

机械设备

2024年01月21日

连接器在机器人领域的应用探讨

——行业周报

投资评级：看好（维持）

孟鹏飞（分析师）

熊亚威（分析师）

张健（联系人）

mengpengfei@kysec.cn

xiongyawei@kysec.cn

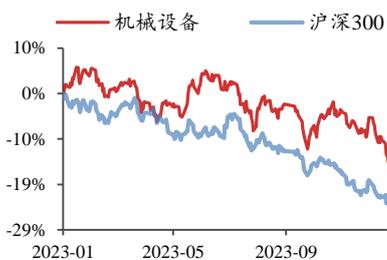
zhangjian1@kysec.cn

证书编号：S0790522060001

证书编号：S0790522080004

证书编号：S0790123040050

行业走势图



数据来源：聚源

相关研究报告

《迎接消费电子成长新周期，钛合金、3D 打印相关设备放量可期——行业周报》-2024.1.14

《政策、资金大力支持，国内人形机器人量产有望与美步伐一致——行业周报》-2024.1.7

《工业母机：高端加速突破，产业未来可期——行业深度报告》-2024.1.3

● 连接器是信息与能量传输的“桥梁”，工控级连接器有望用于人形机器人

连接器是机器人传递电力、信号、数据的“桥梁”，是机器人稳定运行的重要元器件。按照应用场景，连接器可以分为消费级（家电、电脑等），工业级（消费电子、汽车、工控等）、军工和航空航天级，要求和难度依次递增，未来有希望进入人形机器人的连接器主要为工控级连接器，对稳定性等要求很高。此外，机器人高速高频通信的要求以及小型化、微型化的要求，使得机器人连接器需要重新设计，未来有望和线缆整合，带动单连接器价值量显著提升。

● 人形机器人量产元年来临，工控级连接器市场再添新增量

根据 Bishop&Associates 统计数据，2017-2022 年，全球连接器规模从 601 亿元增长至 841 亿元，年均复合增长率达到 6.95%，预计随着工业 4.0、物联网等新业态发展，市场规模有望进一步扩大。2024 年人形机器人迎来量产元年，传感器、伺服电机、电源对工控连接器需求不断提升。集微网预计单台特斯拉人形机器人连接器数量将超 100 个，对应总价值为 3000-5000 元，按量产百万台计算，有望带来 30-50 亿元增量市场空间。

● 人形机器人量产带来降本需求，国产连接器厂商或更具成本控制优势

连接器市场以欧美、日本企业为主导，欧美、日本连接器跨国公司在高性能专业型连接器产品处于领先地位，如泰科、安费诺、莫仕等全球性龙头企业，在通信、航天、军工等高端连接器市场占据领先地位。国内连接器生产厂商发展起点相对较低，技术储备不足，但随着中国制造业的发展，国内本土企业快速崛起，国内制造企业凭借较强的工艺控制与成本控制能力，快速形成规模优势，在制造成本、产品品质上已经具有较强市场竞争力。

● 受益标的

综合以上分析，建议重点关注连接器相关厂商。受益标的：维峰电子（国产工控连接器龙头，已布局机器人完整连接器方案）；珠城科技（电子连接器龙头，与优必选科技建立合作关系）；瑞可达（国内新能源汽车连接器龙头，持续布局海外市场）；中航光电（连接器龙头，电连接器、线缆产品覆盖工业互联网）；永贵电器（轨交连接器龙头企业，储备开发工业机器人连接器产品）。

● **风险提示：**人形机器人量产不及预期；连接器国产替代不及预期。

目 录

1、 连接器：机器人传递动力和信号的“桥梁”.....	3
1.1、 连接器可传递电力、信号、数据，属于重要电子元器件.....	3
1.2、 连接器可用于机器人伺服电机、控制器等部件连接.....	4
1.3、 人形机器人量产元年来临，连接器再添新增量.....	6
1.4、 国际厂商市占份额较高，国产替代空间较大.....	8
2、 受益标的.....	10
3、 风险提示.....	10

