

行业深度报告

机械设备

通用机械

“中国智造”：智能机器人新天地

报告日期: 2016-08-18

评级: 谨慎推荐

上次评级: 谨慎推荐

一年期收益率比较



| 重点股票 | 2016E | | 2017E | | 2018E | | 评级 |
|------|-------|-----|-------|----|-------|----|------|
| | EPS | PE | EPS | PE | EPS | PE | |
| 埃斯顿 | 0.26 | 115 | 0.33 | 91 | 0.50 | 60 | 谨慎推荐 |
| 巨星科技 | 0.53 | 37 | 0.60 | 33 | 0.70 | 29 | 推荐 |
| 机器人 | 0.31 | 84 | 0.38 | 68 | 0.45 | 57 | 谨慎推荐 |

资料来源: 财富证券

事件: 《机器人产业发展规划(2016-2020)》发布

投资要点

- 《机器人产业发展规划(2016-2020)》发布, 政策加码趋势凸显。2016年4月6日, 工信部、发改委和财政部三部委近日联合印发了《机器人产业发展规划(2016-2020年)》, 《规划》指出, 到2020年, 自主品牌工业机器人年产量达到10万台, 同时, 服务机器人年销售收入超过300亿元。2015年国产工业机器人销量2.22万台, 按《规划》要求, 预计2016-2020年复合增长率为35%; 2015年服务机器人销售额近20亿元, 根据《规划》要求, 预计2016-2020年复合增长率为71.8%。
- 工业自动化发展提速, 上游核心零部件进口替代进程加快。机器人的核心零部件主要包括: 控制器、伺服系统和减速器。三者合计大约占机器人成本的75%左右。由于技术门槛较高, 机器人的核心零部件八成以上依赖进口, 而且采购的伺服电机、减速器等零部件相比外企自产自用的成本要高三五倍以上, 进口替代空间大。随着国产机器人厂家在控制器、伺服系统和减速器上自主研发生产逐步实现, 预计未来核心零部件进口替代速度会加快。
- 应用领域拓展, 下游系统集成需求空间大。与国外系统集成商相比, 国内集成企业发展时间较短, 据我们所知, 目前下游对机器人需求最大是汽车行业, 占比达50%以上。近几年系统集成逐渐往其他行业拓展, 看好其在3C制造、军用机器人领域应用。经测算, 目前中国3C制造业密度仅11台/万人, 未来6-14倍空间, 此外, 军用机器人未来市场规模在百亿美元以上。
- 重点关注: 1、埃斯顿(002747), 小市值大弹性, 国产伺服系统的领导者。2、巨星科技(002444), 低估值业绩优良, 机器人智能化专家, 积极布局服务机器人领域。3、机器人(300024), 军用机器人领头羊, 机器人应用领域广。
- 风险提示: 智能装备需求下降, 研发进度不及预期。

| 表现% | 1m | 3m | 12m |
|---------|-------|-------|--------|
| 机械设备(申) | -1.74 | 10.01 | -24.81 |
| 上证综指 | 1.81 | 9.35 | -22.14 |

财富证券研究发展中心

邹建军 杨甫
0731-84403452
zoujj@cfzq.com yangfu@cfzq.com
S0530511020006 研究助理

实习生周玉健对本文亦有贡献

目录

| | |
|---|------|
| 一、《机器人产业发展规划（2016-2020 年）》发布，政策加码趋势凸显 | 5 - |
| 1.1 机器人行业概述 | 5 - |
| 1.2 《规划》带来千亿盛宴，机器人未来规模和增长空间巨大 | 8 - |
| 二、工业自动化发展提速，上游核心零部件进口替代进程加快 | 12 - |
| 2.1 机器人核心零部件之一——控制器 | 14 - |
| 2.2 机器人核心零部件之二——伺服系统 | 16 - |
| 2.3 机器人核心零部件之三——减速器 | 18 - |
| 三、应用领域拓展，下游系统集成需求空间大 | 21 - |
| 3.1 汽车行业：主要应用领域 | 21 - |
| 3.2 3C 制造业：新的需求增长点 | 24 - |
| 3.3 军用机器人：应用上尝试的新突破 | 26 - |
| 四、机器人未来的发展趋势 | 29 - |
| 4.1 人机“共融与交互”，协作机器人成为发展关键 | 29 - |
| 4.2 人工智能不断加强，仿生机器人越来越完善 | 33 - |
| 五、重点上市公司推荐 | 36 - |
| 5.1 埃斯顿（002747）：工业机器人龙头企业，伺服系统的领先者 | 36 - |
| 5.2 巨星科技（002444）：机器人智能化专家，积极布局服务机器人领域 | 36 - |
| 5.3 机器人（300024）：军用机器人领头羊，看好公司机器人多领域应用 | 37 - |

图表目录

| | |
|--------------------------------------|--------|
| 图表 1: 服务机器人 | - 5 - |
| 图表 2: 工业机器人 | - 5 - |
| 图表 3: 机器人组成 | - 5 - |
| 图表 4: 全球、中国机器人发展现状和未来规模预测 | - 6 - |
| 图表 5: 机器人发展历史 | - 6 - |
| 图表 6: 中国 65 岁以上老年人人数及比重 | - 7 - |
| 图表 7: 15-64 岁人口比重和总人口同比增速 | - 7 - |
| 图表 8: 在职员工平均工资图表 9: 城镇失业率 | - 7 - |
| 图表 9: 城镇失业率 | - 7 - |
| 图表 10: 全球工业机器人销量及同比增速 | - 8 - |
| 图表 11: 2015 年工业机器人各国年供货量比重 | - 8 - |
| 图表 12: 2013-2018 年主要地区销售规模 (台) | - 9 - |
| 图表 13: 2015 年按机械结构划分国产机器人销售情况 | - 9 - |
| 图表 14: 国内外工业机器人企业生产规划 | - 10 - |
| 图表 15: 全球各类专业服务机器人销量 (台) | - 11 - |
| 图表 16: 全球各类个人/家用服务机器人销量 (台) | - 11 - |
| 图表 17: 服务机器人的上下游产业关系图 | - 11 - |
| 图表 18: 中国各类专业服务机器人销量 (台) | - 12 - |
| 图表 19: 中国各类个人/家用服务机器人销量 (台) | - 12 - |
| 图表 20: 2011-2015 年机器人领域的风险投资 | - 12 - |
| 图表 21: 2014-2015 年全球机器人市场规模 | - 12 - |
| 图表 22: 机器人成本构成 | - 13 - |
| 图表 23: 机器人核心零部件 | - 13 - |
| 图表 24: ABB 第二代紧凑型机器人控制器 | - 15 - |
| 图表 25: 国内外重点机器人控制器企业及产品系列 | - 15 - |
| 图表 26: 液压伺服系统 | - 16 - |
| 图表 27: 电气伺服系统 | - 16 - |
| 图表 28: 气动伺服系统 | - 16 - |
| 图表 29: 2014 年伺服系统下游行业 TOP10 | - 17 - |
| 图表 30: 2019 年伺服系统下游行业 TOP10 | - 17 - |
| 图表 31: 中国伺服系统市场占有率分布 | - 17 - |
| 图表 32: 2014 年中国伺服系统市场主要生产企业 | - 17 - |
| 图表 33: 2010-2019 年中国伺服系统市场规模 | - 18 - |
| 图表 34: 中国伺服系统分功率段销售额比重 | - 18 - |
| 图表 35: 谐波减速器结构图 | - 19 - |
| 图表 36: RV 减速器结构图 | - 19 - |
| 图表 37: 2013-2015 国内工业机器人用减速器规模 | - 20 - |
| 图表 38: 新增机器人对减速器的需求 | - 20 - |
| 图表 39: 新增机器人对减速器的需求 | - 20 - |
| 图表 40: 世界部分国家机器人下游领域分布 | - 21 - |
| 图表 41: 中国汽车产量及增速 | - 21 - |
| 图表 42: 汽车制造工艺流程 | - 21 - |

| | |
|---|--------|
| 图表 43: 汽车冲压、焊接、涂装、总装..... | - 22 - |
| 图表 44: 中国自动化生产线需求分布..... | - 23 - |
| 图表 45: 2014 年部分国家汽车行业工业机器人密度 (台/万人) | - 23 - |
| 图表 46: 中国手机出货量 (万台) | - 24 - |
| 图表 47: 中国彩电产量及增速 | - 24 - |
| 图表 48: 中国电子计算机产量 (台) | - 25 - |
| 图表 49: 中国智能手机销售量 (万台) | - 25 - |
| 图表 50: 全球智能手机销售量 (千台) | - 25 - |
| 图表 51: 各国 3C 制造业工业机器人密度 (台/万人) | - 26 - |
| 图表 52: 国内外知名机器人企业 3C 制造业系统集成..... | - 26 - |
| 图表 53: 军用机器人发展阶段 | - 27 - |
| 图表 54: 中美日军用服务机器人专利分布 (件) | - 28 - |
| 图表 55: 军用服务机器人申请人排名 (件) | - 28 - |
| 图表 56 各国军事力量对比..... | - 28 - |
| 图表 57: 2011-2020 年军用服务机器人销售量 (台) | - 29 - |
| 图表 58: 2013-2014 年专业服务机器人 | - 29 - |
| 图表 59: “四大家族”协作机器人..... | - 30 - |
| 图表 60: 新松的 7 自由度协作机器人..... | - 31 - |
| 图表 61: 协作机器人和工业机器人的差距比较..... | - 31 - |
| 图表 62: 2015-2025 全球协作机器人销售额 (亿美元) | - 32 - |
| 图表 63: “人机协作”相关上市公司..... | - 32 - |
| 图表 64: “机器人”到“人机器”人工智能的发展历史 | - 33 - |
| 图表 65: 人工智能组成..... | - 33 - |
| 图表 66: “仿生机器人”发展阶段..... | - 34 - |
| 图表 67: 仿生机器人应用实例 | - 34 - |

一、《机器人产业发展规划（2016-2020 年）》发布，政策加码趋势凸显

1.1 机器人行业概述

1.1.1 机器人定义、组成、分类及发展

机器人是自动控制机器的俗称，指能自动执行人造机器装置，用以取代或协助人类工作。主要包括以下几个部分：执行机构、驱动装置、检测装置、检测系统等。从应用层面来讲，机器人分为两大类，即工业机器人和服务机器人。工业机器人可以代替工人从事上下料、锻造切割、焊接、喷涂、装配、码垛等工业生产作业工作；服务机器人分为专业服务机器人（如军用无人机等）和家用服务机器人（如餐厅机器人、扫地机器人等）。

图表 1：服务机器人



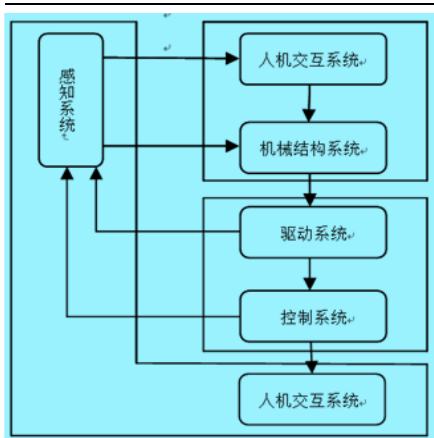
资料来源：中国机器人网，财富证券

图表 2：工业机器人

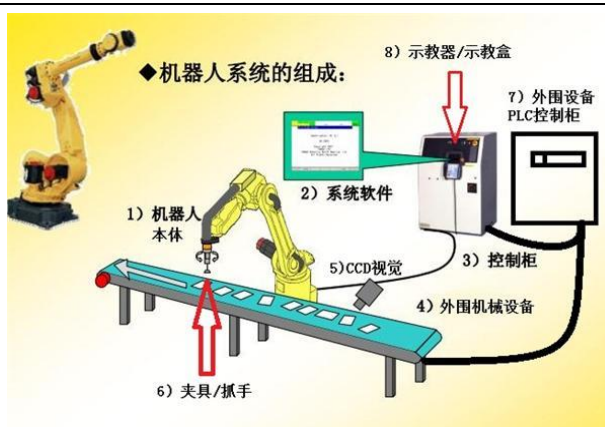


资料来源：中国机器人网，财富证券

图表 3：机器人组成



资料来源：中国机器人网，财富证券



图表 4：全球、中国机器人发展现状和未来规模预测

| | 全球 | | 中国 | |
|-------|--------------------|--------------------------------|---|-------------------------|
| 机器人分类 | 工业机器人 | 服务机器人 | 工业机器人 | 服务机器人 |
| 驱动因子 | 全球制造业转型升级 | | 政策：《机器人产业发展规划（2016-2020 年）》 发布 市场：老龄化加快、劳动力锐减导致用工成本不断提升 | |
| 发展现状 | 2015 年，销量达 24.8 万台 | 2014 年销量超过 470 万台 | 2015 年，销量达 2.22 万台 | 2015 年，中国服务机器人收入 20 亿 |
| 未来规模 | 2018 年销量达 40 万台 | 2015-2018 年全球服务机器人新增 3500 万台以上 | 2020 年销量 10 万台 | 2020 年服务机器人年收入在 300 亿以上 |

