

# “元宇宙-虚拟地理环境”

## 资料读本引论

龚建华，2022/1/6

[gongjh@aircas.ac.cn](mailto:gongjh@aircas.ac.cn)

<http://blog.sciencenet.cn/u/VGEGONG>



**30年前**，在1992年 Metaverse 在科幻小说中被创建（斯蒂芬森，1992）；**20余年前**，在2001年“虚拟界”、“虚拟地理环境”概念被正式提出发表（龚建华、林琿，2001）。**30年、20年后**，在2021年，“元宇宙（Metaverse）”火爆登场，2021年成为了“元宇宙”元年（朱嘉明，2021；赵国栋等，2021；清华媒体中心，2021；三联，2022）。

**元宇宙（Metaverse），不是一个新的概念**，但是在当前全球新冠疫情影响下以及数字化技术快速发展背景下的“元宇宙”，应该具有新的特征与涵义，**新的“元宇宙”概念理解和定义，目前还有没有一个共识和标准。**

作为从事20多年虚拟现实（虚拟地理环境）技术研究的科研工作者，需要思考的是：在2001年，“虚拟界/虚拟地理环境”与“元宇宙”是啥关系？同时需要思考的是：未来20年，在当前元宇宙与数字化/虚拟化浪潮快速发展背景下，如何进一步发展“虚拟地理环境”以及相关的“元宇宙”世界体系与虚实融合应用？

该资料读本主要选自**中科院空天信息创新研究院（原中科院遥感应用研究所，中科院遥感与数字地球研究所）“虚拟地理环境研究团队”近20年**的相关研究论文和学术交流报告，其中关于虚拟地理环境、虚拟地理实验、增强地理环境、以人为主体的虚实关系、数字孪生、空间与具身认知等相关系列思考与工作，可以协助加深理解目前大家讨论的“元宇宙”概念、最新本质特征和可能的系统原型，同时也为开启未来“元宇宙-虚拟地理环境”的研究与发展提供历史背景、技术基础和创新思考动力。

# 一、理解“元宇宙”

元宇宙（Metaverse），是一个网络连接、社会共享的三维虚拟世界，是一个人、地、物的数字孪生世界。元宇宙也被理解为新一代（第三代）三维互联网（Web 3.0），是虚拟现实、区块链、人工智能、物联网、5G 等多种技术的大集成，是多种新兴技术的集成综合性、统摄性想象。

元宇宙的主要特征：

- ① 新的虚拟世界：一个与现实物质世界相对等，与现实物质世界互补、相连和互动融合的、可以不断演化的数字化新世界；
- ② 区块链：一个拥有基于区块链的完整数字经济系统，去中心化的三维虚拟社会世界；
- ③ XR 设备：具有基于 XR(VR,AR,MR)等设备入口的沉浸式交互体验；
- ④ 化身人群：无限量的人们（或元宇宙原住民）基于化身以及视觉、听觉、触觉、力觉、嗅觉等，可以在这里同时进行社交、娱乐、创作、交易等社会生活与生产等活动；
- ⑤ 虚实链接互动的世界：包括数字孪生世界（实为主，虚为辅）、以及基于数字世界自主演化的虚拟社会经济世界（虚为主，实为辅）。

表 1 是从核心概念、VR 浪潮、互联网版本等维度视角，对于 2001 年和 2021 年的两个不同时期的“元宇宙”版本以及所处的相关概念与技术特征，进行 20 年的前后对比展示，试求理解“元宇宙”（“虚拟地理环境”）从雏形到现在的发展演化历程。

