

# 一级安全评价师专业能力教程

中国安全生产协会安全评价工作委员会

电话：01064940574；传真：01064897068

## 主要内容

第一章：危险有害因素辨识

第二章：危险与危害程度评价

第三章：风险控制

第四章：技术管理

第五章：业务培训与指导

安全评价精英论坛

## 第一章 危险有害因素辨识

本章所介绍的危险有害因素辨识，主要围绕“区域”进行介绍。

主要分两节：

（一）前期准备

（二）危险有害因素分析

Safety Assessment Profs Club

### （一）前期准备

**学习目标：**掌握区域危害有害因素辨识方案的辨识原则，了解区域危害有害因素辨识方案应包括的要素，能编制区域经济发展、产业结构、社会人文环境和自然生态状况等资料的收集方案，对区域危害有害因素进行分析。

**主要内容：**

- 1、区域危害有害因素辨识方案的编制原则
- 2、辨识方案涉及的主要内容（要素）
- 3、资料收集的方案的编制
- 4、资料收集的技术路线和工作步骤
- 5、区域危害有害因素分析方案的编制

### （一）前期准备

#### 1、区域危害有害因素辨识方案的编制原则

（1）区域规划是指在一定地域范围内对国民经济建设和土地利用的总体部署，即是人们根据现有的认识，对规划区域的未来设想和理想状态及其实施方案的选择过程。

(2) 区域规划的主要任务是根据规划区域的发展条件, 从其历史、现状和发展趋势出发, 明确规划区域社会经济发展和目标, 对区域社会经济发展和总体建设, 包括土地利用、城镇建设、基础设施和公共服务设施布局、环境保护等方面做出总体部署, 对生产性和非生产性的建设项目进行统筹安排, 并提出实施政策。

(3) 区域规划目的是发挥区域的整体优势, 达到人和自然的和谐共生, 促使区域社会经济快速、稳定、协调和可持续发展。

(4) 工业生产集中区域: 是根据地区区域规划和经济发展需要建立起来的企业、厂房、设施等相对集中的一个区域。各类危险有害因素、重大危险源以及隐患集中出现在这个区域, 事故发生后的连带、重叠影响严重。因此, 对区域危害有害因素的辨识非常重要。

(5) 区域危害有害因素辨识方案的编制原则

- 科学性
- 系统性
- 整体性

辨识应把握区域的本质特征: 整体性特征 (区域内部某一局部的变化会导致整个区域的变化); 结构性特征 (区域的构成单元, 按一定的联系产生结构) 和高度相关性特征 (各结构性区域的高度相关性的特点)。

- 预测性和可控性

## 2、辨识方案涉及的主要内容 (要素)

(1) 区域整体布局: 涉及土地利用、功能区的安全划分、产业布局安全规划、临时应急避难所规划和产业关联度。

(2) 区域基础设施: 涉及消防站的建设地点及消防设施配置规划、运输网、管廊、供水、供电和供气等安全规划。

(3) 区域的安全管理计划: 涉及管理机构的设置、安全生产规章制度的建立、重大危险源的监督管理以及重点防护区的监督管理规划。

(4) 区域应急救援体系规划: 涉及组织机构、监测预警系统、指挥系统、应急预案体系和应急管理机制的规划。

(5) 区域安全监管体系的有效性分析

(6) 其他要素: 包括环境安全、公共卫生、社会治安、自然灾害、海事安全, 以及自然条件、人力资源、产业环境对区域社会经济发展的影响等。

## 3、资料收集的方案的编制

保证所收集资料的真实性和实时性。

资料的主要内容:

- 经济社会基础资料

通过各级政府职能部门 (发改、统计、国土资源局、建设、交通、水利、林业、农业等等) 及相关部门收集人口、经济社会发展的基础资料。

规划及专项调查资料

包括收集人口的规划预测、经济社会发展规划、各部门的“五年规划”及行业用地、区域划分、空间布局的规划资料, 尤其注意收集重点项目、重点区域的规划资料, 收集相关的规划图件。

## 4、资料收集的技术路线和工作步骤

- 制定资料收集实施方案;

通过有关部门和单位收集相关资料, 整理核实、统计分类、成果归档;

- 专题资料调研, 收集与专题直接相关的资料;
- 进行补充调查。

对有关部门和单位无法直接提供的数据资料，要进行实地调查。最后组织有关部门、单位及专家对收集的资料的真实性、现实性、权威性进行讨论和论证。

•另外，还可以运用对照法、经验法、类比法等收集资料并做出相应判断。

## 5、区域危害有害因素分析方案的编制

(1) 区域规划、产业环境和产业结构方面的危险有害因素分析依据国家国民经济和社会发展规划、区域发展政策、产业政策等指导性文件，以及各级政府建设部门及其他相关部门提供的城市总体规划、工业生产区域总体规划、区域建设总体目标等基础资料，从产业结构、生产状况、产品状况、产品市场状况、产品生产环境等方面，从同一行业的全体的角度去分析在产业环境方面潜在的危险有害因素。重点从区域的投资风险，建设项目是否符合国家产业政策、项目结构风险、单个企业个体风险、企业间相互影响、公用工程、消防安全的风险、某些建设项目的设置合理性问题等方面进行区域危险有害因素分析。

(2) 自然资源对区域的影响分析

从区域经济发展的方向和生产布局的要求出发，避免盲目性，综合分析应与主导因素重点分析相结合；必须在现代技术可能性的基础上论证经济的合理性。要从保护自然资源、保持生态平衡和可持续发展的角度出发评价自然资源。

(3) 自然条件对区域的影响分析

1) 温、湿度影响分析

温湿度、风频条件、降雨量、雷电及雷暴天气、地震影响、地质等方面进行影响分析。例如：建设项目工艺条件认为自然条件的温、湿度将影响区域内企业生产的，则在设计过程中应考虑补偿措施，尽可能的满足安全生产的要求。通过设计补偿还不能满足工艺条件的苛刻要求，应从新选址。

2) 风频条件影响分析

应准确掌握该区域的季风情况、全年主导风向、多年平均风速、多年平均静风频率，绘制风玫瑰图，确定主导风向，选出该建设项目对周边环境影响较小的方位，并考虑项目选址处的周边山脉、水域的情况，确认该区域不属于窝风地带。

3) 降雨量影响分析

选址区域内的降雨量分析包括多年平均降雨量、历年最多降雨量、历年最少降雨量、历年平均最多月降雨量、历年最多月降雨量、历年最多日降雨量等。根据降雨量因素分析，做出对区域和建设项目工程地址标高和防洪排水的影响分析。

4) 雷暴天气影响分析

了解区域内雷暴日数、全年平均雷暴日数、年最多雷暴日数、年最少雷暴日数等，分析论证雷电对建设项目的影 响，给建设单位和设计单位提供防雷和导静电要求，避免雷暴天气对建设项目的影 响。

5) 其他自然气候条件影响

分析论证建设项目区域内的气压、降雪、降霜、降雾及蒸发量的方面的自然因素对区域和建设项目构成的影响。

6) 地震影响分析

7) 区域地质影响分析

(4) 周边社会环境对区域的影响分析

分析周边生产经营活动存在的固有危险有害因素，以及在正常情况下或非正常情况下对项目本身可能造成的影响和相互制约干扰因素。

1) 周边生产经营活动因素影响分析；

2) 交通及物流影响分析；

3) 城市建设的影响分析;

4) 民族、宗教信仰影响分析。

(5) 人口情况对区域的影响分析

包括:

1) 区域人口数量分析: 性别构成、年龄构成、职业构成、民族构成。

2) 人口增长分析: 人口的自然增长: 出生率、生育率、死亡率和自然增长率。

3) 人口质量分析: 人口的身体素质、人口文化、技术构成、人口的思想素质;

