

虚拟现实环境下的中小学教学案例丛书

科普教育

丛书主编 李 平

主 编 张 敏 路虹剑

副 主 编 王 澎

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书旨在为中小学从事科学教学、科普教育的人员,包括专业教师、实验员、实验管理人员等提供参考,帮助他们较为全面地了解虚拟现实技术在中小学教育教学中的应用价值、模式,特别是对科普教育的独特价值,指导上述人员科学开展基于虚拟现实的教学活动,创新教学方法,改善教学效果,提升数字化能力。在教学案例设计上,本书按照“教、练、探、考”的思路设计教学案例,以期为一线教师提供全方位的借鉴和参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。举报:010-62782989, beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

虚拟现实环境下的中小学教学案例丛书. 科普教育/李平丛书主编;张敏,路虹剑主编. —北京:清华大学出版社,2023.2

ISBN 978-7-302-62720-3

I. ①虚… II. ①李… ②张… ③路… III. ①科学知识—教案(教育)—中小学 IV. ①G633

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 026823 号

责任编辑:冯海燕

封面设计:鞠一村

责任校对:赵琳爽

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-83470000 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:涿州汇美亿浓印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170mm×240mm 印 张:14.75 字 数:252 千字

版 次:2023 年 4 月第 1 版 印 次:2023 年 4 月第 1 次印刷

定 价:65.00 元

产品编号:098254-01

编 委 会

丛书主编 李 平

主 编 张 敏 路虹剑

副 主 编 王 澎

编 委 (以姓氏拼音为序)

安 琪	曹笑尘	邓 然	樊淑芳	高 满	高楠楠
谷文忠	华芮萱	贾 欣	刘 婷	刘 阳	刘 玥
罗 涛	尚佳莹	王思源	王子祺	文福安	吴潇波
武 炎	张晶辰	张 莉	张婷昱	赵敬伟	赵 茜
周亚亚					

序

推进虚拟现实技术应用 加快落实教育数字化战略

党的二十大报告首次把教育、科技、人才进行“三位一体”统筹安排、统一部署，首次将“推进教育数字化”写入报告，是以习近平同志为核心的党中央作出的重大战略部署，赋予了教育在全面建设社会主义现代化国家中新的使命任务，明确了教育数字化未来发展的行动纲领，具有重大意义。

数字化已成为新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量和增长引擎。国家“十四五”规划纲要明确提出“加快数字化发展，建设数字中国”的目标。虚拟现实是新一代信息技术的重要前沿方向，是数字经济的重大前瞻领域。2022年11月工信部、教育部等五部门联合发布《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划（2022—2026年）》，提出加快虚拟现实与行业应用融合发展，虚拟现实技术助力数字教育的序幕已经拉开。如在高等教育和职业教育领域，虚拟仿真实验教学已经成为加强实践教学、提高教学质量的重要手段，成为传统实验教学的一种有效的补充。虚拟仿真实验教学依托虚拟现实、多媒体、人机交互、数据库和网络通信等技术，构建高度仿真的虚拟实验环境和实验对象，延伸实验教学时间和空间，动态更新实验场景和实验资源，有效地解决了目前实验教学中“进不去、看不见、动不了、难再现”的难题，达到优化教育资源、有效提高教学质量的目的。

多年来，我始终在关注和参与虚拟仿真实验教学相关工作。2013年，在教育部高教司任职期间，我作为主要发起人之一提出了建设虚拟仿真实验教学示范中心的思路，推动国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作，首次在国家政策

层面上对推进虚拟仿真实验教学工作进行了统一部署。2017年起,依托原教育部教育装备研究与发展中心虚拟现实教育应用研究院,搭建高校教师学术交流平台,为虚拟仿真实验教学的可持续发展做好基础性研究。2018年至2021年,作为教育部滇西扶贫干部总队长,我到云南省大理州任挂职副州长,期间先后承担了两项教育部定点联系滇西专项课题,通过深入开展调查研究,组织教学实践,引进北京等地的专家资源、课程资源和技术资源,探索以虚拟现实技术提升当地中小学的实验教学水平,助力教育创新发展的新路径。我欣喜地看到,虚拟现实技术在丰富教学资源、改善实验教学模式、提升实验教学水平、发挥学生的主动性等方面取得了良好成效,有利于学生自由探索,激发学生的兴趣与潜能,培养学生的创新思维和能力。

在长期的实践研究中,我发现,面对教育数字化过程中的新生事物,一线教师还没有完全做好准备,教师的数字化素养和能力还有所欠缺。如何帮助教师更好地利用虚拟现实技术开展教学呢?我认为要解决以下三个方面的问题。

