

高等学校规划教材
GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI

安全学原理

金龙哲 杨继星 主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

高等学校规划教材

安全学原理

金龙哲 杨继星 主编

北京

冶金工业出版社

2010

内 容 提 要

本书总结回顾了安全科学的发展历程,分析了安全和安全科学的概念、属性特征,理清了安全科学的研究范畴和学科体系,介绍了安全科学基础知识,并系统地阐述了安全流变—突变理论、事故致因理论与模型和事故预测预防理论等安全科学基本原理,以及安全生产事故的统计分析与调查处理、重大危险源辨识与监控等安全应用方法。全书内容丰富、结构完整、重点突出。

本书适用于高等院校安全专业本科生教学,也可供相关专业的研究生和工程技术人员作为参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

安全学原理/金龙哲,杨继星主编. —北京:冶金工业出版社, 2010. 10

高等学校规划教材

ISBN 978-7-5024-5403-6

I. ①安… II. ①金… ②杨… III. ①安全学—高等学校—教材 IV. ①X9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 196474 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 宋良 杨敏 美术编辑 李新 版式设计 葛新霞

责任校对 侯璐 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5403-6

北京印刷一厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2010 年 10 月第 1 版, 2010 年 10 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 13.25 印张; 320 千字; 201 页

27.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100010) 电话: (010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

安全是人类得以生存、生活、生产的必要前提，是促进社会和经济持续健康发展的基本条件，也是人类文明和进步的重要标志之一。近年来，在党和国家的高度重视与领导下，社会各界对安全的重视程度也达到了前所未有的高度，使得我国的安全生产水平得到了较大幅度的提高，安全事业也得到了快速发展。在社会对安全专业人才有大量需求的同时，也对安全科技工作者和安全教育工作者提出了更高的要求。

安全科学是一门综合性科学，与自然科学、社会科学、系统科学等科学交叉融合，其内容广泛而且复杂。作为安全科学的基础性理论课程，安全原理这门课程主要讲述安全科学的一些基本原理与方法。希望通过这门课程，能够使广大学子了解安全科学的来龙去脉，理清安全科学的研究范畴和学科体系，掌握安全科学的基本原理与方法，为以后学习安全科学的其他专业课程打下良好的基础。

本书是在参考同类教材的基础上，为适应新的教学改革需要而编写的高校安全工程专业的基础课教材。本书共分7章，第1章安全科学总论，介绍了安全的概念和特征、安全科学的产生与发展现状、安全科学的定义与学科体系、安全科学的基本术语和学习方法；第2章安全科学基础知识，介绍了安全科学的哲学基础、理论基础和数理基础；第3章安全流变—突变理论，介绍了安全流变—突变理论的基本特征、基本理论与应用研究；第4章事故概述，介绍了事故的定义与特征、事故的分类、统计分析及调查处理等内容；第5章事故致因理论，介绍了事故致因理论的产生与发展历程，并重点介绍了几种常用的事故致因理论及模型，如事故因果连锁理论、能量意外释放理论、系统观点的人为失误主因论、动态变化理论、轨迹交叉论等；第6章事故的预测与预防理论，介绍了事故的几种常用预测方法，如德尔菲法、时间序列法、回归分析法、马尔科夫链法、灰色预测法，以及事故的预防原理、原则与预防措施；第7章重

大危险源的辨识与控制，介绍了重大危险源的相关基础知识、我国的重大危险源辨识标准、重大危险源的评价与监控。为加强读者对概念的理解，结合每章所述内容，每章末尾都附有习题与思考题。

本书结构合理，内容精炼，以介绍安全科学基础知识和基本原理为重点，并充分吸纳安全科学最新研究成果，紧密结合安全生产，适合于不同行业安全工程的教学，也可供从事安全生产的技术人员和管理人员参考。

