

中文引用格式:吴超. 大安全学基础理论研究[J]. 中国安全科学学报, 2025, 35(8): 1-13.

英文引用格式:WU Chao. Research on fundamental theory of macrosecurisafetyology[J]. China Safety Science Journal, 2025, 35(8): 1-13.

大安全学基础理论研究^{*}

吴超^{1,2}教授

(1 中南大学 资源与安全工程学院, 湖南 长沙 410083;
2 中南大学 安全理论创新与促进研究中心, 湖南 长沙 410083)

中图分类号:X91;D631

文献标志码:A

DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2025.08.1814

基金项目:湖南省自然科学基金资助(2024JJ5455);长沙市自然科学基金资助(kq2402230)。

【摘要】 为构建大安全学基础理论,综合运用文献调查法、资料统计法、逻辑演绎法、模型分析法等,开展系统性研究。首先,梳理近十余年大安全领域相关理论的研究历程及特点;其次,从多视角界定大安全的定义、内涵和特征,归纳其基础概念群与体系,构成大安全学的学科群;最后,归纳一种大安全学的研究范式及大安全原理的层次和类型,并针对预设场景构建2个大安全模型及其相关定义。研究结果明确了大安全的范畴及辨识准则;提炼出支撑大安全状态学、大安全元理学、大安全内因学、大安全系统学、大安全天灾学、大安全人祸学、大安全外因学、大安全防治学、大安全综合学和大安全边际学这10类大安全学科群的10组核心概念群,并界定了大安全学科群的定义和范畴;梳理形成一种大安全学的研究范式和大安全原理的分类体系,构建了适用于典型场景的建模方法和2个代表性模型。

【关键词】 大安全; 大安全学; 概念群; 大安全原理; 大安全模型

Research on fundamental theory of macrosecurisafetyology

WU Chao^{1,2}

(1 School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha Hunan 410083, China; 2 Safety & Security Theory Innovation and Promotion Center (STIPC), Central South University, Changsha Hunan 410083, China)

Abstract: In order to construct the fundamental theory of macrosecurisafetyology (which combines the meanings of security & safety science for the large-scale issues), combined methods of literature review, data statistics, logical deduction and model analysis, etc. were used in this investigation. First, the research process and characteristics on the relevant theory of macrosecurisafety (which means the integrated security & safety for the large-scale issues) in the past decade were reviewed. Then, definitions, connotation, and characteristics of macrosecurisafety were given from multi perspectives, and a group of the basic concepts and their systems of macrosecurisafetyology were put forward. The disciplinary group that constitutes macrosecurisafetyology was built, and a research paradigm and principles of macrosecurisafetyology were summarized. Two macrosecurisafety models and their related definitions were built according to two scenarios. The research results clarify the scope and identification criteria of

macrosecurisafety, extract 10 sets of core concept groups supporting 10 macrosecurisafetyology subjects, including macrosecurisafety state studies, macrosecurisafety meta principle studies, macrosecurisafety internal cause studies, macrosecurisafety system studies, macrosecurisafety natural disaster studies, macrosecurisafety man-made disaster studies, macrosecurisafety external cause studies, macrosecurisafety prevention and control studies, macrosecurisafety comprehensive studies, and macrosecurisafety marginal studies, providing their definitions and scopes for these macrosecurisafetyology subjects, form a research paradigm and classification for macrosecurisafetyology principles, and obtain a modeling method and two typical models for macrosecurisafetyology. The above results play an important role in consolidating the foundation of macrosecurisafetyology.

Keywords: macrosecurisafety; macrosecurisafetyology; concept group; macrosecurisafety principles; macrosecurisafety models

0 引言

安全涉及面极广,多年来逐渐形成了相对固定的多个领域,如生产安全(含职业安全健康)、防灾减灾、网络空间安全、公共安全、国家安全等。随着社会发展和系统复杂化的加剧,以及导致重大事故灾难的各种人因(恶意、有意和无意)重叠和相互作用,上述各领域的安全问题常呈现交织态势。例如:2003年韩国大邱地铁纵火案、2015年中国天津港“8·12”大爆炸、2015年德国之翼航空4U9525航班空难、2017年英国格伦费尔大楼火灾、2022年印度吉吉拉特邦断桥事故,以及福岛核事故、博帕尔泄漏、重庆彩虹桥坍塌、深水地平线漏油、三丰百货倒塌、洛阳东都商厦火灾等。此类事件具有共性特征:利益链绑架安全,企业或个人为牟利削减安全投入,权力干预导致纸面合规与风险掩盖并存,恶意不作为使事故后果呈指数级放大,均属于大安全范畴。大安全问题是当前客观存在的安全科学前沿重大课题,既对传统安全科学提出新挑战,也为其发展注入动力和新机遇。因此,开展大安全问题研究并构建大安全学基础理论,是安全领域面临的一项迫切任务,具有重大的理论价值和实际意义。

传统安全工作将无意和故意安全事件分为不同领域并分开处置,相应的安全基础理论、研究方法、组织机构、法律法规和标准、防控技术和措施及工程、学科专业设置、职业安全分类等,均按领域分开构建。很显然,当安全视域放大到无意和故意安全事件交织的综合场景时,涉及的问题和因素就复杂得多,传统分领域的安全体系已难以适配新情况,需要重新建立。从学科建设的视角,大安全也带来了许多新的学科研究课题。例如:生产安全领域的意外伤害事故和公安领域的恶意伤害事故一直伴随人

类发展进程,且分属生产安全和公共安全部门处置,形成了各自的从业人员建制与独立安全研究内容,但随着人类生存矛盾的多样化,各类安全问题的交织使大安全问题日益突出,特别是近几十年来,国内外大安全事件及其衍生问题均呈增长趋势。然而,当前大安全的理论与应用研究不仅滞后于上述发展趋势,更难以满足实际需要。很显然,大安全研究作为涉及多部门、多层次、多体系的广泛复杂领域,需要集大量人力、物力、财力等,经过很长一个时期的研究与实践才能有所建树。

鉴于此,笔者拟从新学科建设层面,基于大安全学需跨学科知识整合的视角,运用系统科学和复杂科学等形成的独特方法论,重点研究大安全学的术语体系、研究范式、原理结构和模型等,以便为大安全学奠定一定的基础理论。

1 大安全相关理论研究综述

首先明确综述范畴:主要针对恶意和无意人因叠加引发事故灾难的大安全问题相关理论研究。从造事动机上看,人类历史上的所有战争都是有意而为,其方法和手段多样、内容丰富,且历史悠久并延续至今,在某种意义上也属于大安全范畴。战争学也形成了专门的基础理论,但由于战争学隶属于军事学,而军事学是一门设立较久的独立学科,因此,不将其作为大安全学的主要内容纳入综述,而是将其视为大安全学的交叉学科或边缘学科。

1.1 国外研究简述

从时间维度看,计算机互联网与信息安全领域较早从技术应用层面研究恶意和无意人因叠加导致的大安全问题。该领域除硬件自身技术缺陷以及信息传输、获取与存储安全隐患外,还有来自网络黑客和病毒软件等的入侵、攻击、窃取和破坏等人因恶意

