



工业机器人领域

技术转移与科技服务

国家智能制造专家委员会

委员

中国科协智能制造学会联合体专家委员会

副主任

国家智能制造标准化专家咨询组

委员

IEEE智能制造标准委技术咨询委员会 主席 郝玉成

(中国北京)

2022年4月15日



个人简历：

郝玉成；研究员；国务院特殊津贴专家；大学本科；自动控制专业；主要在机械工业部北京机械工业自动化研究所、国机集团中央研究院、国机智能技术研究院工作；主要从事制造业自动化、信息化、智能化的技术研究、产品开发、工程应用、创新管理等工作；曾任北京机械工业自动化研究所所长、国机集团中央研究院信息化与智能化研究所所长、国机智能技术研究院院长等职务；曾兼任中国机电一体化协会副理事长、中国自动化系统集成标准化技术委员会主任委员、中国工业过程测量与控制标准化技术委员会副主任委员、中国机器人产业联盟秘书长等职务。

现任 国家智能制造专家委员会
中国科协智能制造学会联合体专家委员会
国家智能制造标准化专家咨询组
*IEEE*智能制造标准化委员会技术咨询委员会
中国机器人产业联盟专家委员会
国家机器人标准化专家咨询组
中国电工技术学会

委员
副主任
委员
主席
副主任
副组长
监事长



联系：电话：13911766266；邮箱：13911766266@163.com；

玉助
于成

目录

1

国内外机器人发展的启示

2

中国机器人发展的现状

3

国内外机器人发展的趋势

4

“十四五”产业发展规划的重点

5

“机器人+”应用行动实施方案

6

做好技术职业经理人的五点建议



图片来源:www.npc.com.cn BY:新华网

五助于成

1

国内外机器人发展的启示

- ◆ 智能制造岛
- ◆ “轮廓工艺”与“卢克臂”
- ◆ 欧盟的“火花计划”
- ◆ 机器人与制造业
- ◆ 发展智能机器人的战略重要性



一、国内外机器人发展的启示

2015年汉诺威展览会德国大众公司的机器人“智能制造岛”



一、国内外机器人发展的启示

美国南加州大学研究的“轮廓工艺”3D打印技术——2015年4月

- ◆ “轮廓工艺”就是一个超级打印机器人；
- ◆ 24小时内可以打印平均232平方米的两层楼房；
- ◆ 节省20~25%的资金，25~30%的材料，45~55%的人工。

“卢克臂”获得了美国食品药品监督管理局的准入——2015年5月

- ◆ 使用了新型的传感器，可以感觉到手指尖的动作；
- ◆ 将人的神经整合到了机械手臂中；
- ◆ 可以通过使用者的大脑控制机械手臂。



一、国内外机器人发展的启示

欧盟制订的“火化”计划——2016年6月19日

2016年6月19日，欧盟副主席在慕尼黑博览会宣布：

启动“火花”计划，到2020年，将投入28亿欧元用于研发民用机器人。

- ◆ 机器人在制造业、农业、医疗、交通运输、安全等各领域的应用都纳入该计划。让过去的机器人看上去都像“原始人”；
- ◆ 欧洲工业要想保持全球竞争力，必须全面引入自动化系统。广泛使用高级机器人。“领先就意味着财富”；
- ◆ 一个工业机器人可制造3.6个工作岗位。



《专栏》——“为何中国无法拥有下一代制造业”

美国华盛顿邮报2016年8月26日文章：--作者：维韦克·瓦德瓦

主要观点如下：

- 1、美国的机器人和中国的机器人工作一样努力，耗电一样多；
- 2、中国使用的机器人有75%是从国外公司购买或组装的，而且严重依赖从国外进口的核心部件。中国的机器人企业生产的大都为低档产品；
- 3、中国先进制造业专业人才的匮乏，经营复杂信息工厂能力是软肋；
- 4、中国无法保持长期优势，美国可以进口中国机器人，可以复制中国的创新技术；

预测：在未来五到十年，制造业将大举回流美国，将再度成为美国本土工业。

不再像传统制造业雇佣很多人，先进制造业将创造出无数高技能、高薪酬的



《专栏》——美国在贸易战中制裁中国机器人企业

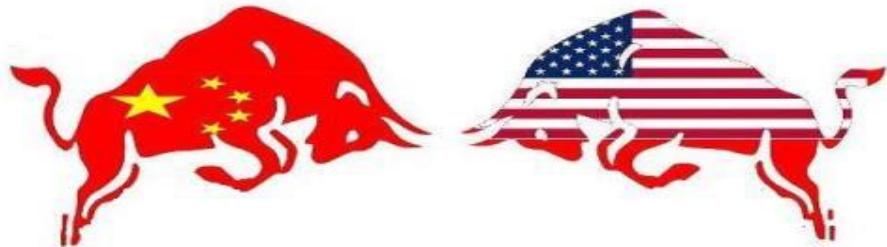
1、浙江万丰科技有限公司：

原因：在2016年，用3.2亿美元，并购了美国焊接机器人应用系统服务商Paslin，使中国的焊接机器人水平达到了美国的水平。

2、美的公司：

原因：2017年，用42亿美元，
成为KUKA机器人的最大股东。
(94.55%)

3、拘捕机器人行业的专家。



王助
于成

《专栏》——世界各国发展机器人战略定位

智能工业机器人是先进制造业的基础战略核心装备：融合了数字化、网络化、智能化等核心技术的智能机器人，其研发创新与产业化是衡量一个国家科技创新、高端制造发展水平的重要标志，是推动中国工业转型升级，加快制造业强国建设的基础战略核心装备。

