

高等学校消防指挥专业规划教材



# 工业企业防火

吕显智 张宏宇 主编



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



高等学校消防指挥专业规划教材

# 工业企业防火

主 编 吕显智 张宏宇  
副主编 马建云 张 茜  
参 编 孙 旭 周丽秀 戴丹妮 葛巍巍



机械工业出版社

工业企业防火是消防指挥专业的核心课程之一。本书以工业企业防火技术为主线,以现行规范、标准为依据,以火灾科学技术为指导,系统介绍了消防风险管理、危险源的辨识、风险评价、风险控制等内容;详细阐述了石油炼制及储存、石油化工、轻工等重点行业中典型生产工艺、设备、安全装置等防灭火技术措施。本教材实用性强,与实践紧密结合,所涉及的内容是消防人员开展工作必备的知识,它同时也是消防行政执法、火灾原因调查、灭火战术及抢险救援等课程的前续课程。

本书可作为高等院校消防指挥、消防工程、安全工程等的专业教材,也可供工业企业防火设计、施工、监理、消防监测维护人员和消防从业人员学习参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

工业企业防火/吕显智,张宏宇主编. —北京:机械工业出版社,2014.5  
高等学校消防指挥专业规划教材

ISBN 978-7-111-46427-3

I. ①工… II. ①吕… ②张… III. ①工业企业—防火—高等学校—教材 IV. ①X932

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第072959号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:崔占军 邹云鹏 责任编辑:邹云鹏

责任印制:乔宇

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2014年6月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11.75印张·2插页·290千字

0 001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-46427-3

定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

教材建设是院校建设的一项基础性、长期性工作。配套、适用、体系化的专业教材不但能满足教学发展的需要，还对深化教学改革、提高人才培养质量起着极其重要的作用。近年来，中国人民武装警察部队昆明消防指挥学校领导和各级领导十分重视教材建设，专门成立了教材编审委员会，加强学校教材建设工作的领导，保证教材编写质量。根据2013年版《消防指挥专业专科人才培养方案》，学校组织有经验的教师编写消防指挥专业的套系教材，并在全国范围内聘请了来自公安部消防局、部分消防总队、消防研究所及军队院校和普通院校的24名专家和教授，分别对教材编写情况进行审查。

本次教材编写工作，认真贯彻“教为战”的办学思想，满足当前工业企业和消防部队人才培养的新需要，立足教学实际，注重学科专业体系化建设，注重对各学科知识内容的更新，特别是对前沿消防科学技术、消防理论研究成果的吸纳和应用。教材结构安排和编写体例紧紧围绕基础理论知识的学习和基本操作训练，突出案例教学和实践教学，着重提高学生的专业理论水平和实际工作技能。本教材适用于消防指挥、消防工程、安全工程专业人才培养教学需要，也可用作企业专职消防员培训用书和消防工程技术人员的工作参考书。

本书是高等学校消防指挥专业规划教材之一，由吕显智、张宏宇担任主编，马建云、张茜担任副主编。具体的编写分工如下：第一章，张茜；第二章，马建云；第三章第一节葛巍巍，第二、三、四节孙旭；第四章第一、二、三、五、六节周丽秀，第四节葛巍巍；第五章第一、二、三、四、五、六节戴丹妮，第七节葛巍巍；第六章第一、二、三、四节张宏宇，第五节葛巍巍。吕显智、张宏宇负责全书统稿。西南林业大学李世友副教授、内蒙古消防总队李忠副总工程师对本书的编写提出了许多宝贵的意见和建议，在此对他们表示衷心的感谢！

