

中文引用格式:王秉,王兵,廖慧敏.元宇宙安全的内涵及治理路径研究[J].中国安全科学学报,2024,34(2):2-7.

英文引用格式:WANG Bing, WANG Bing, LIAO Huimin. Research on connotation and governance path of metaverse safety & security [J]. China Safety Science Journal, 2024,34(2):2-7.

元宇宙安全的内涵及治理路径研究*

王秉^{1,2,3}教授,王兵^{**1,2,3},廖慧敏¹副研究员

(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; 3 中南大学 安全科学与应急管理研究中心,湖南 长沙 410083)

中图分类号:X91 文献标志码:A DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2024.02.0921

基金项目:国家社会科学基金重大项目资助(22ZDA121);中南大学中央高校基本科研业务费专项资金资助(2022ZZTS0490)。

【摘要】 为明晰元宇宙安全的内涵及治理路径,丰富和完善元宇宙安全理论,立足大安全格局,提出元宇宙安全概念,并分析元宇宙安全的基本特征。在此基础上,提出元宇宙安全的治理路径。结果表明:元宇宙安全是指元宇宙的重塑时空稳定、社会文明进阶与人类福祉提升免遭不利因素影响的状态或能力,它具有相对性、复杂性、震荡性、广泛性、即时性、关联性、公共性与多面性8个基本特征。元宇宙安全治理应统筹元宇宙发展和安全,坚持共商共建共享原则,构建技术-规则-社会三位一体治理模式,着力提升元宇宙数字安全能力。

【关键词】 元宇宙安全; 内涵; 治理路径; 安全风险; 数字安全

Research on connotation and governance path of metaverse safety & security

WANG Bing^{1,2,3}, WANG Bing^{1,2,3}, LIAO Huimin¹

(1 School of Resources & Safety Engineering, Central South University, Changsha Hunan 410083, China; 2 Safety & Security Theory Innovation and Promotion Center, Central South University, Changsha Hunan 410083, China; 3 Safety & Security Science and Emergency Management Center, Central South University, Changsha Hunan 410083, China)

Abstract: In order to clarify the connotation and governance path of metaverse safety & security and further enrich the theory of metaverse safety & security, the concept of metaverse safety & security was put forward based on a large safety & security pattern, and the basic features of metaverse safety & security were analyzed. Moreover, the governance path of metaverse safety & security was proposed. The results show that metaverse safety & security refers to the state or ability of the metaverse to reshape spatial and temporal stability, social civilization advancement and human well-being enhancement from the influence of unfavorable factors, and it has eight basic characteristics, namely, relativity, complexity, vibration, extensiveness, immediacy, relevance, publicity, and multidimensionality. Metaverse safety & security governance should integrate the development and safety & security of the metaverse, adhere to the principle of joint consultation and sharing, build a "technology-rule-society" trinity of governance models, and strive to enhance the digital safety & security capacity of the metaverse.

* 文章编号:1003-3033(2024)02-0002-06; 收稿日期:2023-08-14; 修稿日期:2023-11-18

** 通信作者:王兵(1999—),男,湖北十堰人,硕士研究生,研究方向为元宇宙安全。E-mail:1011883546@qq.com。

Keywords: metaverse safety & security; connotation; governance path; safety & security risk; digital safety & security

0 引言

元宇宙是超越物理世界的宇宙空间,是信息通信技术整合的产物^[1],代表着人类文明的升级换代。元宇宙消弭时间线性和空间约束,最大限度拓展人类生存与感官维度,是人类社会场域的时空再造与结构重组^[2],它已在智慧图书馆^[3]、电子商务^[4]、在线教育^[5]与医疗^[6-7]等领域呈现出惊人的创造力。然而,虚拟与现实的交融势必打破规则和秩序的既有认知从而带来新的安全风险^[8],故元宇宙安全^[9]是元宇宙发展的前提^[10]。可见:元宇宙安全是元宇宙发展必不可缺的前瞻性重要课题,开展相关研究意义重大。

