

“三五” 风险防控能力建设工程配套教材

安全风险 预防与控制

胡月亭◎著

ANQUAN FENGXIAN YUFANG YU KONGZHI



本书是企业、政府部门、
专业机构及相关人员有效管控安全风险的
基础教程和操作指引

 中国建筑工业出版社

安全风险预防与控制

胡月亭 著



团结出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

安全风险预防与控制/胡月亭著. —北京: 团结出版社, 2017. 5

ISBN 978-7-5126-5253-8

I. ①安… II. ①胡… III. ①安全事故—事故预防
IV. ①X928

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 128477 号

出 版: 团结出版社
(北京市东城区东皇城根南街 84 号 邮编: 100006)
电 话: (010) 65228880 65244790 (出版社)
(010) 87952246 87952248
网 址: www.tjpress.com
E - mail: 65244790@163.com
经 销: 全国新华书店
印 刷: 三河市天润建兴印务有限公司

开 本: 185mm×260mm
字 数: 379 千字
版 次: 2017 年 5 月第 1 版
印 次: 2018 年 2 月第 1 次印刷

书 号: 978-7-5126-5253-8
定 价: 56.00 元
(版权所属, 盗版必究)

序

风险无处不在，事故皆可预防，要做到安全生产，风险控制为本。风险管理，既有宏观层面的战略问题，也有微观层面的战术问题，无论哪个层面出了问题，都将影响到事故防控的最终效果。

本书是作者多年来企业 HSE 风险管理实践的结晶，不仅系统分析总结了 HSE 风险防控工作中出现的各种问题，而且还探究了有效解决这些问题的方法、途径。本书从宏观、微观两个层面揭示了事故预防的策略与技术等问题，探究了事故防控的客观规律，并通过宏观、微观两个模型的构建，提出了解决这些问题的思路、方法与意见、建议。

纵观全书，我认为创新性、实用性是本书的两大突出特点。

在创新性方面，首次以能量意外释放理论作为全书主线，使得能量意外释放理论、奶酪模型、蝴蝶结模型、三类危险源（危害因素）与三重屏障、安全文化等形成了一条环环相扣的风险管理链条，相辅相成，相得益彰。具体而言，主要体现在以下几个方面：

一是在危害因素辨识环节，针对当前风险管理与传统安全生产管理，在名词、术语方面相互交叉重叠、歧义丛生的问题，通过对与危害因素相关概念的梳理、整合，不仅有效地解决了这一问题，而且还在统一概念的基础上，通过对两类危害因素（危险源）的重新命名，理清了两者之间的逻辑关系，为做好危害因素的辨识创造了条件。

二是在风险控制环节，剖析了三类危险源划分存在的问题，并对三类危险源（危害因素）进行了重新划分；通过分析奶酪模型防范能量失控的原理，引入兼有事故预防与应急双重功能的蝴蝶结模型，通过对蝴蝶结模型防控屏障漏洞（升级因素）辨识与弥补的分析，提出了与三类危险源（危害因素）相对应的三重屏障概念，在此基础上，构建了三类危险源（危害因素）与三重屏障相对应的“3x3”事故防控微观模型。该模型揭示了事故发生的内在机理，剖析了事故防控的层级和关键环节，为风险管控、事故原因分析等提供了规范的技术路线，对于做好事故防控的具体工作，具有很好的实用价值。

三是针对当前 HSE 管理体系运行过程中出现的问题，通过分析管理体系与风险管理、管理体系与安全文化之间的相互关系，构建了事故防控宏观模型。事故防控宏观模型指出了羁绊 HSE 管理体系有效运行的症结所在，科学地解答管理体系不能有效发挥作用的问题，同时还提出了通过管理体系进行事故防控的策略、模式。

另外无论微观模型还是宏观模型，都把安全生产问题的根源指向了企业不良的安全文化，从理论上佐证了企业安全文化对于安全生产的极端重要性。关于安全文化的论断，两个模型相互印证，为通过培育安全文化，建立安全生产长效机制提供了理论上的依据。

在实用性方面，本书定位于 HSE 风险管理实践，是基于作者多年来从事 HSE 风险管理工作的亲身经历，剖析的是 HSE 风险管理实践中的实际问题与真实案例，并针对当前企业 HSE 风险管理中的突出问题，切中要害，有的放矢。

