



灼识咨询  
China Insights Consultancy

CIC灼识咨询  
自适应机器人行业  
白皮书



灼识咨询是一家知名咨询公司。其服务包括IPO行业咨询、商业尽职调查、战略咨询、专家网络服务等。其咨询团队长期追踪高科技、人工智能、制造业、工业、互联网、大数据、能源电力、供应链、金融服务、消费品、医疗、教育、文娱、环境和楼宇科技、化工、物流、农业等方面最新的市场趋势，并拥有上述行业最相关且有见地的市场信息。

灼识咨询通过运用各种资源进行一手研究和二手研究。一手研究包括访谈行业专家和业内人士。二手研究包括分析各种公开发布的数据资源，数据来源包括中华人民共和国国家统计局、上市公司公告等。灼识咨询使用内部数据分析模型对所收集的信息和数据进行分析，通过对使用各类研究方法收集的数据进行参考比对，以确保分析的准确性。

所有统计数据真实可靠，并是基于截至本报告发布日的可用信息。

若您希望获取CIC灼识咨询的详细资料、与灼识建立媒体/市场合作，或加入灼识行业交流群，欢迎扫码，也可致函[marketing@cninsights.com](mailto:marketing@cninsights.com)。



扫码添加CIC灼识小助手

## 报告研究背景

- 纵观机器人技术的发展历程，工业机器人以其高精度与高重复性，广泛应用于结构化制造环境中，成为传统工业自动化的支柱力量。近年来，协作机器人凭借安全、易部署的特性，推动了人机协作的柔性制造浪潮，尤其在小批量、多品种的工艺环节中展现出独特优势。然而，随着市场对“多任务、跨场景、自主应变”的能力要求不断提升，传统工业机器人和协作机器人在泛化执行力与环境适应性方面的短板日益凸显，难以满足复杂、动态场景下对智能化操作的迫切需求。
- 在生成式AI、通用大模型和多模态交互技术迅速演进的今天，通用智能的实现路径正从“算力+算法”向“智能+执行”扩展，机器人作为智能系统与物理世界之间的桥梁，其操作能力与泛化能力被赋予全新的战略意义。在此背景下，自适应机器人作为兼具力控精度、多模态感知、动态反馈控制与任务迁移能力的新一代机器人形态，正逐步走向台前，成为构建通用智能物理落地能力的关键支撑。
- 本报告将聚焦自适应机器人在通用智能体系中的定位与价值，尤其是在工业与服务等多场景下的任务泛化能力、系统闭环能力以及落地部署潜力，力求厘清其技术优势、生态协同机制与市场演化路径，为行业发展提供深入洞察与战略参考。

## 研究方法论

- 在编制本报告的过程中，我们秉持严谨的研究态度，综合运用多种研究方法，旨在深入剖析自适应机器人的现状与未来趋势。以下是对我们所采用研究方法的综述及具体说明：
- 具体研究方法：**

**一、信息收集与调研：**通过一手与二手资料收集，我们获取了涵盖自适应机器人行业产业链上、下游的相关数据。其中，一手数据聚焦行业实际运营情况，二手数据则从宏观层面提供政策导向与市场趋势指引。

- 一手调研：**我们对自适应机器人上下游的多位产业内专家进行深入访谈，访谈内容涵盖需求侧（产线自动化程度、未来产能规划等）及供给侧（技术发展路径、应用场景等）。
- 行业追踪：**我们长期追踪自适应机器人上下游具有代表性的需求方与供给方，涵盖业务运营情况、市场份额等关键信息。
- 案头研究：**通过收集和分析最新的市场报告、政策文件、新闻报道等公开资料，我们系统地回顾了自适应机器人行业的发展历程、驱动因素、竞争格局等基本情况，有效把握当前市场的最新动态和发展趋势，为报告奠定了理论基础。

## 研究方法论

- 具体研究方法:

### 二、模型搭建与测算:

- **供需模型搭建:** 从专业的行业视角出发，我们将一手调研获取的、具有代表性的需求及供给方信息，整合融入供需模型，以此反映当下市场的实际供需格局。同时，我们吸纳专家访谈中的关键信息，如需求侧的产线自动化程度、未来产能规划情况、机器人替代比例等，为模型的参数预测提供依据。在此基础之上，我们亦吸纳案头调研收集的大量资料，如宏观政策文件、市场报告等，从宏观政策导向、行业发展趋势等方面对模型进行校验与补充。

- **模型测算逻辑:**

- **需求端:** 我们详细梳理了下游客户的自动化方案需求情况。基于各需求方的业务发展情况、机器人采购数量及未来相关预算投入、采用机器人代替工人的比例等数据，对其未来的需求容量进行测算。在此基础上，结合各厂商的生产节拍、工序柔性化程度及用工结构变化，我们构建了分行业的需求预测模型，测算其在不同时间周期内的潜在总容量。通过对各厂商过去的机器人采购记录、资本支出数据及产线改造案例的分析，我们确认这些企业持续且稳定地贡献了当前市场中绝大部分的机器人需求。随着技术成熟与成本下降，自适应机器人预计将逐步渗透到工业以外的场景，如家庭、商业、医疗等，带动整体需求规模的进一步扩张。

- **供给端:** 鉴于当前自适应机器人尚处于规模化应用前期，供给端分析更多地体现为对需求预测的交叉验证，并为未来市场渗透率的动态调整提供参考依据。我们选取了全球领先的机器人企业，同时涵盖国际和国内的头部玩家，对其核心产品进行了系统化的梳理，维度包括不同作业场景下的部署成本与运维成本、对应的人工替代节省成本、生产效率提升幅度、技术适配范围与可迁移性等。通过该分析，我们验证了需求端模型中关键假设参数（例如机器人替代比例、替代速度等）的合理性。

- **模型优化与交叉验证:** 在模型搭建过程中，我们从多重视角反复核验数据的准确性与模型的合理性。通过交叉对比、趋势分析等多种方式，不断优化模型，力求使其结果尽可能贴近行业实际情况，为深入分析自适应机器人行业现状提供了有力的支撑。

## 主要研究结论

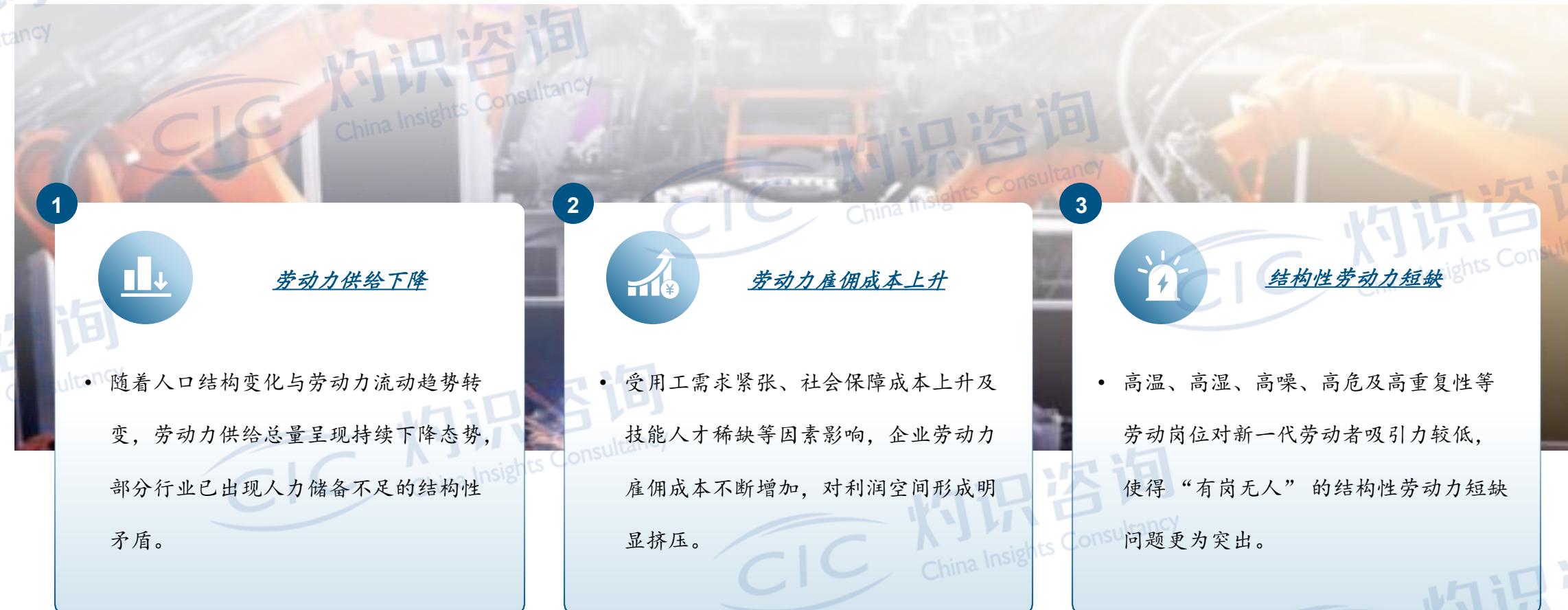
- 从自适应机器人行业现状来看，需求端与供给端均展现出积极且加速的增长态势。劳动力供需矛盾日益激化，自动化转型迫在眉睫。机器人本体所具备的能力可被划分为“运动能力”和“操作能力”两类，现有机器人在运动能力方面的发展较为成熟，但其操作能力仍然刚性且通用性不足，难以应对复杂多变的作业场景。在这一背景下，当前实现通用机器人的关键是提高操作能力。自适应机器人凭借高级别的位姿偏差补偿、抗干扰和任务泛化能力，成为通用机器人在物理世界的执行基座。

**1. 需求端：**全球范围内，人口老龄化和劳动力结构变化导致制造、物流、农业、服务等领域的劳动力供需矛盾日益突出，部分行业出现“用工荒”和用工成本快速攀升的趋势。同时，终端产品质量需求持续提升，消费者对产品精度、一致性及可靠性的要求不断提高，传统依赖人工操作的环节易受人为因素影响，而固定轨迹的自动化设备在应对质量标准动态调整时缺乏灵活性。此外，终端需求日趋多样化和个性化，生产与作业场景呈现“小批量、多品种、高频更换”的特征，传统以固定轨迹和预设参数为核心的自动化设备，在应对非标物料、柔性作业及动态环境方面存在显著局限，难以实现广泛泛化和大规模经济化应用。

**2. 供给端：**新一轮技术突破正在推动自适应机器人能力上限不断提升。国际领先机器人厂商与新兴初创企业积极布局，形成从核心零部件到整机系统再到软件平台的完整生态。自适应机器人通过融合视觉识别、力控传感与AI算法，在操作能力上实现突破，能够完成复杂、多变、高精度的作业任务，是实现通用机器人的关键拼图。同时，其在部署灵活性、调试周期和跨场景迁移等方面具备显著优势，通过与以运动为主的机器人结合，能够更好地满足工业、商业乃至家庭场景的需求。伴随成本下降与生态完善，自适应机器人有望在未来迎来从早期应用向规模化普及的关键转折点。

- I. 宏观环境趋势
- II. 现有机器人方案分析
- III. 自适应机器人概览
- IV. 自适应机器人潜在市场规模
- V. 案例分析
- VI. 附录

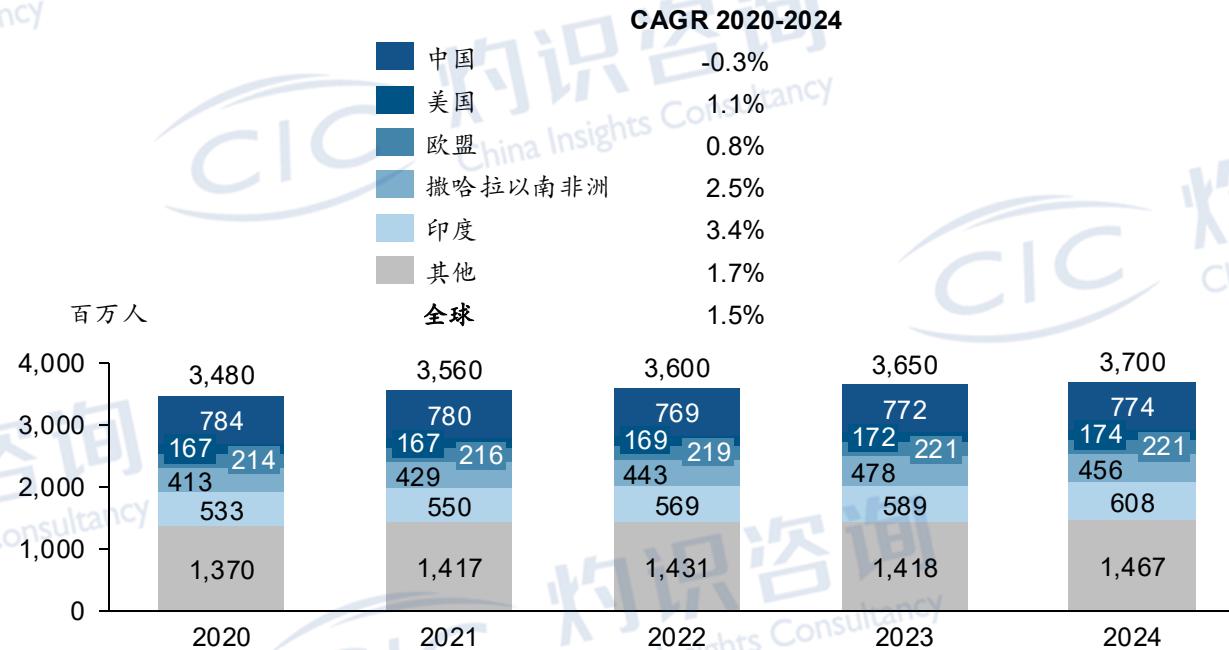
# 制造业的劳动力供需矛盾日益激化，自动化转型迫在眉睫。

- 
-  **1 劳动力供给下降**
    - 随着人口结构变化与劳动力流动趋势转变，劳动力供给总量呈现持续下降态势，部分行业已出现人力储备不足的结构性矛盾。
  -  **2 劳动力雇佣成本上升**
    - 受用工需求紧张、社会保障成本上升及技能人才稀缺等因素影响，企业劳动力雇佣成本不断增加，对利润空间形成明显挤压。
  -  **3 结构性劳动力短缺**
    - 高温、高湿、高噪、高危及高重复性等劳动岗位对新一代劳动者吸引力较低，使得“有岗无人”的结构性劳动力短缺问题更为突出。

# ① 随着老龄化趋势加剧，劳动人口增长显著放缓、部分地区甚至出现负增长。

## 劳动人口增长放缓，老龄化加剧

### 全球劳动力人口数量, 2020-2024



- 全球劳动人口增长呈现明显的区域差异。撒哈拉以南非洲的劳动人口将在未来几十年显著增长，主要由于该地区年轻人口比例较大和出生率较高。而在日本、中国及部分欧洲国家，劳动人口数量下降，且劳动力短缺问题日益严重，特别是高技能岗位的缺乏。这种不平衡的发展趋势深刻影响着全球劳动力市场的供需结构，并推动各国加快自动化、技术创新以及移民政策的调整，以应对劳动力不足的挑战。

### 部分地区劳动力出现负增长

劳动力人口增长率 (15-64岁)

X%

0-14岁 15-44岁  
45-64岁 65+岁



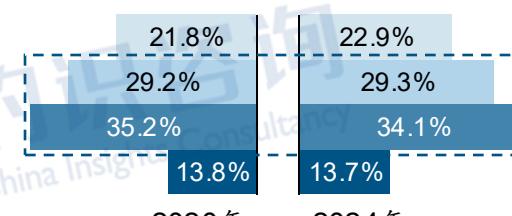
以中国为例



CAGR 2020-2024 CAGR 2024-2029E  
-0.3% -1.2%



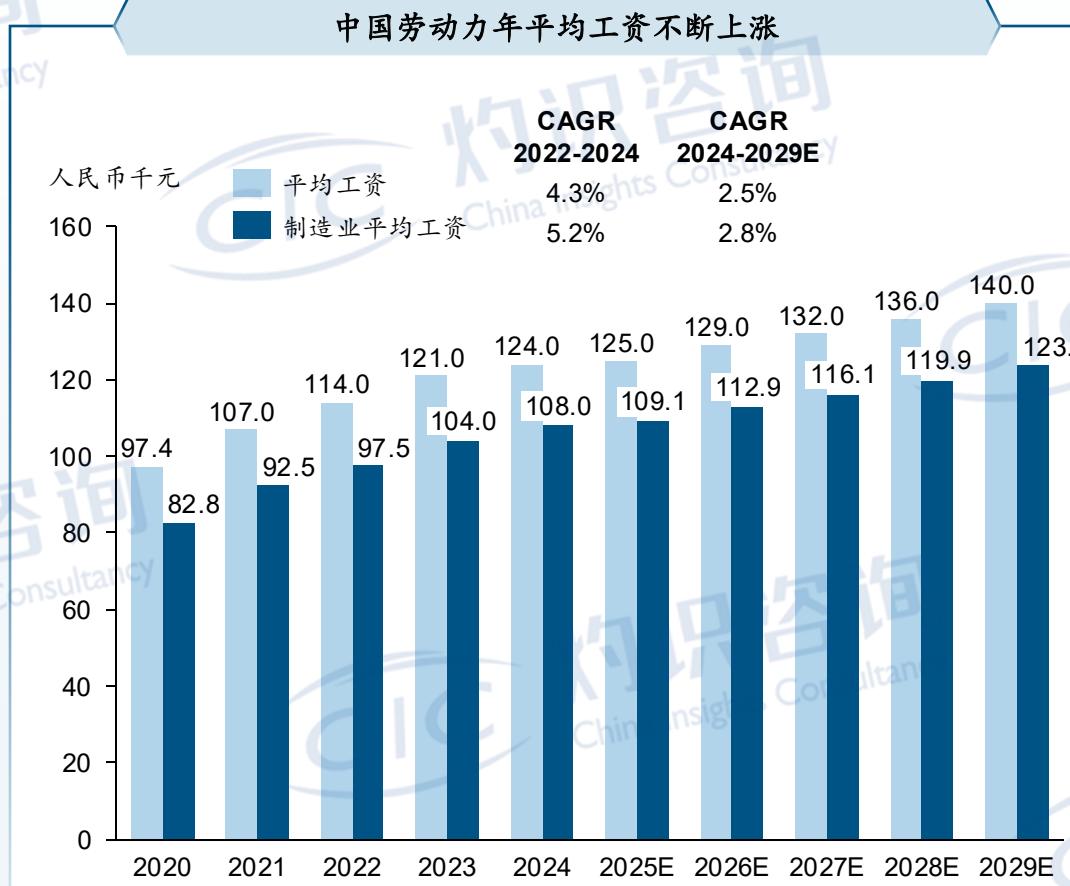
以德国为例



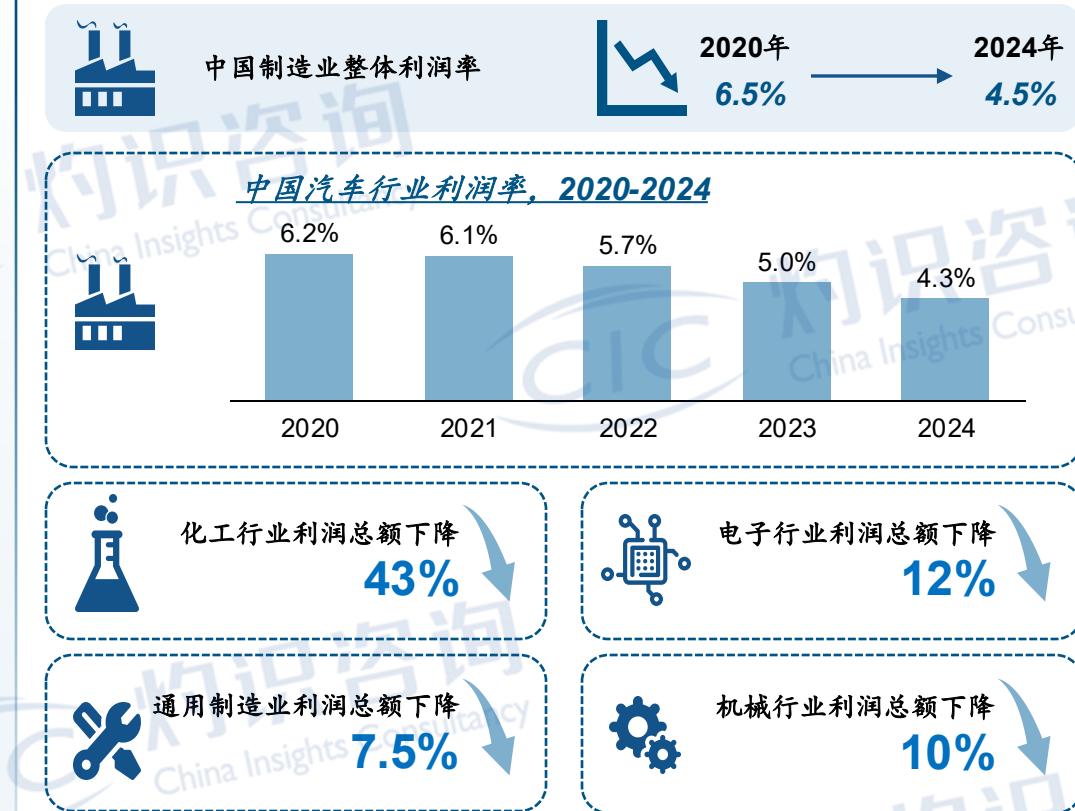
CAGR 2020-2024 CAGR 2024-2029E  
-0.2% -1.0%

