

# 航空油料储存运输过程中的安全风险识别与防控策略

吴劲松（中国航空油料有限责任公司西安分公司，陕西 西安 710000）

**摘要：**航空油料是一种易燃易爆的危险品，具有一定的危险性，如果不进行有效的管理，就会给飞行安全造成较大的威胁。本文系统分析了储运环节的主要风险类型，探讨了从源头预防到应急处置的全过程安全防控路径，提出通过信息化监管、制度保障与文化建设相结合的综合治理策略，为构建科学、系统、可持续的航空油料储运安全管理体系提供参考。

**关键词：**航空油料；储运安全；风险识别；防控体系；信息化监管

中图分类号：V351.3 文献标识码：A 文章编号：1674-5167（2025）032-0160-03

## Identification and prevention strategies for safety risks during the storage and transportation of aviation fuel

Wu Jinsong (China Aviation Fuel Co., Ltd. Xi'an Branch, Xi'an Shaanxi 710000, China)

**Abstract:** Aviation fuel is a flammable and explosive hazardous material with certain risks. If not effectively managed, it will pose a significant threat to flight safety. This article systematically analyzes the main types of risks in the storage and transportation process, explores the entire process of safety prevention and control from source prevention to emergency response, and proposes a comprehensive governance strategy that combines information technology supervision, institutional guarantees, and cultural construction, providing reference for building a scientific, systematic, and sustainable aviation fuel storage and transportation safety management system.

**Keywords:** aviation fuel; Storage and transportation safety; Risk identification; Prevention and control system; Information technology supervision

### 1 航空油料储运安全的重要性与研究背景

#### 1.1 航空油料在航空运行体系中的关键地位

航空油料是保证航空器正常运行的基础能源，其质量、安全及供应稳定与否直接影响飞行安全和航空运输的可持续发展。航空煤油既是动力又是航空器性能、航程控制和经济效益的决定因素。对民航、军航和通航来说，燃油的纯净度以及供应连续性是保证飞行安全的生命线。储运过程中的污染、泄漏或者起火等现象不但会导致重大经济上的损失，并且还会引发航空事故。所以，形成起科学的航空油料储运安全体系，便是航空产业链稳定运作的根基保障。

#### 1.2 储运环节的复杂性与风险特征

航空燃料的储运包含接受、存储、测量、过滤、装运、输送等环节，技术链路长、操作多、燃料容易燃烧爆炸。储罐区的温度、压力、静电集聚以及电气设备是潜在的危险因素，在运输过程中会遇到机械震荡、油罐车相撞、密封泄漏等问题，还会受到气候的影响。

不同环节之间还存在着风险的叠加以及传递效应，当某个环节出现问题时就会造成一连串的连锁反应，因为航空油料有着很强的挥发性并且燃点较低容易被污染等特点，在对储运设备进行密封处理的时候还需要考虑防静电方面的相关工作，并且对于其具体

的操作也要做到足够严格才行。

#### 1.3 国内外安全管理现状与问题

国外，发达国家在航空油料安全管理上已经形成了比较完善的标准体系，如美国 ASTM 标准、IATA 燃油管理指南等，在油料检测、防火防爆、静电控制、运输监管等方面均有涉及。标准经由制度化管理以及技术革新之后使得事故频率大幅度降低。中国近些年在标准化的管理和智能监测上都有一定的突破但是关于风险预估模式、智能化监察方式及应急配合体系等方面的缺陷仍然十分突出。一些企业有安全管理制度执行不彻底，人员培训不到位，设备维护跟不上等情况，造成安全风险识别落后，防控体系不完善。

#### 1.4 研究的现实意义与目标

伴随着航空运输业不断发展，对油料的需求量与储运规模也越来越大，其安全管理变得更为复杂。对航空油料储运过程安全风险识别和防控策略的研究，可以促使安全管理从经验型走向科学化、系统化。一方面有助于建立动态的风险识别体系，使事故预防更具有前瞻性，另一方面有助于健全安全责任链，做到技术防护与制度防范的双管齐下。本研究欲从储运环节的风险识别着手，搭建起多维度的防控架构，给行业给予可操作的安全管理参照，从而改善航空能源保障体系的整体安全水准。

## 2 航空油料储存运输过程的主要安全风险识别

### 2.1 储存环节的物理与化学风险

储罐区属于航空油料管理的重中之重，物理风险包括火灾爆炸，化学风险包含泄漏，蒸气积聚和静电放电等等。航空煤油在常温下很容易挥发，在其蒸汽与空气形成爆炸性混合物后，一旦遇到火源就会被点燃。如果储罐的呼吸阀损坏，或者是液位计密封不良，就容易发生油气泄漏现象；而油品在输送的时候会产生静电，如果没有得到及时消除，也会变成火灾事故的原因之一。温度改变会引起油料体积变大或者压力增大，如果监控设备发生故障就会造成罐体破裂。另外储罐底部积聚了积水、杂质以及被微生物污染的问题，对油品质量产生影响进而影响航空飞行的安全。

