

高等院校安全工程专业教材

# 安全学原理

高等院校安全工程专业教学指导委员会 编

林柏泉 主编

煤炭工业出版社

## 内 容 简 介

本书从安全观、安全认识论、安全方法论、安全社会原理及安全经济原理五个方面进行了详尽论述。安全学原理是以安全科学为基础，论述人的因素、物的因素和环境的因素的控制原理和方法。使学生通过本课程的学习，在掌握安全学基本原理的基础上，能够树立起正确的安全观，运用正确的安全方法指导并开展安全领域中的工作与研究。

### 图书在版编目（CIP）数据

安全学原理 / 林柏泉主编. —北京：煤炭工业出版社，  
2002

高等院校安全工程专业教材

ISBN 7-5020-2174-4

. 安 ... . 林 ... . 安全学 - 高等学校 - 教材  
. X9

中国版本图书馆CIP数据核字（2002）第033675号

高等院校安全工程专业教材

### 安全学原理

高等院校安全工程专业教学指导委员会 编

林 柏 泉 主 编

责任编辑：翟刚 袁筠

\*

煤炭工业出版社 出版

（北京市朝阳区芍药居35号 100029）

北京密云春雷印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

\*

开本787×1092mm 1/16 印张9 3/8

字数216千字 印数1—4,000

2002年7月第1版 2002年7月第1次印刷

社内编号4945 定价19.80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

# 序

安全是人类生存、生产、生活和发展过程中永恒的主题。随着科技与经济的迅猛发展，安全科学的日臻完善，安全工程专业已经成为高校重点专业之一。为此，高等院校安全工程专业教学指导委员会在全体委员对课程设置、教学大纲等进行充分论证的基础上，组织编写了《安全学原理》、《安全系统工程》、《安全人机工程学》和《安全管理学》四门安全工程专业的专业基础课教材。经各编写组认真编写，主审人审查，高等院校安全工程专业教学指导委员会审定，现组织出版并作为高等院校安全工程专业本科推荐教材。

高等院校安全工程专业教学指导委员会

2002.4

## 前 言

安全生产是我国的一项基本国策，是保护劳动者安全健康，保证国民经济建设持续发展的基本条件。如何保证工业安全生产，多年来一直为从事工业生产和安全管理的人们所关注，也是世界各国迫切需要研究和解决的课题。尤其是近几十年来，由于科学技术和工业生产的迅猛发展，生产规模日趋扩大，生产过程日益自动化，生产中的安全问题日见频发。另外，传统的安全工作方法由于不善于掌握事故发生的内在规律和对事故发生的预测，已很难适应现代安全生产及安全管理工作的要求。其结果是在世界各国的工业生产中不断发生灾难性的重大事故，造成严重的人身伤亡和巨大的经济损失。这种安全工作与现代化生产不相适应的严重情况，迫使从事安全工作的专家、学者和管理人员去寻求一种对系统的安全性可以进行定性与定量评价，能够对事故的发生进行预测的新的安全工作方法；以便事先给有关人员提出警示，及时采取有效的预防措施，减少或防止事故的发生：安全科学正是在这种新形势的要求下应运而生的一门新兴学科。

在当今社会步入新世纪的开端，随着工业建设，科学技术的迅猛发展，安全科学也随之日趋成熟。安全科学是专门研究事故现象，事故本质及其运动变化规律，以达到预防、控制或减少事故的一门科学。《安全学原理》是以安全科学为基础，以事故致因理论为核心，论述人的因素、物的因素和环境的因素的控制原理和方法。因此，也可以概括地说安全学原理是研究安全问题的安全观、安全认识论、安全方法论、安全社会原理和安全经济原理的一门课程。

《安全学原理》是安全工程专业主要基础课之一，也是相近专业学生学习和了解安全工程知识的入门课程。使学生通过本课程的学习，在掌握安全学基本原理的基础上，能够树立起正确的安全观，运用正确的安全方法指导和开展安全领域中的科学研究、学习与工作，并在工作中贯彻“安全第一，预防为主”的指导方针，为后续专业课程的学习奠定坚实的基础。

本书编审工作是在高等院校安全工程专业教学指导委员会的直接领导下进行的，从教材大纲的编制、审定及其与相关教材内容的划定，均由安全工程专业教学指导委员会反复讨论完成。作者严格遵照大纲的规定与要求，结合近年来的教学实践和研究工作，编写了这本《安全学原理》教材。全书共分六章，内容主要包括五个方面，即绪论，安全观，安全认识论，安全方法论，安全社会原理和安全经济原理；其中第一章，第二章第三节，第三章，第四章，第五章第二、四节和第六章由林柏泉教授负责编写，第二章第一、二、四节，第五章第一、三节由张人伟副教授负责编写，全书由林柏泉和王省身教授负责统编，王省身教授负责策划，周心权教授负责总审。本书在内容选材和文字叙述上力求做到概念准确、原理简明、深入浅出和通俗易懂，以便于学生学习和掌握。