本书由北京科技大学金龙哲、杨继星主编，国家安全生产专家杨鹏教授主审。参加编写工作的人员有：金龙哲（第1章、第5章）、杨继星（第2章、第6章）、欧盛南（第3章）、杨馥合（第4章）、汪澍（第7章）。本书在编写过程中参阅了大量的文献，在此，对所引用的参考资料的原作者一并表示感谢。

由于作者学术水平和经验等方面的局限，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正！

编 者

2010年8月

目 录

第1章 安全科学总论	1
1.1 安全的概念与特征	1
1.1.1 安全问题的产生及其认识过程	1
1.1.2 安全的概念与属性	4
1.1.3 安全的基本特征	6
1.2 安全科学的产生和发展	7
1.2.1 安全科学的产生	7
1.2.2 国外安全科学的发展与现状	8
1.2.3 国内安全科学的发展与现状	10
1.3 安全科学的定义与学科体系	14
1.3.1 安全科学的定义	14
1.3.2 安全科学的研究内容与对象	14
1.3.3 安全科学的学科体系及与其他学科的关系	15
1.4 安全科学的基本术语	19
1.5 安全科学的学习与研究方法	22
习题与思考题	24
第2章 安全科学基础知识	25
2.1 安全科学的哲学基础	25
2.1.1 安全与危险的统一性和矛盾性	25
2.1.2 安全科学的联系观与系统观	25
2.1.3 安全中的质变与量变	26
2.1.4 安全事故的必然性和偶然性	27
2.1.5 安全问题的简单性和复杂性, 精确性和模糊性	27
2.1.6 安全哲学观	27
2.2 安全科学的理论基础	28
2.2.1 安全系统论	28
2.2.2 安全信息论	29
2.2.3 安全控制论	31
2.2.4 安全心理与行为学	31
2.2.5 安全管理学	32
2.2.6 安全经济学	33

2.2.7 安全风险学	34
2.2.8 安全人机学	35
2.2.9 安全文化与企业安全文化	35
2.2.10 安全法律法规与制度	36
2.3 安全科学的数理基础	37
2.3.1 基本逻辑运算和逻辑函数	37
2.3.2 随机事件与概率计算	39
2.3.3 可靠性及基本事件发生概率计算	42
习题与思考题	48
第3章 安全流变—突变理论	49
3.1 流变—突变理论的背景知识	49
3.1.1 流变—突变理论的物质观	49
3.1.2 流变—突变理论的时空观	49
3.1.3 流变—突变理论的运动观	50
3.2 安全流变—突变的基本特征	50
3.2.1 矿山灾害	50
3.2.2 机械事故	51
3.2.3 社会变革或改革	52
3.2.4 人的衰亡过程	52
3.2.5 安全突变—流变论	53
3.3 安全流变—突变理论的基本理论	53
3.3.1 安全流变—突变的基本概念	53
3.3.2 安全流变—突变的理论模型	55
3.3.3 安全流变—突变的数学模型	57
3.3.4 安全流变—突变的模型举例分析研究	60
3.4 安全流变—突变理论的应用研究	64
3.4.1 含瓦斯煤岩流变—突变行为	64
3.4.2 人的生理与心理功能特征参数流变过程	66
习题与思考题	69
第4章 事故概述	70
4.1 事故的定义与特征	70
4.1.1 事故的定义	70
4.1.2 事故的主要影响因素	70
4.1.3 事故的特征	72
4.2 事故的分类	74
4.2.1 致伤原理分类	74
4.2.2 伤害程度分类	76

