



事故调查

与案例分析

姚建 曾宪荣 主编

煤炭工业出版社

事故调查与案例分析

姚 建 曾宪荣 主编

煤炭工业出版社

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

事故调查与案例分析/姚建, 曾宪荣主编 -- 北京:
煤炭工业出版社, 2011

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3953 - 0

I ①事… II ①姚· ②曾… III ①煤矿—矿山事故—事
故分析 IV ①TD77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 228919 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.ccip.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 880mm × 1230mm^{1/32} 印张 12^{1/2}
字数 318 千字 印数 1—2 000
2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷
社内编号 6774 定价 28.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

编委会名单

主 编 姚 建 曾宪荣
副 主 编 田冬梅 刘国兴
编写人员 兰泽全 刘国兴 齐黎明 张景钢

目 次

第一章 绪论	1
第一节 概述.....	1
第二节 事故致因理论	14
第三节 事故预防原则	49
第二章 危险源辨识、危险性评价与控制	64
第一节 危险源辨识	64
第二节 危险性评价技术.....	117
第三节 危险性控制.....	132
第三章 事故调查取证	146
第一节 事故调查的原则与程序.....	146
第二节 事故调查的组织.....	158
第三节 事故调查取证.....	165
第四章 事故分析	174
第一节 事故分析概述.....	174
第二节 事故原因分析.....	176
第三节 伤亡事故统计分析.....	200
第四节 事故经济损失统计.....	220
第五章 事故责任追究与处理	224
第一节 事故性质的认定.....	224
第二节 事故责任的划分.....	225
第三节 事故教训与整改措施.....	241
第四节 事故调查报告.....	259
第六章 事故应急救援	264
第一节 应急救援体系的发展及现状.....	264

第二节	我国应急管理机制的建设·····	272
第三节	我国现有重大事故救援体系·····	288
第四节	应急预案编制·····	294
第五节	应急培训、训练与演习·····	317
第六节	应急预案示例·····	333
第七章	具体事故案例分析·····	347
第一节	事故调查概述·····	347
第二节	危险、有害因素辨识案例分析·····	364
第三节	危险源辨识与控制案例分析·····	370
第四节	事故调查与处理案例分析·····	378

第一章 绪 论

第一节 概 述

安全生产事故案例分析综合性很强，既涉及安全生产技术的内容，又包含安全生产管理方面的知识，因此本节将重点介绍案例分析过程中需用到的一些基本概念及术语。

一、相关概念

1. 系统

系统是指由相互作用、相互依赖的各个组成部分结合而成的具有特定功能的有机整体。其组成部分是各个子系统。

系统广泛存在于人类生活和生产的各个领域，大到整个宇宙，或一个城市，或一座工厂，或一个车间乃至某个生产线；小到如工人用的铁锤、铁钉及手机、手表等，均可视为一个系统。

2. 危险物质

根据危险化学品《重大危险源辨识》（GB 18218—2009）可知，危险物质是指一种物质或若干种物质的混合物，由于它的化学、物理或毒性特性，使其具有易导致火灾、爆炸或中毒的危险。在 2009 年颁布的重大危险源辨识标准中，列出了 142 种危险物质。

3. 危险源

对于危险源的理解，目前有两种不同的说法：一种观点认为，危险源是指可能造成人员伤害、职业病、财产损失、作业环境破坏或其他损失的根源或状态。另一种观点则认为，危险源是

指一个系统中具有潜在能量和物质释放危险的、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、设备及其位置。其实质是具有潜在危险的源点或部位，是爆发事故的源头，是能量、危险物质集中的核心，是能量传出来或爆发的地方。

危险源存在于确定的系统中，不同的系统范围，危险源的区域也不同。例如，从全国范围来说，对于危险行业（如石油、化工等）具体的一个企业（如炼油厂）就是一个危险源；而从一个企业系统来说，可能某个车间、仓库就是危险源。一个车间系统可能某台设备是危险源。因此，分析危险源应按系统的不同层次来进行。一般来说，危险源可能存在事故隐患，也可能不存在事故隐患，对于存在事故隐患的危险源一定要及时加以整改，否则随时都可能导致事故。根据这种观点，危险源包含3个构成要素，即潜在危险性、存在条件和触发因素。

