

医疗机器人：下一个智能机器人投资风口

报告摘要：

医疗机器人全球市场增速快，潜力大，蕴藏深度投资机会。据 BCG 波士顿咨询测算，截止 2016 年 1 月，全球医疗机器人行业每年营收达到 74.7 亿美元，预计未来 5 年年复合增长率能稳定在 15.4%，至 2020 年，全球医疗机器人规模有望达到 \$114 亿美金。科技进步与患者对优质医疗服务的需求是市场增长的主要动力。

医疗机器人是国家实现工业 4.0 战略的重要一环。国务院在“十三五”规划纲要及《中国制造 2025》等后续指导文件中提出要重点发展医用机器人等高性能诊疗设备，积极鼓励国内医疗器械的创新。我们预计手术和康复机器人将成为未来 5 年国家发力重点，因此前国家部委及各级政府分别就建立医疗机器人测试和应用平台、工业 4.0 重点项目部署、建立机器人行业示范基地和标准等方面给与了政策指导，政策风向明确。

海外市场竞争激烈，亚洲将成为医疗机器人市场新的增长点。据统计，中国占比医疗机器人市场份额目前不足 5%。而以达芬奇系统在全球销量来看，北美以及欧洲市场暂时基本达到平衡。亚洲市场成为公司业务的拉动点，增长率远超其他地区，亚洲包括中国将成为 Intuitive Surgical 等医疗机器人公司战略重点市场。

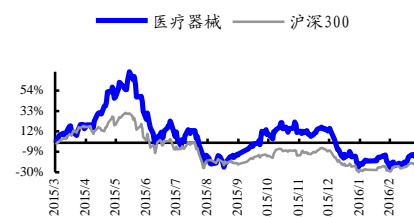
国内医疗机器人市场蕴含巨大潜力。2010-2014 年来全国医疗机构床位量以及住院人数年复合增长率分别达到 7.5% 和 9.6%，同时我国已步入老龄化社会，老年人口数量年复合增长率达到 3.54%。此外我国因中风、外伤等导致丧失劳动力人口也在节节攀升。这些人群对微创、高效、优质的临床服务需求增加，巨大的市场需求将推动医疗机器人市场在我国得到快速发展。

投资策略

我们看好医疗机器人巨大的商业前景，给予行业“优于大势”评级。建议投资者关注国内研发实力较强，产业化和商业化步伐迅猛的优质公司，如楚天科技、博实股份等。

风险因素：研发速度不及预期，产业化商业化进展不及预期。

历史收益率曲线



涨跌幅 (%)	1M	3M	12M
绝对收益	7.37%	-24.37%	-17.02%
相对收益	-2.20%	-7.69%	1.82%

重点公司

投资评级

楚天科技
博实股份

相关报告

《机器人行业深度报告》

2013-12-13

《楚天科技-300358-国内制药装备的领先企业》

2014-01-10

证券分析师：高建

执业证书编号：S0550511020011
021-20361169 gaoj@nesc.cn

研究助理：崔洁铭

执业证书编号：S0550115120002
021-20361131 cuijm@nesc.cn

研究助理：梁静静

执业证书编号：S0550115110041
021-20361258 liangjj@nesc.cn

目 录

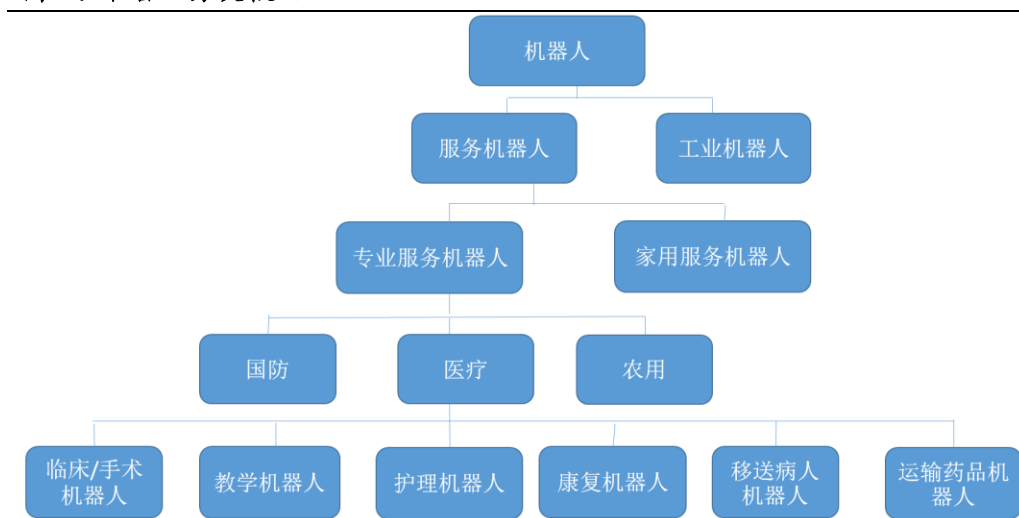
1. 医疗机器人概述.....	3
1.1. 临床医疗机器人.....	3
1.2. 康复机器人.....	4
1.3. 护理机器人.....	4
1.4. 医用教学机器人.....	4
1.5. 移送病人机器人.....	4
1.6. 运送药品机器人.....	5
2. 医疗机器人市场发展迅速，空间广阔.....	5
2.1. 国际医疗机器人发展情况：市场化程度高，竞争激烈.....	6
2.2. 国内医疗机器人发展情况：潜在用户多，处于高速发展阶段.....	7
2.2.1. 《中国制造 2025》等指导政策将长期利好医疗机器人产业发展.....	7
2.2.2. 需求空间大，给与医疗机器人极大的市场空间.....	9
3. 手术机器人和康复机器人是医疗机器人最有前景的发展方向.....	10
3.1. 手术机器人是医疗机器人中体量最大的机器人.....	11
3.1.1. 手术机器人发展概况.....	11
3.1.2. 手术机器人市场空间测算.....	12
3.2. 康复机器人是医疗机器人中市场增速最快的机器人.....	13
3.2.1. 康复机器人发展概况.....	14
3.2.2. 三大因素促国内康复机器人市场迅猛发展.....	15
3.2.3. 康复机器人市场空间测算.....	15
4. 国外标的公司.....	17
4.1. 直觉外科手术公司 Intuitive Surgical (NASDAQ:ISGR)	17
4.2. ReWalk Robotics (NASDAQ:RWLK)	19
4.3. Mazor 机器人 (NASDAQ:MZOR)	21
4.4. 安科锐公司 Accuray Incorporated (NASDAQ:ARAY)	22
4.5. 国际公司可比估值.....	22
5. 国内相关标的分析.....	23
5.1. 楚天科技 (300358.SZ)	23
5.2. 博实股份 (002698.SZ)	24
5.3. 妙手机器人科技集团.....	25
5.4. 国内公司同比估值.....	26

1. 医疗机器人概述

医用机器人，是指用于医院、诊所的医疗或辅助医疗的机器人。是一种智能型服务机器人，它能独自编制操作计划，依据实际情况确定动作程序，然后把动作变为操作机构的运动。按照其用途不同可分为多种类型，有临床医疗用机器人、护理机器人、医用教学机器人和为残疾人服务机器人等。

国际机器人联盟（IFR）将机器人分为工业机器人和服务机器人，而服务机器人根据其应用又可分为专业服务机器人（国防、农用、医疗）和个人/家庭服务机器人（家庭用途、娱乐用途等）。

图 1：机器人分类概况



数据来源：东北证券

医疗机器人属于服务机器人类别，是指用于医院、诊所的医疗或辅助医疗的机器人，是一种智能型服务机器人。医用机器人种类很多，按照其用途不同，有临床医疗用机器人，包括外科手术机器人和诊断与治疗机器人、医用教学机器人、护理机器人、康复机器人等。早在 1985 年，研究人员借助 PUMA 260 工业机器人平台完成了机器人辅助定位的神经外科活检手术，这是首次将机器人技术运用于医疗外科手术中，标志着医疗机器人发展的开端。

1.1. 临床医疗机器人

临床医疗机器人：之所以将机器人引入医疗，是因为在微创手术中，它们可以实现对外科仪器前所未有的精准控制。目前为止，这些机器已经用来定位内窥镜、进行胆囊手术以及胃灼热和胃食管反流的矫治。机器人手术领域的最终目标是设计一种机器人，可以用来进行不开胸口的的心脏手术。仅在美国，机器人设备每年可以用于超过 350 万个医疗手术中。按照手术机器人的应用范围，可以分为神经外科机器人、骨科机器人、腹腔镜机器人、血管介入机器人等。

表 1: 手术机器人主要应用领域

分类	应用领域	代表机器人及公司
神经外科机器人	主要用于对脑部病灶位置精确的空间定位以及辅助医生夹持和固定手术器械	NeuroMate (英国 Renishaw 公司)、Renaissance (美国 Mazor Robotics 公司)、Pathfinder (美国 Pathfinder Technologies 公司)、Rosa (法国 Medtech 公司)
骨科机器人	主要用于完成髋关节置换手术过程中的手术规划和定位	Robodoc (美国 Curexo 公司)、RIO (美国 Mako Surgical 公司)
腹腔镜机器人	用于完成心脏外科、泌尿外科、胸外科、肝胆胰外科、胃肠外科、妇科等相关的微创腹腔镜手术。	da Vinci (美国, Intuitive Surgical 公司)、FreeHand (英国 Freehand 公司)、SPORT (加拿大 SPORT 公司)、Teleap ALF-X (意大利, SOFAR S.p.A 公司)
血管介入机器人	辅助医生在数字减影血管造影成像(DSA)系统的引导下, 操控导管在人体血管内运动, 对病灶进行治疗, 达到溶解血栓、扩张狭窄血管等目的。	Sensei Xi (美国 Hansen Medical 公司)、EPOCH (美国 Stereotaxis 公司)

数据来源: 东北证券

在手术机器人中, 腹腔镜机器人是应用最为普遍和广泛的一种, 临床应用主要在泌尿外科、心胸外科、妇科等领域。达芬奇机器人是腹腔镜机器人的杰出代表。

1.2. 康复机器人

康复机器人: 康复机器人作为医疗机器人的一个重要分支, 它的研究贯穿了康复医学、生物力学、机械学、机械力学、电子学、材料学、计算机科学以及机器人学等诸多领域, 已经成为了国际机器人领域的一个研究热点。目前, 康复机器人已经广泛地应用到康复护理、假肢和康复治疗等方面, 这不仅促进了康复医学的发展, 也带动了相关领域的新技术和新理论的发展。

1.3. 护理机器人

护理机器人: 英国科学家正在研发一种护理机器人, 能用来分担护理人员繁重琐碎的护理工作。新研制的护理机器人将帮助医护人员确认病人的身份, 并准确无误地分发所需药品。将来, 护理机器人还可以检查病人体温、清理病房, 甚至通过视频传输帮助医生及时了解病人病情。

