

环氧氯丙烷生产工艺危险源分析与评估

程玉超¹, 李 炼¹, 张洪涛²

(1. 天津市汉沽区消防支队, 天津 300480; 2. 天津市津南区消防支队, 天津 300350)

摘要:对某化工厂在环氧氯丙烷生产过程中存在的危险源进行辨识,采用模糊综合评价方法对其危险性综合评价。利用层次分析法将该厂的危险系统层次化,得出各危险源对整个系统影响的危险性权重,并进行排序,列出危险性较大的几个危险源以及与之对应的防护措施。利用模糊层次综合分析方法,注重生产中的模糊危险因素,考虑各因素之间的模糊性影响。根据该厂的实际情况提出具体的防护措施。

关键词:环氧氯丙烷; 危险源; 评估; 模糊法

中图分类号:X913, TU998.1, TQ323.5 **文献标志码:**B

文章编号:1009-0029(2008)08-0609-03

环氧氯丙烷(ECH)是生产环氧树脂和合成甘油的重要中间体,国内市场需求量一直呈上升趋势。目前国内生产以引进国外技术为主,危险源数量多、密度大,火灾隐患不容忽视。天津市某化工厂是大型环氧氯丙烷生产企业,生产规模大,危险源多,笔者以该厂为例,对其生产及应用过程中存在的危险源进行全面辨识、分析及评估,并制定出相关的消防应急对策,以防患于未然。

1 生产企业简介

该化工厂占地面积11.5万m²,其东面是城市公路,西面和南面都为盐地,有8个厂房、6个库房和12个储罐。该单位资产总值达7.4亿元,环氧氯丙烷年产量为8万t,是消防安全重点单位,其丙烯罐为消防安全重点部位,丙烯实存量达800t。该厂共有职工287人,特殊工种人数110人,都为持证上岗,设有一支84人的专职消防队,有4辆消防车,还有一支责任区义务消防队。厂内建有一个消防水池,储水量为2600t。

2 生产工艺危险源辨识

2.1 生产工艺流程

该厂采用醋酸丙烯酯法进行生产,主要包括合成醋酸丙烯酯、醋酸丙烯酯水解制烯丙醇、合成二氯丙醇以及二氯丙醇皂化生成环氧氯丙烷4个反应单元。其特点是工艺流程长,催化剂寿命短,每个单元都存在一定的火灾危险性。

2.2 生产过程中的火灾危险性

2.2.1 醋酸丙烯酯合成

醋酸丙烯酯合成使用丙烯、氧气以及汽化后的乙

酸,在装填肥的固定床反应器中合成醋酸丙烯酯。丙烯与氧气混合时能形成爆炸混合物,因此应保证反应物料的配比严格控制,在爆炸范围之外,氧气进入反应器前应净化,消除其中的灰尘、水汽等杂质。

2.2.2 水解制烯丙醇

水解生成烯丙醇涉及的物料(如醋酸丙烯酯、烯丙醇、液化气)均为易燃易爆品,是火灾、爆炸危险性较大的部位。而且该反应是在加温条件下进行的催化反应,若温度控制不好、散热不良,很容易发生超温爆炸及火灾事故。

2.2.3 烯丙醇氯化

烯丙醇氯化过程中使用的氯气储存压力较高,发生泄漏后非常危险。该厂的氯化器与氯气蒸发器和氯气缓冲罐配套使用,防止氯气断流或压力减小时形成倒流,所以对氯气蒸发器和氯气缓冲罐的防火保护十分重要。

2.2.4 皂化生成环氧氯丙烷

皂化过程生成环氧氯丙烷,产物从反应介质中被迅速地吹出,但部分产物将滞留在塔中,其蒸气能与空气形成爆炸性混合物,很容易导致爆炸事故。

此外,为了中和副产物氯化氢,需要加入过量的生石灰。生石灰在消化过程中放出大量热,如不进行有效冷却,很容易成为易燃易爆物的引火源。

2.3 生产过程中的其他危险因素

2.3.1 毒物泄漏

生产过程中使用原料、中间产物及最终产物都具有较大毒性,这些物质尽管在生产过程中密封操作,但有可能因设备密封不严或误操作引发泄漏,严重时导致爆炸和火灾。

2.3.2 电气危险

生产过程中的大多数原料都为液体,输送时流速过快,搅拌剧烈或液体飞溅均会产生静电,甚至员工工作服积累的静电,都能导致火灾爆炸事故。重点部位丙烯罐露天布置,周边电气线路或设备如产生电火花很容易造成火灾或爆炸。雨季要防止雷击起火。