本书在编写过程中参阅了大量的有关资料，在此，谨对原作者表示最诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中疏漏和错误在所难免，敬请不吝赐教。

编 者

2001年8月18日

# 目 录

第一章 绪论 .....	1
第一节 安全的基本概念及特征 .....	1
一、安全科学的概念及其认识 .....	2
二、安全的基本特征 .....	4
第二节 安全科学的学科体系及其与相关学科的关系 .....	6
一、安全科学的学科体系 .....	6
二、安全科学的学科分类 .....	8
三、安全科学的主要研究内容 .....	9
四、安全科学与其他相关学科的关系 .....	10
第三节 安全科学的发展 .....	10
一、安全科学的由来 .....	10
二、安全科学的发展 .....	12
第四节 安全科学的研究对象 .....	14
思考题 .....	15
参考文献 .....	15
第二章 安全观 .....	17
第一节 安全科学的指导思想 .....	17
第二节 安全本质及安全第一原理 .....	18
一、安全的本质 .....	18
二、安全的规律 .....	19
三、安全第一原理 .....	21
第三节 安全价值观 .....	22
一、安全价值的定义及内容 .....	23
二、安全价值与生产价值的关系 .....	24
三、安全价值的观念性 .....	25
第四节 大安全观 .....	26
一、树立科学大安全观的时代背景 .....	27
二、科学大安全观的内容 .....	29
三、大安全学科体系 .....	30
思考题 .....	32
参考文献 .....	32

第三章 安全认识论 .....	33
第一节 安全的自然属性和社会属性、安全与事故的关系 .....	33
第二节 事故的基本特征 .....	34
第三节 事故模式理论 .....	35
一、事故及其影响因素 .....	35
二、事故模式理论 .....	38
第四节 事故的预防原则 .....	45
一、事故法则 .....	45
二、事故的预防原则 .....	45
思考题 .....	47
参考文献 .....	47
第四章 安全方法论 .....	48
第一节 本质安全化方法 .....	48
一、降低事故发生概率的措施 .....	48
二、降低事故严重度的措施 .....	49
第二节 人机匹配法 .....	50
一、防止人的不安全行为 .....	50
二、防止物的不安全状态 .....	51
三、人机相互匹配 .....	51
第三节 生产安全管理一体化方法 .....	53
一、全面安全管理 .....	53
二、安全目标管理 .....	54
第四节 系统方法 .....	63
一、系统 .....	64
二、系统工程 .....	64
三、采用系统工程的方法解决安全问题的理由 .....	66
第五节 安全教育方法 .....	66
一、安全教育的原则和作用 .....	67
二、安全教育方法 .....	68
第六节 安全经济方法 .....	70
一、研究安全经济的基本方法 .....	70
二、安全经济的特点 .....	70
第七节 高技术系统安全管理方法 .....	71
思考题 .....	72
参考文献 .....	72
第五章 安全社会原理 .....	74
第一节 安全文化与企业安全文化 .....	74

一、安全文化.....	74
二、企业安全文化.....	81
三、公共安全文化.....	91
第二节 安全的社会效应.....	95
一、安全与社会的稳定直接相关.....	95
二、安全工作的重要性及所面临的挑战.....	96
第三节 安全科学与社会科学.....	97
第四节 安全法规与法制.....	98
一、安全法规.....	98
二、安全法制.....	102
三、安全生产及基本要求.....	106
思考题.....	107
参考文献.....	107
第六章 安全经济原理.....	109
第一节 安全投资与生产投资的关系.....	110
一、安全投资的定量分析.....	110
二、影响安全投资的因素分析.....	113
三、安全投资合理比例的确定.....	114
第二节 安全投资与安全效益.....	115
一、基本概念.....	115
二、安全投资与安全效益的关系.....	117
第三节 安全效益评价.....	118
一、安全经济统计指标体系.....	119
二、安全经济评价指标.....	120
三、安全经济效益的计量方法.....	123
四、安全效益的实际统计和计算.....	126
五、提高安全效益的基本途径.....	128
第四节 职业伤害事故经济损失规律与安全经济决策.....	128
一、职业伤害事故经济损失规律.....	128
二、安全技术措施费的筹集与管理.....	134
三、安全设备、设施的折旧方法.....	135
四、“利益成本”分析决策方法.....	136
五、安全投资的风险决策.....	139
六、安全投资的综合评分决策法.....	140
思考题.....	142
参考文献.....	142

# 第一章 绪 论

安全，是人类生存和发展的最基本要求，是生命与健康的基本保障；一切生活、生产活动都源于生命的存在，如果人们失去了生命，也就失去了一切，所以安全就是生命。从人类对科学需要的角度来说，科学大致有两个方面：一是人类为满足物质生活和社会文化生活的需要，而对物质生产和精神生产及其规律进行的认识活动和认识的结果，我们称其为生产科学；二是人类为保全自己身心的需求，而对客观事物及其规律进行的认识活动和认识的结果，我们称其为安全科学（我国也有称其为“劳动保护科学”的，以下同）。在这里，“安全”是广义的，其中包含着人的健康、舒适、愉快乃至享受。由于安全现象极为普遍地存在于人类生产和生活的所有活动时间和空间领域，使之司空见惯，反而不易被人们认识其中统一的科学规律性。同时，尽管这门科学和人类利益联系极为密切，但人们对其研究的甚少，更缺乏自觉[5]。因此，需要人们广泛地进行研究，以认识和掌握其中的科学规律性，使人们能够更安全地工作和生活。