行为,因此,仅在互联网和信息安全领域就存在亟待解决的大安全问题。例如:EAMES等^[1]在1999年就论述了安全一体化的必要性;2004年,CHAPMAN等^[2]发表了基于信息流分析工具强化安全一体化模型的研究成果。在职业安全领域,AVEN^[3-4]在2007年构建了涵盖安全一体化的风险和失效分析联合框架,后续进一步明确了安全一体化识别的关键系统及行为;2010年,PIETRE等^[5]发表了采用布尔逻辑驱动的马尔可夫过程对安全一体化相互依赖性的建模成果;RENIERS等^[6]提出了安全一体化的组织安全文化改进的钻石模型,以保障卓越成就和安全领导力的持续动态优化;2013年,PIETRE等^[7]发表了安全一体化工程的交叉融合研究成果;RASPOTNIG等^[8]对比分析了安全一体化要求下的风险识别技术;YOUNG等^[9]发表了安全一体化的系统思维研究成果;2014年,KRIAA等^[10-11]以管道为例完成了基于马尔可夫过程的安全一体化建模,并调研了工业控制系统安全一体化方法;BRUNNER等^[12]构建了网络物理系统安全一体化要求的集成模型;KRIAA等^[13]还提出了新型工业控制系统安全一体化风险分析框架;2019年,*Safety Science*主编、副主编及来自10个国家的编委一并提出,*Safety Science*需拓展新范畴^[14],认为安全内涵已延伸至人类活动的所有领域,安全相关主题已覆盖组织安全评估、人的工作行为管理、安全与健康方面的经济和法律问题等,安全科学是多学科的大安全。2020年,RENIERS等^[15]提出适合安全一体化的安全模型和原则;BOUSTRAS等^[16]提出在21世纪背景下重新定义2类安全及其相互作用和政策需求;HOSSEINI等^[17]提议在工业4.0资产管理框架中纳入安全一体化属性;GEORGE等^[18]阐述了过程工业安全一体化风险评估方法向使用贝叶斯网络演变的趋势;2022年,*Safety Science*主编HALE等^[19]在“安全科学的未来”专刊征稿总结中指出,安全科学正处于转型期,面临许多新挑战,如公共安全问题增多、风险认知和社会安全需求增加、全球金融和贸易对从业人员以及组织安全管理系统的影响、全球气候变化引发的新风险、社交媒体和假新闻在风险感知与风险管理中的作用等,安全科学的内涵正不断拓展,这也是对大安全的新认识。

国外值得关注的事件是:2017年,荷兰代尔夫特理工大学创办*Journal of Integrated Security Science*(《综合安保科学学报》),2021年更名为*Journal of Integrated Security and Safety Science*(《综合安全科学

学报》),该刊仅在2017、2018、2021和2022年断断续续发表10余篇文章,至今没有发展起来。

综上所述:①国外安全一体化研究起源于计算机网络和信息安全领域,后扩展至工业风险评价等领域,且多聚焦于具体应用层面,很少涉及大安全学科建设问题,比较关注大安全的学科基础理论的代表性期刊有*Safety Science*等。②国外安全一体化视域还局限在某一领域的safety和security这2类安全中,并未拓展至跨多领域的大安全范畴。③目前国外大安全研究进展缓慢甚至停滞,主要原因是安全一体化问题非常复杂,基础理论没有得到突破和形成方法体系;更深层的原因还包括理论创新难度较大、研究方法相对固化、研究议题缺少聚焦且难以突破、资源与投入受限等。

1.2 国内研究简述

2004年以前,国内安全研究均局限于各传统安全领域,大安全理论及其学科建设研究尚未提上议程,且当时尚无任何单一领域的安全学科成为国家学历教育中的一级学科,许多研究者的思维还局限在传统单一领域的安全层面。直至各领域安全一级学科的论证和申请过程中,以及后续涉及大安全科技研究项目的立项论证工作推进时,一些安全学者才慢慢关联到大安全学科体系,并开始研究大安全问题。

2004年,颜焯^[20]在《我国安全理论研究现状分析》中开始较具体地阐述大安全一词,并提出大安全学科体系构想;张景林等^[21]在《安全科学的研究对象与知识体系》中提出大安全学的理论体系架构;范维澄^[22]在“发展中的公共安全科技:问题与思考”新观点新学说学术沙龙上,以《公共安全科技问题与思考》报告展望了大安全视域下公共安全的发展架构和内涵;吴超^[23]在《安全科学学的初步研究》中提出安全科学学、安全科学方法学、比较安全学等涉及大安全的基础理论;2009年,国家标准《学科分类与代码》^[24]将“公共安全”领域纳入“安全科学技术”(620)范畴,初步形成大安全学科框架雏形^[25];2011年,吴超^[26]在《安全科学方法学》中构建了大安全学研究方法体系;吴超等^[27]在《安全科学原理及其结构体系研究》一文给出了涉及大安全的安全科学原理体系雏形,并在《安全学科体系构建综述研究》^[25]中阐述了大安全学科体系结构及分类;2019年,颜焯^[28]在《安全学:基于总体安全观的学科门类战略探索》中正式提出大安全学科体系构想;吴超^[29]在《新时期安全科技的学科结构及专业

设置研究》中构建了大安全学科体系模型;王秉^[30]在《普通安全学:面向大安全寻找普适性安全规律》中提出支撑大安全的基础理论—普通安全学;吴超等^[31]在《中南大学安全理论创新与促进研究中心的安全科学的基础理论研究综述》中介绍了构建多门适用于大安全的安全科学新分支的创建经验。

国内值得关注的机构动态是:2020年,北京科技大学成立大安全研究院,其中文官网显示,该院致力于构建全链条、跨领域、跨行业、跨学科的大安全交叉融合创新体系与人才培养体系,形成具有大安全学科特色的“研-教-产-用”四位一体的动态循环培养模式。但其英文介绍中将大安全译为 Macro-safety,没有涉及 Security 内容。

综上可知:①国内的安全界对大安全的倡导和研究同样处于起步阶段,对大安全基础理论研究的思考还很少。②国内大安全研究既涉及单一领域内 safety 和 security 的一体化问题,也涵盖多安全领域的一体化和大尺度的安全问题,且比较关注大安全

学科建设。③从大安全学科建设的视角和层面开展研究,构成国内大安全研究的一个特色。④总的来说,大安全学基础理论尚未取得太多进展,其基础理论体系还未建立。

2 大安全学概念体系构建

2.1 大安全定义及其分析

国内外关于大安全的表述及内涵存在差异。英文中通常以安全一体化(integrated safety & security)表述大安全,包含 safety 和 security 这 2 类安全问题的综合,但未涉及尺度界定。中文的大安全是一个相对概念,难以区分大小,并不是一个严格的科学概念。在实际场景中,大安全更多用于描述相对复杂、宏观、重大的综合性安全问题和系统性安全问题。迄今为止,针对大安全的定义研究尚未开展,更无统一界定。考虑到从不同视角和视域出发可能形成不同定义,笔者未试图给出唯一表述,而是提供了一组不同视角和视域下的大安全定义,见表 1。

