

“温故知新”系列之工业机器人行业复盘(二):从美国汽车行业“2mm工程”看工业机器人国产化空间

投资要点

- **工业机器人汽车行业应用领域保持下游需求规模第一位。**工业机器人下游应用广泛,主要应用行业包括汽车、电子电器、化学橡胶塑料、金属制品、食品制造等行业。根据 IFR 统计,2019 年全球范围内工业机器人在汽车和电子电气中的应用占比达 28.15%、23.59%,合计占据工业机器人需求超过 50%。其中工业机器人在汽车行业中的应用比例,受电子行业规模扩张,基数变大的影响略有下滑,但汽车行业以其庞大的行业规模基础和较高的自动化率,我们预计汽车行业工业机器人下游需求规模仍将稳居高位。
- **20 世纪 90 年代美国汽车市场发起“2mm 工程”以应对日系车对市场份额的威胁。**20 世纪 70 年代之前,美国三大车企福特、通用、克莱斯勒常年占有美国汽车销售市场份额的 80%以上。两次石油危机之后,日系车迅速抢占美国汽车市场,本田、丰田、日产共获得美国汽车市场份额的 18.03%,日系车在美畅销的一大原因在于其车身尺寸误差小,整车质量高、返修率低。为提高美国汽车品质以与日系车抗衡,美国汽车行业开展了“2mm 工程”,该工程已成为系统性工程并延续至今,其主要目标就是将白车身的综合误差指数提升至日系车水平,从而提升汽车整车的质量,追回失去的市场份额。
- **“2mm”的尺寸偏差涉及多项工艺、涉及与操作等领域,工业机器人对产成品的精度影响仅占一小部分。**空间工序上的误差累积、设备磨损与误操作以及设计水平与装备水平等多方面都会对产成品造成尺寸误差,美国汽车行业为提高汽车质量而发起的“2mm 工程”提出应重点控制冲压件尺寸偏差、焊接变形、人工操作等因素,相较之下,对零部件加工精度的要求是低于工业机器人可实现的重复定位及加工精度范围,工业机器人加工产生的尺寸误差的仅为整个生产过程中尺寸误差链中的一环。
- **国产汽车机器人精度紧跟国外,或迎百亿市场空间。**本文通过查阅公司官网与产品手册,以“2mm 工程”中工业机器人主要涉及的工序为分类基础,比较同等负载量级下国内外机器人精度与其他参数,我们认为国产机器人在焊接、折弯等领域精度已经接近国外同类型产品。一方面,我国工业机器人行业明显呈回暖趋势,汽车行业边际改善,汽车行业工业机器人的使用需求量存在提升空间。另一方面,我国国产工业机器人的渗透率仍有很大提升空间,跟随中国工业机器人市场规模的扩大,并叠加国产工业机器人渗透率的提升,我国国产工业机器人 2022 年预期对应的市场规模区间在 143.6~165.7 亿元,年均增速预计可达 30%以上。
- **投资建议。**在行业景气度复苏时,我们认为具备核心技术、不断拓展下游市场应用的公司有望脱颖而出,公司配置方面,我们推荐埃斯顿(002747.SZ)和机器人(300024.SZ),关注拓斯达(300607.SZ)。
- **风险提示:**下游行业投资不及预期的风险、需求大幅下滑的风险等。

工业机器人

推荐 维持评级

分析师

李良

☎: (8610) 8092 7657

✉: liliang@chinastock.com.cn

分析师登记编号: S0130515090001

范想想

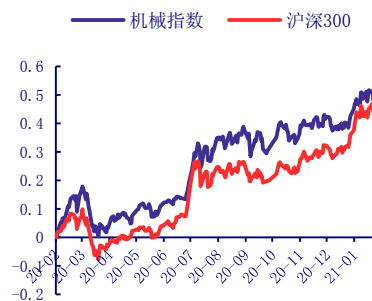
☎: (8610) 8092 7663

✉: fanxiangxiang_yj@chinastock.com.cn

分析师登记编号: S0130518090002

行业数据

2021.02.02



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

相关研究

【银河机械军工】行业点评_机械行业:工程机械全年销量超预期,预计 21 年春季开工依然旺盛_20210113

【银河机械军工】行业月度动态报告_机械行业_制造业恢复势头继续巩固,中欧协定推动全球化进程_20210105

【银河机械军工】行业深度_工业机器人“温故知新”系列之工业机器人行业复盘:从日德韩发展历程看中国工业机器人的未来_20200611

目录

一、回顾美国汽车行业的“2mm 工程”	4
(1) 美国汽车工业成熟发达，千人汽车保有量世界第一	5
(2) 90 年代高质量日系车抢占市场，美国“2mm 工程”应运而生	6
(3) CII 指数法控制误差，“2mm 工程”成效斐然	8
二、尺寸偏差源于多方面，工业机器人仅为因素之一	9
(1) 冲压件尺寸偏差影响整体尺寸精度	11
(2) 焊接夹具或是制造缺陷的重大因素	11
(3) 焊接变形难以定量计算	12
(4) 人工操作亦影响零部件尺寸	12
三、国产汽车机器人精度紧跟国外，或迎百亿市场空间	14
(1) 国产工业机器人精度及各项指标不逊于国外品牌	14
(2) 汽车工业边际改善，产量销量有望回升	19
(3) 工业机器人市场回暖趋势明显，国产汽车工业机器人空间广阔	20
四、投资建议	24
(1) 埃斯顿	25
(2) 机器人	28
(3) 拓斯达	32
五、风险提示	36

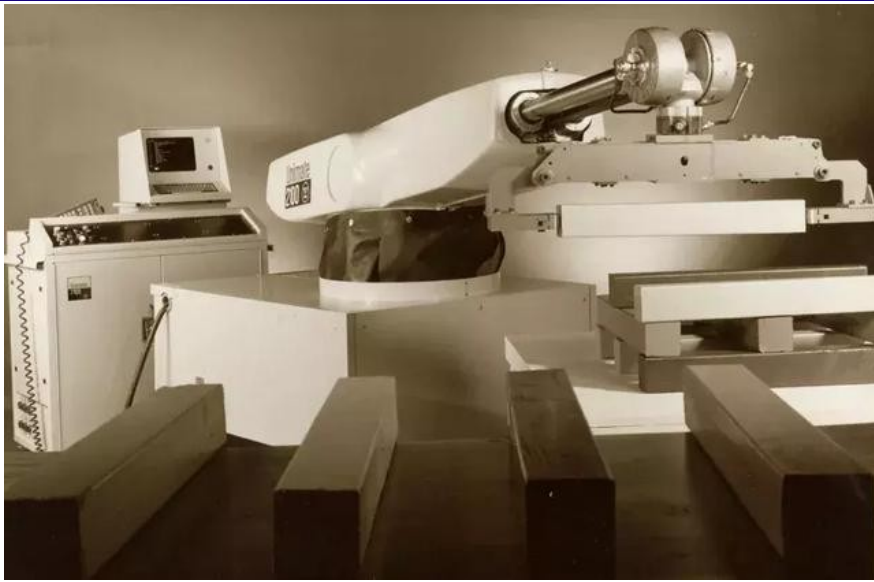
图表目录

图 1: 美国机动车产出占制造业行业增加值比例 (1967-2019 年)	5
图 2: 美国千人汽车保有量	5
图 3: 主要国家千人汽车保有量 (2019 年)	5
图 4: 美国机动车产出占制造业行业增加值比例 (1967-2019 年)	6
图 5: 美、日主要车企在美汽车销售市场份额之和 (%)	7
图 6: 汽车白车身关键测点的总波动(6 σ)	8
图 7: “2mm 工程”中 CII 指数应用流程	9
图 8: 车身制造尺寸偏差影响因素	10
图 9: 迈腾左后门轮廓功能尺寸	10
图 10: 压合产品出现的局部缺陷	11
图 11: 冲压件出现的部分缺陷	11
图 14: 焊接变形的多种情况	12
图 16: 外表面精测样架	13
图 17: 内表面精测样架	13
表 18: 工业机器人应用于汽车生产的领域	14
表 19: 工业机器人负载级别划分标准	15
表 20: 国内外焊接机器人产品性能对比	16
表 21: 国内外折弯机器人产品性能对比	17
表 22: 国内外冲压机器人产品性能对比	18
表 23: 国外品牌机器人厂商及其在汽车行业客户、特点分析情况	18
图 24: 汽车制造业工业增加值当月与累计同比 (%)	19
图 25: 汽车制造业 PPI 累计同比与环比 (%)	19
图 26: 乘用车销量及同比情况	20
图 27: 乘用车销量累计销量及同比情况	20
图 28: 中国工业机器人当月产量及当月同比	20
图 29: 中国工业机器人累计产量及累计同比	20
图 30: 制造业劳动力成本不断提高 (单位: 元/月)	21
图 31: 2011-2019 年中国工业机器人密度 (台/万名工人)	21
图 32: 2019 年工业机器人下游需求结构	21
图 33: 2015-2018 年工业机器人下游需求结构变化	21
图 34: 2017-2022 年中国工业机器人市场规模情况	22
表 35: 我国汽车工业机器人市场规模测算 (单位: 亿元)	22
图 30: 按照应用功能的国产化率	23
图 31: 按照机械结构的国产化率	23
表 35: 国产工业机器人市场规模测算 (单位: 亿元)	23
图 36: 中国工业机器人产量增速 (单位: %)	24
表 37: 可比上市公司估值 (截至 2021 年 1 月 15 日、*为 WIND 一致预期)	24
表 38: 埃斯顿主要业务	25
图 39: 埃斯顿 2015-2019 年营收结构 (单位: 亿元)	25

图 40: 埃斯顿 2015-2019 年毛利率变化	25
图 41: 埃斯顿近年外延并购事项	26
图 42: 埃斯顿现金流情况 (单位: 百万元)	27
图 43: 埃斯顿 2015-2019 年研发费用变化	27
表 44: 埃斯顿各项业务预测 (单位: 亿元)	28
表 45: 机器人主要业务	28
图 46: 机器人近年业务收入结构 (单位: 亿元)	29
图 47: 2020H1 机器人业务结构	29
图 48: 机器人产业布局	30
图 49: 机器人近年营收及同比情况 (单位: 亿元)	30
图 50: 机器人近年归母净利润情况 (单位: 亿元)	30
表 51: 机器人智能物流装备产品	30
表 52: 机器人各项业务预测 (单位: 亿元)	31
表 53: 拓斯达主要业务与产品	32
图 54: 拓斯达近年业务收入结构 (单位: 亿元)	33
图 55: 2020H1 拓斯达业务结构	33
图 56: 拓斯达近年营收及同比情况 (单位: 亿元)	34
图 57: 拓斯达近年归母净利润情况 (单位: 亿元)	34
图 58: 拓斯达业务毛利率 (单位: %)	34
图 59: 拓斯达产品产销情况	34
图 60: 拓斯达研发支出情况 (单位: 亿元)	35
图 61: 拓斯达预收账款情况 (单位: 亿元)	35
表 62: 拓斯达各项业务预测 (单位: 亿元)	35

1961年，工业机器人率先在通用汽车的生产车间里投入使用。随后，工业机器人下游应用日趋广泛，逐渐延伸至汽车、电子电器、金属制品、化学橡胶塑料、食品制造等行业。但机器人在汽车行业中的应用依然以其庞大的行业规模基础和较高的自动化率，常年稳居工业机器人下游需求规模第一位。

图 1：一台可编程工业机器人“Unimate”



资料来源：OFweek，中国银河证券研究院

汽车行业是美国制造业的支柱产业，机动车产出占制造业行业增加值 15%~25%，然而自 20 世纪 70 年代开始，美国汽车行业因车身精度不足，受到高质量、价格低、油耗低的日系汽车冲击，至 20 世纪 90 年代被日系车抢占了近 20% 的市场份额。为挽回因车身尺寸精度不及日系车而失去的市场份额，美国汽车行业提出了旨在提高汽车质量的“2mm 工程”，在其开展的 3 年中，美国汽车质量明显提高，取得良好效果。

反观我国工业机器人发展水平，工信部部长苗圩在 2019 世界机器人大会开幕式上表示，2018 年我国工业机器人全球产量占比近四成。虽然我国机器人在铸造、喷涂、包装方面不如国外“四大家族”机器人，但是在汽车加工的生产环节，如焊接、折弯等领域已经基本能满足生产需要。在我国工业机器人市场回暖趋势明显、汽车行业工业增加值与固定资产投资完成额边际改善的情况下，我们认为中国汽车工业机器人市场规模仍有广阔空间，同时国产替代能力正逐步增强，市场渗透率有望进一步提高。

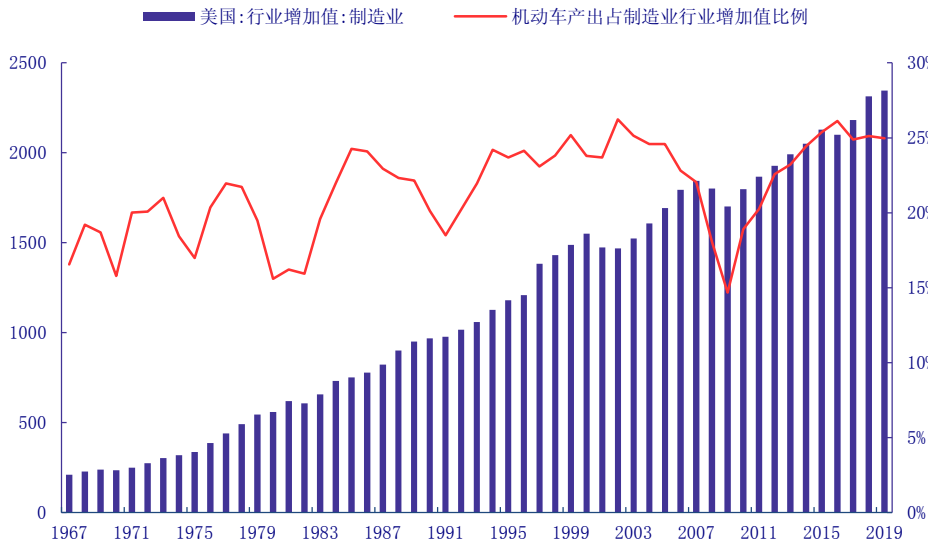
一、回顾美国汽车行业的“2mm 工程”

20 世纪 90 年代，为应对日系汽车在美市场份额扩大的挑战，美国汽车行业开展了“2mm 工程”，取得了良好的成果。美国是车轮上的国家，汽车工业是美国制造业的支柱产业，机动车产出占制造业行业增加值的 15%~25%。在 20 世纪 70 年代之前，美国三大汽车公司市场占有率总和高于 80%。

20 世纪 70 年代开始，日系车进入美国市场，市场份额快速上升，迅速抢夺了美国汽车

市场约 20% 的份额。日系车在美畅销，除了制定了正确的营销策略顺应了石油危机的影响和迎合了消费者的需求外，其主要原因在于日系汽车的质量明显高于车身精度较低、尺寸偏差较大的美国汽车。为了应对市场份额流失，20 世纪 90 年代，美国汽车行业发起了旨在提高汽车质量、降低车身误差、挽回市场份额的“2mm 工程”。在“2mm 工程”开展的 3 年（1992-1995），美国汽车质量明显提高，工程取得良好成果。

