

以人为本， 人工智能助力医疗体系科学发展

2019年8月



序言

在中国经济增长放缓的背景下，人口老龄化、医疗健康消费升级正在推动医疗支出持续、显著增长。医疗需求总量巨大，在结构上呈现出多样化、多层次、个性化、动态化等特征。虽然医疗供给总量在增加，但医疗资源分配不均衡、结构不合理。总体而言，供给与需求在总量上暂未达到平衡，在结构分布上存在严重错配。

针对上述问题，倡导价值医疗、优化资源配置，正在成为医疗行业发展趋势。医疗卫生系统在向以人为本的整合型医疗卫生服务体系演进，力求实现“无处不在的医疗”、“全生命周期关怀”及“精准医疗”。医疗健康服务在逐步引入数字化技术，从满足基础功能需求向提升个性化、智能化诊疗服务体验发展。其中，人工智能技术已在医疗行业进行诸多探索，未来将呈现巨大应用发展潜力。

当前，尽管医疗行业通过人工智能技术驱动服务提质增效的需求迫切。然而，医疗与人工智能依然需要不断融合，以形成多样的发展模式。医疗人工智能的发展必将从目前的技术、工具驱动向以价值医疗为核心的端到端解决方案演进，基于此核心观点，白皮书对医疗AI各参与方提出了业务发展建议。

目录

1. 医疗体系现状及未来发展趋势	6
1.1 宏观发展趋势及医疗需求的变化	7
1.2 医疗供给的变化	11
1.3 新技术的发展	13
1.4 医疗体系发展的趋势	14
1.5 AI在未来医疗体系中的价值	16
2. 面向未来的医疗健康生态体系及人工智能发展机会	18
2.1 面向未来的医疗健康生态体系	19
2.2 基于医疗健康生态圈的医疗AI应用细分领域	23
2.3 医疗AI技术能力说明	45
3. 医疗AI发展模式探索	48
3.1 医疗AI需求及供给模式分析	49
3.2 医疗AI需求及供给关系思考	50
3.3 医疗AI需求方发展路径建议	51
3.4 医疗AI供给方发展路径建议	52

观点

缓解医疗供需矛盾，AI不可或缺

中国医疗健康行业的核心痛点在于供给与需求之间的不匹配。医疗体系正处于以人为本的整合式服务趋势之下，医疗服务、医疗保障、药械生产及流通体系正在不断变革。AI将促进医疗服务提质增效、降本增益、模式创新，推动医疗体系各方的变革。医疗专家的不断投入、高质量标准化的数据、领先的AI技术将是医疗AI发展的核心要素。

AI将赋能医疗服务提供方诊前、诊中、诊后全流程

AI与医疗服务结合，在诊前、诊中、诊后各个环节演化出丰富的应用场景，能够实现多方面价值，包括提高服务质量、提升患者体验、节约医疗成本、强化医院运营管理等。AI将实现医疗服务的线上线下一体化，将从疾病治疗拓展到主动式健康管理，助推各级医院实现一致的、精准的、体验良好的健康管理服务，真正实现无处不在、全生命周期的医疗服务体系。

临床辅助决策系统未来在基层医院与三级医院应用前景广泛

将按照从全科到专科、从工具到平台的方式进行演进，与临床进行深度融合。对于基层医院，AI辅助诊断能够有效减少医生的误诊、漏诊情况，提升医生诊疗水平，提高医疗服务质量；对于三级医院，AI可通过数据反馈推动诊断更规范合理，提升医生效率。

以“AI+大数据技术”为核心的个人健康管理平台将成为关键

依托医疗体系，打通患者院内外全生命周期数据，实现主动式健康管理。人工智能将实现智能化疾病预防指导，对疾病和个人健康进行实时动态监测和评估，为用户提供个性化行为干预，推动高质高效、低成本的康复护理、慢病管理等医养服务，可降低疾病风险、防患于未然，为患者、医院、医保降低医疗费用支出。





AI将覆盖药品及医疗器械提供方的全价值链

AI在研发环节能够缩短研发周期、降低研发成本、提高研发成功率；在生产环节能够提质增效；在应用环节能够加速临床进程、辅助临床策略制定，促进精准医学和个性化诊疗(如精准用药)。

AI将成为支付方撬动整个医疗生态圈的重要助力

AI将帮助实现医保控费、智能风控、减少欺诈等目标，促进支付方与医疗服务提供方及药品、器械提供方形成新的协同关系，最终目标是以医疗价值为导向，提升医疗服务、药品以及器械的质量水平并节约支出。

医学自然语言处理和知识图谱是医疗AI领域的核心技术

自然语言处理对于病历结构化、实现虚拟助理和辅助诊断、挖掘文献和临床等证据中药物与疾病的关系等应用至关重要；知识图谱是临床辅助支持系统的底层核心，是实现智能化语义检索的基础和桥梁，在疾病风险评估、智能辅助诊疗、医疗质量控制、医学科研辅助、院管决策支持等智慧医疗领域都有着良好的发展前景。

提供涵盖医疗产品、服务、运营的端到端解决方案将是AI供给方的发展方向

医疗AI供给方将从提供基于固定价格的通用性产品，向基于价值的个性化解决方案进行演进；将在政策驱动下从基于信息化预算获取直接收入的模式，向在以人为本的趋势下通过节省费用或数据变现进行价值创造的模式以及C端收费模式演进；除了医疗需求方之外，会更加关注医疗健康生态圈的更广阔市场。

第一部分

医疗体系现状及未来发展趋势



医疗体系 现状及未来 发展趋势

中国医疗健康行业的核心痛点在于供给与需求不匹配。随着人口老龄化加剧，医疗需求持续攀升、医保支付压力增大、医疗资源分配不均衡等问题短期内难以解决。在此背景下，以AI为主的新技术浪潮的兴起，为医疗体系的改革以及健康发展注入了新的活力。在数字化趋势及医改政策引导下，医疗服务各参与方将推动医疗体系在中短期内实现医疗服务、支付、生产及流通体系的变革，并向“以人为本的整合型服务”的远期发展目标演进。→ 01

1.1 宏观发展趋势及医疗需求的变化

卫生总费用增速当前已超GDP增速，未来随着经济增长进入新常态，GDP增速持续放缓，经济增量支持的减少将给医保基金支付带来风险和压力。2013-2017年，中国卫生总费用的年均增速保持在11.5%-13.5%，预计2030-2035年间，增速仍将达7.5%。2017年，卫生总费用占GDP的6.36%，2035年预期达到9%¹。同金砖国家或发展水平相当的中等收入国家(如印度、泰国、阿联酋、马来西亚)相比，我国卫生总费用占GDP的比重已经较高，当下面临较大的医疗负担。发达国家如美国、英国、德国、日本2015年的卫生总费用占比分别为16.8%、9.9%、11.2%、10.9%，同这些发达国家相比，我国的占比还比较低，未来仍有较大的上行压力(世界卫生统计，2018年)。

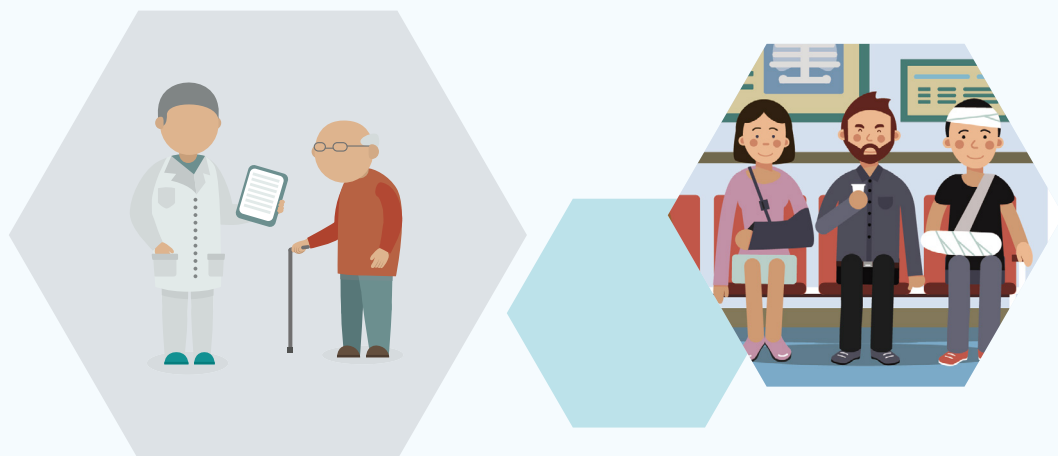
¹中国医药卫生体制改革联合研究合作方，《深化中国医药卫生体制改革——建设基于价值的优质服务提供体系》之政策总论，2016年

01: 医疗服务各参与方推动医疗健康体系演进



演进方向

资料来源：罗兰贝格



人口老龄化将是未来几十年中国医疗健康需求总量持续攀升、集中爆发的直接原因。2018年，中国65岁以上人口已超1.6亿，占比达11.9%，是较早进入老龄化社会的发展中国家之一。此外，老龄化速度加快，60岁以上人口占比到2050年或达35%²。人口老龄化的影响之一是人群疾病谱结构将发生变化，例如慢病患病率将持续上升。我国已确诊的慢病患者人数超3亿，同时患病率以每年5.8%的速度增长³。而根据全国卫生服务调查，65岁以上群体的慢性病患者率高达78.4%，是全部人口患病率的3.2倍，即老龄人口越多慢病人群基数越大。如今，慢病已成为健康的头号威胁，占到了中国77%的健康生命年损失和85%的死亡诱因⁴，占全部疾病负担的60%以上⁵。人口结构的变化带来的第二个影响是诊疗以外的医疗健康需求的结构性增加，包括疾病预防和治疗、健康监测和管理、养生和保健、临终关怀等。以体检为例，与美、日、德超70%的覆盖率相比，我国的健康管理市场还有巨大的发展空间。伴随着生活水平的提高，以及国家政策对家庭医生、慢病防治、健康生活等方面的支持，越来越多的人群将主动参与健康管理。→ 02

此外，在医疗健康消费升级趋势下，人们对医疗健康的效果、品质、体验等提出了更高的要求，医疗健康服务将更加重视个性化、人性化。当人均可支配收入超过某个“临界点”，医疗健康消费会加速发展⁶。中国的人均可支配收入持续快速增长，将成为医疗健康消费加速发展的新力量。表现为，我国近年来的人均医疗消费支出快速提升，过去碎片化、沟通不足、质量和体验有待提升的医疗服务愈来愈不能满足人们的需求。此外，根据罗兰贝格行业分析，集中于公立医院特需和国际部、私立医院等医疗机构的体检、眼科、口腔、美容、辅助生殖等领域的高端医疗需求人数与服务规模在不断增长，需求人群已有3,000-5,000万、市场规模超千亿。未来，优化就医流程、增加便捷性、改善候诊就诊及病房条件、提升医护人员服务意识、提供精准医疗将是大势所趋。

²新华网，《老龄化加速，我们准备好了吗？》，2018年4月18日

³国家卫生计生委统计信息中心，《第五次国家卫生服务调查分析报告》，2013年

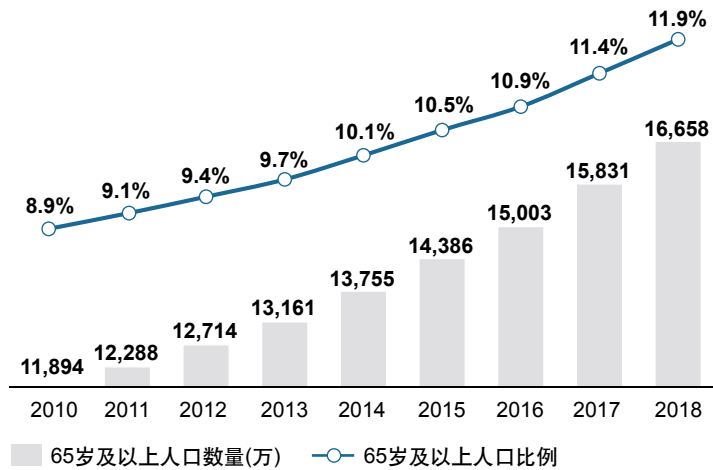
⁴中国医药卫生体制改革联合研究合作方，《深化中国医药卫生体制改革——建设基于价值的优质服务提供体系》之政策总论，2016年

⁵清华大学全球产业研究院，《双轨拉锯：开启中国医疗健康产业的未来》，2019年4月

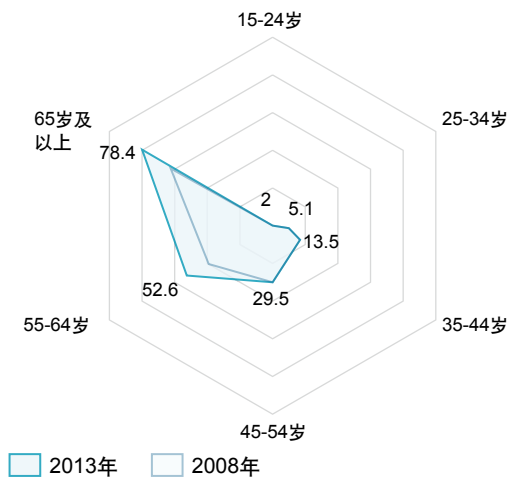
⁶清华大学全球产业研究院，《双轨拉锯：开启中国医疗健康产业的未来》，2019年4月

02: 老龄化趋势和慢病发展

中国65岁及以上人口变化



各年龄段慢性病患率(%)





1.2 医疗供给的变化

支付压力大将是中国医疗体系面临的挑战之一。拆解我国卫生费用总支出构成，政府卫生支出占28.3%，社会卫生支出占43.0%，个人卫生支出占28.7%⁷。而WHO推荐的可以防止因病致贫的自付费用占卫生总费用比例为20%，且2016年政府卫生支出占财政支出的比重已达7.1%(接近全球10.6%的平均数水平)，财政支出压力较大。政府应积极采取措施，提高卫生支出效率。

医保基金呈现出支出增幅大于收入增幅的态势。2018年，职工基本医疗保险基金收入增长8.7%，支出增长11.5%，城乡居民基本医疗保险基金收入增长27.1%，支出增长28.9%⁸。伴随着老龄化的趋势，长此以往医保基金将面临较大的可持续压力。目前，虽然三大基本医疗保险已基本实现全面覆盖，但资金使用效率亟待提升，支出效

率提升、医保控费成为关键方向。过去，医保缺乏有效的控费目标和手段，只是被动支付而没有控制能力，药品、耗材、检查占医院收入比比较高，亟待降低。不过，随着2018年3月国家医疗保障局成立，宣告将由统一机构管理三大医保，同时加强三医联动，通过医保撬动医药、医疗的规范化。拥有价格管理和招标采购职能的医保局，将由支付方变为购买方，有利于药事管理(PBM)、按病种付费(DRGs)、异地就医等医改举措的大步推进。

同时，医疗供给面临核心医师资源总量不足、资源分布不均衡、资源配置不合理等问题。从总量上看，医疗资源供给增长落后于需求增长。医生资源缺口问题在影像科、病理科以及全科医生方面尤为严重。目前我国医学影像数据的年增长率约为30%，而放射科医师数量的年增长率仅为4.1%，病理科医生缺口达到10万。我国全科医生数⁹约25万人，占医生总数的7.37%。这一数字还远远达不到建立真正的全科医生制度体系的需求(德国、法国、日本占比均在20%以上，美国在12%以上)。由于医生的培养周期很长，资源短缺问题短期内无法解决。

从分布上看，医疗资源集中于三级医院和发达地区，基层医院医疗水平低、医师资源少。从配置上看，由于三级医院长期超负荷运转，承担了过多基础诊疗工作，导致核心医疗资源无法发挥最大价值。供需结构不匹配导致了医院运营效率低、误诊率高、医疗体验差等诸多问题。→ 03

