

---

---

# 辩证解析机器人对日本经济的影响

冯昭奎

**内容提要:** 2015年1月日本政府公布《机器人新战略》，安倍晋三首相强调当年是日本“机器人革命元年”，高度重视“机器人革命”对振兴日本经济的作用。机器人产业发展对日本经济社会可能产生深刻影响，包括提高制造业、服务业和农业的劳动生产率，促进国民经济增长，缓解少子老龄化导致的经济和社会问题等。安倍内阁提出使日本经济规模在2020年达到600万亿日元的目标，但机器人产业难以成为近期振兴日本经济的“救星”，不过这并不意味着日本的机器人革命必然失败，因为要实现以机器人革命为中心的增长战略，不可能在数年内立竿见影。从中长期看，如果日本能真正实现为推进经济社会结构改革所必需的规制改革，机器人革命振兴日本经济的前景未必不可预期。

**关键词:** 日本经济 机器人革命 人工智能 劳动生产率 少子老龄化

**作者简介:** 冯昭奎，中国社会科学院荣誉学部委员、日本研究所研究员。

**中图分类号:** F416.6 **文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-7874(2016)03-0073-24

2014年6月，日本政府出台《日本复兴战略》(修订版)，提出要在“再生的十年”(2013—2022年度)实现国内生产总值(GDP)年均名义增长率达到3%、实际增长率达到2%的目标。2015年11月，安倍晋三首相提出“今后如果实现GDP年均名义增长率3%，至2020年日本GDP将达到600万亿日元”<sup>①</sup>。显然，实现这个目标，将意味着“日本经济振兴”走出重要的一步。

日本政府出台《日本复兴战略》(修订版)后火速启动“机器人革命实施会议”，安倍首相在2015年1月召开的“机器人革命实施会议”上强调要“通过规制改革实现机器人无障碍社会，确立世界最高水准的人工智能技术”，并声称2015年是“机器人革命元年”。<sup>②</sup>从中可以清楚地看到，发展被称为

---

① 安倍晋三「2020年にはGDP600兆円達成できる」、<http://www.sankei.com/premium/news/151106/prm1511060014-n2.html>。

② 「2015年は日本のロボット革命元年に」、<http://www.minnanokaigo.com/news/N35679503/>。

“技术创新的象征”、解决少子老龄化社会人手不足的“王牌”、开拓世界市场的“成长产业”<sup>①</sup>的机器人产业，成为日本政府各种振兴经济“高招”之中的一个“绝招”。

马克思说“从前各种生产方式的技术基础在本质上是保守的，近代工业的技术基础却是革命的。”<sup>②</sup> 机器人革命正是在近代工业的技术基础上发生的新一轮技术革命的核心领域之一。那么，日本的机器人革命能否不负所望，与安倍内阁的其他经济政策一起发挥振兴日本经济的作用？本文将通过归纳总结日本机器人技术和产业的发展现状与特点，辩证地分析机器人产业发展对日本经济和社会的影响，对机器人革命在短期（2015—2020年）和中长期能否振兴日本经济展开初步的探讨。

## 一、日本机器人技术和产业的发展及其特征

机器人（robot）是能取代人自动执行某种工作的机器装置。1961年，美国通用机器人公司（Unimation）和机床与铸造公司（AMF）成功研制出世界首款商品化工业机器人，由此开启了机器人产业的时代。机器人技术虽源于美国，却在日本迅速获得了产业化规模的发展。20世纪70年代，日本的法努克、富士电机、安川电机、东芝等公司陆续开发出机器人的实用机。80年代以来，以制造工厂应用为主，机器人在日本迅速普及，日本成为生产和应用工业机器人最多的“机器人强国”，也是世界上对机器人最“友好”、在机器人“人性化”方面最下工夫的国家。概括起来，日本机器人技术和产业发展体现出以下主要特征。

（一）日本的机器人生产量和安装量均居世界首位，应用范围不断扩大

从统计数据来看，2015年，日本的工业机器人产量比上年增长8.7%，达138434台，创历史新高，超过全球产量的60%；<sup>③</sup> 生产额达6300亿日元，连续两年正增长；安装约30万台，占全球安装总量的23%。<sup>④</sup>

① 『『ロボット革命』の実現に向けて』、<https://unit.aist.go.jp/rirc/consortium/document/150612/150612-k2h.pdf>。

② 马克思《资本论》（第一卷），北京：人民出版社，1953年，第595页。

③ 『平成25年度ロボット産業・技術の振興に関する調査研究報告書』、[http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/pdf/25jigyo\\_06.pdf](http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/pdf/25jigyo_06.pdf)。

④ 「15年ロボット統計受注13.8万台で過去最高 生産・出荷も好調」、<http://www.automation-news.jp/2016/02/13423/>。

通常，国际上以每万名工人的机器人拥有量（即“机器人密度”）来衡量一个国家的机器人普及水平。2014年，日本的工业机器人密度高达314台，相当于世界平均水平66台的4.75倍，相当于中国36台的8.72倍、美国164台的1.9倍，但低于韩国的478台。日本的机器人密度大大高于拥有先进机器人技术的美国，一个重要原因是，在美国制造业生产现场，一般蓝领工人认为“效率的提高会导致工作的减少”“机器人会夺走自己的工作”，因而对引入机器人抱有一种“抵触感”；而在有着终身雇佣传统的日本，则存在积极利用机器人提高效率和改进工作的土壤。<sup>①</sup>

20世纪80年代，日本的汽车制造业成为最早、最积极应用机器人的产业；进入90年代，机器人的应用扩展到最希望排除生产人员带进身体污染的制造半导体芯片等的“超净车间”。也正因为此，90年代前半期，日本制造的工业机器人占世界市场的份额一度高达90%。<sup>②</sup>进入21世纪，汽车制造业、电机电子制造业仍是日本两大机器人用户，占日本国内机器人市场的60%左右。随着可能引入机器人的生产现场不断增加，机器人的应用范围日渐扩大到金属加工、塑料、化工、建筑、土木、核电站维修等工业制造领域以及医疗、护理、农业、交通等与人们生活紧密关联的场所。机器人不仅能应用于传统的大批量生产线，而且也能应用于多品种小批量生产；不仅能帮助工人从单纯作业和重体力劳动中“解放”出来，也能承担某些迄今主要依靠人手的精细作业（比如装配钟表），或与工人“共同作业”，还能协助人们从事家务和护理老人等。从全球机器人市场看，2011年日本制造的工业机器人约占60%，至2015年，世界上正在服役的大约130万台工业机器人中，也有过半数是日本制造的。<sup>③</sup>近年来，随着日本劳动力不足问题日趋严重，从大企业到中小企业，着眼于作业省力化和经营合理化，对机器人的应用继续扩大。

## （二）日本的机器人生产企业在世界上名列前茅

日本不仅拥有十分先进的以研发和制造机器人为主业的机器人企业，综合性电机大企业也积极从事机器人的研发和生产。

① 『『日本でなきヤダメ』米国発技術で産業ロボに革新』、<http://www.nikkei.com/article/DGXMZO90604490X10C15A8000000/>。

② 『平成25年度ロボット産業・技術の振興に関する調査研究報告書』、[http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/pdf/25jigyo\\_06.pdf](http://www.jmf.or.jp/japanese/houkokusho/pdf/25jigyo_06.pdf)。

③ 『『安川電機』ロボット大国ニッポンの底力製造現場で働くロボット』、[http://boss.wizbiz.me/special/special\\_1507\\_04.html](http://boss.wizbiz.me/special/special_1507_04.html)。

在日本主要机器人企业中，安川电机、法努克在国际机器人市场上居重要地位，与总部设于瑞士的ABB公司、德国的库卡公司并称“国际四大机器人巨头”。2014年，这四大企业在全球工业机器人市场所占份额超过五成，在迅速扩大的中国机器人市场<sup>①</sup>所占份额更超过70%。<sup>②</sup>而在日本国内，安川电机、法努克、不二越、川崎重工堪称“日本四大机器人巨头”。其中，安川电机、川崎重工、不二越以及精工爱普生和欧洲的ABB、库卡、柯马等先进机器人企业均在中国设立了机器人生产工厂。此外，日本的一些制造大企业还非公开地参与美国国防部先进研究项目局（DARPA）的军用机器人研发任务。<sup>③</sup>

