

未来产业面面观 ⑥

发展未来健康 共筑健康未来

潘旭涛 杨林娜

脑机接口实现“意念写字”，小小芯片内藏“数字生命”，“AI大夫”经常“出差”问诊……未来健康产业应用场景丰富、发展前景广阔。近年来，中国积极部署未来健康产业新赛道。细胞和基因技术、合成生物等前沿技术加快产业化，元宇宙、人工智能等技术持续赋能新型医疗服务，融合数字孪生、脑机交互等先进技术的高端医疗装备和健康用品陆续投入市场。

细胞和基因技术、合成生物等前沿技术加快产业化，元宇宙、人工智能等技术持续赋能新型医疗服务，融合数字孪生、脑机交互等先进技术的高端医疗装备和健康用品陆续投入市场。

2023年底，国家发展改革委修订发布了《产业结构调整指导目录（2024年本）》，“基因治疗和细胞治疗药物”被列入鼓励类产业目录。全国多地相继出台政策，推动细胞与基因治疗发展与产业化。

上海市张江细胞与基因产业园集聚了近百家产业链相关企业，实现了细胞存储、研发、制造、应用、装备全产业链覆盖。这里不仅诞生了国内最先上市的两款CAR-T药物，还有一批细胞与基因药物处于不同临床阶段。

《上海市促进基因治疗科技创新与产业发展行动方案（2023—2025年）》提出，以张江细胞与基因产业园等为核心，建设比肩国际的基因产业地标，打造基因治疗科技创新与产业发展集聚区。

天津市正在建设集研发、转化、应用、生产于一体的细胞产业集聚区。2021年9月，京津冀特色细胞谷试验区率先在天津滨海新区挂牌；同年，细胞生态海河实验室挂牌成立。京津冀特色细胞谷试验区创新成果不断涌现。不久前，合源生物研发的中国首款白血病治疗领域CAR-T产品获批上市。细胞生态海河实验室搭建起一站式细胞与基因治疗产品创新平台，研发自主知识产权专利技术，已申请专利26项。

“AI大夫”加速上岗

河南省立眼科医院有一位经常“出差”的“AI大夫”——“嵩岳”。“嵩岳”是眼底病人工智能辅助诊断机器人医生，经常跟随医生到基层问诊，进行眼病筛查。

经过对海量数据学习训练，人工智能医生可以辅助医生进行临床诊断。身份证一放，拍张眼底照片，5分钟后，“嵩岳”即可给出诊断报告。截至目前，这位人工智能医生已经为5万多名患者“看病”。

“嵩岳”能够对黄斑病变、糖尿病视网膜病变、青光眼等13种眼底病变进行诊断，诊断准确率在95%以上。”河南省立眼科医院教授雷博说，人工智能医生的出现缓解了基层医院眼科医生缺乏的问题。

近年来，人工智能等技术加速赋能新型医疗服务。中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于进一步完善医疗卫生服务体系的意见》提出，加快推进互联网、区块链、物联网、人工智能、云计算、大数据等在医疗卫生领域中的应用。工业和信息化部等10部门印发的《“十四五”医疗装备产业发展规划》提出，加快智能医疗装备发展。

中国医学科学院阜外医院院长胡盛寿认为，精准把握医学领域人工智能前沿及发展趋势，是助力行业高质量发展的有效途径，发展医学人工智能要用好“人工智能+医疗”、探索“人工智能+场景”、管好“人工智能+伦理”，赋能智慧外科手术平台建设、实现医疗大数据对手术室精准化管理。

如今，人工智能与医疗健康行业融合日益深入，“AI医疗”“AI健康”逐渐走入人们日常生活。

近日，刘女士在浙江省台州市一家医院进行了甲状腺切除手术。出院前，刘女士购买了术后全周期管理服务。线上服务平台根据医生开具的管理处方，向刘女士定时推送用药、运动、复诊等方面的健康指导。在居家恢复阶段，刘女士不时向管理服务团队提出各种问题：“最近总没胃口，该怎么办？”“伤口护理有什么要注意的地方？”……短短几秒钟后，刘女士便收到文字、图片及短视频答复，这得益于一款健康管理领域大语言模型应用——CareGPT。

