


2015.08.25

评级: 增持
 上次评级: 增持

国内康复机器人投资机会优于手术机器人

——服务机器人之医疗机器人行业深度报告

	吕娟 (分析师)	黄琨 (分析师)	王浩 (分析师)
	021-38676139	021-38674935	0755-23976068
	lvjuan@gtjas.com	huangkun010844@gtjas.com	wanghao013539@gtjas.com
证书编号	S0880511010047	S0880513080005	S0880513090004

细分行业评级

服务机器人	增持
医疗机器人	增持

本报告导读:

国内康复机器人投资机会优于手术机器人, 受益标的金明精机、机器人、楚天科技、迪马股份、美的集团等。

摘要:

- **结论:** 国内康复机器人投资机会优于手术机器人。①我国康复机器人供需缺口巨大, 多种政策推动百亿级市场; ②国内残疾人家庭收入和消费水平, 决定本土高性价比康复机器人将占据更大份额。③手术机器人虽然绝对空间更大, 但外资份额过高, 竞争格局短期不利于国内企业。维持服务机器人行业增持评级, 给予医疗机器人子行业增持评级。受益标的金明精机(300281.SZ)、机器人(300024.SZ)、楚天科技(300358.SZ)、迪马股份(600565.SH)、美的集团(000333.SZ)等。

相关报告

自动化设备:《服务机器人: 钢筋铁骨的“逆行者”》	2015.08.19
自动化设备:《服务机器人进入爆发式增长阶段 万亿空间可期》	2015.03.10
自动化设备:《凭借工程师红利分享工业机器人千亿盛宴》	2013.05.26

- **医疗机器人蓬勃发展, 成长空间巨大。**①由于病患需求不同, 医疗机器人细分市场众多, 主要由康复机器人、手术机器人及护理机器人等构成。②根据 WinterGreen Research 预测, 康复机器人和手术机器人行业规模将分别由 2014 年的 2.2、32 亿美元增长到 2021 年的 32、200 亿美元, 年均复合增速分别为 46.6%、29.9%, 前者增速更快, 后者绝对量更大。
- **康复机器人存在巨大供需缺口, 支持政策推动百亿级市场空间, 消费群体收入特征决定国产康复机器人大有可为。**①我国肢体残疾基数庞大, 加之老龄化进程, 国内康复科室和康复设备供给严重不足, 与临床需求存在巨大缺口。②残疾人医疗即将纳入医保, 将推动医疗康复需求, 医疗康复器械有望迎来春天。同时康复机器人政策频出, 预计还将在“十三五”规划中迎来利好。③假设未来二级以上医院康复医学科数量近 1 万所, 即便一所医院配一台康复设备, 单价在数十万至数百万元之间, 则市场空间百亿级规模。④残疾人家庭在医疗康复上面临着更为严重的经济约束, 结合我国残疾人家庭收入和消费结构现状, 与国外进口的康复机器人相比, 本土康复机器人具备高性价比优势, 将占据更高市场份额。
- **手术机器人虽然绝对空间巨大, 但国产化路途漫漫。**手术机器人行业规模庞大, 同时国外手术机器人如达芬奇等市场份额很高, 技术壁垒相对较高, 且通过医疗器械认证周期较长, 考虑到我国手术机器人发展现状, 竞争格局处于相对不利位置, 国产化路途漫漫。
- **风险因素:** 产业化进程可能会较慢。

目录

1. 核心投资逻辑.....	3
2. 医疗机器人蓬勃发展，成长空间巨大.....	3
2.1. 医疗机器人是专业服务机器人重要分支，细分行业众多.....	3
2.2. 康复机器人增速更快，手术机器人绝对量更大.....	6
3. 康复机器人：百亿空间，国内企业更有作为.....	6
3.1. 国内肢体残疾基数高及老龄化，康复机器人供需缺口巨大.....	6
3.2. 国内多种政策频出，利好康复机器人发展.....	8
3.2.1. 残疾人医疗纳入医保，康复器械有望迎来春天.....	8
3.2.2. 康复机器人政策频出，“十三五规划”还将迎来利好.....	9
3.3. 国内康复机器人百亿级市场空间可期.....	9
3.4. 消费群体收入特征决定国产康复机器人大有可为.....	10
3.5. 国外康复机器人：外骨骼迅猛发展，其他领域各领风骚.....	11
3.5.1. ReWalk Robotics：深耕民用领域的外骨骼机器人龙头.....	11
3.5.2. Ekso Bionics：军工与民用齐飞的外骨骼机器人.....	13
3.5.3. Rex Bionics：不需要拐杖的外骨骼机器人.....	14
3.5.4. Cyberdyne：炫酷的 HAL 外骨骼产品有望盈亏平衡.....	15
3.5.5. AlterG：专注反重力跑步机和仿生退康复机器人.....	17
3.5.6. Hocoma：专注功能性康复机器人.....	17
3.6. 国内康复机器人：初见端倪，在路上.....	18
3.6.1. 璟和技创：Flexbot 已经开始批量临床应用.....	18
3.6.2. 广州一康：智能康复机器人已完成样机制造.....	19
3.6.3. 安阳神方：上肢康复机器人研发、制造先行者.....	19
3.6.4. 深圳迈康信：全球首创医用实时监测康复机器人.....	20
3.6.5. 清华大学：国内康复机器人的先驱之一.....	21
3.6.6. 中科院深圳先进技术研究院：下肢外骨骼进展快速.....	21
3.6.7. 天津大学：“神工一号”产业化应用临近.....	22
4. 手术机器人：产业化进程较慢，市场格局相对稳定.....	23
4.1. 达芬奇机器人一枝独秀，垄断格局不易打破.....	23
4.1.1. 达芬奇，手术机器人中的战斗机.....	23
4.1.2. Stryker，刚刚进入手术机器人的老牌医疗公司.....	24
4.1.3. 达芬奇先发优势较为明显，新进入者细分领域较易突破.....	25
4.1.4. 国产手术机器人多处于研发或临床试验阶段.....	26
4.2. 开发周期+潜在风险导致手术机器人推广受阻.....	27
4.2.1. 从研发到临床，路漫漫其修远兮.....	27
4.2.2. 手术机器人并非万无一失，医疗纠纷难以避免.....	28
5. 相关标的分析.....	28
5.1. 金明精机（300281.SZ）.....	28
5.2. 机器人（300024.SZ）.....	29
5.3. 楚天科技(300358.SZ).....	29
5.4. 迪马股份（600565.SH）.....	30
5.5. 美的集团(000333.SZ).....	30
5.6. 博实股份（002698.SZ）.....	30

1. 核心投资逻辑

结论：国内康复机器人投资机会优于手术机器人。①我国康复机器人供需缺口巨大，多种政策推动百亿级市场；②国内残疾人家庭收入和消费水平，决定本土高性价比康复机器人将占据更大市场份额。③手术机器人虽然绝对空间更大，但外资份额过高，竞争格局短期不利于国内企业。维持服务机器人行业增持评级，给予医疗机器人子行业增持评级。受益标的金明精机(300281.SZ)、机器人(300024.SZ)、楚天科技(300358.SZ)、迪马股份(600565.SH)、美的集团(000333.SZ)等。

医疗机器人蓬勃发展，成长空间巨大。①由于病患需求不同，医疗机器人细分市场众多，主要由康复机器人、手术机器人及护理机器人等构成。②根据 WinterGreen Research 预测，康复机器人和手术机器人行业规模将分别由 2014 年的 2.2、32 亿美元增长到 2021 年的 32、200 亿美元，年均复合增速分别为 46.6%、29.9%，前者增速更快，后者绝对量更大。

康复机器人存在巨大供需缺口，多种支持政策推动百亿级市场空间，消费群体收入特征决定国产康复机器人大有可为。①我国肢体残疾基数庞大，加之老龄化进程，国内康复科室和康复设备供给严重不足，与临床需求存在巨大缺口。②残疾人医疗即将纳入医保，将推动医疗康复需求，医疗康复器械有望迎来春天。同时国内康复机器人政策频出，预计还将在“十三五”规划中迎来利好。③假设未来二级以上医院康复医学科数量近 1 万所，即便一所医院配一台康复设备，单价在数十万至数百万元之间，则市场空间在百亿级规模。④残疾人家庭在医疗康复上面临着更为严重的经济约束，结合我国残疾人家庭收入和消费结构现状，与国外进口的康复机器人相比，本土康复机器人具备高性价比优势，将占据更高市场份额。

手术机器人虽然绝对空间巨大，但国产化路途漫漫。手术机器人行业规模庞大，同时国外手术机器人如达芬奇等市场份额很高，技术壁垒相对较高，且通过医疗器械认证周期较长，考虑到我国手术机器人发展现状，竞争格局处于相对不利位置，国产化路途漫漫。

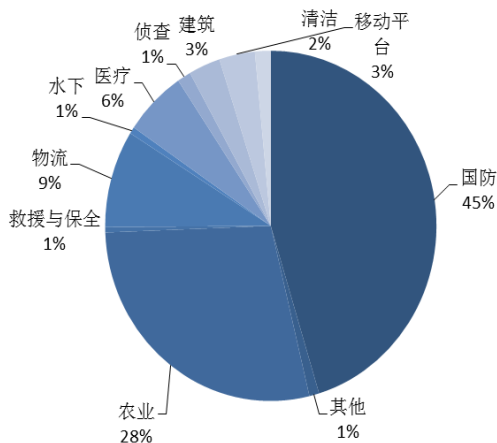
风险因素：产业化进程可能会较慢。

2. 医疗机器人蓬勃发展，成长空间巨大

2.1. 医疗机器人是专业服务机器人重要分支，细分行业众多

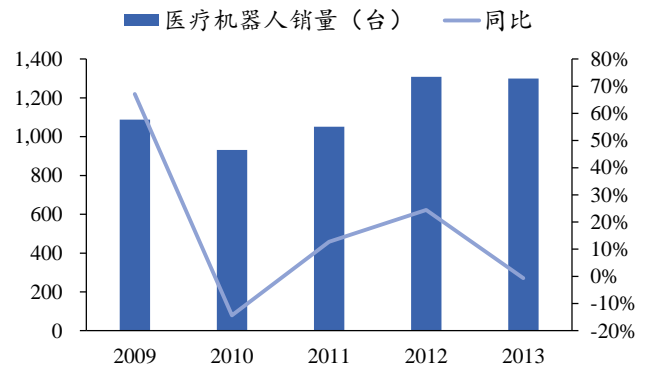
服务型机器人分为专业和家用/个人两大类，根据 IFR 统计口径，专业服务机器人应用领域广泛，其中国防、农业、物流、医疗是前 4 大应用，2013 年销量占比分别为 45%、28%、9%、6%。2013 年全球医疗机器人销量数量达到 1300 台，销售额达到 14.5 亿美元，大抵同比持平。

图 1: 医疗机器人是专业服务机器人重要分支, 占比 6%



数据来源: IFR、国泰君安证券研究

图 2: 医疗机器人 2009-2013 年增速相对平稳



数据来源: IFR、国泰君安证券研究

医疗机器人集医学、生物力学、机械学、机械力学、材料学、计算机图形学、计算机视觉、人工智能、数学分析、机器人等多学科为一体的新型交叉研究领域, 主要应用于伤病员的手术、救援、转运和康复。根据用途划分, 医疗机器人大致可以分为手术机器人、康复机器人、护理机器人、救援机器人和转运机器人。