### （三）日本拥有领先的机器人核心技术和关键零部件

日本的机器人相关企业在关节技术、高性能交流伺服电机、高精度减速器、控制器以及高性能驱动器等机器人的核心技术和关键零部件方面居世界领先地位，比如其高精度减速器、力传感器等的世界市场份额高达90%。<sup>④</sup>与之相比，中国的机器人核心零部件大部分依赖从日本、德国等技术先进国家进口，其中精密减速器的75%从日本进口，而这些零部件占到机器人整体生产成本的70%以上。<sup>⑤</sup>再比如，由于现阶段绝大部分机器人都使用电池作动力源（也有使用发动机的），研制和生产高性能电池成为机器人发展的一个极重要课题，日本拥有世界最先进的发动机和锂电池技术，是全球“二次电池”（可反复充放电和循环使用的电池）的主要供应国，以目前占市场主流的锂电池为例，日本掌握65%的全球市场。<sup>⑥</sup>2014年日本夏普与京都大学的田中功教授联手研发出可充放电25000次的锂电池，以每日充放电一次计算，使用寿命也可达70年之久，而传统的锂电池在同样使用条件下的寿命最长为10年左右。<sup>⑦</sup>另有资料显示，虽然日本尚未制造能投入实战的军用机器人，

① 中国经济发展已进入“新常态”，劳动力红利时代即将结束，“民工荒”“用工成本上涨”问题日趋严重，在此背景下机器人产业应运而生（比日本落后了至少30年）。2013年、2014年中国已连续两年成为全球最大的工业机器人市场，至2017年中国有望成为世界最大机器人拥有国。

② 《外企四大家族占据中国机器人产业70%以上》，新浪网，<http://finance.sina.com.cn/chanjing/cywx/20150119/012521325972.shtml>。

③ 本田幸夫『ロボット革命—なぜグーグルとアマゾンが投資するのか—』、祥伝社、2014年、86頁。

④ “Japan’s Robot Revolution”，<http://thediplomat.com/2015/07/japans-robot-revolution/>。

⑤ 《猛戳中国机器人产业五大痛点》，中国机器人网，<http://www.robot-china.com/news/201506/10/21253.html>。

⑥ 《2015年第六届日本东京国际二次电池展》，<http://event.31huiyi.com/338336>。

⑦ 「70年使えるリチウムイオン電池、シャープ・京大が開発」、[http://www.nikkei.com/article/DGXLASGG03003\\_U4A800C1TJM000/](http://www.nikkei.com/article/DGXLASGG03003_U4A800C1TJM000/)。

但有专家指出,“在技术层面,很多日本工业机器人已达到甚至超过当前世界主流军用机器人的性能指标”<sup>①</sup>。我们应该一分为二地看机器人的作用:人类会尽可能教会机器人做“人”能做的事,包括好事和坏事,那么日本会不会利用其机器人技术优势,助力美国开发各种军事机器人以实现“机器人战争”的战略图谋,应该是需要密切关注的重大问题。

#### (四) 日本拥有很多卓越的机器人技术特长和优秀的机器人研发团队

日本工程技术人员富于“团队精神”的传统,对需要跨越多个科技领域的机器人开发具有重要意义。“教学反馈”(teaching feedback)即“教机器人如何做,机器人就怎样做”的“(人)教(机)学”技术,堪称日本长项。在美国国防部先进研究项目局于2013年举办的机器人大赛<sup>②</sup>中,日本一家由东京大学助教创业才一年的风险企业所开发的机器人获第一名,且其得分大大超过第二名,2014年初这家企业及其他七家企业被美国谷歌公司并购。这种并购行为主要着眼于对整个技术团队“连锅端”而非“挖”个别技术人才。

日本还注意促使机器人技术与其他技术领域融合发展。比如,日本开发的最新锐的“内窥镜手术协助机器人”是机器人技术与医疗技术融合的产物;日产汽车公司开发的利用激光反射测定与对方物体之间距离的机器人汽车EPORO则是机器人技术与激光、仿生技术融合的产物。

#### (五) 日本大力发展服务机器人

从应用看,机器人大体可分为工业机器人和服务机器人两大类。服务机器人的应用范围非常大,甚至可以说是没有边界的,随时可能开拓新应用、新实践,其市场可望迅速扩大。一般认为,服务机器人有“工作用服务机器人”与“家庭或个人用服务机器人”两类。<sup>③</sup>欧美等国的“工作用服务机器人”需求约有45%面向防务和军事用途,而在超老龄化的日本,面向护理、清扫、娱乐等领域的“家庭或个人用服务机器人”受到更多关注。有专家估

① 《中国需警惕日本机器人投入战争》, [http://bbs.tiexue.net/post\\_10651222\\_1.html](http://bbs.tiexue.net/post_10651222_1.html)。

② 从2004年开始,美国国防部先进研究项目局主办国际机器人大赛(被称为“机器人奥运会”),以便从世界各国搜寻优秀的机器人研究成果、人才和风险企业。

③ 20世纪90年代末,索尼公司开发了宠物机器人(机器狗“爱宝”),被视为日本“家用机器人第一号”。该款机器人从1999年开始发售,累计仅售出15万台,尽管机器狗不会带来拉屎撒尿的麻烦,但与毛茸茸的真狗相距甚远,很难讨人喜欢,因此,这种当时被视为家用机器人“先驱者”的机器狗的商品寿命只有八年,于2006年停产。据专家称,要使机器人具有活物甚至人类那样的皮肤毛发,需要数以万计的皮肤传感器,还需布设数量之大超乎想象的信号线路,其技术难度极大。

计,“未来五到十年,机器人将进入我们每个人的生活中”<sup>①</sup>。

应该说,服务机器人是一个需建立在新的知识和文化基础上的、不同于用途比较单一的工业机器人的新兴产业领域。比如,传统工业机器人往往被铁栅隔离以防伤及工人,而为“人”服务的机器人则需要以“人”为对象,在家庭里还需要与老人、孩子亲密接触和交流,由此必然会产生新的机器人文化与安全问题。日本的社会文化具有一种比较容易接受甚至亲近机器人的倾向(有学者称“在欧美,机器人被视作工具,而在日本,机器人被视作朋友”)。<sup>②</sup>

虽然日本在服务机器人领域也居于世界领先地位,但与工业机器人的发达程度相比,其服务机器人发展相对滞后,可以说尚处于起步阶段。2014年6月,日本软银公司发表了由该公司与法国的一家机器人公司共同研发的一款人形机器人佩珀(Pepper),该机器人配备了语音识别技术,能通过分析人的表情和声调“读”出人的情绪,与人进行交流,因此也被称为“情感机器人”。同年12月,佩珀作为免费雇员,开始在日本的电器店里售卖咖啡机,通过与顾客交谈,帮助制造商理解顾客的需求。2015年2月,面向研发人员的首批佩珀在发售开始一分钟内即告售罄,面向一般消费者的产品于同年6月至12月以每台19.8万日元的价格七次发售,均在一分钟内售罄。其后软银公司大幅增加产量,从2016年1月开始,顾客已经可以随时在软银公司店铺办理购买手续。<sup>③</sup>

#### (六) 日本机器人产业具有较强的出口竞争力

由于日本的机器人技术在世界上领先一步,且积累了人机协作的丰富技术和诀窍,其机器人及中间产品和技术的出口竞争力较强。可以预计,尽管在日本国内工业机器人需求量较过去有所下降,但由于欧美和中国等新兴工业国家的工业机器人需求迅速增加,日本工业机器人的出口有望保持增长势头。特别是由于中国等新兴工业国家的劳动力成本相继上升,美国等发达国家出现了“国外生产向国内回归”的“再工业化”趋势,以中国和美欧发达

① 《上海要做大机器人产业优势》, <http://china.huanqiu.com/hot/2016-01/8359553.html>。

② 「コミュニケーションロボットの4つの特性」、<http://www.magazine.livedoor.com/press/14483>。

③ 佩珀就好像智能手机一样,用户可以从云端(面向普通用户群体的免费软件)下载应用程序构建新功能。显然,佩珀的诞生将推动服务机器人功能多元化并进入家庭,可以在陪老人聊天的同时提醒其按时服药,察觉老人身体发生的异常情况等,因此很有潜力成为家庭或个人机器人领域的一款革命性产品。

