

中国机器人热的反思与前瞻

(2018 年 8 月)

中国大学生机器人大赛 (CURC) 专家委员会

目录

1. 我国机器人产业近况评估
 - 1.1 机器人密度
 - 1.1.1 全球工业机器人密度
 - 1.1.2 2020 年我国机器人密度达标无悬念
 - 1.2 国内工业机器人市场潜力巨大
 - 1.3 近期我国能否有望形成较为完善的工业机器人产业体系?
 - 1.3.1 培育 3~5 家具有国际竞争力的龙头企业任务尚在路上
 - 1.3.2 孵化 8~10 个配套产业集群的目标可期
 - 1.3.3 机器人产业园区喜忧参半
 - 1.3.4 产量和产能是两回事
 - 1.3.5 高端产品占有率大幅度提升有难度
2. 我国机器人产业前瞻
 - 2.1 中国机器人产业的成长模式
 - 2.1.1 基因继承型
 - 2.1.2 科研院所创新转化型
 - 2.1.3 并购重组型
 - 2.1.4 系统集成应用型
 - 2.2 机器人产业投资机会方兴未艾
 - 2.2.1 机器人本体制造企业
 - 2.2.2 投资机器人中小型企业三个潜在方向
 - 2.2.3 产业园要突出重点和特色
 - 2.3 无人工厂理想丰满, 现实骨感
 - 2.4 机器人产业的是否有中国芯之虞

1. 我国工业机器人产业近况评估

2013 年底工业和信息化部发布《关于推进工业机器人产业发展的指导意见》（以下简称《意见》）。2016 年工信部又联合发展改革委、财政部下发《机器人产业发展规划（2016-2020 年）》（以下简称《规划》）。《规划》提出“总体发展目标”，“两突破”、“三提升”的指导思想，以及“五项主要任务”，描绘了 2020 年我国机器人产业的发展蓝图，极其重要，故扼要归纳如下。

总体发展目标：形成较为完善的机器人产业体系。技术创新能力和国际竞争能力明显增强，产品性能和质量达到国际同类水平，关键零部件取得重大突破，基本满足市场需求。

两突破：机器人高端产品、关键零部件的重大突破。

三提升：机器人质量可靠性、市场占有率、龙头企业竞争力的大幅提升。

五项主要任务：组建机器人创新中心、建立健全机器人产业标准体系、建设国家机器人检测与评定中心、典型行业示范应用、行业规范条件。

《意见》和《规划》规划既务虚也务实，其中具有可操作性的主要指标有以下三个：

① 机器人密度达到 100 以上，重点行业达到 150 以上；

② 积极培育 3~5 家具有国际竞争力的龙头企业和 8~10 个配套产业集群；到“十三五”末，我国自主品牌工业机器人年产量将达到 10 万台，其中六轴及以上工业机器人年产量约占一半左右。

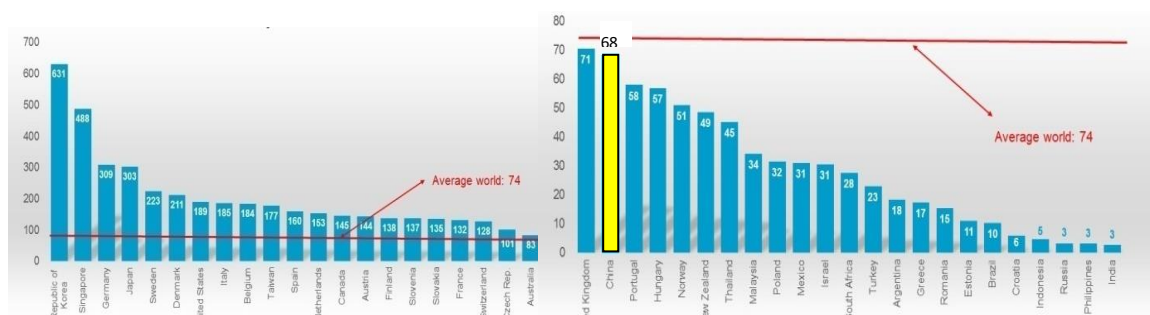
③ 高端产品市场占有率提高到 45% 以上。

屈指数来，《意见》和《规划》时程已然过半了，有必要客观地反思一下前半程的得失。反思大致应该回溯从 2013 年来走过的路径。中国是公认的全球制造大国，评估中国机器人产业状况，势必要站在全球的格局来观察才算客观公允。本文打算循着上面提及的我国机器人产业蓝图的三个主要指标梳理一下近期中国机器人产业的概况。需要申明的是，《意见》和《规划》规划涉及整个机器人产业，而本文重点则聚焦工业机器人。

1.1 机器人密度

1.1.1 全球工业机器人密度

机器人密度是业界公认的衡量机器人普及率的指标。图 1 是 IRF 发布的 2016 年全球制造业机器人密度（单位：机器人台数/万名员工）。



(a) 高于平均水平的国家

(b) 低于平均水平的国家

图 1 2016 年全球制造业机器人密度（机器人台数/万名员工）（IRF/2018.2.7 发布）

该年份全球制造业平均机器人密度 74 台/万名员工（2015 年为 66）。图 1 (a)、(b) 以不同尺度为纵坐标分列出位于平均水平之上和以下的国别。2016 年 中国制造业机器人密度是 68 台/万名员工，处于平均水平线以下。普及率 TOP 10 依次是：韩国、新加坡、德国、

日本、瑞典、丹麦、美国、意大利、比利时和台湾。

2010 年至 2016 年期间亚洲、美洲、欧洲机器人密度年均增长率分别为 9%、7%、5%。

1.1.2 2020 年我国机器人密度达标无悬念

图 2 是 IRF 给出的 2015 年~2020 年中国和全球工业机器人年装机量的统计(和预测)，只需援引表中的数据，做一些简单的加法演算就可以回答这个问题了。

2016 年底，全球在役运营的工业机器人存量约 182.8 万台，2020 年末将增加到约 305.3 万台。据《前瞻数据库》2017 年 9 月发布的数据，2015 年中国在役工业机器人存量 25.08 万台，2020 年底预计升至 97.28 万台。由上述数据可以估算出 2020 年中国制造业机器人密度走势（表 1）。

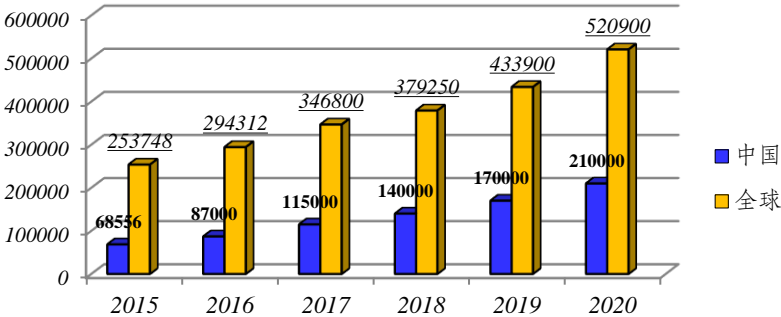


图 2 中国和全球工业机器人年装机量预计（单位：台）（IRF·2017 年发布）

机器人密度的分母是员工数量。有两种算法：图 1 中我国制造业从业员工总基数按 5000 万计算。结果 2016 年机器人密度为 68 台/万名员工；表 1 则按总基数 8500 万计算，密度为 39.74 台/万名员工。两者彼此落差相当大。本文认为 8500 万的基数更为可信。

表 1 2012~2020 年中国制造业机器人密度统计与预测（单位台/万名员工）

年份	制造业从业员工 总数（万人）	在役机器人存 量（万台）	机器人密度 台/万名员工	【备注】
2012	8000	9.7	12.13	国际产业中制造业分九类：①食品、饮料、烟草； ②纺织、皮革、鞋类；③木材、纸制品、印刷品； ④化学品；⑤金属品；⑥机械和设备；⑦运输设备； ⑧电器和光电设备；⑨回收品和其他制造业。国 家统计局披露，2006 年我国制造业从业人数攀至 高峰 8500 万人，随后因全球制造业萧条呈现逐年 下滑，2016 年方恢复至 8500 万
2015	8000	25.08	31.35	
2016	8500	33.78	39.74	
2017	8500	42.79	50.3	
2020	8500	97.28	114.47	