首先，在论述方式上，本书采取夹叙夹议的方式，在对关键环节内容进行阐述、分析的同时，就如何做好相应工作进行分析、总结，对可能存在的陷阱、误区进行提示，同时，还对一些典型问题进行专题剖析，并提出了相应对策建议，具有很好的实用价值。

其次，在内容安排上，具体问题具体分析，问题少的地方一笔带过，关键环节则不惜笔墨。如危害因素辨识是风险防控工作的重点、难点，也是当前的薄弱环节，本书不惜用大量篇幅，从概念的梳理整合、类型划分，到辨识重要性的阐述，再到具体方法的介绍、技巧的提示等，对于做好危害因素辨识工作十分有益。

综上所述，创新性、实用性是本书的两大突出特点，同时，本书语言通俗易懂，问题分析能够切中要害，意见建议切合实际，对于如何通过风险管理做好事故防控工作大有裨益，是一部事故防控领域不可多得的上乘之作。

中国安全生产科学研究院原院长、院学术委员会主任
中国安全生产协会副会长、中国应急管理学会副会长
国家安全生产专家组成员、国务院应急专家组成员



目 录

第一章 事故发生的机理与事故致因模型	(1)
第一节 事故发生的机理与特点	(1)
第二节 事故致因模型	(9)
第二章 安全风险管 理基本概念	(14)
第一节 危害因素的概念和类型划分	(14)
第二节 风险管理术语	(24)
第三节 风险管理与双重预防机制	(31)
第三章 风险管理基本理论	(40)
第一节 风险管理原则	(40)
第二节 风险管理框架	(42)
第三节 风险管理流程	(46)
第四节 风险管理的原则、框架与流程之关系	(49)
第四章 危害因素（危险源）辨识	(52)
第一节 危害因素辨识的意义	(52)
第二节 危害因素辨识的原则	(57)
第三节 危害因素辨识的方法	(60)
第四节 危害因素辨识的常见问题	(88)
第五节 危害因素辨识的策略与技巧	(91)
第五章 安全风险评 估	(112)
第一节 风险评估的意义	(112)
第二节 风险评估的要素	(116)
第三节 风险评价准则（二拉平原则）	(117)
第四节 风险评估方法	(120)

2 || 安全风险预防与控制

第五节	风险评价与危险源评价	(131)
第六节	谨防“朗福德陷阱”	(139)
第六章	安全风险防控	(141)
第一节	安全风险防控的原则和策略	(141)
第二节	安全风险防控措施	(145)
第三节	安全风险的分级防控	(161)
第七章	风险管理策划阶段的评审	(179)
第一节	策划阶段评审的意义	(179)
第二节	评审的对象、时机及评审人员	(183)
第三节	评审注意事项	(190)
第八章	安全风险防控微观模型——“3×3”模型	(194)
第一节	三类危害因素的重新划分	(194)
第二节	三级屏障防控风险机理分析	(197)
第三节	安全风险防控“3×3”模型的构建	(202)
第四节	安全风险“3×3”防控模型的意义	(206)
第九章	企业安全风险管理实践	(215)
第一节	HSE 管理体系	(215)
第二节	管理体系与风险管理的关系	(225)
第三节	安全风险防控宏观模型——“道、法、术”防控模型	(232)
第四节	企业安全文化	(244)
第十章	重大安全风险的防控工具——蝴蝶结模型	(252)
第一节	蝴蝶结模型简介	(252)
第二节	蝴蝶结模型的特点	(255)
第三节	蝴蝶结模型的开发编制	(259)
第四节	蝴蝶结模型的应用	(266)

第一章 事故发生的机理与事故致因模型

“预防为主”是我国安全生产的方针，但一直以来，我们所实施的传统安全管理，却是一种“亡羊补牢”式的事后管理模式，并没有做到“预防为主”。想要有效预防事故的发生，必须探索实施更为科学的安全生产管理模式。

