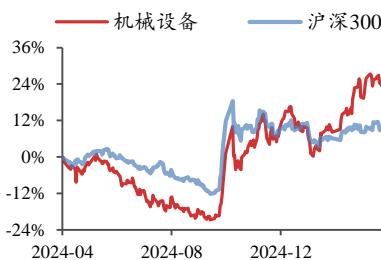


## 机械设备

2025年03月30日

投资评级：看好数（维持）

## 行业走势图



数据来源：聚源

## 相关研究报告

《人形机器人量产元年：“金铲子”设备商迎资本开支潮—行业点评报告》  
-2025.3.17

《人形机器人加速进化，聚焦共性关键技术及核心环节—行业点评报告》  
-2025.3.11

《人形机器人应用场景落地，我国走在世界前列—行业周报》-2025.3.2

人形机器人战略制高点，国产操作系统迎来“逆袭”时刻

——行业周报

孟鹏飞（分析师）

mengpengfei@kysec.cn

证书编号：S0790522060001

**● 操作系统是机器人运行的“底座”，负责统一调度管理AI大模型、运控等软硬件**

人形机器人是具身智能最佳载体，拥有智慧的“大脑”、敏捷的“小脑”和灵活的“肢体”。“大脑”为智能决策中枢，集成高性能计算平台与AI大模型；“小脑”为运动控制中枢，集成控制器、驱动器、传感器等硬件与算法；“肢体”为本体架构，由关节、灵巧手等各种硬件组成。整个系统需要统一控制架构来管理优化，操作系统就是这一核心角色。机器人操作系统不仅全方位支持AI大模型、运控算法等软件运行，也负责管理各类底层硬件资源，是机器人运行的“底座”。

**● 操作系统是机器人发展战略制高点，国产操作系统有望在人形机器人时代“逆袭”**

海外不断加大机器人操作系统投入，其中最知名为斯坦福大学实验室研发的ROS系统。ROS系统为类操作系统，主要为机器人开发提供系列工具、组件，通常适配底层实时操作系统或Linux运行，为现阶段主流方案。国内虽长期面临操作系统被海外“卡脖子”难题，但发展正循序渐进，有望在机器人领域率先打破垄断。PC时代，国内操作系统长期被Windows和Mac OS垄断；机床数控系统领域，发那科、西门子长期占据全球和国内60%以上份额；智能手机时代，国产厂商主要进行操作系统二次开发。以上均是海外率先开发并推广形成生态后，国内再实施替代，因而发展困难，而在新兴产业早期介入，或更易成功。以新能源车为例，国内华为、斑马智行、中兴通讯等企业微内核产品历经发展，均通过ASIL-D认证，可与海外QNX进行PK，在产业内已占据一席之地。我们认为，对比新能源汽车操作系统，机器人操作系统目前行业都未有成熟方案，中美在机器人产业齐头并进，我国企业现阶段介入，更有望抢占先机，率先实现“逆袭”。

**● 兼具高实时、强兼容、自主可控的机器人操作系统有望脱颖而出**

回顾PC和智能手机发展历程，合适的操作系统对于行业繁荣至关重要，2025-2026年国内外人形机器人已进入量产阶段，发展合适的机器人操作系统，已成行业发展的重中之重。我们看好兼具高实时、强兼容、高安全的国产机器人操作系统的发展，有望率先建立生态，主要是东土科技鸿道系统与华为鸿蒙系统。

(1) 东土科技自研鸿道（Intewell）工业操作系统，采用业界领先微内核架构，内核及关键代码自主率100%。系统调度精度达到us级别，可满足机器人高实时性控制要求。同时与全球300+软硬件全面兼容，包括各类终端硬件、ROS等非实时生态软件，可全面满足机器人开发需要。鸿道系统也是国内唯一通过汽车、工业、医疗、轨交四项功能安全最高等级认证的系统，已在工业领域实施广泛部署，安全性高。公司计划2025H1发布面向具身智能的AI机器人操作系统，通过“大小脑融合”方案，可将机器人电子架构成本降低50%，功耗降低60%，并推动国产机器人从单体智能向群体智能跃迁。(2) 基于开源鸿蒙的Kaihong OS操作系统已用于乐聚机器人，该操作系统围绕系统内核框架进行研发优化，可满足机器人开发实时性、跨业务协同、可靠性等要求。

