

方正证券研究所证券研究报告

行业深度报告

行业研究

医疗服务 II 行业

2017.02.07/推荐

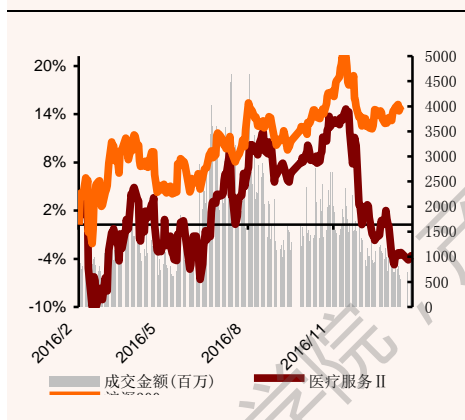
中小盘组分析师： 王莎莎
执业证书编号： S1220513070004
TEL： 010-68584881
E-mail： wangshasha@foundersc.co

联系人： 刘发扬
TEL： 010-68584857
E-mail： liufayang@foundersc.co

重要数据：

上市公司总家数	12
总股本(亿股)	92.10
销售收入(亿元)	124.11
利润总额(亿元)	26.16
行业平均 PE	-168.76
平均股价(元)	25.52

行业相对指数表现：



数据来源：wind 方正证券研究所

相关研究

《互联网医疗系列深度报告之五：医改释放医疗大数据商业价值》2016.04.04

《互联网医疗系列深度报告之七：医疗供给侧改革助力医疗市场化定价》2016.08.22

《互联网医疗系列深度报告之八：健康险打通互联网医疗商业模式闭环》2016.08.29

《互联网医疗系列深度报告之九：2016 年末未来医疗创新论坛精粹集锦》2016.09.26

请务必阅读最后特别声明与免责条款

核心观点：

AI 技术优势明显，医疗痛点多，AI+医疗值得期待。感知、学习推理和运动控制是 AI 技术的核心能力，其最大优势是计算能力的高效。AI 能够有效提升工作效率、释放医疗生产力，在解决医疗行业资源不足、成本高、周期长等痛点方面价值突出。基于对 AI 技术突破和应用价值两个维度，我们看好未来 AI 技术在医疗领域应用的快速发展。

AI 技术广泛应用于在各个医疗细分领域。
AI+辅助诊疗：融合了自然语言处理、认知技术、自动推理、机器学习等 AI 技术，通过模拟人类医生的医疗诊断模型，提供快速、高效、精准的医学诊断结果和个性化治疗方案。目前 IBM Watson 已通过美国执业医师资格考试，并在真实场景中提供辅助诊疗服务。
AI+医学影像：综合运用图像识别、深度学习等 AI 技术，针对 CR、DR、CT、MRI 等医学影像进行图像处理和分析，并模拟放射科医生阅片模式进行诊断。与人类医生相比，AI 具有明显优势，能有效提高医学影像分析与诊断的效率和准确率，缓解放射科医生不足的问题。
AI+药物挖掘：通过计算机模拟对药物活性等进行预测，借助深度学习在心血管药、抗肿瘤药、孤儿药等多领域取得突破。AI 应用在药物挖掘，有助于缩短新药研发周期、降低研发成本和失败风险。创业公司 Atomwise 应用 AI 成功寻找出控制埃博拉病毒的候选药物，大大缩短研发周期。
AI+健康管理：AI 在健康管理的应用场景丰富，结合场景数据，帮助人们提升健康管理的效能，如提高疾病风险识别能力，提供个性化健康管理方案，准确识别情绪变化以及更智能化的移动医疗服务。

AI+医疗产业链逐步走向成熟，应用层面遍地开花。全球 AI+医疗产业结构呈现倒金字塔。大公司布局偏重底层，IBM、谷歌、微软、百度已率先发布 AI+医疗战略；小公司偏重具体场景应用，全球近 100 家 AI+医疗公司活跃于洞察与风险管理、医学影像及诊断、药物挖掘、风险管理、虚拟助理、健康研究等 11 个具体场景。**中国 AI+医疗产业雏形已现。**在计算能力、通用技术和算法等底层均聚集一批公司。数据是产业链目前的短板，也是行业爆发的关键。首部针对医疗大数据应用的政策已出台，利好行业发展。

随着 AI 上升为国家战略和医改推进，AI+医疗有望成为资本市场的投资热点，产业链相关公司必将受益。短期而言，我们更看好 AI+辅助诊疗和 AI+医学影像这两个细分领域。建议重点关注 AI 战略方向明确，率先与 IBM 合作开发 Watson 本土化应用的思创医惠（300078）和东华软件（002065）。

股价催化剂：国家人工智能专项规划出台

风险提示：医疗大数据商业化进程低于预期

目录

1	前言	4
2	技术优势+医疗痛点多，人工智能+医疗值得期待	5
2.1	人工智能的最大优势在于高效计算	5
2.2	医疗痛点是人工智能+医疗的现实需求	7
2.3	未来 3-5 年人工智能+医疗有望爆发	8
3	人工智能技术在医疗领域具有广阔的应用前景	9
3.1	人工智能+辅助诊疗	9
3.2	人工智能+医学影像	11
3.3	人工智能+药物挖掘	14
3.4	人工智能+健康管理	16
4	全球产业图谱：科技巨头偏底层，创业公司偏应用	17
4.1	基础层价值高，应用层变现快	17
4.2	科技巨头已重点布局人工智能基础层和技术层	19
4.3	创业公司重点布局应用层和大数据	20
5	中国产业雏形已现，数据是关键	24
5.1	中国人工智能+医疗处于起步阶段	24
5.2	大数据应用有依据，人工智能+医疗产业化将加速	28
6	A 股投资策略	29
6.1	推荐的逻辑：产业链相关标的的收益	29
6.2	相关标的	30
6.2.1	思创医惠（300078）：打造医疗大数据，拥抱人工智能	31
6.2.2	东华软件（002065）：携手 IBM，布局人工智能+医疗	33

图表目录

图表 1:	人工智能 VS 互联网	5
图表 2:	关键技术突破带动人工智能新一轮大发展.....	6
图表 3:	人工智能的内涵、能力与技术	6
图表 4:	医疗行业普遍存在的痛点	8
图表 5:	人工智能即将进入服务智能阶段	8
图表 6:	2020 年人类产生的医疗数据总量预测	9
图表 7:	2012-2016 年医疗数据生成和共享速度	9
图表 8:	医学诊疗模型	10
图表 9:	WATSON 的三种能力：理解、推理、学习	10
图表 10:	WATSON 模拟人类医生诊断模式的处理逻辑.....	11
图表 11:	图像识别对影像进行处理的示意图.....	12
图表 12:	人工智能对影像数据分析过程	12
图表 13:	AI+医学影像实际上是计算机模拟人类医生的阅片模式	12
图表 14:	人工读片 VS 人工智能读片	13
图表 15:	新药研发周期长	14
图表 16:	全球医药制造巨头在药品研发上投入巨大.....	15
图表 17:	新药研发失败率高	16
图表 18:	人工智能产业链：基础层、技术层、应用层.....	18
图表 19:	人工智能+医疗产业链价值分析.....	18
图表 20:	全球人工智能+医疗产业结构呈倒金字塔.....	19
图表 21:	科技巨头通过自主研发布局人工智能.....	19
图表 22:	科技巨头通过并购布局人工智能	19
图表 23:	8 家科技巨头在人工智能产业链底层的布局.....	20
图表 24:	IBM、谷歌、微软、百度在人工智能+医疗的布局.....	20
图表 25:	全球人工智能+医疗创业公司产业图谱.....	21
图表 26:	融资额超过 2000 万美元的人工智能+医疗创业公司.....	22
图表 27:	使用 ENLITIC 系统检测恶性肿瘤的示意图	23
图表 28:	医学影像及诊断类人工智能创业公司.....	23
图表 29:	TwoXAR 公司药物研发平台发现疾病-药物的四个步骤	23
图表 30:	药物挖掘类人工智能创业公司	24
图表 31:	中国人工智能+医疗产业图谱	25
图表 32:	中国人工智能+医疗创业公司产业图谱.....	26
图表 33:	2016 年中国人工智能+医疗创业公司融资情况.....	27
图表 34:	我国人工智能+医疗相关政策	29
图表 35:	影响细分领域“人工智能+”进程的四个因素.....	30
图表 36:	人工智能+医疗相关概念股分析.....	31
图表 37:	医惠科技医院信息智能开放平台	32
图表 38:	IBM WATSON 已落地浙江省中医院	33
图表 39:	东华软件与 IBM 联合开发模式.....	33

1 前言

我们方正中小盘从 2014 年开始对互联网医疗进行深入研究和跟踪。伴随着行业的成长，我们对于行业的认识也逐渐深入，离本质和真理也越来越近。回顾互联网医疗的发展历程，互联网医疗的兴起是始于互联网的兴起。看到互联网对部分传统行业产生颠覆性的作用，不少创业者都希望借助互联网对医疗行业进行深入的改造。从互联网改造医疗行业的角度来划分，中国互联网医疗发展经历了三个阶段，第一个阶段是信息服务阶段，互联网改造的是医疗的信息流，实现人和信息的连接；第二个阶段是咨询服务阶段，互联网改造的是健康咨询的服务流，实现人和医生连接。第三个阶段是诊疗服务阶段，互联网改造的是医疗的服务流，实现人和医疗机构的连接。前两个阶段，互联网改造的都不是医疗的核心，医疗的核心是医生给病人看好病。为解决医疗的核心问题，行业创业者持续的探索推动行业进入第三个阶段。2015 年 12 月诞生的乌镇互联网医院是第一家由互联网公司主导的互联网医院，此后的 2016 年多家互联网医院陆续上线。可以说，2016 年是互联网医院的发展元年。

然而，无论是信息服务阶段、咨询服务阶段，还是诊疗服务阶段，互联网对于医疗行业的改造更多是一种模式创新。换一种说法即是，互联网对医疗行业的改造更像是生产关系的改善。生产关系的改善能够在一定程度上释放生产力，但并不是从根本上提高生产力。具体而言，互联网带来的模式创新没有根本上提升医疗供给端的服务能力，从而根本上解决医疗资源供不应求的局面。因为医疗供应端的核心资源是医生，尤其是专业能力强的医生，其生产过程非常漫长。我国目前的医生培养模式是“5+3”模式，即 5 年医学类专业本科教育结束后，进行 3 年的住院医师规范化培训，结业考核合格后才具备医生（全科医生或内科医生）从业资格。如专科医生，还要继续接受专业培训。换言之，培养周期最短 8 年。

图像识别、深度学习、神经网络等关键技术的突破带动了人工智能（简称 AI）新一轮的大发展。“人工智能+医疗”概念应运而生。人工智能+医疗（简称 AI+医疗）属于人工智能应用层面范畴，泛指将人工智能及相关技术应用在医疗领域。与互联网的不同，人工智能对医疗领域的改造是颠覆性的。从变革层面讲，人工智能是从生产力层面对传统医疗行业进行变革；从形式上讲，人工智能应用在医疗领域是一种技术创新；从改造的领域来讲，人工智能改造的是医疗领域的供给端；从驱动力来讲，人工智能主要是技术驱动，尤其是底层技术的驱动；从创新的性质而言，人工智能属于重大创新；从对市场影响而言，人工智能带来的是增量市场，且随着智能程度不断提升，理论上潜在的市场空间无限。

图表1： 人工智能 VS 互联网

	人工智能	互联网
变革层面	生产力	生产关系
主要形式	技术创新	模式创新
改造领域	供给端	供需匹配方式
驱动力	技术	技术+政策+社会
性质	重大创新	微创新
市场机会	增量	存量
空间大小	无限，智能程度不断升级	有限，网络红利逐渐消退

