

THE STRATEGY & TECHNOLOGY
OF ACCIDENT- PREVENTION

事故防控 策略与技术

胡月亭 | 著
Hu Yueting

**本书是一位具有科研工作基础的安全
管理工作对事故防控工作长期、深入思考的结晶**

语言通俗易懂，论述深入浅出，能够切中要害、有的放矢，具有很强的实用性，
同时，作者凭藉其科研功底，针对当前风险管理工作中存在的问题，
做了些有益研究和探索，内容不乏创新之处。

事故防控领域不可多得的上乘之作

石油工业出版社

事故防控策略与技术

胡月亭 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书从事事故预防的宏观、微观两个层面,通过对风险防控工作影响的分析,探讨了事故防控的策略与技术,揭示了事故预防的客观规律和工作中遇到的问题,并通过构建宏观、微观两个模型,为解决企业风险防控的问题提出了思路、方法与意见、建议。本书针对当前 HSE 风险管理工作做了有益研究和探索。另外,还首次对“两书一表”风险管理模式、蝴蝶结模型风险管理工具做了系统介绍,内容新颖、实用且不乏创新之处,是事故防控领域不可多得的上乘之作。

本书可作为 HSE 培训的核心教材,适用于企业 HSE 管理人员及领导干部、政府安全生产监督管理人员阅读使用,也可供相关专业的科研人员、高校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

事故防控策略与技术 / 胡月亭著. —北京: 石油

工业出版社, 2017.3

ISBN 978-7-5183-1787-5

I. ①事… II. ①胡… III. ①生产管理 - 安全管理

IV. ①X92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 023078 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com

编辑部: (010) 64523550 图书营销中心: (010) 64523633

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京中石油彩色印刷有限责任公司

2017 年 3 月第 1 版 2017 年 3 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 19.75

字数: 480 千字

定价: 65.00 元

(如出现印装质量问题, 我社图书营销中心负责调换)

版权所有, 翻印必究

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。全书分为两篇,分别从宏观、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“3×3”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,都不约而同地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。

另外,本书首次对 HSE “两书一表”管理模式与蝴蝶结模型技术做了系统介绍。HSE “两书一表”是由我国企业自创的、在安全生产管理方面为数不多得到国际认可的一种风险管理模式,简单易行、行之有效;蝴蝶结模型则是在国际上日趋受到热捧的一种风险管理技术,以图文方式表达,简单明了,尤其是它兼具事故预防与应急双重功能,对重特大风险的防控更是具有独到之处。

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。

中国安全生产协会副会长
国家安全生产专家组成员
中国安全生产科学研究院原院长



第一篇 宏观策略篇

导读	/ 1
----	-----

第一章 事故发生机理与传统安全管理	/ 3
-------------------	-----

第一节 事故发生的机理与特点	/ 3
----------------	-----

第二节 传统安全管理的问题	/ 12
---------------	------

第二章 安全管理新模式——体系化管理	/ 21
--------------------	------

第一节 体系化管理简介	/ 21
-------------	------

第二节 体系化管理的特点	/ 32
--------------	------

第三节 管理体系的建立和运行	/ 39
----------------	------

第三章 风险管理概述	/ 52
------------	------

第一节 风险管理基础知识	/ 52
--------------	------

第二节 HSE 风险管理简介	/ 66
----------------	------

第四章 基层组织 HSE 风险管理实践——HSE “两书一表” 管理	/ 82
------------------------------------	------