## 第一节 安全的基本概念及特征

目前，一般认为，安全通常是指各种事物对人不产生危害、不导致危险、不造成损失、不发生事故、运行正常、进展顺利的状态。即，安全是指使人的身心不受到危害、感到有保障、太平、圆满等的事物存在与变化状态。安全与否是从人的身心需求的角度或着眼点提出来的；是针对与人的身心存在状态（包括健康状况）直接或间接相关的事或者物而言。对于与人的身心存在状态无关的事物来说，根本不存在安全与否的问题。此外，对于该事物自身可靠性问题，有人习惯性地归入“安全”的范畴，严格地讲不恰当，因为该问题不能界定在安全科学所研究的安全内涵和外延范围之内。这里所指“相关的客观事或者物”的外延，包括人的躯体和心理存在状态，也包括造成这种存在状态的各种外界客观事物的保障条件。

“人的躯体和心理存在状态”是着眼于外界客观事物（或称环境因素）作用下的存在状态。如果只是单纯着眼于人自身内部的话，它属于医学并被医学界界定为“健康”。关于健康的概念，早在1948年就被世界卫生组织做了定义并取得了科学界的公认：“健康是在躯体、精神和社会上的一种完满状态，而不仅仅是没有疾病和虚弱。”因此，安全首先是指外界条件使人处于健康状况。具体地说，安全是指在外界不利因素作用下，使人的躯体及其生理功能免受损伤、毒害或威胁，以及使人的心理不感到惊恐、危机或害怕，并能使人健康、舒适和高效能地进行生产、生活、参与各种社会活动。而不仅仅是使人处于一种不死、不伤或不病的存在状态。另一方面，安全亦指使人的身心处于健康、舒适和高效能活动状态的客观保障条件，即物质的或者与物质相联系的客观保障因素。我们将人的存在状态和事物的保障条件有机地结合起来，就得出了整个安全的科学概念：安全是人的身心免受外界（不利）因素影响的存在状态（包括健康状况）及其保障条件[3]。换句话说，人的身心存在的安全状态及其事物保障的安全条件构成安全的整体。人的身心安全程度及其事物保障

的可靠程度构成安全度（即安全量）的概念。确立安全量的概念是确立安全的科学概念的具体表现，也是安全达到科学分析高度的必要前提。

安全分为狭义安全与广义安全。狭义安全是指某一领域或系统中的安全，如生产安全、机械安全、矿业安全、交通安全、消防安全、航空安全、建筑安全、核工业安全等，狭义安全具有技术安全的含义，即人们通常所说的某一领域或系统中的安全技术问题。广义安全，即大安全，是以某一领域或系统为主的技术安全扩展到生活安全与生存安全领域，形成生产、生活、生存领域的大安全，广义安全是全民、全社会的安全。

### 一、安全科学的概念及其认识

前面已经说明了“安全”，是指人的身心免受外界（不利）因素影响的存在状态（包括健康状况）及其保障条件。“科学”是人类认识和揭示客观事物的本质及其运动、变化规律的活动过程及其系统的成果，最终目的是解决客观事物是什么和为什么的道理。安全科学是认识和揭示人的身心免受外界（不利）因素影响的安全状态及保障条件与其转化规律的学问。即，安全科学是专门研究安全的本质及其转化规律和保障条件的科学[3]。

自人类诞生以来，就离不开生产和安全这两大基本需求。然而，人类对安全的认识却长期落后于对生产的认识。随着生产力和科学技术的高度发展，保障安全的必要性、迫切性和实现安全的可能性都在同步增长。人类对安全认识的历史发展过程，大致可以分为四个阶段[3]：

第一个阶段是工业革命前，生产力和仅有的自然科学都处于自然和分散发展的状态，人类对自身的安全问题还未能自觉地去认识和主动采取专门的安全技术措施，从科学的高度来看，还处于无知（不自觉）的安全认识阶段。

第二阶段是工业革命后，生产中已使用大型动力机械和能源，导致生产力和危害因素的同步增长（如：汽车的发明，导致交通事故的增长；采矿业的发展，导致矿业灾害事故的增加），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，于是发展到局部的安全认识阶段。

第三阶段是由于形成了军事工业、航空工业、特别是原子能和航天技术等复杂的大生产系统和机器系统，局部的安全认识和单一的安全技术措施已无法解决这类生产制造和设备运行系统中的安全问题，必须发展与生产力相适应的生产系统、安全技术措施，于是进入系统的安全认识阶段。