鉴于编著人员学识水平和实践经验有限，本书难免存在疏漏和错误，错误之处敬请读者和同行批评斧正。

编 者

# 目 录

## 前言

## 第一章 概述.....1

第一节 工业企业火灾风险管理.....1

第二节 工业企业危险源的辨识.....7

第三节 工业企业火灾风险评价.....16

第四节 工业企业火灾风险控制.....27

## 第二章 工业企业防火防爆技术措施.....38

第一节 生产过程中的防火防爆措施.....38

第二节 工业企业建筑防火防爆措施.....47

第三节 阻火装置.....57

第四节 防爆泄压装置.....62

## 第三章 石油炼制及储存防火.....67

第一节 石油炼制.....67

第二节 石油库.....72

第三节 汽车加油加气站.....77

第四节 液化石油气储配站.....83

## 第四章 石油化工行业防火.....89

第一节 乙炔生产.....89

第二节 氧气生产.....95

第三节 煤气生产.....100

第四节 氯气生产.....104

第五节 塑料及其制品生产.....108

第六节 合成橡胶生产.....114

## 第五章 食品、纺织等行业防火.....120

第一节 小麦制粉.....120

第二节 食用油加工.....124

第三节 纺织生产.....128

第四节 木材加工.....134

第五节 纸类生产.....139

第六节 医药生产.....143

第七节 烟草加工.....149

## 第六章 其他行业防火.....155

第一节 涂装.....155

第二节 焊接作业.....160

第三节 铝制品生产.....165

第四节 白酒储存防火.....171

第五节 高架仓库防火.....177

## 参考文献.....184

# 第一章 概 述

在国民经济建设中占据主导地位的工业企业，历来是消防安全管理工作的重点对象，也是构建社会化消防工作网络的重要组成部分。随着社会经济和科学技术的飞速发展，我国的工业企业生产结构逐步集团化、大型化、综合化、现代化，生产工艺也日益高精化、标准化、连续化、自动化。西部大开发和东北等老工业基地的调整改造战略的实施，数以万计的农民工进入劳动力市场，涌向工业企业，使工业企业消防安全管理面临更大的压力；经济全球化带来工业发达国家向我国转移“高风险产业”，石油化工、危险化学品等行业的高速发展，高温、高压、高速、真空、深冷等特殊工艺条件的广泛应用，使工业企业消防安全形势更加严峻。面对新形势、新情况、新问题所带来的新挑战，如何有效地预防与控制工业企业中的各种消防安全风险，从被动防范事故发生向控制源头、努力实现本质安全化方面转变，从以控制伤亡事故为主向全面做好消防安全工作转变，是消防安全管理工作的出发点和归宿，也是摆在消防安全从业人员面前的重大课题。

## 第一节 工业企业火灾风险管理

### 【学习目标】

1. 了解火灾风险管理和本质安全的基本概念。
2. 熟悉实现系统本质安全化的基本方法。
3. 掌握火灾风险管理的理论体系和程序。

人类自从有了生产，特别是大规模的工业社会化生产，就与灾难结下了不解之缘。在获得生产技术的利益的同时，人类也在为生产技术赋予的利益付出巨大的代价。传统的消防安全工作方法不能完全掌控火灾事故发生的内在规律和对火灾事故进行预测，其结果是工业企业生产中灾难性的事故时有发生，造成严重的人身伤亡和巨大的经济损失。这种安全工作与现代化生产不相适应的情况，迫使从事安全工作的专家、学者和管理人员寻求一种对系统存在的火灾风险可以进行定性与定量评价，能够对火灾事故发生的可能性进行预测的工作方法，以便事先提出警示，及时采取有效的预防措施，减少或防止火灾事故的发生。

### 一、火灾风险管理的基本概念

风险管理是一门新兴的管理学科，越来越受到各国工业安全领域的重视，在企业安全管理中广泛而迅速地得到推广和应用。在西方发达国家，风险管理已普及到大中小企业。

# 工业企业防火

## （一）火灾风险的概念

天有不测风云，人有旦夕祸福，生产和生活中充满了来自自然和人为（技术）的风险。风险是通过事故现象和损失事件表现出来的。风险是由风险因素、风险事故和损失三者构成的统一体，风险因素引起或增加风险事故；而发生风险事故可能造成损失。

火灾风险是指特定危害事件（火灾）发生概率与火灾后果严重程度的组合。火灾风险是描述系统火灾危险程度的客观量，又称火灾风险度或火灾危险性。火灾风险  $R$  具有概率和后果的二重性，故火灾风险可用损失程度  $L$  和发生概率  $P$  的函数来表示为

$$R = f(p, L)$$

式中， $R$  为火灾风险； $p$  为火灾发生的概率； $L$  为火灾发生导致的损失。

在实际的火灾风险分析与安全评估中，人们更关心火灾事故所造成的损失，并把这种不确定损失的期望值叫做火灾风险，用狭义火灾风险数学模型表述为

$$R = E(L)$$

式中， $L$  为危险发生导致的损失。其结果可能是：火灾财产损失、火灾人员伤亡、环境破坏污染和社会不良影响等。

## （二）火灾风险的分类与控制

风险具有不同属性和特性，从不同的属性对风险进行不同的分类。

火灾风险一般可分为生产火灾风险、储存火灾风险、建筑火灾风险、场所火灾风险、区域火灾风险和电气火灾风险等。

按不同建筑物可分为单层多层建筑火灾风险、高层建筑火灾风险、地下建筑火灾风险、古建筑火灾风险、中庭建筑火灾风险、大空间建筑火灾风险、密集建筑群火灾风险、砖木结构建筑火灾风险、钢结构建筑火灾风险、石油化工装置火灾风险、可燃液体气体储罐火灾风险等。

按不同场所可分为：重要场所火灾风险、易燃易爆化学危险场所火灾风险、人员密集场所火灾风险和公共娱乐场所火灾风险等。

尽管大多数火灾的发生其后果是难以预料的，但火灾风险则是可以控制的。在很大程度上火灾风险会随着人们的意志而改变，即人们可以设法改变火灾风险出现的概率。一般火灾风险控制的方式可分为接受火灾风险、避开火灾风险、减少火灾风险和转移火灾风险等。

