

全国高校安全工程专业本科教材

安全科学与工程导论

An Introduction to Safety Science and Engineering

姜伟 佟瑞鹏 傅贵 编著



中国劳动社会保障出版社

全国高校安全工程专业本科教材

安全科学与工程导论

An Introduction to Safety Science and Engineering

姜 伟 佟瑞鹏 傅 贵 编著

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

安全科学与工程导论/姜伟, 佟瑞鹏, 傅贵编著. —北京: 中国劳动社会保障出版社,
2015

ISBN 978-7-5167-2247-3

I. ①安… II. ①姜…②佟…③傅… III. ①安全科学②安全工程 IV. ①X9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 292518 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

*

三河市华骏印务包装有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×960 毫米 16 开本 14.75 印张 254 千字

2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

定价: 32.00 元

读者服务部电话: (010) 64929211/64921644/84626437

营销部电话: (010) 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错, 请与本社联系调换: (010) 50948191

我社将与版权执法机关配合, 大力打击盗印、销售和使用盗版
图书活动, 敬请广大读者协助举报, 经查实将给予举报者奖励。

举报电话: (010) 64954652

内 容 简 介

本书是高等教育安全工程专业与相关专业的基础课程教材，以安全科学与工程、安全学科建设等为重点，并在此基础上概括介绍了安全管理与安全技术基础知识。本书内容包括：安全学科的概念、事故统计与安全指标、事故致因理论、安全学科体系、安全学科人才培养体系概论、安全学科课程体系及内容概论、安全管理基础、安全技术工程基础。

本书是为了适应当前高校安全工程专业的教学和实践需要而编写的，是全国高校安全工程专业本科教材。本书除了可作为高等院校安全工程及相关专业的教学用书外，还可供安全生产专业领域的各级人员阅读使用。

前 言

开设《安全科学与工程导论》课程有四个目的：第一，学生掌握了安全学科的基本概念和基础理论；第二，学生了解了安全学科的体系、分类，以及课程设计方案、课程内容概论、课程间的相互关系；第三，学生了解了安全生产专业的人才需求基本情况；第四，学生了解了安全管理和安全技术的一些基本知识，为以后的专业课学习奠定基础。

围绕这四个目的，这门课程主要有以下内容：

- (1) 安全学科的概念。
- (2) 事故统计与安全指标。
- (3) 事故致因理论。
- (4) 安全学科体系。
- (5) 安全学科人才培养体系概论。
- (6) 安全学科课程体系及内容概论。
- (7) 安全管理基础。
- (8) 安全技术工程基础。

因为各高校安全工程专业的培养方案不尽相同，所以安全科学与工程的概论或导论课中的课程体系也难以统一，所以这部分内容没有纳入到本教材中。总之，《安全科学与工程导论》教材，必须对应于本单位的教学培养方案，以期实现掌握基本概念、打下理论基础、概论培养方案的作用。本课程的学时数宜在 24~32 学时。

本书共分八章，第一章、第三章由姜伟、傅贵编写，第二章由傅贵编写，第四章由佟瑞鹏编写，第五章至第八章由姜伟编写。

编 者

2015 年 8 月

目 录

第一章 安全学科的概念	(1)
本章目标	(1)
第一节 事故的概念	(1)
一、事故案例	(1)
二、事故的定义	(3)
三、事故的范围	(5)
四、事故与职业病的关系	(7)
第二节 事故的分类与分级	(8)
一、按照人的意志分类	(8)
二、按照内容和范围分类	(8)
三、生产安全事故的分级——按照事故等级分类	(9)
四、按照事故发生的行业和领域分类	(10)
五、按照事故原因分类	(11)
第三节 危险源和 risk 的概念	(13)
一、危险源	(13)
二、risk	(15)
第四节 安全与危险的概念	(16)
一、从内容上理解安全的含义	(16)
二、从范围上理解安全的含义	(17)
三、危险的含义	(20)
第五节 其他概念	(20)
一、系统安全	(20)
二、本质安全	(21)
三、劳动保护科学与安全科学的差别	(22)