4.2.3 事故严重程度分类	77
4.2.4 事故的其他分类	77
4.3 事故的统计分析	78
4.3.1 伤亡事故的统计指标	78
4.3.2 伤亡事故综合分析	80
4.4 事故的调查与处理	85
4.4.1 生产安全事故的报告	86
4.4.2 事故调查	88
4.4.3 事故处理	91
习题与思考题	92
第5章 事故致因理论及模型	93
5.1 事故致因理论的产生与发展	93
5.2 事故频发倾向论	97
5.2.1 事故频发倾向	97
5.2.2 事故遭遇倾向	97
5.2.3 关于事故频发倾向理论	98
5.3 事故因果连锁理论	99
5.3.1 因果继承关系	99
5.3.2 事故因果类型	100
5.3.3 起因物和施害物	100
5.3.4 海因里希事故因果连锁理论	102
5.3.5 博德事故因果连锁理论	103
5.3.6 亚当斯事故因果连锁理论	105
5.3.7 北川彻三事故因果连锁理论	106
5.4 事故的流行病学方法理论	107
5.5 能量意外释放理论	107
5.5.1 能量意外释放论	107
5.5.2 防止能量意外释放的原则与措施	110
5.5.3 能量观点的事故因果连锁模型	111
5.5.4 能量观点的两类危险源理论	112
5.6 系统观点的人失误主因论	115
5.6.1 威格尔斯沃思模型	115
5.6.2 瑟利模型	116
5.6.3 劳伦斯模型	118
5.6.4 安德森模型	122
5.6.5 海尔模型	123
5.7 扰动起源论	124
5.7.1 扰动起源事故模型	124

5.7.2 事故事件过程的多重线性及应用	125
5.8 动态变化理论	126
5.9 轨迹交叉论	128
5.9.1 人与物在事故致因中的地位	128
5.9.2 轨迹交叉论事故致因模型	130
5.9.3 轨迹交叉论在事故预防中的应用	131
5.10 综合论	132
习题与思考题	133
第6章 事故的预测与预防理论	135
6.1 事故的预测理论	135
6.1.1 事故预测的概念与分类	135
6.1.2 事故预测原理和程序	136
6.1.3 事故预测方法概述	138
6.1.4 德尔菲预测法	140
6.1.5 时间序列预测法	141
6.1.6 回归分析法	143
6.1.7 马尔柯夫链预测法	147
6.1.8 灰色预测法	149
6.2 事故的预防理论	152
6.2.1 事故的发展阶段	152
6.2.2 事故法则	152
6.2.3 事故的预防原理	154
6.2.4 事故的预防原则	157
6.2.5 事故预防措施	163
习题与思考题	166
第7章 重大危险源的辨识与控制	167
7.1 概述	167
7.1.1 重大危险源的定义	167
7.1.2 国内外重大危险源控制技术的研究与发展概况	167
7.1.3 重大危险源控制系统的组成	170
7.2 重大危险源的辨识标准	171
7.2.1 国外重大危险源辨识标准简介	171
7.2.2 我国的重大危险源辨识标准	174
7.3 重大危险源的评价	174
7.3.1 风险评价的一般程序	174
7.3.2 易燃、易爆、有毒重大危险源评价方法	175
7.3.3 风险评价报告	188

7.4 重大危险源的监控	190
7.4.1 重大危险源宏观监控系统	190
7.4.2 重大危险源实时监控预警技术	193
习题与思考题	195
附录	196
参考文献	201

第 1 章 安全科学总论

1.1 安全的概念与特征

1.1.1 安全问题的产生及其认识过程

1.1.1.1 安全问题的产生

任何事物的发展，都有两个流向：一个是自然流向，另一个是人为流向。按事物本身的动力作用来说，它总要按自然状态发展，但也受随机因素的控制与调节。这种自然发展不会完全符合人们的需要，在生产力水平较低时，人们只能适应自然。随着科学技术和生产力水平的发展，人类开始不满于现状，要设法遏制事物发展的自然流向，改变事物的发展过程，使其向有利于人类的方向流动。这就构成了事物发展的人为流向。但是，人类往往不能完全扭转事物发展的自然流向，于是出现了保持协调、相互适应的问题。人类处于不同的社会发展阶段，对自然界或生产、生活系统的改变是不同的，也就出现了不同的安全问题：

