

浅析化学工业园区整体性安全评价

周德红¹ 刘志华² 李文¹

(1. 武汉工程大学 资源与土木工程学院 湖北 武汉 430073 2. 湖北省安全生产监督管理局 湖北 武汉 430070)

摘要: 基于对近些年化学工业园区内的事态分析, 分析国内外化学工业园区发生灾害事故的原因及其机理, 汲取国内外预防此类事故发生的经验, 特构造出化工园区整体性安全评价体系。根据专家对湖北某化工园区进行打分, 分为四个中间层要素和 15 个准则层要素, 并运用层次分析从主客观角度给出权重值和基于客观的蒙特卡罗迭代 100000 次求标准差的均值权重进行比较, 二者权重趋势基本一致, 这与实际化工园区实际情况相符, 据此得出评价结论, 为作好园区安全工作管理和提高园区事故整体安全性控制事故发生具有现实意义。

关键词: 化工园区; 安全评价; 蒙特卡罗

中图分类号: X913.4

文献标识码: A

文章编号: 1008-021X(2016)19-0133-04

DOI:10.19319/j.cnki.issn.1008-021x.2016.19.059

A Brief Analysis of Integrated Safety Assessment of Chemical Industrial Park

Zhou Dehong¹ Liu Zhihua² Li Wen¹

(1. School of Resource and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430073, China;

2. Hubei Province Safety Production Supervision Authority, Wuhan 430070, China)

Abstract: Based on accident investigation analysis of domestic and international chemical industry park, a analysis of chemical industrial park in China in recent years on the basis of the causes and the mechanism to cause an accident, absorbing domestic and foreign chemical industrial accident experience, establishing the integrity a chemical safety assessment system. According to experts to grade of Hubei some chemical industrial park, is divided into four layer elements and 15 rule layer, and from the point of view of subjective and objective weights is given and the analytic hierarchy process based on monte carlo iterative 100000 times standard deviation of the objective comparing the average weight, trend of the weight, the actual situation and actual chemical industrial park. An the basis of the evaluation conclusion, It has specific guidance recommendations for improving e campus safety management and improving overall safety zone ability.

Key words: chemical industry park; safety assessment; monte carlo method

据许铭^[1]等学者研究给出,我国除港、澳、台之外的 31 个省份,我国省级以上化学工业园区由 2006 年的 60 个增至 2012 年的 1185 个,而 6 年来其以惊人的速度增长了近 20 倍。见表 1 中 6 个行政区域划分所占比例,可见华东地区最多,占国家级、省级、省级以上的比例分别为 44%、39%、40%。而随着化工园

区规模的不断扩大和数量的不断增长,园区内的安全问题也日渐突出。究其主要原因是由人的意识淡薄导致的不安全行为和因设备设施诱发的不安全状态,归根结底都在于整体管理规划的不到位。基于此,如何有效地去控制化工园区事故的“多米诺骨牌”效应,是降低化工园区事故后果的关键。

表 1 按行政区域划分我国省级以上化工园区数量^[1]

单位: 个

行政区域	华东	华南	华北	西北	西南	东北
国家级	104	43	21	27	19	21
省级	368	198	144	94	84	62
省级以上	472	241	165	121	103	83

1 化工园区的生产特点及危险性

化工园区因其原料多样化且工业中大多生产工序复杂多变。主要总结以下的生产特性^[2]:

(1) 化工园区内企业生产使用危险化学品种类多且大多数具有易燃易爆、有毒有害、腐蚀等特性,一旦发生事故极易诱发二次爆炸事故。

(2) 生产工艺复杂、工序繁多,重大危险源集中,对其监控能力较弱。生产过程持久性和大规模化,且园区内对危险源的管控能力要求极高,稍有不慎就极易引发爆炸事故。

(4) 周边环境复杂、影响面大。我国大部分化工园区分布沿海一带,发生事故后极易汇入河流,造成大面积的环境污染^[3]。

收稿日期: 2016-08-05

基金项目: 2015 年安全生产重大事故防治关键技术科技项目(hubei-0008-2015AQ); 湖北省安全生产监督管理局 2015 年安全生产专项资金项目(鄂安监发[2015]73 号); 湖北省安全生产监督管理局 2016 年安全生产专项资金项目(鄂安监发[2016]54 号); 武汉工程大学第二批校级课程综合改革项目(校教[2016]6 号); 2016 年研究生教育教学改革研究项目(yjg201601)