第一节 事故发生的机理与特点

一、事故发生的机理

事故是如何发生的？事故发生的内在源头在哪里？导致事故发生的外在因素又是什么？安全研究领域有多种多样的理论解释。其中，最初的事故频发倾向论，把事故的发生仅归咎到个别人的性格特征上，认为事故多发生在极个别人身上。这些人具有容易发生事故的、稳定的、个人内在的倾向，发生了事故就将违章者开除了事。这种理论虽然认识到在事故的发生中人是非常重要的因素，但单单强调人的因素，而忽视了除人之外的其他因素，不但失之偏颇，也违背科学。后来的事故遭遇倾向论则认为事故的发生不仅与个人因素有关，而且还与生产条件有关，是对事故频发倾向论的修正。

海因里希事故因果连锁理论认为，通过防止人的不安全行为、消除机械的或物质的不安全状态，中断事故连锁进程，便能够避免事故的发生。这些理论较之事故频发倾向论有了明显的进步，能够较为客观地解释导致事故发生的外在原因，即事故发生的客观条件问题；但对事故发生的内在原因，即事故发生的真正内在机理，并没有做出明确的解释。

(1) 能量意外释放论。有关事故致因理论很多，除上述几种理论外，还有诸如能量意外释放论、轨迹交叉论、扰动论、人因系统论等。其中由吉布森（Gibson）和哈登（Haddon）所提出的能量意外释放论认为，事故的根本致害物就是各种能量或有

害物质（如图 1-1），如机械能可能导致撞击伤、夹伤等机械伤害，热能可能导致灼烧、中暑等，电能可能会干扰神经，或电击伤亡等，声能可能会造成听力的损伤，化学能可能导致火灾爆炸，辐射能则可能致病，甚至发生癌变、胎儿畸形等，而一些工作场所高密度粉尘，轻则可致矽肺病，重则可能发生爆炸伤人。

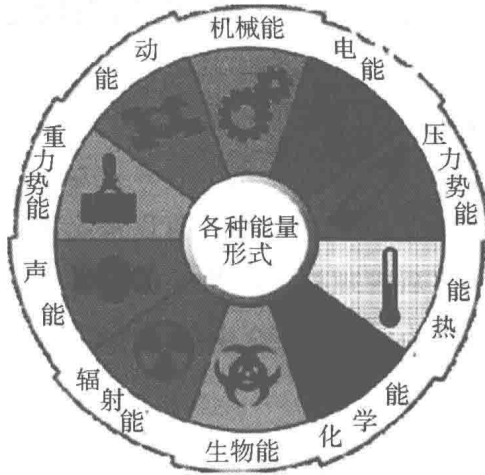


图 1-1 日常生产经营活动中常见能量形式

能量意外释放论认为，是否会发生事故的外部条件在于能量或有害物质是否失去控制而意外释放。在正常情况下，只要能量在有效控制下按需释放，就能够发挥应有作用而不会引发事故发生，如核能发电，电能驱动电机做功、电灯发光，辐射能通过特定通道辐射透视等，都发挥了其应有作用。只有当限制能量的约束失效或被破坏，造成能量或有害物质失去控制而意外释放时，才会导致事故发生。因此，事故发生的实质就是因失控而导致的非需能量或有害物质作用的结果，也就是能量或有害物质失去控制而意外释放所致。

归结起来，该理论认为，正常情况下，维持生产经营活动所需的一切能量或伴生的有害物质，在防范屏障的制约（或称约束）下做有序流转，到其需要的地方发挥应有的作用，或得到应有的处置，就不会发生事故。如果缺乏应有防范屏障或防范屏障出现问题，不能有效发挥防范、屏蔽作用，就会造成能量或有害物质意外释放（即失控）。如果这些失控的能量或有害物质直接作用于人、物、环境等敏感的实体之上，就意味着事故的发生（见图 1-2），否则，就属于未遂事故。能量意外释放论从能量流转的角度，既指出了事故发生的外部条件，也揭示了事故发生的内在机理，较之其他事故致因理论更为科学、合理，受到了业界专家的一致认可和广泛推崇。



