



元宇宙系列白皮书 之 健康医疗行业应用初探
2022年5月

因我不同
成就不凡

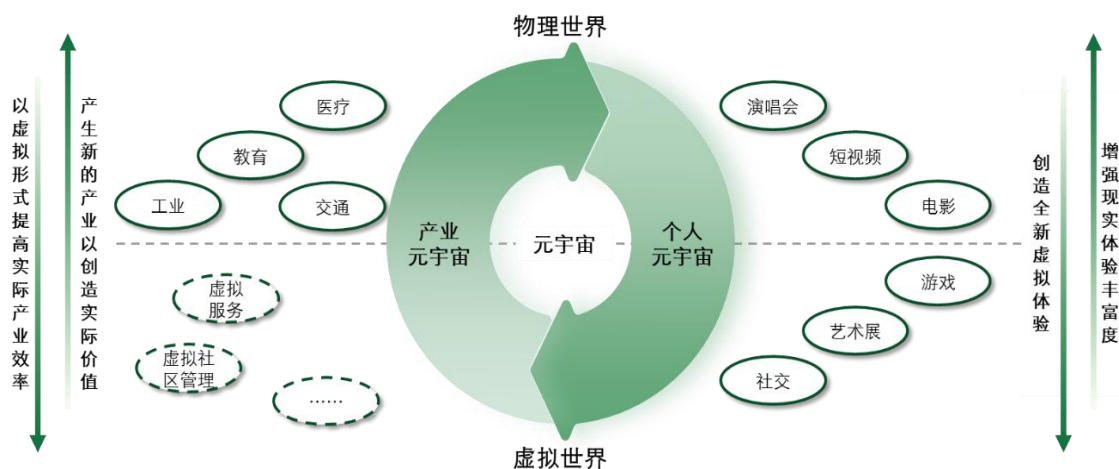
始于 1845

元宇宙技术在健康医疗领域崭露头角

传统医疗模式面临重重挑战，未来元宇宙有望重构医疗体系以达成全民健康的发展愿景。目前元宇宙元素在健康医疗领域的应用已有雏形，越来越多企业及资本涌入赛道、独角兽企业正呼之欲出

元宇宙的发展一方面由实向虚，实现真实体验的数字化，另一方面由虚向实，实现数字体验的真实化，通过虚拟与现实的完美连接，将打造一个全新的信息互联时代。如今多个行业纷纷投入元宇宙探索，而健康医疗行业的应用也开始崭露头角。

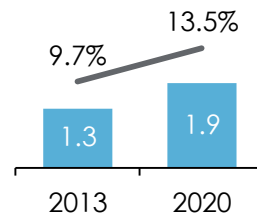
元宇宙通过虚拟与现实的连接，将打造下一个信息互联时代



我国传统医疗模式面临医疗资源利用不合理、医疗服务质量欠佳、医疗体系效率较低、慢病诊疗管理覆盖面低等困境。随着元宇宙元素的出现及应用，医疗体系或将重构生态体系——围绕患者体验，建立起现实与虚拟之间的联系，最终实现健康元宇宙中全民健康的愿景。

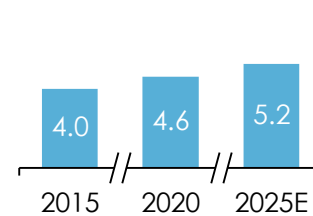
1. 人口老龄化的加剧

中国65岁以上人口数量及占总人口比重
单位：亿人，%



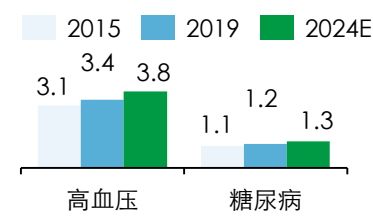
2. 癌症等疑难疾病高发

中国癌症新发病例 (2015-2025E)
单位：百万例



3. 慢病和康复需求增长

中国慢病患者人数 (2015-2024E)
单位：亿人



虽然元宇宙的发展尚处于萌芽阶段，随着相关技术如5G、云计算、XR及生态体系的培育，其有望在未来十年进入成熟阶段。目前元宇宙元素在健康医疗各个领域的应用已初见雏形，越来越多的企业及资本正涌入赛道，独角兽企业正在孕育中。