例如，尽管驾驶汽车可能会带来道路交通事故风险和发生火灾的风险（汽车本身的这种危险是不能改变的），但为了出行便捷等的需要，人们自主接受了汽车所具有的风险；有时为了防止驾车带来的风险，不去驾驶汽车，改为其他交通方式，这样就是避开驾车风险；为了防止驾车带来的火灾风险，可以采取车内配置灭火器，安装车内自动灭火装置以及做好定期维修保养等，以减少可能的火灾风险；当然对汽车采取相应的保险就可以转移交通意外风险和火灾风险。

## （三）火灾风险管理的概念

火灾风险管理是指工业企业通过识别、衡量、分析火灾风险，从而有效控制火灾风险，用最经济的方法来综合处理火灾风险，以实现最佳消防安全保障的科学管理方法。由此定义表明：

(1) 所讲的火灾风险不局限于静态风险, 也包括动态风险。研究火灾风险管理是以静态风险和动态风险为对象的全面风险管理。

(2) 火灾风险管理的基本内容、方法和程序是共同构成风险管理的重要方面。

(3) 强调火灾风险管理应体现成本和效益关系, 要从最经济的角度来处理火灾风险, 在主观客观条件允许的情况下, 选择最低成本、最佳效益的方法, 制定火灾风险管理决策。

火灾风险管理方法强调以下观点: 一是从火灾风险的角度讲, 任何火灾风险都是可以采取相应的措施加以控制和解决的; 二是火灾风险研究对象是火灾风险因素, 如可能导致火灾发生的各种引火源、危险物、火灾荷载和火灾烟毒以及人的不安全行为等, 可能通过识别、判定等方法, 使其不发生火灾事故; 三是通过系统分析可以对火灾危险源识别与控制, 对火灾隐患判定与采取措施等, 可以有效地减少火灾风险发生的概率; 四是通过系统检查, 以保证系统自防自救消防设施的正常运行, 可以防止火灾的扩大蔓延, 减少火灾所导致的严重后果; 五是通过系统评估, 可以合理地确定火灾风险的前期投资, 提供火灾风险的最佳投资方案, 以减少火灾的总损失, 并达到系统的最优化。

#### (四) 火灾风险管理的重要术语

##### 1. 可接受火灾风险

火灾是不能完全避免的, 因此客观系统总存在一定的火灾危险, 而人们对这种危险状况势必要承担一定的风险。在火灾风险管理中通常采用“可接受火灾风险”这一概念把火灾风险处理为一种限制因素。利用这一概念, 并依据国家的消防规范和标准的条款, 事先把某种程度的火灾风险规定为可接受的。不过, 运用“可接受火灾风险”方法有时也可能难以产生令人满意的结果, 例如, 若火灾风险大于可接受程度, 即使稍大一点, 那么出于对社会稳定和保护客体的重要性等综合因素的考虑, 为了达到可接受火灾风险就必须投入更多的经费。对可接受风险的一种逻辑补充是可接受费用, 这一概念的意义是在确定费用预算范围内寻找最大限度的风险减低可能, 以增加火灾防治的经济性。

##### 2. 火灾危险、火灾隐患和火灾风险

在实际火灾风险管理中需要面对三个问题, 即火灾风险、火灾危险和火灾隐患。三者既有联系, 又有区别。

火灾危险是指发生火灾的可能性以及有可能造成的后果, 是一种火灾危险状况, 其本身存在危险能量, 是固有的, 不能改变的。由于火灾发生的因素是不确定的, 例如用电线路和设备, 是生产和生活中使用频率最高, 使用范围也最为广泛, 其本身具有触电和火灾危险, 何时出现危险难以确定, 但不能因此不去使用。火灾风险分析与评估如果只从火灾危险方面去入手, 就会如临大敌, 层层设防, 无论大的火灾危险问题, 还是小的火灾危险问题都要设防, 就会成为没有重点的控制, 这是难以做到的, 也就失去了火灾风险分析与评估的真正意义。

火灾隐患是指违反消防法律法规, 可能导致火灾发生或火灾危害增大的各类潜在不安全因素或违反了消防规范要求的一种偏离问题。如果火灾风险分析与评估只从火灾隐患方面入手, 很有可能会导致防火工作偏差。因为有些火灾隐患并不能直接导致火灾的发生, 例如建筑防火间距不足, 可以判定为火灾隐患, 但相邻建筑不发生起火, 就不会导致火灾扩大蔓延。



# 工业企业防火

尤其是有些火灾隐患不被激发，就不会发生火灾事故。毕竟火灾隐患问题仅是系统火灾危险需要解决的某一方面问题，而不是全部问题。如果只是针对火灾隐患问题，可能系统有些其他火灾危险问题，如火灾危险源的问题等就会被忽略，这也不是火灾风险分析与评估的目的所在。

火灾风险是指火灾发生概率与火灾后果严重程度的组合。火灾风险分析与评估之所以要从火灾风险因素入手，这是因为一是通过采取火灾风险分析与评估方法，可以找出各种火灾危险因素，根据火灾可能发生的概率及其火灾后果的严重程度，最大限度地减少火灾危险，并使系统火灾总损失最少，达到系统的最优化；二是通过采取系统检查评估方法，根据系统火灾风险等级，采取相应措施使系统火灾风险控制在允许范围之内。