表 1 不同视角和视域下的大安全定义

Table 1 Definitions of macrosecurisafety from different perspectives and views

视角或视域	大安全的定义	主要特点及说明
英文 safety 和 security 一体化,即 2 大类安全一体化	囊括人类无意(意外)和故意(恶意)造成事故灾难的综合安全	一类安全主要涉及非故意引发的事故灾难问题,另一类安全主要涉及有意引发的事故灾难问题。该定义具体表征了由这 2 大类典型人因导致的综合安全问题。但 2 类事故灾难可大可小,将很小的事故归入大安全不太恰当
中文“大+安全”	比小安全大的综合安全问题,通常指规模较大的综合安全	由于大与小是相对而言的,该定义没有确定性,缺乏实际意义;此外,其对肇事性质(故意与非故意)的界定不明确
多灾种的数量	涉及 2 种及以上灾难叠加形成的综合安全	例如:地震与台风灾害同时发生在同一地区、饥荒与战争同时发生在同一地区、火灾与爆炸和环境污染同时发生在同一地区等。该定义对肇事性质(故意与非故意)的界定不明确
灾难结果的规模	涉及灾难损失或伤亡超过某一标准的综合安全	例如:以《安全生产法》规定的重大事故及以上等级作为大安全的界定标准。该定义下的大安全在常态下无法界定
灾难的尺度	涉及发生灾难的强度超过某一尺度值的综合安全	例如:以火灾面积、地震烈度、受灾居民数量等指标作为界定是否属于大安全问题的依据。该定义下的大安全在常态下无法界定
多部门合作情况	需要 2 个及以上组织机构协同处理的综合安全	例如:需公安部门、国家安全部门、应急管理部门、卫生部门、环境部门等多机构联合应对的安全问题
跨地区情况	需要多地区协同合作的综合安全	涉及 2 个及以上省、市、县等协同合作的大安全问题,通常具有复杂综合性
系统学的系统概念	复杂系统或巨系统的综合安全	例如:大城市系统、国家系统、全球互联网系统等层面的安全问题
涉及主体的数量	涉及人数众多且具有多样性的综合安全	涉及人员数量庞大、构成性质复杂、类型多元等特征的安全问题
复合视角和视域	囊括上面多种情况的综合安全	例如:同时混合无意致因、故意致因、多灾种叠加、跨地区影响、跨部门协作、庞大复杂系统、后果严重等多重属性的综合安全问题

由表 1 可知:大安全属于一大类更为多样复杂且难以解决的安全问题,是安全复杂系统的典型范例,同时,也表明大安全的研究具有重大实际意义,既是实际迫切需要解决的安全难题,也是安全研究的重点对象,更是安全领域学者实现其不可或缺的重要价值的主要领域。大安全问题若能得到解决,小安全问题也能得到妥善处理。

英文的 security 和 safety 一体化定义大安全,虽能比较清晰地界定综合安全的性质,但在尺度、规模、系统大小等维度的界定还不明确。而通过其他方式定义大安全时,虽能比较明确地体现尺度、规模、系统大小等特征,却未在定义中直接体现故意与非故意这一性质,尽管因各种“大”的原因,其实际内涵通常已包含故意与非故意这一性质。

综上,尽管表 1 已从多视角给出多个大安全定义,但笔者最终更倾向于如下定义:大安全(英文表述采用新组合词“Macrosecurisafety”)必须将“同时包含无意和故意的安全问题”作为判断准则的必要条件,而安全事件的大小和尺度等则作为判断准则的充分条件。具体而言,大安全的判断准则或原则如下:①同时包含无意事件和恶意事件共同导致的各类安全问题;②同时跨越 2 个及以上传统安全领域的安全问题;③涉及的安全问题相对比较宏观和重大,如造成较大面积的重大损失和人员伤亡等,国

家安全、地区安全、局部战争等肯定属于此类范畴。明确大安全的定义后,大安全学的定义也随之确定,大安全学是一门研究大安全现象、规律及其应用的综合科学。

2.2 大安全学概念体系建立

要创建大安全学,构建概念体系是其最重要的基础内容。由于大安全比小安全庞大、复杂,其概念体系必然比传统单一领域的安全概念体系更为复杂。基于人本观,围绕大安全系统能统一表征大安全的原理,构建大安全学的概念体系。大安全学的概念体系通过 4 层递进式概念群构建而成,核心逻辑是从中心到边缘、从内核到系统、从理论到实践,完整框架如图 1 所示,由图 1 可知:基础层(第 1 层):聚焦大安全系统本质,包含系统状态、普适规律、内部要素、要素关系 4 大基础维度,为大安全学奠定理论根基;对象层(第 2 层):划分安全问题

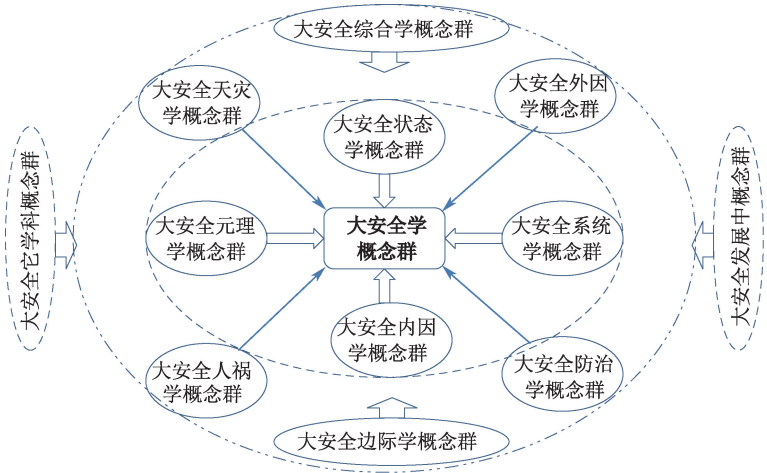


图 1 大安全学的概念体系

Fig. 1 Group of concepts of macrosecurisafetyology

结合图 1,进一步诠释 4 层概念群:
第 1 层:大安全状态学概念群是表征大安全系统状态的基本概念群;大安全元理学概念群是表征大安全系统最普适性原理的概念群;大安全内因学概念群是表征大安全系统内在因素的基本概念群;

大安全系统学概念群是构建大安全系统及各要素关系的基础概念群。
第 2 层:大安全天灾学概念群是表征大自然对人类造成各种灾害的概念群;大安全人祸学概念群是描述各种人祸特征的概念群;大安全外因学概念群是描

述影响大安全系统外因的基本概念群;大安全防治学概念群是描述保障大系统安全的基本概念群。

第3层:大安全综合学概念群是表征大安全宏系统综合特征的概念群;大安全边际学概念群是涉及大安全问题界定方面的概念群,由于大安全非常宽泛,具有巨大的时空跨度和维度,讨论、研究和处置大安全问题时,需先借助概念群加以界定、明确和预设。

第4层:大安全他学科概念群是大安全学研究 中常需运用的各交叉学科基本概念群,这部分概念

较多;大安全发展中概念群是还未出现或刚刚出现的大安全新概念群,囊括大安全学未来发展的概念。

由上可知:大安全学的主要概念群由第1—第3层组成。

在统计分析大安全学相关领域常用概念群的基础上,第1—第3层概念群的具体概念见表2。第4层概念群涉及他学科的概念群和发展中的概念群,对于非具体大安全问题而言,属于未知概念群,故此处不予列出。