表 1: 医疗机器人的主要种类

种类	主要用途	公司及产品
手术机器人	即内窥镜手术器械控制系统, 自身选位准确、动作精细、消除术者手部抖动和减少疲劳, 避免病人感染等。	Computer Motion 产品 ZEUS、Intuitive Surgical 产品 da Vinci
康复机器人	自动执行任务的人造机器装置, 用以取代或协助人体的某些功能, 在康复医疗过程中发挥作用; 可细分为辅助型和治疗型两种。	Mike Topping 产品 Handy1、Rewalk Robotics 产品 Rewalk
护理机器人	一般用来辅助护士完成相关的护理工作, 如病人翻身、更换床单等护理, 以及食物、药品、医疗器械、病志的传送和投递、与病人对话、提供数据和影响支持等工作。	日本机械工程研究所开发的 MELKONG、TRC 产品 HelpMate
救援机器人	主要担任危险条件下的救援工作, 在火灾、地震和战场等场合下救出伤病员, 必须具有规避导航能力, 还要有一定的自主完成任务能力。	Vecna 产品 VECNA's BEAR
转运机器人	主要用于危重病患者的特殊检查、挪动、转床、手术和麻醉前后的接送和战场伤病员的后送, 避免伤病员的再损伤。	燕山大学和 Fumio Kasagami 研制的 C-Pam 转运机器人

数据来源: 国泰君安证券研究

按照《上海康复机器人路线图研究报告》的分类, 康复机器人按功能康复方式分类, 可以分为功能替代型、功能辅助型、功能恢复型、以及功能恢复与辅助复合型等 4 种类别。康复机器人每一个细分领域下, 都有不同的康复机器人此类, 功能、外形存在一定差异。

表 2: 康复机器人的主要种类

大类	子类	次类	研发公司及产品	
医疗训练用 康复机器人	功能恢复型（非穿戴式）	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	
	功能恢复与辅助复合型	非穿戴式	移动式助行康复机器人	
		穿戴式	外骨骼上肢神经康复机器人	宾夕法尼亚大学 TITAN ARM; 柏林工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 HAL-5; 本田技术研究所基础技术研究中心;
			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;
功能代偿型	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 Victhom Human Bionics 的 POWER KNEE		
	智能辅助机械臂			
生活辅助用 康复机器人	功能辅助型	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	
		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;	
	其他	移位机器人	RI-MAN 机器人、ROBEAR	
		陪护机器人	Giraff	
		导盲机器人		
		娱乐辅助机器人		
		其他		

数据来源:《上海康复机器人路线图研究报告》

相对其他服务机器人, 医疗机器人有如下特点: (1) 作业环境一般在医院、街道、家庭及非特定的多种场合, 具有移动、导航、识别及规避能力, 以及智能化的人机交互界面, 甚至具备远程控制能力。(2) 以人为作业对象的医疗机器人, 性能必须满足对状况变化的适应性、对作业的柔软性, 对危险的安全性以及对人体和精神的适应性等。随着机械设计与制造、传感器应用、自动控制、人机交互等技术的进步, 以及人均可支配收入提高导致人们对疼痛、不便的忍耐下降和对健康重视程度的愈益加深, 人们对于医疗机器人的需求在不远的将来将有明显改善。

2.2. 康复机器人增速更快，手术机器人绝对量更大

美国市场调研机构 WinterGreen Research 在 2015 年 3 月份发表报告称，康复机器人行业（这里把康复机器人和外骨骼机器人区别划分）规模将由 2014 年的 2.03 亿美元增长到 2021 年 11 亿美元，预期年均复合增长率为 27.3%；而体外骨骼机器人行业规模将由 2014 年的 1650 万美元暴增到 2021 年 21 亿美元，预期年均复合增长率为 99.8%，几乎年规模翻翻。体外骨骼细分市场增长更快主要自于技术进步带来的康复有效性，相对较为固定的临床康复设备，体外骨骼能直接帮助残疾人或老年人直立行走，体验之前几乎不可能完成的动作，还可以帮助健康人（如士兵）移动速度更快，负载更多，如同漫威动画中的钢铁侠。

如果将康复机器人和外骨骼机器人统一作为康复机器人，则广义的康复机器人市场规模则由 2014 年的 2.2 亿美元增长到 2021 年的 32 亿美元，预期年均复合增长率为 46.6%。同样来自 WinterGreen Research 在 2015 年 3 月份发表报告称，手术机器人行业规模将由 2014 年的 32 亿美元，增长到 2021 年 200 亿美元，预期年均复合增长率为 29.9%。

表 3：医疗机器人细分市场成长空间巨大（亿美元）

种类	2014A	2021E	7 年期间 CAGR
手术机器人	32	200	29.9%
广义康复机器人	2.2	32	46.6%
康复机器人	2.03	11	27.3%
外骨骼机器人	0.165	21	99.8%

数据来源：WinterGreen Research，国泰君安证券研究（备注：1. 不同调研机构统计口径略有差异，数据可能会存在不一致的情况；2. WinterGreen 将康复机器人和外骨骼区别划分，下文将二者统一作为广义康复机器人行业）

3. 康复机器人：百亿空间，国内企业更有作为

3.1. 国内肢体残疾基数高及老龄化，康复机器人供需缺口巨大

肢体残疾主要由骨关节病、脊髓损伤和脑血管疾病等造成。大量存在的骨关节疾病，其疼痛和功能障碍会导致行走能力、劳动力丧失，甚至致残，60 岁以上的老年人 55% 的人患有该病。脊髓损伤主要是由交通事故造成，轻者使损伤者行走能力减弱，重则瘫痪。脑血管疾病是神经系统疾病的常见病，其中以脑卒中患者居多。脑卒中是死亡率最高的三大疾病之一，85% 的脑卒中患者会出现侧肢体运动功能障碍。据专家估计每年我国脑血病新发患者超过 200 万人。

我国肢体残疾基数庞大，且人数仍在递增。相较于 1987 年第一次全国残疾人抽样调查数据，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

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。

表 4: 肢体残疾人数大幅增加

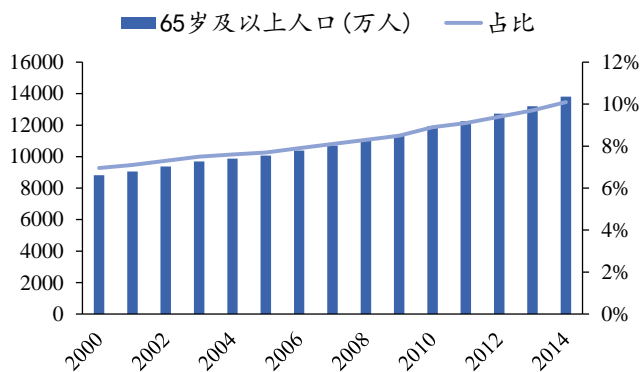
	1987 年		2006 年	
	残疾人数 (万)	总人口比重	残疾人数 (万)	总人口比重
肢体残疾	755	14.62%	2412	29.07%
视力残疾	754	14.61%	1233	14.86%
听力残疾	1770	34.29%	2004	24.16%
言语残疾	-	-	127	1.53%
智力残疾	1017	19.70%	554	6.68%
精神残疾	194	3.76%	614	7.40%
多重残疾	674	13.03%	1352	16.30%
总计	5164	100%	8296	100%

数据来源：国家统计局，国泰君安证券研究（备注：采用基数是当年总残疾人口）

人口老龄化增加了致残几率和残疾人的数量，残疾人年龄结构呈倒金字塔型，年龄越大，比重越高。老年人由于生理机能衰退，脑血管疾病、骨关节病、痴呆等发病率和致残几率增高。

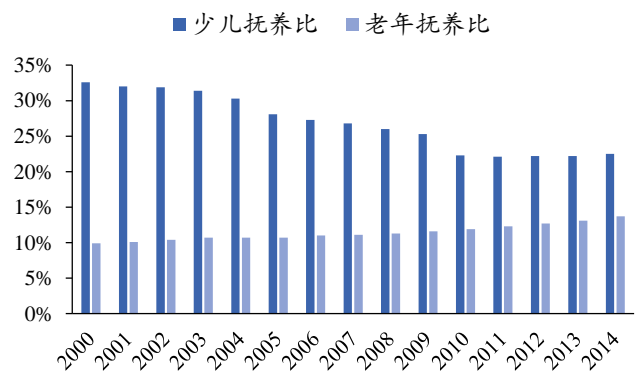
我国已步入老龄化进程，老年人口占比不断攀升。2014 年我国 65 岁以上老年人口数达到 1.38 亿，所占人口比重不断攀升，达到 10.1%；老年人抚养比在 2014 年达到 13.7%，维持不断增加的趋势；少儿抚养比下降伴随着因计划生育和经济增长带来的人口出生率下降。伴随着老龄化过程中的生理衰退是老年人四肢的灵活性下降，并且，在老年人群中存在大量的心脑血管疾病或神经系统疾病患者，且多数患者存在偏瘫症状。

图 3: 老年人口结构占比不断提升



数据来源：国家统计局、国泰君安证券研究

图 4: 老年人抚养比不断增加

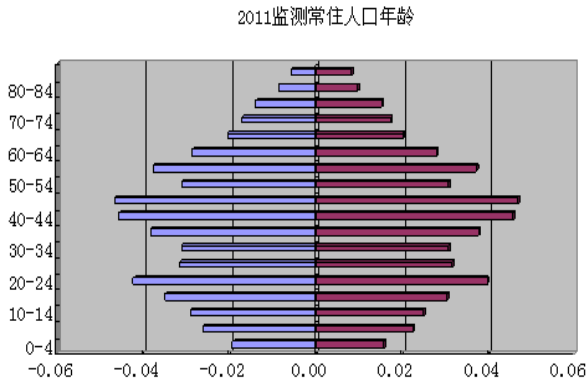


数据来源：国家统计局、国泰君安证券研究

残疾人比重随年龄增加而增加，年龄越大，残疾人比重越高。二次调查中 60 岁及以上的残疾人约有 4416 万人，比 1987 年调查时该年龄段残疾人数增加了 2365 万，占全国残疾人新增总数的 75.5%。2011 年全国残疾人状况监测表示，残疾人的年龄结构不同于全社会人口的年龄结构

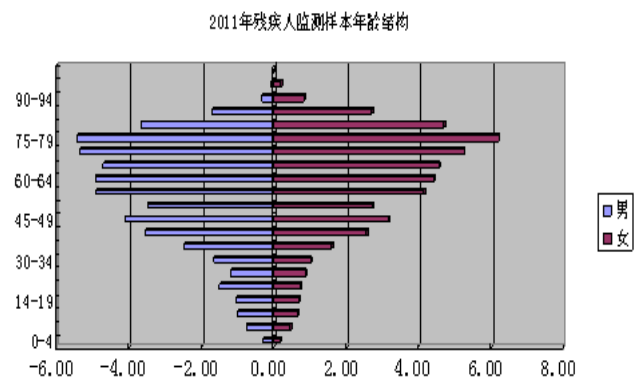
特征，呈现倒金字塔型，残疾人比重随年龄增加而增加。

图 5: 监测样本常住人口年龄结构呈纺锤型



数据来源: 中国残疾人联合会

图 6: 残疾人监测样本年龄结构呈倒金字塔型



数据来源: 中国残疾人联合会

肢体残疾的庞大基数以及老龄化趋势，使得我国康复装备供应和康复临床的需求存在巨大缺口。一方面，医院康复医学科数量不足，康复科室供给和康复装备供应不足。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）。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，截止到 2012 年底，实际拥有康复科的综合医院 3288 家，与要求相去甚远。

