

油气储运安全风险评估与安全管理策略

张 烨（中国石油天然气股份有限公司内蒙古乌兰察布销售分公司，内蒙古 乌兰察布 012000）

摘要：油气储运系统在我国能源工程中占据着举足轻重的地位，因其所处的运行环境相对较为复杂，在运行期间定期针对风险事件进行评估以及开展安全管理工作有着十分重要的作用。传统风险评估方法以及管理手段，与目前的经济社会发展要求相比存在一定的差距。为此，文章针对油气储运的安全风险评估以及管理进行研究，在简单探讨目前油气储运系统的基本组成和运行机制的前提下，针对较为常见的各种风险因素进行矩阵式风险因素识别以及判断，并提出了油气储运安全管理基本策略。

关键词：油气储运系统；安全风险评估；安全管理

中图分类号：TE88

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）024-0154-03

Safety risk assessment and safety management strategy for oil and gas storage and transportation

Zhang Ye(Inner Mongolia Ulanqab sales branch of CNPC, Inner Mongolia Ulanqab 012000, China)

Abstract: oil and gas storage and transportation system plays an important role in China's energy engineering. Due to its relatively complex operating environment, it plays a very important role in regularly evaluating risk events and carrying out safety management during operation. There is a certain gap between the traditional risk assessment methods and management means and the current requirements of economic and social development. Therefore, this paper studies the safety risk assessment and management of oil and gas storage and transportation. On the premise of simply discussing the basic composition and operation mechanism of the current oil and gas storage and transportation system, it identifies and judges the matrix risk factors for various common risk factors, and puts forward the basic strategies for the safety management of oil and gas storage and transportation.

Key words: oil and gas storage and transportation system; Safety risk assessment; security management

石油、天然气始终是国际经济社会发展不可或缺的重要因素，随着世界各国对于油气资源的依赖性有所强化，这也代表在油气资源开采、储运、应用过程中的安全以及环境风险影响进一步凸显，尤其是在油气储运过程中，因为外界环境因素相对较为复杂，需要经历多个环节，这也代表遇到的各种风险因素数量相对较多。

在早期社会发展背景下所形成的环境保护以及风险管理策略与目前的经济社会发展要求相比，存在一定的差距，需要油气行业在关注传统物理工程风险的前提下，针对技术以及全新理念引入引发的风险事件进行研究以及分析。故此，文章针对目前油气储运系统运行期间的安全风险因素，利用矩阵方法进行合理评估，同时提出安全管理策略，能够为油气储运系统的开发以及应用提供参考。

1 油气储运系统概述

1.1 基本组成

整个油气储运系统能够将油气从最初的开采地通过多种途径转移到消费者手中。钻进系统作为整个系统的起点，能够针对目标区域进行原油、天然气开采工作，在现代状态技术以及设备的加持下，开采作业

的效率和安全性明显提升。采集系统则是能够将钻井点开采的石油、天然气这类资源逐渐运输到处理系统中，具体是以管道和泵站为主^[1]。

1.2 油气储运系统的运行过程

在油气储运系统运行期间，需要开采人员优先利用钻探开采技术、设备完成石油、天然气的开采工作，同时要引入现代化的环保理念、技术，控制油气资源开采对生态环境产生的负面影响，维护相关人员的人身安全。在此之后，需要完成水分、砂砾的初步处理工作，保障油气资源能够满足储存以及运输的工作要求。

随后，油气资源可以接入管道、轨道等输送系统将其转移到存储系统中，为后续的油气资源运输、供需调整提供参考^[2]。同时，在输送环节需要针对各种基础设施定期开展检查维护工作。

2 油气储运系统安全风险评估及管理工作的基本原则

2.1 全面性原则

在石油储运系统运行的过程中，因为涉及石油开采、初步处理、储存、运输等环节，每个环节都会面临着不同的风险因素。为此，在风险评估以及管理过

程中，风险管理需要针对不同环节合理拆分，根据目前系统运行状况以及同类型系统运行以及管理工作经验，客观梳理在不同环节产生的各种风险因素，以此为基础建立结构化的风险评估模型，通过建立相应的判断矩阵，能够针对不同风险因素的权重指标合理进行研究及分析^[3]。最终针对不同因素的风险合理地进行排序，从而提出较为完善的风险应对措施，保障油气储运系统的运行效率和质量能够不断提升。

