

安全信息学原理的体系构建

罗通元^{1,2}, 吴超^{1,2}

1. 中南大学资源与安全工程学院, 长沙 410083

2. 中南大学安全理论创新与促进研究中心, 长沙 410083

摘要 从安全信息学、安全学和系统安全的高度与角度出发, 阐述了3种安全信息现象、安全信息规律和安全信息科学阶段及其对应关系。根据安全信息现象总结出6类安全信息学科学原理, 提出了由安全人体信息原理、安全物质信息原理、安全环境信息原理、安全管理信息原理、安全社会信息原理和安全系统信息原理等6条一级安全信息学原理和30条二级安全信息学原理组成的安全信息学原理体系。论述了各原理的内涵, 构建了安全信息学原理的蜂巢结构, 阐述了各级安全信息学原理在蜂巢结构中的联系与发展。研究表明, 以系统安全及安全学为背景可以构建安全信息学下的一个全新安全科学原理体系, 丰富完善了安全信息学的基础理论。

关键词 安全信息学; 安全信息原理; 蜂巢结构; 安全科学; 原理体系

安全信息是安全活动所依赖的重要资源之一, 是反映人类安全事物和安全活动之间的差异及其变化的一种形式^[1]。随着近年安全科学的快速发展, 安全与信息交融也越来越广泛, 对安全信息管理、安全信息系统和安全技术等基础和应用的研究所取得了一定进展^[2-4]。吴超^[5]提出了安全科学原理体系, 但至今还欠缺对安全信息学原理核心的研究。而安全信息学须具有自身的完备学科理论体系方可成立^[6], 但总体来看安全信息学的研究在国外尚处于空白阶段。目前, 与安全信息相关的研究主要集中在安全认知模型、安全信息行为2个方向。例如, Simonet Daniel V等^[7]通过真实互动、精神发展和组织声音感知3种社会机制, 探讨了心理安全在塑造心理授权(即意义、能力、自决、影响)4种认知中的间接作用, 揭示了安全感知的主要因素包

括真诚、个人发展和感知声音, 它们作为中介调节心理安全与行为授权; Hamdar Samer H等^[8]分析了心理因素和执行或感知错误的异质性对事故数及其分布的影响, 对司机驾驶的不确定性、预期的时间和反应时间进行了分析, 进而制定出特定的心理认知模型; Cupido Gerardo等^[9]认为建筑事故因果关系模型忽略了工作实践和团队合作的作用, 因此基于心理认知视角构建了1个新的建筑安全模型, 解释了生产和团队实践如何产生工人面临的工作情况(任务要求), 并影响工人的能力; Anstey Kaarin J等^[10]建立了多维度驾驶安全模型, 表明认知和视觉能力决定驾驶安全行为, 空间处理和存储能力和视野的下降与年龄增长负相关; Gore Brian F^[11]指出人的表现模型作为一种计算机辅助工作分析软件方法, 用于预测复杂的人的自动化集成和系统流模

收稿日期: 2017-10-30; 修回日期: 2018-01-31

基金项目: 国家自然科学基金项目(51534008)

作者简介: 罗通元, 博士研究生, 研究方向为安全科学基础理论、安全信息学、风险认知, 电子邮箱: 952551556@qq.com

引用格式: 罗通元, 吴超. 安全信息学原理的体系构建[J]. 科技导报, 2018, 36(12): 76-85; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.12.011

式,可以提高操作员和系统的安全性;Linda Drupsteen等^[12]通过应急、疏散和安全信息的发出对在工厂车间里参观的游客反应的有效性进行了研究;Brenna M. Keller等^[13]对小企业获取职业安全健康相关信息途径进行了研究,以企业消防员和邮递2种形式分析了小企业对职业安全健康信息的掌握效果;Kamalou S等^[14]认为在线交流可能是一种安全行为,高社交焦虑者(某人)因为它能通过在线交流避免危及社会的情况出现。

目前国外学界以“信息”“行为”为着眼点构建的安全信息或行为认知理论主要集中在反映某类事故发生的认知规律性和信息层面。综合国内外文献来看主要存在3方面缺陷:①许多文献并没有把握好安全信息的本质意义,只把信息归结为通讯或依附于网络的抽象存在的理念,在内容和对象上都过于狭窄,更不能片面的理解为信息安全;②对于安全行为的研究不能停留在只考虑不安全行为影响因素上,导致事故发生的直接和间接原因其实是致因的粗略划分,行为表现只是反映其致因的末端状态。大量的安全研究更多的应该关注安全和危险状态转化规律。因为对于已经发生的已知事故的致因是可以比较容易分析清楚的,但对于未发生、未知事故的具体原因仍然未知,导致安全科学研究受到很大限制;③国内外许多安全信息模型都是着眼于解决个性问题,模型缺乏考虑系统性。随着安全的范畴、内涵和外延的不断拓展,狭义安全信息理论已经不能满足于描述、演绎、归纳和解决当今诸多安全问题的需要,同时也出现了很多用现有安全理论难以解释的安全问题。