4) 劳动力供应分析: 适龄就业人口、未成年就业者、老年就业者、求业人口、就学人口、家务人口、军队服役人口、其他人口。

5) 人口的分布分析: 人口密度、人口比重。

(6) 区域基础设施的影响分析

基础设施分为交通运输系统、给水排水系统、动力系统和通讯系统等。

(7) 区域交通运输结构的影响分析

(8) 技术条件对区域发展的影响分析

(9) 区域对环境的影响分析

(10) 区域内的危险有害因素对周边区域的影响分析

1) 建设项目内在危险有害因素分析

a) 化学性危险有害因素分析。按照危险化学品分类原则,对系统中存在的物质进行分类分析论证,查出易燃易爆性物质、毒害品物质、放射性物质或腐蚀性物质在正常状态下和非正常状态下可能对周边区域造成的影响。

b) 物理性危险有害因素分析。分析噪声、粉尘、辐射及其他物理性危险有害因素的危害和影响。

c) 生物性危险有害因素分析。分析治病微生物、传染病媒介物、致害动物植物和其他危害人体健康的细菌和病菌的危害和影响。

d) 行为性危险有害因素分析。分析建设项目建成后对周边区域和其他企业造成的通风、采光、交通等不利因素的影响。

e) 重大危险源预测与影响分析。分析项目建成后是否可能构成重大危险源,如构成重大危险源应考虑在非正常状态下的事故后果及其影响分析。

2) 区域内建设项目对法律法规保护区的影响分析

需要分析建设项目是否符合国家法律、法规,现行的产业政策、能源政策、土地政策、清洁生产政策、行业准入制度、行政许可制度对建设项目有无约束,建设项目选址是否符合《危险化学品安全管理条例》规定的安全距离等。

3) 区域内建设项目对政治经济的影响分析

主要分析建设项目是否符合国家产业政策的导向要求,采用的设备和工艺是否被国家禁止和淘汰,采用的工艺是否是国内成熟工艺,产品是否有利与社会及人民群众精神文明与物质文明建设需要,项目的建设对国家及地方政治、经济的影响,在正常情况下或非正常情况下对周边可能造成的影响等方面进行考虑。

(11) 项目个体的安全控制方案的分析

对建设工程或系统中可能采用的安全设施和工艺技术能否满足安全生产要求进行分析。主要包括:工艺条件控制分析,设备选型控制分析,安全条件控制分析,职业卫生及劳动防护。要从以上几个方面归纳总结企业能否提高本质安全化程度。

(12) 区域重大工业事故应急救援体系方面的危险有害因素

事故应急救援是事故发生后减少伤亡和损失的补救措施,制定切实可行的事故应急救援体系,是事故发生时能够使救援系统发挥作用的保证。区域应建立健全各级(含区域级和企业

级)事故应急救援网络。主要从区域内事故应急救援体系是否健全和不断完善,是否定期开展演练,是否具备重大事故快速响应的能力能方面进行分析。

## (二) 危险有害因素分析

**学习目标:** 能够进行总体布局规划以及自然条件的影响分析,掌握区域内建设项目的安全条件论证要求以及工作程序。

### 主要学习内容:

- 1、自然灾害知识
- 2、企业总体布置基本知识
- 3、区域内危险有害因素对区域周边的影响分析
- 4、风险程度的分析

#### 1、自然灾害知识

##### (1) 地震

- 体波: 包括横波(s波)与纵波(p波);两者传播速度不一样;逃生时间
- 震级与烈度
- 三个地震带(环太平洋地震带:集中了世界上70%的地震;欧亚地震带:该地震带上的地震分布比较分散,占全球地震的15%左右;洋脊地震带:约占全球地震的5%)

##### (2) 海啸灾害

海啸是由海底地震、火山爆发、泥石流、滑坡等海底地形的突然变化引起的具有超长波长和周期的大洋行波。

##### (3) 气象灾害

大气圈也随之转动,大气圈受太阳辐射的角度不同而受热不均,在加上大气圈中水汽分布的不均匀,大气圈变化莫测,形成了各种各样的灾害,如台风、暴雨、沙尘暴、干旱,冰雹,龙颶风等。

##### 1) 台风(颶风)

热带气旋是地球上最具破坏力的天气系统。台风指中心附近最大风力达到12级或以上(即风速达到32.6m/s以上)的热带气旋。按世界气象组织(WMO)统一规定,热带气旋分五级。按风速从小到大分别是:热带低压,热带气旋,热带风暴,强热带风暴和台风。其中,中心最大风力达到8~9级的热带气旋成为热带风暴,达到10~11级的被称为强热带风暴,风力超过12级的称为台风和颶风。

##### 2) 沙尘暴

沙尘暴指由于强风将地面大量沙尘吹起,空气浑浊,水平能见度小于1km的天气现象。

##### (4) 地质灾害

全世界几乎所有国家,特别在山区,滑坡和泥石流都在反复发生,据不完全统计,1995~2003年,我国滑坡和泥石流等突发性地质灾害共造成10499人死亡和失踪,平均每年死亡和失踪1167人,财产损失64亿员。

#### 2. 企业总体布置基本知识

##### (1) 基本概念

- 总体布置: 在已选定的拟建企业场地上,对建设项目和生产经营单位的(功能区)、居住区、相邻企业、水源、电源、渣场、运输、平面竖向、防洪排水、外部管线、发展预留、施工用地等进行全面规划。
- 生产区: 工厂由生产工艺装置、辅助设施、公用工程设施等组成的区域。

- 居民区：指具有一定人口的用地规模，人们日常居住的地方。
- 施工用地：指建设项目和生产经营单位建设时所需要的用地，包括各种预制厂和施工行政管理及生活用地等。

#### (2) 总体布局原则

- 符合当地城市（镇）规划、区域规划、公业区规划等的要求；有条件时，必须与城镇和临近工业企业在生产、交通运输、动力公用、修理、综合利用及生活设施等方面协作；
- 环境保护的有关规定，保护附近城市（镇）和居民区的环境质量，有利与人身和生产安全；
- 节约土地，不占或少占良田，有条件时应开拓新的土地资源，减少拆迁；满足生产要求，有利与物料的输送和节约能源；
- 因地制宜，充分适应气象、地形、工程水文等自然条件；
- 近期和远期相结合，应考虑到企业远景发展的可能性；
- 统一布置生产区域内外的输送系统（公路、铁路、水路），应有合理的铁路、公路、水运系统；
- 场外管线宜沿道路敷设，高压架空输电线路的布置可与绿化带的规划相结合；
- 宜保留绿化地，合理布置防护林和新绿地。
- 建设项目和生产经营单位位于军事禁区、机场、国家自然保护区、名胜古迹附近时，要符合国家规范和设计的要求，尽量避开以上区域。

### 3、区域内危险有害因素对区域周边的影响分析

- (1) 类比工程的资料收集和调研
- (2) 区域内建设项目和生产经营单位存在的危险有害因素辨识
- (3) 区域周边生产、经营单位的活动和周边居民 24 小时日常生活情况进行调查调查周边企业情况（企业生产类别、生产规模、距离、互相是否存在互供和其他配套情况等），调查周边安全防护距离内的人口密度、人口分布、常住和停留人数，周边企业和居民 24 小时人员数量。
- (4) 根据定性定量计算的结果分析原有危险的严重度分析建设项目投入生产使用后安全评价范围内各个评价单元的原有危险程度。主要危险源分析内容包括：
  - 1) 爆炸性化学品的质量及其梯恩梯当量；
  - 2) 可燃性化学品的质量及燃烧后放出的热量；
  - 3) 毒性化学品的浓度及质量；
  - 4) 腐蚀性化学品的浓度及质量；
  - 5) 放射性物质的品种与数量等。

### 4、风险程度的分析

#### (1) 主要分析内容

运用安全评价方法，定性、定量分析和预测建设项目和生产经营单位各个评价单元的有关内容：

- 1) 出现爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性化学品泄露的可能性。
  - 2) 出现爆炸性、可燃性化学品泄露后具备造成爆炸、火灾事故的条件和需要的时间。
  - 3) 出现毒性化学品泄露后扩散速率及达到人员接触最高限制的时间。
  - 4) 出现爆炸、火灾、中毒事故造成人员伤亡的范围，判断和整理在此范围的危险有害因素可能会对周边 24 小时内生产经营活动和居民生活的影响情况。
- (2) 调查和分析区域内重大危险源与周边场所、区域的距离
- 1) 居民区、商业中心、公园等人口密集区域。
  - 2) 学校、医院、影剧院、体育场等公共设施。
  - 3) 供水水源、水厂及水源保护区。

