

投资评级：推荐（维持）

#### 分析师

曲小溪 010-88366060-8712

Email:quxx@cgws.com

执业证书编号:S1070514090001

#### 联系人:

张如许 0755-83559732

Email:zhangruxu@cgws.com

从业证书编号:S1070115070101

李倩倩 021-61680674

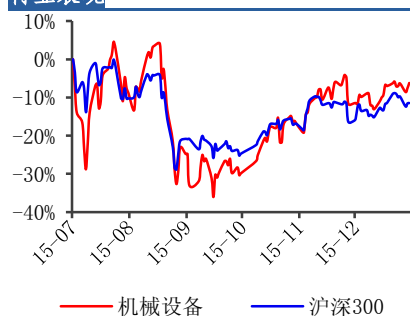
Email:liqq@cgws.com

从业证书编号:S1070115120028

#### 重点推荐公司盈利预测

股票名称	EPS		PE	
	15E	16E	15E	16E
巨星科技	0.53	0.60	40	35
海伦哲	0.07	0.21	310	103
迪马股份	0.41	0.46	28	25
雷柏科技	0.02	0.27	-81	213
楚天科技	0.77	0.97	50	40

#### 行业表现



数据来源：贝格数据

## 行业迎来时代热点：服务机器人

### ——机械设备行业策略报告

#### 投资建议

服务机器人放量是大势所趋，目前已经处于加速蓄势阶段，待技术、产品和销售模式确立后，销售量将必定迎来爆发。从产品成熟度及市场开发程度上看，推荐家庭扫地机器人；从短期催化剂看，推荐关注家庭环保机器人；从平台化和信息化的发展前景来看，推荐关注可穿戴机器人。

#### 要点

- **服务机器人放量是大势所趋，目前是加速蓄势阶段。**从人口老龄化问题、人工成本上升以及人们对于智能化设备的渴望三个方面来看，服务机器人未来的崛起以及市场的巨大潜力是可以被所有人预见的。近年来越来越多的优质公司开始布局服务机器人产业，从国外巨头 Google、软银，到国内的新松、康力、巨星等，加之政策上暖风频吹，催化不断，我们认为这正是服务机器人加速蓄势时期。通过对服务机器人技术和产品的加紧研发和投产，对潜在市场的逐步开拓，对盈利模式的探索和确立，服务机器人的放量爆发是随时可能发生的。本文对各类服务机器人的市场状况、关键技术和代表公司进行了梳理，观点如下。
- **家庭服务机器人——普及程度最高。**扫地机器人由于价格亲民，产品成熟度高，目前是放量最快的服务机器人。环保机器人近期受环境问题和政策的催化明显，预计未来会持续放量，但该行业目前鱼龙混杂，随着国标出台，产品的评价体系完善，我们看好少数具有可靠先进技术的公司脱颖而出。
- **可穿戴机器人——智能终端，前景无限。**可穿戴机器人不仅可以通过传感器、芯片等实现对于人体功能的信息交互，而且，由于携带方便，可穿戴机器人是智能终端的不二选择，能作为大数据的入口端与云端实现通信，给予消费者提供更多更全面的信息和服务。从这点来看，可穿戴机器人的未来前景是无限广阔的。近年来行业翘楚 Fitbit 公司连续实现接近 200% 的复合增长也说明行业正处于前所未有的爆发期。
- **安防机器人——受益安防行业快速发展。**在我国，以防盗监测和安防巡逻为主要内容的智能安防系统发展迅速，近年来行业复合增长率达到了 15.68%，已经形成了一个巨大的市场。安防机器人自动化属性高，人工替代效应明显，势必将受益于行业大发展。安防机器人领域国内外技术差距并不明显，诸如国自机器人之类的国内公司近年来增长迅猛，市场认可度较高。
- **医疗机器人——壁垒高，稀缺性强。**医疗机器人包括手术机器人及康复

机器人等。手术机器人市场目前仅达芬奇一家寡头，由于有 FDA 的证书，且产品经过多年的应用和功能改进，目前该行业壁垒很高，新加入的公司不易抢占份额。外骨骼的康复机器人从 60 年代起就开始有研究，技术储备丰厚，市场潜在的空间也很大，但是市场开拓力量尚不足，典型的 Rewalk 公司仍处于亏损状态。

- **无人机——消费级类无人机市场空间广阔。**由于消费级无人机尚属于起步阶段，随着未来人们户外拍摄的意愿增强，消费水平提高，各类影视作品的拍摄需求增多，我们预计消费类无人机的市场空间仍然非常广阔。大疆科技抓住了航拍产品稀少这个市场痛点，通过性价比高、质量突出的产品拔得头筹，迅速成为了消费级无人机的龙头。
- **服务机器人上市公司标的推荐：**巨星科技、华丽家族、迪马股份、海伦哲、雷柏科技、科远股份。

## 目录

1. 服务机器人的定义及分类 .....	6
1.1 服务机器人定义 .....	6
1.2 服务机器人分类 .....	6
1.3 服务机器人常见技术 .....	8
2. 服务机器人普及势不可挡 .....	9
2.1 时代背景决定机器人代人是大势所趋 .....	9
2.2 市场规模巨大 .....	10
2.3 政策大力扶持 .....	11
3. 家庭服务机器人——目前最普及的服务机器人 .....	13
3.1 扫地机器人——价格亲民，放量最快 .....	13
3.2 扫地机器人龙头——iRobot 公司 .....	16
3.3 环保机器人（空气净化器）——普通家庭面对大气污染的利器 .....	18
3.4 应运而生的环保机器人公司——三个爸爸 .....	21
3.5 教育娱乐机器人——智能化程度高，市场空间大 .....	23
4. 安防机器人——受益安防行业自身成长 .....	25
4.1 安防机器人技术——导航和传感是关键 .....	25
4.2 安保机器人产品介绍——国内外各有千秋 .....	25
5. 可穿戴机器人——智能终端，前景无限 .....	29
5.1 可穿戴设备发展现状——近年来开始井喷 .....	29
5.2 可穿戴设备的关键技术 .....	31
5.3 可穿戴机器人行业翘楚——Fitbit 公司 .....	33
6. 医疗机器人——壁垒高，稀缺性强 .....	36
6.1 手术机器人——垄断程度高，需长期技术积累 .....	36
6.2 手术机器人垄断者——直觉外科公司 .....	37
6.3 外骨骼机器人——技术储备丰厚，但市场开拓不够 .....	39
6.4 外骨骼机器人领先者——Rewalk 公司 .....	43
7. 无人机——消费级市场空间广阔 .....	46
7.1 无人机分类及关键技术 .....	46
7.2 深圳大疆创新科技有限公司——无人机绝对龙头 .....	48
8. A 股上市公司服务机器人标的推荐 .....	52
8.1 巨星科技（002444）：国产机器人快速成长，定增加码机器人业务 .....	52
8.2 华丽家族（600503）：拥有核心技术研发团队，产品蓄势待发 .....	52
8.3 迪马股份（600565）：携手电子科技大学，非公开增发加码外骨骼机器人 .....	53
8.4 楚天科技（300358）：携手国防科大，布局医疗机器人 .....	53
8.5 雷柏科技（002577）：联盟零度智控，PK 大疆科技 .....	54

**图表目录**

图 1: 服务机器人进化史.....	6
图 2: 人口年龄分布预测.....	9
图 3: 老年及少年人口抚养比.....	9
图 4: 人力成本在上升, 而机器成本在下降.....	10
图 5: 过去服务机器人销售额及销量的增长情况.....	10
图 6: IFR 对于未来服务机器人销售额的预测.....	11
图 7: 《中国制造 2025 重点领域技术路线图》对于服务机器人的发展规划.....	12
图 8: 三叶虫 (Trilobite) 智能扫地机器人.....	13
图 9: Roomba 智能扫地机器人.....	14
图 10: 国内外经典扫地机器人价格对比.....	15
图 11: iRobot 产品发展历程.....	17
图 12: iRobot 近年来营收和净利情况.....	18
图 13: 光催化净化原理.....	20
图 14: 三个爸爸主要产品.....	22
图 15: 高达卫士评测结果.....	23
图 16: Pepper.....	24
图 17: Knightscope 公司 K5 机器人.....	26
图 18: 国自智能巡检机器人.....	27
图 19: 国自巡检机器人平台.....	27
图 20: 守护神一号机器人.....	28
图 21: Google 眼镜.....	29
图 22: Apple Watch.....	30
图 23: 2015-2019 可穿戴设备销量预测.....	31
图 24: Intel 微型开发环境 Edison.....	32
图 25: Android Wear 操作系统界面.....	32
图 26: Fitbit 公司产品及功能.....	34
图 27: Fitbit 近年来营收和净利情况.....	35
图 28: 手术机器人.....	36
图 29: 达芬奇机器人系统在全球的配置情况.....	37
图 30: da Vinci Xi 手术机器人.....	38
图 31: 直觉外科公司近年来营收和净利情况.....	39
图 32: 哈迪曼动力外骨骼.....	39
图 33: HAL 外骨骼机器人.....	40
图 34: BLEEX 外骨骼机器人.....	41
图 35: HULC 动力外骨骼.....	41
图 36: XOS 外骨骼机器人.....	42
图 37: 法国“大力神”(HERCULE)3D 效果图.....	42
图 38: Soft Exosuit 的外骨骼机器人衣.....	43
图 39: Rewalk 公司产品.....	44
图 40: 直觉外科公司近年来营收和净利情况.....	45
图 41: 无人机按技术角度分类.....	46
图 42: 无人机按使用领域分类.....	47

图 43: Phantom 3 Professional 无人机.....	48
图 44: Inspire 1 Pro 无人机 .....	49
图 45: OSMO 系列手持云台相机 .....	50
图 46: RONIN 系列手持云台系统.....	50
表 1: 服务机器人分类.....	6
表 2: 服务机器人常见技术.....	8
表 3: 2014 年 11 月扫地机器人网络零售品牌销售量排名 .....	15
表 4: 2014 年 11 月扫地机器人网络零售品牌销售额排名 .....	16
表 5: A 股服务机器人标的梳理.....	52

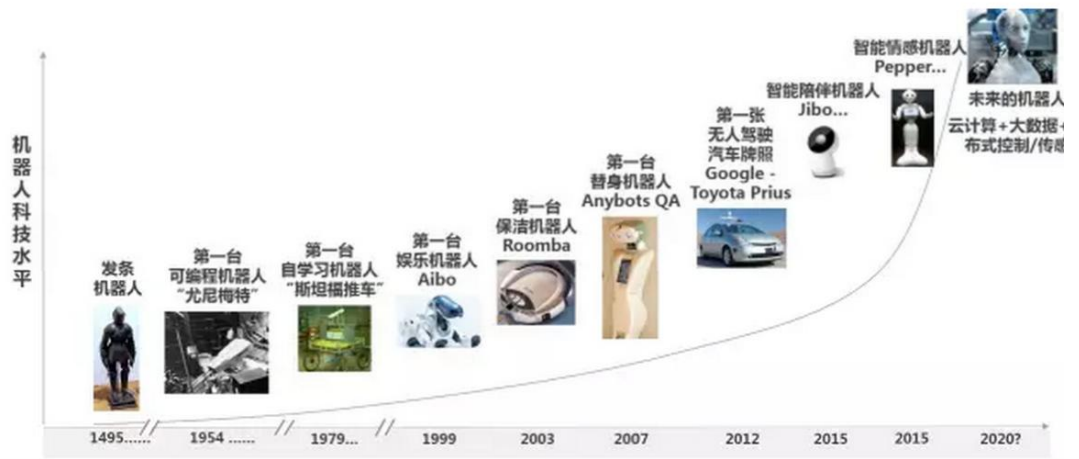
# 1. 服务机器人的定义及分类

## 1.1 服务机器人定义

机器人是自动执行工作的机器装置，既可以接受人类指挥，又可以运行预先编排的程序，也可以根据以人工智能技术制定的原则纲领行动。根据国际机器人联合会(IFR)的分类，机器人可分为工业机器人和服务机器人。

根据维基百科和 IFR 的定义，服务机器人可以理解为能够帮助人类完成某项服务工作的机器人，包括典型的具有重复性、危险性或者远距离的各类工作。从定义就可以看出服务机器人的应用范围相当广，具体可以从事维护清洁、教育、运输、清洗、救援、安防、监护、医疗等工作。

图 1: 服务机器人进化史




资料来源：华兴资本，长城证券研究所

## 1.2 服务机器人分类

服务机器人可以分为专业领域服务机器人和个人/家庭服务机器人。各种典型的专业领域服务机器人和个人/家庭服务机器人如下表所示。

表 1: 服务机器人分类

服务机器人 人大类	具体 种类	简介	图示
个人/家庭 服务机器人	扫地机器人	主要从事家庭卫生的清洁、清洗等工作。传统的清洁机器人在欧美韩日普及度非常高，在中国大陆最近几年也以每年倍增的速度在普及。相对传统清洁机器人，智能清洁机器人包括双模免碰撞感应系统、自救防卡死功能、自动充电、自主导航路径规划、配备广角摄像头、15组感应红外装置、加入路由WIFI等功能	




服务机器人 人大类	具体 种类	简介	图示
环保机器人		以空气净化机器人为例，其中有多种不同的技术和介质，使它能够通过向用户提供清洁和安全的空气。常用的空气净化技术有包括吸附技术、负（正）离子技术、催化技术、光触媒技术、超结构光矿化技术、HEPA高效过滤技术、静电集尘技术等	
互联网智能机器人		以百度的小度机器人为例，其能够通过自然的交互方式，在准确理解用户意图的基础之上，与用户进行信息、服务、情感的交流。小度机器人具有信息、服务、情感三大功能定位：借助百度强大的搜索引擎，不断学习各类知识，努力成为用户获取信息的最佳助手；在广泛索引真实世界服务和信息的基础上，依托强大的搜索及智能技术，为用户提供各种优质服务；基于强大的自然语言理解与情感识别技术，小度机器人具备情感连接能力，能与用户进行感性互动，满足人类的情感与心理需求	
教育娱乐机器人		教育机器人是由生产厂商专门开发的以激发学生兴趣、培养学生综合能力为目标的机器人成品、套装或散件。它除了机器人机体本身之外，还有相应的控制软件和教学课本等。娱乐机器人以供人观赏、娱乐为目的，具有机器人的外部特征，可以像人，像某种动物，像童话或科幻小说中的人物等。机器人可以行走或完成动作，可以有语言能力，会唱歌，有一定的感知能力	
手术机器人		达芬奇手术机器人主要由3个部分组成：医生控制台；由机械操作臂、摄像臂构成的机械臂塔；高精度3D成像视频影像平台。手术时机器人并非自动或按照预先设置的程序进行手术，而是由医生通过操作台，在3D高清影像监视下对机械臂进行主仆式控制，从而完成手术的每一个动作	
专业领域 服务机器人	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	
安保机器人		用于维护社会治安、保卫财产安全或者监控厂房运营情况的机器人，内置GPS、激光扫描、摄像头、麦克风或者气味分析仪等，一旦探测到危机情况便会通知警察局或者监控者	
消防机器人		消防机器人作为特种机器人的一种，在灭火和抢险救援中愈加发挥举足轻重的作用。各种大型石油化工企业、隧道、地铁等不断增多，油品燃气、毒气泄漏爆炸、隧道、地铁坍塌等灾害隐患不断增加。消防机器人能代替消防救援人员进入易燃易爆、有毒、缺氧、浓烟等危险灾害事故现场进行数据采集、处理、反馈	

服务机器人  
人大类

具体  
种类

简介

图示

救援机器人	救援机器人，为救援而采取先进科学技术研制的机器人，如地震救援机器人，它是一种专门用于大地震后在地下商场的废墟中寻找幸存者执行救援任务的机器人。这种机器人配备了彩色摄像机，热成像仪和通讯系统	
水下机器人	水下环境恶劣危险，人的潜水深度有限，水下机器人已成为开发海洋的重要工具。无人遥控潜水器主要有：有缆遥控潜水器和无缆遥控潜水器两种，其中有缆遥控潜水器又分为水中自航式、拖航式和能在海底结构物上爬行式三种	
无人机	利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞机。警用、城市管理、农业、地质、气象、电力、抢险救灾、视频拍摄等行业，无人机的用途广泛	

资料来源：长城证券研究所

### 1.3 服务机器人常见技术

服务机器人的常用技术包括运动及控制技术、感知技术、可靠性技术和仿真技术。

表 2: 服务机器人常见技术

技术大类	技术之类	关键技术点
机器人运动及控制技术	在线步态、运动规划技术	稳定、实时控制，低功耗，运动速度协调
	双臂协调、眼手协调控制技术	立体视觉、手臂空间运动规划和协调技术、图像识别技术、视觉伺服反馈技术
	多指灵巧手控制	力位混合控制，多指同步控制，关节传感技术，手指抓取规划及李规划
机器人感知技术	多传感器信息融合技术	传感器数据融合、实时有效获取环境信息
	视觉定位与导航	图像识别与跟踪
	语音合成与识别	语音识别与声源定位
机器人可靠性技术	机械系统可靠性	多种电机伺服控制，减速系统优化配置，部件疲劳及应力分析
	控制系统可靠性	故障检测、智能修复、安全控制技术
机器人仿真技术	人形虚拟仿真	机器人运动学仿真，机器人动力学仿真
	应用环境仿真	运动、操作环境虚拟，半实物仿真技术
	仿真测试技术	机器人性能评估平台