另一方面，肢体残疾者接受康复训练服务供给不足，服务供给和残疾者需求存在巨大缺口。根据残联统计，截至 2014 年底，全国共有康复机构 6914 个，开展肢体残疾康复训练服务机构达 2181 个，全国共对 36.7 万肢体残疾者实施康复训练，而我国肢体残疾者有 2400 多万人，因此，康复装备供应与临床需求存在巨大缺口。

3.2. 国内多种政策频出，利好康复机器人发展

3.2.1. 残疾人医疗纳入医保，康复器械有望迎来春天

国务院法制办 2015 年 7 月 20 日发布《残疾预防和残疾人康复条例（草案）（征求意见稿）》，意见稿包含残疾预防、残疾人康复和保障措施三个方面。意见稿明确规定，各级政府应将残疾人纳入基本医疗保险的保障范围支付医疗费用，不能通过基本医疗保险支付费用的残疾人需按照规定给予医疗救助。0 岁至 6 岁视力、听力等残疾儿童等特殊残疾群体将获得免费手术、辅助器具配置和康复训练等服务；国家将多渠道筹集残疾人康复资金，鼓励、引导社会力量通过慈善捐赠等方式帮助残疾人接受康复服务。

2012 年 9 月，镇江人力资源和社会保障网发表“残疾人医疗康复项目纳入医保政策解答”，针对特定对象，将符合规定的部分医疗康复项目如运动疗法、偏瘫肢体综合训练、脑瘫肢体综合训练、截瘫肢体综合训练，以及肢体、视力残疾人和 0-6 岁听力残疾儿童适配辅助器具等，纳入医保政策。

我们认为，将残疾人纳入医保，将在医疗康复需求端提供支持，这将提

高残疾人对医疗康复器械的消费，医疗康复器械有望迎来春天。我们期待未来地方政府给予的政策配合，将进一步打开康复机器人的市场空间。

3.2.2. 康复机器人政策频出，“十三五规划”还将迎来利好

类似工业机器人，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 5: 地方政府积极推动医疗机器人产业发展

部门	时间	发展规划	主要内容
北京市科委	201506	《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。
深圳市政府	201411	《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	201204	《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：政府门户网站，国泰君安证券研究

3.3. 国内康复机器人百亿级市场空间可期

传统的人工或简单的医疗设备已经不能满足患者的康复需求，这也使得人们对于四肢康复设备如康复机器人的需求增大。康复机器人可以减少人员陪护，而且更有成效地帮助病患实现康复。更重要的是，患者、老年人，以及幼儿，即所谓“老弱病残”，对于医疗康复机器人的需求较为刚性，这一片市场需求未来开拓可期。

未来我国康复市场规模达百亿，成长空间巨大。假设未来我国二级以上综合医院的康复医学科建设完全，预测未来二级以上医院康复医学科数量近1万所，这里还不包括社区等康复机构，考虑到康复设备单价在数十万至数百万元之间，即使一所康复医学科配一台设备，市场空间将达

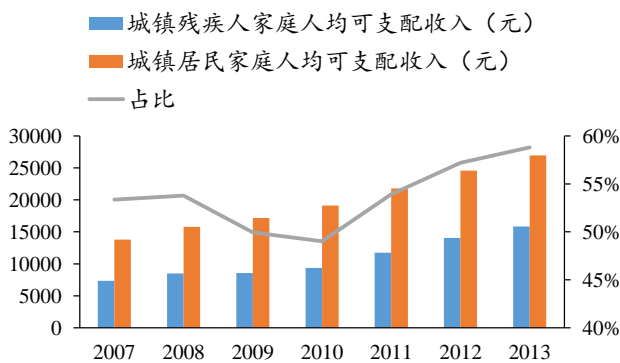
到数百亿元，成长空间巨大。

3.4. 消费群体收入特征决定国产康复机器人大有可为

肢体残疾的主要由骨关节病、脊髓损伤和脑血管疾病等造成，而且随着年龄的增长，老年人由于骨关节、脑卒中等患病风险加大，因此，康复机器人的主要目标群体定位于肢体残疾和老年人。

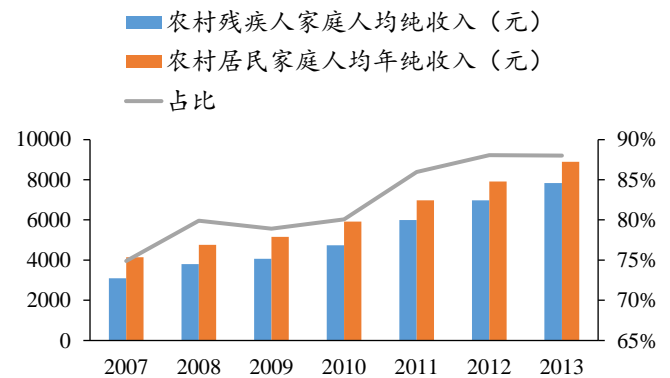
一方面，根据中国残联《2013 年度残疾人状况及小康进程检测报告》的调查，我国城镇残疾人家庭年人均可支配收入为 1.6 万元，相当于城镇普通居民人均可支配收入的 58.8%，而农村残疾人家庭年人均可支配收入为 7830 元，相当于农村普通居民人均可支配收入的 88.0%。这说明残疾人家庭，由于缺乏工作能力，使得家庭收入要低于普通家庭。

图 7: 城镇残疾人家庭人均可支配收入相对较低



数据来源：残联、国泰君安证券研究

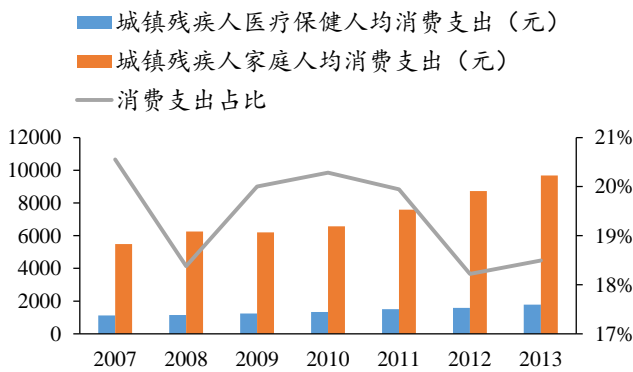
图 8: 农村残疾人家庭人均可支配收入相对较低



数据来源：残联、国泰君安证券研究

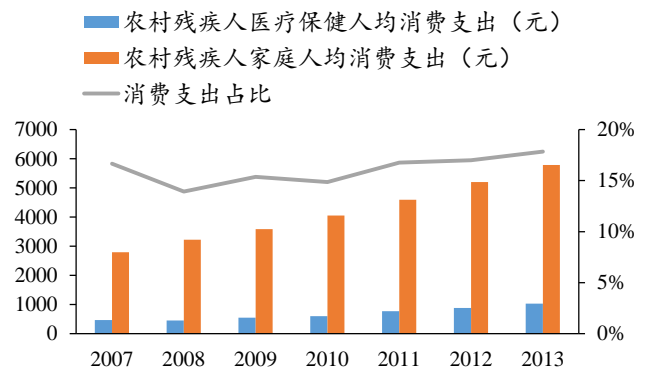
另一方面，城镇残疾人和农村残疾人家庭人均消费性年支出占比中，占比较大的首先是食品支出比重，恩格尔系数分别为 48.4%、48.5%；城镇和农村普通家庭恩格尔系数分别为 35.0%、37.7%，残疾人家庭人均年收入低，恩格尔系数较高。其次，城镇和农村残疾人家庭医疗保健人均消费性年支出分别为 1789 元、1033 元，占总消费支出的比重分别为 18.5%、17.8%；而城镇和农村普通家庭医疗保健人均消费性年支出分别为 1118 元、614 元，占总消费支出的比重分别为 6.20%、9.27%。这表明残疾人家庭负担的医疗保健费用要高于普通家庭，而且占消费总支出比例也高出几乎 10%。

图 9: 城镇残疾人医疗保健占消费支出占比较高



数据来源: 残联、国泰君安证券研究

图 10: 农村残疾人医疗保健占消费支出占比较高



数据来源: 残联、国泰君安证券研究

可以看到, 残疾人家庭人均可支配年收入低于普通家庭, 同时, 人均医疗保健支出占比也高于普通家庭, 因此, 残疾人家庭在医疗康复上面临着更为严重的经济约束, 收入限制了残疾人或老年人对医疗康复的需求, 这也可以表明, 结合我国目前残疾人家庭收入和消费结构情况, 高性价比的康复机器人更适合当前国情。

我国康复机器人的高校研究起步早, 国内公司也在康复机器人产品上实现了样机或者产业化推广。与国外进口的康复机器人相比, 我国本土的康复机器人具备高性价比优势, 将占据较高市场份额。

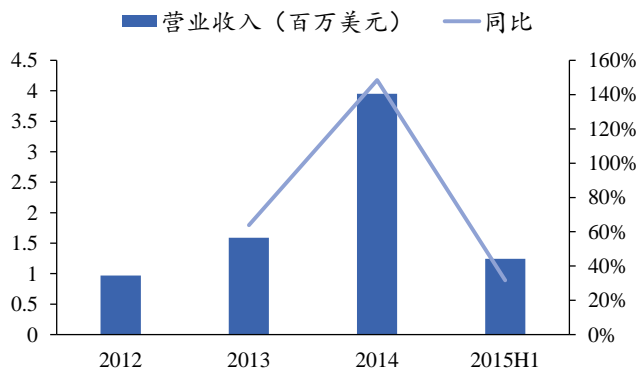
3.5. 国外康复机器人: 外骨骼迅猛发展, 其他领域各领风骚

3.5.1. ReWalk Robotics: 深耕民用领域的外骨骼机器人龙头

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。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 Ofwwk 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。

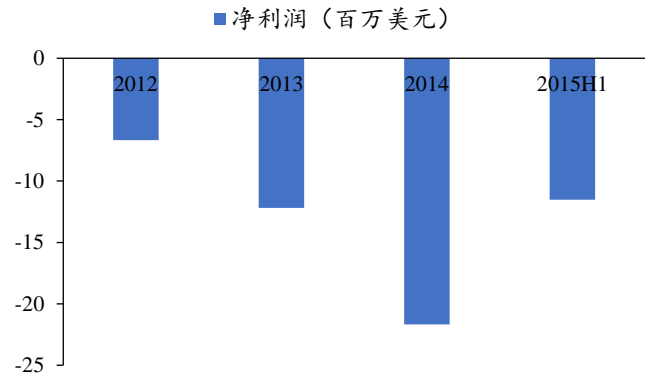
ReWalk Robotics 营业收入增速较快, 但目前增收不增利, 公司亏损有扩大趋势。2014 年公司营收 3.95 百万美元, 同比增长近 1.5 倍; 净利润为 -21.7 百万美元, 亏损同比扩大 78%。公司因业务拓展期间费用翻倍, 且研发费用同比增长 2.5 倍, 达到 8.56 百万美元, 研发强度 (以研发费用/营业收入计算, 考虑了企业间个体差异, 衡量了企业的研发投入水平) 自 2014 年上市以来保持在 200% 以上的高水平, 当下的研发是为了若干年后的产品投放, 高研发强度意味着公司对未来产品的市场容量和销售推广充满信心。

