

《医疗机器人产业发展报告》发布

-中国医疗机器人产业发展形势分析与展望-

众诚智库 韦玉怀

2023年8月17日

目录 CONTENTS

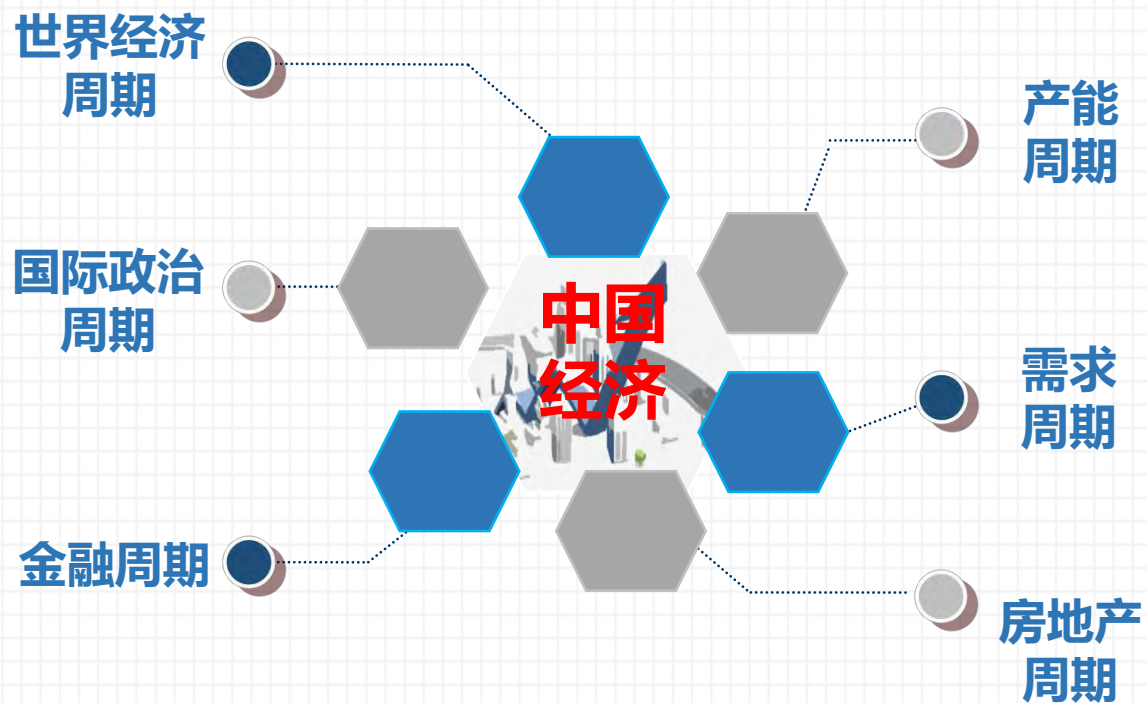
01.风物长宜放眼量
-研判医疗机器人景气度

02.奋楫扬帆正当时
-把握医疗机器人各赛道

03.凝心聚力谋新篇
-行业发展的建议与总结

面临的宏观环境：经济不确定性+多周期叠加+双循环战略

- 当前中国正处在六大经济周期的叠加，宏观环境的变化中，既有影响医疗机器人行业发展的积极因素，也有消极因素



消极因素

国际：主要体现在中美之间存在的贸易摩擦的持续发酵

国内：国内经济环境变化对企业的市场承受能力的考验

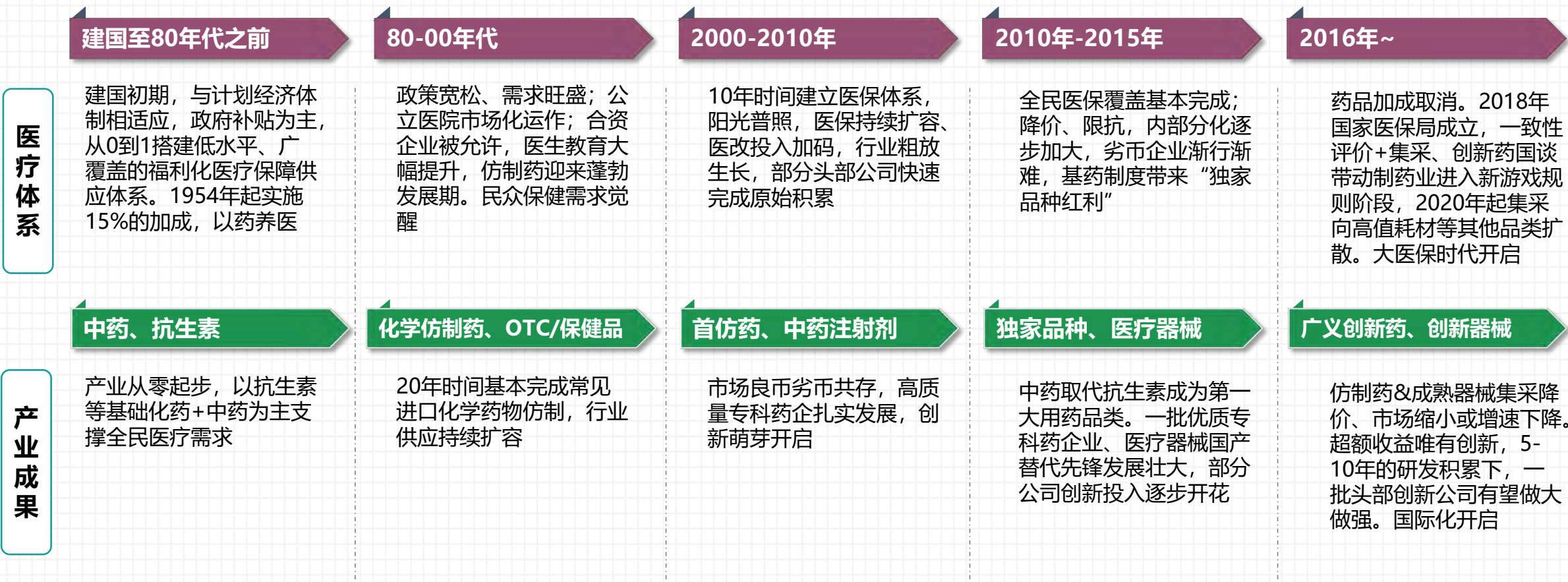
积极因素

国际：一带一路对医疗机器人行业发展的带动作用

国内：“四个面向”+“国家健康2030”战略等政策利好为行业发展提供巨大空间

发展历程：中国生命健康行业逐步形成符合**国情国策**的产业体系

- 中国生命健康产业经历了5个大的发展时期，通过70年的演进，不断向外延伸产业生态，逐步形成了符合**国情国策**的产业体系