随着信息学、认知科学与安全科学的发展,对于构建具有综合交叉特性的安全信息学而言基本条件已经成熟。同时,随着安全信息学的概念、内涵、范畴、外延和系统体系的逐步建立,以前针对物质、系统或能量思维下的安全原理不能完全套用在安全信息学上以解释、演绎和发展目前针对信息视角下的安全问题了。目前,有许多安全问题单用现有思维是难以解释的,因为信息是使系统的一切要素以及多个系统之间建立关联唯一纽带。从信息入手开展研究,才能获得普适性和有价值的结果^[15]。现有的安全原理著作中介绍的安全科学原理,在层次、逻辑、结构和体系等方面还存在很多不足^[6]。安全科学已发展出许多亟待填补的学科空白,学科的基础理论缺乏具体的内容支撑,以前的科学原理是在安全学高度宏观把握的,且原理内

容存在较多的综合性,针对安全信息学的具体原理还有待研究。安全信息学所必要的学科建设研究目前较少,很有必要进行安全信息学原理方面的研究以完善学科基础理论。

1 一类安全信息学原理

安全信息从属信息学,其研究范畴也涉及自然、社会、管理、心理和人文等其他学科,安全信息学不再是狭隘单纯的信息安全,而成为涉及公共安全层面诸多信息来源及生产安全管理、安全文化建设、事故致因分析和隐患排查治理的核心手段等。本文中的安全信息学与国际上此前定义的都不同,Safety Information侧重网络计算机系统,Security Informatics侧重情报学。安全信息与现代技术发展密切相关,新技术的应用必须服务于本领域的安全需要才可行^[16]。安全信息是安全活动所依赖的资源,只有对安全信息及时、广泛、有效的利用,安全工作才能不断加强^[17]。信息学理论一直以来都是科学研究的重点之一,“信息是标志物质间接存在性的哲学范畴,它是物质存在方式和状态的自身显示”^[18],这体现出信息是物质的存在形式。安全信息学是一种跨学科综合交叉学科,是研究安全信息的学科。以一定时空内理性人的身心安全健康为着眼点,围绕安全信息传播系统各要素内部和外部之间的信息传递机制。信息不对称的是安全信息研究的重点,因为不对称才带来隐患和事故,信息的对称研究就显得重要。研究信息不对称系统的结构、功能、演化和协同作用等的一般规律,进而对安全信息开展对称分析、对称评价、对称设计、对称创造、对称管理、对称实践等活动,寻求实践安全信息最优对称化的一门安全学科分支。通过对安全信息学的基本原理、方法的研究进一步明确安全信息学的基础和研究方向。

1.1 安全信息4阶段内容

大多数科学的基础研究往往是建立在实验或观察的基础上的,安全信息学是依据安全科学和信息科学的基础理论,推动着经济和社会的快速和均衡发展,促进与其相关学科的发展^[19]。安全信息的管理的有效作用、存在形式、流动途径、网络构成等也安全信息研究内容^[20]。安全信息学的研究更多的应该从实践资料和大数据统计入手,通过对安全信息现象的观察、收集、整理进行安全信息学的安全信息规律的提炼、总结,进而形成属于本学科的安全信息系列科学内容。安全信

息科学就是本身就是对安全信息学自然现象的客观规律的揭示,从而安全信息科学就是从安全信息现象到安全信息规律,再形成安全信息科学的过程。具体来说,安全信息现象客观物质(信源)变现出来的,可被人们感知(看、听、触、闻等)认知的一切安全或风险情况,它与安全问题是不同的,安全问题多指负面的安全现象,安全信息现象包含内容则更广。包括安全信息自然现象和安全信息社会信息,分为真信息象和伪信息象。安全信息规律是安全信息现象背后隐藏的客观的、必然的、固定的联系,是揭示与安全相关的一切信息现象的本质体现。安全信息知识是对现象、规律的总结得来的理论性和实践性结合的前期科学认知,具有安全认识论的特点。安全信息科学就是规律指导下的科学体系,最终形成安全信息学奠定基础。

