

化工装置事故多米诺效应风险评估导则

Guide for risk assessment of domino effect on accidents of chemical plants

(报批稿)

(本稿完成日期：20240206)

×××× - ×× - ××发布

×××× - ×× - ××实施

标准名称

1 范围

本文件规定了化工装置多米诺效应风险评估的基本程序、评估内容和评估报告编制要求。

本文件适用于生产、储存及使用易燃易爆危险化学品的化工装置初始事故（火灾或爆炸）引发邻近装置次生事故多米诺效应风险评估。本标准仅考虑化工装置间的第一级多米诺效应。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 18218 危险化学品重大危险源辨识

GB/T 34708 化学品风险评估通则

GB 36894 危险化学品生产装置和储存设施风险基准

GB/T 37243 危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法

GB 50160 石油化工企业设计防火标准（2018年版）

GB 50089 民用爆炸物品工程设计安全标准

AQ/T 3034 化工过程安全管理导则

AQ/T 3046 化工企业定量风险评价导则

应急〔2022〕52号 危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

化工装置chemical plant

化工装置是指用于生产化工产品的设备系统，通常为一个或一个以上相互关联的工艺单元的组合。本标准化工装置特指涉及易燃易爆危险化学品的反应器、压力容器、换热器、储罐、泵、压缩机等生产装置和储存设施。

[来源：GB 50160-2008，2.0.12，有修改]

3.2

化工装置事故多米诺效应 domino effect on accidents of chemical plants

化工装置初始事故（火灾或爆炸）产生热辐射、超压、碎片等破坏效应，作用于周边装置引发多个次生事故（火灾、爆炸），次生事故的破坏效应在具体环境下相互耦合引发更深层次事故，生成多条事故链的现象。

DB 32/T ××××—××××

风险 risk

发生特定危害事件的可能性与后果严重性的结合。

[来源：AQ/T 3034-2013，3.2]

3.3

风险评估 risk assessment

对某一装置设施或作业活动中发生事故频率和后果进行分析，并与风险可接受标准进行比较的系统分析方法，通常通过个人风险和社会风险两类指标进行表征。

[来源：AQ/T 3046-2013，3.7，有修改]