**表 1：2001 年与 2021 年的“元宇宙”特征 20 年前后对比**

	2001 年前后的“元宇宙”雏形	2021 年的“元宇宙”
核心概念	Metaverse, Cyberspace, 在线虚拟现实, 虚拟界, 虚拟地理环境	元宇宙, 数字孪生世界, 虚拟地理环境, 增强地理环境
VR 浪潮	第二波浪潮 VR 2.0 (1997-1999, 后消退)	第三波大浪潮 VR 3.0 (2016 年新一波、2021 年元宇宙元年)
互联网版本	第一代互联网 (Web 1.0)、第二代互联网 (Web 2.0)	第三代 (新一代) 互联网 (Web 3.0)
区块链	无区块链, 中心化	基于区块链, 分中心
数字经济	无数字经济系统	有数字经济系统、数字经济文明
XR 设备	在科研实验室或高级仿真演练中心有昂贵稀缺的头戴式 VR 设备或 AR 设备试验原型	大众消费级 VR/AR 设备
虚拟世界	PC 在线分布式虚拟世界 (Cybertown, ActiveWorlds, Second Life 等)	PC、手机、VR 端等元宇宙三维虚拟世界 (Roblox, Decentraland, 希壤等)
化身, 数字身份 ID	简单图形化身	数字人, 虚拟人, 虚拟化身, 数字机器人, 区块链数字身份人

世代名 (相关群体 概念)	婴儿潮一代 (1946 - 1964 出生); X 世代 (1965 - 1980 出生), 千禧 一代 (1981 - 1996 出生) 等提法	元宇宙原住民, M 世代 (Meta 世代), Z 世代 (1997 - 2012 出生) 等提法
相关技术概 念与名称	Web1.0, Web 2.0, VRML97, 数字地 球, 信息高速公路, 网站建设, SGI 三 维公司、Barco 立体投影公司等, PC 互联网起步发展	Web3.0, 区块链, 分中心, 数字经济, 数字孪生, 5G, 大数据, 人工智能, Meta 公司 (VR Quest 2)、微软公司 (MR HoloLens)、苹果公司、英伟达 (Omniverse)、字节跳动 (Pico VR)、 百度 (希壤) 等, 成熟发展的移动互 联网
涉及领域与 行业	数字化浪潮刚开始, 主要在计算机 (虚拟现实)、科幻、哲学、媒体、 仿真、地理等领域受到一定的关注	更宏大的未来场景想象, 全社会各行 各业卷入 (社交、游戏、科幻、计算 机、艺术、经济、社会、伦理等)

## 二、元宇宙与虚拟地理环境

基于虚拟现实技术以及 Cybertown 等虚拟世界，2001 年提出的“虚拟界”与“虚拟地理环境（VGE）”概念，从定义与本质上看，基本就是目前的“元宇宙”概念与构想。所以，尤其在阅读 2001 年出版的《虚拟地理环境-在线虚拟现实的地理学透视》专著时，可以直接用“元宇宙”概念，替换“虚拟界”与“虚拟地理环境”概念，从而可以有一个比较早期技术背景的特殊视角去理解当前“元宇宙”的思想和某些主要特征（表 2）。

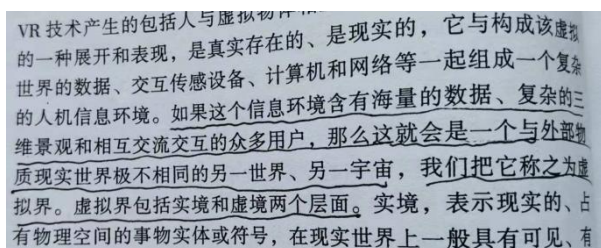
实质上，2001 年后续的“虚拟地理环境”20 余年研究（林琿等，2003；龚建华等，2010；阎国年，2011；Lin 等，2013；朱庆等，2014；Chen 等，2016），其实就是一直在从事和探索“元宇宙”的相关研究。当然，当前数字技术背景和语境下的“元宇宙”思想与概念已经有了许多新的涵义，例如 2021 年的元宇宙概念与技术体系，在区块链、NFT(非同质化代币)、DAO（去中心化自治组织）等有非常核心的创新理论基础和颠覆性技术支撑；而 2001 年虚拟地理环境提出时，则没有这个区块链技术的，未来的元宇宙-虚拟地理环境发展，则必须要充分重视区块链的思想和技术。

