

DOI: 10.61189/102367phrzdq

· 伦理与法规 ·

虚拟现实技术中的身心健康风险与伦理治理路径： 多维度视角的探索

朱林蕃¹, 杨亦逸², 王国豫^{2*}

1. 复旦大学科技伦理与人类未来研究院, 上海 200433

2. 复旦大学哲学学院, 上海 200433

[摘要] 随着虚拟现实(virtual reality, VR)技术的迅速发展,其在娱乐、教育、医疗等领域的广泛应用为社会带来了显著的创新与便利。然而,随着技术的普及,生理与心理健康方面的伦理风险也逐渐显现,尤其是在长时间使用和高沉浸度体验的情况下。本文从伦理学的角度出发,构建了一个多维度的虚拟现实技术伦理风险框架,涵盖了个人层面的生理健康与心理健康风险、个体与社会互动层面的社会冷漠与虚拟社区责任感缺失、以及社会制度层面的隐私保护与知识产权问题。基于这些风险,本文提出了技术治理的系统性路径,包括多方协同的治理模式、教育与赋能的伦理意识提升、以及技术创新与伦理约束的相互促进。通过政府、科技企业、心理学研究机构与教育部门的常态化协作,结合用户反馈与参与,本文倡导构建一个开放、透明、包容的人性化技术生态系统,最终推动虚拟现实技术的可持续发展,并促进个体与群体福祉的平衡。

[关键词] 虚拟现实;伦理风险;技术治理;个人福祉;协同治理

[中图分类号] R-0 **[文献标志码]** A

The physical and mental health risks and ethical governance pathways in virtual reality technology: an exploration from a multidimensional perspective

ZHU Linbo¹, YANG Yiyi², WANG Guoyu^{2*}

1. Institute of Technology Ethics for Human Future, Fudan University, Shanghai 200433, China

2. School of Philosophy, Fudan University, Shanghai 200433, China

[Abstract] With the rapid development of Virtual Reality (VR) technology, its widespread applications in entertainment, education, healthcare, and other fields have brought significant innovations and conveniences to society. However, as the technology becomes more prevalent, ethical risks related to physical and mental health have also become increasingly evident, particularly in the context of prolonged use and high-immersion experiences. This paper constructs a multi-dimensional ethical risk framework for VR technology, addressing risks at the personal level (physical and mental health risks), the individual-social interaction level (social indifference and lack of virtual community responsibility), and the societal-institutional level (privacy protection and intellectual property issues). Based on these risks, this paper proposes a systematic approach to ethical governance, including a multi-stakeholder collaborative governance model, ethical awareness enhancement through education and empowerment, and the mutual promotion of technological innovation and ethical constraints. By fostering continuous collaboration among government, tech companies, psychological research institutions, and educational departments, and incorporating user feedback and participation, the paper advocates for the construction of an open, transparent, and inclusive human-centered technological ecosystem. Ultimately, this approach aims to ensure the sustainable development of VR technology while balancing individual and societal well-being.

[Key Words] virtual reality; ethical risks; technological governance; personal well-being; collaborative governance

在新技术不断影响和冲击着人类生活经验的时代,虚拟现实技术的普及成为了社会生活中一个重要的转折点。特别是在文体娱乐、游戏、教育和医疗等领域,虚拟现实带来了前所未有的突破性应用,不仅极大地丰富了人类的日常生活和体验方

式,还在多个行业中打开了新的技术发展方向。在文娱产业,虚拟现实的沉浸式体验让用户得以进入一个全新的互动世界,改变了传统的娱乐形式;在教育领域,虚拟现实技术使学生能够在虚拟环境中进行实践操作,提高了学习效果与安全性。在医疗

[收稿日期] 2024-12-18

[接受日期] 2024-12-25

[作者简介] 朱林蕃, 博士, 青年副研究员. E-mail: zhulinfan@live.cn

* 通信作者 (Corresponding author): Tel: 021-65642731, E-mail: wguoyu@fudan.edu.cn

领域,虚拟现实则为治疗和康复提供了全新的方法,帮助患者在模拟环境中进行心理治疗和物理恢复,显著提升了治疗效率。然而,尽管虚拟现实在许多领域带来了创新与发展,它的广泛应用也伴随着众多技术与伦理挑战,尤其是对个人健康福祉的潜在威胁日益突出。正因为如此,深入探讨虚拟现实技术的伦理问题,尤其是如何平衡技术创新与保护个人生理与心理健康,已经成为当下科技伦理研究中的一个重要议题。

本文从科技伦理的视角出发,探讨虚拟现实技术对个体生理与心理健康可能带来的风险,力图为这一问题提供切实可行的伦理指导。通过梳理虚拟现实技术在不同应用场景中的伦理挑战,结合现

代科技伦理学的研究成果,本文旨在为如何应对虚拟现实技术带来的健康风险,提出具体的伦理建议与政策框架,推动科技创新与人类福祉的和谐发展。

1 虚拟现实中的总体风险特征刻画

在应对虚拟现实技术挑战时,全面的风险分析框架至关重要。为了更深入地理解虚拟现实技术在不同应用场景中可能引发的伦理问题,本文通过系统梳理国内外相关研究文献,构建了一个“同心圆”式的风险分析框架。该框架将虚拟现实技术的伦理风险划分为3个递进层次:个人层面、个体-社会互动层面和社会制度层面(图1)。