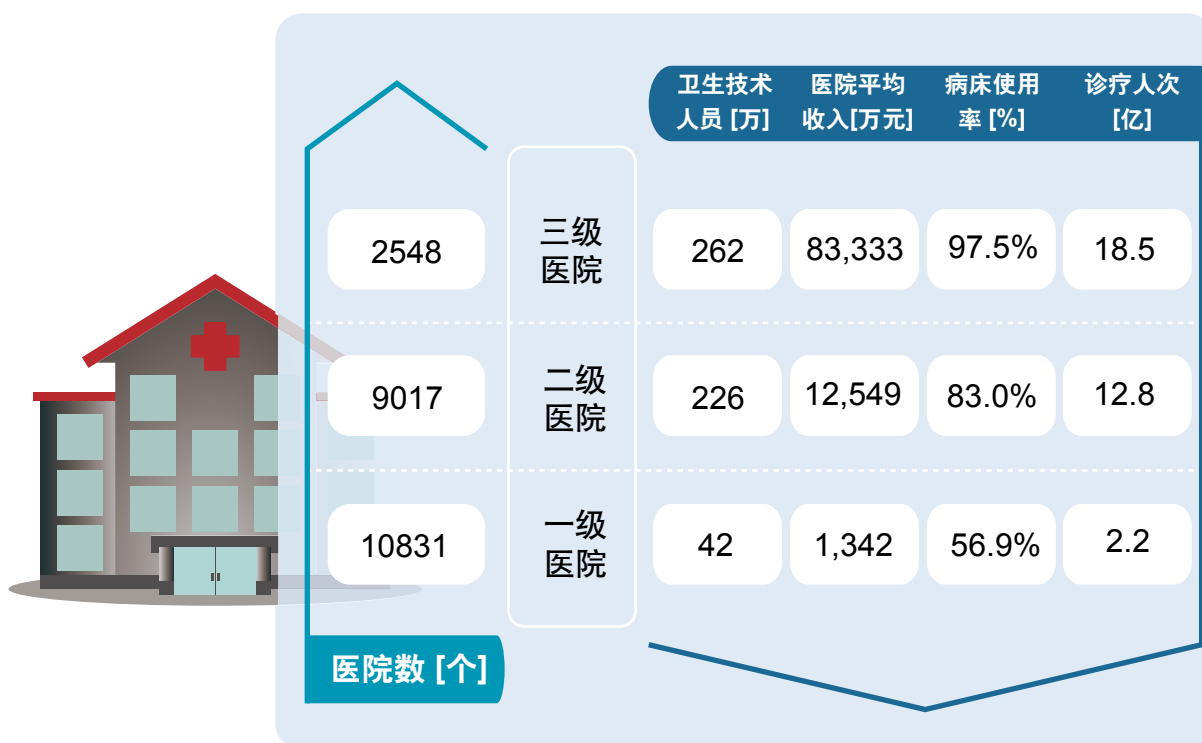


⁷ 2018年我国卫生健康事业发展统计公报

⁸ 国家医保局，《2018年医疗保障事业发展统计快报》，2019年2月

⁹ 包括注册为全科医学专业或取得全科医生培训合格证的执业(助理)医师数

03: 医疗资源结构性不匹配



1.3 新技术的发展

在新一波技术发展浪潮中，以AI、边缘计算、大数据、物联网、5G等一系列技术为代表的“技术簇”正在为各行各业带来新的技术架构、新的商业模式和新的发展理念。技术发展催生的行业数字化正在推动各行各业创新发展。

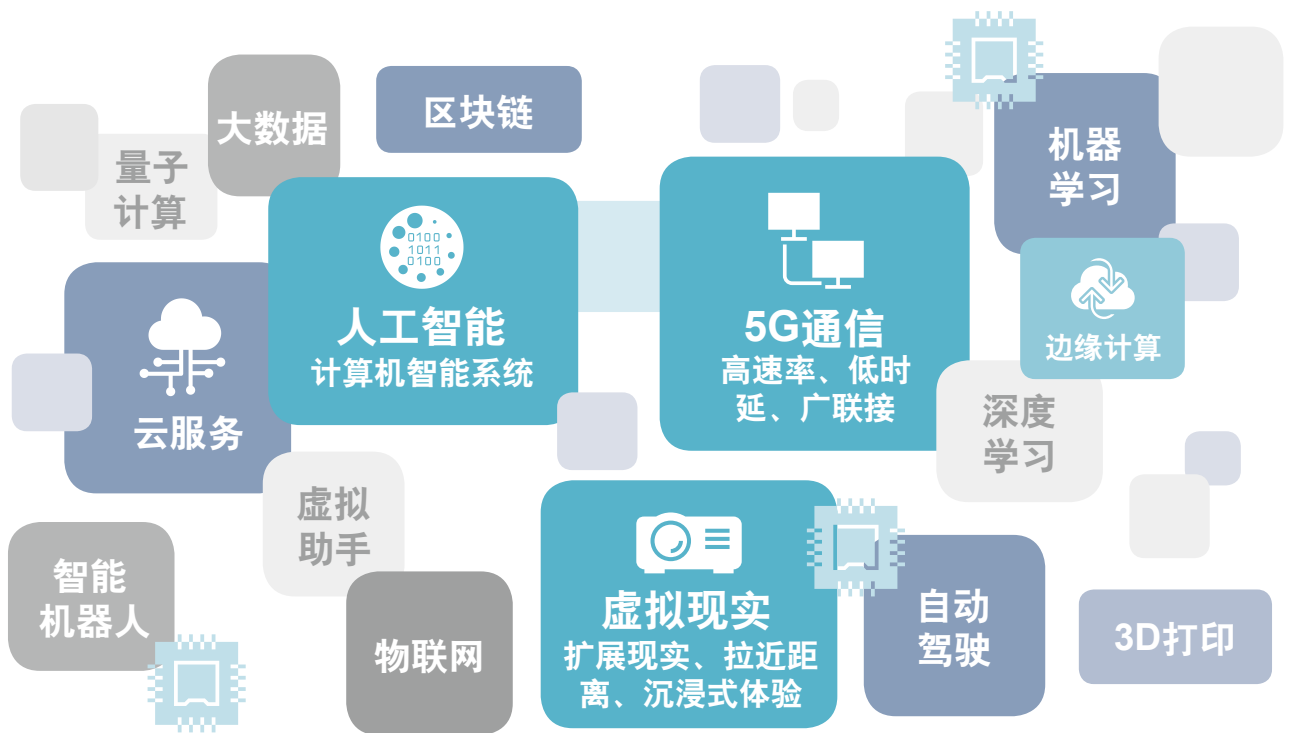
以医院信息化发展为例，当前正在历经第三次发展浪潮。2000年左右，在以服务收费为核心目标的基础信息化推动下，HIS系统逐步铺开。2013年左右，在电子病历评级和互联互通需求拉动下，医院内分散的信息系统孤岛(包括HIS、HRP、EMR、PACS、RIS、NIS、LIS等)开始走向集成化。自2018年开始，智能化发展进程加快，新技术在助力医疗体系从“已知的已知known-knowns”向“已知的未知known-unknowns”及“未知的已知unknown-knowns”乃至“未知的未知unknown-unknowns”方面进行逐步探索，依托于人工智能、大数据、边缘计算和5G等技术，涌现出诸如CDSS、AI影像、互联网医疗等智慧化应用。例如，领先厂商通过人工智能、虚拟现实、机器人、5G等技术的结合，已经具备远程专家高精度指导手术、对病灶区域进行辅助诊断的能力，越来越多的前沿技术开始应用于基因测序、细胞免疫疗法、3D骨骼打印、实时机体检测等领域。→ [04](#)



医疗行业数字化建设将逐渐从政策驱动向价值驱动演进。传统为了满足评级和政策检查所建设的很多信息化系统，由于存在数据质量差、数据分散不互通等诸多问题，数字化效用难以有效发挥。但当下，在医疗支付体制改革的推动下，医院在药品控制、诊疗路径控制、分级医院体系构建等方面将进行主动改革，充分利用信息化手段提质增效，促进医疗服务体系变革发展。具体表现在：

- **智慧化：**通过数字化技术解决复杂医疗临床、科研及管理问题，或赋能医生，提高诊疗能力。
- **线上化：**从患者体验出发，将部分业务线上化处理，增加医患沟通渠道，便民利民。
- **数据驱动：**采集、存储、组织、整合、应用海量的人群健康数据，挖掘并发挥这些数据信息对于医学研究、临床实践、医保控费等医疗价值点的作用。
- **云服务：**基于互联网技术，以云服务的形式提供弹性的IT基础设施，降低医疗机构建设成本、破除数据孤岛、保障业务连续性。

04: 新技术的发展趋势



资料来源：罗兰贝格

1.4 医疗体系发展趋势

基于对宏观经济发展趋势、医疗需求及供给以及新技术发展趋势的分析，我们认为，医疗体系将在成本控制的基础上（缓解供给端支付压力），提高人群健康水平和患者体验（满足多样化、多层次、个性化、动态化的需求），实现以人为本的整合型医疗卫生服务（合理分配供给资源，提供一致性医疗健康服务），最终实现各国都在努力推进的医疗改革。未来医疗体系发展的趋势具体表现为：提高人群整体健康水平，实现人群健康管理；医疗生态圈各方有机配合，向人

群提供整合式服务；以人为本，实现医疗、医药、医保三医融合；发展的“终局”将强调医疗价值。

医疗服务、医疗保障、药品和医疗器械生产及流通体系都在不断进行着深刻变革，演进过程将是一条符合国情、融合领先科技的路径。因而，在走向“终局”之前，医疗体系将经历一段从医疗“中局”向“终局”过渡的发展历程。

医疗服务体系变革：

- 从关注诊疗向全生命周期健康管理进行转换，包括预防、筛查、诊断、治疗及康复，以通过医联体、医共体等一体化服务提升全民健康水平，通过扩大早期预防和筛查的覆盖减少老龄化趋势下的诊疗压力。
- 医疗资源和服务能力向基层下沉，增强基层医疗服务能力，由基层提供健康管理及慢病管理、体检、疾病预防等基础医疗服务，通过分级诊疗缓解资源匹配矛盾，改善患者医疗体验。
- 供给端总量提升、注重提质增效，在公立医院改革之余，鼓励民营资本参与、加强社会力量投入医疗健康服务。

医疗支付体系变革：

- 社会医保明确管理目标、加强控费能力，提高医疗支付效率和投入产出效果，通过医保带动医药和医疗运营变革、理顺激励机制，逐步实现按价值付费。
- 商业保险发展提速，成为支付体系的关键力量，结合大数据和互联互通能力提供保险创新模式，例如健康管理组织、药品福利管理、单病种管理等。

医药生产及流通体系变革：

- 通过科技手段赋能，提供诊疗效果更好的医药产品，例如通过数据分析加速药品研发及临床试验周期、基于真实世界数据进行药品评价和上市后研究。
- 降低医疗成本，包括管理药品及设备耗材的价格、变革流通和零售体系(如DTP药房)。

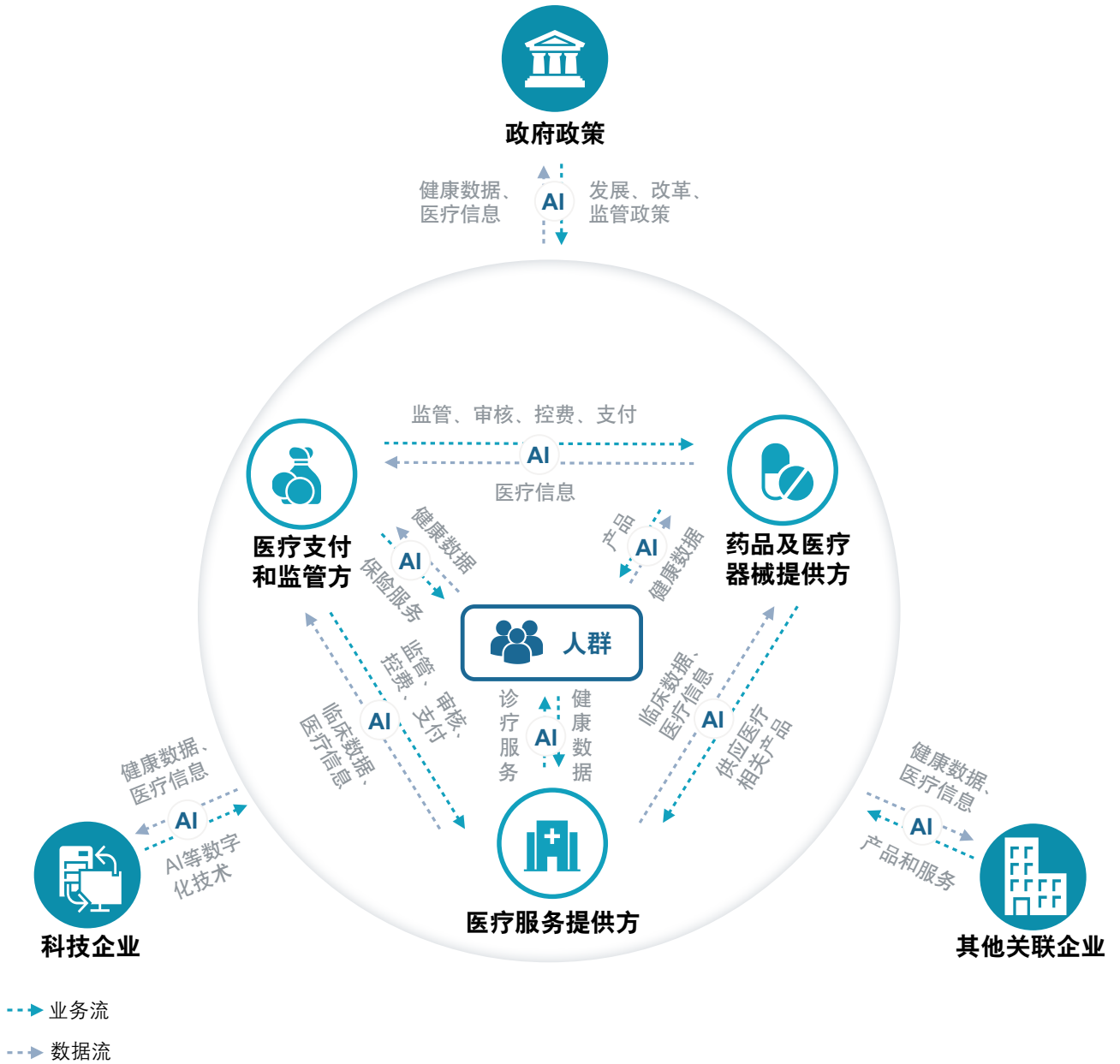


1.5 AI在未来医疗体系中的价值 → 05

未来，医疗体系的参与方将整体为患者提供整合式服务，通过各方跨领域合作，优化医疗价值，形成一致的利益诉求。围绕核心医疗生态体系，AI将发挥重要作用，通过提质增效、降本增益、模式创新，推动医疗体系各方的变革和提升。例如提升医生水平和诊疗效率、大大降低优质医疗服务的价格、极大提升医院运营能力、高效管理患者全生命周期医疗健康数据、为患者提供全场景主动式健康管理。



05: AI在以人为本的医疗体系中的价值



资料来源：罗兰贝格

第二部分

面向未来的医疗健康生态体系及人工智能发展机会



面向未来的医疗健康生态体系及人工智能发展机会

2.1 面向未来的医疗健康生态体系

医疗健康生态体系的核心目标是提升国民整体健康水平，将以服务量和盈利为目标转向以患者健康为目标(Porter, 2010)，以较低的成本获得更好的健康结果、服务质量和病人安全(IOM, 2010)。对于健康质量来说，包括技术和人性化两方面(中国医药卫生体制改革联合研究合作方, 2016)，即诊断诊疗对改善健康结果的有益性以及医疗服务对患者的人性化关怀。因而，以人为本的整合型医疗卫生服务体系需要考虑以下三个关键因素：