第一节 HSE 风险管理实践	/ 82
----------------	------

第二节 HSE “两书一表” 管理	/ 88
-------------------	------

第三节 HSE “两书一表” 的改进	/ 92
--------------------	------

第四节 构建基于 HSE “两书一表” 的风险管理模式	/ 101
-----------------------------	-------

第五节 HSE “两书一表” 管理实践的启示	/ 108
------------------------	-------

第五章 事故防控宏观模型	/ 111
--------------	-------

第一节 HSE 管理体系与 HSE 风险管理的关系	/ 111
---------------------------	-------

第二节 HSE 管理体系与企业安全文化的关系	/ 117
------------------------	-------

第三节 事故防控的宏观模型	/ 122
---------------	-------

第二篇 技术方法篇

导读 / 133

第一章 危害因素辨识 / 135

第一节 危害因素相关概念及其类型划分 / 135

第二节 危害因素辨识工作的意义 / 149

第三节 危害因素辨识的原则 / 152

第四节 危害因素辨识常见问题与注意事项 / 154

第五节 危害因素的辨识方法 / 161

第六节 危害因素辨识的策略与技巧 / 195

第二章 风险评估 / 213

第一节 风险评估的意义 / 213

第二节 风险评判原则 / 216

第三节 风险评估的要素、准则及注意事项 / 218

第四节 风险评估方法 / 224

第三章 风险削减与控制 / 234

第一节 风险削减与控制的原则与策略 / 234

第二节 风险削减与控制措施 / 237

第三节 风险削减与控制之应用 / 244

第四章 一种值得推荐的风险防控方法——蝴蝶结模型 / 267

第一节 防控措施方面存在的问题 / 267

第二节 蝴蝶结模型 / 269

第五章 事故防控的微观模型 / 284

第一节 三类危险因素的重新划分 / 284

第二节 三级屏障防控风险机理分析 / 286

第三节 事故防控微观模型——“3×3”模型 / 292

后记 / 307

参考文献 / 309

• 第一篇 宏观策略篇 •

导 读

原则上讲,一切事故都是可以预防的,并且事故的预防原理也不复杂,首先要查找出可能导致事故发生的因素,然后对其进行评估,从中筛选出需要防控的对象,最后制定并实施相应的防控措施,这就是事故预防的基本流程。但要按照这一流程做实、做好,使其能够真正发挥事故预防的作用,绝非易事,因为它不仅涉及方法、技巧等微观层面的技术问题,而且还涉及观念、理念、策略、模式等宏观层面的一些问题。

本篇为宏观策略篇,主要阐述事故防控宏观层面的问题。

本篇通过对事故发生的机理、特点,传统安全管理中存在问题等的分析,引入了先进、科学的安全管理新模式——HSE 管理体系。由于 HSE 管理体系是舶来品,故将其作为本篇重点内容进行了全方位、多角度的诠释,鉴于 HSE 管理体系的核心是风险管理,为加深对 HSE 管理体系的理解,还介绍了风险管理基础知识。在此基础上,阐述了以 HSE 风险管理为核心的 HSE 管理体系在中国石油基层组织的应用实践——HSE “两书一表”管理。

HSE 管理体系理论先进、科学,被西方企业的管理实践所证实,但我国企业在建立和运行 HSE 管理体系的过程中,出现了这样或那样的一些问题,为什么先进、科学的 HSE 管理体系在我国的企业不能有效发挥作用呢?本篇通过对风险管理、管理体系及其与安全文化之间相互关系的探讨、分析,构建了事故防控的宏观模型,不仅科学地回答了 HSE 管理体系不能有效发挥作用的问题,同时也指出了促使管理体系有效运行的策略、模式。

在篇章结构的逻辑顺序上,首先是理论阐述,如能量意外释放理论、奶酪模型理论在内的事故致因理论,管理体系以及风险管理理论等;然后是理论对实践的指导,即理论在实践中的应用——HSE “两书一表”管理模式;最后,通过对理论与实践相结合过程中存在问题的探讨、分析,构建了事故防控宏观模型。

第一章 事故发生机理与传统安全管理

近年来,我国多地接连发生多起重特大安全生产事故,尤其是天津港“8·12”危化品特重大火灾爆炸事故,更是揪动着每个国人的心。为什么会发生如此严重的事故?怎样才能避免事故的发生?事故的发生关系人们的生命安危,在“以人为本”的今天,每个人都应该认真思考这个问题。本章从事故发生的机理、特点入手,分析传统安全管理模式下存在的缺陷和问题,在此基础上,剖析了安全生产管理工作的艰巨性和复杂性。