作者简介: 周德红(1978—), 博士, 副教授, 主要从事安全工程专业的教学和科研工作。

(5) 事故的潜在损失增加。化工区要加强对相邻危险源的管理,一旦造成事故的连锁反应,将会形成事故的“多米诺骨牌”效应,一连串次生灾害接踵而来,灾害范围迅速扩大,人员避灾能力较弱,且灾后恢复重建损失惨重。

2 化工园区事故原因分析

大多数化学工业事故的发生往往都具备摧毁性和不可预估性,日常在汲取前车之鉴时,对可能出现问题的环节需进行详细地调查研究分析,归纳统计危险有害因素,有利于更好地找出所要解决的问题,进而杜绝隐患的发生。

而美国保险协会通过调查化学工业 317 起火灾爆炸事故进行研究后最终把化学工业危险因素归结为以下九种类型:工厂选址、工厂布局、结构、对加工物质的危险性认识不足、化工工艺、物料输送、误操作、设备缺陷、防灾计划不充分^[4]。

而从近年来我国化工事故发生的情况来看,危及到化工园区安全现状的缺陷主要有:前期选址规划不当、初期设计不合理和生产阶段管理不到位造成的员工工作意识不强、设备的老化损坏等等。

3 化工园区整体安全性评估选择评价方法介绍

根据评价目的划分的评价单元,选择科学的评价方法对园区进行整体性评价。

(1) 层次分析法。层次分析的主要理论依据人对层次中各因素之间的相对重要性去作出评断,并通过 1~9 的标度数值来衡量,据此给出适当的判断矩阵,最后通过一致性检验是否可取。现阶段已出现很多层次软件代替传统手工大量计算和验证,本文利用 yaahp10.3 层次分析软件进行评价分析。

(2) 随机数据产生。本文根据专家对化工园区评价对象现状认知的确定性,依次提供“精确打分”、“给出得分分布”以及“给出得分区间”等三种打分方法^[5-6]。专家对指标现状确信无疑采用“精确打分”;若能给出分布则采用“给出得分分布”。若都无法确认,则采用“给出得分区间”方法打分,专家只需给

出得分的最大、小值,即 $[C_{min}, C_{max}]$ 此时将指标视为一个正态分布,根据正太分布规则确定正态分布期望 E_n 及方差 E_n ^[5-6]:

$$\begin{cases} E_n = \eta_{mc} = (C_{max} + C_{min})/2 \\ E_n = \sigma_{mc} = (C_{max} - C_{min})/6 \end{cases}$$

设对 m 个指标要素评价,据专家已给予的分布产生 n 组数据,则得到得分矩阵为^[5-6]:

$$F = \begin{pmatrix} F_{11} & F_{12} & \dots & F_{1m} \\ F_{21} & F_{22} & \dots & F_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ F_{n1} & F_{n2} & \dots & F_{nm} \end{pmatrix}$$

(3) 蒙特卡洛法。单纯的蒙特卡罗法虽然已得到广泛的应用,因其程序繁琐,且重复计算量较大,大大降低运行效率。然而结合 MATLAB 的使用刚好弥补了蒙特卡罗方法繁琐的程序过程,不仅可以节约大量时间,而且简单实用,且运行时间短。

4 化工园区整体安全评价分析

针对我国化工园区整体性安全来说,目前园区风险管理模式的研究和应用尚处于摸索和起步阶段^[7]。基于湖北省某化工园区进行整体性安全评价,分别请专家从化工园区的安全规划、风险存在情况、安全监督情况、应急能力四处对其进行综合打分。

