

第一章 概论

1.1 安全评价的产生、发展及现状（略）

1.2 安全评价概述

1.2.1 安全评价的基本概念

1、安全和危险（P7）

安全：是指不会发生损失或伤害的一种状态。安全的实质就是防止事故。

危险：是指易于受到损害或伤害的一种状态。系统危险性由系统中的危险因素决定，危险因素与危险之间具有因果关系。

2、事故（P7）

事故：（1）是人们在实现其目的的行动过程中，突然发生的、迫使其有目的的行动暂时或永远终止的一种意外事件。（2）是指造成人员死亡、伤害、职业病、财产损失或其他损失的意外事件。

事件包括事故事件和未遂事件。

事故是由危险因素导致的，事故的发生是由于管理失误、人的不安全行为、物的不安全状态和环境因素等造成的。

3、风险（P8）

风险：是危险、危害事故发生的可能性与危险、危害事故所造成损失的严重程度的综合度量。它有两个特性即可能性和严重程度。

风险率：风险率（R）等于事故发生概率（P）与事故损失严重程度（S）的乘积。

$$R = PS = \frac{\text{事故次数}}{\text{单位时间}} \times \frac{\text{事故损失}}{\text{事故次数}} = \frac{\text{事故损失}}{\text{单位时间}}$$

4、系统和系统安全（P8）

系统：是指由若干相互联系的、为了达到一定目标而具有独立功能的要素所构成的有机整体。

生产系统要素：人员、物资、设备、资金、任务指标、信息

系统安全：是指在系统寿命期间内，应用安全系统工程的原则和方法，识别系统中的危险源，定性或定量表征其危险性，并采取控制措施使其危险性最小化，从而使系统在规定的性能、时间和成本范围内达到最佳的可接受安全程度。

5、安全系统工程（P8）

是以预测和预防事故为中心，以识别、分析、评价和控制系统风险为重点，开发、研究出来的安全理论和方法体系。

1.2.2 安全评价的定义（P8）

安全评价（也称为风险评价），是以实现工程、系统安全为目的，应用安全系统工程的原理和方法，对工程、系统中存在的危险、有害因素进行识别与分析，判断工程、系统发生事故和急性职业危害的可能性及其严重程度，提出安全对策建议，从而为工程、系统制定防范措施和管理决策提供科学依据。

1.3 安全评价的目的、意义

1.3.1 安全评价的目的（P8-9）

安全评价的目的是查找、分析和预测工程、系统存在的危险、有害因素及可能导致的危险、危害后果和程度，提出合理可行的安全对策措施，指导危险源监控和事故预防，以达到最低事故率、最少损失和最优的安全投资效益。安全评价可以达到以下目的：

- 1、提高系统本质安全化程度；
- 2、实现全过程安全控制；
- 3、建立系统安全的最优方案，为决策提供依据；
- 4、为实现安全技术、安全管理的标准化和科学化创造条件。

1.3.2 安全评价的意义（P9-10）

安全评价的意义在于可有效地预防事故的发生，减少财产损失和人员伤亡。

- 1、安全评价是安全管理的一个必要组成部分；
- 2、有助于政府安全监督管理部门对生产经营单位的安全生产实行宏观控制；

- 3、有助于安全投资的合理选择;
- 4、有助于提高生产经营单位的安全管理水平;
- 5、有助于生产经营单位提高经济效益。

1.4 安全评价的依据

安全评价的依据有：国家和地方的有关法律、法规、标准，企业内部的规章制度和技术规范，可接受风险标准，以及前人的经验和教训等。

1.4.1 安全生产法规体系（P10-11）

分为四个层次：第一层为法律；第二层为行政法规；第三层为部门规章；第四层为地方法规。

1.4.2 标准（P11-12）

标准的分类：

- 1、按适用范围分为四类：一是国家标准；二是行业标准；三是地方标准；四是企业标准。
- 2、按约束性分为二类：一是强制性标准；二是推荐性标准。
- 3、按性质分为三类：管理标准、工作标准和方法标准。

1.4.3 风险判别指标（P12）

风险判别指标（或判别准则）是判别风险大小的依据，是用来衡量系统风险大小以及危险、危害是否可接受的尺度。

风险判别指标可以是定性的，也可以是定量的。常用的风险判别指标有安全系数、失效概率、安全指标（如事故频率、财产损失率、伤亡率等）。

可接受风险是指在规定的性能、时间和成本范围内达到的最佳可接受风险程度。（可接受风险指标不是一成不变的）。

1.5 安全评价的内容和种类

1.5.1 安全评价的内容（P12-13）

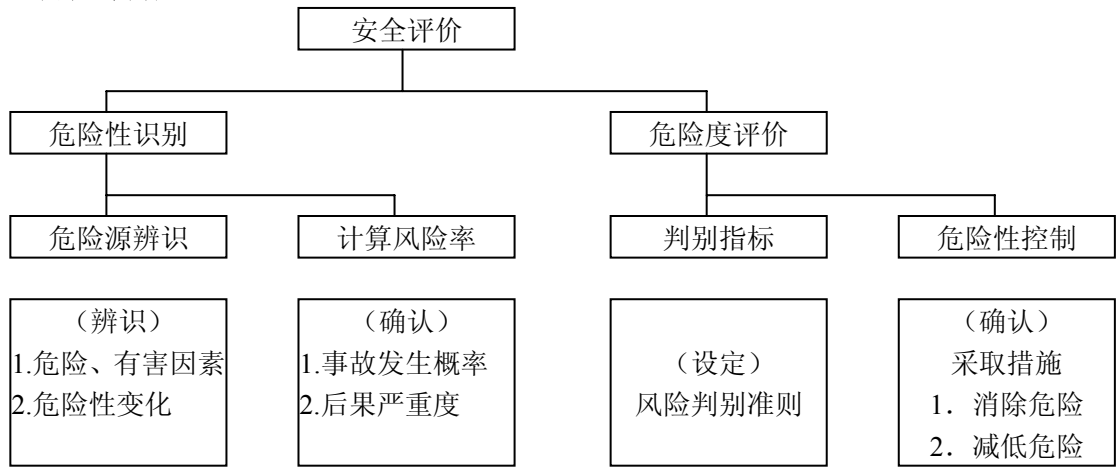


图 1-1 安全评价的基本内容

安全评价通过危险性识别及危险度评价，客观地描述系统的危险程度，指导人们预告采取相应措施，来降低系统的危险性。

1.5.2 安全评价的种类（P13-15）

我国根据工程、系统生命周期和评价的目的，将安全评价分为安全预评价、安全验收评价、安全现状评价和专项安全评价等四类。

1、安全预评价

是根据建设项目可行性研究报告的内容，分析和预测该建设项目可能存在的危险、有害因素的种类和程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。

安全预评价可概括为以下几点：

（1）安全预评价是一种有目的的行为，它是在研究事故的危害为什么会发生、是怎样发生的和如何防止发生这些问题的基础上，回答建设项目依据设计方案建成后的安全性如何，是否能达到安全标准的要求及如何达到安全标准，安全保障体系的可靠性如何等至关重要的问题。

(2) 安全预评价的核心是对系统存在的危险、有害因素进行定性、定量分析。

(3) 用有关安全评价标准对系统进行衡量、分析，说明系统的安全性。

(4) 其最终目的是确定采取哪些优化的技术、管理措施，使各子系统及建设项目整体达到安全标准的要求。

2、安全验收评价

是在建设项目竣工验收之前、试生产运行正常后，通过对建设项目的设施、设备、装置的实际运行状况及管理状况的安全评价，查找该建设项目投产后存在的危险、有害因素，确定其程度并提出合理可行的安全对策措施及建议。

安全验收评价是为安全验收进行的技术准备。

3、安全现状评价

是针对系统、工程（某一个生产经营单位的总体或局部生产经营活动）的安全现状进行的安全评价。通过安全现状评价查找其存在的危险、有害因素，确定其程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。

主要包括以下内容：

(1) 全面收集评价所需的信息资料，采用合适的系统安全分析方法进行危险因素识别，给出量化的安全状态参数值。

(2) 对于可能造成重大后果的事故隐患，采用相应的评价数学模型，进行事故模拟，预测极端情况下的影响范围，分析事故的最大损失，以及发生事故的概率。

(3) 对发现的事故隐患，分别提出治理措施，并按危险程度的大小及整改的优先度进行安排。

(4) 提出整改措施与建议。

4、专项安全评价

是针对某一项活动或场所，以及一个特定的行业、产品、生产方式、生产工艺或生产装置等存在的危险、有害因素进行的安全评价，目的是查找其存在的危险、有害因素，确定其程度，并提出合理可行的安全对策措施及建议。

1.5.3 各类安全评价的联系与区别（P15-16）

项目	预评价	验收评价	现状评价	专项评价
依据设计文件	可行性研究报告	详细设计	详细和修改设计	详细设计专项资料
依据资料	类比工程	现场资料	现场资料	专项检测资料
进行时间	系统设计之前	正式运行之前	正式运行之后	系统寿命期内
评价重点	1.可行性 2.可能危险危害因素 3.设计时的措施	1.法规符合性 2.存在危险危害因素 3.措施的有效性	1.适应性 2.存在危险危害因素 3.整改措施	1.可行性 2.针对问题的措施 3.专项检测
目的	指导系统设计，使系统达到安全要求	持续改进	达标	多样性（不唯一）

1.6 安全评价的原理和原则

1.6.1 安全评价原理（P16-20）

安全评价的思维方式和推理过程的理论体系。

常用的原理有：相关性原理；类推原理；惯性原理；量变到质变原理等。

1.6.1.1 相关性原理(p16-18)

相关性是指一个系统，其属性、特征与事故和职业危害存在着因果的相关性。

1、系统基本特征

目的性；集合性；相关性；阶层性；整体性；适应性。

2、因果关系

事故和导致事故发生的各种原因（危险因素）之间存在着相关关系，表现为依存关系和因果关系。危险因素是原因，事故是结果，事故的发生是由许多因素综合作用的结果。

1.6.1.2 类推原理（P18-19）

类推(类比)原理是根据两个或两类对象之间存在着某些相同或相似的属性，从一个已知对象具有某个属性来推出另一个对象具有此种属性的一种推理过程。用类推原理对系统进行评价的方法，即类推(类比)评价方法。

常用的类推方法有：平衡推算法；代替推算法；因素推算法；抽样推算法；比例推算法；概率推算法

1.6.1.3 惯性原理(p19-20)

任何事故在其发展过程中，从过去到现在以及延伸至将来，都具有一定的延续性，这种延续性称为惯性。

应用时注意以下两点：惯性的大小、惯性的趋势。

1.6.1.4 量变到质变原理

任何一个事物在发展变化过程中都存在着从量变到质变的规律。同样，在一个系统中，许多有关安全的因素也都一一存在着从量变到质变的过程。在评价一个系统的安全时，也都离不开从量变到质变的原理。

1.6.2 安全评价的原则(p20-22)

安全评价基本原则是具备国家规定资质的安全评价机构科学、公正和合法的自主开展安全评价。在工作中应遵循以下原则：

科学性、公正性、合法性、针对性

1.6.3 安全评价限制因素(p22)

安全评价的结果与评价人员对被评价对象的了解程度、对可能导致事故的认识程度、采用的安全评价方法，以及评价人员的能力等方面有着密切的关系。主要以下两个方面：评价方法和评价人员的素质和经验。

1.7 安全评价程序

主要包括：准备阶段，危险、有害因素识别与分析，定性定量评价，提出安全对策措施，形成安全评价结论及建议，编制安全评价报告。

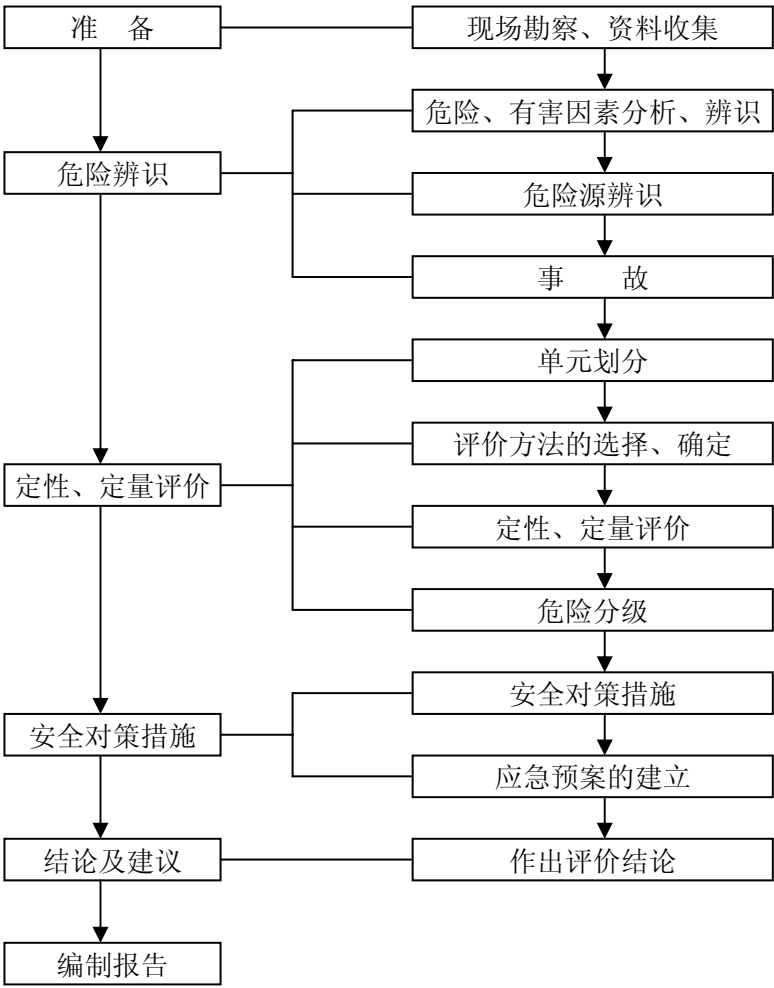


图 1-3 安全评价的基本程序

1、准备阶段

明确被评价对象和范围，收集国内外相关法律法规、技术标准及工程、系统的技术资料。

2、危险、有害因素识别与分析

根据被评价工程、系统情况，识别和分析危险、有害因素，确定危险、有害因素存在的部位、存在的方式，事故发生的途径及其变化规律。

3、定性、定量评价

在对危险、有害因素识别和分析的基础上，划分评价单元，选择合理的评价方法，对工程、系统发生事故的可能性和严重程度进行定性、定量评价。

4、安全对策措施

根据定性、定量评价结果，提出消除或减弱危险、有害因素的技术和管理措施及建议。

5、评价结论及建议

简要地列出主要危险、有害因素，指出工程、系统应重点防范的重大危险因素，明确生产经营者应重视的重要安全措施。

6、安全评价报告的编制

依据安全评价的结果编制相应的安全评价报告。

1.8 安全评价规范

我国安全评价规范体系分为 3 个层次，一是安全评价通则，二是各类安全评价导则及行业评价导则，三是各类安全评价实施细则，如图 1-4 所示。

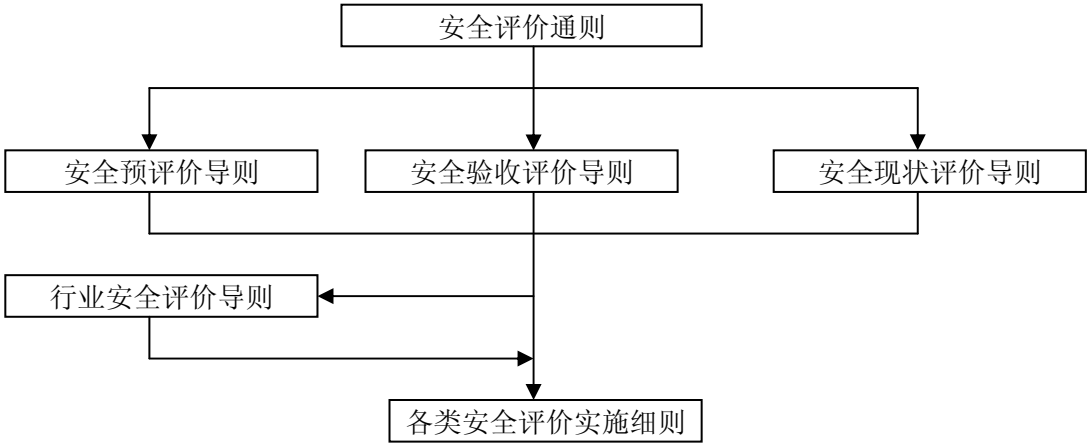


图 1-4 安全评价规范体系框图

1.8.1 安全评价通则

是规范安全评价工作的总纲，是安全评价活动的总体指南。它规定了所有安全评价工作的基本原则、目的、要求、程序和方法，对安全评价进行了分类和定义，对安全评价的内容、程序以及安全评价报告评审与管理程序作了原则性说明，对安全评价导则和细则的规范对象作了原则性规定。

1.8.2 安全评价导则

是根据安全评价通则的总体要求制定的，是安全评价通则总体指南的具体化和细化。

1、各类安全评价导则

主要内容：主题内容与适用范围，评价目的和基本原则，定义，评价内容，评价程序，评价报告主要内容，评价报告要求和格式，附件（评价所需主要资料清单、常用评价方法、评价报告封面格式、著录项格式等）。

2、行业安全评价导则

在遵循安全评价通则总体要求和框架的基础上，在各类安全评价细节上突出了各自的行业特点和要求，提供了更符合本行业特点的规范依据。

3、导则的作用和意义

为所有安全评价工作提供了一个须共同遵循的体系规范。

1.8.3 安全评价实施细则

在某些特殊情况和特殊要求下根据安全评价通则和导则制定的内容更为详细的安全评价规范。

第二章 事故致因理论

2.1 事故致因理论的由来和发展（略）

2.2 事故因果论

2.2.1 事故因果类型

发生事故的原因与结果之间，关系错综复杂，因与果的关系类型分为集中型、连锁型、复合型。

集中型：几个原因各自独立共同导致某一事故发生，即多种原因在同一时序共同造成一个事故后果。

连锁型：某一原因要素促成下一要素发生，下一原因要素再造成更下一要素发生，因果相继连锁发生。

复合型：某些因果连锁，又有一系列原因集中、复合组成伤亡事故后果。

事故的因果关系多为复合型。

接近事故后果时间最近的直接原因叫一次原因；造成一次原因的原因，叫二次原因，依次向下类推为三次、四次、五次等间接原因。

2.2.2 多米诺骨牌原理

海因里希提出，并经一些专家多年的改进认同，构成事故因果顺序的五因素是：1、社会环境和管理；2、人为失误（或过失）；3、不安全行为和不安全状态；4、意外事件；5、伤亡（后果）。

解释：社会环境和管理欠缺促成了人为失误；人为失误又造成了不安全行为或机械、物质危害；后者导致意外事件（包括无伤亡的未遂事故）和由此产生的人员伤亡的事件。这五因素连锁反应构成了事故。

核心：安全管理工作的中心是防止人的不安全行为，消除机械或物质的危害，这就必须加强探测技术的控制技术的研究。

2.3 管理失误论

这一事故致因模型侧重研究管理上的责任，强调管理失误是构成事故的主要原因。

事故的直接原因是人的不安全行为和物的不安全状态。但是，造成“人失误”和“物故障”的这一直接原因却常常是管理上的缺陷。后者虽是间接原因，但它却是背景因素，而常又是发生事故的本质原因。

人的不安全行为可以促成物的不安全状态；而物的不安全状态又会在客观上造成人之所以有不安全行为的环境条件（如图 2-7 所示间断线）。

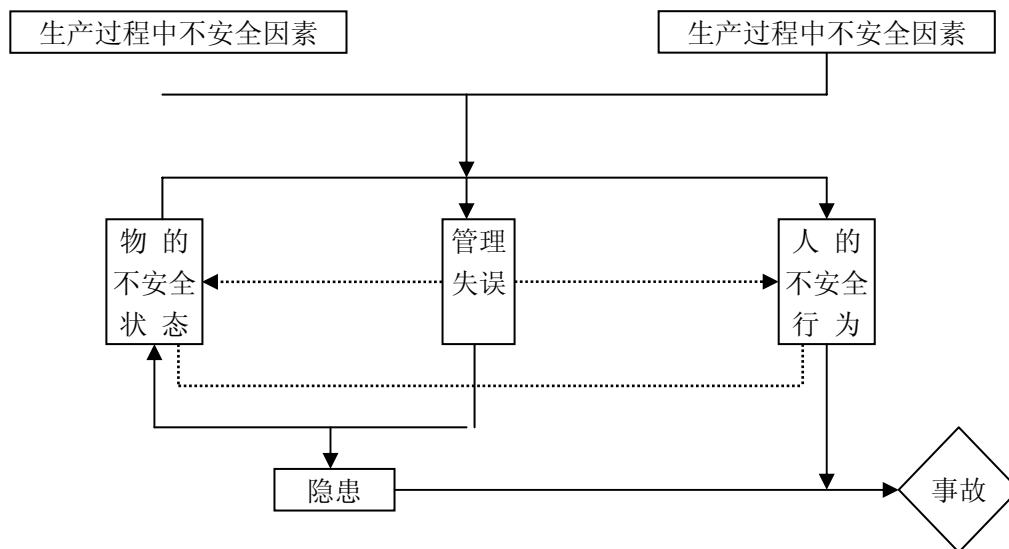


图 2-7 管理失误为主因的事故模型

“隐患”来自物的不安全状态即危险源，而且和管理上的缺陷或管理人失误共同耦合才能形成；如果管理得当，及时控制，变不安全状态为安全状态，则不会形成隐患。

客观上一旦出现隐患，主观上又有不安全行为，就会立即显现为伤亡事故。

2.4 扰动起源论

该理论认为“事件”是构成事故的因素。任何事故当它处于萌芽状态时就有某种非正常的“扰动”，此扰动为起源事件。事故形成过程是一组自觉或不自觉的，指向某种预期的或不可测结果的相继出现的事

件链。这种事故进程包括着外界条件及其变化的影响。相继事件过程是在一种自动调节的动态平衡中进行的。如果行为者行为得当或受力适中，即可维持能流稳定而不偏离，从而达到安全生产；如果行为者行为不当或发生过故障，则对上述平衡产生扰动，就会破坏和结束自动动态平衡而开始事故进程，一事件继发另一事件，最终导致“终了事件”---事故和伤害。这种事故和伤害或损坏又会依次引起能量释放或其他变化。

扰动起源论把事故看成从相继事件过程中的扰动开始，最后以伤害或损坏而告终。这可称为“P 理论”。

2.5 能量转移论

2.5.1 能量和事故

生产系统中可以相互转变为各种能量形式的有：势能、动能、热能、化学能、电能、原子能、辐射能、声能、生物能。

该理论认为：人受伤害的原因只能是某种能量的转移。能量逆流于人体造成伤害的分类方法有两类：第一类伤害是由于施加了超过局部或全身性损伤阈值的能量引起的。实例见表 2-1

表 2-1 由于施加了超过局部或全身性损伤阈值的能量引起的伤害实例

施加的能量类型	产生的原发性损伤	举 例 与 注 释
机械能	移位、撕裂、破裂和压榨，主要损及组织	由于运动的物体如子弹、皮下针、刀具和下落物体冲撞造成的操作，以及由于运动的身体冲撞相对静止的设备造成的损伤，如在跌倒时、飞行时和汽车事故中。具体的伤害结果取决于合力施加的部位和方式。大部分的伤害属于本类型
热能	炎症、凝固、烧焦和焚化，伤及身体任何层次	第一度、第二度和第三度烧伤。具体的伤害结果取决于热能作用的部位和方式
电能	干扰神经----肌肉功能以及凝固、烧焦和焚化，伤及身体任何层次	触电死亡、烧伤、干扰神经功能。具体伤害结果取决于电能作用的部位和方式
电离辐射	细胞和亚细胞成分与功能的破坏	反应堆事故、治疗性与诊断性照射、滥用同位素、放射性坠尘的作用。具体伤害结果取决于辐射能作用的部位和方式
化学能	伤害一般要根据每一种或每一组的具体物质而定	包括由于动物性和植物性毒素引起的损伤、化学烧伤如氢氧化钾、溴、氟和硫酸，以及大多数元素和化合物在足够剂量时产生的不太严重而类型很多的损伤

第二类伤害是由于影响了局部或全身性能量交换引起的，主要指中毒、窒息和冻伤。见表 2-2。

表 2-2 由于影响了局部或全身性能量交换引起的伤害实例

影响能量交换的类型	产生的损伤或障碍的种类	举 例 与 注 释
氧的作用	生理损害，组织或全身死亡	全身---由机械因素或化学因素引起的窒息（例如溺水、一氧化碳中毒和氰化氢中毒） 局部---“血管性意外”
热 能	生理损害，组织或全身死亡	由于体温调节障碍产生的损害、冻伤、冻死

在一定条件下某种形式的能量能否产生伤害造成人员伤亡事故，取决于能量大小、接触能量时间和频率，以及力的集中程度。

2.5.2 防止能量逆流于人体的措施

共有 12 种类型：

1、限制能量的系统；2、用较安全的能量代替危险性大的能源；3、应用防止能量蓄积的系统；4、控制能量释放；5、延缓能量释放；6、开辟释放能量的渠道；7、在能源上设置屏障；8、在人、物与能源之间设置屏障；9、在人与物之间设置屏蔽；10、提高防护标准；11、改变工艺流程；12、修复或急救

2.6 轨迹交叉论

人的不安全行为和机械或物质危害是人-机系统中构成能量逆流的两系列，人流与物流（能量流）的轨迹交叉点，就是发生人为灾害的“时空”。

轨迹交叉理论的侧重点是说明人为失误难以控制，但可控制设备、物流不发生故障。管理的重点应放在控制物的不安全状态上，即消除了“起因物”，当然就不会出现“施害物”，“砍断”物流连锁事件链，

使人流与物流的轨迹不相交叉，事故即可避免。这可用图 2-10 加以说明。

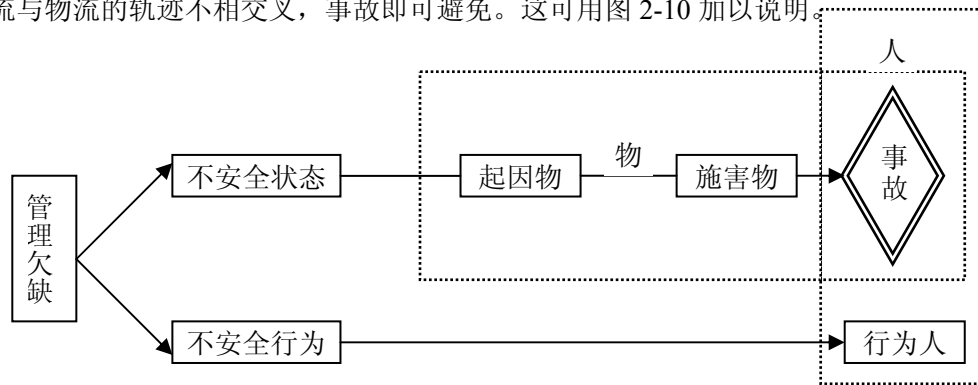


图 2-10 人与物两系列形成事故的系统

1、人的事件链：人的不安全行为基于生理、心理、环境、行为几个方面而产生：A.生理、先天身心缺陷；B.社会环境、企业管理上的缺陷；C.后天的心理缺陷；D.视、听、嗅、味、触五感能量分配上的差异；E.行为失误。人的行为自由度很大，生产劳动中受环境条件影响，加之自身生理、心理缺陷都易于发生失误动作或行为失误。

2、物的事件链：在机械、物质系列中，从设计开始，经过现场的种种程序，在整个生产过程中各阶段都可能产生不安全状态。

a.设计上的缺陷；b.制造、工艺流程上的缺陷；c.维修保养上的缺陷，降低了可靠性；d.使用上的缺陷；e.作业场所环境上的缺陷。

总之，人的事件链随时间进程的运动轨迹按 A → B → C → D → E 的方向线顺序进行；物质或机械的事件链随时间进程的运动轨迹按 a → b → c → d → e 的方向线进行。

2.7 人因素的系统理论

2.7.1 S-O-R 的人因素模型

包括两组问题：危险出现和危险释放。每组包含三类心理、生理成份，即对事件的感觉（刺激，S），对事件的认识（内部响应、认识活动，O）以及生理行为响应（输出，R）。

在危险释放期间，如果不能避免危险，则将产生伤害或损坏。

2.7.2 操作过程 S-O-R 的人因素的综合模型

在上述模型上增加一组前提步骤，即构成危险的来源及可察觉性，运行系统内的波动性，控制此波动使之与操作波动相一致。

2.7.3 海尔模型

当人们对事件的真实情况不能做出响应时，事故就会发生，但不一定造成伤害后果。该模型集中于操作者与运行系统的相互作用。该模型是一个闭环反馈系统，清楚显示出以下四大方面的相互关系：1、察觉情况，接受信息；2、处理信息；3、用运动改变形势；4、新的察觉、处理、响应。

2.8 综合原因论

事故之所以发生是由于多重原因综合造成的，既不是单一原因造成的，也不是个人偶然失误或单纯设备故障所形成，而是各种因素综合作用的结果。事故之所以发生，有其深刻原因，包括直接原因、间接原因和基础原因。

综合原因论认为，事故是社会因素、管理因素和生产中危险因素被偶然事件触发所造成的结果。

事故是由起因物和肇事人触发加害物于受伤害人而形成的灾害现象和事故经过。

意外（偶然）事件之所以触发，是由于生产环境中环境条件存在着危险因素即不安全状态，后者和人的不安全行为共同构成事故的直接原因。这些物质的、环境的以及人的原因是由于管理上的失误、缺陷、管理责任所导致，是造成直接原因的间接原因。形成间接原因的因素，包括社会经济、文化、教育、社会历史、法律等基础原因，统称为社会因素。

事故的发生过程可以表述为由基础原因的“社会因素”产生“管理因素”，进一步产生“生产中的危险因素”，通过人与物的偶然因素触发而发生伤亡和损失。

调查分析事故的过程则与上述经历方向相反。如逆向追踪：通过事故现象，查询事故经过，进而了解物的环境原因和人的原因等直接造成事故的原因；依此追查管理责任（间接原因）和社会因素（基础原因）。

第三章 危险、有害因素的识别及评价单元的划分

3.1 危险、有害因素的定义(P40)

危险因素：是指能够对人造成伤亡或对物造成突发性损害的因素。

有害因素：是指能影响人的身体健康，导致疾病，或对物造成慢性损害的因素。

危险、有害因素主要指客观存在的危险有害物质或能量超过一定限值的设备、设施和场所等。

3.2 危险、有害因素产生的原因(P40-43)

事故的发生是由于存在危险有害物质、能量和危险有害物质、能量失去控制两方面因素的综合作用，并导致危险有害物质的泄漏、散发和能量的意外释放。因此，存在危险有害物质、能量和危险有害物质失去控制是危险、有害因素转换为事故的根本原因。

危险有害物质和能量失控主要体现在人的不安全行为、物的不安全状态和管理缺陷等三个方面。

按照 GB6441-1986《企业职工伤亡事故分类》中将人的不安全行为和物的不安全状态分为以下几方面：

1、人的不安全行为：

1) 操作错误，忽视安全，忽视警告（未经许可开动、关停、移动机器， 开动、关停机器时未给信号，开关未锁紧，造成意外转动、通电或泄漏等，忘记关闭设备、忽视警告标志、警告信号，操作错误（指按钮、阀门、搬手、把柄等的操作），奔跑作业，送料或送料速度过快， 机械超速运转， 违章驾驶机动车，酒后作业，客货混载，冲压机作业时，手伸进冲压模，工件紧固不牢，用压缩空气吹铁屑，其它）

2) 造成安全装置失效（ 拆除了安全装置；安全装置堵塞，失掉了作用；调整的误差造成安全装置失效； 其它）

3) 使用不安全设备（ 临时使用不牢固的设施；使用无安全装置的设备； 其它）

4) 手代替工具操作（ 用手代替手动工具；用手清除切屑；不用夹具固定、用手拿工件进行机加工）

5) 物体（指成品、半成品、材料、工具、切屑和生产用品等）存放不当

6) 冒险进入危险场所（冒险进入涵洞； 接近漏料处（无安全设施）；采伐、集材、运材、装车时，未离危险区；未经安全监察人员允许进入油罐或井中；未“敲帮问顶”开始作业；冒进信号；调车场超速上下车；易燃易爆场明火；私自搭乘矿车；在绞车道行走； 未及时了望

7) 攀、坐不安全位置（如平台护栏、汽车挡板、吊车吊钩）

8) 在起吊物下作业、停留

9) 机器运转时加油、修理、检查、调整、焊接、清扫等工作

10) 有分散注意力行为

11) 在必须使用个人防护用品用具的作业或场合中，忽视其使用（ 未戴护目镜或面罩； 未戴防护手套；未穿安全鞋；未戴安全帽；未佩戴呼吸护具；未佩戴安全带；未戴工作帽； 其它）

12) 不安全装束（在有旋转零部件的设备旁作业穿过肥大服装；操纵带有旋转零部件的设备时戴手套；其它）

13) 对易燃、易爆等危险物品处理错误

2、物的不安全状态：

1) 防护、保险、信号等装置缺乏或有缺陷

(1) 无防护（无防护罩、无安全保险装置、无报警装置、无安全标志、无护栏或护栏损坏、（电气）未接地、绝缘不良、 局部通风机无消音系统、噪声大、危房内作业、 未安装防止“跑车”的档车器或档车栏、 其它）

(2) 防护不当（ 防护罩未在适当位置、防护装置调整不当、坑道掘进、隧道开凿支撑不当、防爆装置不当、采伐、集材作业安全距离不够、放炮作业隐蔽所有缺陷、电气装置带电部分裸露、其它）

2) 设备、设施、工具、附件有缺陷

(1) 设计不当，结构不合安全要求（通道门遮档视线、制动装置有缺欠、安全间距不够、拦车网有缺欠、工件有锋利毛刺、毛边、设施上有锋利倒棱、 其它）

(2) 强度不够(机械强度不够、绝缘强度不够、起吊重物的绳索不合安全要求、其它)

(3) 设备在非正常状态下运行（设备带“病”运转、 超负荷运转、其它）

(4) 维修、调整不良（设备失修、地面不平、保养不当、设备失灵、其它）

3) 个人防护用品用具——防护服、手套、护目镜及面罩、呼吸器官护具、听力护具、安全带、安全帽、安全鞋等缺少或有缺陷(无个人防护用品、用具、所用的防护用品、用具不符合安全要求)

4) 生产(施工)场地环境不良

(1) 照明光线不良(照度不足、作业场地烟雾尘弥漫视物不清、光线过强)

