

港口危险货物漏事故与预防措施

黄剑华

福建省泉州港口发展中心围头湾港务站 福建 泉州 362000

摘要: 港口作为全球贸易的关键枢纽,承担着危险货物运输与存储的重要职责。近年来,港口危险货物泄漏事故频发,严重威胁人员生命、财产安全及生态环境。本文深入剖析事故典型特征,提出构建涵盖技术升级、人员能力提升、管理机制完善及环境适应性改造的综合性预防体系,旨在为港口安全管理提供科学依据与实践指导。

关键词: 港口安全; 危险货物; 泄漏事故; 风险防控; 应急管理

1 引言

随着全球化进程的加速,港口在国际贸易中的地位愈发重要,成为危险货物运输与存储的关键节点。据国际海事组织统计,全球约80%的危险货物通过海运完成,而港口区域集中了超过60%的危化品仓储设施。这种高密度存储与转运模式,使得港口区域一旦发生泄漏事故,极易引发连锁反应,造成严重的人员伤亡、财产损失以及环境污染。近年来,约旦亚喀巴港氯气泄漏事件、山东龙眼港二氧化碳泄漏事故等惨痛案例,给港口安全管理敲响了警钟,港口安全已成为全球公共安全治理的重要议题。深入分析港口危险货物泄漏事故的成因,并探索有效的预防措施,对于保障港口运营安全、维护全球贸易秩序具有重要意义。

2 港口危险货物泄漏事故的典型特征

2.1 事故类型与危害程度

港口危险货物泄漏事故主要包括气体泄漏、液体泄漏和固体泄漏三种类型,每种类型都具有独特的危害特点。气体泄漏如氯气、二氧化碳等,具有扩散速度快、影响范围广的特性。以约旦亚喀巴港氯气泄漏事件为例,25吨氯气在短短30秒内就形成了直径达500米的毒雾区,大量人员因吸入有毒气体而伤亡。液体泄漏方面,易燃液体如乙烯、丙烷等泄漏后,极易与空气形成爆炸性混合物。在某LPG运输船泄漏事故中,乙烯蒸气遇火花引发了直径超过10米的火球,造成了严重的破坏。固体泄漏虽然相对较少见,但危害同样不容小觑。例如1947年美国得克萨斯州硝酸铵爆炸事故,硝酸铵泄漏后遇湿引发剧烈反应,导致468人死亡,给当地带来了巨大的灾难。这些事故表明,不同类型的危险货物泄漏事故都具有极高的危害性,必须引起高度重视。

2.2 事故时空分布规律

港口危险货物泄漏事故在时间和空间上呈现出一定的分布规律。从季节性特征来看,夏季高温会加剧挥发性物

质的泄漏风险。高温环境下,危险货物的挥发性增强,容器内压力升高,容易导致设备破裂或密封失效^[1]。而冬季低温则可能使设备材料变脆,增加破裂的可能性。在时段性特征方面,夜间作业事故率较白天高出40%。这主要是因为夜间照明不足,作业人员的视线受到限制,容易发生误操作;同时,夜间人体容易疲劳,注意力不集中,也会增加事故发生的概率。从区域性特征来看,装卸区是事故的高发区域,占比达到65%,其次是仓储区占25%,管线运输区占10%。装卸区作业频繁,人员和设备活动密集,容易因操作不当或设备故障引发泄漏事故;仓储区存储着大量的危险货物,一旦发生泄漏,后果不堪设想;管线运输区则可能因管道老化、腐蚀等原因导致泄漏。了解这些时空分布规律,有助于港口管理部门有针对性地加强安全防范措施。

2.3 事故连锁效应

港口危险货物泄漏事故往往不会孤立发生,而是会引发一系列的次生灾害,进一步扩大事故的影响范围和危害程度。首先是火灾爆炸,易燃气体泄漏后,一旦遇到明火或静电火花,就会引发燃烧链式反应,造成大规模的火灾和爆炸。其次是中毒窒息,高浓度的有毒气体泄漏后,会迅速扩散到周围环境中,导致人员瞬间丧失行动能力,甚至死亡。此外,泄漏事故还会对环境造成严重的污染。油品泄漏会对海洋生态造成长期破坏,影响海洋生物的生存和繁殖,破坏海洋生态平衡。因此,在处理港口危险货物泄漏事故时,不仅要关注泄漏本身,还要充分考虑可能引发的次生灾害,采取有效的应对措施,减少事故的损失。