第四个阶段是当今的生产和科学技术发展，特别是高科技的发展，静态的系统安全技术措施和系统的安全认识即系统安全工程理论，已不能很好地解决动态过程中随机发生的安全问题，必须更深入地采取动态的安全系统工程技术和进行安全系统认识。这就是当前正在进入动态的安全认识阶段，这个阶段不仅要创立安全科学，还要使安全科学与技术在大科学技术整体中确立自己独立的科学技术体系，在人类整个生产、生活以及生存过程中显示出它的巨大作用。

安全科学虽然是20世纪80年代才开始在国内外兴起，但发展很快。它的诞生首先是以它的学科理论刊物出版和世界性学术会议召开为标志。1974年美国最早出版《安全科学文摘》杂志，1981年德国安全专家库尔曼发表《安全科学导论》专著（德文版），1990年9月在德国科隆市举行了第一次世界安全科学大会，1991年1月中国劳动保护科学技术学会创办了这个学科的理论刊物《中国安全科学学报》，并向国内外公开发行人，同年5月，由

11个国家17名编委共同编辑，并已出版14年之久的国际性刊物《职业事故杂志》，在荷兰宣布改名为《安全科学》。再就是高等院校三级学位（博士、硕士和学士）学科、专业教育的确立，我国设置安全工程专业的普通高等院校有50多所，自1986年中国矿业大学获得安全技术及工程博士、硕士学位授予权以来，到目前为止，安全工程类研究生并具有硕士学位授予权的院校有21所、博士学位授予权的院校有6所、有3个博士后流动站，1996年中国矿业大学安全技术及工程学科承担了国家“211工程”重点学科建设项目，1999年中国矿业大学还获准设置国家长江学者特聘教授设岗学科（安全技术及工程），2002年中国矿业大学安全技术及工程学科和西安科技学院安全技术及工程学科被批准为国家级重点学科。安全工程、卫生工程、职业卫生医学以及安全系统工程和安全管理工程等工程技术与技术科学两个安全科学技术层次，在国内外也都已逐步走向成熟并开始向基础科学和哲学层次升华，初步提出了安全科学的学科体系，奠定了安全科学进一步发展的良好基础。

安全工程中的几个基本概念：

#### 1. 安全指标

安全指标是指：在一定的条件下，一个生产（或生活）系统，在完成其功能的过程中，所产生的事故损失的可接受水平。

#### 2. 本质安全化

本质安全化一般是针对某一个系统（或设施）而言，是表明该系统的安全技术与安全管理水平已达到了本部门当代的基本要求，系统可以较为安全可靠的运行；但并不表明该系统绝对不会发生事故。其原因为：

（1）本质安全化的程度是相对的，不同的技术经济条件有不同的本质安全化水平，当代本质安全化并不是绝对本质安全化。由于技术经济的原因，系统的许多方面尚未安全化，事故隐患仍然存在，事故发生的可能性并未彻底消除，只是有了将事故损失控制在被接受程度上的可能性。

（2）生产是一个动态过程，许多情况事先难以预料。人的作业还会因健康或心理原因引起某种失误，机具及设备也会因日常检查时未能发现的缺陷产生临时生故障，环境条件也会由于自然的或人为的原因而发生变化，因此，人—机—环境系统日常随机的一般性事故损失并未彻底消除。

#### 3. 危险物质

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、爆炸或中毒的危险物质。

#### 4. 重大事故

工业活动中发生的重大火灾、爆炸或毒物泄漏事故，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的事故称之为重大事故。

#### 5. 重大危险源

长期地或临时地生产、加工、搬运、使用或储存危险物质，且危险物质的数量等于或超过国家法律、法规和相关标准规定的一种或一类特定危险物质的单元（或设施）称为重大危险源。

#### 6. 安全评价

安全评价是指对于一个生产（或生活）系统存在的危险性进行的定性和定量分析，得

出系统发生危险性的可能性及其后果严重程度的评价。在安全评价过程中可以有：系统安全评价、随机安全评价等。

系统安全评价的对象，可以是一个人机环境系统，也可以是其中某一个子系统。对于企业的系统安全评价就是对企业人机环境系统本质安全化程度的评价，其标准就是对该企业所属行业客观的人—机—环境系统本质安全化程度的控制水平。原机电工业部颁布的《机械工厂安全性评价标准》即属于企业系统安全评价标准。

系统安全评价是系统安全管理的起点，也是它的归宿。生产系统通过实行系统安全评价，找出问题并整改、运行一个时期后，又需第二次评价，当其行业的技术经济条件有明显提高时，就需修订和提高安全评价标准，如此不断评价，生产系统的本质安全程度将不断提高，使安全生产形成最佳的良好循环。

随机安全评价是对于生产过程中随机事故进行的危险性评价。随机安全评价需结合具体生产工作危险性预先分析，根据分析结果，确定对人—机—环境系统应采取的安全措施。这种对事故的预先分析可以是生产中危险点作预先分析，即根据危险的性质确定安全管理的对策及定时检查的时间间隔；也可以对每日具体的作业任务进行危险性预先分析，然后确定作业安全的技术及管理措施。随机安全评价是日常安全管理工作的主要依据之一。