基于安全学和系统安全视角,可将安全信息学第一层次学科应该分为6大要素,包括人体、物质、环境、管理、社会 and 系统等。“人体”是第一要素,安全信息学是主体是研究人(信宿)的科学,是以人为本的安全信息认知和传播学科,安全信息学对人体及其安康的研究就是必要和首要的。“物质”是人所操作和从事安全

活动的必须外界条件广义的也将能量纳入其中,其安全价值最依附人而存在,物质的重要性不言而喻。“环境”不仅仅是自然环境还包括影响物质安全的一切因素,对人和物都会产生作用的环境是安全信息学研究的又一重要因素,它会对安全信息传播和感知存在强化或削弱作用。“管理”因素在安全信息学中也是非常重要的,对人物的管理都会决定安全信息的形式、内涵和决策发生变化,安全与否本源就在管理上。“社会”是站在社会科学层面上的因素之一,从社会方面考虑将安全信息的研究以各种社会学手段细化也是安全信息学的重点任务。“系统”性因素就要以系统工程的思维去搭建安全信息学的基础。可以看出,人体、物质、环境、管理和社会5个因素组成了一个庞大复杂的系统,需要以系统的视角来研究安全信息学以形成学科属性,系统自然成为第6个重要因素。

通过人体、物质、环境、管理、社会 and 系统6大要素和安全信息现象、安全信息规律和安全信息科学3阶段,形成了安全信息学发展过程的3阶段中包含的6类安全信息现象、6类安全信息规律和6类安全信息科学,其相互关系见表1。

表1 安全信息3阶段的具体内容

Table 1 The contents of the three phases of security information

信息阶段	安全信息现象p	安全信息规律l	安全信息科学s
具体内容	安全人体信息现象 H _p	安全人体信息规律 H _l	安全人体信息科学 H _s
	安全物质信息现象 M _p	安全物质信息规律 M _l	安全物质信息科学 M _s
	安全环境信息现象 E _p	安全环境信息规律 E _l	安全环境信息科学 E _s
	安全管理信息现象 A _p	安全管理信息规律 A _l	安全管理信息科学 A _s
	安全社会信息现象 C _p	安全社会信息规律 C _l	安全社会信息科学 C _s
	安全系统信息现象 S _p	安全系统信息规律 S _l	安全系统信息科学 S _s

由于安全信息学是以人为本的学科,安全信息现象就可以理解为人对安全信息作用的现象,安全信息规律是人对安全信息作用的规律,安全信息知识是人对安全信息作用的知识,安全信息科学是人对安全信息作用的科学。中国事故和灾害多发频发,同时人口众多,在这种国情下需要强调人的地位和重要性,而安全信息学就是将人作为首要对象的安全科学典型代表之一,由此可以安全信息4阶段为蓝本展开实践和基础研究。

1.2 6类一级安全信息学原理

安全信息现象、安全信息规律和安全信息科学3阶段的对应关系,表明安全信息学就在于揭示安全信息规律,进而建立安全信息科学,安全信息规律的核心就在于安全信息学原理。原理分类的依据是以系统工程视角将系统分为人机环管四要素,同时从人的视角将系统分个体(微观)、社会(中观)和系统(宏观)三层面,物质、环境属客观存在,管理、社会是人类主观构成,人体则是统一主客观形成系统的核心要件。基于表1可

知,信息规律包括安全人体、安全物质、安全环境、安全管理、安全社会和安全系统6大内容因素,因此可以将安全信息学原理照此分为安全人体信息学原理、安全物质信息学原理、安全环境信息学原理、安全管理信息学原理、安全社会信息学原理和安全系统信息学原理等6类原理。这些原理就构成了安全信息学的核心原理体系,具体见表2。

从表2可以看出,安全信息规律和安全信息知识的核心组成就是安全信息原理,解决安全问题和解释安全现象都应该运用以上6个安全信息学核心原理,把握安全信息学规律,总结安全信息学相关知识,最终形成

安全信息问题解决的科学学科。安全信息学原理其实是蕴藏在安全信息学现象之中,通过安全信息学规律揭示出来,因此,掌握安全信息学规律能更好的把握安全原理和知识。安全信息学规律是连接安全信息现象和安全信息知识的纽带,安全信息学原理则是三者实现连接的内在核心。安全信息学可以作为独立的学科存在,要将安全信息规律吃透,涉及的自然科学、社会科学、人文科学、管理科学、心理科学等学科都可以联系到安全信息学上来。从系统的观点和交叉综合的视角看,安全信息学的原理和规律具有自身的综合性和独立性,可以成为指导安全信息学的自知识。

表2 安全信息学原理、规律和知识的对应关系
Table 2 The relationship between principles, rules and knowledge of safety information science