图 11: ReWalk 营收增速较快



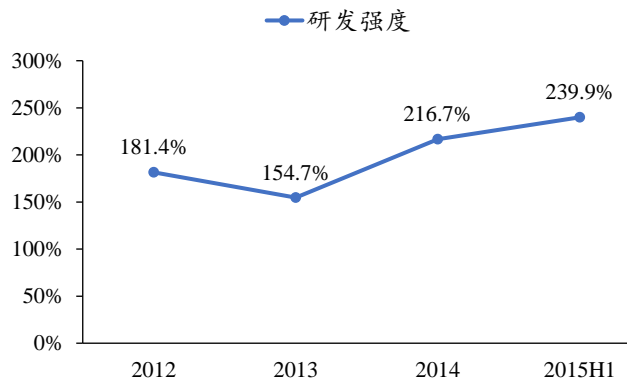
数据来源: Rewalk、国泰君安证券研究

图 12: ReWalk 净利润亏损增大



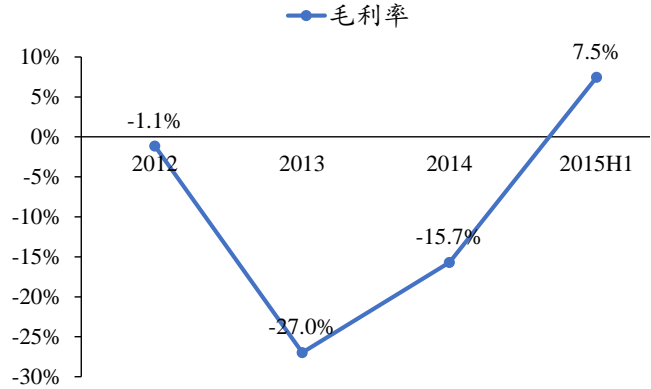
数据来源: Rewalk、国泰君安证券研究

图 13: ReWalk 研发强度保持极高水平



数据来源: Rewalk、国泰君安证券研究

图 14: ReWalk 毛利率近期改善



数据来源: Rewalk、国泰君安证券研究

ReWalk Robotics 旗下共有两款产品，分别是 ReWalk Personal 和 ReWalk Rehabilitation，前者主要适合家庭、工作或社交环境中使用，通过传感器和监控器，使患者站立、行走和爬楼。后者则是用于临床修复，为瘫痪患者提供物理治疗方式，包括减缓瘫痪导致的肢体疼痛、肌肉痉挛、帮助肠道消化系统、加速新陈代谢等。个人版以销售，医院版以销售或出租的方式推出。在美国 27.3 万名瘫痪患者中，接近 80% 的人都遭受着脊髓损伤的痛苦；此外，还有约 20 万多发性硬化症患者，但 ReWalk 系列产品会改变他们的状况。中风和脑瘫患者也是 ReWalk 未来的目标人群。

图 15: ReWalk 通过电池驱动关节部位电机



数据来源: Rewalk

图 16: ReWalk 模仿自然行走的步态



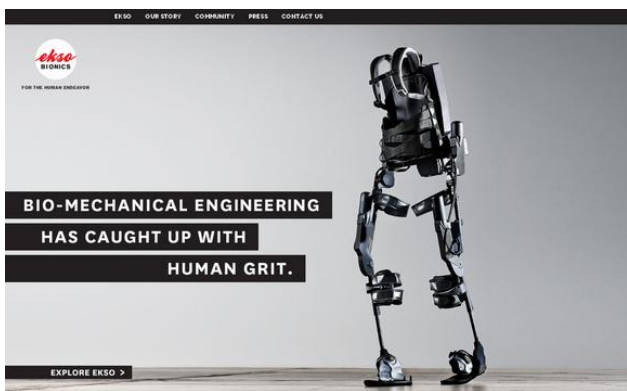
数据来源: Rewalk

ReWalk 的售价在 6.95 万美元到 8.5 万美元之间,产品售价一定程度上影响了患者和老年人的接受力度和受众范围。未来随着规模效应带来的价格降低和政府补助及医疗保险的推广,ReWalk 很可能得到患者和老年人更为广泛的接受。

3.5.2. Ekso Bionics: 军工与民用齐飞的外骨骼机器人

Ekso Bionics 前身是 Berkeley Bionics, 涉足增进人类机能的外骨骼设计和制造领域, 与军方合作十多年。在 2012 年, 公司开始投身研究如何帮助下身瘫痪者。Ekso Bionics 设计、开发及推广的外骨骼或可穿戴机械的应用领域广泛, 包括医疗、军事及工业。Ekso 的康复用仿生机器外骨骼针对脑卒中患者、脊椎损伤者和其他神经疾病患者。Ekso 的设备售价超过 10 万美元, 公司未来计划进一步降低价格。

图 17: Ekso 外骨骼机器人帮助患者站立



数据来源: Ekso Bionics

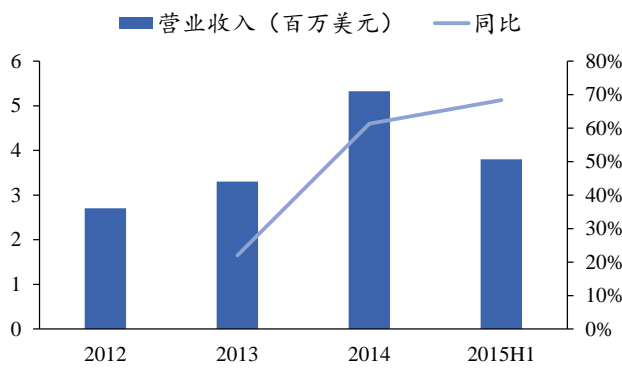
图 18: Ekso 让患者逐步摆脱对轮椅的依赖



数据来源: Ekso Bionics

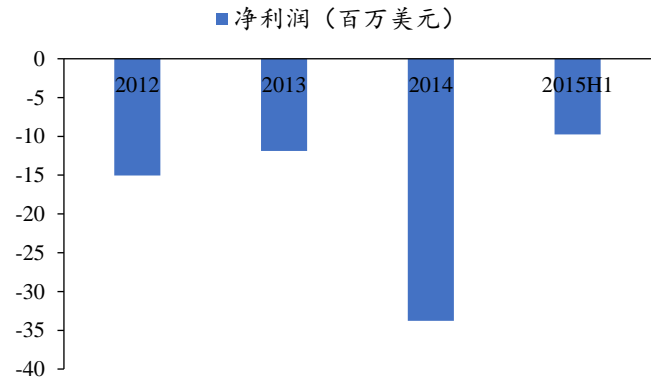
公司营业收入近年来实现了快速增长, Ekso2015 年半年报营业收入 3.80 百万美元, 同比增长 68.3%; 与 ReWalk 相似, 公司目前增收不增利, 近年来一直处于亏损状态, 2015 年上半年净利润亏损 9.76 百万美元。公司 2015 年上半年研发费用 2.73 百万美元, 目前研发强度较高, 近年保持 70%左右的高度。

图 19: Ekso 营收增速同比上升



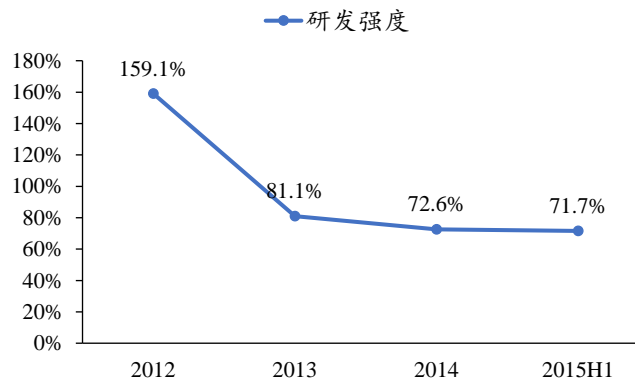
数据来源: Ekso、国泰君安证券研究

图 20: Ekso 净利润亏损增大



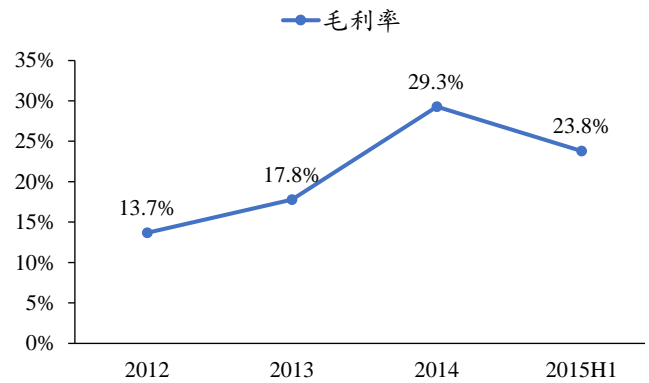
数据来源: Ekso、国泰君安证券研究

图 21: Ekso 研发强度保持高水平



数据来源: Ekso、国泰君安证券研究

图 22: Ekso 毛利率水平相对保持平稳



数据来源: Ekso、国泰君安证券研究

3.5.3. Rex Bionics : 不需要拐杖的外骨骼机器人

Union MedTech Plc 是开发、制造和商业化推广 REX 产品的公司,于 2014 年 5 月收购 Rex Bionics Ltd 的全部股权,同时募集 1000 万英镑,用于 REX 技术的商业化推广,公司也更名为 Rex Bionics Plc。Rex Bionics Ltd 成立于新西兰奥克兰,两位创建者的母亲都是轮椅使用者,因此很能够体谅残障人士的不便以及康复需求。长期使用轮椅会产生许多并发症,比如皮肤感染和血液循环问题,针对脑卒中、脊椎损伤等患者,REX 的体外骨骼能够使患者重新体验到站立、散步和锻炼等,改善健康。

REX 是不需要拐杖的体外骨骼产品,在英国一个独立的 REX 机器人的零售价在 9 万英镑左右。患者使用 REX 产品站立的同时,可以腾出手臂和双手去完成其他工作或娱乐活动。Rex Bionics 提供两种主要产品,即 REX Rehab 和 Rex P (Personal),二者的目标市场分别在专业康复诊所和个人家庭护理市场。二者的主要区别在于 REX Rehab 整合了调整机制,可以使 REX 在 5 分钟内迅速调整以适应患者不同的尺寸大小。对于康复诊疗中心而言,调整机制非常重要,因为它可以使得众多不同的患者在任意一天都能够接受治疗。而个人护理体外骨骼 Rex P 则被设定成患者的特定尺寸,不能被调整,但具有康复诊所中不需要的附加功能。

图 23: Rex Rehab 适用于诊疗中心



数据来源: Rex Bionics

图 24: ReX P 适用于个人家庭护理



数据来源: Rex Bionics

Rex Bionics 至 2015 年 3 月共 16 个月（由于收购，英国会计调整）的营业收入为 17.6 万英镑，净利润亏损为 5.255 百万英镑。公司管理费用较高，达到 5.65 百万英镑，其中，研发费用为 51.1 万英镑，金额高于年营业收入。公司目前主要研发新产品 Rex 3，以及对已有产品的进一步开发，同时也积极地对 REX 产品进行市场开拓。公司目前已经与香港、比利时和荷兰的合作伙伴签订了分销协议，而且未来将积极进入具有极大长期消费潜力的国家，如美国和中国。其中，Rex P 产品目前并没有在美国 FDA 注册，因此还未能在美国市场销售。