我国用占GDP比重3-6%的卫生费用，完成了超13亿人口医保全覆盖，打造了**以非专利药械为诊疗主体的药品供应体系**，并对常见品种实现了半数以上的进口替代率。

近10年政策调整渐趋高频，推动行业**创新与高效调结构**

- 近十年来，政策调整频率更高，很多执行多年的旧政策被终结或调整，且频次越来越高，更贴近临床、更加国际接轨

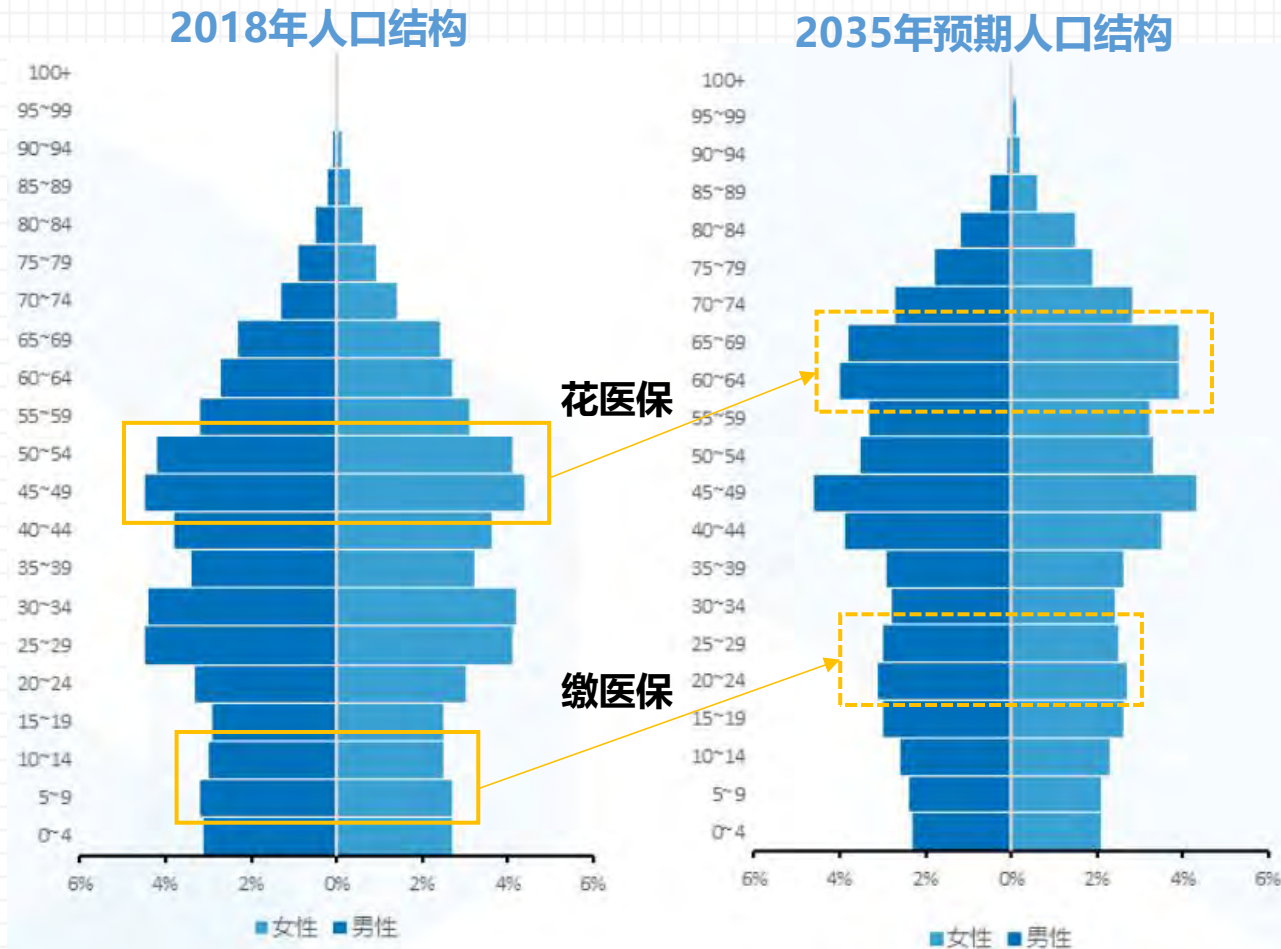


2014-2015年
医保
扩容阶段

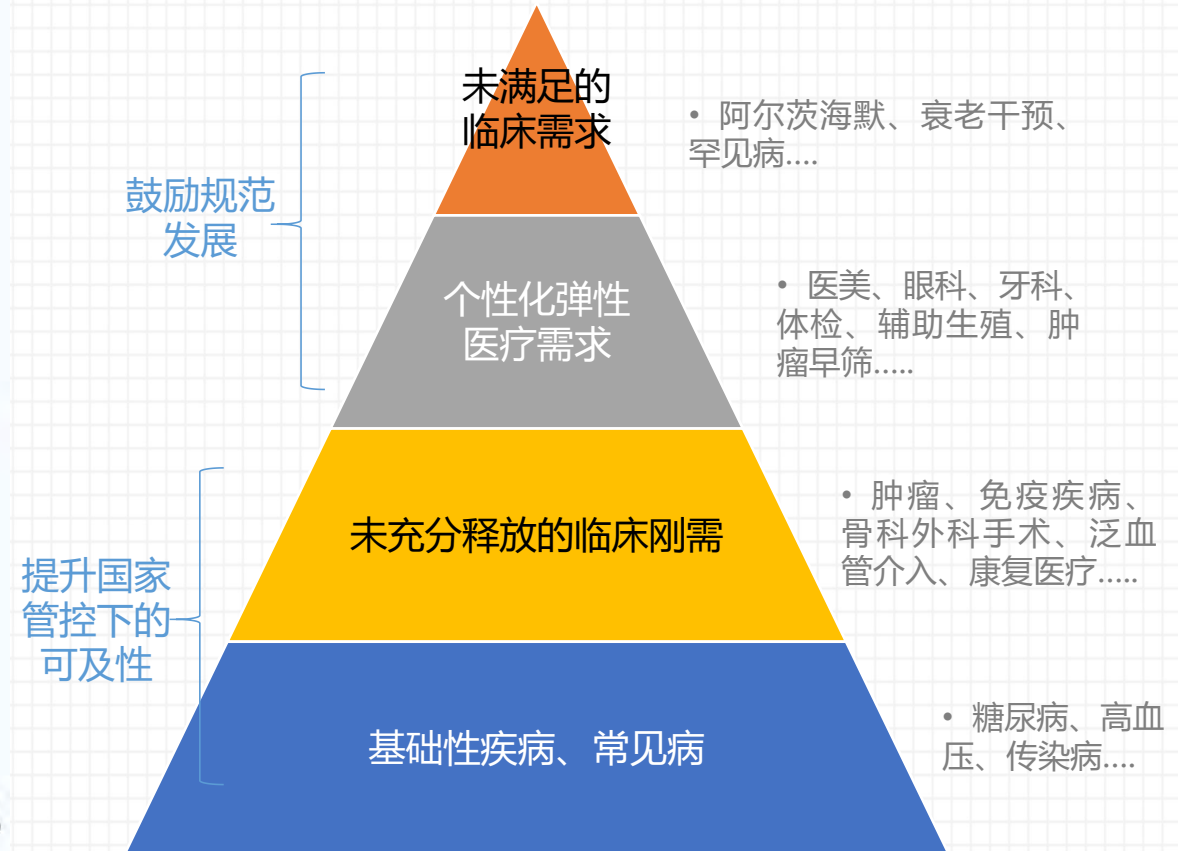
2015年-
医保
收紧阶段

中国深度老龄化+需求升级：未来医疗行业的人口结构红利

- 中国老年人口数量将长期保持世界第一位。预计到2035年，中国65岁及以上老年人口将达到3.27亿，占全球老人比重为21.8%；《“十四五”国民健康规划》介绍，2020年人均预期寿命提高到77.93岁，展望2035年，人均预期寿命达到80岁以上
- 老龄化趋势下，医工行业面临未来20年的人口结构红利：65岁以上中老年的患病率约是中青年的4-10倍；与此同时，需求升级（如身高干预、养老康复等）和技术进步不断催生新的赛道

