

安全信息学的基本问题

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 为了从信息的视角去诠释安全科学问题, 探索并创建安全信息学科, 提出以信息学领域中的信息不对称论和传播学模式作为基础来探讨安全信息学的构建。将安全科学的属性与信息不对称论结合起来讨论了建立安全信息学的意义; 从信息不对称论出发提出安全信息学的定义和内涵, 阐述了安全信息学的学科基本问题, 建立了安全信息学的理论基础、学科基础及框架体系, 最后创建出安全信息学的一般程序。研究表明, 信息论与安全科学结合具有深厚的理论意义, 建立的安全信息学能为安全科学的研究提供新思路和新方法。

关键词 安全信息学; 信息经济学; 学科基本问题

信息存在于世间万事万物中, 无论从客观的人、物和环境还是主观的精神现象、心理活动和意识形态层面均为人类提供了浩瀚的信息。美国数学家 C. E. 香农认为信息就是能够用来消除不确定性的东西^[1]。这从认知主体也就是人的角度说明了人可以通过对信息的掌握来了解客观对象, 从安全科学角度讲就是消除了因信息缺失导致的误会、错误、事故甚至灾难。安全与信息联合研究在国内外已取得一定进展, 而“信息安全”在以密码论为基础的计算机安全领域较为重视^[2]。信息及信息学相关研究在计算机和经济学领域较热, 目前安全学科中相关的只有安全信息工程这门学科^[3], 但是它的方法原理也是基于计算机技术和网络技术以实现目标的监测、控制和预警。

对于安全科学与信息学在安全信息不对称领域研究较少, 更多的是着眼解决工程技术问题而不是从学科建设层面考虑, 同时研究的科学问题也非本文所关

注的。例如, 张勇等^[4]基于计算机、网络及通信技术提出了的安全信息工程学的课程体系及教学内容; 刘嘉琴^[5]运用安全信息标准化建设平台针对氨球泄漏进行监控预警; 杜学胜等^[6]探讨了安全信息有效沟通对于增强安全文化的重要作用, 分析了信息沟通的基本过程和基本形式; Linda Drupsteen 等^[7]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^[8]对小企业获取职业安全健康相关信息途径进行了研究。

国外安全信息相关文献甚少, 代表性研究集中在安全信息认知和安全行为方面。例如, Simonet Daniel V 等^[9]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^[10]

收稿日期: 2017-11-20; 修回日期: 2018-01-04

基金项目: 国家自然科学基金项目(51534008)

通信作者: 罗通元, 博士研究生, 研究方向为安全科学基础理论, 电子信箱: 952551556@qq.com

引用格式: 罗通元, 吴超. 安全信息学的基本问题[J]. 科技导报, 2018, 36(6): 65-76; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.06.008

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;Mitropoulos P等^[11]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一个新的建筑安全模型;Anstey Kaarin J等^[12]建立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及视野的下降与年龄增长负相关;Linda Drupsteen等^[13]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^[14]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^[15]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,网上传播的一些方法可能被视为比其他人更好的隐藏自我和控制消息,但是人们的安全感也可能会受网上社交的方式影响;Huh Kyungok^[16]研究发现消费者与产品销售者在消费者安全认知与安全行为、对社会、企业、政府安全政策的认同、对安全资讯的要求上并无显著差异。

国内从信息视角来研究安全问题已有一些研究。例如,黄仁东等^[17]结合安全学与信息学的特点,提出了安全信息学原理几条核心原理;赵潮锋等^[18]用安全信息的概念统一人、物、环境、能量和管理等事故致因因素,提出了安全信息缺失的概念和安全信息缺失事故致因模型;杨秀军^[19]结合煤矿生产实际,分析了煤矿安全信息的来源和处理方法;李子建^[20]定义了安全信息并探讨了安全信息在安全生产中的有效作用、存在形式、流动途径、网络构成,阐述了安全信息在安全管理中的作用;毕远志等^[21]创建了建筑施工现场安全信息定置管理技术;田锐等^[22]针对建立铁路行车安全信息数据库、实现安全信息快速检索、提供预警及辅助决策、实现大数据分析及预测、储备后续事故认定信息等设计目标,从系统的工作原理、总体方案、用户权限、功能框架等方面构建了铁路行车安全信息系统,实现了安全风险预警及辅助决策和安全管理水平分析评价;李明^[23]分析了数据自身属性、管理壁垒等信息共享障碍对大数据技术实施的影响,从数据信息共享基础建设、强化管理、增强公众参与3个方面提出了促进信息共享的战略思考;胡振中等^[24]通过建立四维施工安全信息模型将支撑体系与施工过程信息动态地链接起来,并自动生成随进度变化的支撑体系安全分析模型;郝军等^[25]将大学校

园的安全信息归纳为决策指令型、棘手型、状态型和反馈型,提出了高校安全信息管理机制。

以上研究均是从各自研究领域出发对安全信息进行理论分析和应用研究,对安全信息学的定义、内涵、研究内容和程序没有形成统一认识,而且至今尚未见到真正从学科角度去研究安全信息学的成果。安全科学与信息学结合研究的上游领域存在缺失,从信息本源角度去理解安全问题是值得研究的。综合国内外文献来看主要存在3个缺陷:①许多文献并没有把握好安全信息的本质意义,只把信息归结为通信或依附于网络的抽象存在的理念在内容和对象上都是过于狭窄的,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。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。鉴此,本研究将从信息角度入手,基于信息不对称理论提出安全信息学的定义、内涵,探讨建立安全信息学的意义及研究内容,构建安全信息学的基本框架体系和一般方法程序,以期完善安全科学学科体系。