元宇宙在健康医疗领域的五大应用

元宇宙在健康医疗行业初现五大应用，包括临床手术、医疗机器人、医疗教学、药物和医疗器械研发，AI超级医生

临床手术

通过VR和AR技术实现患者内部解剖结构360度逼真成像，应用于术前模拟、手术预案制定、术中辅助等



药物及医疗器械研发

AI、大数据、AR等技术应用于药物研发及医疗器械研发与制造，缩短研发时间，达到降本增效的目的



医疗机器人

将VR、脑机接口、人工智能运用于治疗中，解决康复、脑部及精神疾病等瓶颈



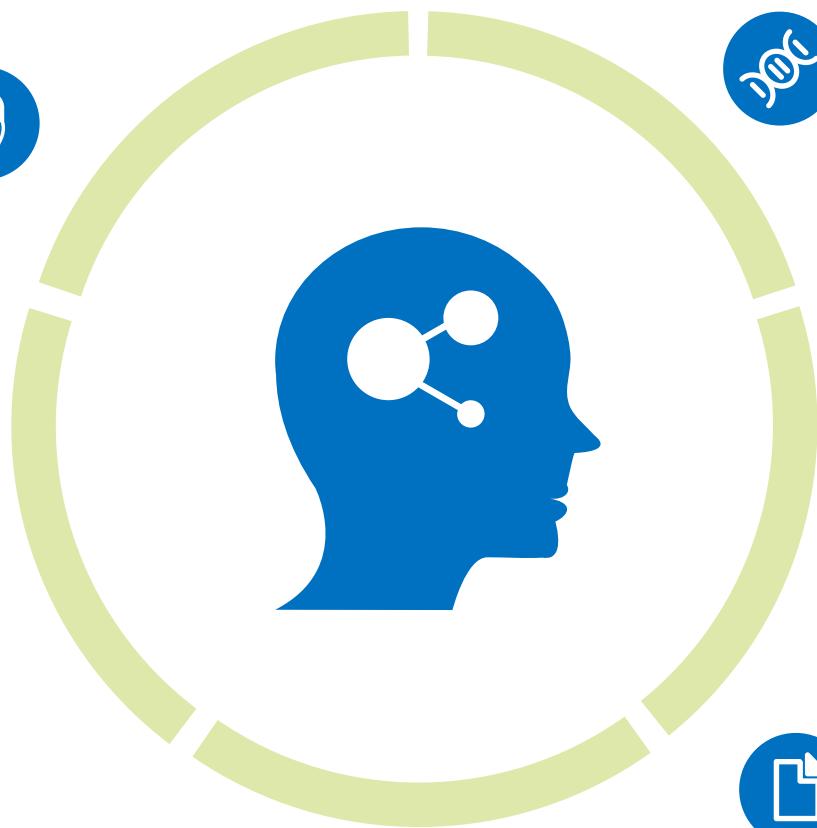
医疗教学

基于5G速度，通过VR和AR技术提供患者疾病的360°视图，不受时间和空间限制进行学习及临床训练



AI超级医生

基于大数据及AI技术进行人口健康管理、疾病智能诊断和预判





临床手术应用

元宇宙元素可应用在临床手术的术前至术中的整个流程，通过VR/AR、全息影像等技术，解决手术病灶定位困难、医疗手术资源短缺以及医患沟通不畅等痛点

现有难点

手术的精准性和安全性



术前制定个性化的精准的手术预案，术中避开错综复杂的人体结构去定位病灶从而最大限度地减少对人体的伤害

医疗手术资源限制



复杂手术费时且高度依赖医生手术水平；治疗受到当地医疗资源和能力的限制

医患沟通不畅



病患及家属较难理解疾病原理及手术过程，对手术产生恐惧，对治疗依从性低



元宇宙在临床手术的应用场景及关键技术



手术预案制定及术前模拟

术前根据患者数据模拟结构解剖图，清楚展现各个部位并解决视角盲区，同时可将整个手术过程在术前模拟进行，减少手术时间、并发症的发生率和辐射暴露



医患沟通

3D视觉平台为家属提供模拟解释，病人能够根据细节随时咨询情况，从而更加科学地了解疾病并克服内心恐惧



术中实时成像

借助AR设备实现患者导航影像和人体结构的实时投影，帮助医生更加关注于手术和患者本身，降低医生和患者受辐射照射的风险



术中操作辅助

通过手术机器人与VR技术相结合，两条手术臂映射外科医生自己的手臂，医生将拥有更高的施展空间，提高手术灵活度与精确度；同时减少参加手术的人员，提高手术效率



远程手术

5G+VR技术实现零延迟远程手术，跨越地域的界限，平衡不同地方医生资源不匹配的现状

关键元宇宙技术

VR、AR、全息影像技术、5G



临床手术应用

案例：美国Vicarious Surgical的手术机器人

Vicarious Surgical成立于2014年，Vicarious Surgical致力于研发将类人机械臂与虚拟现实技术相结合的微创手术机器系统，“将外科医生运送到患者体中”

- **单个1.5** 厘米甚至更小的切口进入腹腔
- 每条手臂拥有**28个传感器**，能够测量手术机器人的力量、行动、定位，做到完全复刻外科医生从肩部、肘部再到手腕的自然运动，让手术精度、视觉影像和控制都实现最大化
- **360度全视角**，医生通过佩戴VR眼镜、操纵手柄，获得全景般的逼真感，仿佛进入患者腹腔

✓ 融资

- 2018, A轮, 1,657万美元
- 2019, B轮, 1,000万美元
- 2020, B+轮, 1,320万美元
- 2020, 纽交所上市, 当前市值4.95亿美元

REVOLUTIONIZING ROBOTIC SURGERY





临床手术应用

案例：以色列Augmedics的外科手术可视化AR系统

