

化工储罐火灾爆炸事故应急响应与处置机制研究

韩琪琪¹ 李 杨² 刘 超³

(1. 山东开元工程技术有限公司, 山东 滨州 256600)

(2. 方圆咨询(山东)有限公司, 山东 济南 250000)

(3. 山东开元工程技术有限公司, 山东 滨州 256600)

摘 要: 化工储罐火灾爆炸事故由于其高危性和突发性, 给企业、社会以及环境带来了严重的威胁。因此, 建立科学高效的应急响应与处置机制至关重要。本文通过分析化工储罐火灾爆炸事故的特点与风险, 深入探讨了应急响应的基本原则、主要环节及应急组织架构, 提出了应急处置策略。同时, 文章强调应急预案的制定与完善、应急演练与培训体系的建立, 以及信息化与智能化技术在应急管理中的应用。希望为化工储罐火灾爆炸事故的应急管理提供理论依据与实践指导, 对提升化工企业安全管理水平具有重要意义。

关键词: 化工储罐; 火灾爆炸; 应急响应; 处置机制

0 引言

化工储罐作为储存化学品的重要设施, 在生产过程中扮演着至关重要的角色。然而, 由于化学品的特殊性质, 储罐一旦发生火灾或爆炸, 可能会引发灾难性的后果。近年来, 化工储罐火灾爆炸事故频发, 给企业的生产安全、员工生命健康及环境带来了严重的威胁。如何有效应对这类事故, 减少其带来的负面影响, 已经成为化工企业及相关政府部门亟待解决的重大问题。

1 化工储罐火灾爆炸事故的特点与风险分析

1.1 化工储罐火灾爆炸事故的特点

化工储罐火灾爆炸事故具有极为严重的危害性, 其特点主要体现在以下几个方面: 化工储罐内存储的大多数物质具有高度易燃、易爆的特性, 一旦发生火灾或爆炸, 火势蔓延迅速且破坏力极大, 容易导致大规模的人员伤亡和财产损失; 火灾爆炸事故往往伴随有毒气体的泄漏或扩散, 造成严重的环境污染和次生灾害; 由于事故现场的复杂性和危险性, 常规救援力量往往无法直接进行有效处置, 需借助专业设备与技术支持, 且往往需要协调多个部门进行联合应对, 确保人员安全与事故控制。

2.2 风险评估与事故预测

风险评估首先需要对化工储罐的存储物质进行全面的危险性分析, 包括物质的化学性质、反应性、温度压力等条件下的稳定性, 评估储罐发生泄漏、爆炸或火灾的可能性。通过采用定量风险评估模型(如故

障树分析、事件树分析等), 可以识别出潜在的风险源, 并预测其可能引发的灾难性后果。其次, 事故预测主要通过建立动态监测系统与风险模型, 实时收集和分析储罐运行环境中的温度、压力、气体浓度等参数, 预测异常情况的发生, 从而提前采取预防措施。现代技术如大数据分析、人工智能和机器学习等, 也可应用于事故预测, 通过分析历史数据与实时信息, 提高风险预警的准确性与时效性。同时, 建立健全的事故预警机制, 结合定期的安全检查与应急演练, 能够有效提高对突发事件的应急响应能力, 从而降低事故发生的概率和影响程度。

2 化工储罐火灾爆炸事故的应急响应流程

2.1 应急响应的基本原则与目标

化工储罐火灾爆炸事故的应急响应必须遵循科学、迅速和高效的原则, 确保最大程度减少人员伤亡、财产损失和环境污染。首先, 迅速反应是应急响应的首要原则。化工储罐事故通常具有突发性, 火灾和爆炸的蔓延速度极快, 因此应急响应必须在最短时间内启动, 争取在初期阶段控制事故, 防止事态扩展。其次, 科学决策是应急响应的关键。事故发生后, 应急指挥部门需依据事先制定的应急预案, 结合现场实际情况进行及时评估, 做出科学合理的决策, 确保各项应急措施的有效性。最后, 协调配合也是成功应急响应的保障。在化工储罐火灾爆炸事故中, 涉及到多个部门、多个单位的协作, 因此需要建立起畅通的信息传递和决策沟通渠道, 各方力量紧密配合, 确保应急响应过

程中的各项任务能够顺利执行，减少相互间的冲突与混乱。

2.2 应急响应的主要环节与流程

化工储罐火灾爆炸事故的应急响应过程通常包括几个关键环节：报警与初期评估是应急响应的起始环节，事故一旦发生，事故现场的工作人员需立即报警并启动应急预案，确保迅速组织力量进行初步评估和响应。接下来，现场处置与控制环节至关重要，包括现场火源控制、气体泄漏的封堵、爆炸威胁的评估等措施。在此阶段，专业救援队伍的迅速集结和相应的灭火、隔离、排险措施的实施，能有效控制火灾蔓延和爆炸风险。紧接着，进入应急疏散与人员救援阶段，一旦确定火灾或爆炸危险，必须迅速进行人员疏散，确保现场工作人员和周边居民的生命安全。同时，伤员的紧急救治与后续的医疗支持也需要同步展开。最后，事故恢复与调查环节涉及现场清理、污染治理、事故原因调查及损失评估等，帮助总结事故经验，为未来防范和改进应急响应提供参考。

