

石油化工园区消防安全规划现状及应对策略研究

刘昶亚, 秘义行, 田 亮

(公安部天津消防研究所, 天津 300381)

摘 要:针对目前我国化工园区发展变化趋势,就石油化工园区消防安全规划方法与现状及所存在的问题,在化工园区消防安全规划的基础上,提出石油化工园区消防安全规划的技术方法与程序,并提出增强化学工业园区消防安全以及进行合理园区消防安全规划的应对策略,并对石油化工园区消防技术发展趋势进行了展望。

关键词:石油化工园区;消防安全规划;应对策略

中图分类号:X913.4,TU276.7 **文献标志码:**A

文章编号:1009-0029(2010)05-0383-05

近年来,随着我国经济的快速发展和产业结构的优化整合,具有产业聚集效应的石油化工园区开发建设热潮在全国各地不断涌现。特别是在我国沿江沿海地区,以码头为依托,建设了许多集储存、生产、加工为一体的石油化工园区,有的园区油品总储量超过了1 000万 m^3 。在我国石油战略储备库以及商业储备库建设的推动下,未来我国还会有若干个储量超千万吨级的石油化工园区诞生。2009年国务院办公厅发布了《石化产业调整和振兴规划》,在其规划下,长三角、珠三角、环渤海地区产业集聚度将进一步提高,要逐步形成约20个千万吨级炼油、百万吨级乙烯产业基地。提高产业集中度,促进结构调整升级,建立以炼油和乙烯炼化为主体,包括石油化工中下游产品、精细化工及化学新材料生产为主要内容,具有明显产业链条的生产型石油化工园区,是我国石油化工行业发展的必然趋势。由于世界原油总的趋势是变重变劣,硫含量、金属含量越来越高,而市场对清洁燃料、优质石油化工原料的需求愈来愈迫切,标准愈来愈高,使得石油炼化企业加氢裂化、加氢处理、加氢精制等高温、高压、临氢深加工等高风险工艺装置数量大幅增加。此外,为了充分利用热能,目前大量石油化工企业均采用产品管线与原料管线进行换热,使得产品与原料管线交织在一起,复杂交错的产品与原料管线增大了石油化工园区企业的火灾事故风险。

石油、化工行业多涉及大量易燃易爆化学品的生产与储运,生产过程多具有高温高压、有毒有害、有腐蚀性等特点,具有聚集效应的石油化工园区向着大型一体化、集约化、深加工方向不断发展,其火灾固有风险显著提高,园区内石油化工企业相对密集,物料流通量大,一旦发生火灾、爆炸事故就有可能形成连锁灾害事故,不仅对园区内设施、环境、居民生命以及财产安全造成严重威

胁,而且火灾、爆炸事故以及应急救援过程往往会引发大面积环境污染等次生灾害事故,威胁周边区域人民生命安全。近十多年来,我国石油化工火灾、爆炸事故总体呈上升趋势,形势持续严峻,一些大型化工企业和化工园区的火灾、爆炸事故也多有发生。如1997年“6·27”北京化工集团东方化工厂火灾爆炸事故,烧毁储罐17座,造成48人死伤,经济损失达1.17亿元。2005年“11·13”吉林石化分公司双苯厂火灾爆炸事故,不仅造成大量人员伤亡和财产损失,而且造成松花江流域大面积水体污染,在国内国际社会中产生恶劣影响。2006年绍兴上虞市杭州湾精细化工园区化学品原料仓库“7·18”火灾爆炸事故,园区内多家化工企业遭到严重破坏,并引发大范围火灾爆炸,造成近亿元的经济损失。2010年“1·7”中石油兰州石化公司316罐区火灾爆炸事故导致周边11个储罐相继发生连环爆燃,造成12人伤亡。当前化工企业以及石油化工园区严峻的火灾形势已严重影响我国城市经济发展和社会稳定,开展科学的消防安全规划,提高化工企业和石油化工园区消防安全水平对保障石油化工行业安全、健康发展具有重要意义。