(1) 在远古的石器时代，生产力极为低下，人类祖先挖穴而居，栖树而息，完全是大自然的一部分，是一种纯粹的“自然存在物”，完全依附于自然。当时的人类，在自然界面前是软弱被动的，不仅受到雷电、风暴、地震和火灾等自然灾害的困扰，甚至野兽的侵袭也可以造成局部氏族的消亡。这一时期的安全问题主要来自于自然，比如水灾、野兽侵袭等。

(2) 在农业经济时代，人类开始逐渐摆脱大自然的桎梏，但在人类改造自然，创造人类文明的过程中，人为灾害也越来越多了起来。在这一时期，由于人类对客观世界的认识还十分肤浅，与大自然抗争的手段也十分简单、有限，同时，可利用的自然资源也极为有限，安全问题大多数仍来自于自然，只有少数的人为灾害，如人为引起的火灾、耕作中受到的伤害等。

(3) 到了工业时代，人类的科技水平和生产力水平飞速发展，人类利用技术开发资源、制造机器、生产物质财富，可以说技术无处不在。然而技术给人类带来了文明和财富的同时，也随之带来了新的灾难。现代高科技的发展更是功过参半：人类在 20 世纪所创造的成就多于此前人类所创造的全部成就，但是 20 世纪人类所经受的灾害事故也比历史上任何一个时期都更惨重，从根本上更加危及人类的生存。

科学技术的进步在很大程度上改变了灾害的原有属性，使得许多自然灾害成为人为灾害，使许多原本危害程度轻的灾害上升为人类无法控制、造成巨大损失的灾难。

1.1.1.2 人类对安全的认识过程

安全是人类生存和发展的基本要求，是生命与健康的基本保障。自从人类诞生以来，就离不开安全这个基本要求。安全与人类所从事的各种活动是密不可分的，纵观人类社会

的进步与发展,安全思想贯穿始终。人类对安全认识的历程大致可以分为以下5个阶段:

(1) 无知安全认识阶段。在远古人类时代,人类完全依附于自然,生产力极为低下,人类几乎没有任何主动的安全意识,对自然灾害毫无反抗与预防能力,只有动物性的躲避灾害行为。

(2) 初级安全认识阶段。进入农业社会后,人类的生产力和科技水平有了较大的提高,对灾害有了防御的意识,但是由于生产力和仅有的自然科学都处于自然和分散发展的状态,人类对安全的认识停留在表面,是自发的、模糊的,从未探究过安全的内在规律,而采取的安全技术措施也是简单的、被动的。

(3) 局部安全认识阶段。大型动力机械和能源在生产中的使用,导致生产力和危害因素的同步增长,迫使人们对这些局部人为危害问题不得不进行深入认识并采取专门的安全技术措施。在这一时期,各个行业经过无数次的教训,逐渐形成了各自较为深入的安全理论与技术。但是这些安全理论与技术都是局部的、分散的,以至于人们对安全规律的认识停留在相互隔离、重复、分散和彼此缺乏内在联系的状态。

(4) 系统安全认识阶段。由于军事工业、航空工业,特别是原子能和航空技术等复杂的大型生产系统和机器系统的形成,局部的安全认识和单一的安全技术措施已经无法解决这类生产制造和设备运行系统的安全问题,所以必须通过深入揭示安全的本质规律并将其系统化、理论化,使之成为指导解决各种具体安全问题的科学依据,并发展与生产力相适应的生产系统和制定相应的安全技术措施。人们对安全的认识进入了系统的认识阶段。

(5) 动态的安全认识阶段。当今的生产和科学技术发展,特别是高科技的发展,虽然极大地促进了生产力的发展,但由于系统的高度集成,一旦发生事故,带给人类的灾害也是相当严重的,加之系统是不断发展和变化的,静态的系统安全技术措施已不能满足人们对安全的需求。因此,人们要求对系统的运行进行动态的掌握,以达到安全生产的目的,随之带动人们对安全的认识进入一个新阶段。