Augmedics成立于2014年，以色列外科手术可视化AR系统开发商，面向外科手术提供AR向导“Xvision Spine System (XVS)”

- 利用已获专利的**AR穿透性光学器件**将患者脊柱的3D图片投影到外科医生的视网膜上，医生佩戴VR眼镜可以实时看到患者内部解剖结构，将脊椎部分的CT图像重叠在患者身上，确认位置
- 为医生在复杂的手术中提供“**X射线视觉**”，实时且正确地指示手术器具的位置，主刀者即使不看监视器，眼睛不离开患者，也能进行手术

✓ 融资

- 2015, 种子轮, 100万美元
- 2015, 天使轮, 80万美元
- 2017, A轮, 830万美元
- 2020, B轮, 1,500万美元
- 2021, C轮, 3,600万美元

SEE THROUGH SURGERY

HIGHSPEED PROCESSOR
Seamless high speed processor

INTEGRATED HEADLIGHT
Illuminates focus area

WIRELESS SYSTEM
Allows free movement within OR

BUILT IN SURGICAL TRACKING SYSTEM
Accurately determines the position of surgical tool in real time

TRANSPARENT AR DISPLAY
Retinal projection of all the 3D anatomical and instrument detail in a heads-up display for the surgeon while not obstructing the operative field





医疗机器人应用

医疗机器人通过VR、脑机接口、人工智能等技术，解决康复、脑部及精神疾病治疗的瓶颈

现有难点



大脑及神经疾病缺乏有效治疗

目前很多脑部及神经病通过传统手段无法进行很好的诊断和治疗



临床康复环境局限性

传统临床环境缺乏沉浸感和私密性，现有康复器械较为局限，导致患者在康复治疗中运动形式单调枯燥、容易产生厌烦情绪



元宇宙在其他医疗机器人的应用场景及关键技术



康复治疗

- 采用VR技术康复系统中构建虚拟环境平台，为患者设计虚拟的康复训练场景和医疗作业任务，使患者借助于虚拟环境产生临场感，提高患者投入康复医疗的积极性，将康复训练、心理治疗和病案数据库管理结合为一体



脑机接口

- 连接大脑和外部设备，实现大脑与设备之间的信息交换，通过精确的电流刺激让大脑产生特定感觉，应用于癫痫、瘫痪、失语等脑/神经相关的疾病，脑卒中康复治疗等

关键元宇宙技术

VR、脑机接口、人工智能



医疗机器人应用

案例：XR Health公司的VR远程康复护理平台

XR Health成立于2016年，美国VR远程康复护理公司，产品专注于运动、认知、身体、心理、姿势能力和疼痛的评估和治疗

- **VR头显与沉浸式技术**相结合，让患者在家中便可进行康复训练，覆盖科室包括运动损伤、疼痛管理、精神压力管理、更年期调理、中风康复、记忆力训练、创伤性脑损伤康复
- VR头显可测量用户动作，**人工智能云计算算法**能够优化的用户体验并实时数据分析，数据可帮助医生进行远程监控和指导
- 已获得**FDA和CE注册**

