

分析师：张品 CFA

执业证书编号：S0740611080161

联系电话：0755-22937990

邮箱：zhangpin@wanhesec.com

联系人：朱志强

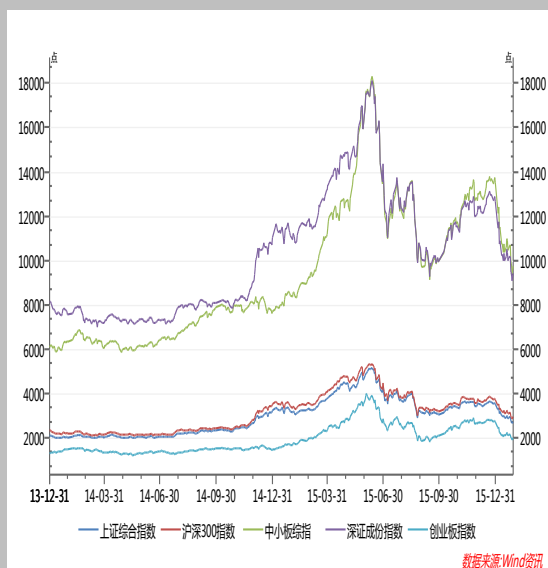
联系电话：0755-88694888-810

邮箱：zhuzq@wanhesec.com

多重因素助推工业机器人快速发展

--工业 4.0 报告系列之一

市场主要股票指数



主要观点：

1、低生育率及老龄化人口结构使得我国劳动力资源呈现负增长，而城乡工资差距缩小令更多农民工留守当地，因此制造业劳动力短缺问题显著，为机器人普及提供先决条件。

2、劳动力短缺推高劳动力成本，制造业平均工资增幅远超制造业产出增速，企业利润遭受大幅挤压。另一方面机器人售价逐步下滑，机器人成本平均回收周期缩短，机器人代替人工已具备实质经济效益。

3、劳动法对高危、有害工作环境的限制迫使企业更大规模的采用机器人对人工进行替代，起到减少工伤、职业病等潜在威胁的作用。

4、政府对机器人产业的扶持力度较大，提出税收减免、资金补助等多项政策，各地政府鼓励企业投资机器人相关项目。

5、我国 GDP 近年增速放缓，产业升级迫在眉睫，原先粗放式的资源投入已不能有效推动经济增长，提升效率与技术创新是制造业两大课题。自动化设备尤其是机器人在我国经济转型及产业升级进程中被寄予厚望。

6、与国际平均水平、工业相对发达国家相比，机器人在我国制造业的使用密度很低，伴随着工业化进程的推进、自动化水平的提升，机器人的需求量和密度也会大幅度提升。

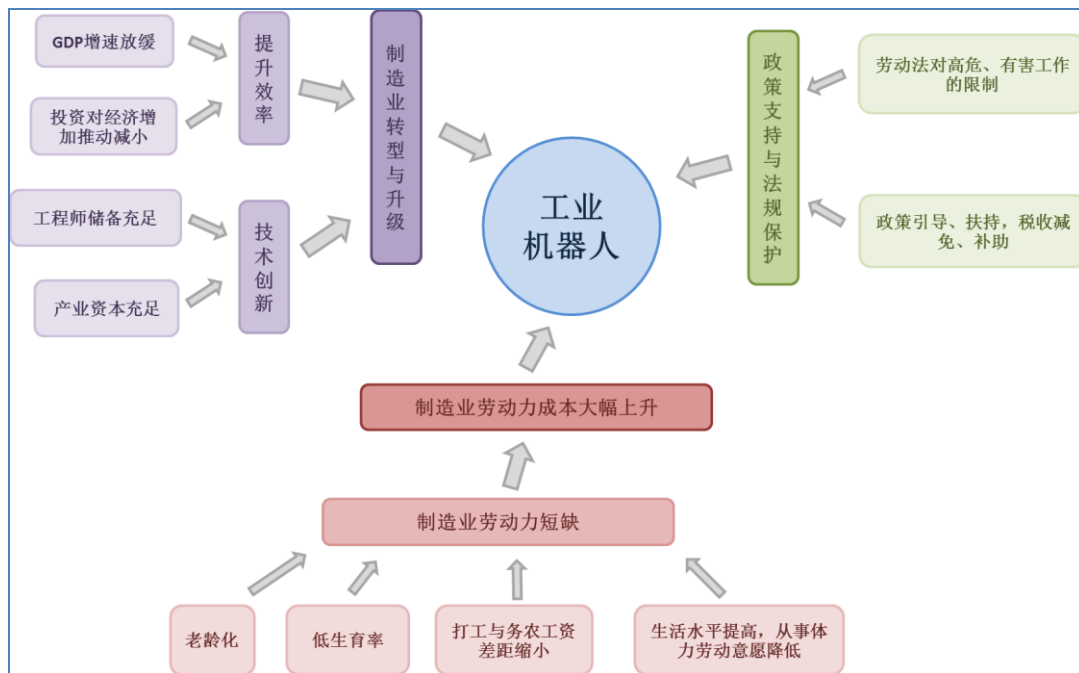
多重因素助推工业机器人快速发展

--工业 4.0 报告系列之一

工业机器人的应用能提高生产效率和产品质量，使工人从紧张的工作中解放出来，它作为 20 世纪机械、电子、信息、控制等技术发展的集中体现和学科交叉的典型代表，不仅已被广泛应用在先进工业国家的各种传统工业操作作业中（如汽车壳体焊接、工件抓取、电子元件装配等），发挥着无法替代的重大作用，而且正逐渐向航空航天工程、生命科学工程和先进制造工程等高科技领域以及社会服务业发展，对人类社会的进步、科学探索和高速发展产生了革命性的巨大影响。

