芯和 5 支分离滤芯。过滤分离滤芯符合 MH/T6020—2012《民用航空燃料质量控制与运行规程》中有关要求。

在过滤分离器的底端增加了油品微量水分传感器，微量水分传感器利用前端敏感的水分感应器、数据处理器的水分含量模型数据库，能够快速准确地检测出油品的水活性（水分饱和度）和温度，将水分饱和度转化为油液，检测出一般的水分含量 ppm 值。本次选用的检测器精度为 1ppm。过滤分离器通过油水界面仪测量过滤器中水位，根据水位信号控制放沉管线的阀门，实现自动排放过滤器中的水分，并通过油水开关和电磁阀进一步确保该系统的可靠性，避免跑油^[2]。

为进一步降低航空煤油含水率，在回收管线前段增设收集罐，用于接收各储罐及排底作业来的各类底

部油品。收集罐采用立式半地下方式的，罐底为封头式且罐顶为平顶。罐内除封头底部中心外，其他部位不应产生油品留滞与沉淀集聚，排沉管线应插入油罐集油槽内。排沉管线与出油管线合并设置时，管线末端距集油槽底部不大于 50mm；排沉管线单独设置时，管线末端距集油槽底部不大于 20mm。收集罐埋地部分采用双层罐。人孔采用方便开启的快开盖板方式，且直径不小于 600mm；直接设置于罐顶上的工艺管线使用法兰连接，方便拆卸检修。设置高液位报警、测漏报警与现场液位显示等安全环保监控装置。

2.2 油库回收管段油品进行低点排水及循环流动

通过在回收罐段低点新增质量检查罐和闭路取样器，能有效观测该处油品的质量并及时进行排底作业。将回收罐段低点的航空煤油通过进油管输入桶体与外部闭路取样器中间，并在上出油孔排入翻板液位计中，控制输入桶体内部油的高度，再通过杠杆驱动组件将顶部的桶盖打开，从而对桶体与闭路取样器中间的油品质量进行检测，然后通过去排污管与取样管将检查后的油排出，同时打开球阀，将死油段内部的死油通过金属软管与三通管输入取样管中间，再通过去排污管排出，这样就避免了翻板液位计在控制油面高度时，其底部存在的死油不会排出，使其方便地通过内壁控制的转动杆带动内附在内壁的转动杆，防止了内壁上存在的死油^[3]。

为能简易、有效的查看死油段航空煤油含水率，选取合适的闭路取样器是有效的观察及现场测量点。本次选用的闭路取样器在对进出口油品质量进行检测时，切换进出口控制球阀，油品通过管路进入闭路取样器，操作人员使用针筒吸入航油，利用化学测水器测定水分含量，检测完成后，打开取样器底部球阀，迅速将航油放回收集罐。另外，现有的进出油阀结构，腔体内设有球阀芯，通过底座内部设置的转轴将阀杆连接起来，从而控制球阀芯转动，实现开断关断航油^[4]。

在回收管段死油段增设回流管线，管材选用 DN50 的不锈钢管，回流管线的起点位于死油段的最末点，终点接入前端的收集罐内，形成闭环处理。回流管线整体坡度 $\geq 1\%$ ，避免二次积水，采用“无死角”直管或大弧度弯管。采用变频调速控制，回流量根据实际需求进行调整，运行效率得到提高。降低能耗。并且在泵前加装 Y 型粗过滤器（ ≥ 100 目），防止杂质损坏泵体或堵塞管道。在管线高点设置自动排气阀，避免气阻影响流动。

2.3 回收系统含水率含量及过滤器压差计监测

为确保机场油库回收系统航空煤油的油品质量，监测体系从频次优化、多维对比及设备状态监控三

方面强化。在含水率检测频次上,将原每日1次的抽检频率,通过采用高精度在线水分传感器(精度达1ppm)实时监测过滤分离器出口含水率,同步记录温度、压力等环境参数,形成动态数据曲线。纵向对比聚焦回收系统全流程,在过滤分离器、收集罐、回收罐底部设置三级采样点,追踪水分迁移路径;横向对比则覆盖收油、发油、储存等全系统,以发油系统 $\leq 10\text{ppm}$ 的含水率为基准,建立跨系统数据对标模型,当某点位含水率波动超过5ppm时触发预警。