图 1-2 能量释放导致事故示意图

这里需要说明的是，屏障泛指所有能够防控能量或有害物质失控的一切措施、手段等，其中包含硬件性质的物理性防范屏障，但更多的是指抽象意义上各种形式的防控措施。

按照能量意外释放论观点，事故根本致因物是各种能量或有害物质，那么，能量或有害物质究竟是如何导致事故发生的呢？

(2) 奶酪模型理论。为探求能量或有害物质究竟是如何失控的，其失控而引发事故的机理到底是什么，下面通过“瑞士奶酪模型”对事故发生的原因作进一步分析。

瑞士奶酪模型（见图 1-3）是由英国曼彻斯特大学的心理学家詹姆士·瑞森（James Reason）教授所提出来的，因此有时也叫“瑞森（Reason）模型”。该理论认为，防范能量或有害物质意外释放的防范屏障并不是铁板一块，而是像瑞士的奶酪（有漏洞）一样，层层遮挡在危害因素之前，防范被其穿透而意外释放，导致事故的发生。该理论进一步认为，每层奶酪上面随机分布着尺寸、位置不同的孔洞，这些孔洞的尺寸和位置在不断变动，当某一时刻所有屏障上的孔洞都位于一条直线上时，就形成了通路，这时所有的防范屏障也就失去了应有的防护作用，能量或有害物质（危害因素）就能够像光线一样穿透所有屏障而被意外释放，从而导致事故发生。如绝缘电线的绝缘包皮破损，其中的电流就可能会发生“短路”而引发事故。反之，危害因素就在这些“奶酪”屏障的遮挡下有序流动，到其需要的地方发挥应有的作用。

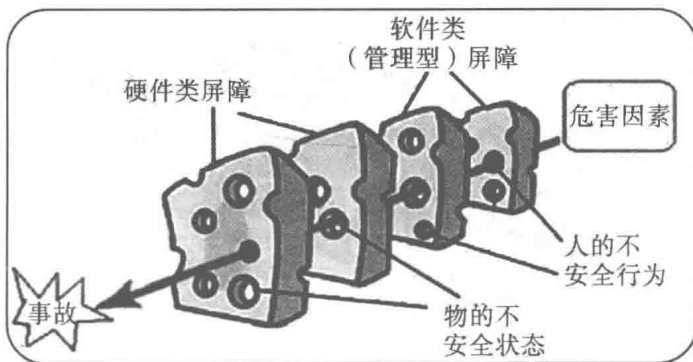


图 1-3 奶酪模型

另外，需要补充的是，奶酪模型中的这些“奶酪（防范屏障）”，既有为防控事故发生而特意施加的屏障，如日常工作中的风险防控措施；也有无须特意施加而客观存在的自然屏障，如正常人趋利避害的风险意识、理智判断等。

现以行人过马路为例，说明奶酪模型的作用机理。马路上机动车辆川流不息，高速行驶的车辆具有很高的动能。为防止行人穿越马路时被高速行驶的机动车辆撞上而引发事故，每个路口都安装了红绿灯，并且交警、交通协管员在路口执勤，这些都是人为主观设置的防范屏障。除此之外，司机通过路口时的谨慎驾驶、行人穿越马路时的小心理智等，都是确保行人穿越马路时不被机动车辆撞上的自然屏障。也正是由于这一道道屏障的作用，才使得许多过马路的行人安然无恙。但由于这些屏障不是铁板一块，而是像奶酪一样有许多“孔洞”，也就是防范屏障的缺陷。正是由于这些缺陷的存在，当危害因素把所有屏障都一一击破时，就会导致事故的发生。某市曾发生过这样一起交通事故：某日一行人因故心事重重，在过马路时，不但误闯了红灯，而且在闯红灯过马路时由于心不在焉，没有注意观察来往车辆情况，同时，该路口也没有交警与协管员执勤。这样“红绿灯”“执勤管理”以及“行人理智”这几道屏障就都失去了应有的作用。与此同时，驾车通过红绿灯路口的这位司机又是个新手，看到这种突发状况，慌忙去踩刹车，误把油门踏板当成了刹车。这样“司机谨慎、机智”这道屏障也因其技术欠佳而失去了作用。这样，“红绿灯”“执勤管理”“行人理智”“司机谨慎”等所有防范屏障都被一一突破而失去作用，使机动车辆高速行驶时的动能失控，其能量直接释放到这个行人的身上，就导致了这起交通惨剧的发生（见图 1-4）。

