

高
新

规划教材
专业系列教材

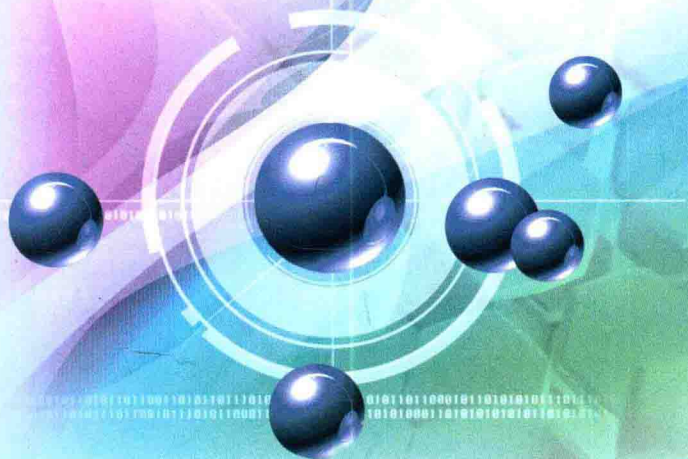
安全原理

第2版

Anquan Yuanli

主 编 / 王 凯 王佰顺

主 审 / 林柏泉



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

“五”规划教材
新编安全科学与工程专业系列教材

安全原理

主 编	王 凯	王佰顺
副主编	姜 威	王国臣
参 编	姚有利	王亚军
	潘 科	周爱桃
主 审	林柏泉	

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

安全原理是安全科学的一个重要分支。本书详细阐述了事故发生的原因,揭示了事故发展的规律。全书共 8 章,主要内容包括安全哲学原理、安全管理学原理、安全经济原理、安全社会原理、安全系统原理、安全控制原理、事故成因理论等。

本书理论联系实际、文字简练、通俗易懂,可作为高等院校安全科学与工程专业教材以及注册安全工程师、安全评价师考试的辅导教材,亦可供安全科学技术研究人员、安全技术人员及管理者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

安全原理 / 王凯,王佰顺主编. —2 版. —徐州 :
中国矿业大学出版社, 2017. 6
ISBN 978-7-5646-3547-3

I. ①安… II. ①王… ②王… III. ①安全科学
IV. ①X9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 122853 号

书 名 安全原理
主 编 王 凯 王佰顺
责任编辑 陈红梅
责任校对 何晓惠
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 16.25 字数 406 千字
版次印次 2017 年 6 月第 2 版 2017 年 6 月第 1 次印刷
定 价 33.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《新编安全科学与工程专业系列教材》 编审委员会

顾问	周世宁				
主任	袁亮				
副主任	景国勋	蒋军成	刘泽功	张麟	
	李树刚	程卫民	林柏泉	施式亮	
执行副主任	王新泉	杨胜强			
委员	(排名不分先后)				
	柴建设	陈开岩	陈网桦	陈先锋	高建良
	贾进章	蒋承林	蒋曙光	李树清	廖可兵
	刘剑	刘章现	吕品	罗云	马尚权
	门玉明	倪文耀	宁掌玄	撒占友	沈斐敏
	孙建华	孙金华	孙峰	石必明	唐敏康
	田水承	王佰顺	王宏图	王洪德	王凯
	王秋衡	吴强	解立峰	辛嵩	徐凯宏
	徐龙君	许满贵	叶建农	叶经方	易俊
	易赛莉	张国华	张巨伟	周延	朱锴
秘书长	马跃龙	陈红梅			

前言

安全是人类生存发展过程中永恒的主题。而且随着社会的发展进步,安全问题也越来越受到整个社会的关注。搞好安全工作,对于促进生产,提高人民生活质量与水平,乃至巩固社会和谐稳定都起着举足轻重的作用。

作为安全科学的重要组成部分之一,安全原理不同于各类工程技术(机械、电气、建筑、化工、采矿等)中的“安全技术”,而是抽象的事故模型。各类事故模型既是一种安全原理的图示,又是应用安全人机工程学、安全心理学和安全信息等进行系统安全分析的方法。应用这些事故模型,可以深入研究导致伤亡事故的原理和机制,查明事故发生的主要原因,预测同类事故发生的可能性;依据事故模型也可以进行系统安全分析和危险评价,辅助安全决策。

《安全原理》是“新编安全科学与工程专业系列教材”之一,是在借鉴国内外部分同类专著、教材的基础上编著而成的。在吸收他书精华的同时,本书也体现了自身的一些特色:内容易教易学、深浅适度、理论联系实际,加强了“三基三新”(基本理论、基本概念、基本方法,新技术、新理论、新工艺)内容,同时适当考虑了注册安全工程师、安全评价师考试要求。

本书由中国矿业大学(北京)王凯(编写绪论、第8章)、安徽理工大学王佰顺(编写第3章)任主编,中南财经政法大学姜威(编写第4章)、黑龙江省鸡西大学王国臣(编写第5章)任副主编,黑龙江科技学院王亚军(编写绪论、第2章)、山西大同大学姚有利(编写第6章)、大连交通大学潘科(编写第7章)、中国矿业大学(北京)周爱桃(编写绪论、第8章)参编。全书由王凯定稿,中国矿业大学林柏泉教授主审。

本书在编写过程中参考、引用了国内外部分专家的著作、教材,特致谢意!