4 风险评估程序

化工装置事故多米诺效应风险评估程序，见流程图1。

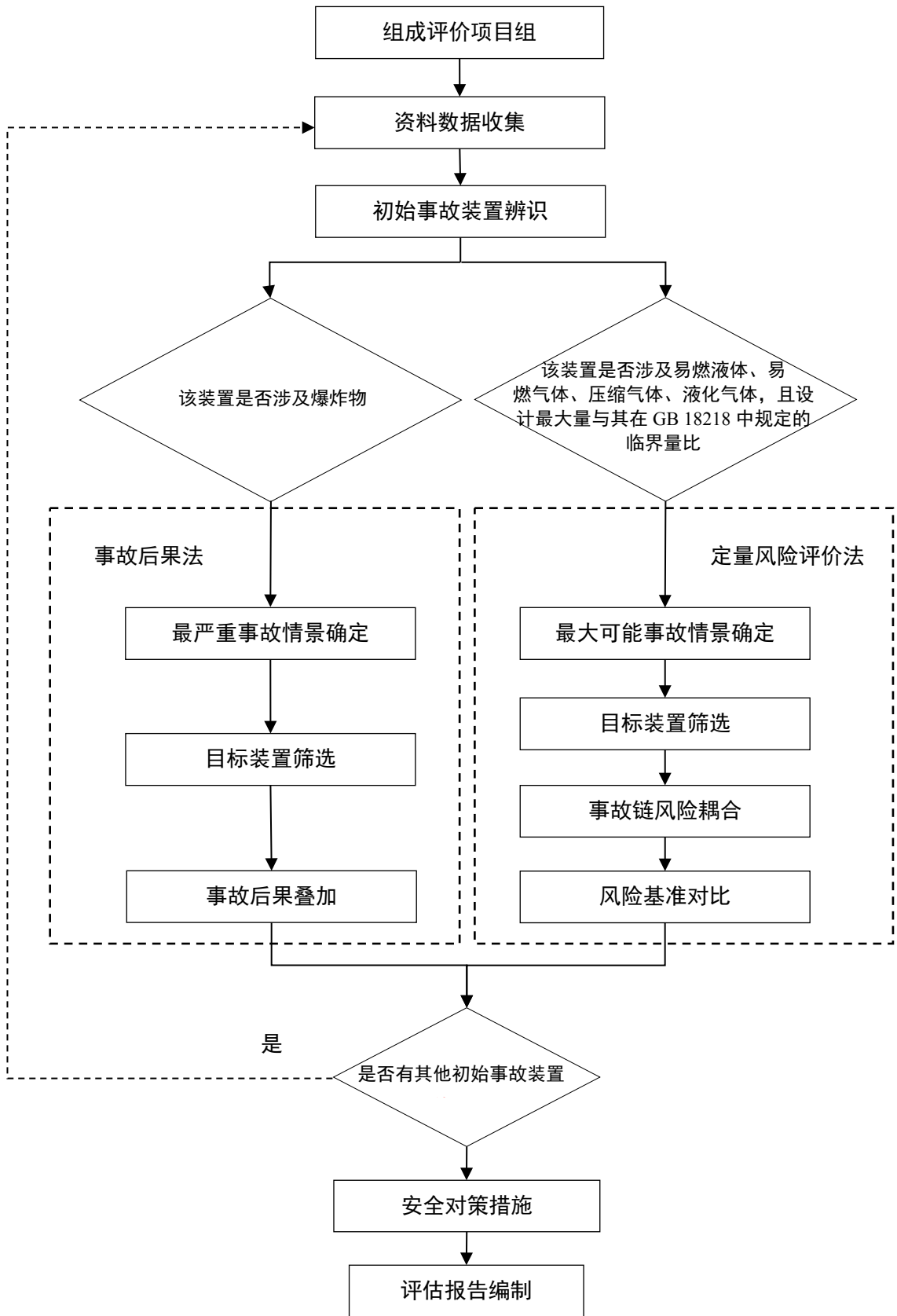


图1 化工装置事故多米诺效应风险评估程序图

5 多米诺效应风险评估内容

5.1 数据资料收集

成立评价项目组，项目组成员不得少于4人，专业应至少涵盖总图设计、工艺、设备、安全管理等。应根据评价目标装置区域确定所需收集的数据资料，包括但不限于附录A。

5.2 初始事故装置辨识

采用危险度评价法（按照附录B）对带压管道、固定的带压容器和储罐、固定的常压容器和储罐、泵和压缩机、换热器、压力释放装置等设备（设施）进行初步评估排序后，编制初始事故装置清单。储存爆炸物的仓库则直接列入初始事故装置清单，清单格式详见附录C。

若装置涉及爆炸物，则采用事故后果法分析事故后果；否则采用定量风险评价法分析风险。

5.3 事故后果法

5.3.1 最严重事故情况确定

辨识装置或设施（仓库）内涉及爆炸物的单元，应按照GB 50089的要求，确定装置或设施（仓库）内能够发生同时爆炸的最大爆炸物数量，并将该数量爆炸物同时发生爆炸的场景作为最严重事故情景，不考虑装置反应爆炸。

5.3.2 目标装置筛选

根据最严重事故情景以及附录公式E.28爆炸事故后果计算模型，按照附录E.1.6计算多米诺事故半径，筛选出多米诺事故半径内的目标装置。

应按照附录表E.2中各类目标装置在超压作用下的破坏条件概率单位公式，按照附录公式E.30计算目标装置的破坏概率。将破坏条件概率单位大于70%的目标装置列入最终目标装置清单。

5.3.3 事故后果叠加

选取事故造成人员死亡概率为50%的半径作为死亡半径，按照附录E计算火灾、爆炸事故后果的死亡半径。将初始事故及目标装置次生事故的死亡半径进行事故后果空间上综合叠加。

5.4 定量风险评价法

5.4.1 发生频率

发生频率参照以下数据来源：

- a) 工业失效数据库，泄漏场景与失效数据场景基本假设相一致；
- b) 企业历史数据，历史数据充足并具有统计意义；
- c) 供应商的数据，谨慎使用；
- d) 基于可靠性的失效概率模型；
- e) 同类设备（设施）典型泄漏场景泄漏频率值参见附录D中的表D.1～表D.7。

5.4.2 最大可能事故情景确定

最大可能事故按照GB/T 37243与GB 18218应同时满足以下两个条件：

- a) 设备发生最大可能事故情景的泄漏频率 $\geq 10^{-6}$ /年；

DB 32/T ××××—××××

b) 涉及易燃液体、易燃气体和压缩气体、液化气体的化工装置，其设计最大量与GB 18218中规定的临界量比值之和大于或等于1的应采用定量风险评价方法；上述物质以外的化工装置参照采用定量风险评价方法。

5.4.3 目标装置筛选

根据初始最大可能事故情景以及附录公式E.1、E.15、E.18、E.23，按照附录E.1.6计算多米诺事故半径，筛选多米诺事故半径内的各类目标装置。

应按照附录表E.2中各类目标装置在热辐射和超压作用下的破坏条件概率单位公式和附录公式E.30计算目标装置的破坏概率，形成以初始事故装置事故为源头，最终目标装置次生事故为终点的多条事故链。

5.4.4 事故链风险耦合

针对初始事故和次生事故构成的多条事故单链^[1]，按照附录公式E.31计算每条事故单链上最终目标装置或设备（设施）的破坏概率，计算初始事故和次生事故风险耦合下个人风险和社会风险。