#### 7. 固有危险度

生产（或生活）中离不开能量，同时能量也是造成生产（或生活）灾害的必要条件。能量寓于生产的物质条件（设备、物料等）中，不同的设备及物料中保有的致害能量是不同的。保有同样能量的设备及物料，当发生事故时，能量自由释放的形式也不相同。因此，造成灾害的程度各不相同。

固有危险度是指一个生产（或生活）系统，由于自身功能的需要必须具备某些设备及物料，其设备及物料失控时可能造成灾害的严重程度。

固有危险度可以用两个参数来确定：

- （1）设备及物料单位计量具有的致害能力。
- （2）系统中拥有各种设备及物料的容量。

一个生产（或生活）系统中，拥有大量的设备及物料，不必对其全部进行计算，一般只选择致害能力较大的设备及物料作计算依据。

必须指出，固有危险度是对系统自身存在危险性的一种量化描述，在分析其致害能力时并未考虑某台设备防护、保护功能的强弱，及对物料控制技术的高低和环境影响因素等外因。文中固有危险度是在不考虑系统本质安全化程度时，对系统中自身物质条件危险性进行的分析。

显然系统固有危险度是实现其本质安全化时的重要依据之一，越是固有危险度大的系统，对其本质安全化程度的要求也应越高。因此，固有危险度应是系统安全评价中的一项重要影响参数。

## 二、安全的基本特征

安全科学是研究安全的本质及其运动规律的科学。安全的本质是实现人—物—环境之间的相互协调。要认识安全的本质，首先就需要探讨其基本特征，安全的基本特征主要表现为：

### 1. 安全的必要性和普遍性

安全是人类生存的必要前提，安全作为人的身心状态及其保障条件是绝对必要的。而人和物遭遇到人为的或天然的危害或损坏极为常见，因此，不安全因素是客观存在的。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，繁衍也无法进行。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。

### 2. 安全的随机性

安全取决于人、物和人与物的关系协调，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等都带有随机性。因而保障安全的条件是相对的、限定在某个时空，条件变了，安全状态也会发生变化，故实现安全有其局限性和风险性。

### 3. 安全的相对性

安全标准是相对的。因为人们总是逐步揭示安全的运动规律，提高对安全本质的认识，向安全本质化逐渐逼近。影响安全的因素很多，以明显和潜隐形式表征客观（宏观）安全。安全的内涵引申程度及标准严格程度取决于：人们的生理和心理承受的范围，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。安全标准应当成为保护公众的安全规范，并以严格的科学依据为基础。公众接受的相对安全与本质安全之间有差距，现实安全标准是有条件的、相对的，并随着社会的物质和精神文明程度提高而提高。

### 4. 安全的局部稳定性

无条件地追求绝对安全，特别是巨系统的绝对安全是不可能的。但有条件地实现人的局部安全或追求物的本质安全化，则是可能的、必须的。只要利用系统工程原理调节、控制安全的要素，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。

### 5. 安全经济性

安全与否，直接与经济效益的增长或损失相关。保障安全的必要经济投入是维护劳动者的生产流动能力的基本条件，包括安全装置、安全技能培训、防护设施、改善安全与卫生作业条件、防护用品等方面的投入，是保障和再生生产力的前提。安全科学技术（含安全管理）作为第一生产力，不仅可提高生产效率，而且对维护和保障生产安全运转、人的生命和健康具有重要作用。它作为生产力投入有其馈赠性的经济价值，包括创造的产品本身的安全性能同样含有安全的潜在经济价值，另一方面安全保障不出现危险、伤害和损坏（本身就减少了经济负效益）等于创造了经济效益。

### 6. 安全的复杂性

安全与否取决于人、物、环境及其相互关系的协调，实际上形成了人（主体）—机（对象）—环境（条件）运转系统，这是一个自然与社会结合的开放性巨系统。在安全活动中，由于人的主导作用和本质属性，包括人的思维、心理、生理等因素以及人与社会的关系，即人的生物性和社会性，使安全问题具有极大的复杂性。安全科学的着眼点是从维护人的安全角度去研究某系统的状态，最终使该系统成为安全系统。

## 7. 安全的社会性

安全与社会的稳定直接相关。无论人为的或自然（天然）的灾害，生产（工人）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给国计民生（包括个人、家庭、企事业单位或社团群体）带来心灵上和物质上的危害，成为影响社会安定的重要因素。安全的社会性的一个重要方面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。“安全第一，预防为主”为基本国策，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。

## 8. 安全的潜隐性

对各类事物的安全本质和运动变化规律的把握程度，总是受人的认识能力和科技水平的局限。广义安全的含义，不仅考虑不死、不伤、不危及人的生命和躯体，还必须考虑不对人的行为、心理造成精神和心理伤害。如何掌握伤害程度的界限及确定公众能接受的安全标准有待研究，各种产品（特别是化工产品）、医药、人工合成材料、生物工程产品、遗传工程产品等均有许多潜在危害，现今尚且有待人们去作深入地专门探讨。客观安全包括明显的和潜隐的两种安全因素组成，它是客观存在而不以人的意识为转移。当今人们认为安全的概念，只能是宏观安全，它包括能识别、感知和控制的安全和无法把握控制的模糊性安全。所谓安全的潜隐性是指控制多因素、多媒介、多时空、交混综合效应而产生的潜隐性安全程度。人们总是努力使安全的潜隐型转变为明显型。因此，安全的潜隐性问题的研究，只有通过探索、实践才能找到实现安全的方法。