本书由中国矿业大学林柏泉教授审阅,并提出了许多宝贵的意见,在此谨表衷心的感谢!

感谢中国矿业大学出版社所给予的大力支持。李珊硕士参与了本书的组稿和文字校对工作,在此也表示感谢!

安全原理是一门发展中的科学,其理论性和实践性都有着较高的要求,虽然作者在教材的系统性、完整性和实用性等方面尽了最大努力,做了一些有益的尝试和探索,但由于学术水平及经验等方面的限制,书中的不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2017年4月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 安全、危险、风险	1
1.2 危险、有害因素	6
1.3 危险源与重大危险源	10
1.4 事故	14
本章小结	21
复习思考题	21
第 2 章 安全哲学原理	22
2.1 安全人生观	24
2.2 安全认识论	36
2.3 安全方法论	39
本章小结	59
复习思考题	60
第 3 章 安全管理学原理	61
3.1 安全管理学概述	61
3.2 管理组织学原理	62
3.3 专业人员保障系统的原理	74
3.4 其他管理学原理	79
本章小结	90
复习思考题	90
第 4 章 安全经济原理	91
4.1 安全经济概述	91
4.2 安全投资	96
4.3 安全效益	104

■ 安全原理 ■

4.4 事故损失计算	108
本章小结	129
复习思考题	129
第5章 安全社会原理	131
5.1 安全文化概述	131
5.2 安全的社会效应	140
5.3 安全管理体制	142
5.4 安全法律法规	150
本章小结	160
复习思考题	160
第6章 安全系统原理	161
6.1 安全信息论原理	161
6.2 安全系统整体性原理	179
本章小结	192
复习思考题	192
第7章 安全控制原理	193
7.1 安全控制原理概述	193
7.2 闭环控制	198
7.3 分层控制	202
7.4 分级控制	210
本章小结	218
复习思考题	218
第8章 事故致因理论	219
8.1 事故致因理论的发展	219
8.2 几种有代表性的事故致因理论	223
8.3 事故致因理论应用	244
本章小结	249
复习思考题	249
参考文献	250

第 1 章

绪 论

1.1 安全、危险、风险

1.1.1 安全、危险的基本定义

1) 安全的定义

安全,顾名思义,“无危则安,无缺则全”,即安全意味着没有危险且尽善尽美,这是与人类的传统安全认识相吻合的。不同行业对安全都有自己的理解,例如国际民航组织对安全的定义:安全是一种状态,即通过持续的危险识别和风险管理过程,将人员伤害或财产损失的风险降低至并保持在可接受的水平或其以下。截至 2009 年 12 月 31 日,中国民航连续安全飞行 61 个月、1 825 万小时,创造了我国民航史上最好的安全纪录。截至 2009 年 11 月底,我国航空运输百万飞行小时重大事故率为 0.21(国际为 0.29)。

随着对安全问题研究的逐步深入,人类对安全的概念有了更深的认识,并从不同的角度给出了各种定义。

(1) 安全是指客观事物的危险程度能够为人们普遍接受的状态。

该定义明确指出了安全的相对性及安全与危险之间的辩证关系,即安全与危险不是互不相容的。当系统的危险性降低到某种程度时,该系统便是安全的,而这种程度即为人们普遍接受的状态。比如骑自行车的人不戴头盔并不是没有头部受伤的危险,只是人们普遍接受了该危险的可能性;而对于自行车赛车运动员必须戴头盔的规定,也是国际自行车联合会经历了系列事故及伤害之后做出的决定。同样是骑车,环境不一样,要求也不一样,体现了安全与危险的相对性。

(2) 安全是指没有引起死亡、伤害、职业病或财产、设备的损坏或损伤或环境危害的条件。

此定义来自美国军用标准《系统安全大纲要求》(MIL-STD-882C)。该标准是美国军方与军品生产企业签订订购合同时约束企业保证产品寿命安全性的纲领性文件,也是系统安全管理思想的典型代表。该标准从 1964 年问世以来,对安全的定义也从开始是仅仅关注人身安全伤害,进而到关注职业病、财产或设备的损坏和损失直至环境危害,体现人们对安全问题认识进化的全过程,也从一个角度说明了人类对安全问题研究的不断扩展。

(3) 安全是指不因人、机、媒介的相互作用而导致系统损失、人员伤害、任务受影响或造成时间的损失。

目前,比较认同的观点是:安全,是指免遭不可接受危险的伤害。安全的实质就是防止事故,消除导致死亡、伤害、急性职业危害及各种财产损失发生的条件。例如,在生产过程中导致灾害性事故的原因有人的误判断、误操作、违章作业,设备缺陷、安全装置失效、防护器