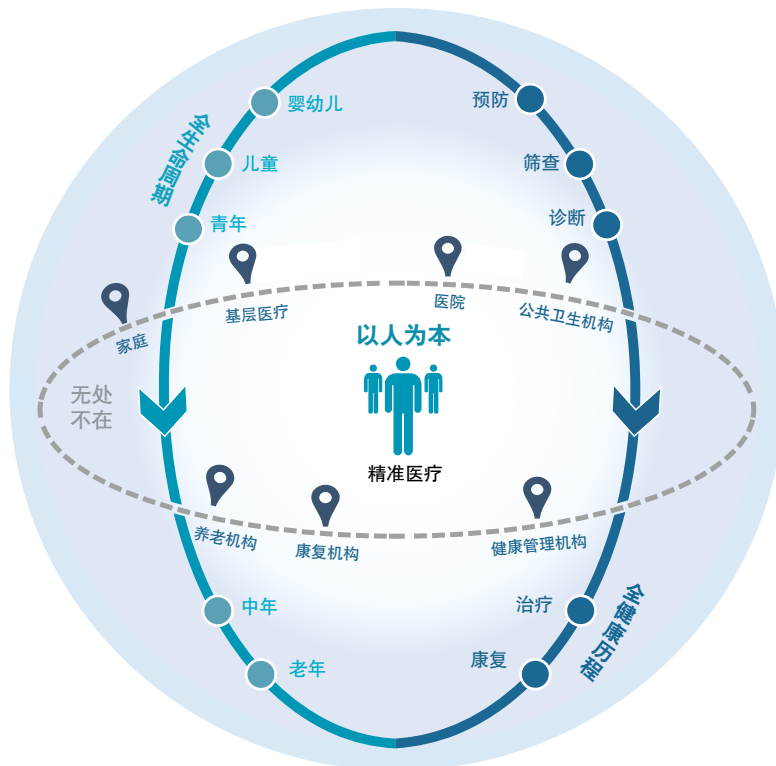
- **人群健康：**价值医疗关注的应该是医疗服务的健康成果和价值，而非服务数量。
- **患者体验：**医生是在治疗患者，而不是治疗疾病。医疗服务应该同时考虑患者的服务体验，以及对心理、生活、工作等全方面的影响。这也需要不同医疗机构进行整合，为患者提供一致性、一体化的高质量服务。
- **成本：**医疗作为一种公共服务，在关注质量的同时也要考虑适当、公平和可负担等因素，鉴于作为支付主体的财政和医保资金都面临压力，需要思考如何管理医疗费用，以有限的成本获得更高的质量。

2.1.1 核心层

未来的医疗体制改革将更加重视以人为本，发展以数字化驱动的人群健康管理、一体化服务网络和三医融合的服务模式，使目标人群能在合适的时间、地点获得有针对性、符合诊疗需求、不过度的医疗健康服务，实现无处不在的医疗、全生命周期关怀和精准医疗。→ 06

从近中期来看，中国正在推动的分级诊疗也契合这一趋势，核心举措包括提升基层医院的能力，在县域内完成常见病、多发病诊疗，让三级医院专注提供急危重症和疑难复杂疾病的诊疗服务。建立双向转诊制度，鼓励基层检查、上级诊断、远程诊断等服务。同时加强基层医疗人群健康管理职能，重视疾病预防。

06: 医疗健康生态圈核心层

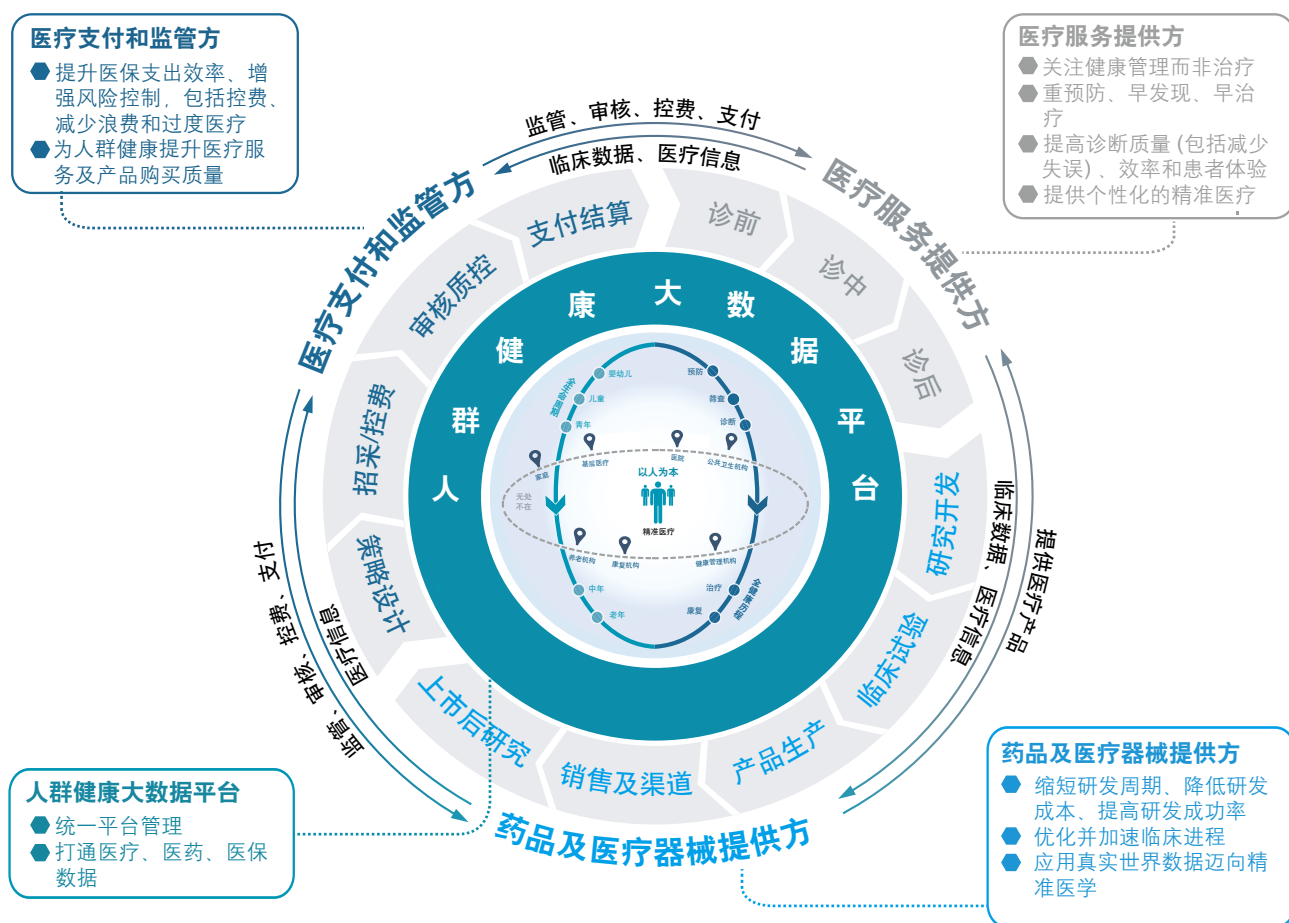


2.1.2 主体层

医疗体系的主体参与者包括医疗服务提供方、药品及医疗器械提供方、医疗支付和监管方。各参与方在改善人群健康、提升患者体验、降低成本的目标下，围绕核心业务流程，提供整合式服务，产生了不同表现形式的价值需求点。→ 07

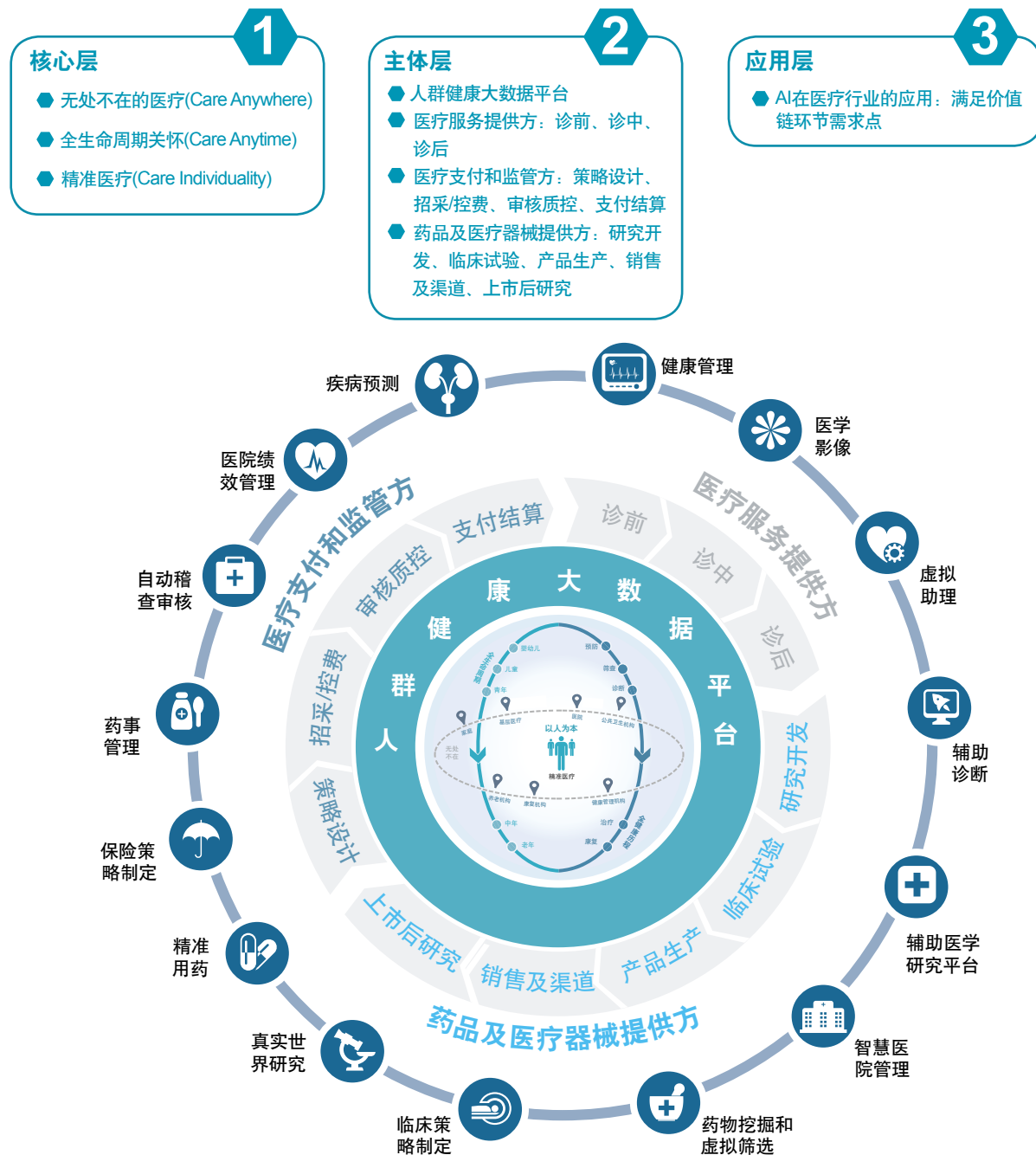
现阶段，医疗健康大数据是割裂的，归属于不同的医疗健康参与者。未来医疗体系将形成打通的人群健康大数据平台，形成对人群健康和医疗体系的“同一版本的真相”(one version of truth)，为AI发挥重要作用建立数据基础。

07: 医疗健康生态圈参与方价值链生态图



资料来源：罗兰贝格

08: 医疗健康生态圈



资料来源：罗兰贝格

2.1.3 应用层

结合医疗生态体系价值点，AI技术将演化出丰富多彩的应用场景，满足医疗服务、药品和器械、支付和监管等不同参与方的需求，以促进实现“以人为本的整合型服务”。科技巨头、行业巨头、医疗信息化企业和AI技术企业纷纷涉足，突破创新层出不穷。

详见“2.2 基于医疗健康生态圈的医疗AI应用细分领域”

2.2 基于医疗健康生态圈的医疗AI应用细分领域

AI在医疗行业的应用将以满足核心人群和主体参与者的价值需求点为中心。→ [08](#)

2.2.1 医疗服务提供方

医疗服务提供方包括各级综合医院、专科医院、社区卫生服务中心、乡镇卫生院以及连锁诊所和近年兴起的民营医院等医疗卫生机构，他们是在诊前、诊中、诊后整个流程为

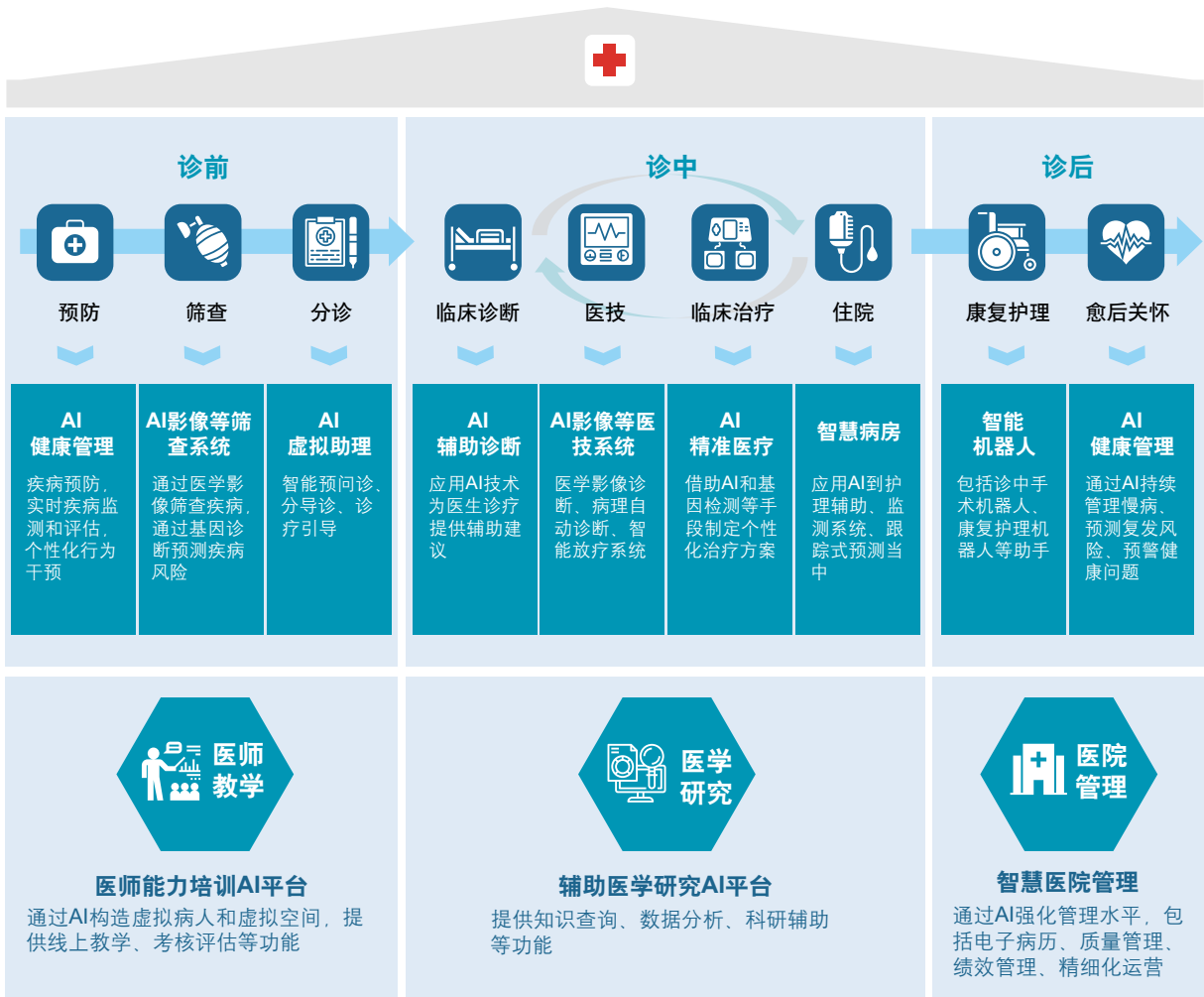


人群健康服务的主体。将以人为本的价值医疗作为最终发展方向，针对当前医师资源不足、基层医疗服务能力较低等医疗现状，与分级诊疗、按病种付费、医联体/医共体、家庭医生等改革举措相结合，AI对于赋能医院大有可为。未来，医院的服务边界将由线下拓展到线上线下一体化，医疗服务将由当前的疾病治疗拓展到未来的主动式健康管理，助推各级医院提供一致的、精准的、体验良好的健康服务，真正实现无处不在、全生命周期的医疗服务体系。→ [09](#)