1.1.1.3 现代社会的安全问题

现代社会高科技的发展,改变了人类生存的环境,在给人们带来更多便利的同时,也带来了巨大的灾难。

A 环境安全问题

(1) 从化学污染角度来看,化学工业的诞生,大大促进了人类社会生产力水平的提高,但同时也给人类环境带来了巨大的破坏,污染了空气和水源,侵蚀了土壤。

目前,全世界每年约有4200多亿 m^3 的污水排入江河湖海,污染了5.5万亿 m^3 的淡水,这相当于全球径流总量的14%以上。

第四届世界水论坛提供的联合国水资源世界评估报告显示,全世界每天约有数百万吨垃圾倒进河流、湖泊和小溪,每升废水会污染8L淡水;所有流经亚洲城市的河流均被污染;美国40%的水资源流域被加工食品废料、金属、肥料和杀虫剂污染;欧洲55条河流中仅有5条水质勉强能用。

统计显示,每年全世界有12亿人因饮用污染水而患病,全球每天有多达6000名少年儿童因饮用水卫生状况恶劣而死亡。在发展中国家,每年约有6000万人死于腹泻,其中大部分是儿童。

仅2010年7月,我国就频繁发生了多起水污染事故:7月3日,位于福建上杭县汀江上游的紫金矿业公司发生污水泄漏事故,造成渔民重大经济损失和居民饮用水危机;7月16日,大连市大连新港附近输油管道发生爆炸引起大火,并引起原油泄漏,大连湾海水污染严重;7月27日,7000余个装有三甲基一氯硅烷、六甲基二硅氮烷的化工原料桶被洪水冲进吉林省永吉县温德河流域,并随后进入松花江,化工原料泄漏一度造成吉林市部分区域停水。

(2) 从动植物灭绝速度看,就鸟类而言,在1600~1900年这300年间,平均每4年灭绝一种,进入20世纪以后,每年灭绝一种,现在是每天灭绝一种。

(3) 从大气污染的角度来看,污染现象如光化学烟雾、酸雨等,也有逐渐增加的趋势。

B 核安全问题

核能的开发和利用给能源危机带来新的希望,核反应堆在世界各国陆续建成。但是核能的开发和利用在缓解能源危机的同时,也会由于其失控而造成人员伤亡和环境灾害等危害。核反应堆的放射性物质可以杀伤动植物的细胞分子,破坏人的DNA分子,并诱发癌症。

1979年3月,美国三里岛核电站发生了大量的放射性气体和气溶胶外泄事件。

1986年4月26日凌晨,苏联切尔诺贝利核电站发生了严重的堆芯爆炸事故,周围居民不同程度地受到辐射,其中受到严重辐射的有237人,共有28人死亡,24人残废。另据专家估计,在一段时间内,苏联将有45000人因此次事件的核污染死于癌症。这次事件的直接损失为80多亿卢布,使普里皮亚特这座城市成为空城。

C 航空、航天事故

1903年12月7日,莱特兄弟设计制造的飞机成功地进行了人类历史上的首次飞行,实现了人类渴望已久的梦想,人类的飞行时代就此拉开了帷幕。1908年10月17日,美国陆军中尉托马斯·塞普里金在乘坐奥维尔·莱特驾驶的飞机试飞时坠机身亡,成为死于空难的第一人。航空事故从此在人们的生活中出现,吞噬了无数人的生命。