第二章 事故统计与安全指标	(24)
本章目标	(24)
第一节 我国的事故统计和安全指标	(24)
一、生产安全事故的定义	(24)
二、生产安全事故的分类和统计	(25)
第二节 国外的事故统计	(32)
一、统计内容及其特点	(33)
二、统计指标	(33)
第三节 事故统计改革建议	(35)
第三章 事故致因理论	(38)
本章目标	(38)
第一节 事故致因理论的起源和内容概述	(39)
一、事故致因理论的起源	(39)
二、事故致因理论的发展过程简述	(40)
三、事故致因理论的内容简述	(40)
第二节 系统事故致因理论	(41)
第三节 古典事故致因链	(43)
一、格林伍德和伍兹的事故频发倾向理论	(43)
二、明兹、布卢姆等对事故致因链的研究	(44)
三、海因里希的事故致因链	(45)
四、高登的事故致因链	(48)
五、哈登等的事故致因链	(48)
第四节 近代事故致因链	(49)
一、威格斯沃斯事故致因链	(49)
二、博德、罗夫特斯等的事故致因链	(49)
第五节 现代事故致因链	(50)
一、瑞士奶酪模型	(50)
二、斯图尔特的现代事故致因链	(53)
三、事故致因“2—4”模型	(54)
四、事故致因模型中各个模块的定义	(58)

五、事故致因模型的优点	(60)
第六节 事故归因论	(61)
一、海因里希提出的事故归因论	(61)
二、关于事故归因的实证研究	(62)
三、不安全动作和不安全状态举例	(63)
四、关于事故原因的其他提法	(64)
第七节 安全累积原理	(64)
一、理论描述	(65)
二、对重大事故预防的应用意义	(66)
三、实际应用	(66)
第八节 事故的规律性归纳	(67)
第四章 安全学科体系	(74)
本章目标	(74)
第一节 安全学科的产生	(74)
第二节 安全学科的基本问题	(75)
一、基本概念	(75)
二、学科定义	(75)
三、研究对象	(75)
四、研究目的	(77)
五、研究内容	(77)
六、研究方法	(79)
七、研究范围	(79)
八、学科属性	(79)
九、安全学科的基本规律	(80)
第三节 安全学科的内涵归纳	(81)
一、归纳	(81)
二、关于安全学科内涵认可度的调查	(82)
第四节 安全学科的分类	(84)
一、分类原理	(84)
二、人才培养分类	(85)

三、本科专业分类	(85)
四、科技统计类学科分类	(87)
五、安全学科与安全科学	(88)
六、对学科分类的看法	(89)
七、学科分类的遗留问题	(92)
第五节 安全学科的边界和特点	(92)
一、学科分类及安全学科类别确定依据	(92)
二、关于安全学科的边界	(93)
三、安全学科的内涵	(93)
四、安全学科的管理性与工程性	(94)
第五章 安全学科人才培养体系概论	(96)
本章目标	(96)
第一节 我国安全工程专业的历史沿革	(96)
第二节 国外安全工程专业教育情况	(98)
一、美国大学安全工程教育	(98)
二、英国大学安全工程教育	(103)
三、日本大学安全工程教育	(107)
第三节 国内安全工程学科教育现状	(109)
第四节 国外和中国人才培养对比研究	(111)
一、生源方面	(111)
二、设置专业方面	(111)
三、学历教育方面	(112)
四、培养目标方面	(112)
五、学位方面	(112)
第五节 安全工程专业人才培养	(112)
一、安全学科人才培养目标	(112)
二、安全工程专业研究生人才培养内容	(113)
三、安全工程专业高等教育人才培养趋势	(115)
第六章 安全学科课程体系及内容概论	(119)
本章目标	(119)

第一节 安全学科课程体系简介	(119)
一、关于课程和课程体系	(119)
二、关于安全工程专业的主干学科	(120)
第二节 安全学科课程教育内容和知识体系	(122)
一、总体框架	(122)
二、知识结构体系	(123)
三、课程体系构建	(124)
四、课程设置情况	(127)
第三节 国外大学安全工程专业课程内容简介	(136)
一、美国大学安全工程课程设置	(136)
二、美国大学安全相关专业课程设置举例	(137)
三、英国大学安全工程课程设置	(140)
四、日本大学安全工程课程设置	(141)
第四节 中外安全学科课程对比	(144)
一、课程设置思想不同	(144)
二、课程重点不同	(144)
三、课程内容与结构不同	(145)
四、课程范围不同	(145)
五、课程分类不同	(145)
第五节 安全学科课程内容简介	(146)
一、部分公共基础理论课	(146)
二、专业基础理论课	(148)
三、专业技术与特色课	(149)
四、课程设计与实验、实训课	(153)
五、实习(认识、生产)和毕业设计课	(153)
第七章 安全管理基础	(154)
本章目标	(154)
第一节 安全管理概论	(154)
第二节 安全管理体系	(155)
一、安全管理体系结构	(155)