## 二、风险管理与本质安全

“本质安全”这一术语源于 20 世纪 60 年代的电子工业部门，用于指电子系统的自我保护功能。后来这一概念以及“本质安全化”的理论和方法被工业安全技术人员接纳并推广，作为对技术系统安全性能评价的原则之一。

关于本质安全的定义，有两种观点。一种观点认为本质安全化是针对人一机—环境整个系统而言，可谓之系统本质安全化。也就是说对于一个人—机—环境系统，在一定历史的技术经济条件下，使其具有较完善的安全设计及相当可靠的质量，运行中具有可靠的管理技术。其内容包括人员本质安全化、机具本质安全化、作业环境本质安全化、人一机—环境系统管理本质安全化等。第二种观点认为：本质安全化的概念仅适用于物质环境方面的本质安全化。因为：①人的生理机能根本不可能是本质安全化的；②人是不停地接受外界特质、能量、信息作用的客体，又是异常复杂的物质与精神不断循环的系统，要达到本质安全化是不大可能的。所以“本质安全化”是指通过本质安全化的手段、方法，达到对人无损无害。

两种观点不同，但都充分肯定了技术系统的本质安全对于预防事故灾害的重要性和必要性。事实上，在现代的安全管理工作中，人们研究最多、成果最多的也是系统的本质安全化技术。它对于预防事故和保障安全生产起到了巨大的改进和促进作用。

为了实现本质安全化的目的，安全科学技术专业人员不断探索和研究其基本的理论和方法。随着安全科学技术理论的发展，人们逐步认识了实现系统本质安全化的基本方法。

(1) 从根本上消除危险、危害因素及其导致事故和毒害事件的发生条件。即针对事故发生的主要原因，采取物质技术措施，使其从根本上消除，这是防止发生事故最理想的本质安全措施。主要有：①以安全、无毒、低毒产品代替危险、高毒产品；②按本质安全化要求，重新设计工艺流程、设备结构、形状和选择能源；③消除事故可能发生的必需条件。

(2) 在设备或技术系统中应能自动防止操作失误、设备故障和工艺异常。操作失误、设备故障和工艺异常是生产过程中难以避免的现象。设备及其系统应有自动防范措施，否则必然导致事故发生、人员伤害、设备损坏，还可能引起燃烧、爆炸。采取自动防范措施的主要方法有：①用机械的程序控制代替手工操作，是保证安全、防止错误人员操作的根本途径；②积极进行自动化和机器人的研究、生产，逐步替代人去从事险、脏、累、尘及其他人们不

愿从事的工作；③采用安全装置，安全装置一般由机器制造厂商设计安装并随机器销售，这些安全装置有：自动监测、报警、处置装置，屏护装置，自动和联锁装置，保险装置，密闭装置，以及指示灯、安全色等辅助性安全装置。

(3) 设置空间和时间的防护距离，尽量使人员不与具有危险性、毒害性的机器接触，这样，即使发生事故也不能造成伤害，或减缓伤害程度。具体的方法有：①将具有危险性、毒害性的机器封于特定场所，如抗爆间、密闭室、“安全壳”等，使之与人员及周围环境保持一定的安全距离，进行空间隔离；②在人员与机器之间或机器周围，设立隔断墙、防火墙、防爆墙、抗爆屏障、防泄堤及避难设施（安全滑梯、滑杆、通道等）；③围栏、护网可起部分隔离作用，只用于其他隔离措施无法实行的情况；④时间隔离是为避免相邻作业发生事故后相互影响而确定错开作业时间，达到隔离目的，但它会因人为因素而失效，所以只在其他隔离措施无法实行时才运用。

(4) 根据生产特点，作好安全措施的最佳配合。首先应研究对象的主要危险因素，熟悉各种安全措施、方法的使用范围和条件，然后进行选择、匹配，从两个或两个以上的相对安全措施的最佳组合中求取最大限度的安全效果。对重要、危险的部位要采用双重、多重安全保障措施。

综上所述，本质安全化原则和技术对于从根本上认识风险、消除事故和危害事件，防止人为失误、系统故障可能发生的伤害，是最基本和有效的措施。这种措施贯穿于技术方案论证、设计以及基本建设、生产、科研、技术改造等一系列过程的诸多方面，它对于指导安全生产、科学管理工作有重大的意义，故此，“本质安全”的原则在安全设计、安全管理中得到广泛的应用。要实现技术系统的本质安全，就需要认识技术风险，进行风险分析、风险评价和风险控制。因此，风险管理是实现系统本质安全的基础。

### 三、火灾风险管理的理论体系

风险是现代生产与生活实践中难以避免的。从安全管理与事故预防的角度分析，关键的问题是如何将风险控制在人们可以接受的水平之内。风险管理的最终目标是对客观存在的风险作出正确的分析判断，以求控制、减弱乃至消除其影响和作用。风险管理的内容（见图 1-1）主要包括：风险分析、风险评价和风险控制三部分，简称风险管理三要素。