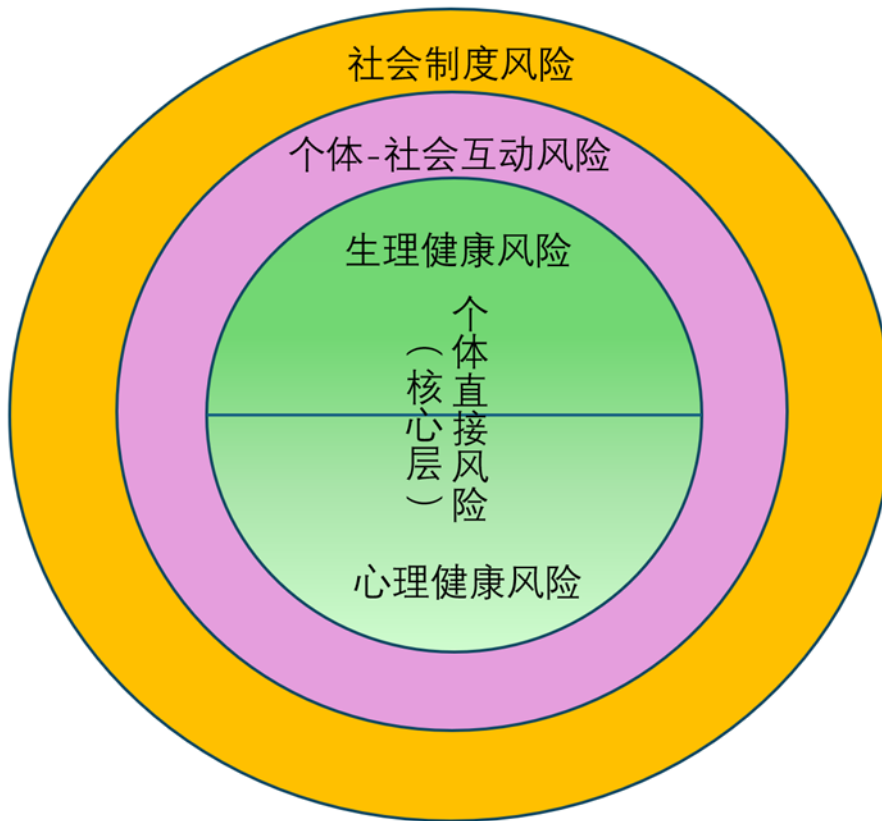


图1 虚拟现实技术总体风险刻画示意图

1.1 个人层面的伦理风险 个人层面的伦理风险主要聚焦于虚拟现实技术可能对个体生理与心理健康产生的影响。在生理健康方面,长时间使用虚拟现实设备可能引发诸如虚拟现实晕动症、眼部疲劳、颈肩疼痛等健康问题。虚拟现实的沉浸感也可能使得用户的身体处于不自然的姿势和环境中,长时间暴露于这种不平衡状态,可能对用户的身体造成负担。在心理健康方面,虚拟现实的沉浸式体验可能引发情绪波动,尤其是在青少年及心理脆弱群

体中,可能导致焦虑、抑郁等心理问题的加剧。虚拟世界的高度拟真性与现实世界的脱节,使得个体对现实的感知发生偏差,从而产生心理压力或情感障碍。

1.2 个体-社会互动层面的伦理风险 个体-社会互动层面的伦理风险涉及虚拟社区中的社会交往与责任感问题。随着虚拟现实技术的普及,虚拟社区逐渐成为了人们交往的重要平台,但在这些虚拟空间中,社会冷漠现象、身份伪造以及群体行为失范

等问题逐渐凸显。在虚拟环境中,个体的行为常常缺乏现实社会中那种即时的反馈与监督,导致部分用户在匿名性和虚拟性面前变得冷漠、自私,甚至进行不道德的行为。此外,虚拟社区中责任感缺失的问题也逐渐显现,许多用户未能对其在虚拟世界中的行为承担应有的社会责任,虚拟空间中的暴力、恶意攻击等行为频繁发生。

1.3 社会制度层面的伦理风险 社会制度层面的伦理风险涉及信息隐私、知识产权及数字鸿沟等问题。随着虚拟现实技术的广泛应用,用户在虚拟空间中产生的大量数据,包括行为数据、情感数据、个人身份信息等,面临着巨大的隐私泄露风险。此外,虚拟现实平台的内容创作与知识产权保护问题也日益严峻,虚拟现实内容的盗版与侵权现象屡见不鲜。而随着虚拟现实技术的普及,数字鸿沟问题愈加严重,技术的分配不均可能加剧社会阶层的割裂与贫富差距。

基于以上3个层次的风险分析框架,本文将重点关注生理与心理健康风险。从个人福祉与技术伦理的角度出发,提出一些建议,例如增强虚拟现实设备的健康警示功能、加强对使用者的心理干预和支持、设计更具包容性的虚拟社区等。通过这些措施,希望能够在确保虚拟现实技术持续创新的同时,最大限度地减少其可能带来的健康与伦理风险,推动虚拟现实技术向着更加人性化、可持续发展的方向发展。

2 虚拟现实技术生理风险概述

虚拟现实技术作为一种新兴的沉浸式媒介,在为用户提供前所未有的体验的同时,也引发了一系列关于其潜在生理健康风险的哲学和伦理学思考。这些风险不仅涉及人体的生理机能,还涉及到人与技术之间的复杂互动关系,以及技术对人类感知和存在方式的深远影响。

2.1 虚拟现实对视觉系统的影响

2.1.1 视觉疲劳与调节功能削弱 虚拟现实设备的使用会导致多种形式的视觉疲劳和调节功能变化。Mon-Williams等^[1]的研究发现,短时间(10 min)观看需要持续眼部聚焦和调节的虚拟现实显示,虽然不会导致双眼视觉功能的长期问题,但会引起明显的视觉疲劳症状。Lee等^[2]进一步证实,长时间使用虚拟现实设备会导致视觉症状问卷(virtual reality sickness questionnaire, 虚拟现实 SQ)得分显著增加,同时最大调节力也会明显下降。

2.1.2 双眼视觉功能变化 关于双眼视觉功能,

Banstola等^[3]的研究发现,虚拟现实游戏可能会改变双眼调节和视觉融合作用,其中一些变化可能具有积极影响。然而,Viire^[4]指出,如果虚拟现实设备设计不当或使用不当,可能会给双眼视觉系统带来压力和不适。

2.1.3 长期影响与潜在风险 目前关于虚拟现实使用的长期影响研究相对有限。Choudhary等^[5]指出,长时间使用虚拟现实设备可能会导致更严重的视觉问题,如近视的发展和数字眼疲劳。然而,这些发现仍需要更多长期追踪研究的验证。

综上所述,虚拟现实技术对视觉系统的影响是多维度的,包括短期的视觉疲劳。双眼视觉功能的改变、视觉清晰度的影响以及潜在的长期影响。虚拟现实技术对视觉系统的影响不仅涉及生理层面,还涉及我们对视觉现实的理解和构建^[6]。这种技术引发的视觉适应问题可能改变我们感知和解释世界的方式,从而影响我们的认知结构和世界观。虽然目前研究显示某些影响可能是暂时的,但仍需要更多深入研究来评估长期使用的安全性。

2.2 虚拟现实对平衡感和姿势控制的风险

2.2.1 基础姿势稳定性风险 虚拟现实使用导致的姿势控制系统基础性改变最为直接。Pujiartati等^[7]和 Bendixen等^[8]的研究证实,虚拟现实环境会导致显著的姿势稳定性下降,这种不稳定性主要体现在压力中心位移增加和姿势摆动加剧。这种基础性改变直接影响用户在虚拟环境中的安全性和操作准确性。

2.2.2 感觉系统整合障碍 虚拟现实环境特有的视觉-前庭冲突构成了第二层风险。Nishiike等^[9]指出,虚拟环境中的视觉信息与前庭系统和本体觉之间的不匹配,会引发姿势控制紊乱和感觉整合障碍。这种感觉冲突不仅导致即时的平衡障碍,还可能引发较为持久的运动病症状。

2.2.3 动态平衡控制缺陷 在动态运动场景中的风险构成第三个层面。Horsak等^[10]的研究揭示,虚拟现实环境下的动态平衡控制表现出独特的问题:使用者的躯干线速度变异性显著增加,同时稳定性边际减少。这种动态控制能力的下降直接影响用户在虚拟环境中的运动表现和交互能力。