国家的工业机器人市场为中心，今后一个时期日本的机器人相关产品及技术服务的出口都有望扩大。

#### (七) 日本机器人技术发展存在不平衡

日本的机器人技术发展存在着硬件技术较强而软件技术较弱的平衡，以及商用机器人发展较快而公益机器人发展滞后的不平衡。比如2011年福岛核电站发生特大事故之际，首先进入该核电站的是美国的军用机器人，而不是日本自己的机器人；而且，在东日本大地震和最近的熊本地震发生后，也没有见到机器人发挥了什么作用。这说明，作为自然灾害频发的国家，日本对防灾救灾机器人的开发缺乏应有的重视。

#### (八) 日本机器人技术发展出现新动向

2015年日本政府公布的《机器人新战略》提出实现机器人革命的三大目标：（1）实现“世界第一的机器人应用社会”，使可穿戴机器人、防灾机器人等多个领域的机器人得到“日常应用”；（2）建设“世界机器人创新基地”，努力创造可望引起“社会变革”的机器人；（3）迈向“领先于世界的机器人新时代”，建成高度利用物联网的社会。为巩固日本机器人技术在世界的领先地位，《机器人新战略》制定了五年计划，围绕制造、服务、护理、医疗、基础设施和防灾及建设、农林水产业和食品产业这六个领域，拟定了“重点开发项目”和“2020年展望”（参见表1），以便使日本在2020年成为展示机器人应用于各个领域的“世界橱窗”。<sup>①</sup>

表1 《机器人新战略》拟定的六大重要领域

| 重要领域 | 重点开发项目  | 2020年展望  |
|------|---|--|
| 制造   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 以装配、食品加工等劳动密集型产业为中心推进机器人的引入</li> <li>· 推进机器人应用滞后的领域引入机器人，同时通过应用信息技术促使机器人本身不断升级</li> <li>· 培育连接用户与厂家的系统集成商</li> <li>· 促进机器人的标准模块化（硬件/软件）与共同基础等</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 使大企业与中小企业的装配过程的机器人应用比例分别提高到25%与10%<sup>②</sup></li> <li>· 下一代机器人的最佳应用实践案例达到30例</li> <li>· 可共用的硬件产品达到1000个以上</li> <li>· 系统集成相关事业的市场规模以超过机器人市场增长率的速度扩大</li> </ul> |

<sup>①</sup> 首相官邸『ロボット新戦略のポイント』、[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/robot/pdf/senryaku\\_point.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/robot/pdf/senryaku_point.pdf)。

<sup>②</sup> 作为参考，2010年日本汽车装配过程的机器人应用比例为7%。

|                |  |  |
|----------------|--|--|
| 服务             | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 大力促进物流业、批发零售业、餐饮和酒店业的后台作业引入机器人</li> <li>· 收集最佳应用实践案例并推向全国, 消除支撑地区经济的服务业的人手不足问题, 实现生产率提高与工资上升的良性循环</li> <li>· 探讨通过开发下一代要素技术实现待客服务自动化</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 提货、分类、检验等相关作业的机器人普及率达到约30%</li> <li>· 以批发零售业、餐饮和酒店业的配餐、清扫的后台作业为中心, 收集最佳应用实践案例约100例</li> </ul>   |
| 护理             | <p>支持以下五个领域的技术开发、实用和普及: (1) 协助卧床者挪动, (2) 协助步行, (3) 协助排泄, (4) 协助入浴, (5) 护理认知症患者</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 护理机器人的国内市场规模扩大到500亿日元</li> <li>· 使用护理机器人进行换乘护理, 消除护理者引起腰痛的风险</li> <li>· 开展有关利用最新机器人技术的护理方法等的意识改革</li> <li>· 有意利用护理机器人的人占护理者的比例从59.8%提高到80%</li> <li>· 希望利用护理机器人的人占接受护理者的比例从65.1%提高到80%</li> </ul> |
| 医疗             | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 普及“手术辅助机器人”等医疗设备</li> <li>· 加快对新医疗设备的审查</li> </ul>  | <p>在2015—2019年的五年间对100项以上利用机器人技术的医疗相关设备投入实用提供援助</p>  |
| 基础设施、<br>防灾和建设 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 促进施工现场的省力化、作业的自动化以应对中长期的人手不足问题</li> <li>· 利用机器人对基础设施进行目视检查, 提高依靠技术人员进行维修管理的效率和水平</li> <li>· 利用灾害调查机器人加快把握受灾状况, 提高滑坡灾害现场等的无人化施工的施工效率</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 有益于提高生产率和省力化的信息化施工技术的普及率达到30%</li> <li>· 利用传感器、机器人、无破坏检查技术等提高对国内20%的重要或老化基础设施进行检查、维修的效率</li> <li>· 即使在滑坡、火山等灾害现场也能实现较高的施工效率</li> </ul>  |
| 农林水产业和食品<br>产业 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 拖拉机等农业机械通过利用全球定位(GPS)自动行驶系统等达到作业的自动化, 克服作业能力的局限性, 实现大规模、低成本生产</li> <li>· 通过利用辅助工具、除草机器人等, 使依靠人工的重体力劳动实现机械化和自动化</li> <li>· 通过普及高度环境控制系统及受损果实判别机器人等以及大数据的解析, 实现省力且高质量的生产</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 至2020年实现自动行驶拖拉机的现场组装</li> <li>· 在农林水产业和食品产业领域引入20种以上有助于省力化的新型机器人</li> </ul>   |

资料来源: 大和総研「ロボット新戦略のポイント」、ロボット革命実現会議、2015年1月23日。

## 二、机器人对日本经济和社会的主要影响

事实证明, 多年来世界主要国家发展和应用机器人已经对其经济和社会产生了重要而深刻的影响, 日本也不例外。随着机器人产业的继续发展, 这



种影响将日益加深和扩大。

### (一) 提高各产业的劳动生产率

20世纪80—90年代,笔者在日本多次参观考察了汽车企业采用机器人的生产线和半导体企业的超净车间,特别是在采用机器人的汽车生产线了解到,用机器人做工可节省原材料,保证产品质量稳定,不惮在恶劣环境中做工而且不眠不休,节省劳动保护所必需的空调、照明等开支,可实现在同一生产线交替制造不同型号产品。马克思曾说“对资本来说,只有在机器的价值和它所代替的劳动力的价值之间存在差额的情况下,机器才会被使用。”<sup>①</sup>随着机器人价格日益低于劳动力的价格,越来越多的制造企业采用机器人取代劳动力,导致汽车等的生产线日益趋于“少人化”甚至“无人化”,大大减少了为生产一定数量产品所需劳动力,提高了全员劳动生产率。

在不同产业部门,机器人对提高劳动生产率的贡献各不相同,目前已有学者取得了机器人对一些国家整体经济增长和全员劳动生产率的提高所做贡献的数据。2015年格雷兹(Graetz)和米切尔(Michaels)通过分析国际机器人联盟(International Federation of Robotics)提供的有关1993—2007年间17个发达国家的14个行业应用工业机器人的数据,以及格罗宁根经济增长和发展中心(GGDC)与欧盟委员会(European Commission)合作开发的经济统计数据库EUKLEMS的相关经济指标,认为在制造领域使用工业机器人,使该时期的劳动生产率年均增长率提高了0.36个百分点,相当于该时期整个劳动生产率年均增长率的16%,从而得出了“工业机器人提高了劳动生产率、全要素生产率和工资水平”的结论。他们还通过计算指出,机器人对20世纪90年代和21世纪头十年的劳动生产率增长的贡献可与经典的通用技术——蒸汽机技术在1850年至1910年对劳动生产率增长的贡献相匹敌(参见图1)。