- 4) 车站、码头（按照国家规定，经批准，专门从事危险化学品装卸作业的除外）、机场以及公路、铁路、水路交通干线、地铁风亭及出入口。
- 5) 基本农田保护区、畜牧区、渔业水域和种子、种畜、水产苗种生产基地。
- 6) 河流、湖泊、风景名胜区和自然保护区。
- 7) 军事禁区、军事管理区。
- 8) 法律、行政法规规定予以保护的其他区域。

(3) 分析区域周边单位生产经营活动或居民生活对区域内建设项目和生产经营单位的影响收集、整理建设项目和生产经营单位周边企业的信息，包括为本建设项目提供原料和产品配套辅助工程（如码头、铁路或灌区、循环水和污水处理等）及公用工程（水、电、气等）。分析一旦周边企业发生以外情况，如停水、停电、停气以及周边企业发生火灾、爆炸、有毒气体泄露等事故对本建设项目和生产经营单位的影响等。

(4) 建设项目和生产经营单位所在地自然条件的影响分析

1) 选址考虑分析。下列地段和地区不得选为厂址

- a) 地震断层和设防烈度高于九度的地震区。
- b) 有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段
- c) 采矿陷落（错动）区界限内
- d) 爆破危险范围内。
- e) 坝或堤决溃后可能淹没的地区。
- f) 重要的供水保护区。
- g) 国家规定的风景区、森林和自然保护区。
- h) 历史文物古迹保护区
- i) 对飞机起落、电台通信、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事设施等有影响的区域。
- j) IV 及自重湿陷性黄土、厚度大的新近堆积黄土、高压压缩性饱和黄土和 III 级膨胀土等工程地质恶劣地区。
- k) 具有开采价值的矿藏区。

2) 居住区用地选则

3) 功能规划

如果厂址已选择好，则要考虑建设项目和生产经营单位厂区（地上或地下）功能、设施布置问题，如消防站的设置等（消防站的服务半径，应以接警起 5min 内消防车能到达责任区的最远点确定）。

4) 装置布置合理性

(5) 自然条件影响分析

包括：地形和风向影响问题、地质影响问题、气候环境及周边情况影响问题、建设项目与周边依托的影响问题、公用工程（供排水、供电、供气）影响问题、交通运输影响问题等

## 第二章 危险与危害程度评价

### (一) 定性评价

单元 1: 危险与可操作性研究(HAZOP)

单元 2: 人员可靠性分析放法 (HRA)

单元 3: 模糊理论方法

### (二) 定量评价

单元 1: 事故后果预测

单元 2: 概率风险评级技术 (QRA)

单元 3: 风险等级与事故损失预测

### 单元 1: 危险与可操作性研究(HAZOP)

**学习目标:** 掌握危险与可操作性研究(HAZOP) 分析方法的主要内容, 并能够运用该方法进行评价。

#### 1、方法简介

• HAZOP 研究的侧重点是工艺部分或操作步骤的各种具体值, 其基本过程就是以引导词为引导, 对过程中工艺状态(参数)可能出现的变化(偏差)加以分析, 找出其可能导致的危险。引导词的主要目的之一是能够使所有相关偏差的工艺参数得到评价。

- 偏差的通常形式为“引导词+工艺参数”。
- 建设项目及在役装置均可使用 HAZOP 方法。

#### 2、所需的主要资料

- 带控制点工艺流程图 PIDS;
- 现有流程图 PFD、装置布置图;
- 操作规程;
- 仪表控制图、逻辑图、计算机程序;
- 工厂操作规程;
- 设备制造手册。

#### 3、分析步骤

- 分析的准备
- 完成分析
- 编制分析结果报告

安全评价精英论坛

SAPC

Safety Assessment Profs Club

4、分析的准备

- 确定分析的目的、对象和范围
- 评价组的组成
- 获得必要的资料
- 将资料变成适当的表格并拟定分析顺序
- 安排会议次数和时间

5、完成分析

- 分析组对每个节点或操作步骤使用引导词进行分析，得到一系列的结果：偏差的原因、后果、保护装置、建设措施。
- 每个偏差的分析及建议措施完成之后，在进行下一偏差的分析。
- 在考虑采取某种措施以提高安全性之前，应对于分析节点有关的所有危险进行分析。

安全评价精英论坛

SAPC

Safety Assessment Profs Club

## 单元 2: 人员可靠性分析方法

**学习目标:** 通过学习人员可靠性分析方法 (Human Reliability Analysis, HRA), 掌握人员可靠性分析方法的主要内容, 并能够运用该方法进行评价。

### 1、有关背景知识

(1) 20 世纪 50 年代末和 60 年代初开始发展, 早期的许多方法已经不再使用; 而个别方法经过不断改进, 至今仍在应用, 如 THERP (人员失误率预测技术)。

(2) 20 世纪 80 年代是 HRA 发展的黄金时期, 这在某种程度上与 1979 年发生的美国三哩岛核事故有关。代表性的方法有 SLIM2MAUD (成功可能性指数与多属性效能分解法) HCR (人员认知可靠性方法) 和 HEART (人员失误评估及减误技术) 等。这阶段成为的一代 HRA 方法, 其特点在于: 这些方法着重利用结构化建模和数学计算等方式追求“精确”的分析结果, 但在人为差错机理分析和认知过程建模等方面普遍存在一些不足。

(3) 20 世纪 90 年代之后, 陆续出现了一些新放法, 如 ATHEANA (人员事件分析技术)、CREAM (认知可靠性与失误分析方法) 和 MERMOS 等。相对于第一代 HRA 方法, 这些方法共同的特点是在分析过程中建立了人的认知过程模型, 试图从认知方面着手, 通过分析环境条件、操作员本身和设备自身状态等人为差错诱因来描述人为差错产生机理。基于这一点, 这段时间出现的方法称为第二代 HRA 方法。

(4) HRA 的主要目标在于正确评估由于人为差错导致的风险和寻求降低人为差错影响的方式, 在实际应用中的最终目标是寻找导致人因可靠性退化的诱因, 并有针对性的加以控制。

(5) 人因可靠性的分析就可以转向人为差错的分析, 具体过程可以分为差错辨识、差错频率确定和差错规避措施设计三个阶段。

(6) 导致人为差错的原因有很多, 具体的影响机理也非常复杂, 从现有的资料来看, 还没有一种“理论上完全正确的”方法能够遍历所有诱因并获取其机理。但是, 总的来说, 除了偶尔出现的随机差错之外, 人为差错的主要诱因可以分为五类, 即训练水平、任务本质、人机交互界面质量、环境因素和任务执行时间。

(7) 人因可靠性分析时有两个方面的内容需要特别注意: 其一, 可靠性水平不是保持不变的, 他受到任务时间和其他环境因素的影响; 其二, 不同性质的任务所对应的可靠性水平也是不同的。

- 1) 描述人员特点、作业环境、所执行的工作任务
- 2) 评价人机界面人为因素工程分析
- 3) 执行操作者功能的任务分析
- 4) 操作人员职责
- 5) 进行与操作者职责有关的人为失误分析
- 6) 汇总结果

## 单元 3: 模糊理论方法

**学习目标:** 通过学习, 了解模糊数学的基本概念和基础知识。掌握利用模糊数学进行评价的方法和程序, 能够利用模糊数学方法进行定量评价。

### 1、模糊集 FS-Fuzzy Set

设所论全集为  $U$ ,  $U$  的模糊子集为  $A$ ,  $A$  可由特征的函数  $\Psi_A$  刻画如下:  $A: U \rightarrow [0, 1]$

