

基于系统工程的危险化学品储运系统多风险耦合研究

郭明鑫 王若茵 李 爽 郭小虎 (辽宁省沈阳市沈阳航空航天大学, 辽宁 沈阳 110000)

摘 要:对于危险化学品,其在运输过程中储存困难,意外发生可能性大,且事故发生后对人民人身财产以及环境等危害程度大,持续时间长。基于此种情况,本文主要对危险化学品运输过程中的脆弱性分析并且针对脆弱性分析对危化品储运系统提出相关专业安全建议,以减少因运输过程产生的事故危害。

关键词: 危险化学品; 储运系统; 风险控制

0 引言

据不完全统计,近30年来,全国发生在7-9月份涉及危化品的重特大典型安全事故多达18起,占30年来涉及危化品重特大事故总数的40%以上。其中火灾爆炸事故占比80%以上,且事故中涉及到危化品的生产和储运两方面分别占比50%。由此可知危险化学品储存系统多风险耦和研究是应时代发展之需求的专业空缺性研究。

1 危险化学品的研究分析

1.1 危险化学品的分类与运输事故

按照《GB13690-2009 化学品分类和危险性公示通则》将常用危险化学品分为以下 8 类：①爆炸品；②压缩气体和液化气体；③易燃液体；④易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品；⑤氧化剂和有机过氧化物；⑥有毒品；⑦放射性物品；⑧腐蚀品。

一般情况下，每一类化学物质都有其独特的储存方式以维持物质的化学及物质形态保持周围生态生命安全。但由于运输过程中存在许多不可避免的碰撞与破损可能引起危化品的高温膨胀与泄漏，从而导致许多难以处理的爆炸、中毒等危化品事故。

1.2 危险化学品的特性

危化品的运输过程中最大的障碍便是其独特的化学性质导致的脆弱性：众所周知，高温季节历来是危化品安全事故的多发期。夏季的持续高温，使各种可燃易燃危险化学品更容易挥发，引起危化品的泄漏从而导致火灾爆炸等事故发生。除此之外，有些比较难降温、难控温的危化品在夏季更容易发生超温现象融化储存装置从而产生大面积的危化品泄漏事故。

2 危化品储运风险的脆弱性分析

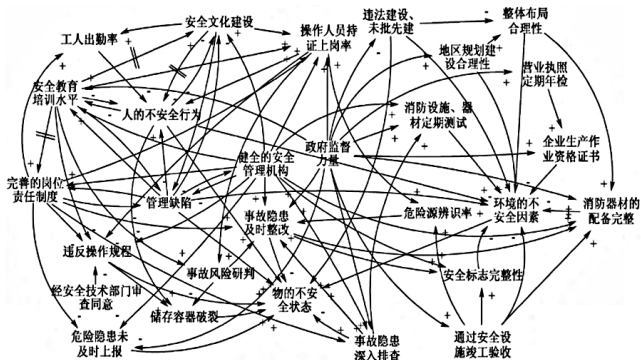


图 1 危化品储运火灾爆炸事故因果关系

本文就危化品的脆弱性进行储运风险大小的分析。众所周知事故的发生频率由三个主要因素决定：①威胁因素的个数；②承载体脆弱性高低；③损失多少。其中承载体脆弱性高低能有效反应出承载体受风险威胁后的影响规模，

而威胁因子的个数能有效反映出事故发生的概率。以危化品储运中火灾爆炸的因果分析为例（见图1）。

由图像分析可知,危化品的致灾因子多而复杂,而作为承载体本身的危化品又具有极高脆弱性,由此可知危化品的储运过程中事故发生可能性极大。

3 危化品事故演变过程的脆弱性分析

3.1 灾害孕育机理

首先从危化品储运系统的内在因素分析, 灾害发生的直接原因主要是源头管理的缺失和工作人员的操作不当。通过查阅资料可知, 我国相关法律法规对危化品的储运流程有专门介绍。但实际操作中往往由于操作人员对危化品的不科学处理, 面对温度、湿度、路途颠簸等不确定因素未能及时作出正确有效的判断和决定, 最终使各种风险因子耦合诱发危化品在储运过程中发生事故。因此面对初期的可控的情况下, 操作人员所采取的措施也是灾害是否发生扩大的重要因

