

机械设备

2024年05月26日

人形机器人迎密集催化，关注板块布局机会

——行业周报

投资评级：看好（维持）

孟鹏飞（分析师）

熊亚威（分析师）

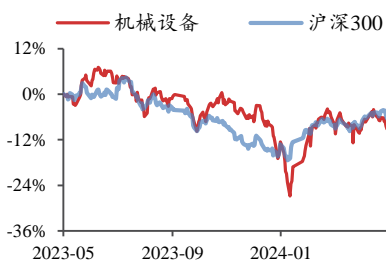
mengpengfei@kysec.cn

xiongyawei@kysec.cn

证书编号：S0790522060001

证书编号：S0790522080004

行业走势图



数据来源：聚源

相关研究报告

《政策加码加速顺周期板块复苏，刀具有望率先受益—行业周报》

-2024.5.19

《设备更新有望加速落地，流程工业率先受益—行业深度报告》-2024.5.18

《机械行业：特斯拉机器人“进工厂”里程碑事件确立，看好设备更新方向
流程工业与轨交设备机会—行业点评报告》-2024.5.14

● 人形机器人迎密集催化，关注板块布局机会

特斯拉股东大会将于6月3日召开，5月20日发布了宣传视频。此外，5月13日宇树发售人形智能体 Unitree G1，开启国内人形机器人商业化。2024年下半年将分别有世界人工智能大会、世界机器人大会等重大论坛举行，板块催化密集。我们认为，特斯拉人形机器人有望在2024年实现1000-1500台左右的产量，2025年实现1万台生产，并有望在2024 Q3或者Q4开启预售。板块布局窗口期已经到来。

● 特斯拉2024股东大会即将召开，人形机器人H2催化密集

2024年5月20日，特斯拉在社交平台X上发布2024年股东大会宣传视频，Optimus大量出现。5月13日，宇树发布人形智能体 Unitree G1，售价9.9万元起，开启国内人形机器人商业化。此外，2024世界人工智能大会、2024世界机器人大会将分别于2024年7月、8月在上海和北京举行。此外，按特斯拉目前所披露的信息来看，我们认为特斯拉人形机器人有望在2024年Q3进行供应商定点，板块催化密集。我们认为，人形机器人商业化落地已逐渐清晰：(1) 开源的人形机器人由基础版本训练--开源迭代--售卖给二次开发者--应用场景落地实现规模售卖。(2) 特斯拉机器人由迭代定型-进工厂训练-小批量售卖-多场景通用延伸-实现规模售卖。

● 人形关节方案逐渐清晰，重点关注丝杠、减速器、传感器

特斯拉人形机器人硬件方案较为清晰，关节上由线性执行器及旋转关节构成，两者的主要区别为传动装置不同，线性执行器主要采用丝杠，旋转关节用行星或谐波减速器。灵巧手是最复杂的硬件，后续边际变化可能最大。

在零部件中，整机中丝杠价值量较高。根据我们测算，特斯拉机器人硬件成本包括40个关节执行器以及其他结构件，目前硬件成本占BOM表比例约为38%，距离2万美金售价还有82%的降价空间。当特斯拉机器人售价降至2万美金时，单机丝杠（包括行星滚柱丝杠、微型行星滚柱丝杠、T形丝杠）的价值量高，为1.2万元。建议重点关注微型丝杠（滚珠）、减速箱（行星减速器）和触觉传感器。

● 受益标的

(1) 丝杠：推荐：五洲新春；受益：北特科技、丰立智能；丝杠设备：推荐：秦川机床；受益：鼎泰高科、浙海德曼；

(2) 减速器（减速箱）：推荐：中大力德；受益：兆威机电、绿的谐波、恒工精密（减速器材料）；

(3) 传感器：推荐：康斯特、东华测试；

(4) 无框力矩电机：受益：步科股份；

(5) Tier1：受益：拓普集团、三花智控。

● 风险提示：人形机器人产业化落地不及预期；国际局势及地缘政治风险。

目录

1、 特斯拉6月3日召开2024股东会，人形机器人催化密集.....	3
1.1、 特斯拉股东会即将召开，Optimus在宣传片中大量出现.....	3
1.2、 宇树9.9w人形机器人发售，开启人形机器人商业化.....	3
1.3、 人形机器人催化密集，板块布局窗口期到来.....	4
2、 人形关节方案逐渐清晰，重点关注丝杠、减速器、传感器.....	5
3、 受益标的.....	7
4、 风险提示.....	8