安全信息学核心原理	安全信息规律关系	安全信息知识关系
安全人体信息学原理	安全人体信息现象中的人体规律— H_r	安全人体信息规律中的人体知识— H_k
安全物质信息学原理	安全物质信息现象中的物质规律— M_r	安全物质信息规律中的物质知识— M_k
安全环境信息学原理	安全环境信息现象中的环境规律— E_r	安全环境信息规律中的环境知识— E_k
安全管理信息学原理	安全管理信息现象中的管理规律— A_r	安全管理信息规律中的管理知识— A_k
安全社会信息学原理	安全社会信息现象中的社会规律— C_r	安全社会信息规律中的社会知识— C_k
安全系统信息学原理	安全系统信息现象中的系统规律— S_r	安全系统信息规律中的系统知识— S_k

2 二级安全信息学原理

2.1 安全信息学原理层次关系

一级安全信息学原理可以进行较低层次的划分,这样就会形成更细致的二级安全信息学原理。经过对安全学科和安全原理及其他相关文献的研究分析,以科学方法论^[21-22]为指导提炼出了6条安全信息学核心原理下的30条二级安全信息学原理,这些二级科学原理还包括更多的三级原理。具体的二级安全信息学原理其对应关系见图1。

2.2 安全信息学原理内涵

安全信息学原理由6条一级、30条二级原理组成。每条二级原理下又可以衍生出对应的三级安全信息原理,三级下也可以包含对应的四级原理,以此类推,层层深入,细致入微。将安全信息学的所有原理都可以

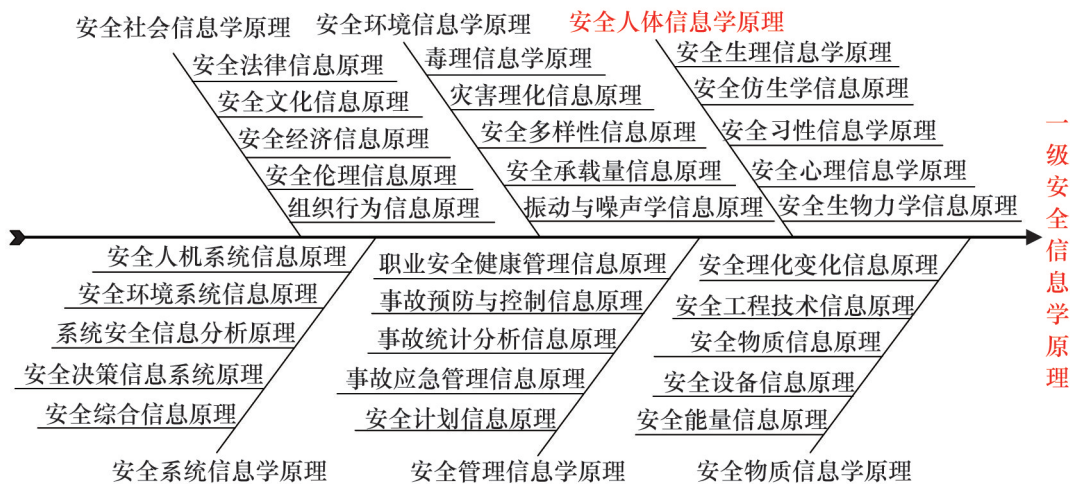


图1 一级安全信息学原理下的二级安全信息学原理

Fig. 1 Principle of second step level safety information science based on the first step safety information science principle

概括进来,这也印证了安全信息学的包括万象,在安全信息现象和规律乃至建立安全信息学科方面指导作用的重要性不言而喻。

1) 安全人体信息学原理。安全人体信息学是安全信息学与人体学的交叉学科,研究的是以人体为对象涉及到的安全信息现象、规律及行为指导,以遵循人体规律、保障人的安全和健康为根本目标。将反映与人的生命健康和人体特征的信息应用到安全信息学研究中,解释人对安全信息的接收、处理和决策的原理。该原理包括人的生理和心理等多方面人体信息,人的生理测量参数信息对人机安全操作设计是至关重要的。此外,人的认知心理过程机制在安全心理信息原理中可以很好的说明心理认知现象。涉及的主要安全信息学二级原理有安全生理信息学原理、安全仿生学信息原理、安全习性信息学原理、安全生理信息学原理和安全生物力学信息学原理共5条二级原理。这些原理相互统一协调构成安全人体信息学原理的核心。