智能服务机器人是满足人类生活质量提高的基础关键设备：智能服务机器人不仅向社会服务、医疗康复、救灾救援、公共安全、教育娱乐、重大科学研究等领域提供更好各种的“服务”，而且会成为不断满足人类生活质量提高的基础关键设备。

智能机器人产业的战略定位：

1. 国际上列为“促进经济增长十大关键技术之一”、“十大成长动力产业之一”；
2. 美国国防部高级研究计划：达芬奇医疗机器人、微软通用软件平台；
3. 欧洲FP7：欧盟投资4亿欧元，重点在工业、机器人部件、助老助残机器人；
4. 日本：工业机器人和家用机器人计划；
5. 韩国：IRT的计划，发展制造、医疗、教育、家用机器人；
6. 中国：《制造强国战略》、《机器人产业发展规划（2016-2020年）》。



一、国内外机器人发展的启示

中国发展智能机器人的战略定位：

- 1、智能机器人技术有望引起一场“工业革命”，将影响全球制造业的格局；
- 2、智能机器人技术的研发、制造、应用将成为国家科学发展高端制造业水平的重要标志；
- 3、智能机器人产业将成为全球制造业竞争的主角，中国将成为全球最大的智能机器人产业的市场；
- 4、智能机器人将形成数万亿美元的市场，将改变我们未来的工作、安全、生活；
- 5、中国是制造业大国，要成为制造业强国，发展智能机器人是必由之路。