目前,我国建成的化工园区已有300多个,而且还有大量待批待建的化工园区项目,但我国尚没有针对性的化工园区消防安全规划与消防力量设置标准,园区消防规划与消防力量设置相对混乱,未针对园区整体火灾风险深入开展安全评价分析,也未就消防力量设置进行安全规划论证,大量石油化工园区存在严峻的火灾风险与安全隐患。笔者针对目前我国石油化工园区消防安全规划现状及所存在的主要问题进行分析,提出我国化工园区消防安全规划框架体系,以及构建化工园区消防安全规划的应对策略,并对未来生态工业园区消防安全技术发展方向进行了展望。

1 石油化工园区消防安全规划方法与现状

我国石油化工园区的建设始于20世纪90年代,在经济特区的带动下,一些地区开始兴建经济技术开发区或高新技术开发区进行招商引资,化学工业园区也随之在上海和江苏等少数地区出现。原化学工业部根据国内化工园区发展的动向,在全国化工“九五”发展规划中,明确提出“大集团、大化工”的战略构想,规划建立18个大化工基地和15个精细化工基地,期望以产业集群的形式带动我国化学工业的发展和科技进步。在“九五”规划的

推动下,一些经济相对发达或区位优势较好的地区,以招商引资为目的开始了化工园区的兴建热潮。

按照园区内企业性质的不同,目前我国主要有四种形式的化工园区,分别为:(1)具备明显上中下游产业链条模式的石油化工园区;(2)不具备明显产业链的化工企业(包括精细化工企业)聚集区;(3)以化工原料(包括油、气以及其他化学品)仓储运输为主的临港化工园区;(4)以煤炭化工为主的煤化工工业园区。通常新建化工园区都具有一体化的行业特点,园区内具有公用设施一体化,物流传输一体化,环境保护一体化以及管理服务一体化的特点。而一些老化工企业聚集区,则存在规划布局分散,结构与管理简单混乱的问题。

我国是一个化工事故多发的国家,由于缺乏科学的安全规划,老化工基地的安全问题一直悬而未决,新的化工园区又带来了巨大的风险。2006年环保总局公布的全国化工石化项目环境风险大排查结果显示,被排查的7555个化工石化项目中,81%布设在江河水域、人口密集区等环境敏感区域,45%为重大危险源,存在巨大的环境与安全风险,而相应的防范机制却存在明显缺陷。我国化学工业园区规划建设多是以产业规划和企业规划布局为主,国内对化工园区安全规划目前还没有相关法律、标准进行规范和解释,缺乏有关化工园区安全规划系统化的程序和方法。

西方发达国家对于化工园区安全规划目前主要采用三种风险评价方法支持安全规划决策:一是基于假想事故情景的后果评价,称为“基于后果”的方法,通过对事故后果影响范围的计算,确定相应规划与安全防范的范围;二是同时基于事故情景后果和发生概率,称为“基于风险”的安全规划方法,即在分析事故后果影响范围的同时考虑事故发生概率,确定可接受风险的范围和区域;三是基于安全距离的方法,该方法使用与危险活动类型有关的“类别”距离,而不对现场风险进行详细的分析与评价。其中“基于风险”的安全规划评价方法在西方发达国家化工园区建设和评价中得到了广泛的应用,对优化园区布局与设置、重大危险源管理起到至关重要的作用。

我国目前石油化工企业制定土地利用规划主要依据《石油化工企业设计防火规范》(GB 50160)、《石油库设计规范》(GB 50074)、《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183)和《建筑设计防火规范》(GB 50016)等标准规范,并引入HSE安全、环境、健康一体化管理体系,对石油化工企业进行评价,以实现科学化管理。我国化工企业区域规划与工厂总体布置主要依据标准规范中规定的火灾危险特性和安全距离进行设置,其中安全距离范围一般在20~120 m之间,相对发达国家石油化工安全标准,我国实行的安全距离相对较小。2006年在国务院印发的

《安全生产“十一五”规划》中首次提出“要开展化学工业园区区域风险评价和安全规划”。有关化工园区安全规划研究逐渐得到人们的重视,国内学者在对国外化工园区研究的基础上,对我国化工园区安全规划的内容、方法和程序进行了一定的探索和研究。

目前,我国沿江和沿海省市地区进行着千万立方大规模油气储运区和超大型石油化工企业等化学工业园区的大规模建设,一方面带动了老企业的优化升级,促进了城市发展,带动了区域经济的快速发展;但大量高风险的化工园区的建设对消防安全管理也带来了严峻的挑战。笔者通过向全国各主要化工园区所在地消防部队、化工企业、园区规划设计单位与研究机构散发大量调查问卷,并进行现场走访调查,对化工园区消防安全现状进行调查,目前我国化工园区存在的问题主要有以下几方面。

