

文章编号: 1673-193X(2014)-10-0096-04

基于潜在生命损失的装置风险排序及应用研究^{*}

卢传敬¹, 杨国梁², 曹炳志², 黄 兰²

1. 中石化齐鲁分公司, 山东 淄博 255086; 2. 中国安全生产科学研究院, 北京 100012)

摘 要: 将潜在生命损失引入危化装置风险排序, 明确了基于潜在生命损失的危化装置危险排序步骤。对某石化企业的8个工厂、71个危险源进行风险评估和排序, 结果表明该企业的炼油厂和烯烃厂的风险, 柴油临氢降凝装置、柴油加氢装置的风险在各自类别的风险排序中相对靠前。研究成果对有关政府部门或企业确定危险源重点监管和管理的优先顺序, 优化资源配置, 提高管理效率具有一定的指导意义。

关键词: 潜在生命损失; 风险; 排序

中图分类号: X937

文献标志码: A

doi: 10.11731/j.issn.1673-493x.2014.10.016

Study on device risk ranking based on potential life loss and its application

LU Chuan-jing¹, YANG Guo-liang², CAO Bing-zhi², HUANG Lan²

1. SINOPEC Qilu Petro, Zibo Shandong 255086, China;

2. China Academy of Safety Science and Technology, Beijing 100012, China)

Abstract: The potential life loss was introduced into the risk ranking of dangerous devices, and the corresponding procedure was presented. The risk assessment and ranking of 71 hazard sources in 8 factories of a petrochemical enterprise were conducted. It showed that the risk of refinery and olefin plant, diesel hydrodewaxing unit and diesel hydrogenation unit were relative to the front in risk ranking of their respective categories. The research results can be used to direct the relevant government departments or enterprises to prioritize hazard supervision and management, optimize the allocation of resources and improve the efficiency of management.

Key words: potential life loss; risk; ranking

0 引 言

在项目的风险管理中, 任何项目中都有多个风险点需要采取措施进行管理, 而采取管理措施所需的资源总是有限的, 因此必须找出哪些风险需要进

行管理^[1-2]。对于石化企业, 风险排序的意义在于识别出化工装置进行风险管理的优先次序, 确定出风险管理投资方向和计划, 对企业有限的资源进行优化配置, 实现企业整体安全水平的快速提高^[3-6]。

目前关于装置风险排序的方法已经开展了部分理论研究, 如风险矩阵法、模糊综合评价法、层次分析法、神经网络法等, 但由于上述方法对装置风险进行评价的指标众多, 往往略显复杂, 不便操作, 并且大多为定性或半定量的, 指标的量化受人员因素的影响较大, 以上方法较少能够真正在企业得到应用^[7-9]。潜在生命损失是定量风险评价方法中对

收稿日期: 2014-07-23

作者简介: 卢传敬, 高工。

^{*} 基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAK13B01); 中国安全生产科学研究院基本科研业务专项项目(2014JBKY07)

社会风险的一种表现形式,可以更直观的描述单一设备或装置实际风险水平的高低。本文将潜在生命损失指标引入装置风险排序,并以某石化集团为应用对象,以期借助定量风险评价方法,简单、直观的找出需要优先投入资源的重点装置。

1 潜在生命损失定义

潜在生命损失 (Potential Life Loss, PLL) 是指单位时间某一范围内全部人员中可能死亡人员的数目。对于石化装置,潜在生命损失是指由于装置发生火灾、爆炸、中毒等意外事故,造成单位时间内可能死亡人员的数量,是对装置所有潜在事故场景给周边人员带来风险的累加,即体现了自身危险性,同时也与装置周边人员实际分布密切相关,与个人风险和社会风险中的 $F-N$ 曲线相比,潜在生命损失更适用于装置风险排序。个人风险只表现了装置的实际危险性,与周边人员分布无关,只能描述装置周边某一位置处的风险,关注的是装置周边的位置点,当用于装置周边土地规划利用时具有指导意义。社会风险中的 $F-N$ 曲线是以周边人员的整体为对象进行的风险评估,直观表现出周边人员整体所面临的风险,关注的是装置周边区域的面,当用于从重大事故风险角度评估装置周边人员是否过于密集具有指导意义,但并不能体现装置中不同危险单元对社会风险的贡献。潜在生命损失同样是除 $F-N$ 曲线之外对社会风险的另一种表现形式,是在个人风险和周边人员实际布局的基础上,以装置或危险单元为对象,描述每个单元可能造成的人员伤亡情况。虽然该指标所包含的信息量比 $F-N$ 曲线要少,但可以更直观的描述装置中不同危险单元对重大事故风险的贡献。