图 1: 美国机动车产出占制造业行业增加值比例（1967-2019 年）

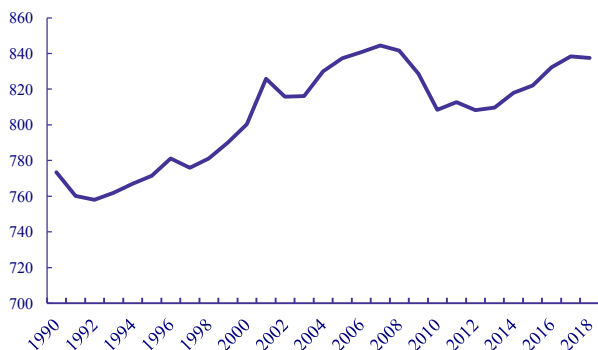


资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

(1) 美国汽车工业成熟发达，千人汽车保有量世界第一

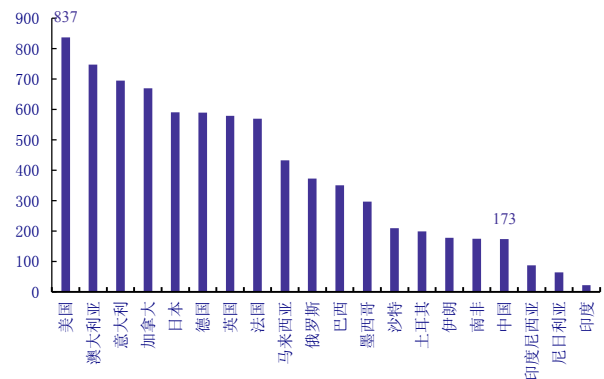
美国被称为“车轮上的国家”，汽车工业成熟且发达。美国密集的公路是人流、物流的重要运输命脉，同时也促使了美国汽车行业的崛起。美国汽车产业自 20 世纪以来发展至今，已经经历了完整的起步、成长、成熟阶段。

图 2: 美国千人汽车保有量



资料来源: 世界银行, 中国银河证券研究院

图 3: 主要国家千人汽车保有量（2019 年）



资料来源: 世界银行, 中国银河证券研究院

汽车制造业是美国制造业的支柱，机动车产出占制造业行业增加值常年稳定在 15%~25%

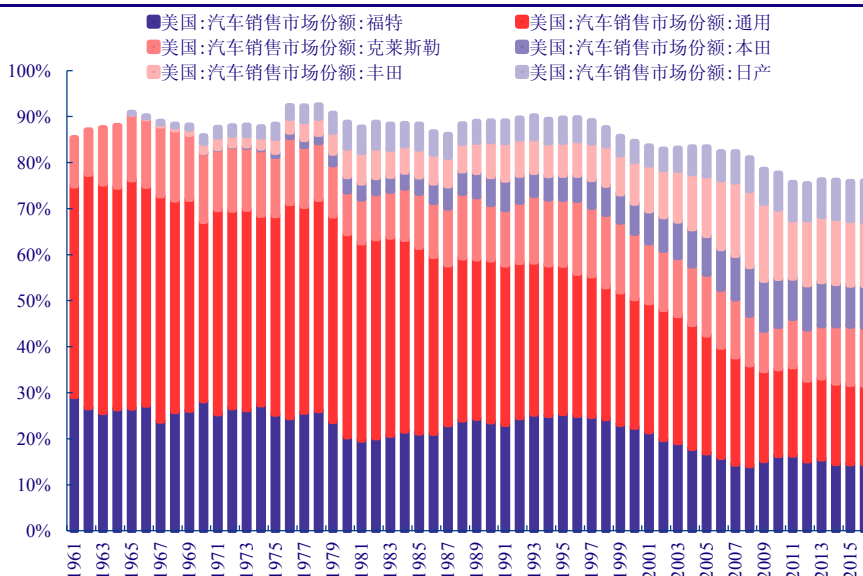
的区间，对维持制造业产出起到了重要的作用。同时，美国汽车的总保有量与人均保有量也长期稳居世界第一，根据世界银行 2019 年公布的数据，美国每千人汽车保有量 837 辆，几乎人均配有一辆汽车。

(2) 90 年代高质量日系车抢占市场，美国“2mm 工程”应运而生

20 世纪 70 年代日系汽车大举进军美国市场，严重侵蚀美国市场份额。20 世纪 70 年代之前，美国三大车企福特、通用、克莱斯勒常年占有美国汽车销售市场份额的 80% 以上，而日系汽车在美市场占有率几乎为 0。

两次石油危机之后（1973-1974 年、1979-1980 年），低油耗、高质量的日系汽车迅速抢占美国汽车市场，本田、丰田和日产于 1990 年共获得了 18.03% 的美国汽车销售市场份额，而与之相对的则是美国车企市场份额的迅速下降，福特、通用、克莱斯勒的市场份额之和从 1965 年的最高值 90.60% 下降至 1990 年的 70.96%，失去了近 20% 的市场份额。这对美国汽车制造业产生巨大冲击，并在相当程度上影响了美国整个国民经济的发展。

图 4：美国机动车产出占制造业行业增加值比例（1967-2019 年）



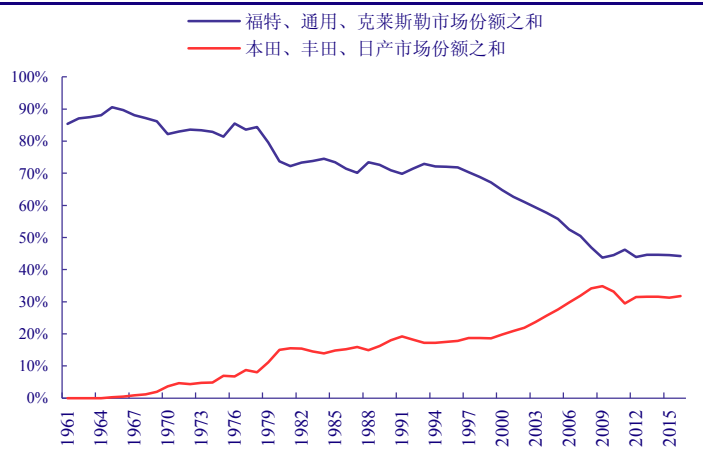
资料来源：Wind，中国银河证券研究院

20 世纪 90 年代，为提高美国汽车质量使之能与日系汽车抗衡，美国汽车行业开展了“2mm 工程”。日系汽车之所以能迅速获得美国汽车市场份额，除了其价格低、油耗低的特

点之外,还有一个重要的原因就是质量高。20世纪80年代末,日本依靠全面质量管理(TQC)使其品牌产品的车身制造综合偏差控制在2mm以内,为日本轿车产品全面占领欧美市场奠定了基础。

1991年,美国密西根大学(University of Michigan)吴贤明教授提出了命名为“2mm工程”的计划构想,从系统的观点出发对汽车产品采用车身制造综合误差指数(continuous improvement indicator),即“6 σ ”来控制车身制造质量,从而得以用最经济的制造成本提高汽车产品的整体质量。当时,日本汽车白车身(即不包括附件及装饰件的未涂漆的车身)尺寸误差综合指数控制在2mm以内,欧洲汽车控制在2.5~3mm以内,而美国汽车仅某些车型控制在4mm以内,部分车型误差值高达5~6mm。

图 5: 美、日主要车企在美汽车销售市场份额之和 (%)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

白车身通常是指尚未装配门盖和发动机罩的未涂装的车身基本骨架,轿车白车身通常由前围、后围、左右侧围、车顶、底板等几大部分组成,在轿车车身生产中,白车身的装配质量很大程度上影响到最终整车性能,车身的精度也直接影响到整车的外观、使用性能和其商品价值。¹美国汽车车身尺寸误差较大,直接影响了美国汽车的质量,降低了美国汽车的竞争力。

汽车白车身精度的控制涉及冲压工艺分析、冲模结构的构思、总成件检具的使用、焊接工艺分析、焊接夹具机构的构想、零部件公差的正确选取与合理分配等众多方面。一般而言,典型的轿车车身由400多个零件,经过200多道装配工序,2500个工装定位点,由4000、6000个焊点焊装而成。白车身产品结构和制造工艺都非常复杂,工艺质量控制十分困难。

车身尺寸控制的好坏不仅能反映在整车外观及装配性的优劣,影响到顾客对产品的评价及汽车产品的市场前景,而且车身尺寸偏差还与整车性能息息相关,影响到产品的密封、噪音、寿命、动力性等性能。根据J.D.Power全世界汽车产品质量关键问题调查评估的报告显示:有41%的汽车产品质量问题由车身制造尺寸偏差所造成。因此,对车身制造尺寸偏差的

¹ 张勤梅,雷冬雪,张春雷. 汽车白车身精度控制思路与方法的探讨[A]. 中国汽车工程学会.2010 中国汽车工程学会年会论文集[C]. 中国汽车工程学会:中国汽车工程学会,2010:6.

研究及控制尤为重要。²

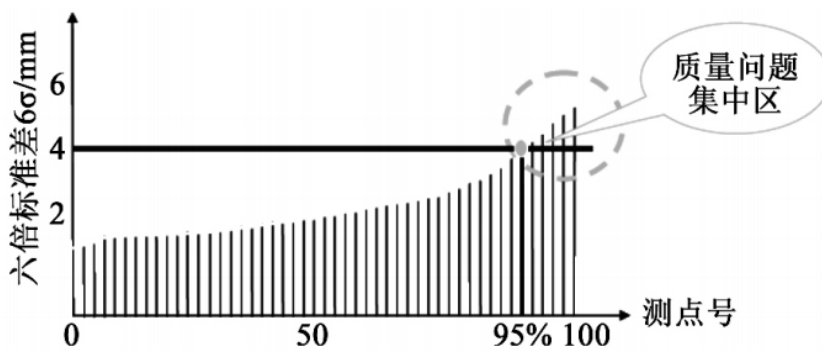
为改变在质量上落后的局面，美国汽车行业在美国密歇根大学华裔教授吴贤名和倪军的倡导下，联合通用、克莱斯勒等车企以及美国商务部等政府部门，与美国密歇根大学等科学院所共同投资，开展了一项旨在提高车身制造质量的全面计划，目标是将美国汽车的白车身尺寸误差降低至日系车水平，这就是“2mm 工程” (2mm Project)。

(3) CII 指数法控制误差，“2mm 工程” 成效斐然

1992 年，“2mm 工程”正式启动。吴贤名教授 Michigan 大学团队、通用、克莱斯勒、等八家供应商、两所大学（密大和韦恩州立大学）向美国国家标准局（NIST）提出成立“车体精密制造联盟”（Auto Body Consortium）的提案，目标就是利用各个汽车装配厂测量机的海量数据，由大学团队下工厂，提供数据分析支持，与车厂和供应商人员组成多个混合团队，集思广议，挖质量问题根源，提出测试和落实解决质量改进方案。这个提案在 1992 年得到批准，并得到三年（1992-1995）约一千四百万美元的资金。

“2mm 工程”的核心目标是降低车身制造误差，控制车身制造质量，主要的测评方法是 CII 指数法。CII 指数（Continuous Improvement Index，持续改进指数）是 Michigan 大学吴贤名先进制造技术研究中心提出的质量评价指标，它的计算方法是：在一定的时间段内，对车身全部测量点进行尺寸误差测量，计算 6σ （均方差的六倍），并从小到大进行排序，取第 95%测点的 6σ 值作为白车身的 CII 值。例如，假设有一串共 100 个数字由小到大排序 0.01、0.02、0.03……1.00，代表了车身上 100 个测量点的尺寸误差 6σ 值，第 95%测点的 6σ 值为 0.95，则 0.95 就是当次生产车身的 CII 值。对尺寸误差大于该 CII 值的测量点所在区域，需要重点进行质量控制。将车身精度控制在“2mm”，是指车身至少 95%的测量点的尺寸误差 6σ 值小于 2mm，不可将其简单理解为接缝的宽度小于 2mm。

图 6：汽车白车身关键测点的总波动(6σ)



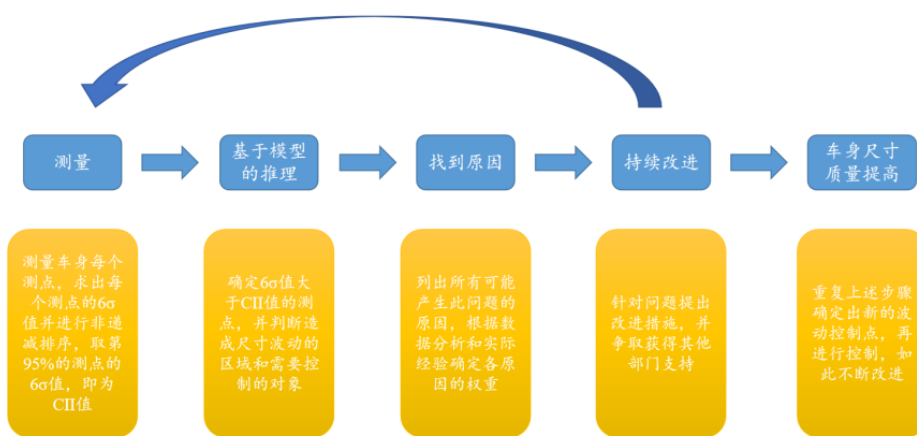
资料来源：内燃机与动力装置学刊，中国银河证券研究院

运用 CII 指数，可以直接寻找车身尺寸误差严重的区域并进行控制。CII 指数具有的重

² 叶德昭. 车身制造尺寸质量的控制方法[J]. 装备制造技术, 2013(06):155-160.

大创新意义，不仅在于提出了新的车身尺寸波动水平的度量指标，更在于通过锁定尺寸误差最大的 5% 的测点所在位置，可以明确需要重点质量控制的区域。应用 CII 指数时，大体上需要经过如下几个步骤：（1）测量车身各处误差，求出每个测点的 6σ 值并由大到小进行排序，取第 95% 的测点的 6σ 值，即为 CII 值；（2）确定 6σ 值大于 CII 值的测点，并判断造成尺寸波动的区域和需要控制的对象；（3）列出所有可能产生此问题的原因，根据数据分析和实际经验确定各原因的权重；（4）针对问题提出改进措施，并争取获得其他部门支持；（5）重复上述步骤，确定新的波动控制点，再进行改良。如此不断改进，车身的整体尺寸质量就会达到很高的水平。

图 7：“2mm 工程”中 CII 指数应用流程



资料来源：工程与技术学刊，中国银河证券研究院

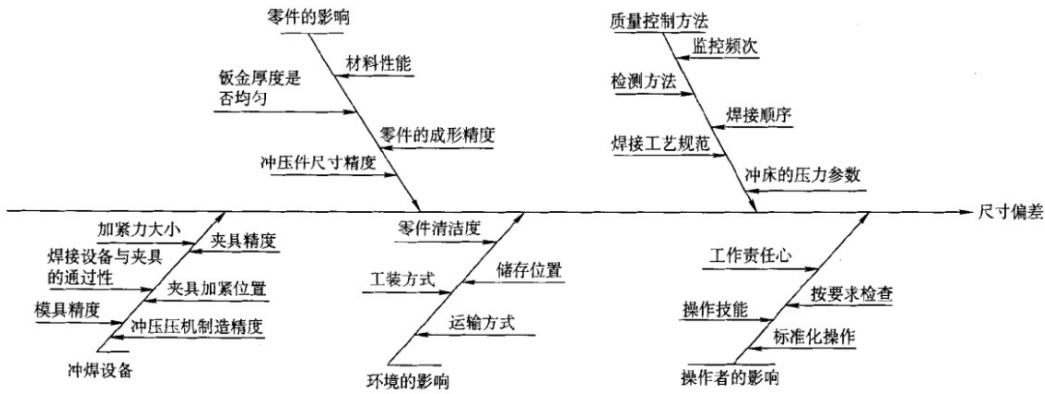
1992-1995 年的“2mm 工程”，在提高车身质量和创新运营模式两方面取得了优秀的成绩。自 1992 年启动，历经 3 年努力的“2mm 工程”很快显现出了效果，参与其中的两大主机厂（通用和克莱斯勒）将 CII 值成功地控制在了 2mm 以内，车身质量得到显著提高。同时，一方面精度的提高减少了返修的发生，从而降低了生产成本；另一方面误差小了也就减少不必要的耗材，质量精度提高带来的技术性研发费用也可以通过量产来抵消，因而从这一方面来说也是对成本有很好的消减作用。

