石油储罐区火灾爆炸风险评价与控制措施研究

刘 鹏 吕恒佳 (江苏新海石化有限公司, 江苏 连云港 222113)

摘 要: 本文对石油储罐区火灾爆炸风险评价方法与指标进行了一定论述, 在此基础上, 结合石油储罐区的火灾爆炸风险特点, 提出了具有一定针对性的控制措施, 包括安全设施与设备的加强、安全管理措施的实施和应急预案与处置的完善, 以提高石油储罐区的火灾爆炸防范能力。

关键词: 石油储罐; 火灾爆炸风险; 控制

1 前言

石油是我国能源的重要来源之一, 其储存和运输环节中涉及大量的储罐, 如原油、成品油、润滑油等, 而石油储罐区作为储存石油产品的重要场所, 其安全问题一直备受关注。一旦发生火灾爆炸事故, 除了直接造成人员伤亡和财产损失外, 还可能造成环境污染和社会影响。因此, 对石油储罐区火灾爆炸风险的评价和控制至关重要。

2 石油储罐区火灾爆炸风险评价方法与指标

2.1 火灾爆炸风险评价方法

2.1.1 定性评价方法

定性评价方法主要通过专家经验、实地考察和历史数据等对火灾爆炸风险进行描述性评估。常用的定性评价方法包括德尔菲法、层次分析法、模糊综合评判法等。这些方法强调对风险因素的深入理解和专家经验的应用, 适用于缺乏详细数据和模型的情况。

2.1.2 定量评价方法

定量评价方法是基于数学模型和统计数据对火灾爆炸风险进行量化评估。常用的定量评价方法有事故后果模拟、风险矩阵、概率风险评估等。这些方法可以量化地表达风险大小, 有助于风险比较、优先级排序和决策支持。

2.2 火灾爆炸风险评价指标

2.2.1 安全设施指标

安全设施是预防和控制火灾爆炸风险的基础。针对储罐区的特点和储存的油品类型, 必须设计、安装和维护一套完善的安全设施体系。安全设施指标主要包括防火隔离设施、火灾探测与报警系统、灭火设备与系统等。首先, 防火隔离设施是在储罐之间设置的隔离墙、隔离沟等防止火灾扩散的设施。防火隔离设施的设置必须满足防火区域划分的要求, 合理设置隔离距离和材料, 确保其具备防火隔离的功能。其次, 火灾探测与报警系统是实现火灾早期发现和快速报警

的重要设施。该系统应根据储罐区的特点和规模, 设置相应数量和灵敏度的探测器和报警装置。最后, 灭火设备与系统是在火灾发生时能够快速、有效地扑灭火源的关键设施。该设备包括灭火器、泡沫液、水炮等, 灭火系统则包括自动喷水灭火系统、固定式泡沫灭火系统等。灭火设备与系统的设置应根据储罐区的特点和需求, 合理选型、设计和布置, 并进行定期检测和维护。

2.2.2 环境影响指标

环境影响指标是衡量火灾爆炸风险的重要指标之一, 主要关注事故可能对周边环境造成的影响。评价环境影响指标的目的在于识别事故后果的严重程度和影响范围, 以便采取相应的控制措施和应急预案。首先, 污染物扩散范围是评价环境影响指标的一个关键因素。当火灾爆炸发生时, 储罐内的石油和化学物质可能会在爆炸和火灾中释放出来, 形成大量的有毒有害气体和液体污染物。因此, 评价指标应当关注污染物扩散范围, 包括污染物在空气、土壤和水体中的传播范围和程度。其次, 受污染资源种类是评价环境影响指标的另一个重要因素。储罐区周边的资源种类和数量是评价事故影响范围的重要指标。当火灾爆炸事故发生时, 周边的环境资源, 如水源、空气质量、土地和野生动植物等, 可能会受到严重污染, 造成长期的环境破坏和生态系统灾难。因此, 评价指标应当关注受污染资源种类和数量, 并采取相应的措施来防止环境资源遭受破坏。最后, 潜在受害人数也是评价环境影响指标的重要考虑因素。火灾爆炸事故可能对周边居民和工人的生命安全造成威胁。评价指标应当考虑事故对潜在受害人数的影响, 并采取相应措施防止人员伤亡。

2.2.3 管理措施指标

在石油储罐区火灾爆炸风险评价中, 管理措施指标是必不可少的评价指标之一。这些指标主要关注企

业在安全管理方面的表现，旨在评估企业在火灾爆炸风险防控方面的管理水平和主动性。常见的管理措施指标包括以下几个方面：首先是企业是否制定了科学合理的安全生产规程，并严格执行规程中的各项安全要求，以保证储罐区内的生产安全。其次是企业是否定期组织员工进行安全培训，增强员工的安全意识和安全技能，提高员工应对突发事件的能力。再次是企业是否定期进行安全检查和风险评估，发现潜在的安全隐患和风险因素，并采取相应的安全措施进行改善。最后是企业是否制定了科学合理的应急预案，并按照预案的要求进行组织和实施，以应对突发事件，最大限度地减少事故损失。

