



高等学校消防指挥专业规划教材

危险化学品 安全管理基础

唐朝纲 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

危险化学品安全 管理基础

主 编 唐朝纲

副主编 刘 彬

参 编 安正阳 李振青 张成立



机械工业出版社

“危险化学品安全管理基础”是消防教育重要的专业基础课程之一。本书依据《危险化学品安全管理条例》(国务院令第 591 号)和《危险货物分类和品名编号》(GB 6944—2012)等最新修订发布的法律、法规和标准,结合我国危险化学品安全管理和应急救援工作的实际需要,从危险化学品的基本概念入手,系统地介绍了危险化学品的安全原理、重大危险源的辨识及安全评价,危险化学品的分类及危险特性,危险化学品的包装与安全信息,以及危险化学品安全管理体系等内容。

本书收集、参阅了近年来国内外大量的事故资料、法律法规和技术标准,章节安排合理,体系完整,由浅入深,循序渐进,重点突出,能够引导读者全面了解和掌握危险化学品安全管理的基本知识。

本书可作为高等院校消防指挥专业的必修教材,也可作为从事危险化学品安全管理和应急救援的工程技术人员、安全管理人员、消防员的培训教材和学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

危险化学品安全管理基础/唐朝纲主编. —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 978-7-111-46618-5

I. ①危… II. ①唐… III. ①化工产品—危险物品管理—高等学校—教材
IV. ①TQ086.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 091699 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 杨作良

版式设计:墨格文慧 责任校对:陈秀丽

封面设计:路恩中 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·10 印张·2 插页·246 千字

0 001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-46618-5

定价:24.00 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、长期性的工作。配套、适用、体系化的专业教材不但能满足教学工作的需要，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党委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、消防科研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。

本次教材的编写工作，认真贯彻“教为战”的办学思想，满足当前消防工作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。本教材可作为消防指挥专业人才培养的教学用书，也可用作企业专职消防员的培训教材和消防工程技术人员的工作参考书，还可作为其他高等院校消防工程技术等专业的教学用书。

本书由唐朝纲担任主编，刘彬担任副主编，负责全书体系设计、内容界定和统稿。编写人员分工如下：第一章、第五章由唐朝纲编写，第二章由刘彬编写，第三章第一节至第五节由李振青编写，第三章第六节至第九节由安正阳编写，第四章由张成立编写。云南省安全生产监督管理局副局长蔡继发高级工程师、昆明理工大学郭忠林教授对全书进行了审核，并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！

鉴于编者学识水平和实践经验有限，本书难免存在疏漏之处，敬请读者和同行批评指正。

编 者

目 录

前言	
第一章 绪论	1
第二章 安全原理、重大危险源辨识及安全评价	6
第一节 安全原理	6
第二节 危险化学品重大危险源辨识与管理	17
第三节 安全评价原理与方法	27
第三章 危险化学品的分类及危险特性	40
第一节 危险化学品的分类和编号	40
第二节 爆炸品	44
第三节 烟花爆竹	53
第四节 气体	58
第五节 易燃液体	66
第六节 易燃固体、易于自燃的物质和遇水放出易燃气体的物质	70
第七节 氧化性物质和有机过氧化物	79
第八节 毒性物质	85
第九节 腐蚀性物质	90
第四章 危险化学品的包装与安全信息	94
第一节 危险化学品包装	94
第二节 危险化学品包装标志	100
第三节 危险化学品安全标签	103
第四节 危险化学品安全技术说明书	106
第五节 气瓶包装	112
第五章 危险化学品安全管理体系	121
第一节 危险化学品安全管理职能机构与法规体系	121
第二节 危险化学品安全管理条例	126
第三节 危险化学品消防监督管理	135
附录 危险化学品安全管理条例	140
参考文献	158

第一章 绪 论

危险化学品是指具有剧毒、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危害的化学品。近半个多世纪以来，在全球范围内，因操作不当、管理不善、处置不力导致的危险化学品重、特大灾害事故频繁发生，造成了重大的人员伤亡、巨大的财产损失和严重的环境污染。这一安全形势已引起了世界各国的高度重视，纷纷采取有效的对策措施，进行广泛的交流与合作，加强对危险化学品的安全管理，预防危险化学品灾害事故的发生。

一、人类活动与危险化学品灾害事故

世间万物都具有两种基本的性质，即物理性质和化学性质。因环境温度、压力因素的变化使得物质形态（即固态、液态、气态）发生转变，属于物理变化。一般情况下物态变化是一种温和的变化，只要环境条件变化不是特别剧烈（如骤冷、急剧升温或加压等），那么仅物态的变化是不易引起灾害发生的。然而除了物理变化之外，物质本身可能分解，或是与其他物质反应，生成新的物质，即表现出化学变化的特性。在化学变化过程中，除了有新物质生成，同时往往还伴随着热效应或光效应的产生，若是剧烈的化学反应失控（如燃烧、爆炸），就会酿成恶性的灾害，如火灾、爆炸等。

