



LIANTA

联塔智库

机器人技术：事实与数据

机器人技术、中国机器人产业与匈牙利市场机会手册

联塔编辑版

数据截止日期：2026 年 9 月 15 日

前言

本手册汇集了联塔对机器人技术、具身智能、中国机器人产业以及匈牙利应用机会的研究成果。

全书系统梳理技术、市场、企业与产业信息，并区分有据可查的事实、企业披露、政策目标和基于测算的估计。

本版从机器人的工作原理和应用场景出发，延伸至中国制造商与供应链，并讨论匈牙利市场、技术转移和产业落地。

本版删除了原稿第 13、17、21、22 和 23 章；其余章节及小节已重新连续编号。

数据截止日期

2026 年 9 月 15 日

目录

第一章 机器人技术的基本概念、类别和应用

1.1. 机器人的概念和用途	5
1.2. 形态与运动方式	6
1.3. 控制模式	7
1.4. 应用任务	9
1.5. 应用环境	10
1.6. 技术成熟度与性能	12

第二章 机器人如何工作：硬件、软件、人工智能与机器人数据

2.1 机械结构、驱动、机械臂与夹爪	18
2.2 传感器、板载计算与供电	19
2.3 机器人控制、定位、导航与操作	20
2.4 机器人集群管理及楼宇、企业系统对接	22
2.5 物理人工智能、机器人学习与仿真	23
2.6 机器人数据采集、处理与质量控制	25
2.7 软件更新、诊断与技术可靠性	28

第三章 中国机器人市场与产业

3. 中国机器人经济、产业政策与市场规模	34
4. 中国服务机器人厂商、型号、价格与部署	39
5. 中国人形机器人厂商、型号、价格与部署	42
6. 中国零部件厂商、供应链与成本结构	45
7. 上海、北京、深圳与浙江—杭州机器人生态	47

目录（续）

第四章 匈牙利市场与商业机会

8. 匈牙利机器人生态与合作伙伴网络	52
9. 销售模式、全生命周期成本与投资回报	53
10. 中国机器人厂商作为匈牙利合作伙伴的适配度	55
11. 中匈企业、合同与知识产权模式	57
12. 合作、展会与市场拓展	59

第五章 在匈牙利的技术与产业落地

13. 欧洲制造与测试环境：沙巴茨与 ZalaZONE	63
14. 本地化、技术转移与匈牙利供应商价值链	65

第六章 参考资料

15. 经济、商业与产业发展术语表	71
16. 机器人、人工智能与工程术语表	74
17. 数据表、附录与指标	78
18. 参考文献	88

第一章

机器人学的基本概念、类别和应用领域

本章旨在为描述机器人提供一个统一的概念框架。用途、身体结构、运动方式和控制方式作为独立的数据字段呈现。本卷基于可测量的证据评估应用的成熟度和性能。 [1][2]

数据截止日期为 2026 年 9 月 15 日。项目知识库来源图谱和背景研究提供了起点；ISO、IFR 和制造商主要来源的现状需另行核实。 [1][5][8][12]

章节结构

	小章节
1.1	机器人的概念和用途
1.2	物理设计和运动风格
1.3	控制方法
1.4	应用程序任务
1.5	使用环境
1.6	技术成熟度和性能

结构来源： 机器人学——子章节资源图，2026 年 9 月 10 日至 11 日。 [1]

1.1 机器人的概念和用途

机器人是一种经编程控制的机械装置，能够以一定程度的自主性执行运动、操作或定位等动作。其概念基础由 ISO 8373:2021 的机器人术语表提供；国际机器人联合会（IFR）的公开定义与该术语表保持一致。ISO 8373:2021 第三版于 2021 年 11 月发布，截至 2026 年 9 月 15 日仍为已发布的标准。第四版正在制定中，编号为 ISO/DIS 8373。 [5][8][9]

因此，“机器人”是一个通用术语。要描述一个具体的系统，必须从几个不同的属性入手：它的用途、它的外形、它如何改变位置以及它自主执行哪些任务。本手册始终采用这种四维描述。 [1][2]

按用途划分的主要类别

类别	分类标准	典型示例
工业机器人	自动控制、可重新编程、多用途机械臂，至少具有三个可编程轴；适用于工业自动化环境。	焊接、喷漆、机械维修、码垛、组装。
服务机器人——个人用途	它能为个人或家庭提供有用的服务。	扫地机器人、私人花园割草机器人、一些家用伴侣机器人。
服务机器人 – 专业用途	它在专业、商业或机构环境中发挥着重要作用。	酒店送货机器人、商业清洁机器人、仓库移动机器人、巡逻机器人。
医疗机器人	用作医疗电子设备或系统的机器人。	机器人手术系统，部分康复机器人系统。

资料来源：IFR 对 ISO 8373:2021 概念体系的总结以及该项目的目标概念研究。 [2][6][7][8]

类别边界是每项测量的一部分

统计、技术和产品法律类别各有其用途。ISO 8373:2021 对医疗机器人进行了单独规定。IFR 服务机器人统计数据在某些分析中也将医疗机器人与服务机器人市场联系起来。因此，对于市场数据，应在记录数据的同时记录所涵盖的产品范围和数据来源的定义。 [2][7][8]

编辑规则：本手册仅在结合来源自身的类别边界时使用市场或单位数据。个人服务机器人、专业服务机器人和医疗机器人的数据作为单独的计量单位列出。 [1][2]

工业机器人和协作应用

工业机器人可以是固定式或移动式平台连接系统。“协作”一词指的是人与机器人共享的工作空间，以及为此设计的应用。安全性取决于整体应用设计、任务、速度、作用力、工件、工具和风险评估。 [6][19]

四个独立的描述轴

方面	问题	示例
目的地	它是用来做什么的？	工业；个人服务；专业服务；医疗
身体结构	它的结构和工作系统是什么？	机械臂；载具平台；移动机械臂；人形机器人；四足机器人
地点变更	它在环境中如何移动？	安装式；轮式；履带式；两足或四足；飞行的；水生的
控制	哪些任务是它独立完成的，哪些任务需要人为干预？	程序化执行；远程操作；受监督自主；任务内的自主操作

资料来源：项目概念补充文件和已批准的子章节资料图。 [1][2]

例如，酒店送餐机器人是一种专业的服务机器人，它带有托盘式车身和轮子，通常能够自主导航并完成指定的送餐任务。该机器人集群可能还会配备人工监督和远程协助。人形机器人也可以用于多种用途。 [2][3]

1.2 身体形态和运动

机器人的体型和运动是两个独立的属性。机械臂可以在固定底座、线性轨道或移动平台上运行。移动机器人可以携带简单的箱子、清洁装置、一条或两条手臂，或者类似人类的上半身。术语“人形机器人”描述的是身体结构；任务必须单独说明。 [1][3]

基本身体结构

结构	技术特性	力量	典型任务
固定式机械臂	铰接式运动链；基座位置恒定。	重复性高、速度快、易于保护工作区域。	焊接、机械维修、码垛、组装。
移动运营商平台	带轮或其他移动底座；无需单独的机械臂即可使用。	材料或工具运输、运行时间长、机械结构简单。	AMR（自主移动机器人）、酒店和医院送货机器人。
移动机械臂	移动底座和至少一个机械臂/夹爪。	在一个系统中改变位置和移动物体。	货架整理、机器维修、拣货。
人形	躯干、四肢，以及通常的手部，部分遵循人类的比例；用脚行走很常见，但类人形态和步态是其显著特征。	能够制造出尺寸适合人类使用的工具和工作场所；具备复杂的平衡和操控能力。	工业试点项目、研究、接收、变量操作任务。
四足机器人	一种四足移动平台，通常带有传感器和有效载荷接口。	越野、爬楼梯、稳定的移动传感器平台。	工业检查、危险区域、测绘。

结构	技术特性	力量	典型任务
混合架构	两种运动原则或身体结构的结合。	可根据任务进行调整的行动空间和工作空间。	轮腿混合体；人形上半身安装在轮式底座上；手臂安装在轨道上。

运动与环境

运动模式	典型身体状况	共同环境	结果
已安装	没有独立搬迁计划。	固定工作单元；几何形状已知。	高精度和高循环速度。
轮式	平坦或略微不平整的地面。	工厂、仓库、酒店、医院、购物中心。	节能高效；运行时间长；可能受楼梯和高门槛限制。
已追踪	地面不平整、松软或较为崎岖。	户外、工业/危险环境。	良好的抓地力；转弯和路面保护在室内非常重要。
用两条腿走路	空间、楼梯和高低差都是为人而设计的。	人形平台。	机械结构和控制方式复杂；平衡和跌倒控制是关键问题。
四肢着地行走	楼梯、崎岖地形、工业道路。	检查、测绘、传感器携带。	越野性能和稳定性；操作可能需要单独的模块。
空气/水	三维空间或水环境。	无人机、ROV/AUV 系统。	分离能源、通信和控制条件。

人形机器人 ≠ 应用领域人形机器人的外形是一种技术架构。同一种外形可以在工厂、仓库、酒店、商店或研究实验室中使用。为了进行经济性和安全性评估，必须始终明确具体的任务和环境。 [1][3]

在结构化任务中，专门化形式的优势

2026 年中国服务机器人市场的经验表明，在定义明确、结构完善的工作流程中，特定用途的机器人可以快速扩展。以酒店送货为例，轮式机器人必须能够可靠地导航、呼叫电梯、处理交接点并返回。而通用人形机器人除了导航之外，可能还需要物体识别、抓取、全身运动、人机交互和错误恢复等功能。 [3]

1.3 控制方法

机器人控制的范围很广，从直接人为控制到任务中的自主执行。单个机器人可以以多种模式运行：自主地沿着正常路径行进、在出现异常情况时请求远程协助，以及在维修期间接受直接控制。因此，必须针对具体任务和人为干预类型来描述自主性。 [1][2][3]

常用控制模式

模式	发生了什么事?	人类角色	例子
预设程序操作	机器人按照已知的顺序和参数执行操作。	启动、停止、配方/程序选择、故障排除。	工业机器人单元的重复循环。
直接遥控/遥操作	人实时发出动作或任务指令。	持续操作员控制。	危险环境探索；机器人训练数据采集。
监督式自主	机器人能够独立完成常规任务，遇到特殊情况时，它会寻求帮助或由人类做出决定。	一人可监管多台机器人；远程干预。	送货机器人遇到未知障碍物时请求远程协助。
在任务内自主执行	目标已给出；机器人自身在允许的操作范围内进行情况评估、规划和执行。	监控、紧急停机、异常处理、维护。	AMR 路线规划；自主清洁；一些操作子任务。

该手册描述了操作方法；它并非一个通用的、编号的自主等级划分标准。[1][2][3]

同一任务在三种控制模式下进行

任务	控制	人类角色	测量结果
医院药物配送	遥控	操作员全程引导机器人。	操作员工作时长；自主软件更简单；网络连接至关重要。
医院药物配送	程序化路线 + 监控	机器人按照固定路径行进；偏差由人来处理。	灵活性有限；例外率易于衡量。
医院药物配送	受监督的自主	机器人能够自主选择路线并避开障碍物；如果遇到困难，它会请求远程协助。	主要指标是干预频率和成功、安全的分娩。
医院药物配送	更高的任务自主性	该系统管理整个工作流程，从任务分配、路线和电梯使用到安全交接。	集成、授权管理、容错性和可审计性都是性能的一部分。

人工监督是一项可衡量的属性

监管所需的资源直接决定了运营价值。两个看似相似的机器人集群，如果一个需要每两个机器人配备一名远程操作员，而另一个需要每二十个或五十个机器人配备一名远程操作员，那么它们的经济效益就会有所不同。对于人形机器人任务，一个有用的指标是自主生产机器人工时与人工支持工时的比率。 [3]

值得按类型记录远程协助事件：路径阻塞、电梯或门故障、抓取故障、网络故障、电池或对接问题、软件错误、安全事件。这样，就可以针对特定错误群体衡量自主性的发展情况。 [3][4]

1.4. 应用任务

机器人的商业价值来源于其成功完成的有用工作。因此，机器人的应用应分解为任务、输入、输出、人机交互和可衡量的绩效。同一台机器人可以有多种应用；不同的任务需要不同的关键绩效指标 (KPI)。 [1][3]

任务	输入	机器人输出	主要运营 KPI	人与人之间的联系
制造和组装	组件、工件、装配说明、机器状况。	抓取、插入、拧紧、机器维修、检查。	任务成功率；周期时间；废品率；位置/力误差；干预；可用性。	材料准备、质量控制、异常管理、维护。
运输和物料搬运	任务名称、项目、起点和终点、路线/授权。	货物或设备的交付或交接。	每小时任务数；配送时间；路线成功率；电梯/门成功率；干预措施；正常运行时间。	装卸或一体化转运；异常处理。
清洁	区域、清洁配方、污染、水/化学品、禁区。	表面清洁和覆盖记录。	平方米/小时；覆盖范围；重新清洁；水/化学品；对接成功率；操作员/机器人。	设备充电、维护、处理困难地点和障碍物。
客户接待	访客、问题、目的地、语言、授权。	信息、路线指引、排队或入口协助。	互动；成功响应/指示；等待时间；人工交接；服务结果。	处理复杂问题、敏感决策和投诉。
照护和协助	用户状态、请求、对象、环境感知。	辅助任务、康复、行动或物品搬运支持。	成功协助；照护者时间；安全事件；干预；安慰。	监督、决策、身体和临床责任。
检查和巡逻	路线、传感器数据、报警规则、参考状态。	图像/热成像/声学数据、异常检测、地图。	覆盖范围；警报准确性；遗漏；干预；地形/天气可用性。	警报评估、干预、维护。

KPI 结构：基于中国服务机器人市场背景调研、子章节来源图和验证研究。 [1][3][4]

制造和组装

机器人必须能够识别物体或从指定位置拾取物体，并将其移动、放置、插入或以受控方式进行加工。在结构化单元中，环境是已知的，工件和夹具可以标准化。当任务涉及多个工作站、位置变化或使用专为人类设计的工具时，移动式或人形机器人解决方案就显得尤为重要。 [3]

相关性能数据包括循环时间、成功率、位置和方向误差、抓握滑脱、峰值力、物体损坏、干预频率以及每班次的可用性。对于人形机器人而言，还需考虑跌倒/险些发生事故的情况以及全身稳定性。 [4]

运输和物料搬运

这是移动机器人领域中最容易衡量的任务之一。机器人拾取或取走物体，沿着预定路线行驶，处理授权，必要时使用电梯或门，然后进行配送。该过程的性能通过成功完成的任务数量、平均配送时间和第 95 百分位配送时间、电梯和门交互成功率、干预率以及车队可用性来衡量。 [3]

清洁

专业清洁机器人会绘制区域地图、规划路线、避开障碍物、运行清洁模块并返回充电座。任务的自然单位是待清洁区域和预期清洁效果。平方米/小时只是其中一个指标；覆盖范围、重复清洁、水和化学品消耗量、充电座成功率以及操作员监控的机器人数量等因素共同构成了运行情况。 [3]

客户接待、服务和检查

除了物理移动之外，语音、显示、指令以及与信息系统的连接对于顾客接待机器人而言也至关重要。在护理任务中，人类不可预测的移动、触摸、近距离协助以及敏感信息的处理，对安全性和操作性能提出了更高的要求。对于巡检机器人而言，传感器覆盖范围、报警质量和远程操作员升级是核心指标。 [3][4]

先确定任务，再确定机器人形态。在决定应用场景时，必须首先明确工作流程、预期结果和环境。然后，才能选择合适的机器人形态、移动性和自主性。本手册后续的市场章节均遵循此顺序。 [1]

1.5 使用环境

运行环境由可测量的技术条件构成。畅通的通道、转弯空间、门槛和楼梯、坡度、地面附着力、温度、水和灰尘暴露、照明、网络覆盖以及与人共享的空间都会影响机器人的适用性。 [2][4]

不同应用环境的要求

环境	物理状况	关键要求	通用集成
工厂	专用或混合交通路线；机械、托盘、电缆；工业通信。	机器安全；工作区域边界；紧急停止；工业集成；根据给定位置的粉尘/高温/振动。	MES/ERP、机器人和单元控制、门禁控制、安全系统。
仓库	路线较长，叉车/行人交通交叉，货架，装卸区。	交通管理、拥堵、货物安全、路线封锁。	WMS/WES/ERP、大门、电梯、装卸平台。
酒店	客人走动路线、地毯和硬地板、电梯、门、走廊、房间楼层。	运行安静，安全避让行人，电梯和门的使用，美观。	PMS、电话/短信、电梯、门、订餐系统。

环境	物理状况	关键要求	通用集成
餐厅	狭窄拥挤的走廊，桌椅，洒出的液体，高峰时段。	动态避障、稳定托盘输送、易于清洁。	POS/KDS、任务分配、员工工作流程。
卫生保健	患者和访客人流、电梯、入口、卫生区。	安全交接、感染控制、授权、记录路线和事件。	医疗信息系统/物流系统、电梯、门禁系统、药品或样品管理系统。
公共区域	天气、路面状况、路缘石、坡度、行人/自行车交通、GNSS/网络。	户外防护、制动和检测、远程协助、法律/操作环境。	地图、车队中心、电信、客户应用程序。
家	狭窄的空间、地毯、门槛、家具、儿童/动物、不断变化的日常作息。	体积小巧，运行安静，可检测物体和人，用户操作简单。	家庭 Wi-Fi、应用程序、智能家居功能可选。

制造商特定环境数据

以下数值为特定产品的示例。它们显示了不同类型机器人的运行极限；不应将其解释为通用性能测试。 [2]

模型	环境	报告数据	它显示了什么？	来源类型
罗博洛克 Saros 10	家	设备高度：带嵌入式 LDS 模块时为 79.8 毫米；带凸起式传感器时为 93.5 毫米。	家具下方的净空高度取决于机器人的当前配置。	制造商产品页面。
PUDU CC1 Pro	专业室内清洁	最小路径宽度 70 厘米；障碍物/门槛间隙 20 毫米（不清洁时），8 毫米（清洁时）； IPX4。	清洁过程中的物理限制可能比运输过程中的更为严格。	制造商产品页面。
Husqvarna 自动割草机 430X 黑色	户外草坪	面积容量 3200 平方米 ±20%；工作区最大坡度 5 0%，边界处最大坡度 25%。	内部工作区域和边界附近的坡度限制不同。	Husqvarna HU 产品页面。
波士顿动力公司	工业/户外检测	IP54；工作温度-20-55 °C；最大台阶高度 300 毫米；最大速度 1.6 米/秒。	四足平台，兼具越野机动性和工业环境适应性。	制造商规格。

当前制造商规格，2026 年 9 月 15 日核实。 [14][15][16][17]

公共空间示例：芬兰的 Starship 和 S Group

根据 Starship 公司 2025 年 12 月发布的公告，芬兰 S 集团旗下的机器人配送网络在不到三年的时间内完成了第一百万次机器人配送。该服务已覆盖超过 170 家门店和 79 个市政区域，芬兰境内共有超过 800 台 Starship 机器人投入运营。公告还指出，部分门店高达 20% 的线上杂货订单由机器人配送。 [18]

芬兰的冬季作业环境存在特殊的冬季作业问题：积雪、泥泞、电池低温、牵引力下降、雪堆以及积雪改变的路径几何形状。Starship 公司介绍了冬季轮胎和“雪地模式”功能；公告中还提到了电池加热技术的研发。这个案例清楚地表明，机器人的适用性必须始终在特定的作业环境中进行评估。 [18]

环境数据表：每个试点项目开始前有哪些值得记录的内容？

数据组	待记录项目
几何学	门和通道宽度；转弯点；门槛；楼梯；坡度；坡道；电梯尺寸。
表面	地面类型、粘合性、地毯、缝隙、滑度、户外覆盖物。
交通	行人、叉车、车辆或动物交通；高峰时段；十字路口。
环境	温度、湿度、灰尘、水、降水、室外光线、反射。
沟通	Wi-Fi/4G/5G 覆盖范围、漫游、延迟、故障区域、本地服务器。
一体化	电梯、自动门、门禁系统、PMS/HIS/WMS/MES/ERP、电话或订购系统。
人类过程	谁负责分配任务，谁负责补充/清洁，谁负责处理例外情况，谁负责在发生安全事件时做出决定。
手术	充电桩、电池更换、零件、日常检查、服务可用性、存储。

1.6 技术成熟度和性能

关于机器人性能的声明的证据价值取决于环境、重复次数、时间跨度和人为辅助程度。精彩的演示、实际应用的试点项目和永久性运行装置是三个不同的证据级别。这些级别在手册中分别进行了标记。 [1][3]

三个层级的证据

地位	最低内容	这能证明什么？	应该传达什么信息？
示范	预先准备或严格控制的任务；时间短；通常是熟悉的物体和路线。	这表明这种能力是存在的。	重复次数、准备工作、操作员协助、对失败尝试的了解。
试点项目	实际或合理的工作地点；有限的职责范围；天/周/月；监督记录。	它衡量场地适用性、整合性和缺陷数量。	任务成功率、周期时间、干预措施、正常运行时间、错误、维护、环境条件。

地位	最低内容	这能证明什么？	应该传达什么信息？
正常运行	重复性业务或机构流程；常规用户；维护和负责操作人员；可衡量的服务结果。	持续运营和经济可行性的证据。	舰队时间、任务编号、SLA/可用性、运营工作、错误修复、TCO、版本管理。

这三个状态代表手册的编辑校对程度，并非 ISO 成熟度等级。[1][3]

2026 年应用成熟度概览

应用	2026 年到期	证据的性质
仓库自主移动机器人/货到人	非常高	庞大的车队、标准化的工作流程、WMS 集成、生产力 KPI。
室内交通	高的	在酒店、餐厅和其他机构环境中大规模部署；电梯和车队集成。
专业清洁	成熟度较高、增长迅速	可测量的平方米/小时和面积覆盖率；自动对接；多个垂直方向。
医院物流	中高	物料流动、安全转移和机构整合都可以被记录下来。
客户服务/零售	中等的	技术上可运行的系统；经济效益取决于具体应用场景。
保安巡逻	中等的	感官巡逻和远程升级；自主物理干预很少见。
老年护理机器人	低至中等	许多试点项目和有针对性的辅助产品；人际互动和责任是很大的制约因素。
人形机器人服务	早期的	操作难度、数据需求、可靠性以及每次成功任务的成本是主要限制因素。

这是中国服务机器人项目研究得出的成熟度分析综合结果；并非官方的中国或 ISO 分类。[3]

常用 KPI 词典

指标	定义	测量记录
任务成功率	已成功完成任务/所有已开始的、可评估的任务。	成功的条件必须事先设定；部分完成是另一回事。
周期	从任务开始到任务被认可完成所经过的时间。	平均而言，p50/p95 是有用的；等待和人工协助可以分别标记。

指标	定义	测量记录
干预率	需要人工协助的任务或事件的比例。	远程协助、现场协助和安全停车应有单独的事件代码。
可用性	实际使用时间占计划服务时间的比例。	需要进行维护、充电，应对意外故障和外部基础设施中断。
正常运行时间	根据所选测量定义，处于运行状态所花费的时间。	必须明确定义和分母；可用性和正常运行时间并不总是相同的。
操作员/机器人比例	每人可同时监控的机器人数量。	衡量车队经济效益的关键指标。
恢复时间	从出现错误或系统崩溃到恢复到安全、高效状态所需的时间。	自动恢复和人工恢复可以分别衡量。
能量/任务	可接受任务的能量需求；对于移动性，也可以使用 Wh/km 或标准化指标。	应记录电池状况、负载和环境。
准确度/重复性	与目标位置的偏差或同一目标重复测量的方差。	这两个指标是不同的概念；需要测量不确定度和参考仪器。
安全事件	碰撞、跌倒、险些发生事故、危险接触、违反安全范围、紧急停止。	事件定义和暴露量（小时、公里、任务）应结合起来解释。

KPI 旁边应该始终记录哪些内容？

- 机器人 ID 和硬件版本；固件、控制软件和 AI 模型版本/哈希值。 [4]
- 任务定义和成功条件；任务类型、主题、工作量和目标。 [4]
- 环境因素：轨道几何形状、地面、照明、温度、网络、人流量。 [4]
- 电池状态、总质量和有效载荷；冷启动或热稳定状态。 [4]
- 重复次数、测试天数、随机化以及任何人为干预。 [4]
- 测量仪器、校准标识符、时间同步以及（如有必要）测量不确定度。 [4]

绩效衡量标准——现状

标准	目的	截至 2026 年 9 月 15 日的状态	它测量的是什么？
ISO 8373:2021	机器人学 – 词典	已出版，第三版；2021 年 11 月。 下一版为 DIS 草案。	概念和术语。
ISO 18646-2:2024	服务机器人 —— 导航	出版日期：2024 年 1 月。	定位、导航、障碍物检测/规避、路线偏离、狭窄通道、地图绘制。
ISO 18646-3:2021	服务机器人 —— 操控	出版日期：2021 年 6 月。	抓握、滑动、物体大小/力、门和抽屉操作。

标准	目的	截至 2026 年 9 月 15 日的状态	它测量的是什么？
ISO 18646-5:2026	服务机器人——用腿行走	出版日期：2026 年 7 月。	测试步行机器人的运动性能；完整的机器人测试。
ISO 9283:1998	工业机器人——性能标准	已出版；仍为二手参考书，正在修订中。	精度、重复性和工业机器人性能特征。

根据 ISO 原始资料，于 2026 年 9 月 15 日核实。[8][9][10][11][12][13]

性能与安全 此处引用的 ISO 18646 系列标准各部分提供了性能测试方法。产品安全、机器安全、功能安全和合格评定要求在第四章中有所规定。[10][11][12]