3 石油储罐区火灾爆炸风险控制措施

3.1 安全设施与设备

3.1.1 防火隔离设施

防火隔离设施在石油储罐区的防火防爆工作中具有非常重要的作用。防火隔离设施可以防止火灾扩散到储罐区内其他储罐，降低火灾造成的经济损失和环境影响。根据石油储罐区的特点和实际情况，应该合理设置防火隔离设施，同时加强防火隔离设施的维护管理工作。首先，在石油储罐区的设计规划中，应考虑到防火隔离设施的设置。针对储罐区的位置、布局、储罐种类和数量等要素，合理设置防火隔离带和防火墙，以及配备防火门等设施，确保在火灾发生时能够有效地隔离火灾扩散，保护储罐区内的储罐和设施。其次，防火隔离设施的维护管理也非常重要。定期检查和维修防火隔离设施的完整性和可靠性，包括防火隔离带、防火墙、防火门等，确保这些设施在火灾发生时能够发挥其应有的作用，避免因设施失效而导致火灾扩大。最后，在设计和维护防火隔离设施时，还应考虑到其他因素的影响，如自然灾害、人为破坏等。要加强对防火隔离设施的监控和管理，及时处理可能影响设施功能的问题，提高防火隔离设施的应急响应能力，确保火灾风险得到控制。

3.1.2 火灾探测与报警系统

火灾探测与报警系统是石油储罐区防火体系的重要组成部分。它通过火焰探测器、烟雾探测器、燃气探测器等传感器，对石油储罐区的温度、烟雾和有害气体等参数进行实时监测，并在火灾发生时及时发出报警信号，提醒人员采取相应的措施。火灾探测与报警系统应根据石油储罐区的规模、形状和用途等因素进行合理布局和配置。一般来说，应在储罐区的高处、难以观察到的角落和易发生火灾的场所设置探测器。

在实际应用中，火灾探测与报警系统应定期维护和检修，以确保其稳定性和可靠性。

3.1.3 灭火设备与系统

在选择灭火设备与系统时，应考虑存储物质的特性和灭火效果。例如，针对易燃易爆物质，可采用泡沫灭火系统或干粉灭火设备；对于液态物质，可采用自动喷水灭火系统。为保证灭火设备的正常运行，应定期进行检查和维修。检查内容包括设备和管道的破损、堵塞情况，喷头是否清洁畅通等。维护工作包括更换损坏的设备和管道、清洗喷头等。在设置灭火系统时，应考虑系统的布局和覆盖面积，避免死角和盲区。在灭火系统的选择和设置上，还需考虑电源和信号传输等因素，确保系统的稳定和可靠性。

3.2 安全管理措施

3.2.1 制定安全生产规程

制定安全生产规程是企业防控火灾爆炸风险的基本措施之一，具体措施如下所示：首先，了解法律法规要求，企业制定安全生产规程需要遵循国家和地方的安全生产法律法规，如《安全生产法》、《消防法》等。规程内容应符合实际情况，并定期进行修订与更新。其次，制定规程内容，制定规程应明确各岗位的职责、操作流程、安全防范措施、应急处理等内容。规程应包括管理、生产、设备、消防、安全、应急等方面的规定，以确保员工在日常生产活动中遵循安全规定。再次，落实规程内容，制定规程后，企业需要确保员工能够有效地执行规程。可以通过开展员工培训和考核等措施来提高员工安全意识和技能水平，确保规程得到落实。最后，定期检查与修订，企业应定期检查规程执行情况，并根据实际情况修订规程内容。对于新引进的设备和新技术，需要及时更新规程，并进行培训和考核，以确保规程的有效性。

3.2.2 加强员工安全培训

加强员工安全培训是企业加强安全管理的重要措施之一。具体培训内容应根据企业的实际情况和员工的需求来确定，培训内容如下所示：首先，安全法律法规的学习，通过学习安全生产法律法规，让员工了解国家法律法规对企业的安全生产管理要求，增强安全生产意识和责任感。其次，安全操作规程的培训，通过培训操作规程，让员工了解各个操作步骤的要求、注意事项和风险控制措施，避免操作中的人为疏忽和错误。第三，应急预案的学习，通过学习应急预案，让员工了解应急处置流程、应急设备的使用方法和应急人员的职责，提高应急处置能力。最后，案例分析