3.5.4. Cyberdyne: 炫酷的 HAL 外骨骼产品有望盈亏平衡

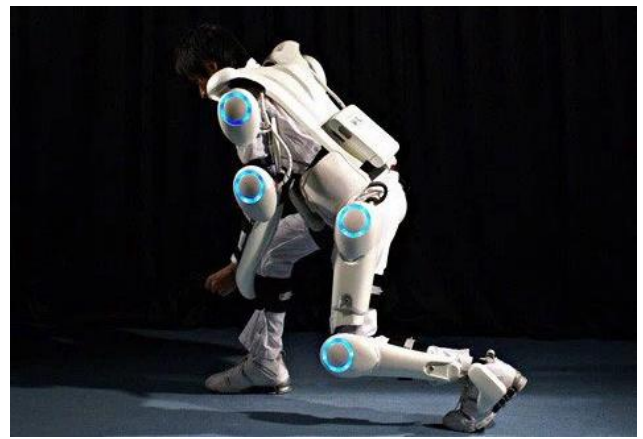
Cyberdyne 由日本筑波大学教授三阶吉行于 2004 年 6 月成立，是一家旨在开发外骨骼机器人的公司，于 2014 年 3 月在东京证券交易所创业板上市，是日本首家生产医用及社会福利事业用机器人的公司上市。Cyberdyne 开发的 HAL (Hybrid Assistive Limb) 可以让残疾人和老年人的日常行动更加便捷安全，在大脑打算移动肢体时，人体神经系统和肌肉会发出微弱电信号，外骨骼上的传感器会持续监测电信号，并作出相应动作。公司 2013 年接收到诊所使用的 EC 认证，积极推广在欧洲的市场，目前打算申请美国 FDA 认证。

图 25: 现场演示 Cyberdyne 的 HAL 外骨骼产品



数据来源: Cyberdyne

图 26: HAL 可用于残疾人和老年人护理

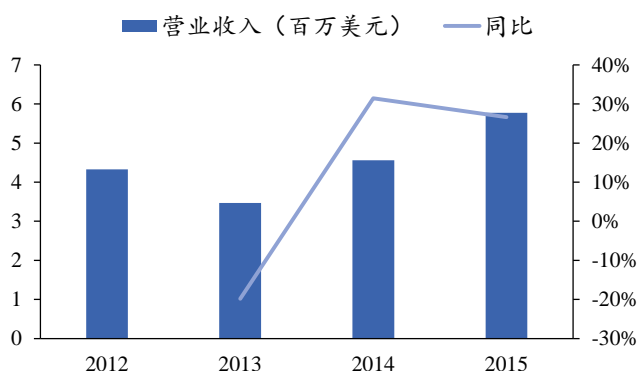


数据来源: Cyberdyne

HAL 产品在日本已售出 400 多套, 在欧洲也售出了约 50 套, 价格大约在 15 万美元。其中, HAL 3 仅提供腿部功能, 而 HAL 5 能够提供手臂、腿和躯干等全方位外骨骼功能。未来, Cyberdyne 还将开发只戴在肘部、膝盖等特定部位的机器人套装以及儿童可穿戴的机器人套装。Cyberdyne 称自 2010 年以来, 东京地区的 150 间医院累计租借了 330 套 HAL。每年的租借费约为 1950 美元。

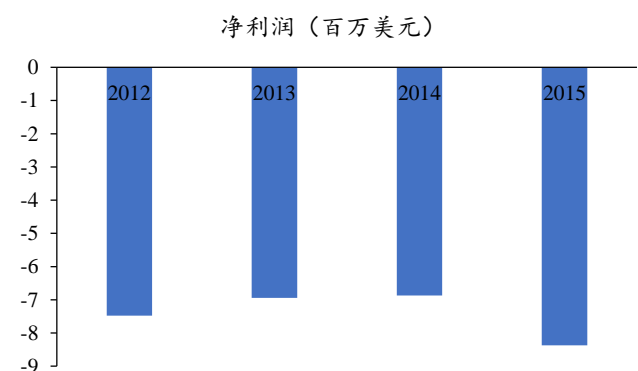
Cyberdyne 2015 年财年营业收入 5.8 百万美元, 同比增长 26.6%, 净利润与其他外骨骼开发公司相似, 处于亏损状态。由于未来广阔市场需求以及技术进步, Cyberdyne 的研发强度也处于高位, 在 150% 的水平左右。相对来说, Cyberdyne 公司的毛利率水平较高, 而由于很多支出用在了标准认证等项目, 营业费用较高的共性, 使得公司盈利状况堪忧, 随着认证的通过以及消费市场的扩大, 公司未来有望达成盈亏平衡。

图 27: Cyberdyne 营收增速同比上升



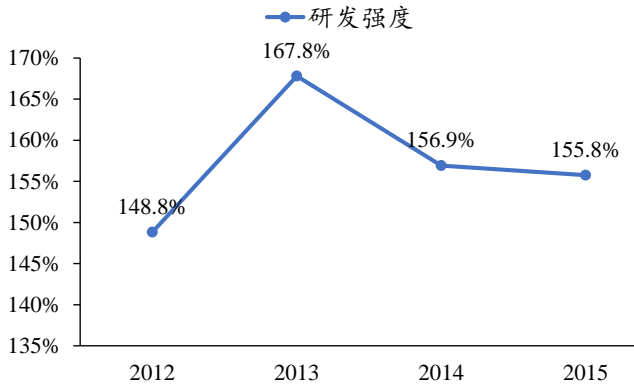
数据来源: Cyberdyne、国泰君安证券研究

图 28: Cyberdyne 净利润亏损增大



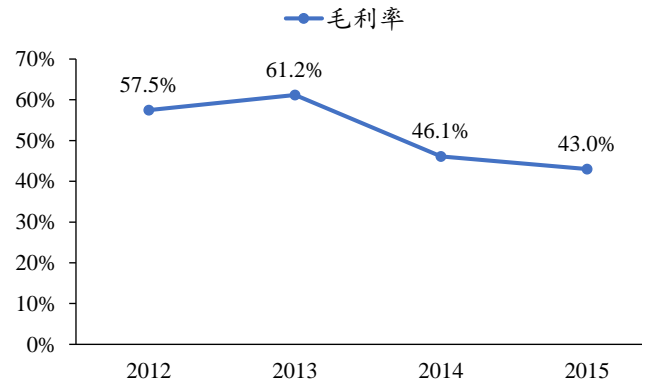
数据来源: Cyberdyne、国泰君安证券研究

图 29: Cyberdyne 研发强度保持高水平



数据来源: Cyberdyne、国泰君安证券研究

图 30: Cyberdyne 毛利率水平近年略有下降



数据来源: Cyberdyne、国泰君安证券研究

3.5.5. AlterG: 专注反重力跑步机和仿生退康复机器人

AlterG 专注于运动调节、物理治疗设备、康复设备、运动损伤治疗, 神经物理治疗等领域。公司主要产品为反重力跑步机和仿生腿。

反重力跑步机采用 NASA (美国国家航空航天局) 研发的气压减重技术, 获得 FDA (美国食品药品监督管理局) 认证并用于医疗康复领域, 为康复医学专家、运动医学专家、教练员、运动员提供了更科学化的训练和康复设备及全新的解决方案。目前该产品已在海外开售, 售价约 35000 美元。AlterG 也生产仿生腿, 是一种可穿戴的, 由患者行动意图控制的机器人教练, 它被临床治疗师用于治疗机动性受损。

图 31: AlterG 主导产品之反重力跑步机



数据来源: AlterG

图 32: AlterG 主导产品之仿生腿



数据来源: AlterG

3.5.6. Hocoma: 专注功能性康复机器人

瑞士 Hocoma 是一家开发、制造并销售功能性运动疗法机器人的医疗技术公司, 由电气工程师 Gery Colombo、生物医学工程师 Matthias Jürg 和经济学家 Peter Hostettler 于 1996 年成立, 致力于提供临床神经康复和高质量的治疗方案。公司主要提供 4 种产品:

1. 强化运动疗法(Lokomat)

Lokomat 是用步态矫正法和机械驱动跑步机训练治疗神经运动障碍造成

的患者中风、脊髓损伤、创伤性脑损伤,多发性硬化症或帕金森病的疗法。

2.上肢的功能疗法(Armeo)。

Armeo 是可持续的治疗因中风、创伤性脑损伤或神经系统疾病导致手臂障碍的疗法。

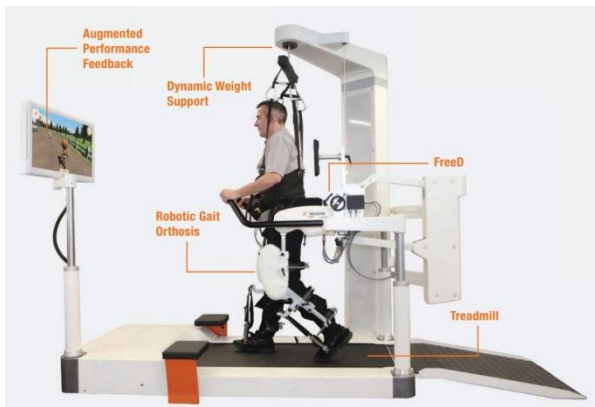
3.病人早期康复和动员(Erigo)

Erigo 是一个集成的倾斜机器人系统,它能促进早期阶段长期卧床病人的神经恢复。

4.针对背部疼痛的功能性运动疗法(Valedo)

Valedo 疗法的概念是最理想的背部疼痛的治疗,提供临床评估和功能锻炼。

图 33: Lokomat 功能性机器人步态疗法



数据来源: Hocoma

图 34: Erigo 早期机器人康复和功能性电刺激



数据来源: Hocoma

3.6. 国内康复机器人: 初见端倪, 在路上

3.6.1. 璟和技创: Flexbot 已经开始批量临床应用

璟和技创推出的多体位智能康复机器人系统(型号: Flexbot)针对脑卒中、颅脑损伤、脊髓损伤等患者辅助康复。Flexbot 为患者提供了一个下肢康复训练的工作站,能准确模拟正常人步态,有效地应用于下肢康复临床训练,提高下肢步行功能训练的康复效果,目前公司产品已销售到各地医院。

图 35: 璟和技创 Flexbot 康复机器人



数据来源: 璟和技创官网

图 36: 患者通过 Flexbot 康复机器人进行步态训练



数据来源: 璟和技创官网

璟和技创股东背景雄厚，在研发和销售渠道上有望得到有力支持。璟和技创由钱璟集团和章和电气合资成立，钱璟集团专业生产运动疗法、作业疗法、牵引系列、治疗用床系列、儿童系列等 24 个系列 450 多个品种的康复产品等。钱璟集团产品销往超过 2000 家医院，是国内康复器械研发、生产和销售领军企业。章和电气业务领域主要在于工业自动化控制、船舶电器、测试测量、康复医疗设备和汽车电子等。

