

中国工程院院士赵沁平：

虚拟现实技术呈螺旋上升式发展

本报记者 刘晶

11月12日，在江西南昌召开的2022世界VR产业大会上，同期举办了《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划（2022—2026年）》（以下简称《行动计划》）政策宣贯会，中国工程院院士赵沁平在会上从技术角度对行动计划进行解读，并分析了虚拟现实的发展趋势。

虚拟现实是仿真的最新境界

“有人问虚拟现实和仿真有什么区别?我认为两者的目标没有区别。”赵沁平解释说，用人工手段模拟现实世界为人类所用自古以来就是人类追求的目标。早期的模拟是实物仿真，例如古人陪葬用的陶俑、草船借箭中的稻草人等。实物仿真最早主要模拟目标对象的外形外观，后来出现的“实材+机电”类仿真可以模拟目标对象的某些物理特性，例如用于培训医护人员如何抢救窒息患者的仿真人体。随着计算机技术的发展，又出现了计算仿真，主要模拟某些工业生产过程和装备操作，如飞机驾驶模拟器等。再后来，随着高性能计算，特别是图形学和自然人机交互的发展，出现了虚拟现实技术。虚拟现实是人类在模拟仿真现实世界方面达到的最新境界，不同阶段的仿真技术进步可以实现各领域不同的应用目标，带来不同的体验效果和经济、社会效益。

赵沁平举例说，在医学领域，模拟仿真人体进行医学教育和医学研究一直是人类追求的目标。早在2000多年前的西汉早期就有人体经脉木模型，后来出现“实材+机



电”人体，可用于示教、按摩、窒息抢救等实操训练。虚拟现实技术的发展催生出虚拟人体，也就是医用数字人，可以用于示教、手术操作、手术规划、预演、方案评价等，甚至药物实验都可以在医用数字人体上进行，全方位支持医学发展。

虚拟现实是典型的交叉学科，是广谱技术领域，包括近眼显示、渲染计算、内容制作、感知交互、网络传输等。赵沁平表示，这些虚拟现实技术会在一定程度上对现有技术 and 应用带来颠覆性影响，例如突破二维显示，实现各种机制的三维显示；突破键盘鼠标的传统输入方式，实现手、眼、行协调的人景自然交互；突破固定屏幕显示，实现眼镜

式自由观看；突破时空局限，使体验者沉浸在历史或未来、宏观或微观的逼真虚拟环境中；会为各行业带来新的发展契机，产生新的产品形态和服务模式，实现产业升级或换代；会成为新媒体形态、新互联网人口和新社交环境。

技术创新、内容研发、产业生态亟须突破

赵沁平表示，虚拟现实在工业制造、航空航天、国防军事、公共安全、医疗卫生、教育培训、智慧城市、文化旅游、融合媒体、体

育健康、商贸创意、演艺娱乐等众多行业 and 大众生活领域得到广泛应用，推动行业升级换代，形成新的大众消费体验和领域。

“虚拟现实技术从20世纪60年代开始出现，此后一直呈现出螺旋式发展特点，每螺旋上升一圈就会有相应的虚拟现实应用和产业涌现，这也是所有新兴技术产业发展的必然过程，抢占新兴产业的起点再不断向技术原始创新前移。这就需要行业企业，特别是头部企业加大技术研发投入，产学研用结合，坚持不懈，逐步突破，并抓住每一段发展机遇。”赵沁平说。

目前，虚拟现实产业在技术创新、内容研发、产业生态三个方面仍然亟须突破。在技术创新方面，全行业对虚拟现实技术系统性的科研不足。具体表现为技术研发单点改进多、系统性突破少；应用研发多，基础性创新少；娱乐性应用多，战略性行业应用少；视觉展示体验多，交互式体验少，且交互层次浅。在内容研发方面，优质的虚拟现实内容缺乏、产出量少、频度不够，内容质量与硬件性能不匹配，市场规模受影响。需要更优质、更丰富的内容来提升用户体验，特别是在大众消费领域。在产业生态方面，尽管很多企业产业链中的薄弱环节进行了“强链”行动，但全国虚拟现实产业链协同创新机制尚需进一步形成。