资料来源：未来伙伴产业调研报告，长城证券研究所

## 2. 服务机器人普及势不可挡

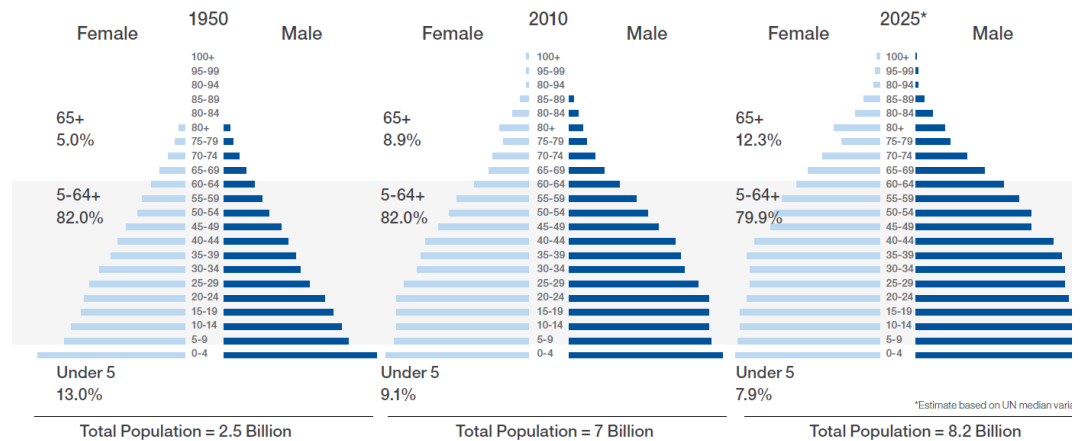
### 2.1 时代背景决定机器人代人是大势所趋

■ 人口老龄化问题日益严重，新生人口却在逐步下滑

✓ 人口老龄化趋势明显

图 2: 人口年龄分布预测

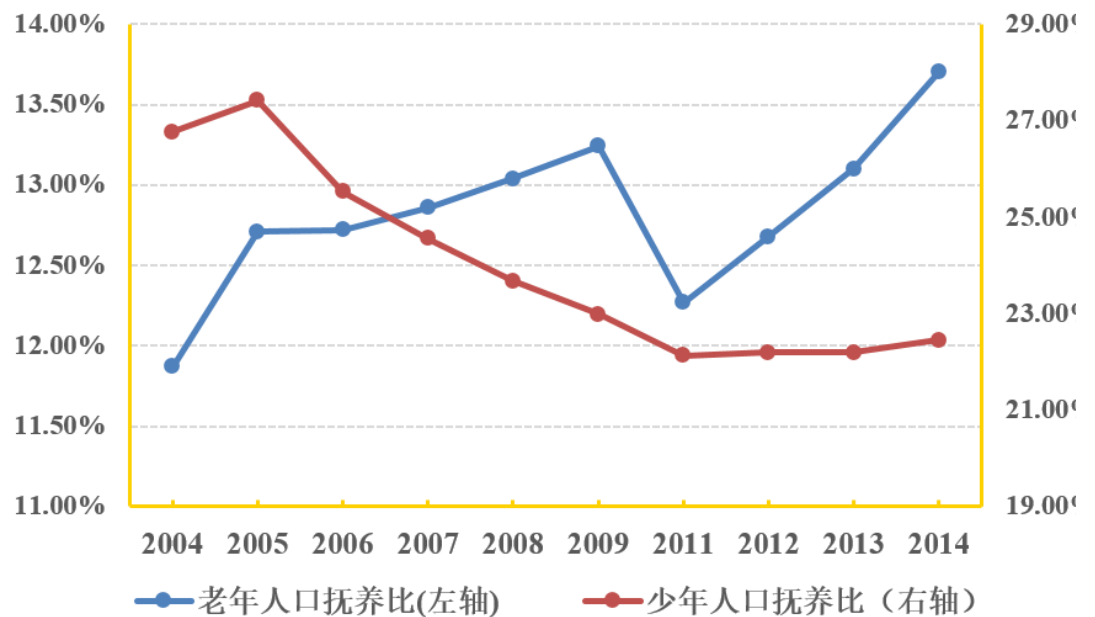
Figure 58: Global Age Distribution



资料来源: United Nations World Population Prospects, 长城证券研究所

✓ 老龄人口占比逐渐上升，而少年人口占比下降明显，未来的劳动力人口占比将逐步减少

图 3: 老年及少年人口抚养比

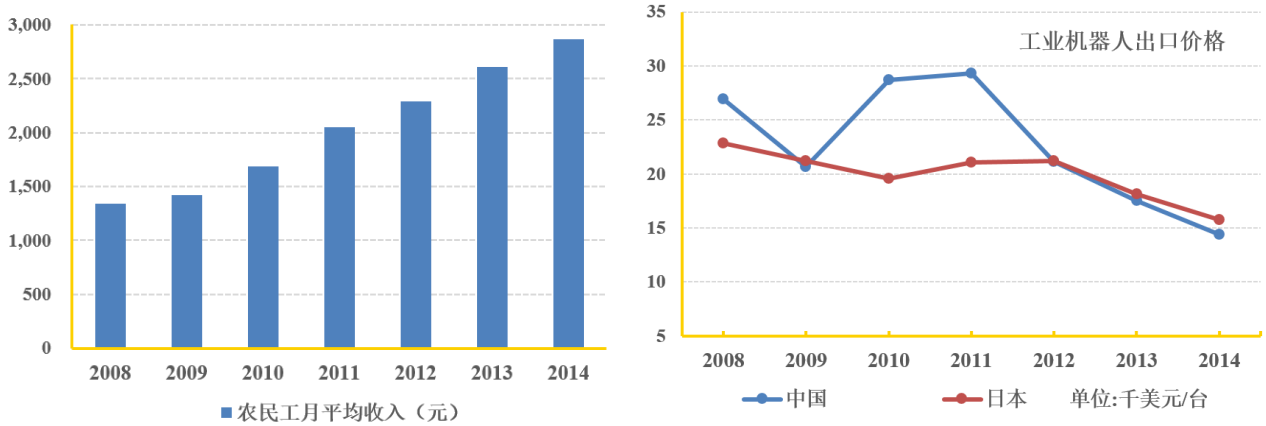


资料来源: Wind, 长城证券研究所

■ 人工成本上升，机器价格下降

从2008年以来，农民工的月平均收入增长了一倍多，而随着科技进步机器人的价格正在逐步下降。

图4：人力成本在上升，而机器成本在下降

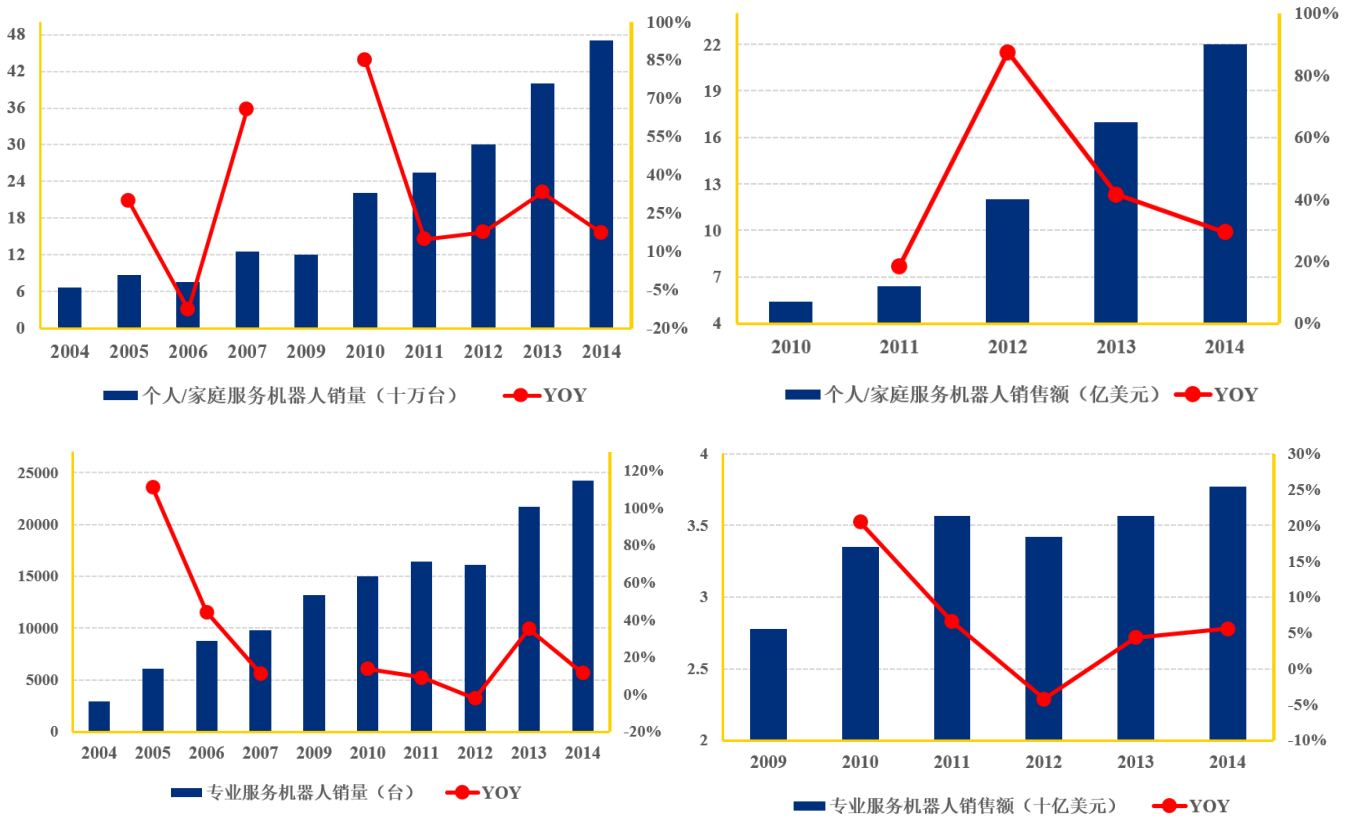


资料来源: Wind, 长城证券研究所

## 2.2 市场规模巨大

■ 过去几年服务机器人增长迅猛，尤其个人/家庭服务机器人销售额，2010-2014年期间已经翻了4倍左右。

图5：过去服务机器人销售额及销量的增长情况



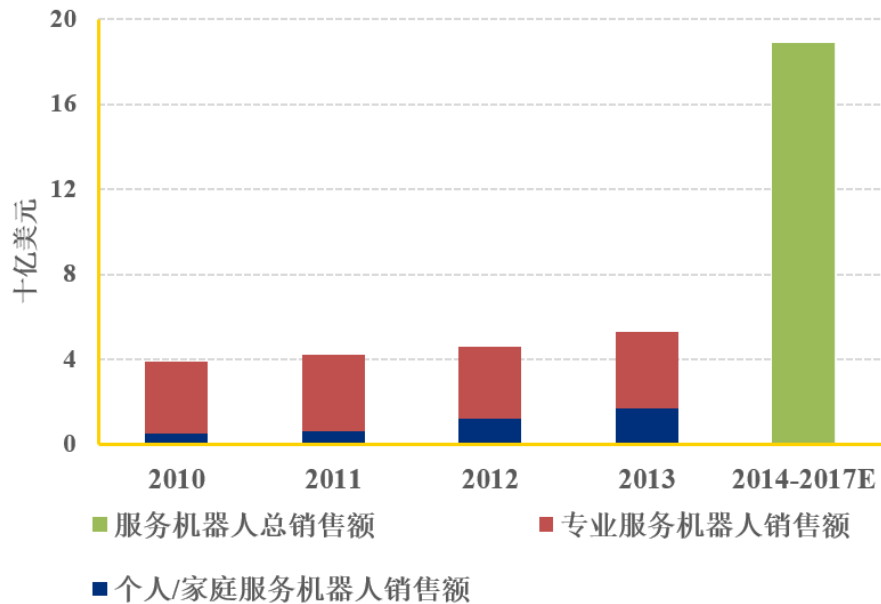
资料来源: Wind, 长城证券研究所

■ 从发达国家服务机器人的发展历史来看，诸如扫地机器人、手术机器人等服务机器人在美国市场渗透率已达到一定水平，增长也趋于缓慢。未来服务机器人的增量市场主要来自于发展中国家的市场渗透率的提升，我们预计在中国服务机器人的爆发就在未来几年。

■ IFR 预测未来爆发式增长

根据 IFR 于 2014 年发布的服务机器人研究报告预测，2014-2017 年服务机器人的市场规模将达到 189 亿美元，相比 2013 年的 52.7 亿美元实现大规模增长。

图 6: IFR 对于未来服务机器人销售额的预测



资料来源: IFR, 长城证券研究所

## 2.3 政策大力扶持

■ 中国制造 2025 明确服务机器人的规划

中国制造 2025 中明确写道：“2020 年，基本建成以市场为导向、企业为主体、产学研用紧密结合的机器人产业体系。服务机器人在养老、康复、社会服务、救灾救援等领域实现小批量生产及应用；新一代机器人的核心技术取得突破；培育出 2-3 家年产万台以上、产值规模超过百亿元、具有国际竞争力的龙头企业，打造出 5-8 个机器人配套产业集群。2025 年，形成完善的机器人产业体系，机器人研发、制造及系统集成能力力争达到世界先进水平。服务机器人实现大批量规模生产，在人民生活、社会服务和国防建设中开始普及应用，部分产品实现出口；新一代机器人样机研制成功，并实现一定规模的示范应用；有 1-2 家企业进入世界前五名。”

重要产品中对于服务机器人的发展规划：“重点开发养老助残、家政服务、社会公共服务、教育娱乐等消费服务领域机器人；重点开发医疗康复机器人、空间机器人、救援机器人、能源安全机器人、无人机等特种机器人。”

图 7: 《中国制造 2025 重点领域技术路线图》对于服务机器人的发展规划

2020年	2025年	2030年
自主品牌服务机器人实现小批量生产及应用	自主品牌服务机器人实现产业化及普及应用	自主品牌服务机器人达到国际先进水平
家庭服务机器人具备家居环境自主认知、自主移动、与互联网及“智能家中”相结合、指令语言理解等功能，可代替人从事简单家务劳动	家庭服务机器人具备移动与多功能手臂结合、灵活安全作业、自主学习、初步自然语言理解等功能，可代替人从事比较复杂的家务劳动	家庭服务机器人具备类人操作、与人共用工具、与人自然交互（语言）等功能
智能轮椅、护理床等养老助残机器人逐步产品化，并实现示范应用	多功能手臂与智能轮椅、护理床等结合，可实现生理信号监测、初步自然语言理解，逐步实现规模化应用，可穿戴智能假肢开始实用化	实现完全可穿戴行为辅助、人意图理解、与人自然交互等功能，养老助残机器人逐步产业化
通用机械臂与多自由度灵巧手术工具结合，仿人结构的上肢、下肢、手指康复机器人等医疗康复机器人逐步产品化	体内手术工具向软体、多手指方向发展，体内靶向移动、操作机器人开始临床应用，生机电融合的康复机器人开始临床应用	软体、多手指、体内移动操作机器人开始产业化，医疗机器人与医学影像系统相融合，医疗康复机器人向个性化自主操作发展
无人机实现预编程控制、动平台起降、静态环境适应能力，以及小型化、大载荷能力	无人机自主能力进一步提高，动态环境适应能力增强，仿生飞行器取得明显进展	无人机环境适应能力进一步增强，可实现多机合作，仿生飞行器开始产业化、规模化应用

资料来源:《中国制造 2025 重点领域技术路线图》，长城证券研究所

- 习近平在致 2015 世界机器人大会贺信中提到：“中国将机器人和智能制造纳入了国家科技创新的优先重点领域，我们愿加强同各国科技界、产业界的合作，推动机器人科技研发和产业化进程，使机器人科技及其产品更好为推动发展、造福人民服务。”
- 世界机器人大会上李源潮副主席的发言节选：“当今世界经济复苏缓慢，中国经济发展进入新常态，各国的转型发展亟需新动力。机器人被誉为“制造业皇冠顶端的明珠”，既是新兴产业的代表，又能通过开发新的需求创造更新的产业。无人机、工业机器人、服务机器人、人工智能机器人的广泛应用，推动了产业的转型升级。”“国际机器人联合会预测，机器人革命将创造数万亿美元的市场。目前，全球机器人市场主要以工业机器人为主，占市场份额的 80%。从未来趋势看，服务机器人将成为热点。今年“双 11”，一款扫地机器人进入网上家电销售前 10 名，销售额甚至超过了小米手机和创维电视。现在，欧美日等发达国家在机器人创新应用方面走在前列，但发展中国家市场潜力巨大。希望大家秉持开放合作的理念，开放市场、开放技术，互利合作、共同发展。”

## 3. 家庭服务机器人——目前最普及的服务机器人

### 3.1 扫地机器人——价格亲民，放量最快

扫地机器人，又称自动打扫机、智能吸尘、机器人吸尘器等，通过传感器的识别感应，和内部微电脑芯片运算，作出判断处理，无需人工操作、看管，就能够自动在房间内完成地板清理工作，一般采用刷扫和真空方式，将地面杂物先吸纳进入自身的垃圾收纳盒，从而完成地面清理的功能。扫地机器人的机身为无线机器，以圆盘型为主。使用充电电池运作，操作方式以遥控器、或是机器上的操作面板。一般能设定时间预约打扫，自行充电。前方设置的感应器，可侦测障碍物，如碰到墙壁或其他障碍物，会自行转弯，并依每间不同厂商设定，而走不同的路线，有规划清扫地区。

#### ■ 扫地机器人技术进展：

- ✓ 2001 年家电巨头伊莱克斯（Electrolux）重磅推出的三叶虫（Trilobite）智能扫地机器人是世界上第一款量产的智能扫地机器人，依靠单片机控制底部车轮自主行动，清洁方面有一个可拆卸滚桶刷和轻型真空泵，采用滚扫为主抽吸为辅的清扫方式。其最大的卖点是采用了仿生技术超声波，如同黑暗中飞行的蝙蝠一般，可以敏捷迅速地觉察出障碍物并绕开。（仿生超声波由于技术门槛和成本较高，使用同样技术的只有台湾 Proscenic 和日本夏普公司）当其完成了清扫任务或内置镍氢电池电量低时，会自动返回电源处充电。三叶虫的储尘箱满后，会自动发出报警音，提请用户清空。机器人还配有磁条，用来限制机器人的活动范围，避免其进入卫生间或者从楼梯上跌下。尽管起初用户们对这款革命性的产品十分追捧，但是很快挑剔的用户就列举了三叶虫的种种不足。在它靠近有尖角的障碍物时，还是会发生碰撞。究其原因，是在这种情况下超声波反射的能量较少，难以检测，在漂亮的房间里放置磁条也很不美观。但是无论如何，圆饼式机体、充电基地加阻挡器已经成为智能扫地机器人的标准配置。

图 8：三叶虫（Trilobite）智能扫地机器人



资料来源：长城证券研究所整理

- ✓ 2002-2006 年期间，iRobot 公司和 Proscenic 公司分别推出各自不同系列的产品。Roomba 系列扫地机器人是 iRobot 公司自 2002 至今一直致力于研发生产的一条产品线。历经十余年的发展，除了较前几代在外观、节能、尺寸、噪音上优化外，最大的技术特征在于将“优化算法”植入了机器人的处理器。“优化算法”的核心是如何在达到 100% 的清扫覆盖率前提下，减少对同一区域的重复打扫。对于智能扫地机器人研究而言，已经从功能完善阶段跨入了性能提升的新纪元。

图 9: Roomba 智能扫地机器人



资料来源：长城证券研究所整理

- ✓ 2007 年至今逐渐有更多公司进入这个市场，投入了更多的人力物力，很大程度上推进了产品技术的进步与整个产业的升级，产品也被更多的普通消费接触到。如今市面上扫地机器人公司众多，有 iRobot、Proscenic、科沃斯、益节、LG、福玛特等。自 2013 年起，扫地机器人已经彻底进入百姓生活，在各大商场、网上店铺到处可见。