资料来源：方正证券研究所

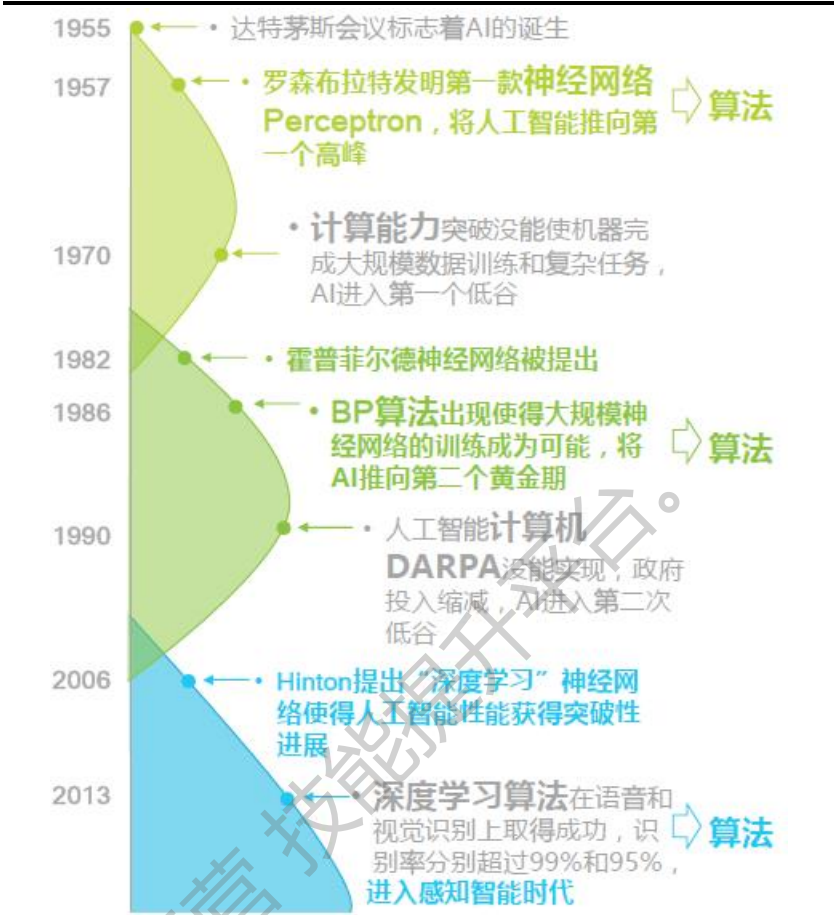
本篇报告希望通过研究探索人工智能对医疗领域产生哪些影响，人工智能在医疗领域的具体应用，全球产业格局与中国产业发展现状，以及行业变迁带来的投资机会。在报告内容编排上，首先通过研究人工智能的技术内涵和医疗行业的痛点，探讨人工智能在医疗领域的应用前景；然后研究分析人工智能在医疗领域的具体应用；总结全球范围和中国本土人工智产业格局与趋势，从产业链角度分析未来演变逻辑；最后，基于产业演变逻辑，挖掘投资机会。

2 技术优势+医疗痛点多，人工智能+医疗值得期待

2.1 人工智能的最大优势在于高效计算

人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人类智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。回顾其发展历史，大致经历了三个发展阶段：第一阶段是 20 世纪 50 年代中期到 80 年代初期，以 1955 年的达特茅斯会议为标志，人工智能正式诞生和兴起。期间，第一款神经网络 Perceptron 被发明。第二阶段是 20 世纪 80 年代初期至 21 世纪初期，BP 算法出现使得大规模神经网络训练成为可能，引领 AI 进入第二个发展高潮。第三阶段是 20 世纪 80 年代初期至 21 世纪初期。标志性事件是 Geoffrey Hinton 和他的学生在《Science》上提出基于“深度学习”的神经网络，DBN 可使用非监督学习的训练算法。

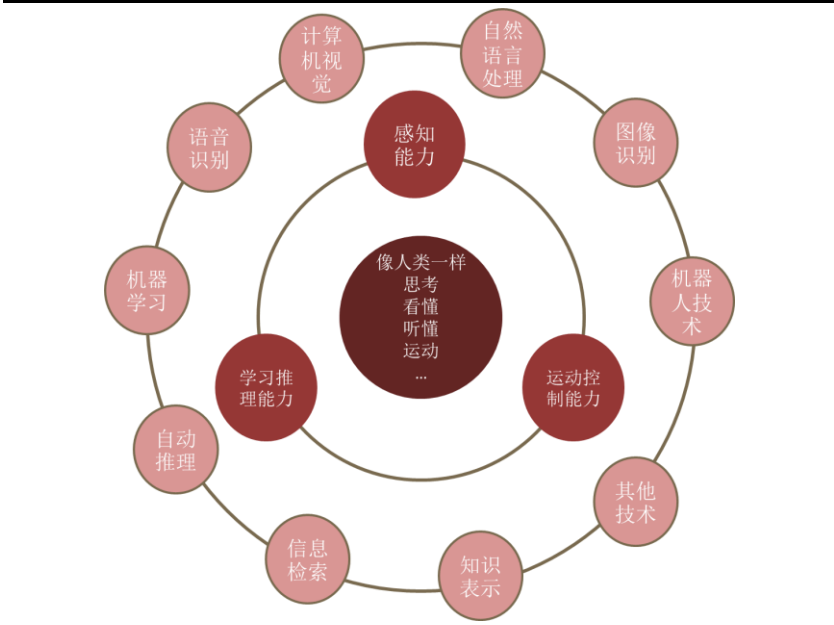
图表2： 关键技术突破带动人工智能新一轮大发展



资料来源：艾瑞，方正证券研究所

人工智能内涵分为类人行为（模拟行为结果）、类人思维（模拟大脑运作）、泛智能（不局限于模拟人）。通俗地理解，AI 是实现“让机器人能够像人类一样思考，像人类一样看懂，像人类一样听懂，像人类一样运动”的综合技术。其能力概括为感知能力，学习和推理能力，以及运动控制能力。相应的核心技术包括计算机视觉、图像识别、自然语言处理、语音识别等；机器学习、信息检索、自动推理、知识表示等；机器人技术。

图表3： 人工智能的内涵、能力与技术



资料来源：方正证券研究所

人工智能的核心能力实际上是人类自身已拥有的能力，但人类相比，**最大优势在于计算能力的高效**。据媒体报道，中国“神威·太湖之光”蝉联全球超级计算机 500 强榜单之首，是全球首台运行速度超 10 亿亿次的超级计算机，峰值性能达到 12.54 亿亿次/秒。其一分钟的计算能力相当于全球 72 亿人同时用计算器不断计算 32 年，可见计算机计算能力的效率已经远远超过人类。在医疗领域，IBM Watson 可以在 17 秒内阅读 3469 本医学专著，248000 篇论文，69 种治疗方案，61540 次试验数据，106000 份临床报告。通过海量汲取医学知识，包括 300 多份医学期刊、200 多种教科书及近 1000 万页文字，IBM Watson 在短时间内迅速成为肿瘤专家。

无论是替代还是辅助人类完成任务，人工智能技术的出现无疑是具有颠覆性的，尤其在医疗等数据密集型、知识密集型、脑力劳动密集型行业领域，其最大价值在于提升工作效率，解放人类劳动力，释放生产力。

2.2 医疗痛点是人工智能+医疗的现实需求

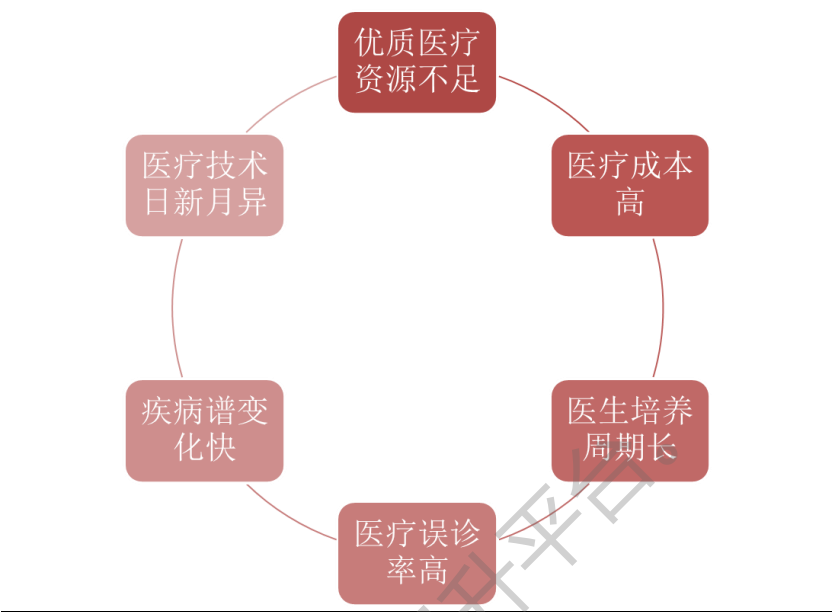
人工智能对医疗的价值体现在两方面，一是提高效率，二是降低成本。对 AI+医疗需求的大小决定了其价值的大小，也最终决定其市场空间。对人工智能医疗的需求主要基于几方面客观现实：一方面是优质医疗资源供给不足。另一方面，随着人口老龄化加剧、慢性疾病增长、对健康重视程度提高，医疗服务需求持续增加。

解决医疗资源不足，提升医疗领域生产力是对 AI+医疗的根本需求和发展动力所在。解决医生资源不足的问题，在增加供给量方面，培养人类医生的方式需要长时间的投入，没办法迅速响应急剧增长的医疗需求，而且供给量也不是无限增加的。而一旦能够实现机器看病，供给量将会是无限增加。一方面解决供不应求的局面，另一方面能够大大降低医疗成本。

- 优质医疗资源不足：中国病理医生与人口比例为 1:70000，而美国为 1:2000。医生资源，尤其是优质的医生资源短缺是一直以来困扰中国的医疗问题的根本原因之一。
- 医疗成本高企：人均医疗费用、医疗费用占 GDP 持续上升。中国医疗成本高的一大原因是来自过度医疗——医生出于增收目的多开药多开检查项目。
- 医生培养周期长：独立上岗医生培训周期长达 8 年。培训周期长首先会导致医疗人力成本高，其次是无法迅速满足持续增长的医疗需求。
- 医疗误诊率高：全美首诊误诊率超过 30%，中国基层医疗的误诊率至少在 50% 以上。受知识、情绪、偏见、诊疗手段等主客观因素影响，人类医生存在相当高的误诊率，优质医疗资源缺乏的地方更甚。
- 疾病谱变化快：癌症发病率正呈现上升趋势，每年因癌症失去生命的人数不断增加；糖尿病、高血压等慢性病逐渐取代传染病、急性病成为危害人类健康的杀手；全球 70% 以上人群常年处于亚健康；等等。目前刚性的医疗供给无法迅速应对疾病普遍的快速变化。
- 医疗技术日新月异：每年大量医学论文发表，新的诊断方法、治疗方法不断出现。医生的学习时间、学习能力有限，无法

在短时间内吸收、汲取新的医疗技术并应用于实践当中。

图表4： 医疗行业普遍存在的痛点

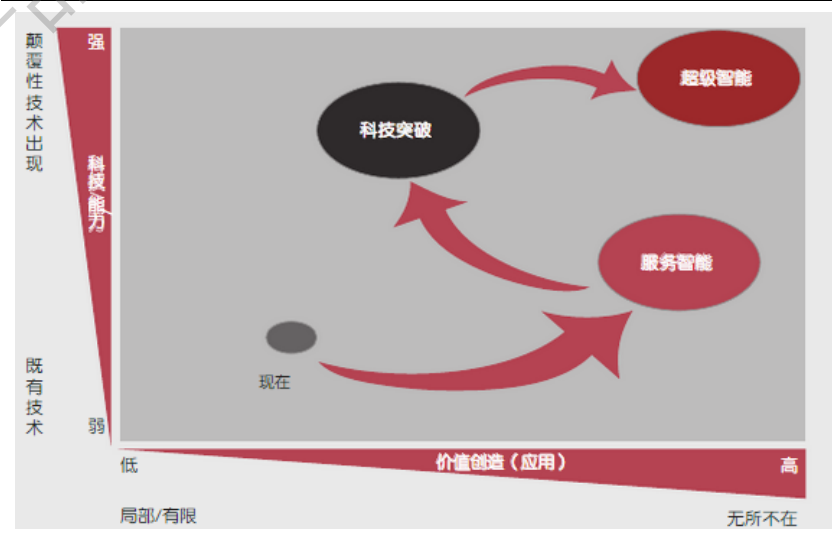


资料来源：方正证券研究所

2.3 未来 3-5 年人工智能+医疗有望爆发

阿里云研究中心和 BCG 的最新合作报告指出，从技术突破和应用价值两维度分析，未来人工智能会出现服务智能、科技突破、超级智能三个阶段。未来 3-5 将处于服务智能阶段：在人工智能既有技术的基础上，技术取得边际进步，机器始终作为人的辅助，在应用层面，人工智能拓展、整合多个垂直行业应用，丰富实用场景，人工智能创造的价值将呈现指数增长。