图 3 是“智研咨询”发布的《2012~2020 年中国工业机器人行业市场深度调研及未来发展趋势报告》，图 3 (a) 清晰地给出本节问题的答案：按照目前年装机量 22% 的增长率，2020 年预期的制造业机器人密度为 114.47 台/万名员工（超过 100），达到《意见》和《规划》中官方设定的指标没有太大悬念。至于重点行业机器人密度 150 以上这一项指标也不成问题，例如汽车制造业，中国早在 2012 年就已经达到了 213 台/万名员工。

接下来的问题是，上述数据中中国品牌的工业机器人贡献率有多大？这事关中国机器人产业发展的质量，本文会在下面展开相关讨论。

1.2 国内工业机器人市场潜力巨大

宏观上，国内工业机器人未来市场的规模远超想像。

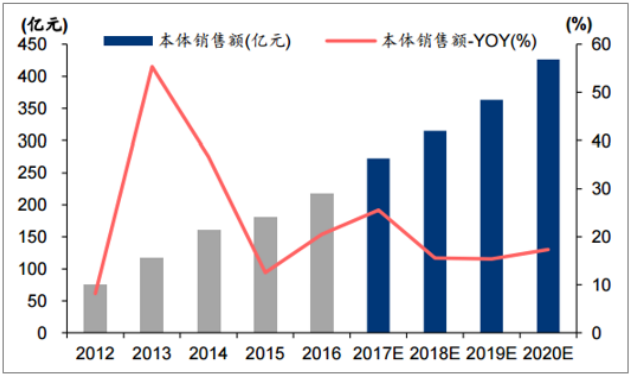
2018 年 5 月 31 日 IRF 发布：2017 年全球工业机器人总销量为 38.7 万台（同比增长 32%），

中国 13.8 万台（同比增长 59%），销售额 272 亿元，大约占到全球市场的三分之一。值得注意的是，电子行业首次超过汽车行业，成为全球最大的机器人应用市场。

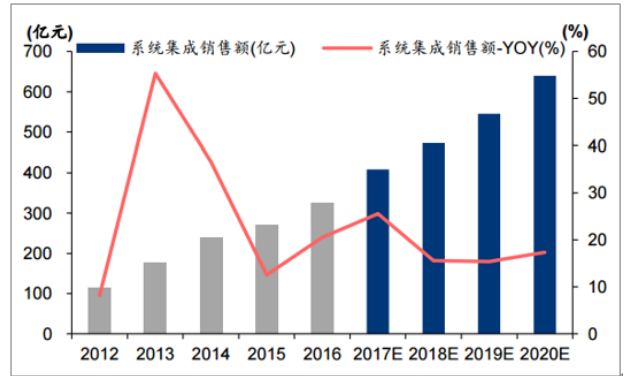
从图 3 (b) 可知，2020 年国内机器人本体市场规模可增至 427 亿元（已计入 5%/年的降价因素），年均增速约 18%。至于机器人系统集成应用的销售额，中国通常的匡算方法是工业机器人本体价格的 1.5 倍左右（国际一般按 3.0 倍匡算，中国低在人工成本上），按此推算，2020 年中国工业机器人系统集成市场规模约为 640 亿元（图 3 (c)）。



(a) 2012 年~2020 年中国工业机器人销量台数预计年增速约 25%



(b) 2012 年~2020 年国内工业机器人本体销售额



(c) 2012~2020 年国内工业机器人系统集成销售额（数据来源：“智研咨询”）

图 3 近年中国工业机器人市场统计

中近期中国工业机器人市场需求增长的新动能大致有二：

(1) 消费电子产品（3C）行业带动了机器人应用的需求

2016 年中国手机出货量 4.65 亿部，全球智能手机 70% 的产能已经转移到中国。目前在

手机的前、中、后三道工序中，尤以中道的组装和测试环节需要大量人工（前者自动化程度 50%，占人工 60%；后者自动化程度 70%，占人工 20%），是“机器换人”的主要市场。苹果 iPhone8 的自动线上设备同比增加了 50%，以致小型六轴机器人和 SCARA 机器人供不应求，配套件导轨和丝杠也大面积缺货。这预示 3C 行业产品（图 4）可能成为我国机器人产业跃升的突破口。



图 4 消费类电子产品行业的产品构成

（2）一般制造业引进机器人意向趋旺

一般制造业并非传统的机器人用户，如陶瓷卫浴、食品、酿酒、建筑、家具制造等行业。近来有过酿酒厂单次订货百台以上机器人的记录。2017 年又被称为中国一般制造业机器人应用“元年”。

面对巨大的机器人潜在市场，需要指出如下几点：

① 2017 年中国汽车和 3C 产品的年销售额大致相当，分别在 5 万亿水平上。同一年机器人销售额仅 272 亿，即便搭上全球工业机器人的产销量，其体量也微不足道，尚不及一个“小米”。所以在“机器换人”中，机器人固然是“皇冠顶端的明珠”，但期待也不必过高，更多的角色还必须由传统自动化装备扮演。当然，逆向思考的话，这也反衬机器人潜在的应用市场空间的确巨大。

乐观一些预测，假如 2020 年我国 3C 和一般制造业能达到发达国家机器人密度的中等水平（约 150 台/万名员工），那么需要新增机器人 130 万台，直接增加产值 2500 亿元，系统集成应用的产值会超过 3750 亿元。

② “前瞻产业研究院”2018 年报告揭示，目前国内机器人市场仍被“四大家族”掌控，2016 年 FANUC、YASIKAWA、KUKA、ABB 各占 18%、12%、14%、13.5% 的份额，国产机器人仅争抢剩余 30% 的中低端机器人市场，高端机器人市场份额占比不到 5%，差距明显。因此为了中国机器人产业行稳致远，除了努力奋进，还需格外保持一份清醒。

1.3 我国能否如期形成较为完善的工业机器人产业体系？

《意见》和《规划》针对“形成较为完善的机器人产业体系”的总体发展目标，提出三个具体的衡量指标：

- ① 积极培育 3~5 家具有国际竞争力的龙头企业；
- ② 孵化 8~10 个配套产业集群；
- ③ 到“十三五”末，我国自主品牌工业机器人年产量将达到 10 万台，其中六轴及以上工

业机器人年产量约占一半左右。

三个衡量指标无法一言以蔽之，需要拆分开来评估。如前所述，我们必须以全球发达国家机器人产业作为参照系加以比较。

1.3.1 形成 3~5 家具有国际竞争力的龙头企业尚在路上

《意见》和《规划》提出“积极培育 3~5 家具有国际竞争力的龙头企业”。“百度百科”对“培育”的字面解释是“指以适宜的条件促使其发生、成长和繁殖，也指按照一定的目的长期地教育和训练，使其成长”。因此从字面解释，“培育”是一个过程，指标①不是一个硬性要求。事实上，我国机器人业界“积极培育 3~5 家具有国际竞争力的龙头企业”的努力远非今日始，早就实施并仍在执行中，那么是否可以理解“培育”这个指标早就达成了呢？答案应该是否定的。

本文认为，指标①表述为“形成 3~5 家具有国际竞争力的龙头企业”则更清晰。“形成”和“培育”一词之差，前者强调的是“结果”，目标既具体也更高远。本文就“形成”3~5 家具有国际竞争力的龙头企业为前提加以讨论，注意不是“培育”。

首先要清楚何谓“具有国际竞争力的龙头企业”？工业机器人历经跨世纪的发展，成就了誉满全球的工业机器人龙头企业标杆——“四大家族”。中国已经是世界制造大国，那么评价龙头企业国际竞争力就理应放到国际视野去观察，试与四大家族论高下。

表 2 是四大家族基本状况一览。表 3 是四大家族在中国的投资情况。

表 2 四大家族基本状况一览

公司名称	瑞士 ABB	德国 KUKA (库卡)	日本 FANUC (发那科)	日本 YASKAWA (安川电机)
创立年代 / 总部所在地	1988 年瑞典 ASEA 和 BBC 合并创立 / 瑞士·苏黎士	1898 年 / 德国·奥格斯堡	1956 年创立 FUNAC 品牌 / 日本·山梨县	1915 年 / 福冈·北九州市
机器人发展历史	1974 年开发首台全电工业机器人 IRB6	1973 年开发首台六轴工业机器人 FUMULUS	1977 年推出首台工业机器人	1977 年首台工业机器人 MOTOMAN 问世
2017 年母公司中机器人板块销售业绩	机器人板块营收 10 亿 \$，中国市场机器人销售额 2.5 亿 \$	机器人板块营收 14.7 亿 \$，中国市场占比 20%，7.36 亿 \$	机器人板块营收 16.8 亿 \$。2015 年累计销售超 50 万台	机器人板块营收 15.6 亿 \$、利润 1.73 亿 \$，2015 年累计销售 30 万台
母公司市值(含机器人板块)	2016 年 415 亿 \$，收入 355 亿 \$，净利润 19 亿 \$	2016 年市值 35 亿 \$，净利润 1.05 亿 \$	2016 年市值 235 亿 \$	2017 年市值 142 亿 \$
标志性色调	橙色，后改为灰色	橙黄色	黄色	红色
核心技术	电力、自动化技术、运动控制系统	世界顶级本体，专营机器人的公司	数控系统	电机伺服和运动控制器技术
其他	全球 500 强，早期从事电力设备与电机，业务覆盖电力、离散自动化、运动控制、过程自动化、低压产品等	1971 年为奔驰建首条机器人焊接线。搬运、加工、点/弧焊机机器人	1959 年开发电液步进电机，1976 年后推出数控系统 5、系统 7。全球最大数控企业之一	百年电气专业老店，有电机伺服技术优势。主流产品有焊接、喷涂、装配、搬运机器人等