1 安全信息的诠释

1.1 信息

信息含义包罗万象,一般会从信息来源角度、信息产生和接受对象角度、信息传输载体等多角度给出信息的定义^[26]。从安全角度考虑,信息可定义为:“信息就是能够用来消除不确定性的东西。”^[11]可以理解成危险信息或者分析信息被人认知后可以及时采取措施避免事故发生。

1.2 安全信息

这里所指的安全信息(safety information)区别于信息安全或者安全的信息,安全信息包含的内容更多、含义更广。安全信息是以安全科学和信息学为理论基础,以保护人的身心安全健康为目的,能反映安全领域中一切安全活动或事物产生、发展和变化所依赖的一种资源。如同物质都具有能量属性一样,一切事物均带有复杂的信息资源,这些信息能够在一定程度上影

响到人们的决策,这些信息或许救人于水火或许给人以灾难。利用安全信息可以指导风险决策和安全管理。例如,Aliza Fleischer等^[27]研究了安全信息对人们选择航班的影响。因此,提供有效及时且充足的安全信息或指示比只强调安全性能更具有安全性,更能指导人们做出很好的安全决策^[28]。安全信息也为安全管理提供决策的依据^[29],企业在编制安全管理方案时需要依据相关安全政策、法律、制度和规程等指令性安全信息和事故预防控制、事故损失等活动性信息。

1.3 信息不对称论

信息不对称理论(Information Asymmetry Theory)产生于20世纪70年代,是由美国经济学家Akerlof G、Spence M、Stiglitz J E最早提出的^[30]。该理论认为在市场经济中,各类人员对有关信息的了解是有差异的。掌握信息比较充足的人员往往处于有利的地位,而信息缺乏的人员则处于不利的地位。市场中卖方比买方更了解有关商品的各种信息,掌握更多信息的一方可以通过向信息贫乏一方传递信息而获益。信息不对称现象的存在是普遍的,总会使交易一方因信息缺失而丧失信心,因此对于企业或者个人在做决策时的行为和心理选择也会产生一定影响;信息不对称也会增加企业资本成本,社会责任、风险状况的披露在一定程度上可以降低信息不对称^[31];信息不对称还会产生逆向选择和道德风险问题,简单来说逆向选择是指在买卖双方信息不对称的情况下,差的商品必将把好的商品驱逐出市场;道德风险是交易双方在交易协定签订后,其中一方利用多于一方的信息,有目的地损害另一方的利益而增加自己利益的行为。因此信息不对称带来的影响对于个人和企业的决策及经济活动是具有重要作用的。

2 安全信息学的提出

2.1 安全信息学的定义

基于安全信息的定义,可将安全信息学定义为:安全信息学是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,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。借助信息学,对安全信息的主要概

念定义为:①信源:产生一切安全信息的来源,包含实体的物质、生物体、虚拟的网络世界、现实的一切客观事物、人类思想产物、自然科学、社会科学及心理学等产生的安全组织、安全文化或安全制度等。信源是安全信息认知者所接收的安全信息来源物;②信宿:安全信息传递的信息的归宿,属于信息的最终接受者。这里可指一切人、机器等具有接收、编码、存储、译码和理解安全信息功能的实体;③信道:安全信息传输的通道,信道是实现安全信息传输存储的媒介物。不同种类的安全信息具有不同的信道,比如,传输语音安全信息的信道就是空气,传输图像安全信息的信道就是光等;④噪音:信息传递中的各种干扰因素。对安全信息的影响可能在信源、信道和信宿及其内部,对安全信息载体的影响是最直观的。噪音无处不在,噪音的影响效果都是具有负效应的,也就是说可能削弱或改变安全信息的内容及功能;⑤编码:将安全信息转换成信号的过程。编码时需要按照“约定”,就是以一定的符号或信息规则把原始信源安全信息用符码编排起来,这称为初级编码,再经过变换成适于信道内传播的信号,如声音信号、光信号等,这称为次级编码。编码的两次过程可能会受到不期望噪音刺激而暂停、终止或紊乱;⑥译码:这是与编码向反的过程,通过逆编码将次级编码信号转换成初级编码信号,再将初级编码信号还原成原始安全信息的过程。译码的两次过程也可能发生噪音干扰导致最终还原出现变异和失真;⑦信息加工:分为机器信息加工和人脑信息加工两种,主要以人作为信宿的信息加工过程为研究侧重。人的安全信息加工过程称之为认知过程,包括感觉、知觉、记忆、想象、思维和语言等5部分要素。

安全信息学的定义模型如图1所示,通过模型构建能清楚知道安全信息学的研究对象、理论基础、研究内容和学科目标。

2.2 安全信息学的内涵

从安全信息学的定义可以看出,安全信息学是一门跨学科的综合交叉学科,将信息经济学中的信息不对称理论作为研究安全科学的切入点。由于信息不对称现象在安全活动中普遍存在,安全信息学的理论方法可以渗透到各种不同的安全学科及所有安全领域。