人形机器人特有的测量问题

问题	可衡量的内容
自己摔倒并爬起来	跌倒频率、冲击力、恢复成功率、恢复时间、受伤/事故、紧急停止状态。
行走中的操作	运动和操作的综合任务成功率、轨迹偏差、抓取误差、周期时间。
耐力和漂移	任务成功率、温度、能量/任务、准确性和干预措施在数小时/数天内的变化。
能量-运动-热量	同一任务的 Wh/任务、Wh/公里、运行时间、温度和热降额。
改变观念	除了光线、掩体、反射和移动目标之外，还有精度/召回率、漏检率、延迟、校准漂移等因素。
人机交互	距离、接触、反应时间、交接、非预期运动和人为干预。
网络丢失	延迟、丢包、链路完全断开、安全状态延迟、过期命令、重新连接。
持续更新的人工智能	模型版本/哈希值、测试清单、数据和软件版本；可复现的比较。

基于项目人形机器人验证背景研究的差距图。详细的测试方案属于第六章验证中心小节。[4]

“95%自主性”的操作含义

自主性的经济影响是不对称的。如果剩余的 5% 自主性工作发生在不可预测的时间，并且需要持续的人工参与，那么机器人节省的劳动力总量可能很小。因此，在日常运营中，干预率、恢复率和操作员/机器人比例比一般的自主性标签更能提供直接的信息。[3]

在人形机器人领域，长尾效应尤为重要：变形物体、液体、衣物、密闭空间、改变的人类行为以及意想不到的物体位置。训练数据收集和远程操控干预的反馈旨在涵盖这些较为罕见的情况。[3]

章节资源

内部研究资料为本手册提供了编辑和证据框架。概念和标准表述主要参考了 IFR/ISO 的原始资料，产品规格则参考了制造商的资料。章节中的参考文献编号以方括号标出。

[1]机器人技术——事实、数据 | 资源图。项目工作手册，2026 年 9 月 11 日更新。

[2]机器人技术——事实、数据：根据资料来源新增六个子章节。项目研究、数据截止：2026 年 9 月 11 日。

[3]中国服务机器人市场：从送货机器人到具身人工智能。项目研究，2026 年 9 月 9 日。

[4]奥布达大学人形机器人测试跑道和验证中心。项目研究，2026 年 9 月。

[5]国际机器人联合会（IFR）：标准化/机器人定义。检索日期：2026 年 9 月 15 日。 [来源](#)

[6]国际机器人联合会（IFR）：工业机器人。检索日期：2026 年 9 月 15 日。 [来源](#)

[7]国际机器人联合会（IFR）：服务机器人。检索日期：2026 年 9 月 15 日。 [来源](#)

[8]ISO 8373: 2021. 机器人技术——词汇。第三版，2021 年 11 月。 [来源](#)

[9]ISO/DIS 8373. 机器人学 — 词汇。下一版草案；状态检查日期：2026 年 9 月 15 日。 [来源](#)

[10]ISO 18646-2:2024. 机器人学 — 服务机器人的性能标准及相关测试方法 — 第 2 部分：导航。 [来源](#)

[11]ISO 18646-3:2021. 机器人学 — 服务机器人的性能标准及相关测试方法 — 第 3 部分：操作。 [来源](#)

[12]ISO 18646-5:2026. 机器人学 — 服务机器人的性能标准及相关测试方法 — 第 5 部分：腿式机器人的运动性能。 [来源](#)

[13]ISO 9283:1998. 操作工业机器人——性能标准及相关测试方法。 [来源](#)

[14]Roborock: Saros 10 – 官方产品页面。检索日期：2026 年 9 月 15 日。 [来源](#)

[15]PUDU Robotics: CC1 Pro – 官方产品页面。检索日期：2026 年 9 月 15 日。 [来源](#)

[16]Husqvarna: Automower 430X NERA – 匈牙利官方产品页面。检索日期：2026 年 9 月 15 日。 [来源](#)

[17]Boston Dynamics: Spot – 官方产品页面。检索日期：2026 年 9 月 15 日。 [来源](#)

[18]Starship Technologies: 芬兰交付量达一百万件 / S Group 案例。公司公告，2025 年 12 月。 [来源](#)

[19]国际机器人联合会（IFR）：协作机器人——机器人如何与人类协同工作。立场文件更新，2024 年 12 月 4 日。 [来源](#)

稿件状态：本 Word 文件为手册第一章的编辑稿。后续章节的引用遵循 2026 年 9 月 10 日至 11 日批准的章节编号结构。 [1]

第二章

机器人的工作原理：硬件、软件、人工智能和机器人数据

机器人的运行由机械结构、传感系统、控制系统和数据处理系统共同决定。本章首先阐述这些系统要素之间的关系，然后将由多台机器人组成的机器人集群的数据需求、机器人训练和运行需求整理成清晰的结构。产品数据指的是给定的模型，研究结果指的是已发表的实验。计算和编辑方案采用单独的符号进行标识。

AI 是人工智能的英文缩写。具身智能（Embodied AI）是指能够感知环境并作出响应的智能系统。在机器人领域，重点是物理实体、传感器、运动与学习行为之间的协同。

数据截止日期为 2026 年 9 月 15 日。本章基于截至 2026 年 9 月 11 日的项目技术稿和背景研究；快速变化的 ISO、开发商和制造商规范的关键点已于 2026 年 9 月 15 日重新核实。

章节结构

	小章节
2.1	机械结构、驱动装置、机械臂和夹爪
2.2	传感器、板载计算和电源
2.3	机器人控制、定位、导航和操作
2.4	车队管理以及与楼宇和企业管理系统连接
2.5	物理人工智能、机器人教学与仿真
2.6	机器人数据采集、处理和质量控制
2.7	软件更新、诊断和技术可靠性

结构来源：项目子章节来源图和 2026 年 9 月 11 日的第二章技术手稿。

2.1 机械结构、驱动装置、机械臂和夹爪

机械系统承载机器人的质量，传递驱动装置的动力，并决定其可能的运动。轮子、腿、手臂和夹爪执行不同的任务。例如，运输机器人的装载面承载货物；机械臂还会改变其抓取物体的位置和方向。为了规划运动，软件必须了解机器人的各个部件、关节的连接方式以及允许的运动范围（[Movelt](#)，无注；[普渡机器人](#)，无注）。

动力总成部件

电动机产生旋转运动和扭矩；扭矩表征力的旋转效应。齿轮箱的齿轮比改变速度与输出扭矩之间的关系。轴承引导运动并吸收负载。编码器提供轴位置的反馈；驱动电子设备将控制器指令转换为电驱动信号。这些元件可以构建为独立单元，也可以构建为集成执行器模块。执行器是一个干预单元，它将控制器指令转换为物理运动；集成设计将多个驱动元件组合在一起。CubeMars AK 系列包含此类机器人执行器（[CubeMars](#)，无注释；[Harmonic Drive SE](#)，无注释；[HEIDENHAIN](#)，无注释）。

在相关数据表中，“接口”指的是控制器和驱动器之间进行数据交换的连接方式。“自由度”是指独立的运动选项；“主动自由度”是指具有受控驱动器的运动。在机器人手中，多个关节的运动可以联动，因此关节的数量和独立控制的运动可能有所不同（[CubeMars](#)，无注释；[Inspire Robots](#)，无注释）。

表 2.1. 机械和驱动系统的文献示例

系统组件	原始制造商数据或设计	技术报告
集成执行器 – CubeMars AK 系列	发动机、变速器和驱动装置构成一个组合单元。	可集成到机器人关节中的模块；必须按类型识别控制模式和接口。
变速箱 – Harmonic Drive CobaltLine-CP	该产品系列的齿轮比范围为 50:1-160:1。	该系列产品包括多种尺寸和款式可供选择。
位置反馈 – 海德汉 KCI 120 Dplus	对齿轮箱的输入侧和输出侧进行位置测量。	可以分别观察电机和驱动关节的位置。
机械手 - Inspire Robots RH56E2	五根手指，六个活动自由度，十二个关节。	多个关节的运动可以机械地连接起来；关节的数量和独立控制的运动的数量可能会有所不同。

资料来源：前四行分别基于 [CubeMars](#)、[Harmonic Drive](#)、[HEIDENHAIN](#) 和 [Inspire Robots](#) 的文档。右列为编辑的技术解释（[CubeMars](#)，无注释；[Harmonic Drive SE](#)，无注释；[HEIDENHAIN](#)，无注释；[Inspire Robots](#)，无注释）。X

要解读扭矩数据，还必须了解运行状态。短时间内允许的峰值扭矩、可连续使用的扭矩以及给定速度下的可用功率是不同的数据。因此，在比较集成执行器时，需要确定标称值和峰值、控制模式 and 设计（[CubeMars](#)，无注释）。

机械臂与夹爪之间的关系

机械臂移动安装在末端的工具，使其在工作空间内移动。夹爪与物体连接：它可以抓取、释放物体，有时还会调整物体在夹持范围内的位置。多指机械手的运动受限于其自身的机械结构和控制系统。因此，可抓取物体的范围可以与机械手的设计、可用的夹持方式以及任务结合起来描述（[Inspire Robots](#)，无日期）。

负载能力数据表需要单独列出承载的负载、机械臂移动的质量以及夹爪上的负载。夹爪的自重也包含在机械臂的负载中。除了负载能力之外，手册数据库中还应包含臂展、夹爪类型、负载位置以及测试的运动方式。这是数据表的一项编辑规则：它便于比较不同任务的千克值。

2.2 传感器、板载计算和电源

传感器测量环境和机器人自身状态的各种细节。摄像头提供图像，深度传感有助于估计空间距离，关节编码器跟踪机械部件的位置。为了关联数据，还必须知道传感器的位置、设置和时间戳（Campos et al., 2021 ; HEIDENHAIN, n. n.; Orbbec , n. n. ）。

表 2.2. 机器人传感的主要数据组

传感器或数据源	它描述的是什么？	它有什么用途？
彩色相机 – RGB	红、绿、蓝：由红色、绿色和蓝色颜色通道组成的场景图像。	识别任务中的物体、表面和视觉环境。
彩色和深度图像 – RGB-D	红色、绿色、蓝色、深度：深度或距离信息与彩色图像相关联。	估计空间物体位置、障碍物和抓取环境。
激光测距传感器 – LiDAR	激光测距：利用发射光和反射光进行距离测量。测量结果可以揭示环境的形状。	地图绘制、定位和障碍物检测。
关节和车轮传感器	驱动轴的位置和运动。	调节反馈和运动估计。
惯性测量单元 – IMU	惯性测量单元：一种测量加速度和角速度（即旋转速度）的装置。	运动和状态估计，并结合视觉感知。
力、扭矩和触觉数据	身体接触的特征。	触摸和抓握控制，物体运动数据采集。

来源：根据 Orbbec 和 HEIDENHAIN 产品描述、参考位置和地图研究以及 AgiBot World 机器人数据收集项目记录的解决方案编辑的数据分组（AgiBot-World-Contributors 等，2025；Campos 等，2021；HEIDENHAIN，无日期；Macenski & Jambrecic，2021；Orbbec，无日期）。

传感器和计算机作为系统组件

传感器的集成不仅取决于测量结果，还取决于数据连接、电源和物理连接。Orbbec Gemini 335Lg 立体深度相机利用来自两个视角的图像来估算距离。GMSL2（千兆多媒体串行链路 2）高速串行数据连接将相机数据传输到计算机。该连接配备了 FAKRA 连接器；FAKRA 的名称来源于德国汽车专家协会（Fachkreis Automobil）。从机器人的角度来看，电缆的作用是提供安全的物理连接（Orbbec，无注释；Rosenberger，无注释）。

IP65 是外壳防尘防水等级的编码。IP（国际防护等级）6 表示防尘，5 表示在特定测试条件下可防止水柱喷射。Orbbec 制造商的数据手册还要求使用防护等级与摄像机指定防护等级相匹配的电缆（国际电工委员会，2013；Orbbec，无日期）。

要解读计算数据表，必须分别阅读运算和功耗信息。TFLOPS（每秒万亿次浮点运算）表示每秒执行的浮点运算次数；浮点数表示法也适用于计算机处理小数。FP4（4 位浮点数）是 4 位版本，数值精度有限。稀疏计算利用了省略与零值相关的运算这一特性。瓦特（符号 W）是功率单位：此处表示模块的工作功率范围（NVIDIA，无注释）。

表 2.3. 两个板载组件的可检查特性

成分	报告的技术数据	数据解读
Orbbec Gemini 335Lg	立体 3D 摄像头；GMSL2/FAKRA 连接；IP65。	该装置的特点是注重连接性和环境保护。机器人的定位精度需要单独测量。
NVIDIA Jetson T5000	最高可达 2,070 TFLOPS FP4 稀疏计算；1 28 GB 内存；40–130 W 功耗范围。	模块规格。FP4 计算数据与指定的精度和运行模式相关；机器人总消耗量包含额外的单元。

来源：Orbbec 和 NVIDIA。Jetson 数据适用于 T5000 模块；NVIDIA 规定峰值性能需要 130 W 的功率（NVIDIA，无日期；Orbbec，无日期）。

X

机载计算机可以运行图像处理、地图构建、运动规划和人工智能模型。快速控制回路也可以在独立的控制器上实现：控制器反复比较期望状态和测量状态，然后修正驱动指令。选择计算机时，需要考虑模型的内存需求、传感器数据流、处理延迟和散热等因素。从制造商的峰值计算值到机器人上测得的任务执行值，构建了一个完整的软件链（NVIDIA，未提供；ros2_control，未提供）。

能源供应数据

电池的能量容量可以用瓦时 (Wh) 或千瓦时 (kWh) 表示，输入功率的单位是瓦特 (W)。1 瓦时是指以 1 瓦特的功率运行 1 小时所消耗的能量；1 千瓦时是指 1 千瓦时。运行时间能量的简单估算方法是可用能量与平均功率的比值。计算过程中还会考虑驱动器、计算机、传感器和辅助设备的能耗。电池管理系统 (BMS) 是电池监控系统：它监控电池的运行状态，并辅助管理充电和放电。运行数据表包含电量、状态、温度和充电事件等信息。

普渡 BellaBot Pro 的制造商数据表显示，其空载运行时间为 11 小时。为了确定执行任务期间的运行时间，还必须记录负载、移动与等待的比例、路线以及充电顺序（普渡机器人，无日期）。数据存储库应将制造商提供的运行时间和现场测量的运行时间分别记录在不同的字段中，并在旁边注明测试条件。

2.3 机器人控制、定位、导航和操作

机器人的运行是一个反馈过程。系统感知自身状态，评估与任务相关的信息，规划运动路线，并在执行过程中重新评估路线。导航是引导机器人到达目标点的过程，而操作是抓取、移动和放置物体的过程。两者都需要对机器人及其环境进行恰当的描述（MoveIt，n.n.；Open Navigation，n.n.b）。

ROS 2，第二代机器人操作系统，是一个用于构建和实现机器人程序互操作性的软件工具包。Nav2 支持移动机器人的导航，MoveIt 支持机械臂和其他可移动机器人部件的运动规划。ros2_control 用于将控制程序连接到机器人硬件（MoveIt，n. n.；Open Navigation，n. n.-b；ROS 2，n. n.；ros2_control，n. n.）。

表 2.4. 从感知到执行的处理链

排	主输入	结果产生
洞察力	图像、距离、关节和惯性数据。	带时间戳的测量数据。
状况评估	传感器数据、先前状态和运动模型。	估计位置、方向和移动状态。
环境描述	测量几何形状、地图、检测到的对象。	可用于规划的地图或场景模型。
运动规划	目标、机器人模型、环境和约束条件。	路径或可执行移动描述。
监管和回溯测量	移动指令和当前状态。	驱动指令、执行状态和偏差指示。

来源：该卷的组织方案基于 Nav2、MoveIt 和 ros2_control 文档中描述的功能（MoveIt, n. n. ; Open Navigation, n. n.-b ; ros2_control, n. n. ）。X

地图绘制与定位

SLAM（同步定位与建图）是指同时定位和建图。该系统通过测量移动机器人的位置来估计自身位置并构建环境地图。SLAM Toolbox 是支持此功能的建图软件之一。除了地图之外，它还可以存储测量位置之间的关系系统，即所谓的位姿图。图上的点描述了机器人先前的位置和方向，而连接点则描述了它们之间的测量关系；这为后续的建图工作提供了支持（Macenski & Jambrecic, 2021）。

AMCL（自适应蒙特卡罗定位）：使用概率方法估计机器人在现有地图上的位置。它维护若干个可能的位置，并根据运动和传感器数据对其进行修正。该方法将这些可能的位置称为粒子。在 Nav2 文档中，粒子数的默认值下限为 500，上限为 2000。这些是算法的设置；定位精度或位置误差由单独的测量方法给出（Open Navigation, 无日期）。

ORB-SLAM3 是一款研究软件，它能够根据摄像头图像（在某些模式下还能根据惯性测量数据）进行位置映射和估计。表格中包含来自 EuRoC（欧洲机器人挑战赛）和 TUM-VI（慕尼黑工业大学视觉惯性数据集）的预录制测试数据。研究人员利用这些数据来验证和比较各种方法的准确性（Campos 等, 2021）。

表 2.5. 三个数值数据及其对应条件

系统	报告值	它适用于什么？
Nav2 AMCL	500 和 2,000 个粒子。	最小值和最大值参数的默认值在滚动（即持续更新的开发版本）的文档中。
ORB-SLAM3	在 EuRoC 数据集上的平均精度为 3.6 厘米； 在 TUM-VI 房间序列上的平均精度为 9 毫米。	作者在两种不同的测试环境下，利用立体相机和惯性数据进行了研究测量。
ros2_control 控制器管理器，控制器管理器	默认刷新率为 100 赫兹 (Hz)，即每秒 100 个周期。	读-控制-写周期参数。由此计算出的标称周期时间为 10 毫秒 (ms)，即 10 千分之一秒。

来源：Open Navigation；Campos 等人；ros2_control。10 毫秒是编辑根据 1/100 秒的转换计算得出的（Campos 等人, 2021；Open Navigation, n.d.-a；ros2_control, n.d.）。X

在导航中，全局规划会搜索到达目的地的路径。路径跟踪会根据当前位置生成移动指令。障碍物和机器人的轮廓都会纳入可步行性评估；环境变化可能需要重新规划或停止（[开放导航, n.n.b](#)）。

上述 ORB-SLAM3 数值是基于特定数据集的研究结果。在对已安装机器人进行测试时，路径、传感器的组装和调整、照明、覆盖物以及恢复事件等因素也包含在测量协议中。除了定位误差外，到达目的地、停靠次数以及必要的人工干预等因素也共同构成了整体运行情况的概览。

物体识别、抓握和运动

操作需要抓取目标位置和可执行的机械臂运动。MoveIt 会根据机器人模型和场景检查碰撞，然后生成符合指定速度和加速度约束的关节运动。结果还会进行计时（[MoveIt, 无日期](#)）。

抓取位置估计是一个独立的研究课题。GraspNet-1Billion 提供了图像、物体位置和抓取位置的数据和评估框架（[Fang 等, 2020](#)）。该评估涵盖了从创建抓取到放置物体的整个工作流程：它还考虑了抓取、移动、释放以及检查是否达到预期的最终状态。

2.4 车队管理及与楼宇和企业管理体系的连接

车队管理系统负责管理多台机器人的任务、状态和共享资源，包括任务分配、充电安排、路线协调和异常事件报告。机器人运行过程中，还需要与楼宇或公司内的其他系统交换数据。

物联网（IoT）指的是物理设备之间通过网络进行数据交换。KEENON BUTLERBOT W3 的制造商记录了其与电梯连接的应用案例。在这个例子中，数据交换使得机器人和电梯能够协同工作（[KEENON Robotics, 无日期](#)）。

海氏机器人公司的 HaiQ 软件描述中包含与 WMS（仓库管理系统）和 WES（仓库执行系统）的集成。WMS 用于记录和管理库存、存储位置和仓库操作；WES 用于协调当前工作的执行（[海氏机器人公司, 无日期](#)）。安装过程中，必须检查特定建筑和业务系统的接口。

在制造业中，制造执行系统 (MES) 用于跟踪和控制生产的执行过程。企业资源计划 (ERP) 企业管理体系则连接来自多个业务领域的的数据，例如库存管理、采购和生产。应用程序编程接口 (API) 定义了程序之间相互访问功能时可以使用的请求和数据。以下结构图也记录了这些系统连接。

表 2.6. 机器人群的外部连接

相关系统	请求或传输的数据	需要反馈	关系状态
电梯控制	电梯呼叫、楼层和行程需求。	电梯是否可用、楼层是否合适、电梯门状况如何。	以 W3 为例，制造商记录了物联网电梯的使用情况；这里的数据字段遵循编辑分类。
WMS 或 WES	运输或物料搬运任务、货物和位置标识符。	任务状态、到达情况和偏差。	HaiQ 系统描述中记录了集成选项。
酒店管理或订餐系统	配送请求、目的地和任务 ID。	收货、发货、失败。	一般集成要求；与给定系统的连接必须单独验证。
MES 和 ERP	指生产、库存或公司任务。	机器人操作完成事件。	编辑对齐方案；可用的 API 和数据模型取决于安装情况。
门、入口和充电器	通行权或收费请求。	访问、设备状态和操作结束。	现场技术要求，需逐台设备进行检查。

来源：编辑整合方案。两个命名产品关系的原始来源是 KEENON 和 Hai Robotics；其他行描述了一般需求（Hai Robotics，无日期；KEENON Robotics，无日期）。X

两种典型的工作流程

酒店配送的编辑流程模型始于接收订单。车队管理员选择一台可用的机器人，机器人到达电梯口，在楼层间移动，然后将物品送达目的地。配送完成后，系统会发送配送反馈。电梯配送的示例产品是 W3；订单系统与配送反馈的连接是该设备的功能（KEENON Robotics，无日期）。

在仓库环境中，WMS 或 WES 可以将任务分配给机器人系统。车队管理系统负责组织机器人的移动，工作站负责报告收货或处理情况，企业系统则负责更新任务状态。HaiQ 将此过程描述为路线优化和库存信息管理（Hai Robotics，无日期）。履行单元（例如箱子、商品或订单）需要在相关系统中进行统一标识。

关联事件

为确保操作可追溯性，建议将机器人、任务和位置标识符集中管理。在数据存储库中，任务至少应包含创建时间、接受时间、开始时间和结束时间；如果任务失败，则应关联错误代码和人工干预信息。以上为编辑事件模式。

连接断开后的操作也必须记录：任务是否仍然存在、是否收到完成反馈以及重启流程的依据。软件更新记录可以与同一个机器人标识符关联。这样，就可以将任务结果与实际运行的软件一起进行检查。

2.5 物理人工智能（Physical AI）、机器人学习与仿真

物理人工智能（Physical AI）是指系统对物理环境的感知、理解与行动能力。在机器人应用中，机器人学习把观察与动作连接起来；学习得到的控制模型会依据可用信息选择动作。示教是指记录任务的执行过程，将其作为训练样本。奖励引导学习与语言条件控制是两种不同的学习路径（Black et al., 2024；Isaac Lab Project Developers，无日期-a、无日期-c）。

表 2.7. 机器人训练的主要方法

方法	你从中学习到了什么？	特征角色	具体应该检查哪些内容？
模仿学习	已演示的观察-行动配对。	通过人为示范教授的动作或技能。	演示的质量以及教学中未曾遇到的情况。
强化学习	从行为的后果和奖励信号出发。	练习动作、平衡和其他控制技能。	奖励与实际任务之间的关系，行为的局限性。
VLA 模型——视觉-语言-行动	结合机器人数据、视觉信息和语言信息。	该名称将视觉、语言和行动联系起来：该模型根据所看到的情况和指令选择机器人行动。	与机器人和所用任务相关的性能。
再培训，微调	来自为现有模型收集的额外、有针对性的数据。	应用于新的任务、对象或环境。	提升和保持原有技能。

资料来源：根据 Isaac Lab 教学文档和 $\pi 0$ 研究论文编辑的比较。右栏包含编辑评估标准（Black 等人，2024；Isaac Lab 项目开发人员，n.d.a，n.d.c）。X

演示和远程操作

在远程操作中，人通过远程方式向机器人发出运动指令。记录的数据包括输入、发出的指令、机器人状态和任务结果。因此，远程操作也可用于生成演示数据。DROID（分布式机器人交互数据集）是一个在多个地点采集的机器人交互数据集。其常用的数据采集设备包括机械臂、外部和腕戴式摄像头，以及使用虚拟现实（VR）设备进行的远程操作。例如，用于虚拟现实的控制器会将人的运动指令传输给机器人（DROID 数据团队，无日期）。

控制设备与机器人运动之间的对应关系必须与数据一起记录。这包括指令的含义、坐标系（即用于指定位置的参考系）、测量单位和时间。延迟或错误分配的指令会在训练过程中造成观测位置与预期动作之间的错误关联。因此，演示系统的测试是数据质量控制的一部分。

$\pi 0$ 的例子

$\pi 0$ （读作 π 零）于 2024 年推出，它结合了视觉、语言和机器人状态数据，生成连续动作。这里的连续动作指的是巡检机器人运动的数值指令。据报道，该研究包括使用超过 10000 小时的机器人数据进行预训练，然后进行针对特定任务的后训练。预训练在更大的数据集上构建模型的初始能力；后训练则使其适应选定的任务。测试的任务包括折叠衣服、摆放桌子和组装箱子（Black 等人，2024）。

预训练数据量体现了模型开发的规模。每个任务的报告结果包括所使用的机器人、物体、环境和评估流程。研究演示可用于确定在特定应用中测试的能力。

模拟的作用

Isaac Lab 是一个基于物理和传感器仿真的机器人框架。它的计算由 GPU（图形处理器）加速：GPU 是一种能够并行执行大量类似计算的处理器。该仿真在计算机上模拟机器人及其环境的运行，从而可以同时运行多个实验环境。Isaac Lab 支持强化学习和模仿学习，以及运动规划工作流程（Isaac Lab 项目开发者，无日期）。

