


“十二五” 国家科技支撑计划课题2011BAK06B06研究成果
质检公益性行业科研专项（201310201-07）成果

安全科学导论

Anquan Kexue Daolun

罗云 主编

- 人以安为命，有命则生！民以安为天，有天则远！
- 国以安为基，有基则稳！家以安为吉，有吉则福！
- 企以安为本，有本则赢！业以安为术，有术则灵！
- 官以安为责，有责则成！

 中国质检出版社
中国标准出版社



“十二五”普通高等教育规划教材

ANQUAN KEXUE DAOLUN

安全科学导论

罗云 主编

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

安全科学导论/罗云主编. —北京:中国质检出版社, 2013. 12
ISBN 978-7-5026-3907-5

I. ①安… II. ①罗… III. ①安全科学 IV. ①X9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 238173 号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 字数 466 千字

2013 年 12 月第一版 2013 年 12 月第一次印刷

*

定价: 68.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010)68510107

— 审 定 委 员 会 —

主 任 宋守信 (北京交通大学)

副 主 任 吴 穹 (沈阳航空航天大学)

罗 云 (中国地质大学)

委 员 蒋军成 (南京工业大学)

钮英建 (首都经济贸易大学)

王述洋 (东北林业大学)

许开立 (东北大学)

— 本 书 编 委 会 —

主 编 罗 云 (中国地质大学, 北京)

副 主 编 方东平 (清华大学)

许 铭 (中国地质大学, 北京)

编 委 陈国华 (华南理工大学)

冠丽萍 (中国公安大学)

宫运华 (中国石油大学)

程五一 (中国地质大学, 北京)

樊运晓 (中国地质大学, 北京)

李 季 (华北科技学院)

陈 芳 (天津民航学院)

张宏涛 (河南理工大学)

裴晶晶 (中国地质大学, 北京)

黄玥诚 (中国地质大学, 北京)

郝 豫 (河南理工大学)

序 言

众所周知，安全是构建和谐社会的基础。安全生产事关人民群众生命和国家财产安全，是保护和发展社会生产力、促进社会和经济持续健康发展的基本条件，是社会文明与进步的重要标志，也是提高国家综合国力和国际声誉的具体体现。在全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化、实现中华民族伟大复兴的进程中，安全生产在国家安全、经济和社会发展中占据越来越重要的地位。安全工程则是指在具体的安全存在领域中，运用的种种安全技术及其综合集成，以及保障人体动态安全的方法、手段、措施。安全工程的实践，为使人们在生产和生活中，生命和健康得到保障，身体及其设备、财产不受到损害，提供直接和间接的保障。安全工程专业是培养适应社会主义市场经济发展的需要，掌握安全科学、安全技术和安全管理的基础理论、基本知识、基本技能，具备一定的从事安全工程方面的设计、研究、检测、评价、监察和管理等工作的基本能力和素质，德、智、体全面发展的高级专业人才。随着现代工业生产规模日趋扩大，生产系统日益复杂，加之高新技术的不断引入，生产过程中涉及的环境、设备、工艺和操作的危险因素变得更加复杂、隐蔽，产生的风险越来越大，事故后果也越来越严重。因此，社会对安全工程专业的要求越来越高，安全工程专业的人才市场需求也越来越大。

安全工程专业的本科教育是我国培养安全工程专业高级人才的重要途径，也是确保安全科学与技术能够蓬勃发展的重要基础。如何培养能适应现代科学技术发展，满足社会需要的安全科学专门人才，是安全工程高等教育的核心问题。为此，教育部和国务院学位委员会对安全工程专业作出了调整，将“安全科学与工程”升级为一级学科，下设“安全科学”、“安全技术”、“安全系统工程”、“安全与应急管理”、“职业安全健康”等5个二级学科。而教育部高教司给出的安全工程（本科）专业的培养目标是“培养能够从事安全技术及工程、安全科学与研究、安全监督与管理、安全健康环境检测与监测、安全设计与生产、安全