3.2 脆弱性分析的演变过程

在危化品储运过程中,存在温度、湿度变化、包装磨损以及工作人员的错误操作等多种外在因素使危化品直接暴露在外界环境当中,极易引起危化品事故。此时对危化品脆弱性进行分析,得出以下事故发生诱导因素:危化品暴露度、暴露时间长短、危险因素是否出现了二次暴露、暴露的范围是否足够引起灾害以及灾害大小。在各种诱导因素耦合情况下,危化品储运系统中人、机、环境的自我保护程度的敏感度决定了暴露度是否会进一步对整个危化品储运系统造成危害,整个系统的适应度是对各种耦合风险因素的最后保障,如果系统的适应度比较强,对各种不确定的因素可以控制在合理的范围之内,操作人员可以及时的对温度、湿度、包装的完整程度做出良好的调整,系统可以恢复正常,危化品储运系统可以正常工作。但如果整个系统的适应度不足,让危险因素的暴露度进一步恶化,达到了人、机、环境的敏感度极限而此时没有及时作出调整措施,整个危化品储运系统就难以维持系统的正常运行从而发生危化品事故,对人身及财产安全造成不可估量的损失。

4 提出建议

4.1 控制暴露度

①对压缩液化气体：在储运过程中要监测包装是否完整，为避免发生泄露的情况应及时维护储存装备，在运输途中要注意尽可能选择平稳、车流量较小的运输路线，同时避免高温情况下的运输；②对于易燃液体：要注意远离火源，尽量减少阳光直射，储运过程中也要注意静电的消

除,发现有局部起火要用相应的手段切灭火源;③易燃固体:储运过程中也要注意远离火源、远离易燃物体,注意化学品的通风环境;④对于自燃物品、遇湿易燃物品:要严格控制危化品周围的温度、湿度,遇到突发的温度、湿度改变要做好对危化品的防护定时检查危化品的储运包装,发现问题及时对包装进行维护,在路线选择中应优先选择远离人群路段;⑤对于具有毒性、腐蚀性的危化品:操作人员自身要注意好防护工作,对危化品做出更严格的安全检查以排除可控的不安全因素,尽量远离人群,防止发生意外的同时尽量降低事故的波及范围。

4.2 强化储运安全系统,抵御灾害

①从反应时间来分析:机器的反应敏感度最高,人的机动性最强,环境的敏感度的变化性比较大。因此在储运过程中可以用温度器、湿度器将危化品的实时数据进行监控再传达给相关人员。通过此方法可以对突发事件进行相对完备的预防管理,一定程度上避免事故的发生。与此同时由于环境敏感度变化的不可控性,要在危化品储运过程中做好应对的准备;②从反应幅度和反应限度分析:要加强操作人员对危化品的安全认识,不能在危化品的安全认知上存在误区;对储运人员进行严格的技能培训;除此之外还应尽可能提高危化品的安全数据精确度从而提高机器对变化的敏感度,达到减少机器的反应时间,促进操作人员做出更准确判断的目的。

4.3 故障安全化,适应度分析

危化品储运系统的适应度是决定灾害能否发生的最后

一道防御屏障,适应度反映的是在风险扰动下如果承载体过于敏感,功能可能遭到破坏时,承载体能否及时警示,及时调节,实现对风险的控制。适应度的大小取决于承载体自身固有的随机反应功能,是承载体的固有因素。只有在系统处于安全的适应度时才能发挥系统的最大作用,提高整个系统的适应度也需要更多的危化品储运安全知识的普及和进步,也依赖于更多的消防器材和强大的数据统计处理。