在模拟环境中，可以改变机器人和任务的参数，也就是决定操作的设置集。对环境或物理属性进行随机改变称为域随机化：其目标是使学习到的行为在各种条件下都能正常工作（Isaac Lab 项目开发人员，无日期）。“模拟到现实”（Sim-to-real）是指将模拟中学习到的操作迁移到真实机器人上；这包括一个独立的验证阶段。基于在真实机器人上测量到的任务成功率、物理接触、停止和人为干预情况，可以判断学习到的行为是否可以在给定环境中使用。

2.6 机器人数据采集、处理和质量控制

机器人数据由时间相关的测量值、状态、动作和结果组成。一个事件是相关任务实验的数据单元。轨迹描述了运动或一系列动作的时间进程；其具体内容取决于数据集的定义。帧数、轨迹数和机器人小时数是不同的指标（DROID 数据团队，无日期；Hugging Face，无日期；Open X-Embodiment Collaboration，无日期）。

表 2.8. 机器人数据集及报告的计量单位

数据集	报告数量	数据的性质和解释
开放式 X 具身	超过 100 万条真实机器人轨迹；22 种机器人设计。	一个整合了来自多个机器人平台数据的集合。数量指的是运动序列。
机器人	76,000 条演示轨迹；约 350 小时；564 个场景。	在真实环境中进行操作。演示的持续时间和次数是同一系列作品的不同特征。
AgiBot 世界	超过 100 万条轨迹。	采用统一的采集流程和人工验证创建操纵数据。
GraspNet-10 亿	190 个场景；88 个物体；97,280 张 RGB-D 图像；超过 11 亿个抓取位置。	图像和物体上附着密集的抓取标记。标记点的数量代表标注量，即分配给数据的标记数量。

来源：这四行数据分别基于 Open X-Embodiment、DROID、AgiBot World 和 GraspNet 的原始提交数据。GraspNet 编号描述了项目网站上发布的数据集（AgiBot-World-Contributors 等，2025；DROID 数据团队，无日期；Fang 等，2020；Open X-Embodiment 合作组，无日期）。X

从原始记录到训练数据

ROS 2 中的 rosbag2 工具可用于记录和回放机器人消息流。消息流是指机器人软件组件之间传输的一系列测量值、状态信号或命令。rosbag2 支持多种存储格式；一种名为 MCAP 的文件格式（用于存储带时间戳的消息）可通过单独的存储模块获得。记录设置决定了哪些数据流以何种格式保存到文件中（ROS 2，n. n.）。

为了进行训练，数据必须组织成不同的阶段（episodes）、时间窗口和统一的字段结构。LeRobotDataset v3.0 是一种用于组织机器人训练数据的数据格式。它能够处理 Parquet 表格中的数值状态、动作和时间戳，视频文件中的图像数据，以及 JSON 和 Parquet 结构中的描述性数据。Parquet 是一种按列组织的表格文件格式。一个文件可以包含多个阶段；阶段边界由元数据标识，元数据是描述数据内容和结构的附加信息（[Hugging Face](#)，无日期）。

人工处理流程如下：录制、验收控制、时间校准、片段生成、标记、质量控制和版本化发布。原始录制版本、处理版本和已发布的训练数据通过单独的标识符关联起来。这使得纠正错误标记或后续重新制作训练数据成为可能。

数据手册中的固件指的是设备的硬件相关操作系统软件。校准是将测量系统与已知的参考值进行匹配；相关的参数有助于正确解读测量结果。在机器人中，此类数据可以是相机的相对位置或关节的零点。采样是记录连续测量值的过程；采样频率决定了生成新数据的频率。

表 2.9. 机器人实验建议数据表

野外小组	待记录的数据	它是做什么用的？
识别和任务	剧集 ID、位置、任务描述、起始状态。	用于实验数据检索和比较。
机器人与执行	机器人类型、唯一标识符、手臂或手、命令数据形式。	确定数据是在哪个设备上，使用哪个运动指令生成的。
软件和校准	固件、控制器和型号版本；相机和关节的校准。	重建记录状态。
定时	开始和结束，通用时间基准，采样，丢帧。	将观察结果与行动联系起来。
结果与质量	成功或失败，子任务，干预，停止，控制状态。	用于教学和评估目的。
起源和用途	原始文件标识符、处理和标记版本、许可证、访问权限。	记录来源和允许用途。

来源：编辑数据表模式。剧集、状态、动作和元数据管理的技术背景由 DROID、LeRobot 和 rosbag2 的原始文档提供；表格字段划分是编辑建议（DROID 数据团队，无日期；[HuggingFace](#)，无日期；ROS2，无日期）。X

时机和质量

最大传感器采样率、实际数据采集频率和示教频率是不同的设置。即使使用相同的时基，也必须检查延迟和数据丢失情况。在机器人或采集站上设置本地缓冲区（即临时数据存储）有助于在网络中断时保存数据；验收测试应能检测出任何数据缺失。

表 2.10. 数据质量控制的编辑模式

调查	待检验的现象	待记录结果
充满	缺少摄像头、状态或命令数据。	受影响的数据流和时间段。
时间一致性	时钟延迟、卡顿、丢帧。	测量偏差和应用校正。
校准	相机对准错误、关节零点错误或力测量基线错误。	校准 ID 和有效期。
符号	分配限制、成功率或错误类别不正确。	改进了标记、验证和版本控制。
多样性	主题、场景或开场情节过于重复。	任务和环境的分配。
教学与评估的分离	两个子集中相同或密切相关的镜头。	除法规则及相关事件。

来源：编辑审查方案；DROID 和 AgiBot World 的数据收集描述也说明了完整性、校准、注释和场景多样性的重要性（AgiBot-World-Contributors 等人，2025 年；DROID 数据团队，编辑）。X

任务失败和数据错误是不同的类别。记录完整的失败抓取事件可用于错误分析和后续修正。因此，质量控制将记录的技术可用性和机器人任务结果分别放在不同的领域进行处理。

存储需求规划模型

下表使用了三种假设的数据量：30、120 和 500 GB/机器人小时，即机器人每小时记录产生的数据量（以 GB 为单位）。这些是设计值。年数据量按每台机器人 1500 小时的记录量计算；计算公式为：机器人数量 × 年机器人小时数 × 每小时数据量。年度结果以 PB（拍字节）为单位，此处采用的十进制计算方法为 100 万 GB。

表 2.11. 三种设计数据概况的年度机器人数据量

数据概况	GB/机器人小时	10 台机器人，PB/年	50 台机器人，PB/年	100 台机器人，PB/年
图像数据、状态和操作	30	0.45	2.25	4.5
结合多个传感器的数据	120	1.8	5	12
详细的原始研究素材	500	7.5	37.5	75

数据来源：编辑根据既定设计假设计算得出，假设每台机器人每年数据采集时间为 1500 小时。单位：1 PB = 1,000,000 GB。数字表示数据副本的逻辑容量；复制和处理需要额外的存储空间。

120 GB/机器人小时的吞吐量对应于机器人持续录制时约 0.267 吉比特/秒 (Gbit/s) 的净数据流量。该单位表示每秒传输的数据量，单位为十亿比特。对于 50 个同时录制的机器人，吞吐量约为 13.3 Gbit/s。该计算基于字节到比特的转换关系，即 1 字节 = 8 比特，以及 3600 秒的时钟周期。此外，还需加上网络流量、回读流量和复制流量。

数据资产的大小由存储的字节数、已接受的回合数、任务类型、环境和可用感知通道来描述。设计表用于容量规划；训练数据的价值体现在模型的质量和已验证的性能上。

2.7 软件更新、诊断和技术可靠性

机器人的软件状态由多个相关元素组成：启动系统、固件、控制器、应用程序、人工智能模型、配置（即运行设置）和校准。更新可能会更改其中一个或多个元素。为了记录操作，必须同时保存实际安装状态和更改结果。

已验证的更新和恢复

美国国家标准与技术研究院 (NIST) 是美国的国家标准与测量机构。其专业出版物系列被命名为 SP（特刊）。该系列出版物 800-193 描述了固件弹性的三个基本功能：防篡改、偏差检测和安全恢复。在机器人应用中，这些原则也是启动和更新可控性的基础（Regenscheid, 2018）。

Uptane 2.1.0 是一个最初为汽车电子系统升级而开发的框架。它利用数字签名元数据、软件镜像和目标设备注册表来管理升级的真实性和归属性。数字签名用于验证更新的来源和完整性；软件镜像是指为部署而编译的软件文件。机器人技术是这些原理的一个工程应用；满足 Uptane 的要求需要进行单独的测试（Uptane, 无日期）。

更新列表中的文件指纹是根据文件内容计算出的校验和，它有助于检测文件内容的更改。依赖关系指示软件元素运行所需的其他组件。跟踪这些依赖关系可以准确地追踪机器人上安装的组件。

表 2.12. 软件更新的可追溯过程

步	技术任务	需要保存的证据
汇编版	确定组件、依赖关系和兼容硬件。	发布说明、版本和文件大小。
真伪检验	核实签名和授权发布。	检查结果和使用的密钥 ID。
限量发售	测试环境，然后更新选定的机器人组。	测试结果及更新后的机器人列表。
安装和功能测试	检查已安装状态和基本功能。	起始版本和最终版本、时间、结果和错误代码。
恢复	更新失败后，创建已批准的工作状态。	恢复事件和当前软件状态。

来源：基于 NIST 固件恢复原则和 Uptane 更新框架的编辑操作方案。机器人组装步骤编辑模型（Regenscheid, 2018；Uptane, ed.）。X

只有在充分考虑兼容性和安全性的情况下，才应考虑恢复到之前的软件版本。恢复过程还应与已知漏洞的处理方式保持一致（Uptane, 无日期）。更换人工智能模型后，还应重新验证物理任务的结果：成功安装确认软件已成功迁移，而单独的测试则用于评估机器人的行为。

机器人技术数据表

软件物料清单 (SBOM) 用于识别已安装的组件。软件物料清单 (BOM) 显示版本中包含哪些组件及其版本。SPDX（系统包数据交换）是一个用于交换系统组件数据的标准描述框架；在本应用中，它支持软件程序包的注册（SPDX, n.n.-a，n.n.-b）。整个机器人的技术注册还可以包含硬件、校准和服务数据。

表 2.13. 与机器人标识符关联的技术记录

注册单位	主要内容	你的答案是什么？
硬件状态	序列号、内置模块、替换件。	什么样的物理配置方案可行？
软件状态	固件、应用程序、AI 模型、文件指纹和 SBOM。	具体哪些组件正在运行？
设置和校准	配置、传感器对准、关节和力测量基本数据。	机器人使用哪些参数工作？
更新日志	安装、更新、配置更改、恢复。	情况是什么时候、如何发生变化的？
服务和检查	故障诊断、维修、零件更换和验证测试。	失败之后发生了什么？

来源：编辑技术记录模式。对于 SBOM 功能，以 SPDX 为技术示例；对于备份和诊断功能，以 ABB 的原始文档为技术示例（ABB，n.n.；SPDX，n.n.b）。X

ABB 互联服务包括状态监测和诊断、备份管理、远程访问、车队评估和资产优化。状态监测还可以跟踪机械单元的趋势和控制测量；备份管理有助于恢复机器人程序（ABB，无日期）。

故障数据和指标

可靠性记录的基础是定义一致的事件。硬件故障、软件故障、任务失败、操作员停机和计划内维护可能需要单独分类。时间数据也应以同样一致的方式处理：实际运行时间、可用时间和日历时间是不同的分母。

平均故障间隔时间 (MTBF) 是指两次故障之间的平均运行时间，它表示针对特定故障的可用运行时间。本章中的平均恢复时间 (MTTR) 是指平均恢复时间，即恢复功能所需的平均时间。只有准确定义所监控的故障和时间限制，才能正确解读这些指标。

表 2.14. 可靠性和恢复指标

指标	本章使用的计算方法	待记录的条件
MTBF – 平均故障间隔时间	总测试运行小时数/相关故障次数。	受监控系统、误差定义和运行时间计算方法。
MTTR – 平均恢复时间	总恢复时间/恢复次数。	开始和结束事件；例如，从错误检测到功能测试完成。
技术可用性	近似模型中， $MTBF / (MTBF + MTTR)$ 。	系统边界和时间解释方式相同；计划内停机单独处理。
远程解决方案率	远程关闭故障/已调查故障数量。	关闭和受影响错误类别的验收标准。
首次修复缺陷解决率	一次干预即可修复的案例/修复案例。	重复错误监测时间窗口。
成功更新率	已验证的成功安装/尝试安装。	技术安装及后续运行测试的结果。

资料来源：编辑部提供的测量定义和计算方案。表格未提供制造商目标值或行业平均值。术语“MTTR”（平均修复时间）的使用可能因来源而异；本章指的是整个修复过程所需的时间。

指标应按机器人类型、硬件和软件版本、任务以及环境进行分组。与工单关联的日志、维修和验证测试为反馈提供了依据。这样，您可以检查组件更换、控制器修改或新型号版本如何改变了同一任务的执行情况。

所用资料来源

参考文献均来自原始制造商、开发商和研究出版物。“n.d.”表示无出版日期。产品页面和开发商文档的更新日期为2026年9月11日；版本特定数据另行列出。本章中的编辑表格和计算均附有相应的来源注释。

ABB. (n. n.). *互联服务*[服务描述]. 检索日期：2026年9月11日。 <https://new.abb.com/products/robotics/nl/service/data-driven-services/connected-servicesX>

AgiBot-World-Contributors, Bu, Q., Cai, J., Chen, L., Cui, X., Ding, Y., Feng, S., Gao, S., He, X., Huang, X., Jiang, S., Jiang, Y., Jing, C., Li, H., Li, J., Liu, C., Liu, Y., Lu, Y., Luo, J., ... Zhu, J. (2025). *AgiBot World Colosseo: 面向可扩展智能具身系统的大规模操作平台*[预印本, 版本 1]. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2503.06669v1X>

Black, K., Brown, N., Driess, D., Equi, M., Esmail, A., Finn, C., Fusai, N., Groom, L., Hausman, K., Ichter, B., Jakubczak, S., Jones, T., Ke, K., Levine, S., Li-Bell, A., Mothukuri, M., Nair, S., Pertsch, K., Shi, L., ... Zhilinsky, U. (2024). *π0: 一种用于通用机器人控制的视觉-语言-动作流模型*[研究论文]. Physical Intelligence. <https://www.pi.website/download/pi0.pdfX>

Campos, C., Elvira, R., Gómez Rodríguez, JJ, Montiel, JMM, & Tardós, JD (2021). *ORB-SLAM3: 一个用于视觉、视觉惯性和多地图 SLAM 的精确开源库*[预印本, 版本 2]. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2007.11898v2X>

CubeMars. (n. n.). *AK 系列机器人执行器*[产品系列描述]. 检索日期：2026年9月11日。 <https://www.cubemars.com/categorys/ak-series-robotic-actuatorX>

DROID 数据团队。(n. n.). *DROID: 大规模真实环境下的机器人操作数据集*[数据集和项目文档]. 检索日期：2026年9月11日。 <https://droid-dataset.github.io/X>

方海生、王超、苟明、卢超 (2020). GraspNet-1Billion: 一个大规模通用物体抓取基准测试. *IEEE /CVF 计算机视觉与模式识别会议论文集* (第 11444-11453 页)。检索日期：2026年9月11日。 <https://graspnet.net/X>

Hai Robotics. (n. n.). *HaiPick System 1*[系统描述]. 检索日期：2026年9月11日。 <https://www.hairobotics.com/solutions/haipick-system-1X>

Harmonic Drive SE. (n. n.). *CobaltLine-CP*[产品数据表]. 检索日期：2026年9月11日。 <https://harmonicdrive.de/en/products/gears-with-output-bearing/cobaltline-cpX>

海德汉。(n. n.). *提升您的直线和旋转电机性能*[技术产品介绍]. 检索日期：2026年9月11日。 <https://news.heidenhain.com/automation/encoders-with-added-valueX>

Hugging Face. (n. n.). *LeRobotDataset v3.0*[开发者文档]. 检索日期：2026年9月11日。 <https://huggingface.co/docs/lerobot/lerobot-dataset-v3X>

Inspire Robots. (n. n.). *RH56E2*[产品数据表]. 检索日期：2026年9月11日。 <https://en.inspire-robots.com/product/rh56e2/X>

国际电工委员会。(2013)。外壳防护等级 (IP 代码) [IEC 60529:1989+AMD1:1999+AMD2:2013, 第 2.2 版]。https://webstore.iec.ch/en/publication/2452X

Isaac Lab 项目开发者。(无作者)。Isaac Lab [软件和项目描述]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://github.com/isaac-sim/IsaacLabX

Isaac Lab 项目开发者。(n. n.-b)。任务设计工作流程[开发者文档]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://isaac-sim.github.io/IsaacLab/main/source/overview/core-concepts/task_workflow.htmlX

Isaac Lab 项目开发者。(无日期-c)。使用 Isaac Lab Mimic 进行远程操作和模仿学习[开发者文档]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://isaac-sim.github.io/IsaacLab/main/source/overview/imitation-learning/teleop_imitation.htmlX

擎朗机器人。(n.n.)。BUTLERBOT W3 [产品数据表]。检索时间：2026 年 9 月 11 日。https://www.keenon.com/en/product/W3X

Macenski, S. 和 Jambrecic, I. (2021). SLAM 工具箱：面向动态世界的 SLAM。开源软件杂志, 6(61), 2783。https://doi.org/10.21105/joss.02783X

Movelt。(n. n.)。运动规划[滚动开发者文档]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://moveit.picknik.ai/main/doc/concepts/motion_planning.htmlX

NVIDIA。(n. n.)。Jetson Thor [产品数据手册, 包含 T5000 模块]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://www.nvidia.com/en-gb/autonomous-machines/embedded-systems/jetson-thor/X

开放导航。(n. n.-a)。AMCL [Nav2 滚动文档]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://docs.nav2.org/rolling/configuration_and_development/configuration_guide/others/configuring_amcl/X

Open Navigation。(n. n.-b)。导航概念[Nav2 滚动文档]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://docs.nav2.org/rolling/getting_started/navigation_concepts/X

Open X-Embodiment Collaboration。(n.)。Open X-Embodiment: 机器人学习数据集和 RT-X 模型[数据集和项目文档]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://robotics-transformer-x.github.io/X

Orbbec。(n. n.)。Gemini 335Lg [产品数据表]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://www.orbbec.com/gemini-335lg/X

普渡机器人。(n.n.)。BellaBot Pro [产品数据表]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://www.pudutech.com/zh-CN/products/bellabotproX

Regenscheid, A. (2018 年 5 月)。平台固件弹性指南[NIST 特别出版物 800-193]。美国国家标准与技术研究院。https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/193/finalX

ROS 2。(n. n.)。rosvbag2 [软件和开发者文档]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://github.com/ros2/rosvbag2X

ros2_control。(名词)。控制器管理器[滚动更新, 2026 年 9 月文档]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://control.ros.org/rolling/doc/ros2_control/controller_manager/doc/userdoc.htmlX

Rosenberger. (n. n.). *FAKRA* [连接器系列和名称解析]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。<https://www.rosenberger.com/product/fakra/X>

SPDX。 (名词) 。 *概述* [开发者对名称和描述框架的解释]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。<https://spdx.dev/learn/overview/X>

SPDX。 (n. n.-b) 。 *规格说明*。检索日期：2026 年 9 月 11 日。<https://spdx.dev/use/specifications/X>

Uptane。 (名词) 。 *Uptane 设计与实现标准* [标准，版本 2.1.0]。检索日期：2026 年 9 月 11 日。<https://uptane.org/docs/latest/standard/uptane-standardX>

第三章

中国机器人市场和产业

到 2026 年，中国的机器人产业将同时成为工业自动化的大众市场、快速扩张的专业服务机器人市场以及快速产业化的人形机器人和具身人工智能领域。

本章分别论述了产量、安装量、公司出货量、市场收入、公开定价和政策目标。服务机器人市场数据包含在两个独立的数据集中：中国国家统计局的制造业大类数据和追踪专业商用机器人的市场数据库。对于人形机器人，生产里程碑、出货量、客户现场使用情况和名义产能是单独的指标。

数据截止日期：2026 年 9 月 15 日。产品价格按日期和销售渠道列出。制造商产量数据、政策目标和分析师成本模型另行标注。

第三章结构

部分	话题	主要问题
3.	中国的机器人经济、产业政策和市场规模	机器人制造和用户群体规模有多大？政府正在利用哪些工具来加速机器人产业的发展？
4.	中国服务机器人制造商、型号、价格与部署	哪些细分市场已经实现批量商业化应用，并且公开价格水平如何？
5.	中国类人机器人制造商、型号、价格与部署	哪些原始设备制造商正在扩大规模，他们提供哪些平台，以及有哪些生产或部署方面的证据？
6.	中国零部件制造商、供应链和成本结构	哪些部件占机器人成本和技术依赖性的大部分？
7.	上海、北京、深圳和浙江-杭州的机器人生态系统	制造业、人工智能、数据、测试和零部件行业在四大主要区域中是如何划分的？

3. 中国的机器人经济、产业政策和市场规模

产量、装机量与出口

中国国家统计局的生产数据指的是年主营业务收入至少达到 2000 万元人民币的工业企业。生产数据反映了特定时期内全国生产的机器人数量。IFR 装机量数据统计的是投入使用的工业机器人数量，而库存量数据统计的是正在运行的设备数量。这三个指标分别反映了不同的经济事件。[F1]

表 3.1. 中国机器人产业的生产和安装数据

指标	时期	价值	年度变动或份额
工业机器人的生产	2025	773,074 件	+28.0%
服务机器人生产，广泛的基于自然的解决方案（NBS）类别	2025	18,581,081 件	+16.1%
工业机器人的生产	2026 年第一学期	537,689 件	+28.0%
服务机器人生产，广泛的基于自然的解决方案（NBS）类别	2026 年第一学期	10,319,211 件	+11.9%
主要机器人公司的收入	2026 年 1 月至 5 月	超过 900 亿人民币	+26.9%
中国新增工业机器人安装项目	2024	295,000 件	全球 54% 的安装量
中国制造商在中国安装项目中的份额	2024	57%	国内安装份额
中国运营中的工业机器人车队	2024 年底	超过 200 万件	占世界库存的 43.5%。

数据来源：NBS、IFR《2025 年世界机器人大会》及行业收入报告；处理后的数据来源：[F1]，第 5 页和第 18 页。年度增长率根据上述报告中的可比数据计算得出。未根据中期数据进行全年估算。X

2024 年中国机器人安装量占全球 54% 的份额，反映了终端用户市场的规模。同年，中国制造商在国内市场的份额也达到 57%，与上述数字相符。中国的产量数据仅代表地域因素，因此其本身并不能反映中国制造商的全球市场份额。1858 万台服务机器人的产量涵盖了家用和个人用途产品；专业商用领域的产量则小得多。[F1 ; F2]

工业机器人出口

在 2021 年至 2025 年的时间序列中，中国工业机器人出口额增长超过四倍，工业机器人产量大约翻了一番。除了销售数量之外，出口额的增长也可能反映了产品组合和价格的变化；因此，价值指数和数量指数是两个不同的指标。[F1]

表 3.2. 中国工业机器人出口报告指标

时期	设计中的部件数量	年变化
2026 年 1 月至 5 月	86,597 件	+39.5%

时期	设计中的部件数量	年变化
2026 年 5 月	20,090 件	+51.2%

来源：中国商务部；[F1]，第 6 页。5 月份的数据是 1 月至 5 月总数的一部分。X

到 2025 年，中国将首次成为工业机器人净出口国，出口量超过进口量。制造商为海外销售提供本地化集成和服务。商务部在[F1]中引用的分析强调，长期可靠性、总拥有成本和本地化服务是出口的必要条件。

市场规模和类别边界

对服务机器人市场的不同估算涵盖的产品范围也不同。在 IDC 追踪商用服务机器人的数据库中，送货机器人和清洁机器人占据了出货量的大部分。中国新型服务机器人（NBS）的制造类别则要广泛得多。市场收入和理论市场规模（TAM）也应分开解读。[F2]

表 3.3. 2025 年服务机器人市场规模

区域和指标	价值	数据类型和覆盖范围
全球商业服务机器人出货量，IDC	15.5 万台；增长 44.1%	专业商业类别；主要包括运输和清洁
同一全球市场类别的销售收入	约 13.7 亿美元	市场收入预测
全球市场配送机器人（IDC 分类）	84,000 套；超过 3.8 亿美元	单位年增长率 +30.2%
全球清洁机器人市场 IDC 分类	58,000 台；超过 7.6 亿美元	销量年增长率+83.8%；收入年增长率+48.5%
中国商业服务机器人产品及解决方案	22 亿元人民币	弗若斯特沙利文公司对 UDI 公司股票市场文件的估算；商业类别范围狭窄
理论上，同一中国商业类别的可用市场	789.1 亿元人民币	TAM 估算；潜在市场，未实现收入
中国庞大的服务机器人市场的价值	约 850 亿元人民币	SCIO 2025 年预测；更广泛的产品范围

数据来源：IDC、SCIO、UDI/Frost & Sullivan；[F2]，第 1、4-5 页。全球美元数据和人民币数据在地域和产品覆盖范围上有所不同。预测值和潜在市场规模（TAM）并非以实际年收入表示。X

据 IDC 预测，2025 年中国在全球商业出货量中约占 38%。Keenon、Pudu 和 Gausium 三家厂商合计占据了同一数据库中 53.2% 的全球市场份额。第一个比率显示了销售目标市场，第二个比率显示了这三家厂商的合计市场份额。对于清洁机器人而言，销量增长速度超过了收入增长速度；因此，每台出货机器人的市场收入有所下降。该指标还包含了产品和渠道组合的变化。[F2]

工业机器人和协作机器人制造背景

对于工业机械臂而言，其应用范围取决于负载能力、重复精度、运动控制、力调节和系统集成。中国企业提供的产品包括协作手臂、传统工业机器人、自适应机械臂和轻量化开发平台。以下公司列表按来源中列出的产品系列进行排序；顺序并非市场排名。[F4]