综合考虑我国人口结构、劳动力成本、政策支持以及转型升级等因素，我们认为工业机器人未来的发展前景十分广阔。

图表 1 推动我国机器人发展的外部因素



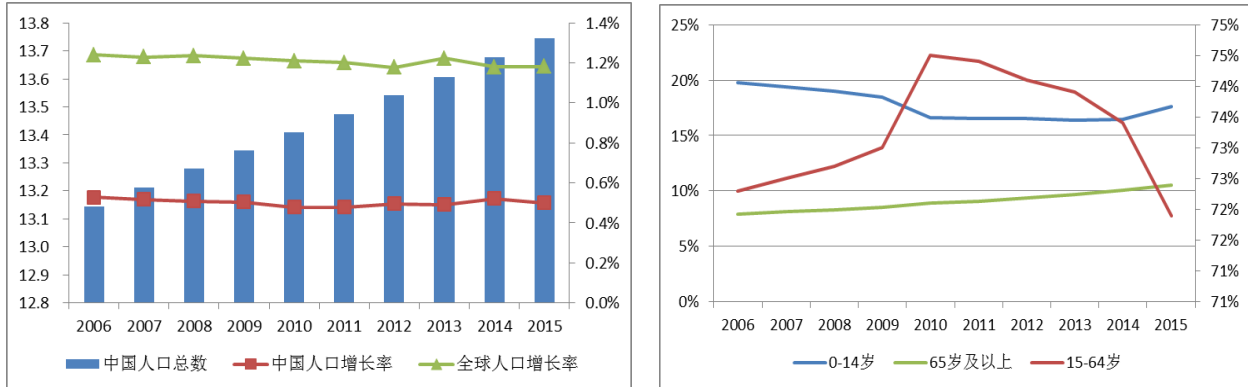
一、人口及社会环境因素

（一）中国劳动力资源出现短缺，人口红利逐步消失

自改革开放以来，人口优势一直是中国经济增长的动力，但这种优势主要是存

量优势。随着低生育率的持续以及老龄化程度的加深，我国的“人口红利”正逐步消失。

图表 2 中国人口总数、增长率及人口结构图（单位：亿）



资料来源：国家统计局，万和研究所

根据国家统计局数据显示，从 1998 年以后我国的人口增长率一致低于 1%，并且处于下降趋势中。2015 年的人口增长率仅为 0.496%，同期全球人口的增长率为 1.76%。从 2006 年至 2015 年，中国人口总数逐年增加，2015 年达到 13.7 亿元；虽然总人口持续增长，但人口自然增长率出现下滑，由 2006 年的 0.528% 下滑至 0.496%。由于人口增速放缓，导致人口结构趋向于老龄化。

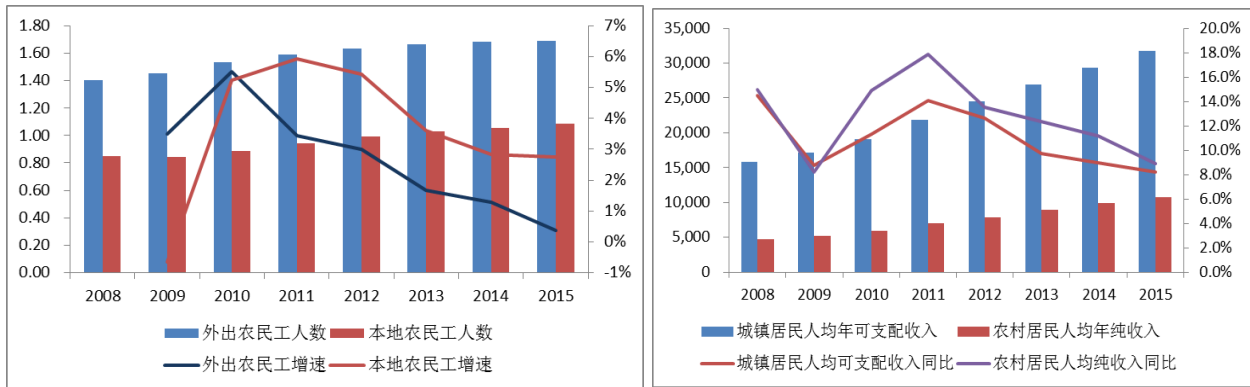
从人口结构来看，2006 年我国 0-14 岁人口占总人口的比重首次低于 20%，至 2015 年这一数据跌至 17.6%，未来我国劳动力面临新生动力不足；同时，65 岁以上人口占总人口的比重一直在上升，至 2015 年底这一数据达到 10.5%，人口老龄化趋势已然形成；2010 年我国 15-65 岁的劳动力人口占比达到了历史高峰，此后五年已连续拐头向下。