(1)化工园区规划缺乏科学性与可持续性,消防安全布局不合理。目前国内化工园区建设多数未曾进行园区消防安全规划论证,未能根据各企业危险源类别进行分类设置与布局;许多园区有产业发展规划,却无安全规划,有单个企业安全评价,无园区区域安全评价,未就园区内各化工企业布局、设置进行详细的安全评估论证;园区内各项目实施过程中,相关内部设置以及重大危险源多有较大变化,而园区最初的安全规划,以及消防规划却没有进行相应的调整,与实际存在较大偏差。如某园区东西5 km的区域内并列毗邻建设了近30家企业,企业之间仅一墙之隔,消防通道不畅;有的企业厂房靠厂房、厂房与生活办公区相连,防火间距不够;还有的化工类企业与纺织服装企业毗连在一起,存在重特大火灾隐患。

(2)一些化工园区以及大型石油化工企业消防站的设计与规划没有进行过深入的研究,消防站设置多是依据或参照城市消防站的设置原则与方法进行,没有针对化工园区以及大型石油化工企业的火灾风险与事故特点进行针对性的设置和研究。园区消防站设置缺乏统一规划,园区内企业消防站和园区消防站存在大量重复建设,造成资源严重浪费;而一些规模较小或县级园区则消防站点稀少,装备落后,难以预防、扑救重特大火灾。

(3)大部分园区没有建立“应急响应中心”,或是已建应急响应中心的功能不健全,普遍重视硬件建设,轻视软件建设;园区重大危险源安全监测系统、应急预案系统、决策支持系统等应急救援体系缺乏或功能不足,快速响应、有效应对技术能力不足,各级应急响应中心之间的信息共享、协调指挥有待加强,很难实现信息资源共享。

(4)化工园区多易引发连锁事故灾害。化学工业园区内企业的生产区和仓储区大都存在大量易燃易爆、有毒有害和腐蚀性的物料,使得园区内重大危险源急剧增多;一些园区由于缺乏合理的规划布局,使得园区内重大

危险源过于集中。一旦园区内重大危险源管理失控,不仅会发生火灾、爆炸和中毒等重大事故,还可能诱发连锁事故灾害,形成事故多米诺效应,造成灾难性的后果。

(5)对园区火灾、爆炸灾害风险认识不足,缺乏有效的风险防控措施。消防部队对石油、化工工业园区的火灾特性、火灾规模、火灾爆炸灾害事故演化规律,以及火灾风险影响因素认识不足,尤其对于大型油罐、过热液体储罐区的火灾风险特性缺乏深入研究,对化工园区连锁灾害事故引发机理和事故风险认识不足,无法对园区泄漏、火灾、爆炸以及连锁灾害后果与影响范围进行预测分析,未能建立科学完善的化工园区火灾风险管理体系。

(6)化工园区区域安全规划评价,包括应急响应系统建设等内容在内的化工园区安全规划,目前均没有纳入园区法定程序,缺乏有关化工园区安全规划评价标准,以及化工园区消防安全规划规范标准。

2 石油化工园区消防安全及规划应对策略

石油化工园区安全规划主要建立在对园区危险源危险有害因素分析的基础上,通过对园区内固有危险源以及移动危险源的调查分析,确定化工园区内危险源灾害类型、灾害模式以及灾害演化规律,对园区灾害后果、灾害演化过程、次生灾害以及灾害诱发概率进行分析;运用定量风险分析的方法对化工园区整体的个人风险以及社会风险进行评价,在对园区风险评价的基础上进行化工园区功能区规划。石油化工园区消防安全规划应建立在化工园区安全规划的基础上,运用定性定量分析方法,对园区火灾爆炸灾害事故模式、规模、灾害事故演化规律、连锁灾害后果与影响因素及范围进行分析与评价,实现对化工园区内消防资源和消防力量的优化配置与布局,提高园区消防应急救援能力与效率。石油化工园区消防安全规划体系主要包括:园区消防规划文案与标准法规,园区化工企业消防安全布局,园区消防监督管理机制,消防应急救援与疏散预案,以及园区消防设施、装备与人员配备。有关石油化工园区消防安全规划程序框图,如图1所示。