“2mm 工程”的成功之处不仅在于提高了白车身的制造质量，而且在于形成了一种提高产业精度的可行运营模式。在 1995 年，由于“2mm 工程”的重大成功，及密大团队其它的项目业绩，美国国家标准局 (NIST) 批准并赞助了汽车机械加工精度有关的 14 个联盟项目，工作范围扩大至喷漆、焊接、轻金属加工、薄板冲压等领域，同时也和非汽车产业公司如波音、GE 等进行合作。若干制造业中心也用类似的运营模式，这些联盟一定程度上增强了汽车业的技术能力，改善了汽车工业的质量。

二、尺寸偏差源于多方面，工业机器人仅为因素之一

实施“2mm 工程”的难点主要体现在冲压件尺寸偏差、焊接夹具、焊接变形、零部件及操作四个方面，影响整个车身制造尺寸偏差的影响因素多种多样，因此我们也可以理解为仅有一小方面的误差来源于汽车行业工业机器人的加工精度。

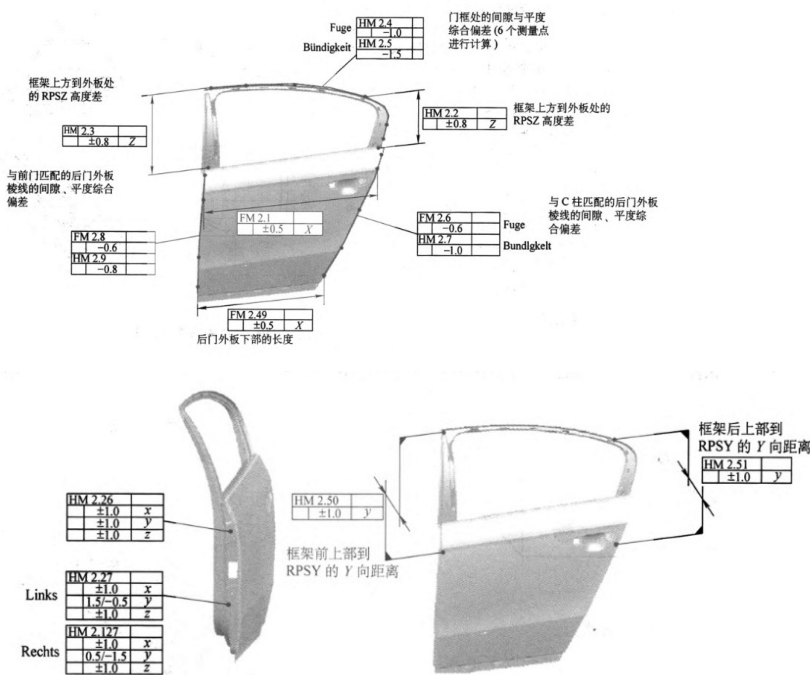
图 8: 车身制造尺寸偏差影响因素



资料来源: 2010 中国汽车工程学会年会论文集, 中国银河证券研究院

白车身总成件是轿车车身的基础, 典型的车身由若干个冲压件经过焊接、压合、粘接、铆接等工艺过程合成分总成件, 分总成又合成为总成零件, 最后组装成汽车白车身。在零部件制造的过程中, 零部件装配总成的过程中, 加工及装配的尺寸误差会不断累积, 工人操作技能也会最终反馈到白车身的误差当中。

图 9: 迈腾左后门轮廓尺寸



资料来源: 汽车白车身精度控制思路与方法的探讨, 中国银河证券研究院

根据汽车白车身精度控制思路与方法的探讨, 以大众公司的迈腾汽车的左后门轮廓尺寸为例 (图 9), 在测量零件、总成和车身时, 根据零件的统一基准按六点定位准则直接建立在测量坐标系上, 检验 RPS 点尺寸合格后就可以进行零件单点尺寸的测量。迈腾左后车门的部

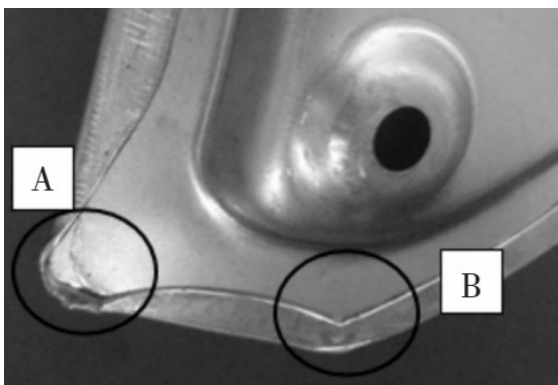
分功能尺寸被要求控制在所在坐标系平面、所在轴向距离 $\pm 1.0\text{mm}$ 或 $+1.5/-0.5\text{mm}$ 范围内,

此精度要求是远高于工业机器人可实现的重复定位及加工精度范围，多余的精度误差范围可留给其他的尺寸偏差影响因素。

(1) 冲压件尺寸偏差影响整体尺寸精度

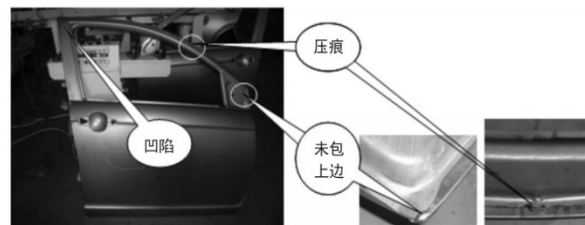
冲压件的尺寸误差将在工件相互压紧时，产生变形，影响车身尺寸的精度。车身是由成百上千的冲压件互相连接、组焊形成的，在各件之间都会有贴合面或焊接面，这些面被称为搭接面，工件的尺寸精度通过这些搭接面传递形成车身的尺寸精度。假设在某一工序中的冲压件尺寸发生了偏差，导致在装配时工件搭接面之间间隙或干涉，过渡不协调，在夹具上用较大的压紧力强行把工件搭接在一起时，工件之间将产生强制变形，必然会造成装焊误差，影响车身尺寸的精度及稳定性。

图 10：压合产品出现的局部缺陷



资料来源：《汽车车身冲压件搭接过程》，中国银河证券研究院

图 11：冲压件出现的部分缺陷



资料来源：《汽车车身冲压件搭接过程》，中国银河证券研究院

以下方法和途径可有效提高冲压件尺寸的精度和稳定性。（1）**产品结构的控制**。一是简化产品结构，降低冲压工艺难度，提高工件的成型性和稳定性；二是采用整体冲压工艺，如“整体门框”、“整体侧围”等；三是为工件定位设置专用的定位孔和定位面，提高工件在夹具定位时的重复定位的精度；四是为工件增加拉伸筋，用于收料和提高工件的强度，提高工件在大批量生产时的一致性。（2）**模具的保证**。模具的精度要高，材质必须耐磨，保证模具在大批量生产时的耐用性和制件稳定性；定期进行模具维护，并且在维护后进行冲压件的检测，以保证冲压件的一致性。（3）**冲压机床的保证**。各模具在制件时，尽量使用相同的机床；其模具在冲压机床中的摆放位置、摆放的方向尽量一致，以使模具的平行度尽量一致。（4）**板材**。钢板在使用前，应先检测其性能，根据不同的性能用于不同的工件。

(2) 焊接夹具或是制造缺陷的重大因素

焊接夹具与汽车制造的精度具有很大的关系。焊接夹具在车身生产中的作用是：通过夹具上的定位销、基准面、夹紧臂等组件的协调作用，将工件安装到工艺设定的位置上并夹紧，不让工件活动位移，保证车身焊接尺寸精度的一致性和稳定性。夹具定位不可靠、夹具磨损、定位松动、夹紧失效等问题必定会造成工件焊接位置偏差，而导致分总成尺寸偏差，影响到车身总成的尺寸偏差。美国 2mm 工程报告指出，有 75% 的制造缺陷和夹具失效有关。

从焊接夹具设计、制造精度、调整、使用和维护等几方面可对进行精度控制。（1）**夹**

具设计。夹具设计从以下几个方面考虑：一是汽车焊接夹具的设计中，方式定位采用“N-2-1”定位原理；二是焊接夹具设计基准与车身设计基准、冲压基准、检测基准统一；三是夹具设计时要求夹具定位结构规范化，便于调试及维护；四是辅助支撑设置要合理，避免过定位。

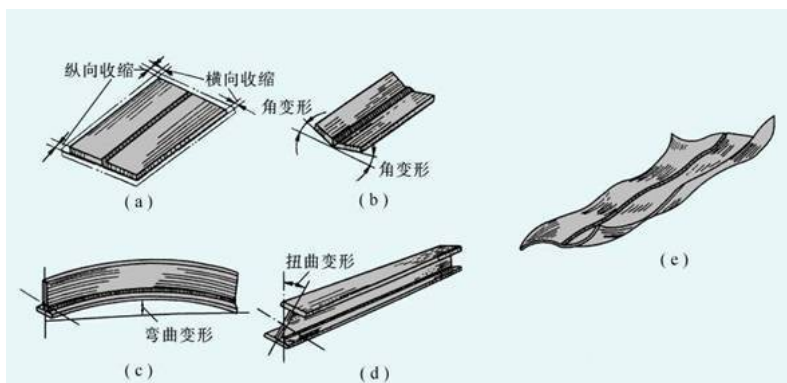
(2) **夹具制造精度。**夹具的精度应能确保零件在夹具上自由服帖，当所有夹紧点夹紧后工件不会有松动窜动的现象；(3) **夹具调整。**夹具调整前要分析是否会造成其他影响，调整时要进行试验，验证合格后方能进行调整，调整后要及时下工序做好跟踪验证，如出现其他问题时需要马上恢复夹具，夹具调整需要做好更改及验证记录；(4) **夹具使用和维护。**操作者要按照标准化操作正确使用夹具，定期对夹具进行点检和维护；定期使用检测设备对夹具进行测量，以确定夹具是否需要维修和精度恢复。

(3) 焊接变形难以定量计算

焊接变形引起的焊装误差一般比较难于定量计算，对焊接工件造成的尺寸误差也可能较大。焊接变形量的确定应通过理论分析与实际测量相结合，对不同的部位、不同的焊接方法、焊接规范和不同的焊接顺序等都要具体分析。

一般可通过以下几方面控制焊接变形量。(1) **焊接方法。**汽车车身焊装所采用的焊接方法以电阻点焊为主，CO₂保护焊为辅。采用先进焊接设备，如机械手、自动焊、引出焊等，这些设备不仅能使车身焊接时焊点均匀，点焊顺序稳定，而且能提高焊接速度，最大限度减少车身焊接变形量。(2) **焊接工艺。**在定位夹具夹紧的状态下设定定位焊点，在补焊台实现补焊。这要求在工艺文件上对焊点位置、数量、间距和点焊顺序都应明确规定，并且要求操作者严格执行。(3) **焊接规范。**汽车点焊采用强规范，即用大电流和短时间焊接，使薄板件的焊接变形较小。合理设置焊接参数，调试焊接压紧力，减少焊接变形。

图 12: 焊接变形的多种情况



资料来源：《内燃机与配件》，中国银河证券研究院

(4) 人工操作亦影响零部件尺寸

零部件的质量、包装和人工操作也会对车身质量产生影响。零部件尺寸不合格会造成焊接误差，从而影响车身尺寸偏差。所谓零件尺寸不合格，是指零件实物尺寸和产品设计图纸不一致。在整车所包含的零部件中，有很多是由不同的供应商提供的，因存在技术水平上的差异，提供的零部件质量也存在一定的差异，这些差异在整车制造过程中产生累积误差，影

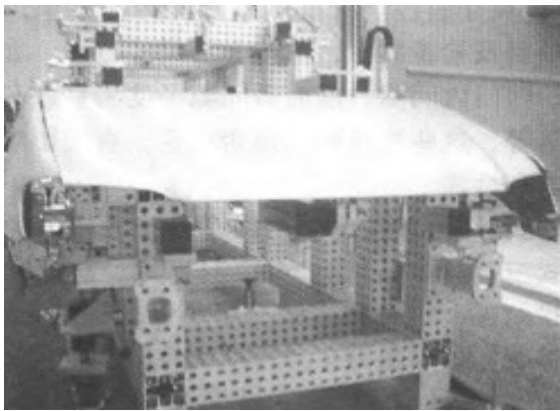
响车身尺寸精度及整车品质。物流包装影响零部件不同的包装方式及运输方式会对零部件尺寸和变形产生不同的影响，而零部件定位孔、搭接边变形会影响车身尺寸偏差。人工操作过程产生的误操作也会对车身精度产生影响。

因此，必须要严格控制零部件尺寸精度，所有焊接零件必须检验合格才能投入使用，特别是车身上一些主要的装配孔、工艺孔的位置尺寸和搭接面尺寸是必须控制的；必须改善各供应商的零部件包装及物流方式，将物流过程中的零部件状态变化纳入质量管理范畴，防止运输过程中零部件之间的碰撞变形；必须正确评估分总成的转运工具和吊装工具对尺寸和变形的影响，操作者要严格按照操作规范来操作，操作过程中保证焊钳与工件垂直，减少操作不规范、不正确带来的随机的制造误差。

监控质保部门进行尺寸监控。通过建立功能尺寸系统，掌握总成尺寸监控点的位置，定期对车身结构尺寸进行测量监控，及时发现问题，并进行反馈整改。

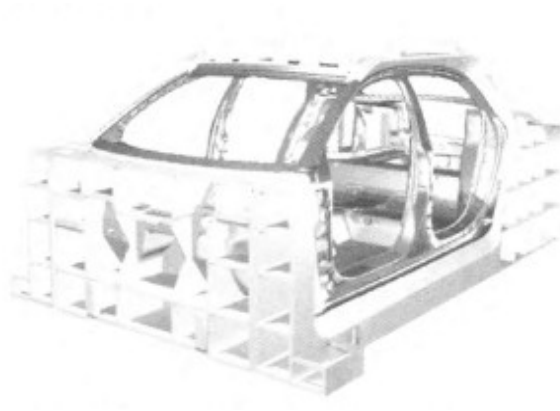
内外表面精测样架。汽车内饰由部件构成并且任意点都为零基准。用于测量零件几何尺寸和功能检验。可以对内饰件的装配和零件之间的匹配进行评价，也包括对天窗、前后风窗的匹配尺寸评价等。对车身后覆盖件的总成匹配进行评价，包括从白车身到总装的外表面件。在首批样件的检验和认可中做测量分析，对压合件和冲压单件的轮廓尺寸进行评价，为下一步尺寸改进确定优化方向。

图 13: 外表面精测样架



资料来源: 2010 中国汽车工程学会年会论文集, 中国银河证券研究院

图 14: 内表面精测样架



资料来源: 2010 中国汽车工程学会年会论文集, 中国银河证券研究院

生产过程中的检测手段。(1) **使用辅助检具样板。**在产品研发初期，先期采购定制的辅助量、检具，包括：车身四门两盖检具、前后风窗检具、天窗检具、后尾灯检具、前端检具、间隙平度测量两块等。在生产过程中，根据实际需求可自制检具，检查实车功能尺寸状态，出现问题及时与上下道工序沟通反馈，及时整改。(2) **匹配尺寸监控。**根据产品匹配数据要求，确定匹配检查控制项目及检查频次，监控车身尺寸状态。(3) **激光在线测量技术。**通过在线检测，可以测量车身特征部位的三维坐标值，综合精度不低于 0.1mm。测量公差可根据需要自行设定，出现偏差自动报警，实现尺寸控制的自动化。