表 3 四大家族在中国的产能投资规划

公司名称	瑞士 ABB	德国 KUKA	日本 FANUC	日本安川电机
在华研究中心	2005 年上海康桥机器人全球研发中心(全球三大机器人研发基地之一)。正推进青岛、重庆、珠海三地机器人应用中心			2014 年 12 月在中国设立机器人中心

在华建厂生产情况	2005 年上海康桥机器人生产基地是 ABB 全球两大机器人生产基地之一，迄今累计出货 4 万余台。2015 年成立 ABB 机器人（珠海）公司，系华南最大研发生产基地。2015 年 7 月建成都机器人及数控技术应用研发平台	2014 年松江工厂产能 5000 台/年。2018 年松江第 2 工厂产能 25000 台/年。2019 年底广东工厂年产能 5 万台/年。产品为汽车、电机、电子机器人。2020 年产能 10 万台/年	1997 年与上海电气集团成立上海-发那科机器人公司，700 人，年销售额 65 亿 ¥。2018 年 3 月全资子公司广州发那科机器人公司成立	1996 年建安川-首钢机器人公司。2015 年常州厂产能 12000 台/年，10 月建组装与加工工厂 12000 台/年。2017 年增产能 6000 台/年。10 月沈阳工厂奠基（伺服电机、控制器基板）
战略合作伙伴	拓斯达（3C、压铸、注塑等）、远荣机器人（喷涂集成）、厦门思尔特（系统集成基地）、星派克（粮油包装业）、意欧斯（物流自动化）；另与利迅达、速美达、厦门至工机电等也有合作	2017 年 1 月被美的以 40 亿欧元收购	2017 年 4 月与得力签订战略合作框架；5 月与罗克韦尔、思科在上海大学建立智能制造与机器人创新实验室；与上海电气设立智能机械公司	2015 年美的与安川广东顺德美的创新中心设立两家合资建服务机器人公司和安川美的工业机器人公司，投资额分别为 2 亿元

表 4 是比较公认的中国工业机器人企业 TOP5 基本统计情况，表 4 中不包括四大家族在中国扩大产能所注册的独资（或合资）企业。

表 4 中国工业机器人企业 TOP5 基本统计情况

公司名称	新松 SIASUN	埃斯顿 ESTUN	埃夫特 EFORT	新时达 STEP	广州数控 GSK
创立年代/总部所在地	2000 年/沈阳	2002 年/南京	2007 年/芜湖	2014 年/上海	1991 年/广州
2017 年销量	1200 台 产能超过 1 万台/年	2000 台 2018 年产能 1.5 万台/年	3000 台 产能目标 1 万台/年	1600 台 2018 年产能 2 万台/年	1000 台 产能目标 10000 台/年
上市情况	上市	上市	未上市	上市	未上市
2017 年母公司业绩 / 机器人营销业绩 (RMB)	营销额 24 亿 利润 4.3 亿 /工业机器人营销额 7.6 亿元	营销额 10.77 亿， 利润 0.93 亿	未上市，业绩未公开，500 员工	营销额 34 亿， 利润 1.38 亿 / 工业机器人营销额 11.51 亿元	未上市，业绩未公开
标志色色调	橙红色	浅橙色	绿色、橙黄色	深橙色、白色	橙色
产业链布局 / 核心技术	本体、集成、控制器	机器人零部件、本体、集成	本体、集成	本体、集成	零部件、本体。数控系统占国产数控系统 50%
其他	隶属中科院，产品线、型谱和型号最全	2020 预期 1 万台，二期目标 3 万台/年。收购德国 M.A.I、英国 TRIO 等公司部分股权	2016 年收购控制器商 ROBOX、喷涂机器人集成商 CMA、打磨抛光机器人 EVOLUT	业务涵盖工业机器人、伺服驱动器、变频器、电梯控制系统、线缆、物联网等	2020 年机器人产能 3 万台/年

【注】表 4 中未列入富士康、格力、美的三个制造业的巨头。① 格力智能装备公司现有 1200 名员工从事机器人本体制造、组装、减速器生产，月产能 150 台，内需约 1600 台。② 富士康目前在内部规模应用自制的 FOXBOT 品牌机器人。2017 年晋城机器人工厂有 1 万台/年产能，累计生产 4 万台，是事实上国内最大的机器人公司。③ 美的 2017 年出价 40 亿欧元收购 KUKA，高调进入机器人领域。

考察一流企业国际竞争力的诸要素大致包括：产能、盈利、销售、产品性能、品牌知名度、国际化经营和运作能力、主业、自主知识产权、历史与企业文化等几项指标。基于表 2～表 4，再对标四大家族，我国机器人企业 TOP5 在国际竞争力方面的差距归纳在表 5 中。

表 5 我国工业机器人 TOP5 对标四大家族的国际竞争力比较（仅限机器人经营板块）

国际竞争力要素		中国工业机器人 TOP5 (新松、埃斯顿、埃夫特、新时达、广州数控)	四大家族 (ABB、KUKA、FANUC、YASKAWA)	TOP5 国际竞争力评述
体 量	企业历史	产业化不超过 10 年	生产工业机器人历史均超过 40 年	历史短，积淀尚浅
	年销售额	在数亿至十数亿 ¥ 量级	各在 10 亿美元/年的量级	至少相差一个数量级
	产能	2017 年分别有 1000~3000 台销售 (通常年销售 500 台机器人企业经营荣枯线)	所在国有 1~2 万台/年产能，单台产值高。急剧扩大在中国产能一至数万台/年，对 TOP5 形成强劲竞争	有数万台产能潜力。但突围四大家族，形成实在的销售业绩尚待时日
	累计出货台数	各企业均未超过一万台	各家累计生产销售均有数十万台	该项表明产品质量和现场应用水平，差距大
盈利能力		数据不详，估计 3%~5%	①毛利：FANUC 约 50%，其余 20-30% 左右。②净利润：差异大。FANUC 约 25%，ABB 约 7%，库卡和安川电机约 2%~3%	国内数据不准，一则刚过荣枯线，二则享受政府补贴，估计 3%~5%
国际化经营和运作能力		对内整合，对外并购，获得国外先进技术和拓展海外市场的渠道，走国际化案例渐多【注】	均为全球跨国公司。为应对国产机器人井喷式发展，都积极扩张在华机器人产能、研究中心，拓展战略合作伙伴	一些企业正拓展或收购国外机器人公司，国际化尚待时日
品牌国际知名度		国内的品牌效应尚可，国际知名品牌为时尚早	四大家族均为国际知名品牌，另如神户制钢、COMAU、EVOLUT、川崎、NACHI、STAUBLI 等名度也甚高	在国外尚缺少知名度，但未来有替代国外品牌进口机器人的潜力
主业		除新松外，产品线不够全	母公司均历史悠久，产业布局合理，与机器人板块形成互补生态链。机器人产品线完整	虽形成主流产品线和供应链，不断扩张产能，但需进一步做强做大
自主知识产权		正向机器人产业链上游拓展，以自主研发或海外并购等方式掌握零部件和本体技术。小规模机器人系统集成有一定竞争力。出口受标准与国际规范壁垒限制	全部拥有自主核心技术。在机器人大规模自动生产线的系统集成方面有垄断性优势	全面掌握机器人本体和核心零部件高端技术仍需时日。在机器人大规模自动生产线的系统集成方面需积累经验和示范应用案例
历史与企业文化		历史均短，企业文化尚缺积淀	历史长，过去十年四大家族 PE 水平保持在 20-30 倍左右	中小企业以“专、精、特、新”增强竞争力，是未来五年我国机器人发展方向