具故障、作业方法及作业环境不良等,所有这些又涉及设计、施工、操作、维修、贮存、运输以及经营管理等诸多方面。

理论上说,安全是相对的,其相对性主要体现为:① 绝对的安全状态是不存在的,系统的安全是相对于危险而言的。② 安全标准是相对于人的认识和社会经济的承受能力而言的,抛开社会环境讨论安全是不现实的。③ 安全对于人的认识具有相对性,人的认识是无限发展的,对安全机理和运行机制的认识也在不断深化,因此在一个阶段里,处于一种本质安全的状态下,我们可以认为是绝对安全的。如果放置在一个长时期的历史状态下,安全只能是相对的。绝对安全和相对安全是一种辩证关系。

2) 安全的基本特征

(1) 安全的必要性和普遍性

安全是人类生存的必要前提,安全作为人的身心状态及其保障条件是绝对必要的。而人和物遭遇到人为的或天然的危害或损坏极为常见,因此,不安全因素是客观存在的。人类生存的必要条件首先是安全,如果生命安全都不能保障,生存就不能维持,繁衍也无法延续。实现人的安全又是普遍需要的,在人类活动的一切领域,人们必须尽力减少失误、降低风险,尽量使物趋向本质安全化,使人能控制和减少灾害,维护人与物、人与人、物与物相互间的协调运转,为生产活动提供必要的基础条件,发挥人和物的生产力作用。

(2) 安全的随机性和相对性

“安全”一词描述的是一种状态,但这种状态也绝非是一种事故为零的所谓“绝对安全”的概念。从科学的角度讲,“绝对安全”的状态客观上是不存在的。平安也好,安全也好,其本身就带有很大的模糊性、不确定性和相对性,所以“安全状态”具有动态的特征,就是说安全所描述的状态具有动态特征,它是随时间而变化的。安全的动态特征还体现在安全描述的不只是一个相对稳定的状态特征,“安全”一词还可作为对事故安全过程的一种表征,过程表征和状态表征最本质的区别就在于前者描述的是事物的发展趋势,后者描述的是一种目标。从这个角度讲,“安全”一词表述的又可认为是动态过程。

从安全技术角度讲,产品的安全性能是不断发展和完善的,其安全技术标准要求是不断提高的,因此,保障安全的条件是相对的,限定在某个时空内,条件变了,安全状态也会发生变化。对某一产品而言,也无绝对的安全。某一事物在特定条件下是安全的,但在其他条件下就不一定是安全的,甚至可能是很危险的。绝对的安全,即 100% 的安全性是安全性的最大值(理想值),这很难,甚至不可能达到,但却是社会和人们努力追求的目标。在实践中,人们或社会客观上自觉或不自觉地认可或接受某一安全性(水平),当实际状况达到这一水平,人们就认为是安全的,低于这一水平,则认为是危险的。

(3) 安全的局部稳定性

无条件地追求系统的绝对安全是不可能的,但有条件地实现局部安全,是可以达到的。只要利用系统工程原理调节和控制安全的要素,就能实现局部稳定的安全。安全协调运转正如可靠性及工作寿命一样,有一个可度量的范围,其范围由安全的局部稳定性所决定。

(4) 安全的经济性

安全是可以产生效益的,从安全的功能看,可以直接减轻或免除事故或危害事件给人、社会或自然造成的损害,实现保护人类财富、减少无益损耗的功能;同时还可以保障劳动条件和维护经济增值过程,实现其间接为社会增值的功能。

(5) 安全的复杂性

安全与否取决于人、机、环境及其相互关系的协调,实际上形成了人一机系统。实践与研究均表明,系统中的人是安全的主体,包括了人的思维、行为、心理和生理等因素,使得安全问题具有极大的复杂性。

(6) 安全的社会性

安全与社会的稳定直接相关,无论是人为的灾害还是自然的灾害,如生产中出现的伤亡事故,交通运输中的车祸、空难,家庭中的伤害及火灾,产品对消费者的危害,药物与化学产品对人健康的影响,甚至旅行娱乐中的意外伤害等,都将给个人、家庭、企事业单位或社会群体带来心灵和物质上的危害,成为影响社会安定的重要因素。安全的社会性的一个重要方面还体现在对各级行政部门以及对国家领导人或政府高层决策者的影响,如“安全第一,预防为主,综合治理”为基本安全生产方针,反映在国家的法令、各部门的法规及职业安全与卫生的规范标准等,从而使社会和公众在安全方面受益。

1.1.2 危险的定义

危险是指某一系统、产品设备或操作的内部和外部的一种潜在的状态,其发生可能造成人员伤害、职业病、财产损失、作业环境破坏的状态。而且系统中存在导致发生不期望后果的可能性超过了人们的承受程度。