教育与培训等方面复合型的高级工程技术人才”。

我国绝大多数高校的安全工程专业都是为适应市场需求而于近些年开设的，其人才培养的硬件、软件和师资等都相对较弱，在安全工程专业课程体系的构成上缺乏共识，各高校共性核心的内容少，而且应用性课程多，理论性课程少；工具性课程多，价值性课程少。课程设置的差异，导致安全工程专业的教材远不能满足本专业教学的需要和学科发展的需要，为此，中国质检出版社根据教育部《“十二五”普通高等教育本科教材建设的基本原则》，组织北京交通大学、中国地质大学、沈阳航空航天大学、南京工业大学、河北科技大学、东北林业大学、西安石油大学等多所相关高校和科研院所中具有丰富安全工程实践和教学经验的专家学者，编写出版了这套以公共安全为方向，既有自身鲜明特色又体现国家和学科自身发展需要的系列教材，以进一步提高安全科学与工程类专业的教学水平，从而培养素质全面、适应性强、有创新能力的安全技术人才。该套教材从当前社会生产的实际需要出发，注重理论与实践相结合，满足了当前我国培养合格安全工程专业人才的迫切需要。相信该套教材的成功出版发行，必将会推动我国安全工程类高等教育教材体系建设的逐步完善和不断发展，对国家新世纪应用型人才培养战略的成功实施起到推波助澜的作用。

教材审定委员会

2013年7月

前 言

• FOREWORD •

安全是人类生存的基本需要，是社会经济发展的基础和前提；安全是生命存在之本，是生产发展之基，是生活幸福之魂；安全的保障水平和能力应该而且必须成为社会进步、国家富强、经济发展的出发点和最终归宿。因为，安全承载的第一目标就是人的生命安康，而生命是智慧、力量和情感的唯一载体，生命是实现理想、创造幸福的根本和基石；生命是民族复兴和创建和谐的源泉和资本。总之，重视和加强安全科学技术的发展，无论从政治、经济、文化的角度，还是针对国家、社会和家庭，都是事关重大的问题。

安全是人类古老的命题，从安全常识到安全科学，从安全工作到安全科技，从安全生产到安全发展，人类经历了漫长的年代。古代的民居安全、部族安全、劳作安全，近代的工业安全、生产安全、劳动保护，现代的公共安全、职业安全、职业健康，已伴随着创世纪以来人类文明社会的生活与生产走过了千百年。安全技术、安全工程、安全系统的概念已有近百年历史，而安全科学的概念的出现仅有30年。

近百年来，人类从安全规制到安全立法，从安全管理到安全科技，从安全科学到安全文化，针对自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件等现代社会日益严重的安全问题，推进了安全科学技术的发展。

展与进步。从20世纪初,我们看到了人类冲破“亡羊补牢”的陈旧观念和改变了仅凭经验应付的低效手段,给予世界全新的安全理念、思想、观点、方法,给予人类安全生产与安全生活的知识、策略、行为准则与规范,以及生产与生活事故的防范技术与手段,通过把人类“事故忧患”的颓废情绪变为安全科学的缜密;把社会的“生存危机”的自扰认知变为实现平安康福的动力,最终创造人类安全生产和安全生存的安康世界。这一切,靠的是科学的安全理论与策略、高超的安全工程和技术、有效的安全立法及管理,以及系统的技术与方法。安全硬科学与安全软科学的结合,为人类的安全活动提供了精神动力、智力支持、理论指导、策略引领和方法保障。

科学水平能够体现人类认识事物规律的深度与高度,安全科学发展水平反映了人类认识安全规律的成熟度。安全科学以研究安全风险为对象,涉及人因、物因(技术)、环境、信息(管理)等要素,由于安全风险因素的复杂性,使得安全科学属于交叉、综合性的学科。本书是对安全科学基本的规律和原理、根本的思想和观念、精典的理论和方法进行全面、系统、精准的论述。