表 2：“虚拟地理环境”与“元宇宙”的概念对照

	虚拟地理环境	元宇宙
概念提出时间	虚拟界/VGE 概念在 1997-1998 年孕育形成，于 2001 年正式提出与发表在《虚拟地理环境》专著【龚建华&林琿】。	1992 年提出发展在尼尔·斯蒂芬森创作的小说《雪崩》（Snow Crash）
英文名、中文名	虚拟界：Virutal Realm 虚拟地理环境：Virtual Geographic Environments	Metaverse: 超元域或元宇宙（在 2018 年的中文译版中，郭泽把 Metaverse 译为“超元域”，但可能因为通俗且与现实物质“宇宙”名对应等，目前译词“元宇宙”被广泛采用）
1992 年、2001 年刚形成时的定义	1) 虚拟界：如果这个人机信息环境含有海量的数据、复杂的三维景观和相互交流交互的众多用户，那么这就会是一个与外部物质现实世界极不相同的另一世界、另一宇宙，我们把它称之为虚拟界。虚拟界包括实境和虚境两个层面。实境，表示现实的、占有物理空间的事物实体或符号，在现实世界上一般具有可见、有形、可触摸的特性；虚境，表示在实境的基础上，依据人的感知、想象而产生的三维虚拟世界（龚建华&林琿，2001, p.5） 2) 虚拟地理环境（VGE）：网络世界、虚拟界中的虚拟地理环境，也是一个客观实在且正演化展现，它可定义为包括作为主体的化身人类社会以及围绕该主体存在	在 1992 年的《雪崩》书中，元宇宙（Metaverse）是指一个与现实世界相平行的虚拟城市世界，是一条长长的“大街”（100 米宽，65536 公里长），环绕于一颗黑色球体的赤道之上，会有上亿的化身人在虚拟“大街”上生活、交易、生产、交往娱乐等。

	<p>的一切客观环境，包括计算机、网络、传感器等硬件环境，软件环境，数据环境，虚拟图形境象环境，虚拟经济环境，和虚拟社会、政治和文化环境（龚建华&amp;林琚，2001, p.5）。</p>	
<p>目前的定义</p>	<p>1) 虚拟地理环境：是以化身人、化身人群、化身人类为主体的一个虚拟共享空间与环境，它既可以是现实地理环境的表达、模拟、延伸与超越，也可以是指赛博空间中存在的一个虚拟社会（社区）世界。其中的化身人、化身人群、化身人类是表示现实世界中的人与虚拟世界中的化身相结合后的集合体（龚建华等，2010）。</p> <p>2) 虚拟地理环境是一种由计算机生成的数字化地理环境，可通过多通道人机交互、分布式地理建模与模拟、网络空间地理协同等手段实现对复杂地理系统的感知、认知和综合实验分析。一般地，虚拟地理环境可分为相似与增强的现实地理环境、再现与复原的历史地理环境、预测与规划的未来地理环境等几种类型。（阚国年，2011；Chen 等，2016）</p> <p>3) 虚拟地理环境是一个可用于模拟和分析复杂地学过程与现象,支持协同工作、知识共享和群体决策的集成化虚拟地理实验环境与工作空间,是地理学研究的虚拟实验室,可为现代实验地理学研究提供科学方法论平台和技术手段。（Lin 等，2013；朱庆等，2014）</p>	<p>1) 按照英文 Wikipedia 定义，A metaverse is a network of 3D virtual worlds focused on social connection;</p> <p>2) 在中文维基百科，元宇宙（metaverse）定义为一个持久化和去中心化的在线三维虚拟环境。</p> <p>3) Meta 公司扎克伯格（Zuckerberg）“has described metaverse as a ‘virtual environment’ you can go inside of - instead of just looking at on a scree”,认为元宇宙是以人为主体的互联网新形式。</p>

图 1 与图 2 是 2001 年《虚拟地理环境》一书中给出的“虚拟界”和“虚拟地理环境”的相关概念，图 3 则是 1999 年在香港中文大学研发的支持香港郊野公园规划的多用户三维化身“虚拟地理环境（元宇宙）”原型系统。