虚拟现实环境对平衡感和姿势控制的影响反映了身体在虚拟空间中的重新定位问题^[11]。这种现象挑战了我们对身体边界和空间感知的传统理解,可能导致我们对现实世界的空间认知发生根本性变化。前述4个层面的风险相互关联,共同构成了虚拟现实环境对人体平衡控制系统的系统性挑

战,为相关安全标准的制定和防护措施的开发提供了重要的理论基础。

2.3 虚拟现实引发的晕动症风险分析

2.3.1 生理应激反应 虚拟现实晕动症(VR motion sickness, 虚拟现实MS)的基础表现是一系列生理应激反应。Liu等^[12]通过EEG研究发现,虚拟现实MS状态下大脑的特定区域会出现显著的活动改变。Aspiotis等^[13]进一步证实,这些改变涉及后枕区带功率变化和后枕不对称性,特别是在beta和gamma频段中表现明显。这些生理改变构成了评估虚拟现实MS即时影响的客观指标。

2.3.2 感知系统冲突 在生理应激的基础上,虚拟现实MS的核心机制源于感知系统的冲突。Gallagher等^[14]指出,虚拟现实环境中的视觉信息与内耳平衡感受器之间的不匹配是引发晕动症的主要原因。Li等^[15]通过EEG研究发现,对虚拟现实MS具有抵抗力的个体显示出独特的神经活动模式,揭示了感知冲突与生理应激之间的关联机制。

2.3.3 个体差异性风险 在相同的技术参数下,虚拟现实MS的发生仍存在显著的个体差异。Munafo等^[16]的研究表明,性别是影响虚拟现实MS敏感度的重要因素,女性更容易受到影响。Al Zayer等^[17]发现,通过FOV限制可以减少性别差异对虚拟现实晕动症的影响。这些研究揭示了个体差异在虚拟现实MS风险评估中的重要性,并为制定个性化防护策略提供了依据。

晕动症作为虚拟现实使用中最常见的生理风险,体现了人类感知系统在面对虚拟和现实交织时的矛盾和适应过程。其风险呈现出从基础生理反应、感知冲突、技术影响到个体差异的多层次特征^[18]。这也为防护措施的开发提供了层次化的思路:从生理监测、感知协调、技术优化到个性化适配。这一认识对于建立全面的风险评估体系和制定有效的防护标准具有重要指导意义。

2.4 虚拟现实引发的心血管系统风险分析

2.4.1 基础生理反应 虚拟现实环境首先引发基础的心血管生理反应。Malińska等^[19]的研究表明,在虚拟现实沉浸式训练中,参与者的**心率变异性(heart rate variability, HRV)**在时间域和频率域上均出现显著变化,特别是低频谱功率的增加,表明交感神经活动增强。这种基础生理反应构成了虚拟现实心血管风险的首要层面。

2.4.2 自主神经系统失调 在基础生理反应之上,虚拟现实可能导致自主神经系统的调节紊乱。Kazzi等^[20]观察到,在虚拟现实增强的冥想指导过程

中,参与者的HRV的低频功率增加而高频功率减少,显示交感神经活动增强的同时副交感神经活动减弱。这种自主神经系统的失衡可能带来更广泛的心血管影响。

2.4.3 特殊人群的易感性 不同人群对虚拟现实引发的心血管反应表现出不同的易感性。Elzeky等^[21]研究发现,在透析患者中,虚拟现实可以显著影响心率和血压等指标。Lebamovski和Gospodinova^[22]则观察到,在压力情境下,虚拟现实环境可能加剧心血管应激反应。这种个体差异性使得心血管风险的评估和预防变得更加复杂。

虚拟现实体验引起的心血管系统变化反映了虚拟经验对真实身体的直接影响^[23]。其影响呈现出从基础生理反应、自主神经系统调节、血流动力学改变到个体差异性的多层次特征。未来研究应着重关注这些风险因素间的交互作用,建立更全面的评估体系,并针对不同人群制定差异化的防护策略。特别需要注意的是,某些具有心血管基础疾病的患者可能需要更严格的监测和个性化的使用方案。

2.5 虚拟现实引发的神经系统风险分析

2.5.1 感知系统冲突 最基础的神经系统风险源于感知信息的冲突。Gallagher等^[14]指出,虚拟现实环境中的视觉信息与前庭系统信息的不匹配会导致前庭诱发肌电位(vestibular evoked myogenic potentials, VEMP)发生改变。这种初级感知系统的冲突构成了神经系统风险的基础层面,直接影响个体的空间定向和平衡控制。

2.5.2 神经系统基础性改变 在感知冲突的基础上,会出现神经系统的功能性改变。Grosprêtre等^[24]发现,虚拟现实模拟环境能导致脊髓兴奋性的显著变化,特别是H反射的降低。这种神经系统的基础性改变反映了中枢神经系统对虚拟环境的适应性反应,可能影响运动控制和姿势调节。

2.5.3 神经可塑性异常 最高层次的风险涉及长期神经可塑性的改变。Albani等^[25]在帕金森病患者中观察到,虚拟现实可能诱发视觉幻觉,这种现象与神经系统的病理性改变相关。这表明长期虚拟现实暴露可能通过改变神经可塑性机制,对神经系统产生持久的结构性和功能性影响。

长期使用虚拟现实对神经系统的影响涉及到神经可塑性和意识状态的深层问题^[26]。虚拟现实对神经系统的影响呈现出从感知整合、基础神经功能、自主神经调节到神经可塑性的递进式风险特征。这种层次性不仅反映了神经系统功能的组织

规律,也揭示了虚拟现实可能影响神经系统的不同途径和机制。这一认识对于制定预防策略和使用指南具有重要意义,特别是对于具有神经系统疾病易感性的人群,需要建立更有针对性的防护措施和监测机制。

2.6 虚拟现实引发的肌肉骨骼系统压力分析

2.6.1 神经肌肉协调紊乱 最基础的肌肉骨骼系统压力源于神经肌肉协调的改变。Grosprêtre 等^[25]研究发现,虚拟现实环境中的运动模拟会导致脊髓兴奋性发生显著变化,影响肌肉的基础活动模式。Hao 等^[27]进一步观察到,虚拟现实中的视觉扰动会导致下肢肌肉活动增加,且在女性中表现更为明显,这种神经肌肉协调的紊乱构成了肌肉骨骼系统压力的基础。

2.6.2 姿势稳定性异常 在神经肌肉协调紊乱的基础上,会出现姿势稳定性的异常。Pujiartati 等^[7]发现,长时间使用虚拟现实设备会显著增加用户的姿势稳定性参数,如平均距离和摆动面积。Jeong 等^[28]指出,这种不稳定性与虚拟现实设备的光学条件密切相关,不适当的光学设置会导致更大的姿势摆动。