(2) 通风不良(无通风、通风系统效率低、风流短路、停电停风时放炮作业、瓦斯排放未达到安全浓度放炮作业、瓦斯超限、其它)

(3) 作业场所狭窄

(4) 作业场地杂乱(工具、制品、材料堆放不安全、采伐时,未开“安全道”、迎门树、坐殿树、搭挂树未作处理、其它)

5) 交通线路的配置不安全

6) 操作工序设计或配置不安全

7) 地面滑(地面有油或其它液体、冰雪覆盖、地面有其它易滑物)

8) 贮存方法不安全

9) 环境温度、湿度不当

3、安全管理的缺陷可参考以下分类:

(1) 对物(含作业环境)性能控制的缺陷;

(2) 对人失误控制的缺陷;

(3) 工艺过程、作业程序的缺陷;

(4) 用人单位的缺陷;

(5) 对来自相关方(供应商、承包商等)的风险管理的缺陷;

(6) 违反安全人机工程原理。

此外,一些客观因素,如温度、湿度、风雨雪、照明、视野、噪声、振动、能风换气、色彩等也会引起设备故障或人员失误,是导致危险有害物质和能量失控的间接因素。

3.3 危险、有害因素的分类

3.3.1 按导致事故的直接原因进行分类(P43-44)

根据《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-1992)的规定,将生产过程中的危险有害因素分为以下6类:

1、物理性危险、有害因素(15类)

(1) 设备、设施缺陷;(2) 防护缺陷;(3) 电危害;(4) 噪声危害;(5) 振动危害;(6) 电磁辐射;(7) 运动物危害;(8) 明火;(9) 能造成灼伤的高温物质;(10) 能造成冻伤的低温物质;(11) 粉尘与气溶胶;(12) 作业环境不良;(13) 信号缺陷;(14) 标志缺陷;(15) 其他物理性危险和有害因素。

2、化学性危险、有害因素(5类)

(1) 易燃易爆性物质;(2) 自燃性物质;(3) 有毒物质;(4) 腐蚀性物质;(5) 其他化学性危险和有害因素。

3、生物性危险、有害因素(5类)

(1) 致病微生物;(2) 传染病媒介物;(3) 致害动物;(4) 致害植物;(5) 其他生物性危险、有害因素。

4、心理、生理性危险、有害因素(6类)

(1) 负荷超限;(2) 健康状况异常;(3) 从事禁忌作业;(4) 心理异常;(5) 辨别功能缺陷;(6) 其他心理、生理性危险和有害因素。

5、行为性危险、有害因素(5类)

(1) 指挥错误;(2) 操作错误;(3) 监护错误;(4) 其他错误;(5) 其他行为性危险和有害因素;

6、其他危险、有害因素(4类)

(1) 搬举重物;(2) 作业空间;(3) 工具不合适;(4) 标识不清。

3.3.2 参照《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-1986) 进行分类(P44-45)

综合考虑起因物、引起事故的诱导性原因、致害物、伤害方式等,将事故分为20类:

1、物体打击;2、车辆伤害;3、机械伤害;4、起重伤害;5、触电;6、淹溺;7、灼烫;8、火灾;9、高处坠落;10、坍塌;11、冒顶片帮;12、透水;13、放炮;14、火药爆炸;15、瓦斯爆炸;16、锅

炉爆炸；17、容器爆炸；18、其他爆炸；19、中毒和窒息；20、其他伤害

3.3.3 按职业健康分类(P45)

《职业病范围和职业病患者处理办法的规定》中将危险、有害因素分为7类：

1、生产性粉尘；2、毒物；3、噪声与振动；4、高温；5、低温；6、辐射（电离辐射、非电离辐射）；7、其他有害因素。

3.4 危险、有害因素识别应遵循的原则和应注意的问题

3.4.1 危险、有害因素识别应遵循的原则(P45-46)

1、科学性；2、系统性；3、全面性；4、预测性。

3.4.2 危险、有害因素识别应注意的问题(P46)

1、为了有序、方便地进行分析，防止遗漏，宜按厂址、平面布局、建筑物、物质、生产工艺及设备、辅助生产设施（包括公用工程）、作业环境等几个方面，分别分析其存在的危险、有害因素，列表登记，综合归纳。

2、对导致事故发生的直接原因、诱导原因进行重点分析，从而为确定评价目标、评价重点、划分评价单元、选择评价方法和采取控制措施计划提供依据。

3、对重大危险、有害因素，不仅要分析正常生产、运输、操作时的危险、有害因素，更重要的是分析设备、装置破坏及操作失误可能产生严重后果的危险、有害因素。

3.5 危险、有害因素的识别

3.5.1 设备或装置的危险、有害因素识别

3.5.1.1 工艺设备、装置的危险、有害因素识别(P46)

- 1、设备本身是否能满足工艺的要求；
- 2、设备是否具备相应的安全附件或安全防护装置；
- 3、设备是否具备指示性安全技术措施；
- 4、设备是否具备紧急停车的装置；
- 5、设备是否具备检修时不能自动运行、不能自动反向运转的安全装置。

3.5.1.2 化工和机械加工设备的危险、有害因素识别(P46-47)

1、化工设备：

（1）设备是否有足够的强度；（2）设备密封性能是否可靠；（3）安全保护装置是否配套；（4）设备是否适用。

2、机械加工设备：

根据相应规程、规定和一般安全要求进行查对。

3.5.1.3 电气设备危险、有害因素的识别(P48)

1、电气设备的工作环境是否属于爆炸和火灾危险环境，是否属于粉尘、潮湿或腐蚀环境。在这些环境中工作时，电气设备是否满足相应要求；

- 2、电气设备是否具有国家指定机构的安全认证标志；
- 3、电气设备是否属国家规定的淘汰产品；
- 4、用电负荷等级对电力装置的要求；
- 5、电气火花引燃源；
- 6、触电保护、漏电保护、短路保护、过载保护、绝缘、电气隔离、屏护、电气安全距离等是否可靠；
- 7、是否根据作业环境和条件选择安全电压，安全电压值和设施是否符合规定；
- 8、设备的防雷、防静电措施是否可靠；
- 9、设备的事故照明、消防等应急用电是否可靠；
- 10、设备的自动控制系统是否可靠。

3.5.1.4 特种机械危险、有害因素的识别

1、起重机械(P47)

起重机械危险、有害因素是指各种起重作业（包括起重机安装、检修、试验）中发生的挤压、坠落（吊具、吊重）、物体打击和触电。

有关机械设备的基本安全要求对于起重机械同样适用。这些基本要求是：设备本身的制造质量应良好，材料坚固，具有足够的强度而且没有明显的缺陷。所有的设备都必须经过测试，而且进行例行检查，以保

证其完好性。起重机械主要有以下危险、有害因素：（1）翻倒；（2）超载；（3）碰撞；（4）基础损坏；（5）操作失误；（6）负载失落。

2、厂内机动车辆(P48)

厂内机动车辆性能良好、无缺陷，载质量、容量及类型应与用途相适应。其主要有以下危险、有害因素：（1）翻倒；（2）超载；（3）碰撞；（4）楼板缺陷；（5）载物失落；（6）火灾或爆炸。

3、传送设备(P48)

最常用的传送设备有带式输送机、滚轴和齿轮传送装置。其主要有以下危险、有害因素：（1）夹钳；（2）擦伤；（3）卷入伤害；（4）撞击伤害。

3.5.1.5 锅炉及压力容器危险、有害因素的识别(P48-49)

锅炉压力容器主要危险、有害因素有：锅炉压力容器内具有一定温度的带压工作介质、承压元件的失效、安全保护装置失效等 3 类。

常见的锅炉压力容器失效有泄漏和破裂。承压元件最常见的破裂形式有韧性破裂、脆性破裂、疲劳破裂、腐蚀破裂和蠕变破裂等。

3.5.1.6 登高装置危险、有害因素的识别(P49-51)

主要登高装置有：梯子、活梯、活动架、脚手架（通用的或塔式的）、吊笼、吊椅、升降工作平台、动力工作平台等。

其主要的危险、有害因素有：登高装置自身结构方面的设计缺陷，支撑基础下沉或毁坏，不恰当地选择了不够安全的作业方法，悬挂系统结构失效，因承载超重而使结构损坏，因安装、检查、维护不当而造成结构失效，因为不平衡造成的结构失效，所选设施的高度及臂长不能满足要求而超限使用，由于使用错误或者理解错误而造成的不稳，负载爬高，攀登方式不对或脚上穿着物不合适、不清洁造成跌落，未经批准使用或更改作业设备，与障碍物或建筑物碰撞，电动、液压系统失效，运动部件卡住。

3.5.2 作业环境危险、有害因素的识别

作业环境中的危险、有害因素主要有：危险、有害物质；工业噪声与振动；温度与湿度；辐射。

3.5.2.1 危险、有害物质的识别(P51-54)

1、危险、有害物质

危险、有害物质的识别应从其理化性质、稳定性、化学反应活性、燃烧及爆炸特性、毒性及健康危害等方面进行分析与识别。

危险、有害物质分为以下 9 类：

- （1）易燃、易爆物质
- （2）有害物质
- （3）刺激性物质
- （4）腐蚀性物质（一是对人的化学灼伤；二是腐蚀性物质作用于物质表面造成腐蚀、损坏）
- （5）有毒物质

工业毒物危害程度在《职业性接触毒物危害程度分级》（GB5044-1985）中分为 4 级：

I 级----极度危害（13 种）；

II 级----高度危害（26 种）；

III 级----中度危害（12 种）；

IV 级----轻度危害（5 种）。

其分给标准是以以下 6 项指标为基础而制定的：a.急性毒性；b.急性中毒发病情况；c.慢性中毒患病情况；d.慢性中毒后果；e.致癌性；f.最高容许浓度。

- （6）致癌、致突变及致畸物质
- （7）造成缺氧的物质
- （8）麻醉物质
- （9）氧化剂

GB13690-1992《常见危险化学品的分类及标志》将 145 种常用的危险化学品分为 8 类，即爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体（含自燃物品）和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、有毒品、放射性物品、腐蚀品。

《危险化学品安全管理条例》将危险化学品分为 7 类，即爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、

易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、有毒品、腐蚀品。

2、生产性粉尘

(1) 生产性粉尘主要产生在开采、破碎、粉碎、筛分、包装、配料、混合、搅拌、散粉装卸、输送及除尘等生产过程。

(2) 爆炸性粉尘主要从以下条件识别：

①形成爆炸性粉尘的 4 个必要条件：粉尘的化学组成和性质；粉尘的粒度和粒度分布；粉尘的形状与表面状态；粉尘中的水份。

②爆炸性粉尘爆炸的条件为：可燃性和微粉状态；在空气中（或助燃气体）搅拌、悬浮式流动；达到爆炸极限；存在引火源。

3.5.2.2 工业噪声与振动危险、有害因素的识别(P54)

工业噪声可以分为机械噪声、空气动力性噪声和电磁噪声等 3 类。

噪声危害的识别主要根据已掌握的机械设备或作业场所的噪声确定噪声源和声级。

振动危害的识别则应先找出产生振动的设备，然后根据国家标准参照类比资料确定振动的强度及范围。

3.5.2.3 温度与湿度危险、有害因素的识别(P54-55)

1、了解生产过程的热源、发热量、表面绝热层的有无，表面温度，与操作者的接触距离等情况；

2、了解是否采取了防暑、防冻措施，是否采用了空调措施；

3、以解是否采取了通风（包括全面通风和局部通风）换气措施，是否有作业温度、湿度的自动调节、控制措施。

3.5.2.4 辐射危险、有害因素的识别(P55)

辐射主要分为电离辐射（如 α 粒子、 β 粒子、 γ 粒子和中子、 χ 粒子）和非电离辐射（如紫外线、射频电磁波、微波等）两类。

电离辐射伤害则由 α 、 β 、 γ 、 χ 粒子和中子极高剂量的放射性作用所造成。

射频辐射危险、有害因素主要表现为射频致热效应和非致热效应两个方面。

3.5.3 与手工操作有关的危险、有害因素的识别(P55)

1、远离身体躯干拿取或操纵重物；

2、超负荷的推、拉重物；

3、不良的身体运动或工作姿势，尤其是躯干扭转、弯曲、伸展取东西；

4、超负荷的负重运动，尤其是举起或搬下重物的距离过长，搬运重物的距离过长；

5、负荷有突然运动的风险；

6、手工操作的时间及频率不合理；

7、没有足够的休息及恢复体力的时间；

8、工作的节奏及速度安排不合理。

3.5.4 运输过程危险、有害因素的识别(P55-59)

1、爆炸品贮运危险因素的识别

(1) 爆炸品的危险特性：敏感爆炸性；遇热危险性；机械作用危险性；静电火花危险；火灾危险、毒害性。

(2) 爆炸品贮运危险因素的识别

①从单个仓库中最大允许贮存量的要求进行识别；

②从分类存放的要求方面去识别；

③从装卸作业是否具备安全要求去识别；

④从铁路运输的安全要求是否具备进行识别；

⑤从公路运输的安全要求是否具备进行识别；

⑥从水上运输的安全要求是否具备进行识别；

⑦从爆炸品贮运作业人员是否具备资质、知识进行识别。

2、易燃液体贮运危险因素的识别

(1) 易燃液体的分类

①根据易燃液体的贮运特点和《建筑设计防火规范》(GBJ16-1987) (2001 年修订版)，将易燃液体的

火灾危险性分为甲（闪点<28℃）、乙（28℃≤闪点<60℃）、丙（闪点≥60℃）三类。

②根据易燃液体闪点高低，依据 GB6944-1986（危险货物分类和品名编号），将易燃液体按闪点分为以下三类：

第1类：低闪点液体，闪点<-18℃；

第2类：中闪点液体，-18℃≤闪点<23℃；

第3类：高闪点液体，闪点≥23℃。

（2）易燃液体的危险特性：易燃性、易产生静电、流动扩散性。

（3）易燃液体贮运危险因素的识别

①整装易燃液体的贮存危险识别

a. 从易燃液体的贮存状况、技术条件方面去识别其危险性；

b. 从易燃液体贮罐区、堆垛的防火要求方面去识别其危险性。

②散装易燃液体的贮存危险识别

宜从防泄漏、防流散、防静电、防雷击、防腐蚀、装卸操作、管理等方面识别其危险性。

③整装易燃液体运输危险识别

主要识别以下4类危险：a、装卸作业中的危险；b、公路运输中的危险；c、铁路运输中的危险；d、水路运输中的危险。

④散装易燃液体的贮存危险识别

a、公路运输的危险识别；b、铁路运输的危险识别；c 水路运输的危险识别；d、管道输送的危险识别。

3、易燃物品贮运危险的识别

（1）易燃物品的分类

①易燃固体：按燃点高低分为易燃固体和可燃固体；

②自燃物品：按氧化反应速度和危险性大小分成一级自燃物品和二级自燃物品；

③遇湿易燃物品：按其遇水受潮后发生化学反应的激烈程度、生产可燃气体和放出热量的多少，分成一级遇湿易燃物品和二级遇湿易燃物品。

（2）易燃物品的危险特性

①易燃固体的危险特性为：燃点低，与氧化剂作用易燃易爆，与强酸作用易燃易爆，受磨擦撞击易燃，本身或其燃烧产物有毒，阴燃性。

②自燃物品不需外界火源，自行放热方式有氧化热、分解热、水解热、聚合热、发酵热等。

③遇湿易燃物品的危险特性为：

a、活泼金属及合金类、金属氢化物类、硼氢化物类、金属粉末类；

b、金属碳化物类、有机金属化合物类；

c、金属磷化物；

d、金属硫化物；

e、生石灰、无水氯化铝、过氧化钠、苛性钠、发烟硫酸、氯磺酸、三氯化磷。

4、毒害品贮运危险的识别

（1）毒害品的分类：①无机剧毒、有毒物品；②有机剧毒、有毒物品

（2）毒害品的危险特性：

①氧化性；②遇水、遇酸分解性；③遇高温、明火、撞击会发生燃烧爆炸；④闪点低、易燃；⑤遇氧化剂发生燃烧爆炸。

（3）毒害品的贮存危险识别

①贮存技术条件方面的危险因素识别

②贮存毒害品库房的危险因素识别

（4）毒害品运输危险识别

3.5.5 建筑和拆除过程危险、有害因素的识别(P59-60)

1、建筑过程的危险、有害因素识别

（1）高处坠落；（2）物体打击和挤压伤害；（3）电击伤害；（4）机械伤害；（5）火灾或爆炸；（6）交通事故；（7）职业病或其他疾病。

2、拆除过程的危险、有害因素识别

拆除过程的危险、有害因素是指建筑物、构筑物过早倒塌以及从工作地点和进入通道上坠落。产生此类危险、有害因素的根本原因是拆除工作不按计划 and 程序进行所致。

3.5.6 生产过程危险、有害因素的识别(P60-65)

应从以下几方面进行分析：厂址、总平面布置、厂内运输、建构筑物、生产工艺、物流、主要生产装置、作业环境等。

3.5.7 重大危险源辨识(P65-69)

《重大危险源辨识标准》（GB 18218-2000）中，将重大危险源分为七大类：易燃、易爆、有害物质的贮罐区（贮罐），易燃、易爆、有毒物质的库区（库），具有火灾、爆炸、中毒危险的生产场所，企业危险建(构)筑物，压力管道，锅炉，压力容器，如图 3-1 所示。



图 3-1 重大危险源分类

3.6 评价单元的划分

3.6.1 评价单元(P69)

评价单元就是在危险、有害因素识别与分析的基础上，根据评价目标和评价方法的需要，将系统分成有限的、确定范围的评价单元。

一个作为评价对象的建设项目、装置(系统)，一般是由相对独立、相互联系的若干部分(子系统、单元)组成。各部分的功能、含有的物质、存在的危险和有害因素、危险性和危害性以及安全指标均不尽相同。以整个系统作为评价对象实施评价时，一般按一定原则将评价对象分成若干个评价单元分别进行评价，再综合为整个系统的评价。将系统划分为不同类型的评价单元进行评价，不仅可以简化评价工作、减少评价

工作量、避免遗漏，而且由于能够得出各评价单元危险性(危害性)的比较概念，避免了以最危险单元的危险性(危害性)来表征整个系统的危险性(危害性)，夸大整个系统的危险性(危害性)的可能，从而提高了评价的准确性，降低了采取对策措施所需的安全投入。

美国道化学公司在火灾爆炸危险指数法评价中称“多数工厂是由多个单元组成，在计算该类工厂的火灾爆炸指数时，只选择那些对工艺有影响的单元进行评价，这些单元可称为评价单元”，其评价单元的定义与我们的定义实质上是一致的。

3.6.2 评价单元划分的原则和方法(P70-71)

划分评价单元是为评价目标和评价方法服务的。为便于评价工作的进行，有利于提高评价工作的准确性，评价单元一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布有机结合进行划分，还可以按评价的需要将一个评价单元再划分为若干子评价单元或更细致的单元。由于至今尚无一个明确通用的“规则”来规范单元的划分方法，因此，不同的评价人员对同一个评价对象所划分的评价单元有所不同。由于评价目标不同，各评价方法均有自身特点，只要达到评价的目的，评价单元划分并不要求绝对一致。

评价单元划分应遵循的原则和方法如下。

1、以危险、有害因素的类别为主划分评价单元

(1)对工艺方案、总体布置及自然条件、社会环境对系统影响等方面的分析和评价，可将整个系统作为一个评价单元。

(2)将具有共性危险、有害因素的场所和装置划为一个单元。

①按危险、有害因素的类别各划分一个单元，再按工艺、物料、作业特点(即其潜在危险、有害因素的不同)划分成子单元分别评价。例如，炼油厂可将火灾爆炸作为一个评价单元，按馏分、催化重整、催化裂化、加氢裂化等工艺装置和贮罐区划分成子评价单元，再按工艺条件、物料的种类(性质)和数量细分为若干评价单元。又如，将存在起重伤害、车辆伤害、高处坠落等危险因素的码头装卸作业区作为一个评价单元；有毒危险品、散粮、矿沙等装卸作业区的毒物、粉尘危害部分则列入毒物、粉尘有害作业评价单元；燃油装卸作业区作为一个火灾爆炸评价单元，其车辆伤害部分则在通用码头装卸作业区评价单元中评价。

②进行安全评价时，可按有害因素(有害作业)的类别划分评价单元。例如，将噪声、辐射、粉尘、毒物、高温、低温、体力劳动强度危害的场所各划分一个评价单元。

2、以装置和物质的特征划分评价单元

下列评价单元划分原则并不是孤立的，是有内在联系的，划分评价单元时应综合考虑各方面因素。

应用火灾爆炸危险指数法、单元危险性快速排序法等评价方法进行火灾爆炸危险性评价时，除按下列原则外，还应依据评价方法的有关具体规定划分评价单元。

(1)按装置工艺功能划分。例如，按原料贮存区域，反应区域，产品蒸馏区域，吸收或洗涤区域；中间产品贮存区域；产品贮存区域，运输装卸区域，催化剂处理区域；副产品处理区域；废液处理区域；通入装置区的主要配管桥区；其他(过滤、干燥、固体处理、气体压缩等)区域。

(2)按布置的相对独立性划分。

①以安全距离、防火墙、防火堤、隔离带等与(其他)装置隔开的区域或装置部分可作为一个评价单元。

②贮存区域内通常以一个或共同防火堤(防火墙、防火建筑物)内的贮罐、贮存空间作为一个评价单元。

(3)按工艺条件划分评价单元。

按操作温度、压力范围的不同，划分为不同的评价单元；按开车、加料、卸料、正常运转、添加剂、检修等不同作业条件划分评价单元。

(4)按贮存、处理危险物质的潜在化学能、毒性和危险物质的数量划分评价单元。

①一个贮存区域内(如危险品库)贮存不同危险物质，为了能够正确识别其相对危险性，可作不同单元处理。

②为避免夸大评价单元的危险性，评价单元的可燃、易燃、易爆等危险物质应有最低限量。例如，道化学公司火灾、爆炸危险指数评价法(第七版)要求，评价单元内可燃、易燃、易爆等危险物质的最低限量为 2 270 kg(5 000 磅)或 2.27 m³(600 加仑)，小规模实验工厂上述物质的最低限量为 454 kg(1 000 磅)或 0.454 m³(120 加仑)。

(5)根据以往事故资料，将发生事故能导致停产、波及范围大、造成巨大损失和伤害的关键设备作为一个评价单元，将危险、有害因素大且资金密度大的区域作为一个评价单元，将危险、有害因素特别大的区

域、装置作为一个评价单元，将具有类似危险性潜能的单元合并为一个大评价单元。

3)依据评价方法的有关具体规定划分。

如 ICI 公司蒙德火灾、爆炸、毒性指标法需结合物质系数以及操作过程、环境或装置采取措施前后的火灾、爆炸、毒性和整体危险性指数等划分评价单元；故障假设分析方法则按问题分门别类，例如按照电气安全、消防、人员安全等问题分类划分评价单元；再如模糊综合评价法需要从不同角度(或不同层面)划分评价单元，再根据每个单元中多个制约因素对事物作综合评价，建立各评价集。

3.6.3 划分评价单元应注意的问题（P71）

1、在进行危险、有害因素识别、安全评价工作之前，应设计一套合适的工作表格，按照一定的方法来划分企业的作业活动，保证危险、有害因素识别工作的全面性。

2、在划分作业活动单元时，一般不会单一采用某一种方法，往往是多种方法同时采用。但是应注意，在同一划分层次上，一般不使用第二种划分方法。因为如果这样做，很难保证危险、有害因素识别的全面性。

第四章 安全评价方法

4.1 安全评价方法概述

安全评价方法是进行定性、定量评价的工具。

4.1.1 安全评价方法分类

1、按评价结果的量化程度分类

可分为定性安全评价方法和定量安全评价方法。

(1) 定性安全评价方法。主要是根据经验和直观判断能力,对生产系统的工艺、设备、设施、环境、人员和管理等方面的状况进行定性分析,安全评价的结果是一些定性的指标。

定性安全评价方法包括:安全检查表法、专家现场询问观察法、因素图分析法、事故引发和发展分析、作业条件危险性评价法、故障类型和影响分析、危险可操作性研究等。

定性法特点:优点是容易理解,便于掌握,评价过程简单。缺点是往往依靠经验,带有一定的局限性,安全评价结果有时因参加人员的经验和经历等的不同有相当的差异,由于该方法不能给出量化的危险度,所以不同类型的评价对象之间安全评价结果缺乏可比性。

(2) 定量安全评价方法。是运用基于大量的实验结果和广泛的事故统计资料分析获得的指标或规律(数学模型),对生产系统的工艺、设备、设施、环境、人员和管理等方面的状况进行定量的计算,安全评价的结果是一些定量的指标。

按照安全评价给出的定量结果的类别不同,定量安全评价方法还可以分为概率风险评价法、伤害(或破坏)范围评价法和危险指数评价法。

①概率风险评价法。是根据事故的基本因素的发生概率,应用数理统计中的概率分析方法,求取事故基本致因因素的关联度(或重要度)或整个评价系统的事故发生概率的安全评价方法。如故障类型及影响分析、故障树分析、逻辑树分析、概率理论分析、马尔可夫模型分析、模糊矩阵法、统计图表分析法等。

该方法评价结果的可信程度较高,便于各系统进行风险程度高低的比较。该类方法不适应基本致因因素不确定或基本致因因素事故概率不能给出的系统。

②伤害(或破坏)范围评价法。是根据事故的数学模型,应用计算数学方法,求取事故对人员的伤害范围或对物体的破坏范围的安全评价方法。如液体泄漏模型、气体泄漏模型、气体绝热扩散模型、毒物泄漏扩散模型等等。

该方法评价结果直观、可靠。但该类方法计算量比较大。该类方法适用于系统的事故模型和初值与边值比较确定的评价系统。

③危险指数评价法。是应用系统的事故危险指数模型,根据系统及其物质、设备(设施)和工艺的基本性质和状态,采用推算的办法,逐步给出事故的可能损失、引起事故发生或使事故扩大的设备、事故的危险性,以及采取安全措施的有效性的安全评价方法。如道化学公司火灾爆炸危险指数评价法、蒙德火灾爆炸指数评价法、易燃易爆有毒重大危险源评价法。

优点:该评价方法的评价指数值同时含有事故发生的可能性和事故后果两方面的因素,避免了事故概率和事故后果难以确定的缺点。

缺点:采用的安全评价模型对系统安全保障设施(或设备、工艺)的功能重视不够,特别是忽略了系统中的危险物质和安全保障设施(或设备、工艺)间的相互作用关系,该方法的灵活性和敏感性较差。

2、其他安全评价分类方法

按照安全评价的逻辑过程分为:归纳推理评价法(从事故原因推论结果)和演绎推理评价法(从结果推论原因);

按照安全评价有达到的目的分为:事故致因因素安全评价法、危险性分级安全评价法和事故后果安全评价法;

按照评价对象的不同分为:设备(设施或工艺)故障率评价法、人员失误率评价法、物质系数评价法和系统危险性评价法等。

4.1.2 安全评价方法选择

1、安全评价方法的选择原则:

(1) 充分性原则;(2) 适应性原则;(3) 系统性原则;(4) 针对性原则;(5) 合理性原则。

2、安全评价方法的选择过程

对不同的评价系统，应选择不同的安全评价方法。一般可按图 4-1 所示的步骤选择安全评价方法。

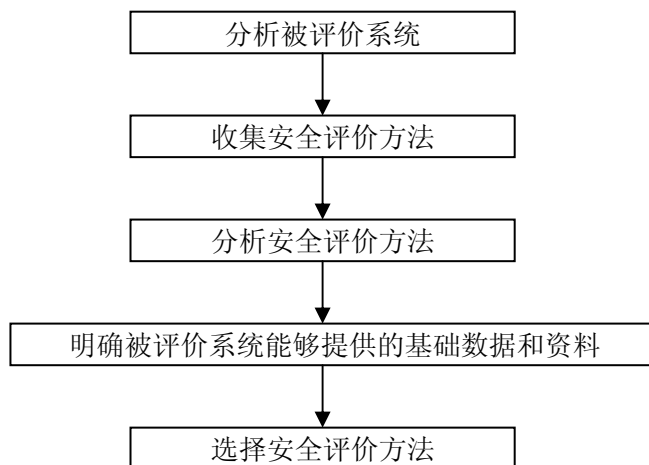


图 4-1 安全评价方法选择过程

3、选择安全评价方法应注意的问题

- (1) 充分考虑被评价系统的特点；
- (2) 评价的具体目标和要求的最终结果；
- (3) 评价资料的占有情况；
- (4) 安全评价人员的知识、经验和习惯。

4.2 常用的安全评价方法

4.2.1 安全检查(Safety Review, SR)

安全检查可以说是第一个安全评价方法，它有时也称为工艺安全审查或“设计审查”及“损失预防审查”。它可以用于建设项目的任何阶段。对现有装置(在役装置)进行评价时，传统的安全检查主要包括巡视检查、正规日常检查或安全检查。

安全检查的目的是辨识可能导致事故、引起伤害、重要财产损失或对公共环境产生重大影响的装置条件或操作规程。一般安全检查人员主要包括与装置有关的人员，即操作人员、维修人员、工程师、管理人员、安全员等等，具体视工厂的组织情况而定。

安全检查目的是为了整个装置的安全操作度，而不是干扰正常操作或对发现的问题采取处罚。完成了安全检查后，评价人员对亟待改进的地方应提出具体的措施、建议。

4.2.2 安全检查表分析(Safety Checklist Analysis, SCA)

为了查找工程、系统中各种设备设施、物料、工件、操作、管理和组织措施中的危险、有害因素，事先把检查对象加以分解，将大系统分割成若干小的子系统，以提问或打分的形式，将检查项目列表逐项检查，避免遗漏，这种表称为安全检查表。

4.2.3 危险指数方法(Risk Rank, RR)

危险指数方法是一种评价方法。通过评价人员对几种工艺现状及运行的固有属性(以作业现场危险度、事故概率和事故严重度为基础，对不同作业现场的危险性进行鉴别)进行比较计算，确定工艺危险特性重要性大小，并根据评价结果，确定进一步评价的对象。

危险指数评价可以运用在工程项目的各个阶段(可行性研究、设计、运行等)，或在详细的设计方案完成之前，或在现有装置危险分析计划制定之前。当然，它也可用于在役装置，作为确定工艺及操作危险性的依据。

目前，已有多种危险指数评价方法得到广泛的应用。此类方法使用起来可繁可简，形式多样，既可定性，又可定量。例如，评价者可依据作业现场危险度、事故概率、事故严重度的定性评估，对现场进行简单分级；或者，较为复杂的，通过对工艺特性赋予一定的数值组成数值图表，用此表计算数值化的分级因子。常用的评价方法有：①危险度评价；②道化学火灾、爆炸危险指数法；③蒙德法；④化工厂危险等级指数法；⑤其他危险等级评价法。

4.2.4 预先危险性分析方法(Preliminary Hazard Analysis, PHA)

预先危险性分析方法是在某项工作开始之前,为实现系统安全而对系统进行的初步或初始的分析,包括设计、施工和生产前,首先对系统中存在的危险性类别、出现条件,导致事故的后果进行分析,其目的是识别系统中的潜在危险,确定其危险等级,防止危险发展成事故。

预先危险性分析可以达到以下目的:①大体识别与系统有关的主要危险;②鉴别产生危险的原因;③预测事故发生对人员和系统的影响;④判别危险等级,并提出消除或控制危险性的对策措施。

预先危险性分析方法通常用于对潜在危险了解较少和无法凭经验觉察的工艺项目的初期阶段,通常用于初步设计或工艺装置的研究和开发阶段。当分析一个庞大的现有装置或无法使用更为系统的方法时,常优先考虑 PHA 法。

4.2.5 故障假设分析方法(What...If, WI)

故障假设分析方法是一种对系统工艺过程或操作过程的创造性分析方法。使用该方法的人员应熟悉工艺,通过提问(故障假设)的方式来发现可能的潜在的事故隐患(实际上是假想系统中一旦发生严重的事故,找出造成事故的所有潜在因素以及发生事故的可能性)。

与其他方法不同的是,该方法要求评价人员了解有关的基本概念,并将其用于具体的问题中。有关故障假设分析方法及应用的资料甚少,但是它在工程项目的各个阶段都可采用。

故障假设分析方法一般要求评价人员用“**What...if**”作为开头,对有关问题进行考虑。任何与工艺安全有关的问题,即使它与之不太相关,也可提出加以讨论。例如:

- 提供的原料不对,如何处理?
- 如果在开车时泵停止运转,怎么办?
- 如果操作工打开阀 B 而不是阀 A,怎么办?