虚拟现实2.0需要更强的智能化、互通性和演变性

赵沁平指出，目前，虚拟现实有三大特征：沉浸感、交互性、构想性，这是虚拟现实1.0阶段。随着虚拟现实应用领域的不断扩展和深化，特别是数字孪生和互联网应用3.0的

发展对虚拟现实技术提出了一系列新的创新需求，从而推动虚拟现实产业进入2.0阶段。

数字孪生是采用虚拟现实技术构建物理实体的虚拟对象，并在虚实之间建立双向数据通道。虚拟对象依据物理对象的历史数据和现实状态实时或及时地进行相应的数据更新演化，同时利用自身的运行状态数据对物理对象的全生命周期进行实时或及时的预测、监控。

互联网应用正经历第三次蜕变。第一代互联网的连接对象是电脑，其应用范围主要是社交和市场营销；第二代互联网应用是物联网，连接对象是万物，其应用范围扩展至各类生产和生活服务；第三代互联网应用是数字孪生，其将实物空间与虚拟空间融合，成为一种虚实混合空间，将物联网发展成为新一代虚实融合网，也就是互联网3.0，从而大幅度提升各行业、各领域的生产和服务运行效能。

对于虚拟现实未来的发展将呈现哪些特点，赵沁平分析称，如今，只具有沉浸感、交互性、构想性的虚拟现实1.0难以胜任当今社会的发展需求，必须创新发展为具有“5IE”特征的虚拟现实2.0。所谓5IE，就是不仅要满足沉浸感、交互性、构想性，还要具备智能化、互通性和演变性。智能化包括智能对象及其智能行为建模、人机交互智能化与智能化体身的交互以及内容生产的智能化。互通性是虚拟对象/环境和对应的真实对象/环境的多模态数据互通。演变性是虚拟对象模型随着物理对象的形态和状态变化实时或及时地进行同变，生命体和时变体模型可依据相应规律自行演化。“实现这些发展特点需要经历一系列技术原始创新，使技术不断迭代发展，推动虚拟现实应用、产业和互联网3.0不断前行。”赵沁平说。

医用数字人论坛：虚拟现实技术支撑医疗创新发展

本报记者 许子皓

11月12日—13日，由工业和信息化部、江西省人民政府共同主办的2022世界VR产业大会在江西南昌召开。作为大会亮点活动之一，由虚拟现实技术与系统全国重点实验室和鹏城实验室承办的世界VR产业大会暨医用数字人论坛同期举行。本次论坛的主题为《聚焦医用数字人体 支撑医疗创新发展》，论坛由中国工程院院士赵沁平担任主持人，中国工程院院士张运、戴琼海、刘良分别发表演讲，与国内外专家学者、龙头企业管理者共同研讨虚拟生理人体 的发展方略，明确“VR+医疗”产学研创新方向，推动相关成果落地转化应用，助力区域经济社会发展。

本次论坛聚焦虚拟生理人体多尺度智能混合建模及其医用可交互自主演化仿真方面的共性科学问题，围绕医疗数据获取与处理、个性化精准诊疗、新型医疗器械和新药研发等领域，启迪科学思想、凝聚专家共识、谋划产业发展，促进虚拟生理人体多学科交叉研究与应用要素的汇聚，探寻新概念信息技术支撑途径，推动“VR+医疗”产业新技术、新模式、新业态的创新 发展。

国家自然科学基金委信息科学部常务副主任刘克在致辞中表示，随着虚拟现实、人工智能等信息技术与医学、生命科学等学科交叉融合的不断深入，构建医用数字人体，解密人体疾病的产生与演化，并开展精准诊疗，正在成为医工交叉领域的前沿热点。