3 港口危险货物泄漏事故的预防措施

3.1 技术防控体系构建

3.1.1 设备升级改造

构建技术防控体系是预防港口危险货物泄漏事故的关键。设备升级改造是其中的重要环节。在材质优化方

面,采用耐腐蚀合金制造储罐可以有效提高设备的抗腐蚀能力。例如,一些企业更换耐腐蚀合金储罐后,腐蚀速率明显降低,设备的使用寿命得到了延长。密封强化也是设备升级改造的重要内容,推广金属缠绕垫片可以提高密封的可靠性。一些港口企业应用金属缠绕垫片后,泄漏率显著下降。监测智能化则是利用现代信息技术,实现对设备运行状态的实时监测。部署无线传感器网络,可以实时采集设备的温度、压力、液位等参数,并将数据传输到控制中心。例如,上海洋山港应用无线传感器网络后,实现了对危险货物泄漏的及时预警,大大提高了事故预防能力。

3.1.2 工艺流程优化

工艺流程优化可以从源头上减少泄漏事故的发生。本质安全设计是工艺流程优化的重要原则,采用密闭装卸系统可以减少危险货物在装卸过程中的泄漏风险。例如,一些企业应用密闭装卸系统后,挥发性有机化合物(VOCs)排放明显减少,对环境的影响也降低了。自动化控制可以提高作业的准确性和安全性,建设智能调度平台可以实现对港口作业的实时监控和调度^[2]。例如,青岛港建设智能调度平台后,作业效率得到了提升,同时也减少了人为操作失误的可能性。冗余配置是指在关键设备上设置备用系统,当主系统出现故障时,备用系统可以立即投入使用,确保设备的正常运行。例如,一些储罐区设置备用监控系统后,实现了不间断监控,提高了安全保障水平。

3.2 人员能力建设

3.2.1 专业化培训

人员能力建设是预防港口危险货物泄漏事故的重要保障。专业化培训可以提高人员的安全意识和技能水平。建立分级培训体系,根据人员的岗位和职责,开展基础、专项、管理三级培训。例如,天津港通过建立分级培训体系,实现了培训覆盖率100%,员工的安全意识和技能水平得到了显著提高。开展实操演练可以让员工在模拟环境中熟悉应急处理流程,提高应急响应能力。例如,宁波舟山港开展VR模拟训练后,员工的应急响应时间明显缩短。推行持证上岗制度可以确保员工具备相应的专业知识和技能。例如,深圳港推行持证上岗制度后,作业人员持证率提升至98%以上,有效减少了违规操作的发生。

3.2.2 行为管控

行为管控是规范人员操作行为的重要手段。标准化作业要求员工严格按照规定的操作流程进行作业,例如,一些企业编制岗位操作手册后,违规操作率明显下

降。实施作业前安全分析可以提前识别作业过程中可能存在的风险,并采取相应的防范措施。例如,大连港开展作业前安全分析后,风险识别准确率得到了提高。建立压力管理系统可以对员工的心理状态进行监测和干预,例如,一些企业建立压力管理系统后,员工的焦虑指数降低,工作状态更加稳定。通过这些行为管控措施,可以有效减少人员操作失误,降低事故发生的风险。

3.3 管理机制完善

3.3.1 制度创新

完善管理机制需要不断创新制度。构建风险分级管控与隐患排查治理体系是双重预防机制的重要内容。例如,广州港构建双重预防机制后,事故率明显下降。通过风险分级管控,可以对不同风险等级的区域和设备采取不同的管控措施;通过隐患排查治理,可以及时发现和消除安全隐患^[3]。建立“全员、全过程、全方位”责任链可以明确各岗位的安全责任,例如,营口港建立责任链后,事故追责率达到了100%,增强了员工的安全责任感。推行供应商安全信用评价可以对供应商的安全管理水平进行评估,例如,厦门港推行供应商安全信用评价后,合格供应商占比提升,从源头上保障了危险货物的安全。

3.3.2 资源保障

资源保障是管理机制有效运行的基础。按标准配备应急物资可以确保在事故发生时能够及时进行处置。例如,连云港按标准配备应急物资后,处置能力得到了提升。开发安全监管平台可以实现对港口安全的动态监管,例如,日照港开发安全监管平台后,能够及时发现和处理安全隐患。推行安全生产责任险可以将企业的安全风险转移给保险公司,例如,烟台港推行安全生产责任险后,风险转移率提高,减轻了企业的经济负担。通过这些资源保障措施,可以提高港口的安全管理水平,增强应对事故的能力。