危险是绝对的,其绝对性主要体现在:

- ① 事物一旦发生危险就存在,中间过程中危险可能变大或变小,但不会消失。
- ② 危险存在于一切系统的任何时间和空间中,不论我们的认识多么深刻,技术多么先进,设施多么完善,危险始终不会消失,人、机、环境综合功能的残缺始终存在。

“没有危险”包括没有外在威胁和没有内在疾患两个方面。“没有威胁”虽然不是安全的特有属性,但却是“没有危险”这一安全的特有属性必然包括的内容。事实上,从内外两个方面来看,“没有危险”包括了没有外在的危险和没有内在的危险两个方面,其中没有外在的危险就是没有外在的威胁,没有内在的危险则是没有内在的疾患。

从外在方面看,“没有威胁”由主、客体及其所处条件3个方面因素或原因综合决定。

从主体上说,“没有威胁”是由于主体具有免除威胁的能力,即自身的强大或特性使某些外在因素对其不构成威胁,也就是自身免除了这方面的威胁,因而“不受威胁”。

客体上讲,“没有威胁”是指关系对象、生存环境等客体或者由于没有威胁特定主体的能力因而不构成对主体的威胁,或者由于没有威胁特定主体的表现和行为因而不构成对主体的威胁。这都使主体处于“没有威胁”的安全状态。

在主客体关系中,有时主体并没有避免某种威胁的能力,客体也对主体表现出了不同程度的威胁,但由于处于一种特定的环境中,这种威胁根本不可能实现,主体因此也会处于一种“不受威胁”的安全状态。例如,一只老虎关在笼子里,一个人站在外面看,假定关老虎的笼子绝对安全可靠,那么虽然这个人作为主体并没有避免老虎威胁的能力,老虎也有威胁人的能力、表现和行为,但是由于安全可靠的笼子的存在,便使人避免了老虎的威胁,使人处于“不受威胁”的安全状态。这是客观条件的原因造成的主体“没有威胁”的状态。

安全所要排除的不仅包括外在的威胁,而且还包括内在的疾患,如肌体生病,组织内乱等。内在疾患虽然不是外在威胁,但对主体来说却是危险。外在的威胁和内在的疾患,都可以归为危险,对这两个方面全部排除便是没有危险,也便是安全。

总之,安全就是没有危险的客观状态,其中既包括外在威胁的消解,也包括内在疾患的消解。

1.1.3 安全与危险的关系

安全与危险是一对矛盾,具有矛盾的所有特性:① 双方相互反对、相互排斥、相互否定,安全度越高,危险度就越小;② 安全与危险两者相互依存,共同处于一个统一体中,存在着向对方转化的趋势,而且安全与危险这对矛盾的运动、变化和发展推动着安全科学的发展和人类安全意识的提高。

1) 没有危险是安全的特有属性

需要指出的是,无论是在辞书中,还是在学术研究中,人们经常把安全与“不受威胁”、“不出事故”等联系在一起,但不能因此认为“不存在威胁”、“不出事故”、“不受侵害”就是安全的特有属性。安全肯定是不受威胁、不出事故、不受侵害的,但是不受威胁、不出事故、不受侵害并不一定就安全。某些不安全状态也可能有“不存在威胁”或“不受威胁”的属性。例如,当某一主体没有受到外部威胁但却因内在因素而不安全时,不受威胁便成了这种特殊情况下不安全的属性。这是一种不受威胁或没有威胁状态下的不安全。因此,“不存在威胁”、“不受威胁”、“不出事故”、“不受侵害”等,并不是安全的特有属性。

那么,什么是安全的特有属性呢?安全的特有属性就是“没有危险”。单是没有外在威胁,并不是安全的特有属性;单是没有内在的疾患,也不是安全的特有属性。因此,包括了没有威胁和没有疾患这样内外两个方面的“没有危险”,则是安全的特有属性了。

2) 安全是主体没有危险的客观状态

没有危险是安全的特有属性,因而可以说安全就是没有危险的状态。

没有危险的状态是安全,而且这种状态是不以人的主观意志为转移的,因而是客观的。无论是安全主体自身,还是安全主体的旁观者,都不可能仅仅因为对于安全主体的感觉或认识不同而真正改变主体的安全状态。一个已经处于自由落体状态下的人,不会由于他自我感觉良好而真正安全;一个躺在坚固大厦内一张坚固的大床上而且确实没有任何危险的人,也不会因认为自己危在旦夕就真的面临危险。因此,安全不仅是没有危险的状态,而且这种状态是客观的,不以人的主观意志为转移的。

没有危险作为一种客观状态,不是一种实体性存在,而是一种属性,因而它必然依附一定的实体。当安全依附于人时,那么便是“人的安全”;当安全依附于国家时,那么便是“国家安全”;而当安全依附于世界时,便是“世界安全”。这样一些承载安全的实体,也就是安全所依附的实体,可以说就是安全的主体。客观的安全状态,必然是依附于一定的主体。在定义“安全”概念时,必须把安全是一种属性而不是一种实体这一特点反映出来。因此可以进一步认为:

安全是主体没有危险的客观状态。正因为安全是客观的,因此它与安全感是两个不同的概念,它本身并不包括安全感这样的主观内容。有人认为,安全既是一种客观状态,又是一种主观状态(心态)。我们认为,安全作为一种状态是客观的,它不是也不包括主观感觉,甚至可以说它没有任何主观成分,是不以人的主观愿望为转移的客观存在。

安全感虽然不能归结为安全的一方面内容,但它同样也是一种客观存在着的主观状态,是在研究安全问题包括国家安全问题时需要研究的。但与安全是一种客观状态不同,安全感可以说是安全主体对自身安全状态的一种自我意识、自我评价。这种自我意识和自我评价与客观的安全状态有时比较一致,有时可能相差甚远。例如,有的人在比较安全的状态下感觉非常不安全,终日觉得处于危险中;也有人虽然处于比较危险的境地,但却认为自己很安全,对危险视而不见。这种现象除了说明安全感与安全的实际状态并不完全一致外,也说

明了“安全感”与“安全”是两个不同的概念。

1.1.4 风险

1) 风险的定义

风险是特定危险事件发生的可能性和严重性的结合。可能性是指发生概率的大小,严重性是指发生的后果。衡量风险大小的指标是风险率(R),它等于事故发生的概率(P)与事故损失严重程度(S)的乘积:

$$R = P \times S \quad (1.1)$$

风险大小可通过图 1.1 来表示。

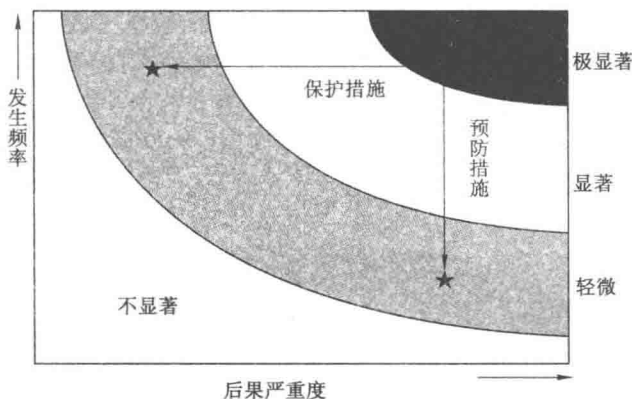


图 1.1 风险大小影响因素

由于概率值难于取得,常用频率代替概率,这时式(1.1)可表示为:

$$\text{风险率} = \frac{\text{事故次数}}{\text{单位时间}} \times \frac{\text{事故损失}}{\text{事故次数}} = \frac{\text{事故损失}}{\text{单位时间}} \quad (1.2)$$

单位时间可以是系统的运行周期,也可以是一年或几年;事故损失可以表示为死亡人数、事故次数、损失工作日数或经济损失等;风险率是二者之商,可以定量表示为百万工时死亡事故率、百万工时总事故率等,对于财产损失可以表示为千人经济损失率等。

2) 风险判别指标

风险判别指标(以下简称指标)或判别准则的目标值,是用来衡量系统风险大小以及危险、危害性是否可接受的尺度。无论是定性评价,还是定量评价,若没有指标,评价者将无法判定系统的危险和危害性是高还是低,是否达到了可接受的程度,以及改善到什么程度系统的安全水平才可以接受,定性、定量评价也就失去了意义。

常用的指标有安全系数、安全指标或失效概率等。例如,人们熟悉的安全指标有事故频率、财产损失率和死亡概率等。

在判别指标中,特别值得说明的是风险的可接受指标。世界上没有绝对的安全,所谓安全就是事故风险达到了合理可行并尽可能低的程度。减少风险是要付出代价的,无论减少危险发生的概率还是采取防范措施使可能造成的损失降到最小,都要投入资金、技术和劳务。通常的做法是将风险限定在一个合理的、可接受的水平上。因此,在风险评价中不是以危险性、危害性为零作为可接受标准,而是以这个合理的、可接受的指标作为可接受标准。指标不是随意规定的,而是根据具体的经济、技术情况和对危险、危害后果,危险、危害发生

的可能性(概率、频率)和安全投资水平进行综合分析、归纳和优化,通常依据统计数据,有时也依据相关标准,制定出的一系列有针对性的危险、危害等级、指数,以此作为要实现的目标值,即可接受风险。

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。显然,可接受风险指标不是一成不变的,它将随着人们对危险根源的深入了解、随着技术的进步和经济综合实力的提高而变化。需要指出的是,风险可接受并非意味着我们要放弃对这类风险的管理,因为低风险随时间和环境条件的变化有可能升级为重大风险,所以应不断进行控制,使风险始终处于可接受范围内。