2 潜在生命损失计算方法

潜在生命损失可用下式表示:

$$PLL = \sum_{i=1}^n f_i N_i \quad (1)$$

式中: PLL 为装置对应的潜在生命损失; f_i 为事件 i 发生的频率,单位为/年; N_i 为事件 i 造成的死亡人数。

事件 i 的发生概率,可以在典型装置的基础事故统计概率值和事件树分析的基础上得到,事件 i 造成的某位置处人员死亡的概率与该位置处实际人员数量的乘积得到。

潜在生命损失计算程序见图1,步骤如下:

1) 选择装置的一种特定潜在事故场景 i , 并确定事故场景的发生概率 f_i , 发生概率 f_i 为设备泄漏场景的概率 f_L 、天气环境 (风向、风速、大气稳定度) 的概率 P_M 、点火事件 (仅对于可燃物的火灾场景) 的概率 P_i 的乘积。

2) 选择装置周边的一处防护目标 j , 确定防护目标处的人数 n_j ; 防护目标是指易造成群死群伤的危险化学品装置周边的人员场所, 包括企业内部和企业周边。

3) 计算在特定潜在事故场景下, 防护目标 j 处的人员死亡百分比 P_j , 死亡百分比可根据防护目标处的危害暴露环境, 采用概率函数法进行计算。

4) 计算在特定潜在事故场景下的防护目标处

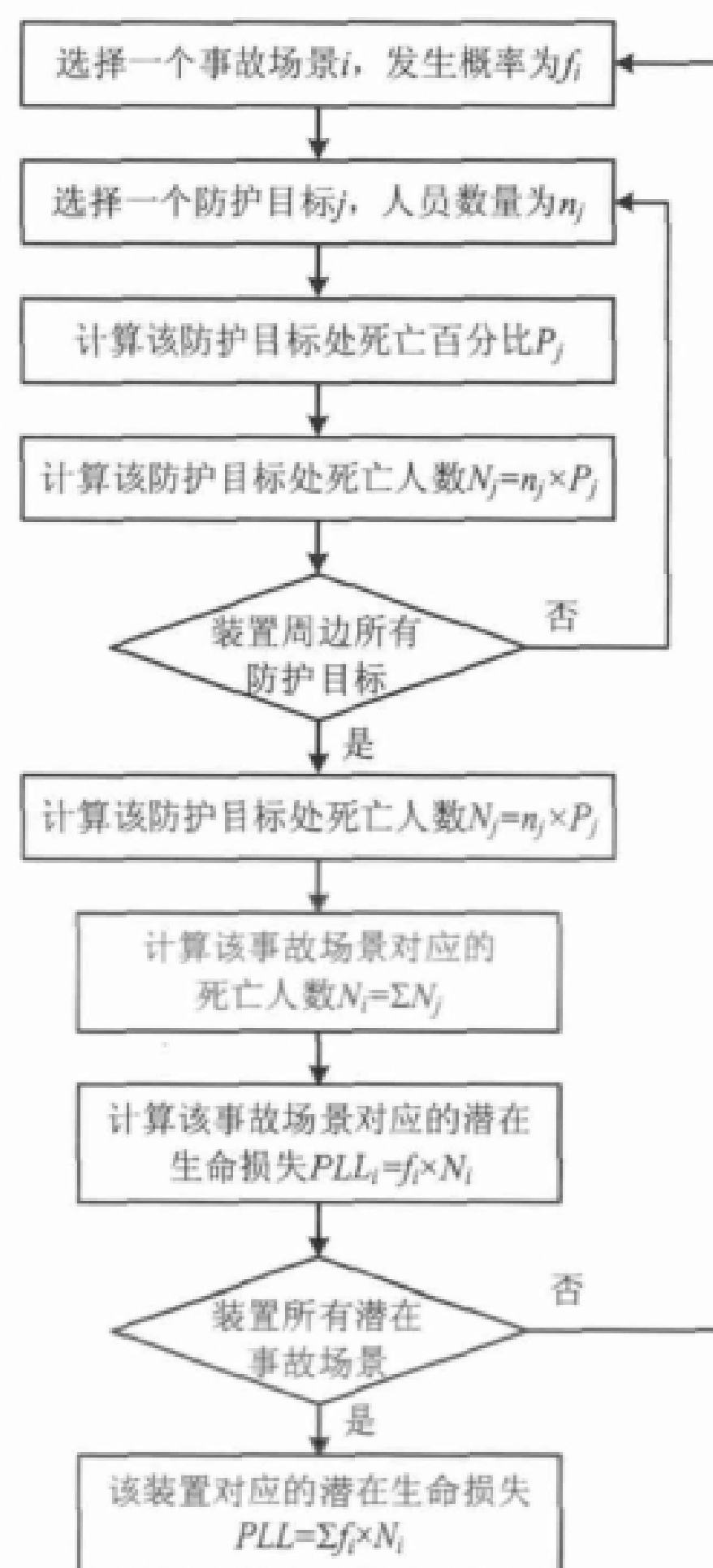


图1 潜在生命损失计算程序图

的死亡人数 N_j :

$$N_j = P_j \times n_j \quad (2)$$

5) 对装置周边所有防护目标,重复步骤3、4的计算,计算死亡总人数 N_i :

$$N_i = \sum_{\text{所有防护目标}} N_j \quad (3)$$

6) 计算该特定潜在事故场景对应的潜在生命损失 PLL_i :

$$PLL_i = f_i \times N_i \quad (4)$$

7) 对所有的潜在事故场景,重复1~6步的计算,对每个潜在事故场景对应的潜在生命损失进行累加,得到装置对应的潜在生命损失 PLL :

$$PLL = \sum_{\text{所有潜在事故场景}} f_i \times N_i \quad (5)$$