3.4 环境适应性改造

3.4.1 设施优化

环境适应性改造可以降低自然条件对港口安全的影响。建设抗风等级码头设施可以提高港口在台风等恶劣天气下的安全性。例如,唐山港建设抗风等级码头设施后,抗风能力得到了提升。实施雨污分流工程可以减少雨水对危险货物的冲刷和污染,例如,秦皇岛港实施雨污分流工程后,初期雨水收集率提高,对环境的保护作用更加明显。采用防爆LED灯具可以提高夜间作业的安全性,例如,黄骅港采用防爆LED灯具后,夜间作业事故率下降。通过这些设施优化措施,可以提高港口对自

然环境的适应能力,减少事故的发生。

3.4.2 空间规划

合理的空间规划可以减少空间限制带来的安全风险。划分危险品作业专区可以将危险货物与其他货物隔离,减少交叉作业的风险。例如,福州港划分危险品作业专区后,交叉作业减少,安全管理更加有序^[4]。设置应急疏散通道可以确保在事故发生时人员能够迅速撤离。例如,珠海港设置应急疏散通道后,人员撤离时间缩短,减少了人员伤亡的可能性。建立三维可视化导视系统可以为作业人员提供清晰的导航和安全提示,例如,南通港建立三维可视化导视系统后,误操作率降低,提高了作业的安全性。通过这些空间规划措施,可以优化港口的空间布局,提高港口的安全运行水平。

4 国际经验与中国实践

4.1 国际先进经验

国际上在港口危险货物安全管理方面有许多先进经验值得借鉴。欧盟Seveso III指令要求重大危险源企业建立安全报告制度,通过定期提交安全报告,企业可以对自身的安全状况进行全面评估和改进。欧盟一些成员国实施Seveso III指令后,事故率明显下降。美国CFATS计划实施化学设施反恐标准,加强对化学设施的安全防范,提高了港口的安全保障能力。日本《港则法》规定危险货物作业许可制度,只有获得许可的企业才能从事危险货物作业,这有效规范了危险货物作业市场,减少了违规操作的发生。日本一些港口实施《港则法》后,违规操作减少,安全管理水平得到了提高。

4.2 中国实践探索

中国在港口危险货物安全管理方面也进行了积极的实践探索。在政策法规方面,修订《港口危险货物安全管理规定》,明确了企业的主体责任,加强了对港口危险货物安全管理的监管力度。在标准体系方面,发布《危险货物集装箱港口作业安全规程》等标准,为港口

危险货物作业提供了具体的操作规范。一些港口通过执行这些标准,标准化达标率得到了提升。在试点示范方面,建设智慧港口安全示范区,通过引入先进的信息技术和管理理念,提高港口的安全管理水平。例如,上海港的智慧港口安全示范区通过建设,事故率明显下降,为其他港口提供了可借鉴的经验。

结语

港口危险货物泄漏事故防控是一项系统工程,需要构建“技术-人员-管理-环境”四位一体的防控体系。在技术方面,要不断升级改造设备设施,优化工艺流程,提高监测智能化水平;在人员方面,要加强专业化培训,规范人员操作行为,提高人员的能力和素质;在管理方面,要创新制度,保障资源,完善管理机制;在环境方面,要进行适应性改造,优化空间规划,降低自然条件和空间限制带来的安全风险。未来研究应聚焦于智能感知技术、数字孪生应用和韧性港口建设等方面。开发高灵敏度泄漏检测传感器,能够更及时、准确地发现泄漏事故;建设港口安全数字孪生系统,可以通过虚拟仿真技术对港口安全状况进行实时监测和预测;研究极端条件下的安全保障策略,提高港口在面对自然灾害、恐怖袭击等极端情况时的应对能力。通过持续的技术创新与管理升级,实现港口安全从“被动应对”向“主动防控”转变,为全球贸易安全提供坚实保障。

参考文献

- [1]刘晶晶,赵雅琦,薛荣荣,等.港口危险货物危险源的分析与应用研究[J].化工安全与环境,2024,37(08):3-7.
- [2]黄明龙,陈风云,马明路.港口危险货物泄漏火灾爆炸事故情景构建[J].港口科技,2023,(04):22-26.
- [3]王俭.连云港港口集团组织开展危险货物泄漏应急处置演练[J].大陆桥视野,2021,(08):21.
- [4]段懿洋,刘思渠,霍之琳.港口危险货物的安全管理策略分析[J].中国航务周刊,2024,(51):48-50.