4.1 基于 ATP 法主客观法求权重

(1) 将本次对化工园区整体性打分情况归纳模拟,模拟层次结构模型汇入到 yaahp10.3 软件中,首先构成如图 1 所示的化工园区整体安全层次结构模型图。

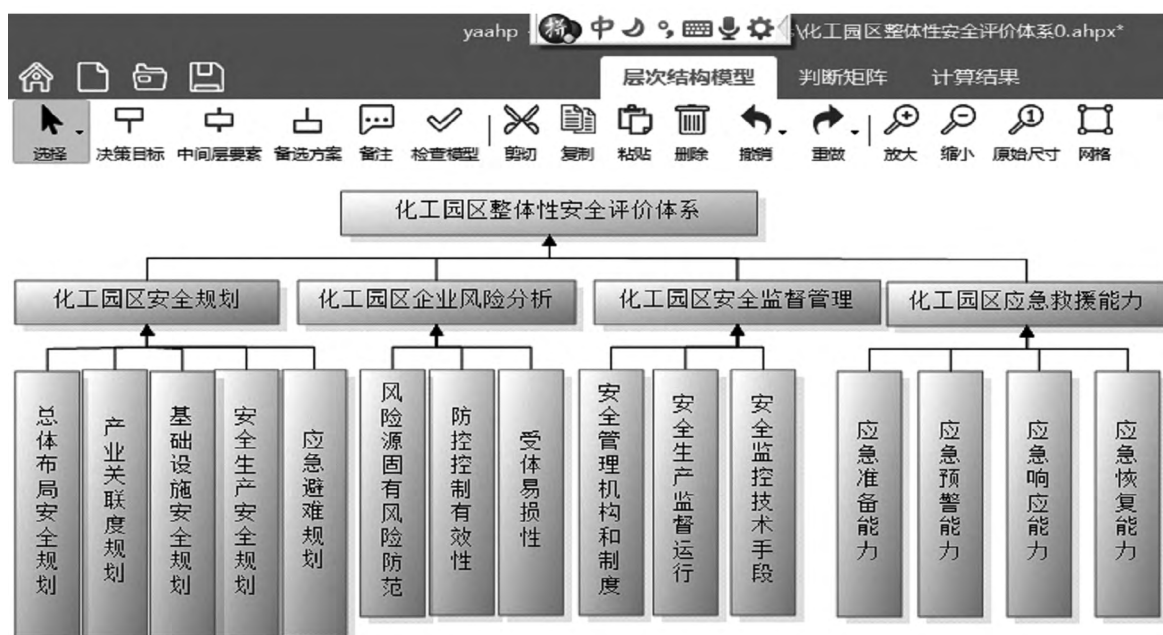


图 1 层次结构模型图。

根据图中构造图形可以看出:化工园区整体性安全评价体系中,中间层分为四个大块;准则层对应中间层往下依次分了 15 个要素。

(2) 然后切换到判断矩阵输入页面,根据得分情况与总目标层相比,各级分类指标相对重要性的比较和分析。通过软件自动把所有的判断矩阵通过一致性检验后,得到每个样本的指

标权重结果。最后切换至计算结果,导出所有权重数据即可。 见表 2。

表 2 化工园区整体性安全评价体系权重集合

目标层	中间层	准则层	综合权重
化工园区整体性安全评价体系	化工园区安全规划 A(0.4344)	产业关联度规划 A1(0.3867)	0.168
		总体布局安全规划 A2(0.0648)	0.1031
		安全生产安全规划 A3(0.1623)	0.0705
		应急避难规划 A4(0.1488)	0.0647
		基础设施安全规划 A5(0.0648)	0.0282
	化工园区企业风险分析 B(0.076)	受体易损性 B1(0.4934)	0.0375
		风险源固有风险防范 B2(0.3108)	0.0236
		防控控制有效性 B3(0.1958)	0.0149
	化工园区安全监督管理 C(0.208)	安全监控技术手段 C1(0.6144)	0.1278
		安全生产监督运行 C2(0.2684)	0.0558
		安全管理机构和制度 C3(0.1172)	0.0244
		化工园区应急救援能力 D(0.2816)	应急预案能力 D1(0.388)
	应急响应能力 D2(0.2489)		0.0701
	应急准备能力 D3(0.2489)		0.0701
	应急恢复能力 D4(0.1141)		0.0321

4.2 基于蒙特卡洛随机数计算各指标的客观权重

表 3 化工园区 15 个评价要素打分分布表

要素序号	得分分布	要素序号	得分分布
A1	norm(76,98)	C1	norm(76,95)
A2	norm(69,80)	C2	[75,86]
A3	wbl(89,100)	C3	wel(60,100)
A4	wbl(82,100)	D1	norm(70,1)
A5	wbl(63,98)	D2	wbl(86,95)
B1	wbl(68,100)	D3	wbl(86,96)
B2	82	D4	wbl(66,98)
B3	80		

通过归纳统计,本次专家对工园区 15 个评价要素打分情况汇总见表 3。其中 $norm(A, B)$ 服从正态(高斯)分布, $[A, B]$ 为区间打分,要素 B2, B3 代表专家意见一致为精确打分, $wbl(A, B)$ 服从威布尔分布。

