化工企业外部安全防护距离评估的方法分析及应用

张　强（江苏国恒安全评价咨询服务有限公司，江苏　南京　210019）

摘　要：在化工企业的生产过程中，存在着较多的安全风险因素，需要对化工企业生产过程的安全风险程度进行评估，以保证化工企业的安全生产。本文首先分析了化工企业外部安全防护距离评估的内容及范围，再阐述化工企业外部安全防护距离的定性评估和定量评估方法，最后介绍化工企业外部安全防护距离评估方法的应用，对于提高化工企业的安全生产水平具有一定的价值。

关键词：化工企业；安全防护；距离；评估方法

在化工企业外部安全防护距离评估中，首先需要掌握化工企业的具体位置、企业外部周边环境和企业内部的生产装置、储存设施、建构筑物等基本情况。也应掌握化工企业涉及的主要危险化学品和具体生产工艺流程等，都是化工企业外部安全防护距离评估的重要前提。还应了解化工企业的公用工程情况，如供电、给排水、消防系统和自控系统的运行情况等。当化工企业的这些基本情况都已掌握之后，就可以进行具体的化工企业外部安全防护距离评估。本文系统分析了外部安全防护距离评估方法的原理，并介绍了外部安全防护距离评估方法在实际中的相关应用情况。

1 化工企业外部安全防护距离评估

1.1 外部安全防护距离评估的重要性

化工企业在生产过程中，存在的安全风险因素较多，是一类高危企业，加强化工企业外部安全防护距离评估，对于保障化工企业自身的安全生产及社会大众安全具有重要意义。在化工企业外部安全防护距离评估中，应重点把握主要的评估内容，即生产经营过程中涉及的危险化学品生产装置、设备设施等发生生产安全事故，对厂区周边防护目标的影响情况。

1.2 外部安全防护距离评估的内容

化工企业外部安全防护距离评估内容中主要包括：①收集化工企业生产经营过程中安全生产相关资料，分析研究化工企业涉及的危险化学品原辅材料和产品，以及生产工艺和生产设备、储存设施等信息，确定外部安全防护距离评估范围、评估依据；②根据被评估企业的组织机构，采取先集中后分部门的方式，开展危险化学品企业情况调研表填表培训；③现场调研，收集企业周边重要目标和敏感场所信息以及气象资料。根据填写完毕的危险化学品企业情况调研表进行现场核实，审核调研表的真实、有效、完整；④录入数据，按照 GB/T37243–2019 中定量风险评价法，采用定量风险计算软件（CASST–QRA V2.0）进行个人风险、社会风险计算，绘制个人风险等值线图，根据 GB36894–2018 等国家及地方相关法律法规和标准要求，分析和评估计算结果，做出客观结论。

1.3 外部安全防护距离评估的范围

对于化工企业外部安全防护距离评估，评估的范围主要包括化工企业在生产经营过程中涉及的主要生产装置设备、原料及产品储存区域、公用工程等。化工企业厂区内部各装置设备、原料及产品储存区域、公用工程等相互之间的防火间距，也应进行相关风险分析和评估。通过化工企业外部安全防护距离评估，可直观展示与化工企业相关的外部企业或其他保护目标之间的安全防护距离是否符合要求。对于外部安全防护距离不足的企业，应采取相应措施加以整改，保证化工企业的外部空间安全。根据 GB/T37243–2019 要求，当被评价的生产装置或设施涉及毒性或易燃气体且其设计最大量等于或超过 GB18218 中规定临界量时，应将企业内所有危险化学品生产装置和储存设施作为一个整体进行评估。

