

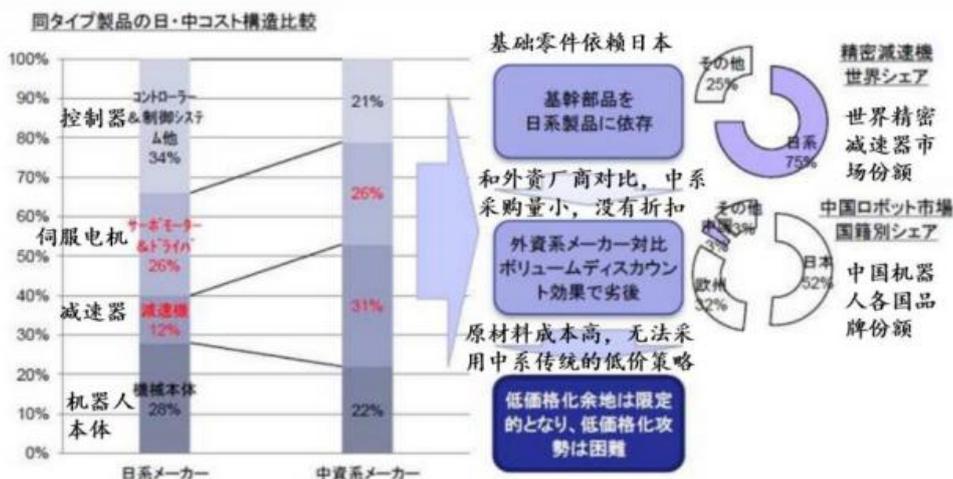
绿的谐波 VS 中大力德 VS 昊志机电

2021 年 10 月跟踪，机器人减速器产业深度梳理

今天我们跟踪的产业链，是工业机器人减速器。

减速器，是工业机器人上游三大核心零部件之一，在工业机器人整机中成本占比约 13%-30%（国产和外资品牌存在差异，国产品牌机器人减速器占成本的比例超过 30%，日系等外资品牌机器人减速器占成本的比例约为 12%-13%）。

图 30：中国与日系机器人成本构成差异图



资料来源：《平成 29 年度製造基盤技術実態等調査報告書》、招商证券

图：工业机器人成本构成

来源：招商证券

此外，伺服电机、控制器也是工业机器人的两大核心零部件，占成本的比重均在 20%左右。

绿的谐波，2021 年中报，实现营业收入 1.84 亿元，同比增长 108.16%，实现归母净利润 0.83 亿元，同比增长 144.98%。其 2020 年全年实现营业收入 2.17 亿元，同比增长 16.47%；归母净利润 0.82 亿元，同比增长 40.31%。

中大力德，2021 年中报，实现营业收入 4.93 亿元，同比增长 47.58%，实现归母净利润 0.43 亿元，同比增长 13.05%。其 2020 年全年实现营业收入 7.61 亿元，同比增长 12.48%，实现归母净利润 0.7 亿元，同比增长 33.76%。

昊志机电，2021 年中报，实现营业收入 6.19 亿元，同比增长 34.87%，实现归母净利润 1.04 亿元，同比增长 59.62%。其 2020 年全年实现营业收入 8.74 亿元，同比增长 148.75%，归母净利润 0.75 亿元，同比提升 148.13%。

根据机构对行业增长景气度的预期来看：

绿的谐波——2021-2023 年，wind 机构一致预测收入规模为 3.91 亿元、5.87 亿元、8.3 亿元，预期同比增速约为 80.73%、50.03%、41.39%。

昊志机电（仅有天风给出了预期）——2021-2023 年，天风预测收入规模为 11.59 亿元、14.69 亿元、18.44 亿元，预期同比增速约为 32.65%、26.68%、25.5%。

中大力德：无机构一致预期。

工业机器人产业链分为：

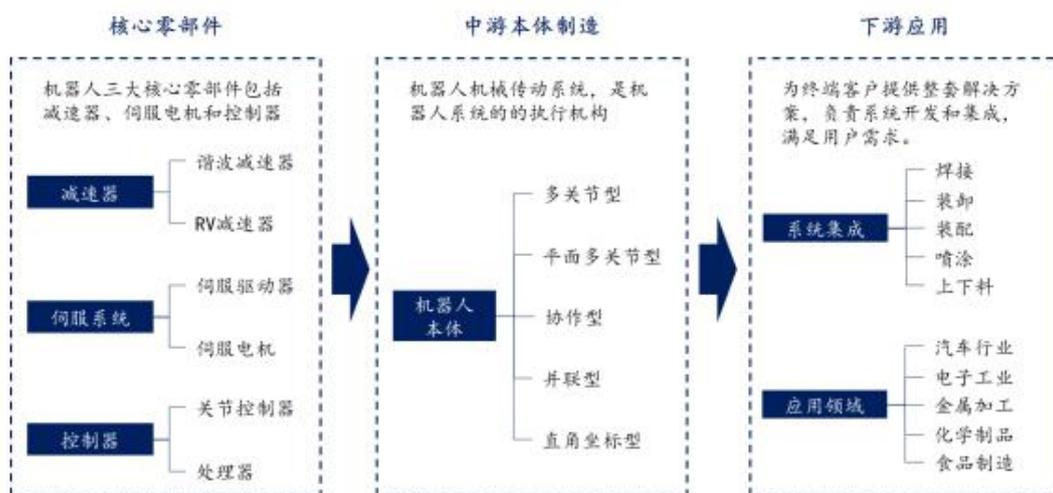
上游——核心零部件，三大核心零部件包括减速器、伺服电机和控制器，其中减速器技术壁垒较高，全球龙头为两家日本企业，纳博特斯克（RV 减速器）和哈默纳科（谐波减速器），二者合计市占率超过 70%。其他参与者还包括日本新宝、住友电工等。