图表目录

图 1： 连接器可分为电源、信号、高频三大类.....	4
图 2： 2022 年工业连接器占全球连接器规模的比例为 12.8%.....	4
图 3： 工业连接器可用于伺服电机、机械手臂等领域.....	5
图 4： 工控连接器广泛用于工业机器人伺服电机、控制器、电源等部件连接.....	5
图 5： 工控连接器用于 AGV 核心控制器.....	5
图 6： 工控连接器用于工业机器人电源.....	5
图 7： 工业控制连接器对产品性能要求更高.....	6
图 8： 2017-2022 年全球连接器规模平均复合增长率为 6.95%（单位：亿美元）.....	6
图 9： 2017-2022 年中国连接器规模平均复合增长率为 6.77%（单位：亿美元）.....	6
图 10： 人形机器人灵巧手连接器排布.....	7
图 11： 人形机器人产业不断成熟，工控连接器需求提升.....	7
图 12： 机器人连接器朝着集成化、高速率、小型化等方向发展.....	7
图 13： optimus 视频中首次提及集成线束的执行器，配套连接器有望发展.....	8
图 14： 特斯拉获得模块化接线系统专利.....	8
图 15： 2021 年全球连接器竞争格局.....	9
表 1： 连接器实现动力和信号传递，包括接触件、绝缘体、壳体、附件四大类.....	3
表 2： 连接器基本性能主要关注机械性能、电气性能、环境性能等.....	3
表 3： 全球连接器前十大厂商基本被海外企业占据.....	9
表 4： 国内厂商凭借自身优势逐步实现国产替代.....	9

1、连接器：机器人传递动力和信号的“桥梁”

1.1、连接器可传递电力、信号、数据，属于重要电子元器件

连接器是一种连接电气端子以形成电路的耦合装置，作为关键基础元器件用以实现电线、电缆、印刷电路板和电子元件之间的连接，从而传输信号或电磁能量并保持系统与系统之间不发生信号失真和能量损失等变化。**连接器一般由接触件、绝缘体、外壳和附件四部分组成。**

表1：连接器实现动力和信号传递，包括接触件、绝缘体、壳体、附件四大类

构成部件	功能	组成
接触件	连接器完成电连接功能的核心零件	包括阳性接触件和阴性接触件组成接触对，阳性接触件为刚性零件，其形状为圆柱形、方柱形或扁平形。阴性接触件即插孔，依靠弹性结构在与插针插合时发生弹性变形而产生弹性力与阳性接触件形成紧密、完成连接。
绝缘体	使接触件按所需要的位置和间距排列，并保证接触件之间和接触件与外壳之间的绝缘性能。	绝缘体也称为基座或安装板，良好的绝缘电阻、耐电压性能以及易加工性是选择绝缘材料加工成绝缘体的基本要求。
壳体	连接器的外罩，为内装的绝缘安装板和插针提供机械保护，并提供插头和插座插合时的对准，进而将连接器固定到设备上。	
附件	分为结构附件和安装附件	结构附件包括卡圈、定位键、定位销、导向销、联接环等。安装附件包括螺钉、螺母、螺杆、弹簧圈等。

资料来源：电子发烧友网、开源证券研究所

连接器一般需要具备机械性能、电气性能、环境性能三大性能。(1) 机械性能包括插拔力和机械寿命。(2) 电气性能包括接触电阻、绝缘电阻、电阻强度、电磁干扰屏蔽效果等。(3) 环境性能包括耐温性、耐湿性、振动和冲击、密封性等。