表 3.4. 提供工业机械臂和操作平台的公司

公司	中心	产品或技术范围
JAKA 机器人公司	上海	Pro 和其他协作机器人系列
精英机器人	上海	CS 和 EC 协作机械臂，以及相关的自动化工具
鼓	深圳	协作机器人、桌面机器人和教育机器人；工业自动化
罗卡埃	北京	工业机器人、协作机械臂、力控自动化
灵活的	上海	自适应力控机械臂；AICO 集成人工智能平台
费里诺	苏州	协作机器人和开放式自动化平台
RealMan Robotics	北京	轻型机械臂、集成关节、移动操作、远程控制和数据采集
工厂	深圳	xArm 和 Lite 系列的合作与开发部门

来源：[F4]，“公司简介和首次进入欧洲的证据”，公司数据表 1-7 和 12。中心和产品领域遵循 2026 年 8 月 11 日结束的公司数据调查。X

JAKA 报告称，2022 年其运营的协作机器人超过 10,000 台，并拥有超过 300 家自动化合作伙伴。同期，该公司宣布完成约 1.5 亿美元的 D 轮融资。据资料显示，Elite Robots 随后发布的公司声明称，其已部署超过 20,000 台机器人，业务遍及 50 多个国家。因此，不同日期公司的累计数据无法直接提供销售排名。[F4]

中央产业政策和金融工具

机器人技术的发展得益于中央研发项目、地方拨款、政府投资基金、税收优惠和客户融资。这些支持可用于研究、组件开发、产能提升、数据收集或新型机器人的首次应用。基金的名义规模是指可在数年内投入的资金；拨款上限是指可给予受益人或项目的资助金额上限。[F3]

表 3.5. 国家机器人及相关计划

程序	公布日期或期限	主题和财务性质
机器人产业“十四五”发展规划	发布日期：2021 年 12 月 28 日；目标期限：2025 年	技术、零部件、产品、应用和产业集群；目标是年均行业收入增长超过 20%，并形成 3-5 个具有国际意义的产业集群。
Robot+ 应用行动计划	2023 年 1 月；目标期限：2025 年	制造业、农业、能源、医疗保健和物流应用；超过 100 项创新技术或解决方案以及超过 200 个典型应用目标
人形机器人创新指南	2023 年 11 月；里程碑：2025 年和 2027 年	基础模型、控制系统、执行器、传感器和完整机器人；目标是在 2025 年实现量产，并在 2027 年实现成熟的产业合作。
国家研发计划，智能机器人优先计划	2025 年轮次指南：2025 年 12 月 22 日；提交：2026 年 1 月 4 日至 2 月 5 日。	中央项目资金用于科研机构、大学和企业；处理后的通讯内容并未提供完整的机器人预算。
人工智能+制造业措施	2026 年 1 月	连接人工智能代理、工业机器人和智能制造系统；战略和实施方向

程序	公布日期或期限	主题和财务性质
研发成本的额外税基扣除	该研究中描述的规则将于 2023 年 1 月 1 日起生效。	符合条件的非资本化研发支出可享受 100% 的额外税基扣除；这是税收优惠，而非直接财政支持。

资料来源：[F3]，“中央政府项目和机制”以及“项目/工具”表格。目标期限本身并不能证明目标的实现。税收优惠须符合资料来源中所述的资格和结算条件。X

国家智能机器人计划的时间安排体现了项目征集年份与项目实施年份之间的差异。2025 年的申请于 2026 年初开放。上海 2025 年的一项专项研发项目，其典型项目周期为 2025 年 12 月 1 日至 2027 年 11 月 30 日。因此，申请年份不能被视为全部资助款项拨付的年份。[F3]

投资基金和更广泛的框架

表 3.6. 与机器人技术相关的资金和国家框架

基金或项目	公布的名义金额	内容和时间安排
北京机器人产业发展投资基金	100 亿人民币	多年机器人技术投资能力
深圳人工智能与机器人产业基地	100 亿人民币	该基金将于 2025 年宣布成立；公告中并未明确人工智能和机器人技术之间的划分。
北京更广泛的政府投资体系	1000 亿人民币	多个未来产业，时间跨度为 15 年；可能与单独发布的机器人基础研究存在重叠
国家大型设备现代化计划	2000 亿人民币	2026 年多部门框架，资金来自长期专项政府债券

资料来源：[F3]，“执行摘要”、“资金概况”和中央项目表。这些是不同的财务类别；这些金额并不构成国家机器人技术资金框架的汇总。X

北京 100 亿元机器人基金和深圳 100 亿元混合基金合计名义投资额为 200 亿元人民币。分配给机器人领域的总金额比例及其年度分配额需要单独数据。北京 1000 亿元体系的加入可能导致重复计算，而 2000 亿元国家框架则涵盖了经济中的许多设备类别。[F3]

地方拨款、数据和计算激励措施

市级和省级项目通常会规定具体的补贴比例和上限。受益人通常需要证明其在当地运营，具备合法的财务状况，并有符合条件的投资或已完成的销售。项目规定的最高补贴金额并非自动发放。[F3]

表 3.7. 直接发展和投资补贴

区域和设备	支撑率和最大值	资料中记录的时间段
上海，一个大型具身人工智能研发项目	最高可达批准投资额的 30%；每个项目 5000 万元人民币	2025 年 7 月 28 日至 2028 年 7 月 27 日
上海联合创新服务平台	最高可达 50%；2000 万元人民币/项目	2025-2028 年的计划相同
上海，应用演示	最高可达 20%；1000 万元人民币/项目	2025-2028 年的计划相同

区域和设备	支撑率和最大值	资料中记录的时间段
上海市闵行区，核心部件研发	最高可达 30%；3000 万元人民币/项目	2026 年 3 月 3 日至 2029 年 3 月 2 日
上海闵行区，中试生产平台	最高可达 30%；1000 万元人民币/项目	2026-2029 年的计划与此相同
深圳，机器人或零部件工厂及产能扩张	最高可达 20%；1000 万元人民币/项目；最低投资额 1000 万元人民币	该措施于 2026 年 2 月 27 日发布
深圳，机器人数据采集工厂	最高可达 20%；1000 万元人民币/项目；最低投资额 1000 万元人民币	2026 年采取同样的措施
广东制造创新中心	国家级中心最高可获 5000 万元人民币，省级中心最高可获 1000 万元人民币。	实施细则：2025 年 9 月 1 日至 2027 年 1 月 31 日。
广东人工智能产业示范和开源开发	演示项目奖金 300 万至 800 万人民币；开源社区奖金最高可达 800 万人民币。	2025-2027 年框架相同；具体条件取决于类别
江苏省制造业创新与关键技术	创新中心投资高达 3000 万元，协同重点技术项目投资 600 万元人民币。	该资金来源的 2024-2026 年项目融资框架
江苏省，数据收集或教学中心	符合条件的设备和软件成本的 10%；最高可达人民币 400 万元	单独的 2025 年预算轮次；非自动续期年度预算

资料来源：[F3]，“省市级项目”详细表格。同一投资能否叠加补贴取决于具体项目。对于广东省机器人企业类别，实施细则要求上年度至少 50% 的收入与机器人产品和服务相关。X

表 3.8. 数据、计算和应用激励措施

区域和设备	报告金额或利率	记账单位和限额
上海，数据和语料库服务券	最高可达 500 万人民币	每家公司每年；在 2025-2028 年计划中
上海，计算能力凭证	最高可达 4000 万人民币	企业年度上限；受项目条款约束
上海，销售和租赁优惠	合同金额的 5% 以内；最高不超过人民币 500 万元	独立的申请工具；与研发支持不同
北京经济技术开发区，数据凭证	年度项目预算为人民币 1 亿元；每家公司最高限额为人民币 100 万元。	该项目的总金额和每位受益人的上限是两个独立的数值。
同上，机器人二级发展社区	每年最高可达 3000 万人民币	社区发展基础设施
同上，人形机器人销售	每年最高可达 1000 万人民币	企业销售支持上限
同上，机器人租赁和保险	租金最高可达 300 万人民币；保险费最高可达每年 100 万人民币。	用于融资的独立工具
深圳，具身机器人产品销售支持	年销售额的 5%；最高可达 300 万人民币。	根据年度公告，企业上限为

资料来源：[F3]，上海、深圳、北京开发区详细规划数据。报告显示，北京开发区措施实施时间范围为 2025 年 8 月 12 日至 2028 年 8 月 31 日。X

数据和计算券用于支持机器人开发所需服务的使用。销售、租赁和保险工具则作用于使用端。因此，研发、生产和需求补贴在来源端也与同一行业相关。它们的财务影响可能不同的时间显现，并惠及不同的受益人。[F3]

出口融资

表 3.9. 国外机器人销售的金融和机构工具

机构或装置	资助或支持的活动	金融性质
中国进出口银行，出口买方信贷	外国买家采购机械、机电或高科技设备	交易挂钩贷款；机器人项目可能符合资格，具体取决于产品范围。
中国进出口银行，出口卖方信贷	中国出口商交付的设备或系统	出口融资，并提供个性化信贷条款
中信出口信用保险计划	与外国买家、国家或付款相关的风险	保险；投保营业额不属于补贴支付。
商务部和地方对外市场计划	贸易展览会、销售渠道、海外仓库	与项目相关的贸易发展
中国国际贸易发展委员会	合作伙伴搜寻、展览和法律服务	机构市场准入支持

资料来源：[F3]，“出口支持和国外市场融资”；[F1]，第 7 页。这些资料并未记录所有出口机器人的总体支持金额。贷款和保险的条款和条件因交易而异。X

以机器人生产线为例，出口买家的信贷可以帮助外国投资者获得融资。因此，制造商的研发支持和买家的投资信贷分别影响同一产品的两个不同的融资方面。出口信用保险可以通过管理支付风险和某些政治风险与银行融资挂钩。[F3]

4. 中国服务机器人制造商、型号、价格与部署

制造商和产品系列

中国服务机器人制造商采用多种商业模式。Keenon 和 Pudu 提供适用于多个应用领域的产品。Gausium 专注于清洁领域，而 Yunji 则专注于酒店机器人与酒店 IT 系统的连接。Geek+ 和 HAI Robotics 提供仓库物料搬运系统。[F2]

表 3.10. 中国服务机器人和仓储机器人制造商

公司及总部	主要产品系列	量化公司信息披露及期间
基恩机器人；上海	餐厅和酒店配送、清洁、接待、人形机器人服务	到 2025 年 5 月，服务机器人的累计销量将超过 10 万台。
普渡机器人；深圳	运输、清洁、工业移动机器人、移动操作	到 2026 年初，累计出货量超过 12 万件；覆盖 80 多个国家和地区
高斯；上海	室内外专业清洁	根据 2026 年 9 月研究报告中引用的一家公司声明，日本有超过 5 000 台运行中的机器人。
云迹科技；北京	酒店机器人及操作系统、医院及楼宇内运输	2025 年营收 3.012 亿元人民币；其中酒店业务营收 2.439 亿元人民币，占比 81%。

公司及总部	主要产品系列	量化公司信息披露及期间
UDI 机器人公司；江苏省	室内外运输、清洁、移动销售	根据交易所公告，涉及 600 多个中国城市和 1 万多个交易地点。
Geek+；北京	自主移动仓库机器人，货物配送，分拣	已安装超过 72,000 台机器人，拥有超过 800 家企业客户，业务遍及 40 多个国家；2025 年收入超过 4.38 亿美元。
海艾机器人；深圳	箱体和存储单元搬运仓库机器人，自动存储和检索	2021 年，欧洲组织架构扩展至 1000 多名员工、600 多项专利，业务遍及 30 多个国家。
TMiRob；上海	医院物资运输和医疗保健服务机器人	来源提供了应用程序描述；但没有可比拟的总安装量

资料来源：[F2]，第 8-11 页；HAI 2021 数据见[F4]，“执行摘要”和“公司简介及首次进入欧洲市场的证据”。公司数值数据来自公司自身报告。未注明日期的累计数字表示所引用研究中记录的现状，而非 2025 年的销售额。X

根据普渡大学 8 月 23 日结束的市场调研报告，其最新数据显示，已交付超过 13 万辆，覆盖超过 85 个国家和地区。这两个数据分别来自不同的出版物；此前公布的 12 万辆以上的数据反映的是 2026 年初的情况。由于缺乏确切的转折点，无法根据两者的差值计算出当期销量。[F1，第 9 页；F2，第 2 页和第 8 页]

型号与公开价格基准

服务机器人的价格很大程度上取决于设备、软件许可、充电和对接系统、现场集成、保修和服务套餐。以下数据为公开渠道和经销商的参考价格；购买合同需另行向制造商或分销商询价。

表 3.11. 服务机器人的公开价格和产品数据

模型	任务	已记录的技术/业务数据	公开价格指标
Pudu BellaBot Pro	餐厅和酒店配送	总负载 40 公斤；最多可装 4 个托盘；空载运行时间约 11 小时（制造商数据）；支持视觉、标记和激光 SLAM。	约合人民币 73,999 元，2026 年 9 月公开渠道价格
普度 CC1	商业地面清洁	专业多功能清洁平台；也可通过欧洲分销渠道购买。	净价 16,310 欧元至 19,000 欧元，两家德国经销商报价，2026 年 9 月 12 日。
Keenon W3	酒店配送	电梯和楼宇物联网集成文档	项目资源中没有统一的公开 OEM 厂商标价。
高仙 Scrubber 75	大面积专业清洁	商用清洁机器人；系统通过合作伙伴和集成商渠道销售	项目资源中没有统一的公开 OEM 厂商标价。

数据来源：[F2] BellaBot Pro 产品及渠道价格数据；[F9] Pudu CC1 德国净经销商价格数据（截至 2026 年 9 月 12 日）。Keenon W3 功能示例 [F2]。价格包含税费、运费、现场集成费用以及可选服务，但具体费用可能有所不同。

部署案例和运行规模

酒店送货机器人会在大堂或服务区接收货物，然后乘坐电梯前往客房，通知客人，最后返回。这项任务需要自主运输和楼宇的 IT 连接。在云集系统中，机器人是连接订单、电梯、客房通信和任务分配的软件的一部分。[F2]

表 3.12. 服务环境中记录的中国案例

位置或服务提供商	周期和尺度	沟通的任务和性质
上海虹桥盛贸饭店；擎朗智能（Keenon）	8 台机器人，6 款型号将于 2025 年秋季推出	接待、客房服务、清洁、餐饮服务和行李搬运；现场应用示例
云集酒店的客户	到 2025 年底，酒店数量将超过 4 万家。	机器人解决方案到达的地点；该数字并不代表活跃机器人的数量。
云集的在线机器人股票	到 2025 年，平均每天将有约 32,000 个机器人同时在线。	运营活动指标；并非年度出货量或累计机器人工时。
云集医院客户	到 2025 年底，大约有 200 家医院	医院解决方案部署范围；公司报告
赛特医院系统	数百家医院；一些大型机构中配备了超过 100 台机器人或智能设备。	药品、样品、无菌材料、食品、纺织品和废弃物的运输；许多大型设施涉及多种设备的混合使用。

资料来源：[F2]，第 2、5 和 10 页。Saiter 的声明在该研究中没有统一的年度截止日期。酒店数量、在线机器人数量和混合资产组合是不同的指标。X

仓储机器人如今已发展成为一项工业级系统业务。据 Geek+ 报道，全球已安装超过 72,000 台机器人，拥有超过 800 家企业客户，业务遍及 40 多个国家；海机器人专注于箱体和存储单元搬运自动化。这些系统的产品价值在于机器人、车队管理、WMS/WES 集成以及现场流程的结合。[F2]

每个应用的商业成熟度

表 3.13. 2026 年中国服务机器人应用成熟度概览

应用	基于资源的成熟度	典型人物	主要操作标准
仓库自主移动机器人/货到人	非常高	Geek+，海机器人	吞吐量、可靠性、WMS 集成
室内配送	高的	Keenon、Pudu、Yunji、UDI	导航、电梯集成、每日任务量、干预率
商业清洁	成熟度较高、增长迅速	高斯、普度、擎朗智能（Keenon）	平方米/小时、自主性、维护、人工替代价值
医院物流	中高	TMiRob、云吉、赛特	安全的物料流动、集成和可用性
零售/接待	中等的	Keenon、Pudu、优必选科技	互动质量、转化率、运营经济效益

应用	基于资源的成熟度	典型人物	主要操作标准
保安巡逻	中等的	专业无人地面车辆和四足机器人	覆盖范围、检测能力、鲁棒性、操作员升级
老年护理	低至中等	多厂商试点项目	安全性、人机交互、融资模式

来源：[F2]。成熟度评级是分析师对已记录的安装和应用程序的总结，并非中国官方评级体系。

5. 中国人形机器人制造商、型号、价格与部署情况

制造商领域和平台趋势

人形机器人产品还包括用于工业物料搬运、科研、教育和服务等任务的平台。除了众多驱动关节和机械手部结构外，该产品还包括运动控制、任务规划、开发环境和数据采集系统。应用成熟度取决于任务的成功和可重复执行；仅交付机器人本身并不能衡量这一点。[F2 ； F4]

表 3.14. 来源中的人形机器人和具身人工智能公司

公司及总部	平台或主要个人资料	已记录的发展方向
AGIBOT；上海	人形机器人、移动操作、机器人数据平台	系列生产、AGIBOT World 数据和开发环境、X1 开放式生产文档
杭州宇树科技（Unitree）机器人有限公司	人形机器人和四足机器人；例如 R1、G1、H2	研究与开发用途，多种尺寸的机器人平台
优必选科技；深圳	人形、教育和互动服务机器人	不断扩展的工业人形机器人应用
乐聚机器人（Leju Robotics）；深圳	KUAVO 和 Roban 人形平台	试生产、设计验证和大批量组装
傅利叶智能（Fourier Intelligence）；上海	康复机器人和人形机器人	医疗技术背景、人形机器人研究和应用平台
博斯特机器人；北京	紧凑型人形生物	研究和教育应用、操作系统和开发工具
LimX Dynamics；深圳	全尺寸人形机器人，TRON 多功能机器人	操纵算法和具身代理系统
银河通用（Galbot）；北京	通用移动和人形系统	具身智能、研究和产业合作

来源：[F2]，第 8-10 页；[F4]，公司数据表 13-18 和 39；[F6]，第 1-3 页。该表报告的是产品和开发方向，而不是统一验证的自主能力。X

中国的人形机器人领域涵盖了全尺寸工业平台、科研机器人、小型教学机器人和移动操作系统。公开的产品价格仅包含入门级硬件；客户任务所需的机械臂、计算能力、开发者许可、集成、备件和本地支持等均需额外付费。

公开价格基准：宇树科技（Unitree）

表 3.15. Unitree 人形机器人官方网店价格，2026 年 9 月 15 日。

模型	官方网店价格	评论
R1-D	4,290 美元起	入门级人形版本
R1	4900 美元起	入门级人形平台
G1	13,500 美元	基本网店价格；开发者和可选配置可能有所不同。
H2	29,900 美元	面向公众的全尺寸网店平台
H1	显示价格：90,000 美元	该网店还要求联系以获取实际价格。
H2 Plus	10 万美元	配置更高的全尺寸版本

来源：[W1] Unitree 官方网店，人形机器人系列，核实日期：2026 年 9 月 15 日。网店价格与工业安装的总项目成本不同。

AGIBOT：生产和交付里程碑

AGIBOT 成立于 2023 年，根据其公司历史记载，于 2024 年 1 月在上海开设了工厂。所公布的里程碑事件表明其生产规模迅速扩张，但同期累计生产的机器人数量和交付的机器数量则构成了一组不同的数据。[F6 ; F7]

表 3.16. AGIBOT 生产和交付里程碑

日期或期间	报告值或事件	指标
2023	公司成立	组织里程碑
2024 年 1 月	上海工厂正式投产。	生产里程碑
2025 年 1 月	第 1000 台机器人完成	累计生产里程碑
2025	5168 台机器人	年交付量
2026 年 3 月 30 日	第 10000 台机器人已完成	累计生产里程碑
2026 年第一学期	大约 8400 台机器人	半年一次
2026 年 6 月	第 15000 台机器人完成	累计生产里程碑

来源：AGIBOT 公司历史和公司公告，以及塞尔维亚发展署接管的公司数据；[F6]，第 3 页；[F7]，第 1 页。生产里程碑未添加到出货数据中。X

AGIBOT X1 文档列出了 29 个执行器和两个夹爪，并包含物料清单、CAD 文件和制造作业指导书。在整机通电之前，会执行器识别、固件验证、通信寻址和工作台运动测试。在整机上，还会进行单独的步骤，检查电源轨是否存在短路、零点对准、软件安装以及惯性测量单元通信。这是针对特定平台的已记录制造订单。[F6 ，第 2-3 页]

乐聚机器人：从试点到批量生产

乐聚机器人深圳试点工厂于 2026 年 4 月投产。生产分为四个主要模块：零部件组装、整机组装、通电参数化和功能测试。手工灵活组装由制造执行系统（MES）提供支持。与东方精密合作建立的佛山工厂采用更大批量的物料供应和生产线联网测试。[F6]

表 3.17. 乐聚机器人在中国的两类生产体系

特征	深圳中试工厂	乐聚机器人-佛山东方精密工厂
报告的年产能	500-1000 台机器人	超过 10000 台机器人
报告的时间数据	最长 120 分钟的先导循环	大约每 30 分钟完成一次的机器人
流程结构	4 个主要技术模块	24 项装配操作
组装和材料供应	灵活的手工组装，模块化流程	自动化仓库和 AGV 服务确保物料准时到达
测试	>30 项测试；30 分钟站立行走测试结果	77 个检查点和 41 项自动化测试
数字系统	基于 MES 的生产数据收集	连接 ERP 企业管理、WMS 仓库管理和 MES
已报告的开发经验	Roban 2 的两轮设计迭代中进行了超过 170 项制造技术改进；KUAVO 5 试点验证历时 4-5 个月。	物料管理、排程、质量预警和瓶颈监控

资料来源：[F6]，第 1-3 页；相关摘要[F7]，第 3 页。年度数据为报告产能。120 分钟的周期和 30 分钟的释放率并不代表每台机器人的总工作时间。77 个检测点和 41 项自动测试是单独报告的数据；它们的重叠部分尚未解决，因此不能合并为 118 项单独的测试。X

中试工厂的生产数据也有助于改进设计。Roban 2 的 170 多次修改表明，可制造性是设计迭代的一部分。在佛山案例中，标准化装配作业与仓库和物料供应自动化相结合。仅凭已报告的排班数据无法确定实际的年产量、班次安排或利用率。[F6]

优必选：工业应用证据

该项目的人形机器人档案将与优必选 2025 年年度报告相关的 1079 台人形机器人销售数据作为经审计的企业数据。在另一份文件中，该公司透露，比亚迪、吉利、一汽-大众、东风柳州和富士康等公司的生产环境中已部署了数百台 Walker S 系列机器人。这是制造商大规模部署的声明。空客公司在 2026 年签署的一项协议中指定了 100 台 Walker S2 机器人用于早期概念测试。[F10]

该手册探讨了人形机器人市场中的四种证据类型：已完成的机器人、已发货或已售出的机器人、客户现场部署情况以及名义产能。这四类数据可能来自同一家公司，但却反映了不同的产业成熟度。

6. 中国零部件制造商、供应链和成本结构

运动系统和操作

在机器人的运动系统中，电机、齿轮、位置传感器、轴承和控制电子元件共同构成关节。完整的执行器将其中几个元件集成到一个模块中。因此，供应商可以提供电机、精密齿轮或完整的关节单元作为单独的产品。在汇总零件和成本时，还必须考虑集成模块的内容。[F5]

表 3.18. 移动系统中的中国供应商

成分	中国公司案例	角色和已记录的产品数据
集成式执行器	立方火星	电机、变速箱和驱动装置集成于一体；产品示例：AK80-9 和 AK10-9
精密波驱动	Leaderdrive, 莱富尔	低间隙机器人传动；Leaderdrive 拥有超过 1800 家全球客户
无框无刷电机	CubeMars, MOONS'	联合驱动电机；电机和整个执行器是不同的产品级别。
力矩传感器	日出仪器, 昆威	测量作用于机器人的力和力矩；下表列出了一系列六轴传感器。
多指机械手	启发机器人	公司声明称，2025 年将交付 10000 只机械手；产品示例具有 6 个活动自由度和 12 个关节。
机械手和夹爪	DH 机器人	DH-5-6 型机械手；制造商规格说明其抓取循环次数超过一百万次。
触觉感知	帕西尼	多维触觉感知、多指手和人形机器人发展

资料来源：[F5]，第 4-6 页；PaXini：[F4]，公司数据表 20。客户编号和交货信息为公司信息。循环寿命为制造商规格，并不替代组装机器人或特定应用的使用寿命。X

根据 CubeMars 在 2026 年 9 月进行的调查，AK80-9 的直销价格约为 480-580 美元，AK10-9 的直销价格约为 699-799 美元。Inspire RH56E2 机械手的美国经销商价格为 8,900 美元。以上价格仅针对指定产品和渠道，不包含批量折扣、定制配置、运费或系统集成费用。[F5]，第 4-6 页]

精密驱动、传感和关节控制是相互依存的。零部件的精度、装配和校准的准确性共同决定了最终关节的性能。因此，中国供应商分布图显示了制造环节之间的联系：功能相同的零部件不能自动互换。[F5]

传感、电子和能源

移动机器人使用摄像头、距离传感器、惯性测量单元、车载计算机和通信设备。轮式服务机器人的许多组件也可从中国电子、电动汽车和自动化供应商处获得。在人形机器人中，这通常意味着需要更多的关节传感器、更复杂的运动控制和手动操作。[F2]