## 第二节 安全科学的学科体系及其与相关学科的关系

要形成完整的学科体系，必须具备本学科的基础理论、基础科学、技术科学、工程技术等相关完整的学科。安全科学经过几十年的发展，已经初步形成了自身的学科体系。

### 一、安全科学的学科体系

为了把握安全的本质及其变化规律，必须首先研究安全问题到底由哪些要素构成，各要素如何相互作用。不论在日常生活、生产活动或社会活动中，与安全问题直接或间接发生关联的不外乎是人、物以及人与物的联系。人是安全的主体和核心，也是研究一切安全问题的出发点和归宿。人既是保护对象，又可能是保障条件或者是危害因素，没有人的存在也就根本不存在安全问题。物是指物质，它可能是安全的保障条件，也可能是危害的根源。能够保障或危害人的物质存在的领域极其广泛，形式也极复杂，甚至可以说它散布在人类身心之外的所有客观事物之中。人与物的关系从广义上讲是人安全与否的纽带；它既包括人与物（含人与人、物与物）的存在空间和时间，又包括能量和信息的相互联系。为了体现以安全为主体的概念，在这里称“人”为“安全人体”，称“物”为“安全物质”，称“人与物（包括人与人以及物与物）”为“安全人与物关系”，其中“安全人与物”的时间、空间与能量联系为“安全社会”，“安全人与物”的信息与能量联系为“安全系统”。通过对安全与否的全面深入分析，不难得出安全人体、安全物质和安全社会（即安全人与物关系）构成安全三要素，加上安全的整体性因素——安全系统，形成安全整体的四类不同性

质的组成部分（即四因素）[3]。

安全要素是指在特定的（即理想的）状态下，仅自身就能独立地成为实现安全的充分条件。例如，“安全人体”，如果能对危害因素具有绝对抵抗能力；“安全物质”，对人如果绝对无危害；或者“安全人与物关系”，如果在时间、空间和能量及信息上与人绝对不发生危害性的联系；只要三者能具其一，结果都是安全的。因此称他们为“安全三要素”。但是，上述理想状态在现实中是不存在的，为达到和保持安全状态，需要在现有的三要素基础上，通过安全系统的信息对各安全要素进行能量的运筹、调节、匹配和控制，使之达到和保持整体上的安全状态[3]。

根据安全人体、安全物质、安全社会和安全系统四种安全因素的不同属性和作用机制，对安全进行纵向学科分类，于是它被区分为安全物质类（即自然科学性的安全物质因素）、安全社会类（即社会科学性的安全因素，指人与人、人与物或物与物的时间、空间和能量联系因素）、安全系统类（即系统科学性的安全信息与能量的整体联系因素）、安全人体类（即人体科学性的安全生理、安全心理等因素）[3]。以上纵向区分为四种不同类型因素的安全分支学科。同时根据理论指导实践和从实践上升到理论的双向作用原理，完成安全从工程技术到技术科学，又到基础科学，再到哲学桥梁的理论升华；把每类安全分支学科的理论同工程技术实践紧密地衔接起来，以达到对安全的本质及其运动、变化规律的全面系统认识。这种不同理论高度的纵向联系，又被区分为四个横向层次，即：为解决安全保障条件和把握人的安全状态，需要发展的工程技术层次，称之为安全工程；为获得安全工程技术的理论依据，需要发展的技术科学层次，称之为安全工程学；为掌握安全工程学的基础理论，需要发展的基础科学层次，称之为安全学；为把握安全的本质及其科学思想方法，需要发展的马克思主义哲学层次，称之为安全观。将这种纵向不同因素的学科分类及其横向不同认识高度的理论分层，进行全面有机的联系并加以全面展开，便构成一个功能完整的安全科学学科体系[3][5]。这个体系结构的基本内容由以下部分组成：

#### 1. 安全科学学科体系中的哲学层次——安全观

它是安全科学的最高理论概括，也是安全的思想方法论和认识论，指导人们科学地认识 and 解决安全问题，揭示出安全的本质即回答安全是什么。

#### 2. 安全科学学科体系中的基础科学层次——安全学

它是由安全技术学（含安全的灾变物理学和灾变化学）、安全社会学、安全系统学（包括安全灾变理论）和安全人体学（含安全的毒理学）四类基础科学的分支学科构成。其中安全系统学虽然不是由安全的独立要素组成，但它是研究和实现安全所不可缺少的连结因素和科学方法论；同时在理论上与其他三要素组成的分支学科同样具有完整的横向四个理论层次。安全学是研究安全基础理论的，它的任务是发现安全的基本规律（即反映安全的运动、变化机制），从根本上揭示安全的机理问题。