- 2、模糊集的运算
- 3、模糊关系-fuzzy relation
- 4、模糊矩阵-fuzzy matrix

- 5、模糊矩阵的运算
- 6、模糊关系的性质
  - 反射性
  - 对称性
  - 传递性
- 7、模糊综合评价的基本步骤
  - 建立指标集
  - 建立评价集
  - 确定权重集
  - 对各方案建立指标与评价间的模糊关系
  - 综合评价
  - 归一化处理，得到模糊评价结论

## (二) 定量评价

单元 1：事故后果预测

单元 2：概率风险评级技术

单元 3：风险等级与事故损失预测

# 安全评价精英论坛

## 单元 1：事故后果预测

**学习目标：**掌握化工企业易发生泄露的设备、裂口参数的估算，能对泄露后果进行定性分析；掌握常见泄露的五种计算模型：气体或蒸汽经小孔泄露模型、液体经管道泄露模型、液体经管道上小孔泄露、储罐中的液体经小孔泄露模型、两相流泄露模型等；掌握物质泄露后扩散危害的计算模型；掌握工业过程中典型火灾爆炸参数的计算模型以及火灾爆炸的毁伤准则。

# Safety Assessment Profs Club

主要内容：

- 1、工业泄露的主要设备
- 2、泄露后果初步分析
- 3、典型的泄露计算模型
- 4、物质泄露后扩散危害的计算模型
- 5、典型的工业火灾爆炸参数计算模型
- 6、火灾爆炸的毁伤准则

### 1、工业泄露的主要设备

根据各种设备泄露情况分析，可将工厂（特别是化工厂）中易发生泄露的设备归纳为以下 10 类：管道、挠性连接器、过滤器、阀门、压力容器或反应器、泵、压缩机、储罐、加压或冷冻气体容器及火炬燃烧装置或放散管等。需了解各种设备泄露时裂口尺寸的估算。

### 2、泄露后果的初步分析

#### (1) 泄露形式

泄露一旦出现，其后果不单于物质的数量、易燃易爆性、反应性、毒性有关，而且于泄露物质的相态、压力、温度等状态有关。这些状态可有多种不同的结合，在后果分析中，常见的可能结合有四种：常压气体、加压液化气体、低温液化气体、加压气体。

## (2) 泄露后果

泄露物质的物性不同，其泄露后果也不同。

### 1) 可燃气体泄露

可燃气体泄露后与空气混合达到燃烧极限时，遇到引火源就会发生燃烧或爆炸。泄露后起火的时间不同，泄露后果也不同。

- a) 立即起火可燃气体从容器中往外泄出时即被点燃，发生扩散燃烧，产生喷射性火焰或形成火球，他能迅速危及泄露现场，但很少会影响到厂区的外部。
- b) 滞后起火。可燃气体泄出后与空气混合形成可燃蒸汽云团，并随风飘移，遇火源发生燃烧或爆炸，能引起较大范围的破坏。

### 2) 有毒气体泄露

有毒气体泄露后形成云团在空气中扩散，有毒气体的浓密云团将笼罩很大的空间，影响范围大。

## (3) 液体泄露

一般情况下，泄露的液体在空气中蒸发而生成气体，泄露后果与液体的性质和储存条件（温度、压力）有关。

1) 常温常压下液体泄露。这种液体泄露后聚集在防液堤内或地势低洼处形成液池，液体由于池表面风的对流而缓慢蒸发，或若遇引火源就会发生池火灾。

2) 加压液化气体泄露。一些液体泄露时将瞬时蒸发，剩下的液体将形成一个液池，吸收周围的热量继续蒸发。液体瞬时蒸发的比例决定于物质的性质及环境温度。有些泄露物可能在泄露过程中全部蒸发。

3) 低温液体泄露。这类液体泄露时将形成液池，吸收周围热量后蒸发，蒸发量低于加压液化气体的泄露量，高于常温常压下液体的泄露量。

无论是气体泄露还是液体泄露，泄露量的多少都是决定泄露后果严重程度的主要因素，而泄露量又于泄露时间长短等因素有关。

## 3、典型的泄露计算模型

- 1) 气体或蒸汽经小孔泄露模型
- 2) 液体经管道泄露模型
- 3) 液体经管道上小孔泄露模型
- 4) 储罐中的液体经小孔泄露模型
- 5) 两相流泄露模型

### 1) 气体或蒸汽经小孔泄露模型

计算泄露前首先应判断泄露气体的流动性性质：

## 单元 1: 事故后果预测

当(公式 2-8)成立时, 为声速流动;

当(公式 2-9)成立时, 属于亚声速流动。

对于声流动, 气体泄漏量可以如下式表示:

对于亚声速流动, 气体泄漏量可以如下式表示:

### 4、物质泄漏后扩散危害的计算模型

#### (1) 泄漏物质在大气中扩散的计算模型

如果化学危险物质只是具有易燃易爆性, 则发生泄漏后虽然可能产生极为严重的火灾、爆炸事故。但是影响的范围不大, 局限于厂区内部或临近的区域。但是, 若该物质具有毒性, 泄漏后能在大气中扩散, 则将造成大范围内的人员中毒事故。

对于毒物在大气中扩散的计算, 可以根据下列情形进行计算。

## 5、典型的工业火灾爆炸参数计算模型

### (1) 压力容器物理爆炸的计算模型

### (2) 点源化学爆炸的计算模型

### (3) 蒸气云爆炸 (UVCE) 计算模型

### (4) 沸腾液体扩展蒸气爆炸 (BLEVE) 计算模型

### (5) 池火灾的计算模型

### (6) 喷射火计算模型

#### (1) 压力容器物理爆炸的计算模型

物理爆炸如压力容器破裂时, 气体膨胀所释放的能量(即爆炸能量, 也称爆破能量)不仅与气体压力和容器的体积有关, 而且与介质在容器内的物理性质有关。有的介质以气态存在, 如空气、蒸气、氢气等; 有的以液态存在, 如液氢、液氯等液化气体以及高温饱和水等。容积与压力相同而相态不同的介质, 在容器破裂时产生的爆炸能量和爆炸过程不完全相同, 其能量计算公式也不同。

压力容器爆炸时, 能量向外释放时以冲击波能量、破片能量和容器残余变形能三种形式表现出来, 但后两者所消耗的能量只占释放总能量的 3%~15%, 即绝大部分的能量以冲击波的形式释放, 故压力容器物理爆炸的危险性计算的关键在于确定爆炸能量。容器的爆炸能量一旦确定, 即可将其折算成标准 TNT 炸药的能量, 然后可以套用点源 TNT 爆炸时爆炸场参数计算公式或模型计算, 并进行毁伤效应的评估。

#### (2) 点源化学爆炸的计算模型

##### 1) 化学爆炸的基本特征

在一般工厂中经常发生的爆炸事故多为压力容器的物理爆炸及物质的化学爆炸。从统计的结果来看, 化学爆炸事故的数量更多。造成的危害也更大, 因此, 这里主要讨论化学爆炸问题。炸药的化学爆炸过程有如下三个基本特征: 极快的反应速度, 反应的放热性, 生成气体产物。这构成了爆炸反应的“三要素”。

##### 2) 凝聚态化学物质爆炸

凝聚态化学物质(如固、液态炸药)爆炸时, 首先在炸药内部发生爆轰。爆轰的过程可以采用等容瞬时假设和接近实际的 C-J 爆轰模型进行描述。当炸药内部爆轰完成后, 将在炸药周围的空气中形成灾爆炸冲击波。

利用上述方法, 同样可以处理下述几种情形的爆炸冲击波的超压;