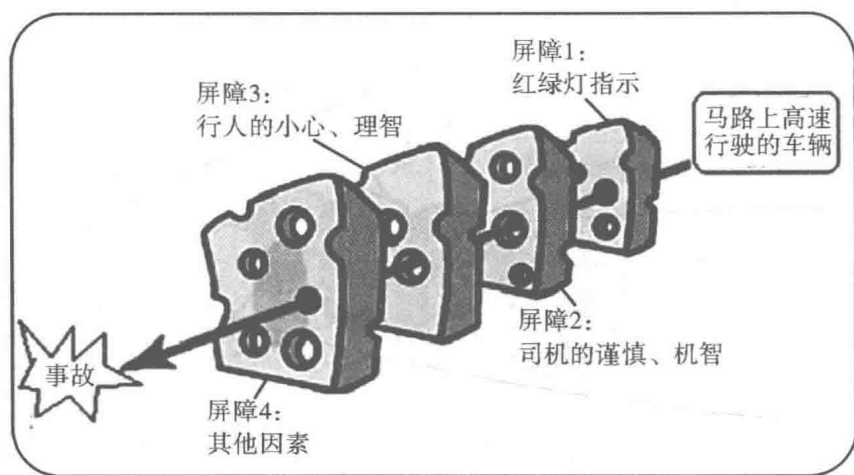


图 1-4 交通事故的“奶酪模型”

二、事故发生的特点

事故的发生具有很多特点。下面根据前面所讲的能量意外释放论、奶酪模型理论等，对事故发生的普遍性、概率性、随机性及可预防性等突出特点进行简要分析，并通过对事故特点的分析，探究传统安全管理在事故防控方面存在的问题。

1. 事故发生的普遍性

根据能量意外释放论学说，能量或有害物质是事故发生的内在根源，没有能量或有害物质就不会有事故的发生。当然，即使存在能量或有害物质，如果其防范屏障功能完好，能够正常发挥作用，那么，能量或有害物质就会在这些屏障的屏蔽下有序流通而不发生失控，也不会有事故的发生。但由于防范能量或有害物质失控的屏障存在各种各样的缺陷，某一时刻一旦所有屏障都失去效用，也即所有屏障全部被击穿，就意味着能量或有害物质失控，从而就会引起事故的发生。因此，只要存在能量或有害物质就有事故发生的可能。另一方面，能量或有害物质存在于日常生产经营的各个环节、各个领域，离开了能量或有害物质，正常的生产经营活动将不复存在，我们的日常生活也将难以为继。也就是说，我们的生产、生活离不开能量或有害物质。

综上所述，一方面，能量或有害物质是促使事故发生的源头所在，是事故发生的根源、内因；另一方面，能量或有害物质广泛存在于日常生产、生活中。毋庸说工厂、车间等生产经营单位，即使普通家庭，随处都有能量或有害物质存在（见图 1-5），而只要有能量或有害物质的地方，就有事故发生的可能，这就决定了事故发生的普遍性。

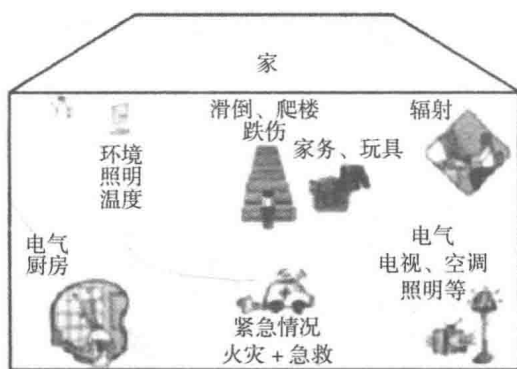


图 1-5 普通家庭有害物质或能量

由于事故发生的普遍性，各行各业随时随地都会有事故发生。但由于能量的大小、有害物质有害程度的高低决定着事故后果的严重程度，能量越大、有害物质的有害程度越高，事故后果就越严重；反之亦然。因此，一些高风险（高能量、高危害物

质)行业,只要发生事故就可能是大事故,就会引起社会的广泛关注。而一些低风险行业,即使发生了事故,但由于其后果轻微,也不会引起大家的注意,这就是为什么一些高危行业和领域事故高发的客观原因。