1.4. 医用教学机器人

医用教学机器人: 医用教学机器人是理想的教具。美国医护人员目前使用一部名为“诺埃尔”的教学机器人, 它可以模拟即将生产的孕妇, 甚至还可以说话和尖叫。通过模拟真实接生, 有助于提高妇产科医护人员手术配合和临场反应。

1.5. 移送病人机器人

移送病人机器人: 移送病人机器人主要帮助护士移动或运送瘫痪、和行动不便的病人, 如英国的 PAM 机器人。

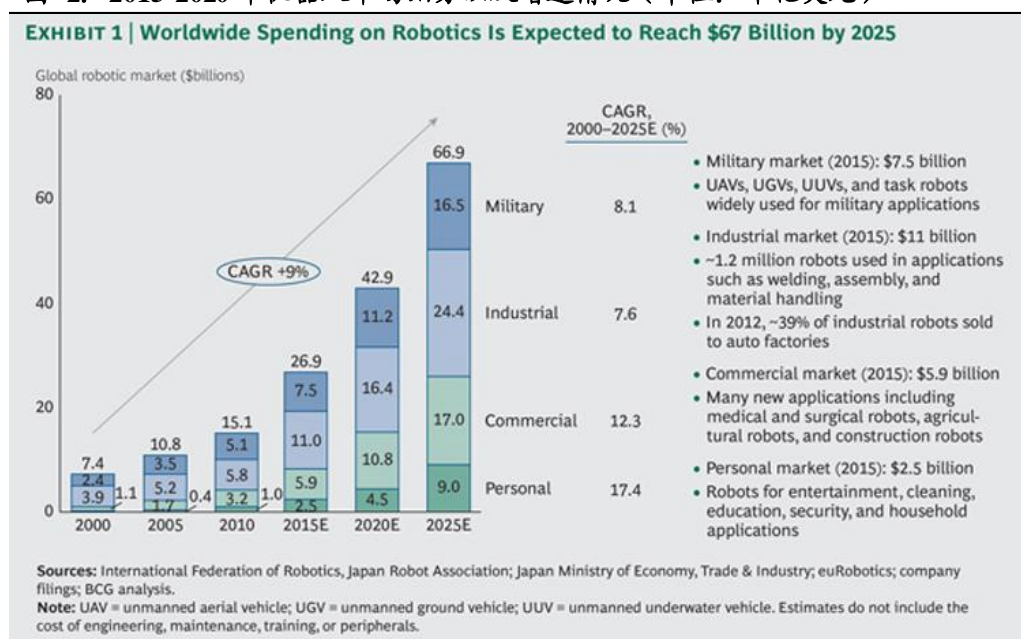
1.6. 运送药品机器人

运送药品机器人：运送药品机器人可代替护士送饭、送病例和化验单等，较为著名的有美国 TRC 公司的 Help Mate 机器人

2. 医疗机器人市场发展迅速，空间广阔

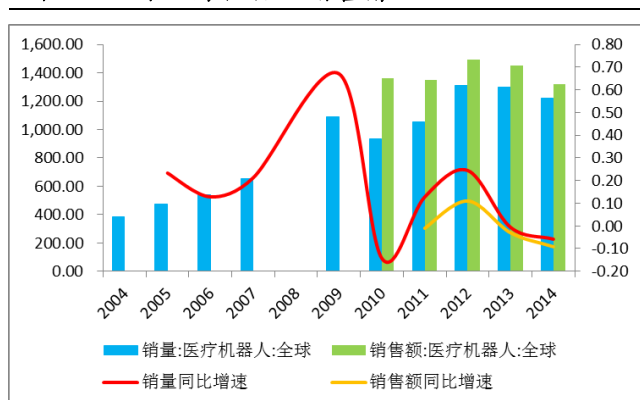
根据波士顿咨询的统计数据，商业机器人市场于 2015 年达到了 59 亿美金，主要受益于在商业机器人中占比极大的医疗及手术机器人的迅速增长，未来市场份额有望在 2025 年达到 170 亿美金，取代军用机器人板块成为第二大机器人市场。

图 2：2015-2020 年机器人市场细分以及增速情况（单位：十亿美元）



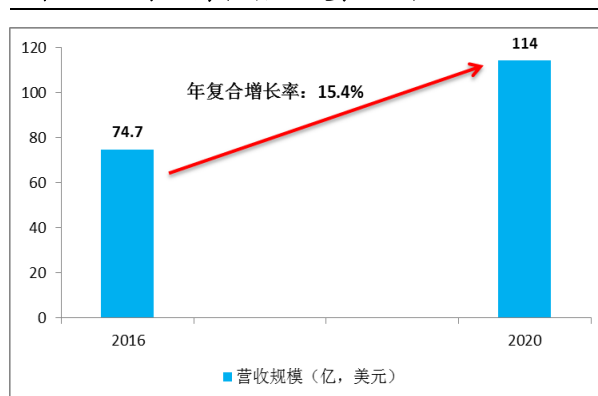
数据来源：东北证券，BCG 咨询

图 3：全球医疗机器人销售情况



数据来源：东北证券，wind

图 4：全球医疗机器人发展预测



数据来源：东北证券，BCG 咨询

根据 IFR 的数据，2014 年全球医疗机器人的销量为 1224 台，与 2004 年全球医

疗机器人销量为 386 台相比，年复合增速达 12.2%。据 BCG 波士顿咨询测算，截止 2016 年 1 月，全球医疗机器人行业每年营收达到 74.7 亿美元，预计未来 5 年年复合增长率能稳定在 15.4%，至 2020 年，全球医疗机器人规模有望达到 \$114 亿美元。其中，手术机器人占 60% 左右市场份额。报告表示目前北美市场目前为最大市场，而由于政府医疗投入加大，医疗系统重组和人们对微创手术意识加强，未来市场重心将逐渐往亚洲市场转移。根据 IFR 发布的统计数据，2013 年全球外科手术辅助机器人总销售额达 14.95 亿美元，其中达芬奇机器人全球销售额达 6.33 亿美元，占比 42.43%。截至 2014 年底，全球共装机达芬奇机器人 3266 台，其中美国 2223 台(68%)，欧洲 549 台(16.8%)，亚洲 350 台(10.7%)，我国内地共 29 台(7.96%)，其中 9 台在北京(2.76%)。

2.1. 国际医疗机器人发展情况：市场化程度高，竞争激烈

医疗机器人在国外属于市场化程度较高的行业，主要是由市场的供需情况决定的，竞争比较激烈。而技术更迭周期短的行业特性也决定了拥有核心技术以及突破性独创理念的公司将快速抢占市场份额。

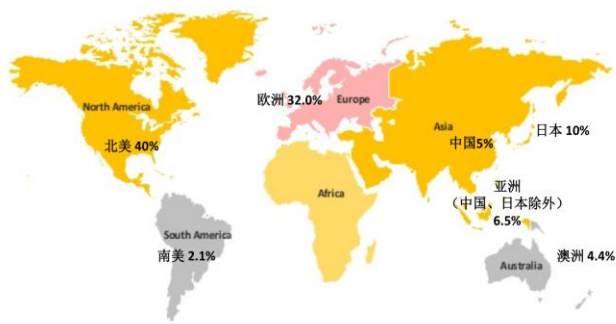
目前全球医疗机器人行业中欧美地区的医疗企业占据了较大的市场份额，处于市场主导地位，全球最大的 10 家医疗机器人企业中大部分是美国和欧洲公司。其中，美国医疗机器人行业在全球处于领先地位，已发展到 30 多个。这些医疗科技公司拥有庞大的资源网络、全面的服务内容和优秀的研发团队。能够为医院、及其他医疗机构提供更科学、精确、安全的手术辅助服务。

表 2: 国际知名医疗机器人公司

公司名称	国家	流通市值 (百万美元)	最新股价 (元)
Intuitive Surgical	美国	21757.5	583.3
Stryker Corporation	美国	3927	105.2
Rex Bionics	英国	1094.16	61.3
TransEnterix	美国	478.67	4.9
Accuray Inc.	美国	436.55	5.4
Mazor	美国	222.54	10.5
ReWalk Robotics	以色列	106.25	8.61
Ekso Bionics	美国	85.70	0.79
Hansen Medical	美国	49.26	2.61

数据来源：东北证券，Yahoo Finance, Bloomberg

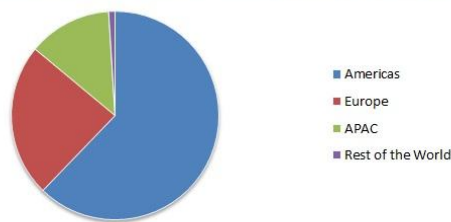
图 5：2014 年医疗机器人全球市场份额分布



数据来源：东北证券

图 6：2014 年全球医疗机器人公司营收份额分布

Medical Robotics Market Revenue, By Geography, 2014 (%)



Source: IndustryARC Analysis, Expert Insights

数据来源：东北证券，IndustryARC Analysis

未来随着对高难度手术需求的增多、医疗基础设施的不断升级，以及医疗保健费用不断提高，越来越多国外医院科室及诊所开始逐渐增加对可辅助手术的医疗机器人的支持程度。但从全球医疗机器人的市场份额分布来看，2014 年，北美医疗机器人市场占全球总市场的 40%，其次为欧洲，占比 32%。相比新兴国家 5% 甚至更低的市场占比而言，欧美国家的医疗机器人市场竞争更为激烈。

2.2. 国内医疗机器人发展情况：潜在用户多，处于高速发展阶段

亚太地区等新兴市场医疗机器人因潜在用户基数大，处于高速成长阶段，增长速度明显高于其他地区。新兴市场近十年的经济发展速度高于全球平均水平，欧美医疗机器人已不满足仅仅在欧美市场立足，将亚太地区视作为其产品销售的重要增长点，投入大量的资金和资源在新兴市场开展业务。

2.2.1. 《中国制造 2025》等指导政策将长期利好医疗机器人产业发展

最近，各地方政府亦陆续发布推广服务机器人应用的文件。北京市科委于 2015 年 6 月下发《意见》，部署智能机器人科技创新和成果转化工作，其中要求突破服务机器人尤其是医疗健康服务机器人的技术瓶颈，使相关技术达到国际先进水平。届时，机器人技术将着力突破仿生材料、智能人机交互、多模式识别等关键技术。手术机器人、康复机器人、辅助机器人等将在临床应用技术研究中得到大幅推进。类似工业机器人在国内的发展路径，我们认为服务机器人将得到全社会越来越多的关注，预计未来各地方政府将会陆续推出更多的扶持机器人政策，利好频出。