简而言之，美国汽车行业为提高汽车质量而发起的“2mm 工程”，其难点在于空间工序上的误差累积、设备磨损与误操作以及设计水平与装备水平等方面，相较之下对工业机器人

的要求并非极高。不论是广泛到“2mm 工程”的实施还是具体到迈腾左后车门的轮廓尺寸，汽车白车身或其他工业品的加工总成都涉及多项加工工艺、工艺流程设计、作业者操作等多方面，在整个过程中误差会不断累积，因此，相对来说工业机器人对零部件加工工序仅为其中的一环，对工业机器人的加工要求并非极高。

三、国产汽车机器人精度紧跟国外，或迎百亿市场空间



影响汽车制造精度的因素多种多样，处于制造环节的工业机器人是其中重要的一环，为研究国产汽车工业机器人能否满足汽车生产的要求，我们对比了国内外汽车工业机器人在“2mm 工程”中主要运用到的工序（焊接、冲压、折弯）的精度与其他参数，我们认为国产汽车工业机器人的精度虽做不到极致，但在满足焊接和折弯领域的汽车加工工艺上，已经达到要求的加工精度。

2020 年，我国工业机器人行业销量明显呈回暖趋势，同时汽车行业存在边际改善，应用于汽车行业的工业机器人需求空间大。经测算，我们认为中国汽车工业机器人市场规模达百亿元，市场空间广阔但国产机器人的渗透率仍然较低，未来随着国产工业机器人在汽车制造业逐步得到认证，国产替代空间有望进一步打开。

(1) 国产工业机器人精度及各项指标不逊于国外品牌

工业机器人在汽车制造生产中的运用广泛，包括焊接、喷涂、冲压、搬运、装配、折弯等，在“2mm 工程”中主要涉及的运用工序有焊接、折弯和冲压。本文通过查阅公司官网与产品手册，以不同工序为分类基础，在同等负载量级的情况下，将国内部分工业机器人公司的产品精度及其他参数与国外机器人“四大家族”ABB、安川、库卡、发那科的工业机器人进行对比。

表 15: 工业机器人应用于汽车生产的领域

点焊机器人		适用于底板线、总拼工位、补焊工位、侧围及一些分拼工位等
弧焊机器人		适用于车身底板及车体内部等的焊接
喷涂机器人		适用于车体、车顶盖及侧围等部件的搬运作业

冲压机器人		适用于压机之间的自动连线,代替人工完成上下料以及搬运的工作
搬运机器人		适用于车体、车顶盖及侧围等部件的搬运作业
装配机器人		适用于车门、挡风玻璃等零件或部件的装配
折弯机器人		适用于汽车生产中需要的钣金加工及折弯工艺

资料来源: FANUC 官网, 中国银河证券研究院

不同的企业可能对工业机器人的负载级别划分标准不尽相同。如埃斯顿将负载级别分为四类: 小负载(0~30kg)、中负载(30~100kg)、大负载(100~350kg)和超大负载(>350kg)。而安川则将负载级别分为五类: 小型、一般小型、中型、大型、超大型。在对国内外工业机器人进行精度比较时, 首先需要确定功能用途, 其次便是确定其负载级别。本文采用的是埃斯顿的负载分类标准。

表 16: 工业机器人负载级别划分标准

埃斯顿分类标准		安川分类标准	
小负载	0~30kg	小型	0~5kg
中负载	30~100kg	一般小型	6~24kg
大负载	100~350kg	中型	25~80kg
超大负载	> 350kg	大型	81~225kg
		超大型	226kg~800kg

资料来源: 埃斯顿官网, 中国银河证券研究院

我们选择相同自由度条件下的工业机器人进行参数对比, 自由度越高的机器人可以完成的动作越复杂, 通用性越强, 应用范围也越广, 但相应地其技术难度也越大, 以下我们选取的均为六自由度机器人。除自由度指标外, 工作空间反映机器人可以应用手爪进行工作的空间范围, 运动速度会影响机器人的工作效率和运动周期, 位置精度决定工业机器人在作业中的定位精度和重复定位精度, 都是衡量机器人工作质量的重要技术指标, 因此我们主要选择

以上几个参数将国产及进口机器人进行对比。

在小负载焊接领域，国产工业机器人的重复定位精度已与“四大家族”产品大体相当，在最大速度上则稍逊于国外品牌。埃斯顿 ER6-1600 型重复定位精度达 0.08mm，新松 SR10C、新时达 SA1800 和埃夫特 ER6-1400 型号重复定位精度均可达 0.05mm，和 ABB 的 IRB 1600 系列相当，不逊于安川 AR1440 的 0.08mm。在臂展上，国产小负载焊接机器人最大工作距离均能达到 1400mm 以上，与国外品牌平齐。而在最大速度上，国产品牌相较国外品牌有一定的差距。根据资料，点焊机器人的精度要求一般在 0.25mm 以下，弧焊机器人要求的重复定位精度则应小于焊丝直径的 1/2，即 0.2~0.4mm。在 2016 年中国机器人产业联盟公布的三项标准中，《弧焊机器人系统通用技术条件》明确表示重复定位精度的数值应小于等于 0.2mm。由此可见，国产品牌焊接机器人精度足以满足汽车焊接生产的需要。

表 17: 国内外焊接机器人产品性能对比

	国产品牌				国外品牌				
	埃斯顿	新松	新时达	埃夫特	ABB	库卡	安川	发那科	
选取型号	ER6-1600	SR10C	SA1800	ER6-1400	IRB 1600-10/1.45	KR10 R1420	AR1440	ARC Mate 100iD	
用途	弧焊专用	弧焊、涂装、上下料、等	弧焊专用	弧焊、上下料	装配、弧焊、搬运等	搬运、焊接、卸码垛等	弧焊、激光加工、搬运等	弧焊专用	
臂展 (mm)	1600	1393	1818	1433	1561	1420	1440	1441	
负载 (kg)	6	10	8	6	6	10	12	12	
自重 (kg)	164	160	160	145	250	160	130	145	
重复定位精度 (mm)	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.08	0.02	
最大速度 (%/s)	1	148	125	150	175	180	220	260	260
	2	109	150	150	175	180	210	230	240
	3	214	150	160	185	185	270	260	260
	4	441	300	360	330	385	381	470	430
	5	580	300	320	360	400	311	470	450
	6	696	400	360	600	460	492	700	720
工作范围 (°)	1	±180	±170	±165	±165	±180	±170	±170	340
	2	-60~+140	-155~+90	-90~+155	-135~+75	-90~+120	-185~+65	-90~+155	235
	3	-155~+80	-170~+187	-190~+80	-83~+170	-245~+45	-137~+163	-85~+150	455
	4	±170	±180	±185	±180	±200	±185	±200	380
	5	±180	±135	±120	±130	±115	±120	±150	360
	6	±360	±360	±360	±360	±400	±350	±455	900

资料来源：各工业机器人官网及产品手册，中国银河证券研究院

在中负载折弯领域，国产机器人精度接近部分国外机器人型号，小负载折弯领域国产机器人精度与国外相当。新时达 SR85B 系列的重复精度达 0.1mm，接近了 ABB 和安川的产品。埃斯顿折弯机器人 ER80（世界首款六自由度折弯专用机器人）荣获 CAIMRS-2019 年度“工业机器人奖”，据埃斯顿公司 2018 年 1 月 19 日投资者关系活动记录表：“以折弯机器人为

例，埃斯顿对钣金折弯有二十多年的技术沉淀和对工艺的透彻研究，埃斯顿折弯机器人已占据该细分应用领域很高的市场份额。”根据无锡微色奇科技有限公司官网介绍，配天机器人技术有限公司生产的 AIR20-A 型号六轴折弯机器人，在 20kg 的负重下重复定位精度可达 0.03mm。根据 ImRobtic 机器人在线网络及上海图灵制造机器人有限公司数据显示，目前国内主要机器人重复定位精度较大份额在 0.2mm 及其以上，由此可以显示国产机器人和国外机器人均可以满足目前国内市场的主要需求。

表 18: 国内外折弯机器人产品性能对比

	国产品牌			国外品牌			
	埃斯顿	新时达	配天	ABB	安川	发那科	
选取型号	ER80-2565-BD	SR85B	AIR20-A	IRB6700-200/2.6	MH80 II	M-710iC/70	
用途	折弯专用	折弯专用	折弯	通用	通用	通用	
臂展 (mm)	2565	2570	1702	2600	2061	2050	
负载 (kg)	80	85	20	200	80	70	
自重 (kg)	740	730	260	1250	555	560	
重复定位精度 (mm)	0.2	0.1	0.03	0.05	0.07	0.04	
最大速度 (%/s)	1	110	110	175	110	170	160
	2	105	105	175	110	140	120
	3	130	130	170	110	160	120
	4	215	215	360	190	230	225
	5	160	170	360	150	230	225
	6	205	205	600	210	350	225
工作范围 (°)	1	±180	±180	±170	±170	±180	360
	2	-67~+150	-67~+150	-95~+155	-65~+85	-90~+135	225
	3	-190~+66	-190~+66	-95~+170	-180~+70	-170~+251	440
	4	±170	±180	±185	±300	±360	720
	5	±130	±120	±135	±130	±125	250
	6	±360	±360	±400	±360	±360	720

资料来源：各工业机器人官网及产品手册，中国银河证券研究院

冲压机器人领域，国产部分机型精度与国外品牌精度平齐。埃斯顿 ER170-2650 与新松 SR120D 重复定位精度达 0.2mm 与安川 EPH130D 相同，但相对于库卡和发那科的 0.05mm、0.03mm 尚存一定差距，有向国际先进产品接近的空间。在小负载冲压领域，埃夫特于 2017 年推出的 ER12-C304 冲压机器人重复定位精度可达 0.07mm，向高精度冲压领域前进。另外，据国产品牌拓斯达官网，其在冲压自动化解决方案中运用了一款自产冲压机械手产品，其重复定位精度可达 0.1mm。在 2016 年中国机器人产业联盟公布的三项标准中，目前埃斯顿等国产品牌均符合《冲压机器人系统通用技术条件》显示的重复定位精度国家标准。

表 19: 国内外冲压机器人产品性能对比

	国产品牌			国外品牌			
	埃斯顿	新松	埃夫特	ABB	库卡	安川	发那科
选取型号	ER170-2650	SR120D	ER12-C304	IRB 6660-130/3.1	KR 120 R2700-2	EPH130D	R-1000iA/130F
用途	通用	冲压、上下料、铸造等	冲压专用	冲压等	冲压、喷漆、码垛等	冲压机间搬运等	冲压等
臂展	2650	3007	1625	2544	2701	2651	2230
负载 (kg)	170	120	12	130	120	130	130
自重 (kg)	1092	1400	180	1910	1069	1495	675
重复定位精度 (mm)	0.2	0.2	0.07	0.15	0.05	0.2	0.03
最大速度 (%/s)	1	114	105	175	110	120	130
	2	105	90	165	130	115	130
	3	119	90	155	130	120	130
	4	120	170	330	150	190	215
	5	120	120	-	120	180	180
	6	160	260	-	240	260	300
工作范围 (°)	1	±180	±180	±165	±180	±185	±180
	2	-60~+80	-76~+60	-85~+40	-42~+85	-140~-5	-60~+76
	3	-95~+80	-142~+230	-70~+15	-20~+120	-120~+168	-137.5~+230
	4	±180	±360	±360	±300	±350	±360
	5	±125	±125	-	±120	±120	±130
	6	±360	±360	-	±300	±350	±360

资料来源: 各工业机器人官网及产品手册, 中国银河证券研究院

我国国产品牌汽车工业机器人市场渗透率目前仍低, 国内汽车生产商主要运用的还是国外品牌机器人。通过对不同种类机器人的工作参数分析, 我们认为目前国产工业机器人的加工精度虽不及四大家族, 但对于当前汽车制造业的加工要求已能够满足, 未来伴随我国汽车制造业的发展, 国产工业机器人的加工精度也会提高, 有追赶国外品牌的潜力。由于进入汽车行业需要一段时间的认证周期, 需要下游企业对国产产品力进行确认, **在国产化的大趋势下, 我们认为国产品牌汽车工业机器人扩增本土市场份额指日可待。**

表 20: 国外品牌机器人厂商及其在汽车行业客户、特点分析情况

厂商	客户	特点
ABB	比亚迪西安、江淮汽车、吉利汽车成都、东风日产、大连、广汽本田、长城保定、长安福特、宝马铁西、长安汽车北京工厂、上海大众宁波工厂、上海大众	价格最高, 关键零部件从日本进口, 软件系统最优
库卡	仪征工厂、上海大众南京工厂、一汽大众佛山工厂、成功汽车长治工厂、北京奔驰、比亚迪腾势电动车、奔驰福州工厂、一汽大众成都工厂	操作简单, 最易上手, 可靠性略低于日系
发那科	东风御风襄阳工厂、神龙汽车武汉三工厂、东风柳汽工厂、上	精度最高, 过载能力比较差

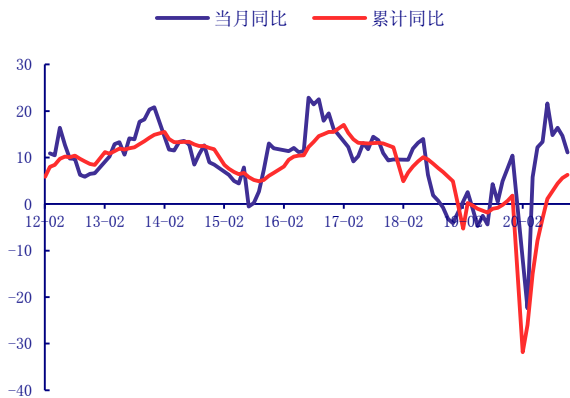
海通用东岳工厂、上海通用北盛工厂		
安川	本田、丰田、一汽轿车、长安福特马自达、南汽依维柯	负载大，稳定性高，过载能力比较强
柯马	奇瑞工厂、广汽菲亚特工厂、广汽杭州工厂、仪征上汽、嘉定 上汽、上海通用、沈阳通用、华晨汽车、华泰鄂尔多斯、长春 一汽、芜湖奇瑞、重庆长安	性价比高
川崎	杭州福特、一汽丰田、广汽丰田	专为福特、丰田打造，通用性略差

资料来源：前瞻产业研究院、中国银河证券研究院

(2) 汽车工业边际改善，产量销量有望回升

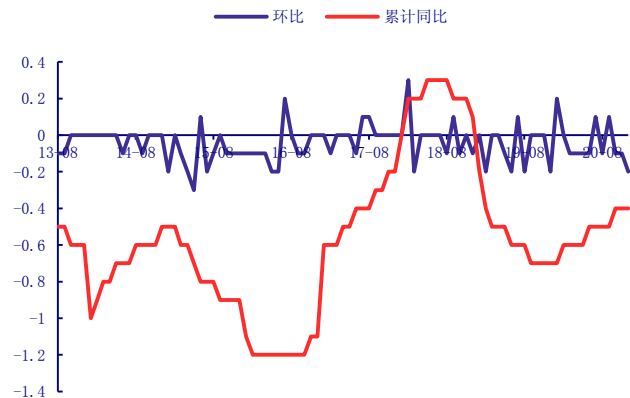
随着全面复工复产的推进以及促进汽车消费政策的出台，我国汽车工业行业逐渐转暖。汽车行业在 2020 年上半年受新冠疫情影响，销量暂时陷入低迷。二季度以来，各级政府部门陆续出台鼓励汽车消费举措：上海市印发《关于促进本市汽车消费若干措施》的通知；深圳市推出了促进新能源汽车消费的政策，放宽个人新能源小汽车增量指标申请条件，扩大个人增购新能源小汽车车型范围，对个人新购新能源小汽车给予综合使用财政补贴。此外，天津、重庆等城市也出台相关刺激政策，政策托底作用逐渐显现。