【注】2014~2017 年中资企业，包括新松、均胜电子、卧龙电气、华昌达、巨轮、埃斯顿、埃夫特、浙江万丰、美的、汉德、上海电气等公司分别在德国、韩国、意大利、丹麦、美国、英国、以色列等有收购行为。

综上所述，可得出以下几点结论。

① 中国机器人产业崛起是一个必然事件。上世纪五十年代，工业机器人诞生在美国，八十年代，誉为“机器人王国”的日本反超。这说明机器人产业，特别是工业机器人产业发展的根本动力与制造业的需求息息相关。今天，中国宏大的制造业产能的转型升级背景必定为国内机器人产业提供良好的生长土壤。《意见》和《规划》适时地在定性和定量两个维度上绘制了机器人产业发展顶层设计的蓝图。

② 中国机器人产业的基本格局是处于产业发展期。机器人产业的发展路径分为五个阶段：技术准备期、产业孕育期、产业形成期、产业发展期和智能化期。发达国家机器人产业

已经走完了前四个阶段，目前处于智能化期。日本在 1980 年进入所谓的“机器人元年”，中国则是 2012 年，晚了 30 余年。由此，有些人认为中国目前尚处于机器人产业孕育期。本文认为，中国机器人产业至少孕育了十余年，近期发力极猛，速度极快，产能迅速膨胀，市场急剧拓展，实现了所谓“跨越式”发展，甚至呈现若干智能化的趋势。所以中国机器人产业目前状态可以定位在产业发展期。高速发展已经成局，下一步应该引导跨入高品质发展期，然后再迎来智能化期。

③ TOP 5 在短期内尚无与四大家族竞争的實力。我国制造业的迅猛增长，特别是汽车行业需求的增长给机器人产业发展提供广阔的市场。中国工业机器人从低基数实现了爆发性增长，创新和竞争力大大提升。

表 5 给出了一个客观和基本的估计：我国仍未挤入机器人研发和产业强国的行列。如果说产能尚勉强可与四大家族比肩的话，那么表征龙头企业国际竞争力的诸多指标全方位落后，差距甚远。机器人产业的发展并非可以“一蹴而就”，到 2020 年达到“形成”3~5 家具有国际竞争力的龙头企业的规划目标不乐观。如果仅仅强调“培育”3~5 家具有国际竞争力的龙头企业，则尚在路上。

④ TOP 5 中有的公司成长先天不足。探究四大家族机器人产业的培育模式，有一个共同点，就是各自的母公司长期在机器人产业链的上下游，例如数控技术、运动控制、伺服电机与系统、精密传动等业务方向深耕，制造业基因与生俱来。这些相关业务的积淀为机器人本体设计、运动控制、精度和质量等提供了有力的支撑。推展机器人产品首先是在公司内部应用，考验质量，积累经验，消化早期开发成本，建立品牌知名度，然后才转为外销。韩国现代集团机器人起步虽晚，但也复制了这条路径。现代集团内部的现代重工和现代汽车对机器人的现实需求是催生机器人的土壤，然后再外溢，韩国机器人密度后来居上，目前攀升到世界第一（2016 年密度为 631 台/万名员工）。

反观 TOP5，其中有几家是从科研院所的底子脱胎而来，严格说并未复制四大家族的成长模式，它们进入外部市场，往往需要同时扮演本体供应商和系统集成商两位一体的角色，需要独自承担资金和技术方面的风险，再加上四大家族在市场上的围堵，显然成长面临的外部环境相对严酷。

1.3.2 孵化 8~10 个配套产业集群的目标可期

机器人配套产业集群主要聚焦在五个方面：精密减速器、伺服电机及驱动器、控制器、传感器、末端执行器。《规划》提出，“十三五”期间要在机器人用精密减速器、伺服电机及驱动器、控制器方面取得重大突破，性能、精度、可靠性达到国外同类产品水平，并在六轴及以上工业机器人中实现批量应用，市场占有率达到 50% 以上”。表 6 是工业机器人核心零部件近年和 2020 年的市场预测。

表 6 工业机器人核心零部件的生产和市场预测

品名	市场规模 (亿元人民币)		机器人中的 成本占比	品牌	厂家
精密 减速器	2012 年	15.56	30%-50% (毛 利率 40%-50%)	国外品牌	纳博、Harmonic、住友、ZF、Spinea
	2017 年	45.53		国内上市	上海电机、巨轮股份、秦川发展
	2020 年	51.8		国内非上市	华恒焊接、绿的、南通振康、山东帅克、中技克美、恒丰泰
伺服 电机	2012 年	13.22	20%-30% (毛 利率 30%-50%)	国外品牌	西门子、安川、三洋、三菱、松下、倍福、发那科、KEABA、贝加莱、力士乐、Kollmogan
	2017 年	51.68		国内上市	汇川、英威腾、埃斯顿、新时达、华中数控
	2020 年	72.8		国内非上市	广州数控、清能德创
控制器	2012 年	2.33	10%-20% (毛 利率)	国外品牌	ABB、KUKA、发那科、安川、三菱、KEABA、贝加莱、松下、那智

	2017 年	8.78	20%-30%)	国内上市	新时达、汇川、埃斯顿
	2020 年	13.72		国内非上市	固高、迈科讯、卡诺普

近几年，我国工业机器人配套产业在规模化和集群化方面的发展势头喜人。

① 核心零部件国产化亮点颇多。经多年的积淀，机器人所涉及的核心零部件国内企业全基本上都研制出来了，尽管在技术和质量方面与国外尚有差距，但总体上每一类核心零部件都已形成 3~5 家种子企业，配套产业集群效应正在逐渐发力，未来大望可期。

② 减速机是国产化重中之重，有望实现重大突破。机器人里有两种减速机：RV 减速机（20kg 以上关节）和谐波减速机（20kg 以下关节），两者数量比为 6:4。目前全球减速机市场容量大约 100 多亿人民币，国内市场约 46 亿人民币。

RV 减速器是工业机器人核心部件，1986 年发端于日本，约占本体成本的 38%。全球 RV 减速机主要供应商有日本纳博特斯克、住友，德国 ZF，以及斯洛伐克的 Spinea 四家。纳博特斯克（Nabtesco）规模居首，在全球布局了 42 家子公司，目前有日本的津工厂（年产能 60 万台）和纳博特斯克（中国）精密机器有限公司（NPEC）两个制造中心，占世界 60% 的市场，2018 年预计产量 84 万台，到 2020 年累计生产量 1000 万台。

RV 减速器是独立机械部件，结构复杂，承载强度高，制造难度大，生产线投资规模大，是核心零部件中最难啃的一块硬骨头。RV 的国产化研发于 90 年代，除了工艺、寿命和精度等的瓶颈外，国内需求侧订货很少制约了 RV 制造商的成长。随着近几年国内机器人市场爆发式增长，目前有南通振康、秦川机床、中大力德、双环传动等几家批量生产厂家脱颖而出。未来几年，国内市场年销量可望达到 50~60 万台。2017 年南通振康销售 1.5 万套，2018 年预期 3 万台。有消息说，埃夫特在 2018 年分别向双环传动和南通振康采购 1 万套和 3000 台 RV。由上可知，RV 减速器国产化有望实现重大突破，不过质和量的同步提升尚需时日。

谐波减速器主要生产商为日本 Harmonic Drive，占世界市场的大约 15%，产能 120 万台/年。浙江绿的的公司 2003 年启动机器人精密谐波减速器开发，国产化产品基本过关，2017 年产量约 11 万台，占国内市场份额的 60%，2018 产能可达 50 万台，已拥有较好的品牌知名度和口碑。其他生产商还有中技克美、来福谐波等。

实现减速机国产化是大幅度降低国产工业机器人成本，增加国际市场竞争力的关键，具有重大的意义。

③ 伺服电机、控制器国产化正在发力。2017 年中国伺服电机及驱动市场容量 52 亿，控制器市场 8.8 亿。

机器人控制器的国产化门槛不很高，有望成为先期突破的核心部件。目前国内较知名的控制器品牌有固高科技、众为兴、埃斯顿、广数等企业，也有一些科研院所。固高科技成立于 1999 年，经过多年积累，其运动控制器、伺服驱动器、机器视觉等产品已经广泛应用于数控机床、机器人、激光加工设备、印刷机械、包装机械、物流自动化等工控领域。