2

中国机器人发展的现状

- ◆ 中国工业机器人产业发展的现状
- ◆ 中国服务机器人产业发展的现状
- ◆ 中国工业机器人技术发展的现状
- ◆ 中国服务机器人技术发展的现状



二、中国机器人发展的现状

■中国工业机器人的发展历程

1970年：学术研究；清华大学、哈尔滨工业大学、华南理工大学、北京航天航空大学；

1980年：技术研究；机械工业部北京机械工业自动化研究所、中科院自动化研究所；

1990年：产品应用；生产制造上下料、码垛、搬运、汽车制造厂喷漆线；

2000年：小批试制；机械工业北京自动化研究所、中科院自动化研究所；

2010年：重点应用；汽车、摩托车、机械、家电、外资企业。

2013年：市场规模；全球市场第一、国内企业初具规模、工业园区加大投入。



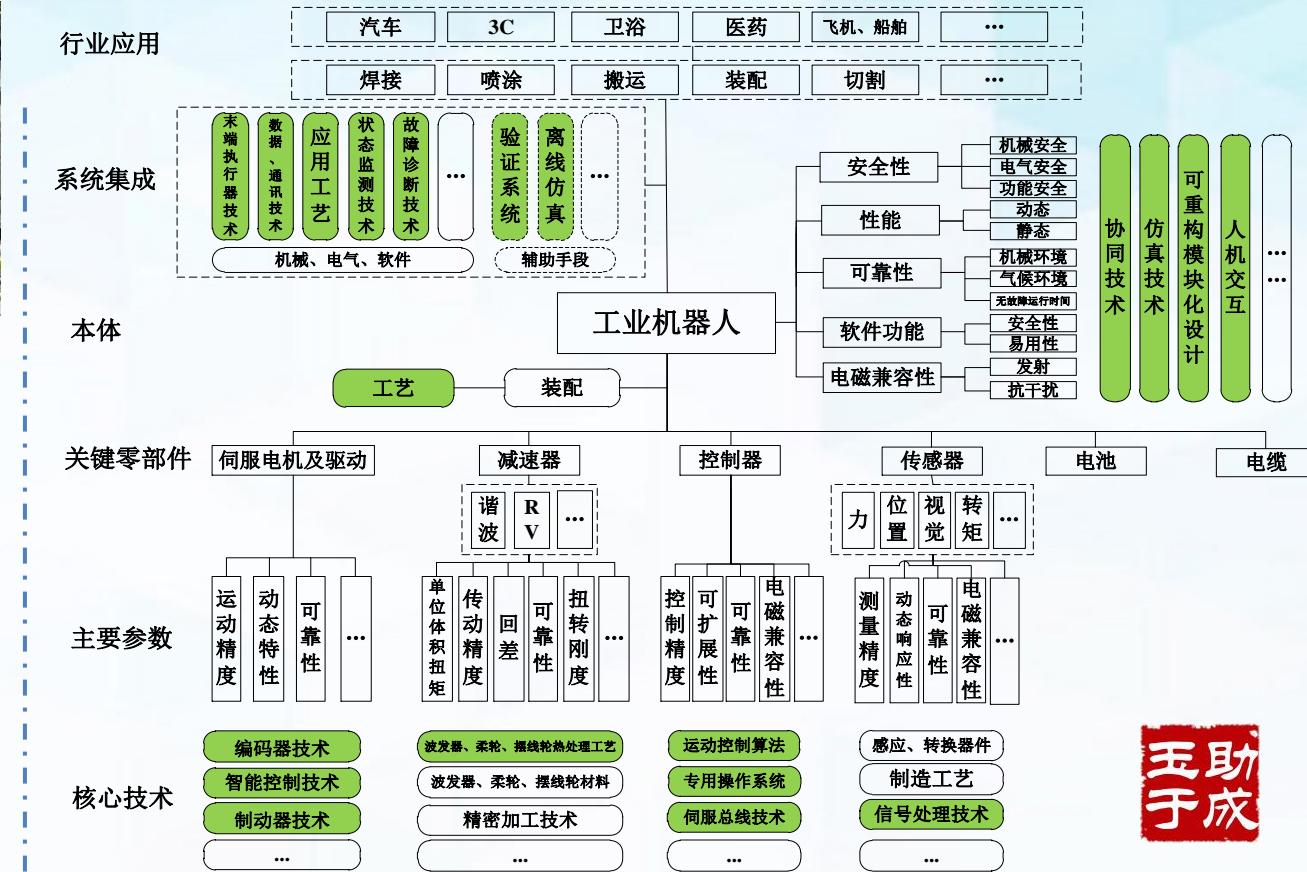
二、中国机器人发展的现状



工业机器人从最初的自动化机械电子装备发展成为智能化装备，是智能制造中的重要使能装备。

国内现有的工业机器人标准的制定大多侧重于传统的机械电气设备方面的技术，智能化技术应用的比较少。

图中绿色填充的表示工业机器人涉及的核心技术。



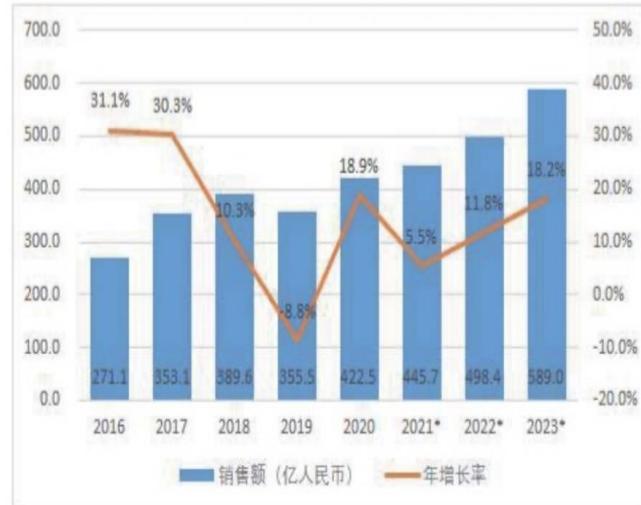
二、中国机器人发展的现状

- 2021年市场规模达839亿元!中国机器人产业发展驶入快车道
- 2020年我国工业机器人市场仍然为全球贡献了40%左右的份额，连续多年稳坐世界最大机器人消费国地位。

1、工业机器人：市场规模持续增长

当前，我国制造企业数字化、智能化转型建设步伐日益加快，有力推动了工业机器人市场的快速发展。据IFR统计，2020年在全球机器人市场受疫情影响出现下滑时，我国工业机器人市场已经开始复苏，相比于2019年年装机量提升18.8%。预计2021年，我国工业机器人市场规模将达到445.7亿元，到2023年，预计将突破589亿元。