图 21: 汽车制造业工业增加值当月与累计同比 (%)



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 22: 汽车制造业 PPI 累计同比与环比 (%)

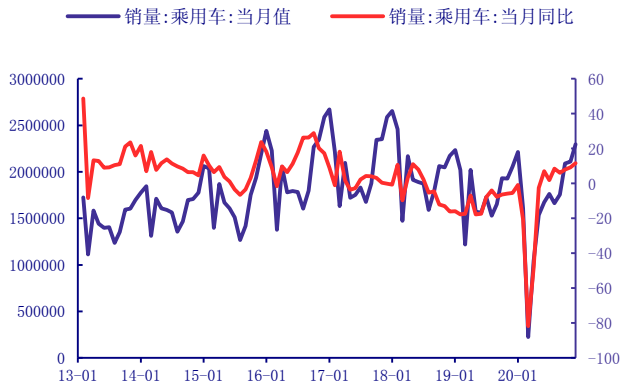


资料来源：Wind，中国银河证券研究院

据国家统计局数据,2020 年 1-11 月汽车工业增加值持续强势 V 型回升,由年初的-31.80% 回升至 6.3%,11 月当月汽车工业增加值同比增速为 11.10%,持续维持高位。从 PPI 数据来看,2020 年 1-12 月汽车制造业 PPI 累计同比为-0.40%,降幅持续小幅缩窄,与年初相比小幅回升,2020 年 12 月汽车制造业 PPI 环比为-0.2%,我国汽车制造业正在边际改善。

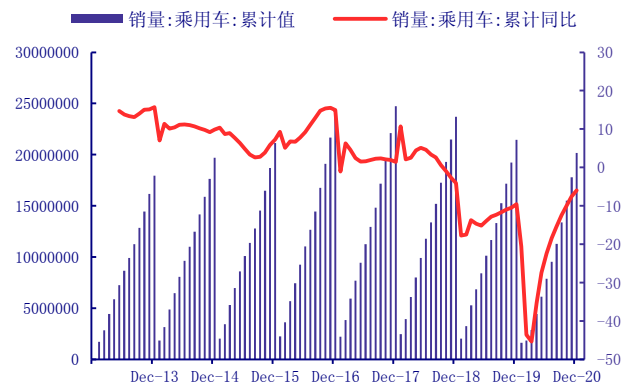
汽车销量持续回暖,2021 年仍有望保持增长趋势。从需求端看,根据历史汽车销量数据,在一个自然年度当中通常下半年汽车销量明显高于上半年,9-12 月为汽车销售旺季。2020 年下半年,政策刺激叠加疫情期间延后释放的消费需求,汽车销量有逐渐上升的趋势。从供给端看,2020 年 1-12 月汽车制造业固定资产投资完成额累计同比由年初的-41.00%回升至 -12.40%,固定资产投资完成额的边际修复为汽车产量上升提供了支持,反映了汽车行业的信心正在恢复。

图 23: 乘用车销量及同比情况



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图 24: 乘用车销量累计销量及同比情况

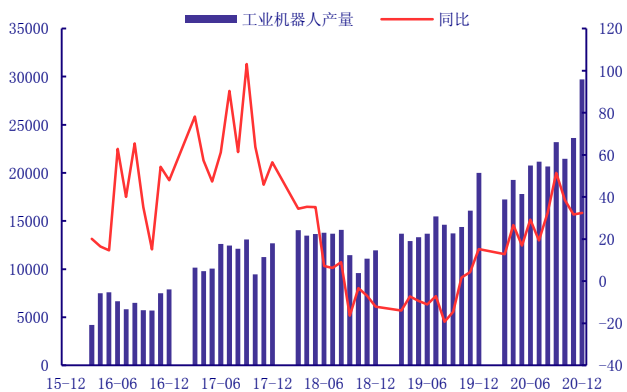


资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

(3) 工业机器人市场回暖趋势明显, 国产汽车工业机器人空间广阔

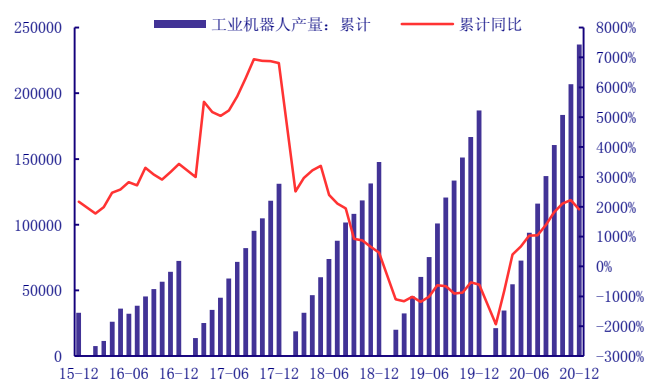
国内工业机器人市场回暖趋势明显, 12月机器人产量同比增速达32.40%, 2020全年累计产量增速达到19.1%。2009-2016年中国工业机器人市场销量保持高速增长, 2017年末开始, 由于下游3C及汽车市场景气承压, 相应固定资产投资放缓, 中国工业机器人产量增速开始持续下行。2019年四季度起, 中国工业机器人行业逐渐复苏, 2019年Q4产量同比大幅上升54.53%。2020年Q1工业机器人在疫情影响最严重的期间, 展现出了行业的韧性, 产量实现同比7.16%的增长。2020年第二季度开始工业机器人产量呈现持续强势复苏。2019年10月至今, 工业机器人产量连续同比增速为正, 行业回暖趋势明显。

图 25: 中国工业机器人当月产量及当月同比



资料来源: 国家统计局, 中国银河证券研究院

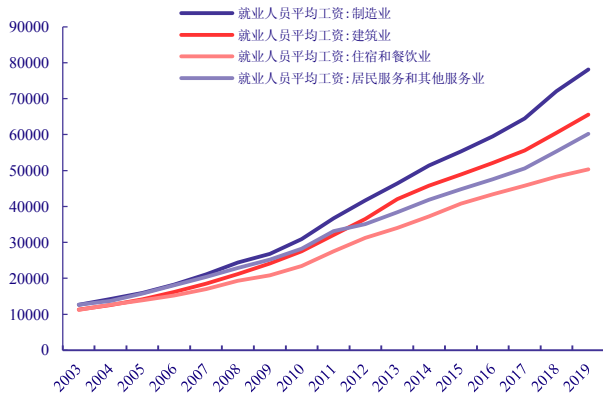
图 26: 中国工业机器人累计产量及累计同比



资料来源: 国家统计局, 中国银河证券研究院

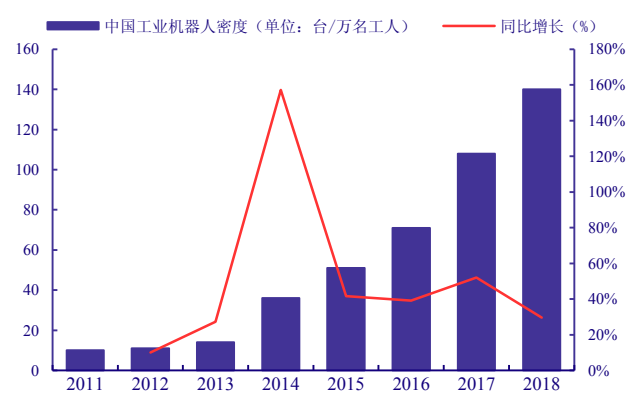
制造业劳动力成本逐渐提高, 驱动中国工业机器人密度上升。随着产业升级导致的低技术、重复劳动工作减少, 叠加劳动力供不应求的现状, 我国各行业用劳成本明显提高, 而制造业工资上升明显高于其他行业。2019年, 我国制造业就业人员平均工资为78,147元/年, 制造业平均工资高出建筑业、居民服务和其他服务业、住宿和餐饮业19.16%、29.74%、55.22%。工业机器人的发展与制造业息息相关, 由于制造业用劳成本不断提高, 越来越多的企业把工业机器人作为劳动力的替代品。2011年我国工业机器人密度为10台/万名工人, 2018年已提高至140台/万名工人, CAGR达33.35%。

图 27: 制造业劳动力成本不断提高 (单位: 元/月)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

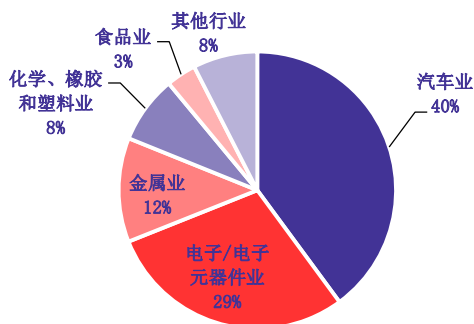
图 28: 2011-2019 年中国工业机器人密度 (台/万名工人)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

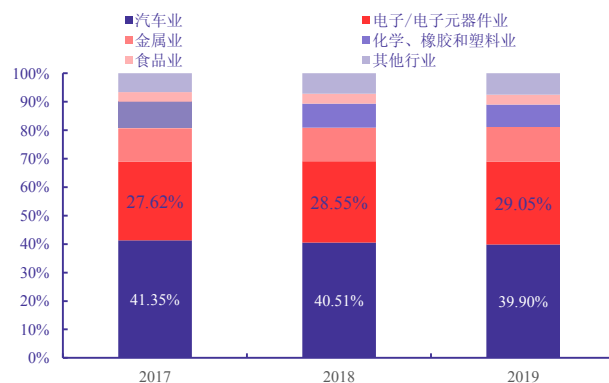
工业机器人下游应用广泛, 主要应用行业包括汽车、电子电器、金属制品、化学橡胶塑料、食品制造等行业, 根据 IFR 统计, 2019 年全球范围内工业机器人在上述行业中的应用占比分别为 39.90%、29.05%、12.15%、7.87%、3.50%, 汽车行业和 3C 占据工业机器人需求超过 50%。其中, 汽车行业应用比例虽然呈现逐渐下降的趋势, 但以其庞大的行业规模基础和较高的自动化率, 常年稳居工业机器人下游需求规模第一位。

图 29: 2019 年工业机器人下游需求结构



资料来源: IFR, 中国银河证券研究院

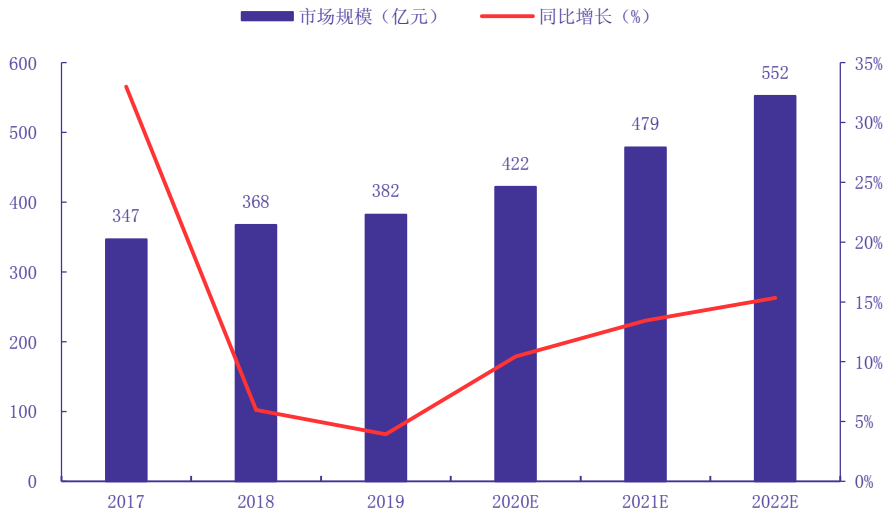
图 30: 2015-2018 年工业机器人下游需求结构变化



资料来源: IFR, 中国银河证券研究院

中国汽车工业机器人本体市场有百亿元级的市场规模。据 CRIA 与 IFR 统计, 2018 年中国工业机器人市场累计销售工业机器人 15.6 万台, 其中汽车制造业新增 4 万台, 汽车制造业工业机器人的销售数量占例为 25.64%; 自主品牌机器人销售 4.36 万台, 数量比例为 27.95%。根据《中国工业机器人产业发展白皮书 (2020)》, 中国工业机器人市场规模的增速在 2017 至 2019 年有所放缓, 但未来几年随着下游产业需求的提升, 市场规模增速仍可稳步抬升, 中国工业机器人 2020 至 2022 年的市场规模预计可实现 422.1 亿元、478.8 亿元、552.3 亿元。

图 31: 2017-2022 年中国工业机器人市场规模情况



资料来源:《中国工业机器人产业发展白皮书(2020)》, 中国银河证券研究院

根据 CRIA 和 IFR 的数据我们假设汽车行业所用工业机器人占我国工业机器人总市场规模的比例区间为[25%, 40%], 推算出我国汽车制造业所使用的工业机器人在 2020 至 2022 年的市场规模区间分别为[105.5, 168.8]亿元、[119.7, 191.5]亿元、[138.1, 220.9]亿元。由于我国老龄化进程加速及用劳成本的增加等原因, 国内自动化改造需求仍然较大, 据我们推算以汽车行业为下游的工业机器人市场规模仍然乐观。

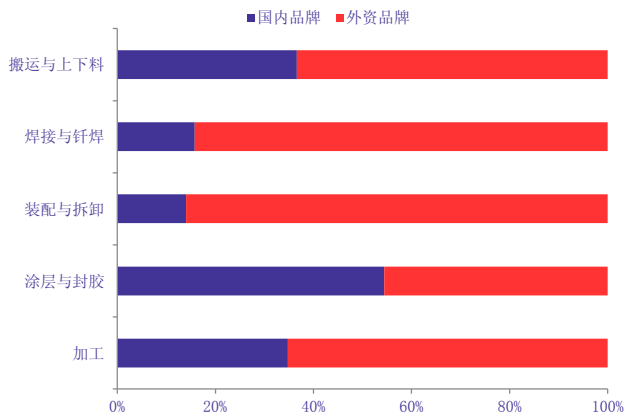
表 32: 我国汽车工业机器人市场规模测算 (单位: 亿元)

中国工业机器人 预计市场规模	汽车行业下游使用比例区间对应市场规模			
	25%	30%	35%	40%
2020E 422.1	105.5	126.6	147.7	168.8
2021E 478.8	119.7	143.6	167.6	191.5
2022E 552.3	138.1	165.7	193.3	220.9

资料来源: 中国银河证券研究院整理

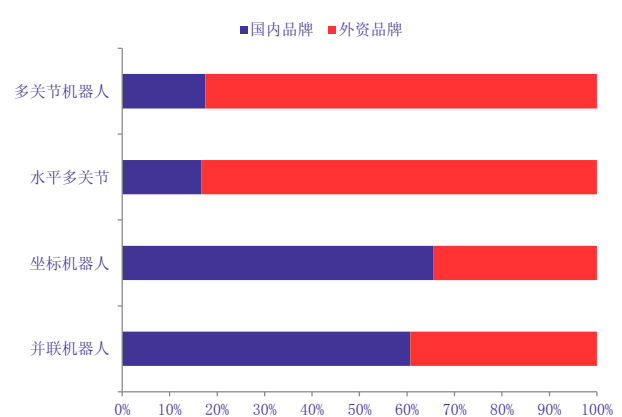
国产工业机器人替代空间较大。根据《2020 世界机器人报告》, 目前中国各行业所使用的机器人, 仍主要来自国外厂商, 在新安装的机器人中, 有 71%来自外国供应商。对于中国本土制造商, 一方面他们的产品主要迎合国内市场, 海外市场尚处开拓阶段; 另一方面他们在国内所占的份额不大, 汽车行业的中国供应商仅有的市场份额更是比较有限。因此, 国内工业自动化市场国产化率的提升空间很大, 未来有巨大潜力可以挖掘。