②炸药在刚性地面爆炸(如岩石、混凝土等)时的情形。③普通地面(如沙土、黏土等)爆

炸的情形。④炸药在坑道里爆炸的情形⑤直列装药的情形。

#### E) 爆炸破片

由凝聚态爆炸物爆炸时的空气冲击波参数以及地面质点振动速度的计算方法及模型可知,爆炸物相当处于无约束状态。也可称为裸药。当爆炸物处于金属壳体或其他约束的情况下,爆炸物发生爆炸时,其危害除了考虑爆炸冲击波对人员、建(构)筑物的毁伤外,容器壳体爆炸破裂形成的破片同样具有毁伤作用,往往是后者的危害更大、更明显,因此,进行危险性评估或计算时必须予以考虑。破片形成后以一定的初始速度飞行,其所能达到最远距离是设置相应的安全距离的参考。

一般而言,破片在空气中飞行时,球形破片的迎风面积最小,且飞行时空气阻力系数相对较小,因而飞行距离最大,产生的危害也最大。当然,球形破片是一种理想情况,只在军事应用中(如杀伤爆破弹丸中预置钢珠)才能出现。实际过程中,壳体爆破大多形成不规则的非球形破片,它们在空中飞行时由于受到空气阻力的作用会不断翻转,飞行距离也小于球形破片。具体计算过程参见教材。

#### F) 爆炸噪声

爆炸噪声是爆炸作业中最棘手的问题之一。尽管绝大多数工业爆炸事故中,不会形成反复多次的爆炸噪声,但在某些特定的爆炸作业场所(例如,露天矿山、静爆试验场等)爆炸噪声是一种应该考虑的危险有害因素。爆炸物爆炸以后,爆炸能量向四周传播,进入空气中形成空气冲击波。随着传播距离的增加,在距爆源较远的地方,空气如果声波以声压水平 $L_p$ 表示强度,当 $L_p$ 小于180dB(相当于爆炸冲击波超压为0.02Mpa)时,将按声波的规律传播。声波在介质中传播时,将发生反射、衍射、折射等现象,并在传播过程中衰减。

声波衰减通常包括随着距离的发散衰减 $A_d$ 、空气吸收引起的衰减 $A_a$ 、地面吸收引起的衰减 $A_g$ 、屏障引起的衰减 $A_b$ 和气象条件引起的衰减 $A_m$ 等。总的衰减 $A$ 则是各种衰减的总和:

$$A=A_d+A_a+A_g+A_b+A_m \text{ (公式 2-69)}$$

g) 凝聚态爆炸物爆炸现场标志物的计算及反设计通常可以用作标志物的有建筑物的门窗玻璃、墙、梁、柱以及炸坑等。

所谓标志物反设计,就是通过对爆炸事故后现场留下的标志物受破坏情况的观察、分析,对爆源的性质、位置及爆炸药量等作出判断,从而为事故原因的调查、分析提供参考依据。

①炸坑标志物的计算及反设计②玻璃标志物的计算及反设计③墙标志物的计算及反设计。

(4) 沸腾液体扩展蒸气爆炸(BLEVE)计算模型沸腾液体扩展蒸气爆炸是指液化气容器在外部火焰的烘烤下突然发生延性破裂。压力平衡被破坏,液体急剧气化,并随即被火焰点燃而产生爆炸。准确地说,沸腾液体扩展蒸气爆炸并非爆炸,而属于火灾。例如,LPG贮罐破裂时,绝大部分液体以雾状散落在空气中,与周围的空气混合而着火燃烧,虽然,沸腾液体扩展蒸气爆炸产生的破片和冲击波超压有一定的危害,但与爆炸产生的火球辐射危害相比,其的危害可以忽略,远场尤其如此。

(5) 池火灾的计算模型

(6) 喷射火计算模型

以上三种情形相对比较简单,请参考教材自学。

## 6、火灾爆炸的毁伤准则

热辐射伤害准则

目前常见的热辐射伤害准则有:

热通量准则

热剂量准则

热量时间准则

热通量时间准则

### 热通量热剂量准则

#### 热通量准则

热通量准则以热通量作为衡量目标是否被伤害的指标，当目标受到的热通量大于或等于引起目标伤害所需的临界热通量时，目标被伤害。其适用范围为：热通量作用时间比目标达到热平衡所需要的时间长。

#### 热剂量准则

热剂量准则以热剂量作为衡量目标是否被伤害的指标，当目标受到的热剂量大于或等于引起目标伤害所需的临界热剂量时，目标被伤害。其适用范围为：热通量作用于目标的时间非常短，以至于接收到的热量来不及散失掉。

#### 热通量时间准则

当热通量准则或热剂量准则均不适用时，应该使用热通量时间准则。

### 冲击波毁伤准则

- 包括：超压准则、冲量准则、超压-冲量准则。
- 当冲击波正压作用时间大于 10 倍建筑物的自振周期时，冲击波对物体的作用相当于静压，采用超压准则。（大药量和核爆炸时采用）
- 当冲击波正压作用时间小于 0.25 倍建筑物的自振周期时，冲击波对物体的作用时间相当短，须采用冲量准则。
- 在两者之间，采用压力冲量准则。

### 单元 2：概率风险评价技术

[学习目标]通过学习概率风险评价技术，掌握概率风险评价技术的主要内容，并能够运用该方法进行工作。

概率危险（风险）评价技术主要解决事故发生的概率问题。与此相关的方法有故障类型及影响分析、事故树分析方法、概率分析方法、马尔可夫模型分析方法、概率分析方法、马尔可夫模型分析方法、原因结果分析方法、事件树分析方法、统计图表分析法等。

#### 1、事故频率分析基本知识

样本空间与随机事件

事件之间的关系与运算

事件的频率与概率

古典概型

#### 2、运用事故概率分析方法分析事故发生的概率

概率风险分析的应用：定量风险分析方法（QRA）是对某一设施或作业活动中发生事故的估算频率和/或后果进行表达的系统方法，也可以讲它是一种对风险进行量化管理的技术手段。其基本的内容包括：风险的识别或者风险筛选；对危险发生的频率的评估；对危险产生后果的评估；风险评估；风险管理。

#### 3、概率风险分析的频骤

研究熟悉系统

分析初始事件

事件序列分析

初始建件和中间事件概率的评估

量化和不确定性分析

后果分析

风险排序和管理

#### 4、概率风险评价方法的不足

完整性和失效数据的缺陷

假设和专家判断法

分析过程中都要进行假设,所有的假设都要求判断是否合适,专家易陷入自己的分析思路中,难以严格按科学的标准进行分析;

专家判断法固有的主观性;

评价对象的描述、假设和使用模式方面存在的差异引起的结果的差异性。

表达不确定性

复杂性

技术系统日趋复杂和相互渗透产生了一系列有待解决的问题。

### 单元3: 风险等级与事故损失预测

[学习目标]通过学习,掌握风险评价基本知识和风险评价方法,并能够进行风险等级计算和对事故损失进行预测。

主要学习的内容有:

- 1、 风险管理的目标
- 2、 定量风险评估技术及其进展
- 3、 风险等级
- 4、 事故损失

#### 1、 风险管理的目标

1) 风险管理的宏观目标可以分为五个层次;

降低意外损失风险,防止企业倒闭破产;

维持生存,避免企业经营中断;

安定局面,稳定企业收入;

持续发燕尾服,提高企业利润;

建立良好的企业信誉和形象。

2) 与宏观目标相配套的风险管理的近期目标通常分为损失前目标和损失后目标。

损失前风险管理目标的制订原则

经济效益

安全状况

社会责任

损失风险管理目标的制订原则

维持生存

保持生产经营正常

实现收益的稳定

履行社会职责

3) 风险评估可以提供必要的风险管理决策信息;

a) 是否是足够的安全措施可以对发生灾难性事故的风险进行控制。

b) 设计和运行策略是否满足可靠性目标。

c) 采用某些措施是否可以显著地降低所面临的风险。

d) 哪一种设计方法可以在成本可以接受的前提下将风险降低到最低水平。

e) 是否已经达到了相关标准或者法规的要求。

#### 2、 定量风险评估技术及其进展

(1) 风险概率分析提出已经有 40 多年的历史,但定量化分析方法的应用还是近 20 年的事情,近 10 年是 QRA 发展最快的时期。

(2) 目前，在美、英、日等工业发达国家，几乎对所有重大工程项目和建设规划都需要事先做定量风险评价和安全建议。

(3) 目前在西方国家有毒物质定量风险评价已经比较系统和完善。同时，QRA 也常用于易燃性物质风险评价。

(4) 使用 QRA 计算风险概率的最大价值是在于规划前或工程实施中，而不是在工程完成甚至事件发生之后。

(5) 虽然 QRA 的技术方法已是十分先进的，计算结果也比较精确，但其基本运行毕竟还是建立在“假设”基础之上的，而这些假设是否可靠、可信，主要依据所输入模型中数据的有效性。

