

浅谈呼吸阀挡板在卧式圆柱形储罐中应用的可能

周金弟 林 宏(华南蓝天航空油料(广东)有限公司, 广东 广州 510405)

摘要: 随着我国航空运输业的快速发展, 对航空油料的需求也越来越大, 而卧式圆柱形储罐作为中小型机场油库改扩建中应用及首选的储油容器之一, 油品储存于储罐中的蒸发损耗问题也应引起相关的重视。因此, 本文以卧式圆柱形储罐为例, 分析了目前其在正常使用过程中存在的损耗方式及原因, 发现储罐呼吸阀在吸气过程中气流会破坏上层原先的油气浓度分层, 进而提出增设呼吸阀挡板的措施; 分析了加装呼吸阀挡板前、后效果的原理, 提出加装呼吸阀挡板降耗措施的可行性。

关键词: 航空油料; 蒸发损耗; 卧式圆柱形储罐; 呼吸阀挡板; 降耗

中图分类号: TE8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2025) 033-0157-03

A Brief Discussion on the Potential Application of Breather Valve Baffles in Horizontal Cylindrical Storage Tanks

Zhou Jindi, Lin Hong (South China Blue Sky Aviation Fuel (Guangdong) Co., Ltd., Guangzhou Guangdong, 510405, China)

Abstract: With the rapid development of China's air transport industry, the demand for aviation fuel is increasing. Horizontal cylindrical storage tanks are one of the preferred and commonly used oil storage containers in the renovation and expansion of small and medium-sized airport oil depots. Consequently, the issue of evaporation loss during fuel storage in these tanks warrants significant attention. Taking the horizontal cylindrical storage tank as an example, this paper analyzes the current modes and causes of loss during normal operation. It finds that the airflow during the tank breather valve's inhalation process disrupts the original vapor concentration stratification in the upper layer. Based on this, the measure of installing a breather valve baffle is proposed. The principles behind the effectiveness before and after installing the baffle are analyzed, leading to the conclusion that adding a breather valve baffle is a feasible measure for reducing losses.

Keywords: Aviation Fuel; Evaporation Loss; Horizontal Cylindrical Storage Tank; Breather Valve Baffle; Loss Reduction

进入21世纪后, 在国家“一带一路”战略推进、假日“出境游”升温、国家对外开放240h免签政策驱动以及中小机场建设及其改扩建工程进入新一轮高潮期等利好因素的推动下, 我国经济发展逐步走上又好又快的高质量发展轨道, 国民经济持续快速增长。我国民航事业从小到大, 从弱到强, 目前已经成为世界第二大航空运输系统^[1]。

航空油料作为航空运输业的血液, 其需求量也因国内航空业的快速发展而快速增长。能否有效的抑制油品蒸发损耗, 降低损耗是油料增收节支以及绿色机场建设的有力举措。机场油库作为一种专业性很强的储油单位, 其主要任务是为飞机提供航煤储存、加油服务, 机场油库的设备及容量是根据机场规模及发展前景所决定的。我国的民航事业起步较晚, 发展速度较缓, 现有的大部分机场的前期航班业务量较少, 其设计建造级别较低, 机场飞行等级大多都为4D级别以下(飞行等级划分表如表1所示), 所配套建设的机场油库或航空加油站油库规模较小, 油库规模等级多为四级或五级石油库, 航空油料的最大储存量多为2000 m³以下, 而为了满足航空油料商业储备天数, 后期业务量增长的用油要求以及减少前期工程的建设成本, 卧式圆柱形储罐成了中小型机场油库建设储油设备的主要选择之一。