下面运用 matlab 软件根据化工园区 15 个要素进行系统评价,结合专家给出分布产生随机产生分布数据,组成矩阵,利用蒙特卡洛法对评价得分矩阵迭代运算 100000 次,得出综合权重结果如图 2。

根据图 2 运行结果可以看出蒙特卡洛法迭代运算 100000 次,求得其平均权重为(四舍五入后): (0.1295, 0.0816, 0.0626, 0.0603, 0.0545, 0.0557, 0.0333, 0.0333, 0.1164, 0.0816, 0.0531, 0.0597, 0.0627, 0.0603, 0.0555)

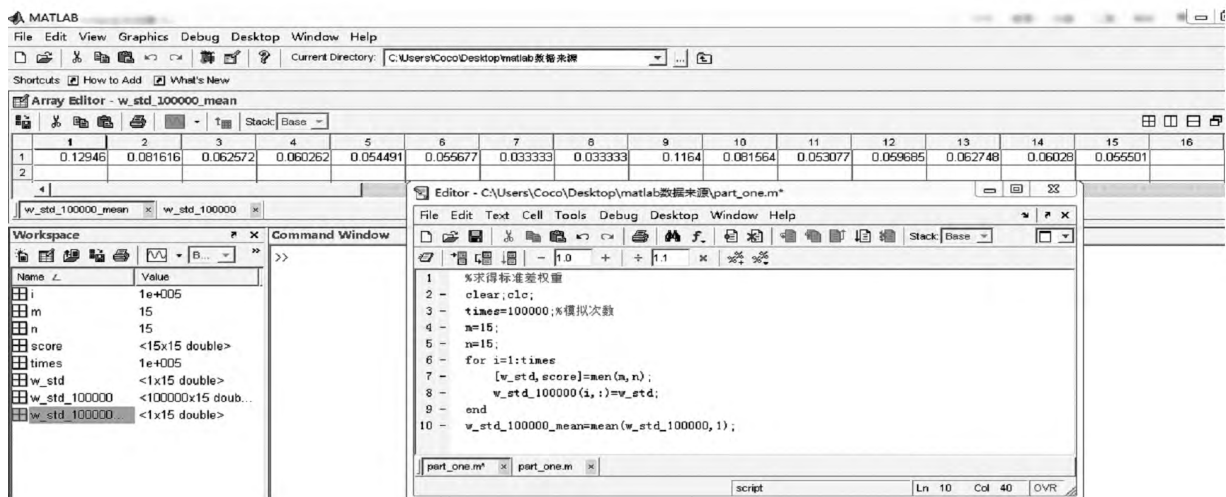


图 2 蒙特卡洛法求取标准差权重结果图

5 得出结论

客观随机分布的蒙特卡洛求标准差权重比较,见图 3。

(1) 由以上分析对层次分析法的主客观模拟求权重和基于

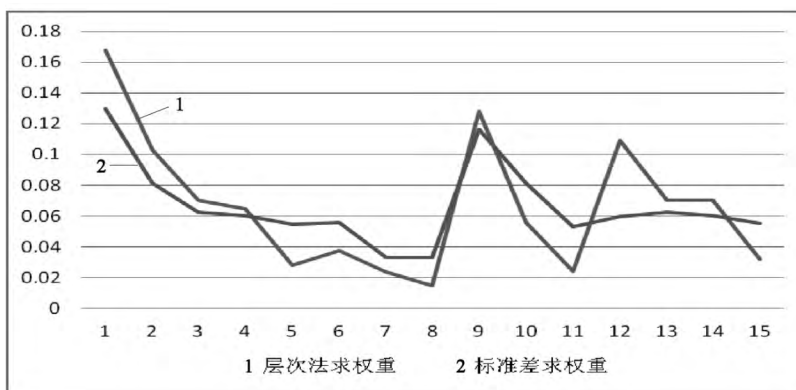


图 3 化工园区 15 个要素权重对比图

分析图 3 可知,迭代 100000 次标准差客观权重均值与层次分析法主客观综合权重趋势几乎一致。说明本次通过软件模拟评价结果与湖北省某化工园区的实际情况相似。

(2) 通过以上园区的整体性评估,对化工园区安全规划、化工园区企业风险分析、化工园区安全监督管理、化工园区应急救援能力四大块构造出 15 个要素。其中四个中间层中化工园区企业风险分析,化工园区安全监督管理中权重比值为最低,建议该化工园区在此方面有待规范化,应当引起足够的重视。