当前，我国具备工业机器人减速器规模化量产能力的参与者包括：绿的谐波（谐波减速器）、南通振康（未上市，RV 减速器）、中大力德（RV 减速器）、中技克美（航天专用谐波减速器）等。

此外，昊志机电、秦川机床、双环传动、上海机电均在进行研发布局，但尚未规模化量产（进入下游机器人厂商供应链）。

中游——本体制造，全球龙头为机器人四大家族（安川电机、发那科、ABB、库卡），四大家族在国内工业机器人市占率约为 40%；国内参与者包括埃斯顿、汇川技术、新松机器人、拓斯达、埃夫特、新时达等。

下游——系统集成（根据终端客户具体需求提供整体解决方案）与行业应用（主要应用行业为汽车、电子、金属加工、化工、能源、食品饮料等）。



图：机器人产业链

来源：广发证券

看到这里，有几个值得思考的问题：

1) 国产减速器（工业机器人领域），增长变动的原因是什么？

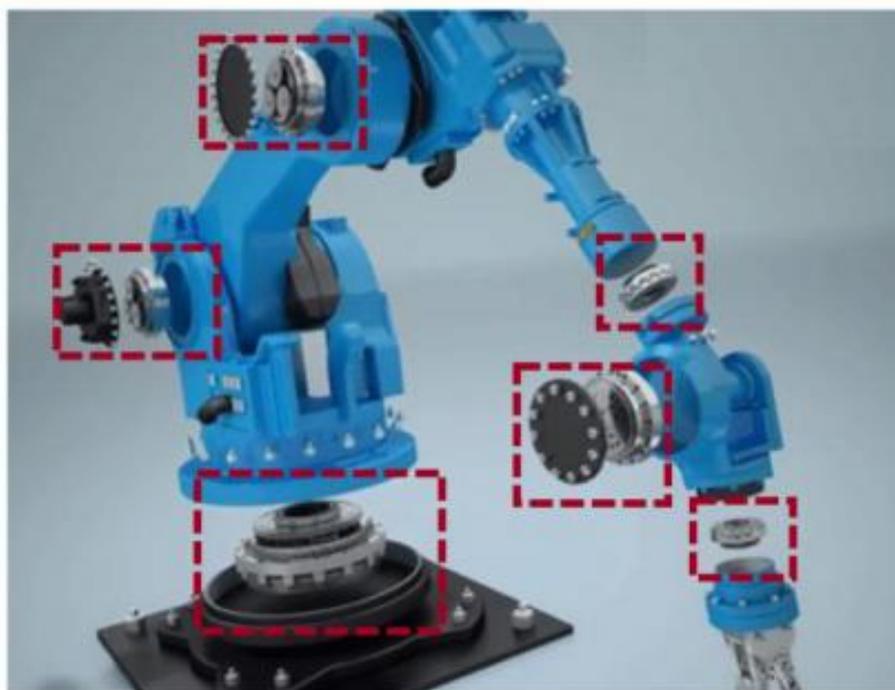
2) 该市场未来增长的驱动力是什么？这条产业链上的企业，未来发展方向是什么？关键经营数据变动如何？

(壹)

工业机器人的运动，依靠伺服电机驱动，但伺服电机运行特点是转速快、扭矩小，这与机器人关节所需要的转速慢、扭矩大相矛盾。另外，伺服电机在低频运转下容易发热和出现低频振动，无法保证机器人高精度工作。

