



清华大学未来实验室
The Future Laboratory, Tsinghua University

NEWS LETTER

FUTURE LABORATORY

刊首语

“科普视界”

“未来对话”

“科研·合作·交流”

总第1期 2024年10月

刊首语 | EDITOR'S NOTE

探索未来的无限可能

在当今知识迅速更新与社会需求不断演变的背景下，跨学科交叉与设计创新的融合，正成为推动知识进步和社会发展的重要动力。清华大学未来实验室自 2017 年成立以来，始终坚持探索与实践，致力于构建一个促进跨学科合作与思想碰撞的平台，见证学科交叉如何孕育新的思维和解决方案。每一项研究都在探索如何更好地适应社会需求，提升人类生活质量。

本期刊物汇集了多位专家的思考与实践，涵盖了学科交叉与设计创新研究综述、终身学习理念如何影响未来人才的培养、数字技术在养老服务设计中的应用、空间与媒体设计创新研究综述，以及新型复合材料如何推动设计的前沿创新。这些主题不仅反映了学术界对现实问题的深刻思考，更体现了学科交叉所带来的无限可能。

在本期刊物中我们将不仅展示最新的科研成果和合作项目，更邀请您聆听来自学界和业界的思想碰撞。我们邀请到国内外知名学者，共同探讨人工智能、老龄化及其相关领域的最新发展。这些对话不仅是知识的交流，也是思想的碰撞，激发着我们对未来的想象。同时，我们也诚挚地分享校友们的成长故事，他们在科研与社会实践中发光发热，承载着对未来的希望与梦想。

愿每位读者在这里找到启发，勇敢追求自己的理想与信念。

《NEWS LETTER》编辑部

主办 Produced by



总顾问 General Counsel

徐迎庆、乐恢榕、Jeung Jihong、唐克扬、
宋诗宇

执行编辑 Executive Editor

王琰琦

视觉设计 Visual Design

王琰琦、张琦

编辑部 Editorial Board

韩坤炯、贾艳红、金彤彤、孔祥智、申春
兰

内部刊物声明

本刊物为内部刊物，旨在分享实验室最新动态、员工风采、科研成果及相关信息。本刊物所刊登的所有内容，包括但不限于文章、图片、图表等，均为本刊物及其作者的原创或授权作品。

本刊所提供的信息仅供参考，不构成任何建议或承诺。对于刊物中所述观点和意见，仅代表作者个人观点，并不代表本刊的立场。

「目录」 CONTENTS

01. “科普视界”

学科交叉与设计创新研究综述 01

学科的交叉融合和设计创新是知识发展和社会实践需求的必然结果。清华大学未来实验室成立于 2017 年 12 月 15 日，作为清华大学作为大学科研体制机制改革的重大举措和学校首批授权独立自主运行的跨学科交叉研究实体实验室，旨在构建跨学科交叉创新的独特环境，在设计创新前沿领域开展工作。

终身学习理念下的未来人才培养简述 07

随着时代的快速发展，终身学习理念逐渐成为教育领域的重要指导思想。它不仅代表着一种教育理念的更新，更是对未来人才培养模式的深刻变革。终身学习理念强调个体在一生中持续不断地学习，以适应不断变化的社会环境和职业需求。

数字技术赋能养老： 设计学科视角下的探索与应用 11

本文将从设计学科的视角，深入探索数字技术在支持老年人生活中的应用。从方法层面和应用层面，围绕用户体验设计方法、数字健康、社会创新和前瞻研究四个领域进行阐述。

新型复合材料在设计创新中的应用 19

随着科技的迅猛发展，材料科学的创新不断推动各领域的变革。在设计领域，新型复合材料因其优越的材料性能，正成为设计创新的重要推动力。

空间与媒体设计创新研究综述 27

空间 x 媒体研究群组，围绕建筑学和数字媒体传播双核心建立交叉体系。随着“空间智能”等概念的提出，围绕空间设计展开的科研项目出现在研究型大学的视野，它既服务了当下现实的社会需求，又为传统科研体制带来了新的启发。

02. “未来对话”

徐迎庆教授对话 Anind K.Dey 教授 33

美国华盛顿大学(西雅图)信息学院院长 Anind K.Dey 教授来到清华大学未来实验室（以下简称：未来实验室），并与清华大学未来实验室主任徐迎庆教授就人工智能时代的人才培养等话题展开对话。

Prof. Jeung Jihong（郑址洪）对话 Prof. Yow Wei Quin 37

新加坡科技与设计大学人文、艺术与社会科学系主任兼教授 YOW WEI QUIN 到访清华大学未来实验室，并与清华大学未来实验室老龄用户体验及服务设计研究中心主任 Jeung Jihong 郑址洪教授针对老龄化研究、AI 心理学等内容展开对话。

03. “科研 · 合作 · 交流” 41

展示和分享未来实验室最新的科研成果、合作项目和学术交流活动，促进知识的传播与合作的深化。介绍我们最新的研究进展、创新发现和学术论文，分享国内外科研机构、企业和高校之间的合作，通过学术会议、论坛和研讨会交流学术思想，激发创新灵感。

04. “校友风采”

以自己喜欢的方式过一生 _ 彭宇 47

未知的事物总是让人着迷，但新鲜感褪去，随之而来的是自我怀疑和前途怅惘。我想做什么，能做什么，价值与意义，这些拷问贯穿于硕博求学阶段始终，使我惶惶不可终日。幸运的是，有实验室这一方乐土供予我攀附的支架和源源不断的养料。

在数字世界的温情与尊严中寻找答案 _ 张为威 49

作为一名从实验室走出的学生，我将铭记师长的教诲，把所学应用于实践，致力于成为一名对社会有贡献的科研工作者。在科研的道路上保持初心，不断前行，为人类知识的积累贡献力量。

科普世界

Science Popularization

通过科普的方式，向广大读者介绍实验室研究的方向和意义。通过这个栏目，我们希望为读者提供一个了解实验室研究动态、理解科学探索意义的平台。

学科交叉与设计创新研究综述

文 / 徐迎庆、乐恢榕、Jihong Jeung、陈迪、焦阳、付心仪、路奇、杨佳伟、王韞、陈赟冰

引言

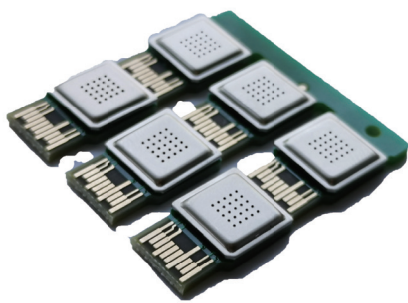
随着社会和经济迅速发展，新一轮科技革命和教育改革加速汇聚。2021年2月，国务院学位委员会、教育部印发通知，新设置“交叉学科”门类，成为我国第14个学科门类，这是对我国学科设置方式的重大突破。学科交叉研究就是通过利用多个学科或专业知识体系，对相关信息、技术、理论进行相互整合和理解来解决问题的研究模式，学科之间相互交融，成为彼此的工具与媒介，自上而下地推动了“学科交叉、融合创新”建设。学科的交叉融合和设计创新是知识发展和社会实践需求的必然结果。清华大学未来实验室成立于2017年12月15日，作为清华大学作为大学科研体制机制改革的重大举措和学校首批授权独立自主运行的跨学科交叉研究实体实验室，旨在构建跨学科交叉创新的独特环境，在设计创新前沿领域开展工作。五年来，未来实验室本着不断创新、探索未来领域、突破学科壁垒的使命感，深入开展跨学科交叉研究与学术交流。目前来自60多个专业背景的110余人初步建成“设计、艺术、科学、技术深度融合的设计创新团队”，并形成18个组群开展140多项前沿探索：包括但不限于：基于人工智能的通用嗅觉计算理论与方法研究、未来材料与设计研究、智慧人居设计创新研究、无障碍设计创新研究、适老化服务设计研究、终身学习的理论与方法研究、感知与认知设计研究、智能美妆设计研究，等等。

本文将介绍相关学科交叉与设计创新的主要研究内容、研究进展以及对相关领域未来的发展方向的展望和建议。

01. 基于人工智能的通用嗅觉计算理论与方法研究

通用嗅觉计算的本质是通过设计和构建目标适配的感知系统，对空间中可挥发性物质的信息进行采集、感知、处理和解析，并提出面向通用嗅觉的智能分析与决策的理论与方法。通用嗅觉计算研究需要多科学的交叉与融合，是未来全球产业竞争的重要基础，将在自动控制、公共安全、装备制造、智慧医疗、虚拟现实、人工智能等众多领域产生颠覆性的影响。嗅觉传感器研发是通用嗅觉计算理论的硬件基础，是国内外知名研究机构和企业界长期关注和多国政府大力支持的方向。

清华大学未来实验室嗅觉计算课题组针对气相中含量为 ppm 量级的微量物质，开发了多类金属氧化物半导体基的气敏材料，可针对醇类、醛类、羧酸类、酯类及苯类等气味分子进行快速有效识别。随着不同敏感材料材料的开发，气敏基础单元器件可检测的气体范围愈发广泛。为更好配合嗅觉计算中的智能算法，开发更具一致性、稳定性及选择性且兼顾灵敏度的气敏材料成为未来嗅觉计算领域的一大方向。同时，为进一步扩大嗅觉计算的识别能力，组成阵列的气敏单元的数量及种类必然会越来越多。因此，气敏传感单元的功耗需要进一步降低，进而可以进一步地扩大阵列传感器的规模，同时使设备更具小型化、微型化特点。



算法层面，随着硬件系统采集气味种类和数量的增加，基于嗅觉多源异构大数据的多模态深度学

习模型将有助于构建通用嗅觉智能体，解构气味空间，进一步提高嗅觉计算能力。由于材料微加工能力、芯片计算能力、无线数据通信和人工智能算法的快速发展，众多气体传感单元可以无线发送感知到的气体传感数据，而基于此的机器智能将产生新一代的更具拟人性能的嗅觉计算技术。进一步提高嗅觉计算的能力。由于材料微加工能力、芯片计算能力、无线数据通信和人工智能算法的快速发展，众多气体传感单元可以无线发送感知到的气体传感数据，而基于此的机器学习将产生新一代的更具拟人性能的嗅觉计算技术。

02. 未来材料与设计研究

材料是人类赖以生存和发展的物质基础。新材料与信息技术和生物技术共同构成了新技术革命的重要组成部分。研究材料的组织结构、生产工艺、理化性质和使用效能是材料科学的核心使命，也是新兴交叉学科蓬勃发展的基础。

未来材料与设计研究中心致力于跨越学科壁垒，推动新型材料及新工艺在生物医药、环保科技、新能源、人工智能等领域的应用与发展。中心专注于轻量化复合材料的 3D 打印技术，针对服务机器人的设计与制造，设计了多种外观新颖的可移动服务平台，并制作了多个版本的机械臂。通过优化 3D 打印短碳纤维复合材料的制造工艺、复合材料与金属材料的连接方式，以及碳纤维包覆工艺提升材料的刚性和导热性能，使新型材料在人工智能领域得到更广泛的应用。研究中心还关注新能源材料的表面物理化学过程的定性定量分析。针对高温气 / 固电化学界面这一研究对象，开发了能应用于未来基础理论研究的表面原子级结构可调的新型材料体系，将研究精度提升到原子级别。

研究中心与国内外大科学装置和研究机构合作，发展了国内领先的高温气 / 固电化学界面原位表征技术，深入理解高温气 / 固电化界面反应过程本征特性。此外，研究中心致力于纳米复合材料在抗菌领域的应用研究。针对铝合金、玻璃、塑料以及陶瓷等基体，设计了多种光催化纳米复合材料，



如 Ce-ZnO、CuO-NiO、La-TiO₂ 等。利用 p-n 结原理大幅度提高表面自由电子和电子空穴浓度，从而提升对太阳光的吸收能力。通过对固体表面的纳米结构改性，这些复合纳米材料可以与不同固体表面结合，实现快速、高效、耐久的抗微生物能力，从而降低疾病的传染风险。

03. 智慧人居设计创新研究

随着科技的进步，5G 的到来将信息传递的速度与潜力进一步提升，物联网也已经逐渐走入了家家户户中，结合大数据分析手段与人工智能技术，可以赋予人居生活中的元素更多的“智能”属性，如何构建一套完整互联的可交互智慧人居系统仍在探索中。

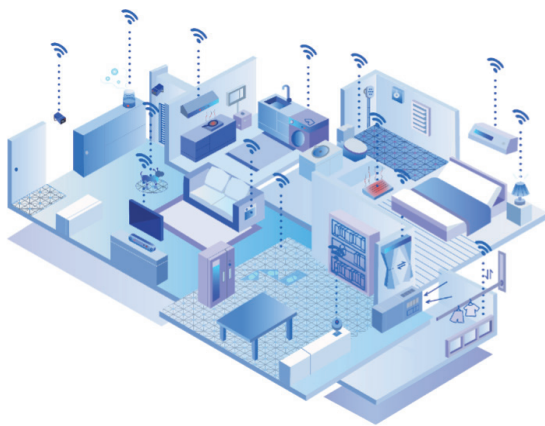
未来智能智慧人居是学科高度交叉的领域，主要的研究方向包括：智慧人居综合平台建设的基础理论与方法研究、智慧物联网研究、人居环境下的智能感知与多模态人机交互研究、人居环境下的用户体验研究等。未来实验室在未来智慧人居研究方

面，重点开展面向智慧人居的多模态人机交互理论与方法，包括：

① 构建未来智慧人居的综合实验平台：从“感知”、“思考”、“执行”三个维度构建面向未来智慧人居的综合性实验平台设计的基础理论框架和实际应用，探讨智能家居多通道传感器网络构建、多模态大规模数据采集存储与集成、全屋智能用户体验构架等问题；

② 在用户体验研究方面开展深度研究，依托基础实验平台，动态获取环境中的多源异构大数据，包括但不限于视频、图片、语音、步态、气味、温度等，这类大数据具有海量、多维度、价值密度低、产生速度快等特征。对所采集的数据进行脱敏、清洗、标注、特征提取、融合等处理，形成智能家居环境下人的行为和情感海量数据库，提供本研究的数据支撑；

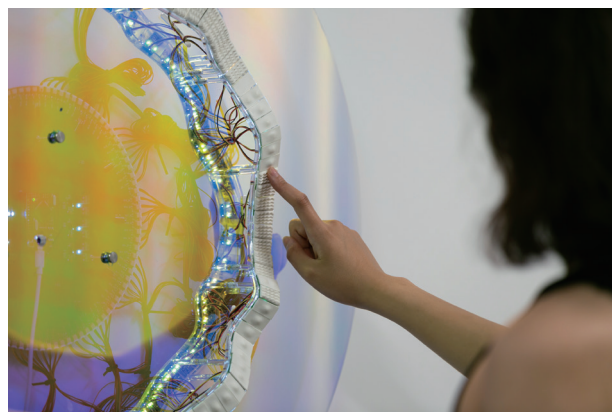
③ 依托于基础实验平台，以用户自然行为和情感大数据为支撑，以模式识别、用户行为分析、情感计算等为核心技术，重点探究基于智能感知的多模态人机交互理论与方法，融合听觉、视觉、触觉、嗅觉模态，构建多元信息和多模态交互的耦合模型，实现自然交互和优质体验的未来智慧人居典型示范应用。



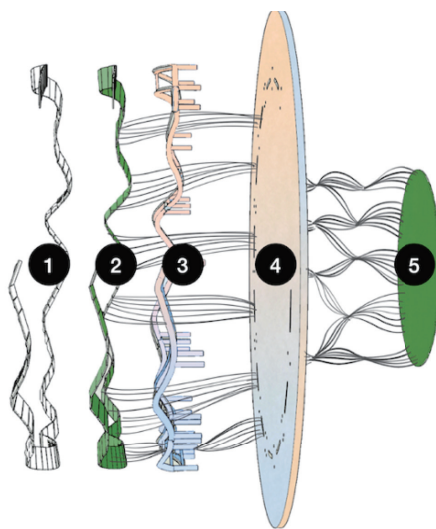
04. 无障碍设计创新研究

无障碍设计研究聚焦于残障人群的实际需求，通过有效的设计来实现残障群体在生活、学习、工作中“无障碍”地使用各类产品、服务和系统。目前在世界范围内，来自不同领域的诸多学者正在利用新的研究方法和技术手段来关注残障人士的多元需求、探索残障辅助技术，以提高全社会的关注。清华大学未来实验室秉承社会责任，坚持在信息技术快速发展的今天，从“感”和“知”的角度更深入地探索残障群体对外部世界的编码解码方式，除了拓展信息无障碍的可能性之外，尤其关注残障人士在使用辅助产品时的体验问题。

“盲人用计算机”团队历时十年，设计开发了能够辅助盲人学习和理解图形信息的工具，并通过多角度用户实验验证了易用性。该设备采用创新的结构设计，实现了良好的触觉认知体验和相对低廉的成本控制。它不仅能够动态生成盲文和丰富的触觉图形信息，还可以作为盲人学习的有效工具广泛应用于学校、图书馆、博物馆、无障碍服务公共场所、以及盲人家庭。



“触觉音乐”团队正在研发基于触听协同的音乐体验装置，聚焦听障人士的音乐需求、触觉对听觉的增益方法、触觉与听觉的审美通感机制等多个维度，旨在帮助他们以多感知模态的方式参与到听觉艺术活动中。



随着科技的发展，智能设备的普及，人们对信息获取和交互操作的需求日益增加，这给无障碍设计带来了更多机会和挑战。智能设备将不断扩展它的应用边界，逐渐朝着生活环境的智能化发展，从而更好地提升更加广泛人群的福祉。

05. 感知与认知设计研究

未来实验室的感知与认知设计研究课题之一是基于梦境脑电信号的绘画艺术创作。梦作为一种意识状态，以睡眠期间内在产生的感官、认知和情感体验

为主要特征，这些特征是“负责做梦的脑区”相应激活所产生的。研究表明，在快速眼动睡眠期间，大脑中与情绪相关的区域活动会显著增强，去甲肾上腺素水平会大幅下降。因此快速眼动期的梦境可以作为一种处理情绪的夜间治疗方案，帮助人们“同化焦虑”。