本书是基于科学学及安全学阐述安全科学的基础性、理论性的专业教材。在安全科学的基础性科学方面,重点论述了安全科学的基本概念、学科建设的理论、学科发展、学科体系等内容;在安全科学理论方面,主要论述了安全哲学、安全原理、安全定量科学、安全基本理论等内容。全书全面综合地反映了安全科学的基础与基本、宏观与微观、原理与理论、定量与定性的知识体系。

本书是安全科学技术专业学生的必修课程,被定位于安全工程本科专业主干基础课程之一。通过本课程学习,使学生对“安全科学”的基本知识与内容有全面和系统的了解,能树立正确的安全观,运用正确的安全理论方法指导开展安全领域的研究、学习与工作,并在安全活动实践中能够遵循“本质安全、科学防范、系统保障”的科学原则,为安全工程专业的深入学习奠定理论性、引领性的基础。

本书是“普通高等教育“十二五”安全工程专业规划教材”之一，其大纲的设计、编制及其与相关内容的划定，业经教材编委会及其专家审定。编撰按照“普通高等教育‘十二五’安全工程专业规划教材”的编写要求，结合参与编写高校教师多年的教学经验，以及相关安全科学理论和学术研究的成果，并参考了多种“安全原理”、“安全科学”相关的著作。全书共分7章，包括：第1章安全科学术语及定义，第2章安全科学的发展，第3章安全科学的科学学，第4章安全科学的哲学，第5章安全科学的基本原理，第6章安全科学的定量，第7章安全科学基本理论。本书在内容选材和文字叙述上力求做到概念清晰、原理明确、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文献资料，在参考文献一并列出，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，敬请读者不吝指正。

编 者

2013年11月

目 录

• CONTENTS •

第 1 章 安全科学术语及定义	1
1.1 安全科学术语的研究与发展	2
1.1.1 术语学基础	2
1.1.2 安全科学术语学的研究与发展	2
1.2 安全科学基本术语	3
1.2.1 安全与事故	4
1.2.2 危险与风险	6
1.2.3 科学与技术	8
1.2.4 工业安全与公共安全	11
1.3 安全工程学基本术语	14
1.3.1 安全系统 (safety system)	14
1.3.2 安全技术 (safety technology)	17
1.3.3 安全工程 (safety engineering)	18
1.4 安全管理学基本术语	19
1.4.1 安全生产 (safety production)	19
1.4.2 安全法规 (safety regulations)	21
1.4.3 职业安全 (occupational safety)	22
1.4.4 职业健康 (occupational health)	23
1.4.5 安全管理 (safety management)	24
1.4.6 安全监察 (safety inspection)	25
复习思考题	27
第 2 章 安全科学的发展	28
2.1 古代的安全防灾	29
2.1.1 古代安全观念	29
2.1.2 古代安全风险防范	32
2.2 安全法规的起源与发展	35
2.2.1 工业安全法规的起源与发展	35

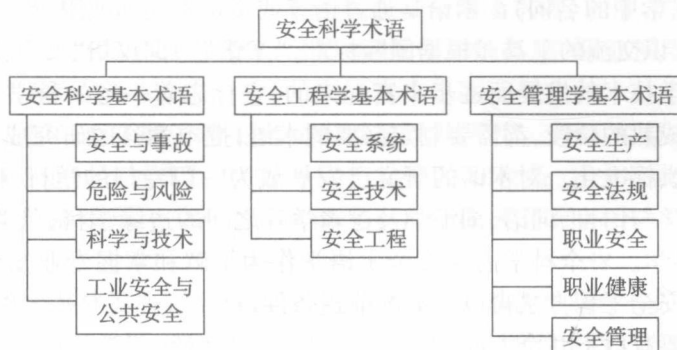
2.2.2	交通安全法规的起源与发展	37
2.3	安全科学的起源与进步	38
2.3.1	安全认识观的发展和进步	39
2.3.2	安全科学的产生和发展	40
2.3.3	我国安全科学的发展与进步	47
	复习思考题	50
第3章	安全科学的科学学	51
3.1	安全科学的研究对象	52
3.1.1	安全的实质	52
3.1.2	安全的要素	56
3.1.3	安全的本原	60
3.2	安全科学的性质与特点	66
3.2.1	安全科学的定义和性质	66
3.2.2	安全科学的特点	67
3.3	安全科学的任务与目的	69
3.3.1	生命安全	69
3.3.2	身心健康	71
3.3.3	财产安全	72
3.3.4	社会安全稳定	75
3.4	安全科学的基本范畴	76
3.4.1	工业安全范畴	77
3.4.2	公共安全范畴	78
3.5	安全科学的学科体系	81
3.5.1	基于人才教育的安全科学学科体系	81
3.5.2	基于科学研究的安全科学学科体系	83
3.5.3	基于系统科学原理的安全科学学科体系	86
3.5.4	基于科学成果的安全科学学科体系	87
	复习思考题	90
第4章	安全科学的哲学	91
4.1	安全哲学的进步与发展	92
4.1.1	从文化学看安全哲学的发展	92
4.1.2	从历史学看安全哲学的进步	94
4.1.3	从思维科学看安全哲学的发展	96
4.2	安全科学认识论	96
4.2.1	事故认识论	97
4.2.2	风险认识论	98
4.2.3	安全认识论	101
4.3	安全科学的方法论	104