(1) 资源方面:虚拟现实课程资源必须是一种“活”的数字资源,将过去“只可意会”的虚拟物品、复杂现象和抽象概念清晰呈现,通过情境化、个性化教学,推动教学模式向自主体验升级。在课程资源选择上,要坚持“虚实结合、相互补充、能实不虚”的原则,形成虚拟资源与真实世界的联结互动。在教学设计上,更要关注学生思维层面的训练,采用逐层递进的方式开展资源建设,由易到难地引导学生展开探究。在资源体系上,将虚拟现实技术与多种学科融合,形成体系化课程资源,拓展课程的深度和广度,满足多元化教学需求。

(2) 设备方面:虚拟现实设备必须支持多种交互方式,提供更加真实的沉浸感,教师可以指导学生在虚拟世界中轻松地完成双手协同操作、空间位移、观察环境等相对复杂的动作。虚拟现实设备要足够轻便、易于携带,为学生提供更加友好的佩戴体验,避免学生在长时间佩戴后产生压力和憋闷感。虚拟现实设备的性价比要合理,以便在一定的经费条件下尽量满足学生人手一套设备的要求。

(3) 环境方面:虚拟现实教学环境需要进行软硬件一体化的整体设计。虚拟现实功能教室中要配备教学管理系统,方便教师调动教学资源、掌握课堂节奏、开展课后评价,通过虚实之间的有效过渡,解决学生使用虚拟现实设备之后的“割裂感”。对区县以上教育部门,虚拟现实教学环境还应包含以教学管理平台为核心的教育元宇宙教学管理中心,实现区域教学管理、设备应用情况



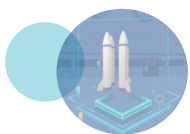
统计以及课程资源更新等功能。

为了将上述认识转化为指导教师开展教学实践的具体方法，我基于教育部发展规划司专项课题“滇西中小学实验教学信息化实践”、全国教育科学“十三五”规划课题“基于现代教育装备的教育教学协同创新应用研究”的研究成果，主编了本套丛书。丛书共分四册：《科普教育》《中学物理》《中学化学》和《中学生物》。每个分册按照理论研究篇、教学实践案例篇和教学环境篇进行编写，既有系统的理论探讨，又有具体的操作指导。这套丛书对于帮助教师系统掌握虚拟现实技术的基本理论，灵活掌握虚拟现实技术在教学中的应用方法，成为拥抱教育数字化转型的行家里手具有实际价值和意义。在教学案例设计上，丛书按照“教、练、探、考”的思路设计教学案例，以期为一线教师提供全方位的借鉴和参考。

本书是第一本系统阐释虚拟现实技术在中小学多个学科教学应用的专著，内容具有创新性，特别是系统设计了多学科的教学案例，在国内外属于首创。目前，在教学过程中应用虚拟现实技术愈加广泛，丛书的出版发行只是对一个阶段性成果的汇集和整理。丛书的编撰凝聚了众多研究人员和一线教师的智慧与经验，感谢各位专家和教师的辛勤付出。

2022 年 1 月

目 录



第一篇

虚拟现实技术在中小学科普教育中的应用理论研究..... 1

- 第 1 章 虚拟现实技术在中小学科普教育中的应用现状 2
- 第 2 章 剖析信息技术融合教学的问题，开展虚拟现实环境下的
教学设计 13

第二篇

创设情境类案例研究..... 25

- 第 3 章 探秘火箭发射 26
- 第 4 章 木本植物多样性野外调查 35
- 第 5 章 飞机与仿生 43
- 第 6 章 雷电与避雷针 50
- 第 7 章 探秘光热发电站 58
- 第 8 章 园艺作物识别与鉴赏 67
- 第 9 章 人体血管漫游 74
- 第 10 章 观察家兔 83

第三篇

思维可视化类案例研究..... 91

- 第 11 章 探索太阳系 92
- 第 12 章 日食的成因 100
- 第 13 章 磁悬浮列车 111



第 14 章	湿地鸟类多样性调查	121
第 15 章	观察和饲养蚯蚓	131
第 16 章	蚂蚁的通讯	140
第 17 章	解码古代建筑黑科技：榫卯	149

第四篇

难点突破类案例研究..... 157

第 18 章	酸雨对生物的影响	158
第 19 章	根的奥秘	166
第 20 章	探秘光合作用	175
第 21 章	鱼的运动与呼吸	184
第 22 章	认识人脑的结构	193
第 23 章	废电池对生物的影响	201