通常,评价人员要将所有的问题都记录下来,然后将问题分门别类。例如按照电气安全、消防、人员安全等问题分类,分头进行讨论。对正在运行的现役装置,则与操作人员进行交谈,所提出的问题要考虑到任何与装置有关的不正常的生产条件,而不仅仅是设备故障或工艺参数的变化。

4.2.6 故障假设分析 / 检查表分析方法(What...If / Checklist Analysis, WI / CA)

故障假设分析 / 检查表分析方法是由具有创造性的假设分析方法与安全检查表分析方法组合而成的,它弥补了它们各自单独使用时的不足。

例如,安全检查表分析方法是一种以经验为主的方法,用它进行安全评价时,成功与否取决于检查表编制人员的经验和水平。如果检查表不完整,评价人员就很难对危险状况作有效的分析。故障假设分析方法鼓励评价人员思考潜在的事故和后果,它弥补了检查表编制时可能存在的经验不足;检查表又把故障假设分析方法更加系统化。

故障假设分析 / 检查表分析方法可用于工艺项目的任何阶段。

与其他大多数的评价方法相类似,这种方法同样需要有丰富工艺经验的人员完成,常用于分析工艺中存在的最普遍的危险。虽然它也能够用来评价所有层次的事故隐患,但故障假设分析 / 检查表分析一般主要对过程危险作初步分析,然后再用其他方法进行更详细的评价。

4.2.7 危险和可操作性研究(Hazard and Operability Study, HAZOP)

危险和可操作性研究是一种定性的安全评价方法。其基本过程是以关键词为引导,找出过程中工艺状态的变化(即偏差),然后分析偏差产生的原因、后果及可采取的对策。

危险和可操作性研究是基于这样一种原理,即背景各异的专家们如若在一起工作,就能够在创造性、系统性和风格上互相影响和启发,能够发现和鉴别更多的问题,要比他们独立工作并分别提供工作结果更为有效。虽然危险和可操作性研究起初是专门为评价新设计和新工艺而开发的,但这种方法同样可以用于整个工程、系统生命周期的各个阶段。

危险和可操作性研究的本质,就是由各种专业人员按照规定的方法,通过系列会议对工艺流程图 and 操作规程进行分析,对偏离设计的工艺条件进行过程危险和可操作性研究。危险和可操作性研究方法与其他安全评价方法明显的不同之处在于:其他方法可由某人单独去做,而危险和可操作性研究则必须由一个多方面的、专业的、熟练的人员组成的小组来完成。

4.2.8 故障类型和影响分析(Failure Mode Effects Analysis, FMEA)

故障类型和影响分析(FMEA)是安全系统工程的一种方法。根据系统可以划分为子系统、设备和元件的特点,按实际需要将系统进行分割,然后分析各自可能发生的故障类型及其产生的影响,以便采取相应

的对策，提高系统的安全可靠性。

①故障。元件、子系统、系统在运行时，达不到设计规定的要求，因而完不成规定的任务或完成的不好。

②故障类型。系统、子系统或元件发生的每一种故障的形式称为故障类型。例如，一个阀门的故障可以有 4 种故障类型，即内漏、外漏、打不开、关不严。

③故障等级。根据故障类型对系统或子系统影响的程度不同而划分的等级称为故障等级。

列出设备的所有故障类型对一个系统或装置的影响因素，这些故障模式对设备故障进行描述(开启、关闭、泄漏等)，故障类型的影响由其对设备故障有系统影响确定。FMEA 分析可直接导出事故或对事故有重要影响的单一故障模式。在 FMEA 中，不直接确定人的影响因素，但像人的误操作影响，通常以某一设备故障模式表示出来。一个 FMEA 不能有效地分析引起事故的详尽的设备故障组合。

4.2.9 故障树分析(Fault Tree Analysis, FTA)

故障树(Fault Tree)是一种描述事故因果关系的有方向的“树”，是安全系统工程中重要的分析方法之一。它能对各种系统的危险性进行识别评价，既适用于定性分析，又能进行定量分析。它具有简明、形象化的特点，体现了以系统工程方法研究安全问题的系统性、准确性和预测性。YFA 作为安全分析、评价和事故预测的一种先进的科学方法，已得到国内外的公认和广泛采用。

FTA 不仅能分析出事故的直接原因，而且能深入提示事故的潜在原因。因此在工程或设备的设计阶段、在事故查询或编制新的操作方法时，都可以使用 FTA 对它们的安全性作出评价。

4.2.10 事件树分析(Event Tree Analysis, ETA)

事件树分析是用来分析普通设备故障或过程波动(称为初始事件)导致事故发生的可能性。

事故是典型设备故障或工艺异常(称为初始事件)引发的结果。与故障树分析不同，事件树分析是使用归纳法(而不是演绎法)。事件树可提供记录事故后果的系统性的方法，并能确定导致事件后果事件与初始事件的关系。

事件树分析适合用来分析那些产生不同后果的初始事件。事件树强调的是事故可能发生的初始原因以及初始事件对事件后果的影响，事件树的每一个分支都表示一个独立的事故序列。对一个初始事件而言，每一独立事故序列都清楚地界定了安全功能之间的功能关系。

4.2.11 人员可靠性分析(Human Reliability Analysis, HRA)

人员可靠性行为是人机系统成功的必要条件，人的行为受很多因素影响。这些“行为成因要素”(PSFs)可以是人的内在属性，如紧张、情绪、教养和经验；也可以是人的外在因素，如工作间、环境、监督者的举动、工艺规程和硬件界面等。影响人员行为的 PSFs 数不胜数。尽管有些 PSFs 是不能控制的，但许多却是可以控制的，可以对一个过程或一项操作的成功或失败产生明显的影响。

例如，评价人员可以把人为失误考虑进故障树之中去，一项“如果……怎么办”/检查表分析可以考虑这种情况——在异常状况下，操作人员可能将本应关闭的阀门打开了。典型的危险和可操作性研究(HAZOP)通常也把操作人员失误作为工艺失常(偏差)的原因考虑进去。尽管这些安全评价技术可以用来寻找常见的人为失误，但它们还是主要集中于寻找引发事故的硬件方面。当工艺过程中手工操作很多时，或者当人-机界面很复杂，难以用标准的安全评价技术评价人为失误时，就需要特定的方法去评估这些人为因素。

人为因素研究是研究机器设计、操作、作业环境，以及它们与人的能力、局限和需求如何协调一致的学科。有许多不同的方法可供人为因素专家用来评估工作情况。一种常用的方法叫做“作业安全分析”(JSA)，但该方法的重点是评价作业人员重的个人安全。JSA 是一个良好的开端，但就工艺安全分析而言，人员可靠性分析方法更为有用。人员可靠性分析技术可用来识别和改进 PSFs，从而减少人为失误的机会。这种技术分析的是系统、工艺过程和操作人员的特性，识别失误的源头。

不与整个系统分析相结合而单独使用 HRA 技术的话，似乎是太突出人的行为而忽视了设备特性的影响。所以，在大多数情况下，建议将 HRA 方法与其他安全评价方法结合使用。一般来说，HRA 技术应该在其他评价技术(如 HAZOP, FMEA, FTA)之后使用，识别出具体、有严重后果的人为失误。

4.2.12 作业条件危险性评价法(Job Risk Analysis, LEC)

美国的 K·J·格雷厄姆(Keneth. J. Graham)和 G·F·金尼(Gilbert. F. Kinney)研究了人们在具有潜在危险环境中作业的危险性，提出了以所评价的环境与某些作为参考环境的对比为基础，将作业条件的危险性作为因变量(D)，事故或危险事件发生的可能性(L)、暴露于危险环境的频率(E)及危险严重程度(C)作为

自变量，确定了它们之间的函数式。根据实际经验他们给出了 3 个自变量的各种不同情况的分数值，采取对所评价的对象根据情况进行“打分”的办法，然后根据公式计算出其危险性分数值，再按危险性分数值划分的危险程度等级表，查出其危险程度的一种评价方法。这是一种简单易行的评价作业条件危险性的方法。

4.2.13 定量风险评价法(Quantity Risk Analysis, QRA)

在识别危险分析方面，定性和半定量的评估是非常有价值的，但是这些方法仅是定性的，不能提供足够的量化，特别是不能对复杂的并存在危险的工业流程等提供决策的依据和足够的信息。在这种情况下，必须能够提供完全的定量的计算和评价。定量风险评价可以将风险的大小完全量化，风险可以表征为事故发生的概率和事故的后果的乘积。QRA 对这两方面均进行评价，并提供足够的信息，为业主、投资者、政府管理者提供有利的量化的决策依据。

4.3 选择安全评价方法的准则

选择安全评价方法的准则如图 4—2 所示。

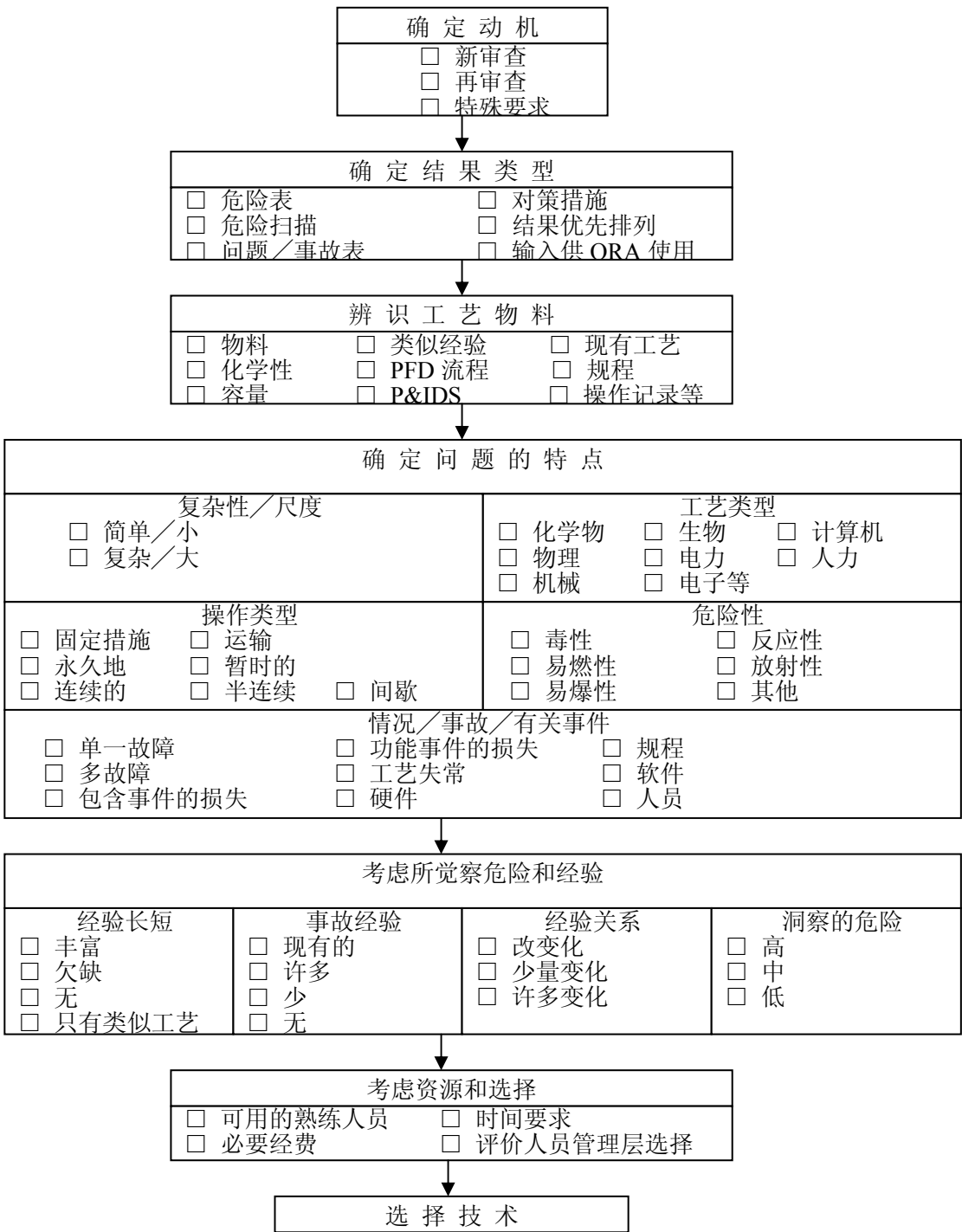


图 4-2 选择安全评价方法准则示意图

第五章 安全对策措施

5.1 安全对策措施的基本要求和遵循的原则

5.1.1 安全对策措施的基本要求

- 1、能消除或减弱生产过程中产生的危险、危害；
- 2、处置危险和有害物，并降低到国家规定的限值内；
- 3、预防生产装置失灵和操作失误产生的危险、危害；
- 4、能有效地预防重大事故的職業危害的发生；
- 5、发生意外事故时，能为遇险人员提供自救和互救条件。

5.1.2 制定安全对策措施应遵循的原则

在制定安全对策措施时，应遵守如下原则。

1、安全技术措施等级顺序

(1) 直接安全技术措施；(2) 间接安全技术措施；(3) 指示性安全技术措施；(4) 若间接、指示性安全技术措施仍然不能避免事故、危害发生，则应采用安全操作规程、安全教育、安全培训和个体防护用品等措施来预防、减弱系统的危险、危害程度。

2、根据安全技术措施等级顺序的要求应遵循的具体原则

- (1) 消除；(2) 预防；(3) 减弱；(4) 隔离；(5) 连锁；(6) 警告。
- 3、安全对策措施应具有针对性、可操作性和经济合理性。
- 4、对策措施应符合国家有关法规、标准及设计规范的规定。

5.1.3 安全对策措施的内容

- 1、厂址及厂区平面布局的对策措施；
- 2、防火、防爆对策措施；
- 3、电气安全对策措施；
- 4、机械伤害对策措施；
- 5、其他安全对策措施（包括高处坠落、物体打击、安全色、安全标志、特种设备等方面）；
- 6、有害因素对策措施（包括尘、毒、窒息、噪声和振动有害因素的控制对策措施）；
- 7、安全管理对策措施。

5.2 安全技术对策措施

5.2.1 厂址及厂区平面布局的对策措施

5.2.1.1 项目选址

选址时，除考虑建设项目经济性和技术合理性并满足工业布局 and 城市规划要求外，在安全方面应重点考虑地质、地形、水文、气象等自然条件对企业安全生产的影响和企业与周边区域的相互影响。

- 1、自然条件的影响；
- 2、与周边区域的相互影响。

5.2.1.2 厂区平面布置

在满足生产工艺、操作要求、使用功能需要和消防、环保要求的同时，主要从风向、安全（防火）距离、交通运输和各类作业、物料的危险、危害性出发，在平面布置方面采取对策措施。

1、功能分区；2、厂内运输和装卸；3、危险设施/处理有害物质设施的布置；4、强噪声源、振动源的布置；5、建筑物自然通风及采光；6、其他要求。

5.2.2 防火、防爆的对策措施

5.2.2.1 防火、防爆对策措施的原则

1、防止可燃可爆系统的形成

防止可燃物质、助燃物质（空气、强氧化剂）、引火源（明火、撞击、炽热物体、化学反应热等）同时存在；防止可燃物质、助燃物质混合形成的爆炸性混合物（在爆炸范围内）与引火源同时存在。

(1) 取代或控制用量；(2) 加强密闭；(3) 通风排气；(4) 惰性化。

2、消除、控制引火源

引起火灾爆炸事故的引火源主要有：明火、高温表面、摩擦和撞击、绝热压缩、化学反应热、电气火

花、静电火花、雷击和光热射线等。

对以下火源要采取严格的控制措施：

(1) 明火和高温表面；(2) 摩擦和撞击；(3) 电气火花。

3、有效监控，及时处理

5.2.2.2 工艺防火、防爆

1、工艺过程的防火防爆；

2、物料的防火防爆；

3、工艺流程的防火防爆；

4、工艺布置的防火防爆。

5.2.2.3 自动控制

5.2.2.4 设备防火防爆

5.2.2.5 工艺管线的防火防爆

5.2.2.6 其他安全防护

1、通风；2、惰性气体保护；3、保险装置；4、安全监测。

5.2.2.7 建（构）筑物防火、防爆措施

1、生产及储存的火灾危险性分类

根据《建筑设计防火规范》(GBJ 16-1987) (2001 年修订版)规定，生产的或储存的火灾危险性分为甲、乙、丙、丁、戊 5 类。

根据火灾危险性的不同，可从防火间距、建筑耐火等级、容许层数、安全疏散、消防灭火设施等方面提出防止和限制火灾爆炸的要求和措施。

2、建筑物的耐火等级（分为 4 个等级）

3、厂房的耐火等级、层数和占地面积

4、厂房建筑的防爆设计

(1) 合理布置有爆炸危险的厂房；(2) 采用耐火、耐爆结构；(3) 设置必要的泄压面积；(4) 设置防爆墙、防爆门、防爆窗；(5) 不发火地面；(6) 露天生产场所内建筑物的防爆；(7) 排水管网的防爆；(8) 防火间距；(9) 安全疏散设施及安全疏散距离。

5.2.2.8 消防设施

1、消防用水

消防用水量为同一时间内火灾次数与一次用水量的乘积。

2、消防给水设施

(1) 消防水池或天然水源可作为消防水源；

(2) 消防给水管道，是保证消防用水的给水管道；

(3) 消防给水管网应采用环状布置，其输水干管不应少于两条；

(4) 室外消火栓应沿道路布置，便于消防车吸水，设置数量由消火栓的保护半径和室外消防用水量确定；

(5) 设有消防给水的建筑物，各层均应设室内消火栓，甲、乙类厂房室内消火栓的距离，不应大于 50m；消火栓宜设置在明显、易于取用的地点，栓口离地面高度为 1.2m。

3、露天装置区消防给水

(1) 消防供水竖管；(2) 冷却喷淋设备；(3) 消防水幕；(4) 带架水枪。

4、灭火器

灭火器类型的选择，应符合下列规定：

(1) 扑救 A 类火灾应选用水型、泡沫、磷酸铵盐干粉、卤代烷型灭火器。

(2) 扑救 B 类火灾应选用干粉、泡沫、卤代烷、二氧化碳型灭火器。

(3) 扑救 C 类火灾，应选用干粉、卤代烷、二氧化碳型灭火器。

(4) 扑救带电火灾，应选用卤代烷、二氧化碳、干粉型灭火器。

(5) 扑救 A、B、C 类火灾和带电火灾，应选用磷酸铵盐干粉、卤代烷型灭火器。

(6) 扑救 D 类火灾的灭火器材，应由设计单位和当地公安消防监督部门协商解决。

5、消防站

6、消防供电

5.2.2.9 其他防火、防爆对策措施（略）

5.2.3 电气安全

5.2.3.1 防触电

为防止人体直接、间接和跨步电压触电（电击、电伤），应采取以下措施：

- 1、接零、接地保护系统
- 2、漏电保护
- 3、绝缘
- 4、电气隔离
- 5、安全电压
- 6、屏护和安全距离
- 7、边锁保护
- 8、其他对策措施

5.2.3.2 电气防火、防爆对策

1、危险环境的划分

（1）气体、蒸汽爆炸危险环境；（2）粉尘、纤维爆炸危险环境；（3）火灾危险环境。

2、爆炸危险环境中电气设备的选用

选择电气设备前，应掌握所在爆炸危险环境的有关资料，包括环境等级和区域范围划分，以及所在环境内爆炸性混合物的级别、组别等有关资料。

应根据电气设备使用环境的等级、电气设备的种类和使用条件选择电气设备。

3、防爆电气线路

（1）气体、蒸汽爆炸危险环境的电气线路

①电气线路位置的选择；②线路敷设方式的选择；③隔离密封；④导线材料选择；⑤允许载流量；⑥电气线路的连接。

（2）粉尘、纤维爆炸危险环境的电气线路

（3）火灾危险环境的电气线路

4、电气防火防爆的基本措施

（1）消除或减少爆炸性混合物；（2）隔离和间距；（3）消除引火源；（4）爆炸危险环境的接地和接零（整体性接地、保护导线、保护方式）。

5.2.3.3 防静电对策措施

1、工艺控制

从工艺流程、材料选择、设备结构和操作管理等方面采取措施，减少、避免静电电荷的产生和积聚。

2、泄漏

生产设备和管道应避免采用静电非导体材料制造。

3、中和

采用各类感应式、高压电源式和放射源式等静电消除器（中和器）消除（中和）、减少静电非导体的静电。

4、屏蔽

5、综合措施

6、其他措施

5.2.3.4 防雷

1、直击雷防护

（1）主要措施：装设避雷针、避雷线、避雷网、避雷带等

（2）二次放电保护：为了防止二次放电，不论是空气中或地下，都必须保证接闪器、引下线、接地装置与邻近导体之间有足够的距离。

2、感应雷防护

（1）静电感应防护；（2）电磁感应防护；（3）雷电侵入波防护；（4）电子设备防雷。

5.2.3.5 其他

电气设备必须具有国家指定机构认可的安全认证标志。

5.2.4 机械伤害防护

5.2.4.1 设计与制造的本质安全措施

1、选用适当的设计结构消除或减弱危险

(1) 采用本质安全技术

- ①避免锐边、锐角和凸出部分；
- ②安全距离的原则；
- ③限制有关因素的物理量；
- ④使用本质安全工艺过程和动力。

(2) 限制机械应力

(3) 材料和物质的安全性

(4) 遵循安全人机工程学原则

(5) 设计控制系统的安全原则

- ①机构启动及变速的实现方式；
- ②重新启动的原则；
- ③ 零部件的可靠性；
- ④定向失效模式；
- ⑤关键部件的加倍（或冗余）；
- ⑥自动监控；
- ⑦可重编程控制系统中安全功能的保护；
- ⑧有关手动控制的原则；
- ⑨特定操作的控制模式。

(6) 防止气动和液压系统的危险

(7) 预防电的危险

尤其要注意防止电击、短路、过载和静电。

2、采用机械化和自动化技术

(1) 操作自动化；(2) 装卸搬运机械化；(3) 调整、维修的安全。

5.2.4.2 安全防护措施

1、安全防护装置的一般要求

- (1) 结构形式和布局合理，具有规定的保护功能，以确保人体不受到伤害；
- (2) 结构要坚固耐用，不易损坏，安装可靠，不易拆卸；
- (3) 装置表面应光滑、无尖棱利角，不应成为新的危险源；
- (4) 装置不容易被绕过或避开，不应出现漏保护区；
- (5) 满足安全距离的要求，使人体各部位（特别是手和脚）无法接触危险；
- (6) 不影响正常操作，不得与机械的任何可动零部件接触，对人的视线障碍最小；
- (7) 便于检查和修理。

2、安全防护装置的设置原则

- (1) 以操作人员所站立的平面为基准，凡高度在 2m 以内的各种运动零部件应设防护；
- (2) 以操作人员所站立的平面为基准，凡高度在 2m 以上，有物料传输装置、皮带传动装置以及在施工机械施工处的下方，应设置防护；
- (3) 凡在基准面 2m 以上的作业位置，应设置防护；
- (4) 为避免挤压伤害，直线运动部件之间或直线运动部件与静止部件之间的间距应符合安全距离的要求；
- (5) 运动部件有行程距离要求的，应设置可靠的限位装置；
- (6) 对可能因超负荷发生部件损坏而造成伤害的，应设置负荷限制装置；
- (7) 有惯性冲撞运动部件必须采取可靠的缓冲装置；
- (8) 运动中可能松脱的零部件必须采取有效措施加以紧固；
- (9) 每台机械都应设置紧急停机装置。

3、安全防护装置的选择

- (1) 机械正常运行期间操作者不需要进入的场合；
- (2) 机械正常运转时需要进入的场合；
- (3) 对非运行状态等其他作业期间需进入的场合。

5.2.4.3 符合人机工程学原则

1、操纵（控制）器的安全人机学要求

(1) 操纵器的表面特征；(2) 操纵力和行程；(3) 操纵器的布置；(4) 操纵器的功能；(5) 操纵方向与系统过程的协调；(6) 防止附加风险。

2、显示器的安全人机工程学要求

- (1) 显示信息的形式；(2) 显示器的布置；(3) 显示器的数量；(4) 危险信号和报警装置。

3、工作位置的安全性

(1) 工作空间；(2) 工作台面；(3) 座椅装置；(4) 良好的视野；(5) 高处作业位置；(6) 工作环境。

4、操作姿势的安全要求

- (1) 负载限度；(2) 工作节奏；(3) 作业姿势；(4) 提供必要的支撑；(5) 保持平衡。

5.2.4.4 安全信息的使用

使用信息由文字、标记、信号、符号或图表组成，以单独或联合使用的形式，向使用者传递信息，用以指导使用者安全、合理、正确地使用机器。

1、使用信息的一般要求

- (1) 明确机器的预定用途；
- (2) 规定和说明机器的合理使用方法；
- (3) 通知和警告遗留风险；
- (4) 使用信息应贯穿机械使用的全过程；
- (5) 使用信息不可用于弥补设计缺陷。

2、信息的使用根据

(1) 风险的大小和危险的性质；(2) 需要信息的时间；(3) 机器结构和操作的复杂程度；(4) 视觉颜色与信息内容。

3、使用信息的配置位置和形式

- (1) 要机身上；(2) 随机文件；(3) 其他方式。

5.2.5 锅炉压力容器及特种设备安全

5.2.5.1 锅炉安全对策措施

1、锅炉设计

2、锅炉的制造、安装、改造、维修

- (1) 锅炉及其安全附件、安全保护装置的制造、安装、改造单位，应当经国家质检总局许可。
- (2) 锅炉的维修单位，应当经过省级质量技术监督局许可，取得许可证后方可从事相应的活动。
- (3) 锅炉的安装、改造、维修的施工单位，应当在施工前将拟进行的锅炉的安装、改造、维修情况，以书面告知锅炉所在地的市级质量技术监督局。

(4) 锅炉的制造、安装、改造、重大维修过程，必须经国家质检总局核准的检验检测机构有资格的检验员，按照技术规范的要求进行监督检验，经监督检验合格后方可出厂或交付使用。

3、锅炉使用

(1) 锅炉使用单位应当严格执行《特种设备安全监察条例》和有关安全生产的法律、行政法规的规定，根据情况设置锅炉安全管理机构或者配备专职、兼职安全管理人员，制订安全操作规程和管理制度，以及事故应急措施和救援预案，并认真执行，确保锅炉安全使用。

- (2) 锅炉使用单位应当建立锅炉安全技术档案。

4、锅炉检验

- (1) 在用锅炉应当进行定期检验；
- (2) 定期检验由经过国家质检总局核准的检验检测机构有资格的检验员进行；
- (3) 只有经过定期检验合格的锅炉才允许继续投入使用。

5、安全阀

6、压力表

7、水位表

5.2.5.2 压力容器安全对策措施

1、压力容器设计

(1) 容器的设计必须符合安全、可靠的要求；

(2) 容器的设计应当具备《特种设备安全监察条例》规定的条件，并按照容器的设计范围，取得国家质检总局统一制订的容器类《特种设备设计许可证》。

(3) 容器中的气瓶、氧舱的设计文件，应当经过国家质检总局核准的检验检测机构鉴定合格，方可用于制造。

2、容器的制造、安装、改造、维修

原则上与锅炉的要求基本相同。

3、容器的使用

原则上与锅炉的使用要求基本相同。

4、容器检验

(1) 在用锅炉应当进行定期检验；

(2) 只有经过定期检验合格的锅炉才允许继续投入使用。

5、容器的主要安全附件要求

容器的安全附件主要有安全阀、爆破片装置、紧急切断装置、压力表、液面计、测温仪表、快开门式容器安全连锁装置等。其中对安全阀、压力表、液面计的安全要求与对锅炉安全阀、压力表、水位计的要求基本相同。

5.2.5.3 压力管道安全对策措施

5.2.5.4 起重机械安全对策措施

1、起重机械的制造、安装、维修、改造、使用单位的基本要求

(1) 生产、使用单位应当接受特种设备安全监督管理部门的安全监察；

(2) 起重机械及其安全保护装置的制造单位应当经过许可，方可从事相应的活动；

(3) 安装、改造、维修的施工单位在施工前将设备安装改造维修情况书面告知市特设部门；

(4) 必须经过资格的检验检测机构进行监督检验，未经检验或检验不合格不得出厂或交付使用。

2、起重机械使用的基本要求

(1) 定期检验并于有效期满前 1 个月申请，否则不得继续使用；

(2) 运行时不得利用极限位置限制器停车；

(3) 防止过卷；

(4) 吊装作业前，现场设置安全警戒标志并设专人监护，非施工人员禁止入内。吊运重物时不得从人头顶通过，吊物和吊臂下严禁站人；

(5) 吊运重物应走指定的通道，应距离地面 2 米以上或高出障碍物 0.5 米以上；

(6) 重物接近或达到起重量时，吊运前应检查制动器，并进行小高度、短行程试吊后，再平稳运行；

(7) 吊运液态金属、有害液体、易燃易爆物品时，应进行小高度、短行程试吊；

(8) 卷筒上的钢丝绳必须保留有设计规定的安全圈数（一般为 2-3 圈）；

(9) 在高压线附近作业时，各部位与输电线保持一定的安全距离；

(10) 不得在有载荷的情况下调整起升和变幅机构制动器；

(11) 主副钩不应同时开动；

(12) 起重机上所有电气设备的金属外壳必须可靠接地。司机室的地板应铺设橡胶或其他绝缘材料；

(13) 起重机上禁止存放易燃易爆物品，司机室内应备有灭火器；

(14) 风力达到一定级别时应停止露天作业；

(15) 吊装作业人员必须持有 2 种作业证。吊装质量大于 10t 的物体应办理《吊装安全作业证》；

(16) 吊装大重量、结构复杂或其他特殊物品时应编制吊装施工方案，并经批准后方可实施；

(17) 吊装作业人员必须佩戴安全帽，高处作业时应遵守高处作业的有关规定；

(18) 吊装作业前，应对起重吊装设备和各种索具、机具进行检查，不准带病使用；

(19) 吊装作业必须按《起重吊运指挥信号》规定的联络信号，统一指挥；

(20) 严禁利用管道、管架、电杆、机电设备等做吊装锚点。未经机动、建筑部门审查核算，不得将建筑物、构筑物作为锚点；

(21) 吊装前应进行安全检查。吊装前必须试吊，确认无误后方可作业；

(22) 任何人不得随同吊装重物或吊装机械升降；

(23) 在吊装作业中，有下列情况之一者不准吊装（即十不吊）：指挥信号不明；超负荷或物体重量不明；斜拉重物；光线不足，看不清重物；重物下站人，或重物越过人头；重物埋在地下；重物紧固不牢，绳打结、绳不齐；棱角物体没有衬垫措施；容器内介质过满；安全装置失灵。

5.2.6 其他安全对策措施

5.2.6.1 预防高处坠落、物体打击

可能发生高处坠落的工作场所，应设置便于操作、巡检和维修作业的扶梯、工作平台、防护栏杆、护栏、安全盖板等安全设施；梯子、平台和易滑倒操作通道的地面应有防滑措施；设置安全网、安全距离、安全信号和标志、安全屏护和佩戴个体防护用品（安全带、安全鞋、安全帽、防护眼镜等）。

特殊高处作业：强风、高温、低温、雨天、雪天、夜间、带电、悬空。必须提出针对性措施。

高处作业应遵守“十不登高”：患有禁忌症者；未经批准者；未戴好安全帽、未系安全带者；脚手板、跳板、梯子不符合安全要求；攀登脚手架、设备；穿易滑鞋、携带笨重物体；石棉、玻璃钢瓦上无垫脚板；高压线旁无可靠隔离安全措施；酒后；照明不足。

5.2.6.2 安全色、安全标志

1、安全标志的分类与功能

- (1) 禁止标志，表示不准或制止人们的某种行动；
- (2) 警告标志，使人们注意可能发生的危险；
- (3) 指令标志，表示必须遵守，用来强制或限制人们的行为；
- (4) 提示标志，示意目标或方向。

2、使用安全标志应遵守的原则

- (1) 醒目清晰；(2) 简单易辨；(3) 易懂易记。

3、标志应满足的要求

- (1) 含义明确无误；(2) 内容具体且有针对性；(3) 标志的设置位置；(4) 标志应清晰持久。

5.2.6.3 贮运安全

1、厂内运输安全对策措施

着重就铁路线路、道路与建筑物、设备、大门边缘、电力线、管道等的安全距离和安全标志、信号、人行通道、防护栏杆，以及车辆、道口、装卸方式等方面的安全设施提出对策措施。

2、危险化学品贮运安全对策措施

按照《危险化学品安全管理条例》及其他危化品国家标准执行。

5.2.6.4 焊割作业安全

1、存在易燃易爆物料的企业应当建立严格的动火制度

2、焊割作业要求

遵守《焊接与切割安全》（GB9448-1988）等有关国家标准和行业标准。

3、焊割作业应遵守的“十不焊”：

- (1) 无操作证又无有证焊工在现场指导；
- (2) 禁火区未经批准并办理动火手续；
- (3) 不了解作业现场及周围情况；
- (4) 不了解焊割物内部情况；
- (5) 盛装过易燃、易爆、有毒物质的容器、管道，未经彻底清洗置换；
- (6) 用可燃材料作保温层的部位及设备未采取可靠的安全措施；
- (7) 有压力或密封的容器、管道；
- (8) 附近堆有易燃、易爆物品，未彻底清理或采取有效安全措施；
- (9) 作业点与外单位相邻，在未弄清对外单位或区域有无影响或明知危险而未采取有效的安全措施；
- (10) 作业场所及附近有与明火相抵触的工作。

5.2.6.5 防腐蚀

1、大气腐蚀；2、全面腐蚀；3、电偶腐蚀；4、缝隙腐蚀；5、孔蚀；6、其他

5.2.6.6 采暖、通风、照明、采光

根据相应的设计规范或设计标准提出相应的措施。

5.2.7 有害因素控制

有害因素控制措施的原则是优先采用无危害或危害性较小的工艺和物料，减少有害物质的泄漏的扩展；尽量采用生产过程密闭化、机械化、自动化的生产装置（生产线）和自动监测、报警装置和连锁保护、安全排放等装置，实现自动控制、遥控或隔离操作。尽可能避免、减少操作人员在生产过程中直接接触产生有害因素的设备和物料，是优先采取的对策措施。

5.2.7.1 预防中毒的对策措施

1、物料和工艺；2、工艺设备（装置）；3、通风净化；4、应急处理；5、急性化学物中毒事故的现场急救；6、其他措施

5.2.7.2 预防缺氧、窒息的对策措施

1、针对有缺氧危险工作环境发生缺氧窒息和中毒窒息的原因，应配备氧气浓度、有害气体浓度检测仪器、报警仪器、隔离式呼吸保护器具、通风换气设备和抢救器具。

2、按先检测、通风，后作业的原则。

3、不能通风换气或不易充分通风换气的工作场所，作业人员、抢救人员必须立即使用隔离式呼吸保护器具，严禁使用净气式面具。

4、有缺氧、窒息危险的工作场所，应在醒目处设警示标志，严禁无关人员进入。

5.2.7.3 防尘对策措施

1、工艺和物料；2、限制、抑制扬尘和粉尘扩散；3、通风除尘；4、其他措施。

5.2.7.4 噪声控制措施

1、工艺设计与设备选择；噪声源的平面布置；3、隔声、消声、吸声和隔振降噪。

5.2.7.5 振动控制措施

1、工艺和设备；2、基础；3、个体防护。

5.2.7.6 其他有害因素控制措施

1、防辐射（电离辐射）对策措施（辐射防护三原则：屏蔽、防护距离和缩短照射时间）；

2、防非电离辐射对策措施（防紫外线、防红外线、防激光、防电磁辐射）

3、高温作业的防护措施

4、低温作业、冷水作业防护措施

5.2.8 其他对策措施

1、体力劳动；

2、定员编制、工时制度、劳动组织（包括安全卫生机构的设置）；

3、工厂辅助用室的设置；

4、女职工劳动保护。

5.3 安全管理对策措施

5.3.1 建立各项安全管理制度

1、建立健全企业安全生产责任制；

2、制定各项安全生产规章制度和操作规程；

5.3.2 安全管理机构和人员

1、安全管理机构和人员的配置；

2、安全管理机构的主要职责和任务；

5.3.3 安全培训、教育和考核

1、安全培训和教育的四个层次：

（1）单位主要负责人的安全培训教育；

（2）安全管理人员的安全培训教育；

（3）从业人员的安全培训教育；

（4）特种作业人员的安全培训教育。

2、安全教育方式

(1) 入厂教育；(2) 日常教育；(3) 安全培训考核；(4) 安全作业证的发放和管理。

5.3.4 安全投入与安全设施

1、安全投入（安全设施投入应当纳入建设项目设计概算）；

2、安全技术措施计划

(1) 计划编制依据；(2) 计划编制范围；(3) 计划编制及审批

3、安全设施配备

5.3.5 安全生产的过程控制和管理

常用的安全管理方法有：人的可靠性评价、有害作业分级管理、安全巡检“挂牌制”、现场“物流”定置管理、现场“三点”控制（危险点、危害点、事故多发点）、工作票制度等。

安全管理主要包括如下几个方面的管理：工艺操作过程控制、重要岗位、特种作业、特种设备、重大危险源、消防、防尘与防毒、物资储备、储罐区、电气安全、施工与检修、设备内作业、检修完工后的处理、动土作业、安全装置和防护用品（器具）、建设项目“三同时”等。其重点是对重大危险源、特种设备、特种作业和安全标志的管理。