从人口结构的变化来看，我国连续多年的经济高增长已然用完人口存量优势。今后我国劳动力将受到新生动力不足和老龄化的两面夹击，未来劳动力资源相对匮乏。

（二）外出务工人员增速下滑，城镇、农村收入差距缩小

随着农村经济的发展，我国农村居民的人均纯收入的同比增幅开始高于城镇居民的可支配收入同比增幅，同时外出务工人员的增速开始下滑，相对低端的劳动力供给逐步减少。

图表 3 外出务工农民工数量及农村、城镇居民收入情况对比



资料来源：国家统计局，万和研究所

最近五年来，外出务工农民工人数同比增速开始快速下滑，从 2010 年的高点 5.52% 下滑至 2015 年的 0.37%，下滑趋势十分明显。此外，从 2010 年开始，外出农民工人数同比增速开始小于本地农民工人数同比增幅，导致外出务工农民工数量占整个农民工群体的比例降低，从 63.3% 下滑至 60.8%，更多的农村人口剩余劳动力选择了当地就业。

2008 至 2015 年，农村居民家庭人均纯收入增长速度持续高于城镇居民人均可支配收入增长速度，二者之间的差距逐步缩减。此外，从农村居民家庭人均工资收入角度考虑（该指标仅统计至 2012 年），2008 至 2011 年，农村居民家庭人均工资收入增长速度远远高于城镇居民人均可支配收入增长速度，前者年均保持在两位数以上，后者年均低于 10%，2011 年前者比后者高出 12.3 个百分点。2006 至 2011 年，农村居民家庭人均工资收入占家庭收入的比例呈现快速提高趋势，2011 年达到 42.47%，比 2006 年提高了 4.14 个百分点。

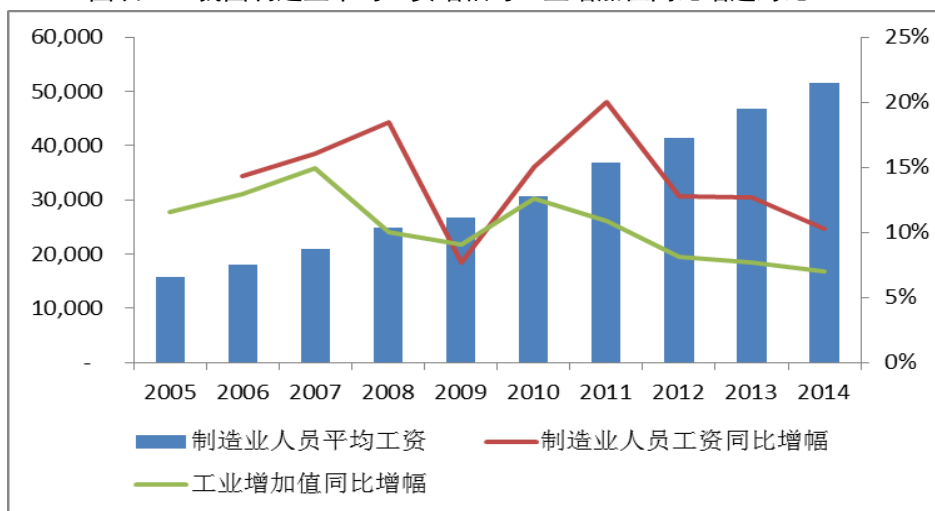
总体来看，制造业低端劳动力人群的主要来源之一外出农民工数量增速开始放缓，更多的农村人口剩余劳动力选择当地就业，近年来一些行业和地区出现了招工难问题。国内招工难问题最早出现于 2009 年，用工需求增长强劲，劳动力市场的求人倍率逐步攀升，珠江三角洲等地出现用工紧张。而后招工难问题开始由沿海向内地扩散，中西部一些经济发展较快的地区也出现了不同程度的缺工现象；季节性用工短缺与一些行业常年缺工并存，尤其是一些待遇低、工作生活条件差的企业，招工难问题已经趋于常态化；不仅技工严重短缺，而且普工紧缺也呈常态化。

与此同时，新一代的农民工对于普通蓝领工作接受度较低，不愿从事简单体力劳动。另一方面，劳动力的短缺直接推高了劳动力的价格，农民工的工资增速远高于城镇居民的可支配收入增速，工资收入占农民家庭收入的比例大幅度提高。

（三）中国劳动力成本已经呈现趋势性上升

近年来，随着我国社会经济的快速发展，人口结构的变化直接引致了劳动力短缺与制造业用人成本的趋势性上升。中国加入世贸组织后，国内制造业职工人数得到恢复性增长。我国制造业从业职工人数由 2005 年的 3210.9 万人增长到 2014 年的 5243.14 万人，复合增长率为 5.03%。与此同时，制造业职工总工资由 2005 年的 5056.63 亿元快速增加到了 2014 年的 27011.39 亿元，复合增长率达到 18.24%，是总人数复合增长率的 3.63 倍。制造业城镇就业职工平均工资由 2005 年的 15748 元/年增长到 2014 年的 51518 元/年，复合增长率为 12.58%。