**● 投资建议：**

操作系统已成机器人发展战略制高点，国产操作系统有望在人形机器人时代“逆袭”，持续看好国产机器人操作系统的发展，受益标的：东土科技、赛摩智能。

**● 风险提示：**人形机器人产业发展不及预期、国产机器人OS发展进度不及预期。

## 目 录

1、 操作系统是机器人运行的“底座”，负责统一调度管理 AI 大模型、运控等软硬件 .....	3
2、 操作系统是机器人发展战略制高点，国产操作系统有望在人形机器人时代迎来“逆袭” .....	4
3、 兼具高实时、强兼容、自主可控的机器人操作系统有望脱颖而出 .....	6
4、 投资建议 .....	10
5、 风险提示 .....	10

## 图表目录

图 1： 操作系统是机器人运行的“底座” .....	3
图 2： 机器人操作系统需要部署在嵌入式开发板上 .....	4
图 3： ROS 系统历经多次迭代，已成为业内通用平台 .....	4
图 4： 2024 年 11 月 Linux 抛弃俄罗斯开发者 .....	5
图 5： 布局循序渐进，国产机器人操作系统有望率先破局 .....	5
图 6： 机器人操作系统对实时性、安全性、兼容性要求高 .....	6
图 7： 东土科技通过对外并购，业务逐步由工业通信拓展至工业控制、操作系统等领域 .....	6
图 8： 鸿道已适配全球超 300 个工业领域软硬件 .....	7
图 9： 鸿道操作系统基于微内核架构，可与非实时生态的软件兼容 .....	7
图 10： AUTBUS 是我国 2008 年以来工业控制网络领域唯一的 IEC 国际标准 .....	8
图 11： 微内核操作系统具备高安全性 .....	8
图 12： 鸿道是国内唯一通过四项最高安全认证的工业操作系统 .....	8
图 13： 东土科技计划 2025H1 发布面向具身智能的 AI 机器人操作系统 .....	9
图 14： 东土科技可提供机器人操作系统软硬件解决方案 .....	9
图 15： 乐聚机器人“夸父”搭载深开鸿基于开源鸿蒙研发的 KaihongOS .....	10