## 2 劳动力成本持续上涨，企业运营成本增加，加剧企业盈利压力。

### 劳动力成本上涨拉低企业运营效率



### 制造业企业盈利压力加剧



### ③ 受劳动力结构变化影响，越来越多年轻人对传统制造业岗位缺乏兴趣，加剧“招工难、留人难”的问题。

#### 传统制造业岗位工作环境恶劣、内容重复不自由

高温、高湿、高噪、高危等环境艰苦岗位



冶金



工件切割



铸造车间



工业喷涂

技术门槛低、附加价值低的基础技能岗位



计件工



保洁



搬运工



组装工人

标准化、高重复，核心价值在通过经验提高熟练度的操作型岗位



精密焊接



精密装配



抛光



打磨

注：外卖骑手与网约车司机数量为2023年数据

资料来源：统计局，灼识咨询

#### 新生代劳动力就业观念与工厂工作形成错位

新生代劳动力偏好逐渐呈现出以下特征：



注重舒适性

- 倾向于办公环境好、作息规律、劳逸结合的工作



重视成长空间

- 看重“职业发展路径”与“技能提升”的可能



强调价值认同

- 期望能体现个人价值和兴趣爱好，不仅是谋生工具

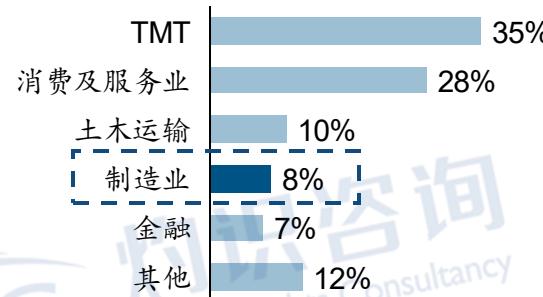


追求自由与灵活

- 倾向选择有弹性时间、自我节奏的工作形态

制造业工作与劳动力偏好相违背：

2024年应届生就业意愿



仅8%的应届生希望于制造业就业



超六成职业院校毕业生不愿当蓝领（从事制造业工作）



部分毕业生宁愿选择送外卖/开网约车也不进厂打工

- 2020年本科及以上学历  
外卖骑手~25%

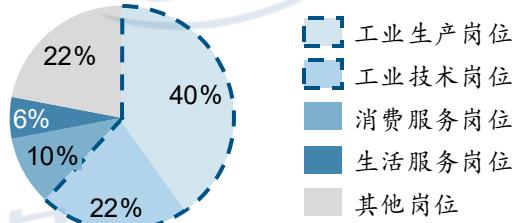
目前，制造业自动化水平仍难以弥补劳动力缺口。

以中国为例，当前机器人数量难以弥补劳动力缺口

### 我国制造业面临千万级别用工缺口

- 截至2024年12月，我国规模以上制造业企业用工人数约**8,000万**人。
- 其中，制造业十大重点领域缺口将接近**3,000万**人，超过澳大利亚总人口。

### 我国劳动力缺口最大的100个岗位分布，2024



- 工业岗位占比**>60%**
- 工业生产岗位占比**~40%**

### 老龄化趋势逐渐扩大用工缺口

**2024年：**

- 老年人口**2.2**亿，占比**15.6%**
- 适龄劳动人口**8.6**亿，占比**61.0%**

**2030年（预测）：**

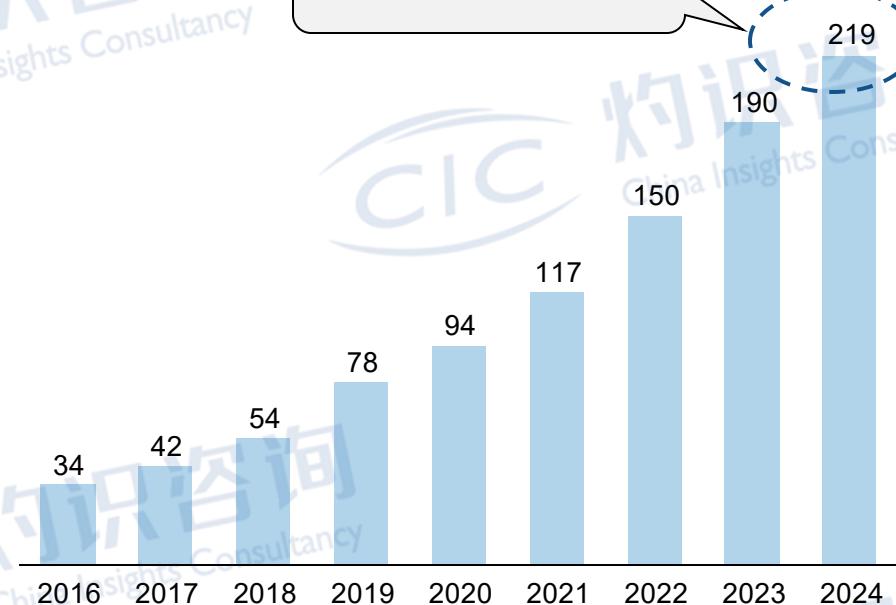
- 老年人口**2.6**亿，占比**18.7%**
- 适龄劳动人口**8.3**亿，占比**59.7%**

### 我国工业机器人部署数量难以弥补用工缺口

■ 中国工业机器人在运数量（保有量）

万台

不足劳动力缺口的**8%**



- I. 宏观环境趋势
- II. 现有机器人方案分析
- III. 自适应机器人概览
- IV. 自适应机器人潜在市场规模
- V. 案例分析
- VI. 附录

根据“运动能力”及“操作能力”，现有机器人方案可被划分为L0至L4共五个等级。

### 关键分析

机器人本体所具备的能力可被划分为“运动能力”和“操作能力”两类：

#### 运动能力

- 指在物理空间中自主移动和改变姿态的能力，涵盖基础位移以及复杂动态动作

走  
跑  
跳  
翻滚  
越障  
.....

#### 操作能力

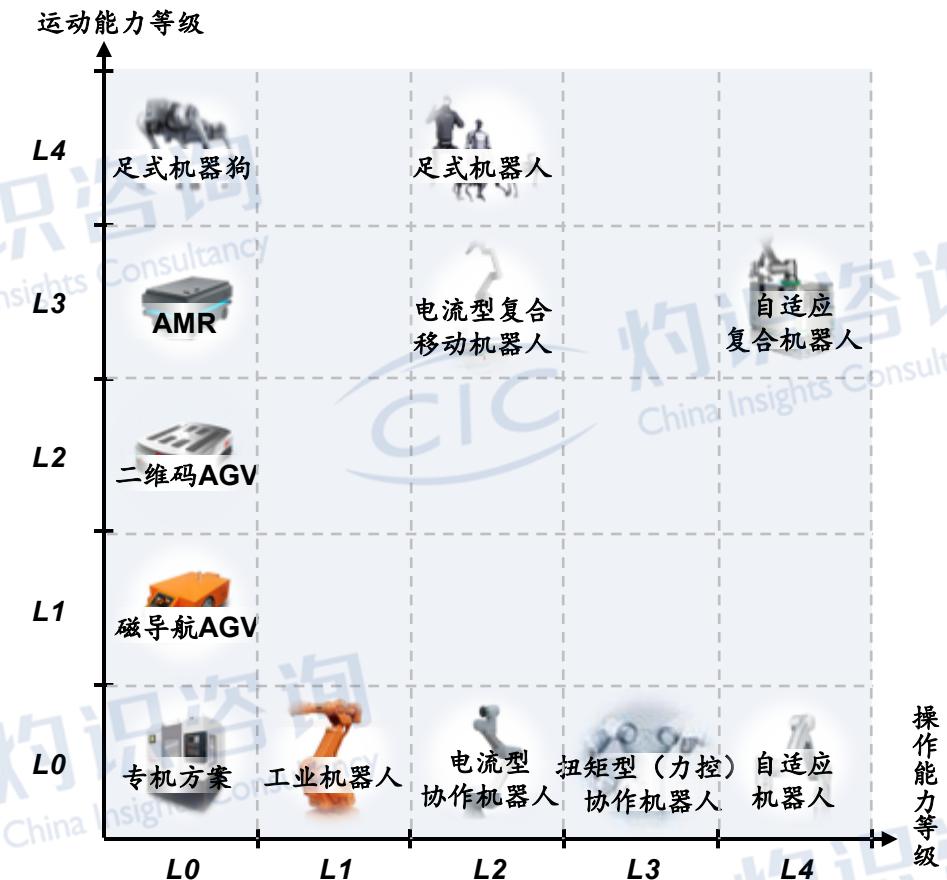
- 通过机械臂、末端执行器或多自由度“手/指”完成高精度、细致的物理交互任务的能力

抓取  
装配  
切割  
插拔  
揉压  
.....

#### 机器人等级划分标准：

- 机器人的“运动能力”与“操作能力”可各自划分为L0至L4共五个等级；其中，L0代表对应能力等级最低，而L4代表所对应的能力等级最高。而机器人的整体能力等级为其操作能力与运动能力等级的平均值。
- 例如，足式机器人的操作能力等级为L2，运动能力等级为L4，因此其整体能力等级为L3；自适应复合机器人的操作能力等级为L4，运动能力等级为L3，因此其整体能力等级为L3.5。

### 机器人等级划分概览



# 机器人运动能力可按以下标准划分为五个等级。

## 机器人运动能力划分标准

- 较弱
- 较强

路径规划能力

避障及抗干扰能力

空间运动能力

适用环境

典型案例

L0

完全依赖固定轨道或滑轨，无法主动调整路径

无自主避障，仅具备急停功能

仅二维平面运动

- 仅限静态展示或固定支架，如工厂产线

专机方案

固定机器臂

L1

可根据外部定位系统（如二维码）进行简单路径规划

无自主避障，仅具备急停功能

仅二维平面运动

- 高度结构化室内环境，需提前铺设轨道，如仓库

磁导航AGV

L2

完全自主规划，无需预设路径

能够识别并避开动态障碍物

仅二维平面运动

- 结构化场景，需提前布设识别码，如仓库

二维码AGV

L3

完全自主规划，无需预设路径

能够实现复杂场景动态避障及动态平衡

支持三维空间运动

- 半结构化室内环境，如仓库、商场、酒店

仓库AMR

送餐机器人

L4

- 各类非结构化环境，如开放道路、复杂地形、楼梯

足式机器狗

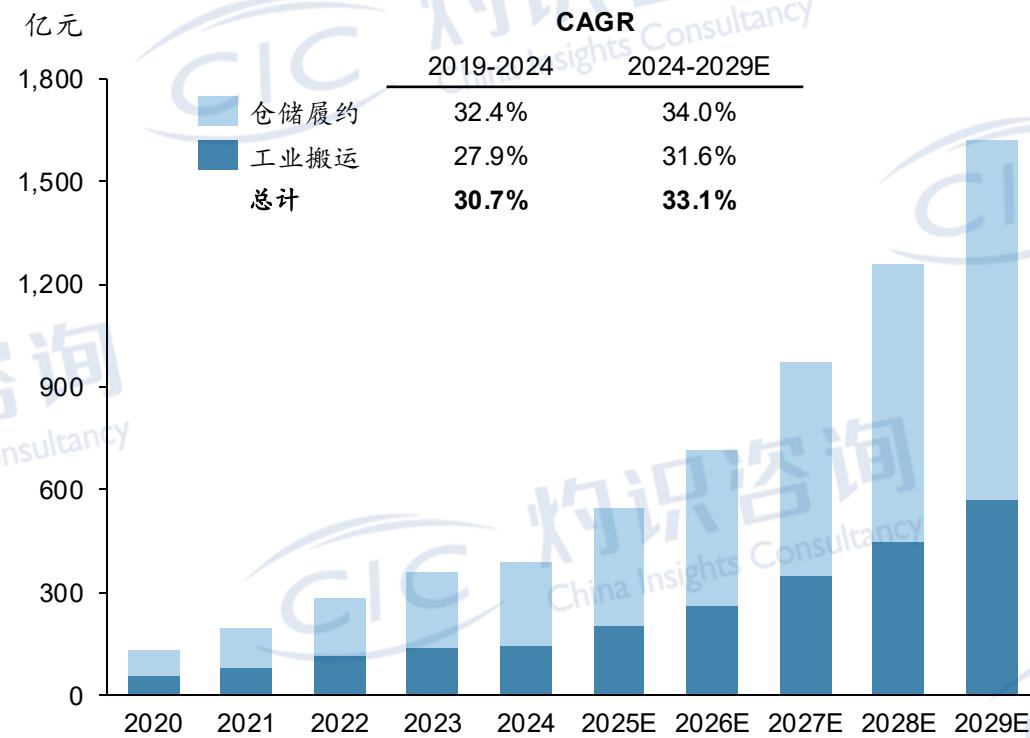
足式机器人

当前机器人在运动能力方面的发展较为成熟，多个细分场景中的表现已接近甚至达到人类的运动水平。

机器人运动能力已普遍发展至L3至L4水平

L3级运动能力机器人已实现大规模应用

全球AMR解决方案市场规模, 2020-2029E



L4级别机器人已在多维度接近人类运动水平

L4级机器人已具备在多种环境下实现仿人行走或奔跑的能力:



平地



山地



阶梯

L4级机器人亦能够完成多种依赖动态平衡的复杂动作:



踢足球



越障



空翻

# 机器人操作能力可按以下标准划分为五个等级。



注：L1-L4均具备位置感知能力；位姿偏差补偿指当机器人末端执行器实际位姿与任务预期位姿之存在偏差时，机器人完成预期任务的最大允许偏差值。抗干扰能力指在有外界干扰的情况下，机器人完成预期任务的能力。任务泛化指机器人在能够完成某一件任务的前提下，快速部署在其他相似场景并自主完成相似任务的能力。

现有机器人操作能力发展较为刚性且通用性不足，难以解决作业场景复杂多变、作业任务类型多样及作业对象非标的问题。

现有机器人的操作能力主要处于L1至L2阶段，存在以下痛点待解决

### 1 作业场景复杂多变

在实际落地过程中，作业环境呈现出高度多样与动态变化的特征，不再局限于标准化、结构化的封闭空间：

- 空间结构复杂：**作业空间往往具有多层次、不规则或开放性的结构
- 外部干扰因素频繁：**如振动、粉尘、水汽、电磁干扰等影响控制稳定性
- 环境状态动态变化：**人员流动、设备运行、光照变化等因素使得作业环境实时变化



### 2 作业任务类型多样

在实际生产与服务过程中，机器人所需执行的任务形式多种多样，远超“点到点移动”或“重复轨迹执行”的范畴：

- 多样化底层动作逻辑：**抓取、插接、擦拭等动作在力控、轨迹规划、传感融合等底层逻辑上存在显著差异
- 复杂交互任务：**例如与人协作搬运、协同装配等任务，涉及实时感知、决策和安全控制



### 3 作业对象非标

现实工业与服务环境中，**作业对象非标性**显著：

- 物理属性特征：**包括柔性、形变、形态不确定等特性
- 公差与误差：**工件在生产、装配过程中不可避免地产生尺寸变化、形变量等，同时感知系统精度误差也会导致其产生误差
- 天然个体差异：**农作物、肉类、水产等在形状、大小、颜色和质地等上具有天然差异



当前机器人通用性不足，型号品类复杂

以ABB为例，仅针对机床上下料这一**单项任务**的机器人就有共计近**30**种型号



GoFa CRB 15000



IRB 910INV



IRB 930



IRB 1100



SWIFTI CRB1100



SWIFTI CRB1300



IRB 1660ID



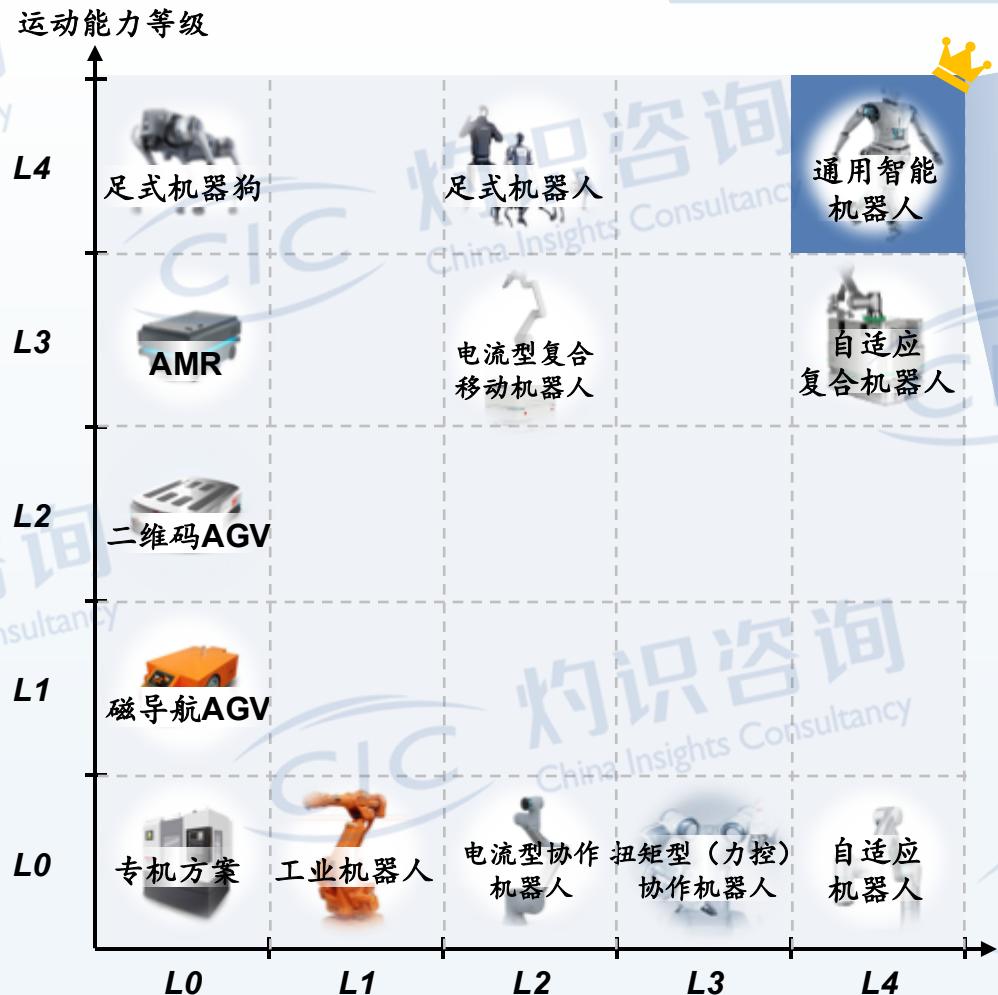
IRB 1200 Lite+



IRB 8700

# 通用智能机器人为运动能力与操作能力均达到L4级别的机器人。

## 通用智能机器人概览



## 通用智能机器人定义

通用智能机器人是机器人技术发展的终极形态，能够在多变、非结构化的环境中自主完成多种复杂任务。通用智能机器人需同时具备：

- L4级别的运动能力**: 即在无需人工干预的情况下实现类人水平的空间运动，如行走、奔跑、跳跃、翻滚等
- L4级别的操作能力**: 即在无需人工干预的情况下实现精细操作，如抓取、组装、工具使用等，并可根据任务目标与环境变化进行实时感知、规划、决策与执行