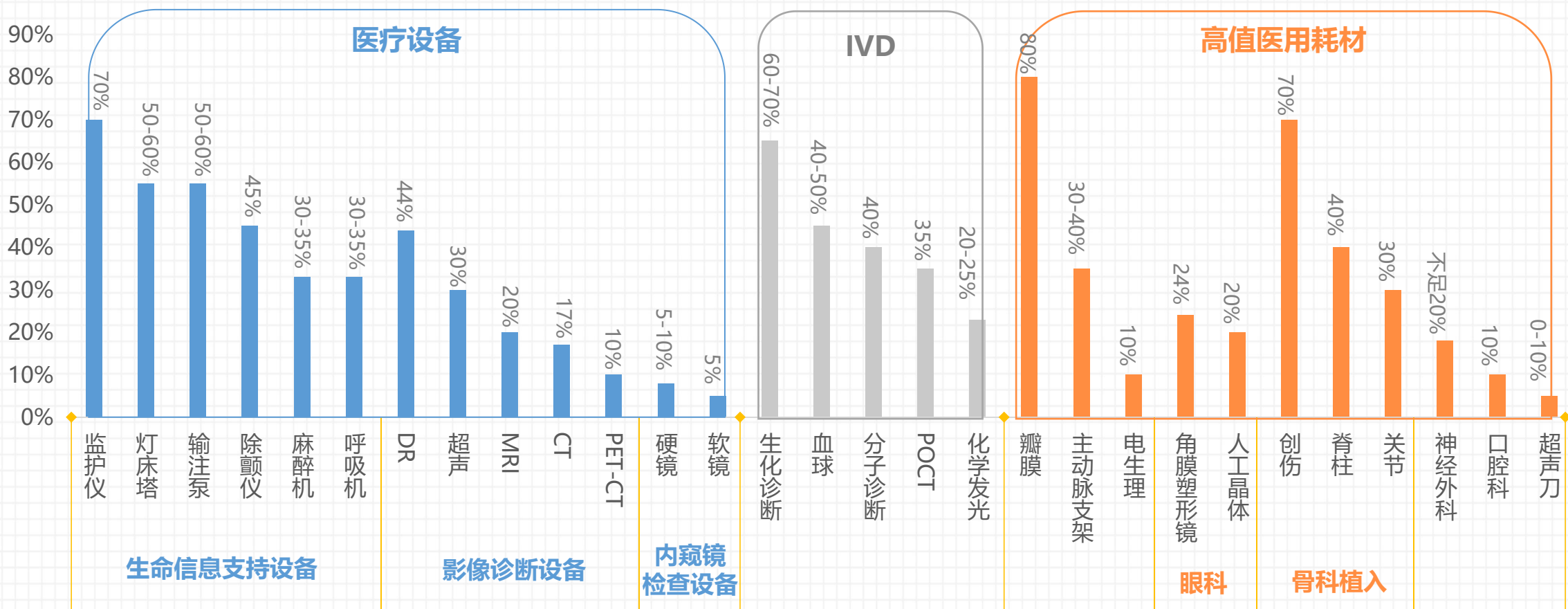


年龄、疾病谱、支付能力等差异化构成多层次需求体系



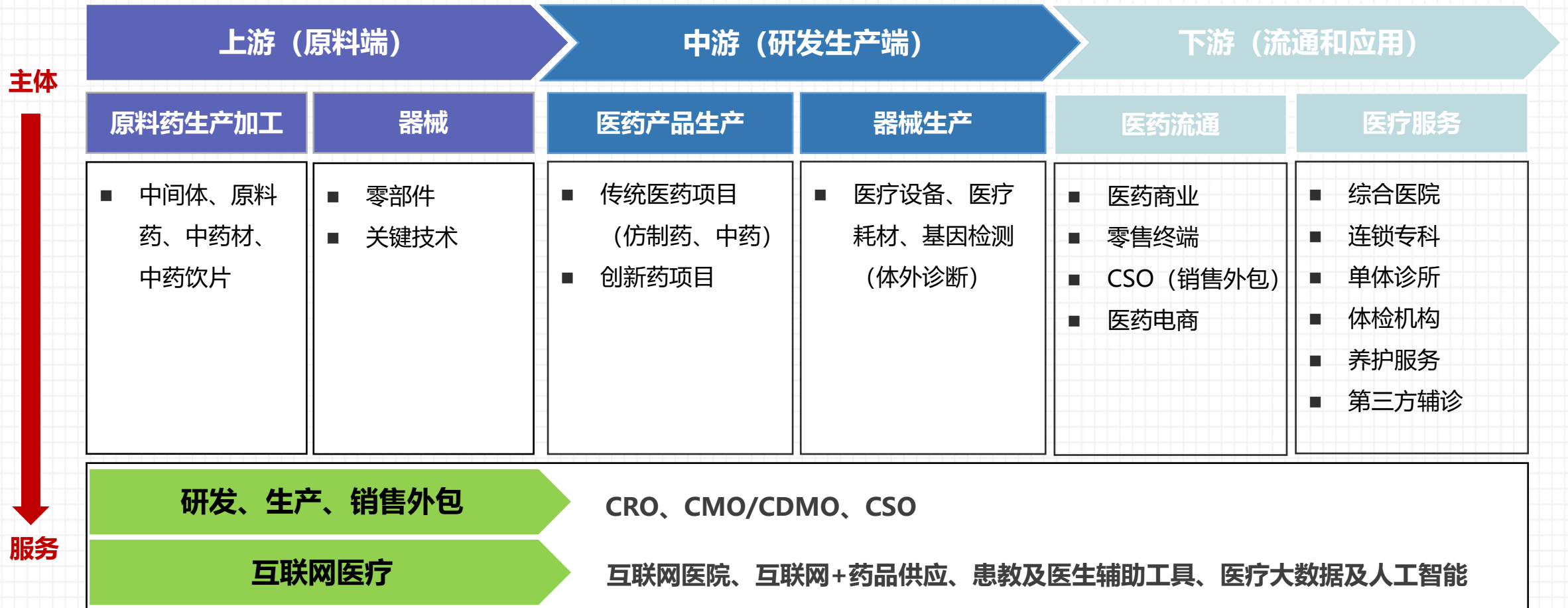
医疗新基建增量市场有助于国产市场份额提升

- 2021年，中央全面深化改革委员会第18次会议指出：**推动公立医院高质量发展，加快优质医疗资源扩容和区域均衡布局**，为更好提供优质高效医疗卫生服务、防范化解重大疫情和突发公共卫生风险、建设健康中国提供有力支撑
- 鼓励国产，**国产替代加速，市场竞争更加充分**。中国药械比低于全球和发达国家平均水平，未来技术创新、国产替代、国产品牌海外扩张将成为我国器械企业的长期发展趋势

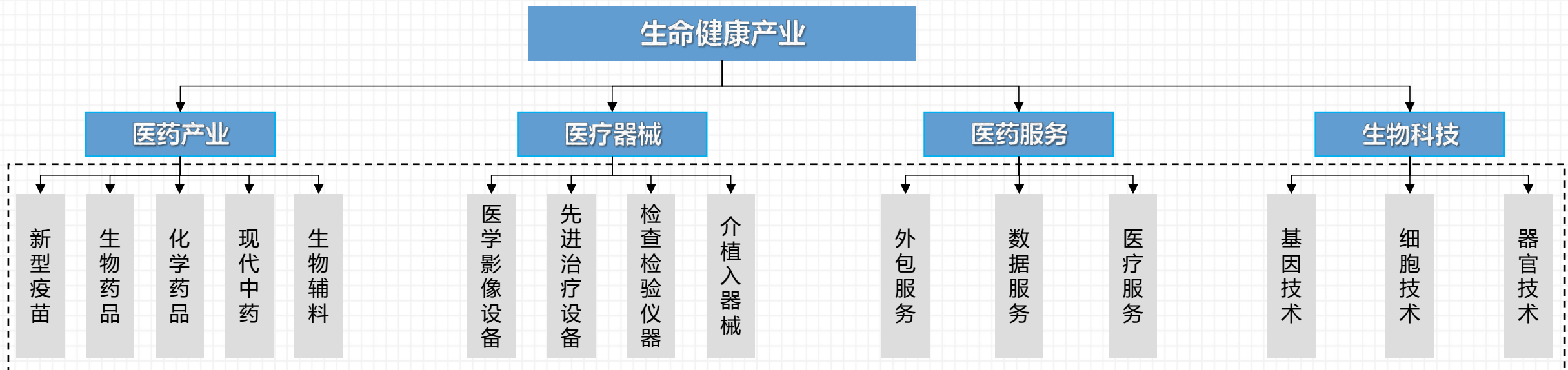


产业界定：生命健康产业链图谱

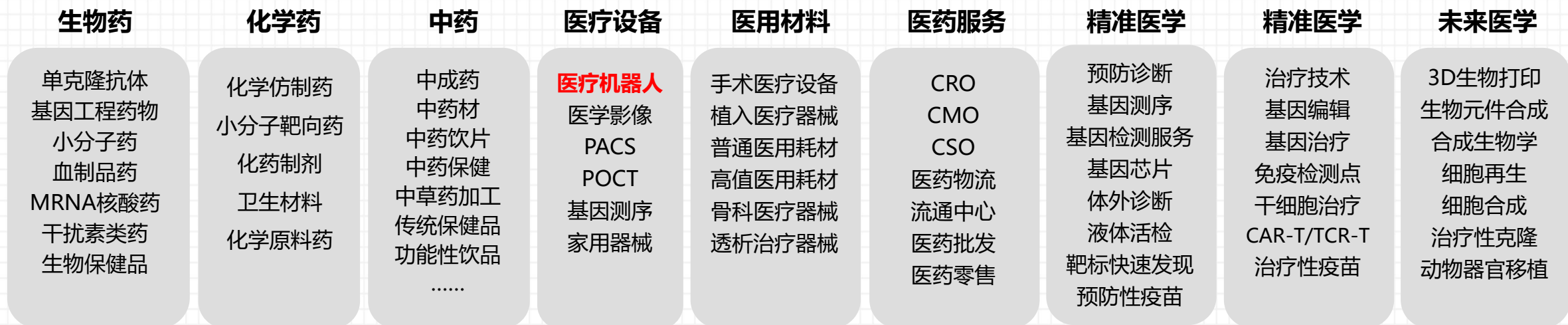
- 生命健康产业是广义的健康概念，提供**预防、诊断、治疗、康复**等医疗商品和服务的总称，生命健康产业贯穿于人从预防、治疗到保健全过程，提供整个生命周期的产品和服务。



行业细分：生命健康产业细分领域众多



细分行业



目录 CONTENTS

01.风物长宜放眼量
-研判医疗机器人景气度

02.奋楫扬帆正当时
-把握医疗机器人各赛道

03.凝心聚力谋新篇
-行业发展的建议与总结

医疗机器人定义：融合医学、机械、材料等多学科于一体的新型医疗器械

- **医疗机器人 (Medical Robot)** 是应用在医疗专业领域，从事医疗或辅助工作的服务机器人，融合医学、机械、材料、大数据等学科于一体，具有深度学习能力的智能医用设备。
 - 按应用场景可分为手术机器人、康复机器人、辅助机器人和服务机器人。



手术机器人
(外科手术机器人)

康复机器人
(外骨骼机器人)

辅助机器人
(智能输液机器人)

服务机器人
(医院导诊机器人)

功能

辅助外科医生

替代/辅助康复治疗师

辅助专业医生/护士

辅助专业医生/护士

系统操作性

操作难度很高，需要
专业培训医生

操作难度较高，需要
专业培训治疗师

操作难度中

操作难度低

医疗器械等级

三类

二类/三类

三类

二类

发展历程：正处于百家争鸣，临床应用需求爆发新时代

主要事件

- 1985年，首次使用工业机器人PUMA560控制神经外科活检。
- 1989年，改进PUMA，研制PROBOT，专门用于前列腺手术。
- 1992年，美国ROBODOC成首个获FDA批准的手术机器人。

探索应用场景

青铜时代：1985-1993年

主要事件

- 1994年-2001年，Computer Motion、Intuitive Surgical在外科手术机器人领域陷入产品和知识产权之争。
- 2003年，Intuitive Surgical收购了Computer Motion，从此结束双雄争霸的格局。

达芬奇称霸外科手术机器人

双雄争霸：1994-2003年

主要事件

- 2000年左右，英国、日本、法国等针对神经外科、腹腔镜、脊柱外科等专科领域推出了系列机器人产品。
- 2010年起，中国涌现出天智航、安翰、柏惠维康、大艾、微创、华科精准等一批医疗机器人优秀企业和产品。

国内医疗机器人崛起

百家争鸣：2003年之后

政策环境：产品注册申报政策日趋完善，开始纳入医保支付范围

- 医疗机器人横跨医疗器械、人工智能、机器人等多条赛道，政策长期利好驱动医疗机器人快速发展。

时间	部门	政策	内容要点
2015年5月	国务院	《中国制造2025》	■ 重点发展影像设备、医用机器人等高性能诊疗设备。
2016年3月	工信部、发改委、财政部	《机器人产业发展规划（2016-2020年）》	■ 提升医疗健康等领域服务机器人技术水平。
2016年10月	中共中央、国务院	《“健康中国2030”规划纲要》	■ 加强慢病防控、精准医学、智慧医疗等关键技术突破。
2017年7月	国务院	《新一代人工智能发展规划》	■ 开发人机协同的手术机器人、智能诊疗助手。
2018年12月	国家药监局	《创新医疗器械特别审查程序》（修订）	■ 提升创新医疗器械审查效率。多款国产医疗机器人通过特别审查申请，进入“绿色通道”。
2020年	国家自然科学基金委员会	国家自然科学基金项目立项支持	■ 国家自然科学基金委员会设立医疗机器人研究方向资助项目。
2021年4-8月	医保局	手术机器人纳入医保支付范围	■ 4月，上海把“达芬奇医疗机器人”手术纳入医保支付范围。 ■ 8月，北京把“天智航骨科手术机器人”手术纳入医保支付范围。
2021年12月	工信部	《“十四五”医疗装备产业发展规划》	■ 明确了医疗机器人产业在“十四五”期间的目标、任务和保障措施，是未来五年我国医疗机器人产业发展的指导性文件。