2 化工企业外部安全防护距离评估的方法分析

2.1 化工企业中的主要危险源及可能发生的事故后果

以某化工企业为例进行分析。在该化工企业中，主要经营方式为储存经营和气体充装，其中涉及到的原辅材料主要有外购的液氨、液化丙烷、液氧、液氮、液氩、液体二氧化碳。产品为充装的液氨、液化丙烷、氧气、氮气、氩气、氩保气、二氧化碳等工业用气体，产品采用钢瓶充装后汽车运输至客户，乙炔不充装直接以气瓶储存在仓库内对外销售。可能发生事故的设备设施主要涉及液化气体储罐（如液氨储罐、液化丙烷储罐、液氧储罐、液氮储罐、液氩储罐、液态二氧化碳储罐等）、气体钢瓶（如液氨钢瓶、丙烷钢瓶、氧气钢瓶、氮气钢瓶、氩气钢瓶、二氧化碳钢瓶等）。

该企业各类危险源可能发生的事故后果类型主要有：①液氨储罐、液化丙烷储罐等储罐可能发生中毒扩散、BLEVE、闪火、蒸气云爆炸、物理爆炸等事故；②液氧储罐、液氮储罐、液氩储罐、液态二氧化碳储罐、液氨钢瓶、丙烷钢瓶、氧气钢瓶、氮气钢瓶、氩气钢瓶、二氧化碳钢瓶等气体钢瓶可能发生中毒扩散、BLEVE、物理爆炸等事故。

2.2 化工企业外部安全防护距离的定性评估

定性评估是化工企业外部安全防护距离评估中的组成部分，即对被评估对象与周边外部企业或设施之间的防火间距是否符合标准、规范的要求作出判断。其方法一般为按照相关的标准或规范结合企业的实际情况，判断企业的危险化学品生产装置或储存设施与外部防护目

标之间的防火间距是否满足标准或规范的要求。

2.3 化工企业外部安全防护距离的定量评估

在化工企业外部安全防护距离的定量评估中，一般采用定量风险评价的方法，具体而言，可以利用相应的计算机软件进行风险的量化计算，其中所需要计算的风险主要包括个人风险和社会风险两个方面。对于个人风险，可以描述出个体长期处于无保护的场所而遭受危险化学品事故可能导致的死亡概率；对于社会风险，可采用潜在生命损失的大小加以衡量和评估。

3 化工企业外部安全防护距离评估方法的应用

3.1 外部安全防护距离评估程序

本文以某一化工企业为例，根据 GB/T37243–2019 中的定量风险评价方法，运用定量风险计算软件（CASST–QRA V2.0）实施评估。首先在风险计算软件中输入相关的参数信息，如被评估对象的位置信息、气象信息参数、人员分布信息参数、危险源信息参数等，然后运行软件进行个人风险和社会风险计算。