(3) 从层次分析的整体权重比情况来看,应急避难规划、基础设施安全规划、风险源固有风险防范、受体易损性、安全管理机构和制度、应急恢复能力的比重最低,这与实际打分相符,明显看出该化工园区安全监管能力、设备操作控制力、人员知识素养培训方面有待进一步加强。

参考文献

[1] 许铭, 吴宗之, 张悦, 等. 我国省级以上化工园区分布特点[J]. 现代化工, 2014(2): 17-19.

[2] 于德利. 化学工业园区应急能力评估体系研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2010.
 [3] 吴昉. 化工园区安全规划研究[D]. 北京: 首都经贸大学, 2008.
 [4] 刘蓉. 化工生产企业事故分析与预测研究[D]. 太原: 中北大学, 2015.
 [5] 段在鹏. 化工园区供配电工程风险分析及事故救援研究[D]. 北京: 北京理工大学, 2015.
 [6] 段在鹏, 钱新明, 夏登友, 等. 基于蒙特卡洛模拟和主客观综合权重的化工园区配电系统模糊综合评价[J]. 安全与环境学报, 2016(1): 15-19.
 [7] 周德红. 化工园区风险防控技术[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2016.

(本文文献格式: 周德红, 刘志华, 李文. 浅析化学工业园区整体性安全评价[J]. 山东化工, 2016, 45(19): 133-136.)

(上接第 128 页)

信息又知之甚少,无法在人才的使用上协同配合,造成了石油装备科技信息服务方面综合、专业性人才缺乏。

3.3.3 缺乏资金扶持

在科技文献信息化服务工作中,无论是人才的培养、引进,科技文献信息的分类储备,数据库的建设,还是软件的开发,都需要花费一定的物力、财力,而我市科技文献信息资源服务平台建设资金主要来源于地方财政资金,资金总体上规模偏小且来源不够稳定,区域分布不尽合理,在服务过程中,许多工作难以展开,远不能满足企业、科技人员以及广大群众的需要。

3.3.4 信息共享环境差,没有统一的服务平台

油地校三方在自己的服务范围内各自为政,形成了有资源无资质,有资质缺资源的现状,不能形成合力,无法发挥三方的科技资源优势。

4 东营市石油装备科技文献信息化建设的几点建议

4.1 建立机构,搞好规划

建立以政府部门为领导,以科技系统为核心的石油装备科技文献信息化服务体系,形成由不同层面、各单位协同的立体服务组织体系,发挥科技文献信息服务在科技工作中的重要作用。制定《东营市石油装备科技文献资源共建共享章程》、《东营市石油装备科技文献资源共建共享合作协议》等一系列管理制度,为科技文献信息服务提供制度保障。整合我市油田、地方、中国石油大学三方资源,协同石油装备产业各企业,

实现资源共享,形成具有东营市地方特色的石油装备科技文献信息化服务系统。

4.2 培养并引进人才

以人为本,建立科学的人才评价标准和培养方式。建立符合石油装备科技文献平台建设特点的人才评价标准,设置相应的岗位,推行上岗资格认证工作,与有关院校联合,培养与科技文献资源建设相关的高层次人才,形成一支高素质、专业化的科技基础条件管理与技术支撑的人才队伍。

4.3 加大投入、持续发展

通过平台建设的实施,利用好投资增量,以增量盘活存量,同时政府应继续通过专项经费支持科技文献资源的投入,确保经济发展和科技创新的文献保障和支撑。由于文献资源具有连续性和积累性,政府应特别对于文献资源的更新费用进行支持,保障科技文献的可持续性,使文献平台的建设和运行良性发展。

参考文献

[1] 赵丹阳. 数字环境下科技文献信息开发利用与服务模式研究[D]. 长春: 吉林大学, 2012.
 [2] 屈宝强, 吴家喜, 赵伟, 等. 地方科技文献共享平台服务研究[J]. 国家图书馆学刊, 2012, 21(1): 68-72.

(本文文献格式: 吴敬芝, 贾天祥, 孙建飞. 东营市石油装备科技文献信息化建设现状及对策探讨[J]. 山东化工, 2016, 45(19): 128, 136.)