元宇宙安全已有相关研究主要集中在具体领域,例如:可视化技术^[11]与沉浸式技术^[12]带来的科技安全风险;算力^[13]与能源方面^[14]的资源安全风险;资本金融垄断^[15]与虚拟经济冲击^[16]等方面的经济安全风险;虚拟世界社会伦理^[10]与意识形态变革^[17]等方面的社会安全风险;国家边界弱化^[17]与技术霸权^[18]等方面的政治安全风险等。但遗憾的是,总体层面的元宇宙安全研究较少,代表性的研究成果仅有基于平行安全的元宇宙安全框架探讨^[19]、元宇宙安全风险的法规制路径研究^[20]及关于元宇宙安全的综合调查^[21]等。可见:总体层面的元宇宙安全的内涵与治理路径尚未明晰,这严重阻碍人们对元宇宙安全的全面认知和全方位治理谋划。因此,开展总体层面的元宇宙安全的内涵与治理路径研究迫在眉睫。

鉴于此,笔者立足总体层面的元宇宙安全和大安全格局,提出元宇宙安全概念,分析元宇宙安全的基本特征,并探索元宇宙安全的治理路径,以期为元宇宙安全治理奠定理论基础和提供路径指导。

1 元宇宙安全概念及内涵

1.1 元宇宙安全概念的提出

元宇宙的概念落地以物理世界的技术与资源为支撑^[1],以资源安全、网络安全与科技安全等为代表的元宇宙硬安全是元宇宙得以存在并正常运转的物质前提。同时,元宇宙是时间拓展与空间增强的新型社会,以经济安全、政治安全、社会安全与文化

安全等为表现的元宇宙软安全保障社会变革有利于人类文明发展。此外,元宇宙是提升人类福祉的试点,蕴藏人类发展的美好祝愿。综上,结合安全的定义^[22],可将元宇宙安全定义为:元宇宙的重塑时空稳定、社会文明进阶与人类福祉提升免遭不利因素影响的状态或能力。换言之,元宇宙安全是指元宇宙的基础架构与社会经济活动是正常的,以及元宇宙可促进社会文明进阶与提升人类福祉。基于此,构建元宇宙安全概念模型,如图1所示。

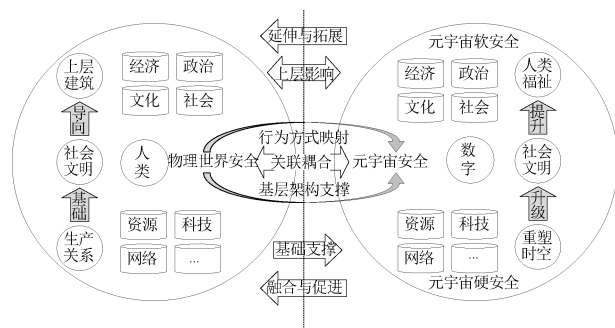


图1 元宇宙安全的概念模型

Fig. 1 Conceptual model of metaverse safety & security

1.2 元宇宙安全的内涵

根据元宇宙安全的定义及概念模型,对元宇宙安全的主要内涵解释如下:

1) 元宇宙安全与物理世界安全相互关联。元宇宙是以物理世界为镜像的人类社会新场域,故元宇宙安全与物理世界安全相互关联。首先,元宇宙作为融合虚拟空间,其基础架构支撑立足于物理世界,因而物理世界的科技、资源与网络安全等支撑元宇宙稳定运行与演化;其次,物理世界的行为方式映射至镜像社会的元宇宙,数字形态社会成为物理社会的进阶,物理世界安全治理可为元宇宙安全治理提供经验。元宇宙安全可视为人类安全的组成部分,是物理世界安全的延伸与拓展。