表2：连接器基本性能主要关注机械性能、电气性能、环境性能等

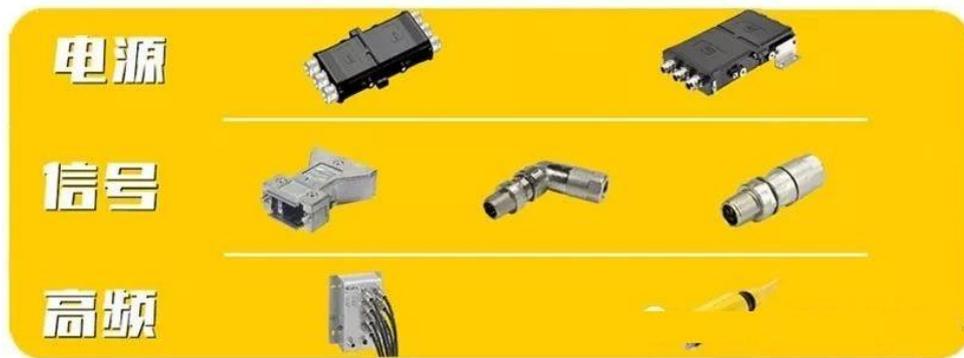
主要指标	细分指标	性能
机械性能	插拔力	分为插入力和拔出力（也称为分离力），要求不同。相关标准规定了最大插入力和最小分离力
	机械寿命	以一次插入和一次拔出为循环，以连接器为规定的插入循环后能否正常完成连接功能（如接触电阻值）为判断依据
电气性能	接触电阻	优质电连接器应具有低稳定接触电阻，几到几十毫欧不等
	绝缘电阻	衡量电连接器外壳绝缘性能，数百到数千兆欧不等
	电阻强度	连接器接触器或接触件与外壳之间的额定试验电压
	其他性能	衰减评价连接器的电磁干扰屏蔽，100MHZ-10GHZ 范围内测试
环境性能	耐温性	200°C~-65°C
	耐湿性	水分侵入会影响连接器的绝缘性能，腐蚀金属零件
	耐盐雾	电化腐蚀影响连接器的物理和电气性能
	振动和冲击	航空航天、铁路和公路运输等特殊应用环境
	其他性能	根据使用要求，电连接器的其他环境性能包括密封性（空气泄漏、液压）、液体浸渍（对特定液体的耐恶劣性）、低压等

资料来源：瑞可达招股说明书、开源证券研究所

按照功率或用途分类，可以分为电源连接器（电力传输）、信号传输器（信号传

输) 和 高频连接器 (数据传输)。

图1: 连接器可分为电源、信号、高频三大类



资料来源: 斯远机电微信公众号

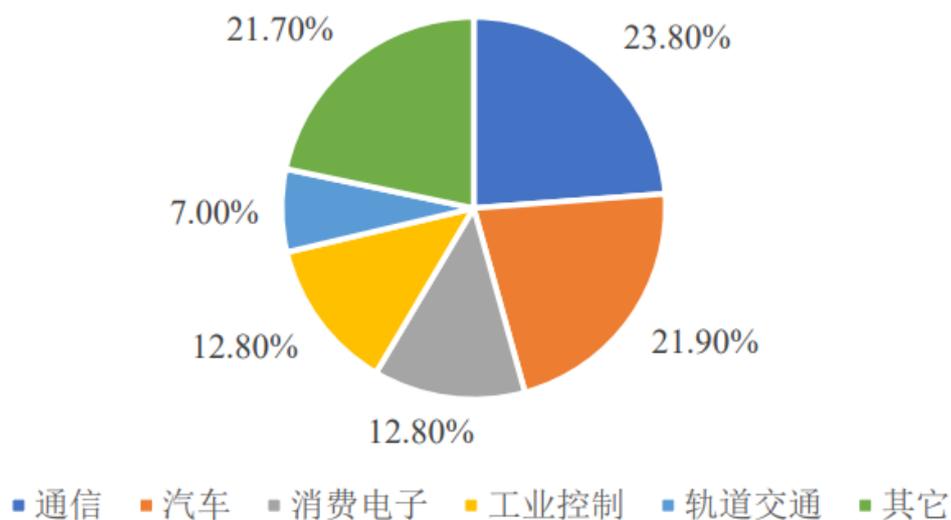
1.2、连接器可用于机器人伺服电机、控制器等部件连接

连接器按应用环境可以分为消费级、工业级、军工和航空航天级应用，要求和难度依次增加，未来有望进入人形机器人的主要是工控级，对稳定性等要求最高。

(1) 消费级领域: 包括手机、电脑、家电及各种智能终端应用。(2) 工业级领域: 包括数字基础设施、汽车、新能源、医疗电子、轨道交通、工业控制、船舶电子等应用。(3) 军工和航空航天级: 军工及航天领域。