图表 4 我国制造业平均工资增幅与工业增加值同比增速对比



资料来源：wind 资讯，万和研究所

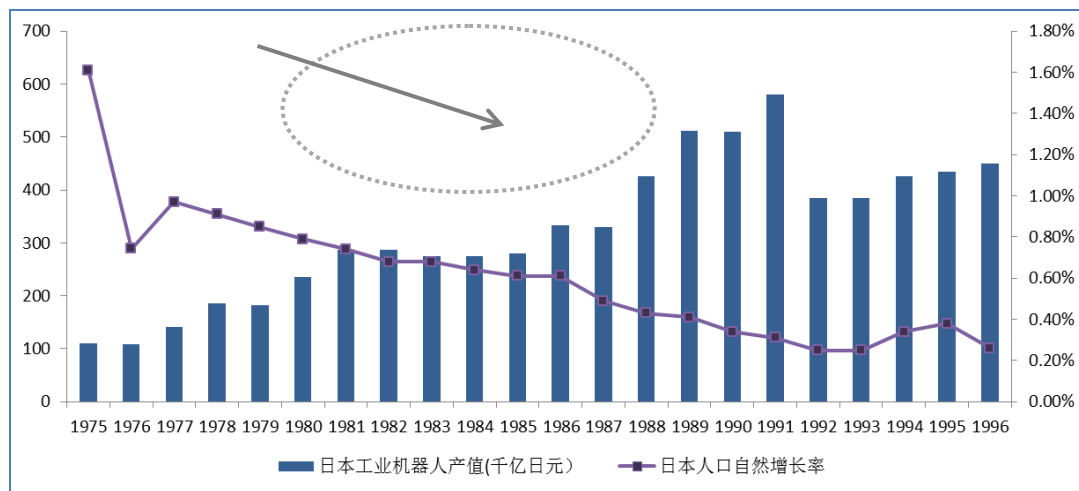
从 2009 年开始，金融危机的影响逐步消散，制造业人员平均工资与工业增加值同比增速开始出现显著的剪刀差，在工业 GDP 增速放缓的同时，制造业平均工资仍然保持相对高速增长。工资大幅增长无疑将是企业被动增加开支，从而将制约企业雇佣更多的人工，特别在市场景气度低迷时对企业利润空间的压榨较为明显。

（四）人口因素对日本机器人行业的推动作用

日本是较早期大规模使用机器人的国家，市场规模长期占据全球首位。上世纪 70 年代，日本经济处于高速发展阶段，快速发展的经济需要充足的劳动力作为支撑，机器人的快速发展应运而生。日本的首台机器人于 60 年代末从美国引入，经过一系列的消化、吸收和创新，很快进入了 70 年代的实用期。日本从 80 年代初期开始大规模普及工业机器人，整个 10 年日本工业机器人以超过 10% 的复合增长率高速发展，从根本看有两个重要外因：劳动力短缺以及人工成本的上升。

本文拟将中国目前的人口情况与当时日本的人口情况进行对比，探寻中国机器人产业的发展契机。

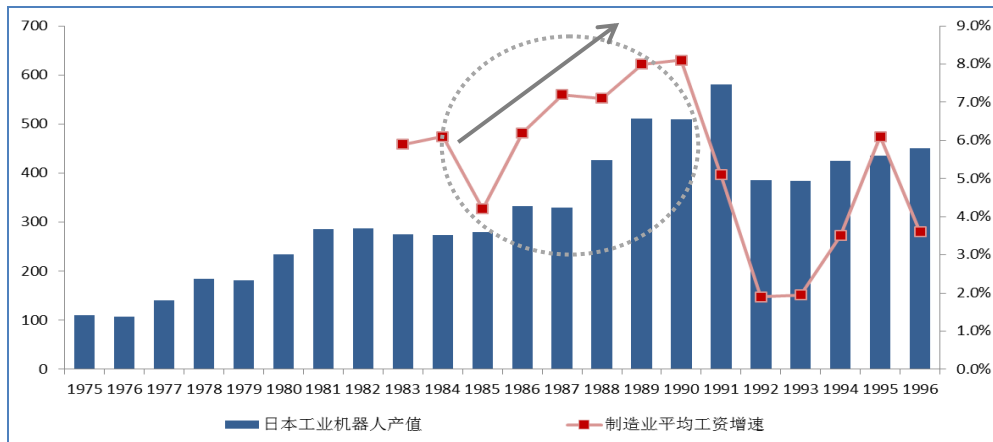
图表 5 日本人口增速放缓对工业机器人普及的正面推动作用



资料来源：OECD，万和研究所

日本 70 年代初到 90 年代初经济的增长大多数在 3-5%，但其人口的增长率在 1975 年首次跌破 1% 以下，从此再未超过 1%，劳动力人数增长也在 1% 上下浮动，70 年初日本 0-14 岁人口比重率先低于 25%，65 岁以上人口比重也在 80 年代初突破 10%，正式成为国际公认的老龄化社会。日本经济增长面临劳动力严重短缺的威胁，这给机器人产业繁荣发展带来了机会。