2) 数字是元宇宙安全的核心要素。元宇宙内元素都是数字信号的技术形态,人类社会以数字形式向元宇宙整体迁移^[23],故数字是元宇宙运转的核心,也是元宇宙安全的核心要素。元宇宙的公民及其在元宇宙内的活动,以及元宇宙的规则建立与场景构造都是以数字运算完成的。科技安全、资源安全与网络安全是元宇宙数字安全基础保障部分,经济安全、文化安全、社会安全与政治安全是元宇宙数

字安全功能实现部分。

3) 元宇宙追求多层次安全价值。首先,元宇宙安全的目标是确保元宇宙时空稳定,因此,元宇宙安全的最低要求是保证元宇宙理论模型的落地。其次,元宇宙社会形态良性发展是元宇宙安全的中心任务。元宇宙对人类传统生活方式、思维模式与社会体系等产生巨大影响,元宇宙安全去容纳这种影响的不确定性。最后,元宇宙安全以提升人类福祉为最高追求。当前,元宇宙尚处于概念阶段,其代表智能社会的进化方向,蕴藏人类发展的美好祈愿,同时作为推进元宇宙建设的动力源泉。简言之,元宇宙逐步提升全人类社会福祉的目标需要元宇宙安全保驾护航。

2 元宇宙安全的基本特征

概括看,元宇宙安全具有相对性、复杂性、震荡性、泛在性、即时性、关联性、公共性和多面性的特点。相对性、复杂性和震荡性体现元宇宙安全变化特征,广泛性和即时性与关联性表征元宇宙安全时空特征,关联性和多面性则体现元宇宙安全的整体和局部特征。

1) 相对性。人类对元宇宙安全风险的可接受标准不同。元宇宙安全是由安全问题所处的智能化程度、经济发展水平及人的安全心理素质判断决定的。然而,理想的绝对安全状态是难以达到的,科技的发展水平与人对元宇宙内活动特征的认识程度和控制能力是难以匹配的,故元宇宙追求相对安全

2) 复杂性。元宇宙具备元宇宙自身成长和治理的复杂性、元宇宙和虚拟数字人共同构建的复杂性以及元宇宙算法控制的复杂性^[24]。元宇宙安全问题的出现原因、影响因素、演化特征和后果等难以预测。此外,元宇宙向着资源无限、生命永恒与万物互联发展,增强随机性是元宇宙迈向真正社会的必然举措,故元宇宙必向复杂性发展,且元宇宙安全的复杂性特征随着元宇宙的发展而愈加深刻。

3) 震荡性。新兴领域发展初期会面临结构失衡,需经过一段时间的试错来达到相对平衡态。元宇宙是超大型的新型事物,发展过程中一系列的技术融合与领域拓展是不间断的,各类问题的爆发是在所难免的。因此,元宇宙的安全态势与安全治理相互对抗进而达到相对平衡,致使元宇宙安全呈现出震荡态。

4) 泛在性。泛在性(或称为广泛性)是安全的基本属性。元宇宙的组构是社会发展转型与新型社

会关系建立的重要阶段,多种矛盾广泛存在于元宇宙的各个领域,如技术与硬件的矛盾、阶层矛盾、利益分割及虚实差异等。因此,元宇宙安全表现为无处不在,无时不在。

5) 即时性。即时性要求元宇宙具备快速处理问题的能力。低延迟使元宇宙在一定时空内具备一致性,元宇宙内更为广泛和高效的数据信息利用使元宇宙内的“化身”能够及时接收信息并参与到信息的传递与交流中。一方面,安全信息实时传递有助于快速汇聚各方力量应对突发事件;另一方面,信息迅速传递易引发恐慌等一系列问题并迅速蔓延。

6) 关联性。元宇宙颠覆现有信息传播方式,以区块链节点网络式结构形成的高度去中心化自治模式使得元宇宙在时空上的联系更加紧密。元宇宙不同安全领域是相互关联和相互作用,且元宇宙安全与物理世界安全相互关联与相互影响。

7) 公共性。元宇宙概念落地伴随着全球现代化进程加快和世界开放程度扩大,关联性导致元宇宙安全风险在时空上呈现出高度传染性,进而引发一系列公共安全问题。简言之,元宇宙内经济风险、社会风险、资源风险与科技风险等易发生相互复合,从而演化为公共性安全事件。