2022 年工业连接器占比为 12.8%。连接器属于重要的电子元器件，下游应用广泛，根据方向电子招股说明书，2022 年通信、汽车、消费电子、工业控制、轨交占全球连接器市场规模的比例分别为 24%/22%/13%/13%。

图2: 2022 年工业连接器占全球连接器规模的比例为 12.8%



数据来源: 方向电子招股说明书、Bishop&Associates

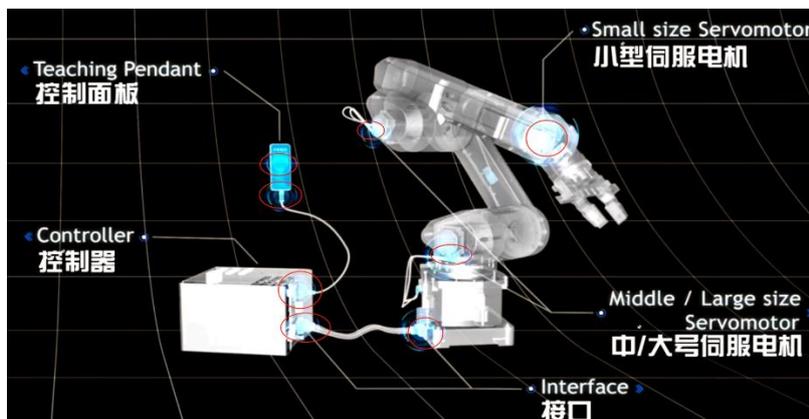
图3：工业连接器可用于伺服电机、机械手臂等领域



资料来源：维峰电子招股说明书

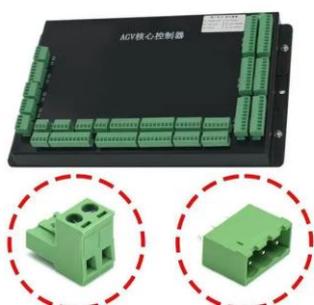
工控连接器可用于工业机器人伺服电机、控制器、电源等部件的连接，可实现工业系统中的网络信号、控制信号和电源的传输。