5.4.5 风险基准对比

事故周边的最终目标装置或设备（设施）所承受的个人风险，宜按照GB 36894的个人风险基准判定风险是否可接受。

5.5 安全对策措施

根据筛选的初始事故装置以及最大可能事故的情景，确定事故后果影响及多米诺效应影响的目标装置，采取以下安全对策措施，包括但不限于：

- a) 优化生产工艺。研究并优化生产工艺，改变工艺路线或优化反应条件，提升工艺本质安全。
- b) 优化自动化控制措施。采取自动化控制、紧急切断、紧急停车、安全联锁、检测报警等控制方案和安全管控措施，提高设备安全可靠。
- c) 降低储量。降低主要生产装置的在线量、储存设施的储存量。
- d) 优化建（构）筑物安全设施。依据国家相关法律法规和标准规范中建（构）筑物火灾危险性分类、耐火等级、防爆、抗震、层数、面积、防火分区、安全出口及安全疏散距离的要求，设置必要的防火、泄爆、抗爆、防腐、耐火保护、通风、排烟、除尘、降温等安全设施。
- e) 优化装置或设备防护措施。采取隔热、喷淋等措施降低热辐射破坏效应；采取泄压、隔爆、泄爆、自动抑爆等措施降低超压冲击波破坏效应。
- f) 优化消防救援及应急处置。优化消防站的车辆、消防器材、个人防护装备配备；新建、待建企业优化消防给水系统、消防水源、消防管网布置、消防泵房及消防泵设置、消防水池（罐）、各类灭火系统、冷却设施、灭火器配置、灭火药剂及其储存等的设计。
- g) 优化定岗定员。涉及硝化、加氢、氮化、氟化、重氮化、过氧化等的生产车间（区域），涉及易燃易爆、毒性气体、毒性粉尘、爆炸性粉尘的作业现场或厂房，应按照应急〔2022〕52号要求优化定岗定员。
- h) 优化总平面布置。新建企业从防火间距、功能分区、最小频率风向等方面优化化工装置的布局，从防火间距、主导风向等方面优化总平面布置中消防泵房、消防站的位置。

6 评价报告编制

6.1 评价报告主要内容

评估报告应包括但不限于以下内容：

- a) 概述，包含评估目的、评估范围及评估依据；
- b) 化工装置概况；

DB 32/T ××××—××××

c) 初始事故装置辨识;

- d) 最严重事故情景或最大可能事故情景选取;
- e) 目标装置筛选;
- f) 事故后果叠加或事故链风险耦合和风险基准对比;
- g) 判定事故后果及多米诺效应;
- h) 安全对策措施;
- i) 评估结论。

6.2 评价报告要求

评估报告的内容应简洁、准确，评估过程科学、规范。

6.3 评价报告附件

评估报告附件应包括但不限于以下内容：

- a) 化工企业总平面布置图、初始事故装置分布图、多米诺效应影响范围图、事故后果范围图、重大危险源分布图、消防安全重点单位分布图、风险源四色等级分布图、应急避难场所分布图等;
- b) 被评估化工企业提供的原始资料目录或复制件等;
- c) 其他。

6.4 评估报告格式

评估报告格式一般包括：

- a) 封面
- b) 目录
- c) 前言
- d) 正文
- e) 附件及附录

附 录 A
(资料性附录)
数据资料收集

数据资料收集见表A。

表A.1 数据资料收集

类别	数据收集
危害信息	爆炸物、易燃液体、易燃气体及压缩液化气体物质存量、危险物质安全技术说明书(SDS)、现有的工艺危害分析(如危险与可操作性分析(HAZAP))结果、点火源等
设计和运营数据	安全规划、安全设计、区域位置图、平面布置图、技术说明、工艺技术程序、安全操作规程、工艺流程图(PFD)、管道和仪表流程图(P&ID)、设备数据、管道数据、运行数据等
减缓控制系统	探测和隔离系统、联锁切断等(可燃气体和有毒气体检测、火焰探测、电视监控)、消防、水幕等减缓控制系统
管理系统	管理制度(设备完好性管理制度、本质安全设计、采购、制造、安装质量控制、运行维护、检验和测试、预防性维护、缺陷管理、泄漏管理、数据库管理)、操作和维修手册、培训、应急、事故调查、承包商管理、机械完整性管理、变更和作业程序等
自然条件	大气参数(气压、温度、湿度、太阳辐射等)、风速、风向及大气稳定度联合频率;现场周边地形、现场建筑物等
历史数据	事故案例、设备失效统计资料、各设备(设施)典型泄漏场景泄漏频率值(见附录D)
材料信息	制造各设备(设施)所用材料性能资料
人口数据	评价范围内人口分布
风险基准	区域内防护目标个人、社会风险基准
应急预案	企业、园区内事故应急救援预案

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/347200022023006133>