江西省卫健委巡视员曾传美在致辞中预测，未来5到10年，医用数字人体的仿真和建模将为生命科学和医药领域带来史无前例的颠覆性发展，医用数字人体正成为未来个性化医疗健康的重要基石。

中国工程院院士、清华大学教授戴琼海表示，元宇宙是人类未来的数字化生活方式，由Web3.0、可穿戴设备、区块链、XR、5G等多项新兴技术交叉融合，共同描绘出元宇宙雏形，并由感知、计算、重构、交互和协同五大基础领域构建了元宇宙的完整技术体系。戴琼海指出，元宇宙最重要的关键技术体现在五个层面：一是感知（多模态感知融合），即元宇宙的物理基础；二是计算（强算力全时智能），即元宇宙的核心动力；三是重构（物质与意识统一），即元宇宙的构建方式；四是协同（无时无刻不链接），即元宇宙的链接协作；五是交互（全感觉沉浸交互），即元宇宙的虚实融合。未来元宇宙世界是在感知、计算、重构、协同和交互这五个方面的关键技术共同提升下构建更完整的。

首都医科大学附属北京友谊医院副院长、首都医科大学教授王振常表示，人体数字



孪生是多模式构建、多维度的感知，在医学角度主要从三个方面去构建孪生体：一是解剖方面的数字孪生，是基于解剖断面数字化进行的数字人体孪生和构建；二是基于影像的孪生体，使用影像学进行人体孪生，然后针对靶器官生物信息和数据进行分析；三是描绘数字空间下人体生理健康状态的数字孪生。“希望通过多学科交叉共同助推发展人体数字孪生，实现常见重大疾病少发病、晚发病、不发病，为健康中国作出贡献。”

中国工程院院士、澳门科技大学前校长刘良表示，第一次世界科技革命是蒸汽机，第二次是发电机，第三次是互联网，第四次是系统生物学技术，第五次是人工智能、电子信息技术。刘良表示，现在需要将第四次和第五次科技革命的成果相融合，驱动前沿生命科学和人工智能技术的融合创新。在生命科学领域有三化，一是数字化，包括基于电子计算机开展细胞功能数字化、疾病机理数字化、药物作用机制数字化、病人数字化等，涉及生命科学、医学、中医药等方面面；二是智能化，以类脑研究为代表，整合形成疾病数据库，打造智能化诊疗系统；三是工程化，中医药方面的工程化技术非常重要，如果工程化的技术实现人机交互对话，这将是一个巨大的飞跃。

刘良指出，中医学有三个更加需要集

成应用多学科先进技术与方法，开展融合创新研究的方面。一是技术，中医药只有通过多学科的先进技术开展融合创新，才能够取得研究的突破，甚至临床治疗疾病；二是以中医药为主体的多学科结合创新型人才；三是基于“BT+IT”为核心的融合创新技术解析中医药的复杂原理，中医药数字化必须以多学科高新技术为支撑，建立数字化、工程化、智能化以及精准中医药个体化诊疗系统，使传统中医药取得突破性发展，并为世界医学和人类健康做贡献。

北京理工大学教授王涌天表示，科技改变着我们的日常生活，也推动着现代医学的进步，为临床医学诊疗带来巨大变革。目前临床科学面临三大挑战，一是成像质量差，图像对比度低；二是精准定位难，术野受限，重要组织不可见，导致治疗严重依赖经验；三是空间信息少，引导图像缺乏三维空间信息。王涌天指出，增强现实是精准诊疗的有效途径，需要构建技术体系，突破关键技术，建立开放平台，研制应用系统，最终形成转化平台，提高治疗效果，从而实现增强现实手术导航的普及推广应用，并促进产业发展。