5.3.6 安全生产监督与检查

安全检查的基本任务是：发现和查明各种危险和隐患，督促整改，监督各项安全规章制度的实施，制止违章指挥、违章作业。安全检查应贯彻领导检查与群众检查相结合、企业自查和上级督查相结合的原则。

安全检查应有具体计划，明确的目的、要求、内容，并制订《安全检查表》，做到边检查、边整改，并及时总结和推广先进经验。

检查的形式：职工自查、对口互查、综合检查、专业检查、季节性检查、节假日检查、夜间抽查和日常检查。

第六章 安全评价结论

安全评价结论应体现系统安全的概念，要阐述整个被评价系统的安全能否得到保障，系统客观存在的固有危险、有害因素在采取安全对策措施后能否得到控制及其受控的程度如何。

取得评价结论的一般工作步骤：

- 1、收集与评价相关的技术与资料；
- 2、按评价方法从现场获得与各评价单元相关的基础数据；
- 3、经数据处理对照相应评价方法的评价标准得到各单元评价结果；
- 4、综合单元评价结果整合成单元评价小结；
- 5、各单元评价小结整合成评价结论。

6.1 评价结果与评价结论

6.1.1 评价结果与评价结论的关系

评价结果是指子系统或单元的各评价要素通过检查、检测、检验、分析、判断、计算、评价、汇总后得到的结果；评价结论是对整个被评价系统进行安全状况综合评判的结果，是评价结果的综合。

评价结果与评价结论是输入与输出的关系，输入的评价结果按照一定的原则整合后，得到评价小结，各评价小结通过整合在输出端可以得到评价结论。整合的原则可以因评价对象的不同而不同，但其基本的原理则是逻辑思维的结论。评价结果与评价结论的输入输出关系如图 6-1 所示。

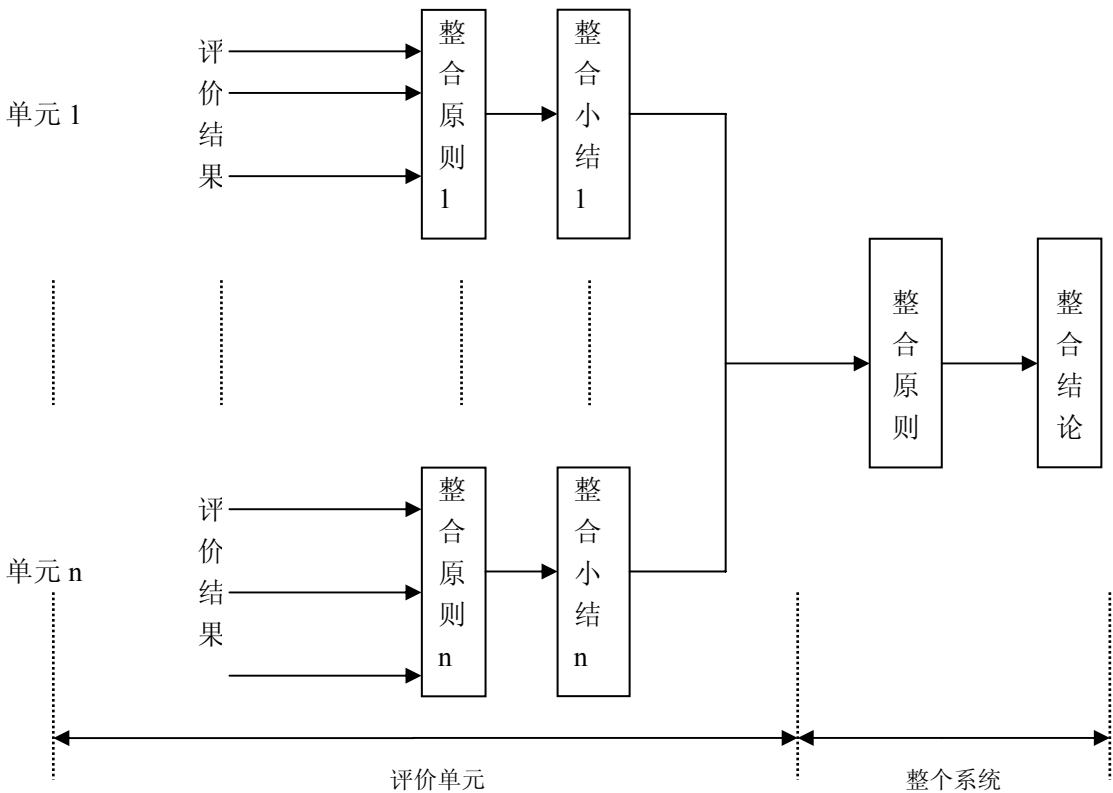


图 6-1 评价结果与评价结论的输入输出关系

整合原则是评价方法的核心，不同的评价方法体现不同的整合原则。

在安全评价中很重要的一项内容是，各评价单元的“风险”或称“危险度”要能够比较，以体现各评价单元对整个系统安全不同贡献值，从而决定急需重点控制的单元。

比较的一般方法有：距长比较法、面积比较法和落点比较法。

6.1.2 评价结论中逻辑思维方法的应用

安全评价报告是基于对评价对象的危险、有害因素的分析，动用评价方法进行评价、推理、判断；评

价方法的选择、单元的确定，需要有充足的理由和依据；根据因果联系提出对策措施，将评价结果再综合起来作出评价结论；而安全评价报告要遵守内容、结论的同一性、不矛盾性，也不能模棱两可；结论的提出要进行充分的论证。

在编写评价报告时应考虑逻辑思维方法中“逻辑规律”的运用，主要有同一律、不矛盾律、排中律、充足理由律等。

6.2 评价结论的编制原则

客观公正性、观点明确、清晰准确

6.3 评价结论的主要内容

6.3.1 评价结论分析

评价结论应较全面地考虑评价项目各方面的安全状况，要从“人、机、料、法、环”理出评价结论的主线并进行分析。论证建设项目在安全卫生技术措施、安全设施上是否能满足系统安全的要求。安全验收评价还需考虑安全设施和技术措施的运行效果及可靠性。

1、人力资源和管理制度方面

(1) 人力资源：安全管理人员和生产人员是否经过安全培训，是否满足安全生产需要，是否持证上岗等。

(2) 安全管理：是否建立安全管理体系，是否建立支持文件(管理制度)和程序文件(作业规程)，设备装置运行是否建立台账，安全检查是否有记录，是否建立事故应急救援预案等。

2、设备装置和附件设施方面

(1) 设备装置：生产系统、设备和装置的本质安全程度，控制系统是否做到了故障安全型，即一旦超过设计或操作控制的参数限度时，是否具备能使系统或设备回复到安全状态的能力及其可靠性。

(2) 附件设施：安全附件和安全设施配置是否合理，是否能起到安全保障作用，其有效性是否得到证实；一旦超过正常的工艺条件或发生误操作时，安全设施是否能保证系统安全。

3、物质物料和材质材料方面

(1) 物质物料：危险化学品的安全技术说明书(MSDS)是否建立，生产、储存是构成重大危险源，在燃烧和急性中毒上是否得到有效控制。

(2) 材质材料：设备、装置及危险化学品包装物的材质是否符合要求，材料是否采取防腐蚀措施(如牺牲阳极法)、测定数据是否完整(测厚、探伤等)。

4、方法工艺和作业操作

(1) 方法工艺：生产工艺过程的本质安全程度、生产工艺条件正常和工艺条件发生变化时的适应能力

(2) 作业操作：生产作业及操作控制是否按安全操作规程进行。

5、生产环境和安全条件

(1) 生产环境：生产作业环境能否符合防火、防爆、防急性中毒的安全要求。

(2) 安全条件：自然条件对评价对象的影响，周围环境对评价对象的影响，评价对象总图布置是否合理，物流路线是否安全和便捷，作业人员安全生产条件是否符合相关要求。

6.3.2 评价结果归类及重要性判断

由于系统内各单元评价结果之间存在关联，且各评价结果在重要性上不平衡，对安全评价结论的贡献有大有小，因此在编写评价结论之前最好对评价结果进行整理、分类并按严重程度和发生频率分别将结果排序列出。

例如，将影响特别重大的危险(群死群伤)或故障(或事故)频发的结果，将影响重大的危险(个别伤亡)或故障(或事故)发生的结果，将影响一般的危险(偶有伤亡)或故障(或事故)偶然发生的结果等进行排序列出。

6.3.3 评价结论的主要内容

安全评价结论的内容，因评价种类(安全预评价、安全验收评价、安全现状评价和专项安全评价)的不同而各有差异。通常情况下，安全评价结论的主要内容应包括三大部分：

1、结果分析

(1) 辨识结果分析：列出辨识出的危险源(第一类危险源的能量和危险物质，第二类危险源的人、机、环境因素)，确定重大危险源和危险目标。

(2) 评价结果分析：各评价单元评价结果概述、归类、事故后果分析、风险(危险度)排序等。

(3) 控制结果分析：前馈控制(预防性、前瞻性的安全设施和安全管理体系)结果和后馈控制(事故应急救援预

案)结果的分析。

2、评价结论

- (1)评价对象是否符合国家安全生产法规、标准要求。
- (2)评价对象在采取所要求的安全对策措施后达到的安全程度。
- (3)根据安全评价结果，做出可接受程度的结论。

3、持续改进方向

- (1)对受条件限制而遗留的问题提出改进方向和措施建议。
- (2)对于评价结果可接受的項目，还应进一步提出要重点防范的危险、危害因素；对于评价结果不可接受的項目，要指出存在的问题，列出不可接受的充足理由。
- (3)提出保持现有安全水平的要求(加强安全检查、保持日常维护等)。
- (4)进一步提高安全水平的建议(冗余配置安全设施，采用先进工艺、方法、设备)。
- (5)其他建设性的建议和希望。

第七章 安全评价技术文件

7.1 安全评价资料、数据采集分析处理原则及方法

7.1.1 评价数据采集分析处理原则

对安全评价资料、数据采集处理方面，应遵循以下原则：首先应保证满足全面、客观、具体、准确的要求；其次应尽量避免索取不必要的资料，避免给企业带来不必要的麻烦。

我国各阶段安全评价资料、数据应满足的一般要求见表 7-2。

表 7-2 安全评价所需资料、数据

评价类别 资料类别	安全预评价	安全验收评价	安全现状评价	专项安全评价
有关法规、标准、规范	√	√	√	√
评价所依据的工程设计文件	√	√	√	—
厂区或装置平面布置图	√	√	√	√
工艺流程图与工艺概况	√	√	√	√
设备清单	√	√	√	√
厂区位置图及厂区周围人口分布数据	√	√	√	√
开车试验资料	—	√	√	√（有关的）
气体防护设备分布情况	√	√	√	√
强制检定仪器仪表标定资料	—	√	√	√（有关的）
特种设备检测和检验报告	—	√	√	√（有关的）
近年来的职业卫生监测数据	—	√	√	√（有关的）
近年来的事故统计及事故记录	—	—	√	√（有关的）
气象条件	√	√	√	√
重大事故应急预案	√	√	√	√（有关的）
安全组织机构网络	√	√	√	√
消防组织、机构、装备	√	√	√	√
预评价报告	—	√	√	—
验收评价报告	—	—	√	—
安全现状评价报告	—	—		√
不同行业的其他资料要求	—	—		√

注：表中“√”表示该类评价需要该项资料。

7.1.2 评价数据的分析处理

1、数据收集

数据收集是进行安全评价最关键的基础工作，所收集的数据要以满足安全评价需要为前提。数据收集时要做好协调工作，尽量使收集到的数据全面、客观、具体、准确。

2、数据范围

收集数据的范围应以确定的评价边界为限，兼顾与评价项目相联系的接口。

3、数据内容

一般分为：人力与管理数据、设备与设施数据、物料与材料数据、方法与工艺数据、环境与场所数据。

4、数据来源

被评价单位提供的设计文件、生产系统实际运行状况和管理文件等；其他法定单位提供的测量、检验、鉴定、检定、判定或评价的结果或结论等；评价机构或其委托的检测单位，通过对被评价项目或可类比项目实地检查、检测、检验得到的相关数据以及通过调查、取证得到的安全技术和数据；相关的法律法规、标准、规范、事故案例、材料或物性数据及救援知识。

5、数据的真实性和有效性控制

- 6、数据汇总及数理统计
- 7、数据分类
- 8、数据结构（格式）
- 9、数据处理
- 10、“异常值”和“未检出”的处理

7.2 安全预评价报告

安全预评价是根据建设项目可行性研究报告的内容，分析和预测该建设项目可能存在的危险、有害因素的种类和程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。

7.2.1 预评价报告的主要内容

预评价报告的主要内容应包括：概述，生产工艺简介和主要危险、有害因素分析，评价方法的选择和简介，定性、定量安全评价，安全对策措施，评价结论和建议。

1、概述

概述包括编制预评价报告书的依据、建设项目概况和评价范围三部分。

(1)安全预评价依据。包括有关安全预评价的法律、法规及技术标准，建设项目可行性研究报告等建设项目相关文件，其他参考资料。

(2)建设单位简介。

(3)建设项目概况。包括建设项目选址、总图及平面布置、生产规模、工艺流程、主要设备、主要原材料、中间体、产品、经济技术指标、公用工程及辅助设施等。

2、生产工艺简介和主要危险、有害因素分析

在分析建设项目资料和对同类生产厂家初步调研的基础上，对建设项目建成投产后生产过程中所用原、辅材料，中间产品的数量、危险性、有害性及其贮运，以及生产工艺、设备，公用工程，辅助工程，地理环境条件等方面危险、有害因素进行分析，确定主要危险、有害因素的种类、产生原因、存在部位及其可能产生的后果，以便确定评价对象和选用评价方法。

3、安全预评价方法和评价单元

根据建设项目主要危险、有害因素的种类和特征，选用评价方法。不同的危险、有害因素，选用不同的方法；对重要的危险、有害因素，必要时可选用两种(或多种)评价方法进行评价，相互补充、验证，以提高评价结果的可靠性。

在选用评价方法的同时，应明确所要评价的对象和进行评价的单元。

4、定性、定量安全评价

定性、定量安全评价是预评价报告书的核心章节，应分别运用所选取的评价方法，对相应的危险、有害因素进行定性、定量的评价计算和论述。根据建设项目的具体情况，对主要危险、有害因素应分别采用相应评价方法进行评价，对危险性大且容易造成群死群伤事故的危险因素，也可选用两种或几种评价方法进行评价，以相互验证和补充。

5、安全对策措施

由于安全方面的对策措施对建设项目的设计、施工和今后的安全生产及管理具有指导作用，因此备受建设、设计单位的重视，这也是预评价报告书中的一个重要章节。因此，提出的安全对策措施针对性要强，要具体、合理、可行，一般情况下按下列几个方面分别列出可行性研究报告中已提出的和建议补充的安全对策措施：

- (1)总图布置和建筑方面的安全措施；
- (2)工艺和设备、装置方面的安全措施；
- (3)安全工程设计方面的对策措施；
- (4)安全管理方面的对策措施；
- (5)应采取的其他综合措施。

同时，本节中应列出建设项目必须遵守的国家和地方安全方面的法规、法令、标准、规范和规程。

6、预评价结论和建议

主要内容应包括以下几方面：

- (1)简要地列出对主要危险有害因素评价(计算)的结果；
- (2)明确指出本建设项目今后生产过程中应重点防护的重大危险因素；

(3)指出建设单位应重视的重要安全技术措施和管理措施，以确保今后的安全生产。

7.2.2 预评价报告的格式

- (1)封面。封面上应有(建设项目)安全预评价报告书、预评价单位全称、完成预评价报告书的日期(年、月)和预评价报告书的编号(与大纲编号相同)。
- (2)安全预评价单位资格证书影印件。
- (3)著录项。评价课题组组长、主要人员和审核人员。
- (4)目录。
- (5)编制说明。
- (6)前言。
- (7)正文。
- (8)附件。
- (9)附录。

7.3 安全验收评价报告

安全验收评价是在建设项目竣工、试生产运行正常后，通过对建设项目的设施、设备、装置实际运行状况及管理状况的安全评价，查找该建设项目投产后存在的危险、有害因素的种类和程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。

安全验收评价是运用安全系统工程的原理和方法，在项目建成试生产正常运行后，在正式投产前进行的一种检查性安全评价。它是对系统存在的危险和有害因素进行定性和定量检查，判断系统在安全上的符合性和配套安全设施的有效性，从而作出评价结论并提出补救或补偿的安全对策措施，实现系统安全的目的，为项目安全专项验收提供依据。

《中华人民共和国安全生产法》第二十四条规定：新建、改建、扩建工程项目的安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用(简称“三同时”)。安全设施投资应当纳入建设项目概算。安全验收评价与“三同时”的关系，见图 7—1。

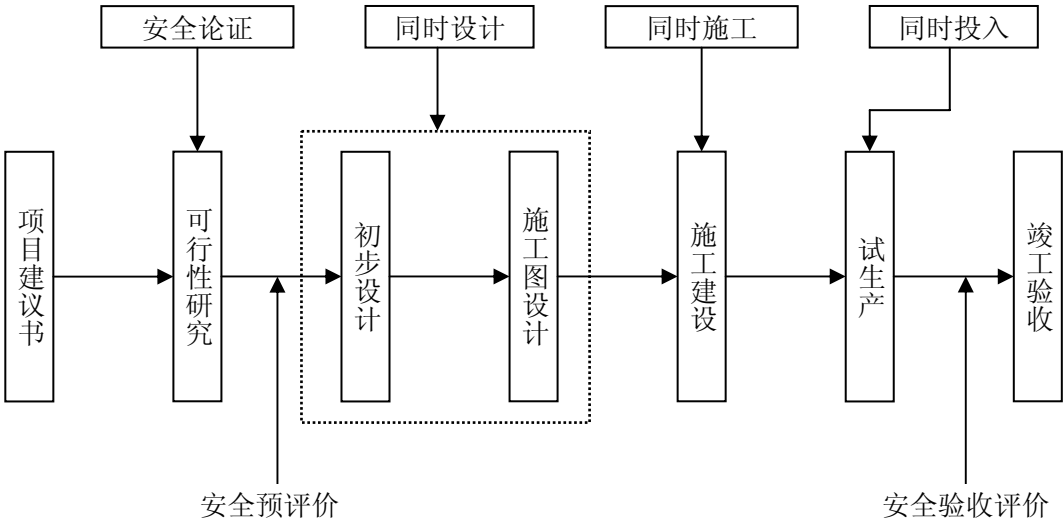


图 7-1 建设项目安全验收评价与“三同时”的关系

安全验收评价是检验和评判“三同时”落实效果的工具，是为安全验收进行的技术准备，“建设项目安全验收评价报告”将作为建设单位申请“建设项目安全验收”的依据。

7.3.1 安全验收评价工作流程

安全验收评价工作流程是规范评价工作、保证评价质量、保障评价工作顺利进行的基础。安全验收评价工作流程可包括五个子过程：前期准备过程、危险识别过程、安全评价过程、安全控制过程、综合论证过程，见图 7—2。根据工作流程可以制定安全验收评价的工作程序。

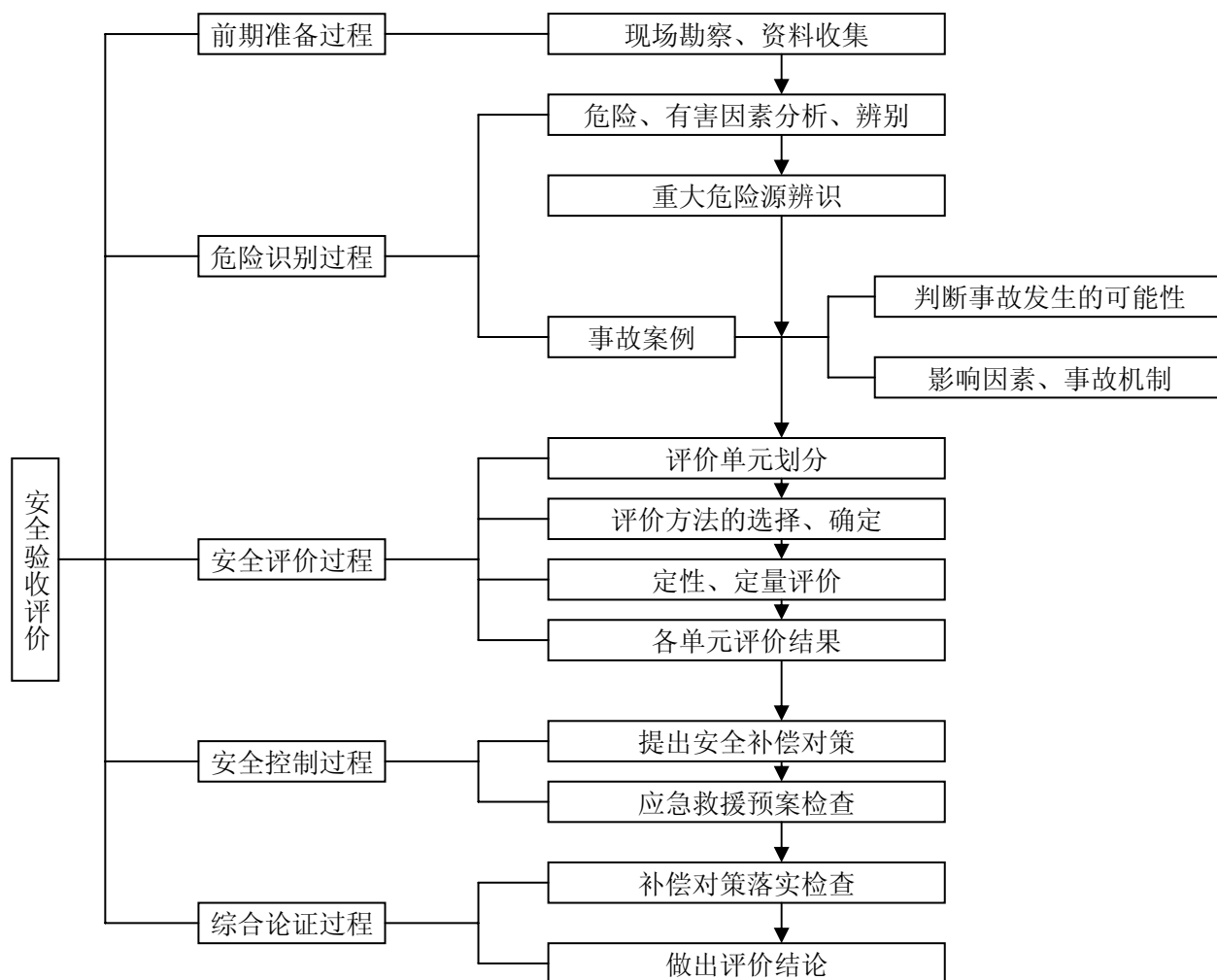


图 7-2 安全验收评价工作流程

安全验收评价各过程主要工作内容：

- （1）前期准备过程，包括前置条件检查、现场条件勘察、资料收集、评价边界或范围确定等；
- （2）危险识别过程，包括工程初步分析（周边、位置、工艺、物料）、危险、有害因素分析、辨别、重大危险源辨识、判别事故发生的可能性；
- （3）安全评价过程，包括评价单元划分、评价方法选择和确定、定性、定量评价、各单元评价结果等；
- （4）安全控制过程，包括提出安全补偿对策、应急救援预案检查及对策等；
- （5）综合论证过程，包括补偿对策落实（计划）检查、作出评价结论等。

7.3.2 安全验收评价技术文件

安全验收评价技术文件是安全验收评价工作过程中形成的《建设项目安全验收评价报告》，其格式应依据《安全验收评价导则》(安监管技装字[2003]79 号)进行编制。

《建设项目安全验收评价报告》的内容应能反映安全验收评价两方面的作用：一是为企业服务，帮助企业查出事故隐患，落实整改措施以达到安全要求；二是为政府安全生产监督管理部门服务，提供建设项目安全验收的依据。

7.3.2.1 安全验收评价程序

安全验收评价工作程序一般包括：前期准备，编制安全验收评价计划，安全验收评价现场检查，编制安全验收评价报告，安全验收评价报告评审。

1、前期准备

前期准备工作包括：明确被评价对象和范围，进行现场调查，收集国内外相关法律法规、技术标准及

建设项目的有关资料等。

(1) 评价对象和范围。确定安全验收评价范围可界定评价责任范围，特别是改建、扩建及技术改造项目，与原建项目相连，难以区别，这时可依据初步设计、投资或与企业协商划分，并写入工作合同。

(2) 现场调查。安全验收评价现场调查包括前置条件检查和工况调查两个部分。

①前置条件检查。前置条件检查主要是考察建设项目是否具备申请安全验收评价的条件，其中最重要的是对“三同时”的实施进行检查，可通过核查“三同时”的实施过程来完成。其实施过程一般应包括下列证据：

- 建设项目批准（批复）文件；
- 安全预评价报告及评审意见；
- 初步设计及审批表；
- 安全生产监督管理部门对建设项目“三同时”审查的文件；
- 试生产调试记录、安全自查报告（或记录）及试生产运行记录；
- “三同时”实施过程的其他证明文件。

②工况调查。工况调查主要是了解建设项目的的基本情况、项目规模，同时与企业建立联系并记录企业自述问题等。

• 基本情况，包括：企业全称、注册地址、项目地址、建设项目名称、设计单位、安全预评价机构、施工及安装单位、项目性质、项目总投资额、产品方案、主要供需方、技术保密要求等。

• 项目规模，包括：自然条件、项目占地面积、建(构)筑面积、生产规模、单体布局、生产组织结构、工艺流程、主要原(材)料耗量、产品规模、物料的贮运等。

• 建立联系，包括：向企业出示安全评价机构资质证书、介绍安全验收评价工作流程和工作程序、送达并解释资料清单的内容、说明需要企业配合的工作、确定通讯方式等。

• 企业自述问题，包括：项目中未进行初步设计的单体、项目建成后与初步设计不一致的单体、施工中发生的变更、企业对试生产中已发现的安全及工艺问题是否提出了整改方案。

(3) 资料收集及核查。在熟悉企业情况的基础上，对企业提供的文件资料，进行详细核查，对项目资料缺项提出增补资料的要求，对未完成专项检测、检验或取证的单位提出补测或补证的要求，将各种资料汇总成图表形式。核查的资料根据项目实际情况决定，一般包括以下内容：

①法规标准的收集。要收集建设项目涉及的法律、法规、规章及规范性文件和项目涉及的国内外标准(国标、行标、地标、企业)、规范(建设及设计规范)。

②安全管理及工程技术资料的收集。

• 项目基本资料：工艺流程、初步设计(变更设计)、安全预评价报告、各级批准(批复)文件。若实际施工与初步设计不一致时应提供“设计变更文件”或批准文件、项目平面布置简图、工艺流程简图、防爆区域划分图、项目配套安全设施投资表等。

• 企业编写的资料：项目危险源布控图、应急救援预案及人员疏散图、安全管理机构及安全管理网络图、安全管理制度等。

• 专项检测、检验或取证资料：特种设备取证资料汇总、避雷设施检测报告、防爆电气设备检验报告、可燃(或有毒)气体浓度检测报警仪检定报告、生产环境及劳动条件检测报告、特种作业人员取证汇总资料等。

2、编制安全验收评价计划

在前期准备工作的基础上，编制安全验收评价计划，分析项目建成后存在的危险、有害因素的分布与控制情况，依据有关安全生产的法律法规和技术标准，确定安全验收评价的重点和要求；依据项目实际情况选择验收评价方法；测算安全验收评价进度。

(1)主要危险因素、有害因素分析。

- 项目所在地周边环境和自然条件的危险、有害因素分析；
- 项目边界内平面布局及物流路线等危险、有害因素分析；
- 工艺条件、工艺过程、工艺布置、主要设备设施等工艺方面的危险、有害因素分析；
- 原辅材料、中间产品、产品、副产品、溶剂、催化剂等物质的危险、有害因素分析；
- 辨识是否有重大危险源、是否有须监控的危险化学品。

(2)确定安全验收评价单元和评价重点。

• 按安全系统工程的原理，考虑各方面的综合或联合作用，将安全验收评价总目标，从“人、机、料、法、环”的角度，分解为：人力与管理单元、设备与设施单元、物料与材料单元、方法与工艺单元、环境与场所单元，见表 7—4。

表 7-4 评价单元划分及评价内容表

序号	评价单元	主 要 内 容
1	人力与管理单元	安全管理体系、管理组织、管理制度、持证上岗、应急救援等
2	设备与设施单元	生产设备、安全装置、辅助设施、特种设备、电器仪表、避雷设施、消防器材等
3	物料与材料单元	危险化学品、包装材料、贮存容器材质
4	方法与工艺单元	生产工艺、作业方法、物流路线、贮存养护等
5	环境与场所单元	周边环境、建（构）筑物、生产场所、防爆区域、作业条件、安全防护等

• 根据危险、有害因素分布与控制情况，按递阶层次结构分解，确定安全验收评价的重点。安全验收评价的重点一般有：易燃易爆、急性中毒、特种设备、安全附件、电气设备安全、机械伤害、安全连锁等。

（3）选择安全验收评价方法。评价方法的选择原则主要考虑评价结果是否能够达到安全验收评价所要求的目的，还要考虑进行评价所需信息资料是否能收集齐全。

目前安全验收评价经常选用以下方法：

- ①一般采用安全检查表法，以法规、标准为依据，检查系统整体的符合性和配套安全设施的有效性；
- ②对比较复杂的系统经常采用以下方法：
- 采用顺向追踪方法检查分析，运用“事件树分析”方法评价；
 - 采用逆向追踪方法检查分析，运用“事故树分析”方法评价；
 - 采用已公布的行业安全评价方法评价；
 - 对于未达到安全预评价要求或建成系统与安全预评价的系统不相对应时，可补充其他评价方法评价。

安全验收评价采用的评价方法对照“试生产”查找，见表 7-5

表 7-5 典型评价方法适应的生产过程

评价方法	各 生 产 阶 段					
	设 计	试生产	工程实施	正常运转	事故调查	拆除退役
安全检查表	×	●	●	●	×	●
危险指数法	●	×	×	●	×	×
预先危险性分析	●	●	●	●	●	×
危险可操作性研究	×	●	●	●	●	×
故障类型及影响分析	×	●	●	●	●	×
事件树分析	×	●	●	●	●	×
事故树分析	×	●	●	●	●	×
人的可靠性分析	×	●	●	●	●	×
概率危险分析	●	●	●	●	●	×

注：“●”表示通常采用，“×”表示很少采用或不适用。

（4）测算安全验收评价进度。安全验收评价工作的进度安排，应考虑工作量和工作效率，对项目进行科学管理，必要时可用“甘特图”来控制进度。

3、安全验收评价现场检查及评价

（1）编制安全检查表。安全检查表是“前期准备”的成果，是安全验收评价人员进行工作的工具。编制检查表的作用：使检查内容较周密和完整，既可保持现场检查时的连续性和节奏性，又可减少评价人员的随意性；可提高现场检查的工作效率，并提供检查的原始证据。

①安全检查表的基本格式

编制安全检查表时要解决两个问题：“查什么”和“怎么查”，其基本格式见表 7-7。

表 7-7 安全检查表的基本格式

序号	检查部位	检查内容	安全要求	依据标准	检查结果	改进意见	整改负责人

检查日期_____年_____月_____日

检查者_____

②安全验收评价需要编制的安全检查表：

- 安全生产监督管理机构有关批复中提出的整改意见落实情况检查表；
- 安全预评价报告中提出的安全技术和安全管理对策措施落实情况检查表；
- 初步设计（包括变更设计）中提出的安全对策措施落实情况检查表；
- 人力与管理方面的检查表；
- 人机工效方面的安全检查表；
- 设备与设施方面的安全检查表；
- 物质与材料方面的安全检查表；
- 方法与工艺方面的安全检查表；
- 环境与场所方面的安全检查表；
- 事故预防及应急救援预案方面的安全检查表；
- 其他综合性措施的安全检查表。

（2）现场检查及测定。对项目的生产、辅助、生活三个区域进行检查测定。

①检查方式：按部门检查；按过程检查；顺向追踪；逆向追踪。工作中可以根据实际情况灵活运用。

②证据收集方法：一般有“问、听、看、测、记”。它们不是独立的而是连贯的、有序的，每项检查内容都可以用一遍或多遍。

（3）安全评价。通过现场检查、检测、检验及访问，得到大量数据资料，首先将数据资料分类汇总，再对数据进行处理，保证其真实性、有效性和代表性。经数理统计将数据整理成可以与相关标准比对的格式，考察各相关系统的符合性和安全设施的有效性，列出不符合项，按不符合项的性质和数量得出评价结论并采取相应措施。

评价结论判别举例，见表 7-8。

表 7-8 评价结论判别表

结论和措施	不 符 合 项 率			
	否决项/单元高于 40%	高于 20%	20%~5%	低于 5%
评价结论	不具备安全条件	不合格	合 格	优 秀
相应措施	终止评价	整改后全面复查	对整改项复查	整改后备案

注：对所有不合格项（否决项或非否决项）均应整改；整改结果由评价机构复查或认定，评价机构依据检查及整改的结果重新出具评价结论。

（4）安全对策措施。对检查、检测、检验得到的不合格项进行分析，对照相关法规和标准，提出安全技术及管理方面的安全对策措施。

对安全对策措施的要求：

- ①“否决项”不符合，必须提出整改意见；
- ②“非否决项”不符合，提出要求改进的意见；
- ③对相关标准“宜”的要求，提出持续改进的建议。

4、编制安全验收评价报告

在“前期准备”、“评价计划”和“现场检查及评价”工作的基础上，对照相关法律法规、技术标准，编制安全验收评价报告。

5、安全验收评价报告的评审

7.3.2.2 安全验收评价计划书

《安全验收评价计划书》是正式开展安全验收评价前，向被评价企业交待安全验收评价依据、评价内容、评价方法、评价程序、检查方式、需要企业配合事项及评价日程安排的技术文件，以使企业预先了解安全验收评价的全过程，以便有计划地开展评价工作。