为了保证工业机器人高精度正常运行，则需要**减速器**的参与。

图 12：减速器在六轴机器人上的应用



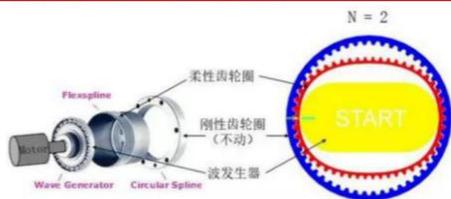
资料来源：安川、招商证券

图：减速器

来源：安川电机官网、招商证券

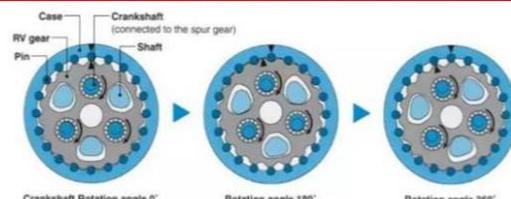
减速器是多个齿轮组成的传动零部件，利用齿轮的啮合改变电机转速，改变扭矩及承载能力、实现精密控制。它可以精确地将伺服电机转速降低到工业机器人各个部位需要的速度，提高定位精度、输出更大的扭矩。

图 40：谐波减速器工作原理拆解



资料来源：CEC、招商证券

图 41：RV 减速器工作原理拆解



资料来源：CEC、招商证券

图：减速器技术原理

来源：CEC、招商证券

工业机器人采用的精密减速器，主要分为谐波减速器和 RV 减速器两类，两者技术原理和适用场景均有所不同，且不能相互替代：

RV 减速器——技术上通过多级减速传递运动，一般由行星齿轮减速器的前级和摆线针轮减速器的后级组成，零部件较多。

RV 减速器具有高刚性和扭矩承载能力（负载能力），同时体积较大。适合机器人大臂、基座等重负载部位。

当前，RV 减速器的价格区间在 5000-8000 元（价格数据来自 2019-2020 年，下同）。

谐波减速器——技术上通过柔轮的弹性变形传递运动，主要由柔轮、刚轮、波发生器三个核心零部件组成。

与 RV 减速器相比,谐波减速器使用材料的体积、重量有大幅度下降。因此,其具备体积小、运动精度高的特点,适合机器人小臂、腕部、手部等需要精细化操作的部位(在输出力矩相同时,谐波减速器的体积可减少 2/3,重量可减轻 1/2)。当前,谐波减速器价格区间在 1000-5000 元。

主流技术指标	RV 减速器	谐波减速器
背向间隙	≤60 arc sec	≤20 arc sec
传动效率	>80%	>75%
温升	≤45°C	≤40°C
噪声	≤70db	≤60db
减速比	30-192.4	30-160
额定转矩下使用寿命	>6,000h	>8,000h
额定输出转矩	101-6,135 N m	6.6-921 N m
扭转刚性	20-1,176 N m/arc min	1.34-54.09 N m/arc min

图：谐波减速器、RV 减速器技术参数

来源：绿的谐波招股书

从两者的应用场景上来看：RV 减速器主要应用于需要配备重负载机器人的汽车加工、金属加工、运输、港口码头等行业；而谐波减速器，主要应用于需要轻负载（30kg 以下）机器人，且具备精细化操作能力的 3C 电子、半导体，食品、注塑、磨具、医疗等行业。

从终端应用领域来看，汽车制造、电气电子是工业机器人下游主要领域，2019 年占比分别为 28.2%和 23.6%。因此，仅从当前机器人应

用领域来看，RV 减速器和谐波减速器的应用市场规模相近，但考虑到 RV 减速器的单价较高，所以当下 RV 减速器整体市场规模领先于谐波减速器（暂无具体占比数据）。

图 19：2018-19 年其他领域机器人需求占比显著提升



数据来源：IFR，国泰君安证券研究

图：工业机器人下游应用领域

来源：IFR、国泰君安证券研究

但需要注意，其他领域（难以细化）需求占比自 2018 年起显著提升，2018、2019 年分别达到 28.1%和 28.4%。

根据行业调研情况来看，其他领域的需求更注重自动化到智能化提升，从替代简单重复劳动、向协作提升人力劳动效率转变，应用领域

偏向轻负载，而对机器人精度和协作性要求将持续提升，进而提升谐波减速器的整体需求。

(贰)

我们先看各家的收入结构：

绿的谐波——2020 年年报收入 2.17 亿元，94%来自减速器及金属部件 (2.04 亿元)，3.76%来自机电一体化产品 (0.08 亿元)，2.16%来自其他业务 (0.05 亿元)。



图：绿的谐波收入结构

来源：塔坚研究

减速器及金属部件业务是其收入增长的主要驱动力,其减速器产品为谐波减速器,下游需求主要来自工业机器人领域。

从发展历史来看,绿的谐波 2003 年开始投入谐波减速器研发,2009-2012 年实现技术突破和试生产,2015 年实现较大规模量产并打入主流机器人品牌供应链。

其国内客户包括埃夫特、埃斯顿、新时达、新松机器人、华数机器人等,而且已与 ABB、那智不二越等海外机器人品牌建立合作关系(提供精密零部件)。

图 1: 公司发展历史



数据来源:绿的谐波官网,广发证券发展研究中心

图: 绿的谐波发展历史

来源: 广发证券研究所

中大力德——2020 年年报收入 7.61 亿元，73.25%来自减速电机（5.57 亿元），24.51%来自减速器（1.86 亿元），2.24%来自配件及其他业务（0.17 亿元）。