通用智能机器人能够广泛应用于不同场景下的多种复杂任务：



工业场景



家用场景

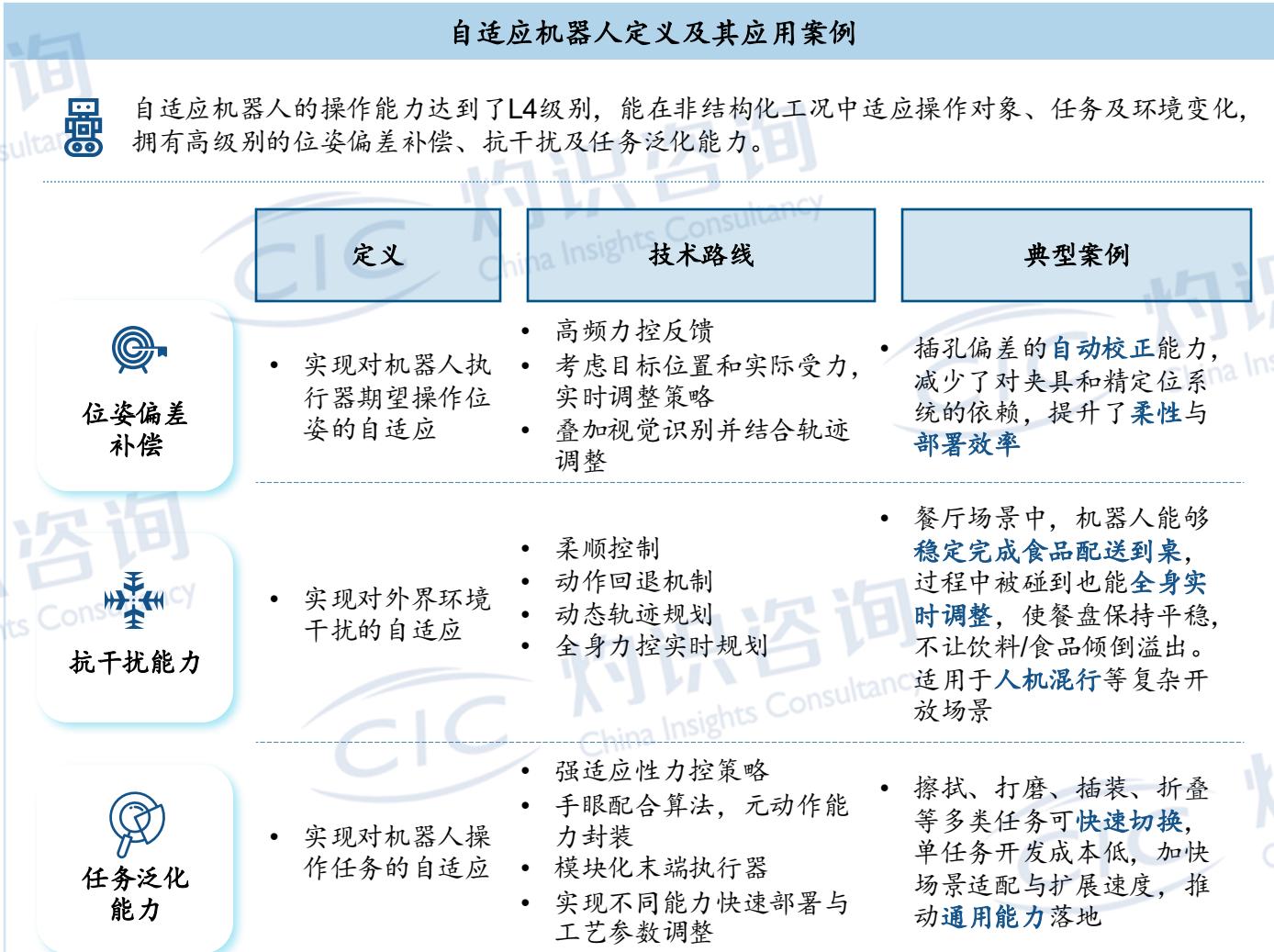


商用场景

- I. 宏观环境趋势
- II. 现有机器人方案分析
- III. 自适应机器人概览**
- IV. 自适应机器人潜在市场规模
- V. 案例分析
- VI. 附录

# 自适应机器人具备高级别的位姿偏差补偿、抗干扰及任务泛化能力，是通用智能在物理世界的执行基座。

## 自适应机器人定义及其应用案例



## 自适应机器人是实现通用智能机器人的执行基座



# 目前主流机器人是以视觉、位置感知为主，通用性较差，面临着以下痛点：

## 1 参数泛化性差

### 典型感知参数：



极易受影响

**遮挡：**部分遮住目标或多个目标重叠

**颜色：**相同物体即使颜色不同也会影响机器识别

**背景：**影响目标分割与边缘提取

**光线：**反光/阴影/曝光不足，导致边缘模糊或误判

.....

不同场景参数需**高度定制化**

## 2 抗干扰能力差

视觉只能“**先看再做**”，无法做到“边看、边做、边调”



### 离散采样

- 感知**频率低**
- 反馈**断点多**

### 处理延迟

- 决策路径**冗长**，需要几十到上百毫秒
- 传感器成像延迟，精度延迟，成本的**不可能三角**
- 容易**错过**响应窗口



图像采集

识别

计算轨迹

指令输出

## 3 感知定位精度困境



### 传感器精度已达**瓶颈**

- 高精度传感器已达到甚至超越人眼水平

#### 核心参数

#### 肉眼

#### 传感器

空间分辨率

毫米级

微米级

识别微小间距

毫米级

微米~纳米级

识别微小偏移

毫米级

微米~纳米级



### 绝对定位精度**偏差**

#### 产生原因

- 传感器**系统精度**和成像**物理模型**难以避免的绝对定位精度的偏差
- 机器人系统空间定位的偏差等因素累计造成，如机器人**自重变形**、**热胀冷缩**等

## 4 任务泛化能力差

### 缺失关键信息，操作受限

#### 缺失信息

#### 描述

接触状态 是否已接触、接触点位置

接触力大小 是否用力太重/太轻

摩擦力变化 接触状态松/紧

变形状态 物体是否被压扁、扭曲

阻力 操作对象是否遇阻

.....

#### 难以操作的对象

农产品



玻璃



包装袋



电线



人体



肉类



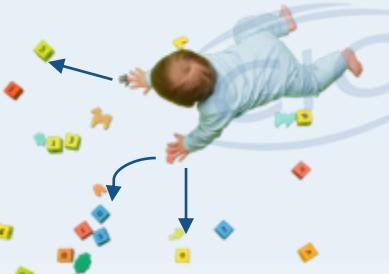
人类无论是最初探索世界还是日常完成任务，很多时候更依赖力觉而非视觉。



力觉是主导婴儿学习的核心感官

力觉是婴儿出生时**最可靠**的感官，也是**最早**探索世界的主要方式

感官	发育成熟时间
力觉	胎儿期已形成，出生时已接近成熟
视觉	出生时仅能看见20-30cm内物体，12个月内逐渐成熟
听觉	胎儿期已形成，6个月左右接近成熟
嗅觉	出生时具备，数月内迅速提升



以婴儿抓握玩具为例

- 婴儿并非看准后一次性完成抓取，而是“**边摸、边抓、边修正**”



力觉是主导人类日常行为的核心感官

人类日常动作大量依赖**力觉实时反馈**来感知环境并**动态修正**动作

以用钥匙开门为例：

在整个开门环节中  
力觉为主，视觉为辅



环节 主要感知方式

① 探入口袋 感受口袋边缘位置及织物阻力

② 搜寻钥匙 感受识别金属的硬度、冷感、与形状

③ 取出钥匙 感受持续触碰带来的力反馈以确保抓握

④ 插入钥匙 视觉粗定位锁孔位置+根据阻力方向微调位置和角度

⑤ 转动开锁 感知弹簧与锁芯结构的阻力变化，判断是否已解锁

# 以力控为核心的自适应机器人能够有效解决传统以视觉为主的机器人的痛点：

## 1 环境扰动实时补偿

快速感知并快速响应由外界环境造成的突发或持续性力变化，从而动态调整动作轨迹或施力策略

**以力控为核心**

感知频率

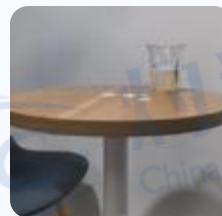
≥1,000 Hz

- 持续接触，实时微调
- 重新规划路径，响应链条长

**以视觉为核心**

≤100 Hz

以清洁晃动的桌面为例：



以力控为核心的机器人能更好的适应桌面晃动，进行表面擦拭和物品整理

## 2 任务泛化

领悟看似不同的动作之间的**共性**

**不同基础任务**

插电源、装配USB接口、.....

压合组装、盖章、合盖、.....

打磨、擦拭、涂胶、.....

拧螺丝、拧瓶盖、管路接头、.....

打开盖子、拾起、.....

**共性基础动作**

→ 插

↓ 压

→ 抹

○ 拧

↑ 提

将复杂动作**拆解**成简单的基础动作的**组合**

**复杂任务**

装配插头并旋紧固定螺母  
(插入接口-旋转螺母-下压卡扣)

**基础动作组合**

→ 插 + ○ 拧 + ↓ 压

更换电池盖  
(按住卡扣-移动盖板-插入新盖)

↓ 压 + ↑ 提 + → 插

焊接电路板  
(定位焊点-保持接触-清理焊剂)

→ 插 + ↓ 压 + → 抹

开罐头  
(固定-去除封条-打开盖子)

↓ 压 + → 抹 + ↑ 提

## 3 非标对象作业

通过力觉的**实时反馈和调整**，能够更好地应对非标对象，同时稳定在非标对象情况下稳定执行

以鲜肉切割为例：



以视觉/轨迹为主的机器人作业困境：

- 鲜肉块的类型、大小、厚度、摆放角度各不相同
- 肉质柔软，受力后容易变形，难以保持稳定切割路径

以力控为主的机器人作业方式：

- 刀具先移动至目标位置上方
- 实时感知力变化，判断与肉表面的接触状态
- 根据力觉变化动态调整下压深度与切割速度
- 在切割过程中持续微调姿态，保持恒定切割力以保证切割质量与安全性

- I. 宏观环境趋势
- II. 现有机器人方案分析
- III. 自适应机器人概览
- IV. 自适应机器人潜在市场规模**
- V. 案例分析
- VI. 附录

自适应机器人全球潜在需求规模超2.7亿台，对应万亿美元级市场空间。



### 1 电子&电气

总潜在市场规模：  
~1,400万台



### 2 汽车&移动出行

总潜在市场规模：  
~1,000万台



### 3 其他工业

总潜在市场规模：  
~10,000万台



### 4 食品&快消

总潜在市场规模：  
~3,600万台



### 5 商用服务

总潜在市场规模：  
~9,000万台



### 6 生物&医疗

总潜在市场规模：  
~1,500万台



### 7 前沿创新

总潜在市场规模：  
~200万台

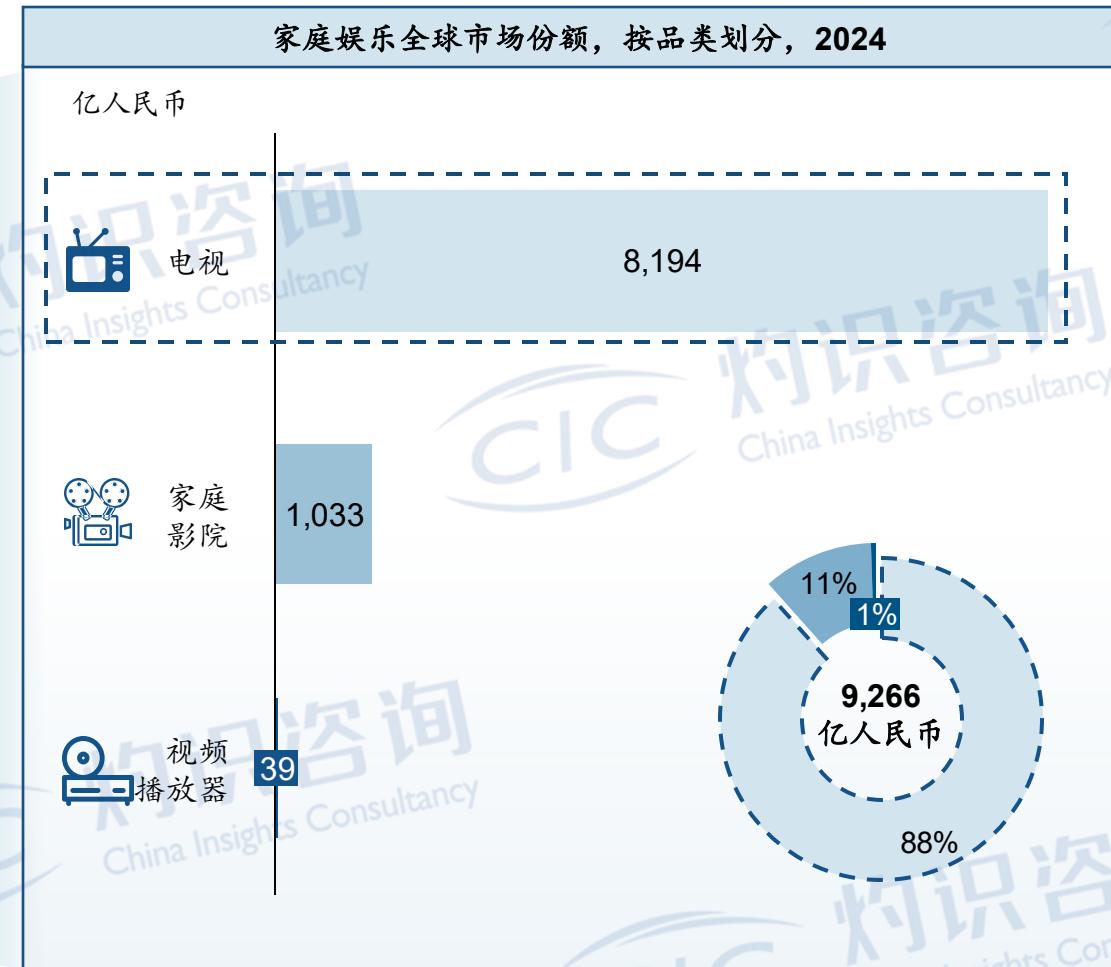
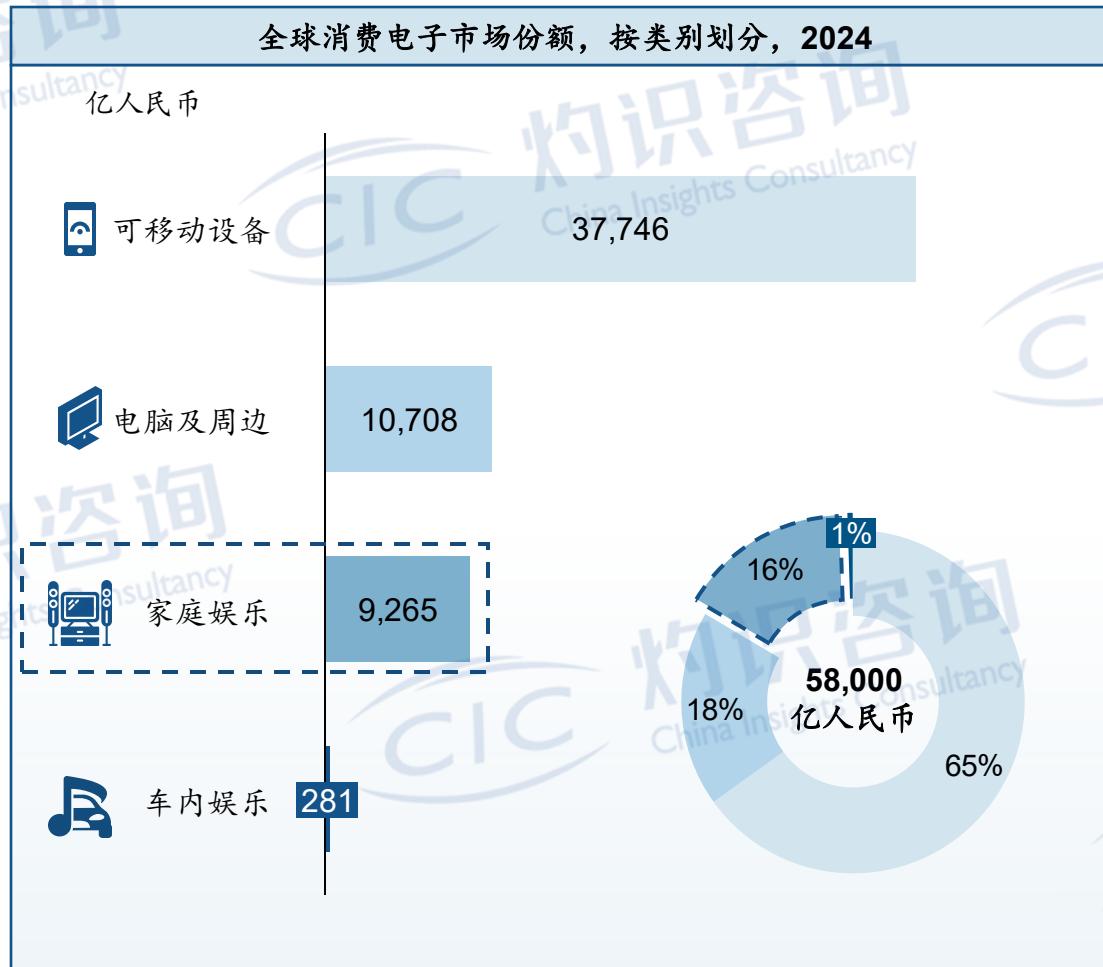
总潜在市场规模：  
~27,000万台

注：其他工业场景包含原材料加工、金属制品及装备制造、服装加工等。

资料来源：灼识咨询

全球消费电子市场规模超**58,000**亿人民币。

全球消费电子市场规模，按产品类别划分，2024



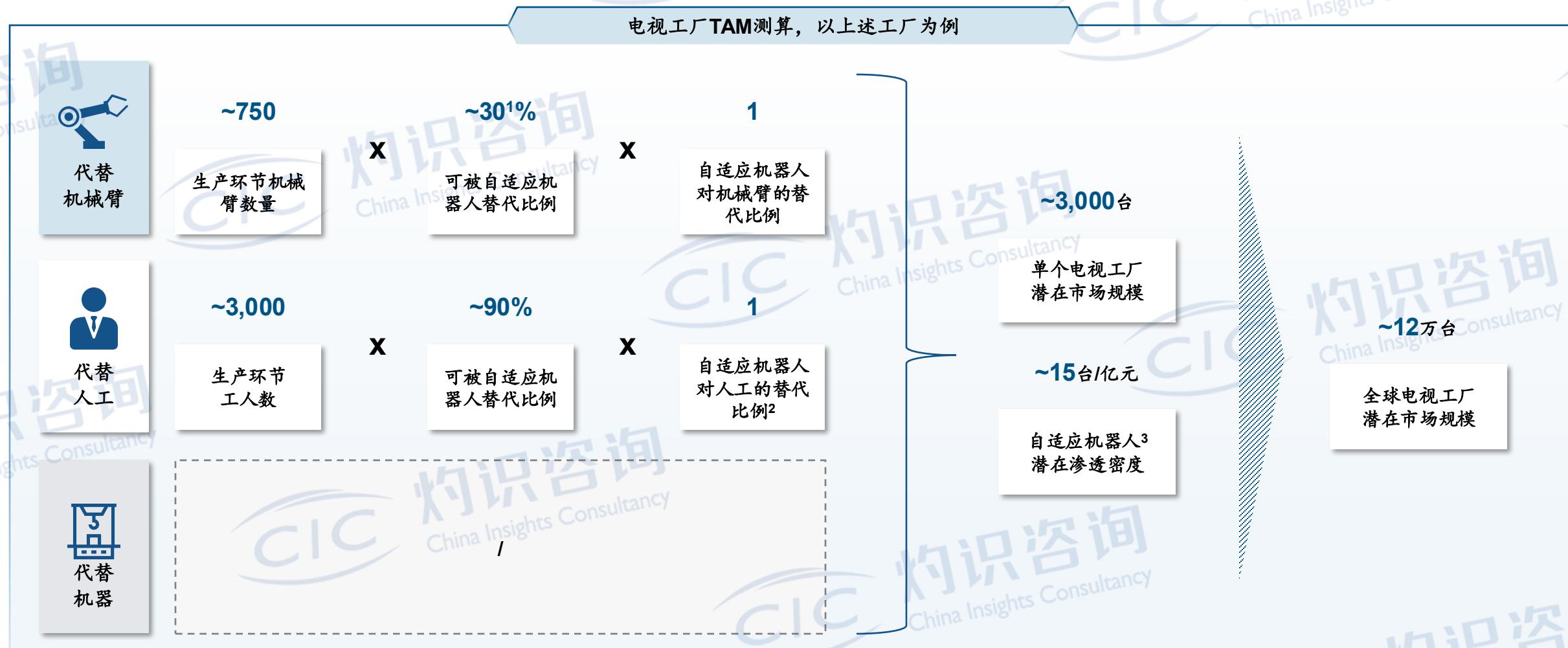
注：可移动设备包含手机、无线耳机、摄影设备、便携播放器和穿戴设备，车内娱乐包含车载多媒体播放器、车载导航系统和车载扬声器。

以200亿元产值的某电视工厂为例，截止至2025年8月，共计部署了750台机器人，尚余约3,000名生产环节工人。



注：1. 生产环节工人数不包括工厂管理人员，以及仅从事产线巡检、运维和机械操作（如参数设置、远程控制等）的工人。2. 机械臂渗透率=机械臂数量/（已被替代工人数+现有工人数）

自适应机器人在该工厂的潜在市场规模约3,000台，在电视工厂的潜在渗透密度约15台/亿元产值。



注：1. 现有机械臂中负责基板清洗、组装与测试部分可被自适应机器人替代，占比大约为30%。

2. 替代比例综合考虑了作业效率及作业时长得到：1) 一对自适应机械臂的工作效率等同于一名工人的双手；2) 自适应机械臂可24小时工作，共替两班工人。

3. 潜在可渗透密度 = 潜在市场规模 / 产值。

自适应机器人在消费电子场景的潜在市场规模约1,400万台。

其他消费电子场景TAM测算，以手机为例

1 由于工人是自适应机器人的主要对象，因此自适应机器人的潜在渗透密度（台/亿元产值）与工厂的用工密度（人/亿元产值）呈正比：



2 由此可得：

$$\text{手机场景} \times \frac{\text{自适应机器人 TAM}}{\text{自适应机器人潜在渗透密度}} = \frac{\text{全球手机产值}}{\text{手机组装在手机产业的占比}} = \text{~900万台}$$