纵观地球上的物质系统，在经过亿万年的衍生变化后，除了地核内的高温熔岩有时会引起火山喷发外，冷却下来的地壳物质已经处于相对稳定的状态，大部分活性元素已形成了稳定的化合物。如钠、钾、钙、镁、铝等活泼金属元素早已变成了它们的盐类或氧化物；像氟、氯、溴、碘、磷等活泼非金属元素的单质在自然界中已不存在，它们都与其他元素结合生成了化合物，如食盐、石头、磷矿石等。自然状态中，即便存在少量几种活泼元素的单质，如氧气，也被惰性的氮气稀释包围，使得化学活性大大降低。另外，还有像煤炭、石油、天然气等物质，虽然它们易燃易爆，具有极不稳定的化学活性，然而自然界中这些危险物质是深埋于地下，若不是人类的活动，它们很难“重见天日”。因此，正如地球物理学家所说：“相对而言，我们很幸运，因为我们生活在稳定的地球家园。”

然而，自从有了人类的活动，物质的自然稳定状态受到了人为的干扰，使得物质变化的发生有了更多的机会，变化的诱因有了更大的随机性，从而增加了危险化学品灾害事故发生的频率和危害程度。统计数据表明，在人类社会的发展进程中，几乎每一起危险化学品灾害事故的发生，都与人类的活动有关，而且灾害损失指标的绝对增加值与社会经济的发展水平有着直接的关系。在原始农业时代，人类用刀耕火种的方式进行农业生产是对环境破坏的开始。工业革命的到来使得化学工业蓬勃兴起，规模化石油化工、煤化工生产已成为人类产业活动中极其重要的组成部分，这使得亿万年来一直沉睡于地下的石油、煤炭、天然气或矿石变成了重要的能源或原材料。通过化工生产，种类复杂、数量巨大的化工产品，如爆炸品、易燃品、腐蚀品、氧化剂、毒气、农药、化肥等层出不穷地生产出来，加上世界贸易促成的物质

大流通，更是加剧了化学工业呈普及化发展，导致危险化学品的身影“无时没有、无处不在”。因此，危险化学品在生产、储存、运输、使用、经营过程中引发的灾害事故指标（起数、经济损失、人员伤亡、环境危害等）都呈现出上升的态势。

化工产业一度被环境学家视为最肮脏的行业，被安全学者认为是危险有害因素最多的生产活动。可是，若没有化学工业的帮助，许多化学材料如颜料、塑料、化纤、合成橡胶等又无法生产出来，以致就不能有汽车、飞机等现代交通工具，也不会有五颜六色的染料、化纤、塑料等商品。所以，历史和现实证明，只要社会经济要发展，危险化学品的生产、储存、运输、使用等活动就不会停止和消失。从哲学的观点来看，这种不和谐的发展矛盾是客观存在的，因此，危险化学品引发的事故必然贯穿于人类社会发展的始终。

二、危险化学品安全管理的重要性

（一）危险化学品固有特性的客观要求

据报道，世界上已知的化学品多达 1 000 万种，常用的化学品已超过 8 万种，而且每年仍有 1 000 余种新的化学品问世，化学品的产量也由 50 年前的 100 万吨发展到现在的 4 亿吨。在这些化学品中，有相当一部分是易燃易爆、有毒有害、腐蚀或放射性的危险化学品。例如在我国，列入《危险化学品目录》（2013 版）的危险化学品就达 3 833 种。

一方面由于危险化学品种类繁多、成分复杂，加之其流通使用范围十分广泛，所以客观上增加了危险化学品安全管理的难度；另一方面，由于危险化学品具有易燃、易爆、有毒、腐蚀等危险性，无论是在生产、储存、运输或是经营使用的任何一个环节，只要稍有不慎就可能酿成灾害事故。此类灾害事故具有成灾迅速、波及范围广、难以处置和洗消困难的特点，加之许多危险化学品集多种危害特性于一体（如浓硫酸具有腐蚀性和强氧化性，黄磷易自燃，直接接触有中毒、灼伤皮肤的危害等），还会造成多种次生灾害，从而加重事故的危害程度。危险化学品本身正因为如此危险有害，所以客观上要求人们必须始终牢固树立“安全第一、预防为主、综合治理”的思想，对人员进行安全教育培训，采取安全措施，切实加强危险化学品的安全管理。

（二）保护生态环境的基本需要

生态环境是人类稳定健康生活的基础，清洁的空气、水源、土壤，茂密的植被和有序的食物链是构成良性生态系统的前提和保证。但是由于人类的活动，每天都会产生大量的危险废物影响环境的质量。随着工业的不断发展和城市化进程的加快，这种不良趋势变得日益加重。据统计，在美国这样高度发达的工业化国家里，与化学工业相关的产业（如炼油、煤炭、橡胶、塑料、化工原料），每年产生的危险化学废物量占其废物总量的 65% 以上，所以化学废物对生态环境的破坏性影响十分巨大。为此，世界各国政府对化学废物的处理都十分重视，制定了相应的法律法规和处理排放标准，对危险废物进行管理，如我国就有《环境保护法》《固体废物污染环境防治法》，以及专门针对危险废物鉴别的《腐蚀性鉴别》（GB 5085.1—2007）、《急性毒性初筛》（GB 5085.2—2007）、《浸出毒性鉴别》（GB 5085.3—2007）、《易燃性鉴别》（GB 5085.4—2007）、《反应性鉴别》（GB 5085.5—2007）、《毒性物质含量鉴别》（GB 5085.6—2007）和《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169—2004）等国家或行业标准。从危害性来看，所有危险化学品都对人和环境具有

