

成品油运输安全风险评估与应急处置机制建设

杜 傲（中国航空油料集团有限公司黑龙江分公司，黑龙江 哈尔滨 150036）

摘要：成品油运输在能源供给与经济运行中发挥着举足轻重的作用，但伴随高速公路、铁路以及水运网络的不断扩张，其潜藏的安全风险同样不容小觑。若运输过程出现泄漏、火灾或爆炸等意外，会对企业与从业人员造成冲击，还对周围环境和公共安全产生严重影响。研究成品油运输的安全风险评估及相应的应急处置机制建设，能帮助运输企业和政府部门提高对事故的预防与控制能力，并在突发事件到来时迅速采取有效措施，将损失与影响降到较低水平。本文从成品油运输风险评估的理论基础出发，结合行业特点、典型事例与数据信息，系统论述运输安全风险分析方法以及应急管理机制的核心要点，并给出可行的优化路径。

关键词：成品油运输；安全风险评估；应急处置机制；风险控制；事故预防

中图分类号：TE88

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）025-0136-03

Construction of safety risk assessment and emergency response mechanism for the transportation of refined oil products

Du Ao(China Aviation Fuel Group Co., LTD, Heilongjiang Branch, Harbin Heilongjiang 150036,)

Abstract: If leakage, fire or explosion occurs during the transportation of refined oil products, it will cause an impact on enterprises and practitioners, and also have a serious influence on the surrounding environment and public safety. Research on the safety risk assessment of refined oil transportation and the construction of corresponding emergency response mechanisms can help transportation enterprises and government departments enhance their ability to prevent and control accidents, and take effective measures promptly when emergencies occur, minimizing losses and impacts. Starting from the theoretical basis of risk assessment in the transportation of refined oil products, this article, in combination with industry characteristics, typical cases and data information, systematically discusses the core points of transportation safety risk analysis methods and emergency management mechanisms, and provides feasible optimization paths.

Key words: Transportation of refined oil products;Safety risk assessment;Emergency response mechanism;Risk control;Accident prevention

成品油属于易燃易爆化学品，运输过程对车辆设备与操作水平都有较高要求。现代经济对石油资源的需求量巨大，在多元化的物流链条中，大批量成品油经由公路、铁路或水路运至各地储库或加油站，任何微小的疏忽都可能导致严重后果。尤其近年来，国内交通网络规模空前扩大，成品油运输距离与频次不断上升，运输企业在保障生产效率的同时，也需谨慎应对安全隐患。当风险水平攀升，应急处置机制就成了第二道防线。如何在事故发生前、发生中与发生后都有相匹配的预防与响应策略，这是成品油运输企业与安全监管部门共同面临的课题。

1 成品油运输安全风险评估的关键环节

1.1 危险特性与事故类别

成品油（包括汽油、柴油、煤油等）具有易燃易爆性、挥发性和一定毒性，在遇明火、高温或撞击等情况下会迅速燃烧或爆炸。运输过程中，车辆的密封性、罐体材质及操作人员的专业水平直接影响成品油安全。若从潜在事故类型来看，大体可分为以下几种：

第一，泄漏与环境污染。一次普通交通事故若牵涉成品油车辆，可能导致油料流出，引起土壤与水体

污染。若处理不当，周边居民区或水源地受威胁，甚至产生大范围次生灾害。有资料显示，某地在一年内发生的油罐车翻覆事件就有3起，其中2起泄漏油品总量达2.37t，造成河道水质短期内恶化。

第二，火灾与爆炸。当泄漏的油品遇到火花或高温，会出现猛烈燃烧，引发连锁反应。例如，某港口曾记录到一起油船靠岸时操作失误造成油气积聚，最终瞬间爆燃，现场温度攀升至近900℃，导致码头设施严重毁坏并造成较大经济损失。类似事故在公路运输中也时有发生。

第三，毒性危害与人体健康风险。成品油的某些成分可能产生毒性，对人体神经系统或呼吸系统产生潜在损伤。司机或工人在加油、装卸过程中若未配备个人防护用品，也会面临慢性健康威胁^[1]。

1.2 风险评估模型与评估过程

第一，危险源辨识与分级，应使用系统化方法识别危险源，包括车辆设备、人员操作、环境因素、管理制度等环节，每一个环节的潜在失效模式都要列出并进行分析。有时可采用失效模式与影响分析或危险与可操作性研究等方法对流程进行梳理。依据事故可

能性与后果严重性，可以进行初步分级：一级风险：极易引发大规模事故且后果致命，如油罐破裂导致大火；二级风险：较大概率但后果可控，如小规模泄漏或短时交通堵塞；三级风险：频率很低或后果相对有限，如油罐罐壁微渗漏等。

第二，定量评估与事故频率预测，在一些风险评估实践中，也可结合数据进行定量分析。比如，统计若干年内油罐车交通事故的发生率与车辆总行驶里程的比值，得出事故率，再结合泄漏概率或爆炸概率形成综合指标。