AI与医疗的结合能够产出多方面价值，包括改善健康结果、提高服务质量、提升患者体验、节约医疗成本、强化医院运营管理等，在各个环节演化出丰富的应用场景(参阅图9)。



09: AI为医疗服务提供方提供价值的探索机会





2.2.1.1 AI医学影像

人工智能将极大提升医学影像用于疾病筛查和临床诊断的能力。医学影像已成为重要的临床诊断方法，然而影像科和放疗科医生供给不足、工作量大，因而误诊/漏诊率较高。受限于医师读片速度，诊断耗费时间长，以胸部CT阅片为例，传统方法需半小时，AI只需要几秒。AI可大批量、快速处理图像数据，提供疾病筛查和辅助诊断功能，医师只需对结果进行复核。

AI医学影像是计算机视觉技术在医疗领域的重要应用，能大幅增强图像分割、特征提取、定量分析、对比分析等能力，可实现病灶识别与标注、病灶性质判断、靶区自动勾画、影像三维重建、影像分类和检索等功能。具体应用领域包括眼底筛查、X线胸片阅片、脑区分割、脑疾病诊断、骨伤鉴定、骨龄分析、器官勾画、病理切片分析、皮肤病辅助诊断等各类应用影像数据作为诊疗手段的疾病领域。

AI医学影像是当前医疗人工智能最为成熟的应用场景。以眼科为例，目前基于眼底照的AI算法对于眼底疾病、视神经疾病的诊断已经接近人类医师的水准。AI医学影像若能结合诊断分级系统，正确引导不同疾病程度的患者到对应的医疗机构就诊，则能够有效解决筛查需求与现有眼科医师数量严重不匹配的问题，极大地拓宽眼病筛查人群的覆盖范围。2018年，美国食品药品监督管理局(FDA)已批准了世界上首款使用人工智能检测糖尿病患者视网膜病变的二类医疗设备IDx-DR上市。

目前，国内外有上百家企业具备相关的产品或算法，包括：1)百度、Google等科技巨头。科技巨头资金雄厚、能长期布局和投资，AI技术和人才实力有积累，并能结合云平台提供服务，最容易形成全疾病范围、多区域覆盖、平台式的产品服务。2)推想科技、依图医疗等AI创企。AI创企对市场反应灵活，部分厂商在某些影像领域布局较早，通过与医院进行科研合作、集成进医院信息化厂商软件等形式，形成了一定数据和算法壁垒。3)GE、Phillips、联影等影像设备企业。影像设备企业可依靠现有的影像设备加入AI算法切入医疗机构，易在自有体系内形成一致性的标准和连接。

AI影像产品主要有软件和硬件一体化两种形态。AI算法可接入医院信息系统或医疗设备，表现为筛查系统、分析软

件、检测诊断平台等，也可将算法软件集成到专业设备中，拍片后直接生成分析报告，例如眼底筛查相关一体化解决方案。然而，市场上大部分产品同质化严重，集中在糖网、肺结节等领域。若只基于通用算法和开放数据集训练，难以形成产品核心竞争力。领先者将是能实现数据精雕、满足泛化适应需求和有针对性优化算法的企业。为增强算法的鲁棒性、安全性、易用性，产品需要获取高质量数据并对数据标注精雕细琢，还需对不同影像设备的影像数据有良好的适应性，以及在算法和技术层面针对小样本、多模态、分布式样本进行优化。例如，至真智能筛查眼底相机，是集眼底照相和疾病筛查于一体的便携式医用相机，可以完成全自动标准眼底图采集及云端AI眼底图像病灶分析，在河北省某社区卫生服务站，通过项目1个月的运行，已服务近四百人次，识别出四十余例眼底病变高风险案例，体现出利用AI提升基层诊疗水平的能力。



从落地应用来看，AI医学影像可在体检中心、基层卫生机构、第三方医学影像中心等医疗服务机构用于疾病筛查。一方面将有效提高筛查的精准度，大幅度减少误诊、漏诊，对于医生诊断能力不足的基层医院而言，有助于形成基层初筛、上级诊断的分级诊疗形态，为患者提供一致的、高水平的整体诊疗服务。以百度旗下的人工智能医疗品牌灵医智惠打造的眼底影像分析系统为例，联合权威眼科专家构建AI眼底彩照标注企业标准，引入超过20家三级以上医院中高年资临床医生对50万例眼底数据的多重交叉标注，获取了权威的医疗精标数据。已经具备糖尿病视网膜病变、青光眼、老年黄斑病变等三种主要致盲疾病的分析能力，准确率接近三甲医院医生能力。2018年，灵医智惠携手中山大学中山眼科中心开展“AI眼底影像分析系统科研合作项目”，将AI眼底影像分析能力植入广东肇庆多个基层医院，截至今年5月已经帮助557名基层群众发现眼疾风险。

另一方面在院内辅助环节，AI能节约医生的时间，将其从低附加值、重复性劳动中解放出来，提升诊断、放疗、手术的效率。并且，结合云平台的支持，可系统性降低医院成本、提高诊疗效果、改善就诊体验。AI可以提供一些参数的定量测量和对比，包括结合患者历史数据进行纵向对比分析，以及与标准情况、其他患者数据进行横向对比分析，辅助医生结合临床经验进行判断。在河南某县人民医院和北京医准智能科技有限公司的合作中，肺结节智能辅助检测系统被应用于肺癌早期筛查项目中，病灶检出率高达99%，覆盖各类型微小结节、小结节、结节及肿块，并可针对每例病灶给出较高准确率的良恶性分析，极大提高了科室诊断效率及准确率。在项目期间，识别出高度疑似肺癌患者7人，已经接受活检或手术确诊4人。

尽管产品形态和算法已经较为成熟，然而当前由于监管方面的困难，AI影像产品的商业化落地模式尚不清晰。在Vision China人机大战中，在AI辅助下的低年资眼科医生的诊断准确率和效率与高年资眼科医生相比已经不分伯仲。图玛深维、深睿医疗、雅森科技等公司的产品已获得了二类医疗器械认证，其产品应用仅限用于病灶检出、异常征象识别，再由医生确认病症，暂不可用于诊断领域。目前尚未有一款AI影像产品获得三类器械认证，因此，不能开展自主诊断，局限了其应用场景。预计首批三类器械证将在2020年左右发放，为医学影像市场发展注入强心剂。



监管主要瓶颈在于AI不同于传统的计算机辅助系统，其具有自学习和快速迭代的特性，推理过程也不完全透明，需要通过有效手段明确其是否能产生一致的、稳健的、可靠的结论。解决思路包括：1)建立标准化数据集以验证其有效性和鲁棒性；2)提前明确算法未来在数据源、功能、结论变化的可能性和潜在方向；3)在临床应用过程中建立合适的产品性能监测和注册变更审批流程；4)针对不同的疾病情况(不同病症、不同严重程度)和算法功能(筛查、辅助诊断、治疗)，采取相适应、有区别的器械分类标准、评价体系和审批监管标准。

在标准化数据集和监管标准制定方面，需要监管方、医疗机构和AI企业通力合作。由于我国各地医疗信息化水平不一，影像数据标准不一、质量参差不齐，数据合作推动艰难，数据质量有待提升。数据的标注质量也是重要影响因素。全面、方法和标准统一、过程受监管的标注，才能保证产出合格的高质量训练集。针对以上问题，诸多AI厂商已经在积极参与中国及国际标准制定，以期共同推动标准的前进。例如，2019年年初，灵医智惠作为牵头单位，向世界卫生组织和国际电信联盟成立的健康医疗人工智能焦点组(FG AI4H)递交了眼底影像和临床辅助决策系统等2项标准提案，获得了组织方的高度认同。灵医智惠携手国内权威眼科专家共同制定国内首个AI眼底彩照标注企业标准，并且探索更大范围的合作，推动其成为团体标准。

当然，AI监管放行只是一个发令枪，枪响之后行业从初生到蓬勃还有很长的路要走。首先，收费模式及收费来源尚不清晰，从收取软件实施费到真正体现AI作用的检查服务收费模式需要得到医院、医保、物价等多方面的共同认可。其次，医生对AI产品的态度十分关键，需要时间来促成其对AI的信任。此外，当前AI主要为满足医技科室需求，从医技科室走向临床科室，仍然需要很长的路要走。在产品方面，一方面将突破更多的疾病领域、形成全病种复合系统，形成更精准的筛查和诊断，另一方面会结合更多的临床实际情况，并针对小样本进行算法优化、拓宽病情预测等应用。在推广方面，AI医学影像将通过区域影像中心、体检中心、“基层筛查，上级诊断”等形式惠及基层。



核心观点：AI医学影像将强化基层疾病筛查能力，标准化数据集和监管标准的确立是其加快落地的前提。

2.2.1.2 AI辅助诊断

人工智能应用于辅助诊断(CDSS)是未来的发展方向。医学的不断发展促进其专业划分越来越细，这导致临床医生对自己专业范围外的疾病领域知识掌握有限。然而，临床真实环境中的疾病情况通常是多学科多领域的复杂情景，需要临床医生具备综合诊断能力。并且，中国当前的医疗服务体系下，基层卫生机构的医师资源不足、经验不足、诊疗能力有待加强。人工智能对解决这些问题提供了极大的帮助，能提供综合诊断能力，从而提高医疗质量。此外，电子病历评级、互联互通测评等政策也成为CDSS加速落地的重要推动力。

与早期的基于专家知识库的系统不同，AI辅助诊断提供的是决策支持，而非简单的信息支持。AI不依赖于事先定义好的规则，能够保证证据更新的时效性、快速智能地处理临床数据和医生反馈，拓宽查询以外的应用场景。其思辨能力甚至能在一定程度上弥补临床医生医学知识的局限性，帮助其作出恰当诊断决策，改善临床结果。

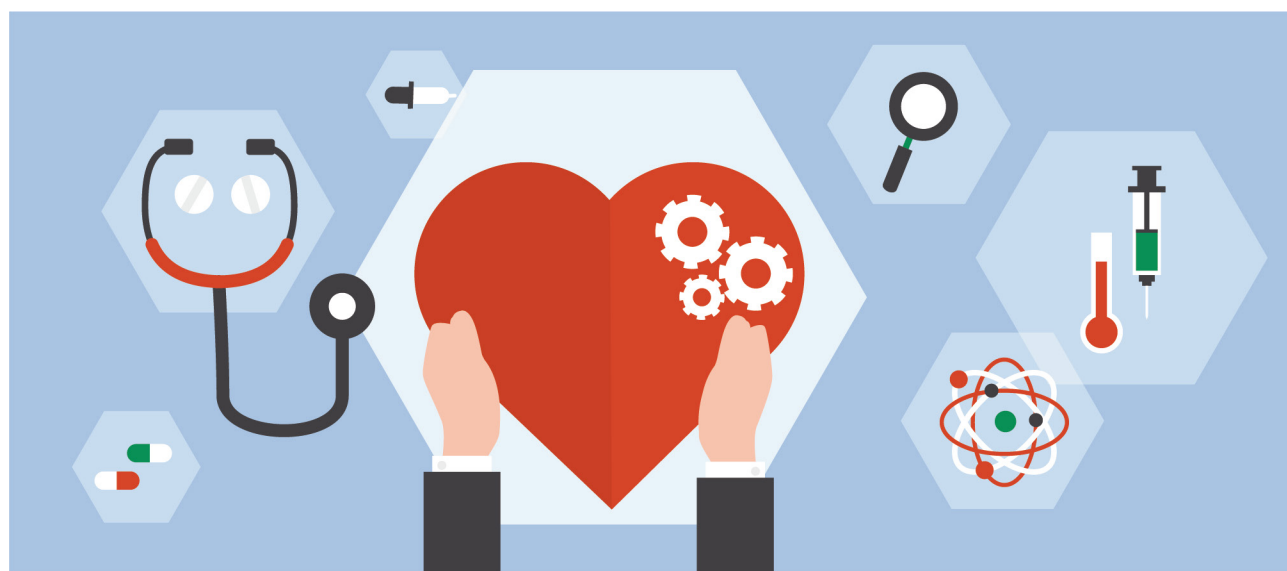
AI辅助诊断一般的模式为“理解病症—评定医学证据—选择治疗方案”三个步骤。利用自然语言处理、认知计算、自动推理、机器学习、信息检索等技术，人工智能可以获取患者病症，模拟医生的诊断推理能力，为医生疾病诊断与制定治疗方案提供辅助。第一步，病症的获取包括患者自述、医生检查、化验结果分析等，系统会提取其中关键的特征并结合患者的历史健康信息，通过自然语言处理读取和理解病历。在过程中，AI可以基于分析要求患者或医生提供某方面的病症补充，或提示需做的检查、鉴别要点。第二步，AI结合从文献、诊疗标准、临床指南和临床经验等数据积累中学习的知识，通过知识图谱和推理假设将获取的病症信息联系起来，形成可能的结论、置信度及证据，生成诊断结论和治疗方案建议。第三步，在权衡疗效、副作用、疾病转移及其他因素之后，在当前阶段由医生最终形成诊断。

作为“医疗+AI”的一个典型应用场景，诸多厂商都在从不同的能力建设路径和切入角度探索智能辅助诊断系统。1)科技企业(如百度)从建立医疗知识图谱和认知计算能力方面切入，构建能够读懂数据、循证推理的诊疗助手，从数据到决策的技术架构相对完整。2)专业CDSS企业有一定的临床知识积淀，如惠每引入来自梅奥的临床指南和



知识体系，再进行国内临床验证调整。3)医疗大数据企业(如医渡云、零氪科技)以参与数据结构化帮助医院提升数据管理质量的方式切入，积累临床训练集形成大数据平台和专病库，从而夯实CDSS能力的基础。4)传统HIS厂商(如东华、东软、卫宁)通过帮助医院部署电子病历评级产品，形成全科病历数据能力基础，切入合理用药、质量管理等近似诊断功能系统。5)医学专业出版行业通过转型知识服务商，为医院提供知识服务。传统出版行业(如人卫社)对出版资源进行数字化、结构化形成知识库，与CDSS产品进行对接，为用户提供知识查询、知识提示、相似病例提示等服务。同时，结构化的知识也是各CDSS构建知识图谱的基础。

在产品方面，服务于不同的目的和场景，CDSS有不同的形态和功能。在具体的医疗环节中，除了肿瘤、血液、骨



科、神经科等各类疾病的辅助决策、诊断推荐系统外，在检查项目推荐、临床异常检查、合理用药、手术规划、临床质量管理、医疗知识检索、相似病历检索等方面，CDSS也有所应用。早期，医疗机构参与信息化评级是CDSS落地的关键驱动因素，根据我国的《电子病历系统功能应用水平分级评价方法及标准》，从第3级开始就要具备初级的医疗决策支持能力。现阶段，解决诊疗过程的一致性和规范性问题是CDSS的重要应用价值，包括为响应国家提高基层医生水平的号召而提供全科辅助、为规范临床诊疗行为而开展单病种过程质量控制、针对病历质量的评估和管理。在某些专业病种方面，产品能够提供包括疾病分级、用药、禁忌症提示等方面的诊疗建议。



对于基层医院来说，缺乏高质量的全科诊疗能力是导致基层首诊和分级诊疗制度难以建立的核心原因之一。AI辅助诊断能够有效减少医生的误诊、漏诊情况，提高医疗质量和安全，控制费用成本。例如，灵医智惠



CDSS能够覆盖27个标准科室，具备超4000种疾病的推断能力，作为基础诊疗助手可以避免误诊、漏诊，提供经典治疗参考，在实践中，通过医学专家与计算机知识工程专家合作构建的专业的医学本体，不仅包含传统的实体、概念、属性、关系的表示，还引入了规则、函数的超越三元组的知识表示，从而为医学复杂形态的知识提供强大的表达及可计算能力。目前在13个省市落地数百家医疗机构，服务上万名医生。