1、编制《安全验收评价计划书》的要求

（1）目的明确；（2）危险、有害因素分析确切；（3）评价重点单元划分恰当；（4）安全评价方法选择科学、合理、有针对性。

2、安全验收评价计划书的基本内容

- （1）安全验收评价的主要依据；
- （2）建设项目概况；

(3) 主要危险、有害因素及相关作业场所分析;

(4) 安全验收评价的重点;

(5) 安全验收评价方法的选择;

(6) 安全验收评价用安全检查表的编制。安全验收评价需要编制的安全检查表(定性型、定量型、否决型、权值评分型等)一般包括:

①建设项目周边环境安全检查表;

②建(构)筑及场地布置安全检查表;

③工艺及设备安全检查表;

④安全工程设计安全检查表;

⑤安全生产管理安全检查表;

⑥其他综合性措施安全检查表。

安全验收评价计划应对安全验收评价工作作出初步安排,包括安全验收评价工作进度、现场检查抽查比例、进入现场采取的安全防护措施等。

7.3.2.3 安全验收评价报告

《安全验收评价报告》是安全验收评价工作过程形成的成果。

1、安全验收评价报告的要求

(1)安全验收评价报告的内容。

①初步设计中安全设(措)施,按设计要求与主体工程同时建成并投入使用的情况;

②建设项目中使用的特种设备,经具有法定资格的单位检验合格,并取得安全使用证(或检验合格证书)的情况;

③工作环境、劳动条件等,经测试与国家有关规定的符合程度;

④建设项目中安全设(措)施,经现场检查与国家有关安全规定或标准的符合情况;

⑤安全生产管理机构,安全管理规章制度,必要的检测仪器、设备,劳动安全卫生培训教育及特种作业人员培训,考核及取证等情况;

⑥事故应急救援预案的编制情况。

(2)安全验收评价报告的编制要求。

安全验收评价报告的编制要内容全面、重点突出、条理清楚、数据完整、取值合理,整改意见具有可操作性,评价结论客观、公正。

2、安全验收评价报告的主要内容

(1)概述。

①安全验收评价依据;

②建设单位简介;

③建设项目概况;

④生产工艺;

⑤主要安全卫生设施和技术措施;

⑥建设单位安全生产管理机构及管理制度。

(2)主要危险、有害因素识别。

①主要危险、有害因素及相关作业场所分析;

②列出建设项目所涉及的危险、有害因素并指出存在的部位。

(3)总体布局及常规防护设施措施评价。

①总平面布置;

②厂区道路安全;

③常规防护设施和措施;

④评价结果。

(4)易燃易爆场所评价。

①爆炸危险区域划分符合性检查;

②可燃气体泄漏检测报警仪的布防安装检查;

③防爆电气设备安装认可;

④消防检查(主要检查是否有消防部门的意见)

⑤评价结果。

(5)有害因素安全控制措施评价。

①防急性中毒、窒息措施;

②防止粉尘爆炸措施;

③高、低温作业安全防护措施;

④其他有害因素控制措施;

⑤评价结果。

(6)特种设备监督检验记录评价。

①压力容器与锅炉(包括压力管道);

②起重机械与电梯;

③厂内机动车辆;

④其他危险较大设备;

⑤评价结果。

(7)强制检测设备设施情况检查。

①安全阀;

②压力表;

③可燃、有毒气体泄漏检测报警仪及变送器;

④其他强制检测设备设施情况;

⑤检查结果。

(8)电气设备安全评价。

①变电所;

②配电室;

③防雷、防静电系统;

④其他电气安全检查;

⑤评价结果。

(9)机械伤害防护设施评价。

①夹击伤害;

②碰撞伤害;

③剪切伤害;

④卷入与绞碾伤害;

⑤割刺伤害;

⑥其他机械伤害;

⑦评价结果。

(10)工艺设施安全连锁有效性评价。

①工艺设施安全连锁设计;

②工艺设施安全连锁相关硬件设施;

③开车前工艺设施安全连锁有效性验证记录;

④评价结果。

(11)安全管理评价。

①安全管理组织机构;

②安全管理制度;

③事故应急救援预案;

④特种作业人员培训;

⑤日常安全管理;

⑥评价结果。

(12)安全验收评价结论。在对现场评价结果分析归纳和整合基础上,作出安全验收评价结论。

①建设项目安全状况综合评述;

②归纳、整合各部分评价结果提出存在问题及改进建议；

③建设项目安全验收总体评价结论。

(13)安全验收评价报告附件。

①数据表格、平面图、流程图、控制图等安全评价过程中制作的图表文件；

②建设项目存在问题与改进建议汇总表及反馈结果；

③评价过程中专家意见及建设单位证明材料。

(14)安全验收评价报告附录。

①与建设项目有关的批复文件(影印件)；

②建设单位提供的原始资料目录；

③与建设项目相关数据资料目录。

7.3.2.4 安全验收评价报告的格式

(1)封面；

(2)评价机构安全验收评价资格证书影印件；

(3)著录项目录；

(4)编制说明；

(5)前言；

(6)正文；

(7)附件；

(8)附录。

7.3.2.5 安全验收评价报告的载体

安全验收评价报告的载体一般采用文本形式，为适应信息处理、交流和资料存档的需要，报告可采用多媒体电子载体。电子版本中能容纳大量评价现场的照片、录音、录像，可增强安全验收评价工作的可追溯性。

7.4 安全现状评价报告

7.4.1 安全现状评价原理

安全现状评价原理采用控制风险水平、力求安全的原则：风险=后果×可能性
依据这一原理，制定出风险评估表。

7.4.2 安全现状评价程序

安全现状评价程序如图 7-3 所示。

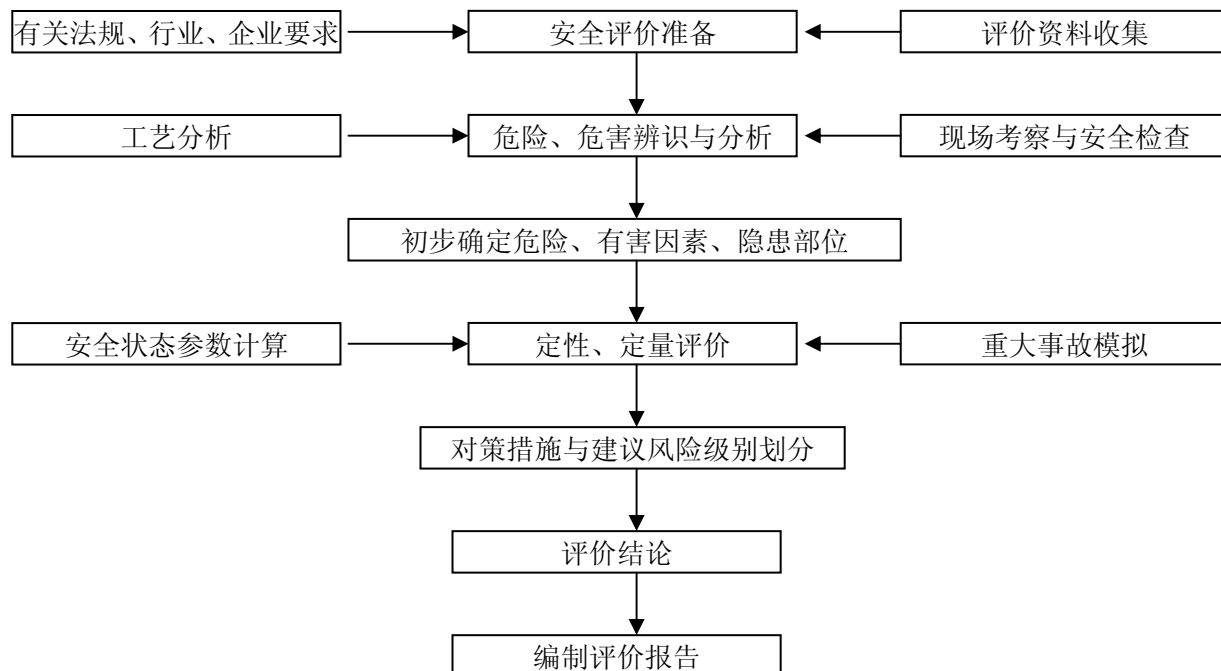


图 7-3 安全现状评价程序

7.4.3 评价模式的建立和评价方法的选择

为了达到安全评价的目的，针对各行业的生产特点，结合国内外评价方法，选择定性和定量相结合的模式。

首先，应针对生产单元的运行情况及工艺、设备的特点，采用预先危险性分析的方法，对整个生产单元的安全性进行危险性分析，辨识装置的主要危险部位、危险点、物料的主要危险特性，查清有无重大危险源及监控的化学品以及可能导致重大事故的缺陷和隐患。

其次，采用定量计算的方法进行固有危险性计算，结合火灾、爆炸及毒性危险性，石油化工有限公司可选用美国道化学公司火灾、爆炸危险指数评价法（第七版）或英国 ICI 公司蒙德法，给装置危险性以量的概念，同时采用补偿降低危险等级，使之达到安全生产运行的要求；也可采用安全检查表以及事故树方法对生产单元进行安全检查，并综合考虑进行打分，以确认生产单元处于何种安全状态。考虑到石油化工类生产的火灾、爆炸、毒性及高风险性，采用火灾、爆炸数学模型及动态扩散模型，进行事故模拟，确定发生意外事故造成的危险与毒性气体泄漏、火灾爆炸所涉及的范围和危害等级，计算出危险区域和事故等级，并提出可接受程度。

通过对整个系统的安全评价，提出主要隐患与整改措施，并将措施按照轻重缓急，按整改紧迫程度进行分级，对安全评价作出结论。

7.4.4 安全现状评价报告的格式

安全现状评价报告，建议采用表 7-10 所示的格式。不同行业在评价内容上有不同的侧重点，可进行部分调整或补充。

表 7-10 安全现状综合评价报告模式

前言
目录
第一章 评价项目概述
第一节 评价项目概况
第二节 评价范围
第三节 评价依据
第二章 评价程序和评价方法
第一节 评价程序
第二节 评价方法
第三章 预先危险分析
第四章 危险度与危险指数分析
第五章 事故分析与重大事故的模拟
第一节 重大事故原因分析
第二节 重大事故概率分析
第三节 重大事故预测、模拟
第六章 职业卫生现状评价
第七章 对策措施与建议
第八章 评价结论

7.4.5 安全现状主人报告的一般要求

安全现状评价报告的内容一般包括：

1、前言；2、评价项目概况；3、评价程序和评价方法；4、预先危险性分析；5、危险度与危险指数分析；6、事故分析与重大事故模拟；7、对策措施与建议；8、评价结论。

7.4.6 安全现状评价报告的特殊要求

安全现状评价报告的内容要求比预评价报告要更详尽、更具体，特别是对危险分析要求较高。因素，安全检查表的编制，要由懂工艺和操作的专家参与完成。评价组成员的专业能力应涵盖评价范围所涉及的专业内容。

第八章 矿山安全评价

8.1 矿山安全评价的理论基础

8.1.1 矿山灾害的分类

1、矿山类别

依矿产种类不同，矿山可分为煤矿、冶金矿山、黄金矿山、有色金属矿山、化工原料矿山、核工业矿山、建材矿山和轻工矿山。

还有煤矿矿山与非煤矿山、金属矿山与非金属矿山之分。

2、矿山灾害按伤害方式分类

(1) 冒顶片帮、地面塌陷、露天滑坡；(2) 瓦斯爆炸、煤尘爆炸、硫化矿尘爆炸；(3) 矿山火灾：外因火灾和自然火灾；(4) 矿山水灾：地面水灌井和巷道透水；(5) 中毒、窒息；(6) 火药燃烧爆炸、放炮；(7) 平巷、斜井的运输事故，竖井提升事故；(8) 高处坠落：井架坠落、坠入溜井；(9) 机械伤害；(10) 触电：电击和电烧伤；(11) 物体打击；(12) 矿区污染。

3、矿山灾害按事故性质分类

分为责任事故和非责任事故。

8.1.2 事故的基本特征

主要包括：事故的因果性，事故的偶然性、必然性和规律性，事故的潜在性和再现性。

8.1.3 防灾五原则

1、可能预防的原则

2、因果继承原则

事故原因分为直接原因和间接原因：直接原因又称一次原因，分为物的原因和人的原因；间接原因是二次、三次以至多层次继发来自事故本源的基础原因，分为技术的原因、教育的原因、身体的原因、精神的原因、管理的原因、社会或历史的原因等。

3、损失偶然性原则

4、对策选择性原则

3E 对策：技术的对策、教育的对策和法制的对策。

5、危险因素防护原则

(1) 消除潜在危险原则；(2) 降低潜在危险因素原则；(3) 距离防护原则；(4) 时间防护原则；(5) 屏蔽原则；(6) 坚固原则；(7) 薄弱环节原则；(8) 闭锁原则；(9) 不予接近原则；(10) 取代操作人员的原则；(11) 警戒信息原则。

8.1.4 矿山事故模型

1、矿山中以人失误为主因的事故模型

2、矿山事故起因物——施害物模型

8.2 矿山安全评价的主要依据

8.2.1 煤矿开采的一般规定

每个生产矿井必须至少有 2 个能行人的通达地面的安全出口，各个出口的距离不得小于 30 米。

井下第一个水平到上一个水平和各个采区都必须至少有 2 个便于行人的安全出口，并与通达地面的安全出口相连接。未建成 2 个出口的水平或采区严禁生产。

井巷交岔点必须设置路标，标明所在地，指明能往安全出口的方向。

能达地面的安全出口倾角等于或小 45 度时，必须设置人行道。倾角大于 45 度时必须设置梯道间或梯子间，斜井梯道间必须分段错开设置，每段斜长不得大于 10 米；立井梯子间的梯子角度不得大于 80 度，相邻两个平台的垂直距离不得大于 8 米。

安全出口应经常清理、维护，保持畅通。

主要绞车道不得兼作人行道。

巷道净断面必须满足行人、运输、通风和安全设施及设备安装、检修、施工的需要。

巷道净断面的设计，必须按支护最大允许变形且的断面计算。

采区结束回撤设备时，必须编制专门措施，加强通风、瓦斯、防火管理。

8.2.2 煤矿通风要求

井下空气成分必须符合下列要求：

- 1、采掘工作面的进风流中，氧气浓度不低于 20%，二氧化碳浓度不超过 0.5%。
- 2、有害气体浓度不超过表 8-2 规定。

表 8-2 矿井有害气体最高允许浓度

名 称	最高允许浓度/%
一氧化碳 CO	0.0024
氧化氮（换算成二氧化氮 NO ₂ ）	0.00025
二氧化硫 SO ₂	0.0005
硫化氢 H ₂ S	0.00066
氨 NH ₃	0.004

设有梯子间的井筒或修理中的井筒，风速不得超过 8m/s。

无瓦斯涌出的架线电机车巷道中的最低风速不得低于 0.5m/s。

进风井口以下的空气温度必须在 2℃ 以上。

采掘工作面的空气温度超过 30℃、机电设备硐室的空气温度超过 34℃ 时，必须停止作业。

矿井必须有完整的独立通风系统。采区进、回风巷必须贯穿整个采区，严禁一段为进风巷、一段为回风巷。

矿井通风系统必须标明风流方向、风量和通风设施的安装地点。

矿井应绘制矿井通风系统立体示意图和矿井通风网络图。

矿井必须采用机械通风。

主要通风机必须安装在地面，装有通风机的井口必须封闭严密；必须保证主要通风机连续运转；必须安装 2 套同等能力的主要通风机装置；严禁采用局部通风机或风机群作为主要通风机使用；装有主要通风机的出风井口应安装防爆门，防爆门每 6 个月检查维修 1 次；至少每月检查一次主要通风机；新安装的通风机投入使用前，必须进行 1 次通风机性能测定和试运转工作，以后每 5 年至少进行 1 次性能测定。

8.2.3 煤（岩）与瓦斯突出的安全规定

突出矿井在编制年度、季度、月生产建设计划的同时，必须编制防治突出措施计划。

开采突出煤层时，必须采取预测、防治突出措施、防治突出措施的效果检验、安全防护措施等综合防治突出措施。

主要巷道应布置在岩层或非突出层中，应尽量减少层中的掘进工作量；在同一煤层的同一区段的集中应力影响范围内，不得布置 2 个工作相向回采或掘进。

突出煤层严禁采用放顶煤采煤法、水力采煤法、非正规采煤法采煤。

突出煤层的采煤工作面严禁使用风镐落煤。

8.2.4 煤矿防火一般规定

生产和在建矿井必须制定井上、下防火措施。矿井的所有地面建筑物、煤堆、矸石山、木料场等处的防火措施和制度，必须符合国家有关防火的规定。

木料场、矸石山、炉灰场距离进风井不得小于 80m。木料场距离矸石山不得小于 50m。

不得将矸石山或炉灰场设在进风井的主导风向上风侧，也不得设在表土 10 m 以内有煤层的地面上和设有有漏风的采空区上方的塌陷范围内。

新建矿井的永久井架和井口房、以井口为中心的联合建筑，必须用不燃性材料建筑。

对现有生产矿井用可燃性材料建筑的井架和井口房，必须制定防火措施。

矿井必须设地面消防水池和井下消防管路系统。井下消防管路系统应每隔 100 m 设置支管和阀门，但在带式输送机巷道中应每隔 50m 设置支管和阀门。地面的消防水池必须经常保持不少于 200m³ 的水量。如果消防用水同生产、生活用水共用同一水池，应有确保消防用水的措施。

开采下部水平的矿井，除地面消防水池外，可利用上部水平或生产水平的水仓作为消防水池。

进风井口应装设防火铁门，防火铁门必须严密并易于关闭，打开时不妨碍提升、运输和人员通行，并应定期维修；如果不设防火铁门，必须有防止烟火进入矿井的安全措施。

井下严禁使用灯泡取暖和使用电炉。

井下和井口房内不得从事电焊、气焊和喷灯焊接等工作。如果必须在井下主要硐室、主要进风井巷和

井口房内进行电焊、气焊和喷灯焊接等工作，每次必须制定安全措施，并遵守下列规定：

(1) 指定专人在场检查和监督。

(2) 电焊、气焊和喷灯焊接等工作地点的前后两端各 10m 的井巷范围内，应是不燃性材料支护，并应有供水管路，有专人负责喷水。上述工作地点应至少备有 2 个灭火器。

(3) 在井口房、井筒和倾斜巷道内进行电焊、气焊和喷灯焊接等工作时，必须在工作地点的下方用不燃性材料设施接受火星。

(4) 电焊、气焊和喷灯焊接等工作地点的风流中，瓦斯浓度不得超过 0.5%，只有在检查证明作业地点附近 20m 范围内巷道顶部和支护背板后无瓦斯积存时，方可进行作业。

(5) 电焊、气焊和喷灯焊接等工作完毕后，工作地点应再次用水喷洒，并应有专人在工作地点检查 1h，发现异状，立即处理。

(6) 在有煤(岩)与瓦斯突出危险的矿井中进行电焊、气焊和喷灯焊接时，必须停止突出危险区内的一切工作。

煤层中未采用砌碛或喷浆封闭的主要硐室和主要进风大巷中，不得进行电焊、气焊和喷灯焊接等工作。

井上、下必须设置消防材料库，并遵守下列规定：

(1) 井上消防材料库应设在井口附近，并有轨道直达井口，但不得设在井口房内。

(2) 井下消防材料库应设在每一个生产水平的井底车场或主要运输大巷中，并应装备消防列车。

(3) 消防材料库储存的材料、工具的品种和数量应符合有关规定，并定期检查和更换；材料、工具不得挪作他用。

井下爆炸材料库、机电设备硐室、检修硐室、材料库、井底车场、使用带式输送机或液力耦合器的巷道以及采掘工作面附近的巷道中，应备有灭火器材，其数量、规格和存放地点，应在灾害预防和处理计划中确定。

井下工作人员必须熟悉灭火器材的使用方法，并熟悉本职工作区域内灭火器材的存放地点。

8.2.5 矿井防治水灾的一般要求

煤矿企业应查明矿区和矿井的水文地质条件，编制中长期防治水规划和年度防治水计划，并组织实施。

煤矿企业必须定期收集、调查和核对相邻煤矿和废弃的老窑情况，并在井上、下工程对照图上标出其井田位置、开采范围、开采年限、积水情况。

水文地质条件复杂的矿井，必须针对主要含水层(段)建立地下水动态观测系统，进行地下水动态观测、水害预报，并制定相应的“探、防、堵、截、排”综合防治措施。

煤矿企业每年雨季前必须对防治水工作进行全面检查。

雨季受水威胁的矿井，应制定雨季防治水措施，并应组织抢险队伍，储备足够的防洪抢险物资。

8.2.6 瓦斯防治基本要求

一个矿井中只要有一个煤(岩)层发现瓦斯，该矿井即为瓦斯矿井。瓦斯矿井必须依照矿井瓦斯等级进行管理。

矿井瓦斯等级，根据矿井相对瓦斯涌出量、矿井绝对瓦斯涌出量和瓦斯涌出形式划分为：

(1) 低瓦斯矿井：矿井相对瓦斯涌出量小于或等于 $10\text{m}^3/\text{t}$ 且矿井绝对瓦斯涌出量小于或等于 $40\text{m}^3/\text{min}$ 。

(2) 高瓦斯矿井：矿井相对瓦斯涌出量大于 $10\text{m}^3/\text{t}$ 或矿井绝对瓦斯涌出量大于 $40\text{m}^3/\text{min}$ 。

(3) 煤(岩)与瓦斯(二氧化碳)突出矿井。

低瓦斯矿井中，相对瓦斯涌出量大于 $10\text{m}^3/\text{t}$ 或有瓦斯喷出的个别区域(采区或工作面)为高瓦斯区，该区应按高瓦斯矿井管理。

矿井总回风巷或一翼回风巷中瓦斯或二氧化碳浓度超过 0.75% 时，必须立即查明原因，进行处理。

采区回风巷、采掘工作面回风巷风流中瓦斯浓度超过 1.0% 或二氧化碳浓度超过 1.5% 时，必须停止工作，撤出人员，采取措施，进行处理。

采掘工作面风流中二氧化碳浓度达到 1.5% 时，必须停止工作，撤出人员，查明原因，制定措施，进行处理。

开采有瓦斯或二氧化碳喷出的煤(岩)层时，必须采取下列措施：

(1) 打前探钻孔或抽排钻孔。

(2) 加大喷出危险区域的风量。

(3) 将喷出的瓦斯或二氧化碳直接引入回风巷或抽放瓦斯管路。

有下列情况之一的矿井，必须建立地面永久抽放瓦斯系统或井下临时抽放瓦斯系统：

(1) 1 个采煤工作面的瓦斯涌出量大于 $5\text{m}^3/\text{min}$ 或 1 个掘进工作面瓦斯涌出量大于 $3\text{m}^3/\text{min}$ ，用通风方法解决瓦斯问题不合理的。

(2) 矿井绝对瓦斯涌出量达到以下条件的：

- ① 大于或等于 $40\text{m}^3/\text{min}$ ；
- ② 年产量 1.0~1.5 Mt 的矿井，大于 $30\text{m}^3/\text{min}$ ；
- ③ 年产量 0.6~1.0 Mt 的矿井，大于 $25\text{m}^3/\text{min}$ ；
- ④ 年产量 0.4~0.6 Mt 的矿井，大于 $20\text{m}^3/\text{min}$ ；
- ⑤ 年产量小于或等于 0.4 Mt 的矿井，大于 $15\text{m}^3/\text{min}$ 。

(3) 开采有煤与瓦斯突出危险煤层的。

高瓦斯矿井煤巷掘进工作面应安设隔(抑)爆设施。

8.2.7 粉尘防治基本要求

新矿井的地质精查报告中，必须有所有煤层的煤尘爆炸性鉴定资料。生产矿井每延深一个新水平，应进行 1 次煤尘爆炸性试验工作。

矿井必须建立完善的防尘供水系统。没有防尘供水管路的采掘工作面不得生产。主要运输巷、带式输送机斜井与平巷、上山与下山、采区运输巷与回风巷、采煤工作面运输巷与回风巷、掘进巷道、煤仓放煤口、溜煤眼放煤口、卸载点等地点都必须敷设防尘供水管路，并安设支管和阀门。防尘用水均应过滤。水采矿井和水采区不受此限。

井下所有煤仓和溜煤眼都应保持一定的存煤，不得放空；有涌水的煤仓和溜煤眼，可以放空，但放空后放煤口闸板必须关闭，并设置引水管。

溜煤眼不得兼作风眼使用。

开采有煤尘爆炸危险煤层的矿井，必须有预防和隔绝煤尘爆炸的措施。矿井的两翼、相邻的采区、相邻的煤层、相邻的采煤工作面间，煤层掘进巷道同与其相连的巷道间，煤仓同与其相联通的巷道间，采用独立通风并有煤尘爆炸危险的其他地点同与其相联通的巷道间，必须用水棚或岩粉棚隔开。

必须及时清除巷道中的浮煤，清扫或冲洗沉积煤尘，定期撒布岩粉；应定期对主要大巷刷浆。

矿井每年应制定综合防尘措施、预防和隔绝煤尘爆炸措施及管理制度，并组织实施。

矿井应每周至少检查 1 次煤尘隔爆设施的安装地点、数量、水量或岩粉量及安装质量是否符合要求。

8.2.8 电气安全一般规定

矿井应有两回路电源。当任一回路发生故障时，另一回路应能担负矿井全部负荷。

矿井的两回路电源线路上都不得分接任何负荷。

对井下各水平中央变(配)电所、主排水泵房和下山开采的采区排水泵供电的线路，不得少于两回路。当任一回路停止供电时，其余回路应能担负全部负荷。

主要通风机、提升人员的立井绞车、抽放瓦斯泵等主要设备房，应各有两回路直接由变(配)电所馈出的供电线路；受条件限制时，其中的一回路可引自上述同种设备房的配电装置。

8.3 矿山危险有害因素的识别

8.3.1 煤矿危险、有害因素的识别

在进行危险有害因素识别时，一般以危险物质为主线，并结合工艺流程及具体的作业方式、使用的设备设施及周围环境、水文地质等情况进行综合考虑。

1、瓦斯

(1) 瓦斯灾害事故的类型及危害

- ① 瓦斯爆炸。瓦斯浓度达到 5%-16%，氧气浓度在 12%以上，当遇到火源或火花，就会发生爆炸。
- ② 煤与瓦斯突出。
- ③ 瓦斯窒息。

(2) 导致瓦斯事故的主要原因

产生瓦斯事故的主要原因有：配风不足；工作面超产；局部通风机供风不足；瓦斯异常涌出；上隅角防止瓦斯积聚的措施不当；电器失爆；漏电保护、接地保护、过流保护失效；静电火花、机械摩擦火花、冲击产生火花；放炮未填炮泥或炮泥长度不够；未使用煤矿安全炸药或毫秒雷管；高瓦斯煤层未抽放或抽

放效果不好；抽放管路泄漏；突出煤层未采取“四位一体”防突措施或措施不当；对有自燃发火倾向煤层未采取措施或措施不当；采空区漏风严重，引起采空区自燃发火；瓦斯监控系统故障或传感器故障；盲巷未通风或没有栅栏、禁入标志等。

(3) 易发生瓦斯事故的场所。在煤矿生产过程中，可能发生瓦斯事故的场所主要有：采煤工作面、掘进工作面、回风巷道、采煤工作面上隅角、采空区、盲巷、石门等。

2、煤尘

煤尘是煤矿生产过程中，由于机械或爆破作用使煤炭破碎而产生的固体颗粒。挥发分含量大于 10% 的煤尘具有爆炸性。煤尘爆炸是煤矿生产过程中的一大灾害，如果预防不当，管理措施不到位，将会造成事故。

(1) 煤尘灾害类型及危害。

① 爆炸性煤尘。当粒径小于 1mm 具有爆炸性的煤尘悬浮于空气中，且浓度在 $40\text{g}/\text{m}^3 \sim 2500\text{g}/\text{m}^3$ 之间，氧气浓度大于 13%，遇到火源（最低点火温度 $600^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ ）或火花（最低点火能 30mJ），就会发生爆炸。

② 呼吸性粉尘（煤尘及岩尘）。煤矿生产过程中（如掘进、采煤、放炮、运输和破碎等）会产生大量的煤尘或岩尘。粉尘危害性大小与粉尘的分散度、游离二氧化硅含量、粉尘物质组成及粉尘浓度有关，一般随着游离二氧化硅和有害物质含量的增加而增大。 $10\mu\text{m}$ 以下的呼吸性粉尘对人的危害最大。呼吸性粉尘可以进入肺泡，使肺组织发生病理学改变，丧失正常通气和换气功能，长期吸入粉尘后，严重损害身体健康。由煤尘引起的叫尘肺病，由岩尘引起的叫矽肺病。

(2) 导致煤尘危害的主要原因。

产生煤尘危害的主要原因有：无降尘措施或措施未发挥作用；风速过大；未进行煤层注水降尘；沉积煤尘清理不及时；采掘机械无喷雾降尘装置；电器失爆；漏电保护、接地保护、过流保护失效；瓦斯爆炸；干式打钻；放炮未填炮泥或炮泥长度不够；未使用煤矿安全炸药或毫秒雷管；回风巷无雾化降尘措施；人员未带防尘面罩；转载点无喷雾洒水装置或没起作用等。

(3) 易发生煤尘灾害的场所。

在煤矿生产过程中，可能发生煤尘灾害的场所主要有：采煤工作面、掘进工作面、回风巷道、有沉积煤尘的巷道、石门等

3、爆破作业

爆破作业是煤矿生产过程中的重要工序，其作用是利用炸药在爆炸瞬间释放出的能量对周围介质做功，以破碎岩体或煤体，达到掘进和采煤的目的。

在煤矿开采过程中使用大量的炸药。炸药从地面炸药库向井下运输的途中，装药和爆破过程中，未爆炸或未爆炸完全的炸药在装卸岩石或煤的过程中，都有发生爆炸的可能。爆炸产生的震动、冲击波和飞石对人员、设备设施、构筑物等有较大的损害。由于煤矿采煤过程中的瓦斯和煤尘具有爆炸性，爆破时的火焰可能引起瓦斯或煤尘爆炸，煤矿爆破作业在爆破器材和工艺上与非煤矿山有很大不同，发爆器为本安型，引爆雷管为毫秒延迟雷管，装药时用炮泥封堵炮口，并有水炮泥尖灭火焰，降低爆破气体温度，配有瓦斯浓度鉴定器，实行“一炮三检”。常见的爆破危害除有震动、冲击波、飞石、拒爆、早爆、迟爆外，还有爆炸火焰外泄引起的瓦斯、煤尘爆炸等。

(1) 爆破作业中意外事故有：拒爆、早爆、自爆、迟爆、引起瓦斯或煤尘爆炸。

(2) 爆破产生的有害效应有：地震效应、飞石、冲击波、有毒气体、引起瓦斯或煤尘爆炸事故。

(3) 爆破事故产生的主要原因有：爆破后过早进入工作面；盲炮处理不当或打残眼；炸药运输过程中强烈振动或摩擦；装药或起爆工艺不合理或违章作业；警戒不到位，信号不完善，安全距离不够；爆破器材质量不良，点火迟缓，拖延点炮时间；非爆破作业人员作业或违章作业；使用爆炸性能不明的材料；所用发爆器防爆性能失效；使用普通电雷管放炮；装药时未用炮泥或炮泥长度不够；采掘工作面放炮未严格执行“一炮三检”制度；炸药库管理不严；有其他火源。

(4) 在煤矿生产过程中，可能发生爆破事故的作业场所主要有：炸药库；运送炸药的巷道；爆破作业的采煤工作面或掘进工作面；爆破后的采煤工作面或掘进工作面；爆破器材加工场所等。

4、中毒、窒息

(1) 中毒、窒息原因分析。根据煤矿生产特点，引起中毒窒息的原因主要为煤体瓦斯、爆破后产生的炮烟和其他有毒气体。其他有毒气体如：硫化物、 CO_2 及有机烃类气体，开采过程中遇到的溶洞、采空区、巷道中存在的有毒气体，爆炸或火灾产生的有毒烟气等。

爆破后形成的炮烟是造成人员中毒的主要原因之一。造成炮烟中毒的主要原因是通风不畅和违章作业。

造成人员中毒、窒息的原因包括：

①违章作业。如爆破后通风时间不足就进入工作面作业，人员没有按要求撤离到不会发生炮烟中毒的巷道等；

②通风设计不合理。风量不足，通风时间过短，风流短路，独头巷道掘进时没有局部通风等；

③警戒标志不合理或没有标志。人员意外进入通风不畅、长期不通风的盲巷、采空区、硐室等；

④瓦斯异常涌出。突然遇到大量瓦斯或含有大量窒息性气体、有毒气体地质构造，大量窒息性气体、有毒气体涌到采掘工作面或其他人员作业场所，人员没有防护措施；

⑤意外情况。人员意外进入炮烟污染区并长时间停留，意外停风等。

(2)中毒、窒息场所。可能发生中毒、窒息的场所主要包括：爆破作业面，炮烟流经的巷道，炮烟积聚的采空区，炮烟进入的硐室，盲巷、盲井，通风不良的巷道，采空区等。

5、顶底板灾害

顶底板灾害是煤矿生产过程中的一大安全隐患，如果预防不当，管理措施不到位，将会造成事故。采空区、采煤工作面和掘进巷道受岩石压力的影响，都可能引发地压灾害。

(1)引起顶底板灾害的原因。产生顶底板灾害的原因有：采煤方法不合理；巷道布置在应力集中区；顶板岩层破碎，底板岩层遇水膨胀；穿越地质构造区域；煤柱被破坏；采区煤柱设计不合理或未保护完好；井巷没有支护、支护不及时或支护设计不合理；支架强度不够；煤与瓦斯突出煤层未采取相应措施；采煤工作面或巷道施工工艺不合理；采煤工作面或巷道施工时违章作业；爆破参数设计不合理；爆破工序不合理；爆破施工时违章作业；地下水作用、岩石风化等其他地压活动的影响或破坏。

(2)顶底板灾害危害。顶底板灾害通常表现为采煤工作面顶板大范围垮落、陷落和冒落，采空区大范围垮落或陷落，巷道或采掘工作面的片帮、冒顶或底板膨胀，竖井井壁破裂、井筒涌砂、岩帮片落，地表沉陷等。