高端伺服电机以欧美品牌为多，日本产品也不错。整体看，伺服电机国外品牌的选择比较多，价格相对合理。我国对伺服电机的研发可以追溯到上世纪九十年代，科研院所在相关技术方面多有积淀。从表 6 可知 2012 年后，随着国内制造业厂商如埃斯顿、广州数控和汇川技术等介入伺服电机产业化，伺服电机的技术和市场进步都很快。

机器人属于高科技产品，其产业链的各个环节保持较高的毛利率。但国产机器人整机则属例外。囿于关键零部件拖累，成本远高于国外（进口 RV 减速器价格溢出近 4~5 倍，伺服电机、控制器等关键零部件价格也成倍地高于国内同类产品），如果整机配套采用外国关键零部件，毛利率很可能出现负值，导致市场竞争力下降。

④ 末端执行器和传感器是短板。机器人末端执行器（夹持器和专用工具），以及对提升机器人智能至关重要的传感器目前尚未受到我国产业界的关注。夹持器的通用性比较高，但

专用工具需要特殊设计,传感器则是中国突出的短板,大都从国外购入。坦率地说,现阶段能提供机器人自动化的外围设备、工具、传感器的国产供应商少之又少,专业观众在国内机器人产业展览会上很少看到末端执行器和传感器厂商的展位,产品凤毛麟角。这折射出中国工业机器人产业的系统集成应用尚处在较低端的水平,导致国内牵引末端执行器和传感器研发和产业化的动力不足。

德国雄克(SCHUNK)公司为全球最大的夹具、手爪、工具自动交换机构生产商,2003年11月雄克进驻中国。美国ATI工业自动化有限公司也是著名的生产机器人传感器和末端执行器的专业公司,产品包括工具快换装置(Robotics Tool Changer)、毛刺清理工具,六轴力和力矩传感器、防碰撞传感器等。只有涵盖了全系列的末端执行器和传感器配套产品,才意味着中国工业机器人应用有了完整和成熟的产业链。

系统集成应用的水平还很初级。相关的快克股份、智云股份、精测电子、先导智能、赢合科技、诺力股份、山东威达尚处在发展的初期阶段。

1.3.3 机器人产业园区喜忧参半

产业园区是机器人本体、核心零部件配套产业集群的重要聚集地,也是地方政府参与机器人产业化的主要战场。2017年7月“机器人网(robot.ofweek.com)”发布了中国机器人产业园区现状的调研统计结果,上海机器人产业园区、昆山高新区机器人产业园区、徐州经济技术开发区机器人产业园、常州机器人智能装备产业园、唐山机器人产业园、固安机器人产业园、天津机器人产业园区、哈尔滨南岗机器人产业园、重庆两江机器人产业园、青岛国际机器人产业园、山东西部智能机器人产业园区、沈抚新城机器人产业基地、沈阳机器人产业园、芜湖国家级机器人产业集聚区、成都机器人产业园区、洛阳机器人智能装备产业园、南京麒麟机器人产业园、张家港机器人产业园、合肥机器人产业园、马鞍山机器人产业集聚区、九江星子机器人产业园、湖南工业机器人产业园、丽水机器人产业基地、晋江智能装备机器人产业园、广州机器人产业集群、深圳南山机器人产业园、深圳市智能机器人产业园、松山湖国际机器人产业基地、顺德机器人产业聚集区、中山机器人产业集聚区等30家榜上有名。由于篇幅所限,在此无法一一列出,有兴趣的读者可以自行上网查询。

产业园区的状况大致可以从所在地、占地面积、主营业务、已有企业和拟招商企业、公共配套服务项目、业绩、计划愿景等几个方面去考察。从中可以了解我国机器人产业园区的概貌。

(1) 机器人园区建设的总体布局基本成形

仅2014和2015两年,我国就出台了77项与机器人产业发展相关的政策,产业规划顶层设计的脉络已经比较清晰,有42家机器人产业园区(或产业集聚区或产业基地)应运而生,呈现出五大(东北、华北、华南、珠三角、西南)机器人产业区块的格局。另外,标准化和检验检测认证体系的架构也在陆续构建。从表6可以得知,30家园区中比较优质的园区大约占到三分之一。

(2) 鱼龙混杂,喜忧参半

一则以喜,是确有一批优质机器人产业园区。所谓优质园区是指主业方向定位明确,园内企业拥有成熟的主流产品(或产品系列)、销售进入盈利的良性循环、掌握一批自主开发的核心技术,产业链比较完整,人才平台和交易平台基本齐备,并已经取得令人可喜的成绩。

一则以忧,就是也有一批差强人意的园区。随着机器人热的急剧升温,各地政府、投资者、创业公司纷纷涌入,建设机器人产业园区的热情高涨,遍地开花,项目争相上马,唯恐落为人后。一些产业园区动辄占地数百亩,投资数十亿,仓促上马,但往往缺少周密的顶层设计,未制订完整的产业建设规划和论证报告,运营状况乏善可陈。根据前述“机器人网”发布的数据不完全统计,至2020年,全国机器人产业园区占地超过7万余亩,招商进驻机器人企业和智能制造生产厂家2千余家,产值接近5万亿元。这些数据里水分比较大。

(3) 园区要避免同质化竞争，提倡差异化发展

2016年初工信部发布，我国机器人企业数量超过800家。其中200多家从事本体制造，但大多数企业规模偏小。中国电子信息产业发展研究院发布的《中国机器人产业发展白皮书（2016版）》称，九成企业销售额在1亿元以下。低端机器人充斥市场，创新沦为口号，“跟风而上，一哄而散”，低水平重复和低端产能过剩已现端倪。照此趋势发展下去，我国机器人产业很有可能重蹈风电产业、光伏产业的覆辙，在低端产能上无序扩张，形成泡沫，最后陷入低价低质的恶性竞争，制约产业健康发展。

(4) 探索园区发展的新模式

一些产业园区管理部门在发展模式上抱残守缺，面对产业转型和结构调整缺乏创新思维。未摆脱传统批地、拨钱、出厂房、减免税收、给政策等等招商引资的老套路；有些园区实际上只是在原开发区的基础上划出一块地盘用以规划机器人产业。去现场看看就一目了然，一些地县级的产业园区只有空空如野的厂房和写字楼，入驻企业徒有虚名，“只管引鱼，不管养鱼”，更不懂如何养鱼。

(5) 机器人产业园区不久将迎来大浪淘沙

机器人企业数量和规模急剧扩张的时代已经渐行渐远了。我国的机器人产业在迎来提升质量，增强竞争力，高品质发展的时代。在机器人投资高烧时期，据称我国一度有四十多家机器人产业园区，随着时间的流逝，今天已经有十几家园区销声匿迹了。可以预言，假以时日，我国众多的机器人产业园区中还会有一批难以为继，泥沙俱下，尤其是一些地县级跟风投建的机器人产业园风险更大。

1.3.4 产量和产能是两回事

产量和产能是两回事。从上述可知，2020年我国自主品牌工业机器人的产能攀升到10万台/年（其中六轴及以上机器人占一半）应该没有太大的悬念。不算四大家族在华合资企业的产能，单就国内来说，不止三四家企业能够形成1~2万台的年产能。中国的企业，特别是政府，很擅长做扩大产能的事。但是《规划》中的指标是“产量”，而非“产能”。而且能纳入产量计算的机器人“产品性能和质量达到国际同类水平，关键零部件取得重大突破，基本满足市场需求”。如所周知，产能是虚的，不代表实际销售业绩，产能落地，最终变成销售量并非易事，只有产能转化为产量，并且销售给用户才是硬道理。而四大家族也不会轻易放弃市场的绝对垄断地位。

类似地，TOP5能否如期在《意见》和《规划》中提出的两突破（机器人高端产品、关键零部件的重大突破）、三提升（机器人质量可靠性、市场占有率、龙头企业竞争力的大幅提升）方面突围达标，虽然都在进行时，但存在相当大的不确定性。

1.3.5 高端产品占有率大幅度提升有难度

《意见》和《规划》中规划“高端产品市场占有率提高到45%以上”，而且圈定高端产品主要指弧焊机器人、真空机器人、全自主编程智能工业机器人、人机协作机器人、双臂机器人、重载AGV等六大标志性产品。高端的特征大致是：六个及以上的自由度，高质量、高稳定性、高精度、高运动平滑度，高柔性和灵活性、编程的智能化和用户傻瓜化、本质安全技术等等。从前面的分析可知，近期国产工业机器人实现这个目标有明显的难度。不过可以预期在轻型机器人市场占有率方面会有较大的突破。