图 33: 按照应用功能的国产化率



资料来源: CRIA, 中国银河证券研究院

图 34: 按照机械结构的国产化率



资料来源: CRIA, 中国银河证券研究院

根据中国机器人产业联盟《2018 中国工业机器人产业市场报告》，多关节机器人的国产化率仅为 17.50%。多关节机器人技术水平要高于其他机械结构机器人，目前国内企业在多关节机器人技术水平上与外资存在一定差异。在汽车制造业、3C 电子制造业中应用的焊接、装配机器人对一致性、可靠性的要求较高，因而所应用的工业机器人技术水平要高于其他功能的机器人，在这些领域工业机器人的国产化率也相对较低。

表 35: 国产工业机器人市场规模测算 (单位: 亿元)

		2020E	2021E	2022E
中国工业机器人预计市场规模		422.1	478.8	552.3
国产工业机器人 对应市场规模	2020 年国产化率 20% ³	84.42	—	—
	预计 2021 年国产化率 提升至 23%-25%	—	109.94~119.7 (同比 30.23%~41.79%)	—
	预计 2022 年国产化率 提升至 26%-30%	—	—	143.60~165.69 (同比 30.61%~38.42%)

资料来源: 中国银河证券研究院整理

根据 CRIA 的数据，我们假设国产工业机器人在整个工业机器人市场中的渗透率在 2020 年为 20%左右，而且未来每年可提升 3%~5%。以《中国工业机器人产业发展白皮书(2020)》中预计的中国工业机器人市场规模(2020 年至 2022 年预计可实现 422.1 亿元、478.8 亿元、552.3 亿元的市场规模)为基准，推算出我国国产工业机器人在 2022 年的市场规模区间在 143.6~165.7 亿元，跟随中国工业机器人市场规模的扩大，并叠加国产工业机器人渗透率的提升，我国国产工业机器人预期对应的市场规模年均增速预计可达 30%以上。

总结来看，1992 年，美国汽车行业为应对日系车大举进军美国市场的威胁，提出了提高车身质量、挽回已失市场的“2mm 工程”，并取得了卓越的成效，成功地将车身误差 CII 指数降低至 2mm 以下。实施“2mm 工程”主要难点源于以下几个方面：冲压件/零部件尺寸偏差、焊接夹具定位不稳定、焊接变形及操作影响，而其中涉及工业机器人精度要求并非极高。针

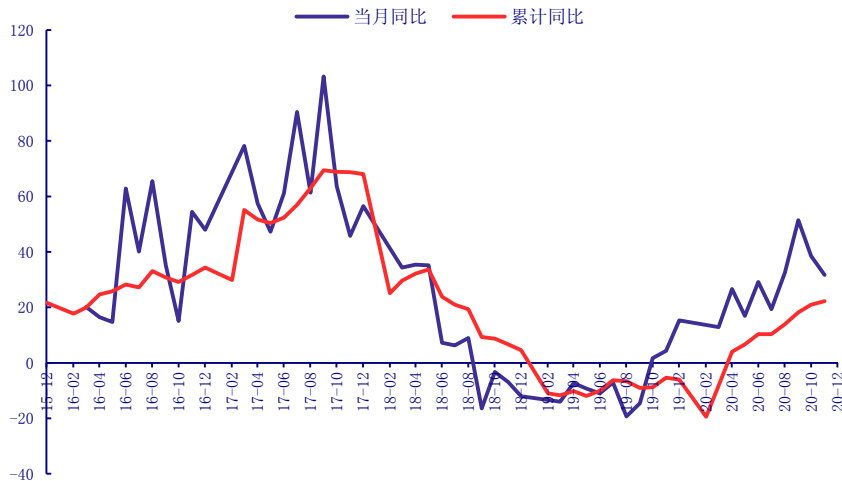
³ 根据中国机器人产业联盟数据，不同功能应用和解结构的工业机器人国产化率介于 14%~65%之间。

对“2mm 工程”中工业机器人涉及的工序,对比国产与国外机器人的重复定位精度及其他参数,我们认为国产工业机器人在焊接、折弯等领域的精度已经接近国外机器人,同时足以满足汽车生产的需求。在我国工业机器人市场回暖趋势明显、汽车行业保持工业机器人下游需求规模第一位的情况下,我们认为中国汽车工业机器人市场规模仍有广阔空间,国产替代能力正逐步增强。

四、投资建议

中国工业机器人产量增速从 2019 年底由负转正,结束了长达一年多的负增长,当月产量同比自 2019 年 10 月至今已连续超过半年保持正增长。由于下游需求逐步回暖,制造业整体环境有所改善,工业机器人产量增速呈 V 型走势,我们认为工业机器人行业复苏趋势有望持续,2021 年产量有望企稳回升。

图 36: 中国工业机器人产量增速 (单位: %)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

在行业景气度复苏时,我们认为具备核心技术、不断拓展下游市场应用的公司有望脱颖而出,公司配置方面,我们推荐埃斯顿(002747.SZ)和机器人(300024.SZ),关注拓斯达(300607.SZ)。

表 37: 可比上市公司估值 (截至 2021 年 1 月 15 日、*为 WIND 一致预期)

代码	简称	股价	EPS				PE			
			2019A	2020E	2021E	2022E	2019A	2020E	2021E	2022E
002747.SZ	埃斯顿	30.64	0.08	0.16	0.22	0.26	142.96	191.50	139.27	117.85
300024.SZ	机器人*	13.04	0.19	0.19	0.23	0.26	74.57	68.63	56.70	50.15
300607.SZ	拓斯达*	39.32	1.26	2.26	2.06	2.51	37.90	17.40	19.09	15.67
平均值			0.51	0.87	0.84	1.01	85.14	92.51	71.69	61.22

资料来源: Wind, 中国银河证券研究院整理

(1) 埃斯顿

埃斯顿是国内工业机器人的领先企业之一，公司业务覆盖了从自动化核心部件及运动控制系统、工业机器人到机器人集成应用的全产业链。作为具有“核心部件+本体+机器人集成应用”全产业链竞争优势的参与者，公司有望受益于工业机器人及智能制造产业未来的巨大发展潜力。

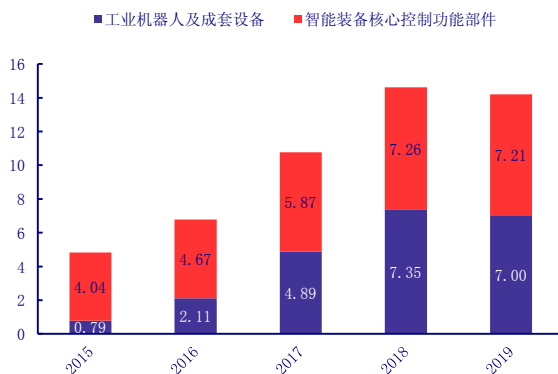
表 38: 埃斯顿主要业务

主要业务	分类	具体介绍
工业自动化产品	自动控制	包括 ESV、EP2E PLC、EP2S PLC 等产品。
	运动控制	包括 Trio 控制器、智能控制单元、通用伺服驱动器、通用伺服电机、直驱伺服系统、Trio 拓展模块、Trio HMI。
	传动控制	主要为 EVIS 系列变频器。
	数控系统	包括开卷较平数控系统、冲压数控系统、折弯数控系统、剪板数控系统、电液伺服系统。
工业机器人产品	工业机器人	分为通用型、轻量型和专用型。通用型包括超大负载系列、大负载系列和小负载系列，轻量型包括 SCARA 系列和迷你系列，专用型包括折弯系列、弧焊系列、码垛系列和压铸系列。
	工业机器人工作站	包括通用机器人教学实训台、机床上下料工作站、机床自动化工作站、装配（拧螺丝）工作站、点焊工作站、玻璃底层工作站、涂胶工作站、等离子切割工作站、TIG 焊接工作站、沙福电源焊接工作站、自主电源焊接工作站、电主轴打磨抛光工作站、砂带抛光打磨工作站、气动去毛刺工作站、环形立库存储系统和码垛工作站。

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

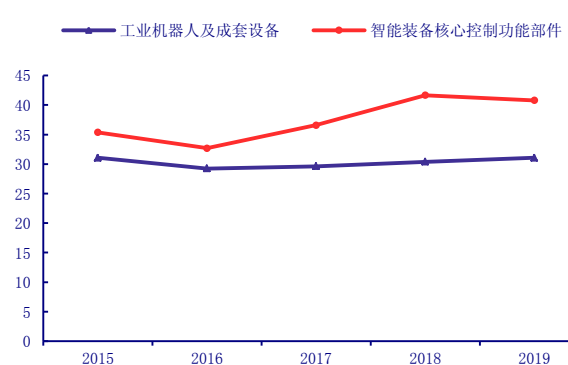
工业机器人在公司营收结构中占比呈增长趋势，毛利率不断改善。公司营业收入主要分为工业机器人及成套设备和智能装备核心控制功能部件两大类，前者 2015-2019 年在营业收入中的占比由 16.32% 提升至 49.27%，有了显著扩大。2020H1 工业机器人毛利率达 35.42%，相较去年同期提高 4.23 个百分点，针对工业机器人本体的研发设计、供应链管理、费用管控等降本方面效果显著，虽然工业机器人及成套设备的毛利率不及智能装备核心控制功能部件，但 16 年至今也在缓慢提升。

图 39: 埃斯顿 2015-2019 年营收结构 (单位: 亿元)



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 40: 埃斯顿 2015-2019 年毛利率变化



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

公司通过一系列外延并购，实现了“全球化”布局。埃斯顿积极探索“国际化”发展战略，

先后收购英国 Trio，德国 Cloos，控股德国 M.A.i公司，入股美国 Barrett，意大利 Euclid 等公司，并在米兰建立欧洲研发中心，在品牌和技术上初步完成国际化布局，为公司实施在运动控制解决方案，智能化协作机器人，康复机器人以及工业 4.0 等方面的发展战略奠定了坚实基础。20 年完成对德国 Cloos 的并表，Cloos 业务在上半年受疫情影响，部分项目交付延后，对收入确认存在一定影响，但年中已恢复正常，我们预计公司业绩自身和在德国 Cloos 的支撑下能保持高速增长。

图 41: 埃斯顿近年外延并购事项

意大利 Euclid Labs 20%股权	<ul style="list-style-type: none"> 2016年2月，140万欧元收购机器视觉公司Euclid Labs 20%股权。收购Euclid Labs提升了公司的3D视觉系统软硬件水平，强化公司的离线编程技术。
英国Trio 100%股权	<ul style="list-style-type: none"> 2017年2月，1550万英镑收购运动控制商TRIO全部股份。TRIO致力于为工业自动化领域提供高精度和高可靠性运动控制技术。
美国Barrett Technology 30%股权	<ul style="list-style-type: none"> 2017年4月，900万美元收购机器人公司Barrett Technology 30%股权。收购Barrett让埃斯顿布局微型伺服系统，打开了除工业运动控制系统以外的领域。
德国M. A. i 50.01%股权	<ul style="list-style-type: none"> 2017年9月，约886.9万欧元收购德国M. A. i. 公司 50.01%股权，完善智能工厂产业链。
德国Cloos 100%股权	<ul style="list-style-type: none"> 2019年8月，1.9607亿欧元收购Cloos100%股权。Cloos是世界上最早拥有完全自主焊接机器人技术和产品的公司之一。

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院整理

产业链多维度布局，提升公司多方技术水平。 Euclid Labs 是知名机器视觉公司，公司将其收购后提升了 3D 视觉系统软硬件水平，强化了离线编程技术。

Trio 拥有全系列运动控制器，在锂电池、3C 电子、包装等行业大量成功应用，公司全资收购 Trio 后既打通了智能装备核心部件上下游产业链，也为其国际化布局打下基础。

Barrett Technology 公司在康复机器人领域具有技术优势，为公司在已有工业机器人优势基础上，进军康复医疗机器人市场创造条件。

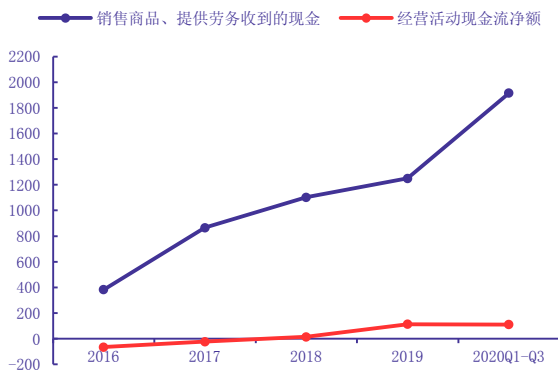
M.A.i.是国际智能制造系统知名供应商，在精密汽车零部件装配和医药行业有深厚的积累，埃斯顿机器人已经批量应用于 M.A.i.工作站和智能制造系统业务。

扬州曙光是一家主营专用领域高端伺服驱动系统、光电对抗设备业务的军工企业，借助公司在运动控制及交流伺服产品技术平台的优势和扬州曙光军工市场的平台，扩大了公司运动控制及交流伺服系统在军工市场的份额。

Cloos 是全球焊接机器人龙头，公司将埃斯顿机器人本体和 Cloos 在焊接上的技术优势结合，使 Cloos 向通用型焊接机器人转型发展，进入更广阔的市场。公司充分利用被收购公司在行业内的技术优势和生产管理经验，与公司自身的业务相结合，实现协同效益，不断完善业务线，提升自身技术水平和竞争力。

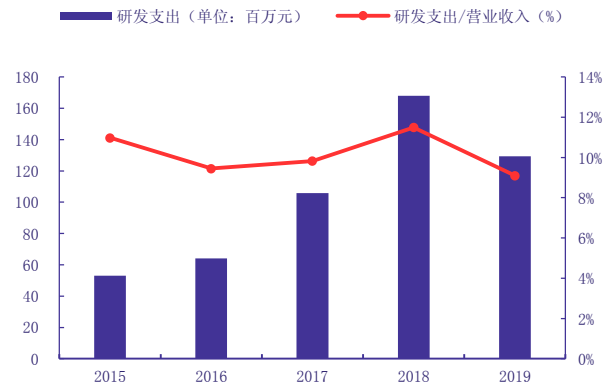
自 2018 年末经营性现金流量净额由负转正后，现金流情况持续向好。2016-2019 年公司销售商品提供劳务现金持续增长，其增速一直高于同期营业收入增速，2020 年前三季度公司经营产生的现金流量净额为 1.11 亿元，同比增长 511.37%。从经营能力角度，公司品牌影响力提升，产品竞争力增强，优质客户数量不断增加，现金回款能力进一步提高。从财务管控角度，公司审慎选择行业和客户，提高客户质量，严格应收账款管理，控制坏账风险，资金管控措施持续有效。

图 42：埃斯顿现金流情况（单位：百万元）



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

图 43：埃斯顿 2015-2019 年研发费用变化



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

公司常年保持较高水平的研发投入比例，2016-2018 年研发支出绝对数额和其占营业收入的比例不断增长。2019 年由于业务机构调整和部分订单进行坏账准备，营业收入同比下降 2.71%，公司进行费用管控，销售费用、管理费用同比下降，但研发费用仍同比增长 1591 万元。长期来看，公司坚持研发投入，为自身提供稳定的发展动力。

公司 Burt 上肢康复机器人取得医疗器械注册证，或将成为未来利润增长点。埃斯顿于 2017 年参股美国巴莱特技术有限责任公司，并合资创立了埃斯顿(南京)医疗科技有限公司，该公司从事医用机器人和养老照护机器人的开发及生产。Burt 康复机器人能在医院、康复中心等康复机构为卒中患者、术后患者、老龄人士、慢性病、残疾人士提供辅助康复治疗。埃斯顿 EM-BURT02-01 型号机器人于 2020 年 8 月 12 日受批准取得医疗器械注册证[苏械注准 20202190951]，公司有望在医疗机器人领域有所突破，并为未来业绩增长提供动力。