一定的危害风险，所以危险化学品无论是以什么方式泄漏或散落到环境中，如果处置不当都可能成为危险废物，都会对环境造成危害。因此，危险化学品无论是正常产生，还是在事故中泄漏或散落都必须按国家规定进行集中回收、处置，并加强环境监测。

（三）社会经济可持续发展的需要

社会可持续发展，即“既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害”的发展，这是联合国大会提出的人类社会的科学发展观。化学工业作为人类文明的标志之一，其诞生源于以蒸汽机的发明（1765 年）和使用为标志的西方工业革命，其发展不过是近 250 年的时间。石化和煤化工工业为人类生存提供了能源和数十万种化学品，但也发生了很多人员伤亡、环境污染的重大事故，对人类社会的可持续发展构成了巨大威胁。一些严重的危险化学品事故案例如下。

事故一：1976 年，在意大利北部名叫塞维索的小镇，一家农药厂的反应釜泄漏出大量的 TCDD（四氯二苯并二噁英），导致 2000 多居民受影响被迫疏散。

事故二：1984 年，美国联碳化学公司设在印度博帕尔的农药厂约 40t 甲基异氰酸酯发生泄漏，造成 2.5 万人死亡、5 万人失明、20 万人残疾、55 万人受伤，共 150 多万人受影响，约占博帕尔市总人口的一半。

事故三：1987 年 10 月，法国一次涉及硝酸铵的爆炸事故疏散了 6 万多居民。

事故四：2004 年 4 月 16 日，重庆天原化工厂发生氯气泄漏爆炸事故，当场死亡 9 人，重伤 3 人，政府紧急疏散居民 15 万人。此次事故共有 10 000 多人参加抢险，事故对社会的影响程度被媒体喻为“城市里的战争”。

事故五：2005 年 11 月 13 日，吉林石化“双苯厂”爆炸事故，除了造成生产车间上亿元的直接经济损失外，还造成了严重的松花江污染。据事故评价报告，需要在十余年的时间内，投入上百亿的资金，才能使受污染的松花江沿岸的生态得以恢复。

更多典型的危险化学品灾害事故见表 1-1。

表 1-1 20 世纪 40~80 年代典型重特大工业事故

事故类型	介质	死	伤	地点	时间
工业爆炸	二甲醚	245	3 800	德国，路德维希港	1948
	煤油	32	16	德国，比德堡	1954
	环己烷	28	89	美国，伊利诺伊州，东路易斯	1972
	丙烯	14	107	荷兰，毕克	1975
工业火灾	甲烷	136	77	法国，费兹	1944
	液化石油气	18	90	美国，俄亥俄州，克利夫兰	1966
	液化石油气	40		美国，纽约州，斯塔腾岛	1973
	甲烷	52		墨西哥，圣克鲁斯	1978
	液化石油气	650	2 500	墨西哥，墨西哥城	1985
毒物泄漏	光气	10		墨西哥，波兹瑞卡	1950
	氯	7		德国，威尔逊	1952
	氨	30	25	哥伦比亚，卡塔赫纳	1977
	硫化氢	8	29	美国，伊利诺伊州，芝加哥	1978

因为有如此众多的重特大危险化学品灾害事故在不断发生，所以化学工业及其产品给人

们留下了不好的印象,被认为是一种“危险和肮脏”的行业,若不采取积极有效的措施加以管理,危险化学品的灾害将给社会造成巨大灾难,并直接影响人类社会的可持续发展。

近年来,随着我国经济建设的快速发展,化工产业发展十分迅速。据资料统计,目前我国已成为化学品生产和使用大国,主要化学品的产量和使用量都居世界前列。我国的化学工业门类齐全,包括石油开采和炼制、石油化工、化学矿山、无机化学品、纯碱、氯碱、基本有机原料、农药、染料、精细化工、橡胶加工和新材料共 12 个行业,企业总数 14 000 多家,从业职工 540 多万,能生产各种化学品 40 000 多种。全国化学品生产销售收入 13 000 亿元,占全国工业品销售总额的 13.6%。原油一次加工能力已达 2.76 亿 t,居世界第三位,而加油站就有 95 000 多家。同时,资料还显示,仅在 1996—2000 年期间,我国共发生各类化学品伤亡事故 1 060 起,死亡 678 人,重伤 646 人。由此可见,在我国石油和化工企业领域,由于多种经济成分并存,所形成的不同运作机制和不同竞争方式给危险化学品安全监督管理造成了非常复杂的局面。在一些地区,一些企业以牺牲安全为代价获取短期的、局部的经济利益的情况依然存在。一些企业没有把“依法自主经营、自我管理、自己承担法律责任”的主体责任制度认真落到实处,把“安全第一”的企业管理基本要求停留在口头上。这些因素的影响使我国危险化学品安全管理的整体质量不高,如不认真加以解决,各类危险化学品灾害事故的发生将对社会经济产生巨大的破坏作用。因此,社会经济的发展客观上要求对危险化学品进行科学管理。