8) 多面性。虚拟世界有超越现实的自由和多元性,因此,元宇宙安全的多面性(非唯一性)是元宇宙安全价值追求的描述。保证元宇宙正常运行则要追求元宇宙资源安全、网络安全和科技安全等,保证元宇宙良性发展则要追求元宇宙经济安全、文化安全、政治安全与社会安全等。

3 元宇宙安全治理路径

3.1 统筹元宇宙安全和发展

统筹安全和发展是元宇宙安全治理的指导理念。安全和发展是元宇宙必须处理的关键问题,深刻认识元宇宙安全与发展的辩证关系,认识元宇宙发展带来的新挑战以及人类对元宇宙发展的迫切需求,是统筹元宇宙安全与发展的出发点。

1) 加强前瞻性思考。元宇宙概念阶段,围绕元宇宙发展与安全开展前瞻的储备性与针对性研究必不可少。预研元宇宙在概念落地后可能遇到的问题,辨析元宇宙安全与发展相互作用,是确保元宇宙概念平稳落地的关键。此外,新兴技术不断突破与新领域应用不断拓展也要求事先研判元宇宙安全风险。

2) 加强全局性规划。聚焦元宇宙安全与发展

的主要矛盾,把安全贯彻到元宇宙建设中,从全局的角度制定元宇宙安全与发展的总任务、全规划与长目标,建设全方位安全体系,塑造安全的元宇宙发展环境。

3) 加强战略性布局。针对元宇宙安全产业结构、业务模块、人才储备、商业模式与群众教育等进行趋向型布置,提前确立元宇宙安全体系结构,推动元宇宙安全业务发展,储备元宇宙安全人才,建立元宇宙安全商业模式等,引导社会形成元宇宙安全道德风尚。

4) 加强整体性推进。整体性推进元宇宙各领域安全齐头并进,增强跨界融合和人机协同,注重补短板与强弱项,推进元宇宙安全治理体系向着更加公正合理的方向协调发展。

3.2 坚持共商共建共享

多元共治是元宇宙安全多中心治理的组织结构,元宇宙安全治理不是一个组织或简单的组织间合作可以承担的,需要元宇宙多方主体承担元宇宙安全责任。①以物理世界国家为核心,映射的多级政府是元宇宙安全治理的核心主体,代表元宇宙内数字公民的整体利益,具备制定规则并监管执行的强制力;②元宇宙内经济主体(包含企业、消费者与代表局部利益的行业组织)协调元宇宙内经济关系;③元宇宙内社会组织(包含公益性和互益性);④数字公民和公民多形式的自组织。

元宇宙安全治理推行开放的治理方式,遵循包容性的治理原则,元宇宙的任何组织与个体既有平等参与元宇宙安全治理的义务,也有进入元宇宙市场、参与元宇宙正常竞争以及获得公平利益的机会。共商共建共享的元宇宙治理原则即公正性的治理规则,以元宇宙安全为基本出发点,以人类安全和发展为最高目标,深刻把握人类命运共同体理念,以创新、绿色、协调与开放为元宇宙安全治理目标,推进元宇宙安全治理体系向着更加公正合理的方向发展^[25]。

元宇宙作为无国家边界的虚拟空间,共商共建共享具有深刻的实践意义。共商即元宇宙的所有参与者对元宇宙安全治理基本理念、重点领域、组织机制与发展方向的共同认识。多元主体充分沟通,凝聚共识,明确元宇宙安全治理是人类共同事业。现阶段,关于元宇宙安全治理的主要内容、实现目标、治理体系构建、基本原则与方式方法等,各方的看法不一,从而导致各说各话,难以协调。因此,推进元宇宙治理必须使各方达成共识,建立互信,克服不同