4.3.1	事故经验论	105
4.3.2	安全系统论	106
4.3.3	本质安全论	108
4.4	现代安全哲学观	113
4.4.1	安全社会发展观	113
4.4.2	安全经济发展观	116
	复习思考题	118
第5章	安全科学的基本原理	119
5.1	安全科学公理	120
5.1.1	第一公理：生命安全至高无上	120
5.1.2	第二公理：事故是安全风险的产物	122
5.1.3	第三公理：安全是相对的	123
5.1.4	第四公理：危险是客观的	125
5.1.5	第五公理：人人需要安全	127
5.2	安全科学定理	128
5.2.1	定理1：坚持安全第一的原则	128
5.2.2	定理2：秉持事故可预防信念	129
5.2.3	定理3：遵循安全发展规律	131
5.2.4	定理4：把握持续安全方法	132
5.2.5	定理5：遵循安全人人有责的准则	134
5.3	安全科学定律	136
5.3.1	海因里希定律	136
5.3.2	墨菲定律	138
5.3.3	安全度定律	140
5.3.4	风险最小化定律	141
5.3.5	本质安全定律	143
5.3.6	安全效率定律	144
5.3.7	安全效益定律	145
	复习思考题	146
第6章	安全科学的定量	147
6.1	安全科学微观定量	148
6.1.1	安全系统的物理定量	148
6.1.2	安全系统的化学定量	166
6.1.3	安全事件概率定量	172
6.2	安全科学中观定量	175
6.2.1	安全指标定量	175
6.2.2	安全指标考核	178
6.2.3	安全指数定量	180

6.2.4	安全风险定量	185
6.3	安全科学宏观定量	193
6.3.1	系统安全性分级	193
6.3.2	事故分级	199
6.3.3	标准化达标分级	201
6.3.4	安全绩效测评	204
6.3.5	高危作业风险分级	214
	复习思考题	217
第7章	安全科学基本理论	218
7.1	事故致因理论	219
7.1.1	“4M”要素战略理论	219
7.1.2	能量转移理论	222
7.1.3	因果连锁理论	225
7.1.4	动态变化理论	229
7.1.5	轨迹交叉理论	231
7.1.6	扰动起源理论	232
7.1.7	事故倾向理论	233
7.1.8	人因失误理论	235
7.1.9	作用—变化与作用连锁理论	238
7.2	系统安全理论	240
7.2.1	安全系统要素理论	240
7.2.2	系统本质安全理论	242
7.2.3	人本安全理论	244
7.2.4	系统全过程管理理论	246
7.2.5	安全细胞理论	247
7.2.6	两类危险源理论	249
7.3	安全生命周期理论	251
7.3.1	事故生命周期理论	252
7.3.2	设备生命周期理论	253
7.3.3	应急管理生命周期理论	255
7.4	安全对策理论	257
7.4.1	安全3E对策理论	257
7.4.2	安全3P策略理论	259
7.4.3	安全分级控制匹配原理	260
7.4.4	安全保障体系球体斜坡力学理论	262
7.4.5	安全强制理论	262
7.4.6	安全责任稀释理论	263
	复习思考题	264
	参考文献	266