未来实验室梦境可视化项目组以梦境疗愈功能的相关理论为基础，与视觉艺术以及艺术心理学交叉融合，再回到梦境疗愈的日常应用之中。在相关研究中，运用了多种科技手段进行睡眠实验监测，也通过等种自主化设计手段开展交叉的探索。例如，目前已经开发出一套完整的脑机绘梦系统。该系统将梦境情绪的抽象可视化作为主要手段，即在梦境数据生理指标的基础上设计梦境维度分析模型，对人的潜意识状态下的隐性认知状态进行抽象艺术形式的呈现，结合梦境疗愈理论与艺术心理疗愈展开探索。



06. 适老化体验及服务设计研究

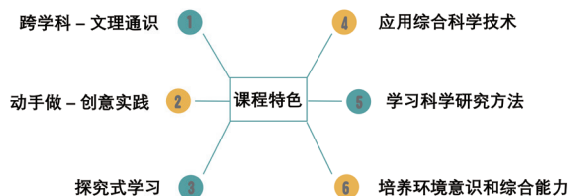
人口老龄化已成为全世界面临的问题，我国在近十年中快速进入了人口老龄化阶段。对于人口基数大的国家来说，关爱和照顾老年人的挑战尤为艰巨，采用新的技术代替人工可以在一定程度上缓解挑战压力。清华大学未来实验室的老龄用户体验及服务系统设计研究中心成立于 2019 年，致力于帮助老年人在数字化时代中更好的生活。基于“以人为本”

的设计研究理念，深入探索老年群体在数字化生活中面临的困境与挑战，寻找帮助他们应对挑战，提升生活幸福感的设计解决方式。中心秉承“Sensing-Reasoning-Actuating”的设计原则，从老龄化用户体验，老年人数字健康，老龄化社会创新及 AI 赋能的老龄前瞻研究四个角度出发，展开了如社交机器人，室内外空间导航行为，智能健康饮食系统，老年人运动参与等课题的研究。

07. 终身学习的理论与方法研究

终身学习的理论与方法研究主要是希望通过阐释创造力与终身学习的发展及内涵，探讨创造力与终身学习对未来人才培养的影响，通过创新的学习工具、学习模式以及跨学科的学习实践等方式来探索未来人才培养路径，并希望形成实践案例为未来人才的培养提供参考。通过传递终身学习理念，使学习贯穿整个生命过程，让人们更好地面对变化、了解世界、创造美好生活、构建更理想的人类社会。

清华大学终身学习实验室是清华大学和丹麦乐高基金会共同建立的一个校级实验室，依托在清华大学未来实验室，集合了教育学、心理学、设计学、工程学、管理学等多学科交叉的人才，希望能够将理论和实践相结合，去探索如何培养面向未来的终身学习者。



近些年来，实验室在创造力培养和终身学习理念下，对未来人才的培养进行了深入研究，设计了创新学习工具，如实体交互学唐诗玩教具和实体交互叙事系统等；探索了未来人才创新学习模式，如玩中学和项目式学习等。

此外，基于这些创新的学习模式和学习工具，实验室开展了一系列跨学科学习活动和教学实践，旨在培养大、中、小学生的创新能力、合作能力，以及提出问题和解决问题的能力。通过鼓励学生利用技术和动手学习的活动参与创新学习，激发学生的学习兴趣，培养学生终身学习的动力和能力。

08. 智能美妆设计研究

智能美妆领域近年来受到了越来越多的来自产业界与学术界的关注，妆效生成是这一领域的主要研究方向之一。清华大学未来实验室美学计算团队通过研究人脸识别技术与智能化妆交互设计方法，从而提升化妆过程中的用户体验。团队在智能美妆领域内，以用户体验为中心，开展自然交互系统研究，深入研究美妆各个环节中的用户需求，构建系统设计方案与技术架构。团队所设计的美妆交互系统覆盖化妆中的多个任务流程，包括妆容选择、妆容教学等。针对用户学习化妆时因个人面部特征、所用化妆品种类与所参考教程不同而导致学习困难的痛点，团队所设计的美妆交互系统能够根据用户个人面部特征推荐个性化化妆轨迹与区域，为用户提供循序渐进的实时互动教学，提升学习体验。



该美妆交互系统采用基于大屏幕、摄像头、智能设备的输入交互方式，团队也针对设计过程中的多种交互问题展开了讨论，包括镜头畸变、视点偏移、光线不足等失真问题；针对用户群体的不同需求与细分场景的设计语义可视化；按钮动态自适应变化、景深自动控制等交互界面设计问题；面部材质纹理信息分析等。

09. 结语

本文从学科交叉与设计创新的视角出发，对清华大学未来实验室的几大重要的研究领域展开综述，即基于：

- 人工智能的通用嗅觉计算理论与方法研究
 - 未来材料与设计研究、
 - 智慧人居设计创新研究
 - 无障碍设计创新研究
 - 适老化服务设计研究
 - 终身学习的理论与方法研究
 - 感知与认知设计研究
 - 智能美妆设计研究
- 等等 ...

综合介绍了相关领域的主要研究内容、国内外研究现状综述、未来实验室的研究进展以及对该领域未来的展望与建议。

终身学习理念下的 未来人才培养简述

文 / 查思雨、张亦萌、赵荻

编辑 / 彭瑞文



引言

随着时代的快速发展，终身学习理念逐渐成为教育领域的重要指导思想。它不仅代表着一种教育理念的更新，更是对未来人才培养模式的深刻变革。终身学习理念强调个体在一生中持续不断地学习，以适应不断变化的社会环境和职业需求。在这一理念的引领下，未来人才的培养将更加注重自主学习、创新实践以及跨学科融合能力的培养。

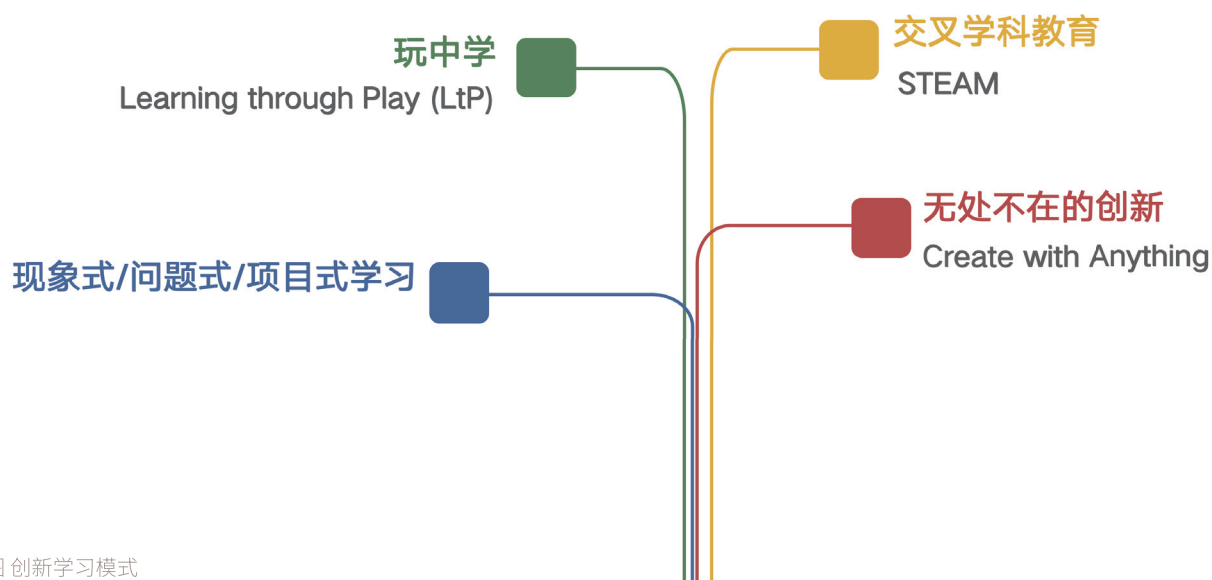
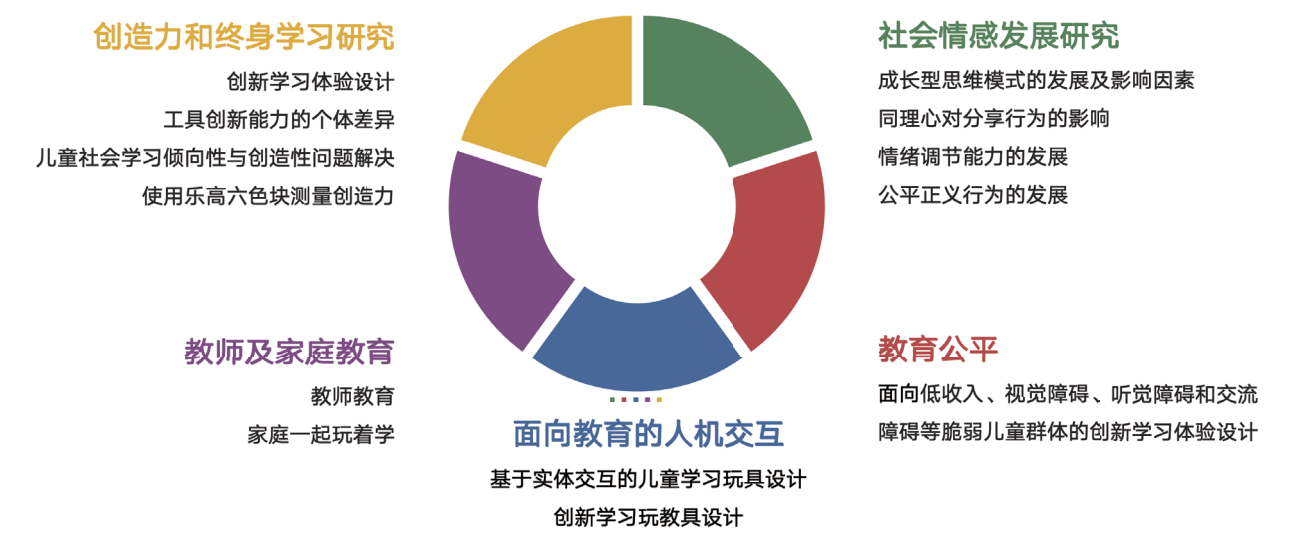


图 创新学习模式



一、终身学习理念的演进

终身学习理念源于 20 世纪 60 年代的终身教育思想，后经过不断发展，逐步形成了更为丰富和深刻的内涵。它强调教育不仅仅是学校教育的延续，而是贯穿个体一生的持续过程。这一理念在国际上得到了广泛的认可和推广，各国纷纷将其纳入教育规划和发展目标，以期构建学习型社会，培养具有终身学习能力的未来人才。

在中国，终身学习的理念也日益受到重视。从 1993 年首次提出“终身教育”概念，到 2020 年强调“完善终身学习体系，建设学习型社会”，终身学习理念在中国的本土化重构过程历经数十年，已成为教育政策的重要内容。

清华大学终身学习实验室自 2016 年成立以来，就致力于将终身学习的理论研究和教育实践纵向前置到儿童发展阶段的早期，从学习者最可塑的阶段开展教育创新的研究、实践以及工具探索工作，有效推动终身学习理念在学前教育、基础教育和高等教育阶段的落地，形成科学研究、教学实践以及技术研发统整的有机整体和一体化平台。

二、终身学习理念对未来人才培养的影响

1. 强化主体地位

终身学习理念强调个体的主动性和自主性，要求未来人才具备自我驱动的学习能力。这要求教育者在培养过程中更加注重学生的内在动力和学习兴趣，实现以学习者为中心的教育模式。

2. 革新学习方式

随着信息技术的快速发展，学习者的学习方式正在发生深刻变革。终身学习理念倡导灵活多样的学习方法和途径，鼓励学习者利用数字化资源进行自主学习和合作学习，满足个性化学习需求。

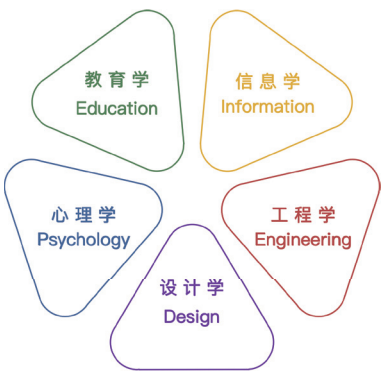


图 1 研究团队跨学科背景

3. 丰富评价方式

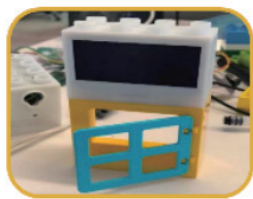
终身学习理念下的未来人才评价不再局限于传统的学业成绩，而是更加注重学习过程的参与度和学习成果的创新性。这要求教育者建立多元化的评价体系，关注学习者的全面发展。

三、未来人才培养的探索

1. 创新学习工具设计

为了激发学习者的学习兴趣和潜能，研究者们不断探索创新学习工具的设计和开发。这些工具将前沿科技与教育实践相结合，为学习者提供更为丰富和有趣的学习体验。

跨学科 (STEAM)



积木与机器人



跨学科项目化学习工具

环境教育



垃圾分类主题玩教具



生物多样性主题桌游

传统文化

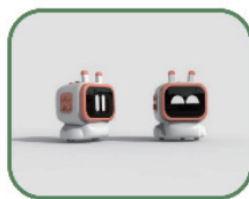


动手做学诗词



玩乐高学唐诗

社会情感学习



社会情感学习工具



实体交互的叙事工具

教育公平



乐高盲文本土化



无处不在的创新

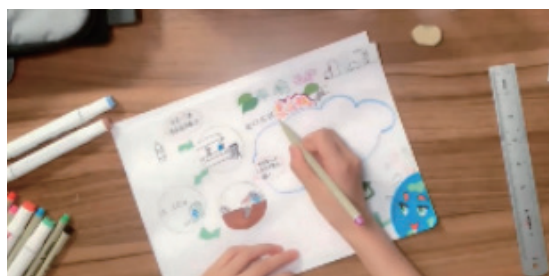
图2 终身学习实验室主导或参与研发的创新学习工具

2. 创新学习模式研究

混合式教学、基于问题的学习、基于项目的学习等创新学习模式不断涌现，为未来人才的培养提供了更多可能性。这些模式强调学习者的参与度和实践能力，有助于培养具有创新精神和问题解决能力的未来人才。

3. 跨学科学习活动实践

跨学科融合是未来人才培养的有效途径之一。通过组织跨学科的学习活动和实践项目，可以培养学习者的综合素质和创新能力，打破学科壁垒，促进知识的交叉融合。



主题活动
(3课时)



主题实践项目
(16课时)



跨学科动手做
创新学习体验课程
(48课时)

图3 终身学习实验室组织跨学科动手实践课程与活动

变化的社会环境中持续学习和成长。

3. 不断打破学科壁垒

积极探索终身学习的模式和方法，打破传统学科界限，促进知识的交叉融合和创新应用，为未来人才的培养提供更多可能性。

总之，终身学习理念下的未来人才培养是一个系统工程，需要教育者、学习者以及社会各界的共同努力。通过构建终身学习体系、提升终身学习素养和打破学科壁垒等措施的实施，可以培养出具有创新精神和实践能力的未来人才，为社会的发展进步贡献力量。

四、建议与展望

1. 构建终身学习体系

通过构建开放多元协同的终身学习生态体系，为个体提供终身学习的机会和条件，保障未来人才的学习工具革新和学习环境优化。

2. 提升终身学习素养

重视学习者终身学习素养的培养，包括自我评价、反思、规划和管理等能力，使个体能够在不断

数字技术赋能养老： 设计学科视角下的 探索与应用

文 / Jeung Jihong（郑址洪）、张为威、江加贝、刁玉婷、金彤彤

引言 / 设计学科视角下的数字技术赋能养老探索

进入 21 世纪后，绝大多数发达国家和部分发展中国家都迈入了人口老龄化社会，我国目前也已进入这一阶段。对于人口基数大的国家来说，关爱和照顾老年人的挑战尤为艰巨，养老已成为当前和未来社会的重点和难点问题。

随着数字技术的不断进步，新技术为养老产品和服务注入了新的活力。设计学科凭借其敏锐的时代触觉和广泛的人文关怀，为应对养老挑战发挥了重要作用。

本文将从设计学科的视角，深入探索数字技术在支持老年人生活中的应用。从方法层面和应用层面，围绕用户体验设计方法、数字健康、社会创新和前瞻研究四个领域进行阐述。以老龄用户体验及服务系统设计研究中心的郑址洪（Jeung Jihong）教授及其团队的课题方向和研究成果为线索，全面了解设计如何支持数字技术赋能养老的应用潜力和价值。



图 AeX 研究

1、数字技术赋能养老的方法与应用

1.1 用户体验设计方法

老龄化体验设计理念源于 1974 年联合国国际身心障碍者专门会议提出的无障碍设计。随后，通用设计、跨代设计、可及性设计、包容性设计和全民设计等概念相继提出，这些理念为数字技术赋能养老奠定了基础。然而，随着新技术的普及，这些方法在指导设计时也出现了一定的局限性。郑教授团队注意到，技术快速发展的同时，老年人获取新技术的渠道有限，他们的声音和意见容易被边缘化。因此，团队提出了“参与接触点”的概念，关注老年参与者与设计活动互动的关键时刻，帮助设计师协同老年人参与设计，使其更好地为数字技术设计献计献策。（如图 1）



图 1 参与接触点的概念内容

1.2 数字健康

随着年龄增长，老年人的身体机能和认知能力不可避免地发生变化，影响日常生活。

老年人的触觉敏感度和手部灵活性减少，握力和皮肤湿度降低，限制了他们在细致操作和使用现代触控设备上的能力。听觉方面，听力范围缩小和耳鸣问题削弱了社交互动和生活质量。视觉退化表现为亮度感知降低、视觉模糊和色彩识别困难，影响了导航能力和环境感知。移动性降低，包括骨密度和肌肉量减少，灵活性和平衡能力下降，增加了跌倒风险。理解这些生理变化对于设计老年人辅助系统和产品至关重要，旨在提升他们的独立性和生活质量。此外，老年人的心理健康问题，如孤独、抑郁和生活积极性下降，也需有效的心理干预手段来提升心理健康和生活满意度。