阶级、意识形态、发展程度与文化背景等对元宇宙安全治理所带来的阻碍。共建则是要求元宇宙各方共同参与元宇宙安全建设。元宇宙安全是人类的事业,各治理主体应当以大局为重,维护全人类利益。共享即元宇宙安全治理者共享元宇宙安全治理带来的效益。元宇宙多元主体的资源投入、科技发展、技术水平和主体实力等现实因素势必影响利益分配。因此,既要维护各方共同利益,又要维护各方合理权益。换言之,确保元宇宙安全治理的利益分配不受资本、科技、技术与政治等因素的影响。

3.3 构建技术-规则-社会三位一体治理模式

元宇宙的科技本质与社会形态决定传统的技术决定论和社会建构论无法解决复杂的元宇宙问题,而技术-规则-社会突破传统治理模式,从而形成技术-规则、社会-规则与技术-社会3种形态。技术-规则治理以技术构成规则治理形态,社会-规则以社会活动展现规则治理形态,技术-社会互构强调技术与社会融合规则治理形态^[26]。因此,技术-规则-社会安全治理本质是规则治理,如图2所示。

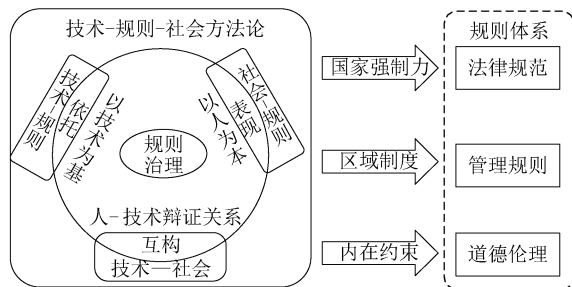


图2 技术-规则-社会治理模式

Fig. 2 Technology-rules-society governance model

技术-规则治理是元宇宙安全治理的重要依托,元宇宙安全治理呈现以技术为基的重要特征。技术-规则治理即技术建构元宇宙的同时把规则镶嵌其中,以技术为元宇宙运转的信任机制,实现代码即法律到代码即规则的拓展。社会-规则治理是元宇宙安全治理的外在表现。元宇宙安全治理不能完全依靠技术治理,应以人为本,区别于技术-规则治理的刚性,社会-规则考虑人的社会性,从而具有规则弹性。技术-社会互构是元宇宙安全治理的重要命题,技术受社会的形塑,社会受技术的冲击。元宇宙作为技术合成产物,新型技术出现势必冲击元宇宙社会运动方式。因此,元宇宙安全治理既强调技术对社会发展影响,又突出社会对技术的建构。

以技术-规则-社会治理元宇宙安全,规则体现在:①以法律规范作为元宇宙最低行为准则构建基

本框架。法律强制效用依靠区域性的国家强制力来实施,但法律完善是长期过程,随元宇宙发展不断调整。②建立管理规则,如约定俗成的乡规民约,或企业机构维护管理秩序所形成的管理制度等,具有区域相对普适性和针对性。③以伦理道德作为元宇宙技术-规则-伦理治理的风尚建设与价值引领,象征着社会进步追求目标,可作为元宇宙用户提升安全素养的重要依托。

3.4 提升元宇宙数字安全能力

数字治理凭借数据和算法的互联网技术平台,集合数字要素与治理要素,强调治理主体多元开放共融、客体多样复杂杂质。提升元宇宙数字安全治理能力,要从以下4点开展:

1) 推动元宇宙数字安全规范化建设。技术集成和多方参与的元宇宙,同构数据有助于提升元宇宙数字工作效率;规范元宇宙数字安全治理体系,形成面向全组织与统一的数字安全治理标准;规范元宇宙考核评定方法与指标;明晰元宇宙安全责任承担;规范元宇宙安全治理流程、措施与目标规划等。

2) 推动元宇宙数字安全能力建设。打造融合数字风险识别、危机预警、态势监测、情景分析、数据处理、应急响应和结果反馈于一体的数字安全治理平台,重视风险识别预警,提升数字安全预防能力,实现实时监测与情景模拟分析。