#### ■ 国内扫地机器人现状

国产智能扫地机方面，苏州怡凯电器旗下的科沃斯、苏州益节科技的地贝、深圳智宝科技等已经与 Roomba 水平相近，其产品线包含了非接触式、超声波式、红外式、遥控器、磁贴、阻挡器等关键技术。而不少其他国产智能扫地机在技术上仍处于三叶虫一代水平，市场上处于“杂牌”水平，勉强挤入低端市场。国内大部分扫地机器人外型都做的不错，但清扫系统都是模仿一线厂商，在清扫行走算法上受核心专利技术的限制，故机器清扫效果和智能程度与一线的品牌存在较大差异，并且 iRobot 和 Proscenic 都拥有各自清扫系统的外观专利，在欧美等成熟市场，模仿的产品是很难进入的。例如科沃斯魔镜以及益节地贝扫地机器人在国内市场份额较高，但在欧美、日本等国外市场份额较低。

产品价格上，国内外的产品价格差距也较为明显，以 iRobot 和科沃斯的产品价格为例进行对比，iRobot 产品价格普遍是科沃斯产品的 2 倍以上，以下是京东上部分 iRobot 和科沃斯产品的售价比较。

图 10: 国内外经典扫地机器人价格对比



资料来源: 京东商城, 长城证券研究所整理

国内市场份额上, 国内龙头科沃斯占据最高, 其次是 iRobot 和 Proscenic。2014 年 11 月扫地机器人网络零售品牌销售排名显示, 国内市场中科沃斯的销售额占比超过了 50%, 雄踞市场第一, 而 iRobot 和 Proscenic 则分列 2、3 位。

表 3: 2014 年 11 月扫地机器人网络零售品牌销售量排名

排名	品牌	销售量 (万件)	销售量占比
1	科沃斯/Ecovacs	12.6	50.00%
2	憬源丰/Proscenic	1.3	5.30%
3	福玛特/FMART	1.3	5.30%
4	凯力/KAILY	1.1	4.40%
5	艾罗伯特/IROBOT	1.1	4.30%
6	地贝/DiBea	1.1	4.20%
7	智宝/Zebot	0.9	3.50%
8	泰怡凯/TEK	0.6	2.50%
9	博士/BOSS	0.6	2.40%
10	爱格/aige	0.4	1.70%

资料来源: 《全国商情》, 长城证券研究所

**表 4: 2014 年 11 月扫地机器人网络零售品牌销售额排名**

排名	品牌	销售额 (万元)	销售额占比
1	科沃斯/Ecovacs	24923.3	57.10%
2	艾罗伯特/IROBOT	4426.1	10.10%
3	憬源丰/Proscenic	2164.4	5.00%
4	智宝/Zebot	1646.8	3.80%
5	福玛特/FMART	1552.1	3.60%
6	地贝/Dibea	1525	3.50%
7	凯力/KAILY	1450.5	3.30%
8	爱格/aige	453.3	1.00%
9	泰怡凯/TEK	446	1.00%
10	小狗/puppy	388.9	0.90%

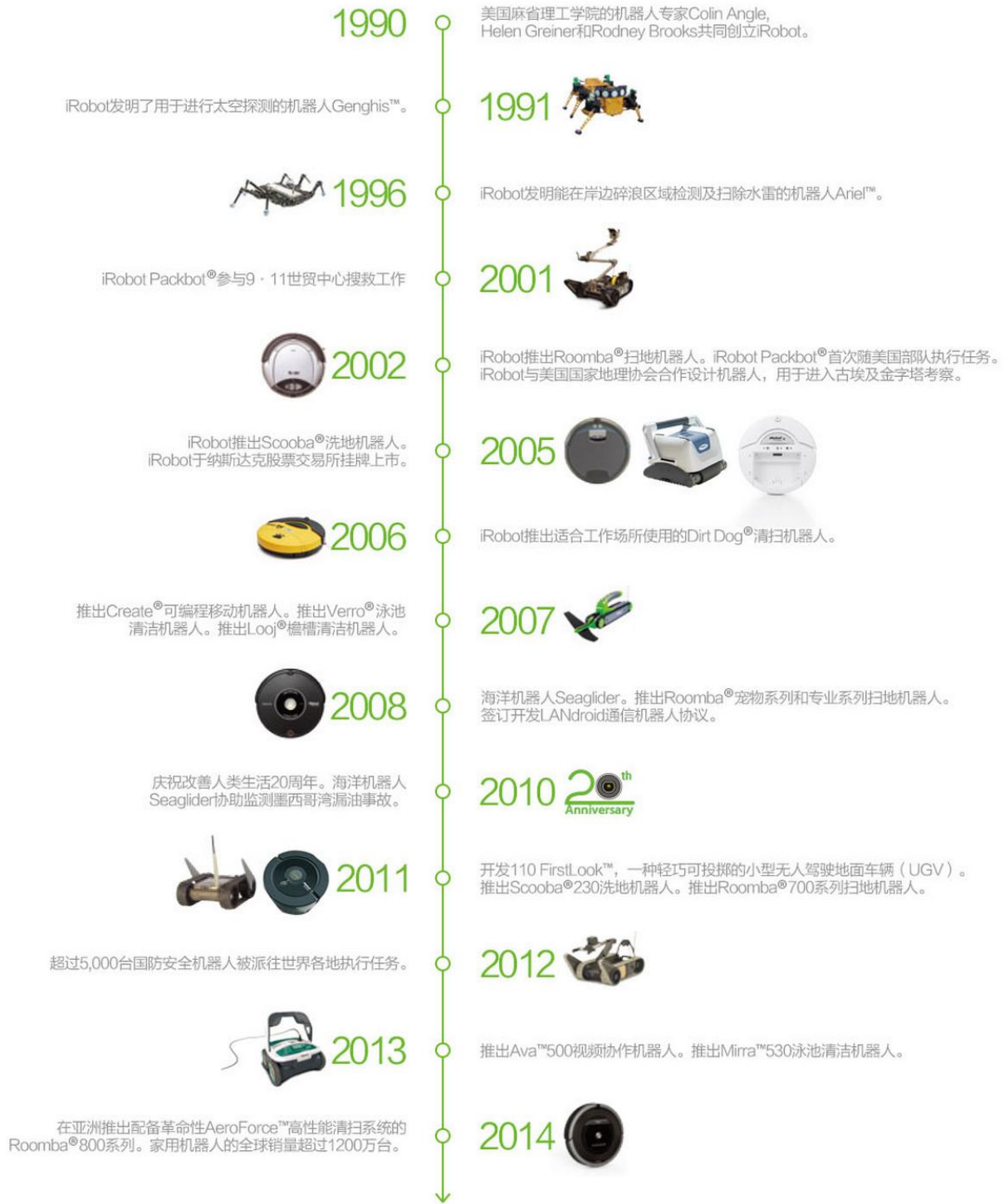
资料来源:《全国商情》, 长城证券研究所

### 3.2 扫地机器人龙头——iRobot 公司

iRobot 是美国纳斯达克上市的机器人公司, 研发实用性机器人超过 25 年。研制的扫地机器人、擦地机器人等全球销量已逾 1400 万台。iRobot 产品独有的技术结合了导航、移动、操控及人工智能领域的最先进概念。iRobot 以机械工业技术进入逐步的在家居清洁这块拓展产品线。它专注与红外线侦测的技术运用, 在这一行业设下技术防线, 为后来的进入的同行者设立了不少技术专利门槛, 造就了高高在上的产品价格。

#### ✓ iRobot 发展历程:

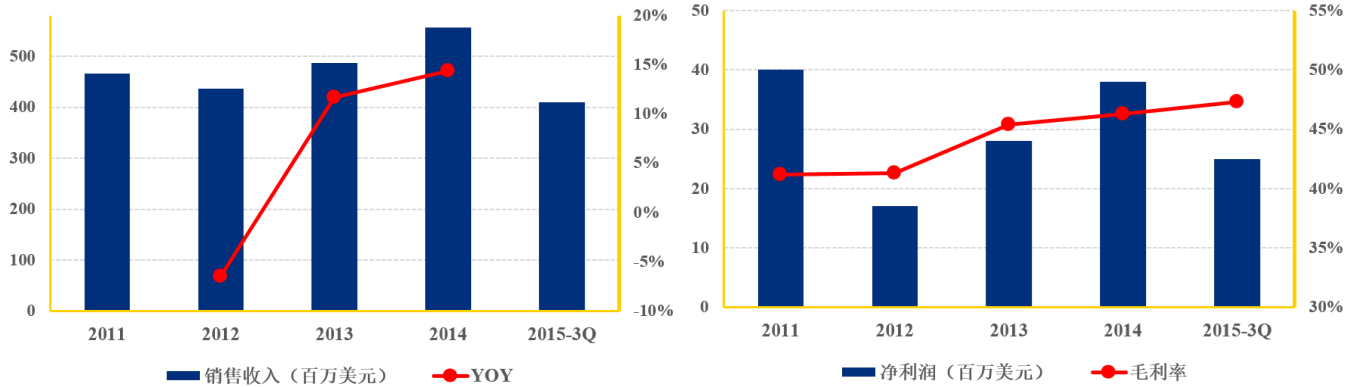
图 11: iRobot 产品发展历程



资料来源: 公司资料, 长城证券研究所整理

✓ iRobot 近年来的营收和净利情况

图 12: iRobot 近年来营收和净利情况



资料来源: 公司资料, 长城证券研究所整理

### 3.3 环保机器人（空气净化器）——普通家庭面对大气污染的利器

面对日益严重的大气（特别是 PM2.5）污染，选择合适的民用空气净化器来建立一个满足需要的室内人工小环境，不失是一种保护健康的有效手段。一项美国的调查显示：截止到 2006 年，家用便携式空气净化机的销售增长很大，每 10 户美国家庭中有 3 户拥有至少 1 种类型的空气净化装置。在我国，民用空气净化器的市场则刚起步不久，市民逐渐认识到健康和空气净化技术的关联。室外大气 PM 污染的治理，难以在 20 年内达标。因此，民用空气净化器在我国具有潜在和日益发展的巨大的市场需求。

#### ■ 环保机器人催化剂不断

- ✓ **《穹顶之下》引发社会广泛关注：**2015 年 2 月 28 日，柴静的《穹顶之下》在各大视频网站一经播出，引起社会广泛关注，热度已超过了很多热门电视剧，在微信、微博等社交网络上更是引发了“刷屏”效应，并直接催生了之后环保板块的一轮行情。
- ✓ **目前雾霾依然十分严重：**2015 年 11 月 28 日前后，京津冀地区出现了入秋以来第四次大范围雾霾天气，北京市启动了今年首次橙色级别的预警。2015 年 12 月 7 日 18 时，北京市应急办宣布，启动本市史上首次空气重污染红色（一级）预警。

#### ■ 空气净化器评价标准

国家标准委 2015 年 9 月 15 日批准发布新修订的《空气净化器》国家标准，明确了评价空气净化器的基本技术指标与空气净化器产品的标志和标注。新标准将于 2016 年 3 月 1 日正式实施。

新标准明确了空气净化器的基本技术指标是“**洁净空气量**”（CADR）和“**累计净化量**”（CCM），即空气净化器产品的“净化能力”和“净化能力的持续性”；将**空气净化器的噪声限值**由低到高划分为 4 档；提升了空气净化器针对不同污染物净化能力的**能效水平值**，分为合格和高效两个等级。

## ■ 空气净化器关键技术

根据来源和性质的不同，可以将室内环境空气污染物分为如下有 3 种：**颗粒污染物、微生物污染物（各种细菌、霉菌等）、气态污染物（如 VOCs、氨等）**。各类空气污染物对应的净化技术介绍如下：

### ✓ 颗粒污染物去除技术

目前市场上有关颗粒污染物的去除技术主要有 HEPA 滤网、静电集尘、静电驻极滤网等。

#### 1. HEPA 滤网

HEPA 滤网，采用的是被动吸附净化方式，靠风机抽风进行循环过滤。优点是过滤颗粒物的效果非常明显，对微粒的捕捉能力较强，孔径微小，吸附容量大，净化效率高，并具备吸水性，针对  $0.3\mu\text{m}$  的粒子净化率为 99.97%。如果用它过滤香烟，那么过滤的效果几乎可以达到 100%，超强的净化能力足以满足一般需求。但是 HEPA 滤网致密性导致运行风阻大，从而能耗和噪音会较高。尤其，HEPA 滤网长期使用，滤网上积聚很多灰尘细菌，由于采用超细玻璃纤维高效滤纸制成，这种材料的特性就是净化效率极高，但是不可清洗。必须定期更换才能保证效果，这就大大增加了应用成本。

#### 2. 静电集尘

利用钨丝不断释放几千伏高压静电达到瞬间杀灭灰尘、煤烟和花粉，同时让灰尘带上正电后吸附在负电格栅板，但是要时常拿出来清洗，而且只对颗粒物等大粒子气体有效果。缺点是容易产生臭氧，必须妥善设计让臭氧排出量降至安全浓度以下。

#### 3. 静电驻极滤网

利用加载静电驻极的无纺布来集尘，优点是低风阻，高效率，高容尘量，最主要的是安全。采用突破性携带永久静电滤材，有效阻隔大于  $0.1\mu\text{m}$  的颗粒物，同时超低阻抗确保节能。此外，深度容尘设计确保使用寿命更长。

### ✓ 微生物污染物去除技术

微生物污染物的去除技术主要有臭氧和紫外线、负离子技术和净离子群技术等。

#### 1. 臭氧和紫外线

臭氧消毒原理是通过高频电晕放电产生大量的等离子体，此时高能电子与气体分子碰撞发生一系列物化反应，并将气体激活产生多种活性自由基，多种活性自由基主要有  $\text{O}_3$  组成， $\text{O}_3$  作为强氧化剂在很低的浓度下就可瞬间完成氧化反应，因而对有毒物质、细菌、病菌等产生催化、氧化和分解作用，直至杀灭。紫外线是电磁波谱中波长从  $0.01\mu\text{m}\sim 0.40\mu\text{m}$  辐射的总称。波长  $200\text{nm}\sim 290\text{nm}$  的紫外线能穿透细菌、病毒的细胞膜，给核酸（DNA）以损伤，使细胞失去繁殖能力，达到快速杀菌的效果。波长  $200\text{nm}$  以下的短波长紫外线能分解  $\text{O}_2$  分子，生成的  $\text{O}$  与  $\text{O}_2$  结合产生臭氧  $\text{O}_3$ 。

#### 2. 负离子技术

负离子空气净化器由直流高压在电极间发生电量放电，使空气中的气体分子受到能量激发，其外层电子可越出轨道形成正离子，跃出的自由电子附着在另一气体分子上，就形成了负离子，负离子与颗粒物污染物结合形成“重离子”，沉降或吸附在物体表面。反应可把多余的臭氧变成对人体有益的负氧离子，从而解决缺氧的现象。

### 3.净离子群技术

净离子群技术是一种将空气中的水分子直接电离成  $H^+$  正离子和  $O_2^-$  负离子, 这些离子群和空气中带有正电荷或者负电荷的病菌结合吸附后, 经过化学反应生成  $OH^-$  离子活性氧, 可以将病菌细胞中的蛋白质破坏, 从而消除生物活性。 $OH^-$  自由基对病毒和细菌的杀灭率超过臭氧, 在空气中停留存在时间也比臭氧长。同时利用细菌及病毒的亲水性, 能够更快速的对细菌及病毒进行杀活作业。

#### ✓ 气态化学污染物去除技术

##### 1.吸附

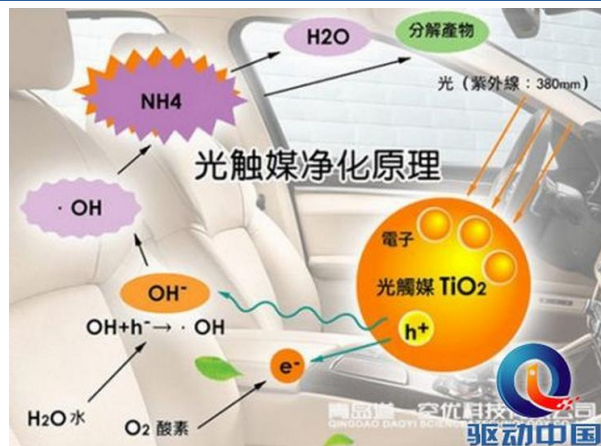
吸附法按其原理可以分为物理吸附和化学吸附。物理吸附就是通过吸附剂和吸附质之间的分子间力的作用所引起的吸附, 此过程是一种放热过程, 具有可逆性, 当温度升高或者被吸附气态污染物的压力降低, 被吸附气态污染物将从表面溢出, 而并不改变吸附剂和吸附质的原来性状。化学吸附式吸附剂表面与吸附质分子间的化学键力导致的选择性, 且吸附质与吸附剂之间的结合牢固, 一般必须在高温或其他反应物的影响下才能脱附。

##### 2.光催化

光催化净化技术也是近几年来发展较快的一项技术。激发光源和催化剂是引发光催化的必备条件。目前激发光源一般采用紫外波段, 少数催化剂可以直接利用可见或红外波段, 催化剂一般采用二氧化钛 ( $TiO_2$ )、纳米氧化锌  $ZnO$  或者贵金属。其中纳米二氧化钛作为最早应用于空气净化化的光催化剂, 其光催化活性高, 而且耐腐蚀, 对人类无毒无害。因此是研究和应用在空气净化技术中最为广泛的一种光催化剂。德国 ST0 公司通过掺杂稀土元素在纳米级锐钛型的  $TiO_2$  中, 研制出能净化室内空气的可见光催化生态漆, 在涂有 ST0 康乃馨生态漆的室内, 几天就可以使室内总体的有害挥发性化合物甲醛、甲苯、酮等下降 80% 以上。在非紫外光存在的可见光条件下应用, 当室内存在甲醛、VOC 等有害物质时, 其降解速度达每小时 30% 以上, 同时有抗菌作用。

光催化技术虽然有很大优势, 但是影响光催化反应的因素有很多, 比如光催化剂的类型、结构、粒径大小和结构缺陷等, 另外污染物初始浓度、紫外线波段及强度、空气湿度和通过催化剂材料表面的空气流速等对反应都有重要影响。除此, 催化反应中间产物毒性较强, 会对空气造成更为严重的二次污染, 并有可能产生臭氧或紫外线泄露等危害。因此, 光催化降解化学污染物技术的工业化仍是一个漫长的过程。