1.3 社会创新

数字技术的飞速发展极大地提高了信息传播效率，拓展了信息传播的带宽，在提升老年人生活质量、促进社会参与和保障健康福祉方面展现出重要的应

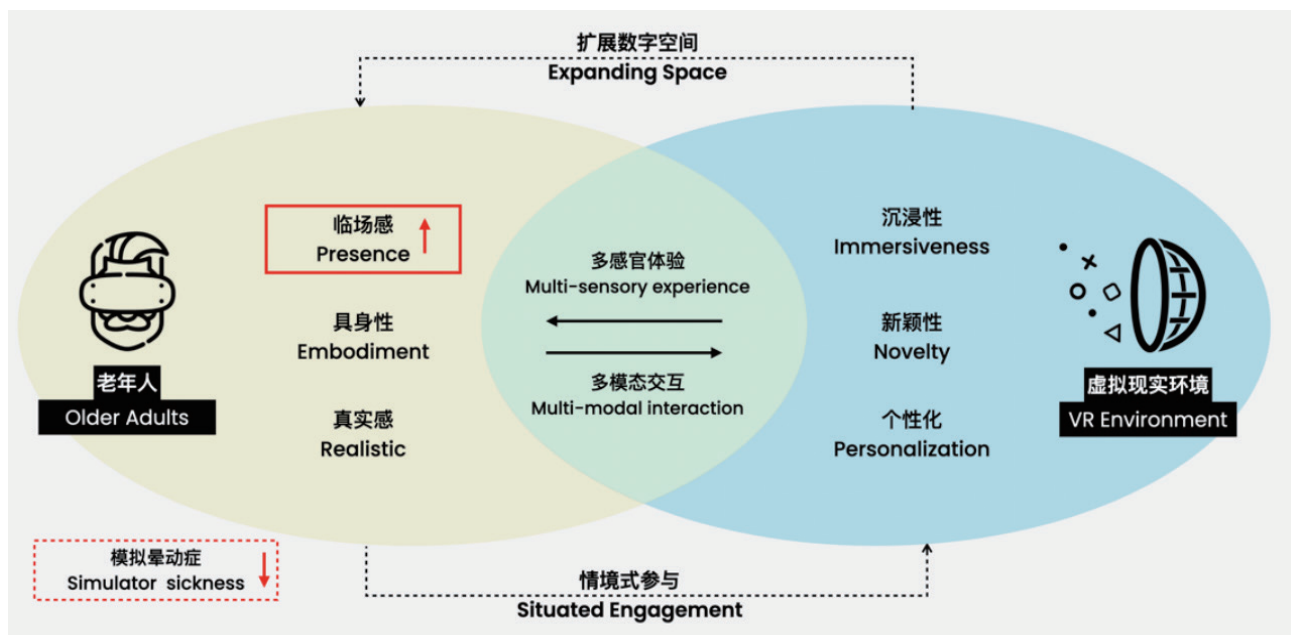


图 2 虚拟现实环境促进社交参与体验

用和趋势，致力于为老年人群体提供更加公平、高效和可持续的支持和帮助。郑教授团队旨在通过设计虚拟现实环境来增强老年人的社会参与体验，特别关注他们在社会参与过程中情感、价值、经验和意义的建构。通过设计具有多模态连通性的数字工具和平台，试图创建一个包容性和支持性的数字生态，建立基于情境的数字掌握和技术实践，促进老年人的积极参与和有意义的社交连接（如图 2）。

1.4 前瞻研究

前瞻研究领域的学者重点关注新兴技术的在养老的未来发展和应用，预测其未来的影响和潜力。特别是 3D 打印技术和人工智能技术，正在逐步展现出改善老年人的生活质量的巨大潜力。例如，人工智能技术能够为老年人提供智能化的健康监测和管理服务，还可以通过情感反馈地、主动地、引导式的促使智能体实现和用户的自然对话，还可以探索老年人使用智能家居内安全、自主、舒适生活的可能性。3D 打印技术可以满足个性化的设计需求，例如，根据老年人的具体需求，定制食品、辅助器具、康复设备等。

2、研究成果和案例分析

2.1 老龄用户的数字体验设计方法创新研究

在数字技术赋能养老的方法层面，郑教授团队主要从提升老年人使用智能设备的尊严和促进老年人参与数字技术的设计活动两个角度展开深入的研究。

1. 构建了老年人使用数字技术时的感知尊严模型，并提出参与式场景法作为理解老年人尊严感的设计方法，从而帮助设计师深入地理解和应对老年人在使用智能设备过程中所面临的尊严问题，为老龄化智能产品设计提出了新视角。
2. 提出了面向老年人的参与接触点方法，为提升老年用户参与研究活动的积极性提供了可操作性的指南。

2.2 数字健康相关成果

围绕数字健康领域，郑教授团队研究主要从身体和心理两方面展开，身体方面包括可穿戴技术支持身体运动，心理方面开展了通过虚拟现实技术进

行老年人心理健康干预的探索。

为了提升老年人的生活质量和活动能力，郑教授团队设计开发了一种基于可穿戴振动触觉设备的解决方案，适应线上运动教学及居家、社区养老的新常态（如图 3 左）。该方案旨在为老年人提供更有效的教学指导，确保他们更安全地参与运动活动。



图 3 可穿戴振动触觉设备（左）可编辑的动态服装系统（右）

此外，郑教授团队进行了激发老年人创造力的数字表演艺术探索，为中国超过 2 亿的老年舞蹈爱好者，提供更好的数字表演艺术服务，鼓励其消除老龄化的刻板印象，建立积极的新时代老年人的社会形象。团队通过与来自国家老年大学、北京多个老年社区的多位老年舞者协作设计和开发了可编辑的动态服装系统，旨在支持她们进行个性化的舞蹈表达（如图 3 右）。

其次，虚拟现实技术已经被证明能够为老年人提供更加有效、低成本、便捷和沉浸式的心理健康干预渠道。郑教授团队通过使用虚拟现实技术，帮助老年用户通过一系列场景和任务，自由地表达自己的困境与想法，并进行正念练习，促进老年人的自我探索与自我觉察（如图 4）。

2.3 社会创新相关研究成果

在该领域，郑教授团队主要研究使用具身媒介技术来促进老年人的社会连接。现有的通信媒介主要满足了社交言语线索的传送（文字、语言），但对非言语线索（表情、姿态、手势、肢体接触等）的支持不够，影响了个体的社会心理满意度和人际关系的维系。郑教授团队通过引入具身媒介的设计与研发，如情感可穿戴设备、远程临场机器人等，以期能够拓展情感传播的信道，促进人际情感传播过程中的情感表达和识别（如图 5）。

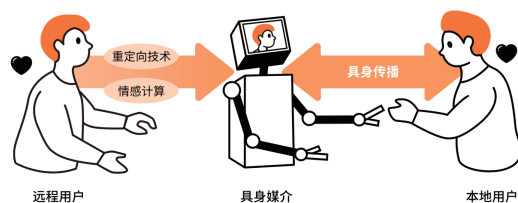


图 5 具身媒介技术对促进老年人社会连接的研究框架

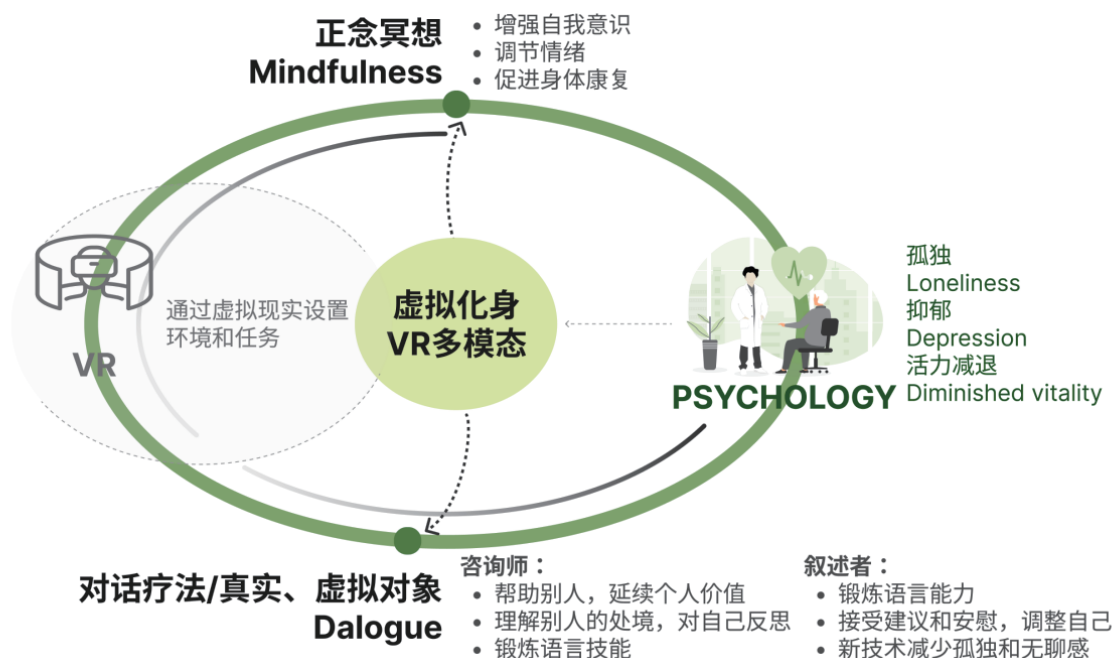


图 4 虚拟现实技术支持对话疗法和正念冥想研究框架

3.4 前瞻研究相关成果

首先，郑教授团队专注于解决传统食品加工方法无法满足吞咽障碍人群对食品形态和质地的特殊需求问题，开展了面向吞咽障碍人群的食品 3D 打印研究项目。该项目旨在通过最新的食品 3D 打印技术，创造出既营养又易于吞咽的食品，为吞咽困难的人群提供更好的饮食解决方案（如图 6）。

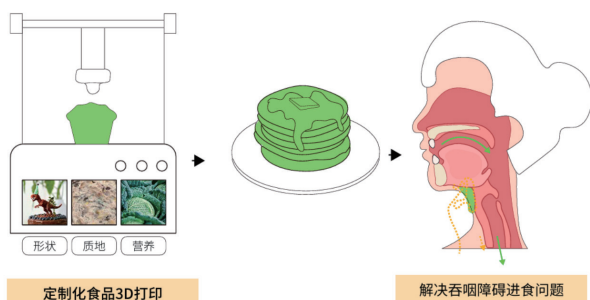


图 6 面向吞咽障碍人群的食品 3D 打印研究框架

其次，面对老年人空间认知能力下降的问题，郑教授团队构建了老年导航行为仿真及复杂空间信息评估平台（如图 7）。该平台旨在模拟和理解老年人在各种环境中的导航行为，生成 12 种寻路角色，并考虑老年人的特殊需求，如视力和行动能力。平

台模拟多种场景，包括驾驶，邀请老年人评估信息的吸引力和清晰度，帮助环境建设者评定空间的适老化水平。



图 7 老年导航行为仿真及复杂空间信息评估平台

3、未来发展方向

3.1 人机协作

人工智能系统需要简单自然的交互方式，使老年人在与机器进行主动、多轮对话的过程中逐渐显露需求。需要用低学习成本、简单自然的交互方式进行需求传递。让智能体主动地、引导式地、带有情感反馈地完成人机交互过程，是老年人对话式设计

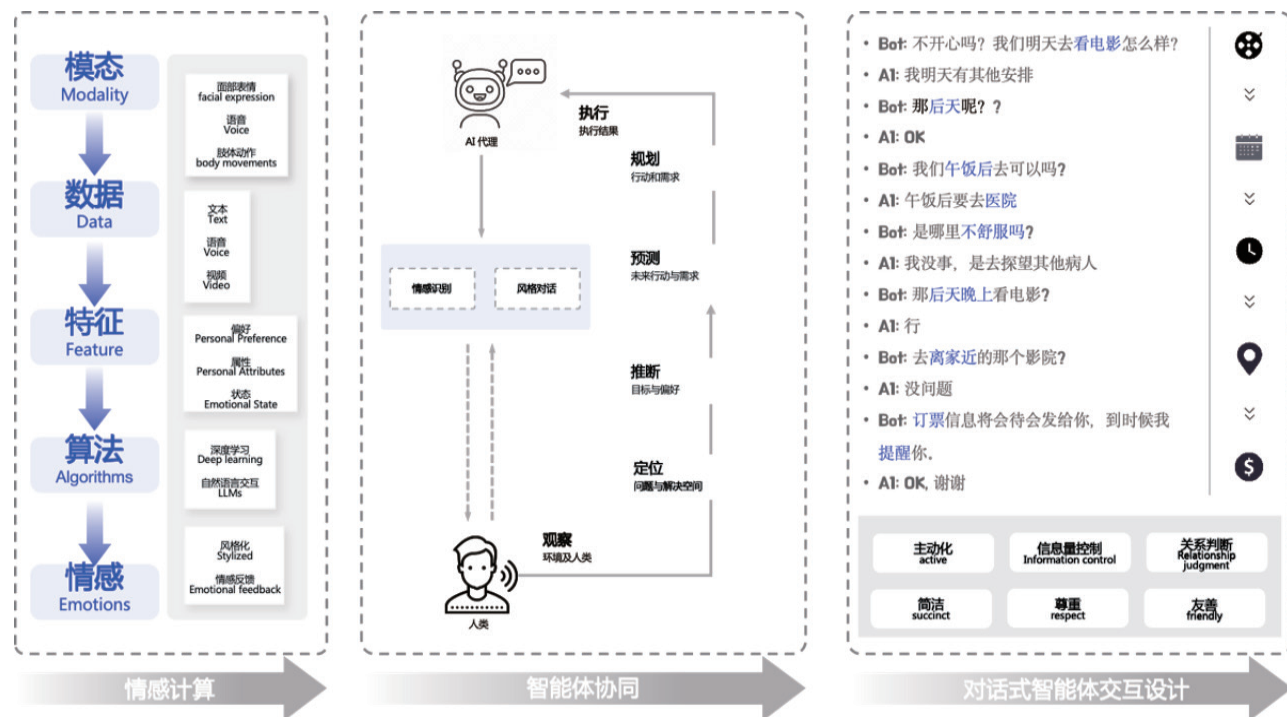


图 8 人工智能技术辅助老年人对话式设计研究未来研究框架

计研究中亟待解决的问题。团队未来将从用户共情、数据洞察、产品设计、产品评估等多个场景入手，通过使用 LLM（大语言模型）、AGIC（人工智能生成内容）等人工智能技术工具，探索如何帮助设计师更好地为老年人进行设计研究（如图 8）。

3.2 生成式 AI 设计工具



图 9 生成式 AI 技术赋能的回忆叙事工具

新兴技术的发展为未来老龄化设计带来了无限可能。团队未来计划将老年群体的视角融入未来技

术应用场景的共创设计活动中，从而实现自下而上对未来多元世界的想象与构建。例如，设计和开发生成式 AI 技术赋能的回忆叙事工具（如图 9）。通过使用人工智能技术进行图片生成，将老年人过往经历或使用场景进行重现，同时与用户协作对未来应用场景进行想象，从而提供更多讲述欲和想象力的视觉触发媒介。

3.3 老年虚拟数字人仿真平台

信息化时代，人工智能、大数据、传感器和虚拟现实等技术的发展，使数字世界成为可能。通过整合老年用户的动作特征、人脸识别和情感计算等数据，虚拟数字人建模可以模拟和优化人类行为及其环境，提升科学研究、工业制造和产品开发的效率与个性化，推动产学研合作。郑教授团队结合多学科理论，研究老年人画像的可计算维度和数据收集方法，利用人工智能、大数据和虚拟现实技术进行分析、建模和仿真，探索智能化老年人数字人的生成机制及应用，为适老化人机系统提供新的理论验证平台和设计路径（如图 10）。

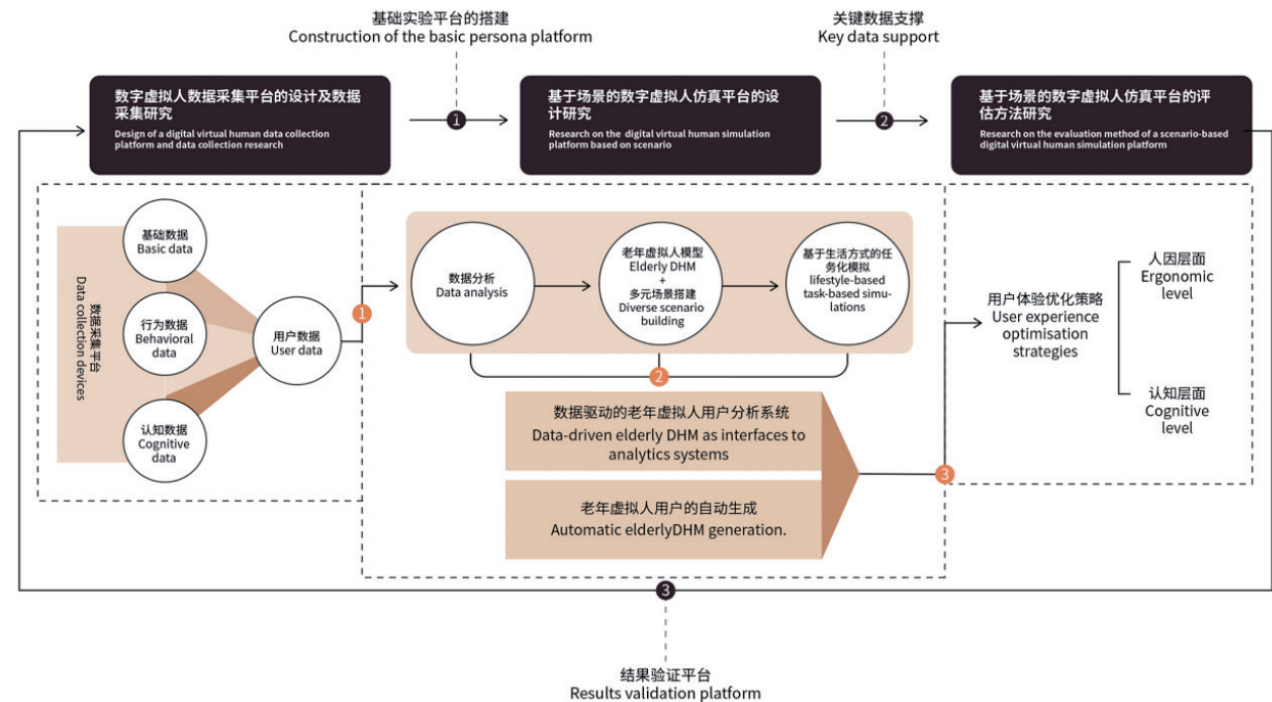


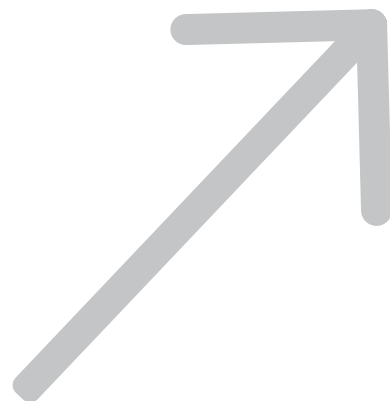
图 10 老年虚拟实验平台搭建

4、结语

综上所述，设计学科通过融合数字技术，为应对人口老龄化带来的挑战提供了创新的解决方案。郑址洪教授及其团队的研究展示了用户体验设计方法、数字健康、社会创新和前瞻研究在提升老年人生活质量方面的巨大潜力。未来，随着人工智能和3D打印等新兴技术的进一步发展，设计学科将在赋能养老领域发挥更为重要的作用，助力构建更加包容和可持续的老龄化社会。