3) 推动元宇宙数字安全协同建设。促进技术

部门、业务部门、风险管理部门、监督审计部门与元宇宙用户协同应对数字风险的协作局面;增强元宇宙自组织应对元宇宙风险能力;增强元宇宙与物理世界协同治理元宇宙安全的能力。

4) 推动元宇宙数字安全韧性建设。将数字安全建设嵌入到元宇宙建设中,注重新型技术数字安全保护,将数字安全模式转化为常态化攻防模式,提升元宇宙对数字攻击的对抗能力与恢复能力。

4 结 论

1) 元宇宙安全与物理世界安全相互关联,并可分为科技安全、网络安全、资源安全、文化安全、经济安全、社会安全与政治安全7部分,具备确保元宇宙时空稳定、社会形态良性发展和人类福祉逐步提升3层次。

2) 元宇宙安全治理在理念上要统筹元宇宙发展和安全,在原则上坚持多元主体共商共建共享,以技术-规则-社会三位一体为治理模式,在治理能力上以数字治理为重要手段。

3) 元宇宙安全基础理论研究及元宇宙安全治理向敏捷治理、精准治理与协同治理演化是未来研究的重点。文中提出元宇宙安全这一新议题,旨在对元宇宙安全研究提供一种视角和思路,希望更多学者关注元宇宙安全,为元宇宙安全发展和治理提供智慧。

参 考 文 献

- [1] 李保艳,刘永谋. 元宇宙的本质、面临的风险与应对之策[J]. 科学·经济·社会,2022,40(1):15-26.
LI Baoyan, LIU Yongmou. Nature, risk and countermeasures of the metaverse[J]. Science Economics Society, 2022, 40(1):15-26.
- [2] 任兵,陈志霞,胡小梅. 时空再造与价值重构:面向未来数智治理的元宇宙[J]. 电子政务,2022(7):2-15.
- [3] 吴江,陈浩东,贺超城. 元宇宙:智慧图书馆的数实融合空间[J]. 中国图书馆学报,2022,48(6):16-26.
WU Jiang, CHEN Haodong, HE Chaocheng. Metaverse: the digital-real fusion space of the smart library[J]. Journal of Library Science in China, 2022,48(6):16-26.
- [4] 杨勇,窦尔翔,蔡文青. 元宇宙电子商务的运行机理、风险与治理[J]. 电子政务,2022(7):16-29.
- [5] 刘革平,王星,高楠,等. 从虚拟现实到元宇宙:在线教育的新方向[J]. 现代远程教育研究,2021,33(6):12-22.
LIU Geping, WANG Xing, GAO Nan, et al. From virtual reality to metaverse: a new direction of online education[J]. Modern Distance Education Research, 2021,33(6):12-22.
- [6] SHAO Liangjing, TANG Wei, ZHANG Ziqun, et al. Medical metaverse: technologies, applications, challenges and future[J]. Journal of Mechanics in Medicine and Biology, 2023, 23(2):DOI:10.1142/S0219519423500288.
- [7] ROMÁN-BELMONTE J, RODRÍGUEZ-MERCHÁN E, DE LA CORTE-RODRÍGUEZ H. Metaverse applied to musculoskeletal pathology: orthoverse and rehabverse[J]. Postgraduate Medicine, 2023,135(5):440-448.
- [8] 马宁. 元宇宙安全:已知又具有挑战性的议题[J]. 保密工作,2023(3):51-55.
- [9] GUPTA A, KHAN H U, NAZIR S, et al. Metaverse security: issues, challenges and a viable ZTA model[J].