三、危险化学品安全管理与消防工作

从长远来看,由于大量新技术、新工艺、新材料的广泛使用,将会导致由易燃、易爆、有毒的油、气、酸、碱、爆炸品等危险化学品引发的火灾、爆炸、中毒、污染等恶性灾害事故发生,并且类型多样、情况复杂,使应急救援的难度也越来越大。它导致社会安全形势发生急剧变化,也使得消防工作的社会服务职能由过去单一的防火灭火向参加多种灾害事故的应急救援方面转变。目前,我国公安消防机构虽然对危险化学品不直接进行管理,但是要承担危险化学品灾害事故的应急救援任务,也要履行相关的消防设计审核和消防验收职能,并对落实消防安全责任制、履行消防安全职责的情况依法实施消防监督检查。因此,从实际需要来讲,参与危险化学品的安全管理和事故的应急处置已是当今社会消防工作的主要内容。同时,我们也应当认识到在与危险化学品灾害的斗争中,就消防社会服务的职能而言,“消”与“防”是人类与自然灾害斗争的两个重要方面,而无论是“防”还是“消”,都必须在对各类危险化学品的固有特性以及此类灾害事故的原因、危害、特点等方面的内容具有充分认识的基础上来进行。在预防和处置危险化学品灾害事故中,我们也一定要树立“绿色消防”的理念,加强与化工和环保部门间的协调配合,注意环境保护。要根据危险化学品的理化性质合理制定火灾扑救方案,注意科学用水,为废物回收、集中处置创造条件,而不能顾此失彼,盲目射水,使危险物质四处流散,造成环境灾害事故的发生。

总之,基于以上这些内在的关系和普遍的社会需要,作为一名消防指挥专业的学生,系统学习和掌握有关危险化学品安全管理的知识就显得尤为重要。正因为危险化学品安全管理工作本身与消防部队的岗位职责有密切的关系,所以努力学习危险化学品安全管理知识既是社会时代的要求,也是安全、环保等相关法律赋予我们的职责。

四、危险化学品安全管理的范畴

危险化学品安全管理是针对与危险化学品有关的生产、储存、运输、使用和经营等各个环节的安全管理。管理目的是通过依法科学管理,防止或减少危险化学品灾害事故的发生。管理对象包括对人(从业人员)和对物(危险化学品)的管理。

对人的管理,针对的是与危险化学品生产、储存、运输、使用和经营有关的单位、主要负责人以及从业人员。《安全生产法》规定:从事危险化学品生产经营的单位必须设置专门的安全管理机构,配备有资质的化工专业安全管理人员,并对本单位的安全工作进行管理,对职工进行安全教育培训;单位的主要负责人应具有相关专业安全知识,取得资格证,并对本单位的安全工作全面负责;从业人员必须经过安全培训,取得上岗资格证等。

对物的管理,针对的是各类危险化学品在生产、储存、运输、使用和经营等各个环节的安全状况。管理的内容包括生产环节中的选址、工艺流程、生产条件等情况;储存仓库布局、道路、消防水源、消防设施等情况;运输的车辆、容器、设备的情况;生产过程中的废物处理、环境达标情况等。

五、危险化学品安全管理学科研究的主要内容

从广义上讲,危险化学品安全管理工作是指对危险化学品的生产、储存、运输、使用和经营活动的全面安全管理。从学科分类来看,由于危险化学品具有种类繁多的多样性、成分复杂的可变性、用途广泛的社会性以及事故风险度高的危害性,使得“危险化学品安全管理”已成为“安全科学技术学科”的一个重要分支。它以危险化学品及其灾害事故为研究对象,研究的内容主要包括安全原理和基础知识两个部分。

(一) 安全原理部分

安全原理包括安全、危险、事故、灾害、本质安全、危险源、事故隐患等重要概念,安全与危险的关系,事故导因和机理,安全评价体系,安全管理方法等内容。这部分知识的学习帮助我们树立正确的安全观,掌握科学的管理方法,学会用普适的安全原理指导危险化学品的安全管理。

(二) 基础知识部分

基础知识包括危险化学品的概念、分类及危险特性、防范措施,危险化学品的安全法规、标准等内容。这部分知识的学习,目的在于弄懂危险化学品的客观危险性质,熟悉危险化学品安全管理的基本要求,从而帮助我们在实际工作中能“有理有据”地对危险化学品进行规范化、制度化的有效管理。

【思考与练习】

1. 危险化学品安全管理与消防工作有什么关系?
2. 危险化学品安全管理的范畴包括哪些?
3. 危险化学品安全管理学科研究的内容有哪些?