图4：工控连接器广泛用于工业机器人伺服电机、控制器、电源等部件连接



资料来源：JAE 连接器视频号

图5：工控连接器用于AGV核心控制器



资料来源：麦克沃尔德智能微信公众号

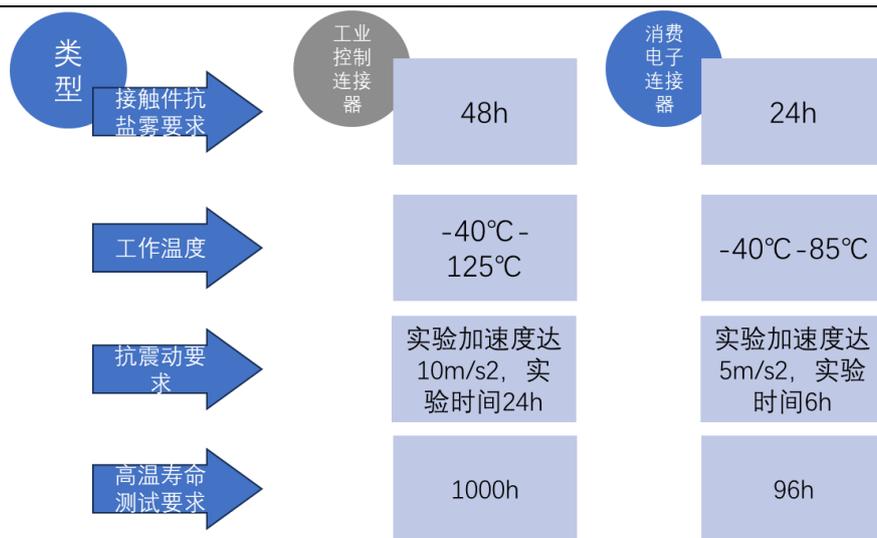
图6：工控连接器用于工业机器人电源



资料来源：麦克沃尔德智能微信公众号

工控连接器对性能要求更高。相比消费电子连接器，由于工业控制连接器的应用环境更加恶劣，因此对产品的抗震动、耐高温、防水性、耐腐蚀等性能提出了更高要求。

图7：工业控制连接器对产品性能要求更高

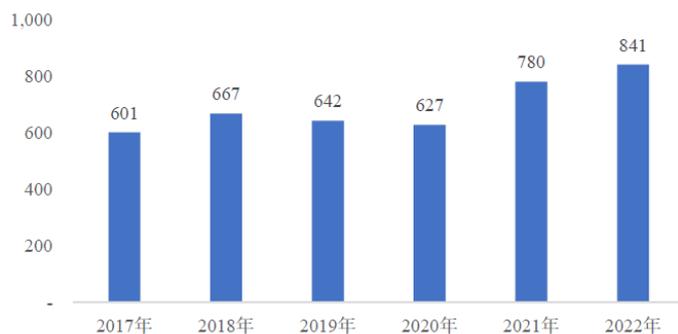


资料来源：普华有策

全球连接器市场规模超过 800 亿美元。根据 Bishop&Associates 统计数据，2017-2022 年，全球连接器规模从 601 亿美元增长至 841 亿美元，年均复合增长率达到 6.95%，预计随着工业 4.0、物联网等新模式新业态的快速发展和普及，有望进一步扩大。

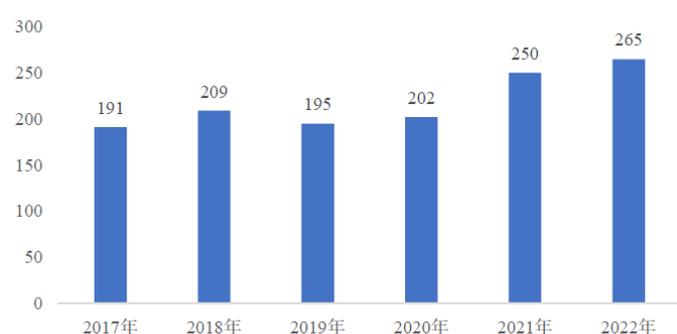
随着全球连接器生产重心向亚太地区转移，中国已成为全球最大的连接器市场。2017 年到 2022 年，国内连接器市场规模由 191 亿美元增长至 265 亿美元，年均复合增长率为 6.77%。

图8：2017-2022 年全球连接器规模平均复合增长率为 6.95%（单位：亿美元）



数据来源：方向电子招股说明书、Bishop&Associates

图9：2017-2022 年中国连接器规模平均复合增长率为 6.77%（单位：亿美元）



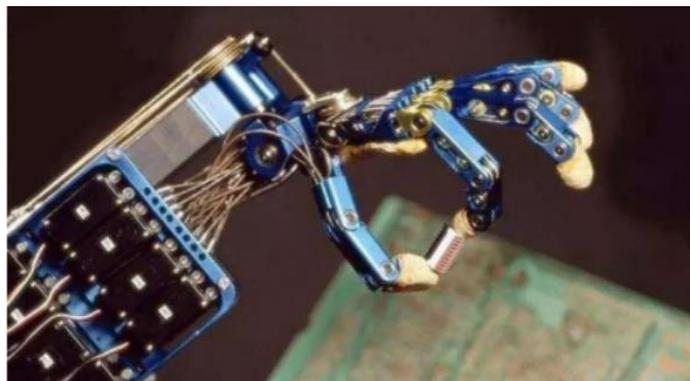
数据来源：方向电子招股说明书、Bishop&Associates

1.3、人形机器人量产元年来临，连接器再添新增量

人形机器人产业不断成熟，连接器市场需求逐步提升。(1) 人形机器人传感器需要实现精准信号传输，必须使用工业连接器这一桥梁，实现精准信号传输。(2) 人形机器人需借助电机系统实现动作行为，可靠的连接器是人形机器人稳定操作的基础。(3) 人形机器人需要满足高动态、长续航能量需求，高能量密度电池连接器