“十三五”规划将使得服务机器人迎来重大利好。根据上海证券报 2015 年 7 月 28 日报道，《机器人产业“十三五”发展规划》已经完成初稿，有望在年底前发布。《规划》对服务机器人行业发展进行了顶层设计。工信部人士透露，《规划》提出了市场主导、质量为先、强化基础、创新驱动的发展原则，实现在助老助残领域、消费服务领域、医疗领域等重点领域的示范应用，并开展核心零部件攻关、前沿共性技术研发、医疗康复机器人应用等重点工作。

表 3: 地方政府推进医疗机器人相关政策

部门	时间	发展规划	主要内容
国务院办公厅	2016 年 3 月	《关于促进医药产业健康发展的指导意见》	加快医疗器械转型升级。重点开发医用机器人、健康监测、远程医疗等高性能诊疗设备。
国务院办公厅	2016 年 1 月	《国家标准化体系建设发展规划(2016-2020 年)》	《规划》要求开展生物医学工程、新型医用材料、高性能医疗仪器设备、医用机器人、家用健康监测诊疗器械等诊疗设备等领域的标准化工作。
北京市科委	2015 年 6 月	《北京市科学技术委员会关于促进北京市智能机器人科技创新与成果转化工作的意见》	重点推广服务机器人的应用。机器人将在物流、救援、监护以及医疗、养老康复等领域“上岗”，并逐步形成 3 到 5 个机器人行业应用示范基地，要求突破服务机器人尤其是医疗健康服务机器人的技术瓶颈
国务院办公厅	2015 年 5 月	《中国制造2025》	提出要提高医疗器械的创新能力和产业化水平，重点发展医用机器人等高性能诊疗设备等，此为中国版“工业 4.0”规划的重点内容之一，积极鼓励国内医疗器械的创新。
深圳市政府	2014 年 11 月	《深圳市机器人、可穿戴设备和智能装备产业发展规划(2014-2020 年)》	医疗健康机器人。支持手术机器人、护理机器人、下肢外骨骼机器人、辅助内窥镜操作机器人等医疗健康机器人的研发及产业化。建立一批医疗康复机器人临床测试和应用平台，促进医疗健康机器人的临床实验和应用示范
科技部	2012 年 4 月	《服务机器人科技发展“十二五”专项规划》	重点发展公共安全机器人、医疗康复机器人、仿生机器人平台和模块化核心部件等四大任务

数据来源：东北证券，各政府网站

手术机器人属于甲类大型设备，根据《大型医用设备配置与使用管理办法》（卫规财发〔2004〕474 号）定义，资金投入量大、运行成本高、使用技术复杂、对卫生费用增长影响大的为甲类大型医用设备，由国务院卫生行政部门管理。甲类大型医用设备的配置许可证由国务院卫生行政部门颁发。

一、甲类大型医用设备的配置,由医疗机构按属地化原则向所在地卫生行政部门提出申请,逐级上报,经省级卫生行政部门审核后报国务院卫生行政部门审批;二、乙类大型医用设备的配置,由医疗机构按属地化原则向所在地卫生行政部门提出申请,逐级上报至省级卫生行政部门审批;三、医疗机构获得《大型医用设备配置许可证》后,方可购置大型医用设备。

以甘肃省人民医院配置内窥镜手术器械控制系统（简称达芬奇手术机器人）为例，医院于 2014 年 9 月向国家卫计委规划司提交申请配置一台甲类大型设备——达芬奇手术机器人的材料；10 月医院专家团队参加了国家卫计委在北京组织的技术答辩；11 月国家卫计委组织专家在医院完成现场数据复核工作，经国家卫计委专家组评议，下发了《国家卫计委规划司关于 2014 年下半年甲类大型医用设备配置评审相关情况的通知》（国卫规划基装便函[2014]134 号），评审合格；12 月我院提交购置设备的财政资金证明材料，通过了管理评审。2015 年 7 月设备装机。从申请到审批历时 3 个多月时间。

图 7: 医疗机器人审批流程



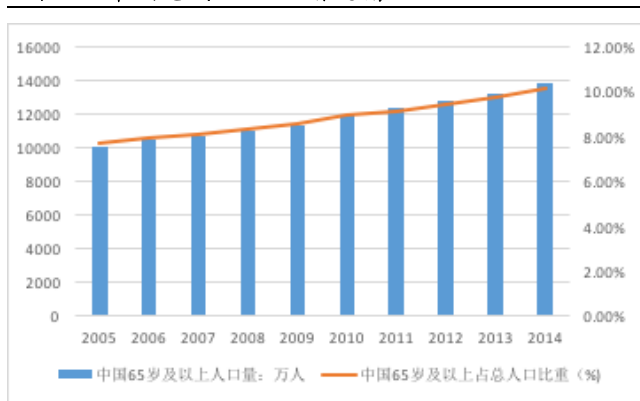
数据来源：卫计委，东北证券研究所整理

除了有一套完整的审批程序之外，国家卫生和计划生育委员会 2012 年还制定发布了《机器人手术系统辅助实施的相关技术规范和培训管理规范》。其中按照适应症规范了手术流程，并且要求从业人员上岗前进行严格的培训程序。

2.2.2. 需求空间大，给与医疗机器人极大的市场空间

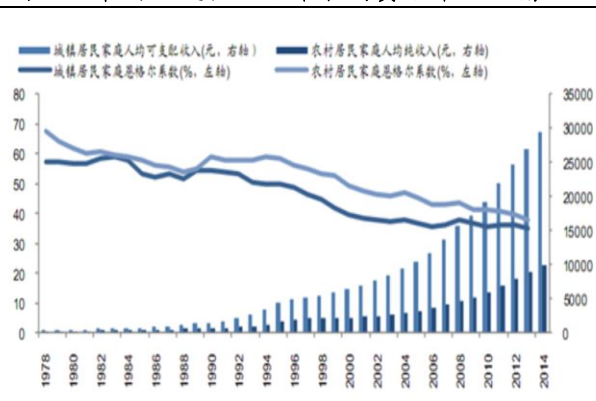
我国现在已步入老年化社会，并且老年人口数量与在总人口占比将在一段时间内节节攀升。2005-2014 年，年复增长率达 3.54%。而老年人群体又是各国罹患各类腹腔类疾病、运动类疾病的主要患病人群，以及支出医疗费用最多的群体。老年人有不同程度退变（包括内脏、肌肉、骨关节等）和功能障碍，这些功能障碍大大增加了老年人入院几率与手术治疗几率。老年人因年龄、体质等原因比较脆弱，需要更加精准的医疗服务，同时术后恢复时间较长。手术机器人以及康复机器人的应用能很好地提供精准手术服务，大大缩短老年人术后康复时间，解决术后康复需求。

图 8: 中国老龄化人口增速情况



数据来源：东北证券，中国产业信息网

图 9: 中国居民收入水平和消费水平变化情况



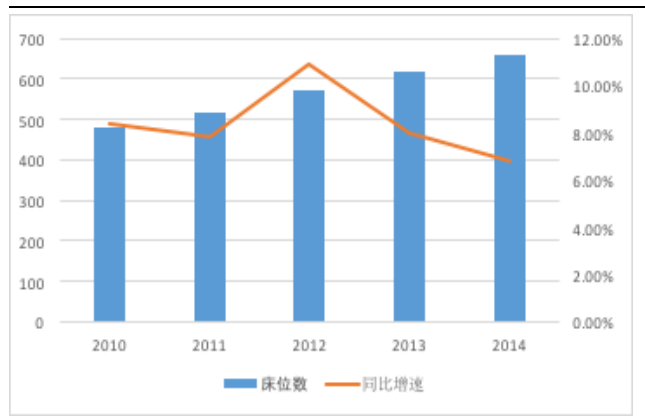
数据来源：东北证券，世界银行

2014 年我国城镇居民家庭人均可支配收入约为 3 万元，农村居民家庭人均纯收入约为 1 万元，相较于十年前 2004 年的 10000 元，3000 元左右有了较大幅度提升。人均可支配收入的上涨将提高了居民在医疗领域支出的费用和意愿，从而愿意追求更人性，微创，精准，低风险的高质量治疗手术方案。目前而言使用医疗机器人的每单手术费用要比传统医师人手操刀平均要贵 1.5-2 万元，随着人均可支配收入的进一步提高，人民健康意识的加强，医用机器人将更多的为人们心理和实际选择上所接受，从而可能在市场空间上有个量变到质变的过程。

近十年中国城镇和农村居民收入复合增速分别为 12.05% 和 12.91%，恩格尔系数分别从 2004 年的 37.7% 和 47.20% 下降至 35% 和 37.7%，这些数据都显示了中

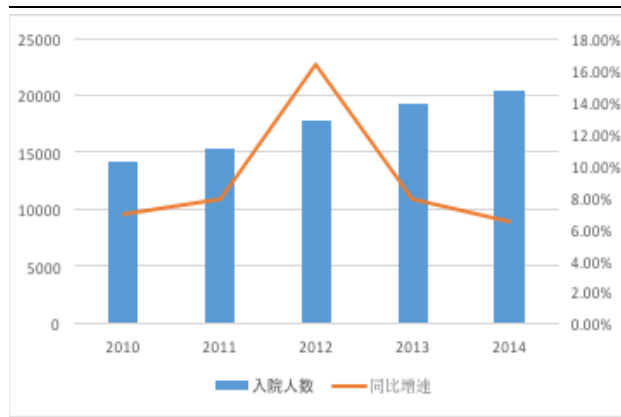
国人口对高端的医疗服务有着更强的支付能力不足的情况将随着未来经济发展，而得到一定程度的改善。

图 10: 全国医疗卫生机构床位数及增长速度(万)



数据来源：中国产业信息网，东北证券

图 11: 全国医疗卫生机构住院量及增长速度(万)



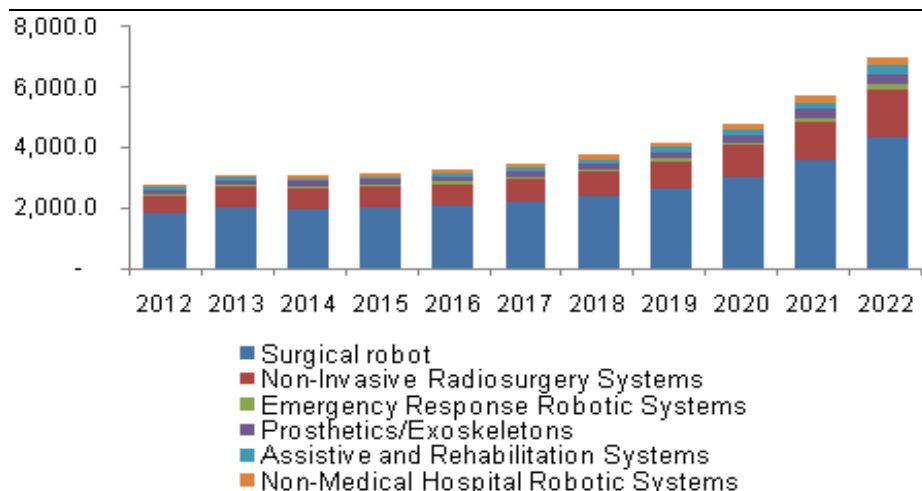
数据来源：中国产业信息网，东北证券

医疗机器人特别是手术机器人的配置对医院的门诊量有较高的要求，一般来说年门诊量超过 100 万以上的医院有能力配置一台或者多台手术机器人，从而在尽可能多服务患者的同时，最大程度上保证医疗机器人的产出。相比 2010 年，2014 年全国医疗卫生机构床位数上涨 38%，年复合增长率 7.5%，住院量上涨 44%，年复合增长率 9.56%。可以看出，无论是医院的服务能力，还是人民的问诊、住院需求都有较大幅度的上升。这为更多医疗机器人的配置奠定了稳定的市场基础。