图 13: 光催化净化原理



资料来源: 长城证券研究所整理

### 3.低温等离子技术

低温等离子法。等离子法是利用气体放电产生的具有高度反应活性的电子、原子、分子和自由基与甲醛分子反应，从而使其分解成为水、二氧化碳等小分子的过程。数万度的高能电子与甲醛分子发生非弹性碰撞，将能量转化为甲醛分子的内能，甲醛分子发生激发、离解、电离等一系列过程活化，活化后的分子与·OH、·HO<sub>2</sub>、·O等自由基和氧化性极强的O<sub>3</sub>反应，生成小分子产物。等离子体技术处理时间短、能力大，效率高、适用范围广，可用于处理高浓度甲醛处理。但是其容易产生CO，O<sub>3</sub>，氮氧化物等副产物，且等离子发生设备价格昂贵，其能耗较高，不利于广泛使用。

参考资料：《室内空气净化器技术应用研究进展》

## 3.4 应运而生的环保机器人公司——三个爸爸

极客新蜜蜂智能环境科技（北京）有限公司（品牌“三个爸爸”）是一家专注于制造和销售家庭环境与孩子健康成长相关智能硬件的公司。目前三个爸爸已获得黑马基金、高榕资本、薛蛮子等知名投资机构和天使投资人的青睐，计划明年中挂牌新三板，将成为新三板家用机器人第一股。三个爸爸致力于“给孩子提供更加安全、放心的空气”，用户定位于孕妇和0-10岁儿童。三个爸爸明确指出其商业模式，不仅是卖硬件产品，更要通过产品来建设用户社群，并形成一个大数据库平台。目前，三个爸爸正在开发高频应用场景，英语互动学习、记录时光机、家庭助手、智能家居控制，逐步形成用户内容、数据、生活习惯的大数据库平台。

创始人兼CEO戴赛鹰为著名品牌营销策划人，曾任婷美集团营销总监、执行副总裁，缔造过婷美26天火爆全国的销售奇迹，合伙人李洪毅有五年净化器研发制造经验。

创始人谈研发过程：“我们特别关心用户想什么东西，研制这个产品的时候，我们提前做了700多个用户的调查，而且还不是说简单的发个调查问卷，我们把他拉在群里，我们当时拉了八个群嘛，在群里跟用户里沟通，大概沟通了三个礼拜左右，然后发问卷让他们一填，也是有一些问题，我们来回答，反正是通过各种各样的方式，我们搜集了关于净化器，就是家里有孩子使用净化器的65个痛点。”“三个爸爸的净化器在出风口的地方，可以测出PM2.5的值为零，说明它在过滤空气的效率是100%，对于室内空气的数据，机器上装了一个工业级的PM2.5的传感器，通过手机APP就能看到具体的数字，而不是像其它净化器一样，只有好、中、差这样的级数，在同样的级别中，家长可以通过控制净化风挡，降低数字。”

目前三个爸爸包括三款产品，如下表所示，产品采用的空气净化技术为HEPA滤网式和吸附式，并且通过分解去除甲醛，避免二次污染。

图 14: 三个爸爸主要产品



超强净化能力，  
最高净化面积，高达100平米。

- 1分钟输出9立方米洁净空气 ✓
- 分解甲醛，无二次污染 ✓
- APP远程控制 ✓
- 实时显示PM 2.5数值 ✓

三个爸爸空气净化器  
守护天使型

专为20-40平米**中小房间**定制  
一如既往的除霾和除醛 不同凡响的时尚和静音



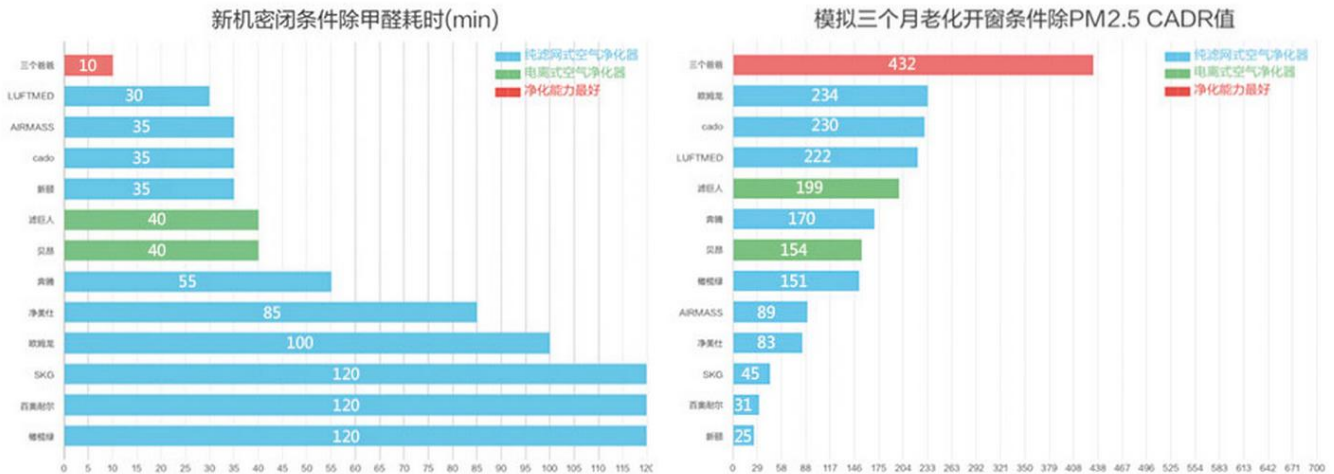
**便携**

技术革命颠覆检测器尺寸，直径6.4cm让你一手掌握。

资料来源：公司资料，长城证券研究所整理

2015年1月，太平洋电脑网评测了13款空气净化器，最终结论是：三个爸爸高达卫士除PM2.5指标第一、除甲醛能力第一，结果如下表。

图 15: 高达卫士评测结果



备注：在30立方米的实验舱通过注射装置，注入甲醛气体。开启吊扇搅拌空气，使房间甲醛浓度为 $0.6\text{mg}/\text{m}^3$ 再关闭吊扇。然后打开送测空气净化器，调至最大净化档位，开始检测5个监测点的甲醛浓度，观察所有检测点的甲醛浓度降至 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 时，纪录所用最晚时间T。

备注：将全新空气净化器放置在3立方米的玻璃箱内，使玻璃箱整体呈密封状态，通过点烟装置按照点燃90支香烟来模拟工作3个月后的状态。再通过净化器开窗状态全房间除PM2.5，按照5个监测点的颗粒物浓度，观察所有检测点的颗粒物降至 $35\text{ug}/\text{m}^3$ 的CADR值。

资料来源：公司资料，长城证券研究所整理

参考资料来源：金羊网，《财富故事》

### 3.5 教育娱乐机器人——智能化程度高，市场空间大

教育机器人是由生产厂商专门开发的以激发学生学习兴趣、培养学生综合能力为目标的机器人成品、套装或散件。它除了机器人机体本身之外，还有相应的控制软件和教学课本等。

娱乐机器人以供人观赏、娱乐为目的，具有机器人的外部特征，可以像人，像某种动物，像童话或科幻小说中的人物等。机器人的功能，可以行走或完成动作，可以有语言能力，会唱歌，有一定的感知能力。

教育娱乐机器人智能化程度高，关键技术包括视觉识别技术、语音识别技术和人机交互技术。

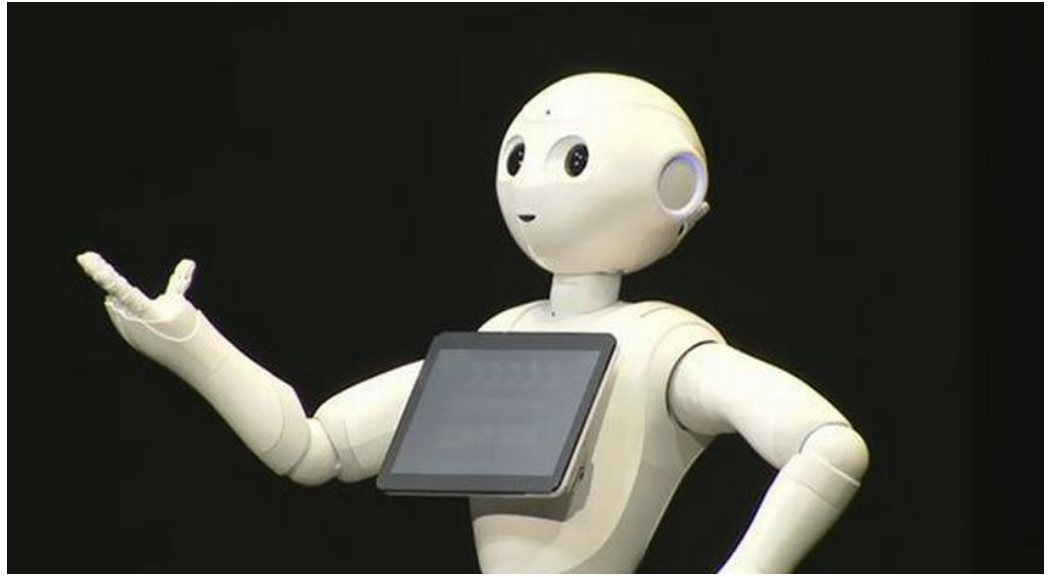
若能结合智能化家居和远程监控，家庭教育娱乐机器人未来市场空间将不可限量。

#### ■ Pepper——第一款可以识别情绪的仿人形机器人

Pepper 由日本软银集团和法国 Aldebaran Robotics 研发，配备了语音识别技术、呈现优美姿态的关节技术，以及分析表情和声调的情绪识别技术，可与人类进行交流。Pepper 通过视野系统来察觉人类的微笑、皱眉以及惊讶。通过语音识别系统来识别人类的语音语调以及特定表现人类强烈感情的字眼。然后情感引擎将上述一系列面部表情、语音语调和特地字眼量化处理，通过量化评分最终做出对人类积极或者消极情绪的判断，并用表情、动作、语音与人类交流、反馈，甚至能够跳舞、开玩笑。

Pepper 对人类的理解起初可能会比较受限，不过 Pepper 支持通过 Wi-Fi 接入云端服务器，这能够令其表现和各类识别系统更加智能。为了扩展其应用实现，Aldebaran Robotics 公司也公开发布了 SDK，开发者可以根据自己所想对机器人做部署和个性化设定。

图 16: Pepper



资料来源: 长城证券研究所整理

Pepper 于今年 6 月 18 日上市, 首批 1,000 台在开卖当天便抢购一空。自 6 月以来软银每批只出货 1,000 台, 每每都在开卖 1 分钟内秒杀。Pepper 将于 2016 年在美国上市, 在美国的售价尚未公布。Pepper 在日本的售价大约为 2000 美元, 用户每月需要另外支付 200 美元用于更新和维护。

## 4. 安防机器人——受益安防行业自身成长

机器人保安主要用于探测可疑行为和提醒操控者，可以在商场、办公室，甚至是邻居家巡逻。此外，其还可以结合更多的功能，比如激光扫描、车轮旋转编码器、惯性测量、监控气体污染、监控交通状况。国际上较早开展安防机器人研究的是美国与前苏联，稍后，英国、法国、德国、日本等国家也纷纷开始研究该技术。

在我国，以防盗监测和安防巡逻为主要内容的智能安防系统在我国发展迅速，经形成了一个巨大的市场。我国安防行业市场规模从 2007 年的 1400 亿元增长到 2013 年的 3882 亿元，行业复合增长率达到了 15.68%，而近年来，行业发展有加速的趋势，据预测 2015 年安防行业总产值将达 5000 亿元。

### 4.1 安防机器人技术——导航和传感是关键

安防机器人的技术包括导航定位、计算机视觉、目标跟踪、移动与运动控制、检查/巡检、算法、目标检测与识别、传感器、人机交互等。

#### 1. 导航定位

导航定位目前并不陌生，GPS、北斗、格洛纳斯、伽利略等我们日常生活也有接触，而机器人常用的定位方法有视觉导航定位、光反射导航定位、GPS 全球定位、超声波导航定位。简单的可以了解为图像、光、声、电磁等原理进行导航定位。

#### 2. 计算机视觉

计算机视觉是一门研究如何使机器“看”的科学，更进一步的说，就是指用摄影机和电脑代替人眼对目标进行识别、跟踪和测量等机器视觉，并进一步做图形处理，使电脑处理成为更适合人眼观察或传送给仪器检测的图像。

#### 3. 目标跟踪

目标跟踪技术是机器人视觉领域的一个重要研究分支，它融合了图像处理、模式识别、人工智能及自动控制等多学科最新研究成果，主要利用视频分析方法对视频输入图像序列进行连续分析，来实现运动目标的自动检测、定位和跟踪，为高层视频对目标的行为理解和决策提供底层对象和分析依据。

#### 4. 传感器

机器人是由计算机控制的复杂机器，它具有类似人的肢体及感官功能；动作程序灵活；有一定程度的智能；在工作时可以不依赖人的操纵。机器人传感器在机器人的控制中起了非常重要的作用，正因为有了传感器，机器人才具备了类似人类的知觉功能和反应能力。

### 4.2 安保机器人产品介绍——国内外各有千秋

#### ✓ 美国 Knightscope 公司 K5 安防机器人

Knightscope 公司成立于 2013 年 4 月，创始团队来自于世界知名机器人公司，具有十多年机器人研发、生产的丰富经验。该公司通过融合音视频、室外定位、避障等传感器技术、

物联网技术、大数据技术以及机器人技术，开发出可以在公共场所采集数据和执行任务的安全警卫机器人，以达到减少和预防犯罪的目的。该公司目前已研发出两款机器人 K5 和 K10，并已开始为客户提供机器人安保服务工作。

K5 机器人高约 1.6 米，重量为 136 公斤，主要有三部分核心系统组成，包括控制系统，传感器系统以及一个网络运行中心。

控制系统主要用来控制 K5 的行动，拥有全自动以及半自动两种模式。处于全自动模式下的 K5 可以根据传感器收集到的实时数据，来指导自身的行动。简单来说就是，当 K5 离你很近的时候，它会自动停下来而不会撞到你身上。

网络运行中心拥有一个可视化的图形界面，负责处理由 K5 传回来的大量实时数据，并可以远程对 K5 进行行动计划修正。

传感器系统则占据了 K5 绝大部分的体积，它们包括高清摄像头、麦克风、热感成像、红外传感、激光雷达、超声波测距等等你能想象得到的各种各样的传感器。借助这些传感器，K5 会实时生成大量的环境数据，而通过收集这些数据，Knightscope 团队建立了一个环境模型的数据库，并通过拉取实时的政府数据、社交网络数据等所有可以利用的资源进行综合评估，为环境设定了不同的警报级别，这使得 K5 可以对所处的环境拥有全面的判断，从而预防犯罪。

图 17: Knightscope 公司 K5 机器人



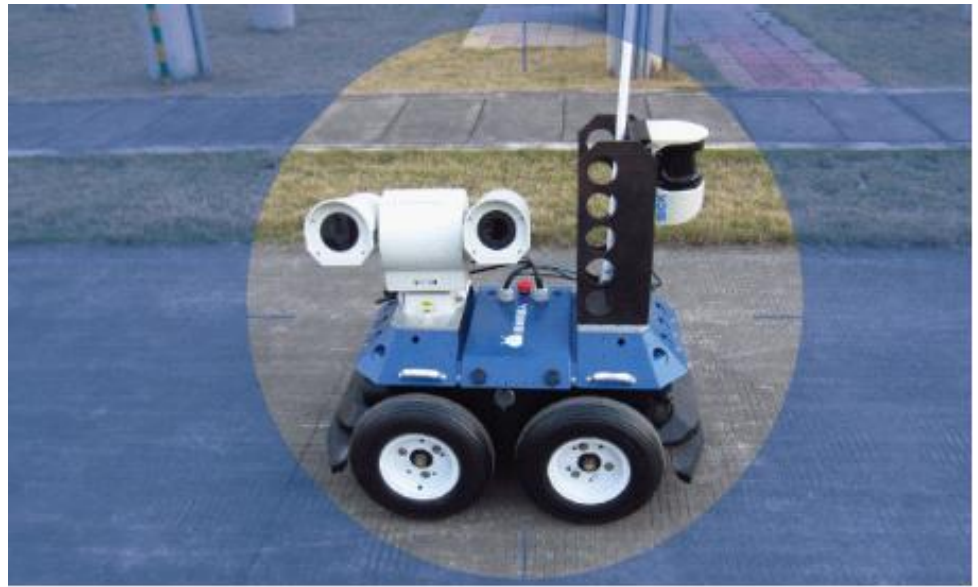
资料来源：长城证券研究所整理

#### ✓ 国自智能巡检机器人

国自的智能巡检机器人可以代替人工进行特种环境下设备的检查，其通过自主移动底盘，搭载各种传感器设备（可见光高清摄像头，红外热像仪，气体分析仪等），由无线网络进行数据的回传，通过特有的巡检软件对传感器数据进行分析，预测危险，亦可通过自身携带的报警设备在危险发生时进行报警。

巡检机器人核心功能包括：全自动行走；可见光图像智能判别；高清可见光与红外实时视频监控；红外测温与故障报警；视频录制与分析；巡检报表分析与历史数据分析；自主充电；定时巡检、临时巡检、遥控巡检。

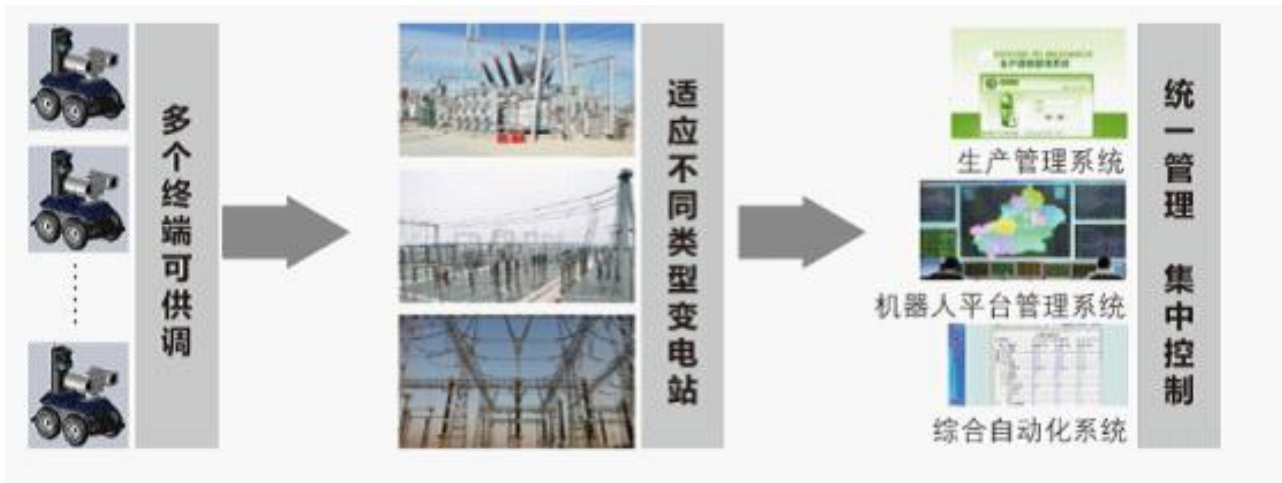
图 18: 国自智能巡检机器人



资料来源: 公司资料, 长城证券研究所整理

基于巡检机器人在站端独立运行的基础之上,由多台巡检机器人可构成**巡检机器人平台**。将巡检机器人接入综合自动化系统和生产管理系统,可实现巡检机器人业务逻辑与变电站日常生产、调度业务逻辑在数据系统上的接轨,并实现巡检机器人的集中控制、优化统一调度,以实现集群化的应用。