融资

- 2018, 种子轮, 400万美元
- 2020, A轮, 700万美元
- 2021, B轮, 900万美元
- 2022, C轮, 1,000万美元





医疗机器人应用

案例：Neuralink公司的脑机接口技术以帮助脑部/脊柱疾病人群恢复功能

Neuralink 2016年由埃隆·马斯克（Elon Musk）创立，致力于开发脑机接口技术，目标利用新技术帮助有脑部/脊柱疾病的人群恢复功能

- 专注于开发各种与大脑相关疾病的**侵入式脑机接口**，目标是创建一个能够让生物和人工智能更紧密连接的全脑接口
- 2020年8月推出**脑机接口芯片**Link V0.9，用于帮助有脑部/脊柱疾病的人群恢复功能
- 取得FDA颁发的**“突破性设备”**称号，目前正在动物身上进行了测试

融资

- 2017, A轮, 1.07亿美元
- 2018, B轮, 5,100万美元
- 2021, C轮, 2.05亿美元





医疗教学应用

元宇宙元素可应用在医疗培训的增强教学、解剖教学及数字医学图书馆建设中，解决教学场景不够逼真、解剖实体标本供体不足、地理及病例局限性等痛点

现有难点

教学场景不够逼真



传统的培训方法限制了外科医生们掌握技术和新的医疗器械的速度，同时缺乏手术操作表现的客观反馈和衡量的有效途径

医学解剖实体标本供体不足



受解剖标本资源匮乏的制约，部分课程多数人不能动手操作，只能“参观”

地理及病例局限性



根据不同医院的定位，在收治病例、诊疗过程等方面具有特殊性，导致实习生临床教学中存在着局限性



元宇宙在医疗教学的应用场景及关键技术



医疗培训增强教学

使用虚拟实景来培训医务人员或学生，VR/AR可穿戴设备可以提供患者疾病的360°视图，通过加强教学进行学习和临床训练，让学习者更有代入感；同时由于手术在虚拟中进行，学生拥有自己动手及试错的机会，并能得到老师的即时反馈，以便再次尝试和修正



解剖教学

VR 技术应用于指导学生进行人体解剖，通过 VR 影像对器官进行 360° 无死角的观察，轻松透视各器官组织之间的比邻关系，同时解决了实体标本供体不足的难题



数字医学图书馆

结合VR+AI技术，一方面利用VR技术帮助用户以沉浸式的方式观看医疗教学及真实手术过程；另一方面利用AI技术智能分析读者需求和思维，实现数字图书馆的人性化和智慧化

关键元宇宙
技术

VR、AR、全息影像技术、人工智能



医疗教学应用

案例：Oculus头盔技术用于增强现实培训课程

Oculus 及其虚拟现实头盔技术开发出许多医疗保健应用。

- 应用于康涅狄格大学医疗中心**整形外科住院医师培训**，医生可以在3D 图像中看到一系列外科手术演示，拥有自己动手及试错的机会，并能得到老师的即时反馈
- 由英国动画工作室和世卫组织学院共同展开，为全球抗击新冠疫情的卫生工作者提供**增强现实培训课程**，可在智能手机上模拟如何正确地穿戴和脱卸防护装备

融资

- 2012, 于Kickstarter众筹百万美元
- 2013, A轮, 1,600万美元
- 2013, B轮, 7,500万美元
- 2014, 以20亿美元的价格被收购





医疗教学应用

案例：OSSO VR公司提供的VR手术培训和模拟方案

OSSO VR 2016年成立于美国，为外科医生、医疗器械专家等提供基于VR的手术培训和模拟方案

- **高度逼真的视觉技术**，再现手术室场景，让用户通过VR遥控装置，在虚拟环境中锻炼各类手术的实际操作；允许外科医生在3D空间中跟新医疗设备互动，提高用户对医疗器械公司新的解决方案的熟悉程度
- 目前拥有**120个培训模块**，还有**50个在拓展中**，涵盖多个专业领域，如骨外科、脊柱、介入心脏病学和普通外科等
- **20多个国家**的20多家教学医院和11家顶级医疗设备公司（如强生、史塞克）使用