3. 手术机器人和康复机器人是医疗机器人最有前景的发展方向

根据 Grand View Research 的数据统计，医疗机器人的各类产品中手术机器人占比最高，在 60%以上，是医疗机器人中体量最大的机器人。其次为微创放射性手术系统，约占 20%。急救机器人、外骨骼机器人、辅助康复机器人、非医疗医院机器人等占比均较小。

图 22: 2012-2022 年医疗机器人各类产品细分增速情况（单位：百万美元）



数据来源：东北证券，Grand View Research

从医疗机器人各类产品的市场增速来看，根据 Grand View Research 的预测，外骨骼机器人、辅助康复机器人从 2012 年到 2022 年，市场占比明显提升，根据我们的估算，未来 5 年广义康复机器人的年复合增长率约为 37%，其中康复机器人年复合增长率为 21%，外骨骼机器人年复合增长率为 47%，远高于其他类别的医疗机器人的平均增速。

表 4: 医疗机器人细分市场成长空间巨大（亿美元）

种类	2015A	2016E	2020E	5 年期 CAGR
手术机器人	32	40	99	25.34%
广义康复机器人	2.8	3.0	13.5	36.97%
康复机器人	2.5	2.6	6.5	21.06%
外骨骼机器人	0.3	0.4	7	46.67%

数据来源：密西根大学康复机器人协会，BCG，东北证券整理估算，

3.1. 手术机器人是医疗机器人中体量最大的机器人

手术机器人大类包括腹腔镜手术机器人系、统矫形外科机器人系统、神经外科机器人系统、可操纵的机器人导管、及其他临床手术机器人。

2014 年，手术机器人占全球医疗机器人份额 60% 以上，占比最重。其中，腹腔镜检查是手术机器人最大的应用领域，在 2014 年占手术机器人行业的 88.5%。其他临床手术机器人占比 11.5%。

未来由于对微创诊断和治疗程序的需求增加、老年人口基数的增长、地球环境的恶化、不健康的饮食习惯和对高脂肪食品、酒精的消费，以及都市人口平日缺乏体育锻炼等不健康的生活方式，种种因素都极大促进了手术的发生率，也为手术机器人的发展提供了空间。

3.1.1. 手术机器人发展概况

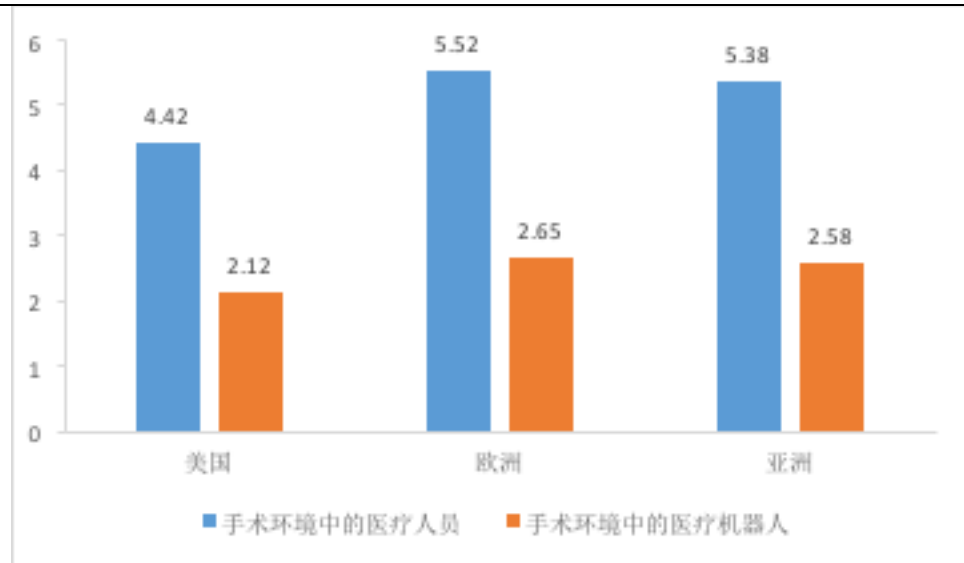
得益于微创手术的需求不断增长、以及医院对机器人设备的采用率的提升。2015 年，手术机器人的全球市场份额达 32 亿美金，2020 年有望达到 99 亿美金，行业增速 25.34%。

目前，全世界已有 33 个国家、800 多家医院成功开展了 60 多万例机器人手术，手术种类涵盖泌尿外科、妇产科、心脏外科、胸外科、肝胆外科、胃肠外科、耳鼻喉科等学科。根据国际机器人联盟 2013 年的机器人统计报告，2012 年全球医用机器人销量为 1308 台，同比增长 20%，占全部专业服务机器人销量的 8%，市场规模约为 60 亿美元。其中外科手术辅助机器人销量为 1053 台，环比上升 6%，总销售额达 14.95 亿，占医用机器人销售额的 44%。医用机器人是单位价值最高的专业服务机器人，每台医用机器人（包括附件和零部件）售价可达 150 万美元。

虽然当前医用机器人普及率还很低，并且安装的大部分是发达国家，但根据摩根近期的一个调查研究，当问及外科医生对未来使用手术机器人的使用率做预测时，大部分美国的外科医生们认为未来 3-5 年里手术机器人在手术中的使用率会提

高到 50% 左右，市场潜力巨大。

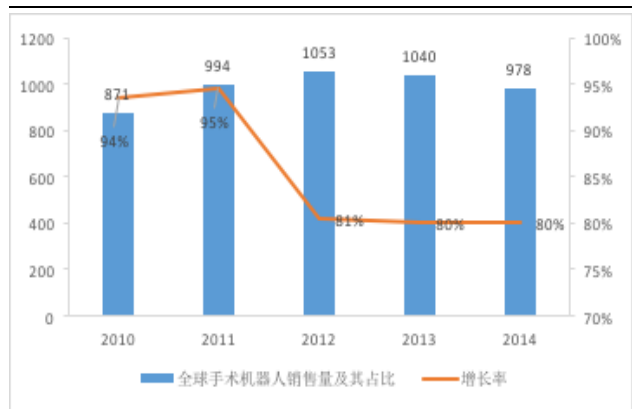
图 13: 美国、欧洲、亚洲在未来手术环境中医疗人员和机器人的数量 (百万)



数据来源: 中国产业信息网, 东北证券整理

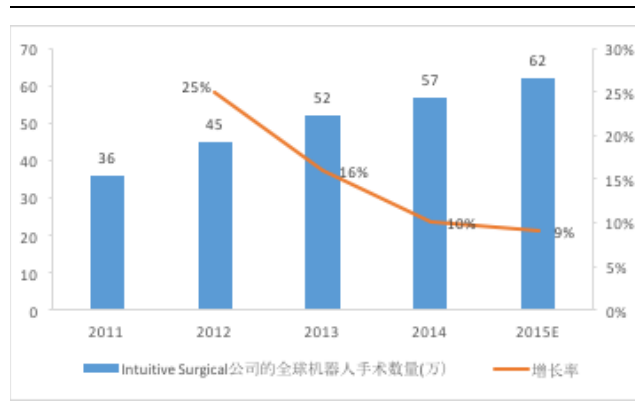
据 IFR 对 2010-2014 年全球手术机器人销量的统计, 2014 年手术机器人销售为 978 台, 占医用机器人销售量的比例维持在 80%~95% 间。2015 年, 全球达芬奇机器人系统完成手术数量预计达到 62 万例, 相比于 2014 年的 57 万例, 同比增长 9%, 预计未来机器人完成手术例数还将稳步上升, 年复合增长率约为 7-10%, 2014 年手术机器人市场规模约为 35 亿美元。

图 14: 全球手术机器人销量及其占比



数据来源: IFR, 东北证券研究所整理

图 15: 直觉手术机器人公司全球手术量

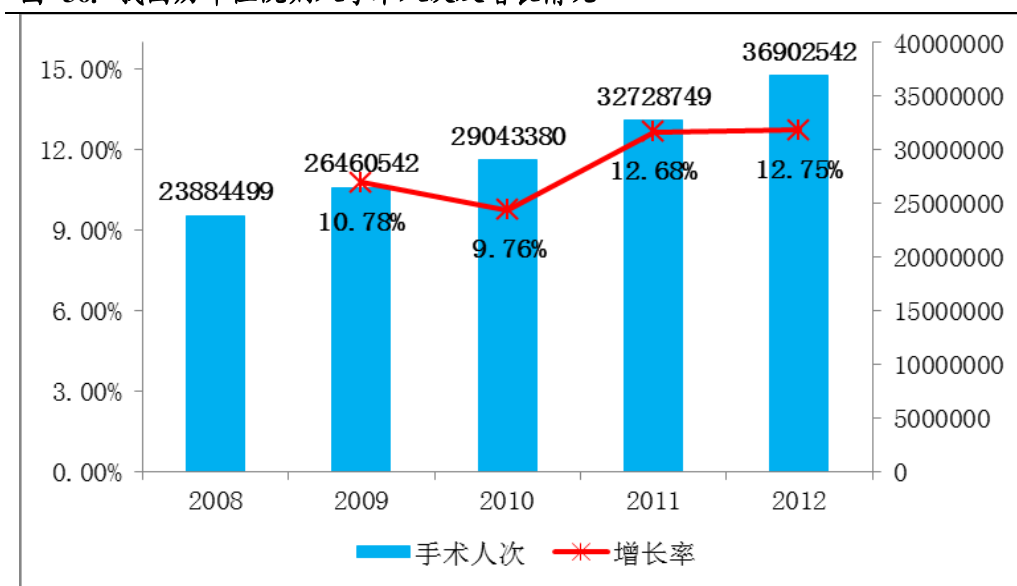


数据来源: 公司官网, 东北证券研究所整理

3.1.2. 手术机器人市场空间测算

以上海为例: 上海采取打包收费模式, 采用机器人的手术要在其他费用基础上加 3 万人民币。其他地区收费模式不一, 如北京等地是医院单独定价, 费用因手术不同 2-8 万不等。