3

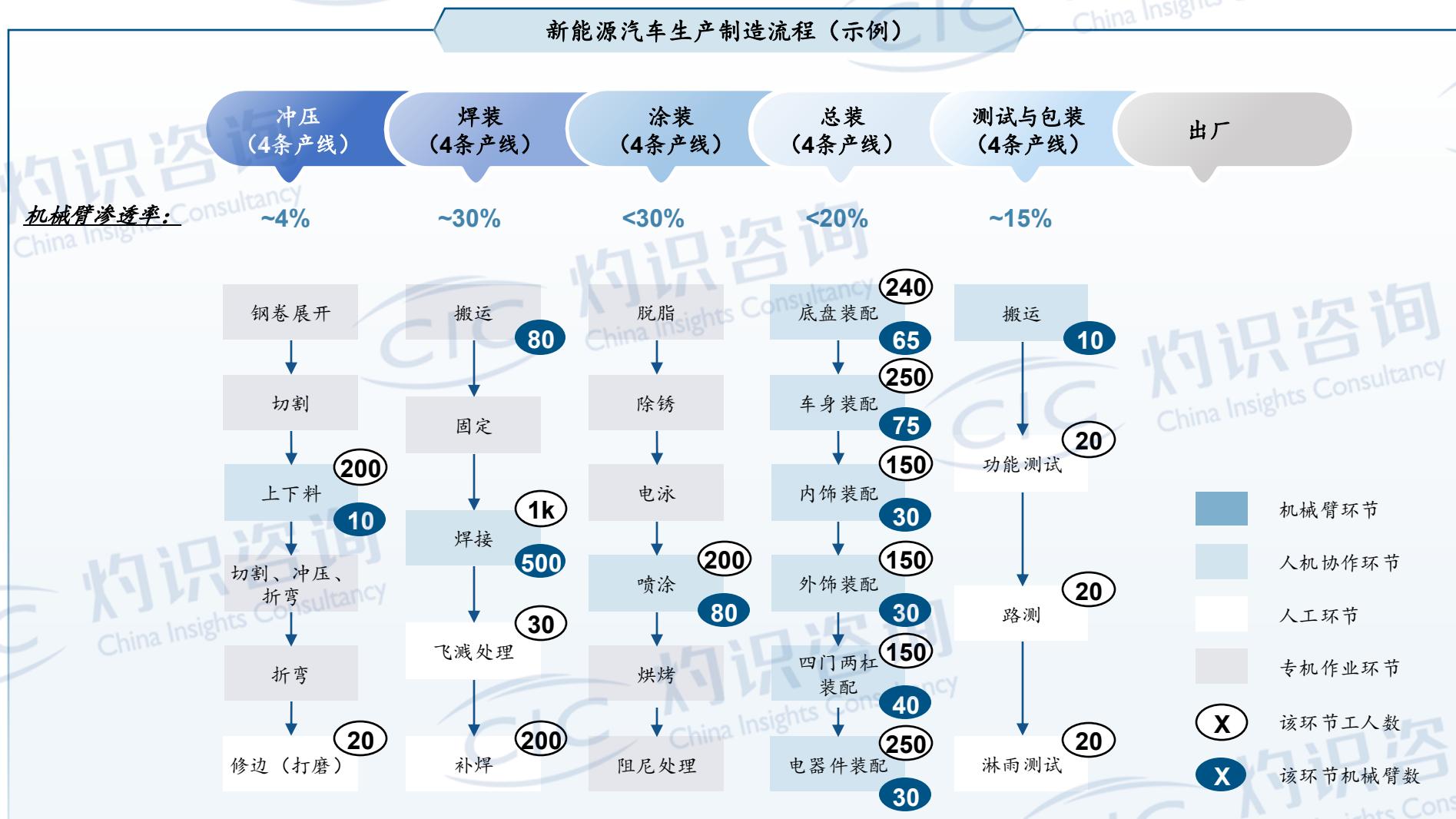
同理可测算电脑、可穿戴设备、智能家居等其他消费电子场景TAM，并加总得：

全球消费电子场景TAM ~1,400万台

注：1. 以富士康为例，其年产值为1.5万亿，工人人数90万人。  
2. 根据手机组装厂商的工业增加值在手机总产值中的占比估算。

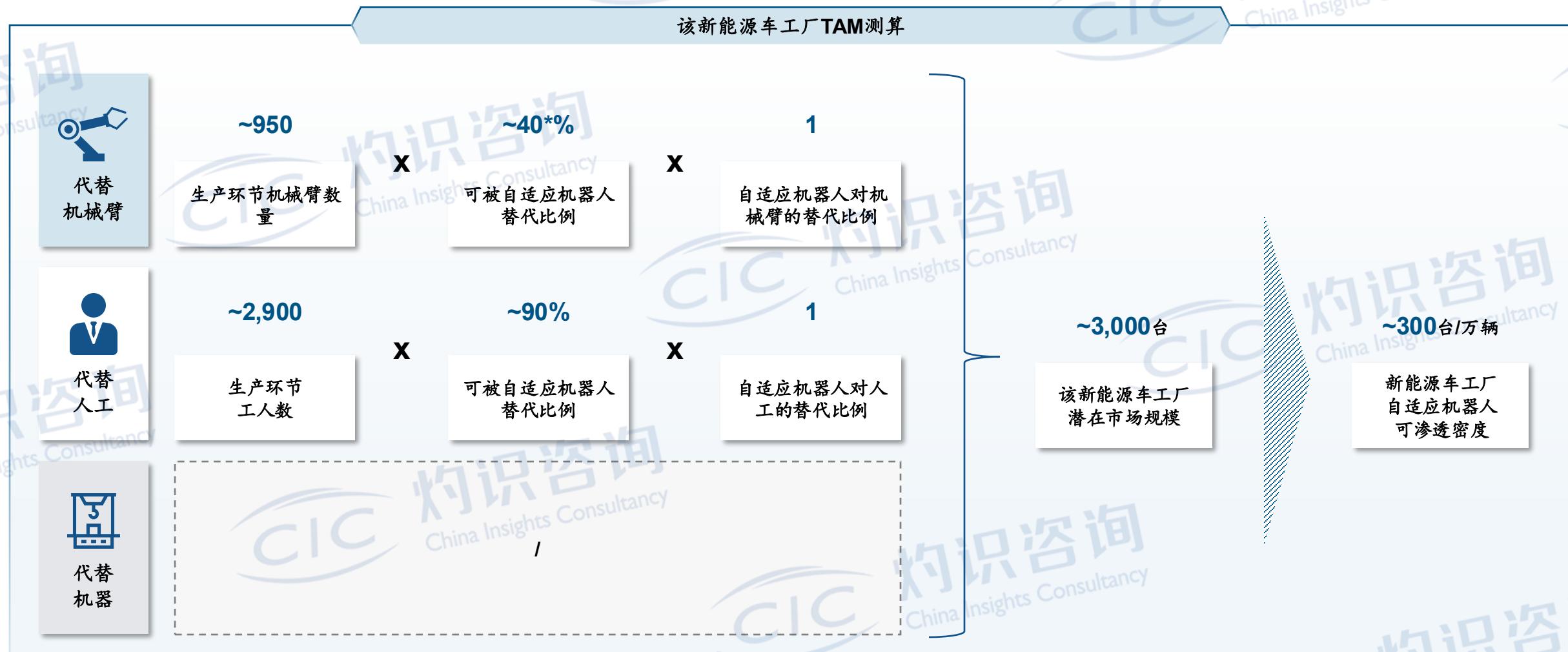
资料来源：灼识咨询

以某年产量10万台的新能源汽车工厂为例，截止至2025年8月，共计部署了950台机器人，尚余约2,900名生产环节工人。



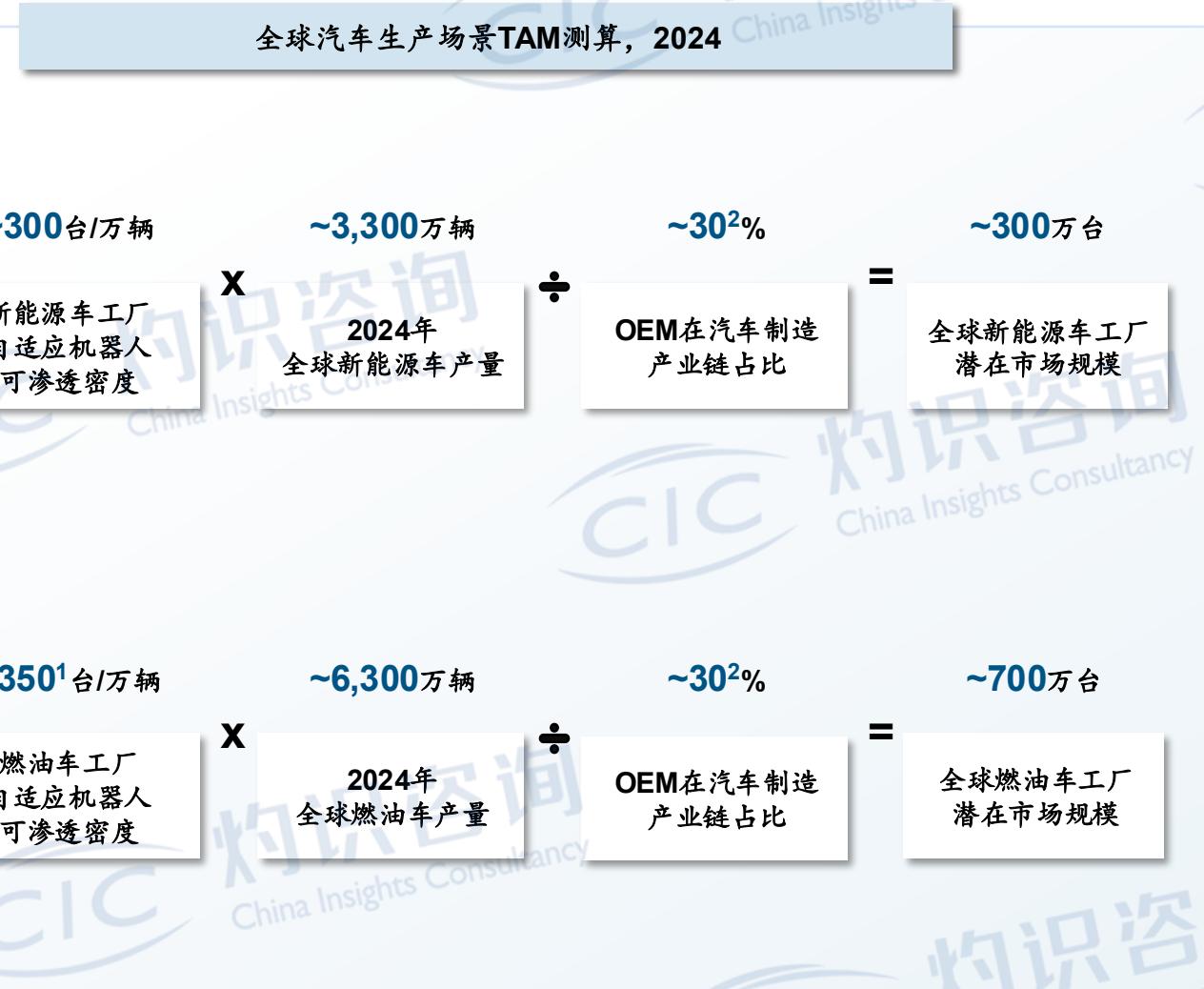
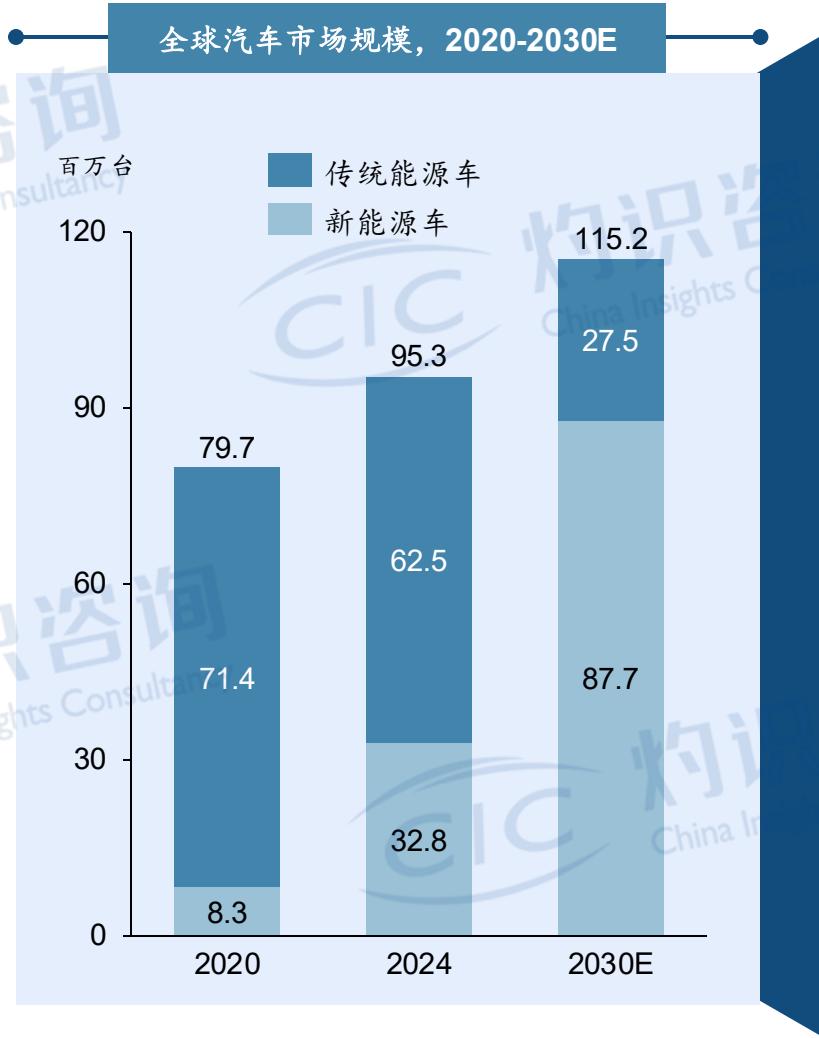
注：1. 生产环节工人数不包括工厂管理人员，以及仅从事产线巡检、运维和机械操作（如参数设置、远程控制等）的工人。2. 机械臂渗透率=机械臂数量/(已被替代工人数+现有工人数)

自适应机器人在该工厂的潜在市场规模约3,000台，在新能源车工厂的潜在渗透密度约300台/万辆汽车产量。



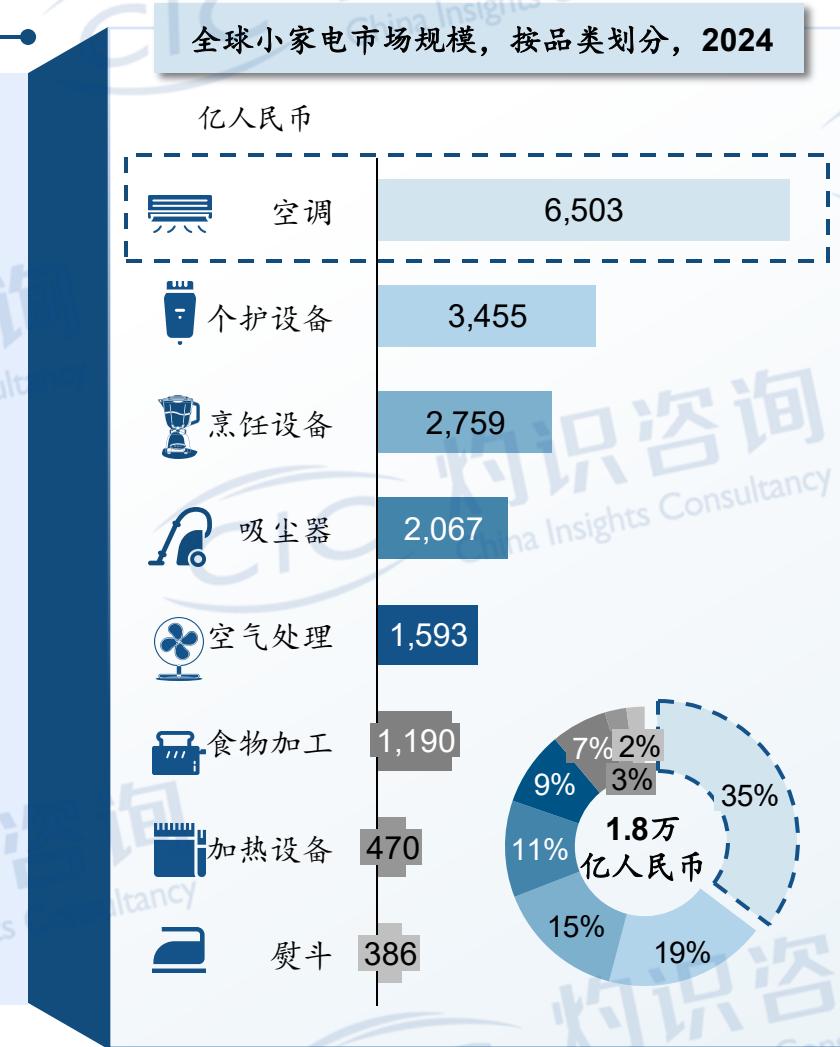
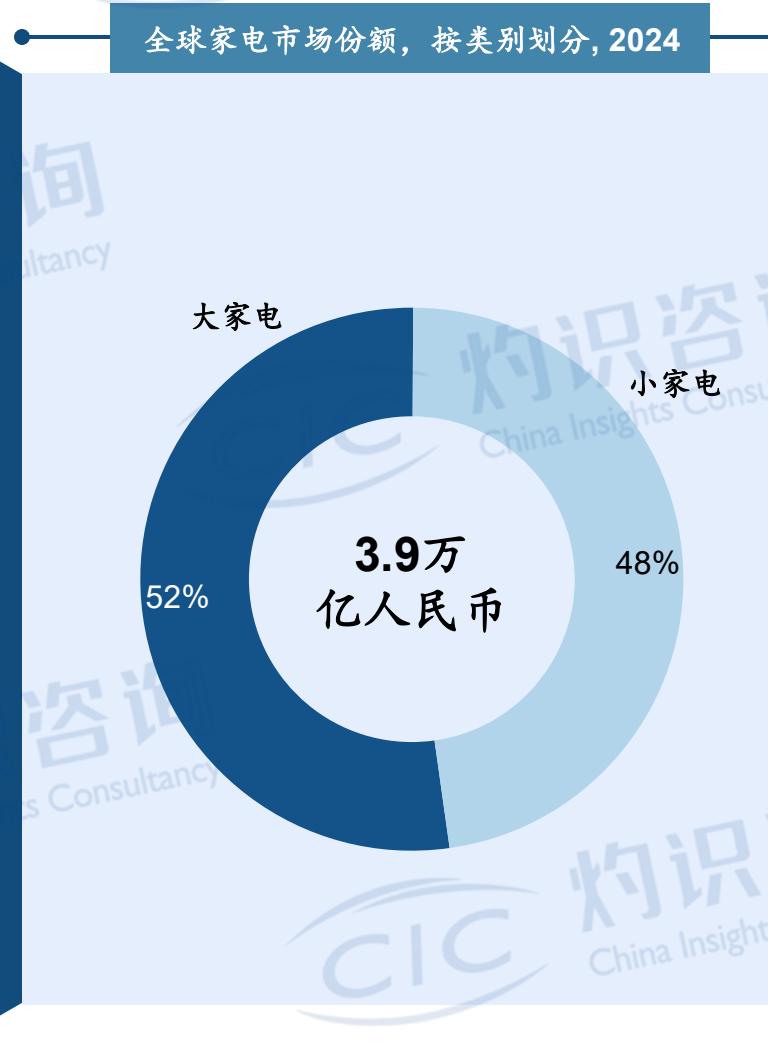
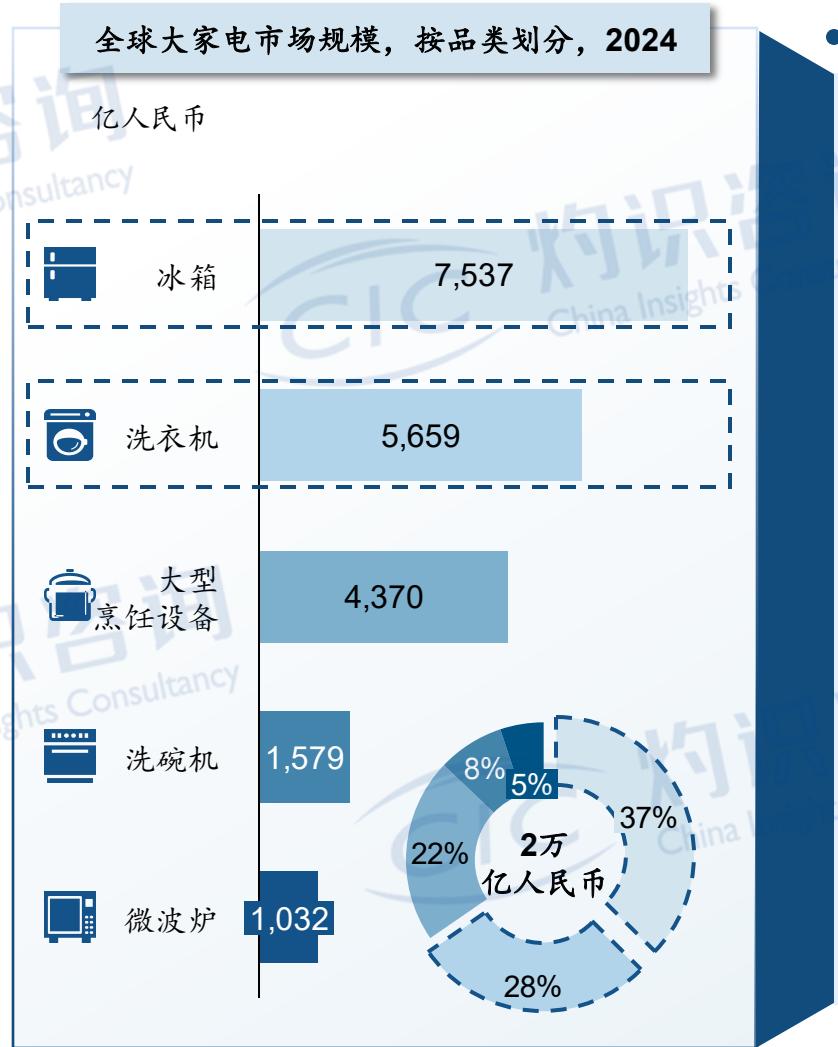
注：1. 现有机械臂中负责焊接、喷涂、内外饰装配、四门两杠装配、及电器件装配部分可被自适应机器人替代，占比约40%。  
2. 替代比例综合考虑了作业效率及作业时长得到：1) 一对自适应机械臂的工作效率等同于一名工人的双手；2) 自适应机械臂可24小时工作，共替两班工人  
3. 潜在可渗透密度 = 潜在市场规模 / 产值。