- Electronics, 2023, 12(2): DOI: 10. 3390/ELECTRONICS12020391.
- [10] 杨晨,祝烈煌. 元宇宙安全:为虚实融合世界保驾护航[J]. 信息通信技术,2022,16(6):4-6.
- [11] CHOW Y, SUSILO W, LI Yanna, et al. Visualization and cybersecurity in the metaverse: a survey[J]. Journal of Imaging. 2023, 9(1): DOI: 10. 3390/jimaging9010011.
- [12] QAMAR S, ANWAR Z, AFZAL M. A systematic threat analysis and defense strategies for the metaverse and extended reality systems[J]. Computers and Security, 2023, 28(5): DOI: 10. 1016/j. cose. 2023. 103127.
- [13] 王涛. 元宇宙算力分析[J]. 张江科技评论, 2022(2): 32-35.
- [14] 田野. 元宇宙视域下的社会风险与治理[J]. 智慧中国, 2022(4): 44-47.
- [15] 宋朝龙. 金融资本元宇宙帝国的内在矛盾及发展进路[J]. 人民论坛, 2022(7): 30-32.
- [16] 欧阳日辉,李翔宇. 元宇宙经济的概念框架、作用机制与风险防控[J]. 重庆理工大学学报:社会科学, 2022, 36(8): 51-64.
- OUYANG Rihui, LI Xiangyu. Theoretical framework, mechanism and risk prevention and control of metaverse economy[J]. Journal of Chongqing University of Technology: Social Science, 2022, 36(8): 51-64.
- [17] 胡乐乐. 元宇宙与意识形态、国家安全:技术、挑战、治理[J]. 云南民族大学学报:哲学社会科学版, 2022, 39(5): 76-83.
- HU Lele. The metaverse, ideology and national security: technology, challenges and governance[J]. Journal of Yunnan Minzu University: Philosophy and Social Sciences Edition, 2022, 39(5): 76-83.
- [18] 程凡卿. 行政权力监管元宇宙面临的风险与应对[J]. 行政法学研究, 2023(3): 130-140.
- CHENG Fanqing. Risks and countermeasures of administrative power supervision and regulation on meta universe[J]. Administrative Law Review, 2023(3): 130-140.
- [19] 韩金朋,刘忠民,吕秋云,等. 元安全:基于平行安全的元宇宙安全框架[J]. 指挥与控制学报, 2022, 8(3): 249-259.
- HAN Jinpeng, LIU Zhongmin, LYU Qiuyun, et al. Metasecurity: a framework for metaverse security based on parallel security [J]. Journal of Command and Control, 2022, 8(3): 249-259.
- [20] 赵精武. “元宇宙”安全风险的法律规制路径:从假想式规制到过程风险预防[J]. 上海大学学报:社会科学版, 2022, 39(5): 103-115.
- ZHAO Jingwu. The approach of legal regulation to security risks of metaverse: from hypothetical regulation to procedural risk prevention[J]. Journal of Shanghai University: Social Science Edition, 2022, 39(5): 103-115.
- [21] HUANG Yan, LI Yi, CAI Zhipeng. Security and privacy in metaverse: a comprehensive survey[J]. Big Data Mining and Analytics, 2023, 6(2): 234-247.
- [22] 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.
- [23] 赵星,乔利利,叶鹰. 元宇宙研究与应用综述[J]. 信息资源管理学报, 2022, 12(4): 12-23, 45.
- ZHAO Xing, QIAO Lili, YE Ying. A review of metaverse research and applications[J]. Journal of Information Resources Management, 2022, 12(4): 12-23, 45.
- [24] 吴超. 安全复杂学的学科基础理论研究:为安全科学新高地奠基[J]. 中国安全科学学报, 2021, 31(5): 7-17.
- WU Chao. Research on basic theory of safety complexity science: laying a foundation for new highland of safety science[J]. Chinese Journal of Safety Science, 2021, 31(5): 7-17.
- [25] 毕秋. “共商共建共享”:全球治理的理念创新与实践推进[J]. 延边党校学报, 2017, 33(6): 41-44.
- [26] 朱婉菁. 区块链技术驱动社会治理创新的理论考察[J]. 电子政务, 2020(3): 41-53.

作者简介: 王秉 (1991—),男,甘肃兰州人,博士,教授,主要从事安全基础理论及其应用方面的研究。E-mail:wangbing187717@163.com。