2. 事故发生的随机性

正如奶酪模型所述,由于这些防范屏障并不是铁板一块,而是像瑞士奶酪那样,自身都不同程度地存在着很多漏洞或缺陷,使得这些防范屏障可能会失去应有的防范作用。一旦这些防范屏障在某一时刻都失去了作用,就会造成这些能量或有害物质的意外释放,从而导致事故的发生。由于防范事故发生的屏障众多,形式多种多样,既有人为设置的屏障,也有自然存在的屏障。单就人为设置的屏障而言,其性质也各有不同,既有软件性质的屏障,如一些规章制度、操作规程、处置程序、安全注意事项等;也有硬件性质的屏障,如压力容器、毒性物质容器、机动车辆的安全带、安全气囊等。这些屏障彼此间相互独立,没有关联。单就一个硬件屏障而言,它何时失效我们不得而知,只能根据设计确定其寿命期,但即使在寿命期内也无法确保其一定有效。如有些车辆的安全气囊在发生碰撞事故时,并未打开发挥应有的保护作用;反之,即使硬件屏障超过了寿命期,也不会立即失效而不起作用。由此可见,单是一个硬件屏障能否发挥作用尚无法做出准确的预测或判断,更何况像管理方面的软件屏障,对它们有效与否的预测更是无从谈起。软件屏障能否发挥作用,既决定于当事人的心理素质、业务能力,也与其当时的身心状态、行为能力有直接关系,因而无从预测、判断。单一类型软件(或硬件)屏障能否发挥作用都无法研判,更何况危害因素的防范是软、硬件屏障组合在一起,要对它们什么时候同时会失效进行预测或判断更是无从谈起。因此,事故会在何时、何地发生,事故会发生在何人身上,一切皆不可预知,像掷骰子一样具有极大的随机性(图1-6)。

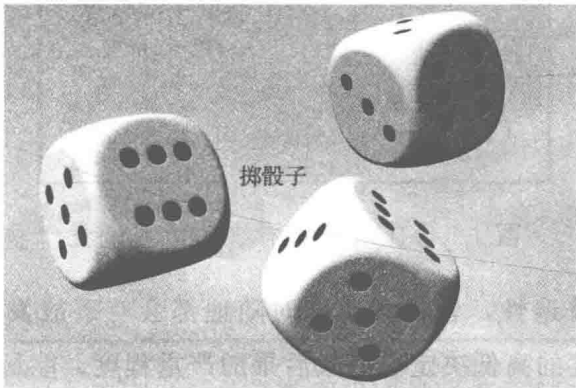


图 1-6 像掷骰子一样具有随机性

正是因为事故发生的随机性，为事故的发生蒙上了一层神秘的面纱。在日常工作生活中，我们会常见到这样一种现象：有些人屡次违章作业并没有发生过较大的事故，而另外一些人可能第一次违章就会引起事故发生。这就使人们产生了一种错误认识，事故的发生神秘而蹊跷，并非违章等人为原因所致，而在于当事人是否“运气”好。

3. 事故发生的概率性

虽然能量或有害物质普遍存在，但我们发现在日常工作、生活中，事故既不是到处发生、随处可见，也并非此起彼伏、接二连三。这是因为事故防范屏障发挥着防范事故的重要作用。为了防范事故的发生，每一种能量或有害物质都会有人为设置及客观存在的一系列防范屏障在发挥着防范作用。正如前文所述，为防止路口人车混行而导致交通事故的发生，在十字路口设置了红绿灯、交通警察、交通协管员等。除此之外，还有自然存在的一些内在防范屏障，如行人过马路时的谨慎、理智，汽车驾驶员在通过路口时的小心谨慎，以及正常人趋利避害的本能、安全意识等，都构成了防范交通事故发生的屏障，它们对有效防止事故发生发挥着非常重要的防范作用。

正如奶酪模型所示的那样，由于存在着一系列事故防范屏障，可能只要其中一处的屏障发挥作用，就能够有效防范事故的发生。因此，每一种能量或有害物质都存在大量的或人为设置或自然存在的防范屏障，虽然这些屏障都存在这样或那样的漏洞而可能失去屏蔽防范作用，但由于它们同时都失去作用的概率并不高，也即能量或有害物质发生失控的概率并不高，更何况即便是发生能量或有害物质的失控，还可能会因其受体不敏感而成为未遂事故。这就是为什么虽然事故的发生具有普遍性，但实际上事故发生率并不是很高的原因所在。

如前所述，能量或有害物质是事故发生的源头，人的不安全行为、物的不安全状态构成了事故防范屏障的漏洞。大量资料统计表明，事故的发生与人的不安全行为或物的不安全状态相比，是一个小概率事件，也即事故的发生虽是由人的不安全行为或物的不安全状态所致，但其发生的概率很低，只是由人的不安全行为或物的不安全状态所导致的小概率事件。