图：中大力德收入结构

来源：塔坚研究

中大力德收入增长主要由减速电机业务驱动，主要应用于机床领域（金属切削机床）。其减速器业务包括精密减速器、传动行星减速器和 RV 减速器，仅 RV 减速器用于工业机器人领域（RV 减速器有少量出货）。

从发展历史来看，其 RV 减速器业务于 2012 年开始投入研发，于 2015 年实现技术突破，并开始有小批量生产。



图：中大力德发展历程

来源：中泰证券

昊志机电——2020 年年报收入 8.74 亿元，41.22%来自主轴整机（3.6 亿元），29.57%来自运动控制产品（2.59 亿元），19.3%来自转台（1.69 亿元），9.83%来自零配件及维修（0.86 亿元）。



图：昊志机电收入结构

来源：塔坚研究

从收入增长驱动来看，主轴整机是昊志机电收入增长的主要驱动力。

其主轴整机主要用于 PCB（PCB 钻孔机）、以及消费电子相关产品（玻璃防护屏、金属外观件、结构件等）的加工设备（数控雕铣机）。

从产业链拆分来说，昊志机电其实应该放在数控机床配件行业里，主轴技术是保证该类加工设备的动态性能、加工精度、加工效率和可靠性的关键技术之一。考虑到其正在研发减速器，且市场关注度也较高，我们也加入本篇做个大致对比。

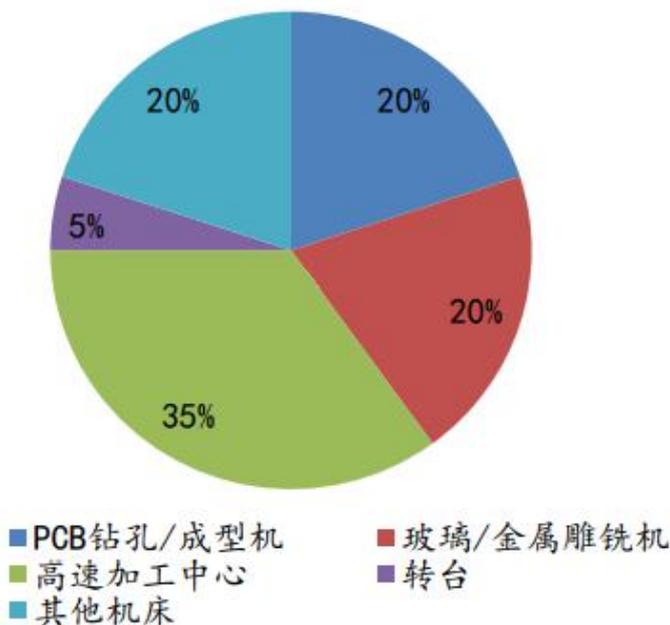


图：在数控机床工作中的电主轴

来源：新时代证券

2019 年之前,按照下游应用领域划分,其收入接近 80%来自于 PCB、消费电子加工设备领域,代表客户有富士康(生产线定制)、大族数控、中国台湾大量、维嘉、创世纪、润星等。

图3： 2019 年之前公司按下游收入占比结构



资料来源：公司公告，新时代证券研究所

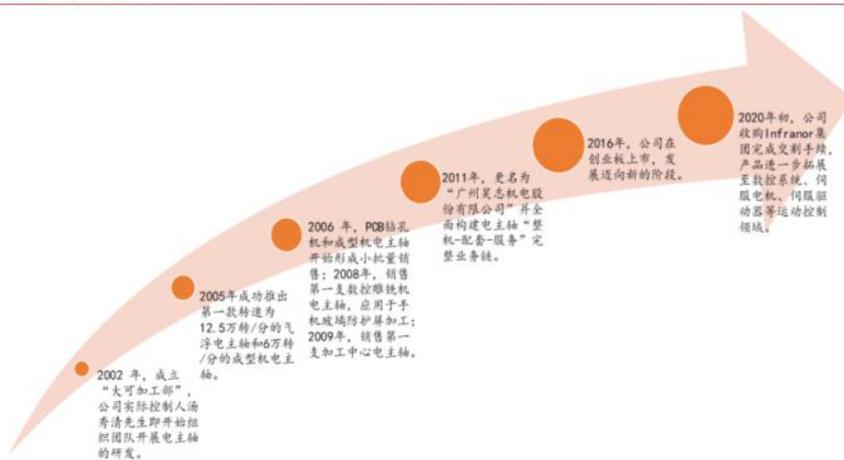
图：瑞诺集团并表之前按照下游领域划分的收入结构

来源：年报、新时代证券

2019 年昊志机电收购瑞士瑞诺集团 (Infranor, 自动化驱动及控制类产品制造商), 主要业务包括伺服电机、驱动器、数控系统和电子信号放大器等, 由此拓展了运动控制产品线。