2.3 应急响应组织架构与职责

应急响应的组织架构需要保证各个部门和单位之间的高效协作，确保应急响应行动的顺利推进。通常，应急指挥中心是应急响应的核心，负责统一指挥、协调各方资源、调度应急力量并作出决策。指挥中心由政府部门、消防、公安、卫生等单位的负责人组成，统筹指挥全局。各应急部门在指挥中心的统领下，分工明确，职责清晰。消防部门负责灭火、救援和爆炸控制；公安部门负责现场的治安管理、交通疏导及危险区域的封锁；卫生部门负责伤员的救治与医疗后勤保障。此外，应急救援队伍是执行层面的重要力量，主要包括化学品泄漏控制组、灭火组、医疗救护组等，分别承担事故现场的技术处置、灭火救援、人员疏散等任务。

3 化工储罐火灾爆炸事故的应急处置机制

3.1 火灾扑救与爆炸风险控制

针对火灾扑救，应根据火灾类型与储罐内储存的物质特点选择合适的灭火剂。对于易燃液体火灾，可使用泡沫灭火剂来覆盖火源，隔绝氧气；对于气体火灾，则需要使用干粉灭火或二氧化碳灭火器进行扑灭。同时，为防止火灾蔓延至周边储罐或设施，应对现场进行有效的隔离措施，设置安全防火带，使用防火墙或喷洒灭火剂进行覆盖。此外，火灾现场必须进行高温监测，及时识别火源与高温区域，防止因火势蔓延或爆炸风险的激增导致更大灾难。爆炸风险控制则更

为复杂，首先需要评估事故现场的爆炸风险等级，并根据可能发生的爆炸类型（如闪爆、爆炸波、二次爆炸等）制定相应的应急措施。通过压低火灾现场温度、降低可燃气体浓度、隔离易爆物质等手段，有效控制爆炸威胁，减少伤害与损失。

3.2 化学品泄漏与污染防控

化工储罐火灾爆炸事故中，化学品泄漏的扩散速度通常较快，且可能导致有毒、有害气体或液体的泄漏，增加现场人员的生命危险。首先，泄漏物质的种类、泄漏点的位置以及泄漏的量需要尽快被识别，使用泄漏检测设备，如气体传感器或红外线检测仪，进行实时监测与评估。一旦确认泄漏发生，必须迅速采取封堵措施，包括使用堵漏工具、隔离阀门的关闭、泄漏区域的封闭等。若泄漏物质难以直接封堵，则需要使用吸附材料或化学反应剂对泄漏物质进行中和和吸附，以减少对周围环境的污染。同时，围堰、围栏等物理隔离设施的使用可有效阻止泄漏物质的扩散，减少污染的范围。其次，泄漏造成的污染防控还包括防止化学品进入周围水源或土壤，防止长期环境污染。化学品泄漏区域的环境监测系统需实时检测空气、水质和土壤中的有毒物质浓度，必要时进行紧急的环境修复。

3.3 环境保护与安全防护措施

化工储罐火灾爆炸事故不仅对人员安全构成威胁，还会对周围环境造成严重影响。因此，事故发生后，必须迅速划定危险区域并进行人员疏散，确保无关人员远离事故现场，防止有毒气体扩散至周围居民区或生态敏感区域。此外，应急救援人员的安全防护至关重要。所有进入事故现场的人员必须佩戴符合标准的防护装备，如防爆衣、防毒面具、防火靴等，防止接触有毒有害物质或遭遇爆炸波伤害。为进一步降低伤害风险，应急指挥部门应根据气象条件、火灾爆炸的方向以及泄漏物质的扩散情况，灵活调整疏散路线和避难区域，确保救援人员的安全。同时，环境保护措施也包括对事故发生后污染物的清理与修复。事故现场的水体和土壤可能被有毒化学品污染，必须进行污染源追踪，采取吸附、化学中和、生物修复等手段进行清理，以恢复环境的可持续性。