该学科定义中的概念应具有科学性,因此有必要对安全信息学的定义中的有关概念进行一定解释,以揭示安全信息学的工具、基础、主体、目标等,概念图和

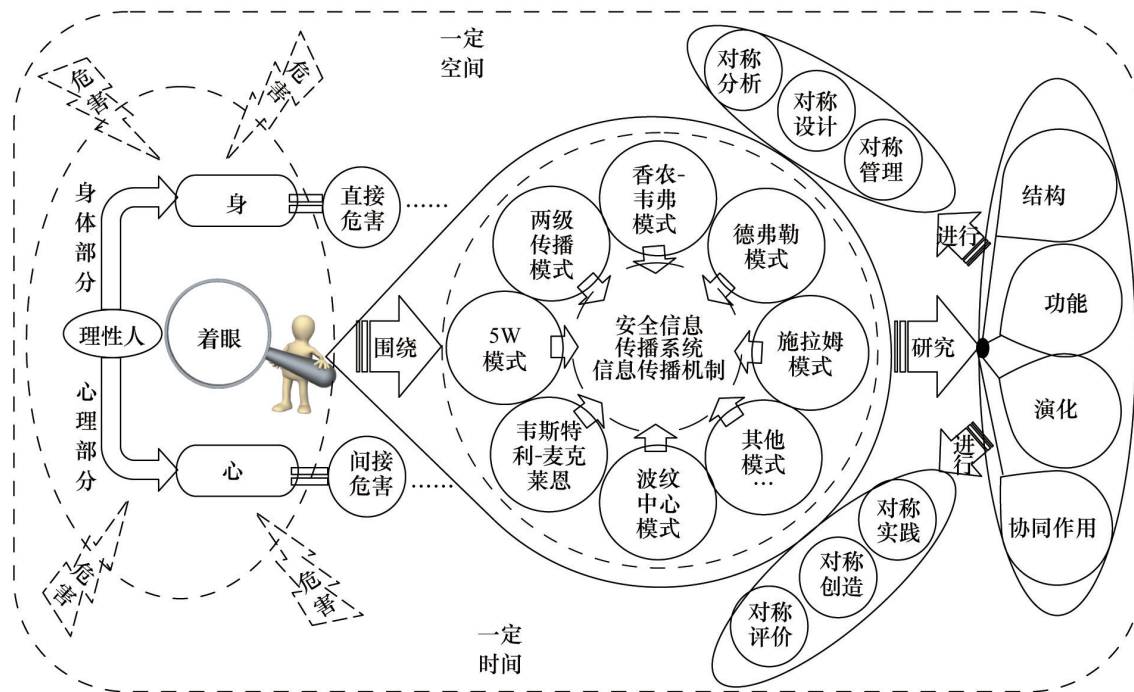


图1 安全信息学的定义模型

Fig. 1 Definition model of safety information science

简要解释如下。

1)安全信息学是一门基础理论学科,具有一定的方法论意义。学科中也必然会涉及到方法性问题,因此将信息学和传播学作为学科基础。安全信息学是安全科学、信息学和传播学进行直接交叉渗透融合形成的(图2)。安全科学领域主要内容有信息的经济作用、经济效果、信息技术和信息经济理论。本文以信息不对称论为切入点、以传播模型为基础构建安全信息学。

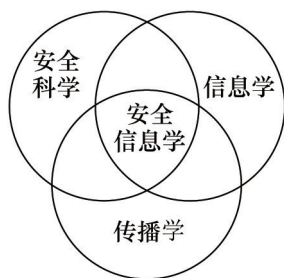


图2 安全信息学的综合交叉学科属性

Fig. 2 Synthesis intercrossed subject attribute of safety information science

2) 信息不对称理论作为信息经济学的核心内容与安全科学结合具有前瞻性和合理性。体现在信息不对称理论的现象能诠释安全活动(包括风险防控伤害、职

业病诱发、伤亡事故影响等)。信息不对称理论可以从信息角度去抽象化概括性的指出根源问题。由于隐患载体存在着信源不透明、信息传达不清、信道不畅或信宿故障的状态,一旦这种状态发生有形或无形的冲突(碰撞),就造成事故。事故的根源就是隐患载体与感知者之间存在的信息不对称。一门学科要有理论基础,故以信息不对称理论作为安全信息学的理论基础。

3) 学科主体就是构建时应该依靠的大方向,安全信息学这门学科也要有学科主体。以理论基础为载体,构建的主体也应该基于该理论基础。从安全角度考虑,信息不对称理论的负面影响就是逆向选择和道德风险问题。以这些问题为主体构建如何解决和对待安全活动中暴露的不利影响是值得研究的。

4) 安全信息学最终要将理论和实践联系起来解决具体问题。具体而言,安全信息学从信息角度去解释和指导安全活动,最终还是要体现以人为本的理念,达到降低事故损失和保障理性人的身心安全健康。避免事故、预防风险发生就体现该学科的思想高度,这里的理性人就是心智健全的人,在生产、生活中会尽力保证自身的安全,而在经济活动中则是利己的、获取最大效益的人。

5) 安全信息学定义中提到的规律涉及传播模式这个环节中自身信息的处理机制和环节之间信息的衰减、扰动、噪声和变异等规律的研究;提出的对称包含各环节之间的信息要等量、等质和等时;开展一系列活动旨在实现信息传播中的最优化均衡,达到信息的对称状态。

2.3 安全信息学的意义

安全信息学在安全科学研究中的重要意义主要体现在以下几个方面。

1) 借助于信息学方法,可以从信息学角度理解安全活动。安全信息是一切安全活动和事故的反应,生产活动中,员工一切不安全行为和设备装置的不安全状态信息都可以通过人-机信息流、人-机-环信息流意外释放对人物造成破坏和伤害。通过获取不利或异常的信息就可以指导控制安全活动的执行,也可以理解安全活动的信息学内涵。

2) 运用信息不对称理论,可以发现新的安全科学现象。将信息不对称理论应用到安全信息学里通过这种迁移学习可以解释安全活动和日常生活中因人对安全标志、安全信号和警示信息的不完全掌握而发生的事故。人们在进行安全决策时是依据自身掌握的信息来做的,信息不对称理论在安全活动中会发现新的安全科学现象,这对科学的安全管理也展示了新现象。

3) 以应用信息学方法为主,可以建立起一些新的安全科学概念和学科。这是对传统安全科学的突破和创新,以信息学视角诠释安全科学时其相关概念必然需要更新,安全信息学的交叉特征又决定其必然会衍生出一系列交叉学科。例如,安全、事故、风险等概念均需要重新定义,安全信息学里的事故可以理解成信息的意外释放而导致人身受到危害的信息不安全事件。拓展出的学科体系如安全心理信息学致力于意外事故发生信息对人的心理活动的规律;紧急信息和警告指令信息下人的反应模式;安全信息的宣教效果;告知风险信息后人的冒险行为及其测度研究。