3 实例应用

3.1 实例简介

以某石化企业为例进行实例应用研究。该企业经过半个多世纪的发展,产业链不断延伸,现已形成包括炼油厂、化肥厂、橡胶厂、腈纶厂、烯烃厂、塑料厂、氯碱厂等其他配套机构的大型石化企业。企业现有装置120余套,由于装置新旧不一,安全水平参差不齐,并且装置周边防护目标的布局各有不同,在进行企业安全管理时,需要对装置的实际安全水平进行量化评估,并对相关资源的投入提出方向性指导意见。

3.2 排序结果分析

筛选了石化企业中8个工厂的71个主要危险源,参照《化工企业定量风险评估导则》(AQ/T 3046-2013)中有关规定,对危险源的泄漏场景、频率及周边人员的暴露影响进行确定,按照本文描述的程序计算潜在生命损失。将计算结论以整个石化企业为单位进行的工厂危险性排序如表1所示。以炼油厂北区为例,对厂区内装置进行危险性排序如表2所示。

炼油厂北区内装置的危险性排序可以看出,柴油临氢降凝装置、柴油加氢装置、第二催化裂化装置、常减压装置等类似装置的潜在生命损失依次降低。建议企业通过HAZOP分析、LOPA分析,优先对柴油临氢降凝装置和柴油加氢装置进行隐患排查,提出针对性的措施,快速提高企业的安全水平。

表1 企业潜在生命损失(PLL)排序表

序号	企业名称	PLL
1	炼油厂南区	$8.64E-04$
2	炼油厂北区	$3.77E-04$
3	烯烃厂	$3.46E-04$
4	橡胶厂	$2.06E-04$
5	化肥厂	$6.85E-05$
6	塑料厂	$2.95E-05$
7	氯碱厂	$2.71E-05$
8	腈纶厂	$8.72E-06$

表2 同一企业内不同装置潜在生命损失排序表

序号	企业名称	装置名称	PLL
1	炼油厂北区	柴油临氢降凝装置	$2.64E-04$
2	炼油厂北区	柴油加氢装置	$2.64E-05$
3	炼油厂北区	第二催化裂化装置	$1.47E-05$
4	炼油厂北区	常减压装置	$6.27E-06$
5	炼油厂北区	制氢装置	$6.17E-06$
6	炼油厂北区	减压渣油加氢脱硫装置	$3.94E-06$
7	炼油厂北区	加氢裂化装置	$2.24E-06$