从历史来看，昊志机电围绕消费电子加工设备的核心配件（主轴）起家，进而扩充“主轴产品线”（从 PCB，扩展至玻璃防护屏、金属外观件、结构件等）。并且通过“自研+收购”的方式切入工业机器人上游核心零配件（伺服电机、控制器、减速器）。

图表 1: 公司发展历程



来源：公司公告，中泰证券研究所

图：昊志机电发展路径

来源：中泰证券

在减速器方面，根据昊志机电年报中的表述，在 2014 年开始进行谐波减速器的研发，并进一步开发了机器人关节模组、RV 减速器、末端执行机构等相关产品。但需要注意的是，截止 2020 年其并未披露相关量产信息和相关收入规模。

综上，从减速器收入规模来看：

绿地谐波 (约 2 亿) > 中大力德 (机器人用 RV 减速器相关收入未详细披露, 仅有小规模量产) > 昊志机电 (尚未实现量产, 且未披露相关收入)。

(叁)

理清了业务构成, 我们再来看过去三年的收入增长情况, 具体来看:

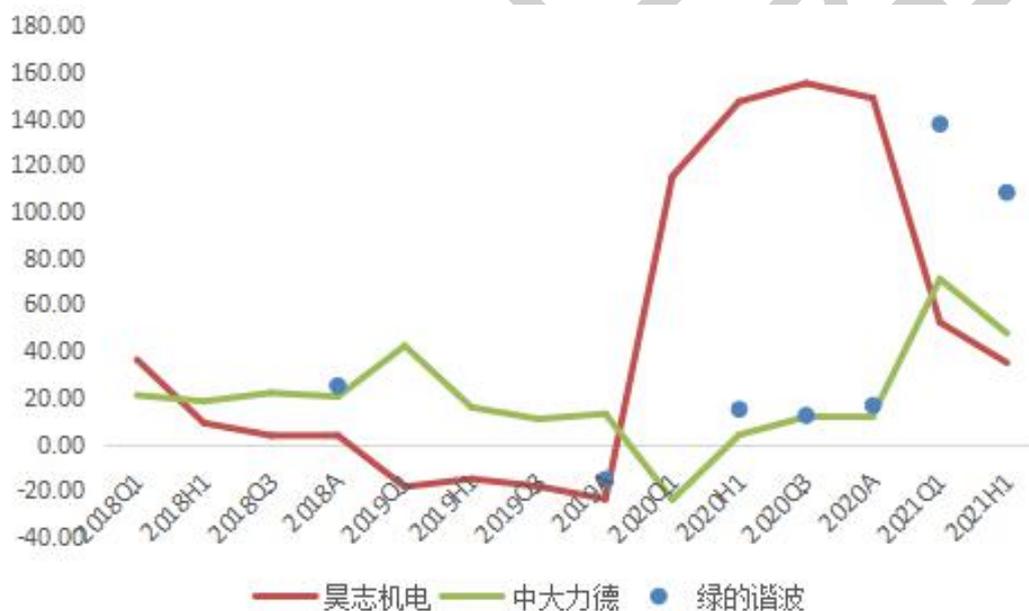
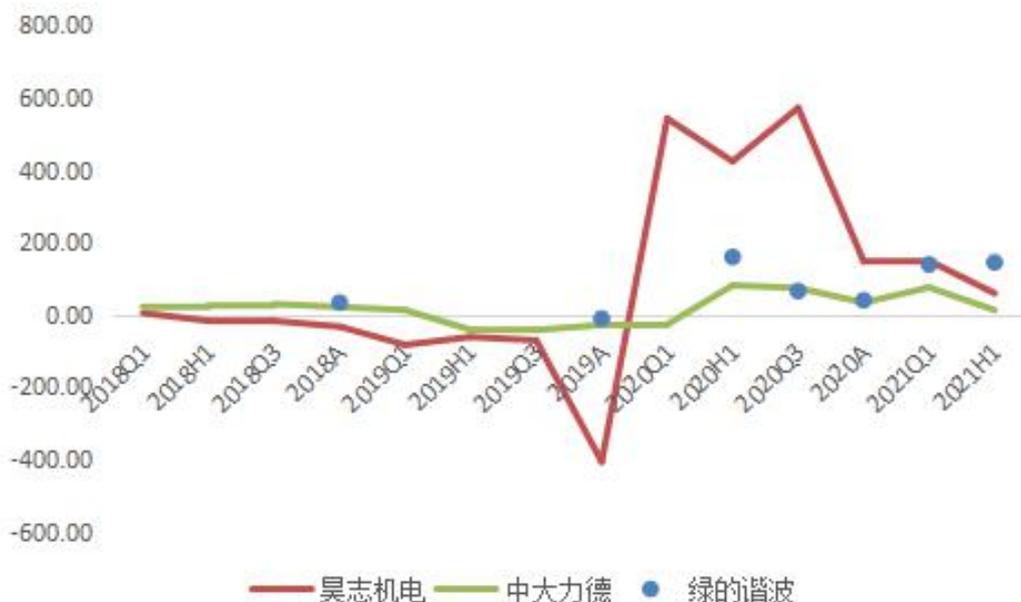