上海交通大学Med-X研究院副院长顾力栩表示，智能化的医疗时代为临床医学带来了巨大变革，像医学影像导航、人工

智能、增强现实、虚拟现实等技术快速发展和融合，颠覆了传统医疗行业，诞生了医疗机器人这一崭新领域，也被称为智能技术的集成展示结晶体。因此，医疗技术正在迅猛变革，冲向微创化、精准化、智能化和自动化的新时代。顾力栩介绍道，腹腔镜手术机器人作为手术机器人的代表产品，可以在体表开多孔，在内窥镜直视引导下，用机械手进行胸腹部手术，应用于普外科、消化科、胸外科、泌尿外科、妇科等领域的手术，临床价值极大，扩展了手术医生的眼和手，提升了手术稳定性和准确性，节省了医生的体力，降低了患者的创伤。

哈尔滨工业大学计算机学院感知计算中心主任王宽全表示，虚拟生理心脏技术另辟蹊径，利用医学、数学、计算机科学等多学科建立心脏生理、病理的计算模型。从微观分子尺度到宏观心脏器官尺度，通过计算机仿真研究心脏的生理活动规律及致病机理，为心脏疾病的预防与诊断提供坚实的理论基础和技术支撑。王宽全指出，虚拟生理心脏技术是生命科学领域的一个重要前沿研究方向，虽然国内发展相对滞后，但也是国家的重大需求之一。

在虚拟心脏建模方面，需要从离子通道模型到细胞模型再到组织模型，建立从微观到宏观的模型仿真。但由于心肌细胞の数

量巨大，导致仿真的运算量非常大，所以需要使用巨型计算机加快运算速度。并且，真正有价值的模型需要将所有实验数据进行验证，得到符合生物试验的结果。这些模型仿真可以用来解决心脏疾病方面以及药物筛选评估方面的问题，有助于虚拟手术、心率先不齐等方面的研究。王宽全认为，未来“虚拟生理人体”需要更加个性化的建模方法和技术探索。要把握信息技术革命的契机，在人工智能技术和信息科技高速发展的大背景下，组建具有国际影响力的中国虚拟人体团队，做出具有国际影响力的虚拟人体研究。

南昌大学第二附属医院副院长宋莉表示，VR与传统产业的融合创新可以促进跨行业的深度融合发展，从而创造出许多创新的产品和解决方案，解决许多传统产业中存在的问题。虚拟经济与实体经济的结合满足用户不断进化中的应用需求，未来VR与产业的融和创新有着非常广阔的应用前景。宋莉预测，未来的虚拟现实技术在口腔医学方面的发展趋势主要有5点：一是视觉效果更逼真，有高度沉浸的虚拟环境，高度真实的口腔组织和丰富多样的显示方式；二是模拟类型更复杂丰富；三是交互更自然；四是手术机器人更先进；五是产学研进一步深度融合。

北京航空航天大学虚拟现实/增强现实国家工程实验室主任郝爱民表示，医用数字人是指专门面向医学应用场景而构建的数字人，既包括虚拟患者，也包括健康人，具体可分为问诊数字人、影像数字人、手术数字人、组学数字人、病/药理实验数字人等。

郝爱民表示，虚拟患者是在电脑里模拟的数字化病人，它能够彻底改变医学。郝爱民指出，医用数字人发展恰逢其时，在技术发展、政策支持、需求牵引等多方面处于重要发展机遇期。这既是机遇，也是挑战。医用数字人是数字人与数字医疗在医疗健康领域的技术集成和产业落地，而数字医疗是“健康中国”战略的基础和保障。为发展高水平数字医疗，医用数字人将有助于我国突破高水平医生培养难、手术预演评估难、药物研发难这三大瓶颈。郝爱民表示，医用数字人对人体解剖、手术训练、规划预演与术中导航都有十分重大的意义，医生可以不在真人身上练手，可以在数字化的病人身上反复练习，提高技能。

在新药、新医疗器械的转化医学研究方面，基于虚拟人体可以对病理和药物的作用进行研究，并进行药物虚拟临床试验，能够模拟不同患者群体的给药剂量，预测毒副作用，加速新医药的使用和推广等，并可多模态医学成像、手术机器人、微创精准手术等相关医疗器械研发提供新概念实验靶场。