虚拟界概念，是从虚拟现实技术发展而形成的，但把因特网、万维网上的虚拟世界考虑在内，它应包含所有基于文本、二维图形或三维图形景象的在线虚拟现实。具体地，虚拟界的实境层面应包括因特网、内部网、计算机、通信和传感设备、数据、图形等实体或符号；虚境层面则应包括基于文本、图形、图像、视频图像等媒介，通过交互、感知、认知、行为和想象在人脑中形成的虚拟世界以及在虚拟世界中主体与主体相互交流交互形成的虚拟社会世界。由于在线三维虚拟现实是与现实世界一样，同

像图的中心，总面积是 400 km<sup>2</sup>，虚拟人如直接行走(以虚拟行走速度)横穿该区域需要 2 个多小时。图 2.2 只是 AlphaWorld 世界的部分区域，整个 AlphaWorld 是一个正方形世界，长宽分别为 655 km，总面积是 429 025 km<sup>2</sup>，比美国的加利福尼亚州大 4.4%。我们把这样高度复杂、用于人类生产、消费、娱乐等社会生活的三维虚拟空间系统称之为虚拟地理环境。下面，以现实地理环境作为参照对象，定义虚拟地理环境的概念。

现实世界的地理环境是指人类生存与发展的地球表层。地球表层的空间范围一般是上至同温层的底部，下到岩石圈的上部，指陆地地下 5-6 km，海洋往下约 4 km (钱学森 1994)。地理环境是包括作为主体的人类社会以及围绕该主体存在的一切客观环