图 6 2016-2023 年我国工业机器人销售额及增长率



资料来源：IFR，中国电子学会整理

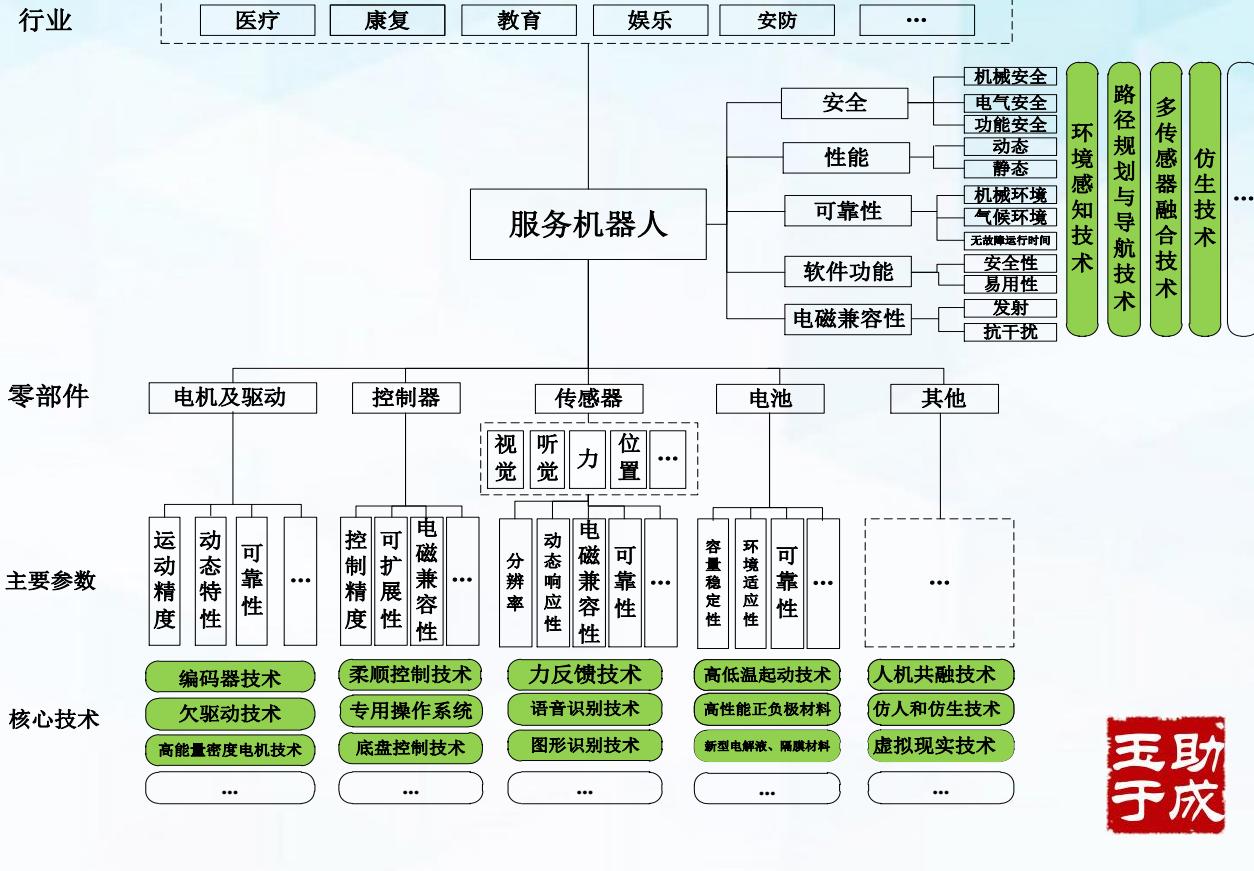
二、中国机器人发展的现状



服务机器人已从实验室走入人们的生活领域，将逐渐影响我们的生活。

服务机器人正朝着家庭化、模块化、智能化的方向发展，其服务的功能也越来越强。服务机器人的技术标准匮乏。

图中绿色填充表示服务机器人涉及的核心技术。



五助于成

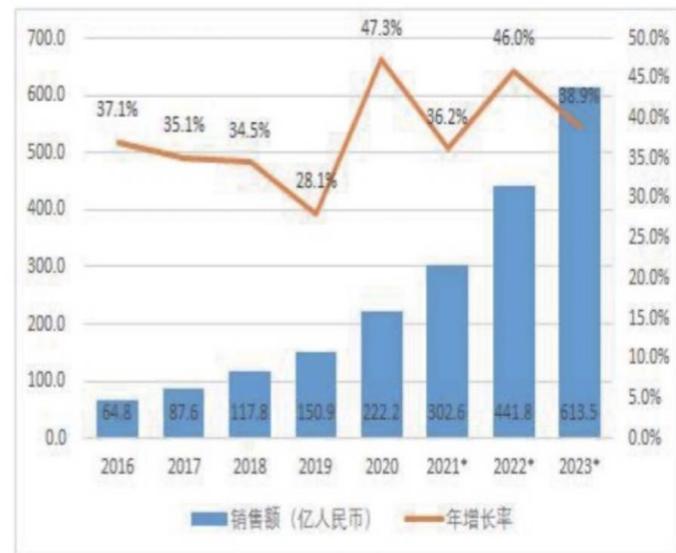
二、中国机器人发展的现状

■2021年市场规模达839亿元!中国机器人产业发展驶入快车道

2、服务机器人：需求潜力巨大，市场空间持续拓展

2021年市场增速出现回调，但随着人口老龄化趋势加快，以及医疗、公共服务需求的持续旺盛，我国服务机器人存在巨大市场潜力和发展空间，市场规模及总体占比也将持续增长。预计2021年，我国服务机器人市场规模将达到302.6亿元，高于全球服务机器人市场增速。到2023年，随着视觉引导机器人、陪伴服务机器人等新兴场景和产品的快速发展，我国服务机器人市场规模有望突破600亿元。

图 7 2016-2023 年我国服务机器人销售额及增长率



资料来源：IFR，中国电子学会整理

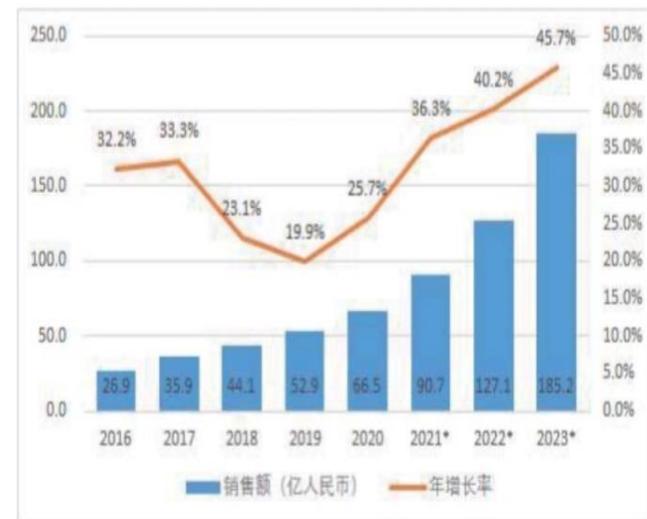
二、中国机器人发展的现状

■2021年市场规模达839亿元!中国机器人产业发展驶入快车道

3、特种机器人：使用场景持续扩展，应用市场蓄势待发

我国地域广阔、气候多变、地质情况复杂，社会发展多元化特征明显，在应对地震、洪涝灾害、极端天气，以及矿难、火灾、安防等公共安全事件中，对特种机器人有着突出的需求。2016年以来，我国服务机器人市场年平均增长率达到27.5%。2021年，我国特种机器人市场规模预计将达90.7亿元，增速达到36.3%，高于全球水平。到2023年，特种机器人的国内市场规模有望突破180亿元。