图表5： 人工智能即将进入服务智能阶段

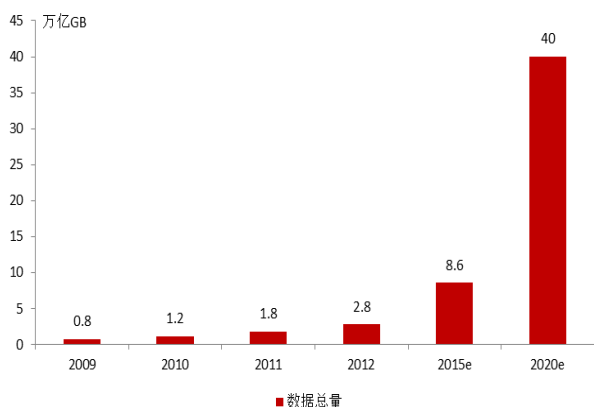


资料来源：方正证券研究所

从应用行业的角度分析，数据可得性高的行业，大规模场景应用将爆发。医疗行业由于数据电子化程度较高、数据较集中且数据质量高，极有可能率先涌现大量 AI+场景应用。IDC Digital 预测，截止 2020 年，医疗数据量将达 40 万亿 GB，是 2010 年的 30 倍。数据生成和共享的速度迅速增加，且预计约 80% 数据为非结构化数据。我们看好人工智能在医疗领域的广泛应用，尤其在辅助诊疗、医学影像、药物挖

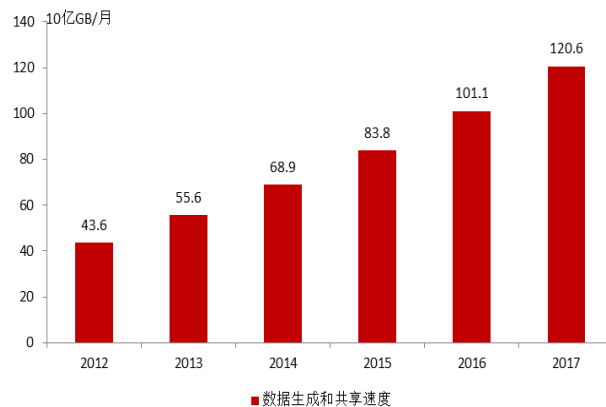
掘、基因组学等细分场景。

图表6：2020年人类产生的医疗数据总量预测



资料来源：IDC Digital 方正证券研究所

图表7：2012-2016年医疗数据生成和共享速度



资料来源：IDC Digital 方正证券研究所

3 人工智能技术在医疗领域具有广阔的应用前景

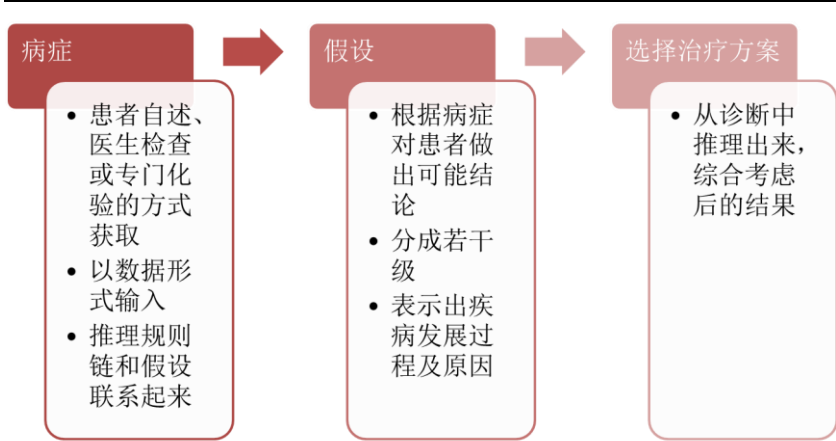
在医疗领域，AI有广泛的应用前景。具体而言，从全球创业公司实践的情况来看，具体应用包括洞察与风险管理、医学研究、医学影像与诊断、生活方式管理与监督、精神健康、护理、急救室与医院管理、药物挖掘、虚拟助理、可穿戴设备以及其他。

3.1 人工智能+辅助诊疗

AI+辅助诊疗，即将人工智能技术用于辅助诊疗中，让计算机“学习”专家医生的医疗知识，模拟医生的思维和诊断推理，从而给出可靠诊断和治疗方案。在诊断中，人工智能需要获取患者病症，进而解释病症，通过推理判断疾病原因与发展趋势，最后形成治疗方案。一般的辅助诊疗模式为“病症-假设-选择治疗方案”：

- 病症是指患者的临床表现，包括患者自述症状、医生检查发现的病症以及专门化验分析结果。将病症信息输入人工智能，描述病症的数据包括病症的值域、可靠性、相互间逻辑关系等等。由于独立病症之间可能组成综合病症，因此在病症获取过程，人工智能系统可要求患者或医生提供某方面的病症。病症由推理规则连和假设联系起来。
- 假设是指对患者做出的可能结论。假设分成若干级，高级假设是低级假设的结果。假设应表示出疾病发展过程及原因。
- 治疗计划是从诊断中推理出来的，经过权衡利弊（疗效、毒性、副作用及其他），并考虑到疾病转移的可能性。

图表8： 医学诊疗模型

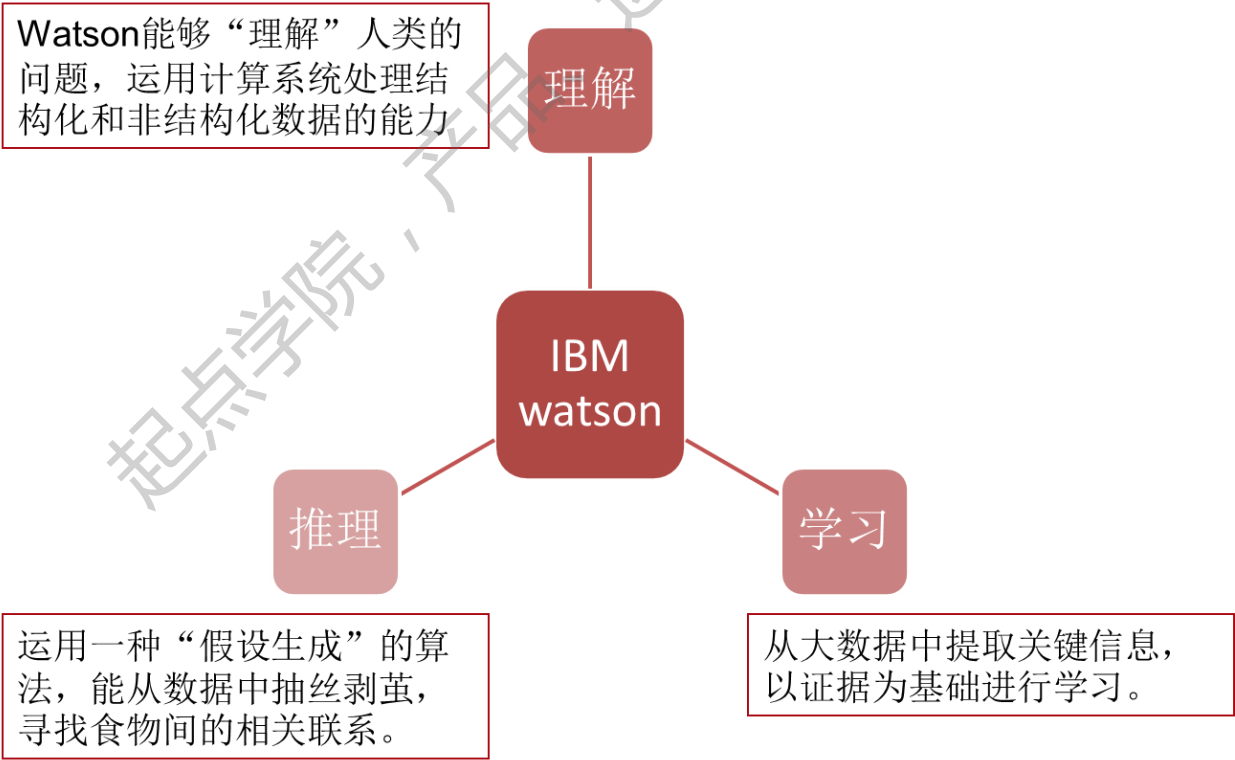


资料来源：方正证券研究所

在 AI+辅助诊疗的应用中，IBM Watson 是目前最成熟的案例。

Watson 是自 2007 年开始，在 DeepQA 问答系统的基础上开发的人工智能系统。据 IBM 资料显示，在硬件方面，Watson 有 90 台 IBM Power750 服务器组成的集群服务器，配有 2880 颗 Power7 处理器以及 16TB 内存。硬件配置保证了 Watson 高效的运算能力，可以每秒处理 500GB 的数据，相当于 1 秒阅读 100 万本书。在软件方面，Watson 采用 Apache Hadoop 框架做分布式计算，还有 Apache UIMA 框架、IBM DeepQA 软件和 SUSE Linux Enterprise Server 11 操作系统。强大的软硬件赋予了 IBM Watson 三方面的基础能力：理解+推理+学习。

图表9： Watson 的三种能力：理解、推理、学习

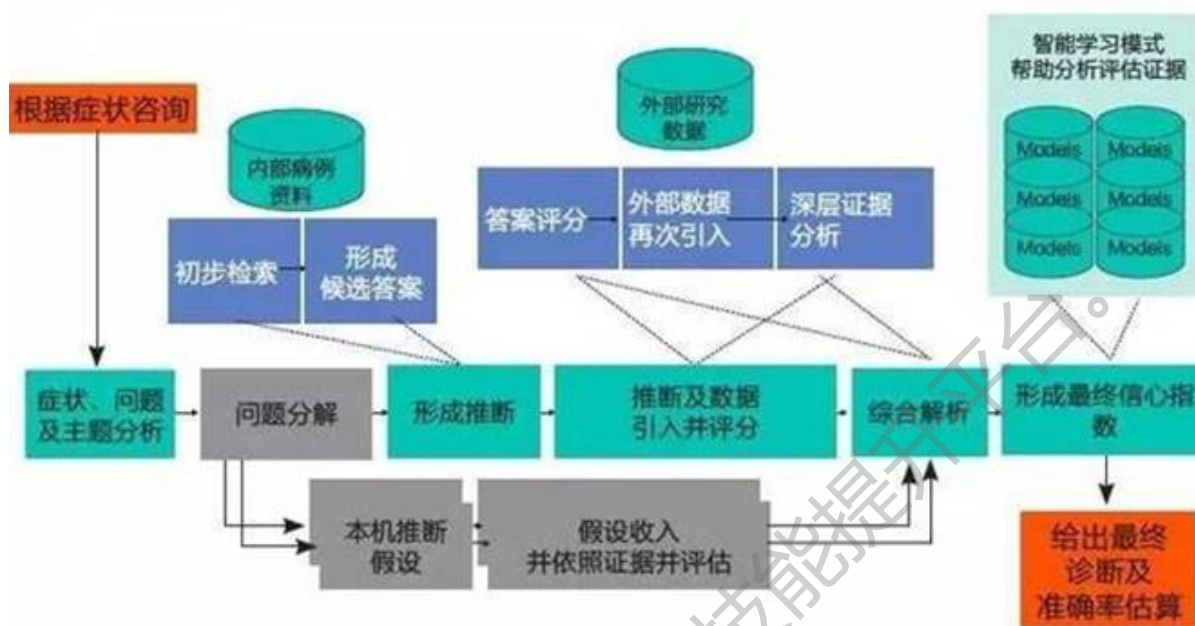


资料来源：蛋壳研究院 方正证券研究所

将基础能力与人类医生的一般医疗诊断模型进行融合，形成了 Watson 在提供辅助诊疗的处理逻辑。其实质是融合了自然语言处理、认知技术、自动推理、机器学习、信息检索等技术，并给予假设认知和大规模的证据搜集、分析、评价的人工智能系统。在 Watson 形成

数据库之前，阅读大量医学文献、论文、期刊，用到了机器学习；在理解患者口述病症的时候，Watson 运用了自然语言处理技术；在对语言的理解和推理中运用到认知技术和自动推理；在推理后寻找诊断结论和治疗方案时用到了信息检索。

图表10: Watson 模拟人类医生诊断模式的处理逻辑



资料来源：哈佛商业评论 方正证券研究所

2012 年 Watson 通过了美国职业医师资格考试，并部署在美国多家医院提供辅助辅助诊疗的服务。目前 IBM Watson 提供诊治服务的病种包括乳腺癌、肺癌、结肠癌、前列腺癌、膀胱癌、卵巢癌、子宫癌等多种癌症。2016 年 12 月 26 日，由浙江省中医院、思创医惠及杭州认知网络共同发起的“浙江省中医院沃森联合会诊中心”在浙江省中医院院内正式宣布成立。这也意味着 IBM Watson for Oncology 在中国医疗领域的商业试应用正式落地。

辅助诊疗场景是医疗领域最重要、也最核心的场景，人工智能+辅助诊疗潜在市场空间巨大，至少是万亿级以上的营收规模。目前除了 IBM 已经在人工智能+辅助诊疗领域进行广泛布局，谷歌、微软、百度等科技巨头也同时在逐步切入。大量创业公司也活跃于这个领域。