对于三级医院来说，AI更多承担质量管理和辅助助手的角色。一方面AI不受到医生主观认知疏漏或偏见的影响，可推动诊断更规范合理。例如惠每在首都医科大学宣武医院上线了针对急性脑梗死的单病种质控系统，实现疾病诊疗过程质控以及质控数据的自动统计和明细查找。另一方面在专科疾病的治疗方面，AI能够提供有力支持。例如医渡云在与中国人民解放军总医院第五医学中心的合作中，建立了肝胆肿瘤多维MDT大数据协作平台，通过决策诊疗系统，可推荐最新文献研究结果、相似病历、备选方案、预期疗效及优劣比较等信息，供医生参考。

纵观市场上的CDSS产品，受限于技术和数据两方面约束，能够建立核心知识图谱能力的屈指可数。对于AI来说，能够像临床医生一样去消化医学知识是极大的难点，需要通过算法针对临床思路抽取成机器可以理解和执行的诊疗逻辑，这个过程需要对文献类、实践类、临床类多种信息的综合分析，这套逻辑(知识图谱)也就是CDSS的核心价值所在。知识图谱的构建离不开庞大数据的支撑，然而临床上实际使用的术语、标准远远比文献和指南中复杂，当前医疗数据结构化的比例较低，电子病历的标准化、结构化、统一化、专业化也还在推进中，各家医院的数据封闭、甚至不同科室内也难以联通。数据基础层面难以满足临床决策支持的需求，大大影响了CDSS落地的有效性。因此，需要通过自然语言处理技术实现病历结构化，使机器准确完整地“读懂”病历，为建立核心知识图谱提供结构化数据支撑。



从应用来看，CDSS需要契合临床需求。IBM Watson落地艰难的探索实践表明，辅助诊断要跨越象牙塔和业务之间的鸿沟，需要大量的临床实践，掌握更多的细微线索以及真实世界数据。对于基层医院和三级医院来说，由于面临的临床诊疗痛点不同，也需要产品有不一

样的内容和功能模块。对于不同的辅助对象(如医生、护士、医技)以及不同的场景环节(如写病历、开医嘱、手术前后、住院时)来说，具体系统功能模块也应当有所不同。

因而，未来CDSS产品也应在这两方面有所提升。首先，应构建精准而不冗余、动态更新的知识图谱。未来在统一的人群健康数据基础上，完成数据清理、病历的结构化，建立标准化术语集，形成有效知识图谱，这些工作是CDSS发挥作用的基础。同时，需高度重视真实世界的最新临床实践作为补充，保持医学知识的不断更新，促进产品持续优化。其次，针对不同的临床需求，可提供全科版、专科版等不同版本的产品，全科版以标准化方案赋能基层全面提升诊疗水平或作为三级医院质量控制、效率提升的助手，专科版针对特定疾病的能力提升支持专病管理。并且，系统需要结合临床流程，确保不会对医生的诊疗过程产生“打断”和“干扰”的情况，技术公司需要聆听临床的需求和想法，更多采用提示、信息支持而非警示、强制执行的交互手段。同样地，临床医生作为最终使用用户，更多地参与到CDSS的规则、设计、开发、优化中将对产品发展大有裨益。

对于医疗行业来说，领先的辅助诊疗类AI技术需要具备以下几个特征：



性能强：除了病种上在敏感性、特异性等方面达标外，算法效果还需要能够可复现，即算法效果的达成不是一个偶然现象，可以在相应的评测数据上稳定再现。另外，由于在实践中会遇到不同地域、不同人种/人群的多样临床表现及表达，算法的泛化能力及鲁棒性也会影响临床落地及推广。



可解释：依据源于公认权威的指南或国家标准，可以给出算法结果的循证依据。否则会导致医务人员(比如医师、药师、护士等)知其然但不知其所以然，影响后继医疗活动的进行。



执行效率与稳定性高：算法需要根据所服务医院的设备条件、对接医疗信息化系统接口性能水平及临床场景来提供并达到合适的执行效率，防止因为执行效率低下而导致服务响应慢，影响医务人员使用。另外由于AI算法常常会嵌入到临床流程中，执行的稳定性也尤为关键，避免在某些场景下执行失败导致流程中断、造成严重后果。



安全性高：注重数据安全和隐私保护，不会因AI服务的引入而导致患者临床隐私数据的泄露或污染，并具备抗攻击能力。



核心观点：知识图谱的构建是AI辅助诊断(CDSS)持续优化的关键。在分级诊疗体系构建过程中，针对不同层级医疗机构的需求，将分别发挥“强基层”、“专业化”的重要作用。

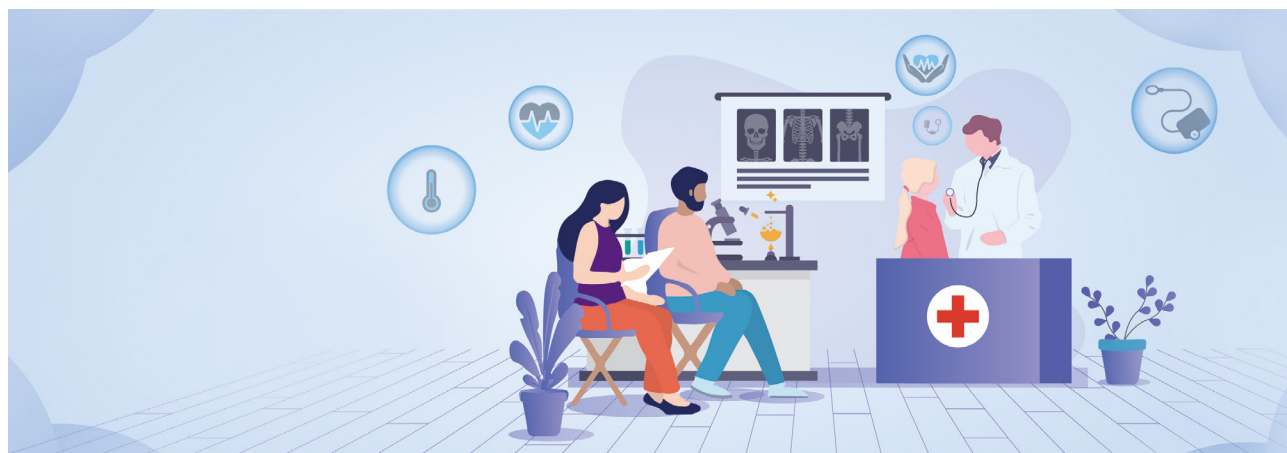
2.2.1.3 AI健康管理

健康管理应当是贯穿诊前、诊中、诊后全生命周期的专业化精准服务，人工智能通过智能化手段有助于实现这一目标。传统的医疗路径为“患病后治病”，而在未来的医疗健康生态体系下，医疗对健康结果的达成将超越对于诊疗项目数量的关注，包括注重诊前疾病预防，帮助人群在更长的阶段内保持健康，并通过预防性筛查和重点关注高危人群提升国民健康水平，以成本更低但更有效的方式管理慢性病，为不同人群提供不同的健康方案。这一过程既需要应用实时收集的健康数据，也需要一定的医疗专业技能支持，以进行人群分群、建立患者画像，并提供精确完整的建议。尤其在社区和家庭等场景下，由于医护人员的供给远远无法满足人们的健康需求，人工智能的出现将实现智能化疾病预防指导，实时进行疾病监测和评估，为用户提供个性化行为干预，推动高效高质、低成本的康复护理和慢病管理，减少疾病风险、防患于未然，为患者、医院、医保降低费用。

当前，健康管理市场尚未形成成熟的模式和格局。应用AI的健康管理参与方包括妙健康、悦糖、奇云诺德、心云、蓝熙健康、碳云智能等科技企业，涉及营养学、身体健康管理、精神健康管理、基因检测、家庭护理等多个方面，致力于通过精准医学和大数据技术构建健康管理解决方案。平安好医生、微医、春雨医生、阿里健康等主打线上挂号和医药电商的APP也纷纷上线健康教育、健



康数据监测等服务增强用户粘性。另外，IBM Watson、Microsoft Azure等公司从“AI+Cloud”的角度建立人口健康平台，提供个人健康多种影响因子的整体视图，支持医生与患者共同决策。关联的企业还包括可穿戴设备企业、第三方检测公司、体检机构、健康档案系统等诸多参与者。从场景上看，主要切入点包括诊前的健康监测、疾病筛查、健康评估、保健教育、健康干预(轻问



诊)，以及诊后的跟踪监测、常见病和慢病管理等。

对于诊前健康管理来说，通过基因检测、智能硬件等途径，获取基因、代谢和表型(性状)等数据，引入人工智能技术对以上数据进行分析，进而可对用户或患者进行个性化行为干预，为用户提供饮食、起居等方面的健康生活建议，帮助用户规避患病风险。例如妙健康“妙+”数据接入平台，融合了300余款国内外智能健康设备，接入包括智能硬件、体检和用户自评价数据并以此为依据计算“健康行为指数”，从而促进用户形成健康习惯，并可拓展预约挂号、医生咨询等各项服务。

对于诊后健康管理来说，依托AI构建智能管理平台，通过持续的追踪随访、监测和效能评定推算疾病复发和再患病风险，能延长医疗服务半径，有效缓解医院门诊压力，释放优质医疗资源，为患者提供最新的合理治疗方案，有助于在慢性病、肿瘤等需要长期随访和治疗指导的领域，满足患者的面诊购药、复诊续方、康复指导等诊后服务需求。在与中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心的合作中，中关村国卫健康大数据研究院通过国卫健康云智能化慢病管理平台对心脑血管疾病高危人群(高血压、糖尿病、高脂血症患者)进行风险评估和健康管理，提高知晓率、治疗率、管理率和控制率。并在智能系统上提供患者签约管理和随访功能，提升家庭医生签约服务质量。通过智能患教和问答，进一步帮助患者有针对性的了解疾病预防和管理知识，为患者带来方便的同时大大减少医生重复性劳动。



诊中环节是串联起诊前和诊后健康管理的关键节点。一方面，从人群中筛选出高患病风险人群和具有患病症状的人群后，需要打通就诊通道，接入医疗服务提供方进行准确的诊断和后续治疗。另一方面，在分级诊疗的趋势下，诊中建议将引导康复护理等后续服务的去向。因而，一站式互联网健康管理平台是众多参与厂商的发展趋势。

当下，企业在AI健康管理方面的布局尚在探索阶段，存在数据缺乏一致性、关联性，标准不统一等问题。目前日常健康类数据独立存在于各智能硬件、手机App中，数据孤岛和数据不规范情况显著。健康智能终端缺少统一的行业标准，厂商间采集和分析的算法不同，结果存在差异，大量可穿戴设备采集的数据不能被医疗机构认可。诊中数据(包括电子病历、电子处方)分散在各医疗机构手中，诊后随访数据缺乏。这些均制约了AI在健康管理方面的应用。

未来，依托于覆盖诊前、诊中、诊后全过程并覆盖基因、生理、环境等全方位的人口健康数据平台，AI健康管理将在帮助人群预防疾病的同时也能辅助医生诊疗、控制医保费用。尤其在慢病管理方面，医院内部与外部一体化的智能慢病管理平台，将充分发挥辅助作用，使患者在家庭中即能得到可靠治疗。互联网家庭健康管理将显著受益于AI技术的发展，成为接入院内诊疗环节的入口，以及承接院内环节的虚拟医疗平台，实现在线问诊、家庭护理、社区医院、个性化管理等诸多服务内容。



核心观点：依托人群健康大数据平台，增强疾病预防能力，提升人群健康水平，并能拓展医疗服务半径，让人们在家中即能得到随时随地的医疗服务。

2.2.1.4 AI虚拟助理

AI的应用极大提高了诊前效率，改善了患者体验。预问诊、分导诊、挂号等场景往往需要大量重复和简单的人力工作，而AI虚拟助理采用智能机器人、人脸识别、语音识别、远场识别等技术，结合自然语言处理和知识图谱等认知层能力，可以根据患者的情况描述和诊疗需求进行分析，完成诊疗前分导诊、预问诊、诊疗引导等工作，大幅提高效率。同时虚拟助理也可以与人群健康管理理念结合、承担健康管理助理的工作。



当前，有大量的参与者进入AI虚拟助理领域，尤其是分导诊、挂号环节，包括百度、腾讯等互联网科技巨头，以及科大讯飞、依图医疗等AI科技企业。在产品形态方面，既有依托于APP、网页和小程序等软件形态的智能平台，也有部分企业将其和硬件产品相结合，形成医疗助理机器人、导诊导医机器人。在智能分导诊以外，产品通常配合专家查询、医生匹配、预约挂号、缴费支付、院内导航、诊前病史采集、报告查询、诊后随访、复诊提醒、健康宣教等功能，为患者提供便利化服务。

尽管市场上产品同质化现象较为严重，但部分企业凭借自身的核心AI能力，形成了一定差异化优势。在院前分导诊环节，灵医智慧AI智能诊前助手产品，结合医疗知识图谱，改善智能问诊提问轮次，提供更精准的医患匹配，优化挂号服务体验，目前已在北大国际医院、健康之路等数家医院/平台进行应用；在院中环节，左手医生的预问诊系统，可以实现在患者见到医生之前，由预问诊系统先采集好患者情况，通过问答式交互，生成“一诉五史”

的标准病例。方便医生快速了解患者病情。可提升医患沟通效率，降低50%的问诊时间。提升医生的服务能力，并节省医生输入病历的时间；在院后环节，左手医生为患者提供离院后的用药指导和用药管理以及用药信息采集，填

补了患者离院后用药管理的空白，做到了带药离院患者用药管理100%全覆盖。

患者向AI提问时可能会遗漏关键信息，使AI问诊分析变得困难。而且目前分导诊产品对所需要的医学知识图谱仍掌握不足，语音识别在医疗场景下的识别率也有待提升。虚拟助理产品当前主要集中于分导诊环节，未来可发展更多样化的产品形态，同时可以参与构建覆盖诊前、诊中、诊后的集成健康管理平台，提供更多的医疗助理服务。



核心观点：如何整合更多能力(如知识图谱)，支持诊前、诊中、诊后医疗服务B端业务需求，通过建立C端触点提供更多健康管理应用，成为虚拟助理未来发展的关键。

2.2.1.5 AI精准医疗

基因检测在精准医疗中发挥着重要作用。传统基因检测中，基因组数量庞大，人工实验费时费力且耗费成本巨大、检测准确率低。对于精准医疗来说，包括预测疾病风险和制定个性化的诊疗方案在内，都迫切需要大量的计算资源及数据的深度挖掘。AI基于强大的计算能力，能快速完成海量数据的分析，挖掘并更新突变位点和疾病的潜在联系，强化人们对基因的解读能力，因而提供更快速、更精确的疾病预测和分析结果，实现患病风险预测、辅助诊断、制定靶向治疗方案、诊后复发预测等功能。

生命科学企业(如华大基因、贝瑞和康)，依靠多年的技术积累已在基因检测方面形成很高的技术壁垒，当前正在探索AI在基因测序领域的应用，同时扩展健康管理服务。AI科技企业(如碳云智能)也在其分析平台中纳入基因数据，提供测序服务，从而更好地洞察某些特定的疾病状况。

精准医疗将覆盖诊疗全过程。在诊前为患者提供疾病风险预警、进行行为干预。在诊中治疗环节，可根据患者的基因序列等个人生理信息辅助个性化治疗方案的制定，打造全新的医疗服务范式。在诊后通过监测患者的康复情况，及时预测疾病复发、并发症的产生。



核心观点：根据患者的基因序列等个人生理信息，可辅助疾病风险预测、个性化治疗方案的制定，实现精准医疗。

2.2.1.6 教学和科研AI平台

辅助医学教学平台通过人工智能、虚拟现实等技术，构造虚拟病人、虚拟空间，模拟患者沟通、手术解剖等医疗场景，辅助医学教学。一方面，提供逼真的练习场景，帮助医生缩短训练时间、提升教学效果，另一方面，打通了从海量数据中提取精准定量诊疗关键信息的层层壁垒，使得诊疗经验得到积累与传承，提高了医疗服务的精准化水平。