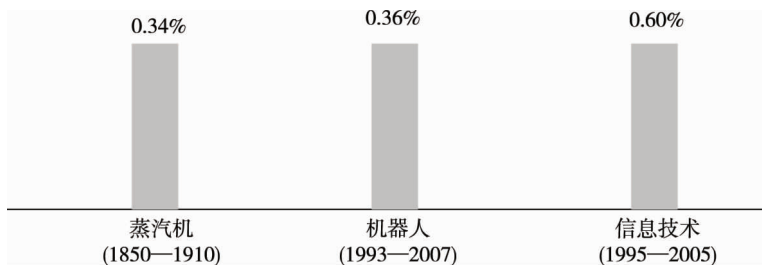


图1 蒸汽机、机器人、信息技术对劳动生产率增长的贡献

资料来源: Brookings Institution “Robots are infiltrating the growth statistics”, <http://www.brookings.edu/blogs/the-avenue/posts/2015/04/27-robots-growth-statistics-andes-muro>。

<sup>①</sup> 马克思《资本论》(第1卷),北京:人民出版社,2004年,第451页。

此外,对一些农活(例如除草、采摘果实、利用GPS自动驾驶拖拉机等)采用机器人作业,可提高农业的劳动生产率,又可补充农业劳动力的不足,还有助于提高农业规模经营水平,在北海道等有条件的地方建设大规模的工业化农场。事实上,2016年初日本已有一家企业计划用一年时间建成世界上第一家从播种到收获的全部农活由机器人承担的全自动化农场。<sup>①</sup>

服务业等非制造领域占日本GDP和就业人数的比例均为70%左右,其劳动生产率的水平与美国相比还比较低。鉴于此,在劳动密集的服务业等非制造领域扩大机器人应用,提高该领域的劳动生产率,促使劳动者转向能产生更高附加值的工作岗位,对日本经济和社会发展具有重要意义。

具体来看,家庭用服务机器人的发展和普及,不仅可望减轻烦扰工薪人员的家务劳动,而且可望将广大主妇从家务劳动中解放出来,加入产业劳动者的队伍。此外,在物流、批发零售等流通行业引入机器人,承担进出货场和仓库等场所的操作、提货、分类、检查以及其他服务业领域的“对物作业”,在商业流通领域开发待客机器人用于“对人作业”等,对于提高相关产业的劳动生产率和改进服务质量都可望产生很好的效果。在医疗领域,开发和普及“手术辅助机器人”、“在线医疗”以及能利用人工智能学习临床医学知识从而可熟练应答患者质疑的“对话型问诊机器人”等,可望提高医疗服务的质量和经济效益。

## (二) 促进经济增长

除去提高劳动生产率以外,机器人的发展还通过刺激设备投资和工业产品出口等对经济增长做贡献。利用上述数据,格雷兹与米切爾通过计算指出,在制造领域使用工业机器人使该时期这些国家的GDP年均增长率提高了0.37个百分点,虽然这个数字看上去不大,却相当于整个GDP增长率的10%。

“机器经营在一个产业部门扩大了,向这个产业部门供应生产资料的别的产业部门的生产会跟着增加。”<sup>②</sup>由于机器人产业与其他众多产业存在着不同程度的相关性,机器人产业的发展会带动与其直接相关的产业部门的发展,继而带动与其间接相关的产业部门的发展,从而产生大大超出机器人产业本身发展的波及效果。首先,机器人产业的发展会带动与其直接相关的“构成机器人的零部件群”(减速系统、传感装置、电机电池、伺服系统、驱动系

<sup>①</sup> 参见“World's first 'robot run' farm to open in Japan”, <http://phys.org/news/2016-02-world-robot-farm-japan.html>。

<sup>②</sup> 马克思《资本论》(第一卷),第539页。

统、控制系统等) 产业的发展。<sup>①</sup> 其次, 机器人产业的发展会带动与其间接相关的特殊产业机械、电子器件、原材料乃至公共服务等部门的发展。日本经济产业省近畿经济产业局板仓孝雄通过对日本机器人相关企业和机构进行采访调查, 并与市场预测相结合, 得出结论: 机器人产业带动间接关联产业部门的“间接波及效果”相当于机器人产业带动直接关联产业部门的“直接波及效果”的 2.38 倍, 高于一般制造业的波及效果倍数(大约为 2), 但低于汽车产业的波及效果倍数(2.99)。<sup>②</sup> 这意味着, 机器人产业不仅以其本身发展为一国经济增长贡献产值, 而且通过刺激整个相关产业链及其延长线的发展为经济增长做贡献。

日本将机器人划分为产业机器人和服务机器人, 产业机器人又分为农业机器人(自动收割机、插秧机器人、果实摘取机器人等)、林业机器人(自动修剪树枝机器人、割草机器人等)、工业机器人(从事焊接、喷涂、组装、安装、检查、保安等工作)、商业用机器人(人形机器人、自动搬运机器人); 服务机器人又分为护理机器人(移送病人、服务)、急救机器人(火灾现场用、救助生命用)、清扫机器人(大楼和公共建筑物的清扫、废弃物处理)、福祉机器人(有动力的义肢、导盲机器狗)、家庭用机器人(防灾、清扫、宠物)等。<sup>③</sup> 随着机器人价格的下降, 将可能促使更多下游企业采用机器人, 特别是服务机器人还远没有普及, 其发展空间将可能远远大于产业机器人。今后, 在人工智能技术的推动下, 随着各种机器人日益趋向人工智能化、行动自律化、网络终端化、应对情境化, 机器人技术将可能进一步发展, 其应用范围将可能加速扩大, 机器人对经济增长的推动作用将可能进一步加大。

### (三) 缓解少子老龄化导致的经济和社会问题

人口老龄化可以说是发达国家的一个共同现象, 日本的老龄化、人口减少、少子化等问题表现得尤为突出。据预测, 至 2050 年, 日本 65 岁以上老年人口占总人口的比例将可能达到 40%, 在发达国家中居首位, 比第二位的德国多出十个百分点。<sup>④</sup> 需要特别提到的是, 日本人口“老龄化”应该说是

<sup>①</sup> 例如, 随着机器人企业推进机器人的“高级化”, 对有助于提高精度和安全性的传感器的需求迅速扩大, 促使电子器件企业积极进入机器人用传感器市场, TDK 公司计划开发能够测出机器臂位置的磁力传感器, 村田制作所则开始大量生产能细致地检测机器人指关节动作的小型传感器。

<sup>②</sup> 「近畿地域の製造業とロボット産業への期待」、[https://www.j3.jstage.jst.go.jp/article/papaio/14/1/14\\_44/\\_pdf](https://www.j3.jstage.jst.go.jp/article/papaio/14/1/14_44/_pdf)。

<sup>③</sup> 「ロボットの用途別分類」、[http://kccn.konan-u.ac.jp/information/cs/cyber13/cy13\\_rbuc.htm](http://kccn.konan-u.ac.jp/information/cs/cyber13/cy13_rbuc.htm)。

<sup>④</sup> 「第 6 回 高齢化の何が問題か」、<http://www.yomiuri-is.co.jp/perigee/economy10.html>。

“超老龄化”：75岁以上人口占日本总人口的比例高达13%；患老年认知症的人口占老年人口的比例高达15%；<sup>①</sup> 21世纪前50年间，日本100岁以上人口将可能增加约300倍，在2050年增至70万人<sup>②</sup>。至于人口减少，几乎是日本独有的现象，据联合国发布的人口预测数据，日本是全球人口最多的20个国家中唯一出现人口下降的国家。<sup>③</sup> 反映少子化程度的是0—14岁人口占总人口的比例，据可查的各国人口普查数据，2005年日本的这个比例在所有3000万人口以上国家中最低<sup>④</sup>，少子化问题最严重。

人口结构的超少子化和超老龄化带来一系列经济社会问题：（1）使医疗、福利等社会保障负担加重，成为财政收支矛盾愈演愈烈的主要原因之一；（2）一些产业或部门（如农业、林业、中小企业）劳动力缺口日益扩大；（3）“超老龄化”导致老人护理需求迅速增长，护理人员严重不足，护理工作劳动强度过大<sup>⑤</sup>；（4）劳动力队伍的老化增加了企业的人力成本（由于实行年功序列制，员工的工资随工龄增长而升高），影响了企业的经济效益，也导致创新能力减弱，对广大企业的健康发展造成很大负面影响；（5）日本社会活力锐减，将可能严重削弱日本未来的国家竞争力。

为解决这些问题，引入机器人或可发挥一定的作用。在少子老龄化造成劳动力短缺的产业部门，产业机器人的应用可通过直接顶替或“人机合作”等方式成为“劳动的补充力量”；辅助机器人可以使年老力衰但经验丰富的“老员工”获得年轻员工那样的力气，也可能让力气不如男性的妇女承担一向只能由男性承担的作业；护理机器人可以承担诸如协助步行、排泄、入浴以及挪动卧床者、护理认知症患者等一向由护理人员承担的工作，减轻其劳动强度；医疗机器人的应用有望提高医疗行业的劳动生产率，减少老年人的就医费用，从而有助于减轻社会保障负担；福祉机器人的应用有望提高老年人的福祉（如陪伴机器人、机器人宠物可减轻独居老人的孤独感）。总之，机器人的“进化”、应用和普及，对缓解人口少子老龄化引发的经济和社会问题具有重要意义。

① “So wrong: Japan’s hope for the tech-enabled and robotic aging life”, <http://www.ageinplacetechnology.com/blog/so-wrong-japan-s-hope-tech-enabled-and-robotic-aging-life>.