✓ 融资

- 2016, 种子轮, 金额未披露
- 2017, 天使轮, 200万美元
- 2020, A轮, 1,400万美元
- 2021, B轮, 2,700万美元
- 2022, C轮, 6,600万美元





药物、医疗器械研发

元宇宙元素可以应用在药物研发及医疗器械研发与制造中，解决药物研发成本高、研发周期长、成功率低，以及医疗器械研发制造中精密度要求高等难点

现有难点

药物研发



新药研发具有成本高(10亿左右)、研发周期长(10-12年)、成功率低(14%左右)三大高风险特性,而且制药检测及生产等环节也是如此

医疗器械研发与制造



相对于传统设备制造,医疗器械的生产制造对于环境的要求更严苛,设备的精密程度也较高;对于这类大型厂商来说,不同工厂以及不同部门之间的信息孤岛问题也较为严重



元宇宙在药物、医疗器械研发的应用场景及关键技术



药物研发

- 根据药物研发过程, AI技术及相关技术可用于靶点发现、早期药物研发、临床前实验的设计与处理、临床试验、现有药物再利用、信息整合与新见解输出等多个方向。既能够缩短药物研发的时间, 又能够大大降低成本, 助力药企开发有差异性、竞争力、技术门槛高的药物
- 区块链技术可以提供技术平台, 方便多方信息传递并保持信息的准确性; 可以改善临床和试验数据的共享, 有效追踪数据并确保数据的完整性和准确性; 知识产权管理方面, 时间戳数字轨迹管理也有助于确保知识产权的优先级有利于合作式研发



医疗器械研发

- 为医疗设备提供全场景解决方案, 覆盖从研发设计、生产运营、销售推广, 一直到培训指导以及售后增值服务等的设备全生命周期, 形成价值闭环, 助力构建医疗数字化生态, 实现降本增效

关键元宇宙技术

AR、数字孪生、人工智能、大数据、深度学习、区块链



药物、医疗器械研发

案例：Exscientia，第一个AI候选药物进入临床试验的公司

Exscientia 2012年成立于美国，应用AI和大数据处理加速药物发现和开发，是第一家实现药物设计自动化并让AI设计的候选药物进入临床试验的公司

- 搭建了**三大技术模块**¹并且形成了完整的从靶标选择到患者选择的**端到端AI解决方案**，进行靶点选择、设计正确的候选分子、收集正确数据以及选择正确的患者四大任务
- AI驱动的计算平台与其实验室平台集成，可以将这些小分子化合物进行实验检测，然后将数据反馈到AI系统中。形成了用AI评估靶点和设计分子，专家则进行实验验证的**“设计—制造—测试”的完整周期**，持续不断地改善和训练已有的算法。
- 目前拥有3个AI药物处于**临床阶段**

✓ 融资

- 2017, A轮, 1,500万欧元
- 2019, B轮, 2,600万美元
- 2020, C轮, 6,000万美元
- 2021, C+轮, 4,000万美元
- 2021, D轮, 2.25亿美元
- 2021, 美国纳斯达克上市, 当前市值17.2亿美元



Note: 1. CentaurAI系统可以减少传统上用于文献评估、专利评估和人工化合物设计的时间，Centaur Biologist推动靶点发现，Centaur Chemist则提供的药物设计解决方案。信息来源：公司官网；德勤访谈、研究与分析



药物、医疗器械研发

案例：AR数字孪生技术已被领先企业应用于医疗器械的研发和设计方案验证中

Alva systems 2011年成立于中国，工业 AR 应用解决方案供应商，在医疗设备行业积累了诸多行业案例

- AR应用于**医疗设备制造**，能够帮助实现医疗设备的产线与设备产线巡检、实现产线数字孪生IoT可视化；巡检员工使用AR眼镜、手机和平板等多种移动终端，可立体透视整体设备的运行状态与参数值，支持手势与语音指令调整参数展示内容，极大提升巡检效率和准确度
- 应用于**医疗培训**、**售后服务**以及**市场营销**等场景