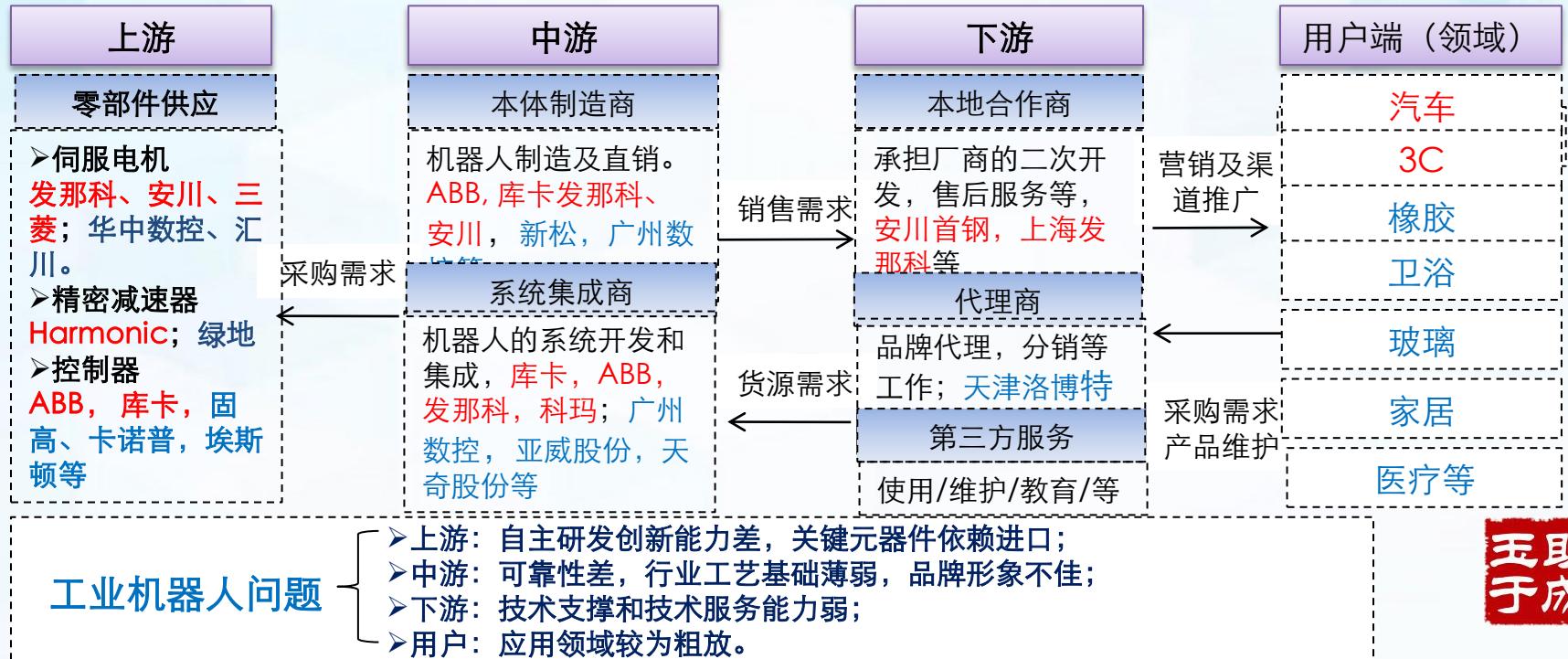
图 8 2016-2023 年我国特种机器人销售额及增长率



资料来源：IFR，中国电子学会整理

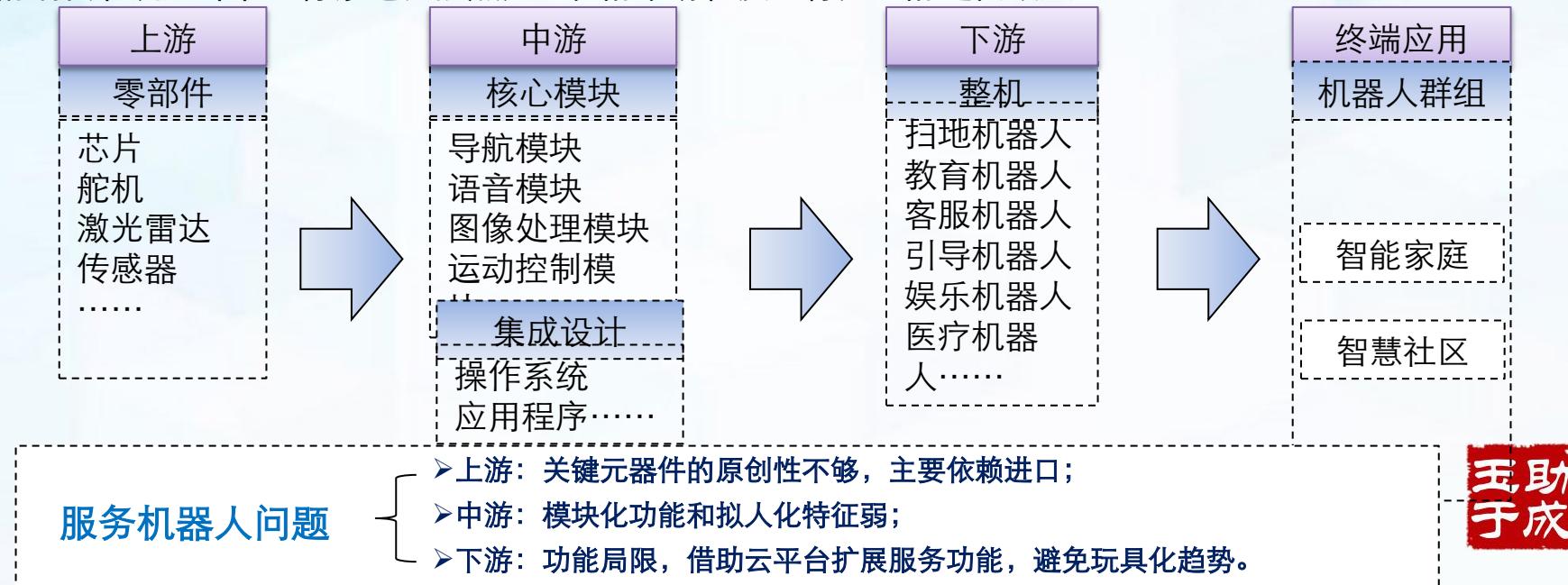
二、中国机器人发展的现状

工业机器人产业：市场容量大、企业数量多、产业分工广、迭代速度快。截至目前，国内工业机器人企业超过1000家，年销量连续位居世界首位。工业机器人产业链包括上游核心零部件生产，中游机器人本体制造、系统集成以及下游、金属加工、食品加工等行业应用。