② 「ロボット新産業サミット2016」、<http://techon.nikkeibp.co.jp/atcl/seminar/16/011800048/>。

③ 「国勢調査人口が初の減少、1億2711万人に」、<http://www.chunichi.co.jp>。

④ 参见《3000万人口以上国家的0—14岁人口占总人口的比例》，<http://wenku.baidu.com/>。

⑤ 例如，一天之内一名护理人员重复几十次从床上抱起、搬动无自理能力的老人，绝大部分护理人员会感觉腰痛。

#### (四) 促进产业技术水平提升和产业结构转型升级

传统的工业机器人只能依靠专门操作员花费大量时间和精力进行反复试验和传授,才能照猫画虎地进行作业(这样的“机器人”应该说只是处于“机器”和“机器人”之间的中间产品)。然而,通过开发“人、机器人与信息系统”这三者相互融合的技术以及“人工小脑功能”器件,提高作为机器人“头脑”的人工智能水平,推进机器人与互联网的融合,运用基于互联网的云计算、大数据,增强机器人的认知和“思考”能力,可使“智能化”机器人能及时感知周围环境而随机应变,并“举一反三”地自动掌握新动作,还可使智能化机器人通过网络将某个机器人的“经验”瞬时与其他机器人分享,加速自主学习和积累经验的过程,迅速适应“多品种小批量”生产线的要求。

传统的工业机器人都将必要的硬件和软件内藏于机器人体内,然而随着智能软件的公开化和机器人卷入“云端化”浪潮,使机器人可从“云端”直接获取而不再需要自身内藏智能软件,其结果可使机器人价格大幅下降,大大加快机器人技术的扩散与普及。

总之,机器人的“智能化”与“网络终端化”,可促使机器人技术向全产业进行全方位渗透,促进产业技术水平全面提升和产业转型升级——从单品种大批量生产转向多品种小批量生产,从“生产决定消费”型生产转向“量体裁衣”型的个性化定制生产,从而进一步提高产业的附加值,更有利于经济社会发展和产业竞争力的增强。

#### (五) 支持防灾救灾、基础设施建设与重建

2011年3月福岛核电站发生特大事故后,首先进入事故现场的是美国艾罗伯特(iRobot)公司制造的军用机器人PackBot,其后日本东北大学、千叶大学开发的机器人Qince也被应用到救灾作业中。开发防灾救灾机器人对日本具有特殊重要的意义,因为日本是一个地震、台风、泥石流等自然灾害多发国家。据统计,世界范围内发生的地震约有1/10发生在日本,其中里氏6级以上的地震大约有1/5发生在日本。作为地震多发国家,日本依靠科学技术、防灾训练和法律保障,成为世界首屈一指的“防震强国”,机器人可望为日本防灾救灾增添一支“生力军”。

此外,日本在经济高速增长时期,集中建设了大量公路、桥梁、隧道以及上下水道等社会基础设施。这些设施的使用年限多为50年,许多设施已经或者即将迎来翻新改造。为了解决基础设施老化问题,日本国土交通省专门

成立“社会资本老化对策会议”，制定了“基础设施延长使用行动计划”。<sup>①</sup>但是，经费和人手不足成为基础设施更新的主要障碍，开发和应用机器人可望促进基础设施建设的现场省力化、作业自动化和应对中长期人手不足；开发和应用机器人对基础设施进行目视检查，可提高基础设施维修管理的效率和水平。

#### （六）确保东京奥运会和残奥会可望带给日本的经济效益

日本银行预计，2020年东京奥运会及残奥会（简称“两会”）的举办，将可能在2014年至2020年间促进建设投资，给日本带来25万亿至30万亿日元的经济效益。<sup>②</sup>与此同时，预计在举办“两会”的2020年外国游客将可能达到3300万人，可能引发导游、警备、运输等的人手不足问题。为了迎接“两会”，多所大学和企业正在积极开发有助于及早发现行为可疑者的机器人，自动运转的机器人出租车、向导和迎宾机器人，以及能在嘈杂场所进行多国语言翻译的机器人等。日本政府和企业都期待东京奥运会和残奥会成为普及各种服务机器人的良机，使研究成果在“两会”获得应用后进一步向全社会推广。<sup>③</sup>

### 三、“机器人革命”能振兴日本经济吗？

“机器人革命”在不同国家产生的效果很可能大不相同。一个国家从机器人革命获益多大取决于它以多快速度来适应，从这个意义上说，日本、德国、韩国被认为是对机器人适应能力最强的三个国家<sup>④</sup>，有望通过机器人革命获取最大的社会和经济效益。但“从机器人革命获益”与“以机器人革命振兴经

① 改革开放以来，中国的基础设施建设突飞猛进，与日本相比，中国的工程量更大、更集中。另一方面，中国的工程质量和保养维修等与日本有相当大的差距，所谓“豆腐渣工程”的存在就是例证。若干年后，中国的许多基础设施所面临的保养维修问题极可能比日本更突出。随着经济由高速增长向中速增长的转换，届时中国的财政收支问题可能比现在紧张。为此，中国应该密切关注日本如何运用机器人解决基础设施老化问题的动向和经验，这一问题可以列为中日经济技术交流的内容之一。参见马成三《如何看待中日经济实力的变化》，载中国社会科学院日本研究所《日本学刊》编辑部编《中日热点问题研究》，北京：中国社会科学出版社，2015年，第99页。

② 『東京新聞』2015年12月28日。

③ 「2020年東京五輪 官民挙げて開発 最新技術でおもてなし」、<http://mainichi.jp/sportsspecial/articles/20150917/ddm/016/040/002000c>。「ロボットの手も借りたい 東京五輪人手不足解消へ」、<http://www.tokyo-np.co.jp/article/national/list/201602/CK2016020602000256.html>。

④ “6 ways the robot revolution will transform the future of work”，<http://www.techrepublic.com/article/6-ways-the-robot-revolution-will-transform-the-future-of-work/>。

济”这两者之间不能画等号，因为一国经济增长在很大程度上受到劳动者人数增加与劳动生产率提高这两大要素的影响，而日本经济面临的最大问题之一就是劳动者人数趋于减少，因此能否通过科技进步提升劳动生产率、弥补劳动者不足，就成为日本经济能否振兴的关键。现在，日本的决策者把机器人作为提高劳动生产率，同时缓解劳动力人口减少和设备投资不足这两大问题的重要寄托。接下来，就讨论一下机器人革命在近期（2015—2020年）和中长期能否振兴日本经济。

### （一）机器人发展对近期日本经济增长的贡献

日本机器人产业规模不断扩大，日益成为促进经济增长的一个重要产业部门。《机器人新战略》预测，2020年机器人在制造领域的市场规模将达到现在的两倍（从6000亿日元增加到1.2万亿日元），在服务等非制造领域的市场规模扩大到20倍（从600亿日元增加到1.2万亿日元）。<sup>①</sup>换句话说，整个机器人市场规模在2015—2020年的五年间可能翻两番，堪称是迅速发展的成长产业。