第二章 安全原理、重大危险源 辨识及安全评价

在安全管理工作中，以安全科学为基础，认识和分析导致事故发生的原因、过程及结果，并进行理论和技术探讨，寻求相应的控制理论和方法，是安全管理的内容。如何采用危险化学品重大危险源辨识标准进行辨识，运用重大危险源控制系统进行控制，是安全管理的重点环节。采用科学的安全评价方法对可能存在的危险性及其可能产生的后果进行综合评价和预测，并根据可能导致事故风险的大小，提出相应的安全对策措施，则是安全管理的目的。

第一节 安全原理

【学习目标】

1. 了解安全管理的原理与原则。
2. 熟悉安全、危险、本质安全、事故、事故隐患、危险度等安全原理的基本概念。
3. 掌握安全与危险的关系和正确的安全观，掌握死亡事故概率值（FAFR）和死亡概率的计算及其应用。

安全原理是指以安全科学为基础，以事故致因理论为核心，论述人的因素、物的因素和环境的因素的控制原理和方法。它研究的主要内容包括安全观、安全认识论、安全方法论、安全社会原理和安全经济原理等。它围绕灾害事故的原因、过程、结果来进行理论和技术探讨和管理分析，就是要阐明事故为什么会发生（Why did it happen?），是怎样发生的（How did it happen?），要如何应对（How should we act?），也就是通常表述的“W+2H”原理模式。

一、安全与危险

安全与危险是一对普遍矛盾，是人们对生产、生活中是否可能遭受健康损害、人身伤亡或财产损失的综合认识。按照系统安全工程认识论的观点，无论是安全还是危险都是相对的。

（一）危险与危险度

根据系统安全工程的观点，危险是指系统中存在导致发生不期望后果的可能性超过了人们可承受程度的状况。由此可见，危险是人们对一种具体事物进行深刻认识的反映，它包括对危险环境和场所、危险条件和状态、危险物质和人员等方面的综合认识。

在安全原理中，危险的程度一般用危险度（或风险度、危险指数）来表示，并定义为

$$f(x) = C \cdot D \quad (2-1)$$

式中 $f(x)$ ——危险度；

- C——危险可能性（或事故概率）；
- D——危险严重度。

危险可能性（或事故概率）是指引发某种危险事故的总的可能性；危险严重度是指某种危险事故可能引起的最严重后果的估计。国际上普遍采用的分类或等级标准见表 2-1、表 2-2。

表 2-1 危险可能性（或事故概率）的分类

类 别		个 体	总 体
A	频繁	频繁发生	连续发生
B	很可能	在寿命期内会出现数次	经常发生
C	有时	在寿命期内可能有时发生	发生若干次
D	极少	在寿命期内不易发生，但有可能发生	虽不易发生，但有理由预期可能发生
E	不可能	很不易发生，以至可以认为不会发生	不易发生，但有可能发生

表 2-2 危险严重度的分类

类 别	内 容 说 明
I	灾难性的，即可能或可以造成大量人员死亡或系统的彻底破坏
II	严重的，即可能或可以造成人员严重伤害、严重职业病或系统的严重损坏
III	轻度的，即可造成人员轻伤、轻度职业病或系统的轻度损坏
IV	轻微或可忽视的，即不至造成人员伤害、职业病或系统损坏

当然，这只是一个大体的划分，对于一个具体的系统，其人、物、职业病或受损程度类别的界定以及各种危险可能性（或事故概率）等级的界定，都要有具体、明确的标准。

（二）安全与安全度

顾名思义，安全为“无危则安，无缺则全”，安全意味着不危险，这是人们传统的认识。按照系统安全工程的观点，安全是指被考查系统（生产、运输、储存等系统）中人员或财产免遭不可承受危险伤害或损失的状况，也就是指在人们的生产、生活乃至一切活动的过程中，都不发生人身伤害、财产损失和生态与环境破坏的状态。在安全的系统中，不发生人员伤亡、职业病或设备、设施损害或环境危害的条件，是指系统的安全条件；不因人、机、环境的相互作用而导致系统失败、人员伤害或其他损失，是指系统的安全状况。当然，这只是一种学术上的、狭义的定义，随着社会的发展和人们要求的提高，“安全”的含义也更宽、更深。如在狭义安全的基础上，要让人与设备、环境之间符合“人本安全原理”的要求，即要舒适、方便、高效，要“三安”（安全、安心、安乐）等。

为了对一项活动的安全性进行评价和比较，人们提出了安全度的概念，即安全的程度。一开始人们只是定性地用大、中、小等来描述，现在已逐渐将其量化，可用安全度的概率值（通过大量的试验）来对系统的安全状况进行评价。

（三）本质安全

本质安全是指设备、设施或技术工艺含有内在的能够从根本上防止事故发生的功能，具体包括 3 个方面的内容。

（1）失误控制安全功能 该功能指操作者即使操作失误，也不会发生事故或伤害，或者说设备、设施和技术工艺本身具有自动防止人的不安全行为的功能，如电梯超重保护装置、

危险化学品安全管理基础

机械设备防夹保护装置等。

(2) 故障控制安全功能 该功能指设备、设施或技术工艺发生故障或损坏时，还能暂时维持正常工作或自动转变为安全状态，如电气自动断电开关、火灾自动喷淋装置等。

(3) 固有安全功能 这是指上述两种安全功能应该是设备、设施和技术工艺本身固有的，即在它们的规划设计阶段就被纳入其中，而不是事后补偿的。如系统中的防滑、防眩光、防刺伤等为系统本身固有的设计。