图 19: 国自巡检机器人平台



资料来源: 公司资料, 长城证券研究所整理

✓ 尚云在线守护神一号

守护神一号是高新兴旗下智慧生活品牌——广州尚云在线科技有限公司自主研发的智能巡逻机器人。这款机器人融合了高新兴十几年来在物联网、大数据、云计算等公共技术平台上的核心成果,是具有完全自主知识产权的智能型自动巡逻机器人。

守护神一号具有自动巡逻、高清视频监控、人脸检测、语音报警、声音采集、环境监测、自动充电等功能,具有防碰撞、听音辨向、障碍自动躲避,自动巡航等特色。能看,能听,能说,有感知,带互动,带智慧,是一款安防技术与机器人技术深度融合的产品。

守护神一号同时也是一款基于云服务的智能型机器人，依托尚云在线视频物联网云服务平台，通过移动终端即可实现远程遥控管理、在线巡逻监视、远程对讲喊话、环境感知、身份识别等功能，是可以通过云平台不断学习成长的智慧型服务机器人，是家庭、企业的安保好帮手、小管家，省心、安心且好玩。

图 20: 守护神一号机器人



资料来源：公司资料，长城证券研究所整理

## 5. 可穿戴机器人——智能终端，前景无限

可穿戴设备也称可穿戴计算设备，目前并没有统一的概念定义。麻省理工学院的媒体实验室对可穿戴计算的定义是电脑科技结合多媒体和无线传播以不突显异物感的输入或输出仪器如手饰、眼镜或衣服进行连接个人局域网络功能、侦测特定情境或成为私人智慧助理，进而成为使用者在行进动作中处理信息的工具。

可穿戴设备可理解为基于人体自然能力之上的，借助电脑科技实现对应业务功能的设备。人体自然能力指人类本体与生俱来的能力，如动手能力、行走能力、语言能力、眼睛转动能力、心脏脉搏跳动能力、大脑神经思维能力等；这里的电脑科技指基于人体能力或环境能力通过内置传感器、集成芯片功能实现对应的信息智能交互功能。

可穿戴设备不仅是一种硬件设备，更是可以通过软件支持以及数据交互、云端交互来实现强大的功能的智能终端。

### 5.1 可穿戴设备发展现状——近年来开始井喷

可穿戴设备早在 20 世纪 60 年代就由美国麻省理工学院数学教授 Edward Thorp 所发明。该设备由一个如香烟盒大小的计算机以及外壳上的 4 个按键所组成。计算机通过分析轮盘旋转速度来预测赌博结果。Edward Thorp 教授在他撰写的赌博指南《Beat the Dealer》当中提及该可穿戴设备，并表示该设备可以为佩带者带来一定的优势。但由于技术实现成本高，以及准确率较低，此类设备并未得到进一步的应用。

直到 2012 年 4 月，可穿戴设备有了突破性的进展，其概念才被大众所熟知，这就是“谷歌眼镜”，一款穿戴式 IT 产品。谷歌眼镜除拥有智能手机所具备的一切功能外，还同时采用了反射式棱镜显示屏、骨传导耳机以及各式传感等高新技术，尽可能地让用户在一种很自然的状态中完成使用，并通过增强现实技术在用户眼前展现实时信息，用户只要眨眨眼就能拍照上传、收发短信、通讯、查询天气路况、上网冲浪或者处理文字信息和电子邮件等操作，而无需动手。在兼容性上，谷歌眼镜可同任一款支持蓝牙的智能手机同步。

图 21: Google 眼镜



资料来源：长城证券研究所整理

至此，国际各路企业不甘示弱纷纷进军智能可穿戴设备研发，争取在新一轮技术革命中分一杯羹，如：2013年9月，三星推出智能手表 Galaxy Gear，该款设备拥有一块 1.63 英寸的显示屏，蓝牙以及摄像头，可通过连接互联网实现通讯、文件处理和娱乐等功能；2013年10月15日，耐克推出 Nike+FuelBandSE，帮助用户收集运动信息；苹果公司也在 2014 年 9 月推出智能手表 Apple Watch，除了强大的产品性能和优异的加工工艺外，苹果公司更是将其标榜为“时尚”产品。

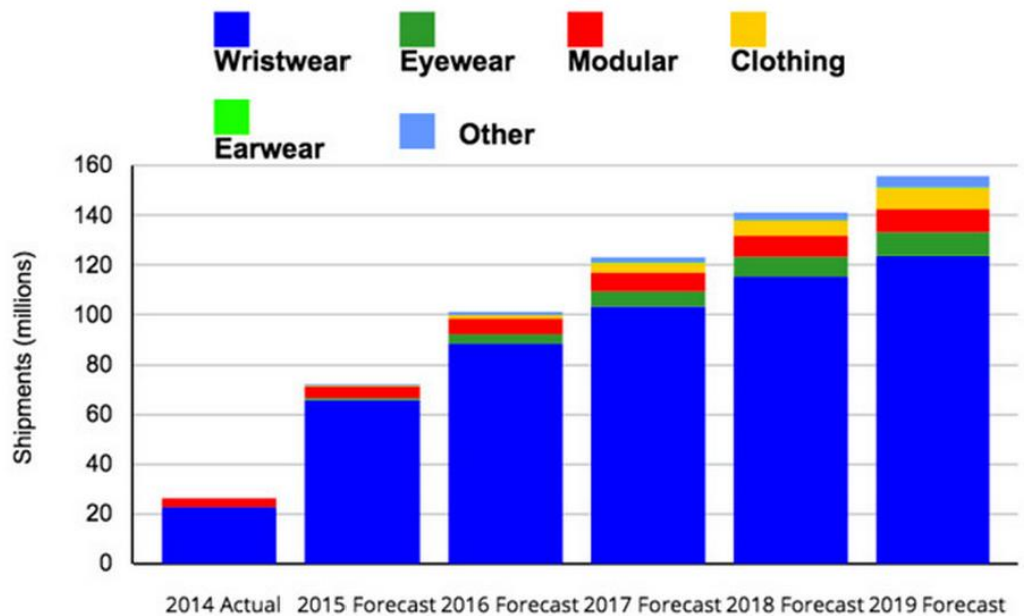
图 22: Apple Watch



资料来源：长城证券研究所整理

可穿戴设备的快速增长依赖于大量新厂商、新设备和终端用户的涌现。2014 年，基本可穿戴设备销量为 2210 万块，智能可穿戴设备销量为 420 万块。IDC 预计，今年两类可穿戴设备销量的差距将会缩小，其中基本可穿戴设备销量将占到 3900 万块，智能可穿戴设备占到 3310 万块。IDC 预计 2016 年可运行第三方应用的智能可穿戴设备将占上风。到 2019 年，可穿戴设备销量将增长超过 1 倍，达到 1.557 亿块，其中基本可穿戴设备销量为 6630 万块，智能可穿戴设备销量为 8940 万块。【IDC 所指的可穿戴设备包括“基本可穿戴设备”（手腕饰件、眼戴式装置、模组化可穿戴装置、服装、耳戴式装置等）和“智能可穿戴设备”，其数据来源既包括 Apple Watch 和 Android Wear 智能手表，也包括健身追踪器、眼镜，以及配置或没有配置显示屏的其他可穿戴设备。】这意味着大约 45% 的年增长率。由此可见“可穿戴设备”已经掀起继智能手机和平板电脑之后新一轮的智能设备热潮。

图 23: 2015-2019 可穿戴设备销量预测



资料来源: IDC, 长城证券研究所整理

## 5.2 可穿戴设备的关键技术

支撑可穿戴计算的核心技术主要包含芯片技术、智能操作系统技术和电池技术，外围技术包含材料技术、通信技术和人机交互等技术。随着技术的进步，可穿戴设备的形态和类型将会不断的扩展。

### ■ 芯片技术

芯片是现代计算机的心脏，也是可穿戴设备的核心，可穿戴芯片包含 CPU、DSP 等类别。CPU 指相对通用的业务处理芯片；DSP 是以数字信号来处理大量信息的器件，如加速度传感器、陀螺仪、肌电感测、IR 眼球追踪和 IR 影响感测、骨传导等传感器芯片等均属 DSP 范畴。

可穿戴设备对芯片功耗要求较高，一般使用基于简单指令集的芯片以降低功耗。使用复杂指令集的芯片目前在低功耗芯片领域并不具备竞争优势。如芯片产业链条上 Intel 主导设计、生产和销售全部过程，这种标准化的封闭的商业模式保证了产品质量和规模，在需求相对单一的 PC 时代使 Intel 芯片处于行业领先的霸主地位，而在手机厂商众多、产品形态非标准化的智能终端领域 Intel 的竞争就处于劣势了。

Intel 2014 年在 CES 上展示的 Quark 系列处理器主要面向各种嵌入式领域，其中包含可穿戴设备应用领域。基于 Quark 处理器 Intel 正在开发只有 SD 卡大小、性能却能达到奔腾电脑级别的 Edison。Edison 搭载了一颗 22nm 的 Atom 500 MHz 双核处理器，整合有 Quark 100MHz MCU，1GB LPDDR3 内存，4GB eMMC 闪存，带有 802.11n 和低功耗蓝牙 4.0，可支持多达 40 个 GPIO。软件方面现阶段已支持利用 Arduino 和 C/C++ 进行开发，近期还将扩展到 Node.JS、Python、RTOS 和 Visual Programming，可以预测开发前景非常广阔。

图 24: Intel 微型开发环境 Edison



资料来源: 长城证券研究所整理

### ■ 智能操作系统

可穿戴设备应用功能取决于设备能力和操作系统功能，从最早的单片机操作系统到目前的智能操作系统。IOS, Android 等移动互联网领域占据领先地位的智能操作系统也有向可穿戴领域延展的趋势。2014 年 3 月 19 日，谷歌宣布转为智能手表打造的操作系统 Android Wear 平台发布，在用户体验、数据分析和后台支持等方面都有不同于 Android 的地方。

图 25: Android Wear 操作系统界面



资料来源: 长城证券研究所整理

谷歌计划把其 Android 在智能终端中的成功模式在可穿戴领域复制，和硬件厂商的合作方式跟 Android 类似，采用免费开源的方法提供给硬件厂商使用，目前已有 LG、三星、华硕等厂家合作。

### ■ 电池相关技术

可穿戴设备本身较小，很难承载大容量的电池，且可穿戴设备一般会保持频繁的计算和网络通信，一般保持每天或者每周充电一次的频率。这都对电池技术、电源的使用管理、

快速充电技术等提出较高的要求。电源容量有限已经成了制约可穿戴计算实际应用的重要因素之一。

太阳能电池目前正朝向轻薄化、提高光电转换率和输出功率的方向发展，未来随着导电塑料和纳米材料在太阳能电池领域的应用，光电转换率领域将会有较大的突破。太阳能电池将有希望作为可穿戴计算设备的外包面，提高设备的持久工作能力。

电池材料方面，美国伊利诺伊大学的研究人员将电池负极设计成 3Dnm 结构，开发的新型电池充电只需要数秒，既可保证超快速充电和放电，同时又能兼顾电池的储能容量，未来在可穿戴计算领域也将有广泛的应用场景。

另外美国伦斯勒理工学院发明出一种纸电池，这种电池可以随意弯曲，并且能够生物降解。德国开姆尼斯电子纳米技术研究院的研制出来可以令电池的厚度小于 1mm，重量也可以控制在 1g 以内，而且还可以使用低成本的丝网印刷工艺进行制造，单个电池电压为 1.5V，串联多个电池就可获得较高的电压的电池。美国斯坦福大学发明的纳米硅电池比传统充电电池的储电量提高了 10 倍。麻省理工学院研究人员设计的碳纳米管超级电池容量大、充电速度快。

随着电池相关技术的发展，相信未来可穿戴设备的续航能力将得到进一步加强。

## ■ 人机交互

人机交互技术领域除了语音识别日益成熟外，脑机接口技术是神经系统学科相对前沿的研究领域。杜克大学的科学家宣布通过脑机接口实现了猕猴远程控制机械臂。未来随着技术研究的突破，在实现假肢等设备的控制等医疗应用的基础之上，可穿戴设备的类别和范围也将扩大，或将会出现影响人类自身进化进程的可穿戴设备。

参考资料：《可穿戴设备发展现状及趋势》《可穿戴设备发展现状及设计趋势》

## 5.3 可穿戴机器人行业翘楚——Fitbit 公司

Fitbit 成立于 2007 年，2009 年推出首款产品，迄今销量已经超过 2800 万部，成为**全球领先的健康和健身穿戴设备品牌**。目前 Fitbit 拥有六款可穿戴健康和健身追踪设备产品，其智能手环和手表能够自动追踪用户行走的步数、消耗的卡路里、距离、时间，并实时反馈数据，此外还可以监测睡眠时间和质量、心率，并提供 GPS 定位信息等。

**Fitbit 产品价格实惠是其快速发展的原因**。其入门级的 Fitbit Zip 运动追踪器售价仅为 59.95 美元，今年初刚推出的最高端的产品 Fitbit Surge 售价为 249.95 美元。

图 26: Fitbit 公司产品及功能



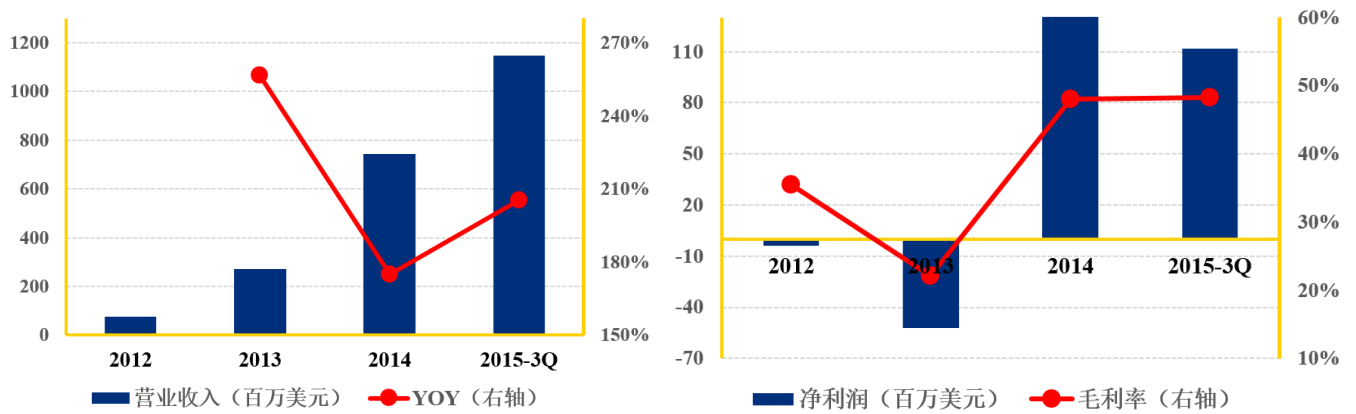
日常健身		积极健身		成果健身		
Zip	One	Flex	Charge	Charge HR	Surge	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	👣 步数、距离、消耗卡路里数
✓	✓	—	✓	✓	✓	🕒 时间
—	✓	✓	✓	✓	✓	🌙 睡眠追踪
—	—	✓	✓	✓	✓	🌙 A 自动睡眠记录
—	✓	✓	✓	✓	✓	🔔 静音震动闹钟
—	✓	—	✓	✓	✓	🏃 攀爬楼层数
✓	✓	✓	✓	✓	✓	🏃 活跃时间
—	—	—	—	—	✓	🏃 多项运动
—	—	—	—	✓	✓	❤️ 连续测量心率
—	—	—	✓	✓	✓	📞 来电显示
—	—	—	—	—	✓	💬 文字通知
—	—	—	—	—	✓	🎵 音乐控制
—	—	—	—	—	✓	📍 GPS 全球定位

资料来源: 公司资料, 长城证券研究所整理

### ✓ Fitbit 业绩连续爆发式增长

近年来 Fitbit 业绩增长迅猛, 目前在全球超过 50 个国家的 4.5 万个零售店中销售, 并支持在线销售。招股书显示, Fitbit 在 2011-2014 年的年收入分别为 1450 万、7640 万、2.71 亿和 7.45 亿美元, 2011 年净亏损 430 万美元, 2014 年已实现盈利 1.32 亿美元。今年前三季度 Fitbit 实现收入 11.46 亿美元, 同比增长 205%, 实现净利润 1.12 亿美元, 同比增长 20%。据 NPD 集团的统计, 今年第一季度 Fitbit 占美国运动追踪穿戴设备市场份额高达 85%。目前超过四分之一的美国消费者都在智能手机终端上下载健身类 app, 其中 iOS 系统内健身 app 下载量最高的就是 Fitbit。

图 27: Fitbit 近年来营收和净利情况



资料来源: 公司公告, 长城证券研究所整理

## 6. 医疗机器人——壁垒高，稀缺性强

医疗机器人技术是集医学、生物力学、机械学、材料学、计算机图形学、计算机视觉、数学分析、机器人等诸多学科为一体的新型交叉研究领域，具有重要的研究价值，在军用和民用上有着广泛的应用前景，是目前机器人领域的一个研究热点，常见的医疗机器人主要包括手术机器人和康复机器人。

历年来医疗机器人的销量情况如下表所示，可以看到，从 2004 年的 386 台到 2014 年的 1224 台，医疗机器人的市场销量翻了 3 倍，但量仍然不是很大。2014 年 1224 台医疗机器人对应的销售额约为 13 亿美元，其中 ISRG 的达芬奇系统的销售额就达到 6.3 亿美元。