第一节 事故发生的机理与特点

安全生产工作之所以难以管理,与事故发生的特点关系密切,本节将通过能量意外释放理论与奶酪模型理论等,对事故发生的机理与特点进行研讨和分析。

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对此进行了解释。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交通事故的、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,而忽视了除人为因素之外的其他原因,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,它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,但它们对事故发生的内在原因并没有做出明确的解释。

1. 能量意外释放理论

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理论、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理论,能够从内因、外因两个方面对事故的发生做出科学、合理的解释。在事故发生的内因方面,该理论认为,事故的根本致害物就是各种能量或有害物质(图 1-1-1),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



图 1-1-1 日常生产经营活动中常见的能量形式

件在于能量或有害物质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，都发挥了其应有的作用。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。

这里需要说明的是，所谓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护屏障，但更多的是指抽象意义上各种形式的风险削减与防控措施。

归结起来，该理论认为，在正常情况下，维持生产经营活动所需的一切能量或伴生的有害物质，只要在防范屏障的制约(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。如果缺乏应有的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，就会导致事故的发生(图 1-1-2)，否则就属于未遂事故。能量意外释放理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 1-1-2 能量释放导致事故示意图

这里需要说明的是，所谓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，其中既包含硬件性质的物理性防护屏障，但更多的是指抽象意义上各种形式的风险削减与防控措施。

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。按照能量意外释放理论观点，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？为什么一般情况下这些能量或有害物质不会导致事故呢？

唯物辩证法认为，外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。任何事情的发生、发展或变化，都是在内因、外因共同作用下完成的，二者缺一不可。事故的发生也是如此，在事故发生的外因方面，能量意外释放理论认为，发生事故的外部条件

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”对事故发生的原因做进一步分析。

瑞士奶酪模型是由英国曼彻斯特大学的心理学家詹姆士·瑞森(James Reason)教授提出来的,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(能量或有害物质)之前,防范屏障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,这时所有的防护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(图 1-1-3),比如,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,能量或有害物质就在这些“奶酪”屏障的遮挡下有序流动,最终到其需要的地方发挥应有的作用。

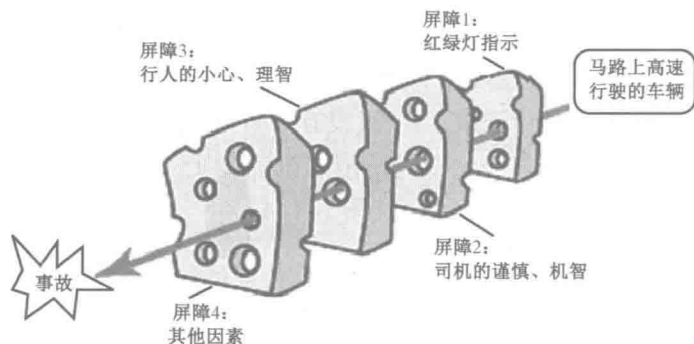


图 1-1-3 瑞士奶酪模型

需要补充的是,奶酪模型中的这些“奶酪(防护屏障)”,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,蝴蝶结模型中的“关键任务”、“关键设备”;也有无需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”,所以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,不但因没有观察误闯了红灯,而且在闯红灯过马路时心不在焉,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,但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。所以“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,导致了这起交通惨剧的发生(图 1-1-3)。