3.2 人工智能+医学影像

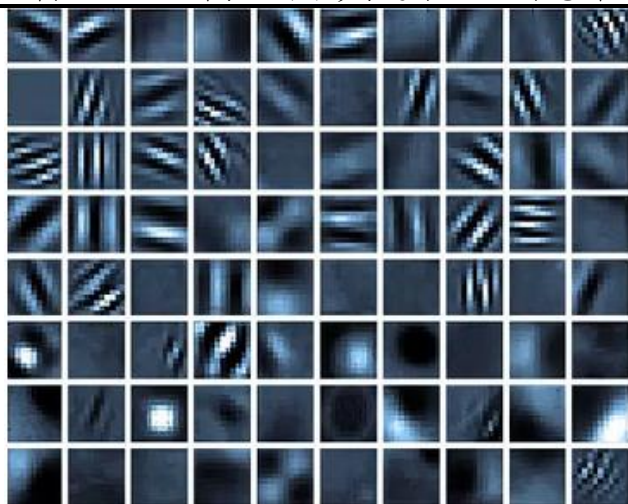
AI+医学影像是将人工智能技术具体应用在医学影像的诊断上。具体而言，AI 在医学影像应用主要分为两部分：第一部分是图像识别，应用于感知环节，其主要目的是将影像这类非结构化数据进行分析，获取一些有意义的信息。第二部分是深度学习，应用于学习和分析环节，是 AI 应用的最核心环节，通过大量的影像数据和诊断数据，不断对神经网络进行深度学习训练，促使其掌握“诊断”的能力。具体而言，AI 在医学影像数据挖掘和分析中包括数据预处理、图像分割、特征提取和匹配判断四个主要过程：

- 数据预处理：是指医学影像数据库中含有海量的、不同来源的原始数据，其中带有大量模糊的、不完整的、带有噪声和冗余的信息，因此在数据挖掘前，必须对这些信息进行清理

和过滤，以确保数据的一致性和确定性，将其变成适合挖掘的形式。这个阶段包括包括图像去噪、增强、平滑、锐化等工作。

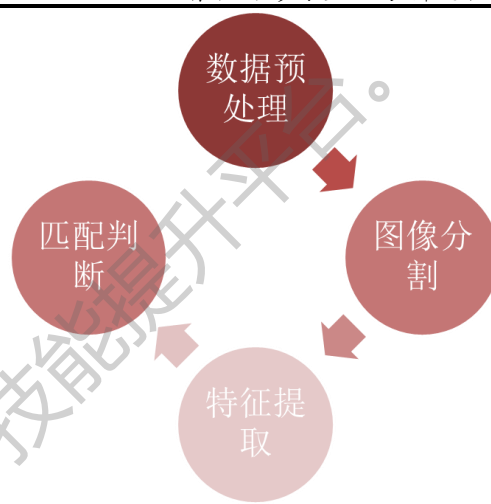
- 图像分割：通过器官形态模型，图像边缘特征模型，以及神经网络聚类模型，计算机自动将影像的内容（如盆腔 CT 的膀胱，前列腺，直肠等）自动分割（分割精度 $<2\text{mm}$.），从而为后期的智能匹配和判断提供必备的图像处理工具。
- 特征提取：在图像分割基础上，使用计算机提取图像信息，决定每个图像的点是否属于一个图像特征。
- 匹配判断：是图像匹配和聚类过程，核心技术是深度学习。

图表11： 图像识别对影像进行处理的示意图



资料来源：健康界 方正证券研究所

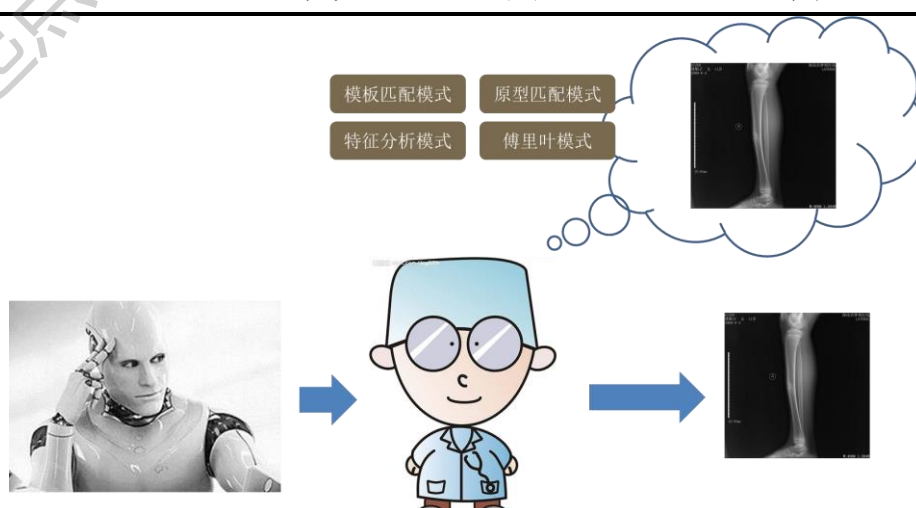
图表12： 人工智能对影像数据分析过程



资料来源：方正证券研究所

人类放射科医生阅片方式,病理医生阅片能力与阅片经验(大脑中储存的细胞病理形态)的丰富与否高度相关。人类医生的读片方式,首先是认知图像。从心理学上来说,认知图像的关键在于模式和识别能力。模式是将当前看到的图像与记忆中有关的参照物(模板、原型、特征等)进行对比,典型的模式有模板匹配模式、原型匹配模式、特征分析模式、傅里叶模式等。具体而言,病理学家在读片的时候,会快速搜索大脑中的典型细胞病理学形态,做出判断。病理医生的阅片经验相当于他大脑中对每一张图像的记忆存储。**AI 实际上是模仿人类医生阅片模式。**

图表13： AI+医学影像实际上是计算机模拟人类医生的阅片模式



资料来源：方正证券研究所

AI 在阅片速度和经验方面具有优势。用深度神经网络来识别病理图片，即使不考虑并行处理和计算加速，阅读一张病理图片不超过 40 秒。受能力限制，人类病理医生的读片量有限，经验的积累也有限。一张病理图片的阅读时间可能是几分钟，也可能一整天。我们假设看一张片 2-3 分钟，每天工作 8 小时来算，一位病理医生每天最多看 150 张病理图片，1 年 3.75 万张，40 年读片经验的医生也只能看 150 万张。

图表14： 人工读片 VS 人工智能读片

	人工读片	人工智能读片
客观程度	主观性无法避免	比较客观
记忆能力	知识遗忘	无遗忘
建模条件	较少信息输入即可快速建模	建模需要更多信息输入
信息利用程度	低	高
重复性	低	高
定量分析难度	大	低
知识经验传承难度	困难	容易
效益性	耗时、成本高	成本低

资料来源：健康界 方正证券研究所

AI+医学影像已经走出实验室，下一步将迎来商业化浪潮。贝斯以色列女执事医学中心（BIDMC）与哈佛医学院合作研发的人工智能系统，对乳腺癌病理图片中癌细胞的识别准确率能达到 92%，虽然还是低于人类病理学家 96% 的准确率，但当这套技术与病理学家的分析结合在一起时，它的诊断准确率可以高达 99.5%，国内的 DeepCare 对于乳腺癌细胞识别的准确率也达到了 92%。据悉尼先驱晨报的报道，Enlitic 凭借深度学习技术超越了 4 位顶级的放射科医生，包括诊断出了人类医生无法诊断出的 7% 的癌症，以及在人类医生高达 66% 的癌症误诊率的情况下，Enlitic 的误诊率只有 47%。

AI+医学影像诊断市场空间巨大。一是病理医生缺口巨大。由于国内病理医生收入低、培养模式不健全，全国病理医生极度缺乏。根据蛋壳研究院的数据，中国和美国的医学影像数量年增长分别是 30% 和 63%，而放射科医师数量增长率仅分别为 4.1% 和 2.2%。可见，无论中国和美国的放射科医师数量增长远不及影像数据增长，供需缺口一直拉大。据媒体引述某三甲医院病理医生介绍，国内病理科医生注册人数 1 万多，而按床位数和病理医生的配比来算，尚有 6-8 万缺口。二是，病理读片高度依赖经验，因经验而异使得病理读片的准确率相差大。中国的现实情况是误诊率高，基层医师专业能力低，有经验的放射科医师普遍缺乏。

AI+医学影像领域可能成为众多医疗细分领域率先爆发的领域。其数据优势体现在：

- 影像数据获取更容易。相比于病历数据动辄三五年的时间跨度，影像学数据则只是“一秒钟”。对于数据公司而言，获得上百万张片子难度不算很大，但是有几十万份完整的结构化的病人病历就不容易了。
- 影像数据处理难度更小。一份病历要包含的信息至少有病

研究源于数据 13 研究创造价值

史、病人信息、症状、治疗手段、愈后恢复等方面，而影像学的数据就是一张片子。

- 影像数据重要。影像检测信息是最直观反映病人病情信息的数据，也是医生确定治疗方案的最直接依据。
- 第三方检测机构在近年的兴起。相比于医院内的检测，第三方检测机构的效率更高，可以利用社区资源，不牵扯医生利益，是大势所趋。第三方检测机构想要开展影像检测业务，必须取得资质认证，资质认证包括一定级别的器材与人员。而专业人员培训周期长，对于智能图像诊断的潜在需求大。

3.3 人工智能+药物挖掘

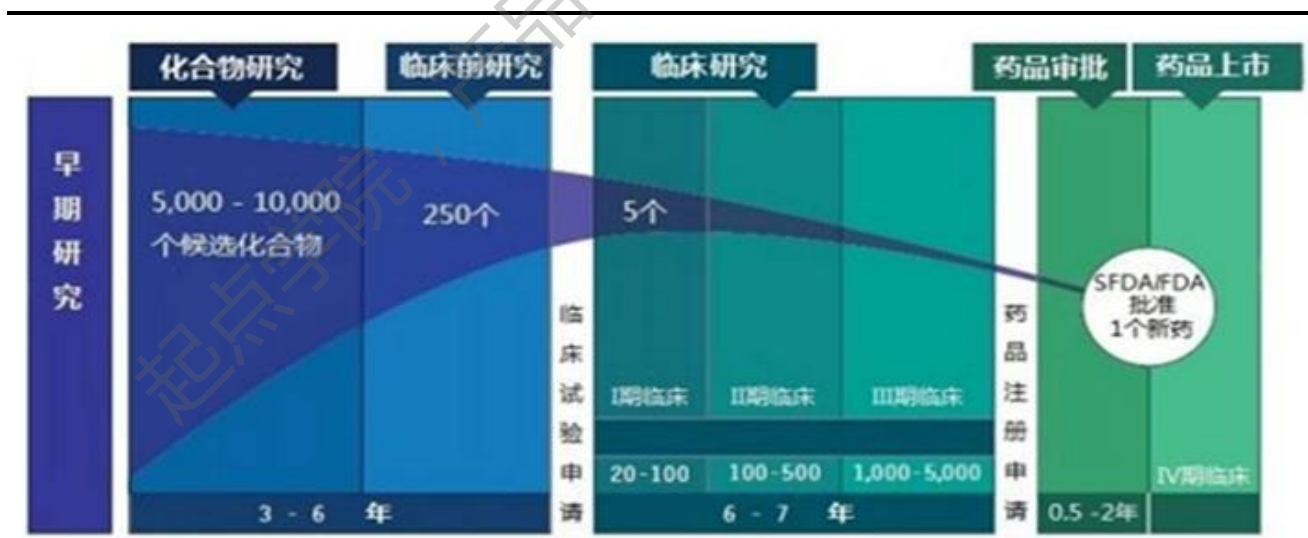
AI+药物挖掘是指将深度学习技术应用于药物临床前研究，达到快速、准确地挖掘和筛选合适的化合物或生物，达到缩短新药研发周期、降低新药研发成本、提高新药研发成功率的目的。

新药研发存在三大痛点：一是研发周期长，二是研发成本高，三是失败率高。

■ 新药研发周期长

新药从研发到上市的过程需要进行的工作包括：药物临床前研究；申请获得临床试验批件；进行临床试验（包括生物等效性试验）研究；新药申请；获得新药证书和药品批准文号；进行药品生产；上市后检测。其中药物临床前研究就需要完成大量的工作，包括药物的合成工艺、提取方法、理化性质、纯度、剂型、处方筛选、制备工艺、检验方法、质量指标、稳定性、药理、毒理、动物药代动力学研究等等。临床前研究（含化合物研究）耗时一般长达 3-6 年。

图表15： 新药研发周期长



资料来源：健康界 方正证券研究所

■ 新药研发成本高

美国塔弗茨药物开发研究中心 2014 年的报告显示，一款成功上市的新药，平均花费约 25.8 美元，其中包括约 13.9 万美元的直接资金投入和研发失败导致的约 11.6 万美元的间接投入。据悉，此次报告的数据和 2003 年相比增长约 145%。