资料来源：工信部，IFR，财富证券

1.1.2 机器人行业发展背景：老龄化加快、劳动力锐减导致用工成本不断提升

机器人 30 年代以后才出现萌芽，发展时间不足百年，期间经历了成长期和快速发展期，目前已经迈进智能化时代。

图表 5：机器人发展历史

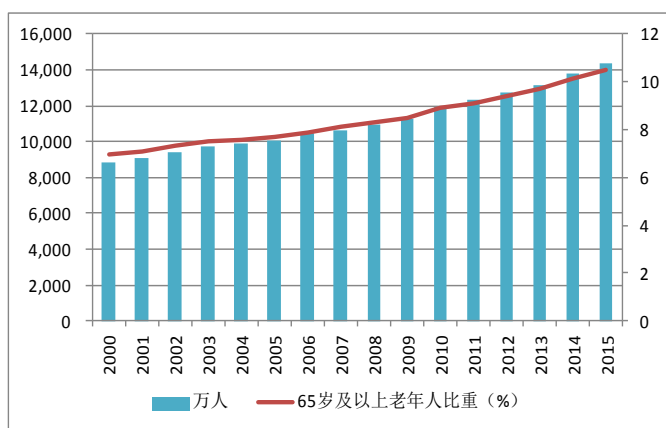
| 时间 | 发展阶段 | 推动因素 | 标志性事件 |
|-----------|-------|--------------------|----------------------------|
| 30-50 年代 | 萌芽期 | 美国橡树岭实验室初步科研成果 | 1954 年美国乔治制造出世界上第一台可编程的机器人 |
| 60-70 年代 | 成长期 | 二战以后世界劳动力减少 | 重复作业的简单工业机器人 |
| 80-90 年代末 | 迅速发展期 | 信息技术的飞速发展 | 具有简单的感知、反馈能力 |
| 21 世纪以后 | 智能化时代 | 自动化提速，人工智能逐渐应用于机器人 | 视觉辨识、决策、学习能力 |

资料来源：机器人之家，财富证券

老龄化程度加深，劳动力资源不断减少。在改革开放的前 20 年里，劳动力资源的充足，为中国经济增长带来了客观的“人口红利”，进入 21 世纪，随着人口结构不断变化，“人口红利”不断消失。2000 年，我国 65 岁以上老人数为 8821 万人，

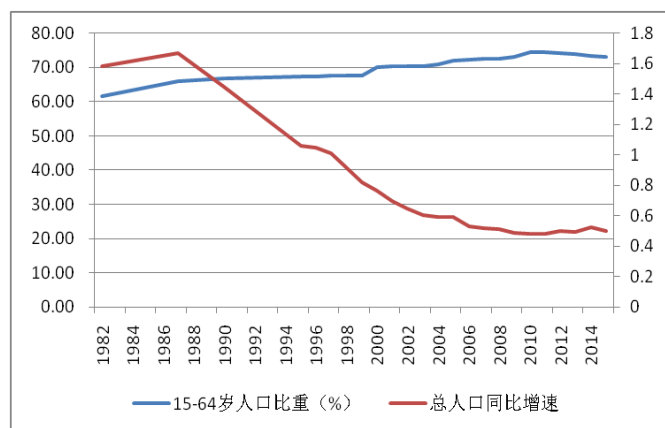
占比接近 7%，标志着我国正式进入老龄化社会，预计到 2025 年，中国 65 岁以上老年人比例将达到 1/4，养老问题是中国 21 世纪最重要的话题之一。与此同时，人口增速也呈现下降趋势，80、90 年代年均人口增速在 1% 以上，目前仅为 0.5%；此外，据新浪网报道，2012 年，中国 15-59 岁比上一年减少 345 万，占总人口比重的 69.2%，比上年末下降 0.6%，系中国劳动年龄人口数量的首次下降，2013-2015 年，劳动年龄人口持续下降，截至 2015 年末，为 91096 万人，从这个角度讲，刘易斯拐点已经到来。

图表 6：中国 65 岁以上老年人人数及比重



数据来源：同花顺，财富证券

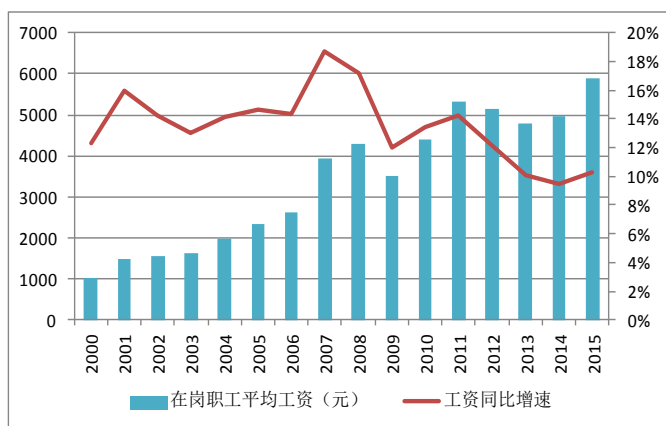
图表 7：15-64 岁人口比重和总人口同比增速



数据来源：同花顺，财富证券

劳动力成本显著提高。近年来，老龄化加快与劳动力锐减致使中国用工成本的急剧上升，沿海地区劳动力密集型产业逐渐往东南亚地区发展中国家转移，过去十年，我国劳动力成本以每年 20% 的增长率高速增长，截至 2015 年，在岗职工平均年工资达到 63241 元，需求推动是机器人行业发展的重要因素。

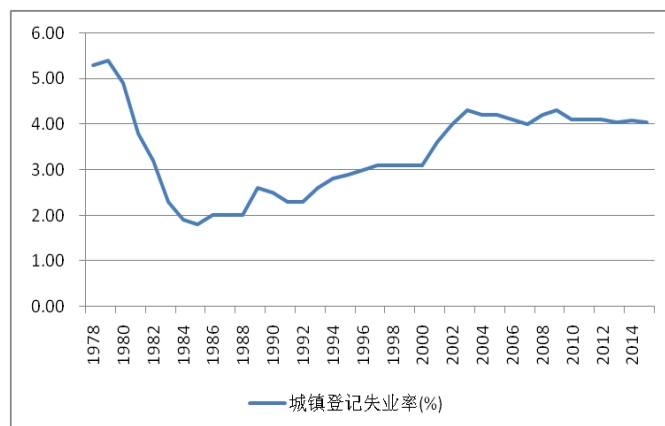
图表 8：在岗职工平均工资



数据来源：同花顺，财富证券

此报告仅供内部客户参考

图表 9：城镇失业率



数据来源：同花顺，财富证券

请务必阅读正文之后的免责条款部分

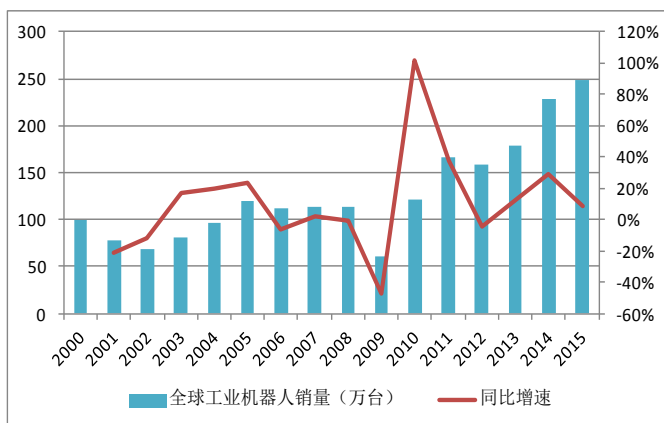
1.2 《规划》带来千亿盛宴，机器人未来规模和增长空间巨大

机器人产业迎来政策良机。2016 年 4 月，国家工信部、发改委、财政部联合印发了《机器人产业发展规划（2016-2020）》，《规划》提出，到 2020 年机器人关键零部件取得重大突破，实现自主品牌工业机器人年产量达十万台，六轴及以上工业机器人年产量达 5 万台以上，并实现批量应用，市场占有率达到 50% 以上，服务机器人年销售收入超过 300 亿元人民币，在助老助残、医疗康复等领域实现小批量生产及应用，此外，机器人密度达到 150 台/万人以上。

（1）全球和中国工业机器人

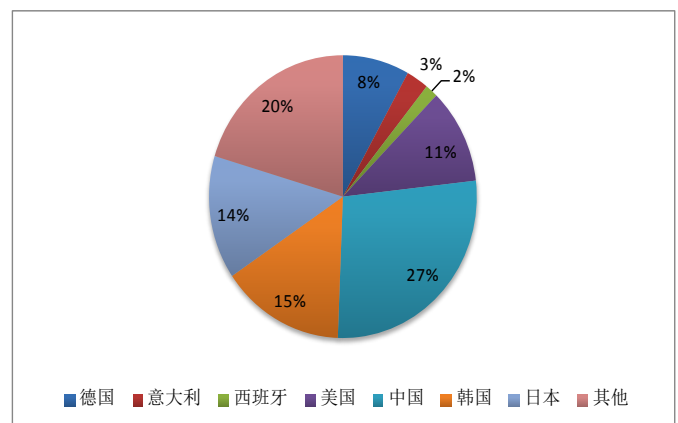
全球工业机器人销量大，增速高。过去十多年，全球工业机器人景气度较高，2015 年，全球工业机器人总销售量达到 248000 台，同比增长 15%，2002-2008 年，全球工业机器人年复合增长率为 8.6%，2009-2015 年全球工业机器人年复合增长率为 23.5%，是过去 6 年的 2.7 倍，近几年全球工业机器人增速明显加快。

图表 10：全球工业机器人销量及同比增速



资料来源：IFR, 财富证券

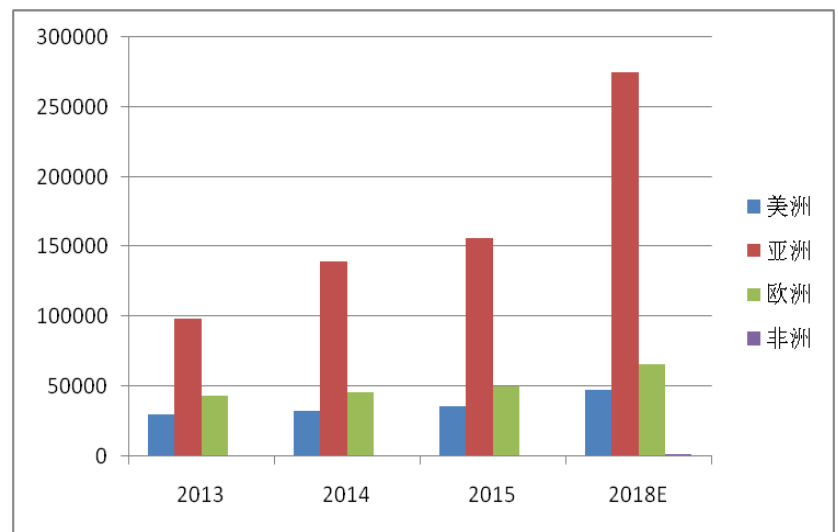
图表 11：2015 年工业机器人各国年供货量比重



资料来源：IFR, 财富证券

亚洲是全球工业机器人未来的主要市场。从市场结构来看，亚洲地区的销售规模占据主导地区，2015 年销售量为 15.6 万台，是欧洲、美洲和非洲销售量之和的 1.8 倍，预计到 2018 年，此比例将达到 2.4 倍。

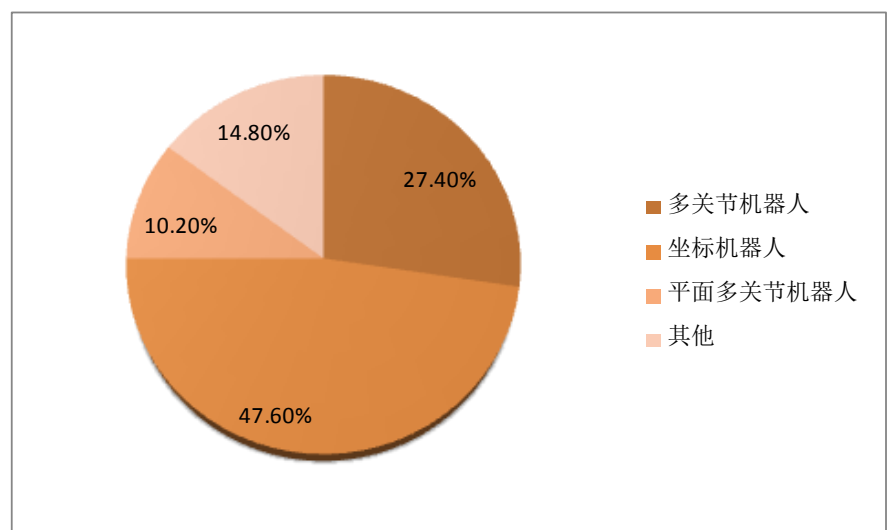
图表 12: 2013-2018 年主要地区销售规模 (台)



资料来源: IFR, 财富证券

国产工业机器人逐渐往中高端发展。从机械结构来看, 2015 年国产多关节机器人销售加速, 销量超过 6000 台, 同比增长 71.7%, 占国产工业机器人总销量的 27.4%, 比上年提高 6.4 个百分点, 此外, 坐标机器人仍是国产工业机器人主力机型, 2015 年销量约为 10600 台, 占机器人销售总量的比重为 47.6%, 较去年回落 4 个百分点。由此我们可以发现, 技术附加值较高的机器人产品的比重在提升, 三轴四轴等低端机器人在国产机器人中的比重呈现下降趋势, 表明国产工业机器人正在逐步往高端技术领域发展。

图表 13: 2015 年按机械结构划分国产机器人销售情况



资料来源: 中国机器人产业联盟, 财富证券

国产工业机器人未来五年市场规模在 500 亿左右。据中国机器人产业联盟统计，2015 年国产工业机器人销量继续增长，全年累计销售 22257 台，按照《规划》要求，到 2020 年自主品牌机器人销量达 10 万台，预计 2016-2020 年复合增长率应该在 35% 以上，按均价 15 万元/台计算，我国国产工业机器人未来五年市场规模在 500 亿左右。