4) 使用信息不对称理论,可以丰富和发展事故致因理论。“世界上没有两片完全相同的树叶。”这充分表明,绝对的对称是不存在的,因此运用信息不对称理论不能绝对杜绝事故发生,没有绝对的对称就没有绝对的安全。国内外事故致因理论发展已较为深入和成熟,目前存在的事故致因理论从定性和定量等角度均有较多研究。国内对其发展也较多,但是从信息不对

称角度来研究的却很少。鉴于此可以将信息不对称引进事故致因分析中,探索和发展新理论。

通过运用信息不对称理论构建安全信息学科具有深远意义,信息不对称论视角下安全信息学构建具有直接现实意义,该作用说明学科的建立发展具有必要性和可行性。

3 安全信息学的基本问题

3.1 研究目的

安全信息学研究既具有理论意义又具有实践意义。究其研究的最终目的是实现信息的对称和充分传播,减少控制安全活动的风险隐患及事故发生。安全信息学与安全科学相近学科的联系是其处于安全科学基础分支学科之一,与传统安全信息是本质区别在于其研究内容不是计算机和网络信息范畴。安全信息学的学科属性如表1所示。

表1 安全信息学的学科属性

Table 1 Subject attribute of safety information science

学科属性	具体解释与举例
综合性	学科涵盖的范围较广
交叉性	安全科学与信息经济学的交叉性
经济性	以信息经济学中的信息不对称理论为基础,因此安全信息学也体现出经济指标
基础性	信息不对称现象作为普遍存在的经济现象,具有基础性和本源性,对于安全信息学而言其本源反应在安全活动的一切形式都可以归结为信息的传达和处理上
目的性	以降低事故损失、保障理性人的身心安全健康为目标
实践性	安全信息学具有很强的实践性,其方法可以解释和指导具体工作活动
部门性	安全信息学相对于一般信息学,具有部门的属性

3.2 研究对象

安全信息学的研究对象是由外界环境和设备设施意外施加于人所造成的人的身心危害的信息流,以信息传播模式各要素内外部之间的信息传播机制为重点。由于人对于信息的不完全掌握而引发的一切消极影响。由安全信息的类型可知,安全信息学的研究对象主要包括生产生活过程的安全信息、安全管理信息和指令性信息等。安全信息学的研究对象根据应用范围不同,可以针对企业生产人员、管理人员、社会生活方方面面,只要能涉及安全问题的均适用。

3.3 研究内容

由安全信息学的定义与内涵可知,基于信息不对称理论的安全信息学内容包括物质本身特征信息的不对称、人与人之间的信息不对称、人物环之间的信息不

对称和安全管理信息不对称这四大方面。综合考虑人机环管各因素构建出安全信息学的研究内容如图3所示。具体而言,安全信息学的主要研究内容有以下几个方面。

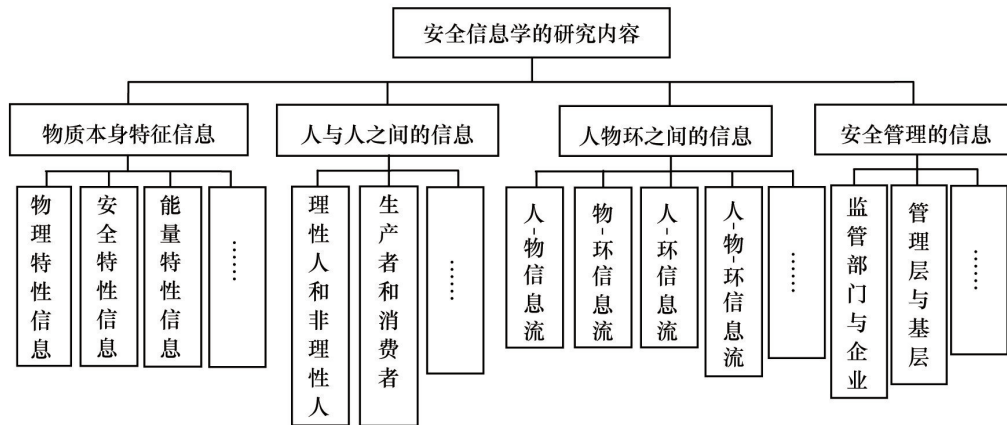


图3 安全信息学的主要研究内容

Fig. 3 Research content of safety information science

1) 物质本身特征信息。这里的物质是广义上的客观实体,包括机械设备和各类生产生活设施。现实中的物质安全会表现出多样性,具体包括:①物理特性:指人们通过眼观、手摸、耳闻等感觉器官获得的诸如外形、软硬、气味等特性信息。例如,外形多刺且表明粗糙的狼牙棒本身就有典型安全特征;②安全特性:物质在原料、辅料、工艺、储运和使用环节中,因人为或自然因素造成品质低劣和质量下降,有害有毒物质超标和物质的约束破坏而意外释放等,例如,塑胶产品的生产工艺控制不合理,使用劣质塑胶铺设而成的毒跑道;③能量特性:物质均存在一定的能量,有的物质能量巨大所释放的能量是人们不愿意接受的。原子弹爆炸的能量,能量需要约束在一定范围内才被认为是安全的,物质本身的能量信息对人类安全具有深远影响的。例如:通过控制核裂变链式反应来实现核能的安全利用。物质本身的信息很复杂多样,人们也很难准确了解和掌握这些信息,更难以辨识出物质的安全特性。人们对物质的生产过程、安全和能量特性不完全了解。物质安全信息的难辨识性直接导致了人物之间的信息不对称,这就需要研究如何减少消除这样的不对称信息。