参考文献

- [1]. Weiwei Zhang, Yuankun Li, Jihong Jeung; How to beautify the elderly?: A study on the facial preference of senior citizens; 22nd international conference on human-computer interaction 2020, Copenhagen, Denmark.
- [2]. Jiabei jiang, Weiwei Zhang, Jihong Jeung; Preliminary Exploration of Interface Design for Senior Citizens: A Study of Smartphone Camera Usage for People above 50; 22nd international conference on human-computer interaction 2020, Copenhagen, Denmark.
- [3]. Diao, Y., Kim, J., Xue, C., Jeung, J. (2022). Exploring Elderly and Young Users' Perceptions of Video Exercise on Mobile Fitness Applications. In: Bruyns, G., Wei, H. (eds) [] With Design: Reinventing Design Modes. IASDR 2021. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-4472-7_192
- [4]. Sun T, Jin T, Huang Y, et al. Restoring dunhuang murals: crafting cultural heritage preservation knowledge into immersive virtual reality experience design[J]. International Journal of Human-Computer Interaction, 2024, 40(8): 2019-2040.
- [5]. lolEpop: A Multisensory Electronic Lollipop for Enhanced Tongue Training and Behavior Analysis(ubicomp 2024 accepted).
- [6]. 张为威, 刘明惠, 王韞. 数字时代的包容性: 设计伦理视角下老龄化智能产品设计研究 [J]. 装饰, 2022(05):46-51. DOI:10.16272/j.cnki.cn11-1392/j.2022.05.025.
- [7]. 张为威, 金彤彤, 孙童心等. 智能家居养老场景下跌倒检测摄像头的交互设计 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2023, 35(2): 238-247.
- [8]. 专利: 郑址洪, 张为威, 江加贝, 202021046546.8, 一种适用于老年人拍照的智能手机壳.





赋能老年人在数字环境中更好地生活

Empower older adults to live better in the digital environment

老龄用户体验及服务系统设计研究中心

/// 研究背景

清华大学未来实验室老龄用户体验及服务系统设计研究中心（AeX）成立于 2019 年，致力于赋能老年人在数字化时代中更好的生活。基于“以人为本”的设计研究理念，深入探索老年群体在数字化生活中面临的困境与挑战，寻找帮助他们应对挑战，提升生活幸福感的设计解决方式。AeX 研究中心秉承“理解、创新、实施”的设计理念，从老龄化用户体验，老年人数字健康，老龄化社会创新及 AI 赋能的老龄前瞻研究四个角度出发，展开的课题研究包括社交机器人，空间行为及用户体验，食品 3D 打印研究，面向老年人的运动人机交互等。

/// 领头人及团队成员

郑址洪（Jeung Jihong）教授

清华大学未来实验室首席研究员、清华大学未来实验室老龄用户体验及服务系统设计研究中心主任

曾任韩国人机交互协会主席、韩国社会科学设计董事会理事、韩国国家文化体育观光部文化技术开发负责人、韩国三星集团三星电子无线事业部副总裁、三星艺术和 design 学院 (SADI, Samsung Institute of Art and Design) 教授、韩国国民大学交互设计实验室教授、中山大学及广州美术学院客座教授，在人机交互和数字媒体设计相关领域有超过 30 年的经验。

团队成员包括清华大学未来实验室助理研究员焦阳、付心仪，合作教授北京航空航天大学刘源源、广州美术学院郜洵、西北工业大学冯媛，科研助理申春兰、牛若雯，北京邮电大学讲师、清华大学未来实验室博士张为威，南京艺术学院副教授、清华大学未来实验室博士江加贝，在读博士研究生刁玉婷、刘明惠、薛程、朱雅鑫、孙童心、翟羽翔、金彤彤、杜佳琛、相宸卓、何丽雯。

/// 主要研究成果

老龄用户体验及服务系统设计研究中心在《计算机辅助设计与图形学报》、《装饰》、IJHCI、IJHCS、IASDR、UbiComp、UIST、KHCI 等国际会议与期刊发表论文 12 篇，申请专利 2 项。主持《中英健康与老龄化旗舰挑战计划项目》子课题 1 项，并与国内外企业合作课题 4 项。此外，AeX 研究中心积极举办学术交流活动，参与者涵盖高校、企业、医疗机构和社区工作者。目前已成功主办五届老龄化设计研究工作坊。

新型复合材料 在设计创新中的应用

文 / 乐恢榕、贾艳红

引言：

探索未来的材料科学与设计之旅

随着科技的迅猛发展，材料科学的创新不断推动各领域的变革。在设计领域，新型复合材料因其优越的材料性能，正成为设计创新的重要推动力。

这一领域的探索是一场材料科学与设计之旅，也是对未来的探索和挑战。

本文将深入探索新型复合材料在设计创新中的应用，从轻量化材料到绿色低碳材料，再到纳米抗菌涂层，展示其在不同领域的广泛应用。以我们团队在新型复合材料领域的研究成果为切入点，深入剖析材料科学与设计的交叉融合，在探索未来材料科学与设计创新之旅中，感受新型复合材料对设计创新的推动作用。

1、新型复合材料的应用领域

1.1 轻量化复合材料：开启轻盈时代的创新之路

轻量化复合材料以其优异的性能和轻质高强的特点，已经逐渐成为工程领域的研究热点。其主要由多种基体材料和增强材料组成，通过合理的组合和设计，使得复合材料具有了比传统材料更优异的力学性能和轻量化特性，成为了诸如航空航天、汽车制造、机械工程等领域中不可或缺的材料选择。我国大力推动新质生产力的发展，强调创新驱动和高质量发展战略。轻量化复合材料作为新材料领域的重要组成部分，得到了政策的支持和鼓励。例如，《国家新材料产业发展战略》中明确提出，要加大对高性能纤维及其复合材料的研发和应用推广力度，以支撑轨道交通、航空航天、新能源汽车等重点领域的发展。



图 1 复合材料在火车机车应用



图 2 航空航天及汽车中的应用

轨道交通作为交通运输的重要组成部分，对材料的要求极高，需要具备轻质高强、耐久性好等特点。乐恢榕教授在 2015-2019 年 Derby-Nottingham 轨道研究中心开展了碳纤维轻量化复合材料在交通设备上应

用的研究，这种新型复合材料能够显著减轻轨道交通设备的重量，提高能效，降低运营成本。此外，这些材料还具有优异的抗疲劳和耐腐蚀性能，延长了设备的使用寿命，减少了维护频率和成本。

而在航空航天及汽车中，轻量化复合材料也应用广泛，尤其是近几年随着新能源汽车的发展及低空经济如无人机、轻型飞行器等新兴产业的崛起，这些领域对材料的轻量化和高性能提出了更高要求，也为轻量化复合材料带来了新的应用机遇。

1.2 绿色低碳材料：筑梦绿色未来的基石

绿色低碳材料是指在全生命周期内减少对自然资源消耗和生态环境影响，具有“节能、减排、安全、便利和可循环”特征的产品。2021 年 12 月 30 日，根据国资委发布《关于推进中央企业高质量发展做好碳达峰碳中和工作的指导意见》，“双碳”目标已成为我国经济发展的长期战略。

地质聚合物是一种由硅铝四面体结构单元组成三维立体网状结构的无机非金属材料，也称作免烧结陶瓷，仅需粉末原材料和激发剂混合，在短时间内固化，室温或高于室温养护，具有绿色低碳、耐高温、快速凝固、强度高等优点。非常契合我国的双碳政策、工业废弃物及重金属污染物处理等高质量发展战略目标及绿色发展、环境保护等理念。

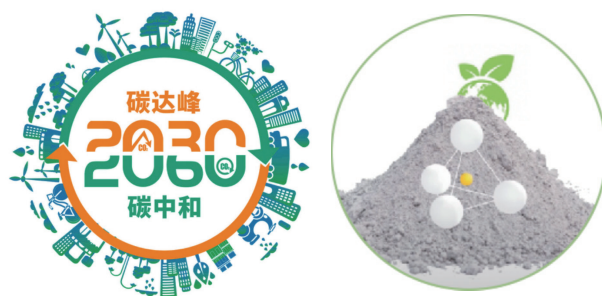


图 3 双碳政策及地质聚合物复合材料

1.3 纳米抗菌涂层：守护健康的隐形卫士

美国沙利文咨询公司报告，随着人们对产品安全与卫生意识的增强，全球抗菌塑料市场的规模不断扩大，全球抗菌塑料的工业应用市场规模达到140 亿元，用于消费品的产品价值为103 亿元，全球20% 的塑料制品具有抗菌功能。除了塑料材料，铝合金、不锈钢材料的也有抗菌需求，特别是在医疗、卫浴和电器设备领域。

这些材料的优点是具有很好的抗腐蚀性，但其抗微生物的能力较差。基于光催化原理的纳米银、氧化锌、石墨烯等材料，可以大幅度提高太阳能的吸收能力，有效分解固体表面或环境中的有机污染物和微生物。如果成功应用于公共场所或交通工具上的电器设备，起到自清洁和抗微生物功能的作用，将减少冬季流感等传染疾病的交叉感染，产生巨大的经济和社会效益。

2、研究成果和案例分析

2.1 轻量化碳纤维复合材料机械臂

围绕着轻量化碳纤维复合材料，我们团队从材料 - 设计 - 制造三个角度展开深入研究。

首先是对材料力学性能的深入研究。碳纤维复合材料因其高比强度和模量、耐腐蚀和抗疲劳性能而被广泛应用于各种领域。我们团队在3D 打印短碳纤维增强复合材料的非线性力学行为建模方面取得了重要进展，开发了一种基于经典层合板理论和欧拉积分法的修正方法，能够准确预测材料的非线性力学行为。该方法通过实验验证，预测曲线与实验数据的误差仅为5%，显著提高了力学性能的预测精度。

在产品设计上，我们将碳纤维复合材料应用于机器臂本体制造和轻量化服务平台设计上，研发了多款基于碳纤维复合材料的轻型协作机械臂。这些碳纤维复合材料机械臂能够在保持强度和刚性的同时，显著减轻重量，从而降低能耗，提高了机器人的工作效率和灵活性。此外，轻量化设计还大大降低了运输和安装成本，使得这些机械臂在实际应用中更具竞争力。



图4 碳纤维复合材料在服务型机器人和机械臂上的应用

未来在碳纤维产业化推进上，团队将继续攻克关键技术难点，将热塑性碳纤维复合材料用于制造轻型、高强度的结构部件，例如无人机的机身和翼板、赛车的车身和底盘等。由于这些材料具有优异的力学性能和耐久性，可以显著提高产品的性能和使用寿命。此外，通过3D 打印技术，这些碳纤维复合材

料还可以实现复杂形状部件的高效生产，降低生产成本，提升生产效率。

2.2 地质聚合物在处理工业废酸及固沙上的应用

我们团队从固废资源化、重金属固定和纤维增强增韧的角度，展开对地质聚合物复合材料的探索，利用工业废酸作为激发剂，以粉煤灰、高炉矿渣和赤泥等工业固废作为原材料制备地质聚合物，可以用极低的成本处理废酸与工业固废，固定住废酸中的重金属。并通过莫来石纤维增强的方式，进一步提高其机械性能。与此同时，我们也在积极推进地质聚合物复合材料在各行业领域的应用。例如在绿色建材领域和防风固沙领域。在绿色建筑材料的应用方面，这些地质聚合物可以用于制造墙体、地板、屋顶等建筑构件，具有良好的隔热和防火性能。通过将工业废酸资源化，不仅可以有效减少废酸对环境的污染，还能降低建筑材料的生产成本，推动建筑行业向绿色、可持续方向发展。

固沙领域的应用，将地质聚合物制作成铺设在沙漠中的沙障，按线性多行交错排列，将沙丘分割、阻止风力等因素的流动和沙尘。同时由于地质聚合物本身的微观多孔结构，相较沙土具有更好的吸水性，能够进一步的植物生长提供更好的环境。

团队开发的基于废酸激发的地质聚合物具有优异的热稳定性和机械性能。使用工业废酸激发的地质聚合物在压缩强度和热稳定性方面表现出色，同时能够高效固化重金属元素，减少环境污染。这一研究为生产低成本、低碳的陶瓷材料提供了新思路，并显著降低了废酸处理的高成本和资源浪费。



图 5 使用莫来石纤维增强地质聚合物并优化样品制备工艺

2.3 抗菌纳米复合材料的应用

除了绿色建材领域，还格外关注地质聚合物在

在抗菌涂层方面，我们团队设计的光催化纳米

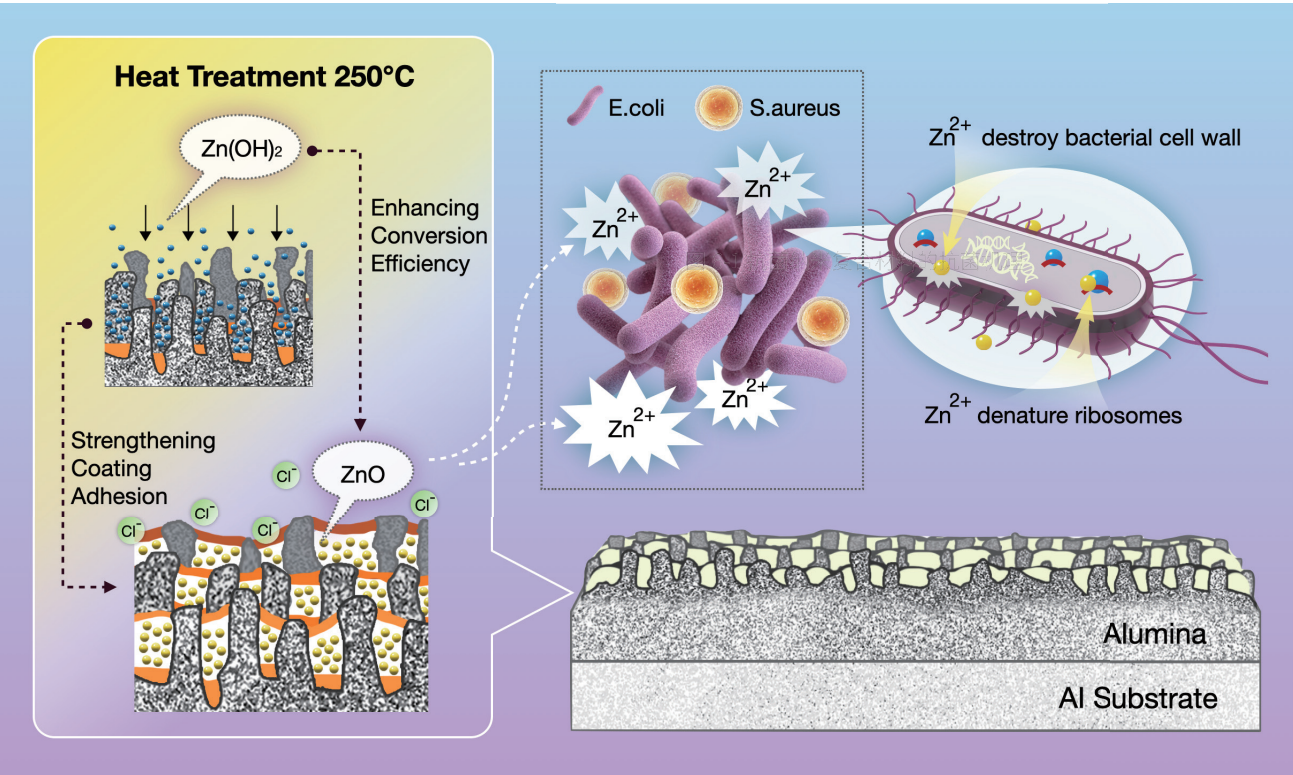


图 6-1 抗菌纳米复合材料的抗菌原理

复合材料表现出优异的抗菌性能。通过光催化反应，这些材料能够高效吸收太阳光，提升表面电子和空穴浓度，从而实现快速高效的抗菌效果。实验结果表明，这些光催化纳米涂层在紫外光和可见光下均具有良好的抗菌活性，能够在短时间内杀灭多种细菌和病毒。这种光催化纳米复合材料可以在铝合金、玻璃、塑料等基体上形成高效抗菌涂层，从而降低疾病的传播风险。这些抗菌涂层通过光催化反应，可以有效杀灭细菌和病毒，减少感染的风险。

我们采用阳极氧化和溶胶凝胶的方法，在铝合金基体上制备了纳米氧化锌（简称 AZ）涂层。纳米氧化锌涂层在阳极氧化铝表面的抗菌机理：通过缓慢释放 Zn^{2+} 来破坏细菌的细胞壁和核糖体。并通过热处理提高涂层的耐腐蚀性和抗菌性能，在 250°C 下，更多的 ZnO 可以与氧化铝融合形成致密的涂层，耐腐蚀性更好。AZ-250 样品在 2 小时内具有最高的抗菌率，即使在暴露于空气 40 天后，AZ-250 样品对这两种细菌依旧表现出较高的抗菌率。