二、管理体系的策划	(155)
三、安全管理体系文件	(156)
四、建立安全管理体系的一般步骤	(158)
第三节 安全管理组织结构	(161)
一、安全管理组织结构内容	(161)
二、国外安全管理组织结构	(161)
三、国内安全管理组织结构	(162)
四、中外企业安全管理组织结构对比	(164)
第四节 安全管理操作程序	(164)
一、基本内容及格式	(164)
二、编写工作流程	(166)
三、程序文件的要求	(166)
四、程序文件示例	(167)
第五节 安全文化	(169)
一、安全文化定义	(169)
二、安全文化的定量测量	(170)
第八章 安全技术工程基础	(172)
本章目标	(172)
第一节 煤矿安全	(172)
一、煤矿事故分类	(172)
二、煤矿安全生产	(174)
三、煤矿事故的案例分析	(177)
四、煤矿安全标志	(180)
第二节 电气安全	(183)
一、电气事故的种类	(183)
二、影响电击伤害程度的因素	(184)
三、电气事故的案例分析	(187)
四、电气安全标志	(189)
第三节 机械安全	(192)
一、机械安全基本概念	(192)

二、机械设备的危害部位和危险有害因素.....	(192)
三、实现机械安全的途径.....	(193)
四、机械事故的案例分析.....	(196)
五、机械安全标志.....	(198)
第四节 特种设备安全.....	(200)
一、特种设备的分类.....	(201)
二、特种设备一般安全操作规程.....	(202)
三、特种设备事故的案例分析.....	(202)
四、特种设备常用安全标志.....	(205)
第五节 防火防爆安全.....	(207)
一、燃烧和爆炸的基本原理.....	(207)
二、防火防爆的安全措施.....	(209)
三、防火防爆事故的案例分析.....	(211)
四、防火防爆安全标志.....	(214)
参考文献.....	(218)

第一章 安全学科的概念

本章目标

掌握安全学科相关的基本概念和非基本概念。

学科是由概念和基本公理等组成的。因此，对于一门学科来说，概念是最重要的。安全学科有许多概念，其中事故、危险源和风险是基本概念；安全、危险等其他概念，虽使用方式各有不同，但它们都可由基本概念导出，所以是非基本概念。本章首先重点对安全学科的基本概念做出阐述，然后再概括性地讨论一些常见的非基本概念。

安全学科有三个官方名称，安全科学技术（代码为 620，见 GB/T 13745—2009《学科分类与代码》）、安全科学与工程（代码为 0837，见国务院学位委员会学位〔2011〕11 号文件）、安全科学与工程类下的安全工程（代码为 082901，见教育部教高〔2012〕9 号文件）。为简单方便，将上述三个学科名称统称为“安全学科”。

第一节 事故的概念

本节首先介绍事故案例，然后介绍事故的概念。

一、事故案例

1. 头部摔伤事故

据记者李永 2010 年 6 月 4 日在《都市女报》第二版报道，2010 年 6 月 3 日下午，济南市市中分局组织干警进行警务实战训练，归来途经 104 国道环宇加油站时，发现一人躺在路边，并有路人围观，干警们下车询问，发现伤者是一名年轻女

子,头部受伤,出血严重,并伴有痛苦呻吟。干警们迅速联系“120”进行急救。经对附近群众进行调查得知,由于下雨路滑,该女子边走边打电话时不慎摔倒,摔伤头部。5 min后,急救车赶到现场,将受伤女子紧急送到医院。这是一起日常生活中由于动作不当引起的事故。

2. 面部擦伤事故

某煤矿矿工在井下巷道内发现所在位置的上方悬浮着一块石头,为避免危险,他随手使用手中镐头将浮石撬下来。矿工在石块下落过程中躲闪不及,石块将其面部大面积擦伤,造成重伤。该矿规定,处理浮石应该使用矿工下井作业携带的2 m长的长钎来“敲帮问顶”、处理顶板。本例中的受伤矿工未遵守规定,操作动作错误,造成了事故。

3. 煤矿瓦斯爆炸事故

2005年2月14日,某矿业集团发生一起重大瓦斯爆炸事故,造成214人死亡、30人受伤,直接经济损失达5 000万元。事故后调查得知,引起瓦斯爆炸的火源来自工人违章带电检修照明信号综合保护装置时产生的电火花。据2011年版《煤矿安全规程》第七百三十二条规定,检修设备时,必须切断供电电源。显然此次事故中引爆瓦斯的火源是由于违章操作引起的。