因此, 卧式圆柱形储罐无论是在中小型油库, 还是作为大型油库的附属油罐之一, 如回收罐和计量罐等, 以及作为地面加油站的储油设施, 其应用也极为广泛。卧式圆柱形储罐具有易于搬运和拆迁, 安装, 机动性较好等优点; 但其缺点是容量一般较小, 所需数量较多。以某机场油库为例, 现有4个200 m³和4个100 m³卧式圆柱形储罐, 以每天40个航班加油架次的业务量估算, 每天需要消耗将近250 m³的航空油料, 即恰好1个200 m³和1个100 m³储罐内所储存的航空油料量, 以一天发油次数15次作为计算因子, 月累计发油450次, 经过估算, 由此所产生的蒸发损耗量将达到4~5t, 因此, 对油品在卧式圆柱形储罐的蒸发损耗原理进行分析, 研究采取最合适、最简便、最经济的降耗技术措施很有必要。

表1 机场飞行等级划分表

机场飞行区等级	可用跑道长度	可用最大飞机翼展与主起落架外轮外侧间距m	可用最大飞机翼展
4E	≥1800m	52-60m(不包括)	9-14m(不包括)
4D	≥1800m	36-52m(不包括)	9-14m(不包括)
4C	≥1800m	24-36m(不包括)	6-9m(不包括)
3C	1200m-1800m(不包括)	24-36m(不包括)	6-9m(不包括)
2B	800m-1200m(不包括)	5-24m(不包括)	4.5-6m(不包括)

1 油品储存损耗的原因分析

航空油料是航空运输业的血液，其作为轻质油品之一，主要成分为烃类化合物，易发生蒸发损耗。在航空油料的储存与运输过程中，影响其蒸发损耗的主要因素有油品自身的温度、油品的自由表面积、气相中油蒸汽的浓度、油液面上混合气体的总压强、油品的种类等五个方面。与储存于内浮顶罐内的油品不同，储存于卧式圆柱形储罐中的油品没有浮盘将油品和其上层油蒸汽进行有效地隔开并不与储罐的气体空间直接接触。因此，储存于卧式圆柱形储罐中的油品的蒸发损耗受油品的自由表面积和气相中油蒸汽的浓度两个因素的影响较大，即大呼吸损耗和小呼吸损耗两者的吸气过程^[2]。

1.1 大呼吸损耗

当储罐进行收、发油品作业时，发生的油品蒸发损耗属于大呼吸损耗。储罐进行油品外输发油时，储罐内液体空间减小，气体空间急剧扩大，使气体压力减小，气压产生真空值，当真空值达到呼吸阀真空阀片设定的开启值时，阀片开启，呼吸阀开始工作，外界空气在大气压的作用下被吸入罐内，气流的直接冲击进入打破了原有的气体均匀分布，扰乱了油气原有的高浓度层^{[3][4]}；此时为维持罐内油品界面上油气分子的动态平衡，油品表面上的油分子开始挥发，直至油气浓度重新达到足以维持油品界面上油气分子动态平衡为止。而当储罐收油时，液体空间增大，气体空间急剧压缩，气压增大，储罐内油气经过呼吸阀排出，进入大气中，造成了油品的损耗。当储罐经常地进行收发油作业时，其往复地进行吸气和呼气，便会造成更多的油品损耗^[6]。

1.2 小呼吸损耗

小呼吸损耗不同于大呼吸损耗具有大幅度的吸气呼气过程，其油品损耗过程，主要是因为储罐外部周围温度的变化而引起的。由于储油罐中的油品和油蒸汽具有热胀冷缩的性质，当油品温度升高时，其体积膨胀，一部分油蒸汽会通过呼吸阀排出，而当油品温度降低时，一定量的空气会被吸入储油罐中，温度的经常性变化会造成油品的呼吸损失很小^[5]。特别是像一些环境温度变化比较大的地区，由于白天和晚上的温差比较大，就会造成蒸发损失比较多的油品。

2 呼吸阀挡板的降耗原理

油类所产生的蒸发损耗，无论是在小呼吸过程中的静存状态，还是在大呼吸过程中的收发状态，都会由于储罐内外的压差，导致外部空气被吸入罐内，形成强大的气流，而气流的持续时间也会随着温差的变化，发油速度的不同而发生变化。对于卧式圆柱形储