参考文献:

- [1] 吴水东.我国危险化学品事故危机管理分析与对策研究[D].上海:上海交通大学,2009.
- [2] 宋守信,许葭,陈明利等.脆弱性特征要素递次演化分析与评价方法研究[J].北京交通大学学报(社会科学版),2017,16(2):57-65.
- [3] 张欣.多心理场力耦合作用下不安全行为演变机理研究——易燃易爆危险化学品储运作业视角[D].天津:天津理工大学,2018.
- [4] 付净,刘虹,刘文博等.高校实验室火灾爆炸事故原因分析及管理对策[J].吉林化工学院学报,2018,35(5):87-92.
- [5] 赵燕滔,石艳宾,黄薇等.化学检测实验室风险管理分析[J].理化检验-化学分册,2019,55(2):210-213.

项目名称:

基于系统工程的危险化学品储运系统多风险耦合研究,编号:201910143124。

(上接第216页)能进行测试:①监控系统所有设备,包括分站、传感器等设备的实时数据、状态、属性信息的实时监测功能测试;②报警、故障设置及信息提醒功能测试;③模拟量报警、断电、馈电异常,开关量报警,设备故障等历史数据查询分析功能测试;④传感器监测点,历史曲线查询分析功能,及多条曲线的同屏显示,对比分析功能测试;⑤实时数据最小刷新时间不大于监控系统巡检周期性测试;⑥报表、曲线查询时间不超过3s性能指标测试;⑦单服务器部署,支持不少于500用户并发访问性能测试。

2.5 为矿井、矿山事故救援提供指导

当井下发生事故时,了解发生事故的地点以及事故的情况对于矿山救援十分重要。过去,矿山事故发生后,现场各种警报声响起,光凭这些信号很难做出准确的救援指导,通常需要救援人员深入到事故发生地,通过实时沟通来确定现场救援方案,这样就浪费了大量的时间,增加了井下被困人员的危险。针对这种情况,井下视频监控系统可以很好地发挥作用。虽然发生事故时现场的监控摄像头可能被损坏,但是通过其余完好的摄像头监控区域图像仍能判断井下的部分开采情况。通过视频监控,可以明确事故发生后的安全区域,可以为工人指明一条避险或逃生通道,极大地提高了矿山救援的效率。更为重要的是,通过现场的视频监控画面,救援人员可以更好地制订救援方案,从而节省宝贵的救援时间。在井下救援,每一分每一秒都十分关键。

2.6 综合信息管理系统

矿井、矿山综合信息管理系统是对矿井、矿山各种系统进行统一的安全管理,充分利用数字化技术,以实现矿井、矿山生产、矿井、矿山隐患、瓦斯参数、井下人员等系统的统一管理,确保矿井、矿山安全。矿井、矿山综合信息管理系统主要由用户登录模块、信息显示模块、数据库管理模块、报表模块、报警模块等模块构成,对矿井、矿山安全生产活动进行统一管理。

3 结语

为了提升矿井、矿山生产的安全性,很多矿井、矿山企业开始安装视频监控系统。通过视频监控系统可以实现对生产全过程的可视化监控,对安全生产进行全方位和全局把控。现有的视频监控系统自带运行日志管理,可以方便相关人员查看井下生产的运行状况。视频监控系统在矿井、矿山安全生产中的应用主要体现在纠正员工的违规操作行为、规范打钻现场施工、为矿井、矿山事故救援提供一定指导等方面。希望所述内容可以为人们认识矿井、矿山视频监控系统在矿井、矿山安全生产中所发挥的作用提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 辛雷雷,崔磊.监测监控技术在矿井、矿山安全生产中的应用[J].石化技术,2020,27(2):213.
- [2] 王瑛.高清网络视频监控系统在矿井、矿山安全生产中的应用[J].江西煤炭科技,2014(2):56-58.