融资

- 2016, 天使轮, 金额未披露
- 2016, A轮, 金额未披露
- 2019, 战略投资, 金额未披露
- 2021, B轮, 亿元人民币及以上





AI超级医生

针对我国医疗资源紧缺、医疗技术水平参差不齐以及控费压力等痛点，AI超级医生可应用于辅助诊断、健康管理以及疾病预测中



现有难点



医疗资源紧缺

总体医疗资源紧缺，医疗效率不高、慢病诊疗管理覆盖面低等问题



医疗技术水平有限

地区之间医疗资源分配不均，医疗技术和能力参差不齐，需要更加完善的技术平台和模式提升总体水平



控费压力

医保基金控费压力巨大，需要技术手段提升医疗效率并且减少医疗资源的浪费



元宇宙在AI超级医生的应用场景及关键技术



元宇宙的愿景是万事万物的数据化，随着越来越多的体征数据的采集以及连接，一个实时反应人体在生理、精神、营养等各个领域的虚拟人体将会构建起来

未来80%的疾病治疗流程面对的将会是“AI超级医生”，他们背后有强大云计算引擎支撑，经扫描全身，几秒钟内就可以给出体检报告，对于我们的病情给与诊断和初步治疗方案并且帮助我们进行主动的个性化的疾病管理



辅助诊断

基于大量真实病历、循证医学库的积累，通过深度学习技术对患者的医学影像、病理及临床数据进行自动识别和分析，模拟医生思维和诊断推理，从而实现对患者的诊断，包括CDSS，智慧病案，人工智能影像诊断、人工智能病理诊断等



健康管理

基于患者的健康档案、就医史、用药史、智能可穿戴设备检测数据等信息在云端为患者建立“医疗数字孪生体”，并在生物芯片、增强分析、边缘计算、人工智能等技术的支撑下模拟人体运作，实现对医疗个体健康状况的实时监控、预测分析和精准医疗诊断



疾病预测

借助人工智能技术，通过对文本、影像等多模态海量数据的综合挖掘，发掘病人检查信息、既往病历和社会（自然）环境之间的联系，建立预测分析模型，进一步探索疾病分布演化规律，对疾病流行趋势进行预测

关键元宇宙
技术

大数据、人工智能、深度学习、边缘计算



AI超级医生

案例：Evidation Health通过可穿戴设备量化用户日常行为从而加速诊断以及管理健康

Evidation Health成立于2012年，是GE Ventures和斯坦福大学医学中心合作创建美国健康数据分析平台，通过可穿戴设备量化和分析用户的行为，识别和部署最有效的患者管理策略和干预措施，为医药企业以及数字健康产品和平台提供真实有效的临床数据

- 每年收录超过**1万亿数据点**的现实生活数据，并与传统临床数据整合
- **数字生物标记**和诊断以及患者疾病进展的量化等方面实现了重大突破
- **联手顶尖药企**推进探索性研究，如联合礼来探索应用智能设备数据来检测出认知能力下降和轻度阿尔茨海默氏症；同赛诺菲为期3年的合作，对2型糖尿病患者进行日常生活行为监测以及健康管理

✓ 融资

- 2017, B+轮, 1,000万美元
- 2018, C轮, 3,000万美元
- 2020, D轮, 4,500万美元
- 2021, E轮, 1.53亿美元