图表目录

图 1: Optimus 整理零部件.....	3
图 2: Optimus 特斯拉在办公室行走.....	3
图 3: 特斯拉招聘人员开始机器人产线设计.....	3
图 4: 特斯拉招聘机器人电气电子实习生.....	3
图 5: 宇树 Unitree G1 售价 9.9 万元.....	4
图 6: 宇树 Unitree 可实现原地平躺起身、腿部折叠等大角度动作.....	4
图 7: 旋转关节、线性关节传动装置不同.....	5
图 8: 人形机器人终局（售价 14w 人民币）各环节价值量测算.....	7
表 1: 人形机器人板块迎密集催化.....	4
表 2: 人形机器人关节方案较为清晰.....	5
表 3: 灵巧手当前具有 3 种基本方案.....	5

1、特斯拉 6 月 3 日召开 2024 股东会，人形机器人催化密集

1.1、特斯拉股东会即将召开，Optimus 在宣传片中大量出现

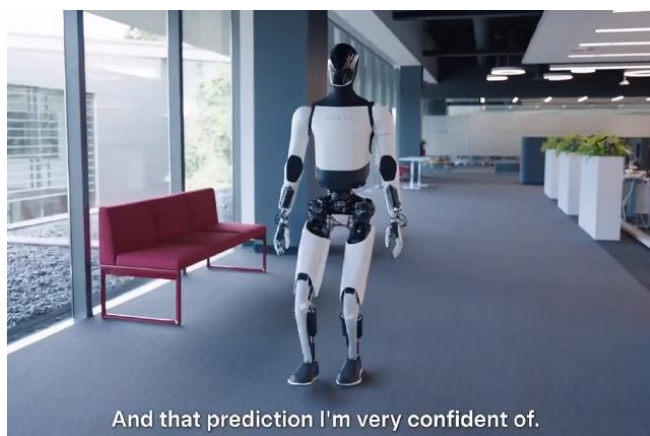
2024 年 5 月 20 日，特斯拉在社交平台 X 上发布 2024 年股东大会宣传视频，Optimus 大量出现。根据特斯拉消息，2024 年股东大会将于 2024 年 6 月 3 日举行。

图1: Optimus 整理零部件



资料来源：特来讯公众号

图2: Optimus 特斯拉在办公室行走



资料来源：特来讯公众号

特斯拉人形产品多次迭代，逼近量产前夕。目前，特斯拉人形机器人已经过多次迭代，硬件设计趋向成熟。从特斯拉官网招聘信息获悉，特斯拉已经在招聘人员开始机器人产线的设计。此外，特斯拉也开启了 2024 年秋季（8 月入职）机器人电气电子实习生的招聘。

图3: 特斯拉招聘人员开始机器人产线设计

Staff Systems Engineer, Tesla Bot

Job Category: Manufacturing
 Location: PALO ALTO, California
 Req. ID: 216268
 Job Type: Full-time

Apply

Tesla participates in the [E-Verify Program](#)

What to Expect

Tesla is looking for a highly motivated staff systems engineer focusing on defining manufacturing processes and advancing equipment development. Collaborating with cross-functional teams, you will optimize designs for manufacturability, accelerate assembly processes, and implement automation solutions. Your role in this demanding and fast-paced environment will contribute to the development of a groundbreaking product, aligning with our mission of achieving machine-to-build-machine capability. If you have proven experience in launching new products at high volume, and a track record of leading successful projects, join Tesla to play a pivotal role in shaping the future of AI robotics.