产业链：上下游所涉及参与方众多，产业链较为复杂

上游材料及部件

新型材料

- 抗病毒、抗辐射、易消杀特性的新型金属及非金属材料。

关键机械部件

- 伺服电机
- 传感器
- 控制器
- 减速机
- 其他部件

软件开发

- 医疗大数据
- 医用软件开发

中游研制

医疗机器人整机研制

- 产品立项及设计。
- 产品系统集成。集合医学、机械、材料、大数据等学科。
- 产品验证 (CXO)。产品小试、型式检验、临床试验。
- 医疗器械产品注册申报、生产许可证申报。
- 产品规模化生产。

医疗机器人产品

- 手术机器人：骨科手术机器人、内窥镜手术机器人、神经外科手术机器人等。
- 康复机器人：运动康复机器人、外骨骼康复机器人、智能仿生假肢、认知康复机器人系统等。
- 辅助机器人：输液机器人、采血机器人、放疗机器人、影像系统机器人、胶囊内镜机器人等。
- 服务机器人：智能导诊机器人、配药机器人、护理机器人、消杀机器人、医用教学机器人等。

下游应用

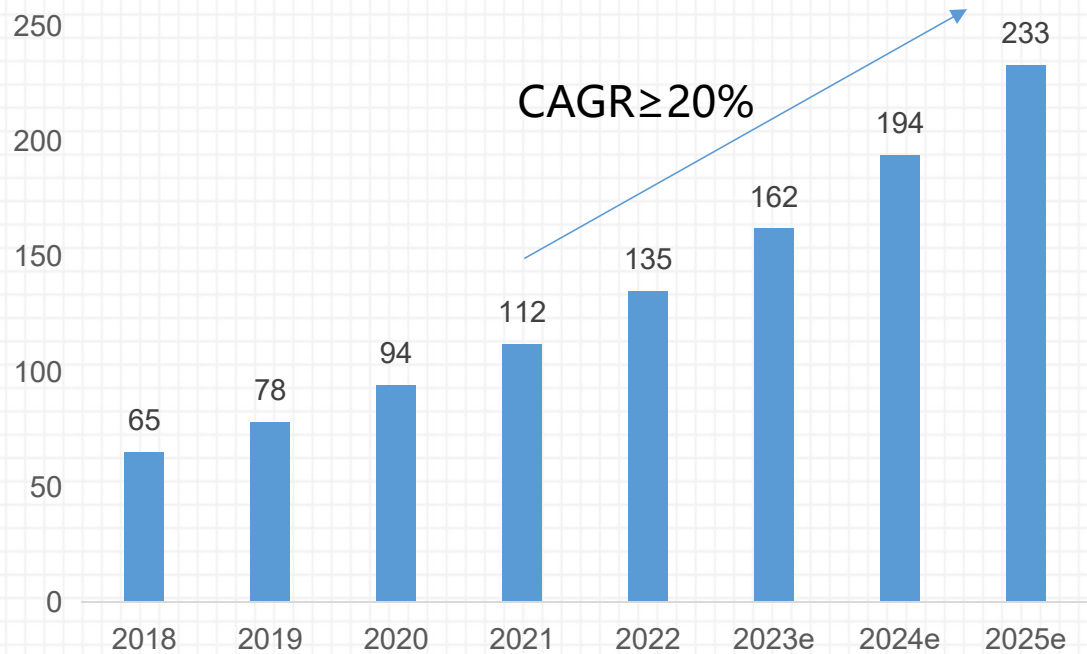
市场应用

- 手术机器人 (医院)
- 康复机器人 (医院、康复机构、养老机构)
- 辅助机器人 (医院、诊所、实验室、第三方医疗机构)
- 服务机器人 (医院、公共场所)

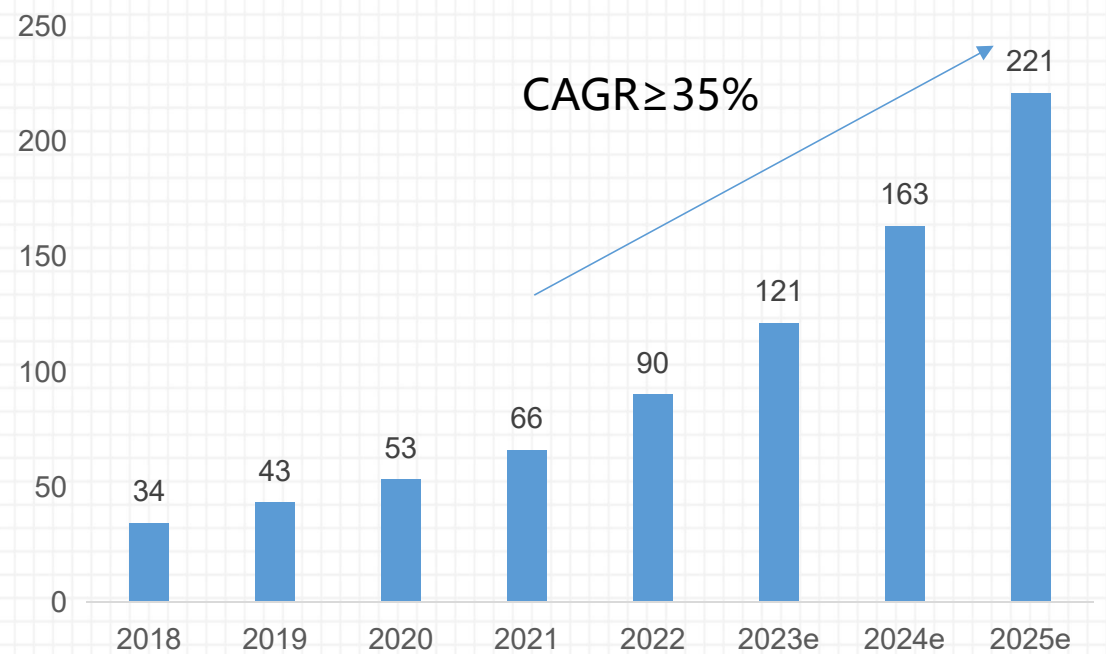
医疗机器人：AI加速释放精准医疗需求，助推动市场高速增长

- **欧美国家人工智能技术快释放精准医疗需求，医疗机器人正在被普及应用：**2022年，全球医疗机器人市场规模约135亿美元，预计到2025年将超过230亿美元，年复合增长率超过20%
- **中国医疗机器人正处于自主创新和临床应用推广关键时期，市场规模快速爬坡：**2022年，中国医疗机器人市场规模约90亿元，2018-2022年复合增长率约25%。预计到2025年将达到221亿元，复合增长率或将达到35%

全球医疗机器人市场规模（亿美元）



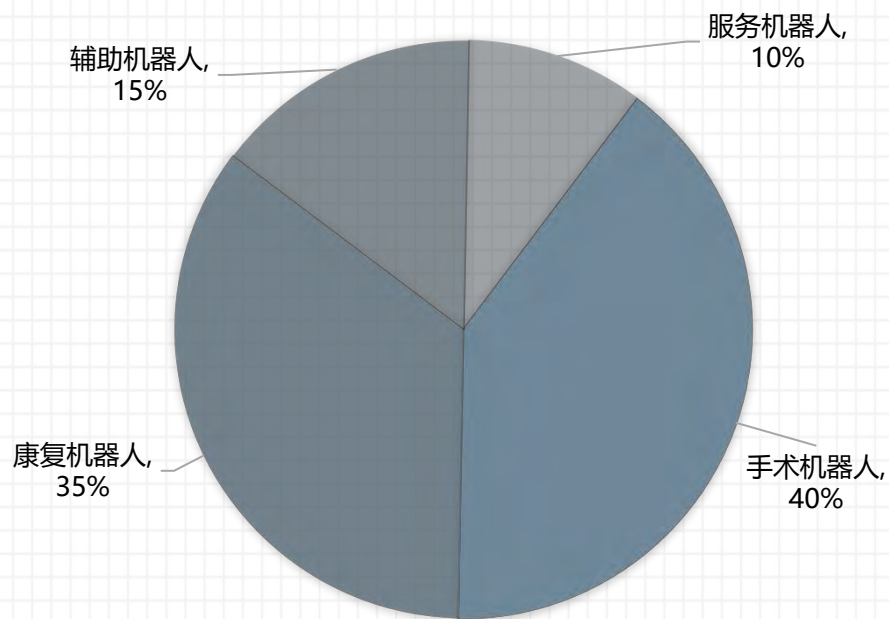
中国医疗机器人市场规模（亿元）



细分产品：手术及康复机器人加速国产替代，辅助机器人具有强潜力

- 从医疗机器人的细分产品分布来看，2022年中国手术机器人和康复机器人占整体市场占比高达75%，其中，国外品牌产品占据超过80%的高端市场份额，国产替代需求迫切。
- 从细分产品的发展潜力和市场渗透率来对比，辅助机器人目前目前市场渗透度较低，但潜在市场规模巨大。