表2 大安全学第1—3层概念群的具体概念

Table 2 Lists of specific concepts from first to third levels of macrosecurisafetyology		
层次	概念群	主要概念
第1层	大安全状态学概念群(13个)	安全、安全感、可靠性、安全韧性、安全功能、事故、危险、风险、威胁、损失、损害、伤害、伤亡(部分概念的主观和客观的分析见第4部分)
	大安全元理学概念群(17个)	属性、安全属性、安全自然属性、安全社会属性、安全综合属性、安全现象、安全规律、安全本体论、安全认识论 ^[32] 、本质安全、事件、安全事件、正安全事件、负安全事件、元事物、正元事物、负元事物 ^[33] (部分概念的主观和客观的分析见第4部分)
	大安全内因学概念群(15个)	生命、安全观、安全人性、安全意识、安全愿景、安全伦理、安全道德、安全认知、安全知识、安全习惯、安全行为、安全心理、安全生理、安全技能、安全素养
	大安全系统学概念群(26个)	安全科学学、安全学科、安全哲学、安全理论、安全原理、安全方法、安全模型、组织、安全组织、系统、巨系统、负系统、安全系统、体系、安全体系、安全复杂性、安全运筹、安全关联、安全比较、安全统计、安全分析、安全结构、安全秩序、安全涌现、负系统学 ^[34] 、安全系统学
第2层	大安全天灾学概念群(20个)	灾害、地震、洪涝、台风、干旱、虫灾、泥石流、极端天气、全球变暖、火灾、爆炸、雷电、坠落、坍塌、污染、中毒、传染病、噪声、沙尘、辐射
	大安全人祸学概念群(26个)	武装、武器、保密、隐藏、泄密、病毒、毒品、核威胁、对抗、斗争、博弈、稳定、危机、破坏、抢劫、恐袭、舆情、案件、侵犯、犯法、犯罪、战略、战术、警情、侵略、颠覆 ^[35]
	大安全外因学概念群(13个)	危险源、隐患、能量、机器、物质、信息、安全信息、情报、安全情报、环境、安全环境、资源、安全资源
	大安全防治学概念群(42个)	信仰、平安、公安、保安、治安、预案、应急、警务、侦查、认证、救援、防灾、减灾、危险辨识、事故预防、安全预测、安全决策、安全评价、安全模拟、安全设计、安全规划、安全投入、安全效益、安全措施、安全控制、安全管理、安全治理、安全法规、安全文化、安全教育、安全人才、安全职业、安全系统工程、技术、工程、保障、可持续、保险、卫生、绿色、环保、保健
第3层	大安全综合学概念群(19个)	大安全、世界和平、全球安全、人类安全、国家安全、公共安全、网络安全、交通安全、城市安全、生产安全、生活安全、安全文明、未来安全、自然空间安全、人造空间安全、社会空间安全、生物空间安全、信息空间安全、宇宙空间安全 ^[36]
	大安全边际学概念群(20个)	对象、范畴、预设、时间、空间、主体、客体、动态、静态、微观、中观、宏观、短期、中期、长期、交叉、模糊、混沌、社会、网络

大安全学概念群及其体系的建立,是构建大安全学基础理论最主要的体现,具体表现为以下3方面:

1) 核心价值层面。大安全学概念体系不仅提供了较为系统全面的大安全理论框架,更打破了传统各领域安全理论间的壁垒,既有助于发现新的安全问题、应对大安全问题的挑战、提出创新性的大安全系统解决方案,又能获得传统各领域安全科学理

论的支撑。

2) 学科构建层面。大安全学概念体系明确了大安全研究的对象和范围,为大安全学的深入研究提供了方向,既有利于推动大安全学的多元化和综合性发展,促进各安全学科间的交叉融合,还可能催生新的研究领域。

3) 实践与发展层面。大安全学概念体系有助于全面理解和应对复杂多变的安全挑战,为大安全

学的发展提供了清晰的目标和路径。通过对概念体系的持续研究和探索,不断完善和发展大安全学体系,为全社会安全事业作出更大的贡献。

2.3 大安全学科群

基于大安全学概念体系及其内容,在符合大安全问题判断准则的前提下,可拓展构建大安全学的分支学科群,具体如下:

1) 大安全状态学科群。作为一类系统研究和表征大安全系统状态的学科,按发生事故灾难的事前、事中、事后3类状态,大安全状态学科可定义为以大安全系统为研究对象,综合运用多学科理论和方法,刻画和表达大安全系统的事前、事中、事后安全状态的综合学科;按时间维度,大安全状态学科可定义为刻画和表达短期、中期、长期的大安全系统状态的综合学科,可分解为大安全短期状态学、大安全中期状态学、大安全长期状态学等。

2) 大安全元理学科群。基于大安全观和元科学概念,大安全元理学科是一类囊括大安全观、大安全哲学、大安全本质特征、大安全方法论等的基础原理学科,旨在研究大安全的理念、本质特征、基本规律、科学方法、研究范式等最普适性的原理。

3) 大安全内因学科群。专注于研究大安全系统内部的基本元素、要素、组分及其作用原理和重要度等基础问题,致力于揭示内部相关因素的构成、分解、融合及其影响作用,形成大安全学的基础知识体系。

4) 大安全系统学科群。聚焦大安全系统的自身属性、特征、结构、功能及系统内部各要素间的关联,研究大安全系统外部影响因素的关联和系统内外因素间的相互作用效果,以及大安全巨系统的涌现、混沌、灰色等整体行为特征。

5) 大安全天灾学科群。大安全天灾学科群以大自然引发的各种灾害和防灾减灾为研究对象,综合运用地质学、气象学、生态学、环境科学、社会学、经济学等多学科研究方法,探究自然灾害的发生、发展、影响、预测、预防、减轻和恢复等,深入揭示自然灾害的本质和规律,以提供有效的防灾减灾策略和措施。

6) 大安全人祸学科群。大安全人祸学科群是以人类行为直接或间接引发的灾难或祸害(如战争、恐怖袭击、环境污染、交通事故、工业事故、火灾等)为研究对象,探究其发生、发展、影响、预防、减轻和恢复等方面的科学,通过多学科研究方法揭示人祸的本质和规律,以提高人类应对人祸的能力,减

少灾害损失,保障人民生命财产安全和社会稳定。

7) 大安全外因学科群。大安全外因学科是一类专注于大安全系统外部影响因素的学科,研究各种外部因素的作用规律、影响机制及其防控措施,揭示外部因素对大安全系统的影响路径和方式,为制定有效的策略和措施提供科学依据。

8) 大安全防治学科群。大安全防治学科是一类以预防、控制和应对各种大安全风险与灾难为核心,综合运用多种手段和方法,以保障大安全系统的稳定、可持续和整体安全的学科,旨在为大安全系统防控能力提供有力支持。

9) 大安全综合学科群。大安全综合学科将大安全作为整体开展研究,综合运用多种学科的理论、方法和技术,从宏观的视域研究解决大安全系统问题,并致力于大安全系统的优化,旨在提高大安全系统的稳定性、可靠性和韧性等。

10) 大安全边际学科群。大安全边际学科是一类研究涉及大安全问题时空、对象、层次、边界等界定的学科,旨在明确在保障大安全各种要素和措施的有效边界条件,以确保安全防控的针对性和有效性。同时,大安全边际学科还关注安全边际的变化对大安全系统演化的影响和规律。

11) 大安全他科学。与大安全学比较紧密相关的交叉学科统称为大安全他科学。具体的学科分支名称需要结合具体的大安全问题确定。

12) 大安全未来学。包含2重含义:一是正在诞生的大安全学新分支,二是研究大安全学未来发展的学科。作为一类发展开放的学科,其范畴囊括大安全学未来发展的一切可能。

大安全学学科群的构建,将可为各类国家重点工程安全防范、智慧城市安全基础设施布局、工业智能制造安全设计、复杂安全人-机协同规划、金融与网络安全、公共卫生与生物安全、环境与气候安全等领域提供理论参考;同时,也可为国家安全学、公共安全学等学科建设奠定理论基础。