公司具备运动控制核心技术，通过外延并购 Cloos、英国 TRIO、美国 BARRETT 和德国 M.A.i，已实现除减速器外的其他零部件全部自主生产。公司下游应用除汽车、3C 等领域外，正逐步向纺织、印刷、包装、木工等领域拓展。今年受突发疫情影响，企业自动化改造积极性不断提升，公司工业机器人及成套装备有望为全年业绩提供支撑。我们认为公司市占率将在行业景气度企稳回升时得到提升，并有望成为中国工业机器人的龙头企业。

对于公司未来的业绩，我们判断如下：1) 随着中国人口红利的消退，机器换人是将来

制造业的趋势,作为具有“核心部件+本体+机器人集成应用”全产业链竞争优势的龙头企业,公司有望受益于工业机器人及智能制造产业未来的巨大发展潜力;2)公司积极保持研发投入,不断通过外延并购完善国际化业务布局,依托 Cloos 公司的技术优势大力开拓焊接机器人市场,具有长期发展动力;3)公司布局医疗领域,迎合市场需求,积极拓展业务,为未来业绩增长提供基础。综上所述,我们对于公司业绩预测如下:

表 44: 埃斯顿各项业务预测 (单位: 亿元)

		2019A	2020E	2021E	2022E
智能装备核心控	营收	7.21	7.96	9.05	10.50
制功能部件	同比	-0.70%	10.37%	13.72%	16.00%
工业机器人及成	营收	7.00	17.37	20.34	23.39
套设备	同比	-4.69%	147.95%	17.09%	15.00%
营业收入合计		14.21	25.32	29.39	33.88
同比		-2.71%	78.16%	16.03%	15.31%

资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

(2) 机器人

新松机器人自动化股份有限公司成立于 2000 年,隶属中国科学院,作为国产机器人龙头,公司拥有机器人核心技术、完整的机器人产品线及工业 4.0 整体解决方案。公司本部位于沈阳,在上海设有国际总部,在沈阳、上海、杭州、青岛等建有产业园区。同时,公司积极布局国际市场,在韩国、新加坡、香港等地设立多家控股子公司及海外区域中心,现拥有 4000 余人的研发创新团队,形成以自主核心技术、核心零部件、核心产品及行业系统解决方案为一体的全产业链。

表 45: 机器人主要业务

主要业务	分类	具体介绍
机器人	工业机器人	划分为通用型机器人与协作机器人,通用机器人主要以 6 轴工业机器人为核心,包括 SCARA 机器人、DELTA 机器人等产品;协作机器人适用于布局紧凑、精准度高的柔性化生产线,主要产品包括单臂协作机器人、双臂协作机器人、复合协作机器人、桌面级协作机器人。
	移动机器人	包括装配型 AGV、搬运型 AGV 和智能巡检 AGV。
	特种机器人	包括自动转载机器人系统、移动机器人转载输送系统、装备自动保障系统、应急救援机器人系统、蛇形机器人等产品。
数字化工厂	服务与医疗机器人	包括松果系列、家系列、智能平台系列、讲解机器人、盘点服务机器人、智能巡检机器人及履带式救援机器人。
	智能装备	主要由激光焊接、切割成套装备、自动化装配、检测系统等组成。
	智能物流	包括自动存储(AS/RS、Shuttle)、输送、搬运、分拣、拆码垛以及智能物流信息系统。
半导体装备	智能交通	包括轨道交通自动售票系统、综合监控系统、屏蔽门系统、一卡通系统。
	设备自动化	主要产品有洁净机械手、大气机械手、EFEM、真空传输平台等。
	工厂自动化	主要产品有 OHT、STOCKER、复合机器人(MR)等。

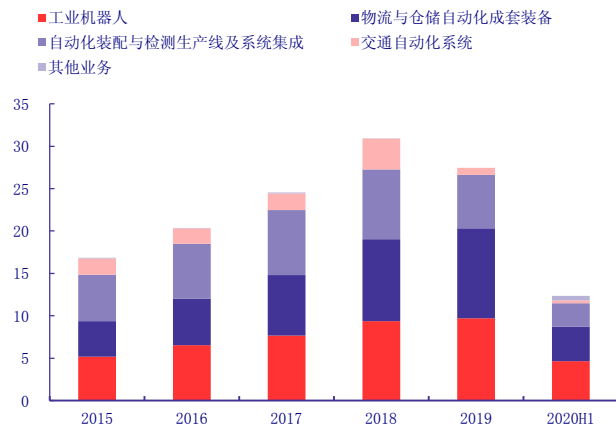
工业软件与控制平台 — 将运动控制、PLC、可视化、机床加工技术、机器人技术、机器视觉、安全技术、状态监测和测量技术集成在同一个系统控制的工业软件平台上,可提供具有良好开放性、高度灵活性、模块化和可升级的、自主可控的互联网控制网络系统

资料来源:公司公告,中国银河证券研究院

工业机器人、智能物流、半导体装备为主要业务,向新兴产业和现代服务业多元化发展。

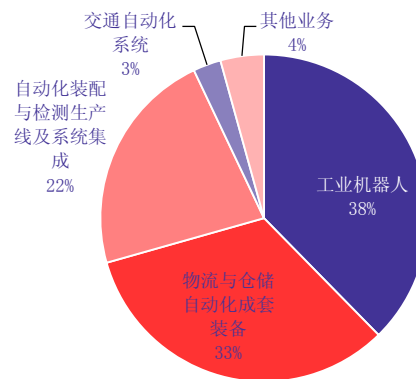
工业机器人为公司收入第一大来源,占比超过三分之一,其中具体包括通用型机器人与协作机器人;智能物流为公司收入的第二大来源,占比约为三分之一。半导体装备方面,由于2019年汽车行业景气度下滑,自动化成套装备收入下滑。2020年上半年,工业机器人实现收入4.65亿元,同比增长1.97%;物流实现收入4.07亿元,同比下降18.34%;自动化装配业务实现收入2.76亿元,同比下降19.05%。

图 46: 机器人近年业务收入结构(单位:亿元)



资料来源:Wind,中国银河证券研究院

图 47: 2020H1 机器人业务结构

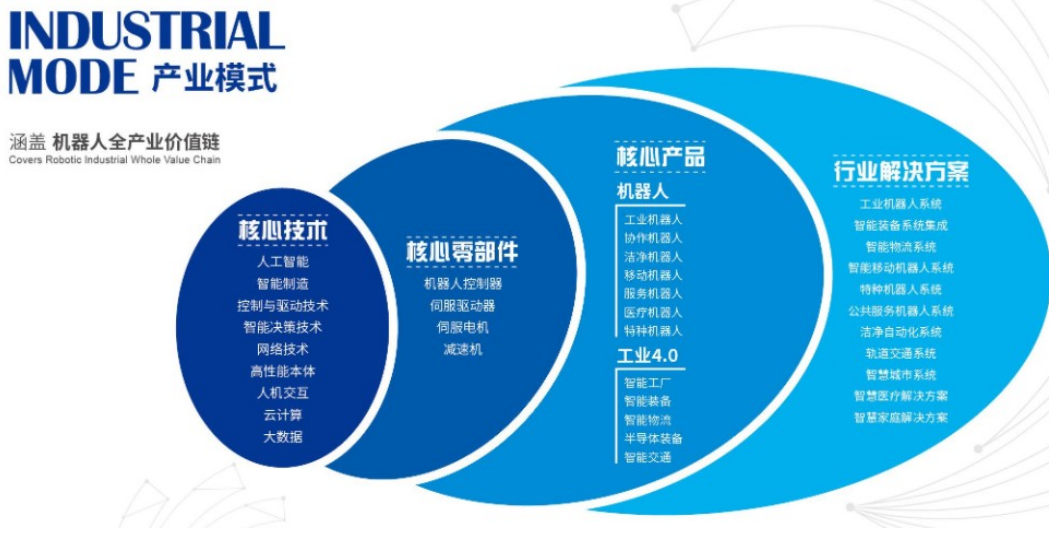


资料来源:Wind,中国银河证券研究院

公司具有自主知识产权的工业机器人、协作机器人、移动机器人、特种机器人、服务机器人五大系列百余种产品,面向智能工厂、智能装备、智能物流、半导体装备、智能交通,形成十大产业方向,致力于打造数字化物联新模式。

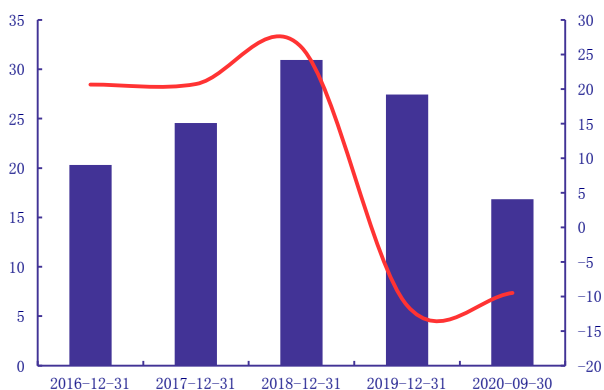
2020年前三季度公司实现营业收入16.86亿元,同比下降9.49%;实现归母净利润3.03亿元,同比增长3.5%。2019年公司营收27.45亿元,同期下降11.29%;归属上市公司股东净利润2.93亿元,同期下降34.81%,主要系受宏观经济环境影响,下游客户固定资产投资放缓,部分客户计划投产项目延期;汽车行业竞争加剧,项目毛利率有所下降。公司半导体装备新产品推广及新技术储备,项目研发投入较多;同时,公司进行全球网络化布局,新设子公司及办事处前期开办费用增加,导致销售费用及管理费用增加。

图 48: 机器人产业布局



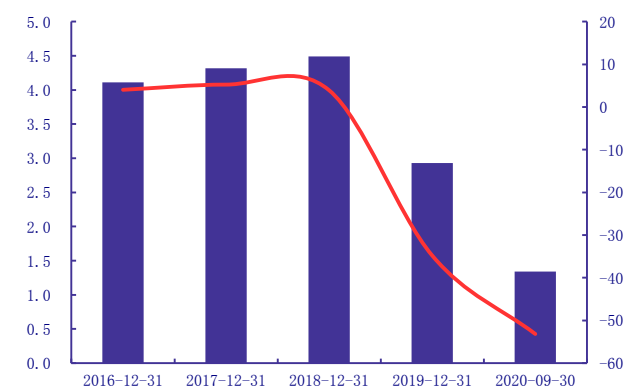
资料来源: 公司公告, 中国银河证券研究院

图 49: 机器人近年营收及同比情况 (单位: 亿元)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图 50: 机器人近年归母净利润情况 (单位: 亿元)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

智能物流装备市场需求旺盛, 公司多领域多地域布局。智能物流作为工业 4.0 重要组成部分, 随着工业 4.0 的临近, 智能物流已是大势所趋。现阶段智能物流装备在烟草、汽车、工程机械、大型零售领域使用较多, 预计未来在冷链、医药、电商、快递、纺织服装、食品饮料等行业会保持较快增长。国外市场方面, 公司智能物流装备出口到欧洲、印度、泰国和马来西亚, 获得客户对公司服务的高度认可; 国内市场方面, 公司智能物流装备在中车、航空航天、烟草、化工等市场实现持续应用; 创新方面, 公司与国内科研院所合作旨在将智能物流渗透到现代农业新领域。

表 51: 机器人智能物流装备产品

产品系列	产品介绍
------	------

自动存储系统	核心产品包括 ASRS、Miniload、Shuttle 等，相关产品性能指标达到国际先进水平，可以广泛应用于各行业自动化仓储领域。
自动搬运系统	包括新松 RGV、新松 AGV，新松 RGV 可以通过程序设定高效率完成托盘或周转箱的取放、运送等任务，并可与上位机或 WMS 系统通讯，结合 RFID、条码等识别技术，实现自动化识别、输送和存取等功能。新松 AGV 是柔性化程度较高的自动化搬运设备。
自动输送分拣系统	包括输送、移栽、分拣、提升设备等。
搬运码垛机器人系统	物流领域主要应用包括拆码垛机器人、上下料机器人等广泛应用于各种行业，满足不同客户需求。定制化设计的挂表机器人、复合机器人、智能换电机机器人、电池箱更换机器人以及移动特种机器人产品填补行业空白，产品性能参数行业领先。
软件信息系统	提供完整的物流网络方案规划、物流系统设计与集成、与 ERP 或 MES 系统无缝衔接，为用户提供更为安心的交钥匙工程。

资料来源：公司官网，中国银河证券研究院

不断拓展半导体装备业务，未来或将成为公司业绩增长点。公司于 2019 年研发的真空机械手已批量应用于北方华创、中科院微电子研究所等企业；2020 年 8 月 19 日，公司拟 18.03 亿用于建设半导体设备及自动化项目，深耕半导体装备业务；在洁净机器人领域，公司完全拥有自主知识产权和核心技术，打破国外技术封锁；作为国内唯一一家真空机械手的供应商，公司自主研发的高端装备自动物料搬运系统（AMHS）已经形成了独立产品线，可以逐步实现国产化替代。

对于公司未来的业绩，我们的判断如下：1) 汽车与 3C 行业等下游行业需求回暖，工业机器人的需求持续增长；2) 中国作为全球第二大半导体设备市场，国内半导体设备需求增长，半导体设备市场空间巨大，半导体装备有望在未来成为公司新的业务增长点。3) 未来智能物流的发展空间巨大，电子商务行业快速发展的带动下，为智能物流带来巨大的市场需求。

表 52：机器人各项业务预测（单位：亿元）



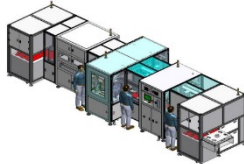


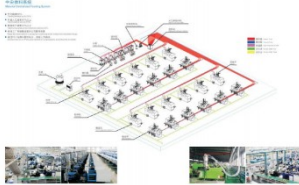
	2019A	2020E	2021E	2022E
工业机	9.72	10.74	12.19	14.04
器人	3.96%	10.50%	13.50%	15.20%
智能物	10.60	8.14	9.96	12.19
流	9.28%	-23.21%	22.38%	22.38%
自动化	6.30	5.20	5.61	6.06
装配	-23.45%	4.51%	7.93%	7.93%
智能交	0.83	2.09	2.17	2.25
通	-77.07%	3.81%	3.81%	3.81%
其他	0.00	0.53	0.53	0.53
营业收入合计	27.45	26.70	30.51	35.05
同比	-11.31%	-2.73%	14.26%	14.91%

资料来源：Wind，中国银河证券研究院

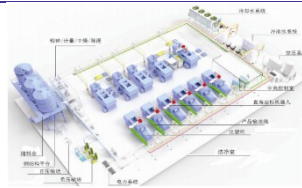
(3) 拓斯达

广东拓斯达科技股份有限公司是国家级高新技术、机器人骨干企业，专注于工业机器人等智能装备软硬件的研发、制造、方案和应用全产业链。公司主营业务为包括工业机器人及自动化应用系统，注塑机及其配套设备、自动供料系统，智能能源及环境管理系统等，产品广泛应用于 3C、新能源、汽车零部件制造、5G、光电、家用电器等领域。