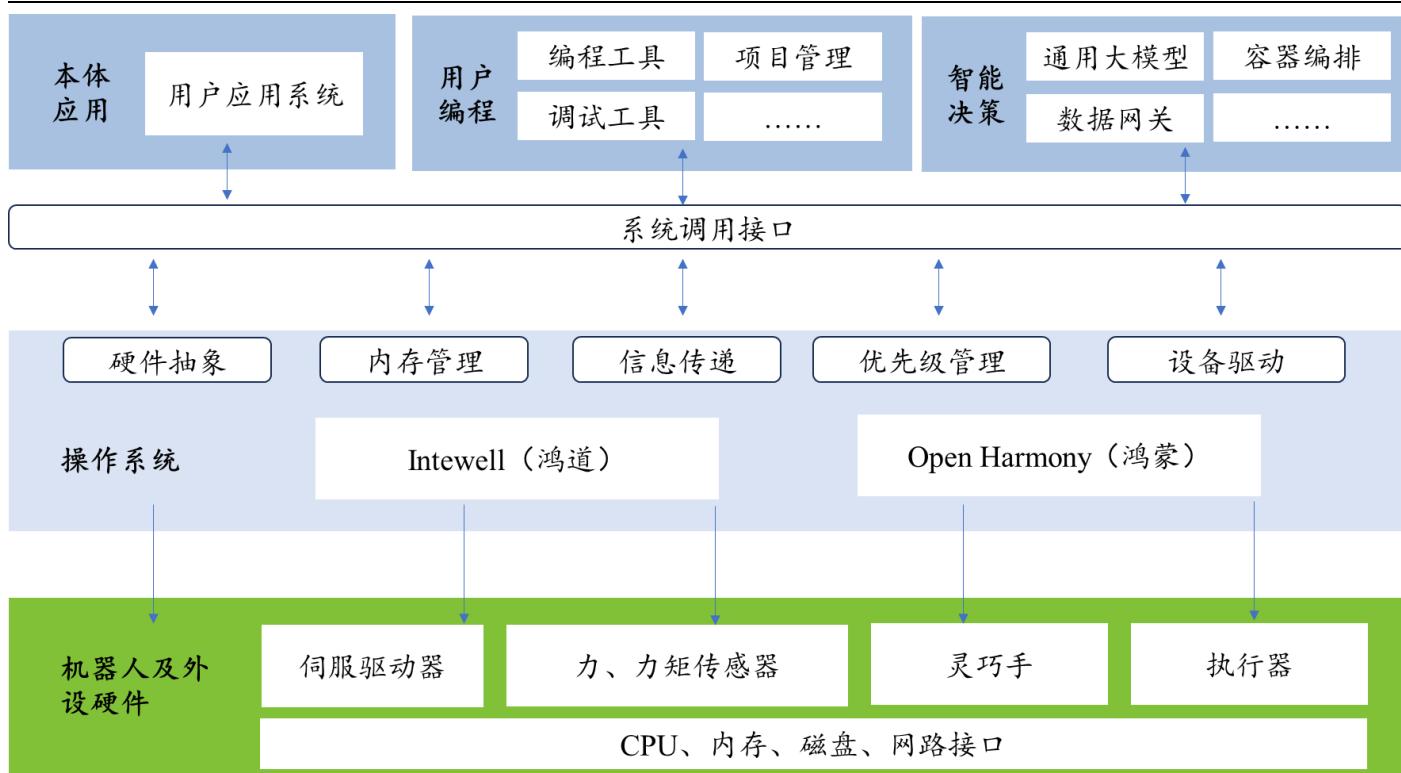
表 1： 百万台机器人预计带动超 210 亿元操作系统市场需求 .....	4
表 2： 鸿道操作系统具备高实时性 .....	7
表 3： KaihongOS 可满足机器人开发实时性、跨业务协同、可靠性、智联等要求 .....	10

## 1、操作系统是机器人运行的“底座”，负责统一调度管理 AI 大模型、运控等软硬件

人形机器人是具身智能最佳载体，拥有智慧的“大脑”、敏捷的“小脑”和灵活的“肢体”。“大脑”为智能决策中枢，集成高性能计算平台与 AI 大模型；“小脑”为运动控制中枢，集成控制器、驱动器、传感器等硬件与算法；“肢体”为本体架构，由关节、灵巧手等各种硬件组成。整个系统需要统一控制架构来管理优化，操作系统就是这一核心角色。

机器人操作系统不仅全方位支持 AI 大模型、运控算法等软件运行，也负责管理各类底层硬件，是机器人运行的“底座”。

图1：操作系统是机器人运行的“底座”



资料来源：中国信通院、开源证券研究所。注释：硬件抽象：提供硬件抽象层，方便开发者方位和控制传感器、执行器等硬件设备；信息传递：提供消息传递机制，支持节点之间的通信

机器人操作系统通常部署在嵌入式开发板上。嵌入式开发板通常具有低功耗、高性能特点，适合机器人操作系统的运行。同时开发板上集成了多种硬件接口和计算资源，包括 CPU、GPU、I/O 接口、传感器接口等，为开发者提供了丰富的工具支持。

图2：机器人操作系统需要部署在嵌入式开发板上



资料来源：Toradex

百万台机器人预计带动超 210 亿元操作系统市场需求。我们按人形机器人出货百万台时，本体制造成本为 14 万元（2 万美元，按汇率 7:1 测算），并假设机器人操作系统占制造成本比例为 15%，则中国机器人操作系统市场空间为 210 亿元。