表 3.19. 中国传感器和电子产品供应商示例

区域	公司	产品或来源中的角色
3D 相机	奥尔贝克	Gemini 335Lg 立体 3D 摄像机；GMSL2/FAKRA 接口，IP65 防护等级

区域	公司	产品或来源中的角色
机器人激光雷达	何赛	JT128；128 通道，产品描述中重量为 265 克
机器人激光雷达	RoboSense	Airy；研究数据收集时的官方在线价格为 999 美元。
移动机器人的空间感知	利沃克斯	地图构建、定位和障碍物检测；与高斯机器人通信
工业 3D 机器视觉和机器人人工智能	机械思维	空间视觉、机器人编程和学习系统；据报道，已安装的设备超过 27,000 套，包括摄像头和人工智能单元。
电池单元	宁德时代、孙沃达、伊芙	电池行业供应商背景；人形机器人的合适电池规格和负载特性必须单独确定。

资料来源：[F5]，第 5-7 页；Livox：[F2]，第 12 页；Mech-Mind：[F4]，公司数据表 8。产品数据指的是所列型号。电池制造商列表并不构成与任何所列人形机器人制造商的已确认供货合同。X

机载人工智能计算也与国际供应链相连。本地化研究以 NVIDIA Jetson Orin 和 Thor 级计算单元为技术参考。中国的机械和电子制造背景并不意味着所有关键半导体或软件组件都产自中国。[F5]

人形机器人物料清单和成本结构

人形机器人的硬件成本主要取决于运动系统。美国银行全球研究部估计，到 2025 年，中国制造的人形机器人物料清单成本约为 35,000 美元，预计到 2030 年将低于 17,000 美元。摩根士丹利 2025 年的分析显示，物料清单成本根据设计不同，范围在 10,000 美元至 300,000 美元之间，并估计 Optimus Gen2 的硬件成本（不含软件）为 50,000 美元至 60,000 美元。[F5]

表 3.20. 人形机器人硬件成本：外部基准成本和项目目标成本

数据类型	音量/时间	报告值或模型值	解释
美国银行基准利率	中国，2025 年	约 35,000 美元（BOM）	外部分析师对中国制造的人形机器人的估计
美国银行预测	2030	物料清单 (BOM) <17,000 美元	预测价格，而非今日购买价格
项目目标成本	每年 50-200 台机器人	5.5 万至 8.5 万美元/台机器人	小批量生产；较高的非重复性工程费用和测试成本
项目目标成本	每年超过 1000 台机器人	3.2 万至 5 万美元/台机器人	批量定价和部分本地化假设
项目目标成本	每年 3000-5000 台以上机器人	2.4 万至 3.8 万美元/台机器人	假设建筑业发展成熟且垂直整合程度更高

来源：[F5]。项目目标成本为设计模型，而非制造商报价。外部物料清单估算可针对不同的机器人架构进行编制。

在美洲银行 2030 年成本模型中，线性执行器占比 27%，旋转执行器占比 24%，机械手占比 19%。这三类运动和操控组件合计占模型物料清单的 70%。因此，降低成本的关键在于执行器模块、精密驱动器、电机、编码器和机械手的工业化生产，以及提高产量。[F5]

国际技术依赖性

中国的机器人供应链涵盖电机、驱动器、电池、传感器、电子元件、铸件和塑料件等多个环节。部分机载高性能人工智能计算组件接入国际生态系统；项目方以 NVIDIA Jetson Orin 或 Thor 系列计算组件为参考或产品配置。因此，对整机供应链的来源和安全性分析也包括关键芯片、固件、SDK 和云服务。[F5]

7. 上海、北京、深圳和浙江-杭州机器人生态系统

中国的机器人产业呈现出明显的地域专业化特征。上海在服务机器人、人形机器人平台和异构机器人数据基础设施方面实力雄厚。北京则整合了人工智能、标准制定、医疗保健和应用测试平台。深圳拥有最完善的制造和商业生态系统。浙江-杭州则汇聚了成本导向型机器人平台、零部件产业以及实仿真教学基础设施。

表 3.21. 中国四大机器人生态系统

区域	企业案例	个人主页
上海	Keenon、Gausium、AGIBOT、Fourier、Kepler、Leaderdrive、Kinco	服务机器人、人形机器人、组件、异构机器人数据和训练基础设施
北京	云吉、Geek+、ROKAE、RealMan、Booster、Galbot	机器人人工智能和软件、物流、医疗保健、人形机器人创新和应用中心
深圳/广东	普渡、优必选、乐聚机器人、HAI Robotics、DOBOT；佛山：东方精工	机器人和电子产品生产、出口、中试工厂、批量生产、6S 商业和服务模式
浙江/杭州	Unitree 及区域电机、齿轮、编码器和传感器制造商	人形和四足机器人平台、组件制造、仿真、现场和应用测试

资料来源：[F2]、[F3]、[F4]、[F6]。这些公司示例并不代表完整的公司注册信息。

上海：平台、数据和多供应商生态系统

上海 2025 具身智能发展规划将计算能力、教学基地、试点生产、投资和租赁基础设施整合到一个统一的产业发展框架下。在张江地区，政府支持的这项规划已确定了 70 多家具身智能企业，其中包括完整的机器人平台和零部件制造商。上海的目标是到 2027 年实现具身人工智能产值超过 500 亿元人民币，至少拥有 100 家龙头企业、100 个应用和 100 个有竞争力的产品。[F2; F3]

北京：人工智能、标准和应用场景

北京的机器人发展规划以人形机器人、医疗机器人、协作系统、特种机器人和物流机器人为基础。2025 年的目标是核心机器人产业销售额超过 300 亿元人民币，拥有 100 款高科技机器人产品和 100 个全国可复制的应用场景。在宜庄地区，到 2025 年，已宣布将建成 300 多家机器人和智能制造企业，产业规模超过 100 亿元人民币。[F2]

深圳：制造和贸易引擎

深圳机器人贸易与服务

深圳一家汇集了 60 多家机器人企业的 6S 机器人商店于 2025 年 7 月开业。这六项服务分别是销售、零件供应、服务、反馈收集、租赁和定制。当地 2026 年 7 月的报告显示，该商店营业额超过 2000 万元人民币，访客约 30 万人次。[F2 ，第 17 页]

该商店在同一商业系统中组织机器人展示及其使用所需的服务。对于后续的 AI 6S 平台，公告中已包含超过 350 家合作伙伴和 600 种产品。这是一个更广泛的 AI 产品系列；因此，这些数字不能被视为与原机器人商店相同的公司 and 产品组合。[F2]

2025 年，深圳生产了 796.65 万台中国统计的广义服务机器人，占全国总产量的 42.9%。该市机器人产业产值约 2426 亿元人民币，其中机器人产业集群收入达 379.03 亿元人民币。2025-2027 年具身机器人行动计划涵盖了 1200 多家相关企业。[F2]

浙江-杭州：成本工程、零部件及实际测试

浙江省内部存在分工：杭州和宁波负责控制系统和新型传感器，温州和绍兴负责人形机器人专用电机，台州和衢州负责精密齿轮、伺服系统和编码器。杭州以优利特为核心的机器人生态系统将人工智能和数字基础设施与这些技术连接起来。[F2]

杭州某区启动了一项基于 2025 年真实城市市场场景数字化改造的虚拟机器人教学计划。一张位于绍兴地区的杭州湾具身智能创新中心的公开状态图显示，该中心拥有 50 个人形机器人，并演示了包括折叠衣服、整理文件和拧螺丝在内的操作任务。[F2; F8]

机器人数据和教学基础设施

具身人工智能的开发需要描述机器人感知和动作的数据。图像和深度数据可以与机器人状态、关节运动、力数据、任务描述和结果关联起来。人类操作员远程演示任务，系统记录执行过程，然后使用验证后的数据训练模型。训练后的行为在物理机器人上再次进行测试。[F2 ，第 12-13 页； F8 ，第 3-7 页]

中国的研究中心可以容纳来自多家制造商的机器人，并支持多种任务环境。共享的基础设施除了收集数据外，还负责数据验证、存储、模型训练和反馈。“轨迹”指的是固定的执行路径或顺序。“数据样本”一词在公开交流中的含义更广泛，且可能因来源而异，因此这两个数字不能相加作为单一的数据量。[F2 ； F8]

表 3.22. 机器人数据采集和应用中心

中心和位置	报告规模	任务和状态
上海国家和地方人形机器人创新中心	超过 100 台机器人同时运行；每台机器人每天运行超过 500 条轨迹	多家制造商的机器人联合训练；目标是到 2025 年获得 1000 万条高质量物理数据记录

中心和位置	报告规模	任务和状态
北京市石景山区仿人机器人数据中心	据消息人士透露，共有 108 台机器人。	家政服务、零售、汽车组装、电子产品制造、浴室清洁、毛巾折叠和餐饮服务
杭州湾具身智能创新中心，绍兴地区	报告所述时间点共有 50 个人形机器人。	操作员演示，包括叠衣服、整理文件和拧螺丝；地点：浙江省杭州市郊
北京智能养老机器人站	约 1100 平方米；24 家公司，超过 40 种机器人产品	步行辅助、康复、食品准备和服务、社交互动；应用和反馈环境

数据来源：前两行数据[F2]，第 2 页和第 13 页；绍兴数据[F8]，第 3-4 页；养老中心数据[F2]，第 6 页和第 16 页。规模数据还显示了中心产能、机器人实际数量和产品范围；这些都是独立的指标。日教学率并不代表年利用率。X

一项研究报告称上海中心的面积超过 5000 平方米，而另一项研究报告称面积为 4600 平方米。由于两项研究对面积的定义并不一致，因此面积未被纳入标准化的比较指标。两项研究均提到该中心可容纳一百多台机器人。[F2 ，第 13 页； F8 ，第 3 页]

杭州某区已启动一项虚拟机器人教学计划，将于 2025 年实施。该计划将通过数字化现实世界的城市场景，包括步行街、历史建筑群和火车站，创建一个模拟环境。虚拟环境可用于练习操作，但实际的物理操作仍需现场指导。[F2 ，第 17-18 页]

数据集和企业平台

表 3.23. 中国机器人数据平台报告指标

平台	报告数据	该指标计算的是什么？
RoboMIND 和天宫平台（北京人形机器人创新中心）的开放组件	到 2025 年 8 月，下载量将超过 3 万次。	报告的开放数据和开发资源下载次数；而非轨迹计数
AGIBOT 世界	超过 100 万条轨迹，约 100 个真实机器人，超过 100 个场景	根据公司及相关研究规范进行真实机器人数据采集

来源：RoboMIND：[F2]，第 13 页；AGIBOT World：[F8]，第 1 页和第 3-4 页。AGIBOT 数据代表了研究中描述的数据集的规模，而不是某一年的已验证数据销售。X

在异构数据采集集中，机器人使用不同的身体结构和传感器。因此，通用任务记录需要包含机器人类型、感知和运动的时间关联、执行结果以及人为干预。上海中心的描述重点介绍了如何将来自不同机器人制造商的数据整合到一个通用系统中。[F2 ； F8]

云集机器人平均每天约有 32,000 台机器人同时在线，这可能是一个庞大的运营数据来源。然而，在线机器人数量仅表明了数据收集的潜力：该公司公布的数据并不意味着每台机器人的每条运行日志都用于人工智能训练。用于训练的数据量和数据质量是需要单独评估的。[F2 ，第 13 页]

所用资料来源

[F1] 联塔. 中国机器人企业进入欧洲市场。市场研究：市场规模、进入路径、进入壁垒、竞争格局。数据截止日期：2026 年 8 月 23 日。数据来源：中国生产、出口及政策背景数据。

[F2] 中国服务机器人市场：从配送机器到具身人工智能。研究日期：2026 年 9 月 9 日。共 27 页。章节包括：市场规模、服务机器人制造商、应用、供应链、机器人数据和区域生态系统。

[F3] 中国政府对机器人研发、开发和出口的资助：2026-2028 年展望。使用部分：中央和地方计划、投资基金、出口融资和激励措施。

[F4] 2020-2026 年中国机器人公司进入欧洲及其在匈牙利和中东欧地区的业务。数据截止日期：2026 年 8 月 11 日。使用部分：工业机器人和人形机器人公司数据表。

[F5] 2026-2031 年匈牙利人形机器人制造本地化战略。使用部件：组件和供应商地图、BOM 基准、成本模型。

[F6] 针对中国组装人形机器人的工作站级技术基准，以及在奥布达建设年产 500-1000 台的试点工厂的初步设计。所用部件：AGIBOT 和乐聚机器人的中国制造实践。

[F7] S8bac 人形机器人工厂与 Minh-AGIBOT 合作项目。研究进展：2026 年 9 月 4 日。参考资料：AGIBOT 公司历史、生产和交付里程碑。

[F8] 大布达大学人形机器人项目的物理和具身人工智能数据处理中心。使用部件：中国教学中心、AGIBOT World 和机器人数据基础设施。

[F9] 03_CEE_competitors_for_channel.docx。研究包，2026 年 9 月 12 日。使用部分：Pudu CC1 德国经销商价格基准和欧洲渠道数据。

[F10] 项目数据库：CFNetworkDownload_Myc8X9.docx - 中国人形机器人制造商及产品档案。数据状态：2026 年 9 月 13 日。使用部分：优必选（UBTECH）销售及工业调试数据。

[W1] Unitree Robotics。人形机器人 – 官方网店。访问日期：2026 年 9 月 15 日。<https://shop.unitree.com/collections/humanoid-robot>

第四章

匈牙利市场及商业机遇

匈牙利本身的机器人市场规模有限，但其产业结构、高校和测试环境、现有的机器人销售渠道以及与中东欧的互联互通，使其具备支持试点项目、集成、服务、市场准入以及后续区域产业化的能力。本章整理了匈牙利已有的应用案例、自下而上的需求预测、机器人行业的经济效益以及中匈合作的商业框架。

数据截止日期：2026 年 9 月 15 日。大多数匈牙利和中东欧市场研究截至 2026 年 9 月 12 日。公司产品线、需求量、支付意愿、投资回报率和融资方案是不同类型的证据；估算和编辑模型分别标记。

表 4.1 第四章结构

部分	话题	主要问题
8.	匈牙利机器人生态系统和合作伙伴网络	目前已具备哪些研究、集成、销售、测试和终端用户能力？
9.	销售模式、总生命周期成本和投资回报率	机器人的实际客户成本是多少？可以通过什么样的商业模式来收回成本？
10.	中国机器人制造商作为匈牙利合作伙伴的适宜性	哪些 OEM 类型适合匈牙利市场？建立合作关系前需要哪些证据？
11.	中匈公司、合同和知识产权模式	分销、授权、合同制造、合资或混合模式——哪种模式才合理？
12.	合作关系、展览和市场建设	如何让合作关系发展成为付费试点项目，进而发展成为可复制的区域性业务？

8. 匈牙利机器人生态系统和合作伙伴网络

匈牙利机器人市场由多个不同的参与者组成。研究机构和大学提供技术和测量能力；集成商构建工业系统；分销商销售机器人、组件和一级支持；最终用户则带来特定的工作流程和支付意愿。如果至少能够明确买方、集成商、服务商和合规责任，那么在欧洲引入新的中国机器人平台是可行的。[F2; F3]

表 4.2. 匈牙利机器人生态系统——角色和已记录的案例

层	项目资源示例	市场功能
研究与机器人研发	浑仁·斯塔基；奥布达大学；生物医学工程；塞切尼·伊斯特万大学； ELTE 相关的 HRI/行为学能力	算法、机器人、人工智能、人机交互、开发、培训
测试和自主系统	ZalaZONE；大学实验室和测试环境能力	验证、受控测试环境、测量基础设施
产业一体化	Robot-X； Elvotec； Advanced Robotics； E4Solution	机器人单元、工业自动化、现场集成、支持
机器人配送和本地渠道	JAKA-Elvotec； Pudu-Advanced Robotics； Keenon-ASBIS / 国内销售渠道； Unitree-Infuze； Gausium 国内销售和服务渠道	销售、演示、零件、保修、一线服务
工业终端用户	梅赛德斯-奔驰、奥迪、宝马、博世、舍弗勒、宁德时代、物流和能源企业	具体任务、试点项目、多班次运营数据、采购决策
服务最终用户	银行、私人医疗机构、文化机构、酒店	接待、信息咨询、内部物流、清洁、访客服务

资料来源：[F2] 和 [F3]。该名单为有针对性的市场调研样本，并非匈牙利所有公司或机构的完整名单。合作关系的状态取决于具体日期；该书记录了截至 2026 年 8 月至 9 月的公开状态。

匈牙利现有的中国机器人渠道

多个中国机器人产品类别已通过分销或集成渠道进入匈牙利市场。项目消息来源指出，JAKA 工业机器人、普渡和基诺服务机器人、宇树科技（Unitree）四足和人形机器人平台以及高仙机器人（Gausium）清洁机器人等产品已通过匈牙利渠道进入市场。这降低了首次产品进口的风险，但各品牌的地域权、OEM 支持、维修授权和备件供应等问题仍需单独明确。[F3; F6]

表 4.3. 检查本地信道的四个级别

等级	需要证明什么？	为什么这很重要？
商法	哪些国家、客户群体和产品符合条件	避免平行渠道和客户冲突
一体化法	API/SDK、电梯/门/WMS/PMS 接口、配置访问	机器人本身通常并非完整的流程。
服务法	诊断、维修、备件、保修结算、固件恢复	本地服务级别协议 (SLA) 和正常运行时间取决于此。
合规文件	DoC、技术档案访问、版本和序列号管理	分销和运营责任只能通过文件记录来处理。

资料来源：[F6]、[F7]、[F9]。详细的法律和合规要求将在本手册后续的监管和行业实施章节中阐述。

匈牙利市场的数据限制

2026 年 9 月 12 日的机构研究发现，匈牙利没有统一的数据库可以提供按机器人类别划分的年度采购量、支付意愿以及从试点项目到商业化发布的转化率。因此，匈牙利市场应根据具体地点、任务、决策者、公共设施和报价进行结构化划分。[F1]

市场证据：接触、兴趣、报价、已接受的试点计划、已签署的合同、已支付的发票以及运营绩效，都是不同层次的证据。接触或演示本身并不等同于需求。

9. 销售模式、生命周期成本和投资回报率

商业化交付不只是机器人硬件

客户购买的价值在于其工作流程。硬件本身包含现场勘测、交付、调试、地图绘制、接口、软件许可、培训、服务、备件，并且通常还需要人工监督。特别是对于服务型和人形机器人而言，直接根据标价计算回报是不准确的。[F5; F9]

表 4.9. 机器人销售模型

模型	谁来付钱?	收入逻辑	主要风险
机器人直销	最终用户	一次性硬件价格 + 可选服务	经常性收入低；保修和库存可保留在本地渠道。
分配	最终用户	买入价与卖出价之间的价差	价格竞争、地域权、OEM 直销
集成项目	最终用户或 OEM	工程和现场项目费用	范围蔓延、接口依赖、交接标准
租赁即服务 (RaaS) / 租赁	最终用户月费	使用费，通常包含在服务 and 软件费用中。	服务提供商的融资和残值风险
托管服务	最终用户为结果付费	例如：清洁面积（平方米）、物流任务、运营时间	服务提供商的机器人性能和服务水平协议风险
OEM 付费市场建设	制造商	项目或月费，用于本地市场准入工作	公共合作伙伴计划并不能证明有偿咨询服务。
委托调解	如果成功，OEM/卖家将获得报酬。	合同成功费	客户分配、佣金基础和现金收入的定义

来源：[F8]。这些模型描述了市场角色；具体费用和利润率由合同规定。

总拥有成本（TCO）的构成

表 4.10. 总生命周期成本 – 最低成本清单

成本组	示例	商业案例中的管理
获得	机器人、机械臂/机械手、充电器、配件、海关、运输	一次性投资或融资产
介绍	现场勘测、测绘、电梯/门/仓库管理系统/物业管理系统接口、配置	一次性项目成本

成本组	示例	商业案例中的管理
软件和数据	云服务、许可证、车队管理、数据连接、远程支持	年度/月度经常性费用
服务	预防性维护、现场工作、诊断、服务水平协议	年费 + 活动费用
零件和磨损	电池、轮子、电机/执行器、传感器、机械手/夹爪	终身储备
人类的努力	监控、远程操作、培训、故障重置	从机器人工作时间内扣除
停机时间和更换	停机时间、更换机器、加急零件、生产损失	风险成本或服务水平协议要求

来源：[F5]、[F9]。

欧洲价格锚：普渡 CC1

2026 年 9 月 12 日德国的价格调查显示，普渡 CC1 专业清洁机器人在两家零售商处的净价分别为 16,310 欧元和 19,000 欧元。这可以作为硬件价格的参考，但现场勘测、安装、售后服务、融资以及具体的配件包并不统一。[F6]

人形机器人投资回报率：可承受的价格必须根据工作流程计算得出。

任务级投资回报率模型根据计划运行时间、可用性、机器人与人类的生产率以及实际可货币化的工作比例来计算每年实现的劳动时间。从年度净节省中扣除人工监督、服务和能源成本。总投资包括机器人、集成和交付。[F5]

公式：实际年度工时 = 计划工时 × 可用工时 × 相对生产率 × 货币化率。简单收益率 = 总投资 / 年度净节省。

表 4.11. 人形机器人工业投资回报率——三种编辑模型场景

假设	谨慎的工业	基础工业	强大，有待验证
总投资	120,000 欧元	90,000 欧元	90,000 欧元
每年计划工时	4,000	4,000	6,000
可用性	75%	85%	95%
相对生产力	50%	70%	90%
货币化率	60%	80%	90%
总小时成本	15.60 欧元	15.60 欧元	20.20 欧元
监督	每年 800 小时	每年 400 小时	每年 300 小时
年度净节省	-11,940 欧元	12,962 欧元	76,703 欧元
简单的投资回报率	没有正收益	6.9 年	1.2 年

资料来源：[F5]。所有运营比率均为编辑模型假设。15.60 和 20.20 欧元/小时分别为 2025 年匈牙利和捷克工业劳动力成本的参考值；机器人投资价值并非原始设备制造商 (OEM) 的报价。

基准情况下，每年净节省 12,962 欧元，若目标投资期为三年，则总投资上限约为 38,887 欧元。这表明，目标价格应根据实际完成的工作量反向确定：廉价机器人可用性低，可能是一项糟糕的投资，而更昂贵的系统则可以通过多班次、高价值的任务收回成本。[F5]

试点项目扩展实施：必要的测量门

表 4.12. 商业决策所需测量的最低标准

测量	需要记录哪些内容？	为什么这至关重要？
任务成功	成功循环次数 / 总循环次数	衡量可重复的生产性工作，而不是演示
周期	均值、p95、期望值	与人类或其他自动化方式相当
干涉	干预/任务和操作员分钟/小时	揭示了隐藏的人力成本
可用性	实际准备工作的时间比计划时间晚了不少	直接影响实际工作时间
质量	报废、丢弃、重做、损坏	你可以写出生产力提升的成果
服务	故障、平均修复时间、零件和现场工作	总拥有成本和 SLA 基础
安全	停止、跌倒、碰撞、险些发生	是否可行/不可行条件；不仅仅是财务 KPI

来源：[F5] 以及手册第二章中规定的绩效衡量术语。

10. 中国机器人制造商作为匈牙利合作伙伴的适宜性

合作伙伴的适用性并非取决于品牌排名。同一制造商可能在研发平台方面表现出色，但在终端用户系统方面却表现平平，反之亦然。选择匈牙利合作伙伴时，具体任务、已记录的调试过程、与欧盟兼容的产品版本、开发人员权限、服务以及原始设备制造商的合同意愿等因素都至关重要。[F7]

表 4.13. OEM 合作伙伴资格筛选器

方面	最低问题	强有力的证据
任务匹配	这款机器人能否更好地解决付费用户的实际问题？	相同或非常相似的工作流程的操作参考
产品成熟度	演示产品、试点项目还是量产产品？	已安装车队、运营时间、客户评价、故障管理数据
价格和总拥有成本	欧盟采购和支持的总成本是多少？	书面化的、基于配置的报价和服务清单
发展通道	是否提供 API/SDK/离线模式/诊断功能？	合同规定的开发者权利，版本化文档
服务	谁来维修？使用什么零件？服务水平协议 (SLA) 是什么？	训练有素的本地技术人员、工具包、正确的诊断方法、OEM 升级
合规文件	有哪些欧盟产品法律文件可供查阅？	与配置相关的符合性文档、技术文件和变更管理
数据和云	遥测数据运行在哪里？谁有权访问这些数据？	欧盟可以规划的数据架构、日志记录和管理。

方面	最低问题	强有力的证据
商业关系	OEM 为其匈牙利合作伙伴承担哪些责任？	书面形式的区域、客户保护、利润/费用、支持和联合试点项目
工业化	配置、组装或测试能否本地化？	物料清单、制造文档、技术转让权、供应商准入

来源：[F7]、[F8]、[F9]。

从匈牙利市场的角度来看生产商群体

表 4.14. 中国原始设备制造商——已证实的优势和待解决的问题

OEM/集团	有据可查的实力	匈牙利/中东欧联系	未解决的问题
普渡机器人 (Pudu Robotics)	成熟的配送和清洁机器人产品组合；欧盟公共合作伙伴案例及价格	匈牙利和欧洲渠道；CC1 价格基准	采购折扣、服务权、垂直独家经营权
擎朗智能 (Keenon)	累计服务机器人规模达 10 万台；酒店/餐厅/清洁	匈牙利销售渠道和欧洲产品发布	本地集成和担保授权限额
高仙机器人 (Gausium)	专业清洁，庞大的国际客户群	匈牙利销售/服务机构和欧洲合作伙伴计划	新的垂直领域、区域项目或联合服务能力
宇树科技 (Unitree)	低廉的公众人形机器人准入门槛，开放的研究生态系统	国内分销商的存在	标准版与教育版的权利范围、本地服务、以欧元计价的总拥有成本
智元机器人 (AGIBOT)	快速提升产能、机器人数据平台、与欧洲 Minth 的合作	塞尔维亚的工业合作伙伴和组装项目	中东欧领土法、工业任务绩效、欧盟支持模式
乐聚机器人 (Leju Robotics)	KUAVO 平台和已记录的试点项目→系列生产流程	更倾向于成为中东欧地区的开发/合作伙伴候选人	配置权、价格权、文档权、开发权和生产权
优必选科技	沃克工业 S 装置和经审计的公司数据	欧洲工业测试/合作关系正在发展中	针对匈牙利的具体用例、价格、服务和欧盟配置
傅利叶智能 (Fourier Intelligence)	康复机器人背景 + 人形机器人开发	与研究和医疗保健合作相关	医疗用途与非医疗用途的分离，商业委托