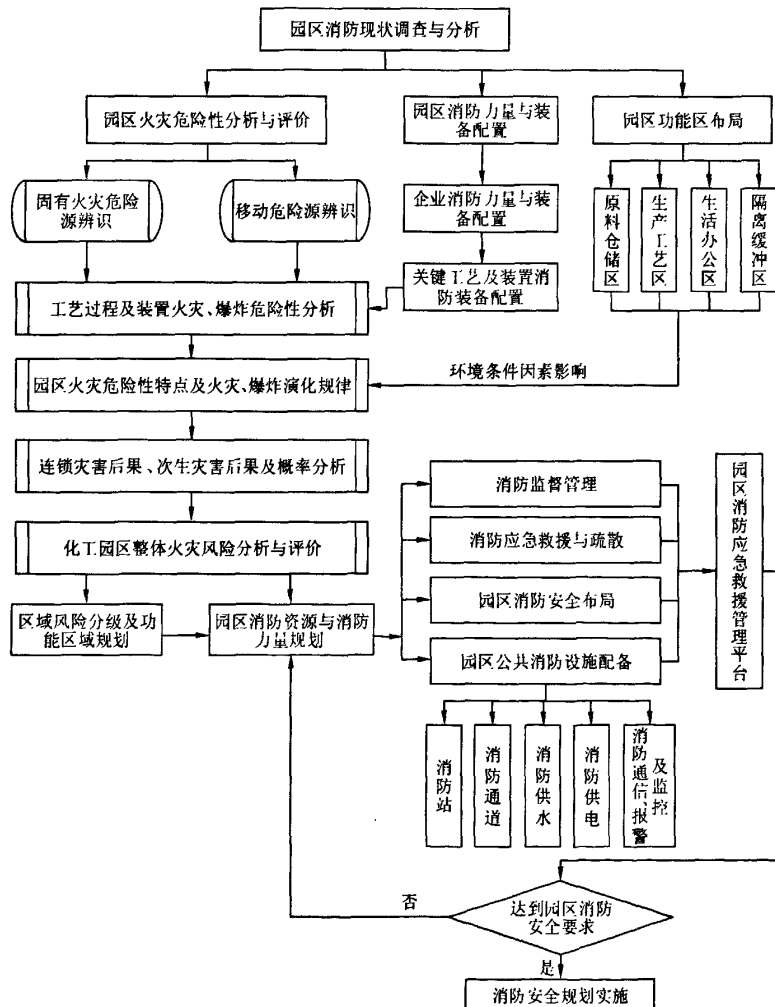


图1 石油化工园区消防安全规划程序框图

其中,消防安全布局应根据区域地形、地貌、风向、土地使用功能以及园区企业分布和园区总体规划,对园区各功能区域进行合理划分,使之符合消防安全布局要求。园区消防监督管理机制则包括对园区重点危险源的安全监测与监督管理,消防设施有效性监测与管理,以及园区各化工企业安全生产的防火监督与管理。消防应急救援与疏散预案针对园区典型工艺装备与危险场所的火灾类型以及灾害演化规律,对园区灭火救援与安全疏散程序、策略、装备应用,人员站位等因素进行预案设置与演练。应急救援消防资源和消防力量主要包括化工园区内消防站设置与分布、消防供水、消防通信与监控、消防通道等公共消防设施和消防人员及装备,其优化布局与有效配置是实现园区消防安全规划的关键,而园区整体火灾风险分析与评价则是进行科学规划的基础。园区消防应急救援管理平台依托先进的监测监控、信息以及决策等软硬件系统,实现对园区危险源的监测以及灾害事故的应急响应,是园区消防规划成效的集中体现,是园区消防资源与消防力量的调配指挥中心。

根据我国目前石油化工园区建设发展的现状,针对化工园区消防安全设置及规划中存在的问题,在充分吸取国外发达国家化学工业园区规划建设经验教训的基础上,对我国石油化工园区消防安全规划应重点开展以下几个方面的研究工作,建立科学规范的化工园区消防安全规划理论及方法,全面提高我国石油化工园区的消防安全水平。