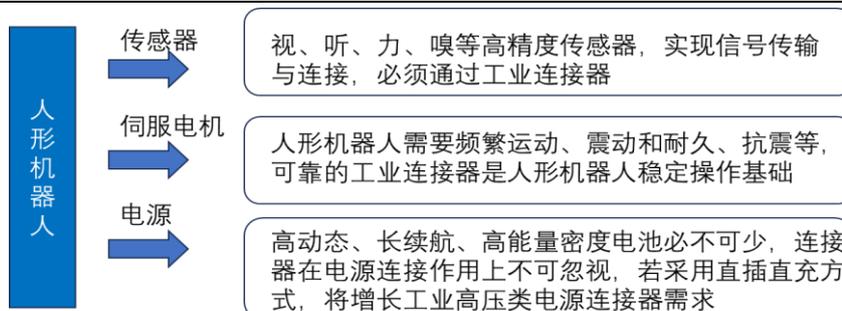
需求提升。

图10：人形机器人灵巧手连接器排布



资料来源：智能巅峰官方网易号

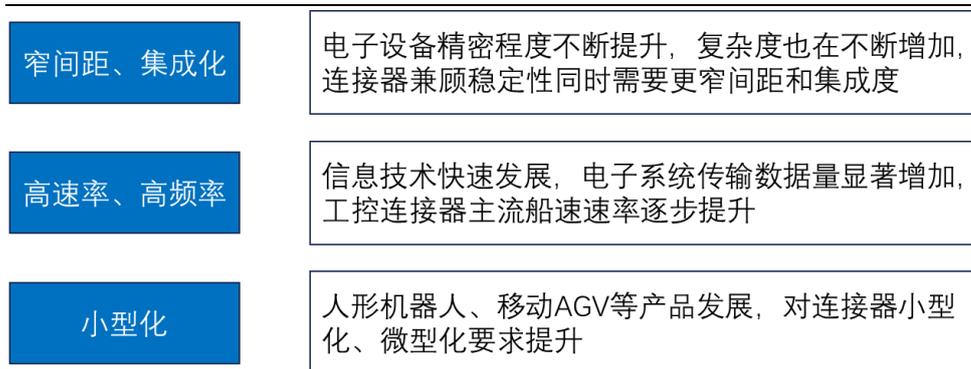
图11：人形机器人产业不断成熟，工控连接器需求提升



资料来源：京北通宇、开源证券研究所

高度高频通信、小型化、线缆一体化等要求有望推动人形机器人价值量提升。机器人对稳定性要求高，同时机器人高速高频通信和小型化、微型化要求，许多人形机器人连接器需要重新设计，和线缆叠加在一起，单个连接器价值量将提升。