图表 14: 国内外工业机器人企业生产规划

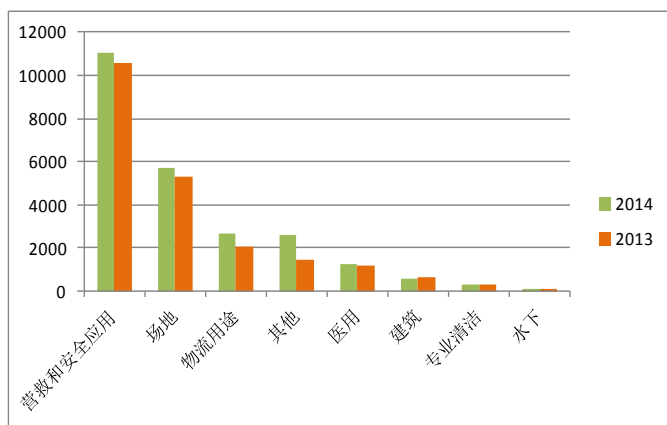
| 公司 | | 生产规划 |
|------|-------|--|
| 国外企业 | 川琦 | 2013 年在苏州建 1.5 万平米新厂，2015 年投产，计划生产 8000 台。 |
| | 库卡 | 上海厂房近 2 万平方米，2011 年生产 5000 台，同比增长 400% |
| | 安川 | 在常州建有 2 家机器人工厂，2015 年实现满负荷生产。 |
| | 发那科 | 2012 年在上海建成 4 万平米生产基地，2012 年生产 3800 台。 |
| | AAB | 2009 年在上海浦东新区的多项业务生产基地正式落成，产量增长了 3 倍。 |
| 国内企业 | 南京埃斯顿 | 2014 年工业机器人产量约 200 余台。 |
| | 广州数控 | 2015 产能 1000 台。 |
| | 安徽埃夫特 | 2013 年产能 480 台。 |
| | 新松机器人 | 建立杭州高端装备园基地，2015 年产能达 5000 台。 |

资料来源：高工研究所，财富证券

(2) 全球和中国服务机器人

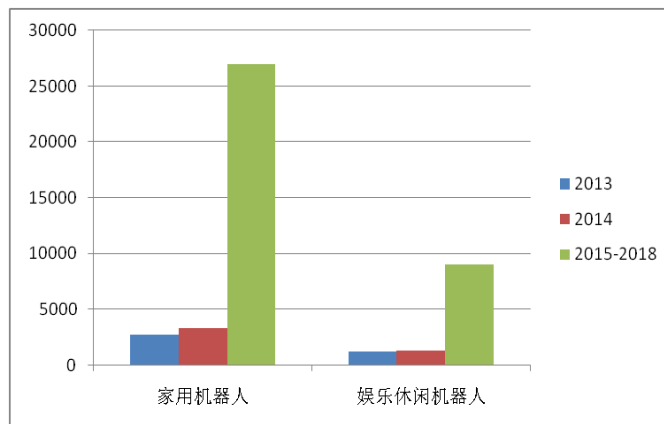
全球个人/家庭服务机器人销量增速高。据 IFR 统计，2012-2015 年全球服务机器人销量复合增速已高达 19%，预计到 2016 年将达到 607 万台。《2015 年世界服务机器人统计报告》显示，2014 年全球个人/家庭服务机器人的销量达到 470 万台，较 2013 年增长 28%，而专业服务机器人销量为 24207 台，较 2013 年增长 11.5%，专业服务机器人由于技术含量高，单价高昂，销售数量比较小。服务机器人虽然市场巨大，但是目前处于发展萌芽期，很多高科技产品的技术还不成熟，商业模式也不够清晰，盈利能力较差。

图表 15: 全球各类专业服务机器人销量 (台)



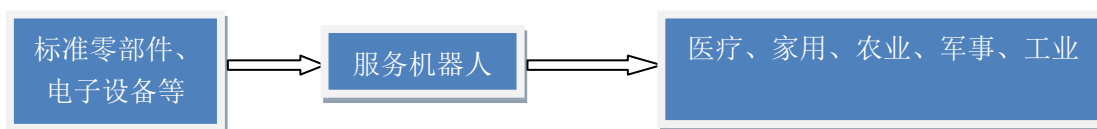
资料来源: IFR, 财富证券

图表 16: 全球各类个人/家用服务机器人销量 (台)



资料来源: IFR, 财富证券

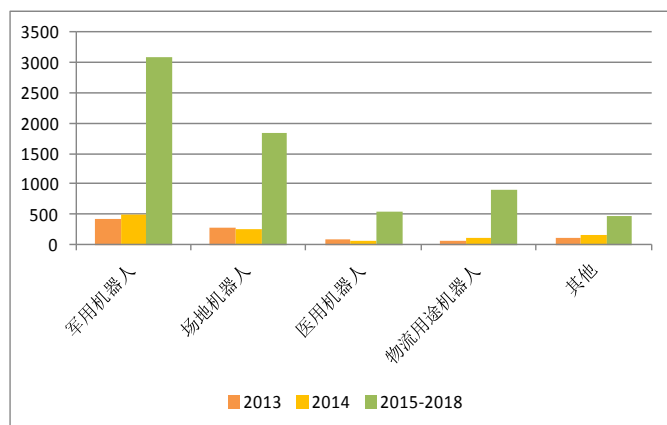
图表 17: 服务机器人的上下游产业关系图



资料来源: 中国机器人产业联盟, 财富证券

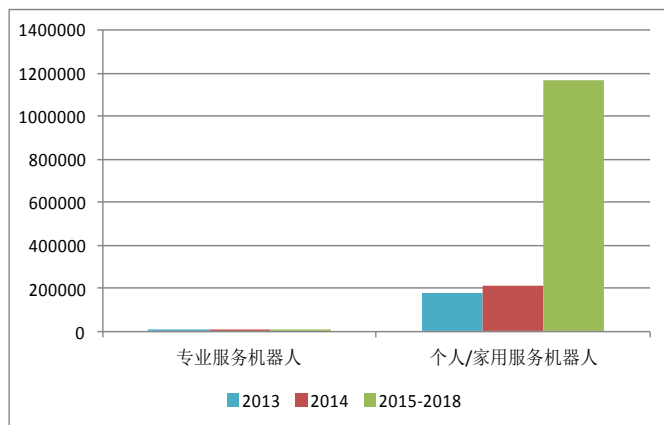
中国服务机器人市场渗透率低, 未来几年会逐渐放量。服务机器人大多属于消费品, 理论上可以实现标准化、系列化, 较易批量化生产, 一旦优势产品成功研发并加以宣传推广, 业绩将会成爆发式增长, 有望形成类似微软、Apple、Google 等全球剧透级龙头企业。目前世界上至少有 25 个国家正在发展服务型机器人, 技术处于前列的国家有美国、法国、德国、日本和韩国。2014 年中国服务机器人仅占全球服务机器人市场的 4.5%, 市场潜力大, 目前国内少数企业积极布局服务机器人领域, 另外, 2015 年我国服务机器人销售额为 20 亿元, 根据《规划》的要求, 到 2020 年, 服务机器人的年销售收入在 300 亿元以上, 预计 2016-2020 年复合增长率为 71.8%。我们认为, 市场刚性需求与政策双向推动, 加之技术逐渐成熟, 服务机器人放量可期。

图表 18: 中国各类专业服务机器人销量(台)



资料来源: IFR, 财富证券

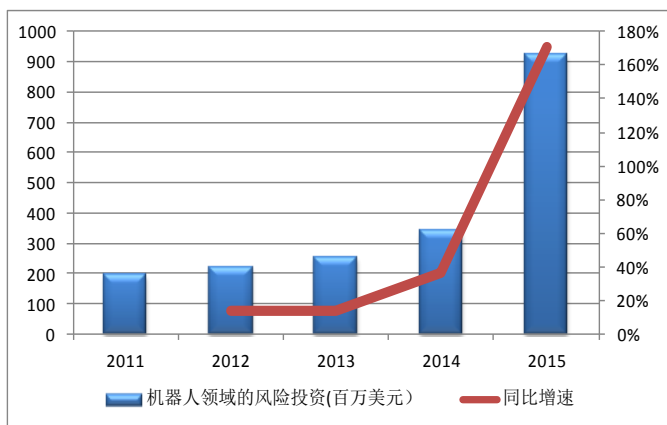
图表 19: 中国各类个人/家用服务机器人销量(台)



资料来源: IFR, 财富证券

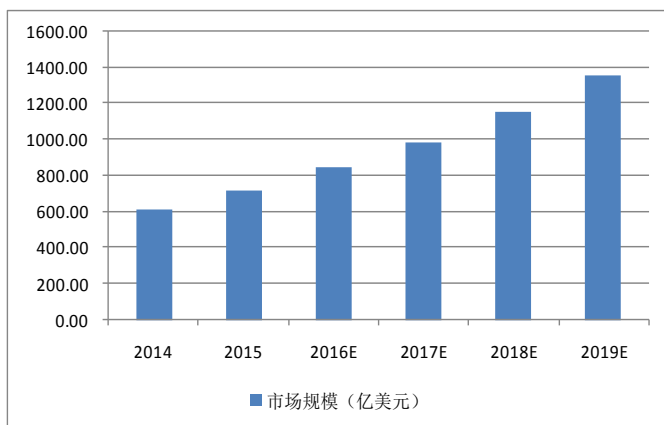
2019 年, 全球机器人市场规模超过千亿美元。机器人行业的风险投资规模开始呈现上升趋势, 并且增长速度逐渐加快, 到 2015 年形成井喷, 达到 9.227 亿美元, 根据 IDC 统计数据预计, 2014-2019 年全球机器人市场规模的复合增长率达到 17%, 按此速度发展, 到 2019 年, 全球机器人的市场规模为 1354 亿美元, 成长空间巨大。

图表 20: 2011-2015 年机器人领域的风险投资



数据来源: IDC, 财富证券

图表 21: 2014-2015 年全球机器人市场规模



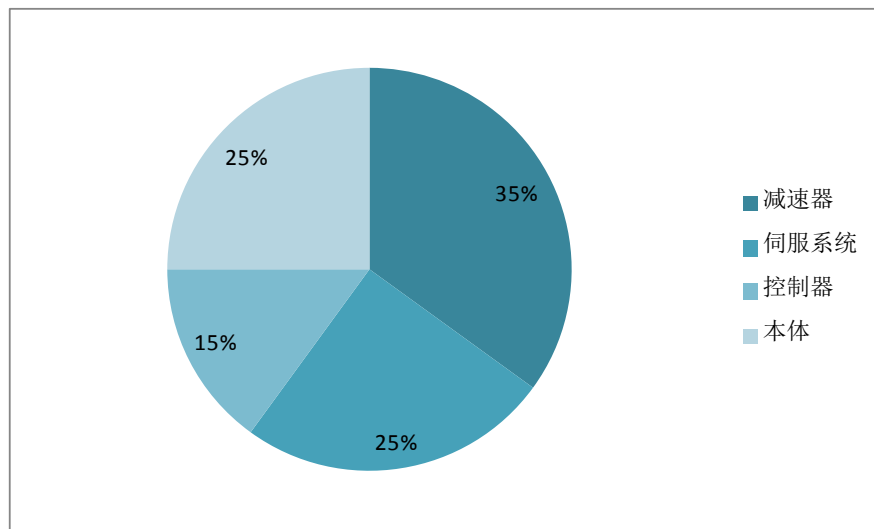
数据来源: IDC, 财富证券

二、工业自动化发展提速, 上游核心零部件进口替代进程加快

三大核心零部件控制器、伺服系统、减速器是制约中国机器人产业的主要瓶颈。原因在于, 三大核心零部件成本之和占到机器人成本的 75%, 是机器人行业利

润的主要来源，而目前国内仅少数机器人企业技术较为先进，可以自主生产核心零部件，大部分机器人企业的核心零部件八成以上依赖于进口。

图表 22：机器人成本构成



资料来源：中国机器人产业联盟，财富证券

图表 23：机器人核心零部件

| 核心零部件 | 技术要求 | 技术难点 | 相关企业 |
|-------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 控制器 | 控制稳定，路径规划合理，反应速度快 | 难度适中，主要是驱动软件和控制算法开发 | 国内：新松、广州数控、众兴为、埃斯顿 国外：ABB、发那科、库卡等 |
| 伺服系统 | 稳定性，精度，快速反应 | 难度较大，要求定位精度高，反应快，运动平稳且可靠 | 国内：汇川技术、埃斯顿、东元等 国外：安川、松下三菱等 |
| 谐波减速器 | 精度高、齿隙小、体积小、重量轻 | 难度大、工艺、材料要求高 | 国内：苏州绿的等 国外：哈默纳科等 |

| | | | |
|--------|--|------------------|-----------------------|
| RV 减速器 | 刚度和回转精度 高，疲劳强度 高，耐负荷、重 量大、价格贵 | 难度大、工艺、材料要 求高 | 国内：南通振康等 国外：纳博特斯克等 |
|--------|--|------------------|-----------------------|

资料来源：机器人之家，财富证券

2.1 机器人核心零部件之一——控制器

控制器是机器人的大脑，决定机器人性能的优劣。控制成本占机器人总成本的15%，是机器人的核心，控制、发布和传输动作指令，主要包括硬件和软件两部分：硬件就是工业控制板卡，包括一些主控单元、信号处理部分等电路，国产品牌已经掌握；软件部分主要是控制算法、二次开发等，国产品牌在稳定性、响应速度、易用性等还有差距。