此外,过滤分离器压差监测引入智能变送器(量程0–100kPa,精度0.5级),实时采集滤芯前后压差数据。正常运行时压差应维持在15–30kPa,若压差骤升超过50kPa,可能提示聚结滤芯积污堵塞;若压差突降低于10kPa,则预警分离滤芯破损或密封失效。系统通过PLC控制器设定三级阈值报警(预警值40kPa、临界值60kPa、紧急值80kPa),当达到临界值时自动切换备用过滤通道。同时,压差数据与含水率监测数据联动分析,若出现压差异常伴随含水率回升现象,立即进行预警。

3 油库回收系统管控效益分析

3.1 安全和环保效益

航空煤油含水率降至13ppm,远低于国际航空运输协会(IATA)要求的30ppm标准。当航空煤油中含水率过高时,游离水会加剧燃油系统金属部件的电化学腐蚀,同时为微生物滋生提供环境,导致油路堵塞或燃油泵磨损。研究表明,含水率每超过标准10ppm,发动机燃油系统故障概率提升23%。通过本项目大幅降低了因航空煤油含水率超标引发的发动机供油系统故障等飞行事故风险,为航空飞行提供了更高质量、更可靠的油品保障,对于维护航空运输安全、保护乘客和机组人员的生命财产安全具有不可估量的社会价值。

每年可节约29吨航空煤油,通过国际航空运输协会(IATA)使用的排放因子大约是3.15吨 CO_2 /吨航空煤油进行测算,每年减少约91吨二氧化碳排放,相当于1500亩森林年固碳量,或300辆家用轿车的年排放量^[5]。在全球应对气候变化、倡导节能减排的背景下,这一成果对减少温室气体排放、缓解环境压力具有积极的贡献。此外,降低航空煤油含水率还有助于减少燃烧过程中产生的污染物排放,如硫氧化物、氮氧化物等,进一步降低了航空运输对环境的负面影响,符合可持续发展的要求。

3.2 行业推广性

航空煤油含水率控制适用于国内外机场油库,尤其在南方高湿度或多雨地区,对于解决机场油库航空煤油含水率超标问题具有参考价值。不同地区的机场

油库可以根据自身的实际情况和需求,借鉴该成果的技术思路和方法,进行适当调整和优化,从而有效提升自身的油品质量管理水平。

降低回收系统航空煤油含水率的措施不仅可以应用于航空煤油领域,还可拓展至石化、船舶燃油等领域的油水分离场景。在石化行业,对于原油和成品油的储存、运输和加工过程中的油水分离具有重要的应用价值,有助于提高油品质量,减少环境污染;在船舶燃油领域,可有效降低燃油含水率,保证船舶引擎正常运转,提高船舶的安全性和可靠性。

4 结语

航空煤油回收系统含水率关系到加注给航空器油品的质量安全。通过此次管理提升,使得机场油库航空煤油含水率从28ppm降低至13ppm,显著提高了加注油品的洁净度,并且每年可节约29吨航空煤油,相当于减少约91吨二氧化碳排放。此外,对含水率增加的原因进行分析,并采取相应的措施进行管控,能有效的提高航空煤油的品质保证。在前端预处理、低点排水、循环优化以及智能化监测等方面取得技术提升,为航空煤油含水率控制提供了技术解决方案。本次活动不仅解决了机场油库含水率高的实际问题,还为航空煤油的质量提升和可持续发展提供参考依据和引领作用。

参考文献:

- [1] 赵文杰.航煤过滤分离器更新设计与选型[J].长沙航空职业技术学院学报,2023,23(2):24-29.
- [2] 中国航空工业集团公司北京长城航空测控技术研究所,中航高科智能测控有限公司,中国人民解放军第二炮兵工程大学.一种油液微量水分在线监测传感器:CN201410532764.5[P].2014-12-24.
- [3] 中国航空油料有限责任公司江西分公司.一种防死油质量检查桶:CN202223454920.X[P].2023-05-26.
- [4] 北京科瑞乐航空油料设备有限公司.一种专用于航油质量检测的闭路取样器:CN201910341507.6[P].2019-07-19.
- [5] 王翔宇,刘英杰.航空碳排放计算方法[J].航空动力,2023(2):31-33.

作者简介:

郭兴(1968-),男,汉族,福建福州人,硕士,高级工程师,主要从事航空煤油质量管理工作。

余振财(1976-),男,汉族,福建福清人,本科,中级工程师,主要从事航空煤油质量管理工作。

陈强(1992-)男,汉族,福建龙岩人,硕士,中级工程师,主要从事航空煤油质量管理工作。