2.6.3 代偿性运动模式 最复杂的压力源于代偿性运动模式的形成。Hodgson 等^[29]的研究显示,在虚拟现实环境中,用户往往会采用非自然的代偿性运动模式来适应虚拟任务需求,这种适应性改变可能导致肌肉骨骼系统的长期失衡和慢性损伤风险增加。

虚拟现实设备使用导致的肌肉骨骼系统压力反映了技术与人体工程学的交互^[30]。虚拟现实对肌肉骨骼系统的影响呈现出从神经肌肉协调、姿势稳定性、局部负荷到整体运动模式的递进式压力特征。这提示我们在虚拟现实系统设计和使用中需要采取综合性的防护策略:优化视觉反馈机制以减少神经肌肉紊乱,改进设备人机工程学设计以维持姿势稳定性,控制使用时长以避免局部肌肉疲劳,并通过合理的任务设计来预防不良代偿模式的形成。特别是对于特定人群(如老年人或肌肉骨骼系统疾病患者),可能需要更为个性化的使用方案和更严格的监测机制。

3 心理健康风险综述

3.1 虚拟现实引发的现实解离与身份认同危机分析 虚拟现实环境可能引发用户的解离体验,包括去人格化和去真实感。虚拟现实不仅能引起解离体验,还可能降低用户在客观现实中的存在感^[31]。

这种现象与用户在虚拟环境中的沉浸度和个人解离倾向密切相关^[32]。长期沉浸在虚拟世界中可能导致用户对现实世界的认知产生偏差,甚至引发身份认同危机。

(1)基础认知失调。最基本的风险源于认知系统的失调。Aardema 等^[31]研究发现,虚拟现实环境会导致用户出现解离现象,包括去个性化和去现实化,降低用户对客观现实的感知。这种认知失调构成了现实解离和身份认同危机的基础层面,直接影响用户对自我和环境的基本认知。

(2)身份边界模糊。在认知失调的基础上,会出现身份边界的模糊。Yang 等^[33]指出,虚拟现实环境中的自我扩展体验具有双刃剑效应,虽然可以增强自尊和生活满意度,但也可能导致自我概念的不连贯性。Davis 和 Chansiri^[34]进一步发现,虚拟身份的多重性可能超越视觉偏见,但同时也带来身份整合的挑战。

(3)现实感知扭曲。第三层风险涉及现实感知的扭曲。Bengtsson 和 Van Couvering^[35]研究发现,虚拟现实环境中的技术“故障”不仅影响沉浸感,还可能改变用户对现实的理解和批判性反思能力。这种扭曲可能导致用户在现实和虚拟世界之间产生长期的认知冲突。

(4)社会适应障碍。最复杂的风险表现为社会适应的障碍。Freeman 等^[36]指出,虚拟现实使用可能导致用户出现心理健康问题,如焦虑和抑郁。这种社会适应障碍不仅影响个体的心理健康,还可能导致更广泛的社会功能受损。

虚拟现实引发的现实解离与身份认同危机呈现出从基础认知、身份整合、现实感知到社会适应的递进式风险特征。这提示我们需要采取综合性的防护策略:加强认知训练以维持基础现实感;建立身份整合机制以防止过度分散;开发现实锚定技术以维持现实感知;提供社会支持系统以促进适应。特别是对于易感人群(如青少年或有心理健康问题的个体),可能需要更严格的使用指南和更全面的支持系统。未来研究应着重关注这些风险因素的长期累积效应,建立更完善的预警机制,并为不同群体制定个性化的防护策略。

3.2 虚拟现实引发的信息过载与认知负担风险 虚拟现实环境中丰富的感官刺激可能导致信息过载。用户需要同时处理大量的视觉和听觉信息,这可能导致认知资源的过度消耗^[37]。持续的高强度信息输入可能引发注意力分散、记忆力下降等认知问题。

(1)多模态信息整合压力。最基础的认知负担源于多感官信息的过载与整合困难。Barreda-Ángeles 等^[38]发现,沉浸式非虚构 360°视频会降低用户的专注力、信息识别和提示回忆能力。这种多模态信息的同时输入构成了认知负担的首要压力源,直接影响用户对信息的初步处理能力。

(2)基础感知系统紊乱。在多模态信息整合压力的基础上,会出现感知系统的紊乱。Rettinger 等^[39]研究发现,虚拟现实环境中的视觉复杂性会显著影响认知负荷。Guo 等^[40]进一步指出,这种复杂性会导致深度感知和立体视觉疲劳(stereoscopic visual fatigue, SVF)。这种感知系统的紊乱反映了大脑在处理虚拟现实环境信息时的适应性失调。

(3)高级认知功能障碍。最终,持续的信息过载会导致高级认知功能的障碍。Nürnberg 等^[41]发现,虚拟现实中的视觉-前庭信息不匹配会导致大脑信息流减少。Peterson 等^[42]也观察到虚拟现实环境中的高度暴露会增加生理压力和认知负荷。这种高级认知功能的障碍可能表现为决策能力下降、注意力分散和执行功能紊乱。

虚拟现实引发的信息过载与认知负担呈现出从多模态信息整合、感知系统紊乱、工作记忆耗竭到高级认知功能障碍的递进式特征。这种层次性揭示了认知负担的累积效应:初始的信息整合困难引发感知系统紊乱,进而导致工作记忆容量不足,最终影响高级认知功能。这一认识对于理解虚拟现实使用的潜在风险具有重要意义,特别是在评估长期使用影响时需要考虑这种递进式损害的可能性。

3.3 虚拟现实引发的情绪体验加剧分析 (1)情绪唤醒水平提升。最基本的影响体现在情绪唤醒水平的提升。Tian 等^[43]研究发现,相比 2D 环境,3D 虚拟现实环境能够提供更强烈的感知体验,引发更强烈的情绪反应。这种基础情绪唤醒的增强构成了情绪体验加剧的首要层面,直接影响用户的即时情感状态。

(2)情绪-认知失调。在情绪唤醒基础上,会出现情绪与认知系统的失调。Diemer 等^[44]指出,虚拟现实环境中的情绪体验与感知和概念信息之间存在分离,这种分离导致用户在虚拟环境中的情绪反应可能超出认知控制的范围。Berk 等^[45]进一步发现,这种失调会引发生理和心理反应的显著变化。

(3)情绪调节能力受损。情绪-认知失调进一步导致情绪调节能力的受损。Lee 等^[46]研究表明,特别是在社交连接性和自尊较低的情况下,虚拟现

实参与度的增加会加剧抑郁症状。这表明虚拟现实环境可能干扰用户正常的情绪调节机制。

对于某些人群,尤其是具有高特质焦虑的个体,虚拟现实环境可能会放大他们的情绪反应。Schweizer 等^[47]的研究表明,这种情绪加剧可能增加发展创伤后应激障碍(post-traumatic stress disorder, PTSD)的风险。因此,在设计和使用虚拟现实应用时,需要特别关注用户的心理承受能力。虚拟现实引发的情绪体验加剧呈现递进式特征,揭示了情绪体验加剧的发展机制:最初的情绪唤醒增强导致情绪-认知系统失衡,进而影响情绪调节能力,最终可能形成持续的情绪改变。这一认识对于理解虚拟现实使用的潜在风险具有重要意义,特别是在评估长期使用影响时需要考虑这种递进式损害的可能性。