随着与国际并轨的需要,在安全评价中经常采用一些国外的定量评价方法,其指标反映了评价方法制定国(或公司)的经济、技术和安全水平,一般是比较先进的,采用时必须考虑二者之间的具体差异,进行必要的修正,否则会得出不符合实际情况的评价结果。

1.1.5 风险与安全、危险的关系

风险、安全与危险三个概念容易混淆,特别是风险与危险更不容易区分,实际上它们表达的是不同的含义,但是这三个概念也是紧密相关的,其关系如图 1.2 所示。

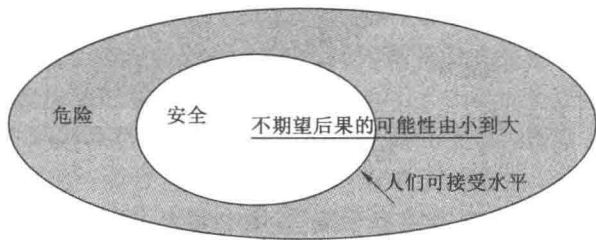


图 1.2 风险与安全、危险的关系

(注:■为危险区域;□为安全区域,风险包含危险和安全区域之和)

要是把风险看成一个集合的话,危险和安全是这个集合的两个子集,而且这两个子集互补,即不期望后果的可能性比较小时,就为安全状态;当不期望后果的可能性比较大时,就是危险状态。

1.2 危险、有害因素

1.2.1 危险、有害因素定义

危险因素是指能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。
通常情况下,二者并不加以区分,而统称为危险、有害因素,主要指客观存在的危险、有害物质或能量超过临界值的设备、设施和场所等。

1.2.2 危险、有害因素分类

对危险、有害因素进行分类的目的是便于进行危险有害因素的分析与识别。危险、有害因素分类的方法多种多样,常用“按导致事故的直接原因”和“参照事故类别”的方法进行分

类,简介如下。

1) 按导致事故的直接原因进行分类

根据《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T 13861—92)的规定,将生产过程中的危险、有害因素分为如下6类:

(1) 物理性危险、有害因素

① 设备、设施缺陷(强度不够、刚度不够、稳定性差、密封不良、应力集中、外形缺陷、外露运动件、操纵器缺陷、制动器缺陷、控制器缺陷、设备设施其他缺陷等);

② 防护缺陷(无防护、防护装置和设施缺陷、防护不当、支撑不当、防护距离不够、其他防护缺陷等);

③ 电危害(带电部位裸露、漏电、雷电、静电、电火花、其他电危害等);

④ 噪声危害(机械性噪声、电磁性噪声、流体动力性噪声、其他噪声等);

⑤ 振动危害(机械性振动、电磁性振动、流体动力性振动、其他振动危害等);

⑥ 电磁辐射(电离辐射:包括X射线、 γ 射线、 α 粒子、 β 粒子、质子、中子、高能电子束等,非电离辐射:包括紫外线、激光、射频辐射、超高压电场等);

⑦ 运动物危害[固体抛射物、液体飞溅物、坠落物、反弹物、土/岩滑动、料堆(垛)滑动、飞流卷动、冲击地区、其他运动物危害等];

⑧ 明火;

⑨ 能造成灼伤的高温物质(高温气体、高温液体、高温固体、其他高温物质等);

⑩ 能造成冻伤的低温物质(低温气体、低温液体、低温固体、其他低温物质等);

⑪ 粉尘与气溶胶(不包括爆炸性、有毒性粉尘与气溶胶);

⑫ 作业环境不良(基础下沉、安全过道缺陷、采光照度不良、有害光照、缺氧、通风不良、空气质量不良、给/排水不良、涌水、强迫体位、气温过高、气温过低、气压过高、气压过低、高温高湿、自然灾害、其他作业环境不良等);

⑬ 信号缺陷(无信号设施、信号选用不当、信号位置不当、信号不清、信号显示不准、其他信号缺陷等);

⑭ 标志缺陷(无标志、标志不清晰、标志不规范、标志选用不当、标志位置缺陷、其他标志缺陷等);

⑮ 其他物理性危险和有害因素。

(2) 化学性危险、有害因素

① 易燃易爆性物质(易燃易爆性气体、易燃易爆性液体、易燃易爆性固体、易燃易爆性粉尘与气溶胶、遇湿易燃物质和自燃性物质、其他易燃易爆性物质等);

② 反应活性物质(氧化剂、有机过氧化物、强还原剂);

③ 有毒物质(有毒气体、有毒液体、有毒固体、有毒粉尘与气溶胶、其他有毒物质等);

④ 腐蚀性物质(腐蚀性气体、腐蚀性液体、腐蚀性固体、其他腐蚀性物质等);

⑤ 其他化学性危险和有害因素。

(3) 生物性危险、有害因素

① 致病微生物(细菌、病毒、其他致病性微生物等);