图表16： 全球医药制造巨头在药品研发上投入巨大

公司名称	被批准的药品数量	每个药的研发投入 (亿美元)	总研发投入 (亿美元)
阿斯利康	5	117	589
GSK	10	81	817
赛诺菲	8	79	632
罗氏	11	78	858
辉瑞	14	77	1081
强生	15	58	882
礼来	11	45	503
雅培	8	44	359
默沙东	16	42	673
诺华	21	39	836
安进	9	36	332

资料来源：健康界 方正证券研究所

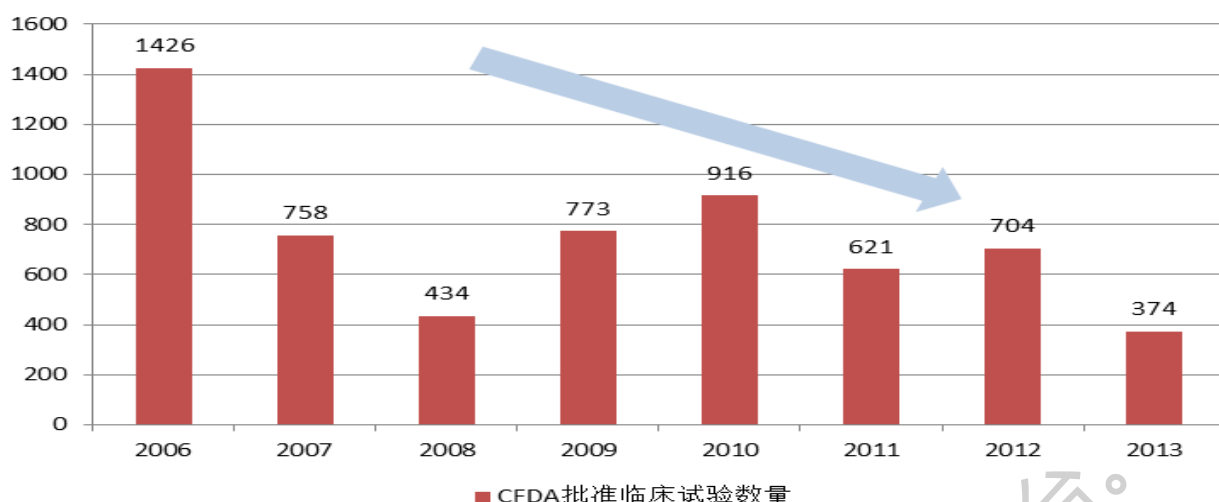
■ 新药研发失败率高

药物发现始于最初的目标确定。一旦确定目标后，人们通常利用高通量筛选（HTS）来“命中发现”。“命中”的结果经过优化成为导引化合物，然后再进一步深入优化，为进入临床前药物开发过程做好准备。当一款药物在进入第一阶段之前，这整个过程下来通常就需要1-3年，而它的POS却仅仅为20%。

- 第一阶段：重点为安全性；健康的志愿者（POS 20%）。
- 第二阶段：重点为有效性；有某种疾病或健康状况的志愿者（POS 40%）。
- 第三阶段：进一步收集不同人群有关安全性和有效性、剂量和药物联用等的信息。志愿者数量为几百到数千名（POS 60%）。

从实践的情况来看，CFDA批准临床试验的数量存在显著大幅下降的趋势。从2011年1426个到2013年仅有374个。批准临床实验的数量大幅下降，意味着临床前研究命中的概率下降，换言之，临床前研究的失败概率在上升。

图表17： 新药研发失败率高



资料来源：健康界 方正证券研究所

AI 能够有效缩短新药研发周期、降低失败风险。通过计算机模拟，可以对药物活性、安全性和副作用进行预测。借助深度学习，在心血管药、抗肿瘤药、孤儿药和常见传染病治疗药等多领域取得了新突破。目前，已经涌现出多家 AI 技术主导的药物研发企业。例如，硅谷的 Atomwise 公司通过 IBM 超级计算机，在分子结构数据库中筛选治疗方法。利用强大的计算能力，评估出 820 万种候选化合物，而研发成本仅为数千美元，研究周期仅需要几天时间。2015 年，Atomwise 基于现有的候选药物，应用 AI 算法，不到一天时间就成功地寻找出能控制埃博拉病毒的两种候选药物，以往类似研究需要耗时数月甚至数年时间。2012 年，默克公司主持了一项由数据科学公司 Kaggle 发起的旨在确定虚拟筛选统计技术的挑战。现在，Kaggle 已经开始测试深度学习和 AI 的应用，并与 AI 药物发现初创公司 Atomwise 开展合作。Atomwise 最近利用 AI 技术，在不到一天的时间内对现有的 7000 多种药物进行了分析测试，为寻找埃博拉病毒治疗方案做出了贡献。根据该公司的统计，如果利用传统方法，这项分析需要花费数月甚至数年才能完成。

AI+药物挖掘主要服务与具有新药研发需求的药企，市场空间至少千亿级。据米内网统计，《制药经理人》杂志选出的全球 TOP50 制药企业 2013 年研发投入达到 1077 亿美元，占处方药销售总额 18%。

3.4 人工智能+健康管理

AI+健康管理是将人工智能技术应用到健康管理的具体场景中。健康管理的范畴非常广。从全球 AI+医疗创业公司来看，主要集中在风险识别、虚拟护士、精神健康、在线问诊、健康干预以及基于精准医学的健康管理。

- **风险识别：**通过获取并运用 AI 进行分析，识别疾病发生的风险及提供降低风险的措施。如，风险预测分析公司 Lumiatra，通过其核心产品——风险矩阵（Risk Matrix），在获取大量的健康计划成员或患者电子病历和病理生理学等数据的基础上，为用户绘制患病风险随时间变化的轨迹。公司首提的医疗图谱 Medical Graph 是预测分析产品背后的引擎，主要有两大功能：1) 映射出当前和未来的个人健康的轨迹；

- 2) 在每一个预测背后，提供详细的临床基本原理。利用图谱分析对病人做出迅速、有针对性的诊断，从而对病人分诊时间大大缩短 30-40%。客户群体包括大型健康计划、护理机构、数字健康公司等。目前已拥有 10 组以上的付费客户。
- 虚拟护士：以“护士”身份了解病人饮食习惯、锻炼周期、服药习惯等个人生活习惯，运用 AI 技术进行数据分析并评估病人整体状态，协助规划日常生活。如 Alme Health Coach，针对慢病病人，基于可穿戴设备、智能手机、电子病历等多渠道数据的整合，综合评估病人的病情，提供个性化健康管理方案，帮助病人规划日常健康安排，监控睡眠，提供药物和测试提醒。又如，AiCure 通过智能手机摄像头获取用户信息，结合 AI 技术确认病人的服药依从性。
 - 精神健康：运用 AI 技术从语言、表情、声音等数据进行情感识别。如，Ginger.IO 通过挖掘用户智能手机数据来发现用户精神健康的微弱波动，推测用户生活习惯是否发生了变化，根据用户习惯来主动对用户提问。当情况变化时，会推送报告给身边的亲友甚至医生。又如，Affectiva 公司的一项技术通过手机或电脑摄像头实时分析人的情绪。
 - 移动医疗：结合 AI 技术提供远程医疗服务。如，在线就诊服务，Babylon 开发的在线就诊 AI 系统，能够基于用户既往病史与用户和在线 AI 系统对话时所列举的症状，给出初步诊断结果和具体应对措施；远程用药提醒服务，AiCure 是一家帮助用户按时用药的智能健康服务公司——通过手机终端，帮助医生知晓，并提醒患者的用药，降低因不按时吃药导致复发的风险。
 - 健康干预：运用 AI 对用户体征数据进行分析，定制健康管理计划。Welltok 通过旗下的 CafeWell Health 健康优化平台，运用 AI 技术分析来源于可穿戴设备的 MapMyFitness 和 FitBit 等合作方的用户体征数据，提供个性化的生活习惯干预和预防性健康管理计划。

4 全球产业图谱：科技巨头偏底层，创业公司偏应用

4.1 基础层价值高，应用层变现快

人工智能产业链根据技术层级从上到下，分为基础层、技术层和应用层三个产业层次构成。其中，基础层提供计算能力和数据资源，分为计算能力层和数据层；技术层提供算法、模型及应用开发，分为框架层、算法层、通用技术层；应用层提供具体应用开发，包括应用平台层和解决方案层。

图表18： 人工智能产业链：基础层、技术层、应用层



资料来源：阿里研究院 方正证券研究所

基础层的计算能力是构建生态的基础，技术层的算法、框架以及通用技术是构建技术护城河的基础，都属于人工智能产业大生态的基础设施，具有高投入、高收益的特点，需要中长期进行投资。而应用层是人工智能技术在具体行业、具体应用场景价值变现的渠道，具有变现能力强的特点。

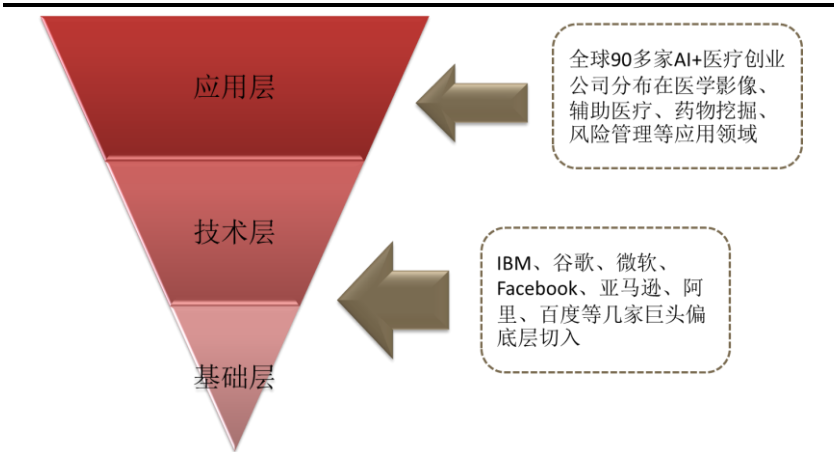
图表19： 人工智能+医疗产业链价值分析

		进入门槛 (前期投入)	演化路径	投资机会
应用层	医疗行业解决方案	大量行业数据形成模型、竞争相对激烈	垂直行业应用或跨行业延伸	低投入，变现快，短期和长期投资价值大
	医疗行业应用平台	需要有较高行业影响力和号召力，构建开发者生态和用户群	向APP store发展	长期投资价值大
技术层	通用技术	需要有一定规模的工程团队	与行业结合，形成解决方案或通用技术平台	投入适中，中长期布局
	算法、框架	算法、框架及工具集较多	横向：算法工具平台 纵向：开发者生态	投入适中，中长期布局
基础层	医疗数据资源	入口被拥有流量的公司占据	数据资产化	高投入，高回报，短期和长期投资价值均巨大
	计算能力	选择计算量需求较大的行业切入	横向：通用计算平台 纵向：计算服务生态	高投入、高回报，短期投资价值较大

资料来源：阿里云研究院 方正证券研究所

产业链中市场参与主体，无论掌握底层资源优势、用户规模优势、或技术优势的科技巨头，还是在应用层面、细分领域深耕的创业企业，将根据自身资源禀赋、产业链位置、战略目标等主客观因素而制定自身竞争战略，最终目的是在产业链中实现自身价值。目前，底层基本都已由科技巨头布局，且未来开放人工智能平台是其构建生态的必然趋势。应用层汇聚了大量的AI+医疗创业公司，分布在多个细分领域。总体而言，全球AI+医疗产业结构呈现倒金字塔形态。