3.4 虚拟现实引发的虚拟伤害真实心理影响 (1)感知威胁与焦虑。最基本的心理影响表现为感知威胁引发的焦虑反应。Loranger 等^[48]研究发现,在虚拟酒吧环境中模拟性侵犯场景会引发显著的焦虑和负面情绪。这种焦虑反应不仅存在于即时体验中,还可能延续到现实生活中。Brown 等^[49]进一步证实,虚拟现实环境中的威胁场景会导致状态性焦虑的显著增加。

(2)解离体验。在感知威胁的基础上,用户可能出现解离体验。Aardema 等^[50]指出,虚拟现实环境会导致解离现象,降低用户对客观现实的感知。这种解离体验可能导致用户在虚拟和现实之间的界限变得模糊,增加心理脆弱性。

(3)创伤后应激反应。更严重的影响表现为 PTSD。Porta 等^[51]的研究显示,虚拟现实环境中的性暴力和骚扰可能导致类似于现实创伤的心理反应。这种虚拟创伤不仅影响用户的即时心理状态,还可能引发长期的创伤后应激症状。

虚拟环境中的伤害虽然发生在数字世界,但其心理影响却是真实的。这不仅包括虚拟性侵害,还包括更广泛的心理伤害,如焦虑和负面情绪^[52]。Blackwell 等^[53]强调,社交虚拟现实中的骚扰和侵犯个人空间的行为可能会给用户带来强烈的不适感,这种不适感因虚拟现实的高度沉浸性被进一步放大。虚拟现实引发的虚拟伤害导致的真实心理影响提示:虚拟伤害虽发生在虚拟环境中,但其心理影响可能与真实伤害相当。不同类型的虚拟伤害可能通过不同机制影响用户的心理健康;某些用户群体可能对虚拟伤害特别敏感,需要额外的保护措施。虚拟伤害的影响可能具有累积性和长期性,需

要持续关注。这一认识对于制定虚拟现实使用指南和保护措施具有重要意义,特别是在涉及敏感内容和特殊人群时,需要建立更严格的安全机制和心理支持系统。

3.5 虚拟现实引发的认知偏差风险 (1)感知信息失真。最基础的认知偏差源于感知信息的失真。Harris 等^[54]研究发现,虚拟现实环境中感知信息的损失会显著影响视觉引导行为。Gao 等^[55]进一步证实,虚拟现实中的深度感知冲突会引发错误事件相关电位(event-related potential, ERP)的显著变化,这种基础感知的失真构成了认知偏差的首要层面。

(2)多感官整合紊乱。在感知信息失真的基础上,会出现多感官信息整合的紊乱。Gehrke 等^[56]发现,虚拟现实环境中的视觉-触觉不匹配会引发预测错误负相关成分。这种多感官整合的紊乱不仅影响即时感知,还可能导致更复杂的认知偏差。

(3)空间认知扭曲。第三层表现为空间认知的扭曲。Riecke 等^[57]研究发现,即使在高质量虚拟现实环境中,用户仍会出现显著的左右方向混淆错误。Kelly 等^[58]指出,这种空间认知扭曲与头戴显示设备的特性密切相关,影响用户的空间导航和定位能力。

(4)现实边界模糊。最复杂的认知偏差体现为现实边界的模糊。Drori 等^[59]研究显示,虚拟现实环境可能影响用户的现实感判断,并与精神病前驱症状相关。Bonnail 等^[60]进一步发现,用户可能出现现实与虚拟记忆源的混淆,这种现实边界的模糊可能导致更深层的认知功能紊乱。

虚拟环境可能模糊用户对虚拟和现实行为的区分,导致认知混乱和决策失误^[61]。Carter 和 Egliston^[62]指出,虚拟现实中的“完美数据”幻想可能导致用户过度信任数据,忽视其中可能存在的偏差和局限性。这种认知偏差可能对用户在现实世界中的判断和决策产生负面影响。虚拟现实引发的认知偏差呈现出从感知失真、多感官紊乱、空间扭曲到现实边界模糊的递进式特征。这揭示了认知偏差的累积机制:基础感知的失真导致多感官整合障碍,进而影响空间认知,最终可能引发现实感的混淆。这一认识对于理解虚拟现实使用的潜在风险具有重要意义,特别是在评估长期使用影响时需要考虑这种递进式损害的可能性。

3.6 虚拟现实引发的暴力倾向分析 (1)暴力认知扭曲。最基础的影响表现为认知层面的改变。Zhao 等^[63]研究发现,虚拟现实中的暴力内容会影响用户的认知加工过程,导致对暴力的容忍度增加。

Anderson 等^[64]的元分析进一步证实,这种暴力内容会降低同理心,影响亲社会行为。这种认知层面的改变构成了暴力倾向的基础。

(2)攻击性增强。在认知扭曲的基础上,会出现情绪反应的增强。Arriaga 等^[65]发现,在使用虚拟现实系统进行暴力游戏时,用户表现出更强烈的攻击性情绪反应。Lee 等^[66]进一步指出,这种虚拟世界中的愤怒情绪会持续存在并影响用户的情绪状态。

(3)群体暴力倾向。个体的暴力倾向可能通过群体认同得到强化。Miconi 等^[67]研究显示,在线社交互动的偏好与暴力极端化支持之间存在关联。这种群体认同的强化可能使个体的暴力倾向得到进一步巩固和扩大。

虚拟现实中的暴力内容可能对用户,特别是儿童和青少年的心理发展产生不良影响。Terbeck 等^[68]发现,在虚拟环境中遭遇挑衅或攻击时,用户可能产生强烈的攻击性反应。刘桂芹和张大均^[69]进一步指出,暴力内容可能引起不良生理反应、激活攻击性认知,甚至增加现实中的攻击行为。虚拟现实引发的暴力倾向揭示了其形成机制:认知层面的改变引发情绪反应,进而影响行为模式,最终通过群体认同得到强化。这一认识对于理解和预防虚拟现实相关的暴力倾向具有重要意义。

4 伦理治理与多方协同:构建虚拟现实技术的健康生态

我们已经尝试总结了虚拟现实技术中的种种风险,在最后的这部分我们将试图通过设计伦理与关怀伦理视角,讨论如何有效治理虚拟现实技术的伦理问题,保障用户的身心健康。本文提出的治理建议,旨在从多个维度加强伦理约束与风险管理,推动虚拟现实技术在保障健康的基础上实现可持续发展。