机器人控制器迎来新发展机遇。近年来随着微电子技术的发展，微处理器的性能越来越高，而价格则越来越便宜，目前市场上已经出现了1-2美元的32位微处理器。高性价比的微处理器为机器人控制器带来了新的发展机遇，使开发低成本、高性能的机器人控制器成为可能。为了保证系统具有足够的计算与存储能力，目前机器人控制器多采用计算能力较强的ARM系列、DSP系列、POWER PC系列、Intel系列等芯片组成。此外，由于已有的通用芯片在功能和性能上不能完全满足某些机器人系统在价格、性能、集成度和接口等方面的要求，这就产生了机器人系统对SoC（System onChip）技术的需求，将特定的处理器与所需要的接口集成在一起，可简化系统外围电路的设计，缩小系统尺寸，并降低成本。例如，Actel公司将NEOS或ARM7的处理器内核集成在其FPGA产品上，形成了一个完整的SoC系统。在机器人运动控制器方面，其研究主要集中在美国和日本，并有成熟的产品，如美国DELTA TAU公司、日本朋立株式会社等。其运动控制器以DSP技术为核心，采用基于PC的开放式结构。

图表 24: ABB 第二代紧凑型机器人控制器



资料来源：机器人之家，财富证券

国产控制器逐渐成熟。经过多年的沉淀，国内机器人控制器所采用的硬件平台和国外产品相比并没有太大差距，差距主要体现在控制算法和二次开发平台的易用性方面。随着技术和应用经验的积累，国内企业机器人控制器产品已经较为成熟，是机器人产品中与国外产品差距最小的关键零部件。未来几年中国国产机器人将得到快速发展，国产机器人控制器应用市场面临较好的发展契机，尤其是在运动控制领域深耕多年的企业。

图表 25: 国内外重点机器人控制器企业及产品系列

| 国内企业 | 主要控制器系列 | 国外企业 | 主要控制器系列 |
|-------|---------------------------|----------|-----------------------|
| 广州数控 | GSK-RC | 库卡 | KR C4 |
| 沈阳新松 | SIASUN-GRC | ABB | IRC5 |
| 广泰数控 | CCR 系列 | 安川 | DX 系列/MA 系列 /MP 系列 |
| 埃斯顿 | / | 发那科 | R-J3/R-J3iC |
| 华中数控 | / | 川崎 | C 系列/D 系列 |
| 众为兴 | ADT-RCA4E*、 ADT-TS3100 | 柯马 | C4G |
| 卡诺普 | CRP-S40/80 | 史阔比尔 | CSB |
| 固高科技 | GUC 系列 | 爱普生 | RC 系列 |
| 迈科讯 | MTC 系列 | Keba | Kemtion |
| 华盛控科技 | WSC-R600 | Beckhoff | CX 系列 |

资料来源：机器人之家，财富证券

国产控制器未来五年市场容量超过 32 亿元。GGII 统计数据显示，2015 年中国控制器市场规模达 23.2 亿元，同比增长 19%；未来 3 年增速将维持在 18% 左右。其中，机器人控制器约 3.9 亿元，占比 17%。未来国内外控制器厂商将机器人市场作为重点的发展方向，预计 2017 年机器人用控制器在控制器市场上占比将提升至 23% 以上。2016-2020 年我国国产工业机器人达到 32 万台以上，控制器价格在 1.5-2.5 万元之间，取平均值 2 万元，假设我国的市场份额为 50%，国产控制器的市场规模 32 亿元以上。

2.2 机器人核心零部件之二——伺服系统

伺服系统是机器人的心脏，为机器人提供原动力的核心原件，用来精确地跟随或复现某个过程，其成本占到机器人总成本的 25%。伺服系统是使物体的位置、方位、状态等输出被控量能够跟随输入目标（或给定值）的任意变化的自动控制系统。伺服系统按执行元件分为液压伺服系统、电气伺服系统和气动伺服系统。

图表 26：液压伺服系统



资料来源：机器人之家，财富证券

图表 27：电气伺服系统



资料来源：机器人之家，财富证券

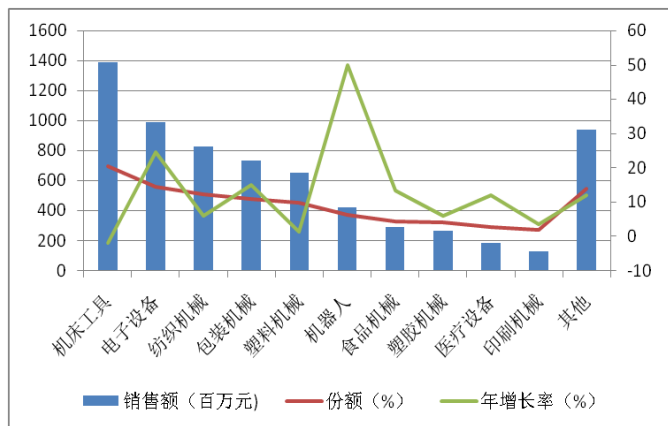
图表 28：气动伺服系统



资料来源：机器人之家，财富证券

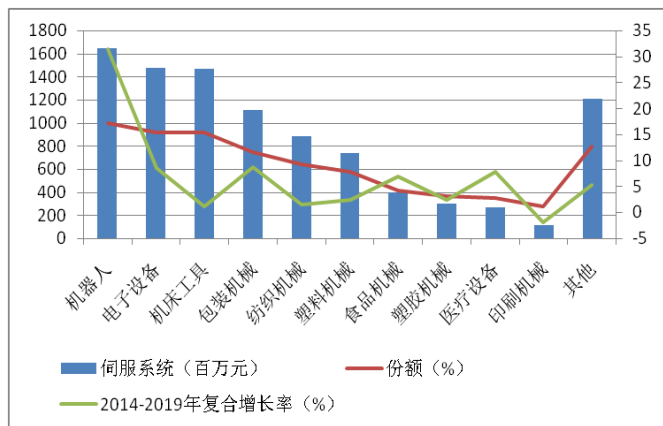
伺服系统在机器人领域前景最大。2014 年，伺服系统下游行业比重排名靠前的是机床工具、电子设备和纺织机械等传统制造业，随着工业 4.0 的提出，智能制造比重不断增大，尤其是智能机器人行业对伺服系统的需求不断增加，随着市场接受度不断上升，预计到 2019 年伺服系统应用于机器人行业的比重最大。

图表 29：2014 年伺服系统下游行业 TOP10



资料来源：中商产业研究院，财富证券

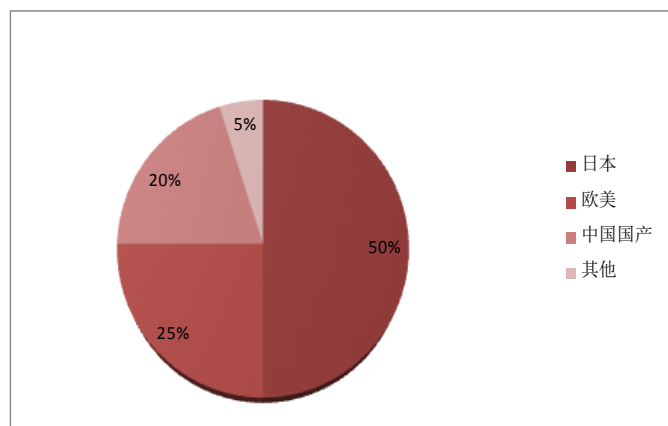
图表 30：2019 年伺服系统下游行业 TOP10



资料来源：中商产业研究院，财富证券

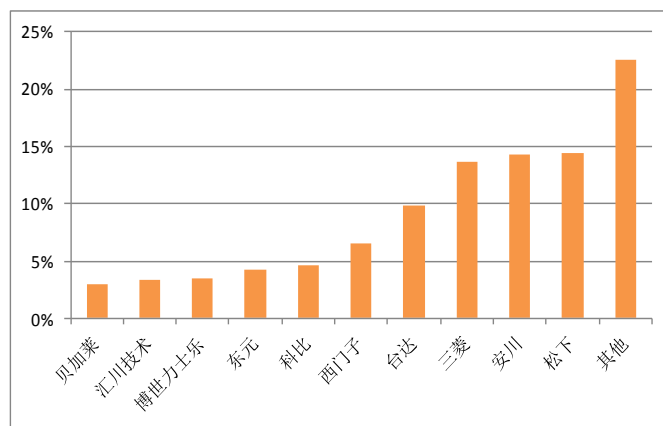
伺服系统进口替代不断加强。从市场占有率来看，目前国外伺服企业在中国的占有率在 75% 左右，其中，日本品牌占比为 50%；欧美品牌占比达 25%。而国产品牌只占据了 20% 左右的市场份额。当前我国中低端伺服系统已经能够实现大规模量产，但高端伺服系统尚未形成商品化和批量生产能力，国内对精密伺服电机控制系统的需求主要依赖进口。随着扶持政策对机器人产业的推进，以及国产伺服技术的不断提升，我国伺服系统进口替代的步伐将加快。

图表 31：中国伺服系统市场占有率分布



资料来源：中商产业研究院，财富证券

图表 32：2014 年中国伺服系统市场主要生产企业

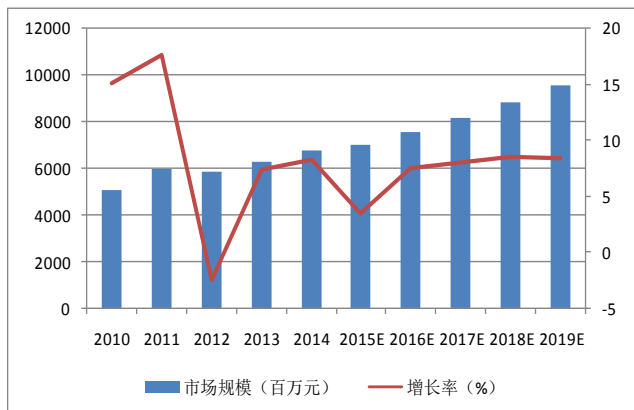


资料来源：中商产业研究院，财富证券

2020 年伺服系统规模在百亿以上。机器人的关节驱动离不开伺服系统，关节越

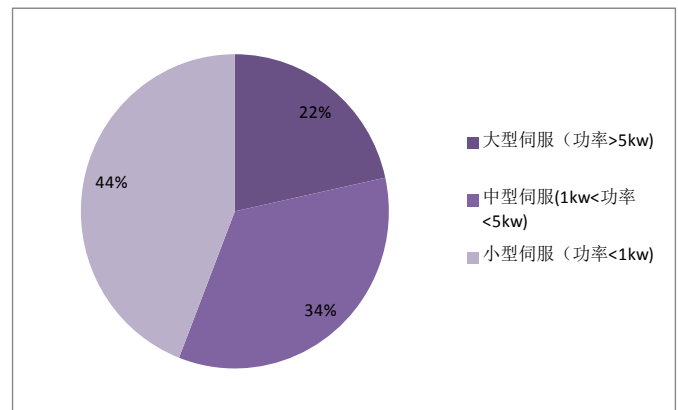
多，机器人的柔性和精准度越高，所使用的伺服电机的数量就越多。机器人对伺服系统的要求较高，必须满足快速响应、高起动转矩、动转矩惯量大、调速范围宽，要适应机器人的形体做到体积小、重量轻、加减速运行等条件，且需要高可靠性和稳定性。从成长性来看，中国伺服系统受益于国家大力发展高端装备业的产业政策，其发展前景广阔，预计 2010-2019 年的复合增长率为 6.5%，2020 年中国伺服系统市场在 100 亿元以上。

图表 33：2010-2019 年中国伺服系统市场规模



资料来源：智研咨询，财富证券

图表 34：中国伺服系统分功率段销售额比重



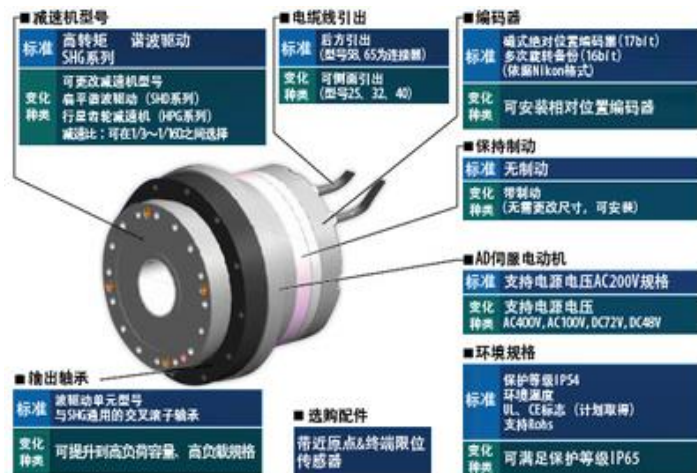
资料来源：智研咨询，财富证券

2.3 机器人核心零部件之三—减速器

减速器目前以进口为主。减速器在原动机和工作机或者执行机构之间起匹配转速和传递转矩的作用，是机器人最为重要的核心零部件，用于机器人的减速器主要有两种：RV 减速器和谐波减速器。目前国内企业技术偏低，机器人减速器多依赖进口，国内企业要以 4 倍的价格购买减速器。据统计，2015 年约有 75% 的精密减速器由日本进口，主要供应商是哈默纳科、纳博特斯克和住友公司等。