1977年3月27日,荷兰皇家航空公司和美国泛美航空公司两架波音747客机在西班牙加那利群岛的一处机场跑道上相撞,导致583人死亡。

1985年8月12日,日本航空公司一架波音747客机在日本群马县境内撞山坠毁,导致520人死亡。

1996年11月12日,沙特阿拉伯航空公司一架波音747客机在印度首都新德里上空与哈萨克斯坦航空公司一架伊尔-76货运飞机相撞,造成349人死亡。

2003年2月1日,美国“哥伦比亚”号航天飞机在高空分裂解体,7名宇航员全部遇难。

2010年1月25日,埃塞俄比亚航空公司一架载有90名乘客和机组人员的客机从贝鲁特起飞后不久从雷达上消失,坠入海中,机上人员全部遇难。

2010年4月10日,波兰总统卡钦斯基乘坐的从华沙飞往斯摩棱斯克的图-154飞机在俄罗斯机场坠毁,机上132人全部遇难,包括总统及其夫人,军队参谋长及副外长。

2010年5月12日,利比亚非洲航空公司一架客运班机在利比亚首都的黎波里机场降落时坠毁,机上有93名乘客和11名机组人员,仅一名荷兰籍8岁男童幸存。

2010年5月22日,印度航空公司一架波音737飞机在印度南部降落时失事,机上乘客和机组人员共166名,其中158人遇难,8人幸存。

2010年8月24日,中国河南航空公司一架E190型客机在黑龙江伊春机场降落时失事,造成42人遇难,54人受伤。

据伦敦一家保险公司统计,全球近十年来每年有1000人左右在航空飞行事故中丧生,这数字还不包括恐怖分子恶意制造的空难。

D 交通运输事故

据公安部统计:2007年,全国共发生道路交通事故327209起,造成81649人死亡、380442人受伤,直接财产损失12亿元;2008年,全国共发生道路交通事故265204起,造成73484人死亡、304919人受伤,直接财产损失10.1亿元;2009年,全国共发生道路交通事故238351起,造成67759人死亡、275125人受伤,直接财产损失9.1亿元。

据美国官方统计,在美国,每11分钟就有一个1人死于交通事故,每年约有15万人因交通事故而成为残废,每年因公路撞车事故造成的损失达2306亿美元。

自1889年世界上发生第一起车祸死亡事故至今,全球死于交通事故的人数总计近4000万人,远远高于同期死于战争或瘟疫的人数。如今全世界每年死于道路交通事故的人数超过120万人,地球上平均每40多秒钟就有1人死于交通事故,每2秒钟就有1人因交通事故受伤。因此,道路交通事故已成为“现代社会的第一公害”。

E 矿山、工业灾害

2004年10月20日,河南大平矿难死亡148人;2004年11月28日,陕西铜川矿难死亡166人;2005年2月14日,辽宁孙家湾矿难死亡214人;2005年8月7日,广东兴宁市大兴煤矿发生透水事故,123人遇难。不到一年时间,接连发生4起百人以上死亡矿难,在新中国历史上罕见。

2007年4月18日,辽宁铁岭市清河特殊钢有限公司发生钢水包整体脱落事故,共造成32人死亡,6人重伤。

2007年8月13日,湖南省凤凰县正在建设的堤溪沱江大桥发生特别重大坍塌事故,造成64人死亡,4人重伤,18人轻伤,直接经济损失3974.7万元。

2009年2月22日,山西省焦煤集团西山煤电集团公司屯兰矿发生特别重大瓦斯爆炸事故,造成78人死亡、114人受伤,直接经济损失2386万元。

2009年11月21日,黑龙江龙煤控股集团鹤岗分公司新兴煤矿发生爆炸事故,共造成108人死亡,事故损失超亿元。

2010年3月28日,山西华晋焦煤公司王家岭煤矿发生透水事故,38人遇难。

2010年3月31日,河南省伊川县国民煤业有限公司半坡乡白窑六矿井下发生煤与瓦斯突出事故,引起地面副井口爆炸,事故导致44人遇难,4人失踪,2人受伤。

2010年4月5日,美国西弗吉尼亚州首府查尔斯顿附近的一处煤矿发生爆炸事故,事故导致25人遇难。这起矿难是美国自1984年以来伤亡最严重的一起矿难。

1.1.2 安全的概念与属性

1.1.2.1 安全的定义

安全,泛指没有危险、不出事故的状态。“安”字是指不受威胁、没有危险,即所谓

无危则安；“全”字是指完满、完整、齐备或指没有伤害、无残缺、无损坏、无损失等，可谓无损则全。因此，安全通常是指免受人员伤害、疾病或死亡，或设备、财产破坏或损失的状态。安全的英文为 Safety，指健康与平安之意；梵文为 Sarva，意为无伤害或完整无损；韦氏大词典对安全的定义为“没有伤害、损伤或危险，不遭受危害或损害的威胁，或免除了危害、伤害或损失的威胁”。