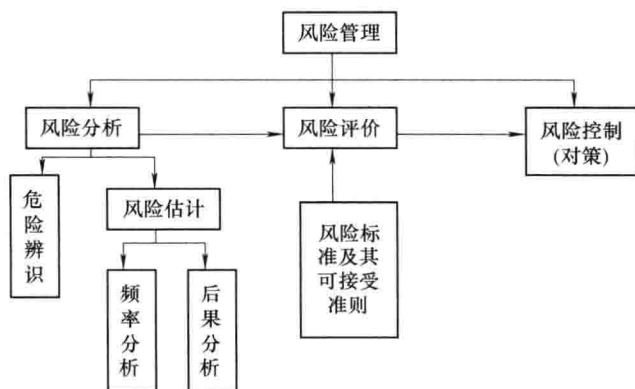


图 1-1 风险管理的内容及相互关系

## 1. 火灾风险分析

所谓火灾风险分析就是研究火灾风险发生的可能性及其所产生的后果和损失，换句话说，就是在特定的系统中进行火灾危险源辨识、频率分析、后果分析的全过程。如图 1-2 所示。

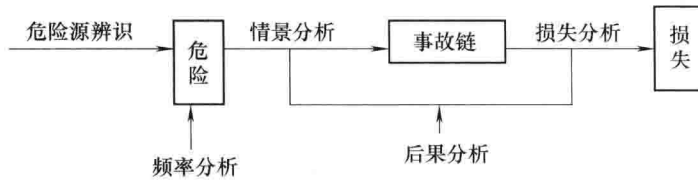


图 1-2 风险分析的内容

**危险源辨识：**在特定的系统中确定危险并定义其特征的过程。主要分析和研究哪里（什么技术、什么作业、什么位置）有危险？后果（形式、种类）如何？有哪些参数特征？

**频率分析：**分析火灾危险发生的频率或概率。

**后果分析：**分析火灾危险在环境因素下可能导致的各种事故后果极其可能造成的损失，包括情景分析和损失分析。

**情景分析：**分析火灾危险在环境因素下可能导致的各种事故后果。

**损失分析：**分析特定后果对其他事物产生的影响；进一步得出其对某一部分的利益造成的损失；并进行量化。

## 2. 火灾风险评价

在风险分析的基础上，需要根据相应的风险标准判断系统的风险是否可以接受，是否需要采取进一步的安全措施，这就是风险评价。

## 3. 火灾风险控制

在风险分析和评价的基础上，采取措施和对策降低风险的过程，就是风险控制。

风险管理就是包括风险分析、风险评价和风险控制的全过程，它是一个以最低成本最大限度地降低系统风险的动态过程。

# 四、风险管理的程序

风险管理的实施程序分为四个阶段。

## 1. 风险辨识

风险辨识也称风险识别，是对尚未发生的潜在的种种风险进行系统的归类 and 实施全面的识别。在这一阶段应强调识别的全面性。要对客观存在的、尚未发生的潜在风险加以识别，就需做周密系统的调查分析、综合归类，揭示潜在的风险及其性质等。应该强调，识别风险对风险管理具有关键的作用，如果没有系统科学的方法来识别各种风险，就不会准确把握可能发生的风险及其程度，也就难选择处置和控制风险的方法。

## 2. 风险评价

风险评价也称风险衡量，是对特定风险发生的可能性及损失的范围与程度进行估计和衡量。衡量风险可借助于现代计算技术。通常是运用概率论和数理统计方法以及电子计算机等

计算工具,对大量发生的损失频率和损失严重程度的资料进行科学的风险分析。但完全精确的数量方法进行风险管理仍不完善,还需依靠风险管理人员的直觉判断和经验。

### 3. 风险控制对策的选择

风险控制对策也就是风险防范对策,主要分为两大类,即风险的技术控制对策和风险管理控制对策。前者主要包括从工艺、技术、装备、设施以及监测、警报、监控等工程技术的手段,消除固有危险或降低事故发生的概率;后者则是通过管理手段避免风险、损失控制、非保险转嫁等。作为消防部门,更关注技术控制对策。

### 4. 执行与评估

实施风险管理决策并评价其后果,实质在于采取风险管理的各种措施,不断地通过信息反馈,检查风险管理决策及其实施情况,并视情形不断地进行调整和修正,使之更接近风险管理目标。

#### 【思考与练习题】

1. 何谓火灾风险和火灾风险管理?
2. 实现系统本质安全化的基本方法有哪些?风险管理和系统的本质安全化有什么关系?
3. 火灾风险管理的内容和程序是什么?