2) 安全物质信息学原理。这里的物质是泛义上的物质,只是作为区别于环境社会而言的。主要涉及的是工程技术、实物设备、能量及物理化学变化等自然科学上的概念,安全物质信息学原理是安全物质学和安全信息学的综合交叉学科核心原理,是物质信息原理在安全科学上的变构移植。主要研究物质及自然科学现象与安全信息学的关系、安全生产属性、结构,揭示事故及灾害发生的物质及过程。把握其规律性,指导安全信息在自然物质的产生、传播和反馈,预防和较少风险事故发生,保证物质安全状态。以安全设备信息原理为例,之所以能作为安全物质信息学原理下的二级原理主要是因为设备的本身及其被加工制造后的物质所具有的各式危险性特征信息以及物质的危害信息对于人而言是至关重要的,尤其是使用操作这些设备的人员。同样,因设备信息损失或不透明所带来一系列人的不安全行为和事故是安全物质信息学研究的重点之一,这就有必要在物质信息现象下研究物质信息原理,自然地就会安全物质信息学范畴里。安全物质信息学原理包括安全理化变化信息原理、安全技术信息原理、安全物质信息原理、安全设备信息原理和安全能量信息原理5条二级原理。

3) 安全环境信息学原理。安全环境信息学原理是研究环境因素信息对安全活动或事故灾害的内在作用规律,揭示环境理化因素、毒理及灾害等信息在安全信

息模型中的影响,人的环境耐受性如对振动和噪声的承受能力的研究就属于安全环境信息学原理下的承载量原理的研究范畴。通过对环境信息的各种类型、状态和属性的研究,把握环境信息对事故的规律性,并开辟可能的消除环境消极因素的安全措施。其下的安全承载量信息原理是在系统作用下,由于环境下各种致害因素的非正常“干扰”而导致安全系统的风险跨进临界区域的信息状态,承载量信息达到临界,极易导致人的伤害和物的损害。要研究如何控制和消除不利环境对人的行为及物的状态影响是该原理的重点,因此就有必要将环境承载量信息纳入安全环境信息学原理中。安全环境信息学原理包含毒理信息学原理、灾害理化信息原理、安全多样性信息原理、安全承载量信息原理和振动与噪声学信息原理等5条原理。

4) 安全管理信息学原理。该原理实质是安全管理学与安全信息学的融合下产生的指导管理信息的原理,以安全管理内容为主体结合信息学理论,研究职业安全健康、事故调查预防、安全计划等相关信息的内在规律和原理,达到通过管理信息手段预防事故的目的,并预先采取管理措施保证安全管理的切实意义。以事故统计分析信息原理为例,事故背后往往携带者大量的安全信息,通过对事故的调查得出基本事实情况和事故数据并进行统计学处理,可以为事故的预测和预控做出判定。这些分析信息在挖掘事故规律的作用是非常重要的,在事故信息原理下的对于安全管理信息而言是不可或缺的,管理信息中的事故分析信息也是对事故的管理的落实。安全管理信息学原理由职业安全健康管理信息原理、事故预防与控制信息原理、事故统计分析信息原理、事故应急管理信息原理和安全计划信息原理组成。

5) 安全社会信息学原理。安全社会信息学原理是安全信息学与社会学相关学科原理结合形成的独有安全信息学原理,是研究社会科学的信息对安全的作用,从法律、文化、经济、伦理和组织行为等社会学方向来对安全现象和安全归来进行研究。社会科学信息的作用在安全科学中占主导,安全科学的社会学属性决定其本身的社会性和管理性需要依靠社会学支撑。法律信息、文化信息和组织行为信息在安全活动中对人的作用是很显著的,能起到调节人的心理和规范人的行为作用,人们对于这些信息的获取、了解并实践程度决定了其安全行为的程度,有或无、深或浅、广或窄的程

3.2 “蜂巢”结构解析

图2所示的安全信息学原理(蜂巢)结构看似简单,实际上却具有深刻的内涵。借助蜂窝这一实形可以刻画出原理内部及之间的关系。

1) 蜂巢结构的内涵与安全信息学自身的信息学特点联系紧密,在信息传播过程中重要的是保证安全信息的时间延迟性尽量小同时空间错位尽量少,因此有必要将安全信息的传播限制在特定的研究对象系统内进行,而蜂窝自然的封闭性也具有闭环的特点。同时,各类属于一级原理下的二级安全信息原理在自己的信息学门类体系下处于封面稳定的系统中,二类原理之间互相依存和联系,互为补充、互为支撑,这造就了原理蜂房结构上的稳定性和坚固性,功能上的完备性和整体性,如同蜂巢的稳定的自然优点。