(1) 定性定量相结合,对石油化工园区火灾风险分析。采用定量风险分析的方法,按照石油化工园区功能区规划及发展定位,开展化工园区火灾危险源辨识以及火灾危险源分布分级规律研究,结合园区生产工艺与危险工艺装置,对园区内规划建设的石油、化工企业的灾害事故类型、火灾爆炸特性、火灾规模、火灾爆炸灾害事故演化规律,以及火灾风险影响因素进行定性、定量分析,对化工园区泄漏、火灾、爆炸以及连锁灾害后果与影响范围进行预测分析,建立科学完善的化工园区火灾风险管理体系。

(2) 建立多目标石油化工园区消防安全规划模式。在充分考虑园区内石油化工企业工业活动过程中各种潜在风险的同时,综合考虑园区经济、社会、环境、生态等诸多因素,建立基于多目标决策技术的消防安全规划模式和方法,优化消防资源配置,提高化工园区灾害事故的应对效率,以应对和处置复杂的化工园区消防安全问题。

(3) 建立化工园区内化工企业区域安全规划评估论证机制。按照分区制原则,对园区内石油化工企业按照火灾风险级别进行分类设置、布局,构建石油化工园区科学长远的整体规划体系,在化工园区火灾风险定性定量

分析的基础上,开展基于园区火灾风险的消防安全规划,并对园区内化工企业区域安全规划进行评估论证。

(4) 提高化工园区企业本质安全设置,增强化工园区防灾、抗灾能力,提高灾害应对处置效率。在对石油、化工典型工艺过程的火灾风险因素分析的基础上,提高化工园区企业化工工艺的本质安全设置,研究园区内化工企业石油、化工工艺过程的固有火灾风险与相应的消防设置及应急救援力量需求之间的关系,在对化工园区火灾风险预测分析研究的基础上,开展基于化工园区区域火灾风险分析的消防能力配置及应急救援规划方法的研究。

(5) 建立石油化工园区灾害监控与应急处置决策系统,提高园区应急救援能力。建立基于风险的化工园区消防能力建设与应急救援力量优化体系,对园区内石油化工企业危险工艺及装置的关键参数进行实时监测,提高工艺装置固定灭火装备应急响应与处置能力;在对园区火灾风险以及连锁灾害、次生灾害后果定性定量分析的基础上,对化工园区消防能力与应急救援力量进行针对性的优化配置,建立基于区域火灾风险分析科学完善的消防能力配置以及应急救援规划方法;加强对园区灾害事故应急处置平台的建设,依托 RS、GIS 等先进信息技术,构建石油化工园区灾害应急响应与辅助决策系统平台,提高园区灾害事故的应急处置与决策能力。

3 石油化工园区消防安全趋势展望

随着工业经济的快速发展,环境与能源问题日益突显。创建循环经济,实现能源与资源的综合、有效利用,建立人与自然和谐发展的生态工业园区,是石油化工园区未来健康发展的必然趋势。适应循环经济与生态工业园区的发展需求,化工园区消防安全规划应进一步强化灾害防范机能,提高园区本质安全水平,从根本上降低园区灾害风险。此外,适应生态工业园区要求,构建绿色消防、清洁消防以及智能消防将是未来园区消防安全发展的总体趋势。根据国际消防技术发展方向,可以预见未来石油化工园区消防安全规划与技术将在以下几方面取得新的突破。

(1) 工业生态网络火灾风险分析模式的突破与发展。适应循环经济清洁生产和资源循环利用的闭环型经济模式发展的需要,工业火灾风险分析应针对循环经济产业链流程和系统化集成的特点,对原材料与废弃物循环利用以及物质和能量逐级传递过程中的工艺及装置的火灾风险进行分析,建立起工业生态网络火灾风险分析体系与方法。

(2) 绿色消防、清洁消防以及智能消防技术的发展与应用。适应循环经济与生态工业清洁生产、零排放、低消耗的产业形式,消防安全技术在强化灾害防范能力,提高园区本质安全水平,降低生态工业灾害风险的同时,应着