数据来源：[F6]、[F7]、第三章中的中国 OEM 数据库。该表并非排名汇总；相关性因使用场景而异。

合作伙伴决策所需的最低文件包

在试点发布之前，至少应以书面形式记录以下事项：确切的产品编号和固件、机器人及可选模块的价格、欧盟相关文档、开发者访问权限、保修、诊断和维修权限、零件清单、云和数据架构，以及客户和地域权利。“开放 SDK”并不意味着自动拥有修改安全控制、贴牌分销或完全离线运行的权利。[F7]

11. 中匈公司、合同和知识产权模式

中国机器人技术在匈牙利的商业化应用可以分几个阶段进行：分销、系统集成、制造许可、合同制造、合资企业以及欧盟委托的混合模式。合适的模式取决于产品、市场、投资和知识产权风险的承担方。技术转让研究提供了一个通用的产业框架；对于特定的机器人平台，需要分别进行匈牙利、欧盟和中国的法律调查。[F10]

表 4.15. 四种工业化合同模式的比较

方面	生产许可证	合资	合同制造	混合模式：欧盟主体 + 许可 + 合同管理 / 合资
背景 IP	由中国许可方所有；匈牙利方拥有使用权	最好和父母住在一起，获得合资企业许可证	由委托人/许可人所有	与运营制造商分开
起飞速度	快速/中速	慢点	最快	快速/中速
资本支出	当地持牌人	常见的	CM 和/或校长	可以分为多个阶段
制造商变更	中等难度	难的	相对容易	轻盈设计
监管控制	可从当地持牌人处购买	可以集中于合资企业	由欧盟负责人持有	可以很容易地集中到欧盟总部。
治理	低的	非常高	低的	中等的
典型目标	本地制造商授权	长期战略联合投资	快速、高效的生产	欧盟工业化规模可扩大，但初始产量尚不确定

来源：[F10]。经编辑的比较摘录。

IP：背景和前景应该分开处理。

该研究普遍认为应避免将核心背景知识产权转让给合资企业。现有的中国技术可以保留在原所有者手中，而当地公司或欧盟委托方将获得许可。对于共同创造的新成果，不应采用单一的“全部共有”条款：产品平台开发、匈牙利制造工艺、模具、欧盟法规适应、固件和独立新发明等都属于不同的类别。[F10]

表 4.16. 前景 IP – 推荐类别

新结果	典型的所有权逻辑	对方的权利
核心产品/平台改进	原平台知识产权所有者	生产/使用许可回购
匈牙利制造工艺开发	HU 制造商/合资企业或委托方	根据需要恢复许可证
工具/夹具/工装设计	工具所有者或欧盟负责人	生产使用权

新结果	典型的所有权逻辑	对方的权利
欧盟监管适应	欧盟委托人/合资企业	必要时可进入其他市场
新的固件/平台功能	平台知识产权所有者	区域/场地使用许可
独立、可分离的发明	发明人/法定继承人	预先监管的许可证/选择权

来源：[F10]。

许可证的主题应该具体明确。

仅“生产权”是不够的。生产权和销售权应分别列明制造权、委托制造权、组装权、测试权、维修权、翻新权、进口权、出口权、销售权和服务权；产品系列权、使用领域权、生产地点权、经批准的分包商权、固件和源代码访问权限、技术文档权、商标使用权和备件权。生产独占权、销售独占权和再许可权是三项独立的权利。[F10]

《技术转让豁免条例 2026/877/EU》自 2026 年 5 月 1 日起生效。该条例对竞争对手设定了 20% 的安全港门槛，对非竞争对手设定了 30% 的安全港门槛；某些核心限制、回授条款和禁止挑战条款必须在此框架内单独审查。[W2]

中国技术出口、外国直接投资和来源

在正式移交技术文件之前，还必须完成中国技术出口分类。中国技术出口分类区分禁止出口技术、限制出口技术和自由出口技术；由于该分类目录将于 2025 年修订，因此不建议直接沿用之前的分类。如果涉及中国所有权或合资企业，则应在条款清单阶段就考虑匈牙利外国直接投资审查的适用性。[F10]

在匈牙利组装并不必然意味着产品原产于匈牙利或欧盟。欧盟海关法在涉及多个国家的生产中，采用最后重要的、经济上合理的加工环节的逻辑。在某些情况下，许可费也可能影响关税价值，因此许可协议、零部件采购和关税价值不能孤立地看待。[F10]

为深化合作而提出的合同架构

表 4.17. 合同包

文档	主要内容
主合作/技术转让协议	项目、里程碑、条件、治理、合规性
知识产权许可协议	背景知识产权、地域、领域、独家经营权、再许可、版税、改进
技术转让计划	物料清单、图纸、软件、培训、调试、验收
制造协议	价格、预测、产能、订单、库存、模具、保修
质量协议	质量管理体系、检验、纠正和预防措施、可追溯性、工程变更通知、供应商变更、审核
监管责任矩阵	制造商/进口商/分销商角色、技术文件、市场监测
股东协议——如果存在合资企业	股权、董事会、保留事项、融资、僵局、退出

文档	主要内容
过渡/退出时间表	未完成订单、在制品、零件、工装、临时许可证、客户连续性

来源：[F10]。该清单是一个决策准备框架，而不是现成的合同模板。

12. 合作关系、展览和市场建设

市场构建漏斗

在机器人市场建设中，建立关系本身并非商业成果。关键在于将每段关系与具体的产品、任务、决策者、预算以及后续证据联系起来。制造商和客户双方都需要遵循同样的原则：书面化的范围、责任和付款方式才能使 OEM 合作关系和客户试点项目真正成为一项业务。[F8]

表 4.20. 市场构建证据链

楼梯	证据	下一个门
1. 联系方式	姓名、公司、职务、联系方式	实际兴趣和相关用例
2. 发现	任务、当前流程、问题、决策者	现场/技术数据请求
3. 技术预筛选	机器人适配性、环境、界面、安全性和数据条件	书面试点项目范围和测量计划
4. 商业报价	价格、成本、责任、时间、接受度	已签署试点项目/采购订单/预付款
5. 付费试点项目	现场机器人已就位，并记录了关键绩效指标。	可接受的绩效和投资回报率
6. 扩展介绍	额外机器人/站点/服务合同	可复制的销售和服务模式
3. 区域规模化	在另一个中东欧地区执行相同的任务	本地渠道、服务和国家/地区特定合规性

来源：[F8]、[F13] 编辑的业务发展逻辑。

展览和专业代表团作为销售渠道

展览、会议和中国商务代表团是三种不同的产品。展览的目标是提高机器人的知名度并获取潜在客户；专业会议的目标是接触决策者并获取相关知识；代表团的目的是与制造商或合作伙伴进行预先安排的谈判。活动的参观人数本身并不代表对机器人的需求。[F12]

表 4.21. 公共活动和代表团价格基准

程序	公开奖项	它包含什么内容？ / 如何解读？
2026 年欧洲机器人论坛	667-920 欧元	历史性的三天专业入场券，非会员，提前/现场购买；净价，含 25% 当地增值税（来源地）。

程序	公开奖项	它包含什么内容？ / 如何解读？
自动 2027	279–359 欧元/平方米 + 1,230 欧元通讯费	展商区域；展台搭建、保险、机器人服务和差旅另行安排。
人形机器人峰会	1,499–1,799 欧元	专业门票；虚拟门票为独立产品
萨克森中国机器人商业	650 欧元 + 增值税	专业代表团费用；差旅/住宿另计
中国创作者	3,900 欧元	公共代表团套餐；据消息人士称，包含机票和酒店住宿。
未来机器人中国之旅	4,900 欧元 + 增值税	机器人技术商务考察；最多 15 人；具体行程安排待定
中国瑞森人工智能旅行	7,524 欧元	包含机票的高级套餐；本身并非机器人奖项的衡量标准。

资料来源：[F12]，研究截止日期为 2026 年 9 月 12 日。由于包装内容不同，因此价格不能直接比较单价。

制造商市场拓展：由谁付费，为什么？

表 4.22. 中国 OEM 与当地合作伙伴之间的四种支付模式

合伙人角色	付款人	你在买什么？	合同关键点
OEM 付费市场建设	中国制造商	本地调研、合作伙伴及客户工作、试点项目准备	工作内容、成果、月费/项目费、付款时间表
分销商	最终的	机器人 + 本地销售和保修服务	采购价格、利润率、面积、库存、保修
集成商/测试合作伙伴	原厂或售后市场	本地技术开发、接口、验证	验收测试、知识产权、责任、成本
佣金经纪人	如果成功，OEM/卖家将获得报酬。	业务拓展最终达成交易	线索所有权、佣金基金、已收款项、结算

来源：[F8]。公开征集合作伙伴证明了合作伙伴角色的存在，但并不能证明存在固定的每月市场建设费用。

区域市场建设的最低运营标准

在首个区域机器人项目中，同时全面支持过多平台并不现实。每个新的原始设备制造商 (OEM) 都需要单独的培训、零部件、诊断访问权限、固件和版本管理、保修流程以及客户沟通。初始阶段可以每个任务只积极支持一到两个平台，其他制造商可以列入比较候选名单。[F7]

市场拓展的最终衡量标准是可衡量的、有偿的客户工作。展览、代表团、OEM 会议和试点项目只有在下一步有明确的负责人、截止日期、文件、成本和决策节点时才能创造价值。区域服务和集成知识日后所能提供的战略价值，可能远超机器人经销商的利润。

所用资料来源

[F1] 01_Institutional_demand.docx. 匈牙利机构机器人需求评估；研究截止日期：2026 年 9 月 12 日。使用部分：24 个目标机构、匈牙利试点项目和应用案例、KSH 博物馆数据、证据级别。

[F2] EAG_piackutatasi_melleklet(5).docx。匈牙利机器人生态系统和市场准入背景。涉及部分：研究中心、集成商、测试环境和机构合作伙伴。

[F3] EAG_robotic_market_research_investment_project_2026_prepared.docx。使用部分：中国机器人公司在匈牙利和中东欧的渠道，JAKA、Pudu、Keenon 和其他合作伙伴示例。

[F4] 2027-2030 年匈牙利及中东欧地区自下而上的人形机器人需求。数据截止日期：2026 年 9 月 4 日。数据来源：40 个账户、中东欧需求情景、匈牙利账户和支付意愿区间。销量为模型估算值。

[F5] 05_Humanoid_use_case_ROI.docx。研究包，2026 年 9 月 12 日。使用的部分：任务级 ROI 公式、三种投资回报方案、试点测量门。

[F6] 03_CEE_competitors_channel.docx。研究包，2026 年 9 月 12 日。使用部分：匈牙利和中东欧销售/服务渠道，Pudu CC1 欧洲价格基准。

[F7] 04_Chinese_OEM_market_entry.docx。研究资料包，2026 年 9 月 12 日。使用部分：OEM 候选名单、合作伙伴文件要求、平台选择和合同节点。

[F8] 04_Gyartoi_piacepites.docx。桌面研究，2026 年 9 月 12 日。使用的部分：制造商市场建设、分销商、集成商和佣金业务模式。

[F9] 05_Koltseg_megfeleloseg_szerviz.docx。桌面研究，2026 年 9 月 12 日。使用的部分：到岸成本、引进成本、服务和保修层。

[F10] 将中国技术或产品引入匈牙利/欧盟制造业：法律和商业结构分析。法律状态：2026 年 9 月 5 日。涉及部分内容：许可、合资、合同制造、混合模式、知识产权、技术出口、外国直接投资、海关和合同架构。

[F11] 匈牙利人形机器人生产和组装融资计划。2026 年。使用部分：EKD、研发、GINOP、MFB、EIC、Horizon、培训和资金分层。

[F12] 07_Events_and_Delegations.docx。桌面研究，2026 年 9 月 12 日。使用的部分：机器人活动和代表团费用基准、付费目标群体和业务发展逻辑。

[F13] 09_联塔_integralt_uzleti_terv.docx。工作版本，2026 年 9 月 12 日。使用部分：证据级别和市场构建过程逻辑；本章未包含联塔 的特定财务预测作为市场事实。

[W1] HIPAA。拨款制度的重大变更。2025 年 4 月 22 日；以及 EKD 变更，2025 年 10 月。官方 HIPAA 来源，核实日期：2026 年 9 月 15 日。

[W2] 欧盟委员会 2026 年 4 月 16 日关于技术转让协议的第 2026/877 号条例。EUR-Lex，现已生效。核实日期：2026 年 9 月 15 日。

第五章

匈牙利的技术和工业实施

匈牙利人形机器人项目的产业逻辑并非始于单一工厂的建设。其工作流程包括测试和 OEM 标杆分析、技术和供应商本地化、物理人工智能数据和验证能力、区域服务，以及根据产量调整的组装和制造。本章将项目中完成的塞尔维亚、匈牙利和中国在制造、合规性、网络安全、服务和经济方面的研究成果整合到一个统一的产业模型中。

数据截止日期：2026 年 9 月 15 日。本章主要研究记录了截至 2026 年 9 月 4 日至 5 日的情况。文中各处均单独列出了国外运行参考、匈牙利现有能力、拟议实施模型以及编辑参考值和目标成本估算。此外，根据 EUR-Lex 数据库，机械法规和网络弹性法规的适用日期也已于 2026 年 9 月 15 日核实。

表 5.1 第五章结构

部分	话题	主要问题
13.	欧洲制造和测试环境：Sábac 和 ZalaZONE	我们可以借鉴哪些行之有效的欧洲模式？这些模式又实际证明了什么？
14.	本地化、技术转让和匈牙利供应商价值链	哪些生产环节可以快速转移到匈牙利，哪些环节只能通过提高产量才能转移？

13. 欧洲制造和测试环境：位于沙巴茨的 Minth-AGIBOT 工厂和 ZalaZONE

沙巴茨：欧洲最接近人形机器人工业化的参照点

位于沙巴茨的 Minth-AGIBOT 项目于 2026 年 8 月 29 日启动，对匈牙利项目而言意义重大，因为它并非实验室机器人演示项目，而是一个安装在现有工业生产平台上的欧洲机器人组装项目。塞尔维亚官方将其描述为“大规模生产基地”，而政府声明则指出，第一阶段的年组装量将超过 5000 台机器人。因此，该项目研究将第一阶段更准确地解读为一个本地化的最终组装、校准和测试工厂，未来可在此基础上发展更大规模的生产。[F1]

表 5.2. 沙巴茨和塞尔维亚机器人技术扩张计划——有据可查的说法

元素	已记录的数据	解释
从沙巴茨出发	2026 年 8 月 29 日	一个切实可行的欧洲工业参考，而不仅仅是一个公开的计划
第一阶段投资	约 2000 万欧元	塞尔维亚发展署报告的震级
第一阶段目标产能	每年组装超过 5000 台机器人	组装目的；本地增值深度未披露
地点	位于沙巴茨的敏实现有工业基地	你无需从零开始构建完整的机器人产业生态系统即可进入该领域。
印吉亚计划	约 2 亿欧元机器人产业园	独立于沙巴茨市第一阶段之外的后续/计划扩建方向；与沙巴茨市第一阶段并不相同。

资料来源：[F1]。产能和投资属于企业/政府披露信息；完整的本地化深度和产品组合不公开。

Minth 和 AGIBOT：哪些内容可以公开验证？

公开的 Minth-AGIBOT 资料显示，双方的合作远不止分销：联合组装、灵活制造、本地化生产、欧洲销售和生命周期支持等都已出现。然而，完整的技术转让尚未得到证实。专利使用费、源代码权、固件签名、物料清单披露、制造许可的地域范围以及知识产权所有权的共享等细节均未公开。[F1]

表 5.3. 最可能的公共劳动分工

演员	公开可证明的主要作用	未经证实的公法
智元机器人（AGIBOT）	产品知识产权、机器人架构、人工智能/控制软件层、核心工程开发	源代码和签名权的转让；完整的物料清单和知识产权转让
薄荷	欧洲工业化、组装/制造、分销、生命周期支持	独立平台 IP 或独立于 OEM 的固件控制
公共空间	制造适应、机器人组件、调试和数据收集协作	前景知识产权和数据权利的详细分配

资料来源：[F1]。该表格是根据公开证据编制的范例，并非对双方保密合同的描述。

“它可以在欧洲制造吗？”这个问题涵盖了六项不同的权利。

表 5.4. 必须单独签订合同的技术转让权

法律	它能实现什么？	缺失
SKD/CKD 组装权	欧洲系列组装	无本地制作权
生产文档权	使用标准操作规程 (SOP)、工作指导书 (WI)、过程失效模式及后果分析 (PFMEA)、主体和过程文件	黑盒组装和 OEM 依赖性
诊断/维修权	本地故障排除、维修、RMA	所有严重缺陷均退回给原始设备制造商 (OEM)。
固件/签名权限	已批准的软件安装和发布管理	工厂无法控制制造配置
供应商本地化权利	中国产零部件可替换为欧盟/匈牙利产零部件。	供应商本地化程度有限
数据/模型权利	利用机器人数据、微调模型和训练输出	物理人工智能的价值可以转移给外部方。

来源：[F1]。仅第一项权利即可实现组装；前五项权利共同实现有意义的生产本地化；第六项权利决定数据/模型价值创造的所有者。

中国标杆：从试点项目组装到自动化量产

表 5.5. 匈牙利工厂可以衡量的两个中国生产步骤

基准	产能/生产图片	重要生产日期	匈牙利语课
深圳-龙华/下	每年约 500-1000 台机器人试点项目/产业化	灵活的、部分手动组装；目标完成时间≤120 分钟；成品机器人需进行>30 次测试	这更接近于匈牙利 100-1000 家初创企业的样本。
佛山高产量生产线	每年超过 10000 台机器人	24 道精密装配工序，77 个检测点，41 项自动化测试；大约每 30 分钟完成一台机器人作业	只有在设计、产量和面向制造的设计都稳定之后，才值得转向这种自动化。

数据来源：[F1]、[F9]。中国数据来自制造商/官方行业发布；并非经独立审计的工厂产能数据。

ZalaZONE：一个高价值的测试生态系统，但用途不同

ZalaZONE 不是人形机器人实验室，而是一个占地 250 公顷的汽车测试和研发中心。它专为经典车辆动力学、电动汽车、ADAS 和自动驾驶汽车的验证而建；4.45 公里的高速椭圆形赛道、智慧城市环境、5G/V2X 环境、车间和自动驾驶项目为大规模、真实的测试提供了一个工作模型。[F2]

表 5.6. ZalaZONE – 与人形机器人计划相关的现有能力

能力	已记录状态	从人形程序角度来看
测试区域	占地 250 公顷的多功能汽车试验场	实地测试、户外移动性和复杂环境设计基准
高速椭圆赛道	4.45 公里；模块将于 2025 年开放	高技术和安全水平的基础设施运营模型
智慧城市环境/V2X	城市场景、5G、Wi-Fi/802.11p、C-V2X、RSU 和交通信号灯集成	适用于互联自主系统、网络化和城市机器人场景的知识

能力	已记录状态	从人形程序角度来看
车间和测量	扩大的车间容量、ADAS 和测量系统	测试物流、资产管理、客户项目运营基准
中国关系	2025 年匈牙利-中国汽车与储能验证中心谅解备忘录；中芯国际询价	中国机构检测认证合作模式
工业生态系统	博世研发中心和赛道旁的其他居民	工业研发和供应商布局可以围绕测试基础设施进行组织。

来源：[F2]。2025 年匈牙利-中国研究中心目前处于研究阶段，处于谅解备忘录层面；投资金额、所有权结构和已成立的合资企业均无法公开核实。

ZalaZONE 和 Óbuda：互补而非替代的基础设施

表 5.7. 测试功能的适当划分

测试任务	ZalaZONE 的优势	奥布达人形中心的力量
户外活动能力、地形、广阔空间	强的	额外的
智慧城市、联网和自主出行场景	强的	特殊室内/机器人附加
人形机器人行走实况，跌倒/恢复	未记录的人形生物专业	专用动作捕捉装置 + 测力台 + 防坠落装置
操作、有效载荷、双手任务	非主账号	专用 F/T 和 3D 计量
人机交互和接触测量	非主账号	隔离人形 HRI 实验室
电池/散热、固件/模型可复现性	部分可用的工业背景	机器人专用测试和数据包
可认证的人形机器人性能测试	目前尚无公开可用的此类范围	可以专门按照 ISO/IEC 17025 标准进行开发

来源：[F2]、[F5]。结论：ZalaZONE 的价值在于其系统和现场测试环境；ÓE 的价值在于其室内人形机器人计量和可重复的测试方案。

第十九部分结论：匈牙利的机器人项目无需完全照搬 Săbac 或 ZalaZONE 的模式。Săbac 展示了产业化进程，ZalaZONE 则体现了高价值测试基础设施和产业生态系统的逻辑。匈牙利可以从两者的基础上构建一条专门针对人形机器人的产业链：测试→数据→OEM 授权→组装→服务→本地化→量产。

14. 本地化、技术转让和匈牙利供应商价值链

现实的起点：系统集成和逐步本地化

根据本地化研究，匈牙利可以建立起切实可行的人形机器人工业生产能力，但前提是最初几年内所有机器人物料清单（BOM）都必须在本地产。首要考虑的是匈牙利的最终组装、产品生命周期结束（EOL）、机械部件、线束、电子组装、计算载体/散热系统、电池组+电池管理系统（BMS）、制造信息技术/制造执行系统（IT/MES）以及服务。精密应变波抑制器、高端编码器、激光雷达光学系统、人工智能加速器和灵巧手核心技术等，则属于后续的、与规模相关的本地化决策。[F3]

表 5.8. 参考人形机器人——定位模型的技术基础

范围	建模参考	为什么本地化很重要？
人群	约 30-35 公斤	易于管理的工业/测试平台；结构和电池要求
自由度	28–32 身体自由度	24-30 个主执行器；对连接件的要求较高
手	2 只中等复杂程度的五指手	高成本、许可证和可靠性至关重要的模块
洞察力	RGB/深度 + 紧凑型 3D 激光雷达	校准和 EOL 感知测试
活力	约 0.8–1.5 千瓦时	包装/电池管理系统和安全本地价值创造点
计算	NVIDIA Orin/Thor 级边缘计算	载体、热敏元件和电源供应可以本地化；芯片并非现实的国内目标。

来源：[F3]。这是一个设计参考机器人，并非特定 OEM 产品规格。

执行器和机械手在成本结构中占据主导地位。研究中引用的美国银行模型预测，到 2030 年，线性执行器占物料清单 (BOM) 的 27%，旋转执行器占 24%，机械手占 19%。这解释了为什么联合平台是长期本地化过程中一个具有重要经济意义的领域。[F3]

2026 年至 2031 年间的四个工业阶段

表 5.9. 匈牙利本地化时间表

时期	体积/容量	主要内容即将登陆匈牙利	针对 HU 硬件 VA 的目标
2026 年第四季度至 2027 年上半年	10-30 台 EVT/DVT 机器人	平台冻结、框架/线束工程、最终组装、可追溯性、关节耐久性、机械风险文件	百分比并非主要 KPI
2027 年下半年至 2028 年	每年 50-200 件	最终组装、EOL（产品生命周期结束）、框架、外壳、线束、EMS（发动机管理系统）、控制 PCB、热计算、电池组+BMS（电池管理系统）、MES（制造执行系统）	20-30%
2028–2029	每年 300-700 件	执行器组件、电机先导项目、F/T 校准、授权手工组装	总计 35–45%；在选定的执行器系列中 ≥50%
2029–2031	年产能 1000-3000 件以上	工业化联合平台、电机深度国产化、精选传动部件、自主研发的变速器和手工子部件	55-65% 的长期目标

来源：[F3]。产量、增值目标和时间安排是战略模型数值，而不是合同生产计划。

生产成本随产量和本地化程度的提高而降低。

表 5.10. 机器人直接制造成本模型

生产水平	预计直接成本	主要假设
每年 50-200 个试点项目	5.5 万至 8.5 万美元 / 4.7 万至 7.3 万欧元	商用现货/核心组件、小批量生产、高非经常性工程费用和测试成本
每年 1000 件以上	3.2 万至 5 万美元 / 2.76 万至 4.31 万欧元	批量定价、本地维修/EMS/线束、标准化接头

生产水平	预计直接成本	主要假设
年产量 3000-5000+件（成熟）	2.4 万至 3.8 万美元 / 2.07 万至 3.27 万欧元	更高的垂直整合度和采购规模

来源：[F3]。编辑目标成本模型；并非制造商报价或预测市场价格。

在匈牙利，可以快速找到什么样的供应商？

表 5.11. 国内工业能力——潜在合作伙伴，而非协议

能力	研究实例	潜在的机器人内容
电子制造系统/电子学	Flex、捷普、VIDEOTON、Sanmina、Zollner、富士康	控制 PCB、计算载体、整机组装、新产品导入、最终电子组装
电机/运动控制	NCT, Synapticon	伺服/无框电机开发、驱动电子设备、执行器协同开发
精密机械	利纳马尔，内马克	接头壳体、轴、法兰、轻量化铸造/机加工结构
塑料和外壳	Jasz-Plastics	外壳、电子元件外壳、注塑模具
电缆和连接	匈牙利汽车线束/连接器生态系统	线束、连接器、EOL 连续性和拉力测试
电池和电池组集成	匈牙利电池产业和电子背景	封装+BMS 组件、热敏电阻和封装 EOL——在产品特定认证之后

资料来源：[F3]、[F4]。该名单上的公司是基于能力认定的合作伙伴，并不代表已签订人形机器人供应商合同。

匈牙利的不足之处：机器人专用精密核心

研究表明，国内最大的差距并非在于电子组装或最终组装，而在于大型机器人专用精密应变波减速器、紧凑型高端编码器、六轴力/扭矩传感器以及灵巧手核心部件。在这些领域，技术转让、合资或更长期的合作开发可能比简单的国内采购招标更为重要。[F3]