在《职业健康安全管理体系规范》(GB/T 28000—2001)中对安全的定义是：免除了不可接受的损害风险的状态。

从以上的安全定义中可以看出，安全表述的是一个复杂物质系统的动态过程或状态，过程或状态的目标是使人和物将不会受到伤害或损失。安全还可表述的是人们的一种理念，即人和物将不会受到伤害和损失的理想状态。安全也可表述的是一种特定的技术状态，即满足一定安全技术指标要求的物态。

1.1.2.2 安全的属性

从人的生存和生活方式来看，人的本性表现为自然属性和社会属性，而作为人的最基本的需要——安全——也就相应地具有自然属性和社会属性。因此，安全一词所涉及的纷繁复杂的因素与它的自然属性和社会属性有着密切的关系。

安全的自然属性可以从两个方面来讨论：①安全是人的生理与心理需要，或者说由生命及生的欲望决定了自我保护意识，这是天生的，是安全存在的主动因素；②人类对天灾的无奈以及新陈代谢、生老病死等规律的不可抗拒，使人们不得不把生命安全经常提到议事日程，这虽然是被动因素，但它与前一个主动因素相结合，就决定了安全是自古以来人类生活、生存、进步的永恒主题。

安全的社会属性也可以从两方面来阐述。自从人类有组织活动以来，社会安定、有序、进步始终是各社会阶段追求的目标，而这一目标实现的重要标志之一就是安全，这是社会促进安全的主动因素。但是人类的社会活动如政治、军事、文化、社交等，有的对安全直接起破坏作用，有的间接影响着安全；人类的经济活动导致的安全问题如生产事故（职业病）、高技术灾害（化学品致灾、核事故隐患、电磁环境公害、航天事故、航空事故）、交通灾害等则是自人类开展经济活动以来就存在的突出的安全问题。如今更加突出的一个安全问题是环境问题，环境恶化（包括自然环境和人为环境）是人类生活、生存安全的重要威胁。总之，人类的社会活动、经济活动一方面本身在不断制造事故，另一方面也通过技术和管理措施不断消除隐患，减少事故。但由于受政治利益和经济利益的驱使，安全技术管理措施多数是被动的。严格来讲，安全的社会属性是指安全要素中那些同人与人的社会结合关系及其运动规律相联系的演化规律和过程。

实际上，安全的自然属性与社会属性是不可分割的。因为在安全要素中，不可能单独来研究某个要素，或者是它们之间的隔离的、静态的关系，只能用系统的观点来研究安全要素之间的动态的、有机的联系，正确地把握安全的发展动态及其规律。因此，从这个意义上来说，安全的系统属性正是安全的自然属性和社会属性的耦合点。随着生产力水平的不断提高和科学技术的不断进步，人们解决安全的能力也在不断提高，安全的自然属性和社会属性在耦合的过程中，同安全系统的特点一样，也是在追求其在一定时期、一定条件下的可为人们所接受的耦合条件。

1.1.3 安全的基本特征

1.1.3.1 安全的必要性和普遍性

安全是人类生存的必要前提。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。而人和物遭遇到人为的或天然的危害或损坏极为常见,不安全因素是客观存在的。因此,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。

1.1.3.2 安全的随机性

“安全”一词描述的是种状态,但这种状态也决非是一种确定的、静止不变的状态。平安也好,安全也好,其本身就带有很大的模糊性、不确定性,所以“安全状态”具有动态特征,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。安全取决于人、机、环境的关系协调,如果失调就会出现危害或损坏。安全状态的存在和维持时间、地点及其动态平衡的方式都带有随机性。如果安全条件变化,人、机、环境之间的关系失调,事故会随时发生。