第1章 安全科学术语及定义

● 本章知识框架



● 知识引导

安全科学是一门新兴的边缘科学,涉及社会科学和自然科学的多门学科,涉及人类生产和生活的各个方面。术语是在特定学科领域用来表示概念的称谓的集合。安全科学名词术语是安全生产工作和安全科学研究的重要基础,是安全科技交流和传播的载体。因此,本章在介绍了术语学以及安全科学名词术语发展的基础上,在安全科学、安全工程学以及安全管理学领域分别列举了部分重点核心名词术语,对其定义及内涵外延给予了介绍。

● 重点提示

学习本章有如下提示:

重点:安全科学基本术语、安全工程学基本术语、安全管理学基本术语的定义及内涵。

核心概念:安全与事故、危险与风险、科学与技术、工业安全与公共安全、安全系统、安全技术、安全工程、安全生产、安全法规、职业安全、职业健康、安全管理、安全监察等。

● 主要需要思考的问题

通过本章的学习,需要思考如下问题:

1. 安全科学的基本概念对于掌握安全科学技术知识的重要性?
2. 安全科学术语对安全科学研究的基础性指导作用?
3. 安全科学重要的术语有哪些?

● 相关的阅读材料

学习阅读术语学、科学学、管理学等相关资料。

● 学习目标

1. 了解术语学及安全科学名词术语的发展与现状。
2. 掌握安全科学基本术语的定义及内涵。
3. 掌握安全工程学基本术语的定义及内涵。



4. 掌握安全管理学基本术语的定义及内涵。

1.1 安全科学术语的研究与发展

1.1.1 术语学基础

术语(terminology)是在特定学科领域用来表示概念的称谓的集合,在我国又称为名词或科技名词(不同于语法学中的名词)。术语是通过语音或文字来表达或限定科学概念的约定性语言符号,是思想和认识交流的工具。根据国际标准,“术语”一词仅指“文字指称”。

术语是随着科学技术的发展而逐步丰富起来的,它标志着一定的科学发展水平。任何一门科学发展到比较成熟的阶段,都需要制定必要的术语,把本学科的研究成果用术语的形式表达出来,使之规范化、标准化。对术语的研究已发展成为一门专门的学科,称为“术语学”。术语学是介于自然科学与语言、词语、词汇学及逻辑学等之间的边缘学科,是关于术语概念、理论构造、方法统一的科学。安全科学需要安全术语学作为了解和掌握专业知识的基础,同时也是安全科学理论及安全工程方法得以交流的前提条件。

术语的特征主要有以下几个方面。

(1)专业性。术语是表达各个专业的特殊概念的,所以通行范围有限,使用的人较少。

(2)科学性。术语的语义范围准确,它不仅标记一个概念,而且使其精确,与相似的概念相区别。

(3)单义性。术语与一般词汇的最大不同点在于它的单义性,即在某一特定专业范围内是单义的。有少数术语属于两个或更多专业,如汉语中“运动”这个术语,分属于政治、哲学、物理和体育4个领域。

(4)系统性。在一门科学或技术中,每个术语的地位只有在这一专业的整个概念系统中才能加以规定。

1.1.2 安全科学术语学的研究与发展

安全科学名词术语是安全科学研究、安全科技人才培养、安全生产工作实践的重要基础,是安全科技交流和传播的基本载体。安全科学是一门综合性、交叉性的学科,安全工程专业课程体系涉及知识面宽、学科综合复杂,安全工程专业人才适应的行业宽泛,安全技术和安全管理工作实践对象全面、复杂,因此,需要规范的术语来统一概念。规范系统的安全科学常用术语是安全科学技术发展的需要,是有效开展安全生产工作的现实要求,是实现安全发展战略的基础性、导引性的工作。我国安全科学术语的发展经历了从国际到国内、从分散到系统完整的发展历程。