图 1：2001 年《虚拟地理环境》专著中的“虚拟界”与“虚拟地理环境”概念定义

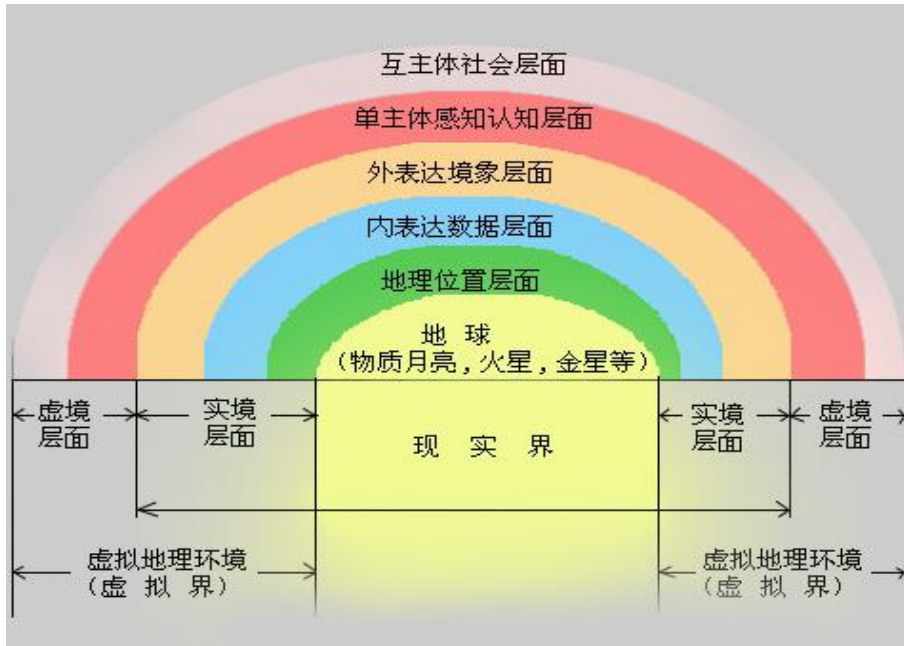


图 2：2001 年《虚拟地理环境》专著的虚拟界/虚拟地理环境结构



图 3：1999 年在香港中文大学研发的虚拟地理环境（元宇宙）原型

### 三、读本选文说明

阅读建议：如果仅对于“元宇宙”、“数字虚拟世界”有兴趣，则可以重点阅读“资料 1”，其他的可以略读参考。

#### 资料 1：2001-VGE 专著-虚拟界（元宇宙）本体论

主要选择了《虚拟地理环境》一书中关于“虚拟界”本体论特征，从道家 and 佛家的“无”和“空”（本体界）以及虚拟化过程、在场与不在场、意境和虚拟界三个世界构架（现象界）等讨论了虚拟界的本质和特征，以及地理学角度下“虚拟地理环境”特征的论述，对于理解“元宇宙”、虚实世界关系有一定的参考价值。

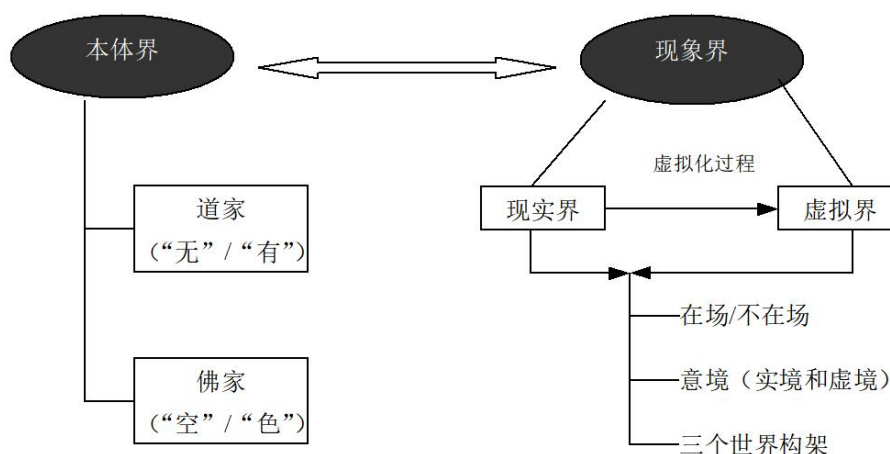


图 4：探讨虚拟界特征和本质的内容结构

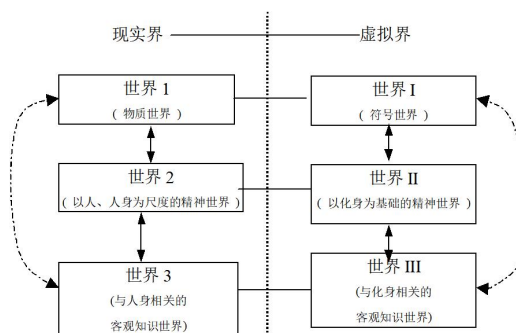


图 5：现实界(世界 1, 2, 3)与虚拟界(世界 I, II, III)之间的相互关系

#### 资料 2：2006-学术论文-面向“人”主体的 GIS

元宇宙，从科幻小说、游戏、网络社交等开始，侧重于对于“人”及其社会行为的表达和互动。虚拟地理环境，来自于虚拟现实技术，是以“人”为中心和出发点，所以，在地里信息科学和地理科学领域，提出了“面向人（地理主体）的GIS”。本选文可以帮助理解现实世界中对于“人”与“地”及其相互“人-地”关系的思考，也促进对于未来“元宇宙-数字孪生技术”中关于数字人、化身人、虚拟人等的发展思考。

2021年12月30日，知卓资本创始人陶闯博士在“数字孪生与元宇宙赋能城市和企业数字化”网上报告中认为，“数字孪生”主要侧重于环境、地等，而“元宇宙”则主要侧重于人，这与本选文的观点有关联之处，可以互相参考、对比思考。

表1 面向地理环境主体GIS与面向“地”GIS的特征比较  
Tab.1 Characteristics Comparison Between Human-Oriented GIS and Land-Oriented GIS