本质安全追求的是一种“绝对安全”的系统状态，它是安全管理中预防为主理念的根本体现，也是安全管理的最高境界。但实际上由于技术、资金和人们对事故的认识等原因，现实中还很难做到绝对的本质安全，它只能作为人们为之奋斗的理想化目标。

二、事故与灾害

(一) 事故

事故多指在生产、工作上发生的意外的损失或灾祸。它包括两层含义：一是指发生了与人们意志相违背的事件；二是在此事件中造成了不必要的损失。如企业生产中，发生有毒有害气体泄漏，造成意外的人员伤亡等，都是发生了安全生产事故。

事故有多种分类方法。如果事故的后果造成人员伤亡或身体损害，就称为人员伤亡事故；如果没有造成人员伤亡就是非人员伤亡事故。我国在工伤事故统计中，按照导致事故发生的原因，将工伤事故分为物体打击、车辆伤害、机械伤害、触电、火灾、坍塌、瓦斯爆炸、火药爆炸、锅炉爆炸、中毒和窒息等共 20 类。

(二) 事故隐患

隐患，即潜藏着的祸患。事故隐患泛指系统中可导致事故发生的人的不安全行为、物的不安全状态和管理上的缺陷。例如在生产系统存在的事故诱因，都是安全隐患。在生产过程中，人们凭着对事故发生与预防规律的认识，为了预防事故的发生，制定生产过程中物的状态、人的行为和环境条件的标准、规章、规定、规程。如果生产过程中物的状态、人的行为和环境条件不能满足这些标准、规章、规定、规程时，就存在事故隐患，就可能发生事故。

安全管理的一项重要内容就是要检查和整改各种事故隐患。以事故的原因为依据，在我国事故处理标准中，将事故隐患分为 21 类，即火灾、爆炸、中毒和窒息、水害、坍塌、滑坡、泄漏、腐蚀、触电、坠落、机械伤害、煤与瓦斯突出、公路设施伤害、公路车辆伤害、铁路设施伤害、铁路车辆伤害、水上运输伤害、港口码头伤害、空中运输伤害、航空港伤害、其他类伤害等隐患。

(三) 灾害事故的指标统计

灾害可分为“天灾”和“人灾”。前者通常是指不能或难以预防的（至少目前是这样）的自然灾害，如地震、海啸等；后者则是指人的活动所导致的灾祸，如火灾、爆炸、交通事故等。人为活动引发的灾害可以为人类认识，并可以通过人类的努力加以预防和控制。

经过研究发现，灾害事件的发生及其造成损失的情况虽然是随机的，但它们的某些损

失指标符合一定的统计规律。例如关于“人身伤亡事故”的研究，美国安全工程师海因里希（Heinrich）在 1959 年揭示出一条“1:29:300”统计法则。这位工程师通过对树桩引起的跌倒事故的研究发现，在反复发生的 330 次此类事故中，有 300 次未造成伤害，29 次造成了轻伤，1 次造成了骨折性重伤。与之类似，美国汽车交通事故的统计数字表明，1971 年全国发生的 1500 万起事故中，每 300 起有一起是死亡事故，每 30 起有一起是负伤事故，三者的比例为 1:30:300，相当吻合海因里希法则。我国对采煤工作面发生的顶板事故统计分析为死亡:重伤:轻伤:无伤=1:12:200:400；全部煤矿事故为死亡:重伤:轻伤=1:10:300。进一步的研究表明，事故造成的损失有直接损失和间接损失，且多数情况下是后者大于前者。据海因里希对大量事故灾害的统计分析，发现直接损失与间接损失之比多在 1:2~1:10 之间，具体的比值因事故灾害种类不同而异，一般平均为 1:4 左右。事故的这一统计规律常被称为事故指标的“金字塔”法则。如海因里希树桩实验的事故伤亡指标统计规律如图 2-1 所示。

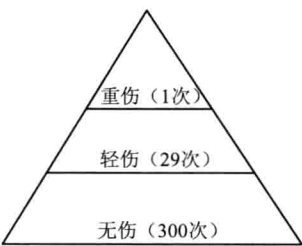


图 2-1 事故指标的“金字塔”法则

事故因种类、情节不同而造成重伤（甚至死亡）、轻伤和无伤害的比例会有所不同。海氏法则的重要意义不在于这些具体数字，而是在于它揭示了事故及所造成的伤害或损失之间的确存在着一定的规律与概率的关系，从而为事故预测、预防提供了依据。海氏法则告诉人们一个道理：事故发生是随机的，但要预防事故必须通过经常仔细排查整改大量的事故隐患才能实现。当进行任何一项工作时，出现了事故（哪怕是无伤害、无损失的小事故）也不能不在乎，因为它预示着小事故还可能再次出现，出现多了就可能有大事故，而且大事故并不一定只是在最后出现，也可能是最先出现的或是所有事故中的任何一个。因此，在安全管理工作中，人们必须通过对大量的基础的事事故隐患进行经常性排查、分析、整改，才能把事故苗头消灭在萌芽状态，达到安全的目的。现在人们在安全管理中常说的“四不放过”（即事故原因未查清不放过，当事人和群众没有受到教育不放过，事故责任人未受到处理不放过，没有制定切实可行的预防措施不放过）从这里可以找到理论依据。