4 小结

本文将潜在生命损失引入到风险排序,并在某大型石化企业中进行了应用,应用结果表明,潜在生命损失能在综合装置危险特点与装置周边人员实际分布的基础上,对装置的实际风险进行量化,能够实现对多个类似装置之间的危险性排序,可以为企业在进行相应资源分配决策提供了参考依据,能够达到企业装置危险性排序的目的。但是需要注意的是,潜在生命损失的大小与企业装置的规模大小、平面布局以及企业周边防护目标的所在位置密切相关,得到的危险性排序结论是针对该企业的,当推广应用时,需要针对企业的具体情况重新进行潜在生命损失计算和危险性排序。

参考文献

- [1] 吴宗之. 论重大危险源监控与重大事故隐患治理 [J]. 中国安全科学学报, 2003, 13 (9): 20-23
WU Zong-zhi. Theory of major hazards monitoring and major accident hazard control [J]. China Safety Science Journal, 2003, 13 (9): 20-23
- [2] 周建新, 任智刚, 刘铁民. 基于风险优先的分级监察研究 [J]. 中国安全生产科学技术, 2006, 2 (8): 23-27
ZHOU Jian-xin, REN Zhi-gang, LIU Tie-min. Study on the hierarchical supervision based on the risk priority [J]. Journal of Safety Science and Technology, 2006, 2 (8): 23-27
- [3] Baccarini D, Archerb R. The Risk Ranking of Projects [J]. A Methodology. International Journal of project Management, 2001, (9): 139-145
- [4] Turner J R. The Handbook of Project-based Management [M]. Maiden head: McGraw-Hill Book Company, 1992
- [5] Simon P, Hillson D, Newland K. Project Risk Analysis and Management Guide [M]. Norwich: The Association for Project Management, 1997
- [6] Ward S C. Assessing and Managing important Risks [J]. International Project Management, 1999, 17 (6): 331-336
- [7] 崔安定, 赵远亮. 风险投资项目决策的模糊综合评价 [J]. 科学管理研究, 2002, (5): 24-26
CUI An-ding, ZHAO Yuan-liang. The fuzzy comprehensive evaluation of risk investment project decision [J]. Scientific Management Research, 2002, (5): 24-26
- [8] 王世波, 王世良. 高新技术风险投资项目评价的 AHP 模型 [J]. 科技管理研究, 2004, (4): 106-108
WANG Shi-bo, WANG Shi-liang. The AHP model of high-tech risk investment project evaluation [J]. Science and Technology Management Research, 2004, (4): 106-108
- [9] 宋占兵. 基于潜在生命损失的危险化学品仓储区规划选址和安全布局方法研究 [J]. 中国安全生产科学技术, 2013, 9 (1): 37-42
SONG Zhan-bing. Study on site planning and safety layout methods of storage area for dangerous chemicals based on potential life loss [J]. Journal of Safety Science and Technology, 2013, 9 (1): 37-42

美国 3M 公司访问国家安全监管总局

2014 年 10 月 13 日, 国家安全监管总局党组成员、副局长杨元元在国家安全监管总局会见了来访的 3M 全球执行副总裁富兰克一行。

杨元元首先向富兰克一行表示欢迎, 并简要介绍了我国安全生产监管系统体制机制建设情况及我国安全生产现状。杨元元指出, 中国政府高度重视安全生产和职业健康工作。经过多年来的持续努力, 中国安全生产形势持续稳定好转。但由于职业健康监管工作对于我们还是一项新的任务、基础还较薄弱, 存在问题还很多, 下一步要加强与 3M 公司等交流与合作, 借鉴国外安全生产与职业健康领域的先进经验和专业技术, 提高我国安全生产与职业健康管理水平。杨元元强调, 国家安全监管总局支持 3M 公司与地方政府安全监管部门开展合作, 愿意与 3M 公司在法规研究、标准制定和人员培训等方面发挥自身技术和专业优势, 与国家安全监管总局开展多种形式的合作。

富兰克对杨元元的接见表示感谢, 对中国政府在短短几年时间里在安全生产工作中取得的成绩表示赞赏, 赞成杨元元提出的进一步深化双方交流与合作的建议, 承诺 3M 公司将发挥自身优势在职业卫生防护、政府监管人员培训与交流、职业卫生许可的法规与标准等方面与总局开展更加全面务实的合作。

国家安全监管总局办公厅 (国际司)、职业安全健康监督管理司和国际交流合作中心的负责人参加会见。