第五篇

典型虚拟现实教学环境建设方案介绍..... 209

第 24 章	中小学虚拟现实功能教室建设方案及案例	210
--------	--------------------------	-----

后 记..... 224



虚拟现实技术在中小学科普 教育中的应用理论研究



第1章

虚拟现实技术在中小学 科普教育中的应用现状

1.1

信息技术促进科普教育的发展

科学技术普及简称科普，是指利用各种传媒以浅显易懂的方式，让公众接受自然科学、社会科学等的活动，具有传播科学思想、推广科学技术应用、弘扬科学精神的作用。中小学科普教育的对象是广大青少年。加强对青少年的科学技术普及，培养他们对科学技术的兴趣和爱好，增强其创新精神和实践能力，引导他们树立科学思想、科学态度，帮助他们确立正确的科学观、人生观和世界观，是一项重要的国民素质塑造工程，是保障“科教兴国”与“人才强国”战略顺利实施、奠定实现中华民族伟大复兴人力资源基础的长期战略性工程，具有重大和长远的意义。

按照科普教育发生的场所来分，传统科普教育主要包括校内教育和校外教育两种模式。校内教育以中小学校为主体，学校通过组织各种科技类选修课、活动课、科技兴趣小组及科学俱乐部、科技节的形式，开展各种学习、研究和探索活动。校外教育主要以科技馆、自然博物馆、天文馆、地质馆、水族馆、标本馆等主题场馆为载体，将实物陈列在室内，供公众特别是中小学生进入场馆参观学习。随着科学技术的进步，科普教育的活动形式不断拓展。在校园里，教师从早期的指导学生阅读科技书刊，组织科技专题讨论会，开展种植养殖、科技制作、发明创造等以实物为载体的活动，逐渐增加了带领学生收听、收看广播电视的科技节目，放映科技电影、网络视频，开展课题研究、科技竞赛等丰富多样的活动。在这些活动中，计算机、机器人、3D 打印机、编程积木等信息化、智能化教学工具的运用也越来越广泛。另一方面，科技馆、博物馆除实物展示外，也开始更多地运用声光电、计算机软硬件、机电一体化和多媒体等技术进行有效的科普展示。为了扩大受众范围，不少场馆还将展览搬到线上，即依据实体博物馆或科技馆，将实体资源进行数字化转化，通过文字、



图片、动画等二维的网页信息呈现。

以计算机、互联网等为代表的信息技术的传播优势对科普教育产生了重要影响。“互联网+”变革了科普教育的模式和手段，信息技术推动下科普教育新模式能够跨越时间、空间等差异，移动的、泛在的、碎片的科普教育形式极大提升了科普教育的效果。具体表现在：第一，提高科学传播速度，拓展传播空间。全球化传播网络使人们真正跨越了时空的阻隔，大大扩展了科学传播的层面和广度。第二，丰富表现形式，增加表达手段。青少年科普教育活动的难点在于如何将抽象无味的科学知识传播给受众。文字、图片、音频、视频、Flash 动画、光电特效等多媒体、多感官通道传播的特性，有利于营造生动的环境，让科学知识、技术、工程等内容以更加真实、近距离、可感知的形象展示出来，更容易激发受众对科技的兴趣。第三，带来公众接受科普教育的便捷化与低成本。相比报纸、广播、电视等传统媒体，计算机、手机、电子播放器等各种移动终端都为迅捷、实时传播与接收科普知识提供了便利条件。但是，科普教育仍存在沉浸感薄弱、知识传输方式单一、交互性不足等问题，一般来说，受众还是只能单向地、被动地接受信息，或者只有简单的体验和操作，不能对学习和体验结果进行有效反馈，不利于启发学生进行主动探索和交互。

1.2

虚拟现实技术在科普教育中的价值和技术实现路径

虚拟现实技术为科普教育带来了一次新的变革，成为继上述网络传播手段后的又一次重要飞跃。虚拟现实（virtual reality, VR）是利用计算机模拟产生一个三维空间的虚拟世界，提供使用者关于视觉、听觉、触觉等感官的模拟，让使用者如同身临其境一般，可以及时、没有限制地观察三维空间内的事物，是一项综合集成技术，涉及计算机图形学、人机交互技术、传感技术、人工智能等领域。它用计算机生成逼真的视觉、听觉、触觉和嗅觉，使人作为参与者通过适当装置，自然地对虚拟世界进行体验和交互作用。虚拟现实中的“现实”可以泛指在物理意义上或功能意义上存在于世界上的任何事物或环境，它可以是现实世界的映射，实际上可实现的，也可以是实际上难以或根本无法实现的完全虚构的世界。目前，虚拟现实技术已广泛应用于航空航天、医学实习、建筑设计、军事训练、体育训练，娱乐游戏等许多领域。虚拟现实技术所具备的交互性（interactivity）、沉浸感（immersion）和构想性（imagination）