3.6.2. 广州一康：智能康复机器人已完成样机制造

广州一康医疗设备实业有限公司成立于 2000 年，目前主要从事于医疗设备的研发、生产和销售。一康自主研发多个产品已申请了国家发明、实用新型、外观等十几项专利。一康公司在 2004 年已经建立全国的销售网络，于 2007 年形成集团规模，现在拓展长三角高端市场。2009 年在无锡成立研发、制造、销售、服务的平台。

图 37：广州一康下肢智能反馈训练系统针对早期患者康复



数据来源：广州一康官网

图 38：广州一康上肢智能反馈训练系统针对上肢功能障碍



数据来源：广州一康官网

公司主要设备包括：全自动温热间歇牵引系统、自动温热间歇牵引系统、温热牵引系统、全自动起立床、九段位手法床、八段位手法床、反负重训练系统等。当前研发的“智能康复机器人”已经完成样机制造，成功申请国家发明、实用新型、外观等多项专利。

3.6.3. 安阳神方：上肢康复机器人研发、制造先行者

安阳神方康复机器人有限公司的上肢康复机器人主要由计算机、底座、座椅、升降柱、机械臂、电气控制系统和应用管理软件组成，是国内康复机器人行业首家应用于临床、首家取得医疗器械注册证的二类医疗器械产品。

图 39: 安阳神方出品的上肢康复机器人



数据来源: 安阳神方机器人官网

图 40: 安阳神方上肢康复机器人用于上肢康复训练



数据来源: 安阳神方机器人官网

神方上肢康复机器人主要针对上肢运动功能障碍的患者,通过机器人的机械本体和控制系统,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,同时提高患者的上肢运动能力,改善患者的生活质量。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。

3.6.4. 深圳迈康信: 全球首创医用实时监测康复机器人

深圳市迈康信医用机器人有限公司,成立于2014年11月,注册资金3000万人民币,是一家致力于I类、II类及III类医疗器械产品研发、生产、销售的民营科技企业,下设院士专家工作站。由中国工程院院士、哈工大教授蔡鹤皋、哈工大机器人研究所副所长杜志江博导、人体生命体征监测专家汪欣教授、哈工大应用技术研究所副所长李北光研究员、蔺胜照博士后、张凤民博导、周广刚主任医师、张学海博士等组成的研发管理骨干的核心团队。

公司的康复机器人,是全球首创的医用实时监测康复机器人,主要针对残疾人、老年人等行动不便的人群,希望能为他们提供安全可靠的代步工具,目前核心技术均由公司团队研发,已获5项实用国际新型专利。

图 41: 迈康信医用实时监测康复型机器人可解决“爬楼”问题



数据来源：迈康信官网

据深圳商报 2014 年 4 月 11 日报道，医用实时监测康复机器人其特点一是可实时采集心率、血压等各项数据，一旦出现紧急情况，后台就会报警；二是可以进行相关的辅助治疗，包括颈椎理疗、下肢体康复等，并跟医生互动；三是独创性地解决了机器人“爬楼”的业界难题，通过履带及自动平衡装置调节座位与地面平行。此外，还可以根据客户要求自主增减智能模块，实现“私人定制”，功能最简单的款式价格或只需 2 万多元。

3.6.5. 清华大学：国内康复机器人的先驱之一

清华大学是我国最早涉足康复工程领域的高等学校，从 20 世纪 80 年代就开始了康复工程的研究工作，并且承担了大量康复工程方面的研究课题。2000 年，清华大学季林红及其同仁抓住科技部“863”机器人主题的契机，全力展开对神经康复机器人关键技术的研究。作为国内第一套具有自主知识产权的神经康复临床训练系列机器人系统，其提供的治疗训练是十分全面的，整套系统包括：单关节（肩、肘关节）康复辅助训练机器人、上肢复合运动神经康复机器人、腕手部神经康复机器人。系统细分的好处是可以有针对性地对患者进行辅助训练，促进患者的康复。与国外的同类技术相比，季林红教授及其团队研制的神经康复机器人已具备国际领先水平，尤其在将反馈控制技术应用于临床的训练模式以及对缓解痉挛等康复治疗等技术方面。

3.6.6. 中科院深圳先进技术研究院：下肢外骨骼进展快速

根据深圳先进技术研究院 2014 年 7 月 16 日报道，经过近两年的研发，中国科学院深圳先进技术研究院下肢外骨骼机器人项目取得新突破，日前成功实现截瘫病人穿戴机器人站立行走，向产业化应用迈出关键一步。

可穿戴式下肢康复用外骨骼机器人，采用小型化的动力系统及欠驱动机

械结构，运用安全可靠的柔性控制来实现外骨骼机器人稳定的步态，从而实现一位看护照顾多个病人、同步记录病人生理状态、穿戴简便省时省力、训练可因地制宜等多个优势。与国内外同类型机器人相比，深圳先进院外骨骼机器人具有结构紧凑、多控制模式、智能步态规划、康复训练与残障人士助力行走兼顾的特色。

图 42：截瘫病人穿戴中科院深圳先进技术研究院外骨骼机器人站立行走



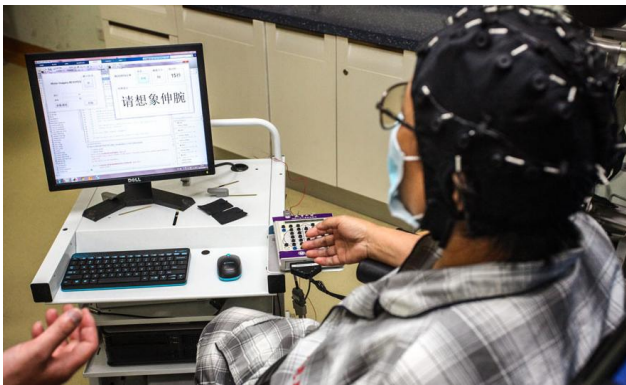
数据来源：中国科学院

该项目团队在两年时间里先后研制出两代机器人样机：第一代样机能够较好地根据实际环境要求调整步态，但还无法很好地实现病患的穿戴行走，其原因在于病患与正常人行走步态的区别以及缺乏临床实验。在第二代样机中，为了能够解决这些问题，项目组成员通过大量的临床实验进行了多方面改进，基于康复机理设计出科学的步态规划。

3.6.7. 天津大学：“神工一号”产业化应用临近

2014年6月14日，纯意念控制人工神经康复机器人“神工一号”系统新闻发布会在天津市人民医院举行，“神工一号”是全球首台适用于全肢体中风康复的“纯意念控制人工神经机器人系统”。据天津日报报道，在“神工一号”演示会上，因中风导致偏瘫11年的患者参与了试验。人工神经机器人系统通过电脑屏幕提示患者做出曲肘、展臂、耸肩、伸膝等动作，患者依照指令集中意念做动作，此时机器人通过安装在患者头皮上的电极来读取脑电信息，解码其中的意念特征，再编码去刺激相应的肢体肌群，患者原本因中风无法运动的肢体在这种刺激下完成了相应动作。

图 43: “神功一号” 纯意念控制人工神经康复机器人



数据来源: 新华网

图 44: 技术人员指导患者使用“神工一号”



数据来源: 新华网

“神工一号”不同于外骨骼机器人。机械外骨骼本质上是把患者嵌在机器里面，人体被动接受机械牵引，并非肌肉主动收缩激活。而“神工一号”与人体自主运动原理一样——利用脑控神经肌肉电刺激，解码大脑的运动意图，模拟神经冲动的电刺激，促使肌肉产生主动收缩，带动骨骼和关节产生自主动作。

目前，“神工一号”已经顺利通过了国家食品药品监督管理局的检测，进入医疗器械注册证申请阶段。包括山东、天津等多家三甲医院甚至已经开始通过科研合作的形式预订了样机。“神工一号”也引起了国内外多家公司和投资者的关注，很多高技术园区都希望“神工一号”能落户其间，培育产业。

4. 手术机器人：产业化进程较慢，市场格局相对稳定

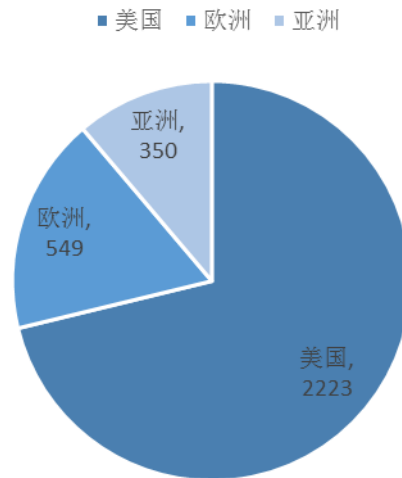
4.1. 达芬奇机器人一枝独秀，垄断格局不易打破

4.1.1. 达芬奇，手术机器人中的战斗机

近 20 年来，伴随着技术的突破和医疗水平的前进，手术机器人已完成了三次升级，从单臂机器人伊索到三臂机器人宙斯，直至最先进的四臂机器人达芬奇。达芬奇系统由美国 Intuitive Surgical (ISRG) 公司开发和制造，1999 年获得欧洲 CE 市场认，次年被 FDA 正式批准投入使用。此手术系统最初主要用于泌尿外科的微创手术，例如前列腺切除手术，现在被越来越多地应用于心外科，妇科以及小儿外科等外科微创手术。

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，欧洲 549 台，亚洲 350 台，我国内地共 29 台，其中 9 台在北京。

图 45: 全球达芬奇机器人装机量已达到 3266 台，美国是第一大市场



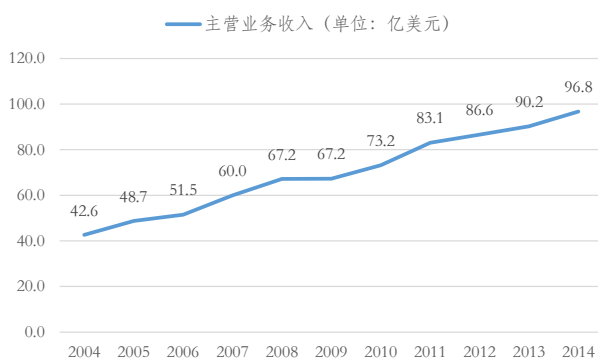
数据来源: Intuitive Surgical 官网、国泰君安证券研究

4.1.2. Stryker，刚刚进入手术机器人的老牌医疗公司

Stryker 公司是全球骨科 356 亿美元市场中最大的公司之一，自从 Homer Stryker 医生于 1941 年研制并生产第一台产品至今，已拥有 30 家现代化工厂。公司产品涉及关节置换、创伤、颅面、脊柱、手术设备、神经外科、耳鼻喉、介入性疼痛管理、微创手术、导航手术、智能化手术室及网络通讯、生物科技、医用床、急救推床等。由于业绩良好，史赛克公司分别被美国著名的《财富》杂志及《Business Week》评为财富 500 强公司及全美 50 大医疗公司之一。

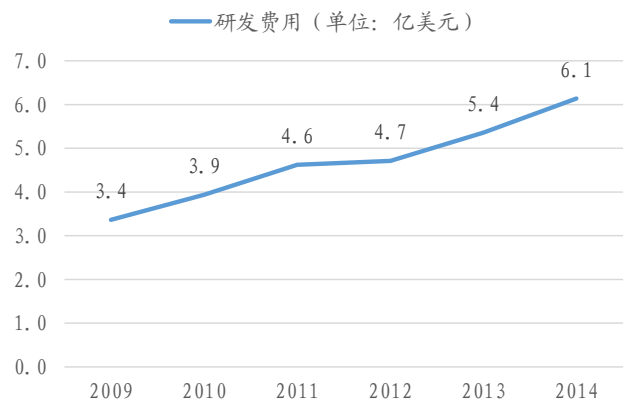
2014 年，公司营业收入 96.75 亿美元，同比增加 7.25%；营业利润 22.26 亿元，同比增加 5.50%。此外，公司研发投入稳步增加，占营业收入比重保持 5%-6%。