2. 我国机器人产业前瞻

机器人行业发展与制造业的整个产业链息息相关。美国是工业机器人的诞生国，但随着时间的推移，按州份统计，美国就业最高的行业已经从制造业演变到卫生保健与社会救援业

(图 5)。所以美国工业机器人本体产业反而未能强大起来, 倒是被日本在 80 年代反超, 成为“机器人王国”。温故知新, 有理由相信制造业转型升级的巨大需求, 将为中国机器人产业的崛起注入强劲动能。

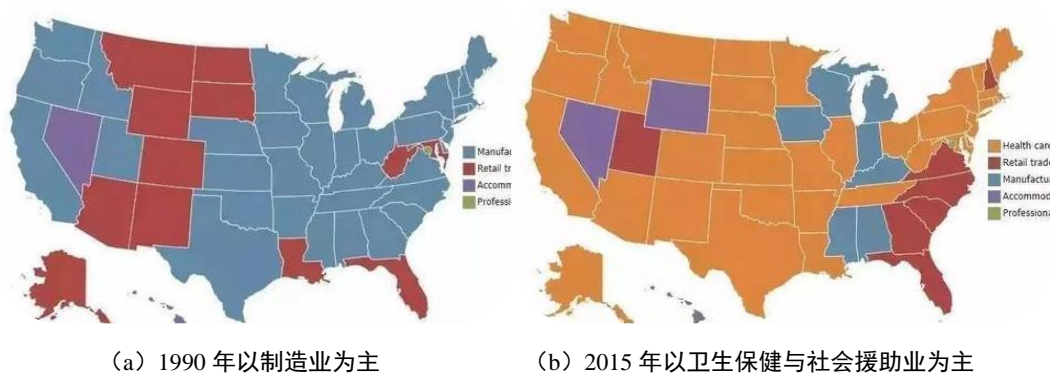


图 5 1990-2015 年间美国各州就业最高行业的演变 (蓝色-制造业; 橙色-卫生保健与社会援助业)

2.1 中国机器人产业的成长模式

培育我国机器人产业既要借鉴四大家族的经验, 也要结合国内外制造业的现实格局结合中国特色融入新思维, 付诸创新。归纳起来大致有如下几个模式。

2.1.1 基因继承型

“四大家族”成为工业机器人开拓者给了我们一些启示: 制造业基因是催生机器人企业的沃土。实际上, 中国也不乏类似的案例。早期如新时达、埃斯顿等, 近期 (《意见》(2013 年) 和《规划》(2016 年) 发布后) 如富士康、格力等。它们在进入机器人领域之前体量大, 实力雄厚, 在制造业方面积累了丰富的经验。尤其是富士康和格力, 决心大、投入多、经验丰富、成长快, 充分发挥后发优势, 为我国机器人全产业链注入了勃勃生机。

四大家族这种成长模式的战略逻辑是, 先内销, 在母公司内部实现规模应用, 在集团内部消化机器人技术, 分摊开发成本, 提升质量和可靠性, 然后逐步拓展外销。这一类型的机器人公司往往更有发展后劲, 天花板更高。

2.1.2 科研院所创新转化型

指靠自主开发机器人技术, 而后成长为机器人主机产品供应商的一类模式。

出于历史原因, 中国高校和科研院所历来智力密度高, 对新技术敏感, 创新研发能力强。所以我国早期的工业机器人研发基本上是从高校和科研院所起步的, 其中部分后来转型为企业。这些机器人企业不脱胎于某家母公司, 不带有与生俱来的制造业基因, 但集多年成果之大成, 自主开发出具有知识产权的机器人产品, 成长为创新增长型企业, 如大疆、新松、广州数控、哈工大博实公司等。

上面是一类体量较大、历史较长的创新增长型机器人公司。

此另一类是通过自主创新研发孕育出来的机器人创新增长型中小企业。它们有的经营工业机器人本体业务, 有的专注关键零部件, 有的擅长系统集成应用, 更多的企业则以服务机器人为主流产品。这类公司的数量多, 规模参差不齐, 通常体量不大, 眼下多数还在年销售 500 套~1000 套的荣枯线上下挣扎。近几年, 在“大众创业, 万众创新”政策的激励下, 年轻人创办创新增长型公司的案例增多, 其中不乏大学毕业生, 例如深圳固高、图灵、朗驰, 东莞李群、天机, 绿的、南通振康等等。

大疆公司是创新增长型的一面旗帜, 最早由三个香港科大毕业生创立, 花了十余年时间成长为国际公认的无人机巨擘。国外的例子也很多, 如波士顿动力公司。不过它们并非工业机器人产业化的典型案例。

2.1.3 并购重组型

一批实力雄厚的中国实业公司抓住当下产业转型升级的契机，以独到的国际视野，注入巨资并购重组国际级的机器人公司，以大手笔书写了我国机器人产业的大开大合。典型案例是美的收购 KUKA，这一举动有望改变中国工业机器人在国际市场上的竞争格局。实际上，全球机器人巨头取得规模效应也是靠行业并购整合的套路。例如 2003 年，日本帝人制机和纳博克两个全球跨国公司就强强联合组成纳博特斯克公司，提升了他们在减速器领域中的垄断地位。

近年来，我国机器人行业整合初现端倪。较有规模的机器人公司，如埃斯顿、埃夫特、新时达等开始有针对性地开展外国机器人企业的并购重组，以求得技术或市场或人才的提升与互补。我国机器人产业要上规模，增强国际竞争力就必须告别“小而散”的格局，实现企业深度并购、整合和优势互补。有预计，未来几年国内机器人企业至少会有一半被整合或淘汰。今年 6 月，新松、埃斯顿、哈尔滨博实等 10 家企业举办了“中国机器人 TOP10 峰会”，主要议题就是谋求“抱团”强化创新发展，加大行业重组整合的力度。

美的收购 KUKA 是通过并购重组实现新旧动能转换的典型事例。

至于碧桂园集团，则属于并购重组类型里的异类。不久前它与顺德区人民政府创建了“博智林机器人公司”，声称在五年内至少投入 800 亿元开发建筑业和服务业机器人，玩了一把从房地产业到机器人产业的“跨界”秀。为此，几乎从零起步的博智林机器人公司正在全球寻找有价值的公司，以合作、投资或并购的方式力争尽快打造一个高水平的机器人完整产业链平台。

2.1.4 系统集成应用型

机器人系统集成指机器人本体+手部（夹具）+其他配套系统。只有形成系统，机器人主机的功能才能异彩纷呈，完成终端客户特定的各种工程需求。中科院深圳技术研究院报告，当下国内大部分机器人本体制造企业在政府补助之下仍然处于盈亏线的边缘，而机器人系统集成业务则盈利可期，平均毛利率达到 30% 左右。近几年各省市“机器换人”的呼声日高，2020 年国内机器人系统集成市场预计可达到 2000 亿人民币，因此国内工业机器人系统集成商数量急速扩张，截止 2017 年底超过 3000 家（2014 年还不到 500 家）。机器人系统集成项目的特点是非标准化，各项目之间或多或少存在差异，无法 100% 复制，因此上规模比较难，体量都不大，大部分企业系统集成业务营收不超过 3000 万元，超过 1 亿元的公司不足 100 家，而业务营收规模超过 3 亿元的所谓“大企业”主要集中在汽车焊接集成领域。国内工业机器人系统集成商通常外购机器人本体，专注系统集成应用本身，仅少数企业采用自制机器人来做系统集成应用。

2.2 机器人产业投资机会方兴未艾

机器人制造正迎来生机勃勃的“大时代”，也有人称之为“井喷期”，不少投资机构对“做多机器人”跃跃欲试。《意见》和《规划》对我国机器人产业发展做出了科学合理的顶层设计，而在营造整个机器人产业良好生态环境的执行层面，投资是重要的环节。无须讳言，近几年资本界对机器人产业投资“虚火”过旺，浮夸、盲目、赚快钱、脱实向虚的毛病屡禁屡犯。眼下投资界、地方政府、园区都需要回归冷静和理性。有了这样的回归，参考上述机器人产业成长模式，再来厘清投资方向的问题就比较顺理成章了。

2.2.1 机器人本体制造企业

机器人本体（这里“本体”的意涵是机器人“整体”）是自动化技术的集大成者，是牵动整个机器人产业链的核心环节，在整合上游零部件企业和下游系统集成商方面起到纽带作用，市场话语权强。机器人本体制造能力弱，智能制造便无从谈起。本体制造企业都依托强大的工业背景，在铸就工业机器人国际竞争力方面担负攻坚重任。因此，机器人本体供应商无一例外地需要企业规模的支撑。TOP5 与四大家族比较，短板还不在产能上，而是技术能力和