二、中国机器人发展的现状

服务机器人产业：截至目前，国内服务机器人企业超过1000家，服务机器人产业链的特点是产品和技术交叉缠绕。产业链上游是元器件厂商，包括 芯片、激光雷达、舵机等；中游包括语音提供商和图像提供商，这些板块相对模块化，是认证的主要对象。数据和算法是其核心竞争力，通过虚拟和实体向下游各个场景的消费和流通环节进行渗透，按照产业化的难易程度进行产品的迭代放量。



二、中国机器人发展的现状

(一) 民营企业案例——“内生型”应用机器人案例

- 1、单位：民营企业；
- 2、产品：系列剪草机；
- 3、实现智能制造的过程：
 - (1) 战略层面；
 - (2) 产品层面；
 - (3) 装备层面；
 - (4) 过程层面；
 - (4) 企业市场竞争力；



二、中国机器人发展的现状

(二) 合资企业案例——“转型升级”应用机器人案例

- 1、单位：合资企业；
- 2、产品：屠宰厂设备及其整体解决方案；
- 3、实现智能制造的过程：
 - (1) 战略层面；
 - (2) 产品层面；
 - (3) 装备层面；
 - (4) 过程层面；
 - (5) 企业市场竞争力；



二、中国机器人发展的现状

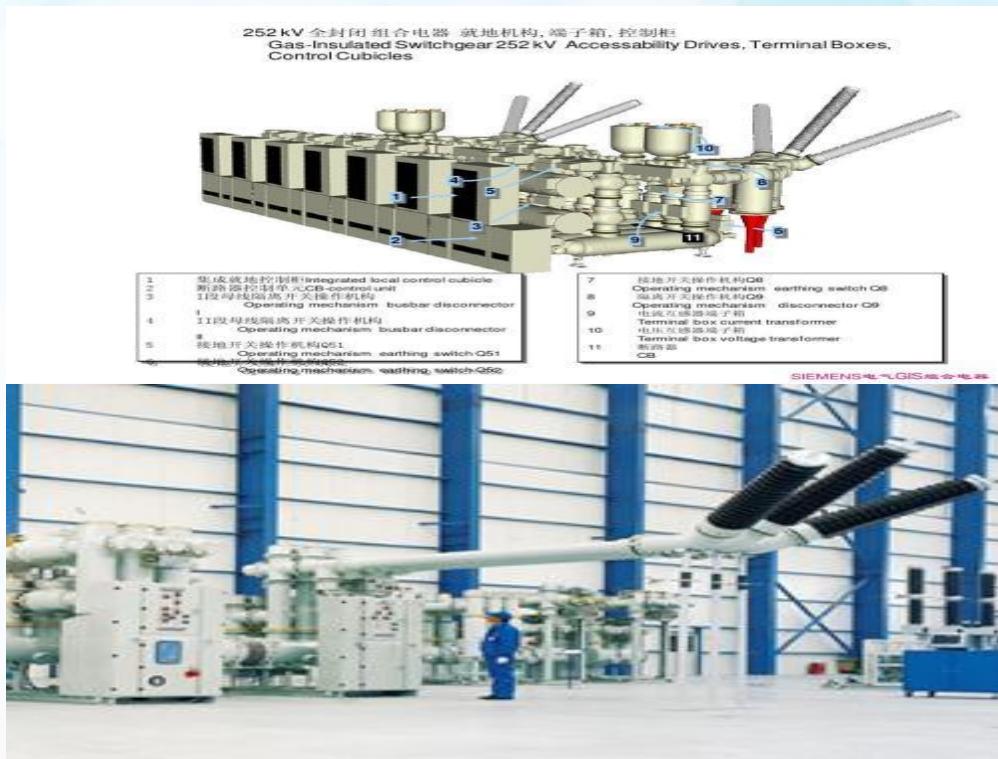
(三) 国有企业案例——“战略型”的机器人应用与智能制造

1、单位：国有企业；

2、产品：高压、超高压、特高压交直流输配电成套装备及其整体解决方案；

3、实现智能制造的过程：

- (1) 战略层面;
 - (2) 产品层面;
 - (3) 装备层面;
 - (4) 过程层面;
 - (5) 企业市场竞争力;



二、中国机器人发展的现状

（一）智能制造成为企业的发展战略

1、制定《企业2025发展战略》，明确智能制造的主攻方向

某某集团制定了《中国某某2025规划》，全力实现智能制造，建设数字化和智能化的某某。《中国某某2025规划》旨在打造国际一流的创新体系，培养和集聚行业一流人才队伍，以创新引领技术和市场；实现智能制造，建成智能化工厂；由生产型企业转变为生产型服务企业，具备输变电整体解决方案能力；以世界领先产品技术及制造技术铸就世界一流精品，以品质铸就品牌，进入全球输变电行业第一阵营。



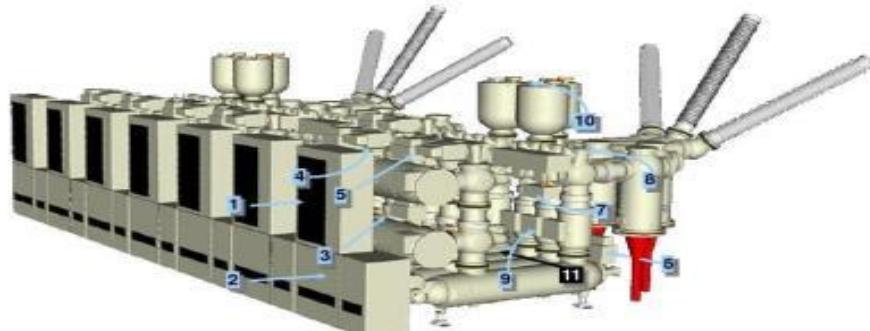
二、中国机器人发展的现状

(二) 产品智能化

GIS高压组合电器

- (1) 结构重新设计;
- (2) 增加传感智能;
- (3) 建立系统模型;
- (4) 优化系统参数;
- (5) 进行参数补偿;
- (6) 开发专用设备;