2022年中国医疗机器人细分产品分布情况



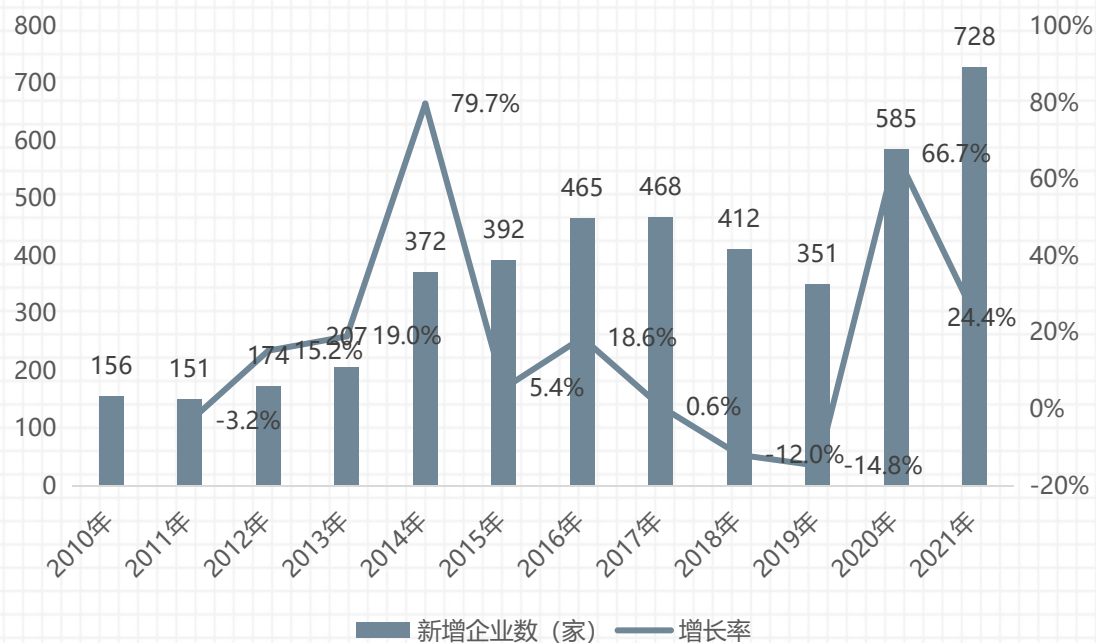
中国医疗机器人主要细分产品市场渗透率及潜力分布



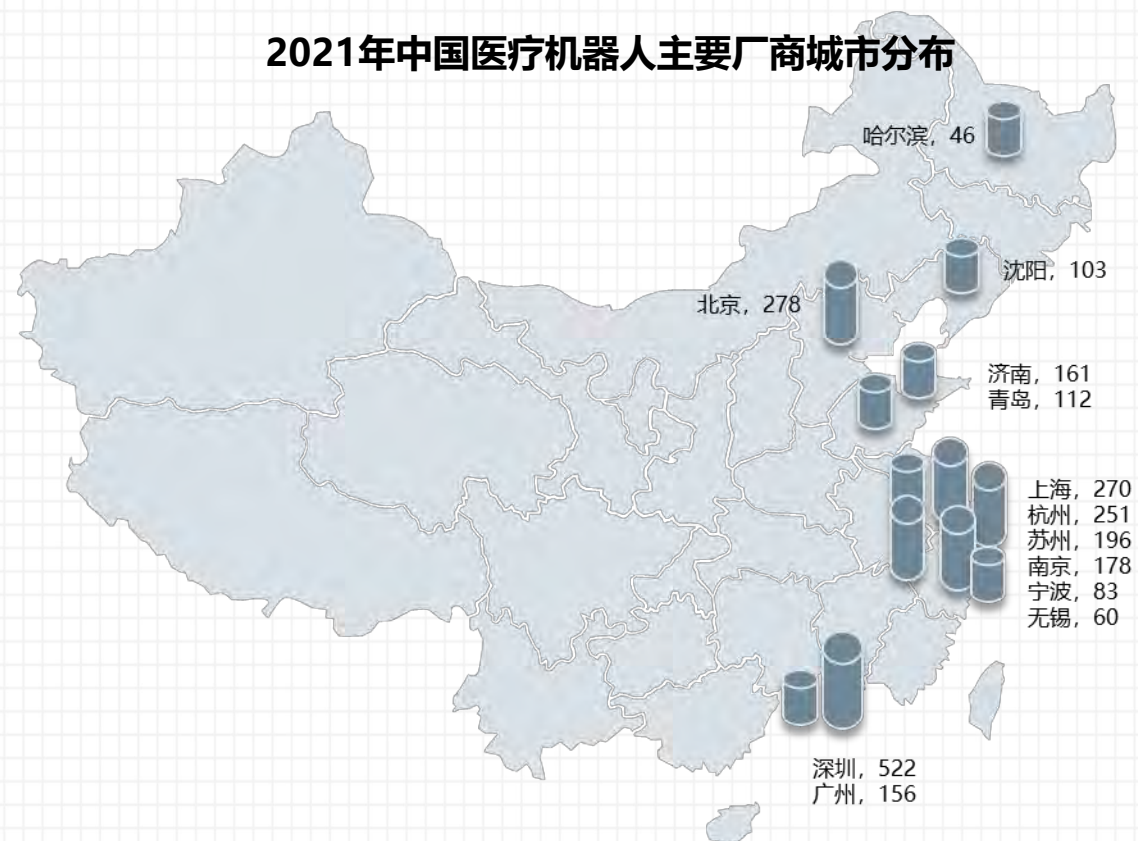
城市布局：深圳一支独秀，长三角区域集中度最高

- 截止到2021年底，中国医疗机器人企业数量达到5700余家。2016-2017年，在政策催化下，医疗机器人企业年度新增出现小高潮。随着创新医疗器械审批“绿色通道”、医疗机器人纳入医保支付等政策落地，2021年医疗机器人新增企业数量又出现一个高峰。
- 中国医疗机器人厂商主要集中在**粤港澳大湾区**（深圳）、**环渤海地区**（北京、济南、青岛）、**长三角地区**及**东北地区**（沈阳、哈尔滨），这四大区域占全国医疗机器人企业的42.3%。

2010-2021年中国医疗机器人年度新增企业数量



2021年中国医疗机器人主要厂商城市分布



概念及演进：手术机器人不断实现突破式进展，将更加走向专业化趋势

- 手术机器人是通过微创实施复杂外科手术，由**外科医生控制台、床旁机械臂系统、成像系统**三部分组成。
- 手术机器人在过去40年里有着突破式进展，目的是为实现外科手术微创化、智能化和数字化，未来更加走向专业化趋势。

图：手术机器人主要组成部分



机械臂

控制台

成像系统

- 工业机器人PUMA被改造应用在医疗手术精确定位、引导切割等领域。
- 主要应用骨科手术，如髌关节、膝关节、脊柱手术等。

诞生时期：
20世纪80年代

- 更加注重远程遥控操作。
- 涌现出一批微创手术机器人系统，如达芬奇手术机器人。

发展时期：
20世纪90年代

- 手术机器人向专科化方向发展。
- 如导航定位机器人、穿刺机器人、眼科微操作机器人、经自然腔道诊疗机器人等。

专业化时期：
21世纪后

手术机器人分类及厂商：五大赛道，国内已全面布局

五大赛道

腹腔镜手术机器人

- 可进行广泛类型的手术，例如泌尿外科、妇科、胸外科及普外科手术。
- 腹腔镜使外科医生视线可延伸至病人的体内，而机械臂则模仿双手以操纵腹腔镜及手术器械。

骨科手术机器人

- 用于协助骨科手术，如关节置换手术及脊柱手术。
- 骨科手术机器人提供更好的手术部位影像、对健康骨头的损伤性较低因此患者能更快康复。

泛血管手术机器人

- 用于治疗心脏、脑部或血管系统相关器官疾病。

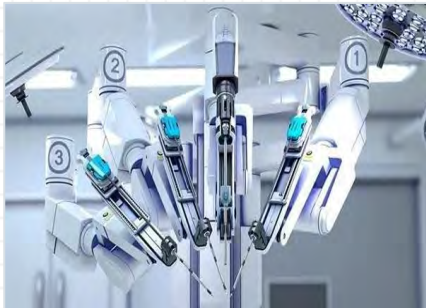
经自然腔道手术机器人

- 将相关手术器械通过人体自然腔道送达手术区域，并可控制机器人进行诊断或手术，可用于检查和治疗肺、肠和胃等器官。

经皮穿刺手术机器人

- 用于经皮穿刺手术，主要为收集组织样本用作诊断用途，例如早期肺癌、乳腺癌及前列腺癌的检测。
- 也可用于经皮肾镜取石术等治疗手术，通过在患者背部的切口去除肾结石。