	面向“地”的GIS	面向地理环境主体的GIS
研究对象	侧重于地理生态世界与物理几何空间	侧重于生活世界、社会世界与社会关系空间
观察方式	主要以旁观者身份、“鸟瞰”方式观察，以“二维”宏观表达为特征	主要以参与者身份、“沉浸”方式观察，以“三维”微观表达为特征（针对个体与群体主体）
基本表达单位	点、线、面、体对象等	个体、群体、组织等
基本表达单位特征	空间的、几何的	功能
研究对象空间连续性	连续的、相接的	离散的、动态的（针对个体与群体主体）
研究对象空间移动性	地理生态系统处于一定的地理位置	移动的（针对个体与群体主体）
空间观察尺度与表达单位数	某地域的基本表达单位数随尺度而变化	某地域的主体数不随观测尺度变化
研究对象变化周期	较长、较慢	较短、较快
研究对象智能性	无、很低	有、较高

### 资料3：2010-学术论文-论虚拟地理环境进展

该选文是对于“虚拟地理环境”的概念、特征等开展了进一步的思考与分析。提出了包括“现实人/化身人”与“现实地理环境/虚拟地理环境”相互关联的可计算人地关系，对应于帮助理解“元宇宙”下数字虚拟世界与现实物质世界下“人”与“地”的新型关系。

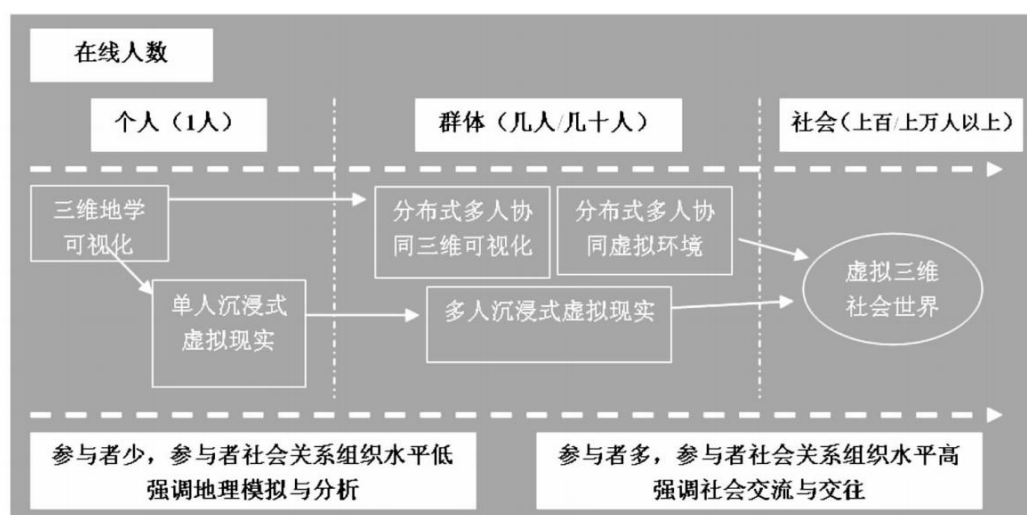


图6：作为实验工具与作为社会交往世界的虚拟地理环境特征



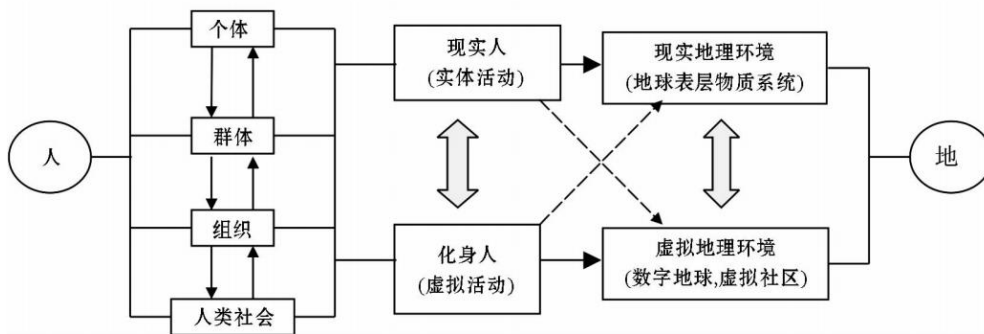


图 7：可计算人地关系中的“人”与“地”