战后日本经济增长过程就是不断出现迅速成长的新兴产业取代不再成长的衰退产业的有序更替过程，火力发电、石化工业、纺织、钢铁、造船、汽车、家用电器、新材料等相继成为带动经济增长的新兴产业乃至对整个国民经济具有辐射性带动作用的主导产业（leading industry）。当今，机器人产业能在多大程度上起到振兴日本经济的作用，一个很重要的衡量尺度就是它能否成为带动日本经济增长的主要的新兴产业。从日本机器人市场规模“五年翻两番”的成长速度看，机器人带动日本经济增长的作用不容小觑，但稍加比较，即使在2020年达到2.4万亿日元，也及目前日本汽车产业的市场规模57.7万亿日元<sup>②</sup>的1/24。有专家预测，到2035年日本机器人产业的市场规模可望接近10万亿日元。<sup>③</sup>这意味着，即使在20年后，日本机器人产业的市场规模也只及“现在的”日本汽车产业的市场规模的1/6。而以现在日本汽车市场规模的同比增长率2.6%<sup>④</sup>推算，到2035年日本机器人产业的市场规模显然会比“那时的”日本汽车产业的市场规模小得更多。与此同时，还需

① 『ロボット新戦略のポイント』、[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/robot/pdf/senryaku\\_point.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/robot/pdf/senryaku_point.pdf)。

② 経済産業省「工業統計調査」2013年速報。

③ 「人手不足下で期待されるロボット投資」、<http://www.jri.co.jp/file/report/research/pdf/7591.pdf>。

④ 同②。

指出,机器人的零部件数目(以ABB公司的工业机器人为例,大约有2000个零部件)远远低于汽车(至少两三万个),而汽车产业之所以能对整个经济发展起到很强的带动作用,最重要原因就在于其零部件多,中间投入比重大,产业链条延伸很长。因此,机器人产业,无论是从本身规模还是产业链长度和产业波及倍数看,对经济增长的带动作用显然不能与汽车产业同日而语。

## (二) 机器人发展对缓解劳动人口减少影响经济增长的作用

据预测,日本的劳动年龄人口(15—64岁人口)将从2010年的8000万人以上减少到2030年的6700万人,占总人口的比例将从63.8%降低到58.1%。<sup>①</sup>如果不采取有力对策(例如大规模接受国外移民),日本的劳动人口必将大幅减少。大致可以说,GDP就是劳动生产率与就业的劳动人口人数的乘积,从日本在2010年至2030年的20年间劳动年龄人口将可能减少1300万人之多可以看出,日本劳动人口减少速度将可能很快(比较封闭的日本社会不可能在今后十几年接纳数以百万计的外国移民),即便依靠机器人等科技进步提高劳动生产率,如果劳动人口减少速度高于劳动生产率提高速度,经济增长仍然会受到劳动人口减少的负面影响。

导致劳动人口减少的,不仅仅是人口结构的少子老龄化问题,还有日本经济发展“造就”的越来越多的被称为“尼特族”(NEET)的年轻人,他们不受教育、不被雇用和接受培训,不愿意或没办法找到稳定的工作,往往到了三四十岁还依靠父母生活或与父母同住,甚至长期闭门不出(“闭居”在家甚至“闭居”在自己房间里)。据日本内阁府在2010年实施的调查,日本全国15—39岁的“闭居族”达69.6万人,其“预备军”(即可能成为“闭居族”的年轻人)估计达155万人。“尼特族”和“闭居族”队伍的扩大,显然会加大劳动人口减少对经济增长的负面影响。

而且,当前日本的工业机器人已相当普及,进一步普及的余地不是很大(而且对于工业生产现场而言,并非“机器人越密就越好”)。<sup>②</sup>另一方面,服务机器人虽然对提升日本劳动密集型的服务业劳动生产率有很大发展空间,但由于存在着技术、价格、影响就业等诸多难题,近期服务机器人能在多大程度上提升服务业的劳动生产率仍然有待观察。在考察经济增长的时候,必

<sup>①</sup> 「国内人口推移が、2030年の『働く』」、<http://www.recruit-ms.co.jp/research/2030/report/trend1.html>。

<sup>②</sup> 日本一些企业的实践表明,过多使用机器人反而导致低效率,有些企业甚至又从“以机换人”改回“以人换机”。



须注意到“人”不仅是“生产者”也是“消费者”，如果着眼于作为“消费者”的人，人口减少必将成为国内市场缩小乃至经济增长放缓的重要原因，换句话说，人口减少将从生产侧与消费侧这两方面对经济增长带来负面影响，而机器人等科技进步仅在生产侧可望发挥抑制人口减少的负面影响的作用。因此，综合生产和消费两个侧面，机器人发展对日本经济增长究竟能做出多大贡献不容乐观。

### （三）关于机器人发展对投资的影响

设备投资增长是促进经济增长的一个重要因素，20世纪60年代日本经济高速增长的主要动力就是所谓“投资呼唤投资”的热潮，形成了投资主导型的经济增长。此后，在劳动力年年增加、包括生产和消费在内的整个社会需求不断增长的背景下，日本民间企业大多致力于“先行投资”，不断扩大生产能力。随着日本人口日趋“超老龄化”和“超少子化”，劳动人口日益减少，社会消费需求日趋低迷，导致民间企业越来越陷入生产能力过剩、生产设备闲置的困境，迫使企业不得不减少产能，减少从业者人数，缩小规模甚至关闭工厂，或者向国外进行直接投资，这又导致社会消费需求进一步低迷和社会资本需求日趋缩水（比如部分工厂和工业园区所必需的道路等基础设施建设随着工厂缩小规模和关闭而不再需要等）。另一方面，由于人口超老龄化导致储蓄率下降，社会的总投资能力也随之下降。

以增加机器人来取代劳动力，当然可望刺激机器人相关产业的设备投资。但是，对机器人相关产业的投资能否达到过去对机器、厂房、道路进行投资那样的水平？现在看来很可能达不到。这是因为，即使与工业机器人开始普及的年代相比，当时的机器人需与工人进行安全隔离，不得不扩大厂房面积，导致投资额增大，而如今越来越多的机器人装备有传感器，一旦与工人接近就会立即放慢运行速度，不会对工人造成危害，因而在生产线上可与工人“混编”而无需安全隔离带，不用为了安全而额外占用生产现场面积。随着可保证操作者安全的机器人日益普及，加之机器人日趋小型化、价格日趋下降（比如一般工业机器人每台200万日元，相当于一辆商务用车的价格），工厂引入机器人反而有利于缩小厂房空间，加之大量使用机器人的工厂无须为改善员工劳动条件而增加设备投资（比如提高照明亮度、设立午休场所、为倒夜班的员工建宿舍食堂等），从而导致机器人工厂的总设备投资无须增加，尤其是在可以继续使用原来厂房和生产线而不必为引入机器人新建厂房和生产线的前提下，减少总设备投资的效果更加明显。总之，可以预计“机器人革

命”很可能不至于引起设备投资的高涨，因此工业机器人能在多大程度上促进设备投资和带动经济增长，也是一个有待观察的问题。

#### （四）关于机器人普及对就业的影响

欧特克公司（Autodesk）首席执行官卡尔·巴斯（Carl Bass）曾说“未来的工厂仅需两名员工——一个人和一只狗，人在那里喂狗，狗则守着机器不让人碰。”<sup>①</sup>当然，现在的工业机器人还只能取代一部分工人的作业，因为其技术性能还不足以完全取代工人，或者说从投资回报率考虑尚不宜“以机换人”。但是，随着机器人技术的迅速进步，数年以后机器人可望在越来越大的程度上取代工人，或实现机器人与工人的“人机协作”，从而创新工业生产范式，出现更多的“少人化”甚至“无人化”工厂。可以预计，机器人发展很可能在某些工作岗位造成工人失业增加的同时在一些新工作岗位造成人手缺口，虽然这种失衡可通过对工人进行再教育和再培训来加以纠正，但需要一定时间和过程。

尽管工业机器人将工人从重体力劳动、简单重复性工作和危险恶劣环境下的作业中解放出来，应该说功不可没，然而机器人和人工智能的普及必然导致失业增加。2016年1月世界经济论坛公布报告显示，机器人和人工智能可能引起劳动力市场出现“破坏性变化”，将导致15个领先国家在近期（至2020年）净损失510万个工作岗位（约710万人失业，约200万个新工作岗位被创造出来，机器人实际“消灭”的工作岗位等于这两者之差）<sup>②</sup>，而且还可能导致劳动力进一步两极分化和收入不平等加剧。<sup>③</sup>同样是在2016年1月，美国花旗银行和英国牛津大学马丁学院的一项《工作2.0时代的技术》研究报告显示：未来10年或20年，1.4亿知识工人将会因为人工智能技术的发展失去原来的工作，而且这种影响在不同国家是不一样的，西方发达国家平均有57%的工作岗位估计会面临被机器人和人工智能替代的风险，这个比例在

<sup>①</sup> Xavier Mesnard “What happens when robots take our jobs?”, <http://www.weforum.org/agenda/2016/01/what-happens-when-robots-take-our-jobs>.