1.1.3.3 安全的相对性

长期以来,人们一直把安全和危险看做截然不同的、相互对立的概念,这是绝对的安全观。从科学的角度讲,“绝对安全”的状态在客观上是不存在的,世界上没有绝对安全的事物,任何事物中都包含有不安全的因素,具有一定的危险性。安全只是一个相对的概念,它是一种模糊数学的概念:危险性是对安全性的隶属度;当危险性低于某种程度时,人们就认为是安全的。安全性(S)与危险性(D)互为补数,即 $S=1-D$ 。

从安全技术的角度讲,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。安全的程度和标准取决于人们的生理和心理承受的程度、科技发展的水平和政治经济状况、社会的伦理道德和安全法学观念、人民的物质和精神文明程度等现实条件。产品的安全性能及其安全技术标准是随着社会的物质文明和精神文明程度的提高而不断发展完善和提高的。

1.1.3.4 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三个要素,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。

1.1.3.5 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、社会和自然造成的损伤,实现保护人类财富、减少无益损耗和损失的功能,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。

1.1.3.6 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-机-环境系统。这是一个自然与社会结合的开放性系统。在安全系统中，人是安全的主体，由于人的主导作用和本质属性——生物性和社会性——包括人的思维、行为、心理和生理等因素以及人与社会的关系，使得安全问题具有极大的复杂性。

1.1.3.7 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”的基本国策，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中，从而使社会和公众在安全方面受益。

1.2 安全科学的产生和发展

1.2.1 安全科学的产生

科学是人类认识事物本质和规律的知识体系。由于人类在不同历史时期对事物认识的局限性以及所处时代背景不同，需要解决的矛盾各异，历史上形成了自然科学和社会科学两大科学体系。随着科技进步和社会发展，各门类科学在纵向高度分化的同时，又形成了横向高度综合的趋势，导致自然科学和社会科学日趋交叉和融合。当代社会的纵横发展，拓展了人类对客观事物从宏观到微观的认识领域，提高了对事物本质的洞察力。与此同时，出现了学科间相互交叉、综合、渗透、重构的趋势，在各学科间的交叉地带孕育着新兴学科群。交叉科学的出现是历史的必然，这为安全科学的诞生创造了良好的条件。

随着科技进步和社会的飞速发展，要减少意外事故，保障安全、健康的生产条件和作业环境，急需把有关安全的科学技术从众多学科中分化出来，形成与各工程学科不同的独立分支，如通风安全、电气安全、机械安全、防火防爆、锅炉与压力容器安全、工业防尘、工业防毒、噪声与振动控制以及矿业、交通、建筑、化工、航空、航天、农业、林业、能源、纺织、食品等产业安全技术。半个多世纪来，各国为尽可能减少或消除事故和灾害对生产和人身安全的危害，科学地估量风险与评价灾害，进行了大量的防灾减灾、风险控制以及安全设计、施工、验收等工作。历史的教训和成功经验表明，要处理好生产和生活领域的重大安全问题，绝非某单一学科的理论或技术所能解决的。

为了适应现代工业发展的进程和国民经济发展的需要，减少灾害给人类带来的伤害和风险，世界各国均对原有学科体系进行调整，促使原来分散并寓于各学科的安全科学技术，在分化、独立的基础上，以人的安全为出发点，或者说以人的身心安全与健康为研究对象，重新进行高度综合与系统化，尤其是在联合国提出将20世纪90年代确定为“国际减灾十年”并提出总体规划要求后，世界各国加快了大安全学科的建设，力图以大安全观为主旨，反映安全的本质和运动规律，运用减灾的一切手段和方法，融合、协同构建综合的安全减灾交叉科学，这就是安全科学技术这一新兴学科产生的时代背景。