AI超级医生

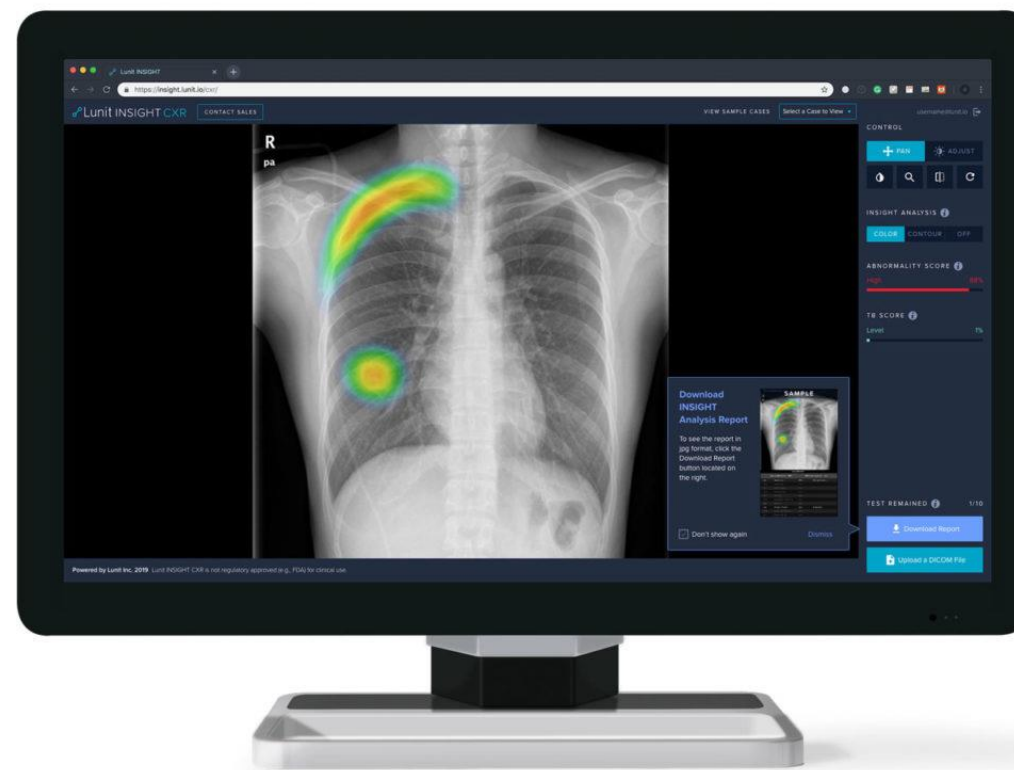
案例：Qure.ai公司的智能影像分析和诊断

Qure.ai成立于2016年，是将人工智能用于医学影像诊断的印度医疗科技企业，其技术可在短时间内分析和解释医学图像，帮助诊断疾病。

- 将**计算机视觉**应用于医疗保健领域，短时间内分析和解释 X 射线、CT 扫描和超声波等医学图像
- 利用**深度学习技术**对医学图像进行解读，筛查多种感染和非传染性疾病，推荐个性化治疗方案

融资

- 2020, 种子轮, 1,600万美元
- 2022, A轮, 432.9万美元
- 2022, 战略投资, 4,000万美元

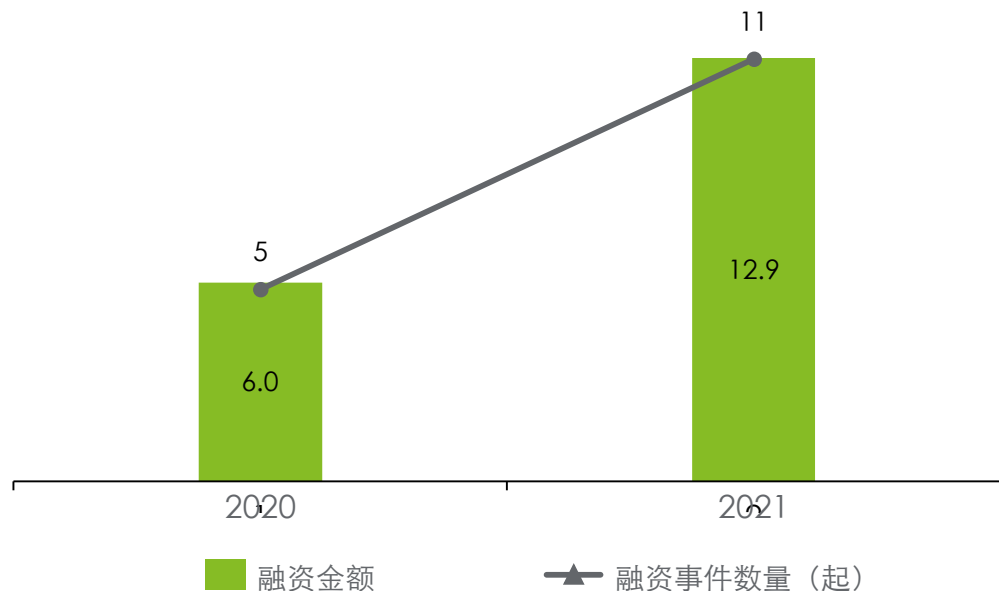


元宇宙健康医疗行业的投融资情况

2021年全球AR/VR技术投资逐渐兴起，融资金额是2020年的2倍有余；AI+医疗领域的行业发展更加成熟，投融资金额规模更大、数量更多，其中新药研发是2020年最热门的融资领域