第三，影响权重与场景分析。由于成品油运输可能涉及跨区域或多种交通方式，需要在评估过程中考量道路状况、季节气候以及应急资源分布等要素。例如，山区公路的急弯、雨天路滑都会令车辆失控概率提升，而靠近易积水地段也意味着泄漏后清理难度加大。可以采用层次分析法给各风险要素赋予权重，组合成宏观风险指数，对于不同线路与时段的运输活动进行排名，以便企业或管理部门合理分配安全监控与应急力量。

1.3 典型案例与数据实例

以下举例说明风险评估在现实中的作用：某油罐车公司拥有车队规模约 80 辆，每辆车月平均运输成品油量达 135.72t ，年累计运量可达 130493.60t 上下。经对其过去两年事故数据进行整理，发现：车辆机械故障比例占事故总数的 28.57%；司机操作失误占 39.10%；外部环境（路况、天气、突发状况）因素约占 19.05%；其余 13.28% 与突发火源或不明原因的油品渗漏相关。

结合上述原因剖析，确定主要风险点在于机械保养与司机疲劳驾驶，再根据运输路线状况对车辆进行分级备案，重点关注那些总行驶里程超过 50 万 km 且频繁跑夜路的车辆。统计表明，自实施这套分级管理后，该公司事故率下降了 26.80%，由原先的 $8.15 \times 10^6/\text{km}$ 降至 $5.96 \times 10^6/\text{km}$ 。此例显示在评估与预防上花费心力，能有效削减潜在危险。

2 应急处置机制建设的核心要素

2.1 应急组织体系与分工

第一，企业内部指挥与外部联动。成品油运输事故往往跨区域、多部门，因而应急处置需建立企业为主体、地方政府与消防、环保部门协同的层级联动机制。企业层面可成立“安全应急领导小组”，由安全主管、车队负责人、调度员等核心成员组成，负责内部指令传达、应急资源调配等工作。政府与专业救援队则在重大事故或需要外部援助时参与，形成“企业—政府—相关机构”多级指挥体系。

第二，企业内部指挥与外部联动，职能划分。监

控与预警组：负责监控车辆运行、收集事故预兆信息并及时上报；现场处置组：由具备化学应急技能的人员、消防和医疗组建，对现场进行封锁、隔离、排险；后勤保障组：担负物资补给、车辆维修、应急药品及防护装备调配；善后及舆情组：承担事故后期调查、赔偿、媒体沟通等。

2.2 专业应急装备与物资储备

第一，设备配置。企业通常在其主要运油车辆上配备灭火器、油泵及吸油棉等简单器材。但若要面对更复杂的突发事件，还应在关键节点设置应急物资储备库，内含重型防化服、防爆灯、移动油料回收设备、吸附材料等。在公路运输沿线，也可与各地消防或油料仓储站点达成合作，约定共享或调拨应急装备。

第二，防泄漏与防爆的技术提升。为降低一旦碰撞就发生爆燃的风险，一些企业开始采用带有隔热层或双层罐体的车辆设计。某企业引进一批具备自动紧急切断阀的新型油罐车，阀门可在车辆受到明显撞击时自动封闭，以减少油品外泄。还可加装远程监控与报警系统，若油罐压力异常或温度突升，则迅速发出警示，供调度中心与司机协调处置^[2]。

2.3 应急处置流程与关键环节

第一，快速报警与信息传递。事故发生后，现场司机或发现者应立刻进行报警并向企业指挥中心报告，指挥中心再通知相关部门与外部救援。此时需要确保信息传递渠道通畅，企业内部应设置 24h 应急电话和电子平台。

第二，现场隔离与初始控制。在消防和专门应急人员赶到前，现场人员可根据培训经验先做简单隔离措施。如通过建立半径 $\geq 50\text{m}$ 的警戒区，防止无关人员进入危险区域，必要时阻断公路交通，以免扩大事故影响。若有轻微泄漏，可用吸附材料或围堤处理，避免油料蔓延至水体或火源附近。

第三，专业救援与后续处置。当救援力量到场后，由现场指挥按照“先控火源，再堵漏，后清理”的原则展开行动：控火源：使用泡沫灭火剂、干粉灭火器或冷却水带进行火势控制；堵漏：用专用修补工具或应急粘合剂封堵破损罐体，并收集泄漏油品；清理：对受污染土壤或水域进行吸附、中和或换土等。

第四，事后调查与经验总结。事故善后阶段要对罐体破损原因、司机行为、环境因素等展开调查，并将教训纳入企业安全管理体系。每一次事故都可以推动企业或行业规范的改善。

2.4 典型事件与实施成效

以某地区为例，自从 2019 年起对成品油运输车辆施行分级应急管理模式后，其重大事故发生率减少

了 31.46%，抢险效率却提高了约 25.80%。其中，具备泄漏应急包和防爆阀的车辆均能在碰撞后降低油料外泄量，火灾与大范围污染的几率因此大幅下降。企业报告称：在 2021 年 1 月到 2022 年 12 月间，该区域虽发生过 4 起涉及成品油泄漏的交通事故，但无一起引发大规模燃烧或人员伤亡，泄漏的油品总量也控制在 3.62t 以下，通过吸附与回收措施最大限度减少了环境影响。由此可见，当应急机制齐备、人员训练得当，面对突发事故时就能更果断与有效地应对。