3.2 定量风险评估结果

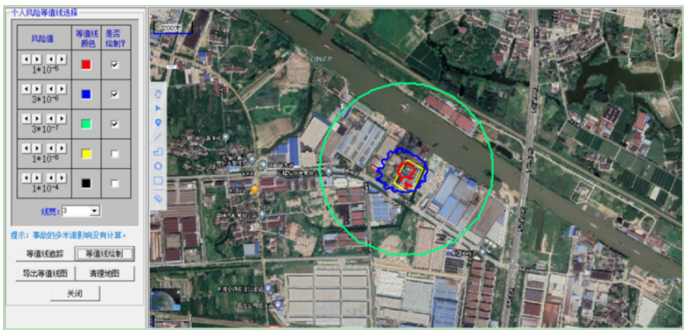

图 1 个人风险等值线图

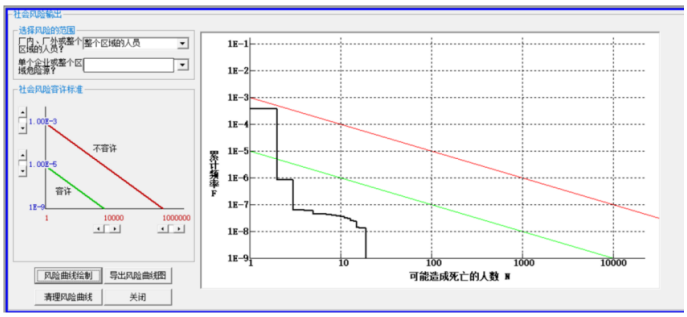

图 2 社会风险曲线图

此某化工企业经定量风险计算对厂区内各主要危险源发生事故后果分析（列举部分典型事故后果）。液氨储罐在管道完全破裂、静风 E 类气象条件下，发生中毒扩散事故可能造成的影响范围：死亡半径 407m、重伤半径 586m、轻伤半径 808m；丙烷储罐管道完全破裂在静风 E 类气象条件下发生闪火事故，可能造成的影响范围：死亡半径 242m；丙烷储罐容器整体破裂发生 BLEVE 事故死亡半径 195m、重伤半径 281m、轻伤半径 476m；丙烷储罐容器大孔泄漏发生蒸气云爆炸事故，可能造成影响范围：死亡半径 95m、重伤半径 163m、轻伤半径 277m；液氧储罐发生容器物理爆炸，可能造成影响范围：死亡半径 11m、重伤半径 22m、轻伤半径 35m；液氨钢瓶发生容器物理爆炸，可能造成影响范围：死亡半径 6m、重伤半径 8m、轻伤半径 15m。被评估企业的个人风险等值线见图 1、社会风险曲线见图 2。

3.3 判断外部安全防护距离符合性

3.3.1 采用定性评估结果判断

定性评估结果判断法即是检查企业的危险化学品生产装置以及储存设施与企业外部邻近的工厂或其他设施之间防火间距是否符合标准规范的要求。此某化工企业设计时依据《建筑设计防火规范》规定设计建构筑物之间的防火间距，厂区内建构筑物与外部邻近的工厂或其他设施之间防火间距亦执行《建筑设计防火规范》。

此某化工企业东面为京杭大运河支流，河内不通航，河宽约 20m。河东为另一企业的丁类厂房；距厂区围墙东侧 60m 处有一条塔高 40m 的 35kV 高压架空电力线。厂区南面为某煤炭公司厂区办公楼及综合楼，厂区边界南侧为 20m 宽园区道路，路南约 90m 是某企业丁类厂房；厂区西面为空地；厂区北面为空地。对照现行《建筑设计防火规范》，该化工企业与外部相邻工厂或设施的防火间距符合要求。

3.3.2 采用定量评估结果判断

定量评估结果判断法是根据定量风险计算得出的个人风险等值线、社会风险曲线，对照标准 GB36894–2018 判断是否符合要求。图 1 可知该某化工企业 3×10^{-7} 范围内没有 GB36894–2018 中高敏感的、重要的和一类防护目标；3×10^{-6} 范围内不涉及二类防护目标；1×10^{-5} 范围内没有三类防护目标；个人风险等值线满足 GB36894–2018 中基准要求；图 2 可见企业的社会风险曲线未处于不可接受区，在 GB36894–2018 中尽可能降低区和可接受区范围内。因此由个人风险确定的企业外部安全防护距离满足风险基准要求，由社会风险确定的企业外部安全防护距离满足风险基准要求。企业外部安全防护距离体符合要求。

4 结论

化工企业作为一类高危生产企业，应对其外部安全防护距离进行严格的分析和评估，以确保化工企业与外部防护目标（周边其他企业或设施保）保持足够的安全防护距离，确保安全生产。本文所论述化工企业外部安全防护距离评估方法，可在实际的化工企业外部安全防护距离评估中加以应用。

参考文献：

[1] 王茂清 . 定量风险分析确定化工企业外部安全防护距离 [J]. 山西化工 ,2020,40(4):3-6.

[2] 赵淑艳 . 外部安全防护距离的分析评价 [J]. 化工安全与环境 ,2017(20):6-8.

作者简介：

张强（1973- ），男，汉族，江苏南京人，本科，工程师，目前从事化工行业安全评价工作。