2) 人与人之间的信息。安全科学研究中一般认为人的行为是完全理性的。然而,在现实生活中也存在非理性人的行为,这就是所谓的“机会主义行为”。通

过信息不对称理论可知:这种机会主义行为往往会带来逆向选择和道德风险问题,逆向选择会导致安全活动出现不利选择。这里的人可以理解为生产者和消费者,也可以理解成理性人和非理性人。前一种情况下消费者不掌握市场知情权和选择权,生产者在追求利润最大化,成本最小化的过程中往往会选用不合格产品以次充好,低价出售给消费者,消费者因不了解产品质量和安全信息以及对市场不知情时往往会选择低价产品。消费者和生产者就存在信息不对称,这样消费者在不知情的情况下选择了劣质产品。产品存在有毒有害及侵害人健康的危险信息,这就涉及到信息不对称带来的道德风险问题。例如,圆珠笔生产中就存在笔帽生产不合格而发生多起儿童误吞窒息事故。生产者为了降低成本不按照要求设计开凿通气孔,消费者在购买时并不知晓笔帽生产者的隐蔽行为,消费者也不能察觉这样的行为,所以会选择廉价且危险的圆珠笔;后一种情况下同样存在逆向选择问题:非理性人往往会追求机会主义,其行为也带有一定的危险性,理性人可能会受其影响而盲从。例如,酒后开车闯红灯是非常危险的行为,饮酒后人的思维迟钝意识不清,这样的非理性人往往不觉自己非理性。在车流密集的公路上的酒驾者无视交通信号灯高速穿过十字路口后,因视线问题后方的理性人驾车尾随穿过而酿成车祸,这样的理性人的行为就被非理性人的行为影响了。因为

理性人不清楚非理性人的精神状态而未采取紧急应对措施而发生事故。综上,人与人之间信息不对称导致的逆向选择和道德风险问题也是值得分析的。

3) 人物环之间的信息。信息在人物环之间流动和传播过程也存在信息不对称现象,人们在操作机器设备时因不知道其工作原理、结构特点和适用条件而发生机器设备的故障甚至事故;人们也不知道这些故障或事故信息也可能在物物之间传播而导致联锁耦合故障;人们也不知道机器设备和环境之间存在怎样的联系,在各方面信息都不知道的情况下去操作设备就容易发生不可控的事故。同样,如果环境对机器设备的影响情况恶劣的话就很难实现其最大价值;人如果不知道环境对自己的影响也不能适应环境。例如,炼化装置仪表工对装置自身的材料特性、装置内化学反应机理等不甚了解;高温工作机器缺乏环境指标检测显示功能就不能适应环境突变带来的停机甚至死机故障;煤矿井下工人对矿井瓦斯浓度不监测不知道就极有可能因环境瓦斯超标而发生爆炸伤亡事故。

4) 安全管理信息。安全监管成本高、耗时费力,导致监管部门疏于监管和控制。企业的安全信息和事故统计存在谎报瞒报甚至不报的情况,监管部门就无法掌握真实安全信息。导致监管部门和生产企业之间的信息不对称,本质上就是安全管理的信息不对称。管理者制定制度和预案往往不能真正落到实处,基层工人的违章信息又不能及时反馈到管理层。安全管理的信息不畅也会导致信息不对称,如何高效及时实现安全管理信息的传播是安全信息学研究的重要内容。

3.4 安全信息方法论的定义

安全信息学(safety information science, SIS)是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,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。

方法是人们认识世界、改造世界所采用的方式、手段或遵循的途径^[9]。安全信息方法论主要是以信息学的思想方法、认知科学学的理论方法、安全信息监测方法、安全信息收集统计方法、安全信息分析处理方法、安全信息预测方法、安全信息决策方法为研究对象的一种方法学。安全信息学的方法学系统结构如图4所示。

安全信息学是综合学科,与其交叉学科之间的关系如图5所示。图5中安全信息学的领域用椭圆形表示,交叉学科用方形表示,箭头表示交叉和综合关系。

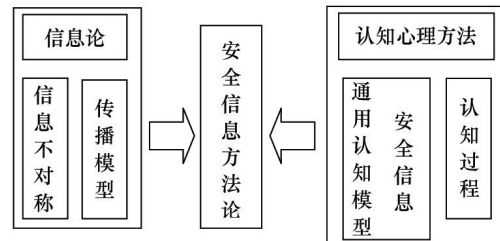


图4 安全信息学的方法论系统结构

Fig. 4 Methodology system architecture of SIS

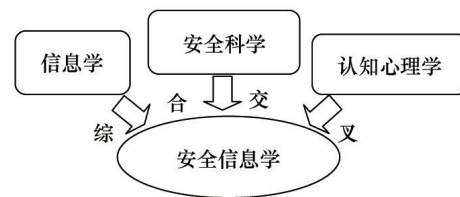


图5 安全信息学的交叉学科属性

Fig. 5 Interdisciplinary features of SIS

3.5 由安全信息学导出的安全基础定义新诠释

安全信息学科的基础体系包括涉及到自身的概念,构建新学科就需对学科中的基本概念进行重新思考和定义,就此推论出安全学科中传统概念的新内涵。一些安全概念的基础定义见表2。

表2 由安全信息学定义推论而来的安全基础定义新诠释
Table 2 Basic definitions of safety science from the safety information science definition

概念	定义的新诠释
安全	安全是隐患载体(即隐患信源,包括人、物、事、组织及其组合等)与感知者(即感知信宿,包括直接涉事人和间接涉事人)之间在一段时间里不存在信息不对称的存在状态
风险	风险是指一定时空内,理性人与物质和环境之间存在信息不对称的状态而产生危害的可能性及其严重程度的组合
事故	事故是指由于隐患载体存在着信源不透明、信息传达不清、信道不畅、或信宿故障等状态后发生有形或无形的伤害或损失
危害	危害是指由于信息不对称而引起理性人的伤害或对理性人的身心健康造成负面影响的情况
危险源	危险源是指危害理性人身心健康的一切信息不对称源(包括信源、信道和信宿内部及之间的信息传递壁垒或屏障)