2) 安全信息学的原理应用到安全科学中最终的目的是实现对安全信息的有效管理,蜂巢结构的内涵与安全信息学原理研究的是安全的系统学,属于闭环的目标规划方面,也就是最终实现系统是安全。安全物质信息学原理、安全环境信息学原理和安全社会信息学原理则是实现目标任务实施,安全管理信息学原理属于监督考核的环节,安全人体信息学原理则是结果评估与反馈的过程,总体就构成了安全信息学原理的闭环管理模式,一级原理下对应的各二级原理体系也适用于该模式。

3) 蜂巢结构外在的各分支原理的布局也与当前的学科发展相吻合。首先,无论是从哪一角度看,安全信息学原理之间不存在必然的层次关系和隶属关系,安全科学的安全人体、物质、管理和系统等信息学分支原理均是安全信息学学科下的同级原理,只是从不同维度去解构形成而已。虽然,安全信息学的研究对象核心是以人为本,但是具体的原理上却不能偏颇于安全人体信息的研究,因为安全信息学也是安全学的巨系统。其次,二级原理也都是为对应的一级原理所界定的,之间是并行对等的关系。原理之间既相互联系又相互区别,安全信息学原理需要的是共同发展和进步,二级原理的作用就不可小觑。在实施安全信息学建设的过程中,既要从事系统整体的观点去把握宏观框架,又要善于从局部细节的视角来把握微观要素。

4) 6个蜂房紧紧围绕中心蜂房的结构与蜂巢极为相似,同时中心蜂房与6个蜂房之间存在信息的互通和

开口,这些开口为二级原理的作用指明方向。周边蜂巢均有一边处于与外界联通状态,这说明蜂巢结构并不是一成不变的死板样,而是会随着安全信息学的发展和深入而不断进化和丰富的动态结构。随着安全信息学原理的发展会有新的原理加入和补充到蜂巢中。因此,动态特征就是安全信息学原理必有的特征之一。由30条二级安全信息学原理分类组成的6大原理共同组合成安全信息学蜂巢结构,该结构是“1个中心,6种支撑,6向开口”的优点,进一步说明了蜂巢结构在安全信息学原理的合理性。

4 安全信息案例分析

安全信息学中的事故致因模型中存在的安全信息缺失、延迟和错位都是事故发生的诱因,在事故发生后运用安全信息认知进行事故分析与调查,有诸多环节直接引起安全信息的衰减和失真,从模型中可以归纳出典型的事故原因以分析解释事故发生的原因和过程。不同的事故其后果不同,涉及的内容不同但是,所有事故都有人为因素的痕迹,只要涉及到人就必然和认知有联系。事故案例分析见表3。

以上分析是针对近几年几起特重大事故进行的,具有典型意义的事故往往能起到以点带面、举一反三的作用。安全信息分析为事故致因研究提供了新思路和新方法,通过实证分析可以看出:人的安全认知信息的缺失和执行的延迟都是造成事故的主要原因,物的信源和信道功能受损也推动着事故的发生。

5 结论

1) 阐述了安全信息4阶段内容,建立了通过人体-物质-环境-管理-社会-系统6大要素和安全信息现象-安全信息规律-安全信息知识-安全信息科学4阶段。构建包括安全人体、安全物质、安全环境、安全管理、安全社会和安全系统6大内容因素在内的安全信息学一级原理。安全信息学原理、知识和规律之间的对应关系说明了安全信息规律和安全信息知识的核心组成就是安全信息原理,安全信息学规律是连接安全信息现象和安全信息知识的纽带,安全信息学原理则是三者实现连接的内在核心。

2) 安全人体信息学是安全信息学与人体学的交叉学科,构成安全人体信息学原理的核心。安全物质信

表3 安全信息学实证案例分析
Table 3 Analysis of the SIC case

行业	事故	安全信息致因分析
交通运输	温州“7·23”甬温线特别重大铁路交通事故(2011年)	列控中心设备设计缺陷,采集驱动单元错误控制轨道电路发送信号及显示信号。信号机信号电缆雷击下由于噪音阻抗耦合产生浪涌电压;由于雷击浪涌电压和直流电流干扰,导致采取驱动保险管熔断。匝道信号机绿色指示;认知的延迟:列车调度员面对新突发情况不及时处理。相关人员安全认知缺失,安全意识匮乏
禽类加工	长春宝源丰禽业“6·3”特别重大火灾爆炸事故(2013年)	信源信息外泄:电气线路短路漏电引燃可燃物;信息传递外溢:燃烧火和高温蔓延扩散至因吊顶管道联通的其他房间;安全出口被堵人员无法逃生;认知安全信息缺乏:企业从未组织开展过安全宣传教育,从未对员工进行安全知识培训;电气设备及线路明敷也未穿管等
石油化工	青岛市“11·22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸特别重大事故(2013年)	输油管道减薄破裂泄漏信息未及时被检修人员发现,安全信息的传递出现了严重延迟;操作工人没有了解地下管网布设情况,自内而外加工经验信息,根据经验贸然开挖导致爆炸;人员安全检查时存在安全信息认知的盲区和死角,未发现隐患点和关键风险点;一线员工的认知安全信息欠缺,并未具有全面的安全认识能力和水平
民政	平顶山“5·25”老年公寓特别重大火灾事故(2015年)	公寓不能自理区房间西墙角及屋顶的老化起火电气线路起火,起火信息未及时被人员感知到出现延迟;老人的响应行为能力丧失,部分老人的处理安全信息认知的能力得不到执行,无活动能力;管理人员和老人之间的信道:床头呼叫对讲系统及监控系统未配置;来自隐患的感知信息获取缺失,隐患治理不彻底不及时