4. 重大危险源

《安全生产法》第九十六条规定：重大危险源是指长期地或者临时地生产、搬运、使用或者储存危险物品，且危险物品的数量等于或者超过临界量的单元（包括场所和设施）。

我国国家标准《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218—2009）中将“重大危险源”定义为长期地或临时地生产、加工、搬运、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。

5. 单元

单元是指一个（套）生产装置、设施或场所，或同属一个工厂的且边缘距离小于500 m的几个（套）生产装置、设施或场所。

6. 临界量

临界量是指对于某种或某类危险物质规定的数量，若单元中的物质数量等于或超过该数量，则该单元为重大危险源。

7. 生产场所

生产场所是指危险物质的生产、加工及使用的场所，包括生产、加工使用过程中的中间贮罐存放区及半成品、成品的周转库房。

8. 贮存区

贮存区是指专门用于贮存危险物质的贮罐或仓库组成的相对独立的区域。

9. 事故隐患

事故隐患是指作业场所、设备或设施的不安全状态，人的不安全行为和管理上的缺陷。

10. 重大事故隐患

我国原劳动部 1995 年发布的《重大事故隐患管理规定》中，把重大事故隐患定义为：“可能导致重大人身伤亡或者重大经济损失的事故隐患”。根据作业场所、设备及设施的不安全状态，人的不安全行为和管理上的缺陷，以及可能导致事故损失的严重程度将事故隐患分为两级，即特别重大事故隐患和重大事故隐患。

(1) 特别重大事故隐患是指可能造成死亡 50 人以上，或直接经济损失 1000 万元以上的事故隐患。

(2) 重大事故隐患是指可能造成死亡 10 人以上，或直接经济损失 500 万元以上的事故隐患。

11. 危险有害因素

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。

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一定限值的设备、设施和场所等。

12. 危险性

危险性是指某种危险源导致事故、造成人员伤亡或财物损失的可能性。一般的，危险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。

13. 风险

根据国际标准化组织的定义，风险是衡量危险性的指标，是某一有害事故发生的可能性与事故后果的组合，例如：

$$\text{风险 } R = f(p, l) = \text{可能性 } p \times \text{后果 } l$$

14. 危险化学品

一是指物质本身具有某种危险特性，当受到摩擦、撞击、震动、接触热源或火源、日光暴晒、遇水受潮、与性能相抵触物品等外界条件的作用，会导致燃烧、爆炸、中毒、灼伤及污染环境事故发生的化学品。

二是指属于爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、毒害品和感染性物品、腐蚀性的化学品。

15. 事故

事故是系统运行过程中发生的意外的、突发的事件的统称，通常会使系统的正常运行中断，造成人员伤亡或财产损失甚至使环境遭受破坏。

16. 重大事故

工业活动中发生的重大火灾、爆炸或毒物泄漏的事故，并给现场人员或公众带来严重危害，或对财产造成重大损失，对环境造成严重污染。

17. 危险化学品事故

由一种或数种化学品或其能量意外释放造成的人身伤亡、财产损失或环境污染的事故。

18. 危险源辨识

识别危险源的存在并确定其性质的过程。

19. 危险源控制

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、造成人员伤害和财物损失的工作。

20. 应急预案

应急预案又称应急计划，是针对可能发生的重大事故（件）或灾害，为保证迅速、有序、有效地开展应急与救援行动、降低事故损失而预先制定的有关计划或方案。它是在辨识和评估潜在的重大危险、事故类型、发生的可能性、发生过程、事故后果及影响严重程度的基础上，对应急机构与职责、人员、技术、装备、设施（备）、物资、救援行动及其指挥与协调等方面预先做出的具体安排。它明确了在突发事故发生之前、发生过程中以及刚刚结束之后，谁负责做什么，何时做，以及相应的策略和资源准备等。