特点令其在科普教育中具有显著的优势。首先,虚拟现实技术通过打破现实世界中各种条件的限制来构建科普场景,从而大大拓展科普教育的范畴。从承载内容上,虚拟现实科普内容可以分为模拟现实型、超越现实型和纯粹虚拟型。模拟现实型,顾名思义,是模拟现实环境中已存在的事物,用户可以虚拟体验真实的效果。目前这种类型的虚拟现实应用最为广泛,如全景旅游景点体验,模拟自然灾害,模拟飞行驾驶等。超越现实型则是在真实环境的基础上,加入人体平时无法感知的事物,可以充分发挥人的认知能力和探索能力。例如虚拟太空港项目,用户可以体验虚拟发射、太空漫步等太空活动。纯粹虚拟型则充分利用了虚拟现实技术的构想性特征,充分发挥人类的想象力和创造力,在虚拟空间中创造现实世界中不存在的情境,满足人们的好奇心和无限想象,如再现神话故事、童话故事、历史事件等。此外,传统的科技馆、影音制品等科普模式内容更新缓慢,内容陈旧。虚拟现实技术可以最大化地利用网络平台实时地、快速便捷地更新内容,极大地增强了科普教育知识的前沿性、准确性和及时性。其次,借助于一些三维传感设备——3D眼镜、VR头盔、数据手套、三维轨迹球等,人能够进入由计算机模拟的“真实情境”的特定环境之中。虚拟现实技术所生成的逼真的视觉、听觉、触觉和嗅觉等感觉世界,使人们可以用更为自然的方式与虚拟世界中的事物进行交互。这种全新的观察方式使观察者能获得良好的人机交互性和用户体验性,它可以充分挖掘人们的创造思维能力,使学习者在自己所创造的虚拟世界中将自己的科学幻想付诸实现。这尤其适合开发青少年的科学想象力,扩展他们的思维空间,培养他们对科学的兴趣。

从实现路径来说,基于虚拟现实的科普场景制作主要包括以下步骤。

(1) 虚拟科普资源脚本设计。围绕科普教育的教学需求,明确虚拟科普资源的选题。在选题确定后,开展具体的虚拟资源脚本设计,脚本包含使用该资源想要达到的教学目的、虚拟情境、虚拟资源内容、教学策略、体验/操作流程和教学评价六部分。

(2) 软件实现。该阶段主要包含:①建模。建模是建立三维场景的基础工作,把场景中需要的模型用相应的虚拟现实开发引擎(如Unity 3D)建立起来。②材质贴图。材质贴图是为了更好地模拟真实世界的物体。模型是物体的几何结构,加上材质贴图可以更好地表现物体的物理属性和表面特征。③动画。在需要模拟真实世界物体运动的情形下,需要用动画来做。一般用关键帧动画来模拟物体运动。此外,还有摄影机位置移动形成的动画,主要是为了达



到预想的镜头效果。④灯光渲染。灯光和渲染可以增强真实感,美化画面效果。⑤程序开发。在虚拟现实制作软件中驱动场景,实现互动。主要通过虚拟现实软件来驱动场景和模型,添加事情触发点,实现整个场景的实时互动。通过程序实现操纵可信度,即用户对被实验对象实施操作和控制的信任程度。

(3) 教学实践与资源迭代。教师使用虚拟科普资源进行教学实践,不断优化教学环节,并进行资源迭代。

由此可见,虚拟现实科普资源的开发是一个较为复杂,专业性很强的工作。

从呈现方式上来说,要把虚拟现实科普场景展示出来,还需要配置前面提到的VR头盔、数据手套等硬件设备,这类设备往往本身价格昂贵,且维护成本很高。

1.3

虚拟现实科普教育的类型和典型应用

由于技术难度较高、发展起步较晚、设备造价较高,虚拟现实作为新兴科普教育手段主要在各类校外科技场馆应用,中小学校采购虚拟现实系统开展科普教育的还比较少。因此,下文将主要介绍科技馆与虚拟现实技术结合的情况。

总的来说,基于数字科技馆的在线虚拟现实体验和基于情境式科教的虚拟现实内容传播是当前科技馆与虚拟现实技术融合的两大方向。基于数字科技馆的在线虚拟现实体验(简称虚拟数字科技馆)以科技馆的线上内容建设为基础,利用虚拟现实的临场性,力求在线还原科技馆的原貌。可以简单理解为原有线上展览的升级。基于情境式科教的虚拟现实内容传播(简称沉浸式虚拟现实科技馆)则是将虚拟现实设备放置到科技馆中去,使用虚拟现实设备代替传统科技馆中的展品实现科技馆的展教功能。在线虚拟科普场馆与实体虚拟场馆相比,虚拟科普场馆成本相对较低,迁移性好。缺点是受众一般只能被动接受信息,缺乏身临其境的沉浸感,交互性与操作性不足。