息学原理是安全物质学和安全信息学的综合交叉学科核心原理,是物质信息原理在安全科学上的变构移植。安全环境信息学原理是研究环境因素信息对安全活动或事故灾害的内在作用规律,揭示环境理化因素、毒理及灾害等信息在安全信息模型中的影响。安全社会信息学原理是安全信息学与社会学相关学科原理结合形成的独有安全信息学原理。安全系统思想也是安全信息学的核心思想,解决系统中存在的系统性安全问题。

3) 通过分析可以得出,安全信息学原理是以安全人体信息学原理、安全物质信息学原理、安全社会信息学原理、安全环境信息学原理、安全管理信息学原理和安全系统信息学原理为边形成的彼此联系、相互融通的封闭六边形蜂巢结构体系。安全信息传播过程的封闭性与蜂巢稳定性的关系十分相似,原理的独立性与蜂房结构关系,蜂巢结构外在的各分支原理的布局也与当前的学科发展相吻合,6个蜂房紧紧围绕中心蜂房的结构与蜂巢极为相似,同时中心蜂房与6个蜂房之间存在信息的互通和开口,这些开口为二级原理的作用指明了方向。

参考文献(References)

[1] 杜学胜,王恩元,何学秋,等.安全信息有效沟通在增强企业安全文化中的作用[J].中国安全科学学报,2009,19(2):78-84.

Du Xuesheng, Wang Enyuan, He Xueqiu, et al. Effective communication of safety information in enhancing the role of safety culture in Enterprises[J]. China Safety Science Journal, 2009, 19(2): 78-84.

[2] 俞雁苹,谢贤平,邢冀.企业安全生产管理信息系统需求分析[J].采矿技术,2008(4):124-126.

Yu Yanping, Xie Xianping, Xin Ji. Demand analysis of enterprise safety production management information system[J]. Mining Technology, 2008(4): 124-126.

[3] 刘浪,程运材,陈建宏,等.现代企业安全管理信息系统的构建[J].中国安全科学学报,2008(3):133-137.

Liu Lang, Cheng Yuncai, Chen Jianhong, et al. Construction safety management information system in modern enterprises [J]. China Safety Science Journal, 2008(3): 133-137.

[4] 王起全.企业安全生产信息管理系统构建研究[J].中国安全科学学报,2010(5):109-113.

Wang Qiquan. Study on the construction of enterprise safety production information management system[J]. China Safety Science Journal, 2010(5): 109-113.

[5] 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. Preliminary study on safety science[J]. China Safety Science Journal, 2007, 17(11): 5-15.

[6] 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(11):3-10.

Wu Chao, Yang Mian. Study of safety science principle and their structures[J]. China Safety Science Journal, 2012(11): 3-10.