①采煤工作面顶板大范围垮落、陷落和冒顶，使采煤工作面无法正常生产，损坏支架，破坏进回风巷道，造成采煤工作面内人员的伤亡，破坏采煤工作面内的设备，破坏矿井的正常通风，造成生产秩序的紊乱，等等。如造成排水系统破坏，引起水害，破坏矿井的供电系统等。

②巷道或掘进工作面的片帮、冒顶，造成巷道内人员伤亡，破坏巷道内的设备、设施，破坏正常的生产系统，破坏巷道支护等。

6、电气设备或设施伤害

《煤矿安全规程》要求，电气设备必须为防爆或本安型，电缆具有阻燃抗静电性能。电气设备由于现场使用或维修不当，使防爆性能下降或失爆，会引起火灾或爆炸；另外，配电线路、开关、熔断器、插销座、照明器具、电动机等均有可能引起电气设备伤害。

(1)煤矿电气火灾产生原因。

①未采用阻燃电缆、未采用防爆或本安型电气设备、电气设备失爆。

②有电火花和电弧产生。包括电气线路故障时产生的事故电火花、雷电放电产生的电弧、静电火花等。

(2)电击危害。

①分布。配电室、配电线路以及在生产过程中使用的各种电气拖动设备、移动电气设备、手持电动工具、照明线路及照明器具或与带电体连通的金属导体等，都存在直接受到电击或间接受到电击的可能。

②伤害方式和途径。

a. 伤害方式。电击伤害是由电流的能量造成的：当电流流过人体时，人体受到局部电能作用，使人体内细胞的正常工作遭到不同程度破坏，产生生物学效应、热效应、化学效应和机械效应，会引起压迫感、打击感、痉挛、疼痛、呼吸困难、血压异常、昏迷、心律不齐等，严重时会引起窒息、心室颤动而导致死亡。

b. 伤害途径。电击常见的伤害途径有：人体触及带电体，人体触及正常状态下不带电而当设备或线路故障(如漏电)时意外带电的金属导体(如设备外壳)，人体进入地面带电区域时，两脚之间承受的跨步电压。

③产生电击的原因。产生电击的原因有：电气线路或电气设备在设计、安装上存在缺陷，或在运行中缺乏必要的检修维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、

绝缘损坏、PE 线断线等隐患；没有采取必要的安全技术措施(如保护接零、漏电保护、安全电压、等电位联结等)或安全措施失效；电气设备运行管理不当，安全管理制度不完善；电工或机电设备操作人员操作失误或违章作业等。

(3) 触电伤害。

①分布。触电伤害主要发生在配电室、配电线路等。

②伤害方式。由电流的热效应、化学效应、机械效应对人体造成局部伤害，形成电弧烧伤、电流灼伤、电烙印、电气机械性伤害、电光眼等。

③伤害途径。

直接烧伤：当带电体与人体之间产生电弧时，电流流过人体形成烧伤。直接电弧烧伤是与电击同时发生的。

间接烧伤：当电弧发生在人体附近时，对人体产生烧伤，包括融化了的炽热金属溅出造成的烫伤。

电流灼伤：人体与带电体接触，电流通过人体由电能转换为热能造成的伤害。

④触电产生的原因。产生触电的原因主要有：带负荷(特别是感应负荷)拉开裸露的闸刀开关；误操作引起短路；近距离靠近高压带电体作业；线路短路、开启式熔断器熔断时，炽热的金属微粒飞溅；人体过于接近带电体等。

7、火灾

煤矿火灾分为内因火灾和外因火灾。内因火灾指煤炭自然发火引起的火灾，除此之外，其他火灾均为外因火灾。

(1)煤矿火灾发生的地点：采空区、采掘工作面、带式输送机、易燃易爆物品材料库或堆场；电气设备集中区等。

(2)煤矿火灾的原因：

①电气火灾。电气设备失爆、电缆不阻燃、短路或电火花等。

②输送带火灾。输送带不阻燃、设计安装不当、无自动探测灭火装置或其失灵等。

③撞击火花。设备或工具撞击产生火花。

④静电火花。设备或工具表面电阻超过 300 MQ。

⑤煤层自燃。煤的回采率低、采空区漏风、采煤工作面推进速度慢或未采取灌浆防火措施等。

8、掘进作业

掘进作业是煤矿生产的主要环节。发生事故的主要表现有：

(1)打钻作业中钻杆伤人、钻机砸伤人及干式打钻产生尘肺病危害。

(2)爆破作业中冲击波、飞石、拒爆、早爆、迟爆、爆炸火焰外泄引起的瓦斯、煤尘爆炸等。

(3)装载作业中装载伤人，如碰伤、岩石砸伤人等。

(4)掘进机作业中飞石伤人、挤伤、压伤等。

(5)支护作业中顶板、片帮跨落砸伤，支架跨落、喷浆伤人等。

9、采煤作业

采煤作业是煤矿生产的中心环节。发生事故的主要表现有：

(1)打钻作业中钻杆伤人、钻机砸伤人及干式打钻产生尘肺病危害。

(2)爆破作业中冲击波、飞石、拒爆、早爆、迟爆、爆炸火焰外泄引起的瓦斯、煤尘爆炸等。

(3)装载作业中刮板输送机碰伤、刮伤、煤块砸伤等。

(4)采煤作业中：采煤机牵引链固定不牢或产品未达到规定要求；作业人员违章操作；开关失灵，不能及时切断电源，致使运行失控；操作人员注意力不集中或视觉障碍，不能及时停车造成挤伤、压伤等。

(5)支护作业中顶板跨落、片帮、支架跨落或倾倒砸伤等。

10、高处作业

高处作业时，由于防护不当(或没有防护)、操作不当，发生的人员或物件坠落事故，造成人员伤亡或财产损失。可能产生坠落事故的场所主要有：竖井、斜井、天井、溜井、采场及各类操作平台。

11、提升、运输

提升运输是煤矿生产过程中一个重要组成部分。煤矿主要有竖井提升、斜井提升和水平运输(机车运输、带式输送机运输)。提升、运输发生事故的主要表现有：

(1)竖井提升：断绳、过卷、蹲罐毁物伤人；突然卡罐或急剧停机，挤罐或信号工、卷扬工操作失误

造成人员坠落。

(2)斜井提升：跑车、掉道毁物伤人；斜井落石伤人。其中跑车事故是斜井提升运输危害最大的事故，其产生的主要原因有如下2种：

①提升、运输运行状态不良。

- a. 钢丝绳断裂。钢丝绳承载时强度不够或负荷超限时可能产生钢丝绳断裂。
- b. 摘挂钩失误。未挂钩下放或过早摘钩，造成跑车事故。
- c. 制动装置失灵。制动装置主要为工作闸或制动闸，如果失效就会造成制动装置失灵。
- d. 绞车工操作失误。司机精神不集中，未带电“放飞车”。
- e. 挂车违章。超挂车辆、车辆超装或车辆脱离连接。

②防跑车装置及管理缺陷。

- a. 设计缺陷。指防跑车装置设计不符合实际，起不到作用。
- b. 安装缺陷。安装不当，起不到应有的作用。
- c. 工作状态不良。工作状态异常或出现故障，起不到作用。
- d. “一坡三挡”不健全。
- e. 没有严格执行斜井行人不提升、提升不行人的规定。

(3)水平运输。

①机车运输：常见的事故有机车撞车，机车撞、压行人，机车掉道等。其中机车撞、压行人是危害最大的事故。产生机车撞压伤人事故的主要原因有：

- a. 行人方面。行人行走地点不当，如行人在轨道间、轨道上、巷道窄侧行走，就可能被机车撞伤；行人安全意识差或精神不集中，行人不及时躲避、与机车抢道或扒跳车，都可能造成事故；周围环境的影响，如无人行道、无躲避硐室、设备材料堆积、巷道受压变形、照度不够、噪声大等。
- b. 机车运行方面。操作原因，如超速运行、违章操作、判断失误、操作失控等；制动装置失效等。
- c. 其他因素，如无信号或信号不起作用、操作员无证驾驶或精神不集中、行车视线不良等。

②带式运输：主要表现为绞人伤害及胶带火灾。

带式输送机产生伤害的主要原因有：

- a. 人的因素。输送机运转过程中清理物料、加油或处理故障；疲劳失误、绊滑跌倒、衣袖未扎；违章跨越、违章乘坐；操作人员精神不集中。
- b. 物的因素。防护装置失效，设计不满足要求，信号装置失效或未开启等。

12、机械伤害

机械伤害主要指机械设备运动(静止)部件、工具、加工件直接与人体接触引起的夹击、碰撞、剪切、卷入、绞、碾、割、刺等形式的伤害。机械伤害是煤矿生产过程中最常见的伤害之一，易造成机械伤害的机械、设备包括运输机械、采掘机械、装载机械、钻探机械；破碎设备、通风设备、排水设备、支护设备及其他转动及传动设备。

13、水灾

(1)造成水害的原因。在煤矿生产过程中，可能存在由地表塌陷或地质构造形成的裂隙、通道进入矿井的地表水危害，采空区和废弃巷道中的积水危害，以及原岩溶洞、裂隙等构造中的原岩水体的危害。产生水害的主要原因有：采掘过程中没有探水或探水工艺不合理；采掘过程中遇到含水地质构造；爆破、钻孔时揭露水体；地压活动揭露水体；排水设施、设备设计或施工不合理；采掘过程中违章作业；没有及时发现突水征兆；发现突水征兆时没有及时采取有效的探水、防水措施；采掘过程中没有采取合理的疏水、导水措施，采空区、废弃巷道积水未排；巷道、工作面 and 地面水体内外连通；降雨量突然加大时，造成井下涌水量突然增大。

(2)危害或破坏形式。矿井、地表水或突然降雨都可能造成矿井水灾事故，这些事故包括：

①采掘工作面突水；

②采掘工作面或采空区透水。由于地质构造或采掘使采空区与储水体连通，使大量的水体直接进入采空区，从而使采空区、巷道甚至矿井被淹；

③地表水或突然大量降雨进入井下。通过裂隙、溶洞、废弃巷道、透水层、地表露头与采空区、巷道、采掘工作面连通，使大量的水体通过采空区进入作业场所或直接进入作业场所。

14、噪声与振动危害

在煤矿生产过程中，噪声与振动主要来源于气动凿岩工具的空气动力噪声，设备在运转中的振动、摩擦、碰撞产生的机械噪声和电动机等电气设备所产生的电磁辐射噪声。

产生噪声和振动的设备和场所主要有：空压机和空压机泵房；通风机和通风机房；水泵和水泵房；绞车和绞车房；爆破作业场所；破碎设备和破碎作业场所；凿岩设备和凿岩工作面；运输设备和设备通过的巷道；装岩机和装岩作业场所；机修车间等。

15、放射性危害

一般煤矿开采，顶底板岩石中都含有微量的放射性物质，如氡，通过呼吸损害人的肺部和上呼吸道，加速某些慢性疾病的发展，严重危害职工身体健康。

16、起重伤害

在煤矿地面机修车间存在大量的起重设备，发生起重伤害的几率比较大。其危害因素主要表现为牵引链断裂或滑动件滑脱、碰撞、突然停车等。由此引发的事故有毁坏设备、人员伤亡等。

起重伤害的一般原因有以下几个方面：超载；牵引链或产品未达到规定要求；无证操作起重设备或作业人员违章操作；开关失灵，不能及时切断电源，致使运行失控；操作人员注意力不集中或视觉障碍，不能及时停车；被吊物件体积过大；突然停电；起重设备故障。

17、其他危害

在生产过程中，还存在高温、腐蚀、雷击、地震、滑坡、采光照度不良等危险、有害因素。

8.3.2 非煤矿山危险、有害因素的识别

由于非煤矿山企业危险、有害因素复杂，在进行危险、有害因素识别时，一般以生产工艺流程为主线，并根据具体的作业条件、作业方式、使用的设备设施及周围环境、水文地质等情况进行综合考虑。

1、爆破作业

爆破作业是非煤矿山生产过程中的重要工序，其作用是利用炸药在爆破瞬间放出的能量对周围介质做功，以破碎矿岩，达到掘进和采矿的目的。

在非煤矿山开采过程中须使用大量的炸药。炸药从地面炸药库向井下运输的途中，装药和起爆的过程中、未爆炸或未爆炸完全的炸药在装卸矿岩的过程中，都有发生爆炸的可能。爆炸产生的震动、冲击波和飞石对人员、设备设施、构筑物等有一定的损害。常见的爆破危害有爆破震动、爆破冲击波、爆破飞石、拒爆、早爆、迟爆等。

(1) 爆破作业中的几种意外事故。

①拒爆。②早爆。③自爆。④迟爆。

(2) 爆破产生的有害效应。

①爆破地震效应。炸药在岩土体中爆炸后，在距爆源的一定范围内，岩土体中产生弹性震动波，即爆破地震；硐室爆破时，因一次装药量较大，爆破地震也比较强烈，对附近的构筑物、设备设施和岩体等会产生较大影响，很可能引起大范围的冒顶片帮事故。

②爆破飞石。飞石是爆破时从岩体表面射出且飞越很远的个别碎块。爆破时，由于药包最小抵抗线掌握不准，装药过多，造成爆破飞石超过安全允许范围，或因对安全距离估计不足，造成人身伤亡和设备损失，是爆破产生的有害效应之一。

③爆破冲击波。爆破时，部分爆炸气体产物随崩落的岩土冲出，在空气中形成冲击波，可能危害附近的构筑物、设备设施和岩体等。

④爆破有毒气体。爆破时会产生大量的有毒有害气体，如果没有及时稀释和排出，过早进入工作面将会对作业人员的身体造成极大伤害，甚至导致人员中毒死亡。

(3) 导致爆破事故的主要原因。爆破事故产生的原因主要有：放炮后过早进入工作面；盲炮处理不当或打残眼；炸药运输过程中强烈振动或摩擦；装药工艺不合理或违章作业；起爆工艺不合理或违章作业；警戒不到位，信号不完善，安全距离不够；爆破器材质量不良，点火迟缓，拖延点炮时间；非爆破专业人员作业，爆破作业人员违章；使用爆破性能不明的材料；炸药库管理不严等。

(4) 易发生爆破事故的场所。在非煤矿山开采过程中，可能发生爆破事故的作业场所主要有：炸药库，运送炸药的巷道，运送矿岩的巷道，爆破作业的工作面，爆破作业的采场，爆破后的工作面，爆破后的采场，爆破器材加工地等。

2、中毒、窒息

(1) 中毒、窒息原因分析。根据非煤矿山生产工艺的特点，引起中毒窒息的原因主要为爆破后产生的

炮烟和其他有毒烟尘。其他有毒烟尘，如：矿体氧化形成的硫化物与空气的混合物，开采过程中遇到的溶洞、采空区，巷道中存在的有毒气体，火灾后产生的有毒烟气等。

爆破后形成的炮烟是造成人员中毒的主要原因之一。造成炮烟中毒的主要原因是通风不畅和违章作业。发生人员中毒、窒息的原因包括：

①违章作业。如放炮后通风时间不足就进入工作面作业，人员没有按要求撤离到不会发生炮烟中毒的巷道等；

②通风设计不合理，使炮烟长时间在作业区域滞留，独头巷道掘进时没有设置局部通风，没有足够的风量稀释炮烟，设计的通风时间过短等；

③由于警戒标志不合理或没有标志，人员意外进入通风不畅、长期不通风的盲巷、采空区、硐室等；

④突然遇到含有大量窒息性气体、有毒气体、粉尘的地质构造，大量窒息性气体、有毒气体、粉尘突然涌出到采掘工作面或其他人员作业场所，人员没有防护措施；

⑤出现意外情况。如意外的风流短路，人员意外进入炮烟污染区并长时间停留，意外的停风等。

(2)中毒、窒息场所。可能发生中毒、窒息的主要场所包括：爆破作业面，炮烟流经的巷道，炮烟积聚的采空区，炮烟进入的硐室，盲巷、盲井，通风不良的巷道，采空区，使用有毒或腐蚀性药剂的选矿车间等。

3、地压

地压灾害是非煤矿山开采过程中的一大安全隐患，如果预防不当，管理措施不到位，将会造成事故。采空区、采场和巷道受岩石压力的影响，都可能引发地压灾害。

(1)引起地压灾害的原因：采矿方法不合理；穿越地压活动区域；穿越地质构造区域；矿柱被破坏；采场矿柱设计不合理或未保护完好；在应该进行支护的井巷没有支护或支护设计不合理；遇到新的地质构造而没有及时采取措施；采场或巷道施工工艺不合理；采场或巷道施工时违章作业；遇到新的岩石而没有按岩性进行施工；爆破参数设计不合理；爆破工序不合理；爆破施工时违章作业；地下水作用、岩石风化等其他地压活动的影响或破坏。

(2)地压灾害危害。地压灾害通常表现为采场顶板大范围垮落、陷落和冒落，采空区大范围垮落或陷落，巷道或采掘工作面的片帮、冒顶或底板鼓胀等，竖井井壁破裂、井筒涌砂、岩帮片落，地表沉陷等。

①采场顶板大范围垮落、陷落和冒顶，其主要危害有：破坏采场和周围的巷道；造成采场内人员的伤亡；破坏采场内的设备和设施；破坏矿井的正常通风；造成生产秩序的紊乱；其他危害。如排水管道经过采场，可能造成排水系统破坏，引起水害，继而破坏矿井的供电系统等。

②巷道或采掘工作面的片帮、冒顶危害。岩体的地压活动造成巷道的片帮和冒顶，其危害主要有：巷道内人员的伤亡；破坏巷道内的设备、设施；破坏正常的生产系统；破坏巷道等。

4、电气设备或设施

非煤矿山生产系统大量使用电气设备，存在电气事故危害。充油型互感器、电力电容器长时间过负荷运行，会产生大量热量，导致内部绝缘损坏，如果保护监测装置失效，将会造成火灾、爆炸；另外，配电线路、开关、熔断器、插销座、电热设备、照明器具、电动机等均有可能引起电伤害。

(1)电气火灾产生原因。

①由于电气线路或设备设计不合理、安装存在缺陷或运行时短路、过载、接触不良、铁心短路、散热不良、漏电等导致过热。

②电热器具和照明灯具形成引燃源。

③电火花和电弧，包括电气设备正常工作或操作过程中产生的电火花、电气设备或电气线路故障时产生的事故电火花、雷电放电产生的电弧、静电火花等。

(2)电击危害。

①分布。配电室、配电线路以及在生产过程中使用的各种电气拖动设备、移动电气设备、手持电动工具、照明线路及照明器具或与带电体连通的金属导体等，都存在直接接触电击或间接接触电击的可能。

②伤害方式和途径。

a. 伤害方式。触电伤害是由电流的能量造成的。当电流流过人体时，人体受到局部电能作用，使人体内细胞的正常工作遭到不同程度破坏，产生生物学效应、热效应、化学效应和机械效应，会引起压迫感、打击感、痉挛、疼痛、呼吸困难、血压异常、昏迷、心律不齐等，严重时会引起窒息、心室颤动而导致死亡。

b. 伤害途径。人体触及带电体；人体触及正常状态下不带电而当设备或线路故障(如漏电)时意外带电的金属导体(如设备外壳)；人体进入地面带电区域时，两脚之间承受到跨步电压。

③产生电击的原因。

a. 电气线路或电气设备在设计、安装上存在缺陷，或在运行中缺乏必要的检修维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、绝缘损坏、PE 线断线等隐患；

b. 没有设置必要的安全技术措施(如保护接零、漏电保护、安全电压、等电位连接等)，或安全措施失效；

c. 电气设备运行管理不当，安全管理制度不完善；

d. 电工或机电设备操作人员的操作失误，或违章作业等。

(3)可能造成触电的场所。

①分布。配电室、配电线路等。

②伤害方式和途径。

a. 伤害方式。由电流的热效应、化学效应、机械效应对人体造成局部伤害，形成电弧烧伤、电流灼伤、电烙印、电气机械性伤害、电光眼等。

b. 伤害途径。

直接烧伤：当带电体与人体之间产生电弧时，电流流过人体形成烧伤。直接电弧烧伤是与电击同时发生的。

间接烧伤：当电弧发生在人体附近时，对人体产生烧伤，包括融化了的炽热金属溅出造成的烫伤。

电流灼伤：人体与带电体接触，电流通过人体由电能转换为热能造成的伤害。

③产生触电的原因：带负荷(特别是感应负荷)拉开裸露的闸刀开关；误操作引起短路；近距离靠近高压带电体作业；线路短路、开启式熔断器熔断时，炽热的金属微粒飞溅；人体过于接近带电体等。

5、坠落

坠落危害是指在高处作业中发生坠落造成的伤亡事故。非煤矿山生产中可能产生坠落 伤害事故的主要场所或区域有：竖井、斜井、天井、溜井、采场及各类操作平台。

6、提升运输

提升运输是非煤矿山生产过程中一个重要组成部分。非煤矿山主要有竖井提升、斜井 I 提升和水平运输(机车运输、带式输送机运输)。提升运输事故主要表现为：

(1)竖井提升：断绳、过卷、蹲罐毁物伤人；突然卡罐或急剧停机，挤罐或信号工、卷扬工操作失误造成人员坠落。

(2)斜井提升：跑车、掉道毁物伤人；斜井落石伤人。其中跑车事故是斜井提升运输危害最大的事故，其产生的主要原因有如下 2 种：

①矿车运行状态不良。

a. 钢丝绳断裂。钢丝绳承载时强度不够或负荷超限时都可能产生钢丝绳断裂。

b. 摘挂钩失误。未挂钩下放或过早摘钩，都会造成跑车事故。

c. 制动装置失灵。制动装置主要包括工作闸或制动闸，如果失效就会造成制动装置失灵。

d. 绞车工操作失误。司机精神不集中，未带电“放飞车”。

e. 挂车违章。超挂车辆、车辆超装或车辆脱离连接。

②防跑车装置。

a. 设计原因。主要指设计的防跑车装置不符合实际，不能起到防跑车作用。

b. 安装缺陷。不安装或安装不当，起不到应有的作用。

c. 工作状态不良。工作状态异常或出现故障，起不到防跑车的作用。

(3)水平运输。

①机车运输：常见的事故有机车撞车，机车撞、压行人，机车掉道等。其中机车撞压行人是危害最大的事故。产生机车运行撞压伤人事故的主要原因有：

a. 行人方面。行人行走地点不当，如行人在轨道间、轨道上、巷道窄侧行走，就可能被机车撞伤；行人安全意识差或精神不集中，行人不及时躲避、与机车抢道或扒跳车，都可能会造成事故；周围环境的影响，如无人行道、无躲避硐室、设备材料堆积、巷道受压变形、照度不够、噪声大等。

b. 机车运行方面。操作原因，如超速运行、违章操作、判断失误、操作失控等；制动装置失效等。

c. 其他因素。如无信号或信号不起作用、操作员无证驾驶或精神不集中、行车视线不良等。

②胶带运输：主要表现为绞人伤害，胶带运输机产生绞人伤害的主要原因有：

a. 人的因素：胶带机运转过程中清理物料、加油或处理故障；疲劳失误、绊滑跌倒、衣袖未扎；违章跨越、违章乘坐；操作人员精神不集中。

b. 物的因素：防护装置失效；设计不满足要求；信号装置失效或未开启等。

7、机械伤害

机械性伤害主要指机械设备运动(静止)部件、工具、加工件直接与人体接触引起的夹击、碰撞、剪切、卷入、绞、碾、割、刺等形式的伤害。各类转动机械的外露传动部分(如齿轮、轴、履带等)和往复运动部分都有可能对人体造成机械伤害。

同时机械伤害也是非煤矿山生产过程中最常见的伤害之一，易造成机械伤害的机械、设备包括：运输机械，掘进机械，装载机械，钻探机械，破碎设备，通风、排水设备，选矿设备，其他转动及传动设备。

8、水灾

(1)造成水害的原因。在非煤矿山开采过程中，可能存在由地表塌陷或地质构造形成的裂隙、通道进入矿井的地表水危害，采空区和废弃巷道中储存的“人工水体”的危害，以及原岩溶洞、裂隙等构造中的原岩水体的危害。产生水害的主要原因可能是：采掘过程中没有探水或探水工艺不合理；采掘过程中突然遇到含水的地质构造；爆破时揭露水体；钻孔时揭露水体；地压活动揭露水体；排水设施、设备设计不合理；排水设施、设备施工不合理；采掘过程中违章作业；没有及时发现突水征兆；发现突水征兆没有及时采取探水措施或没有及时探水；发现突水征兆后没有及时采取防水措施；发现突水征兆采取了不合适的探水、防水措施；采掘过程中没有采取合理的疏水、导水措施，使采空区、废弃巷道积水；巷道、工作面 and 地面水体内外连通；降雨量突然加大时，造成井下涌水量突然增大。

(2)危害及破坏形式。矿井、地表水或突然降雨都可能造成矿井水灾事故，这些事故包括：

①采掘工作面突水；

②采掘工作面或采空区透水。由于各种通道使采空区与储水体连通，使大量的水体直接进入采空区，从而形成采空区、巷道甚至矿井被淹；

③地表水或突然大量降雨进入井下。通过裂隙、溶洞、废弃巷道、透水层、地表露头与采空区、巷道、采掘工作面连通，使大量的水体直接进入采空区再进入人员作业场所，或直接进入作业场所。

9、粉尘

非煤矿山在生产过程中(如凿岩、爆破、铲装、放矿、运输和破碎等)会产生大量的粉尘，尾矿库也存在一定的粉尘。粉尘危害性大小与粉尘的分散度、游离二氧化硅含量、粉尘物质组成及粉尘浓度有关，一般随着游离二氧化硅含量和有害物质的增加而增大。不同粒径的粉尘中，呼吸性粉尘对人的危害最大。人员长期吸入粉尘后，使肺组织发生病理学改变，因此丧失正常的通气和换气功能，严重损害身体健康。

10、噪声与振动危害

噪声就是使人感到不愉快的声音，不仅对人体的听力、心理、生理产生影响，还可引起职业性耳聋，而且对生产活动也产生不利影响。在高噪声环境中作业，人的心情易烦躁，容易疲劳，反应迟钝，工作效率低，可诱发事故。噪声产生于物体的振动，振动是生产中常见的危险因素，它与噪声相结合作用于人体。振动可直接作用于人体，也可通过地板或其他物体作用于人体，按其作用部位可分为局部振动和全身振动。产生振动多见于使用风动工具、电动工具及其他有较强机械摩擦作用的地方。

在非煤矿山生产过程中，噪声与振动主要来源于气动凿岩工具的空气动力噪声，各设备在运转中的振动、摩擦、碰撞而产生的机械噪声和电动机等电气设备所产生的电磁辐射噪声。产生噪声和振动的设备和场所主要有：空压机和空压机泵房；通风机和通风机房；水泵和水泵房；绞车和绞车房；爆破作业场所；破碎设备和破碎作业场所；凿岩设备和凿岩工作面；运输设备和设备通过的巷道；装岩机和装岩作业场所；机修设备(如锻钎机)及机修车间等。

11、火灾

火灾具有突发性的特点，虽然存在有事故征兆，但由于监测、预测手段不完善，以及人们对火灾发生规律掌握不够等原因，火灾往往在人们意想不到的时候发生。火灾事故后果往往比较严重，容易造成重大伤亡，尤其是特大火灾事故。因此，必须加强对火灾事故的预防。

发生火灾事故的原因比较复杂，因为构成燃烧条件的三要素(着火源、可燃物、助燃物)普遍存在于人们的生产、生活中。例如，着火源有明火、化学反应热、物质的分解自燃、热辐射、高温表面、撞击或摩

擦、电气火花、静电放电、雷电等多种；可燃物有各种可燃气体、可燃固体、可燃液体。非煤矿山火灾事故的一般原因有以下几个方面：

(1) 生活和生产用火不慎。通过对大量火灾事故的调查和分析表明，有不少事故是由于操作者缺少有关的科学知识，在火灾险隋面前思想麻痹，存在侥幸心理，不负责任，违

(2) 设备不良。如设计错误且不符合防火或防爆的要求，电气设备设计、安装、使用维护不当等。

(3) 物料的原因。例如，可燃物质的自燃，各种危险物品的相互作用，机械摩擦及撞击生热，在运输装卸时受剧烈振动等。

(4) 环境的原因。如潮湿、高温、通风不良、雷击、静电、地震等自然因素。

(5) 管理的原因。

(6) 建筑结构布局不合理，建筑材料选用不当等因素。

一般非煤矿山开采，即使不是生产铀等放射性矿石的矿山，都含有微量的放射性物质，如氡。氡的产生是 226 镭原子衰变的结果，这种衰变是自然发生的，人们无法控制这种衰变，因而氡的产生是连续的，氡从岩石里跑到空气中的过程也是连续的。氡进入人体的主要途径是呼吸道。吸人的氡经上呼吸道进入肺部，并通过渗透作用至肺泡壁溶于血液循环系统分布到全身，并积聚在含脂肪较多的器官或组织中，按其本身固有的规律进行衰变，损害肺部和上呼吸道，加速某些慢性疾病的发展，严重危害职工身体健康。

13、起重伤害

起重伤害是指各种起重作业(包括起重机安装、检修、试验)中发生的挤压、坠落、(吊具、吊重)物体打击和触电。

在非煤矿山生产过程中，选矿车间和机修车间存在大量的起重设备，发生起重伤害的几率比较大。其危害因素主要表现为牵引链断裂或滑动件滑脱、碰撞、突然停车等。由此引发的事故有毁坏设备、人员伤亡、影响生产等。起重伤害的一般原因有以下几个方面：超载；牵引链或产品未达到规定质量要求；无证操作起重设备或作业人员违章操作；开关失灵，不能及时切断电源，致使运行失控；操作人员注意力不集中或视觉障碍，不能及时停车；被运物件体积过大；突然停电；起重设备故障等。

14) 其他危害

在生产过程中，还存在压力容器爆炸、高温、腐蚀、雷击、地震、采光照明不良等危险、有害因素。

第九章 事故应急救援体系及预案

9.1 概述

9.1.1 重大生产安全事故需要生产安全应急救援体系

9.1.2 我国事故应急救援体系发展概况

1、公安消防部队；2、防化部队；3、化学事故应急救援抢救中心；4、中国海上搜救中心；5、国家中毒控制中心；6、企业专职消防队。

9.1.3 生产安全事故应急救援预案概况

生产安全事故应急救援预案，就是指生产经营单位通过预测本单位危险源、危险目标可能发生的生产安全事故和灾害的类别、危害程度，针对可能发生的重大事故和灾害，在一旦突发时，如何组织抢险和救援而制定的方案。

9.1.4 国外事故应急救援体系及预案概况

9.1.5 应急措施

应急措施是针对本单位危险源、危险目标在日常运作监控时发现发生偏离正常状态时，车间或班组应该采取的紧急处理措施。

应急措施与应急救援预案的不同之处在于：

1、针对的事故程度不同

应急措施是针对小事故。

2、涉及人员不同

应急措施主要是由车间或班组成员进行实施；而事故应急救援预案是由企业主管人员调动生产经营单位各部门抢险救援力量进行事故抢险和救援，必要时报告请求政府进行抢险救援。

3、制定部门不同

应急措施主要由生产经营单位技术人员制定；应急预案由单位主要负责人组织制定；县及以上的地区特大生产安全事故预案由县级以上地方各级人民政府组织有关部门制定。

4、启动机制不同

应急措施由车间或班组成员根据事故发展自行启动；应急预案由企业管理者根据事故事态发展启动。

5、目的不同

应急措施的目的是控制小事故的发展，并且使事故得到处理，消除事故，恢复正常生产经营；应急预案的目的主要是在灾害发生的紧急关头，能从容及时地按照预定方案进行有效的应急救援，在短时间内使事故得到有效控制，使系统得以恢复，能够避免或减少事故和灾害的损失，以拯救生命、保护财产、保护环境。

9.2 事故应急救援体系的构成

9.2.1 事故应急救援体系的组织机构

生产安全事故应急救援工作应坚持“以人为本、预防为主、快速高效”的方针，贯彻“统一领导、属地管理、协同配合、资源共享”的原则。

企业发生生产安全事故后，进行事故抢险仍无法控制事态时，就应及时向政府请求应急救援，重大生产安全事故应急救援是政府的职责。

政府按生产安全事故的可控性、严重程度和影响范围启动不同的响应等级，对事故进行分级响应。应急响应级别分为四级：I级为国家响应；II级为省、自治区、直辖市响应；III级为市、地、盟响应；IV级为县响应。

1、我国生产安全应急救援体系构想

2、国家生产安全事故应急救援工作领导小组（国务院成立）

3、国家生产安全事故应急救援指挥机构

4、国家生产安全事故专业应急救援指挥机构

5、国家生产安全事故应急救援组织

6、地方政府应急救援体系

7、现场应急救援指挥机构

8、生产安全应急救援运行体系构想

9、在体系运行过程中涉及的组织或机构

(1) 应急救援专家组；(2) 医疗救治组织；(3) 抢险救援组织；(4) 监测组织；(5) 公众疏散组织；(6) 警戒与治安组织；(7) 洗消去污组织；(8) 后勤保障组织；(9) 信息发布组织；(10) 其他组织。

9.2.2 支持保障系统

该系统的主要功能是保障重大事故应急救援工作的有效开展。主要包括：

1、法律法规保障体系；2、通讯系统；3、警报系统；4、技术与信息支持系统；5、宣传、教育和培训体系

9.3 事故应急救援预案

9.3.1 制订事故应急救援预案的目的和原则

1、制订预案的目的

(1) 采取预防措施使事故控制在局部，消除蔓延条件，防止突发性重大事故或连锁事故发生；
(2) 能在事故发生后迅速有效地控制和处理事故，尽力减轻事故对人、财产和环境造成的影响。

2、制订应急救援预案的原则

制订事故应急救援预案的原则是“以防为主，防救结合”。

(1) 从事事故预防的角度制定事故应急救援预案

“提高系统安全保障能力”和“将事故控制在局部”是事故预防的两个关键点。事故预防应由技术对策和管理对策共同构成。

(2) 从事事故发生后损失控制的角度制定事故应急救援预案

“及时进行救援处理”和“减轻事故所造成的损失”是事故损失控制的两个关键点。

值得注意的是，事故应急救援预案要定期进行演练。

9.3.2 事故应急救援预案的特点

1、科学性；2、实用性；3、权威性。

9.3.3 编制事故应急救援预案依据的法律、法规

主要有：《中华人民共和国安全生产法》；《中华人民共和国职业病防治法》；《中华人民共和国消防法》；《中华人民共和国矿山安全法》；《中华人民共和国建筑法》；《国务院关于特大事故行政责任追究的规定》；《国务院关于加强安全生产工作的决定》；《关于进一步加强中央企业安全生产工作的通知》；《危险化学品管理条例》；《特种设备安全监察条例》；《建设工程安全生产管理条例》；《矿山安全法实施条例》；《使用有毒物品安全管理条例》；《危险化学品事故应急救援预案编制导则》；其他相关法律、法规；国际公约。