### 2.2 运输环节的机械与操作风险

运输过程是航空油料储运体系中最危险的一环。公路罐车、管道以及铁路运输等各有其隐患。罐车行驶时遇到路况不好、超速或者紧急刹车等情况，会造成油料晃动并发生液击或是对罐体施加应力损伤，在装卸过程中由于操作失误、接地不良以及阀门松动等状况也极易导致泄漏及静电火花现象出现。管道运输虽然有低风险的特点，但是如果监测系统不健全、防腐涂层受损等也会产生油料泄漏以及环境受到污染的状况。操作人员的规范性也起到关键作用，不按要求接地或者未佩戴防静电用品、缺少步骤都会造成重大的事故。

### 2.3 环境与外部干扰因素风险

外部环境因素对储运安全的影响很大，高温、雷电、暴雨以及地震等自然现象会损害到储运设备造成油料泄漏和燃爆。雷电很容易对露天储罐及运输车辆产生直接威胁，如果防雷设备老化的程度大或者是接地不好，那么极容易导致出现火患。周边环境安全距离不够，地面出现下沉或者第三方施工等情况也会对储运管道造成损害，而且外部人为破坏，恐怖袭击以及网络安全漏洞这些新类型威胁也慢慢变成了航空油料储运系统的潜在危险源头。伴随着储存运输设备的智能化程度越来越高，网络入侵所造成的数据被篡改以及远程控制失效问题也应当引起注意。

### 2.4 管理与人员行为风险

管理层安全意识不足、制度执行不严格，培训体系不健全是事故的深层次原因。有些单位还存在“重生产、轻安全”的观念，风险辨识和隐患排查都是走过场。操作人员安全意识薄弱、违规操作、疲劳上岗、接班不规范等情况经常发生，安全管理制度缺少动态更新机制，对于新出现的设备、工艺以及风险没有及时调整适应，存在管理滞后的问题。安全文化建设不

足、绩效考核偏重经济指标，也就造成了防范责任落实不到位，信息化管理平台使用率低，数据监控和隐患报告与应急响应缺少有效的联动性，进一步加大了安全漏洞。

## 3 安全风险防控体系的构建路径

### 3.1 强化源头管控与风险预警机制

航空油料储运安全的核心在于“防患于未然”，从源头抓起和建立风险预警机制都是构建全过程安全保障体系的基石。源头控制应该包括油料质量、设备状况以及作业环境三个方面，对于油料质量来说要严格按照进厂验收、定时化验以及管道清洗等措施，保证全过程中无污染、无杂质、无水分。建立油料批次追溯机制，保证从来源、运输到质量信息全程受控。设备上，应定期检测储罐、输油管线、装卸臂、泵站和安全阀等主要装置，并按级别管理，更换老化设备，预防泄漏与爆燃事件。

风险预警需依靠信息化监测和智能分析，经由布置温度、压力、气体浓度、液位这些传感器来了解储罐区，输油管线以及运输车辆的运行状况，凭借大数据与预测算法执行趋势分析，针对异常参数提早发出警报，做到“监测—识别—处理”。形成多层级风险评判体系，针对各个环节和各类风险展开量化管理，给安全决策给予数据支撑。

### 3.2 完善储运设施的技术防护措施

技术防护是航空油料储运安全的屏障，储罐区应设置防火隔离带、防爆装置及防泄漏堤，并设置油水分离器防止蔓延。防静电、防雷接地系统要符合国家标准，保证接地电阻达标，避免静电积聚产生火花。

设备选型要选用双层罐体、耐腐蚀材料和自动控制阀门，增强系统的密封性与安全性。油罐呼吸阀需安装阻火器以防止火焰回窜；泵站、装卸区需设气体检测、喷淋及通风系统，确保作业环境安全。利用SCADA系统来实现远程监控以及自动控制的功能，并且对于压力、流量、温度等主要指标做到即时调节，在有故障发生的时候会自动执行紧急停止输气或者泄压的流程，可以减少人的错误和意外事故的风险。

### 3.3 优化操作流程与应急处置预案

规范操作程序是预防人员失误的关键，航空燃油储运包含装卸、过滤、计量和输送这些过程，任何一个错误都会导致事故发生。应该制定标准的作业指导书以及岗位操作规程，并且明确规定出各个步骤的操作要求、检测点还有安全注意的地方，在装卸环节当中实行双人互相检验以保证阀门，接头、静电接地线还有取样工具均是满足了规定的要求；对于输送的过程当中的流速进行严格的把控从而达到避免静电积聚