这些抗菌涂层可以应用于医疗器械、食品包装、公共设施等领域。在医院中，这些涂层可以用于手术器械、病房墙壁和地板等表面，减少院内感染的风险；在食品工业中，这些涂层可以用于食品包装材料，延长食品保质期，确保食品安全；在公共交通工具上，这些涂层可以用于扶手、座椅等高频接触表面，减少病菌传播，提高公共卫生水平。

3、未来发展方向

未来我们团队将继续致力于新型复合材料的研发，重点关注以下几个方向：

/// 生物材料

超薄柔性高灵敏的生物力学传感器开发，并将其应用于新一代人体自然腔道诊疗机器人，

以呼吸道疾病的气道内诊疗手术机器人为切入点，围绕动态封闭环境下的高效感知、人机共融的直觉化交互、狭小空间下的精细操作等关键问题开展研究；聚醚醚酮（PEEK）及其碳纤维复合材料（CF-PEEK），研究 PEEK 及 CF-PEEK 骨科固定植入物（主要为接骨板）的梯度结构设计及固定方式对断骨周围预应力、正常受力条件下微动及骨愈合的影响。

/// 循环经济

研究固废资源利用和新能源材料，推动碳中和目标的实现。对电子废物进行回收再利用，从电解废液的金属离子混合物中以一定程度的选择性提取贵金属离子，由于嵌入了纳米贵金属颗粒，这些复合材料可以作为修饰电极的介质，在生物医学、可穿戴电子设备、健康监测等方面表现出巨大的应用潜力。

/// 智能制造

通过 3D 打印技术和轻量化复合材料，推动机器人制造等领域的创新应用。我们将会继续探索 3D 打印技术在复杂结构和功能梯度材料制造中的应用，不断优化短碳纤维和长碳纤维的 3D 打印工艺和材料性能，实现更高效、更智能的制造解决方案。

4、结语

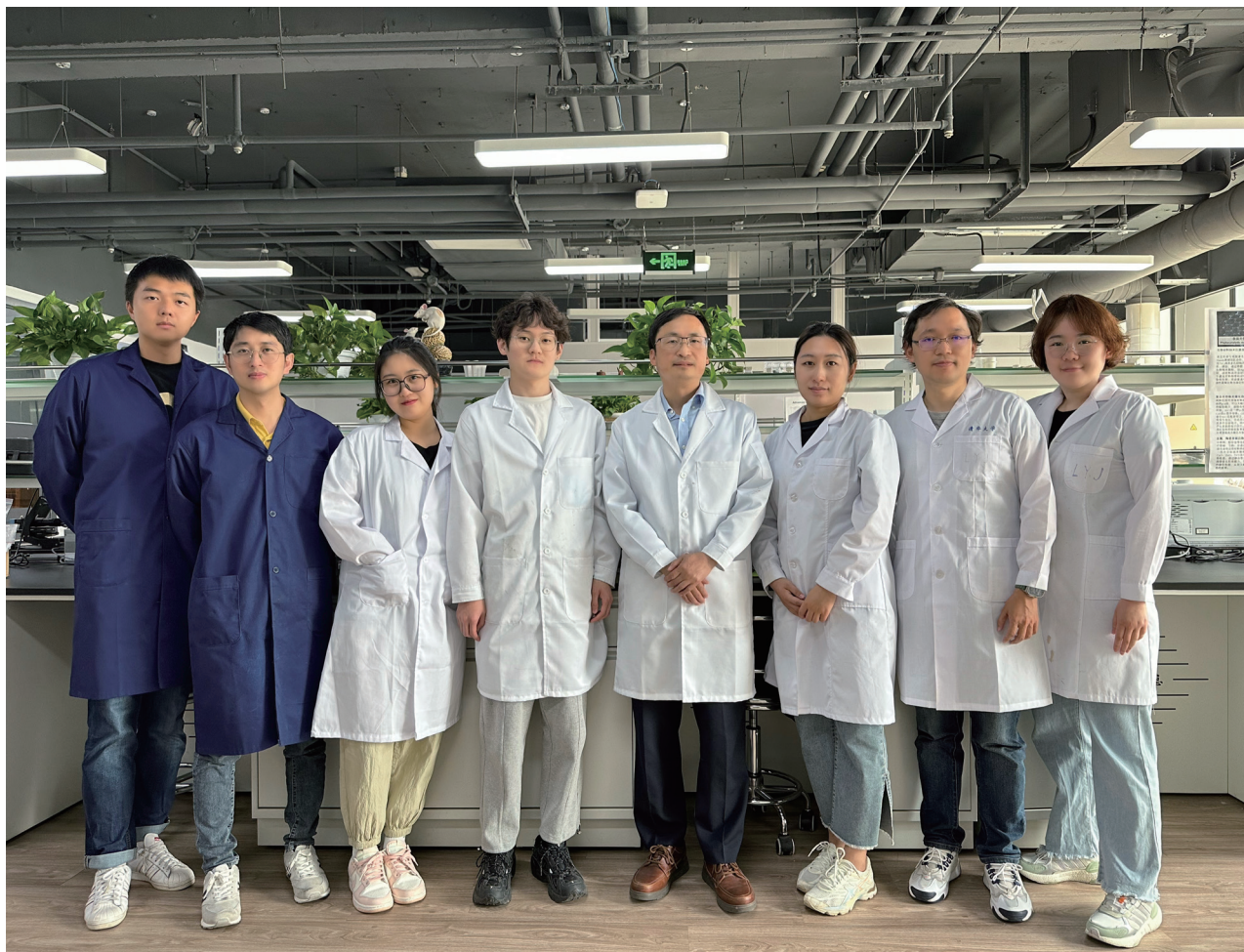
新型复合材料在设计创新中的应用潜力巨大。这一领域的研究，不仅推动了材料科学的发展，也为设计领域的创新提供了强大的技术支持。未来，随着研究的不断深入和应用的逐步推广，新型复合材料将在更多领域展现其独特的价值和广阔的前景。

参考文献

- [1]. Wang K, Wei Q, Chen H, et al. Solidification of heavy metal elements in waste phosphate acid activated metakaolin geopolymer with environmental and economic benefit[J]. Ceramics International, 2024.
- [2]. Yao Y, Wang K, Chen H, et al. Characterisation and mathematical modelling of nonlinear mechanical behaviour of 3D printed short carbon fibre reinforced composites[J]. Composites Part C: Open Access, 2024, 14: 100455.
- [3]. Chen H, Wang K, Chen Y, et al. Mechanical and Thermal Properties of Multilayer-Coated 3D-Printed Carbon Fiber Reinforced Nylon Composites[J]. Journal of Composites Science, 2023, 7(7): 297.
- [4]. Wang K, Le H. The development of cement-based, intumescent and geopolymer fire-retardation coatings for metal structures: a review[J]. Coatings, 2023, 13(3): 495.
- [5]. WANG K, LIU Y, CHEN Y, et al. Mechanical behaviour of 3D printed carbon fibre reinforced composite metastructure with various filling rates [J]. Compos Struct, 2024, 347: 118421
- [6]. He W, Liu Y, Jia Y, et al. Corrosion resistance and long-term antibacterial performance of ZnO-Al₂O₃ nanocomposite coatings on aluminum alloy[J]. Composites Communications, 2024: 102110.
- [7]. Wei Q, Liu Y, Le H. Mechanical and thermal properties of phosphoric acid activated geopolymer materials reinforced with mullite fibers[J]. Materials, 2022, 15(12): 4185.
- [8]. 何伟伟, 赵云, 乐恢榕. 光催化纳米抗微生物自清洁复合材料研究进展 [J]. 科技导报, 2023, 41(8):113-119.DOI:10.3981/j.issn.1000-7857.2023.08.011.
- [9]. 陈宏伟, 刘岗, 王晓伟, 乐恢榕 *. 轻量化复合材料与 3D 打印技术在服务机器人上的应用与展望. 工程研究. 2022
- [10]. 一种莫来石纤维增强地质聚合物复合材料及其制备方法与应用: 202111555476.8. 发明人: 乐恢榕, 韦庆昕. 2022.11.11
- [11]. 一种利用磷酸基地质聚合物固定重金属的方法: 2022108704252. 发明人: 乐恢榕, 韦庆昕. 2022.07.23
- [12]. 气动医疗手术导管测试平台: 202410198653.9. 发明人: 乐恢榕, 贾艳红, 吴彦臻. 2024.02.22
- [13]. 抗菌铝合金及制备方法: 2022110913580. 发明人: 乐恢榕, 何伟伟, 刘娅静. 2022.09.07
- [14]. 一种新型柔性抓手: CN 202222459256.1, LE HUIRONG, 陈宏伟, 杜润鸣, 刘岗, 陈新, 2022-11-11.
- [15]. 移动服务装置: CN 2021231103832, 刘岗, LE HUIRONG, 徐迎庆, 杜润鸣, 陈宏伟, 黄伟祥, 姜梦茵, 席雪宁, 江加贝, 陈新, 刘洁, 陈赞冰, 2022-07-22.
- [16]. 六轴机械臂: CN 2021230425720, LE HUIRONG, 陈宏伟, 杜润鸣, 刘岗, 陈新, 2022-07-22.



未来材料与设计



乐恢榕教授与部分团队成员合影

团队成员

乐恢榕教授

博士后：王凯宝 贾艳红 陈耀 李彦辰

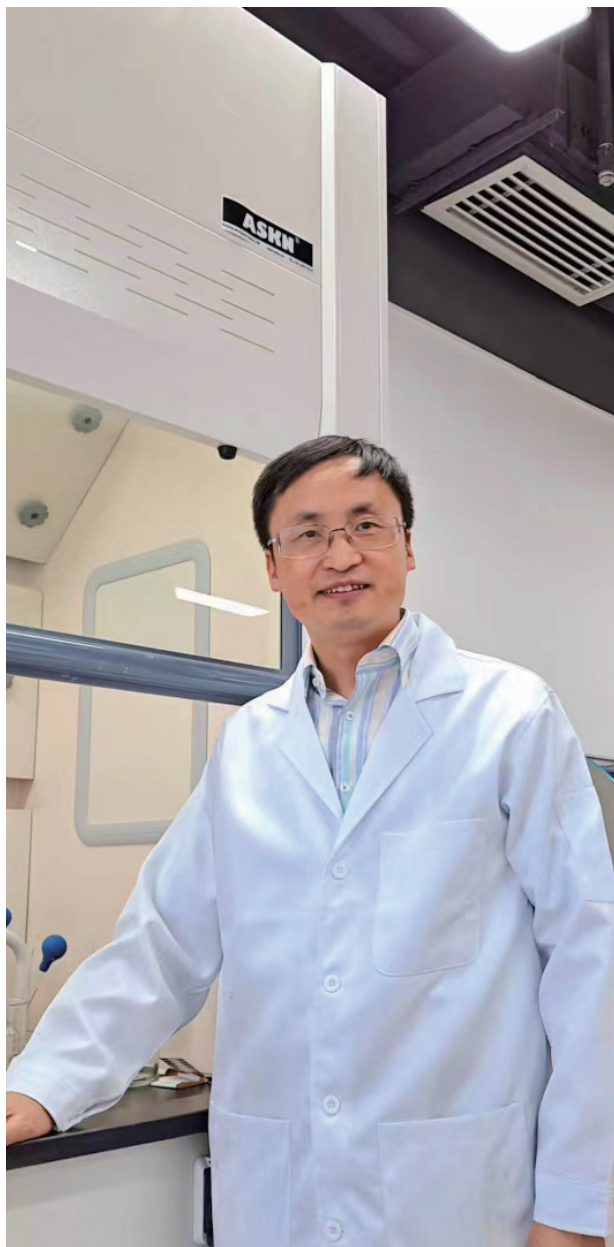
科研助理：刘可歆 韦庆昕 陈宏伟 宗宇恒

博士生：姜林凯 姚源 刘杨 刘娅静 何伟伟

王晓伟 Muhammad Rauf 吴彦臻 华亭瑜

乐恢榕教授是清华大学未来实验室副主任、首席研究员，清华大学未来实验室未来材料与设计研究中心主任，长期致力于纳米复合材料、多功能表面复合涂层、轻量化纤维增强复合材料等方面的研究。乐教授及其团队拥有丰富的国际科研经验，积极参与多项欧盟和英国的科研项目，为新型复合材料的研发和应用做出了突出贡献。未来材料与设计研究中心 Research Center for Future Materials Design, Future Laboratory, Tsinghua University(FMD) 由首席研究员 LE HUIRONG（乐恢榕）教授带，致力于建成一个跨越学科壁垒的研究团队。

设计研究中心研究背景

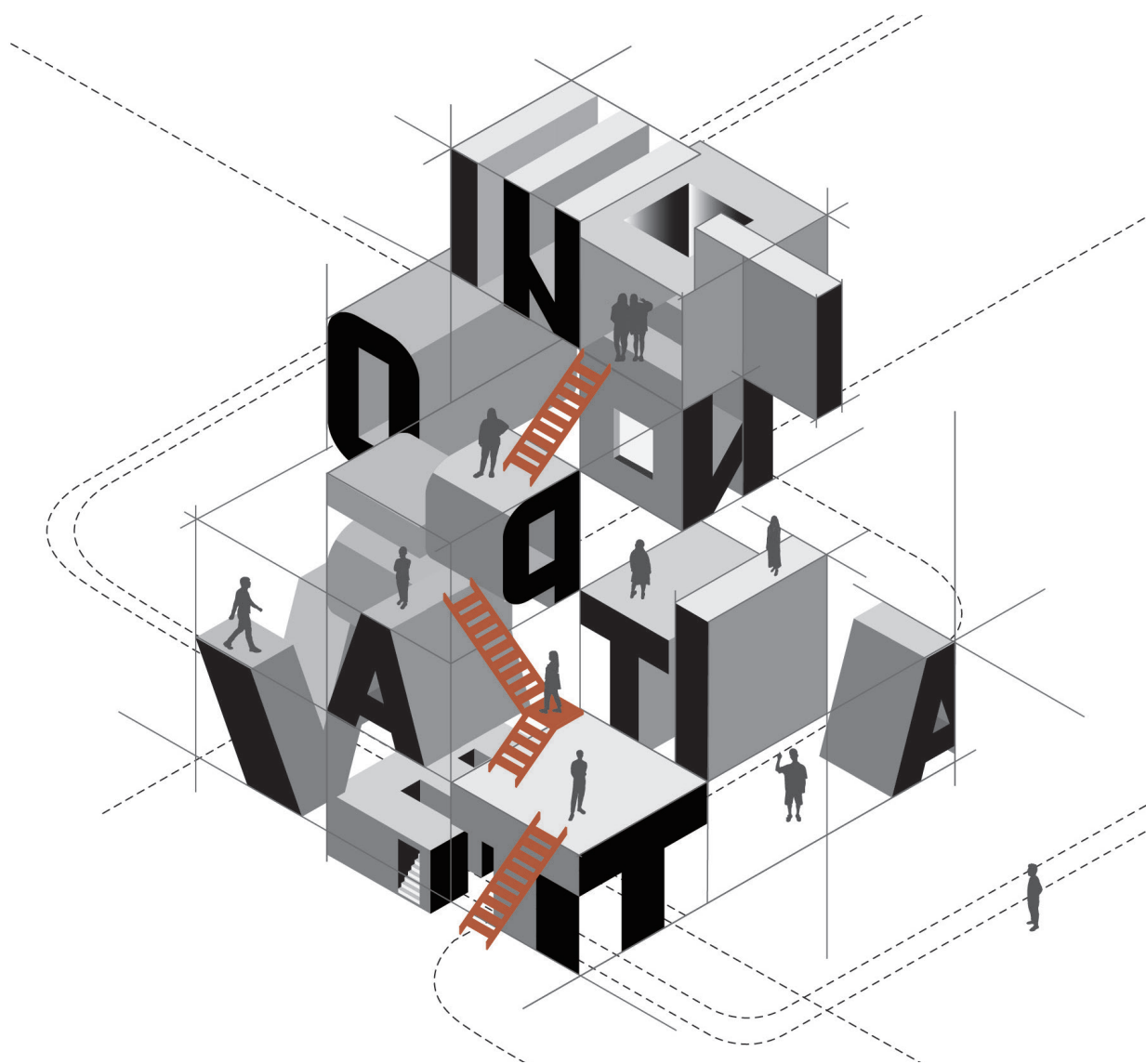


「

乐教授自 1989 年毕业于清华大学材料科学与工程系无机非金属材料专业，获得工学学士学位，并于 1994 年初获工学博士学位。回归清华大学之前，曾于 1996 年前往英国萨里大学、剑桥大学工程系从事博士后研究工作。2000 年在剑桥大学晋升为资深研究员；2005 年起先后在英国邓迪大学、普利茅斯大学等高校任讲师、副教授、教授。主持或参与过近 20 项欧盟区域发展基金、英国工程与物理科学基金会、英国创新署支持的研究项目，发表学术论文 120 余篇。

乐教授的研究方向涵盖了多个领域，包括纳米复合材料、智能材料、绿色环保材料等。其在剑桥大学期间，将金属成型的研究边界推向纳米尺度，建立了在冷轧过程中表面氧化物开裂和金属挤出的微观力学模型，广泛应用于金属塑性成型、金属基复合材料等领域；在邓迪大学工作期间，致力于海洋石油天然气管道接口的新型涂层材料的研究，发展了具有自润滑功能的纳米复合涂层技术，研究成果被英国、日本和西班牙企业推广应用，取得重大经济效益；在普利茅斯大学工作期间，创造性提出了以纳米管为抗菌颗粒载体的复合涂层技术，并系统研究了该材料与细菌或细胞的相互作用，为临床应用打下坚实的基础。

」



空间与媒体设计创新 研究综述

文 / 唐克扬、李梦遥、韩坤炯、陈瑜、季若辰、徐小湾、张铮、吕天罡

01. 可玩性研究 (Playability)

本研究方向旨在探索如何“把问题本身变成答案”。“可玩性”的核心是迅速有效的交互设计，具有即时的吸引力和趣味性，有助于让科研走出实验室，极大地提升科研项目和公众之间的交互界面。实践成果始于对现有玩具的研究——既包括七巧板也包括乐高，挖掘它们蕴藏的“可玩性”，由此延伸到“好玩空间”和“有趣城市”。