的学习,通过分析历史事故案例,让员工了解事故的成因、影响和教训,引导员工思考如何防范和避免类似事故的发生。

3.2.3 定期进行安全检查与风险评估

首先,安全检查应该包括定期巡查和专项检查两种形式。定期巡查应该对储罐区的设施设备、工艺流程、作业环境等进行全面检查,发现问题及时整改。专项检查应该针对特定风险点,深入细致地进行检查,发现问题及时采取措施,避免发生事故。其次,风险评估应该采用科学的评估方法,结合实际情况,识别潜在风险点,并对风险进行综合评估。风险评估应该包括事故可能性和事故后果两个方面的评估,确定事故等级,并提出相应的控制措施。最后,企业应该建立健全的信息管理和反馈机制,将检查和评估结果及时传达给相关部门和人员,以促进持续改进和优化安全措施。

3.3 应急预案与处置

3.3.1 制定应急预案

企业应根据石油储罐区的特点和潜在风险制定应急预案,明确火灾爆炸事故的处置程序、责任分工、资源调配等环节。预案应包括不同事故级别的应对措施,并定期更新以适应生产环境的变化。制定应急预案需要考虑以下几个方面:首先是安全风险评估,通过安全风险评估确定储罐区可能发生的火灾爆炸事故类型、等级、可能的后果等,以此为基础确定应急预案的目标和基本内容。其次是应急组织架构,根据预案目标,制定应急组织架构,明确应急组织的职责、任务和工作流程。包括领导小组、应急指挥中心、专业应急队伍等。第三是应急处置措施,针对不同级别的事故,制定不同的应急处置措施,包括紧急疏散、现场救援、物资调配、应急处置流程等。第四是应急资源保障,制定应急资源保障措施,包括应急物资储备、应急通信系统、应急交通工具等。最后,应急演练,定期进行应急演练,检验应急预案的可行性和有效性,以及应急组织和人员的应急响应能力。

3.3.2 建立应急指挥体系

企业应建立一套高效、灵活的应急指挥体系,确保火灾爆炸事故发生时能够迅速组织人员、资源进行应对。指挥体系应与政府部门、消防部门、周边企业等相关单位紧密协作,共同应对突发事件。建立应急指挥体系需要明确各级别应急组织的职责和权利,包括应急指挥中心、现场指挥部、各岗位负责人等。其中应急指挥中心是应急指挥体系的核心,负责组织、

协调应急工作。现场指挥部则负责指挥事故现场的救援和处置工作,指挥各救援分队协同作战。各岗位负责人要根据应急预案的要求,及时采取应对措施,保障现场人员和财产的安全。在建立应急指挥体系时,应建立明确的指挥体系和工作流程,保障指挥信息的畅通、准确。建立应急演练机制,定期组织应急演练,不断检验和提高应急指挥体系的应对能力。应急指挥体系建立后,应持续加强对应急指挥人员的培训和考核,提高其应急处置能力和应对能力。最后,应总结演练中的不足和问题,进一步完善应急指挥体系。

3.3.3 开展应急演练

为确保应急预案的实际可行性,企业应定期开展针对火灾爆炸事故的应急演练。应急演练应以真实性和实战性为原则,模拟真实场景和情况,让员工亲身体验和感受火灾爆炸事故的处理过程。具体来说,应急演练可以包括以下步骤:首先,制定演练方案,根据实际情况,制定演练方案,明确演练的目的、主题、时间、地点、人员、资源等要素。其次,分配职责,根据应急预案,分配演练中各岗位的职责和责任,明确各自的任务和要求。第三,模拟场景,根据预设的火灾爆炸事故情景,模拟现场情况,包括火灾爆炸点、人员伤亡、环境污染等。第四,组织处置,按照应急预案和分配的职责,组织员工进行应急处置,包括火灾扑救、人员救援、环境污染治理等。最后,评估总结,演练结束后,应及时对演练过程和效果进行评估总结,分析演练中出现的问题和不足,并制定完善措施。

4 结语

本文主要研究了石油储罐区火灾爆炸风险评价与控制措施,通过对火灾爆炸风险评价指标和方法的研究,提出了一些有效的控制措施。但是,由于石油储罐区的特殊性和复杂性,仍存在很多问题需要进一步研究。因此,今后的研究应加强对石油储罐区火灾爆炸风险的深入研究,进一步完善评价方法和指标,提高火灾爆炸风险控制措施的有效性和可行性。

参考文献:

- [1] 李文凯. 浮顶储罐雷击火灾分析及安全评价 [J]. 粘接, 2021, 47(07): 149-152.
- [2] 汪映标, 吴明军, 李伟. 大型石油储罐火灾防护技术 [J]. 消防科学与技术, 2015, 34(02): 215-218.

作者简介:

刘鹏(1984-), 男, 汉族, 山东菏泽人, 本科, 中级工程师, 研究方向: 石油化工。