例如，人卫社利用新技术进行传统出版和新媒体出版融合，提升教学、培训服务能力。包括研发数字教材、融合教材、教学助手等产品，结合AR、VR等新兴技术，通过整合高质量教学资源、精准的教学评价系统以及全面的教学数据采集与分析系统，辅助教师开展多种形式的课堂教学，提供数据分析用以指导教学改革，提升教学质量。此外，阿里健康正与浙大附二院、中国医药卫生事业发展基金会三方尝试在阿里ET医疗大脑的医师培训教学系统中，将各种临床病例数据脱敏转变成三维“虚拟病人”，通过人机语音交互，模拟场景治病、在线讨论、综合评分，实现医护人员临床诊疗能力的在线培养、考核、评估、监督。



AI技术为医生提供了一个高效方便、简单易用的医学研究平台，可以快速收集处理数据、运用算法高效分析数据。目前有两大问题制约着医生的科研工作，一是医生的临床工作占用了大量时间，缺乏时间开展科研，二是缺乏充足规范的数据和强大的数据处理能力。医学研究AI平台能够整合超强算力、高融合网络、仪器设备、算法模型、医疗数据等资源，打造医学研究服务方案，方便医生将深度学习、影像组学以及自然语言处理等前沿AI技术应用到临床科研实践中，提供数据收集、存储、统计、挖掘、分析，以及基因和生物信息分析等服务。

对于医院来说，AI等新技术可以为科研人员在数据、AI分析工具等很多方面提供便利。例如依图医疗和四川大学华西医院合作建设的肺癌临床科研智能病种库，可帮助医生在系统内进行数据预分析，缩短科研预处理时间，以及一键导出回顾性实验课题数据并对接专业分析软件完成分析，辅助科研论文撰写。对于AI技术企业来说，辅助医学研究平台是获取医院数据训练集的一种方式，也有助于通过和医院合作科研的形式拓展AI应用落地。包括BAT在内的科技企业、医渡云等医疗大数据企业、推想科技等AI应用企业、传统医疗信息化厂商、基因测序等生命科学企业都在积极参与平台的建设。未来的发展方向，医学研究平台需要和临床紧密结合、相互支持，不断运用临床实践检验、反馈和更新科研结果和平台设计。



核心观点：AI的应用将加深医学研究、医学教育和临床实践的有机融合、互相促进。

2.2.1.7 智慧医院管理

人工智能可以通过实时数据追踪、分析、预测来优化医院管理。管理内容包括电子病历管理、质量管理(如用药质量、临床路径、医技检查质量)、绩效管理(如DRGs绩效)、精细化运营(节能管理、智慧病房、药品闭环管理)等。我

国各地方医院缺乏统一规范的智能管理系统，而基于人工的系统管理容易产生误差大、成本高、耗时长、过程繁琐等问题。利用人工智能开展医院管理可以在技术层面上做到更加精准，减少人力成本，简化运营方式，提高透明度，给患者带来更好的医疗体验，给医生带来更便捷的工作环境。

目前大部分医院仍处于数字化的初级阶段，AI应用于医院管理的条件尚未完全成熟。AI技术的应用需要大量、标准、结构化的数据集，目前医院在信息化发展、院内数据互联互通、数据质量等方面尚不能满足AI应用的条件，而且大部分医院未形成一致性的临床规范和标准，也为智慧医院管理增加难度。未来，医院应持续推进数字化进程，建立一致性的、互联互通的数据基础，实施标准化的管理原则，在高度数字化的基础上，将AI等先进技术应用于医院管理中，从而提升医院管理质量和效率。



核心观点：在医院数字化的高级阶段，AI将提升管理质量和效率。

10: AI为药品及医疗器械提供方提供价值的探索机会

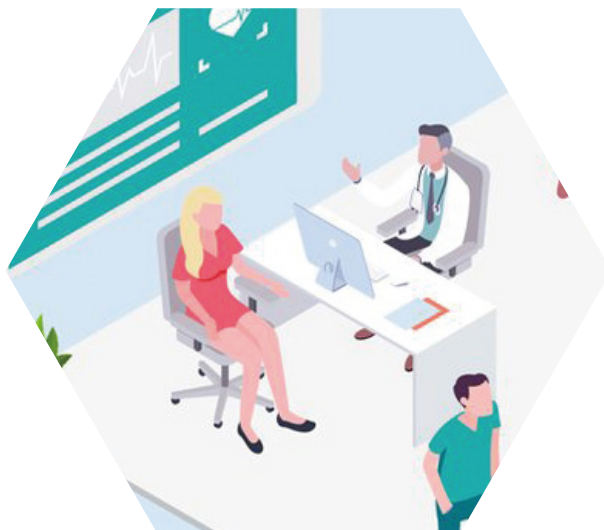


资料来源：罗兰贝格

2.2.2 药品及医疗器械提供方

药品及医疗器械提供方是医疗产品及关联服务的提供方，主要包括药品和医疗器械两大类。对于他们来说，在医保控费、取消药品加成等改革举措下，传统的研发、生产、销售模式将面临压力。如何提升内部效率、降本增益、真正掌握终端人群需求从而转化服务，成为药品及医疗器械提供方需要思考的问题。而以患者为中心，更快、更好地提供符合健康需求的产品是其实现自身经营目标的必由之路。→ [10](#)

为此，AI应用(参阅图10)能够带来缩短研发周期、降低研发成本、提高研发成功率、加速临床进程、提质增效、迈向精准医学等多方面价值。



2.2.2.1 AI药物研发

新药研发成本极高、周期极长。业界一直流传着“双10”的说法，即新药的开发需要10年的时间和10亿美元

的资金投入。然而，实际上所需的投资远不止于此，据美国塔弗茨药物开发研究中心最新研究，每种新药的研发需要28.7亿美元的投资¹⁰。而且药物研发的失败率很高，平均研制的5,000种药物中，只有5种能够进入动物实验阶段，而这其中又只有1种药物能够进入临床试验阶段¹¹。AI技术的发展可助力研发人员更高效的锁定解决方案，大大缩短研发周期，并降低总体成本。

药物研发阶段，人工智能的主要应用包括靶点筛选、药物挖掘、药物优化三部分。在靶点筛选阶段，人工智能可以通过挖掘海量文献(包括论文、专利、临床试验结果)进行生物化学预测，进而发现新靶点，也可以通过交叉研究和匹配市面上已曝光的药物和人体上的1万多个靶点，以发现新的有效的结合点。相较于靶点发现，人工智能在药物挖掘方面的应用更为成熟，例如利用虚拟筛选技术，在计算机中模拟实体筛选过程，建立合理的药效团模型与化合物数据库进行匹配，通过分子模拟手段计算化合物库中的小分子与靶标结合的能力，提高筛选的速度和成功率，减少在构建大规模的化合物库、提取或培养靶酶或者靶细胞等方面的成本投入。在药物优化阶段，AI可通过对千万级的分子监控，预测它们的活性、毒性和不良反应等，完成候选化合物的挑选和开发，快速全面改进先导物的分子缺陷。在药物晶型预测方面，AI可以挖掘一个分子药物的所有可能晶型，具有巨大的专利价值。此外，计算机视觉通过分析化合物的细胞图像数据也在表型筛选中发挥作用。

大型药企及药物研究机构以项目的方式与AI技术公司(如Atomwise、BenevolentAI、晶泰科技)进行合作，加快药物研发进程。以英国初创公司BenevolentAI为例，该公司研发了JACS(Judgment Augmented Cognition System，增强判断认知系统)平台，集成了大量的科学论文、专利、临床试验信息化信息，协助药物研发人员在药物研发过程中确定

¹⁰ Joseph A. DiMasi, Henry G. Grabowski, Ronald W. Hansen (2016). "Innovation in the pharmaceutical industry: New estimates of R&D costs". Journal of Health Economics.

¹¹ California Biomedical Research Association. "New Drug Development Process"

正确的调制机制、筛选出最合适的靶点并预测患者的反应。BenevolentAI已与全球多家大型药企达成合作，如在2019年4月宣布与阿斯利康开始长期合作，将利用AI和机器学习数据来研发慢性肾病(CKD)和特发性肺纤维化(IPF)的新疗法。双方的研发人员把阿斯利康的基因组学、化学和临床数据与BenevolentAI的靶标发现平台相结合，通过机器学习系统地分析数据来识别关联关系，以了解这些复杂疾病的潜在机制，以便更快的确定药物靶点。辉瑞与晶泰科技、药明康德与Insilico Medicine也有在新药研发方面的合作。

当前在药物发掘过程中AI应用面临的主要问题是高质量数据的缺乏，大部分数据来源于文献和实验，数据量不大且结构化难度高，将大大影响筛选的结果。此外，AI企业需要对药物设计逻辑和医药知识的理解也是制约其作用发挥的痛点。在近期应用方面，考虑到绝大多数国内药企在现阶段主要专注于仿制药的开发，如能有成熟的AI技术协助，找到与原研药相似的化学结构并优化设计，实现近似或更好的诊疗效果，则能够在加速国内药品上市的同时，帮助药企控制研发成本。



核心观点：AI将帮助药企缩短研发周期、降低研发成本、提高研发成功率。

2.2.2.2 AI辅助临床策略制定

识别并招募合适的患者来配合临床试验是研发过程中的难题之一。以美国的药物临床试验流程为例，三个阶段共需要招募约1,120-3,380位志愿者，其中第三阶段需要1,000-3,000位已被诊断为特定疾病的患者，且需要对其进行持续约三年的跟踪。这一过程中，未能招募足够的参与者、患者中途退出、意外和严重的药品副作用以及错误的收集方法等问题都可能导致临床试验失败。根据拜耳的统计，90%的临床试验未能在目标时间内招募到合适的志愿者，导致药物研发时间拖长。AI技术可以帮助药企更精确地发现、筛选、匹配合适的志愿者，并帮助简化患者注册流程，同时收集及分析患者数据。

目前，涉足该领域的主要为初创型企业，包括国外的Mendel.ai、Trials.ai，以及国内的医疗健康大数据企业医渡云、零氦科技。Mendel.ai可帮助药企实现20%-50%的潜在志愿者的识别数量提升，同时可将潜在志愿者的认证标准流程大幅减少到9分钟，而现在平均的乳腺癌志愿者认证时间为19天，肺癌可达263天。

该应用的落地基础是拥有跨医院的患者电子病历信息，建立起患者同意共享数据的大数据平台。当下的核心痛点并非AI技术本身，而是数据的可得性和数据标准化质量。药企对于该场景的未来应用抱有极大的期待，AI应用企业应当积极与药企以及医院合作，获取患者的数据并进行持续跟踪，应用AI技术替代人工进行数据收集、整理、清洗，提升数据收集效率与数据质量。



核心观点：解决数据的可得性和质量问题是AI辅助临床策略制定发展的关键。

2.2.2.3 应用AI的真实世界研究

真实世界证据主要指从日常医疗实践过程有关信息中提取的数据，包括个人健康管理方面的数据，可以作为临床试验证据之外的补充证据。真实世界研究目的更加多样，可围绕着病因、诊断、治疗、预后及临床预测等相关的研究问题展开，也可进行药物上市后的效果跟踪观察、安全性监测、药物重定向、识别审批提速的机会。真实世界数据能够反映真实的临床实践情况，有助于促进精准医学进程。人工智能在真实世界研究中的应用主要包括数据收集、数据库构建和数据分析。

真实世界研究需要大量脱敏的、结构化、有代表性的数据，而一直以来我国收集的医疗临床大数据尚无法满足需求。在此方面，零氪科技、医渡云等医疗大数据公司有先天的优势。例如零氪科技协助某医疗机构开展了回顾性真实世界研究，来判断不同的驱动基因突变与常规抗肿瘤药物敏感指标的关系，有助于肿瘤治疗的药物方案选择。现阶段缺乏数据的企业，可与政府、医疗机构、药企合作，推进相应的项目。AI公司在实践方面，应注重对医院数据的收集、清洗、标准化，提高数据质量，以期未来构建统一化的、全国性的基于真实数据的大数据平台。



核心观点：基于真实数据的大数据平台构建是未来AI应用发展的关键。

2.2.3 医疗支付和监管方

除了政府财政和个人支出外，医疗的核心支付方为医保局和商业保险公司，医保局同时也是医疗服务和产品的监管方之一。此外，当下的医疗监管方还主要包括卫健委和药监局(NMPA)。

对于监管方来说，保障医疗体系高质量低负担运转、提升国民健康水平是其制定公共卫生政策、规范医疗准入和质量标准、监督和管理医疗相关活动的核心原则。一方面，政府政策是推动医疗体系“价值医疗”趋势的关键力量，也是大数据和AI在医疗体系应用的关键驱动因素。另一方面，有效的公共卫生政策也依赖于数据分析甚至AI辅助的支持，包括预防医学、区域疾病在线监测和干预、人口健康管理、健康预期、寿命测算等。重庆、乌鲁木齐、南京、宁波等地的疾病预防控制中心和卫生信息中心已经上线了相关的网络平台和系统。→ [11](#)

在医疗供求矛盾的大背景下，短期内医疗服务方和医药提供方难以有跨越式的变革，控制医疗成本、寻求最高价值的

11: AI为医疗支付和监管方提供价值的探索机会



关键抓手在于医保支付方。而AI将成为支付方撬动整个医疗生态圈的重要助力之一(参阅图11)。AI将帮助实现医保控费、智能风控、减少欺诈等行为，促进支付方与医疗服务提供方及药品、器械提供方形成新的协同关系，最终目标是以医疗价值为导向，提升医疗服务、药品以及器械的质量水平并节约支出。

2.2.3.1 应用AI制定保险策略

当前医疗保险产品同质化程度高，针对不同特征人群的产品较少，同时对客户发生的变化反应较为迟缓，缺乏跟进客户身体状况的系统。例如虽然慢性病患者生活状况、治疗流程都相对稳定，但保险公司由于缺乏精准的医疗健康数据进行精算，难以设计覆盖慢病群体的产品。利用AI，保险公司可以面向不同情况的客户提供差异化的保险服务产品，为用户提供更好的体验，实现保险公平化。同时，基于对客户身体情况的分析，可以帮助其获得更及时有效的治疗，提供更精准的服务。

基于大数据分析和机器学习，AI可以实现智能定价和精准营销。前者利用大数据和人工智能在客户投保阶段审核客户的信息，建立用户画像，并根据身体状况，年龄，收入等指标对用户分级归类，给出最适合的产品解决方案以及最精准的保费定价。后者通过对用户的数据分析，有针对性地定制产品与精准营销策略，产生千人千面的互动效果以及产品推荐，将合适的产品推荐给合适的人群。

对保险行业来说，AI将在增加覆盖面和降低风险两方面提供助力，前者通过人群画像和个性化定价，让更多的用户变成客户。后者通过管控和审核理赔风险，降低不必要的支出。此外，当AI发现保险客户出现潜在的疾病风险时，提前采取辅助手段进行健康管理指导，提醒客户检查。

平安、泰康、太平洋、众安等保险公司都在积极探索AI在保险领域的应用。但当下，人群健康大数据平台尚未建立，如何打破数据孤岛，实现数据和能力的整合，将成为后续发展的关键问题。



核心观点：众多保险公司都在积极探索应用AI制定保险策略，但当下人群健康大数据平台的建立成为不可避免的问题。

2.2.3.2 AI药事管理

过度医疗和医药滥用增加了国家基本医保的损耗和商业健康险的亏损。为了降低医疗费用支出，医疗支付方非常愿意也必须为控费寻求方案，包括干预就诊医疗机构、影响用药选择、制定受保药物清单、改变支付结算方式等。

