

第二章 火灾风险评估方法

第一节 火灾风险评估的基本流程

第二节 火灾风险评估主要方法

第一节 火灾风险评估的基本流程

1. 前期准备

明确火灾风险评估的范围，收集所需的各种资料，重点收集与实际运行状况有关的各种资料与数据。评估机构依据经营单位提供的资料，按照确定的范围进行火灾风险评估。所需主要资料从以下方面收集：

- (1) 评估对象的功能。
- (2) 可燃物。
- (3) 周边环境情况。
- (4) 消防设计图纸。
- (5) 消防设备相关资料。
- (6) 火灾应急救援预案。
- (7) 消防安全规章制度。
- (8) 相关的电气检测和消防设施与器材检测报告。

2. 火灾危险源的识别

应针对评估对象的特点，采用科学、合理的评估方法，进行火灾危险源识别和危险性分析。

3. 定性、定量评估

根据评估对象的特点，确定消防评估的模式及采用的评估方法。在系统生命周期内的运行阶段，应尽可能采用定量的安全评估方法，或定性定量相结合的综合评估模式进行分析和评估。

4. 消防安全管理水平评估

消防安全管理水平评估主要包括以下三个方面：

- (1) 消防管理制度评估。
- (2) 火灾应急救援预案评估。
- (3) 消防演练计划评估。

5. 确定对策、措施及建议

根据火灾风险评估结果，提出相应的对策、措施及建议，并按照火灾风险程度的高低进行解决方案的排序，列出存在的消防隐患及整改紧迫程度，针对消防隐患提出改进措施及改善火灾风险状态水平的建议。

6. 确定评估结论

根据评估结果，明确指出生产经营单位当前的火灾风险状态水平，提出火灾风险可接受程度的意见。

7. 编制火灾风险评估报告

评估流程完成后，评估机构应根据火灾风险评估的过程编制专门的技术报告。

第二节 火灾风险评估主要方法

一、安全检查表法

(一) 安全检查表的基本概念

在安全系统工程学科中，安全检查表法是最基础、最简单的一种系统安全分析方法。系统地对一个生产系统或设备进行科学的分析，从中找出各种不安全因素，确定检查项目，预先以表格的形式拟定好用于查明其安全状况的“问题清单”作为实施时的蓝本，这样的表格就称为安全检查表。

(二) 安全检查表的形式

1. 提问式

2. 对照式

(三) 安全检查表的内容和要求：

- (1) 应按专门的作业活动过程或某一特定的范畴进行编制。
- (2) 应全部列出可能造成事故的危险因素，通常从人、建筑物、环境和管理四个方面进行考虑。
- (3) 内容文字要简单、明了、确切。

(六) 安全检查表的编制方法

安全检查表的编制一般采用经验法和系统安全分析法。

1. 经验法

2. 系统安全分析法

根据对编制的事故树的分析、评价结果来编制安全检查表。通过事故树进行**定性分析**，求出事故树的**最小割集**，按最小割集中基本事件的多少，找出系统中的**薄弱环节**，以这些薄弱环节作为安全检查的重点，编制安全检查表。

还可以通过对事故树的结构**重要度**分析、概率**重要度**分析和临界**重要度**分析，分别按事故树中基本事件的结构重要度系数、概率重要度系数和临界重要度系数的大小，编制安全检查表。