2023年，微脉技术有限公司发布了CareGPT。在训练阶段，CareGPT以循证医学为基础，使用了超10亿条医学文本数据以及百万条微脉个案管理数据，形成专科专病管理的医疗健康知识库。通过对患者聊天内容的分析，CareGPT能够相对准确地还原患者健康状况全貌，辅助个案管理师快速、高效地解答相应健康管理类问题，并进行智能化信息推送。有了CareGPT的支持，后台个案管理师可以同时服务更多患者，极大提升了健康管理效率及覆盖面。

4月15日，美年健康集团上线了健康管理AI机器人——“健康小美”数字健康管家内测版。“健康小美”基于数字孪生技术，通过为用户创建数字孪生人，全面模拟用户在现实生活中的健康状况，提前发现潜在健康问题，并提供解决方案。通过这款产品，用户上传个人生活习惯、运动情况等数据，可以一键生成适合自己的健康管理计划，也可以基于个人健康数据、家族病史等获取个性化的体检、预防方案。

业内人士表示，“AI+医疗健康”正加快商业化。在产业链中，上游的数据采集和处理、中游的算法模型开发和优化以及下游的医疗服务提供和市场推广密切合作，推动越来越多场景落地。

“意念控制”成为现实

5月5日，第135届广交会圆满收官。在本届广交会现场，脑机接口产品引发客商关注。

失去双手的强脑科技员工倪敏成，熟练地用残臂戴上脑机接口智能仿生手。在“意念控制”下，仿生手上的手指慢慢动起来。经过一两分钟调试，倪敏成拿起毛笔蘸墨，开始在纸上写字。

来自土耳其的采购商阿尔曼好奇地上前与倪敏成握手。这是阿尔曼第一次在广交会看见智能仿生手：“与仿生手握手，感觉很好。”

“意念控制”这一看起来颇为科幻的场景，是如何实现的呢？脑机接口被称为大脑与外界设备沟通交流的“信息高速公路”，是新一代人机交互与人机混合智能的前沿技术。“简言之，就是捕捉大脑电信号的微妙变化，解码大脑意图，实现‘意念’控制‘动作’，不动手也能隔空操控机器。”北京脑科学与类脑研究所所长罗敏说。

在技术路径上，脑机接口分为侵入式（有创）和非侵入式（无创）两大方向。侵入式脑机接口是通过开颅手术的方式将能够接收信号的电极植入脑中，非侵入式脑机接口则只在头皮表面采集极其微弱的大脑信号。

当前，发达国家普遍在脑机接口领域发力，中国在这一领域的科研投入和产出走在国际前列。“十四五”规划纲要提出，在类脑智能等前沿科技和产业变革领域，组织实施未来产业孵化与加速计划，谋划布局一批未来产业。

近年来，中国脑机接口创新生态不断完善，技术持续迭代，产品服务供给日益丰富，向着规模化方向发展。

2023年10月，清华大学医学院团队和首都医科大学宣武医院团队共同完成全球首例无线微创脑机接口临床试验。试验中，科研人员将2枚硬币大小的脑机接口处理器植入患者颅骨中。这名四肢瘫痪长达14年的患者，在术后进行3个月的康复训练后，借助脑电活动控制气动手套，完成了自主喝水等日常活动，其抓握准确率超过90%。

颅内植入一片牵着柔软细丝的薄膜，猴子不用双手，仅用“意念”就能控制机械臂，抓住草莓……这是近日举办的2024中关村论坛上的一幕。中国科学家自主研发的“北脑二号”填补了国内高性能侵入式脑机接口技术的空白，并在国际上首次实现猕猴对二维运动光标的灵巧操控。

高通量柔性微丝电极、大通道数高速神经电信号采集设备、神经网络解码算法，一系列技术突破让“北脑二号”部分性能参数达到世界领先水平。“北脑二号”研发团队表示，接下来的研发目标是脑机接口微型化、无线化、全植入，便于后续临床应用。

脑机接口正从实验室走向一线临床，从医疗应用走向非医疗领域。2024中关村论坛期间，脑机接口产业联盟发布首批《2024脑机接口产业创新十大案例》，展示了脑机接口技术的多元化创新应用成果：监测驾驶员或作业人员的疲劳状态，并及时作出提醒；辅助调节睡眠，改善用户睡眠状况……