图表20： 全球人工智能+医疗产业结构呈倒金字塔



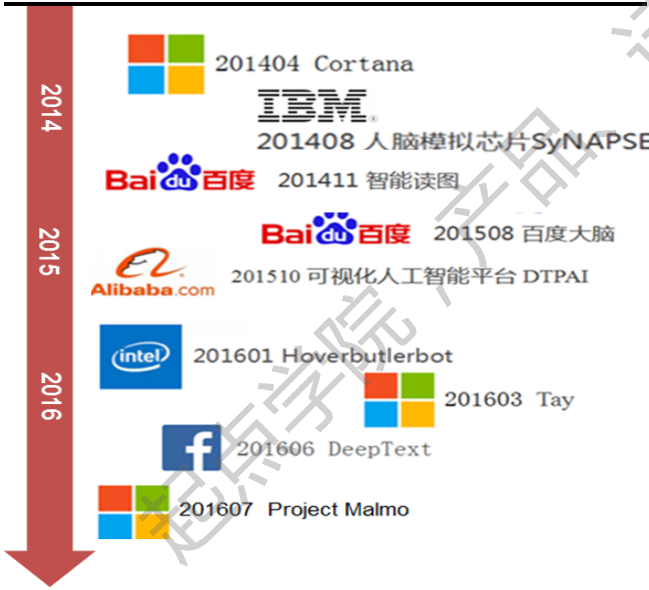
资料来源：方正证券研究所

4.2 科技巨头已重点布局人工智能基础层和技术层

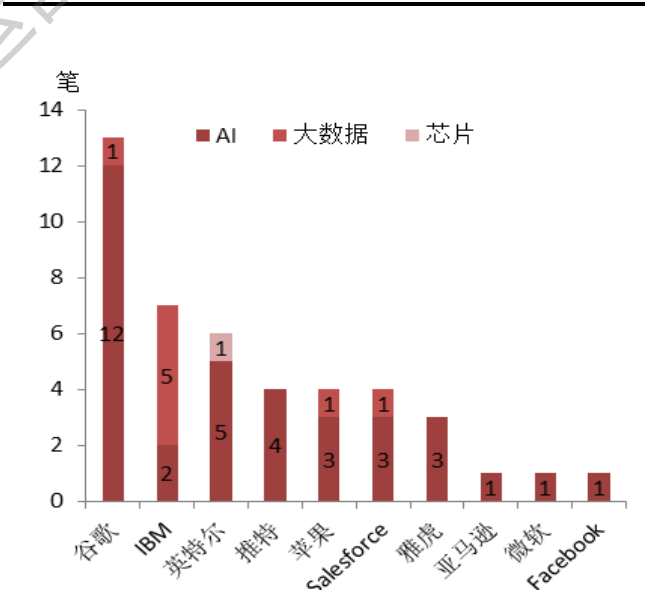
AI 被视为颠覆互联网乃至各个行业的下一阶段重要技术，未来的竞争是人工智能的竞争。对于全球科技巨头而言，之间的竞争不仅仅是某项技术、某个领域的竞争，更多是生态圈与生态圈的竞争。基础设施的处于生态构建者、技术算法驱动者位置的全球软件科技巨头，一方面通过加大自主研发投入，聘请人工智能顶级专家，调整组织架构。另一方面通过对创业型公司大力度的外延收购，完善自身在人工智能方面的布局。

图表21： 科技巨头通过自主研发布局人工智

图表22： 科技巨头通过并购布局人工智能



资料来源：蛋壳研究院 方正证券研究所



资料来源：蛋壳研究院 方正证券研究所

目前科技巨头均已利用禀赋优势打造属于自己的生态圈基本形态，已基本完成“人工智能+”生态的基础设施布局。


图表23： 8家科技巨头在人工智能产业链底层的布局

IBM	<ul style="list-style-type: none">AI技术：语音语义、深度学习神经网络整体解决方案：商业解决方案Watson API云平台：IBM Bluemix 开放云技术平台、机器学习平台 System ML硬件：人工智能芯片 TrueNorth产业布局：深蓝计算机；智能机器人；物联网；医疗服务	苹果	<ul style="list-style-type: none">AI技术：自然语言 Vocal IQ、可视化地图 Mapsense GPS 公司 Coherent Navigation产业布局：汽车领域无人驾驶、Siri 语音
谷歌	<ul style="list-style-type: none">AI技术：视觉、语音、自然语言、大数据、神经网络训练+深度学习云平台：第二代机器学习系 TensorFlow硬件：人工智能加速器芯片 TPUs产业布局：无人驾驶、基于智能手机的各种 app 应用与插件、智能家具、VR 生态平台、VR 头显与控制器、适用的手机	亚马逊	<ul style="list-style-type: none">云平台：Amazon Web Services（存储、计算、模式识别和预测，其中视频识别 API）
Facebook	<ul style="list-style-type: none">AI技术：视觉 Deep face 技术、语音 Mobile technologies，自然语义 Wit AI、神经网络训练+机器学习云平台：开发者平台 Parse；在 Torch 中开源深度学习模块硬件：Big Sur产业布局：语音助手 Money Penny；VR 的生态	阿里	<ul style="list-style-type: none">云平台（阿里云 IaaS 强，可视化人工智能平台 DTP AI）产业布局：智能家具、物联网
微软	<ul style="list-style-type: none">AI技术：语音、视觉、自然语言、分布式机器学习云平台：Microsoft Azure（存储、计算、数据库、live、媒体功能）；分布式机器学习工具包 DMTK（自然语言处理，推荐引擎，模式识别，计算机视觉以及预测建模等）产业布局：语言助手（微软小冰、小娜、Tay）、VR（Hololens 全息眼镜）	百度	<ul style="list-style-type: none">AI技术：语音、视觉、自然语言与智能语义、自动驾驶、深度学习整体解决方案：基于智能手机的语音服务系统（度秘）开发者云平台：百度云产业布局：汽车领域无人驾驶、基于智能手机的各种 app 应用与插件。

资料来源：洪泰基金 方正证券研究所

随着科技巨头在 AI+医疗的基础层和技术层布局逐步完善，在应用层的布局也开始发力。目前正在医疗行业应用布局的大公司主要有四家：IBM、谷歌、微软、百度。

图表24： IBM、谷歌、微软、百度在人工智能+医疗的布局

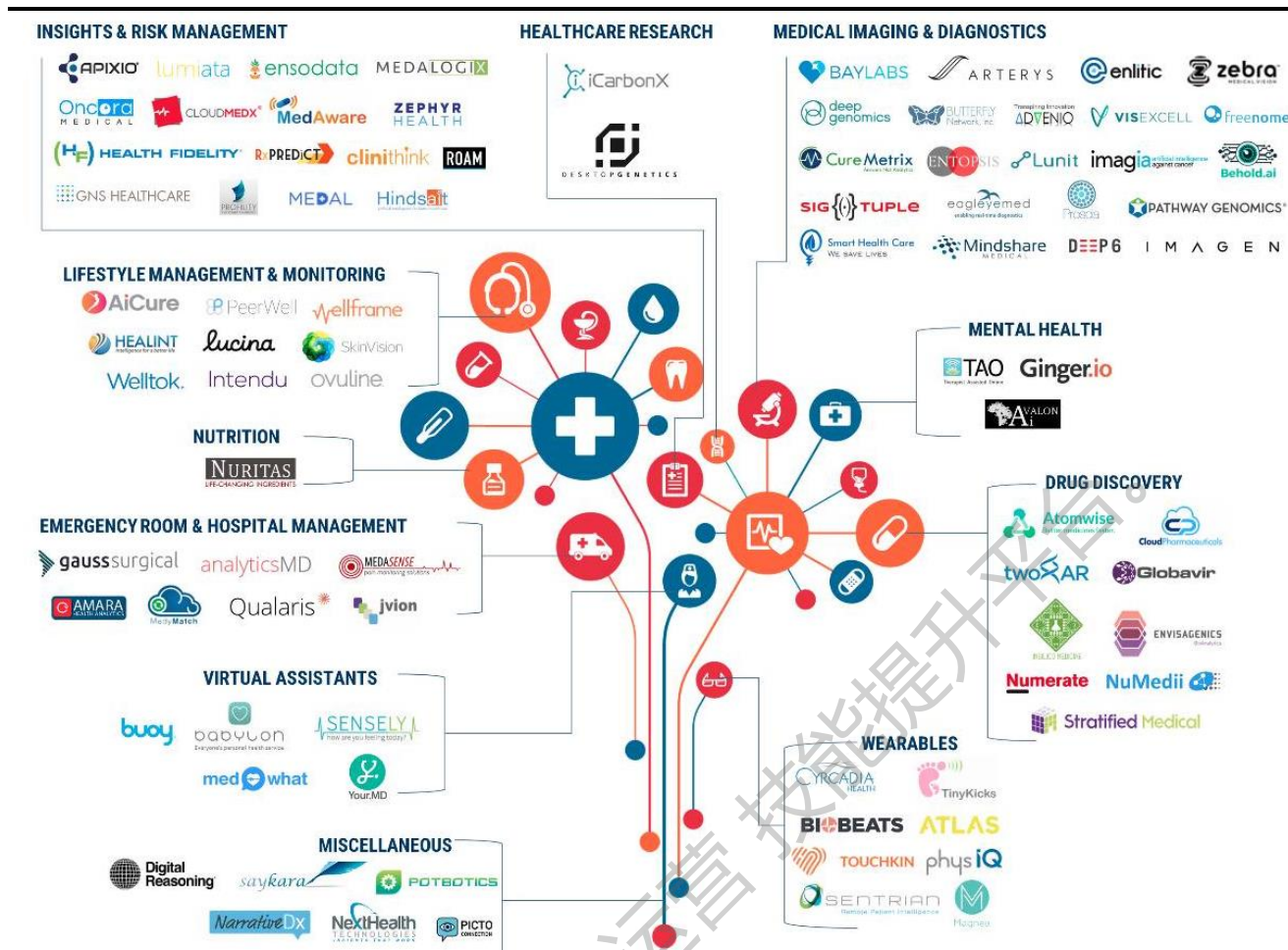
	<p>IBM Watson</p> <ul style="list-style-type: none">2011年 Watson 开始应用于医疗领域2012年与克利夫兰诊所合作训练 Watson2013年与纪念斯隆·凯特琳癌症中心合作共同训练 Watson2014年投资10亿美元成立 IBM Watson 业务集团2015年收购医疗分析公司 Explorys 并创建 Watson Health 服务；2015-2016年：与苹果合作研究睡眠；与 Under Armour 合作对健康大数据进行分析；与纽约基因中心合作创建开源癌症数据库；与辉瑞合作致力于帕金森患者的远程监控；与美国糖尿病协会合作；与 Quest 就 AI 用于肿瘤测序达成合作；收购了 Truven 医疗数据分析公司
	<p>Deepmind</p> <ul style="list-style-type: none">2016年2月，谷歌 DeepMind 公布成立 DeepMind Health 部门2016年与英国国家健康体系（NHS）合作，帮助他们辅助决策与皇家自由医院的合作试点中，DeepMind Health 开发了名为 Streams 的软件与 NHS 再次合作，同 Moorfields 眼科医院一起开发辨识视觉疾病的机器学习系统。
	<p>微软</p> <ul style="list-style-type: none">2016年微软宣布将 AI 用于医疗健康的计划 Hanover，帮助寻找最有效的药物和治疗方案与俄勒冈卫生科学大学 Knight 癌症研究所在药物研发、个性化治疗领域合作
	<p>百度</p> <ul style="list-style-type: none">2016年10月发布百度大脑，通过海量医疗数据、专业文献的采集与分析进行人工智能化的产品设计，模拟医生问诊流程，与用户多轮交流，依据用户的症状，提出可能出现问题，反复验证，给出最终建议，提醒医生更多可能性，辅助基层医生完成问诊。

资料来源：方正证券研究所

4.3 创业公司重点布局应用层和大数据

创业公司主要聚焦于应用层的建设，基于场景或行业数据，开发大量场景应用。CB Insights 重新整理出一份医疗领域 AI 创业图景，统计了全球活跃其中的 90 多家创业公司。

图表25： 全球人工智能+医疗创业公司产业图谱



资料来源：CB insight 方正证券研究所

根据这份图景，AI+医疗的创业公司主要分布在洞察与风险管理、医学图像及诊断、药物挖掘、生活方式管理与监控、急救室和医院管理、虚拟助手、健康研究、精神健康、可穿戴设备、营养管理以及病理学等 11 个领域。其中，医学影像及诊断类是吸引最多创业公司的细分领域，其次是洞察和风险管理类、药物挖掘类。

图表26： 融资额超过 2000 万美元的人工智能+医疗创业公司

创业公司	简介	融资情况 (美元)
Gauss Surgical	一款基于 iPad，在手术过程中可以监测失血量的 APP 的生产和制造商。	3.13 亿
碳云智能	打造一个围绕消费者的生命大数据、互联网和人工智能创建数字生命的生态系统。	1.99 亿
Stratified Medical	利用强大的分析功能，增加科学家对药物的理解并提高研发的效率。	1.4 亿
Butterfly Network	创造便携式的医学成像装置，让超声波和核磁共振检查的速度更快、精准度更高、成本更低并且变得更加智能。	1 亿
Digital Reasoning Systems	可以从任何来源快速读取数据并发现其中价值，运用于金融机构和医疗组织。	7560 万
Apixio	通过自然语言处理技术，分析医疗文本数据，让医疗服务商更好的了解患者状况。	4536 万
Babylon Health	一款远程医疗应用，并计划将 Deepmind 的 AI 技术整合到自己的移动应用中，在患者同医生进行文字、电话或视频交谈前，就能提前预审清楚自己的健康状况。	2494 万
Flatiron Health	一家癌症大数据公司，建立了专门针对肿瘤的云数据存储和分析平台——OncologyCloud，通过分析癌症的相关数据帮助病人获得临床治疗的建议。	2481 万
Lumiata	首家利用大数据技术构建医疗知识图谱的人工智能公司。	2000 万