What You'll Do

- You will work closely with hardware and software engineering teams to take robot design in initial concept through prototype development and into full production
- Provide manufacturing insights during product definition to streamline design for manufacturing
- Drive the development of manufacturing line from initial concept to full-scale production
- Spearhead the in-house development of innovative and intricate prototype manufacturing equipment in low volume line

资料来源：特斯拉官网

图4: 特斯拉招聘机器人电气电子实习生

Internship, Electrical & Electronic Design Engineer, Tesla Bot (Fall 2024)

Job Category: Engineering & Information Technology
 Location: Palo Alto, California
 Req. ID: 220766
 Job Type: Intern/Apprentice

Apply

Tesla participates in the [E-Verify Program](#)

What to Expect

Consider before submitting an application:

This position is expected to start around August 2024 and continue through the entire Fall term (i.e. through December 2024) or into Spring 2025 if available. We ask for a minimum of 12 weeks, full-time (40 hours/week) and on-site, for most internships.

International Students: If your work authorization is through CPT, please consult your school before applying. You must be able to work 40 hours per week. Many students will be limited to part-time during the academic year.

The Internship Recruiting Team is driven by the passion to recognize and develop emerging talent. Our year-round program places the best students in positions where they will grow technically, professionally, and personally through their experience working closely with their Manager, Mentor, and team. We are dedicated to providing an experience that allows the intern to experience life at Tesla by including them in projects that are critical to their team's success.

资料来源：特斯拉官网

1.2、宇树 9.9w 人形机器人发售，开启人形机器人商业化

5 月 13 日，宇树发布人形智能体 Unitree G1，售价 9.9 万元起，开启国内人形

机器人商业化。G1 身高 127cm，体重 35kg，移动速度 2m/s，单手臂最大负载 3kg，续航时间约 2h。Unitree G1 有 23-43 个关节电力，关节运动角度空间超大，能实现原地平躺起身，以及腿部折叠。同时，结合力位混合控制，Unitree G1 能模拟人手实现对物体的精准操作，在演示视频中实现了耍金箍棒、砸碎核桃、颠锅、焊接等动作。

图5: 宇树 Unitree G1 售价 9.9 万元



资料来源: 格隆汇

图6: 宇树 Unitree 可实现原地平躺起身、腿部折叠等大角度动作



资料来源: 格隆汇

1.3、人形机器人催化密集，板块布局窗口期到来

人形机器人板块催化密集。除特斯拉股东会、宇树 G1 外，2024 世界人工智能大会、2024 世界机器人大会将分别于 2024 年 7 月、8 月在上海和北京举行。此外，按特斯拉目前所披露的信息来看，我们认为特斯拉人形机器人有望在 2024 年 Q3 进行供应商定点，板块催化密集。

表1: 人形机器人板块迎密集催化

催化事件	地点	日期
特斯拉 2024 年股东大会	-	2024 年 6 月 3 日
2024 世界人工智能大会	上海	2024 年 7 月 4 日-7 月 6 日
2024 世界机器人大会	北京	2024 年 8 月 21 日-8 月 25 日
特斯拉人形机器人定点	-	我们预计 2024 年 Q3

资料来源: 世界人工智能大会官网、世界机器人大会官网、开源证券研究所

人形机器人商业化落地清晰。结合宇树机器人为代表的国产人形机器人和海外以 Optimus 的人形机器人产品，我们认为人形机器人商业化落地已经清晰：(1) 开源的人形机器人由基础版本训练--开源迭代--售卖给二次开发者--应用场景落地实现规模售卖。(2) 特斯拉机器人由迭代定型-进工厂训练--小批量售卖--多场景通用延伸--实现规模售卖。

第一批供应商或来自海外，之后向国产供应链扩散。从马斯克在外网互动来看，我们认为，特斯拉人形机器人有望在 2024 年实现 1000-1500 台左右的产量，2025 年实现 1 万台生产，并有望在 Q3 或者 Q4 开启预售。此阶段对“量”和“价”的需求不迫切，对“质”和“稳定性”要求更高，因此第一批定点供应商大概率以海外为主，后续规模化量产将向国产供应链扩散。总体而言，我们认为当前人形机