4 安全信息学的基础与体系

4.1 安全信息学的理论基础

从学科理论角度出发,安全信息学是安全科学的三级学科分支之一,学科的理论基础包括哲学基础、科学技术基础和工程技术基础。安全科学也具有多学科交叉综合性,各学科知识都可以应用和渗透到安全学科中^[31]。将安全科学学科与信息学和传播学学科交叉综合形成的安全信息学自然具有交叉性特点。安全信息学的学科基础是安全科学、信息学和传播学,其中以信息不对称理论为学科的理论基础。哲学的认识论和方法论是安全信息学的哲学理论基础;安全系统科学、安全物质学、安全人机学、安全社会学、安全关联学、信息经济学等作为科学技术理论基础;系统工程、信息工程、控制工程和设备工程等作为工程技术基础。安全信息学是安全科学与信息学的交叉学科,从信息角度去考察安全问题,涉及的理论基础很庞杂,其他学科给安全信息学提供理论与方法支撑,安全信息学的理论基础如图6所示。

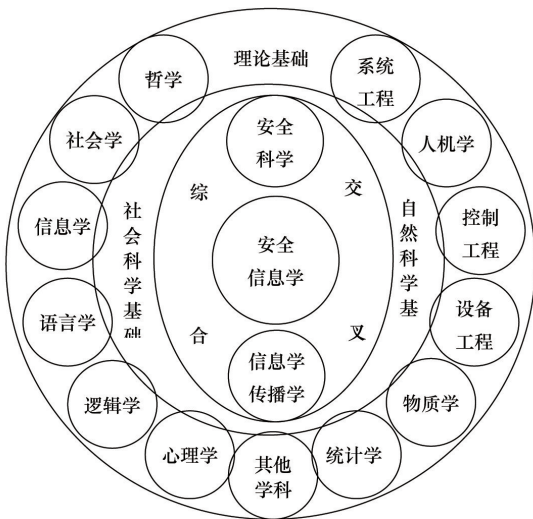


图6 安全信息学的理论基础

Fig. 6 Theoretical basis of safety information science

4.2 安全信息的传播模式

安全信息学作为安全科学的三级学科,其学科体系具有安全科学其他学科的共性和个性特点。搭建学科框架可以从不同视角着手,以学科研究的主要内容和理论基础展开。安全信息学衍生的4大研究内容共同组成安全信息学的学科体系。借鉴传播学中的信息传播模式^[32-37],通过改造结合形成安全信息学的安全信

息传播模式如图5所示。其中的编码者执行安全信息的加工发出功能,解释者执行解释意义,译码者执行接收的符号解读功能。

1) 人与人之间安全信息传播模式。奥斯古德-施拉姆模式体现出人际信息传播的特点,能解释信息不对称的来源。该模型属于传播模型的典型,可以利用在教育传播中。该模型也是安全信息在人与人之间传播和影响的机制解释,这里的人包括理性人和非理性人,生产者 and 消费者等组合关系群体。这里的安全信息不对称体现在编码者与译码者之间存在安全信息传播障碍,编码者和译码者自身对于安全信息的理解加工和解释冲突。同时安全信息发出者与接受者之间存在反馈作用。

2) 人物环之间的安全信息传播模式。对于由物或环境产生的安全信息源通过串联最终到达人的过程是会受到“噪音”干扰的,这个噪音理解为影响人判断物质信息和接受状态的一切外界环境因素。发射器相当于机械设备铭牌、监控仪表盘、控制柜等,接收器就是人的各种感觉器官,安全信源到安全信宿的信息流动过程必定会产生各种信息不对称状况。

3) 安全管理的安全信息传播模式。SMCR模式对安全管理中管理者和被管理者的管理目标和管理内容进行表达,管理信息不对称来源于这四个阶段,管理信息流具有反馈作用。

5 安全信息学研究的一般程序

首先确定安全活动的对象,包括安全主体(人)、安全客体(物和环境)、安全要素(管理和制度)等。以安全活动中人物环管等方面的活动信息作为问题的切入点,用信息不对称理论说明指导安全活动的实质;其次,对所确定的安全问题进行概念化及条理化。安全问题涉及生产生活的方方面面,从安全信息学研究内容角度考虑可以将安全科学问题划分为:物质本身问题、人与人之间的问题、人物环之间的问题和安全管理的4类。有了层次清晰的划分和概念化处理就更容易地分析这些问题背后的信息学原因;此外,问题分析过程将信息不对称理论下的安全信息传播模型化为易于理解的关系,实现信息不对称的具体化过程;最后,提出安全问题的对策措施。基于信息不对称理论的安全信息学解决安全活动存在的问题,指导实施安全计划和规划问题,提出合理措施保障人的身心健康安全。

6 实证分析

根据信息传播模式可以进行事故致因分析,讨论导致事故的安全信息缺失、延迟和错位都是事故发生的诱因,在事故发生后运用信息传播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,从中可以归纳出典型的事故原因以分析解释事故发生的过程。不同的事故其后果不同,涉及的内容不同,但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。

基于信息认知及传播的的事故案例分析见表3。以下分析是针对近几年几起特大事故进行的,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。信息传播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。