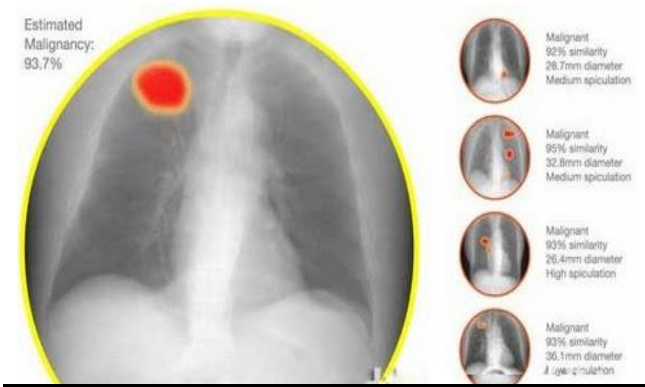
资料来源：CB insight 方正证券研究所

■ 医学影像及诊断类

全球约有 22 家人工智能创业公司主营医学影像及诊断类业务。其中具有代表性公司为 Enlitic。Enlitic 成立于 2014 年 1 月。公司通过对医学影像进行图像识别，能够进行癌症等恶性肿瘤的检测。核心技术是深度学习，通过对大量图像数据进行学习掌握类似放射科医生阅片的能力。目前公司开发的肺癌检测系统的精度是一名放射科技师检查肺癌的精度 6 倍以上。识别的影像范围包括 X 射线、超声波检查、CT 扫描、MRI 等高难度影像。Enlitic 以软件形式安插在医疗机构已经使用的系统中。2015 年 10 月，公司的恶性肿瘤检测系统首次被采用在澳大利亚的医疗图像诊断服务公司。

除了 Enlitic 以外，医学影像领域的 AI 创业公司还有 Artery、Deep genomics、Baylabs 以及国内创业公司 Deepcare 等。其中 Arterys 是首个美国 FDA 批准的云深度学习临床医疗应用平台。

图表27： 使用Enlitic系统检测恶性肿瘤的示意



资料来源：中国电子网 方正证券研究所

图表28： 医学影像及诊断类人工智能创业公司

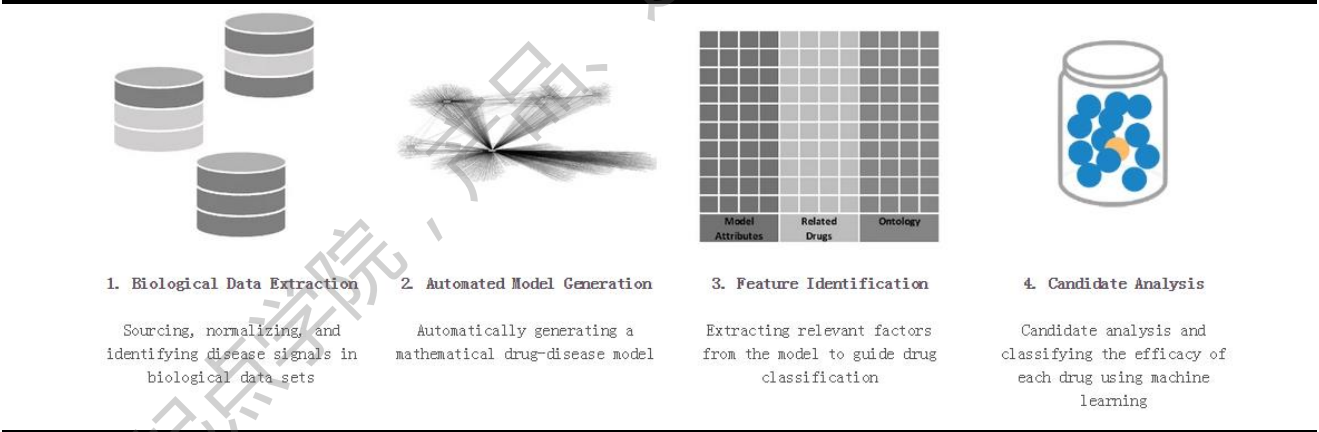


资料来源：CB insight 方正证券研究所

■ 药物挖掘

目前有 8 家将人工智能用于药物挖掘中的公司，其中 6 家获得风头。其中具有代表性公司是 Twoxar。该公司成立于 2014 年，旗下的 DUMA 药物研发平台来评估大型公共和私有数据集，从而可以在数分钟时间内识别药物，并对药物和疾病的匹配度按照概率进行排序，而传统的研究通常需要数年时间。其原理是利用神经网络分析发现在药物与疾病之间未被预料到的关联规律。寻找这种规律大概有 4 步：1) 根据疾病去生物学数据库提取样本；2) 自动生成一个精准的针对疾病-药物的模型；3) 从模型中提取相关因子来指导药品分类；4) 运用机器学习对每种药物的功效进行分析和分类。目前，公司已经在 20 多个数据库中成功测试了它们的技术，并与 2015 年 11 月获得 340 万美元融资。

图表29： TwoXAR 公司药物研发平台发现疾病-药物的四个步骤



资料来源：公司官网 方正证券研究所

除了 TwoXAR 以外，将 AI 技术运用在药物挖掘的创业公司还有 Atomwise、Numerate、Globavir 等。

图表30： 药物挖掘类人工智能创业公司



资料来源：CB insight 方正证券研究所

5 中国产业雏形已现，数据是关键

5.1 中国人工智能+医疗处于起步阶段

中国 AI+医疗产业处于起步阶段。从中国的 AI+医疗产业图谱来看，产业链各层基本上都有相关企业布局。其特征与全球 AI+医疗产业的特征基本吻合：科技巨头偏底层，创业公司偏应用层。

- 数据层：随着医疗及相关领域的信息化、互联网化程度不断提高，医疗大数据已具备雏形。主要集中于各大医疗机构、各地社保局和卫生局，第三方影像中心和检测中心也掌握部分数据，如影像数据、体检数据。从信息化程度上讲，目前医疗大数据初步具备商业开发的基础。此外，医学知识也是重要的医疗数据资源之一。
- 计算能力层：主要有百度云、阿里云等云服务平台。
- 通用技术层：自然语言处理有科大讯飞、腾讯、云知声等，视觉识别有旷视科技、格灵深瞳、依图等，机器学习有百度、旷视科技等。
- 框架和算法层：康夫子、拍医拍、推想科技等多家创业公司均提供医疗细分领域应用算法。
- 应用平台：腾讯 APP Store 向用户提供应用，医惠科技通过在自身智能开放平台上嵌入 IBM Watson 向医院提供应用。
- 解决方案：思派网络、易创科技、万里云、推想科技等。

随着全球科技巨头陆续将人工智能平台开放，将有效弥补我国在底层方面的积累不足，各个细分领域的 AI+医疗创业公司将受益。

图表31： 中国人工智能+医疗产业图谱



资料来源：方正证券研究所

我们梳理了近年来进军中国 AI+医疗产业的创业公司图谱，按细分领域分成医疗影像类、医疗大数据类、医疗医保类、医药研发类以及医疗信息化类 5 大类。除了医药研发类，其他各个领域均有相当数量的公司。

图表32： 中国人工智能+医疗创业公司产业图谱



资料来源：方正证券研究所

2016 年是全球人工智能元年，也是我国人工智能元年。资本对 AI+ 医疗的追捧，多家创业公司顺利获得融资。其中，成立仅半年的碳云智能在 A 轮获得 10 亿元的融资。

图表33： 2016 年中国人工智能+医疗创业公司融资情况

时间	创业公司	公司简介	融资金额	投资机构
1 月	思派网络	通过对医疗大数据的深度挖掘，结合及其学习和人工智能，建立中国特色的智能肿瘤诊疗决策支持体系	千万美元级 A 轮	斯道资本等
1 月	拍医拍	将产品发展方向正式从 C 端转型到 B 端合作，通过 B2B 方式打通各环节医疗信息，解决各方信息流通不畅的痛点	3000 万元 A 轮	重山远志健康基金、亿联资本
1 月	康夫子	致力研发无结构化信息自动抽取技术，快速地从医学书籍、医学论文、电子病历、医疗资讯中抽取信息，构建知识图谱，辅助医生临床决策	数百万元天使轮	不详
2 月	推想科技	利用影像识别算法模型，为医生提供人工智能辅助诊断方案，计划和医疗机构进行合作，提高诊断精确度，推进人工智能在医疗领域的技术突破和实际应用	1100 万人民币天使轮	英诺天使基金、臻云创投
2 月	赛福基因	智能化方式构建基因数据解析平台，实现基因解析的自动化、批量化和个性化，提高基因数据的解析准确度和速度	千万美元级天使轮	创见资本、将门基金等
4 月	柏惠维康科技	于 2015 年推出了新一代的 Remebot 神经外科手术机器人	数千万元人民币的 A 轮	真格基金、乾祥海泉投资等
4 月	碳云智能	希望建立一个健康大数据平台，运用人工智能技术处理这些数据，帮助人们做健康管理。本轮融资将主要用于生产和搜集数据、数据分析能力的建设以及建立进行数据分析的人工智能模型。	10 亿元 A 轮	腾讯、中源协和、天府集团
5 月	达闼科技	计划 2016 年底将拿出阶段性产品——“安全”的移动信息化产品，并于第三届世界互联网大会上推出全球首部实用化人工智能导盲机器人	3000 万美元种子轮	软银、富士康、华登资本
5 月	礼宾医疗	致力于为用户提供由机器人协助的居家护理解决方案	1040 万天使轮	广州国衡投资
6 月	思派网络	在推出的多中心科研型数据库的基础上，升级为全员、全数据、全工作流程管理型数据库，从最基础环节协助肿瘤领域医教研核心工作的优化发展	数千万美元 B 轮	腾讯、斯道资本、F-Prime 及平安创投
6 月	DeepCare	将人工智能和深度学习技术用于医疗影像的识别和筛查的科技公司，专注于研发医疗影像检测、识别、筛查和分析技术	600 万元人民币天使轮	峰锐资本
9 月	钛米机器人	融资将主要用于特种医疗服务机器人的临床实验	近千万元天使轮	国科嘉和和上海创投
10 月	汇医慧影	早期以医疗影像作为切入口，提供影像云系统、图像识别和智能诊断服务。本轮融资将进一步强化汇医慧影在图像特征深度学习领域的探索，实现高效阅片、精准医疗	数千万元 A 轮	蓝驰创投
10 月	图玛深维	将深度学习引入到计算机辅助诊断系统中，可应用于各类医学图像分析诊断、显微镜下的病理图像分析、以及发现 DNA 结合的蛋白质的序列特异性并协助基因组诊断等	150 万美金天使轮	真格基金、经纬中国

资料来源：动脉网 方正证券研究所

5.2 大数据应用有依据，人工智能+医疗产业化将加速

政策出台有助于规范和支持大数据应用的发展。2016年6月，国务院公布了《关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》，明确指出健康医疗大数据是国家重要的基础性战略资源，需要规范和推动健康医疗大数据融合共享、开放应用。在规范和安全，开放性两个方面做得相关指引：

- 在规范和安全方面，需要建立健全健康医疗大数据开放、保护等法规制度，强化标准和安全体系建设，强化安全管理责任，妥善处理应用发展与保障安全的关系，增强安全技术支撑能力，有效保护个人隐私和信息安全。
- 在开放性方面，国家鼓励各类医疗卫生机构推进健康医疗大数据采集、存储，加强应用支撑和运维技术保障，打通数据资源共享通道。探索推进可穿戴设备、智能健康电子产品、健康医疗移动应用等产生的数据资源规范接入人口健康信息平台。同时积极鼓励社会力量加强健康医疗海量数据存储清洗、分析挖掘、安全隐私保护等关键技术攻关，创新发展健康医疗业务，加快构建健康医疗大数据产业链。

AI+医疗产业化的前提是积累足够多的场景数据，从而形成高效的解决方案。但中国的医疗大数据一直存在应用障碍，信息孤岛现象明显。我国95%医院的电子病历还未全院流通，仅20%电子健康档案与电子病历互通。核心数据--电子病历数据，分散在各家医院封闭的体系中，数据的使用权、归属权一直没有明晰，导致商业化运营一直是难题。指导意见的出台旨在打破这一障碍，使得数据应用有了依据。此举有望释放大数据资源的价值，助力AI+医疗产业化提速。