早些年,国内科技馆对虚拟现实技术的应用主要集中在科技馆展品内容的在线展示上。从2007年开始设计的中国科技馆网站上的虚拟漫游功能模块,就是依据场馆的真实场景,利用三维建模技术构建了科技馆的虚拟情境。观众通过互联网上的沉浸演示就可以实现在“真实的场景影像”中随意漫游的效果,观众也可以利用Flash技术和人体手势识别系统进行非接触式的虚拟交互方式,根据观众自己的视角通过鼠标进行上下、左右的移动,观众的观察点和观察方向可以不受限制,随意转变,从而对“华夏之光”“探索与发现”“科技与

生活”“挑战与未来”和“科学乐园”5个展厅场景进行360°视角的虚拟漫游。

中国数字科技馆是科普教育信息化工作的先行者。2015年年底,中国数字科技馆开始利用全景拍摄技术和虚拟现实技术建设“生命与科学”“宇宙航空航天”“数学”“应急避险”“工程”“机器人”“新能源”“新材料”等领域的虚拟现实漫游系统。截至2016年,中国数字科技馆已建成全视角的虚拟现实科普微场景17个,公众可以通过手机下载相应的App,用“手机+虚拟现实眼镜”进行离线观看;也可以通过手机扫码在线观看。此外,中国数字科技馆还建设了虚拟现实直播平台,可以对实体科普场馆的科普活动、实验、讲座等进行在线直播,让不在现场的各地用户都能有身临其境的参与感,能极大拓展实体场馆各类科普活动的受众,促进科普资源的普惠、共享。2015年年末,中国数字科技馆拓展思路,利用互联网技术和自动控制技术,对中国科技馆展品进行改造,创新性地开发出能通过互联网远程操控、实时互动的科技馆展品。这种远程实时互动展品的实现为实体馆的科普展品与互联网技术相结合提供了新方案,为开发科普教育新形式、优化科普体验提供了新思路。通过打造7×24h的科普展览平台,中国科技馆很好地解决了时间和空间的限制,让公众足不出户即可享受到实体科技场馆的优质科普资源。截至2021年10月,中国数字科技馆网站已经实现全国137家虚拟科技馆、229个移动VR科技馆的在线展示。2017年,大英博物馆与虚拟现实企业合作,推出了Web VR体验。得益于数字技术的应用,打造“永不闭馆”的在线虚拟科技馆已经成为现实。

此外,除了专门从事科普工作的单位外,一些学校、企业和社会机构也把自身已有的虚拟现实资源用于科普教育,成为在数字科普资源的重要来源。如北京科技大学利用国家级虚拟仿真实验教学课程“钢铁生产全流程”教学平台开展科普服务功能,为本校外国语学院翻译硕士研究生开设了钢铁生产通识课程,支持北京科技大学附属小学、育英学校、北京八中等中小学学生开展“钢铁是怎样炼成的”科普教育活动。

近年来,沉浸式虚拟现实系统在科技馆中的应用快速增加。《中国科协科普发展规划(2016—2020年)》指出应创新科普的表达方式,设计有趣有意有用的科普产品;要加快各级各类科普场馆的建立,推动虚拟现实科技馆、博物馆的研发。中国科技馆早在2000年二期新馆建设时就应用虚拟现实技术构建了一座六自由度的飞船舱体,该设备可为观众提供在飞船内飞行的航天体验。此后,很多省市的科技馆都设置了汽车驾驶模拟体验、飞机飞行体验等项目。上海科技馆运用虚拟现实技术开发的展项展品多达40余项,包含模拟地震平



台、火山喷发模拟现场、时间隧道、热带雨林演示秀、海上航行器、虚拟医学等。在首都博物馆的“王后、母亲、女将——纪念殷墟妇好墓考古发掘四十周年特展”中，观众可以通过VR眼镜“亲临”妇好墓穴，前往内部共六层，一睹随葬品的现场风貌。长春中国光学科学技术馆构建基于虚拟现实的“红外侦查”情境，观众可在情境中以侦察兵的角色勘察敌方营地，利用红外侦查效果进行激光制导的信号发射并选择目标进行定向制导爆破。上海自然博物馆将昆虫主题教育活动与虚拟现实技术结合，制作了展示昆虫的发声、伪装、生活史、取食以及发光等“微观”过程的VR系列视频。观众戴上VR设备后，观众可以穿梭在夏日夜晚的灌木丛中，近距离观察鸣虫的摩擦发声，实现完整观察一只雄性蟋蟀的觅食过程等充满趣味的体验，从而了解昆虫的生活环境与活动习性，走进奇妙有趣的昆虫世界。美中不足的是该昆虫系列视频还缺少更多的互动环节，如尚未有通过操作手柄与情境中的昆虫产生互动的操作任务，观众“只能看”而“不能动”。