### 3、风险等级

风险评价根据项目可能发生严重事故的概率以及其可能造成的危害程度不同，予以等级划分。风险评价等级的划分应考虑三个因素：

物质的毒性和反应性危险类别。

可能引起严重事故危害的物质的使用量或贮运量。

装置或设备的危险类别等。

风险分级的基本思想是基于风险理论的数学关系：

风险程度  $R = \text{危险概率 } P \times \text{危险严重度 } C$

如果能够计算出风险程度，则可根据风险程度水平来进行风险分级。

但是，在实际风险管理过程中很难进行精确和定量地计算风险。因此，常常用定性或半定量的方法进行风险定量。

目前最广泛采用的具有代表性的一种方法是美国军用标准 (MIL-STD-882) 中提供的定性分级方法。该分级分别规定了危险严重性等级 (将事故后果的严重程度定性地分为若干级，称为危害性事件的严重度等级) 以及危险概率生等级 (根据危害性事件出现的频繁程度分为若干级，称为危害性事件的可能性等级)，通过没的等级组合进行风险水平分级。

## Safety Assessment Profs Club

分类等级	特征	单个项目发生情况	总体发生情况
一	频繁	几乎经常出现	连续发生
二	容易	在一个项目寿命周期中将出现若干次	经常发生
三	偶然	在一个项目寿命周期中可能出现	有时发生
四	很少	不能认为不可能发生	可以假设不发生
五	不能	不可能出现	不可能发生

危险严重度等级

分类等级	危险性	破坏程度	伤害程度
一	灾难性的	系统报废	死亡
二	危险性的	主要系统损坏	严重伤害，严重职业病
三	临界的	次要系统损坏	轻伤，轻度职业病
四	安全的	系统无损坏	无伤害，无职业病

危险严重等级和危险概率等级的组合，用半定量打分法的思想构成风险评价指数矩阵，从而进行风险分级。这种方法称为风险评价指数矩阵法，是一种评价风险水平和确定风险的简单

方法。

矩阵中元素即为加权指数，也称为风险评价指数。风险评价指数是综合危险事件的可能性和严重性确定的，通常将最高风险指数定为 1，相对应的危害性事件是频繁发生的并有灾难性的后果的事件；最低风险指数定为 20，对应于危害性事件几乎不可能发生并且后果是轻微的事件。数字等级的划分虽然有随意性，但要便于区别各种风险的档次，划分得过细或过粗都不便于风险评价，因此需要根据具体对象划定。

用矩阵中指数的大小作为风险评价的准则，即指数 1-5 的为一级风险，不能接受；6-9 为二级风险，是不希望有的风险；10-17 为三级风险，是有条件接受的风险；18-20 为四级风险，是有条件接受的风险；18-20 是四级风险，是完全可以接受的风险。

#### 4、事故损失

按损失的经济特征分类，可分为经济损失（或价值损失）和非经济损失（非价值损失）。

按损失与事故的关系和经济的特征进行综合分类可分为：直接经济损失、间接经济损失、直接非经济损失、间接非经济损失四种。

按损失的承担者划分为：个人损失、企业（集体）损失和国家损失三类

按损失的时间特性划分为：当时损失、事后损失和未来损失三类

(1) 基于风险水平等值区域的事故损失预测

1) 风险水平评估过程

调研和对研究基础进行限定

危险性辨识

后果评估

事故概率估算

风险计算

风险评估

2) 风险水平等值区域的确定针对具体某危险装置或场所，对其可能的作用区域（或称为影响区域）进行适当的网格划分。对每个网格进行后果评估，并根据评估结果利用危险严重程度等级表确定严重等级；采用前述概率评价技术确定事故概率，结合危险概率等级表确定该网格的风险水平等级；将相同风险水平等级的网格相连，形成风险水平等值区域。

3) 风险水平等值区域内的事故损失预测

不同等级风险区内的事故损失预测可以根据该区域内各种设施、设备、人员等的价值进行。事故损失的计算目前有以下一些方法：

美国海因里希方法

美国西蒙兹计算法

我国国标的计算方法

直接损失与间接损失的比例为 1: 4（随生产、技术的复杂程度、国情等实际情况不同，直接经济损失和间接经济损失之比会有所不同，通常在 1: 2-1: 10 之间）。

(2) 基于危险度指数的事故损失预测

道化学公司火灾爆炸危险指数评价法，蒙德火灾爆炸毒性指数评价法，易燃、易爆、有毒重大危险源评价法等常用的危险指数评价法也可以用于事故损失的预测。

### 第三章 风险控制

本章内容包括两节：

(一) 报告审核

(二) 项目方案编制

### （一）报告审核

[学习目标]学习报告审核知识，能够独立审核评价报告。

#### 主要学习内容

- 1、报告审核
- 2、报告审核要素的提出和确定
- 3、评价报告审核方案的制订
- 4、评价报告的审定

### （一）报告审核

#### 1、报告审核

评价报告审核，是安全评价质量的一个重要保障环节。评价报告审核分为3个层次：过程控制审核、项目自审和技术审核。

##### （1）过程控制审核

评价项目在完成每一个过程后，由“项目组长”将评价报告交予经任命的“专职过程控制负责人”进行“过程控制审核”，确认评价过程完成。

评价过程主要包括：是否进行了项目承接风险分析、是否编制了项目实施计划、是否进行现场勘查、是否采集现场证据、是否进行了项目自审、评价过程记录是否完整、是否满足过程控制要求等内容。

评价项目组“要根据过程控制审核意见完善评价过程，过程不符合要求，审核者不得签字，未经专职过程控制负责人审核签字确认评价过程完成，不能进入下一环节的评价过程。”

##### （2）项目自审

安全评价报告完成初稿后，为了减少评价人员个体差异对评价报告质量的影响，项目组长应召集评价项目组全体人员及评价项目组之外的评价人员（宜为担任过项目组长的人员）参加“项目自审”会议，用集体智慧体现评价机构法人行为。主持人为评价项目组长。主要核实评价项目分工完成情况以及对评价报告的贡献，检查各评价过程是否经过确认，检查报告是否存在技术问题，检查报告格式和文字（评价项目组内必须有文字校核人员，对报告进行文字校核并签字）是否规范、正确，列出报告的附件，整理归档证据资料等。

项目自审的特点，是听取评价项目组之外评价人员对评价报告及评价结论的修改意见。项目自审会议结束后，评价项目组修改报告，完善归档资料。

##### （3）技术审核

项目自审并修改报告后，由项目组长将评价报告交经任命的“专职技术负责人”进行“技术审核”。

审核内容包括：现场收集的有关资料是否齐全有效、危险及有害因素识别是否充分、评价方法是否合理、对策措施是否有针对性、结论是否正确、报告格式是否规范、报告文字是否有错误、报告是否代表或反映了评价机构总体控制水平等，并确认存档资料的完整性。