突发公共事件应急预案体系由总体应急预案、专项应急预案、部门应急预案、地方应急预案、企事业单位应急预案、重大活动应急预案等6大类构成。

21. 应急救援

应急救援是指事故发生时，应急救援机构及人员采取的消除、减少事故危害和防止事故恶化，最大限度降低事故损失的措施。

22. 应急救援体系

应急救援体系是指保证应急救援预案的具体落实所需的组织、人力、物力等各种要素及其调配关系的总和，是应急预案届时能够落实的保证。

23. 应急管理

应急管理是指政府及其他公共机构在突发公共事件的事前预防、事发应对、事中处置和善后管理过程中，通过建立必要的应急机制，采取一系列必要的措施，保障公众生命财产安全，促进社会和谐健康发展的有关活动。应急管理是对突发公共事件的全

过程管理,根据突发公共事件的预警、发生、缓解和善后4个发展阶段,应急管理可分为预测预警、识别控制、紧急处置和善后管理4个过程。应急管理又是一个动态管理,包括预防、准备、响应和恢复4个阶段,均体现在管理突发公共事件的各个阶段。应急管理还是个完整的系统工程,可以概括为“一案三制”,即突发公共事件应急预案,应急机制、体制和法制。

(1) 应急预案(emergency response plan)。针对可能发生的事故,为迅速、有序地开展应急行动而预先制定的行动方案。

(2) 应急准备(emergency preparedness)。针对可能发生的事故,为迅速、有序地开展应急行动而预先进行的组织准备和应急保障。

(3) 应急响应(emergency response)。事故发生后,有关组织或人员采取的应急行动。

(4) 应急救援(emergency rescue)。在应急响应过程中,为消除、减少事故危害,防止事故扩大或恶化,最大限度地降低事故造成的损失或危害而采取的救援措施或行动。

(5) 恢复(recovery)。事故的影响得到初步控制后,为使生产、工作、生活和生态环境尽快恢复到正常状态而采取的措施或行动。

24. 职业病

《职业病防治法》规定,职业病是指企业、事业单位和个体经济组织的劳动者在职业活动中因接触粉尘、放射性物质和其他有毒、有害物质等因素而引起的疾病。例如:在职业活动中,接触铍可引起铍肺,接触氟可引起氟骨症,接触氯乙烯可引起肢端溶骨症,接触焦油沥青可引起皮肤黑变病等。

由国家主管部门公布的职业病目录所列的职业病称为法定职业病。界定法定职业病需满足4个基本条件,包括:①在职业活动中产生;②接触职业危害因素;③列入国家职业病范围;④与劳动用工行为相联系。

具体的职业病的分类和目录由国务院卫生行政部门会同国务院劳动保障行政部门规定、调整并公布。

确定职业病必须具备 5 个条件：

(1) 患者必须与用人单位存在实际上的劳动雇佣关系，而用人单位必须有工商营业执照（包括个体经济组织）。例如，因王某未办理工商营业执照，私自刻石碑出售，而李某长期为王某干活，得了尘肺病，李某就不能定为职业病。

(2) 必须是在从事职业活动的过程中产生的。如 2003 年 12 月 23 日导致 243 名当地老乡硫化氢中毒身亡的重庆开县井喷事故，因不是从事开采油田这项工作，只能认定为意外伤害事故，不能定为职业病。

(3) 必须是因接触粉尘、放射性物质和其他有毒有害物质等职业病危害因素而引起的。例如，某人得了再生障碍性贫血，生产中虽接触到一些粉尘，但粉尘不能引起再生障碍性贫血，因此也不能定为职业病。

(4) 必须是国家公布的职业病名单内的，可参见《职业病目录》。例如，有些人长期在计算机前操作，感觉全身乏力，视觉疲劳，腰酸背疼等，但因其未列入职业病目录，因此不能算是职业病。