具体的应用领域落实在具身化的“好玩课程”，结合标志性教育项目，针对目前新课标教材和教学需求，在实践中“骑着马找马”。从教具到教室，这些形象生动的“教育拼图”不仅具有科普价值，它还可以让复杂的科学概念变得直观易懂；文旅领域也可以从可玩性研究中受益，通过在场景中引入互动元素，观众容易在游戏体验中更深刻地理解对象的文化内涵。好玩的空间不仅仅是为了娱乐！

引言

空间 x 媒体研究群组，围绕建筑学和数字媒体传播双核心建立交叉体系。随着“空间智能”等概念的提出，围绕空间设计展开的科研项目出现在研究型大学的视野，它既服务了当下现实的社会需求，又为传统科研体制带来了新的启发。简单说来就是“把问题本身变成答案”“从问题中确立问题”。



图 1-1 唐诗积木

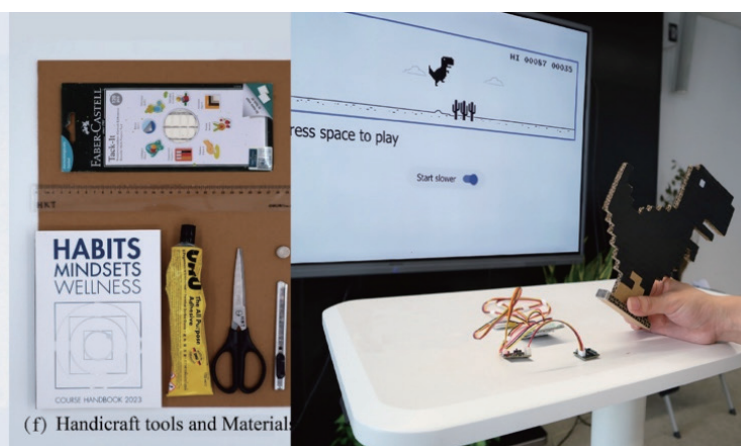
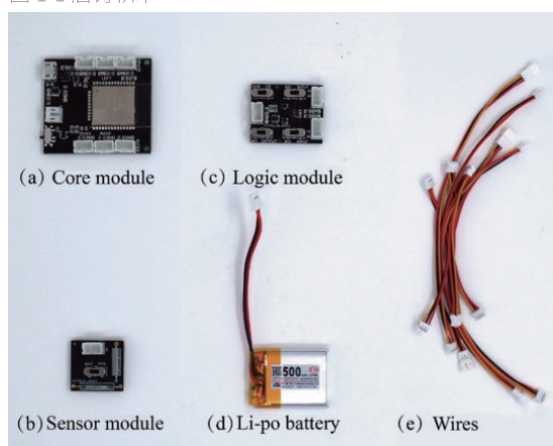
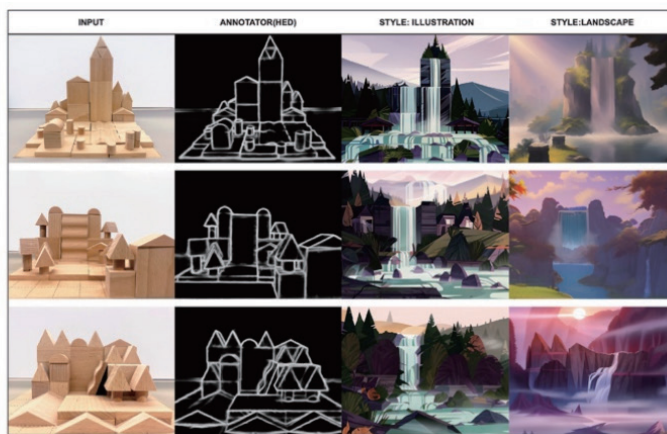


图 1-2 具身交互教具

02. 可适应性设计 (Adaptive Design)

可适应性设计立足中国国情。设计的在地性不止是“切实可行”，而是需要解决通用设计和特殊需求之间的适用性、经济性、可持续性问题。研究包括优化已有的空间资源中非智能的部分，在大尺度建成环境和室内空间中，结合具体需求重新设计建筑、构造物和家具的界面，使之效益最大化。

结合系统论、图论、计算机科学等多学科的相关研究，可适应性设计的目标是生具备高度系统性、经济性和有效率的设计方法，让适度设计产生极大的适用性。研究成果包括可灵活应用于典型智能空间（图书馆、美术馆、办公室等）的空间产品——从书架（收纳家具）、桌面（工作 / 会议界面）到包含可匹配内容的展示装置。



图 2 可适应性展示道具

03. 建筑与信息 (Info Building)

围绕建筑 - 信息的研究也就是空间 - 媒体的交叉。旨在让实体建筑环境对使用者产生即时而有效的意义：例如空间转化为媒体（空间标识系统、城市意象生成等等）或者媒体助力空间（城市模拟环境、游戏设计等等）。

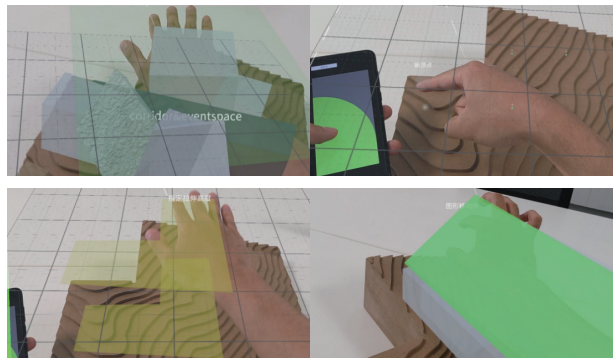


图 3 基于增强现实的空间设计界面

城市和建筑空间的设计、体验、管理，需要基于现实世界的语境运作，不论意图直接在三维空间中描绘其愿景的空间设计者，或是需要快速了解一座建筑或城市构成的空间体验者，还是希望高效率地在现实空间中观察各类不可见信息的空间管理者，涉及的共同问题都将包括如何将现实世界环境以及环境中的数据信息以直观、一一对应的媒体界面形式展示给相关使用者、如何帮助使用者以更加易用的方式与环境进行交互等等。

以近眼头戴式显示器 (Head-Mounted Display) 为显示媒介的增强现实技术 (Augmented Reality)，是上述场景和研究课题的理想解决方案之一。在支撑底层技术的视觉算法、硬件能力已经趋于成熟的当下，在此方向上的研究主要关注如何降低空间 - 媒体转换的门槛，缩短增强现实技术与用户的距离，在手势识别、环境语义分析、人机交互技术的支持下，推动空间 - 媒体技术，在已有场景和新场景下朝着易用、友好、泛用的方向持续发展。

04. 城市策划与治理 (Urban Curation and Governance)

研究建筑策划和城市设计的工具与体系，让人-机-物融合的复杂目标在真实城市环境中得以实现。具备“智慧”的城市策划方式重视过程而非仅仅是目的，此类城市设计工具以建筑学和城市学的实践理论为依托，借鉴艺术展览的策划模式，更好地服务于使用者，在城市存量空间演化的过程中，借助有效的算法结合实体交互工具，实时获取使用者需求，进行所见即所得的分析演算。这种交互性强的实体工具同时也是立体的交流平台，它们打破了城市实践的参与者只能以二维图像进行沟通的成规，以全流程可交互的策划工具，在信息社会的条件下充分做到人人互联，物物互联，也就让空间的创意和产出之间达成了互联。

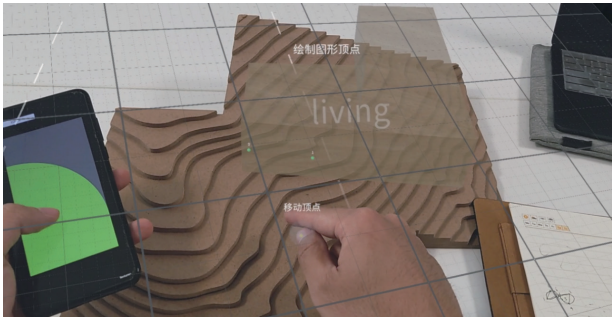


图 4 基于增强现实的空间设计界面 - 多设备交互

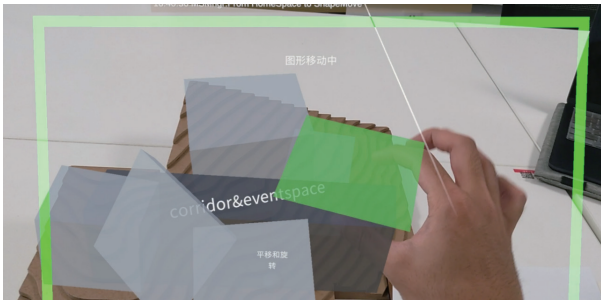


图 5 基于增强现实的空间设计界面 - 手势输入

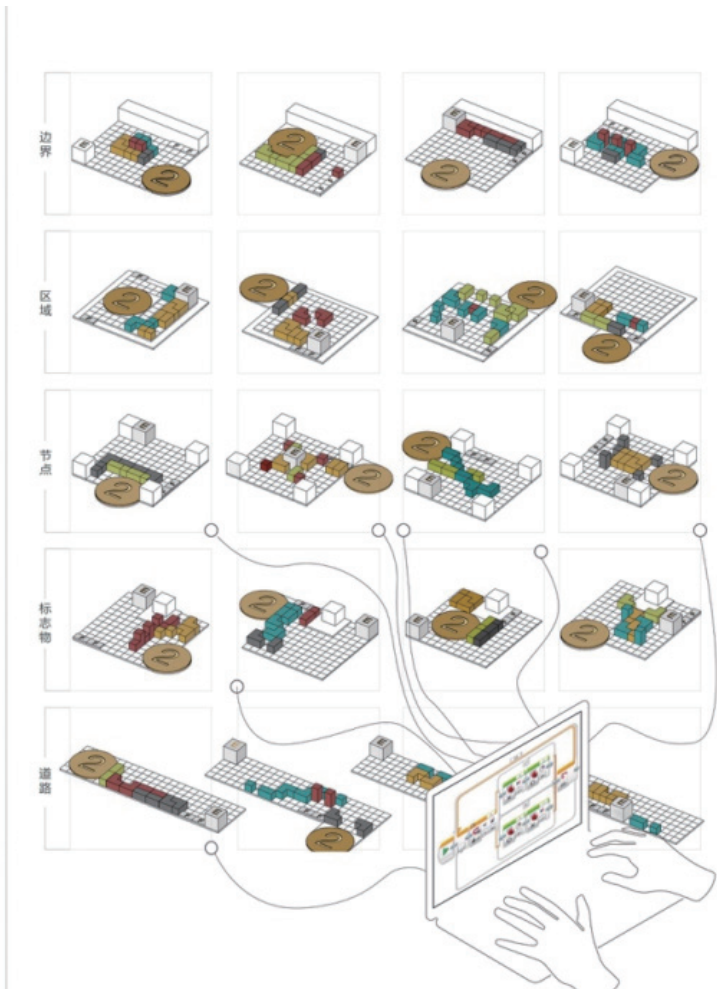


图 6 抽象积木模拟城市地形

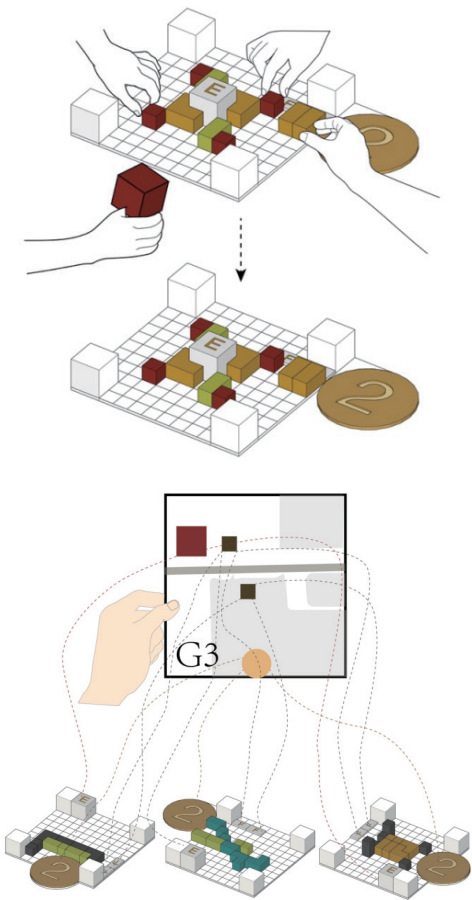


图 7 利用使用数据生成城市设计偏好



图8 儿童使用城市积木推演社区空间

05. 数字人文 (Digital Humanities)

借助清华大学多学科交叉的优势探索通用数字工具——尤其是借鉴“空间智能”——助力人文研究的可能。其中“空间叙事驱动智能动画”确立了一种轻量级动画的制作框架与流程。这种动画依靠特定典型主题的二维素材库和语料库、基于等角视图与城市制图术等建筑再现理论，采用适应以上再现方式的运镜规划和动画电影学语言，用空间叙事的语义线索等来构建一套轻量级动画的制作方法。典型历史城市（长安/洛阳）及其文本（《洛阳伽蓝记》等）是此类数字人文项目的首批测试对象，对照现

实需求可以不断导出“样片”并可应用到博物馆、文旅街区等应用场景中，依据类似研究的《再造长安》项目曾获得腾讯“探元计划”案例评比全国第一名。

本研究未来有望应用于一切具备类似空间语境的城市场景。以较低的成本即时创生出有效的人文意义。把历史城市中的人文素材以“制图”方法来理解并予以表现，不仅可以直观地理解古代文化的物质语境，还可以解析出它们赖以产生的空间逻辑。

06. 共生友好空间服务设计 (Eco-Cultural Designs)



图9 空间叙事动画场景生成示意图

伴随我国城市化进程的发展，人和自然的“共生友好”正成为当前中国城市设计与治理中的重要话题。城市里的“居民”不仅仅是人类，人类在人工环境中与自然共处，人与动植物的关系不那么引人注目，但却是城市“基础设施”的底面。

本研究拟融合建筑学、生物学、设计学、社会学等不同学科的视野，为城市的自然空间资源分配与社区多元共生问题提供新思路。通过利益相关方的联合共创，我们发掘同一空间的多维价值，借鉴服务设计与艺术策划，探讨如社区建设、自然教育、文旅空间开发等议题的共生可能，同步衍生具有可持续性的展览活动与文创文旅产品系统设计。

07. 结语

“把问题本身变成答案”注重实践推动研究，“从问题中确立问题”则是秉持开放性的研究方法论。我们的研究务实、有趣，扎根于核心算法思想，相关于日常生活，与自然与城市共生。的共生可能，同步衍生具有可持续性的展览活动与文创文旅产品系统设计。



图 10 共生友好空间研究实践

未来对话 Future Dialogue

在“未来对话”这一栏目中，我们邀请了来自全球各个领域的顶尖学者和科研专家，展开一场场关于未来科技、创新和发展的深度对话。我们将聚焦不同的前沿话题，从人工智能、大数据到信息技术、材料应用、艺术设计，探讨最新的科研成果和未来的发展方向。

徐迎庆教授对话 Anind K.Dey 教授：

2024 年 4 月 15 日，美国华盛顿大学（西雅图）信息学院院长 Anind K.Dey 教授来到清华大学未来实验室（以下简称：未来实验室），分享了题为“如何根据数据去理解用户的行为从而做出判断”的主题讲座，并与清华大学未来实验室主任徐迎庆教授就人工智能时代的人才培养等话题展开对话。

徐迎庆教授：我们今天非常荣幸的邀请到 Prof. Dey 与我们一起交流。我知道您现在担任华盛顿大学的信息学院院长，同时还兼任艾伦计算机科学与工程学院和以人为中心的设计与工程系教授。随着人工智能的飞速发展，您对新的人工智能有什么看法？它会对 HCI 领域的研究模式、对我们创新设计，以及对我们未来的学生培养方式产生怎样的影响？此外，在您看来，除了人工智能，在 HCI 领域还有哪些新的突破性技术？

Anind K.Dey 教授：我们先从生成型人工智能谈起。它几乎改变了我从工作到个人生活的所有方面。例如，我第一次使用它是在去巴塞罗那旅行的时候，我问 AI：“我应该去巴塞罗那的哪些地方参观？”它给出的建议非常令人印象深刻。最近我带我的小儿子去了美国东海岸的波士顿时，我又向 AI 提问：“我们在波士顿应该去看些什么？我需要你告诉我的每一个建议都是无障碍的。”它首先给我列出了一些推荐地点，接又给了我一个完全不同的、只有无障碍选项的列表。如果我自己去查这些信息，可能需要花费我一整天的时间。但实际上，我在大约 20 秒内就得到了两种答案。所以，我认为这些基于 AI 的工具非常强大。又给了我一个完全不同的、只有无障碍选项的列表。如果我自己去查这些信息，可能

需要花费我一整天的时间。但实际上，我在大约 20 秒内就得到了两种答案。所以，我认为这些基于 AI 的工具非常强大。

然而，我最大的担心是它们可能会取代人类擅长的事情，或者我们会变得过分依赖这些工具。我喜欢的是，例如微软的概念——将其视为一种“副驾驶”，它（指 AI）是我合作的伙伴，我说出需求，它给我回应，然后我继续下一步操作。

回到你的问题的第二部分，对我来说，这就是人机交互（HIC）的核心。我认为如果没有人机交互，生成型 AI 并不能真正的成功。否则你只是在与一个聊天系统打字或简单交谈。这将是一种糟糕的用户体验，对吧？因为没有人仅仅想和一个系统聊天。人们希望与之进行对话，希望它帮助开发新的设计、新思想、新想法，或在写作中创造些什么。但现在，AI 还不知道如何帮助我们发挥创造力。如果我们可以解决这个问题时，我们将真的拥有超能力，但目前来看，这仍然是一个人机交互问题，而不是 AI 问题。

徐迎庆教授：非常感谢您的分享，我记得您在加入华盛顿大学之前，曾经领导了卡内基梅隆大学的人机交互所（Human-Computer Interaction Institute，简称 HCII）。我本人也特别感谢您：记的几年前，我带学生访问卡内基梅隆大学的时候，您在百忙中用了两天的时间接待我们，再次感谢！我们知道卡内基梅隆大学的 HCII 也是一个国际上知名的 HCI 领军机构，能分享一下您在当时培养学生方面的体会和经验吗？

nind K.Dey 教授：我认为顶尖大学的学生无一例外都表现出色。所以，我知道在座的各位（指现场的学生）一定也很优秀，因为你们在清华大学学习。我这么说不仅仅是因为我今天在这里做讲座，更是