谐波减速器由波发生器、柔性齿轮和刚性齿轮三个基本构件组成，是一种靠波发生器使柔性齿轮产生可控弹性变形，并与刚性齿轮相啮合来传递运动和动力的齿轮传动。

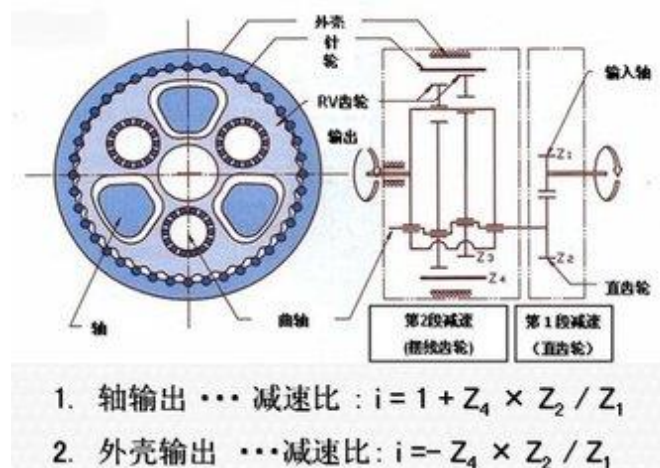
图表 35: 谐波减速器结构图



资料来源: 机器人之家, 财富证券

RV 减速器是由摆线针轮和行星支架组成以其体积小, 抗冲击力强, 扭矩大, 定位精度高, 振动小, 减速比大等诸多优点被广泛应用于机器人, 机床, 医疗检测设备, 卫星接收系统等领域。它较机器人中常用的谐波传动具有高得多的疲劳强度、刚度和寿命, 而且回差精度稳定, 不像谐波传动那样随着使用时间增长运动精度就会显著降低, 故世界上许多国家高精度机器人传动多采用 RV 减速器, 因此, 该种 RV 减速器在先进机器人传动中有逐渐取代谐波减速器的发展趋势。

图表 36: RV 减速器结构图

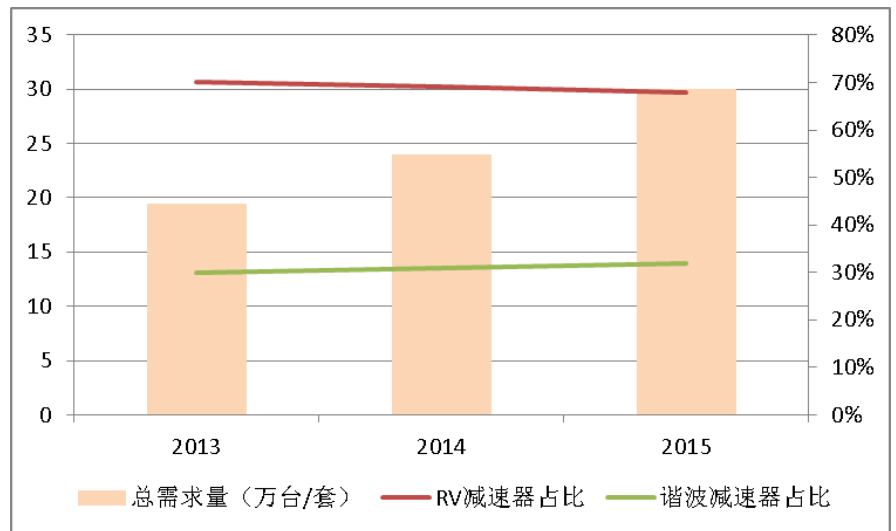


资料来源: 机器人之家, 财富证券

国产减速器未来五年市场规模在 35 亿左右。结合新增需求和存量需求, 在中性情况下进行计算, 未来 3 年工业机器人对减速器的需求规模分别为 19.41 万套、23.97 万套和 30 万套。2015 年 RV 减速器的均价在 1 万元左右, 谐波减速器的均价在 8000 元左右, 考虑到减速器未来价格的下降, 故将其价格定在 8000 元。根据《规

划》要求，到 2020 年我国机器人保有量在 50-60 万台，取均值 55 万台，预计 2016-2020 年新增机器人在 32 万台左右，假设国内企业的市场份额为 50%，那么 2016-2020 年减速器的市场规模在 35 亿元左右。

图表 37：2013-2015 国内工业机器人用减速器规模



资料来源：中国报告网，财富证券

图表 38：新增机器人对减速器的需求

| | | 需要维护的工业机器人量 | | | 维修、保养需求 | | |
|------------|------|-------------|------|------|---------|------|-------|
| | | 保守 | 中性 | 乐观 | 保守 | 中性 | 乐观 |
| 上年保有量 (万台) | | 0.2 | 0.25 | 0.3 | 2 | 2.5 | 3 |
| 2013 | 12.1 | 2.02 | 2.53 | 3.03 | 4.04 | 6.31 | 9.09 |
| 2014 | 15.1 | 2.42 | 3.03 | 3.63 | 4.84 | 7.56 | 10.89 |
| 2015 | 18.9 | 3.02 | 3.78 | 4.53 | 6.04 | 9.44 | 13.59 |

资料来源：中国报告网，财富证券

图表 39：新增机器人对减速器的需求

| 工业机器人销量 (万台) | | 保守 4 | 中性 4.5 | 乐观 5 |
|--------------|------|---------|-----------|---------|
| 2013 | 3.35 | 13.4 | 15.08 | 16.75 |
| 2014 | 4.18 | 16.72 | 18.81 | 20.9 |
| 2015 | 5.24 | 20.96 | 23.58 | 26.2 |

资料来源：中国报告网，财富证券

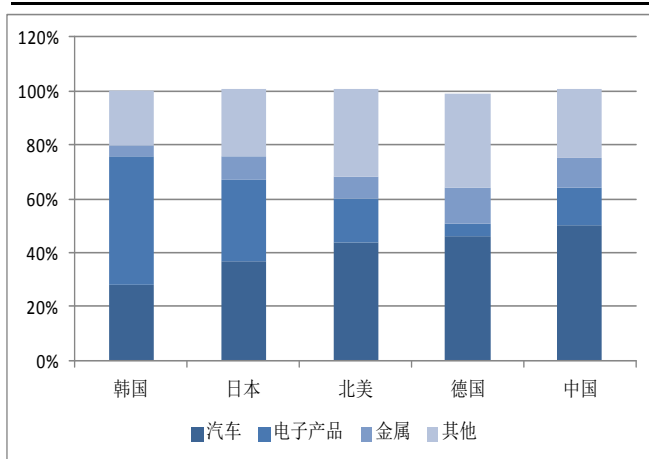
三、应用领域拓展，下游系统集成需求空间大

机器人下游领域应用比较广泛。中高端机器人在汽车制造、通信电子、金属材料、化工塑料和家电行业等领域有较深入的应用。而中国内地广泛存在的其他行业则有望采用中低端工业机器人，这些行业包括仓储物流、五金卫浴、石油化工、食品饮料、烟草医药、饲料化肥等，众多下游领域的需求还在形成与增长中。

3.1 汽车行业：主要应用领域

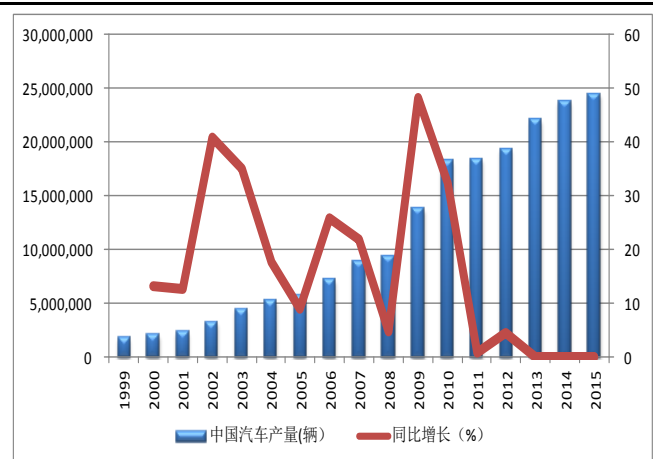
汽车行业是机器人主要应用领域。近几年国内厂家生产的机器人 50% 以上提供给汽车行业。可见，汽车工业是目前我国机器人尤其是工业机器人的主要需求点。近 20 年以来，中国汽车销量保持持续增长，截至 2015 年末，中国汽车产量为 2450 万辆，1999-2015 年中国汽车产量复合增长率为 26.6%，预计到 2020 年，中国汽车产量将达到 8000 万辆。

图表 40：世界部分国家机器人下游领域分布



资料来源：同花顺，财富证券

图表 41：中国汽车产量及增速



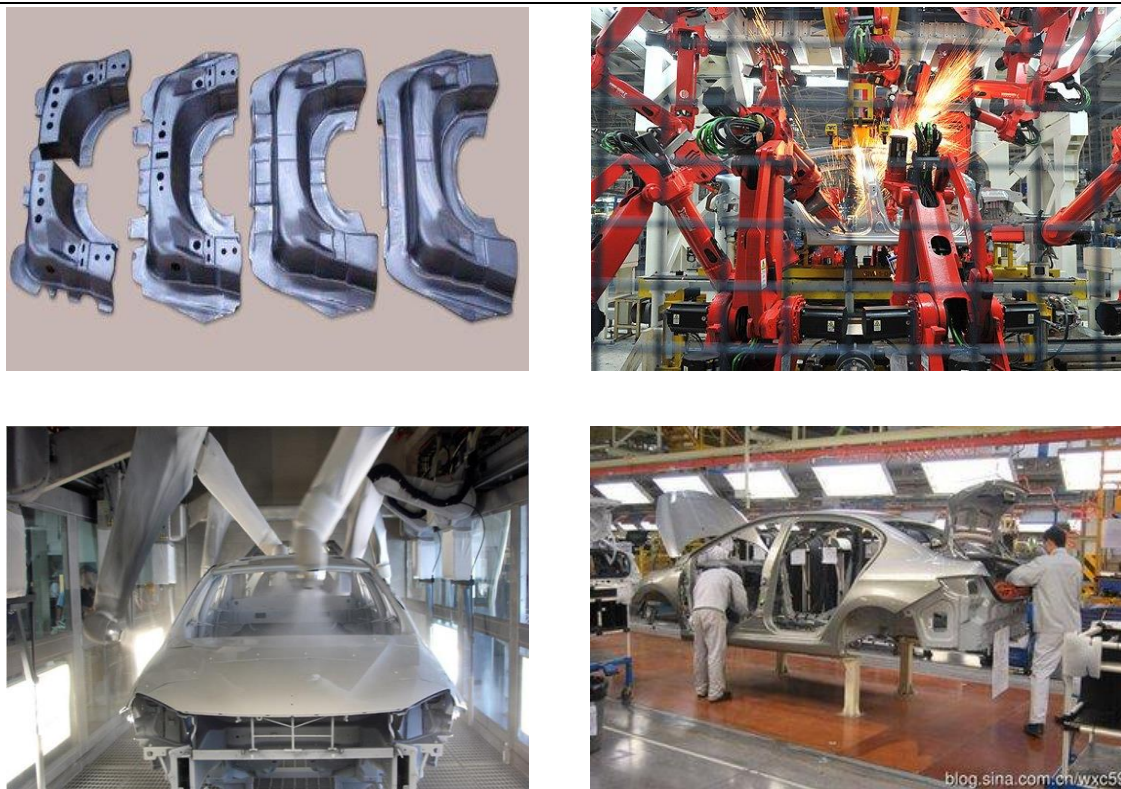
资料来源：同花顺，财富证券

图表 42：汽车制造工艺流程



资料来源：中国汽车产业网，财富证券

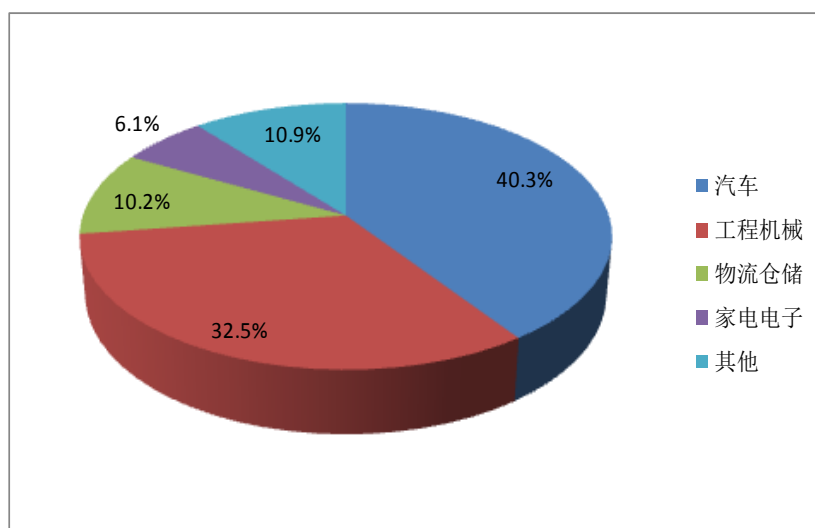
图表 43：汽车冲压、焊接、涂装、总装



资料来源：中国汽车产业网，财富证券

汽车自动化生产线市场空间潜力巨大。目前我自动化生产线需求主要分布在汽车、工程机械行业、物流仓储、家电电子等行业，其中，汽车行业自动化生产线占比最高，达到 40.3%。随着一系列扶持政策的出台以及市场需求的不断增长，未来几年自动化生产线产量将增加到 2.41 万条，预计 2020 年其消费量将达到 3.11 万条，汽车行业自动化生产线消费量预计为 1.26 万条，自动化生产线市场空间潜力巨大。