图表 6 日本制造业工资上涨对工业机器人普及的正面作用



资料来源：OECD，万和研究所

同时由于居民生活水平的整体改善，制造业平均薪酬却在 80 年代初期开始加速上升，80 年代制造业薪酬有 7 年增速超过 6%，其中在 1990 年达到最高值 8%。劳动力成本促成工业机器人行业的繁荣，两项增速的上行趋势基本吻合。

值得一提的是进入 90 年代后制造业薪酬有过大规模的滑落，1992-1993 年平均薪酬增长仅为 2% 左右，劳动力成本的松动也令同期工业机器人增速放缓。在这种情况下，要维稳经济的持续增长与企业稳定的利润空间无疑要提高生产的效率并降低成本，工业机器人是日本在当时提高生产效率、降低生产成本的主要途径。

（五）人口及社会环境分析小结

近年来，我国劳动力成本不断上涨，制造业劳动力短缺问题日益突出，经济发展中的“刘易斯拐点”日渐明显。人口结构变化与社会发展等因素将进一步推动劳动力成本的上涨。按照“十三五”规划，我国计划到 2020 年城乡居民收入较 2010 年实现翻番，劳动力成本处在快速上升阶段。这将加快国内劳动密集型产业生产方式的变革和智能化设备代替人工劳动力的进程，为机器人行业发展提供了必要的市场条件和良好机遇。

此外，随着我国机器人行业进入激烈竞争状态，机器人产品价格每年以 3%-4% 左右的降幅下降，机器人的成本回收周期大幅缩短，而我国制造业平均工资仍以超过两位数的增幅上涨，机器人对工人的替代已经能产生实际的经济效益。

二、政策法规因素

（一）劳动法对有害工作环境的限制

目前国内有为数不少的行业属于有害、高危领域，如弧焊工人基本都留下职业病，切割、码垛工人容易出现工伤等。我国也多次修改或增订劳动法，加强对有害、高危行业的用人限制，为工业机器人代替人工提供必要条件。

在我国社会环境经济快速发展的同时，国家正在不断通过健全劳动保护立法，强化劳动保护监察和安全生产管理，推进安全技术、职业卫生技术与有关工程等措施，来改善劳动条件，切实保护劳动者在生产劳动中的安全健康。而随着机器人成本下降，使用机器人代替人工去从事一些高危、有害或者过于繁重的体力劳动也顺理成章，这也符合我国劳动法对于工人的保护与维权。

图表 7 我国历年修订的劳动法对有害、高危工作环境的限制

法律、法规及文件名称	有关劳动保护的主要条款内容
（1）基本法律	
《中华人民共和国宪法》	加强劳动保护，改善劳动条件（第四十二条）
《劳动法》	劳动合同应具备“劳动保护和劳动条件”条款（第十九条） 用人单位的劳动安全设施和劳动卫生条件不符合国家规定或者未向劳动者提供必要的劳动防护用品和劳动保护设施的，由劳动行政部门或者有关部门责令改正，可以处以罚款；情节严重的，提请县级以上人民政府决定责令停产整顿；对事故隐患不采取措施，致使发生重大事故，造成劳动者生命和财产损失的，对责任人员比照刑法第一百八十七条的规定追究刑事责任。（第九十二条）
（2）劳动安全保护法律、法规	
《矿山安全法》及其实施条例	一是，为了保障劳动者的劳动安全，防止和消除劳动者在劳动和生产过程中的伤亡事故，以及防止生产设备遭到破坏，我国《劳动法》和其他相关法律、法规制定了劳动安全技术规程。安全技术规程主要包括：①机器设备的安全；②电气设备的安全；③锅炉、压力的容器的安全；④建筑工程的安全；⑤交通道路的安全。企业必须按照这些安全技术规程使各种生产设备达到安全标准，切实保护劳动者的劳动安全。 二是，明确了政府职能部门、生产单位等主体在劳动安全工作方面的职责。
《安全生产法》	
《建设工程安全生产管理条例》	
《安全生产许可证条例》	
《重大事故隐患管理规定》	
《特别重大事故调查程序暂行规定》	
《国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定》	
（3）劳动卫生保护法律、法规	
《环境保护法》	劳动卫生保护法律、法规均制定了相应的劳动卫生规程，

《工厂安全卫生规程》	主要包括以下内容：①防止粉尘危害；②防止有毒、有害物质的危害；③防止噪声和强光的刺激；④防暑降温和防冻取暖；⑤通风和照明；⑥个人保护用品的供给。
《国务院关于加强防尘毒工作的规定》	
《关于防止厂矿企业中粉尘危害的决定》	
《工业企业设计卫生标准》	
《工业企业噪声卫生标准》	
《防暑降温暂行办法》	
《关于防治尘肺病条例》	