图: 收入增长 (%)

来源: 塔坚研究



图：归母净利润增长 (%)

来源：塔坚研究

绿的谐波——2021年Q1、Q2收入增长较高，主要得益于下游工业机器人需求增长（2021年上半年国内规模以上企业工业机器人产量为173630台，同比增长69.8%），以及订单放量（部分实现国产替代）。

此外，2019年收入下滑，主要受下游汽车和3C行业等需求低迷（固定资产投资放缓，进而影响机器人采购）影响，导致其谐波减速器销量（同比下降3.91%）和单价（同比下降10.72%）同时下滑。

此外，2020年一季度收入下滑，主要受卫生事件影响所致。

其归母净利润增速在 2020 年略高于收入增速，主要原因是销售、管理费用率有所下降。

中大力德——2020 年 Q1 卫生事件影响收入增速下滑；2020 年下半年-2021 年，收入增速恢复，主要受益于下游机床等工业设备进入替换周期，行业景气度提升。

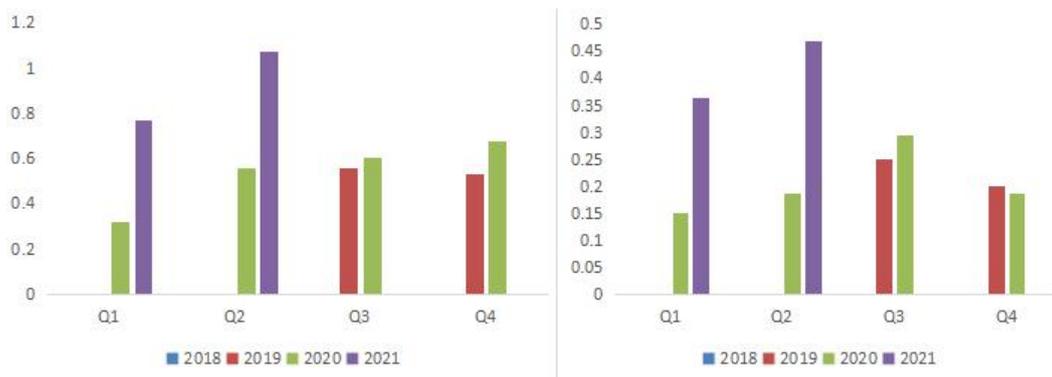
昊志机电——2019 年，受下游需求（消费电子加工设备）收缩影响有所下滑，全年收入负增长；2019 年年报利润下滑较大，主要受计提资产减值损失和信用减值损失影响。2020 年收入增长主要受收购瑞诺集团影响（新增运动控制业务）。

(肆)

然后，我们拉近视角，看看近期情况：

绿的谐波——2021 年中报，实现营业收入 1.84 亿元，同比增长 108.16%，实现归母净利润 0.83 亿元，同比增长 144.98%。

其收入和利润在 2021 年上半年加速增长，主要原因是下游机器人厂商部分采用国产减速器进行了进口替代。

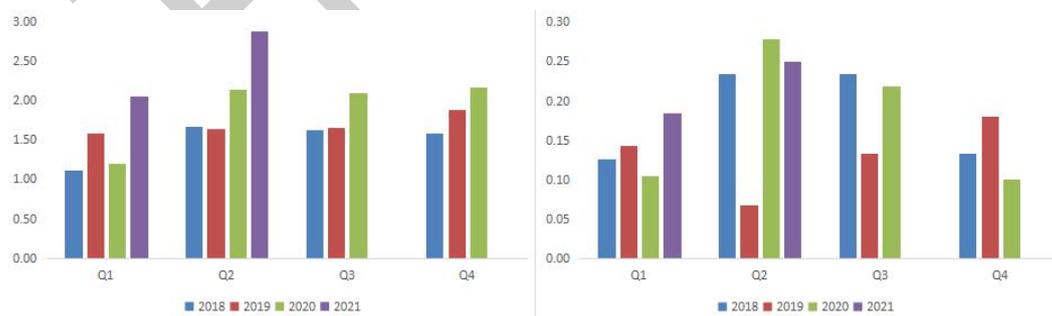


图：绿的谐波收入（左）及归母净利润（右）

来源：塔坚研究、Wind

中大力德——2021 年中报，实现营业收入 4.93 亿元，同比增长 47.58%，实现归母净利润 0.43 亿元，同比增长 13.1%。

其 2019 年利润规模有所下滑，主要原因是收入增长低于费用（销售、研发）增长，并且存在少量资产减值和信用减值损失（应收坏账和存货跌价，合计占收入比例低于 1.7%）。