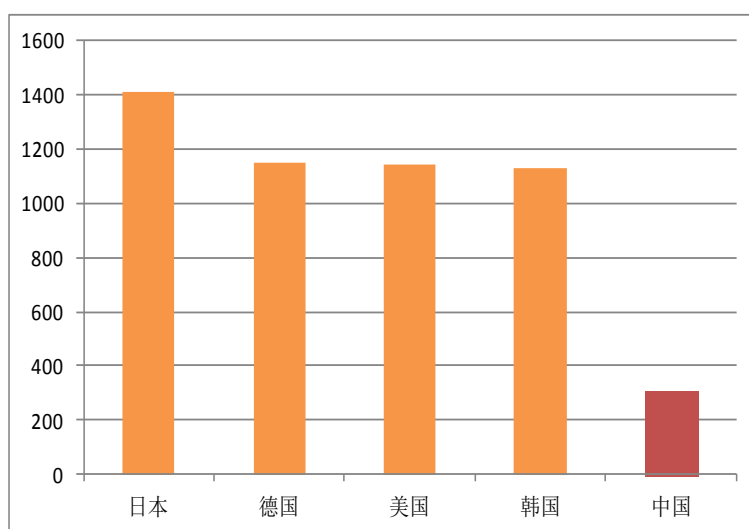
图表 44: 中国自动化生产线需求分布



资料来源: 同花顺, 财富证券

中国汽车行业工业机器人密度低, 未来空间巨大。2014 年汽车行业工业机器人使用密度日本最高, 为 1414 台/万人, 而中国工业机器人使用虽然从 2007 年开始快速增长, 但目前仍比较低, 仅为 305 台/万人, 受十三五的政策支持, 我国自动化制造将提速, 国内部分企业开始技术改造, 例如近日天宝集团控股有限公司与香港生产力促进局签署了“智能制造”战略合作协议, 将投资上亿元发展自动化生产, 届时, 一条生产线将从原来的 39 人减少为 12 人, 生产效率将大幅度提高。按照日本、德国、美国等几个主要国家汽车行业工业机器人使用密度的平均值来看, 中国还有将近四倍的增长空间。

图表 45: 2014 年部分国家汽车行业工业机器人密度 (台/万人)



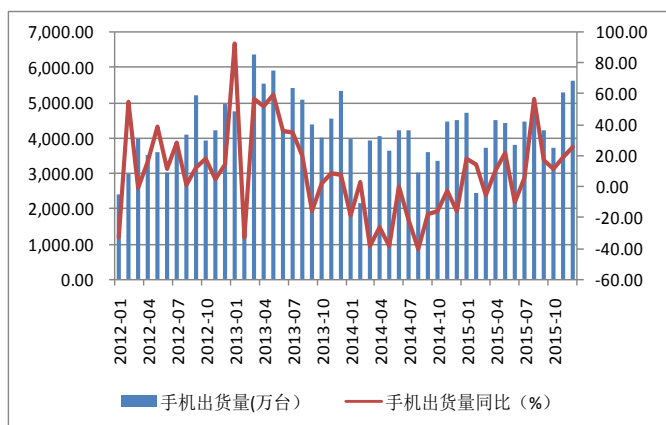
数据来源: IFR, 财富证券

3.2 3C 制造业：新的需求增长点

所谓 3C 就是电脑 Computer、通讯 Communication 和消费性电子 Consumer Electronic。作为继汽车领域后的第二大机器人应用市场，3C 制造业正成为机器人企业角逐的新战场，柯马、ABB、华数、广数等国内外知名机器人厂商都推出了针对 3C 制造业的应用。

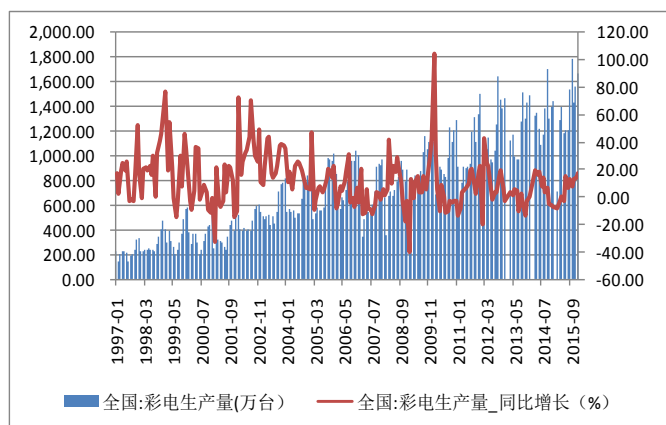
2014 年中国 3C 行业产值规模超过 4 万亿。柯马展出的电子产品装配线装配线由拧紧、插件、贴标、撕标、搬运等五个工位组成，每个工位上都有一个柯马 Racer3 机器人在工作，几乎实现了电子元器件的多工序装配和生产，未来的 3C 制造业流水线，也许就是这样的。据介绍，Racer3 是柯马在 2015 年 7 月推出小型机器人产品，工作半径 630mm，负载 3kg，重复定位精度 0.03mm，主要应用于 3C 制造业。根据 GGII 统计数据显示，2014 年中国手机产量达 16.3 亿台，同比增长 6.8%。电子计算机总产量 3.51 亿台，计算机全行业实现销售产值 2.27 万亿元，同比增长 2.9%。而包括手机在内的通讯终端设备产值规模达 1.22 万亿。包括彩电、数码相机在内的消费类电子产品产值规模超过 5000 亿元。因此测算，2014 年中国 3C 行业产值规模超过 4 万亿。

图表 46：中国手机出货量（万台）



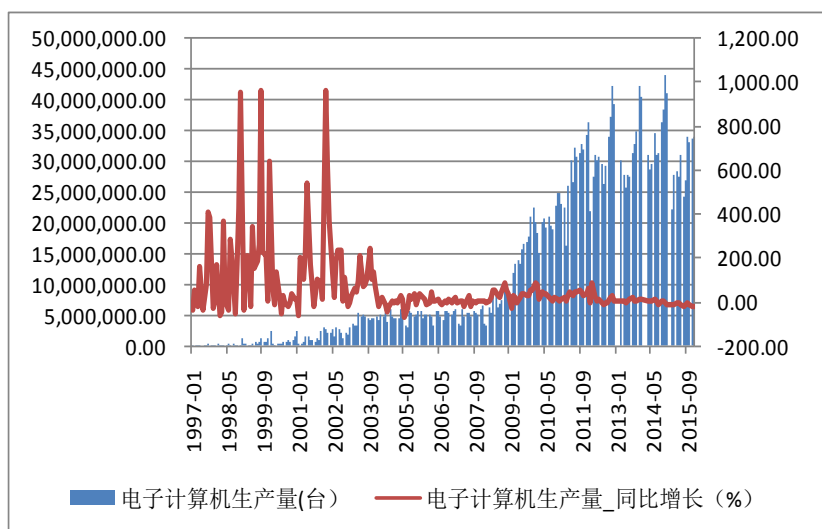
数据来源：同花顺，财富证券

图表 47：中国彩电产量及增速



数据来源：同花顺，财富证券

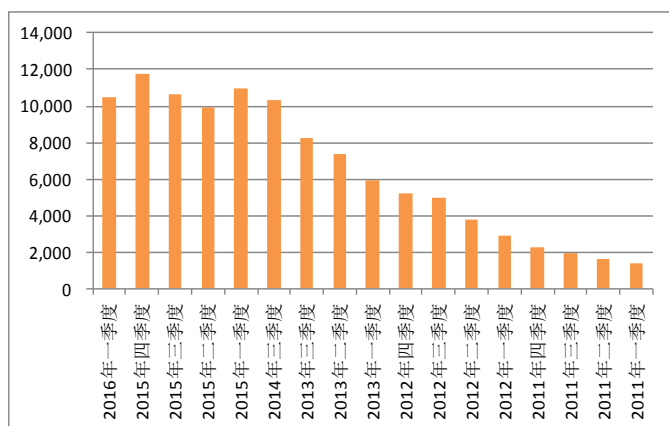
图表 48: 中国电子计算机产量(台)



数据来源: 同花顺, 财富证券

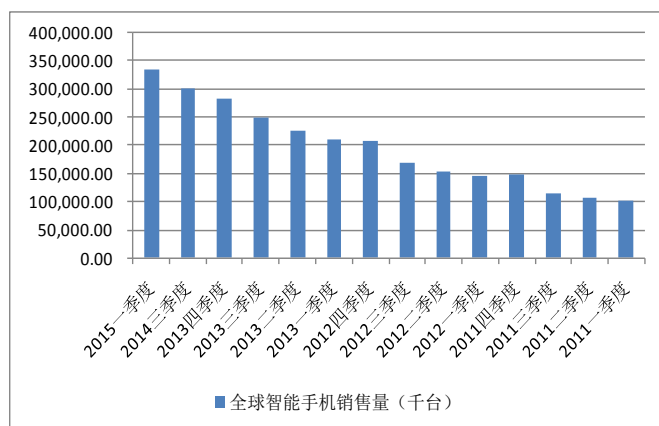
从智能手机看 3C 行业自动化升级的巨大机会。智能手机增速已逐渐放缓,但仍然是电子行业最大的存量需求市场。自从智能手机在 2010 年出现爆发式增长之后,其销量持续上升,2015 年中国智能手机销售量 4.32 亿台。从生产流程来看,智能手机的硬件部分如摄像头、机身、电池、内外屏等的生产都需要数道加工工序,对生产精度的要求越来越高,机器换人的趋势也越来越明显;从装配工艺来看,由于其工艺的复杂性,目前智能手机的组装主要以人工为主,自动化渗透率较低,但这种方式有生产效率低、产出成本高等缺点,未来会逐渐被机器人取代。

图表 49: 中国智能手机销售量(万台)



数据来源: 同花顺, 财富证券

图表 50: 全球智能手机销售量(千台)

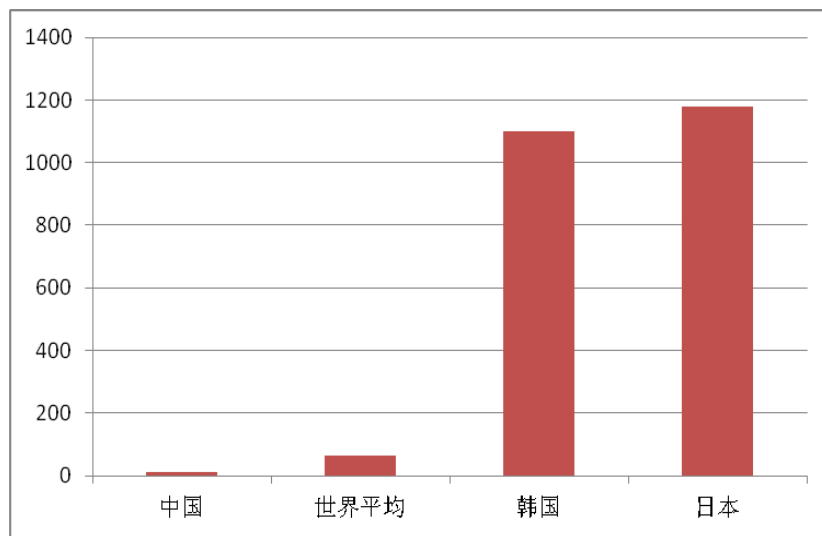


数据来源: 同花顺, 财富证券

我国 3C 制造业机器人需求巨大。一方面,人工成本快速增长倒逼 3C 工厂自动化提速,另一方面,核心技术研发逐渐成熟进展,机器人成本不断下降,自动化生

产由于其高效率逐渐受到市场关注，但与发达国家相比，我国3C制造业工业机器人密度仍然很低，仅为11台/万人，低于世界平均水平66台/万人，远低于韩国、日本等发达国家。近年来，随着劳动力成本不断上升，“机器换人”已经是大势所趋。按照《规划》要求，到2020年完成30个以上典型领域机器人综合应用解决方案，并形成相应的标准和规范，实现机器人在重点行业的规模化应用，机器人密度达到150台/万人以上，目前最少还有十倍以上增长空间。

图表 51：各国 3C 制造业工业机器人密度（台/万人）



资料来源：IFR, 财富证券

图表 52：国内外知名机器人企业 3C 制造业系统集成

| 地域 | 企业 | 应用举例 |
|----|-----------|---|
| 国内 | ABB、柯马等 | 柯马展出的电子产品装配线，该装配线由拧紧、插件、贴标、撕标、搬运等五个工位组成，每个工位上都有一个柯马 Racer3 机器人在工作，几乎实现了电子元器件的多工序装配和生产 |
| 国外 | 华东数控、广州数控 | 3C 产品金属部件机加工智能工厂通过智能工厂整体解决方案的模式，来提升自己的竞争力。这条产线实现了手机外壳生产的全自动生产流程，可以节省 70% 的人力成本。 |

资料来源：中国机器人网，财富证券

目前国产机器人进入 3C 市场有两种途径：一是核心零部件、机器人本体生产商，A 股上市公司有机器人、华中数控等；二是系统集成商，A 股上市公司有雷柏科技、大族激光等。