机器人已处于量产前期，板块布局窗口期已经到来。

2、人形关节方案逐渐清晰，重点关注丝杠、减速器、传感器

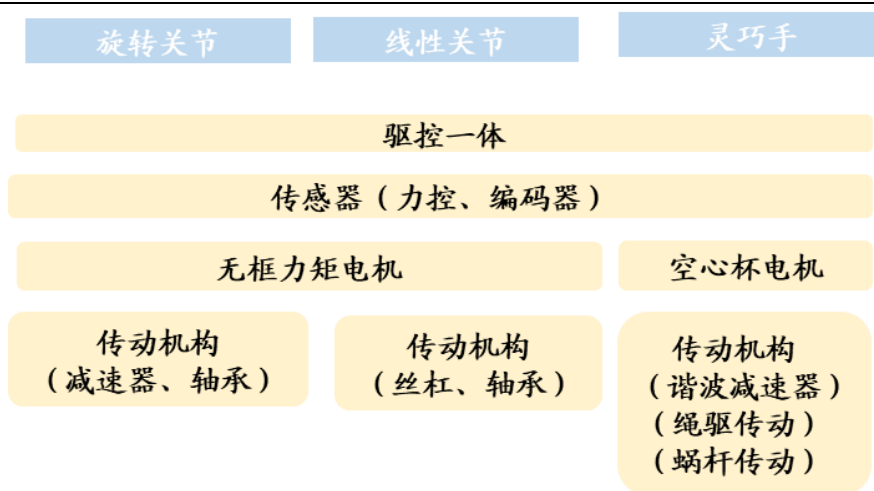
特斯拉人形机器人硬件方案较为清晰，关节上由线性执行器及旋转关节构成，两者的主要区别为传动装置不同，线性执行器主要采用丝杠，旋转关节用行星或谐波减速器。

表2：人形机器人关节方案较为清晰

自由度	关节部位	线性执行器	旋转执行器
手臂 7*2	肩膀		3*2
	肘部	1*2	
	手腕	2*2	1*2
腰部 2	腰部		2
	髋部	1*2	2*2
腿部 6*2	膝盖	1*2	
	脚踝	2*2	

资料来源：2022 年特斯拉 AI DAY、开源证券研究所


图7：旋转关节、线性关节传动装置不同

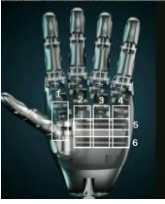



资料来源：2022 年特斯拉 AI DAY、开源证券研究所

灵巧手是最复杂的硬件，后续边际变化可能最大。目前，灵巧手具有 3 大类基本方案，核心是满足“手”的高灵活性和稳定性，又容易实现规模化量产和降本。

表3：灵巧手当前具有 3 种基本方案

示例	结构	自由度	精度	刚性	代表厂商
	伺服或空心杯电机+微型谐波减速器	双手 30 个自由度	最高	高	哈默纳科

示例	结构	自由度	精度	刚性	代表厂商
	空心杯电机+微型齿轮箱+微型行星滚柱丝杠+蜗杆	双手 12 个自由度	高	高	鸣志电器 鼎智科技
	空心杯+微型齿轮箱+微型行星滚柱丝杠+推杆+钢丝绳	双手 12 个自由度	一般	一般	ShadowHand

资料来源：哈默纳科、环球网科技、ShadowHand、开源证券研究所

整机中丝杠价值量较高。根据我们测算，特斯拉机器人硬件成本包括 40 个关节执行器以及其他结构件，目前硬件成本占 BOM 表比例约为 38%，距离 2 万美金售价还有 82% 的降价空间。当特斯拉机器人售价降至 2 万美金时，单机丝杠（包括行星滚柱丝杠、微型行星滚柱丝杠、T 形丝杠）的价值量高，为 1.2 万元。**建议重点关注微型丝杠（滚珠）、减速箱（行星减速器）和触觉传感器。**