图：中大力德收入（左）及归母净利润（右）

来源：塔坚研究、Wind

昊志机电——2021 年中报，实现营业收入 6.19 亿元，同比增长 34.87%，实现归母净利润 1.04 亿元，同比增长 59.62%。其 2021 年收入和利润增速较快，主要得益于下游机床行业景气度较高，PCB、消费电子等加工设备对于主轴业务的需求旺盛。

其利润在 2019 年 Q4 亏损幅度较大，主要原因是计提信用减值损失（应收坏账计提）、资产减值损失（存货跌价）所致。根据 2019 年年报数据，其信用、资产减值损失合计占收入比例超过 46%。



图：昊志机电收入（左）及归母净利润（右）

来源：塔坚研究、Wind

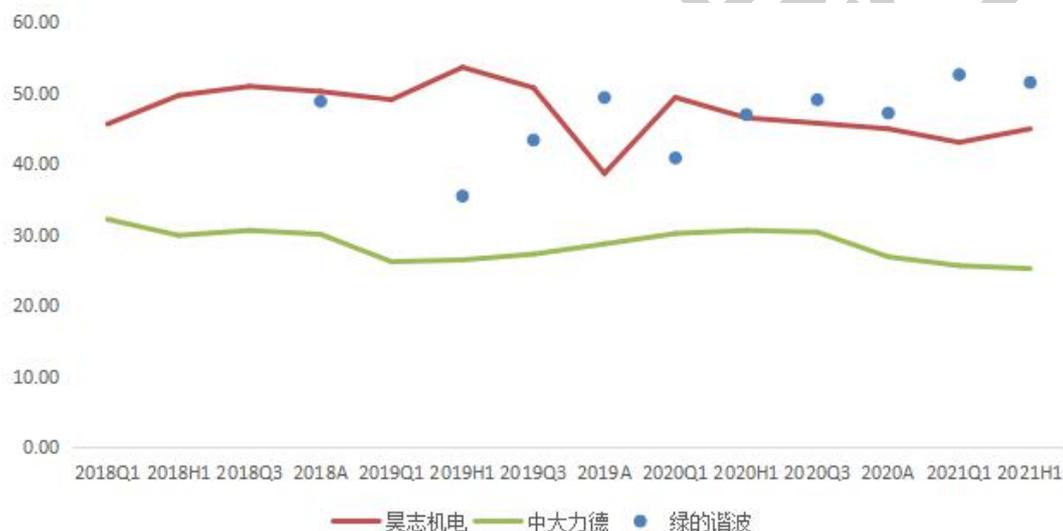
(伍)

再来看它们的利润率与费用率的情况：

毛利率角度来看——绿的谐波~昊志机电 > 中大力德。

三者毛利率的差异主要由于三者的业务存在一定差异。

其中，绿的谐波的主要业务工业机器人用减速器、以及昊志机电的PCB和消费电子生产设备主轴（机床核心部件）的毛利率，高于中大力德的主营业务机床用减速电机（国产化程度较高）。



图：毛利率对比

来源：塔坚研究、Wind

从减速器成本结构来看，以绿的谐波为例，减速器成本主要包括材料（27%-30%，主要包括钢材、铝材、轴承等）、人工成本（20%-30%）和制造费用（25%-27%，主要包括车间管理人工工资、能源费用、折旧等）。其中，人工成本占比持续提升。

单位：万元

项目	2019 年度		2018 年度		2017 年度	
	金额	占比	金额	占比	金额	占比
直接材料	2,956.00	31.77%	3,068.72	27.33%	2,596.98	27.96%
直接人工	2,809.33	30.19%	2,741.56	24.42%	1,977.21	21.29%
制造费用	2,550.03	27.41%	2,794.73	24.89%	2,353.58	25.34%
外协费用	989.07	10.63%	2,622.63	23.36%	2,360.02	25.41%
合计	9,304.43	100.00%	11,227.64	100.00%	9,287.79	100.00%