早期的安全科学技术专业术语是分散于各个专业学科的,完整系统的研究和发布到20世纪80年代才出现。标志性的进展主要有:

- 1993年国际劳工组织(ILO)职业安全健康情报中心(International Occupational Safety and Health Information Centre, CIS)出版《职业安全健康术语》,规范了职业安全健康专业术语2600条。国际标准化组织、国际电工委员会、欧盟委员会等也相继颁布了一系列与安全有关的术语标准。Willie Hammer等出版的《职业安全管理与工程》(第五版)(Occupational Safety Manage-

ment and Engineering, Fifth Edition)共辑录了1915个专业术语,涵盖了安全管理的25个主题。

• 1985年国务院成立了全国科学技术名词审定委员会,至今已按学科建立了71个分委员会,审定公布了75种科技名词。1987年3月原国家劳动部组织开展了《安全科学技术词典》的编撰工作,此项工作组织了75名专家,历时4年半,于1991年12月正式出版。《安全科学技术词典》共收常用词条2945个,分安全管理、工厂安全、矿山安全、劳动卫生工程和锅炉压力容器安全5个部分,由中国劳动出版社出版。

• 我国1994年颁布GB/T 15236—1994《职业安全健康术语》标准,规定了37个术语的内容。2008年颁布了修订版GB/T 15236—2008《职业安全健康术语》标准,将术语扩大到71个,分为一般术语、事故及其相关主题、测试与评估、应急与防护措施、职业医学与职业病、工作条件与人机工程6个主题。

• 我国有关行业部门也开展了相关名词术语的规范工作。1983年航空工业部门组织74个单位编撰了《航空工业科技词典》,共收词目13大类7000余条,其中收录了一部分航空领域的安全术语。汪旭光院士等于2005年编撰了《工程爆破名词术语》,共收词目10大类3150条。

• 1989年《中国图书分类法》第三版第一次正式将“劳动保护科学(安全科学)”与环境科学并列,取得“X9安全科学类”一级类目。1999年,中图法第四版本将“劳动保护(安全科学)”正式更名为“安全科学”,其词目包括中英文对照的280多个安全科学主题词,形成了基本的安全科学术语体系。

鉴于国内外与安全生产相关的基本概念、名词术语的发展和变化,针对目前我国规范的安全生产名词术语少,没有广泛吸收国外相关领域的新理念和新名词,不能满足安全生产事业和安全科学技术的发展需要,2009年国家安监总局组织开展了“安全生产常用名词术语释义研究”,通过借鉴国内外权威部门,公认标准对名词术语、概念的定义和解释,将一些关键名词术语和概念的解释在安全生产领域规范化。该项目由中国安全生产科学研究院承担,国家安监总局有关部门参与。收录的名词术语主要取自我国现行安全生产法律法规、标准规范、政策等文件,有关词典、百科全书等大型工具书,国外工业化国家、国际组织和权威研究机构的相关出版物,以及教材、著作和论文等。项目重点对安全管理类的常见术语进行了释义研究,内容包括术语的定义、内涵、发展变化、相似术语之间的关系等。初步分类为“基础术语”、“制度与管理”、“职业危害”、“应急救援与防灾减灾”4个部分。

2013年“中国安全科学百科全书”编撰工作启动,该项目由国家安监总局中国安全生产科学研究院和中国人力资源社会保障出版集团组织实施,“中国安全科学百科全书”将进一步规范安全科学术语,促进我国安全科学术语的研究,完善学科的术语体系。

1.2 安全科学基本术语

安全科学是一门新兴科学,具有跨学科、交叉性、横断性、跨行业等特点,涉及人类生产和生活的各个方面。安全科学术语定义,是指对安全专业术语本质特征的内涵和界限的逻辑规定。正确的安全术语定义对认识安全事物规律有重要意义,它是认识安全活动规律的基础,反映了安全事物的固有属性及本质属性。因此,为了更好地认知和理解安全科学的知识体系,首先须对安全科学基本术语的定义及内涵有明确的了解。