罐而言，储罐中的油品会直接冲击罐内液面上的高浓度油气层，甚至达到液面上的液面，打破油气空间原油的浓度层分布，因为没有浮盘装置的保护，罐径较小，油液面靠近呼吸口，无论气流大小，都会对罐内液面形成强制对流。使罐内气体空间油气平均浓度大幅度上升，从而在下一次进油或温度升高时将罐内高浓度油蒸气排出罐外，从而造成大量油品的蒸发损失^[7]，创造了加快液面油品蒸发的有利条件。

因此，在油罐安装呼吸阀挡板后，当外界空气被吸入后，吸入的空气气流在呼吸阀挡板的作用下，使气体空间内的运动方向发生变化，避免了高浓度层直接冲击油液面，使吸入的空气均匀地沿罐体顶径向四周分散，再平稳地向下推移，使吸入的空气尽可能地在罐体上部空间内均匀地分布。进而达到良好的降耗效果^[7]。

3 装设呼吸阀挡板降耗分析

通过对装设有挡板的油罐和未装设有挡板的油罐进行发油吸气模拟分析，可得，未装设有挡板的油罐，气流通过呼吸阀进入油罐后的纵向及横向流动轨迹分布，如图 1、2 所示：

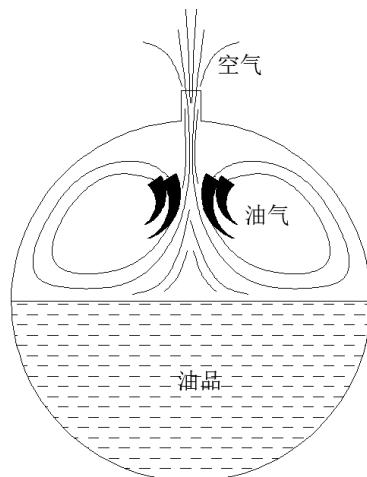


图 1 未装设有挡板的油罐纵向气流运动分布

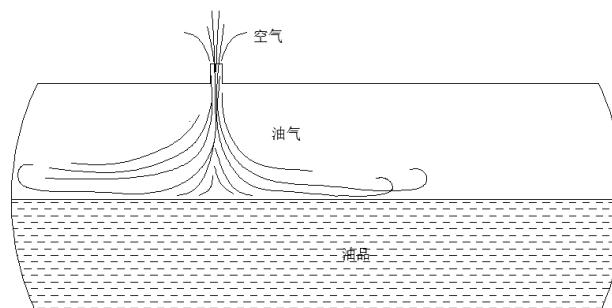


图 2 未装设有挡板的油罐横向气流运动分布

装设有挡板的油罐后，气流通过呼吸阀进入油罐后的纵向及横向流动轨迹分布，如图3、4所示：

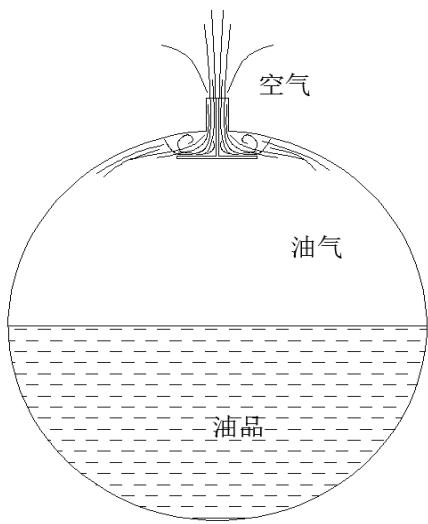


图3 装设有挡板的油罐纵向气流运动分布

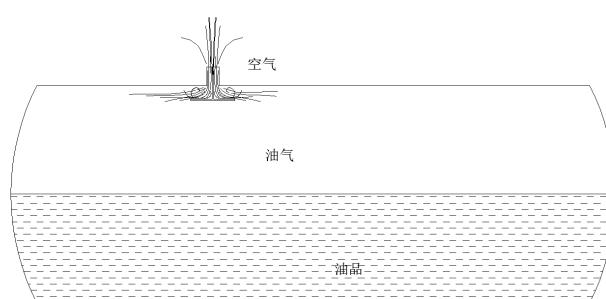


图4 装设有挡板的油罐横向气流运动分布

模拟分析油罐气体空间中油气浓度变化的结果可以知道；当油罐处于发油状态时，装在装有挡板的罐子里，差不多相同浓度的油气分布在同一个高度上。未设置挡板的罐体与此相反，由于受到吸入空气的冲击和搅动，油气浓度在同一高度上分布极不均衡，表现为中间浓度较低、周围浓度较高。

然而，对罐内气体空间纵向浓度分布的模拟结果可以看出，未装挡板的罐体在满罐静存时，其顶部气体空间油气浓度较高，在出油后，由于吸入的气流直接冲击罐内液面上的高浓度油气层，打破了原有的油气浓度层分布，使液面上的油气浓度急剧下降，并随着液面的逐渐下移和气流的不断冲击，使罐体上的油气浓度急剧下降，直到油罐发油结束时，油罐剩余的气体空间各部分的油气浓度基本呈快速下降趋势，只有油气浓度因气流冲击不到的界面而略有回升。而装上挡板后的罐体则不同，吸入的空气在油罐的顶径沿罐体四周均匀地划过，因为挡板在发油时的阻碍分流作用，避免了吸入罐体内气流直接冲击液面上的大浓