为进一步剖析事故发生的机理,再以 2003 年发生在重庆开县的“12·23”井喷事故为例进行印证分析。钻井作业就是把埋藏在地下的油气资源通过钻井打通一个通往地面的运输通道。由于地层深处流体具有极高的压力,为防止这种压力势能失控,需要在所钻井筒内保持一定的液柱压力进行平衡,它就是防止地层压力势能失控的防护屏障。本起事故发生在起钻作业环节,起钻前以及起钻过程中长时间停机检修后,当班人员都没有按规定充分循环钻井液,致使侵入钻井液的气体没有被带出,减低了钻井液密度,降低了井眼液柱压力。在起钻过程中,随着钻具从井眼中起出,井筒内液柱液面下降,当班人员没有按照规定要求及时向井眼内灌入钻井液,导致井眼液柱压力进一步降低,地层压力高于井眼液柱压力而造成井涌。当班人员工作疏忽,没有认真观察录井仪,及时发现钻井液流量变化等溢流征兆,最终导致井喷发生。这就相当于层层防范屏障都被击穿,没起作用(图 1-1-4)。在实施关井时,由于钻杆内单向防喷阀被违规卸下,使得关井无效,导致井喷失控,致使大量含有硫化氢的气体喷出。现场指挥人员由于缺乏经验,没有果断采取点火措施,造成喷出的含硫化氢天然气随风向蔓延,同时,由于缺乏必要的防范知识,很多已撤离的村民又擅自返回自己家中,最终造成很多居民因硫化氢中毒而死亡(图 1-1-4)。

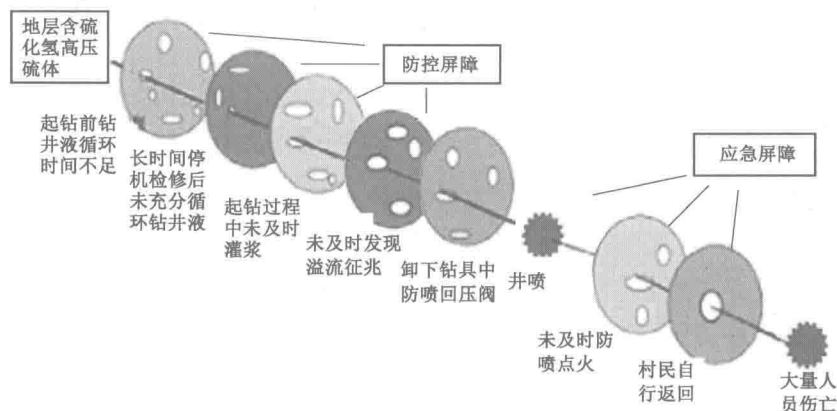


图 1-1-4 重庆开县“12·23”井喷事故示意图

二、事故致因模型：“能量意外释放理论 + 奶酪模型理论”

目前,有关事故致因方面的理论虽然很多,但都有一定的局限,即使能量意外释放论得到越来越广泛的认可,但其只是说明事故产生的根源,对能量为什么会意外释放并没有给出解释。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》中就指出:目前国内系统安全及其他相关文献资料,都没有基于各种事故致因理论,提出一套系统、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。

本书针对上述问题,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”事故致因模型,并以此作为全书主线,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,进行风险辨识与防控的方法、途径。

1. 能量意外释放理论适用范围广泛

能量意外释放理论的概念、内涵已在前面做过解释,其在解释人身伤害事故方面的观点认为人身伤害事故的发生,要么是施加超过了局部或全身性的损伤预知的能量,要么是影响了局部或全身性能量交换。一般而言,绝大多数人身伤害事故都是因为“施加超过局部或全身性的损伤预知的能量”,如高处落物,如果高处落物是花瓶、砖块等重物,砸到了人身上,超过损伤限度就是伤亡事故,但如果落物是纸片、衣物等,没有超过损伤限度,就不构成事故。也有极个别像窒息、淹溺之类事故等,则是“影响了局部或全身性能量交换”所致。

当然,能量意外释放理论并不仅限于解释人身伤害事故,它还可以用来分析各种类型的事故。根据能量意外释放理论,能量或有害物质失控之后,引起的究竟是重大事故、小事故还是未遂事故,取决于能量或有害物质直接作用的对象——能量或有害物质的受体(包括人员、环境、财产等),是否超过了承受限度以及超过的程度,如从高处落下的花瓶、砖块等重物,砸到了人身上可能就是伤亡事故,因为作为受体的人,落物对人的冲击力超越了其自身承受限度,反之,落到了地面就是未遂事故,因为作为受体的地球本身足够大,一般高处落物的冲击力都超越不了其自身承受限度,但如果是小行星撞击地球,那将会是天大的事故,后果决不能小觑,据说天文学家们一直都在密切关注着这类天象,以便及时采取应对措施。