相比而言，广东科学中心“虚拟漫游”展示项目在“看”的基础上进一步加入了“动”的设计。该“虚拟漫游”展项共设置了三个不同的情境，分别是“珠江畅游”“海底世界”和“空中游览”。

(1) 珠江畅游。观众首先乘坐电动轨道车进入“珠江畅游”的情境，情境设计成 14m^2 的圆形房间，营造一种船的感觉。船和船上的物品为实景，珠江和两岸的景色为计算机生成的虚景，二者经过有机的融合呈现在头盔显示器中，观众仿佛坐在船上游览珠江两岸的景色、往来的船只、低空飞行的飞机、江面上的气球等。这里还设计了喂鸽子的互动情节，观众可以通过手持设备进行互动并与鸽子嬉戏，此时手持设备会变成一个喂鸽子的盘子。当船进入“珠江夜景”时，观众可以让手持设备变成一个礼花筒，并且通过燃放礼花来庆祝。

(2) 海底世界。观众游览完“珠江畅游”后来到“海底世界”，这里利用布景将 16m^2 的圆形房间布置成为海底情境，包括海底岩石、珊瑚礁等。背景制作成蓝色，让观众有一种完全置身海底的感觉。但是当你戴上头盔后，你会惊奇地发现各种各样的小鱼、海豚、海龟等友好的动物在你周围游动。参与者可以用自己手中的手持设备直接抓取海底的珍珠（此时变成机械臂）；或者可以用手持设备（此时变成一条小鱼）来喂海豚。当凶猛的鲨鱼逼近时，参与者可以将激光枪（手持式互动设备）对准鲨鱼。参与者对准鲨鱼，扣动扳机发射激光，鲨鱼受到攻击，仓皇离去。随后鱼群重新回到参与者周围，并簇拥着参

与者浮上海面。此时电轨车缓缓开动,驶入“空中游览”情境。

(3) 空中游览。整个 14m^2 的圆形房间布置成为飞船的内部情境,观众仿佛乘坐飞船在空中通过舷窗饱览广州的壮丽景色。戴上头盔显示器,你可从舷窗鸟瞰广州现代化的夜景,时而穿过摩天大楼,时而与珠江宏伟的跨江大桥擦肩而过,最后飞船降落在广东科学中心的正门广场,并结束整个漫游行程回到序厅。

广义上讲,除上述沉浸式虚拟现实系统外,目前各类科技场馆中可应用的虚拟现实展示项目还包括另外两类:一是数字影院系统,包括折幕、弧幕、环幕、穹幕、球幕等展示系统、异形屏幕展示、立体纱幕系统和幻影成像系统,这些是数字展示设计中最常用的手段,广泛应用于科技类博物馆和展览馆。这类系统可以结合实体造景,主体是屏幕上的影像,观众仍是被动的,其信息主要来自于屏幕展示的内容,缺乏互动性,艺术的表现力有限,但它带来的沉浸感和真实感较为强烈。二是互动多媒体系统,包括数字沙盘、互动地幕、互动桌面、互动幕墙等,这些是较为常见的展示手段。此类系统关注的是怎样将信息更直观、更全面、更多元地表现出来。这两类展示形式在科技场馆中已经有广泛的运用,并且实践效果良好。

虚拟现实展项在部分高校的特色展馆中也有采用,如南开大学文学院在迦陵学舍(用于陈列、研究古典文学专家叶嘉莹先生资料的展馆)中建设了中华诗教虚拟仿真平台,用于推广传播“诗教”文化。有的高职院校利用已建设的虚拟现实应用技术研究中心、虚拟仿真实训室、三维动画实训室、视频编辑实训室、摄影摄像实训室等实训室,以及各类三维建模、动画制作、虚拟现实开发、视频剪辑特效的设备器材及相关软件,开展科普教育。如武汉城市职业学院已经具备开展 VR 多人互动游戏、消防灭火、长征回忆录、湘江突围、飞夺泸定桥等科普项目的能力。中小学校多媒体教室及配套设备,移动互联网的全面覆盖,为 VR 进入课堂提供了可能。《中国 VR/AR 教育产业现状及未来趋势预测》显示,VR 教室将是未来中小学校的重要建设内容。已有部分中小学校建立了基于虚拟现实的科普专用教室或小型的校内科普场馆,用于特色校本课程、校园安全、学生心理疏导、通识教育等。