<sup>②</sup> 《机器人和人工智能兴起 逾500万工作岗位将消失》，<http://finance.huanqiu.com/cjrd/2016-01/8407513.html>。

<sup>③</sup> 此外，考虑到男员工占多数的行业与女员工占多数的行业的差异（比如妇女在科学、技术、工程、数学领域工作的人数远低于男性，而女性在医护、编辑、文秘等领域工作的人数则远多于男性），因而机器人与人工智能对男女就业会产生不同影响。

印度为 69%，在中国为 77%，远高于发达国家。<sup>①</sup> 至于日本，据 2015 年 12 月野村综合研究所与英国牛津大学副教授迈克尔·奥斯本（Michael Osborne）等人的共同研究报告，在未来 10—20 年之内，日本 49% 的劳动者的工作将可能被人工智能和机器人代替，“未必需要特别技能和知识的工作很有可能被代替”。奥斯本还认为，美国劳动人口的 47%、英国劳动人口的 35% 有可能被人工智能和机器人代替。而野村综合研究所“2030 年研究室”则表示，日本的“被代替比例”之所以高过美英，可能是因为日本“白领员工的劳动生产效率低下，从事能被人工智能和机器人代替的职业的人数较多”。<sup>②</sup> 这意味着机器人和人工智能虽然可起到弥补日本劳动力不足的问题，却可能同时引起结构性失业率或“技术进步型失业率”上升，使那些无法跟上技术进步、不适应机器人革命、胜任不了新工作岗位的白领和蓝领劳动者被抛入结构性失业队伍。

显然，失业人数的增加会导致人力资本的损失、家庭消费的减少和企业投资的下降，使整个经济增长受到抑制，甚至带来一系列社会问题。有专家甚至预测，2020 年美国将可能因为机器人普及导致失业增加而发生反对机器人运动甚至暴乱，而在多数民众相对容易接纳机器人的日本大概不至于发生这类情况，但这并不意味着日本不会发生机器人对劳动市场的冲击。<sup>③</sup> 当然，以上关于人类工作岗位被机器人取代的种种预测，都存在着将机器人与计算机、互联网、人工智能等革新技术“混为一谈”的问题，换句话说，这里说的“技术进步型失业率”之中的“技术”并非只是指机器人。

#### （五）关于日本机器人出口对经济增长的贡献

从 2007 年到 2011 年（其间 2008 年雷曼事件引发金融危机对世界经济造成严重冲击），日本的 GDP 减少 10%，制造业上市总额减少约 20%，作为生产资料的机器人的上市台数则大幅减少 60%。其后日本经济恢复较快，尽管 2011 年 3 月发生的东日本大地震对日本经济造成冲击，但在 2011 年上

① “TECHNOLOGY AT WORK v2.0”，[http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi\\_GPS\\_Technology\\_Work\\_2.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi_GPS_Technology_Work_2.pdf)。

② 「野村総研、2030年には49%の職業がコンピュータで代替される可能性と研究報告—自動化されにくい職業の特徴は創造性と社会的知性—」，[http://pc.watch.impress.co.jp/docs/news/20160112\\_738555.html](http://pc.watch.impress.co.jp/docs/news/20160112_738555.html)。

③ 机器人最容易取代中等熟练工人，因此拥有数以亿计的中等熟练工人的中国更需要关注机器人迅速普及对劳动市场的冲击，宜尽快加强和扩大适应包括机器人革命在内的新一轮科技革命的新特征和新需要的职业技术教育。

述各项指标均恢复到雷曼冲击以前的80%—90%，机器人的产量也有了显著增加，其出口量占总产量的比例从55%大幅提升至72%。<sup>①</sup>这意味着日本机器人产业日益成为典型的“出口依赖型产业”，2014年日本机器人出口量占总产量的比例进一步提高到近80%，供应着世界所需机器人的约46%（按台数计）。<sup>②</sup>

另一方面，作为日本机器人的重要出口对象，中国等新兴工业国家由于劳动力成本日趋升高，不仅促使国内越来越多的工厂积极引入机器人，<sup>③</sup>还促使美欧等发达国家因为直接投资对象国劳动力成本上升而撤回对新兴工业国家的直接投资，推行“制造业回归”和“再工业化”战略，利用机器人等科技成果提高劳动生产率，这导致美欧等发达国家对趋于小型化、云端化、低价化的机器人的需求日益旺盛。特别是美国作为世界最大的汽车产业聚集地，其对机器人需求的过半是面向汽车产业的机器人。此外，东南亚国家和印度等对机器人的需求也开始增长。2014年全球对机器人的需求达107亿美元，比上年增长13%；预计2018年全球机器人产量将达40万台，为2014年的1.7倍。<sup>④</sup>

日本的工业机器人企业深入细致地领会了汽车、电机电子这两大用户行业的实际需要，开发了适应批量生产线的工业机器人，并积累了高度精确地控制各种机器人的技术诀窍和经验，这成为日本机器人企业的优势所在。与此同时，随着越来越多的产业需要设立“多品种小批量”产品生产线，对“人机协作”机器人的需求日益增长也成为机器人产业的新增长点，日本也可望在人机协作机器人领域获得先发优势。总之，有领先优势的日本机器人及相关技术和产品的出口增势将可能“顺风顺水”，机器人出口可望对日本经济增长做出重要贡献。

当前，日、德、韩、中、美被视为“机器人五大国”<sup>⑤</sup>，日本的机器人出口将日益面临来自美、韩、德、中等国机器人产业的竞争压力。美国在发展

① 「産業用ロボットの現状と課題」、<http://www.nedo.go.jp/content/100563897.pdf>。

② 「ロボット—みずほ銀行」、[http://www.mizuhobank.co.jp/corporate/bizinfo/industry/sangyou/pdf/1053\\_10.pdf](http://www.mizuhobank.co.jp/corporate/bizinfo/industry/sangyou/pdf/1053_10.pdf)。

③ 2014年以机器人台数计的全球工业机器人市场中，中国的市场规模占25%，超过欧洲成为世界上规模最大的市场。

④ IFR, *World Robotics Industrial Robots 2015*.

⑤ “6 ways the robot revolution will transform the future of work”, <http://www.techrepublic.com/article/6-ways-the-robot-revolution-will-transform-the-future-of-work/>.

尖端军用机器人的同时，将军用技术转用于民生用途，大力发展服务机器人产业；韩国瞄准亚洲机器人市场，推进正交和水平关节机器人的国产化，开发各种新产品；中国大陆机器人产业在政府支持下迅速成长壮大，并大力推进自主的机器人技术研发，而中国台湾紧盯中国大陆机器人市场也兴起机器人企业的创业潮。一般而言，机械产品靠“看样学样，久而自通”即可实现60%—70%的性能<sup>①</sup>，美、韩、中等国在机器人产业竞争力的增强，推动日本向高端机器人领域转移。但在信息化时代，技术传播速度很快，日本想在机器人技术领域长期保持领先于他国的“差别化”越来越难，如果日本在机器人领域陷入与中、韩等国的价格竞争的话，将必败无疑。

#### 四、人与机器和经济的辩证关系

在连锁寿司店，机器人制作寿司，并通过传送带奉送到顾客面前；在物流仓库，机器人依照地面条码自主导航，来回穿梭，分拣货物；在百货店门口，机器人笑容可掬地接待来客并引导购物；在养老设施，机器人轻盈地将动作不便的老人从床上挪到轮椅上并推到屋外享受阳光。然而，必须看到，在《机器人新战略》提出的“机器人无处不在”的人机和谐共处、亲切相伴的表面现象的背后，存在着三大矛盾。