252 kV 全封闭 组合电器 就地机构, 端子箱, 控制柜
Gas-Insulated Switchgear 252 kV Accessibility Drives, Terminal Boxes, Control Cubicles



1	集成就地控制柜 integrated local control cubicle
2	断路器控制单元 CB-control unit
3	1号母线隔离开关操作机构 Operating mechanism: busbar disconnector
4	11段母线隔离开关操作机构 Operating mechanism: busbar disconnector
5	接地开关操作机构 Q51 Operating mechanism: earthing switch Q51
6	接地开关操作机构 Q52 Operating mechanism: earthing switch Q52

7	接地开关操作机构 Q56 Operating mechanism: earthing switch Q56
8	隔离开关操作机构 Q9 Operating mechanism: disconnector Q9
9	电流互感器端子箱 Terminal box current transformer
10	电压互感器端子箱 Terminal box voltage transformer
11	断路器 CB

SIEMENS 4L-GIS 组合电器

二、中国机器人发展的现状

(三) 制造过程的装备智能化

(2) 通过关键工艺智能化改造，提升制造装备数字化智能化水平

通过对关键制造工艺的智能化改造，某某电气实施柔性生产线/复合生产线、自动装配线、智能物流系统、自动立体仓库等智能技术与设备，大幅提升了产品生产制造过程的工作效率和质量的一致性，降低了企业人工成本。

1) 建成国际开关行业第一条集产品装配、试验关自动化装配生产线，实现了隔离开关由手工一致性、高效性，保证了装配过程的安全性和反

2) 建成自动化仓储与物流系统，货位达5600多的管理与跟踪，实现真正意义的出入库自动化、库存信息共享网络化。

3) 建成绝缘件自动装脱模生产线，根据装脱模装、外表面清理、拆解、分模、清理、合模、据



3

国内外机器人发展的趋势

- ◆ 五个智能
- ◆ 五个自主



三、国内外机器人发展的趋势

智能机器人——智能的主要特征

感知智能

计算智能

操作智能

认知智能

集成智能



五助
于成

三、国内外机器人发展的趋势

智能机器人——智能的主要特征

自学习

自优化

自升级

自组合

自集成



助于成

《专栏》——机器人的发展现状与趋势

专家预测：

1、从2020年到2022年，预计将在全球工厂安装近200万台新的工业机器人。

2、新技术的发展将使公司能够响应不断变化的需求。智能机器人和自动化技术对于应对新的消费趋势，对产品种类的需求或贸易壁垒带来的挑战至关重要。新的技术解决方案为提高生产灵活性铺平了道路。

3、未来几年，简化、协作和数字化将是机器人领域的三个关键驱动力。

——国际机器人联合会（IFR）秘书长
Susanne Bieller博士



于成

《专栏》—未来10-20年日本将有49%劳动人口被替代

未来10-20年日本将有49%劳动人口被替代！

2015年12月2日，日本调研机构野村总和研究所发布报告：通过多国专家的调研和分析，预测未来10-20年，被人工智能和机器人替代的情况如下：

1. 日本现有的601个行业，将有235个行业被替代；
2. 日本49%，美国47%，英国35%的劳动人口被替代。



《专栏》一华尔街失守：用AI取代金融分析师

摩根大通家的AI将36万小时的工作缩短至秒级：

彭博社报道：（2017年5月）摩根大通开发了一款金融合同解析软件COIN。这款软件上线半年多，经过测试，原来由律师和贷款人员每年需要360000小时才能完成的工作，COIN只需要几秒钟就能完成。不仅错误率大大降低，而且不用放假。

COIN仅仅是一个开始：

1. COIN仅仅是摩根大通银行2000个技术项目之一。
2. 摩根大通专门设立了技术中心，聘用技术人员40000多名，经费预算90亿美元，专攻大数据、机器人、云计算；
3. 原来人们担忧人工智能可能让夺走卡车司机的工作，现在担心的是华尔街的交易员和对冲基金经理。用AI取代金融分析师，可能会让70%的股票分析师失业。



4

“十四五”机器人产业发展规划

- ◆ “十三五”机器人发展情况总结
- ◆ “十四五”机器人产业发展目标
- ◆ 六大重点任务
- ◆ 四大行动计划
- ◆ 五大保障措施



四、“十四五”机器人产业发展规划

(一) “十三五”机器人发展情况总统

“十三五”以来，通过持续创新、深化应用，我国机器人产业呈现良好发展势头。产业规模快速增长，年均复合增长率约15%，2020年机器人产业营业收入突破1000亿元，工业机器人产量达21.2万台（套）。技术水平持续提升，运动控制、高性能伺服驱动、高精密减速器等关键技术和部件加快突破，整机功能和性能显著增强。集成应用大幅拓展，2020年制造业机器人密度达到246台/万人，是全球平均水平的近2倍，服务机器人、特种机器人在仓储物流、教育娱乐、清洁服务、安防巡检、医疗康复等领域实现规模应用。



四、“十四五”机器人产业发展规划

(二) “十四五”机器人产业发展目标

到 2025 年，我国成为全球机器人技术创新策源地、高端制 造集聚地和集成应用新高地。一批机器人核心技术和高端产品 取得突破，整机综合指标达到国际先进水平，关键零部件性能 和可靠性达到国际同类产品水平。机器人产业营业收入年均增 速超过 20%。形成一批具有国际竞争力的领军企业及一大批创 新能力强、成长性好的专精特新“小巨人”企业，建成 3~5 个有国际影响力的产业集群。制造业机器人密度实现翻番。