图 46: Stryker 公司十年来营业收入不断增加



数据来源: Bloomberg、国泰君安证券研究

图 47: Stryker 公司研发投入稳步增加



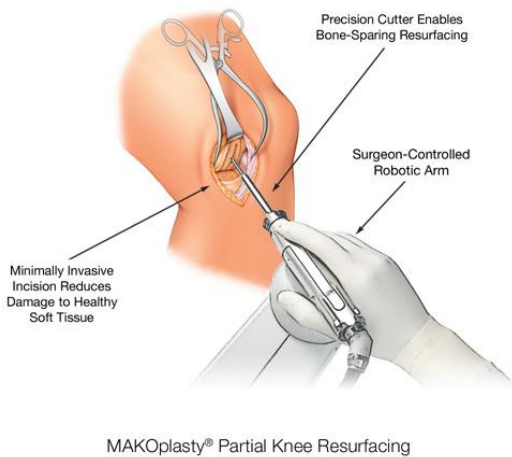
数据来源: Bloomberg、国泰君安证券研究

2013 年，Stryker 以 16.5 亿美元收购 Mako 外科治疗公司及其相关核心技术。Mako 总部位于佛罗里达州，其主打产品包括 Makoplasty 全髋关

节置换系统等。MAKOplasty 由具有高精度性的 RIO® 机械臂系统和创新性的髌膝关节假体系统组成，二者突破了传统工具的限制，用微创的手术方式，精确植入假体，恢复自然的髌关节和膝关节。

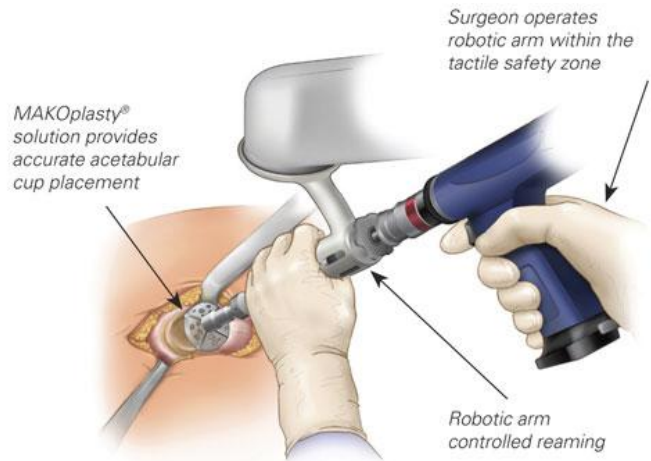
MAKOplasty 膝关节系统针对早到中期膝关节骨性关节炎患者，可进行单间室或多间室的假体置换。允许医生术中实时调整膝关节力线和软组织平衡。并通过微创的手术方式保留更多骨质和组织，病人恢复更快。MAKOplasty 髌关节置换手术可以通过机械臂精确限定关节锉进入的深度并指导方向和角度，从而达到手术更加精确和安全的目的。

图 48: MAKOplasty 膝关节手术机器人系统



数据来源: Stryker

图 49: MAKOplasty 髌关节手术机器人系统

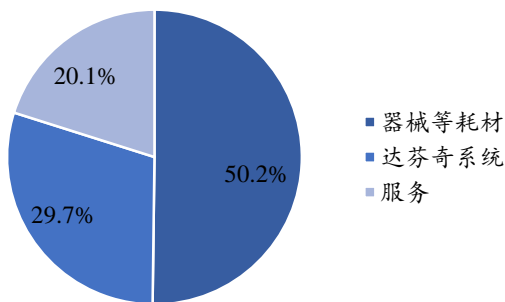


数据来源: Stryker

4.1.3. 达芬奇先发优势较为明显，新进入者细分领域较易突破

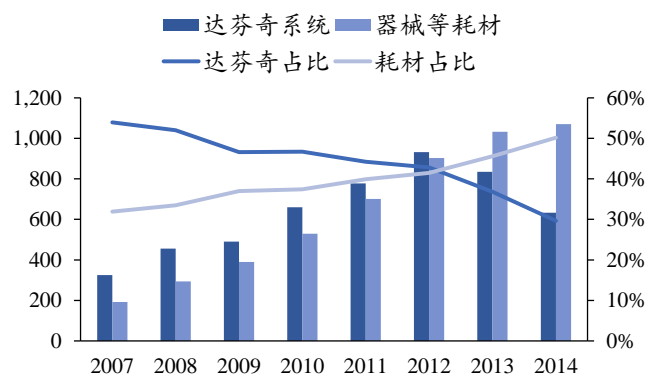
目前，达芬奇系统广泛应用于泌尿外科、心外科、妇科以及心脏手术等科室，在这些领域具有独特的先发优势。先发优势与 ISRG 公司的商业模式有关，ISRG 公司大部分来源于耗材。ISRG 公司的营业收入构成包括器械等耗材、达芬奇系统以及服务，2014 年 ISRG 公司营收贡献最大部分来自于器械等耗材，占 50.2%，达芬奇系统仅占 29.7%。而且近年来耗材营收平稳增长，营收占比持续扩大。

图 50: 2014 年 ISRG 公司耗材营收贡献最大



数据来源: Intuitive Surgical、国泰君安证券研究

图 51: 近年来 ISRG 耗材营收平稳且占比持续扩大(百万美元)



数据来源: Intuitive Surgical、国泰君安证券研究

一方面，由于手术机器人价格高昂，已经采购达芬奇手术机器人的医院若要更换机器，成本太大，且医院必须采用达芬奇系统的配件及耗材，这使得同类竞争公司失去了可趁之机。另一方面，由于外科医生学习使用机器需要一定时间，在达芬奇操作系统得到大范围推广的情况下，换用另一公司的产品也存在较大的学习成本。因此，Intuitive Surgical 公司在手术机器人市场中由于其商业模式具备先发优势，竞争对手难以抢占市场份额。

目前，国际上一些公司已经开始把注意力集中在眼科、神经外科、骨科这些达芬奇系统还未占领的领域，例如 CUREXO Technology 的 ROBODOC 外科手术系统、英国 Acrobot 公司的外科医疗手术系统等。以上提到的手术机器人由于专攻市场小、设备昂贵等缺陷使他们未能在市场上受到特别关注，但也都是手术机器人商品化的成功案例。

表 6: 在细分科室应用较广的机器人系统

名称	公司	适用范围
ROBODOC 机器人	CUREXO Technology	骨科的全髋关节置换手术
SPORT 系统	Titan Medical	普通外科、妇科和泌尿科
Neuro Mate 系统	Integrated Surgical System	神经外科
RIO 系统	MAKO Surgical	矫正膝盖关节
Renaissance 系统	Mazor	脊椎系统

数据来源：国泰君安证券研究

4.1.4. 国产手术机器人多处于研发或临床试验阶段

2013 年 11 月，哈工大机器人研究所研制的“微创腹腔外科手术机器人系统”通过了国家“863”计划专家组的验收，它的出现撕开了达芬奇手术机器人技术垄断的一个小口。2014 年 3 月，由妙手机器人科技集团和天津大学合作研发的“S 妙手”机器人首次用于临床为 3 位患者进行了胃穿孔修补术和阑尾切除术。

图 52: 国内首例国产机器人手术使用了“S 妙手”机器人



数据来源：湘雅三医院

据前瞻产业研究院发布的《2015-2020 年中国医疗器械行业市场需求预测与投资战略规划分析报告》，2014 年国内医疗器械市场总规模将近 2556 亿元，但进口医疗器械的进口金额占据中体市场份额 40%，其中中高端市场上的医疗器械几乎被外国厂商包揽，占比超过 70%。目前，国产手术机器人还大多处于研发或临床试验阶段，距离商业化推广还有一定的距离。

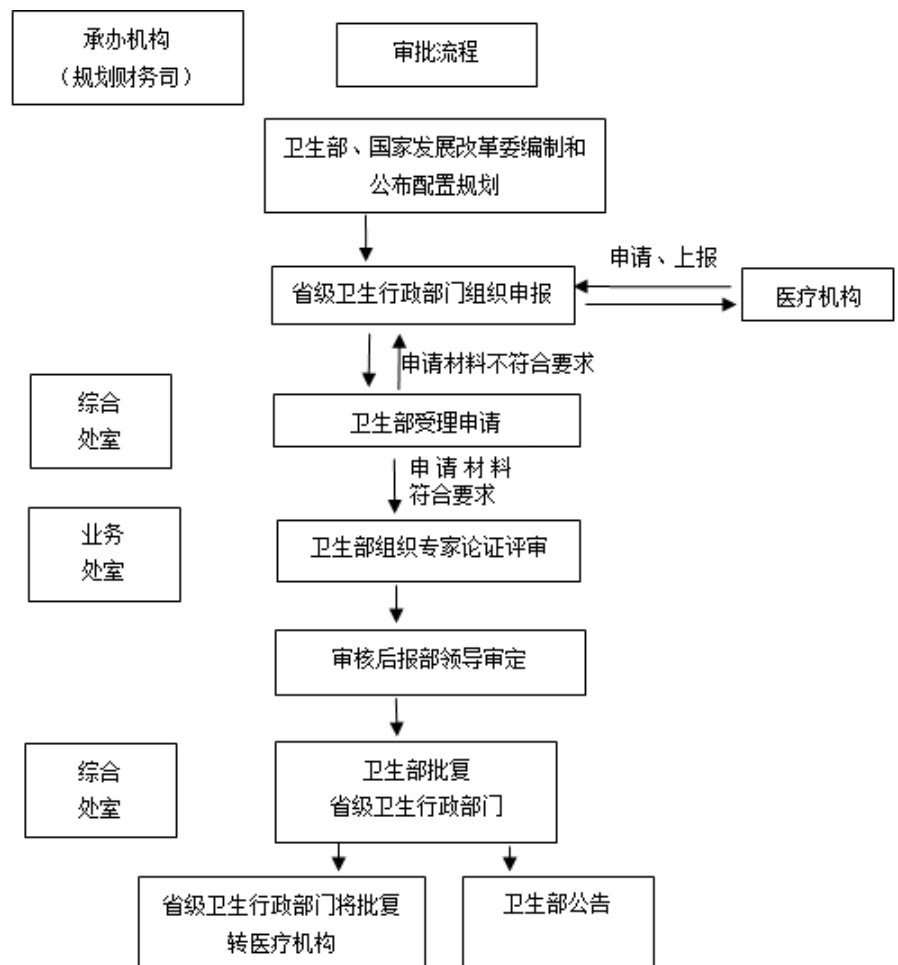
4.2. 开发周期+潜在风险导致手术机器人推广受阻

4.2.1. 从研发到临床，路漫漫其修远兮

尽管世界市场对手术机器人持续认可，但是在中国，由于认证时间长、使用价格昂贵等原因，手术机器人的渗透率和普及率一直较低。

从认证方面来看，国外的研究机构大多采用企业的管理模式，研发、市场、认证的各个环节都有专门的团队跟进，分工明确，效率较高。但在中国，研发团队大多兼担认证的任务，对于繁琐的认证过程显得有心无力。手术机器人属于甲类大型医用设备，需报国务院卫生行政部门审核，一款产品从研发成功到走上手台大约需要 3-5 年的时间。