4. 不系安全带引发的事故

据腾讯网腾讯汽车专栏2010年11月24日报道,2010年10月11日,杭甬高速公路上发生一起涉及大客车的重大交通事故,造成3人死亡、6人受伤,并有6名乘客因未系安全带被甩出车外。交警在现场勘察后得出结论,如果当时乘客都系了安全带,就不会造成这么大的伤亡事故。类似的悲剧自2010年以来频频上演:5月13日,甬金高速上,安徽籍驾驶员李某由于没系安全带,从车辆前挡风玻璃甩出车外,伤势严重,而他的儿子坐在副驾驶座上系了安全带则安然无恙;5月11日下午,杭甬高速公路上,一辆小轿车撞到路边护栏,车内4人由于没系安全带被甩了出去,均不同程度受伤;某日下午1时许,陈先生和他的两位朋友开着宝马汽车从南昌回台州,在台金高速离横溪出口不远处时,正在超车道上正常行驶的陈先生因一时走神,误以为前方道路有障碍物,便猛打方向盘,结果车子一头撞入中央护栏,车头严重变形,瘫痪在路面上,由于当时他们都系上了安全带,因此三人只是在车内受到剧烈震动,并没有受伤。上述报道中,描述了多起由于不系安全带引起的事故。

5. 高速公路上的事故

2012年6月29日凌晨,广州某高速公路上发生一起事故。一辆油罐车在广深

沿江高速公路一座大桥上停车,另一辆从后面开来的汽车,由于其司机未注意观察前方,未采取避让措施,追尾碰撞前车,造成前车装载的 54 t 溶剂油泄漏。溢油顺着高速公路排水管流至桥底排水沟,遇火源引起爆燃,殃及桥下货物堆场及周边建筑,造成 20 人死亡、27 人受伤。

2012 年 8 月 26 日 2 时 31 分许,包茂高速公路陕西省延安市境内发生一起特别重大的道路交通事故,造成 36 人死亡、3 人受伤,直接经济损失达 3 160.6 万元。该事故亦为追尾事故,前车为违法低速(21 km/h)行驶的货车,后车为疲劳驾驶(司机已经连续驾车 4 小时 22 分)、载有 39 人的客车;前车为装载 35 t 甲醇的货车,后车追尾碰撞前车,导致甲醇燃烧爆炸,殃及后车乘客。

二、事故的定义

下面首先介绍事故的定义,然后分别解释事故定义中的关键词。

1. 事故的定义

在教科书中,比较广泛认可的事故定义是“人们不期望发生的、造成损失的意外事件”,也有的把“突然发生”加入到定义中,即事故是“人们不期望的、突然发生的、造成损失的意外事件”,但“意外”本身就有“突然”的含义,因此“突然”二字实际上并无必要。如此,事故的定义中只有三个关键词,即“人们不期望”“造成损失”和“意外”。

因此,事故仅是一个事件而已,当然它是突然发生的、造成损失的意外事件,除此以外,它与工作、生活中的其他事件相比并无特殊之处,这是事故概念的内涵。事故至少发生在一个社会组织(家庭、社区、企业、政府单位、国家等都是社会组织,以下简称“组织”)之内,无组织地带在当今世界基本上是不存在的。

2. 第一个关键词“人们不期望”

“人们不期望”指的是“多数人”不期望发生。比如偷盗抢劫事件的发生,正常情况下大多数人都希望其不发生,发生了就是一种事故,但这对于实施偷盗抢劫的人来说就是一种成功行为,而不是事故。所以一个事件是否构成事故需要从不同角度考虑。

3. 第二个关键词“意外”

“意外”这个关键词,意味着事故是在短时间内发生的。实际上,多长时间算是短时间,并无明确的规定,“短”只是相对的。此外,“意外”意味着人们无法防范,这一点也是有争议的。在一些安全管理比较好的企业,可能不把事故称为“事故”(Accident),原因是这个词汇具有“意外”(Accidentally)的含义,而这样的

企业认为事故不是意外发生的,是自己工作质量的反映,和任何其他的“事件”(Incident)一样取决于企业及其个人的工作质量。因此,把“意外”发生的事件称为“事故”还是“事件”,实际上是管理理念的反映。

4. 第三个关键词“造成损失”

现在普遍认可的是,事故所带来的损失有生命与健康损害、财产损失和环境破坏3种。在日常实践中,组织为管理方便,也由于习惯,将各行业、各领域的工作生活的事故分为5种,即质量(Quality)事故、健康(Health)事故、安全(Safety)事故、安保(Security)事故/事件、环境(Environment)污染事故/突发环境事件,它们统称为QHSSE事件或事故。