3.3 军用机器人：应用上尝试的新突破

军用机器人是为满足各种国防和军事要求而设计的机器人，活动范围较广，包括空中、陆地和水下。在未来，军用机器人应用领域广泛。例如，军用空中机器人

——无人机代替人承担侦察、空运、远程打击、空对空战斗任务。

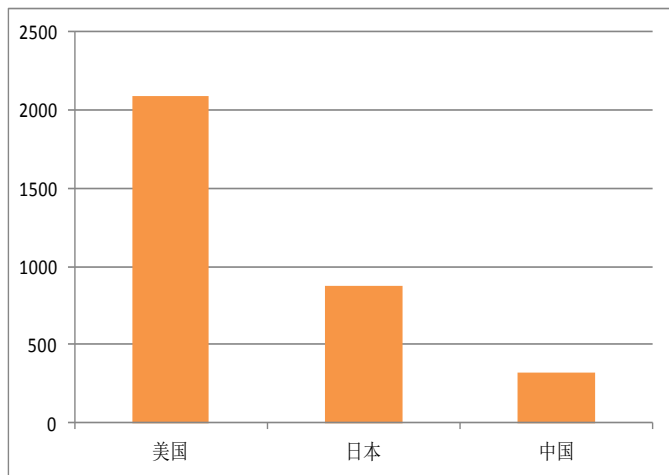
图表 53: 军用机器人发展阶段

| 时期 | 阶段 | 主要事件 |
|----------|------|--|
| 60 年代以前 | 第一阶段 | 早期的实用机器人(第一代), 是一种固定程序、靠存储器控制, 并仅有几个自由度的机器人。由于这代机器人先天不足, 四肢不全, 又无“感官”。只能进行简单的“取-放”劳动, 缺少起码的“军人亲质”。除有选择地用于国防工业生产流水线上外, 应征入伍者寥寥无几。 |
| 60 年代中后期 | 第二阶段 | 到了 60 年代中期, 电子技术有了重大突破, 一种以小型电子计算机代替存储器控制的机器人出现了。机器人开始有了“某种感觉”和协调能力, 能自主地或在人的控制下从事稍微复杂一些的工作, 这就为军事应用创造了条件。 |
| 70 年代以后 | 第三阶段 | 人工智能技术的发展, 各种传感器的开发使用, 一种以微电脑为基础, 以各种传感器为神经网络的智能机器人出现了。这代机器人, 四肢俱全, 耳聪目明, 智力也有了较大的提高。不仅能从事繁重的体力劳动, 而且有了一定的思维、分析和判断能力, 能更多地模仿人的功能, 从事较复杂的脑力劳动。再加上机器人先天具备的刀枪不入、毒邪无伤、不生病、不疲倦、不食人间烟火、能日以继夜高效率工作等。这些常人所不具备的优良品质激起了人们开发军用机器人的热情。 |

资料来源: 中华网, 财富证券

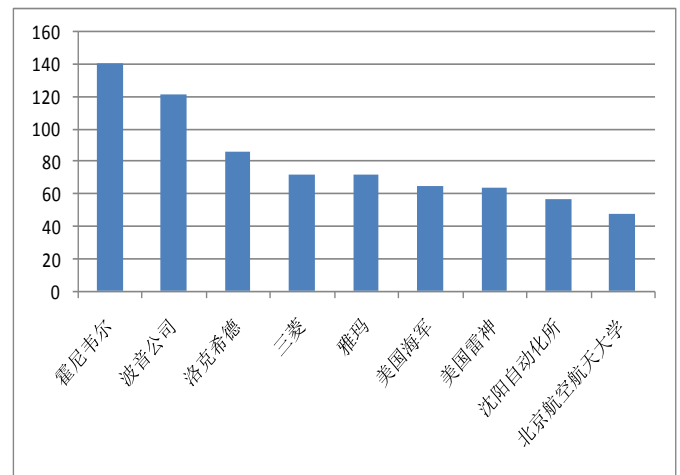
美国军用服务机器人申请专利数量最多。从军用服务机器人申请专利数量来看, 美国遥遥领先, 有 2093 件, 分别是排名第二的日本与排名第三的中国的 2.5 倍和 6.7 倍; 从军用服务机器人主要申请人来看, 在上述 9 个申请人里, 有 5 家单位来自于美国, 而来自于中国的仅有两家, 分别是沈阳自动化所和北京航空航天大学。可见, 美国是军用机器人领域处于世界领先地位。

图表 54: 中美日军用服务机器人专利分布 (件)



资料来源: 中国知网, 财富证券

图表 55: 军用服务机器人申请人排名 (件)



资料来源: 中国知网, 财富证券

图表 56 各国军事力量对比

| 排名 | 国家 | 军事实力描述 |
|----|-----|---|
| 1 | 美国 | 全球战略进攻型军队, 唯一具有全球投送兵力能力的军队, 无论各方面都远远领先与其他国家, 其作战理念受其他国家学习, 是名副其实的 NO. 1。 |
| 2 | 俄罗斯 | 洲际战略进攻型军队, 武器较先进, 现代化武器数量庞大, 历史正规化作战经验丰富, 国防工业发达, 军人素质优良, 军风强悍。 |
| 3 | 中国 | 中国空间技术和导弹技术领先欧洲, 军队加紧进行信息化建设, 核导弹技术拥有一定实力。 |
| 4 | 英国 | 地区进攻型军队, 与美国合作密切, 有先进的技术和武器及战术思想, 其海军可以独立航行, 并有能力进行本土外的远距离作战, 实战经验丰富。 |
| 5 | 日本 | 地区进攻型军队, 战术方针先进, 武器先进, 军人战斗力强, 其海军十分强大, C4I 建设完备, 后勤体制发达, 拥有世界第二的军费开支, 实力极强。 |
| 6 | 印度 | 进攻型军队, 军队武器数量庞大, 空军拥有亚洲地区最先进的 SU-30MKI 战斗机和伊尔-78 加油机, 作战和实战经验丰富, 实力亚洲一流。 |
| 7 | 德国 | 进攻型军队, 其军事技术, 武器装备绝对世界一流, 军人素质高, 其特种部队享誉世界, 常年与先进国家军事演习, 作战和实战经验丰富, 是欧洲的传统强国。 |
| 8 | 意大利 | 进攻型军队, 有强大的国防工业和军事基础, 武器先进, 欧洲的传统强国。 |
| 9 | 西班牙 | 进攻型军队, 与意大利相当, 军队素质强悍 |

10

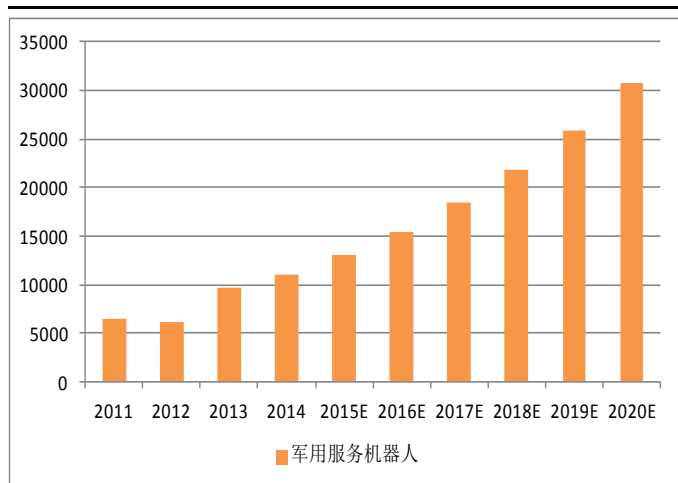
以色列

进攻型军队，能研制出和制造出世界先进的武器和战术，常年战争，军人素质优良，实战经验极为丰富，可以得到美国的强力军事支持，技术先进。

资料来源：中华网，财富证券

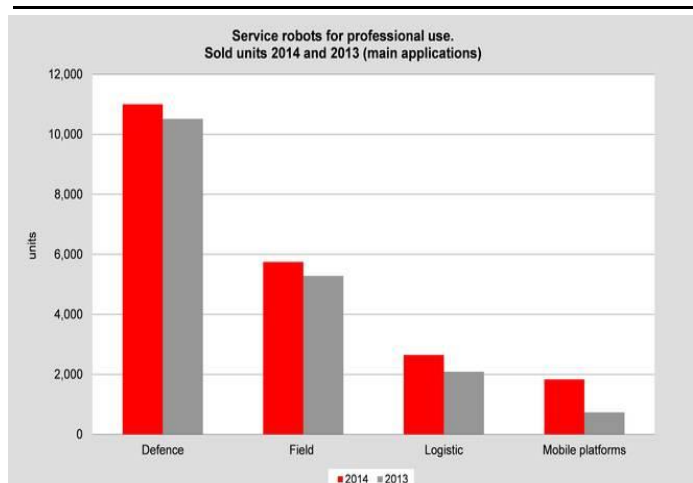
中国有 26.7 万台地面机器人的需求空间。根据 IFR 统计，2014 年全球专业服务机器人销售量为 24207 台，其中军用服务机器人 11000 台，占比达 45%，销售金额超过十亿美元。我们测算，2011-2014 年全球军用服务机器人复合增长率为 18.7%，则 2015 年销售量为 28700 台左右，2020 年军用服务机器人销售量可达到 30767 台，按 2014 年销售均价 9.3 万美元，则 2020 年销售额为 28 亿左右。美国国会规定 2015 年前 1/3 地面战斗将使用机器人代替。2015 年中国军力报告指出，我国目前总兵力 230 万人，其中陆军机动部队 80 万人，按照美国的标准，中国还有 26.7 万台地面机器人的需求空间，未来市场规模为 248 亿美元。

图表 57：2011-2020 年军用服务机器人销售量（台）



资料来源：IFR, 财富证券

图表 58：2013-2014 年专业服务机器人



资料来源：IFR, 财富证券

四、机器人未来的发展趋势

4.1 人机“共融与交互”，协作机器人成为发展关键

人机协作是产业创新发展的新趋势，区别于以往人与机器分开工作，是指人和机器共同完成生产，其中一半的工作由人来完成，另一半的工作由机器完成。其优点是，不但可以提高生产的效率，而且可以进一步提高机器的稳定性和安全性。

人机协作是未来发展方向。机器人的优点是没有情绪波动，工作效率稳定，能从事危险的工作，有效工作时间长，长期使用成本低廉，但没有创造性，不能胜任

所有的制造工作，很多工序依然需要操作精细的机器人与技术熟练的工人共同完成，而且大范围采用机器人生产，其用工成本太高，从现实角度来看，未来一段时间人机协作是机械化生产的一个合适的发展方向。

图表 59：“四大家族”协作机器人



发那科协作机器人 CR-7iA



ABB 协作机器人 YuMi



安川协作机器人 MotoMINI



库卡协作机器人 LBRiiwa

资料来源：机器人之家，财富证券

从国内来讲，致力于科学化高端智能装备的高科技企业——新松公司在中国国际工业博览会上，举办了柔性多关机器人新品发布会，该机器人是国内首台 7 自由度协作机器人，具有新松柔性多关节机器人与演员表演中国太极。快速配置、牵引示教、视觉引导、碰撞检测等功能，具备高负载及低成本的优势，满足用户对于投资回报周期短及机器人产品安全性、灵活性及人机协作性方面的要求。

图表 60: 新松的 7 自由度协作机器人



资料来源：机器人之家，财富证券

协作机器人优势明显。协作机器人势必将颠覆工业机器人行业，原因在于这类机器人的引入让许多中小型企业首次实现自动化，它们价格低廉、使用方便、安全性高，可用于辅助重复性的小批量生产任务中。

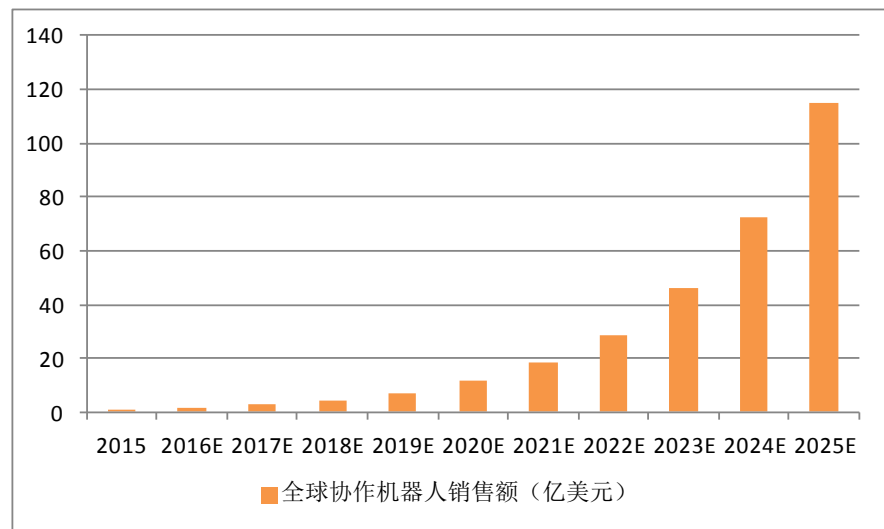
图表 61: 协作机器人和工业机器人的差距比较

| 特点 | 协作机器人 | 工业机器人 |
|------|-----------------------|--------------|
| 成本方面 | 最低售价 1 万美元，通常 2-3 万美元 | 均价在 5 万美元左右 |
| 操作方面 | 使用方面，操作方式简单 | 需要专业技术人员操作 |
| 安全方面 | 安全性高 | 需要专业设备进行安全辅助 |
| 应用方面 | 延伸到医疗、农业、服务业等行业 | 主要用于制造业 |

资料来源：中国机器人产业联盟，财富证券

全球协作机器人规模达 1.16 亿美元。据统计数据显示，2015 年全球协作机器人销售额为 1.16 亿美元，预计 10 年以后，到 2025 年，全球协作机器人的市场规模将增至 115 亿美元，这将大致等同于目前整个工业机器人市场的规模。

图表 62: 2015-2025 全球协作机器人销售额（亿美元）



资料来源：同花顺，财富证券

随着全球制造业的转型升级，人机协作将广泛被应用于工业制造领域。目前人机协作在传感器技术和软件整合方面存在着不小的难题，所以使用尚未普及，同时，国内外差距在人机协作领域差距较小，近期国内工业机器人龙头企业相继推出人机协作机器人，但随着人机协作机器人的普及，国内一些协作机器人的先导者或工业机器人龙头企业的市场份额有望进一步提升。