4.1 虚拟现实技术的伦理治理需要一个系统性治理路径与多方协同治理框架 政府、科技企业、心理学研究机构和教育部门等多方应建立常态化的协作机制,共同制定和动态更新虚拟现实技术的使用指南。技术的快速发展要求伦理治理不仅要应对当前的问题,还需具备灵活应变的能力。因此,治理框架应保持动态性,根据实际应用场景与新兴问题进行持续更新。例如,随着技术的进步,可能出现新的健康风险和伦理挑战,政府应根据技术发展趋势及时调整政策,科技企业则需在产品设计中融入更多的伦理考虑,心理学研究机构可以为技术优化

提供科学依据,教育部门则应注重对社会大众,尤其是用户群体的伦理教育与知识普及。这一治理框架应强调多方合作的优点,形成从政策制定、技术研发、伦理审查到公众教育的全面覆盖。更为重要的是,这一治理模式应避免仅仅依赖自上而下的规范,而应鼓励用户参与其中,收集并反馈用户的使用体验与伦理困惑。在此过程中,用户的声言不应被忽视,透明开放的治理模式可以为技术发展提供多元的视角,确保治理机制的全面性与有效性。

4.2 教育与赋能是虚拟现实伦理意识是治理的重要组成部分 用户的伦理意识和理性认知提升是保障虚拟现实技术健康发展的关键。在技术本身带来便利与创新的同时,用户对潜在风险的认知也应得到同步提升。因此,学校、社区和媒体等机构应联合开展针对性的教育项目,帮助用户理解虚拟现实技术的利与弊,培养健康的使用习惯和风险管理能力。这不仅仅是关于技术风险的科普教育,更是一个培养批判性思维与自我调节能力的过程,帮助用户主动管理虚拟现实使用中的潜在风险,避免过度沉迷、心理依赖或滥用技术。同时,教育机构也应引导学生认识虚拟现实技术所带来的伦理困境,培养其在虚拟空间中的道德判断力。通过在教育体系中融入虚拟现实技术的伦理课程,可以让未来的用户具备更强的伦理意识,从而避免在面对虚拟世界与现实世界界限模糊时出现心理失衡或行为偏差。此外,媒体的普及作用也不可忽视,媒体可以通过广泛传播虚拟现实的伦理话题,提升公众对技术伦理问题的关注和理解,为建设更加理性的使用环境奠定基础。

4.3 尊重个体福祉的设计伦理与是产业发展的护航者 虚拟现实技术的创新不应以牺牲伦理为代价,而应与伦理约束相辅相成。优秀的伦理治理体系应该成为推动技术发展的催化剂,而非阻碍。技术创新的动力源于人类不断追求新知与提升生活质量的需求,然而,在这一过程中,伦理问题不可忽视。伦理约束并非限制技术的进步,而是为技术创新指引正确的方向,确保其在满足需求的同时不损害用户的健康和社会的整体福祉。一个合理的伦理治理框架应包括持续的伦理影响评估。通过对虚拟现实技术应用场景的伦理评估,及时发现潜在的伦理问题,并采取措施加以纠正。这种评估应是动态的、前瞻性的,而非事后追责的被动反应。例如,在技术研发过程中,通过前期的伦理审查和用户反馈,及时调整设计方案,避免过度暴露用户于可能的心理与生理风险之中。伦理审查不仅应关

注当前技术的影响,还应预测未来可能带来的深层次问题,如对社交行为、身份认同、隐私保护等方面的影响。

4.4 用超越技术的目光看待技术 未来人类社会的技术、文化与社会生活是密不可分整体。虚拟现实技术不仅仅是一种娱乐工具,它更可能在未来重塑人类的感知、互动和对世界的理解。随着技术的不断进步,虚拟现实可能成为人类生活中不可或缺的一部分,甚至在某种程度上影响到我们的思维方式、社会交往方式以及情感体验。因此,虚拟现实技术的伦理治理不能仅停留在技术本身的层面,更应超越其应用,深入探讨技术在社会文化层面的深层次影响。虚拟现实的普及可能对社会结构产生深远影响。它不仅改变了人们的娱乐方式,也可能重塑教育、医疗、工作等各个领域的运作模式。更重要的是,虚拟现实技术有可能改变人类与社会的互动方式,塑造新的社会关系和文化价值观。因此,虚拟现实技术的伦理治理应该从哲学的角度审视其对社会文化层面上的作用,探索其如何影响个体与群体、现实与虚拟、理性与情感之间的关系。我们不应仅仅以技术是否先进为标准,更应从人类社会的长远发展出发,审视虚拟现实技术带来的文化意义与价值取向。

5 小结

虚拟现实技术的发展充满潜力,但也带来了不可忽视的伦理风险。通过多方协同的治理机制、教育赋能、伦理影响评估等手段,我们可以为虚拟现实技术的发展提供更为完善的伦理框架。在这一框架下,技术创新与伦理治理相辅相成,推动技术发展与社会福祉的和谐统一。最终,虚拟现实技术的伦理治理不仅是对技术本身的约束,更是对未来社会形态的深刻思考。通过审慎的治理与持续的反思,我们可以引导虚拟现实技术朝着更加尊重人性、促进个体与群体共同发展的方向前进。

伦理声明 无。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 朱林蕃:撰写文章;王国豫:修改文章。

参考文献

- [1] MON-WILLIAMS M, WANN J. Binocular virtual reality displays: when problems do and don't occur[J]. Hum Factors J Hum Factors Ergon Soc, 1998, 40: 42-49.
- [2] LEE S H, KIM M, KIM H, et al. Visual fatigue induced by watching virtual reality device and the effect of anisometropia