# 全球汽车生产场景自适应机器人潜在市场规模约1,000万台。



注：1. 燃油车依赖发动机等核心部件，其系统集成度相对低于新能源汽车，因此在生产环节对人工依赖更高，用工密度普遍比新能源车高约10%。  
2. 根据汽车OEM的工业增加值在汽车总产值中的占比估算。

2024年全球家电市场规模超3.5万亿人民币。



以某年产值150亿元的冰箱工厂为例，截止至2025年8月，共计部署了400台机器人，尚余约2,500名生产环节工人。



冰箱

工厂产值：

~150亿元

生产环节工人数<sup>1</sup>：

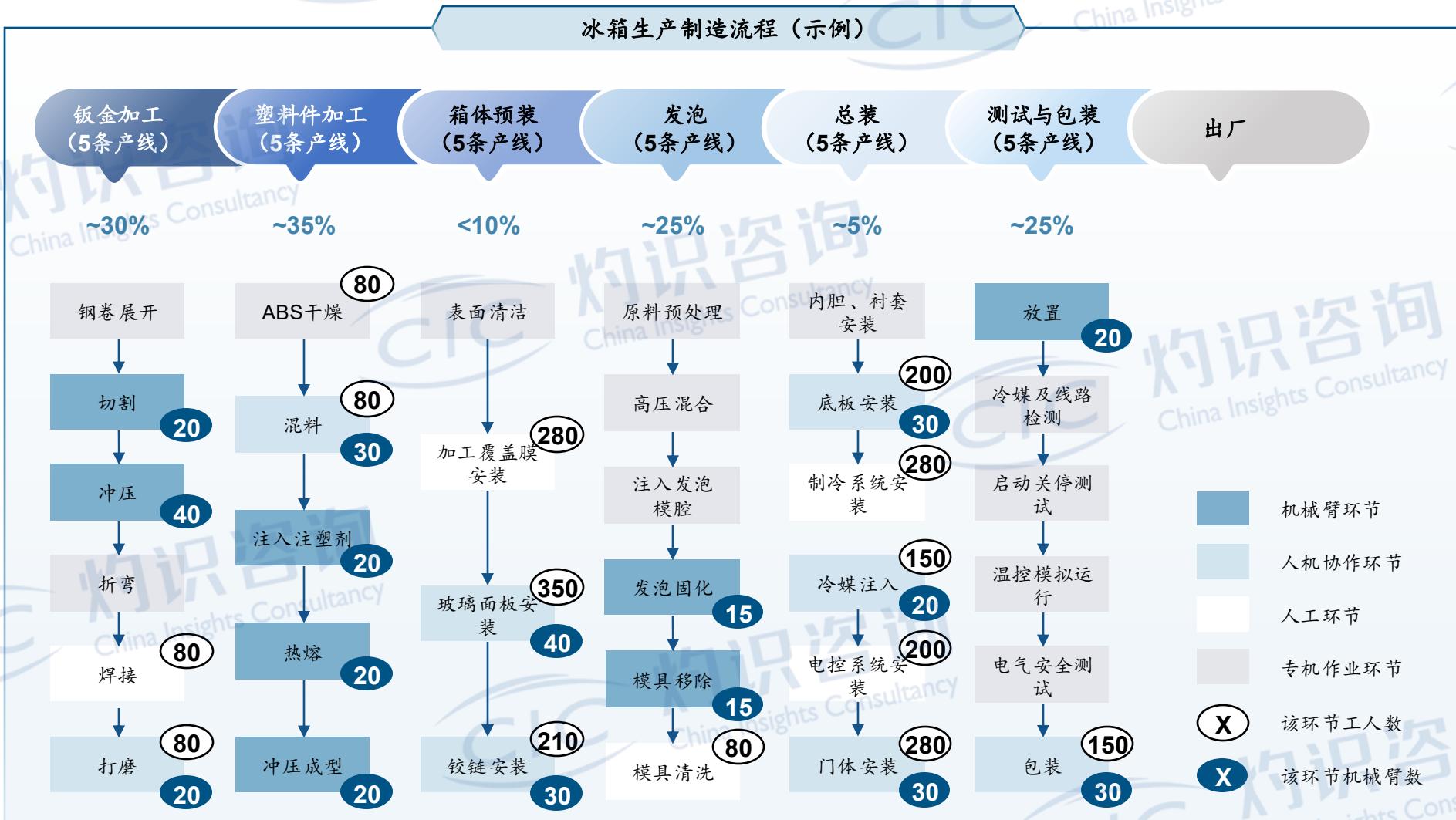
~2,500人

生产环节机械臂数：

~400个

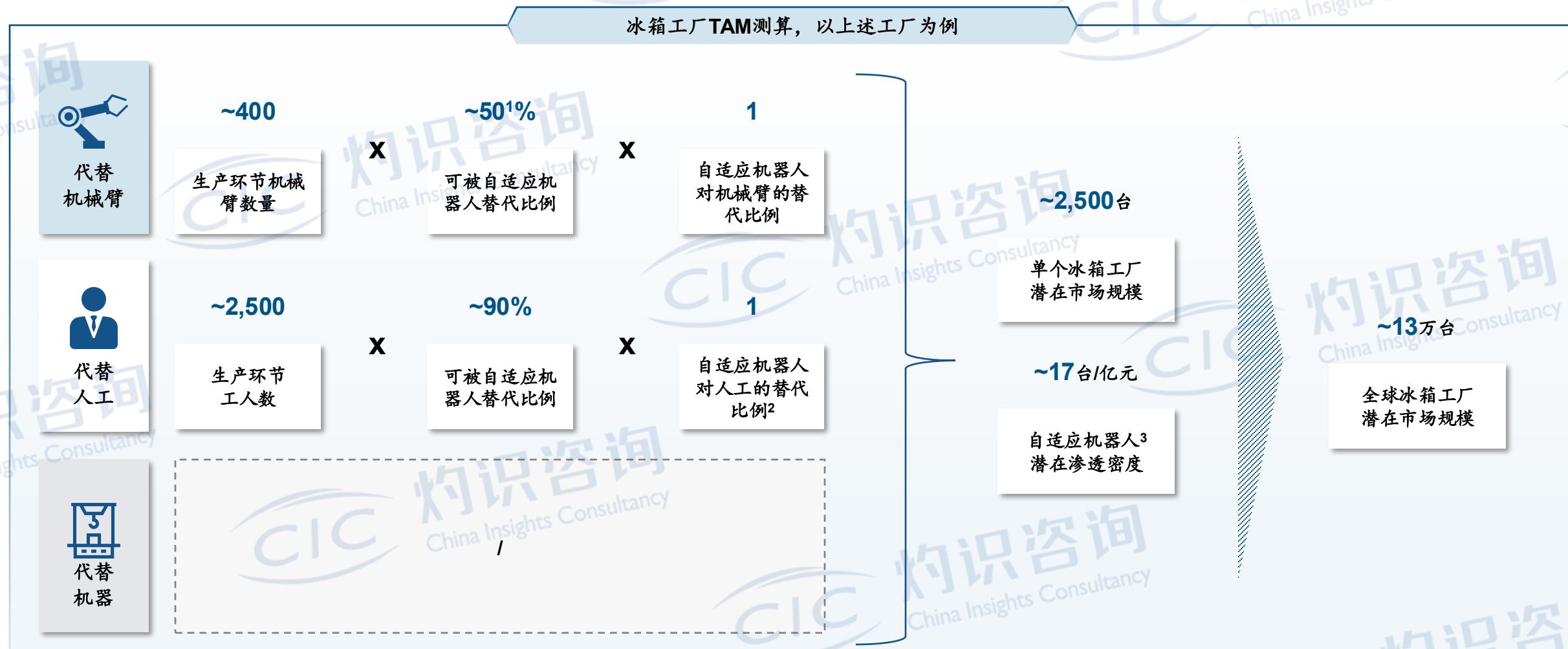
工厂机械臂渗透率<sup>2</sup>：

~10%



注：1. 生产环节工人数不包括工厂管理人员，以及仅从事产线巡检、运维和机械操作（如参数设置、远程控制等）的工人。2. 机械臂渗透率=机械臂数量/(已被替代工人数+现有工人数)

全球冰箱工厂潜在市场规模约13万台。



注：1. 现有机械臂中负责打磨、箱体预装、总装、包装部分可被自适应机器人替代，占比约50%。

2. 替代比例综合考虑了作业效率及作业时长得到：1) 一对自适应机械臂的工作效率等同于一名工人的双手；2) 自适应机械臂可24小时工作，共替两班工人。

3. 潜在可渗透密度 = 潜在市场规模 / 产值。

以某年产值30亿元的洗衣机工厂为例，截止至2025年8月，共计部署了170台机器人，尚余约800名生产环节工人。



洗衣机

工厂产值：

~30亿元

生产环节工人数<sup>1</sup>：

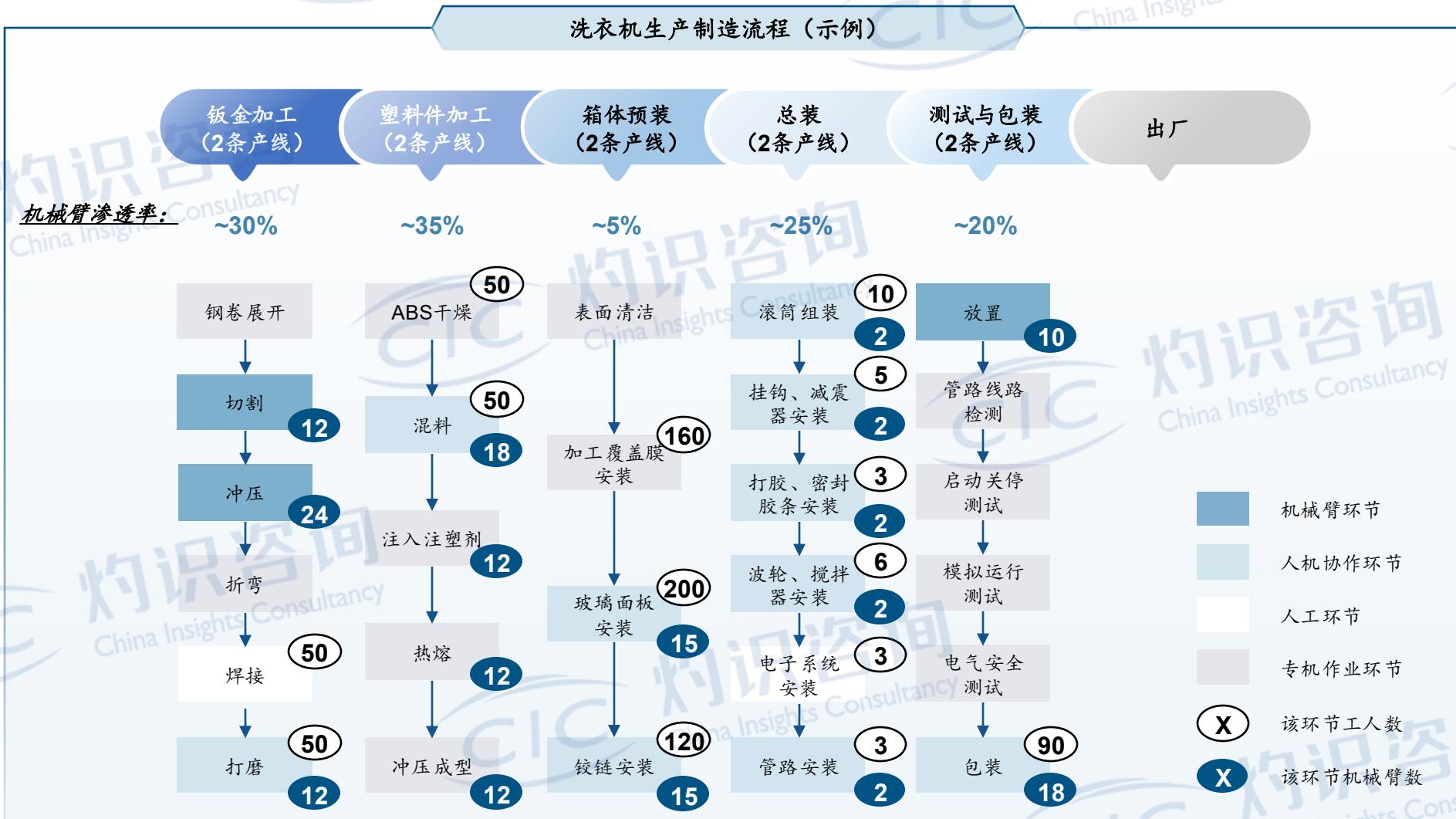
~800人

生产环节机械臂数：

~170个

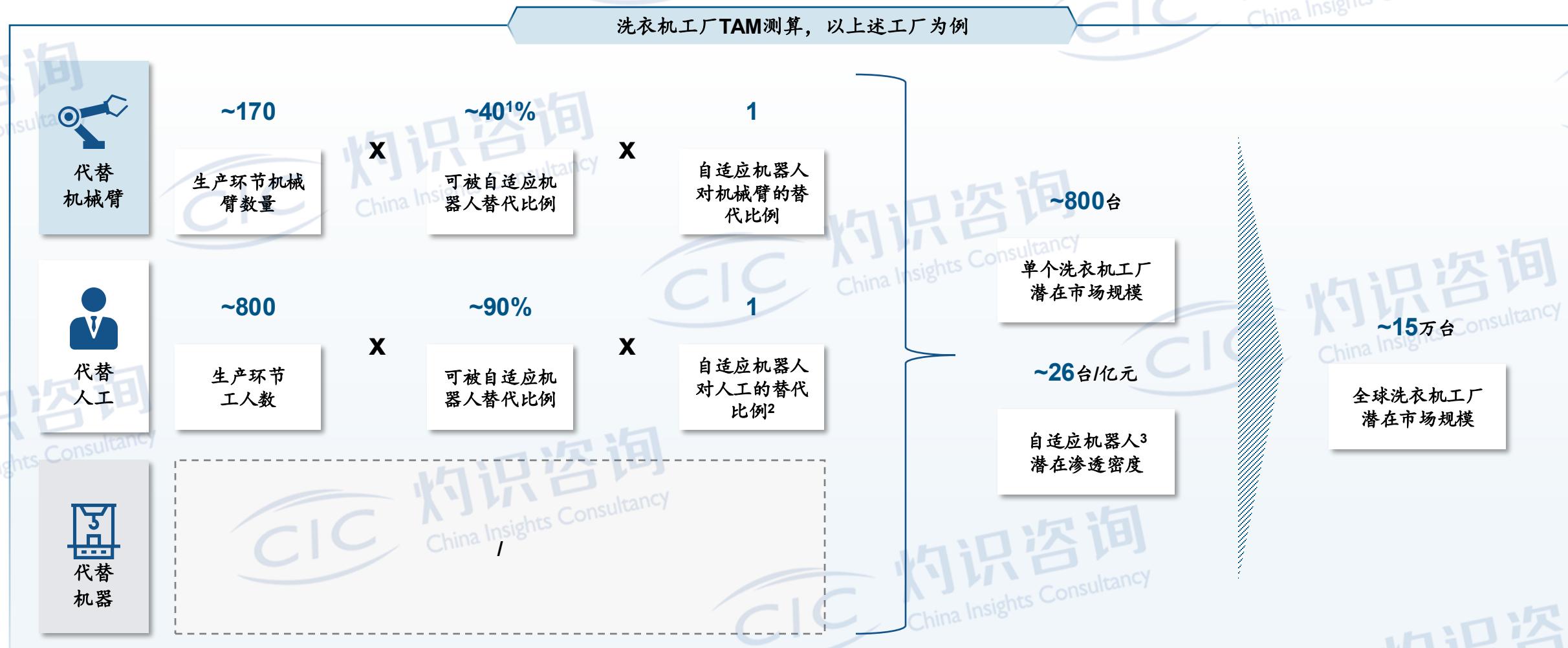
工厂机械臂渗透率<sup>2</sup>：

<20%



注：1. 生产环节工人数不包括工厂管理人员，以及仅从事产线巡检、运维和机械操作（如参数设置、远程控制等）的工人。2. 机械臂渗透率=机械臂数量/(已被替代工人数+现有工人数)