图 36: 我国历年住院病人手术人次及增长情况



数据来源：东北证券，历年卫生统计年鉴

随着医疗卫生体制的逐渐完善和医疗技术的不断提高,近几年来住院病人手术人次逐年上升,除 2010 年外,年均增速超过 10%。

2012 年我国住院病人手术 36902542 人次,按年均增速 10% 计算,2015 住院病人手术人次为 $36902542 * (1 + 10\%)^3 = 4911728$ 。在美国的一些一流医院,在美国机器人做微创手术的比例已经超过全院外科手术的 50%。假设中国也达到如此水平,每年机器人手术量为 $4911728 * 50\% = 2,455,864$ 台,假设未来每台 1-3 万额外费用,市场规模约 2,455,864~7,367,592 万,即 240-736 亿市场规模。

3.2. 康复机器人是医疗机器人中市场增速最快的机器人

康复机器人作为医疗机器人的一个重要分支,它的研究贯穿了康复医学、生物力学、机械学、机械力学、电子学、材料学、计算机科学以及机器人学等诸多领域,已经成为了国际机器人领域的一个研究热点。目前,康复机器人已经广泛地应用到康复护理、假肢和康复治疗等方面,这不仅促进了康复医学的发展,也带动了相关领域的新技术和新理论的发展。

康复机器人现在主要分为两大类: 1) 医疗训练用康复机器人,用来对患者进行肢体功能恢复及辅助练习; 2) 生活辅助用康复机器人,用来代偿肢体功能。

表 5: 康复机器人主要用途

大类	子类	次类	知名研发公司及产品
医疗训练用 康复机器人	功能恢复型	上肢康复训练机器人	Technobody 的 Multi-Joint System; Hocoma; 华盛顿大学 CADEN-7; 上海理工 KinoBot、Centrobot-2;
		下肢康复训练机器人	Lokomat 青岛海蓝康复器械公司 安阳翔宇医疗设备有限责任公司
	功能恢复与	移动式助行康复机器人	TMSUK; 华中科技大学研究中心

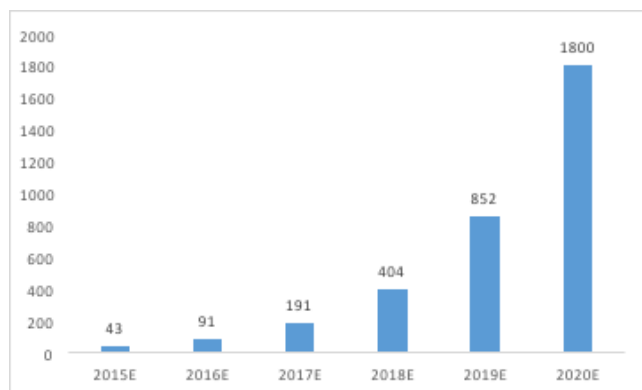
生活辅助用 康复机器人	辅助复合型	外骨骼上肢神经康复机器人	宾夕法尼亚大学TITANARM; 柏林工业大学基于力感应控制; 业大学基于力感应控制; 香港理工大学外骨骼机械手; 上海理工ReHand;
		外骨骼下肢神经康复机器人	Rex Bionics的Rex-Exoskelett; 日本HAL5; 本田技术研究所基础技术研究中心
	功能代偿型	智能轮椅	Monash大学、国立澳大利亚大学Alex Zelinsky; 日本Veda与Tmsuk研制的RODEM; 上海交大“交龙”; 新加坡ITE;
		智能假肢	上肢: DLR和HIT合作的Hand2; 奥托博克米开朗基罗; RSL Steeper的Bebionic; EPFL和SSSA的Lifehand2; 下肢:ottobock; Ossur和Victom Human Bionics的POWER KNEE;
		智能辅助机械臂	Farshid Amirabdollahian团队
		智能护理床	Stryker medical的InTouch;Panasonic的Robotic bed;; Arjo Huntleigh的Enterprise 9000; Hill-rom的Totalcare P500; 上海理工智能护理床;
	功能辅助型	饮食护理机器人	SECOM的My Spoon; Mealtime Partner Dining System; Selfeeder;
		个人卫生护理机器人	日本安寝Smilet; 上海理工Rebox;
		移位机器人	RI-MAN机器人、ROBEAR
		陪护机器人	Giraff
		娱乐辅助机器人	沈阳新松机器人自动化股份有限公司等
		其他	

数据来源: 东北证券,《上海康复机器人路线图研究报告》

3.2.1. 康复机器人发展概况

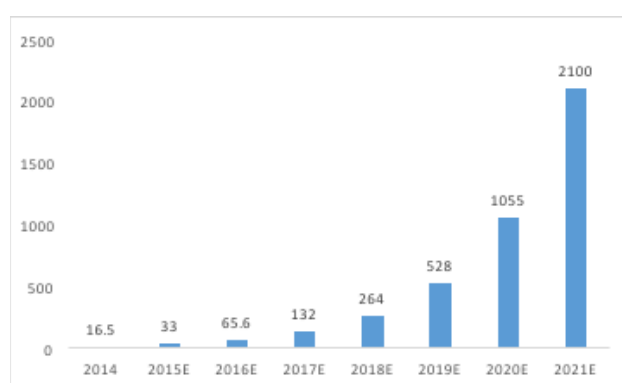
根据 BCG 预测, 康复机器人 2015 年市场份额达 2.8 亿美金, 2016 年预计可达 3.2 亿美金, 2020 年达 13.5 亿美金, 5 年期间年增长率为 36.97%。

图 17: 2015-2020 年康复机器人市场 (百万美元)



数据来源: 东北证券, Wintergreen Research

图 18: 2014-2021 年外骨骼机器人市场



数据来源: 东北证券, Markets&Markets

而 Wintergreen Research 对未来康复机器人的市场给与了更乐观的估计, 预计

2015 到 2020 年, 康复机器人市场将由 0.43 亿美元增长至 18 亿美元, 年复合增长率为 211%, Markets&Markets 预计其中外骨骼机器人市场将由 0.33 亿美元增长至 10.55 亿美元, 年复合增长率为 200%。

3.2.2. 三大因素促国内康复机器人市场迅猛发展

1. 中风高发病率带来康复医疗的巨大市场。

我国中风的患病率为 1.82%, 中风患者约有 7000 万人, 75% 丧失了劳动力, 40% 有严重的肢体残疾, 需要康复治疗的患者达到 200-300 万, 而每年能得到康复治疗服务的人只有 1 万多人。而中风的发病率快速上升, 年轻化趋势越发明显, 据预测 2020 年后中国的中风患者将呈现井喷式增长。

2. 康复机器人的有效性。

康复机器人能够帮助患者进行科学有效的康复治疗, 有效促进神经系统的功能重组、代偿和再生, 有效延缓肌肉萎缩和关节挛缩, 提高患者的肢体运动能力, 使残障患者能够不需借助轮椅就能行走等。它同时也解放了康复治疗师的部分体力, 优化了医护资源, 让治疗师更加专注于病人, 能够更好地利用他们的临床技能来为病人提供更优质的医护。在美国, 康复治疗已与外科手术和药物治疗并列成为医疗领域的三大支柱, 各类研究机构也在不断增加康复科技方面的医疗经费。

3. 政策支持。

2012 年 4 月, 科技部出台《智能制造科技发展“十二五”专项规划》和《服务机器人科技发展“十二五”专项规划》, 提出“十二五”期间将重点培育发展工业和服务机器人新兴产业。服务机器人规划中指出, 全球服务机器人的产值由 2010 年的 \$1710 亿美金, 增加到 2025 年的 \$5170 亿美金。我国重点培育发展服务机器人新兴产业, 重点发展公共安全机器人, 医疗康复机器人, 仿生机器人平台和模块化核心部件等四大任务。

3.2.3. 康复机器人市场空间测算

1. 保守估计:

我们经过分析, 认为外骨骼机器人用户与电动轮椅用户较为重叠, 原因如下:

- a) 用户下肢功能不全, 已经进展到了需要器械辅助运动程度。
- b) 用户必须具有相当的经济承受能力 (随着市场不断成熟, 现在电动轮椅价格仍在 3000 以上)。

Rewalk6.0 售价 7.7 万美元, 对于大部分下肢残疾者非常昂贵。未来随着技术成熟, 器械国产化等原因, 每台国产外骨骼机器人价按 10 万计算。不考虑未来人口老龄化加速导致需求增加, 医保政策支持的降低个人支付比例等情况, 以 2015 年预测电动轮椅销售 79.97 万辆, 外骨骼取代电动轮椅的比例为 10%, 计算市场容量: $10 \text{ 万} \times 79.97 \text{ 万} \times 10\% = 79.97 \text{ 亿}$

2011 年卫生部下发《综合医院康复医学科建设与管理指南》通知, 要求所有二级以上综合医院必须建设康复医学科。根据卫计委数据, 截止 2015 年 5 月底, 全国医院 2.6 万个, 其中, 二级以上的医院有 8973 个 (三级医院 2002 个, 二级医院 6971 个)。以每

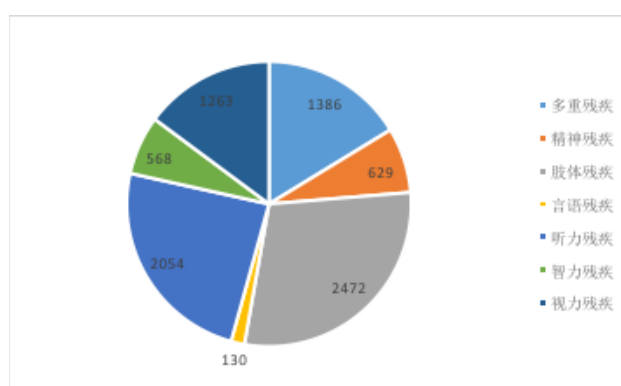
个科室 2 台外骨骼机器人计算 $8973 \times 10 \text{ 万} \times 2 = 18 \text{ 亿}$ 。二者合计，康复机器人市场约 100 亿市场规模。

图 19: 我国电动轮椅销量



数据来源：东北证券，艾凯数据中心

图 20: 我国各类残疾人数（截至 2010 年末）



数据来源：东北证券，中国知网

2. 乐观估计:

因为康复机器人百分之八十以上都集中在运动功能上，所以肢体残疾人患者群体数量、收入情况及医疗费用承付能力决定了康复机器人的市场运用、销售潜力。

残疾人是世界上最大的少数群体。根据世界卫生组织（WHO）的统计数据，大约有 10% 的世界人口即 6.5 亿人身体存在不同残疾。长期以来，疾病、工伤、自然灾害、交通事故、意外伤害及战争造成成百万截肢患者，残疾人的数量随着人口的增长、医疗水平的提高以及老龄化在持续增长。在预期寿命超过 70 岁的国家中，平均每人有 8 年，大约 11.5% 的生命是在残疾中度过的。截至 2010 年末我国各类残疾人的总数为 8502 万，约占全国总人口数的 6.2%，其中肢体残疾人 2472 万，占总残疾人数的 29.07%，在所有残疾种类中所占比重最大（图 1）。目前，世界上许多国家（包括中国）已进入老龄化社会，人口老龄化带来的社会服务问题（医疗、康复与护理）对经济和社会发展产生了巨大的压力。随着残疾人和老年人口不断增加，依靠科技创新来保障和改善他们的健康已经成为当前许多国家的战略需求。研究和开发先进的功能康复机器人，实现功能障碍或缺失患者功能补偿与功能重建，对推动关乎我国重大民生问题的老年健康服务与助残公益事业发展具有十分重要的意义。