起点学院，产品、运营课程

图表34： 我国人工智能+医疗相关政策

时间	发布单位	战略、规划	备注
2006 年	国务院	《国家“十一五”基础研究发展规划》	曾经提及到“人工智能”，但仅仅作作为与计算科学的分支学科之一。
2015 年 7 月	国务院	《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》	明确提出人工智能作为重点布局的 11 个领域之一。
2016 年 3 月	国务院	《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要（草案）》	重点突破新兴领域人工智能技术等。
2016 年 5 月	发改委	《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》	到 2018 年，打造人工智能基础资源与创新平台，人工智能产业体系、创新服务体系、标准化体系基本建立，基础核心技术有所突破，总体技术和产业发展与国际同步，应用及系统级技术局部领先。
2016 年 6 月	国务院	《关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》	明确指出健康医疗大数据是国家重要的基础性战略资源，需要规范和推动健康医疗大数据融合共享、开放应用。
2016 年 7 月	国务院	《“十三五”国家科技创新规划》	重点发展大数据驱动的人机智能技术方法；突破以人为中心的人机物融合理论方法和关键技术，研制相关设备、工具和平台；在基于大数据分析的类人智能方向取得重要突破，实现类人视觉、类人听觉、类人语言和类人思维，支撑智能产业的发展。

资料来源：新智元 方正证券研究所

国家人工智能专项计划即将出台，助推 AI+。2017 年 1 月，国家科技部部长万钢在全国科技工作会议中透漏，目前正在编制人工智能的专项规划。该专项规划内容覆盖大数据、计算平台（如人工智能芯片）、算法以及产业应用在内四大维度。同时，科技部还在研究论证人工智能重大项目的立项工作。重大项目一般是指科技创新-2030 重大项目，该项目充分体现国家战略意图。这表明人工智能已经上升到国家层面。

6 A 股投资策略

6.1 推荐的逻辑:产业链相关标的收益

AI 底层开源已成为趋势，降低应用开发壁垒。无论 Facebook 的 Torch 和 Caffe、还是谷歌的 Tensorflow 和亚马逊的 MXnet 等等，科技巨头的深度学习框架均先后实现开源。底层技术的开放有利于降低人工智能进入门槛。AI 技术在医疗应用将加速医疗大数据价值的实现，扎根细分领域、融合具体场景的医疗大数据产业链公司将受益。我们在互联网医疗系列报告五中提到，医疗大数据包括人口数据库、健康档案数据库以及电子病历数据库三大来源。其中电子病历数据包含医院诊断治疗全过程原始记录，商业化价值最高，其来源是临床信息管理系统。围绕医疗大数据，提供数据管理、采集端口、基础设施以及

分析应用的企业将受益。

从具体应用领域来看，医学影像、辅助医疗、药物挖掘、健康管理是我们看好的“AI+”四个细分领域，有助于提高行业运行效率。数据完备程度、变现渠道成熟度、刚性需求、技术成熟是影响细分领域“AI+”进程的主要因素：

- 数据完备程度：数据的完备性包括两方面，一是数据集中度，数据越集中越容易形成大数据。二是数据闭合度，即需同时包含输入、输出，事实证明有监督学习的效果更佳，训练机器人的数据最好是闭环，方便对机器进行训练。
- 商业模式成熟度：一般而言，已有的商业模式比新的商业模式更容易被相关方（包括客户、供应商等）接受。成熟的商业模式在变现时失败风险更低。
- 需求的刚性程度：无论 2B 还是 2C，刚性需求是客户掏钱的最直接原因。需求约刚性，毛利空间越大，变现速度越快。
- 技术成熟度：应用场景不同，对技术的要求也不同。涉及的技术越多，且技术尚不成熟，则风险越大。

据此，我们认为就短期投资价值而言，AI+医学影像和 AI+辅助诊疗的投资价值最大。

图表35：影响细分领域“人工智能+”进程的四个因素

维度	医学影像	辅助医疗	药物挖掘	健康管理
数据完备程度	数字化程度高，且完整	数据量庞大且大部分完整	数字化程度高，且完整	数据分散且大部分不完整
商业模式成熟度	面向医疗机构或第三方影像中心，收费模式简单明了	面向医生/医院使用，但由患者或第三方付费的方式存在最终受益者患者是否可感知的问题	面向药企，由于人工智能+的效益—节省研究费用和提高成功率难以量化，不好定价	传统健康管理的商业模式尚且不成熟
需求刚性程度	放射科医生本身稀缺，长期供不应求	优质医疗资源短缺的地区需求大；疑难杂症诊治需求大	对于原研药公司需求大	非必需品，需求弹性大
技术成熟度	图像识别技术已经相当成熟	IBM 为代表的辅助诊疗已经相当成熟，误诊率远低于人类医生	通过人工智能挖掘新药的准确性和效应应具有不确定性	尚不成熟

资料来源：方正证券研究所

6.2 相关标的

根据大数据产业链以及对细分领域两个角度，我们梳理了 A 股及新三板相关公司。从产业链上讲，对应 A 股公司为能形成医疗大数据的医疗信息化、医疗检测服务相关标的，对应相关公司为思创医惠（300078）、东华软件（002065）、麦迪科技（603990）、和仁科技（300550）、创业软件（300451）以及美年健康（002044）。从应用行业细分领域上讲，涉及医学影像率先爆发的可能性较大，对应相关公司为万东医疗（600055）和万达信息（300168）。其中最看好未来 AI+医疗战略意图明确、与 IBM 等科技巨头建立合作的思创医惠和东华软

件。

图表36： 人工智能+医疗相关概念股分析

公司	基础	应用			
	数据资源	辅助诊疗	医学影像	药物挖掘	健康管理
思创医惠 (300078)	智能床、智能鞋、 体温计等物联网产 品积累用户体征大 数据	与 IBM/认知合建全国 21 个沃森会诊中心提供 辅助诊疗；体温贴机器 人，用于手足口病初诊	无	无	无
东华软件 (002065)	拥有大量医院客 户，共同开发数据 资源	与 IBM 合作通过疾病风 险预测模型研究、相似 病患分析	无	无	无
麦迪科技 (603990)	专注 CIS，覆盖超 400 家三甲，服务 超过 900 家医院	通过数据统计分析和挖 掘实现智能医疗辅助决 策	无	无	无
万东医疗 (600055)	旗下万里云医学影 像大数据平台	无	采用深度学习、神 经网络分析等创 新技术，将在医学 影像领域实现 AI	无	无
和仁科技 (300550)	主营 CIS 和 EMRs， 覆盖 155 所军队医 院。	无	无	无	无
创业软件 (300451)	获取中山市区域卫 生大数据	无	无	无	无
万达信息 (300168)	无	无	旗下四维医学提 供远程影像服务	无	全程健康、健康 云服务
美年健康 (002044)	通过体检获取个人 健康大数据，每年 上千万体检人次	无	无	无	无
般若股份 (838293)	无	无	无	无	AI+健康管理创 业公司碳云智能 入股 10%

资料来源：方正证券研究所

6.2.1 思创医惠 (300078)：打造医疗大数据，拥抱人工智能

通过智能开放平台和物联网技术打造医疗大数据。公司全资子公司医惠科技开发的智能开放平台，以面向服务的体系架构（SOA）为基础，以 IBM IntegrationBus 为核心，以医疗卫生行业标准、规范及指南为依据，根据卫计委的医院信息互联互通标准化成熟度测评项目搭建而成。致力于打造一个以患者为中心的医院业务协助网络和医疗信息共享平台。平台有助于消除医院间信息孤岛的问题，真正实现医

疗数据互通互联，为以电子病历为核心的医疗大数据商业化奠定基础。同时，公司将传统优势物联网技术融合到医疗信息耗材，通过前端智能产品（包括智能床、体温贴、引流袋以及即将推出的智能鞋）获取人体特征数据。

图表37： 医惠科技医院信息智能开放平台



资料来源：医惠科技 方正证券研究所

积极拥抱人工智能，挖掘医疗大数据价值。公司牵手 IBM，设立沃森研究院，一方面加强医疗大数据的基础研究，引领医疗大数据标准化，另一方面致力于 IBM Watson 的本土化，利用 IBM Watson 人工智能技术开展中国医疗肿瘤专科智能化辅助诊疗研究，帮助医生优化诊疗路径，为患者提供个性化的精准医疗。2016 年 8 月公司宣布携手 IBM、认知关怀，将 IBM Watson 肿瘤解决方案引入国内 21 家医院。目前，IBM Watson 已落地浙江省中医院，为肺癌、乳腺癌、直肠癌、结肠癌、胃癌和宫颈癌 6 中癌症提供辅助诊疗服务。

此外，公司还通过自主研发打造面向儿童的手足口病诊断机器人，提供准确、及时的诊断服务。

图表38： IBM Watson 已落地浙江省中医院



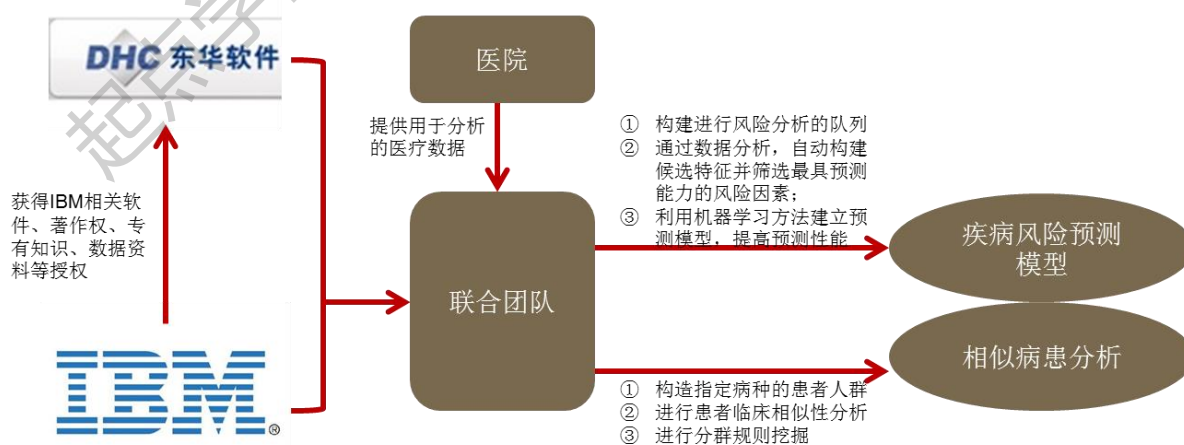
资料来源：新华网 方正证券研究所

6.2.2 东华软件（002065）：携手 IBM，布局人工智能+医疗

公司技术实力雄厚。是国家规划布局内的重点软件企业，国家火炬计划重点高新技术企业，国内最早通过软件能力成熟度集成（CMMI）5 级认证的软件企业之一，连续多年被工信部评委中国自主软件产品前十家企业。

公司长期战略清晰，积极布局 AI+ 医疗。公司战略目标是打造“中国智慧医疗龙头企业”，围绕大健康领域，利用 IT、软件等基础能力，致力于与互联网、云计算、大数据、物联网、人工智能等技术与传统行业结合，服务与大健康行业。在 AI 与医疗结合方面，公司与 IBM 在针对精准医学的医学数据分析与转化方面开展联合开发，切入疾病风险洞见与个性化诊疗。双方签订《软件许可和联合开发协议》，约定公司获得 IBM 公司相关软件、著作权、专有知识、数据资料等授权许可开展联合开发工作，与 IBM 共建联合团队，以某一家或多家医院的多中心数据采集和分析项目为起点，针对肿瘤相关疾病领域的三个病种（如妇科肿瘤、消化道肿瘤等），开展疾病风险预测模型的研究和相似病患分析。

图表39： 东华软件与 IBM 联合开发模式



资料来源：方正证券研究所

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

免责声明

方正证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司客户使用。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离制度控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“方正证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

公司投资评级的说明：

- 强烈推荐：分析师预测未来半年公司股价有20%以上的涨幅；
- 推荐：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的涨幅；
- 中性：分析师预测未来半年公司股价在-10%和10%之间波动；
- 减持：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的跌幅。

行业投资评级的说明：

- 推荐：分析师预测未来半年行业表现强于沪深300指数；
- 中性：分析师预测未来半年行业表现与沪深300指数持平；
- 减持：分析师预测未来半年行业表现弱于沪深300指数。

	北京	上海	深圳	长沙
地址：	北京市西城区阜外大街甲34号方正证券大厦8楼(100037)	上海市浦东新区浦东南路360号新上海国际大厦36楼(200120)	深圳市福田区深南大道4013号兴业银行大厦201(418000)	长沙市芙蓉中路二段200号华侨国际大厦24楼(410015)
网址：	http://www.foundersec.com	http://www.foundersec.com	http://www.foundersec.com	http://www.foundersec.com
E-mail：	yjzx@foundersec.com	yjzx@foundersec.com	yjzx@foundersec.com	yjzx@foundersec.com