人工智能可基于大量临床数据和患者的个人用药史来对医生开具的处方进行审核，在对医疗服务进行监管的同时，为支付方实现控费目标。智能系统能够完成实时医疗用药监控、辅助提示、自动化审核、自动控费等功能，实现事前提醒、事中控制、事后审核，提高审单的效率 and 准确性。在审核以外，拓展切入指定药品目录、药品与处方评价、辅助定价、招采准入、医药/器械流通销售、支付方式优化、质量监控等方面。通过监控医生诊疗和药品使用环节，系统建立起对诊疗合理路径和药品使用规则的理解，为个人用户提供健康管理服务。同时，智能系统能够在过程中促进健康信息数据平台和医疗评价体系的建立。



当前主要的参与者包括：(1)专门的医疗信息化企业，如海虹控股、快捷药方公司(ESI)，在专业性上更强，可以和社会医保以及多家商业保险公司合作；(2)保险公司，如平安医保科技、美国联合健康集团(UNH)，可以联动“保险+PBM+医疗服务”。零售药房、电商平台、医药流通企业、药企也是药事管理的潜在参与者。例如复旦大学附属华山医院和医利捷(上海)信息科技有限公司合作的基于定量药理和人工智能的临床个体化用药辅助决策系统，基于神经网络算法和贝叶斯模型的药动学/药效学(PK/PD)模型，可提高医疗质量、减少医疗差错、保障用药安全、实现精准用药。

针对药品的控费规划需要医院的处方、患者连续性的用药数据以及对医疗专业知识的深刻理解，才能确保医疗数据分析和审核能力。然而当下，用药以及健康数据分散在不同医疗机构和跨地区的医保系统中，处方流转也还在探索之中，发展相对受限。此外，强大的药品议价权、成熟的供应链体系、完善的支付端保障是从控费系统服务方拓展到全环节服务提供方的重要能力基础。随着医保局的成立，医保将从被动方变为主动方，对于通过控费提升医保支出效率的需求会增强。此外，商业保险飞速发展，控费系统能够为其提供监控手段，成为议价和险种设计的有力支持。



核心观点：将AI应用于控费(如药事管理)中，可提高医疗质量、减少医疗差错、保障用药安全、实现精准医疗。

2.2.3.3 AI自动审核

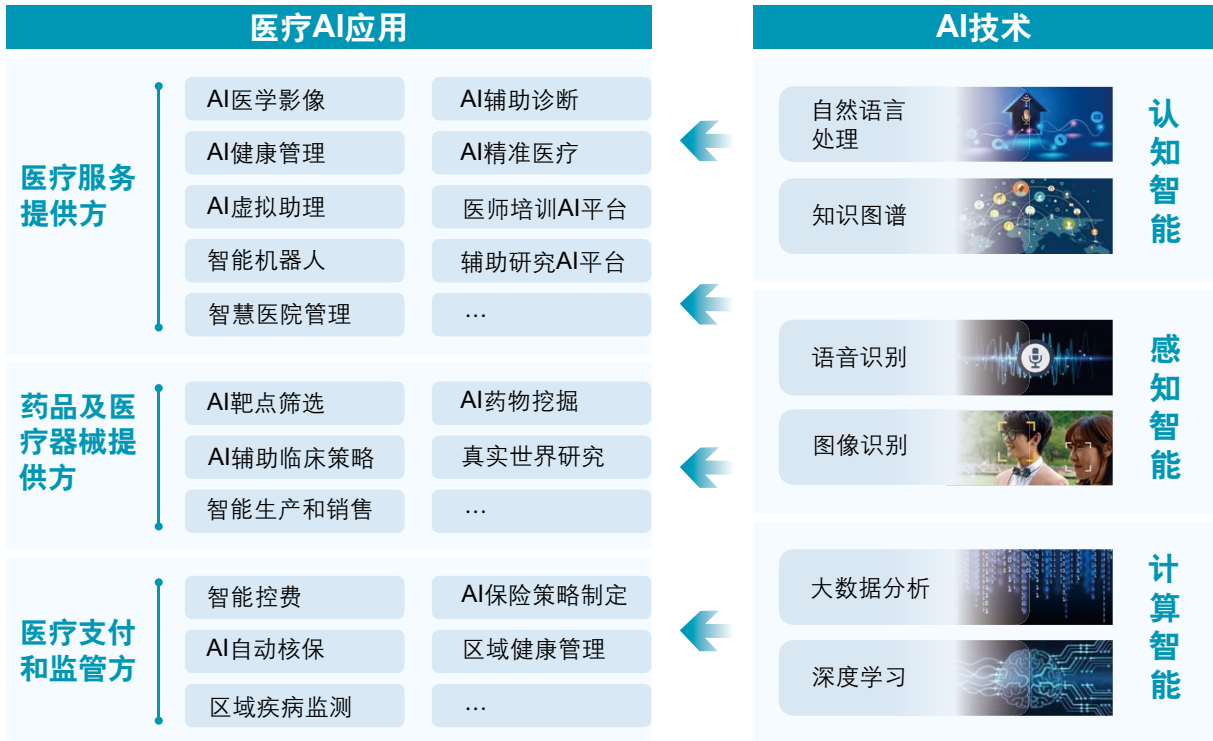
违规使用医保、诈骗套取医保的情况给医保基金带来了巨大的经济损失，也严重损害了人们的利益和健康权益。人工审查存在出错率高、环节复杂、费用高和耗时多等问题。智能稽查通过风险模型，建立事前、事中、事后的有效管控，能够高效识别不合理单据。

AI应用可涵盖社会医保以及几乎所有医疗商业险，包括疾病保险、重大疾病保险、住院保险、手术保险等，包括智能跟踪和智能审查两大功能。保险公司借助跟踪系统，将全程介入投保人“健康跟踪——医院就诊——医疗护理”的全过程。通过高效、全面的健康管理降低成本，提升客户体验。保险公司也可应用智能审查，根据投保人提供的信息，通过数据挖掘与机器学习发现其中异常数据并做投保人欺诈分析。例如在医保方面，海虹控股目前已在20个省/直辖市的百余地市就公司医保控费业务开展试点工作，对每一笔单据进行审核，稽查检查治疗与病例是否相符，推动合理用药、合理检查、合理治疗。



核心观点：智能稽查通过风险模型，建立事前、事中、事后的有效管控，高效识别不合理单据，切实帮助实现医保控费。

12: 医疗AI技术能力框架





2.3 医疗AI技术能力说明

纵观AI技术对各主体参与方的赋能应用，其核心能力分为计算智能、感知智能和认知智能三层。此外，医疗AI的发展依赖智能芯片、传感器、网络通信、边缘计算等基础设施，以及医疗健康行业理解、数字化运营等关键能力。→ [12](#)

2.3.1 数据是医疗AI发展的基础

数据将在很大程度上决定算法的训练结果，然而获取完整可用的数据绝非易事，对医疗健康数据有下需求：



标准化的数据：当前医疗数据主要存在于电子病历中，但因各医院标准不一致和以非结构化数据为主的现状，实际可用的数据非常有限。医疗AI需要大量的、标准化的、结构化的数据来进行模型的构建。



场景全面的数据：现有医疗健康数据主要来自于院中就诊数据，是以医疗行为为中心的诊疗数据，而非以人为中心的健康数据，没有对人的全生命周期的就医数据整合，且缺失日常健康数据，如体检数据、可穿戴设备收集数据、基因数据等。获取全场景的数据将更有助于通过人工智能进行诊断、辅助治疗、辅助科研、药物研究、疾病预防、慢病管理等活动。



保证数据的安全性及隐私性：健康数据包含了每个人的健康信息，而这是隐私性极高的数据，如何让合适的机构利用这些数据提升医疗服务水平的同时，保证用户的隐私性，针对数据的归属、权限、使用伦理等问题需要进一步的明确思考。

2018年卫健委发布了《国家医疗健康大数据标准、安全和服务管理办法(试行)》，为推动医疗大数据平台建设提供了进一步的方向指引。目前国内已有科技公司推出构建医院大数据平台的产品或解决方案，如医渡云的数据处理与应用平台(DPAP)、灵医智惠的文本病历结构化系统。灵医智惠通过与解放军总医院大数据中心合作，应用文本病历结构化系统，对医院积累了20余年的数据进行加工治理，显著提高电子病历的利用效率。在数据的采集处理、网络传输、再生应用的全流程，使用前沿技术构筑符合国家网络安全法和网络等级保护制度要求的医疗健康数据保护系统，为公民个人信息安全和网络安全生态综合治理保驾护航。

2.3.2 认知层能力不可或缺

人工智能包括感知智能(比如图像识别、语音识别)和认知智能(主要是自然语言处理、知识图谱)。当前，感知智能技术已经相当领先，尤其是在机器视觉的物体识别精准度方面，认知智能成为人工智能实现最困难的部分之一。

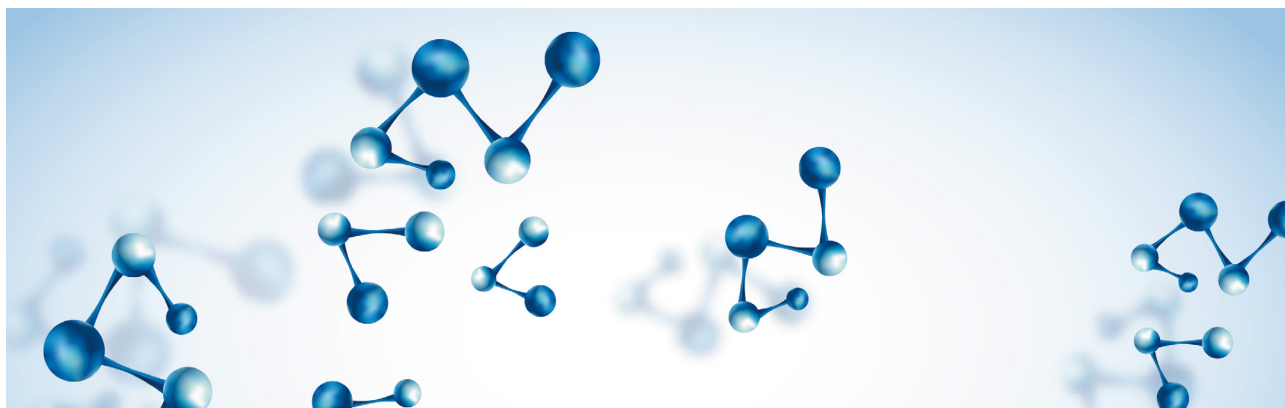
医学自然语言处理：

自然语言处理(NLP)帮助计算机认知、理解、生成人类使用的自然语言，包括机器翻译、阅读理解、智能写作、对话系统、基础技术和语义计算等。当前，主要通过机器学习(包括深度学习)的方式，来模拟人体大脑思考的方式。自然语言处理对于病历结构化、实现虚拟助理和辅助诊断、挖掘文献和临床等证据中药物与疾病的关系等应用至关重要。

当前，国内绝大部分医院的病历以自然语言记录，这些非结构化的病历无法直接被机器使用，需要通过自然语言处理技术转换为结构化信息，以便机器处理。难点在于三个方面，无法用统一的模型来表达多元病历数据；无法快速、准确检索到满足研究需求的患者；无法高效的将原始数据转化为研究所需的精细颗粒度结构化数据。因此需要一套完整的、多层次的数据治理方案，辅助医疗数据的高效利用。

针对以上问题，国内各AI厂商都进行了诸多探索，百度在此领域的实践可以作为医学自然语言处理发展的典范，将医疗自然语言处理工作分为三个层次：

- 识别病历文本中的多种实体，以及实体与属性间的关系，为后续任务(如知识库建设、检索库建库)提供基础特征。
- 针对标注成本高和医学文本表达一致性差的挑战，研发了一套面向小样本的学习引擎，整合语言模型预训练和主动学习技术，仅对机器无法判断的样本进行定向筛选和标注，大幅降低人工智能标注数据的用量和标注成本。
- 针对患者多源数据问题，整合了患者多期多类单据结果，形成以患者为中心的结构化输出，为辅助诊断、质控等模块提供重要信息。

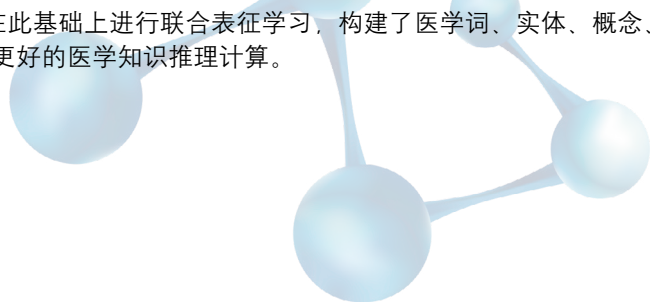


医学知识图谱：

知识图谱是一种结构化的知识库，表现为节点和边组成的图数据结构，能够将不同种类的信息连接在一起，从“关系”的角度去描述物理世界实体并分析问题。知识图谱是智慧的沉淀，能够对海量、异构的数据进行组织，完成知识推理，优化问答、对话、推荐、推理计算等任务。知识图谱是临床辅助支持系统的底层核心，是实现智能化语义检索的基础和桥梁，在疾病风险评估、智能辅助诊疗、医疗质量控制及医疗知识问答等智慧医疗领域都有着很好的发展前景。

医学知识图谱构建主要包括医学知识表达、知识挖掘、图谱化三部分。医学知识表达完成对医学各种形态知识的数据表达模型构建、**Schema**类型定义及表示格式确定。在知识类型与表达明确后，通过对多种医学数据源进行知识挖掘得到海量的结构化医学三元组事实。图谱化则对这些来自多数据源的存在歧义、不一致、冗余、互补的医学三元组事实进行歧义消解、冲突消解、融合、建边，从而最终得到全局一致、完整的图谱。另外，医学知识是不断更新的，医学知识图谱构建需要知识发现与模型更新来保证新知识的持续发现，补充及过时知识、错误知识的淘汰，从而保证图谱知识的新鲜性与可信度。

百度的医学知识图谱技术是行业内的先行者之一。在实践过程中，由医学专家与计算机知识工程专家合作构建的专业医学本体，不仅包含传统的实体、概念、属性、关系的表示，还引入了规则、函数的超越三元组的知识表示，从而为复杂形态的医学知识提供强大的表达及可计算能力。在医学**Schema**层面，其覆盖数十种精细化语义颗粒实体类型及数百种关系定义，并具备容纳多套医学标准的能力。依托前述的医疗自然语言处理模块对海量医学文献、教材、药典、临床指南进行出版物类知识挖掘，对病历报告进行实践类知识挖掘，并基于医学阅读理解及分布式推理引擎对候选知识进行多源置信度计算及冲突检测与消解，从而实现了自动化循证并保证图谱内在的一致性，构建了百万级的医学实体及千万级医学事实，覆盖率>95%，准确率>96%，自动化循证占比>70%。基于医学实体链指技术，建立了图谱与海量医学语料的异构关联，准确率>90%，并在此基础上进行联合表征学习，构建了医学词、实体、概念、语义边、子图的可微向量表征，从而支撑上层泛化性能更好的医学知识推理计算。



第三部分

医疗AI发展模式探索



医疗AI 发展模式 探索

3.1 医疗AI需求及供给模式分析

医疗AI从产业发展的角度，可分为医疗AI的需求方及供给方，在需求与供给双方的不断融合过程中，形成了医疗AI独特的发展模式，医疗AI的供给方需探索其可持续的发展模式。

医疗AI的需求以价值为导向，以实际业务需求为出发点。基于本白皮书对医疗体系发展“中局”及“终局”的分析，未来医疗体系将按照价值医疗的趋势进行发展。注重疗效、增强体验、降低成本，将是医疗体系发展过程中最重要的价值需求。医疗服务提供方、医疗支付方和监管方、药品及医疗器械提供方都在按照医疗体系整体发展的趋势进行逐步改革发展。

当前，全行业都认可医疗AI发展的巨大潜力，各类医疗AI供给方纷纷涉足其中：包括IBM、Intel、微软、苹果、谷歌、百度、阿里巴巴、腾讯、京东等科技巨头，联合保险、平安、泰康等行业巨头，东软、东华软件、卫宁健康、北大医信等传统医疗信息化企业，也包括新兴的医疗数字化企业及创新企业和出版企业，各自依靠其自身资源禀赋进行医疗AI布局。