表 53：拓斯达主要业务与产品

主要业务	产品系列	产品分类	产品图片	产品介绍
工业机器人	工业机器人单机	多关节机器人		可以搬运物料、零件、工具或完成多种操作功能的机械装置，拥有较高的自由度，能以其动作复现人的动作和职能，有更大的“万能”性和多目的用途。
		直角坐标机器人		具有定位精准、运动速度快、运行稳定等特点，可应用于直线、平面、立体的工件搬运移栽、检测定位、自动装配等工序，在替代人工、提高生产效率、稳定产品质量等方面具备显著的应用价值。
工业机器人配套设备	工业机器人自动化应用方案	工业机器人自动化应用方案		配套视觉系统、传感器、激光机、直线电机、传输带等辅助设备，规划成套解决方案，广泛应用在 3C、光电、新能源、家用电器、汽车零部件制造、5G 等领域，
注塑机配套设备	注塑机配套设备	三机一体		集除湿、干燥、送料三种功能于一体，使用双层保温的不锈钢干燥桶，用于工程塑料的干燥，除湿，输送。
注塑机配套设备及自动供料系统	注塑机配套设备及自动供料系统	模温机		用于模具的加热和保持模温，提高制品的表面品质和结构强度，提高产品合格率，分为水式和油式两种，广泛用于注塑，挤出，压铸等行业。
自动供料系统	自动供料系统	自动供料系统		采用工业电脑自动对所有机台进行集中控制，实现了对所有用料单元的 24 小时连续自动化供料作业，配合系统中各注塑机配套设备的不同功能，实现“原料→储存→计量→干燥→输送→成型→物流”全过程的自动化生产。

智能能源及
环境管理系
统

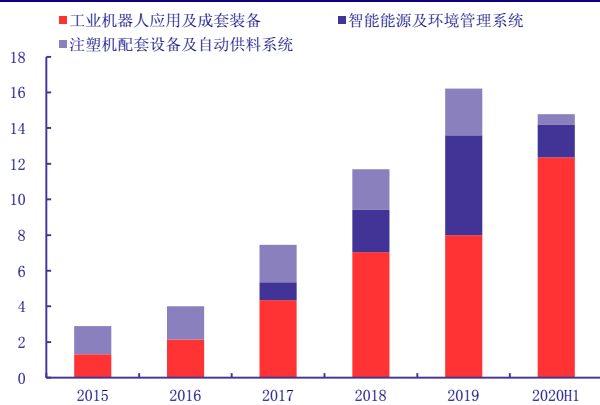


对生产系统的电力、气、水、仓储物料、成品等各分类数据进行采集、处理，并分析项目运行能源、资源消耗状况，分解到单位产品，以便进行能耗分析，实现能源在线监控、节能改造、产业升级及资源的工业互通互联。

资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

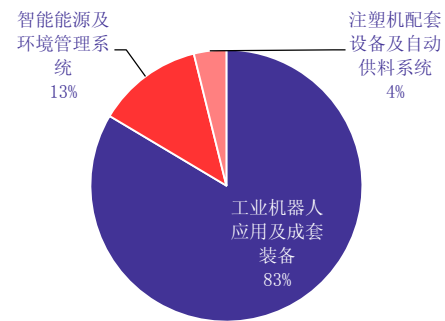
公司以工业机器人、智能能源及环境管理系统、注塑机为主要业务，致力于成为**系统集成+本体(设备)制造+软件开发+工业互联网四位一体的智能制造综合服务商**。工业机器人为公司的主要收入来源，占比约一半，特别是2020H1，占比超过八成，主要原因是疫情影响导致口罩机需求爆发；注塑机相关设备及绿能业务受疫情影响有所下滑。2020H1绿能业务和注塑机业务受疫情影响，营收均有下滑，其中绿能业务实现营收1.86亿，同比下降12.09%，注塑机业务实现营收0.57亿，同比下降54.22%。

图 54：拓斯达近年业务收入结构（单位：亿元）



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

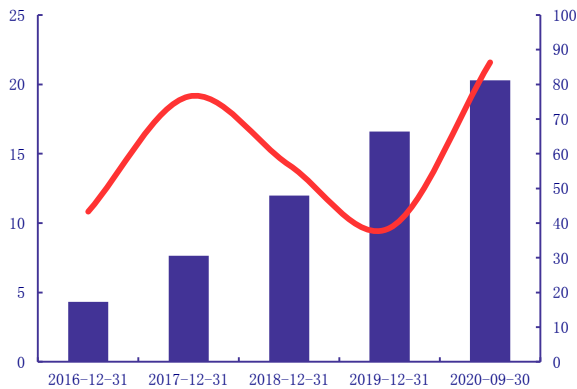
图 55：2020H1 拓斯达业务结构



资料来源：Wind，中国银河证券研究院

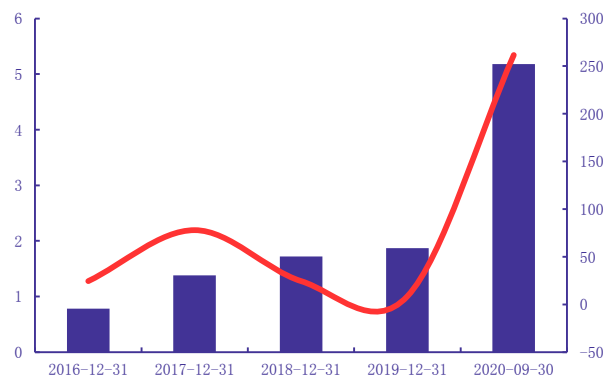
公司近三年的业绩实现了高速增长，2017-2019 年复合增长率高达 56.51%，企业展现出良好的成长性。**公司业绩稳定增长**。2020 年前三季度公司实现营业收入 20.3 亿元，同比增长 86.35%；实现归母净利润 5.18 亿元，同比增长 261.68%。2019 年公司营收 16.6 亿元，同期增长 38.58%；归属上市公司股东净利润 1.87 亿元，同比增长 8.58%，2020 年业绩大涨主要系受新冠疫情影响，口罩机及相关抗疫产品链业务带来的增量。

图 56: 拓斯达近年营收及同比情况 (单位: 亿元)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图 57: 拓斯达近年归母净利润情况 (单位: 亿元)

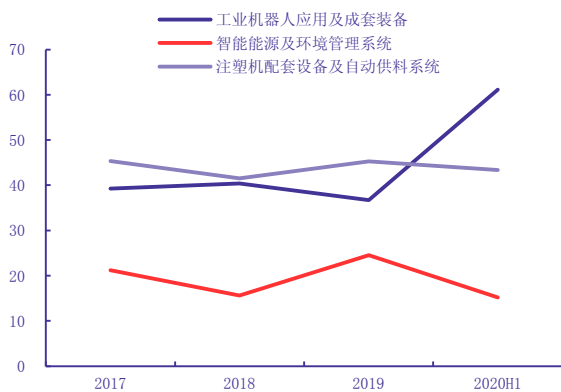


资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

通过外部供应商的整合, 公司的主营业务的毛利率得到了提升, 2020H1 的工业机器人业务毛利率为 61.13%, 同比增加 21.90%, 注塑机业务毛利率为 43.36%, 同比增加 1.62%。公司绿能事业部持续推动年度招标, 确认战略合作供应商, 签署战略合作协议, 进一步实现降本增效。

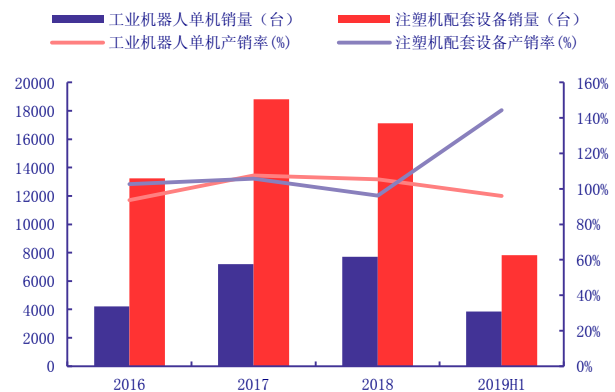
随着公司产能的扩充, 公司机器人单机的销量有所增长。2018 年公司机器人单机销量达到 7720 台, 同比增长 7.34%, 产销率达 105.29%; 注塑机配套设备销量达到 17113 台, 产销率达 96.25%。未来随着公司江苏基地产能投放以及多关节机器人性能的提升, 公司工业机器人单机销售额还有很大增长空间。

图 58: 拓斯达业务毛利率 (单位: %)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

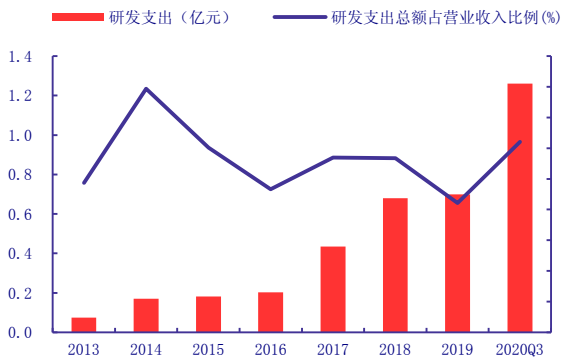
图 59: 拓斯达产品产销情况



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

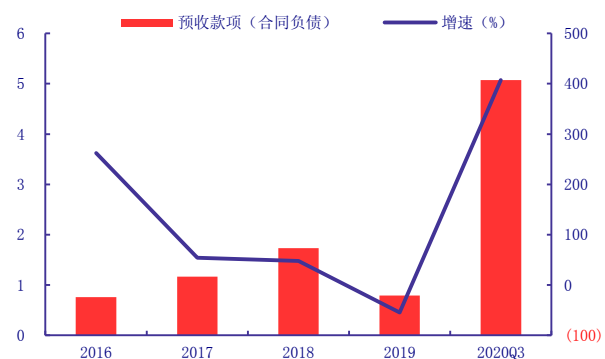
公司订单饱满, 全年业绩具备确定性。2020 年 3 月 17 日公司公告, 获得立讯精密 6.5 亿订单, 约占公司 2018 年营收的 54.36%, 有助于公司未来经营业绩增长。2020Q3 合同负债 5.1 亿元, 同比增长 408%; 存货 7.6 亿元, 同比增长 226%, 公司订单饱满。我们认为随着下游景气度复苏、制造业回暖、公司业务规模不断扩大, 订单持续增长。

图 60: 拓斯达研发支出情况 (单位: 亿元)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

图 61: 拓斯达预收账款情况 (单位: 亿元)



资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

公司研发投入保持高增长。2018 年、2019 年及 2020 年前三季度研发费用分别为 5,963.80 万元、6,991.36 万元、12606.82 万元，研发投入金额逐年增长；研发支出营收占比维持在 5% 左右，2018 年、2019 年及 2020 年前三季度占比分别为 5.67%、4.21%、6.21%；公司自主研发并掌握了工业机器人核心控制技术、伺服驱动及视觉算法，使得公司有能力和对工业机器人进行个性化定制，针对不同行业的不同加工工艺和使用环境，设计并实现工业机器人的差异化控制功能，满足对视觉要求高的工艺需求。同时，公司于 2020 年推出了拓星际系列六轴工业机器人、全自动口罩机等新产品，进一步推动业绩增长。

深入执行大客户战略，整合产业链上下游资源。公司大客户战略继续推进，公司深挖下游行业自动化的头部客户需求，如伯恩光学、立讯精密、比亚迪、欣旺达等客户需求，由注塑相关业务的合作延伸至工业机器人和自动化类业务，公司的业务不断拓展；2020 年新开拓了新能源行业、光电行业的部分上市公司客户。2020 年 10 月 26 日，公司表示拟使用约 1.3 亿元受让埃弗米原股东部分股权及认购新增注册资本，合计持有埃弗米 51% 的股份。埃弗米主营业务为五轴联动机床、高速加工中心、磨床等工业母机数控机床的自主研发、生产与销售，产品应用于航空航天、汽车、医疗、军工、精密模具与机械零件加工等行业领域。此次增资将整合产业链上下游资源，技术协同发展，推动公司业绩进一步增长。

在人口红利逐渐消失、劳动力成本大幅上涨的背景下，随着下游领域制造业企业对生产自动化需求的持续增长，市场将更倾向于选择具备性价比优势、定制化程度高的产品，公司的市场占有率将进一步提高。

对于公司未来的业绩，我们判断如下：1) 公司新增合同量持续增长，有效支撑板块未来业绩，下游大客户的体量放开，未来市占率存在进一步提升空间；2) 5G 拉动 3C 领域增长、政策扶持新能源车、汽车自动化改造、新能源领域的光伏投资持续增长、医药领域的制造设备和生产线需求旺盛，机器人行业的下游制造业景气度回升，预计业绩可以保持稳定增长；3) 公司研发支出不断增长，帮助公司不断实现核心技术创新，保持收入和利润的高速增长。综上所述，我们对于公司业绩预测如下：

表 62: 拓斯达各项业务预测 (单位: 亿元)

	2019A	2020E	2021E	2022E
--	-------	-------	-------	-------

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

工业机器人	营收	8.00	18.35	20.28	22.75
	同比	13.48%	129.38%	10.50%	12.20%
注塑机业务	营收	2.61	1.14	1.28	1.40
	同比	13.97%	-56.32%	12.17%	9.17%
绿能业务	营收	5.60	7.55	9.06	10.42
	同比	137.29%	34.82%	20%	15%
营业收入合计		16.60	27.04	30.62	34.57
同比		38.56%	62.89%	13.22%	12.90%

资料来源: Wind, 中国银河证券研究院

五、风险提示

下游行业投资不及预期的风险; 工业机器人需求大幅下滑的风险; 行业竞争加剧的风险。

分析师承诺及简介

本人承诺，以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告的具体推荐或观点直接或间接相关。

李良 机械军工行业组组长

证券从业近 8 年。清华大学 MBA，2015 年加入银河证券。曾获 2019 年新浪财经金麒麟军工行业新锐分析师第二名，2019 年金金融界《慧眼》国防军工行业第一名，2015 年新财富军工团队第四名等荣誉。

范想想 机械行业分析师

日本法政大学工学硕士，哈尔滨工业大学工学学士，2018 年加入银河证券研究院。曾获奖项包括日本第 14 届机器人大赛团体第一名，FPM 学术会议 Best Paper Award。曾为新财富机械军工团队成员。

评级标准

行业评级体系

未来 6-12 个月，行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）相对于基准指数（交易所指数或市场中主要的指数）

推荐：行业指数超越基准指数平均回报 20%及以上。

谨慎推荐：行业指数超越基准指数平均回报。

中性：行业指数与基准指数平均回报相当。

回避：行业指数低于基准指数平均回报 10%及以上。

公司评级体系

推荐：指未来 6-12 个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 20%及以上。

谨慎推荐：指未来 6-12 个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 10%-20%。

中性：指未来 6-12 个月，公司股价与分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报相当。

回避：指未来 6-12 个月，公司股价低于分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 10%及以上。

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券）向其机构客户和认定为专业投资者的个人客户（以下简称客户）提供，无意针对或打算违反任何地区、国家、城市或其它法律管辖区域内的法律法规。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户投资咨询建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告而取代自我独立判断。银河证券认为本报告所载内容及观点客观公正，但不担保其内容的准确性或完整性。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。链接网站的内容不构成本报告的任何部份，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河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。银河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。

银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。若您并非银河证券客户中的机构专业投资者，为保证服务质量、控制投资风险、应首先联系银河证券机构销售部门或客户经理，完成投资者适当性匹配，并充分了解该项服务的性质、特点、使用的注意事项以及若不当使用可能带来的风险或损失，在此之前，请勿接收或使用本报告中的任何信息。

银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券书面授权许可，任何机构或个人不得以任何形式转发、转载、翻版或传播本报告。特提醒公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告。

银河证券版权所有并保留一切权利。

联系

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路 3088 号中洲大厦 20 层

上海浦东新区富城路 99 号震旦大厦 31 层

北京市丰台区西营街 8 号院 1 号楼青海金融大厦 15 层

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深沪地区：崔香兰 0755-83471963 cuixianglan@chinastock.com.cn

上海地区：何婷婷 021-20252612 hetingting@chinastock.com.cn

北京地区：耿尤磊 010-66568479 gengyouyou@chinastock.com.cn