表 5.12. 为更深层次的本地化规划投资区间

成分	房间资本支出	预计工业化时间	评论
无框引擎	800 万至 1500 万欧元	18-30 个月	电磁设计、绕组、热学和电机测功机技术
高端编码器	1500 万至 4000 万欧元	36-60 个月	传感器物理、ASIC/接口、精确计量；早期阶段倾向于进口
6 轴 F/T 传感器	500 万至 1000 万欧元	18-30 个月	柔性 CNC、应变计、热补偿、六轴校准
灵巧的手——持证组装	300 万至 800 万欧元	12-24 个月	风险低于完全自主知识产权
我的灵巧手 IP	1000 万至 3000 万欧元以上	30-60 个月	高研发和可靠性风险
应变波减速器核心装置/合资企业	2500 万至 6000 万欧元	30-48 个月	只有在出口量足够大的情况下才合理。
电池组+BMS	300 万至 700 万欧元	9-15 个月	本地化速度更快，但对安全性和合规性要求较高。

来源：[F3]。ROM 规划范围；非预算数据，不包含供应商报价和特定地点的投资计划。

谁可能成为“匈牙利的敏实集团”？

这项独立的合作伙伴遴选研究考察了 18 家匈牙利制造商，考察内容包括合同制造、新产品导入、机电组装、质量、可追溯性、产量提升、维修和生命周期支持。入围名单并不评估机器人制造技能，而是衡量哪家企业能够最快成为人形机器人产业化的合作伙伴。[F4]

表 5.13. 合作伙伴遴选候选名单 – 加权研究得分

秩	公司	分数	根据模型强度
1.	匈牙利 Flex	94.6	复杂的 CM/NPI、电子产品、系统组装、生命周期和维修背景
2.	Sanmina-SCI 匈牙利	93.1	高混合电子产品和复杂制造服务
3.	贾比尔·蒂萨乌伊瓦罗斯	93.0	电子制造服务 (EMS)、供应链、工程和规模化
4.	匈牙利 Zollner Electronics	90.6	机电一体化、电子和合同制造
4.	富士康/云网络技术	90.6	高产量、电子产品、全球供应链
6.	视频通	89.8	区域一体化合同制造和机械/电子

来源：[F4] 研究评估委员会，而非招标结果。首轮谈判拟定参与方：Flex、Sanmina、Zollner、VIDEOTON、富士康；Jabil 为第一备选/替代方。

最低技术转让方案

表 5.14. 从 OEM 转移到匈牙利制造商的工业化方案

包裹	最低内容	验收证明
产品数据	冻结的物料清单、图纸、接口、硬件版本	版本化的 PLM 软件包，变更基线
生产	标准操作规程/工作指导书、过程失效模式及后果分析、控制计划、扭矩规格、工装夹具	试点项目建设和流程能力审查
软件	签名版、刷机过程、恢复、校准包	可重复、经审计的生命周期结束构建
质量	入库/报废限制、黄金单元、故障分类、FRACAS	黄金样品 + 验收协议
服务	诊断工具、RMA、服务物料清单、维修后校准	L2/L3 维修试点项目
本土化	已批准的供应商变更/ECN 流程	第一个替代组件验证
数据/IP	遥测数据、衍生数据集和模型权利	合同数据权利矩阵

来源：[F1]、[F3]、[F4]。

所用资料来源

[F1] Săbac 人形机器人工厂及 Minth-AGIBOT 合作项目。深度研究报告，研究进展：2026 年 9 月 4 日。涉及内容：Săbac/Indija、Minth-AGIBOT 分工、中国制造标杆及匈牙利复制。

[F2] ZalaZONE：公司、财务、技术和地缘政治尽职调查。深度研究报告，2026 年 9 月 4 日。报告章节包括：技术测试能力、组织结构、与中国的关系以及安全/数据治理问题。

[F3] 2026-2031 年匈牙利人形机器人制造本地化战略。深度研究报告。使用部分：参考机器人、物料清单、匈牙利工业能力、本地化路线图、组件自制或外购以及资本支出。

[F4] 为奥布达大学遴选匈牙利人形机器人制造和组装合作伙伴。深度调研报告。使用部分：18 家公司评估委员会、候选名单和匈牙利国家信息技术部（Minth）合作伙伴简介。

[F5] 奥布达大学人形机器人测试平台和验证中心。深入研究报告。涉及部分：ISO/基准标准、实验室区域、测量主干网、安全架构、ROM 资本支出和人员。

[F6] 大布达大学人形机器人项目的物理和具身人工智能数据处理中心。深入研究报告。涉及内容：中国基准测试、数据管道、10/50/100 台机器人规模评估、资本支出/运营支出、人员配置计划、阶段评审和数据权限。

[F7] 欧洲人形机器人服务与支持中心（匈牙利）。深度研究报告。涉及部分：多供应商服务架构、备件、服务水平协议 (SLA)、组织架构、财务模型、盈亏平衡点和进度安排。

[F8] 奥布达人形机器人组装制造厂的三情景经济运营模型。深入研究报告。使用部件：A/B/C 产能、全职员工人数、厂房、资本支出、目标成本、非经常性工程费用、营运资本和盈亏平衡点。

[F9] 中国人形机器人组装工作站级技术基准及年产 500-1000 台的奥布达试点工厂初步设计。所用部件：深圳/佛山基准、工作站、EOL、MES 和自动化阈值。

[F10] 为奥布达装配厂的人形机器人设计基于软件的制造和网络安全架构。使用的组件包括：RobotID、PKI/HSM、安全启动、配置、校准、出生清单、OTA、SBOM 和网络成本模型。

[F11] 为匈牙利人形机器人组装厂开展欧盟合规性研究。研究内容包括：法律/标准架构、DV/型式/PVT/EOL 测试策略、可追溯性和外部合格评定。

[W1] EUR-Lex. 关于机械的 (EU) 2023/1230 号法规，2026 年 9 月 15 日的合并版本。第 54 条：自 2027 年 1 月 20 日起普遍适用。<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1230/en>

[W2] EUR-Lex. (EU) 2024/2847 号条例，《网络安全韧性法》。第 71 条：主要适用日期为 2027 年 12 月 11 日；第 14 条：主要适用日期为 2026 年 9 月 11 日。<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32024R2847>

第六章

参考部分

参考部分整合了手册中使用的经济学、工业、机器人学和人工智能概念，将最重要的数值数据、缩写、组织机构和参考文献集中汇总。定义部分记录了本书的使用情况；对于法律术语或标准术语，相关的原始资料才是权威的。

数据截止日期： 2026 年 9 月 15 日。数值数据表沿用第一章至第五章中已使用的来源值。模型值继续列为模型，企业沟通继续列为企业沟通，政策目标继续列为目标值。

第六章结构

部分	内容	使用
15.	经济、商业和工业发展词汇表	商业模式、市场建设、制造和融资术语
16.	机器人、人工智能和技术术语	硬件、自主性、数据、制造、安全和网络安全术语
17.	数据表、附件和指标	关键数据、缩写、组织结构和数据表索引
18.	参考文献和书目	内部研究、标准、法规、技术文献和制造商资源

15. 经济、商业和工业发展词汇表

词汇表概括了手册中使用的术语。本书特别严格区分订单、生产、交付、装机容量和产能，因为在机器人市场中，经常将它们混为一谈会导致高估。

A–C

概念	英文/缩写	手册中的报告
数据关闭	数据截止	本章节所用事实和市场状况经核实之日，而非文件出版日期。
授权代表	授权代表	欧盟指定的法律实体，根据书面授权执行特定的制造任务；与分销商不同。
背景 IP	背景知识产权	一方为合作项目带来的现有技术、专有技术、软件、图纸或专利。
物料清单	物料清单	产品物料清单及组件清单。在书中，它是硬件成本和本地化的基本单位。
收支平衡	盈亏平衡点	达到模型预测收入足以覆盖所考虑成本的营业额或收入水平。本书分别使用运营和会计分摊事件。
资本支出	资本支出	投资支出：建筑物、机械、测量系统、工具、IT 基础设施和其他耐用资产。
慢性肾脏病	完全倒塌	这是一种从完全拆解的套件中进行本地组装的形式；它本身并不能证明本地增值的程度。
合同制造	合同制造	根据产品所有者的规格，外部制造商进行工业化或生产，合同中规定了责任和知识产权限制。
贡献	缴费范围	扣除模型预测的可变成本或直接成本后剩余的收入金额，用于支付固定成本。
调试	工厂安装	将机器人投入实际应用 to 真实任务中。这可以是试点项目，也可以是永久性装置；这与销售或制造不同。
分销商	分销商	从制造商处购买产品并转售给终端市场的合作伙伴，通常负责本地销售、保修和渠道事宜。
EKD	个人政府决策支持	匈牙利投资促进支持框架，其力度和承诺取决于项目和地点。
紧急医疗服务	电子制造服务	电子产品合同制造服务：新产品导入 (NPI)、印刷电路板组装 (PCBA)、整机组装、测试、供应链以及通常完整的产品生命周期支持。

D–L

概念	英文/缩写	手册中的报告
前景 IP	项目过程中产生的知识产权	联合项目产生的任何新技术、新工艺、新软件、新图纸、新数据或新技术的归属权必须事先安排好。
果果	现场可更换单元	可在现场或使用过程中进行模块化更换的单元。这是服务物料清单和备件策略的基础。

概念	英文/缩写	手册中的报告
进口商记录	官方进口商	具有与进口相关的海关、文件处理以及（如适用）产品责任职能的法律实体。
已安装基数	已安装库存	在特定市场或客户群中运行的受支持机器人的数量。对于服务型企业而言，这可能比年销售额更为重要。
整合成本	整合成本	现场软件和基础设施成本高于机器人本身的价格：地图绘制、界面、电梯/门/WMS/PMS、安全和配置。
合资	合资企业/联合企业	由两个或两个以上当事人共同拥有的商业实体。书中将其描述为一种用于制造、技术转让和市场建设的组织结构。
容量	生产能力	系统或工厂在给定时段内的理论/名义产量能力。与实际产量或交付量不同。
到岸成本	总拥有成本	运费、关税、保险费和其他到货费用之和，需加到购买价格中。
交货时间	交货时间	订单到交付，或需求到供应之间的时间。对于零部件而言，这直接影响库存和服务水平协议 (SLA)。
授权返还	反向授权	新创建的知识产权的所有者将特定的使用权归还给项目的另一方。
本地增值	本地附加值	本地制造、工程和服务内容所占产品价值的预估比例。本书中的模型关键绩效指标，并非海关出具的原产地证明。
本土化	本土化	将制造、供应商、服务、软件或合规职能转移到目标市场。这与单纯的本地组装不同。
最小起订量	最小订购量	供应商可接受的最低订购量；小批量机器人项目存在较大的库存和资金占用问题。

M-R

概念	英文/缩写	手册中的报告
国家药品说明书	新产品介绍	从原型到稳定、有据可查、可重复生产的新产品产业化流程。
新近装修工程	非重复性工程	一次性工程和工业化成本：工具、测试开发、夹具、编程、验证和产品转移。
原厂设备制造商	原始设备制造商	书中提到的产品所有者/制造商指的是机器人平台的所有者/制造商。制造权、知识产权、保修和固件控制权通常都归他所有。
运营支出	运营支出	年度或定期运营成本：员工、租赁、能源、云服务、维护、许可证和运营服务。
命令	命令	合同或商业订单，与生产、交付或安装不同。
试点项目	试运行	这是一项规模有限、任务和关键绩效指标 (KPI) 预先设定的真实世界试验。书中指出，付费试点项目更能证明市场需求。
生产	生产	实际生产数量是指在特定时期内实际生产的单位数量。它与工厂的名义产能不同。
学习即服务	机器人即服务	机器人即服务：客户不一定购买设备，而是定期支付费用即可获得机器人、软件、维护和支持。

概念	英文/缩写	手册中的报告
RMA	退货授权	保修或维修退货流程，记录设备的识别信息、缺陷、发货情况和维修状态。
投资回报率	投资回报率	投资回报率指标。对于机器人而言，必须将年度净经济效益与总实施成本和运营成本进行比较。
扩展介绍	扩大	在试点项目取得成功后，该解决方案已标准化，可扩展到多个机器人、站点或国家。
皇室	皇室	使用许可技术或知识产权而支付的费用，可以是固定费用、按单位收费或按收入收费。
服务物料清单	服务零件清单	维修保养所需零件、模块、零件编号、价格和供货详情清单。

M–R

概念	英文/缩写	手册中的报告
运输/配送	送货/投递	该产品已实际交付给客户或渠道商，不能添加到生产里程碑或待办事项列表中。
目标成本	模型成本	根据工程/采购情况估算的实际直接成本。并非供应商报价，也非市场标价。
SKD	半倒塌	由部分组装好的模块进行本地组装。技术转让的深度取决于所获得的制造权和修改权。
服务水平协议	服务水平协议	可衡量的服务水平：响应时间、诊断、现场服务、维修、零件供应和可用性。
系统集成商	系统集成商	技术合作伙伴，负责根据客户的流程、IT、设备和安全环境调整机器人。
总拥有成本	总拥有成本	总生命周期成本：采购、集成、软件、服务、耗材、监控、停机时间和融资成本的总和。
技术转移	技术转让	受控地将文件、制造方法、工具、软件、技术诀窍、培训和授权转移给另一方。
保修单	保证	制造商或销售商约定的维修/更换条款。实际服务费用还包括报销款、零件费、运费和服务水平协议 (SLA) 费用。
营运资金	营运资金	融资需求被库存、在制品、应收账款和经营现金周期所占用。
支付意愿	支付意愿	支付意愿：客户仍然愿意接受机器人提供的价值的价格水平。

16. 机器人、人工智能和技术术语表

技术词汇表涵盖了从机器人架构到机器人训练，再到制造、安全和网络安全等各个方面的术语。简短的定义解释了第一章至第五章中使用的术语含义。

M–R

概念	英文/缩写	手册中的报告
执行器	执行器	产生运动的单元。人形关节也可以是电机、齿轮/减速器、编码器、驱动电子元件和机械装置的集成单元。
AGV	自动导引车	一种物料搬运车辆，沿预定路线或基础设施既定路线行驶。通常来说，其自主路线规划的灵活性不如自主移动机器人（AMR）。
自主移动网络	自主移动机器人	一种能够感知周围环境并现场规划路线的自主移动机器人。
自治	自治	机器人无需人工干预即可完成任务的能力。在运行评估中，应将其与干预率和恢复能力结合起来解读。
可用性	可用性	机器人处于运行状态并可用于预期服务的时间比例。
电池管理系统	电池管理系统	用于监测电池单元的状态、保护、充电和均衡的系统。
引导加载程序	引导加载程序	硬件启动时运行的底层软件，用于检查和启动下一个固件/操作系统层。
校准	校准	定义和设置传感器、执行器或机器人的测量值与参考值之间的关系；在本书中，结果与 RobotID 相关联。
鲨鱼	纠正和预防措施	旨在消除错误根源并防止其再次发生的规范化质量流程。
协作机器人	协作机器人	一种旨在与人类在共享工作空间中协作的机器人或机器人应用程序。协作方式和安全要求因任务而异。
合格评定	合格评定	有文件证明产品符合适用的法律和技术要求；但没有进行任何 CE 测试。
周期	周期	完成特定流程或工作周期所需的时间。在制造业中，它与节拍时间不同。
数据采集	数据采集	用于时间同步采集测量信号的硬件/软件系统。
灵巧的手	灵巧的机械手	一种多指、多自由度的终端，设计用于精细的物体移动；通常具有触觉和力感应功能。
数字线程	数字生命周期链	从物料清单和制造到测试、固件更新、OTA 升级和服务，产品的可追溯数字数据链路。

M-R

概念	英文/缩写	手册中的报告
自由度	自由度	独立运动坐标的数量。通常近似于人形机器人的关节运动数量。
紧急停止	紧急停止	紧急停止功能可在危险情况下启动快速、明确的停止操作。它不会取代整个安全架构。
具身人工智能	具身人工智能	一种利用物理实体、传感器和执行器与环境交互并从中收集数据的 AI 系统。
编码器	位置/角度传感器	一种测量轴或关节的位置、角度以及速度的传感器。
生命周期结束	生产线末端测试	生产结束后，对每台成品机进行发布测试。测试内容可能包括功能测试、安全测试、软件测试和配置测试。
插曲	机器人学篇	从任务开始到任务结束的连续数据块，包含观察结果、操作和结果。
企业资源计划（ERP）	企业资源规划	企业资源计划系统；对订单、采购、库存、财务和生产主数据进行最高级别的管理。
EVT / DVT / PVT	工程/设计/生产验证测试	产品开发过程中的连续验证阶段：工程操作、设计和制造过程的验证。
扭矩/扭矩传感器	力/扭矩传感器	力矩传感器；可用于人形手腕、脚部、手部或外部测试装置。
故障安全状态	安全错误状态	一种既定状态，在该状态下，即使发生故障，风险也能降低到可接受的水平。
固件	嵌入式软件	运行在机器人底层控制器、传感器和模块中的软件，这些软件直接与硬件连接。
FPY	首次通过率	首次运行无需维修或重新测试即通过的单元比例。
骨折	故障报告、分析和纠正措施系统	一个可靠性系统，它在一个闭环反馈回路中管理错误报告、分析、根本原因和纠正措施。
事实	参照真理	独立于机器人自身估计的参考数据，具有更高的精度，例如动作捕捉、力板或校准测量设备。
哈希/摘要	加密指纹	根据数据或软件内容计算出的简短标识符，可用于检查文件或配置是否已更改。

H-O

概念	英文/缩写	手册中的报告
危险日志	危险登记册	已识别的危险、风险、缓解措施和审计证据的书面清单。
HIL	硬件在环	一种将真实硬件组件与模拟环境相结合的测试方法。
人事研究所	人机交互	人与机器人之间的物理、视觉、语音或任务级交互。
HSM	硬件安全模块	用于安全创建和使用加密密钥的硬件安全模块。
人形机器人	人形机器人	一种外形类似人类的机器人，通常用两条腿行走，并用手臂进行操作。仅凭外形并不能决定其法律分类。

概念	英文/缩写	手册中的报告
惯性测量单元	惯性测量单元	惯性传感器单元，用于测量加速度和角速度；是平衡、状态估计和导航的基本组成部分。
预期用途	预期用途	制造商规定的用途、环境和任务。这是符合性和安全框架的出发点之一。
IP 评级	防护等级	IEC 60529 系统中防尘防水外壳防护等级。
激光雷达	光探测和测距	一种用于导航和感知的激光测距仪和空间传感器，可生成点云或距离剖面图。
操纵	操纵	用机械臂/机械手拾取、移动、放置、组装或加工物体。
MES	生产执行系统	生产执行系统，可在工作站级别管理操作、可追溯性、配方、测试和在制品状态。
动作捕捉	动作捕捉	外部摄像头或其他参考系统，用于高精度测量运动和身体位置。
平均故障间隔时间	平均故障间隔时间	可修复系统的平均故障间隔时间。目前，人形机器人舰队级别的公开数据仍然很少见。
多模态数据	多模态数据	连接多个感官通道的数据，例如图像、深度、力、位置、声音和语言指令。
自从	无线更新	通过网络进行软件或固件更新，并具有受控发布、回滚和授权流程。

P-S

概念	英文/缩写	手册中的报告
有效载荷	有效载荷	在特定条件下，机器人能够承载或操作的质量/负载。
洞察力	洞察力	机器根据传感器数据对环境、物体、人物、位置和事件进行解释。
物理人工智能	物理人工智能	书中，与具身人工智能重叠的概念是：人工智能模型、传感器、机器人控制和真实物理动作的统一。
公钥基础设施	公钥基础设施	用于管理证书、密钥和信任链的加密基础设施。
PLr	所需绩效水平	根据 ISO 13849 逻辑中的风险评估确定安全功能所需的性能水平。
政策	机器人政策	一种通过观察生成机器人动作的控制/学习模型。此处的用法并不暗示任何公司政策。
姿势	位置和方向	物体或物体的空间位置和方向的组合。
供应	生产环境设置和身份发布	为机器人或模块分配唯一的密钥、证书、配置和许可软件。
恢复	恢复	机器人能够在发生错误、卡住或跌倒后，无需人类协助或仅需有限支持即可继续执行任务的能力。
冗余	冗余	实现具有多个部分独立的通道或组件的关键功能，以减少错误的影响。
发布清单	发布清单	RobotID 允许的固件、软件、型号和配置版本列表（机器可验证）。
RGB/深度摄像头	彩色+深度相机	一种传感器系统，可同时提供图像和距离信息，用于感知、SLAM 和操作。

概念	英文/缩写	手册中的报告
机器人 ID	机器人生命周期标识符	本书制造架构中保持不变的内部全局标识符，与硬件谱系、软件、校准、测试和服务相关联。
信任根	信任根	加密信任的最低、受保护的硬件或固件起点，安全启动和设备身份均由此构建。
安全 PLC	安全 PLC	经过认证或安全导向的控制器，用于处理安全输入、联锁、紧急停止和停机功能。

S-W

概念	英文/缩写	手册中的报告
SBOM	软件物料清单	产品中包含的软件组件、版本和依赖项的结构化列表。
安全启动	安全启动	经过加密验证的启动链，仅允许启动已批准的固件和软件层。
西门子	安全完整性等级	基于 IEC 框架的功能安全完整性等级；所需等级应通过风险分析得出。
Sim2Real	从模拟到现实	将模拟环境中训练或测试的机器人策略/解决方案应用于真实的机器人和真实环境。
SLAM	同时定位与地图	估计机器人自身位置并同时构建环境地图。
节拍时间	周期	根据需求和可用生产时间计算出的生产线必须达到的目标生产率。
远程操作	遥控	由人远程控制的机器人操作；可用于干预、演示数据收集和教学。
TPM/安全元件	可信平台模块/安全芯片	用于保护设备密钥、证明和身份的硬件加密组件。
可追溯性	可追溯性	能够检索机器人和组件级别的供应商、版本、操作、测试、配置和服务历史记录。
弹道	弹道	按时间顺序排列的状态、观察和动作序列；在机器人训练中，是执行任务的基本数据单元。
字体主体	类型测试	对产品类型或代表性配置进行详细检查，无需对每个系列产品重复进行检查。
VLA	视觉-语言-动作模型	一种将图像观察、语言指令和机器人动作结合在一个通用模型中的人工智能架构。
进行中	进行中	正在生产中但尚未完成的产品和组件。
WMS	仓库管理系统	仓库管理系统，可管理库存位置、拣货、移动和仓库机器人集成。

17. 数据表、附件和指标

17.1. 数据类型：可以添加哪些内容，不能添加哪些内容？

指标	这是什么意思？	典型误差
命令	已签订或已沟通的商业需求	接受送货或自取订单
生产	该期间完成的机器人数量	将生产里程碑计入年度出货量
船运	机器人实际交付给客户或渠道	将发货视为一个正在运行的安装基础
安装/调试	机器人应用于现实世界场景	试点项目与永久性扩展实施之间的混淆
已安装基数	运营/支持的机器人库存	与年度销售额混合
容量	工厂名义排放能力	产能应视为实际产量
市场规模	根据给定的定义，销售收入或销量	添加不同的产品类别和来源定义
政策目标	计划未来目标值	宣布为已实现的结果
编辑模型	根据假设计算得出的估计值	引用市场事实或订单簿

17.2 中国机器人产业——关键数据

指标	时期	价值	地位
中国新增工业机器人安装项目	2024	29.5 万件；占世界总数的 54%	IFR 事实数据
中国制造商在中国安装项目中的份额	2024	57%	IFR/行业概况介绍
运营工业机器人集群	2024 年底	超过 200 万台；占全球的 43.5%	IFR 事实数据
工业机器人的生产	2025	773,074 件；+28.0%	NBS 生产数据
服务机器人的生产——广泛的基于自然的解决方案类别	2025	18,581,081 件；+16.1%	NBS 生产数据；大类
工业机器人的生产	2026 年第一学期	537,689 件；+28.0%	NBS 生产数据
服务机器人的生产——广泛的基于自然的解决方案类别	2026 年第一学期	10,319,211 单位；+11.9%	NBS 生产数据
工业机器人出口	2026 年 1 月至 5 月	86,597 单位；增长 39.5%	报告出口指标
工业机器人出口	2026 年 5 月	20,090 单位；增长 51.2%	报告出口指标

资料来源：第三章，表 3.1-3.2。服务机器人生产线与 IDC 专业商用服务机器人类别不同。

17.3. 人形机器人和服务机器人产业化——精选基准案例

参考	报告数据	这能证明什么？
AGIBOT，2025	5168 年的航运史	出货；而非容量
AGIBOT，2026 年第一学期	约 8400 次交付	半年一次的发货
智元机器人（AGIBOT），2026 年 3 月 30 日。	第 10000 台机器人完成	累计生产里程碑
从深圳一路南下到龙华	试点产能为每年 500-1000 台机器人；CT ≤120 分钟；每台成品机器人需进行 >30 次测试	试点项目-产业化水平
乐聚机器人-佛山东方精工	每年使用超过 10,000 台机器人；24 道装配工序；77 个检测点；41 项自动化测试	高产量水平
Sđbac Minh–AGIBOT	第一阶段：年装配目标超过 5000 台机器人；约 3000 平方米。	欧洲本地化组装参考；目标/通信能力
Unitree G1	官方网店价格为 13,500 美元，2026.09.15。	公开标价；非 OEM 批量价格
Unitree H2	官方网店价格为 29,900 美元，2026.09.15。	公开标价；取决于配置