(5) 必须符合国家职业病诊断标准。

我国法定职业病共 10 大类 115 种。即：尘肺（13 种）、职业性放射性疾病（11 种）、职业中毒（56 种）、物理因素所致职业病（5 种）、生物因素所致职业病（3 种）、职业性皮肤病（8 种）、职业性眼病（3 种）、职业性耳鼻喉口腔疾病（3 种）、职业性肿瘤（8 种）、其他职业病（5 种）。

二、危险源、事故隐患、事故三者之间的关系

前面介绍了危险源、事故隐患及事故等相关概念，但在实际工作中，人们对这三者之间的关系不是十分清楚，因此下面就此

进行分析阐述。

1. 危险源与事故隐患

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、设备及其位置。其实质是具有潜在危险的源点或部位，是爆发事故的源头，是能量、危险物质集中的核心，是能量传出来或爆发的地方。

根据上述对危险源的定义，危险源包括3个构成要素：潜在危险性、存在条件和触发因素。危险源的潜在危险性是指一旦触发事故可能带来的危害程度或损失大小，或者说危险源可能释放的能量强度或危险物质量的大小。危险源的存在条件是指危险源所处的物理、化学状态和约束条件状态。例如，物质的压力、温度、化学稳定性，盛装压力容器的坚固性，周围环境障碍物等情况。触发因素虽然不属于危险源的固有属性，但它是危险源转化为事故的外因，而且每一类型的危险源都有相应的敏感触发因素，如易燃、易爆物质，热能是其敏感触发因素；又如压力容器，压力升高是其敏感触发因素。因此，一定的危险源总是与相应的触发因素相关联。在触发因素的作用下，危险源转化为危险状态，继而转化为事故。

危险源存在于确定的系统中，不同的系统范围，危险源的区域也不同。例如，从全国范围来说，对于危险行业（如石油、化工等），具体的一个企业（如炼油厂）就是一个危险源；而从从一个企业系统来说，可能某个车间、仓库就是危险源，一个车间系统可能某台设备是危险源。因此，分析危险源应按系统的不同层次来进行。一般来说，危险源可能存在事故隐患，也可能不存在事故隐患，对于存在事故隐患的危险源一定要及时加以整改，否则随时都可能导致事故。

事故隐患是指作业场所、设备及设施的不安全状态。人的不安全行为和管理上的缺陷，是引发安全事故的直接原因。重大事

故隐患是指可能导致重大人身伤亡或者重大经济损失的事故隐患。加强对重大事故隐患的控制管理，对于预防特大安全事故有重要的意义。1995年原劳动部颁布了《重大事故隐患管理规定》，对重大事故隐患的评估、组织管理、整改等要求作了具体规定。

因此，事故隐患与危险源不是等同的概念。事故隐患实质是有危险的、不安全的、有缺陷的“状态”，这种状态可在人或物上表现出来，如人走路不稳、路面太滑都是导致摔倒致伤的隐患；也可表现在管理的程序、内容或方式上，如检查不到位、制度的不健全、人员培训不到位等。

事故隐患与危险源的本质区别在于：

- (1) 危险源是客观存在的，不可能消除。
- (2) 隐患是人为的，可以消除并且必须予以消除。由重大危险源产生的隐患，具备了发生事故的物质条件和缺陷条件，只要在外界的激发或诱导条件作用下，必然要发生事故。
- (3) 危险源与事故没有必然的联系，隐患与事故却有着必然的联系。

实际工作中，对事故隐患的控制管理总是与一定的危险源联系在一起，因为没有危险的隐患也就谈不上要去控制它；而对危险源的控制，实际上就是消除其存在的事故隐患或防止其出现事故隐患。

2. 危险源与事故

基于系统安全的基本思想，1992年由东北大学的陈宝智教授提出了两类危险源理论。第一类危险源指系统中存在的可能发生意外释放的能量或危险物质；第二类危险源指导致限制能量措施失衡或破坏的各种不安全因素（人、物、环境）。