图表 63: “人机协作”相关上市公司

| 上市公司 | 工业机器人研究领域及技术水平 |
|------|--|
| 机器人 | 国内机器人领域的标杆企业，核心零部件研发水平居于领先地位，已发布 7 自由度协作机器人。 |
| 盾安环境 | 构建了“自控元器件+MEMS 压力传感器+工业机器人”的机器换人自动化升级体系，发布了新一代轻型协作机器人 |
| 博实股份 | 主导产品全自动包装机器人码垛生产线”，被列为“国家火炬计划项目”、自主研发的新产品高温作业机器人已进入样机试制阶段、机器人装箱系统已成功出口到俄罗斯市场。 |
| 新时达 | 基于自身在运动控制和驱动领域的研究成果，确定“运动控制+工业机器人”的业务发展方向。 |
| 佳士科技 | 国内焊接行业中仅有的两家上市企业之一，拥有雄厚的资本基础，又与深圳固高、日本川崎等在机器人技术上非常优秀的合作伙伴，强强联合，支持机器人技术及业务后续的提升和发展。 |
| 东方精工 | 收购嘉腾机器人，初步完成战略布局。嘉腾机器人是国内 AGV 领域领先企业，产品认可度高，目前订单饱满。 |

资料来源：相关上市公司官网，财富证券

4.2 人工智能不断加强，仿生机器人越来越完善

人工智能是研究、开发、模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。

图表 64：“机器人”到“人机器”人工智能的发展历史

| 时间 | 主要事件 |
|--------|--|
| 1942 年 | 美国科幻巨匠阿西莫夫提出“机器人三定律”，成为学术界默认的研发原则 |
| 1956 年 | 达特茅斯会议上确认 AI 名称和任务 |
| 1959 年 | 德沃尔与美国发明家约瑟夫·英格伯格联手制造出第一台工业机器人 |
| 1962 年 | 美国 AMF 公司生产出“VERSTRAN”（万能搬运） |
| 1965 年 | 约翰·霍普金斯大学应用物理实验室研制出 Beast 机器人，向人工智能进发 |
| 1968 年 | 世界上第一台智能机器人诞生，它带有视觉传感器，根据人的指令发现并抓取积木 |
| 1978 年 | 美国 Unimation 公司推出通用工业机器人 PUMA，标志工业机器人技术完全成熟 |
| 1999 年 | 日本索尼公司推出犬型机器人爱宝 |
| 2002 年 | 美国 iRobot 公司推出了吸尘器机器人 Roomba，它能避开障碍，自动设计行进路线，还能在电量不足时，自动驶向充电座。 |
| 2012 年 | 机器宇航员被命名为“R2”，它的活动范围接近于人类 |
| 2014 年 | 聊天程序“尤金·古斯特曼”（Eugene Goostman）首次通过了图灵测试，预示着人工智能进入全新时代。 |

资料来源：中国机器人产业联盟，财富证券

图表 65：人工智能组成

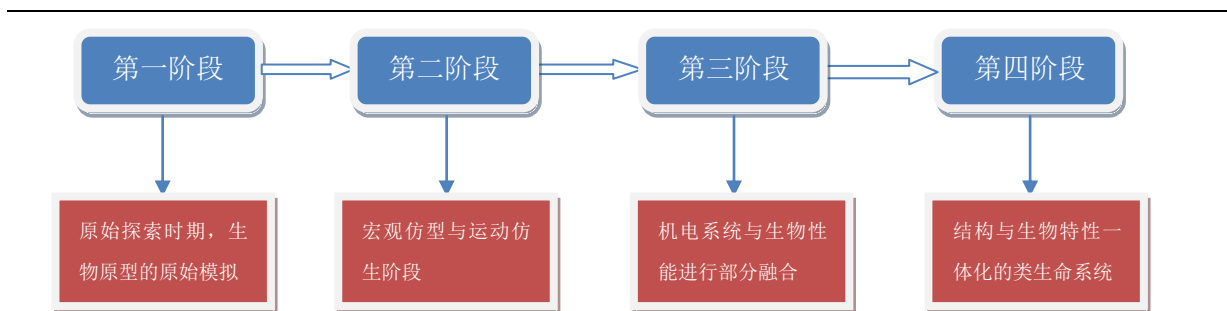


资料来源：人工智能实验室，财富证券

近年来，许多投资巨头逐渐将关注焦点转移到人工智能上。例如，嘉实基金已经于今年成立了人工智能投资研究中心，致力于将最先进的科技元素加入到投资分析和决策过程中，通过金融、数学、计算机等多领域人才的交叉合作，并结合大数据技术和分析式处理架构，构建可扩展的智能投研平台，为系统化的科学投资决策提供支持。2016年7月15日，嘉实基金博士后科研工作站在北京正式挂牌成立。

仿生机器人是指模仿生物、从事生物特点工作的机器人。21世纪以后，人类开始步入老龄化社会，发展“仿人机器人”可以弥补劳动力的不足，此外，也能为养老服务、家庭服务提供支持。到目前为止，“仿生机器人”已经经历了三个阶段，正向第四阶段迈进。

图表 66：“仿生机器人”发展阶段



资料来源：中国知网，财富证券

图表 67：仿生机器人应用实例



美女机器人“佳佳”

袋鼠机器人

家庭服务机器人

宠物纳宝机器人

鲨鱼机器人

飞行机器人

资料来源：机器人之家，财富证券

仿生机器人研究目前存在诸多难题。仿生机器人诞生到发展短短数十年，积累的研究成果已经非常丰硕，开辟了机器人领域独特的技术和研究方法，但由于其学科的交叉性，“仿生”机器人仍然存在诸多问题。

从生物机理来讲，对其揭示不够，模型构造过于简单。通过对生物机理的研究，可以揭示生物自身的功能，为仿生机器人的研究提供依据，但由于生物体本身是一个非常复杂的系统，其神经、骨骼、肌肉等构造以及其运动功能细节非常繁琐，目前所建立的模型远远不能模拟生物的控制过程及反映过程。

仿生结构设计 with 生物结构的合理性和精巧性相去甚远。在运动方面，生物的结构刚柔并济，使其自身具有灵活性、高效性和轻量化等特点，增强了其自身的运动性能和环境适应能力。而现在的仿生机器人多为刚性结构，其重量、尺寸与生物的差距也较大，因此无法对机器人机构提供有效的设计原则。

高性能新型仿生材料研究不足，已有研究成果应用领域过窄。目前的仿生材料研究在生物力学和工程力学的衔接点、许多天然生物材料的模型抽象、仿生材料的设计制备方法等方面还有待于进一步研究。而仿生机器人材料大多采用钢、铝、塑料等常规材料，无论刚度、柔性、韧性以及减阻性与生物自身差距很大，使得仿生机器人性能降低。

控制方法较传统，神经控制、肌电控制等仿生控制方法突破不够。生物良好的环境感知能力也是仿生机器人研究的方向之一。生物可以通过视觉、听觉、嗅觉等感官系统时刻对周围环境进行感知并做出准确的判断，以适应复杂多变的环境。而现有的仿生机器人还无法准确的模拟生物的感知特性，对周围环境的感知能力存在精度较低、反应时间较长、对复杂环境的感知准确性不足等问题。

我们认为，仿生机器人的驱动力主要来源于两个方面：一是个人/家庭服务的需要，例如，目前在西方国家，机器人宠物十分流行，仿人机器人的出现，可以弥补劳动力不足，解决老龄化的家庭服务和医疗服务等；二是执行特殊任务，比如，仿麻雀机器人可以担当环境检测的任务等。其关键技术在于机器人对外界环境的识别和处理，随着人工智能技术不断取得突破，仿生机器人也逐渐开始发展，因此，我们看好在人工智能制造领域处于核心地位并切入机器人行业的企业，如三丰智能、均胜电子，赛为智能、黄河旋风、巨轮智能等。

五、重点上市公司推荐

5.1 埃斯顿（002747）：工业机器人龙头企业，伺服系统的领先者

伺服系统助业绩增长。公司是目前国内为数不多的掌握核心技术及核心零部件的国产机器人产业领军企业，荣获 2016 年中国机器人核心零部件十大竞争力品牌。其中伺服系统技术已经基本赶上发达国家，公司目前已经研发成功 50KW 大功率伺服系统。在机器人核心零部件进口替代进程加快得到的背景下，公司伺服产品销量和可靠性将大幅提升，公司业绩有望进一步增长。

政策助力工业机器人持续放量。公司是工业机器人领域龙头企业之一，技术优势明显，公司具有自主核心部件和技术优势的工业机器人及智能制造系统业务继续保持高速增长，随着机器人相关政策陆续出台，未来公司工业机器人及智能制造系统业务在公司总收入的占比将得到快速提升。今年上半年产品产销两旺，产值达 2.9 亿，同比增长 31.4%。目前公司工业机器人本体的主打产品主要为 6KG、16KG 的焊接机器人产品以及 180KG 的码垛机器人，同时也在研发新的产品系统，如 3C 机器人产品、轻量级机器人产品，预计不久将问世。

收购普莱克斯布局下游系统集成领域。公司拟以现金方式出资人民币 7600 万收购原来由力劲机械厂有限公司持有上海普莱克斯自动化设备制造 100%的股权，布局压铸机器人领域。上海普莱克斯是国内最早、最全面的压铸机周边自动化设备生产企业，在国内压铸机机器人自动化集成行业处于领军地位，此次收购符合公司外延式发展战略，有利于公司机器人切入下游汽车行业、3C 制造业，培养新的业绩增长点。

盈利预测：预计 2016-2018 年 EPS 分别为 0.26、0.33 和 0.50，对应 PE 分别为 115 倍、91 倍和 60 倍，给予“谨慎推荐”评级。

风险提示：工业机器人增长不及预期，收购进度放缓

5.2 巨星科技（002444）：机器人智能化专家，积极布局服务机器人领域

主业稳定增长，搭载智能平台是亮点。公司的手工具研发和销售处于世界前列，2015 年销售收入 3.07 亿，同比增长 9%。2014 年 6 月，公司通过增资成为中易和科技有限公司大股东，借此成功进军智能装备领域，2014 年 10 月，公司增资国自机器人，智能化程度不断加深，目前公司已形成三大产品系列，其中 2015 年智能工具盈利 6252.68 亿，毛利率达 33.87%。

外延不断延伸，发力开拓服务机器人领域。随着制造业及服务业人力成本不断攀升，公司积极布局智能机器人领域。2015 年公司收购华达科捷 65%股权，加大了

对智能工具、服务机器人的研发力度。此外，公司与中国联通合作成立合资公司，围绕中国联通应用分发平台和游戏运营平台，建立了世界首个服务机器人应用开发及下载平台，应用于家庭服务、安防等领域。公司预计在五年内实现智能装备和工具并驾齐驱，目前清洁机器人已经进入试制试销阶段，市场前景良好，预计会为公司未来的发展创造新的利润增长点。

盈利预测：预计 2016-2018 年 EPS 分别为 0.53、0.60 和 0.70，对应 PE 分别为 37 倍、33 倍和 29 倍，给予“推荐”评级。

风险提示：智能装备需求下降，研发进度不及预期。

5.3 机器人（300024）：军用机器人领头羊，看好公司机器人多领域应用

订单饱满，收入稳定增长。2016 年第一季度，公司研发、市场开拓工作进展顺利，实现营业收入 354338.46 万元，同比增长 15.40%，归属上市公司股东净利润 5410.86 万元，同比增长 5.12%，我们认为，随着经济回暖以及产能增加，需求有望进一步增长。

技术先进，军用机器人领头羊。公司是我国机器人领域的标杆企业，多年来致力于研究科学化高端智能装备，目前已经处于行业领先地位。公司沈阳自动化研究所的上市平台，在军用机器人领域有专利优势，具备产业化基础。公司于 2011 年和 2012 年与军方签订超过 3 亿元订单，预计后续类似订单会持续增长。

自动化提速，看好机器人多领域应用。公司承接的《医药包装材料材料智能化丁基胶塞车间》项目入选工信部 2016 年智能制造综合标准化与新模式应用支持名单，以此为切入口，公司将推动数字化工厂在医药领域的深入发展，此外，公司积极开拓市场，加深在汽车、机械、电器、电力、食品、医药、电商、3C 产业等领域的应用。

盈利预测：预计 2016-2018 年 EPS 分别为 0.31、0.38 和 0.45 元，对应 PE 分别为 84 倍、68 倍和 57 倍，给予“谨慎推荐”评级。

风险提示：宏观经济难以改善，下游需求放缓。

投资评级系统说明

以报告发布日后的 6—12 个月内，所评股票涨跌幅相对于同期市场指数的涨跌幅度为基准。

| 投资评级 | 评级说明 |
|------|----------------------|
| 推荐 | 股票价格超越大盘 10%以上 |
| 谨慎推荐 | 股票价格超越大盘幅度为 5%—10% |
| 中性 | 股票价格相对大盘变动幅度为 -5%—5% |
| 回避 | 股票价格相对大盘下跌 5%以上； |

免责声明

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格，作者具有中国证券业协会注册分析师执业资格或相当的专业胜任能力。

本报告仅供财富证券有限责任公司客户及员工使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司当然客户。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送，概不构成任何广告。

本报告信息来源于公开资料，本公司对该信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本公司对已发报告无更新义务，若报告中所含信息发生变化，本公司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。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，本公司及本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，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，其据此作出的任何投资决策与本公司及本公司员工或者关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为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（包括本公司客户及员工）不得以任何形式复制、发表、引用或传播。

本报告由财富证券研究发展中心对许可范围内人员统一发送，任何人不得在公众媒体或其它渠道对外公开发布。任何机构和个人（包括本公司内部客户及员工）对外散发本报告的，则该机构和个人独自为此发送行为负责，本公司保留对该机构和个人追究相应法律责任的权利。

财富证券研究发展中心

网址：www.cfzq.com

地址：湖南省长沙市芙蓉中路二段 80 号顺天国际财富中心 28 层

邮编：410005

电话：0731-84403360

传真：0731-84403438

此报告仅供内部客户参考