实践表明,运用了虚拟现实技术的展项一经推出,往往就会受到公众的喜爱,成为场馆的“亮点”。台北大学对博物馆中的观众体验进行了调研,让观众在体验博物馆中的 VR 海底世界后完成问卷,问卷结果显示虚拟现实科普展示这种方式能够加深观众的记忆,提升观众的参观体验,激发观众的学习兴趣



和学习创造力。在学习和改善技能上也有积极影响。并且,观众在体验后有很大倾向将此项目推荐给家人、朋友。由此可见,虚拟现实科普展示项目不仅能有效提升观众的认知度,激发观众的学习乐趣,并且能起到良好宣传效果,为科技场馆带来更多观众。

与虚拟现实技术相关的技术如增强现实(augmented reality, AR)、混合现实(mixed reality, MR)在科普教育中也有良好的应用前景。区别于虚拟现实技术完全遮挡双眼的体验形式,增强现实技术将真实的环境和虚拟的物体实时地叠加到同一个画面或同一空间,能让观众在半透光的环境下完成体验,让互动和体验变得更加方便可控。AR在科普领域的典型应用情境之一是利用增强现实技术制作的交互式多媒体科普读物。具体实现过程是将纸质科普图书上的文字内容和插图预先制作成三维的多媒体虚拟学习情境及情节,并转化为程序。儿童阅读这类交互式的多媒体电子书时,只需要一台计算机、一个摄像头和一个标记片即可看到活灵活现的三维立体画面,还可以看到文字、听见音乐和录音。三维多媒体虚拟学习情境甚至可以通过翻转、旋转等方式实现互动,实时通过真实物体与虚实叠加的物体进行互动体验,获得相对其他电子出版物而言更加强烈的视觉冲击、更加强烈的情感体验和互动效果。这种“阅读”方式可以有效地消除儿童在阅读纸质图书时所遇到的语言文字障碍,克服青少年阅读中易乏味、易烦躁的心理问题。

此外,AR技术还可以用于增强实物展品的展示和介绍、场馆导览等情境。在伦敦自然博物馆中参观时,参观者只需将相关软件安装在自己的手机上,就能看到英国广播公司节目主持人为博物馆所做的虚拟讲解。“走向现代世界”展厅设置有9个信号感应摄像头,当参观者对准其中的某个摄像头并发送信号时,一个虚拟的主持人就会被“召唤”出来,从容舒缓地为参观者讲解历史故事、蒸汽机的发明、第一台家庭计算机等。对于那些十分珍贵、容易损毁、细节不便观察和详细介绍、规模庞大和种类复杂等类型的展品,参观者通过使用基于增强现实技术的移动设备应用可以看到更多三维立体展示的多媒体科普素材,有效拓宽参观者获取信息的渠道,使得展品不再是冰冷、了无生气的存在。比如中国气象局开发的“玩转气象AR互动气象装备”“AR气象灾害”等产品通过AR技术和三维建模形象地将气象观测站等气象装备展现出来,并能三维模拟暴雨、台风、大风等常见气象灾害,还可以详细地演示各类气象装备、气象灾害的发生原理等知识,极大地增强了科普产品的吸引力。广东工业大学的学者为广东博物馆广彩瓷器的展示制作了一款基于增强现实的广彩瓷器

展示应用程序，它为参观者提供了具有互动体验的展示系统，其中有一个功能是虚拟制作广彩瓷器，交互界面有四个功能按键，分别是选择瓷器的器形、绘制广彩瓷器的纹样、烧制瓷器和分享功能，参观者在瓷器虚拟制作过程中与瓷器模型充分进行互动，感受制作瓷器的乐趣。

1.4

虚拟现实科普教育存在的问题和发展方向

如上所述，将“实体”类和“虚拟”类展示技术有机结合起来能够突破科普展示的局限性，获得更好的展示表现力和科普教育效果，为创设更丰富、有趣的科普场景提供了无限可能。实际上，现阶段虚拟现实技术在科普中的应用与人们的期待还有一定差距。

第一，虚拟现实科普资源的数量还不能满足日益繁荣的科普教育的需求，虚拟现实科普资源的来源仍比较单一。在网络化、智能化时代，青少年科普教育中“学校+科技场馆”的双主体格局已经发生了变化，科普教育主体的社群化特点日益凸显。国务院印发的《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035年）》明确提出新时期的科普教育要坚持协同推进，要激发高校、科研院所、企业、基层组织、科学共同体、社会团体等多元主体活力，激发全民参与积极性，构建政府、社会、市场等协同推进的社会化科普大格局；鼓励多主体协同参与优质数字科普资源的开发开放和运行管理。虚拟现实科普资源的开发是一项技术要求高、资金投入大、时间周期长的工程，仅仅依靠科技场馆的力量远远不够，组织虚拟现实科普资源、虚拟现实科普体验平台的社会化开发，打造生态化、智慧型科普信息空间是各方共同的使命和任务。