(七) 安全检查表的**编制**与实施

1. **确定系统** 确定系统是指确定所要检查的对象。

2. **找出危险点** 这一部分是编制安全检查表的**关键**。在找危险点时，可采用系统安全分析法、经验法等方法分析寻找。

3. **确定项目与内容**，编制**成表**

4. **检查应用** 根据要点中所提出的内容，一个一个地进行核对，并作出相应回答。

5. **整改** 如果在检查中发现现场的操作与检查表内容不符，则说明这一点存在着事故隐患，应该马上给予整改，按安全检查表的内容实施。

6. **反馈** 发现问题应及时向上级汇报、反馈，进行补充完善。

二、 事件树分析法

(一) 事件树分析法的基本概念

事件树分析法起源于**决策树**分析法，它是一种按**事故发展的时间顺序**，由**初始事件**开始推论可能的后果，从而进行危险源辨识的方法。

(二) 事件树分析法的作用

(1) 可以事前预测事故及不安全因素，估计事故的可能后果，寻求最经济的预防手段和方法。

(2) 事后用事件树分析事故原因，既方便又明确。

(3) 事件树的分析资料既可作为直观的安全教育资料，也有助于推测类似事故的预防对策。

(4) 采用计算机模拟，使事件树对事故的预测更为有效。

(5) 在安全管理上用事件树对重大问题进行决策，具有其他方法所不具备的优势。

(三) 事件树的**编制程序**

1. **确定初始事件**

事件树分析法是一种系统地研究作为危险源的初始事件如何与后续事件形成时序逻辑关系而最终导致事故的方法。用两种方法确定：

1) 根据系统设计、系统危险性评价、系统运行经验或事故经验等确定

2) 根据系统重大故障或**事故树**分析，从其**中间事件**或**初始事件**中选择

2. **判定安全功能**

3. **绘制事件树**

从初始事件开始，按事件发展过程**自左向右**绘制事件树，用树枝代表事件发展途径。

4. **简化事件树**

(四) 事件树的**定性分析**

1. 找出**事故连锁**

事件树的各分枝代表初始事件一旦发生，其可能的发展途径。其中，最终导致事故的途径即为**事故连锁**。事故连锁越多，系统越危险；事故连锁中事件树越少，系统越危险。

2. 找出预防事故的**途径**

事件树中最终达到安全的途径指导人们如何采取措施预防事故。在达到安全的途径中，发挥安全功能的事件构成事件树的**成功连锁**。成功连锁越多，系统越安全；成功连锁中事件树越少，系统越危险。

(五) 事件树的定量分析

事件树的定量分析就是根据每一事件的发生概率，计算各种途径的事故发生**概率**，比较各个途径的概率大小，作出事故发生可能性序列，确定最易发生事故的途径。

1. 各**发展途径**的概率 各发展途径的概率等于自初始事件开始的各事件发生概率的**乘积**。

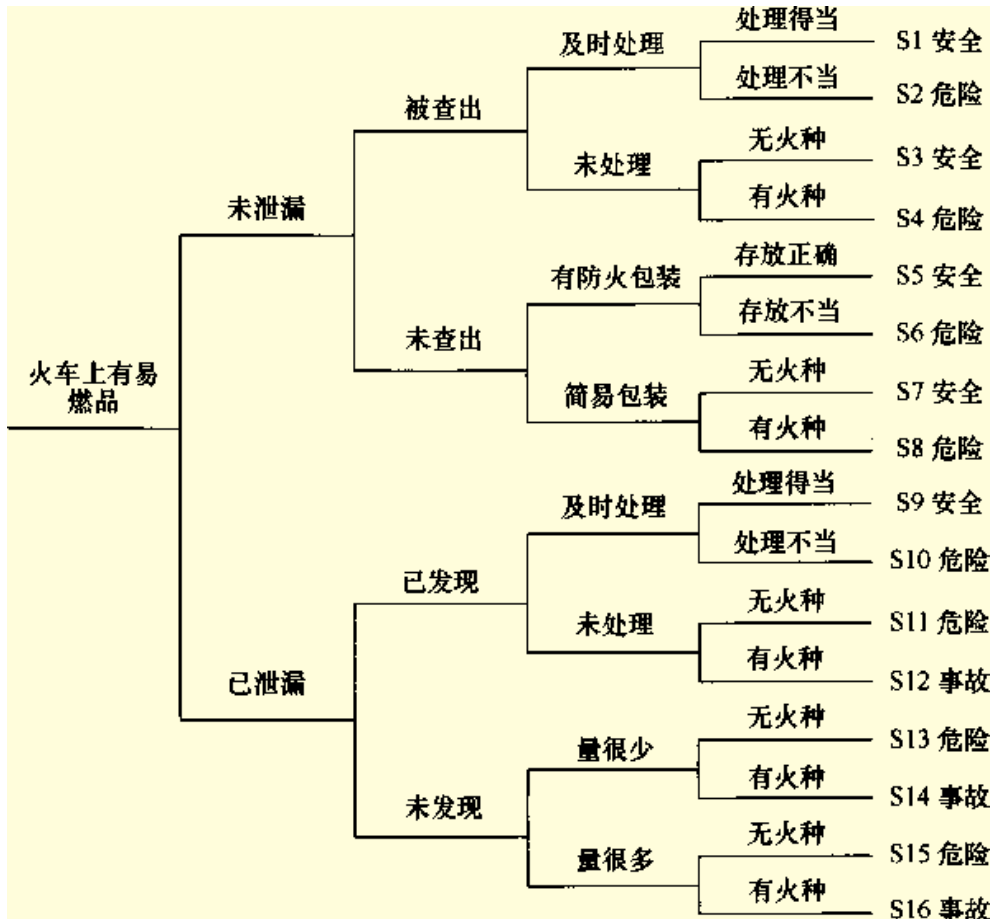
2. **事故发生概率** 在事件树的定量分析中，事故发生概率等于导致事故的各发展途径的**概率和**。