图8：人形机器人终局（售价 14w 人民币）各环节价值量测算

关节	机器人零部件	核心部件壁垒 (满分10分)	单位数量 (个)	单价 (元)	较早期阶段 降价空间	单机需求量 (个)	单机价值量 (元)	BOM表占比
旋转关节			12			12		
	无框力矩电机	7	1	500	-75.0%	12	6000	4.3%
	低压伺服驱控 (驱动器+控制器一体化)	6	1	200	-60.0%	12	2400	1.7%
	谐波减速器	6	1	450	-71.9%	12	5400	3.9%
	【注：】谐波减速器可能的替代方案：部分关节改用行星减速器							
	其中：行星减速器			200	-75.0%	4	800	0.6%
					-75.0%	10	2000	1.4%
	编码器	8	2	110	-81.7%	24	2640	1.9%
	六维力矩传感器	10	1	2000	-90.0%	4	8000	5.7%
	一维力矩传感器	8	1	200	-86.7%	12	2400	1.7%
	【注：】一维力矩传感器可能的替代方案：手腕、脚踝关节处4个六维力矩传感器+全身其他关节扭矩传感器							
	其中：六维传感器（手腕、脚踝）			3000	-85.0%	4	12000	8.6%
	扭矩传感器（全身其他关节）			200	-66.7%	34	6800	4.9%
	交叉滚子轴承	7	1	100	-58.3%	12	1200	0.9%
	角接触轴承	4	2	40	-63.6%	24	960	0.7%
	合计			1550.0			29,000	20.7%
线性关节			14			14		
	无框力矩电机	7	1	500	-75.0%	14	7000	5.0%
	低压伺服驱控 (驱动器+控制器一体化)	6	1	200	-60.0%	14	2800	2.0%
	行星滚柱丝杠	8	1	900	-92.5%	8	7200	5.1%
	T型丝杠	6	1	200	-50.0%	6	1200	0.9%
	深沟球轴承	4	1	30	-70.0%	14	420	0.3%
	一维力矩传感器	8	1	200	-86.7%	14	2800	2.0%
	编码器	6	1	200	-66.7%	14	2800	2.0%
	四点接触轴承	4	1	20	-60.0%	14	280	0.2%
	合计			2250			24,500	17.5%
灵巧手			2					
执行器			6			12		
	微型空心杯电机	7	6	300	-88.0%	12	3600	2.6%
	低压伺服驱控 (驱动器+控制器一体化)	6	6	200	-33.3%	12	2400	1.7%
	伺服推杆	2	6	10	0.0%	12	120	0.1%
	微型行星滚柱丝杠	9	6	300	-80.0%	12	3600	2.6%
	微型齿轮箱	6	6	20	-60.0%	12	240	0.2%
	力传感器	8	6	100	-75.0%	12	1200	0.9%
	编码器	6	12	200	-66.7%	24	9600	6.9%
	合计			1130			20,760	14.8%
电池组	2.3 kWh、52V 电池包	3	1	1000	-60.0%	1	1000	0.7%
视觉传感器	视觉传感器							
IMU惯性传感器			1			1		
	汽车同款Autopilot摄像头	3	8	100	-66.7%	8	800	0.6%
硬件总成本 (万元)				7.7				
硬件成本占比				55.0%				
硬件降本空间				-81.65%				

资料来源：开源证券研究所

3、受益标的

(1) **丝杠**：推荐：五洲新春；受益：北特科技、丰立智能；**丝杠设备**：推荐：秦川机床；受益：鼎泰高科、浙海德曼；

(2) **减速器（减速箱）**：推荐：中大力德；受益：兆威机电、绿的谐波、恒工精密（减速器材料）；

(3) **传感器**：推荐：康斯特、东华测试；

(4) **无框力矩电机**：受益：步科股份；

(5) **Tirel**：受益：拓普集团、三花智控。

4、风险提示

人形机器人产业化落地不及预期；国际局势及地缘政治风险。

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10层
邮编：200120
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

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

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