因为我与很多清华大学的学生合作过，他们毫无疑问的都是非常杰出的学生。今天早上我和徐迎庆教授有过一次讨论，是关于你们非常优秀的原因。是因为你们都非常努力？还是因为你们富有创造性？而我的回答是，你们既有创造力，也非常努力。我认为我们在卡内基梅隆大学或华盛顿大学遇到的学生也是如此。他们共有的特点是勤奋，同时他们也天生充满好奇心和创造力。正因为如此，他们能够提出有趣的问题，并且渴望找到解决这些问题的方法。哪怕他们在提出问题时可能对如何解决这些问题的方法一无所知。

正如你在美国申请博士时，你需要撰写一篇关于你想研究什么的论文。我会非常坦白地说：你想研究的方向并不是论文中最重要的部分，因为重点更在于，你要通过这篇论文显示你的创造力、你如何挑选问题、以及你如何在有限的情况下（比如仅有一页纸的内容）思考解决问题的方法。这将非常清晰的向审稿人展示你如何思考问题、你多富有创造力。我相信你们所有人在这方面都会做得很好。

我认为好的地方真的会吸引优秀的学生，这也同样发生在美国。并且优秀的学校和学生也是相辅相成的关系。如果卡内基梅隆大学不是一个顶尖的学府，它就不会吸引到这么多优秀的学生；同样正因为它吸引了这些优秀的学生，它可以持续的保持高排名，并在人机交互领域保持领先。实际上，我认为卡内基梅隆大学是最早将人机交互、计算机科学与社会科学、设计结合起来的地方之一。因为我是一名计算机科学家和工程师，我几乎不懂设计和社会科学。但卡内基梅隆大学的任教和工作经历教会了我，我只有在考虑清楚这两个我不了解的部分，我才可能真正的成功。

而我之所以离开卡内基梅隆大学去华盛顿大学，一方面是因为我想成为一名院长，华盛顿大学给了我这个机会。最重要的是，在华盛顿大学，我

担任院长的学院拥有来自 25 个不同学科的师资，包括社会学、生物学、化学、法律、医学、计算机科学、工程学、图书馆学、信息科学等。它的学科非常广泛。我认为这才是我真正热爱在这里工作的原因，因为我可以将这些不同的视角用于解决问题。而解决世界上最难、最有趣的问题的方法是将能够从各种不同角度看问题的专业人才聚集在一起。

徐迎庆教授：非常感谢。您一直专注于人机交互、机器学习和普适计算的交叉领域研究工作，致力于解决社会面临的紧迫问题，例如心理健康、驾驶和交通需求、智能空间、可持续性和教育等。未来实验室也希望通过设计创新的发展来应对复杂多变的世界，以及相关的挑战。那么，您认为有哪些难题是可以通过全球高校和企业之间的合作一起来攻克的呢？



Anind K.Dey 教授：我不清楚如何针对中国的情况来回答这个问题。我可以谈谈美国的情况，目前美国学术界与企业之间的合作面临一些挑战。企业往往把学术界看作是获取人才的场所，这种做法在某种程度上限制了双方更深层次的合作发展。企业希望我们培养尽可能多的聪明人才，以便他们招聘。然后，他们以高薪职位吸引我们优秀的教师。对于教师来说，尽管学术职位非常美好，但其薪资与工业界的职位相比仍有不小差距。尽管在我还是学生的时候，我们曾有微软、富士施乐和施乐研究中心等真正的研究型企业，在美国这些企业感觉有义务支持学术研究，因为他们希望你能培养出下一位即将加入他们公司的博士。但今天，他们只是在寻找下一个可以挖走的人才。

在中国，我能看到你们的合作更为紧密。首先，我认为中国的研究实验室比美国多，而在美国研究实验室已经开始收缩。即便是微软的西雅图研究院，

现在也很少进行纯粹的研究了，它更多是以产品驱动。但我认为中国的情况不同。欧洲也是如此，企业和学术界联手解决一些非常困难和重要的问题。在那里，企业提供重要的资源，而学术界则贡献人才和创新的解决方案。将这些不同的视角汇聚到一起解决问题至关重要。我认为这在这里可以实现。

徐迎庆教授：对于大学而言，人工智能领域的高昂成本无疑是一个沉重的负担。事实上，高昂的费用和有限的预算使得学术界难以与人工智能的领先企业竞争。因此，目前在人工智能领域中，公司对资源的影响力显著大于学术机构。虽然我个人不认为这种情况会持续太久，并且希望未来有一天能有更多的人才重返学术界，但就目前来看，许多知名教授由于公司能提供更具吸引力的薪酬条件，更倾向于选择加入企业。这是不争的事实。

针对我们年轻学生的未来，您有什么建议吗？
您对他们有何寄语？

Anind K.Dey 教授：对于年轻人来说，加入一家公司，能够在实际工作中对社会、行业和自身产生积极影响的吸引力和经济利益是巨大的。这也是我刚拿到博士学位后所做的选择。我加入了英特尔，但很快就感到失望了。薪水虽好，但我没有自由去从事我想做的研究。因此，我真正渴望的是一个可以自由研究的环境。我希望与学生互动，希望被聪明且充满活力和创造力的年轻人所包围，与他们一同保持对学习和知识的渴望并充满激情。在企业很难找到这样的环境，尽管你很珍视这些东西。虽然并不是每个人最终都必须进入学术界才能实现价值，但对你们中的一些人来说，选择学术界是因为这样你们才能真正追随自己的激情。

公司购买成千上万的 GPU 时，执着的选择学术是一种挑战。我记得是一个听起来很荒谬的数字，比如 30,000 或 300,000 块 GPU。没有哪所大学现在能有 1,000 块 GPU，更不用说未来拥有 10,000 块 GPU 了。在这方面，大学无法与企业竞争。

只要竞争的核心总是围绕着如何拥有更多的 GPU，比如需要更多的 GPU 来构建更大的语言模型、做更多的实验，那么学术界总是会输。相反，学术界更应该关注的是：在特定的规模和 GPU 数量下，最有意义的问题是什么？即使他们拥有无数的 GPU，还是无法解决的问题是什么？我们如何合作解决这些问题？对我来说，这些才是最有趣的问题。如果你有 10,000 个 GPU，并可以处理所有已知的数据，重要的是那种互动和合作，这将是激励你解决这些问题的关键。

然而事实是，当年轻人看到像 Meta 这样的公

Prof. Jeung Jihong（郑址洪） 对话 Prof. Yow Wei Quin

2024 年 5 月 24 日，新加坡科技与设计大学人文、艺术与社会科学系主任兼教授 YOW WEI QUIN 到访清华大学未来实验室，分享了题为“Leveraging Technology to Enhance Engagement of Older Adults in Social Conversations to Mitigate Social Isolation and Loneliness”的主题讲座，并与清华大学未来实验室老龄用户体验及服务设计研究中心主任 Jeung Jihong 郑址洪教授针对老龄化研究、AI 心理学等内容展开对话。

Prof. Jeung Jihong: 非常荣幸邀请到新加坡科技与设计大学人文、艺术与社会科学系主任 YOW WEI QUIN 教授到未来实验室，共同探讨关于人工智能背景下老龄化研究的发展前景。首先，我们知道，您是心理学领域的研究专家，在您看来，机器人或者 AI 是否与心理学研究有关？例如，是否有 AI 心理学说法？

Prof. YOW WEI QUIN: 首先，这个问题很难确定。因为 AI 机器人是由人类设计的，所以任何程序都可以被安装和运行。然而，我们无法预见它们是否会自主进化，就像 ChatGPT 有时会产生幻觉一样。但这些幻觉并不意味着它们拥有独立的思想。我不认为 AI 机器人具备思想。

因此，目前我们不认为有人工智能或机器人心理学，因为它们并非独立存在的个体。争论的焦点在于，你是否认为机器人是一个独立的个体，并能进行独立思考。如果机器人或 AI 能够独立思考，那么就可以讨论其心理学问题。但如果它们不能独立思考，那么所谓的心理学仍然是基于人类心理学的。

Prof. Jeung Jihong: 那你认为百分百不可能吗？

Prof. YOW WEI QUIN: 未来的情况难以预测，因为我们无法确定编程技术将发展到何种程度。然而，根据现有情况来看，如果人工智能和机器人发展出独立的个性，这将是相当令人担忧的，甚至可能像科幻小说中描绘一般，对人类产生威胁。但这种情况发生的可能性目前仍然较低，约为 1%。这 1% 的可能性是否会增加，实际上取决于未来技术的发展和应用情况。

Prof. Jeung Jihong: 尽管我们仅讨论人工智能是否具备思维能力，但人工智能要具备思维能力，至少需要通过训练，这意味着需要大量的数据。然而，获取数据，特别是关于老年人的数据，是一项艰巨的任务。那么，在现阶段，我们如何才能获得更多的数据，以便机器人能够更好地理解我们，从而进行更有效的训练？当前，我们面临的数据匮乏问题使得这一任务更加复杂。我们应如何应对这一挑战，并开发相关技术以弥补这一数据缺口？

Prof. YOW WEI QUIN: 事实上，我认为老年人的数据始终存在，只是我们没有去收集。所以，下一步是收集这些数据。但问题不在于如何收集数据，而在于为什么要收集这些数据。实际上，收集数据并不困难，这就像从年轻人那里收集数据一样。如果你想要文本数据，可以研究人们如何使用微信，查看个人简介；如果需要音频数据，可以查看对话和互动记录。问题是，为什么人们不去收集这些数据。你知道原因吗？

Prof. Jeung Jihong: 我认为，这是一个商业问题。如果我们拥有数据，但这些数据与商业问题相关，那么我们确实面临数据不足的问题。你怎么看？

Prof. YOW WEI QUIN: 所以资金非常重要，对吧？他们没有收集数据的原因在于，大部分时间都希望将钱花在更有用的地方。既然老年人普遍不具备经济能力，为什么要为他们开发产品呢？商业模式是一个因素。但我认为还有一个原因，在于年轻人无法理解老年人的需求，因为他们自己尚未变老。年轻人无法想象老年人的生活状态。人们可能觉得所有事情都和自己的世界观一致，对吧？你不明白为什么有人不能正常行走，不明白为什么老年人总是问同样的问题，也不明白为什么他们不能像你一样轻松地递水瓶。所以，如果你让一个游戏开发者为老年人开发一款游戏，即使你告诉这位年轻的开发者（比如 25 岁）所有需求，他们仍然会挣扎，因为他们会从直觉上依赖自己的感知。因此，困难在于年轻人难以理解老年人的需求，这也导致他们在考虑收集数据时遇到障碍。即使他们获得了数据，他们也不确定如何使用这些数据。

Prof. Jeung Jihong: 你觉得收集儿童和老年人的数据之间有什么区别吗？

Prof. YOW WEI QUIN: 数据的差异很大，这取决于你需要什么类型的数据。对于儿童来说，由于他们的认知功能尚未完全发展，他们可能无法像你预期那般表达自己，因为他们可能还没有形成相关的思考能力。因此，如果你采访他们，他们可能不会给出你想要的答案，因为他们无法清楚地表达自己，或者他们的认知能力还不足以思考这些问题。

当你向不同年龄段的人群提问时，年轻人、老年人、儿童的回答方式会有所不同。因此，收集儿童数据的方法也应区别于收集年轻人数据的方法。你可能需要通过游戏来收集儿童数据，从中获得更多对他们行为的见解。虽然你可以直接提问，但问题需要经过精心设计，以便儿童能够理解和回答。此外，还需考虑儿童的注意力持续时间较短。他们

可能只会集中几分钟，如果感到疲倦或失去兴趣，就会分心或离开。相比之下，年轻人的注意力持续时间较长，他们可以专注完成任务。因此，针对年轻人收集的数据往往更加准确和详细。

例如，当我们进行眼动追踪时，可以采集不同人群的眼动追踪数据。我们对年轻人、儿童和老年人使用的眼动仪有所不同，因此样本大小也有所区别。对于像你们这样的年轻人来说，通常使用 60 赫兹或 120 赫兹的采样率就足够。但对于小孩和老年人，有时需要提高到 300 赫兹，因为他们往往坐立不安或倾向于移动，可能会导致数据追踪不完整。因此，需要使用能够每秒钟收集多帧、更加敏感的眼动追踪器来获取数据，这对于老年人和年轻人都是一样的。通过眼动追踪，不仅可以收集到注视时长和眼动速度等数据，还可以获得瞳孔扩张的信息。虽然儿童可以完成这些测试，但必须确保有吸引他们注意力的内容。对老年人来说，数据收集则更具挑战性，因为他们可能患有白内障等眼部疾病，这会影响瞳孔数据的获取。因此，收集数据面临许多挑战。数据是存在的，但如何收集它们取决于不同年龄组和所需的具体数据类型。

Prof. Jeung Jihong: 确实，很少有人同时研究儿童和老年人，你是这个领域的专家之一，这也是我向你请教的原因。最后还有一个问题。我了解到许多学生对你的研究非常感兴趣，而新加坡与中国有很大不同。新加坡的国土面积较小，但语言和人群非常多样化。那么，在新加坡进行研究时，你是否遇到了一些限制？同时，又有哪些优势？是否有特别的优势或条件？这样一来，我们的研究人员和学生就能更好地理解未来的合作机会。

Prof. YOW WEI QUIN: 是的，这非常有趣。新加坡与中国既有相似之处，也有不同之处。新加坡的优

势在于其多样性。如果研究环境具有多样性，就可以总结出一些潜在适用于中国的原则。例如，新加坡是一个多语言社会，我们使用多种语言。实际上，中国也是如此。虽然普通话是通用语言，但实际上也存在许多方言。我们谈论中国时，通常只考虑中文，但与老年人交流时，会发现他们使用许多方言，这在形式上与新加坡相似。

此外，新加坡拥有不同的文化群体，如华人、马来人和印度人。我们可以研究从华人群体中得出的某些结论是否也适用于新加坡的马来人和泰米尔人，再扩展到其他国家。例如，马来人的家庭联系比华人更为紧密。在新加坡，很多华人的子女搬出与父母分开居住，虽然他们会回家探望和照顾父母，但家庭规模确实不同。华人家庭可能只有一个或两个孩子，甚至没有孩子，而马来人家庭有时有五到八个孩子，因此家庭结构差异很大。

当然，语言本身也不同。中文是表意文字，而马来语更类似于英语，类似于西班牙语和英语的关系，比法语与英语的关系更近。因此，从新加坡总结出的一些原则可能适用于其他地方，但需要注意的是，这些原则不能直接应用。你需要了解差异，理解在新加坡有效的是什麼，并与自己的环境进行比较，接着再思考如何关联。有些原则可以应用，但有些可能不适合。

另外，我想补充一些关于儿童和老年人的内容。我提到这个话题是因为我最初的研究对象是儿童，选择儿童作为研究对象有时会更容易。由于儿童年龄小，例如三岁的孩子只有三年的生活经历，因此很容易理解他们的背景。他们上哪所学校？读过什么书？与谁互动？而与 70 岁的老人交谈时，他们有着 70 年的丰富经历。他们可能在中国生活过三年，在新加坡生活过五年，在美国生活过十年，后面又回到中国。实际上所有这些经历共同塑造了他们的个性。因此，老年人的异质性很强，但我认为这种

复杂性非常有趣。所以，当我们谈论人际关系时，观察从年轻人到老年人的变化真的非常引人入胜。

Prof. Jeung Jihong: 是的，非常感谢您此次来分享交流，与我们深入探讨了儿童和老年人的研究可能性，以及如何共同合作并开发一种面向老年人的对话提问技术。期待将来能够通过定期联合研讨会、访问等多种形式，进行更深度的交流。

Prof. Jeung Jihong will share her research on the effectiveness of the technology in reducing social isolation in older adults.

三才堂写字楼611

05.23 15:00
/ 16:30(周四 Thu.)



Prof. W. Quin Yow

Dr Yow Wei Quin obtained her PhD (Psychology), MA (Psychology) and MSc (Statistics) from Stanford University, USA. She also received her MBA (Strategic Development) from Nanyang Technological University and BSocSc. (Honors in Psychology) from National University of Singapore. She has published more than 80 peer-refereed papers, conference proceedings and book chapters in top-tiered journals and conferences such as Developmental Science, Child Development, Journal of Gerontology Series B, Bilingualism: Language & Cognition, Innovation in Aging, Frontiers in Psychology, Cognitive Science Society, etc., in the area of social cognition, bilingualism, education, technology and aging.