图12：机器人连接器朝着集成化、高速率、小型化等方向发展

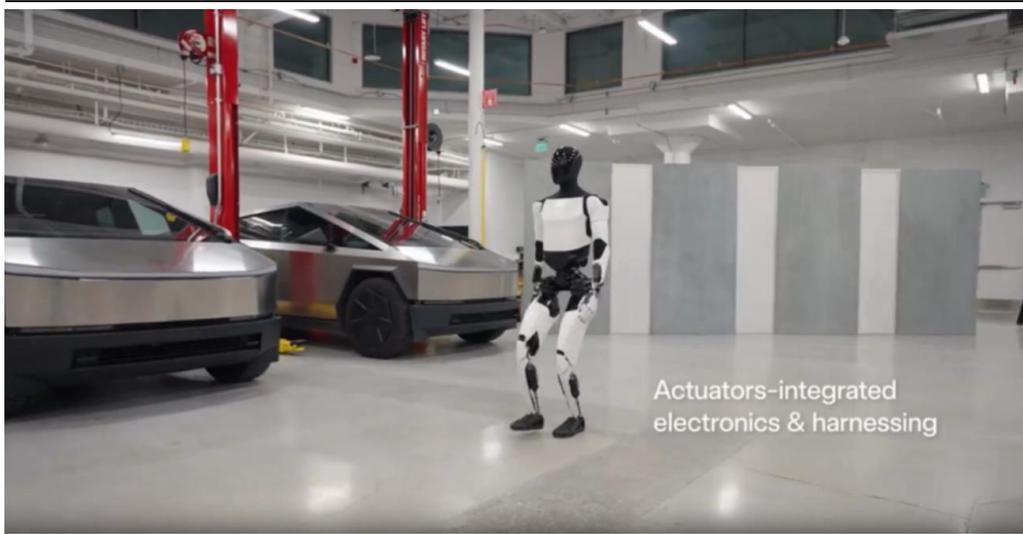


资料来源：维峰电子招股说明书、电子发烧友网、开源证券研究所

特斯拉机器人出货量达到100万台时，有望带来约30-50亿元连接器增量市场。集微网资料显示，特斯拉机器人动力类、编码器类、控制类连接器均是根据轴的数量来确定用量，预计特斯拉人形机器人连接器数量超100个，单个价值量为30-50元，对应单台人形机器人连接器总价值量为3000-5000元，则人形机器人量产百万台

时，有望带来 30-50 亿元增量市场空间。

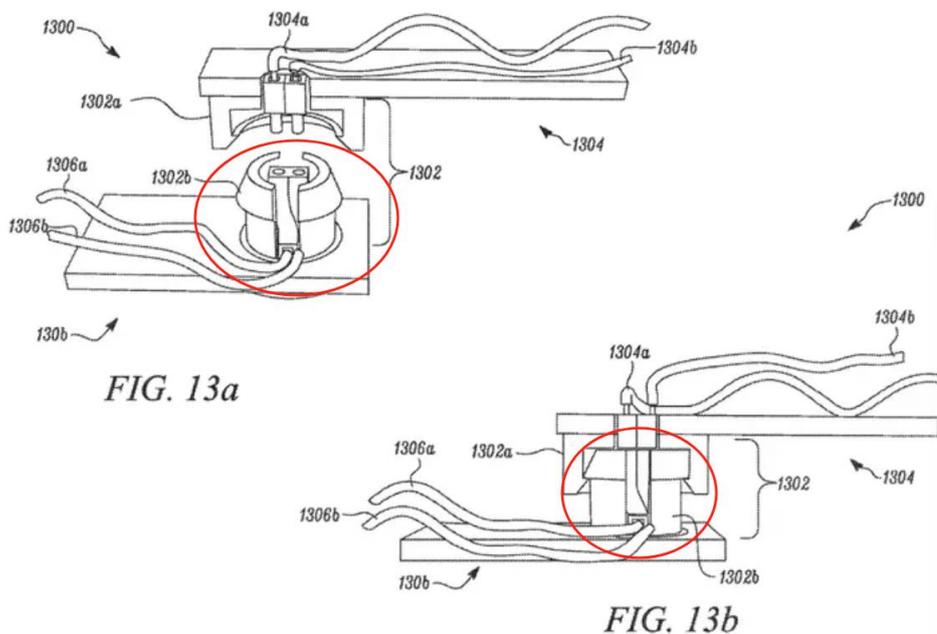
图13: optimus 视频中首次提及集成线束的执行器，配套连接器有望发展



资料来源：特斯拉

特斯拉获得模块化接线系统专利，不断优化布线和连接器。根据特斯拉题为“布线系统架构”的专利申请，特斯拉设计了模块化布线系统，包括电源和数据的主干布线。根据专利申请图形，模块化布线系统使得电缆变得过时，同时由于专有连接器，组件卡入到位，电线不会突出，模块化布线也更适合自动化。