另外,需要说明的是,原来能量意外释放理论应用范围仅限于解释固有能量的意外释放。实际上,导致事故的意外释放能量(包括有害物质)有两类,一类是固有能量,如高温、高压、高处重物的势能、高速行驶车辆的动能、农药制药装置中高毒性单体等,它们的失控可能会导致事故发生。另一类是系统原先并不存在引发事故的能量,但由于某种情况的变化,如某种物质的加入,与原来已存在的物质发生反应,产生了导致事故的新能量。如易燃易爆物质的本身并不具有很高的能量,只有与其他物质加入(如火源等),达到可燃爆的条件时,才会发生燃烧,爆炸产生高能量。再如氧气在管道高速流动时遇油脂就会发生爆燃,某种油井除垢剂与油井污垢中某种成分反应生成硫化氢等,都属于这种情况。对于这种后来产生的新能量,为防止其失控导致事故的发生,根据具体情况,可通过辨识可能产生的能量,设置相应屏障防控其意外释放,如上述油井除垢剂如果经济、高效,确定要用其进行油井除垢作业,那么为防止硫化氢中毒,作业工人就应采取佩戴正压呼吸器等方式,防控因硫化氢中毒事故的发生。当然,针对这种情况,更为常用是设置防止新能量产生的屏障,如通过辨识可能与原有物质发生反应的新物质,以设置屏障防止此类新物质进入,从而避免引发事故的能量的产生,间接防止了能量的意外释放,如易燃易爆场所严禁火源,再如由于管道中各种阀件都有润滑油脂,为避免爆燃事故发生,严禁使用氧气对其进行试压或吹扫等。因此,无论通过设置直接屏障还是间接屏障,能量意外释放论同样适用于对新生能量的防控。

总之,在能量范畴(固有与新生)与能量释放影响的受体(人员、财物与环境)都拓宽之

后,能量意外释放理论几乎可以用作剖析所有事故类型。但令人遗憾的是,能量意外释放论作为事故致因理论,只是解释了能量意外释放是事故发生的根源、源头等内在因素问题,但没有就能量为什么会意外释放做出令人信服的解释。

2. 奶酪模型理论用于解释能量意外释放的原因

事实上,人们以往只是孤立地把能量意外释放理论作为诸多事故致因理论之一,导致无法对能量为什么会意外释放做出解释。如果把能量意外释放理论与奶酪模型理论相结合,就能够有效解决上述问题。在“能量意外释放理论+奶酪模型理论”模型中,首先,通过能量意外释放理论能够说明了事故发生的根源、源头等内在因素问题,因为事故发生的根源在于能量或有害物质的存在,能量或有害物质失控就可能导致事故发生;其次,通过奶酪模型理论能够解释能量意外释放的原因等外在因素问题,因为任何防控屏障都不是完美无缺的,而是像“瑞士奶酪”那样,都不同程度地存在着这样、那样的缺陷或漏洞,从而可能致使其作用失常,如果屏蔽某一能量或有害物质的所有屏障在某一时刻都失去作用,就会导致该能量或有害物质失控,从而造成事故发生,因此,通过“能量意外释放理论+奶酪模型理论”模型,不仅说明了事故发生的内在因素,而且也解释了事故发生的外部原因,从而能够科学合理地解释事故的致因机理。

综上所述,能量意外释放论揭示了事故发生的根源,并认为能量或有害物质的意外释放导致了事故的发生,奶酪模型理论则解释了能量或有害物质发生意外释放的机理,也即为什么能量或有害物质会发生意外释放,因此,由能量意外释放论与奶酪模型理论相结合而形成的“能量意外释放论+奶酪模型理论”模型,能够作为事故防控的一种通用模式,用来分析研究各种类型的事故。事实上,欧盟的《塞维索指令》、国际劳工组织的《危险化学品重大危险源辨识》都是基于能量意外释放理论,针对能量或有害物质进行控制。国家安全生产监督管理总局《生产安全事故统计管理办法》(安监总厅[2016]80号),已把是否因“遭受外部能量意外释放造成的肌体创伤”,作为判定是否构成生产安全事故的标准。