图例



国外

- 直觉外科
- Asensus Surgical
- 美敦力

- 史赛克Mako
- 施乐辉Bluebelt

- 西门子Corindus
- Robocath
- Steretaxis

- 直觉外科
- 强生

- Masmec Biomed
- Perfint Healthcare

国内

- 威高
- 微创机器人
- 康多

- 天智航
- 鑫君特
- 华科精准

- 上海知脉
- 奥朋医疗
- 深圳爱博医疗

- 微创机器人

- 医达健康
- 伏羲九针

手术机器人产业链横跨多领域多学科，中国产业链逐步形成并完善中

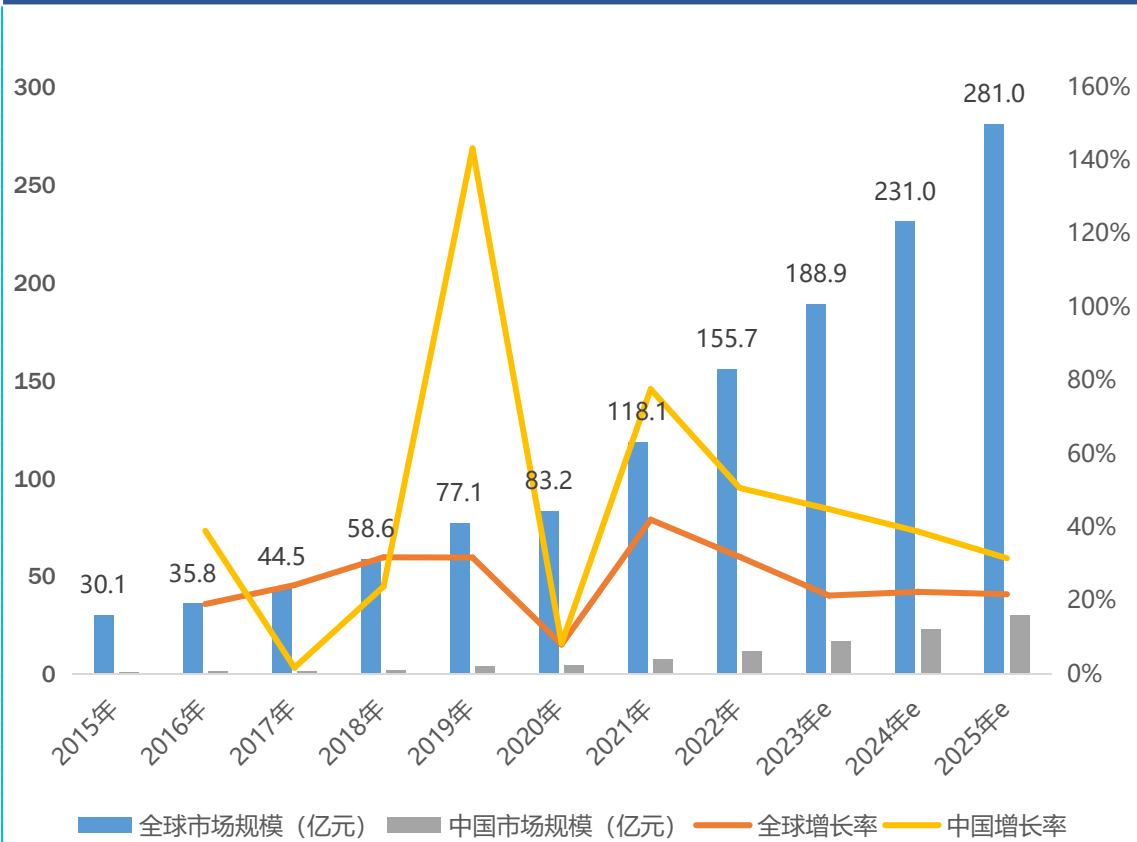


手术机器人：中国手术机器人紧跟国际巨头，增长潜力巨大

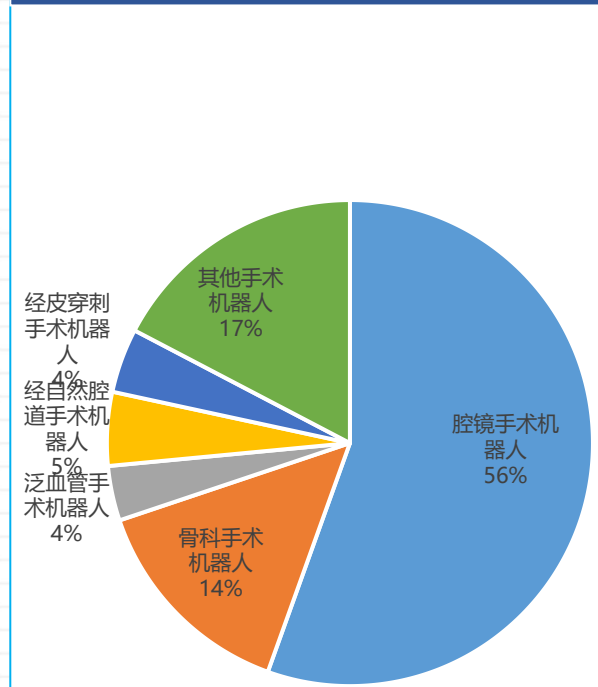
■ 全球手术机器人市场蓬勃发展，中国手术机器人市场增长潜力巨大，2022年起年均复合增长率超过40%

- 2015-2020年全球手术机器人市场年均复合增长率超过22%，预计2021-2025年超过26%。腔镜手术机器人市占率达56%，骨科14%。
- 美国是最大的手术机器人市场，市占率达55%。
- 中国手术机器人市场增长潜力巨大，销售额全球占比将由2022年的6%，增长至2025年的12%

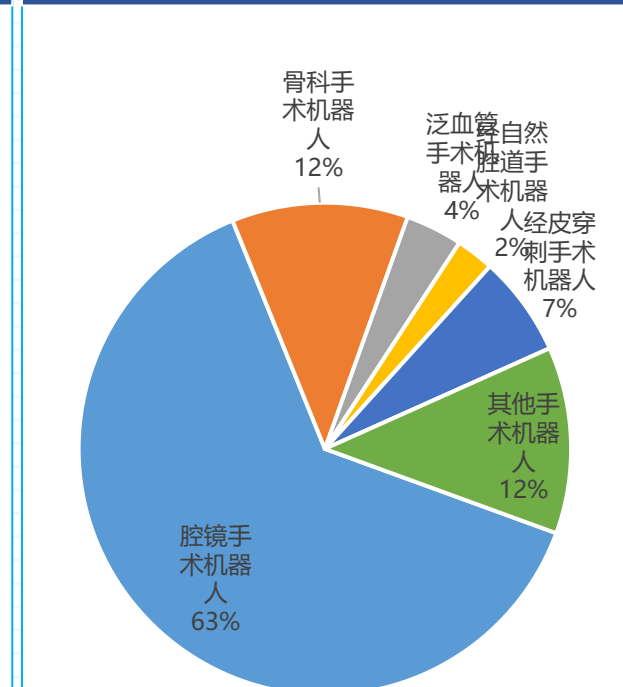
全球及中国手术机器人市场规模预测



全球产品占比 (2025)



中国产品占比 (2025)



手术机器人企业的商业模式：系统、耗材及服务

- 全球手术机器人收入结构，短期以设备销售为主，长期耗材将成为主要收入来源。行业初期，由于机器人手术量未达到一定规模，手术机器人企业收入以机器人本身的销售为主。
- 未来手术机器人的商业模式，耗材及服务将成为企业的主要收入来源。