② 传染病媒介物;

③ 致害动物;

④ 致害植物;

⑤ 其他生物危险和有害因素。

(4) 心理、生理性危险、有害因素

① 负荷超限(体力负荷超限、听力负荷超限、视力负荷超限、其他负荷超限)；

② 健康状况异常；

③ 从事禁忌作业；

④ 心理异常(情绪异常、冒险心理、过度紧张、其他心理异常)；

⑤ 识别功能缺陷(感知延迟、识别错误、其他识别功能缺陷)；

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

① 指挥错误(指挥失误、违章指挥、其他指挥错误)；

② 操作错误(误操作、违章作业、其他操作错误)；

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

① 搬举重物；

② 作业空间狭小；

③ 工具不合适；

④ 标志不清。

2) 按事故类别进行分类

参照《企业职工伤亡事故分类标准》(GB 6441—86)，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，将危险因素分为 20 类。分别为物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、触电、淹溺、灼烫、火灾、高处坠落、坍塌、冒顶片帮、透水、放炮、火药爆炸、瓦斯爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、其他爆炸、中毒和窒息以及其他伤害等。

(1) 物体打击，指失控物体的惯性力造成的人身伤害事故。如落物、滚石、锤击、碎裂、崩块、砸伤等造成的伤害，不包括爆炸而引起的物体打击。

(2) 车辆伤害，指本企业机动车辆引起的机械伤害事故。如机动车辆在行驶中的挤、压、撞车或倾覆等事故，在行驶中上下车、搭乘矿车或放飞车所引起的事故，以及车辆运输挂钩、跑车事故。

(3) 机械伤害，指机械设备与工具引起的绞、辗、碰、割、戳、切等伤害。如工件或刀具飞出伤人，切屑伤人，手或身体被卷入，手或其他部位被刀具碰伤，被转动的机构缠压住等，但属于车辆起重设备的情况除外。

(4) 起重伤害，指从事起重业时引起的机械伤害事故。包括各种起重作业引起的机械伤害，但不包括触电、检修时制动失灵引起的伤害，上下驾驶室时引起的坠落式跌倒。

(5) 触电，指电流流经人体，造成生理伤害的事故。适用于触电、雷击伤害。如人体接触带电的设备金属外壳或裸露的临时线，漏电的手持电动工具；起重设备误触高压线或感应带电；雷击伤害；触电坠落等事故。

(6) 淹溺，指因大量水经口、鼻进入肺内，造成呼吸道阻塞，发生急性缺氧而窒息死亡的事故。适用于船舶、排筏、设施在航行、停泊、作业时发生的落水事故。

(7) 灼烫，指强酸、强碱溅到身体引起的伤，或因火焰引起的烧伤，高温物体引起的烫

伤,放射线引起的皮肤损伤等事故。适用于烧伤、烫伤、化学灼伤、放射性皮肤损伤等伤害。不包括电烧伤以及火灾事故引起的烧伤。

(8) 火灾,指造成人身伤亡的企业火灾事故。不适用于非企业原因造成的火灾。比如,居民火灾蔓延到企业,此类事故属于消防部门统计的事故。

(9) 高处坠落,指由于危险重力势能差引起的伤害事故。适用于脚手架、平台、陡壁施工等高于地面的坠落,也适用于由地面踏空失足坠入洞、坑、沟、升降口、漏斗等情况。但排除以其他类别为诱发条件的坠落。如高处作业时,因触电失足坠落应定为触电事故,不能按高处坠落划分。

(10) 坍塌,指建筑物、构筑、堆置物等的倒塌以及土石塌方引起的事故。适用于因设计或施工不合理而造成的倒塌,以及土方、岩石发生的塌陷事故。如建筑物倒塌,脚手架倒塌,挖掘沟、坑洞时土石的塌方等情况。不适用于矿山冒顶片帮事故,或因爆炸引起的坍塌事故。

(11) 冒顶片帮,指矿井工作面、巷道侧壁由于支护不当、压力过大造成的坍塌,称为片帮;顶板垮落为冒顶。二者常同时发生,简称为冒顶片帮。适用于矿山、地下开采、掘进及其他坑道作业发生的坍塌事故。

(12) 透水,指矿山、地下开采或其他坑道作业时,意外水源带来的伤亡事故。适用于井巷与含水岩层、地下含水带、溶洞或与被淹巷道、地面水域相通时,涌水成灾的事故。不适用于地面水害事故。

(13) 爆破,指施工时,爆破作业造成的伤亡事故。适用于各种爆破作业,如采石、采矿、采煤、开山、修路、拆除建筑物等工程进行的爆破作业引起的伤亡事故。

(14) 瓦斯爆炸,指可燃性气体瓦斯、煤尘与空气混合形成了达到燃烧极限的混合物,接触火源时,引起的化学性爆炸事故。主要适用于煤矿,同时也适用于空气不流通,瓦斯、煤尘积聚的场合。