表1：百万台机器人预计带动超 210 亿元操作系统市场需求

项目	测算
人形机器人出货量（万台）	100
人形机器人本体制造成本（万元）	14
操作系统占制造成本比率	15%
人形机器人操作系统市场空间(亿元)	210

数据来源：第一财经、中关村在线、开源证券研究所

## 2、操作系统是机器人发展战略制高点，国产操作系统有望在人形机器人时代迎来“逆袭”

海外不断加大机器人操作系统投入。日本在国家战略层面提出发展机器人操作系统，并在先进技术部门引导下，形成 Open Robot 的平台。美国投入更大，诞生了微软的开发平台 ROBOTIES、Player Stage 以及最知名的 ROS 系统。

**ROS 系统为目前主流方案。**ROS 系统为类操作系统，主要为机器人开发提供系列工具、组件，通常适配底层实时操作系统或 Linux 运行，由于 ROS 系统源码完全开放，任何人可以自由地使用、修改、分发代码，因而迅速汇聚全球机器人开发者和技术爱好者，为现阶段主流方案。

图3：ROS 系统历经多次迭代，已成为业内通用平台



资料来源：博文视点 Broadview 公众号

国产操作系统自主可控需求迫切。2024年11月，俄罗斯11名内核维护者遭到Linux封杀，导致无法使用Linux系统，这表明一旦国际局势紧张，Linux或许在我国也存在无法运行的风险，国产机器人操作系统发展需求迫切。

图4：2024年11月Linux抛弃俄罗斯开发者



资料来源：嘶数塔互联网快讯

我国操作系统，虽长期面临操作系统被海外“卡脖子”难题，但发展正循序渐进，有望在机器人领域率先打破垄断。

(1) 传统领域，PC时代，国内操作系统长期被Windows和Mac OS垄断；机床数控系统领域，发那科、西门子长期占据全球和国内60%以上份额；智能手机时代，国产厂商主要进行操作系统二次开发。以上传统领域均是海外率先开发并推广形成生态后，国内再实施替代，因而国产系统发展困难。

(2) 新兴领域，在产业发展早期介入，或更易成功。以新能源车为例，国内华为、斑马智行、中兴通讯等企业的微内核产品历经发展，均通过ASIL-D认证，可与海外QNX进行PK，在产业内已占据一席之地。

我们认为，对比新能源汽车操作系统，机器人操作系统目前行业都未有成熟方案，中美在机器人产业齐头并进，我国企业现阶段介入，更有望抢占先机，国产操作系统有望在人形机器人时代迎来“逆袭”。