2.2 专业性原则

油气储运系统的安全风险评估以及管理工作难度明显提升，涉及多个工作环节，工作内容也变得越发复杂，对于相关人员提出专业能力方面的高要求。这也代表在后续的安全风险评估以及管理工作中，需要相关单位基于专业性原则的要求，在客观分析油气储运系统安全风险评估以及管理工作要求的前提下，吸纳在石油天然气安全风险管理等方面，具备深厚工作经验以及较高工作能力水平的专业人才，通过内部的以老带新或者是同事沟通交流等方法，针对工作经验进行分享，商讨问题的解决方案，持续提高相关人员的专业水平^[4]。

此外，相关单位也需要针对已有的安全风险评估和管理人员定期开展专业培训工作，邀请行业专家进行理论知识培训以及实践指导，确保安全风险评估以及管理工作也能够根据企业的真实状况，针对安全风险因素合理进行评估，提出完善的解决对策，提高油气储运系统运行安全性。

2.3 技术性原则

考虑到目前油气储运系统的环节数量相对较多，安全风险因素数量明显增加。在安全风险评估以及管理工作中，需要遵循技术性原则的要求^[5]。相关人员在油气储运系统的关键节点设置现代化传感器以及无线通信网络模块，由传感器实时搜集储运系统运行数据，并将其经过初步处理之后上传到系统后台。系

统后台的计算模型能够针对系统运行过程合理进行分析，第一时间展示运行结果。在发现异常数据时，可以第一时间发出警报信号，确保相关人员能够发现存在的安全风险隐患，第一时间进行处理。

3 油气储运的安全风险评估分析

从现阶段我国油气储运系统的安全管理经验看，风险评价指标相对较为丰富，细分为目标层、准则层以及因素层。目标层便是代表了运输期间的总风险，准则层可以分为设备、规章、环境、人为、物理五大主要因素，因素层可以设立与各个一级指标完全对应的二级指标，共计 17 个。根据油气储存运输的基本风险状况组建目标层判断矩阵，具体如表 1 所示，这种矩阵能够客观的反映油气储运系统运输过程中，有关设备、规章、作业环境、人为、物料等准则层因素对最终运营风险的作用。

针对储运过程中的主风险因素进行判断矩阵的权重计算、检验工作。相关人员针对矩阵每一行因素的乘积 M_i ($i=1,2,3,4,5$) 进行计算，最终分别得出的成绩为 3.5、45、0.022、324 及 0.001。此后，可以针对 M_i 的 n 次 \bar{w}_i ($i = 1,2,3,4,5$) 进行计算，得到的数据为 1.285、2.141、0.466、3.178 以及 0.251。最后，需要针对向量 $\bar{w} = [\bar{w}_1 \bar{w}_2 \bar{w}_3 \bar{w}_4 \bar{w}_5]$ 进行正规化处理，针对不同风险因素的权重向量进行研究，最终发现的风险因素权重向量指标为 0.175、0.293、0.064、0.434 以及 0.034。

最后，便可以根据已经求得的(0.175、0.293、0.064、0.434 以及 0.034) 向量，换言之，便是设备、规章、作业环境、人为、物料等因素权重向量，根据已有的计算公式，针对最大的特征根进行计算以及分析，最终得到的数据为 5.083。

同时，需要针对矩阵的一致性进行检验，最终得到的数据为 0.021，其中 RI 的取值为 1.12，最终的一致性检验结果为 0.018。这也代表本次研究所形成的判断矩阵完全符合目前一致性检验的标准要求，可以

表 1 目标层判断矩阵表

| 风险因素 | U_1 -- 设备 | U_2 -- 规章 | U_3 -- 作业环境 | U_4 -- 人为 | U_5 -- 物料 |
|---------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| U_1 -- 设备 | 1 | 0.5 | 3 | 0.333 | 7 |
| U_2 -- 规章 | 2 | 1 | 5 | 0.5 | 9 |
| U_3 -- 作业环境 | 0.333 | 0.2 | 1 | 0.167 | 2 |
| U_4 -- 人为 | 3 | 2 | 6 | 1 | 9 |
| U_5 -- 物料 | 0.143 | 0.111 | 0.1 | 0.111 | 1 |