- [J]. *Ergonomics*, 2021, 64(12): 1522–1531.
- [3] BANSTOLA S, HANNA K, O'CONNOR A. Changes to visual parameters following virtual reality gameplay[J]. *Br Ir Orthopt J*, 2022, 18(1): 57–64.
- [4] VIIRE E. Health and safety issues for VR[J]. *Commun ACM*, 1997, 40(8): 40–41.
- [5] CHOUDHARY J S, SHARMA N, KAUR S. Virtual reality's influence on eye sightedness: a review[J]. *J Clin Diagn Res*, 2024: 147.
- [6] VIIRE E. Health and safety issues for VR[J]. *Commun ACM*, 1997, 40(8): 40–41.
- [7] PUJIARTATI D A, ANANTA M F, MUSLIM K, et al. Effect of virtual reality usage on postural stability[J]. *J Phys: Conf Ser*, 2020, 1517(1): 012026.
- [8] BENDIXEN J B, BIDDINGER B T, SIMON J E, et al. Effects of virtual reality immersion on postural stability during a dynamic transition task[J]. *Sports Biomech*, 2023: 1–15.
- [9] NISHIIKE S, OKAZAKI S, WATANABE H, et al. The effect of visual-vestibulosomatosensory conflict induced by virtual reality on postural stability in humans[J]. *J Med Invest*, 2013, 60(3–4): 236–239.
- [10] HORSACK B, SIMONLEHNER M, DUMPHART B, et al. Unraveling the effects of virtual reality overground walking on dynamic balance and postural control[J]. 2022.
- [11] KENNEDY R S, LILIENTHAL M G. Implications of balance disturbances following exposure to virtual reality systems [C]// *Proceedings Virtual Reality Annual International Symposium* '95. Research Triangle Park, NC, USA. IEEE, 2002: 35–39.
- [12] LIU R, XU M, ZHANG Y, et al. A pilot study on EEG-based evaluation of visually induced motion sickness[J]. *J Imaging Sci Technol*, 2020, 64(2): 205011–2050110.
- [13] ASPIOTIS V, MILTIADOUS A, KALAFATAKIS K, et al. Assessing electroencephalography as a stress indicator: a VR high-altitude scenario monitored through EEG and ECG [J]. *Sensors*, 2022, 22(15): 5792.
- [14] GALLAGHER M, DOWSETT R, FERRÈ E R. Vection in virtual reality modulates vestibular-evoked myogenic potentials [J]. *Eur J Neurosci*, 2019, 50(10): 3557–3565.
- [15] LI G, POHLMANN K, MCGILL M, et al. Exploring neural biomarkers in young adults resistant to VR motion sickness: a pilot study of EEG [C]// *2023 IEEE Conference Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*. Shanghai, China. IEEE, 2023: 328–335.
- [16] MUNAFO J, DIEDRICK M, STOFFREGEN T A. The virtual reality head-mounted display Oculus Rift induces motion sickness and is sexist in its effects[J]. *Exp Brain Res*, 2017, 235(3): 889–901.
- [17] AL ZAYER M, ADHANOM I B, MACNEILAGE P, et al. The effect of field-of-view restriction on sex bias in VR sickness and spatial navigation performance [C]// *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Glasgow Scotland Uk. ACM, 2019.
- [18] CONNER N O, FREEMAN H, JONES J A, et al. Virtual reality induced symptoms and effects: concerns, causes, assessment & mitigation [J]. *Virtual Worlds*, 2022, 1: 130–146.
- [19] MALIŃSKA M, ZUŻEWICZ K, BUGAJSKA J, et al. Heart rate variability (HRV) during virtual reality immersion[J]. *Int J Occup Saf Ergon*, 2015, 21(1): 47–54.
- [20] KAZZI C, BLACKMORE C, SHIRBANI F, et al. Effects of instructed meditation augmented by computer-rendered artificial virtual environment on heart rate variability[J]. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*, 2018, 2018: 2768–2771.
- [21] ELZEKY M E, SALAMEH B, RESHIA F A A, et al. The effect of virtual reality distraction on haemodialysis patients' pain and anxiety during arteriovenous fistula puncture: a randomised controlled trial [J]. *J Res Nurs*, 2024, 29(6): 421–434.
- [22] LEBAMOVSKI P, GOSPODINOVA E. Investigating the impact of mental stress on electrocardiological signals through the use of virtual reality[J]. *Technologies*, 2024, 12(9): 159.
- [23] CHEN C, YAO L L, WANG L Y, et al. Research on the relationship between virtual reality content and physiological response [C]// *2nd International Conference on Computer Science and Communication Technology (ICCSCT)*. IOP Publishing Ltd, 2021.
- [24] GROSPRÊTRE S, EON P, MARCEL-MILLET P. Virtual reality does not fool the brain only: spinal excitability changes during virtually simulated falling [J]. *J Neurophysiol*, 2023, 129(2): 368–379.
- [25] ALBANI G, PEDROLI E, CIPRESSO P, et al. Visual hallucinations as incidental negative effects of virtual reality on Parkinson's disease patients: a link with neurodegeneration? [J]. *Parkinsons Dis*, 2015, 2015: 194629.
- [26] RENNER V, WITTHOEFT M, HARDT J, et al. Effects of exposure in virtual reality and *in vivo* on subjective symptom burden and physiological parameters of height-anxious healthy participants—a pilot study[J]. *MedRxiv*, 2023.
- [27] HAO J, HIGH R, SIU K C. Gender-specific visual perturbation effects on muscle activation during incline treadmill walking: a virtual reality study[J]. *Ergonomics*, 2023, 66(5): 704–715.
- [28] JEONG G S, KANG H G, KIM S Y. Dependence of body stability on optical conditions during VR viewing [J]. *Electronics*, 2024, 13(10): 1812.
- [29] HODGSON D D, KING J A, DARICI O, et al. Visual feedback-dependent modulation of arousal, postural control, and muscle stretch reflexes assessed in real and virtual environments[J]. *Front Hum Neurosci*, 2023, 17: 1128548.
- [30] GOMEZ D, BROWNE J D, ALMALOUHI A, et al. Muscle activity during immersive virtual reality exergaming incorporating an adaptive cable resistance system [J]. *Int J Exerc Sci*, 2022, 15(7): 261–275.
- [31] AARDEMA F, O'CONNOR K, CÔTÉ S, et al. Virtual reality induces dissociation and lowers sense of presence in objective reality [J]. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, 2010, 13(4):