2.3.3 运输危害

运输过程中密封不严、车祸等原因,造成丙烯或环

氯丙烷泄漏可能引发爆炸或中毒事故。

2.4 重大危险源辨识

依据《重大危险源辨识》(GB 1828—2000),根据该厂的实际情况,选定原料丙烯和成品环氧氯丙烷(ECH)进行危险源评定,结果见表1。

表1 环氧氯丙烷生产过程重大危险源辨识

原料	临界量/t		危险物质实际存储量/t		重大危险源辨识结果	
	生产场所	储存区	生产场所	储存区	生产场所 ¹	储存区
丙烯	2	20	50	800	是	是
环氧氯丙烷	20	50	95	120	是	是

3 危险源分析及评估

采用模糊综合评价方法,结合层次分析法确定各指标的权重分配,解决多因素、多指标相互影响的危险性综合评价问题。

3.1 建立该生产工艺危险源层次分析模型

构造该厂的危险源结构层次分析模型,如图1所示,表2为各因素定义表。

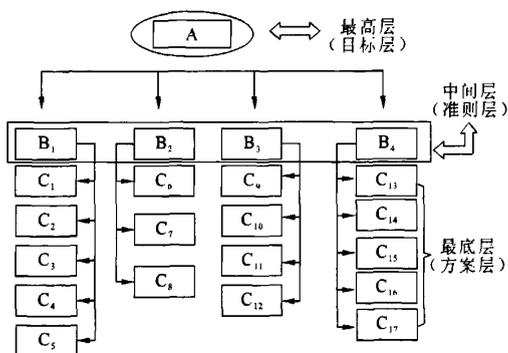


图1 危险源层次分析图

表2 各因素定义表

因素	定义	因素	定义
A	危险分析系统	C7	违章操作
B4	物的危险因素	C8	身体状况导致过失操作
B1	管理危险因素	C9	生产环境缺陷
B2	人的危险因素	C10	劳动卫生缺陷
B3	技术危险因素	C11	厂房结构缺陷
C1	工艺设备流程缺陷	C12	电气设备缺陷
C2	特种作业操作管理缺陷	C13	生产中危险物质泄漏
C3	人员安全责任制缺陷	C14	储存危险物质泄漏
C4	消防措施缺陷	C15	危险原料使用不当
C5	动火安全管理缺陷	C16	生产废料污染
C6	误操作	C17	运输危险

3.2 AHP 计算各因素权重并进行总排序

构造准则层对目标层、方案层的判断矩阵,并进行一致性检验,从而求出各因素对上层目标影响的权重,表3为危险源各层次权重计算值。

利用加权平均法对所有因素的重要度进行总排

序,突出危险性较大、需要采取预防措施的危险源。

表3 危险源各层次权重计算值

A	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	总权重排序	排序号
	0.350 997	0.107 224	0.080 815	0.260 964		
C ₁	0.042 982				0.023 683 0	12
C ₂	0.235 187				0.129 587 3	2
C ₃	0.134 701				0.074 219 8	3
C ₄	0.185 97				0.102 468 9	4
C ₅	0.401 16				0.221 038 0	1
C ₆		0.673 811			0.072 248 7	6
C ₇		0.225 535			0.024 182 8	11
C ₈		0.106 654			0.010 792 5	16
C ₉			0.210 49		0.017 010 8	13
C ₁₀			0.089 533		0.007 237 2	17
C ₁₁			0.208 596		0.016 857 7	14
C ₁₂			0.491 36		0.039 709 3	8
C ₁₃				0.122 367	0.031 933 4	9
C ₁₄				0.478 389	0.124 842 3	3
C ₁₅				0.249 17	0.065 024 4	7
C ₁₆				0.045 809	0.011 954 5	15
C ₁₇				0.104 265	0.027 209 4	10

3.3 模糊法分析选择事故预防的最佳方案

由表3可看出危险性较大,需采取预防措施的5个危险源分别为:(1)动火安全管理缺陷C₅;(2)特种作业操作管理缺陷C₂;(3)储存危险物质泄漏C₁₄;(4)消防措施缺陷C₄;(5)人员安全责任制管理缺陷C₃。

针对5个危险性较大的危险源,需要采取以下5种预防措施:(1)加强动火安全管理;(2)加强特种作业操作的管理;(3)采取防止储存物料泄漏的措施及发生泄漏事故的处置措施;(4)增加消防投入;(5)完善人员安全责任制管理。