“造成损失”这个关键词意指任何事故都会造成损失,只不过损失量不同而已。人们可以根据损失量的差别将不同的事件定义为事故,例如,有的单位为了提高事故预防的效果将“违章”定义为事故,这也很正常,原因是“违章”事件会带来一定的损失,尤其重要的是“违章”有造成事故的可能,将其定义为事故,重视起来,预先防止,这对于预防真正造成损失的事故很有好处。虽然每个人、每个单位都可以根据自己的工作需要确定损失量、定义事故,但是作为一个组织,一旦根据一个确定的损失量定义了事故,那么在这个组织内,这个定义就必须得到遵守。例如在我国,按照GB 6441—1986《企业职工伤亡事故分类》起草说明的第3条,“按我国惯例确定损失工作日1天以上的伤害为轻伤”,实际上就是把损失量为歇工时间1天以上的事件定义为轻伤事故。

5. 事件和结果

虽说事故是一种事件,但也并非很简单。例如,两名建筑工人不小心掉进了没有护栏的天井里,其中一名工人的安全帽由于没有扣帽带而飞出,工人的头撞在天井内安全网周边的铁栏杆上而身亡,另一名工人被安全网接住没有死亡,但安全帽没有脱落的头部也撞在铁栏杆上,导致重伤。这个案例中,两名工人掉入天井是事件A,一名工人身亡是事件B,另一名工人头部受伤是事件C。那么将哪个事件定义为事故呢?美国在事故统计时,把B、C称为事故,而且是两起事故,结果分别是死亡和重伤,不统计A。而我国在事故统计时则认为A是事故,是一起事故,B和C是事故的结果,结果就是一人死亡、一人重伤。定义为事故的事件不同,分析过程会略有差异,但分析结果可以做到基本相同。

6. 事故的普遍性标准

无论事故怎样分类,概括起来,其损失都可以分为三个大的类别:一是与人有关的损失,包括生命与健康损害;二是与财产有关的损失,可能是建筑、硬件设施

等的破坏、丢失或者是工作效率降低；三是与环境破坏有关的损失，可能是污染、噪声等具体的环境问题。

任何事故都会有上述的一种或一种以上损失，业务活动、生活中的任何造成上述一种或几种损失的突发事件也都可以说是事故，所以事故是非常普遍的，各个行业都有。一个事故有时也很难说它是安全、健康、环境、安保、质量事故中的哪一种。因为这个原因，在管理实践中，经常把它们放在同一个部门管理，根据业务内容的多少，这个部门可能称为安全健康环保部（英文简称为 HSE, Health, Safety and Environment）或安全健康环保安保部（HSSE, Health, Safety, Security and Environment），甚至称为质量安全健康环保安保部（QHSSE, Quality, Health, Safety, Security and Environment）等。在部门名称中，有时字母、名词的顺序会有变化，但含义并无不同。

从事故损失的角度来看，事故是普遍存在于各行各业的，既存在于业务活动中，也存在于生活活动中。因此，事故的规律性也普遍适用于生产和生活中的事故。从这个角度来说，以事故为研究对象的安全科学是一门普遍科学。

三、事故的范围

自然灾害、职业病、各个行业（煤炭、化工、冶金、机械等）的生产安全事故、信息安全事故、食品安全事故、公安保卫及恐怖事件、公共卫生事件（如 SARS）、生活中的老人安全事件、儿童安全事件、社区安全事件等，都是突然发生的、带来损失的意外事件，都是事故这个概念的外延。它们都发生在有管辖的组织当中，预防策略是统一的，在科学上都可纳入安全学科。

当然，事故还需要量化的定义，否则组织在管理实践中是无法具体操作的。事故的量化定义，是组织规定的，目前我国和美国的规定有类似之处。例如，我国 GB 6441—1986《企业职工伤亡事故分类》的编制说明中定义，造成企业职工歇工 1 天以上的事件是一个生产安全事故，单位是“次”或者“起”；美国定义造成一名员工歇工 1 天以上的事件为一个（损工）职业伤害事故（Injury），单位是“人次”。当然，时间上的量化规定在将来也可以不限于 1 天，甚至可以是 1 s。类似地，也可以根据损失量定义生产安全、职业伤害事故以外的事故，这就给出了事故的量化定义，便于组织管理实践中进行具体的预防操作。通过规定事故的损失量也可以把“隐患”“违章”“状态突变”等事件定义为事故，以实现更严格的管理，这样事故的外延就扩大了（见图 1—1）。总之，随着事故定义的损失量不同，事故的外延范围也不同。定义事故所用的损失量虽然是可以改变的，但是在一段时间内是