重向低消耗、清洁、高效方向发展,在灾害智能监测与早期火灾抑制等关键技术取得突破,提高工业火灾防治技术水平,并避免因消防救援造成环境及其他次生灾害事故的发生。

(3)生态工业园区绿色、智能、高效消防安全规划技术与突破。生态工业园区规划遵循与自然和谐共存、生态效率优先、区域发展、高科技、高效益以及软硬件并重等原则,强调园区工业与区域自然生态相结合,通过现代生物技术、生态技术、节能技术、节水技术、再循环和信息技术等,运用先进的管理体系和方法,提高工业生产过程中的资源利用效率,减少污染物排放,实现可持续发展。生态工业园区消防安全规划在生态工业园区规划原则的基础上,应优化消防资源配置和消防力量布局,突出绿色、智能消防理念,运用先进的信息技术以及节能技术、节水技术、再循环等高新技术手段实现对工业灾害的智能监测、防范、快速响应与抑制。

参考文献:

- [1]国家发改委.石化产业调整和振兴规划[R].北京:国务院办公厅,2009.
- [2]中国安全生产科学研究院.危险化学品事故案例——危险化学品安全丛书[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [3]蒋军成.事故调查与分析技术[M].北京:化学工业出版社,2009.
- [4]国务院安全生产委员会.关于江苏省盐城市射阳县盐城氟源化工有限公司临海分公司“7·28”爆炸事故的通报[R].北京:国家安全生产监督管理总局,2006.
- [5]国家安全生产监督管理总局.关于中国石油天然气股份有限公司兰州石化分公司“1·7”爆炸火灾事故的通报[R].北京:国家安全生产监督管理总局,2010.
- [6]国家环保总局.环保总局公布全国化工石化项目环境风险排查结果[R].北京:中华人民共和国环境保护部,2006.
- [7]许铭,多英全,吴宗之.化工园区安全规划发展历史回顾[J].中国安全科学学报,2008,18(8):141-149.
- [8]李树谦.基于多米诺效应的化工园区整体风险评价研究[D].南昌:南昌大学,2008.
- [9]李传贵,刘艳军,刘建,等.基于化工园区整体风险量分析的安全规划研究[J].中国安全科学学报,2009,19(6):116-121.
- [10]魏利军,多英全,于立见,等.化工园区安全规划方法与程序研究[J].中国安全科学学报,2007,17(9):45-51.
- [11]Steinert W, Begg M, Von Dinclage R. Improved safety at reduced operating costs in a German chemical plant: proceedings of, Orlando, FL, United states, 2004 [C]. American Institute of Chemical Engineers.
- [12]魏利军,多英全,于立见,等.化工园区安全规划主要内容探讨[J].中国安全生产科学技术,2007,3(5):16-19.
- [13]姚庆峰.生态工业园规划及GIS在其中的初步应用[D].北京:北京化工大学,2004.
- [13]罗翔.编制《城市消防规划规范》的思考[J].消防科学与技术,2009,28(7):522-524.

·科技信息·

美国 USFA 家庭防火运动

美国防火委员会(USFA)正在筹备一项新的活动,即全民安装防火探测保护运动。该运动旨在鼓励每个人安装并维护家庭烟雾报警设备,或者自动喷水灭火装置。USFA指出,如果家庭有烟雾报警器和自动喷水灭火装置,那么火灾中死亡的危险性就会降低82%。该运动包括免费工具包DVD、教育宣传材料、印刷制品、广播和电视公共服务宣传等。

李艳娜 供稿

Study of the status of petroleum chemical industrial park fire safety planning and coping strategies

LIU Xuan-ya, BI Yi-xing, TIAN Liang

(Tianjin Fire Research Institute of MPS, Tianjin 300381, China)

Abstract: According to the development and tendency of the chemical industrial park in China, the methods and status of petroleum chemical industrial park fire safety planning are studied. The main problems in the planning are discussed. On the basis of the chemical industrial park safety planning, the fire safety planning method and procedure of petroleum chemical industrial park are put forward. In order to complete the fire safety planning for the petroleum chemical industrial park, the coping strategies and research concepts are put forth. And the developing tendency of petroleum chemical industrial park fire safety planning is also prognosticated.

Key words: petroleum chemical industrial park; fire safety planning; coping strategy

作者简介:刘暉亚(1976—),男,公安部天津消防研究所助理研究员,博士,主要从事工业火灾、爆炸防治技术研究和消防科研管理工作,天津市南开区卫津南路110号,300381。

收稿日期:2010-02-26