### 6.1 手术机器人——垄断程度高，需长期技术积累

外科手术机器人系统一般由主手控制台、内窥镜视频系统以及从手机械臂三部分组成。放入患者体内的窥镜，把患者身体内部的信息采集起来，由三维视觉系统进行放大，再通过视频传递给医师们，医师们则通过观察三维图像，利用主手控制台的操作末端发送操作的指令，这些指令则会被机器人系统转化为更加细微的从手端机械臂的行动指令，而从手端的机械手臂则根据相应的信号执行该指令。和人类医生相比，微创手术机器人系统的灵活度更高，而其从手末端的操作则更加稳定，能够有效地避免因人类医生“手滑”而造成的失误。另外，由从手端机械臂和内窥镜而造成的伤口较传统手术要小得多，因此也更有利于患者的术后恢复。

图 28: 手术机器人



资料来源：公司资料，长城证券研究所整理

#### ■ 国内外手术机器人发展现状

- ✓ **国外发展历程：**1999 年初，美国 Computer Motion 公司和 Intuitive Surgical 公司先后独立研制出宙斯(Zeus)和达芬奇两套手术机器人系统，分别经欧洲 CE 认证，次年获得美国 FDA 批准。2003 年，在经过几年的专利纠纷之后，宙斯的公司 Computer Motion

和达芬奇的公司 Intuitive Surgical 宣告合并，达芬奇也成为了目前市场上唯一的得到美国食品药品监督管理局（FDA）认证的外科手术机器人产品。

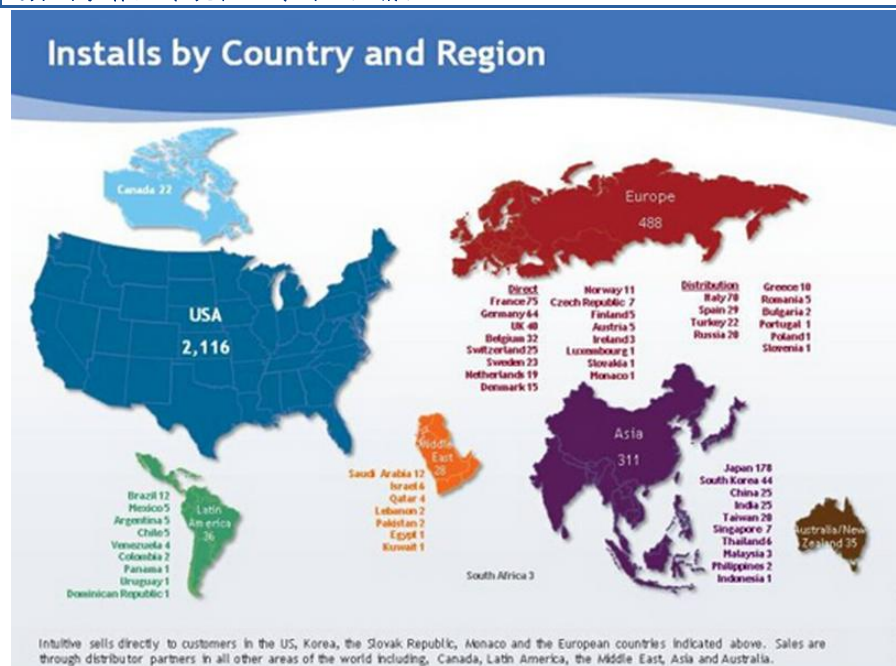
- ✓ **国内手术机器人应用及发展现状:** 中国大陆第一个引进达芬奇系统的医院是北京解放军总医院，在它的帮助下，医生们成功的完成了多例神奇的机器人微创手术，对于这类微创手术机器人的研究于是也就在全国范围内展开了。这当然也是有很强的市场需求的。不过另一方面，我国目前在临床上使用的微创手术机器人几乎都是从国外购置的，这些外科手术机器人系统最大的问题在于其昂贵的使用成本，这主要体现在其高额的购置费、手术费以及维修的费用等方面。在国外，利用手术机器人做常规手术、大手术、高难度手术，患者需增加的用度分别为 1000 美元、1500 美元~2500 美元、3000 美元~4000 美元。但是在国内，引进一台微创手术机器人系统约需人民币上百万甚至千万元，这高昂的成本导致每次开机费用就达到了万余元。此外，除了令寻常百姓难以接受的购置费用以外，国外的微创手术机器人系统手术耗材的费用也是相当的高昂，比如刀具等常规手术工具必须频繁定期更换，每隔四个月左右就要进行一次预防性维修，这使得替换耗材和维修费用就要达到一台微创手术机器人系统费用的将近一半左右，无论对医院还是对于患者来说都是一笔沉重的负担。在我国，近几年对微创手术机器人的研发也获得了一些不错的成绩，但总体上还处于起步的阶段。

## 6.2 手术机器人垄断者——直觉外科公司

美国的直觉外科公司（交易代码：ISRG）成立于 1995 年，总部位于美国加利福尼亚州阳光谷。公司 2000 年在纳斯达克上市，在 2000-2012 年期间公司的销售收入一直保持快速增长态势，年复合增长率达到 45%，股价最大涨幅也一度超过 70 倍。2013 年后，由于市场开拓偏慢，销售收入出现滞涨，股价也没有再创新高。

截止 2014 年 3 月底的数据显示，达芬奇系统全球装机总数已达 3039 台，其中美国 2116 台，欧洲 488 台，亚洲 311 台，其他地区 124 台。

图 29: 达芬奇机器人系统在全球的配置情况



资料来源：长城证券研究所整理

目前市场上普遍应用的是公司第三代产品 (da Vinci Si)。该系统在实时操作上已经非常到位,但是手术的操作范围上仍有局限性。公司的第四代产品 da Vinci Xi 于 2014 年 4 月通过 FDA 认可。Intuitive 表示, da Vinci Xi 修复了旧版本机器上发现的机械故障。新的架空器械臂结构让机器人无须重新定位就能够接触到病人的任何解剖部位。其它的新特征还包括:内窥镜的数字结构采用更紧凑的设计;内窥镜能够附在任何的器械臂上,具有更大的灵活性和可视性;更小更薄的手臂以及重新设计的关节提供更广的运动范围;加长的仪器轴提供更大的操作范围。da Vinci Xi 比前代产品拥有更多的功能,能够用于一系列的微创手术,还特别为多象限手术做了优化。

图 30: da Vinci Xi 手术机器人



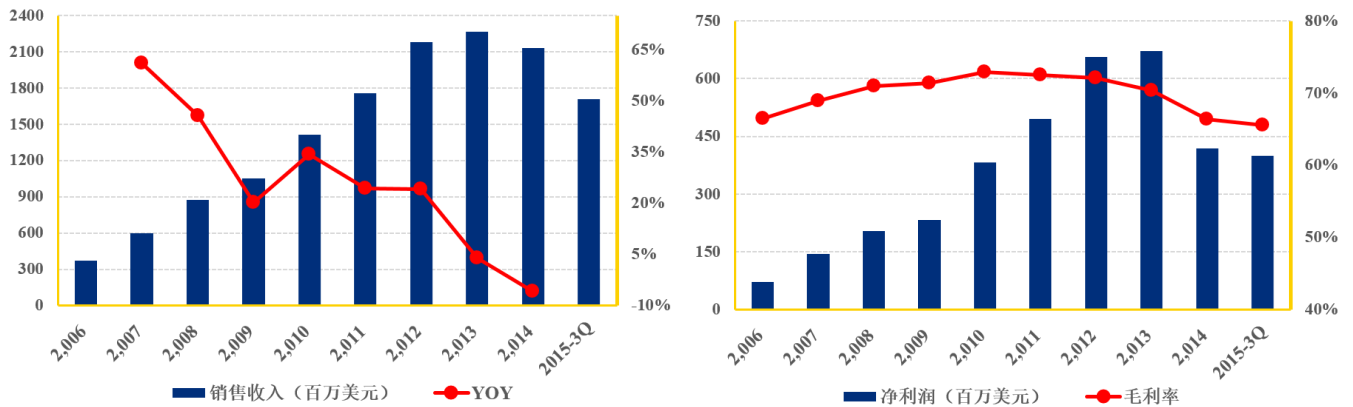
资料来源:长城证券研究所整理

da Vinci Xi 的薄臂设计能够防止机械臂之间的碰撞和引起手术期间的摩擦,这在过去是令 Intuitive 头疼的问题。2013 年 11 月, Intuitive 发出警告称 da Vinci Si 手术机器人手术时可能会产生临时性的滞后并危及病人安全。FDA 将此视为 2 类召回,意味着设备能够引起临时或者医学可逆的健康问题,并引发一系列的并发症。公告称:“对特定机械臂之间的摩擦会干扰本来流畅的器械运动,医生能够在操作主控台上面感觉到明显的阻力,这种情况下,器械可能会瞬间停顿,并在医生推过这段阻力时,才跟上医生的位置。”

直觉外科公司的收入主要来源于达芬奇系统的销售以及配件、服务费。达芬奇系统售价普遍在 100 万-200 万美元区间,每台系统销售后的年均服务费用为 10 余万美元。公司销售后的配件、服务费收入增幅要大于销售达芬奇系统本身的收入增幅。手术机器人行业进入门槛较高,一方面,研发机器人需要雄厚的资金和尖端的技术做储备,公司总裁、首席执行官及董事加里古萨特博士 1996 年 4 月加入直觉外科,之前是 SRI 国际(原斯坦福研究所)核心团队的一部分,开发计算机增强手术技术;另外,医疗机器人需要通过监管部门严格的检测和评估后才能批量生产,企业先发优势十分明显。这也是公司多年来维持 60% 以上毛利率的原因。

■ 直觉外科公司历年收入及盈利情况

图 31: 直觉外科公司近年来营收和净利情况



资料来源: Wind, 长城证券研究所整理

参考资料: 《直觉外科公司股价“长牛不息”》

### 6.3 外骨骼机器人——技术储备丰厚，但市场开拓不够

外骨骼原指为生物提供保护和支持的坚硬的外部结构，外骨骼机器人可理解为一种结合了人的智能和机器人机械能量的人机结合可穿戴装备。在医疗领域，外骨骼机器人可以用于辅助残疾人、老年人及下肢肌无力患者行走，也可以帮助他们进行强迫性康复运动等，具有很好的发展前景。

■ 外骨骼机器人研究发展史:

- ✓ 美国是最早进行外骨骼装备研究的国家之一，20世纪60年代，美国通用电器公司就研发了一种基于主从控制的外骨骼原型机哈迪曼外骨骼手，其设计目的是协助使用者在外太空、核工厂、水下等进行工作。

图 32: 哈迪曼动力外骨骼



资料来源: 长城证券研究所整理

- ✓ 20 世纪 90 年代，随着材料、控制、传感等机器人技术的发展，外骨骼技术取得了较大进展。20 世纪末，加州大学伯克利分校开发了一种通过控制杆来操作的电液增力型外骨骼机械手，操作者使用该装置抓取重物时可通过机械手上的电磁力反馈感知重物的质量、形状以及惯量；借助该机械手，操作者可以轻易地将 10 倍于自己体质量的物体抓起。
- ✓ 日本神奈川理工大学研制的可穿戴助力外骨骼（Power Assist Suit, PAS）于 1991 年问世。这款可穿戴助力外骨骼是一款全身外骨骼机器人，包括了机械肩、机械臂、躯干、腰部和机械腿等类人结构，质量约为 30kg。实验证明，它可以增加普通人体力量的 0.5~1 倍，并已经达到了让医护人员更加方便地照顾残疾人的目的。
- ✓ 日本筑波大学 Cybernics 实验室于 2002 年研发出一款穿戴型助力机器人，并命名为 HAL（Hybrid Assistive Leg）。该装备的研究目标是帮助年迈者及残疾人进行正常的运动。3a 之后，HAL 已经发展到第 5 代产品 HAL-5。该外骨骼机器人不仅可以用于加强正常人体的运动能力，还可以用于辅助有伤病的残疾人进行正常行走。HAL-5 的质量约为 15kg，它的整个系统可以承受 140~220kg 的重物。HAL-5 系统配备较多的传感器，其中角度传感器、肌电传感器、压力传感器等元件可以实时地获取外骨骼人机系统的运动信息，然后发送给处理器，经过处理后的信息通过驱动电动机使各个执行元件运动。HAL-5 将驱动装置、测量装置、动力装置等全部都集成在背包中，使整个装备紧凑方便，更好地辅助了穿戴者的运动。

图 33: HAL 外骨骼机器人



资料来源：长城证券研究所整理

- ✓ 2004 年，美国加州大学伯克利分校研制出的下肢外骨骼机器人，是美国国防部高级研究项目局研制的第一台能够负重且带移动电源的外骨骼机器人。BLEEX 外骨骼机器人由动力设备、背包式支架、2 条仿生机械动力腿组成，采用液压驱动，其液压泵能源来源于其背包式支架中的液压传动系统和箱式微型空速传感仪。整套装备质量约为 45kg，试验者戴上该装备，再携带一个质量达 35kg 的背包，仍可行走自如。

图 34: BLEEX 外骨骼机器人



资料来源: 长城证券研究所整理

- ✓ 在 BLEEX 下肢外骨骼机器人基础上, 洛克希德·马丁公司和伯克利分校共同开发了一款下肢外骨骼机器人 HULC, 该设备优化设计了 BLEEX 部分液压传动装置结构, 可以使穿戴者完成匍匐前进和下蹲等动作, HULC 的背部设计了一款搬举装置, 该装置可使使用者能搬举需 2 人甚至更多人才能搬举的重物。

图 35: HULC 动力外骨骼

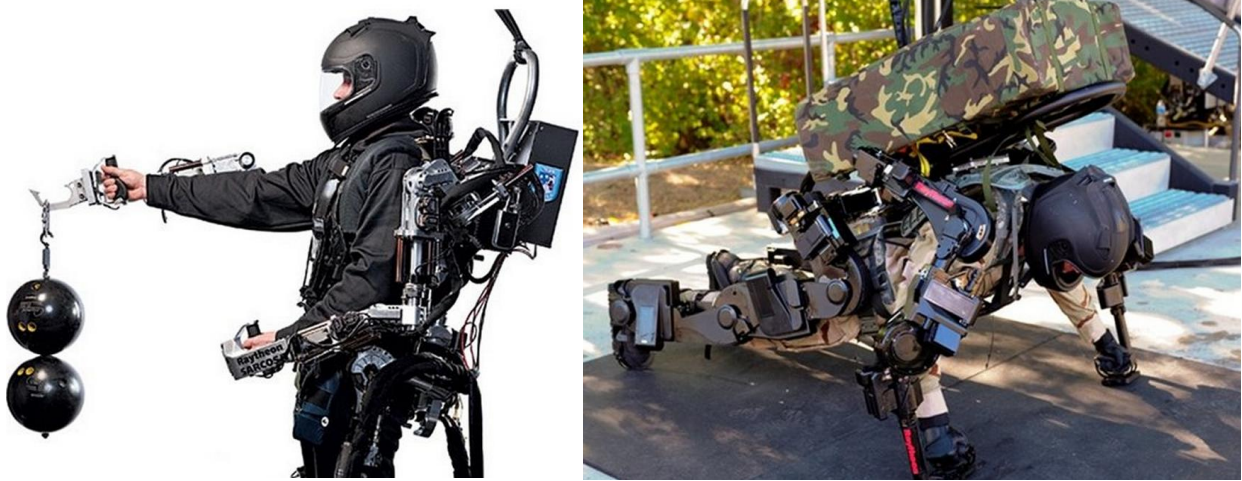


资料来源: 长城证券研究所整理

- ✓ 2008 年美国 Sarcos 公司 Steve Jacobsen 等人成功研制出外骨骼机器人 XOS-1。该装置为全身式外骨骼机器人, 利用附在身体上的传感器可快速有力地响应穿戴者的行为动作。当使用者穿上 XOS-1 时, 能轻松地将 200 磅的重物连续举 50~500 次。该装置以自带电池为动力源, 但只能使用 40min。2007 年美国军火巨头雷神公司收购了 Sarcos, 并于 2010 年研发出了 XOS-2 动力外骨骼系统。XOS-2 重量轻了 10%,

能耗降低了 50%。力增比达到了惊人的 17:1。性能的全面增长使之深得美国军方认可，并被《时代》杂志列为 2010 年的 50 大发明之一。

图 36: XOS 外骨骼机器人



资料来源: 长城证券研究所整理

- ✓ 2009 年 10 月，俄罗斯宣布斥资 3500 万美元研制外骨骼机器人，命名为勇士-21。它主要是由背包式外架、2 条金属腿等构成。该外骨骼的研制目标主要是为了军事应用。“勇士-21”外骨骼机器人的优势在于它的金属材料部件全部采用纳米技术，比其第一代外骨骼装备在质量上减轻了 14kg。这不仅提高了士兵的机动性和灵活性，更是减少了电池的消耗，从而延长了它的使用时间。
- ✓ 2011 年，法国某防务公司与法国武器装备总署公布了其联合研制的可穿戴式外骨骼，并命名为“大力神”(HERCULE)。该机械外骨骼不仅可以应用于增强普通人体的负重能力，而且可以增强士兵的作战持久力。它的机械结构主要是 2 条机械腿和背部水平支架，缓解了士兵执行负重远距离任务所带来的伤害和疲劳。该外骨骼不仅适合军事应用，也适合民用及医疗应用等领域。

图 37: 法国“大力神”(HERCULE)3D 效果图



资料来源: 长城证券研究所整理

- ✓ 近年，美国 DARPA（国防先进研究项目局）与美国哈佛大学合作设计研发出一款名叫 Soft Exosuit 的外骨骼机器衣。这款外骨骼机器衣主要为美军士兵研发，它可以增强士兵的肌肉力量和灵活性，可以让士兵在不累的情况下行走更远的距离。这种柔性的外骨骼机器衣在军方内部使用成熟之后，也会设计出其他版本推广到民用领域，帮助那些行动不便或者瘫痪的病人再次行走。不像其他宣称给人类超能力或耐力的机械衣，这款机器衣主要的理念是柔性。其主要材料是纺织物，大量的微处理器、传感器以及随身电源都将被植入到外骨骼机器衣中。机器衣配置了微型电动机，可以给士兵提供额外的力量和运动能力。