9.3.4 事故应急救援预案的构成

事故应急救援预案由外部预案和内部预案构成，相互独立又协调一致。

1、预案的层次

我国事故应急预案分为五个级别：

(1) I 级（企业级）。事故的有害影响局限于某个生产经营单位的厂界内，并且可被现场的操作者遏制和控制在该区域内。这类事故可能需要投入整个单位的力量来控制，但其影响预期不会扩大到社区（公共区）。

(2) II 级（县、市）级。所涉及事故其影响可扩大到公共区，但可被该县（市、区）的力量，加上所涉及的生产经营单位的力量所控制。

(3) III 级（市、地）区。事故影响范围大，后果严重，或是发生在两个县或县级市管理区边界上的事故。应急救援需动用地区力量。

(4) IV 级（省级）。对可能发生的特大火灾、爆炸、毒物泄漏事故，特大矿山事故以及属省级特大事故隐患、重大危险源的设施或场所，应建立省级事故应急预案。需动用全省范围内的力量来控制。

(5) V 级（国家）级。对事故后果超过省、直辖市、自治区边界以及列为国家级事故隐患、重大危险源的设施或场所，应制定国家级应急预案。

2、事故应急预案的内容

(1) 外部预案

由县级以上地方各级人民政府组织有关部门制定，也就是 II、III、IV、V 级的事故应急预案。主要内容应包括：

①应急救援信息；②医疗救治；③抢险救援；④监测；⑤公众疏散；⑥警戒与治安；⑦消洗劫去污；⑧后勤保障；⑨信息发布；⑩其他。

(2) 内部预案

由生产经营单位制定，主要依据或参照相关导则进行编写。内部主要包括：单位基本情况；危险目标及其危险特性，危险目标对周围的影响；危险目标周围可利用的安全、消防、个体防护的设备、器材及其分布；应急救援组织机构、组成人员和职责划分；报警、通讯联络方式；事故发生后应采取的处理措施；人员紧急疏散、撤离；危险区的隔离；检测、抢险、救援及控制措施；受伤人员现场救护、救治与医院救治；现场保护与现场洗消；应急救援保障；预案分级响应条件；事故应急救援终止程序；应急培训计划；演练计划；附件等。

9.3.5 各类事故应急救援预案的编制

标准化事故应急响应程序按照过程可分为接警、确定响应等级、报警、应急启动、救援行动、扩大应急、应急恢复和应急结束几个过程。一个标准的预案应该包括的程序及流程如图 9-4 所示。

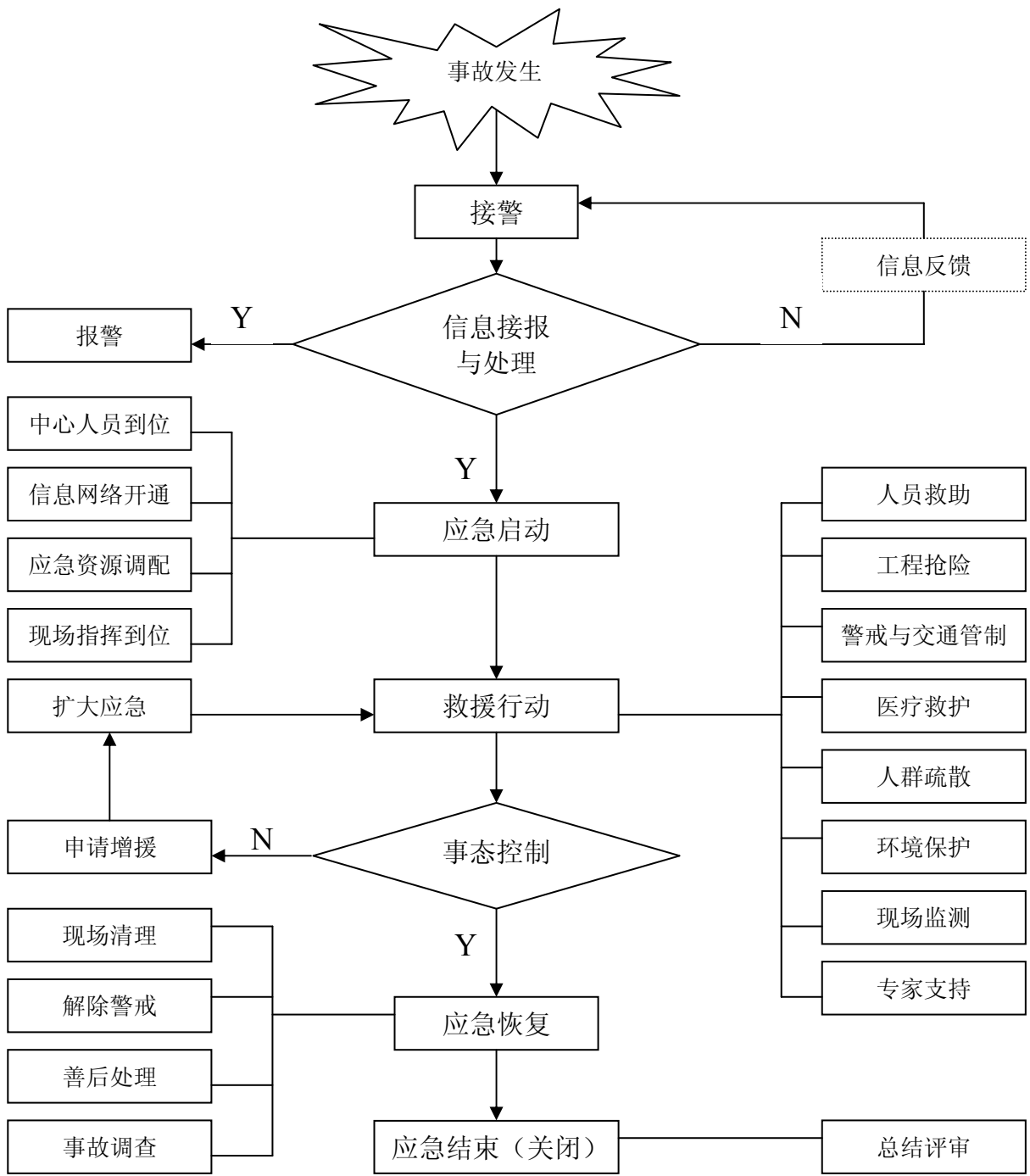


图 9-4 标准的应急响应程序

9.3.5.1 危险化学品事故应急救援预案的编制

编写要求和编写提纲可以参照《危险化学品事故应急救援预案 编制导则》（单位版）进行编写。

9.3.5.2 其他生产经营单位事故应急救援预案的编制

其他生产经营单位编制事故应急救援预案，可参照《危险化学品事故应急救援预案 编制导则》（单位版）进行编写。

1、预案的内容主要应包括：见本章内部预案内容。

2、编制预案时应该注意的事项

（1）应针对本单位特点进行编制；（2）事故发生后应采取的处理措施，其立足点和出发点不完全相同；（3）售货员紧急疏散和撤离方面；（4）事故救援方面；（5）医疗救护方面。

9.3.6 预案的演习和实施

1、预案的演习

作用：可在事故真正发生前暴露预案和程序的缺陷；发现应急资源的不足；改善各应急部门、机构人员之间的协调；增强公众应对突发重大事故救援的信心和应急意识；提高应急人员的技术水平和熟练程度；进一步明确各自的岗位与职责；提高各级预案之间的协调性；提高整体应急反应能力。

演习前需要对以下项目进行检查落实：组织上的落实、制度的落实、硬件的落实。

2、预案的实施

预案的实施是在事故发生时，依据事故的类别、危害程度的级别和评估结果，启动相应的预案，按照预案进行事故的应急救援（注意：实施时不能轻易变动预案）。事故后认真总结，进一步完善预案。

9.3.7 事故应急救援预案的检查

检查一般可以分为三个层次：第一层次是检查预案程序；第二层次是检查预案内容；第三层次是检查预案配套的制度和办法。

9.3.7.1 预案程序的检查

1、危险源确定程序

（1）找出可能引发事故的材料、物品、系统、生产过程、设施或能量（电、磁、射线等）。

（2）对危险辨识找出的因素进行分析。

①分析可能发生事故的后果（人的伤害、物的损失、环境的破坏）；

②分析可能引发事故的原因。

（3）将危险分出层次，找出最危险的关键单元。

（4）确定是否属于重大危险源。

（5）对属于重大危险源以及危险度高的单元，进行“事故严重度评价”。

（6）确定危险源（按危险程度依次排列）。

2、事故预防程序的检查

遵循事故预防 PDCA 循环的基本过程，即计划、实施、检查、处置，包括：通过安全检查掌握“危险源”的现状；分析产生危险的原因；拟订控制危险的对策；对策的实施；实施效果的确认；保持效果并将其标准化，防止反复；持续改进，提高安全水平。

3、应急救援程序检查

要求根据危险源模拟事故状态，制定出每种事故状态下的应急救援方案，不能遗漏。当发生事故时，每个职工都应知道各种紧急状态下，每一步“做什么”和：怎么做“。

9.3.7.2 预案内容的检查

主要检查两个方面：一是程序所包含的内容是否遗漏；二是这些内容是否正确。重点检查以下方面的内容。

1、组织方案；2、责任制；3、报警及信息系统；4、重大危险源；5、紧急状态下抢险救援的实施；

9.3.7.3 预案配套的制度和方法的检查

为了能在事故发生后，迅速、准确、有效地进行处理，必须制定好《事故应急救援预案》以及与之配套的制度、程序和处理方法。

此外，日常还要做好应急救援的各项准备工作，对全厂职工进行经常性的应急救援常识教育，落实岗位责任制和各项规章制度；同时还应建立以下应急救援工作相应制度：责任制；值班制度；检查制度；例会制度；培训制度；应急救援装备；物资、药品等检查、维护制度；演练制度等。

第十章 安全评价过程控制

10.1 安全评价过程控制概述

10.1.1 安全评价过程控制的涵义

安全评价过程控制是保证安全评价工作质量的一系列文件。

安全评价的质量是指安全评价工作的优劣程度，也就是安全评价工作体现客观公正性、合法性、科学性和针对性的程度。

10.1.2 安全评价过程控制的内容

其内容可划分为“硬件管理”和“软件管理”。

硬件管理：主要指安全评价机构建设的管理，包括安全评价机构内部机构的设置；各职能部门职责的划定、相互间分工协作的关系；安全评价人员及专家的配备等管理。

软件管理：主要指“硬件”运行中的管理，包括项目单位的选定；合同的签署；安全评价资料的收集；安全评价报告的编写；安全评价报告内部评审；安全评价技术档案的管理；安全评价信息的反馈；安全评价人员的培训等一系列管理活动。

10.1.3 安全评价过程控制的目的和意义

安全评价是安全生产管理的一个重要组成部分，是预测、预防事故的重要手段。

安全评价机构建立过程控制体系的重要意义主要体现在以下几个方面：

- 1、强化安全评价质量管理，提高安全评价工作质量水平；
- 2、有利于安全评价规范化、法制化及标准化的建设和安全评价事业的发展；
- 3、提高了安全评价的质量就能使安全评价在安全生产工作中发挥更有效的作用，确保人民生命安全、生活安定，具有重要的社会效益；
- 4、有利于安全评价机构管理层实施系统和透明的管理，学习运用科学的管理思想和方法；
- 5、促进安全评价工作的有序进行，使安全评价人员在评价过程中做到各负其责，提高工作效率；
- 6、可加强对安全评价人员的培训，促进其工作交流，持续不断地提高其业务技能和工作水平；
- 7、提高安全评价机构的市场信誉，在市场竞争中取胜。

10.1.4 安全评价机构建立过程控制体系的主要依据

主要依据：管理学原理；国家对安全评价机构的监督管理要求；安全评价机构自身的特点。

安全评价过程控制体系以戴明原理、目标原理和现场改善原理为基础；遵循戴明原则---PDCA 管理模式，基于法制化的管理思想：预防为主、领导承诺、持续改进、过程控制；运用了系统论、控制论、信息论的方法。

10.2 安全评价过程控制体系的主要内容

10.2.1 安全评价过程控制方针和目标

1、控制方针

控制方针是评价机构安全评价工作的核心，表明了评价机构从事安全评价工作的发展方向和行动纲领。

2、控制目标

应针对其内部相关职能和层次，建立并保持文件化的过程控制目标。

10.2.2 机构与职责

10.2.3 人员培训、业务交流

安全评价人员的水平对安全评价的质量起着至关重要的作用。人员培训、业务交流是保持一支高质量的安全评价队伍的必要途径。

安全评价业务培训和能力考核的基本要求：

- 1、根据评价人员的作用和职责，确定各类人员所必需的安全评价能力。
- 2、制定并保持确保各类人员具备相应能力 培训计划。
- 3、定期评审培训计划，必要时予以修订，以保证其适宜性和有效性。
- 4、在制定和保持培训计划或时，或其内容应重点针对以下领域：

- (1) 机构人员的作用与职责培训；
- (2) 新员工的安全评价知识培训；
- (3) 针对安全评价的法律、法规、标准和指导性文件的培训；
- (4) 针对中高层管理者的管理责任和管理方法的培训；
- (5) 针对分包方、委托方等所需要的培训。

- 10.2.4 合同评审
- 10.2.5 安全评价计划编制
- 10.2.6 编制安全评价报告
- 10.2.7 安全评价报告内部评审
- 10.2.8 跟踪服务
- 10.2.9 档案管理和数据库管理
- 10.2.10 纠正预防措施
- 10.2.11 文件记录

10.3 安全评价过程控制体系文件的构成及编制

10.3.1 安全评价过程控制体系文件的构成及层次关系

安全评价过程控制体系文件一般分为三个层次：管理手册（一级）、程序文件（二级）、作业文件（三级），其层次关系和内容如图 10-1 和图 10-2 所示。

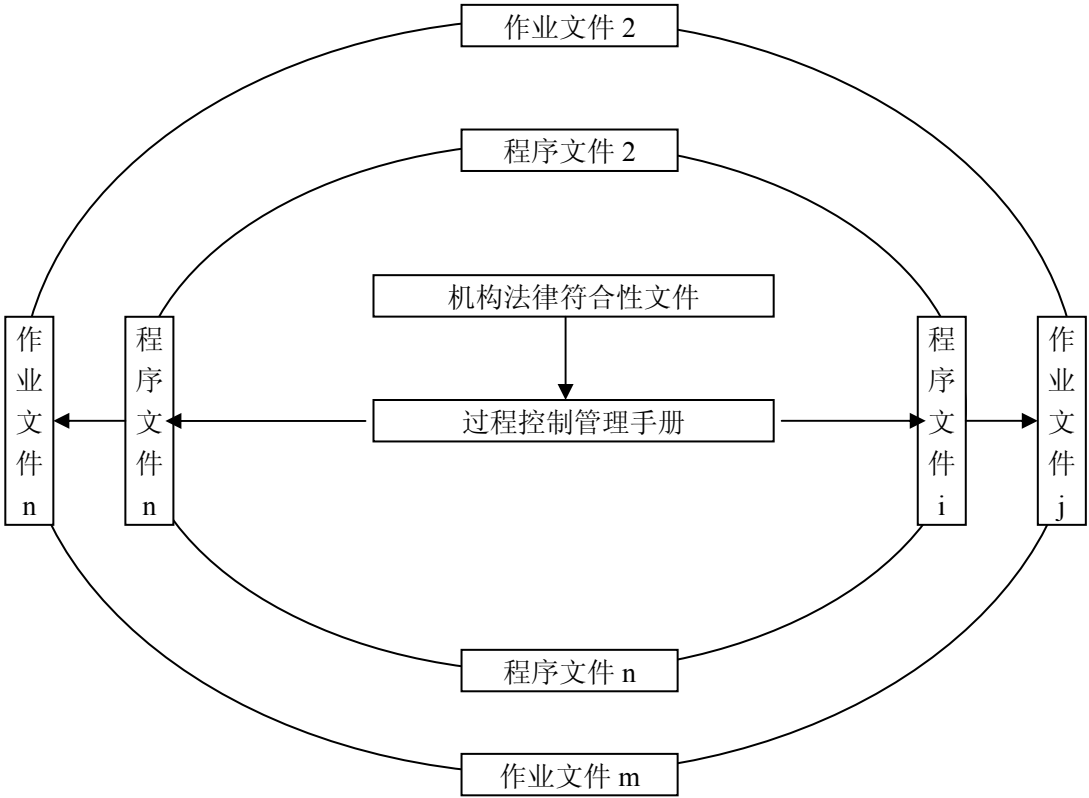


图 10-1 安全评价过程控制体系文件的层次关系

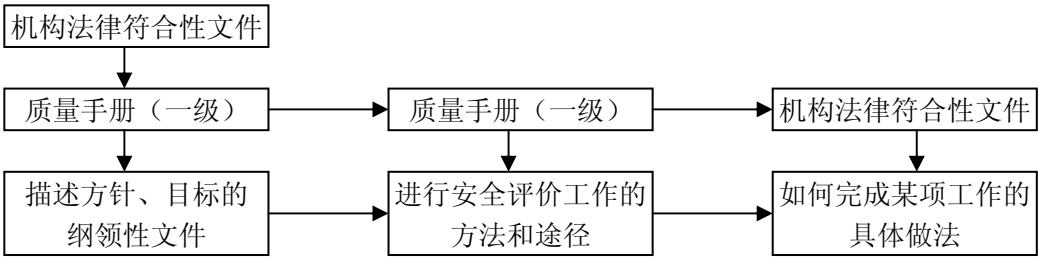


图 10-2 安全评价过程控制体系文件的内容

10.3.2 安全评价过程控制体系文件的编制

10.3.2.1 安全评价过程控制管理手册的编写

1、编写手册遵循的原则：

(1) 指令性原则；(2) 目的性原则；(3) 符合性原则；(4) 系统性原则；(5) 协调性原则；(6) 可行性原则；(7) 先进性原则；(8) 可检查性原则。

2、手册的编写程序：见图 10-3

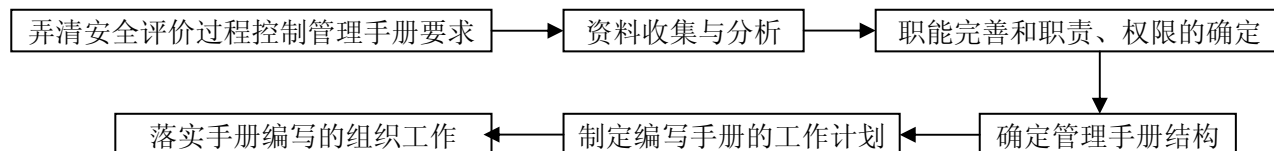


图 10-3 过程控制管理手册编写流程图

3、管理手册包括的内容：

- (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。

10.3.2.2 程序文件的编写

程序文件是实施某项活动而规定的方法，安全评价过程控制体系程序文件是指为进行某项活动的途径。

1、程序文件的编写要求：

- (1) 至少应包括体系重要控制环节的程序；
- (2) 每个程序文件在逻辑上都应是独立的，程序文件的数量、内容和格式由机构自行确定；
- (3) 程序文件应结合评价机构的业务范围和实际情况阐述；
- (4) 程序文件应有可操作性和可检查性。

2、程序文件编写的工作程序：如图 10-4 所示。

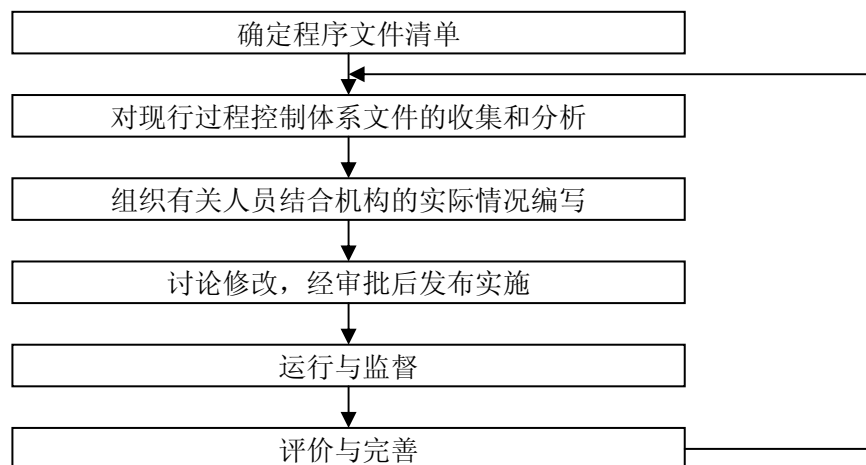


图 10-4 程序文件编写流程图

10.3.2.3 作业文件的编写

作业文件是程序文件的支持性文件。作业文件应与程序文件相对应，是对程序文件的补充和细化。

10.3.2.4 记录的编写

记录是为已完成的或达到的结果提供客观证据的文件，它是重要的信息资料，为证实可追溯性以及采取预防措施和纠正措施提供依据。

记录的内容：记录名称；记录编码；记录顺序号；记录内容；记录人员；记录时间；记录单位名称；记录保存期限和保存部门。

10.4 安全评价过程控制体系的建立、运行与持续改进

10.4.1 安全评价过程控制体系的建立

10.4.1.1 建立安全评价过程控制体系时应考虑的因素

1、管理学原理；2、国家对评价机构的监督管理要求；3、机构自身的特点。

10.4.1.2 建立安全评价过程控制体系的原则

1、领导层真正重视；2、员工积极参与；3、专家把关。

10.4.1.3 建立安全评价过程控制体系的步骤

- 1、建立安全评价过程控制的方针和目标；
- 2、确定实现过程控制目标必需的过程和职责；
- 3、确定和提供实现过程控制目标必需的资源；
- 4、规定测量评价每个过程的有效性和效率的方法；
- 5、应用这些测量方法确定每个过程的有效性和效率；
- 6、确定防止不合格并消除产生原因的措施。

10.4.2 安全评价过程控制体系的运行和持续改进

安全评价过程控制体系建立和保持示意图如图 10-6 所示。

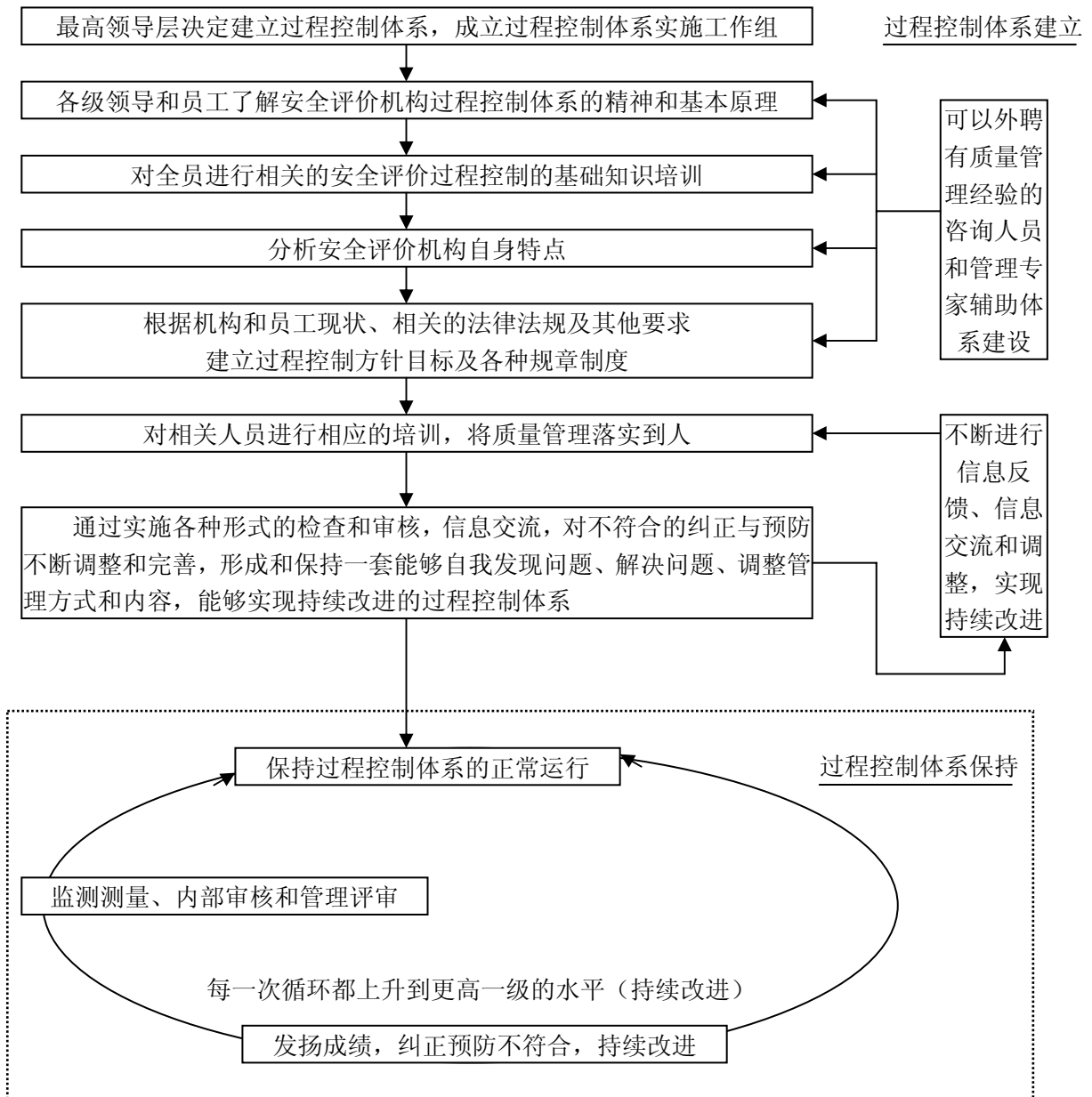


图 10-6 安全评价过程控制体系建立和保持

持续改进是安全评价过程控制体系的一个核心思想，它体现了管理的持续发展的过程。持续改进包括：

- 1、分析和评价现状，以便识别改进区域；
- 2、确定改进目标；
- 3、为实现改进目标寻找可能的解决办法；
- 4、评价这些解决办法；
- 5、实施选定的解决办法；
- 6、测量、验证、分析和评价实施的结果以证明这些目标已经实现；
- 7、正式采纳更改；
- 8、必要时，对结果进行评审，以确定进一步的改进机会。

第十一章 安全检查表

11.1 安全检查

11.1.1 目的

安全检查是对工程、系统的设计、装置条件、实际操作、维修等进行详细检查以识别所存在的危险性。

安全检查的目的：

- 1、使操作人员保持对工艺危险的警觉性；
- 2、对需要修订的操作规程进行审查；
- 3、对那些设备和工艺变化可能带来的任何危险性进行识别；
- 4、评价安全系统和控制的设计依据；
- 5、对现有危险性的新技术应用进行审查；
- 6、审查维护和安全检查是否充分。

11.1.2 评价的结果内容

安全检查的结果的内容一般包括：

- 1、偏离设计的工艺条件所引起安全问题；
- 2、偏离规定的操作规程所引起安全问题；
- 3、新发现的安全问题。

11.1.3 安全检查所需资料

- 1、相关的法规和标准；
- 2、以前类似的安全分析报告；
- 3、详细工艺和装置说明，P&IDS 和 PID；
- 4、开、停车及操作、维修、应急规程；
- 5、事故报告、未遂事故报告；
- 6、以往工艺维修记录；
- 7、工艺物料性质，毒性及反应活性等资料。

11.1.4 安全检查过程

安全检查包括三个部分：1、检查的准备；2、实施检查；3、汇总结果。

11.2 安全检查表

11.2.1 目的

安全检查表分析利用检查条款按照相关的标准、规范等对已知的危险类别、设计缺陷以及与一般工艺设备、操作、管理有关的潜在危险性和有害性进行判别检查。

适用范围：适用于工程、系统的各个阶段。安全检查表常用于安全验收评价、安全现状评价、专项安全评价，而很少推荐用于安全预评价。

11.2.2 不同类型的检查表

可分为检查结果的定性化、半定量或量化的安全检查表。

编制安全检查表所需资料：

- 1、有关标准、规程、规范及规定；
- 2、国内外事故案例、本单位的经验；
- 3、系统安全分析确定的危险部位及防范措施；
- 4、研究的成果等有关资料。

11.2.2.1 检查结果定性化

安全检查表应列举需查明的所有导致事故的不安全因素，通常采用提问方式，并以“是”或“否”来回答。每个检查表均需要注明检查时间、检查者、直接责任人。

为了使提出的问题有所依据，可以收集有关的此项问题的规章制度、规范标准，在有关条款后面注明名称和所在章节。

提问型安全检查表格式如表 11-2 所示

表 11-2 提问型安全检查表

序号	检查项目和内容	检查结果		检查依据	备注
		是	否		

11.2.2.2 检查结果的半定量

采用三级判分系列 0-1-2-3, 0-1-3-5, 0-1-5-7, 其中评判的“0”为不能接受的条款, 低于标准较多的判给“1”; 稍低于标准的条件判给刚低于最大值的分数; 符合标准条件的判给最大的分数。见表 11-3。

表 11-3 半定量打分法的安全检查表

序号	检查项目和内容	检查结果		备注
		可判分数	判给分数	
	检查条款	0-1-2-3 (低度危险)		
		0-1-3-5 (中度危险)		
		0-1-5-7 (高度危险)		
		总的满分	总的判分	
百分比=总的分数÷总的可能的分数=判分/满分				

11.2.2.3 检查结果的量化

根据安全检查表检查结果及各分系统或子系统的权重系数, 按照检查表的计算方法, 首先计算出各子系统或分系统的评价分数值, 再计算出各评价系统的评价得分, 最后计算出评价系统(装置)的评价得分, 确定系统(装置)的安全评价等级。

1、划分系统

(1) 以装置作为总系统。

(2) 每个系统又依次分为若干分系统和子系统, 对最后一层各子系统(或分系统)根据不同的评价对象制订出相应的安全检查表。

2、评分方法

(1) 采用安全检查表赋值法, 安全检查表按检查内容和要求逐项赋值, 每一张检查表以 100 分计。

(2) 不同层次的系统、分系统、子系统给予权重系数, 同一层次各系统权重系数之等于 1。

(3) 评价时从安全检查表开始, 按实际行分逐层向前推算, 根据子系统的分数值和权重系数计算上一层分系统的分数值, 最后得到系统的评价得分。系统满分应为 100 分。

3、安全检查表检查的实施办法

每张检查表归纳了子系统(或分系统)内应检查的内容和要求, 并制订评分标准和应得分。

依照制订的安全检查表中各项检查的内容及要求, 采取现场检查或查资料、记录、档案或抽考有关人员等方法, 对评价对象进行检查。对不符合要求之项, 根据“评分标准”给予扣分, 扣完为止, 不计负分。

根据检查表检查的实得分, 按系统划分图逐层向前推算, 计算出评价系统的最终得分, 并根据分数值划分安全等级, 最后, 汇总安全检查中发现的隐患, 提出相应的整改措施。

4、安全评价结果计算方法

(1) 系统或分系统评价分数值计算:

$$M_i = \sum_{j=1}^n k_{ij} m_{ij}$$

式中: M_i -----分系统或子系统分数值;

k_{ij} -----分系统或子系统的权重系数;

m_{ij} -----分系统或子系统的评价分数值;

n -----分系统或子系统的数目。

(2) 缺项计算

用检查表检查如出现缺项的情况, 其检查结果由实得分与应得分之比乘以 100 得到, 即:

$$m_i = \frac{\sum_{j=1}^n k_{ij} m_{ij}}{\sum_{j=1}^n k_{ij}}$$

式中：m_i-----安全检查表评价得分；
m_{ij}-----安全检查表实得分；
k_{ij}-----安全检查表除去缺项应得分。
(3) 装置最终评价结果计算：

$$A = \frac{g}{100} \sum_{i=1}^7 K_i M_i$$

式中：A-----装置最终评价分数值；
g-----综合安全管理分系统分数值；
K_i-----各系统权重系数；
M_i-----各系统评价分数值。

装置满分应为 100 分。

5、系统（装置）的安全等级

根据评价系统最终的评价分数值，按表 11-4 确定系统（装置）的安全等级。

表 11-4 系统（装置）安全评价等级划分

安全等级	系统安全评价分值范围
特级安全级	A≥95
安全级	95>A≥80
临界安全级	80>A≥50
危险级	A≤50

11.2.3 编制程序及应用说明

检查表的编制程序如图 11-2 所示。

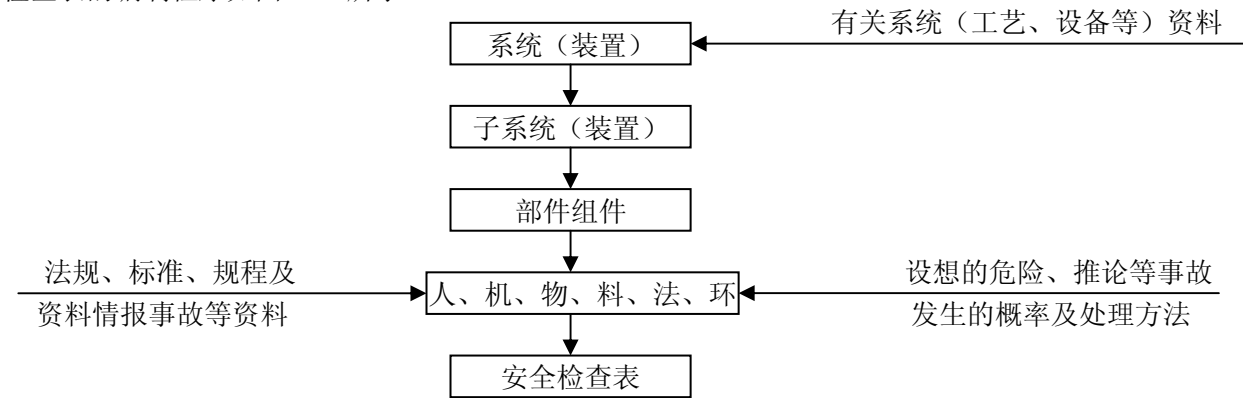


图 11-2 安全检查表编制程序图

一旦确定检查的范围，安全检查表分析应包括三个主要步骤：

1、选择安全检查表。安全检查表分析方法是一种经验为主的方法。

编制安全检查表评价人员应有丰富的经验，最好具备丰富生产工艺操作经验，熟悉相关的法规、标准和规程。

2、安全检查。对现有系统装置的安全检查，应包括巡视和自检检查主要工艺单元区域。

3、评价的结果。检查完成后，将检查的结果汇总和计算，最后列出具体安全建议和措施。

11.2.4 方法示例（略）

第十二章 危险度评价法

该方法规定了危险度由物质、容量、温度、压力和操作等 5 个项目共同确定，其危险度分别按 A=10 分，B=5 分，C=2 分，D=0 分赋值计分，总分=物质+容量+温度+压力+操作，由累计分值确定单元危险度。危险度分级图如图 12-1 所示。

$$\left\{ \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} \text{物质} \\ 0 \sim 10 \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{容量} \\ 0 \sim 10 \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{温度} \\ 0 \sim 10 \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{压力} \\ 0 \sim 10 \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{操作} \\ 0 \sim 10 \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} 16 \text{ 点以上} \\ 11 \sim 15 \\ 1 \sim 10 \end{array} \right\}$$