资料来源：网络资料整理，万和研究所

（二）国家对机器人企业的扶持与补助

我国政府高度重视机器人产业的发展，将其列为战略性新兴产业的重要组成部分，并出台多个相关政策和文件，为机器人行业的发展提供了必要的政策保障。

图表 8 我国历年颁布的对机器人发展的扶持政策

时间	政策文件	具体条款	影响与意义
1986	七五计划	组织专家对国际机器人技术进行全面跟踪	掌握机器人技术领域的现状
1986	国家“863”高技术计划	确立以智能机器人主题的9个国家级产业化基地	推进机器人产业基地建设
2006	《关于加快振兴装备制造业的若干意见》	满足重点建设工程及其它重大（成套）技术装备高度自动化和智能化的需要	扶持智能化制造业的发展
2006	《国家中长期科学技术发展规划纲要（2006-2020）》	机器人作为重点研究方向，提出加大科技投入与科技基础条件平台建设	促进机器人领域的科研创新
2007	《国家十一五发展规划》	“十一五”期间，要加快发展先进制造业，提高重大设备国产化水平	支持自动化行业的发展
2008	《国家高技术研究发展技术（863）先进制造技术领域》	将机器人化生产和现场大型成套作业列为重点项目，高新技术改造传统产业中先进制造技术中的机器人技术列入了国家重点支持的高新技术领域	使机器人行业享有高新技术领域的政策支持
2008	《国家重点支持的高新技术》	高新技术企业享有税收优惠，包括增值税退税，15%的企业所得税等	给予高新企业税收优惠政策
2009	《装备制造业调整和振兴规划》	重点研发高速精密复合数控金切机床、重型数控金切机床、数控特种加工机床、大型数控成形冲压设备、重型锻压设备、清洁高效铸造设备、新型焊接设备与自动化生产设备、大型清洁热处理与表面处理设备等八类主机产品；加快发展工业自动化控制系统及仪器仪表、中高档传感器等。	推进工业自动化进程。
2011	《我国国民经济和社会发	高端装备制造产业重点发展航空装备、卫星	进一步明确高端装备

	展十二五规划纲要》	及应用、轨道交通装备、智能制造装备。	制造的发展重点。
2012	《智能制造科技发展“十二五”专项规划》	提出攻克工业机器人本体、精密减速器、伺服驱动器和电机、控制器等核心部件的共性技术，自主研发工业机器人工程化产品，实现工业机器人及其核心部件的技术突破和产业化。	重点发展工业机器人。
2012	《服务机器人科技发展“十二五”专项规划》	提出“十二五”期间将重点培育发展工业和服务机器人新兴产业。其间，我国将攻克一批智能化高端装备，发展和培育一批高技术产值超过100亿元的核心企业。	加大对服务机器人核心企业的培育。
2012	《2012年智能制造装备项目拟支持单位名单公示》 (国家财政部)	财政部公示2012年智能制造装备项目拟支持单位名单，共有64个项目入围，其中相关的上市公司项目达到9个，包括新松机器人的重卡变速器装配生产线项目等。	对一批智能制造装备企业进行财政支持。
2012	《高端装备制造业“十二五”发展规划》	明确表示将加大对智能制造的金融财税政策支持力度。加快实施《高档数控机床与基础制造装备》科技重大专项，加强对高档数控系统、伺服驱动装置、机床自诊断技术等技术与装置研发投入力度，提高主机的智能化水平，推进系统集成和成套，开发一批智能化成形和加工成套设备。重点支持智能技术、智能测控装置与部件、重大智能制造成套装备的研发、产业化和应用推广。	从金融财税政策着力，加快智能制造装备的研发、产业化和应用。
2012	国家发改委、财政部、工信部决定组织实施2012年智能制造装备发展专项	为加快智能制造装备的创新发展和产业化，发改委、财政部、工信部决定组织实施2012年智能制造装备发展专项。专项支持的主要内容集中在智能制造系统集成、核心智能测控装置两个方向。十二五期间，我国对智能装备研发的财政支持力度将继续增大，首台首套性质的产品将获得国家25%—30%的补贴，最高补贴50%。	对智能装备研发加大财政支持力度。
2012	《“数控一代”装备创新工程行动计划》	重点组织实施五大行动，其中PLC、人机界面、控制软件、变频器、伺服驱动、节能电机等自动化技术被作为重点开发对象。	重点开发自动化数控产品。
2013	《关于组织实施2013年智能制造装备发展专项的通知》	由国家发改委、财政部、工业和信息化部共同组织实施该发展专项，重点支持数字化车间、智能测控系统与装置的研发应用、智能制造系统在典型领域的示范应用项目。	开始贯彻落实十二五规划对智能制造产业的扶持计划。
2013	《关于推进工业机器人产业发展的指导意见》	到2020年，形成较为完善的工业机器人产业体系，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；工业机器人行业和技术企业的技术创新能力和国际竞争能力明显增强，高端产品市场占有率提高到45%以	提出在重要工业制造领域推进工业机器人的规模化示范应用，并提出了较为明确的量化目标。