2006 年第二次抽样调查数据表示，残疾类别结构发生改变，肢体残疾人数大幅增加，肢体残疾人数从 1987 年的 755 万上升到 2006 年的 2412 万，占残疾总人口比重为 29.07%，是残疾的最主要类型。另外，由于我国残疾标准较为严格，与发达国家相比，残疾人比例相对较低，国际社会公认的全球残疾人比例约为全球总人口的 10%，2006 年我国的残疾人口比例约为 6.34%，因此我国目前的残疾人数可能存在一定的低估。根据第六次全国人口普查的总人数，以及第二次全国行业深度研究残疾人抽样调查残疾人占比，推算 2010 年末我国残疾人总人数 8502 万人中，肢体残疾 2472 万人。

假设肢体残疾患者中有 5% 的患者使用康复机器人，每台国产外骨骼机器人价

按 10 万计算。则总市场空间为：2472 万 * 5% * 10 万=123.6 亿。

4. 国外标的公司

4.1. 直觉外科手术公司 Intuitive Surgical (NASDAQ:ISGR)

公司成立于 1995 年，总部位于美国加利福尼亚州阳光谷。公司自行设计、生产及销售达芬奇牌手术系统。这套全自动手术系统可以极大程度地解放外科医生，通过微控操作和视觉成像等多种新技术最大程度地减少病患痛苦，降低失败几率。公司产品目前覆盖北美、南美、欧洲、中东、澳洲和亚洲。公司现拥有 1924 名员工，公司总市值 217.6 亿美元。

公司主要自设计制造产品 Da Vinci Surgical System，中文叫「达文西机器人手臂」包括医师的控制台、手术床边的机器人手臂和影像系统。透过机器人手臂的协助，外科医师只要坐在控制台，看着手术部位的三度空间影像，即可遥控机器人手臂，作出与人手相媲美的各种角度的旋转、弯曲、捏夹等动作，切、拉、缝、打结，灵巧不输人手，还可避免人手会颤抖的情形。机器人手臂具有人手无法相比的稳定性和精确性，使用机器人手臂协助医师，可以让手术更精确、侵害性更小，相对于传统手术，不但可以缩小伤口、减轻疼痛，更可以降低感染及并发症的问题发生，有效缩短病患住院时间。

达芬奇手术机器人是目前全球最成功及应用最广泛的手术机器人。其也代表着当今手术机器人最高水平，它主要由 3 个部分组成：1、医生控制系统；2、三维成像视频影像平台；3、机械臂，摄像臂和手术器械组成移动平台。实施手术时主刀医师不与病人直接接触，通过三维视觉系统和动作定标系统操作控制，由机械臂以及手术器械模拟完成医生的技术动作和手术操作。

表 6: 达芬奇手术机器人系统主要构成部分

医生控制系统	机械臂，摄像臂	手术器械手	三维成像视频影像平台
			

数据来源：公司官网，东北证券

达芬奇手术机器人使用广泛，适用于普外科、泌尿科、心血管外科、胸外科、妇科、五官科、小儿外科等。目前，达芬奇手术机器人在前列腺切除手术上应用最多，现在也已越来越多地应用于心脏瓣膜修复和妇科手术中。

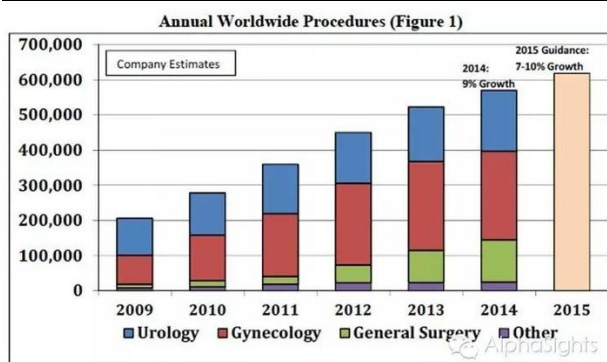
表 7: 目前 FDA 获批的可达芬奇机器人系统操作的手术

外科类别	手术
心脏外科	乳内动脉游离术、(单、多支)心脏停跳搭桥、不停跳搭桥、主动脉切除术、二尖瓣成形等
胸外科	肺叶切除、食管膈肌疝修补术、食管切除、总括肿瘤切除、肺大泡切除、食管反流等
肝胆外科	胆囊切除、胆道探查、胆肠吻合、肝部分切除、半肝切除等、胆胰分流术等
胃肠外科	阑尾切除术、膈肌疝修复术、切开疝修复术、胃底折叠术、结肠手术、小肠切除术等
普外科	阑尾切除术、液淋巴切除术、粘连分离术、乳房切开术、乳房形成术、腹部形成术等
泌尿外科	肾切除、半肾切除、肾上腺切除、输尿管形成术、直肠膨出修复术、前列腺切除手术等
妇科	全子宫切除术、子宫肌瘤手术、卵巢切除、输卵管成形手术、盆底成型手术等
血管外科	腹主动脉瘤切除手术、下腔静脉瘤切除手术、脾动脉血管瘤切除手术、动静脉瘘管修复术等
小儿外科	阑尾手术、胆囊手术、胆管成形手术、结肠切开手术、远端胃切除术、肝门肠吻合术等
耳鼻喉科	甲状腺切除术、胆囊手术、胆管成形手术、结肠切开术、远端胃切除术等
其他	腰交感神经切除术、前路脊椎融合术等

数据来源: 东北证券, 直觉手术机器人公司

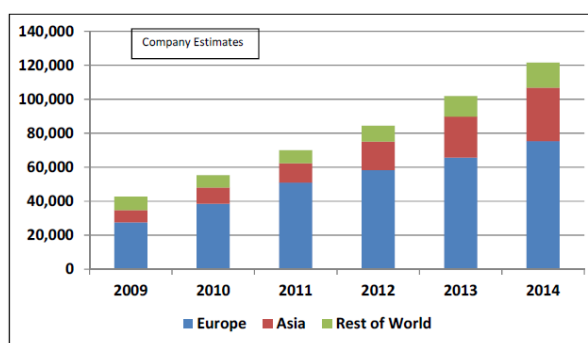
商业模式: 直觉手术机器人公司(Intuitive Surgical)也是典型的剃刀, 刀片模式。公司收入主要来源于销售达芬奇系统, 以及之后需要重复消耗的耗材, 配件, 以及服务费。每台达芬奇手术机器人系统售价大概\$100 万到\$230 万美金之间, 每台机器销售长期维护大概每年\$10 万-\$17 万。耗材的收入每年增长要快于系统销售收入。2009、2010、2011 年循环消耗收入分别为\$5.617 亿美金、\$7.527 亿美金、\$9.795 亿美金, 占总收入的比例分别为 53%、53%、56%。

图 21: 2009-2015 年全球手术量细分情况



数据来源: 东北证券, 公司官网

图 22: 国际 (美国以外) 达芬奇系统手术总量

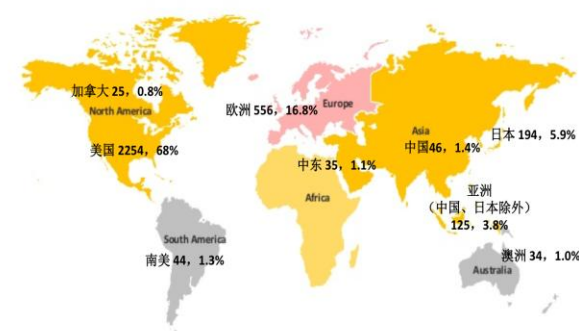


数据来源: 东北证券, 公司官网

北美以外地区, 欧洲是达芬奇系统应用最多的地区, 欧洲以外的国际地区占比不足一半。达芬奇系统的应用以及接受程度跟地区经济发展水平呈直接正相关。

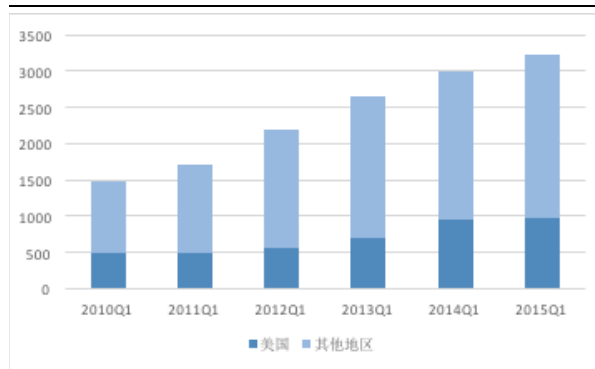
根据 Intuitive Surgical 2014 年报, 达芬奇系统进行了大约 57 万手术, 相较于 2013 年的 52.3 万例和 2012 年的 45 万例稳步增长。2014 年手术量的主要增长来自于美国的普通手术和全球的泌尿外科手术。2014 年除美国外的手术总量为 12.1 万例, 同比增长为 19.8%, 远高于手术总量同比增长的 9.0%。