图 12-1 危险度分级表

- 16 点以上为 1 级，属高度危险；
11~15 点为 2 级，需同周围情况用其他设备联系起来进行评价；
1~10 点为 3 级，属低危险度。
物质：物质本身固有的点火性、可燃性和爆炸性的程度；
容量：单元中处理的物料量；
温度：运行温度和点火温度的关系；
压力：运行压力（超高压、高压、中压、低压）；
操作：运行条件引起爆炸或异常反应的可能性。

表 12-2 危险度分级

总分值	≥16 分	11~15 分	≤10 分
等级	I	II	III
危险程度	高度危险	中度危险	低度危险

表 12-1 危险度评价取值表

项目	分值			
	A（10 分）	B（5 分）	C（2 分）	D（0 分）
物质（系指单元中危险、有害程度最大之物质）	1.甲类可燃气体 2.甲 _A 类物质及液态烃类 3.甲类固体 4.极度危害介质	1.乙类可燃气体 2.甲 _A 、乙 _A 类可燃液体 3、乙类固体 4、高度危害介质	1.乙 _B 、丙 _A 、丙 _B 类可燃液体 2.丙类固体 3.中、轻度危害介质	不属左述之 A，B，C 项之物质
容量	1.气体 1000m ³ 以上 2.液体 100m ³ 以上	1.气体 500~1000 m ³ 2.液体 50~100 m ³	1.气体 100~500 m ³ 2.液体 10~50 m ³	1、气体<100 m ³ 2、液体<10 m ³
温度	1000℃ 以上使用，其操作温度在燃点以上	1.1000℃ 以上使用，但操作温度在燃点以下 2. 在 250~1000℃ 使用，其操作温度在燃点以上	1. 在 250~1000℃ 使用，但操作温度在燃点以下 2. 在低于 250℃ 时使用，操作温度在燃点以上	在低于 250℃ 时使用，操作温度在燃点以下
压力	100MPa	20~100MPa	1~20MPa	1MPa 以下
操作	1.临界放热和特别剧烈的放热反应操作 2.在爆炸极限范围内或其附近的操作	1.中等放热反应操作 2.系统进入空气或不纯物质，有可能发生的危险、操作 3.使用粉状或雾状物质，有可能发生粉尘爆炸的操作 4.单批式操作	1.轻微放热反应操作 2.在精制过程中伴有化学反应 3.单批式操作，但开始使用机械等手段进行程序操作 4.有一定危险的操作	无危险的操作

第十三章 道化学火灾、爆炸指数评价法

13.1 目的

以以往的事故统计资料及物质的潜在能量和现行安全措施为依据，定量地对工艺装置及所含物料的实际潜在火灾、爆炸和反应危险性进行分析评价。其目的是：

- 1、量化潜在火灾、爆炸和反应性事故的预期损失；
- 2、确定可能引起事故发生或使事故扩大的装置；
- 3、向有关部门通报潜在的火灾、爆炸危险性；
- 4、使有关人员及工程技术人员了解到各工艺部门可能造成的损失和减少损失的途径。

13.2 评价计算程序

评价计算程序如下：

火灾、爆炸危险指数评价法风险分析计算程序如图 13-1 所示。

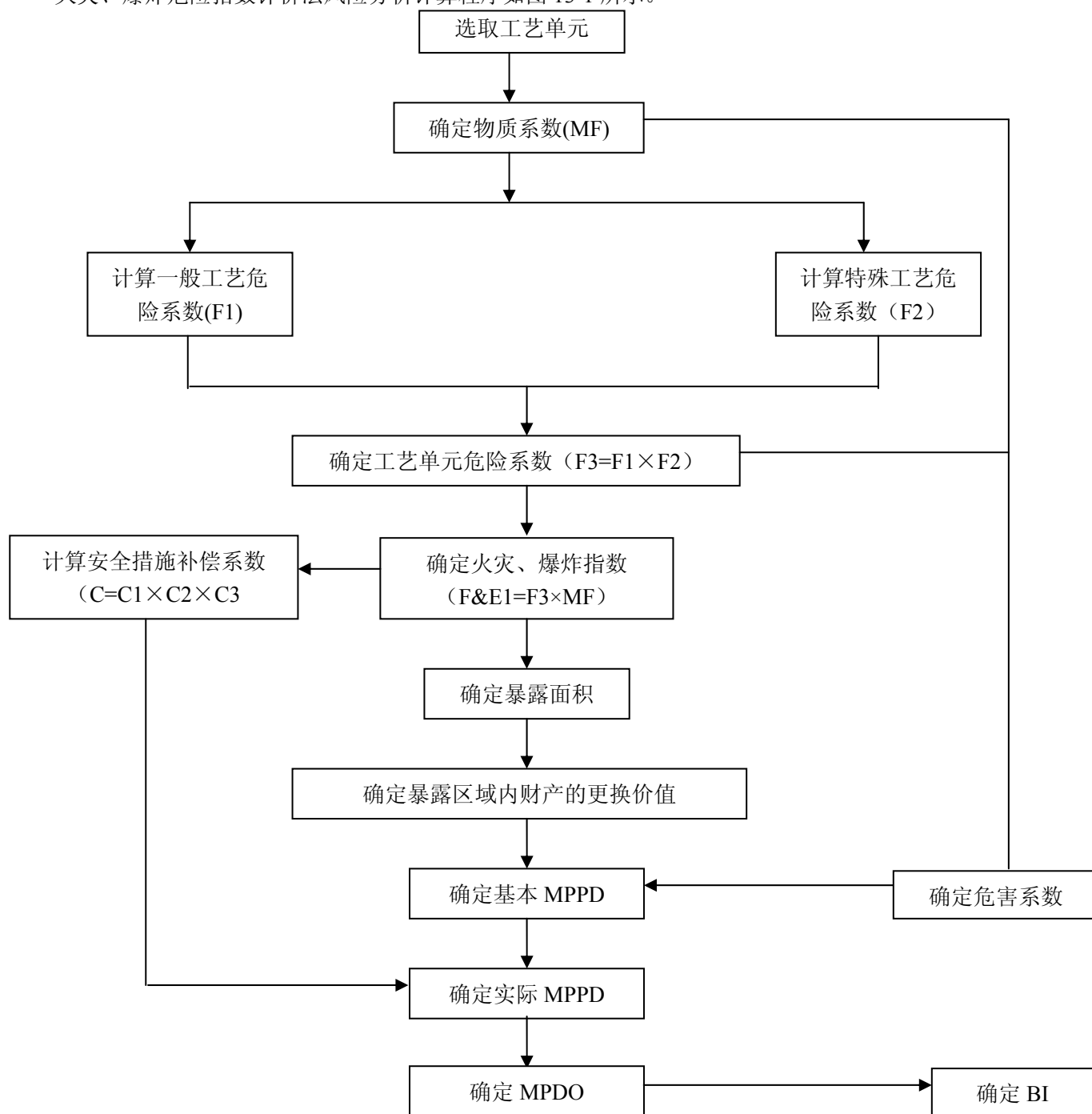


表 13-1 风险分析计算程序

13.3 火灾、爆炸危险指数及补偿系数（略）

13.4 DOW 方法计算说明

13.4.1 选择工艺单元

确定评价单元：进行危险指数评价的第一步是确定评价单元，单元是装置的一个独立部分，与其他部分保持一定的距离，或用防火墙。

定义：

工艺单元----工艺装置的任一主要单元。

生产单元----包括化学工艺、机械加工、仓库、包装线等在内的整个生产设施。

恰当工艺单元----在计算火灾、爆炸危险指数时，只评价从预防损失角度考虑对工艺有影响的工艺单元，简称工艺单元。

选择恰当工艺单元的重要参数有下列 6 个。一般，参数值越大，则该工艺单元就越需要评价。

- 1、潜在化学能（危险物质）；
- 2、工艺单元中危险物质的数量；
- 3、资金密度（每平方米美元数）；
- 4、操作压力和操作温度；
- 5、导致火灾、爆炸事故的历史资料；
- 6、对装置起关键作用的单元。

适用易燃、可燃或化学活性物质的最低量为 2270kg 或 2.27m³，至少为 454kg 或 0.454m³。

13.4.2 物质系数的确定

物质系数 MF ——表述物质由燃烧或其他化学反应引起的火灾、爆炸时释放能量大小的内在特性，是一个最基础的数值。

MF 由 N_F 和 N_R 求得。

N_F —— 物质可燃性

N_R —— 化学活泼性（不稳定性）

通常， N_F 和 N_R 是针对正常温度环境而言的。当温度超过 60℃ 时要进行修正。

1、表外的物质系数

表外物质可根据可燃性等级 N_F （可燃性粉尘 S_t ）和反应性等级 N_R 确定。液体和气体的 N_F 由闪点求得，粉尘或尘雾的 S_t 值由粉尘爆炸试验确定。

物质、混合物或化合物的反应性等级 N_R 根据其在环境温度条件下的不稳定性按下列方法求得：

（1） $N_R=0$ ：在燃烧条件下仍能保持稳定的物质。

①不与水反应的物质；②在温度>300~500℃时用差热扫描量热计（DSC）测定显示温升的物质；③用 DSC 试验时，在温度≤500℃时不显示温升的物质。

（2） $N_R=1$ ：自身通常稳定但在加温加压条件下就变得不稳定的物质。

①接触空气、受光照射或受潮发生变化或分解的物质；②在 150℃~300℃时显示温升的物质。

（3） $N_R=2$ ：在加温加压下易于发生剧烈化学变化的物质。

①用 DSC 试验在温度小于 150℃显示温升的物质；②与水剧烈反应或与水形成潜在爆炸性混合物的物质。

（4） $N_R=3$ ：本身能发生爆炸分解或爆炸反应，但须要强引发源或引发前必需在密闭状态下加热的物质。

①加温加热时对热或机械冲击敏感的物质；②不需要要加热或密闭，即与水发生爆炸反应的物质。

$N_R=4$ 在常温常压下自身易于引发爆炸分解或爆炸反应的物质。

注意：反应性包括自身反应性（不稳定性）和与水反应性。

2、混合物

工艺单元内混合物物质应按“在实际操作过程中所存在的最危险物质”原则来确定。

混合溶剂或含有反应性物质溶剂的物质系数，可通过反应性化学试验数据求得；若无法取得时，慢应取组分中最大的 MF 作为混合物 MF 的近似值（最大组份浓度≥5%）。

对由可燃粉尘和易燃气体在空气中能形成爆炸性的混合物，其物质系数必须用反应性化学品试验数据来确定。

3、烟雾

尽可能不形成烟雾。如果会形成烟雾，则需将物质系数提高 1 级，并请教有关专家。

4、物质系数的温度修正

如果物质闪点小于 60℃或反应活性温度低于 60℃，则该物质系数不需要修正；若工艺单元温度超过 60℃，则对 MF 应作修正。

13.4.3 工艺单元危险系数

工艺单元危险系数 (F3) 包括一般工艺危险系数 (F1) 和特殊工艺危险系数 (F2)。

其中： $F3=F1 \times F2$

计算工艺单元危险系数 (F3) 中各项系数时，应选择物质在工艺单元中所处的最危险的状态，可以考虑的操作状态有：开车、连续操作和停车。

1、一般工艺危险系数

一般工艺危险是确定事故损害大小的主要因素，共有 6 项。

(1) 放热反应

若所分析的工艺单元有化学反应过程，则选取此项危险系数，所评价物质的反应性危险已经为物质系数所包括：

轻微放热反应的危险系数取 0.3；

中等放热反应的危险系数取 0.5；

剧烈反应的取 1.00；

特别剧烈的取 1.25。

(2) 吸热反应

反应器中所发生的任何吸热反应，系数均取 0.25。

煅烧 —— 系数 0.4；

电解 —— 系数 0.2；

热解或裂化：间接加热时系数取 0.2；直接火加热时系数取 0.4。

(3) 物料处理与输送

(4) 封闭单元或室内单元

(5) 通道

整个操作区面积大于 925m²，且通道不符合要求时，系数为 0.35；

整个库区面积大于 2315 m²，且通道不符合要求时，系数为 0.35。

如果通道不符合要求，影响消防时，系数取 0.20。

(6) 排放和泄漏控制

该项系数只适用于工艺单元内物料闪点小于 60℃或操作温度大于其闪点的场合。

2、特殊工艺危险系数

特殊工艺危险是影响事故发生概率的主要因素，特定的工艺条件是导致火灾、爆炸事故的主要原因。特殊工艺危险有 12 项。

(1) 毒性物质

毒性物质的危险系数为 $0.2N_H$ 。 N_H 为物质毒性系数。对于混合物，取其中最高的 N_H 值。

(2) 负压操作

本项内容只适用于空气泄入系统会引起危险的场合。

(3) 爆炸极限范围内或其附近的操作

本项内容适用于某些操作导致空气引入并夹带进入系统，空气的进入会形成易燃混合物，进而导致危险的场合。

(4) 粉尘爆炸

本项系数用于含有粉尘处理的单元，如粉体输送、混合、粉碎和包装等。

(5) 压力释放

本项系数用于操作压力高于大气压，由于高压可能会引起高速率的泄漏的场合。

(6) 低温

本项主要考虑碳钢或其他金属在其展延或脆化转变温度以下时可能存在的脆性问题。

(7) 易燃物质和不稳定物质的数量

本项主要讨论单元中易燃物质和不稳定物质的数量与危险性的关系。

工艺过程中的液体或气体；储存中的液体或气体（工艺操作场所之外）；储存中的可燃固体和工艺中的粉尘。

(8) 腐蚀

腐蚀速率——外部腐蚀速率和内部腐蚀速率之和。

(9) 泄漏——连接头和填料处

本项系数适用于垫片、接头或轴的密封处及填料处可能是易燃、可燃物质的泄漏源，尤其是在热和压力周期性变化的场所。

(10) 明火设备的使用

当易燃液体、蒸气或可燃性粉尘泄漏时，工艺中明火设备的存在额外增加了引起引燃的可能性。

明火设备设置在工艺单元中；明火设备附近有各种工艺单元。

(11) 热油交换系统

大多数交换介质可燃且操作温度经常在闪点或沸点以上，因此增加了危险性。

热交换介质的使用温度；热交换介质的数量。

(12) 转动设备

特殊工艺危险系数的计算：

特殊工艺危险系数（F2）=基本系数+所有选取的特殊工艺危险系数之和

工艺单元危险系数的计算：

工艺单元危险系数（F3）=一般工艺危险系数（F1）×特殊工艺危险系数（F2）

F3 值范围为：1~8，若 F3>8，则按 8 计。

计算火灾、爆炸危险指数（F&EI）

$F\&EI = F3 \times MF$

13.4.4 火灾、爆炸危险指数等级

火灾、爆炸危险指数被用来估计生产事故可能造成的破坏。

根据直接原因，易燃物泄漏并点燃后引起的火灾或燃料混合物爆炸的破坏情况分为如下几类：

- 1、冲击波或爆燃；
- 2、初始泄漏引起的火灾暴露；
- 3、容器爆炸引起的对管道与设备的撞击；
- 4、引起二次事故----其他可燃物的释放。

表 13-11 是 F&EI 值与危险程度之间的关系。

表 13-11 F&EI 及危险等级

<i>F&EI</i>	危险等级
1~60	最轻
61~96	较轻
97~127	中等
128~158	很大
>159	非常大

13.4.5 安全措施补偿系数

安全措施补偿系数 $C = C1 \times C2 \times C3$

其中：C1 为工艺控制补偿系数；

C2 为物质隔离补偿系数；

C3 为防火措施补偿系数。

工艺控制补偿系数（C1）

项目	补偿系数范围	采用补偿系数
(1)应急电源	0.98	
(2)冷却装置	0.97~0.99	
(3)抑爆装置	0.84~0.98	
(4)紧急停车装置	0.96~0.99	
(5)计算机控制	0.93~0.99	
(6)惰性气体保护	0.94~0.96	
(7)操作规程(程序)	0.91~0.99	
(8)化学活性物质检查	0.91~0.98	
(9)其他工艺危险分析	0.91~0.98	
工艺控制安全补偿系数(C1)		

物质隔离补偿系数（C2）

项目	补偿系数范围	采用补偿系数
(1)遥控阀	0.96~0.98	
(2)卸料(排空)装置	0.96~0.98	
(3)排放装置	0.91~0.97	
(4)联锁装置	0.98	
物质隔离安全补偿系数(C2)		

防火措施补偿系数（C3）

项目	补偿系数范围	采用补偿系数
(1)泄漏检测装置	0.94~0.98	
(2)结构钢	0.95~0.98	
(3)消防水供应系统	0.94~0.97	
(4)特殊系统	0.91	
(5)喷洒系统	0.74~0.97	
(6)水幕	0.97~0.98	
(7)泡沫灭火装置	0.92~0.97	
(8)手提式灭火器材(喷水枪)	0.93~0.98	
(9)电缆防护	0.94~0.98	
防火设施安全补偿系数(C3)		
安全措施补偿系数 (C=C1C2C3)		

13.4.6 工艺单元危险分析汇总

- 1、火灾、爆炸指数（F&EI）
- 2、暴露半径

对业已计算出来的 F&EI，可以用它乘以 0.84 或转换成暴露半径（ $R = 0.256 F\&EI$ ，R 单位为米）。

这个暴露半径表明了生产单元危险区域的平面分布，它是一个以工艺设备的关键部位为中心，以暴露半径为半径的圆。

3、暴露区域

$$\text{暴露区域面积} \quad S = \pi R^2$$

4、暴露区域内财产价值

可由区域内含有的财产的更换价值来确定，即：更换价值 = $0.82 \times \text{原来成本} \times \text{增长系数}$

5、危害系数的确定

危害系数是由单元危险系数 F3 和物质系数 MF 给出的，它代表了单元中物料泄漏或反应能量释放所引起的火灾、爆炸事故的综合效应。

6、基本最大可能财产损失（Base MPPD）

$$\text{Base MPPD} = \text{更换价值} \times \text{危害系数}$$

7、安全措施补偿系数

8、实际最大可能财产损失（Actual MPPD）

$$\text{Actual MPPD} = \text{Base MPPD} \times C$$

9、最大可能工作日损失（MPDO）

为了求得 MPDO，必须先确定 MPPD。

认为是正确的时，用 X 代替 MPPD，用 Y 代替 MPDO： $\lg Y = 1.325132 + 0.592471(\lg X)$ ；

认为 70%以上正确： $\lg Y = 1.550233 + 0.598416(\lg X)$ ；

认为 70%以下正确： $\lg Y = 1.045515 + 0.610426(\lg X)$ 。

10、停产损失（BI）

$$BI = MPDO \times VPM \times 0.7 / 30$$

式中，VPM 为每月产值；0.7 代表固定成本和利润。

13.5 工艺单元危险分析汇总

项目	获得数值	单位
火灾爆炸指数(F&EI)		
暴露半径		米
暴露面积		平方米
暴露区内财产价值		万元
危害系数		
基本最大可能财产损失(基本 MPPD)		万元
安全措施补偿系数(C=C1C2C3)		
实际最大可能财产损失(实际 MPPD)		万元
最大可能停产天数(MPDO)		天
停产损失(BI)		万元

13.6 生产装置危险分析汇总

国家/地区:		部门:		场所:			
位置:		生产单元:		操作类型:			
评价人:		生产单元当前价值:		日期:			
工艺单元主要物质	物质系数	火灾爆炸指数 F&EI	影响区内财产价值	基本 MPPD	实际 MPPD	停工天数 MPDO	停产损失 BI

第十四章 ICI 蒙德法

14.1 蒙德法的评价程序

ICI 公司蒙德法是在美国道化学公司（DOW）火灾、爆炸危险指数评价法的基础上，发展了某些补偿系数，引进了毒性指标，使评价结果更加切合实际。其方法如下：

1、评价要点

蒙德部门对火灾、爆炸、毒性指标的评价要点如图 14-1 所示。

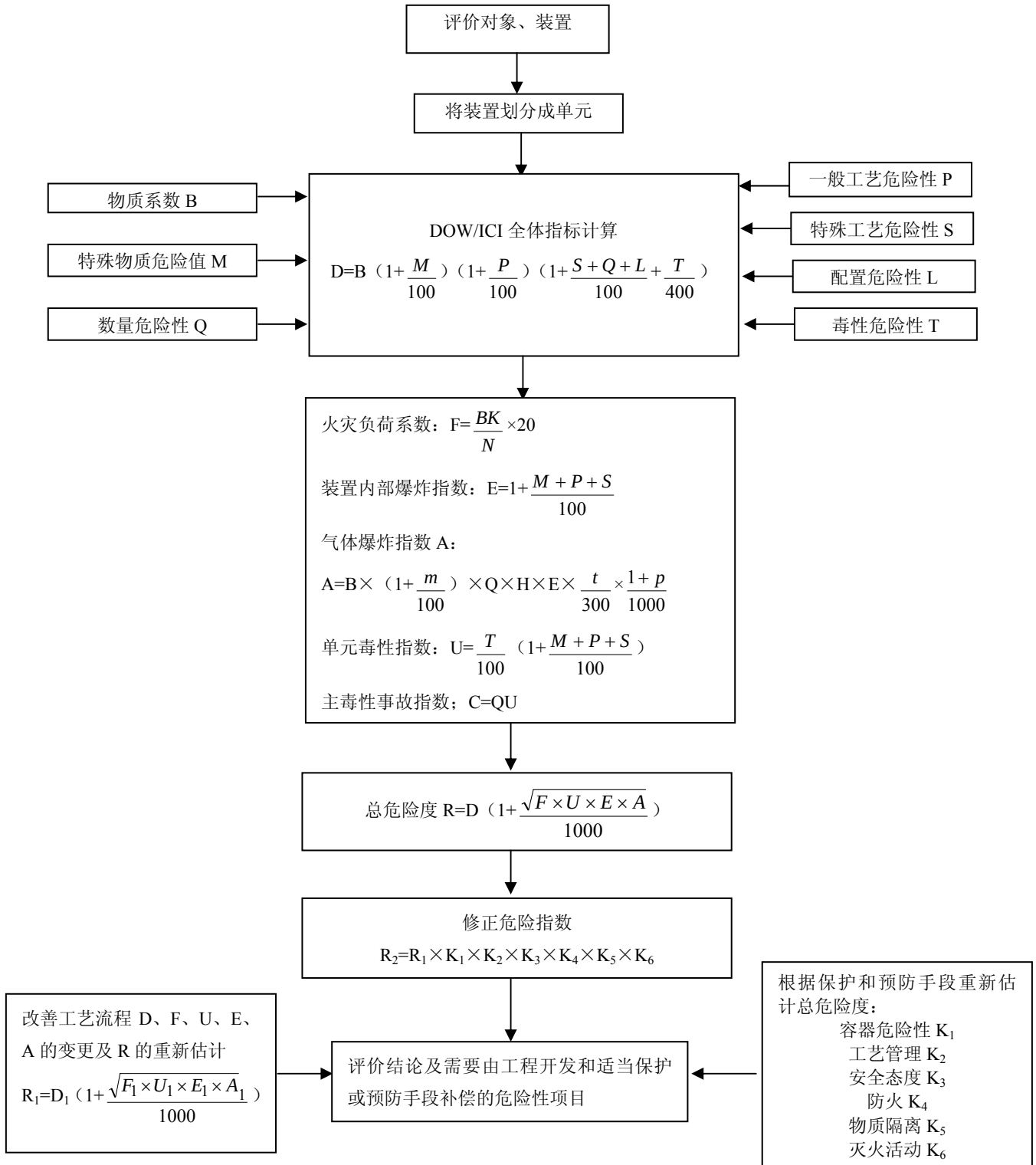


图 14-1 ICI 蒙德火灾、爆炸、毒性指标评价要点

2、火灾、爆炸、毒性指标计算

$$(1) \text{ DOW/ICI 全体指标 } D = B \left(1 + \frac{M}{100}\right) \left(1 + \frac{P}{100}\right) \left(1 + \frac{S+Q+L}{100} + \frac{T}{400}\right)$$

$$(2) \text{ 火灾负荷 } F = \frac{BK}{N} \times 20$$

$$(3) \text{ 单元毒性指标 } U = \frac{T}{100} \left(1 + \frac{M+P+S}{100}\right)$$

$$(4) \text{ 主毒性事故指标 } C = Q \times U$$

$$(5) \text{ 爆炸指标 } E = 1 + \frac{M+P+S}{100}$$

$$(6) \text{ 气体爆炸指标 } A = B \times \left(1 + \frac{m}{100}\right) \times Q \times H \times E \times \frac{t}{300} \times \frac{1+p}{1000}$$

$$(7) \text{ 全体性评价得分 } R = D \left(1 + \frac{\sqrt{F \times U \times E \times A}}{1000}\right)$$

$$(8) \text{ 补偿全体危险性评分 } R_2 = R_1 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6$$

14.2 蒙德法特殊说明和考虑

1、装置单元的划分方面

对于特定的单元划分，其判断标准可以从设备与相邻设备之间设置的隔离屏障来确定。

2、单元内重要物质的性质

重要物质危险性潜能和该物质在大气中混合扩散的状态有关。

引起火灾及其他事故的重要物质的着火特性，可由危险区域的电气设备分类中给出的系数加以改善。

3、一般工艺危险性

4、特殊工艺危险性

(1) 高压操作；(2) 高温操作；(3) 腐蚀及侵蚀效果；(4) 接头及填料泄漏；(5) 振动或支持物的摇动；(6) 强氧化剂的使用；(7) 着火灵敏度；(8) 静电的危险性。

5、数量的危险性

在 200t 的范围内与道化学公司方法是相同的，数量在 500t 以上范围，比道化学公司有了很大的变化。

6、布置上的考虑

7、毒性的考虑

这是该方法对道化学方法的最大改进。

8、蒙德法指标的计算和分析

(1) 火灾负荷。单元内的基本物质系数和物质的数量结合起来能得出火灾的尺度，固体可燃物及其各种类型的建筑物的火灾负荷通常归为一类，划入一定的范围，根据防火隔离和消防活动提出的不同要求，火灾负荷公式是以涉及火灾单元内可燃性物质的 10% 和计算区域的详细资料为依据推导的。

(2) 装置内爆炸的危险性。

(3) 气体爆炸的危险性。依据的是物质泄漏造成的气体爆炸或单纯火灾有关的成分系数进行计算。

14.3 蒙德法技术守则

1、装置划分为单元

装置中具有代表性的单元类型有：(1) 原料贮区；(2) 供应区域；(3) 反应区域；(4) 产品蒸馏区域；(5) 吸收或洗涤区域；(6) 半成品贮区；(7) 产品贮区；(8) 运输装卸区；(9) 催化剂处理区；(10) 副产品处理区；(11) 废液处理区；(12) 通入装置区的主要配管桥区。此外，还有过滤、干燥、固体处理、气体压缩等，合适时也可将装置划分为适当的单元。

2、编制装置、单元物质表

作为评价单元危险性所选出的物质，必须具备能达到产生危险程度的数量。

若装置、单元中存在一种以上的重要物质时，必须对各重要物质作不同评价，并选用最危险的那个作为该单元危险性的代表为最终评价的依据。

3、物质系数（MF）的确定

物质系数是指重要物质在标准状态（25℃，0.1MPa）下的火灾、爆炸或放出能量的危险性潜能的尺度。进行总效果计算时物质系数用符号 B 表示。

（1）一般可燃性物质；（2）边缘可燃性物质；（3）不燃性物质；（4）加入稀释剂的可燃性物质混合物；（5）可燃性固体和粉尘；（6）组成不明物质；（7）物质的混合危险；（8）具有凝聚相爆炸或分解的潜在危险性物质。

4、潜在的预防措施处理

5、特殊物质的危险性

（1）氧化剂；（2）与水反应产生可燃性气体的物质；（3）混合及扩散特性；（4）自然发热性物质；（5）自然聚合性物质；（6）着火灵敏度；（7）发生爆炸分解的物质；（8）气体爆轰性物质；（9）具有凝聚相爆炸性的物质；（10）具有其他异常性质的物质。

6、一般工艺流程危险性

（1）仅是使用及单纯物理变化；（2）单一连续反应；（3）单一间歇反应；（4）反应多重性或在同一装置里进行不同的工艺操作；（5）物质输送；（6）可搬动的容器。

7、特殊工艺危险性

（1）低压；（2）高压；（3）低温；（4）高温；（5）腐蚀和侵蚀的危险物；（6）接头和填料的危险性；（7）振动及循环负荷疲劳危险性以及基础或支持吊架的破损；（8）难控制的工艺或反应；（9）在燃烧极限附近操作；（10）比平均爆炸危险性大的情况；（11）粉尘或雾滴爆炸的危险性；（12）使用强气相氧化剂的工艺；（13）工艺着火的灵敏度；（14）静电的危险性。

8、数量的危险性

处理大量的可燃性、着火性和分解性物质时，要给予附加的危险性系数。

9、布置上的危险性

单元布置引起的危险性系数所考察的重要项目是大量可燃性物质在单元内存在的高度。

10、毒物的危险性

它是关于毒性危险性的相对评分及其对综合危险性评价的影响。

瓦斯、蒸汽、粉尘的毒性一般以每周 40h、每天劳动 7-8h 为标准的时间负荷值（TLV）表示。对于短时间接触，用 TLV 乘以一定系数，而用更大的值。

11、DOW/ICI 全部指标的计算

对所记录的各种系数先进行小计，再根据 DOW 最初确定的方法变换为 DOW/ICI 的全部指标，D 表示的危险程度见表 14-13。

表 14-13 DOW/ICI 总指标 D 值范围及危险性程度

D 值范围	0~20	20~40	40~60	60~75	75~90	90~115	115~150	150~200	200 以上
全体危险性程度	缓和的	轻度的	中等的	稍重的	重的	极端的	非常极端的	潜在灾难性的	高度灾难性的

12、火灾潜在性的评价

评价火灾潜在性恰当的方法是以单位面积的燃烧热（Btu/ft²）为基础。

13、爆炸潜在性的评价

（1）内部装置爆炸指标 E。E 作为内部装置爆炸的危险性计算，其值决定的范围见表 14-15。

表 14-15 内部单元爆炸指标 E 值及其范围

E	0~1	1~2.5	2.5~4	4~6	6 以上
范围	轻微	低	中等	高	非常高

(2) 地区爆炸指标 A。各种 A 范围见表 14-16。

表 14-16 地区爆炸指标 A 值及其范围

A	0~10	10~30	30~100	100~500	500 以上
范围	轻	低	中等	高	非常高

14、毒性危险性评价

(1) 表示毒性的影响, 计算出可以综合考察装置、单元的控制和管理的单元毒性指标 U (见表 14-17)。

表 14-17 单元毒性指标 U 及其范围

U	0~1	1~3	3~6	6~10	10 以上
范围	轻	低	中等	高	非常高

(2) 将单元毒性指标 U 和量系数 Q 结合起来即可得出主毒性指标 C (表 14-18), 而 Q 是由毒性物质以外物质量求得, 这种场合的 U 值是由单元内存在的毒性物质的量求得。

表 14-18 主毒性事故指标 C 及其范围

C	0~20	20~50	50~200	200~500	500 以上
范围	轻	低	中等	高	非常高

15、关于装置及其布置的蒙德火灾毒性指标的技术应用

考虑装置布置的总危险性评分是根据 DOW/ICI 总指标 D 确定的, 而 D 受火灾负荷、单元毒性指标、内部爆炸指标、气体爆炸因素等的影响较大。因此, 用总危险性系数 R 评价这些因素是更为合适的方法。R 按下式进行计算:

$$R = D \left(1 + \frac{\sqrt{F \times U \times E \times A}}{1000} \right)$$

修正系数 R, 评价为 0 时, 应选取 R 最小值为 1. R 值及其范围见表 14-19。

表 14-19 总危险性系数 R 值及其范围

R	0~20	20~100	100~500	500~1100	1100~2500	2500~12500	12500~65000	65000 以上
范围	缓和	低	中等	高 (1) 类	高 (2) 类	非常高	极端	非常极端

14.4 补偿评价

1、补偿评价指标值

- (1) 应再次推敲每一个系数, 看是否考虑全面;
- (2) 对提出的新单元, 找出它与原有设计的不同, 以降低危险性水平;
- (3) 在现有的装置上应记录操作情况与装置出现的问题。

2、安全项目与预防手段的分类

- (1) 减少危险性、降低事故频率;
- (2) 降低事故规模的潜在性。

3、减少事故频率补偿

- (1) 容器系统;
- (2) 工艺管理;

(3) 对安全的态度;

(4) 降低事故频率的补偿系数

容器、工艺管理、安全态度方面的补偿系数分别按下述方法选取:

①容器

A. 压力容器; B. 非压力立式贮罐; C. 输送管线; D. 附加容器、套管和防护堤; E. 泄漏检测系统与响应;
F. 气体、液体和废料的排放。

②工艺管理

A. 报警系统; B. 紧急用电的供给; C. 过程冷却系统; D. 惰性气体系统; E. 危险性的研究; F. 安全停车系统; G. 计算机管理; H. 预防爆炸和异常反应; I. 操作指南; J. 装置的监督。

③安全态度

A. 管理者参与安全管理; B. 安全培训; C. 保养维修和安全次序。

4、减少事故潜在性规模的补偿手段

(1) 防火;

(2) 物质的隔离;

(3) 消防活动;

(4) 降低事故潜在性规模的补偿系数

①防火

A. 结构物防火; B. 防火墙、障壁及类似装置; C. 装置防火。

②物质隔离

A. 阀门系统;

B. 通风;

C. 灭火活动

a 火灾警报; b 手动灭火器; c 水的供给; d 设置喷水设备; e 发泡及惰性灭火设备; f 消防队; g 消防活动的地区协作; h 排烟通风。

5、补偿系数的总效果计算

6、结论

根据蒙德火灾、爆炸、毒性指标的方法, 在其精度条件在 $\pm 20\%$ 左右时, 认为计算结果不正确。