的效果；在运输车辆进入库区时需要先通过防火的检查才可以进去并且不可以带着火源或者电气。

应急处置体系作为风险控制的必要组成部分，在进行危险性分析的基础上，建立多个场景且不同级别的预案来应对火灾、泄漏、静电、装置损坏以及灾害等情况的发生，要划分责任区域、规定工作程序、确定物资准备与汇报方式。组织人员疏散、事故隔离、灭火救援、泄漏处理及应急通信等演练活动，并通过复盘不断完善预案，保证员工在突发情况下迅速作出反应并协调处置。

### 3.4 推动信息化与智能监管平台建设

创建一个安全管理系统的信息平台，将储罐的液位、油温、压力、输送量、设备运行状态的数据进行汇总和实时分析，达到人防和技防相结合的目的。用物联网技术（IoT）可以实现设备的自动识别、实时监控，运用云计算和人工智能算法来对系统的运行状况做出风险预警以及健康度评定。

## 4 航空油料储运安全管理的持续改进与保障措施

### 4.1 建立全员安全责任与绩效考核机制

安全责任落实是安全管理的基础。需要创建涵盖所有员工以及整个工作流程的责任制度，从而形成从管理层一直到一线工作人员的安全责任链条。对于管理者来说要将安全绩效和考核、奖金以及晋升等相挂钩，并强调“一票否决”的制度；对操作者来说应该实行岗位安全承诺，明确其在工作过程中的职责边界。

在绩效考核上，要采取“过程绩效”与“结果绩效”并重的方式。既要考核事故指标，也要考核隐患排查、参加培训、接受安全建议等过程指标。用奖励和惩罚相结合的方式来提高全员参与安全管理的积极性。

### 4.2 强化培训体系与安全文化建设

培训是提升员工安全素质的基本方式。要构建分层分类的培训体系，根据不同人群如管理者、生产工人、维修人员、司机等制定差异化的培训内容。培训包括基础安全知识、专业知识技能、事故案例、应急处置、心理疏导等。“以案促训”，利用典型事故复盘查找风险根源、管理缺陷，让员工在“惊醒”中增强防范意识。创建仿真教学系统或者虚拟演练平台，让员工在模仿环境里把握繁杂工序的安全操作要点。

安全文化是企业持续安全管理精神的基础。要用宣传教育、主题系列活动、评选竞赛等形式来创建出“人人重视安全，人人都懂得风险”的良好局面。高层管理者要以身作则参加到安全检查、风险识别中去，并形成自上而下的安全共识。

### 4.3 推动法规标准与行业协同发展

法规标准属于安全管理体系的基础，要参照国际

标准建立中国航空油料储运的法规和技术标准，并且强化储罐的设计施工，管道建设检验养护以及消防防爆各个重要环节的要求。行业主管部门要加强对企业安全管理的检查与指导，建立起权威的安全评估和认证制度。由行业协会和专业机构来推动标准化、智能化以及安全管理体系（SMS）的创建，并且加强技术沟通交流与经验共享。

并且应当促进多领域联合行动，尤其是和消防、环保、交通、能源、公安等相关部门一起构建出强有力的监控联动机制。联席会议和联合检查制度的建设可以做到资源共享、信息互通、应急联动，提高整个行业的安全管理水准。

### 4.4 构建动态改进的安全管理闭环

安全管理不是静止状态，是个不断发展变化的过程，要创建PDCA（规划—实行—查验—改良）循环管理机制，塑造起从风险认识、掌控执行到成效评判、改进加强的循环。定期开展内部审计、外部评价，找出管理中的缺陷以及存在的隐患，列出整改事项并进行追踪落实。借助信息化的手段来记录有关安全事件的数据，构建起事故和隐患相关的数据库，这样就能够为日后的改进工作给予一些数量方面的参考根据，而且还要积极推动建立关于安全创新的工作机制，让员工大胆地提出自己的改良意见以及技术革新设想。对表现优异的安全改善项目予以表彰并推行，形成起持续改进的内在动力，依靠这样的循环改进机制，航空油料储运安全管理就会从“被动防控”转变为“主动治理”。

## 5 结论

航空油料储运安全是保证航空运行系统稳定的必要条件。构建科学的风险辨识体系、改进技术防控手段、推进信息化管控与提升安全文化水平等方式可以达到全方位的系统性防护。未来要在智能化检测与法规合作方面做更深一步的工作，使航空燃油的安全管理变得标准化、智能化并且可持续。

### 参考文献：

- [1] 王力. 机场航空煤油运输和储存方式探讨 [J]. 石化技术, 2018, 25(10):261.
- [2] 陈亮. 化学危险品储存与运输安全管理方法研究 [J]. 山西化工, 2020, 40(4):134-135, 138.
- [3] 李磊. 浅谈石油储存与运输安全问题分析 [J]. 石化技术, 2018, 25(10):225.
- [4] 邹彦巍. 危险化学品生产储存运输安全监控系统研究与应用 [J]. 科技创新与应用, 2015, (6):35-36.
- [5] 蔡春雷. 货物运输环节中的安全风险管理与控制 [J]. 中国储运, 2025, (6):70-71.