(15) 火药爆炸,指火药与炸药在生产、运输、储藏的过程中发生的爆炸事故。适用于火药与炸药生产在配料、运输、储藏、加工过程中,由于振动、明火、摩擦、静电作用,或因炸药的热分解作用,储藏时间过长或因存放炸药过多发生的化学性爆炸事故,以及熔炼金属时,废料处理不净,残存火药或炸药引起的爆炸事故。

(16) 锅炉爆炸,指锅炉发生的物理性爆炸事故。适用于使用工作压力大于 0.07 MPa、以水为介质的蒸汽锅炉(以下简称锅炉),但不适用于铁路机车、船舶上的锅炉以及列车车站和船舶电站的锅炉。

(17) 容器爆炸,容器(压力容器的简称)是指比较容易发生事故,且事故危害性较大的承受压力载荷的密闭装置。容器爆炸是压力容器破裂引起的气体爆炸,即物理性爆炸,包括容器内盛装的可燃性液化气在容器破裂后,立即蒸发,与周围的空气混合形成爆炸性气体混合物。遇到火源时产生的化学爆炸,也称容器的二次爆炸。

(18) 其他爆炸,凡不属于上述爆炸的事故均列为其他爆炸事故,如:① 可燃性气体如煤气、乙炔等与空气混合形成的爆炸;② 可燃蒸气与空气混合形成的爆炸性气体混合物如汽油挥发气体引起的爆炸;③ 可燃性粉尘以及可燃性纤维与空气相混合形成爆炸性气体混合物引起的爆炸;④ 间接形成的可燃气体与空气相混合(如可燃固体、自燃物品,当其受热、水、氧化剂的作用迅速反应,分解出可燃气体或蒸汽与空气混合形成爆炸性气体),通火源爆炸的事故。

炉膛爆炸,钢水包、亚麻粉尘的爆炸,都属于上述爆炸方面的,亦均属于其他爆炸。

(19) 中毒和窒息,指人接触有毒物质,如误食有毒食物或呼吸有毒气体引起的人体急性中毒事故,或在废弃的坑道、暗井、涵洞、地下管道等不通风的地方工作,因为氧气缺乏,有时会发生突然晕倒,甚至死亡的事故称为窒息。两种现象合为一体,称为中毒和窒息事故。不适用于病理变化导致的中毒和窒息事故,也不适用于慢性中毒的职业病导致的死亡。

(20) 其他伤害,凡不属于上述伤害的事故均称为其他伤害,如扭伤、跌伤、冻伤、野兽咬伤、钉子扎伤等。

1.2.3 危险有害因素案例分析

例:简要分析一个加油加气站(主要危险物料为汽油和液化石油气)存在的主要危险有害因素。

(1) 物质危险性分析:危险物质为汽油和液化石油气。

① 汽油遇火源可能发生爆炸、火灾,而且具有一定的毒害性,可能引起中毒。

② 液化石油气和空气混合形成处于燃烧浓度范围之内的混合物遇火源可能发生着火或爆炸。液化石油气具有一定的毒害性,在发生泄漏时如果短时间吸入浓度过高可能引起中毒。

(2) 生产条件危险性分析。

① 装卸和输送工艺危险性分析:油品电阻率较大,在流动过程中易于产生静电,可能引起静电火花,从而引起火灾甚至爆炸事故;泄漏可能增加火灾爆炸及中毒的危险性。

② 储罐危险性分析:若汽油储罐未埋地,则可能在装卸时由于溢顶发生泄漏而导致火灾爆炸或中毒事故,埋地则可能由于腐蚀泄漏造成环境污染。液化石油气储罐属于压力容器,可发生延性破裂;若液化石油气储罐焊缝退火处理不当或形状出现不连续,则会出现应力集中,可能引起脆性破裂;此外,液化石油气储罐在使用过程中可能因腐蚀造成性能下降,引起腐蚀破裂。

③ 泵和压缩机危险性分析:泵和压缩机均属于机械设备,存在转动部件,如果防护不当或检修时可能引起机械伤害;泵和压缩机运转不良时会带来较大的机械性噪声和电磁性噪声,压缩机还有较高的流体动力学噪声;设备绝缘不良,错误地接线或操作等原因触电造成的电击伤害事故;负载过大、频繁启动,以及使用了非防爆型电气设备,均可能引起电气火灾。

(3) 自然条件危险性分析:地震可能使贮罐损坏,从而引起泄漏或物理性爆炸;雷电可能引起人员伤亡、设施损坏和雷电火灾;高温可能使液化石油气贮罐压力升高,严重时可能引起物理性爆炸。

1.3 危险源与重大危险源

1.3.1 危险源

1) 危险源的定义

危险源是指一个系统中具有潜在能量和物质释放危险的,可造成人员伤亡、财产损失或环境破坏的,在一定的触发因素作用下可转化为事故的部位、区域、场所、空间、岗位、设备及