图5：布局循序渐进，国产机器人操作系统有望率先破局

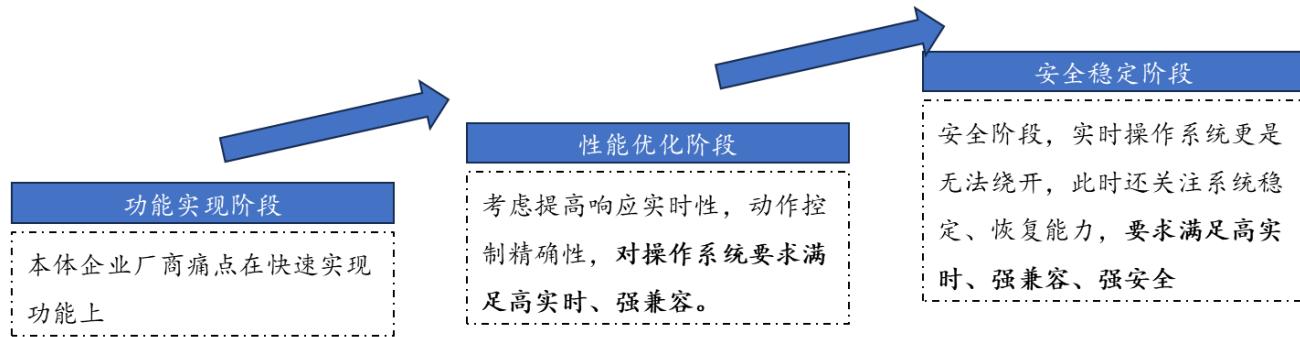


资料来源：智研咨询、中商产业研究院等、开源证券研究所

### 3、兼具高实时、强兼容、自主可控的机器人操作系统有望脱颖而出

回顾 PC 和智能手机发展历程，合适的操作系统对于行业繁荣至关重要，2025-2026 年国内外人形机器人已进入量产阶段，发展合适的机器人操作系统，已成行业的重中之重。我们看好兼具高实时、强兼容、自主可控的国产机器人操作系统的发展。

图6：机器人操作系统对实时性、安全性、兼容性要求高



资料来源：来觅研究院、开源证券研究所

国产机器人操作系统包括东土科技的鸿道工业系统与华为鸿蒙系统：

(1) 东土科技：推动具身智能操作系统国产化，2025H1 将发布面向具身智能产品。

东土科技聚焦工业网络和智能控制的核心技术，推动工业领域软件定义控制技术和工业网络全 IP 化，以实现工业化和信息化技术的融合。

图7：东土科技通过对外并购，业务逐步由工业通信拓展至工业控制、操作系统等领域



资料来源：东土科技公司公告、公司官网、证券市场周刊公众号、开源证券研究所

东土科技自研鸿道 (Intewell) 操作系统，采用业界领先微内核架构，内核及关键代码自主率高达 100%，实现高度自主可控，同时具备高实时、强兼容的特点，能够满足快速响应、高精度作业的应用需求，已广泛用于工业母机、半导体设备、机器人、汽车电子等领域。

#### (1) 高实时性

鸿道操作系统调度精度达到 us 级，系统最大抖动为 30us，鸿道操作系统的高实

时性可满足人形机器人高精度控制要求，实现控制与人工智能的并发协同。

表2：鸿道操作系统具备高实时性

操作系统	系统介绍	系统最大抖动（数据越小实时性越强）
鸿道方案	东土科技产品	30 微秒
VxWorks	全球一流实时操作系统	35 微秒
Windows Intime	实时性强化版 Windows	35 微秒
Linux RT	实时性强化版 Linux	200 微秒

资料来源：与非网、2025 具身智能机器人发展大会等、开源证券研究所

## (2) 强兼容性

鸿道操作系统可与全球 300+ 软硬件全面兼容，包括各类终端硬件、ROS 等非实时生态软件，可全面满足机器人开发需要。

图8：鸿道已适配全球超 300 个工业领域软硬件



资料来源：东土科技公司官网

兼容非实时生态软件，通过自主研发的 Hypervisor 虚拟化技术，支持多种操作系统架构的融合，如 ROS 等，可实现单个硬件平台上同时运行多个操作系统，以实现不同业务之间的协同。

图9：鸿道操作系统基于微内核架构，可与非实时生态的软件兼容



资料来源：科东软件

兼容各种硬件设备和处理器，支持高性能 SoC、众核异构芯片等，能够适配从低功耗 MCU 到高性能计算设备的各种硬件，硬件兼容性使得鸿道操作系统可以灵活应用于不同场景并满足多样化硬件需求。

兼容各主流工业总线及以太网通讯，包括 Modbus、Profinet、CANopen、EtherCAT、

AUTBUS 等，实现系统与各类设备无缝对接，实现数据的实时交互和协同工作。

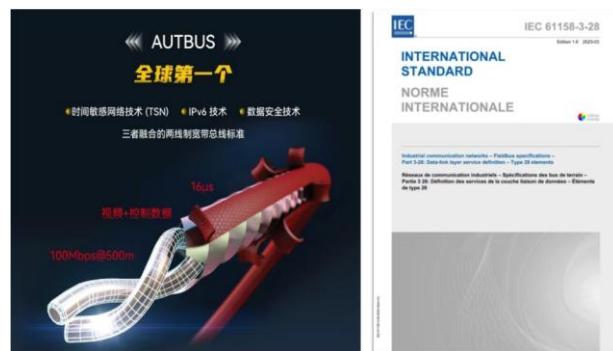
**满足多样化需求**，鸿道系统已经在工业控制、智能制造、汽车电子、轨道交通、能源电力、航空航天等多个领域得到了广泛应用，可满足不同行业多样化需求。