手术机器人企业的收入结构

设备及系统销售/租赁

- 企业以一次性的价格向医院出售手术机器人。
- 企业以租赁模式向医院进行提供手术机器人。

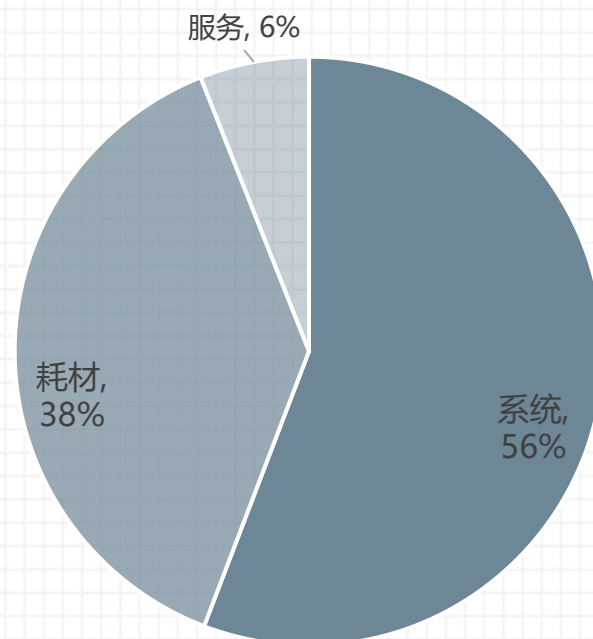
耗材

- 手术过程中与机器人配套使用的器械。
- 企业持续性地向医院出售。

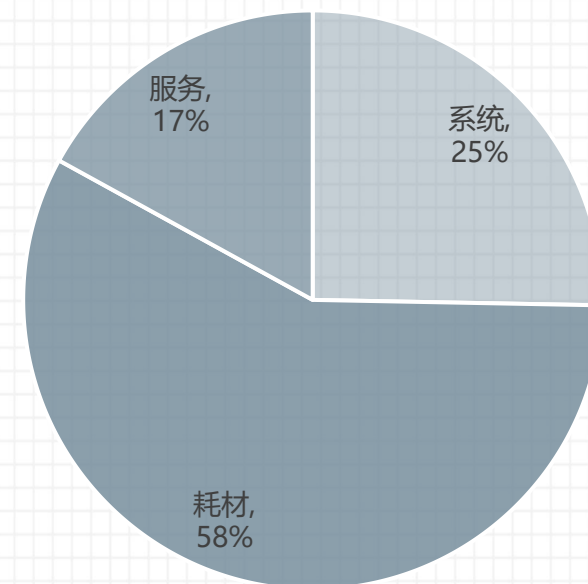
服务

- 与手术机器人销售相关的服务，例如维修和其他售后服务等。

中国手术机器人企业收入结构

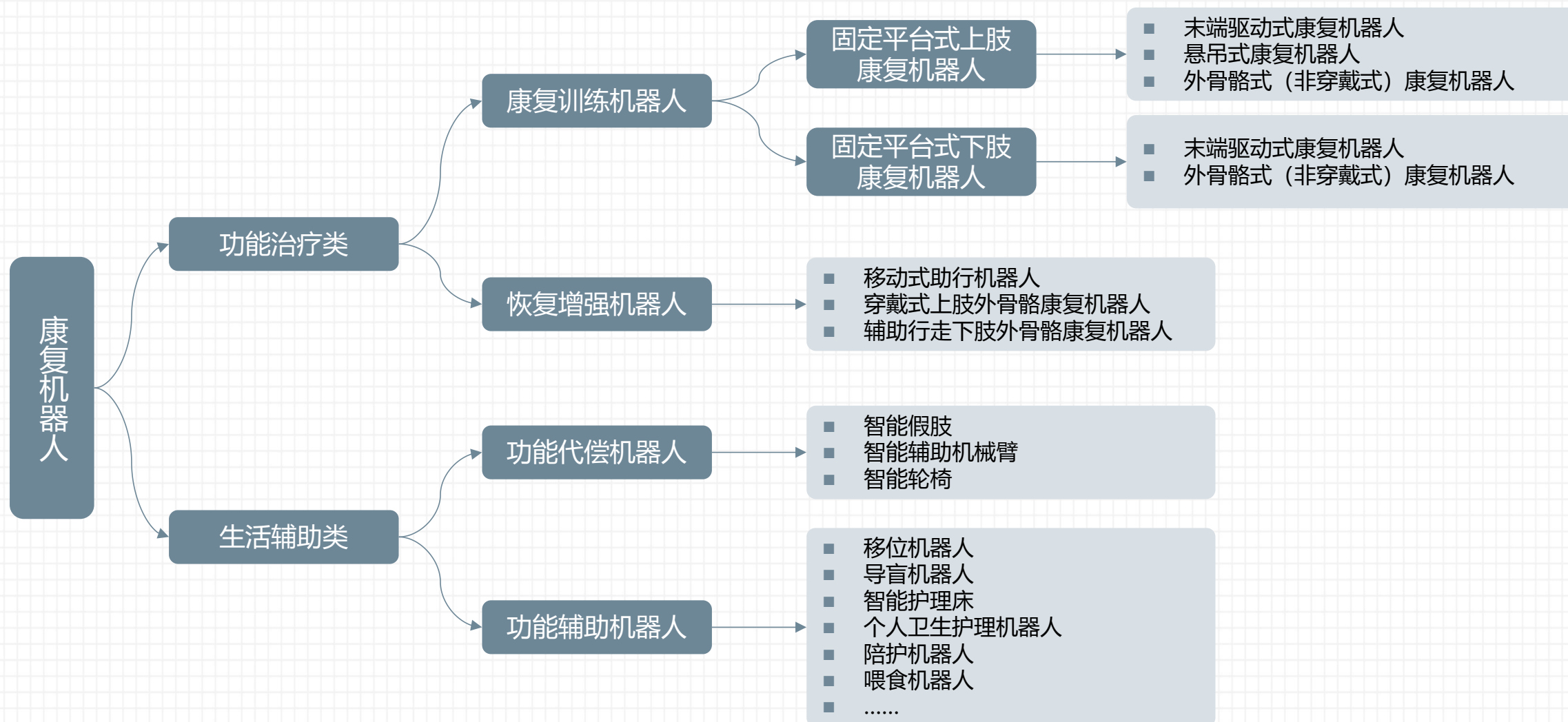


美国手术机器人企业收入结构



康复机器人的定义和分类

- **康复机器人**：目标是通过功能代偿和康复训练，帮助残疾和功能障碍人群实现运动、认知等生理功能的康复，在康复及养老领域有着巨大的潜力。



行业需求：老龄化加剧及各类需要康复的庞大人群，国内康复器械潜力巨大

- **中国康复器械市场存在巨大供需缺口。**随着人口老龄化不断加快、慢性病患者数量逐年增加、三胎政策的放开，我国拥有数量庞大的残疾人、精神残疾患者、神经系统疾病患者等需要康复的人群，衍生了巨大的康复医疗服务及康复医疗器械需求。

五类康复需求重点人群



老年人



残疾人



术后患者



运动损伤人员



其他人群

康复机器人：人口老龄化康复需求逐步释放，具备高速增长潜力

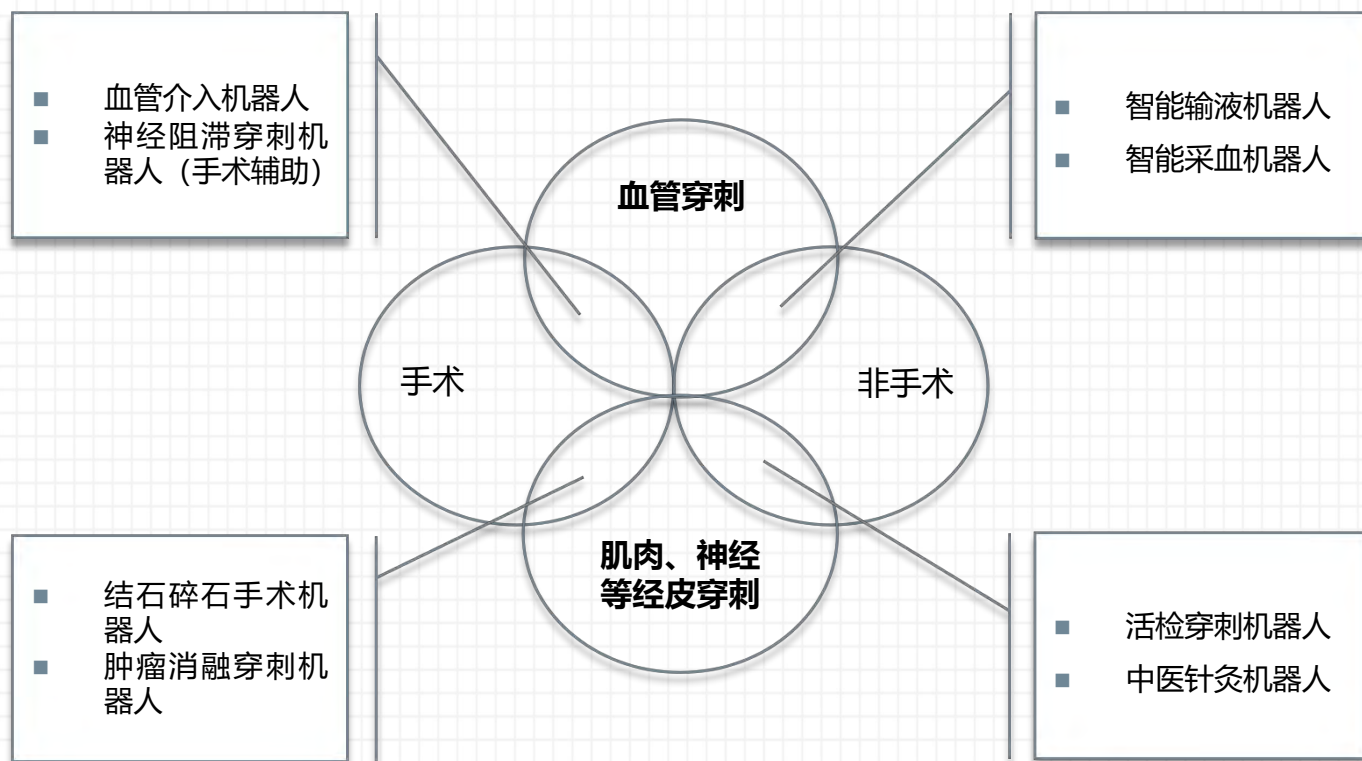
- 康复机器人主要使用方是康复专科医院、护理院等机构，截止2020年底，全国拥有各类康复专科医院739家，护理院758家，近五年均增速约20%
- 中国康复医疗器械市场规模持续扩大，康复机器人市场规模呈现高速增长的态势，占康复医疗器械市场率由2016年的约0.5%增长至2021年的1.5%，预计2025年达到5%左右



穿刺机器人的定义：医疗机器人重要分支，应用场景非常广泛

- **穿刺机器人**：融合医学、机械、材料、大数据等学科，可以广泛应用于医院手术辅助和非手术诊疗服务。智能输液、中医针灸等穿刺机器人可在养老、体检和其他特定环境下的辅助医疗。