3 大安全学理论研究范式与原理分类

基于图1和表2,进一步研究大安全学的核心内容,包括研究范式、大安全原理的层次及典型的理论模型。

3.1 大安全基础理论的研究范式

从第1节的综述可见:目前,大安全学研究主要采用2种途径:①通过筛选法从各领域已有安全科学成果中提取可跨领域应用的共性成果。例如:有

些安全研究者发现,生产安全中的一些理论、模型、原理及方法,也可用于诠释恶意人因引发的灾难,但此类方法获得的大安全研究成果难以形成理论体系。②依据安全理论普适性程度,将安全科学成果分为上中下游,其中上游的安全科学成果普适性更强,且大概率涵盖大安全问题。基于这一假设,可研究构建通用的安全科学理论体系,并验证其在大安全问题上的适用性。同时,在实践中不断丰富和发展,最终形成大安全科学理论,而该研究范式需以大安全的判断准则作为补充。

通过归纳国内外大安全理论研究成果的形成过程,提出一种大安全学基础理论的研究范式(图2):以高普适性通用安全理论(适用于大安全问题的理论)作为鉴别大安全基础理论的预设或准则,运用分类法将新获或已有安全科学理论分为上中下游3类,将上游的安全科学理论初步归为大安全学基础理论,接着将初步获得的大安全学基础理论置于大安全应用实践中检验,若可行则形成该预设条件下的大安全学基础理论,否则还需循环筛选或进一步修正。

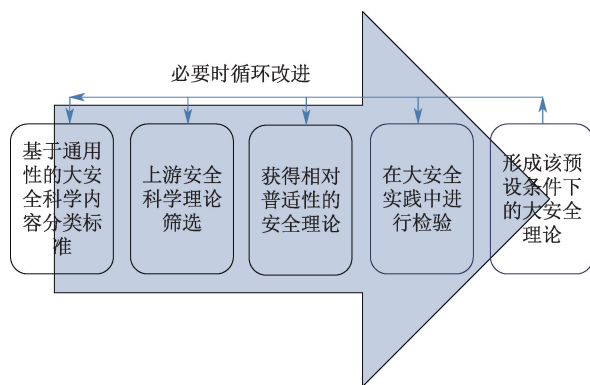


图2 一种大安全学基础理论的研究范式

Fig. 2 One of research procedures for fundamental theory of macrosecurisafetyology

依据图2的研究范式,从现有的安全科学原理^[37]知识中筛选得出:安全维度分析方法,安全、风险、事故出发的安全研究三范式,安全科学原理研究方法论,安全系统建模思想;安全认识论,安全属性论,安全矛盾论,安全观塑造方法论;安全认同论,安全认同机理,安全认同促进对策与方法,安全心理契约,安全思维论;部分事故致因模型及其建模方法,部分人因失误理论和模型、事故因果连锁理论和模型、动态与变化的事故致因理论和模型,能量转移的事故致因理论,能量流系统致灾与防灾模型,信息流事故致因模型;风险管理原理与方法,风险管理基本

原则,风险管理典型模型;部分安全模型原理、安全系统模型、行为安全管理元模型、安全信息认知模型、安全信息与行为系统安全模型,部分安全教育信息传播模型、循证安全管理模型;部分安全人性原理、安全人性规律、安全心理原理、安全态度转变原理、情感安全氛围原理、安全生理原理、安全人体学原理;安全多样性原理,安全降维原理,安全降变原理,安全容量原理,灾害物理原理,灾害化学原理,安全毒理原理,安全物质原理,本质安全原理,安全工程原理,安全环境控制原理,安全大数据原理;安全文化原理,安全教育原理,安全经济学原理;安全系统科学原理,安全信息系统原理,安全运筹原理,安全系统工程原理,安全系统韧性原理,安全复杂性原理,安全复杂性研究方法论,安全复杂系统理论,应急管理原理等。上述安全科学原理内容对大安全问题和大安全系统具有普遍适用性,经适当改进后均可作为大安全学原理。

3.2 大安全原理的层次分析与分类

大安全原理是表征大安全系统基本规律、研究与实现大安全系统安全的方法论。开展大安全原理的层次分析与分类,有助于明确其研究路径和构建体系。从大安全事件发生的时间维度,可将大安全原理分为事前原理、事中原型和事后原理。事前大安全原理可分为常规安全原理和非常规安全原理。常规安全原理是指非故意人因和大自然引发灾难的机理及防控方法;非常规安全原理是指恶意人因单独或与其他原因共同致灾的机理及防控方法。事前原理的实施一般需要通过物理、化学、生物、信息、政治、经济、文化等途径,借助各种施害原理(事中原型)作用于受影响的人、事、物及系统。事后阶段的应对与处置涉及各种应急和恢复原理。上述大安全原理的层次分析及分类如图3所示。

由图3可知:恶意人因的介入显著提升了系统安全问题的复杂性,也使得涉及的安全原理类型大幅增加。常规的无意人因原理、自然灾害原理及其复合作用原理,均通过广义“物”因原理(如物理、化学、生物、能量等原理)作用于人、事、物及系统等对象,导致伤害、损失或破坏等。增加了故意人因后,施害途径扩展至更加复杂的政治、经济、文化等方式(如依托权力、武力、精神控制等)施害于作用对象。在事之前,防止对象受侵害的共性方法是隔离或屏蔽;在事中阶段,所有传统安全防控防治对策均适用;在事后阶段,所有传统应急恢复方法也均适用。此外,大安全原理的研究重点应置于事前和事中

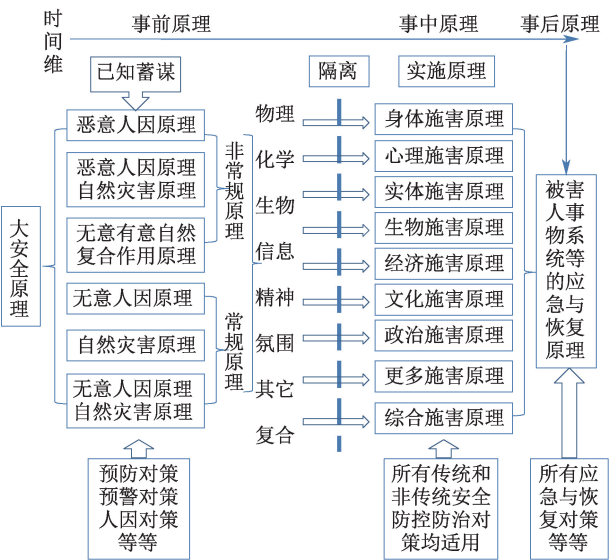


图 3 大安全原理的层次分析与分类

Fig. 3 Analytic hierarchy process and classification of principles of macrosecurisafety

阶段。

由图 3 还可知:故意和恶意的 Security 问题通常包含 Safety 问题,即 Security 问题多属于大安全问题。这是因为 Un-security 的意图一般要依靠 Un-safety 手段实现,例如:恐袭枪击、制造爆炸事件等,其具体实施都是利用能量等破坏原理作用于目标对象。在时间维度上,该过程是 Un-security 在前,Un-safety 在后;Un-security 是动机,Un-safety 是动作。由此可见:大安全问题有双重预防范式,即预防 Un-security 问题和预防 Un-safety 问题。

4 大安全建模的 2 个典型实例

从某种意义上讲,大安全模型是大安全原理的一种具体化与深化方式。针对特定场景可构建大量的大安全模型。由于其内容非常丰富,下文仅以 2 个典型场景的大安全模型构建为例,印证“大安全问题因涉及恶意或故意造事方而复杂度显著提升”这一论断。这些模型的应用需后续深入研究,例如:公共安全、国家安全、信息安全、反恐、战争等领域的常见场景,均需开展专门研究。