		上，机器人密度（每万名员工使用机器人台数）达到100以上。	
2015	《中国制造2025》	规划提出，要实施智能制造、工业强基、绿色制造、高端装备创新等五项重大工程，还从金融、财税等支持政策、人才培养方案、小微企业支持计划等方面作出了详细的制度安排。	将智能制造作为主攻方向，逐步实现我国从制造业大国向制造业强国转变。
2016	《机器人产业发展规划（2016-2020年）》	由工信部，国家发改委，财政部联合发布，规划提出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。	《规划》综合考虑国内外机器人产业现状及未来发展趋势，针对机器人全产业链上的瓶颈和问题，提出了我国机器人产业“十三五”期间的总体发展目标。

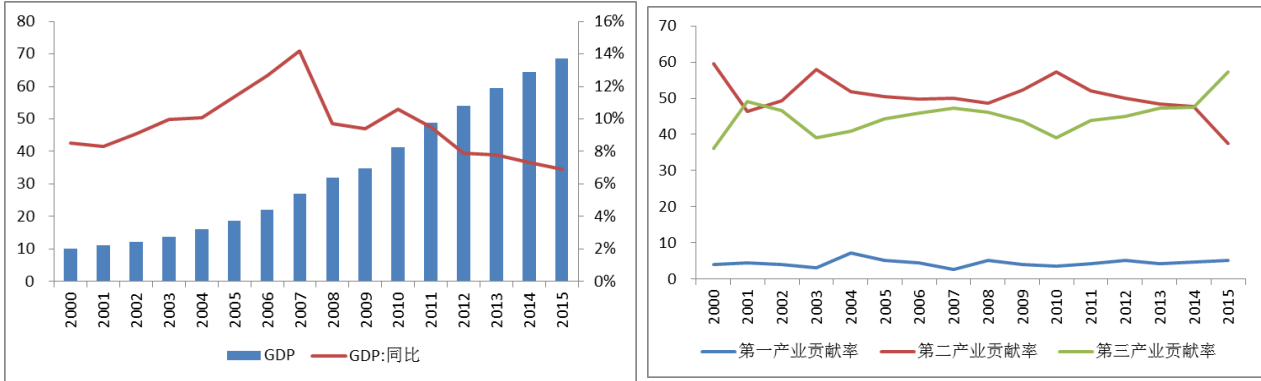
资料来源：网络资料整理，万和研究所

此外，在国内积极推进智能装备自动化产业发展的大背景下，部分地方政府也纷纷出台相应政策和规划以致力于打造当地机器人产业，如上海、常州、徐州、昆山、青岛、唐山等地相继投资建立了机器人产业园或基地。例如，上海已将机器人产业作为高端装备智能制造的重要专项来大力发展，提出将拓展机器人系统集成应用，使上海发展成为我国最大的机器人产业基地、机器人核心技术研发中心、高端制造中心、服务中心和应用中心。

三、宏观经济环境因素

我国经济发展进入新常态，经济增速放缓，工业占 GDP 比重逐年下降，制造业发展面临新挑战。资源和环境约束不断强化，劳动力等生产要素成本不断上升，投资和出口增速明显放缓，主要依靠资源要素投入、规模扩张的粗放发展模式难以为继，调整结构、转型升级、提质增效刻不容缓，智能化设备及工业机器人能够有效提高劳动生产效率、技术创新、升级制造业。形成经济增长新动力，塑造国际竞争新优势，重点在制造业，出路也在制造业。

图表 9 我国 GDP 增速及三大产业对 GDP 增速的贡献率



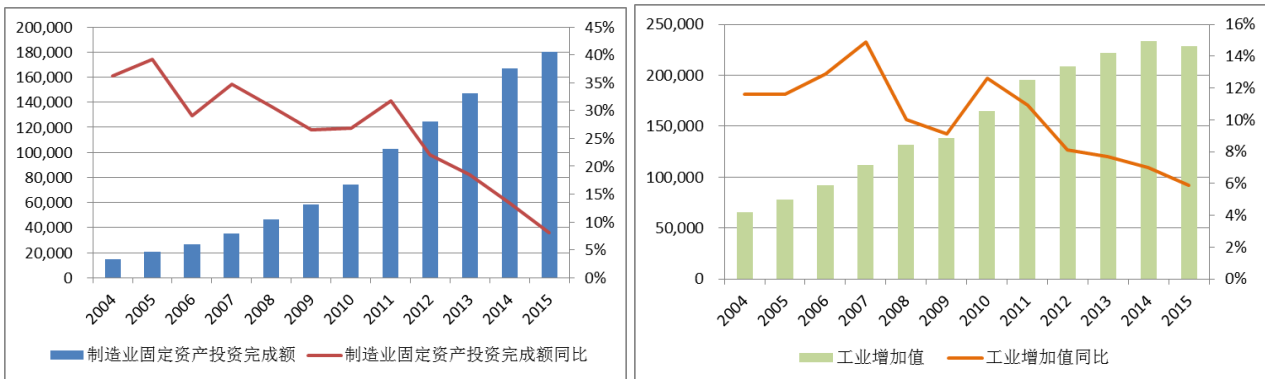
资料来源：wind 资讯，万和研究所

根据国家统计局发布数据显示，我国 2015 年国内生产总值为 68.5 万亿元，同比 6.9%，较去年同期下滑 0.4 个百分点，已经连续下滑五年。其中，第一产业增加值 60863 亿元，增长 3.9%；第二产业增加值 274278 亿元，增长 6.0%；第三产业增加值 341567 亿元，增长 8.3%。