试想，如果事故的发生不是人的不安全行为或物的不安全状态所引发的小概率事件，而是只要出现不安全动作或状态就会发生事故而受到惩罚，人们一定会在安全生产方面严肃认真、小心谨慎。相反，正是因为人的不安全行为是引发事故的小概率事件，致使一些岗位员工对自己的不安全行为不以为然，心存侥幸，碰运气、走捷径，把别人的事故当故事听。同样，正是由于物的不安全状态是引发事故的小概率事件，

致使一些领导干部不舍得在安全生产方面进行投入，对诸如隐患治理等不够重视，始终抱着“赌一把、碰运气”的侥幸心理。

4. 事故的可预防性

如前所述，鉴于事故发生的随机性，一起具体的事故会在何时、何地发生，会发生在何人身上，并不可预知，就像掷骰子一样具有极大的随机性。但这绝非意味着我们对事故的发生无能为力、听之任之。相反，虽然某件具体事故的发生，具有很强的随机性，不可预知，但对事故的集合体而言，又具有规律性和必然性，是可预防的。

海因里希事故“金字塔”统计学模型（见图 1-7）表明，1 起死亡或重伤事故的背后，会有 29 起轻伤害事故发生；而 29 起轻伤害事故背后，会伴随有 300 起未遂事故、事件发生，而这些未遂事故、事件的发生又是建立在大量人的不安全行为和物的不安全状态基础之上的。这就意味着，人的不安全行为、物的不安全状态持续发生到一定程度，就必然会伴随有人员伤亡事故的发生，不安全行为或不安全状态发生的次数越多，事故出现的次数也就越多。因此，安全管理越松懈、基础越薄弱，事故就发生得越多，虽然短期内这种现象可能不甚明显，但长期而言必然如此。这是通过大量统计数据所得出的客观规律。

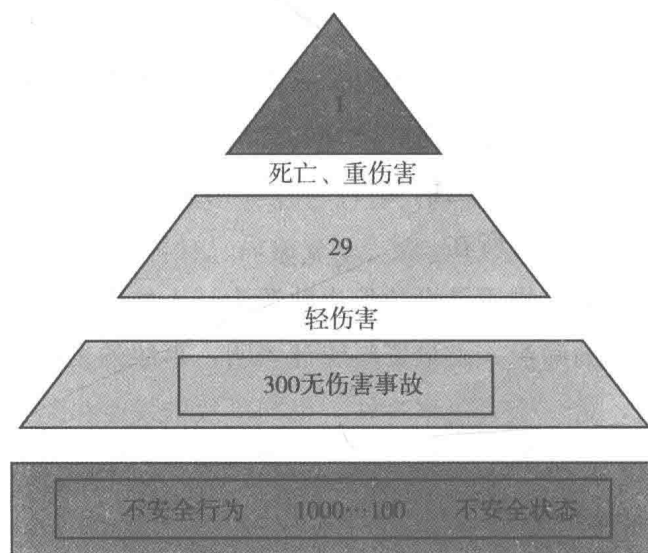


图 1-7 事故金字塔模型

从事故金字塔模型可以看出，事故的发生具有规律性。虽然发生在事故金字塔顶端的那起伤亡事故，会在何时、何处发生，可能发生在何人身上，我们无法预知，但是，如果人的不安全行为、物的不安全状态持续发生而不加以控制，就必然会导致人

员伤亡事故的发生，因此，要避免事故的发生，就要做到人的行为安全，同时消除物的不安全状态，就能够避免金字塔顶端的那起伤亡事故的发生。

事实上，虽然具体某件事事故的发生无法预测，但每起事故的发生都是可防可控的。能量意外释放论告诉我们，任何事故的发生都是能量失去控制而意外释放所致，如果我们管理到位，能够使某种能量到其应到的地方发挥作用，而不失控意外释放，就能够避免该种能量因意外释放而导致事故的发生。实际上，这样去做不仅在理论上是可行的，实际上也是现实的。首先，辨识出可能会发生失控而意外释放的能量；然后，为防止该类型能量意外释放而设置相应的防范屏障，当然，为了使所设置屏障发挥作用还必须确保屏障的有效性，这样就能够有效防止该类型能量所导致事故的发生。