自适应机器人在该工厂的潜在市场规模约800台，在洗衣机工厂的潜在渗透密度约26台/亿元产值。

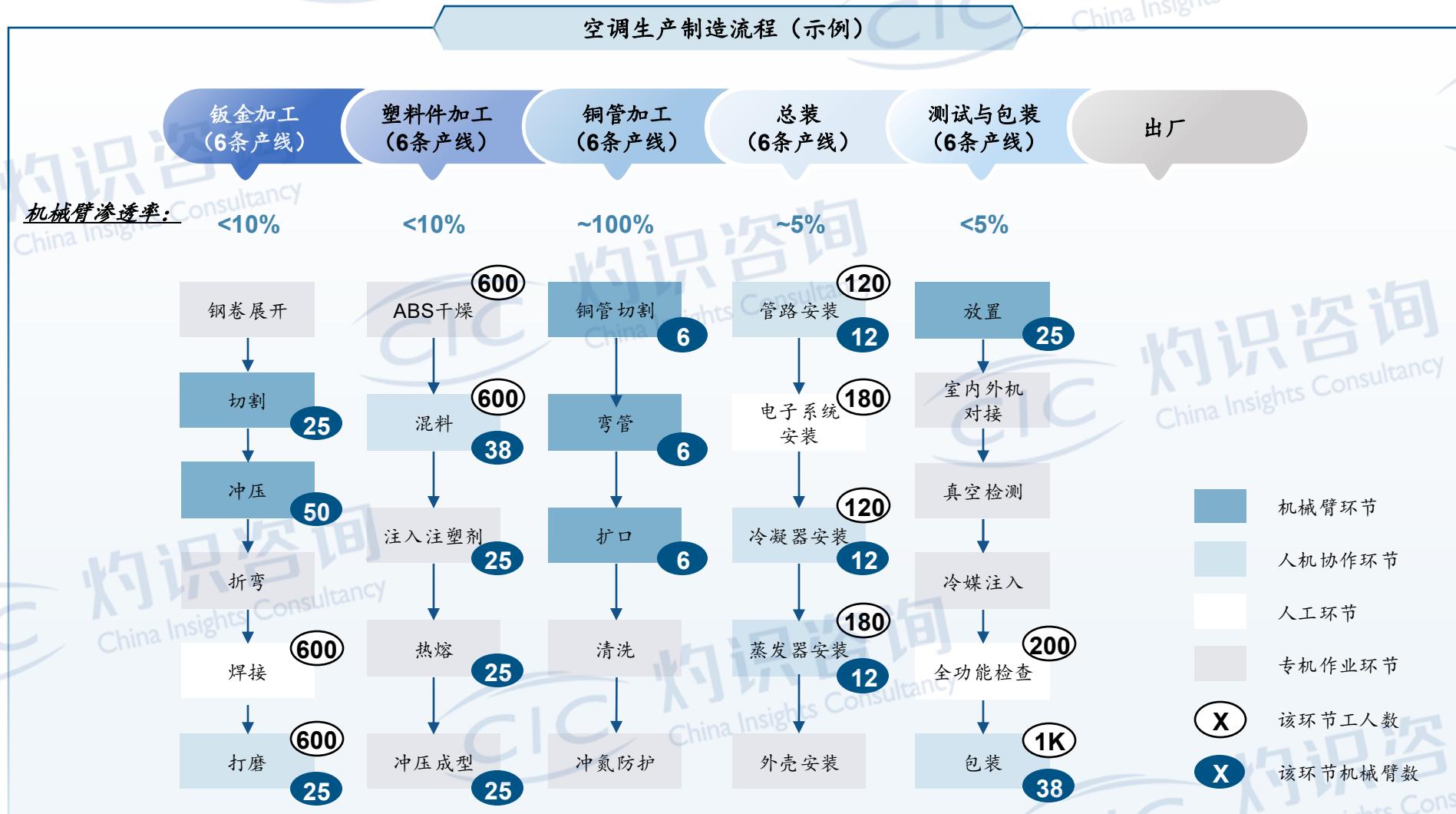


注：1. 现有机械臂中负责打磨、箱体预装、总装、包装部分可被自适应机器人替代，占比约40%。

2. 替代比例综合考虑了作业效率及作业时长得到：1) 一对自适应机械臂的工作效率等同于一名工人的双手；2) 自适应机械臂可24小时工作，共替两班工人。

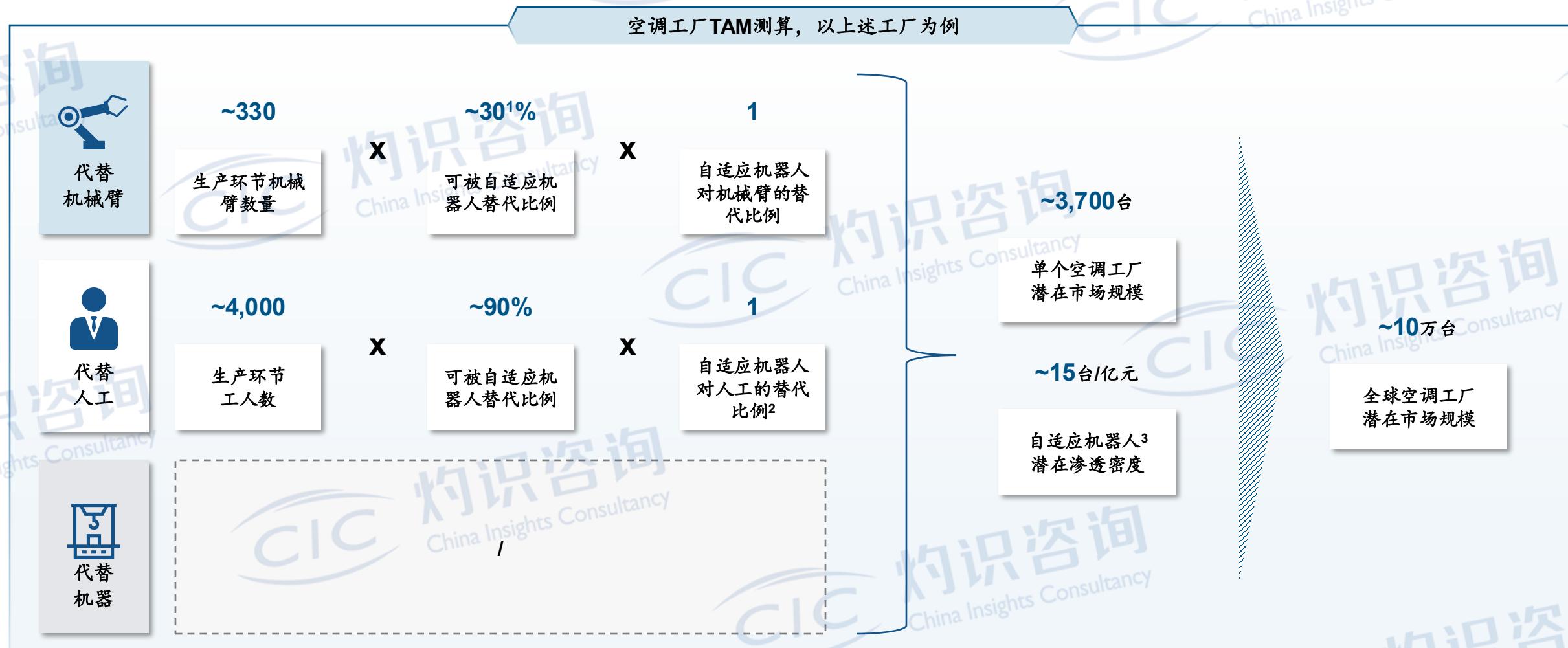
3. 潜在可渗透密度 = 潜在市场规模 / 产值。

以某年产值250亿元的空调工厂为例，截止至2025年8月，共计部署了330台机器人，尚余约4,000名生产环节工人。



注: 1. 生产环节工人数不包括工厂管理人员，以及仅从事产线巡检、运维和机械操作（如参数设置、远程控制等）的工人。2. 机械臂渗透率=机械臂数量/(已被替代工人数+现有工人数)

自适应机器人在该工厂的潜在市场规模约3,700台，在空调工厂的潜在渗透密度约15台/亿元产值。

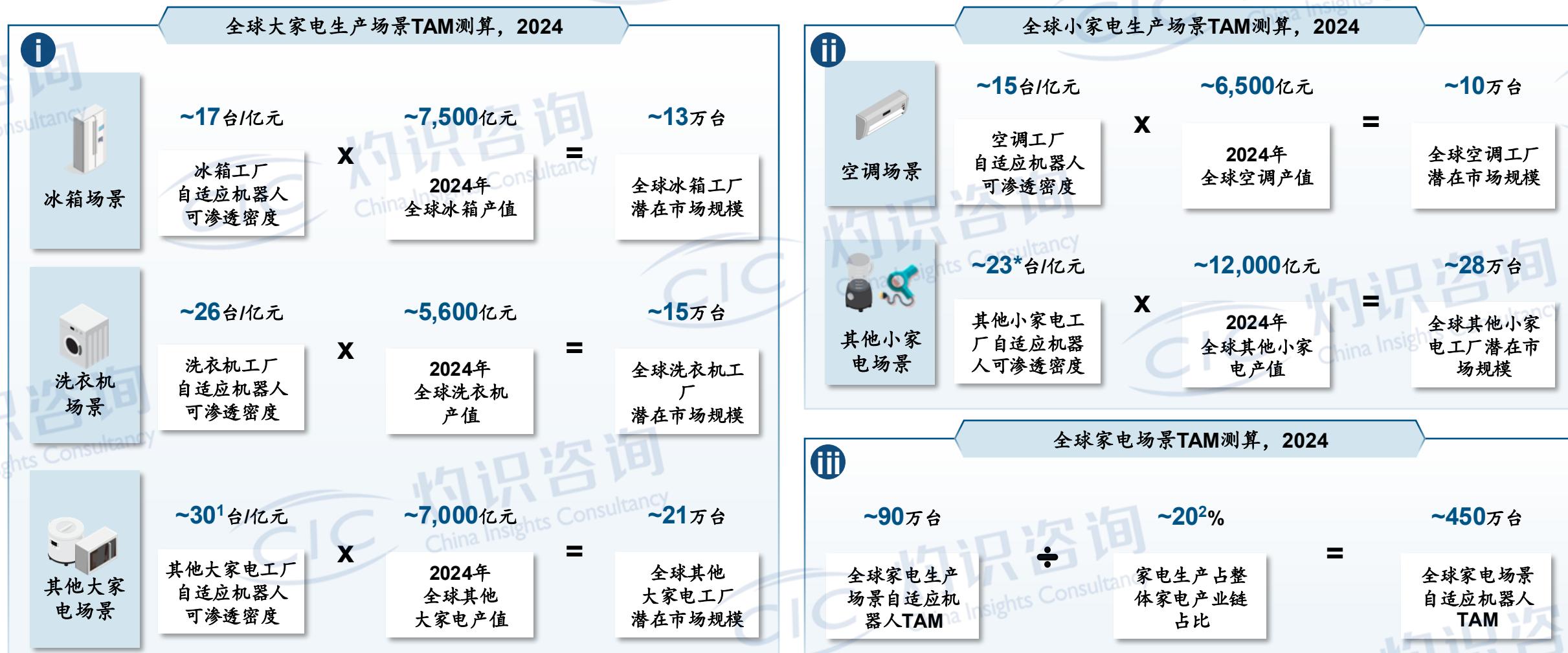


注：1. 现有机械臂中负责打磨、总装与包装部分可被自适应机器人替代，占比大约为30%。

2. 替代比例综合考虑了作业效率及作业时长得到：1) 一对自适应机械臂的工作效率等同于一名工人的双手；2) 自适应机械臂可24小时工作，共替两班工人。

3. 潜在可渗透密度 = 潜在市场规模 / 产值。

# 全球家电场景自适应机器人潜在市场规模约450万台。

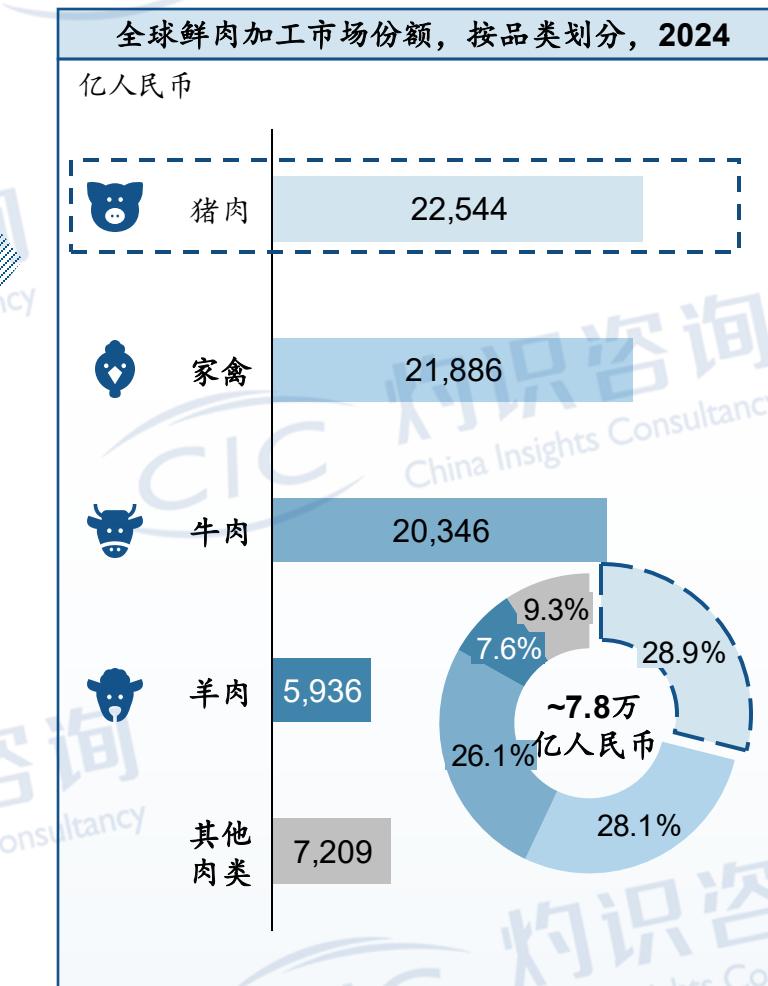
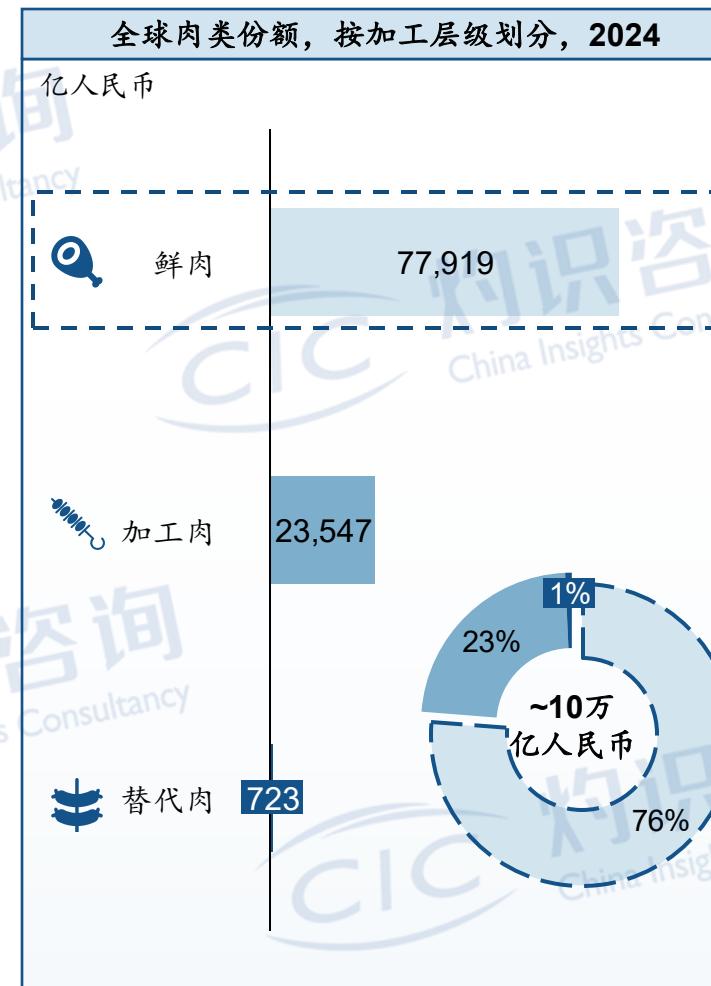
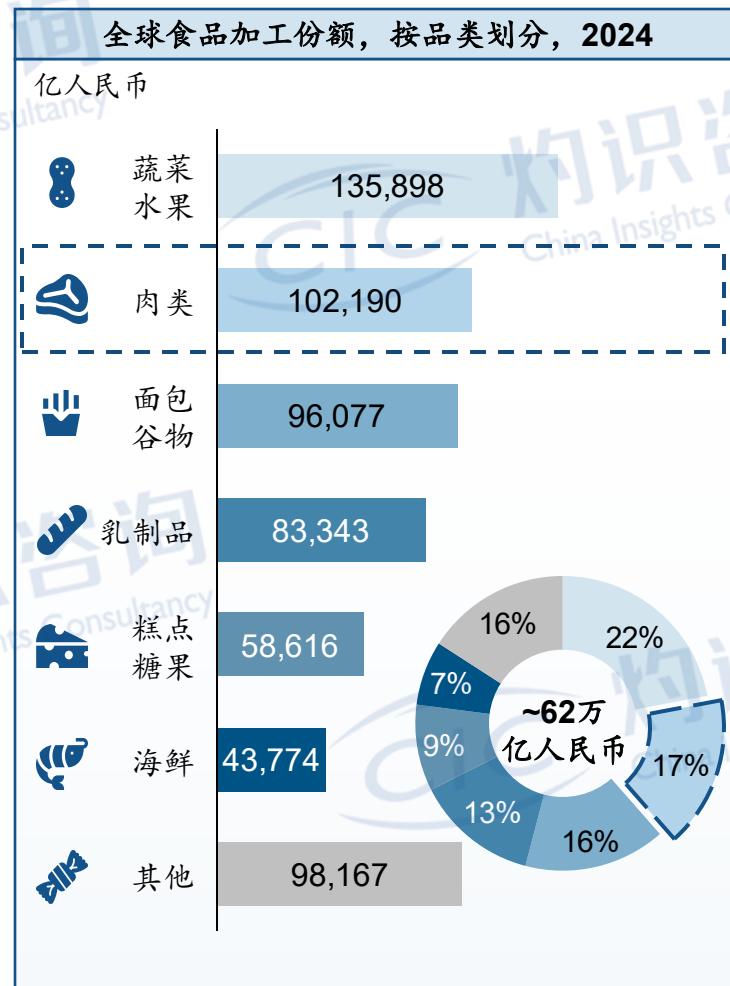


注1：其他大家电与其他小家电其生产生产自动化程度与冰箱、洗衣机和空调做比更低，因此用工密度更高，自适应机器人可适应密度更高。

注2：家电生产占整体家电产业链占比通过大家电行业毛利率估算得出。

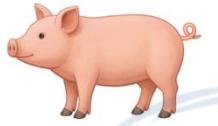
全球食品加工市场规模约62万亿人民币。

全球食品加工市场规模, 2024



注：蔬菜水果包含坚果，其他包含宠物食品、婴儿食品、脂肪、调味剂、香料

以某年产值为10亿元的猪肉加工工厂为例，截止至2025年8月，共计部署了15台机器人，尚余约220名生产环节工人。



猪肉加工

工厂产能：

~150万头

生产环节工人数<sup>1</sup>:

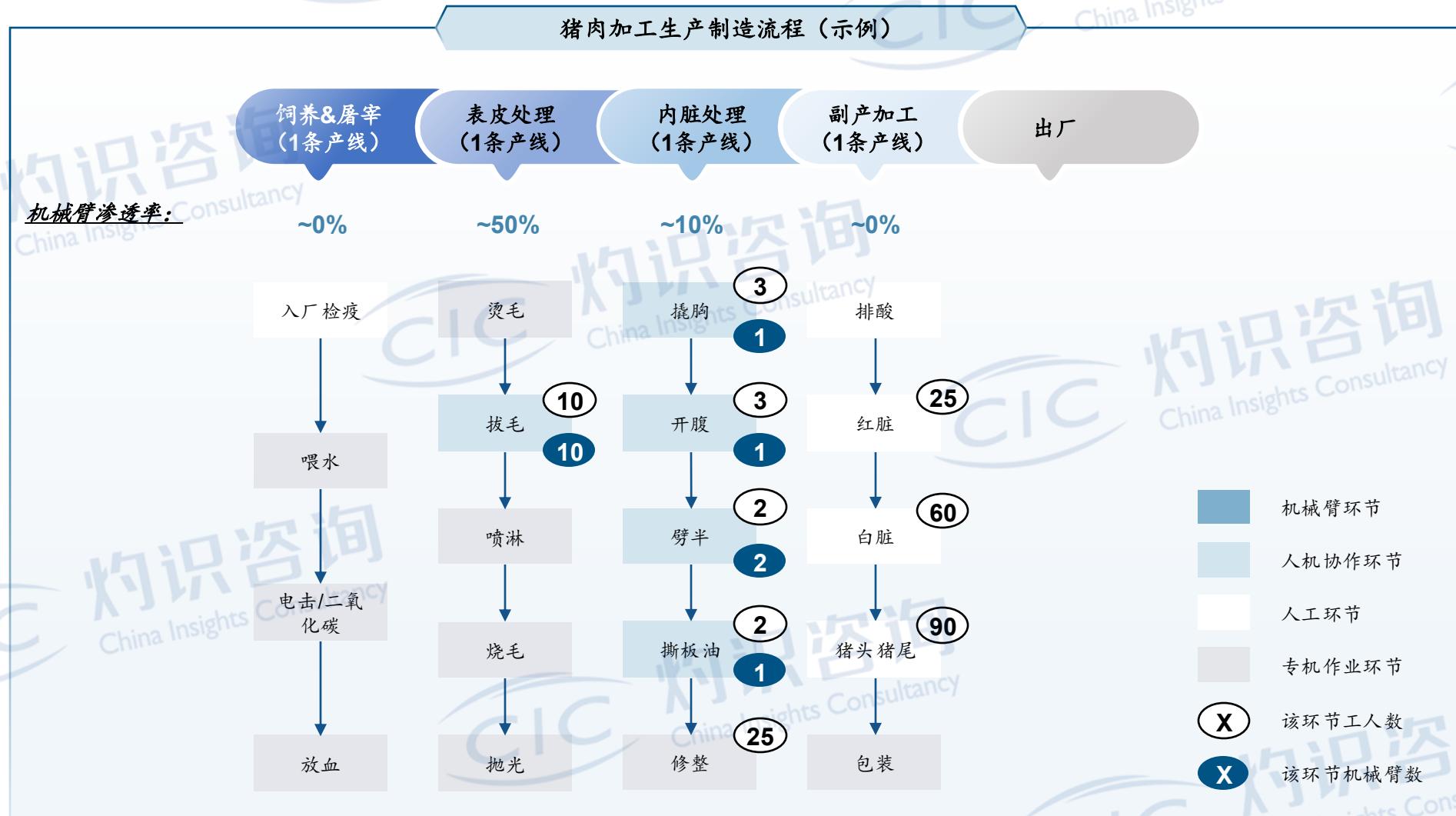
~220人

生产环节机械臂数:

~15个

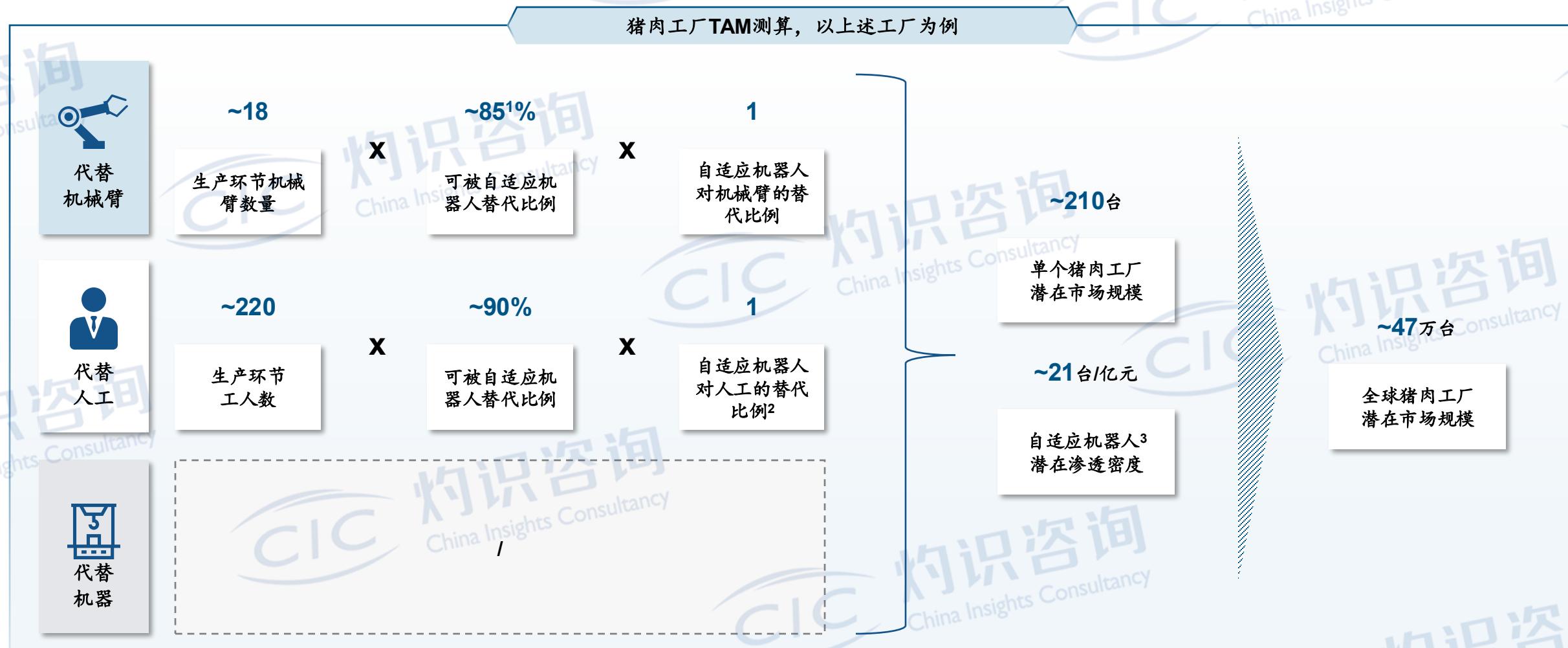
工厂机械臂渗透率<sup>2</sup>:

~5%



注：1. 生产环节工人数不包括工厂管理人员，以及仅从事产线巡检、运维和机械操作（如参数设置、远程控制等）的工人。2. 机械臂渗透率=机械臂数量/(已被替代工人数+现有工人数)

自适应机器人在该工厂的潜在市场规模约210台，在猪肉加工的潜在渗透密度约21台/亿元产值，全球猪肉加工场  
景自适应机器人潜在市场规模约47万台



注：1. 现有机械臂中负责拔毛、撬胸、开腹和撕板油部分可被自适应机器人替代，占比约85%。

2. 替代比例综合考虑了作业效率及作业时长得到：1) 一对自适应机械臂的工作效率等同于一名工人的双手；2) 自适应机械臂可24小时工作，共替两班工

3. 潜在可渗透密度 = 潜在市场规模 / 产值。

# 自适应机器人在食品加工场景的潜在市场规模超1,700万台。

## 食品加工场景TAM测算，以牛肉为例

i



?台/亿元

自适应机器人  
潜在渗透密度



~21台/亿元

自适应机器人  
潜在渗透密度

~33台/亿元<sup>1</sup>

用工密度



~15台/亿元

用工密度



~46台/亿元

ii



自适应机器人  
TAM

~46台/亿元

自适应机器人  
潜在渗透密度

~2万亿元

全球牛肉加工  
产值



~92万台

iii

同理可测算其他鲜肉、加工肉、替代肉、蔬菜水果等其他食品加工场景TAM，并加总得：

全球食品加工场景TAM ~1,700万台

注：1. 以某牛肉加工商为例，其年产值为8亿元，工人人数为260余人。

资料来源：灼识咨询

自适应机器人在商用服务的潜在市场规模约9,000万台，以其中典型场景为例，自适应机器人潜在可渗透岗位数量超1亿个。

### 1 按摩

全球按摩店数量  
**100+万**

全球按摩师  
**2,000+万**

某厂商按摩机器人



- 每运行25分钟可按摩15,000多下
- 可多机联动，人机联动

### 3 零售

全球商超员工数量  
**~5,000万**

全球便利店数量  
**160+万**

全球便利店人工数量  
**400+万**

某厂商人型导览机器人



- 高度173CM
- 身体升降65CM
- 臂展190CM

### 2 环卫

全球道路保洁员数量  
**1,200+万**

中国路面清洁人员  
**300+万**

某厂商环卫机器人



- 扫地地面自适应调整
- 垃圾识别追踪
- 高度自动化和智能化作业

### 4 备餐

某厂商备餐机器人

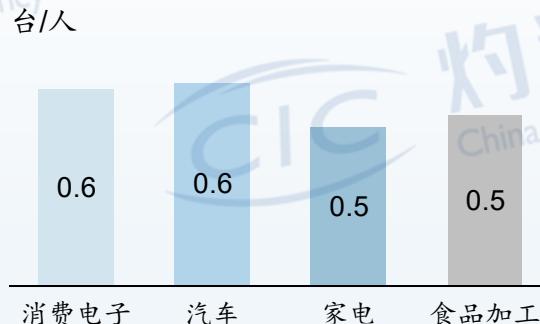


- 含36个食谱
- 最大同时制作10份
- 能耗12.1 kWh

自适应机器人在其他场景的潜在市场规模近十亿台。

### 典型行业场景TAM概览

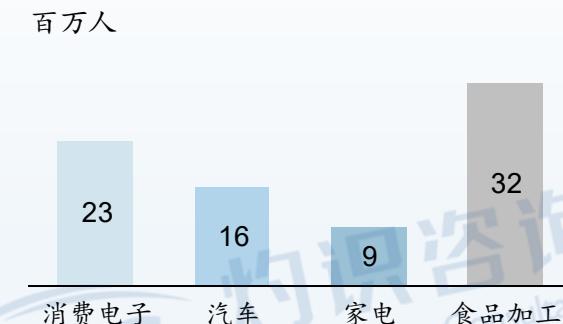
#### 典型行业自适应机器人密度



#### 典型行业自适应机器人TAM



#### 全球典型行业用工人数\*



### 其他场景TAM测算

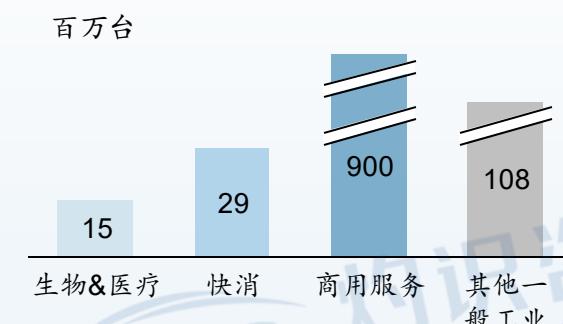
#### 其他自适应机器人密度

~0.5台/人

#### 全球其他行业用工人数\*



#### 其他自适应机器人TAM



注：总用工人数包含非生产环节工人数。

- I. 宏观环境趋势
- II. 现有机器人方案分析
- III. 自适应机器人概览
- IV. 自适应机器人潜在市场规模
- V. 案例分析**
- VI. 附录

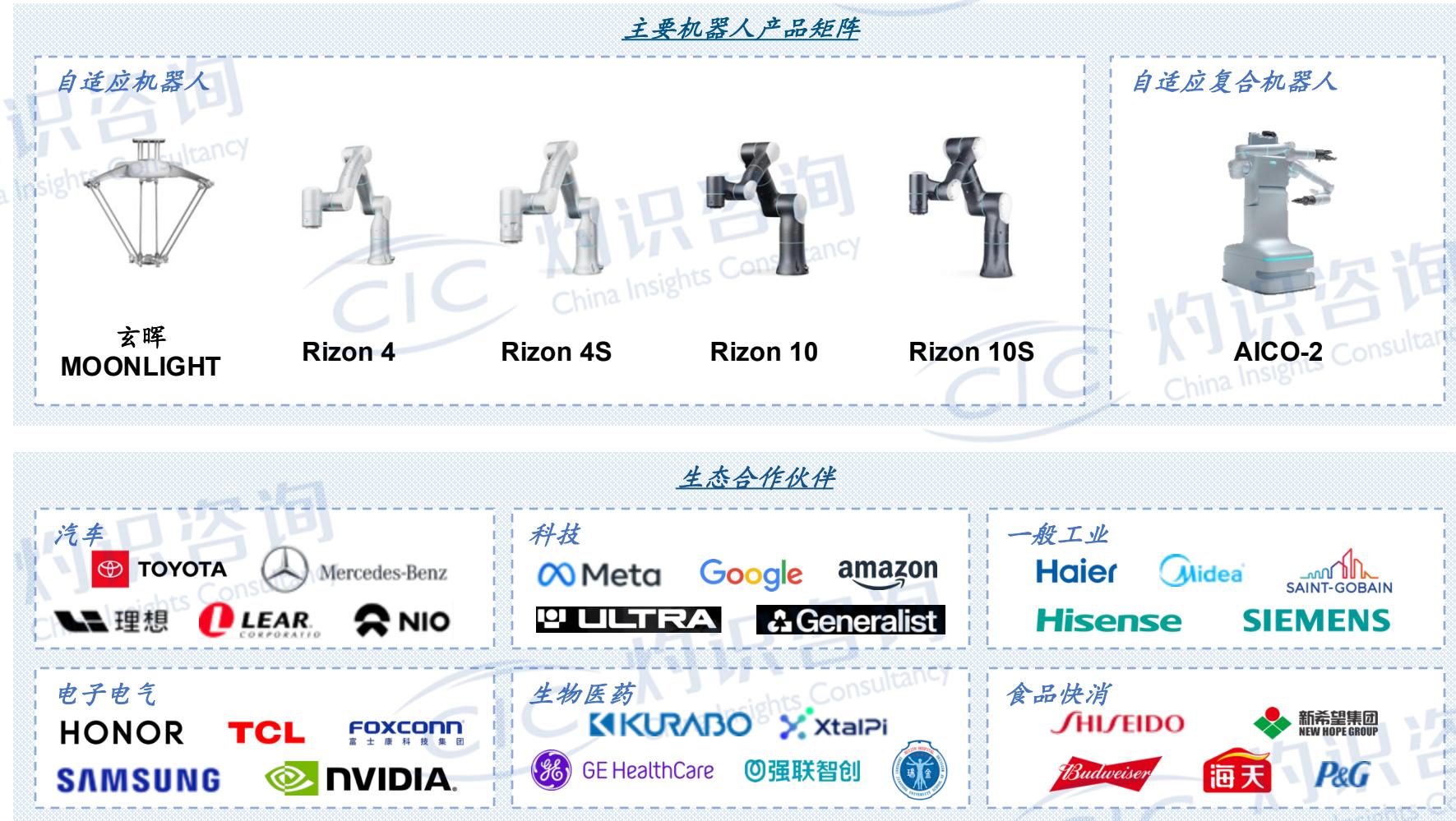
# 案例 1：非夕机器人简介及其产品概览

## 公司简介及融资进程



于 2016 年创立的通用智能机器人公司，专注于研发、生产集高精度力控、计算机视觉和人工智能技术于一体的通用智能机器人产品。

2025	参与起草国内首个机器人自适应能力技术要求国家标准
2024	发布二代机器人本体及 Omni 平台
2023	联合工信部推出首部《自适应机器人创新发展蓝皮书》
2021	发布 Rizon 10，推出机器人智能通用 AI 系统穹知
2020	通过国家高新技术企业认定
2017	第一台 Rizon 样机在美国组装完成
2016	硅谷及上海办公室成立



# 案例 1：非夕机器人主要自适应机器人型号及参数

## 产品型号及相关信息

型号	发布年份	机器人操作等级	核心参数					应用场景
			负载	自由度	力感知精度	防护等级	重复定位精度	
Rizon 4	2019	L4	4kg	7	0.1 N	IP65	±0.05 mm	底盘拧紧  仪表盘装配
Rizon 4s	2020	L4	4kg	7	0.03N	IP65	±0.05 mm	去毛刺  柔性插装 Heated seat  座椅熨烫  冰箱门安装
Rizon 10	2021	L4	10kg	7	0.2N	IP65	±0.05 mm	玻璃底涂  鸡腿切割 电路板组装  配药
Rizon10s	2023	L4	10kg	7	0.1N	IP65	±0.05 mm	焊后打磨  超声诊疗
AICO-2	2025	L4	2*4kg	7	0.1 N/0.03N	IP65	±0.05 mm	数据收集  视觉识别抓取 叠衣服  擦桌子

## 案例 2：库卡KUKA简介及其产品概览

### KUKA

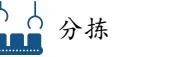
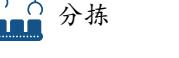
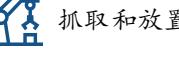
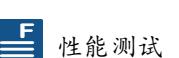
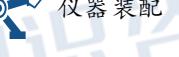
KUKA虽起步于焊接设备制造，但其主营业务逐步扩展至工业机器人、电气控制系统与智能自动化解决方案，融合软硬件技术，全面布局工业4.0和智能制造领域。

- 2022 美的收购KUKA，完成私有化后退市。
- 2011 2011年成立库卡机器人（上海）有限公司
- 1973 研发了KUKA第一台工业机器人，同年上市。
- 1898 建立于德国奥格斯堡



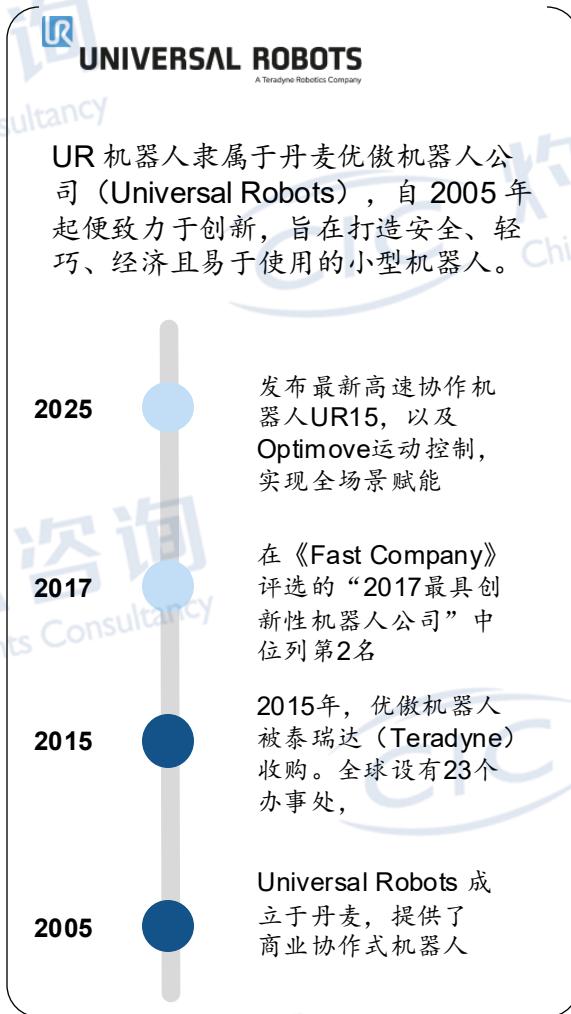
## 案例 2：库卡KUKA主要协作机器人产品型号及参数

产品型号及相关信息

型号	发布年份	机器人操作等级	核心参数					应用场景
			负载	自由度	力感知精度	防护等级	重复定位精度	
IBR iiwa 7 R800	2014	L3	7kg	7	未披露	IP54	±0.1 mm	 仪器装配  胶条涂抹  检测  零件抛光
IBR iiwa 14 R820	2014	L3	14kg	7	未披露	IP54	±0.15 mm	 仪器装配   样本转移   试剂添加  分拣
LBR iiisy 3 R760	2022	L2	3kg	6	无力控	IP30	±0.1 mm	 仪器装配   样本转移   试剂添加  分拣
LBR iiisy 8 R930	2022	L2	8kg	6	无力控	IP54	±0.05 mm	 上下料   抓取和放置   产品封装  性能测试
LBR iiisy 15 R930	2022	L2	15kg	6	无力控	IP54	±0.05 mm	 上下料   仪器装配   搬运  码垛

资料来源：库卡机器人，灼识咨询

# 案例 3：优傲机器人简介及其产品概览



## 主要产品型号及相关信息

### 电流型协作机器人



### 生态合作伙伴

#### 工业/化工



#### 消费品



#### 汽车制造



## 案例 3：优傲机器人主要电流型协作机器人产品型号及参数

产品型号及相关信息

型号	发布年份	机器人操作等级	核心参数					应用场景
			负载	自由度	力感知精度	防护等级	重复定位精度	
UR 20	2022	L2	25kg	6	±5.5N	IP65	±0.1 mm	 仪器 装配
UR 30	2023	L2	35kg	6	±5.5N	IP65	±0.1 mm	 检测  搬运
UR 15	2025	L2	15kg	6	±7.5N	IP65	±0.1 mm	 焊接
UR 7e	2025	L2	7.5kg	6	±3.5N	IP54	±0.05 mm	 胶条涂抹  打磨
UR 12e	2025	L2	12.5kg	5	±5.0N	IP54	±0.05 mm	 码垛  包装

## 案例 4：思灵机器人简介及其产品概览



**AGILE ROBOTS**

思灵机器人（Agile Robots）是一家全球领先的智能机器人明星企业，公司创立于2018年，立足全球化发展。以德国宇航中心为技术依托，致力于推动机器人技术探索与创新，并拓展机器人在更多领域的推广应用。

2025

思灵机器人（Agile Robots）推出全自动复合机器人解决方案

2023

思灵机器人完成对机器人公司Franka Emika的收购

2021

9月份完成C轮融资，融资金额2.2亿美金，软银愿景基金领投，小米、工业富联跟投

2018

Agile Robots成立于德国慕尼黑。公司创始团队来自德国宇航中心机器人研究所

### 主要产品型号及相关信息

扭矩型（力控）协作机器人



Diana 7 Med



Thor 3



Thor 7



Thor 7 pro



Thor 12



Thor 20



全自动复合机器人

### 生态合作伙伴



中航工业



中国华能

**BOZHON** 博众

**flex**



**FOXCONN**®



## 案例 4：思灵机器人主要扭矩型（力控）协作机器人产品型号及参数

产品型号及相关信息

型号	发布年份	机器人操作等级	核心参数					应用场景
			负载	自由度	力感知精度	防护等级	重复定位精度	
Diana 7	2022	L3	7kg	7	0.5N	未披露	±0.05mm	 仪器装配
Thor 3	2023	L3	3kg	6	未披露	未披露	±0.03mm	 视觉检测  搬运
Thor 7	2023	L3	7kg	6	未披露	IP54	±0.03mm	 上下料
Thor 12	2023	L3	12kg	6	未披露	IP54	±0.05mm	 医疗手术  打磨
全自动复合机器人	2024	L3	7kg	7	0.5N	未披露	±0.05mm	 码垛  包装

资料来源：思灵机器人，灼识咨询

# 案例 5：珞石机器人简介及其产品概览

## 公司简介及发展节点

### ROKAE

珞石机器人主营业务由工业自动化向通用智能与协作机器人拓展，技术路线从单臂控制发展到多传感融合与自适应操作。

- 2024 邹城二期开工
- 2022-02-07 战略融资，4亿人民币
- 2020 xMate 六轴发布
- 2019 全球发布 xMate、NB4 发布
- 2018 出口德国、xMate 协作机器人亮相
- 2017 山东生产基地投产
- 2016 推出 XB6、完成 xCore 控制系统
- 2015 天使轮，380万人民币
- 2014 创立于山东济宁

### 主要机器人产品矩阵

**扭矩型（力控）协作机器人**

CR20-20/1.8

**CMR系列复合机器人**

**工业机器人**

NB4 系列

**SCARA机器人**

### 生态合作伙伴

**汽车**

Valeo SCHAEFFLER 一汽 TOYOTA

**3C**

小米 BBK 步步高 FOXCONN

**消费品**

张小泉 金辉 GOLDSUN

**教育研究**

北京航空航天大学 BEIHANG UNIVERSITY 哈尔滨工业大学 HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