组线经验方面。迄今国内系统集成商还没有数十台至数百台国产机器人构建大型自动化生产线（焊装、喷涂、总装等）的先例。除了机器人品质因素的制约外，还欠缺对整车生产工艺流程的深刻理解，企业体量和业绩差距也甚大。提升机器人本体供应商的整体水平既需要时间，也需要注入较巨量的资金。鉴于机器人本体投资“三高一长”（投资密度高、技术水平高、人才要求高，投资回报周期长）的特点，需要投资商大手笔的运作，以更强的投资密度，更大的耐心，更自觉的担当精神向机器人本体制造企业注入资金，在长跑中获得高回报。

2.2.2 投资机器人中小型企业三个潜在方向

(1) 轻型机器人本体制造

相对于汽车行业，我国所谓的“低端产能”自动化的现实需求更大，更有后劲。2012 年食品制造业、橡胶和塑料制品业、陶瓷制品制造业、金属制品业和医药制造业等五行业产值合计 8.8 万亿，是汽车行业的两倍。2011 年仅电子器件行业的固定资产投资额约 2300 亿，也是汽车行业 1400 亿的两倍。图 6 是 2015 年中国与发达国家在汽车行业-非汽车行业工业机器人的密度对比，单比较日本与中国，分别约 3 : 1 与 15 : 1。由此可知，未来“低端产能”自动化对机器人的需求肯定会超过汽车行业。

2016 年中国手机出货 4.65 亿部，全球手机产能的 70% 都落地在中国。目前手机组装工序和测试工序的自动化程度较低，占用人工比例高。事实上，轻型机器人（或称经济型、中低端机器人）在我国 3C 行业持续保持扩张势头。2017 年，中国市场 SCARA 销售量 2.30 万台，同比增长 75.57%。近几年我国一些中等体量的机器人本体制造企业基本上走的是这一条路线，如众为兴、台达、图灵、汇川技术、凯宝、李群自动化、东莞智赢、天机、李群、珞石等，SCARA、 δ 并联机器人、桌面机器人、轻型 6DOF 装配机器人为其主流产品。

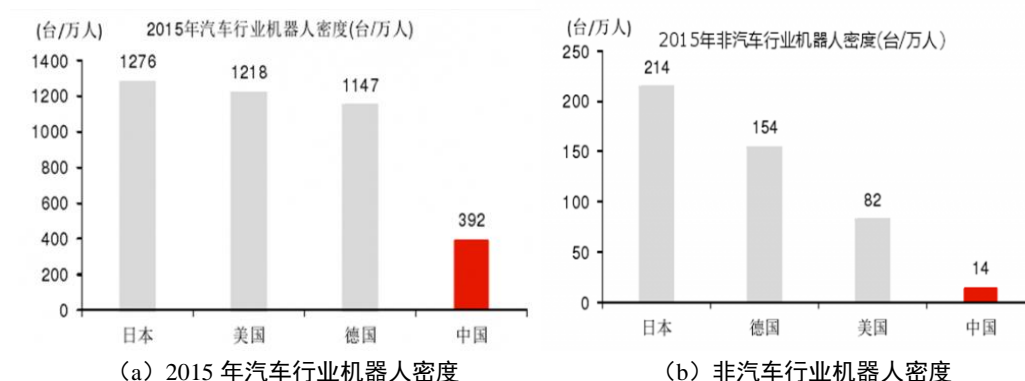


图 6 2015 年在汽车行业与非汽车行业中国与发达国家工业机器人的密度对比

总之，“低端产能”自动化需要大量轻型机器人。如果有企业仍执着地做机器人本体供应商，那么从事与 3C、家电、金属、塑料化工、食品等行业相关的轻型机器人本体的制造是一个值得推荐的投资方向。

中国在“低端产能”自动化方面的市场优势还在于地利与人和。下游行业客户更加看重机器人的性价比和本土化服务优势，这就为本地中小型机器人企业获得较大的市场份额提供了机会。反观四大家族，在上述行业的经验积累和客户基础优势并不明显。

(2) 以技术创新为主导，聚焦特殊领域，差异化发展，为用户定制专用机器人

如向变电站巡检、纺织、电表、建筑、电池、导购、物流运输等行业引入机器人，虽然应用领域相对比较单一，但走的是一条差异化发展的路线，避免陷入众多企业挤在相同领域同质化低水平竞争的尴尬局面。一个有趣案例是 2015 年美国 Preemadonna 公司创始人 Pree Walia 居然发明了名叫“Nailbot”的小巧精致的台式美甲机器人（图 7）。客户可从菜单中自选图案，不到 30 秒就能做好一个指甲。要知道，在美国 92% 的少女做美甲，其中 14% 把

其当作日常消费。Walia 乃是一位女士，正是她用心年轻女性成长和自我建设的这个个性化领域，才萌生了如此绝妙的创意。



图 7 美甲机器人——机器人差异化创意的例子

这类机器人公司体量不会很大，但只要有经济需要的引领，产品受到用户的追捧，也不失为机器人主流产品的一种补充。以技术创新为主导的中小型机器人企业凸显了我国非凡的创新活力，也许是我国机器人产业精彩纷呈，超越世界水平的另一处战场。投资界可以对这一类型的中小企业重点给予关注。

(3) 机器人系统集成应用

机器人本体是整个机器人产业链的核心，下游系统集成则完成二次开发和大规模应用普及。本体技术壁垒高，垄断性强，毛利较高。反观系统集成，技术门槛相对较低，议价能力较弱，毛利水平不高，但市场规模远远大于本体。通常机器人本体占整个机器人系统价值链的 1/3，而且只有将本体与工艺和周边设备集成起来才能赋予具体的功能任务，最终满足客户的需要。

国外经营机器人系统的专业集成商如杜尔、徕斯、柯马等，主要业务围绕汽车行业展开，而且一般各自聚焦焊接、涂装和总装生产线集成业务中的一种，销售规模最大可达约 100 亿元。不同的大型汽车企业通常绑定特定的集成商，例如欧系汽车企业青睐 KUKA 或 ABB，日系汽车企业则钟情安川或发那科。国内机器人集成商历史短、规模小、经验少，在大规模机器人自动线领域暂时不是国外集成商的对手。

机器人系统集成的成功之道在于打通上下游产业链，中国在小规模机器人系统集成应用方面具有多项比较优势。

① 服水土，通渠道。小规模系统集成项目专门对应下游小企业的需求，而小企业的系统布局、工艺规程、操作编程等往往是因地制宜，非标准化，每个项目均是个案，无法 100% 复制。国内系统集成商的人脉和渠道通畅，在应对小客户的非规范需求、传统工艺、灵活调整设计等方面游刃有余。反观大型机器人系统集成商，它们目前尚无暇理会或者暂时还不会理会这一块市场，因此国内企业有机会独步前行。

② 人力成本低，价格优势明显。国内机器人系统集成商本体与系统的成本占比为 1:1.5 (国际为 1:3)，就是说，国内集成商人工费用低，价格有竞争力。系统集成具有轻资产、订单型、工程服务的属性，为克服行业壁垒，往往只能专门服务于某个领域，所以规模“天生”就不宜大。中国大量企业的转型升级期待这样的中小型企业来满足形形色色的“机器换人”需求，结果小就有了小的优势。说到问题，国内系统集成商的主要风险是项目前期需要垫资，存在一定的流动资金压力。

基于上述比较优势，尽管国内机器人系统集成商规模不大，但盈利能力还不错，资金链的循环周期也比较短，目前生存没有问题，是中小型投资规模值得推荐的一个方向。

机器人是“半成品”，除了卖本体，更大的一块市场在系统集成。面对本体愈来愈激烈的竞争，国外集成商也开始觊觎这块蛋糕。日本商家历来有危机意识，善于捕捉机会，最近也开始试水中国小规模机器人系统集成应用的市场，他们总结出四条进入中国的应对措施。第

一，摒弃传统集成理念，从结构和技术集成创新下手，摸索压缩成本的新路，提高竞争力；第二，做好本国机器人集成商间的协调，避免恶性价格竞争；第三，削减全生产流程成本；第四，在商务谈判中讲究洽商技巧，入乡随俗，避免墨守成规。中国用户因为对机器人不了解，指标不明、中途变更方案、新增条款等时有发生，要照顾特有国情和商情，灵活应对。