芯片里长出“器官”

“器官”与“芯片”，两样看似相隔甚远的事物，如今却能“融为一体”。

在东南大学苏州医疗器械研究院实验室里，有两种规格的器官芯片，分别只有U盘和硬盘大小，里面包含很多“小通道”和“小房间”，如同透明的微型迷宫。

器官芯片技术是借助3D打印、纳米加工等技术，在芯片上制造出能够模拟人类器官主要功能的仿生系统。通过“数字生命模型”系统预测



图①：3月29日，观众在2024中国医学装备展览会上参观手术机器人。

新华社记者 王全超摄

图②：4月15日，在第135届广交会上，强脑科技员工倪敏成展示智能仿生手。

新华社记者 刘大伟摄

图③：3月14日，北京市汇爱科技展上展出的智能导盲机器人。

张秀科摄（人民图片）

图④：3月7日，在浙江大学杭州国际科创中心实验室，全自动单细胞蛋白质组分析平台的机器人演示细胞捕获、样品前处理流程。

龙巍摄（人民图片）

人体对药物或外界不同刺激产生的反应，缩短药物、医疗器械研发时间。“器官芯片可以替代动物实验，在新药研发、个性化医疗和航天医学等领域发挥重要作用。”东南大学苏州医疗器械研究院常务副院长葛健军说。

研究院科研团队攻克生物力测量、功能图像分析、高仿真体外微环境构建、片上传感分析等关键核心技术，取得多项国内外领先成果，包括在国际上首开太空人工血管组织芯片研究先河等。

“我们研究院造出了心脏、血管、皮肤等多种器官芯片以及国内首套自主研发的器官芯片智能分析系统。”葛健军说，器官芯片项目采取“团队+技术”整体转移的方式开展成果转化，已顺利转化并成立江苏艾玮得生物科技有限公司。

作为一项变革性生物医学技术，器官芯片曾被世界经济论坛列为十大新兴技术之一。在中国，器官芯片产品近年来加快上市推广，市场规模不断扩大。

近日，重庆摩方精密科技股份有限公司研发设计的一款毛细血管器官芯片，被复旦大学国家重点实验室使用，实现了肿瘤组织和肾脏组织的大尺度培养。

“新药研发成功率低的一个重要原因是，临床前试验模型难以对药物在人体内的有效性进行准确判断。”摩方精密相关负责人介绍，毛细血管器官芯片能够实现更高的细胞培养密度，还可进行连续数周的长期培养，使得体外培养的各类器官更接近人体器官的功能，从而更确切地复制体内生理和病理条件，为药物筛选和精准医疗提供更为可靠的研究模型。



细胞装上“导航仪”

“将患者细胞进行体外编辑，给细胞装上‘导航仪’，放回体内后便能够精准找到病灶、发挥疗效。”谈起细胞与基因治疗的优势，广东先康达生物科技有限公司技术负责人马丽雅说。

细胞与基因治疗代表着未来医学的重要发展方向，为众多疑难杂症提供新的治疗思路，已成为全球科技与产业竞争的重要新赛道。

先康达公司是活跃在这条赛道上的中国企业之一。近年来，CAR-T细胞疗法（嵌合抗原受体T细胞免疫疗法）发展迅速。CAR-T与传统药物不同，不是批量化、标准化的药片生产，

而是个性化、定制化的生产，原料即患者自体T细胞。CAR-T是通过体外基因转移技术，对T细胞进行基因改造，使其可以杀死体内的癌细胞。

当前，第四代CAR-T在杀伤癌细胞和持久性等方面均有较好表现。“但第四代CAR-T细胞进入人体后，如何保障安全性是个难题。”马丽雅说，为了兼顾疗效与安全，先康达做了很多尝试，“我们计划做一个调控型系统，类似于‘自动开关’，控制细胞因子的持续扩增，这方面没有现成的理论，需要我们一步步探索创新”。

目前，先康达已开发出多项具有自主知识产权的技术平台，解决多项技术发展难题。“这几年出台的一系列产业扶持政策让我们深受鼓舞，我们团队相信，细胞与基因治疗市场前景广阔。”马丽雅说。