第一产业增加值占国内生产总值的比重为 9.0%，第二产业增加值比重为 40.5%，第三产业增加值比重为 50.5%，首次突破 50%。全年人均国内生产总值 49351 元，比上年增长 6.3%。

从三大行业对 GDP 的贡献率来看，第一产业和第二产业（尤其是工业）贡献率趋势性下降，服务业贡献效率趋势性上升，这一点符合先行工业化国家发展的经验。2015 年我国三大产业对 GDP 的贡献为第一产业 5.1%，第二产业 37.5%，第三产业 57.4%；其中第二产业中的工业对 GDP 的贡献 30.4%。

图表 10 我国制造业固定资产投资增长率（左）与工业增加值同比（右）



资料来源：wind 资讯，万和研究所

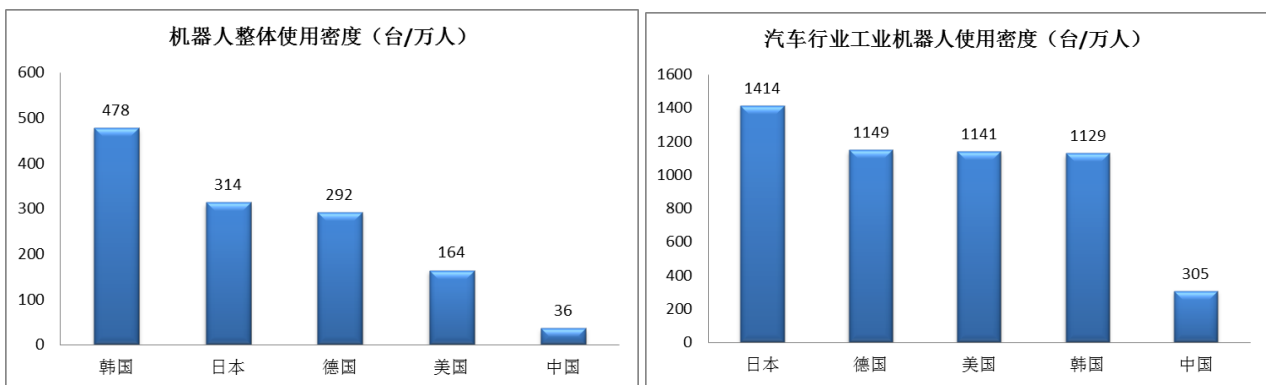
工业化初期我国高速发展的经济过于依赖对资源的投入，投资在现阶段已经很难推动经济的健康增长，在劳动力短缺与成本上升的情况下，创新与技术升级是经济增长的主要动力。目前中国处于工业化中后期，转变经济增长的动力、提高效率、鼓励技术创新是必然的选择。

经过改革开放三十多年的发展，中国制造业已具备规模优势和技术基础，产业资本也比较充足。但中国制造业“大而不强”，未来必然要在经济转型中升级。工业机器人从诞生之来就旨在提高制造业的效率、提高产品质量，从而降低整体成本。因此，经济结构转型的“推力”是国内工业机器人市场发展的基础力量。

四、我国机器人渗透率相对较低，市场规模处于快速增长期

依据国际机器人联合会（IFR）2016年初发布的机器人统计报告显示，2014年全球工业机器人销量增长了29%，共计229261台，达到有史以来的最高水平。在所有行业中，工业机器人的销量都有所增长，其中汽车零部件供应商和电气/电子行业的增长是造成其增长的主要驱动力。未来工业机器人需求仍将加速增长，2015-2017年年平均增长率将达12%。

图表 11 工业机器人使用密度分析



资料来源：wind 资讯，万和研究所

根据 IFR 提供的数据显示，2014 年全球工业机器人平均使用密度为 66 台/万人，而我国的使用密度仅为 36 台/万人，落后于全球平均水平。同期，工业发达国家机器人密度普遍超过 200，排名前三的韩国、日本、德国的机器人整体使用密度为 478 台/万人、314 台/万人以及 292 台/万人，大幅度领先我国机器人使用密度，是我国的 10 倍左右。

从全球工业机器人的使用领域分析，汽车行业是使用量最大的。2014 年日本、

德国、美国以及韩国在汽车领域的工业机器人使用密度分别为 1414 台/万人、1149 台/万人、1141 台/万人以及 1129 台/万人，均大幅领先于我国 305 台/万人的使用量。

整体来看，机器人在我国制造业的使用密度很低，伴随着工业化进程的推进、自动化水平的提升，机器人的需求量和密度也会大幅度提升。