[7] Simonet Daniel V, Narayan Anupama, Nelson Courtney A. A

- social-cognitive moderated mediated model of psychological safety and empowerment[J]. *Journal of Psychology*, 2015, 149(8): 818-845.
- [8] Hamdar Samer H, Mahmassani Hani S, Treiber Martin. From behavioral psychology to acceleration modeling: Calibration, validation, and exploration of drivers' cognitive and safety parameters in a risk-taking environment[J]. *Transportation Research Part B-Methodological*, 2015, 78: 32-53.
- [9] Mitropoulos Panagiotis, Cupido Gerardo. The role of production and teamwork practices in construction safety: A cognitive model and an empirical case study[J]. *Journal of Safety Research*, 2015, 40(4): 265-275.
- [10] Anstey Kaarin J, Horswill Mark S, Wood Joanne M. The role of cognitive and visual abilities as predictors in the Multifactorial Model of Driving Safety[J]. *Accident Analysis and Prevention*, 2015, 45: 766-774.
- [11] Gore Brian F. Human performance cognitive-behavioral modeling: A benefit for occupational safety[J]. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2002, 8(3): 339-351.
- [12] Linda Drupsteen, George Boustras. Exploring effectiveness of safety information for workplace visitors[J]. *Safety Science*, 2016, 88: 224-231.
- [13] Brenna M. Keller, Thomas R. Cunningham. Firefighters as distributors of workplace safety and health information to small businesses[J]. *Safety Science*, 2016, 87: 87-91.
- [14] Kamalou S, Shaughnessy K, Moscovitch D. Does level of safety matter? Online vs. offline safety behaviours in social anxiety[J]. *Personality and Individual Differences*, 2016, 101: 487-487.
- [15] 吴超. 安全信息认知通用模型构建及其启示[J]. *中国安全生产科学技术*, 2017(3): 1-6.
Wu Chao. Construction of a general safety information cognitive model and its implications[J]. *Journal of Safety Science and Technology*, 2017(3): 1-6.
- [16] 张勇, 朱鹏. 安全信息工程的体系结构研究[J]. *中国安全生产科学技术*, 2012(1): 168-172.
Zhang Yong, Zhu Peng. Study on the architecture of security information engineering[J]. *Journal of Safety Science and Technology*, 2012(1): 168-172.
- [17] 刘嘉琴. 安全信息促进企业安全生产[J]. *川化*, 2001(3): 9-14.
Liu Jiaqin. Safety information to promote enterprise safety production[J]. *Sichuan Chemical*, 2001(3): 9-14.
- [18] 郭焜. 物质思维·能量思维·信息思维——人类科学思维方式的三次大飞跃[J]. *学术界*, 2002(2): 60-91.
Wu Kun. Material thinking, energy thinking and information thinking—Three great leaps in the way of thinking of human science [J]. *Academic Forum*, 2002(2): 60-91.
- [19] 黄仁东, 刘倩倩, 吴超, 等. 安全信息学的核心原理研究[J]. *世界科技研究与发展*, 2015(6): 646-649.
Huang Rendong, Liu Qianqian, Wu Chao, et al. Study on the core principles of safety Information[J]. *World Sci-Tech R&D*, 2015(6): 646-649.
- [20] 李子建. 运用安全信息进行安全管理[J]. *河南冶金*, 2004, 12(4): 51-53.
Li Zijian. Safety management based on safety information[J]. *Henan Metallurgy*, 2004, 12(4): 51-53.
- [21] 黄欣荣. 复杂性科学方法论: 内涵、现状和意义[J]. *河北师范大学学报(哲学社会科学版)*, 2008(4): 81-84.
Huang Xinrong. Methodology of complexity science: connotation, status quo and significance[J]. *Journal of Hebei Normal University(Philosophy and Social Sciences Edition)*, 2008(4): 81-84.
- [22] 周守仁. 前沿科学方法论与创新思维[J]. *江苏科技大学学报(社会科学版)*, 2004(4): 1-7.
Zhou Shouren. Frontier scientific methodology and innovative thinking[J]. *Journal of Jiangsu University of Science and Technology (Social Science Edition)*, 2004(4): 1-7.
- [23] 陈晓鹿. 闭环管理模式与行动的协调一致[J]. *安徽冶金科技职业学院学报*, 2013(1): 69-71.
Chen Xiaolu. Closed loop management mode and action[J]. *Journal of Anhui Vocational College of Metallurgy and Technology*, 2013(1): 69-71.
- [24] 张明剑. 煤矿安全生产闭环管理技术研究与应用[J]. *煤炭科学技术*, 2011(10): 58-61.
Zhang Minjian. Study and application of closed loop management technology for coal mine safety production[J]. *Coal Science and Technology*, 2011(10): 58-61.

The system construction of safety information science

LUO Tongyuan^{1,2}, WU Chao^{1,2}

1. School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha 410083, China

2. Safety & Security Theory Innovation and Promotion Center of CSU, Changsha 410083, China

Abstract This paper analyzes the principle and the system of security informatics, for the construction of the safety information science, with 4 kinds of the security information. According to the security information, 6 kinds of scientific principles of safety informatics are identified: the security of human body information principle, the safety principle, the material information security environment, the principle of information security management information, the social security information principle and the principle of information security system principle, in 30 levels. The connotation of each principle is discussed. A honeycomb structure of the principles of safety informatics is constructed to reveal the relation and the development of the principles of safety information. It is shown that with the system safety and security as the background, a safe information under a new system of safety science principle can be built, enriched and improved.

Keywords safety informatics; safety information theory; honeycomb structure; safety science; principle system ●



(责任编辑 陈广仁)