图 38: Soft Exosuit 的外骨骼机器衣



资料来源：长城证券研究所整理

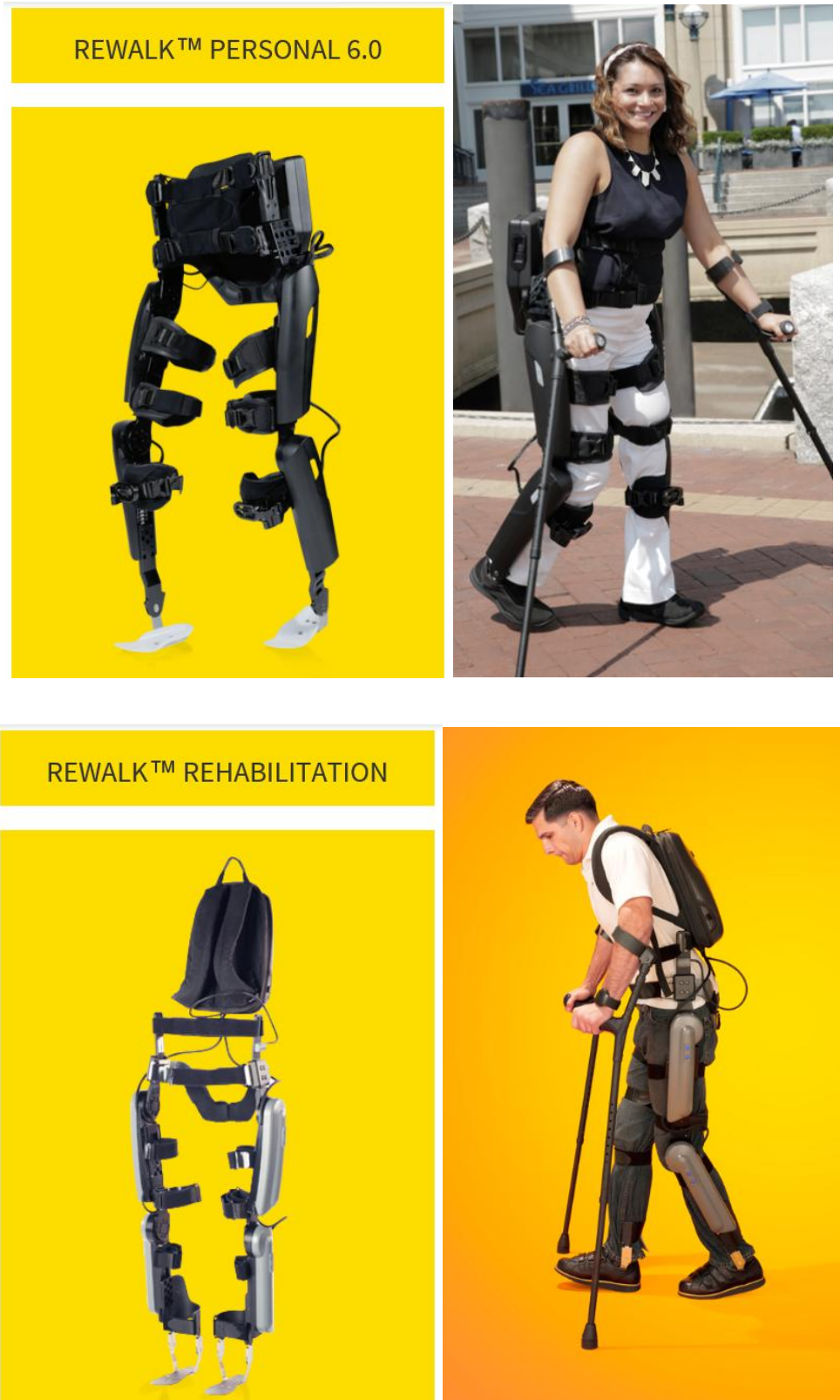
## 6.4 外骨骼机器人领先者——Rewalk 公司

Rewalk 是一个由以色列的创新医疗设备设计、开发公司，前身为阿尔戈医疗技术，致力于开发外骨骼机器人，主要用途为协助下肢瘫痪的病者能够再次站立行走。

Rewalk 产品有特有的运动传感技术，使用电池驱动，并且有专门的机载计算机和软件进行控制，可以帮助用户完成坐下、站立、行走甚至爬楼梯等动作，用户不需要外人协助，独自使用该产品。

目前 Rewalk 有两款产品：一款是 Rewalk Personal 6.0，供个人在家里或者社区使用，为每个用户量身定制；一款是 Rewalk Rehabilitation，用于在 Rewalk 高级训练诊所使用，为客户提供有效的训练和治疗。

图 39: Rewalk 公司产品



资料来源: 公司资料, 长城证券研究所整理

Rewalk 的产品已于 2014 年通过 FDA 认证, 并且是唯一一个获得了美国 FDA 证明的外骨骼机器人, Rewalk 还获得了欧洲 CE 在特定区域的认证, 这也是 Rewalk 最大的优势所在。

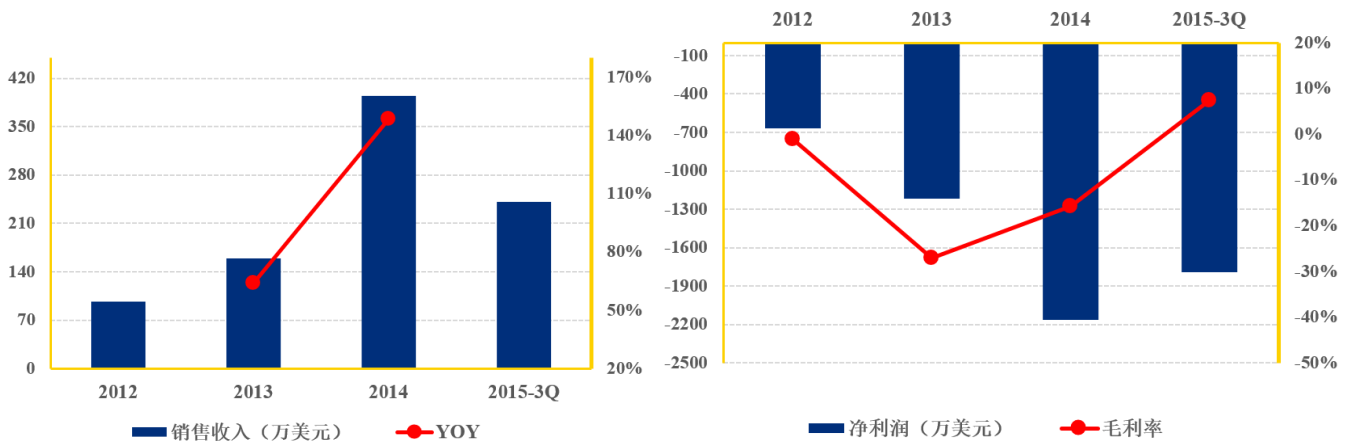
ReWalk 创始人阿米特·高弗尔早年意外瘫痪，从出生时一直到 2006 年首款 Rewalk 设备诞生，他都一直在轮椅上度过。公司研发团队有超过 20 年的经验，整个研发团队有多为瘫痪人士，他们对于瘫痪患者的实际需求，用户体验有着非常深刻的体验，这对于产品的体验和改进研发都有着巨大的好处，在营销过程中也更具备说服力。

和许多外骨骼和假肢不同，经过磨合训练后，ReWalk 就能以使用者习惯的步伐节奏行走，这让使用者感觉自己像在使用正常的肢体一样。这项技术要归功于 ReWalk 强大的中央处理系统和高精度传感器，系统能够通过检测重心位置的细微变化控制运动，模仿使用者习惯的自然步伐，并为用户提供适合的行走速度，即便是四肢瘫痪者也能够借助系统独立行走。ReWalk 6.0 的控制器在手腕处，而外骨骼则需要通过人体工程学绑带与用户双腿连接在一起。当整套系统启动后，传感器就会实时准确监测人体重心，而当重心前移时，系统便会向位于膝关节和髋关节的电机发出指令，以完成向前迈步的动作。如迈步连续，系统就将模拟人体正常的步态，甚至辅助用户完成转身、站立等动作。相比之前产品，ReWalk 6.0 取消了背负式电池仓的设计，转而将电池安装在了臀部的位置，不仅负重感因此有所减轻，还不会限制用户的穿衣自由，而其最快行动速度甚至达到了 2.6 公里/小时。

Rewalk 6.0 售价 7.7 万美元，对于大部分下肢残疾者仍然有些昂贵。然而即便产品的定价如此高昂，公司还是处于入不敷出的阶段，不仅净利润为负，毛利润也为负。2012-2014 年，尽管公司的营收从 95 万美元增长到 395 万美元，亏损却越来越严重，2012 年的净利润为 -2166 万美元。ReWalk 公司希望各保险公司、政府项目来为瘫痪患者来承担费用，比如退伍军人管理局和政府医疗项目等。但目前还没有私人保险公司愿意承担或对个人赔付 ReWalk 产品的费用。

ReWalk 公司历年收入及盈利情况

图 40: 直觉外科公司近年来营收和净利情况



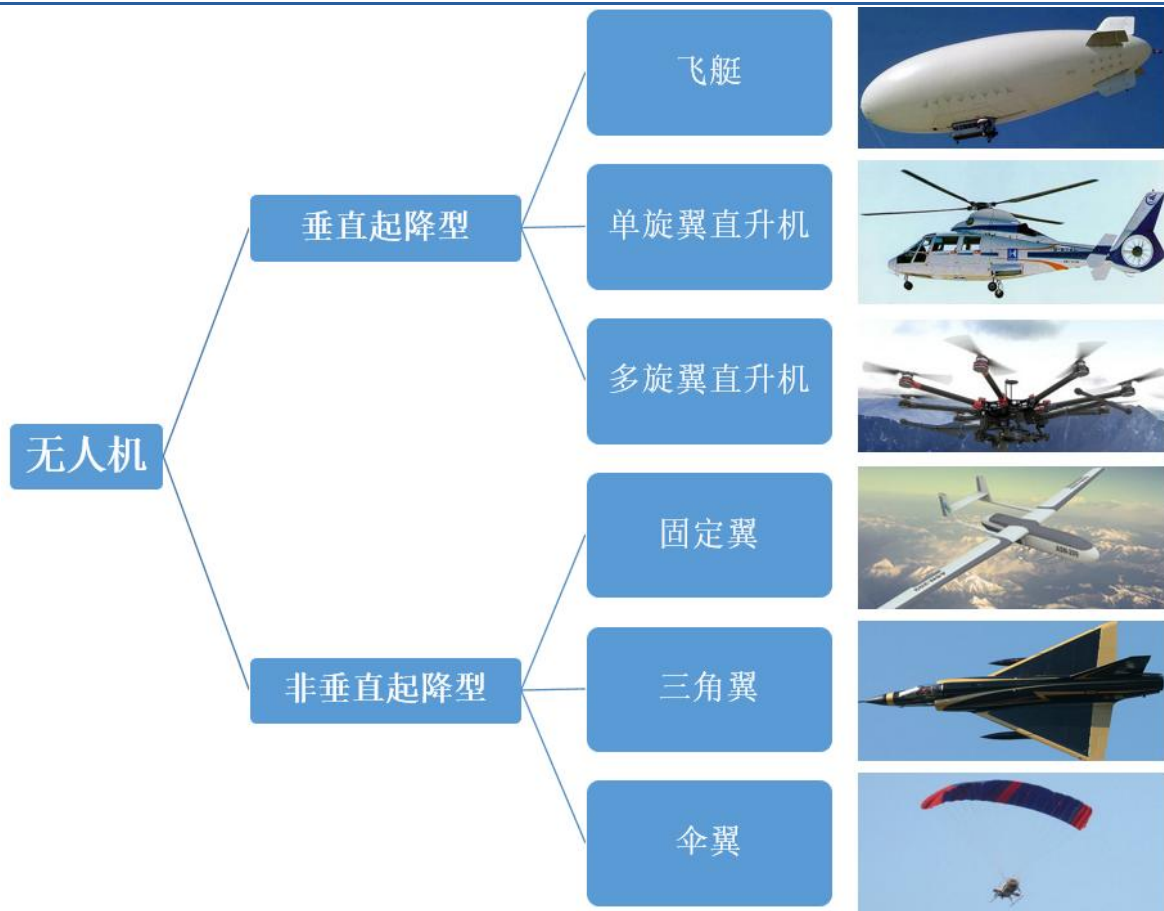
资料来源: Wind, 长城证券研究所整理

## 7. 无人机——消费级市场空间广阔

### 7.1 无人机分类及关键技术

无人机是利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人飞机。从技术角度划分，无人机可以分为两大类：一类是垂直起降型飞机，另一类是非垂直起降型飞机。垂直起降型飞机主要包括飞艇、单旋翼直升机和多旋翼直升机等，其中市场应用最为广泛的是多旋翼；非垂直起降型飞机主要包括固定翼、三角翼、伞翼等，其中市场应用比较广泛的是固定翼。

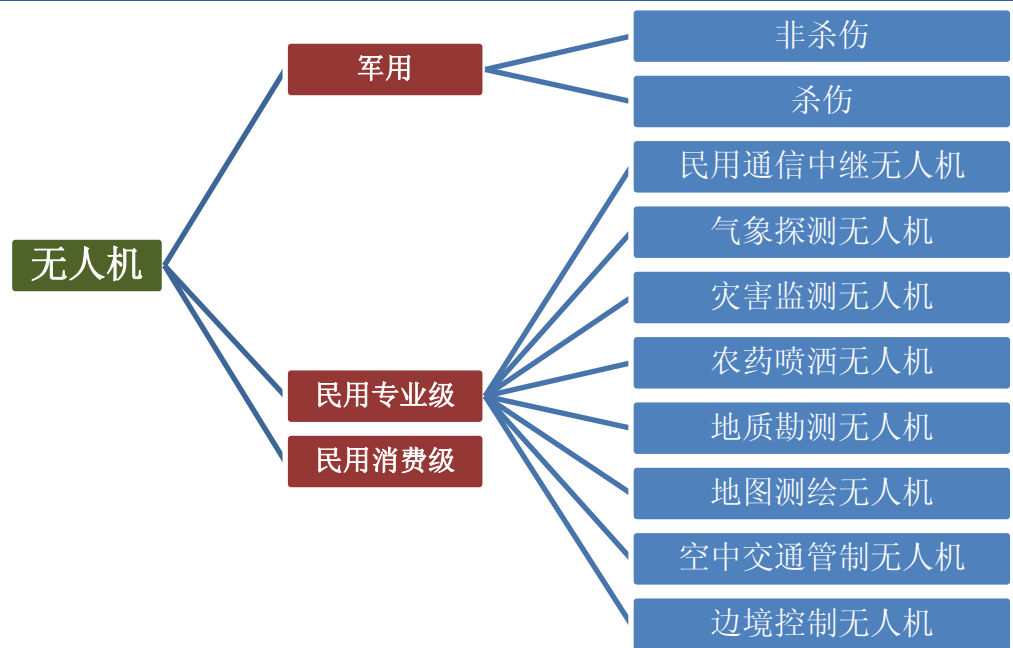
图 41: 无人机按技术角度分类



资料来源：长城证券研究所整理

按照使用领域来划分，无人机可分为军用、民用专业级和民用消费级三大类。

图 42: 无人机按使用领域分类



资料来源: 长城证券研究所整理

### ✓ 无人机特点

轻质小型、高空长航和安全可靠等方面是民用无人机的显著特点。轻质小型决定了无人机的制造无需大量原材料, 可以节约大量成本、使用及维护费用; 高空长航决定其具有航程大, 活动半径宽和续航时间长等特点, 使无人机能够实现对全球任何地区进行气象跟踪和灾寄监控等任务; 安全可靠是最显著的特点, 决定其无需飞行员驾驶, 专业人员通过操纵系统即可实现远程操纵, 人员培训及后勤保障容易实现。

上述特点中, 轻质小型和高空长航决定了民用无人机未来的发展水平。轻质小型, 即质量小、体积小、进而使其在相同动力系统条件下, 有限的机身空间可以携带更多的机载设备和能源; 而高空长航, 即在满足成像实时性、分辨率较佳的基础上, 扩大无人机的覆盖面积, 使其可以在高空长时间巡航, 增加其活动空间。

### ✓ 无人机关键技术

无人机主要有五项目关键技术, 分别是机体结构设计技术、机体材料技术、飞行控制技术、无线通信遥控技术、无线图像回传技术, 这五项目技术支撑现代化智能型无人机的发展与改进。

机体结构设计技术包括飞机结构抗疲劳断裂及可靠性设计技术, 飞机结构动强度、复合材料结构强度、航空噪声、飞机结构综合环境强度、飞机结构试验技术以及计算结构技术等。

机体结构材料应具有高的比强度和比刚度, 以减轻飞机的结构重量, 改善飞行性能或增加经济效益, 还应具有良好的可加工性, 便于制成所需要的零件。

飞行控制技术包括无人机三维位置及时间数据的定位系统、实时提供无人机状态数据的状态传感器、从无人机地面监控系统接收遥控指令并发送遥测数据的机载微波通讯数据链、控制无人机完成自动导航和任务计划的飞行控制计算机。

无人机通信一般采用微波通信进行无线遥控。

## 7.2 深圳大疆创新科技有限公司——无人机绝对龙头

大疆创新的产品在美国商用无人机市场占据领先地位，市场份额达 47%，遥遥领先于排名第二的竞争对手，在全球商用无人机市场中，大疆更是独领风骚，一举夺得近 70% 的市场份额，无疑大疆已成为无人机里的领军人物。创立至今，DJI 大疆创新在北京、香港、美国、德国、日本均设有分公司，仅深圳总部就拥有超过 3000 名员工。

大疆的销售额在 2010-2012 年获得了 79 倍的增长，而大疆创新工作人员向记者表示，最近几年，大疆的增长速度大致将在每年三到五倍。《南方日报》报道称，大疆去年的总销售额达到了 5 亿美元，这一数字是 2013 年的四倍，而大疆今年的销售计划则为去年的两倍，10 亿美元。

### ■ 大疆主要产品介绍

**Phantom 系列无人机：**目前该系列最新版为 Phantom 3 Professional，由飞行器，遥控器，云台相机以及配套使用的 DJI GO app 组成。飞控系统集成于飞行器机身内，一体式云台位于机身下部，用户可通过安装于移动设备上的 DJI GO app 控制云台以及相机。高清图传整合于机身内部，用于高清图像传输。

Phantom 3 Professional 配备 20mm（35mm 格式等效）低畸变广角相机和高精度防抖云台以及 1200 万像素图像传感器。Phantom 3 Professional 可拍摄 1200 万像素 JPEG 以及无损 RAW 格式的照片。在视频拍摄方面，Phantom 3 Professional 最高规格可以拍摄 4K 每秒 30 帧超高清视频。采用 DJI 领先的飞控系统，配合全新的智能电机驱动器，提供了敏捷、稳定、安全的飞行性能。Phantom 3 Professional 配备视觉定位系统，可在超低空或室内实现稳定飞行和悬停。返航功能可使飞行器失去遥控信号或电量不足时自动飞回返航点并自动降落。遥控器内置全新一代 Lightbridge 高清图传地面端，与飞行器机身内置的 Lightbridge 机载端配合，可通过 DJI GO app 在移动设备上实时显示高清画面，稳定传输 720P 图像以及上下行数据。