科研 · 合作 · 交流

Research · Cooperation · Communication

展示和分享未来实验室最新的科研成果、合作项目和学术交流活动，促进知识的传播与合作的深化。介绍我们最新的研究进展、创新发现和学术论文，分享国内外科研机构、企业和高校之间的合作，通过学术会议、论坛和研讨会交流学术思想，激发创新灵感。

1月5日

苏州市常委、昆山市委书记周伟一行来到清华大学未来实验室访问交流。



1月19日

清华大学未来实验室空间与媒体组举办的可持续城市 x 新技术工作营圆满落幕。入围学员们的学科背景涵盖建筑设计、城市规划、数字媒体、视觉传达、交互设计等多个领域。



1月23日

上海交通大学电子信息与电气工程学院长聘副教授、感知科学与工程学院副院长、纳米技术与应用国家工程研究中心副所长金涵来访未来实验室，并作题为《高精度小型化传感器的研究与应用》学术报告。

3月1日

意大利博洛尼亚大学的 Nicholas Fantuzzi 教授和圣马力诺共和国圣马力诺大学的 Michele Bacciocchi 教授来到清华大学未来实验室访问交流，并带来了主题为“复合材料结构的研究”的讲座。



1月24日

“低碳行动，创造未来”创新学习体验活动在清华大学未来实验室成功举行。

基于清华大学终身学习实验室的特色研究领域和创新学习体验设计，与欧美同学基金会合作，在活动中设立环境可持续发展挑战任务，通过课程讲座、导师指导和小组合作等创新形式进行模拟练习和成果展示。



3月6日

北京市隆福医院院长彭堃、副院长赵世初一行人来访清华大学未来实验室进行参观交流。清华大学未来实验室首席研究员、老龄用户体验及服务设计研究中心（简称：Aex）主任郑址洪（Jeung Jihong）教授、实验室博士后贾艳红、博士生刘明惠等出席参加。此次交流旨在对老龄化产学研结合方向提供新视野、创造新机会。

3月21日

加州大学洛杉矶分校人机交互实验室的博士生刘星宇来到未来实验室参观交流，并带来了主题为“Empowering Humans with AI in a Multimodal World.”的学术交流汇报。



3月22日

清华大学未来实验室主任徐迎庆教授，助理研究员付心仪博士，清华大学美术学院/未来实验室博士生王韞等师生参加2024年厦门国际设计艺术周展览。参与作品有“对话达芬奇”、“幻游敦煌宇：VR敦煌壁画复原体验”和“Vortex陶瓷触觉音乐播放器”。



3月29日

清华大学终身学习实验室联合日本东北大学、清华大学教育研究院、地球系统科学系、建筑系等院系共同召开“创新学习体验设计国际研讨会 --- 基于环境可持续发展教育视角”。



会上，清华大学终身学习实验室科研团队与清华大学-日本东北大学合作研究项目组，围绕环境可持续教育视角下的创新学习体验设计进行交流、分享和讨论。

4月12日

西北工业大学软件学院助理教授、计算机学院博士后赵凯星来到未来实验室参观交流，并作题为“普适人机交互及其在“三航”领域的应用”学术交流汇报。

4月15日

美国华盛顿大学（西雅图）信息学院的教授和院长，也是该校艾伦计算机科学与工程学院和以人为本的设计与工程系的教授 Anind Dey 教授来到未来实验室参观交流，并作学术交流汇报。

4 月 18 日

清华大学未来实验室首席研究员、感知与意识研究中心主任唐克扬教授及空间与媒体设计研究组群成员韩坤彤及未来实验室院友王濛作为作者撰写的”有形扩散：探索通过有形元素和人工智能生成模型在艺术与设计教育中生成艺术品“发表于《TEI '24：第十八届国际有形、嵌入式和嵌入式交互大会》，并获 ACM 最佳论文提名。



4 月 26 日

清华大学 113 周年校庆前夕，澳门青创国际集团董事长何敬麟及广州开发区党工委副书记王大通一行访问清华大学，清华大学副校长杨斌在工字厅会见来宾。



清华大学（未来实验室）、清华珠三角研究院、广州黄埔区人民政府及澳门青创国际集团有限公司共同签署未来设计创新合作协议。广州开发区党工委委员、副书记王大通，清华大学未来实验室主任徐迎庆，清华珠三角研究院常务副院长、粤港澳大湾区国家技术创新中心副主任王德保，澳门青创国际集团董事长何敬麟出席签约仪式，签约仪式由清华大学未来实验室副主任乐恢榕主持。



4 月 27 日

福州大学化学学院陈秋水教授来实验室访问交流，并做“基于纳米闪烁体的 X 射线成像分析研究”的学术报告。

5 月 10 日

老龄社会 30 人论坛轮值主席田兰宁带领老龄社会 30 人论坛 & 盘古智库老龄社会研究院(简称：“老龄论坛 & 研究院”)代表团到访清华大学未来实验室。

5 月 23 日

新加坡科技与设计大学人文、艺术与社会科学系主任兼教授 YOW WEI QUIN 来访清华大学未来实验室，分享了主题讲座。

5月29日

加拿大西蒙·弗雷泽大学计算机科学副教授兼可视化计算主席 Xing-Dong Yang 来到未来实验室访问交流，并作题为“From Device to Material: How to Create a Smart Physical World at a Massive Scale?”学术讲座。

6月1日

为了庆祝“六一儿童节”和“国际玩乐日”（起源：自2024年起，联合国将每年的6月11日设立为“国际玩乐日”，提倡尊重和保护儿童们玩乐的权利），清华大学未来实验室与清华大学科研院联合举办六一特别活动。



6月7日

清华大学未来实验室自然用户体验设计研究组群举办智能触觉织物交互工作坊，共同学习和交流了各种技术及其设计。探索织物与触觉结合的可能性，并研究多种触觉材料与织物的结合方式，探索可编程织物材料在当前和未来的使用优势。



6月12日

由清华大学（未来实验室）、清华珠三角研究院、广州黄埔区人民政府及澳门青创国际集团有限公司共建的清华珠三角研究院未来设计创新中心（以下简称：未来设计创新中心）在广州市黄埔区澳门青年人创新部落（知识城）举办揭牌仪式。



6月21日

北京市科学技术协会智库项目“新型人工智能背景下的创新与社会发展新模式研究”系列沙龙在清华大学未来实验室成功举行。

本次沙龙是北京市科学技术协会智库项目“新型人工智能背景下的创新与社会发展新模式研究”系列沙龙活动，聚焦交叉学科人才培养话题，旨在通过聚集不同学科领域的专家和学者，共同分享和探讨人工智能时代跨学科研究和人才培养的经验与成果，促进不同学科之间的交流与合作，从而推动创新和进步。

6月22日

“清华首届企业家日”由清华企业家协会（TEEC）主办，清华大学教育基金会协办的“AI 领航 创新无界”首个清华企业家日（TEEC Day）系列活动在清华园内举行。



首个 TEEC Day 由“AI 时代：机遇与责任”论坛、“创新 +Bridge”论坛、“荷塘夜话：企业家之夜”、创新创业教育座谈会、前沿科学实验室参观等组成。清华大学未来实验室助理研究员、气味检测与嗅觉计算研究组负责人路奇，未来材料设计研究中心博士后王凯宝出席并汇报。

6月27日

天津美术学院刘姝铭教授来实验室交流访问，并带来“当代艺术语境下 AI 生成的实验与实践”主题分享。



7月1日

清华大学终身学习实验室举办““低碳未来、少年先行”水资源节约利用创新学习体验活动基于清华大学终身学习实验室的特色研究领域和创新学习体验设计。



在活动中设立环境可持续发展挑战任务，面向参加活动的中学生，通过课程讲座、导师指导和小组合作等创新形式进行模拟练习和成果展示。活动立足于人才培养，致力于探索培养跨学科、创新型、具有国际视野和综合能力强的人才，并探索设计适合此类人才成长的培养方案。

7月3日

我单位博士后蔡洪东申请的《原位电化学辅助激光溅射沉积调控 La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3-δ} 薄膜表面结构与氧还原机理研究》项目入选中国博士后科学基金第 75 批面上资助；博士后张珂嘉申请的《基于认知神经科学的视听内容共情效果评估与预测方法研究》项目入选中国博士后科学基金会第 75 批面上资助、国家资助博士后研究人员计划（B、C 档）B 档；博士后崔强申请的《面向机械臂金属 3D 打印的设计制造一体化研究》项目入选 2024 年中国博士后科学基金第 17 批特别资助。

7月4日-7日

我单位的客座教授、终身学习实验室研究主管伍珍教授课题组参加中国心理学会决策心理学专业委员会第五届学术年会。并完成口头报告《社会和情绪反馈对第三方惩罚的影响》。

8月5日-9日

我单位的客座教授、终身学习实验室研究主管伍珍教授出席第27届跨文化心理学国际会议并做报告。

8月23日

我单位博士后耿超亮申请的《基于质子传导薄膜电极探究酸碱性对电极表面氧还原活性影响机制》项目、博士后李明超申请的《基于多模态视网膜影像的自闭症脑眼协同分析》项目入选国家自然科学基金青年基金项目。

8月26日

北京市科学技术协会智库项目“新型人工智能背景下的创新与社会发展新模式研究”系列沙龙活动在清华大学未来实验室成功举行。

通过聚焦技术创新社会发展的话题，旨在通过聚集不同学科领域的专家和从业者，共同分享和探讨新型人工智能时代的学术研究范式与应用实践，以期促进学界和业界的深度交流合作，从而有效推动社会更进一步的创新和变革。

9月3日

陈迪老师团队邀请韩国首尔国立大学 (SNU) 化学系 Jongwoo Lim 副教授举办学术交流分享会。

会议中 Jongwoo Lim 副教授介绍了他们团队开发的原位表征技术，该技术能够监测锂离子在电池颗粒和电极中的运动。通过实验获得的洞察确定了循环滞后的根源，并引导其开发出在高倍率运行时抵消动态相分离的电化学协议。

9月6日

我单位未来材料设计研究中心主任乐恢榕教授及博士后王凯宝参加第27届国际复合材料与结构会议 (ICCS27) 并做汇报。



ICCS27 27th International Conference on Composite Structures

School of Engineering and Architecture
Ravenna Campus of University of Bologna, Italy
3-6 September 2024

校友风采 Alumni Profiles

展示实验室校友们在各自领域中的卓越表现与独特经历，记录他们从校园走向社会的成长历程，分享他们在事业、学术和生活中的点滴感悟与经验。在创业、科研、文化传播等社会工作中，校友们在不同的舞台上展现着他们的风采。

本期校友——彭宇 以自己喜欢的方式过一生

文 / 彭宇



彭宇博士，本科就读于北京邮电大学信息与通信工程学院，通信工程专业，获工学学士学位。研究生就读于清华大学美术学院，信息艺术设计系（交叉方向），获艺术学硕士和博士学位，并在未来实验室进行项目研究工作。目前就职于湖南大学设计艺术学院，担任助理教授职位。主要研究方向为机器人交互、数字教育技术、智能体行为理解与设计等。

如果只能用一个词来统筹此前三十年的人生，那我想“从心所欲”定然是其中最为恰当的选项。

从小我就是个挺有主见的人，迄今生活里的每个关键节点，我都在任性地去往内心偏爱的方向，罔顾他人谏言。然而，细细思索，伫立无数命运分叉的十字路口，真正定义未来轨迹的时刻，于2015年的某个夏日悄然而至。那是在美院 B430 和徐老师的第一次会面，这次短暂但深刻的交流让我了解到信息艺术设计交叉学科专业，了解到 x-studio（未来实验室前身）。被实验室前沿有趣的研究工作和自由探索的学术氛围所吸引，我毅然决定挑战新的人生课题——跨学科读研。

未知的事物总是让人着迷，但新鲜感褪去，随之而来的是自我怀疑和前途怅惘。我想做什么，能做什么，价值与意义，这些拷问贯穿于硕博求学阶段始终，使我惶惶不可终日。幸运的是，有实验室这一方乐土供予我攀附的支架和源源不断的养料。徐老师从不拘泥于学科界限，他坚信现实世界中真正的科学问题并不存在学科归属，并鼓励我们勇敢向真问题、真研究进发，去做自己发自内心喜欢且能长久坚持的事情。不应惧怕失败，因为它是 99% 研究工作的必经之路，而当失败不可避免时，失败也是伟大的。回溯往昔，老师们的言传身教，师兄师姐的经验榜样，同窗好友的嬉笑怒骂，是科研孤途上最为悦耳的奏鸣，激我热烈坚毅，伴我平静好眠。

在人生这片旷野，我曾困惑犹疑于命运的无数可能性。本以为每个人终将温和地走进那良夜，可从心所欲的选择，与恰逢其会的相遇，让我找到了自己真正热爱且愿意为之奋斗一生的事业。尽管科研多数时候带来的是孤独痛苦，与否定怀疑，片刻的欢愉仿若镜中月，水中花。但人类对知识的永恒追求所带来的极致满足，在此间才能够真正具像化。“矛盾对立寂灭之处，即是涅槃。”

现如今我是湖南大学设计艺术学院的一名青年教师，继续从事我喜欢的研究工作，做对社会和国家有贡献的学问。同时，也要承担起传道、授业、解惑的职责。我想，正如我在实验室所见所闻所感，真正的导师，不是自命不凡，不是摧残，而是说明和创造，帮助别人走他自己的路，而不是导师本人的路。未来，希望能够引导更多学生生长出对科研的热情与爱，即使面向荒唐绝境，也能奋力撰写独属于自己的生命乐章。

道阻且长，我走得很慢，但我从不后退。唯有热爱，可抵岁月漫长。

本期校友——张为威 在数字世界的温情与尊严中寻找答案

文 / 张为威



张为威 博士
北京邮电大学 讲师
清华大学 博士
zhangww@bupt.edu.cn

人机交互；无障碍设计；
老龄化健康与福祉

专业背景

- 设计学 (博士)**
老龄化体验设计/人机交互
 - 用设计学和心理学等方法研究老年群体使用智能设备的体验设计提升；
 - 人机交互中的无障碍设计
- 心理学 (硕士)**
空间认知/虚拟现实/感官营销
 - 用虚拟现实技术研究人的空间认知和寻路行为
 - 在虚拟现实空间中的多模态的感官一致性
- 计算机科学与技术 (学士)**
 - 计算机基础/游戏美术开发
 - 游戏美术制作流程
 - 游戏交互引擎应用

研究方向

专注于**长寿社会**中的**创新设计**，以及老年人在数字社会中**健康与福祉**的研究。研究方向包括但不限于：

- 设计支持老年人身体和心理健康的数字技术，如智能家居健康监测产品或平台，提供情感支持的社交机器人等；
- 围绕智能家居和智慧出行等场景，提供设计服务以便老年人能够独立且自主地使用数字技术，提升他们的生活幸福感和尊严感。

Innovation Design for Longevity Lab

图1 张为威的简介与研究方向

在攻读博士学位期间，我有幸加入了老龄用户体验及服务系统设计研究中心（AeX），成为 Jeung Jihong（郑址洪）教授团队的一员。我的研究聚焦于为老龄化社会设计、人机交互与无障碍设计领域，致力于探索长寿社会中的创新设计理念，特别是关注如何提升老年人的

健康与福祉。

我的博士研究课题，是围绕“如何在数字社会中赋予老年人更多尊严”这一核心问题展开的。旨在设计出既符合老年人使用习惯又能够激发他们积极参与社会活动的产品，这些设计在满足功能需求的同时，更重视老年人的情感体验，鼓励他们在这个快速变化的数字世界中，可以享受科技带来的便利与乐趣。

2019年在我刚入学的时候，人口老龄化尚未成为社会的主要关注焦点。然而，在郑教授的启发下，我满怀激情地投身于为老龄化而设计的研究领域，立志要有所作为。然而，起



图2 张为威与导师郑址洪教授

步之初我便遇到了重重挑战。让我印象深刻的是，在调研过程中，许多老年人并不愿意敞开心扉，分享他们在生活中遇到的困难。这种隔阂让我们难以触及他们的真实需求。在反复尝试与反思后，我将参与式设计和场景设计相融合，赋予老年受访者“专家”的角色，鼓励他们分享见解。这一策略提升了他们的参与度，也让我们深刻洞察了老年人的真实需求。基于这些经验，我进一步发展了“参与式场景”设计方法，为设计师们提供了实用的参考。

在参与老年人使用智能家居跌倒检测摄像头项目的时候，我使用这样的方式邀请老年人参加设计研究活动。其中一位参与者的发言让我印象深刻，他说希望这些“智能产品能够有礼貌”，这句看似简单的话语，却在我心中激起了层层涟漪。我开始深思，他所说的“礼貌”是否意味着在与数字技术互动时感受到的“尊重”缺失。这一思考促使我将体验设计的重心转移到了“尊严感”上。最终，这两个观点成为了我毕业论文的支柱，深刻影响了我对于设计、技术和人文关怀的理解。

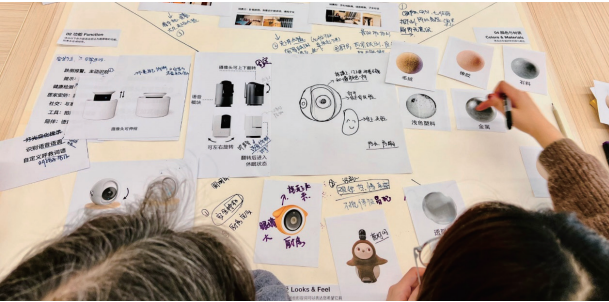


图3 与老年人一起举行参与式设计工作坊

每年，AeX 中心都会举办专注于老龄化设计的学术盛会，汇聚众多学者和行业专家，共同探讨研究成果和行业的前沿趋势。在过去五年的论坛中，我有幸结识了许多对老龄化问题有深刻见解的专家和组织，这些交流经历极大地丰富了我的视野。我最大的收获是认识到，在研究领域，找到自己真正热爱的方向至关重要。

要。只有当我们对某个领域充满热情时，才能深入挖掘并解决其中的“真正的问题”。未来，我将一如既往的遵循学校的期望，立大志上舞台，为构建更加友好和包容的长寿社会贡献自己的智慧与力量。



图4 历年举办的学术会议

随着这段学术旅程的圆满结束，我站在新的起点上，满怀感激地回望过去，感谢实验室提供了无与伦比的学科交叉环境和平台。在这里，不同领域的知识与思想交织碰撞，激发了我无限的想象力和创造力。

还要特别感谢那些在学术道路上给予我无私支持和指导的老师，感谢我的导师郑教授，在我科研迷茫和焦虑的时候给我莫大的精神鼓励。感谢徐迎庆教授，引导我走向了技术与艺术结合的交叉学科的道路，徐老师的科研精神和态度是我终身学习的榜样。感谢米海鹏老师、乐恢榕老师、师丹青老师和唐克扬老师等实验室的老师们在读书期间对我的支持与帮助。感谢那些与我共同奋斗的同门们，在实验室的日日夜夜，我们一起探讨问题，分享想法，相互激励，共同成长。

作为一名从实验室走出的学生，我将铭记师长的教诲，把所学的知识化作实践的力量，心怀美好，矢志不渝地在科研的道路上前行。我希望为社会的发展和人类知识的积累添上自己的力量，在这条充满未知与希望的旅程中，始终保持初心，用热忱点亮每一步前行的路。



从 0 到 1 寻突破，1 到 100 求完美

先完成、再完美

Done Is Better Than Perfect

天马行空想问题 脚踏实地做事情

追求的不是“结果的平等”

而是“机会的平等”



声明

本册只用于学术交流及宣传使用，而非商业用途。

研究课题及相关内容所版权归清华大学未来实验室所有，最终解释权归清华大学未来实验室所有。



清华大学未来实验室

The Future Laboratory, Tsinghua University



公众号



官网

邮箱 :futurelab@mail.tsinghua.edu.cn

电话 :+86 10-62785127

地址 :北京市海淀区三才堂写字楼