三、安全与危险的关系

安全与危险的关系是对立统一的，它们好比一枚硬币的正反两个面，互为存在的条件，是对立统一的关系，其关系可用以下公式进行描述

$$S=1-D$$

(2-2)

式中 S——安全；
D——危险。

传统的安全工作，往往把安全与危险看得绝对化、不相容，并且从主观的良好愿望出发追求绝对的安全，而一旦由某种潜在的危险导致了事故，就认为是绝对的不安全，这是不科学的，也是不现实的。因为事物（特别是危险因素相互作用）的复杂性和多变性以及人的认识的局限性、滞后性，人们不可能从全时空上消除一切危险、杜绝一切事故。当然在某段时间内、某个具体工作中，做到无事故，特别是无人身伤亡重大事故，则是可能的。

此外，安全与危险在一定范围内具有模糊性和限度。为了说明这一点，可以分析一下常见到的易燃气体（粉尘）和空气混合后的危险性。易燃气体（粉尘）和空气混合后具有燃烧、爆炸的危险性，但在任何浓度下遇到点火源都发生燃烧或爆炸，而是存在一个爆炸浓度极限。以甲烷为例，爆炸的下限浓度为 5%（体积分数），它表明甲烷浓度在小于 5% 时点火不会爆炸，即爆炸率为 0，是“绝对”安全的；浓度一达到 5% 后点火必然爆炸，爆炸率为 100%，是“绝对”危险的。可实际上并不是这么简单：如图 2-2、图 2-3 所示，实验测得的爆炸率是浓度的函数。甲烷 50% 爆炸率的下限浓度是 5%，浓度稍低于 5% 时不是不爆而是爆炸率进一步降低而已，可燃粉尘则更为明显。这就是说，在一定的范围内安全与危险的界限还存在着模糊性。

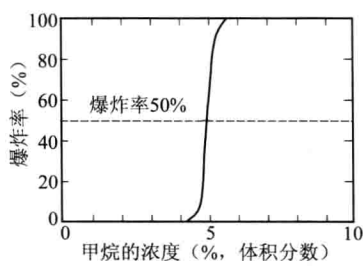


图 2-2 甲烷爆炸率与浓度的关系

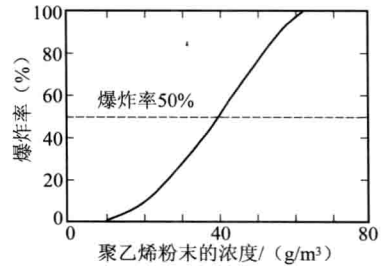


图 2-3 聚乙烯粉尘爆炸率与浓度的关系

认识安全与危险的这种矛盾共存与相互变迁的辩证统一性，模糊性与限度，以及由潜在危险变为事故的随机性，是现代安全科学理念与传统的安全观念的一个很大的不同和进步。在人们的生产、生活活动中，不存在绝对的安全或危险，当危险性的大小降至某种程度（人们普遍可以接受的程度）时，就可以认为是安全的了。换言之，所谓安全，就是指判明的危险性不超过允许的限度；所谓危险，就是指判明的危险发生概率以及危害程度超过了允许的限度。也可以说，安全就是对危险的辨识、对危险大小的估计与有效的对策，只有建立在科学评价基础上的安全才是真正的安全，否则就是盲目的安全，靠不住的安全。

四、安全管理的原理与原则

安全管理是企业经营管理的重要组成部分。安全管理是指在一定条件下，为实现安全生产目的，安全管理人员所从事的计划、组织、指挥、协调和控制等行为活动的总称。

现代管理学揭示，安全管理因为管理目的和内容很特殊，所以管理过程中表现出自身明显的特点，因此，客观上要求一切安全管理活动，只有遵循其内在的基本规律，并坚持原则来管理，才能实现安全管理的最终目标。

（一）系统原理

1. 系统原理的含义

系统是指管理对象中由相互作用和相互依赖的若干要素组成的集合。任何管理对象都可以作为一个系统。按管理层次来分，大系统可以分为若干个子系统，子系统又可以分为若干个要素。例如，安全管理系统通常由人、机、物、环境、制度等要素组成。按照系统的观点，管理系统具有6个特征，即集合性、相关性、目的性、整体性、层次性和适应性。

2. 运用系统原理的原则

（1）动态相关性原则 普遍联系性和发展性是事物存在的基本属性。由于构成管理系统的要素具有动态相关性，所以管理系统随时随地都处在运动和发展变化之中，这就是系统的动态相关性原则。显然，正是由于管理系统中的各要素处于相关运动状态，也才会产生各类事故的诱因，从而引起事故发生。