3 成品油运输安全风险控制与应急机制的优化方向

3.1 加强制度化与信息化的协同

第一，法规与企业管理融合。国内已有多部法律法规涉及危险化学品运输，但还应针对成品油运输细分更多可操作的条文，使企业在车辆安全标准、司机培训、应急资源配置等方面有清晰参考。企业内部的安全规章则需与法规衔接，形成有奖惩和透明化的考核体系，把安全表现与司机薪酬或晋升挂钩，提升其责任感^[3]。

第二，信息化与大数据分析。随着物联网与 GPS/北斗系统的普及，车辆运行轨迹、载重量、罐内压力及周边气象信息均可实时采集。通过大数据算法，企业可预测异常工况并提前采取行动。例如，一旦系统监测到车辆在某地段速度异常波动或罐体压力超过 1.20bar，就会发出预警指令，让司机减速检查，或通知附近应急团队提前备勤。此类信息化手段对预防突发事故与提高反应速度具有积极作用。

3.2 深化从业人员培训与演练

第一，灵活培训与考核。司机与押运员是成品油运输安全第一线。应建立经常性的安全教育制度，让工作人员学习油品特性、泄漏处理、火灾预防以及应急联络流程。培训不要只靠课堂讲座，更需演示与实操练习，使工作人员能在紧急情景下保持冷静与果断。企业可安排模拟仿真系统，如在虚拟场景里让司机体验“罐车侧翻后油品外泄”的流程，进行多次演练。结业时，设立实操考核和笔试，只有合格者才能正式上岗。

第二，联合演练与区域合作。为应对跨区域或大型事故，可组织多家企业、当地消防、医疗机构等开展联合应急演练，模拟突发状况，如多车连环相撞引发油品泄漏和小规模火灾。参与方各司其职：消防队演示泡沫灭火剂使用，环保人员监测油气扩散，企业安全部门负责阻止车辆通行、调配应急物资。这种联合演练能发现各部门信息对接与协作上的不足，进而改进应急预案，为真实情景做准备。

3.3 完善监测与防控技术创新

第一，新型罐体结构与传感器技术。现有研究表明，在油罐车罐体外加装韧性较高的防护材料，可在

发生撞击或翻车时减少破裂几率。某研究团队对双层结构的罐体进行碰撞实验，结果显示其耐受力比单层罐提升约 32.58%。再者，利用多点传感器监测罐内油位、压力和温度，可以在参数异常时迅速警示。车载终端将数据以 10 秒为周期传送至中央系统，异常波动幅度若超 2.50% 则自动触发报警。

第二，防爆阀改良与车载灭火系统。传统安全阀在高温或压力失控时打开，可能无法及时控制油品溢出。新的防爆阀能在少量泄压的同时，封闭主罐出口，限制油气外泄。某企业引进的自动车载灭火装置则在车头或罐体附近安装热敏感器，一旦温度突破某阈值（如 80℃），灭火剂自动喷射，熄灭初始火苗或爆燃苗头，为现场救援赢得宝贵时间^[4]。

3.4 实施激励与监管并举

第一，经济激励与社会声誉。政府可给予对安全投入大、事故率低的企业税收优惠或财政补贴，鼓励企业升级车辆、购置应急装备。市场上也可通过保险费率调节，让安全记录良好的企业享受更低保费。如果企业在公众平台或行业协会的评比中拿到安全示范单位称号，其社会形象和竞争力也会因此增强。

第二，严格监管与严惩。对于屡次出现重大安全隐患却未整改的企业，监管部门应果断施以严罚或吊销经营许可，让不合规企业难以在市场生存。监管者可通过随机抽查、专项督查等方式核验企业的应急预案与装备配备情况。连续两年安全检查不合格的企业，必须限期整改或退出成品油运输领域。惟有严管与高压态势下，才能推动行业整体安全水平稳步提升。

4 结语

随着成品油运输线路与规模不断扩大，对安全与应急的要求也在升级，只有持续完善评估技术、投入创新装备，并推进人员培训、信息化管理与多方联动，才能在日益复杂的环境中确保输送通畅、安全可控。期待未来行业能在数字化与制度化的深度融合下，让运输安全风险降到理想范围，为社会供应链的稳定运转保驾护航。

参考文献：

- [1] 于德森, 孙元, 李宽宽. 成品油管道输送安全管理的风险评估与应对策略 [J]. 石油石化物资采购, 2024(13):148-150.
- [2] 张伟. 成品油油库储运管理中的安全风险评估与控制策略研究 [J]. 中国化工贸易, 2023, 15(5):163-165.
- [3] 梁帆. A 公司成品油运输风险评价及控制对策研究 [D]. 大连: 大连海事大学, 2024.
- [4] 闫力, 刘洋. 成品油长输管道环境风险评估与管控质量提升对策浅析 [J]. 能源新观察, 2023(6):62-63.