图14: 特斯拉获得模块化接线系统专利



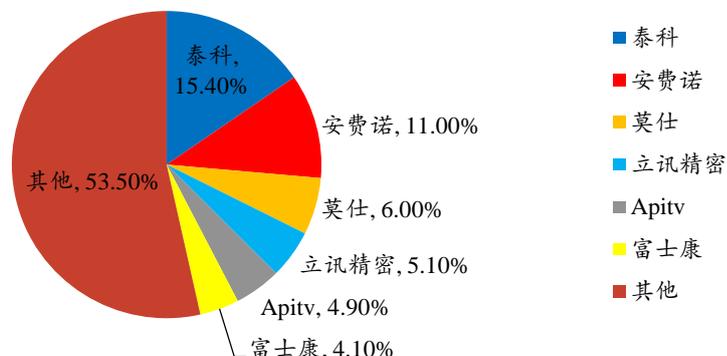
资料来源：湖北永瑞电子科技有限公司官网

1.4、国际厂商市占份额较高，国产替代空间较大

全球连接器前十大厂商主要由欧美、日本等大型连接器厂商所占据，国产替代

逐步提升。连接器行业竞争较为充分，行业竞争格局相对稳定，欧美、日本的连接器跨国公司在高性能专业型连接器产品处于领先地位，如泰科、安费诺、莫仕等全球性龙头企业，在通信、航天、军工等高端连接器市场占据领先地位。

图15: 2021年全球连接器竞争格局



数据来源：华经情报网、开源证券研究所

表3: 全球连接器前十大厂商基本被海外企业占据

排名	工业设备	汽车	运输设备	医疗设备	通讯设备
1	安费诺	泰科	安波福	泰科	安费诺
2	泰科	矢崎	泰科	莫仕	莫仕
3	莫仕	安波福	安费诺	安费诺	立讯精密
4	HARTING	罗森博格	莫仕	立讯精密	航空电子
5	Phoenix Contact	航空电子	矢崎	Samtec	富士康
6	Hirose	日压电子	Carlise	ODU	罗森博格
7	日压端子	日本住友	日本住友	LEMO	泰科
8	Belden	安费诺	Eaton/Souriau	Fjuikuea/DDK	Hirose
9	Weidumller	IRISO	Korea Electric	BizLink	CommScope
10	Samtec	Korea Electric	Cannon	Radiall	中航光电

资料来源：前瞻经济学人、开源证券研究所

国内连接器生产厂商发展起点相对较低，技术储备不足，但随着中国制造业的发展，国内本土企业快速崛起，国内制造企业凭借较强的工艺控制与成本控制能力，快速形成规模优势，在制造成本、产品品质上已经具有较强市场竞争力。

表4: 国内厂商凭借自身优势逐步实现国产替代

应用领域	主要国外制造商	主要国内制造商
汽车	泰科、安费诺、莫仕、矢崎、航空电子	中航光电、航天电器、得润电子、永贵电器、徕木股份、瑞可达
通信	泰科、安费诺、莫仕、航空电子、瀚讯、雷迪埃、罗森伯格	中航光电、航天电器、四川华丰、瑞可达
计算机等消费电子	泰科、安费诺、莫仕、航空电子	立讯精密、得润电子、永贵电器、徕木股份
工业和交通	泰科、安费诺、莫仕、矢崎、航空电子、瀚讯、罗森伯格	中航光电、航天电器、永贵电器、四川华丰
军事、航空航天	泰科、安费诺、莫仕、航空电子	中航光电、永贵电器、四川华丰

资料来源：瑞可达公司招股说明书、开源证券研究所

请务必参阅正文后面的信息披露和法律声明

2、受益标的

维峰电子：国产工控连接器龙头，已布局机器人完整连接器方案

珠城科技：电子连接器龙头，与优必选科技建立合作关系

瑞可达：国内新能源汽车连接器龙头，持续布局海外市场

中航光电：连接器龙头，电连接器、线缆产品覆盖工业互联网

永贵电器：轨交连接器龙头企业，储备开发工业机器人连接器产品

3、风险提示

人形机器人量产不及预期；连接器国产替代不及预期。

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