Phantom 3 Professional 配备高能量密度智能电池和高效率的动力系统，最大平飞速度 16 米/秒，最大续航时间约为 23 分钟。

图 43: Phantom 3 Professional 无人机



资料来源：公司资料，长城证券研究所整理

**Inspire 系列无人机：**Inspire 1 Pro 由飞行器，遥控器，云台相机以及配套使用的 DJI GO App 组成。飞控系统集成于飞行器机身内，一体式云台相机与飞行器机头部分连接，用户可通过安装于移动设备上的 DJI GO App 控制云台以及相机。高清图传整合于机身内部，最大室外传输距离达到 5 千米，可用于高清图像传输。

相机采用 Type4/3CMOS 影像传感器，分辨率可达到 1600 万有效像素。相机采用的 72° 定焦镜头，支持最高 4Kp30@60Mbps 的超高清视频录制，支持最高 1600 万像素静态照片拍摄。高精度三轴增稳云台与相机一体化设计，使得飞行器在飞行时能获取稳定平滑的画面。云台采用快拆设计，可快速拆卸及安装飞行器搭载的相机。

遥控器集成全新一代 Lightbridge 高清图传系统，在传输画质与通信可靠性上有大幅度的提升。遥控器配备相机以及云台操作按键，方便用户在航拍时便捷地控制相机与云台。

配备 4500 毫安时（标配）以及 5700 毫安时（选购）智能飞行电池为飞行器提供充足动力，使用高能量密度电芯，并采用业界领先的电池管理系统。

内置 DJI 新一代飞控系统，提供稳定可靠的飞行性能。采用先进的光学定位技术，视觉定位系统让 Inspire 1 Pro 在无 GPS 信号的情况下也能稳定悬停。

图 44: Inspire 1 Pro 无人机



资料来源：公司资料，长城证券研究所整理

**OSMO 系列手持云台相机:** Osmo 是 DJI 最新推出的一款包含相机的三轴手持云台。Osmo 运用 DJI 核心的功能算法，拥有完善的功能设计和简易的操作性，可随心控制录影与拍照；标配 Zenmuse X3 云台相机，可拍摄 4K 超高清视频与 1200 万像素照片；通过内置 Wi-Fi 与 DJI GO App，可在移动设备上实时显示高清画面，并可实现延时摄影、一键全景、自拍全景等创新功能。

Osmo 可紧密跟随拍摄与定点拍摄；支持手动快速调整相机拍摄角度；内置 MIC，并提供外接 MIC 接口；标配移动设备支架，并提供多种选配支架，如加长杆、车载支架、三脚架、自行车支架等等，满足不同的拍摄场景需求。

图 45: OSMO 系列手持云台相机



资料来源: 公司资料, 长城证券研究所整理

**RONIN 系列手持云台系统:** DJI Ronin-M 是为专业级或影视级摄影师定制开发的一款三轴手持云台系统。DJI 在基于 Ronin 的成功设计经验而打造出 Ronin-M, 它不仅继承了 Ronin 极致稳定的拍摄表现, 同时在结构上更加轻巧, 在拍摄过程中更便捷灵活。对于不同型号与重量的相机, Ronin-M 同样可以带来完美表现。

Ronin-M 手持云台系统运用了三个无刷电机, 无刷电机的位置信息通过 IMU (惯性测量单元) 反馈至 DJI 定制的 32 位 DSP 处理器, 在毫秒内完成增稳动作的计算, 从而保证云台的角度抖动量控制在  $\pm 0.02^\circ$  以内。这意味着即使云台的三轴都在运动状态, Ronin-M 依然可以获得稳定平滑的画面。Ronin-M 有三种工作模式: 便携悬挂模式、上下倒置模式和手提模式。

图 46: RONIN 系列手持云台系统



资料来源: 公司资料, 长城证券研究所整理

#### ■ 大疆无人机产品特性

以代表性产品 PHANTOM 3 作介绍如下。

- ✓ **智能返航:** 智能返航模式可通过遥控器智能返航按键或 DJI Pilot App 中的相机界面启动, 其返航过程与失控返航一致, 区别在于用户可通过打杆控制飞行器航向躲避障碍物。启动后飞行器状态指示灯仍按照当前飞行模式闪烁。智能返航过程中, 用户仍能控制飞行器航向, 通过遥控器上的智能返航按键或 DJI Pilot App 退出智能返航后, 用户可重新获得控制权。
- ✓ **智能低电量返航:** 智能飞行电池电量过低时, 没有足够的电量返航, 此时用户应尽快降落飞行器, 否则飞行器将会直接坠落, 导致飞行器损坏或者引发其他危险。为防止因电池电量不足而出现不必要的危险, Phantom 3 Professional 主控将会根据飞行的位置信息, 智能地判断当前电量是否充足。若当前电量仅足够完成返航过程, DJI Pilot App 将提示用户是否需要执行返航。若用户在 10 秒内不作选择, 则 10 秒后飞行器将自动进入返航。返航过程中可短按遥控器智能返航按键取消返航过程。智能电量返航在同一次飞行过程中仅出现一次。若当前电量仅够实现降落, 飞行器将强制下降, 不可取消。返航和下降过程中均可通过遥控器(若遥控器信号正常)控制飞行器。飞行器自动下降过程中也可以推油门杆使飞行器悬停, 操控飞行器转移到更合适的地方再降落。电池能量槽的颜色区间以及预计剩余飞行时间信息, 将根据飞行器的飞行高度以及离返航点的距离动态调整。
- ✓ **失控返航:** 当 GPS 信号良好(GPS 图标为绿色), 指南针工作正常, 且飞行器成功自动或手动记录返航点后, 如无线信号(遥控器信号或图像信号)中断超过 3 秒, 飞控系统接管飞行器控制权, 控制飞行器飞回最近几率的返航点。如果在返航过程中, 无线信号恢复正常, 返航过程仍将继续, 单用户可以通过遥控器控制飞行航向, 且可短按遥控器智能返航按键以取消返航。当 GPS 信号欠佳(GPS 图标为灰色)或者 GPS 不工作时, 无法实现返航。自动返航过程中, 飞行器无法躲避障碍物, 单用户可使用遥控器控制飞行器航向。所以在起飞前务先进入 DJI Pilot App 的“相机”界面, 选择 MODE, 进入“高级设置”选项中设置合理的失控返航高度。
- ✓ **视觉定位:** 视觉定位系统为超声波与图像双结合的定位系统, 通过超声波判断当前高度, 同时利用摄像头以获取飞行器位置信息, 从而使飞行器精确定位。视觉定位系统位于飞行器底部, 由摄像头 1、和超声波传感器两个模块组成。除了定位功能以外, 他也能提高飞行器对地高度参考。

## ■ 大疆成功原因分析

1. **产业先行者, 重视市场开拓:** 过去, 航拍飞行器爱好者往往需要通过买零配件自己焊接, 包括安装摄像机。大疆瞄准了航拍的一体化解决方案的机会, 抢占先机, 开创出会飞的相机这一全新的科技产品品类, 才有了现在的领导者地位。当大部分民用无人机公司还没找到盈利模式时, 大疆已经找到了产业化的出口, 更加主动地拓宽电商渠道。
2. **专注产品质量, 薄利多销抢占市场:** 大疆始终专注于产品质量和客户的使用感, 在无人机领域有着 10 年的技术积累, 研发人员有 700 多人, 大疆在无人机领域的核心技术是竞争者难以在短期内超越的, 因而不会被拖入红海。在打造产品的过程中, 不忽悠、专注技术研发, 是大疆从始至终坚持的。大疆认为, 身为制造业者, 做好产品是天职。大疆首先考虑市场占有率, 利润是第二位。通过采用“薄利多销”的模式, 大疆大幅度降低了多旋翼无人机的价格, 使得无人机的客户群从以前的 DIY 发烧友拓展到普通大众, 客户规模增加了几百倍。

## 8. A 股上市公司服务机器人标的推荐

A 股上市公司服务机器人标的梳理如下表，其中我们重点推荐巨星科技、海伦哲、华丽家族、迪马股份和雷柏科技。

表 5: A 股服务机器人标的梳理

服务机器人种类	A 股标的	EPS 预测		PE 预测	
		2015E	2016E	2015E	2016E
扫地机器人	巨星科技	0.53	0.60	40	35
	康力电梯	0.66	0.81	26	21
	科大讯飞	0.45	0.68	85	56
教育娱乐机器人	高乐股份	0.10	0.11	179	163
	机器人	0.66	0.87	106	81
	华丽家族	0.02	0.04	702	351
安防机器人	高新兴	0.26	0.38	85	58
	海伦哲	0.07	0.21	310	103
	东方网力	0.79	1.39	91	52
可穿戴机器人	九安医疗	-0.20	0.01	-128	2563
	奋达科技	0.51	0.75	84	57
手术机器人	博实股份	0.30	0.36	98	81
康复机器人	迪马股份	0.41	0.46	28	25
	楚天科技	0.77	0.97	50	40
服装类机器人	科远股份	0.37	0.53	111	78
	慈星股份	0.19	0.31	89	54
无人机	雷柏科技	-0.70	0.27	-81	213
	威海广泰	0.54	0.72	59	44

资料来源：长城证券研究所

### 8.1 巨星科技（002444）：国自机器人快速成长，定增加码机器人业务

子公司国自机器人公司专注于移动机器人的开发与推广，业务覆盖与机器人相关的工业、公用事业、教育等领域。国自机器人公司近年来处于飞速成长时期，已跻身国内 AGV 制造商前列，连续实现翻倍式增长。2013 年主营业务收入约 1697 万元，净利 328 万元，2014 年营业收入 3152 万元，净利 1057 万元，2015 上半年已经实现营业收入 3940 万元，净利 712 万元。随着下半年各项政府招标工作的开展，2015 年国自机器人有望实现较大飞跃。另外，公司计划非空开发行募集 4.5 亿元用于智能机器人智慧云服务平台项目，主要研发用于安防和家庭清洁的智能服务机器人，并且目前公司的家庭清洁人已初具雏型，处于性能调试中。项目建设周期为 24 个月。项目达产后预计将实现年销售额 7.4 亿元。

### 8.2 华丽家族（600503）：拥有核心技术研发团队，产品蓄势待发

华丽家族子公司南江机器人目前有正式员工 80 多人，包括来自上海交大、哈工大、中科大、浙大的一流机器人技术人才，也有来自国际机器人竞赛顶级队伍的核心成员，已组成稳定的核心技术研发团队。公司技术研发优势明显，已经拥有 10 多项国家发明专利，核心技术包括：1. 机器视觉识别与认知技术：包括人脸识别、人体跟踪识别、人流检测与异常识别、物体与特殊标志识别等；2. 环境感知和自主行动：包括环境地图构建、静态/动态环境自主定位、导航规划与控制等；3. 运动规划与控制：包括运动学与动力学建模、复杂运动规划、伺服运动规划等。目前公司的主要产品包括 5 个：1. 智能交互服务机器人，主要运用于酒店、展览；2. 家庭服务机器人，可与智能家居结合；3. 智能移动机器人，主要用于仓库内货物搬运；4. 教育娱乐机器人；5. 特种机器人，比如安防机器人。公司现在办公场地面积 2300 平，主要负责机器人的研发、装配和调试，机器人本体等部件目前主要通过外协生产，待以后募投项目的智能机器人生产基地项目建成后，可以把目前外协的部件都拿过来做，节约成本，并且缩短生产周期。项目建成达产后将可形成年产 2800 台（套）智能机器人整机和组件的生产能力。

### 8.3 迪马股份（600565）：携手电子科技大学，非公开增发加码外骨骼机器人

公司与电子科技大学签订了《产学研合作协议》，对以下技术领域联合开展技术研究、产品研制和成果转化，并向公司急需突破的关键技术和瓶颈技术开展技术支持：1. 基于外骨骼技术的个人作业平台；2. 人机耦合技术及助力型外骨骼、康复医疗外骨骼。“人机耦合技术”代表了人工智能外骨骼是当今世界最前沿的高科技，在军事上主要运用于“单兵作战系统平台”，在民用上则主要用于辅助行走系统，空间非常广阔。此外，公司拟非公开发行股票募集 5 亿元用于外骨骼机器人产业化项目，主要用于外骨骼机器人产品制造与销售，包括建设军用、民用外骨骼机器人装配、测试、生产等产线、满足军用及医疗健康使用和安全标准的生产厂房。项目建设完成后，公司将具备批量化生产外骨骼机器人的生产能力，目标产品主要应用于军事、公共安全、医疗康复等领域，主要协助军事后勤、消防救援、老年人和肢体残疾人医疗康复等。本项目拟以迪马工业或其子公司作为实施主体，拟利用重庆市南岸区现有土地进行建设。项目建设期为 24 个月，达产期为 48 个月，项目所得税后投资回收期 6.57 年，内部收益率 16.85%。定增推动的转型发展将提高公司在市场竞争中的风险承受能力和应变能力、提升公司的市场竞争力和经营业绩，同时可以优化公司资本结构、降低财务风险。

### 8.4 楚天科技（300358）：携手国防科大，布局医疗机器人

公司今年上半年与国防科技大学签署三年合作协议，致力于共同研发医疗机器人，并把外骨骼机器人研究作为切入点。该类机器人主要用于残疾人和老年人辅助生活自理，也可以用于军队负重等领域，未来将由国防科技大学负责进行列装申报。国防科技大学科研实力强，在机器人方面有优秀的团队和实验室，我国独立研制的第一台具有人类外形、能模拟人类基本动作的类人型机器人便是在国防科技大学问世，今年上半年，国防科大研制出脑控机器人，通过技术将人脑电波转换成指挥机器人的计算机指令，从而实现用人脑直接控制机器人运动。公司经过多年发展已逐步成为中国智能制药装备龙头企业之一，目前建有行业内首家国家级企业技术中心，制定了国家行业内产品技术标准 14 项。机器人未来将成为公司未来的产业核心。公司产业规划三翼齐飞，分别是“医药装备 4.0+机器人”、“高端食品机械 4.0+机器人”、“高端医疗器械 4.0+机器人”。

## 8.5 雷柏科技（002577）：联盟零度智控，PK 大疆科技

公司联盟国内消费级无人机领域的顶尖公司，也被认为是大疆少有对手的零度智控，共同研发、生产、设计消费级无人机。2015年1月20日公司与零度智控签订《投资协议书》，拟与其共同设立合资公司。公司首次以自有资金1,800万元人民币出资，设立完成后，公司持有合资公司60%的股权，其为公司控股子公司。同日，公司与零度智控签订《增资协议》，拟使用自有资金5,000万元人民币增资零度。交易完成后，公司持有零度增资后10%的股权。2015年5月18日，公司Xplorer系列无人机产品上线销售，截至2015年9月30日，公司无人机产品已累计实现销售收入3,500万元左右。此外，公司拟非公开发行股票募集资金不超过11.95亿元，其中7亿元用于无人机产业化项目，用于建设Xplorer、Xplorer V、Xplorer G、Xplorer +、小型无人机、超小型无人机、高端无人机等七类无人机系列产品的生产线。另有1.5亿元用于无人机技术中心项目，用于建设整机安规实验室、可靠性实验室、飞行模拟实验室等无人机相关技术研发实验室，其意义体现在：（1）对无人机相关关键核心技术进行深入研究，取得关键技术专利，提高公司产品核心竞争力。（2）不断研制开发符合市场需求、技术先进、高质量、低成本、具有竞争力的无人机产品。（3）对生产和市场提供直接技术支持，促进销售额的增长。

**研究员介绍及承诺**

**曲小溪:** 机械行业分析师, 2014 年加入长城证券。

**张如许:** 机械行业研究员, 2015 年加入长城证券。

**李倩倩:** 机械行业研究员, 2015 年加入长城证券。

本人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, 在执业过程中恪守独立诚信、勤勉尽职、谨慎客观、公平公正的原则, 独立、客观地出具本报告。本报告反映了本人的研究观点, 不曾因, 不因, 也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收到任何形式的报酬。

**免责声明**

长城证券股份有限公司(以下简称长城证券)具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格。本报告由长城证券向其机构或个人客户(以下简称客户)提供, 除非另有说明, 所有本报告的版权属于长城证券。未经长城证券事先书面授权许可, 任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布, 亦不得作为诉讼、仲裁、传媒及任何单位或个人引用的证明或依据, 不得用于未经允许的其它任何用途。如引用、刊发, 需注明出处为长城证券研究所, 且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息, 但本公司不保证信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用, 并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向他人作出邀请。在任何情况下, 本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下, 本公司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。长城证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易, 或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。长城证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系, 并无需事先或在获得业务关系后通知客户。长城证券版权所有并保留一切权利。

**长城证券投资评级说明**

**公司评级:** 强烈推荐——预期未来 6 个月内股价相对行业指数涨幅 15%以上;  
推荐——预期未来 6 个月内股价相对行业指数涨幅介于 5%~15%之间;  
中性——预期未来 6 个月内股价相对行业指数涨幅介于-5%~5%之间;  
回避——预期未来 6 个月内股价相对行业指数跌幅 5%以上。

**行业评级:** 推荐——预期未来 6 个月内行业整体表现战胜市场;  
中性——预期未来 6 个月内行业整体表现与市场同步;  
回避——预期未来 6 个月内行业整体表现弱于市场。

**长城证券销售交易部****深圳联系人**

刘 璇: 0755-83516231, 18938029743, liux@cgws.com  
李 丹: 0755-83699629, 18665289977, ldan@cgws.com  
李嘉禾: 0755-83516287, 18201578698, lijiah@cgws.com  
李小音: 0755-83516187, 18562591899, lixiaoyin@cgws.com  
吴林蔓: 075583515203, 13418560821, wulinman@cgws.com

**北京联系人**

赵 东: 010-88366060-8730, 13701166983, zhaodong@cgws.com  
王 媛: 010-88366060-8807, 18600345118, wyuan@cgws.com  
李珊珊: 010-88366060-1133, 18616891195, liss@cgws.com  
杨徐超: 010-88366060-8795, 18611594300, yangxuchao@cgws.com  
申 涛: 010-88366060-8777, 15801188620, shentao@cgws.com

**上海联系人**

谢彦蔚: 021-61680314, 18602109861, xieyw@cgws.com  
徐佳琳: 021-61680673, 13795367644, xujl@cgws.com  
凌 云: 021-61683504, 18621755986, lingyun@cgws.com  
王 一: 021-61683504, 13761867866, wangy@cgws.com

**长城证券研究所**

深圳办公地址: 深圳市福田区深南大道 6008 号特区报业大厦 17 层  
邮编: 518034 传真: 86-755-83516207  
北京办公地址: 北京市西城区西直门外大街 112 号阳光大厦 8 层  
邮编: 100044 传真: 86-10-88366686  
上海办公地址: 上海市民生路 1399 号太平大厦 3 楼  
邮编: 200135 传真: 021-61680357  
网址: <http://www.cgws.com>