大安全人因问题中,由于增加了故意造事方,衍生出恶意制造事故灾难等新的复杂问题。例如:对待一起简单的客观事故灾难,就存在友方、敌方、非友非敌方等的不同态度和行动,友方可能受事故灾难的牵连并表示关切、帮助等,敌方则可能会幸灾乐祸,甚至落井下石等。显然,如果敌方、友方和第三方均有多个,且多种故意和无意的事故灾难交织发

生,问题的复杂性和解决难度将显著提升。为阐明问题,通常需从较为简单的大安全模型切入,这也是大安全学基础理论创建的重要途径和方法,在建模过程中,同时给出大安全视域下需建立的相关概念和理论。

4.1 实例 1

为便于讨论和阐明问题,先考虑一种最简单的大安全场景:系统中存在一方发生客观事故灾难的四方博弈模型。在大安全视域下,当系统中出现某一客观安全事件,无论是好事件还是坏事件,将出事的一方称为当事方,而当事方以外的相关方分为 3 类:当事方的友方、非己非敌方和敌方,实际中还存在诸多态度介于或兼有三方之间的情况。四方的定义如下:

1) 当事方。作为客观安全事件的直接作用方,当事方可以是个人、群体、组织、城市、地区、国家等。

2) 当事方的友方(简称正关联方或己方)。当事方发生客观安全事件时,正关联方会受到直接牵连,客观上需与当事方荣辱与共,既共享安全荣誉和效益,也共担重大损失。当事方所发生的客观安全事件影响越显著,对正关联方产生的影响也就越大。

3) 当事方的非己非敌方(简称为公众方或第三方)。作为与当事方、正关联方、敌方均无直接关系的一方,当事方发生客观安全事件时,公众方可能毫无反应,也可能因某种程度的安全感提升或下降而采取一些自主参与的行动。特别是当事方发生重大客观负安全事件,且对公众方的安全感产生间接影响(如造成环境破坏、影响市场经济和社会稳定等)时,公众方也可能向正关联方靠拢。

4) 当事方的敌方(简称负关联方或敌方)。作为与当事方敌对的一方,当事方发生客观正安全事件时,会导致敌方安全感下降;当事方发生客观负安全事件时,则会使敌方安全感上升。例如:当事方发生客观事故灾难时,不仅不会对敌方利益产生影响,反而会增强其安全感。由于当事方因客观事故灾难导致竞争力或实力降低,在一定程度上相对提升了敌方的实力。

基于上述预设场景,当系统发生客观负安全事件时,各方的反映、表现、结果、变化及其与环境的关联,即客观负安全事件的四方博弈模型如图 4 所示。

由图 4 可知:当事方、正关联方、公众方和负关联方存在相互关联、相互作用、相互博弈,并随着时空和环境约束等的变化而不断发展演化。例如:当事方发生客观事故灾难时,其角色可能向其他三方

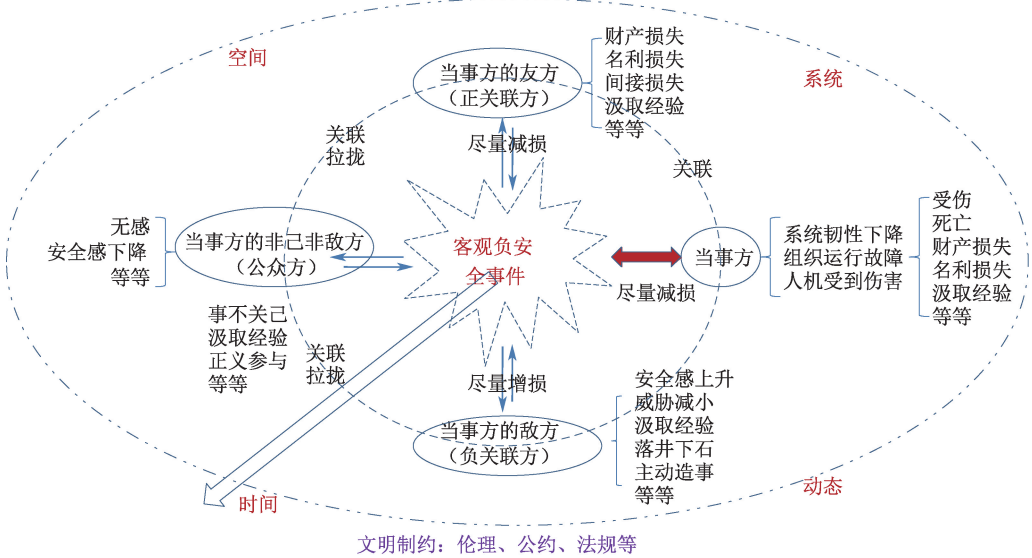


图 4 客观负安全事件的四方博弈模型

Fig. 4 Four party game model for expressing an objective negative safety & security event

转化,即四方存在角色转化的可能性。

由上述假设场景及图 4 可知:即便是简单的大安全问题也涉及诸多新术语。为确保研究的严谨性,给出上述案例涉及相关术语的一般化定义:

大安全事件是指与大安全相关的各类事件,包括有利和不利于安全的事件,实际应用中通常指比较重大的安全事件。从当事方利益视角,可分为正安全事件和负安全事件。

1) 正安全事件。当事方很愿意接受的安全相关事件,如系统可靠性增强、组织韧性提升、人员安全素养提高、体制机制改善、安全技术装备创新及应用等。从多方利益维度,进一步细分为①客观正安全事件:所有参与方共同愿意接受和追求的安全事件;②主观正安全事件:除敌方外,其他各方愿意接受和追求的安全事件。

2) 负安全事件。当事方很不愿意接受的安全相关事件,如生产安全事故、自然灾害、突发公共卫生事件、恐怖袭击、战争等负面灾难事件,可细分为①客观负安全事件:所有参与方共同不愿接受且尽量规避的安全事件;②主观负安全事件:除敌方外,其他各方不愿接受且尽量规避的安全事件。

在大安全视域下,需对诸多基本概念重新定义或细化。例如:安全领域常见的事故虽属于负安全事件,但在大安全视域下可细分为 2 类①客观事故:所有参与方均不愿接受的事故;②主观事故:客观事故灾难在不同方的主观反映,当事方对自身发生的事故持不乐意态度,敌方却为之高兴,部分第三方则可能无反应。

在大安全视域下,常规安全学的诸多术语也需重新定义,否则很多问题会混乱不堪。其中一个突出的变化是需要常规安全学的术语中加上“客观”或“主观”的界定。前缀“客观”的术语定义适用于所有参与方,前缀“主观”的术语仅适用于某一方。除上述对事故的主客观界定外,安全、安全感、风险、危险、危险源、损失、损害、伤害等安全学术语均需进行主客观界定,且可得出不同的相关定义。

在大安全视域下,各方保障自身安全的途径和方法存在差异。以图 4 为例,当事方遇到事故灾难时,可采取的应对途径包括:直接降低客观事故灾难的损失程度;将部分客观事故灾难后果转移给正关联方、公众方、负关联方或三者共同承担;联合各方共同抵御客观事故灾难等。与之相对,当事方遇难时,敌方的安全感反而提升,甚至可能采取落井下石、扩大灾难后果等行为。由此可见:研究大安全学的应用实践时,须有文明的伦理、道德、规范等为引领,约束各方行为并设定人类恶行的底线和正义准则,否则全世界将不断走向深渊。中国古代流传有三不笑:不笑天灾、不笑人祸、不笑疾病;经商有三不能赚:国难之财不能赚、天灾之利不能赚、贫弱之食不能赚;此类底线还有诸多可枚举。