4 化工储罐火灾爆炸事故的后期处置与恢复

4.1 事故调查与分析

化工储罐火灾爆炸事故发生后的调查与分析是防范类似事故再次发生的关键步骤。事故调查的首要任务是确定事故发生的根本原因，这通常涉及对事故现

场的全面勘察与分析,包括储罐设施的技术状态、操作流程是否符合安全规范、员工是否按规程操作等。调查组会通过收集事故现场的数据、监控录像、目击者证词、设备检查记录等,逐步还原事故发生的全过程。同时,还需通过技术分析,评估储罐火灾爆炸的具体类型、发生机制和诱因,以找出导致事故的漏洞和薄弱环节。事故调查还应关注事故发生后应急响应的效率与合理性,评估指挥决策、资源调度和应急处理的得失。此外,调查报告应对事故的经济损失、环境污染、社会影响等方面进行详细评估,并提出改进建议,以为未来制定更为科学的安全管理措施和应急预案提供依据。

4.2 善后处理与恢复工作

事故的善后处理与恢复工作不仅有助于事故现场的清理与恢复,还能为受灾人员提供必要的支持。首先,事故现场的清理与废弃物处置是恢复工作的第一步。事故后,所有受损设备、残骸、污染物等应及时清理,以防二次灾害发生,并进行环保治理,防止有毒化学物质渗入地下水源或扩散到周围环境。清理工作还需要专业的环保技术人员参与,确保废弃物的处理符合环境保护法规。其次,火灾爆炸事故常常给受灾人员带来身体与心理的双重创伤,因此要提供心理支持和医疗援助,帮助受影响的工人及其家属恢复正常生活。同时,对事故中的伤亡人员进行赔偿,帮助他们解决医疗、生活等方面的问题,体现社会责任与人文关怀。

5 化工储罐火灾爆炸事故应急管理体系的优化与提升

5.1 应急预案的制定与完善

应急预案是应急响应的核心蓝图,应根据化工储罐的具体类型、储存的危险化学品、可能的事故场景以及历史案例进行定制。应急预案需要覆盖事故发生的各个阶段,从事故初期的报警、评估到应急响应、灭火救援及后期恢复等各个环节。预案的内容不仅要包括应急处理的具体流程、人员职责分工、资源调配等,还应预设多种突发情况和意外因素的应对策略。为确保应急预案的有效性,还需要定期对其进行评估和修订,结合新的技术手段、法律法规的变化及实际生产过程中的安全问题,及时更新和完善应急预案,确保其始终符合当前实际情况。

5.2 应急演练与培训体系

应急预案的制定必须与应急演练和培训体系相结合,形成闭环管理。定期组织应急演练,模拟化工储

罐火灾爆炸事故的不同场景,使相关人员熟悉应急操作流程、提升现场应急反应速度和协调配合能力。演练过程中,应根据预案的设定,涉及各个职能部门、应急队伍及现场人员进行综合演练,确保各方能够在压力情况下高效协同。此外,员工的应急培训也是应急管理体系的关键组成部分。针对不同岗位的员工,应根据其职责开展有针对性的应急响应培训,强化事故预防、应急处理和逃生自救等方面的知识,提升全员应急意识和实战能力,确保一旦发生事故,每个环节都能够有序开展。

5.3 信息化建设与智能化技术应用

现代应急管理依赖于大数据、云计算、物联网等技术的支持,能够实现对事故现场的实时监控和远程指挥。通过部署传感器、视频监控、气体检测等设备,能实时采集事故现场的温度、气体浓度、火灾蔓延等信息,将数据上传至应急指挥中心,助力指挥部门做出科学的决策。同时,智能化技术如人工智能和机器学习可以帮助提前识别事故发生的潜在风险,通过历史数据分析和模拟预测,提前预警并优化应急资源调度。

6 结束语

化工储罐火灾爆炸事故应急响应与处置机制研究对于提升事故防控能力、减少人员伤亡和财产损失具有重要意义。通过优化应急管理体系,企业可以更有效地应对突发事件,减少灾害对人员和环境的负面影响,推动化工安全生产的长效机制建设。

参考文献:

- [1] 商硕冰,王心慧,余峰.化工企业丙酮埋地储罐火灾爆炸事故安全性评价[J].石化技术,2020,27(02):243+245.
- [2] 刘庆龙,曲秋影,赵东风,等.基于多源异构数据融合的化工安全风险动态量化评估方法[J].化工学报,2021,72(03):1769-1777.
- [3] 宋会会.化学品装卸车事故分析及预防措施[J].安全、健康和环境,2021,21(12):7-9.
- [4] 陈晶铃.浅谈化工品储罐区火灾爆炸事故后果模拟[J].化学工程与装备,2017,(10):264-266+275.
- [5] 王起全,刘志刚,杨鑫刚,等.化工园区重大危险源风险情景构建分析[J].中国安全科学学报,2020,30(08):63-69.

作者简介:

韩琪琪(1990.1-),女,汉族,山东省东营市人,中级工程师,本科,研究方向:化工安全管理、化工安全技术。