全球VR/AR/XR领域投融资

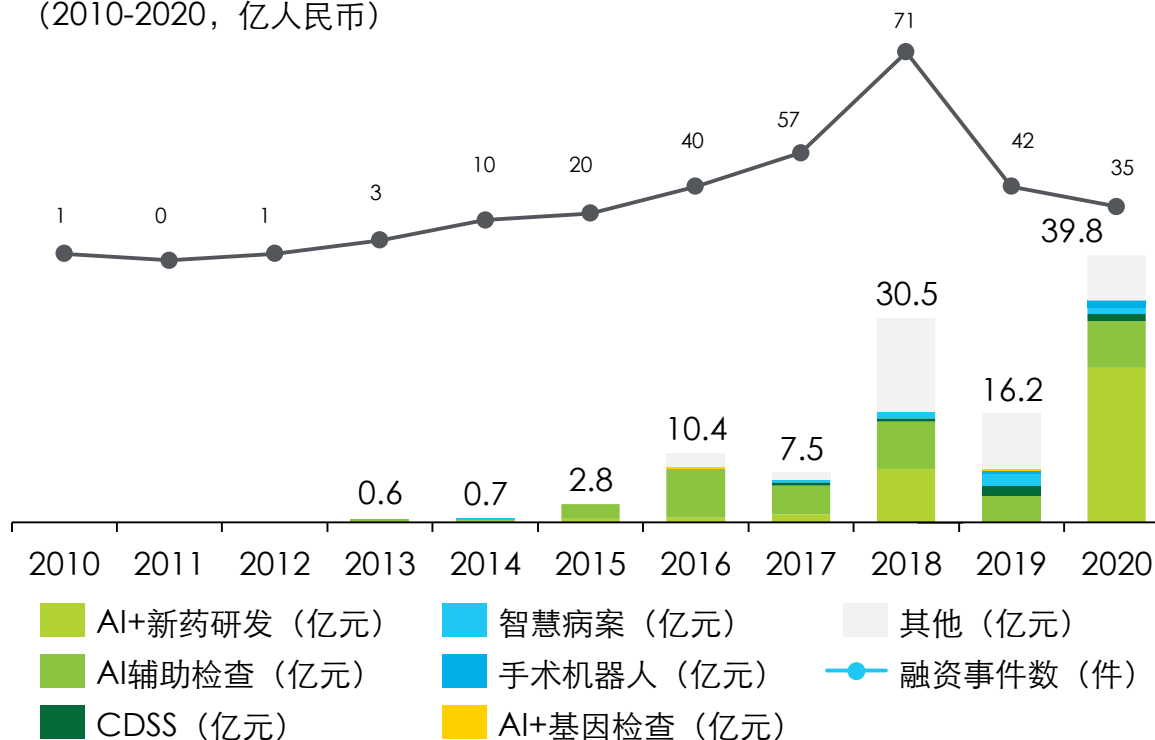
全球整合了VR或AR技术的数字健康初创公司融资金额及数量(2020-2021, 亿人民币)



2021年被称为元宇宙元年，入局医疗领域的玩家数量也明显增加：2021年全球ARVR技术的数字健康初创公司融资金额是2020年的2倍有余。

中国AI+医疗领域投融资

中国AI+医疗总融资金额及数量(2010-2020, 亿人民币)



相比于VR/AR在医疗行业的应用，AI+医疗领域的行业发展更加成熟，投融资金额规模更大、数量更多，其中新药研发是2020年最热门的融资领域。

信息来源: IT桔子、Rock Health; 德勤访谈、研究与分析

德勤中国联系人

林国恩

德勤中国副主席
德勤中国科技、传媒和电信行业领导合伙人

电子邮件: talam@deloitte.com.cn

简思华 Ewert, Jens

德勤中国生命科学与医疗行业领导合伙人

电邮: jensewert@deloitte.com.cn

濮清璐

德勤中国科技、传媒和电信行业华东区领导合伙人

德勤商业战略与研究合伙人

电子邮件: qlpu@deloitte.com.cn

特别鸣谢 我们想要借此机会对德勤咨询团队所有参与本次研究的人员表示诚挚的感谢! 特别感谢以下团队成员为本次报告编制做出的贡献:

濮清璐

德勤商业战略与研究合伙人

丁虹

德勤商业战略与研究副总监

苏晗

德勤商业战略与研究高级顾问