**医疗**

华大基因 BGI MicroPort 微创医疗

**美利**

Millenarie 美珑美利 IKEA

## 案例 5：珞石机器人扭矩型（力控）协作机器人产品型号及参数

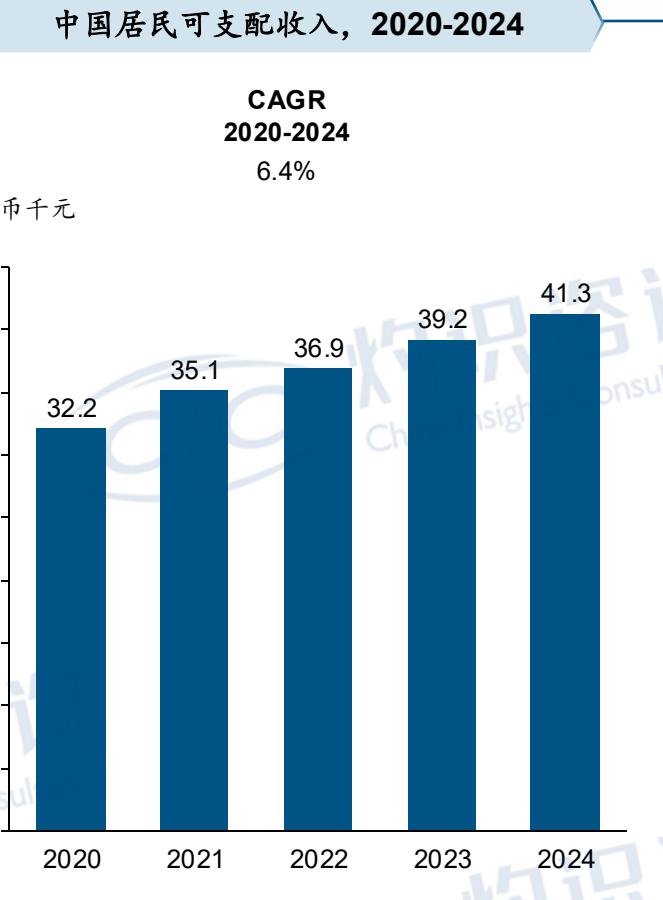
产品型号及相关信息

型号	发布年份	机器人操作等级	核心参数					应用场景
			负载	自由度	力感知精度	防护等级	重复定位精度	
CR12-12/1.4	2022	L3	12kg	6	0.5N	IP67	±0.03 mm	 缝制
ER7 Pro-M	2022	L3	3kg	7	0.5N	IP54	±0.03 mm	 焊接  分拣
SR3-C-H	2023	L3	3kg	6	0.5N	IP54	±0.02 mm	 切割  精密装配
ER3	2024	L3	3kg	6	0.5N	IP54	±0.03 mm	 运输搬运  检测
SR3-3/0.7	2024	L3	3kg	6	0.5N	IP54	±0.03 mm	 喷涂

- I. 宏观环境趋势
- II. 现有机器人方案分析
- III. 自适应机器人概览
- IV. 自适应机器人潜在市场规模
- V. 案例分析
- VI. 附录**

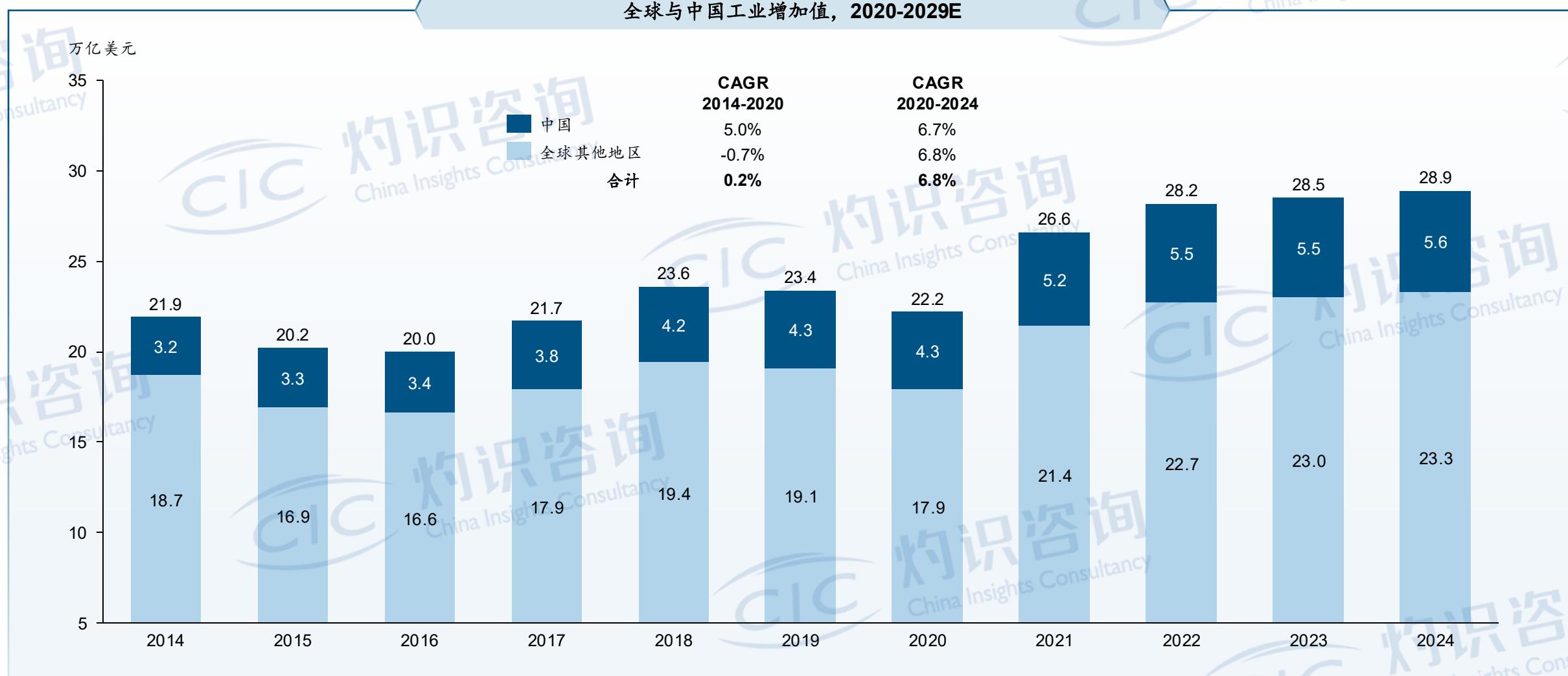
随着经济持续发展和人们物质生活水平的提高，社会对各类商品的需求量不断增长。

对品质生活的提升推动产品需求上升



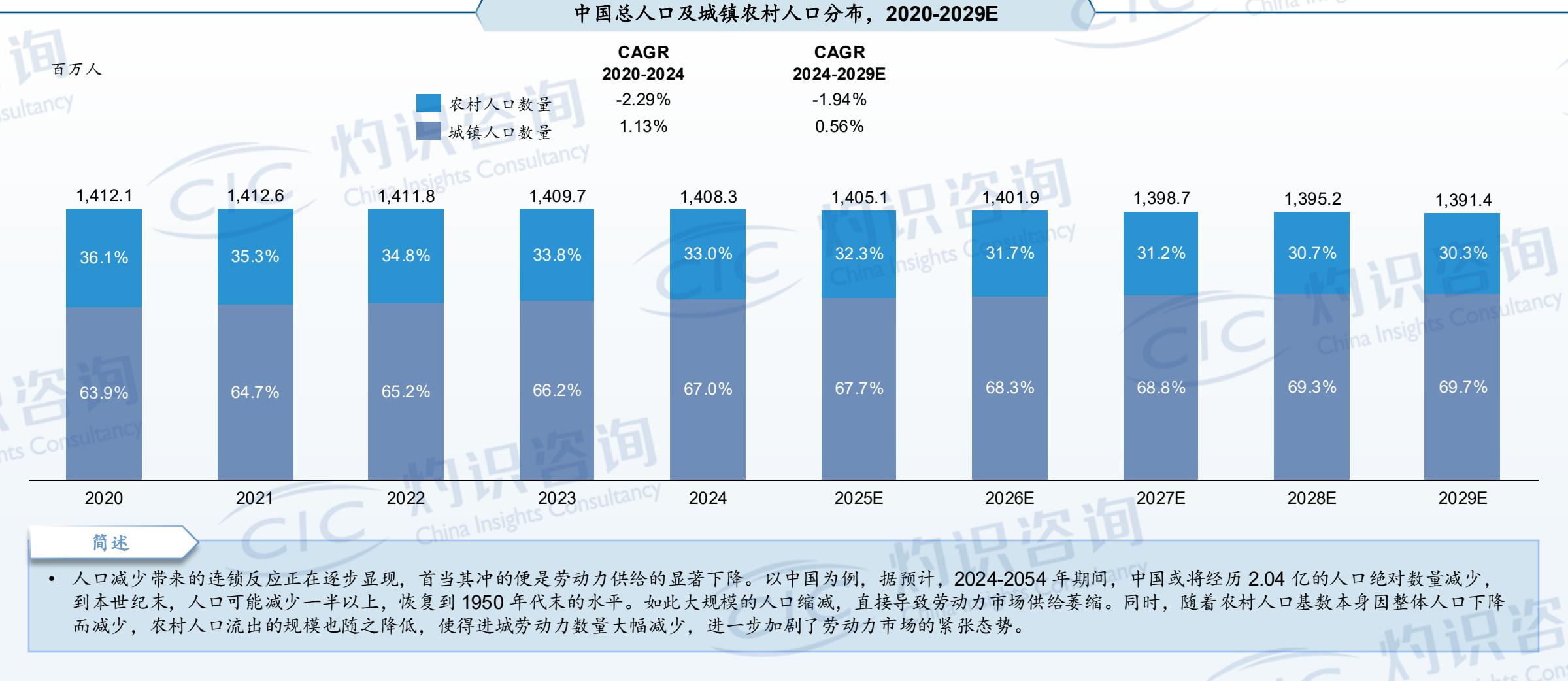
作为商品生产的核心支柱，制造业随之面临日益增长的产能与劳动力需求。

全球与中国工业增加值, 2020-2029E



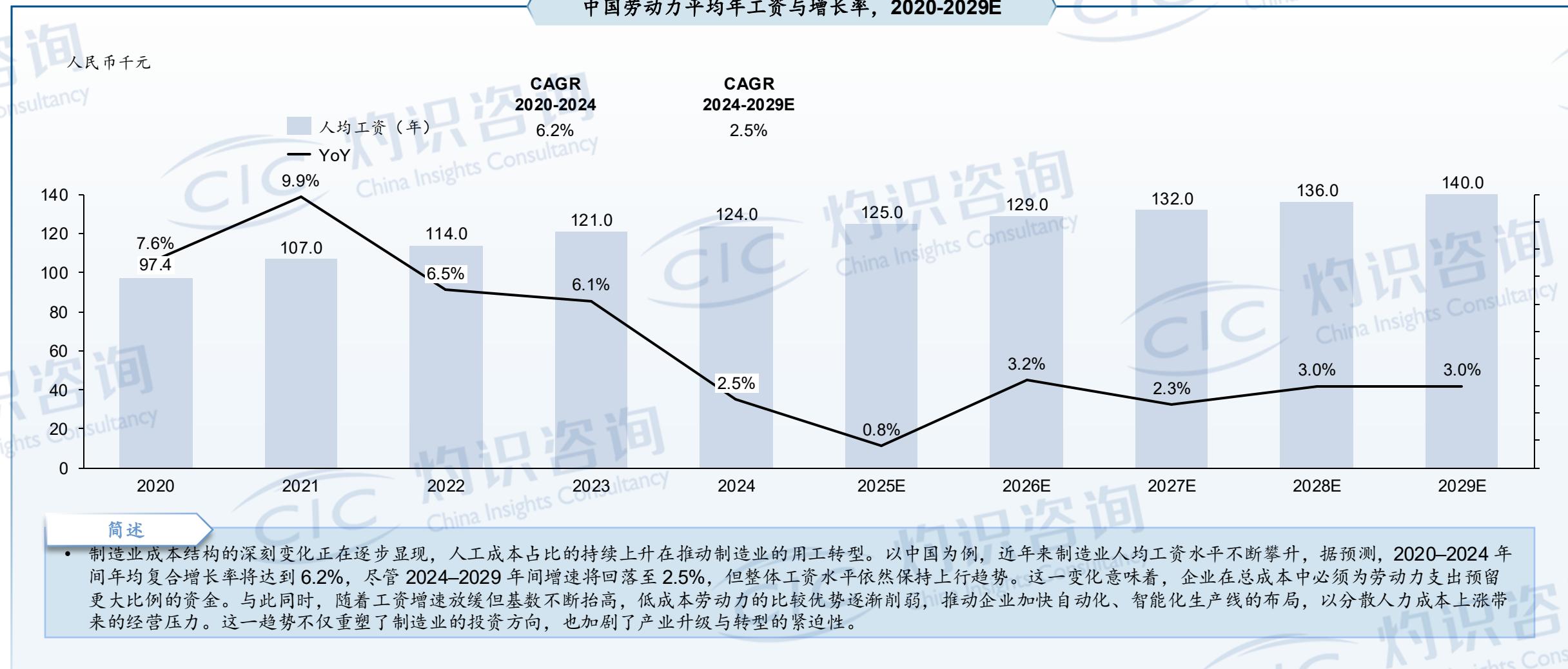
# 中国总人口及城镇农村人口分布

中国总人口及城镇农村人口分布, 2020-2029E



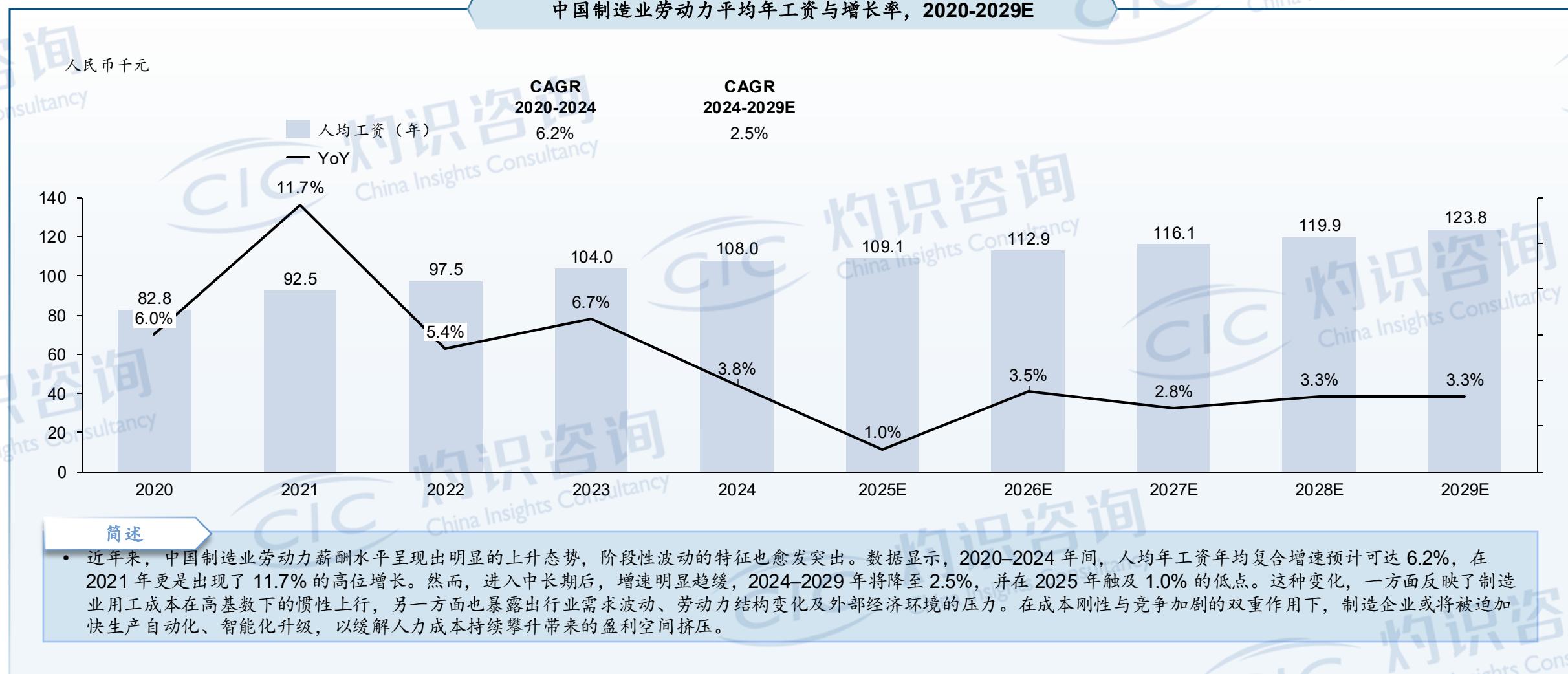
# 中国劳动力平均年工资

中国劳动力平均年工资与增长率, 2020-2029E



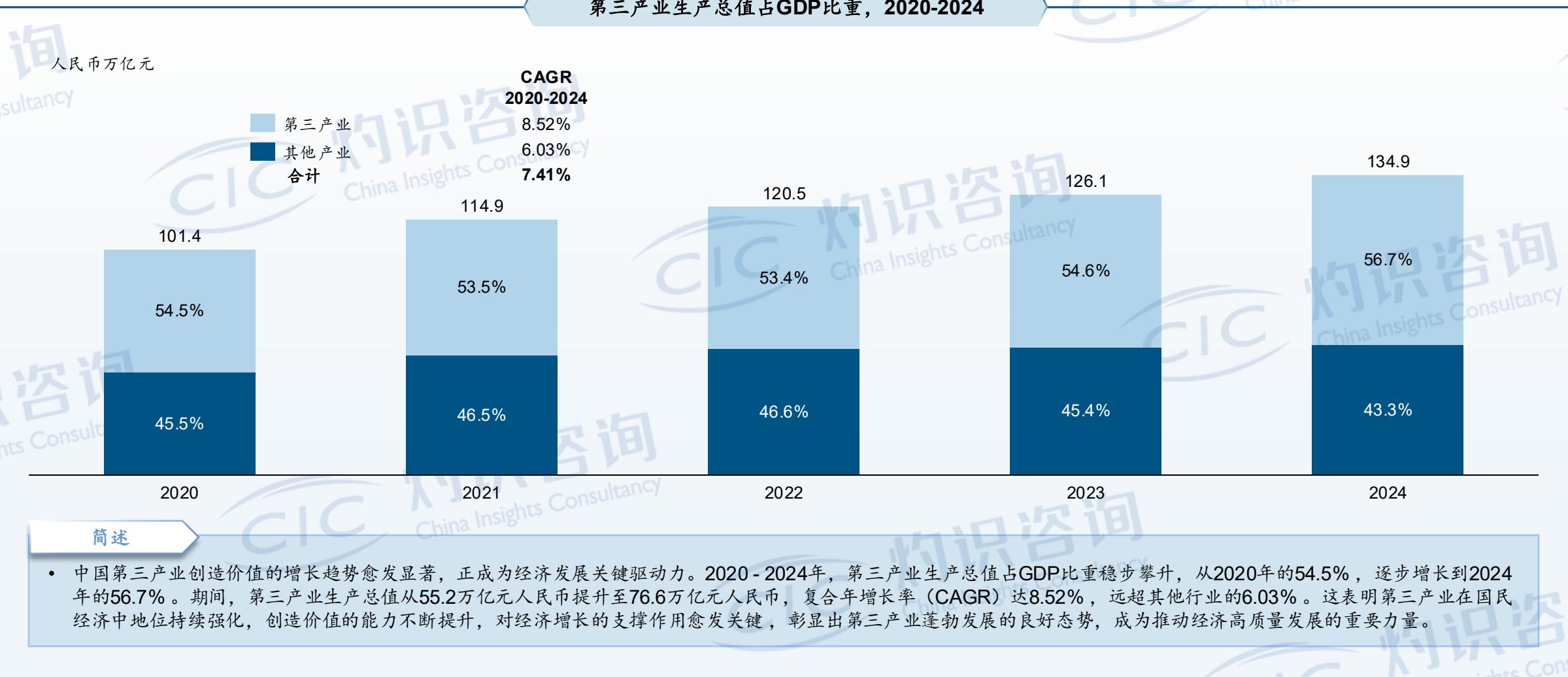
# 中国制造业劳动力平均年工资

中国制造业劳动力平均年工资与增长率, 2020-2029E



# 中国第三产业生产总值占GDP比重

第三产业生产总值占GDP比重, 2020-2024





**灼识咨询**  
China Insights Consultancy



扫码关注公众号「灼识CIC」



扫码添加CIC灼识小助手

## CIC灼识咨询

电话: +86 21 2356 0288

地址: 上海市静安区普济路88号静安国际中心B座10楼

如需更多信息, 请访问: [www.cninsights.com](http://www.cninsights.com)

敬请致函: [marketing@cninsights.com](mailto:marketing@cninsights.com)