（2）整分合原则 计划、组织、指挥、协调和控制是管理职能最基本的特征。在实际安全管理中必须在整体规划下进行明确的分工，在分工基础上进行有效的综合，这就是整分合原则。运用该原则，要求管理者在制定整体目标和进行宏观决策时，必须将安全生产纳入其中，在考虑资金、人员和体系时，都必须将安全生产作为一项重要内容来考虑。

（3）反馈原则 反馈是对系统管理控制过程中的信息进行动态采集，并加以分析判断与运用的过程。运用反馈原则，就是要求对管理系统进行动态的细节管理，并根据捕获的信息进行及时分析评判，并灵活、准确、快速地采取行动。

（4）封闭原则 因为管理系统是由多个相互关联的要素构成的整体，所以要求管理者运用环环相扣的链条管理模式，使管理的内容、手段、目标、过程等形成一个连续封闭的管理回路，达到高效管理的目的，这就是封闭原则。运用封闭原则，要求管理者对系统中的体制、机构、制度和方法等方面进行综合考虑，使之紧密地联系，形成相互制约的回路，以实现一致性的管理目标。

（二）人本原理

1. 人本原理的含义

在一切管理活动中，人既是管理活动的操控者，同时也是管理的受益者。从此意义来讲，人既是管理的主体，也是管理的客体。为此，在管理中必须以人的需要为根本出发点和归宿点，始终把人的因素放在首位，体现以人为本的“人性管理”理念，这就是人本原理。

2. 运用人本原理的原则

（1）动力原则 推动管理活动的基本力量是人，管理体制必须有能够激发人的工作能力的动力，这就是动力原则。对于管理系统，有3种动力，即物质动力、精神动力和信息动力。

（2）能级原则 现代管理认为，单位和个人都具有一定的能量，并且可按照能量的大小顺序排列，形成管理的能级，这就是能级原则。稳定的管理能级结构一般分为4个层次，即经营决策层、管理层、执行层、操作层。管理过程中4个能级层的职责、使命不同，其作用也不一样。

在运用能级原则时应做到3点：一是能级顺序排列要科学合理，以保证管理系统结构的

稳定性；二是管理制度和机制要科学合理，以保证人尽其才，各尽所能；三是责、权、利分配要科学合理，以使能级作用得到高效发挥。

(3) 激励原则 管理中的激励就是利用某种外部诱因的刺激，调动人的积极性和创造性。以科学的手段激发人的内在潜力，使其充分发挥积极性、主动性和创造性，这就是激励原则。人的工作动力来源于内在的动力、外部的压力和工作的吸引力。

(三) 预防原理

1. 预防原理的含义

现代安全管理理论认为，事故是由于系统中存在人、机、物或环境等方面的危险有害因素造成的。通过有效的管理和技术手段，可以减少和防止人的不安全行为和物的不安全状态，达到预防事故的目的，这就是预防原理。预防原理说明事故是可知、可防和可控的，它体现了人类认识自然和改造自然的重要方面。

2. 运用预防原理的原则

(1) 偶然损失原则 事故的危险度是由事故发生概率和事故后果的严重程度两个因素共同决定的。对于事故发生频次来讲具有一定的统计规律可循，但是，对于事故后果的严重程度而言，却是随机的、难以预测的。统计表明，反复发生的同类事故，并不一定产生完全相同的后果，这就是事故损失的偶然性。偶然损失原则揭示，大事故的发生概率虽然很低，但是它存在着随时发生的可能性，因此，任何时候都必须进行细节管理，把安全工作做好。

(2) 因果关系原则 事故的发生是许多因素偶合促成的最终结果，只要诱发事故的因素存在，发生事故是必然的，只是时间或迟或早而已，这就是因果关系原则。

(3) 3E 原则 造成人的不安全行为和物的不安全状态的原因可归结为 4 个方面：技术原因、教育原因、身体和态度原因以及管理原因。针对这 4 个方面的原因，可以采取 3 种防止对策，即工程技术 (Engineering) 对策、教育 (Education) 对策和强制 (Enforcement) 对策，即所谓 3E 原则。

(4) 本质安全化原则 本质安全化原则是指从源头和本质上消除事故发生的可能性，从而达到预防事故发生的目的。本质安全化原则不仅可以应用于设备、设施方面，还可以应用于建设项目方面。

(四) 强制原理

1. 强制原理的含义

按照有效安全管理的要求，通过采取强制管理手段，提高人的安全意识和技术水平，以控制和约束人的不安全行为，从而减少事故发生，这就是强制原理。所谓强制就是绝对服从，不必经被管理者同意便可采取控制行动。

2. 运用强制原理的原则

(1) 安全第一原则 安全第一就是要求在进行生产和其他工作时把安全工作放在一切工作的首要位置。坚持安全第一的原则，要求管理者必须具有安全的首位意识，当生产和其他工作与安全发生矛盾时，要以安全为主，生产和其他工作要服从于安全。