通过“能量意外释放论+奶酪模型理论”模型,不仅能够科学合理地解释事故的致因机理,而且还能够以此为基础,分析其与事故致因因素的联系,更为重要的是,根据该模型所推演出的一套科学的危害因素辨识与风险预防措施方法、途径,已在风险防控的实际工作中得到应用,并取得了显著的成效。

由“能量意外释放理论+奶酪模型理论”可知,能量或有害物质是导致所有事故发生的“元凶”,为防止能量或有害物质失控,每一种能量或有害物质都设置有各式各样像“奶酪片”一样的屏障,这些屏障大致可分为两类:个体与硬件。个体即每个一线岗位员工,如钳工、驾驶员、医生等,他们如果能够遵章守纪、恪尽职守,就能够有效防范事故的发生;相反,如果他们投机取巧,违章作业,就构成了“奶酪片”上的漏洞——人的不安全行为。硬件包括储存、输送或加工能量或有害物质的储罐、管道及各类加工装置,以及一些安全设施、附件等,它们良好的安全状态是确保能量或有害物质不发生失控的前提条件,如果它们出了问题,就可能会造成能量或有害物质失控,从而导致事故的发生。硬件出现问题(隐患),也构

成了这种硬件屏障上的漏洞——物的不安全状态。

无论是上述的交通事故、井喷事故案例,还是大量已发生事故的统计数据,都表明这样一个事实:几乎所有事故的发生都是由于当事人的不作为所致。人的不安全行为自然是人的不作为或乱作为所致,物的不安全状态也是由于人们对硬件的设计、安装不当或检查、维护等工作不到位所致。

那么,为什么事故当事人不作为?为什么要违章呢?为什么组织不对他们进行严格的监管呢?为什么发现的隐患不能够及时整改?本书将从分析事故发生的特点入手,研究当事人违章的原因,剖析安全管理工作中存在的问题,进而为解决这些问题、有效防范事故发生寻找答案。

三、事故发生的特点

事故的发生具有很多特点。下面通过“能量意外释放理论+奶酪模型理论”事故致因模型等,对事故发生的普遍性、概率性和随机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

根据能量意外释放理论学说,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。但由于防范能量或有害物质失控的屏障上存在大大小小的孔洞,即各种各样的缺陷,某一时刻一旦所有屏障都失去效用,就意味着能量或有害物质失控,从而引起事故的发生。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。

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(图 1-1-5),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。

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。

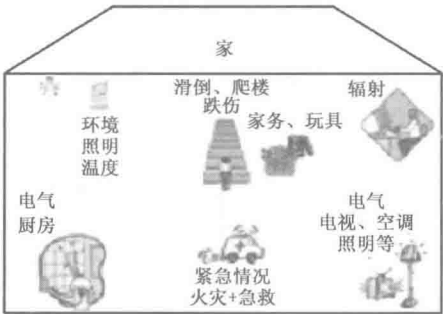


图 1-1-5 风险无处不在: 居家风险

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,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。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,并未打开而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,单是根据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。因为软件屏障能否发挥作用,既取决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。由于单一的软、硬

件屏障何时失去作用尚无法预判,更何况事故的发生是众多软、硬件屏障同时失去作用所致,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 1-1-6)。



图 1-1-6 事故的发生具有随机性

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,常有这样一种现象:有些人屡次违章作业并没有发生较大的事故,而另外一些人这样做就会引起事故发生。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在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护屏障发挥着防范作用。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护屏障,如人过马路时的谨慎、理智,汽车驾驶员在通过路口时的小心谨慎等,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,而只要其中任何一处的屏障发挥作用,就能够有效防范事故的发生。因此,虽然这些屏障都存在这样或那样的漏洞但