表3 实证案例分析
Table 3 Analysis of cases

行业	事故名称	主要致因分析
交通运输	温州“7·23”甬温线特别重大铁路交通事故(2011年)	信源: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。信道:信号机信号电缆雷击下由于噪音-阻性耦合产生浪涌电压;由于噪音-雷击浪涌电压和直流电流干扰,导致采取驱动保险管熔断。信宿:匝道信号机绿色指示;认知的延迟:列车调度员面对新发情况不及时处理。相关人员安全认知缺失,安全意识匮乏
煤矿	吉林通化八宝煤业公司“3·29”特别重大瓦斯爆炸事故(2013年)	安全信息错位:采空区未完全密封,发生漏风。有毒有害气体扩散预混防火措施不到位,且未设置防火门等;感觉安全信息和知觉安全信息未注意而缺失:人员发现不安全情况并不在意和无视;响应动作错误:认知到隐患的存在还强令冒险作业;刺激未形成感觉安全信息:管理人员主动了解火区情况,未感知到危险信息就指挥作业
禽类加工	长春市宝源丰禽业有限公司“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;信道: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;信息传播外部过程未形成封闭,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,信源的传递出现了严重延迟;原始安全信息没有经过信息刺激和感受器输入,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,部分老人的处理信息提取和认知信息的能力得不到执行,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;来自隐患的感觉信息获取缺失,隐患治理不彻底不及时

7 结论

1) 安全信息学不同于信息安全学,安全信息学主要是研究如何利用信息服务于人们的安全生活和安全生产过程等,而信息安全学主要是研究信息本身的安全问题。安全信息学主要属于安全科学领域,而信息安全学主要属于信息科学领域,但两者有一定的交叉。

2) 本文将信息学中的信息不对称理论与教育传播学中的传播模型应用到安全科学中,以安全科学为研究对象,运用信息不对称理论提出了安全信息学的定义和研究内容,提炼了安全信息学的内涵,阐释了学科基本问题。

3) 论述了安全信息学的学科分支及基础,将安全科学学科与信息学学科交叉综合形成的综合学科进行扩展和演绎。从安全科学的研究对象和内容入手阐述了物质本身特征信息、人与人之间的信息、人物环之间的信息和安全管理的信

4) 提出了安全信息学的理论基础包括哲学基础、科学技术基础和工程技术基础;构建了安全信息学基本框架和一般程序,该程序最终旨在解决指导安全活动的决策措施如何实施。从信息学的视角,以信息不

对称理论为方法去探究事故发生或者风险事件的根本原因。

5) 通过对安全信息学定义、内涵、意义、研究对象、研究内容、学科概念表示、理论基础、信息传播模式和研究一般程序等进行阐述和分析,以学科创建视角探索了安全信息学的构建。构建的安全信息学为安全科学研究提供了新思路和新方向。

参考文献(References)

- [1] Shannon C E. A mathematical theory of communication[J]. The Bell System Technical Journal, 1948, 27: 379-423.
- [2] 沈昌祥, 张焕国, 冯登国, 等. 信息安全综述[J]. 中国科学(信息科学), 2007, 37(2): 129-150.
Shen Changxiang, Zhang Huanguo, Feng Dengguo, et al. Summary of information security[J]. Science in China(Information Sciences), 2007, 37(2): 129-150.
- [3] 中国标准化研究院. GB/T 13745—2009 中华人民共和国学科分类与代码国家标准[S]. 北京: 国家标准化管理委员会, 2009-05-06.
China Institute of Standardization. GB/T 13745—2009 Classification and code disciplines of People's Republic of China national standards[S]. Beijing: National Standardization Management Committee, 2009-05-06.
- [4] 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, 8(1): 168-172.
Zhang Yong, Zhu Peng. Research on the architecture of security information engineering[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2012, 8(1): 168-172.
- [5] 刘嘉琴. 安全信息促进企业安全生产[J]. 大氮肥, 2001, 8(3): 9-14.
Liu Jiaqin. Safety information to promote enterprise safety production[J]. Large Scale Nitrogenous Fertilizer Industry, 2001, 8(3): 9-14.
- [6] 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.
- [7] Drupsteen L, Boustras G. Exploring effectiveness of safety information for workplace visitors[J]. Safety Science, 2016, 88: 224-231.
- [8] 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.
- [9] Simonet D V, Narayan A, Nelson C A. A social-cognitive moderated mediated model of psychological safety and empowerment[J]. Journal of Psychology, 2015, 149(8): 818-845.
- [10] Hamdar S H, Mahmassani H S, Treiber M. 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 Bmethodological, 2015, 78: 32-53.
- [11] Mitropoulos P, Cupido G. 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.
- [12] Anstey K J, Horswill M S, Wood J 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.
- [13] Drupsteen L, Boustras G. Exploring effectiveness of safety information for workplace visitors[J]. Safety Science, 2016, 88: 224-231.
- [14] Keller B M, Cunningham T R. Firefighters as distributors of workplace safety and health information to small businesses [J]. Safety Science, 2016, 87: 87-91.
- [15] 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.
- [16] Kyungok H. An analysis of consumers' perceptions and behaviors for consumer safety of products and suggestions for improving consumer safety of products by economic agencies: Focused on information, education, and policy for safety[J]. Consumer Policy and Education Review, 2011, 7(3): 101-121.
- [17] 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, 37(6): 646-649.
Huang Rendong, Liu Qianqian, Wu Chao, et al. Research on the core principles of safety information science[J]. World Sci-Tech R&D, 2015, 37(6): 646-649.
- [18] 赵潮锋, 周西华. 安全信息缺失事故致因理论的初步研究[J]. 世界科技研究与发展, 2012, 34(1): 6-9.
Zhao Chaofeng, Zhou Xihua. Preliminary study on theory of accident-causing based on safety information missing[J]. World Sci-Tech R&D, 2012, 34(1): 6-9.
- [19] 杨秀军. 浅谈安全信息的收集和隐患排查[J]. 煤矿安全, 2003, 34(7): 55-57.