由图 4 的博弈模型可见各方共赢的途径:①运用系统思维化敌为友,共同抵御客观事故灾难;②依托抵御客观事故灾难的高科技诞生;③建立世界文明公约、法规等,消除内耗与内卷,共同抵御客观事故灾难;④转化自私人性质,树立命运共同体信念。该四方博弈模型同时揭示,各方从客观事故灾难中可

获得的共同好处在于经验教训的总结和汲取。

上述分析表明:对于简单的四方博弈模型(图 4),敌方的存在会显著增加安全问题的复杂性。假设从分析问题的视角,逐一删除图 4 中的敌方、第三方和正关联方,系统的安全问题将逐步简化。当然,系统简单化在实践中未必合理,在没有敌方存在的情况下,如果失去正关联方和第三方,当事方将失去借助多方力量抵抗灾难的可能性。尽管安全研究者与安全实践者都希望问题越简单越好,但大安全研究的开展实则是应对客观上存在的大安全问题和需求的必然选择,其目的之一是通过研究使安全问题简单化。

由此可得出大安全问题的一种解决范式:通过分解和消除涉事方数量,将大安全问题简化为常规安全问题。

4.2 实例 2

在真实世界中,事故灾难的发生常伴随多方关联和博弈,且实际情况复杂多变。仅以 1 例建模并说明其复杂性:假设在多方存在的复杂系统中,出现 A、B 两方的人因冲突事件,其他各方对 A、B 双方的行为可分为支持 A 方(A⁺)、支持 B 方(B⁺)、对 A、B 双方持中立态度(A⁰、B⁰)、反对 A 方(A⁻)、反对 B 方(B⁻);此外,各类国际组织、政府组织、民间组织等也可能对 A、B 双方存在不同的态度和行为。需补充的是,各方态度还可能处于支持、中立和反对之间。上述博弈状态形成了复杂的动态关联系统,多方共存背景下二方冲突时各方响应行为模型如图 5 所示。

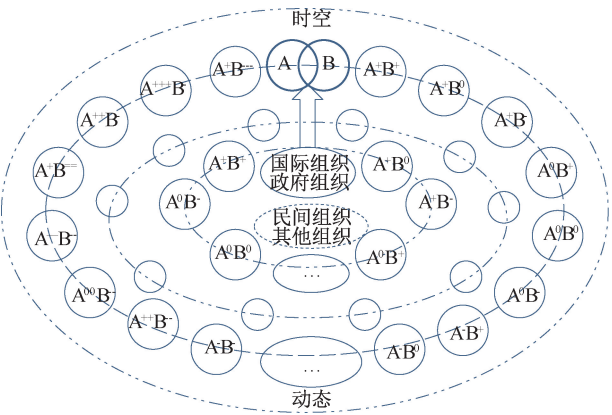


图 5 多方共存背景下二方冲突时各方响应行为模型
Fig. 5 Response behavior model for expressing two parties in conflict under multi-party coexistence background

由图 5 可知:冲突双方的体量越大,系统越复杂,如国家间冲突;冲突的级别越高,系统越复杂,如

国家间战争;关联方数量越多,系统越复杂,如全球关联。简化系统的简单途径包括:

1) 孤立冲突 A、B 双方。其他各方都不予关注,任由冲突 A、B 双方在冲突中自行达成新平衡并平息事态。该途径的前提是 A、B 冲突不影响到其他各方,但在现实中基本不存在。

2) 除 A、B 外的所有各方协同介入以制止冲突,迫使 A、B 双方接受第三方调节。该途径适用于冲突双方体量较小的场景,如个人、企业或小型组织间的冲突,但对国家或地区间冲突而言,实践中难以实现。

3) 其他各方统一支持 A 或 B 方以制止另一方。通常被制止方是非正义方且引发公愤,但实际上此类绝对化情境较少。

4) 依托系统内具有权威、执行力和正义性的机构解决 A、B 冲突。在国内场景中,政府职能部门常担任这一角色,但在国际上很难真实存在此类机构。

需要说明的是,上述路径远未穷尽所有可能。由于系统各方态度并非简单的支持、中立或反对,而是多处于三者之间且动态变化,同时冲突双方也是动态变化的,因此,此类涉及多方冲突的复杂系统就属于复杂巨系统问题,需依赖于安全复杂学的理论和方法加以解决^[38]。

大安全场景具有多样性和动态性,在未明确特定场景的条件下,穷尽所有大安全场景并完成建模不具可行性。上述构建的 2 个典型模型,目的主要在于阐释大安全问题的复杂性和建模方法。对于能够表征多场景的大安全模型,其构建需依托博弈论、数学建模、计算机模拟和大数据方法等。

大安全模型的具体应用场景集中于公共安全、国家安全、信息安全、反恐、战争及各类巨灾等领域,且需结合实际问题将通用模型具体化。

5 结 论

1) 近十余年大安全相关理论研究的综述表明:大安全问题是客观世界中真实存在的现实议题,开展大安全研究具有客观必要性,大安全理论是当前安全科学基础研究的前沿和难点。

2) 大安全问题因纳入恶意人因,显著提升了安全问题的复杂性和解决难度。大安全学的应用研究需以伦理道德为约束,以安全正义和安全文明为引领,并明确安全人性底线和行为禁区。

3) 解决大安全问题的重要途径之一是使大安全转化为小安全、大系统拆解为小系统、动态多变问

题转化为暂时静态少变问题;而整体解决大安全问题则需依托安全复杂学和虚拟现实等研究方法。

4) 给出了多视角的大安全定义、特征和辨识准则,归纳了大安全学的4个层次、12组概念群及对应的12个分支学科群,构建了一种大安全问题的研究范式,并明确了大安全原理的层次及分类。

5) 通过构建2种典型场景的大安全模型,提出

了构建模型过程中涉及的一组新概念,进而证明了大安全问题的复杂性。

6) 大安全学的基础理论研究需进一步跨学科整合已有的安全科学理论,聚焦恶意安全与意外安全问题的一体化理论与实践研究,推动当前安全领域分块分治模式与大安全复杂系统整治模式的协同融合。