第一，人和机器人的矛盾。

人培育了机器人，机器人“长大成人”，迫使人不得不面对如何处理人与机器人之间的矛盾的问题。当然，不管机器人如何“聪明”，它归根到底只是人造出来的机器。马克思说“劳动手段一经采取机器的形态，便成为劳动者自己的竞争者了。”<sup>②</sup>这句话完全适用于机器人。可以说，机器人对劳动者的工作的争夺，较之以往所有机器更加咄咄逼人，而解决这个矛盾的正确途径就是劳动者通过教育和培训去从事机器人还不能做的工作。

在前几次工业革命中，总的来说，新创造的工作岗位会超过被淘汰的工作岗位，例如汽车取代马车导致马车维修工和马医减少，却创造了汽车加油站服务员和汽车机械师等新职业。然而，机器人与人工智能的发展很可能导致新创造工作岗位大大少于被淘汰工作岗位的新问题，其原因在于作为机器

① 「産業用ロボットの現状と課題」、<http://www.nedo.go.jp/content/100563897.pdf>。

② 马克思《资本论》第一卷，第523页。

人与人工智能的技术基础的数字技术 (digital technologies) 呈现出前几次工业革命中任何技术无可比拟的“指数式”飞速发展 (exponential growth)<sup>①</sup>, 而且其应用范围从制造业扩展到所有与知识相关的服务工作, 使服务业等非制造业的工作岗位也面临被淘汰的风险。

这意味着“人与机器人的矛盾”之尖锐程度, 要大大超出以往的“人与机器的矛盾”, 为此, “我们要对教育进行变革, 以使更多的人能够‘与机器竞赛’, 而不是与它们对抗”, “我们还要做很多提升创业精神的事情, 因为它能创造新的行业和就业机会”。<sup>②</sup> 能否做到这一点, 应该是日本的机器人革命战略能否成功的关键所在。

### 第二, 劳动与资本的矛盾。

正如马克思所指出, 为了追求利润和扩大市场, “资本家抢着要采用改良的代替劳动力的机器, 并抢着要采用新的生产方法”。<sup>③</sup> 换句话说, 资本为了追求利润的动机, 会尽最大可能以机器人替代劳动, 剥夺劳动者的劳动权利, 使劳动者承受“没有工作的伤害”。然而, 正如托马斯·弗里德曼所指出, “劳动对一个人的身份和稳定, 对一个社会的稳定是非常重要的。”《未来的工作战争》的作者吉姆·克里夫顿认为, 对于一般人来说, “这个世界首要的和最重要的愿望是拥有一份好的工作。在这之后, 其他所有的事情都可以纷至沓来”。大量研究结果也显示, “不论是对于个人还是社会群体, 结论都相同: 工作是有益的”。“工作能使人获得成就感、满足感和幸福。”<sup>④</sup>

然而, 在日本, 确实存在诸如“尼特族”“闭居族”等主动放弃工作的年轻人, 而且人数不断增加。对他们讲上述这些话无异于“对牛弹琴”, 而机器人的日益普及似乎也在“帮助”那些懒散的年轻人, 其实这是在害他们, 更是对日本经济和社会的伤害。机器人等技术变革还会通过加剧收入不平等, 拉大顶层劳动者与中间层劳动者之间的收入差距, 激化劳动与资本的矛盾。

### 第三, 强烈的振兴愿望与脆弱的经济现实之间的矛盾。

20世纪90年代以来, 日本经济接连经历了两个“失去的十年”, 1992年

① 比如, 第一次工业革命时期在英国发明的纺纱机普及到欧洲以外的世界各地平均用了119年, 而因特网普及到全世界只用了7年。

② 埃里克·布莱恩约弗森、安德鲁·麦卡菲《第二次机器革命》, 蒋永军译, 北京: 中信出版社, 2014年, 序言。

③ 马克思《资本论》第一卷, 第552页。

④ 埃里克·布莱恩约弗森、安德鲁·麦卡菲《第二次机器革命》, 第264、265页。

至 2015 年间，日本 GDP 年均实际增长率仅为 0.8%，本届日本内阁推行所谓“安倍经济学”也没有带来明显起色，2013—2015 年日本 GDP 年均实际增长率仅为 0.7%，甚至低于此前 21 年间的水平，有学者认为日本经济“已进入第三个‘失去的十年’”<sup>①</sup>。

然而，声称 2015 年是“机器人革命元年”的安倍内阁提出的“振兴日本”战略是有具体目标的，（1）“在‘再生的十年’（2013—2022 年度）实现 GDP 名义年均增长率达到 3%，实际年均增长率达到 2%”；（2）“至 2020 年日本的 GDP 将达到 600 万亿日元”（在 2014 年度 490 万亿日元的基础上增加 110 万亿日元）。显然，在 2013—2015 年日本 GDP 年均实际增长率仅为 0.7% 的情况下，日本要在剩下五年弥补前三年增长率低于 2% 的“亏损”，才可能实现 2020 年日本 GDP 达到 600 万亿日元的振兴目标。答案多半是否定的。

但是，这并不意味着日本机器人革命必然失败，因为要实现以机器人革命为中心的增长战略需要时间，不可能在数年内立竿见影。从中长期看，21 世纪国际竞争的核心是国民教育与国民素质的竞争，机器人是数控机床等装备制造业持续不断的技术创新的产物，机器人“这类创新对于各种生产要素效率的改善具有极其重要的意义”。<sup>②</sup> 如果日本既能推动机器人革命突飞猛进并与人工智能、3D 打印、大数据、云计算、物联网等革新技术相融合，又能真正实现为推进经济社会结构改革所必需的规制改革，创造出高素质高技能的人才与机器人共生的经济社会，那么，即便在人口减少情况下，通过提高全要素生产率来振兴日本经济的前景未必不可预期。届时，衡量机器人革命是否成功的标志，将可能不再仅仅是单纯的经济增长率，更在于能否解决社会问题，能否创造高新附加值，能否增强综合国力，能否强化国际竞争力，归根到底，就是能否再次抓住新科技革命的机遇。

---

① 斯蒂芬·罗奇 《世界大范围染上“日本病”》，<http://www.fx361.com/page/2016/0219/161681.shtml>。

② 克里斯托夫·弗里曼 《技术政策与经济绩效》，张宇轩译，南京：东南大学出版社，2008 年，第 2 页。

## Dialectical Analysis of the Impact of Robot on Japanese Economy

Feng Zhaokui

On January 2015, the Japanese government launched a new robot strategy, attaching great importance to the role of “robot revolution” in revitalizing Japanese economy. Robot development will have a profound impact on the Japanese economy and society, including improving the labor productivity of manufacturing industry, service industry and agriculture, promoting economic growth, alleviating the economic and social issues caused by aging population. Abe Administration set a goal of making Japan’s economy reach 600 trillion yen in 2020, but the robot is difficult to become the “savior” of recent Japanese economy. It will take a long time before the “robot revolution” rescues Japanese economy, however, it does not mean that Japan’s “robot revolution” is going to fail. From the long-term perspective, if Japan meets the need of social and economic restructuring, there will be a promising prospect for the recovery and development of Japanese economy under the impact of the “robot revolution”.

### ロボットが日本経済に与える影響の弁証法的解析

馮 昭奎

2015 年 1 月、日本政府は『ロボット新戦略』を公布し、安倍首相は当年を日本の「ロボット革命元年」として強調し、ロボット革命の日本経済振興に対する役割を非常に重視している。ロボットの発展は製造業・サービス業・農業の生産性の向上、経済成長の促進、少子高齢化問題の緩和など、日本の経済や社会に対して大きな影響を与えるだろう。安倍内閣は 2020 年までに GDP が 600 兆円に到達するという目標を定めたが、ロボットが短期間で日本経済振興の「救世主」になるということはない。しかし、それは必ずしも日本のロボット革命が失敗することではない。ロボット革命を中心とする成長戦略は時間を必要とするものであり、数年で効果が直ちに現れることはない。中長期的に見れば、もし日本が経済社会の構造改革に必要な規制改革を真の意味で推進すれば、ロボット革命が日本経済の振興に繋がらないとも限らないだろう。

(责任编辑: 叶琳)