## 第二节 工业企业危险源的辨识

#### 【学习目标】

1. 了解危险源及危险源辨识的相关知识。
2. 熟悉危险源的分类、辨识原则及危险源与事故的关系。
3. 掌握系统安全的概念、重大危险源的定义及辨识依据和方法。

在人类的生产生活过程中充满了各种危险,这些危险是造成生产、生活中各类事故的根源。危险源是可能导致事故从而造成人员伤亡和财产损失的潜在的不安全因素。它的存在形式一般是比较隐蔽的,只有在事故发生时才会明确地显现出来。为了防止事故的发生,需要更好地控制危险源,这就需要专门的技术以识别生产、生活过程中潜在的危险源。火灾危险源是火灾事故发生的前提,是事故发生过程中能量与物质释放的主体。因此,有效地辨识导致火灾发生和蔓延的危险源,特别是重大危险源,对于确保消防安全,防止火灾发生、控制火灾蔓延具有十分重要的意义。

### 一、危险源的概念

#### (一) 危险源

危险源就是危险的根源。安全工程中所谓的危险源,是指各种事故发生的根源,即通常人们所说的可能导致人员伤亡和财物损失事故的潜在的不安全因素,或称事故致因因素。它指:系统、过程或设备可能造成的事故;造成人员伤亡、财产损失或环境破坏的危险物质;

# 工业企业防火

生产装置、设施或场所以及个人作业的不安全行为或组织管理失误等。

危险源是事故的根源，危险源的存在是事故发生的前提；而离开事故就谈不上什么危险源。因而，危险源与事故是互为因果、相互依存的。辨识和控制危险源，必须首先弄清事故及其发生规律。事故致因理论是指导危险源辨识控制和评价的基本理论之一。

事故致因理论的发展与生产、生活活动的发展密切相关，因而有鲜明的时代特征。第二次世界大战后，随着科学技术的飞跃进步，人们对事故发生的物理本质进行了深入探讨，提出了能量意外释放论，认为事故是一种不正常的或不希望的能量释放，通过分析各种能量释放可能造成的伤害，分析事故的发生、发展过程，这一理论的提出，对于人们进行危险源辨识、采取危险源控制措施有重要的指导意义。表 1-1 给出了不同类型能量可能造成的伤害类型及其可能引发的事故类型。

表 1-1 能量类型与伤害

能量类型或影响 能量交换类型	产生的伤害	事故类型
机械能	刺伤、割伤、撕裂、挤压皮肤和肌肉、骨折、内部器官损伤、压力冲击、压力扭曲	物体打击、车辆伤害、机械伤害、高处坠落、坍塌、瓦斯爆炸、火药爆炸、锅炉爆炸、压力容器爆炸
热能	烧伤、烧焦、熔化、焚化、热力耦合作用下烧毁变形	火灾、灼烫
电能	干扰神经-肌肉功能、电伤	触电
化学能	化学性烧伤、腐蚀、中毒、遗传突变、细胞病变、窒息等	火灾、中毒和窒息
氧的利用	局部或全身生理伤害	中毒和窒息

为了更进一步深入理解危险源，需要厘清一下几个概念。

**危险性：**危险性是某种危险源导致事故、造成人员伤亡或财产损失的可能性，包括危险源导致事故的可能性和一旦发生事故造成人员伤亡或财物损失的后果严重程度两个方面的问题。

**危险、有害因素：**指能使人造成伤亡，对物造成突发性损害，或影响人的身体健康导致疾病，对物造成慢性损坏的因素。

危险、有害因素是普遍存在的，人们之所以感觉安全是因为这些危险、有害因素均在人们的控制之中。当危险、有害因素失去控制，人们就会感到危险的存在甚至受到伤害。危险、有害因素尽管有各种各样的表现形式，但从本质上讲，之所以能造成危害的后果，都可归结为能量和危害物质的存在。产生危险的实质是能量、危害物质失去控制或两方面因素的综合作用，导致能量的意外释放和危害物质的泄漏、挥发的结果。因此，能量、危害物质失去控制是危险、有害因素产生的根本原因。

危险源是危险、有害因素产生的前提，在通常状况下，通过采取各种安全措施来控制预防危险、有害因素的产生，当安全措施出现薄弱环节或漏洞时，就易形成隐患，而隐患的存在可直接导致事故的发生。

## （二）系统安全

做好危险源辨识的前提是理解系统安全的理念。系统安全是人们为解决复杂系统的安全性问题而开发、研究出来的安全理论和方法体系。它是指在系统寿命期间内应用系统安全工程的管理方法，辨识系统中的危险源，并采取控制措施使其危险性最小，从而使

系统在规定的性能、时间和成本范围内达到最佳的安全程度。系统安全包含以下全新安全观念。

### 1. 没有绝对安全

系统安全认为世界上没有绝对安全的事物，任何事物中都包含有不安全的因素，具有一定的危险性，安全只是一个相对的概念。一个工厂、一栋建筑、一条运输线路可能在一段时间内没有发生事故，但是却不能保证永远不发生事故。“零事故”只能是通过采取各种安全措施使事故发生率逐渐减少而趋近于零，却永远不能真正达到事故为零。

在系统安全中，认定某生产、生活过程“安全”是指该过程发生事故的概率较低，或发生事故后造成的损失较小，可以被接受。

系统安全追求的目标是达到“最佳的安全程度”，没有超过允许限度的危险，也就是使发生事故、造成人员伤亡或财物损失的危险没有超过允许的限度，这一限度就是人们用来判别安全与危险的基准。