### 资料 4：2013-学术论文-论虚拟地理实验思想

该选文，结合复杂性科学，提出了虚拟实践、虚拟实验等问题，尤其对于“虚实关系”进行了仔细的讨论分析，建立了“虚实相似原理”和“虚实协同原理”，可以帮助理解在“元宇宙”中开展虚拟实验，进行容错试验、实时同步计算、未来情景计算模拟等问题。

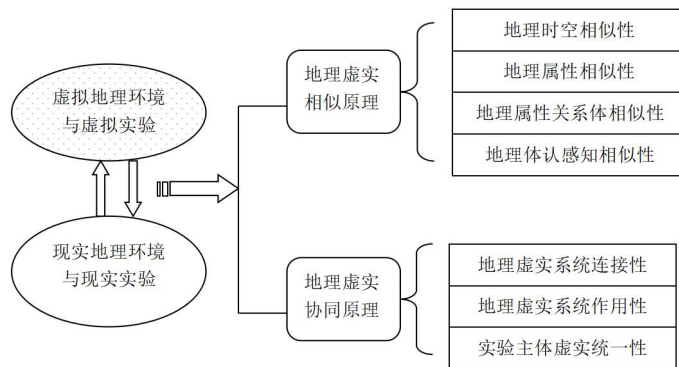


图 8：虚拟地理实验的虚实关系理论框架

### 资料 5：2015-学术论文-虚实耦合洪水模拟实验

该选文，是以现实浑河（沈阳段）、物理模型浑河（沈阳段）和数字模型浑河（沈阳段）的虚实耦合试验为案例，阐述虚拟地理实验的洪水动力学模型参数值的实时动态调整和分段优化，对于元宇宙中的数字孪生试验理解有一定的参考意义。

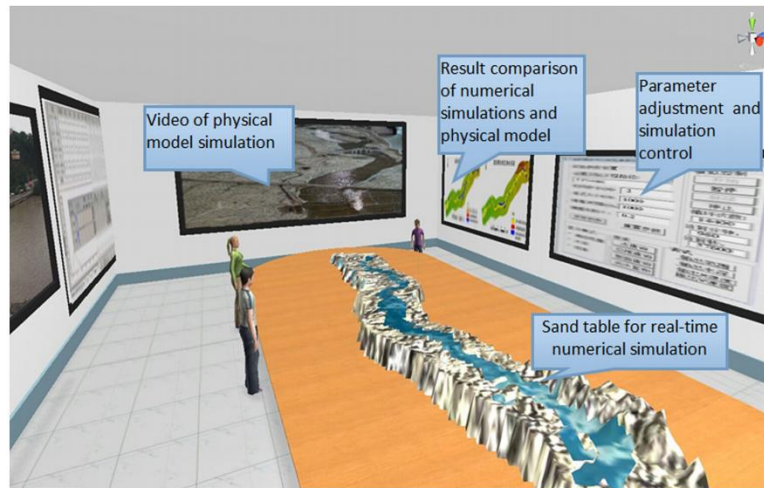


图 9：协同洪水实验研讨室系统原型

## 资料 6：2017-学术报告 ppt（成都）-论虚实关系

该学术会议交流报告，从“虚实相似与仿真”、“虚实增强与协同”、和“虚实孪生与相生”三个方面，阐述虚实关系和虚拟地理环境的发展，可以帮助理解“元宇宙”虚拟与现实的关系。

## 资料 7：2018-学术论文-增强地理环境中过程可视化

在现实空间世界中叠合数字虚拟信息，达到基于物质世界的虚实增强和融合，也是元宇宙的重要组成部分。本选文，在虚拟地理环境的大框架下提出了增强地理环境的概念，并以三维打印学校模型沙盘为基础实现了结合 Hololens 2 的人群疏散模拟增强可视化。