狼也许很快就要来了！我们要有忧患意识，未雨绸缪。

2.2.3 产业园要突出重点和特色

优秀的产业园为中国经济腾飞做出了重要贡献，起到驱动器和示范区的效果。各地政府是大部分产业园建设和投资的主体。前面已经分析了近几年来我国机器人产业园的得失。肯定地说，优质产业园仍有巨大的获益潜力和投资价值。什么是优质产业园？大致应满足以下几个方面。

- 有周密的顶层设计；
- 有较强的制造业基础和较完整的机器人制造产业链；
- 具有特色的研发方向和主流产品，掌握产品的核心技术，杜绝同质化和低水平的竞争。

为了更具生命力，产业园区的机器人企业最好优先考虑服务当地区域经济产业升级的机器人产品，首先施惠于地方经济，为当地优势产业集群提供内生动力。产业园区应该大力鼓励和倡导园内的机器人企业为低端制造业产能自动化做贡献，这可能是当下发展国产机器人的一条优选路径。

- 有配套的人才平台、科研平台、市场交易平台；
- 最好是外向型的，擅长在国际机器人市场上长袖善舞。

用上述标准衡量我国现有的机器人产业园(包括智能制造产业园)，满意者或许仅有一、二成。

过去和将来，我国机器人产业的发展肯定离不开投资商的积极参与。我国资本市场在投资机器人产业上的心态复杂多样，主要表现是：乱投、不愿投、不敢投。

“乱投”主要发生在机器人园区，各地赶风头，炒政绩，一哄而上。

“不愿投”是面对机器人投资“三高一长”望而却步，心态浮躁，一心想赚快钱。这种心态助长了中国经济脱实向虚的倾向。

“不敢投”是不少投资商不懂专业技术，看不清投资标的前景，在机会面前踌躇不前。

2.3 无人工厂理想丰满，现实骨感

在炒作机器人概念的同时，近几年一些国内媒体和专业人士也在热衷于炒作无人工厂。现在，似乎“机器换人”已经不再吸引眼球了，无人工厂(也被称为“黑灯工厂”、“黑灯车间”)才更时髦。经济日报-中国经济网 2018 年 3 月 10 报道称，格力电器公司在全国有八个基地，基本实现了无人工厂，也就是用机器替代人的操作。长盈精密公司正在打造东莞的首个无人工厂，引起社会的浓厚兴趣。据说秦皇岛有一家生产水饺的无人工厂，几千平方的厂房里，机器 24 小时不间断作业，看不到一个员工，等等。现在谈智能制造，似乎言必称无人工厂。

“无人工厂”大约出现在上世纪八、九十年代。日本的 TOTO 就有生产陶瓷制品的无人工厂。一批批参观者在安川电机公司的所谓“机器人造机器人”生产线前驻足，啧啧夸赞。事实上，制造业里无人值守的流水生产线屡见不鲜，但整个工厂的无人化并不十分普及。

喧嚣之后，人们逐渐对无人工厂的认识回归理性和务实，反思认知上的偏差。就中国国情而言，强调“适度自动化”的概念，避免盲目追求“无人”的误区，可能是更明智的选择。本文同样呼吁要为无人工厂的论调降温，理由如下。

① 今年 4 月，马斯克遇到了麻烦——特斯拉 Model3 产能陷入困境，无法及时供货。为此特斯拉购入 467 台 Kuka 机器人，期待摆脱困境。结果又面临新的症结：“马斯克期望大幅度提高总装线的自动化生产程度，却在技术和成本上受到极大挑战。就目前的实践而言，人际混线仍然是效率最高的配置”。实践证明，“在白车身冲压、焊接、整车喷涂等生产线上

大量部署机器人是成功的，但在总装生产线上未必奏效”。马斯克内华达州“GIGA”工厂电池组生产线也遇到同样麻烦。所犯的失误在于“他摒弃了竞争对手那些一贯行之有效的、成熟的制造模式，即依靠人工来完成机器尚不适合的任务的方法，奢望由机器人构建一个“制造机器的机器”的超级自动化的工厂，将人工的参与降至最低。”应该说，“无人工厂”或“黑灯工厂”的概念固然诱人，可是达成“最后一公里”的自动化可能必须付出高昂的代价。

(b) 基于多年试错，大约上世纪九十年代末期，日本人对无人工厂的认知已经回归理性：“有些工序操作对灵巧的人手来说轻而易举，机器人代替人却必须花费昂贵的代价，而且效果也未必符合预期。因此，不必硬性地追求完全自动化”，“人机混线仍然是流水线成本效率最高的配置”。这就是“适度自动化”的思维。简言之，“适度自动化”就是在一条生产线上，机器人和人分别承担最适合自己的操作，彼此协同作业，把生产线的运营成本降至最低，把盈利最优作为企业经营的终极目标。

(c) 二次大战前后出现“低成本自动化（LCA）”或“简易自动化”的概念。我国也一直不乏推行“适度自动化”的呼声。2015年6月中科院中国现代化研究中心发布的《中国现代化报告2015》称，对131个国家1970年~2010年的工业现代化评价的结果显示，2010年中国工业经济水平比德国、英国大约落后100多年，比日本落后约60多年。当然，2010年后的十年来，中国工业水平有了飞速的进步，已经成为制造业大国，但制造业强国之梦仍处在进行时中。我们所面对的国情仍然是大量中小企业的技术水平依然落后，资金与技术的短板无处不在，因此客观地说，无人工厂是我国实体经济转型升级的一种脱离实际的发烧现象，媒体和企业家都不要过度沉浸在无人工厂的幻觉美感和奢望之中。

日本本田公司持续二十余年投入巨资研发的两足机器人“ASIMO”，初衷不过是想向世人展示“日本制造世界第一”的实力，如此而已，完全没有必要竞相效尤，否则索尼“机器狗”的结局就是前车之鉴。3D打印、VR、微纳米、AI、自动驾驶等等，虽然都是当代突出的创新成果，但是被一知半解的媒体鼓吹和炒作过头了，现在又多了一个无人工厂的噱头。这些炒作其实对我国制造业的行稳致远，健康发展都是不利的。美国伯恩斯坦证券研究公司（Bernstein）认为，“全球大型汽车制造商因为过度热衷自动化而感到痛苦，因此人和机器的合理搭配才是目前最有效的汽车组装模式。”我们不想再吞食别人的苦果。

(d) 经历了十年研发，最近无人驾驶激素Waymo公司的CEO John Krafcik在《华尔街日报》举办的一个座谈会上坦言，这项技术“真的，真的很难”，“在未来的几十年内自动驾驶技术还无法做到无处不在，无人驾驶汽车将一直受到限制”。本文无意对全自动驾驶是否“寒冬将至”加以评论。但愿这个理性的自省能为“无人工厂”举一反三。

2.4 机器人产业是否有中国芯之虞

今年2月特朗普签署了制裁针对中国所谓“经济侵略行为”的总统备忘录。按《纽约时报》报道：“这个动作的真正目的在于打击《中国制造2025》强国战略中的高科技产品和行业。”美国《1974年贸易法》第301条款的制裁清单中工业机器人榜上有名（并未列入服务机器人和消费机器人等品目）。前不久，中兴通讯的敏感芯片被禁运。这些事件让人们不得不联想：“是否存在美国以同样的手段封杀中国机器人产业的潜在威胁？”这涉及我国机器人产业战略规划的全局性问题和实施的安全性问题，这一部分相关的战略布局并未在上述《意见》和《规划》中提及，因为当时问题并未突显出来，所以是这国家有关产业决策部门面临的新问题，必须有所警觉。

有人认为，上述顾虑的结论暂时是否定的。中国工业机器人产业尚处于发展阶段，技术水平较为落后，市场限于内需，所以总的判断是美国此次增税举动对中国工业机器人产业制裁的影响甚微。理由如下。

第一，美国人工智能和智能机器人领域是当之无愧的领先者。至于工业机器人，核心技术则掌握在“四大家族”手里。美国要掌控四大家族毕竟有点力不从心；

第二，现阶段中国工业机器人产业并不构成对美国的竞争威胁；

第三，机器人驱动器和控制器的核心芯片的尺度、密度和难度与手机芯片不在同一水准上，不是“死穴”，无法一招毙命；

暂时无虞并非等于可以高枕无忧。从构建机器人生态链的角度看，早晚要解决控制芯片核心技术之殇的问题。国家有关产业规划部门和大公司要有担当，未雨绸缪，早做战略布局，避免日后受制于人。