利用模糊积分法,从效率性、经济性、速度性和可靠性等方面对5种措施进行对比,确定最佳方案。

3.3.1 确定权重

用AHP法求出5个措施在每个评价项中的权重。

3.3.2 确定相互影响度

该方法引用了两个相互影响度系数λ和ξ,因素之间的相互影响程度越小,相互影响度系数ξ(λ)也就越小。由于该厂生产规模大,厂区内外的危险源较多,因此选择一个较小的ξ进行计算,计算确定:

$$\xi=0.214 624 \quad \lambda=12.390 5$$

3.3.3 确定模糊测度及模糊积分值

考虑各因素之间的相互影响对分析结果产生的影响,选用输入值数目标标准,计算出各措施模糊积分数值,见表4。

表4 各措施模糊积分数值表

方 案	模 糊 积 分 值
1	0.125 390
2	0.063 243 9
3	0.182 662
4	0.136 691
5	0.219 487

由表4可看出,较乐观的评价结果显示,预防事故发生的最佳方案是:完善各职能人员的安全责任制;采取防止储存物料泄漏的措施以及发生泄漏事故的处置措施;加大消防投资;改善动火安全管理;加强特种作业操作管理。

4 最佳方案实施的具体措施

4.1 完善各职能人员安全责任制

对危险的单元岗位制定严格的安全责任制,并严格执行。

4.2 采取防止储存物料泄漏的措施

加强相关岗位人员的安全意识,使员工正确使用并维护保护设备。设置齐全可靠的安全阀、呼吸阀、爆破片、放空管等,当出现超高压等异常情况时,紧急排泄物料,防止突然超压对设备造成损害和爆炸危险。利用有关仪器对装置进行定期检测,提高对重点部位的监测频率。

一旦发生泄漏事故,以防止火灾和爆炸蔓延至周边的危险源为重点全力实施灭火。

4.3 加大消防投入

(1)固定消防设施特别是重点部位的火灾报警系统和自动喷淋系统,要定期进行维修保养,使其始终保持完好有效。

(2)防火间距、消防通道的布置必须符合规范要求,若要改动整个建筑结构的,需增加水幕保护等防火、隔火措施。

(3)提高员工的整体消防安全意识,明确各自的消防安全责任。

(4)定期组织消防演练,提高员工的自救能力。

4.4 改善动火安全管理

(1)动火作业必须办理动火安全作业证。

(2)凡盛有或盛过化学危险品的容器、设备,必须在动火作业前进行清洗置换,经检查合格后方可进行动火作业。

(3)应有专人监督,作业前应清除现场及周围的易燃物品并配备足够的消防器材。

(4)在脱气塔、精馏塔等部位内部动火时,必须采取防火隔绝措施,以防火花溅落引起火灾。

4.5 加强特种作业操作管理

制定严格的操作规程,对特种作业员工定期进行安全教育,电焊作业和高空作业时由专人监管。

5 结束语

笔者对某化工厂环氧氯丙烷生产过程中的危险源进行了分析,量化其对整个系统的危险性影响,从而得出了确保该企业安全的措施。为了更合理地对主要危险源进行有效控制,对各项整改措施进行了综合评估,使之能进行优化组合,并列出了具体措施,对化工企业的安全生产和事故预防有指导意义。

参考文献:

- [1] 王莲芬. 层次分析法引论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1990.
- [2] 韩利, 梅强, 陆玉梅, 等. AHP-模糊综合评价方法的分析与研究[J]. 中国安全科学学报, 2004, (7): 86-89.
- [3] JOHN C PINE. Risk Assessment of Natural and Technological Hazards[M]. Louisiana State University, 1996.

Dangerous analysis and assessment of epichlorohy's production

CHENG Yu-chao¹, LI Lian¹, ZHANG Hong-tao²

(1. Tianjin Hangu Fire Detachment, Tianjin 300480, China;
2. Tianjin Jinnan Fire Detachment, Tianjin 300350, China)

Abstract: As an emerging product, epichlorohydrin was widely used in many fields. For example, pharmaceutical, tobacco, food explosives and so on. With domestic operation size increasing and the technology was not mature enough, there were lots of dangerous sources in the production process and places. So if no effective preventive measures were taken, fire and explosion accident would have come easily. Setted a specific chemical plant as an example, first identified various dangerous sources existed in the process of production comprehensively, and then used the AHP to make danger system leveled, came to the risk weights of which every source related to the whole system, the results was ranked to find out major dangerous sources and its corresponding protective measures considering the actual situation of the plant, the most suitable was chosen out. Finally, list concrete measures to ensure the safety of the plant production.

Key words: ECH; dangerous sources; assessment; AHP

作者简介:程玉超(1972-),男,天津市汉沽区消防支队防火处副处长,主要从事消防监督管理工作,天津市汉沽区太平街,300480。

收稿日期:2008-04-12