同理，如果所有可能导致事故发生的能量或有害物质都能够得以有效辨识，并有针对性地设置相应的防范屏障，就能够有效防控各类事故的发生。

第二节 事故致因模型

天津理工大学陈全教授曾在其著作《职业健康安全风险管理》中指出：“目前国内涉及系统安全的著作及其他相关文献，都没有基于各种事故致因理论，提出一个系统的、完整的事故致因模型，并以此为基础分析各种危险源理论与事故致因因素的整体联系”。当然，也就不能很好地指导事故防控工作。事实的确如此，虽然事故致因理论很多，但并没有形成一套比较完整的理论体系，用于指导事故防控工作。为使事故致因理论能够用于指导实践活动，体现自身价值，学术研究领域一直都在不懈地研究、探索。

事实上，有关事故致因方面的理论虽然很多，但都有一定的局限，即使越来越得到广泛认可的能量意外释放论，针对上述问题，作者结合实际工作，在深入研究、探讨的基础上，构建了“能量意外释放论+奶酪模型理论”相结合的事故致因模型，并以此分析其与事故致因因素的整体联系，探究把其应用于风险管理的实际工作中去，指导事故防控工作的方法、途径。

一、“能量意外释放论+奶酪模型”

能量意外释放论作为事故致因理论，奶酪模型作为事故致因模型，二者在解释事故致因方面虽有许多相同之处，也各具特点，但同时也都存在一些缺陷或问题。如把

二者结合起来，则可以优势互补，并能够有效解决各自存在的问题。

1. 能量意外释放论与奶酪模型在解释事故致因方面存在的问题

能量意外释放论虽然是一种科学事故致因理论，但也有自己的应用范围，不可能包罗万象。如，它只是对于因固有能量或有害物质的失控做出了解释，而对那些通过化学反应等途径，后来产生的能量或有害物质所导致的事故，以及像尖锐物品刺伤等一些特殊情形，则不宜通过能量意外释放论的能量意外释放做出合理解释。另外，能量意外释放论也没有对能量为什么会意外释放给出科学合理的解释。

在奶酪模型方面，奶酪模型中穿透层层“奶酪片”而导致事故的应该是能量，而绝非其他方面的物质，奶酪模型将其定义为“危害因素（Hazard）”。“危害因素（Hazard）”是指可能导致人员伤害或疾病、财产损失等情况或这些情况组合的要素，包括根源、行为和状态。由此可见，“危害因素（Hazard）”的定义比较宽泛，外延很广，它既包括根源，即能量或有害物质，也包括不安全的行为和状态。行为和状态是不会像能量或有害物质那样，穿透层层“奶酪片”而导致事故发生的，只能在事故发生过程中起到“诱导”能量或有害物质失控的作用。因此，奶酪模型采用“危害因素（Hazard）”穿透层层“奶酪片”而导致事故的说法是有缺陷的。

2. 事故致因模型：“能量意外释放论+奶酪模型”

“能量意外释放论+奶酪模型理论”事故致因模型，不仅能很好地诠释事故发生的内因与外因，还能够成功解决能量意外释放论与奶酪模型面临的上述诸多问题，同时，还拓展了模型应用领域，更为重要的是，它能够成功地应用到事故防控的实践工作之中，有效指导做好事故的预防工作。

首先，能量意外释放论解释了事故发生的内因。通过能量意外释放论能够说明事故发生的根源、源头等内在因素问题。事故发生的根源就在于能量或有害物质的存在，能量或有害物质的失控导致了事故发生，能量或有害物质是导致事故发生的“罪魁祸首”。

其次，奶酪模型理论说明了事故发生的外因。通过奶酪模型理论则能够解释能量意外释放的原因等外在因素问题。因为防止能量意外释放所设置的屏障并不是完美无缺的，而是像“瑞士奶酪”那样，不同程度地存在着这样、那样的缺陷或漏洞。如果屏蔽某一能量或有害物质的所有屏障在某一时刻同时失去作用，就会导致该能量或有害物质失控，进而造成事故发生。

第三，“能量意外释放论+奶酪模型”事故致因模型，有效解决了能量意外释放论与奶酪模型理论所不能解决的问题。奶酪模型中，认为“危害因素（Hazard）”穿