评价项目组根据技术审核意见修改报告并保留修改前底稿，修改后，报告必须再次报审，通不过审核专职技术负责人不得签字，未经专职技术负责人审核签字，报告不准发出。

#### 2、报告审核要素的提出和确定

##### （1）报告审核的要素很多，但核心要素：

- 危险和有害因素识别是否充分
- 评价方法是否合理
- 对策措施是否有针对性
- 评价结论是否正确

## (2) 评价报告审核方案

审核方案应明确规定：审核的人员、对象、范围、准则、程序、方法和表单等。

## (3) 审核人员

可以请本机构非项目组评价人员进行内部审核

过程控制负责人（至少包括）

技术负责人（至少包括）

## (4) 审核对象

审核对象是安全评价报告。为了使评价报告符合客观、公正、真实的原则，审核对象还应从报告延伸至项目调查分析、评价信息采集、现场勘查等安全评价的过程控制。

## (5) 审核范围

过程控制负责人的审核范围包括：承接项目风险分析过程、评价项目组建立过程、项目评价计划分析过程、调查分析与现场勘查过程、报告审核过程等。

技术负责人的审核范围包括：评价资料是否齐全、危险因素识别是否遗漏、评价评价方法是否合理、对策措施是否有针对性、评价结论是否准确、报告格式是否符合要求。

## (6) 审核方法

评价报告的审核不能停留在报告本身，更重要的是内容的核实。包括：专家会议讨论、现场核实、资料核实、方法和计算核实等。

### 3、对评价报告进行审定

知识点很多，例如：

依据 AQ8002-2007《安全预评价导则》、AQ8003-2007《安全验收评价导则》及相关技术审核要求，对安全评价报告各章内容进行审定。

对评价依据进行审定时，要重点要核对法规标准的适用性和时效。

定性定量评价和评价结果

审核时，特别注意那些固有危险性较大，而经安全措施补偿后，危险度下降的危险和有害因素，初偿设施必须列入“安全对策措施”章节。尽量不采用安全管理措施补偿，以免不能从根本上消除实际危险。

控制措施分为：直接措施（设计时已采用本质安全的、自动化的、机械化的、安全连锁的技术与措施）、间接措施（安全防护设施、安全附件、保险装置等）、指示性措施（安全提示、安全色、安全标志、警报装置、检测仪表等）、个体防护。

已采取“直接措施”或“间接措施”的危险、有害因素和重大危险源可以判定为“受控”；

若仅有“指示性措施”和“个体防护”，评价人员要将其判定为“受控”时，必须说时理由；

以“安全管理制度”补充或“无安全设施”的危险、有害因素和重大危险源应该判定为“未受控”。

在对安全评价报告附件中检测检验报告的引用正确性审核时除对检测结果进行核实外，还需注意检测报告的真实性，时效性。

两个以上审核人员在同一评价报告上进行审核时，宜采用（不同颜色）的书写工具进行批注。

评价报告的审核意见应作为评价报告档案的一部分存档。

## (二) 项目方案编制

包括两个学习单元：

单元 1：项目招投标

单元 2：项目风险分析方案

单元 1：项目招投标

[学习目标]通过学习,掌握安全评价招投标的概念与特征、工作程序以及投标节的编定方法。

### 1、招投标的基本特征

平等性

竞争性

开放性

### 2、招投标的基本原则

招投标行为是市场经济的产物,并随着市场的发展而发展,必须遵循市场经济活动的基本原则,即招投标活动应当遵循公开、公平、公正和诚实信用的原则。

### 3、招投标的工作程序

填写资格预审调查表,申报资格预审。

购买、译读招标文件(资格预审通过后)

组织投标班子

进行投标前调查与现场考察。

分析招标文件,校核咨询的工作量,编制规划

结算价格,确定利润方针,计算和确定报价。

编制投标文件

办理投标担保,递交投标文件

### 4、投标文件

包括:投标书、投标书附录、法定代表人的资格证明书、授权委托书、资格审查表(具有安全评价咨询服务资质和服务领域的文件证明)、安全评价项目报价费用一览表[现场勘察评价人员和专家费用、专家咨询费用、软件计算、报告编制、评价人员工时、安全评价项目审查会议费用(单列或计算在内)、项目风险及意外保险费用等],招标要求的其他相关资料及技术方案的。

## 单元2:项目(承接)风险风险分析方案

### 1、项目风险分析的基本要求

安全评价机构根据委托方的要求,自身的业务能力和业务范围,分析、预测承担评价项目的风险承度,策划评价过程,确实实施评价项目的可能性。

风险分析应在安全评价项目合同签订之前进行。

### 2 风险分析的重点(五个方面)

被评价单位:对评价单位的基本概况、项目评价类别(预评价、验收评价、现状评价)和投资规模、地理位置、周边环境、行业风险特性等进行调查分析。

评价机构:项目是否在资质业务范围之内;现有评价人员专业构成是否满足评价要求项目的需要;

是否聘请相关专业的技术专家,聘请后能否弥补;承担项目的风险。

项目的经济性:项目可能签订的合同额在除完成项目的成本(包括直接成本,间接成本)后,所余额是否与承接项目给评价机构带来的风险相适应。

项目的可能性:对机构现有的人员的工作安排、技术掌握支撑、资金等情况进行调查分析,结合评价项目的经济性、评价机构承担的风险以及进行综合论证。

工作计划:对评价项目的工作任务进行分析,细化,落实开展评价工作所需的人、财、物、时间。

### 3、项目风险分析方案确定

风险分析方案一般由以下几个方面构成:风险分析时机、风险分析形式、风险分析参加人员、风险分析程序。

#### (1) 风险分析时机确定

风险分析时机应在合同签订之前。应注意对被评价对象相关资料的收集已基本完成，能够基本了解被评价对象所属行业的风​​险特点。

#### (2) 风险分析形式的确定

风险分析的形式一般采​​以风险分析会议、会签等形式进行。

#### (3) 风险分析参加人员的确定

评价机构项目管理人员

技术负责人

具备被评价项目专业基础知识的评价人员或技术专家

#### (4) 风险分析程序

对拟评价项目的相关信息​​进行收集。

确定评价项目是否本机构所具备的评价资质规定的业务范围。

确定评价委托方的安全评价前置条件是否具备。

确定本机构所拥有的评价人员是否能根据行业的风险特性完成该评价项目。如不具备，技术专家是否能弥补。

根据项目情况初步制定评价计划，确定本机构是否有能力在约定的时间内完成评价报告。

与客户协商评价合同条款，确定合同内容符合国家有关法律、法规的要求且无损害本机构利益的条款。

确定评价费用是否在本机构所接受的范围内。

形成风险分析的结论并形成记录。

### 4、评价工作计划审定

评价工作计划是风险分析中的重点。工作计划制定的是否合理可行，直接关系到风险分析的结果，因此，对评价工作计划审定是十分必要的。评价工作计划审定的重点包括以下几个要素：

#### (1) 评价工作人员安排的审定

人员配置是否合理，专业搭配是否能满足项目的要求，决定了评价工作计划的可行性。所以重点审查人员的专业能力是否能满足评价工作的需要，专业能力是否能覆盖安全评价所需的各个专业，是否存在人员安排上的重大缺陷。

#### (2) 评价工作的进度安排审定

对评价工作的分解后的工作活动清单是否包括了项目所需进行的所有活动，对项目活动持续时间进行估算是否准确，各工作活动的顺序是否合理，是对进度计划审定的重点。

#### (3) 检测检验安排的审定

检测检验项目应全面，检测的时机应是被评价对象正常开展工作的时间。当所需检测设备不足时，就要求在安排勘查路线时合理安排检测工作，避免同时使用。

## 第四章 技术管理

本章包括两节：

### (一) 评价技术创新与开发

#### (二) 技术技撑

### (一) 评价技术创新与开发

[学习目标]通过学习，能够了解信息处理的基本知识，掌握科学研究方法的内涵，能够使用国内外新的安全评价方法进行评价，并能就评价方法进行适当的创新。

主要内容包括：

## 1、信息与数据的关系

信息和数据这两个概念既有联系又有区别。信息是数据的内涵，是数据的语义解释；数据是信息的符号表示或称载体。数据是信息存在的一种形式，只有通过解释或处理形式表示，而信息不会随数据不同的形式而改变。

## 2、信息处理的基本过程

人们将原始信息表示成数据，称为源数据，然后对这些数据进行处理，从这些原始的、无序的、难以理解的数据中抽取或推导出新的数据，这些新的数据成为结果数据。结果数据对某些特定的人来说是价值的、有意义的，它表示了新的信息，可以作为某种决策的依据或用于新的推导。这一过程通常称为信息处理或数据处理。