图 23: 达芬奇手术机器人全球保有量分布



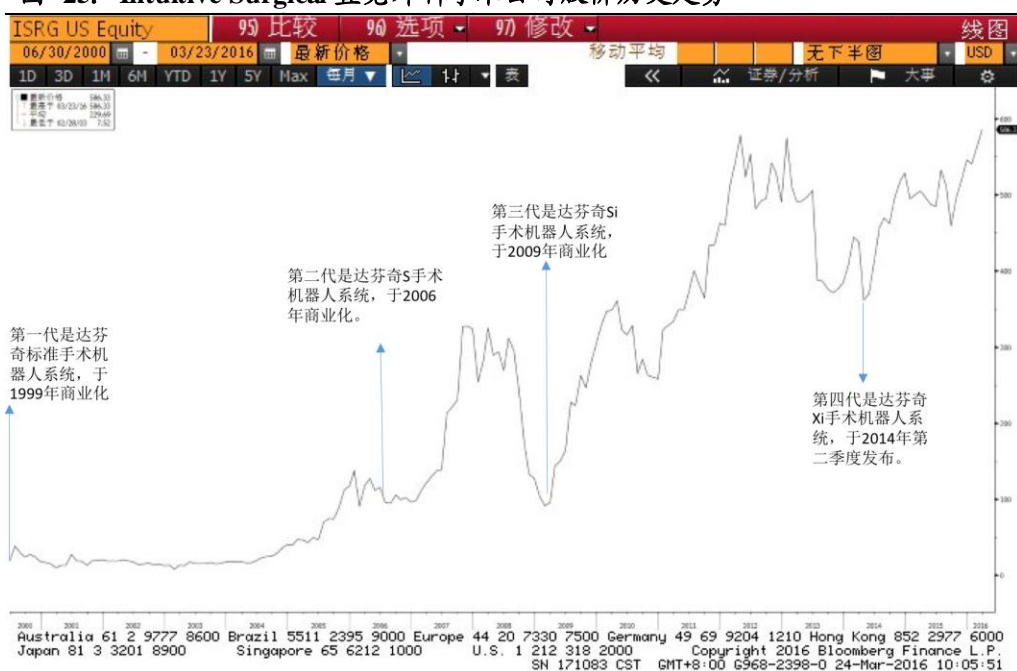
数据来源: 东北证券, 直觉外科机器人公司

图 24: 达芬奇手术机器人全球保有量



数据来源: 东北证券, 直觉外科机器人公司

图 25: Intuitive Surgical 直觉外科手术公司股价历史走势



数据来源: 东北证券, Bloomberg

1999年, 公司将达芬奇标准手术机器人系统成功商业化。之后公司凭借此次商业化的尝试, 成功在纳斯达克上市。公司于2006年成功商业化了第二代达芬奇S手术机器人系统, 至2007年底, 股价翻了三番。2009年, 公司做出了第三代是达芬奇Si手术机器人系统的商业化尝试, 并大获成功。之后公司一扫金融危机阴霾, 实现估值上的跨越。股价从95美金一跃攀升至2012年的600多美金, 涨幅超600%。2014年第二季度公司发布了第四代是达芬奇Xi手术机器人系统, 之后股价也首次利好提振, 从400美金中期低点回升至600多美金。2015年底, 直觉外科公司在全球销售了3266台, 其中几十台是去年4月份推出的最新型的Xi系统。

4.2. ReWalk Robotics (NASDAQ:RWLK)

以色列外骨骼系统提供商 ReWalk Robotics 于2014年9月在纳斯达克上市, 股票发行量达300万, 筹集了3600万美元。ReWalk 致力于设计和制造可穿戴外骨骼动力

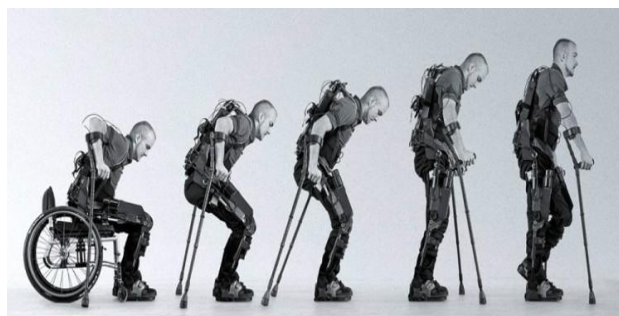
设备,帮助腰部以下瘫痪者重获行动能力。

图 26: 奥巴马陪同以色列总理视察公司



数据来源: 东北证券, 公司官网

图 27: ReWalk 可帮截瘫患者站立、用拐杖行走



数据来源: 东北证券, 公司官网

ReWalk 于 2012 年获得欧盟认证, 进入欧洲市场, 2014 年 6 月 ReWalk 的外骨骼产品通过了美国药物与食品管理局(FDA)的审批, 是首款也是唯一一款获得 FDA 批准的外骨骼产品。根据 Ofweek 机器人网报道, 安川电机于 2013 年 9 月 25 日开始与 ReWalk Robotics 公司展开战略合作, 自 2015 年 6 月 1 日起开始销售。

从营收上来看, 2012 年营收 97.2 万美元, 2013 年营收 158.8 万美元, 14 年营收暴增至 395.1 万美元, 15 年营收达 374.6 万美元。从历史营收数据分析, 外骨骼康复机器人市场大有前景, 有待像 ReWalk 机器人公司这样有独创理念、深耕研发的公司大力挖掘。

ReWalk 的一大优势是对研发环节的极大重视。公司对研发持续投入, 14 年研发费用同比增长 2.5 倍, 达到 8.56 百万美元, 研发强度(以研发费用/营业收入计算, 考虑了企业间个体差异, 衡量了企业的研发投入水平)自 2014 年上市以来保持在 200% 以上的高水平, 当下的研发是为了若干年后的产品投放, 高研发强度意味着公司对未来产品的市场容量和销售推广充满信心。

ReWalk 的另一项优势就是它拥有欧洲、北美和亚洲这些主要市场包括潜在市场中具备实力的合作伙伴, 比如日本的安川电机公司, ReWalk 已经明确表示安川电机将成为公司在亚洲的最主要(目前是唯一的)的合作伙伴, 并将成为包含中国地区在内的亚洲区的最大代理商。这样 ReWalk 就可以借助安川遍布亚洲的营销网络销售自己的产品而不必花费太多的力量自行铺设营销渠道。

同时, 公司正在积极拓展肢体残障人士之外的外骨骼系统应用。比如中风患者和多种硬化症造成的行动障碍, 根据 NSCISC (美国全国脊髓损伤统计中心) 统计, 2013 年全美因脊髓损伤造成的行动不便患者多达 27 万 3 千人, 每年新发病例 1 万 2000 人。

再根据美国多发性硬化症协会的统计, 多发性硬化症患者则高达 40 万人, 这些人中的约 53% 将需要行走辅助装置。另外美国全国约有高达 500 万左右的人患有中风, 预计每年新增病历将超过 70 万, 在患者中约有 20%~25% 急需外骨骼康复机器人的辅助治疗。以上这些数据表明, ReWalk 面对的是一个有着巨大潜力的康复治疗市场。

截至 2014 年 8 月 1 日，公司售出了 62 台 ReWalk 康复型产品及 19 台 ReWalk 个人型产品，其中 88% 由个人客户进行购买，另外 12% 被放置于医疗机构和分销商处用于培训、市场开发和临床试验。目前公司已经培训了 400 多名用户，并让用户体验了超过 20000 小时的使用时间。

4.3. Mazor 机器人 (NASDAQ:MZOR)

Mazor 机器人技术有限公司是在脊柱外科的市场在脊柱手术和率先尖端制导系统及配套产品的领先创新者。这些产品为患者、外科医生和手术室工作人员提供了更安全的手术环境。Mazor 机器人率先在脊柱手术中倡导使用国家最先进的制导系统及配套产品。公司的 Renaissance 制度通过根据手术前计划的外科手术工具的内部指导，大大提高手术的精确度。由外科医生进行的个性化手术前计划，是基于使用 Mazor 的专有软件标准 CT 图像生成的立体三维图像。Renaissance 在全世界在多种临床适应症的开放，微创经皮脊椎程序使用。公司的法定及商业名称为 Mazor 机器人技术有限公司。公司于 2000 年 9 月 12 日在以色列州成立。Mazor 机器人技术有限公司从事创新医疗设备的开发，生产和营销，支持骨科和神经外科领域的外科手术。

Mazor 获得 FDA 审核批准的 2010 年 SpineAssist 系统和额外批准的 2012 年神经系统，如活检、分流术和放置的位置 neurostimulation 电极用于深部脑刺激术等。均有不俗表现。Mazor 于 2013 年，出售了 23 台系统，带动公司全球总销量达到 63 台安装系统，也增加了 34 台在美国市场的好成绩。2014 年 4 月 8 日，中国脊柱外科首台 Mazor 机器人顺利应用于微创椎体成型手术，其所应用感觉更加精准、安全、高效。而在接下来的微创经皮置钉案例中，20 分钟左右时间完成了 6—8 颗椎弓根钉置入，中间完全无需透视。

按地理位置划分，公司 2014 年在美营收 1550 万美金，预计未来 3 年增长率 71%，国际市场营收 570 万美金。

图 28: Mazor 机器人中控台



数据来源：东北证券，公司年报

4.4. 安科锐公司 Accuray Incorporated (NASDAQ:ARAY)

安科锐主要从事设计、开发和销售放射性手术和放射治疗系统，用于治疗体内肿瘤。公司凭借旗下开发的智能机器人显微手术系统，可替代治疗固体肿瘤的传统手术，并因此成为了全球放射外科的领军企业。Accuray 最著名的产品为它的 CyberKnife 机器人放射外科系统，CyberKnife 系统目前是世界上第一个也是唯一一个投入商业应用的智能机器人放射外科手术系统，它可以以次毫米精度治疗机体各个部位的肿瘤。目前已治疗 2000 多例肺癌患者。美国亚利桑那州凤凰城巴罗神经学研究所和圣约瑟夫医院哲学与医学博士 John Kresl 说，“CyberKnife 系统给那些不想做手术的患者一个最好的、非侵入性的、无痛的治疗选择，副作用及肺功能降低的危险性都极小。”这说明在卫生保健方面机器人自动化趋势将越来越明显。

图 29: CyberKnife 机器人放射外科系统



数据来源：公司官网，东北证券研究所整理

图 30: TomoTherapy 螺旋断层放疗系统



数据来源：公司官网，东北证券研究所整理

4.5. 国际公司可比估值

表 8: 国际知名医疗机器人公司

公司名称	国家	流通市值 (百万美元)	最新股价 (元)	EPS(元)			PE(倍)		
				2015E	2016E	2017E	2015E	2016E	2017E
Intuitive Surgical	美国	21757.5	583.3	19.28	20.67	23.19	40.07	38.64	35.79
Stryker Corporation	美国	3927	105.2	5.03	5.6	6.13	21	22.56	20.02
Rex Bionics	英国	1094.16	61.3	-0.35	-0.32	-0.16	-	-	-
TransEnterix	美国	478.67	4.9	-0.12	-0.52	-0.40	-	-	-
Accuray Inc.	美国	436.55	5.4	-0.51	-0.316	-0.057	-	-	-
Mazor	美国	222.54	10.5	-0.87	-0.56	-0.24	-	-	-
ReWalk Robotics	以色列	106.25	8.61	-1.78	-2.37	-2.00	-	-	-
Ekso Bionics	美国	85.70	0.79	-0.17	-0.17	-0.15	-	-	-
Hansen Medical	美国	49.26	2.61	-3.8	-	-	-	-	-

数据来源：东北证券，Yahoo Finance, Bloomberg

5. 国内相关标的分析

国内医疗机器人虽暂时处于行业周期的萌芽时期，处于研发阶段，目前尚无产业化。但我们预计在国务院国家各部委颁布的例如《中国制造 2025》、《医药产业健康发展指导意见》等一些列重大政策的鼓励扶持下，实现长效跨越式发展。目前涉足医疗机器人研发的既有类似于哈工大和国防科大的高校科研院所，也有楚天科技集团、思哲睿智能医疗设备、妙手机器人科技集团、沈阳六维康复机器人等集团公司，而近几年，高校和企业合作，科研资源相济、资本协助、产业化链条式发展逐渐成为未来行业内的战略导向。A 股目前医疗机器人公司具有代表性的是进行手术机器人研发的博实股份，进行外骨骼手术机器人研发的楚天科技，两者均是通过与高校合作的方式进行开发。