#### 3. 安全科学学科体系中的技术科学层次——安全工程学

它与基础科学的分支学科相对应，是由安全技术工程学、安全社会工程学、安全系统工程学和安全人体工程学四类技术科学分支学科构成。除安全系统工程学要在本层次额外为各分支学科提供科学方法外，各自都为本分支学科的工程技术层次提供理论依据，将其工程技术成果升华为科学理论（即上升到技术科学）。根据安全因素的性质及其作用方式不同，各分支学科又细分为若干组成部分：

(1) 根据设备因素对人的身心危害作用方式的不同，在安全技术工程学中又区分为：针对解决直接损害人的躯体相关问题的安全技术工程学和针对解决间接破坏人的机体或危害人的心理相关问题的安全卫生工程学。

(2) 根据调节安全人与人、人与物和物与物联系的不同原理和采取不同方法（手段或措施），达到安全的目的，在安全社会工程学中区分为：安全管理工程学、安全教育（工程）学、安全法学和安全经济学等。

(3) 根据安全系统内各因素的作用或功能的不同，在安全系统工程学中又区分为安全信息论、安全运筹学和安全控制论。安全系统工程学不仅是安全系统工程层次的理论基础，同时也为整个安全工程学层次提供安全方法论。

(4) 根据外界危害因素对人的身心内在作用机制影响的不同以及人机联接的方式不同，在安全人体工程学中又区分为安全生理学、安全心理学和安全人机工程学。安全人体工程学，不仅为采取各种安全工程技术措施提供必要的安全人体理论依据，同时还是一切安全活动的出发点和归宿。

#### 4. 安全科学学科体系中的工程技术层次——安全工程

它直接为实现安全服务，是进行安全预测、设计、施工、运转、总结和反馈、提高等一系列具体安全技术活动与方法的总称。

在安全工程中的安全技术工程，按其服务对象的不同，区分为：

(1) 学科方法、手段性均有所不同的安全设备机械工程和和设备卫生工程。

(2) 与各类专业领域的工程技术匹配的专业安全技术，如：电器安全工程、锅炉压力容器（机械）安全工程、起重搬运（机械）安全技术、焊接安全技术、核安全技术、防毒安全技术、防尘安全技术、通风安全技术、噪声与振动控制技术、辐射防护技术等。

(3) 具有行业特点的部门综合应用性的安全技术，例如：矿业、地质勘探、石油化工、冶金、建筑、交通运输、航海、航空航天等。

可以说，凡是有人活动的地方，都有保障安全的工程技术需要，都可以针对本领域的特点确立专门的或综合应用性的安全技术，所以安全技术的应用领域非常广泛。不过各类专业安全技术和综合应用性的安全技术都不是单一分支学科性的，而是以安全技术工程为基础，构成的专业科学技术体系和应用科学技术体系。

通过以上对安全科学学科体系的分析，可以看到安全科学不仅具有自身完整的学科体系结构、作用功能以及与人类的一切活动有着不可分割的联系，而且具有生产力的性质。

## 二、安全科学的学科分类

根据以上初步建立的安全科学学科体系，在广泛征求有关专家和学者的基础上，我国建立了安全科学的学科分类，并被国家标准《学科分类与代码》收录，于1992年11月由国家技术监督局正式发布，并于1993年7月正式实行。在国家标准GB/T13745—T1992《学科分类与代码》中，将安全科学技术列为一级学科（代码：620），该学科体系由5个二级学科和27个三级学科组成，安全科学技术下属的二级学科包括：安全科学技术基础学科，安全学，安全工程、职业卫生工程和安全工程[2]。

### 1. 安全科学技术基础学科（代码：620.10）

安全科学技术基础学科是研究安全科学的基础理论并揭示安全的本质和运动规律的学

科知识体系，它下属的三级学科包括灾害学、灾害物理学、灾害化学、灾害毒理学等，是安全科学的基础。

#### 2. 安全学（代码：620.20）

安全学是研究人的身心存在状态的运动及其变化规律，安全的本质及运动变化规律，建立起安全、高效的自组织的人机系统，形成保障人们自身安全健康的思维方法和知识体系，从而达到保护人的身心安全和健康的目的。安全学下属的三级学科包括安全系统学、安全心理学、安全模拟与安全仿真学、安全人机学、安全经济学、安全管理学和安全教育学。

#### 3. 安全工程（代码：620.30）

安全工程是研究人类在生产或活动过程中，在防御各种灾害的过程中所采用的，以保证人的身心健康和生命安全，减少物质财富损失为目的的安全技术理论及专业技术手段的综合学科。其下属的三级学科包括消防工程、爆炸安全工程、安全电气工程、安全设备工程、安全检测与监控技术和部门安全工程。