到 2035 年，我国机器人产业综合实力达到国际领先水平， 机器人成为经济发展、人民生活、社会治理的重要组成。



四、“十四五”机器人产业发展规划

(三) 五大重点任务

(一) 提高产业创新能力；加强核心技术攻关。建立健全创新体系。

(二) 夯实产业发展基础；补齐产业发展短板。加强标准体系建设。

提升检测认证能力；

(三) 增加高端产品供给；

(四) 拓展应用深度广度；

(五) 优化产业组织结构



四、“十四五”机器人产业发展规划

(四) 四大行动计划

- (一) 机器人核心技术攻关行动;
- (二) 机器人关键基础提升行动;
- (三) 机器人创新产品发展行动;
- (四) “机器人+”应用行动。



五助
于成

四、“十四五”机器人产业发展规划

(五) 五大保障措施

- (一) 强化统筹协调推进;
- (二) 加大财税金融支持;
- (三) 营造良好市场环境;
- (四) 健全人才保障体系;
- (五) 深化国际交流合作。



助
于
成

5

“机器人+”应用行动实施方案

- ◆ “机器人+”驱动原理
- ◆ “机器人+”价值原理
- ◆ “机器人+”技术创新的关键路径



五、“机器人+”应用行动实施方案

(一) “机器人+”应用重点方向

(一) “机器人+”制造；

(二) “机器人+”农业；

(三) “机器人+”商业家用服务；

(四) “机器人+”物流；

(五) “机器人+”医疗健康；

(六) “机器人+”教育；

(七) “机器人+”建筑；

(八) “机器人+”电力；

(九) “机器人+”安全应急；

(十) “机器人+”未来产业。



五、“机器人+”应用行动实施方案

(一) “机器人+”驱动原理

- 1. 技术驱动:** 通过人工智能、工业智能、工程技术等核心技术的创新研发，形成智能机器人的技术驱动；
- 2. 平台驱动:** 通过机器人平台化产品的创新，创建可重构、可扩展、可裁剪、可升级的机器人系统。形成平台化机器人创新驱动；
- 3. 生态驱动:** 通过“机器人+生产制造过程”和“机器人+管理服务过程”的深度融合，构建“智能产品+优化服务”的行业系统集成解决方案，形成技术创新生态系统的应用驱动。



五、“机器人+”应用行动实施方案

(二) “机器人+”价值原理

“机器人+” = 共享价值+定制价值+集成价值

- (1) 平台的共享技术和定制规模效益;
- (2) 周边设备和软件模型的叠加效益;
- (3) 整体解决方案的系统和集成效益。



助
于
成

五、“机器人+”应用行动实施方案

(一) 人工智能技术的创新：

感知智能

- 新型传感器、图像识别、语音识别、模式识别；



算法智能

- 运动学、动力学、深度学习、视觉、语言；



认知智能

- 自主学习、自主分析、自主决策、自主反馈；



五、“机器人+”应用行动实施方案

(二) 工业智能技术的创新

精细加工

- 机器人加工的同轴度是2微米，国内一般为5微米；

精细装配

- 机器人减速器的装配与修模；

精细检测

- 高精度传感器的开发。

五、“机器人+”应用行动实施方案

(三) 平台化技术的创新:

技术平台

- 人工智能、图像识别、语音识别、传感器、CPS;



产品平台

- 本体平台、硬件平台、软件平台、语言平台;



解决方案

- 智能工厂、智能车间、行业应用库。



五、“机器人+”应用行动实施方案

(四) 标准化技术的创新

产品标准

- 机器人、周边设备、3D打印等控制产品信息规范；

集成标准

- 智能分布式规范、数字工厂信息模型、自主集成系统接口；

应用标准

- 设计规范、应用导则、验收规范。

五、“机器人+”应用行动实施方案

(五) 集成化技术的创新

横向集成

- 与PLC、数控机床、专用装备、仪器仪表的横向集成；

纵向集成

- 与MES、ERP、MOM的纵向集成；

系统集成

- 与智能单元、智能车间、智能工厂、智能企业系统集成。

6 做好技术职业经理人的五点建议

- ◆ 学技术
- ◆ 熟行业
- ◆ 懂政策
- ◆ 知创新
- ◆ 会经营



六、做好技术职业经理人的五点建议

(一) 机器人技术是.....?



我的核心技术有哪些？
是什么？您现在对我的技术
学习掌握的情况是什么？是
知道了？是明白了？是理解
了？是掌握了？

五助
于成

六、做好技术职业经理人的五点建议

(二) 机器人行业是.....?



我们的行业是怎么发展起来的？有什么特点？行业“领头羊”是谁？企业掌握了什么先进的技术？现在的情况如何？

五助
于成

六、做好技术职业经理人的五点建议

(三) 机器人发展的政策是.....?



我的产业政策有哪些？

发展规划是什么？各个地方对发展我的产业有什么优惠政策？我能享受首台套的政策吗？

五助于成

六、做好技术职业经理人的五点建议

(四) 机器人发展是靠创新驱动的.....?



我的发展为什么要靠创新？我国机器人核心技术掌握的如何？目前什么是我们掌握的先进技术？什么是“卡脖子”技术？

五助
于成

六、做好技术职业经理人的五点建议

(五) 机器人行业经营的.....?



我的应用价值体现在什么环节？我怎么做能促进机器人行业的发展？我怎么经营才能体现职业经理人的价值？

五助
于成

分 享 语

每个想要成为机器人行业的优秀职业经理人，
学技术、熟行业、懂政策、知创新、会经营是你们
面临的新挑战，愿你们学习新理念，创新新业绩，
走向新未来！

——我的分享





谢谢!
THANKS

助于成