资料来源：第三章和第五章。生产里程碑、出货量、名义产能和标价是单独的指标。

17.4. 匈牙利和中东欧——需求模型

指标	较低/保守	中等/可能	乐观/乐观
40 个名义上的中东欧账户全面调试潜力	1013 台机器人	1787 台机器人	2560 台机器人
2027 年人形机器人需求	40	90	180
2028 年人形机器人年度需求	75	190	400
2029 年人形机器人年度需求	120	330	700
2030 年人形机器人需求	170	500	1,050
2027-2030 年累计需求	405	1110	2,330

来源：第四章，表 4.6-4.7。自下而上的模型基于 40 个指定客户；不是订单簿，也不是整个中东欧市场规模。

17.5. 匈牙利工业实施——规划区间

元素	试点项目/启动阶段	中级	高音量
人形机器人工厂产能	每年 100-500 人	每年 1000-5000	每年 10,000 美元以上
大厅	2,000 平方米	7,000 平方米	20,000 平方米
全职当量	48	185	520
目标状态资本支出	400 万欧元	1800 万欧元	6000 万欧元

元素	试点项目/启动阶段	中级	高音量
导入的物料清单曝光 - 模型	约 85%	约 60%	约 30%
运营盈亏平衡	每年 124 台机器人	每年 480 台机器人	每年 1403 台机器人

来源：第五章，表 5.31 和 5.34。编辑运营和财务模型；不是网站或 OEM 提案。

17.6. 匈牙利测试、数据和服务基础设施——规划范围

系统	报告/模型预测的起始尺寸	财务规模
人形机器人测试与验证中心	1400–1800 平方米；核心区 10–12 名全职员工，整个项目 16–20 名全职员工	整个首个中心的建设成本约为 250 万至 550 万欧元；核心实验室的成本为 150 万至 250 万欧元。
物理人工智能数据处理中心——种子	700–1,000 平方米；10 个平台	资本支出 266 万欧元；年度运营支出 191 万欧元；23 名全职员工
数据处理中心——50 台机器人	50 个平台	资本支出 1031 万欧元；年度运营支出 646 万欧元；82 名全职员工
数据处理中心——100 台机器人	100 个平台	资本支出 1893 万欧元；年度运营支出 1164 万欧元；员工人数 152 名全职员工
服务中心 – 基本情况	18 名全职员工；3 家原始设备制造商 + 250 台活跃机器人	启动资金 339.3 万欧元；年度固定运营支出 195.7 万欧元；约 175 台机器人与 3 家原始设备制造商合作开展业务。

来源：第五章，表 5.17–5.23 和 5.28–5.30。规划/预可行性模型。

17.7. 监管和标准化日期

发布日期/发布	物品	本书的意义
2021	ISO 18646-3:2021	服务机器人操作性能测试
2024	ISO 18646-2:2024	服务机器人导航性能测试
2025	ISO 10218-1/-2:2025	工业机器人和机器人系统安全更新框架
2026 年 7 月	ISO 18646-5:2026	腿式机器人的运动性能测试；不完善的安全标准
2026 年 9 月 11 日	欧盟网络韧性法案——第 14 条报告要求	加拿大税务局某些报告义务的适用
2027 年 1 月 20 日	关于机械的（欧盟）2023/1230 号条例	根据第五章中审查的 EUR-Lex 状态，机械法规的一般适用性
2027 年 12 月 11 日	欧盟第 2024/2847 号条例 – 信用报告机构	主要义务的普遍适用

来源：第 I、V 章；第 18 章中的 EUR-Lex 和 ISO 来源。

17.8. 缩写索引

删节	开锁
AGV	自动导引车
自主移动网络	自主移动机器人
电池管理系统	电池管理系统
物料清单	物料清单
鲨鱼	纠正和预防措施
资本支出	资本支出
慢性肾脏病	完全倒下
加拿大税务局	网络弹性法案
数据采集	数据采集
DFM	面向制造的设计
自由度	自由度
深静脉血栓形成	设计验证测试
息税折旧摊销前利润	息税折旧摊销前利润
电子通信网络	工程变更通知
生态	工程变更单
首席信息官	欧洲创新理事会
EKD	个别政府决定的支持
紧急医疗服务	电子制造服务
生命周期结束	行尾
企业资源计划（ERP）	企业资源规划
紧急停止	紧急停止
电动汽车	工程验证测试
FPY	首次通过率
骨折	故障报告、分析和纠正措施系统
果果	现场可更换单元
全职	力/扭矩

删节	开锁
HIL	硬件在环
HIPAA	匈牙利投资促进局
人事研究所	人机交互
HSM	硬件安全模块
惯性测量单元	惯性测量单元
IP	知识产权/入侵保护——视具体情况而定
合资企业	合资
关键绩效指标	关键绩效指标
激光雷达	激光雷达
MES	生产执行系统
最小起订量	最低订购量
平均故障间隔时间	平均故障间隔时间
国家药品说明书	新产品介绍
新近装修工程	非重复性工程
原厂设备制造商	原始设备制造商
运营支出	运营支出
自从	空中更新
PCBA	印刷电路板组装
公钥基础设施	公钥基础设施
PLC	可编程逻辑控制器
PLr	所需绩效水平
PVT	生产验证测试
学习即服务	机器人即服务
RMA	退货授权
投资回报率	投资回报率
朗姆酒	大致数量级
SBOM	软件物料清单
西门子	安全完整性等级

删节	开锁
SKD	半倒塌
服务水平协议	服务级别协议
SLAM	同时定位与地图构建
总拥有成本	总拥有成本
TPM	可信平台模块
VLA	视觉-语言-行动
进行中	进行中
WMS	仓库管理系统
支付意愿	支付意愿

17.9. 组织和公司索引

组织/公司	在手册中的作用	主要章节
ABB	工业机器人服务基准	6、22
智元机器人（AGIBOT）	人形机器人 OEM、数据平台、欧洲本地化	9、11、15、19-23
艾普电子	阿波罗匈牙利工业测试案例	13
北京人形机器人创新中心	人形机器人创新与开源/数据	7
生物医学工程	匈牙利机器人教育/研究和人形机器人平台	12、20-21
助推机器人	中国小型人形机器人 OEM 厂商	5
波士顿动力公司	现场、环境和机器人类别示例	3
佳能	电池工业背景	10、20
立方火星	执行器和电机供应商	4、10
匈牙利 Flex	电子制造服务/合同制造合作伙伴候选人	12、20、23
傅利叶智能（Fourier Intelligence）	康复/人形机器人 OEM	5
银河通用（Galbot）	具身人工智能/人形机器人 OEM	9、15、22
高仙机器人（Gausium）	商用清洁机器人 OEM	4
Geek+	仓库机器人	8、11
海机器人	箱体处理/仓库机器人	4、8

组织/公司	在手册中的作用	主要章节
何赛	机器人激光雷达	6
HIPAA	匈牙利投资促进	17、22-23
洪仁·斯塔基	机器人和制造研究基础设施	12、20
仪表飞行规则	全球机器人定义和市场统计数据	3、7、26
启发机器人	灵巧手供应商	4、10
匈牙利捷普尔	EMS/制造合作伙伴候选人	12、20、23
擎朗智能（Keenon）机器人	室内配送/服务机器人 OEM	4
垃圾桶	工业机器人服务基准	22
领导者驱动	精密减速机供应商	6
乐聚机器人（Leju Robotics）	人形机器人 OEM；深圳/佛山制造标杆	9、19、23
LimX Dynamics	人形和腿式机器人 OEM	5
利沃克斯	激光雷达和移动机器人感知	6
MBH 银行	匈牙利服务机器人概念	13
机械思维	3D 视觉和机器人人工智能	6
梅赛德斯-奔驰匈牙利	人形机器人工业试点项目参考	13
敏斯集团	AGIBOT 欧洲工业化和 Săbac	15、19、22
国家癌症研究所	匈牙利伺服/运动控制合作伙伴候选者	14
英伟达	边缘计算和 Isaac 平台	4-5、20-21
奥布达大学	匈牙利人形机器人测试/数据/生产计划	12、19-23
奥尔贝克	3D 相机供应商	6
普渡大学机器人	配送和清洁机器人 OEM	8、12-15
RoboSense	机器人激光雷达	6
ROS 2 / 开放导航	机器人中间件和导航堆栈	5
Sanmina-SCI 匈牙利	制造合作伙伴候选名单	20、23
上海人形机器人训练中心	大规模机器人数据采集	11、21
星舰科技	户外配送机器人操作示例	3
突触	运动控制和执行器开发合作伙伴	14
优必选科技	工业人形机器人 OEM	9、15、22

组织/公司	在手册中的作用	主要章节
Unitree Robotics	人形/四足机器人 OEM 厂商及公开价格基准	9、15、21
优傲机器人	服务和教育网络基准	22
视频通	匈牙利 EMS/合同制造合作伙伴候选企业	20、23
云集	酒店和医院服务机器人 OEM	8、11
ZalaZONE	匈牙利测试和验证基础设施基准	12、19、21
匈牙利 Zollner Electronics	高混合机电一体化 EMS 合作伙伴候选者	20、23

17.10. 特色数据铭牌索引

章	桌子	话题
二	2.1	机械和驱动系统的文献实例
二	2.2	机器人传感的主要数据集
二	2.3	两个板载组件的可检查特性
二	2.4	从感知到执行的处理链
二	2.5	三个数值数据及其对应条件
二	2.6	机器人舰队的对外关系
二	2.7	机器人教学的主要方法
二	2.8	报告的机器人数据集和计量单位
二	2.9	机器人学相关内容建议数据表
二	2.10	数据质量控制编辑方案
二	2.11	年度机器人数据量及三种设计数据概况
二	2.12	软件更新的可追溯过程
二	2.13	与机器人标识符关联的技术记录
二	2.14	可靠性和恢复指标
三	3.1	中国机器人产业的生产和安装数据
三	3.2	中国工业机器人出口的相关指标报告
三	3.3	2025 年服务机器人市场规模
三	3.4	提供工业机械臂和操作平台的公司
三	3.5	国家机器人及相关项目
三	3.6	机器人相关基金和国家框架

章	桌子	话题
三	3.7	直接发展和投资补助
三	3.8	数据、计算和应用激励
三	3.9	用于国外机器人销售的金融和机构工具
三	3.10	中国服务机器人和仓储机器人制造商
三	3.11	服务型机器人的公开可观测价格和产品数据
三	3.12	服务环境中的中国实例已记录
三	3.13	2026 年中国服务型机器人应用成熟度概览
三	3.14	资料来源中的人形机器人和具身人工智能公司
三	3.15	Unitree 人形机器人官方网店价格，2026 年 9 月 15 日。
三	3.16	AGIBOT 生产和交付里程碑
三	3.17	乐聚机器人的两级中国制造
三	3.18	运动系统领域的中国供应商
三	3.19	中国传感器和电子产品供应商示例
三	3.20	人形机器人硬件成本：外部基准成本和项目目标成本
三	3.21	中国四大机器人生态系统
三	3.22	机器人数据采集和应用中心
三	3.23	中国机器人数据平台的相关指标报告
弧	4.2	匈牙利机器人生态系统——角色与实例
弧	4.3	四个级别检查本地频道
弧	4.4	匈牙利机构目标市场——2026 年 9 月桌面样本
弧	4.5	匈牙利案例——按证据级别划分
弧	4.6	中东欧地区人形机器人全面部署潜力已在 40 个指定账户中得到体现
弧	4.7	2027-2030 年中东欧地区人形机器人年度需求模型
弧	4.8	一些匈牙利人种的类人潜力估计
弧	4.9	机器人销售模式
弧	4.10	总生命周期成本 - 最低成本清单
弧	4.11	人形工业回归——三种编辑模型场景
弧	4.12	商业决策所需衡量的最低标准
弧	4.13	OEM 合作伙伴资格筛选器

章	桌子	话题
弧	4.14	中国汽车制造商——已证实的优势和悬而未决的问题
弧	4.15	四种工业化合同模式的比较
弧	4.16	前景 IP – 推荐类别
弧	4.17	合同包
弧	4.18	匈牙利/欧盟融资工具概览——截至 2026 年 9 月的最新情况
弧	4.19	成本方案和相应的原始资料
弧	4.20	市场建设证据链
弧	4.21	公共活动和代表团价格基准
弧	4.22	中国 OEM 厂商与当地合作伙伴之间的四种支付模式
太阳	5.2	沙巴茨和塞尔维亚机器人技术扩张计划——有据可查的说法
太阳	5.3	最有可能的公共劳动分工
太阳	5.4	技术转让权必须单独签订合同。
太阳	5.5	匈牙利工厂可以衡量的两个中国生产步骤
太阳	5.6	ZalaZONE——与人形机器人计划相关的现有能力
太阳	5.7	测试功能的便捷共享
太阳	5.8	参考人形机器人——定位模型的技术基础
太阳	5.9	匈牙利本地化路线图
太阳	5.10	每台机器人的直接制造成本模型
太阳	5.11	国内工业能力——合作伙伴候选者，而非协议
太阳	5.12	更深入的本地化规划投资范围
太阳	5.13	合作伙伴遴选候选名单——加权研究评分
太阳	5.14	OEM → 匈牙利制造商将转移工业化方案
太阳	5.15	验证中心和数据处理中心——不同的输出
太阳	5.16	测试中心的主要测量层
太阳	5.17	完整的验证中心——净空间需求
太阳	5.18	P0/P1 仪器园区 – 提取
太阳	5.19	验证中心 ROM 投资规模
太阳	5.20	中国规模基准和 ÓE 种子方向
太阳	5.21	拟建的 10 个平台种子集群

章	桌子	话题
太阳	5.22	资本支出和年度运营支出——2026 年规划模型
太阳	5.23	数据概况敏感性——基于每年每台机器人每年 1500 个记录机器人小时数。
太阳	5.24	数据中心扩展门
太阳	5.25	中心服务层
太阳	5.26	FRU 优先
太阳	5.27	拟议的人形机器人服务层级
太阳	5.28	基准案例：18 名全职员工组织
太阳	5.29	服务中心基本财务模型
太阳	5.30	服务中心启动
太阳	5.31	A/B/C 生产方案 - 目标状态
太阳	5.32	大厅区域 - 功能分解
太阳	5.33	每台机器人的目标成本物料清单和转换率
太阳	5.34	三层经济门户
太阳	5.35	拟议的奥布达中试工厂站序列——摘录
太阳	5.36	机器人分娩宣言——极简内容
太阳	5.37	网络生命周期结束之门
太阳	5.38	软件制造和网络程序成本 - ROM
太阳	5.39	人形机器人工厂的主要合规层
太阳	5.40	合规性测试层
太阳	5.41	匈牙利工业化的推荐顺序

18. 参考文献和书目

此列表汇总了第一章至第五章实际使用的资源组。同一项内部研究可能在多个章节中出现，但使用不同的本地源代码；此处仅列出一一次。不断变化的网页产品和文档页面的访问状态与各章节中记录的 2026 年 9 月数据截止日期相关。

18.1 项目调研和内部资源

机器人技术——事实与数据 | 资源图。项目工作手册，2026 年 9 月 11 日更新。

机器人技术——事实、数据：新增六个子章节（基于资料来源）。项目研究、数据收集截止日期：2026 年 9 月 11 日。

中国服务型机器人市场：从送货机器到具身人工智能。项目研究，2026 年 9 月 9 日。

联塔. 中国机器人公司进军欧洲市场。市场调研：市场规模、进入路径、进入壁垒、竞争格局。数据截止日期：2026 年 8 月 23 日。

中国公共资金对机器人研发、开发和出口的投入：2026-2028 年展望。项目研究。

中国机器人公司进入欧洲及其在匈牙利和中东欧地区的业务，2020-2026 年。数据截止日期：2026 年 8 月 11 日。

2026-2031 年匈牙利人形机器人生产本地化战略：深入研究报告。

中国组装人形机器人的工作站级技术标杆及在奥布达建设年产 500-1000 台试点工厂的初步规划。深度研究报告。

Sabac 人形机器人工厂与 Minth-AGIBOT 合作项目。深度研究报告，研究进展：2026 年 9 月 4 日。

奥布达大学人形机器人项目的物理与具身人工智能数据处理中心。深度研究报告。

奥布达大学人形机器人测试跑道和验证中心。深度研究报告。

ZalaZONE：企业、财务、技术和地缘政治尽职调查。深度研究报告，2026 年 9 月 4 日。

为奥布达大学遴选匈牙利人形机器人制造和组装合作伙伴。深度研究报告，2026 年 9 月 4 日。

匈牙利欧洲人形机器人服务与支持中心。深度研究报告。

奥布达人形机器人组装制造厂的三种情景经济运营模型。深度研究报告。

针对奥布达某装配厂的人形机器人，构建基于软件的制造和网络安全架构。深度研究报告。

针对匈牙利一家人形机器人组装厂的欧盟合规性研究。深度研究报告。

01_Institutional_demand.docx。匈牙利机构机器人需求调查；研究截止日期：2026 年 9 月 12 日。

EAG_piackutatasi_melleklet(5).docx。匈牙利机器人生态系统和市场进入背景。

EAG_robotic_market_investor_investment_report_2026_prepared.docx。中国机器人公司在匈牙利和中东欧地区的渠道。

2027-2030 年匈牙利及中东欧地区自下而上的人形机器人需求。数据截止日期：2026 年 9 月 4 日。

03_CEE_competitors_for_channel.docx。研究报告，2026 年 9 月 12 日。

04_Chinese_OEM_market_entry.docx。研究报告，2026 年 9 月 12 日。

04_Gyartoi_piacepites.docx。桌面研究，2026 年 9 月 12 日。

05_Humanoid_use_case_ROI.docx。研究包，2026 年 9 月 12 日。

05_Koltseg_megfeleloseg_szerviz.docx。桌面研究，2026 年 9 月 12 日。

07_Events_and_delegation.docx。桌面研究，2026 年 9 月 12 日。

09_联塔_integralt_uzleti_terv.docx。工作版本，2026 年 9 月 12 日。

将中国技术或产品引入匈牙利/欧盟制造业：法律和商业结构分析。法律地位：2026 年 9 月 5 日。

匈牙利人形机器人生产和组装融资计划。2026 年。

项目库：CFNetworkDownload_Myc8X9.docx – 中国人形机器人制造商及产品档案。数据更新日期：2026 年 9 月 13 日。

18.2 标准、法规和机构资源

国际机器人联合会（IFR）。标准化/机器人定义。检索日期：2026 年 9 月 15 日。

国际机器人联合会（IFR）。工业机器人。检索日期：2026 年 9 月 15 日。

国际机器人联合会（IFR）。服务机器人。检索日期：2026 年 9 月 15 日。

国际机器人联合会 (IFR)。协作机器人——机器人如何与人类协同工作。立场文件更新, 2024 年 12 月 4 日。

ISO 8373:2021. 机器人技术——词汇。第三版, 2021 年 11 月。

ISO/DIS 8373. 机器人学——词汇。下一版草案; 状态检查日期: 2026 年 9 月 15 日。

ISO 18646-2:2024. 机器人学 — 服务机器人的性能标准及相关测试方法 — 第 2 部分: 导航。

ISO 18646-3:2021. 机器人学 — 服务机器人的性能标准及相关测试方法 — 第 3 部分: 操作。

ISO 18646-5:2026. 机器人学 — 服务机器人的性能标准及相关测试方法 — 第 5 部分: 腿式机器人的运动。

ISO 9283:1998. 工业机器人操作——性能标准及相关测试方法。

ISO 10218-1:2025 和 ISO 10218-2:2025. 机器人技术——工业机器人/机器人应用的安全要求。

ISO 13482:2014. 机器人和机器人装置 — 个人护理机器人的安全要求。

国际电工委员会。IEC 60529: 外壳提供的防护等级 (IP 代码), 第 2.2 版, 2013 年。

欧盟。关于机械的 (EU) 2023/1230 号法规。EUR-Lex。 <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1230/en>

欧盟。《网络弹性法》(EU) 2024/2847 号条例。EUR-Lex。 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32024R2847>

欧盟委员会。《关于技术转让协议的委员会条例 (EU) 2026/877》(2026 年 4 月 16 日)。EUR-Lex。

HIPA。拨款制度的重大变更。2025 年 4 月 22 日; 以及 EKD 变更, 2025 年 10 月。HIPA 官方资料, 核实日期: 2026 年 9 月 15 日。

Regenscheid, A. (2018 年 5 月)。平台固件弹性指南。NIST 特别出版物 800-193。 <https://csrc.nist.gov/pubs/sp/800/193/final>

SPDX。概述和规格。检索日期: 2026 年 9 月 11 日。 <https://spdx.dev/>

Uptane。《Uptane 设计与实现标准》, 2.1.0 版。检索日期: 2026 年 9 月 11 日。 <https://uptane.org/docs/latest/standard/uptane-standard>

18.3 科研和发展资源

AgiBot-World-贡献者 Bu, Q., Cai, J., Chen, L., 等人。(2025)。AgiBot World Colosseo: 一个用于可扩展和智能体现系统的大型操纵平台。arXiv: 2503.06669v1。 <https://arxiv.org/abs/2503.06669v1>

Black, K., Brown, N., Driess, D., 等 (2024)。 $\pi 0$: 一种用于通用机器人控制的视觉-语言-动作流模型。物理智能。 <https://www.pi.website/download/pi0.pdf>

Campos, C., Elvira, R., Gómez Rodríguez, JJ, Montiel, JMM, & Tardós, JD (2021)。ORB-SLAM3: 一个用于视觉、视觉惯性和多地图 SLAM 的精确开源库。arXiv:2007.11898v2。 <https://arxiv.org/abs/2007.11898v2>

DROID 数据团队。DROID: 大规模真实环境下的机器人操作数据集。检索日期: 2026 年 9 月 11 日。 <https://droid-dataset.github.io/>

方海生、王超、苟明、卢超 (2020)。GraspNet-1Billion: 一个大规模通用物体抓取基准测试集。CVPR, 11444–11453。 <https://graspnet.net/>

Hugging Face。LeRobotDataset v3.0。开发者文档, 下载日期: 2026 年 9 月 11 日。 <https://huggingface.co/docs/lerobot/lerobot-dataset-v3>

Isaac Lab 项目开发者。Isaac Lab。检索日期: 2026 年 9 月 11 日。 <https://github.com/isaac-sim/IsaacLab>

Isaac Lab 项目开发者。任务设计工作流程。 https://isaac-sim.github.io/IsaacLab/main/source/overview/core-concepts/task_munkafolyats.html

Isaac Lab 项目开发者。使用 Isaac Lab Mimic 进行远程操作和模仿学习。https://isaac-sim.github.io/IsaacLab/main/source/overview/imitation-learning/teleop_imitation.html

Macenski, S. 和 Jambrecic, I. (2021). SLAM 工具箱：面向动态世界的 SLAM。开源软件杂志, 6(61), 2783。https://doi.org/10.21105/joss.02783

Movelt. 运动规划。滚动更新的开发者文档，下载日期：2026 年 9 月 11 日。https://moveit.picknik.ai/main/doc/concepts/motion_planning.html

开放导航。AMCL 和导航概念。Nav2 滚动文档，下载日期：2026 年 9 月 11 日。https://docs.nav2.org/

Open X-Embodiment 协作项目。Open X-Embodiment：机器人学习数据集和 RT-X 模型。https://robotics-transformer-x.github.io/

ROS 2. rosbag2. 开发者文档，下载日期：2026 年 9 月 11 日。https://github.com/ros2/rosbag2

ros2_control。控制器管理器。滚动文档，2026 年 9 月。https://control.ros.org/rolling/doc/ros2_control/controller_manager/doc/userdoc.html

18.4. 制造商和行业产品来源

ABB. 互联服务。服务描述，检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://new.abb.com/products/robotics/nl/service/data-driven-services/connected-services

波士顿动力公司。Spot——官方产品页面。检索日期：2026 年 9 月 15 日。

CubeMars. AK 系列机器人执行器。产品系列描述，检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://www.cubemars.com/categorys/ak-series-robotic-actuator

Hai Robotics. HaiPick 系统 1. 系统描述，下载日期：2026 年 9 月 11 日。https://www.hairobotics.com/solutions/haipick-system-1

Harmonic Drive SE. CobaltLine-CP。产品数据表，下载日期：2026 年 9 月 11 日。https://harmonicdrive.de/en/products/gears-with-output-bearing/cobaltline-cp

海德汉。为您的直线电机和旋转电机带来更佳性能。技术产品介绍，下载日期：2026 年 9 月 11 日。https://news.heidenhain.com/automation/encoders-with-added-value

胡斯瓦纳。Automower 430X NERA – 匈牙利官方产品页面。检查日期：2026 年 9 月 15 日。

Inspire Robots. RH56E2. 产品数据手册，检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://en.inspire-robots.com/product/rh56e2/

擎朗机器人。巴特勒机器人 W3。产品数据表，检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://www.keenon.com/en/product/W3

NVIDIA. Jetson Thor. 产品数据手册，检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://www.nvidia.com/en-gb/autonomous-machines/embedded-systems/jetson-thor/

Orbbec. Gemini 335Lg. 产品数据表，下载日期：2026 年 9 月 11 日。https://www.orbbec.com/gemini-335lg/

普渡机器人。BellaBot Pro。产品数据表，检索日期：2026 年 9 月 11 日。https://www.pudutech.com/zh-CN/products/bellabotpro

普渡机器人。CC1 Pro – 官方产品页面。审核日期：2026 年 9 月 15 日。

Roborock. Saros 10 – 官方产品页面。核实日期：2026 年 9 月 15 日。

Rosenberger. FAKRA. 连接器系列和名称解析，下载日期：2026 年 9 月 11 日。https://www.rosenberger.com/product/fakra/

星舰科技公司。芬兰交付量达一百万件 / S 集团案例。公司公告，2025 年 12 月。

Unitree Robotics. 人形机器人 – 官方网店。审核日期：2026 年 9 月 15 日。https://shop.unitree.com/collections/humanoid-robot

使用规则：参考文献部分并不等同于其他来源。诸如 ISO/EUR-Lex/IFR 等原始资料、公司产品和安装出版物、项目研究以及编辑编制的财务和目标成本模型等，其证据价值各不相同。手册中的数值说明应始终引用此类来源。