第二，已有虚拟现实科普资源的质量不高。最突出的问题是娱乐化属性浓厚，科学属性欠缺。同时，画面的真实度、精美度、准确度也还有很大的改进空间。虚拟现实的应用不能脱离科普教育的本职，即为学习者提供更为详细、直观、贴切的科普服务，使学习者理解其中的科学原理和知识，进而激发科学探索的热情。但是，随着虚拟现实类展品迅速“流行”，本应占次要位置的娱乐化效果逐渐反客为主，成为众多科技展品设计者的主要追求目标。很多观众特别是青少年只是经历了一时热闹，并没有种下科学的种子，这不利于青少年建立对科普信息价值的正确认知，易导致科普信息偏离正确轨道，失去教育初衷。因此，在选择和制作虚拟现实展品时不能片面为提高观众的参与程度，把虚拟现实展项做成高科技玩具、游戏厅。当然，在兼顾成本、时间等客观因素



的前提下,尽可能做到逼真、美观和准确,避免误导学习者。

第三,虚拟现实科普活动中人机交互的自然性、实时性和交互手段多样性有待提高。本章开头提到,虚拟现实的超强沉浸感是区别于其他信息技术的重要特点,能有效支持情境式、体验式、沉浸式科普教育方式。参与者充分沉浸到虚拟现实所模拟的情境中,获得了信息直观、快速呈现的快感,但也有可能间接导致用户逻辑思维能力的下降。因此,增加人与虚拟世界中内容的交互,让参与者能够尽可能以自然、流畅的方式对虚拟世界中的事物、过程等进行操作并给以及时的操作反馈是十分重要的。VR 头盔作为构建虚拟现实环境的必备硬件,还存在重量大、移动不便等问题,数据手套、互动笔也往往存在定位不准、穿戴不便的问题,使得设备的用户体验感和交互性还远不能达到预期要求。值得注意的是,现有的虚拟现实类展项一般缺少实时人际间的互助交流环节,参与者往往是在虚拟情境中孤立地完成操作,很难实现与他人的联动,这可能会人为拉大人际时空距离,特别是不同参与者之间交流的距离。混合现实、全息投影技术为解决交互问题提供了新的可能,不过此类产品种类少,价格昂贵,离大规模应用还有很长的路要走。

相信随着现代通信技术如 5G 的快速发展,在超低时延通信、物联网以及移动宽带的支持下,融合虚拟现实、增强现实、混合现实等多种技术,可以实现对更多科普场景的模拟和创造。科普教育的各个主体包括学校、企业和社会性场馆都可以建设自己的“科普元宇宙”,由于元宇宙中“虚拟人”的创设,人与人之间的交互会更加真实和方便。想象一下,当你在某一科技场馆/学校的科普元宇宙中参观学习,不仅可以在高度仿真的展品、模型之中流连,还可能会遇到另一个志同道合的学习者的虚拟人化身,两人在元宇宙里携手同游,还可以针对某一内容进行交流,这将使科普教育更有魅力。当然,在教育领域中,技术的应用永远应坚持以学生为本的原则,在各类先进技术涌入科普教育的过程中,我们还要客观审视技术的作用,避免对先进技术的盲目追求,坚守科普教育的初心。

我们注意到,在有关政策引导下,广大中小学校对虚拟现实技术的接受度在逐渐提高。2019 年 11 月,教育部印发《关于加强和改进中小学实验教学的意见》,围绕完善实验教学体系、创新实验教学方式、规范实验教学实施、提高教师实验教学能力等提出了新要求,明确提出“对于因受时空限制而在现实世界中无法观察和控制的事物和现象、变化太快或太慢的过程,以及有危险性、破坏性和对环境有危害的实验,可用增强现实、虚拟现实等技术手段呈



现”。2021年12月出台的《生命安全与健康教育进中小学课程教材指南》明确提到以虚拟仿真、情境体验等形式开展实践活动。2021年教育部等六部门联合发布关于教育新基建的指导意见，鼓励学校部署学科专用教室、教学实验室，依托感知交互、仿真实验等装备，打造生动直观形象的新课堂。在上述背景下，中小学虚拟现实功能教室正在经历从无到有的过程，为弥补中小学虚拟现实科普教育的空白提供了基本物质基础，同时也为本书的编写提供了基础。