一起事故的发生是两类危险源共同作用的结果。第一类危险源的存在是事故发生的前提，没有第一类危险源就谈不上能量或危险物质的意外释放，也就无所谓事故。如果没有第二类危险源

破坏对第一类危险源的控制，也不会发生能量或危险物质的意外释放。第二类危险源的出现是第一类危险源导致事故的必备条件。

在事故的发生、发展过程中，两类危险源相互依存、相辅相成。第一类危险源在事故时释放出的能量是导致人员伤害伤亡或财物损坏的能量主体，决定事故后果的严重程度；第二类危险源出现的难易决定事故发生的可能性的的大小。两类危险源共同决定危险源的危险性。图 1-1 所示为系统安全观点的事故因果连锁。

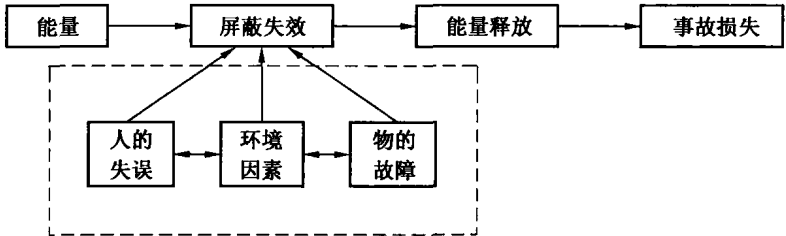


图 1-1 系统安全观点的事故因果连锁

在企业的实际事故预防工作中，第一类危险源客观上已经存在并且在设计、建造时已经采取了必要的控制措施，因此事故预防工作的重点乃是第二类危险源的控制问题。

三、事故特征

了解事故具有哪些特征，对于我们认识事故、预防事故具有重要指导意义。

1. 事故是在系统运行过程中发生的

每个系统都有它一定的功能。当系统发生事故时，通常会使系统的运行中断或其功能受到影响。例如：钉钉子的工人不小心把钉锤打在自己的手上，会暂停钉钉子，甚至手部受伤；2002

年我国国际航空公司“4·15”空难和北方航空公司“5·7”空难，机毁人亡，造成飞行系统中断；变电站出现故障，会引发停电事故，导致工业生产停止。例如，2008年2月下旬我国南方出现的大范围雪灾，导致电力、通信中断。

2. 事故是意外的突发事件，属于随机事件

随机事件很难预测，但它也有规律可循，通常遵循“大数定律”。通过大量事件统计分析，可以得出很多有参考价值的规律性结论，如三角形规律、设备故障的浴盆曲线、事故的多发时间、事故的多发作业等。

3. 事故是一个动态过程，有萌发、发展、突发3个阶段

在萌发阶段，往往会出现许多征兆，如果此时能被仪表显示并为人所感知，就有可能控制其发展而把事故扼杀在萌芽状态，所以，萌发阶段是预防和消除事故的最关键时期。然而有30%~40%的事故是由于在萌发阶段没有被发现（没有显示或没有被感知）而导致的。当然，事故发展阶段也不失为消除事故隐患的重要时机，如能及时采取措施，也能阻止事故的发生。

4. 事故发生的必然性

任何系统只要存在不安全因素，且未予消除或控制，就迟早会发生事故。事故发生的根本原因是系统内潜在的各种不安全因素（事故隐患）。

不安全因素包括：硬件的缺陷（如没有发现的设计缺陷、材质缺陷、老化、磨损等），操作规程缺陷，以及常常被忽视而又十分重要的操作人员的知识、技能、安全素养方面的缺陷。随着计算机技术迅猛发展，许多人的操作由计算机替代或参与，又带来了计算机软件的安全性问题。上述种种不安全因素在特定条件下就会导致事故。如果及时发现并设法消除了不安全因素，就会避免事故的发生。

5. 事故的发生规律

1) 事故多发时间