### 2. 安全工作贯穿于系统的整个寿命期间

系统安全要求在一个新系统的构思阶段就考虑其安全性问题，制订并执行安全规划，进行系统安全工作，并把安全工作贯穿于整个系统寿命期间，直到系统停止使用。

### 3. 危险源及危险性

系统安全认为，系统中存在的危险源是事故发生的根本原因，系统安全的基本内容就是辨识系统中的危险源，采取措施消除和控制系统中的危险源，使系统安全。

在危险源控制方面，由于人的认识能力有限，有时不能完全认识系统中的危险源及危险性；即使认识了现有危险源，不断涌现的新技术、新材料又会产生新的危险源；对于已经认识了的危险源，限于资金、技术、人员等因素，要想完全控制危险源也是不可能的。因此系统安全的目标是努力控制危险源，把后果严重的事故发生的可能性降到最低，或者一旦发生事故，将造成的人员伤亡和财产损失降到最少。

### 4. 不可靠是不安全的原因

可靠性是判断、评价系统性能的一个重要指标。系统的可靠性越高，发生故障的可能性越小，完成规定功能的可能性越大。

许多情况下，系统的不可靠会导致系统的不安全。当系统发生故障时，不仅会影响系统功能的实现，且常常会导致事故。例如，建筑中安装的火灾探测系统有可能出现误报，误报一方面可能会导致消防联动系统启动灭火，造成建筑内设备财产损失和妨碍正常工作活动的进行；另一方面可能由于经常误报使得管理人员麻痹大意，从而在出现火灾时不能及时处理，造成人员伤亡或财物损失。

提高系统安全性，应从提高系统可靠性着手。可靠性着眼于维持系统功能的发挥，实现系统目标。安全性则着眼于防止事故发生，避免人员伤亡和财产损失。两者着眼点不同，但在防止故障发生这一点上，实现系统可靠性和安全性是一致的。在许多情况下，采取提高系统可靠性的措施既可以保证系统功能的实现，又可以提高系统的安全性。

根据大规模系统的特点，人们提出了利用系统安全工程学的思路来实现系统的安全性。系统安全工程运用科学和工程技术手段辨识、消除或控制系统中的危险源，实现系统安全，包括

# 工业企业防火

危险源辨识、危险性分析、危险源控制等基本内容：

(1) 危险源辨识是发现、识别系统中危险源的工作，这是危险源控制的基础，只有辨识了危险源之后才能考虑如何采取措施控制危险源；

(2) 危险性评价是评价危险源导致事故、造成人员伤亡或财产损失的危险程度的工作，它包括对危险源自身危险性的评价和对危险源控制措施效果的评价两方面的问题；

(3) 危险源控制是利用工程技术和管理手段消除、控制危险源，防止危险源导致事故的工作，危险源控制的基本理论依据是能量意外释放论。

危险源辨识、评价与控制三项工作在实际实施过程中是相互交叉、紧密结合的，贯穿整个系统的使用期间。

## 二、危险源的辨识

危险源的辨识：指发现、识别系统中危险源的工作。危险源辨识的原则为科学性、系统性、全面性和预测性。

### (一) 危险源辨识的任务

(1) 寻找系统的各种危险因素。

(2) 识别可能引发事故的材料、系统、生产过程或工厂的特征。

(3) 辨识可能发生的事故后果。

### (二) 危险源的分类

1995年陈宝智教授提出了事故致因的两类危险源理论，该理论把事故发生的原因归结于两类危险源共同作用的结果。田水承教授在两类危险源的基础上提出了第三类危险源的概念。

第一类危险源（也称静态危险源）：指系统中存在的、可能发生意外释放的能量（能源或能量载体）或危险物质。

常见的第一类危险源有如下几种：

1) 产生、供给能量的装置、设备，例如变电所、供热锅炉等。

2) 使人体或物体具有较高势能的装置、设备、场所，例如起重、提升机械、高差较大的场所等。

3) 能量载体，例如运动中的汽车、机械的运动部件、带电的导体等。

4) 一旦失控可能造成巨大能量的装置、设备、场所，如强烈放热反应的化工装置、充满爆炸性气体的空间等。

5) 一旦失控可能发生能量储蓄或突然释放的装置、设备、场所，如各种压力容器、受压设备、容易静电蓄积的装置、场所等。

6) 危险物质，如各种有毒、有害、可燃烧爆炸的物质等。

7) 生产、加工、储存危险物质的装置、设备、场所，例如炸药的生产、加工、储存设施，化工、石油化工生产装置等。

8) 人体一旦与之接触将导致能量意外释放的物体，例如物体的棱角、工件的毛刺、锋

利的刃等。

第二类危险源：导致能量或物质约束或限制措施破坏或失效的各种原因，它通常包括人的失误、物的障碍、环境因素等。

人的失误即人的行为的结果偏离了预定的目的，如开关操作失误，使检修中的线路带电；物的障碍即是由于性能低下不能实现预定功能的现象；环境因素包括温度、湿度、照明、粉尘、噪声、振动等物理因素。