#### 4. 职业卫生工程（代码：620.40）

职业卫生是研究劳动条件对劳动者健康的影响以及研究改革劳动条件的一门学科，其首要任务是识别、评价、控制不良的劳动条件，保护劳动者的健康，而控制不良的劳动条件最根本的是改进工艺、改进生产过程，或者采用一些工程技术措施，使劳动者不接触或少接触职业危害因素。其下属的三级学科包括防尘工程、防毒工程、生产噪音与振动控制和个体防护。

#### 5. 安全管理工程（代码：620.50）

安全管理工程是以管理科学的基本原理为基础，结合现代管理工程的新内容，吸收传统管理的成功经验，采用现代科学技术方法，实行教育的、法制的、经济的、技术的、行政的安全管理手段；其目的是调节人与其所处环境中相应的物质条件（设备、工具、产品、材料等）之间的关系，达到和谐、安全、高效，以实现劳动生产及社会活动正常运转，从而保护劳动者及公众的身心安全与健康。

通过人类长期的安全活动实践以及安全科学与事故理论的研究和发展，人们已清楚地认识到，要有效地预防生产与生活中的事故，保障人类的安全生产和安全生活，人类有三大对策：其一是安全工程技术对策，这是技术系统本质安全化的重要手段；其二是安全教育对策，这是人的安全素质的重要保障措施；其三是安全管理对策，这一对策既涉及物的因素，也涉及人的因素。因此，安全管理工程是安全科学技术体系中重要的分支学科，是人类预防事故的“三大对策”的重要方面。其下属的三级学科包括安全信息工程、风险评价与失效分析、工业灾害控制、安全检测与监控技术。

2001年3月教育部学位办组织专家对《授予博士、硕士学位的学科、专业目录》进行调整的过程中，根据专家的建议和我国的实际需要，又将原属于矿业工程二级学科中的安全技术及工程，调整为一级学科。

以上学科分类及调整工作，充分体现了国家对安全学科的重视和社会对安全的迫切需要，为我国从事安全科学与技术研究和教育的工作人员提供了广阔的领域。

### 三、安全科学的主要研究内容

科学是人类对现实世界认识成果的系统总结，任何科学都有特定的研究内容。安全科

学是研究事物安全与危险矛盾运动规律的学说，是以研究安全与危险的发生发展过程，揭示事物安全与危险的原因及后果，以及它们之间特有的相互关系，运用基础学科、工程学科等相关学科对事物或系统综合功能的丧失机理进行分析和研究为手段，以灾害事故的预测、防治和评价为研究目标。

具体地说，安全科学研究的内容包括如下几个方面：

#### 1. 安全科学的基础理论

人类面临的安全问题是各种各样的，各自都有自己的特殊规律，但在安全的本质问题上有其共性的规律。安全科学的基本理论就是在马克思主义哲学的指导下，应用现阶段各基础学科的成就，建立事物共有的安全本质规律。

#### 2. 安全科学的应用理论与技术

研究安全科学的应用理论与技术问题，其中包括安全系统工程、安全控制工程、安全管理工程、安全信息工程、安全人机工程和各专业领域的安全理论与技术问题。

#### 3. 安全科学的经济规律

研究安全经济的基本理论，职业伤害事故经济损失规律，安全效益评价理论，安全技术经济管理与决策理论等。

### 四、安全科学与其他相关学科的关系

安全问题不仅涉及到人，而且还涉及到物、环境及管理，其知识体系将涉及数学、物理、化学、天文、地理、生物，以及医学、经济、法学、管理、教育等。正如前述，安全科学包括了四个层次：安全观（认识观及方法论），安全学（安全基础科学，安全的基本原理及理论），安全工程学（技术科学，安全与卫生的应用原理及理论），安全工程技术（安全与卫生实施方法和技术）。仔细地研究一下安全所涉及的科学内容，不难发现其中安全条件（即安全设备与环境）与自然科学有关；安全机制与人体科学和思维科学有关；安全管理与系统科学和社会科学有关。所以说，安全科学是一门跨门类、综合性很强的多学科交叉科学，它不仅与自然科学有关，而且与人体科学、思维科学、系统科学、社会科学等有关。

## 第三节 安全科学的发展

### 一、安全科学的由来

安全科学的发展以安全技术为先导，而安全技术则随着产业革命而产生。众所周知，以蒸汽机为标志的产业革命，使生产力飞跃发展。机器首先在纺织工厂使用，随后便迅速扩展到冶金、采矿和交通运输等领域，大机器不像手工工具那样简单，广泛使用的结果使工人的伤亡事故和职业病日益增多。针对机器生产造成的危害，安全技术便应运而生。1730年，英国设计出煤矿井下通风换气方法，1754年亨克利出版了《矿工肺病和冶金工疾病》一书；1815年，戴维发明矿工安全灯；蒸汽动力的发展，相应引出了安全阀、压力表、水位计及高压锅炉水压检验等安全装置和措施。为了防止事故，1817年英国创建了检验公司；1833年美国制订《蒸汽船检验规则》；1844年，英国修订《工厂法》，规定机器设备安装安全装置，1864年英国创办锅炉保险公司；电力的应用，引起安全用电的研究，于是产生了