图：成本结构

来源：绿的谐波招股书

净利率角度来看——绿的谐波 (30%-40%，有小幅提升趋势) > 昊志机电、中大力德。并且，昊志机电因资产、信用减值问题净利率波动较大。



图：净利率

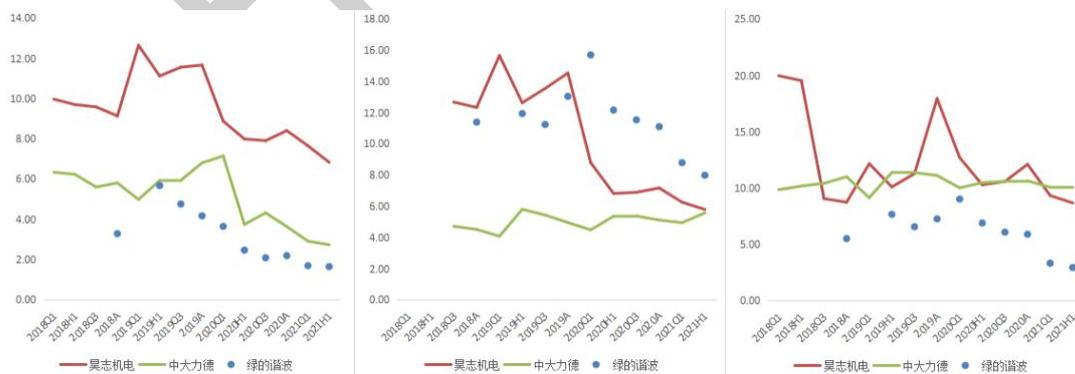
来源：塔坚研究

从费用率投入力度看——

1) 研发费用：绿的谐波在研发投入力度方面较大，而中大力德研发费用率较低，可能由于其主营产品减速电机的技术含量较低所致。

此外，需要注意的是，昊志机电机器人各类零部件全线布局，整体研发费用率却低于专注减速器的绿的谐波。

2) 销售及管理费用：昊志机电在销售、管理费用方面投入较高，可能由于其业务线较多，管理、市场开拓方面投入较大（昊志机电在机床主轴、转台，机器人三大零部件全面布局。但需要注意的是，其具备较为明显竞争优势的产品，当前来看仅为PCB、消费电子设备主轴，该领域其实现了部分国产替代，海外竞争对手为英国西风公司）。



图：销售费用率、研发费用率、管理费用率

来源：塔坚研究、Wind

(陆)

对于工业机器人减速器市场规模预测，我们采用公式：

$$\text{减速器市场规模} = \text{工业机器人产量} * \text{单位机器人减速器用量} * \text{减速器单价}$$

(后文还有大约 6000 字内容，详见产业链报告库)

.....
以上，仅为本报告部分内容,仅供试读。

如需获取本报告全文及其他更多内容，请订阅产业链报告库。

一分耕耘一分收获，只有厚积薄发的硬核分析，才能在关键时刻洞见未来。

· 订阅方法 ·

长按下方二维码，一键订阅



扫码了解核心产品-产业链报告库

了解更多，可咨询工作人员：bgysyxm2018

【参考资料】【1】招商证券：绿的谐波，撬动中国机器人的支点；【2】广发证券：绿的谐波，谐波减速器龙头，具备全球竞争力；【3】国泰君安：绿的谐波，精密减速器国产替代龙头，受益制造业自动化需求爆发；【4】中泰证券：昊志机电，电主轴龙头，收购欧洲老牌数控系统厂商获新动能；【5】中泰证券：中大力德，减速器与减速电机优势企业，工业自动化复苏助推业绩增长。

【版权、内容与免责声明】 1) 版权：版权所有，违者必究，未经许可不得翻版、摘编、拷贝、复制、传播。2) 尊重原创：如有引用未标注来源，请联系我们，我们会删除、更正相关内容。3) 内容：我们只做产业研究，以服务于实体经济建设和科技发展为宗旨，本文基于各产业内公众公司属性，据其法定义务内向公众公开披露之财报、审计、公告等信息整理，不采纳非公开信息，不为未来变化背书，不支持任何形式决策依据，不提供任何形式投资建议。我们力求信息准确，但不保证其完整性、准确性、及时性，亦不为任何个人决策和市场变化负责。内容仅服务于产业研究需求、学术讨论需求，不提供证券期货市场之信息，不服务于虚拟经济相关人士、证券期货市场相关人士，以及无信息甄别力之人士。如为相关人士，请务必取消对本号的关注，也请勿阅读本页任何内容。4) 格式：我们仅在微信呈现部分内容，标题内容格式均自主决定，如有异议，请取消对本号的关注。5) 主题：鉴于工作量巨大，仅覆盖部分产业，不保证您需要的行业都覆盖，也不接受任何形式私人

咨询问答，请谅解。6) 平台：内容以微信平台为唯一出口，不为任何其他平台负责，对仿冒、侵权平台，我们保留法律追诉权力。7) 完整性：以上声明和本页内容构成不可分割的部分，在未仔细阅读并认可本声明所有条款的前提下，请勿对本页面做任何形式的浏览、点击、转发、评论。

【数据支持】部分数据，由以下机构提供支持，特此鸣谢——国内市场：Wind 数据、东方财富 Choice 数据、智慧芽、理杏仁、企查查；海外市场：Capital IQ、Bloomberg、路透，排名不分先后。想做海内外研究，以上几家必不可少。如果大家有购买以上机构数据终端的需求，可和我们联系。