科技巨头依靠在生态构建、技术算法领域的优势，侧重于AI基础层和技术层的布局，通过生态链的打造，逐步构建行业解决方案。



行业巨头依靠对行业经验的积累，通过AI打造医疗生态圈，侧重于业务价值的实现，既是医疗AI的提供方，也是医疗AI的需求方。



医疗信息化企业拥有长期与医疗各参与方合作的经验积累，本身是医疗各参与方的信息化系统提供方，通过布局AI，产品及服务水平都能够有效提升，满足医疗各参与方需求。



新兴的医疗数字化企业及创新企业拥有在技术或业务领域的独特经验积累和优势，通过布局AI，快速成为医疗AI有潜力的参与者，众多科技巨头、投资机构、医疗参与方都与其合作，共同探索未来发展之路。



出版行业基于多年出版资源积累，对出版资源进行数字化、结构化，形成知识库，成为构建知识图谱的基础，并利用AI等新技术将传统出版和新媒体出版融合，提升教学、培训服务能力。

3.2 医疗AI需求及供给关系思考

通过对医疗健康生态圈各方在AI领域的研究与分析，医疗AI的需求方与供给方之间的相互反馈值得深思：



医疗AI需求方对供给方的反馈：非常期待各医疗AI供给方能够参与到医疗体系的改革与发展中；目前医疗AI供给方缺乏对医疗行业深入的理解，产品及解决方案与医疗行业的期望仍有差距；过度强调其技术和产品先进性，忽视了患者、医生护士的体验；产品虽然优秀，但无法解决当前医疗体系中的痛点；医疗行业是一个中长期投资行业，部分医疗AI供给方短视的投资策略无法持续。



医疗AI供给方对需求方的反馈：医疗AI行业具有非常大的发展潜力，但短期商业模式仍需进行探索；医疗行业的数字化水平发展比较低，但似乎医疗行业并没有进行快速变革的驱动力；医疗行业数据很多，但高质量的数据有限；医疗行业欢迎医疗AI各参与方共同研发产品，但似乎研发出的产品推广难度很大；医疗行业是需要长期投资的，投资者在医疗领域投资更需要关注长期趋势。

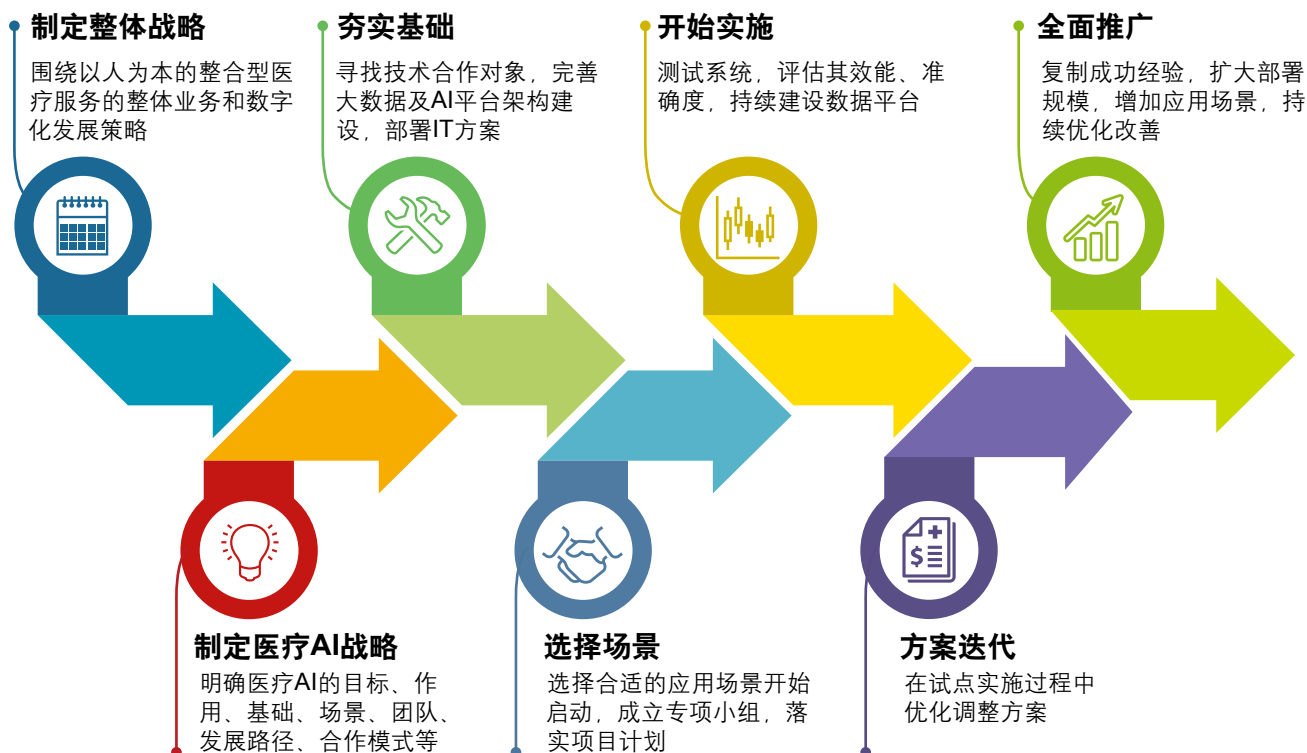
3.3 医疗AI需求方发展路径建议

制定医疗AI整体发展策略，使AI发展能够契合医疗参与方自身业务发展方向。以人为本，提升患者疗效、提高患者体验、降低医疗成本是各医疗健康参与方改革和发展的目标，发展AI是促进各参与方进行改革和发展的有效手段。各方可根据国家发展政策规划和技术发展趋势，结合自身发展现状，在整体业务和数字化发展策略的基础上，规划医疗AI发展举措，包括发展医疗AI的目标、作用、基础、场景、团队、发展路径、合作模式等，从理念到行动达成知行统一。

高质量数据是AI发挥作用的基础。虽然当前医疗健康行业数据量大、种类多，但数据质量非常低，极大地限制了数据能够发挥的作用。长期积累的海量历史数据如何发挥其作用、非结构化数据如何转化为结构化数据、数据如何标准化、如何实现以人为本的数据全生命周期记录、如何打通不同医疗参与方的数据，都是各医疗健康参与方需要长期关注并解决的问题。只有持续拥有高质量的数据，医疗AI才拥有真正发挥作用的基础。

医疗专家与科技人才需要持续的互动与交流，增强双方的理解和对话。双方可共同在AI有潜力的领域进行探索，通过原型开发及反复的解决方案迭代，在医疗专家的持续支持之下，形成成熟可推广的解决方案；制定医疗AI人才选、用、育、留的方案，形成医疗AI人才培养体系。→ 13

13: 医疗AI发展行动计划



资料来源：罗兰贝格

3.4 医疗AI供给方发展路径建议

医疗AI需求方和供给方之间存在如此多的鸿沟，如何使双方共同可持续发展，是医疗AI各参与方共同面对的难题。医疗体系正在沿着价值医疗的趋势向前发展，在此趋势之下，医疗AI供给方将按照下图的模式进行发展，协同医疗健康生态圈各方，实现以人为本的整合型医疗卫生服务体系。医疗人工智能的发展将从目前的由技术、工具驱动向以价值医疗为核心的端到端解决方案演进。 → 14



价值主张：

医疗AI供给方将从提供基于固定价格的通用性产品，向基于价值的个性化解决方案进行演进。



价值创造模式：

在以人为本的趋势下，医疗AI供给方将在政策驱动下从基于信息化预算获取直接收入的模式，向通过节省费用或数据变现进行价值创造的模式演进。



市场路径：

医疗AI供给方将不仅仅关注单一医疗AI需求方，而会向医疗健康生态圈的更广阔市场进行演进。

基于以上对医疗AI供给方发展模式的分析，提出如下建议：

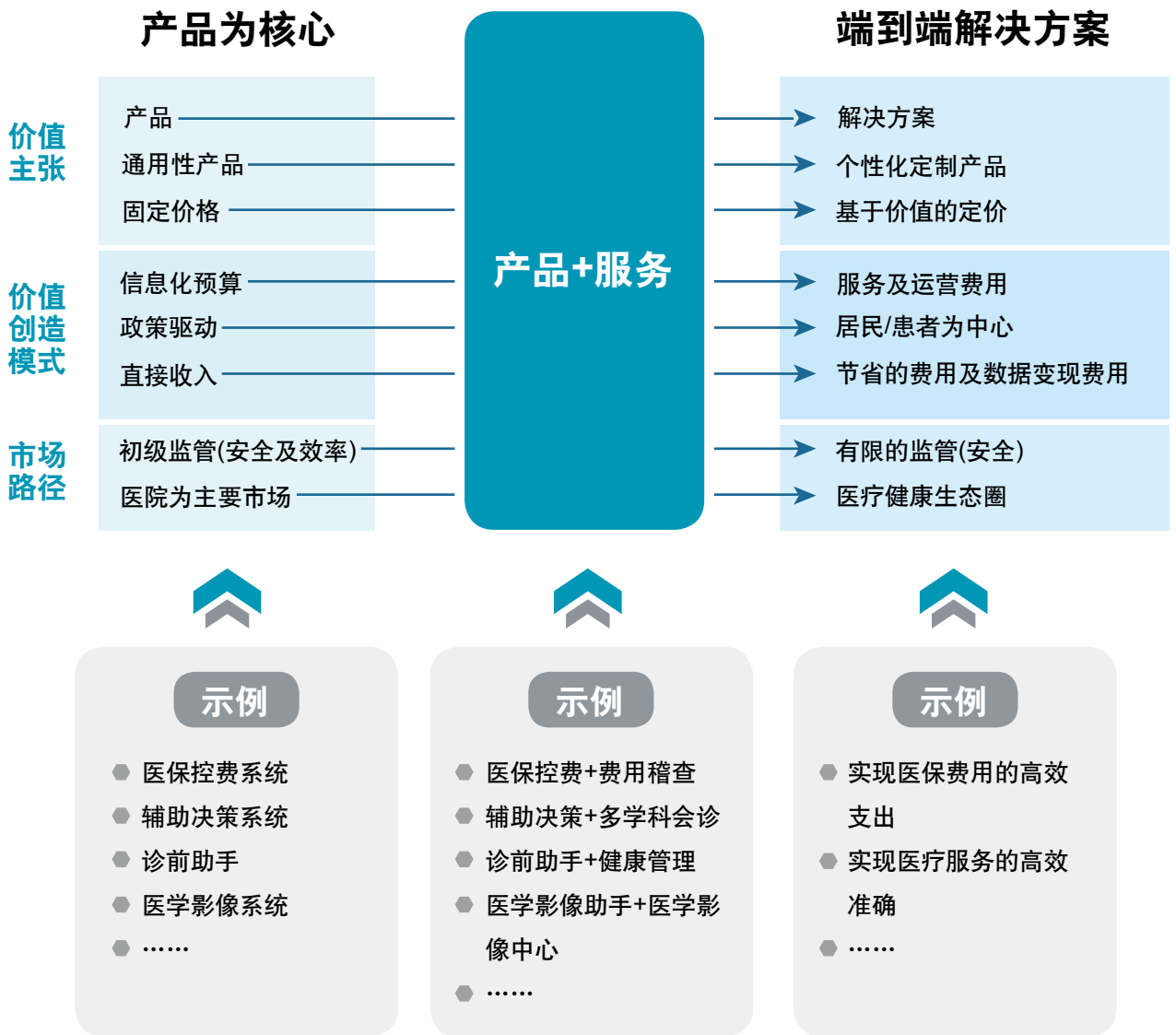
把握医疗体系改革脉搏、助力医疗体系共同发展。从医疗健康生态圈发展的价值链出发，医疗AI需求方和供给方形成利益共同体，共同推动医疗AI产业化发展，以人为本，提高人群健康水平，增强体验，降低成本，创造价值。

掌握医疗AI核心技术、奠定发展基础。在算法能力、感知能力、认知能力、平台能力多方面逐渐形成自身核心技术优势，实现从技术到应用的演进。

构建运营能力、实现共赢商业模式。业务运营及数字化运营能力是AI需求方迫切需要供给方提供的能力，只有通过运营才能使医疗AI解决方案发挥效用，实现AI产品落地。

共建合作伙伴网络、提供端到端解决方案。面向医疗AI需求方，提供从产品、服务到运营的端到端解决方案，通过实现需求方的业务价值而形成可持续发展的商业模式。医疗AI供给方之间，供给方与需求方之间，在数据、专家领域形成多样化合作，共同进行解决方案研发及商业模式探索。

14: 医疗人工智能的商业模式演进



版权所有

作者

闵栋

中国信通院云大所智慧健康部主任
mindong@caict.ac.cn

许珊

ITU&WHO医疗健康人工智能焦点组副主席
xushan@caict.ac.cn

陈尚义

百度技术委员会理事长，百度AI产业研究中心主任
chenshangyi@baidu.com

黄艳

百度AI创新业务部高级总监
huangyan08@baidu.com

王亮非

百度AI产业研究中心 副主任
wangliangfei@baidu.com

任国强

罗兰贝格大中华区副总裁、高级合伙人
george.ren@rolandberger.com

王欣

罗兰贝格大中华区合伙人
raymond.wang@rolandberger.com

隋晔

罗兰贝格大中华区合伙人
ye.sui@rolandberger.com

本报告仅为一般性建议参考。
读者不应在缺乏具体的专业建议的情况下，擅自根据报告中的任何信息采取行动。
罗兰贝格管理咨询公司将对任何因采用报告信息而导致的损失负责。

© 2019 罗兰贝格管理咨询公司版权所有

关于我们

罗兰贝格

罗兰贝格管理咨询公司于1967年成立，是唯一一家源于欧洲的全球顶尖咨询公司。我们在全球35个国家设有52家分支机构，拥有2400多名员工，并在国际各大主要市场成功运作，是一家由230名合伙人共有的独立咨询机构。

以简驭繁

过去50年中，罗兰贝格携手全球客户成功把握变革：展望未来50年，我们致力于支持更多客户再攀新高。通过提供灵活高效、先人一步的战略咨询，罗兰贝格将以简驭繁，助客户实现基业长青。

中国信息通信研究院

中国信息通信研究院(以下简称“中国信通院”)始建于1957年，是工业和信息化部直属科研事业单位。多年来，中国信通院始终秉持“国家高端专业智库 产业创新发展平台”的发展定位和“厚德实学 兴业致远”的核心文化价值理念，在行业发展的重大战略、规划、政策、标准和测试认证等方面发挥了有力支撑作用，为我国通信业跨越式发展和信息技术产业创新壮大起到了重要推动作用。

近年来，适应经济社会发展的新形势新要求，围绕国家“网络强国”和“制造强国”新战略，中国信通院着力加强研究创新，在强化电信业和互联网研究优势的同时，不断扩展研究领域、提升研究深度，在4G/5G、工业互联网、智能制造、移动互联网、物联网、车联网、未来网络、边缘计算、大数据、人工智能、虚拟现实/增强现实(VR/AR)、智能硬件、网络与信息安全等方面进行了深入研究与前瞻布局，在国家信息通信及信息化与工业化融合领域的战略和政策研究、技术创新、产业发展、安全保障等方面发挥了重要作用，有力支撑了互联网+、制造强国、宽带中国等重大战略与政策出台和各领域重要任务的实施。

百度AI产业研究中心

百度AI产业研究中心是促进AI技术与产业深度结合的智库。中心以开放、合作的态度，与产业、学术、研究机构携手，加深对产业的理解。探索发掘在AI技术驱动下，各产业呈现出的新应用、新模式、新业态、新价值。中心通过发布一系列行业研究报告、产业发展白皮书、AI产业指数等，推动人工智能与产业深度结合，致力成为产业转型升级的“智囊”。

出版方

罗兰贝格亚太总部

地址:

中国上海市南京西路1515号

静安嘉里中心办公楼一座23楼, 200040

+86 21 5298-6677

www.rolandberger.com