表 15: 国内医疗机器人研发机构

公司	医疗机器人类型	合作单位	进展
楚天科技	外骨骼机器人	国防科技大学	外骨骼机器人为切入点，主要用于残疾人和老年人生活自理，由国防科技大学负责列装申报，未来也会用于军队负重
新松机器人	康复机器人(骨科牵引辅助机械手)	—	正在申请医疗器械产品、医疗器械生产许可证及医疗器械质量管理体系认证
迪马股份	外骨骼机器人	成都电子科技大学	2015 年 4 月签署《产学研合作协议》
妙手机器人	手术机器人	天津大学	“妙手 S”处于临床试验阶段，预计 2-3 年后会有市场化
博实股份	参股思哲睿医疗、手术机器人		第二代产品已经完成产品定型，即将进入型式检验，在申请临床实验许可证后，即将开展临床试验，如进展顺利，2-3 年可取得医疗产品注册

数据来源：东北证券

5.1. 楚天科技（300358.SZ）

楚天科技主营业务是以制药装备研发、生产业务为核心，形成了以全产品链制药装备、高端医疗器械和食品机械的完整产业链。近两年来，公司投入近 2 亿元研发资金，启动了无菌生产智能医药机器人，可穿戴外骨骼机器人，智能医疗机器人和智慧医药工厂的研发。公司业务创新延伸布局工业 4.0 和智能医疗机器人领域，设立了楚天机器人有限公司，全面开展机器人业务，智能化包装、物流系统等机器人已出样机。

图 31: SFSR-2 型智能机器人



数据来源：公司官网，东北证券研究所整理

公司把机器人研究分为医药机器人和医疗机器人。公司和华中科技大学、中南大学合作开发智能医药机器人，用于提高制药过程中的智能化。而和国防科技大学合作研究的康复医疗机器人，主要用于残疾人和老年人生活自理，起辅助性作用。医药机器人已初有成果，2016 年 2 月公司推出 SFSR-2 型智能机器人预灌封无菌生产系统，SFSR-2 型智能机器人售价约 500-600 万，2016 年目标销售 15-20 套，预期收入 1 亿左右，毛利率高达 50% 左右。而随着老龄化的到来，心脑血管和脑卒中等疾病高发，康复机器人的需求也将不断提高，公司在医疗机器人领域，首先将外骨骼机器人作为研究重点，随着研究的不断深入，后市可期。

5.2. 博实股份（002698.SZ）

手术机器人操作精细、患者伤口小出血量少、用时短，同时能够减轻患者伤痛感与医护人员的工作强度。我国人口庞大，手术机器人需求量大，由于国内进口医疗设备审批，目前国内达芬奇手术机器人数量很少（截止 2014 年 7 月中国大陆 18 台），无法满足需求。博实股份旗下的手术机器人若成功，将能覆盖普通外科、胸外科、泌尿外科、妇科等十余个外科手术科类；且价格较进口机器人具有极大优势，推广想象空间巨大。

哈尔滨博实自动化股份有限公司主营石化化工后处理成套设备的生产和销售，由于传统行业在产能和供需上面的多重天花板，使得公司近年来发展一直停滞不前，急需转型谋求出路。公司看好国内高端医疗装备领域，已将以机器人技术为代表的高端医疗装备领域作为重要战略发展方向之一。

公司投资 1 亿设立医疗装备子公司，并以 2000 万现金认购思哲睿医疗新增注册资本 275 万元，占增资后总股本的 20%。布局腹腔镜手术机器人；思哲睿医疗是以杜志江先生为核心的项目团队，包括国内一流的机器人专家、临床专家和医学博士，长期从事微创外科手术机器人的研发，是国内手术机器人领域最优秀的团队之一。思哲睿医疗目前具备两款有自主知识产权的产品：一是系列化手术器械（小型智能手术器械）已完成第二代产品的调试和功能验证，即将进入型式检验阶段，计划于 2015 年底完成形式检验，计划半年获得临床实验许可，最快 2016 年年底前完成医疗器械注册；二是微创外科手术机器人（三臂手术机器人），是与美国达芬奇机器人类似的大型手术机器人，为国家 863 计划孵化项目，技术国内领先。目前已完成第二代样机的定型，处于装配和调试阶段，计划 2015 年底开始型式检验，后

进行动物实验和临床实验，我们据此推测最快 2017 年中到年底完成医疗器械注册，较系列手术器械进度晚半年到一年。

公司参股江苏瑞尔医疗 24% 股权，从事 IGPS-O 图像引导放疗定位系统、IGPS-V 图像引导放疗定位系统等产品的研发与销售。近期公司公告，瑞尔医疗图像引导放疗定位系统（型号 IGPS-O、IGPS-V）获得 CFDA 颁发的医疗器械注册证书，取得实质性进展。该注册证的取得，代表瑞尔医疗自主研发的主要产品 IGPS-O 图像引导放疗定位系统、IGPS-V 图像引导放疗定位系统可以生产、销售和临床使用，对瑞尔医疗在行业内的发展具有重大意义，对博实股份此项投资的未来收益产生积极影响。

同时公司是哈工大机器人研究所产业化基地，哈工大机器人产业化平台；哈工大是我国机器人技术势力最强的院所，公司与哈工大联合成立了哈工大博实研究院，2013 年 11 月，哈工大机器人研究所研制的“微创腹腔镜外科手术机器人系统”，通过国家“863”计划专家组的验收。验收专家表示，这一手术机器人的“问世”，打破了进口达芬奇手术机器人的技术垄断，将加快实现国产微创手术机器人辅助外科手术。在哈工大高校科研优势平台上，积极谋求合作，我们预计公司 2016 年将在医疗机器人等高端医疗装备上进一步布局，未来有望成为此领域领头企业。

5.3. 妙手机器人科技集团

妙手机器人科技集团公司是一家设计和提供延伸所有人士体能和智能的机电一体化技术、机器人产品和数字化制造设备的公司，产品包括：医疗及辅助手术机器人、工业机器人、服务机器人和科教机器人。公司与天津大学合作开发“妙手 S”机器人已进入临床试验阶段，2-3 年后有望实现产业化应用。

图 32：妙手机器人



数据来源：公司官网，东北证券研究所整理

天津大学在医疗机器人领域一直处于较先进水平，其与南开大学和天津医科大学总医院联合研制的妙手 A(MicroHand A)被誉为我国首个机器人医生，是国内首台微创外科手术机器人。“妙手 A”系统是国家 863 计划项目，在机器人系统机械设计、主从控制、立体图像与系统集成等关键技术取得了重大突破，被中国科学院院士熊有伦等 7 位专家组成的鉴定委员认定为填补了国内空白，达到国际领先水平。

国内自主研发的“妙手 A”系统最终成本将只有国外产品的 1/3 ~ 1/2，耗材也不会那么脆弱，未来推向市场后将有助于降低同类产品的价格与维护成本，把机器人手术的费用大大降低。

并且“妙手 A”系统在很多技术指标上，已经走在了达芬奇系统的前面。比如，首次设计完成四自由度小型手术工具，可完成复杂的缝合打结运动操作；通过信号的异地、远程传输，不远的将来甚至可以让北京的医生对异地任何一个有条件的医院的病人进行手术，从而大大提高医疗效率，减少医疗成本。

5.4. 国内公司同比估值

表 9: 国内知名医疗机器人公司

公司名称	流通市值 (亿元)	最新股价 (元)	EPS(元)			PE(倍)		
			2016E	2017E	2018E	2016E	2017E	2018E
博实股份	106	20.33	0.36	0.42	0.55	56	48	37
楚天科技	24.59	29.96	0.76	0.91	1.07	39	33	28

数据来源：东北证券，Wind

作者简介:

崔洁铭，复旦大学化学系博士毕业，现任东北证券研究咨询分公司生物医药行业分析师，2015年加入东北证券研究所。看好医药行业的新趋势和新发展，基于严谨的数据分析对投资进行指导。

梁静静，东北证券研究咨询分公司医药行业分析师，2年医药产业经验。熟悉医药产业经济、政策环境等行业信息，了解医药领域尖端技术、产品和模式，并以此判断行业和公司的发展趋势和成长性。

重要声明

本报告由东北证券股份有限公司（以下称“本公司”）制作并仅向本公司客户发布，本公司不会因任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。

本报告中的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。报告中的内容和意见仅反映本公司于发布本报告当日的判断，不保证所包含的内容和意见不发生变化。

本报告仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或征价。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证券买卖建议。本公司及其雇员不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，在任何情况下，我公司及其雇员对任何人使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

本公司或其关联机构可能会持有本报告中所涉及的公司所发行的证券头寸并进行交易，并在法律许可的情况下不进行披露；可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务、财务顾问等相关服务。

本报告版权归本公司所有。未经本公司书面许可，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，须在本公司允许的范围使用，并注明本报告的发布人和发布日期，提示使用本报告的风险。

若本公司客户（以下称“该客户”）向第三方发送本报告，则由该客户独自为此发送行为负责。提醒通过此途径获得本报告的投资者注意，本公司不对通过此种途径获得本报告所引起的任何损失承担任何责任。

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，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师。本报告遵循合规、客观、专业、审慎的制作原则，所采用数据、资料的来源合法合规，文字阐述反映了作者的真实观点，报告结论未受任何第三方的授意或影响，特此声明。

投资评级说明

股票 投资 评级 说明	买入	未来 6 个月内，股价涨幅超越市场基准 15% 以上。
	增持	未来 6 个月内，股价涨幅超越市场基准 5% 至 15% 之间。
	中性	未来 6 个月内，股价涨幅介于市场基准-5% 至 5% 之间。
	减持	在未来 6 个月内，股价涨幅落后市场基准 5% 至 15% 之间。
	卖出	未来 6 个月内，股价涨幅落后市场基准 15% 以上。
行业 投资 评级 说明	优于大势	未来 6 个月内，行业指数的收益超越市场平均收益。
	同步大势	未来 6 个月内，行业指数的收益与市场平均收益持平。
	落后大势	未来 6 个月内，行业指数的收益落后于市场平均收益。

东北证券股份有限公司

中国吉林省长春市

自由大路1138号

邮编：130021

电话：4006000686

传真：(0431)5680032

网址：http://www.nesc.cn

中国上海市浦东新区

源深路305号

邮编：200135

电话：(021)20361009

传真：(021)20361159

中国北京市西城区

锦什坊街28号

恒奥中心D座

邮编：100033

电话：(010)63210866

传真：(010)63210867

销售支持

冯志远

电话：(021)20361158

手机：13301663766

朱一清

电话：(021) 20361105

手机：18601607177

朱登科

电话：(021)20361101

手机：15802115568