3. **事故预防**

在事故发展过程中的各阶段，应采取各种可能措施，控制事件的可能性状态，降低危险状态的出现概率，增

加安全状态的出现概率，把事件发展过程引向安全的发展途径。

六、事件树的应用实例



三、事故树分析法

(一) 事故树分析法的基本概念

事故树分析法是具体运用**运筹学原理**，对事故原因和结果进行**逻辑分析**的方法。事故树分析法先从事故开始，**逐层次向下演绎**，将全部出现的事件用逻辑关系连成整体，对可能导致事故的各种因素及相互关系作出全面、系统、简明和形象的描述。

(二) 事故树的符号及其意义

1. 事件及其符号

(1) 结果事件。结果事件是由其他事件或事件组合所导致的事件，它总是位于某个逻辑门的输出端，用矩形符号表示

(2) 底事件。底事件是导致其他事件的原因事件，位于事故树的底部，它总是某个逻辑门的输入事件而不输出(用圆形符号表示。

(3) 特殊事件。用菱形符号表示。

2. 逻辑门

- (1) 与门。
- (2) 或门。
- (3) 非门。

3. 转移符号

- (1) 转出符号。
- (2) 转入符号。

(三) 事故树的定性分析

1. 割集和最小割集

事故树顶事件发生与否是由构成事故树的各种基本事件的状态决定的。在事故树中，引起顶事件发生的基本事件的集合称为**割集**，也称截集或截止集。一个事故树中的割集一般不止一个，在这些割集中，凡不包含其他割集的，称为**最小割集**。最小割集是引起顶事件发生的**充分必要条件**。

求最小割集的常用方法有布尔代数法、行列法、矩阵法等。

第一，表示系统的**危险性**。最小割集越多，说明系统的危险性越大。

第二，表示顶事件发生的**原因组合**。掌握了最小割集，对掌握事故的发生规律以及调查事故发生的原因有很大帮助。

第三，为降低系统的危险性，提出控制方向和预防**措施**。

2. 径集与最小径集

在事故树中，某些基本事件不发生，顶事件就不会发生。这些不发生的基本事件的集合称为**径集**，也称**通集**或**路集**。在同一事故树中，不包含其他径集的径集称为**最小径集**。最小径集是保证顶事件不发生的**充分必要条件**。

求最小径集一般采用对偶树法。

最小径集在事故树分析中的作用与最小割集同样重要，主要表现在以下两个方面：

表示系统的**安全性**。

选取确保系统安全的**最佳方案**。

（四）事故树的定量分析

事故树的定量分析首先确定基本事件的发生概率，然后求出事故树顶事件的发生**概率**。求出顶事件的发生概率之后，可与系统安全目标值进行比较和评价，当计算值超过目标值时，就需要采取防范措施，使其降至安全目标值以下。

1. 系统的**单元故障概率**

2. **人为失误概率**

3. **顶事件的发生概率**