图 10：基于三维打印沙盘的 AR 人群疏散模拟可视化

## 资料 8：2019-学术报告 ppt（上海）-VGE 具身认知

结合具身认知和人本主义地理学（强调从人的感官、感情、美学的多重维度,揭示人与地方、空间两种地理环境的本质联系）等，该报告从分布式、智能和沉浸式化身人建模与自主体验，对于虚拟地理环境（元宇宙）中的化身建模与虚实融合具身认知进行了探讨。



图 11: 人与化身

### 资料 9: 2020-学术报告 ppt (杭州) -数字孪生与 VGE

从虚实二象思维、生物性概念、全生命周期的时间维等思考数字孪生的特征本质，认为数字孪生概念思想出自于工业产品的数字化、智能化等，与以前的数字地球（政府、地学界）、智慧地球（IBM）等有区别，与未来的机器人、自动驾驶车、增强现实等发展密切相关。

### 资料 10: 2021-学术报告 ppt (杭州) -空间认知

心理学是虚拟现实的“物理学”，也是“元宇宙”的“物理学”。该报告认为在数字孪生城市、元宇宙等发展的虚实融合时代，VR/AR/MR 技术支持下的地理空间认知与具身认知等研究刚刚开始，需要创新探索和不断突破推进。



图 12: 支持元宇宙地理空间认知/具身认知研究的定性定量实验工具

## 主要参考文献：

### 第一部分：“虚拟地理环境”主要参考文献

- 1) 龚建华, 林琿. 虚拟地理环境-在线虚拟现实的地理学透视. 北京: 高等教育出版社. 2001.
- 2) 林琿, 龚建华. 论虚拟地理环境[J]. 测绘学报, 2002, 31(1):1-6.
- 3) 林琿, 龚建华, 施晶晶. 从地图到 GIS 和虚拟地理环境—试论地理学语言的演变[J]. 地理与地理信息科学, 2003,19(4): 18-23.
- 4) 龚建华,周洁萍,张利辉, 2010.虚拟地理环境研究进展与理论框架.地球科学进展, 25(9): 915-927;
- 5) 阎国年,2011. 地理分析导向的虚拟地理环境: 框架、结构与功能. 中国科学: 地球科学,41(4): 549-561.
- 6) Lin H, Chen M, Lu G N. Virtual Geographic Environment: A Workspace for Computer-Aided Geographic Experiments. Annals of the Association of American Geographers, 2013, 103(3): 465 - 482.
- 7) Min Chen, Hui Lin, Guonian Lu. Virtual Geographic Environments. 2016. The International Encyclopedia of Geography.
- 8) 朱庆, 林琿, 游雄, 龚建华等, 地理信息可视化与虚拟地理环境发展研究, 2012-2013 地理学学科发展报告(地图学与地理信息系统), 中国科学技术出版社, 2014;
- 9) 龚建华,李文航,马蔼乃, 2012. 地理综合集成研讨厅方法与实践.北京: 科学出版社. (钱学森科学技术思想研究丛书)

### 第二部分：“元宇宙”主要参考文献

- 10) (美) 尼尔·斯蒂芬森著, 《雪崩》(Snow Crash, 原版出版于 1992), 译者: 郭泽, 四川科技出版社, 2018 年 5 月
- 11) 朱嘉明. “元宇宙”和“后人类社会”. 经济观察报. 2021-06-25, <https://www.eeo.com.cn/2021/0625/492840.shtml>
- 12) 赵国栋, 易欢欢, 徐远重. 元宇宙. 北京: 中译出版社, 2021.8
- 13) 清华大学新媒体研究中心(清华媒体中心), 《2020-2021 年元宇宙发展研究报告》, 2021.9.16
- 14) 陶闯, “数字孪生与元宇宙赋能城市和企业的数字化”, 泰伯新年大课之“元宇宙”, 2021 年 12 月 30 日
- 15) 三联生活周刊(三联), “造梦元宇宙”, 2022 年第 2 期, 2022.1.10