图 53: 卫生部甲类大型医用设备配置审批流程较长



数据来源：《卫生部甲类大型医用设备配置审批工作制度》、国泰君安证券研究

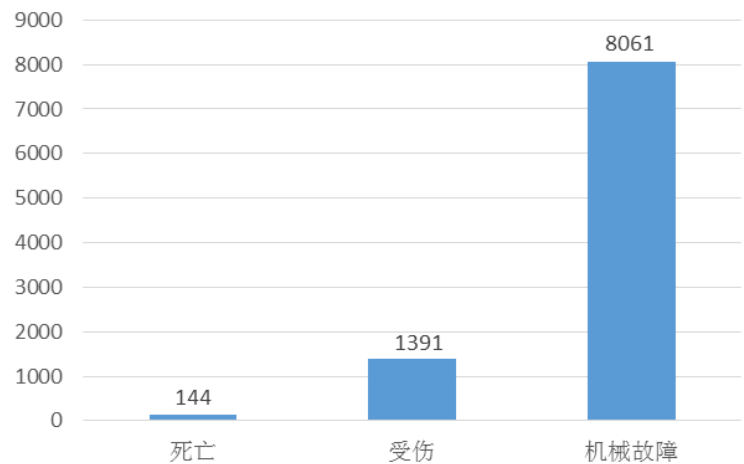
从价格方面来看，以应用最广的达芬奇为例，最新一代系统国内价格在 2500 万左右。其中除了主机费用外，还包括税费、培训费、临床技术支

持费等。如果将成本分摊到每台手术上，机器人手术的价格比传统手术的成本高出 3 万元左右。此外，依靠达芬奇机器人所做手术的费用，目前并未被纳入国家医保报销范围，导致机器人手术的应用也有一定的限制。

4.2.2. 手术机器人并非万无一失，医疗纠纷难以避免

虽然手术机器人提高了手术的精细度，但使用手术机器人做外科手术仍有一定的风险性。随着达芬奇手术机器人的普及，越来越多的专家学者开始担心这项技术的安全性和有效性。伊利诺斯大学香槟分校、MIT 和 Rush 大学的研究人员在预印本网站公开的报告中显示，在 2000 年到 2013 年之间，手术机器人“杀死了”144 名病人，导致 1391 名病人受伤，发生了 8061 次机械故障。

图 54: 手术机器人事故频发



数据来源: e-print arXiv, 国泰君安证券研究

在美国，45 岁的西纳·威尔逊由于其主刀达芬奇机器人在手术中漏电，导致她受到了严重伤害，最终起诉了 Intuitive Surgical 公司。这场官司的判决我们不得而知，但可以确定的是，类似的医疗纠纷是手术机器人的发展普及道路中一块不可忽视的绊脚石。未来对于生产商、医院、医生各方的权责关系，希望能有更好的界定和细分。

5. 相关标的分析

A 股目前医疗机器人公司有金明精机(300281.SZ)、机器人(300024.SZ)、楚天科技(300358.SZ)、迪马股份(600565.SH)、美的集团(000333.SZ)、博实股份(002698.SZ)等，除了博实股份(002698.SZ)瞄准手术机器人外，其他都瞄准康复机器人，所有相关公司目前均处于研发阶段。国内康复机器人投资机会优于手术机器人，受益标的金明精机(300281.SZ)、机器人(300024.SZ)、楚天科技(300358.SZ)、迪马股份(600565.SH)、美的集团(000333.SZ)等。

5.1. 金明精机(300281.SZ)

2015 年 7 月 15 日，金明精机与清华大学正式签署合作协议书，旨在与清华大学联合设立智能康复机器人联合研究中心。针对我国临床医院、

社区、家庭等康复资源短缺和技术落后等问题，联合研究中心的建设目标是构建智能康复机器人相关技术研究平台，研发高端康复机器人相关技术，并在此基础上研发数字化和基于网络化的智能康复系统。公司向联合研究中心三年累计提供经费不少于人民币 1500 万元。此举措意味着公司正式进入服务机器人和医疗健康行业，未来对公司主营业务将会较大的影响。

表 7：金明精机与清华大学联合研究中心的研究方向

项目	
1、面向医院与社区康复的康复训练技术及产品样机	
(1) 偏瘫患者上肢神经康复训练机器人	A. 偏瘫患者减重步行训练康复机器人
(2) 外骨骼步行训练康复机器人	B. 偏瘫患者多位姿下肢康复训练机器人 C. 截瘫助行外骨骼机器人
2、面向社区及家庭康复辅助的产品技术	
(1) 智能假肢	
(2) 残疾人和老年人生活辅助技术产品	A. 辅助老年人和残障者上下楼梯的装置 B. 患者/残障者的卧床洗头护理系统

数据来源：公司公告

5.2. 机器人 (300024.SZ)

根据公司 2014 年年报，研发的骨科牵引机器人为骨科医疗领域的首创性产品，目前公司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。

2014 年度公司从事的主要研发项目中，包括陪护机器人和骨科牵引辅助机械手。其中，陪护机器人重点突破了机器人语音识别与交互算法、网络传感与多传感器的数据融合、机器人辅助老人心理康复、无线网络远程监控与控制等多项关键技术，机器人具有声纹识别、智能聊天、健康检查、远程看病生等多项实用功能，填补国内老人陪护机器人产品的空白。家用陪护机器人为人口老龄化等带来的重大社会服务问题提供解决方案。骨科牵引辅助机械手针对医疗行业中对辅助机器人的需求，完成用于正骨治疗辅助机器人的开发与研制，并形成系列化产品。

5.3. 楚天科技 (300358.SZ)

楚天科技于 2015 年 3 月 12 日表示，公司目前的机器人研究有两个方向，第一个是医药机器人，主要用于提高制药过程的智能化，医用机器人项目已报科技部批准并立项，与华中科技大学合作，预计于 2015 年年底之前会出一个机型的样机。其中，医药机器人可分为两个子方向，一是做集成系统，即通过采购外部的机器人，通过自己整合修改集成系统，然后投入生产线；另一个是应用在关键岗位和工序的机器人，比如产生有毒有害物质和其他的地方，由于制药装备的专用性和特殊性，公司将采用产学研的方式自主研发。

第二个是医疗机器人，方向是骨骼机器人，主要用于老年人和残疾人的助力，与国防科大合作，但技术难度较高，进展较慢。

5.4. 迪马股份 (600565.SH)

迪马股份于 2015 年 4 月 1 日，与电子科技大学签订了《产学研合作协议》，双方将在基于外骨骼技术的个人作业平台、人机耦合技术及助力型外骨骼、康复医疗外骨骼等方面进行研发合作。

5.5. 美的集团 (000333.SZ)

美的集团于 2015 年 8 月 5 日，公告与安川电机计划共同出资 4 亿元人民币设立合资公司，其中，各出资 2 亿元设立合资公司安川美的工业机器人和美的安川服务机器人有限公司，二者注册资本都为 1 亿元。美的安川服务机器人公司将首先聚焦刚需的助老助残机器人、康复护理机器人等商业领域，这表明在老龄化加剧和消费能力提升的背景下，公司试图作为先行者把握未来康复机器人的市场机会。

表 8: 美的与安川合资设立机器人公司

公司	出资比例
1、广东安川美的工业机器人有限公司	
美的	49%
安川	51%
2、广东美的安川服务机器人有限公司	
美的	60.1%
安川	39.9%

数据来源：公司公告、国泰君安证券研究

5.6. 博实股份 (002698.SZ)

2015 年 5 月 12 日，博实股份发布公告，拟投资 1 亿元设立医疗装备领域全资子公司。同时，公司与哈尔滨思哲睿智能医疗设备有限公司（以下简称“思哲睿医疗”）、苏州康多机器人有限公司（以下简称“康多机器人”）、杜志江先生等共同签订《微创外科手术机器人及智能器械项目投资协议书》，拟以博实股份或上述子公司资人民币 2,000 万元认购思哲睿医疗新增注册资本 275 万元，拟占思哲睿医疗整合及增资后注册资本 1,375 万元的 20%。

思哲睿医疗的领军人为杜志江先生，他的团队长期从事微创外科手术机器人、系列化机器人手术器械的研发，处于国内领先的技术水平。目前，公司已研发出两款具有自有知识产权的微创外科手术机器人和系列化机器人手术器械，第一代产品已完成多批次动物实验。第二代产品已完成产品定型，即将进入型式检验，在申请临床实验许可证后，将开展临床实验。如进展顺利，需要 2-3 年时间才能取得医疗器械产品注册。

早在 2013 年底，博实股份即起步开展对智能医疗服务装备个别关键技术的研究。此次成立子公司并认购思哲睿医疗 20% 股份，是公司进军高端医疗装备领域战略的具体实施。

表 9: 相关标的盈利预测表及估值

代码	公司	股价		EPS			PE		
		20150825	2014A	2015E	2016E	2017E	2015E	2016E	2017E
300281.SZ	金明精机	13.28	0.50	0.34	0.46	0.62	39.41	28.94	21.42
300024.SZ	机器人	59.99	0.50	0.71	0.96	1.31	84.70	62.76	45.72
300358.SZ	楚天科技	24.38	1.35	0.77	0.97	1.19	31.67	25.02	20.49
600565.SH	迪马股份	10.58	0.29	0.43	0.47	0.67	24.55	22.38	15.84
000333.SZ	美的集团	23.76	2.49	3.01	3.61	4.29	7.89	6.58	5.54
002698.SZ	博实股份	34.84	0.47	0.53	0.65	0.78	65.75	53.51	44.84

数据来源: WIND (2015-08-25 最新 PE 计算值, 基于 WIND 一致盈利预测预期)、国泰君安证券研究

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格

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或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，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，特此声明。

免责声明

本报告仅供国泰君安证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。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，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。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。

本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。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墙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。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

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，需在允许范围内使用，并注明出处为“国泰君安证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息或进而交易本报告中提及的证券。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议，本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

评级说明

	评级	说明
1. 投资建议的比较标准 投资评级分为股票评级和行业评级。以报告发布后的 12 个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后的 12 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深 300 指数涨跌幅为基准。	增持	相对沪深 300 指数涨幅 15%以上
	谨慎增持	相对沪深 300 指数涨幅介于 5%~15%之间
	中性	相对沪深 300 指数涨幅介于 -5%~5%
	减持	相对沪深 300 指数下跌 5%以上
2. 投资建议的评级标准 报告发布日后的 12 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅。	增持	明显强于沪深 300 指数
	中性	基本与沪深 300 指数持平
	减持	明显弱于沪深 300 指数

国泰君安证券研究

	上海	深圳	北京
地址	上海市浦东新区银城中路 168 号上海银行大厦 29 层	深圳市福田区益田路 6009 号新世界商务中心 34 层	北京市西城区金融大街 28 号盈泰中心 2 号楼 10 层
邮编	200120	518026	100140
电话	(021) 38676666	(0755) 23976888	(010) 59312799
E-mail:	gtjaresearch@gtjas.com		