为其他企业的油气储存运输的风险评价奠定坚实的基础。

4 油气储运系统安全风险管理措施

4.1 基础设施以及管道的有效保护

考虑到在本次风险评估矩阵模型的影响下，设备因素同样会对系统安全性产生明显的影响。在日常的储运系统建设以及维护过程中，需要相关人员根据系统的管道运行压力以及已有设计规范、周围环境特征，科学选择管道以及设备的制作材料，避免管道及其他基础设施在运行期间因为受到外界因素以及内部压力的共同影响，出现破损或者腐蚀的问题，有效降低各种安全问题的发生概率。

此外，目前油气储运系统中所分布的各项设施以及管道数量相比较多，为了避免质量问题持续发展，同样需要企业组织专业人员针对目前的油气储运系统的具体运行状况定期开展检查以及维护保养工作，尤其是需要针对接头部位的质量进行检查，通过有效处理各种安全隐患，降低安全风险事件的发生概率。

4.2 安全管理机制的持续完善

从之前的评估结果可以看出安全制度以及教育培训在风险控制过程中发挥着重要的作用。在油气储运系统安全风险评估的过程中，行业需要根据现有的经济社会发展要求，针对已有行业标准进行调整和优化，形成全新的储运系统管理工作模式，针对各种安全管理制度进行调整以及优化，在合理划分各部门工作职责的前提下，确保相关工作得以有效落实，搭配使用教育培训等相关工作，帮助安全风险以及管理工作人员能够及时了解现代化技术的应用效果以及操作技巧，将其用于工作实践中，第一时间发现并处理各种安全隐患，提高整体的系统运行安全水平。

4.3 风险评估技术的调整优化

从本次的作业环境风险以及人员因素的风险评价结果可以看出，在油气储运系统运行过程中，天气、作业空间和安全防护意识都是较为常见的风险因素。为此，在油气储运系统的建设、运行期间，需要施工单位针对工程现场全方位进行勘察，在了解当地场地风险因素的前提下，对其进行等级排序，科学选择技术方式，保障储运系统在运行期间，能够保持一种安全稳定的运行状态。针对游戏储运系统的人员操作，可以在探讨各种常见问题的前提下，将其划分到高危危险性项目中，最终形成针对性的管理工作措施，及时开展培训工作。

同时，要针对日常操作以及安全评估工作进行检查。在各项设备运行过程中，监控装置能够帮助管理人员系统后台有效了解实际的生产线运行状态，可以

根据系统运行数据变化，针对各种故障事件第一时间研究和分析，由专业人士对设备进行维护以及保养，安全风险发生概率进一步降低。

4.4 管理人员技术水平的提升

油气储运系统中所用的各种设备以及管道的数量都在不断增加，设备的结构变得优化精密，对于相关人员的操作、运维及管理工作要求也在不断提升，但相关人员的专业素质人员和经济社会发展要求始终存在着一定的脱节现象。

为此，需要相关单位在油气储运系统的安全风险管理评估工作中，重视相关人员的专业培训工作，根据目前石油储运系统的基本组成，从其运行机制各环节的风险因素以及风险判断矩阵建立、风险管理等多个方面出发优化传统的培训工作内容，确保相关人员能够形成现代化的风险管理意识，应用各种风险矩阵判断模型，针对风险因素权重进行研究，在合理排序的前提下，按照风险事件的轻重缓急提出解决对策。

5 总结

总而言之，在目前我国油气储运系统运行的过程中，因为涉及开采、初步处理、储存、运输的多个环节，并且风险因素数量相对较多，需要在科学建立风险判断矩阵的前提下，针对其中的各种常见因素进行研究以及分析。通过本次研究发现，目前在油气储运系统运行的过程中，设备故障、设备设施维护、安全制度、教育培训等都是其中较为重要的风险因素，需要相关单位在落实地面管道设备保护工作的前提下，完善相应的安全管理工作机制，配合风险评估技术以及人员培训工作的引入和实施，确保相关人员能够从宏观层面出发，针对各种风险事件进行研究以及判断，从而提出针对性风险管理政策，有效降低油气储运系统的运行风险。

参考文献：

- [1] 冯弋秦,沈志军,韩艳敏.油气储运安全风险评估与安全管理策略[J].化工安全与环境,2024,37(12):23-27.
- [2] 柳宗奇.成品油储运中存在的风险与技术发展研究[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(20):103-105.
- [3] 陈建国.石油储运工艺中的安全措施探究[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(19):168-170.
- [4] 崇钊.油气储运中的安全隐患及防范探讨[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(05):49-51.
- [5] 林晓朋,胡建,曲广顺.石油化工企业油气储运工程安全性问题的探究[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(05):84-86.