## 3、创新与开发新的安全评价技术方法（以LEC法为例）

### （1）LEC法的不足之处

LEC法的表达式为： $D=LEC$

式中D：危险度；

L：事故发生的可能性（类似于概率）

E：暴露于危险环境（作业场所）的频率

C：危险严重程度。

### （一）安全评价技术创新与开发

该方法概念清晰，操作简便，便于对危险作业进行初步评价。然而该方法也存在一些有待改进的地方。

1) 该方法对评价者的经验依赖性大。当评价者缺乏足够的现场操作经验而采用该法进行安全评价时，易造成较大的主观随意性，以致影响评估结果的科学严密性、切实准确性和可比性。

2) 该方法本身未明确考虑安全管理对系统现实危险性的影响，评价结果与真实情况有一定偏差。而实际过程中，可以通过加大管理力度来降低系统现实危险度。

3) 同时，该法各参数的取值为人为设定的间断函数，相对粗糙模糊。这客观上导致评价结果准确度不高。

### （2）LEC法改进

针对LEC的不足，可以在科学分析研究的基础上，对方法进行适当的改进。下面考虑到加强安全管理可以降低系统现实危险度的实际情况，结合烟花爆竹、民爆等行业及作业条件危险性评价方法的特点，对该方法进行适当改进。

参考DOW化法，可以在原来数学模型的基础上增加一个参数M，称之为安全管理系数，主要涉及4个方面的安全管理，即对作业人员的管理、对设备的管理、对物料的管理、对作业环境的管理。

### （3）特别说明

危险度的概念是安全各种安全评价方法的理论基础，也是对评价方法进行改进必须遵循的基本原则。本节以LEC法为例，探讨对该法进行改进的方法与思路（尽管这样改进可能引起一定的争议），主要目的在于启发读者更好地开发和创新的新的安全评价方法。

## （二）技术支撑体系

[学习目标]通过学习，掌握的建立安全评价基础数据库体系方法以及程序，掌握安全评价机构从检测检验、科学研究等方面构建自身评价技术支撑体系的方法。

### 1、技术支撑体系的内容

基础数据库

技术及软件

检测检验及科研开发能力

协作支撑

## 2、技术支撑体系建设的要求

上述各项是安全评价机构必备的技术支撑条件。

技术支撑条件应在过程控制手册中详细说明

评价机构应建立安全评价工作技术支撑的制度

评价机构应与省内及国家的安全评价机构、科研院所保持良好的联络渠道，在机构自身技术力量不能满足评价或科研工作的需要时，与其他专业部门进行协作来保证工作质量

## 3、技术支撑体系建设方案编制步骤

评价机构自身技术能力分析

评价机构技术支撑需求分析

评价机构经济能力分析

国内外技术力量调研

提出技术支撑体系建设方案

## 4、安全评价技术支撑体系建设方案的内容

技术支撑体系建设的近期和远期目标

技术支撑体系建设所需的人员、技术和外部支持及获取途径

技术支撑体系建设的经济性分析

技术支撑体系建设的效果

技术支撑体系建设的持续改进

## 第五章 业务培训与指导

(一) 业务培训

(二) 业务指导

(一) 业务培训

[学习目标]通过学习，了解二级安全评价师业务技能培训的特点和要求，掌握安全评价师业务培训体系设计的基本内容和方法，能够编制二级安全评价师的培训计划和培训教材

### 1、教案主要内容

业务培训目的

培训的重点和难点

业务培训方法

教具

教学过程，教学过程是教案的主体部分，它包括本课教学全部活动方案和主要内容。

### 2、培训制度的主要内容

培训制度的根本出发点在于提高安全评价师的总体素质。其主要内容应包括：

培训服务制度

入职培训制度

培训激励制度

培训考核评估制度

培训奖惩制度

培训风险管理制度

### 3、编制二级评价师培训计划

#### (1) 进行培训需求分析

培训需求分析就是判断安全评价师是否需要培训的一种活动或过程。具体表现为：

1) 确认差距。差距确认有 3 个环节；一是必须对所需要的知识、技能、能力进行分析，即安全评价师理想的知识、技能、能力的标准或模型是什么；二是必须对实践中缺少的知识、技能、能力进行分析；三是必须对理想的或所需要的知识、技能、能力与现有的知识、技能、能力之间的差距进行比较分析。

2) 前瞻性分析等

#### (2) 制定培训计划

### 4、培训课程的设置

#### (1) 设置培训课程的基本环节

课程定位

确定目标

注重策略

选择模式

#### (2) 设置培训课程的原则

符合学习者的需求

符合学习者的认知规律，这是课程设计的主要原则

体现安全评价师业务培训的基本目标。

### 5、编制二级评价培训教材

培训教材主要包括：

危险和可操作性研究

认知可靠性分析；

模糊理论评价方法；

事故后果预测方法；

事故频率分析方法；

定量风险评价

财产损失预测方法；

安全评价报告审核；

项目风险分析；

安全评价报告质量管理方法；

安全评价过程控制文件编写方法等；

根据以上不同内容，选择不同的培训教材编制方法。

#### (二) 业务指导

[学习目标]了解安全评价业务指导的基本概念和特点，掌握安全评价业务指导的基本内容和方法，能够对二级安全评价师安全评价工作进行业务指导，制定安全评价报告质量评判标准和实施方案，能够编制安全评价过程控制文件。

#### 1、业务指导的原则

以激发和鼓励为主的原则

以帮助为主，以示范、典范为指引的原则

注重针对性和实效性原则

鼓励个性化发展的原则

创造持续性促进学习环境的原则

## 2、专业能力指导方案

二级安全评价师专业能力指导方案主要以二级评价师的业务能力和业务需求为依据,以提高职业实践能力和职业素养为宗旨,介导以二级评价师为本位的业务指导理念和建立多样性与选择性相统一的教学机制,帮助积累实际工作经验,突出业务指导的特色,全面提高职业道德、职业能力和综合素质。

## 3、安全评价报告质量管理方法

安全评价报告应遵照:

《安全评价通则》(AQ8001-2007)

《安全预评价导则》(AQ8002-2007)

《安全验收评价导则》(AQ8003-2007)

要求,做到内容全面,条理清楚,数据完整,查出的问题准确,提出的对策措施具体可行,评价结论客观公正。

为了保证安全评价过程及安全评价报告的质量,必须按照安全评价作业指导书开展安全评价工作。

安全评价作业指导书是指为保证过程(一组相关的具体评价活动)的质量而制订的程序,是质量体系程序文件的支持性文件,是保证过程质量的最基础的文件,并为开展纯技术性质量活动提供指导。

## 4、安全评价过程控制文件编写方法

(1) 安全评价过程控制体系文件的构成

安全评价过程控制体系是安全评价机构为保障安全评价工作的质量而形成的文件化的体系,是安全评价机构实现质量管理方针、目标和进行科学管理的依据。

安全评价过程控制体系文件一般分为3个层次:管理手册(一级)、程序文件(二级)、作业文件(三级)。

过程控制管理手册是评价机构根据安全评价过程控制的方针、目标全面地描述安全评价过程控制体系的文件,主要供机构中、高层管理人员、客户以及第三方审核机构时使用。

程序文件是机构根据安全评价过程控制体系的要求,为达到既定的安全评价过程控制方针、目标所需要的程序和对策,描述实施安全评价涉及的各个职能部门活动的文件,供各职能部门使用。

作业文件是围绕管理手册和程序文件的要求,描述具体的工作岗位和工作现场完成某项工作任务的具体做法,是一个详细的操作性工作文件。

(2) 安全评价过程控制管理手册的内容

安全评价过程控制管理手册一般应包括如下内容:

- ①安全评价过程控制方针、目标。
- ②组织结构及安全评价管理工作的职责和权限
- ③描述安全评价机构运行中涉及的重要环节
- ④安全评价过程控制管理手册的审批、管理和修改的规定