第三类危险源：管理缺陷、组织失误（组织程序、组织文化、组织规则等）、管理决策失误、系统扰动等，造成生产系统畸变、破损失调、运行无序等不安全因素，称为第三类危险源。第三类危险源是潜藏在第一类危险源与第二类危险源背后的组织因素。

可以将第二类危险源与第三类危险源统称为动态触发性危险源。动态触发性危险源主要包括人、物、环境三个方面的问题。人的失误、管理和组织失误、物的障碍、环境因素等，都是围绕第一类危险源随机发生的现象，它们的出现决定了事故发生的可能性。

### （三）危险源辨识的原则

首先辨识第一类危险源，然后围绕第一类危险源来辨识第二类危险源及第三类危险源。

第一类危险源辨识的原则：考察系统中能量的利用、产生和转换情况，弄清系统中出现的能量或危险物质的类型，研究它们对人或物的危害，在此基础上来辨识危险源。第一类危险源辨识必须与危险源评价结合进行。

第二、三类危险源辨识的原则：围绕第一类危险源找寻可能使其控制措施失效的不安全因素，包括人、物、环境三个方面。

### （四）危险源辨识的方法

危险源辨识在具体实施过程中，可以从如下方面对存在的危险源进行分析与评价。

（1）厂址。厂址的工程地质、地形、自然灾害、周围环境、气象条件、交通资源、抢险救灾支持条件等方面。

（2）厂区平面布局。功能分区（生产、管理、辅助生产、生活区）的布置；高温、有害物质、噪声、辐射、易燃、易爆、危险品设施的布置；工艺流程、建筑物、构筑物的布置；安全距离等。

（3）运输线路及码头。厂区道路、厂区铁路、危险品装卸区及厂区码头。

（4）建（构）筑物。结构、防火、防爆、朝向、采光、运输（操作、安全、运输、检修）通道、开门、生产卫生设施。

（5）生产工艺过程。物料（毒性、腐蚀性、燃爆性）湿度、压力、速度、作业及控制条件、事故及失控状态。

（6）生产设备装置、化工设备装置。高温、低温、腐蚀、高压、震动、关键部位的备用设备、控制、操作、检修和故障、失误时的紧急异常情况。

（7）机械设备。运动零部件和工件、操作条件、检修作业、误运转和误操作。

（8）电气设备。断电、触电、火灾、爆炸、误运转和误操作、静电、雷电。

（9）危险性较大设备，高处作业设备，特殊单体设备、装置。如锅炉房、乙炔站、氧气站、石油库、危险品库等。



- (10) 粉尘、毒物、噪声、震动、辐射、高温、低温等有害作业部位。
- (11) 管理设施、事故应急抢救设施和辅助生产、生活卫生设施。

## 三、重大危险源

### (一) 定义

《危险化学品重大危险源辨识》GB18218—2009 替代了《重大危险源辨识》GB18218—2000，其中将危险化学品重大危险源定义为长期地或临时地生产、加工、使用或储存危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

单元是指一个（套）生产装置、设施或场所，或同属一个生产经营单位的且边缘距离小于 500m 的几个（套）生产装置、设施或场所。

临界量指对于某种或某类危险化学品规定的数量，若单元中的危险化学品数量等于或超过该数量，则该单元定为重大危险源。

### (二) 危险源之间的关系

从危险源与重大危险源的定义及其分类可以看出：第一类危险源包括重大危险源，重大危险源属于第一类危险源，重大危险源只是第一类危险源的一种特例。没有第一类危险源就谈不上第二类危险源和第三类危险源。它们之间的关系可用图 1-3 表示。

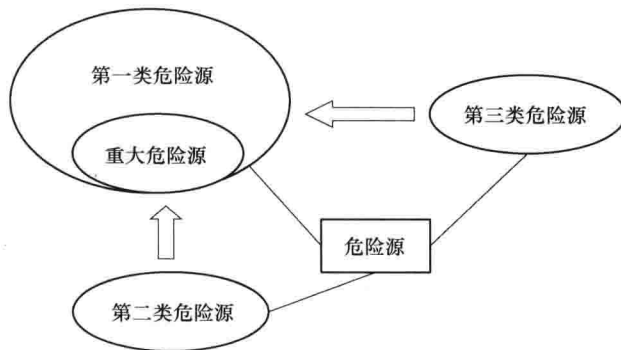


图 1-3 危险源之间的关系

## 四、重大危险源的辨识

### (一) 辨识依据

依据《危险化学品重大危险源辨识》国家标准（GB18218—2009）中规定，重大危险源的辨识依据为危险化学品的危险特性及其数量，具体见表 1-2 和表 1-3。

危险化学品临界量的确定方法如下：

- (1) 在表 1-2 范围内的危险化学品，其临界量按表 1-2 确定；
- (2) 未在表 1-2 范围内的危险化学品，依据其危险性，按表 1-3 确定临界量；若一种危险化学品具有多种危险性，按其中最低的临界量确定。