- Yang Xiujun. Discussion on the collection and hidden danger of safety information[J]. *Safety in Coal Mines*, 2003, 34(7): 55-57.
- [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] 毕远志, 姜晨光, 孙若昕, 等. 建筑施工现场安全信息定置管理技术研究[J]. *中国安全生产科学技术*, 2010(5): 118-123.
- Bi Yuanzhi, Jiang Chenguang, Sun Ruoxi, et al. Construction site safety information management technology research[J]. *Journal of Safety Science and Technology*, 2010(5): 118-123.
- [22] 田锐, 刘俊, 贺义勇. 铁路行车安全信息系统设计探讨[J]. *铁道运输与经济*, 2015, 37(5): 32-37.
- Tian Rui, Liu Jun, He Yiyong. Discussion on the design of railway traffic safety information system[J]. *Railway Transport and Economy*, 2015, 37(5): 32-37.
- [23] 李明. 大数据技术与公共安全信息共享能力[J]. *电子政务*, 2014, 30(6): 10-19.
- Li Min. Big data technology and public security information sharing capability[J]. *E-Government*, 2014, 30(6): 10-19.
- [24] 胡振中, 张建平, 张旭磊. 基于4D施工安全信息模型的建筑施工支撑体系安全分析方法[J]. *工程力学*, 2010, 27(12): 192-200.
- Hu Zhenzhong, Zhang Jianping, Zhang Xulei. Safety analysis method of construction support system based on 4D construction safety information model[J]. *Engineering Mechanics*, 2010, 27(12): 192-200.
- [25] 郝军, 田辛玲. 高校安全信息管理机制及对策研究[J]. *情报科学*, 2013, 31(11): 39-41.
- Hao Jun, Tian Xinling. Research on security information management mechanism and countermeasures in colleges[J]. *Information Science*, 2013, 31(11): 39-41.
- [26] 乌家培, 谢康, 王明明. 信息经济学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 17-19.
- Wu Jiawei, Xie Kang, Wang Minmin. *Information economics* [M]. Beijing: Higher Education Press, 2002: 17-19.
- [27] Fleischer A, Tchetchik A, Tomer Toledo T. Does it pay to reveal safety information? The effect of safety information on flight choice[J]. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2015, 56: 210-220.
- [28] 张永健. 安全信息管理技术的研究与开发[J]. *安全*, 1999, 6(2): 4-9.
- Zhang Yongjian. Research and development of safety information management technology[J]. *Safety*, 1999, 6(2): 4-9.
- [29] Yang X K, Yew-Kwang N G. *Contributions to economic analysis*[M]. Bingley, UK: Emerald Group Publishing, 1993:94-116.
- [30] 孟晓俊, 肖作平, 曲佳莉. 企业社会责任信息披露与资本成本的互动关系——基于信息不对称视角的一个分析框架[J]. *会计研究*, 2010(9): 25-29.
- Meng Xiaojun, Xiao Zuoping, Qu Jiali. The interactive relationship between corporate social responsibility information disclosure and the cost of capital——An analytical framework based on the perspective of information asymmetry[J]. *Accounting Research*, 2010(9): 25-29.
- [31] 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.
- [32] 管廷全. 论传播的分类及其数学模型[J]. *中国传媒大学学报(自然科学版)*, 2006(2): 7-10.
- Zan Tingquan. Discussion on the classification of communication and its mathematical model[J]. *Journal of Communication University of China(Science and Technology)*, 2006(2): 7-10.
- [33] 陆小华. 传播模式的变化与趋势(续)[J]. *新闻战线*, 2010(6): 8-11.
- Lu Xiaohua. Changes and trends in the mode of transmission (continued)[J]. *The Press*, 2010(6): 8-11.
- [34] 刘俭云. 对香农定理与传播学理论构建关联的再讨论[J]. *电化教育研究*, 2009(5): 30-33.
- Liu Jianyun. Discussion on construction of relevance theory and the Shannon theorem of communication[J]. *E-education Research*, 2009(5): 30-33.
- [35] 解红涛, 张丽娜. 香农-施拉姆模式的改进及应用研究[J]. *西南民族大学学报(自然科学版)*, 2011(1): 136-139.
- Xie Hongtao, Zhang Lina. Study on improvement and application of the Shannon-Schram model[J]. *Journal of Southwest University for Nationalities(Natural Science Edition)*, 2011(1): 136-139.
- [36] 杨同华. 基于香农-韦弗传播模式的企业内知识转移影响因素分析[J]. *商业时代*, 2013, 32(34): 74-75.
- Yang Tonghua. Analysis of the influence factors of knowledge transfer in enterprise based on Weaver Shannon model[J]. *Commercial Times*, 2013, 32(34): 74-75.
- [37] 郑燕林, 马诗婧, 刘爽. SMCR模式视角下MOOC建设的路径选择[J]. *中国电化教育*, 2014, 21(10): 36-41.
- Zheng Yanlin, Ma Shijing, Liu Shuang. Path selection of MOOC construction from the perspective of SMCR model[J]. *China Educational Technology*, 2014, 21(10): 36-41.

Basic issues 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 In order to interpret safety issues from the perspective of information economics, and to explore and create safety information, the information asymmetry theory is taken as the breakthrough point in the field of economics to explore the safety information science. Through combining the attribute of safety science with the information asymmetry theory, the significance of the establishment of safety information is explained. In addition, from the view of the information asymmetry, the definition and the connotation of the safety information science are proposed. The basic problems of the subject of the safety information science are discussed. The theoretical basis, the subject base and the frame system of the safety information theory are established. The general procedure of the safety information science is created. It is shown that the combination of the information theory and the safety science has a profound theoretical significance. The establishment of the safety information science can provide new ideas and methods for the safety science.

Keywords safety information science; economics of information; basic subject issues ●



(责任编辑 陈广仁)