度层，依然维持较大的浓度。

并且随着液面的不断下移，吸入外界空气的增加，油罐中的油气浓度略有下降，当下降到一定值后，油品开始蒸发，油气浓度由小到大，迅速上升到发油结束，因此，装有挡板的油罐油气浓度变化幅度较小，油品蒸发损失的量也较少。而罐体收油时，罐体上层的油气排在第一位，中层油气排在第二位，罐体内仍保留着较低的高浓度油气层。等到下一次出油时，这层高浓度的油气气层随着液面再次向下移动，而上层依然是低浓度的油层，这样循环往复，油液蒸发损失就会减少。

所以当油罐收油时，自罐中排出的混合气首先是上层，然后是中层，但在罐中却保留了底层。等到下一次出油时，这层高浓度的混合气层又移到了下一层，而上层还是低浓度层，这样周而复始，油分蒸发损失就减少了。

4 结论

通过原理分析结果可以看出，在呼吸阀下方安装挡板，可以有效阻隔因油罐吸气时形成的气流直接冲击液面高浓度油气层，使罐内原有的油气浓度层稳定分布，减少因浓度下降而导致的油品蒸发损失增加。安装呼吸阀的任何轻油储罐，经过测试分析，呼吸阀挡板的安装都会收到很好的减耗效果，其经济作用显而易见。因此，为卧式圆柱形油罐安装呼吸阀挡板是最合适、最简便、最经济的降耗技术措施之一。而对于呼吸阀挡板在油蒸汽的环境下，其腐蚀问题以及相关使用期限，由于未做试验，暂时无法说明，后续将进一步跟进试验并证明。

参考文献：

- [1] 丁文霞. 我国航空运输业发展趋势分析 [J]. 企业科技与发展 ,2019(09):45-46.
- [2] 王菁阳. 油品储存过程中蒸发损耗问题探究 [J]. 化工设计通讯 ,2019,45(05):38+43.
- [3] 张洪礼. 贮罐呼吸阀下加挡板节油效果显著 [J]. 齐鲁石油化工 ,1982(01):37.
- [4] 张洪礼. 在贮油罐呼吸阀下加挡板节能效果显著 [J]. 节能 ,1982(06):19.
- [5] 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.
- [6] 田轶炜. 油品储运损耗的原因及降耗措施 [J]. 化工设计通讯 ,2017,43(04):208+234.
- [7] 轻质油储罐加设呼吸阀挡板 [J]. 炼油化工环境保护 ,1985(04):59.