### (3) 自主可控

东土科技自研的鸿道系统采用业界领先微内核架构，内核及关键代码自主率高达 100%，实现高度自主可控。

东土科技牵头并组织制定了 AUTBUS 国际标准，这是全球第一个基于时间敏感网络技术 (TSN) 和 IPv6 技术的两线制宽带总线国际标准，也是我国 2008 年以来工业控制网络领域唯一的 IEC 国际标准。

图10：AUTBUS 是我国 2008 年以来工业控制网络领域唯一的 IEC 国际标准



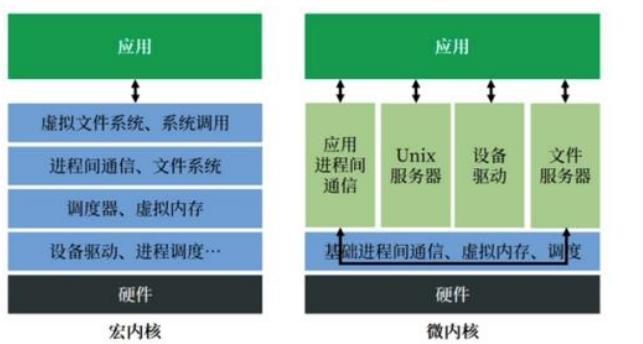
资料来源：东土正创公众号

### (4) 高安全性

鸿道操作系统作为微内核操作系统，驱动、组件都运行在核外，即使外部部分出现问题，内核稳定，系统可重新相应任务并恢复正常，而宏内核的 Linux 一旦出现问题则难以恢复。