图：穿刺机器人产品类别示意图



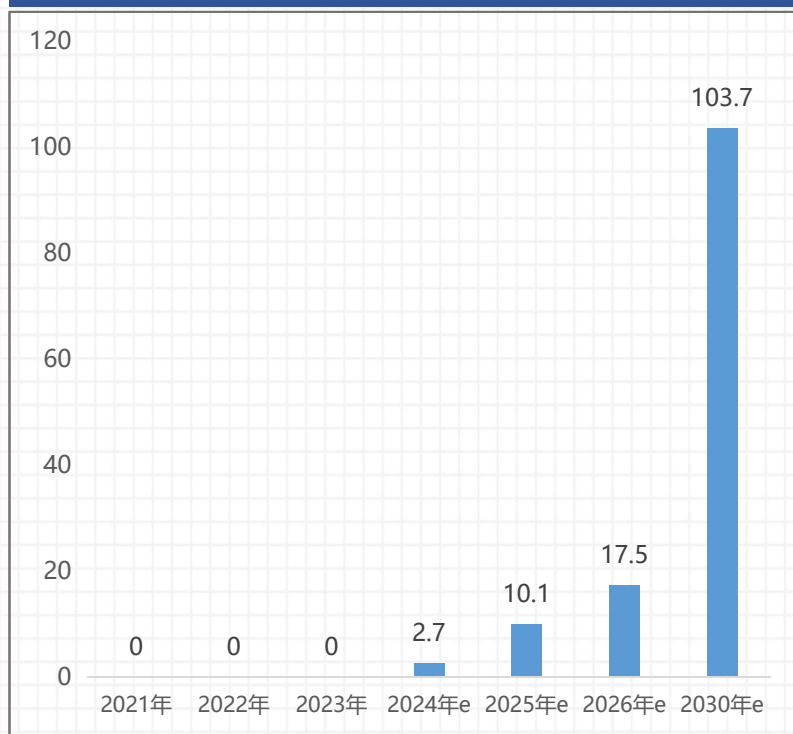
图：穿刺机器人部分应用场景示意



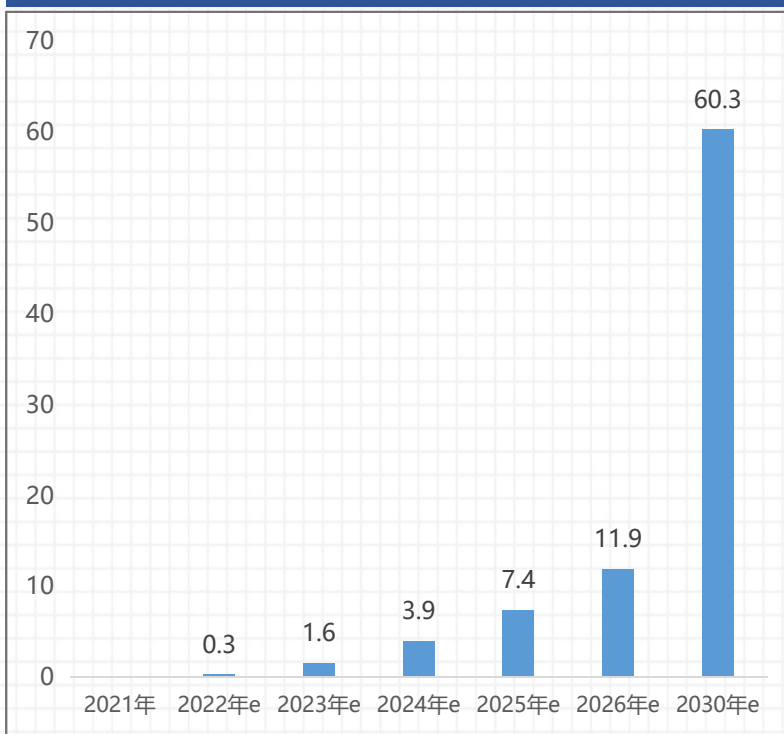
穿刺机器人：穿刺机器人应用场景非常广泛，市场渗透率逐年增加

- 穿刺机器人融合医学、机械、材料、大数据等学科，可以广泛应用于医院手术辅助和非手术诊疗服务。智能输液、中医针灸等穿刺机器人可在养老、体检和其他特定环境下的辅助医疗
- 穿刺机器人在解决临床穿刺诊疗技术难题、破解医护资源稀缺的服务瓶颈方面展现出巨大应用潜力。对于中国提升基层医疗机构诊疗水平、解决人民群众看病难等重大民生问题具有重要意义

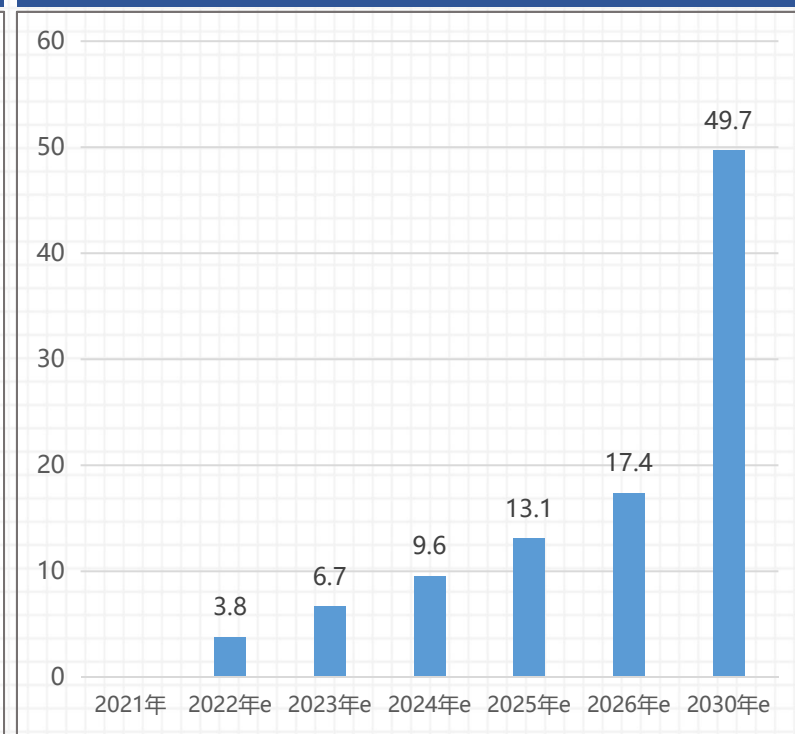
中国穿刺输液机器人市场规模（亿元）



中国泛血管手术机器人市场规模预测（亿元）



中国经皮穿刺手术机器人市场规模预测（亿元）



穿刺机器人的发展趋势：四大应用优势助力行业发展

- 智能穿刺机器人标志着中国创新型医疗器械技术的突破，尤其在医疗与机械、材料、数据等方面的融合应用。
- 解决临床穿刺诊疗技术难题、破解医护资源稀缺的服务瓶颈方面展现出巨大应用潜力。对于中国提升基层医疗机构诊疗水平、解决人民群众看病难等重大民生问题具有重要意义。
- 精准医疗技术使患者以最小的代价得到治疗，有效避免因反复的静脉注射失败而造成的静脉炎、血栓和感染的风险。

提升穿刺输液医疗水平

适用医院及基层医疗机构、边防、远航舰船、科考站、航天空间站、战场等护士短缺，穿刺救治困难场景。

避免传染环境的交叉感染

在新冠疫情及重大传染病期间，极易因穿刺过程导致“医患交叉感染”。



大幅缓解护士工作压力

护士工作量较大，每年有20%的护士在血管穿刺中受到针刺伤害。同时易因反复穿刺引起医患矛盾。

规避患者遭遇医源性伤害

对于患者来说，反复的静脉注射失败会增加静脉炎、血栓和感染的可能性。

目录 CONTENTS

01.风物长宜放眼量
-研判医疗机器人景气度

02.奋楫扬帆正当时
-把握医疗机器人各赛道

03.凝心聚力谋新篇
-行业发展的建议与总结

发展医疗机器人行业具备一定优势，但也面临非常大的挑战

中国医药产业积累的优势

- 产业工人人力成本优势还具备竞争力
- 部分原材料、能源供给及其成本差距在逐渐缩小
- 产品性价比优势仍广泛保持
- 供应链和产业链服务逐渐趋于完善

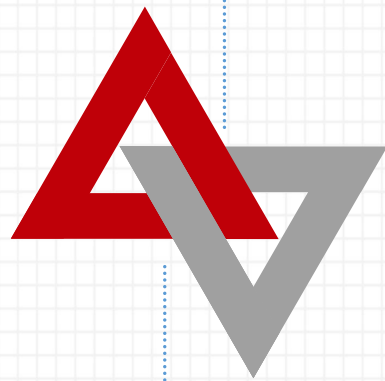
政策及环境建立的比较优势

- 药监改革、2017年加入ICH等缩小制度差距
- 中国临床资源总量优势（还在扩容）

科技人才及工程师红利渐入佳境

- 持续积累的科技人才/工程师红利：
1977年恢复高考后，1998-2020年中国累计招生理工医学硕士和博士635万人，其中65%为近10年招收，到2035年预计累计725万人，与美国同期相当

优势



挑战

制度设计不合理

- **存在制度设计不合理。**医学院校专利转化率较低，约10%-20%，与发达国家40%的水平有很大差距，大部分医学科研成果属于国有资产，成果价值和收益人很难评定
- **绝大多数创新成果不能得到转化。**受制于科研导向，医生创新转化认识及平台缺失等多方面因素，绝大部分现阶段难以转化

缺乏足够的人员和人才

- **缺乏专业的医学成果转化技术服务体系和人员。**发达国家往往在高校成立技术转移转让办公室，并给予充足岗位。国内人员数量和编制远不及以色列、美国
- **科技成果转化人才专业要求高，复合型人才极度缺乏。**为医工转化做好服务的中间人，必须具备多学科交叉的专业知识和技能，培养周期较长，成果转化人才极度缺乏

缺少专业平台和对应的项目孵化体系

- **缺少专业的临床/产业对接合作平台。**医疗机构和科研人员了解到的产业、资本资源有限，很难找到适宜的企业/资金合作伙伴
- **缺少适合医疗机构创新项目的孵化/加速体系。**早期创新项目的优势和特点并不适合目前针对成熟的企业化项目设立的产业基金，需要联结多方产业资源

有价值的医工转化项目稀缺

- 项目价值比较低，优势不明显。项目大多是医疗行业中的研发人员基于国外的产品创业的国产替代项目
- 大多数科研投入产生的知识产权和科研成果还在努力寻求商业转化的机会

发展建议：乘风破浪，需要各方共同努力，共谋解决方案

推进行业高水平自立自强



掌握科技竞争战略主动



体制机制为产业科创赋能

自主可控
补足产业基础短板

随着医疗机器人市场持续放量，须重点关注机械硬件和系统软件安全的自主可控，各地可加快补足相关领域产业短板

局部领跑
与细分赛道突破

中国医疗机器人起步较晚，国内厂商正从“跟跑”转向“局部领跑”，在国产替代浪潮下，参与者可**重点挖掘血管介入、智能穿刺**等细分赛道机会

搭建产学研用
合作平台

医疗机器人融合医疗、材料、机械、人工智能、大数据等多学科，占据高端医疗器械设备、AI机器人等多条核心赛道，代表了未来医学方向，各地可通过搭建产学研用合作平台，**提前卡位**产业发展

我们有时并不想成为英雄，
只是生活有时候超出我们的想象！

——Big Hero 6



众诚智库咨询顾问（北京）有限公司

网址：<http://www.uthinktank.com>

全国统一服务热线：010-53605040