- 429–435.
- [32] BAÑOS R, BOTELLA C, GARCÍA-PALACIOS A, et al. Psychological variables and reality judgment in virtual environments: the roles of absorption and dissociation [J]. *Cyberpsychol Behav*, 1999, 2(2): 143–148.
- [33] YANG S, KIM H, SONG M, et al. The double-edged influence of self-expansion in the metaverse: a two-wave panel assessment of identity perception, self-esteem, and life satisfaction [J]. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, 2024, 27(1): 37–46.
- [34] DAVIS D Z, CHANSIRI K. Digital identities - overcoming visual bias through virtual embodiment [J]. *Inf Commun Soc*, 2019, 22(4): 491–505.
- [35] RYAN BENGTSOON L, VAN COUVERING E. Stretching immersion in virtual reality: how glitches reveal aspects of presence, interactivity and plausibility [J]. *Convergence Int J Res N Medium Technol*, 2023, 29(2): 432–448.
- [36] FREEMAN D, REEVE S, ROBINSON A, et al. Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders [J]. *Psychol Med*, 2017, 47(14): 2393–2400.
- [37] MUÑOZ D A. The impact of the Informational load of presence illusions on users attention and memory [C]//2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW). Christchurch, New Zealand. IEEE, 2022: 946–947.
- [38] BARREDA-ÁNGELES M, ALEIX-GUILLAUME S, PEREDA-BAÑOS A. Virtual reality storytelling as a double-edged sword: Immersive presentation of nonfiction 360°-video is associated with impaired cognitive information processing [J]. *Commun Monogr*, 2021, 88(2): 154–173.
- [39] RETTINGER M, JIANG X F, YANG J X, et al. Visual complexity in VR: implications for cognitive load [C]//2024 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW). Orlando, FL, USA. IEEE, 2024: 783–784.
- [40] GUO M, YUE K, HU H C, et al. Neural research on depth perception and stereoscopic visual fatigue in virtual reality [J]. *Brain Sci*, 2022, 12(9): 1231.
- [41] NÜRNBERGER M, KLINGNER C, WITTE O W, et al. Mismatch of visual-vestibular information in virtual reality: is motion sickness part of the brains attempt to reduce the prediction error? [J]. *Front Hum Neurosci*, 2021, 15: 757735.
- [42] PETERSON S M, FURUICHI E, FERRIS D P. Effects of virtual reality high heights exposure during beam-walking on physiological stress and cognitive loading [J]. *PLoS One*, 2018, 13(7): e0200306.
- [43] TIAN F, HUA M L, ZHANG W R, et al. Emotional arousal in 2D versus 3D virtual reality environments [J]. *PLoS One*, 2021, 16(9): e0256211.
- [44] DIEMER J, ALPERS G W, PEPPERKORN H M, et al. The impact of perception and presence on emotional reactions: a review of research in virtual reality [J]. *Front Psychol*, 2015, 6: 26.
- [45] CEBECI B, CELIKCAN U, CAPIN T K. A comprehensive study of the affective and physiological responses induced by dynamic virtual reality environments [J]. *Computer Animation & Virtual*, 2019, 30(3–4): e1893.
- [46] LEE H W, KIM S, UHM J P. Social virtual reality (虚拟现实) involvement affects depression when social connectedness and self-esteem are low: a moderated mediation on well-being [J]. *Front Psychol*, 2021, 12: 753019.
- [47] SCHWEIZER T, SCHMITZ J, PLEMPE L, et al. The impact of pre-existing anxiety on affective and cognitive processing of a Virtual Reality analogue trauma [J]. *PLoS One*, 2017, 12(12): e0190360.
- [48] COBB S V G, NICHOLS S, RAMSEY A, et al. Virtual reality-induced symptoms and effects (VRISE) [J]. *Presence Teleoperators Virtual Environ*, 1999, 8(2): 169–186.
- [49] MAANI C V, HOFFMAN H G, MORROW M, et al. Virtual reality pain control during burn wound debridement of combat-related burn injuries using robot-like arm mounted VR goggles [J]. *J Trauma*, 2011, 71(1 Suppl): S125–S130.
- [50] JONES-DELLAPORTAS M J, KEITLEY J A, DONALD BULLOUGH R, et al. Major traumatic injury sustained during use of a virtual reality (VR) headset [J]. *Trauma*, 2023, 25(2): 170–173.
- [51] PORTA C M, FRERICH E A, HOFFMAN S, et al. Sexual violence in virtual reality: a scoping review [J]. *J Forensic Nurs*, 2024, 20(1): 66–77.
- [52] LORANGER C, BOUCHARD S. Validating a virtual environment for sexual assault victims [J]. *J Trauma Stress*, 2017, 30(2): 157–165.
- [53] BLACKWELL L, ELLISON N, ELLIOTT-DEFLO N, et al. Harassment in social virtual reality [J]. *Proc ACM Hum Comput Interact*, 2019, 3: 1–25.
- [54] HARRIS D J, BUCKINGHAM G, WILSON M R, et al. Virtually the same? How impaired sensory information in virtual reality may disrupt vision for action [J]. *Exp Brain Res*, 2019, 237(11): 2761–2766.
- [55] GAO H L, YUE K, YANG S Y, et al. Exploring depth-based perception conflicts in virtual reality through error-related potentials [C]//2024 IEEE Conference Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR). Orlando, FL, USA. IEEE, 2024: 774–784.
- [56] GEHRKE L, AKMAN S, LOPES P, et al. Detecting visuo-haptic mismatches in virtual reality using the prediction error negativity of event-related brain potentials [C]//Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Glasgow Scotland Uk. ACM, 2019.
- [57] RIECKE B E, WIENER J M. Can people not tell left from right in VR? Point-to-origin studies revealed qualitative errors in visual path integration [C]//2007 IEEE Virtual Reality Conference. Charlotte, NC, USA. IEEE, 2007: 3–10.
- [58] KELLY J W. Distance perception in virtual reality: a meta-analysis of the effect of head-mounted display characteristics [J]. *IEEE Trans Vis Comput Graph*, 2023, 29(12): 4978–

- 4989.
- [59] DRORI G, BAR-TAL P, STERN Y, et al. UnReal? investigating the sense of reality and psychotic symptoms with virtual reality[J]. J Clin Med, 2020, 9(6): 1627.
- [60] BONNAIL E, FROMMEL J, LECOLINET E, et al. Was it real or virtual? Confirming the occurrence and explaining causes of memory source confusion between reality and virtual reality[C]// Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Honolulu HI USA. ACM, 2024.
- [61] 钱振华, 宋子铃. 虚拟现实技术的认知困境分析[J]. 北京科技大学学报(社会科学版), 2018, 34(2): 74-80.
- [62] CARTER M, EGLISTON B. What are the risks of Virtual Reality data? Learning Analytics, Algorithmic Bias and a Fantasy of Perfect Data[J]. N Medium Soc, 2023, 25(3): 485-504.
- [63] ZHAO H Y, ZHOU J X, XU X F, et al. How to be aggressive from virtual to reality? revisiting the violent video games exposure-aggression association and the mediating mechanisms [J]. Cyberpsychol Behav Soc Netw, 2021, 24(1): 56-62.
- [64] ANDERSON C A, SHIBUYA A, IHORI N, et al. Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in eastern and western countries: a meta-analytic review [J]. Psychol Bull, 2010, 136(2): 151-173.
- [65] ARRIAGA P, ESTEVES F, CARNEIRO P, et al. Are the effects of unreal violent video games pronounced when playing with a virtual reality system? [J]. Aggress Behav, 2008, 34(5): 521-538.
- [66] LEE S G, KANG M, KANG H S. Mechanisms underlying aggravation and relaxation of virtual aggression: a Second Life survey study[J]. Behav Inf Technol, 2013, 32(7): 735-746.
- [67] MICONI D, SANTAVICCA T, FROUNFELKER R L, et al. Preference for online social interactions and support for violent radicalization among college and university students [J]. Am J Orthopsychiatry, 2023, 93(4): 350-363.
- [68] TERBECK S, CASE C, TURNER J, et al. Assessing reactive violence using immersive virtual reality [J]. PLoS One, 2022, 17(5): e0268191.
- [69] 刘桂芹, 张大均. 暴力网络游戏对青少年心理发展的影响及干预措施[J]. 教育科学研究, 2010, 184(07): 65-67.

引用本文

朱林蕃, 杨亦逸, 王国豫. 虚拟现实技术中的身心健康风险与伦理治理路径: 多维度视角的探索[J]. 元宇宙医学, 2024, 1(4): 43-53.

ZHU L B, YANG Y Y, WANG G Y. The physical and mental health risks and ethical governance pathways in virtual reality technology: an exploration from a multidimensional perspective[J]. Metaverse Med, 2024, 1(4): 43-53.