鸿道操作系统也是国内唯一通过汽车、工业、医疗、轨道交通四项功能安全最高等级认证的系统。

图11：微内核操作系统具备高安全性



资料来源：51CTO 技术栈公众号

图12：鸿道是国内唯一通过四项最高安全认证的工业操作系统

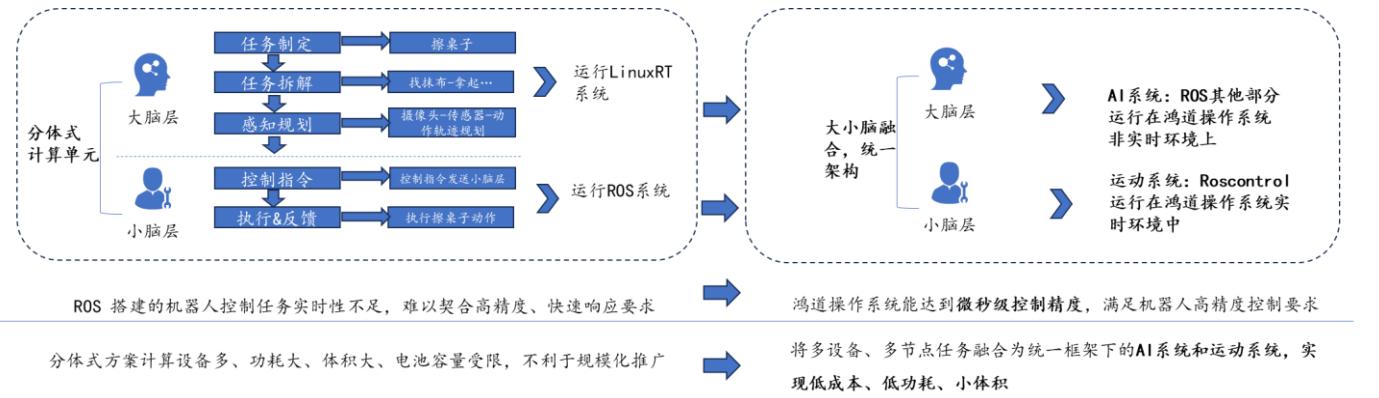


资料来源：东土科技公司官网

东土科技计划 2025H1 发布面向具身智能的 AI 机器人操作系统。针对开源

LinuxRT、ROS 方案存在的计算设备多、功耗大、实时性不足、成本高昂等问题，东土科技计划在 2025 年上半年发布一款面向具身机器人的产品-AI 机器人操作系统。该操作系统的亮点在于通过“大小脑融合”方案，能把当前具身机器人电子架构的成本降低 50% 左右，功耗降低超过 60%，预计将推动国产机器人从单体智能向群体智能跃迁。

图13：东土科技计划 2025H1 发布面向具身智能的 AI 机器人操作系统



资料来源：中国信通院、东土科技公司官网、新浪网、开源证券研究所

东土科技具备软硬件一体化解决方案能力，可针对机器人本体企业要求，定制化合作方式，快速建立生态。针对不同能力客户，提供多种与鸿道操作系统相关的合作方式。(1) 授权操作系统自行匹配；(2) 提供操作系统与 ROS；(3) 提供操作系统、ROS 以及 AI 框架，帮助提供合适控制卡、芯片等。

图14：东土科技可提供机器人操作系统软硬件解决方案



资料来源：东土科技公司官网、开源证券研究所

## 2、华为：基于开源鸿蒙的 Kaihong OS 操作系统已用于乐聚机器人

KaihongOS 是由深开鸿自主开发，以 Open Harmony 为技术底座的 AI 全场景操作系统，围绕系统内核、系统框架、性能优化等方面进行能力增强及研发创新，可满足机器人实时性、跨业务协同、可靠性、智联等要求。

**表3：KaihongOS 可满足机器人开发实时性、跨业务协同、可靠性、智联等要求**

系统功能	具体内容
实时性	任务执行时延 $\leqslant 3\mu s$ , 适用于实时和非实时场景
跨业务协同	通过分布式软总线实现边缘业务闭环, 响应时延 $<50ms$ , 适用于工业控制、智能机器人等场景
可靠性	具备内存泄漏监测恢复能力, 保证系统0死机、0重启
智联	融合多种链路的发现、组网、传输功能, 支持多屏协同、星系组网、跨设备服务共享分发

资料来源：深开鸿公司官网、开源证券研究所

**搭载 KaihongOS 的乐聚机器人落地。**乐聚“夸父”机器人是国内首款开源鸿蒙人形机器人，搭载深开鸿基于开源鸿蒙研发的 KaihongOS，可实现人形机器人多场景智联应用。

**图15：乐聚机器人“夸父”搭载深开鸿基于开源鸿蒙研发的 KaihongOS**


资料来源：IT之家

## 4、投资建议

操作系统已成机器人发展战略制高点，国产操作系统有望在人形机器人时代“逆袭”，持续看好国产机器人操作系统的发展，受益标的：东土科技、赛摩智能。

## 5、风险提示

**人形机器人产业发展进程不及预期：**人形机器人产业目前还处于发展前期，发展进程存在较大的不确定性，有低于预期的风险。

**国产机器人 OS 发展进度不及预期：**当前国产机器人操作系统未完全成熟，未来发展前景存在不确定性。

## 特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

## 分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

## 股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入 (Buy)	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持 (outperform)	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性 (Neutral)	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持 (underperform)	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好 (overweight)	预计行业超越整体市场表现；
	中性 (Neutral)	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡 (underperform)	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的6~12个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中A股基准指数为沪深300指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普500或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

## 分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

## 法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

## 开源证券研究所

### 上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号 楼3层  
邮编：200120  
邮箱：research@kysec.cn

### 深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号 楼45层  
邮编：518000  
邮箱：research@kysec.cn

### 北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层  
邮编：100044  
邮箱：research@kysec.cn

### 西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层  
邮编：710065  
邮箱：research@kysec.cn