参 考 文 献

- [1] EAMES D P, MOFFETT J. The integration of safety and security requirements[C]. Computer Safety, Reliability and Security: 18th International Conference, SAFECOMP'99 Toulouse, 1999: 468-480.
- [2] CHAPMAN R, HILTON A. Enforcing security and safety models with an information flow analysis tool[C]. Proceedings of the 2004 Annual ACM SIGAda International Conference on Ada: The Engineering of Correct and Reliable Software for Real-time & Distributed Systems Using Ada and Related Technologies, 2004: 39-46.
- [3] AVEN T. A unified framework for risk and vulnerability analysis covering both safety and security[J]. Reliability Engineering & System Safety, 2007, 92(6): 745-754.
- [4] AVEN T. Identification of safety and security critical systems and activities[J]. Reliability Engineering & System Safety, 2009, 94(2): 404-411.
- [5] PIÈTRE-CAMBACÉDES L, BOUISSOU M. Modeling safety and security interdependencies with BDMP (boolean logic driven Markov processes) [C]. 2010 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2010: 2 852-2 861.
- [6] RENIERS G L L, CREMER K, BUYTAERT J. Continuously and simultaneously optimizing an organization's safety and security culture and climate: the improvement diamond for excellence achievement and leadership in safety & security (IDEAL S&S) model[J]. Journal of Cleaner Production, 2011, 19(11): 1 239-1 249.
- [7] PIÈTRE-CAMBACÉDES L, BOUISSOU M. Cross-fertilization between safety and security engineering[J]. Reliability Engineering & System Safety, 2013, 110: 110-126.
- [8] RASPOTNIG C, OPDAHL A. Comparing risk identification techniques for safety and security requirements[J]. Journal of Systems and Software, 2013, 86(4): 1 124-1 151.
- [9] YOUNG W, LEVESON N. Systems thinking for safety and security[C]. Proceedings of the 29th Annual Computer Security Applications Conference, 2013: 1-8.
- [10] KRIAA S, BOUISSOU M, COLIN F, et al. Safety and security interactions modeling using the BDMP formalism: case study of a pipeline[C]. Computer Safety, Reliability, and Security: 33rd International Conference, 2014: 326-341.
- [11] KRIAA S, PIETRE-CAMBACEDES L, BOUISSOU M, et al. A survey of approaches combining safety and security for industrial control systems[J]. Reliability Engineering & System Safety, 2015, 139: 156-178.
- [12] BRUNNER M, HUBER M, SAUERWEIN C, et al. Towards an integrated model for safety and security requirements of cyber-physical systems[C]. 2017 IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion (QRS-C), 2017: 334-340.
- [13] KRIAA S, BOUISSOU M, LAAROUCHI Y. A new safety and security risk analysis framework for industrial control systems[J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part O: Journal of Risk and Reliability, 2019, 233(2): 151-174.
- [14] Editorial. Safety science new scope[J]. Safety Science, 2020, 121: 651.
- [15] RENIERS G, LANDUCCI G, KHAKZAD N. What safety models and principles can be adapted and used in security science? [J]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2020, 64: DOI: 10.1016/j.jlp.2020.104068.
- [16] BOUSTRAS G, WARING A. Towards a reconceptualization of safety and security, their interactions, and policy requirements in a 21st century context[J]. Safety Science, 2020, 132: DOI: 10.1016/j.ssci.2020.104942.
- [17] HOSSEINI A M, SAUTER T, KASTNER W. Towards adding safety and security properties to the industry 4.0 asset administration shell[C]. 2021 17th IEEE International Conference on Factory Communication Systems (WFCS), 2021: 41-44.
- [18] GEORGE P G, RENJITH V R. Evolution of safety and security risk assessment methodologies towards the use of Bayesian networks in process industries[J]. Process Safety and Environmental Protection, 2021, 149: 758-775.
- [19] HALE A, MEARNES K, WYBO J L, et al. The future of safety science[J]. Safety Science, 2022, 150: DOI:10.1016/j.ssci.2022.105705.
- [20] 颜焯. 我国安全理论研究现状分析[J]. 科技进步与对策, 2005(7): 184-186.

- YAN Ye. Analysis on the current situations of safety security theory developed in China[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2005(7): 184-186.
- [21] 张景林,王晶禹,黄浩. 安全科学的研究对象与知识体系[J]. 中国安全科学学报, 2007, 17(2): 16-21.
ZHANG Jinglin, WANG Jingyu, HUANG Hao. The object of study of safety science and its knowledge system[J]. China Safety Science Journal, 2007, 17(2): 16-21.
- [22] 范维澄. 公共安全科技问题与思考[C]. 新观点新学说学术沙龙文集 15: 发展中的公共安全科技: 问题与思考, 2007: 6-11.
- [23] 吴超. 安全科学学的初步研究[J]. 中国安全科学学报, 2007, 17(11): 5-15.
WU Chao. Initial study of the science of safety science[J]. China Safety Science Journal, 2007, 17(11): 5-15.
- [24] GB/T13745—2009, 学科分类与代码[S].
GB/T13745—2009, Classification and code of disciplines[S].
- [25] 吴超. 安全学科体系构建综述研究[J]. 安全, 2019, 40(1): 7-13.
WU Chao. Review study on safety discipline system construction[J]. Safety & Security, 2019, 40(1): 7-13.
- [26] 吴超. 安全科学方法学[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2010: 113-144.
WU Chao. Methodology of Safety Science[M]. Beijing: China Labor and Social Security Publishing House, 2011: 113-144.
- [27] 吴超, 杨冕. 安全科学原理及其结构体系研究[J]. 中国安全科学学报, 2012, 22(11): 3-10.
WU Chao, YANG Mian. Study of safety science principles and their constructions[J]. China Safety Science Journal, 2012, 22(11): 3-10.
- [28] 颜烨. 安全学: 基于总体安全观的学科门类战略探索[J]. 中国软科学, 2019(7): 161-171.
YAN Ye. Anquanology: strategic exploration of one disciplinary categories based on the overall anquan concept[J]. China Soft Science, 2019(7): 161-171.
- [29] 吴超. 新时期安全科技的学科结构及专业设置研究[J]. 安全, 2021, 42(8): 30-36.
WU Chao. Research on discipline structure of safety & security science and technology and its specialty setting in new era[J]. Safety & Security, 2021, 42(8): 30-36.
- [30] 王秉. 普通安全学: 面向大安全寻找普适性安全规律[J]. 广州大学学报: 社会科学版, 2023, 22(4): 131-138.
WANG Bing. General safety & security science: looking for general safety & security laws towards big safety & security[J]. Journal of Guangzhou University: Social Science Edition, 2023, 22(4): 131-138.
- [31] WU Chao, HUANG Xi, WANG Bing. Glimpse of safety science development in China: a review of safety fundamental research and construction of six new postgraduate courses for safety majors by safety & security theory innovation and promotion Center of Central South University [J]. Safety Science, 2024, 169: DOI: 10.1016/j.ssci.2023.106323.
- [32] 吴超. 安全属性研究[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(5): 1-8.
WU Chao. Investigation of safety & security attributes[J]. China Safety Science Journal, 2023, 33(5): 1-8.
- [33] 吴超. 一组表达安全创新的新概念及其关联问题[J]. 安全, 2020, 41(2): 65-72.
WU Chao. A group of new concepts for showing safety innovation and their relevant problems[J]. Safety & Security, 2020, 41(2): 65-72.
- [34] 吴超. 负系统学的创建研究[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(3): 1-10.
WU Chao. Negative sytematology construction research[J]. China Safety Science Journal, 2023, 33(3): 1-10.
- [35] 程林. 公安学通论[M]. 北京: 中国人民公共大学出版社, 2014: 3-40.
- [36] WU Chao. Redefining concepts of nation and national security and establishing their models for the new era[J]. Journal of Safety and Sustainability, 2025, 2(1): 45-58.
- [37] 吴超, 王秉, 黄浪. 安全科学原理: 第2版[M]. 北京: 机械工业出版社, 2023: 1-40.
WU Chao, WANG Bing, HUANG Lang. Principles of safety & security science: 2nd ed[M]. Beijing: China Machine Press, 2023: 1-40.
- [38] WU Chao. Investigation of foundation theory of safety & security complexity[J]. Journal of Safety and Sustainability, 2024, 1(1): 14-25.



作者简介: 吴超 (1957—), 男, 广东揭阳人, 博士, 教授, 主要从事安全科学基础理论及安全学科建设等方面的研究。E-mail: wuchao@csu.edu.cn。